



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΝΝΙΝΩΝ

Δ.Μ.Π.Σ. ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΠΑΙΚΕΥΣ

ΘΕΜΑ : «ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΤΧΟΥΟΜΕΝΩΝ
ΔΙΥΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΛΟΓΑΡΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΑΤΟΥ (1974-2010)
ΤΟΥ ΔΙΥΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΑΛΠΟΥ»

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ Α. ΣΑΜΠΑΛΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Φ. ΠΟΜΩΝΗΣ

ΙΟΑΝΝΙΝΑ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Αγροχημεία – Βιολογικές Καλλιέργειες», με επιβλέποντα τον καθηγητή κ. Φ. Πομώνη. Το θέμα της εργασίας αφορά τη μελέτη των δυναμικών μεταβολών της ιχθυόμαζας στις λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλού του Αμβρακικού κόλπου τα έτη 1974-2003.

Η εργασία, που ακολουθεί, απαρτίζεται από τρία μέρη.

Το πρώτο μέρος, είναι το γενικό μέρος, στο οποίο γίνεται μια πρώτη επαφή του αναγνώστη με τα βασικά περιβαλλοντικά στοιχεία της περιοχής μελέτης. Αυτά αναφέρονται στους ποταμούς Λούρο και Άραχθο, στο παράλιο οικοσύστημα και την υφιστάμενη κατάσταση του Αμβρακικού κόλπου, καθώς επίσης και στα μεγάλα περιβαλλοντικά έργα που έχουν γίνει στην ευρύτερη περιοχή.

Το δεύτερο μέρος είναι το θεωρητικό μέρος, που αποτέλεσε την αιτία των προβληματισμών μας ώστε να εκπονήσουμε την παρούσα εργασία.

Το τρίτο μέρος είναι το ειδικό μέρος, όπου με βάσει τα στατιστικά στοιχεία που συλλέξαμε, παρουσιάζουμε τις δυναμικές μεταβολές της ιχθυόμαζας στις λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλού του Αμβρακικού κόλπου και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτές.

Κλείνοντας αυτό το σύντομο πρόλογο κρίνω αναγκαίο να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους, οι οποίοι με βοήθησαν καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου, ορισμένοι δε ιδιαίτερα στην εκπόνηση αυτής της εργασίας και των οποίων η συμβολή ήταν καθοριστική.

Πρώτα απευθύνω τις ευχαριστίες μου στον κ. Φ. Πομώνη, για τα ερεθίσματα, τις γνώσεις και την εμπιστοσύνη που μου πρόσφερε, προκειμένου να ξεκινήσω και να ολοκληρώσω την παρούσα εργασία.



Ευχαριστώ τους κ. Ι. Λεονάρδο και κ. Γ. Καρρά οι οποίοι δέχθηκαν να είναι μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Γ. Αρμπιρο, διευθυντή της ETANAM Τρέβεζας και τη Διεύθυνση Αλιείας Ν. Άρτας για τα στοιχεία πού μου παρείχαν, χωρίς τα οποία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παρούσα εργασία.

Ευάγγελος Α. Ζάμπας

Ιωάννινα, 2009



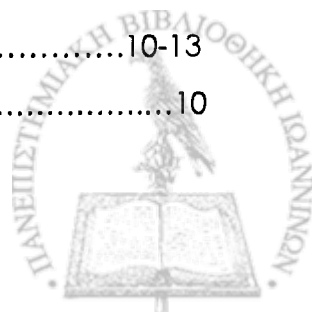
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ.....	1-3
2. Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΟΥΡΟΣ.....	3-7
2.1. Γενικά.....	3
2.2. Υδρολογικά – μορφομετρικά στοιχεία.....	5
2.3. Φυσικοχημικές παράμετροι.....	5
2.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες – Αλλοιώσεις.....	6
2.4.1. Άρδευση.....	6
2.4.2. Παραγωγή ενέργειας.....	6
2.4.3. Υδατοκαλλιέργειες.....	6
2.4.4. Σημειακές πηγές.....	6
2.4.5. Μη σημειακές πηγές.....	7
3. Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΡΑΧΘΟΣ.....	7-9
3.1. Γενικά.....	7
3.2. Υδρολογικά - μορφομετρικά στοιχεία.....	7
3.3. Παραπόταμοι.....	8
3.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες-Αλλοιώσεις.....	8
3.4.1. Άρδευση.....	8
3.4.2. Αμμοληψία.....	8
3.4.3. Παραγωγή ενέργειας.....	8
3.4.4. Αλιεία.....	8
3.4.5. Υδατοκαλλιέργειες.....	8
3.4.6. Ρύπανση.....	9
3.4.7. Σημειακές πηγές.....	9
3.4.8. Μη σημειακές πηγές.....	9
3.4.9. Ιχθυοπανίδα.....	9
4. Τ.Λ. ΠΟΥΡΝΑΡΙ 1.....	10-13
4.1. Γενικά.....	10



4.2. Υδρολογικά - μορφομετρικά στοιχεία.....	10
4.3. Φυσικοχημικές παράμετροι.....	11
4.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες-Αλλοιώσεις.....	12
4.4.1. Άρδευση.....	12
4.4.2. Αλιεία.....	12
4.4.3. Ρύπανση.....	12
4.4.4. Σημειακές πηγές.....	12
4.4.5. Μη σημειακές πηγές.....	13
5. Τ.Λ. ΠΟΥΡΝΑΡΙ 2.....	13
6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	13
7. ΤΟ ΠΑΡΑΛΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ.....	14-29
7.1. Ο ορισμός της λιμνοθάλασσας.....	14
7.2. Ο "βαθμός περιορισμού" ως βασική παράμετρος του παράλιου Οικοσυστήματος.....	18
7.3. Οι Λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού.....	20
7.4. Ο υγρότοπος του Αμβρακικού - Συζήτηση – σύγκριση δεδομένων.....	23
7.5. Υδρογεωλογικά - Υδρολογικά δεδομένα -Προσχωματικοί υδροφόροι χερσαίας ζώνης λιμνοθαλασσών.....	28
8. Η ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	29
9. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ.....	29-40
9.1. Αλιεία θαλάσσιου χώρου.....	29
9.2. Δραστηριότητες ενδεχόμενης απειλής.....	31
9.2.1. Εταιρείες δεξαμενών καυσίμων.....	31
9.2.2. Ελαιουργία.....	31
9.2.3. Τυροκομία.....	32
9.2.4. Σφαγεία.....	32
9.2.5. Θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες στον Αμβρακικό κόλπο.....	32
9.3. Η σημερινή κατάσταση και η εξέλιξη του αγροτικού τομέα.....	35
9.4. Ευτροφισμός- Ατελής ανανέωση	37
9.5 Αναφορά στην κατασκευή Ζεύξης Πρέβεζας- Ακτίου.....	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΕΝΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ.....	41-43



ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

10. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	44
11. ΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΤΑΙ ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....	49
12. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ.....	53
12.1. Γενικά.....	53
12.2. Εξισώσεις ανταγωνισμού Lotka – Volterra.....	55
12.3. Οι εξισώσεις για τη θήρευση Lotka-Volterra.....	57
12.4. Η αρχή του Volterra.....	61
13. Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	61
14. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΧΘΥΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	63
15. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	64

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

16. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	67
16.1. Τα ιβάρια.....	67
16.2. Αλιεία στις λιμνοθάλασσες η εκτατική ιχθυοκαλλιέργεια.....	68
16.3. Στοιχεία μελέτης.....	69
17. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΛΟΓΑΡΟΥΣ.....	71-81
18. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥΣ.....	82-91
19. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΛΟΓΑΡΟΥ-ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ.....	92-108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ.....	109

ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΟΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

20.1. Εισαγωγή στην επιστήμη του χάους.....	110
20.2. Ντετερμινισμός.....	110
20.3. Δυναμικά Συστήματα.....	111
20.4. Κρίση (Crisis).....	111
20.5. Μελέτη με τα στατιστικά στοιχεία που διαθέτουμε.....	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΧΑΟΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ.....	120
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	121



ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕ΄

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

Ο Αμβρακικός Κόλπος αναπτύσσεται στις ακτές της Δυτικής Ελλάδας , βορειότερο μεγάλο κόλπο και καθορίζεται από τις συντεταγμένες : Βόρειο 38° 51' μέχρι 39° 10' και Ανατολικό μήκος από 20° 40' μέχρι 21° 15' σχεδόν κλειστή λεκάνη και κατά συνέπεια απομονωμένη από τους παράδρουν στην ανοιχτή θάλασσα.



Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία του Αμβρακικού κόλπου και της γύρω περιοχής

Περιβάλλεται, ανατολικά από το όρος Μακρυνόρος, βόρεια από την ηπειρωτική πεδιάδα της Άρτας, που σχηματίστηκε από τους ποταμούς Λούρο και Άρτας από τους βόρειους πρόποδες των Ακαρνανικών ορέων, όπου και σχηματίζονται επιμέρους πεδιάδες της Βόνιτσας και του Δρυμού, στα δυτικά από το Ιόνιο Πέλαγος το οποίο χωρίζεται από γαιώδη λωρίδα μέσου πλάτους 3.000 m. Η επικοινωνία της πεδιάδας του κόλπου με το Ιόνιο Πέλαγος, επιτυγχάνεται με στενό διάυλο πλάτους 600 m περίπου μέτρων στο στενότερο σημείο, μήκους 3 km και περίπου 5 m στο αβαθέστερο σημείο. Επίσης σημαντική για την ναυσιπλοΐα



κυκλοφορία υδάτων βάθους είναι η παρουσία τεχνητού αύλακα με βάθη περίπου 5,50 m και μικρότερο άνοιγμα 150 m περίπου.

Η έκταση του κόλπου φτάνει τα 405 km² και το συνολικό μήκος ακτών, χωρίς τις λιμνοθάλασσες, τα 180 km.

Το μεγαλύτερο μήκος του από Ανατολικά προς Δυτικά είναι 33 km, το δε πλάτος του από Βόρεια προς Νότια κυμαίνεται από τα 6 μέχρι 21 km.

Το μέσο βάθος του είναι 25,98 m. Τα μεγαλύτερα βάθη του εντοπίζονται στην βυθομετρική ζώνη των 60 m έως 65 m, παρατηρούνται στην ανατολική πλευρά του, αγγίζουν τα 63 m και αποτελούν το 0,37 % του συνολικού εμβαδού του κόλπου. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η παρουσία απότομης έξαρσης (ύφαλος Αλεξάνδρου), που από τον πυθμένα τείνει να αναδυθεί και να φτάσει τα 6 m κάτω από την επιφάνεια των νερών του κόλπου.

Τα βάθη από 0 έως – 5 m καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση του κόλπου, αποτελούν το 15,64 % του συνόλου του και είναι συγκεντρωμένα στην πλειονότητά τους στο βόρειο τμήμα του κόλπου, όπου βρίσκονται και οι εκβολές των κυριοτέρων ποταμών της περιοχής.

Εξαιτίας της ύπαρξης των εκβολών των ποταμών Λούρου και Αράχθου καθώς και των σημαντικότερων σε έκταση λιμνοθαλασσών, το βόρειο τμήμα παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον .

Οι ακτές του Βόρειου Αμβρακικού είναι αμμώδεις - αμμοϊλιώδεις , αβαθείς και ομαλές . Χαρακτηρίζονται από την παρουσία τοξοειδούς συνήθως σχήματος με στενές αμμώδεις λωρίδες που ενώνουν τα χερσαία τμήματα . Οφείλουν την δημιουργία τους στη δράση των κυμάτων. Οι λωρίδες αυτές οριοθετούν τις αβαθείς λιμνοθάλασσες (βάθος: μέχρι 4 μέτρα περίπου) "Μάζωμα", "Τσοπέλι", "Τσουκαλιό", "Ροδιά", "Λογαρού", "Κόφτρα", "Καλόγερος", "Παλιομπούκα" και "Αγρίλος", οι οποίες μαζί με τους θαλασσίους χώρους "Κουκλιάς" (μεταξύ της Λογαρού και της Κόφτρας) και "Παλματερό" (μεταξύ των εκβολών του Αράχθου και του Αγρίλου) αλλά και τις εκβολές του Λούρου και του Αράχθου αποτελούν σημαντικούς υδροβιότοπους αλλά και μεγάλης ιχθυοκομικής δυναμικότητας περιοχές .

Ο υγρότοπος των λιμνοθαλασσών που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα του κόλπου μαζί με τις εκβολές των ποταμού Λούρου και ποταμού Αράχθου, προστατεύεται από την συνθήκη Ramsar. Η διεθνής αυτή σύμβαση υπογράφηκε στις 2 Φεβρουαρίου του 1971 στο Ramsar του Ιράν, υπό την αιγίδα του Ο.Η.Ε και αφορά στην προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υδροβιότοπων, ενώ ταυτόχρονα ισχύουν και οι συμβάσεις της Βέρνης (19 – 9 – 1979), της Βόννης (23 – 6 –1979) και η οδηγία των Ευρωπαϊκών



Κοινοτήτων (79/409). Από το Μάρτιο του 1990 η περιοχή προστατεύεται με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθ. 30027/1193 "Μέτρα για την προστασία του υγροβιότοπου του Αμβρακικού Κόλπου και της Ευρύτερης Περιοχής του".

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Αμβρακικός κόλπος έχει αναγνωριστεί ως περιοχή υψίστης οικολογικής αξίας, λόγω της ύπαρξης σ' αυτόν σημαντικού αριθμού απειλούμενων με εξαφάνιση πουλιών και γενικότερα πλουσιότατης ποικιλίας ειδών πανίδας και χλωρίδας.

Ο Αμβρακικός Κόλπος είναι ο φυσικός αποδέκτης μίας λεκάνης απορροής η οποία έχει συνολική έκταση 3.670 km² περίπου και υποδιαιρείται σε τρεις υδρομορφολογικές ενότητες : το βόρειο τμήμα 3.140 km², το ανατολικό τμήμα 260 km² και το νότιο τμήμα 270 km².

Τα υδάτινα συστήματα, που εκβάλλουν στον κόλπο, είναι ποικίλου τύπου και σε μεγάλο ποσοστό ελέγχονται από τη λιθολογία, τη μορφολογία της λεκάνης απορροής και το καθεστώς πηγών τροφοδοσίας τους. Οι σημαντικότεροι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου (ποταμοί - χείμαρροι) που έχουν τις εκβολές τους στον Αμβρακικό κόλπο φτάνουν τους 24, ενώ παρεμβάλλονται και άλλοι μικρότερης δυναμικότητας (Βαβίζος & συν., 1997).

Στο βόρειο τμήμα του Αμβρακικού κόλπου η προσχωματική δραστηριότητα των ποταμών Λούρου και Αράχθου, σε συνάρτηση με τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, ύψος βροχής) έχουν σχηματίσει μία υπό τις ευφορότερες πεδινές εκτάσεις της Ελλάδας (πεδιάδα Πέτα - Κομπότι και πεδιάδα Άρτας) συνολικής έκτασης 325.000 στρεμμάτων.

Στο νότιο και ανατολικό μέρος του Αμβρακικού, οι πεδινές εκτάσεις είναι λίγες και έχουν δημιουργηθεί κυρίως από την προσχωματική δραστηριότητα των χειμάρρων. Η ημιορεινή ζώνη στην πλευρά αυτή, φτάνει μέχρι την ακτή με απότομες κλίσεις.

2. Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΟΥΡΟΣ

2.1. Γενικά

Ο Λούρος πηγάζει από το όρος Τόμαρος του νομού Ιωαννίνων και, ακολουθώντας τη διεύθυνση Β-Ν των αξόνων πτύχωσης της περιοχής, εκβάλλει στο νομό Πρέβεζας, στον Αμβρακικό κόλπο. Τα πετρώματα της λεκάνης απορροής του είναι κατά 62,8% ανθρακικά και 37,2 % νεογενή τεταρτογενή ιζήματα. Στη διαδρομή του ο ποταμός τροφοδοτείται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα (παρόχθιες πηγές ή αναβλύσεις στην κοίτη του), καθώς και από διάφορες πηγές στην πεδιάδα της Άρτας. Σημαντικοί



παραπόταμοι απουσιάζουν. Κύριες εκφορτίσεις¹ του καρστικού συστήματος Λούρου εμφανίζονται στη θέση του υδροηλεκτρικού σταθμού και στις θέσεις Χανόπουλου, Καμπή, Πριάλα και Σκάλα.

Λόγω του ότι στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής του ο Λούρος διέρχεται από καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους και η κύρια τροφοδοσία του είναι από πηγές, ο ποταμός παρουσιάζει ιδιαίτερα σταθερή δίαίτα² και η παροχή του μικρές εποχιακές διακυμάνσεις σε σύγκριση με ποτάμια χιονοβρόχινου ή μικτού τύπου (π.χ. Άραχθος).

Στις εκβολές του σχηματίζεται δέλτα λοβοειδούς μορφής εκτάσεως 150 Km², που αποτελεί σύμπλεγμα πολλών υγροτόπων. Το δέλτα είναι περιορισμένης έκτασης, λόγω της σχετικά μικρής προσχωματικής του ικανότητας.

Οι ποσότητες ιζήματος που προσφέρονται από το ποτάμι είναι πολύ μικρές και η διάμετρος των κόκκων επίσης μικρή. Ιδιαίτερα μετά τη δημιουργία του φράγματος η ροή του ποταμού φαίνεται να ελέγχεται και να μην παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Κατά συνέπεια οι φερτές ύλες έχουν μειωθεί ακόμα περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Το λεπτόκοκκο υλικό που διατίθεται από τον ποταμό (ιλυάργιλος) δεν είναι ικανό να σχηματίσει κανονικό δέλτα και διαχέεται με τη βοήθεια των κυμάτων στον Αμβρακικό. Οι σχετικά μικρής έντασης άνεμοι, κυρίως νότιας διεύθυνσης, έχουν δημιουργήσει μια αβαθή πλατφόρμα μερικών χιλιομέτρων, η οποία παρατηρείται σε όλο το μήκος των βορείων ακτών του κόλπου. Τόσο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας, όσο και η επακόλουθη επενέργεια των κυμάτων συντέλεσαν στη δημιουργία τοξοειδών λουρνησίδων μεταξύ Λούρου και Σαλαώρας, καθώς και Σαλαώρας-Κορωνησίας. Πράγματι, το σχήμα των αμμονησίδων αυτών ενισχύει την άποψη ότι η δημιουργία τους οφείλεται σε διαθλώμενα κύματα νότιας κυρίως προέλευσης.

Βορείως του δέλτα και πολύ κοντά στον κορμό του ποταμού σχηματίζεται μια μονίμως κατακλυσμένη λίμνη γλυκού νερού, στην υψομετρική στάθμη της θάλασσας (έλος Πέτρας). Η λίμνη έχει έκταση 0,4 Km² και βρίσκεται 2 Km νότια της κοινότητας Πέτρας. Τόσο το δέλτα, όσο και το έλος είναι σημαντικοί υδροβιότοποι και προστατεύονται από μια σειρά εθνικών αποφάσεων και διεθνών συμβάσεων.

Ο Λούρος είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά ποτάμια της Ηπείρου και αποτελεί πόλο έλξης για την περιοχή. Είναι ίσως το μοναδικό ποτάμι της χώρας που συνδέθηκε τόσο έντονα με την οικονομική δραστηριότητα μιας περιοχής, δεδομένου ότι τα νερά του χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία και την υποστήριξη 23 μονάδων εκτροφής πέστροφας, οι οποίες καλύπτουν περίπου 34120 m² υδάτινης επιφάνειας και παράγουν

¹ Ο όρος χρησιμοποιείται για να δώσουμε τα γεωγραφικά σημεία που ο ποταμός εμπλουτίζεται με νερό.

² Η ποσότητα του νερού ενός ποταμού χαρακτηρίζουν την δίαίτά του.



περίπου 574 ton πέστροφας ετησίως. Η ανάπτυξη της πεστροφοκαλλιέργειας σίγουρα απέφερε σημαντικά οικονομικά οφέλη στους κατοίκους, αλλά η απρογραμματίστη αξιοποίηση και οι αυθαίρετες παρεμβάσεις τείνουν να δημιουργήσουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα και να αλλοιώσουν το φυσικό τοπίο με άμεσες συνέπειες τόσο στην ποιότητα ζωής της περιοχής όσο και στην παραγωγική διαδικασία των μονάδων. Από πρόσφατη μελέτη προκύπτει ότι τα 23 ιχθυοτροφεία επιβαρύνουν το ποτάμι, ιδιαίτερα στη περιοχή όπου υπάρχει συσσώρευση (πρώτα 4 Km). Η επιβάρυνση είναι σχετικά μικρή σε φυσιολογικές τιμές παροχής και θερμοκρασίας, αλλά σημαντική σε περιπτώσεις οριακών συνθηκών. (Κάγκαλου κ.α., 2000)

Το τεχνητό φράγμα του Λούρου στην περιοχή του Αγ. Γεωργίου, τα έργα εκτροπής-υδροληψίας για ύδρευση της Άρτας, Φιλιππιάδας, Πρέβεζας και Λευκάδας καθώς και τα αρδευτικά έργα στην περιοχή Κερασώνος-Βούλιστας και Φιλιππιάδας μειώνουν τις φυσικές παροχές του ποταμού. Αντίθετα το αποστραγγιστικό έργο του Κομένου που κατασκευάστηκε την δεκαετία '60 στην λεκάνη του Ξηροποτάμου, σε συνδυασμό με τα σύγχρονα αρδευτικά έργα Μποϊδα-Μαυρή, αποξήραναν την περιοχή οδηγώντας τα λιμνάζοντα νερά στην περιοχή της Στεφάνης και στην συνέχεια στον ποταμό Λούρο.

Στη συνέχεια δίνονται στοιχεία για τη σημερινή κατάσταση του ποταμού, έτσι όπως διαπιστώνεται από τη μελέτη της πρόσφατης βιβλιογραφίας. Οι κύριες πηγές πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ακόλουθες: Υπ. Ανάπτυξης 1996, Kousouris et al 1994, Diaroulis et al 1991, Kousouris et al 1990, Κουσουρή και συν. 1989, Ακρίδα και συν. 1983, Αργυρόπουλος 1960, ΕΚΒΥ 1994, NATURA 2000, ΕΚΘΕ, 2000.

2.2. Υδρολογικά – μορφομετρικά στοιχεία

Έκταση λεκάνης απορροής: 983 Km²

Υπερθαλάσσιο ύψος: μέγιστο 1400 m, ελάχιστο 0 m.

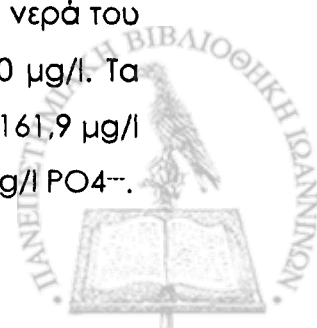
Μήκος: 73Km

Παροχή (γέφυρα Πέτρας, αντιστοιχεί σε έκταση λεκάνης 520 Km²): ελάχιστη 14,9 m³/s, μέγιστη 38,2 m³/s (περίοδος μετρήσεων 1951-1988)

Μέση ετήσια απορροή: 900 hm³, απορροή κατά τον Ιούλιο: 47,3 hm³

2.3. Φυσικοχημικές παράμετροι

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού είναι 18°C. Το διαλυμένο οξυγόνο βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις, αλλά ελαττώνεται προς τις εκβολές. Το pH κυμαίνεται μεταξύ 6,1 και 8,3. Η ολική σκληρότητα είναι μεταξύ 210 και 450 mg/l CaCO₃, συνεπώς τα νερά του χαρακτηρίζονται λίγο σκληρά. Τα NH₄⁺ υπάρχουν σε συγκεντρώσεις 10,3-190 μg/l. Τα νιτρικά ιόντα κυμαίνονται μεταξύ 886-1568 μg/l NO₃⁻ και τα νιτρώδη μεταξύ 8,7-161,9 μg/l NO₂⁻. Ο φώσφορος παρουσιάζεται σε σχετικά υψηλή συγκέντρωση 7,6-210,9 μg/l PO₄⁻.



2.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες – Αλλοιώσεις

2.4.1. Άρδευση

Οι αρδευόμενες σήμερα εκτάσεις στη λεκάνη του Λούρου καλύπτουν 76490 στρέμματα και είναι η μεγαλύτερη αρδευόμενη έκταση σε όλο το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου. Μέχρι το έτος 2015 οι αρδευόμενες εκτάσεις αναμένεται να φθάσουν τα 206000 στρέμματα. Αν και μέρος των αρδευτικών αναγκών θα καλυφθεί με μεταφορά νερών από τον Άραχθο, μία τέτοια επέκταση μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στο υδατικό δυναμικό.

2.4.2. Παραγωγή ενέργειας

Το 1954 κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ μικρός ταμιευτήρας χωρητικότητας 1,08hm³, που τροποποιεί τη ροή του νερού. Τα τελευταία χρόνια ο ταμιευτήρας έχει γίνει πάρα πολύ ρηχός εξαιτίας ιζηματογένεσης και γέμισε φερτές ύλες οπότε σήμερα δεν μπορεί να αποταμιεύσει σχεδόν καθόλου νερό.

2.4.3. Υδατοκαλλιέργειες

Κατά μήκος του ποταμού υπάρχουν αρκετές δεκάδες πεστροφοτροφείων που χρησιμοποιούν μεθόδους καλλιέργειας εντατικής μορφής. Λόγω του μεγάλου αριθμού των μονάδων και των υψηλών ιχθυοφορτίσεων που χρησιμοποιούνται, επηρεάζονται τόσο το περιβάλλον όσο και η ποιότητα των νερών του ποταμού.

Στον ποταμό απαντώνται πέστροφες του είδους *Oncorhynchus mykiss*, που έχουν διαφύγει από τα ιχθυοτροφεία. Η επίδραση αυτών των ψαριών στους εγχώριους ιχθυοπληθυσμούς, όπως και στη φυσική χλωρίδα και πανίδα γενικότερα, είναι άγνωστη. Λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα μεταφοράς ασθενειών στους άγριους πληθυσμούς από τα ιχθυοτροφεία, αλλά και το πρόβλημα της ρύπανσης που σχετίζεται με τη λειτουργία των ιχθυοτροφείων, η δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών στο Λούρο πρέπει να εξετασθεί με προσοχή.

2.4.4. Σημειακές πηγές

Λίγα χιλιόμετρα πριν τις εκβολές υπάρχουν κοντά στις όχθες του Λούρου κτηνοτροφικές μονάδες (κυρίως χοιροστάσια) που επιβαρύνουν τον ποταμό με σημαντικές ποσότητες οργανικού φορτίου και στερεών υλικών.

Οι πολλές μονάδες ιχθυοκαλλιεργειών επιβαρύνουν το ποτάμι με ανόργανο φορτίο. Αξιοσημείωτοι είναι οι ξαφνικοί ομαδικοί θάνατοι καλλιεργούμενων ψαριών που έχουν παρατηρηθεί κατά καιρούς (κυρίως το φθινόπωρο), κάτω από σχεδόν αδιευκρίνιστα αίτια).

Στη λεκάνη απορροής του ποταμού υπάρχουν αρκετοί, μικροί σχετικά οικισμοί (κανένα μεγάλο αστικό κέντρο). Ωστόσο κανένας δε διαθέτει βιολογικό καθαρισμό.



2.4.5. Μη σημειακές πηγές

Οι νότιες περιοχές της λεκάνης απορροής του Λούρου καλλιεργούνται εντατικά και γίνεται μεγάλη χρήση αζωτούχων και φωσφορούχων λιπασμάτων.

3. Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΡΑΧΘΟΣ

3.1. Γενικά

Ο Άραχθος διατρέχει το ανατολικό τμήμα της Ηπείρου. Πηγάζει κοντά στα όρη Μιτσικέλι και Περιστέρι του νομού Ιωαννίνων, περνάει από το νομό Άρτας και εκβάλλει στον Αμβρακικό κόλπο. Η διαμόρφωση του εδάφους επιβάλλει στα περισσότερα μέρη του ποταμού γρήγορη ροή. Η λεκάνη απορροής του αποτελείται από κυρίως αδιαπέραστα πετρώματα (φλύσχης), γεγονός που δημιουργεί μεταβολές στη δίαιτα και μεγάλες διακυμάνσεις της παροχής του.

Η απορροή του ποταμού προέρχεται κυρίως από βροχή και χιόνι. Λόγω της μεγάλης έκτασης της λεκάνης του Άραχθου και του υψηλού μέσου ετήσιου ύψους βροχής στην Ήπειρο, η επιφανειακή αυτή απορροή είναι σημαντική. Ωστόσο, ο ποταμός τροφοδοτείται από δύο σημαντικά καρστικά συστήματα: το καρστικό σύστημα αντικλίνου Άραχθου (ανατολικές πλαγιές Μιτσικελίου και Ξεροβουνίου), που εκφορτίζεται μέσω των πηγών Κλίφτη, Πλατανούσας και διάφορων αναβλύσεων κατά μήκος του ποταμού και το καρστικό σύστημα των Τζουμέρκων, που εκφορτίζεται από διάφορες πηγές στα ανατολικά του ποταμού κοντά στα χωριά Ανθοχώρι, Καταρράκτης και Μελισουργοί.

Στη θέση Πουρνάρι έχουν δημιουργηθεί δύο τεχνητές λίμνες για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, που εξυπηρετούν και αρδευτικές ανάγκες.

Το δέλτα του ποταμού, εκτάσεως 80 Km², αποτελεί υγρότοπο διεθνούς σημασίας σύμφωνα με τη σύμβαση RAMSAR και έχει χαρακτηριστεί σαν ειδικά προστατευόμενη περιοχή με κοινοτικές και εθνικές αποφάσεις.

Η βιβλιογραφική έρευνα για τη συλλογή στοιχείων βασίστηκε στις εξής πηγές πληροφοριών: ΕΚΘΕ, 2000, Υπ. Ανάπτυξης 1996, Αργυρόπουλος 1960, ΕΚΒΥ 1994, NATURA 2000, Χατζηλάκου 1999, Gritzalis et al 1993, Μερτζάνης 1997.

3.2. Υδρολογικά - μορφομετρικά στοιχεία

Έκταση λεκάνης απορροής (ανάντη της γέφυρας Άρτας): 2000 Km²

Υπερθαλάσσιο ύψος: μέγιστο 800 m, ελάχιστο 0 m

Μήκος: 106 Km

Παροχή (είσοδος φράγματος Πουρναρίου): ελάχιστη 13,4, μέγιστη 140, μέση 68 m³/s
(περίοδος μετρήσεων 1951-1988)



Μέση ετήσια απορροή: 2080 hm³ , απορροή κατά τον Ιούλιο: 39 hm³.

3.3. Παραπόταμοι

Μετσοβίτης, Ζαγορίτικος, Βάρδας, Σαραντάπορος, Καλαντίνης, Γρεβενίτης.

3.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες-Αλλοιώσεις

3.4.1. Άρδευση

Οι εκτάσεις που σήμερα αρδεύονται στη λεκάνη του Άραχθου (κυρίως ο κάμπος της Άρτας) είναι 38100 στρέμματα. Σχεδιάζονται εκτεταμένα αρδευτικά έργα με την προοπτική η επιφάνεια των αρδευόμενων εκτάσεων να αυξηθεί μέχρι το έτος 2015 σε 119650 στρέμματα και επίσης να γίνει μεταφορά νερού στη λεκάνη του Λούρου για την άρδευση εκτάσεων της πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας. Όμως, ακόμα και για ένα ποτάμι σχετικά υψηλής παροχής όπως είναι ο Άραχθος, είναι δυνατό η υδροληψία για την άρδευση τόσο μεγάλων εκτάσεων να δημιουργήσει εποχιακά προβλήματα επάρκειας νερού.

3.4.2. Αμμοληψία

Γίνεται αμμοληψία σε μεγάλη έκταση.

3.4.3. Παραγωγή ενέργειας

Το 1981 κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ ο ταμιευτήρας «Πουρνάρι 1» που διαταράσσει την ελεύθερη ροή του νερού. Ακολούθησε η κατασκευή του πολύ μικρότερου αναρρυθμιστικού ταμιευτήρα «Πουρνάρι 2», που άρχισε να λειτουργεί το 1999 και σκοπός του, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι η παροδική αποταμίευση νερού και η εξομάλυνση ροής του ποταμού κατόπιν από το Πουρνάρι 1.

Η ΔΕΗ σχεδιάζει να κατασκευάσει δύο νέους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής στη λεκάνη του Άραχθου (ΥΗΕ Στενού-Καλαρρίτικου και ΥΗΕ Μετσοβίτικου).

3.4.4. Αλιεία

Η αλιεία έχει κυρίως ερασιτεχνικό χαρακτήρα. Σε δύσβατες περιοχές πραγματοποιείται μικρής έκτασης παράνομη αλιεία, κυρίως πέστροφας, που προκαλεί άγνωστης έκτασης διαταραχές στον ιχθυοπληθυσμό.

3.4.5. Υδατοκαλλιέργειες

Στο δέλτα του Άραχθου υπάρχει εντατική ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών (κυρίως εκτροφεία χελιών), που αντλούν σημαντικές ποσότητες νερού από τον υπόγειο υδροφόρα. Η άντληση αυτή δεν επηρεάζει άμεσα τα ψάρια γλυκού νερού του Άραχθου, αλλά ενδέχεται να επηρεάζει το υδατικό καθεστώς του υγροβιότοπου του δέλτα.



3.4.6. Ρύπανση

Το ανώτερο μέρος του ποταμού διέρχεται από απόκρημνες περιοχές χωρίς σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες. Έτσι, δημιουργούνται οικότοποι που δέχονται ελάχιστη ή καθόλου άμεση διαταραχή από τον άνθρωπο. Το κατώτερο μέρος δέχεται σημαντικά ρυπαντικά φορτία. Με την ανάσχεση των πλημμυρικών φαινομένων δεν ξεπλένεται η κοίτη από τους ρύπους, που συγκεντρώνονται κυρίως στις εκβολές.

3.4.7. Σημειακές πηγές

Στο ορεινό τμήμα του ποταμού υπάρχουν 62 μικροί και διάσπαρτοι οικισμοί χωρίς σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων (με συνολικό πληθυσμό περίπου 29000 κατοίκους). Τον Αύγουστο του 2007 από τα λύματα ενός χοιροστασίου που διοχετεύθηκαν στον παραπόταμο Μετσοβίτη, παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός νεκρών ψαριών στην περιοχή της Μπαλντούμας. Το πεδινό τμήμα επιβαρύνεται κυρίως από τα λύματα της Άρτας (που διαθέτει εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων) και άλλων μικρότερων οικισμών.

3.4.8. Μη σημειακές πηγές

Στο ανώτερο τμήμα του ποταμού υπάρχει μικρή μόνο γεωργική δραστηριότητα. Οι περιοχές που καλλιεργούνται εντατικά βρίσκονται στον κάμπο της Άρτας και κοντά στις εκβολές του ποταμού. Εκεί, η επιβάρυνση με λιπάσματα και φυτοφάρμακα είναι πιο έντονη.

Ο ποταμός επιβαρύνεται από ζωικό κεφάλαιο που υπάρχει κυρίως κοντά στις εκβολές του (όπου η κτηνοτροφία έχει οργανωμένη μορφή). Στο ορεινό τμήμα της λεκάνης απορροής υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί εκτρεφόμενων ζώων, τα περισσότερα από τα οποία είναι ελευθέρως βοσκής.

3.4.9. Ιχθυοπανίδα

Ιδιαίτερα προβλήματα για την ιχθυοπανίδα δημιουργούνται στις πεδινές περιοχές της λεκάνης απορροής του Άραχθου. Η περιοδική κατακράτηση και η απότομη απελευθέρωση νερού από τον ταμιευτήρα Πουρνάρι 1 μεταβάλλει σημαντικά το υδατικό καθεστώς του ποταμού κατάντη, με σοβαρές επιπτώσεις στους ιχθυοπληθυσμούς αλλά και στην πανίδα και χλωρίδα γενικότερα.

Η κατακράτηση αυτή έχει επίσης επιπτώσεις στο δέλτα του ποταμού και τις παρακείμενες λιμνοθάλασσες, δημιουργώντας διακυμάνσεις της αλατότητας και περιορίζοντας την ποσότητα των φερτών υλών που είναι σημαντικές για τη διατήρηση του λουρονησίδων των λιμνοθαλασσών. Τέλος, σε συνδυασμό με την άντληση μεγάλων ποσοτήτων υπόγειου νερού για τις ιχθυοκαλλιέργειες και την επέκταση των



αρδευτικών δικτύων στην πεδιάδα της Άρτας, η κατακράτηση μπορεί να επηρεάσει τη δυναμικότητα και την ποιότητα των υπόγειων υδροφόρων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο ποταμός Άραχθος είναι καθόλα ένας αρκετά προβληματικός πόρος, ως προς τη μεταφορά και διάσπαση θρεπτικών και άλλων ουσιών μέσα στον Αμβρακικό. Πέρα από αυτά, ο γειτονικός προς τις εκβολές του Αράχθου υγρότοπος συνεχώς υποβαθμίζεται, ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι υποχωρεί και εδώ ο υδροφόρος ορίζοντας του γλυκού νερού. Η περιοδικότητα της παροχής του είναι σημαντικό πρόβλημα, και η εξάλειψη των απότομων εισροών γλυκού νερού στον κόλπο θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί.

4. Τ.Λ. ΠΟΥΡΝΑΡΙ 1

Η περιγραφή που ακολουθεί στηρίχθηκε κυρίως στη μελέτη των Οικονόμου και συν. (1998) με περίοδο δειγματοληψιών και μετρήσεων το διάστημα Οκτωβρίου 1996-Ιανουαρίου 1998, καθώς και σε πληροφορίες του Υπ. Ανάπτυξης (1996).

4.1. Γενικά

Ο ταμιευτήρας «Πουρνάρι 1» δημιουργήθηκε το 1981 στον ποταμό Άραχθο, κοντά στην Άρτα, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ομώνυμο Υδροηλεκτρικό Σταθμό. Ο ταμιευτήρας είναι καναλόμορφος, διατηρώντας το βασικό σχήμα του ποταμού. Από υδρογεωχημική άποψη λειτουργεί σαν ποταμός, με ταχεία ανανέωση των νερών του και χαρακτηριστικά φαινόμενα τον εμπλουτισμό του σε ανόργανα άλατα μέσω εδαφικών εκπλύσεων. Η λεκάνη απορροής του συνίσταται κυρίως από φλύσχη, σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% και ασβεστόλιθους στα δυτικά πρηνή της, όπως και στα ψηλότερα σημεία του ανατολικού τμήματος που είναι καρσικά. Μετά τη διέλευση από τις τουρμπίνες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το νερό διοχετεύεται στον μικρότερο ταμιευτήρα «Πουρνάρι 2». Τα νερά των Πηγών Αώου, μετά τη διέλευση από το ομώνυμο Υδροηλεκτρικό Σταθμό, διοχετεύονται στον παραπόταμο του Άραχθου Μετσοβίτη και τελικά καταλήγουν στον ταμιευτήρα «Πουρνάρι 1».

4.2. Υδρολογικά - μορφομετρικά στοιχεία

Έκταση ταμιευτήρα: 20,5 Km²

Έκταση λεκάνης απορροής: 1820,6 Km²

Μέγιστο βάθος: 70 m

Διαστάσεις: μέγιστο μήκος 17Km, μέσο πλάτος 1Km

Ανώτατη υψομετρική στάθμη: 120 m



Ετήσια διακύμανση στάθμης: 8-10 m

Χωρητικότητα: 865 hm³

Παροχή: ελάχιστη 14,8, μέγιστη 137,7, μέση ετήσια 65 m³/s (περίοδος 1985)

4.3. Φυσικοχημικές παράμετροι

Πρόκειται για μια σχετικά θερμή μονομικτική λίμνη. Η θερμοκρασία παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις που εξαρτώνται από την εποχή και το βάθος, με τη δημιουργία έντονης στρωμάτωσης και θερμοκλινούς. Στα μέσα του καλοκαιριού, η θερμική στρωμάτωση γίνεται πολύ έντονη με 26°C στην επιφάνεια και 6°C στον πυθμένα.

Το διαλυμένο οξυγόνο κυμαίνεται σε φυσιολογικά για την υδρόβια ζωή επίπεδα.

Η διαφάνεια του νερού μπορεί να χαρακτηριστεί σχετικά υψηλή, τουλάχιστον όσο αφορά τα νοτιότερα και βαθύτερα τμήματα του ταμιευτήρα που βρίσκονται μακριά από το σημείο εκβολής του Άραχθου. Τον Ιανουάριο οι τιμές κυμαίνονται σε μέτρια επίπεδα ενώ το Μάρτιο αυξάνουν και διατηρούνται σε αυτά τα υψηλά επίπεδα ως το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Οι παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν τη διαφάνεια είναι κυρίως το αιωρούμενο υλικό από το ποτάμι, κυρίως κατά τις περιόδους βροχοπτώσεων, και λιγότερο το φυτοπλαγκτόν.

Οι μέσες τιμές της ολικής αλκαλικότητας κυμαίνονται στην επιφάνεια μεταξύ 2,465 και 3,770 meq/l, ενώ κοντά στον πυθμένα μεταξύ 3,043 και 3,905 meq/l.

Το pH κυμαίνεται από 6,54-8,42 και γενικά παρουσιάζεται υψηλότερο στην επιφάνεια και ελαττώνεται με το βάθος (κλινοβαθμής κάθετη κατανομή).

Ο ταμιευτήρας χαρακτηρίζεται γενικά από σκληρά νερά, ενώ τον Ιανουάριο η ολική σκληρότητα παρουσιάζει ελάττωση, πιθανόν από την αραιώση του νερού με τις βροχοπτώσεις.

Οι μέσες τιμές των θεϊκών παρουσιάζονται σχετικά υψηλές τόσο στην επιφάνεια όσο και στον πυθμένα. Δεν διευκρινίσθηκε αν οι υψηλές αυτές τιμές οφείλονται σε γειτονικά υπολείμματα γύψου, σε αστικά λύματα προερχόμενα από οικισμούς εντός της λεκάνης απορροής ή σε μεταφερόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση από την περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Οι μετρηθείσες τιμές των νιτρικών, νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων χαρακτηρίζουν oligοτροφικά συστήματα, ενώ οι τιμές φωσφορικών συναντώνται συνήθως σε μεσοτροφικά. Η αναλογία N/P που είναι 3,3 κατά την ανοιξιάτικη περίοδο της ανάμιξης των νερών, φανερώνει ότι ο περιοριστικός παράγοντας για τη φυτική ανάπτυξη είναι το άζωτο.



4.4. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες-Αλλοιώσεις.

Όπως και σε όλους τους ταμιευτήρες, η μεγαλύτερη οικολογική διαταραχή προέρχεται από την εναλλαγή περιόδων έντονης και χαμηλής απορροής που, σε συνδυασμό με τις διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων, δημιουργεί αυξομειώσεις της στάθμης του νερού. Άλλες χρήσεις του νερού που δυνητικά δημιουργούν διαταραχές στους βιότοπους των ψαριών είναι οι εξής:

4.4.1. Άρδευση

Από τα νερά του ταμιευτήρα αρδεύονται πεδινές εκτάσεις του νομού Άρτας κατά τη θερινή περίοδο.

4.4.2. Αλιεία

Η αλιεία έχει κυρίως ερασιτεχνικό χαρακτήρα και διενεργείται με δίχτυα. Απευθύνεται κυρίως σε δυο εμπορικής σημασίας ψάρια, την πέστροφα και τον κυπρίνο. Επειδή η αλιεία με βάρκες απαγορεύεται για λόγους ασφαλείας από τη ΔΕΗ, αυτή πραγματοποιείται παράνομα κυρίως στα απομακρυσμένα από το φράγμα τμήματα του ταμιευτήρα. Η αλιεία από τις όχθες του ταμιευτήρα είναι σχετικά περιορισμένη, εξαιτίας των μεγάλων κλίσεων που παρατηρούνται στην ακτογραμμή και της δύσβατης παρακείμενης περιοχής. Η συνολική ποσότητα αλιευμάτων από τον ταμιευτήρα είναι σχεδόν αμελητέα και δεν ξεπερνά τους δυο τόνους ετησίως. Κρίνεται ότι οι επιπτώσεις της αλιείας στους ιχθυοπληθυσμούς είναι ασήμαντες.

4.4.3. Ρύπανση

Ο μικρός σχετικά αριθμός οικισμών που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου, η περιορισμένη γεωργική δραστηριότητα στη λεκάνη αυτή, η μεγάλη απόσταση των περισσότερων καλλιεργειών και οικισμών από τον ταμιευτήρα και ο μεγάλος ρυθμός ανανέωσης του νερού του, έχουν σαν αποτέλεσμα να μην επιβαρύνεται σοβαρά ο ταμιευτήρας με θρεπτικά άλατα.

4.4.4. Σημειακές πηγές

Η λεκάνη απορροής του Αράχθου είναι εκτεταμένη, ορεινή και διάσπαρτη με μικρούς κυρίως οικισμούς, που δεν έχουν οργανωμένο αποχετευτικό δίκτυο. Ο συνολικός πληθυσμός αυτών των οικισμών είναι 28718 κάτοικοι (απογραφή 1991). Τα στερεά απόβλητα απορρίπτονται πλησίον των κοινοτήτων, ενώ μερικά καίγονται σε πρόχειρες χωματερές. Σε ορισμένα σημεία το νερό του ταμιευτήρα φαίνεται οπτικά υποβαθμισμένο, λόγω απόρριψης σκουπιδιών από παρακείμενες κοινότητες.



4.4.5. Μη σημειακές πηγές

Το ορεινό ανάγλυφο της περιοχής περιορίζει τη γεωργική δραστηριότητα στο 6% της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής. Στην περιορισμένη αυτή έκταση γίνεται μικρή χρήση λιπασμάτων, που η ετήσια ποσότητά τους εκτιμάται σε 500 τόνους.

Η κύρια δραστηριότητα της περιοχής είναι η κτηνοτροφία (οι βοσκότοποι καταλαμβάνουν το 52%, τα δάση το 39% και τα άγονα εδάφη το 3% της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής). Η ρύπανση είναι κυρίως μη σημειακή αλλά αρκετά ζώα εκτρέφονται σε οργανωμένες μονάδες, οι οποίες αν βρίσκονται κοντά στο ποτάμι μπορεί να αποτελέσουν σημειακή πηγή ρύπανσης.

5. Τ.Λ. ΠΟΥΡΝΑΡΙ 2

Ο μικρός ταμιευτήρας «Πουρνάρι 2» δημιουργήθηκε στον ποταμό Άραχθο κατάντη και σε πολύ μικρή απόσταση από τον ταμιευτήρα «Πουρνάρι 1», από τον οποίο δέχεται νερά. Έχει έκταση 0,67 Km², υψομετρική στάθμη 40m (46m σε πλημμύρα) και μέγιστη χωρητικότητα 5 hm³. Η λειτουργία του ταμιευτήρα άρχισε στις αρχές του 1999 και κύριες χρήσεις του είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η εξομάλυνση των διακυμάνσεων της απορροής νερού από το «Πουρνάρι 1», με σκοπό τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας στο κατώτερο τμήμα ροής του Άραχθου. Άλλες προβλεπόμενες/σχεδιαζόμενες χρήσεις είναι η άρδευση και η αναψυχή (δημιουργία χώρων περιπάτου για τους κατοίκους της Άρτας και των γύρω Κοινοτήτων).

6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τα δέλτα των ποταμών Λούρου και Αράχθου εμφανίζουν έντονες μορφολογικές διαφορές, στις οποίες οφείλεται και η δημιουργία των λιμνοθαλασσών του Βορείου Αμβρακικού. Η σημαντικότερη διαφορά τους εντοπίζεται στους τύπους των εκβολών τους.

Το δέλτα του Αράχθου έχει σχήμα επίμηκες χαρακτηριστικό ποτάμιας επίδρασης, ενώ το δέλτα του Λούρου έχει υποτυπώδη ανάπτυξη με σχήμα μάλλον τοξοειδές.

Η παλίρροια με μικρό εύρος, κοινή και στις δύο εκβολές, είναι χαμηλή και η κυματική ενέργεια που προσπίπτει επίσης μικρή. Έτσι λοιπόν η αιτία των διαφορών τους θα πρέπει να αναζητηθεί κατά κύριο λόγο στη διαφορετική προσχωματική τους ικανότητα και κατά δεύτερο στους μικρής μεν ενέργειας αλλά διαφορετικού αναπτύγματος (Fetch) κυματισμούς που επικρατούν στις περιοχές των δύο δέλτα (Τζιαβός, 1996).

Ο Άραχθος προσφέρει χονδρόκοκκο υλικό κυρίως χαλαζιακό, λόγω της εμφάνισης του φλύσχη στη λεκάνη του.



Ο Λούρος αντίθετα, επειδή διέρχεται μέσω ασβεστόλιθων και τροφοδοτείται κυρίως από τα νερά πηγών, μεταφέρει φορτίο που είναι σαφώς λεπτότερο και πιο λίγο από αυτό του Αράχθου. Εκτός αυτού οι ποσότητες στερεοπαροχών του Αράχθου είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτές του Λούρου.

Επίσης, οι νότιο και νοτιοανατολικοί άνεμοι στην περιοχή του Αράχθου έχοντας μικρή ανάπτυξη (Fetch) δεν φαίνονται ικανοί να αναχαιτίσουν την ανάπτυξη του δέλτα, ενώ οι νοτιοδυτικοί αναγκάζουν το δέλτα να στρέφεται προς ανατολάς.

Αντίθετα, οι νοτιοανατολικοί άνεμοι στην περιοχή του Λούρου με μεγαλύτερη ανάπτυξη και κάθετη πρόσπτωση επί του δέλτα φαίνεται να υπερισχύουν έναντι των ασθενών παροχών του ποταμού. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων είναι ικανός να εξηγήσει τη διαφορά των δελταϊκών τύπων, που παρουσιάζουν οι ποταμοί Λούρος και Αραχθος (Τζιαβός, 1996).

Το δέλτα του Αράχθου είναι του τύπου «πέλμα πτηνού», στρέφεται ανατολικά και έχει μετατοπιστεί πολλές φορές προς την ίδια διεύθυνση αφήνοντας υπολειμματικές μαιανδρικές μορφές, οι οποίες είναι ορατές και σήμερα .

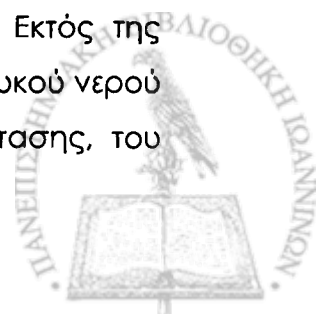
Η συνεχής ροή του ποταμού Λούρου με τις μικρές διακυμάνσεις στην παροχή και η μικρή προσχωματική δράση, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία όχι καλά ανεπτυγμένου δέλτα «λοβοειδούς» μορφής.

7. ΤΟ ΠΑΡΑΛΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

7.1. Ο ορισμός της λιμνοθάλασσας

Στα όρια μεταξύ θαλάσσιου και ηπειρωτικού οικοσυστήματος υπάρχει μια πληθώρα από περιβάλλοντα, φαινομενικά πολύ διαφορετικά μεταξύ τους, τα οποία παρουσιάζουν μια αναμφισβήτητη βιολογική ενότητα. Οι οργανισμοί που διαβιούν σε τέτοια περιβάλλοντα δεν ανήκουν σε πληθυσμούς που προέρχονται από ανάμιξη της θαλάσσιας πανίδας και χλωρίδας με την αντίστοιχη του γλυκού νερού αλλά σε ξεχωριστούς πληθυσμούς, οι οποίοι υπακούουν σε δική τους λογική, ανεξάρτητη από εκείνη του θαλάσσιου ή ηπειρωτικού μέσου.

Ανάμεσα στα οικοσυστήματα που αναφέραμε εντάσσονται οι λεγόμενες λιμνοθάλασσες. Με τον όρο αυτό εννοούμε παράκτιες λεκάνες μικρού βάθους, με νερό υφάλμυρο ως υπεράλμυρο, που διαχωρίζονται από την παρακείμενη θάλασσα από φράγματα άμμου ή άλλου τύπου υποστρώματος και έχουν ανοίγματα μέσα από τα οποία μπορεί να εισχωρεί το θαλασσινό νερό (Ardizzone et al., 1988). Εκτός της επικοινωνίας τους με τη θάλασσα, οι λιμνοθάλασσες δέχονται ποσότητες γλυκού νερού από τη λεκάνη απορροής κάποιου ποταμού. Λόγω της μικρής τους έκτασης, του



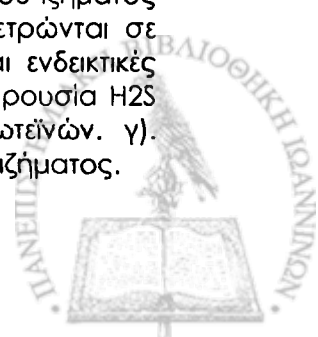
περιορισμένου βάθους και της επικοινωνίας με τη θάλασσα, αποτελούν συνεχώς μεταβαλλόμενα οικοσυστήματα, με ευρείες διακυμάνσεις φυσικοχημικών παραμέτρων. Ο χαρακτήρας των λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων καθορίζεται από τη δράση πολλών παραγόντων. Έχει υποστηριχθεί ότι υπάρχουν τόσα λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα όσες και οι λιμνοθάλασσες (Colombo, 1977). Παράμετροι πρωταρχικής σημασίας θεωρούνται ο υδροδυναμισμός³ και ο φωτισμός (Carrada & Fresi, 1988), οι οποίοι καθορίζουν άμεσα τους φυσικοχημικούς παράγοντες⁴, που με τη σειρά τους σχετίζονται με το ιζήμα και το υπόστρωμα γενικότερα (Bellan-Santini, 1994). Όσον αφορά το υδατικό ισοζύγιο, ως κύριος παράγοντας εκτίμησης της υδάτινης ισορροπίας χρησιμοποιείται η μεταβολή της αλατότητας. Οι όγκοι νερού που εισέρχονται σε μια λιμνοθάλασσα προέρχονται κυρίως από τη θάλασσα, τη λεκάνη απορροής και τις αρδευόμενες περιοχές. Αντίστοιχα, η έξοδος του νερού γίνεται κυρίως προς τη θάλασσα, ενώ ένα μέρος χάνεται υπόγεια και το υπόλοιπο μέσω της εξάτμισης στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα την θερινή περίοδο. Επίσης, η θερμοκρασία, λόγω της μικρότερης θερμοχωρητικότητας αυτών των συστημάτων, μεταβάλλεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ'ότι στην ανοικτή θάλασσα.

Σε τέτοιου είδους ασταθή περιβάλλοντα, όπου οι διακυμάνσεις φυσικοχημικών παραγόντων είναι μεγάλες, η βιοποικιλότητα είναι χαμηλή (Gray, 1974) και οι βιοκοινωνίες που αναπτύσσονται αποτελούνται από είδη ανθεκτικά στις επικρατούσες «αντίξοες συνθήκες». Λόγω της ανθεκτικότητά τους, της υψηλής αναπαραγωγικής ικανότητά τους και του χαμηλού ανταγωνισμού, σε αυτές τις περιοχές τα λίγα είδη που συναντώνται αναπτύσσουν συνήθως μεγάλους πληθυσμούς.

Οι λιμνοθάλασσες αποτελούν πολύ παραγωγικά οικοσυστήματα, που τα τελευταία χρόνια υφίστανται όλο και μεγαλύτερη εκμετάλλευση ως τόποι εντατικής καλλιέργειας ψαριών. Τα κυριότερα προβλήματα που έχουν εντοπιστεί στις Μεσογειακές λιμνοθάλασσες έχουν άμεση σχέση με τα προβλήματα που αφορούν τα οικοσυστήματα που τις περιβάλλουν. Τις περισσότερες φορές εκτιμάται ότι οφείλονται στη μειωμένη παροχή γλυκού νερού από τη λεκάνη απορροής λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων.

³ Ο υδροδυναμισμός αποτελεί μηχανική διαδικασία μεταφοράς και διασποράς που σε αβαθή - κλειστά συστήματα καθορίζεται από το πεδίο ανέμων και τις ανταλλαγές διαμέσου διαύλων.

⁴ Οι φυσικοχημικοί παράγοντες που εξετάζονται είναι: α) Ανάλυση κοκκομετρικής σύστασης ιζήματος, β) Δυναμικό οξειδοαναγωγής που δίνει έμμεση ένδειξη της οξυγόνωσης του ιζήματος σε σχέση με το οργανικό φορτίο που παρατηρείται. Χαμηλές τιμές συνήθως μετρώνται σε περιπτώσεις χαμηλών συγκεντρώσεων οξυγόνου και οργανικού φορτίου και είναι ενδεικτικές αυξημένων αναγωγικών λειτουργιών οι οποίες συνοδεύονται κατά κανόνα από παρουσία H₂S και άλλων ενώσεων του θείου, που είναι προϊόντα της αποικοδόμησης πρωτεϊνών. γ). Θερμοκρασία ακρίβειας ενός δέκατου ψηφίου σε βάθος 5 cm από την επιφάνεια του ιζήματος.



Ένα από τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν από τις επεμβάσεις στο υδατικό ισοζύγιο είναι η μείωση της κυκλοφορίας του θαλασσινού νερού μέσα στη λιμνοθάλασσα, με επιπτώσεις: α) στην ανανέωση του νερού, β) στη σταθερότητα των φυσικοχημικών παραμέτρων, γ) στις ανοδικές μεταναστεύσεις των ψαριών, δ) στο φυσικό εμπλουτισμό της λιμνοθάλασσας καθώς και ε) στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού της. Η μειωμένη παροχή γλυκού νερού συνήθως προκαλεί έντονες αυξήσεις στην αλατότητα. Επιπρόσθετα, συχνά παρατηρούνται "κρίσεις δυστροφισμού", η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου στη στήλη του νερού και αρνητικές τιμές δυναμικού οξειδοαναγωγής στο ίζημα, καθώς και από υψηλές τιμές αλατότητας. Η ακραία αυτή φυσιολογική διαταραχή καταλήγει συχνά στον άμεσο και πλήρη καταβολισμό της βιομάζας των πρωτογενών και δευτερογενών καταναλωτών, αλλά το οικοσύστημα ανακάμπτει αμέσως μόλις η κρίση περάσει. Πάντως οι κρίσεις αυτές γενικά θεωρούνται σαν φυσιολογική αντίδραση του λιμνοθαλάσσιου ενδιαίτηματος σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες (αύξηση του οργανικού υλικού, ο καταβολισμός του οποίου οδηγεί σε ανοξικές συνθήκες) και έχει μεγάλη σημασία για την επαναφορά της οικολογικής ισορροπίας στο σύστημα (Nicolaidou et al, 1988, Cammete 1992, Guelorget & Pertuisot, 1992).

Οι δυστροφικές κρίσεις παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου (τέλος καλοκαιριού έως αρχές φθινοπώρου) και είναι χαρακτηριστικό και άλλων λιμνοθαλασσών της Μεσογείου (Amanieu, 1977, Gravina et al, 1989, Guelorget & Perthuisot, 1992, Arias & Drake, 1994, Lardicci et al, 1989. Οι κρίσεις αυτές είναι αποτέλεσμα κυρίως του ευτροφισμού που παρατηρείται στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα (Corazza & Ceccherelli, 1990, Pugnetti et al, 1991 έχουν σοβαρές επιπτώσεις για τους βενθικούς οργανισμούς (Δακτυλιοσκώληκες, Μαλάκια και Καρκινοειδή) και κατ' επέκταση για τους ιχθυοπληθυσμούς που ζουν και αναπαράγονται μέσα στη λιμνοθάλασσα. Οι δυστροφικές κρίσεις έχουν σαν αποτέλεσμα σε ορισμένες περιοχές της λιμνοθάλασσας (και κυρίως στο εσωτερικό της) να εμφανίζονται — "αζωικές ζώνες". Στο παρελθόν έχει παρατηρηθεί επανάκαμψη του οικοσυστήματος μετά από παρόμοιες τέτοιες κρίσεις και επαναποικισμός με οργανισμούς, των εσωτερικών περιοχών της λιμνοθάλασσας (Koutsoubas et al, 1997, Dounas et al, 1998, Arvanitidis et al, 1999), κάτι που αποτελεί ένδειξη ότι οι οργανισμοί που ζουν στη λιμνοθάλασσα είναι προσαρμοσμένοι στις αντίξοες συνθήκες του συστήματος.

Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες της Μεσογείου ανάλογα με τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες και τι επιφορτίσεις των



θρεπτικών⁵ που δέχονται από την περιφερειακή λεκάνη απορροής είναι συνήθως ευτροφικές (Bellan 1987, Carrada et al, 1988). Τα αποτελέσματα το ευτροφισμού φαίνεται να είναι περισσότερο έντονα σε αβαθείς λιμνοθάλασσες, όπου τα αλόφιλα ακροφύκη εμφανίζουν την άνθηση νωρίς την άνοιξη, γεγονός που έχουν σαν συνέπεια τη μεγάλης κλίμακας συσσώρευση οργανικών καταλοίπων, τα οποία αποικοδομούνται ταχύτατα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Pugnetti et al, 1991, Viaroli, 1991). Η αποσύνθεση των τεράστιων ποσοτήτων οργανικής ύλης που ακολουθεί είναι το βασικό αίτιο των έντονων ανοξικών συνθηκών που παρατηρούνται το καλοκαίρι τόσο στο νερό όσο στο ίζημα σε πολλές λιμνοθάλασσες. Η επαναφορά του συστήματος εξαρτάται άμεσα από τη μορφή, την ισχύ και την συχνότητα της διατάραξης, καθώς και από τα χαρακτηριστικά των οργανισμών που εκεί ζουν.

Γενικά οι λιμνοθάλασσες, με την άφθονη οργανική ύλη, την άφθονη πανίδα και χλωρίδα τους και τις ιδιόμορφες φυσικοχημικές τους συνθήκες προσελκύουν τους ιχθυοπληθυσμούς, για τροφικούς λόγους.

Οι λιμνοθάλασσες της χώρας μας αποτελούν σημαντικά αλιευτικά κέντρα, όπου το 56% της παραγωγής αποτελούν οι κέφαλοι, γύρω στο 20% τα χέλια, 10% τα λαυράκια και

⁵ Στα θρεπτικά στοιχεία περιλαμβάνονται όλες οι απαραίτητες για την επιβίωση ουσίες που προσλαμβάνονται από τους οργανισμούς.

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

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

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



ακολουθούν τσιπούρες, γοβιοί, γλώσσες και άλλα εμπορεύσιμα είδη (Κουσσουρής, 1998).

7.2. Ο "βαθμός περιορισμού" ως βασική παράμετρος του παράλιου οικοσυστήματος

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες να βρεθεί ένα κοινό σύστημα κατάταξης των παράλιων οικοσυστημάτων με βάση κάποια πρότυπα. Η μεγάλη γεωχημική τους ποικιλότητα, η οποία επηρεάζεται κυρίως από την περιεκτικότητα του νερού σε ιόντα, είναι πιθανόν ο κυριότερος χαρακτήρας που διακρίνει το παράλιο οικοσύστημα. Αυτός ήταν ο λόγος που ώθησε πολλούς ερευνητές να κατατάξουν αυτά τα συστήματα με βάση την αλατότητά τους (Petit 1953, D'Ancona 1959, Aguesse 1957, Segerstrale 1959, Mars 1966, Arnaud & Raimbault 1969, Marazanof 1972). Στο «Συμπόσιο της Βενετίας» (1958), προτάθηκε πράγματι μια απλή ταξινόμηση, βασισμένη σε τιμές αλατότητας κυμαινόμενες από 0.5‰ σε λιμναίο νερό και πάνω από 40‰ σε υπεράλμυρα νερά. Η αλατότητα είναι μια καλή παράμετρος για την περιγραφή πολλών ειδικών συστημάτων, η μέτρησή της είναι εύκολη και με βάση τις αντίστοιχες τιμές μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα και για άλλες υδρολογικές παραμέτρους που βρίσκονται σε άμεση σχέση με αυτήν. Η θεωρία αυτή, όμως, ενώ αποδείχθηκε πολύ χρήσιμη για την κατάταξη μεγάλων παράλιων οικοσυστημάτων της Βόρειας Ευρώπης, δεν ήταν εφαρμόσιμη στις υφάλμυρες Μεσογειακές περιοχές. Επίσης, η αλατότητα δεν είναι πάντα σε θέση να δικαιολογήσει άλλες βιολογικές αλληλεπιδράσεις (Bianchi, 1988).

Ένα από τα σημαντικότερα πρότυπα, που φαίνεται να ακολουθείται τις δύο τελευταίες δεκαετίες, είναι η θεωρία που αναπτύχθηκε από τους Guelorget & Perthuisot (1983-1992), με βάση την οποία υπάρχει ένα «παράλιο βασίλειο ή οικοσύστημα» - *Domaine paraliq*ue - αυτόνομη οντότητα, με δική του δομή και δυναμική, που περιλαμβάνει το σύνολο των οικοσυστημάτων που βρίσκονται στα όρια μεταξύ θάλασσας και ξηράς. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι πολυάριθμα είδη ζουν και αναπτύσσονται μόνο σε παράλιο περιβάλλον, ενώ η κατανομή τους προκύπτει ανεξάρτητη από την αλατότητα. Ανεξάρτητα από φυσικούς, χημικούς ιζηματολογικούς και μορφολογικούς χαρακτήρες, υπάρχει μια βιολογική ενότητα με αυτόνομη οργάνωση. Οι "παράλιοι πληθυσμοί" - *peuplements paraliq*ue - παρουσιάζουν μια δική τους δυναμική στο εσωτερικό του οικοσυστήματος, που εμφανίζεται ίδια είτε πρόκειται για υφάλμυρες είτε για υπεράλμυρες περιοχές. Με βάση αυτή την θεωρία, η παράμετρος που ρυθμίζει την ύπαρξη, τη δόμηση και τη ζώνωση των οικολογικών χαρακτηριστικών των παράλιων οικοσυστημάτων δεν είναι η αλατότητα αλλά ο βαθμός περιορισμού σε σχέση με το θαλάσσιο περιβάλλον. Πράγματι, όσο μικρότερη είναι η ανταλλαγή νερού με τη θάλασσα, τόσο πιο "παράλιο"



χαρακτήρα αποκτούν οι βιοκοινωνίες, με λίγα ευρύοικα είδη, μεγάλη πυκνότητα κλπ. Αντίθετα, όσο πιο κοντά στη θάλασσα, τόσο πιο κανονικά ανανεώνονται τα νερά και αυξάνεται ο αριθμός των ειδών κλπ.

Πολλοί μελετητές αμφισβήτησαν κατά καιρούς τη θεωρία αυτή: κατά τον Bianchi (1988) η βιολογική κατάταξη με βάση τη ζώνωση που προτείνεται βασίζεται σε υποκειμενικά κριτήρια που δύσκολα μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Επίσης, η έννοια του βαθμού περιορισμού των λιμνοθαλασσών ισχύει κυρίως σε σχέση με το θαλάσσιο περιβάλλον και όχι με τις υπόλοιπες περιοχές που συνορεύουν με τα παράλια οικοσυστήματα, όπως είναι η ατμόσφαιρα και η χέρσος. Αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με τον ορισμό της λιμνοθάλασσας σαν αυτόνομο παράλιο οικοσύστημα (Carrada & Fresi, 1988). Ο Coreland (1970) είχε κατατάσσει τα υφάλμυρα οικοσυστήματα στις Ηνωμένες Πολιτείες σε σχέση με τις ολικές ενεργειακές εισφορές σε αυτά, ενώ η Gravina (1985) τονίζει τη σημασία των ηπειρωτικών εισροών και υποστηρίζει ότι η τροφική κατάσταση είναι άμεσα εξαρτημένη από τα γειτονικά ηπειρωτικά νερά, που είναι η κύρια τροφική πηγή για τις λιμνοθάλασσες. Κατά τους Morri & Bianchi (1982) σημαντικοί συντελεστές στη ρύθμιση της βιολογικής ζώνωσης είναι, εκτός από την αλατότητα και του υδροδυναμισμού, το τροφικό φορτίο και τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος.

Αν και το μοντέλο των Guelorget & Perthuisot (1992) αποδεικνύεται μονοπαραμετρικό, δίνοντας μεγάλη έμφαση στην επίδραση της θάλασσας, σε τελική ανάλυση ο "βαθμός περιορισμού" συνδυάζεται με διαφορετικές φυσικοχημικές παραμέτρους και διαφορετική δομή των βιοκοινωνιών που τις κατοικούν (Guelorget & Perthuisot, 1992), καθιστώντας τη θεωρία τους το πιο αποδεκτό σήμερα σύστημα κατάταξης των λιμνοθαλασσών. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, στα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα αναγνωρίζονται 6 ζώνες, η κάθε μια από τις οποίες αντιπροσωπεύεται από χαρακτηριστικά είδη που αντανakλούν το βαθμό περιορισμού τους από τη θάλασσα. Οι 6 αυτές ζώνες που διακρίνουμε είναι :

- **Ζώνη I:** έχει θαλάσσιο χαρακτήρα, με είδη αποκλειστικά θαλάσσια.
- **Ζώνη II:** απουσιάζουν τα τυπικά στενόαλα θαλάσσια είδη, μειώνεται η ποικιλότητα, το φυτοπλαγκτό αποτελείται κυρίως από διάτομα και δινομαστιγωτά.
- **Ζώνη III:** απαντούν ευρύοικα είδη, η βιομάζα έχει μέγιστη τιμή και το φυτοπλαγκτό δεν έχει νηρητικό χαρακτήρα.
- **Ζώνη IV:** η θαλάσσια πανίδα αντικαθίσταται πλήρως από λιμνοθαλάσσια είδη, το φυτοπλαγκτό αποτελείται από διάτομα και δινομαστιγωτά.
- **Ζώνη V:** Η φυτοπλαγκτονική παραγωγή βρίσκεται στο μέγιστο, η επιφάνεια του υποστρώματος καλύπτεται από κυανοφύκη, η οργανική ύλη που καθιζάνει προκαλεί



αναγωγικές συνθήκες. Οι βιοκοινωνίες αποτελούνται κυρίως από επιπανίδα, η οποία στις υφάλμυρες περιοχές εμφανίζει είδη χαρακτηριστικά γλυκών νερών ενώ στις υπεράλμυρες βρίσκονται στοιχεία χαρακτηριστικά της εξατμιστικής (evaporitic) πανίδας.

- **Ζώνη VI:** είναι το τελευταίο στάδιο απομόνωσης, τόσο προς το γλυκό όσο προς το υπεράλμυρο πόλο. Χαρακτηρίζεται από την σχεδόν ολοκληρωτική εποίκηση του υποστρώματος από κυανοφύκη που δημιουργούν κρούστες. Στα υφάλμυρα συστήματα εμφανίζονται είδη αποκλειστικά γλυκού νερού, ενώ στα υπεράλμυρα δεν υπάρχει μόνιμη βενθική μακροπανίδα παρά μόνο «βοσκητές» που επισκέπτονται την περιοχή σε αναζήτηση τροφής.

Σύμφωνα με τη ζώνωση αυτή, η Ροδιά και το Τσουκαλιό ανήκουν στις λιμνοθάλασσες εκείνες όπου η αλατότητα μειώνεται με την απομάκρυνση από τη θάλασσα, ενώ η Λογαρού παρουσιάζει το αντίθετο φαινόμενο, λόγω εισόδου γλυκού νερού από κοντινές πηγές.

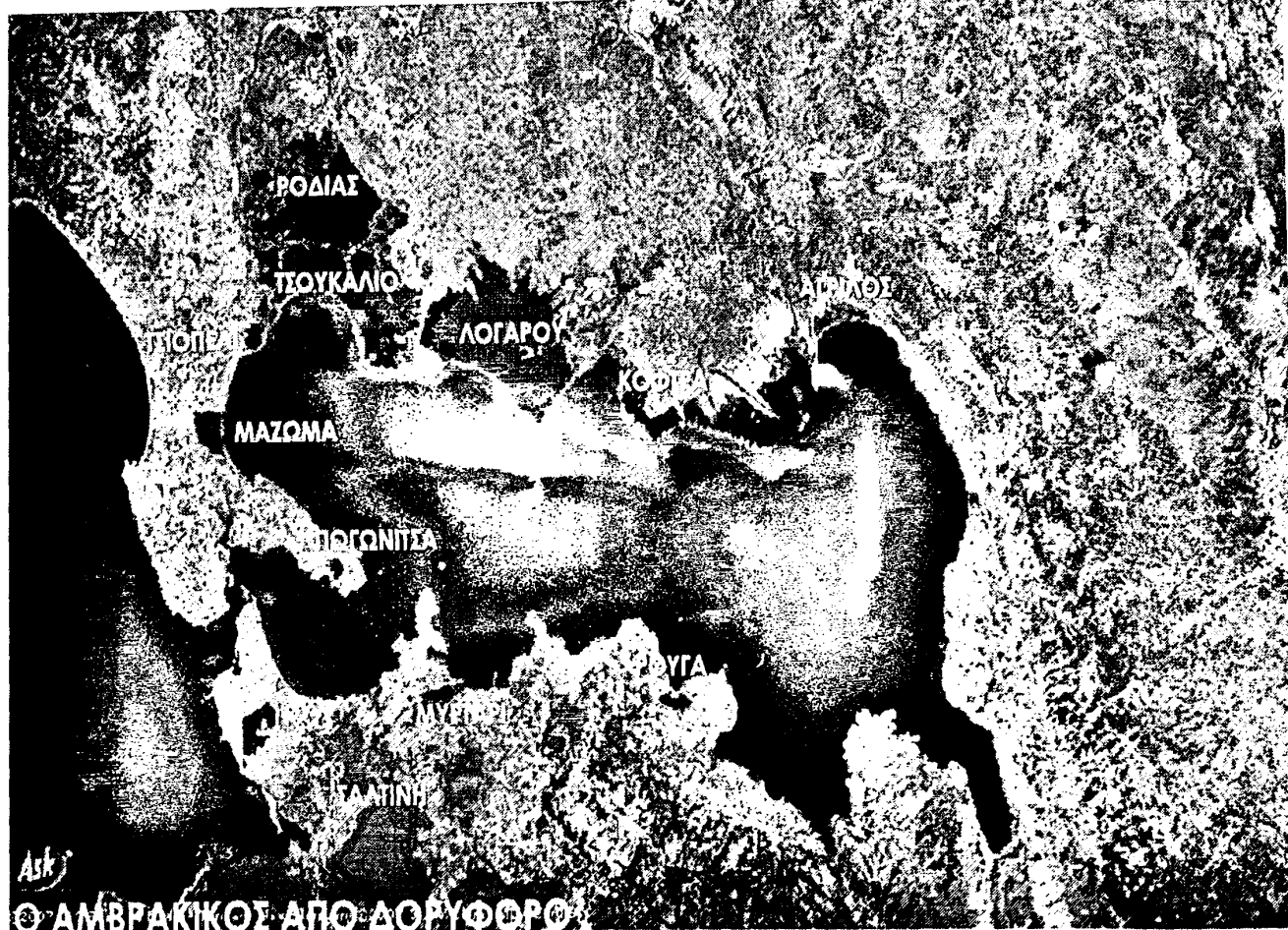
7.3. Οι Λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού

Η συνολική επιφάνεια των λιμνοθαλασσών γύρω από τον Αμβρακικό κόλπο προσεγγίζει τα 65 km², ενώ τα ακριβή όριά τους είναι ασαφή και εξαρτώνται από την εποχή του έτους, τις κλιματικές συνθήκες και άλλους παράγοντες, με αποτέλεσμα είτε να συρρικνώνονται είτε να επεκτείνονται ανάλογα. Ο βυθός τους είναι αμμοιλύδης και το μέσο βάθος τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως και 3 m περίπου.

Οι λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού κόλπου εμφανίζονται κυρίως στο βόρειο τμήμα του. Το κυριότερο σύστημα αποτελείται από το σύμπλεγμα «Ροδιά, Τσουκαλιό, Αυλερί» δυτικά του λόφου της Σαλαώρας και τη λιμνοθάλασσα Λογαρού ανατολικά του ίδιου λόφου. Η δημιουργία τους οφείλεται στη δράση των δύο κύριων ποταμών, Λούρου και Αράχθου των οποίων τα φερτά τους υλικά σχηματίζουν τα δύο δέλτα και δευτερογενώς μεταφέρονται με τη βοήθεια των κυμάτων και σχηματίζουν επιμήκεις χαμηλές λουρίδες (λουρονησίδες), χωρίζοντας έτσι τις λιμνοθάλασσες από τον υπόλοιπο κόλπο.

Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς παρουσιάζει τα μεγαλύτερα βάθη, με μέσο βάθος περίπου 2,5m και μέγιστο περίπου 5m. Η λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό έχει μέσο βάθος 1,2m, τα βάθη στο Τσιοπέλι κυμαίνονται μεταξύ 0,5 και 1,5 m ενώ η Λογαρού είναι η πιο αβαθής, με βάθη συχνά μικρότερα του 0,5m.





Εικόνα 2 : Δορυφορική φωτογραφία των λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού κόλπου

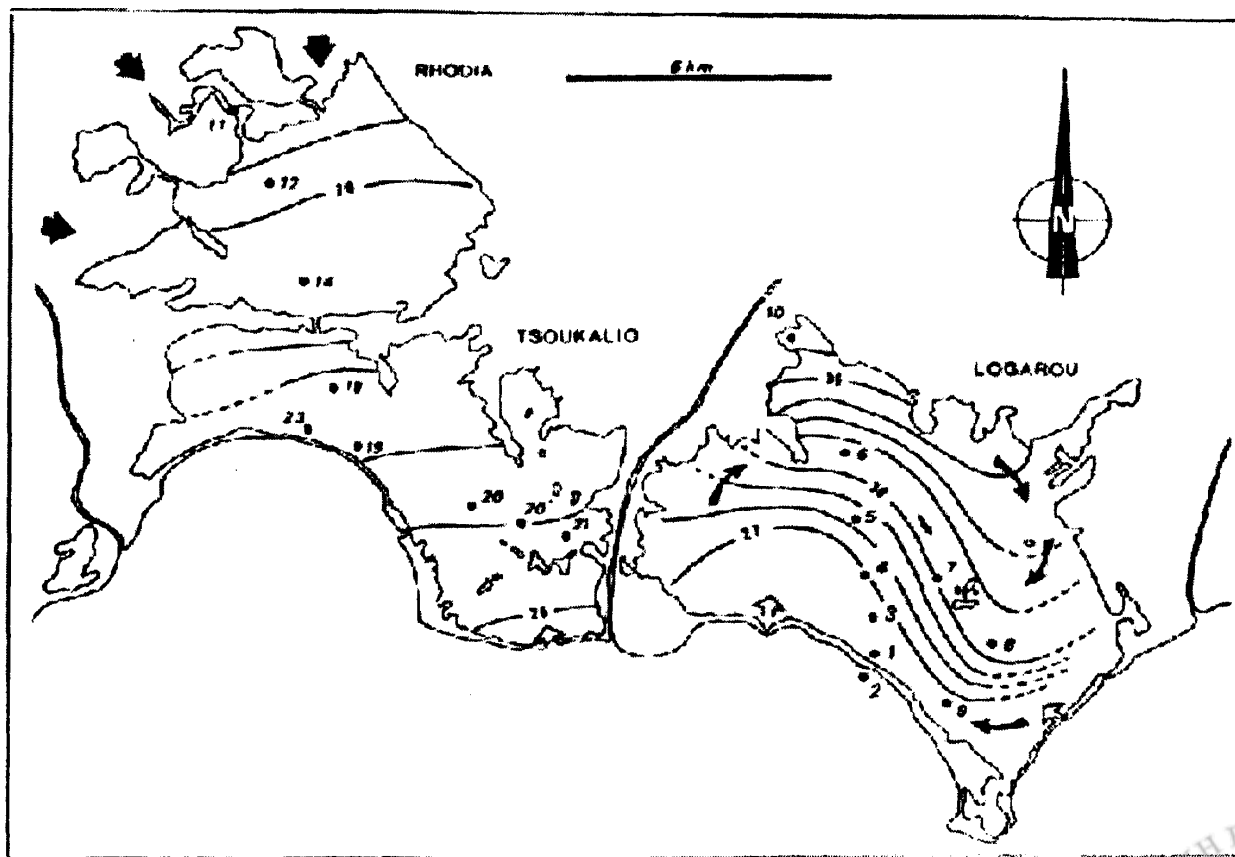
Στον πίνακα παρουσιάζεται η έκταση των μεγαλύτερων λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού Κόλπου.

α/α	Λιμνοθάλασσα	Έκταση (km ²)
1.	Βαθύ	0,450
2.	Πωγωνίτσα	0,425
3.	Μάζωμα	1,625
4.	Τσοπέλι	1,000
5.	Ροδιά	13,500
6.	Τσουκαλιό	16,500
7.	Λογαρού	25,750
8.	Κόφτρα	0,495
9.	Καλόγερος	1,000
10.	Παλιομπούκα	0,840
11.	Άγριλος	1,500
12.	Κατάφουρκο	0,750
13.	Ρούγα	0,300
14.	Λιμένι (ή Μυρτάρι)	0,400
15.	Μικρή Σαλτίνη	0,125
Σύνολο :		64,660 km ²

Πίνακας 1. Έκταση των λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού Κόλπου.

Η πρώτη ολοκληρωμένη μελέτη των λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού πραγματοποιήθηκε από Γάλλους ερευνητές (Guelorget et al., 1986), οι οποίοι συμπεριλάμβαναν το σύμπλεγμα αυτό στη μελέτη των Μεσογειακών θαλασσών για την απόδειξη της θεωρίας τους περί "Βαθμού περιορισμού". Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή και όπως έχει προαναφερθεί, με βάση τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων σε θερινές δειγματοληψίες, εντοπίζονται δύο υποσυστήματα (Ροδιά-Τσουκαλιό και Λογαρού), που εμφανίζουν αντίθετη διαβάθμιση συγκεντρώσεων αλατότητας, το ένα προς το υπεράλμυρο και το άλλο προς το υφάλμυρο. Αυτή η κατάσταση, διαμετρικά αντίθετη, εξηγείται από τον υδρολογικό ισολογισμό σε γλυκό νερό της κάθε λεκάνης:

Για τη Λογαρού, τα αποστραγγιστικά κανάλια που την περιβάλλουν περιορίζουν το νερό που διοχετεύεται προς τον Αμβρακικό και η εξάτμιση, ειδικά το καλοκαίρι, υπερισχύει σε σχέση με την εισροή γλυκού νερού. Επιπλέον, τα μικρά βάθη του βορείου τμήματος συμβάλλουν στη γρήγορη εξάτμιση του νερού και στην αύξηση της αλατότητας. Ο σχηματισμός των ισόαλων γραμμών (Εικόνα 3) δείχνει μια κίνηση των νερών αυτών κατά μήκος της Β-Α όχθης και στη συνέχεια η κάμψη τους προς δυσμάς, ανατολικά από τα Καμάκια, όπου προφανώς συναντώνται με νερά που έχουν θαλάσσια προέλευση.



Εικόνα 3. Καμπύλες αλατότητας στα νερά των λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού κατά τον Ιούνιο 1982 (από Guelorget et al., 1986)



Στο υποσύνολο Τσουκαλιό-Ροδιά η διαβάθμιση της αλατότητας δεν φαίνεται να επηρεάζεται από ανάλογα φαινόμενα, έτσι απλά ακολουθείται η προοδευτική αραιώση των θαλασσινών νερών από την εισροή του γλυκού νερού από νότο προς βορρά. Αυτό φαίνεται στην εικόνα 3.

7.4. Ο υγρότοπος του Αμβρακικού - Συζήτηση – σύγκριση δεδομένων

Παρόλη τη γενική περιβαλλοντική «επαγρύπνηση», σήμερα, οι υγρότοποι του Αμβρακικού αντιμετωπίζουν συνεχόμενες απειλές από την αυξανόμενη χρήση ζιζανιοκτόνων στις παρακείμενες αγροτικές περιοχές, από αστικά λύματα, από υδρολογικές μεταβολές λόγω εντατικής εκμετάλλευσης του υδροφόρου ορίζοντα και από τα απόβλητα χοιροτροφικών μονάδων.

Στην ευρύτερη περιοχή του Λούρου είναι εγκαταστημένες το 4% των χοιροτροφικών μονάδων της χώρας, ενώ στις όχθες του συγκεντρώνονται οι μισές μονάδες του νομού Πρέβεζας (Χατζηλάκου, 1999). Η έλλειψη, ή μη χρήση, συστημάτων καθαρισμού πριν την απομάκρυνση των αποβλήτων, μαζί με τα αστικά λύματα των παρακείμενων κοινοτήτων, σίγουρα συμβάλλουν στο ρυπαντικό φορτίο που μεταφέρεται από το ποτάμι ουσιαστικά αυτούσιο στον Αμβρακικό κόλπο.

Όσον αφορά τον Άραχθο, η κατασκευή των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού στην Άρτα έχει συμβάλει στην αποφόρτιση των νερών του ποταμού. Υπό την προϋπόθεση βέβαια να έχει νερό ο ποταμός, αφού ο σταθμός Πουρνάρι I κατακρατεί πολύ συχνά τα νερά, ακόμα και για ολόκληρες μέρες. Με την ολοκλήρωση των έργων, μειώθηκε η τροφοδοσία του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τα νερά του ποταμού και ως συνέπεια μειώθηκε η διαθέσιμη παροχή των υπόγειων νερών. Το τελικό αποτέλεσμα ήταν να αλλάξει ριζικά το υδρολογικό ισοζύγιο στην περιοχή που απλώνεται από το φράγμα μέχρι τις εκβολές: καθώς αντλούνται μεγάλες ποσότητες νερού από τα εντατικά ιχθυοτροφεία του Ψαθοτοπίου αλλά και από τις περίπου 4000 γεωτρήσεις που λειτουργούν σήμερα στον αρτινό κάμπο, η κατάσταση όλο και χειροτερεύει, με πρώτο «θύμα» τη λιμνοθάλασσα Λογαρού, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη λεκάνη του ποταμού, και την παραγωγικότητά της. Είναι εντυπωσιακό ότι το ύψος του ανεκμετάλλετου νερού που χάνεται με τις γεωτρήσεις με αυτόματη αρτεσιανή εκροή είναι ετησίως πάνω από τρεις φορές την ετήσια διήθηση⁶ των νερών του Λούρου, πάνω από το μισό της ετήσιας διήθησης των νερών του Άραχθου και περίπου ίσο με την άμεση κατείσδυση των βρόχινων νερών (βλέπε Κεφ. 4.2.:

⁶ Διήθηση είναι η κίνηση του νερού από την επιφάνεια στα υπόγεια στρώματα του εδάφους.



"Προσχωματικοί υδροφόροι πεδιάδας Άρτας" της αντίστοιχης μελέτης φυσικογεωγραφικών συνθηκών)

Ο Αμβρακικός δέχεται την απορροή μιας λεκάνης 4400 Km². Η ετήσια απορροή από τις βροχοπτώσεις υπολογίζεται σε 28* 10⁸ m³. Οι πεδινές εκτάσεις της περιοχής βρίσκονται αποκλειστικά στη Βόρεια πλευρά του Αμβρακικού και καταλαμβάνουν μια έκταση 747000 στρεμμάτων. Κάθε χρόνο στις καλλιέργειες γύρω από τον Αμβρακικό χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται το περιβάλλον.

Οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων παρουσιάζουν σημαντική συσσώρευση στα ιζήματα των λιμνοθαλασσών, που περιέχουν οργανική ύλη 3-4.5%. Η συσσώρευση αυτή είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι (Αλμπάνης κ.α., 1993).

Τα ιζήματα των λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού αποτελούνται στο σύνολό τους από σωματίδια πολύ μικρότερης διαμέτρου σε σύγκριση με το αντίστοιχο της περιοχής εκτός λιμνοθάλασσας. Ταυτόχρονα, με τη μείωση των κόκκων παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας σε οργανικό άνθρακα, γεγονός που δικαιολογείται από τη μεγαλύτερη συνολική επιφάνεια που προσφέρουν οι κόκκοι της αργίλου για την πρόσληψη οργανικού υλικού (Sanders, 1958). Η υψηλή αυτή περιεκτικότητα σε οργανικό υλικό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αυξημένη παραγωγικότητα της υπερκείμενης στήλης του νερού.

Παλαιότερη μελέτη της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα ιζήματα των λιμνοθαλασσών (Βουτσίνου-Ταλιαδούρη, 1989) έδειξε ότι τα μέταλλα Cu, Zn, Ni, Fe, Co και κατά δεύτερο λόγο Cr και Mn δείχνουν μια ομοιόμορφη συμπεριφορά: σχετικά χαμηλές τιμές στις βορειότερες περιοχές και υψηλότερες στις νοτιότερες. Ο Pb δεν ακολουθεί αυτή την τάση, δείχνοντας υψηλότερες τιμές στις βόρειες περιοχές. Οι τιμές ήταν γενικά μικρές και χαμηλότερες από εκείνες που μετρήθηκαν στον Αμβρακικό, είναι δε συγκρίσιμες με εκείνες μη ρυπασμένων περιοχών της Ελλάδας.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη (Skoullios et al., 1996) οι τιμές μετάλλων που μετρήθηκαν στο δέλτα του Λούρου (ανατολικά από την είσοδο του Τσιοπέλι) είναι υψηλότερες από εκείνες του νερού του Αμβρακικού (Skoullios et al., 1990) και συγκρίσιμες με εκείνες που έχουν μετρηθεί σε ιζήματα από μετρίως ρυπασμένες ή και "καθαρές" δελταϊκές περιοχές (UNEP, 1989).

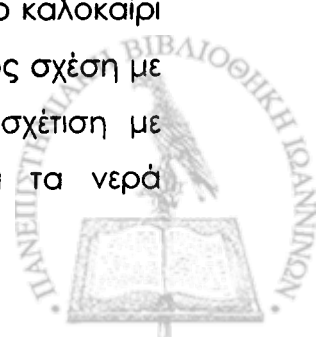
Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί συσσώρευση νιτρικών και φωσφορικών αλάτων στα βαθύτερα στρώματα του Αμβρακικού (ΕΚΘΕ, 1989, Σκούλλος, 1992), με υψηλότερες τις τιμές νοτιοανατολικά των εκβολών του Λούρου (0.1-3.9 μgaf/l για τα φωσφορικά και 25.8-42.6 μgaf/l για τα νιτρικά (Σκούλλος, 1992). Υψηλές τιμές των ιδίων αλάτων



εμφανίζονται επίσης στα αποστραγγιστικά κανάλια, πιθανόν λόγω επιβάρυνσης από τα χοιροστάσια της περιοχής. Στις λιμνοθάλασσες Τσουκαλιό και Λογαρού οι συγκεντρώσεις είναι πολύ μικρές και δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ αυτών. Οι διακυμάνσεις αυτές είναι 0.21-0.98 $\mu\text{gat/l}$ για τα φωσφορικά και 0.1-0.6 $\mu\text{gat/l}$ για τα νιτρικά (Σκούλλος, 1992). Η μέγιστη τιμή θρεπτικών έχει βρεθεί στη λιμνοθάλασσα Αυλερί, που επηρεάζεται άμεσα από το αποστραγγιστικό κανάλι της Σαλαώρας.

Όσον αφορά τις πιθανές επιπτώσεις σε οργανισμούς από τη ρύπανση βαρέων μετάλλων, έρευνες από τον Οκτώβριο 1996 έως το Φεβρουάριο 1998 σε περιοχές κοντά στις εκβολές του Λούρου (Στρογγυλούδη & Κατσίκη, 1999; ΕΚΘΕ, 2000) έδειξαν ότι οι μέσες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε μύδια ήταν παρόμοιες ή και μικρότερες εκείνων άλλων μη ρυπασμένων περιοχών της Ελλάδας και της Μεσογείου. Παρουσίαζαν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των εποχών. Εν τούτοις, όπως για τα θρεπτικά, και στη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων η επίδραση του αποστραγγιστικού της Σαλαώρας είναι αισθητή στα δείγματα που προέρχονται από περιοχή στην έξοδο της λιμνοθάλασσας Αυλερής (ΕΚΘΕ, 2000β). Αυξημένες ήταν οι ποσότητες DDT's, πάλι με μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις, οι οποίες πιθανόν συνδέονται με εισροές από τα ποτάμια και συσσώρευση στα νερά του κόλπου και στους οργανισμούς.

Απ' όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα είναι φανερό ότι η υφιστάμενη κατάσταση στον υγρότοπο του Αμβρακικού έχει αλλάξει αισθητά τις δύο τελευταίες δεκαετίες. Οι αιτίες προφανώς πρέπει να αναζητηθούν σε ένα συνδυασμό ανθρωπογενών και κλιματολογικών διαταραχών. Οι κλιματολογικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της υδροδυναμικής κατάστασης της περιοχής. Ήδη παλαιότερα ΕΚΘΕ, 1989) είχε επισημανθεί ότι ένας ειδικά κρύος χειμώνας (1987) είχε προκαλέσει: α) επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης των εκτρεφόμενων οργανισμών καθώς και β) καθυστέρηση κατά ένα μήνα στην εμφάνιση στα αλιευτικά πεδία της γαρίδας *Penaeus kerathurus*. Η σημασία των βροχοπτώσεων στη μείωση της αλατότητας, π.χ., είναι εμφανής από την αρνητική τους συσχέτιση (Korras et al. 1998). Στις λιμνοθάλασσες Ροδιά και Τσουκαλιό η αρνητική συσχέτιση μεταξύ βροχόπτωσης και αλατότητας – θερμοκρασίας και η θετική συσχέτιση με τα νιτρικά υποδεικνύουν ότι η προέλευση των νιτρικών είναι η απόπλυση αυτών από τα παρακείμενα εδάφη, η οποία ενισχύεται από τη βροχή, που με τη σειρά της μειώνει την αλατότητα. Επιπλέον, τα νιτρικά το καλοκαίρι καταναλώνονται από το φυτοπλαγκτό, γεγονός που εξηγεί την αρνητική τους σχέση με τη θερμοκρασία. Στη Λογαρού, αντίθετα, τα θρεπτικά δεν δείχνουν καμία συσχέτιση με αλατότητα, θερμοκρασία ή βροχόπτωση. Αυτό αποδίδεται στο ότι τα νερά



εμπλουτισμένα με παρόμοια θρεπτικά άλατα που προέρχονται από τη στεριά βόρεια της λιμνοθάλασσας, κατευθύνονται μέσω των αποστραγγιστικών τάφρων κατευθείαν στη θάλασσα.

Οι υψηλότερες τιμές διαλυμένου οξυγόνου στη Λογαρού πιθανότατα δείχνουν καλύτερη ανάμιξη του νερού, αλλά σημαντική είναι επίσης η παραγωγή οξυγόνου από τα μακροφύκη. (Macromini et al., 1995). Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων στις λιμνοθάλασσες είναι υψηλότερες απ' ότι στον Αμβρακικό και άλλες μη ρυττασμένες περιοχές (Panagiotides et al., 1994; Souvermezoglou et al., 1992; Kormas, 1998) αλλά χαμηλότερες από άλλες Μεσογειακές λιμνοθάλασσες (Jarry et al., 1990; Picot et al., 1990; Dassenakis et al., 1994).

Αντίθετα με τα ευρήματα των Guelorget et al. (1986), οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης που μετρήθηκαν το 1994 από τους Kormas et al είναι υψηλές, και παρόμοιες με εκείνες άλλων λιμνοθαλασσών της Μεσογείου (Vaulot & Frisoni, 1986). Στη Λογαρού το μέγιστο παρατηρείται αρχές της Άνοιξης νωρίτερα απ' ότι στις άλλες δύο λιμνοθάλασσες και οι υψηλές τιμές συνεχίζουν και το καλοκαίρι, ενισχυμένες από τα νιτρικά. Κάτι παρόμοιο, έχει σημειωθεί σε παράκτια περιοχή του Μαλιακού κόλπου και αποδόθηκε στον εμπλουτισμό σε φωσφορικά από τον Σπερχειό ποταμό (Κορμάς, 1998). Στη Λογαρού εμφανίζεται θετική σχέση μεταξύ χλωροφύλλης, αιωρούμενων σωματιδίων (SPM) και έντασης ανέμου (Kormas et al., in press). Φαίνεται ότι, λόγω του μικρού της βάθους, ο άνεμος μπορεί να προκαλέσει επαναιώρηση ιζήματος και μικροφυτοβένθους, όπως έχει επίσης σημειωθεί σε ρηχή λιμνοθάλασσα της Γαλλίας (Cataliotti-Valdina, 1982). Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται στις βαθύτερες Τσουκαλιό και Ροδιά (Kormas et al., in press). Η μεγάλη συγκέντρωση χλωροφύλλης στη Λογαρού αντανakλάται στη μεγάλη αφθονία ζωοπλαγκτού που έχει μετρηθεί στη λιμνοθάλασσα αυτή (Panucci-Παπαδοπούλου & Αναγνωστάκη, ΕΚΘΕ 1989).

Από τη μελέτη των φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων μπορούν να εξαχθούν μερικά γενικά συμπεράσματα:

Α) το σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών αποτελείται από διαφορετικούς βιότοπους ως προς την αφθονία και την ποιοτική και ποσοτική σύσταση του φυτοπλαγκτού. Οι λιμνοθάλασσες Ροδιά και Τσουκαλιό παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες μεταξύ τους, αντίθετα η Λογαρού έχει μεγαλύτερη ομοιότητα με τον Αμβρακικό, με τον οποίο άλλωστε η επικοινωνία είναι άμεση.

Β) με βάση τις υψηλές συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού, οι λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού μπορούν να χαρακτηριστούν ως εύτροφες.



Γ) μεγάλες πυκνότητες ζωοπλαγκτού παρατηρούνται σε όλες τις λιμνοθάλασσες καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μεσοζωοπλαγκτού⁷ εντοπίζονται κοντά στο βυθό, ενώ πολύ μεγάλη είναι η συμμετοχή του μικροζωοπλαγκτού⁸ και των προνυμφικών μορφών, γεγονός που υποδηλώνει μια δυναμική συνεχή παραγωγή ζωοπλαγκτού στην περιοχή. Από όλες τις λιμνοθάλασσες, η Λογαρού παρουσιάζει όλο το χρόνο τη μεγαλύτερη αφθονία.

Δ) με βάση τα αποτελέσματα του βένθους, η περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί λίγο υποβαθμισμένη, ειδικά όσον αφορά τη φυτική κάλυψη.

Ε) η μεγάλη παραγωγή πλαγκτού της περιοχής οφείλεται κυρίως στην παροχή θρεπτικών αλάτων, η οποία προέρχεται από την απόπλυση των καλλιεργημένων εκτάσεων που περιβάλλουν τις λιμνοθάλασσες. Η εισροή αυτή αυξήθηκε πολύ τα τελευταία χρόνια, με την εντατική λίπανση σε συνδυασμό με τον υψηλό βροχομετρικό δείκτη της περιοχής. Αυτή η κατάσταση, ενώ ευνοεί την παραγωγή του φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού, έχει δυσμενή αποτελέσματα στο ζωοβένθος της περιοχής. Δηλαδή, ο θάνατος και στη συνέχεια η αποσύνθεση των πλαγκτονικών οργανισμών, σε συνδυασμό με το μικρό βάθος και την πολύ περιορισμένη κυκλοφορία των νερών, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ανοξικών συνθηκών στον πυθμένα, πράγμα το οποίο επηρεάζει δυσμενέστατα τη βενθική πανίδα και επιφέρει την υποβάθμισή της.

ΣΤ) Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες (Frisoni et al., 1982; Guelorget et al., 1986; Guelorget & Perthuisot, 1992) η λιμνοθάλασσα Λογαρού τοποθετείται σχεδόν εξ ολοκλήρου ανάμεσα στην V και την VI ζώνη, με συνθήκες υπερύαλες το καλοκαίρι και ανάπτυξη κυανοβακτηρίων στη βόρεια περιοχή. Οι λιμνοθάλασσες Ροδιά και Τσουκαλιό παρουσιάζουν τον ίδιο βαθμό περιορισμού, αλλά με αρνητική διαβάθμιση της αλατότητας από τη θάλασσα προς το βορρά

Μελέτη του Πέτρου (1997) στο βένθος των λιμνοθαλασσών Τσουκαλιό και Ροδιά σε τρεις διαφορετικές χρονιές (1993-1995) έδειξε ότι η ζώνωση των Guelorget & Perthuisot (1983) ισχύει σαφώς για τη Ροδιά, ενώ είναι ασαφής στο Τσουκαλιό.

Οι Reizoroulou et al (1998) τοποθετούν, με βάση την ποικιλότητα της βενθικής πανίδας, το Τσιοπέλι μεταξύ των ζωνών IV-V, τη Λογαρού μεταξύ III-IV και το Τσουκαλιό-Ροδιά μεταξύ III-V.

Το πλαγκτό ανάλογα του μεγέθους του διαιρείται σε : α) μακρόπλαγκτο (διακρίνεται με γυμνό μάτι και αποτελείται από μέδουσες, γαστερόποδα, ιχθύδια κ.α.), β) ⁷μεσόπλαγκτο (δύσκολα διακρίνεται με γυμνό μάτι και αποτελείται από κωπήποδα και διάφορες προνύμφες), γ) ⁸μικρόπλαγκτο (διακρίνεται με μόνο με φακό), δ) νανόπλαγκτο (διακρίνεται μόνο με σύνθετο μικροσκόπιο και αποτελείται από μονοκύτταρους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, μικρότερων των 10μ, όπως βακτηρίων, πρωτόζωων, φυκών κ.α.)



7.5.Υδρογεωλογικά - Υδρολογικά δεδομένα -Προσχωματικοί υδροφόροι χερσαίας ζώνης λιμνοθαλασσών

Η εκμετάλλευση των υπόγειων νερών της πεδιάδας γίνεται μέσω αντλήσεων από υδρογεωτρήσεις ο αριθμός των οποίων ξεπερνά τις 4.000, ενώ στην στενή περιοχή που περιβάλλει τις λιμνοθάλασσες απογράφηκαν 1.200 περίπου. Από αυτές το 20 % περίπου εκμεταλλεύονται ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα, το 60% υπό πίεση αρτεσιανούς υδροφόρους και το υπόλοιπο 20 % υπό πίεση υδροφόρους μη αρτεσιανής ροής. Στην περιοχή των ελών και των λιμνοθαλασσών δεν υπάρχουν γεωτρήσεις.

Η συνδυασμένη επίδραση στους υδροφόρους ορίζοντες των υπεραντλήσεων από τις χιλιάδες υδρογεωτρήσεις, των σημαντικών απωλειών υπόγειων νερών μέσω της συνεχούς εκροής από τις πολυάριθμες αρτεσιανής ροής γεωτρήσεις και τέλος η μείωση της τροφοδοσίας από την κοίτη του Αράχθου λόγω της κατασκευής των φραγμάτων, προκαλεί συνεχή πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφόρων της πεδιάδας που αποτελούν ενιαίο σύνολο με τους υδροφορείς που βρίσκονται στο υπόβαθρο των λιμνοθαλασσών και της ελώδους περιοχής. Επομένως τα φαινόμενα (πτώση στάθμης, υφαλμύριση κλπ.) που παρατηρούνται στην χερσαία περιοχή αναμένονται και στους υδροφόρους ορίζοντες στο υπόβαθρο των λιμνοθαλασσών.

Υπολογίζεται ότι από τις αρτεσιανές γεωτρήσεις έχουμε απώλεια νερού περί τα 82×10^6 m^3 /ετησίως της τάξης δηλαδή του 30 % του συνόλου του εξαγόμενου ετησίως νερού υπό τους υπόγειους υδροφορείς. Από τις ποσότητες αυτές το $1/3$ περίπου χρησιμοποιείται ενώ περί τα 50×10^6 m^3 /ετησίως χύνονται χωρίς να χρησιμοποιούνται. Γενικά πρέπει να τονισθεί ότι η υπόγεια υδροφορία υφίσταται υπερεκμετάλλευση στην περιοχή των προσχώσεων της πεδιάδας με αποτέλεσμα την κατά μέτωπο διείδυση της θάλασσας στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες σε όλη τους σχεδόν την έκταση. Αν συνεχισθεί η ίδια κατάσταση εκμετάλλευσης και τροφοδοσίας ή αυξηθεί ακόμη περισσότερο η κατανάλωση υπόγειων νερών, τότε η πτώση στάθμης όλο και θα μεγαλώνει και η θαλάσσια διείδυση θα επιταχυνθεί, με πιθανότητα το γεγονός αυτό να έχει επιπτώσεις και στις λιμνοθάλασσες.

Ο κίνδυνος για επιπτώσεις στις ίδιες λιμνοθάλασσες από την συνεχιζόμενη πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων στο νότιο τμήμα της πεδιάδας της Άρτας είναι υπαρκτός παρά την ύπαρξη των αργιλικών και ιλυωδών ιζημάτων στον πυθμένα τους.

Ακόμα και μικρή υδραυλική επικοινωνία των λιμνοθαλασσών (μικρός συντελεστής διαπερατότητας) με τους υπόγειους υδροφορείς ενδέχεται να οδηγήσει σε εκτεταμένες διαρροές (λόγω και της μεγάλης επιφάνειας των λιμνοθαλασσών) με ενδεχόμενο



αποτέλεσμα την έστω και μικρή πτώση της στάθμης τους, την διαφοροποίηση του χημισμού των νερών τους ή ακόμη και την αποξήρανση τμημάτων τους.

Επισημαίνεται ότι η περιοχή Βίγλας που από το 1997 είχε βεβαιωθεί η εκτεταμένη υφαλμύριση των υπόγειων υδροφορέων της βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τη λιμνοθάλασσα Λογαρού και πιθανότατα με τη λιμνοθάλασσα Ροδιάς μέσω των ασβεστόλιθων του Μαυροβουνίου. Η υφαλμύριση έχει επέλθει εξαιτίας της πτώσης της υδροστατικής στάθμης (μείωση υδραυλικού φορτίου και υδραυλικής κλίσης) λόγω υπεραντλήσεων στην ευρύτερη περιοχή.

8. Η ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Την περιοχή χαρακτηρίζει κλίμα, θαλάσσιο, Μεσογειακό, με εξαιρετικά ήπια την ψυχρή περίοδο, μικρή νέφωση και μεγάλη ηλιοφάνεια. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος (η διαφορά μέσης θερμοκρασίας ψυχρότερου και θερμότερου μήνα) κυμαινόμενο από 16 °C έως 18 °C χαρακτηρίζει την περιοχή ως "εύκρατη". Στη μεγάλη βροχόπτωση πρέπει να αποδοθεί η πλούσια βλάστηση καθώς και τα άφθονα ρέοντα ύδατα, σε αντίθεση προς την πενιχρότητα την οποία εμφανίζουν αυτά στην ανατολική Ελλάδα.

Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 1120 mm.

Το μέγιστο ύψος βροχής εντός 24 ώρου είναι 124 mm.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 17,3 °C.

Η απόλυτα μέγιστη θερμοκρασία είναι 43,5 °C.

Η απόλυτα ελάχιστη θερμοκρασία είναι -7,2 °C.

Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής ανά έτος είναι 107 ημέρες.

Η μέση ηλιοφάνεια ανά έτος είναι 2587 ώρες.

Από γενικότερη άποψη η ερευνούμενη περιοχή ανήκει στην ημιτροπική ζώνη με τα εξής κύρια χαρακτηριστικά της:

- α) Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα πάνω από 22 °C,
- β) Τέσσερις μήνες θερμοί με θερμοκρασία πάνω από 20 °C και
- γ) Οκτώ μήνες με θερμοκρασία κάτω από 20 °C.

9. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

9.1. Αλιεία θαλάσσιου χώρου

Ο Αμβρακικός παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά την αλιευτική παραγωγή που προέρχεται όχι μόνο από τα ιχθυοτροφεία (υδατοκαλλιέργειες) αλλά και από τη θαλάσσια περιοχή.



Στην περιοχή αλιεύουν περίπου 800 αλιευτικά σκάφη με μικρές μηχανές 4 HP ως 12 HP που ψαρεύουν κυρίως κουτσομούρες και γαρίδες, ενώ τα μεγαλύτερα σκάφη με μηχανές 130 HP ασχολούνται με την αλιεία της γλώσσας και της σαρδέλας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εποπτείας Αλιείας Πρέβεζας που αφορούν τα επαγγελματικά πλοία που ελλιμενίζονται στο λιμάνι της πόλης η θαλάσσια παραγωγή παρουσιάζει διακυμάνσεις με σαφείς πτωτικές τάσεις. Η μείωση αυτή ίσως και να οφείλεται στην αύξηση του στόλου και τη βελτίωση του εξοπλισμού τους.

Στον Αμβρακικό ζουν 35 είδη ψαριών από τα οποία 15 αναπαράγονται στο Ιόνιο πέλαγος. Τα κυριότερα είδη που αλιεύονται στον Αμβρακικό είναι:

1. Γαύρος (*Engraulis encrasi choulus*).
2. Σάλπες (*Boops saipa*).
3. Σαμπάνιος (*Trachurus barbatulus*).
4. Τσιπούρες (*Spams auratus*).
5. Κουτσομούρες (*Muius barbatulus*).
6. Γάμπαρι (*Laenus kerauthus*).
7. Λυθρίνια (*Pageius erithrinus*).
8. Μαρίδες (*Maena sinaris*).
9. Καλαμάρια (*Loligo vulgaris*).
10. Σουπιές (*Sepia officinalis*).
11. Γοβιοί (*Bobius niger*).
12. Σαρδέλα (*Sardina pidchardus*).
13. Γόπες (*Boops boops*).
14. Σαφρίδια (*Trachurus trachurus*).
15. Κέφαλοι (*Mugil cephalus*).
16. Λαβράκια (*Diserrtranchus Lebrax*).
17. Μπαρμπούνια (*Mulus surmuletus*).
18. Σαργοί (*Sparus vulgaris*).
19. Σπάροι (*Sparus anularix*).
20. Γλώσσες (*Solea vulgaris*).
21. Χέλια (*Anguila anguila*).
22. Λαυκίνος (*Mugil cabeo*).

Στον υδροβιότοπο μέσα από το πέρασμα των χρόνων αναπτύχθηκε ένας ειδικός τύπος βάρκας που χαρακτηρίζεται από έλλειψη καρίνας ώστε να διευκολύνεται η διέλευση τους στα ρηχά νερά των λιμνοθαλασσών και να μετατοπίζονται πιο εύκολα



στην ξηρά. Στον υγροβιότοπο του Αμβρακικού ονομάζονται «πριάρια». (Πρακτικά συνάντησης εργασίας για τους Ελληνικούς Υγροβιότοπους, 1990).

9.2. Δραστηριότητες από ανθρωπογενείς ενδεχόμενες απειλές

9.2.1. Εταιρείες δεξαμενών καυσίμων.

Κυρίως βρίσκονται στην περιοχή της Αμφιλοχίας όπου έχουμε τις παρακάτω εταιρείες:
SHELL: Αποθήκη υγρών καυσίμων στο 20-χιλιόμετρο της οδού Αμφιλοχίας-Βόνιτσας χωρητικότητας 7.300 m³ στη θέση Λαψολάγκαδο.

MAMMIDAKΗΣ: Αποθήκη υγρών καυσίμων στο 40 χιλιόμετρο της οδού Αμφιλοχίας-Βόνιτσας χωρητικότητας 3.000 m³ (ETAN.AM., 1993).

Οι εγκαταστάσεις αυτές επιβαρύνουν σοβαρά τον κόλπο λόγω της απόρριψης των νερών έκπλυσης και των διαρροών. Υπάρχει και ο κίνδυνος αστοχίας από κάποιο πλοίο που μεταφέρει καύσιμα με αποτέλεσμα τη διαρροή καυσίμων τα οποία μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο όχι μόνο τον κόλπο αλλά και τα ευαίσθητα οικοσυστήματα του.

Το Υπουργείο Βιομηχανίας αποφάσισε την μετεγκατάσταση τους μέχρι τις 30-6-1991 και με προθεσμία δεκαοκτώ μηνών αλλά μέχρι σήμερα δεν έχουν μετεγκατασταθεί. Από πληροφορίες που συλλέξαμε υπάρχει πρόβλημα στην εξεύρεση θέσεως μετεγκατάστασης των δεξαμενών καυσίμων.

9.2.2. Ελαιουργία.

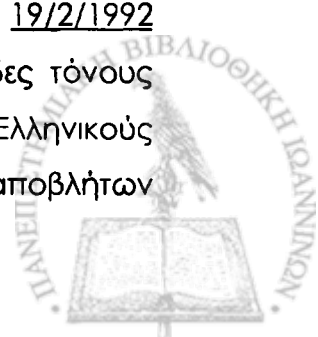
Στο νομό Άρτας υπάρχουν δώδεκα ελαιοτριβεία στις περιοχές Κομπότι - Πέτα - Λιμίνη-Γραμμενίτσα - Βλαχέρνα - Μενίδι - Μεγάρχη και τρία συσκευαστήρια ελιών στις περιοχές Κομπότι - Συκιές - Πέτα οι οποίες βρίσκονται βόρεια του κόλπου πάνω από τους υγροβιότοπους.

Στο νομό Πρέβεζας υπάρχουν εννιά ελαιοτριβεία (τρία φυγοκεντρικά και έξι κλασσικού τύπου) στις περιοχές Μυρσίνης, Λούρου, Ωρωπού, Μιχαλιτσίου, Καστροσυκιάς, Πρέβεζα. Επίσης λειτουργεί ένα συσκευαστήριο ελιών και ένα πυρηνελαιουργείο - σαπυνοποιείο στην Πρέβεζα.

Στα νότια του υγροβιότοπου στο νομό Αιτωλοακαρνανίας υπάρχουν έξι ελαιουργικές μονάδες δυναμικότητας έξι τόνων ελαιοκάρπου ανά ημέρα.

Τα ελαιουργεία λειτουργούν εποχιακά έως τον Ιανουάριο. Τα απόβλητα των ελαιουργείων επιβαρύνουν παροδικά μόνο το περιβάλλον.

Σημειώνεται ότι στην περιοχή του Μενιδίου (Β' και Γ ζώνη) την 19/2/1992 παρατηρήθηκαν θάνατοι ψαριών σε τέσσερις ιχθυοκλωβούς με εκατοντάδες τόνους από λαβράκια και τσιπούρες. (Πρακτικά συνάντησης εργασίας για τους Ελληνικούς Υγροβιότοπους, 1990) Σε αυτό συνέβαλε πιθανόν η σημαντική αύξηση των αποβλήτων



των ελαιουργείων εκείνη την εποχή κι ένας σεισμός με αποτέλεσμα τα ωστικά κύματα να σπρώχνουν λάσπη από τον πυθμένα και ο θάνατος των ψαριών πιθανόν να οφείλονταν στην έλλειψη οξυγόνου από τη λάσπη και τα απόβλητα των ελαιουργείων.

9.2.3. Τυροκομεία.

Στο νομό Άρτας υπάρχουν είκοσι τυροκομεία στις εξής περιοχές: τρία στο Πολύδροσο, δύο στην Ανέζα, δύο στη Ράχη κι από ένα στις κοινότητες Ψαθοτόπι, Καλόβατος, Καμπή, Αγ. Σπυρίδων, Βίγλα, Κορφοβούνι, Σελάδες, Καλαμιά, Χανόπουλο, Στρογγυλή, Κωστακίων - Αμμότοπο κι ένα στην Άρτα. Στις περιοχές Σελάδες και Ανέζα βρίσκονται -τα μεγαλύτερα δυναμικότητας 500-600 ton γάλακτος ανά έτος. Η συνολική δυναμικότητα φτάνει τους 7.000 ton γάλακτος ανά έτος.

Στο νομό Πρέβεζας λειτουργούν οκτώ τυροκομεία στις περιοχές Φιλιππιάδα, Πέτρα, Ν. Σινώπη και Κανάλι.

Στο νομό Αιτωλοακαρνανίας και στη γύρω περιοχή έχουμε οκτώ τυροκομεία στις θέσεις Βόνιτσα, Παλιάμπελα, Αμφιλοχία, Λουτράκι, Κρίκελος και Σαρδίνια. Από τα απόβλητα των τυροκομείων δεν παρατηρείται επιβάρυνση στο περιβάλλον, παρόλο που όλες οι μονάδες κατευθύνουν τα απόβλητα τους στους υδάτινους αποδέκτες.

Είναι ενδεδειγμένο οι μεγαλύτερες τουλάχιστον μονάδες να διαθέτουν προς επεξεργασία τα απόβλητα τους πριν την απόρριψη στους υδάτινους αποδέκτες.

9.2.4. Σφαγεία.

Στην ευρύτερη περιοχή του Αμβρακικού λειτουργούν σφαγεία στην , Πρέβεζα, Φιλιππιάδα και στο Λούρο καθώς κι ένα πτηνοσφαγείο στη Γαβριά Άρτας.

Τα σφαγεία της Φιλιππιάδας διαθέτουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, του δε Λούρου κατευθύνουν τα απόβλητα τους χωρίς επεξεργασία στο ποταμό Λούρο.

Επίσης τα νέα σφαγεία της Πρέβεζας δεν διαθέτουν βιολογικό καθαρισμό αλλά εξυπηρετούνται μόνο από σηπτικό βόθρο.

Μόνο το πτηνοσφαγείο στη Γαβριά διαθέτει βιολογικό καθαρισμό. Ύστερα από την κατεργασία των λυμάτων αυτά απορρίπτονται σε παρακείμενη τάφρο.

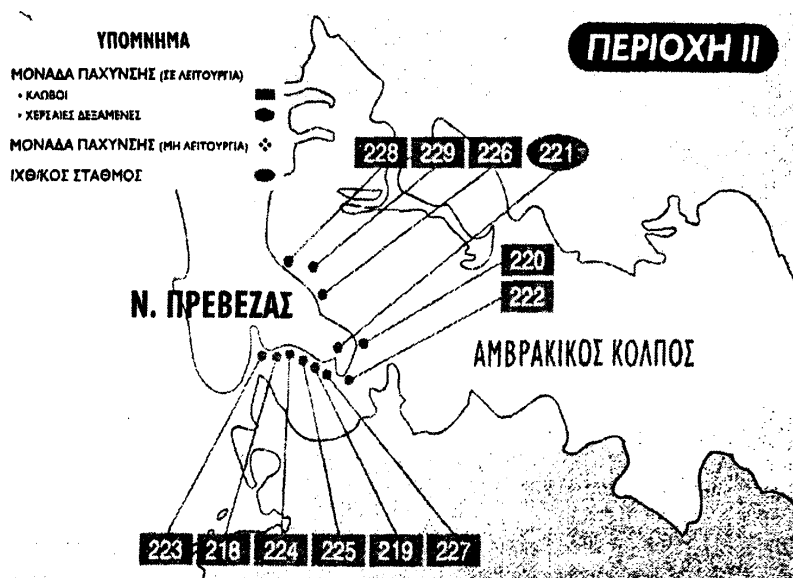
9.2.5. Θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες στον Αμβρακικό κόλπο.

Τα τελευταία χρόνια στον Αμβρακικό κόλπο παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών. Τα είδη που εκτρέφονται είναι κυρίως η τσιπούρα (*Sparus auratus*) και το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*). Τα είδη αυτά απαιτούν θερμά ύδατα , καλή ποιότητα και καλή οξυγόνωση του θαλασσινού νερού. Υπάρχει πρόβλημα με το θεσμικό πλαίσιο που έχουν οι ιχθυοκαλλιέργειες αυτές, επειδή υπάρχει αδειοδότηση για συγκεκριμένη χωρητικότητα ψαριών και ο όρος αυτός δεν έχει τηρηθεί.



