

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Ε. ΜΟΓΙΑ

**ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΤΩΝ
ΕΚΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΒΡΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ
ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

που υποβλήθηκε
στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

Αλεξανδρούπολη 2005

DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
SCHOOL OF EDUCATION SCIENCES
DEPARTMENT OF PRIMARY EDUCATION

ATHANASIOS E. MOGIAS

**ECOLOGICAL STUDY OF LAGOONS IN THE EVROS RIVER
ESTUARINE AREA AND UTILIZATION OF THE LAGOONAL
ECOSYSTEM STRUCTURE AND FUNCTION KNOWLEDGE IN
THE PRODUCTION OF EDUCATIONAL MATERIAL**

Doctoral Dissertation

submitted to the
Department of Primary Education
of Democritus University of Thrace

Alexandroupolis 2005

*Αφιερώνεται στην οικογένειά μου, που
στήριξε αμέριστα τις προσπάθειές μου
όλα αυτά τα χρόνια...*

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Θεόδωρος Κεβρεκίδης (Επιβλέπων)	: Αναπληρωτής Καθηγητής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θράκης
Αθανάσιος Κούκουρας (Συμβ. Επιτροπή)	: Καθηγητής του Βιολογικού Τμήματος του Α.Π.Θεσσαλονίκης
Χαράλαμπος Σακονίδης (Συμβ. Επιτροπή)	: Αναπληρωτής Καθηγητής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θράκης
Ελένη Ταρατόρη (Εξετ. Επιτροπή)	: Καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θράκης
Σάββας Χαριτωνίδης (Εξετ. Επιτροπή)	: Καθηγητής του Βιολογικού Τμήματος του Α.Π.Θεσσαλονίκης
Σπύρος Κρίβας (Εξετ. Επιτροπή)	: Καθηγητής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Πατρών
Βασίλης Γκούτνερ (Εξετ. Επιτροπή)	: Αναπληρωτής Καθηγητής του Βιολογικού Τμήματος του Α.Π.Θεσσαλονίκης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	I
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	V
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΛΑΚΙ ΚΑΙ ΔΡΑΝΑ ΤΗΣ ΕΚΒΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΒΡΟΥ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	7
1. ΓΕΝΙΚΑ	7
2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	15

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ	19
1.1 Εφάπαξ δειγματοληψίες μακροζωοβένθους	19
1.2 Μηνιαίες δειγματοληψίες μακροζωοβένθους και μακροφυτοβένθους	20
1.3 Εποχικές δειγματοληψίες ιχθυοπανίδας	23
1.4 Μηνιαίες παρατηρήσεις ορνιθοπανίδας	25
2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	26
2.1 Ιζήματα	26
2.1.1 Προσδιορισμός της οργανικής ύλης	26
2.1.2 Κοκκομετρική Ανάλυση	27
2.2 Μακροφυτοβένθος, μακροζωοβένθος και ιχθυοπανίδα	29
2.3 Φωτογραφικό υλικό ορνιθοπανίδας	29
3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	30
3.1 Κοκκομετρική σύνθεση ιζημάτων	30
3.2 Σύνθεση μακροφυτοβένθους, ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας	30
3.3 Δομή μακροζωοβενθικών συννευρέσεων	31

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΛΑΚΙ

1. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	35
1.1 Τοπική διακύμανση	35
1.2 Μηνιαία διακύμανση	37
2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ	44
3. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ	47
3.1 Πανιδική σύνθεση	47
3.2 Ανάλυση της δομής	49
3.2.1 Μονομεταβλητή ανάλυση	49
3.2.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση	52
3.2.3 Συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους	59
4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ	62
5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ	65

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΔΡΑΝΑ

1. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	71
1.1 Τοπική διακύμανση	71
1.2 Μηνιαία διακύμανση	73
2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ	80
3. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ	82
3.1 Πανιδική σύνθεση	82
3.2 Ανάλυση της δομής	84
3.2.1 Μονομεταβλητή ανάλυση	84
3.2.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση	87
3.2.3 Συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους	93
4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ	95
5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ	97

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ	103
2. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ	106
2.1 Τοπική διανομή	106
2.2 Μηνιαία διακύμανση	108
3. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ	113
4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ	116

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ: *ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

1. ΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	123
2. ΑΡΧΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	123
3. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	128
4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ	130

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**Η ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

«Η ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ»	133
1. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ	133
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	137

ΣΥΖΗΤΗΣΗ	145
-----------------------	-----

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
---------------------------	-----

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	155
-----------------------	-----

SUMMARY	161
----------------------	-----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	167
---------------------------	-----

I. Ξενόγλωσση	167
---------------------	-----

II. Ελληνόγλωσση	180
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	185
Παράρτημα 1	187
Παράρτημα 2	189
Παράρτημα 3	191
Παράρτημα 4	192
Παράρτημα 5	194
Παράρτημα 6	196
Παράρτημα 7	201

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Έρευνας και Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης από τα τέλη του 1997 έως και τις αρχές του 2005 και αποτέλεσε μέρος ενός ευρύτερου ερευνητικού προγράμματος που έχει ως αντικείμενο τη βιολογική και οικολογική μελέτη της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου, καθώς και την εκπαίδευση μαθητών σε θέματα θαλάσσιας Βιολογίας και Οικολογίας.

Βασικό κίνητρο για τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας αποτέλεσε αφενός η διαπίστωση ότι οι γνώσεις που έχουμε για τη μηνιαία διακύμανση της δομής της μακροβενθικής βλάστησης, των μακροζωοβενθικών συννευρέσεων και της ιχθυοπανίδας σε πολύ χαμηλές τιμές αλατότητας, καθώς και για τη σημασία των βιοτικών παραγόντων στη διακύμανση αυτή είναι ελάχιστες, και αφετέρου ότι υπάρχει πλήρης απουσία στην ελληνόγλωσση βιβλιογραφία ενός ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού υλικού που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές για την εκπαίδευσή τους σε θέματα που να σχετίζονται με υδάτινα περιβάλλοντα.

Θεωρώ υποχρέωσή μου στο σημείο αυτό να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου και την βαθιά ευγνωμοσύνη μου στον κ. Θ. Κεβρεκίδη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θράκης, που μου εμπιστεύθηκε την εκπόνηση της παρούσας διατριβής, καθώς και για την συνεχή παρακολούθηση και καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της ερευνητικής μου προσπάθειας.

Ευλικρινείς ευχαριστίες οφείλω στα μέλη της Συμβουλευτικής μου Επιτροπής, κ. Α. Κούκουρα, Καθηγητή του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ. και κ. Χ. Σακονίδη, Αν. Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θ. για τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχα μαζί τους σε όλη τη διάρκεια της μελέτης, καθώς και για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους στο κείμενο.

Θερμά ευχαριστώ επίσης τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, κ. Σ. Χαριτωνίδη, Καθηγητή του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ., κ. Ε. Τατατόρη, Καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., κ. Σ. Κρίβα, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Πατρών και κ. Β. Γκούτνερ, Αν. Καθηγητή του Βιολογικού Τμήματος του Α.Π.Θ. για την κριτική ανάγνωση του κειμένου, και επιπλέον τον τελευταίο, για τη σημαντική υποστήριξη που μου προσέφερε στον προσδιορισμό των ειδών της ορνιθοπανίδας.

Ακόμη, δε θα πρέπει να παραλείψω να ευχαριστήσω τον κ. Γ. Τρώντσιο, Λέκτορα του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. και τους κ. Α. Κοκκινάκη, Ερευνητή Δ' την περίοδο εκείνη και Ε. Ελευθεριάδη, Ιχθυολόγο στο Ινστιτούτο Αλιευτικών Ερευνών Καβάλας, που είχαν την καλοσύνη να μου παραχωρήσουν τις εργαστηριακές τους εγκαταστάσεις για την ορυκτολογική ανάλυση των ιζημάτων και την εργαστηριακή επεξεργασία της ιχθυοπανίδας, αντίστοιχα, καθώς και τον κ. T. Wilke, Καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Liebig της Γερμανίας για τον προσδιορισμό του γαστερόποδου μαλακίου *Ventrosia maritima*.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη κ. Π. Μαλέα, Λέκτορα του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ. ειδικότερα για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε στον προσδιορισμό και την εργαστηριακή επεξεργασία των μακρόφυτων και γενικότερα για την συνεχή καθοδήγηση και συμπαράστασή της σε όλα τα στάδια της έρευνας, καθώς και τον Δρ. Χ. Αρβανιτίδη, Ερευνητή Δ' στο Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης για την ουσιαστική συμβολή του στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων μου.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω την Εποπτεία Αλιείας της Αλεξανδρούπολης και ειδικότερα τον Πρόεδρο του Αλιευτικού Συνεταιρισμού κ. Δ. Σαρίκα για την πολύ σημαντική βοήθεια που προσέφερε στην ερευνητική μας ομάδα προκειμένου να ολοκληρωθεί με επιτυχία το πρόγραμμα δειγματοληψιών από το καλοκαίρι του 1997 έως και το καλοκαίρι του 1999.

Ευχαριστώ επίσης τους αγαπητούς μου φίλους Δ. Χατζηκωστή και Γ. Συρόπουλο, που είχαν την καλοσύνη να αφιερώσουν μέρος του πολύτιμου χρόνου τους, ο πρώτος για να σχεδιάσει τα σκίτσα που περιλαμβάνονται στο ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό και ο δεύτερος για να με βοηθήσει στον

προγραμματισμό και την επιτυχημένη παραγωγή του τελικού προϊόντος που έχει τη μορφή συμπαγούς οπτικού δίσκου (CD).

Δε μπορώ φυσικά να λησμονήσω την αδιάκοπη συνεργασία που είχα όλα αυτά τα χρόνια με τις δύο στενές συνεργάτριές μου, τόσο στο πεδίο όσο και στο εργαστήριο, τις Υποψήφιες Διδακτόριδες κ. Θ. Μπουμπόναρη και Β. Καλπία, τις οποίες και ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου.

Τέλος, εκφράζω τις θερμότερες ευχαριστίες μου, πρωτίστως στους γονείς μου και την αδερφή μου που υπήρξαν ακούραστοι αρωγοί της επίπονης αυτής προσπάθειας όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και στους φίλους μου για την πολυσήμαντη ηθική τους συμπαράσταση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι λιμνοθάλασσες παρουσιάζουν πολύπλευρο ενδιαφέρον, καθώς οι αξίες που προκύπτουν από αυτές είναι ποικίλες. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται η βιολογική αξία, δηλαδή η ποικιλότητα των μορφών ζωής, που αποτελεί αξιολογικό τμήμα της συνολικής βιολογικής αξίας του πλανήτη, η αλιευτική αξία, η επιστημονική αξία, η εκπαιδευτική αξία και η αξία αναψυχής (ΓΕΡΑΚΗΣ & ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ 1996). Οι λιμνοθάλασσες είναι αβαθείς, μικρές ή μεγάλες υδατοσυλλογές που βρίσκονται πολύ κοντά ή σε άμεση επικοινωνία με μια πολύ μεγαλύτερη υδατοσυλλογή (συνήθως τη θάλασσα) (ΚΟΥΚΟΥΡΑΣ κ.ά. 1986). Χαρακτηρίζονται από συχνές, απότομες και έντονες διακυμάνσεις ορισμένων περιβαλλοντικών παραγόντων (κυρίως της θερμοκρασίας, της αλατότητας και του ρυθμού ιζηματοπόθεσης). Ακόμη, στη διάρκεια του καλοκαιριού, οι οργανισμικές συνευρέσεις τους συχνά υφίστανται έντονες δυστροφικές κρίσεις, που συνοδεύονται από φαινόμενα υψηλής θνησιμότητας (π.χ. BARNES 1980, LARDICCI et al. 1997, KOUTSOUBAS et al. 2000).

Οι GUELORGET & PERTHUISOT (1992) εισήγαγαν τις έννοιες «παραλικό οικοσύστημα» και «απομόνωση» στην ταξινόμηση των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων και προσάρμοσαν τις έννοιες αυτές κυρίως στη μελέτη των λιμνοθαλασσών της Μεσογείου, που είναι μια κλειστή θάλασσα διαφορετική από τον Ατλαντικό Ωκεανό, κυρίως εξαιτίας του πολύ μικρού παλιρροιακού ύψους στη Μεσόγειο (EKMAN 1967, PERES 1967). Οι GUELORGET & PERTHUISOT (1992) πρότειναν ότι η «απομόνωση», που εκφράζει το χρόνο ανανέωσης ενός αριθμού στοιχείων που προέρχονται από τη θάλασσα και που είναι απαραίτητα για τη ζωή (μεταλλικά άλατα, ιχνοστοιχεία, βιταμίνες κτλ), είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την οριζόντια ζώνωση των πληθυσμών στα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα (τα «παραλικά» οικοσυστήματα)· με βάση την προαναφερθείσα άποψη διέκριναν 6 επίπεδα «απομόνωσης». Οι ίδιοι συγγραφείς υποστήριξαν ακόμη ότι σε αυτά τα οικοσυστήματα οι πληθυσμοί παραμένουν σταθεροί, παρά τις συχνά έντονες διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. της αλατότητας)· ακόμη και δυστροφικές

κρίσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δεν αποδιοργανώνουν το οικοσύστημα, που ανακάμπτει αμέσως μετά το τέλος της κρίσης.

Οι λιμνοθάλασσες της Μεσογείου έχουν αποτελέσει αντικείμενο σημαντικών ερευνών. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετά κενά στη γνώση της δομής και λειτουργίας των οικοσυστημάτων τους. Όσον αφορά το μακροζωοβένθος, ενώ υπάρχουν πληροφορίες για τη διανομή και τη δυναμική των συνευρέσεων του (REIZOPOULOU et al. 1996, GOUVIS et al. 1997, KEVREKIDIS 1997, LARDICCI et al. 1997, TAGLIAPIETRA et al. 1998, ARVANITIDIS et al. 1999, BACHELET et al. 2000, KOUTSOUBAS et al. 2000, MISTRI et al. 2001, MISTRI 2002), οι γνώσεις μας για τη μηνιαία διακύμανση της δομής των συνευρέσεων αυτών σε συνθήκες πολύ χαμηλών τιμών αλατότητας, καθώς και για τη σημασία των βιοτικών παραγόντων (π.χ. θήρευση) στη διακύμανση αυτή, είναι ελάχιστες (KEVREKIDIS 2004).

Δύο από τις ελληνικές λιμνοθάλασσες, που έχουν ελάχιστα μελετηθεί, είναι οι λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου (Βόρειο Αιγαίο), που περιλαμβάνεται στη Συνθήκη Ramsar, ως υγρότοπος διεθνούς αξίας. Οι λιμνοθάλασσες αυτές είναι επίσης σημαντικές καθώς, μεταξύ άλλων, διατηρούν υψηλής ποικιλότητας ορνιθοπανίδα. Παρά τη μεγάλη σημασία τους όμως, οι πληροφορίες που υπάρχουν για τη δομή και λειτουργία του οικοσυστήματος των δύο αυτών λιμνοθαλασσών είναι ελάχιστες και αφορούν κυρίως ορισμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες και το μακροζωοβένθος (π.χ. KEVREKIDIS & KOUKOURAS 1988, GOUVIS & KOUKOURAS 1993, KEVREKIDIS et al. 1996, GOUVIS et al. 1998, KEVREKIDIS et al. 2000). Η ορνιθοπανίδα τους έχει επίσης αποτελέσει αντικείμενο μελέτης, στο πλαίσιο όμως ερευνών, που αφορούσαν συνολικά την ορνιθοπανίδα των εκβολών του Έβρου (π.χ. BRITTON et al. 1978, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1983, GOUTNER & KATTOULAS 1984, GOUTNER 1985, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, GOUTNER 1986a, GOUTNER 1986b, GOUTNER 1986c, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1986, GOUTNER & ECONOMIDIS 1986, GOUTNER & JERRENTROP 1987, EVERRETT & ROSE 1989, FASOLA et al. 1989, GOUTNER 1990, GOUTNER & HANDRINOS 1990, GOUTNER 1991, GOUTNER & KAZANTZIDIS 1992, GOUTNER 1997).

Οι λιμνοθάλασσες όμως έχουν μεταξύ άλλων και εκπαιδευτική αξία, καθώς αποτελούν περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και θέλγουν τα παιδιά των σχολικών ηλικιών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για μάθηση (ΓΕΡΑΚΗΣ & ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ 1996). Το λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον, που χαρακτηρίζεται από εύκολη πρόσβαση, απλή βασική δομή αλλά και έντονη ποικιλομορφία, προσφέρεται ιδιαίτερα για να κατανοήσουν οι μαθητές τις βασικές αρχές λειτουργίας ενός οικοσυστήματος, τις συνέπειες των επιδράσεων του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον και την αναγκαιότητα της προστασίας του, αλλά και να αναπτύξουν μια οικοκεντρική περιβαλλοντική αντίληψη (ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002). Η μετατροπή της σχετικής επιστημονικής γνώσης και η προσαρμογή της στη σχολική πραγματικότητα (διδακτικός μετασχηματισμός) είναι όχι μόνο χρήσιμη αλλά και αναγκαία, καθώς οι κοινωνίες επιτάσσουν τη συστηματική διάχυση και αναπαραγωγή της επιστημονικής γνώσης μέσα από τα επίσημα εκπαιδευτικά συστήματα (ΡΑΒΑΝΗΣ 2001).

Η εκπαιδευτική βάση δεδομένων ERIC (Educational Resources Information Center) περιλαμβάνει πληροφορίες για τις προσπάθειες που έχουν γίνει για τη δημιουργία σχετικού εκπαιδευτικού υλικού. Οι προσπάθειες αυτές εντάσσονται στο πλαίσιο μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής περιοχής, της «Marine/Aquatic Education», όρου που μπορεί καταρχήν να αποδοθεί περιφραστικά ως «Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα», η οποία πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970, κυρίως στις Η.Π.Α., ως μια νέα διάσταση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (π.χ. GOODWIN & SCHAADT 1978, FORTNER & WILDMAN 1980, MADRAZO & HOUNSELL 1980, FORTNER & MAYER 1989, FORTNER 1991). Όμως, όλες οι περιπτώσεις σχετικού εκπαιδευτικού υλικού που εντοπίστηκαν στη βάση δεδομένων ERIC (π.χ. SHETTLER 1971, AWKERMANN 1973a, 1973b, FORTNER & MISCHLER 1980, HAWKINS & MURAKAMI 1986, FRIESEM & LYNN 1989, ALEXANDER et al. 1992, FRIESEM 1994) αφορούσαν οικοσυστήματα των υπόαλων υδάτων της Βόρειας Αμερικής που διαφέρουν σημαντικά από τα αντίστοιχα της Μεσογείου, για τα οποία δεν εντοπίστηκαν σχετικές πληροφορίες.

Στόχοι της έρευνας αυτής είναι:

(α) Να συμβάλλει στη γνώση του οικοσυστήματος των λιμνοθαλασσών Λακί και Δράνα, ώστε να αποκτηθεί μια κατά το δυνατό ολοκληρωμένη εικόνα για τη δομή και λειτουργία του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος και

(β) Να συγκροτήσει εκπαιδευτικό υλικό αξιοποιώντας στοιχεία της δομής και λειτουργίας του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος, ώστε να συμβάλλει στην κατανόηση από μαθητές των δύο τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου της λειτουργίας των οικοσυστημάτων αυτών, καθώς και στην ανάπτυξη φιλικών προς το φυσικό περιβάλλον αντιλήψεων και στάσεων.

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

***ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΛΑΚΙ
ΚΑΙ ΔΡΑΝΑ ΤΗΣ ΕΚΒΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΒΡΟΥ***

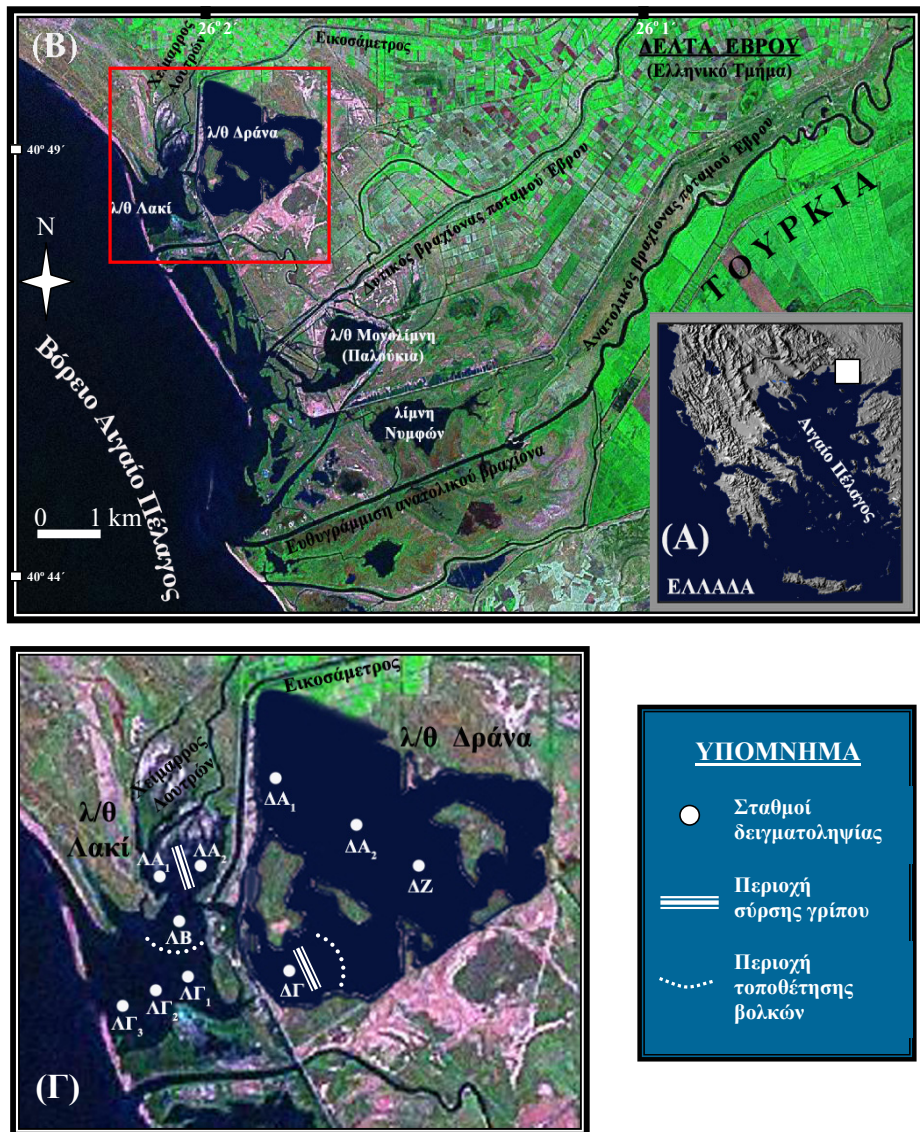
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο Έβρος είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της Βαλκανικής Χερσονήσου και ο δεύτερος, μετά το Δούναβη, της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, με συνολικό μήκος 530 km (από τα οποία 218 km βρίσκονται σε Ελληνικό έδαφος) και συνολική επιφάνεια περίπου 52.500 km². Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία ο ποταμός πήρε το όνομά του από το γιο του βασιλιά της Θράκης Κάσσανδρου, που πνίγηκε στα νερά του ποταμού.

Ο ποταμός πηγάζει από την οροσειρά Ρίλα της Βουλγαρίας, διαπερνάει την Ανατολική Ρωμυλία, διατρέχει τμήμα της Τουρκίας, ενώ από την πόλη της Ανδριανούπολης παίρνει νότια κατεύθυνση, αποτελώντας το φυσικό σύνορο μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας. Χαρακτηρίζεται από μεγάλο όγκο νερών, εξαιτίας του ότι αποχετεύει μαζί με τους παραποτάμους του Άρδα και Εργίνο μεγάλη έκταση, δηλαδή ολόκληρη την Ανατολική Ρωμυλία και την Ανατολική Θράκη (ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ 1979). Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας (Δ.Ε.Κ.Ε Έβρου), η συνήθης παροχή του Έβρου είναι 100 m³ / sec (3×10^9 m³ / έτος), ενώ η ελάχιστη που έχει μετρηθεί είναι 8 m³ / sec ($2,5 \times 10^8$ m³ / έτος) (ΓΚΟΥΒΗΣ 1988).

Κοντά στο χωριό Πόρος, ο Έβρος χωρίζεται σε δύο βραχίονες, που εκβάλλουν στο Θρακικό Πέλαγος, δημιουργώντας μια ευρεία εκβολική περιοχή. Ο ανατολικός βραχίονας αποτελεί το φυσικό σύνορο μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας, ενώ ο δυτικός ανήκει στην Ελλάδα (Εικ. 1). Στο δυτικό τμήμα των εκβολών εκβάλλουν δύο μικροί χείμαρροι (Χείμαρρος Λουτρών και Εικοσάμετρος), που μαζί με τις τρεις μικρές λιμνοθάλασσες (Λακί, Δράνα και Μονολίμνη ή Παλούκια), τη μικρή λίμνη Νυμφών και τις τρεις επιμήκεις προσχωσιγενείς νησίδες Ασάνη, Ξέρα Ασάνη και Καραβιού Ξηράδι, συμβάλλουν στην πολυσχιδή διαμόρφωση της εκβολικής περιοχής (Εικ. 1).



Εικόνα 1. (Α) Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης. (Β) Χάρτης της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου. (Γ) Χάρτης των λιμνοθαλασσών Δράνα και Λακί με τις θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας (Επεξεργασμένη φωτογραφία από τον δορυφόρο Landsat).

Figure 1. (A) Geographical location of the study site. (B) Map of the estuarine area of Evros river. (Γ) Map of Drana and Laki lagoons indicating the sampling sites (Landsat processed photograph).

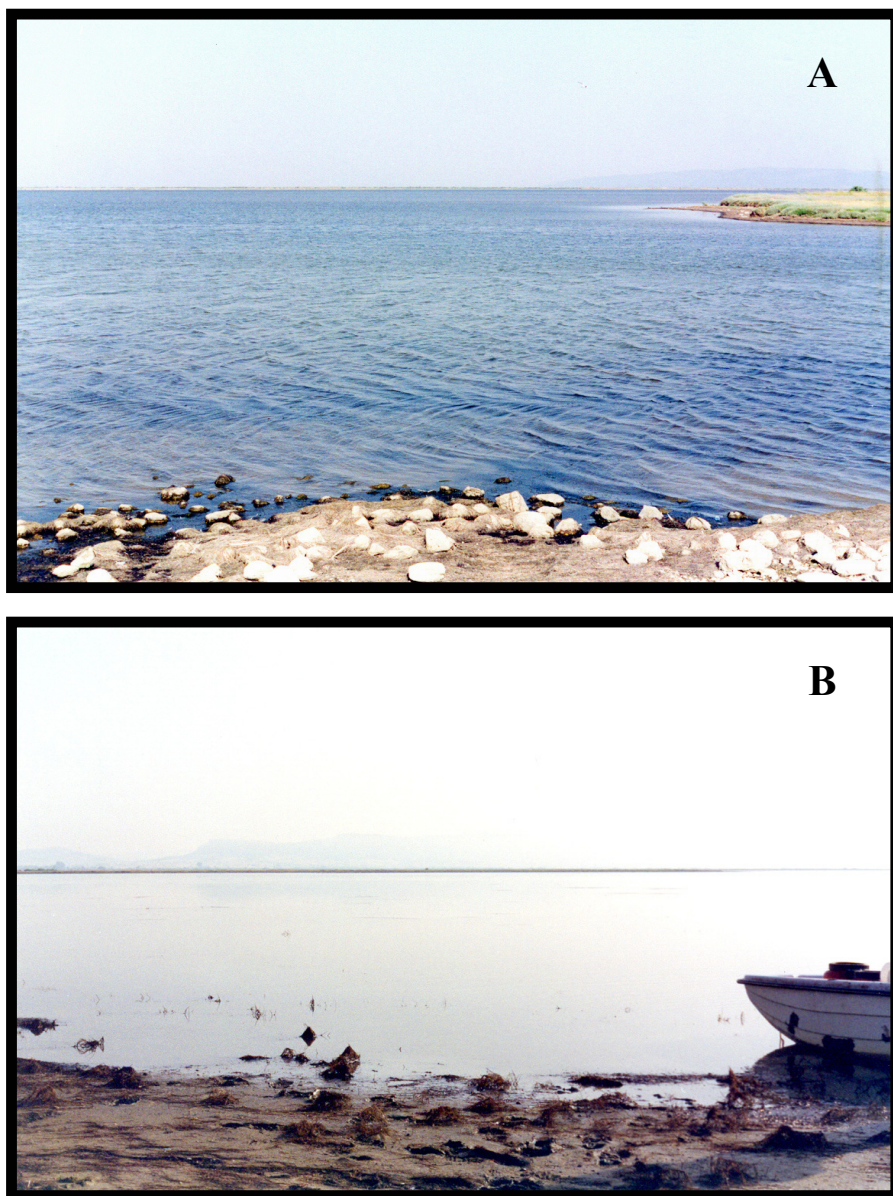
Η λιμνοθάλασσα Λακί έχει συνολική επιφάνεια περίπου 1.000 στρέμματα και αποτελείται από δύο τμήματα, το βόρειο εσωτερικό τμήμα και το νότιο που επικοινωνεί με τη θάλασσα διαμέσου δύο ανοιγμάτων. Άποψη του βόρειου τμήματος της λιμνοθάλασσας Λακί δίνεται στην Εικόνα 2. Στη λιμνοθάλασσα Λακί εκβάλλουν οι χείμαρροι Λουτρών και Εικοσάμετρος (Εικ. 1).



Εικόνα 2. Άποψη της περιοχής του βόρειου τμήματος της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

Figure 2. View of the northern part of Laki lagoon in September 1997.

Η λιμνοθάλασσα Δράνα καλύπτει μια επιφάνεια περίπου 4.000 στρέμματα (Εικ. 1). Απόψεις του βορειοδυτικού και νοτιοδυτικού τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα δίνονται στην Εικόνα 3. Παλαιότερα η λιμνοθάλασσα αυτή επικοινωνούσε με τη λιμνοθάλασσα Λακί διαμέσου ενός στενού ανοίγματος πλάτους περίπου 4 m. Το άνοιγμα αυτό φράχτηκε αυθαίρετα το Μάιο του 1987 (Εικ. 4), με σκοπό την αποστράγγιση της λιμνοθάλασσας.



Εικόνα 3. Άποψη του βορειοδυτικού τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα (Α) και του νοτιοδυτικού τμήματός της (Β) τον Ιούλιο του 1997.

Figure 3. View of the northwestern part of Drana lagoon (A) and of its southwestern part (B) in July 1997.



Εικόνα 4. Άποψη της απόφραξης του ανοίγματος της λιμνοθάλασσας Δράνα.

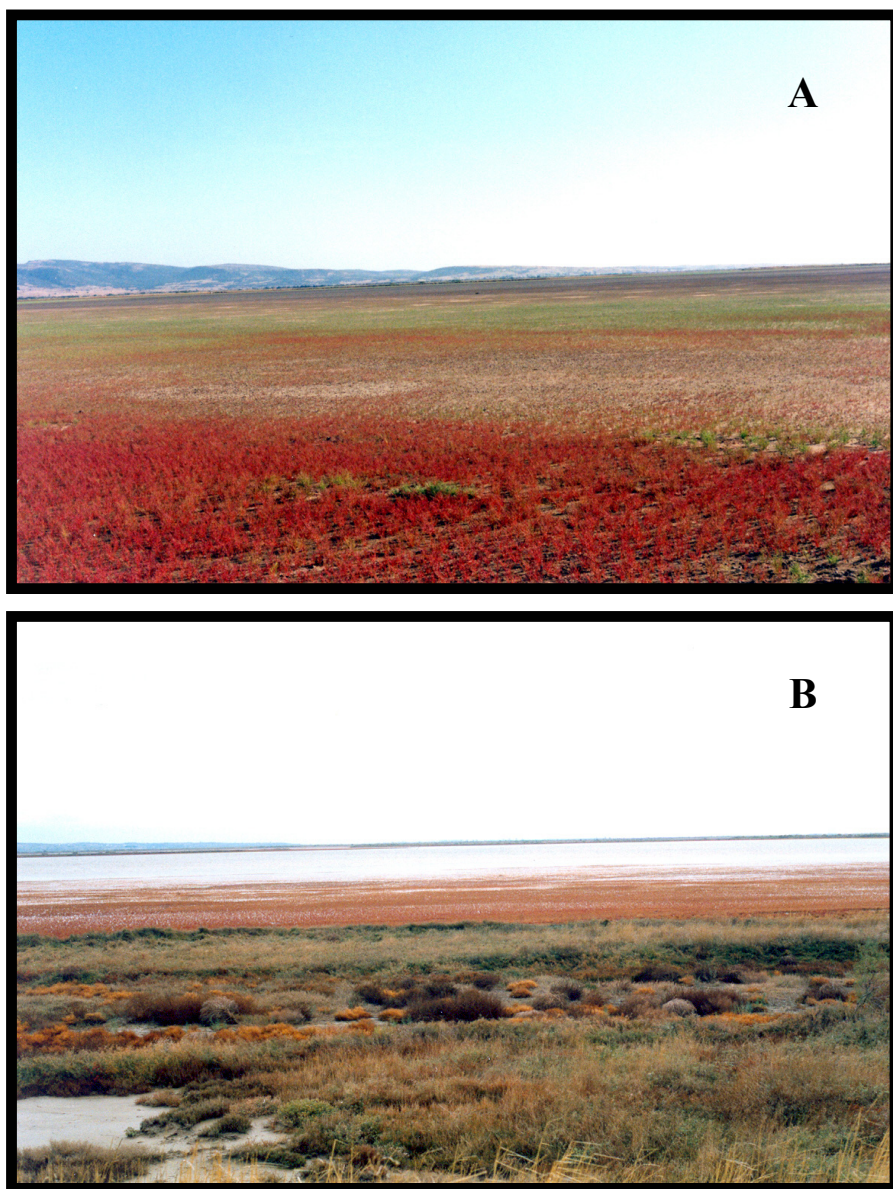
Figure 4. View of the opening obstruction in Drana lagoon.

Το μεγαλύτερο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα αποξηράνθηκε προσωρινά, για τρεις περίπου εβδομάδες, το Σεπτέμβριο του 1998· μόνο μια μικρή περιοχή, στο βορειοδυτικό τμήμα της, παρέμεινε καλυμμένη με νερό. Απόψεις του νοτιοδυτικού τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την προσωρινή αποξήρανση δίνονται στις Εικόνες 5 και 6. Ολόκληρη όμως η λιμνοθάλασσα αποξηράνθηκε πλήρως κατά την επόμενη θερινή περίοδο και παρέμεινε σε αυτήν την κατάσταση μέχρι τις αρχές του χειμώνα (από τα μέσα Ιουλίου του 1999 μέχρι το Δεκέμβριο του 1999). Η επικοινωνία της λιμνοθάλασσας με τη θάλασσα αποκαταστάθηκε προσφάτως (Ιούνιος 2004) με τη διάνοιξη της απόφραξης του ανοίγματος.



Εικόνα 5. Άποψη του νοτιοδυτικού τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούνιο του 1998 (A) και τον Αύγουστο του 1998 (B).

Figure 5. View of the southwestern part of Drana lagoon in June 1998 (A) and in August 1998 (B).



Εικόνα 6. Άποψη του νοτιοδυτικού τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα το Σεπτέμβριο του 1998 (A) και το Νοέμβριο του 1998 (B).

Figure 6. View of the southwestern part of Drana lagoon in September 1998 (A) and in November 1998 (B).

Η εκβολική περιοχή του ποταμού Έβρου προστατεύεται από μια σειρά Διεθνών Συνθηκών και Οδηγιών ως: (α) Υγρότοπος Διεθνούς Σημασίας για τα Υδρόβια Πουλιά (Σύμβαση Ramsar), (β) Ειδικά Προστατευόμενη Μεσογειακή Περιοχή (Σύμβαση Βαρκελώνης), (γ) Περιοχή Ειδικής Προστασίας για τη Διατήρηση των Άγριων Πουλιών (Κοινοτική Οδηγία 79/409). Στο πλαίσιο προγράμματος του ΥΠΕΧΩΔΕ, έγινε οριοθέτηση της περιοχής των εκβολών του Έβρου (ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986). Επιπλέον, έχει εκδοθεί Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ 8586/1838/1998 (ΦΕΚ 376/Β/1998) με θέμα: «Μέτρα για την προστασία των υγρότοπων και των φυσικών σχηματισμών στις εκβολές του ποταμού Έβρου και της ευρύτερης περιοχής τους». Σύμφωνα με την παραπάνω ΚΥΑ, στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα, που ανήκουν και οι δύο στην ίδια ζώνη (Ζώνη ΙΙΙ), επιτρέπεται μια σειρά από δραστηριότητες, όπως η επιστημονική έρευνα, η παραμονή και διέλευση του κοινού με πεζοπορία ή με οχήματα, οι οργανωμένες επισκέψεις και ξεναγήσεις, η κυκλοφορία και η στάθμευση οχημάτων, η κατασκευή έργων υποδομής για την εξυπηρέτηση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, η επαγγελματική αλιεία, το κυνήγι σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις, η γεωργία στις νόμιμα υφιστάμενες γεωργικές εκτάσεις, η λειτουργία και ο εκσυγχρονισμός των υφιστάμενων μονάδων υδατοκαλλιεργειών κ.ά.

Όμως, παρά τις παραπάνω προστατευτικές διατάξεις, ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες (δημιουργία αποστραγγιστικού αρδευτικού δικτύου και καταστροφή μεγάλων εκτάσεων βιοτόπων, υπερβόσκηση, υπεραλίευση, κυνήγι, ρύπανση από ποικιλία ρύπων που διοχετεύονται στον ποταμό κτλ) έχουν ασκήσει δυσμενείς επιδράσεις στον ευρύτερο βιότοπο των εκβολών του Έβρου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αυθαίρετη απόφραξη του ανοίγματος της λιμνοθάλασσας Δράνα (Εικ. 4) με αποτέλεσμα την πολυετή απομόνωσή της από τη θάλασσα.

2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Για την εκτίμηση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Αλεξανδρούπολης, που βρίσκεται δυτικά των εκβολών του ποταμού Έβρου. Τα στοιχεία αυτά συνοψίζονται στους Πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 1. Ετήσια συχνότητα (%) διεύθυνσης και έντασης ανέμου σε κλίμακα Beaufort από παρατηρήσεις στις ώρες 06:00, 12:00 και 18:00 της περιόδου 1951–1997 για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης (σύμφωνα με την Ελληνική Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

Table 1. Annual frequency (%) of wind direction and force in Beaufort scale from observations on 06H, 12H and 18H during the period 1951–1997 for the area of Alexandroupolis (according to the Hellenic National Meteorological Service).

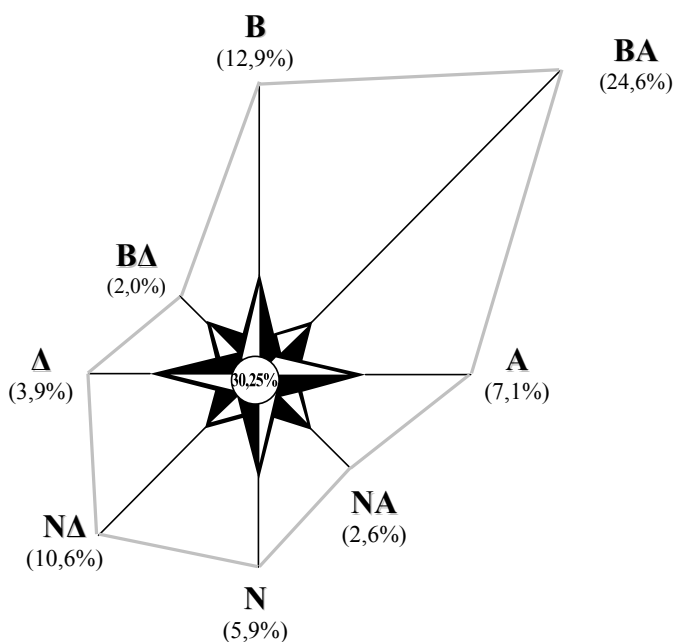
ΕΝΤΑΣΗ	B	BA	A	NA	N	NA	Δ	BA	ΝΗΝΕΜΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
0									30,252	30,252
1	0,822	0,833	0,351	0,482	0,186	0,384	0,625	0,559		4,242
2	2,269	4,593	2,280	0,965	1,535	2,850	1,600	0,866		16,958
3	2,872	7,519	2,521	0,658	1,863	4,450	1,052	0,384		21,319
4	3,464	7,399	1,491	0,307	1,063	2,203	0,515	0,153		16,595
5	1,896	2,795	0,373	0,099	0,625	0,471	0,088	0,033		6,380
6	1,118	1,096	0,044	0,033	0,384	0,153	0,022	0,011		2,861
7	0,307	0,263	0,011	0,011	0,197	0,055	0,011	0,011		0,866
8	0,142	0,121	0,011	0,011	0,088	0,022	0,011	0,011		0,417
9	0,011	0,011	0	0	0,022	0,011	0,011	0		0,660
10	0,011	0,011	0	0	0,011	0	0	0,011		0,044
≥11	0	0	0	0	0	0	0	0		0
ΣΥΝΟΛΟ	12,912	24,641	7,082	2,566	5,974	10,599	3,935	2,039		100

Πίνακας 2. Κλιματολογικά στοιχεία (θερμοκρασία αέρα, βροχομετρικό ύψος, εξάτμιση) για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης (σύμφωνα με την Ελληνική Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

Table 2. Climatologic data (air temperature, precipitation, evaporation) for the area of Alexandroupolis (according to the Hellenic National Meteorological Service).