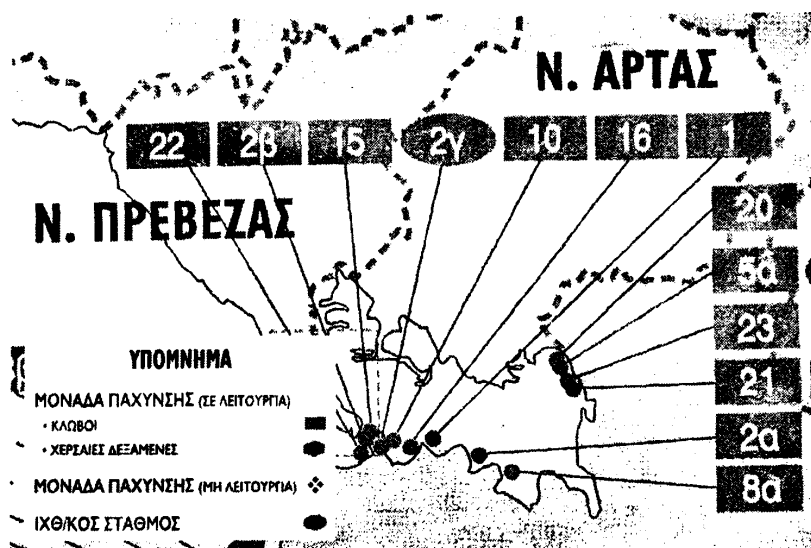
Γεγονός είναι ότι η κακή διαχείριση εκτροφής μίας πλωτής μονάδας μπορεί να προκαλέσει μείωση του οξυγόνου κι αλλαγές στην βιοκοινωνία σε πολύ μικρή όμως απόσταση, με το οικοσύστημα να επανέρχεται στη φυσιολογική κατάσταση αμέσως μετά. Ο περιβαλλοντικός κίνδυνος εμφανίζεται μόνο όταν η ανάπτυξη ιχθυοκαλλιεργειών είναι συγκεντρωμένη σε μικρή θαλάσσια έκταση, οπότε τα αποτελέσματά τους μπορούν να εμφανιστούν αθροιστικά και τότε η οικολογική ισορροπία των παράκτιων περιοχών μπορεί να διαταραχθεί. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα είναι η καταστροφή που υπέστησαν την 25 Φεβρουαρίου 2008 τρεις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας στην περιοχή Μενιδίου του Αμβρακικού κόλπου, όπου εξαπίας της απώλειας οξυγόνου, λόγω αναστροφής των θερμοκρασιών ψόφησαν 700 τόνοι ψαριών. Χρειάστηκε να ενεργοποιηθούν πολλοί φορείς και υπηρεσίες για να αποφευχθούν οι πολύ δυσάρεστες συνέπειες του συμβάντος.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η ανάπτυξη των θαλάσσιων ιχθυοκαλλιεργειών στην περιοχή μελέτης μας.



Εικόνα 4 : Θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες στον Ν. Πρέβεζας

- 218. ΕΛΛΗΝΙΚΑΙ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΙ Α.Β.Ε.Ε. ,
- 219. ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΩΓΩΝΙΤΣΑ Ε.Π.Ε.,
- 220. ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΛΑΣΚΑΡΑ Α.Ε.,
- 221. ΙΧΣ ΥΠ. ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ ,
- 222. ΛΕΟΝΤΙΤΣΗΣ Β. & ΣΙΑ Α.Ε. "ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ",
- 223. ΛΕΟΠΟΥΛΟΣ Ι. ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Ε. ,
- 224. ΜΑΥΡΗ Α.Ε. ,
- 225. ΜΗΤΣΙΟΣ Α.Ε.Β.Ε.,
- 226. ΝΗΚΤΟΝ Α.Ε.,
- 227. ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΠΡΕΒΕΖΑ Α.Ε.,
- 228. ΣΑΡΓΟΝΑΥΤΕΣ Α.Ε. ,
- 229. ΥΔΡΟΚΟΣΜΟΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Ε.Π.Ε.



Εικόνα 4 : Θαλάσσιες ιχθυοκαλλιέργειες στον Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

1. ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ Ε.Π.Ε. ,
- 2α. ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ Α.Ε. ,
- 2β. ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ Α.Ε. ,
- 2γ. ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ Α.Ε. ,
- 5α. ΕΥΡΥΑΛΟΣ Ε.Π.Ε.,
- 8α. ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ Α.Ε. & ΣΙΑ Ο.Ε. ,
10. ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΒΟΝΙΤΣΑΣ Α.Ε. ,
15. NEW FISH Ε.Π.Ε. ,
16. ΟΣΤΡΙΑ Ο.Ε. ,
20. SEVEN SEAS S.A. ,
21. ΣΚΟΡΙΛΑΣ ΒΥΣΣΑΡΙΩΝ - ΚΑΤΣΟΥΛΗ ΑΜΑΛΙΑ
22. ΤΖΕΦΡΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ & ΥΙΟΣ Ο.Ε. ,
23. ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΟΔΥΣΣΕΑΣ Α.Ε

9.3. Η σημερινή κατάσταση και η εξέλιξη του αγροτικού τομέα

Σύμφωνα με στοιχεία της μελέτης του ΚΕΠΕ για την ανάπτυξη του Αμβρακικού στην προγραμματική σύμβαση⁹ συμπεριελήφθη μια έκταση περίπου 1.775,6 χιλ. στρεμμάτων

⁹Η Προγραμματική Σύμβαση Αμβρακικού είναι μια σύμβαση για την ανάπτυξη του Αμβρακικού Κόλπου και της γύρω περιοχής, με κύριο στόχο την αξιοποίηση των πλουτοπαραγωγικών πόρων ολόκληρης της περιοχής Αμβρακικού, η οποία παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες ανάπτυξης, καθώς και την ορθολογική διαχείριση και προστασία του κόλπου που αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους βιοτόπους στην Ελλάδα και προστατεύεται από την συνθήκη Ramsar. Η Προγραμματική Σύμβαση που υπογράφηκε τον Μάρτιο του 1985 από 28 φορείς (Υπουργεία, Τράπεζες, Συνεταιρισμούς, Επιμελητήρια, Ο.Τ.Α.) αποτέλεσε και το σπουδαιότερο δείγμα εφαρμογής του θεσμού των Προγραμματικών Συμβάσεων στην χώρα μας, όπου ένας μεγάλος αριθμός φορέων σε κεντρικό και τοπικό επίπεδο συναποφασίζουν την συνδυασμένη ανάπτυξη με την ταυτόχρονη κατοχύρωση της περιβαλλοντικής προστασίας μιας διανομαρχιακής περιοχής σε όλους τους τομείς, και δεσμεύονται για την υλοποίησή της με μια σειρά έργων. Έτσι τον Ιούλιο του 1988 όπως προβλεπόταν από την Προγραμματική Σύμβαση του Αμβρακικού ιδρύθηκε η Εταιρία Ανάπτυξης Νότιας Ηπείρου - Αμβρακικού (ΕΤΑΝΑΜ Α.Ε.). Μέτοχοι της ΕΤΑΝΑΜ είναι τα Νομαρχιακά Ταμεία των δύο νομών Πρέβεζας, Άρτας και Αιτωλοακαρνανίας, οι ΤΕΔΚ των τριών νομών, οι Ενώσεις Γεωργικών Συνεταιρισμών, τα Εμποροβιομηχανικά Επιμελητήρια, οι

που καλύπτουν το 21,8 % της συνολικής έκτασης των τριών νομών που διαβρέχονται από τον Αμβρακικό κόλπο (Νομοί Άρτας, Πρέβεζας, Αιτωλοακαρνανίας). Περιλαμβάνει όμως περίπου 32 % της συνολικής γεωργικής γης, το 19,1 % των βοσκοτόπων, το 14,7 % των δασών και το 31% των εκτάσεων που καλύπτονται από νερό (υδροβιότοποι) και το 24,4 % που καλύπτουν οι οικισμοί.

Ως φαίνεται στον πίνακα (3) οι διαφοροποιήσεις των ανωτέρω ποσοστών σε επίπεδο νομού είναι μεγάλες, περιλαμβάνουν δε τις πιο δυναμικές γεωργικές ζώνες των δύο τουλάχιστον βόρειων νομών, όπως: η πεδιάδα της Άρτας, τις ζώνες Λάμαρης- Φιλιπ-

Πίνακας 2: Κατανομή των χρήσεων της γης σε ποσοστά και κατά νομό.

Χρήση γης/Νομός	Άρτας	Πρέβεζας	Αιτ/νίας
Γεωργική γη	69,9	39,4	19,5
Βοσκότοπους	33,9	18,3	17,2
Δάση	8,5	20,2	17,6
Υδροβιότοποι	79,1	57	6,6
Οικισμοί	37	33,5	10,2

τιάδας και ελαιώνα του Ν. Πρέβεζας και τις ζώνες Βόνιτσας - Μοναστηρακίου – Αμφι-
λοχίας -Λουτρού και Ακτίου του Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

Η κύρια φυτική και κτηνοτροφική παραγωγή σήμερα προέρχεται από τις εξής καλλιέργειες και μονάδες κατά νομό.

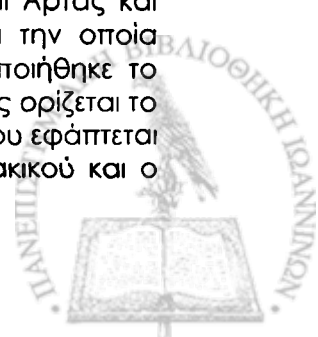
Στο Ν. Άρτας οι καλλιέργειες κτηνοτροφικά φυτά (26,2%), εσπεριδοειδή (κυρίως πορτοκάλι) (20,3%), ελιές βρώσιμες και για λάδι (15%), αραβόσιπος (11,4%).

Στο Ν. Πρέβεζας αντιστοίχως τα κτηνοτροφικά φυτά (26%), οι ελιές (25,2%) και ο αραβόσιπος (15,4%).

Στο Ν. Αιτ/νίας αντιστοίχως τα κτηνοτροφικά φυτά (28%), οι ελιές (21,9%), ο καπνός (17,8%).

Στον πίνακα (3) παρουσιάζονται τα ποσοστά των εκτάσεων των κύριων καλλιεργειών στο σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων και αγρανάπαυσης κατά νομό.

μεγαλύτεροι Δήμοι καθώς και τρεις Τράπεζες. Επομένως σύμφωνα με τη σύνθεση του μετοχικού κεφαλαίου της ΕΤΑΝΑΜ, εκπροσωπούνται όλοι οι φορείς των νομών Πρέβεζας και Άρτας και επομένως η Εταιρία αντιπροσωπεύει το σύνολο των κατοίκων της περιοχής για την οποία υλοποιείται πρόγραμμα Leader II. Εξ άλλου στην τελευταία Γ.Σ. του 2000 τροποποιήθηκε το καταστατικό, ο τίτλος της Εταιρίας και η περιοχή δράσης της. Έτσι περιοχή δράσης της ορίζεται το σύνολο των νομών Πρέβεζας και Άρτας (Νότια Ήπειρος) και το τμήμα της Αιτ/νίας που εφάπτεται του Αμβρακικού. Ο νέος τίτλος είναι Εταιρίας Ανάπτυξης νότιας Ηπείρου - Αμβρακικού και ο διακριτικός τίτλος παραμένει ΕΤΑΝΑΜ ΑΕ.



Πίνακας 3 : Ποσοστά καλλιεργούμενων εκτάσεων ανά καλλιεργούμενο είδος

Καλ/μενο είδος/Νομός	N. Άρτας	N. Πρέβεζας	N. Αιτ/νίας
Σιτηρά για καρπό	4,1	2,2	13,9
Αραβόσιτος	11,4	15,4	6,5
Βιομηχανικά φυτά (α)	4,3	41	19,4
Κτηνοτροφικά φυτά (β)	26,2	26,0	28
Εσπεριδοειδή (στ)	20,3	4,4	-
Ελιές	14,9	25,2	21,9
Λοιπά δένδρα (γ)	5,7	-	4,9
Κηπευτικά (δ)	1,7	3,5	-
Λαχανικά (ε)	2,7	3,5	-

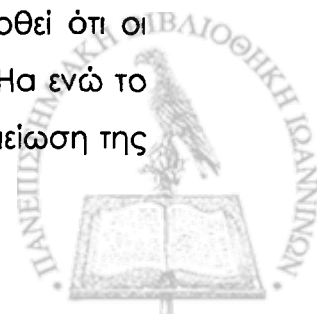
(α) Περιλαμβάνει το καπνό, βαμβάκι, σόγια, (β) Αφορά κυρίως πολυετή φυτά μηδικής.

(γ) Περιλαμβάνει και το ακτινίδιο, (δ) Περιλαμβάνει και πεπονοειδή και πατάτες

(ε) Περιλαμβάνει και τα θερμοκήπια και (στ) Κυρίως πορτοκάλι

Η εξέλιξη των καλλιεργούμενων εκτάσεων και της κτηνοτροφίας την δεκαετία 1981-1991 παρουσίασε την εξής εικόνα:

- Σημαντική μείωση στις καλλιεργούμενες εκτάσεις με σιτηρά για καρπό (εκτός αραβοσίτου).
- Αύξηση της καλλιέργειας αραβόσιτου παρά την τάση για μείωση τα τελευταία χρόνια στο Ν. Άρτας.
- Αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων κτηνοτροφικών φυτών κυρίως μηδικής.
- Αύξηση των εκτάσεων εσπεριδοειδών (μανταρίνια στην Άρτα, λεμόνια στην Πρέβεζα), ακτινιδίου και ελιάς κυρίως βρώσιμης.
- Μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με τα παραδοσιακά βιομηχανικά φυτά (βαμβάκι, καπνό) και αύξηση της καλλιέργειας της σόγιας.
- Επέκταση της καλλιέργειας λαχανικών υπό κάλυψη (κυρίως αγγούρι) και ανθέων.
- Σημαντική αύξηση των χοιροτροφικών μονάδων στους Ν. Άρτας και Πρέβεζας, των οργανωμένων πτηνοτροφείων στο Ν. Άρτας και της αιγοπροβατοτροφίας σ' όλη την περιοχή.
- Σημαντική αύξηση αλιευμάτων και επέκταση των ιχθυοτροφικών μονάδων.
- Βελτίωση της παραγωγικότητας και της παραγωγής σε πολλές καλλιέργειες ως αποτέλεσμα της χρήσης περισσότερων λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών. Έχει αναφερθεί ότι οι αγρότες της περιοχής χρησιμοποιούν 2.000 - 2.500 κιλά λίπασμα ανά Ha ενώ το κανονικό είναι 500 κιλά ανά Ha που θεωρείτε ορθό με αποτέλεσμα τη μείωση της



παραγωγής. Εκτός αυτού, υπάρχουν επιπτώσεις στο οικοσύστημα, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων λιπάσματος, που φεύγουν μέσω της απόπλυσης.

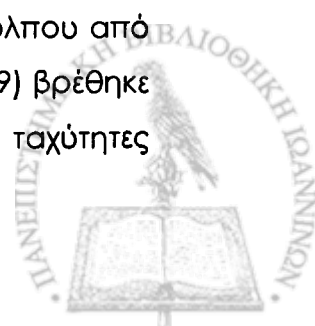
- Σημαντική μείωση των εξαγωγών πορτοκαλιού και απόσυρση τους με ταφή.

Όλες αυτές οι μεταβολές συνέβαλαν στην προγραμματισμένη αναδιάρθρωση των καλλιεργειών που προωθείται από το Υπ. Γεωργίας και υλοποιείται στα πλαίσια των πενταετών προγραμμάτων οικονομικής ανάπτυξης. Επίσης στις ανωτέρω μεταβολές συνέβαλαν οι τιμές των αγροτικών προϊόντων και η αναπτυχθείσα υποδομή για μεταποίηση των αγροτικών προϊόντων. Μονάδες επεξεργασίας βρώσιμης ελιάς, πτηνοσφαγεία, σύγχρονα ελαιουργεία, μονάδες επεξεργασίας κρέατος και γάλακτος, ξηραντήρια αραβόσιτου, εκκοκκιστήριο βάμβακος στην Πρέβεζα, συσκευαστήρια οπωροκηπευτικών και εσπεριδοειδών κ.λπ., απολαμβάνουν αυτό το αποτέλεσμα της "ανάπτυξης" που διαπιστώθηκε πιο πάνω και παράλληλα να έχουμε υποβάθμιση του εδάφους ως υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και ρύπανση των φυσικών οικοσυστημάτων.

9.4. Ευτροφισμός και ατελής ανανέωση

Στον Αμβρακικό, οι απορροές καλλιεργούμενων περιοχών ή αστικών λυμάτων εμπλουτίζουν το υδάτινο οικοσύστημα με μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ουσιών. Η επίδραση των ρύπων στα νερά του Αμβρακικού κόλπου, επιφέρει φυσικές αλλοιώσεις (αύξηση θολερότητας, ελάττωση οξυγόνου κ.ά.), όπως επίσης και χημικές αλλοιώσεις (θρεπτικά άλατα). Η υπερπροσφορά σε θρεπτικά συστατικά μπορεί να προξενήσει το φαινόμενο του ευτροφισμού, αποτέλεσμα του οποίου είναι η ταχύτατη αύξηση των φυτικών μικροοργανισμών (φυτοπλαγκτόν). Έτσι, οι αερόβιοι μικροοργανισμοί (οι αποικοδομητές) καλούνται να διασπάσουν, όχι μόνο τα θρεπτικά συστατικά, αλλά και τα νεκρά οργανικά συστατικά, που προέρχονται από τη μαζική «άνθιση» του φυτοπλαγκτού. Όπως είναι φυσικό, οι ποσότητες του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, δεν επαρκούν για την αερόβια διάσπαση αυτών των οργανικών ουσιών. Κατά συνέπεια ο κύκλος των διεργασιών αποικοδόμησης συνεχίζεται με αναερόβιους οργανισμούς και την αποδέσμευση αερίων με δυσάρεστη οσμή (υδρόθειο, μεθάνιο κ.ά.). Όσον αφορά την περιεκτικότητα του οξυγόνου στο νερό, εξαρτάται από την κίνηση - ανανέωση των υδάτινων μαζών, τη θερμοκρασία, το ποσό της οργανικής ύλης, την παρουσία φωτοσυνθετικών φυτών κ.ά.

Το πρόβλημα μεγεθύνεται και από την ατελή ανανέωση των νερών του κόλπου από το Ιόνιο Πέλαγος. Από τις μετρήσεις ρευμάτων που έγιναν (Τζιαβός et al, 1989) βρέθηκε ότι η κυκλοφορία των νερών του Αμβρακικού Κόλπου είναι γενικά μικρή· οι ταχύτητες



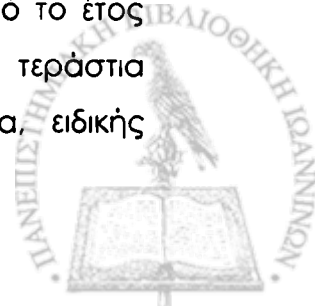
των ρευμάτων είναι κατά κανόνα μικρότερες των 3 cm/sec και συνήθως δεν ξεπερνούν τα 20 cm/sec. Τα ασθενή ρεύματα που επικρατούν δεν φαίνονται ικανά να εμπλουτίσουν τα βαθύτερα υδάτινα στρώματα του κόλπου με διαλυμένο οξυγόνο.

Οι ανοξικές συνθήκες που δημιουργούνται κυρίως στα βαθύτερα στρώματα του κόλπου, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις βενθικές κοινωνίες. Η υποβάθμιση της αλυσίδας στον βυθό, δηλαδή του βενθικού οικοσυστήματος, φθάνει τελικά μέχρι τους βενθικούς ιχθυοπληθυσμούς. Η καταστροφή της τροφικής αλυσίδας έχει δυσμενείς επιπτώσεις (μέχρι εξαφάνισης) στα βενθοπελαγικά ψάρια που ζουν μέσα στα φύκη και τρέφονται με οργανισμούς του βυθού, ενώ αντίθετα τα πελαγικά ψάρια (αφρόψαρα) δεν φαίνεται να έχουν σοβαρά προβλήματα επιβίωσης.

Το φαινόμενο της μαζικής ανάπτυξης φυτοπλαγκτού (μικροσκοπικών φυτών) στα νερά, παρατηρείται συχνά σε κόλπους (Σαρωνικός, Θερμαϊκός, Παγασητικός), ή σε λίμνες (Καστοριάς, Ιωαννίνων κ.ά.), περιοχές, που δέχονται οικιστικά, βιομηχανικά, γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα. Αυτό το ευτροφικό φαινόμενο εμφανίζεται συνήθως ύστερα από έντονες ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις ή παρατεταμένη φθινοπωρινή καλοκαιρία και προσδίδει στο νερό ένα κοκκινωπό χρώμα. Οι ποσότητες «θρεπτικών αλάτων» που έχουν μετρηθεί στον Αμβρακικό καθιστούν τον κόλπο ως τον ευτροφικότερο στην Ελλάδα.

9.5 Αναφορά στην κατασκευή Ζεύξης Πρέβεζας- Ακτίου.

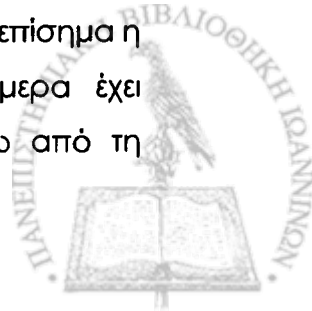
Η ζεύξη Πρέβεζας- Ακτίου ήταν ένα σημαντικό όνειρο αναπτυξιακού έργου, με το οποίο θα συνδέονταν η Ήπειρος με την Στερεά Ελλάδα (Ακαρνανία). τον Οκτώβριο του 1992, κατέπλευσε στο Άκτιο το πλωτό γεωτρύπανο "Delfino Rosso" της ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΕ, με σκοπό τη διενέργεια γεωτρήσεων του πυθμένα. Το γεωτρύπανο απέπλευσε σε ένα μήνα. Στις 16 Σεπτεμβρίου 1994, υπογράφηκε στην Αθήνα η σύμβαση ανάθεσης έργου για την κατασκευή της σήραγγας Ακτίου. Ως χρόνος ολοκλήρωσης τού έργου ορίστηκαν τα 3,5 χρόνια, δηλαδή δηλώθηκε ως έτος παράδοσης το 1998. Το Νοέμβριο του 1994 τοποθετήθηκε ταμπέλα των αναδόχων εταιρειών στη θέση "Παλιοσάραγα" Πρέβεζας, πού ανήγγειλε το έργο. Τελικά το έτος 1994 έληξε χωρίς να έχει γίνει τίποτα. Στις 16 Ιουλίου 1995 τα πρώτα έργα άρχισαν στο Άκτιο (κατασκευή νηοδόχου) και μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 1995, τα έργα κατασκευής της υποθαλάσσιας σήραγγας Πρέβεζας Ακτίου προχωρούν ικανοποιητικά. Ήδη κατασκευάσθηκε η νηοδόχος (τεράστια στέρνα στο Άκτιο για να υποδεχθεί την κατασκευή "στοιχείων" της σήραγγας). Από το έτος 1995 μέχρι το 1999, κατασκευάζονταν στη νηοδόχο του Ακτίου τα οκτώ (8) τεράστια "στοιχεία" (elements) της σήραγγας από ειδικό οπλισμένο σκυρόδεμα, ειδικής



σύνθεσης και ελεγχόμενης πήξης μέσω computer. Σύμφωνα με τα τεχνικά στοιχεία, το καθένα από αυτά έχει μήκος 134,5 m, και πάχος ένα μέτρο. Υπολογίζεται ότι τα 6 από τα 8 στοιχεία αυτά (elements= γιγαντιαίοι σωλήνες σήραγγας) πρέπει να ζυγίζουν περί τους 15.000 τόνους το καθένα, και συνεπώς είναι τα μεγαλύτερα τεχνητά κινητά αντικείμενα που κατασκευάσθηκαν ποτέ στην Ελλάδα. Τα "πέδιλα" της γέφυρας Ρίου Αντίρριου είναι σαφώς βαρύτερα, αλλά είναι σταθερές κατασκευές μη μετακινούμενες. Τα "elements" της σήραγγας Ακτίου Πρέβεζας μετακινήθηκαν 100-600 μέτρα με τη βοήθεια του ...Αρχιμήδη. Παράλληλα με την κατασκευή των "στοιχείων" (elements), στον πυθμένα του διαύλου Ακτίου Πρέβεζας γινόνταν γεωτρήσεις οπών, οι οποίες γεμίζονταν με κροκάλες χαλικών ("χαλικοπάσσαλοι"). Αυτό είναι μέρος αντισεισμικής τεχνολογίας. Επίσης έγινε διαμόρφωση αύλακας του πυθμένα ώστε να "υποδεχθεί" ομαλά τα "στοιχεία" από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Στις 15 Ιουλίου 1998 ο επίγειος γερανός έσκαψε το ανάχωμα που προστάτευε τη "νηοδόχο" από τα νερά της θάλασσας. Τα νερά μπήκαν ορμητικά στη νηοδόχο (μεγάλη τάφρος κατασκευής των στοιχείων της σήραγγας Ακτίου), γέμισε με νερό και τα "στοιχεία" που ήδη είχαν "ταπωθεί" (σφραγισθεί) επέπλευσαν με τη βοήθεια της άνωσης (Αρχιμήδης). Σταδιακά μια "μαούνα" τα ρυμούλκηση στο θαλάσσιο χώρο πάνω από την γραμμή χάραξης της σήραγγας, όπου και ποντίστηκαν με σταδιακή είσοδο νερού μέσα τους (βαλβίδες εισόδου-εξόδου). Στο έργο αυτό συνέβαλαν δεκάδες ειδικευμένοι δύτες που φρόντισαν τα "στοιχεία" να καθίσουν στη σωστή θέση του βυθού (27 μέτρα μέγιστο βάθος), να "ταιριάξουν" το ένα δίπλα στο άλλο, και να εφαρμόσουν με στεγανή μέθοδο οπών, συρματοσχοινών και πλαστικών. Στις 20 Μαΐου 1999 η κατασκευή της σήραγγας βρίσκονταν στην πόντιση του 6ου "στοιχείου". Μετά την πόντιση και συναρμολόγηση των 6 "στοιχείων" της σήραγγας, όλο το έργο σκεπάστηκε με σωρούς από χαλίκια ώστε να ομαλοποιηθεί και να προστατευθεί η οροφή των "στοιχείων" και να αποτελέσει τμήμα της συνέχειας του βυθού. Συνεπώς σήμερα η σήραγγα είναι "θαμμένη επιπυθμένα".

Στις 31 Δεκεμβρίου 1999 η σήραγγα Ακτίου Πρέβεζας ήταν πρακτικά έτοιμη, αλλά με ασφαλιστικά μέτρα προς το Συμβούλιο Επικρατείας, από κατοίκους του Παντοκράτορα, "μπλοκαρίστηκαν" οι εργασίες της εξόδου προς Πρέβεζα και υπολείπονταν έργα λειτουργικής φύσης (καλώδια, ασφαλτος, φωτισμός, εξαερισμός, κάμερες, και φυσικά οι προσβάσεις εκατέρωθεν στο Άκτιο και στον Παντοκράτορα Πρέβεζας.). Ασφαλτος τοποθετήθηκε το έτος 2001 και τελικά στις 28 Ιουνίου 2002 εγκαινιάστηκε πλέον επίσημα η λειτουργία της υποθαλάσσιας ζεύξης Ακτίου-Πρέβεζας. Η σήραγγα σήμερα έχει συνολικό υποθαλάσσιο οδικό μήκος 910m και μέγιστο βάθος 27m κάτω από τη



θάλασσα. Τα τροχοφόρα διασχίζουν την απόσταση σε 1 έως 1,5 λεπτό περίπου. Ο σταθμός ελέγχου βρίσκεται στην Πρέβεζα στην Κυανή Ακτή. Όλη η σήραγγα παρακολουθείται από κάμερες κλειστού κυκλώματος. Πεζοί και ποδήλατα δεν επιτρέπεται να περάσουν, όπως και φορτηγά με επικίνδυνα φορτία. Οι ειδικοί λένε ότι το σκυρόδεμα αντέχει χρονικά για 100 χρόνια και σε σεισμό μέχρι 8 ρίχτερ.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΕΝΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

ΑΛΜΠΑΝΗΣ, Τ.Α., Θ.Γ. ΔΑΝΗΣ & Δ.Γ. ΧΕΛΑ, 1993. Μεταφορά υπολειμμάτων των ζιζανιοκτόνων στις εκβολές των ποταμών Λούρου και Άραχθου (Αμβρακικός Κόλπος). Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Ρόδος, Απρίλιος 1993. Σελίδες : 362-365.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ 1997 – 1998.

ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΚΗ, Μ., 1995. Μελέτη της βενθικής πανίδας σε παράκτια περιοχή της λιμνοθάλασσας Τσουκαλιό, του Αμβρακικού κόλπου. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. Σελίδα: 103.

ΓΚΟΤΣΗ Ο, ΨΟΧΙΟΥ Ε, ΛΕΜΠΕΣΗΣ Γ, ΜΠΡΑΜΠΑ Δ, ΘΕΟΔΩΡΟΥ Α ΚΑΙ ΜΠΑΛΟΠΟΥΛΟΣ Ε. (1990) Εποχιακή διακύμανση φυτοπλαγκτού και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε ημίκλειστη θαλάσσια περιοχή (Αμβρακικός Κόλπος). Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Τόμος Ι. Σελίδες: 512-516.

ΕΚΒΥ 1994. Απογραφή των Ελληνικών Υγροτόπων ως φυσικών πόρων. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων. Σελίδα: 587.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (1989). Ωκεανογραφική μελέτη του Αμβρακικού κόλπου. Τελική Τεχνική Έκθεση, Τόμοι 1-6. (εκδ. Χ. Τζιαβός)

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ φύλλο 194 τεύχος 2^ο /1990 & φύλλο 158 τεύχος 2^ο /1993. «Μέτρα για την προστασία του υδροβιότοπου του Αμβρακικού κόλπου και της ευρύτερης περιοχής του».

ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΜΕΝΕΛΑΟΣ καθηγητής Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. «Τεχνική Έκθεση οικολογικής αποκατάστασης του υδροβιοτοπικού συστήματος του βάλτου της Ροδιάς»,

ΚΑΓΚΑΛΟΥ ΙΦ., ΠΑΣΧΟΣ Ι., ΝΑΤΣΗΣ Α. & ΤΣΙΜΑΡΑΚΗΣ Γ., 2000. Εκτίμηση μέτρων διαχείρισης και προστασίας του ποταμού Λούρου με την χρήση μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι, 20-23/1/2000. Σελίδες: 117-120.

ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ., ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ Α., ΜΠΕΡΤΑΧΑΣ Η. και ΓΚΡΙΤΖΑΛΗΣ Κ., 1989. Η ρύπανση του ποταμού Λούρου και η επίδρασή της στο οικοσύστημα της περιοχής. Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Σεπτ, 1989 Μυτιλήνη

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΝΗΣΙΔΩΝ ΓΙΑ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΠΤΗΝΑ ΣΤΗ ΔΥΤΙΚΗ ΑΥΛΕΡΗ-ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΣΟΥΚΑΛΙΟ, ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ. ΟΙΚΟΣ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Ε.Π.Ε. Απρίλιος 2000.. Σελίδες : 7-8.

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΡΟΔΙΑ, ΤΣΟΥΚΑΛΙΟ, ΛΟΓΑΡΟΥ ΚΑΙ ΤΣΙΟΠΕΛΙ για την Εταιρεία Ανάπτυξης Αμβρακικού Α.Ε. (ΕΤΑΝΑΜ). ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΑΘΗΝΑ, Νοέμβριος 2000. Σελίδες: 3-18, 25-29, 36.



ΜΕΡΤΖΑΚΗΣ Α. , 1992. «Γεωμορφολογική εξέλιξη του Αμβρακικού κόλπου», διδακτορική διατριβή, Παν. Αθηνών

ΜΕΡΤΖΑΚΗΣ Α. Πάτρα 1997. Γεωγραφική εξάπλωση των μεταβολών στα υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του Π. Άραχθου, από την κατασκευή και λειτουργία του Υ/Η φράγματος Πουρνάρι Ι (Άρτα). 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΥΕ, 14-18/10. Σελίδες: 130-137

Οικονόμου Α.Ν., Κουσουρήs Θ., Νταουλός, Χ., Μπαρμπιέρη-Τσελίκη Ρ., Στουμπούδη Μ., Ψαρράs Θ., Μπερταχάς Η., Ζαχαρίας Ι., Πασιός Α., Γιακουμή Σ., Σκουλικίδης Ν., Διαπούλης Α., Γκριτζαλής Κ., Μπόγδανος Κ., Κυριάκου Γ., & Madurell T., 1998. Μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού. Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ, Τόμος Α': Αποτελέσματα, 160 σελ.

ΠΑΝΕΤΣΟΥ ΑΧΙΛΛΕΩΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1977, ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ & ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ, σελίδα 48.

Περιοδικό «ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ», εφημερίδας « Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ». Κυριακή 20 Ιανουαρίου 2002. Σελίδες: 24-29.

ΠΕΤΡΟΥ, Κ., 1997. Το μακροβένθος των λιμνοθαλασσών Τσουκαλιό και Ροδιά στον Αμβρακικό κόλπο. Διπλ. Εργασία Μεταπτυχιακού Ωκεανογραφίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 67 σελ.

«Προγραμματική Σύμβαση Αμβρακικού», Άρτα 1985

«Πρόγραμμα Διαχείρισης Αμβρακικού», Τελική Διαχειριστική Μελέτη, ΥΠΕΧΩΔΕ Αθήνα, Ιανουάριος 1994.

ΡΟΥΣΟΠΟΥΛΟΣ Γ. (1998): Περιβαλλοντικά Προβλήματα του Αμβρακικού. Αδημοσίευτη Επιστημονική Αναφορά. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία.

ΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΣ Β. Ιωάννινα 1994. Το κλίμα της Ηπείρου.

«Υγρότοποι: Μια πολύτιμη εθνική κληρονομιά», υπ. Γεωργίας, Γ.Γ. Δασών και Φυσ. Περιβάλλοντος, Αθήνα 2001.

ΧΑΤΖΗΛΑΚΟΥ Δ. Αμβρακικός. Experiment-Γαϊόραμα, Ιαν, 1999.

ΧΡΗΣΤΑΚΗ Ο. & ΓΚΟΤΣΗ-ΣΚΡΕΤΑ Ο., 1990. Δομή του φυτοπλαγκτού στις λιμνοθάλασσες Ροδιά, Τσουκαλιό και Λογαρού (Δυτική Ελλάδα) από το Φεβρουάριο μέχρι το Σεπτέμβριο 1987. 3ο Παν/νιο Συμπόσιο Ωκεαν. & Αλιείας, Σελίδες: 469-478.

Diapoulis A., Koussouris Th., Bertahas I. & Photis G, 1991. Ecological stresses on a delta area in western Greece. Toxicological and Environmental Chemistry, 31-32. Σελίδες: 285-290.

Guelorget O. & Perthuisot J.P., 1992. Paralic ecosystems. Vie Milieu, 42(2). Σελίδες: 215-251.



Koussouris T., Bertahas I., Diapoulis A. & Gritzalis K., 1990. Evaluating water quality in the Louros River (Greece), using biotic indices based on invertebrate communities. *Environmental Education and Information*, 9 (4). Σελίδες: 163-174.

Koussouris T., Diapoulis A., Gritzalis K. & Bertahas I., 1994. The distribution of invertebrate fauna along Louros river. *Bios*, 2. Σελίδες: 109-114.

Panayotidis, P., M.A. Pancucci E. Balopoulos & O. Gotsis-Skretas, 1994. Plankton Distribution Patterns in a Mediterranean Dilution Basin: Amvrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). *Marine Ecology*, 15(2).Σελίδες: 93-104.

Reizopoulou, S., Thessalou-Legaki, M. & A. Nicolaidou, 1996. Assessment of disturbance in Mediterranean lagoons: an evaluation of methods. *Marine Biology*, 125. Σελίδες: 189-197.

Reizopoulou, S., Kormas, K. & A. Nicolaidou, 1998. Benthic biodiversity in five coastal brackish water lagoons of Amvrakikos Gulf, Hellas. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 35. Σελίδες: 580-581.

Skoullos, M., M. Dassenakis, C. Zeri, K. Papageorgiou & P. Dacre, 1990. An account of the levels of the dissolved and particulate trace metals in the Amvrakikos gulf. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* Σελίδες: 32-54.



ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

10. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Πολλά οικολογικά, βιολογικά, φυσικά, οικονομικά και κοινωνικά φαινόμενα εμφανίζουν διακυμάνσεις των τιμών των παραμέτρων τους ως συνάρτηση του χρόνου. Το σύνολο των διαδοχικών τιμών μιας παραμέτρου στον χρόνο ονομάζεται χρονοσειρά. Ιστορικά, η μελέτη των πληθυσμιακών διακυμάνσεων επεκράτησε να ονομάζεται δυναμική πληθυσμών και συνιστά πού σημαντικό τμήμα της πληθυσμιακής οικολογίας.

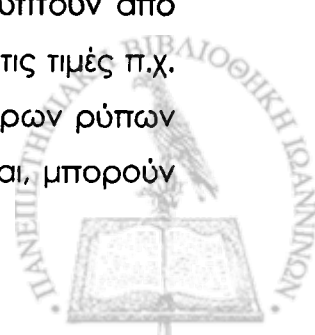
Ζωντανές οντότητες στη φύση κατά κανόνα δεν είναι κατανεμημένες (στον χώρο ή στον χρόνο) ούτε ομοιόμορφα ούτε τυχαία (όπως θεωρούσε συχνά η οικολογία του 19ου αιώνα), αλλά είτε σχηματίζουν συστάδες ή άλλου είδους δομές είτε τέλος διαβαθμίζονται με την πάροδο του χρόνου. Σήμερα, αρκετές οικολογικές θεωρίες υποθέτουν ότι τα στοιχεία ενός οικοσυστήματος που καταγράφονται σε γειτονικά σημεία του χώρου ή του χρόνου έχουν μεγάλη πιθανότητα να επηρεάζονται από τις ίδιες γενεσιουργές αιτίες αυτών. Επομένως, τα στοιχεία αυτά έχουν μεγαλύτερη συσχέτιση απ' ότι στοιχεία απομακρυσμένα το ένα από το άλλο. Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, στις θεωρίες ανταγωνισμού, θήρευσης, παρασιτισμού, διαδοχής, εξέλιξης, πληθυσμιακής γενετικής, διατήρησης της ποικιλότητας των ειδών κ.ο.κ. Επίσης, είναι γενικά αποδεκτή η σημαντική συμβολή της ετερογένειας στην οικολογική ισορροπία.

Η δομή του συνόλου των διαδοχικών τιμών μιας χρονοσειράς είναι δυνατόν να χαρακτηρίζεται από τρεις ιδιότητες :

- (i) Τη γενική τάση της σειράς με τον χρόνο, η οποία μπορεί να είναι μηδενική ή να είναι αύξουσα ή φθίνουσα, ευθύγραμμη ή καμπυλόγραμμη,
- (ii) Την περιοδικότητα ή μη των τιμών της σειράς,
- (iii) Τις τυχαίες διακυμάνσεις των τιμών της σειράς.

Σημειώσουμε ότι οι παρατηρούμενες διαδοχικές τιμές x_i μιας χρονοσειράς θεωρούνται συγκεκριμένες πραγματώσεις (realizations) της γενεσιουργού διαδικασίας (process) της χρονοσειράς. Από την ίδια γενεσιουργό διαδικασία μπορεί να προκύψουν πολλές πιθανές πραγματώσεις. Πραγμάτως είναι όλη η παρατηρηθείσα σειρά των τιμών και όχι μια μεμονωμένη παρατήρηση.

Τις χρονοσειρές διακρίνουμε σε διακριτές και σε συνεχείς. Διακριτές προκύπτουν από διάφορα ημερήσια, εβδομαδιαία κ.τ.λ. φαινόμενα. Συνεχείς προκύπτουν από τις τιμές π.χ. της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, της συγκέντρωσης του CO_2 ή διαφόρων ρύπων της ατμόσφαιρας. Αν και συνεχείς χρονοσειρές κατά κανόνα δεν αναλύονται, μπορούν

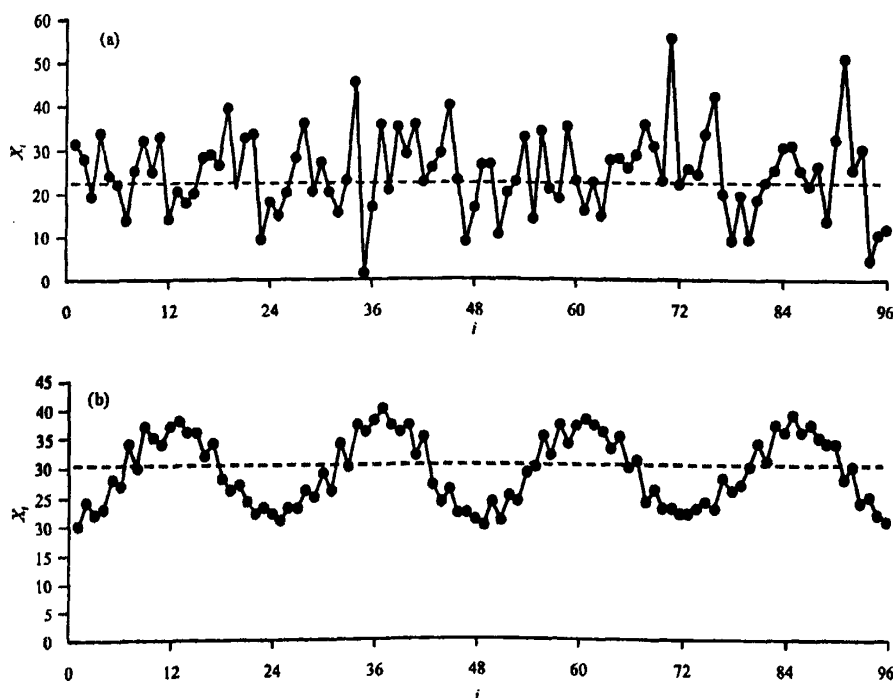


όμως να μετασχηματιστούν σε διακριτές, λαμβάνοντας μετρήσεις κατά τακτά χρονικά διαστήματα ή αθροίζοντας τις τιμές διαδοχικών χρονικών περιόδων (π.χ. λαμβάνοντας τη θερμοκρασία κάθε μία ώρα ή αθροίζοντας τις μηνιαίες βροχοπτώσεις ή την εβδομαδιαία αύξηση της βιομάζας ενός λιβαδιού).

Οι τιμές μιας χρονοσειράς, επειδή κατά πάσα πιθανότητα συσχετίζονται μεταξύ τους, δεν προσφέρονται για μελέτη με τις κλασικές στατιστικές μεθόδους, αλλά με τις ειδικές μεθόδους των χρονοσειρών.

Η μελέτη των χρονοσειρών στοχεύει στο να διευκρινιστεί κατ' αρχάς εάν οι διαδοχικές τιμές, x_i όπου $i = 1, \dots, n$, είναι τυχαίες (Σχήμα 1.α) ή όχι. Εάν είναι τυχαίες, τότε η γνώση της τιμής στον χρόνο i δεν αυξάνει την πιθανότητα πρόβλεψης της τιμής στον χρόνο $i + 1$. Εάν δεν είναι τυχαίες, τότε οι διαδοχικές τιμές έχουν κάποια εξάρτηση μεταξύ τους και επομένως η γνώση της τιμής στον χρόνο i μας επιτρέπει -με το κατάλληλο υπόδειγμα- την πρόβλεψη της τιμής στον χρόνο $i + 1$.

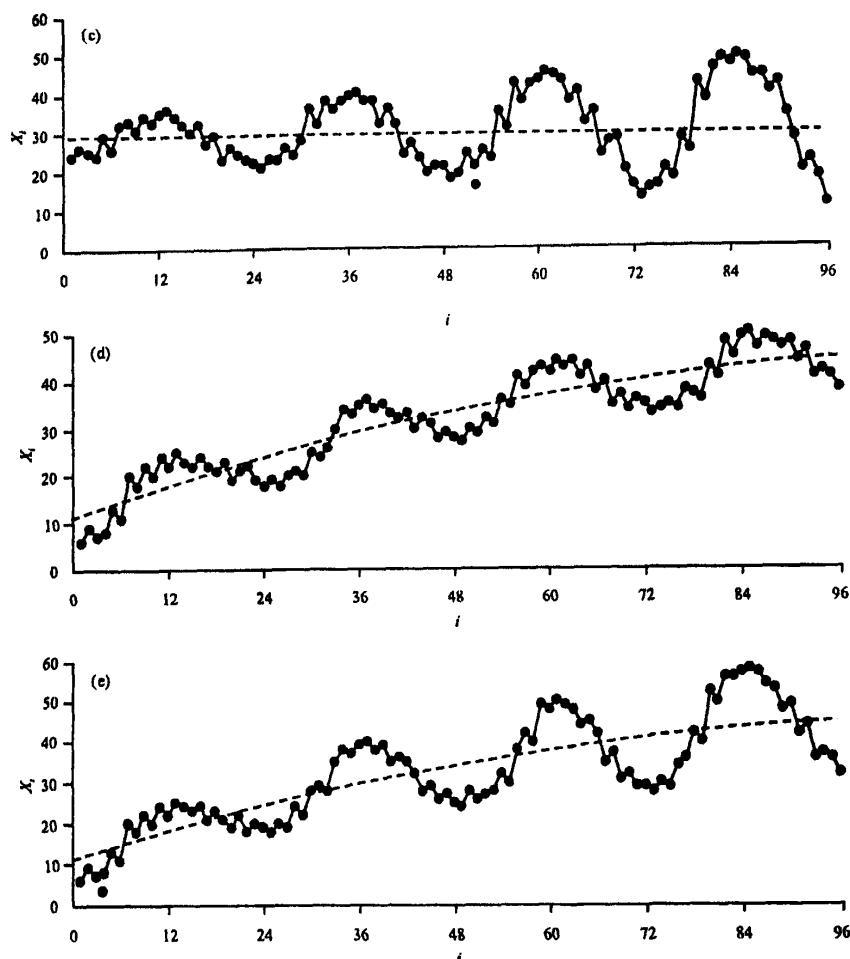
Μια χρονοσειρά μπορεί να έχει την ιδιότητα της στασιμότητας ή όχι. Ως στάσιμη χαρακτηρίζεται εάν ο μέσος όρος και η διακύμανση των τιμών δεν μεταβάλλονται με τον χρόνο (Σχήμα 1.β), οπότε η γενική τάση της σειράς είναι μηδενική. Μπορεί όμως η διακύμανση (Σχήμα 2.α) ή η μέση τιμή (Σχήμα 2.β) ή και τα δύο χαρακτηριστικά (Σχήμα 2.γ) να εμφανίζουν τάση (ευθύγραμμη ή καμπυλόγραμμη) μείωσης ή αύξησης με τον χρόνο, οπότε η σειρά δεν είναι στάσιμη ως προς το ένα ή και τα δύο γνωρίσματα.



Σχήμα 1. Παραδείγματα τυπικών χρονοσειρών με δύο τιμές κάθε μήνα.

(α) Τυχαίες τιμές. (β) Στάσιμη ως προς τη μέση τιμή και διακύμανση.





Σχήμα 2. Παραδείγματα τυπικών χρονοσειρών με δύο τιμές κάθε μήνα. (c) Σταθερή μέση τιμή αλλά αυξανόμενη διακύμανση. (d) Σταθερή διακύμανση αλλά αυξανόμενη μέση διακύμανση. (e) Αυξανόμενη μέση τιμή και διακύμανση.

Μια μη στάσιμη σειρά x_i με μη σταθερή μέση τιμή, μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να μετασχηματιστεί σε στάσιμη y_i με τη σχέση $x_i - x_{i-1}$. Μπορεί επίσης να μετασχηματιστεί στις διαφορές των πραγματικών τιμών από τις αντίστοιχες τιμές μιας συνάρτησης παλινδρόμησης, πρώτου ή ανώτερου βαθμού, που περιγράφει τις πραγματικές τιμές. Μια σειρά x_i με μη σταθερή διακύμανση μπορεί να μετασχηματιστεί σε στάσιμη χρησιμοποιώντας τις σχέσεις $y_i = \log x_i$ ή $y_i = \sqrt{x_i}$ ή κάποια άλλη συνάρτηση μετασχηματισμού ανάλογα με τη φύση μεταβολής της διακύμανσης με τον χρόνο. Εάν μια σειρά δεν είναι στάσιμη ούτε ως προς τη μέση τιμή ούτε ως προς τη διακύμανση, τότε σταθεροποιούμε πρώτα τη διακύμανση και στη μετασχηματισμένη σειρά σταθεροποιούμε και τη μέση τιμή.

Ορισμένες χρονοσειρές ενδεχομένως έχουν και αρνητικές τιμές, όπως π.χ. θερμοκρασίες μιας περιοχής. Επειδή σε αρνητικούς αριθμούς δεν μπορούν να εφαρμοστούν κάποιοι μετασχηματισμοί (οι αρνητικοί αριθμοί π.χ. δεν έχουν

λογαρίθμους), προσθέτουμε πρώτα σε όλες τις αρχικές τιμές ένα σταθερό αριθμό τέτοιο ώστε η νέα σειρά να περιλαμβάνει μόνο θετικές τιμές. Φυσικά, στο τέλος, εάν θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη μελλοντικών τιμών, θα πρέπει να αποκωδικοποιήσουμε τις τιμές πρόβλεψης.

Μια σειρά -στάσιμη ή όχι- μπορεί να εμφανίζει περιοδική (ή κυκλική) συμπεριφορά στις τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής. Η περιοδικότητα αυτή μπορεί να οφείλεται σε ενδογενή αίτια (π.χ. στη φυσιολογία του οργανισμού ή σε αλληλεπιδράσεις με άλλα άτομα) ή μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση συνέπεια συγχρονισμού με τις ημερήσιες, σεληνιακές, ή ετήσιες αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον (π.χ. φωτοπερίοδος). Επίσης μπορεί να έχουμε μια σύνθετη περιοδικότητα ημερήσιου και ετήσιου κύκλου.

Εκτός από τη γενική τάση και την περιοδικότητα που ενδεχομένως χαρακτηρίζουν μια χρονοσειρά, οι τιμές της χρονοσειράς εμφανίζουν συνήθως και ένα τυχαίο σφάλμα (που ονομάζεται και «λευκός θόρυβος»), το οποίο, εάν είναι μεγάλο, μπορεί να καταστήσει δύσκολη την ανίχνευση της τάσης ή/και της περιοδικότητας των τιμών της χρονοσειράς. Πέραν του καθαρά επιστημονικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει η μελέτη των περιοδικών αυτών φαινομένων στη φύση και στο εργαστήριο, η γνώση της περιοδικότητας βοηθά ουσιαστικά και σε πρακτικά θέματα, όπως είναι π.χ. η επιλογή του κατάλληλου χρόνου παρατήρησης και καταγραφής της έντασης πολλών φαινομένων.

Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης μιας χρονοσειράς εξαρτάται και από τους στόχους της ανάλυσης, οι οποίοι μπορεί να είναι:

1. Η σύντομη αλλά περιεκτική περιγραφή των χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης χρονοσειράς.
2. Η εκπόνηση υποδείγματος που εξηγεί τη συμπεριφορά της χρονοσειράς με αναφορά σε άλλες (πλην του χρόνου) μεταβλητές.
3. Με βάση τα ανωτέρω (1) και (2), η πρόβλεψη της συμπεριφοράς της χρονοσειράς στο μέλλον από τη γνώση του παρελθόντος. Υποθέτουμε ότι υπάρχει αρκετή ορμή (momentum) στο σύστημα, δηλαδή τα χαρακτηριστικά που περιγράψαμε στο (1) ισχύουν, ώστε η μελλοντική συμπεριφορά θα είναι ίδια με την παρελθούσα. Από το υπόδειγμα στο (2) κατανοούμε τις δυνάμεις που ελέγχουν τη διαδικασία της σειράς. Την κατανόηση αυτή μπορούμε να την αξιοποιήσουμε για περισσότερο ακριβείς προβλέψεις.
4. Ο έλεγχος της διαδικασίας που δημιουργεί τη σειρά, εξετάζοντας τι ενδεχομένως θα συμβεί εάν αλλάξουμε κάποιες παραμέτρους του υποδείγματος.

Δεδομένου ότι οι διαδοχικές -στον χρόνο ή στον χώρο- τιμές της μεταβλητής συχνά δεν



είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, απαιτείται για τη μελέτη τους η χρησιμοποίηση της μαθηματικής θεωρίας των σειρών.

Τις διακυμάνσεις ενός πληθυσμού στον χρόνο είναι εύλογο να τις «ταξινομήσουμε» σε τέσσερις κατηγορίες (Pielou 1976) με δύο λογικά ανεξάρτητα κριτήρια, όπως φαίνεται σχηματικά στον πίνακα που ακολουθεί: 1) Το κριτήριο της περιοδικότητας, με το οποίο διακρίνουμε τις διακυμάνσεις σε «ομαλές» ή «ανώμαλες» και 2) το γενικό κριτήριο της αιτίας των διακυμάνσεων, με το οποίο τις διακρίνουμε σε «ενδογενείς» ή «εξωγενείς». Ομαλές ονομάζονται οι διακυμάνσεις των οποίων η περίοδος είναι της ίδιας περίπου διάρκειας, δηλαδή ο χρόνος (ή η απόσταση) μεταξύ δύο διαδοχικών μέγιστων ή ελάχιστων είναι περίπου σταθερός. Ενδογενείς ονομάζονται οι διακυμάνσεις που προκαλούνται από τις αλληλεπιδράσεις των ατόμων του πληθυσμού ή ελέγχονται από ειδικούς γόνους (Grisham, 1995) των ίδιων των οργανισμών. Εξωγενείς ονομάζονται οι διακυμάνσεις (ομαλές ή ανώμαλες) που οφείλονται αποκλειστικά στο εξωτερικό περιβάλλον.

		Περιοδικότητα	
		Ομαλή	Ανώμαλη
Αιτία πρόκλησης	Ενδογενής	Κατηγορία Α	Κατηγορία Β
	Εξωγενής	Κατηγορία Γ	Κατηγορία Δ

Στην κατηγορία Α ανήκουν 24ωρες διακυμάνσεις της συχνότητας συζεύξεων, της έντασης ωοτοκίας, της εξόδου ακμαίων εντόμων¹ υπό σταθερές (εργαστηριακές) συνθήκες περιβάλλοντος. Πρόκειται για τους γνωστούς κίρκαδικούς ρυθμούς, χωρίς εξωτερικό χρονοδότη, η περίοδος των οποίων συχνά δεν είναι ακριβώς 24 ωρών. Όμως υπό συνθήκες 24ωρης φωτοπεριόδου, η περίοδος «διορθώνεται» στις 24 ώρες. Οι διακυμάνσεις των φυσικών πληθυσμών αρουραίων (Lemmus) της βορείου Ευρώπης έχουν εντυπωσιακά σταθερή τετραετή περίοδο και οφείλονται σε ενδογενή αίτια.

Η κατηγορία Β μπορεί να προκύψει ως εξής: Είναι πιθανόν σε διακυμάνσεις της κατηγορίας Α πληθυσμών που διαθέτουν ενδογενείς μηχανισμούς (και επομένως εμφανίζουν ομαλές διακυμάνσεις υπό σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος), οι μηχανισμοί αυτοί να εξακολουθήσουν να λειτουργούν και υπό μεταβαλλόμενες φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος. Έτσι οι διακυμάνσεις που θα προκύψουν θα είναι σε κάποιο βαθμό «ανώμαλες». Εάν ο βαθμός απόκλισης από την ομαλότητα είναι αρκετά μεγάλος, τότε κατατάσσονται στην κατηγορία Β.

¹ Ο βιολογικός κύκλος ενός εντόμου είναι : Τα θηλυκά ωοτοκούν, τα αυγά εκκολάπτονται και βγαίνουν οι προνύμφες. Η ανάπτυξη των προνυμφών διαρκεί ένα χρονικό διάστημα (η νύμφωση), οπότε γίνεται έξοδος των ακμαίων.



Η κατηγορία Γ παρατηρείται σε πληθυσμούς οι οποίοι διαβιούν σε τόπους με σαφείς ημερήσιες ή ετήσιες διακυμάνσεις του περιβάλλοντος. Η ομαλή (περιοδική) διακύμανση ως συνάρτηση του χρόνου μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση συνέπεια συγχρονισμού με τις ημερήσιες, σεληνιακές, παλιρροιακές ή ετήσιες αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον του οργανισμού. Ενδεχομένως ενυπάρχει και μια ενδογενής συνιστώσα που αφορά το μήκος της περιόδου (ενδογενής ρυθμός), το οποίο όμως «διορθώνεται» από τον εξωτερικό περιβαλλοντικό χρονοδότη (π.χ. φωτοπερίοδο). Η ημερήσια ή η ετήσια περιοδικότητα των διακυμάνσεων έχει τόσο εμφανείς αιτίες, που συνήθως δεν χρειάζεται επίπονη διερεύνηση. Είναι γνωστό ότι οι μεταναστεύσεις θηλαστικών (χερσαίων και θαλάσσιων), ψαριών, πουλιών, εντόμων και άλλων ζώων εμφανίζουν ετήσια περιοδικότητα. Οι μεταναστεύσεις αυτές προφανώς συγχρονίζονται με την περιοδικότητα του φυσικού περιβάλλοντος, πέραν της ύπαρξης ενδογενούς ρυθμού. Οι ημερήσιες και ετήσιες περιοδικότητες στη φαινολογία πολλών φυτών και δένδρων είναι αρκετά γνωστές.

Η (πιθανή) ύπαρξη διακυμάνσεων κατηγορίας Γ με περίοδο μεγαλύτερη του έτους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις πολλών μικρών θηλαστικών (π.χ. λύγκα, *Lynx canadensis*) σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, με περίοδο 3-12 χρόνια, φαίνονται ομαλές και εθεωρούντο ότι ήταν της κατηγορίας Γ. Σήμερα κατατάσσονται στην κατηγορία Α.

Τέλος, στην κατηγορία Δ ανήκει κατά γενική ομολογία η μεγάλη πλειονότητα των φυσικών πληθυσμών, το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται λόγω των καιρικών μεταβολών. Τυπικά παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι οι πληθυσμοί εντόμων οι οποίοι από καιρού εις καιρόν «εκρήγνυνται» προκαλώντας μάλιστα σοβαρές ζημιές, παρόλο που και στις περιπτώσεις αυτές δεν αποκλείεται η εμπλοκή ενδογενών του πληθυσμού δυναμικών φαινομένων. Η εξέλιξη του βιολογικού κύκλου των εντόμων αυτών σχετίζεται με τον κορεσμό των θηρευτών τους. Επίσης, έχοντας μεγάλο βιολογικό κύκλο αποφεύγουν την ονομαζόμενη στην πληθυσμιακή οικολογία αριθμητική ανταπόκριση των θηρευτών τους.

11. ΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΤΑΙ ΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Ο ρυθμός αύξησης ενός πληθυσμού είναι η διαφορά ανάμεσα στον ρυθμό εισόδου νέων ατόμων στον πληθυσμό, λόγω γεννήσεων και εποικίσεων, και στον ρυθμό απάλειψης ατόμων, λόγω θανάτων και αποικίσεων (μεταναστεύσεων). Αυτό μπορεί να εκφρασθεί αλγεβρικά ως εξής:

$$\frac{dN}{dt} = B + I - D - E$$

όπου το N συμβολίζει το μέγεθος του πληθυσμού, το dN / dt τον ρυθμό αύξησης του N



στον χρόνο, και τα B, I, D, E τους ρυθμούς γεννήσεων, εποίκισεων, θανάτων και αποικήσεων (μεταναστεύσεων).

Για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε πέρα από τέτοιες στοιχειώδεις προτάσεις, είναι συχνά χρήσιμο να κρατήσουμε κάποιους παράγοντες σταθερούς, ή ακόμα και να αγνοήσουμε εντελώς την επίδραση τους, για να διερευνήσουμε τον ρόλο μόνον ενός ή δύο κάθε φορά. Εφαρμόζοντας αυτή τη μέθοδο, μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο πληθυσμός μας είναι κλειστός, ότι δηλαδή $I = 0$ και $E = 0$ (δεν υπάρχει είσοδος ατόμων στον πληθυσμό, ούτε έξοδος). Τέτοιου είδους απλουστεύσεις είναι συνήθεις στην κατασκευή μαθηματικών μοντέλων, γεγονός που σε μεγάλο βαθμό ευθύνεται για τη δυσπιστία των βιολόγων απέναντι τους. Πολλοί υποστηρίζουν ότι αυτός που δημιουργεί το μοντέλο παραβλέπει παράγοντες σημαντικούς για το φυσικό σύστημα το οποίο προσπαθεί να προσομοιώσει. Ωστόσο, είμαστε υποχρεωμένοι να αναγνωρίσουμε πως η παράλειψη ενός συγκεκριμένου παράγοντα σε κάποιο στάδιο της ανάπτυξης ενός μοντέλου δεν σημαίνει ότι ο παράγοντας αυτός θεωρείται ασήμαντος. Αντίθετα, μπορεί να θεωρείται τόσο σημαντικός, ώστε να αποτελέσει αργότερα αντικείμενο ενός ιδιαίτερου μοντέλου. Μέχρι τότε, απλώς υποδεικνύεται με ποιον τρόπο, αργότερα, ο παράγοντας αυτός θα μπορέσει να ενσωματωθεί στο μοντέλο.

Συνεχίζοντας με την ανάλυση της πληθυσμιακής αύξησης, σημειώνουμε ότι ο απόλυτος αριθμός θανάτων ή γεννήσεων σε δεδομένο χρονικό διάστημα θα εξαρτηθεί από τον αριθμό των ατόμων στον πληθυσμό. Όσο περισσότερα είναι τα άτομα, τόσο πιο μεγάλος θα είναι ο αριθμός γεννήσεων και θανάτων. Αρχικά, ας υποθέσουμε ότι υπάρχουν κάποιοι μέσοι όροι γονιμότητας και θνησιμότητας, που ισχύουν για όλα τα άτομα του πληθυσμού. Αυτό σημαίνει ότι το B και το D είναι ανάλογα του αριθμού των ατόμων, N. Χρησιμοποιώντας σύμβολα, $B = b \cdot N$ και $D = d \cdot N$, όπου b και d είναι οι μέσοι ρυθμοί γεννήσεων και θανάτων ανά άτομο ανά χρονική μονάδα. Συνεπώς, μπορούμε να γράψουμε

$$\frac{dN}{dt} = b \cdot N - d \cdot N = (b - d) \cdot N$$

Αυτή είναι η εξίσωση της εκθετικής πληθυσμιακής αύξησης (exponential population growth), που συνήθως γράφεται με $(b - d) = r$. Η σταθερά r ονομάζεται εγγενής ρυθμός αύξησης (intrinsic rate of increase) του πληθυσμού. Θα σημειώσουμε όμως ότι αν το b είναι μεγαλύτερο του d, τότε το πληθυσμιακό μέγεθος N θα αυξάνεται χωρίς περιορισμό, ολοένα και ταχύτερα.

Η χρονική μονάδα επιλέγεται αυθαίρετα (λεπτά της ώρας, μήνες, έτη, κ.λπ.). Η μονάδα που θα χρησιμοποιηθεί θα καθορίσει και το μέγεθος του r. Πραγματοποιώντας τους



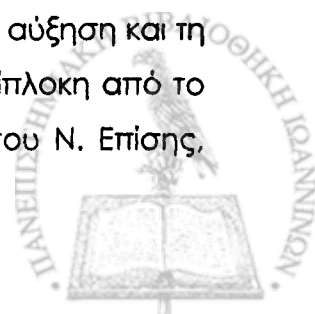
αναγκαίους υπολογισμούς, βρίσκουμε πως ένας πληθυσμός, με απεριόριστη εκθετική αύξηση, θα καταλήξει να περιέχει περισσότερους οργανισμούς από όσα είναι τα άτομα στο ορατό σύμπαν, ενώ ο συνολικός όγκος του θα αυξάνεται με την ταχύτητα του φωτός.

Βέβαια, οι πληθυσμοί στη φύση δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα, συνεπώς οι προϋποθέσεις του μοντέλου μας πρέπει να εμπεριέχουν κάποιο σοβαρό σφάλμα. Μπορούμε να σκεφτούμε πολλούς λόγους για τους οποίους η απεριόριστη αύξηση του πληθυσμού φαίνεται παράλογη. Πολύ απλά, δεν θα υπήρχε αρκετή τροφή για να συντηρήσει έναν πληθυσμό απείρου μεγέθους, ούτε αρκετός χώρος ώστε να μπορούν τα άτομα να σταθούν, να κοιμηθούν, ή να αναπαράγονται. Πώς παραλείψαμε να ενσωματώσουμε στο μοντέλο μας αυτούς τους περιοριστικούς παράγοντες;

Το πρόβλημα, αρκετά σύνηθες, εντοπίζεται στην σιωπηρή προϋπόθεση ότι το b και το d έχουν τιμές σταθερές, ανεξάρτητες του N . Συμβολίζοντας με b και d τους ρυθμούς γεννήσεων και θανάτων στον πληθυσμό, απομακρυνθήκαμε κάπως από τη βιολογική σημασία τους. Ας εξετάσουμε, λοιπόν, την επίδραση του αυξημένου πληθυσμιακού μεγέθους στις τιμές των b και d . Καθώς ο πληθυσμός μεγαλώνει, ο ρυθμός των θανάτων πιθανότατα θα αυξηθεί, για διάφορους λόγους, όπως είναι η μείωση της μέσης ποσότητας τροφής και χώρου που διατίθεται για κάθε άτομο. Από την άλλη πλευρά, ο ρυθμός των γεννήσεων πιθανότατα θα μειωθεί παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού, με μόνη πιθανή εξαίρεση τους, αρχικά, ιδιαίτερα αραιούς πληθυσμούς στους οποίους τα άτομα απέχουν τόσο πολύ μεταξύ τους ώστε δυσκολεύονται να βρουν ταιρί. Για να ενσωματώσουμε στο μοντέλο μας την επίδραση του N στους ρυθμούς γεννήσεων και θανάτων, πρέπει να την εκφράσουμε αλγεβρικά. Οι έως τώρα ασαφείς όροι αύξηση και μείωση πρέπει να καθοριστούν με ακρίβεια. Θα ακολουθήσουμε, λοιπόν, τη συνήθη διαδικασία στην κατασκευή μοντέλων και θα υποθέσουμε ότι οι παράγοντες αυτοί αποτελούν γραμμικές συναρτήσεις του N . Μπορούμε, συνεπώς, να εκφράσουμε την εξάρτηση των b και d από το N ως $b = b_0 - k_b \cdot N$ και $d = d_0 + k_d \cdot N$. Στην περίπτωση αυτή, τα b_0 και d_0 είναι οι τιμές στις οποίες τείνει ο πληθυσμός όταν γίνεται πολύ μικρός, k_b είναι η κλίση της γραμμικής μείωσης του ρυθμού των γεννήσεων και k_d η κλίση της γραμμικής αύξησης του ρυθμού των θανάτων. Ενσωματώνοντας αυτές τις σχέσεις στο μοντέλο μας, βρίσκουμε ότι

$$\frac{dN}{dt} = [(b_0 - k_b \cdot N) - (d_0 + k_d \cdot N)] \cdot N$$

Αυτή είναι μία μορφή της λογιστικής εξίσωσης (logistic equation) για την αύξηση και τη ρύθμιση του μεγέθους των πληθυσμών. Παρ' ότι φαίνεται αρκετά πιο περίπλοκη από το αρχικό μοντέλο, παραμένει επιλύσιμη και μπορεί να μας δώσει την τιμή του N . Επίσης,



μπορεί να μας βοηθήσει στη μαθηματική διερεύνηση της εκθετικής αύξησης των πληθυσμών.

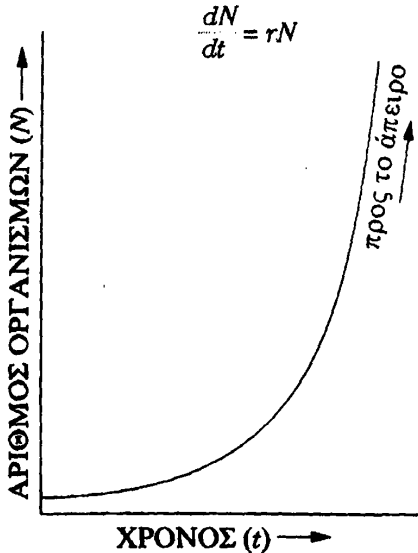
Πέραν του ότι οδηγεί σε πιο ρεαλιστική τιμή για το N , η νέα μορφή του λογιστικού μοντέλου προσφέρει και κάποιες καινούργιες και ενδιαφέρουσες δυνατότητες. Θυμηθείτε ότι όταν $b = d$, ο πληθυσμός διατηρείται σταθερός. Δηλαδή, ο πληθυσμός μπορεί να διατηρήσει ένα σταθερό μέγεθος N , όταν

$$b_o - k_b \cdot N = d_o + k_d \cdot N \quad \text{ή} \quad N = \frac{b_o - d_o}{k_b + k_d}$$

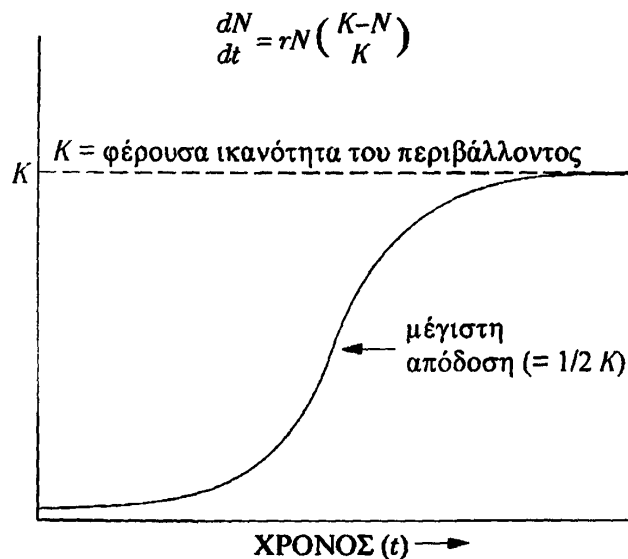
Αυτή η τιμή του N ονομάζεται «φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος» (carrying capacity of the environment) και συμβολίζεται συνήθως με K .

Με βάση τις παραπάνω εξισώσεις, μπορούμε να διαπιστώσουμε, εκτελώντας τους απαραίτητους υπολογισμούς, ότι για οποιαδήποτε τιμή του N μεγαλύτερη του K , το μέγεθος του πληθυσμού θα μειωθεί. Αντίστοιχα, για κάθε τιμή του N μικρότερη του K , το μέγεθος του πληθυσμού θα αυξηθεί. Συνεπώς, η φέρουσα ικανότητα K δεν αντιπροσωπεύει μόνο το ανώτατο όριο του αυξανόμενου πληθυσμού, αλλά και το πληθυσμιακό μέγεθος σε κατάσταση ισορροπίας, στο οποίο θα οδηγηθεί ο πληθυσμός τελικά, οποιοδήποτε και αν ήταν το αρχικό του μέγεθος.

ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ



ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ



Σχήμα 3. Δύο στοιχειώδεις μορφές πληθυσμιακής αύξησης: εκθετική αύξηση (αριστερή καμπύλη) και λογιστική αύξηση (δεξιά καμπύλη)

Τέλος, ας συνδυάσουμε τα δύο βασικά σύμβολα που έχουμε προσδιορίσει:

$$K = \frac{b_o - d_o}{k_b + k_d}$$

Αντικαθιστώντας τα στη λογιστική εξίσωση που είχαμε βρει και κάνοντας ορισμένες



αλγεβρικές πράξεις, καταλήγουμε ότι

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

Αυτή είναι η συνηθέστερη μορφή της λογιστικής εξίσωσης για την αύξηση και τη ρύθμιση του μεγέθους ζωικών πληθυσμών, που υπάρχει στα περισσότερα εγχειρίδια και ονομάζεται *λογιστική εξίσωση* (logistic equation) (συχνά αναφέρεται, πιο συγκεκριμένα, ως λογιστική εξίσωση Verhulst - Pearl).

Συνήθως παρουσιάζεται εξ αρχής υπό αυτή τη μορφή και κατόπιν ορίζονται οι σταθερές και συζητείται η πιθανή βιολογική σημασία τους.

12. ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

12.1. Γενικά

Οι οικολόγοι ορίζουν τον ανταγωνισμό ως την ενεργό διεκδίκηση από δύο ή περισσότερους οργανισμούς ενός κοινού πόρου ζωτικής σημασίας. Όταν ο πόρος αυτός δεν επαρκεί για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες όλων των οργανισμών που τον διεκδικούν, τότε αποτελεί παράγοντα περιορισμού της πληθυσμιακής αύξησης. Όταν, επιπλέον, η ανεπάρκεια του πόρου περιορίζει ολόένα και περισσότερο την αύξηση του πληθυσμού, καθώς οι οργανισμοί πολλαπλασιάζονται, τότε ο ανταγωνισμός αποτελεί εξ ορισμού έναν από τους πυκνοεξαρτώμενους παράγοντες. Οι τεχνικές του ανταγωνισμού ποικίλλουν εξαιρετικά. Ένα ζώο που διεκδικεί επιθετικά ένα κομμάτι τροφής από κάποιο άλλο αναμφισβήτητο το ανταγωνίζεται. Η αρωματική σήμανση μιας περιοχής αποτελεί επίσης μορφή ανταγωνισμού, ακόμα και αν τα άλλα ζώα αποφεύγουν την περιοχή μόνο και μόνο λόγω οσμής, χωρίς ποτέ να αντικρίζουν τον ιδιοκτήτη. Ανταγωνισμός είναι και η κατανάλωση πόρων εις βάρος άλλων οργανισμών, ανεξαρτήτως του εάν μεσολαβούν ή όχι επιθετικές συμπεριφορές. Ένα φυτό, για παράδειγμα, μπορεί να δεσμεύει φωσφορικά άλατα, μέσω του ριζικού του συστήματος, εις βάρος των γειτονικών φυτών, ή να τους στερεί την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, σκιάζοντας τα με το φύλλωμά του.

Ανταγωνισμός μπορεί να εκδηλωθεί είτε ανάμεσα σε άτομα του ίδιου είδους [ενδοειδικός ανταγωνισμός (intraspecific competition)], είτε ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών ειδών [διαειδικός ανταγωνισμός (interspecific competition)]. Οι οικολόγοι έχουν εστιάσει τη θεωρία και τις παρατηρήσεις τους κυρίως στον διαειδικό ανταγωνισμό.

Κεντρικό ζήτημα μιας θεωρίας διαειδικού ανταγωνισμού είναι η αποσαφήνιση των συνθηκών υπό τις οποίες ανταγωνιστικά είδη είτε αλληλοαποκλείονται, είτε φθάνουν σε έναν συμβιβασμό που επιτρέπει τη συνύπαρξή τους για απροσδιόριστες χρονικές περιόδους. Και οι δύο περιπτώσεις έχουν συχνά καταγραφεί στη φύση. Όπως και η θεωρία για



τη θήρευση, η θεωρητική προσέγγιση του ανταγωνισμού ασχολείται με τη ρύθμιση της πληθυσμιακής αύξησης. Μάλιστα στις στοιχειώδεις εξισώσεις για τον ανταγωνισμό συμμετέχουν αρκετές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στην περιγραφή των επιπτώσεων της θήρευσης. Έχει επικρατήσει, η παρουσίαση του συγκεκριμένου θέματος να αρχίζει με τις εξισώσεις, να συνεχίζεται με τις γραφικές παραστάσεις που στηρίζονται στις εξισώσεις αυτές και να καταλήγει - όχι πάντοτε - με απόπειρες σύνδεσης της θεωρίας με παρατηρήσεις του φαινομένου του ανταγωνισμού στη φύση.

Η αναγνώριση του ανταγωνισμού ανάμεσα σε δύο είδη γεννά το ευνόητο ερώτημα: γιατί οι δύο πληθυσμοί δεν πιέζουν ο ένας τον άλλον έως ότου ο ένας οδηγηθεί στην εξαφάνιση; Η απάντηση είναι ότι εάν δύο είδη έχουν πράγματι παραπλήσιες ανάγκες, το ένα από αυτά όντως οδηγείται στην εξαφάνιση. Αυτό είναι το αξίωμα του Gause (προς τιμήν του G.F. Gause, ενός από τους πρώτους που μελέτησαν τον ανταγωνισμό), ή, αλλιώς, η αρχή του ανταγωνιστικού αποκλεισμού (principle of competitive exclusion), που μπορεί να διατυπωθεί χονδρικά ως εξής: *δύο είδη πανομοιότυπα από οικολογική άποψη είναι αδύνατον να συνυπάρξουν για μεγάλο χρονικό διάστημα*. Οι έννοιες του οικολογικά πανομοιότυπου και του οικολογικά διαφορετικού γίνονται πιο κατανοητές με την εισαγωγή της έννοιας του οικολογικού θώκου (niche). Κάθε είδος ή, ακριβέστερα, κάθε τοπικός πληθυσμός χαρακτηρίζεται από ένα εύρος θερμοκρασιών, μέσα στο οποίο μπορεί να ζήσει και να αναπαραχθεί, και από μια ποικιλία τροφών, με την οποία μπορεί να συντηρηθεί. Στην περίπτωση των φυτών, κάθε πληθυσμός, εκτός από τη βασική απαίτηση για ηλιακή ενέργεια, πρέπει να απορροφά από το έδαφος έναν συγκεκριμένο συνδυασμό θρεπτικών ουσιών. Επιπλέον, η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μέσα σε καθορισμένα όρια. Ως εδώ έχουμε αναφερθεί σε τρεις παραμέτρους του οικολογικού θώκου: θερμοκρασία, θρεπτικές ουσίες, υγρασία. Υπάρχουν, όμως, και άλλες πολλές, όπως π.χ. οι ώρες της ημέρας και οι εποχές του έτους που το είδος είναι δραστήριο, το ευρύτερο ενδιαίτημα στο οποίο ζει κ.λπ. Προσδιορίζοντας έτσι, μία προς μία, τις διάφορες παραμέτρους, μπορούμε να περιγράψουμε αναλυτικά τον οικολογικό θώκο ενός πληθυσμού, διαμορφώνοντας μια αρκετά ολοκληρωμένη εικόνα των οικολογικών αναγκών του

Η αρχή του ανταγωνιστικού αποκλεισμού λέει, λοιπόν, ότι δύο είδη δεν μπορούν να συνυπάρξουν, παρά μόνο εάν οι οικολογικοί θώκοι τους διαφέρουν. Αυτό σημαίνει ότι εάν τα δύο είδη είναι τόσο όμοια από γενετική άποψη, ώστε να έχουν τον ίδιο οικολογικό θώκο, τότε δεν θα μπορέσουν να κατοικήσουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Υπάρχει, επίσης, περίπτωση τα δύο είδη να διαφέρουν γενετικά, αλλά να βρίσκονται σε ένα περιβάλλον όπου είναι υποχρεωμένα να ζουν στην ίδια περιοχή και να κάνουν τα ίδια



πράγματα. Και σε αυτή την περίπτωση, το ένα είδος θα αντικαταστήσει το άλλο. Τα δύο είδη θα μπορέσουν να συνυπάρξουν μόνο εάν προστίθενται επιπλέον περιοχές στο περιβάλλον, και μάλιστα με τέτοιον τρόπο ώστε άλλες να ευνοούν το ένα είδος και άλλες το άλλο είδος. Ο θώκος του, με άλλα λόγια, είναι αρκετά διαφορετικός έτσι ώστε να μπορούν να συνυπάρχουν.

Ανταγωνιστικός αποκλεισμός προκύπτει όταν το ένα είδος παράγει αρκετά άτομα, ώστε να παρεμποδίζει την πληθυσμιακή αύξηση του άλλου είδους. Αυτό, όμως, δεν πρόκειται να συμβεί εάν οι οικολογικοί θώκοι των δύο ειδών είναι τόσο διαφορετικοί ώστε κάθε είδος να έχει την αποκλειστικότητα σε ένα τμήμα του περιβάλλοντος όπου δεν καταπιέζεται από υπερβάλλοντες αριθμούς των ανταγωνιστών του. Κάθε είδος θα τείνει να αυξάνεται λογιστικά, δηλαδή μέχρι να φθάσει στο μέγεθος ισορροπίας του πληθυσμού του (εξ ορισμού, $N = K$). Εάν, στο σημείο αυτό, ο πληθυσμός του δεν είναι τόσο μεγάλος ώστε να αντιστρέψει την πληθυσμιακή αύξηση του άλλου είδους, και το ίδιο ισχύει και για το δεύτερο είδος, τότε η συνύπαρξη είναι εφικτή.

12.2. Εξισώσεις ανταγωνισμού Lotka – Volterra.

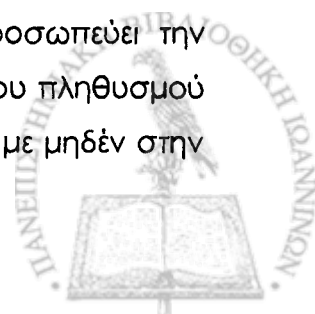
Οι εξισώσεις Lotka -Volterra για τον ανταγωνισμό είναι μια τροποποίηση της λογιστικής εξίσωσης Verhulst-Pearl και στηρίζονται στις ίδιες παραδοχές.

Ας θεωρήσουμε δύο ανταγωνιστικά είδη, N_1 και N_2 , με φέρουσες ικανότητες K_1 και K_2 απουσία του ενός ή του άλλου. Επίσης, κάθε είδος έχει τον δικό του μέγιστο στιγμιαίο ρυθμό αύξησης ανά άτομο, r_1 και r_2 . Η ταυτόχρονη αύξηση των δύο αυτών ειδών, όταν συνυπάρχουν, περιγράφεται από ένα ζεύγος διαφορικών λογιστικών εξισώσεων:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \cdot N_1 \cdot \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} \cdot N_2}{K_1} \right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot N_2 \cdot \left(\frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} \cdot N_1}{K_2} \right)$$

όπου α_{12} , και α_{21} είναι οι συντελεστές ανταγωνισμού. Ο α_{12} , αποτελεί χαρακτηριστικό του είδους 2 που μετρά την ανταγωνιστική παρεμπόδιση (ανά άτομο) που ασκεί στον πληθυσμό του είδους 1. Ο α_{21} είναι, ομοίως, χαρακτηριστικό του είδους 1 που μετρά τις ανασταλτικές του επιδράσεις (ανά άτομο) πάνω στον πληθυσμό του είδους 2. Οι δείκτες των συντελεστών ανταγωνισμού δείχνουν πολύ εύκολα ποιος πληθυσμός επηρεάζει και ποιος επηρεάζεται. Έτσι, ο α_{12} δείχνει την ανασταλτική επίδραση ενός ατόμου του πληθυσμού N_2 στην ανάπτυξη του πληθυσμού N_1 , ενώ ο α_{21} αντιπροσωπεύει την ανασταλτική επίδραση ενός ατόμου του πληθυσμού N_1 , στην ανάπτυξη του πληθυσμού N_2 . Όταν απουσιάζει κάθε διαειδικός ανταγωνισμός [το α_{12} ή το N_2 ισούνται με μηδέν στην



εξίσωση (1) ή το a_{21} ή το N_1 ισούται με μηδέν στην εξίσωση (2)], και οι δύο πληθυσμοί αυξάνονται σιγμοειδώς, σύμφωνα με τη λογιστική εξίσωση των Verhulst-Pearl, και φθάνουν σε πληθυσμιακή πυκνότητα ισορροπίας στη φέρουσα ικανότητα τους.

Οι εξισώσεις Lotka-Volterra μπορούν να γραφούν και με πιο γενικό τρόπο για μια βιοκοινότητα που αποτελείται από n διαφορετικά είδη :

$$\frac{dN_i}{dt} = r_i \cdot N_i \left((K_i - N_i - \sum_{j \neq i} a_{ij} \cdot N_j) / K_i \right)$$

όπου τα i και j υποδηλώνουν είδη και κυμαίνονται από 1 έως n . (Σημειώστε ότι όλα τα a_{ij} είναι ≥ 1). Σε σταθερή κατάσταση, το dN_i/dt πρέπει να είναι ίσο με μηδέν για όλα τα i και οι πληθυσμιακές πυκνότητες ισορροπίας δίνονται από την εξίσωση:

$$N_i = K_i - \sum_{j \neq i} a_{ij} \cdot N_j$$

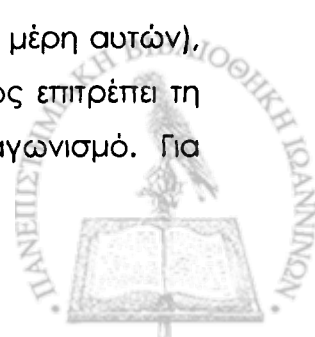
Σημειώστε ότι όσο περισσότερους ανταγωνιστές έχει ένα είδος τόσο μεγαλύτερος γίνεται ο όρος $(\sum_{j \neq i} a_{ij} N_j)$ και τόσο απομακρύνεται το πληθυσμιακό μέγεθος ισορροπίας αυτού του είδους από την τιμή K_i , κάτι που συμφωνεί με τη βιολογική διαίσθηση.

Οι εξισώσεις αυτές των Lotka-Volterra εμπεριέχουν ορισμένες παραδοχές, μερικές από τις οποίες μπορούμε να τις άρουμε.

Οι μέγιστοι ρυθμοί αύξησης, οι συντελεστές ανταγωνισμού και οι φέρουσες ικανότητες θεωρούνται σταθερές και αμετάβλητες. Δεν μεταβάλλονται με τις πληθυσμιακές πυκνότητες, με τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων, ή με κάτι άλλο. Ως αποτέλεσμα, όλες οι ανασταλτικές σχέσεις μέσα και ανάμεσα στους πληθυσμούς είναι αυστηρά γραμμικές και όλα τα άτομα του πληθυσμού N_i είναι πανομοιότυπα, όπως συμβαίνει και με τα άτομα του πληθυσμού N_2 .

Στους πραγματικούς πληθυσμούς, οι ρυθμοί αύξησης, οι ικανότητες ανταγωνισμού, και οι φέρουσες ικανότητες διαφέρουν από άτομο σε άτομο, ανάλογα με την πληθυσμιακή πυκνότητα και τη σύνθεση της βιοκοινότητας, καθώς και στον χώρο και τον χρόνο. Μάλιστα, η παροδική ποικιλομορφία του περιβάλλοντος επιτρέπει συχνά τη συνύπαρξη μεταβάλλοντας διαρκώς τις ανταγωνιστικές ικανότητες των πληθυσμών που το κατοικούν. Χωρίς αμφιβολία, οι χρονικές υστερήσεις έχουν κάποια σημασία στους πραγματικούς πληθυσμούς. Τελικά, ένα ετερογενές περιβάλλον μπορεί να επιτρέψει στους πραγματικούς ανταγωνιστές να αναπτύξουν αποκλίνοντα πρότυπα χρήσης των πόρων και να μειώσουν έτσι τη διαειδική ανταγωνιστική παρεμπόδιση.

Ολόκληρη σχεδόν η θεωρία που οικοδομήθηκε πάνω στις εξισώσεις Lotka-Volterra αφορά μόνο συνθήκες ισορροπίας. Τα φυσικά οικολογικά συστήματα (και μέρη αυτών), όμως, μπορεί συχνά να είναι εν μέρει ακόρεστα, γεγονός που ενδεχομένως επιτρέπει τη συνύπαρξη πληθυσμών που διαφορετικά δεν θα άντεχαν στον ανταγωνισμό. Για



παράδειγμα, είτε η θήρευση είτε η πυκνοανεξάρτητη αραιώση μπορούν να συγκρατούν τον πληθυσμό σε χαμηλά επίπεδα και έτσι να μειώνουν τον ανταγωνισμό. Ωστόσο, η αύξηση της αραιώσης στις εξισώσεις Lotka-Volterra δεν μειώνει την ένταση της ανταγωνιστικής παρεμπόδισης, εκτός κι αν μειωθούν οι πληθυσμιακές πυκνότητες. Ένα πιο ρεαλιστικό μοντέλο θα μπορούσε να συμπεριλάβει τον λόγο της στιγμιαίας απαίτησης ως προς την παροχή πόρων. Μια τέτοια πιθανότητα θα μπορούσε να είναι η μετατροπή των συντελεστών ανταγωνισμού σε μεταβλητές και συναρτήσεις των συνδυασμένων πυκνοτήτων και των δύο πληθυσμών.

12.2. Οι εξισώσεις για τη θήρευση Lotka-Volterra.

Η θήρευση αποτελεί μία από τις θεμελιώδεις βιολογικές διεργασίες, για διάφορους λόγους: προσφέρει τις περισσότερες από τις κύριες οδούς ενεργειακής ροής μέσα στο οικοσύστημα, επιτρέπει την εξέλιξη και συσσώρευση πολύ περισσότερων ειδών από ζώα και φυτά, σε δεδομένο οικοσύστημα είναι η κύρια πηγή πυκνοεξαρτώμενων επιδράσεων που ρυθμίζουν την αύξηση του πληθυσμού σε πάρα πολλά φυτικά και ζωικά είδη. Θα εξετάσουμε αρχικά τον ρόλο της θήρευσης στη ρύθμιση της πληθυσμιακής αύξησης, ξεκινώντας από τις κλασικές εξισώσεις των Lotka-Volterra για τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε θηρευτές και θηράματα. Στη συνέχεια θα δούμε γιατί, όπως κατά κανόνα συμβαίνει σε μια επιστήμη που εξελίσσεται ταχύτατα, το μοντέλο στο οποίο βασίστηκαν οι εξισώσεις αυτές θα πρέπει να γίνει πιο σύνθετο, ώστε να μπορέσει να αναπαραστήσει την πραγματικότητα με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Οι εξισώσεις Lotka-Volterra, στηρίζονται σε δύο πολύ απλές παραδοχές: ο ρυθμός γεννήσεων του θηρευτή αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των θηραμάτων, ενώ η θνησιμότητα του θηράματος αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των θηρευτών. Ας ονομάσουμε τον θηρευτή «είδος 1» και το θήραμα «είδος 2» και ας εισαγάγουμε τον συμβολισμό $2 \rightarrow 1$, που σημαίνει ότι το είδος 2 τροφοδοτεί με ενέργεια το είδος 1, δηλαδή ότι το είδος 1 τρώει το είδος 2.

Ο αριθμός ατόμων στον πληθυσμό του θηρευτή συμβολίζεται με N_1 και ο αριθμός ατόμων στον πληθυσμό του θηράματος με N_2 . Ξεκινούμε αναγνωρίζοντας ότι ο ατομικός ρυθμός γεννήσεων του θηρευτή εξαρτάται από τη διαθέσιμη ποσότητα τροφής, που με τη σειρά της εξαρτάται από την πυκνότητα του πληθυσμού του θηράματος. Με λίγα λόγια, το μέγεθος του πληθυσμού του θηρευτή ισούται με $B_1 N_2$, όπου το N_2 αντιστοιχεί στον αριθμό ατόμων στον πληθυσμό του θηράματος και το B_1 , είναι μια σταθερά αναλογίας. Ο ατομικός ρυθμός θανάτων του θηρευτή, αντιθέτως, δεν εξαρτάται τόσο πολύ από τον αριθμό των θηραμάτων και μπορεί να εκφραστεί ως μια σταθερά, έστω D_1 . Συνδυάζοντας



αυτούς τους όρους σε μια τροποποιημένη μορφή της εξίσωσης εκθετικής αύξησης, έχουμε

Αύξηση πληθυσμού του θηρευτή

$$\frac{dN_1}{dt} = (\text{ατομικός ρυθμός γεννήσεων-ατομικός ρυθμός θανάτων}) \times N_1, \quad \text{δηλαδή}$$

$$\frac{dN_1}{dt} = (B_1 \cdot N_2 - D_1) \cdot N_1 = B_1 \cdot N_1 \cdot N_2 - D_1 \cdot N_1$$

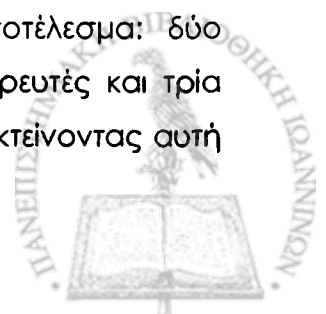
Αυτή είναι η πρώτη εξίσωση Lotka-Volterra. Η δεύτερη περιγράφει την αύξηση του πληθυσμού του θηράματος. Ο ατομικός ρυθμός γεννήσεων του θηράματος, σε αντίθεση με αυτόν του θηρευτή, δεν εξαρτάται άμεσα από την αφθονία άλλων ειδών. Συνεπώς, μπορούμε να τον περιγράψουμε ως μια σταθερά, έστω B_2 . Ο ρυθμός θανάτων του θηράματος, όμως, είναι άμεσα συνδεδεμένος με την αφθονία των θηρευτών και εκφράζεται απλώς ως $D_2 N_1$. Συνδυάζοντας αυτούς τους όρους, βρίσκουμε ότι:

Αύξηση πληθυσμού του θηράματος

$$\frac{dN_2}{dt} = (\text{ατομικός ρυθμός γεννήσεων-ατομικός ρυθμός θανάτων}) \times N_2, \quad \text{δηλαδή}$$

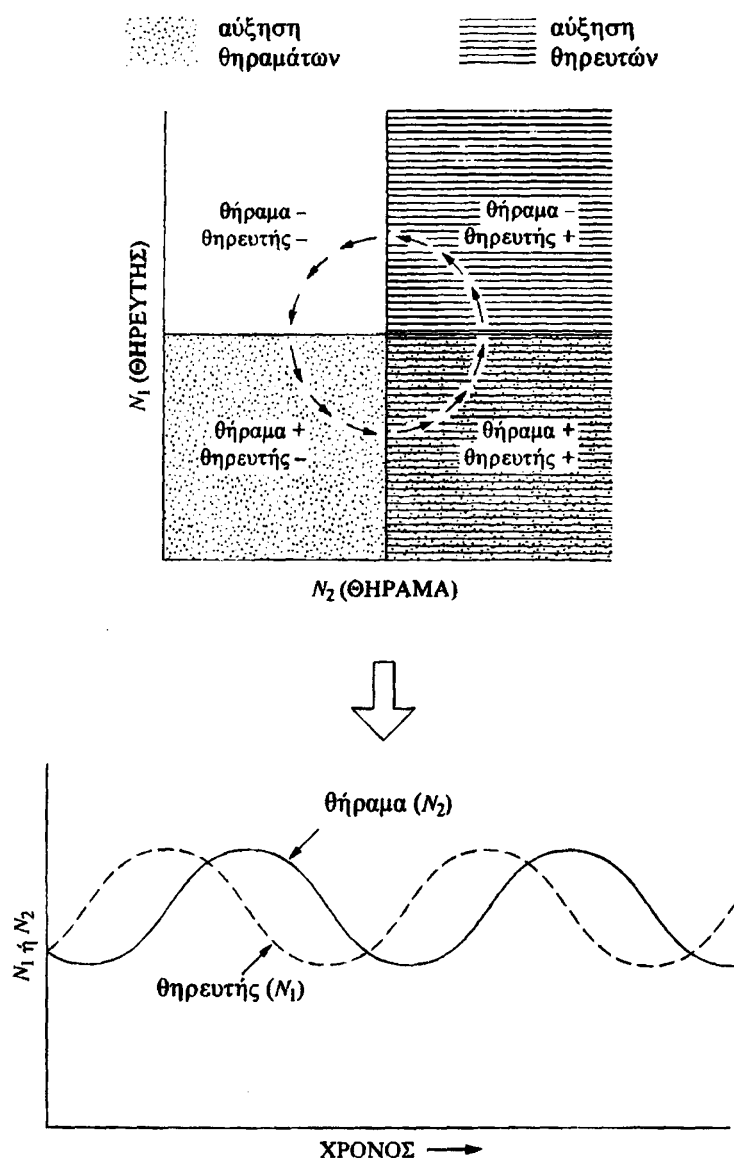
$$\frac{dN_2}{dt} = (B_2 - D_2 \cdot N_1) \cdot N_2 = B_2 \cdot N_2 - D_2 \cdot N_1 \cdot N_2$$

Το ότι οι ρυθμοί αύξησης εξαρτώνται από το γινόμενο των αριθμών των οργανισμών παραπέμπει άμεσα στον νόμο της δράσης των μαζών (mass action), στη χημεία, σύμφωνα με τον οποίο ο ρυθμός μιας αντίδρασης αυξάνεται συναρτήσει των γινομένων της συγκέντρωσης των μορίων που εμπλέκονται στην αντίδραση. Με απλά λόγια, ο ρυθμός μιας αντίδρασης εξαρτάται άμεσα από τους ρυθμούς με τους οποίους τα μόρια συγκρούονται μεταξύ τους και αυτοί, αποτελούν με τη σειρά τους, συνάρτηση του γινομένου των συγκεντρώσεων. Με την ίδια λογική, τα θηράματα τρώγονται από τους θηρευτές ανάλογα με το πόσο συχνά μέλη των δύο ομάδων τυχαίνει να συναντηθούν. Γιατί, όμως, εξαρτάται αυτό από το γινόμενο των αριθμών τους; Υποθέστε ότι ισχύουν οι παρακάτω εξιδανικευμένες συνθήκες. Σε μια περιοχή ζει ένα θήραμα, που αν πεθάνει αντικαθίσταται γρήγορα από κάποιο άλλο. Στη διάρκεια δεδομένου χρονικού διαστήματος, ένας θηρευτής κατά μέσον όρο εξερευνά ολόκληρη την περιοχή. Αποτέλεσμα: μία αλληλεπίδραση θηρευτή-θηράματος. Ας υποθέσουμε, τώρα, ότι στο ίδιο χρονικό διάστημα εξερευνούν την περιοχή δύο θηρευτές, αλλά σε διαφορετικές στιγμές ο καθένας, έτσι ώστε το θήραμα που θα φαγωθεί από τον πρώτο θηρευτή να αντικατασταθεί εγκαίρως από άλλο, ώστε να το ανιχνεύσει ο δεύτερος θηρευτής. Αποτέλεσμα: δύο αλληλεπιδράσεις θηρευτή-θηράματος. Έστω, τώρα, ότι έχουμε τρεις θηρευτές και τρία θηράματα. Αποτέλεσμα: εννιά αλληλεπιδράσεις θηρευτή-θηράματος. Επεκτείνοντας αυτή



τη λογική, μπορείτε να αντιληφθείτε σαφέστερα πόσο αναγκαία είναι η χρήση γινομένων στα πληθυσμιακά μοντέλα.

Σύμφωνα με τις εξισώσεις Lotka-Volterra, τα πληθυσμιακά μεγέθη (N_1 και N_2) θα βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας όταν οι πληθυσμοί θηρευτή και θηράματος σταματήσουν να μεταβάλλονται. Τότε, εξ ορισμού, $dN/dt = 0$. Θέτοντας $dN_1/dt = 0$, για τον πληθυσμό του θηρευτή, λαμβάνουμε $N_2 = D_1/B_1$. Θέτοντας $dN_2/dt = 0$, για τον πληθυσμό του θηράματος, λαμβάνουμε $N_1 = B_2/D_2$. Αυτές οι δύο εξισώσεις δίνουν ευθείες γραμμές σε μια γραφική παράσταση όπου ο ένας άξονας αντιπροσωπεύει το N_1 και ο άλλος το N_2 .



Σχήμα 4. Αλληλεπίδραση θηρευτή-θηράματος, όπως προβλέπεται από τις εξισώσεις Lotka-Volterra. Το διάγραμμα (άνω) δείχνει τα συνδυασμένα μεγέθη των δύο πληθυσμών που αλληλεπιδρούν. Στη γραφική παράσταση (κάτω) παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά μεγέθη των δύο ειδών συναρτήσει του χρόνου

Παρατηρούμε στο διάγραμμα (του σχήματος4) ότι δεξιά της κατακόρυφης γραμμής, δηλαδή της «καμπύλης» $N_2 = D_1/B_1$ ο πληθυσμός του θηρευτή αυξάνεται. Αυτό συμβαίνει επειδή, όταν ο αριθμός των θηραμάτων υπερβεί το D_1/B_1 ο ρυθμός γεννήσεων στον πληθυσμό του θηρευτή υπερβαίνει τον ρυθμό θανάτων. Αριστερά της ίδιας γραμμής, ο πληθυσμός του θηρευτή μειώνεται. Προσέξτε, επίσης, ότι κάτω από την οριζόντια γραμμή, δηλαδή την «καμπύλη» $N_1 = B_2/D_2$, ο πληθυσμός του θηράματος αυξάνεται, επειδή τώρα οι θηρευτές είναι λίγοι (λιγότεροι από D_2/B_2), άρα ο ρυθμός θανάτων στον πληθυσμό του θηράματος είναι χαμηλότερος από τον ρυθμό των γεννήσεων.

Ας κοιτάξουμε, τώρα, τη γραφική παράσταση της αλληλεπίδρασης θηρευτή-θηράματος. Τα βέλη του κύκλου, στο άνω διάγραμμα του σχήματος, αντιπροσωπεύουν τα συνδυασμένα πληθυσμιακά μεγέθη θηρευτή και θηράματος, καθώς μεταβάλλονται με τον χρόνο. Επιλέξτε κάποιο σημείο στο άνω αριστερό τμήμα του κύκλου. Εφόσον το σημείο αυτό βρίσκεται αριστερά της κατακόρυφης γραμμής, δεν υπάρχουν αρκετά θηράματα για να στηρίξουν την αύξηση στον πληθυσμό του θηρευτή· συνεπώς, τα βέλη κατευθύνονται προς τα κάτω. Δεδομένου, όμως, ότι το σημείο βρίσκεται πάνω από τη οριζόντια γραμμή, ο αριθμός των θηρευτών παραμένει υπερβολικά μεγάλος για να επιτρέψει στο πληθυσμό του θηράματος να αυξηθεί. Συνεπώς, τα βέλη κατευθύνονται και προς τα αριστερά. Το σημείο που επιλέξαμε, λοιπόν, μετατοπίζεται προς τα κάτω και αριστερά. Η μετατόπιση αυτή συνεχίζεται μέχρι την οριζόντια γραμμή, στην οποία οι θηρευτές θα έχουν ελαττωθεί τόσο, ώστε ο πληθυσμός του θηράματος να αρχίσει να αυξάνεται. Τα βέλη κατευθύνονται τώρα προς τα κάτω και δεξιά. Μπορείτε να συνεχίσετε, ολοκληρώνοντας τον κύκλο και αιτιολογώντας την κατεύθυνση που έχουν τα βέλη σε κάθε τεταρτημόριο.

Είναι σαφές ότι οι πληθυσμοί τόσο του θηρευτή όσο και του θηράματος διαχρονικά θα αυξομειώνονται, όπως φαίνεται στη γραφική παράσταση (κάτω) του σχήματος. Σε ένα ιδανικό σύστημα Lotka-Volterra, οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να διαμορφώνουν πληθυσμιακούς κύκλους, κατά τους οποίους ο αριθμός των ατόμων του πληθυσμού αυξομειώνεται διαδοχικά σε τακτά χρονικά διαστήματα. Είναι γνωστό ότι τέτοιοι κύκλοι υπάρχουν, και μερικοί από αυτούς μπορούμε να πούμε ότι τουλάχιστον κατά προσέγγιση, εναρμονίζονται με το πρότυπο των Lotka-Volterra.

Ωστόσο, οφείλουμε να επισημάνουμε ότι η θήρευση δεν είναι παρά ένας μόνον από μια σειρά παραγόντων που μπορούν να συμβάλλουν στην εμφάνιση πληθυσμιακών κύκλων. Τρεις άλλοι παράγοντες που φαίνεται να εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή είναι οι μαζικές αποικίσεις (μεταναστεύσεις), η πίεση σε επίπεδο φυσιολογίας, λόγω υπερβολικού



συνωστισμού στον χώρο, και οι γενετικές μεταβολές στον πληθυσμό. Οι διακυμάνσεις σπάνια έχουν τόσο ομαλή περιοδικότητα ώστε να μπορούν να ονομασθούν κύκλοι. Πολύ πιο συχνά, είναι εξαιρετικά ακανόνιστες και ερμηνεύονται πολύ δύσκολα.

12.4. Η αρχή του Volterra.

Ο Volterra υπέδειξε την παρακάτω απρόσμενη συνέπεια των εξισώσεων Lotka-Volterra, για το σύστημα θηρευτή-θηράματος. Αν τα δύο είδη καταστρέφονται με τον ίδιο ρυθμό από κάποιον εξωτερικό παράγοντα, όπως το εξοντωτικό κυνήγι ή η χρήση εντομοκτόνων από τον άνθρωπο, ο σχετικός αριθμός των θηραμάτων θα αυξηθεί ενώ ο σχετικός αριθμός των θηρευτών θα μειωθεί. Δηλαδή, αν καταστρέψουμε το 50%, ή οποιοδήποτε άλλο ποσοστό, των ατόμων και από τα δύο είδη, ο αριθμός των θηραμάτων θα ανακάμψει κατόπιν ταχύτερα από τον αριθμό των θηρευτών. Αυτό προκύπτει από τις εξισώσεις, τις οποίες ξαναπαρουσιάζουμε εδώ

$$\frac{dN_1}{dt} = B_1 \cdot N_1 \cdot N_2 - D_1 \cdot N_1 \quad \text{Πληθυσμιακή αύξηση θηρευτή}$$

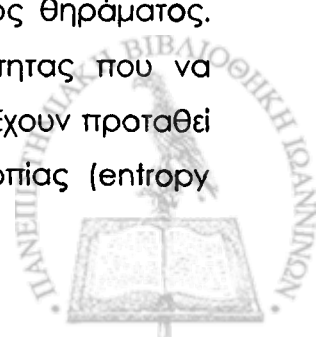
$$\frac{dN_2}{dt} = B_2 \cdot N_2 - D_2 \cdot N_1 \cdot N_2 \quad \text{Πληθυσμιακή αύξηση θηράματος}$$

Παρατηρούμε, και πάλι, ότι ο ρυθμός γεννήσεων του θηρευτή και ο ρυθμός θανάτων του θηράματος εξαρτώνται από το γινόμενο $N_1 N_2$. Αν το N_1 και το N_2 μειωθούν κατά το ίδιο ποσοστό, η επίπτωση της μείωσης θα είναι πολύ μεγαλύτερη στο γινόμενο $N_1 N_2$ απ' ό,τι στο N_1 ή στο N_2 χωριστά. Συνεπώς, ο ρυθμός γεννήσεων του θηρευτή και ο ρυθμός θανάτων του θηράματος θα εμφανίσουν απότομη πτώση.

13. Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.

Για τον ορισμό της ποικιλότητας-σταθερότητας συχνά χρειάζεται να γνωρίζουμε όχι μόνο τον αριθμό των ειδών, αλλά και τη σχετική αφθονία τους.

Ας εξετάσουμε το ζήτημα της σταθερότητας. Εάν ένας θηρευτής τρέφεται με δέκα είδη θηραμάτων που είναι όλα εξίσου άφθονα, στο πλαίσιο παρατεταμένων χρονικών περιόδων, θα αναμέναμε να παίζουν και τα δέκα εξίσου σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση των πληθυσμών του θηρευτή. Ας υποθέσουμε τώρα, ότι το σύστημα περιλαμβάνει ένα είδος σε μεγάλη αφθονία και εννιά πολύ σπάνια είδη θηράματος. Τα σπάνια είδη θα παίζουν ενδεχομένως ασήμαντο ρόλο στη ρύθμιση του πληθυσμού του θηρευτή, ο οποίος στην περίπτωση αυτή συμπεριφέρεται σαν να εξαρτάται από ένα μόνον είδος θηράματος. Είναι, λοιπόν, προφανές ότι χρειαζόμαστε κάποιο μέτρο της ποικιλότητας που να ενσωματώνει πληροφορίες για τη σχετική αφθονία των διαφόρων ειδών. Έχουν προταθεί αρκετά τέτοια μέτρα. Το πιο διαδεδομένο αποκαλείται μέτρο της εντροπίας (entropy



measure), μέτρο πληροφορίας (information measure), ή μέτρο πληροφορίας Shannon-Wiener

$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

H_s = συμβολίζει το μέγεθος της ποικιλότητας σε μια ομάδα S ειδών στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ποικιλότητα αναφέρεται στα είδη (αγγλ. species εξ ου και ο δείκτης S), αλλά θα μπορούσε να αναφέρεται και σε άλλες ταξινομικές κατηγορίες.

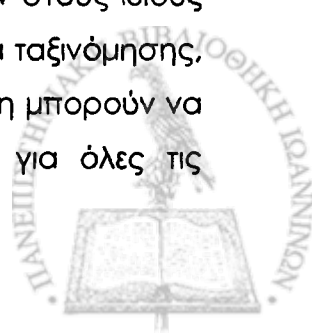
S = ο αριθμός των ειδών στην ομάδα.

p_i = η σχετική αφθονία του i -οστού είδους. Κυμαίνεται από το 0 μέχρι το 1,0 (για παράδειγμα, αν ένα είδος έχει τη δεύτερη μεγαλύτερη αφθονία, τότε $i = 2$ και, εάν το 10% των ατόμων του πληθυσμού ανήκουν στο είδος αυτό, τότε $p_2 = 0,10$).

$\log p_i$ = λογάριθμος του p_i , με βάση το 2, το e , ή το 10. Εδώ, για λόγους ευκολίας, θα χρησιμοποιήσουμε το e , τη βάση των φυσικών λογαρίθμων.

Το αρνητικό πρόσημο προστίθεται, έτσι ώστε το H_s να είναι θετικός αριθμός. Διαφορετικά, επειδή οι λογάριθμοι έχουν όλοι αρνητική τιμή, αφού το p_i παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1,0, όταν το i είναι μεγαλύτερο ή ίσο του 2, το άθροισμα τους θα είχε επίσης αρνητική τιμή. Αυτό το μέτρο της ποικιλότητας χρησιμοποιείται ευρέως από τους οικολόγους, εν μέρει επειδή ταυτίζεται με το μέτρο της εντροπίας που χρησιμοποιείται στη θερμοδυναμική και με το μέτρο πληροφορίας που χρησιμοποιείται στη θεωρία των πληροφοριών. Και στους τρεις επιστημονικούς χώρους -φυσική, μαθηματικά της επικοινωνίας, και οικολογία- το H αντιπροσωπεύει τον βαθμό «αβεβαιότητας». Μια υψηλή τιμή για το H σημαίνει ότι εάν επιλέξουμε ένα τυχαίο άτομο, μήνυμα ή οργανισμό, θα υπάρχει αυξημένη αβεβαιότητα για την κατηγορία στην οποία ανήκει. Αντίθετα, εάν υπάρχει, για παράδειγμα, ένα μόνον είδος οργανισμού σε μια κοινότητα, τότε η αβεβαιότητα ως προς τον τυχαίο οργανισμό θα είναι μηδενική. Σε αυτή την περίπτωση, η τιμή του H θα είναι μηδέν, αφού $p = 1$ και $\log p = \log 1 = 0$. Για κάθε δεδομένο αριθμό ειδών, η τιμή του H_s θα είναι μέγιστη, όταν όλα τα είδη είναι εξίσου άφθονα. Αυτό φαίνεται λογικό, δεδομένου ότι η αβεβαιότητα για κάποιον συγκεκριμένο οργανισμό είναι όντως μέγιστη όταν υπάρχουν ίσες πιθανότητες να ανήκει σε οποιοδήποτε από τα υπάρχοντα είδη.

Το μέτρο της εντροπίας διαθέτει και άλλα πλεονεκτήματα. Κατ' αρχάς, δεν έχει ανώτατο όριο. Δηλαδή, με την προσθήκη νέων ειδών σε μια κοινότητα, το H_s τείνει να αυξάνεται απεριόριστα· για έναν άπειρο αριθμό ειδών, το H_s απειρίζεται. Επίσης, όταν στους ίδιους οργανισμούς εφαρμόζονται διαφορετικά, ανεξάρτητα μεταξύ τους, κριτήρια ταξινόμησης, τα διαφορετικά μέτρα της εντροπίας που προκύπτουν από κάθε ταξινόμηση μπορούν να προστεθούν, παρέχοντας έτσι το συνολικό μέγεθος της ποικιλότητας για όλες τις



ταξινομήσεις μαζί. Έστω ότι, πέραν της ταξινόμησης ανάλογα με το είδος, αποφασίζουμε να τα κατατάξουμε με βάση την τροφή που καταναλώνουν (π.χ. το 60%, ή 0,6 τρέφονται με πουλιά, το 0,2 με έντομα, κ.λπ.), ή με βάση τον μικροβιότοπό τους (0,4 ζουν στις κορυφές των δένδρων, 0,3 στις βάσεις των δένδρων, κ.λπ.). Κάθε νέο, ανεξάρτητο κριτήριο ταξινόμησης δίνει το δικό του H. Από τις ιδιότητες του μέτρου της εντροπίας γνωρίζουμε ότι αθροίζοντας τις τιμές των επί μέρους H καταλήγουμε στο συνολικό H. Μπορούμε, συνεπώς, να συγκρίνουμε ομάδες οργανισμών ανάλογα με την ποικιλότητα τους ως προς ένα ευρύ φάσμα οικολογικών χαρακτηριστικών. Στις περισσότερες περιπτώσεις, πάντως, το H που θα συναντήσετε στην οικολογική βιβλιογραφία θα είναι αυτό που εδώ ονομάσαμε Hs, δηλ. η ποικιλότητα ως προς τα είδη.

14. ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΙΧΘΥΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.

Βιολογικός πόρος ή απόθεμα χαρακτηρίζεται πληθυσμός ή τμήμα πληθυσμού (υποπληθυσμός), ο οποίος καταλαμβάνει ορισμένη γεωγραφική περιοχή. Το ιχθυαπόθεμα είναι το αλιεύσιμο κλάσμα ενός πληθυσμού ψαριών σε μια περιοχή και συνίσταται από τον ολικό αριθμό των ατόμων εκείνων που είναι αρκετά μεγάλα ώστε να συλλαμβάνονται με τα αλιευτικά δίκτυα. Στο απόθεμα δεν περιλαμβάνονται άτομα μικρού μεγέθους εφ' όσον διαφεύγουν από τα αλιευτικά δίκτυα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον δίδεται από τα ενδιαφερόμενα κράτη στην εφαρμογή βασικών οικολογικών αρχών για την διαχείριση θαλασσίων βιολογικών πόρων σε σημαντικά και παραδοσιακά αλιευτικά πεδία. Εξέχουσα θέση μεταξύ τέτοιων πόρων κατέχουν οι διάφοροι ιχθυοπληθυσμοί.

Ο κύριος θυρευτής των ιχθυοπληθυσμών είναι ο άνθρωπος. Ως αποτέλεσμα της αύξησης του παγκόσμιου ανθρώπινου πληθυσμού και των αυξανόμενων απαιτήσεων διατροφής η συνολική παγκόσμια ιχθυοπαραγωγή από 45 εκατομμύρια τόνους το 1963 έφθασε περίπου σε 100 εκατομμύρια τόνους το 1989. Εκτιμάται ότι η μέγιστη αλιεύσιμη ποσότητα σε μακροπρόθεσμη βάση, και χωρίς ορατούς κινδύνους κατάρρευσης των βασικών αλιευτικών ιχθυαποθεμάτων, βρίσκεται κοντά στο επίπεδο αυτό.

Επιθυμητός στόχος επί δεκαετίες παραμένει η ετήσια αλίευση μιας μέγιστης ποσότητας από κάθε απόθεμα, η οποία να διατηρείται σταθερή από χρόνο σε χρόνο. Η ποσότητα αυτή ονομάζεται "μέγιστη σταθερή παραγωγή" και πρόκειται για τη μέγιστη δυνατή ποσότητα που θεωρητικά τουλάχιστον, θα πρέπει να αλιεύεται κατ' έτος από κάθε ιχθυαπόθεμα. Είναι μια βασική έννοια, η οποία κυριαρχεί στη διαχείριση όχι μόνο ιχθυαποθεμάτων αλλά και άλλων βιολογικών πόρων (δασών, θηραμάτων κλπ.). Η μέγιστη ετήσια παραγωγή κάθε ιχθυαποθέματος για να διατηρείται σταθερή σε μακρο-



χρόνια κλίμακα πρέπει να περιορίζεται σε μια καθορισμένη ποσότητα εκφραζόμενη συνήθως σε βιομάζα, η οποία αναπληρώνεται μέχρι την επόμενη αλιευτική ή θηρευτική περίοδο. Η αναπλήρωση της αλιευτικής παραγωγής οφείλεται στην αύξηση της μάζας των υφισταμένων ατόμων του ιχθυαποθέματος και στην αριθμητική προσαύξηση του ιχθυαποθέματος με νέα άτομα. Η αύξηση της βιομάζας οφείλεται σε αβιοτικούς και τροφικούς παράγοντες ενώ η αύξηση του αριθμού των ατόμων στην είσοδο νέων ατόμων στο απόθεμα λόγω αναπαραγωγής.

Είναι φανερό ότι η μέγιστη σταθερή παραγωγή διαφέρει από απόθεμα σε απόθεμα και η εκτίμηση της είναι εξαιρετικά δυσχερής. Τούτο είναι κατανοητό αν ληφθεί υπόψη το γεγονός των φυσικών διακυμάνσεων κάθε πληθυσμού. Οι διακυμάνσεις ενδέχεται να είναι μεγάλες και ενώ η αλιευτική παραγωγή ενός είδους μπορεί να μηδενιστεί, αργότερα μπορεί να παρουσιάσει μερική ανάκαμψη για λόγους που είναι δύσκολο να διευκρινισθούν.

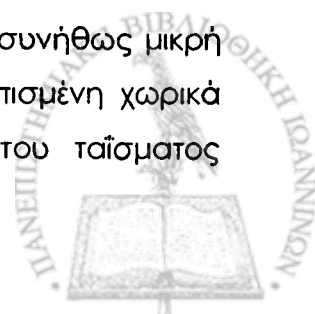
Η αλιευμένη ποσότητα ετησίως εξαρτάται όχι μόνο από το υφιστάμενο μέγεθος του ιχθυαποθέματος αλλά και από την αλιευτική ένταση ή προσπάθεια, η οποία είναι η συνισταμένη πολλών παραμέτρων : του αριθμού των αλιευτικών σκαφών κατά περιοχή, του αριθμού των ημερών που διαρκεί συνολικά η αλίευση και των αλιευτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται.

Η διαχείριση ιχθυαποθεμάτων επηρεάσθηκε σημαντικά με την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων από τη δεκαετία του 1950. Ο στόχος των μοντέλων είναι η πρόβλεψη της μέγιστης αλιεύσιμης ποσότητας σε κάθε αλιευτική περίοδο, ώστε να είναι εφικτή η αλίευση της ίδιας.

15. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών στη Μεσόγειο (UNEP 2002), με αναμενόμενο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% στα επόμενα χρόνια. Τα είδη που καλλιεργούνται στην πλειονότητα των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας στη Μεσόγειο είναι είδη θερμών υδάτων, με κυριότερους αντιπροσώπους την τσιπούρα (*Sparus auratus*) και το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*). Τα είδη αυτά απαιτούν καλή ποιότητα και κυκλοφορία του θαλασσινού νερού, με αποτέλεσμα οι περισσότερες μονάδες να είναι τοποθετημένες σε περιοχές όπου τα ισχυρά θαλάσσια ρεύματα επιτρέπουν ταχεία απομάκρυνση των εκροών από τα κλουβιά, την ελάχιστη συσσώρευση σωματιδιακού και διαλυτού υλικού και την καλή οξυγόνωση του νερού.

Τα ισχυρά θαλάσσια ρεύματα έχουν ως αποτέλεσμα να παρατηρείτε συνήθως μικρή αύξηση των θρεπτικών και του φυτοπλαγκτού (Pitta et al. 1999) εντοπισμένη χωρικά κυρίως κοντά στους κλωβούς και περιορισμένη χρονική διάρκεια του ταΐσματος



(Karakassis et al. 2001). Αντίθετα, η συνεχής ροή περιττωμάτων και υπολειμμάτων τροφής από τους κλωβούς προς το βένθος επάγει την αύξηση του οργανικού υλικού (Hall et al. 1990, Holmer 1991), συσσώρευση ενώσεων αζώτου και φωσφόρου (Holby & Hall 1991, Hall et al. 1992), την αύξηση της βακτηριακής δραστηριότητας (La Rosa et al. 2001) δημιουργία τροποποιημένων βενθικών κοινοτήτων (Weston 1990), οι οποίες χαρακτηρίζονται συνήθως από χαμηλή ποικιλότητα, αφθονία και βιομάζα (La Rosa et al. 2001, Karakassis et al. 2000, 2002, Karakassis & Hatzigianni 20) και την επέκταση ταχέως αυξανόμενων μακροφυκών, όπως είναι για παράδειγμα η *Caulerpa racemosa*, σε βάρος αργά αναπτυσσόμενων ανώτερων θαλάσσιων φυτών, όπως είναι η *Posidonia oceanica* (Argyrou et al. 1999).

Η *P. oceanica* (L.) Delile (Spermatophyta, Angiospermae) σχηματίζει μεγάλης σπουδαιότητας λιβάδια στη Μεσόγειο, συνολικής έκτασης 50.000 Km² τα οποία βρίσκονται σε βάθος μεταξύ ενός και 40 m (Bethoux & Copin-Montegu 1986). Ως ενδημικό είδος της Μεσογείου, η *P. oceanica* προστατεύεται από Οδηγία για τα Ενδιαίτηματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς προσφέρει πωτοκίας και προστασίας για τα νεαρά στάδια πολλών ειδών ψαριών, «φιλοξενεί» πολλά και σπάνια είδη ασπόνδυλων, αποτελώντας ενδιαίτημα αξιοσημείωτης βιοποικιλότητας (Hemminga & Duarte 2000), και σταθεροποιεί το υπόστρωμα στις παράκτιες περιοχές (Gacia & Duarte 2001, Gacia et al. 2002).