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C)							
	1951–1997			1998		1999	
	Μέση	Μέση μέγιστη	Μέση ελάχιστη	Μέση μέγιστη	Μέση ελάχιστη	Μέση μέγιστη	Μέση ελάχιστη
Ιανουάριος	5,0	8,6	1,3	9,0	1,7	8,9	2,0
Φεβρουάριος	5,9	9,7	1,8	10,6	1,9	8,3	0,7
Μάρτιος	8,3	12,1	3,5	9,7	1,8	12,4	4,1
Απρίλιος	13,1	17,1	7,0	18,0	9,0	17,8	8,8
Μάιος	18,3	22,3	11,3	21,2	13,5	23,0	12,3
Ιούνιος	23,1	27,1	15,0	27,3	16,9	28,7	17,6
Ιούλιος	25,8	30,2	17,6	31,2	18,6	30,9	21,1
Αύγουστος	25,4	30,3	17,5	31,4	19,7	31,5	20,0
Σεπτέμβριος	21,1	26,3	14,1	24,7	15,0	26,4	15,7
Οκτώβριος	15,6	20,3	10,3	20,6	11,8	20,9	11,6
Νοέμβριος	10,8	14,8	6,6	12,9	6,8	14,2	5,6
Δεκέμβριος	7,1	10,7	3,3	6,6	0,4	5,4	1,2
ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)				ΕΞΑΤΜΙΣΗ (mm)			
ΜΗΝΕΣ	1960 – 1996	1997	1998	1999	1978–1993	1994–1998	
Ιανουάριος	55,64	30,1	38,8	48,3	21,2	29,4	
Φεβρουάριος	58,03	11,0	84,4	46,9	25,1	43,5	
Μάρτιος	49,52	59,0	73,7	-	73,5	66,4	
Απρίλιος	39,24	51,7	4,7	-	120,9	101,8	
Μάιος	34,25	12,1	76,5	9,5	173,9	134,1	
Ιούνιος	28,43	20,4	29,3	9,6	223,5	172,0	
Ιούλιος	18,45	16,9	29,2	48,1	281,5	251,2	
Αύγουστος	10,63	46,9	0	1,7	290,8	242,6	
Σεπτέμβριος	29,19	0	60,2	-	211,5	180,4	
Οκτώβριος	48,33	73,5	98,7	-	138,7	107,7	
Νοέμβριος	83,28	105,2	97,5	-	59,6	71,2	
Δεκέμβριος	85,0	134,6	73,7	-	39,5	34,4	

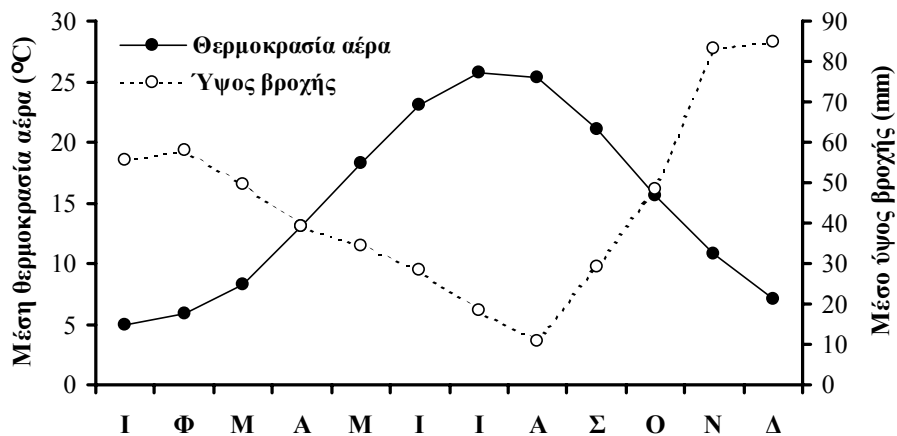
Με βάση στοιχεία του Πίνακα 1 κατασκευάστηκε το ανεμορρόμβιο της ετήσιας συχνότητας ανέμων της περιόδου 1951–1997 για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης (Εικ. 7), ενώ με βάση στοιχεία του Πίνακα 2 κατασκευάστηκε το θερμοϋετόγραμμα της περιόδου 1960–1996 (Εικ. 8).



Εικόνα 7. Ανεμορρόμβιο της ετήσιας συχνότητας των ανέμων κατά την περίοδο 1951–1997 για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης.

Figure 7. Wind-rhomb of the wind annual frequency during the period 1951–1997 for the area of Alexandroupolis.

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής έχει χαρακτηριστεί ως «υγρό μεσόθερμο μεσογειακό», σύμφωνα με την κατάταξη κατά Köppen (ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ 1979).



Εικόνα 8. Θερμοϋετόγραμμα για την περιοχή της Αλεξανδρούπολης κατά την περίοδο 1960–1996.

Figure 8. Temperature–precipitation graph for the area of Alexandroupolis during the period 1960–1996.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

1.1 Εφάπαξ δειγματοληψίες μακροζωοβένθους

Για τις ανάγκες της μελέτης της τοπικής διανομής του μακροζωοβένθους καταστρώθηκε ένα σχέδιο δειγματοληψίας, έτσι ώστε να γίνει μια, κατά το δυνατό πλήρης, κάλυψη των περιοχών μελέτης (SWARTZ 1978). Επιλέχθηκαν τρεις σταθμοί ($\Lambda\Gamma_1$, $\Lambda\Gamma_2$, $\Lambda\Gamma_3$) κατά μήκος μιας διατομής στο νοτιότερο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί, ένας σταθμός (ΛB) μεταξύ των δύο τμημάτων της λιμνοθάλασσας αυτής και 2 σταθμοί (ΛA_1 , ΛA_2) κατά μήκος μιας διατομής στο βόρειο, εσωτερικό τμήμα της (Εικ. 1). Στη λιμνοθάλασσα Δράνα επιλέχθηκαν τέσσερις σταθμοί δειγματοληψίας (ΔA_1 , ΔA_2 , $\Delta\Gamma$, ΔZ) (Εικ. 1). Οι δειγματοληψίες στη λιμνοθάλασσα Δράνα πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο του 1997 και στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους.

Στις πολύ αβαθείς εκβολικές περιοχές, η δειγματοληψία των βενθικών πληθυσμών είναι δύσκολη για διάφορους λόγους, ένας από τους οποίους είναι και το ότι δεν είναι εύκολη η χρησιμοποίηση πλωτού μέσου. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ο χειροκίνητος δειγματολήπτης τύπου van Veen του LARIMORE (1970), που κρίθηκε ως ο πιο κατάλληλος για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας. Ο δειγματολήπτης αυτός, που τροποποιήθηκε ελαφρά όσον αφορά το μήκος και τη γωνία των βραχιόνων του, είναι κατάλληλος όχι μόνο για ιλυώδη αλλά και για αμμώδη κινητά υποστρώματα, είναι αρκετά ελαφρύς και εύχρηστος (Εικ. 9, ΓΚΟΥΒΗΣ 1988, ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ 1988). Η δειγματοληπτική του επιφάνεια είναι $20 \times 20 \text{ cm}^2$ και μπορεί να εισχωρεί στο ίζημα σε βάθος έως και 20 cm. Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας συλλέγονταν τυχαία δύο δειγματοληπτικές μονάδες. Τα δείγματα κοσκινίζονταν σε κόσκινα με διάμετρο ανοιγμάτων 0,5 mm για τη συγκράτηση όλων των μακροβενθικών οργανισμών. Τα ζώα που έμεναν στο κόσκινο συλλέγονταν και αποθηκεύονταν σε μαρκαρισμένα δοχεία που περιείχαν διάλυμα φορμόλης 5%.

Σε κάθε σταθμό παίρνονταν επίσης δείγματα ιζήματος (δίπλα στο σημείο δειγματοληψίας) με πυρηνοδειγματολήπτη, που εισχωρούσε έως και 10 cm μέσα στο ίζημα και γινόταν μέτρηση του βάθους, της αλατότητας και της θερμοκρασίας του νερού στο βυθό, καθώς και της θερμοκρασίας του ιζήματος σε βάθος 1 cm και 5 cm. Για τη μέτρηση της αλατότητας χρησιμοποιήθηκε φορητό αλατόμετρο τύπου WTW/LF 320.

1.2 Μηνιαίες δειγματοληψίες μακροζωοβένθους και μακροφυτοβένθους

Η προκαταρκτική εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων του μακροζωοβένθους που συλλέχτηκαν κατά τη θερινή περίοδο του 1997, έδειξε ότι η πανίδα των σταθμών ΔΓ (Εικ. 10) και ΛΑ₁ (Εικ. 11) ήταν αντιπροσωπευτική για ολόκληρη την πανίδα της λιμνοθάλασσας Δράνα και του βορειότερου τμήματος της λιμνοθάλασσας Λακί, αντίστοιχα. Επίσης, η πρόσβαση στους σταθμούς αυτούς ήταν εύκολη. Για τους παραπάνω λόγους οι μηνιαίες δειγματοληψίες του μακροζωοβένθους και του μακροφυτοβένθους επιλέχτηκε να πραγματοποιηθούν στους προαναφερθέντες σταθμούς. Οι δειγματοληψίες ξεκίνησαν στις 13 Φεβρουαρίου του 1998 και επαναλαμβάνονταν στα μέσα κάθε μήνα έως το Φεβρουάριο του 1999.

Κάθε μήνα συλλέγονταν 4 δειγματοληπτικές μονάδες πανίδας με το δειγματολήπτη τύπου van Veen που προαναφέρθηκε και 3–8 δειγματοληπτικές μονάδες μακροφυκών με τετράγωνο πλαίσιο πλευράς 25 cm ή 3 δειγματοληπτικές μονάδες αγγειόσπερμων με πυρηνοδειγματολήπτη διαμέτρου 20 cm που βυθίζονταν 20 cm στο ίζημα. Η μέθοδος δειγματοληψίας θεωρήθηκε κατάλληλη και ο αριθμός δειγμάτων ικανοποιητικός (LITTLER & LITTLER 1985, KEVREKIDIS 2004, MALEA et al. 2004). Τα δείγματα της μακροπανίδας κοσκινίζονταν σε κόσκινα με διάμετρο ανοιγμάτων 0,5 mm.

Επιπλέον, για τη διερεύνηση της ενδεχόμενης επίδρασης μικρών ψαριών και επιβενθικών δεκάποδων στη δομή των μακροζωοβενθικών συνενυρέσεων, συλλέγονταν δύο δείγματα αυτών των οργανισμών με σύρση ειδικής απόχης για 10 m. Η απόχη αυτή ήταν μεταλλική, ημικυκλική και είχε διάμετρο 40 cm. Το δίχτυ ήταν πλαστικό με διάμετρο ανοιγμάτων 1 mm.



Εικόνα 9. Άποψη του τροποποιημένου δειγματολήπτη van Veen που χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία του μακροζωοβένθους.

Figure 9. View of the modified van Veen grab used for the sampling of the macrozoobenthos.

Όλα τα δείγματα αποθηκεύονταν σε μαρκαρισμένα δοχεία που περιείχαν διάλυμα φορμόλης 5%. Από την περιοχή δειγματοληψίας παίρνονταν επίσης με πυρηνοδειγματολήπτη δείγματα ιζήματος για κοκκομετρική ανάλυση και προσδιορισμό του ποσοστού της οργανικής ύλης. Ακόμη, γινόταν μέτρηση του βάθους και της διαφάνειας του ύδατος με τη χρήση δίσκου Secchi, του διαλυμένου στο ύδωρ οξυγόνου, της αλατότητας και της θερμοκρασίας του ύδατος στο βυθό, καθώς και της θερμοκρασίας του ιζήματος σε βάθος 1 και 5 cm. Τέλος, σημειώνονταν ο χρόνος δειγματοληψίας, η φάση του παλιρροιακού κύκλου και φωτογραφιζόταν η περιοχή.



Εικόνα 10. Άποψη της ευρύτερης περιοχής του σταθμού δειγματοληψίας ΔΓ το Μάρτιο του 1998.

Figure 10. View of the broader area of the sampling station ΔΓ in March 1998.



Εικόνα 11. Άποψη της ευρύτερης περιοχής του σταθμού δειγματοληψίας ΛΑ₁ τον Απρίλιο του 1998.

Figure 11. View of the broader area of the sampling station ΛΑ₁ in April 1998.

1.3 Εποχικές δειγματοληψίες ιχθυοπανίδας

Πραγματοποιήθηκαν εποχικές δειγματοληψίες της ιχθυοπανίδας, κατά τους μήνες Μάιος του 1998, Αύγουστος του 1998, Οκτώβριος του 1998 και Ιανουάριος του 1999, με τη χρησιμοποίηση δύο αλιευτικών εργαλείων, του γρίπου γόνου για τη σύλληψη ψαριών μικρού μεγέθους και των βολκών για τη σύλληψη ψαριών μεγαλύτερου μεγέθους. Οι βολκοί (νταούλια) είναι το αλιευτικό εργαλείο που κυρίως χρησιμοποιούν οι αλιείς στις συγκεκριμένες περιοχές. Παρόμοιες μέθοδοι δειγματοληψίας της ιχθυοπανίδας σε παράκτια υπόαλα περιβάλλοντα έχουν χρησιμοποιηθεί και στο παρελθόν (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ 1996, ΚΟΥΤΡΑΚΙΣ et al. 2000).

Στη λιμνοθάλασσα Δράνα η δειγματοληψία με γρίπο και βολκούς γινόταν στην ευρύτερη περιοχή του σταθμού ΔΓ (Εικ. 1 και 10)· στη λιμνοθάλασσα Λακί η δειγματοληψία με γρίπο γινόταν στην ευρύτερη περιοχή του σταθμού ΛΑ₁, ενώ η δειγματοληψία με βολκούς μεταξύ των δύο τμημάτων της λιμνοθάλασσας (θέση ΛΒ) (Εικ. 1 και 11).

Ο γρίπος γόνου είχε μήκος 15 m, ύψος 2,5 m στις άκρες και 3 m στο κέντρο (σάκος) και έφερε δίχτυ με άνοιγμα ματιού 3 mm. Στην περιοχή δειγματοληψίας ο γρίπος σύρονταν πάντοτε στον ίδιο χώρο, παράλληλα προς την ακτή, καλύπτοντας απόσταση 100 m με σταθερή ταχύτητα, ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή αλιευτική προσπάθεια (EVERHART & YOUNGS 1989, ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ 1996) (Εικ. 1 και 12).

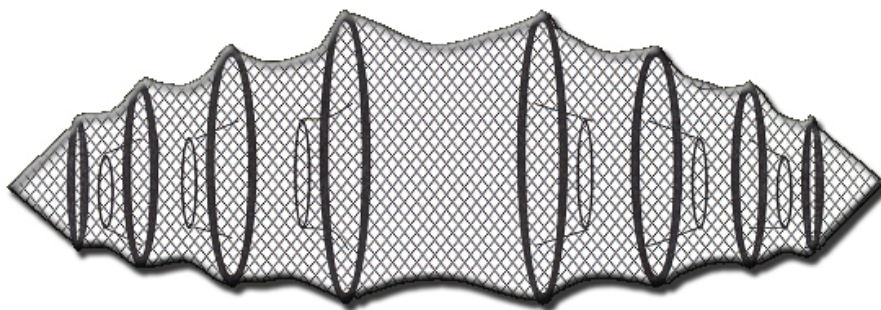
Σε κάθε θέση δειγματοληψίας τοποθετούνταν 3 ζεύγη βολκών για δεκαπέντε ημέρες· η συλλογή των ψαριών γινόταν κάθε τρεις ημέρες. Το κάθε ζεύγος βολκών ήταν φτιαγμένο από δίχτυ με άνοιγμα ματιού 20 mm και αποτελούνταν από δύο κωνικές ιχθυοπαγίδες μέγιστης διαμέτρου 55 cm και μήκους 1,4 m η κάθε μια. Οι δύο ιχθυοπαγίδες συνδέονταν μεταξύ τους με δίχτυ μήκους 2,4 m και ύψους 0,5 m, που ήταν κάθετα τοποθετημένο (Εικ. 13).

Τα δείγματα αποθηκεύονταν σε διάλυμα φορμόλης 5%.



Εικόνα 12. Σύρση του δικτυού αλιείας γόνου (γρίπος) στη λιμνοθάλασσα Λακί τον Αύγουστο του 1998.

Figure 12. The bag seine net sampling process in Laki lagoon in August 1998.



Εικόνα 13. Απεικόνιση ζεύγους βολκών (νταούλια).

Figure 13. Illustration of a pair of fyke nets.

1.4 Μηνιαίες παρατηρήσεις ορνιθοπανίδας.

Πραγματοποιήθηκαν μηνιαίες παρατηρήσεις της ορνιθοπανίδας στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα. Οι παρατηρήσεις ξεκίνησαν τον Απρίλιο του 1999 και ολοκληρώθηκαν τον Απρίλιο του 2000. Οι περιοχές μελέτης ήταν η ευρύτερη περιοχή του σταθμού ΛΑ₁ (βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί) και η ευρύτερη περιοχή του σταθμού ΔΓ (νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα) (Εικ. 1, 10, 11): οι παρατηρήσεις γινόταν από συγκεκριμένες θέσεις κατά τις πρωινές ώρες (μεταξύ 8:00 και 9:30 π.μ.) στα μέσα κάθε μήνα.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την παρατήρηση και καταμέτρηση της ορνιθοπανίδας ήταν η φωτογράφιση. Με στόχο την καταγραφή των ειδών και του αριθμού ατόμων κάθε είδους, φωτογραφιζόταν όλη η περιοχή μελέτης (καρέ-καρέ), με φωτογραφική μηχανή τύπου Nikon F70 με χειροκίνητο τηλεφακό Tamron 500 mm και προσαρμοσμένο τηλεμετατροπέα (teleconverter), που αύξανε στο διπλάσιο το αρχικό εστιακό μήκος του φακού. Χρησιμοποιήθηκαν ευαίσθητα φιλμ διαφανειών (slides) (400 ASA), καθώς ο φυσικός φωτισμός ήταν συνήθως ασθενής.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε την ακρίβεια που έχει η παρατήρηση με τηλεσκόπιο, ιδιαίτερα όσον αφορά τις πολύ μακρινές αποστάσεις. Ακόμη, η χρησιμοποίηση μόνο μιας θέσης παρατήρησης για κάθε μια περιοχή μελέτης, πιθανώς να οδήγησε σε λαθεμένη εκτίμηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της ορνιθοπανίδας, καθώς δεν ήταν δυνατό να καταγραφούν ομάδες πτηνών, που ενδεχομένως ήταν κρυμμένες πίσω από υψώματα. Επίσης, ο χρόνος παρατήρησης (30–45 λεπτά μια ημέρα κάθε μήνα) ήταν περιορισμένος. Τέλος, η στατική καταγραφή της ορνιθοπανίδας με τη φωτογράφιση, δημιούργησε δυσκολίες στην αναγνώριση ορισμένων ειδών, ιδιαίτερα εκείνων που η κίνησή τους συμβάλλει στον προσδιορισμό τους (B. ΓΚΟΥΤΝΕΡ, προσωπική επικοινωνία).

2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

2.1 Ιζήματα

Τα δείγματα ιζήματος παρέμεναν σε κατάψυξη μέχρι να γίνει η επεξεργασία τους. Δέκα ώρες περίπου πριν την επεξεργασία γινόταν απόψυξη των δειγμάτων. Ακολουθούσε απομάκρυνση των οργανισμών και των ασβεστολιθικών οστράκων νεκρών δίθυρων, που υπήρχαν στο ίζημα, ομογενοποίηση των δειγμάτων για 1–2 min με τη βοήθεια ηλεκτρικού αναδευτήρα και τυχαία πρόσληψη μιας ποσότητας ιζήματος βάρους 100–120 g. Η ποσότητα αυτή του ιζήματος ξηραινόταν σε κλίβανο στους 105°C για 24 h. Μετά την ξήρανση, η ποσότητα του δείγματος διαχωριζόταν τυχαία σε τρία υποδείγματα βάρους 22–25 g το καθένα. Στη συνέχεια τα τρία υποδείγματα προζυγιζόταν σε αναλυτικό ζυγό τύπου OHAUS RS-200 ακρίβειας 0,0001 g.