Η έκταση των λιβαδιών της *P. oceanica* μειώνεται συνεχώς ως αποτέλεσμα διάφορων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, μια εκ των οποίων αποτελεί η εκθετική αύξηση των ιχθυοτροφείων (Duarte 2002), καθώς σε πολλές περιπτώσεις στη Μεσόγειο οι ιχθυοκαλλιέργειες εγκαθίστανται ακριβώς πάνω από τα λιβάδια *P. oceanica*. Το παραπάνω γεγονός οφείλεται στο ότι η *P. oceanica* σχηματίζει μεγάλα λιβάδια συνήθως όπου υπάρχει αδρό ίζημα και αρκετά ισχυρά θαλάσσια ρεύματα, περιοχές δηλαδή που για τους λόγους που προαναφέρθηκαν αποτελούν ελκυστικό προορισμό για την εγκατάσταση ιχθυοτροφείων.

Όσον αφορά την επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών σε άγριους πληθυσμούς ψαριών και συνεπακόλουθα την αλιεία, λίγα είναι γνωστά παρά την εμφανή και μεγάλη σημασία τους για τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης. Οι έρευνες περιορίζονται κοντά ή κάτω από τους ιχθυοκλωβούς, σε απόσταση λίγων μέτρων, ενώ δεν είναι γνωστές οι επιπτώσεις τους σε μεγαλύτερες αποστάσεις (> 200 m). Ο Carss (1990) είχε ερευνήσει την πυκνότητα άγριων ψαριών αλλά και ψαριών που απέδρασαν από ιχθυοκαλλιέργειες της Σκωτίας και έδειξε ότι ο συνολικός αριθμός και το συνολικό βάρος των ψαριών που πιάστηκαν κοντά



στα κλουβιά των ιχθυοκαλλιέργειών ήταν μεγαλύτερος από τα αντίστοιχα που πιάστηκαν μακριά από αυτά (control sites). Πρόσφατα οι Dempster et. al. (2002) μελέτησαν την πανίδα κάτω από τους κλωβούς των ιχθυοκαλλιέργειών στη δυτική Μεσόγειο Θάλασσα με οπτική παρατήρηση (visual census). Η έρευνα έδειξε ότι ένας μεγάλος αριθμός άγριων ειδών βρίσκεται συνεχώς κάτω από τους ιχθυοκλωβούς και τρέφεται μερικά από την οργανική ύλη που διαφεύγει από τις ιχθυοκαλλιέργειες.

Με δεδομένο ότι οι ιχθυοκαλλιέργειες απελευθερώνουν ένα σημαντικό αριθμό θρεπτικών συστατικών στο υδάτινο οικοσύστημα (Holby & Hall 1991, Hall et. al. 1992), οι επιδράσεις τους είναι δυνατό να εκτείνονται και σε μεγαλύτερες αποστάσεις από αυτές που έχουν μελετηθεί, ιδιαίτερα όταν οι ιχθυοκαλλιέργειες είναι τοποθετημένες σε κλειστές περιοχές. Μέχρι σήμερα η μεγαλύτερη επίδραση που έχει αναφερθεί είναι από τους (Pohle et. al. 2001) στα Καναδικά παράλια, όπου παρατηρήθηκε επίδραση στη βενθική μεγαπανίδα σε απόσταση μεγαλύτερη από τα 200 μέτρα από τις ιχθυοκαλλιέργειες.

Είναι σημαντικό να διερευνηθεί αν αυτός ο εμπλουτισμός επιδρά στην ευρύτερη περιοχή. Η επίδραση αυτή μπορεί να επηρεάζει τη βιοκοινωνία της περιοχής, επιμέρους τμήματα της βιοκοινωνίας, το σύνολο των ιχθυοπληθυσμών της περιοχής είτε τους επιμέρους πληθυσμούς των διαφόρων ειδών ψαριών.



ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

16. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

16.1. Τα ιβάρια

Ήδη από τη ρωμαϊκή εποχή άρχισε να αναπτύσσεται στην υπό μελέτη περιοχή η αλιεία με το σύστημα των φυσικών ιχθυοτροφείων, τα ιβάρια. Στον Αμβρακικό η μέθοδος αυτή συμπίπτει με την περίοδο ακμής της Αρχαίας Νικόπολης, ενδεχομένως όμως να προϋπήρχε. Το 12^ο μ.Χ. αιώνα, κάτω από την ενετική κατοχή, η εκμετάλλευση των λιμνοθαλασσών είχε φτάσει σε τέτοιο βαθμό εντατικοποίησης που ο Αμβρακικός εξελίχθηκε σε ένα από τα μεγαλύτερα ιχθυοτροφεία της Μεσογείου.

Η προέλευση της λέξης προέρχεται από το λατινικό *vinagium*, δηλαδή, χώρος που τρέφει έχει ζωή. Πρόκειται για παραδοσιακό σύστημα διαχείρισης των αλιευμάτων που κινούνται από και προς τις λιμνοθάλασσες. Τα ιβάρια χτίζονται στα στόμια επικοινωνίας της Θάλασσας με τη λιμνοθάλασσα. Οι καλαμένιοι ιχθυοφραγμοί τους είναι πλεγμένοι με ψαθί και στηρίζονται σε σκελετό δρύινων πασσάλων. Η ανοιξιάτικη ανθοφορία των αλγών δημιουργεί πλούσια τροφικά πεδία στις λιμνοθάλασσες που προσελκύουν μεγάλα κοπάδια (λιάνωμα) νεαρών ψαριών και γόνου κεφαλοειδών, τσιπούρας, λαυρακιού κ.λπ. Τότε τα ιβάρια «σοδιάζουν» (γεμίζουν γόνο και λιάνωμα) απ' τα σοδιαστικά στομίδια της καλαμωτής που έχουν σχήμα V. Τα ψάρια εγκλωβίζονται στη λιμνοθάλασσα και τρέφονται φυσικά. Όταν έρθουν οι δύσκολες εποχές με πολλή ζέστη ή κρύο, θα επιδιώξουν να βγουν στη θάλασσα. Το ιβάρι όμως έχει μεταλλαχθεί. Τα στομίδια γυρισμένα στην αντίθετη κατεύθυνση οδηγούν τις πύρες (ιχθυοπαγίδες). Ο ιβαροφύλακας караδοκεί κι όταν οι πύρες πιάσουν ικανή ποσότητα τις αδειάζει με την απόχη. Τα ώριμα αναπαραγωγικά χέλια, «τα καθάρια» όπως λέγονται, πιάνονται σε μεγάλες ομάδες τις αφέγγαρες και βροχερές φθινοπωρινές νύχτες με νοτιά (χελο-βραδιές). Οι πύρες δεν τα συγκρατούν γι' αυτό εξελίχθηκε ένας άλλος μηχανισμός για τη σύλληψη τους, ένα σύστημα κυλινδροκωνικού σάκου από δίχτυ, το οποίο ονομάζεται βολκός ή βαλκός. Τα χέλια παλαιότερα φυλάσσονταν ζωντανά σε πλωτή χελοκλούβα, που τη ρυμουλκούσε το πριάρι μέχρι την έδρα.

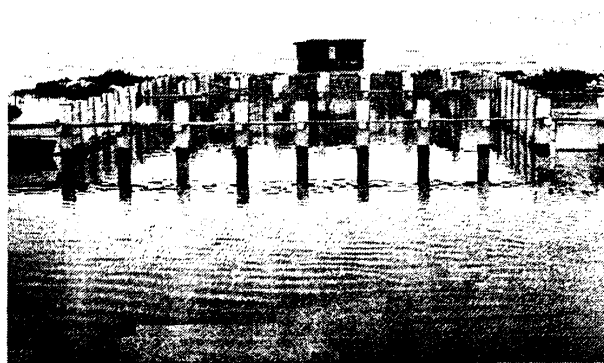
Παλαιότερα το καλύβι του ιβαριού ήταν ξύλινο, χτισμένο πάνω σε πασσάλους και λεγόταν πελάδα. Στις μέρες μας βίαιες αλλαγές έχουν επέλθει στον παραδοσιακό αυτό τρόπο εκμετάλλευση που έμεινε τουλάχιστον 2.000 χρόνια απaráλλαχτος. Σε μια προσπάθεια εκσυγχρονισμού της μεθόδου, οι πελάδες γκρεμίστηκαν, οι καλαμωτές



αντικαταστάθηκαν από πολυεστερικό υλικό και οι πάσσαλοι από τσιμεντοκολώνες. Οι προσβάσεις στα ιβάρια δεν γίνονται πλέον με το πριάρι, αλλά από δρόμους που



Εικόνα 1: Ιβάρι παλαιότερης μορφής.



Εικόνα 2: Ιβάρι νεότερης μορφής.

στρώθηκαν με αδρανή υλικά πάνω στις λουρονησίδες με τα όστρακα. Από τη δεκαετία του '80 έως τις μέρες μας ένα σύνολο τεχνικών επεμβάσεων στις λιμνοθάλασσες δεν απέδωσε τα αναμενόμενα. Το κόστος των επεμβάσεων δεν πρέπει να αποτιμηθεί μόνο οικονομικά, αλλά περιβαλλοντικά και κοινωνικά, καθώς οικοτόποι προτεραιότητας σύμφωνα με την 92/43 οδηγία της Ε.Ε. υποβαθμίστηκαν ανεπανόρθωτα. Το ίδιο και η αλιευτική παράδοση ο οποίος αποτελεί ένας ενδυνάμει τουριστικός πόρος, που έχει πλέον αλλοιωθεί ανεπιστρεπτί.

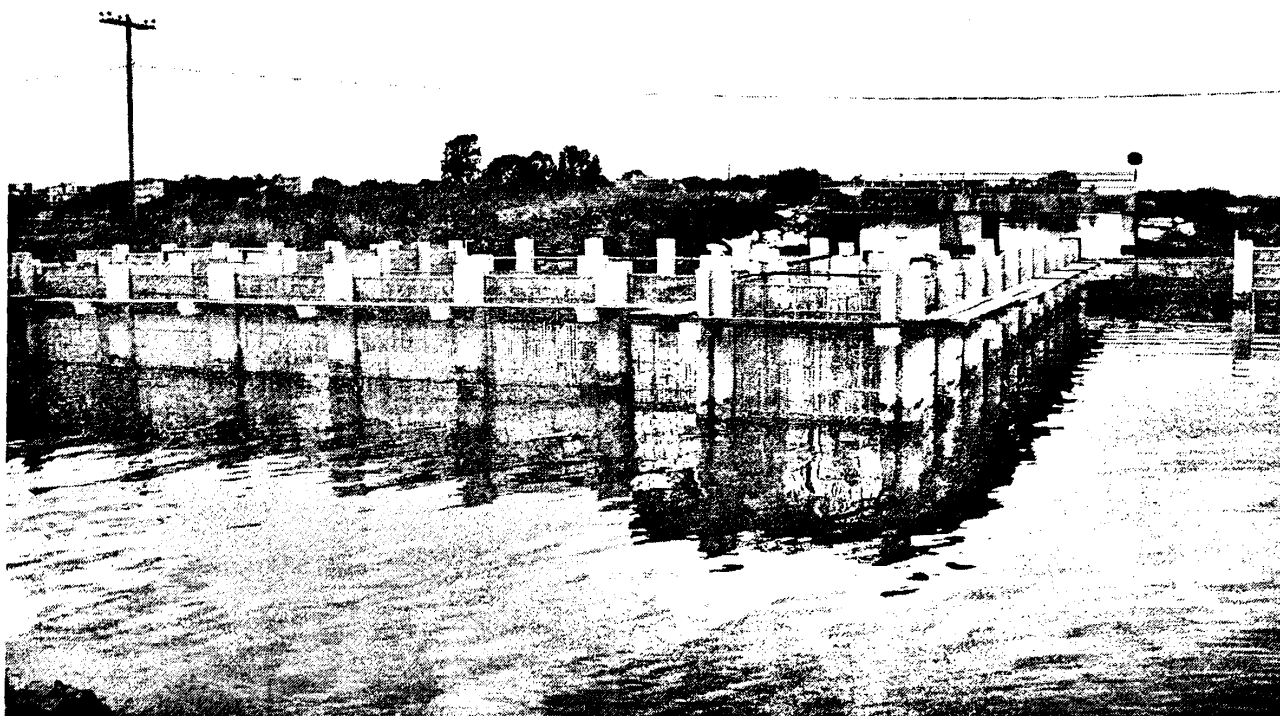
16.2.Αλιεία στις λιμνοθάλασσες ή εκτατική ιχθυοκαλλιέργεια.

Η αλιευτική εκμετάλλευση των λιμνοθαλασσών έχει κυρίως εκτατικό χαρακτήρα και έχει αναπτυχθεί παράλληλα με τη φυσική εξέλιξη των υγροβιότοπων. (ΕΤ.ΑΝ.ΑΜ., 1993). Οι επεμβάσεις αυτού του τύπου ιχθυοκαλλιέργειας στο φυσικό περιβάλλον γίνονται κυρίως με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων αλίευσης της φυσικής λεκάνης. Η αλίευση στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού γίνεται όχι με την τεχνική της εκτροφής των ψαριών αλλά με την εκμετάλλευση του φαινομένου της ανόδου και της καθόδου των ψαριών από τη θάλασσα προς τα εσωτερικά νερά και αντίθετα. Σ' αυτό το φαινόμενο βοηθά η παλίρροια.

Την άνοιξη κάθε χρόνου που τα νερά των λιμνοθαλασσών κινούνται προς τη θάλασσα ο γόνος των ψαριών κινείται αντίθετα προς το ρεύμα και μπαίνει στις λιμνοθάλασσες για αναζήτηση καλύτερου περιβάλλοντος από πλευράς θερμοκρασίας, αλατότητας, τροφής. Εκεί βρίσκοντας ευνοϊκές συνθήκες ο γόνος αυξάνεται σε σχετικά μικρά διαστήματα παχυνόμενος από τις θρεπτικές ουσίες που συμπαρασύρουν από τα γύρω εδάφη τα πολλά γλυκά νερά που χύνονται στις λιμνοθάλασσες.



Το φθινόπωρο τα ψάρια που είναι έτοιμα για αναπαραγωγή κινούνται αντίθετα προς το ρεύμα της παλίρροιας και από εκεί προς τη θάλασσα. Εκεί συλλαμβάνονται στις συλληπτικές εγκαταστάσεις που οι ψαράδες έχουν τοποθετήσει στα διάφορα στόμια επικοινωνίας, τα λεγόμενα διβάρια ή ιβάρια.



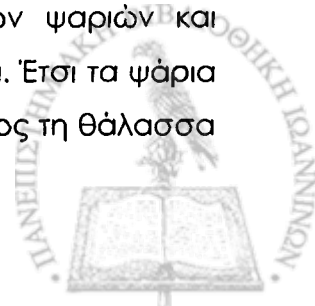
Εικόνα 3 : Συλληπτικές εγκαταστάσεις στα στόμια επικοινωνίας, τα λεγόμενα διβάρια.

Η αλιεία στις λιμνοθάλασσες απαγορεύεται από 1-15 Μαρτίου. (ΕΤ.ΑΝ.ΑΜ., 1993). Η μέση στρεμματική απόδοση των λιμνοθαλασσών είναι της τάξης των πέντε ως έξι κιλών ανά στρέμμα η οποία διεθνώς θεωρείται πολύ μικρή.

16.3. ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Από τους αλιευτικούς συνεταιρισμούς των λιμνοθαλασσών Λογαρού και Τσουκαλού κάθε χρόνο δίνονται στατιστικά στοιχεία για το είδος και την ποσότητα των αλιευμάτων. Το έτος αλιείας καθορίζεται από τον Μάρτιο του κάθε έτους μέχρι τον Φεβρουάριο του επόμενου έτους. Αυτά τα στατιστικά στοιχεία, υπάρχουν στα αρχεία της Δ/νσης Αλιείας του Ν. Άρτας και μας χορηγήθηκαν σε φωτοτυπημένα αντίγραφα από τα έτη 1973 μέχρι 2003. Έτσι διαθέτουμε ένα πολύ καλό δείγμα 30 ετών, το οποίο ταξινομήσαμε σε πίνακες.

Την άνοιξη κάθε χρόνου μπαίνει στις λιμνοθάλασσες ο γόνος των ψαριών και βρίσκοντας εκεί ευνοϊκές συνθήκες αυξάνεται σε σχετικά μικρά διαστήματα. Έτσι τα ψάρια (που προήρθαν από το γόνος) στην προσπάθειά τους να επιστρέψουν προς τη θάλασσα



συλλαμβάνονται στις συλληπτικές εγκαταστάσεις, που έχουν τοποθετήσει οι ψαράδες στα διάφορα στόμια επικοινωνίας. Επομένως τα ιβάρια είναι φυσικά ιχθυοτροφία, που η ίδια η φύση αναλαμβάνει να εμπλουτίσει με γόνο. Ανάλογα του γόνου που εισέρχεται, των θηρευτών (των ψαριών που μένουν από την προηγούμενη χρονιά) και του ανταγωνισμού που αναπτύσσεται μεταξύ των ειδών, θα έχουμε και την ανάλογη παραγωγή.

Τα θεωρητικά μοντέλα για τον ανταγωνισμό και τη θήρευση για να εφαρμοστούν προϋποθέτουν τα ψάρια να αναπαράγονται και να αναπτύσσονται στο ίδιο περιβάλλον. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει στις λιμνοθάλασσες που μελετάμε εκτός από τις σουπιές, τις γαρίδες (οι οποίες εμφανίζονται σε μικρές ποσότητες και σε αραιά χρονικά διαστήματα) και τους γοβιούς. Όλα τα άλλα είδη αναπαράγονται στην ανοικτή θάλασσα.

Με τα στατιστικά στοιχεία που διαθέτουμε (για κάθε λιμνοθάλασσα ανά έτος), προκειμένου να εξάγουμε συμπεράσματα για τον ανταγωνισμό των ειδών, βρίσκουμε :

- Α) ποια είναι ιχθυόμαζα κάθε είδους που συλλέγεται,
- Β) ποιο κλάσμα της συνολικής ιχθυόμαζας αντιστοιχεί σε κάθε είδος,
- Γ) ποιά είναι η κατανομή της ιχθυόμαζας κάθε είδους ανά μονάδα επιφάνειας νερού λιμνοθάλασσας,
- Δ) ποια είναι η κατανομή της ιχθυόμαζας κάθε είδους ανά μονάδα όγκου νερού λιμνοθάλασσας,

Τέλος από τα είδη και τις ιχθυόμαζες των ψαριών, (με τη βοήθεια του μέτρου πληροφoρίας Shannon-Wiener), θα βρούμε το μέτρο της εντροπίας και θα εξάγουμε συμπεράσματα για την ποικιλότητα που εμφανίζει κάθε λιμνοθάλασσα ως προς τα ψάρια.

Η μελέτη κάθε λιμνοθάλασσας θα γίνει ξεχωριστά και στο τέλος θα παρουσιάσουμε τα συμπεράσματά μας.





ΛΙΜΝΙΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΛΟΓΑΡΟΥ



Στον πίνακα 1 που ακολουθεί, για τα έτη 1974-2003 παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες στα είδη των ψαριών που αλιεύονται στην λιμνοθάλασσα Λογαρού. Για πολλά έτη παρατηρούμε, κυρίως είδη ήταν οι κέφαλοι και τα χέλια και λιγότερο οι τσιπούρες, τα λαυράκια, οι γλώσσες και οι γοβιοί.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται :

- εμφάνιση νέων ειδών (μπάφα, μιξνάρι, κοκλάνι),
- εξαφάνιση στους γοβιούς και ζαργάνες,
- ελάττωση στους κεφάλους και τα χέλια,
- αύξηση στις τσιπούρες και τα λαυράκια.

Χρησιμοποιώντας τον πίνακα 1 κατασκευάσαμε το διάγραμμα 1 που απεικονίζει τη παραγόμενη ιχθυόμαζα έξι βασικών ειδών και τα χρονικά διαστήματα των πιο σημαντικών παρεμβάσεων που έχουν δημιουργηθεί στο οικοσύστημα της ευρύτερης περιοχής. Οι παρεμβάσεις αυτές είναι :

- 1980-1981 γέμιση ταμιευτήρα με νερό και έναρξη λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού της ΔΕΗ Πουρνάρι 1,
- 1995-1999 εκτέλεση έργων για την ζεύξη Πρέβεζας-Ακτίου,
- 2000-2001 έναρξη λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού της ΔΕΗ Πουρνάρι 2.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται για κάθε έτος, το πηλίκο της μάζας κάθε είδους ψαριού προς τη συνολική ιχθυόμαζα που αλιεύεται στη Λογαρού. Ένα μέρος της πρωτογενούς παραγωγικότητας της λιμνοθάλασσας, μεταβιβάζεται μέσω των τροφικών σχέσεων στην ιχθυόμαζα που παράγεται. Η κατανομή αυτής σε κάθε είδος που εμφανίζεται μπορεί να ανακαλύψει φαινόμενα ανταγωνισμού. Για το λόγο αυτό κατασκευάσαμε το διάγραμμα 2, που δείχνει πως κατανέμεται κάθε έτος, το πηλίκο της μάζας έξι βασικών ειδών προς τη συνολική παραγόμενη. Μελετώντας αυτό διαπιστώνουμε ότι ανάμεσα στα παρακάτω ζεύγη ειδών :

- Κέφαλοι – χέλια
- Τσιπούρες – χέλια
- Τσιπούρες – γοβιοί
- Γλώσσες – γοβιοί
- Λαυράκι – γοβιοί
- Λαυράκι - γλώσσα

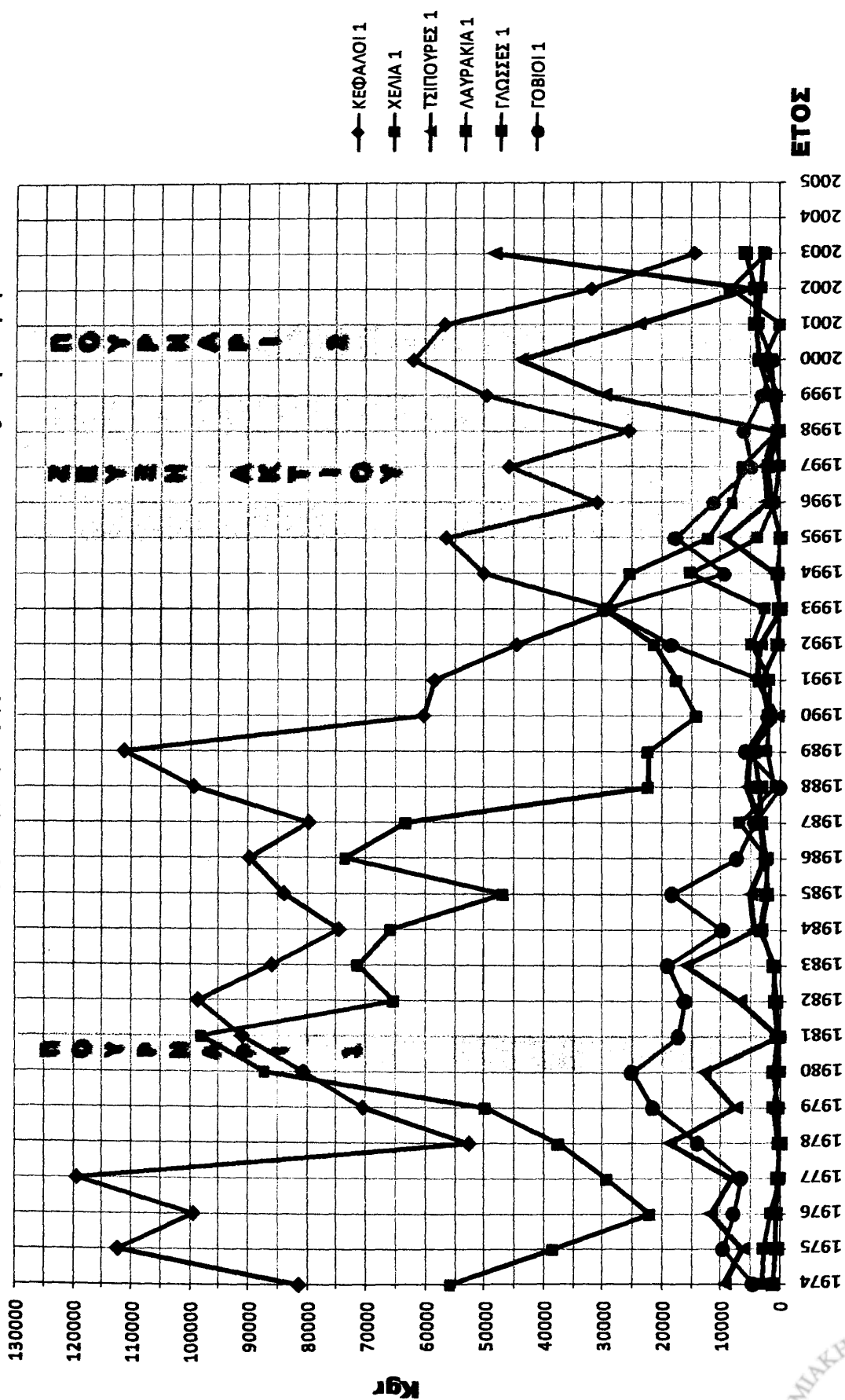
υπάρχουν σχέσεις ανταγωνισμού, που απεικονίζονται για κάθε ζεύγος ψαριών αντίστοιχα στα διαγράμματα 3 – 8. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 9 , ανάμεσα στις τσιπούρες και τα λαυράκια δεν παρουσιάζεται αυτός ο ανταγωνισμός.



ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΟΛΙΚΗ ΚΑΙ Η ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Κgr ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ

ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 1	ΚΕΦΑΛΟΙ 1	ΧΕΛΙΑ 1	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 1	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 1	ΓΛΩΣΣΕΣ 1	ΓΑΡΙΔΕΣ 1	ΓΟΒΙΟΙ 1	ΖΑΡΤΑΝΕΣ 1	ΚΟΥΦΑΛΑ 1	ΜΠΑΦΕΣ 1	ΜΙΝΕΛΑΡΙΑ 1	ΑΘΕΡΙΝΑ 1	ΚΟΚΚΑΝΙ 1	ΚΑΤΣΙΡΑ 1	ΚΑΒΟΥΡΙΑ 1	ΣΟΥΠΙΕΣ 1
1974	156955	81396	56023	9642	1386	3117	21	4658	420	226							
1975	176440	112273	38547	6570	738	2849		9774	453,5	454					4212	570	
1976	148618	99591	21997	12015	767	1794	143	7954	284	1325						1803	288
1977	166181	119432	29405	8449	588	79		6675	946	184							
1978	125615	52771	37400	18983	184	536		14006	704	15						920	
1979	160545	70693	49869	7875	665	1435		21612	359	536						7170	
1980	210669	80701	87412	13204	1291	301	188,4	25116	285	1601		294					
1981	210635	91058	98296	497	670	689	168	17367	92,6	325						80	
1982	191357	98616	65218	7115,4	920	1290	88	16199	449	4,8							
1983	200583	86166	71368	16244	1380	1119		19150						3177	574		
1984	163960	74736	65829	4738	3358	3679	123	9844	270	359							
1985	160338	84060	46850	5306	2436	2577	71	18334		259							
1986	183130	89854	73749	2955	2582	2262		7518	678	392							
1987	163566	79707	63211	3698	3283	6901	87	4337	37	461							
1988	132784	99530	22270	5770	3514	983		114	165								
1989	152628	111486	22286	5294	4653	2420	182	5899	50								10
1990	82176	60315	14158	763	1985	2037	280	2186	391								
1991	91187	58380	17500	4113	3474	1841	156	3144	358						102		
1992	99830	44562	21198	3624	559	4934	109	18466	403					5942			
1993	105225	28716	29717	111	158	2700	7058	29650	616		115				2009		
1994	140050	50171	25337	1124	527	15368	20095	9417	4			17273		309			
1995	110070	56560	12110	9521	110	3968	951	17678	38			8981					
1996	81255	31044	8251	2391	1501	1141	340	11197				679	22448				
1997	71756	45881	6708	2918	2047	194	126	4857	13			454	6966				
1998	39961	25529	449	1398	342	458	160	6217	16			1764	3085				
1999	131411	49746	619	29910	1805	1004	37344	3086									
2000	127193	62102	2845	44042	3628	1522	3299	1181				4573		259			
2001	116872	56752	30	24002	4202	3792	629					71	1818	5413			
2002	104019	31846	8338	5123	4359	3301	184							24596			
2003	134921	14441	2460	48398	5887	2723	182			88				40116			
														48729			

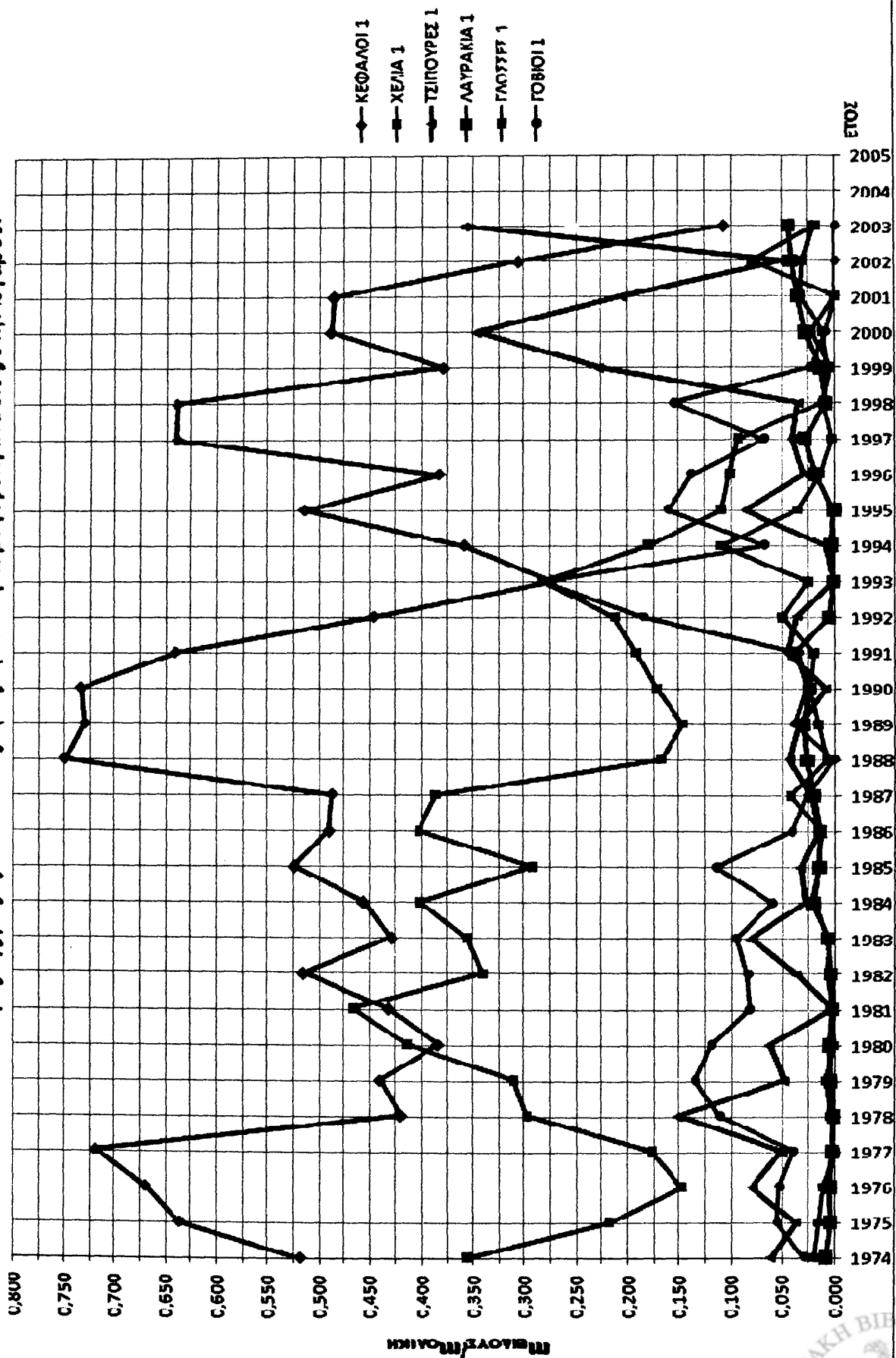
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 : Η παραγόμενη μάζα έξη βασικών ειδών ανά έτος στη Λογαρού.



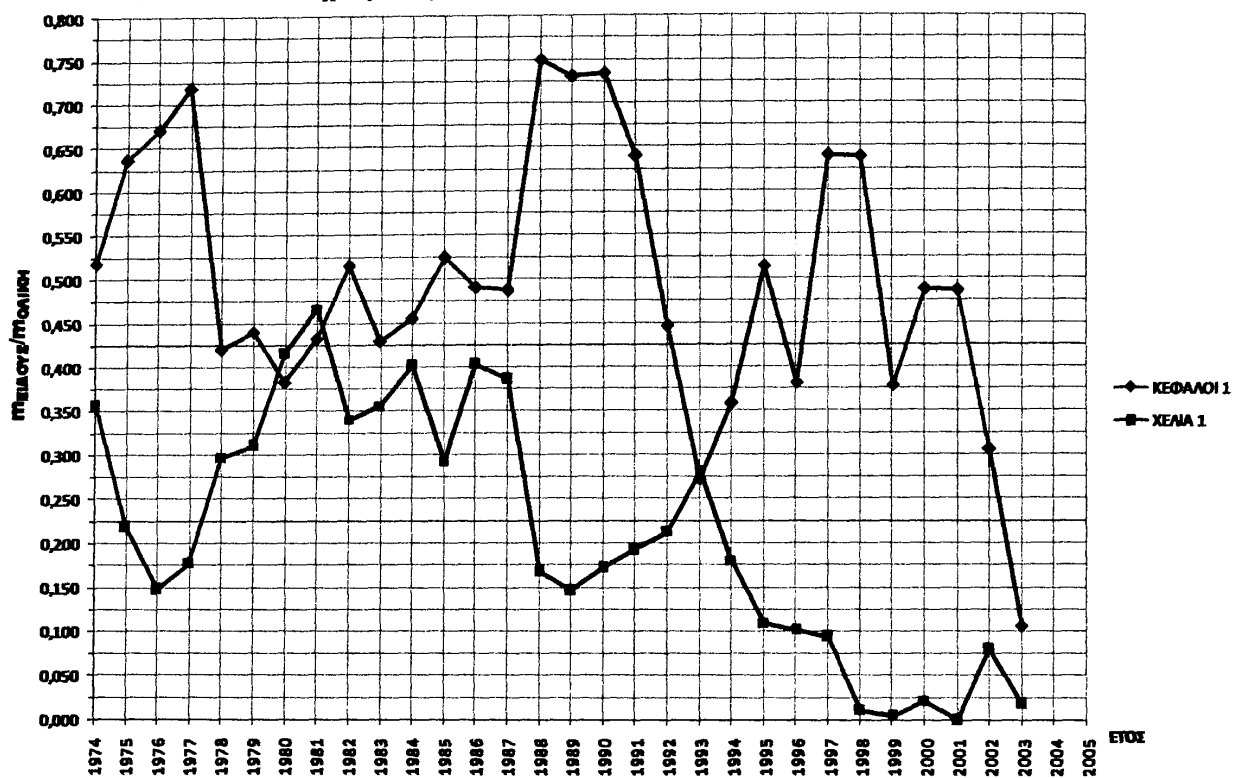
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ (P_i) ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ

ΕΤΟΣ	ΚΕΦΑΛΟΙ P ₁	ΧΕΙΛΑ P ₂	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ P ₃	ΛΑΥΡΑΚΙΑ P ₄	ΓΛΩΣΣΕΣ P ₅	ΓΑΡΙΔΕΣ P ₆	ΓΟΒΙΟΙ P ₇	ΖΑΡΓΑΝΕΣ P ₈	ΚΟΥΦΑΛΑ P ₉	ΜΠΑΦΕΣ P ₁₀	ΜΙΝΕΑΡΙΑ P ₁₁	ΛΟΕΡΙΝΑ P ₁₂	ΚΟΚΛΑΝΙ P ₁₃	ΚΑΤΣΙΡΑ P ₁₄	ΚΑΒΟΥΡΙΑ P ₁₅	ΣΟΥΠΙΕΣ P ₁₆
1974	0,5186	0,3569	0,0614	0,0088	0,0199	0,0001	0,0297	0,0027	0,0014							
1975	0,6363	0,2185	0,0372	0,0042	0,0161		0,0554	0,0026	0,0026					0,0239	0,0032	
1976	0,6701	0,1480	0,0808	0,0052	0,0121	0,0010	0,0535	0,0019	0,0089						0,0121	0,0019
1977	0,7187	0,1769	0,0508	0,0034	0,0005		0,0402	0,0057	0,0011							
1978	0,4201	0,2977	0,1511	0,0013	0,0043		0,1115	0,0056	0,0001						0,0073	
1979	0,4403	0,3106	0,0491	0,0041	0,0089		0,1346	0,0022	0,0033						0,0447	
1980	0,3831	0,4149	0,0627	0,0061	0,0014	0,0009	0,1192	0,0014	0,0076		0,0014					
1981	0,4323	0,4667	0,0024	0,0032	0,0033	0,0008	0,0825	0,0004	0,0015						0,0004	
1982	0,5154	0,3408	0,0372	0,0048	0,0067	0,0005	0,0847	0,0023	0,0000							
1983	0,4296	0,3558	0,0810	0,0069	0,0056		0,0955						0,0158	0,0029		
1984	0,4558	0,4015	0,0289	0,0205	0,0224	0,0008	0,0600	0,0016	0,0022							
1985	0,5243	0,2922	0,0331	0,0152	0,0161	0,0004	0,1143		0,0016							
1986	0,4907	0,4027	0,0161	0,0141	0,0124		0,0411	0,0037	0,0021							
1987	0,4873	0,3865	0,0226	0,0201	0,0422	0,0005	0,0265	0,0002	0,0028							
1988	0,7496	0,1677	0,0435	0,0265	0,0074		0,0009	0,0012								0,0001
1989	0,7304	0,1460	0,0347	0,0305	0,0159	0,0012	0,0386	0,0003								
1990	0,7340	0,1723	0,0093	0,0242	0,0248	0,0034	0,0266	0,0048								
1991	0,6402	0,1919	0,0451	0,0381	0,0202	0,0017	0,0345	0,0039						0,0011		
1992	0,4464	0,2123	0,0363	0,0056	0,0494	0,0011	0,1850	0,0040					0,0595			
1993	0,2729	0,2824	0,0011	0,0015	0,0257	0,0671	0,2818	0,0059		0,0011				0,0191		
1994	0,3582	0,1809	0,0080	0,0038	0,1097	0,1435	0,0672	0,0000			0,1233		0,0022			
1995	0,5139	0,1100	0,0865	0,0010	0,0360	0,0086	0,1606	0,0003			0,0816					
1996	0,3821	0,1015	0,0294	0,0185	0,0140	0,0042	0,1378			0,0084	0,2763					
1997	0,6394	0,0935	0,0407	0,0285	0,0027	0,0018	0,0677	0,0002		0,0063	0,0971					
1998	0,6388	0,0112	0,0350	0,0086	0,0115	0,0040	0,1556	0,0004		0,0441	0,0772					
1999	0,3786	0,0047	0,2276	0,0137	0,0076	0,2842	0,0235				0,0348		0,0020			
2000	0,4883	0,0224	0,3463	0,0285	0,0120	0,0259	0,0093			0,0006	0,0143		0,0426			
2001	0,4856	0,0003	0,2054	0,0360	0,0324	0,0054							0,2105			
2002	0,3062	0,0802	0,0493	0,0419	0,0317	0,0018				0,0686	0,0055		0,3857			
2003	0,1070	0,0182	0,3587	0,0436	0,0202	0,0013			0,0007	0,0494	0,0022		0,3612			

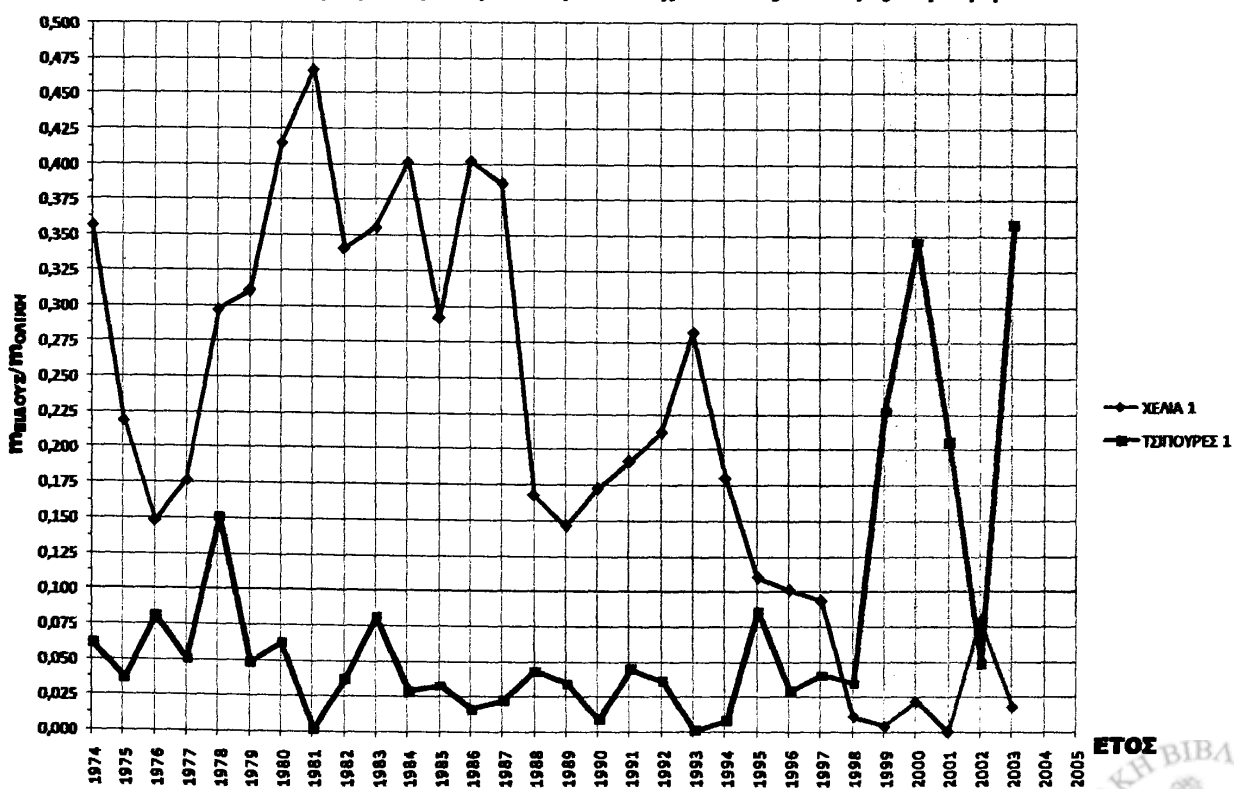
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 : Ο λόγος της μάζας κάθε είδους προς την ολική παραγόμενη ανά έτος στη Λογαρού.



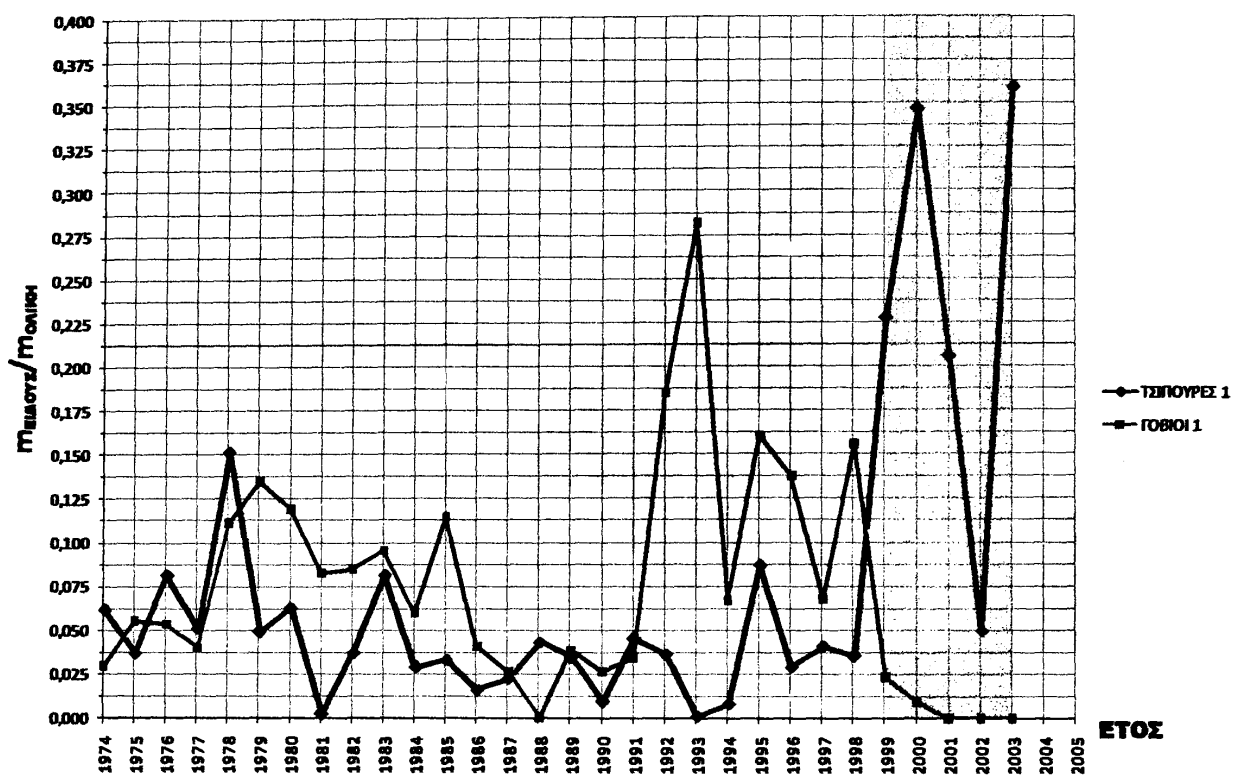
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στους κέφαλους και τα χέλια στη Λογαρού.



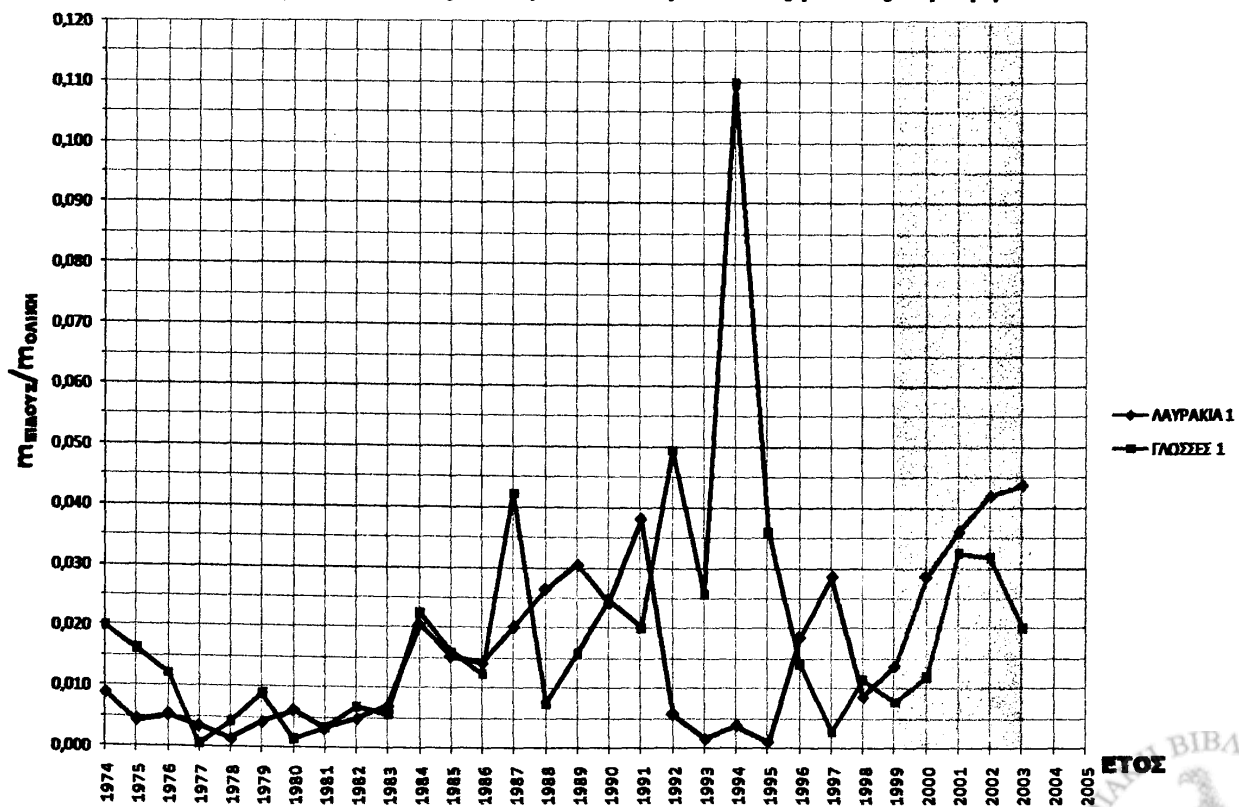
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα χέλια και τις τσιπούρες στη Λογαρού.



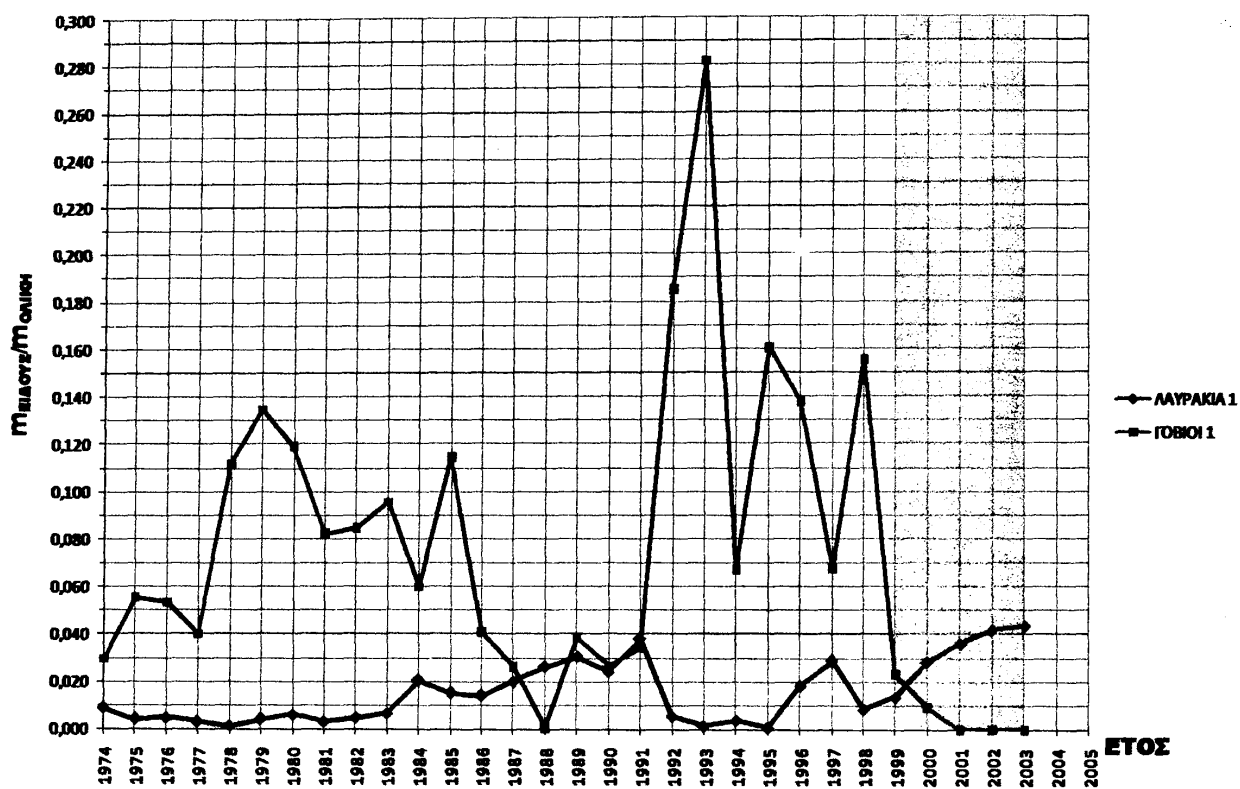
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στις τσιπούρες και τους γοβιούς στη Λογαρού.



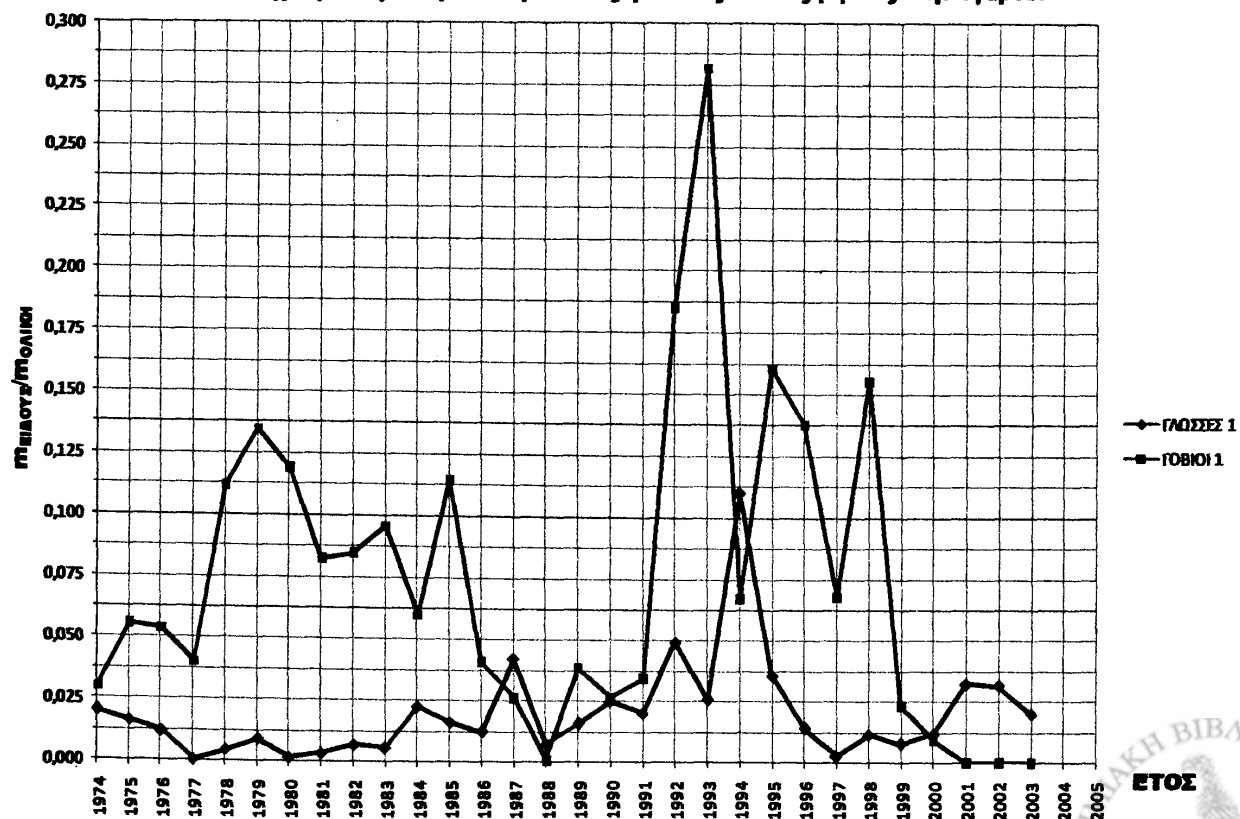
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα λαυράκια και τις γλώσσες στη Λογαρού.



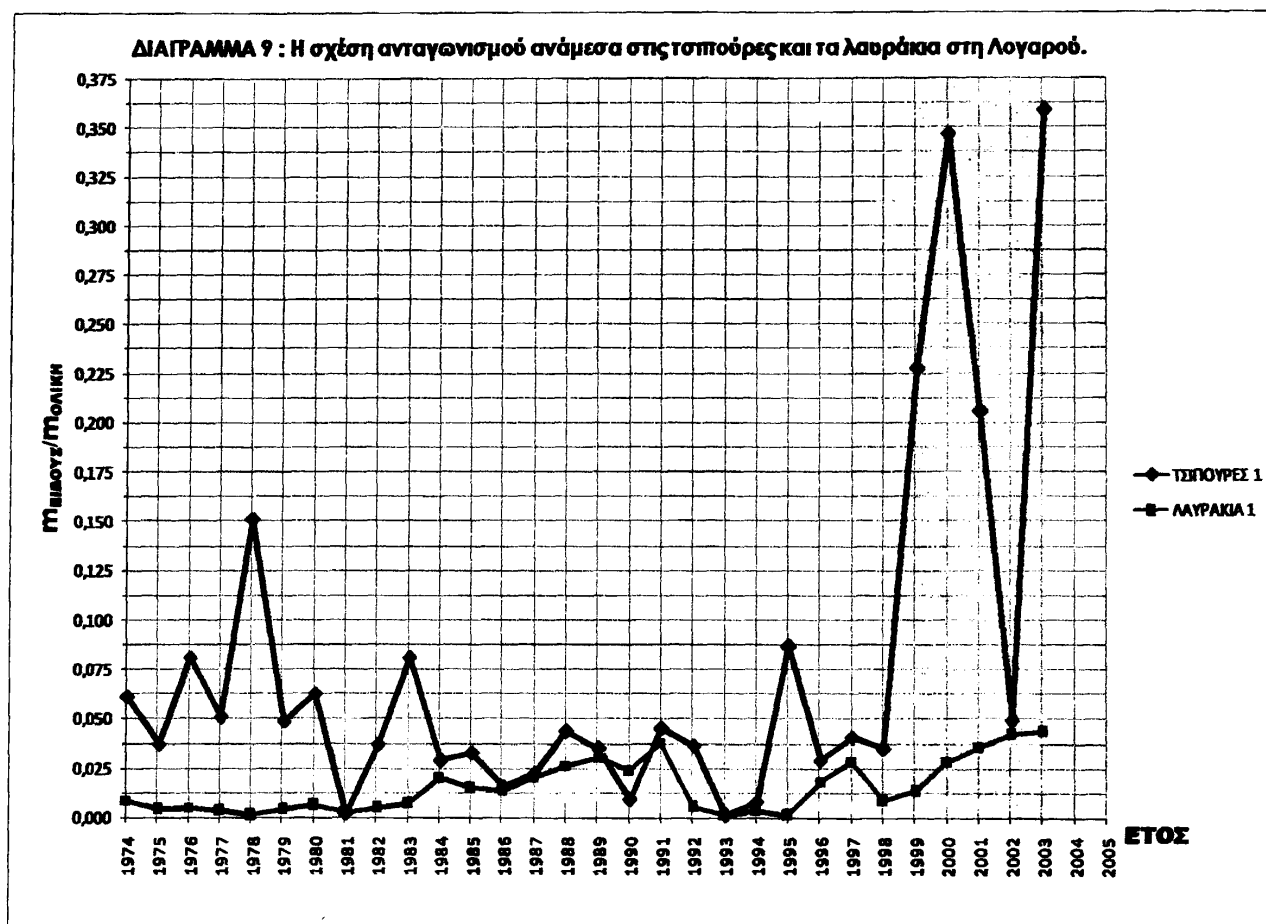
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα λαυράκια και τους γοβιούς στη Λογαρού.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στις γλώσσες και τους γοβιούς στη Λογαρού.



Στο διάγραμμα 9 που ακολουθεί, φαίνεται ότι ανάμεσα στα δύο είδη που απεικονίζονται δεν εμφανίζεται σαφής αλληλεπίδραση μεταξύ των πληθυσμών τους. Μετά το 1999 παρατηρείται ξαφνική αύξηση στις τσιπούρες και ομαλή αύξηση στα λαυράκια.



Την τελευταία δεκαετία έχουμε εγκατάσταση πολλών μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας που εκτρέφουν τσιπούρες και λαυράκια στον Αμβρακικό κόλπο. Είναι πιθανόν στους ιχθυοκλωβούς να εμφανίζεται αναπαραγωγή των ειδών αυτών και ο γόνος που προκύπτει να εμπλουτίζει την λιμνοθάλασσα. Μία άλλη πιθανή αιτία μπορεί να είναι ο εμπλουτισμός της λιμνοθάλασσας με τα είδη αυτά από τον συνεταιρισμό των αλιέων που έχουν την εκμετάλλευσή της. Ίσως η ενέργειά τους αυτή έγινε προσπαθώντας να αντισταθμίσουν την μείωση της παραγωγής τους, μιμούμενοι αυτό που συμβαίνει στις μικρές λιμνοθάλασσες του Ν. Πρέβεζας. Φυσικά δεν μπορούμε να αποκλείσουμε και οποιανδήποτε άλλη αιτία ή συνδυασμό αιτιών που ο καθένας να ευθύνεται αναλογικά. Γι' αυτό επισημαίνουμε, ότι χρειάζεται περαιτέρω επιστημονική διερεύνηση.

Η αύξηση της τσιπούρας έχει μειώσει την παραγωγή στα χέλια και τους γοβιούς, όπως φαίνεται αντίστοιχα στα διαγράμματα 4 και 5.



Παρατηρώντας το διάγραμμα 3, γίνεται φανερό, ότι η ελάττωση στα χέλια, επηρέασε την παραγωγή στους κέφαλους.

Η αύξηση στα λαυράκια αλλάζει την παραγωγή στις γλώσσες και τους γοβιούς, σύμφωνα με τα διαγράμματα 6 και 7 αντίστοιχα.

Στο διάγραμμα 8 απεικονίζεται η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις γλώσσες και τους γοβιούς, οι πληθυσμοί των οποίων εξαρτώνται από τα άλλα είδη που αναφέραμε.

Μετά την λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 2 στη Λογαρού συνεχώς μειώνεται η παραγωγή στους κέφαλους. Πιθανόν η μείωση της τροφοδοσίας με νερό του Αράχθου του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα που εμπλουτίζει την λιμνοθάλασσα αυτή με ύδατα μπορεί να αποτελέσει την αιτία.



18. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΟΥ



Στον πίνακα 3 που ακολουθεί, παρουσιάζονται για τα έτη 1974-2003 οι ετήσιες ποσότητες κάθε είδους από τα ψάρια που αλιεύονται στην λιμνοθάλασσα Τσουκαλού. Κυρίαρχα είδη για πολλά έτη ήταν οι κέφαλοι με τα χέλια και λιγότερο οι τσιπούρες, τα λαυράκια, οι γλώσσες, οι γαρίδες και οι γοβιοί. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται :

- εμφάνιση νέων ειδών (μπάφα, μιννάρι),
- ελάττωση στους κεφάλους , τα χέλια, τους γοβιούς και τις ζαργάνες,
- αύξηση στις τσιπούρες και τα λαυράκια.

Με τη βοήθεια του πίνακα 3 κατασκευάσαμε στη συνέχεια το διάγραμμα 10 στο οποίο απεικονίζεται η παραγόμενη ιχθυόμαζα των έξι βασικών ειδών που εμφανίζονται στη Λογαρού καθώς επίσης και τα χρονικά διαστήματα των πιο σημαντικών παρεμβάσεων που δημιουργήθηκαν στο οικοσύστημα της ευρύτερης περιοχής, η αναφορά των οποίων έγινε στην προηγούμενη ενότητα.

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει ανά έτος, το πηλίκο της μάζας κάθε είδους προς τη συνολική ιχθυόμαζα που αλιεύεται στη Τσουκαλού. Ακολουθώντας τον ίδιο τρόπο σκέψης όπως και στη Λογαρού, χρησιμοποιώντας τον πίνακα αυτόν κατασκευάσαμε το διάγραμμα 11, που δείχνει κάθε έτος το πηλίκο της μάζας έξι βασικών ειδών προς τη συνολική παραγόμενη. Μελετώντας αυτό διαπιστώνουμε ότι ανάμεσα στα παρακάτω ζεύγη ειδών :

- Κέφαλοι – χέλια
- Τσιπούρες – χέλια
- Τσιπούρες – γοβιοί
- Γλώσσες – γοβιοί
- Λαυράκι – γοβιοί
- Λαυράκι - γλώσσα

υπάρχουν σχέσεις ανταγωνισμού, που απεικονίζονται για κάθε ζεύγος ψαριών αντίστοιχα στα διαγράμματα 12 – 18. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 18 , ανάμεσα στις τσιπούρες και τα λαυράκια δεν παρουσιάζεται αυτός ο ανταγωνισμός.

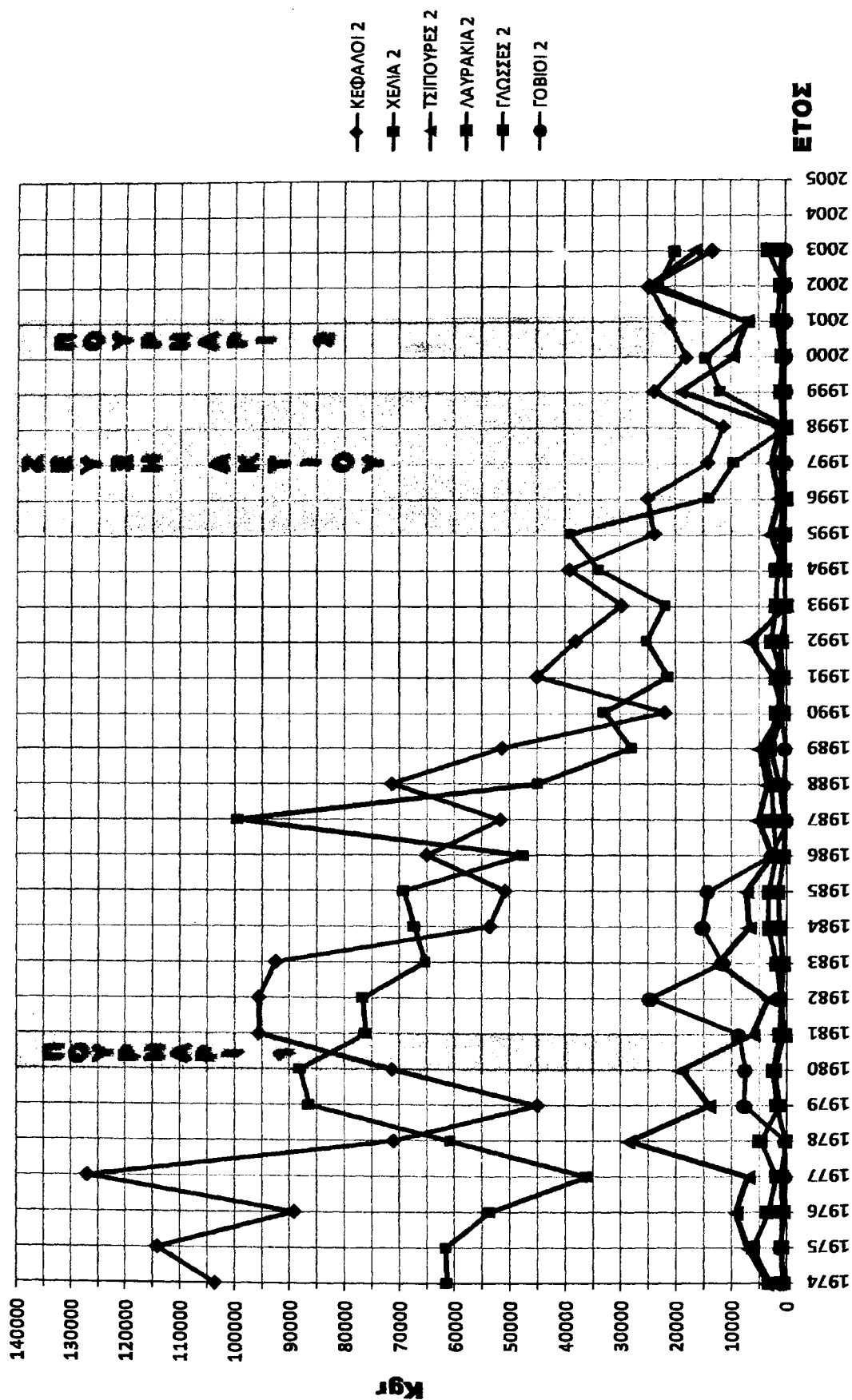


ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΟΛΙΚΗ ΚΑΙ Η ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kg ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ

ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 2	ΚΕΦΑΛΟΙ 2	ΧΕΛΙΑ 2	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 2	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 2	ΓΑΛΙΣΣΕΣ 2	ΓΑΡΙΔΕΣ 2	ΓΟΒΙΟΙ 2	ΖΑΡΤΑΝΕΣ 2	ΚΟΥΦΑΛΑ 2	ΜΠΑΦΕΣ 2	ΜΙΣΗΝΑΡΙΑ 2	ΙΣΕΡΙΝΑ 2	ΚΟΚΚΙΑΝΙ 2	ΚΑΤΣΙΡΑ 2	ΚΑΒΟΥΡΙΑ 2	ΣΟΥΠΙΕΣ 2
1974	175774	103530	61313	3727	674,3	3156,2		754	111	513,8							
1975	194028	114021	61730	7159,8	1003	6105,5	80,5	1106	98	656							406
1976	162511	89066	53533	9320	715	3425,5		662,5	9,5	846,5							2413,5
1977	179382	126862	36080	7131	978	1842		348	83,5	1131							1385,5
1978	169185	70999,5	60851	28687,5	187	4814		319,5	96,5	1023							
1979	159863	45013	86222	14148	1850	1480		7653	163	734							
1980	194190	71320	87991	19182	2371	2279	169,5	7448	139,3	396,5							
1981	192177	95610	75973	6371	1456	416	64	8571	94	257,5							672
1982	205467	95521	76591	3488	1096	1112	360	24582	226	406							161,6
1983	186289	92396	65317	12468	715,6	1831		11597	62,7	431,5							344
1984	149301	53636	67123	6984	1344	3259	144	15124	266	635							10
1985	149342	50804	69011	7351	1709	3307	1295	14152	59	536							314
1986	123233	64975	47415	2735	595	1818	905	2828	128	437							29
1987	163181	51761	99351	5286	520	2593	2945	104	75	214							4
1988	125179	71236	45021	3682	1259	2711	24	518	7	71							98
1989	93425	51467	28101	4999	3066	3827	2	281	72	181							851
1990	60241	22019	32742	847	501	1779	532	1023	16	59							549
1991	72576	44946	21302	2478	1814	703	257	752	114	40							2
1992	74932	38005	25326	6677	804	2741	68	1063	76	20							132
1993	60586	29821	22014	89	213	1944	6129	77	26	16							50
1994	85400	39025	33943	592	207	1768	8124	457	44	12							2
1995	69002	23799	39248	3146	260	748	205	1432	79	18							2
1996	42058	25045	13856	1436	134	900	17	179	23	10							0
1997	29620	14225	9369	2651	498	1225	227	39	243	7							3
1998	16840	11454	55	1472	140	742	209	2	123	5	739						
1999	63118	23737	11872	19251	269	965,5	3714	5	9	38			205				
2000	44920	17996	14402	9794	392	828	114	0	110	2							2
2001	51777	21100	7056	7074	623	1717	13531	3	116								
2002	77575	24625	22994	24859	191	1063	1645	181	64		1155	40					
2003	68292	13238	19900	16505,5	3181	940	6722	102	17		567	1718	5294				

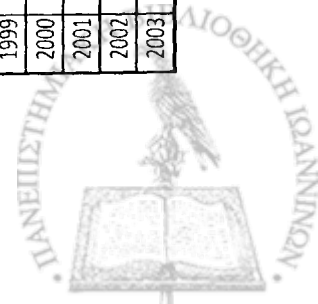


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 : Η παραγόμενη μάζα έξι βασικών ειδών ανά έτος στη Τσουκαλού.

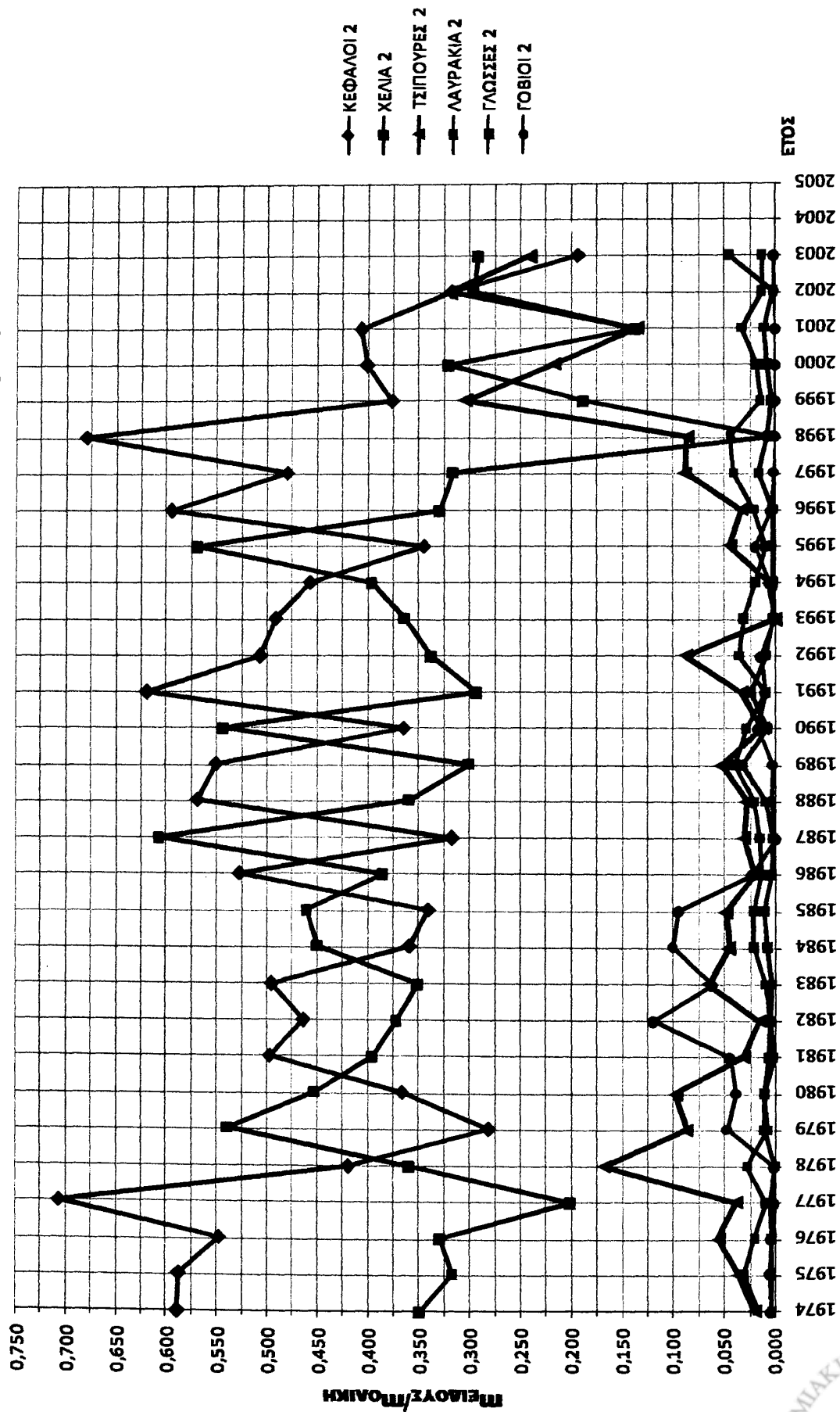


ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ (P_i) ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ

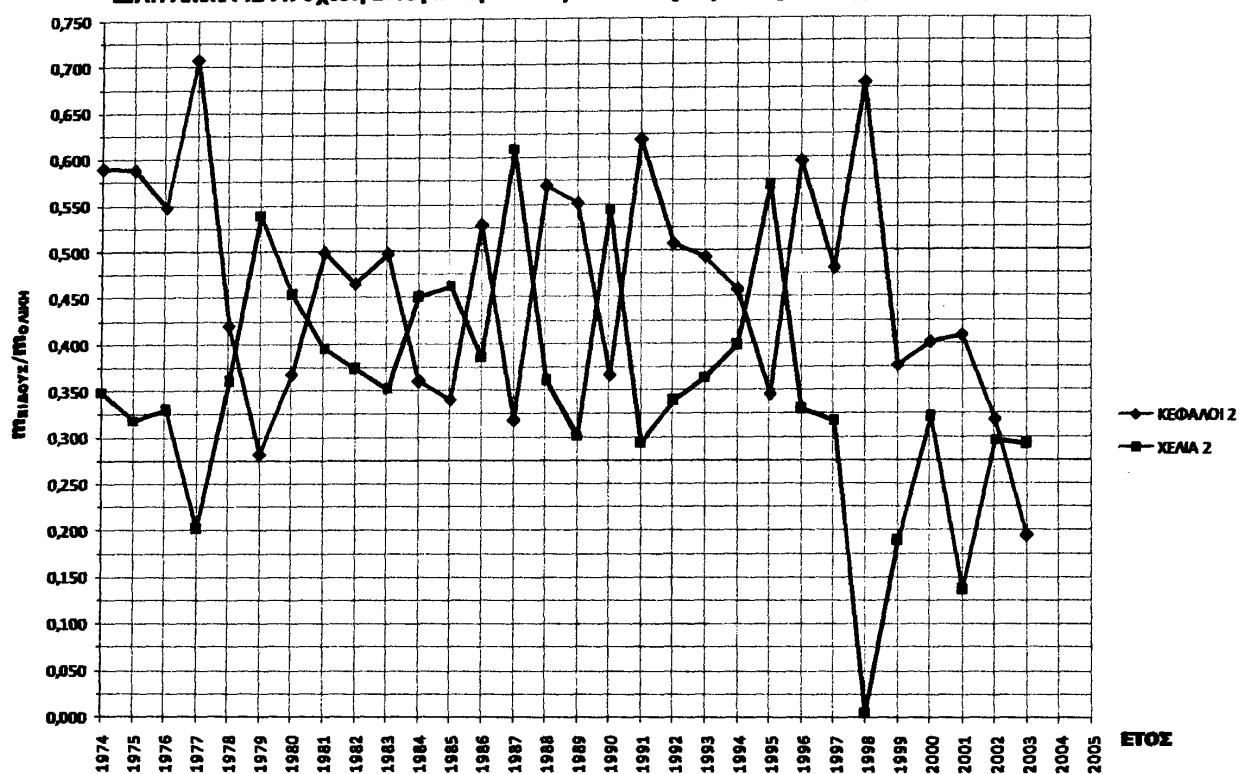
ΕΤΟΣ	ΚΕΦΑΛΟΙ P ₁	ΧΕΛΙΑ P ₂	ΤΣΙΠΟΥΡΕΙ P ₃	ΛΑΥΡΑΚΙΑ P ₄	ΓΛΩΣΣΕΣ P ₅	ΓΑΡΙΔΕΣ P ₆	ΓΟΒΙΟΙ P ₇	ΖΑΡΓΑΝΕΣ P ₈	ΚΟΥΦΑΛΑ P ₉	ΜΠΑΦΕΣ P ₁₀	ΜΙΝΕΛΑΡΙΑ P ₁₁	ΛΑΓΕΡΙΝΑ P ₁₂	ΚΟΚΚΑΝΙ P ₁₃	ΚΑΤΣΙΡΑ P ₁₄	ΚΑΒΟΥΡΙΑ P ₁₅	ΣΟΥΠΙΣ P ₁₆
1974	0,5890	0,3488	0,0212	0,0038	0,0180		0,0043	0,0006	0,0029							
1975	0,5877	0,3181	0,0369	0,0052	0,0315	0,0004	0,0057	0,0005	0,0034							0,0021
1976	0,5481	0,3294	0,0573	0,0044	0,0211		0,0041	0,0001	0,0052							0,0149
1977	0,7072	0,2011	0,0398	0,0055	0,0103		0,0019	0,0005	0,0063							0,0077
1978	0,4197	0,3597	0,1696	0,0011	0,0285		0,0019	0,0006	0,0060							
1979	0,2816	0,5393	0,0885	0,0116	0,0093		0,0479	0,0010	0,0046							
1980	0,3673	0,4531	0,0988	0,0122	0,0117	0,0009	0,0384	0,0007	0,0020							
1981	0,4975	0,3953	0,0332	0,0076	0,0022	0,0003	0,0446	0,0005	0,0013							0,0035
1982	0,4649	0,3728	0,0170	0,0053	0,0054	0,0018	0,1196	0,0011	0,0020							0,0008
1983	0,4960	0,3506	0,0669	0,0038	0,0098		0,0623	0,0003	0,0023							0,0018
1984	0,3592	0,4496	0,0468	0,0090	0,0218	0,0010	0,1013	0,0018	0,0043							0,0001
1985	0,3402	0,4621	0,0492	0,0114	0,0221	0,0087	0,0948	0,0004	0,0036							0,0021
1986	0,5273	0,3848	0,0222	0,0048	0,0148	0,0073	0,0229	0,0010	0,0035							0,0002
1987	0,3172	0,6088	0,0324	0,0032	0,0159	0,0180	0,0006	0,0005	0,0013							0,0000
1988	0,5691	0,3597	0,0294	0,0101	0,0217	0,0002	0,0041	0,0001	0,0006							0,0008
1989	0,5509	0,3008	0,0535	0,0328	0,0410	0,0000	0,0030	0,0008	0,0019							0,0091
1990	0,3655	0,5435	0,0141	0,0083	0,0295	0,0088	0,0170	0,0003	0,0010							0,0091
1991	0,6193	0,2935	0,0341	0,0250	0,0097	0,0035	0,0104	0,0016	0,0006							0,0000
1992	0,5072	0,3380	0,0891	0,0107	0,0366	0,0009	0,0142	0,0010	0,0003							0,0018
1993	0,4922	0,3634	0,0015	0,0035	0,0321	0,0102	0,0013	0,0004	0,0003							0,0008
1994	0,4570	0,3975	0,0069	0,0024	0,0207	0,0951	0,0054	0,0005	0,0001							0,0000
1995	0,3449	0,5688	0,0456	0,0038	0,0108	0,0030	0,0208	0,0011	0,0003							0,0000
1996	0,5955	0,3294	0,0341	0,0032	0,0214	0,0004	0,0043	0,0005	0,0002							
1997	0,4802	0,3163	0,0895	0,0168	0,0414	0,0077	0,0013	0,0082	0,0002							0,0001
1998	0,6802	0,0033	0,0874	0,0083	0,0441	0,0124	0,0001	0,0073	0,0003	0,0439						
1999	0,3761	0,1881	0,3050	0,0043	0,0153	0,0588	0,0001	0,0001	0,0006			0,0032				
2000	0,4006	0,3206	0,2180	0,0087	0,0184	0,0025		0,0024	0,0000							0,0000
2001	0,4075	0,1363	0,1366	0,0120	0,0332	0,2613	0,0001	0,0022								
2002	0,3174	0,2964	0,3205	0,0025	0,0137	0,0212	0,0023	0,0008		0,0149	0,0005					
2003	0,1938	0,2914	0,2417	0,0466	0,0138	0,0984	0,0015	0,0002		0,0083	0,0252	0,0775				



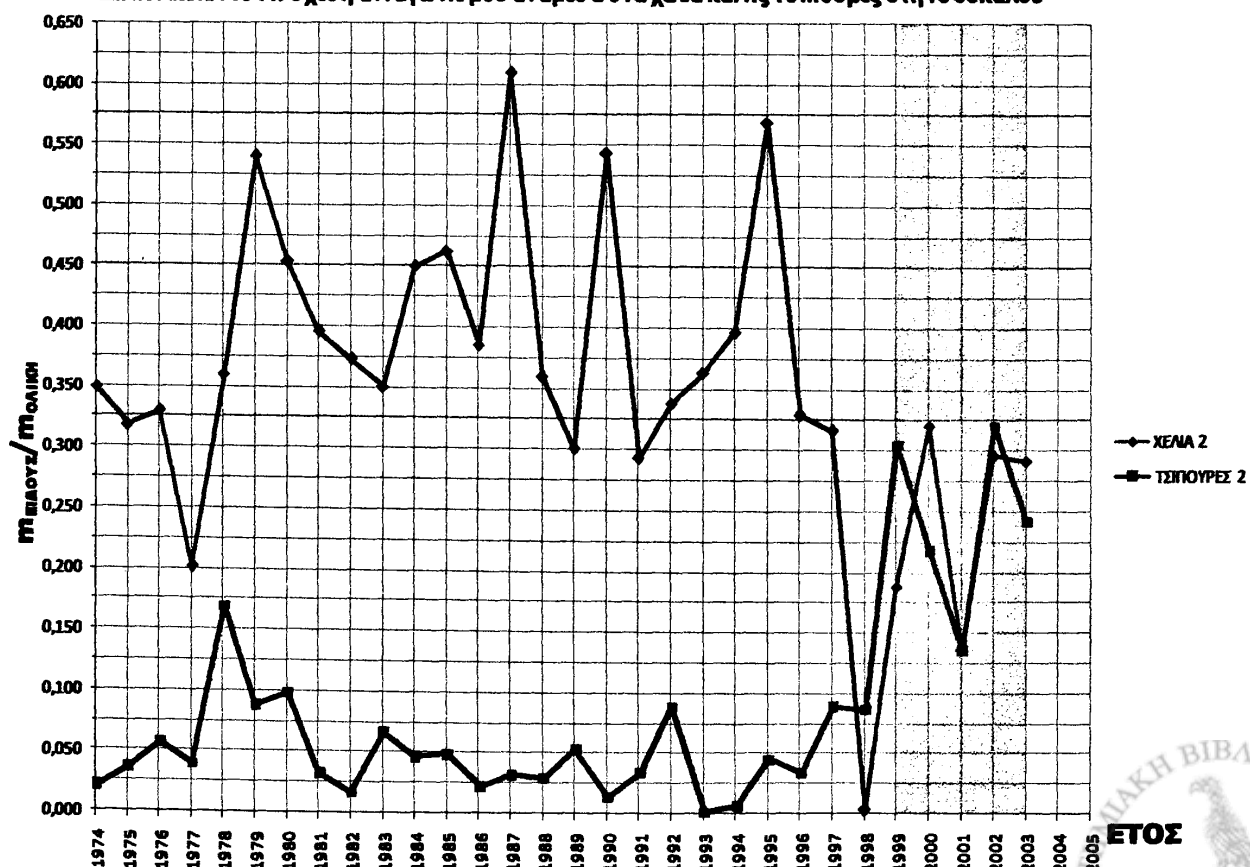
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: Ο λόγος της μάζας κάθε είδους προς την ολική παραγόμενη ανά έτος στη Τσουκαλού.



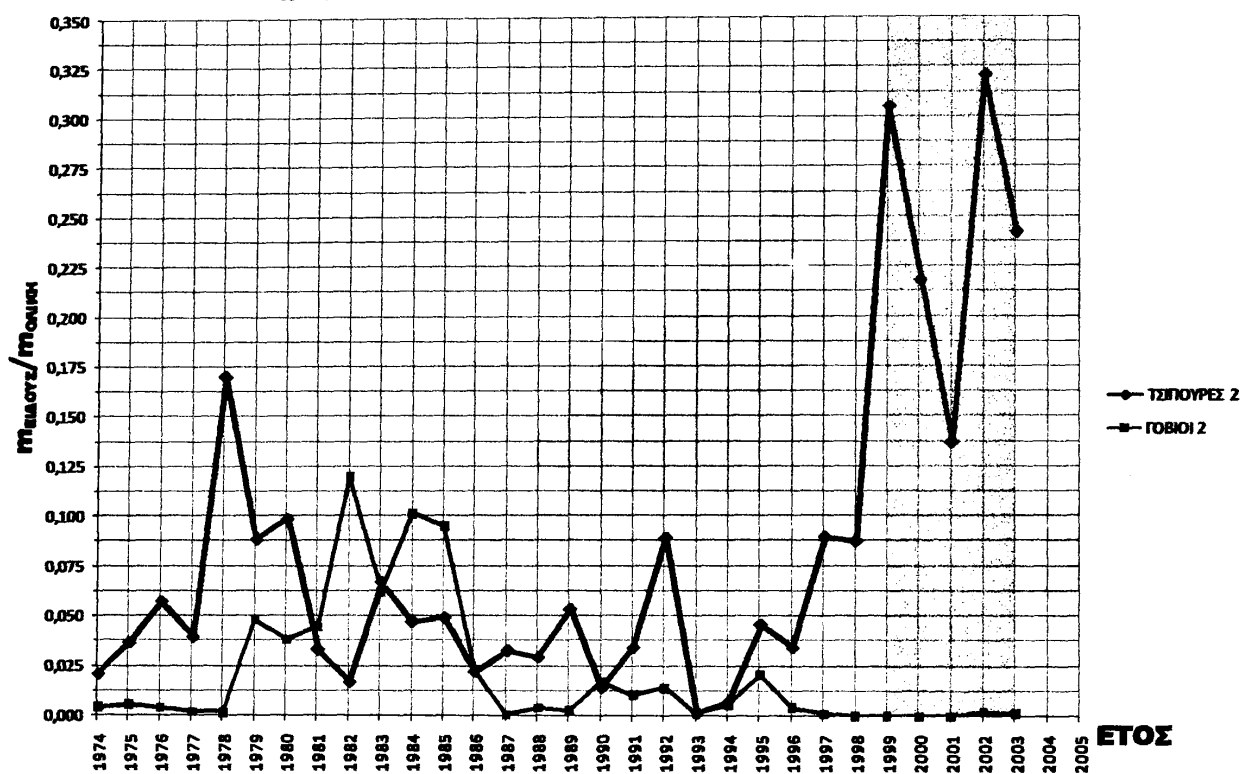
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στους κέφαλους και τα χέλια στη Τσουκαλού.



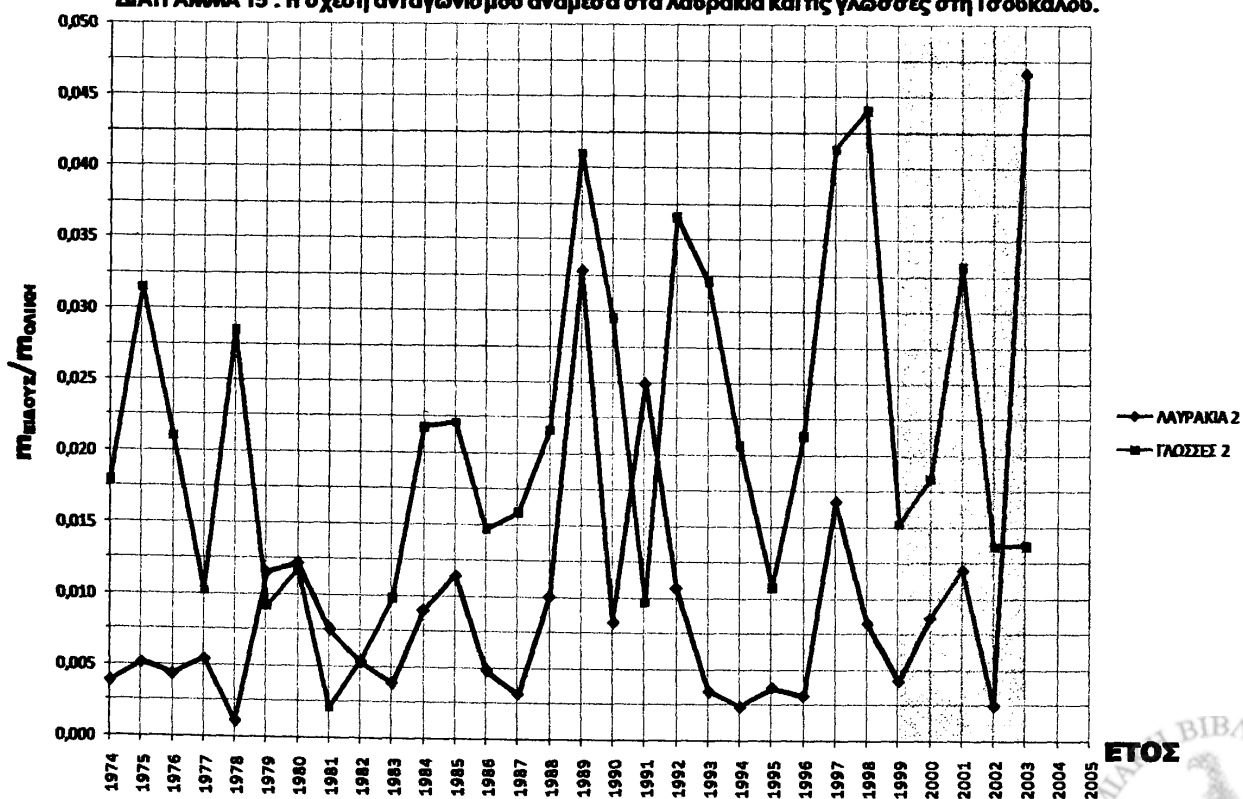
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα χέλια και τις τσιπούρες στη Τσουκαλού.



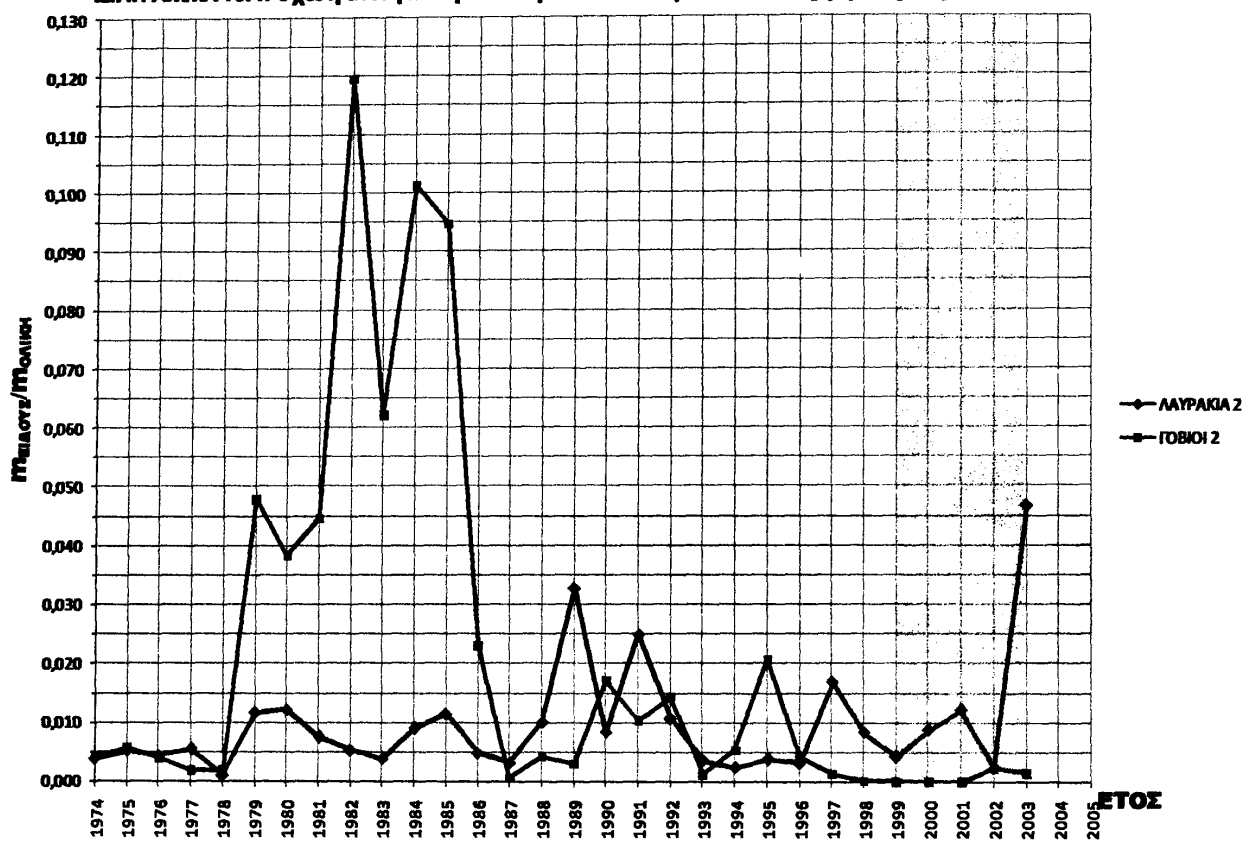
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στις τσιπούρες και τους γοβιούς στη Τσοκαλού.



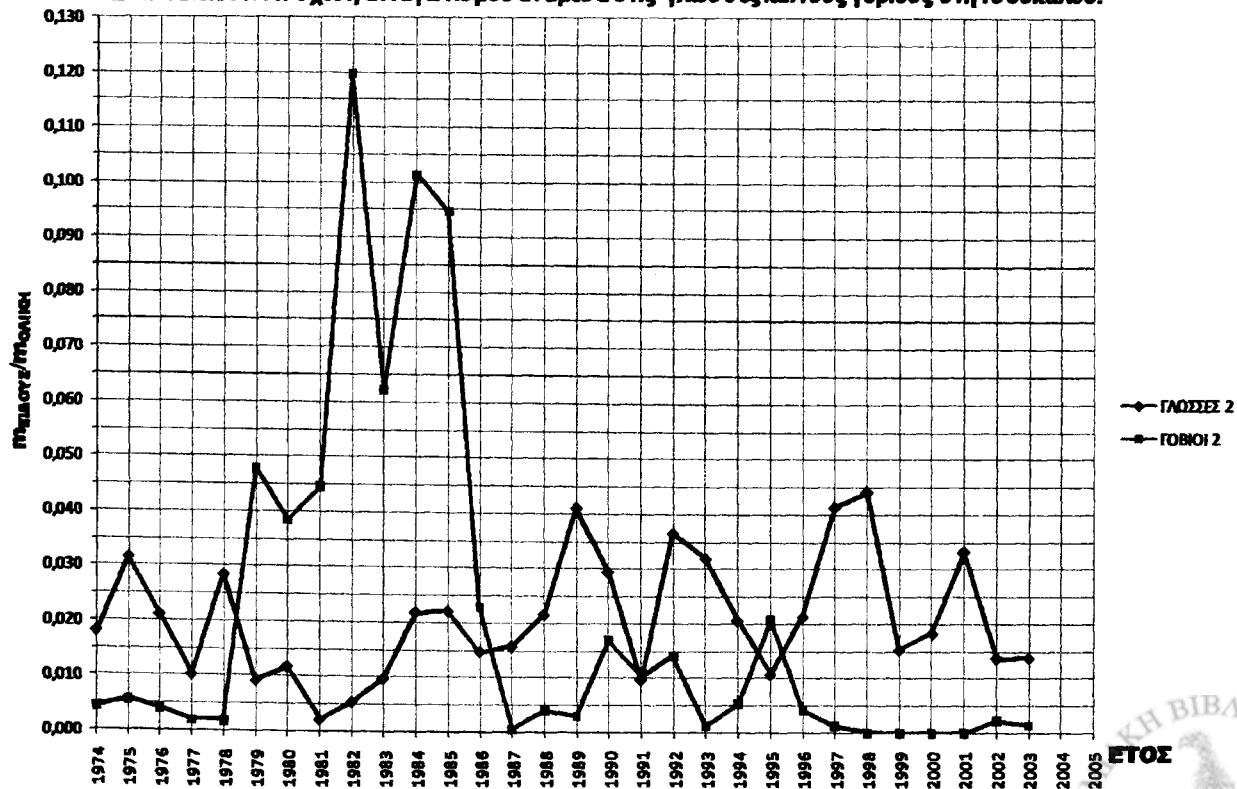
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα λαυράκια και τις γλώσσες στη Τσοκαλού.



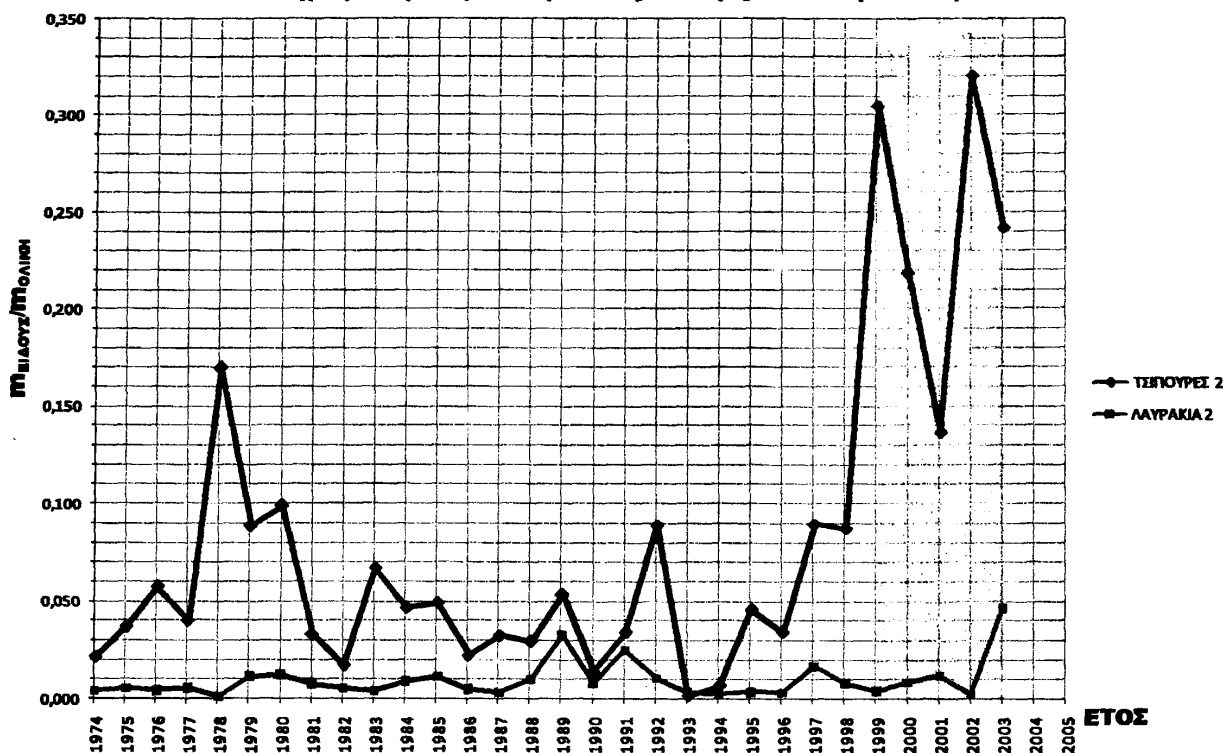
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16: Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στα λαυράκια και τους γοβιούς στη Τσουκαλού.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17: Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στις γλώσσες και τους γοβιούς στη Τσουκαλού.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 : Η σχέση ανταγωνισμού ανάμεσα στις τσιπούρες και τα λαυράκια στη Τσουκαλού.



Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 18 ανάμεσα στα δύο είδη που απεικονίζονται δεν εμφανίζεται και πάλι σαφής αλληλεπίδραση μεταξύ των πληθυσμών τους. Από το 1999 και μετέπειτα παρουσιάζεται ξαφνική αύξηση στις τσιπούρες και μετά το 2002 ασυνήθιστη αύξηση στα λαυράκια. Το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζεται και στη λιμνοθάλασσα Λογαρού. Σαν πιθανές εξηγήσεις θα θεωρήσουμε τις ίδιες (βλέπε σελίδα 79). Επιπλέον η Τσουκαλού επικοινωνεί με την κλειστή λιμνοθάλασσα της Ροδιάς και το θεωρητικό ενδεχόμενο να γίνεται εκεί τελευταία εμπλουσιμός με γόνιο τσιπούρας και λαυρακιού, μπορεί να ερμηνεύσει την αύξηση στα είδη αυτά.

Η αύξηση της τσιπούρας έχει μειώσει την παραγωγή των χελιών και των γοβιών, όπως φαίνεται αντίστοιχα στα διαγράμματα 13 και 14.

Παρατηρώντας το διάγραμμα 12, γίνεται φανερό, ότι η μεταβολή παραγωγής στα χέλια, επηρεάζει την παραγωγή στους κέφαλους.

Η αύξηση στα λαυράκια αλλάζει την παραγωγή στις γλώσσες και τους γοβιούς, σύμφωνα με τα διαγράμματα 15 και 16 αντίστοιχα.

Στο διάγραμμα 17 απεικονίζεται η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις γλώσσες και τους γοβιούς, οι πληθυσμοί των οποίων εξαρτώνται από τα άλλα είδη που αναφέραμε.

Γενικά, για τα είδη που μελετήσαμε, παρουσιάζεται παρόμοια συμπεριφορά στις λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλού.



12 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΟ ΜΕΛΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΗ
ΔΟΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΚΑΛΟΥ

Στους πίνακες 5 και 6 που ακολουθούν, παρουσιάζουμε για τα έτη 1974-2004, το λόγο της μάζας κάθε είδους προς τη συνολικά παραγόμενη ιχθυόμαζα. Τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε σαν κριτήριο, ώστε κατά Shannon-Wiener, να βρούμε ένα μέτρο της ποικιλότητας, που ενσωματώνει πληροφορίες για τη σχετική αφθονία των διαφόρων ειδών και χαρακτηρίζεται με τον όρο μέτρο της εντροπίας H_s . Στην τελευταία στήλη κάθε πίνακα παρουσιάζεται κάθε έτος το μέτρο αυτής της εντροπίας σε κάθε λιμνοθάλασσα.

Θεωρώντας τις δύο λιμνοθάλασσες σαν δύο ανεξάρτητα κέντρα παραγωγής ιχθυόμαζας, χωρίς να λάβουμε υπόψη μας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, (χρησιμοποιώντας τους πίνακες 1 και 3 των προηγούμενων ενοτήτων) δημιουργήσαμε το διάγραμμα 19, που δείχνει ανά έτος σε κιλά τη συνολική ποσότητα αλιευμάτων σε αυτές.

Στο διάγραμμα 20 παρουσιάζεται η χρονική εξέλιξη στο μέτρο της εντροπίας H_s κάθε λιμνοθάλασσας, όπως αυτό βρέθηκε από τους παραπάνω πίνακες 5 και 6.

Στα διαγράμματα 19 και 20 μελετούμε τα χρονικά διαστήματα των πιο σημαντικών περιβαλλοντικών γεγονότων που μεσολάβησαν, παραβλέποντας τα κλιματικά φαινόμενα που μπορεί να είχαν περιοδική ή αναλογική επίδραση και διαπιστώνουμε τα εξής:

- πριν την λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 1:
 - η Τσουκαλού παρήγαγε περισσότερη ιχθυόμαζα απ' ό,τι η Λογαρού.
 - οι δύο λιμνοθάλασσες εμφανίζουν στις εντροπίες τους παρόμοιες μεταβολές και επομένως έχουν παρόμοια αφθονία ειδών.
- μετά την λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 1:
 - η Τσουκαλού παράγει λιγότερη ιχθυόμαζα απ' ό,τι η Λογαρού (αντιστροφή της μέχρι τότε υπάρχουσας κατάστασης) και στις δύο η παραγωγή ιχθυόμαζας παρουσιάζει ελάττωση.
 - οι δύο λιμνοθάλασσες εμφανίζουν αστάθεια στις εντροπίες τους και ανάμεσά τους δημιουργείται κάποιος ανταγωνισμός στην αφθονία των ειδών τους.
- Το χρονικό διάστημα κατασκευής των έργων της ζεύξης Πρέβεζας-Ακτίου :
 - Στις δύο λιμνοθάλασσες μειώνεται η παραγωγή ιχθυόμαζας και φθάνει στα κατώτερα επίπεδα όλων των εποχών. Στο τέλος αυτής της περιόδου εμφανίζεται ανάκαμψη του φαινομένου, γεγονός που φανερώνει την ομοιοστάση του φυσικού περιβάλλοντος.
 - Η εντροπία κάθε λιμνοθάλασσας μεταβάλλεται διαφορετικά και έτσι παρουσιάζονται αυξομειώσεις στις αφθονίες των ειδών τους.
- Μετά το χρονικό διάστημα κατασκευής των έργων της ζεύξης Πρέβεζας-Ακτίου :



- Η παραγωγή ιχθυόμαζας και η εντροπία των λιμνοθαλασσών εμφανίζει φαινόμενα ανταγωνισμού.
- Μετά τη λειτουργία του μικρότερου υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 2 :
- Επηρεάζεται η παραγωγή στη Λογαρού μιας και αυτή βρίσκεται στη ζώνη επιρροής του ποταμού Αράχθου, ενώ στη Τσουκαλού δεν παρουσιάζεται καμία επιρροή.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι :

- ❖ ένα ποσοστό της ιχθυόμαζας χάνεται γιατί αποτελεί τροφή για άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος.
- ❖ Οι δύο λιμνοθάλασσες αποτελούν καταφύγιο για πολλά είδη πτηνών των οποίων ο πληθυσμός μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ψαριών.
- ❖ Η Λογαρού έχει μέσο βάθος 45 εκατοστά και επιφάνεια 25,75 Km², ενώ η Τσουκαλού έχει μέσο βάθος 1,2 μέτρα και επιφάνεια 16,5 Km². Επομένως κάποια είδη μπορεί να ευνοούνται από το βάθος της λιμνοθάλασσας κάποια όχι και ο ανταγωνισμός να είναι διαφορετικός.

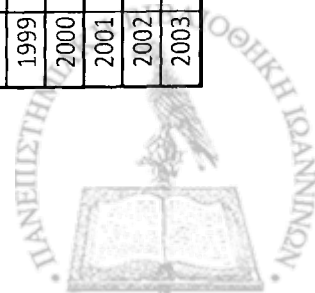


ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : (-)p₁lnp_i ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ

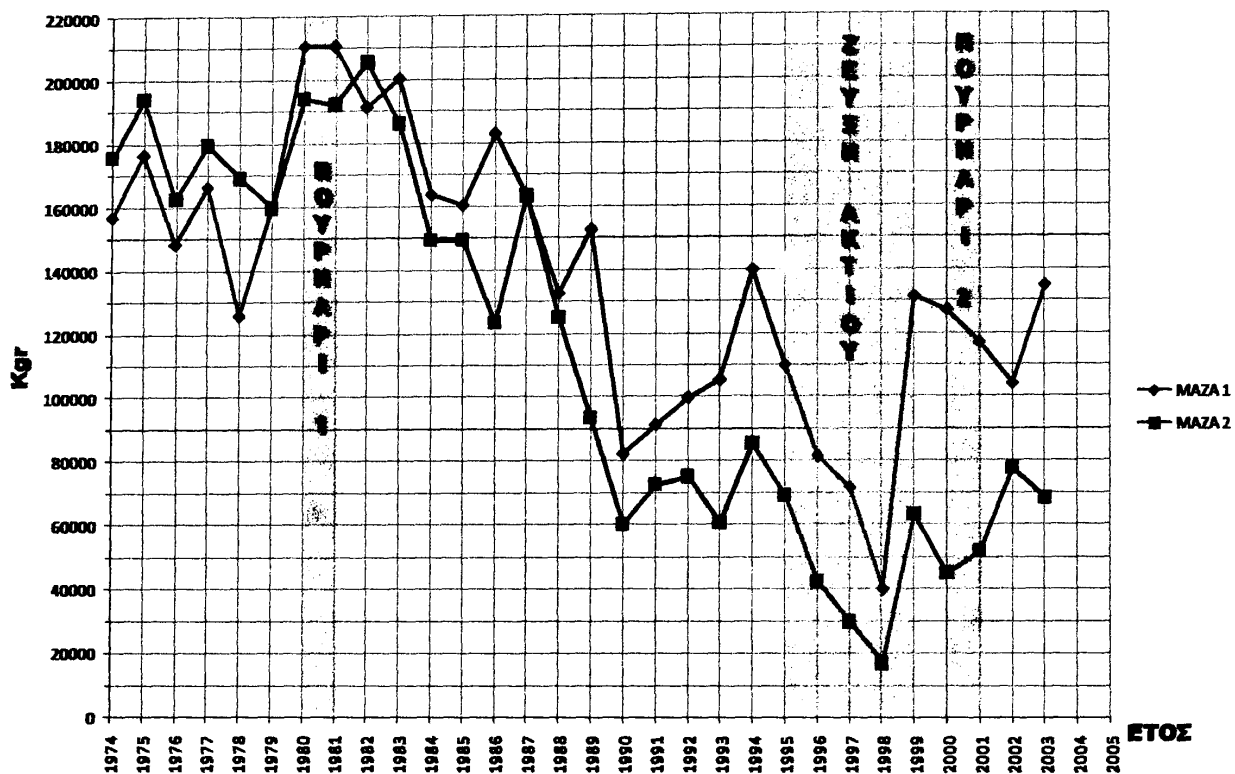
ΕΤΟΣ	(-)p ₁ lnp ₁	(-)p ₂ lnp ₂	(-)p ₃ lnp ₃	(-)p ₄ lnp ₄	(-)p ₅ lnp ₅	(-)p ₆ lnp ₆	(-)p ₇ lnp ₇	(-)p ₈ lnp ₈	(-)p ₉ lnp ₉	(-)p ₁₀ lnp ₁₀	(-)p ₁₁ lnp ₁₁	(-)p ₁₂ lnp ₁₂	(-)p ₁₃ lnp ₁₃	(-)p ₁₄ lnp ₁₄	(-)p ₁₅ lnp ₁₅	(-)p ₁₆ lnp ₁₆	Hs 1
1974	0,3405	0,3677	0,1714	0,0418	0,0778	0,0012	0,1044	0,0159	0,0094								1,130
1975	0,2876	0,3323	0,1225	0,0229	0,0666		0,1603	0,0153	0,0153					0,0892	0,0185		1,131
1976	0,2683	0,2828	0,2033	0,0272	0,0533	0,0067	0,1567	0,0120	0,0421						0,0535	0,0121	1,118
1977	0,2374	0,3065	0,1515	0,0194	0,0036		0,1291	0,0294	0,0075								0,884
1978	0,3643	0,3607	0,2856	0,0087	0,0233		0,2446	0,0291	0,0011						0,0360		1,353
1979	0,3612	0,3632	0,1479	0,0227	0,0422		0,2699	0,0136	0,0190						0,1388		1,379
1980	0,3676	0,3650	0,1736	0,0312	0,0094	0,0063	0,2536	0,0089	0,0371		0,0092						1,262
1981	0,3625	0,3557	0,0143	0,0183	0,0187	0,0057	0,2058	0,0034	0,0100						0,0030		0,997
1982	0,3416	0,3669	0,1224	0,0257	0,0337	0,0035	0,2090	0,0142	0,0003								1,117
1983	0,3630	0,3677	0,2036	0,0343	0,0289		0,2243						0,0657	0,0168			1,304
1984	0,3581	0,3664	0,1024	0,0796	0,0852	0,0054	0,1689	0,0106	0,0134								1,190
1985	0,3385	0,3595	0,1128	0,0636	0,0664	0,0034	0,2480		0,0104								1,203
1986	0,3494	0,3663	0,0666	0,0601	0,0543		0,1311	0,0207	0,0132								1,062
1987	0,3503	0,3674	0,0857	0,0784	0,1336	0,0040	0,0963	0,0019	0,0165								1,134
1988	0,2161	0,2995	0,1363	0,0961	0,0363		0,0061	0,0083									0,799
1989	0,2294	0,2809	0,1166	0,1064	0,0657	0,0080	0,1257	0,0026								0,0006	0,936
1990	0,2270	0,3030	0,0434	0,0899	0,0917	0,0194	0,0965	0,0254									0,896
1991	0,2855	0,3168	0,1398	0,1245	0,0788	0,0109	0,1161	0,0218						0,0076			1,102
1992	0,3600	0,3290	0,1204	0,0290	0,1486	0,0074	0,3122	0,0223					0,1679				1,497
1993	0,3544	0,3571	0,0072	0,0098	0,0940	0,1812	0,3569	0,0301		0,0075				0,0756			1,474
1994	0,3678	0,3093	0,0387	0,0210	0,2425	0,2786	0,1815	0,0003			0,2581		0,0135				1,711
1995	0,3421	0,2428	0,2117	0,0069	0,1198	0,0411	0,2937	0,0028			0,2045						1,465
1996	0,3676	0,2323	0,1038	0,0737	0,0599	0,0229	0,2731			0,0400	0,3554						1,529
1997	0,2860	0,2216	0,1302	0,1015	0,0160	0,0111	0,1823	0,0016		0,0320	0,2264						1,209
1998	0,2863	0,0504	0,1173	0,0407	0,0512	0,0221	0,2895	0,0031		0,1377	0,1977						1,196
1999	0,3677	0,0252	0,3369	0,0589	0,0372	0,3575	0,0881				0,1169		0,0123				1,401
2000	0,3500	0,0850	0,3672	0,1015	0,0530	0,0947	0,0434			0,0042	0,0607		0,1343				1,294
2001	0,3508	0,0021	0,3251	0,1196	0,1112	0,0281							0,3280				1,265
2002	0,3624	0,2023	0,1483	0,1329	0,1095	0,0112				0,1838	0,0285		0,3675				1,546
2003	0,2392	0,0730	0,3678	0,1367	0,0788	0,0089			0,0048	0,1486	0,0133		0,3678				1,439

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : (-)p₁lnp₁ ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ

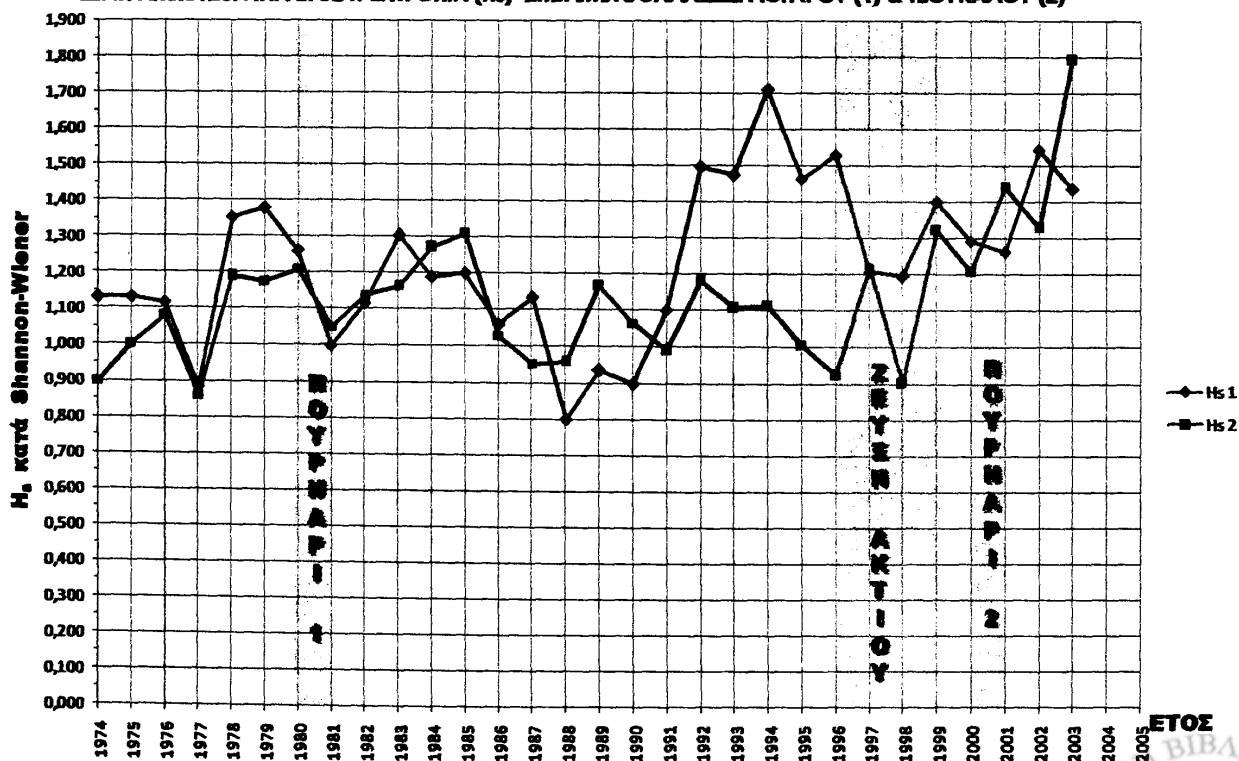
ΕΤΟΣ	(-)p ₁ lnp ₁	(-)p ₂ lnp ₂	(-)p ₃ lnp ₃	(-)p ₄ lnp ₄	(-)p ₅ lnp ₅	(-)p ₆ lnp ₆	(-)p ₇ lnp ₇	(-)p ₈ lnp ₈	(-)p ₉ lnp ₉	(-)p ₁₀ lnp ₁₀	(-)p ₁₁ lnp ₁₁	(-)p ₁₂ lnp ₁₂	(-)p ₁₃ lnp ₁₃	(-)p ₁₄ lnp ₁₄	(-)p ₁₅ lnp ₁₅	(-)p ₁₆ lnp ₁₆	Hs 2
1974	0,3118	0,3674	0,0817	0,0213	0,0722		0,0234	0,0047	0,0171								0,899
1975	0,3124	0,3644	0,1218	0,0272	0,1088	0,0032	0,0295	0,0038	0,0192							0,0129	1,003
1976	0,3296	0,3658	0,1639	0,0239	0,0814		0,0224	0,0006	0,0274							0,0625	1,077
1977	0,2450	0,3226	0,1282	0,0284	0,0470		0,0121	0,0036	0,0319							0,0376	0,856
1978	0,3644	0,3678	0,3009	0,0075	0,1013		0,0118	0,0043	0,0309								1,189
1979	0,3569	0,3330	0,2146	0,0516	0,0433		0,1455	0,0070	0,0247								1,177
1980	0,3679	0,3587	0,2287	0,0538	0,0522	0,0061	0,1251	0,0052	0,0126								1,210
1981	0,3473	0,3669	0,1129	0,0370	0,0133	0,0027	0,1387	0,0037	0,0089							0,0198	1,051
1982	0,3561	0,3678	0,0692	0,0279	0,0282	0,0111	0,2540	0,0075	0,0123							0,0056	1,140
1983	0,3478	0,3675	0,1810	0,0214	0,0454		0,1728	0,0027	0,0141							0,0116	1,164
1984	0,3678	0,3594	0,1433	0,0424	0,0835	0,0067	0,2319	0,0113	0,0232							0,0006	1,270
1985	0,3668	0,3567	0,1482	0,0512	0,0844	0,0412	0,2233	0,0031	0,0202							0,0130	1,308
1986	0,3375	0,3675	0,0845	0,0258	0,0622	0,0361	0,0866	0,0071	0,0200							0,0020	1,029
1987	0,3642	0,3021	0,1111	0,0183	0,0658	0,0725	0,0047	0,0035	0,0087							0,0003	0,951
1988	0,3208	0,3678	0,1037	0,0463	0,0830	0,0016	0,0227	0,0005	0,0042							0,0056	0,956
1989	0,3285	0,3614	0,1567	0,1121	0,1309	0,0002	0,0175	0,0055	0,0121							0,0428	1,168
1990	0,3679	0,3314	0,0600	0,0398	0,1040	0,0418	0,0692	0,0022	0,0068							0,0428	1,066
1991	0,2967	0,3598	0,1153	0,0922	0,0449	0,0200	0,0473	0,0101	0,0041							0,0003	0,991
1992	0,3443	0,3666	0,2155	0,0487	0,1210	0,0064	0,0604	0,0070	0,0022							0,0112	1,183
1993	0,3489	0,3679	0,0096	0,0199	0,1104	0,2318	0,0085	0,0033	0,0022							0,0059	1,108
1994	0,3579	0,3667	0,0345	0,0146	0,0803	0,2238	0,0280	0,0039	0,0012							0,0002	1,111
1995	0,3671	0,3209	0,1408	0,0210	0,0490	0,0173	0,0804	0,0078	0,0022							0,0003	1,007
1996	0,3087	0,3658	0,1153	0,0183	0,0823	0,0032	0,0232	0,0041	0,0020								0,923
1997	0,3522	0,3641	0,2160	0,0687	0,1317	0,0373	0,0087	0,0394	0,0020							0,0009	1,221
1998	0,2621	0,0187	0,2130	0,0398	0,1376	0,0545	0,0011	0,0359	0,0024	0,1372							0,902
1999	0,3678	0,3143	0,3622	0,0233	0,0639	0,1667	0,0007	0,0013	0,0045			0,0186					1,323
2000	0,3665	0,3647	0,3321	0,0414	0,0736	0,0152		0,0147	0,0004							0,0004	1,209
2001	0,3658	0,2716	0,2720	0,0532	0,1130	0,3507	0,0006	0,0137									1,440
2002	0,3643	0,3604	0,3647	0,0148	0,0588	0,0817	0,0141	0,0059		0,0626	0,0039						1,331
2003	0,3180	0,3593	0,3432	0,1428	0,0590	0,2282	0,0097	0,0021		0,0398	0,0926	0,1982					1,793



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ (1) & ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΕΝΤΡΟΠΙΑ (H_s) ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΛΟΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



Γνωρίζοντας την έκταση που καταλαμβάνει κάθε λιμνοθάλασσα, το μέσο βάθος της, και την ανά έτος παραγωγή της σε ιχθυόμαζα, κατασκευάσαμε τούς πίνακες που ακολουθούν. Από αυτούς οι πίνακες 7 και 8 παρουσιάζουν για κάθε λιμνοθάλασσα τα έτη 1974-2004 τη παραγωγή ιχθυόμαζας (συνολική και των έξι βασικών ειδών) σε Kgr ανά Km² ελεύθερης επιφάνειας, ενώ οι πίνακες 9 και 10 την αντίστοιχη παραγωγή σε Kgr ανά 1000m³ νερού. Με τη βοήθεια των πινάκων δημιουργήσαμε διαγράμματα τα οποία χρησιμοποιούμε για να γίνει η σύγκριση της Λογαρούς με την Τσουκαλού. Έτσι λοιπόν ακολουθούν οι παρακάτω παρατηρήσεις μας:

Διάγραμμα 21: Μετά το 1989 οι δύο λιμνοθάλασσες παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά στην παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας και επομένως το βάθος τους δεν αποτελεί πλέον ένα παράγοντα διαφοροποίησής τους. Έτσι στη Τσουκαλού στα στρώματα του πυθμένα να παρουσιάζεται έντονο το φαινόμενο της έλλειψης οξυγόνου και τα ψάρια να περιορίζονται πιο πολύ στα επιφανειακά στρώματα. Επομένως άλλαξε η ποιότητα των υδάτων της Τσουκαλούς πολύ περισσότερο απ' ό τι της Λογαρούς και η φωτοσυνθετική ικανότητα περιορίστηκε στα ανώτερα επιφανειακά της στρώματα.