2.1.1 Προσδιορισμός της οργανικής ύλης

Για τον προσδιορισμό της οργανικής ύλης του ιζήματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της «Οξειδωσης της οργανικής ύλης με υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂)» όπως περιγράφεται από τον ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗ (1996). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το ατομικό οξυγόνο που απελευθερώνεται κατά τη διάσπαση του H₂O₂ είναι εκείνο που οξειδώνει την οργανική ύλη ($\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2$).

Συγκεκριμένα, τοποθετούσαμε το κάθε υποδείγμα σε ποτήρι ζέσης των 250 ml, προσθέταμε αρχικά 5 ml H₂O₂ με ταυτόχρονη ανάδευση του υλικού και τα τοποθετούσαμε σε υδρόλουτρο στους 60°C περίπου. Συχνά απαιτούνταν διαρκής ανάδευση, όταν η αντίδραση ήταν έντονη, κυρίως στις περιπτώσεις που τα δείγματα ήταν πλούσια σε οργανική ύλη. Όταν η αντίδραση ήταν ιδιαίτερα έντονη, ψύχαμε το ποτήρι ζέσης σε κρύο νερό για την αποφυγή υπερχειλίσσης και επομένως την απώλεια υλικού. Κάθε φορά που σταματούσε το άφρισμα προσθέταμε άλλα 5 ml H₂O₂ με συνεχή ανάδευση. Παρατηρούνταν τα ίδια φαινόμενα σε μικρότερο όμως βαθμό και παίρνονταν οι ίδιες προφυλάξεις. Η διαδικασία προσθήκης H₂O₂ επαναλαμβανόταν επτά με οκτώ φορές μέχρι την πλήρη σχεδόν εξασθένιση της χημικής αντίδρασης. Η διαδικασία διαρκούσε

περίπου 45 min. Στη συνέχεια βγάσαμε τα ποτήρια ζέσης από το υδρόλουτρο, τα καλύπταμε με λεπτές πλαστικές μεμβράνες και τα διατηρούσαμε σε θερμοκρασία εργαστηρίου για 1 h περίπου, ώστε να επέλθει πλήρης οξείδωση της οργανικής ύλης. Ακολουθούσε ξήρανση των υποδειγμάτων σε κλίβανο στους 105°C για 24 h, ζύγιση και υπολογισμός των απωλειών του βάρους τους. Η ποσότητα της οργανικής ύλης του ιζήματος προσδιοριζόταν ως η μέση τιμή των απωλειών βάρους των τριών υποδειγμάτων.

2.1.2 Κοκκομετρική Ανάλυση

Για την κοκκομετρική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το ένα από τα τρία υποδείγματα του αρχικού δείγματος του ιζήματος. Η ανάλυση του κλάσματος της άμμου έγινε με λεπτομερή εφαρμογή της μεθόδου που περιγράφεται από το BUCHANAN (1984). Για το ξηρό κοσκίνισμα χρησιμοποιήθηκε σειρά κόσκινων τύπου ISO 3310-1 των 2.000, 1.400, 1.000, 710, 500, 355, 250, 180, 125, 90 και 63 μm , που τοποθετήθηκαν σε κατάλληλο δονητή τύπου FRITSCH / analysette 3 SPARTAN.

Το δείγμα αρχικά ζυγιζόταν και στη συνέχεια τοποθετούνταν στο κόσκινο των 63 μm για 12 min σε εύρος δόνησης 3 mm, με σκοπό τον αδρό διαχωρισμό του κλάσματος της άμμου. Στη συνέχεια, το κλάσμα της άμμου τοποθετούνταν στο κόσκινο των 2.000 μm , που στηριζόταν στη σειρά των υπόλοιπων κόσκινων, για 15 min στην ίδια συχνότητα δόνησης. Το κλάσμα, που παρέμενε σε κάθε κόσκινο χωριστά, ζυγιζόταν και υπολογιζόταν η κατά βάρος εκατοστιαία αναλογία του. Το κλάσμα ιλύος–αργίλου συλλέγονταν σε ειδικό αποδέκτη, πάνω στον οποίο στηριζόταν η στήλη των κόσκινων.

Η περαιτέρω ανάλυση του κλάσματος ιλύος–αργίλου έγινε με μεθόδους που περιγράφονται από τον ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗ (1996). Συγκεκριμένα, ο διαχωρισμός της ιλύος (4–63 μm) από την άργιλο (<4 μm) έγινε με φυγοκέντρηση. Αρχικά, με σκοπό τον πλήρη διαμερισμό του υλικού, γινόταν έντονη ανάδευση του δείγματος, που μαζί με 200 ml H₂O είχε τοποθετηθεί σε γυάλινη φιάλη, μέσα σε συσκευή υπερήχων τύπου SONIFIER DISRUPTOR SONIPREP-150 για 1 min περίπου. Το κλάσμα της αργίλου διαχωριζόταν ως αιώρημα μετά από

φυγοκέντρωση σε θερμοκρασία 28°C στις 500 στροφές για 2 min και 26 sec σε φυγόκεντρο τύπου DAMON / IECCU-5000. Η απομάκρυνση του νερού από το κλάσμα αυτό επιτυγχανόταν με νέα φυγοκέντρωση στις 2.500 στροφές για 4 min περίπου. Ακολουθούσε ξήρανση των κλασμάτων ιλύος και αργίλου και υπολογισμός της εκατοστιαίας αναλογίας τους. Ο διαχωρισμός της ιλύος από την άργιλο πραγματοποιήθηκε σε Εργαστήριο του Τομέα Ορυκτολογίας, Πετρολογίας και Κοιτασματολογίας του Γεωλογικού Τμήματος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Η ανάλυση του κλάσματος της ιλύος έγινε με τη μέθοδο της ελεύθερης πτώσης (ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ 1996). Συγκεκριμένα, το κλάσμα της ιλύος τοποθετούνταν σε ποτήρι ζέσης 250 ml διαμέτρου 6,5 cm, στο οποίο προσθέτονταν κατάλληλη ποσότητα νερού, ώστε να σχηματιστεί στήλη 5 cm πάνω από το ίζημα. Ακολουθούσε ανάδευση για 15 sec με μαγνητικό αναδευτήρα και 45 sec ακριβώς μετά την ολοκλήρωση της ανάδευσης, λήψη του κλάσματος 32–4 μm με την βοήθεια υδραντλίας. Το σωληνάριο της υδραντλίας βυθιζόταν στο υγρό σε βάθος 5 cm, μέχρις ότου παρέμενε στο ποτήρι ζέσης περιεχόμενο ύψους 1 cm, που αποτελούσε το κλάσμα 63–32 μm . Το κλάσμα 32–4 μm που συλλεγόταν από την υδραντλία, τοποθετούνταν στο ποτήρι ζέσης και εφαρμόζονταν η ίδια διαδικασία για τον διαχωρισμό του κλάσματος 32–16 μm από αυτό των 16–4 μm με αλλαγή του χρόνου ελεύθερης πτώσης, δηλαδή του χρόνου που μεσολαβεί από το τέλος της ανάδευσης μέχρι την έναρξη της λήψης με τη βοήθεια της υδραντλίας, που προσδιορίστηκε στα 3 min. Για τον διαχωρισμό των κλασμάτων 16–8 μm και 8–4 μm επαναλαμβάνονταν η ίδια διαδικασία έχοντας ως χρόνο ελεύθερης πτώσης 12 min και 1 sec.

Το ύψος του νερού στο ποτήρι ζέσης, καθώς και ο χρόνος ελεύθερης πτώσης των διαφόρων κλασμάτων, προσδιορίστηκαν από τα σχετικά νομογράμματα των TUNNER & JACKSON (1947) (σύμφωνα με τον ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗ 1996). Τέλος, όλα τα κλάσματα ξηραίνονταν σε κλίβανο στους 105°C για 24 h, ζυγίζονταν και προσδιορίζονταν η κατά βάρος εκατοστιαία αναλογία κάθε κλάσματος.

2.2 Μακροφυτοβένθος, μακροζωοβένθος και ιχθυοπανίδα

Οι διάφοροι οργανισμοί προσδιορίστηκαν μέχρι το κατώτερο δυνατό ταξινόμημα με τη βοήθεια ενός σημαντικού αριθμού παλαιών και νέων ταξινομικών συγγραμμάτων και ενός σημαντικού αριθμού ειδικών εργασιών. Επιπλέον, μετρήθηκαν: (α) ο αριθμός ατόμων του μακροζωοβένθους και της ιχθυοπανίδας, (β) το «νωπό βάρος υλικού που διατηρήθηκε σε φορμόλη» της ιχθυοπανίδας με ζυγό τύπου CHYO / MP– 3000 ακρίβειας 0,01 g και (γ) το ξηρό βάρος των μακρόφυτων με ζυγό ακριβείας 0,0001 g μετά από ξήρανση μέχρι σταθερού βάρους σε κλίβανο στους 70°C. Ο προσδιορισμός του γαστερόποδου μαλακίου *Ventrosia maritima* έγινε με ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA από τον Καθηγητή Thomas Wilke (Justus Liebig University Giessen, Department of Animal Ecology & Systematics, Giessen, Germany). Ο προσδιορισμός των μακρόφυτων έγινε στο Εργαστήριο Γενικής Βοτανικής του Τμήματος Βιολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ενώ ο προσδιορισμός της ιχθυοπανίδας στο Ινστιτούτο Αλιευτικών Ερευνών Καβάλας (ΙΝ.ΑΛ.Ε). Το υλικό του μακροζωοβένθους και της ιχθυοπανίδας έχει κατατεθεί στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Έρευνας και Εκπαίδευσης του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

2.3 Φωτογραφικό υλικό ορνιθοπανίδας

Ο προσδιορισμός και η μέτρηση του αριθμού ατόμων των ταξινομημάτων της ορνιθοπανίδας έγινε με βάση το φωτογραφικό υλικό στο Εργαστήριο Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με τη βοήθεια του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Β. Γκούτνερ.

3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Κοκκομετρική σύνθεση ιζημάτων

Η καμπύλη συσσωρευτικής συχνότητας του μεγέθους των μεριδίων χρησιμοποιήθηκε για την γραφική παράσταση της κοκκομετρικής σύνθεσης των ιζημάτων (BUCHANAN 1984). Η γραφική παράσταση έγινε σε χιλιοστομετρικό χαρτί με μετατροπή της διαμέτρου των μεριδίων του ιζήματος σε μονάδες Phi (ϕ), ώστε η διάταξη να είναι αριθμητική (MORGANS 1956, BUCHANAN 1984). Η μετατροπή έγινε με τον τύπο $\phi = -\log_2 \delta$ ή $\phi = -\log_{10} \delta / \log_{10} 2$ ή $\delta = 2^{-\phi}$, όπου δ η διάμετρος των μεριδίων του ιζήματος σε χιλιοστά (KING 1972).

Για την περιγραφή της καμπύλης συσσωρευτικής συχνότητας ενός ιζήματος προσδιορίστηκε η Md (median diameter = μεσαία διάμετρος) και η QD (quartile deviation = απόκλιση τεταρτημορίου ή συντελεστής απόκλισης) (BUCHANAN 1984). Η Md ορίζεται ως η διάμετρος που αντιστοιχεί στο ποσοστό 50% μιας συσσωρευτικής καμπύλης συχνότητας μεγέθους και περιγράφει την κεντρική τάση. Η QD ορίζεται ως η αναλογία των μεριδίων που έχουν διάμετρο ίση με τη μεσαία διάμετρο του ιζήματος και περιγράφει το βαθμό διασποράς των δεδομένων γύρω από την κεντρική τάση (BUCHANAN 1984). Για τον υπολογισμό της QD χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $QD\phi = Q_{3\phi} - Q_{1\phi} / 2$ (MORGANS 1956, MORGAN 1970, BUCHANAN 1984), ενώ για τον χαρακτηρισμό του ιζήματος σύμφωνα με τις τιμές της QD χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα των Folk and Ward (FOLK 1966).

3.2 Σύνθεση μακροφυτοβένθους, ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας

Για την περιγραφή της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης των επικρατούντων ειδών των μακρόφυτων υπολογίστηκαν ο ολικός αριθμός ειδών (TS), που συλλέχτηκαν στο σύνολο των δειγμάτων μιας μηνιαίας δειγματοληψίας, η ολική βιομάζα (B) κάθε δείγματος και η σχετική βιομάζα (σε % ποσοστό) ή επικράτηση (D) κάθε είδους σε κάθε δείγμα. Ακόμη, για κάθε ένα είδος υπολογίστηκε ο αριθμός των δειγματοληψιών στις οποίες συλλέχτηκε το είδος αυτό (Παρουσία, P).

Για την περιγραφή της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της ιχθυοπανίδας υπολογίστηκαν για κάθε μία μέθοδο δειγματοληψίας χωριστά: ο αριθμός ειδών (S), ο ολικός αριθμός ατόμων (N), η σχετική αφθονία (σε % ποσοστό) ή επικράτηση (D) κάθε είδους και η ολική βιομάζα (B) ανά αλιευτική προσπάθεια, καθώς και η παρουσία (P) κάθε είδους.

Για τη μελέτη της σύνθεσης της ορνιθοπανίδας έγινε εκτίμηση του ολικού αριθμού ατόμων (N) και της σχετικής αφθονίας ή επικράτησης (D) κάθε είδους για κάθε μία μηνιαία παρατήρηση, καθώς και η παρουσία (P) κάθε είδους. Η μελέτη αυτή είχε μόνο επικουρικό χαρακτήρα, καθώς η διαμόρφωση του καταλόγου των ειδών της ορνιθοπανίδας, η παρουσία των οποίων έχει παρατηρηθεί μέχρι σήμερα στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα, έγινε με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία.

3.3 Δομή μακροζωοβενθικών συνευρέσεων

Η δομή των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων αναλύθηκε με τη χρήση μονο- και πολυ-μεταβλητής ανάλυσης. Οι μέθοδοι που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν χρησιμοποιηθεί σε ένα σημαντικό αριθμό σύγχρονων μελετών (π.χ. GOUVIS & KOUKOURAS 1993, KEVREKIDIS et al. 1996, KEVREKIDIS 1997, GOUVIS et al. 1998, KEVREKIDIS et al. 2000, KOUTSOUBAS et al. 2000, KEVREKIDIS 2004, MOGIAS & KEVREKIDIS υπό δημοσίευση).

Για κάθε ένα δείγμα υπολογίστηκε ο ολικός αριθμός ατόμων (N), ο αριθμός ειδών (S), η σχετική αφθονία ή επικράτηση (D) κάθε είδους και οι δείκτες «αφθονίας ειδών» του Margalef (d), «ποικιλότητας ειδών» Shannon–Wiener (H') και «ομοιομορφίας κατανομής ατόμων μεταξύ των ειδών» (J).

Η «αφθονία των ειδών» (d) υπολογίστηκε από τον τύπο του MARGALEF (1957):

$$d = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Όπου: S = Ο αριθμός ειδών.

N = Ο ολικός αριθμός ατόμων.

Ο δείκτης «ποικιλότητας ειδών» Shannon–Weaver (H') υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Όπου: p_i = Η σχετική αφθονία ενός είδους.

S = Ο αριθμός ειδών.

Ο δείκτης αυτός επηρεάζεται τόσο από τον αριθμό των ειδών όσο και από το πόσο ομοιόμορφα ή ανομοιόμορφα είναι κατανεμημένα τα άτομα μεταξύ των ειδών (SANDERS 1968)· ο δείκτης μεγαλώνει όσο αυξάνει ο αριθμός των ειδών και όσο η εκπροσώπησή τους γίνεται πιο ομοιόμορφη (EDWARDS et al. 1972).

Ο δείκτης της «ομοιομορφίας κατανομής των ατόμων μεταξύ των ειδών» (J) υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$J = \frac{H'}{H' \max} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Όπου: $H' =$ Όπως δίνεται από τον προαναφερθέντα τύπο.

$H' \max$ = Η μέγιστη τιμή του δείκτη H' , την οποία θα είχε το δείγμα αν τα άτομα ήταν ομοιόμορφα κατανεμημένα μεταξύ των ειδών.

S = Ο αριθμός ειδών.

Τα δεδομένα της αφθονίας των ειδών μετασχηματίστηκαν στην τετάρτη ρίζα ($\alpha' = \sqrt[4]{a}$) και με βάση τα μετασχηματισμένα δεδομένα υπολογίστηκε ο βαθμός συγγένειας μεταξύ των δειγμάτων με τη χρησιμοποίηση του ποσοτικού συντελεστή ομοιότητας Bray–Curtis (C_z)· ο συντελεστής αυτός δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$C_z = \frac{2W}{(A + B)}$$

Όπου: A = Το άθροισμα των αφθονιών (α') όλων των ειδών του δείγματος Α.

B = Το άθροισμα των αφθονιών (α') όλων των ειδών του δείγματος B.

W = Το άθροισμα των μικρότερων αφθονιών των κοινών ειδών των δύο δειγμάτων.

Η ανάλυση της ιεραρχικής κατάταξης (Cluster Analysis) και η μη μετρική ανάλυση σε πολλαπλές διαστάσεις (non-metric multidimensional scaling, MDS) χρησιμοποιήθηκαν για να διερευνηθούν πανιδικές ομοιότητες μεταξύ των δειγμάτων. Η ιεράρχηση των συγγενειών μεταξύ των δειγμάτων έγινε με τη βοήθεια δένδρογραμματος που κατασκευάστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο της «ταξινόμησης μέσων όρων ομάδων» (group average sorting).

Η τοπική και χρονική μεταβολή της δομής των συνευρέσεων ελέγχθηκαν με το στατιστικό έλεγχο ANOSIM (Analysis of Similarities). Τα είδη που είναι υπεύθυνα για τις ομοιότητες των δειγμάτων και για τις διαφορές ανάμεσα στις ομάδες δειγμάτων, διερευνήθηκαν με τη χρήση της ανάλυσης SIMPER (Similarity Percentage Routine) (CLARKE 1993). Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές που συσχετίζονται με τη δομή της μακροζωογεντικής συνεύρεσης, προσδιορίστηκαν με τη χρήση της ανάλυσης BIO-ENV (Biota and/or Environment matching) και τον υπολογισμό του αρμονικού συντελεστή τάξεων Spearman (ρ_w) (CLARKE & AINSWORTH 1993). Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο PRIMER που αναπτύχθηκε στο Plymouth Marine Laboratory. Ο συντελεστής συσχέτισης τάξεων Spearman (ρ) χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό περιβαλλοντικών παραμέτρων που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Στις περιβαλλοντικές παραμέτρους συμπεριλήφθηκαν και τα δεδομένα από τη σύρση απόχης. Συγκεκριμένα, για κάθε ένα είδος της ιχθυοπανίδας και των επιβενθικών δεκάποδων, που συλλέχτηκαν με τον τρόπο αυτό, υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός ατόμων ανά 10 m² ανά μήνα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΛΑΚΙ

1. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

1.1 Τοπική διακύμανση

Στους σταθμούς της βόρειας λεκάνης της λιμνοθάλασσας Λακί το βάθος ήταν μικρό (10 cm – 40 cm) το Σεπτέμβριο του 1997 (Πίνακας 3). Το βάθος ήταν μεγαλύτερο στο σταθμό ΛΒ (80 cm), καθώς και στους σταθμούς της νότιας λεκάνης (45 cm – 85 cm) (Πίνακας 3). Η διακύμανση των τιμών της αλατότητας ήταν πολύ μικρή, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Απόσταση των σταθμών δειγματοληψίας από τη θάλασσα και τιμές φυσικο-χημικών παραμέτρων του ύδατος και του ιζήματος στους σταθμούς της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

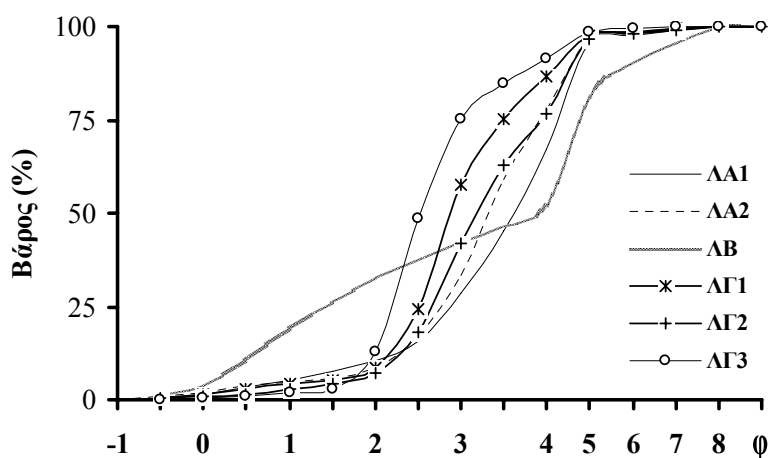
Table 3. Distance of the sampling stations from the sea and values of physico-chemical variables of water and sediment at the stations in Laki lagoon in September 1997.

Παράμετροι	ΛΑ ₁	ΛΑ ₂	ΛΒ	ΛΓ ₁	ΛΓ ₂	ΛΓ ₃
Απόσταση από τη θάλασσα* (m)	1.025	1.020	365	735	505	390
Υδωρ Βάθος (cm)	10	40	80	45	85	45
Αλατότητα (psu)	35,1	33,7	33,5	32,2	34,3	33,6
Ιζημα Μεσαία διάμετρος (Md) (μm)	82	101	69	133	108	176
Qd (phi)	0,75	0,60	1,70	0,40	0,65	0,45
Οργανική ύλη (%)	1,40	1,01	2,15	1,37	0,31	0,81

* Η απόσταση των σταθμών δειγματοληψίας από τη θάλασσα υπολογίστηκε σε ψηφοποιημένο χάρτη με τη χρήση του ειδικού σχεδιαστικού προγράμματος σε Η/Υ AutoCad 2004.

Οι τιμές της στους σταθμούς που βρίσκονταν σχετικά κοντά στη θάλασσα (ΛΒ, ΛΓ₁, ΛΓ₂, ΛΓ₃) κυμάνθηκαν μεταξύ 32,2 psu και 34,3 psu, ενώ αυτές στους σταθμούς της βορειότερης λεκάνης ήταν συγκριτικά υψηλότερες (33,7–35,1 psu) (Πίνακας 3). Με βάση τις παραπάνω τιμές και σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης των υπόαλων υδάτων της Βενετίας (PERKINS 1974), τα ύδατα της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997 χαρακτηρίζονται ως εύαλα.

Τα ιζήματα των σταθμών της λιμνοθάλασσας ήταν λεπτή ή πολύ λεπτή άμμος, καθώς η μεσαία διάμετρός τους (Md) κυμάνθηκε μεταξύ 69 μm και 176 μm (Πίνακας 3). Η ταξινόμησή τους ήταν από καλή μέχρι φτωχή ($Q_{d\phi} = 0,40\text{--}1,70$) (Πίνακας 3). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων δίνονται στην Εικόνα 14.



Εικόνα 14. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων των σταθμών ΛΑ₁, ΛΑ₂, ΛΒ, ΛΓ₁, ΛΓ₂ και ΛΓ₃ στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

Figure 14. Particle size curves of the sediments at stations ΛΑ₁, ΛΑ₂, ΛΒ, ΛΓ₁, ΛΓ₂ and ΛΓ₃ in Laki lagoon in September 1997.

Τα ιζήματα στους σταθμούς της νότιας λεκάνης ήταν συγκριτικά πιο χοντρόκοκκα από ό,τι στους σταθμούς της βόρειας λεκάνης (Πίνακας 3), καθώς οι πρώτοι είχαν αμεσότερη επικοινωνία με τη θάλασσα και συνεπώς ο υδροδυναμισμός ήταν εντονότερος, γεγονός που δεν επέτρεπε την απόθεση των πιο λεπτόκοκκων υλικών. Ο σταθμός ΛΒ, που είχε το πιο λεπτόκοκκο ίζημα, ήταν καλύτερα προφυλαγμένος από τους σταθμούς της διατομής ΛΓ, καθώς το βόρειο άνοιγμα της λιμνοθάλασσας (Εικ. 1) είχε πολύ μικρό βάθος. Οι τιμές της οργανικής ύλης των ιζημάτων στους περισσότερους σταθμούς της λιμνοθάλασσας Λακί κυμάνθηκαν μεταξύ 1,01% και 2,15% (Πίνακας 3). Χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν σε δύο σταθμούς της διατομής ΛΓ (0,31 και 0,81%) (Πίνακας 3).

1.2 Μηνιαία Διακύμανση

Το βάθος του ύδατος στο σταθμό ΛΑ₁ κυμάνθηκε μεταξύ 5 cm και 50 cm (Πίνακας 4) σε όλη τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών.

Η μηνιαία διακύμανση της θερμοκρασίας του ύδατος, που επηρεάζεται άμεσα από τη θερμοκρασία του αέρα, εξαιτίας του μικρού βάθους της λιμνοθάλασσας, ήταν έντονη (6,7°C–25,9°C). Η διακύμανση των τιμών της θερμοκρασίας του ιζήματος σε βάθος 1 cm και 5 cm ήταν παρόμοια με αυτήν του ύδατος (Πίνακας 4, Εικ. 15).

Οι τιμές της αλατότητας του ύδατος ήταν πολύ χαμηλότερες (0,1–6,8 psu) κατά τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών (Πίνακας 4, Εικ. 16) από ό,τι ήταν κατά τις εφάπαξ δειγματοληψίες (32,2–35,1 psu). Η μείωση αυτή οφείλεται στην εισροή μεγάλων ποσοτήτων άναλου ύδατος στην περιοχή κατά την περίοδο του χειμώνα των ετών 1998 και 1999 και της άνοιξης του 1998.

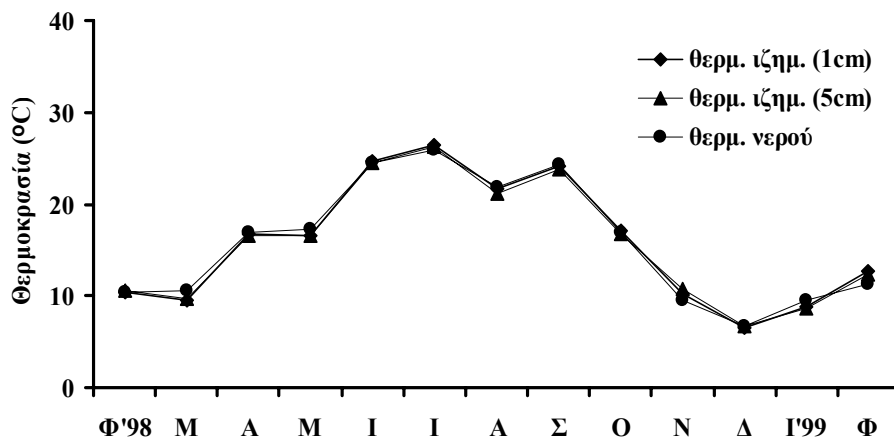
Η αλατότητα ήταν πολύ χαμηλή κατά το Φεβρουάριο–Μάρτιο του 1998 και το Φεβρουάριο του 1999 (0,1–0,2 psu), ενώ κατά την υπόλοιπη περίοδο η αλατότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0,8 psu (Ιανουάριος) και 6,8 psu (Αύγουστος–Σεπτέμβριος) (Πίνακας 4, Εικ. 16).

Πίνακας 4. Μηνιαία διακύμανση των τιμών φυσικο-χημικών παραγόντων του ύδατος και του ιζήματος στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999.

Table 4. Monthly variation in physico-chemical variables of water and sediment at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999.

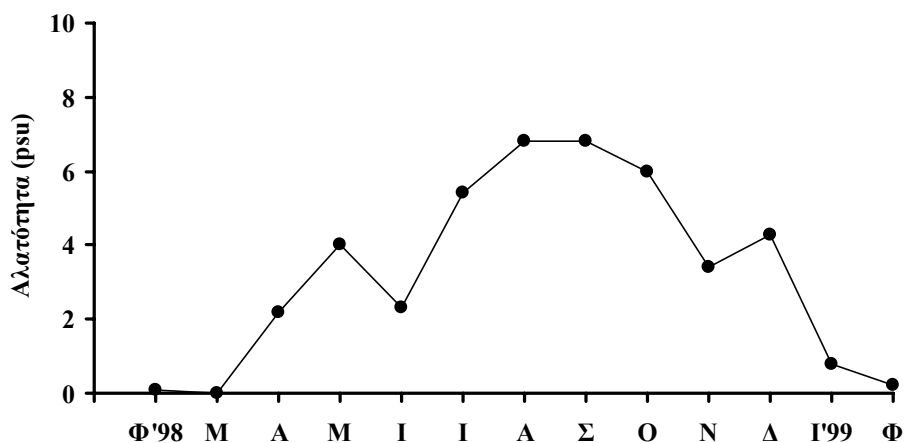
Μήνες δειγματοληψιών	Υδωρ				Ίζημα				
	Βάθος (cm)	Αλατότητα (psu)	Διαλυμένο O ₂ (mg/l)	Θερμοκρασία (°C)	Θερμοκρασία (°C) στο 1 cm	Θερμοκρασία (°C) στα 5 cm	Μεσσία διάμετρος (M _d) (μm)	Qd (phi)	Οργανική ύλη (%)
Φ'98	20	0,1	12,9	10,4	10,4	10,5	85	0,55	0,31
Μ	5	0,1	13,6	10,5	9,5	9,7	153	0,65	0,97
Α	30	2,2	8,1	17,0	16,7	16,5	82	0,60	0,43
Μ	25	4,0	7,0	17,3	16,6	16,5	88	0,95	0,97
Ι	50	2,3	5,3	24,5	24,7	24,5	98	0,75	0,87
Ι	40	5,4	8,6	25,9	26,4	26,2	98	0,75	1,34
Α	15	6,8	9,1	21,8	21,6	21,2	98	0,65	1,17
Σ	50	6,8	6,7	24,3	24,1	23,8	63	1,0	1,66
Ο	20	6,0	13,2	16,9	17,1	16,7	125	0,75	1,17
Ν	25	3,4	10,1	9,6	10,3	10,8	79	0,85	0,45
Δ	20	4,3	11,5	6,7	6,5	6,7	94	0,60	0,81
Γ'99	25	0,8	12,5	9,5	8,8	8,7	148	0,70	0,56
Φ	25	0,2	13,7	11,3	12,6	12,4	88	0,80	1,48

Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου κυμάνθηκαν σε όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών μεταξύ 5,3 mg/l και 13,7 mg/l (Πίνακας 4)· οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν κατά την περίοδο Απρίλιος–Σεπτέμβριος, 5,3–9,1 mg/l (Πίνακας 4, Εικ. 17). Οι τιμές αυτές χαρακτηρίζονται ως υψηλές, καθώς η συγκέντρωση του οξυγόνου στη θάλασσα θεωρητικά μπορεί να ποικίλει μεταξύ 0 και 14 mg/l, σε τιμές αλατότητας 30 psu, αλλά φυσιολογικά κυμαίνεται μεταξύ 1 και 6 mg/l (PERKINS 1974).



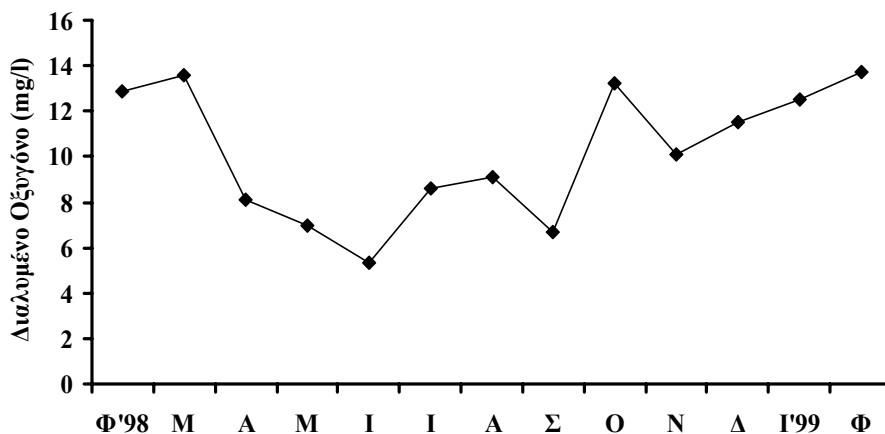
Εικόνα 15. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της θερμοκρασίας του ύδατος και του ιζήματος σε βάθος 1 cm και 5 cm στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 15. Monthly variation in water temperature and sediment temperature at 1 cm and 5 cm depth at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).



Εικόνα 16. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της αλατότητας στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 16. Monthly variation in salinity values at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).

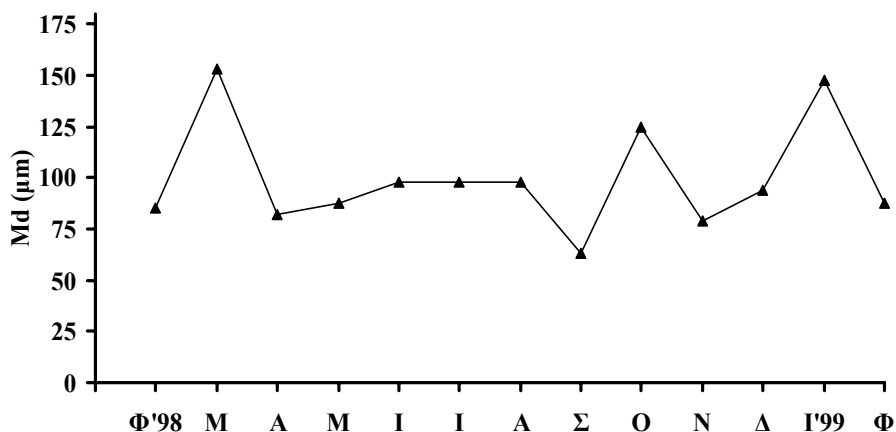


Εικόνα 17. Μηνιαία διακύμανση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 17. Monthly variation in dissolved oxygen values at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).

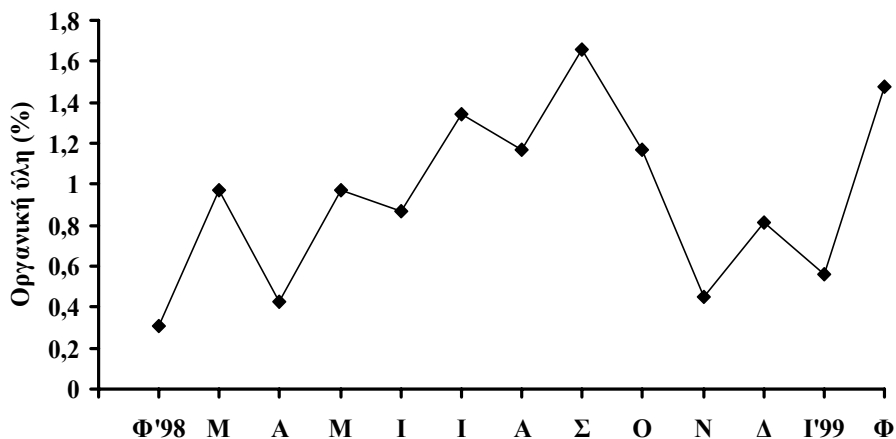
Το ίζημα στο σταθμό ΛΑ₁, σε όλη σχεδόν τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών, ήταν πολύ λεπτή άμμος, καθώς η Md κυμάνθηκε μεταξύ 63 μm και 98 μm : κατά τους μήνες όμως Μάρτιο, Οκτώβριο και Ιανουάριο ήταν λεπτή άμμος ($Md = 125\text{--}153 \mu\text{m}$) (Πίνακας 4, Εικ. 18). Οι τιμές του συντελεστή ταξινόμησης ($Qd\phi$) κυμάνθηκαν μεταξύ 0,31 (πολύ καλή ταξινόμηση) και 1,66 (φτωχή ταξινόμηση). Τέλος, οι τιμές της οργανικής ύλης του ιζήματος ήταν συγκριτικά υψηλότερες κατά την περίοδο Ιούλιος–Οκτώβριος και το Φεβρουάριο του 1999 (Πίνακας 4, Εικ. 19).

Οι κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων κατά την περίοδο των μηνιαίων δειγματοληψιών (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999) δίνονται στις Εικόνες 20, 21, 22 και 23.



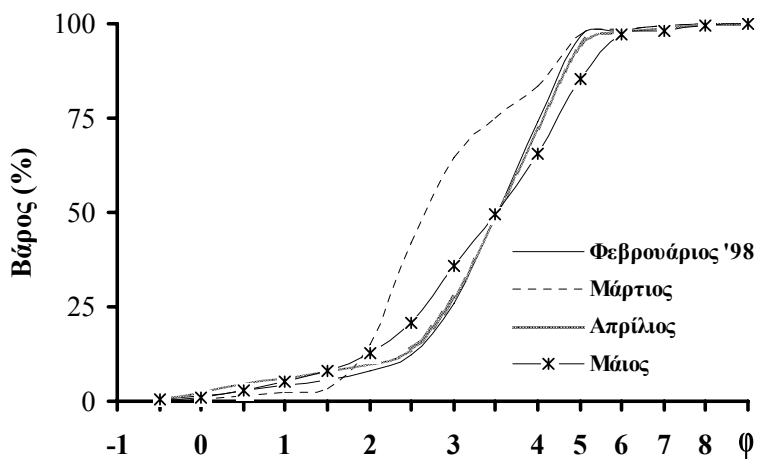
Εικόνα 18. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της μεσαίας διαμέτρου (Md) του ιζήματος στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 18. Monthly variation in the Median diameter of the sediment (Md) at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).



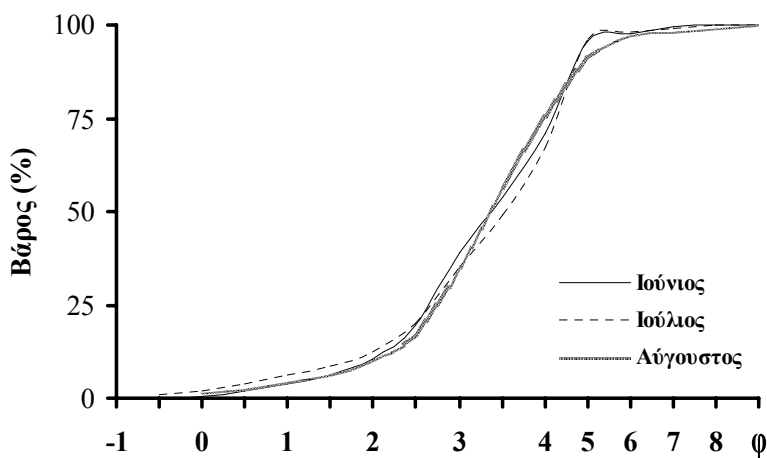
Εικόνα 19. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της οργανικής ύλης του ιζήματος στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 19. Monthly variation in the organic matter content of the sediment at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).



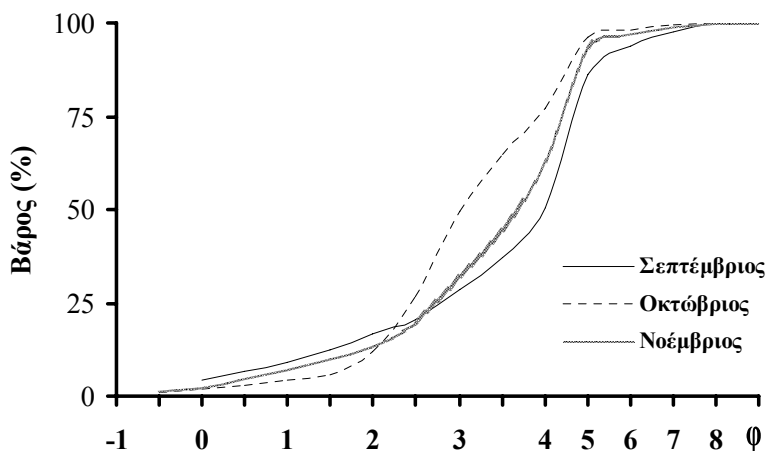
Εικόνα 20. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο του 1998 στο σταθμό ΛΑ₁.

Figure 20. Particle size curves of the sediments in February, March, April and May 1998 at station ΛΑ₁.



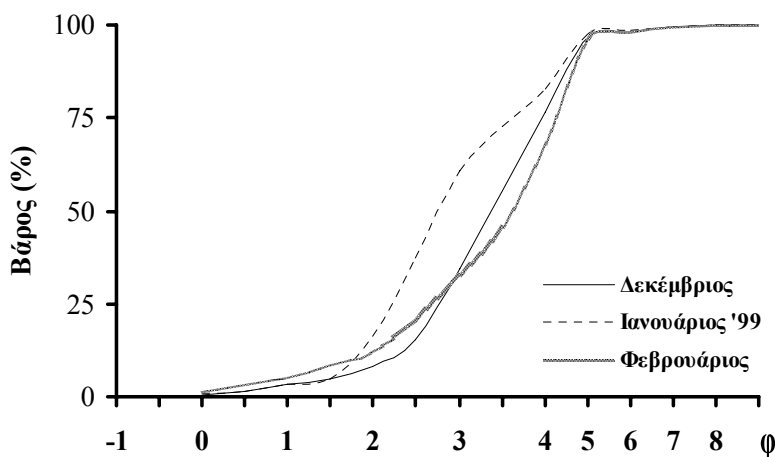
Εικόνα 21. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο του 1998 στο σταθμό ΛΑ₁.