Διάγραμμα 22 : Η Λογαρού παράγει πιο πολύ ιχθυόμαζα ανά μονάδα όγκου νερού γεγονός που δείχνει ότι μέσω των τροφικών αλυσίδων εμφανίζει μεγαλύτερη πρωτογενή παραγωγικότητα και παρουσιάζει καλύτερες συνθήκες ανταγωνισμού.

Διαγράμματα 23,24 : Οι κέφαλοι δεν ευνοούνται από το βάθος που μπορεί να έχει η λιμνοθάλασσα, αλλά μόνο από τις συνθήκες και τον ανταγωνισμό που επικρατούν. Έτσι η Λογαρού εμφανίζεται πιο παραγωγική σ' αυτούς. Η δυσμενής επίδραση της λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 1 και των έργων κατασκευής της ζεύξης του Ακτίου παρουσιάστηκε σε αυτούς χρονικά μετατοπισμένη σε σχέση με τα άλλα είδη που μελετάμε. Αυτό φανερώνει ότι δέχονται τις έμμεσες συνέπειες από τις μεταβολές του οικοσυστήματος. Έτσι εξηγείται ότι για πολλά έτη αποτελούσαν το μεγαλύτερο ποσοστό της ιχθυόμαζας των λιμνοθαλασσών.

Μετά την λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού Πουρνάρι 2 στη Λογαρού συνεχώς μειώνεται η παραγωγή στους κέφαλους. Πιθανόν η μείωση της τροφοδοσίας του Αράχθου με νερό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα που εμπλουτίζει την λιμνοθάλασσα αυτή με ύδατα μπορεί να αποτέλεσε την αιτία.

Διαγράμματα 25,26 : Το μεγαλύτερο βάθος, οι συνθήκες και ο ανταγωνισμός της Τσουκαλούς ευνοούν περισσότερο την παραγωγή των χελιών. Η επίδραση των τριών μεγάλων περιβαλλοντικών γεγονότων στα χέλια υπήρξε άμεση και αρνητική στις δύο λιμνοθάλασσες.



Διαγράμματα 27,28 : Όσον αφορά τις τσιπούρες οι δύο λιμνοθάλασσες έχουν παρόμοια παραγωγικότητα. Σε αυτές τα τρία μεγάλα περιβαλλοντικά γεγονότα είχαν πάλι άμεση και αρνητική συνέπεια. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει απότομη αύξηση στην παραγωγή τους οφειλόμενη πιθανόν στις εκτεταμένες ιχθυοκαλλιέργειες τσιπούρας σε μονάδες του Αμβρακικού ή σε ενδεχόμενους εμπλουτισμούς των λιμνοθαλασσών με γόνο της.

Διαγράμματα 29,30 : Στα λαυράκια η Λογαρού ευνοεί την παραγωγή τους περισσότερο από ότι η Τσουκαλού. Κατά τα άλλα ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις με τις τσιπούρες.

Διαγράμματα 31,32 : Στη λιμνοθάλασσα της Λογαρούς οι γλώσσες εμφανίζουν ξαφνικές απότομες διακυμάνσεις στην παραγωγή τους.

Διαγράμματα 33,34 : Παρατηρείται τα τελευταία χρόνια εξαφάνιση των γοβιών και από τις δύο λιμνοθάλασσες. Παλαιότερα φαίνεται ότι ευνοούνταν στις συνθήκες της Λογαρούς.



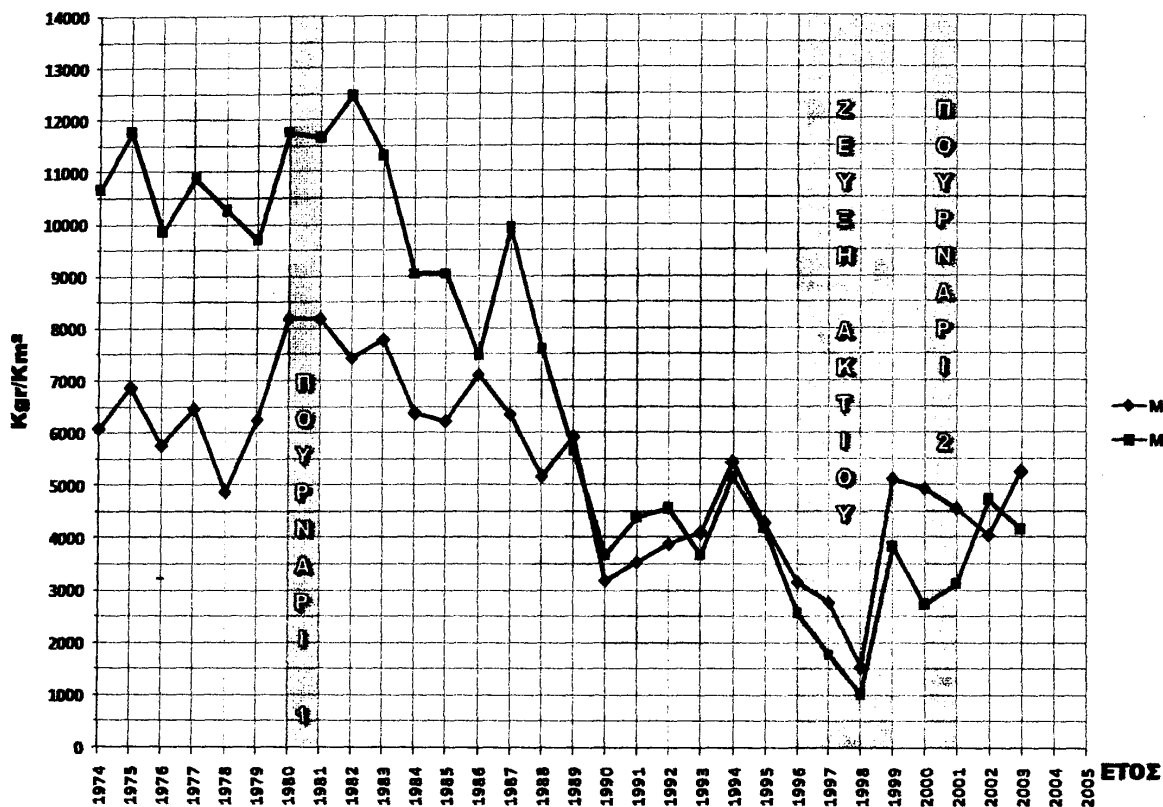
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kg/Km ² ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ						
ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 1	ΚΕΦΑΛΟΙ 1	ΧΕΛΙΑ 1	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 1	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 1	ΓΛΩΣΣΕΣ 1
1974	6095,3	3161,0	2175,7	374,4	53,8	121,0
1975	6852,1	4360,1	1497,0	255,1	28,7	110,6
1976	5771,6	3867,6	854,3	466,6	29,8	69,7
1977	6453,6	4638,1	1141,9	328,1	22,1	3,1
1978	4878,3	2049,4	1452,4	737,2	6,4	20,8
1979	6234,8	2745,4	1936,7	305,8	25,8	55,7
1980	8181,3	3134,0	3394,6	512,8	50,1	11,7
1981	8180,0	3536,2	3817,3	19,3	26,0	26,8
1982	7431,3	3829,7	2532,7	276,3	35,7	50,1
1983	7789,6	3346,3	2771,6	630,8	53,6	43,5
1984	6367,4	2902,4	2556,5	184,0	130,4	142,9
1985	6226,7	3264,5	1819,4	206,1	94,6	100,1
1986	7111,8	3489,5	2864,0	114,8	100,3	87,8
1987	6352,1	3095,4	2454,8	143,6	127,5	268,0
1988	5156,7	3865,2	864,9	224,1	136,5	38,2
1989	5927,3	4329,6	865,5	205,6	180,7	94,0
1990	3191,3	2342,3	549,8	29,6	77,1	79,1
1991	3541,2	2267,2	679,6	159,7	134,9	71,5
1992	3876,9	1730,6	823,2	140,7	21,7	191,6
1993	4086,4	1115,2	1154,1	4,3	6,1	104,9
1994	5438,8	1948,4	984,0	43,7	20,5	596,8
1995	4274,6	2196,5	470,3	369,7	4,3	154,1
1996	3155,5	1205,6	320,4	92,9	58,3	44,3
1997	2786,6	1781,8	260,5	113,3	79,5	7,5
1998	1551,9	991,4	17,4	54,3	13,3	17,8
1999	5103,3	1931,9	24,0	1161,6	70,1	39,0
2000	4939,5	2411,7	110,5	1710,4	140,9	59,1
2001	4538,7	2204,0	1,2	932,1	163,2	147,3
2002	4039,6	1236,7	323,8	199,0	169,3	128,2
2003	5239,7	560,8	95,5	1879,5	228,6	105,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kg/Km ² ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ						
ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 2	ΚΕΦΑΛΟΙ 2	ΧΕΛΙΑ 2	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 2	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 2	ΓΛΩΣΣΕΣ 2
1974	10653,0	6274,5	3715,9	225,9	40,9	191,3
1975	11759,3	6910,4	3741,2	433,9	60,8	370,0
1976	9849,2	5397,9	3244,4	564,8	43,3	207,6
1977	10871,6	7688,6	2186,7	432,2	59,3	111,6
1978	10253,6	4303,0	3687,9	1738,6	11,3	291,8
1979	9688,7	2728,1	5225,6	857,5	112,1	89,7
1980	11769,1	4322,4	5332,8	1162,5	143,7	138,1
1981	11647,1	5794,5	4604,4	386,1	88,2	25,2
1982	12452,5	5789,2	4641,9	211,4	66,4	67,4
1983	11290,2	5599,8	3958,6	755,6	43,4	111,0
1984	9048,5	3250,7	4068,1	423,3	81,5	197,5
1985	9051,0	3079,0	4182,5	445,5	103,6	200,4
1986	7468,7	3937,9	2873,6	165,8	36,1	110,2
1987	9889,8	3137,0	6021,3	320,4	31,5	157,2
1988	7586,6	4317,3	2728,5	223,2	76,3	164,3
1989	5662,1	3119,2	1703,1	303,0	185,8	231,9
1990	3651,0	1334,5	1984,4	51,3	30,4	107,8
1991	4398,5	2724,0	1291,0	150,2	109,9	42,6
1992	4541,3	2303,3	1534,9	404,7	48,7	166,1
1993	3671,9	1807,3	1334,2	5,4	12,9	117,8
1994	5175,8	2365,2	2057,2	35,9	12,5	107,2
1995	4181,9	1442,4	2378,7	190,7	15,8	45,3
1996	2549,0	1517,9	839,8	87,0	8,1	54,5
1997	1795,2	862,1	567,8	160,7	30,2	74,2
1998	1020,6	694,2	3,3	89,2	8,5	45,0
1999	3825,3	1438,6	719,5	1166,7	16,3	58,5
2000	2722,4	1090,7	872,8	593,6	23,8	50,2
2001	3138,0	1278,8	427,6	428,7	37,8	104,1
2002	4701,5	1492,4	1393,6	1506,6	11,6	64,4
2003	4138,9	802,3	1206,1	1000,3	192,8	57,0

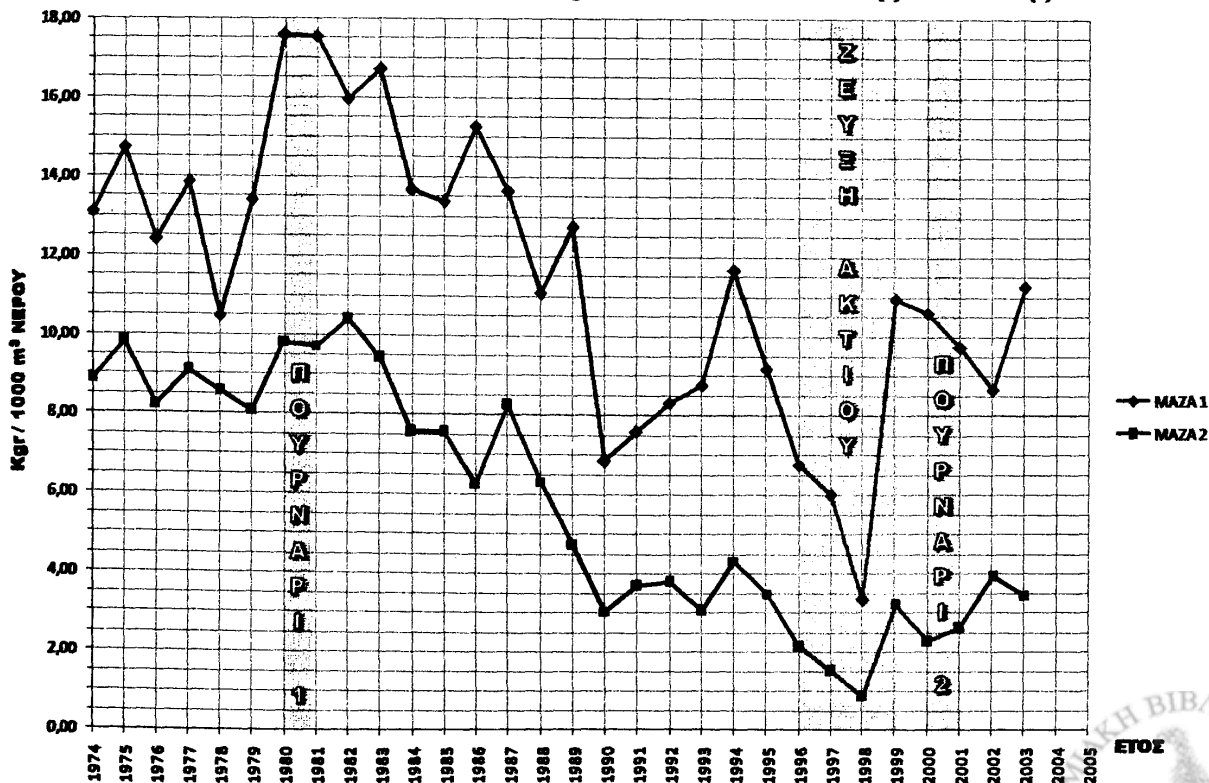
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kggr /1000 m ³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ									
ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 1	ΚΕΦΑΛΟΙ 1	ΧΕΛΙΑ 1	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 1	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 1	ΓΛΩΣΣΕΣ 1	ΓΟΒΙΟΙ 1		
1974	13,080	6,783	4,669	0,804	0,116	0,260	0,388		
1975	14,703	9,356	3,212	0,548	0,062	0,237	0,815		
1976	12,385	8,299	1,833	1,001	0,064	0,150	0,663		
1977	13,848	9,953	2,450	0,704	0,047	0,007	0,556		
1978	10,468	4,398	3,117	1,582	0,014	0,045	1,167		
1979	13,379	5,891	4,156	0,656	0,055	0,120	1,801		
1980	17,556	6,725	7,284	1,100	0,108	0,025	2,093		
1981	17,553	7,588	8,191	0,041	0,056	0,057	1,447		
1982	15,946	8,218	5,435	0,593	0,077	0,108	1,350		
1983	16,715	7,181	5,947	1,354	0,115	0,093	1,596		
1984	13,663	6,228	5,486	0,395	0,280	0,307	0,820		
1985	13,362	7,005	3,904	0,442	0,203	0,215	1,528		
1986	15,261	7,488	6,146	0,246	0,215	0,189	0,627		
1987	13,631	6,642	5,268	0,308	0,274	0,575	0,361		
1988	11,065	8,294	1,856	0,481	0,293	0,082	0,010		
1989	12,719	9,291	1,857	0,441	0,388	0,202	0,492		
1990	6,848	5,026	1,180	0,064	0,165	0,170	0,182		
1991	7,599	4,865	1,458	0,343	0,290	0,153	0,262		
1992	8,319	3,714	1,767	0,302	0,047	0,411	1,539		
1993	8,769	2,393	2,476	0,009	0,013	0,225	2,471		
1994	11,671	4,181	2,111	0,094	0,044	1,281	0,785		
1995	9,173	4,713	1,009	0,793	0,009	0,331	1,473		
1996	6,771	2,587	0,688	0,199	0,125	0,095	0,933		
1997	5,980	3,823	0,559	0,243	0,171	0,016	0,405		
1998	3,330	2,127	0,037	0,117	0,029	0,038	0,518		
1999	10,951	4,146	0,052	2,493	0,150	0,084	0,257		
2000	10,599	5,175	0,237	3,670	0,302	0,127	0,098		
2001	9,739	4,729	0,003	2,000	0,350	0,316	0,000		
2002	8,668	2,654	0,695	0,427	0,363	0,275	0,000		
2003	11,243	1,203	0,205	4,033	0,491	0,227	0,000		

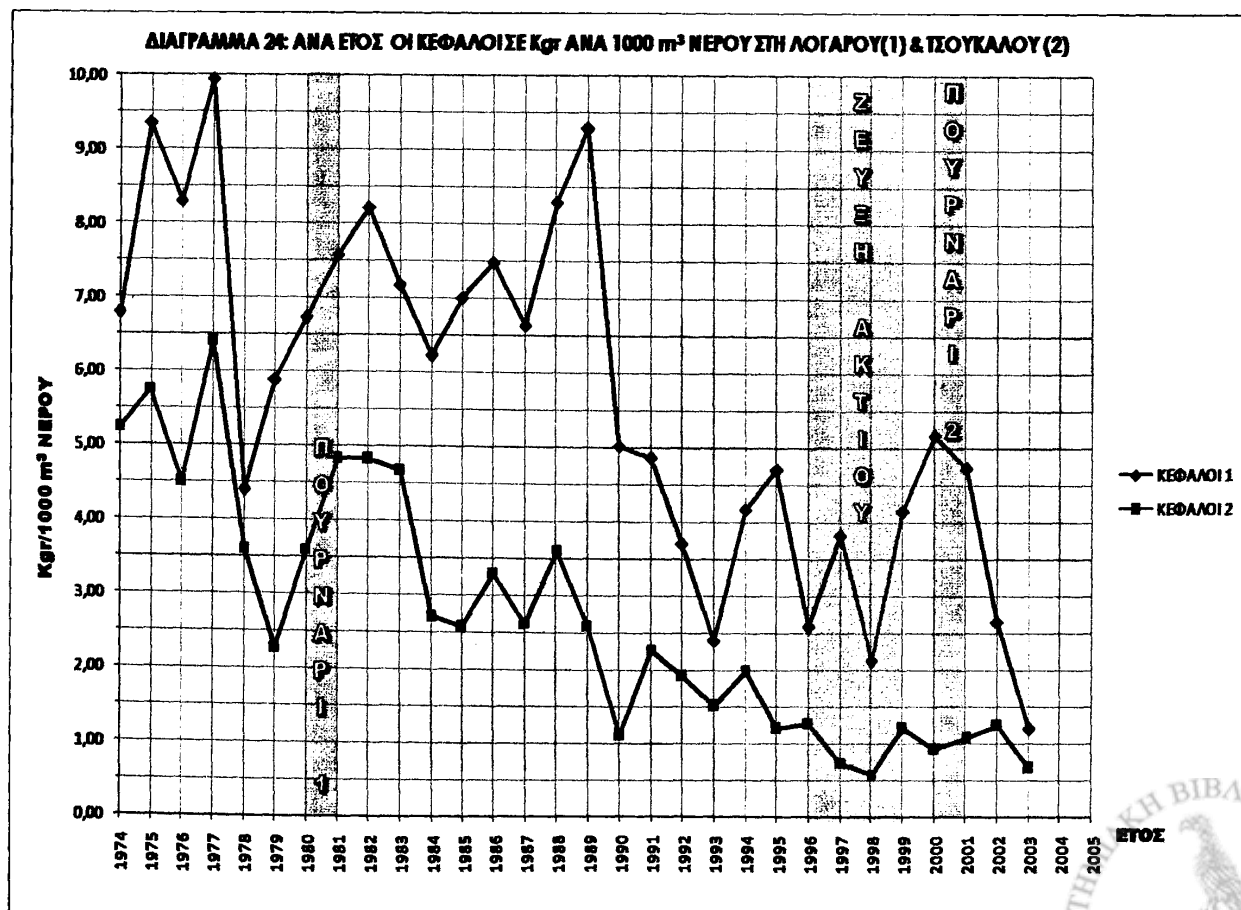
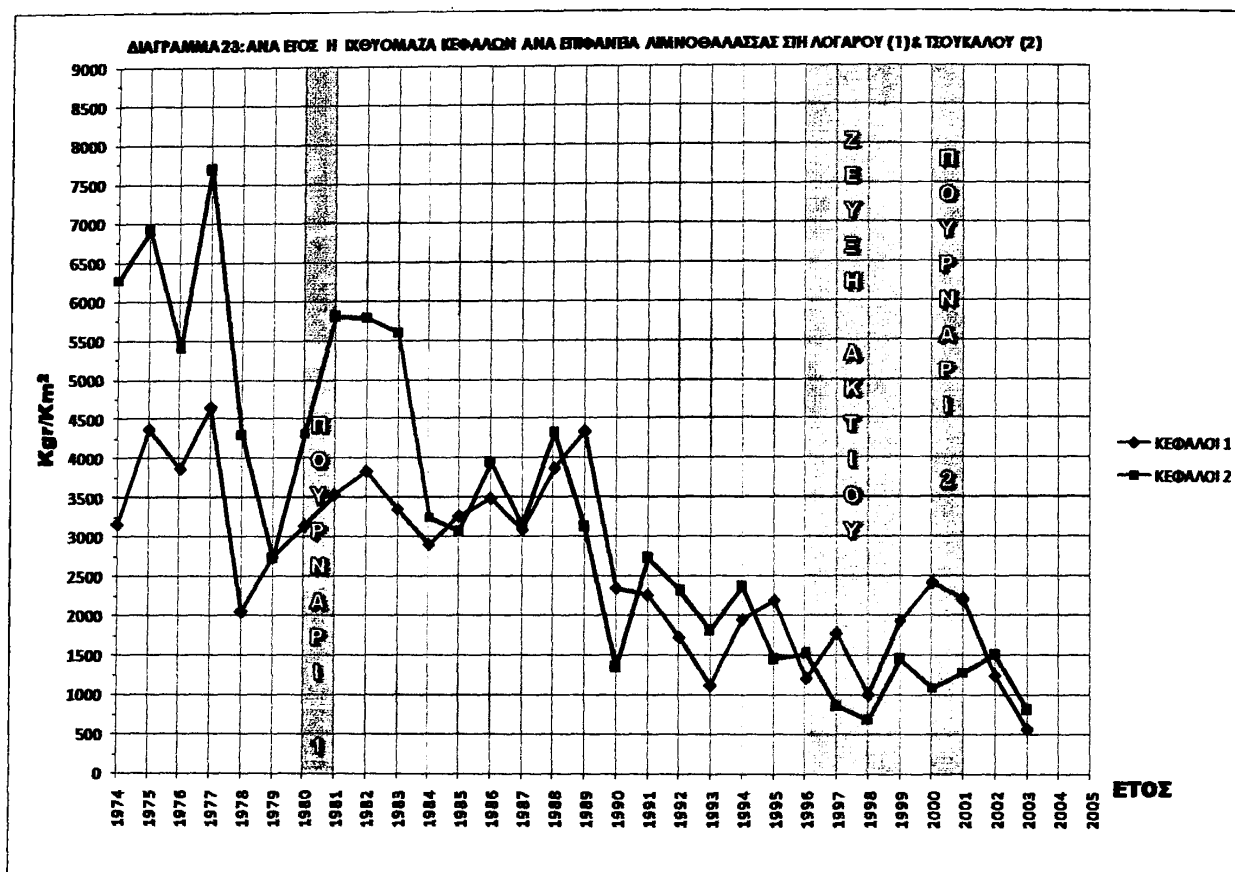
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 : Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kggr /1000 m ³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ									
ΕΤΟΣ	ΜΑΖΑ 2	ΚΕΦΑΛΟΙ 2	ΧΕΛΙΑ 2	ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ 2	ΛΑΥΡΑΚΙΑ 2	ΓΛΩΣΣΕΣ 2	ΓΟΒΙΟΙ 2		
1974	8,877	5,229	3,097	0,188	0,034	0,159	0,038		
1975	9,799	5,759	3,118	0,362	0,051	0,308	0,056		
1976	8,208	4,498	2,704	0,471	0,036	0,173	0,033		
1977	9,060	6,407	1,822	0,360	0,049	0,093	0,018		
1978	8,545	3,586	3,073	1,449	0,009	0,243	0,016		
1979	8,074	2,273	4,355	0,715	0,093	0,075	0,387		
1980	9,808	3,602	4,444	0,969	0,120	0,115	0,376		
1981	9,706	4,829	3,837	0,322	0,074	0,021	0,433		
1982	10,377	4,824	3,868	0,176	0,055	0,056	1,242		
1983	9,409	4,666	3,299	0,630	0,036	0,092	0,586		
1984	7,540	2,709	3,390	0,353	0,068	0,165	0,764		
1985	7,543	2,566	3,485	0,371	0,086	0,167	0,715		
1986	6,224	3,282	2,395	0,138	0,030	0,092	0,143		
1987	8,241	2,614	5,018	0,267	0,026	0,131	0,005		
1988	6,322	3,598	2,274	0,186	0,064	0,137	0,026		
1989	4,718	2,599	1,419	0,252	0,155	0,193	0,014		
1990	3,042	1,112	1,654	0,043	0,025	0,090	0,052		
1991	3,665	2,270	1,076	0,125	0,092	0,036	0,038		
1992	3,784	1,919	1,279	0,337	0,041	0,138	0,054		
1993	3,060	1,506	1,112	0,004	0,011	0,098	0,004		
1994	4,313	1,971	1,714	0,030	0,010	0,089	0,023		
1995	3,485	1,202	1,982	0,159	0,013	0,038	0,072		
1996	2,124	1,265	0,700	0,073	0,007	0,045	0,009		
1997	1,496	0,718	0,473	0,134	0,025	0,062	0,002		
1998	0,851	0,578	0,003	0,074	0,007	0,037	0,000		
1999	3,188	1,199	0,600	0,972	0,014	0,049	0,000		
2000	2,269	0,909	0,727	0,495	0,020	0,042	0,000		
2001	2,615	1,066	0,356	0,357	0,031	0,087	0,000		
2002	3,918	1,244	1,161	1,256	0,010	0,054	0,009		
2003	3,449	0,669	1,005	0,834	0,161	0,047	0,005		

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΟΪΤΑΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)

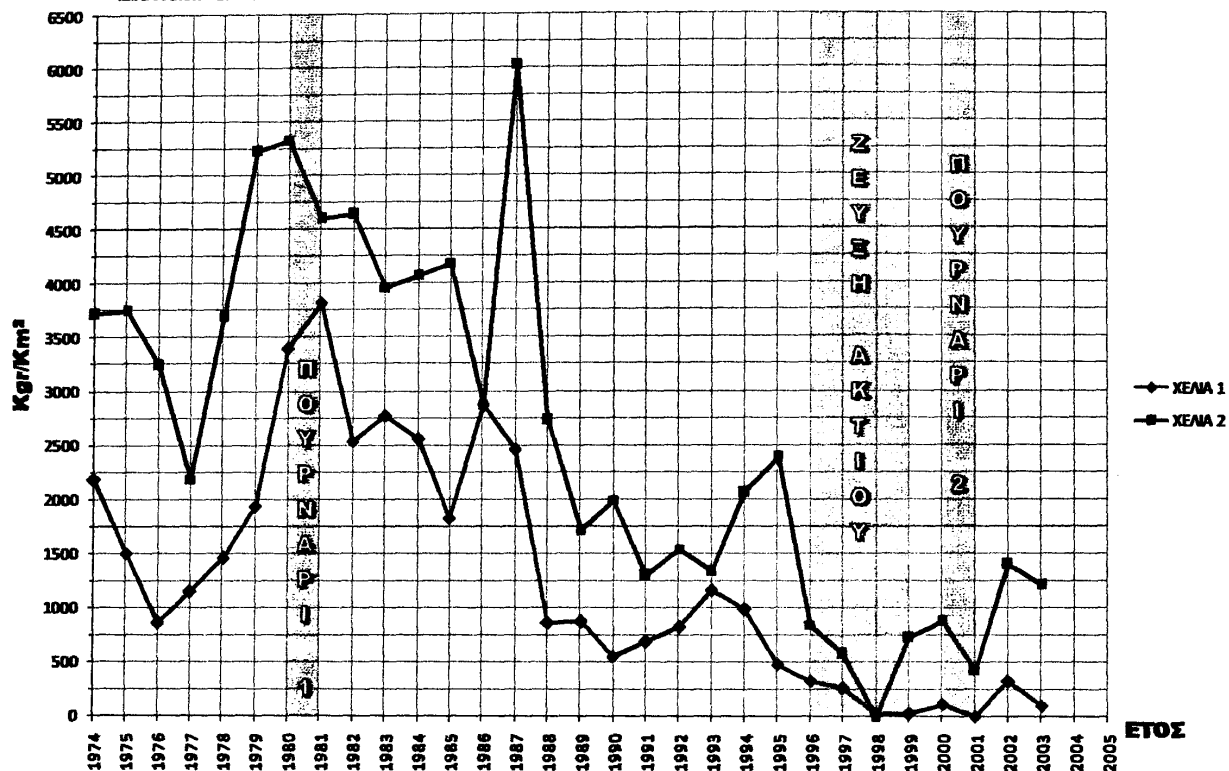


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΣΕ Kg ΑΝΑ 1000 m³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΪΤΑΟΥ(1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)

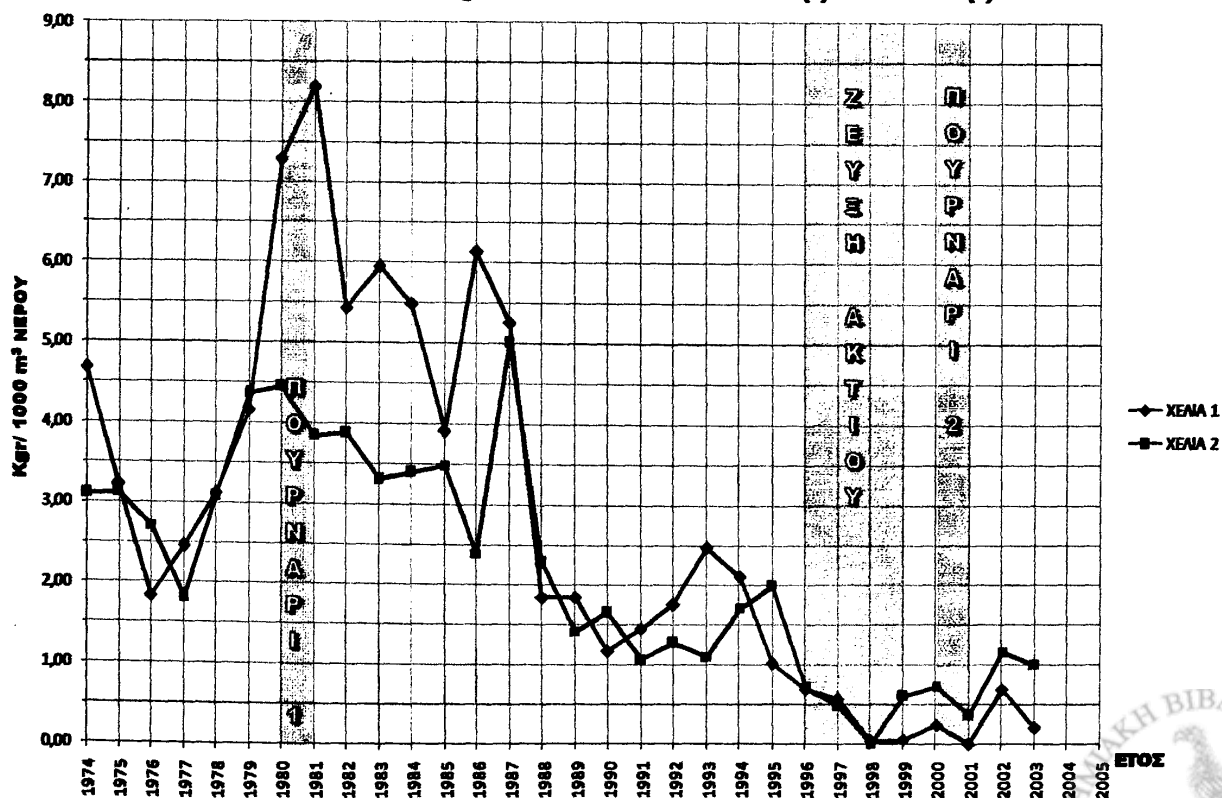




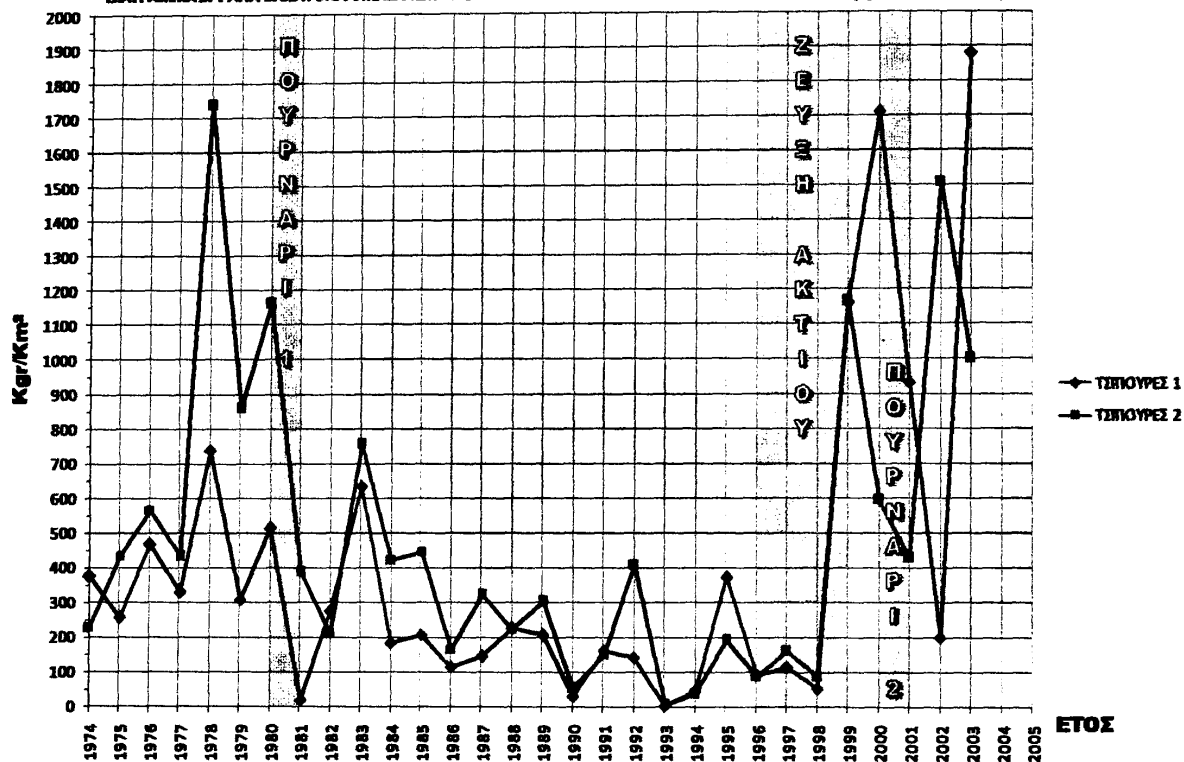
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΔΕΥΤΟΜΑΖΑ ΧΕΛΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



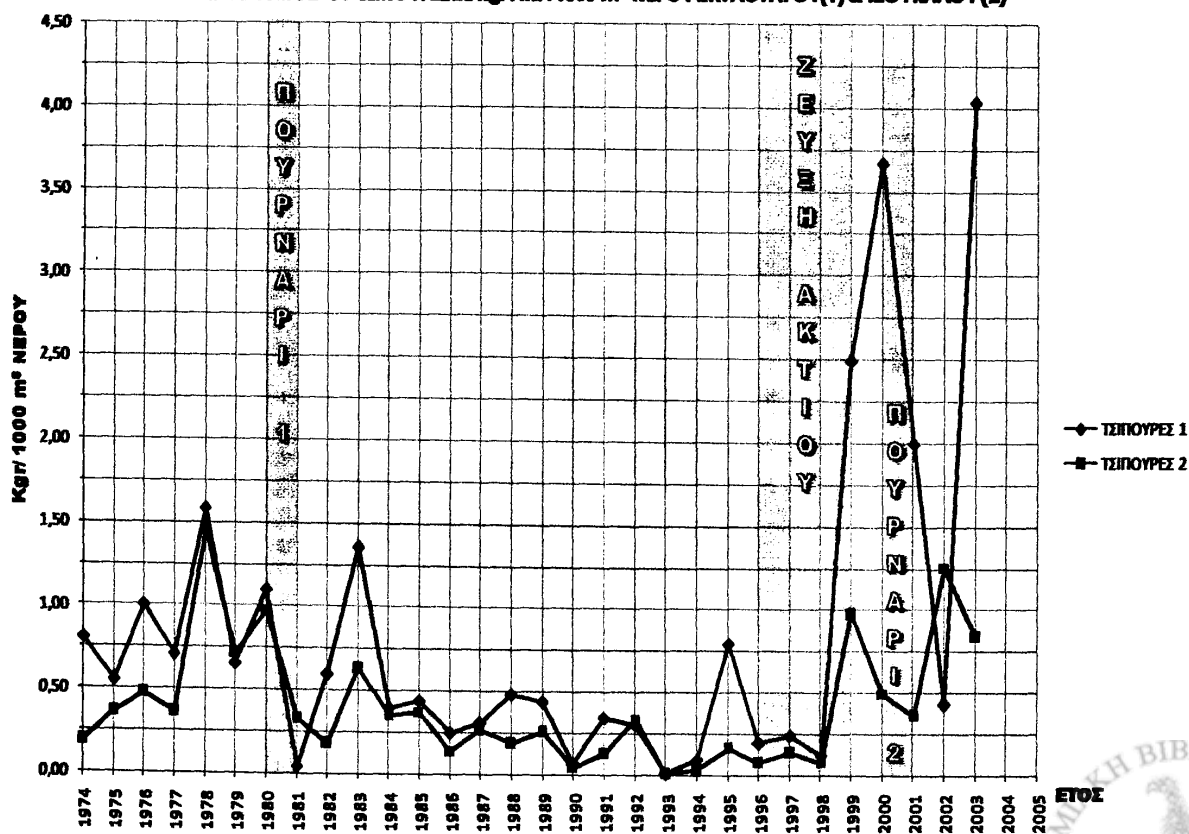
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26: ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΑ ΧΕΛΩΝΑ ΣΕ Kg/ 1000 m³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



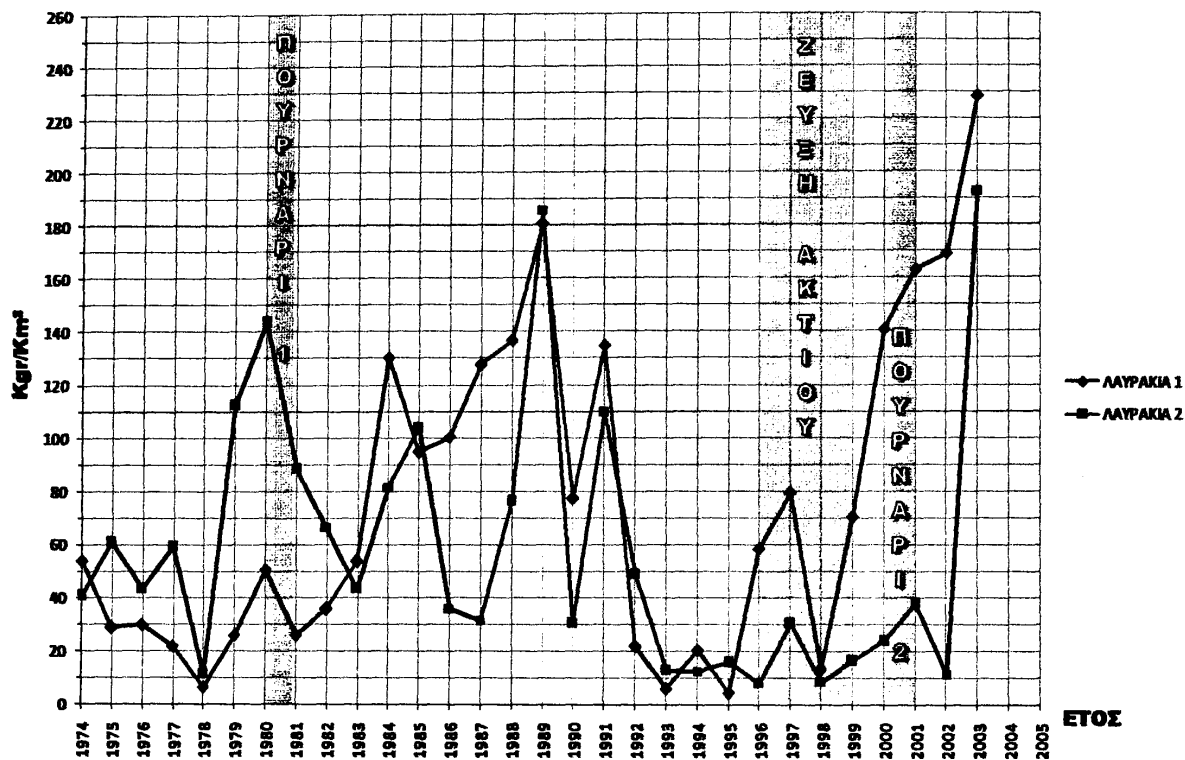
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΕΚΤΟΜΑΖΑ ΤΣΙΠΟΥΡΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



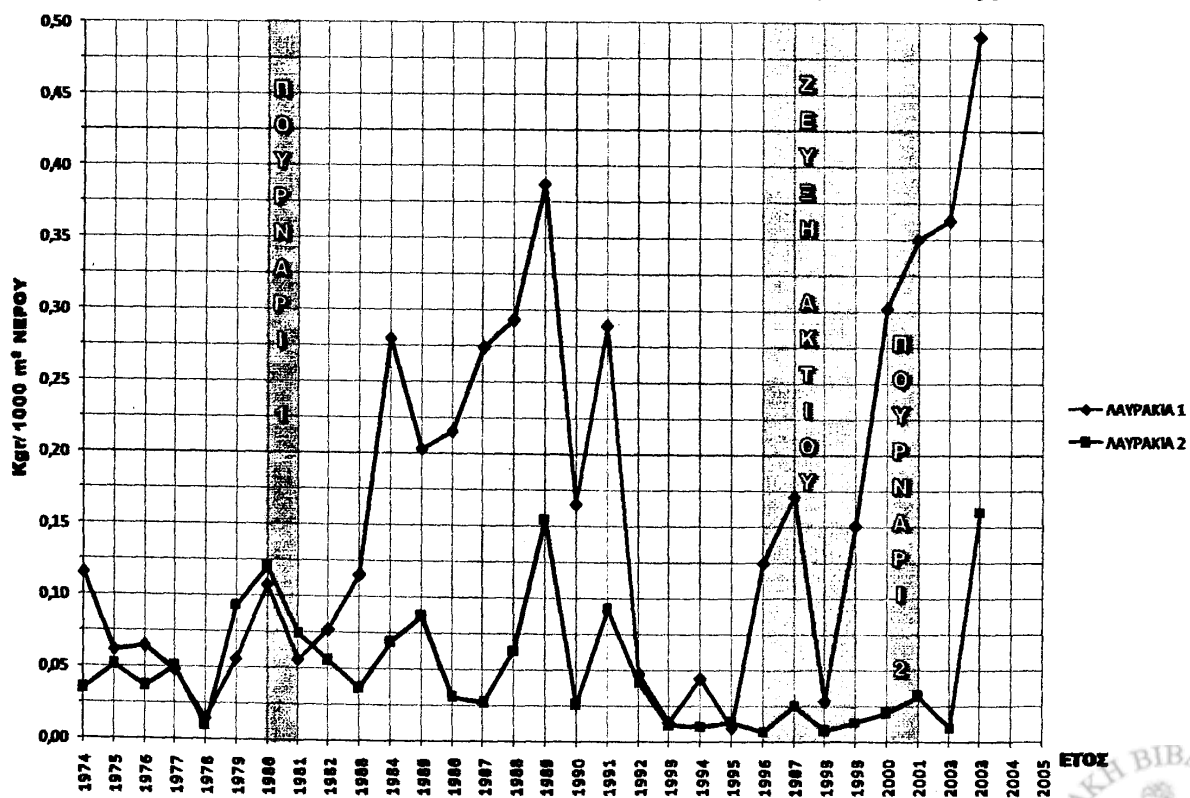
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28: ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΟΙ ΤΣΙΠΟΥΡΕΣ ΣΕ Kg/ 1000 m³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ(1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ(2)



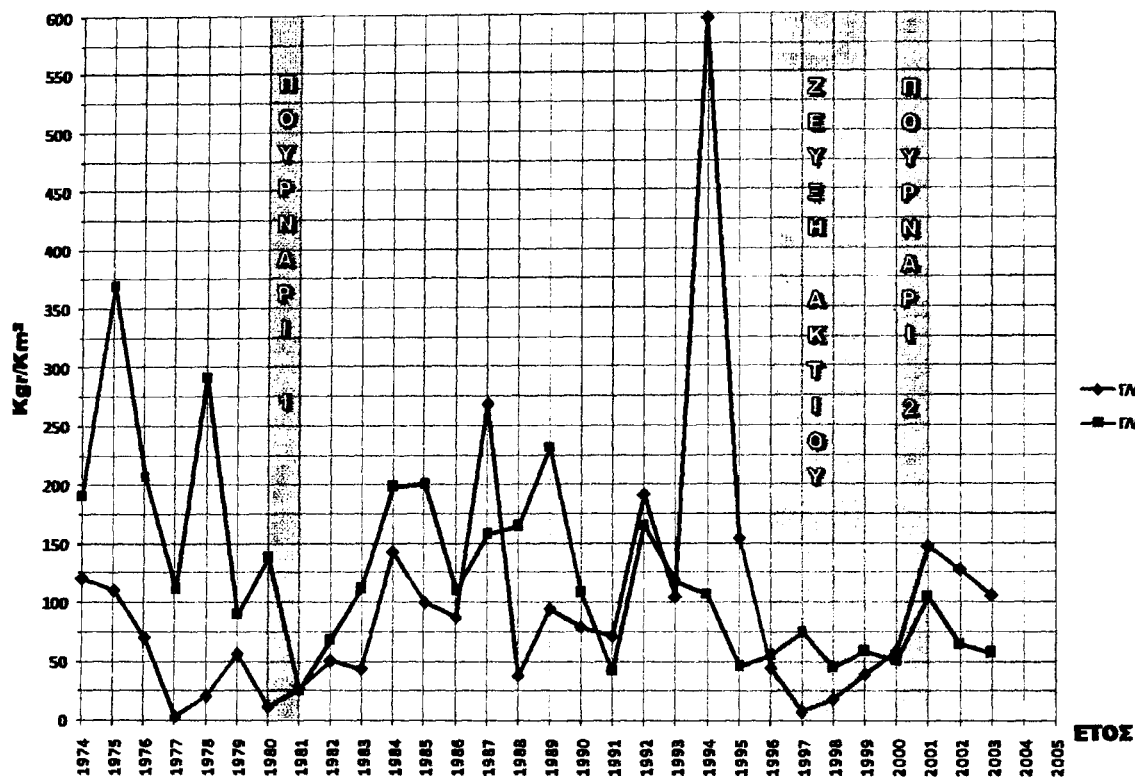
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΕΚΣΤΟΜΑΖΑ ΛΑΥΡΑΚΙΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΙΜΙΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



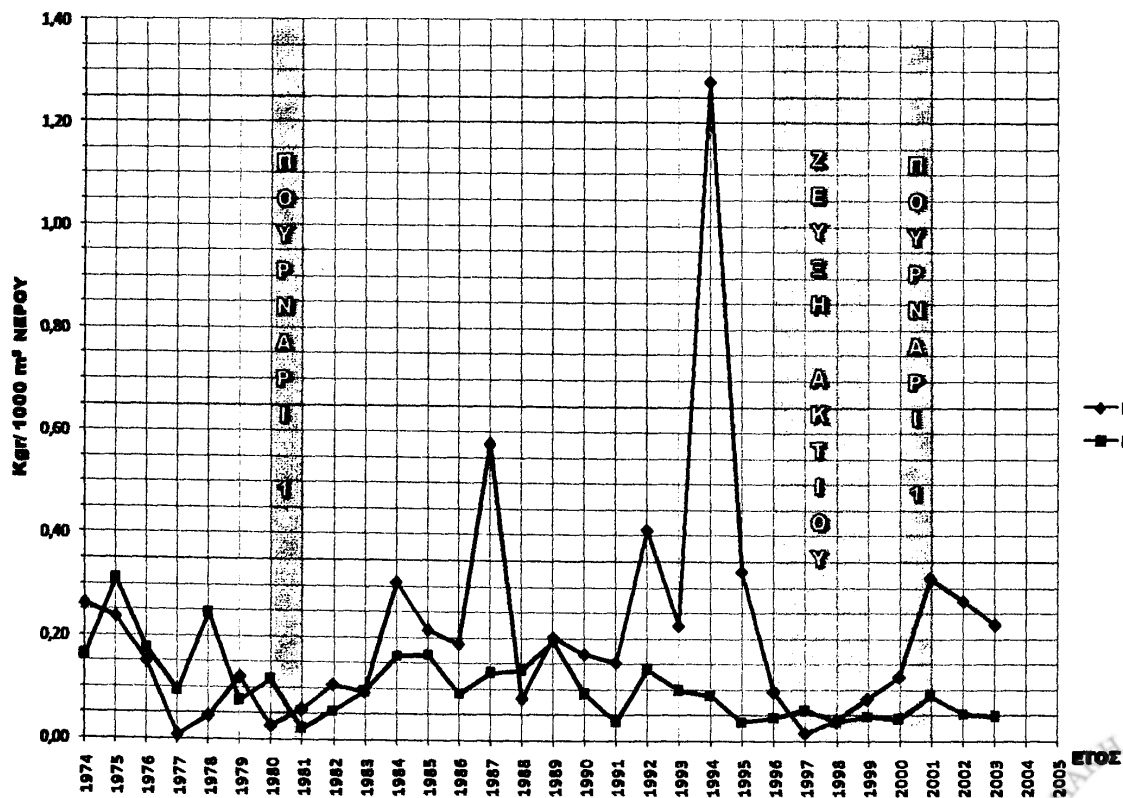
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 30: ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΑ ΛΑΥΡΑΚΙΑ ΣΕ Kg/ 1000 m² ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



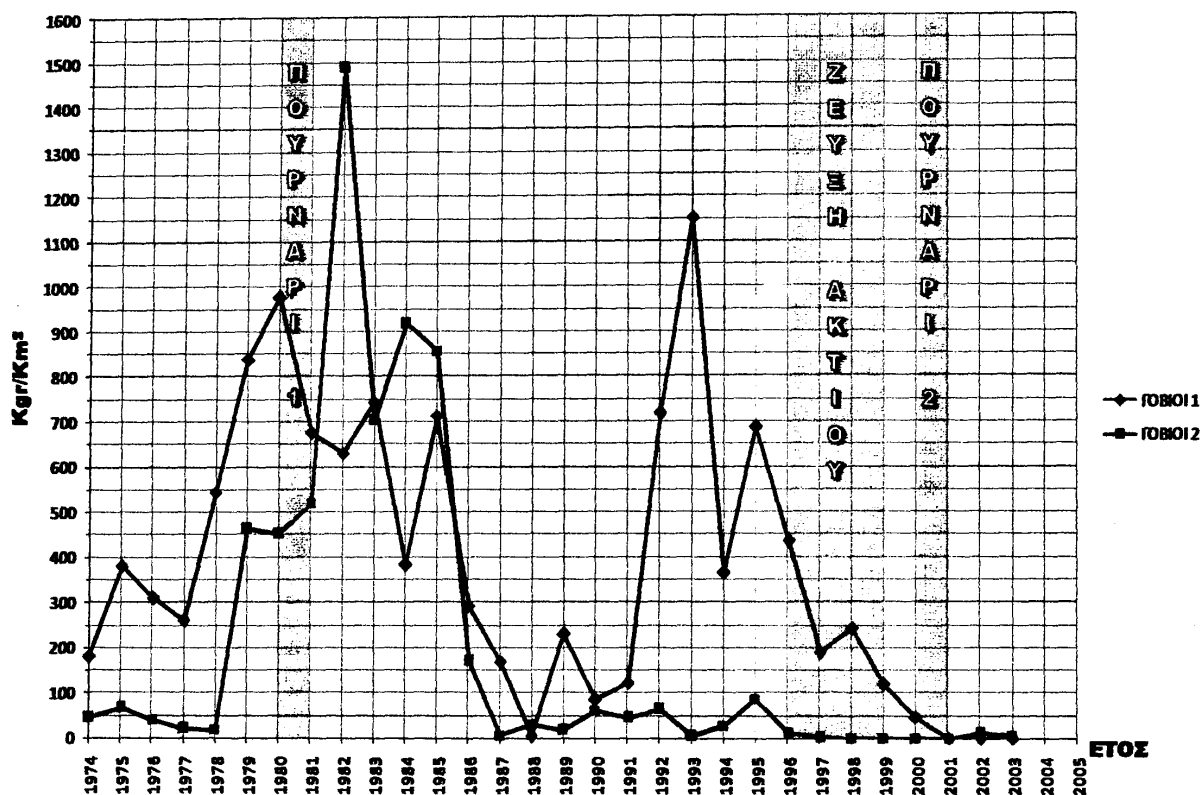
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 31: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΔΙΣΤΟΜΑΖΑ ΓΑΛΙΣΣΙΝ ΑΝΑ ΕΠΙΘΑΝΕΙΑ ΛΗΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



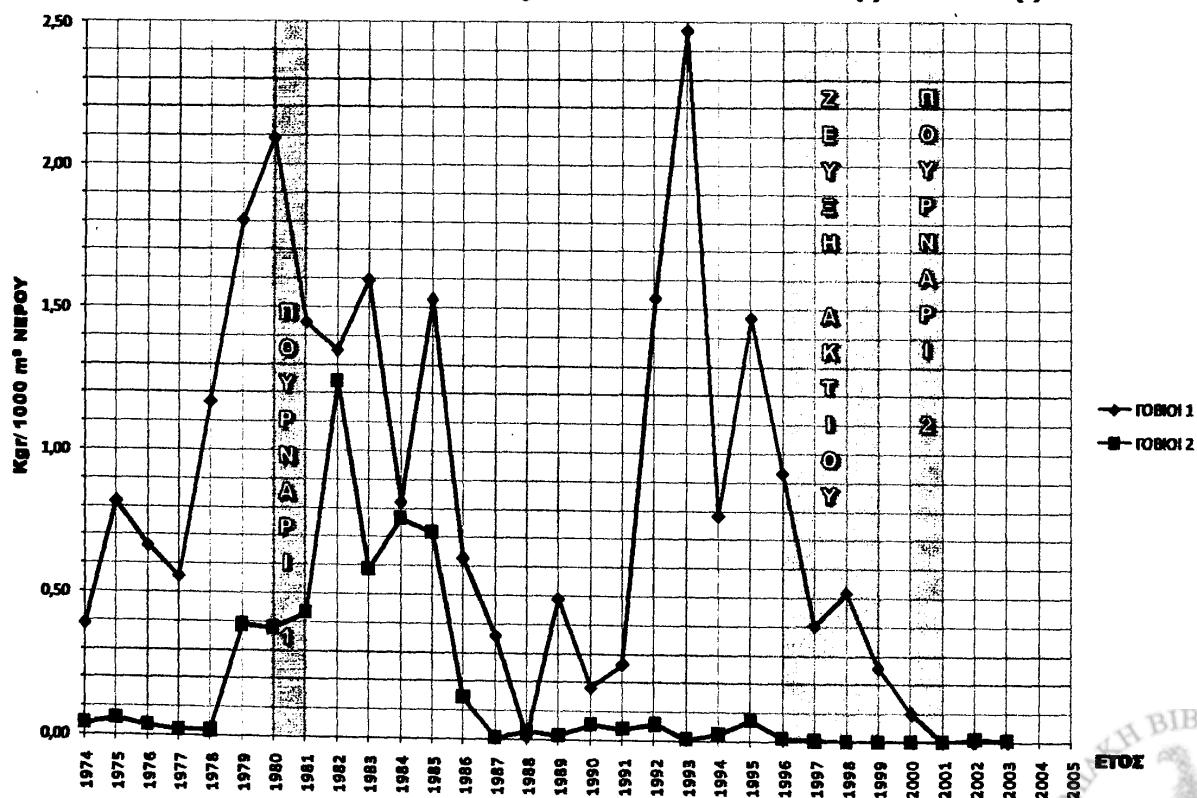
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 32: ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΟΙ ΓΑΛΙΣΣΕΣ ΣΕ Kg/1000 m³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ(1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ(2)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33: ΑΝΑ ΕΤΟΣ Η ΙΧΘΥΟΜΑΖΑ ΓΟΒΙΩΝ ΑΝΑ ΕΠΙΘΑΛΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 34: ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΟΙ ΓΟΒΙΟΙ ΣΕ kg ΑΝΑ 1000 m³ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΛΟΓΑΡΟΥ (1) & ΤΣΟΥΚΑΛΟΥ (2)



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

EDWARD D. WILSON – WILLIAM H. BOSSERT. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ 1998. Σελίδες : 8-13, 109-122, 151-159, 164-165, 171-175, 185-194.