Figure 21. Particle size curves of the sediments in June, July and August 1998 at station ΛΑ₁.



Εικόνα 22. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο του 1998 στο σταθμό ΛΑ₁.

Figure 22. Particle size curves of the sediments in September, October and November 1998 at station ΛΑ₁.



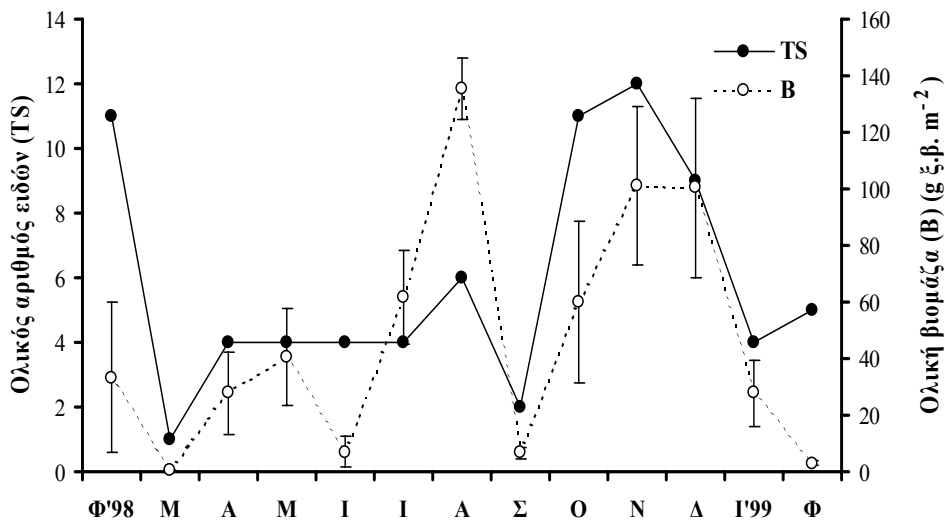
Εικόνα 23. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Δεκέμβριο του 1998 και Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 1999 στο σταθμό ΛΑ₁.

Figure 23. Particle size curves of the sediments in December 1998 and January and February 1999 at station ΛΑ₁.

2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ

Δεκαεπτά ταξινομήματα επικρατούντων μακρόφυτων συλλέχτηκαν συνολικά στο σταθμό ΛΑ₁ στην λιμνοθάλασσα Λακί κατά τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών της περιόδου Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Από τα ταξινομήματα αυτά, 8 ανήκουν στα Χλωροφύκη (Chlorophyceae), 6 στα Ροδοφύκη (Rhodophyceae) και 2 στα Φαιοφύκη (Phaeophyceae), ενώ συλλέχτηκαν και Χαραφύκη (Charophyceae).

Η μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ειδών και της ολικής βιομάζας των μακροφυκών δίνονται στην Εικόνα 24.



Εικόνα 24. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ειδών (TS) και της ολικής βιομάζας (B) των επικρατούντων μακρόφυτων στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Με τις κάθετες γραμμές δείχνεται το τυπικό σφάλμα.

Figure 24. Monthly variation in the total number of species (TS) and total biomass (B) of the dominant macrophytes at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999. Bar lines show standard error.

Μικρότερος ολικός αριθμός ειδών (1–2 είδη) συλλέχτηκε το Μάρτιο του 1998 και το Σεπτέμβριο του 1998, μικρός αριθμός (4–6 είδη) βρέθηκε επίσης τους περισσότερους μήνες, ενώ υψηλότερος αριθμός (9–12 είδη) παρατηρήθηκε το

Φεβρουάριο του 1998, καθώς και την περίοδο Οκτώβριος–Δεκέμβριος 1998 (Εικ. 24). Η ολική βιομάζα κυμάνθηκε μεταξύ 0,3 και 135,4 g ξηρού βάρους m⁻² (Εικ. 24). Οι μικρότερες τιμές βιομάζας παρατηρήθηκαν το Μάρτιο, τον Ιούνιο και το Σεπτέμβριο του 1998 και το Φεβρουάριο του 1999, ενώ οι υψηλότερες τον Αύγουστο, το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο του 1998 (Εικ. 24).

Δέκα από τα επικρατούντα ταξινομήματα μακροφυκών παρουσίασαν συσσωρευτική μέση σχετική βιομάζα (επικράτηση) 99,5% (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Παρουσία (P) και μέση μηνιαία επικράτηση (Dm) των ταξινομημάτων του μακροφυτοβένθους στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Dc: συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση.

Table 5. Presence (P) and mean monthly dominance (Dm) of the macrophytobenthic taxa at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999. Dc: cumulative mean monthly dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	10	48,98	48,98
<i>Gracilaria bursa pastoris</i> (Gmelin) Silva	10	23,08	72,06
<i>Cladophora</i> sp.	5	4,65	76,71
<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J. Agardh	4	7,57	84,28
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müller) Kützinger	3	4,71	88,99
<i>Enteromorpha compressa</i> (Linnaeus) Greville	3	3,94	92,93
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	3	3,59	96,52
<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C. Agardh	3	0,90	97,42
<i>Enteromorpha prolifera</i> (Müller) J. Agardh	2	1,40	98,82
Charophyceae	2	0,69	99,51
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen ex Roth) J. Agardh	1	0,09	99,60
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützinger	1	0,02	99,62
<i>Gelidium crinale</i> (Turner) Lamouroux	1	0,02	99,64
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	1	0,02	99,66
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Kjellman	1	0,02	99,68
<i>Polysiphonia</i> sp.	1	0,30	99,98
<i>Nitophyllum</i> sp.	1	0,02	100,0

Το χλωροφύκος *Ulva rigida* (Ulotrichales: Ulvaceae) και το ροδοφύκος *Gracilaria bursa-pastoris* (Gigartinales: Gracilariaceae) συλλέχτηκαν σε 10 από τις δειγματοληψίες, ενώ επιπλέον παρουσίασαν και την υψηλότερη μέση σχετική βιομάζα (48,98% και 23,08%, αντίστοιχα). Από τα υπόλοιπα ταξινομήματα, το χλωροφύκος *Cladophora* sp. (Cladophorales: Cladophoraceae) συλλέχτηκε σε 5 δειγματοληψίες και είχε μέση σχετική βιομάζα (Dm) 4,65%, ενώ με αξιολογή επίσης μέση σχετική βιομάζα σε τέσσερις δειγματοληψίες βρέθηκε το χλωροφύκος *Enteromorpha linza* (Ulotrichales: Ulvaceae) (Dm=7,57%), και σε τρεις δειγματοληψίες τα χλωροφύκη *Chaetomorpha linum* (Cladophorales: Cladophoraceae) (Dm=4,71%) και *E. compressa* (Ulotrichales: Ulvaceae) (Dm=3,94%), καθώς και το ροδοφύκος *Chondria dasyphylla* (Ceramiales: Rhodomelaceae) (Dm=3,59%) (Πίνακας 5).

3. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ

3.1 Πανιδική σύνθεση

Εικοσιπέντε μακροβενθικά ασπόνδυλα βρέθηκαν συνολικά κατά μήκος των διατομών ΛΑ και ΛΓ, καθώς και στο σταθμό ΛΒ, το Σεπτέμβριο του 1997. Δεκαέξι ταξινομήματα εμφάνισαν συσσωρευτική μέση επικράτηση 99% (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Παρουσία (P) και μέση επικράτηση (Dm) των ταξινομημάτων των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997. Dc: συσσωρευτική επικράτηση.

Table 6. Presence (P) and mean dominance (Dm) of the taxa of the macrozoobenthic assemblages at the sampling stations in Laki lagoon in September 1997. Dc: cumulative dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	6	22,4	22,4
Tubificidae	6	25,6	48,0
<i>Microprotopus maculatus</i> Norman, 1867	5	1,5	49,5
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	4	5,3	54,8
<i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1966	4	4,7	59,5
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	4	4,3	63,8
<i>Abra ovata</i> (Philippi, 1836)	4	2,9	66,7
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	3	10,8	77,5
<i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880)	3	7,8	85,3
<i>Ventrosia maritima</i> (Milaschewitch, 1916)	3	7,3	92,6
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	3	2,2	94,8
<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957)	3	1,8	96,6
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	3	0,9	97,5
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776)	2	0,9	98,4
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	2	0,5	98,9
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	2	0,1	99,0

Ο πολύχαιτος δακτυλιοσκώληκας *Streblospio shrubsolii* και ολιγόχαιτοι δακτυλιοσκώληκες της οικογένειας Tubificidae συλλέχτηκαν σε όλους τους σταθμούς με συσσωρευτική μέση επικράτηση 48% (Πίνακας 6). Τα αμφίποδα κρουστοφόρα *Corophium orientale* και *Gammarus aequicauda*, ο πολύχαιτος *Capitomastus minimus* και το γαστερόποδο μαλάκιο *Ventrosia maritima* εμφάνισαν επίσης σημαντική μέση επικράτηση, αν και συλλέχτηκαν σε λιγότερους σταθμούς (Πίνακας 6).

Δεκαεννιά ταξινομήματα συλλέχτηκαν στο σταθμό ΛΑ₁ κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999). Τα δεκατρία από αυτά είχαν συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση 99,6% (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Ταξινομήματα της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στο σταθμό ΛΑ₁ που είχαν τις υψηλότερες τιμές παρουσίας (P) και μέσης μηνιαίας επικράτησης (Dm) την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Dc: συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση.

Table 7. Taxa of the macrozoobenthic assemblage at station ΛΑ₁ showing the highest values of presence (P) and mean monthly dominance (Dm) during February 1998 – February 1999. Dc: cumulative mean monthly dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Corophium orientale</i>	13	54,6	54,6
<i>Streblospio shrubsolii</i>	13	19,2	73,8
<i>Hediste diversicolor</i>	13	9,4	83,2
<i>Abra ovata</i>	13	2,4	85,6
Tubificidae	10	6,2	91,8
<i>Ventrosia maritima</i>	9	4,0	95,8
<i>Gammarus aequicauda</i>	9	0,9	96,7
<i>Cerastoderma glaucum</i>	9	0,3	97,0
<i>Microprotopus maculatus</i>	7	1,6	98,6
Cumacea	6	0,2	98,8
<i>Glycera tridactyla</i>	5	0,2	99,0
<i>Polydora ciliata</i>	4	0,2	99,2
<i>Aricidea cerrutii</i>	2	0,4	99,6

Τέσσερα από τα είδη βρέθηκαν και στις 13 μηνιαίες δειγματοληψίες (Πίνακας 7). Το αμφίποδο *C. orientale* ήταν το επικρατέστερο είδος της συνεύρεσης με μέση μηνιαία επικράτηση 54,6% (Πίνακας 7). Οι πολύχαιτοι *S. shrubsolii* και *H. diversicolor*, καθώς και το δίθυρο μαλάκιο *Abra ovata*, είχαν μια λιγότερο ή περισσότερο σημαντική μέση μηνιαία επικράτηση (Πίνακας 7). Τέσσερα ταξινομήματα (Tubificidae, *V. maritima*, *G. aequicauda* και το δίθυρο μαλάκιο *Cerastoderma glaucum*) βρέθηκαν σε 9 ή 10 μηνιαίες δειγματοληψίες, αλλά μόνο τα δύο πρώτα είχαν αξιοσημείωτη μέση μηνιαία επικράτηση (Πίνακας 7).

3.2 Ανάλυση της δομής

3.2.1 Μονομεταβλητή ανάλυση

Οι βιολογικές παράμετροι ολικός αριθμός ατόμων (N), αριθμός ειδών (S), δείκτης αφθονίας ειδών (d), δείκτης ποικιλότητας Shannon–Weaver (H') και δείκτης ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) των μακροβενθικών συνευρέσεων, στους σταθμούς των εφάπαξ δειγματοληψιών, δίνονται στον Πίνακα 8.

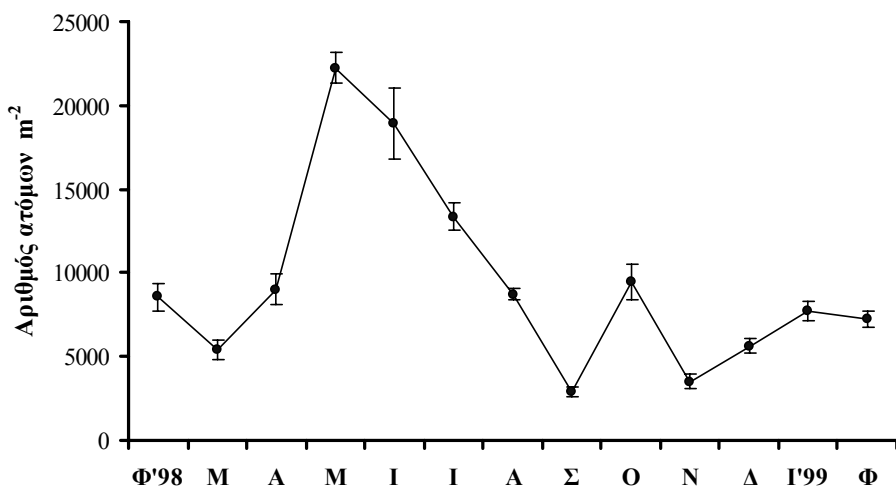
Πίνακας 8. Ολικός αριθμός ατόμων (N, άτομα m⁻²), αριθμός ειδών (S), δείκτης αφθονίας ειδών (d), δείκτης ποικιλότητας Shannon–Weaver (H') και δείκτης ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) της μακροβενθικής πανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

Table 8. Total number of individuals (N, individuals m⁻²), species number (S), species richness (d), species diversity (H') and evenness (J) of the macrobenthic fauna at each sampling station in Laki lagoon in September 1997.

Σταθμός	N	S	d	H'	J
ΛΑ ₁	15.987,5	9	0,827	1,250	0,572
ΛΑ ₂	3.200	8,5	0,935	1,427	0,674
ΛΒ	362,5	4	0,512	0,903	0,810
ΛΓ ₁	2.037,5	10	1,184	1,527	0,663
ΛΓ ₂	2.337,5	11,5	1,357	1,865	0,762
ΛΓ ₃	1.000	6,5	0,797	1,643	0,879

Ο ολικός αριθμός ατόμων (N) είχε τις υψηλότερες τιμές στη διατομή ΛΑ και ειδικότερα στο σταθμό ΛΑ₁, ενώ είχε τη χαμηλότερη τιμή στο σταθμό ΛΒ (Πίνακας 8). Οι παράμετροι S και d είχαν συγκριτικά υψηλότερες τιμές στους σταθμούς ΛΓ₁ και ΛΓ₂, ενώ τη χαμηλότερη στο σταθμό ΛΒ (Πίνακας 8). Ο δείκτης H' είχε τις υψηλότερες τιμές στη διατομή ΛΓ, ενώ τη χαμηλότερη στο σταθμό ΛΒ· ο δείκτης J εμφάνισε την υψηλότερη τιμή του στο σταθμό ΛΓ₃ (Πίνακας 8).

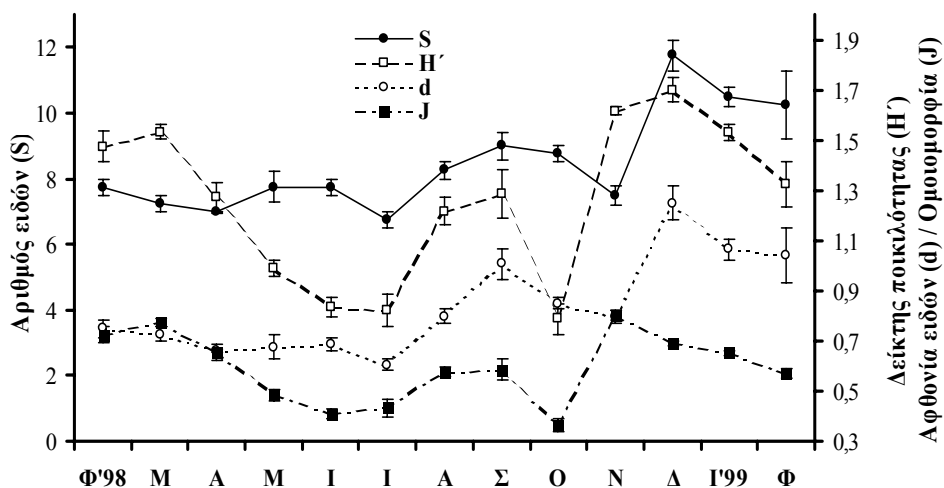
Στο σταθμό ΛΑ₁ ο ολικός αριθμός ατόμων της μακροβενθικής πανίδας εμφάνισε μια έντονη αύξηση από το Φεβρουάριο–Μάρτιο (μέση τιμή 5.406–8.544 άτομα m⁻²) μέχρι το Μάιο του 1998 (22.225 άτομα m⁻²)· ακολούθως, η αφθονία μειώθηκε απότομα μέχρι το Σεπτέμβριο (2.906 άτομα m⁻²) (Εικ. 25). Ο ολικός αριθμός ατόμων, ενώ αυξήθηκε τον Οκτώβριο (9.463 άτομα m⁻²), μειώθηκε το Νοέμβριο, ενώ τους επόμενους μήνες αυξήθηκε πάλι (Εικ. 25).



Εικόνα 25. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ατόμων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Με τις κάθετες γραμμές δείχνεται το τυπικό σφάλμα.

Figure 25. Monthly variation in the total number of individuals of the macrobenthic fauna at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999. Bar lines show standard error.

Η μέση τιμή του αριθμού ειδών (S) κυμάνθηκε μεταξύ 6,75 και 7,75 κατά την περίοδο Φεβρουάριος–Ιούλιος 1998, έχοντας χαμηλότερη τιμή τον Ιούλιο, μεταξύ 7,5 και 9 κατά την περίοδο Αύγουστος–Νοέμβριος και μεταξύ 10,25 και 11,75 κατά την περίοδο Δεκέμβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (Εικ. 26). Η μέση τιμή του d κυμάνθηκε μεταξύ 0,605 και 0,748 κατά την περίοδο Φεβρουάριος–Ιούλιος 1998 έχοντας χαμηλότερη τιμή τον Ιούλιο, μεταξύ 0,799 και 1,007 κατά την περίοδο Αύγουστος–Νοέμβριος και μεταξύ 1,041 και 1,249 κατά την περίοδο Δεκέμβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (Εικ. 26).



Εικόνα 26. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού ειδών (S) και των δεικτών αφθονίας ειδών (d), ποικιλότητας Shannon–Weaver (H') και ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΛΑ₁ κατά τη διάρκεια της περιόδου Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Με τις κάθετες γραμμές δείχνεται το τυπικό σφάλμα.

Figure 26. Monthly variation in the number of species (S), species richness (d), species diversity (H') and evenness (J) of the macrobenthic fauna at station ΛΑ₁ during the period February 1998 – February 1999. Bar lines show standard error.

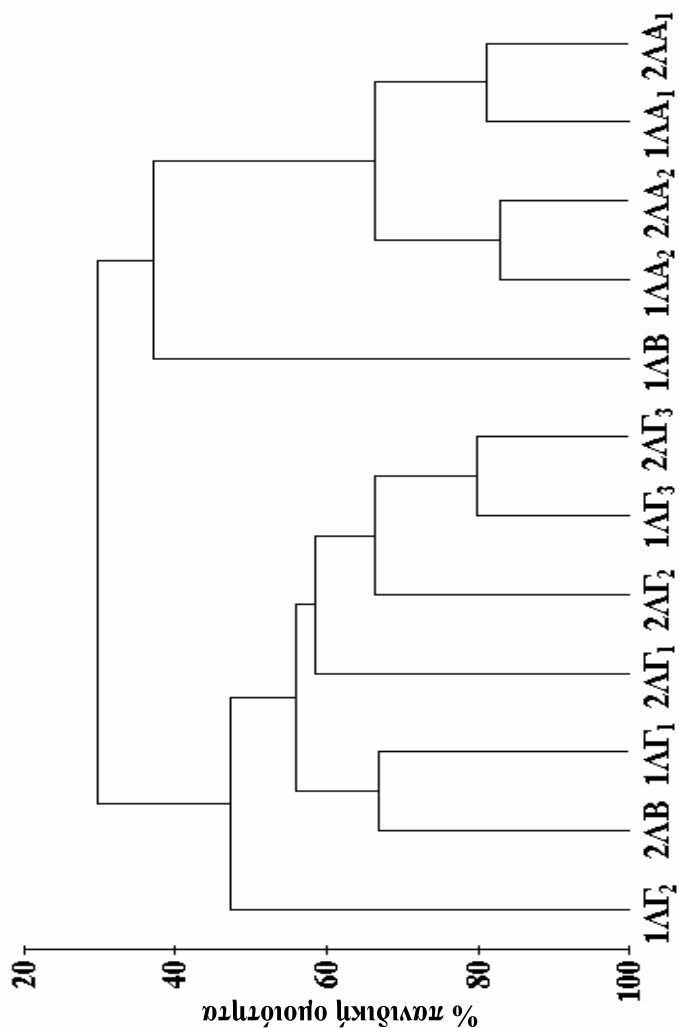
Οι μέσες τιμές των H' και J κυμάνθηκαν μεταξύ 0,787 και 1,700 και μεταξύ 0,363 και 0,804, αντίστοιχα, σε όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών· αυτές οι παράμετροι είχαν χαμηλότερες τιμές κατά την περίοδο Μάιος–Ιούλιος και τον Οκτώβριο (Εικ. 26). Η μεγάλη αύξηση της αφθονίας του *C. orientale* τον Οκτώβριο συνέβαλε στη χαμηλή τιμή των H' και J.

3.2.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση

Τα δείγματα που συλλέχτηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας το Σεπτέμβριο του 1997 ομαδοποιήθηκαν σε δύο ξεχωριστές ομάδες (ANOSIM, καθολικός συντελεστής $R=0,89$, $p<0,001$). Η ιεραρχική ταξινόμηση των δειγμάτων αυτών, που δίνεται με δένδρογραμμα, έδειξε συγγένεια των δύο ομάδων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 47% (Εικ. 27).

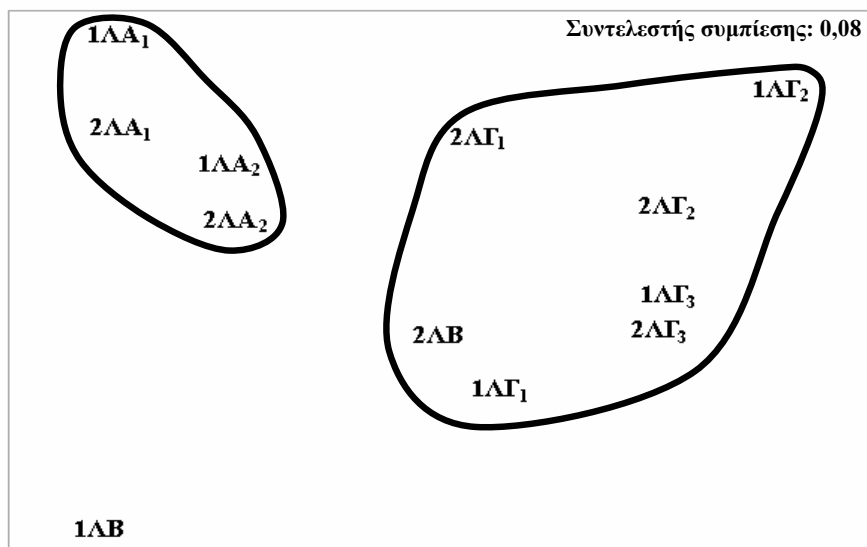
Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα δείγματα που συλλέχτηκαν στο εξωτερικό, νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί (σταθμοί ΛΓ₁–ΛΓ₃) και ένα δείγμα που συλλέχτηκε στον ενδιάμεσο σταθμό ΛΒ (Εικ. 1)· η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα δείγματα που συλλέχτηκαν στο εσωτερικό, βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί (σταθμοί ΛΑ₁, ΛΑ₂). Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης σε πολλαπλές διαστάσεις (multidimensional scaling – MDS) δίνεται στην Εικόνα 28.

Τέσσερα ταξινομήματα (οι πολύχαιτοι δακτυλιοσκώληκες *S. shrubsolii*, *Aricidea cerrutii* και *Glycera tridactyla*, καθώς και ολιγόχαιτοι δακτυλιοσκώληκες της οικογένειας Tubificidae) συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ομοιότητα των δειγμάτων της πρώτης ομάδας, ενώ πέντε είδη (*C. orientale*, *V. maritima*, *A. ovata*, *S. shrubsolii* και *C. glaucum*) στην ομοιότητα των δειγμάτων της δεύτερης ομάδας (ανάλυση SIMPER) (Πίνακας 9).



Εικόνα 27. Δενδρόγραμμα της πανιδικής ομοιότητας των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

Figure 27. Dendrogram of the faunal similarity of the samples collected in Laki lagoon in September 1997.



Εικόνα 28. Γραφική απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (MDS) των δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας που συλλέχτηκαν στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997.

Figure 28. Multidimensional scaling (MDS) ordination plot of the macrozoobenthic samples collected in Laki lagoon in September 1997.

Πίνακας 9. Μέσος όρος των αφθονιών (άτομα m^{-2}) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ομοιότητα κάθε μιας ομάδας δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997 (SIMPER).

Table 9. Average densities (individuals m^{-2}) of taxa contributed > 65% to similarity in each sample group of the macrobenthic fauna in Laki lagoon in September 1997 (SIMPER).

Ταξινομήματα	Ομάδα 1	Ομάδα 2
<i>Streblospio shrubsolii</i>	400	843,75
<i>Tubificidae</i>	342,86	
<i>Aricidea cerrutii</i>	114,29	
<i>Glycera tridactyla</i>	92,86	
<i>Corophium orientale</i>		3.937,50
<i>Ventrosia maritima</i>		3.006,25
<i>Abra ovata</i>		450,0
<i>Cerastoderma glaucum</i>		143,75

Οι διαφορές μεταξύ των ομάδων αυτών οφειλόταν κυρίως: (α) στην αποκλειστική παρουσία τριών ειδών πολύχαιτων (*A. cerrutii*, *G. tridactyla*, *C. minimus*) στην πρώτη ομάδα και δύο ειδών (του γαστερόποδου *V. maritima* και του πολύχαιτου *H. diversicolor*) στη δεύτερη ομάδα, καθώς και (β) στον υψηλότερο μέσο όρο της αφθονίας τεσσάρων ταξινομημάτων (*C. orientale*, *A. ovata*, Tubificidae, *C. glaucum*) στη δεύτερη ομάδα (ανάλυση SIMPER, διακοπή σε ποσοστό 65%) (Πίνακας 10).

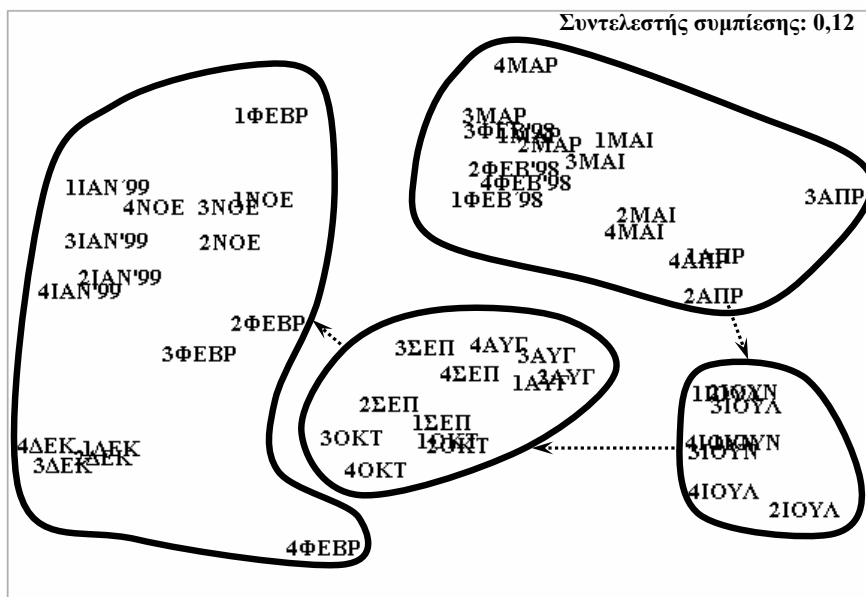
Πίνακας 10. Διαφορές (< ή >) στο μέσο όρο των αφθονιών (άτομα m⁻²) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ανομοιότητα μεταξύ των ομάδων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997 (SIMPER).

Table 10. Differences (< or >) in average densities (individuals m⁻²) of taxa contributed >65% to dissimilarity between the sample groups of the macrobenthic fauna in Laki lagoon in September 1997 (SIMPER).

Ταξινομήματα	Ομάδα 1		Ομάδα 2		Δείγμα 1AB	Ομάδα 1	
<i>Corophium orientale</i>	46,43	<	3.937,50	>	0		
<i>Ventrosia maritima</i>	0	<	3.006,25		25,0	>	0
<i>Aricidea cerrutii</i>	114,29	>	0		0	<	114,29
<i>Glycera tridactyla</i>	92,86	>	0		0	<	92,86
<i>Capitomastus minimus</i>	189,29	>	0		0	<	189,29
<i>Abra ovata</i>	10,71	<	450,0	>	0		
Tubificidae	342,86	<	656,25	>	25,0		
<i>Hediste diversicolor</i>	0	<	381,25				
<i>Cerastoderma glaucum</i>	7,14	<	143,75	>	0		
<i>Streblospio shrubsolei</i>			3.937,50	>	0	<	400,0
<i>Cirrophorus furcatus</i>					0	<	67,86

Η απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (multidimensional scaling – MDS) των μηνιαίων δειγμάτων στα σταθμό ΛΑ₁ δίνεται στην Εικόνα 29. Τα δείγματα αυτά της μακροβενθικής πανίδας ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις

διακριτές ομάδες (ANOSIM, καθολικός συντελεστής $R=0,815$, $p<0,001$), που αντιστοιχούν σε διαφορετικές περιόδους του έτους. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα δείγματα της περιόδου Φεβρουάριος–Μάιος 1998, η δεύτερη τα δείγματα της περιόδου Ιούνιος–Ιούλιος 1998, η τρίτη τα δείγματα της περιόδου Αύγουστος–Οκτώβριος 1998 και η τέταρτη αυτά της περιόδου Νοέμβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999.



Εικόνα 29. Γραφική απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (MDS) των μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΛΑ₁. ΦΕΒ: Φεβρουάριος 1998, ΦΕΒΡ: Φεβρουάριος 1999.

Figure 29. Multidimensional scaling (MDS) ordination plot of the monthly samples of the macrobenthic fauna at station ΛΑ₁. ΦΕΒ: February 1998, ΦΕΒΡ: February 1999.

Οι μέσοι όροι των αφθονιών των ειδών που συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ομοιότητα κάθε μιας μηνιαίας ομάδας δειγμάτων (ανάλυση SIMPER), δίνονται στον Πίνακα 11. Από τον Πίνακα αυτό φαίνεται ότι τα ίδια σχεδόν ταξινομήματα συνέβαλαν κυρίως στην ομοιότητα κάθε μιας ομάδας.

Πίνακας 11. Μέσος όρος των αφθονιών (άτομα m^{-2}) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ομοιότητα κάθε μιας ομάδας μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (SIMPER).

Table 11. Average densities (individuals m^{-2}) of taxa contributed > 65% to similarity in each monthly sample group of the macrobenthic fauna at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999 (SIMPER).

Ταξινομήματα	ΦΕΒ'98–ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ–ΙΟΥΛ	ΑΥΓ–ΟΚΤ	ΝΟΕ–ΦΕΒ'99
<i>Corophium orientale</i>	6.679,69	12.315,63	5.004,17	2.329,69
<i>Hediste diversicolor</i>	1.343,75	1.584,38	464,58	342,19
<i>Streblospio shrubsolii</i>	1.360,94	1.643,75	666,67	1.904,69
<i>Ventrosia maritima</i>	990,63			
Tubificidae			147,92	723,44
<i>Abra ovata</i>			204,17	

Ο μέσος όρος των αφθονιών των ειδών στα οποία οφείλονται οι διαφορές μεταξύ των διαδοχικών μηνιαίων ομάδων (ανάλυση SIMPER, διακοπή σε ποσοστό 65%) δίνονται στον Πίνακα 12. Οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων της περιόδου τέλος χειμώνα–άνοιξη με αυτά του καλοκαιριού, οφειλόταν κυρίως στην εξαφάνιση ορισμένων ταξινομημάτων (Tubificidae, Cumacea), στη μείωση της αφθονίας ορισμένων μαλακίων (*V. maritima*, *A. ovata*), καθώς και στην αύξηση της αφθονίας του επιβενθικού αμφίποδου *G. aequicauda* και του πολύχαιτου *S. shrubsolii*, κατά το καλοκαίρι (Πίνακας 12). Οι διαφορές μεταξύ

των δειγμάτων του καλοκαιριού και αυτών της περιόδου τέλος καλοκαιριού–φθινόπωρο οφειλόταν κυρίως στην εμφάνιση ορισμένων ταξινομημάτων (των ολιγόχαιτων της οικογένειας Tubificidae, του δίθυρου *C. glaucum* και του αμφίποδου *Microprotopus maculatus*), στην αύξηση της αφθονίας του δίθυρου *A. ovata* και στη μείωση της πυκνότητας του γαστερόποδου *V. maritima* κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου (Πίνακας 12).

Πίνακας 12. Διαφορές (< ή >) του μέσου όρου αφθονιών (άτομα m⁻²) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 65% στην ανομοιότητα μεταξύ των διαδοχικών ομάδων μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (SIMPER).

Table 12. Differences (< or >) in average densities (individuals m⁻²) of taxa contributed >65% to dissimilarity between the successive monthly sample groups of macrobenthic fauna at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999 (SIMPER).

Ταξινομήματα	ΦΕΒ'98–ΜΑΙ		ΙΟΥΝ–ΙΟΥΛ		ΑΥΓ–ΟΚΤ		ΝΟΕ–ΦΕΒ'99
Tubificidae	593,75	>	0	<	147,92	<	723,44
Cumacea	71,88	>	0				7,81
<i>Gammarus aequicauda</i>	18,75	<	156,25		106,25	>	57,81
<i>Ventrosia maritima</i>	990,63	>	318,75	>	302,08	>	0
<i>Abra ovata</i>	206,25	>	93,75	<	204,17		
<i>Streblospio shrubsolei</i>	1.360,94	<	1.643,75		666,67	<	1.904,69
<i>Microprotopus maculatus</i>			0	<	97,92		229,69
<i>Cerastoderma glaucum</i>			0	<	29,17	>	15,63
<i>Polydora ciliata</i>					0	<	48,44
<i>Glycera tridactyla</i>					2,08	<	43,75
<i>Aricidea cerrutii</i>					0	<	81,25

Οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων της περιόδου τέλος καλοκαιριού–φθινόπωρο και αυτών της περιόδου τέλος φθινοπώρου–χειμώνας οφειλόταν κυρίως στην εμφάνιση ορισμένων πολύχαιτων (*Polydora ciliata*, *G. tridactyla*, *A. cerrutii*), στην αύξηση της πυκνότητας των ταξινομημάτων Tubificidae και *S.*

shrubsolii και στη μείωση της πυκνότητας των *G. aequicauda*, *V. maritima* και *C. glaucum* κατά το τέλος του φθινοπώρου και το χειμώνα (Πίνακας 12).

3.2.3 Συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους

Για τη διερεύνηση των περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρέασαν την τοπική διανομή των βενθικών συνευρέσεων, χρησιμοποιήθηκαν οι αβιοτικοί παράγοντες: απόσταση από τη θάλασσα, βάθος, αλατότητα, μεσαία διάμετρος και οργανική ύλη του ιζήματος (Πίνακας 3). Για τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρέασαν τη μηνιαία διακύμανση της δομής της συνεύρεσης στο σταθμό ΛΑ₁, χρησιμοποιήθηκαν 6 φυσικο-χημικοί παράγοντες (βάθος, αλατότητα, θερμοκρασία ύδατος, διαλυμένο οξυγόνο, μεσαία διάμετρος και οργανική ύλη του ιζήματος) (Πίνακας 4) και 10 βιολογικοί παράγοντες (ολική βιομάζα μακροφυκών, αφθονία των *Crangon crangon*, *Carcinus aestuarii*, *Palaemon adspersus*, *Melicertus kerathurus*, *Knipowitschia caucasica*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Syngnathus acus*, *Atherina boyeri* και *Aphanius fasciatus*). Στον Πίνακα 13 δίνεται η μηνιαία διακύμανση της ολικής βιομάζας των μακροφυκών (σε g ξηρού βάρους m⁻²) και ο αριθμός ατόμων / 10 m² των επιβενθικών δεκάποδων και των οστεϊχθύων, που συλλέχτηκαν με τη σύρση απόχης κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες. Τέσσερα είδη επιβενθικών δεκάποδων και 5 είδη της ιχθυοπανίδας βρέθηκαν σε όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Από τα δεκάποδα συλλέχτηκαν συχνότερα η γαρίδα *C. crangon* και το καβούρι *C. aestuarii*, ενώ από τους οστεϊχθύες ο γοβιός *K. caucasica*· ο οστεϊχθύς *A. boyeri* συλλέχτηκε μόνο το Σεπτέμβριο και Νοέμβριο (Πίνακας (13)).

Οι υψηλότερες τιμές του αρμονικού συντελεστή τάξεων Spearman (ρ_w), που προέκυψαν από την εφαρμογή της ανάλυσης BIO-ENV, δίνονται στον Πίνακα 14. Ο συνδυασμός των παραμέτρων «απόσταση από τη θάλασσα, βάθος, αλατότητα και οργανική ύλη του ιζήματος» εμφάνισε την υψηλότερη συσχέτιση με τη διανομή των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων (Πίνακας 14). Η θερμοκρασία του ύδατος έδειξε την υψηλότερη συσχέτιση με τη μηνιαία διακύμανση της δομής της μακροβενθικής συνεύρεσης στο σταθμό ΛΑ₁ (Πίνακας 14). Ο συνδυασμός της θερμοκρασίας του ύδατος με την αφθονία του

οστεϊχθύος *Atherina boyeri* εμφάνισε τη δεύτερη υψηλότερη τιμή του συντελεστή ρ_w (Πίνακας 14).

Πίνακας 13. Μηνιαία διακύμανση της ολικής βιομάζας των μακροφυκών (g ξηρού βάρους m^{-2}), του αριθμού ατόμων / 10 m^2 των επιβενθικών δεκάποδων και των οστεϊχθύων που συλλέχτηκαν στο σταθμό ΛΑ₁ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Table. 13. Monthly variation in total biomass of macroalgae (g DW m^{-2}) and in number of individuals / 10 m^2 of epibenthic decapods and fish collected at station ΛΑ₁ during the study period (February 1998 – February 1999).

Είδη	Φ'98	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Γ'99	Φ
Μακροφύκη	33,27	0,30	27,78	40,63	7,09	61,62	135,43	6,68	60,05	101,20	89,09	29,15	3,13
Δεκάποδα Κρουστοφόρα													
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)			16,3	98,8	343,8	116,3	1,3	107,5	5,0	37,5	7,5	2,5	137,5
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847			2,5	33,8	80,0	20,0	6,3	5,0	1,3	5,0	2,5		
<i>Palaemon adspersus</i> Rathke, 1837						1,3				3,8			
<i>Melicerus kerathurus</i> (Forsk., 1775)						15,0							
Ιχθυοπανίδα													
<i>Knipowitschia caucasica</i> Kawrasky, in Berg, 1916				1,3	3,8	11,3	3,8	10,0	3,8	3,8	3,8	0,6	1,3
<i>Aphanius fasciatus</i> Nardo, 1827					2,5						10,0		
<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758					1,3			6,9		6,9			
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)					1,3			6,3	0,6	1,9			
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810								1,3		1,9			

Πίνακας 14. Σύνοψη των συνδυασμών των περιβαλλοντικών παραμέτρων, που έδειξαν τις υψηλότερες τιμές του αρμονικού συντελεστή τάξεων Spearman (ρ_w) με την τοπική διανομή των μακροζωοβενθικών συνενuréσεων στη λιμνοθάλασσα Λακί το Σεπτέμβριο του 1997 (Α), καθώς και με τη μηνιαία διακύμανση της δομής της μακροζωοβενθικής συνενύρεσης στο σταθμό ΛΑ₁ κατά τη διάρκεια της περιόδου Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (Β). D, απόσταση από τη θάλασσα· d, βάθος· S, αλατότητα· Om, οργανική ύλη του ιζήματος· WT, θερμοκρασία ύδατος· Ab, αφθονία του οστεϊχθύος *Atherina boyeri*.

Table 14. Summary of the combinations of the environmental variables, showing the highest values of the harmonic Spearman rank coefficient (ρ_w) with the distribution pattern of the macrozoobenthic community in Laki lagoon in September 1997 (A) and the monthly variation in the macrozoobenthic community structure at station ΛΑ₁ during February 1998 – February 1999 (B). D, distance from the sea; d, depth; S, salinity; Om, organic matter of the sediment; WT, water temperature; Ab, abundance of the fish *Atherina boyeri*.

Συνδυασμοί μεταβλητών		ρ_w
A	D, d, S, Om	0,499
	D, S	0,498
B	WT	0,482
	WT, Ab	0,452

4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ

Δώδεκα ταξινομήματα της ιχθυοπανίδας συλλέχθηκαν συνολικά και με τους δύο τρόπους δειγματοληψίας (γρίπος, βολκοί) στη λιμνοθάλασσα Λακί κατά τις εποχικές δειγματοληψίες. Ο αριθμός ειδών (S), η ολική αφθονία (N) και η ολική βιομάζα (B) της ιχθυοπανίδας, για κάθε μια δειγματοληψία και κάθε μια μέθοδο δειγματοληψίας χωριστά, δίνονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. Εποχική διακύμανση του αριθμού ειδών (S), του ολικού αριθμού ατόμων (N) και της ολικής βιομάζας (B, σε g νωπού βάρους) της ιχθυοπανίδας ανά αλιευτική προσπάθεια για κάθε μία μέθοδο δειγματοληψίας (γρίπος, βολκοί) χωριστά, στη λιμνοθάλασσα Λακί, κατά την περίοδο Μάιος 1998 – Ιανουάριος 1999.

Table 15. Seasonal variation in number of species (S), total number of individuals (N) and total biomass (B, in g wet weight) of the ichthyofauna per unit effort for each sampling method (bag seine net, fyke nets) separately, in Laki lagoon, during the period May 1998 – January 1999.

Αλιευτικό Εργαλείο		Μάιος 1998	Αύγουστος 1998	Οκτώβριος 1998	Ιανουάριος 1999
Γρίπος	S	5	7	5	4
	N	96	6039	601	157
	B	96,90	1107,93	181,97	59,22
Βολκοί	S	2	1	4	—
	N	3	1	6	—
	B	216,47	150,98	1754,62	—

Επτά ταξινομήματα της ιχθυοπανίδας συλλέχθηκαν συνολικά με τη σύρση γρίπου. Ο αριθμός ειδών και η ολική βιομάζα είχαν μικρότερες τιμές τον Ιανουάριο του 1999 (4 είδη και 59,22 g νωπού βάρους ανά αλιευτική προσπάθεια, αντίστοιχα), ενώ ο ολικός αριθμός ατόμων το Μάιο (96 άτομα ανά αλιευτική προσπάθεια) (Πίνακας 15). Όλες οι παράμετροι εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές τους τον Αύγουστο (7 είδη, 6039 άτομα και 1107,93 g νωπού

βάρους υλικού που διατηρήθηκε σε φορμόλη ανά αλιευτική προσπάθεια) (Πίνακας 15). Τα είδη *Knipowitschia caucasica* (Gobiidae) και *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) βρέθηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες (Πίνακας 16). Ο γοβιός *K. caucasica* παρουσίασε πολύ υψηλή μέση επικράτηση (69,87%)· υψηλή μέση επικράτηση εμφάνισε επίσης και ο γοβιός *Pomatoschistus marmoratus* (18,42%) (Πίνακας 16). Πρώτα το *K. caucasica* και δευτερεόντως τα *P. marmoratus* (Gobiidae) και *A. fasciatus* συνέβαλαν κυρίως στις υψηλές τιμές αφθονίας και βιομάζας του Αυγούστου. Τα είδη *Atherina boyeri* (Atherinidae) και *Syngnathus acus* (Syngnathidae), καθώς και νεαρά άτομα της οικογένειας Mugilidae συλλέχθηκαν σε τρεις από τις δειγματοληψίες (Πίνακας 16).

Πίνακας 16. Παρουσία (P) και μέση επικράτηση (Dm) των ταξινομημάτων της ιχθυοπανίδας που συλλέχθηκαν με τη χρήση γρίπου και βολκών στη λιμνοθάλασσα Λακί κατά τις εποχικές δειγματοληψίες της περιόδου Μάιος 1998 – Ιανουάριος 1999. Dc: συσσωρευτική επικράτηση

Figure 16. Presence (P) and mean dominance (Dm) of the ichthyofaunal taxa collected with the use of the bag seine net and fyke nets in Laki lagoon during the seasonal samplings of the period May 1998 – January 1999. Dc: cumulative dominance.

Ταξινομήματα		P	Dm (%)	Dc (%)
Γρίπος	<i>Knipowitschia caucasica</i> (Kawrajsky in Berg, 1916)	4	69,87	69,87
	<i>Aphanius fasciatus</i> (Nardo, 1827)	4	6,92	76,79
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	3	18,42	95,21
	<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	3	2,84	98,05
	<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758	3	0,86	98,91
	Mugilidae	3	0,57	99,48
	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	1	0,52	100
Βολκοί	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1811)	3	50	50
	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	1	20	70
	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	1	10	80
	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	1	10	90
	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	1	10	100

Πέντε είδη οστεϊχθύων συλλέχθηκαν συνολικά με τους βολκούς στη λιμνοθάλασσα Λακί. Ο αριθμός ειδών, ο ολικός αριθμός ατόμων και η ολική βιομάζα εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές τους τον Οκτώβριο του 1998, ενώ τον Ιανουάριο του 1999 δε συλλέχτηκε κανένα είδος (Πίνακας 15). Το *Zosterisessor ophiocephalus* (Gobiidae) συλλέχτηκε σε τρεις από τις δειγματοληψίες και παρουσίασε την υψηλότερη μέση επικράτηση (50%): σε μια δειγματοληψία συλλέχτηκαν άτομα των ειδών *Anguilla anguilla* (Anguillidae), *Liza aurata* (Mugilidae), *Diplodus annularis* (Sparidae) και *Carassius auratus* (Cyprinidae) (Πίνακας 16).

5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ

Η παρουσία 16 γενών της ορνιθοπανίδας, που εντάσσονται σε 11 οικογένειες, παρατηρήθηκε κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί (Πίνακας 17). Τα άτομα των γενών *Cygnus*, *Sterna* και *Pelecanus*, καθώς και ορισμένα άτομα των γενών *Larus*, *Tringa*, *Calidris* και *Anas*, δεν ήταν εφικτό να προσδιοριστούν σε επίπεδο είδους (Πίνακας 17).

Τη μεγαλύτερη συχνότητα παρουσίας και μέση επικράτηση εμφάνισε το γένος *Larus*: το είδος *L. cachinnans* (ασημόγλαρος) παρατηρήθηκε για τουλάχιστον 9 μήνες και είχε μέση επικράτηση 11,18% (Πίνακας 18). Σημαντική μέση επικράτηση εμφάνισε και το γένος *Cygnus* sp. (19,42%), που καταγράφηκε για 5 από τους μήνες των παρατηρήσεων (Πίνακας 18), συγκεκριμένα κατά την άνοιξη, το φθινόπωρο και το χειμώνα.

Η παρουσία του είδους *Tringa totanus* (κοκκινოსκέλης) καταγράφηκε τουλάχιστον για 5 μήνες με μέση επικράτηση 3,71%, ενώ το είδος *Calidris alpina* (λασποσκαλίδρα) παρατηρήθηκε 2 μήνες (Μάρτιος, Απρίλιος) με μέση επικράτηση 9,16%. Σε τρεις περιπτώσεις δε μπόρεσε να γίνει προσδιορισμός σε επίπεδο είδους ατόμων του γένους *Calidris* και σε δύο περιπτώσεις ατόμων του γένους *Tringa*: τα άτομα αυτά εμφάνισαν μέση επικράτηση 7,54% και 0,92%, αντίστοιχα. Ακόμη, σε έξι περιπτώσεις δε μπόρεσε να γίνει διάκριση ατόμων του γένους *Tringa* από άτομα του γένους *Calidris*: τα άτομα αυτά εμφάνισαν από κοινού μέση μηνιαία επικράτηση 16,25%. Το παρυδάτιο *Numenius arquata* (τουρλίδα) παρατηρήθηκε 4 μήνες (Οκτώβριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος), με μέση επικράτηση 2,48%, ενώ παρόμοια ήταν η μέση επικράτηση που εμφάνισε και το είδος *Himantopus himantopus* (καλαμοκανάς) (2,92%) (Πίνακας 18). Η μικρή συχνότητα παρουσίας και μέση επικράτηση που είχε το *Phoenicopterus ruber* (φλαμίνγκο) (Πίνακας 18), ίσως υποδηλώνει τη μικρή προτίμηση που δείχνει στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί.

Ο ερωδιός *Egretta garzetta*, τα γλαρόνια του γένους *Sterna* sp., τα παρυδάτια *Pluvialis squatarola* (αργυροπούλι) και *Limosa limosa* (οχθοτούρλι) παρουσίασαν μέση μηνιαία επικράτηση 0,61%, 0,41%, 0,19% και 0,14%,

αντίστοιχα, ενώ άτομα του γένους *Pelecanus* και ο στρειδοφάγος *Haematopus ostralegus* είχαν μέση επικράτηση μικρότερη από 0,1% (Πίνακας 18).

Πίνακας 17. Κατάλογος των ταξινομημάτων της орνιθοπανίδας που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί.

Table 17. List of the avifaunal taxa observed in the northern part of Laki lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Οικογένεια	Ταξινόμηση	Κοινή ονομασία
Laridae	<i>Larus cachinnans</i>	Ασημόγλαρος
	<i>Larus ridibundus</i>	Καστανοκεφαλόγλαρος
	<i>Larus minutus</i>	Νανόγλαρος
	<i>Larus genei</i>	Λεπτοραμφόγλαρος
	<i>Larus sp.</i>	
Sternidae	<i>Sterna sp.</i>	
Pelecanidae	<i>Pelecanus sp.</i>	
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	Λευκοτσικνιάς
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Φλαμίνγκο
Anatidae	<i>Cygnus sp.</i>	
	<i>Tadorna tadorna</i>	Βαρβάρα
	<i>Anas acuta</i>	Ψαλίδα
	<i>Anas sp.</i>	
Scolopacidae	<i>Limosa limosa</i>	Οχθοτούρλι
	<i>Calidris alpina</i>	Λασποσκαλίδρα
	<i>Calidris sp.</i>	
	<i>Numenius arquata</i>	Τουρλίδα
	<i>Tringa totanus</i>	Κοκκινοσκέλης
	<i>Tringa sp.</i>	
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Αργυροπούλι
Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i>	Καλαμοκανάς
Haematopodidae	<i>Haematopus ostralegus</i>	Στρειδοφάγος
Rallidae	<i>Fulica atra</i>	Μαυρόκοτα

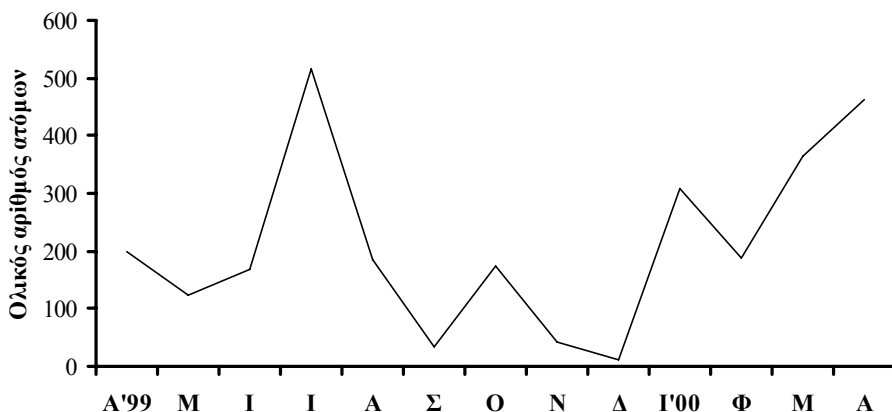
Πίνακας 18. Παρουσία (P), μέση επικράτηση (Dm) και συσσωρευτική μέση επικράτηση (Dc) των ταξινομημάτων της ορνιθοπανίδας που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί.

Table 18. Presence (P), mean dominance (Dm) and cumulative mean dominance (Dc) of the avifaunal taxa observed in the northern part of Laki lagoon during the study period (April 1999–April 2000).

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Larus cachinnans</i>	9	11,18	11,18
<i>Larus sp.</i>	7	13,82	25,0
<i>Tringa sp.</i> ή/και <i>Calidris sp.</i>	6	16,25	41,25
<i>Cygnus sp.</i>	5	19,42	60,67
<i>Tringa totanus</i>	5	3,71	64,38
<i>Numenius arquata</i>	4	2,48	66,86
<i>Calidris sp.</i>	3	7,54	74,40
<i>Egretta garzetta</i>	3	0,61	75,01
<i>Pluvialis squatarola</i>	3	0,19	75,20
<i>Calidris alpina</i>	2	9,16	84,36
<i>Himantopus himantopus</i>	2	2,92	87,28
<i>Phoenicopterus ruber</i>	2	2,13	89,41
<i>Larus minutus</i>	2	1,66	91,07
<i>Tringa sp.</i>	2	0,92	91,99
<i>Tadorna tadorna</i>	2	0,60	92,59
<i>Sterna sp.</i>	2	0,41	93,0
<i>Larus ridibundus</i>	2	0,25	93,25
<i>Pelecanus sp.</i>	2	0,06	93,31
<i>Fulica atra</i>	1	4,37	97,68
<i>Anas sp.</i> ή/και <i>Fulica atra</i>	1	1,38	99,06
<i>Anas acuta</i>	1	0,69	99,75
<i>Limosa limosa</i>	1	0,14	99,89
<i>Larus genei</i>	1	0,08	99,97
<i>Haematopus ostralegus</i>	1	0,03	100,0

Τα υδρόβια *Anas acuta* (ψαλίδα) και *Fulica atra* (μαυρόκοτα), παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες Μάιο 1999 και Ιανουάριο 2000, αντίστοιχα, με μέση επικράτηση 0,69% και 4,37%, αντίστοιχα, ενώ σε μία περίπτωση, τον Ιανουάριο του 2000, δεν ήταν δυνατή η διάκριση ατόμων του γένους *Anas* από άτομα του είδους *Fulica atra* (Πίνακας 18). Τέλος, το υδρόβιο *Tadorna tadorna* (βαρβάρα) παρατηρήθηκε δύο μήνες και είχε μέση μηνιαία επικράτηση 0,60% (Πίνακας 18).

Ο ολικός αριθμός ατόμων των ειδών της ορνιθοπανίδας στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί παρουσίασε έντονη μηνιαία διακύμανση με μικρότερες τιμές τους μήνες Σεπτέμβριο (33 άτομα), Νοέμβριο (41 άτομα) και Δεκέμβριο του 1999 (12 άτομα) και υψηλότερες τιμές τον Ιούλιο του 1999 (515 άτομα, κυρίως *Tringa totanus*, *Calidris* sp. και *Larus* sp.), τον Ιανουάριο του 2000 (308 άτομα, κυρίως μαυρόκοτες, κύκνοι και πάπιες του γένους *Anas*) και τον Μάρτιο–Απρίλιο του 2000 (364–464 άτομα, κυρίως σκαλίδρες) (Εικ. 30).

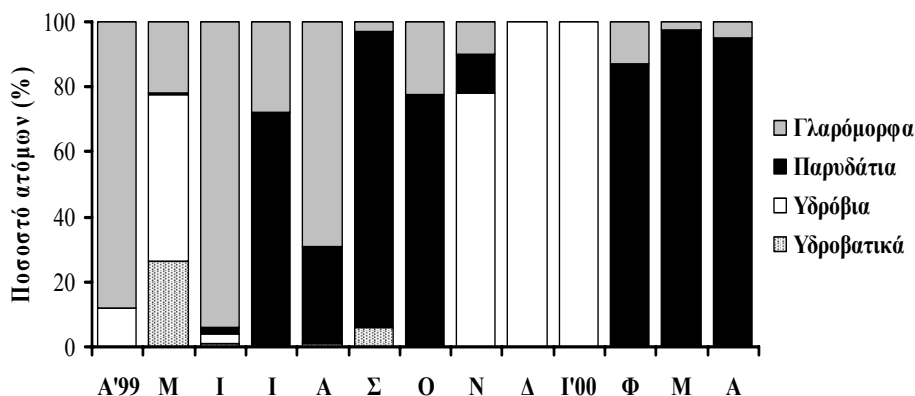


Εικόνα 30. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ατόμων της ορνιθοπανίδας στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000).

Figure 30. Monthly variation in the total number of individuals of the avifauna in the northern part of Laki lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Η μηνιαία διακύμανση του ποσοστού ατόμων των τεσσάρων κατηγοριών της ορνιθοπανίδας (Υδροβατικά, Υδρόβια, Παρυδάτια, Γλαρόμορφα), έδειξε ότι στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί τα υδρόβια (*Cygnus* και *Fulica*) επικράτησαν κατά την περίοδο Νοέμβριος–Ιανουάριος, τα παρυδάτια (*H. himantopus*, *N. arquata*, *Tringa* sp. και *Calidris* sp.) κατά τις περιόδους Ιούλιος, Σεπτέμβριος–Οκτώβριος και Φεβρουάριος–Απρίλιος και οι γλάροι (*L. cachinnans*, *Larus* sp.) τον Απρίλιο, Ιούνιο και Αύγουστο. Τα υδροβατικά (*P. ruber*), υδρόβια (*Cygnus* sp.) και γλαρόμορφα (*L. minutus*) παρουσίασαν σχεδόν παρόμοια ποσοστά το Μάιο (Εικ. 31).

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι μέχρι σήμερα έχει καταγραφεί η παρουσία 37 ειδών Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδρόβιων και Υδροβατικών στη λιμνοθάλασσα Λακί (Παράρτημα 4).



Εικόνα 31. Μηνιαία διακύμανση του ποσοστού ατόμων (%) των Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδρόβιων και Υδροβατικών στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000).

Figure 31. Monthly variation in the percentages (%) of Larids, Shorebirds, Waterfowl and Wading birds in the northern part of Laki lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΔΡΑΝΑ

1. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

1.1 Τοπική διακύμανση

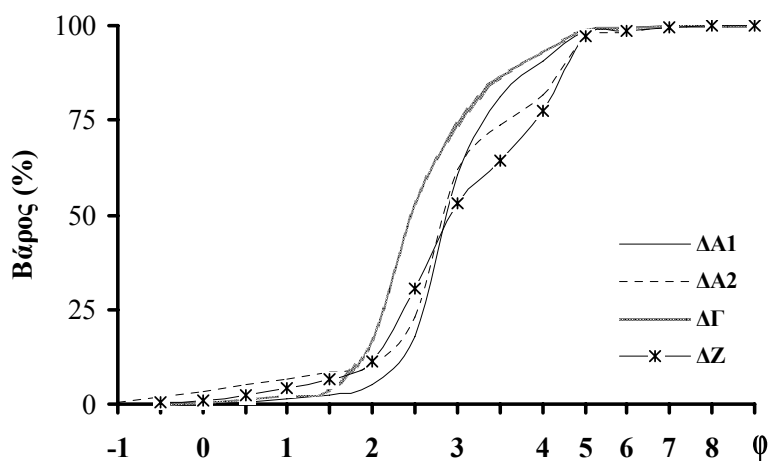
Το βάθος στους σταθμούς δειγματοληψίας της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούλιο του 1997, κυμάνθηκε μεταξύ 25 cm και 55 cm (Πίνακας 19). Το ύδωρ ήταν διαφανές σε όλους τους σταθμούς (Πίνακας 19). Οι τιμές της αλατότητας κυμάνθηκαν μεταξύ 14,8 psu και 17,0 psu (μεσόαλα ύδατα), η θερμοκρασία του ύδατος μεταξύ 27,2°C και 32,7°C, ενώ η θερμοκρασία του ιζήματος σε βάθος 1 cm μεταξύ 27,3°C και 32,6°C και σε βάθος 5 cm μεταξύ 27,0°C και 31,9°C (Πίνακας 19).

Πίνακας 19. Τιμές φυσικο-χημικών παραμέτρων του ύδατος και του ιζήματος στους σταθμούς της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούλιο του 1997.

Table 19. Values of physico-chemical variables of water and sediment at the stations in Drana lagoon in July 1997.

Φυσικο-χημικές παράμετροι		ΔΑ ₁	ΔΑ ₂	ΔΓ	ΔΖ
Υδωρ	Βάθος (cm)	30	55	25	40
	