ERIC R. ΡΙΑΝΚΑ. ΕΞΕΛΙΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ , ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ 2004. Σελίδες : 209-210, 217-219, 231, 287-296, 363-364.

ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ ΜΙΧΑΛΗΣ Γ.. ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ 2007. Σελίδες: 156-158, 200-208, 468-492.

ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ Μ. Γ. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, ΑΘΗΝΑ 1995. Σελίδα : 220

ΛΥΚΑΚΗΣ ΣΗΦΗΣ. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, ΤΡΙΤΗ ΕΚΔΟΣΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ 1996. Σελίδες : 215-219, 293-294.

ΠΟΜΩΝΗΣ Φ. Ι.. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΟΡΦΟΚΛΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ- FRACTALS ΚΑΙ ΧΑΟΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- CHAOS ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2005. Σελίδες: 95-100, 185-190.

ΤΡΑΧΑΝΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ. MATHEMATICA ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ 2001. Σελίδες : 157-160, 164-172, 185-187.

AN INTRODUCTION TO POPULATION ECOLOGY. Σελίδες : 2-5, 21-28, 41-43, 117-122, 138-144, 223-226, 235-236.



20. ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΟΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

20.1. Εισαγωγή στην επιστήμη του χάους.

Η Επιστήμη των Δυναμικών Συστημάτων και του Χάους μελετά τη συμπεριφορά ορισμένων μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων, τα οποία κάτω από ορισμένες συνθήκες παρουσιάζουν ευαίσθητη εξάρτηση στις αρχικές συνθήκες. Η ευαισθησία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την φαινομενική τυχαιότητα της παρατηρούμενης συμπεριφοράς των συστημάτων, παρόλο που τα συστήματα αυτά είναι αιτιοκρατικά (ντετερμινιστικά), με την έννοια ότι είναι καλώς ορισμένοι οι νόμοι εξέλιξής τους και δεν περιέχουν τυχαίες παραμέτρους, ενώ είναι μη προβλέψιμα. Στα συστήματα αυτού του είδους περιλαμβάνονται η ατμόσφαιρα, το ηλιακό σύστημα, οι τεκτονικές πλάκες, τα οικονομικά συστήματα και η εξέλιξη (μεταβολή) των πληθυσμών κ.

Η έλλειψη προβλεψιμότητας δεν οφείλεται σε ανεπάρκεια της μαθηματικής περιγραφής των φαινομένων ή σε ελλιπή γνώση των φυσικών νόμων που τα διέπουν αλλά απορρέει κατά κύριο λόγο από το γεγονός ότι τα περισσότερα φυσικά φαινόμενα περιγράφονται από εξισώσεις που είναι μη γραμμικές και περιέχουν πολλές μεταβλητές που εξαρτώνται η μία από την άλλη με ιδιαίτερα περίπλοκο τρόπο. Τέτοια μη γραμμικά συστήματα διαθέτουν, για πολλές τιμές των παραμέτρων τους, μεγάλες περιοχές στις οποίες η κίνηση εξαρτάται εξαιρετικά ευαίσθητα από την επιλογή των αρχικών συνθηκών. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται χαοτικά και μολονότι υπάρχει αδυναμία μακροπρόθεσμης πρόβλεψής της εξέλιξης των φαινομένων αυτών στο χρόνο, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια μια σειρά από ερευνητικά εργαλεία.

20.2. Ντετερμινισμός

Ντετερμινισμός ή αιτιοκρατία είναι η θεωρία που ισχυρίζεται πως οτιδήποτε συμβαίνει στο σύμπαν καθορίζεται επακριβώς από πρότερες συνθήκες. Αν αυτή η θεωρία είναι σωστή, τότε οτιδήποτε συμβαίνει στο σύμπαν, είτε ανήκει στο παρελθόν, είτε στο παρόν είτε στο μέλλον, είναι κατ' αρχήν παραγωγικά εξηγήσιμο. Η έννοια αυτή διαφέρει από το μοιραίο, την ειμαρμένη των Αρχαίων Ελλήνων και από το φатаλισμό, γιατί ενώ για το φатаλισμό η ανάγκη είναι έξω από τα πράγματα, είναι υπερβατική και η φύση υπακούει σε μια δύναμη δυνατότερη από την ίδια για το ντετερμινισμό είναι μέσα στα πράγματα, σύμφωνα με μια αλύγιστη νομοτέλεια (Θεοδωρίδης, 1955).

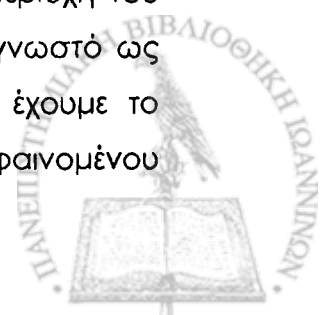


20.3. Δυναμικά Συστήματα

Τα δυναμικά συστήματα είναι τα φυσικά φαινόμενα ή οι διεργασίες εκείνες που περιγράφονται από συστήματα διαφορικών εξισώσεων ή εξισώσεων διαφορών, των οποίων η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι ο χρόνος. (Μπούντης, 1995). Για τα συστήματα γραμμικών διαφορικών εξισώσεων έχει αναπτυχθεί ολόκληρη θεωρία και επιτεύχθηκε η πλήρης επίλυσή τους. Δυστυχώς, ακόμη και σήμερα δεν υπάρχει καμιά γενική θεωρία, αντίστοιχη με εκείνη των γραμμικών, που να μας επιτρέπει να λύνουμε αναλυτικά συστήματα μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων. Η διερεύνηση της συμπεριφοράς των μη γραμμικών συστημάτων έχει τοπικό χαρακτήρα, μια που τις περισσότερες φορές η εύρεση γενικής λύσης του συστήματος είναι αδύνατη. Το ενδιαφέρον μιας τέτοιας διερεύνησης, εστιάζεται στη μελέτη των σημείων ισορροπίας, στην περιοχή των οποίων διενεργείται γραμμικοποίηση του συστήματος. Για τον καθορισμό της κατάστασης του συστήματος στο απώτερο μέλλον απαιτείται η διαδοχική επανάληψη του υπολογισμού που προκύπτει από τις σχέσεις του συστήματος πολλές φορές, όπου κάθε φορά δίνεται ένας χρόνος προώθησης, ένα μικρό βήμα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αριθμητική επίλυση του συστήματος και απαιτεί πάρα πολλούς υπολογισμούς, αλλά με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών απέδωσε εξαιρετικά αποτελέσματα. Λαμβάνοντας υπόψη ένα αρχικό σημείο είναι δυνατό με τη μέθοδο αυτή να καθοριστούν όλα τα μελλοντικά σημεία του, η τροχιά δηλαδή του σημείου. Το πιο σημαντικό ίσως ερώτημα στα δυναμικά συστήματα είναι ποια είναι η συμπεριφορά των λύσεών τους καθώς ο χρόνος t τείνει στο άπειρο, πού καταλήγουν δηλαδή οι τροχιές, από οποιοδήποτε σημείο αφετηρίας. Ανάλογα με την αρχική συνθήκη, οι τροχιές έλκονται από ένα σημείο ή σύνολο σημείων ή διαφεύγουν στο άπειρο. Το σύνολο των σημείων που έλκει έναν αριθμό τροχιών ονομάζεται ελκυστής.

20.4. Κρίση (Crisis)

Το φαινόμενο της κρίσης [Hilborn 1994] & [Grebogi 1982]) ορίζεται ως ένας ειδικός τύπος διακλάδωσης (bifurcation), κατά την οποία, ένας χαοτικός ελκυστής μαζί με το πλήθος των αρχικών συνθηκών που οδηγούν σε αυτόν (basin of attraction), είτε εξαφανίζεται, είτε διαστέλλεται απότομα, καταλαμβάνοντας μία μεγάλη περιοχή του χώρου των φάσεων. Στην πρώτη περίπτωση, το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως κρίση επί των ορίων (boundary crisis), ενώ στη δεύτερη περίπτωση, έχουμε το φαινόμενο της ενδο-οριακής κρίσης (interior crisis). Η αιτία του εν λόγω φαινομένου



και στις δύο αυτές περιπτώσεις, είναι η σύγκρουση του χαοτικού ελκυστή με ένα σταθερό σημείο ή ένα οριακό κύκλο, για κάποια συγκεκριμένη τιμή κάποιας από τις παραμέτρους του συστήματος.

Στο δεύτερο τύπο της κρίσης που είναι γνωστή ως ενδο-οριακή κρίση, ένα ασταθές σταθερό σημείο ή ένας ασταθής οριακός κύκλος, ο οποίος βρίσκεται μέσα στο σύνολο των αρχικών συνθηκών που οδηγούν στον ελκυστή, συγκρούεται μαζί του, όταν κάποια από τις παραμέτρους του συστήματος λάβει μία οριακή τιμή. Στην περίπτωση κατά την οποία λάβει χώρα μία τέτοια σύγκρουση, ορισμένες από τις τροχιές του εκλυστή θα προσεγγίσουν την άμεση γειτονιά του εν λόγω σταθερού σημείου, και επειδή από αυτό είναι ασταθές, θα απομακρυνθούν από αυτό και θα επεκταθούν σε περιοχές του χώρου των φάσεων, που δεν καταλάμβαναν προηγουμένους. Αλλά αυτό το φαινόμενο θα οδηγήσει σε αύξηση του όγκου του ελκυστή, ο οποίος θα διασταλεί στο σύνολο του, καταλαμβάνοντας μεγαλύτερο ποσοστό του χώρου των φάσεων του συστήματος.

20.5. Μελέτη με τα στατιστικά στοιχεία που διαθέτουμε.

Το φαινόμενο της κρίσης θα μελετήσουμε για την ιχθυόμαζα των βασικών ειδών που συναντάμε στις λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλού του Αμβρακικού κόλπου.

Είχαμε ορίσει για κάθε έτος, είδος και λιμνοθάλασσα το λόγο p , σαν το πηλίκο της ιχθυόμαζας κάθε είδους προς τη συνολικά παραγόμενη (πίνακας 2 σελίδα 75 και πίνακας 4 σελίδας 86). Έτσι λοιπόν συμβολίσαμε με την μονάδα τη συνολική δυνατότητα παραγωγής ιχθυόμαζας κάθε λιμνοθαλάσσιου συστήματος.

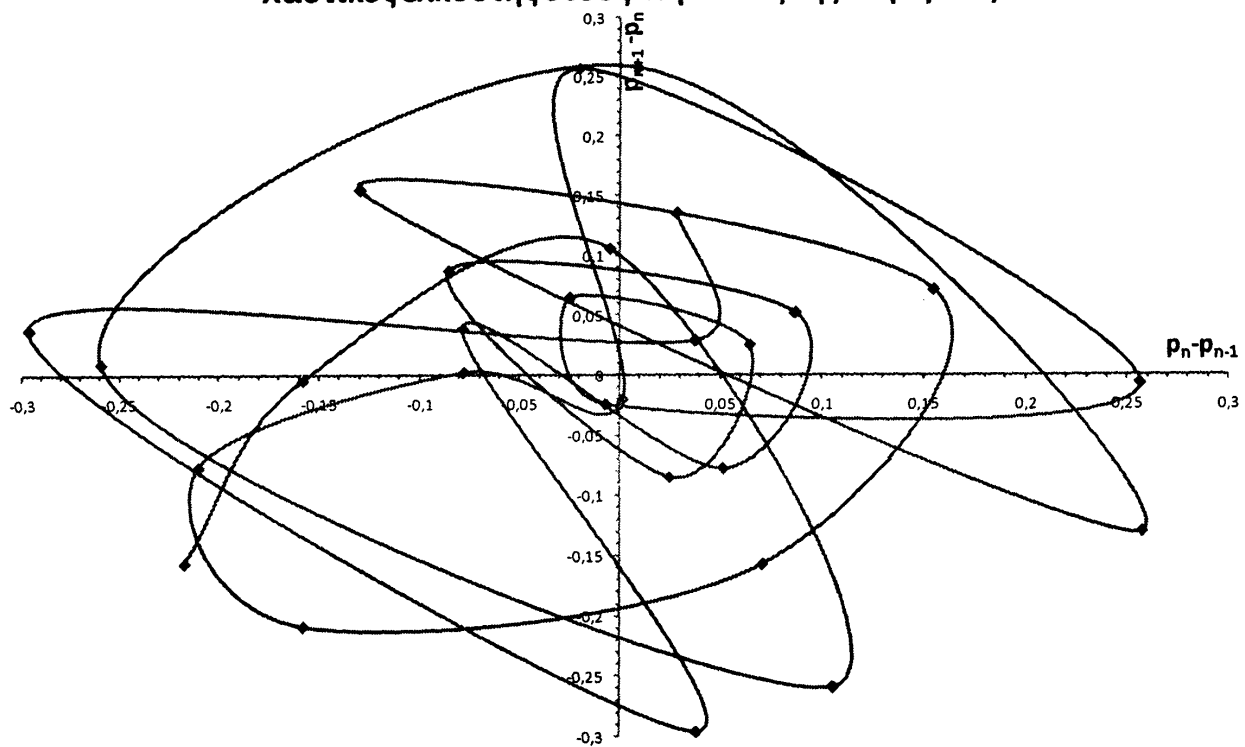
Για τα έτη $n+1$, n , $n-1$ οι αντίστοιχες τιμές του λόγου p των ειδών σε κάθε λιμνοθάλασσα είναι p_{n+1} , p_n , p_{n-1} . Βρίσκουμε τις μεταβολές $(p_{n+1} - p_n)$ και $(p_n - p_{n-1})$ και κάνουμε σε κάθε περίπτωση όλες τις γραφικές παραστάσεις

$$(p_{n+1} - p_n) = f(p_n - p_{n-1})$$

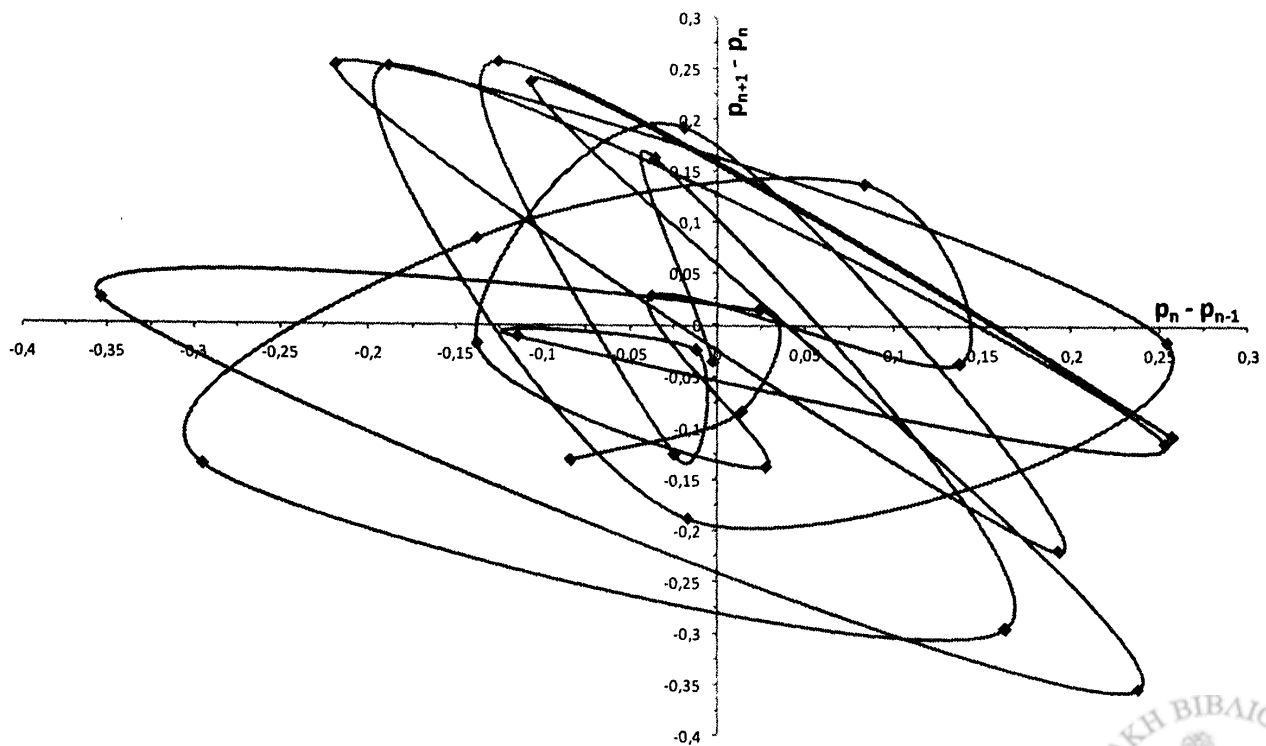
Έτσι προέκυψαν οι ακόλουθες γραφικές παραστάσεις :



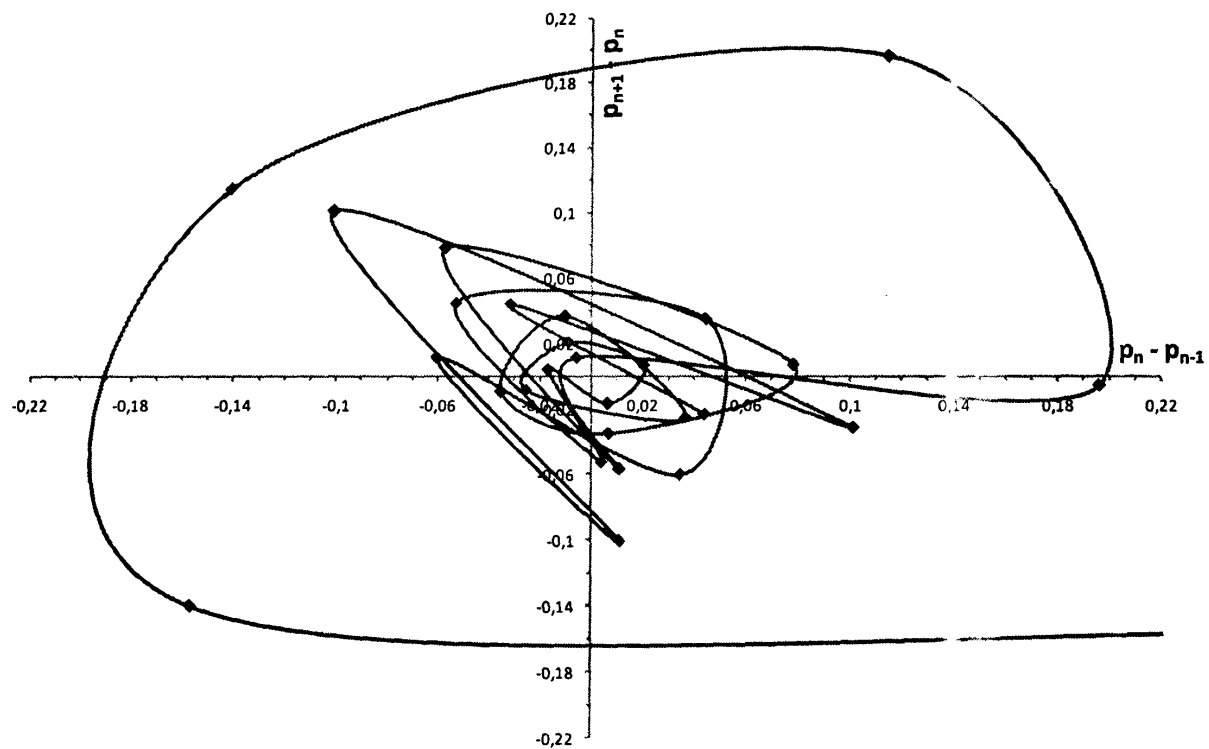
Χαοτικός ελκυστής στους κέφαλους της Λογαρούς



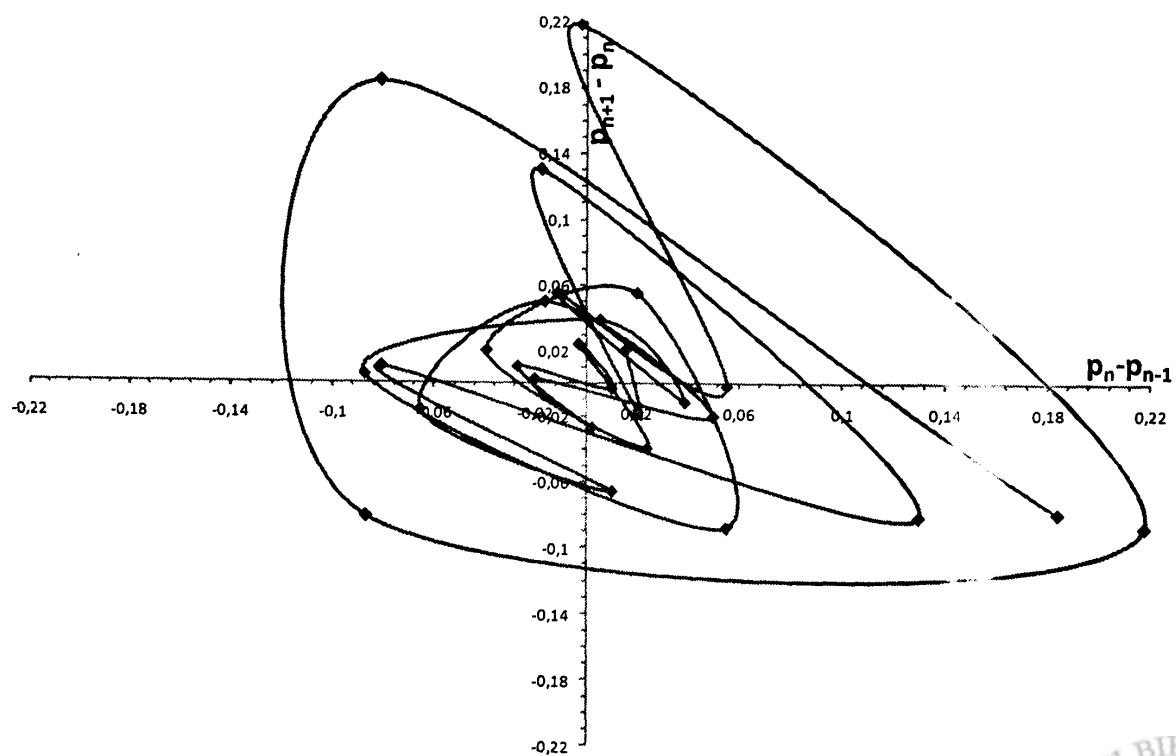
Χαοτικός ελκυστής στους κέφαλους της Τσουκαλούς



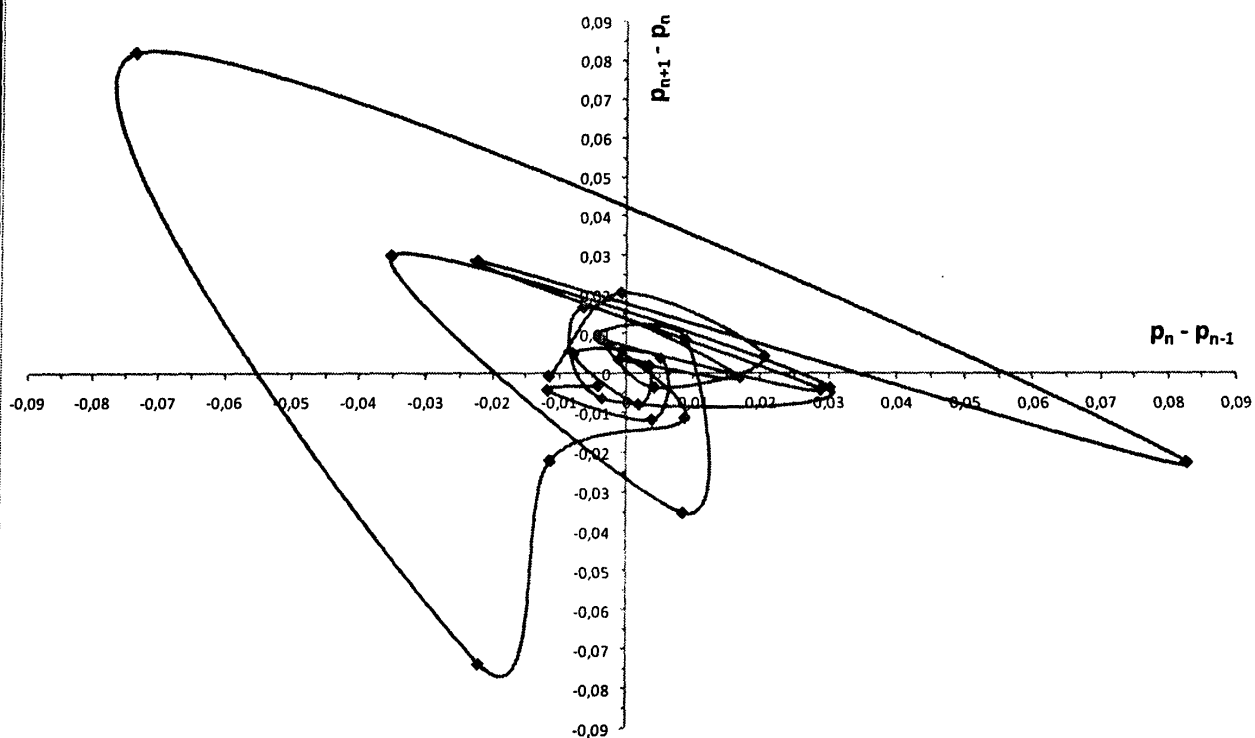
Χαοτικός ελκυστής στις τσιπούρες της Λογαρούς



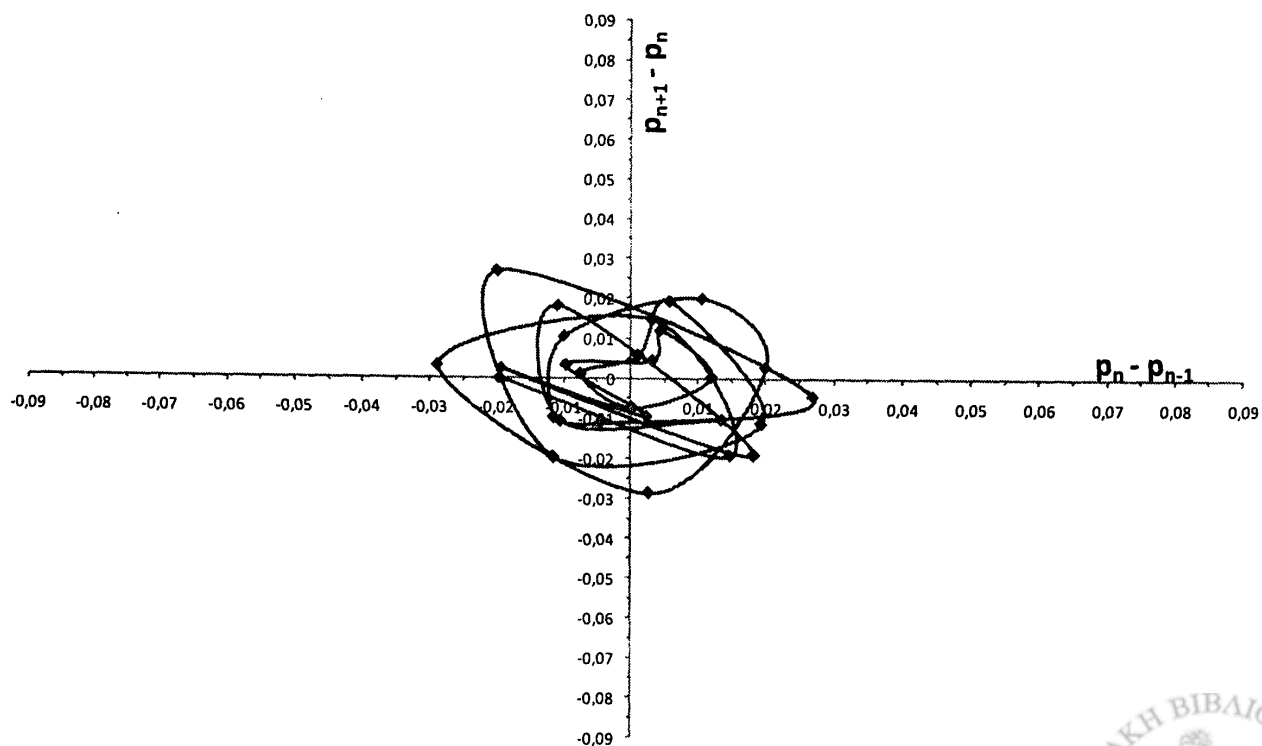
Χαοτικός ελκυστής στις τσιπούρες της Τσουκαλούς



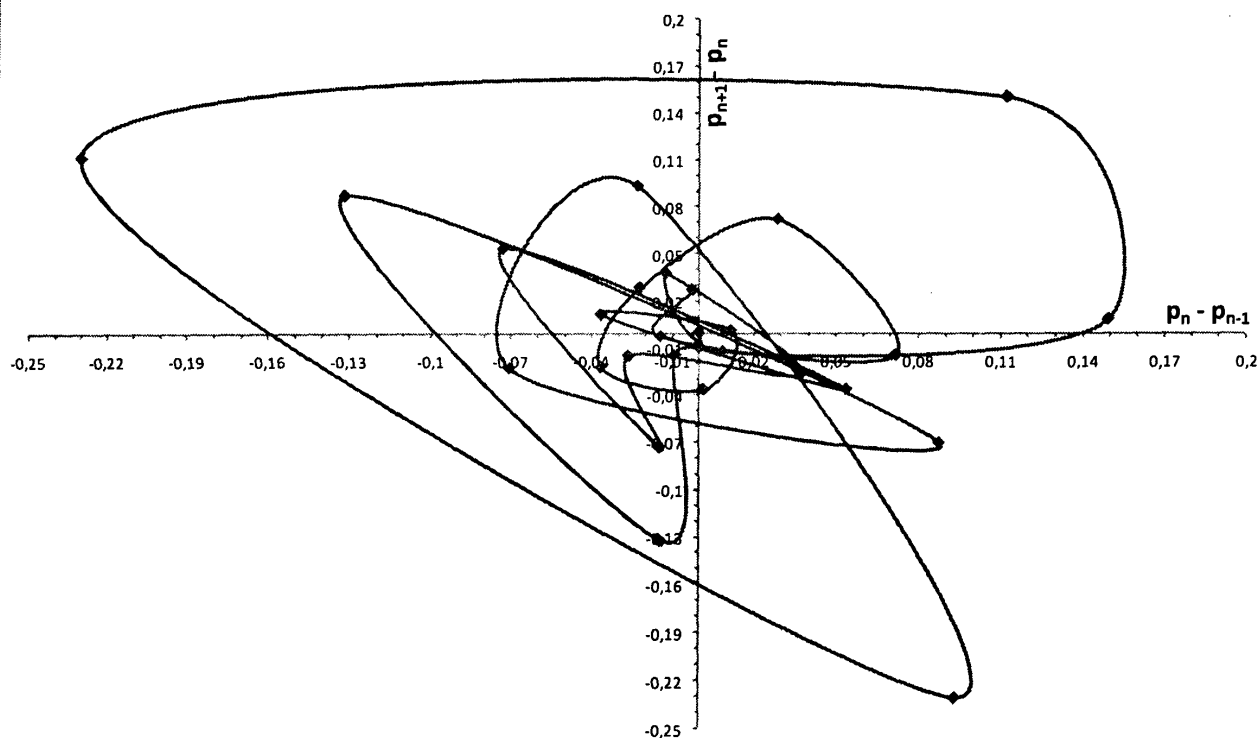
Χαοτικός ελκυστής στις γλώσσες της Λογαρούς



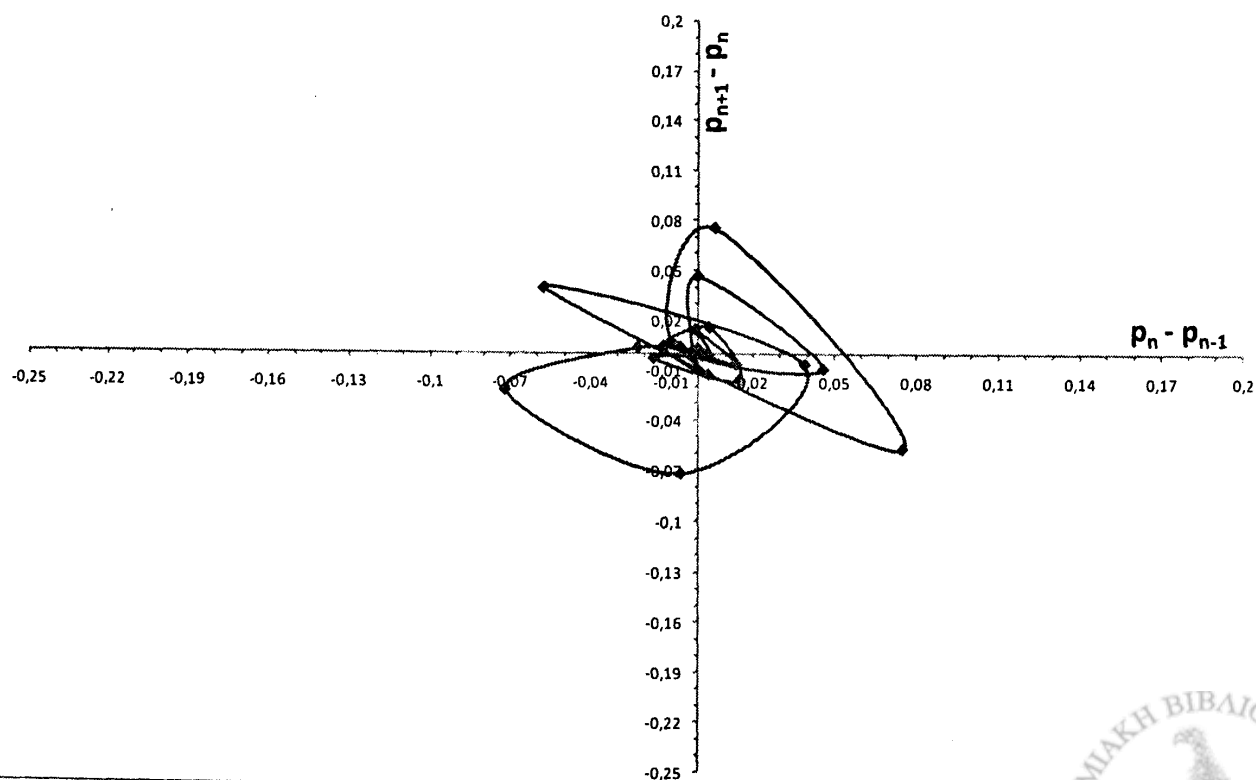
Χαοτικός ελκυστής στις γλώσσες της Τσουκαλούς



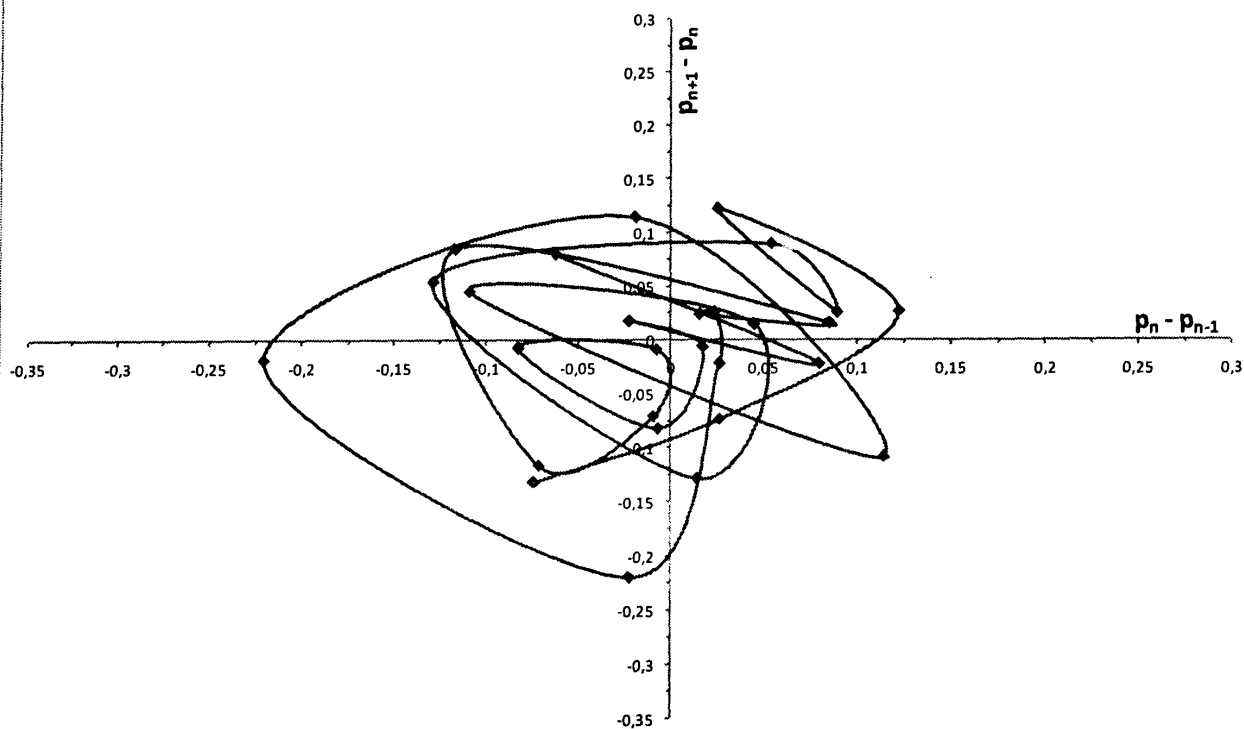
Χαοτικός ελκυστής στους γοβιούς της Λογαρούς



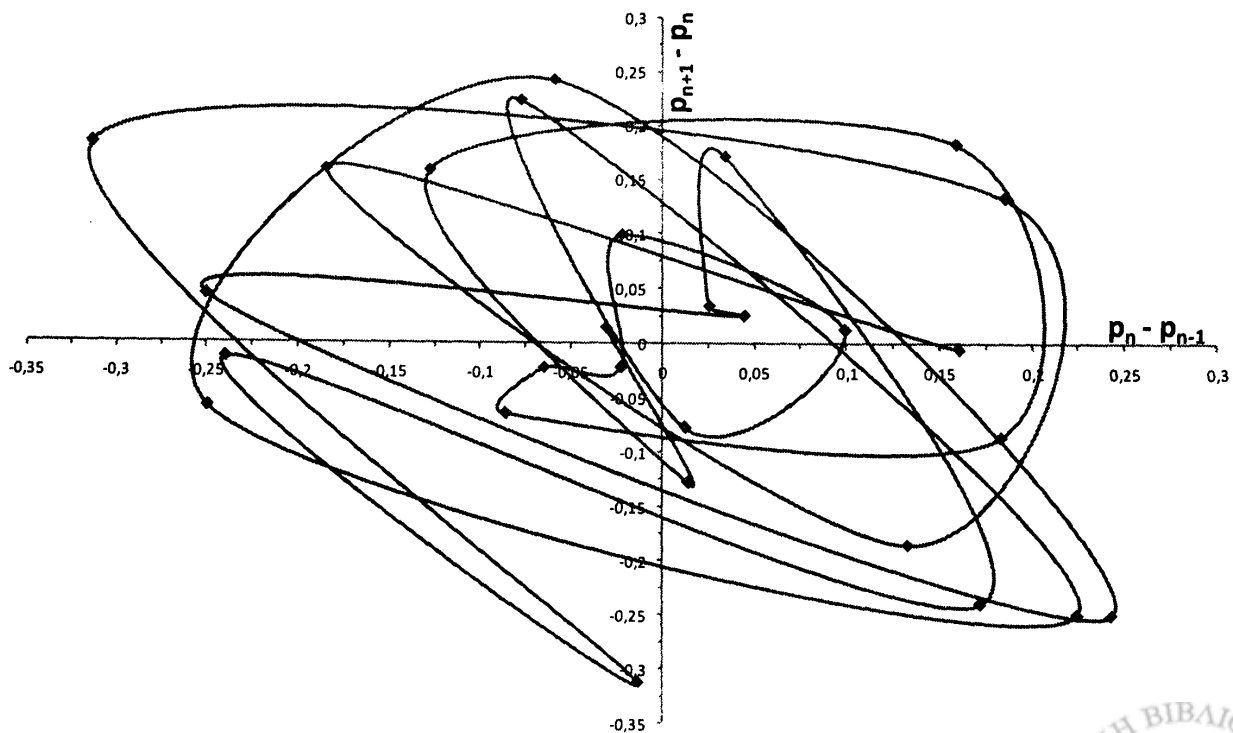
Χαοτικός ελκυστής στους γοβιούς της Τσουκαλούς



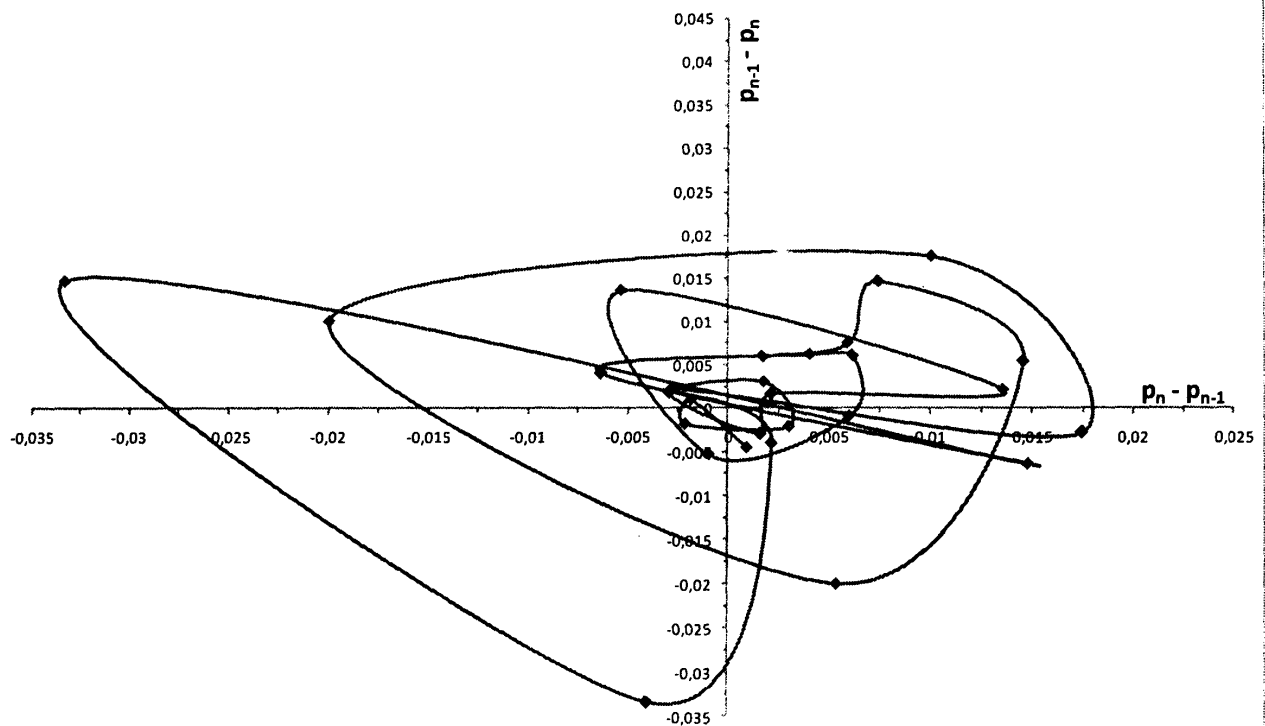
Χαοτικός ελκυστής στα χέλια της Λογαρούς



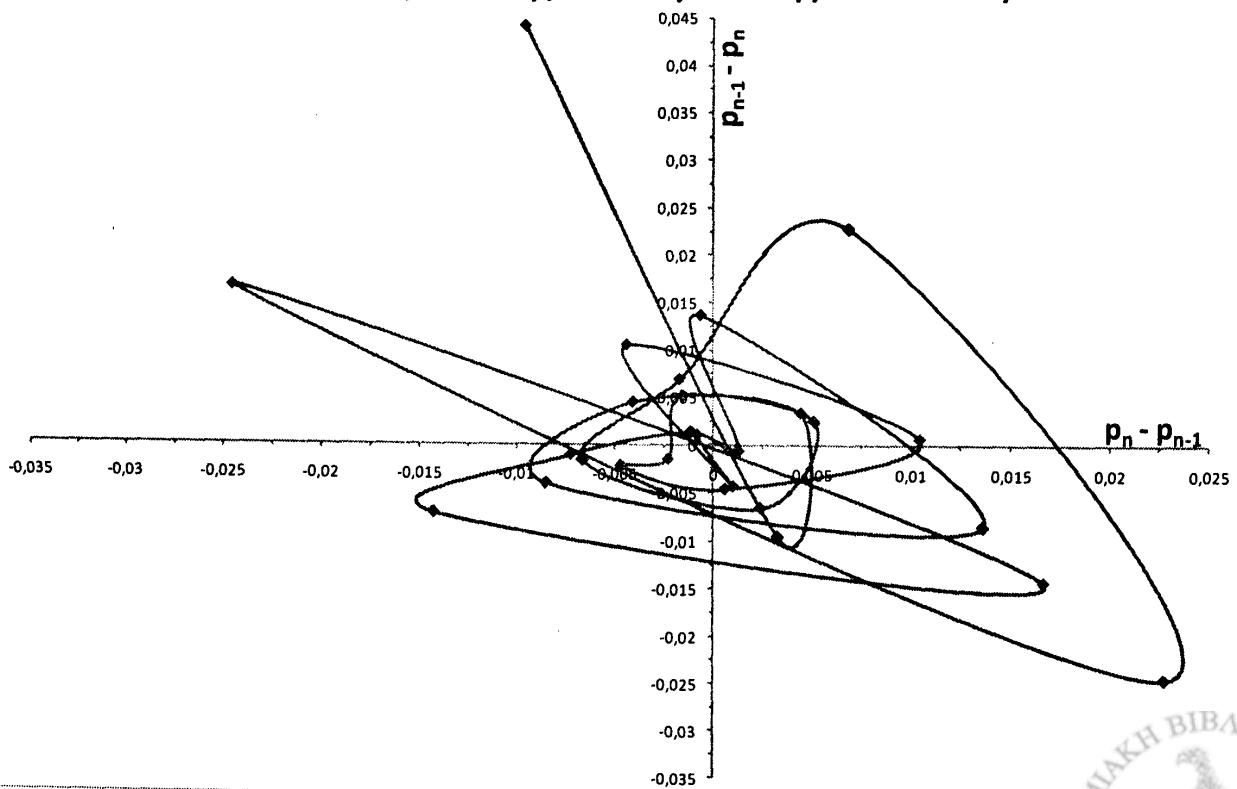
Χαοτικός ελκυστής στα χέλια της Τσουκαλούς



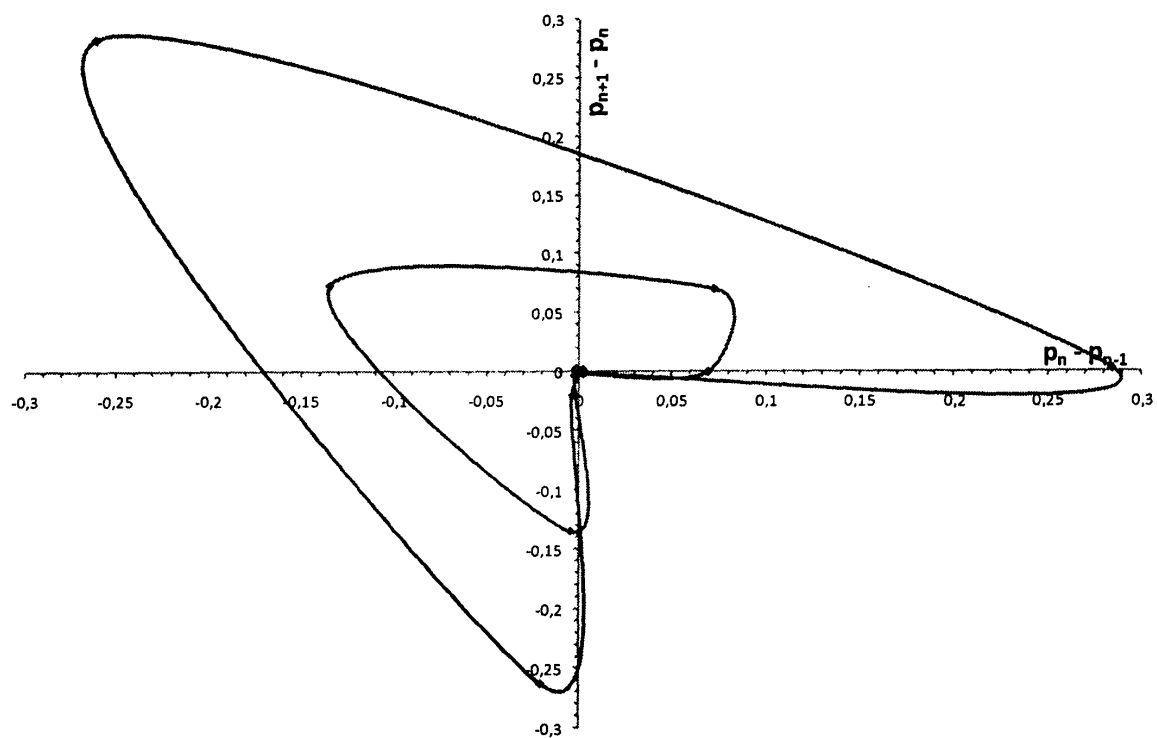
Χαοτικός ελκυστής στα λαυράκια της Λογαρούς



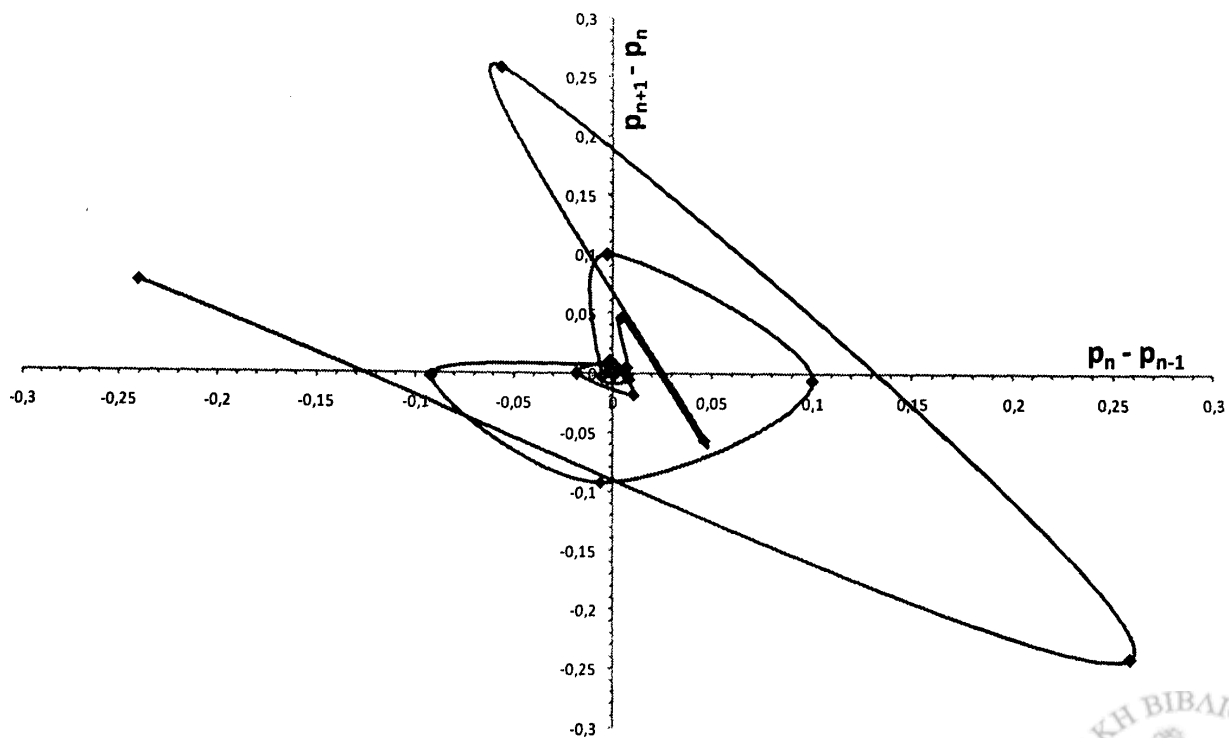
Χαοτικός ελκυστής στα λαυράκια της Τσουκαλούς



Χαοτικός ελκυστής στις γαρίδες της Λογαρούς



Χαοτικός ελκυστής στις γαρίδες της Τσουκαλούς



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΧΑΟΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ.

Θεοδωρίδης, Χ. (1955). Εισαγωγή στη Φιλοσοφία. Αθήνα: Βιβλιοπωλείο της Εστίας.

Gleick, J. (1990). Χάος, Μια Νέα Επιστήμη. Εκδ. Κάτοπτρο: Αθήνα.

Hawking, S. (1996). Το Χρονικό του Χρόνου. Εκδόσεις Κάτοπτρο: Αθήνα.

Μπούντης, Α. (1995). Δυναμικά Συστήματα και Χάος. Τόμος Α'. Εκδ. Γ. Παπασωτηρίου: Αθήνα.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην εργασία αυτή μελετήσαμε τις δυναμικές μεταβολές της ιχθυόμαζας από έξη βασικά είδη ψαριών που συναντάμε στις λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλού του Αμβρακικού κόλπου. Με την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής προκύπτουν τεκμηριωμένα τα εξής συμπεράσματα :

➤ Όσον αφορά την παραγωγή της ιχθυόμαζας.

Η παραγωγή της συνολικής ιχθυόμαζας από τις λιμνοθάλασσες έχει φθίνουσα πορεία, ύστερα από κάθε μεγάλο περιβαλλοντικό έργο, που δημιουργήθηκε στην ευρύτερη περιοχή. Το σύστημα των λιμνοθαλασσών είχε σημάδια ανάκαμψης μετά από κάθε μεγάλη ανθρωπογενή δραστηριότητα, αλλά η ανάκαμψη αυτή σταματούσε λόγω της μεσολάβησης νέων μεγάλων έργων.

➤ Όσον αφορά την ποικιλία των ειδών.

Η παραγωγή της συνολικής ιχθυόμαζας από τις λιμνοθάλασσες επηρεάζεται από τις σχέσεις ανταγωνισμού που υπάρχουν μεταξύ των ψαριών, που διαβιώνουν στο ίδιο περιβάλλον.

➤ Όσον αφορά την απόδοση σε αλιεύματα των δύο λιμνοθαλασσών.

Αρχικά η ποσότητα της ιχθυόμαζας ανά ποσότητα νερού στη Τσουκαλού ήταν μεγαλύτερη από ότι στη Λογαρού. Με την πάροδο του χρόνου (λαμβάνοντας υπόψιν την φθίνουσα πορεία της παραγωγής) παρατηρήσαμε ότι τα αντίστοιχα μεγέθη στη Τσουκαλού έγιναν μικρότερα απ'ότι στη Λογαρού. Αυτό φανερώνει ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είχαν μεγαλύτερη επίδραση στη Τσουκαλού σε σχέση να τη Λογαρού.

➤ Όσον αφορά την ποιότητα του περιβάλλοντος που αναπτύσσεται η ιχθυόμαζα που μελετήσαμε.

Έγινε φανερό, ότι υπάρχει μία συνεχής υποβάθμιση που οφείλεται στην ανεξέλικτη ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, των ιχθυοκαλλιεργειών, τη μη ολοκληρωμένη διαχείριση στη γεωργία και την έλλειψη κάθε μελλοντικού περιβαλλοντικού σχεδιασμού που να διαφυλάττει το περιβάλλον υγίες.

Τα παραπάνω συμπεράσματα δημιουργούν τα εξής ερωτήματα :



Μήπως θα πρέπει η υλοποίηση των μεγάλων έργων να γίνεται με ρυθμούς που να έχουν την ελάχιστη δυνατή περιβαλλοντική επίπτωση ;

Μήπως ο σχεδιασμός τους θα πρέπει να λαμβάνει πιο σοβαρά περισσότερες περιβαλλοντικές παραμέτρους , ενέργειες και κανόνες λειτουργίας ;

Μήπως δεν πρέπει να παρεμβαίνουμε και να εμπλουτίζουμε με γόννο ακούσια (ιχθυοκλωβοί) ή εκούσια (ιχθυογεννητικοί σταθμοί) μόνο με θηρευτές; Έτσι δε θα κινδυνεύουν οι λιμνοθάλασσες να μετατραπούν σε φυσικούς ιχθυοκλωβούς, όπου θα εκτρέφουν μόνο ελάχιστα είδη π.χ. τσιπούρες και λαυράκια!

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Ο Αμβρακικός κόλπος παρουσιάζει ιδιαίτερη περιβαλλοντική ιδιομορφία στο χώρο της μεσογείου με σπάνια ομορφιά και περίπλοκες περιβαλλοντικές σχέσεις ανάμεσα στους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που τον συνθέτουν. Μπορεί να γίνει πόλος έλξης για οικολογικό τουρισμό και για μεγάλες οικονομικές δραστηριότητες, αρκεί να παρθούν έγκαιρα όλα τα μέτρα που να εξασφαλίζουν την αποκατάσταση της υγείας του.

Η ύπαρξη ενός επιστημονικού φορέα που θα λειτουργεί σαν τράπεζα πληροφοριών όλων των στατιστικών στοιχείων και των ερευνών που αναφέρονται στον Αμβρακικό, θα ενθαρρύνει κάθε νέα επιστημονική έρευνα και δε θα απογοητεύει με την αδιαφορία πολλών αρμόδιων φορέων να χορηγούν στοιχεία, όπως έγινε στην περίπτωση τη δική μου.

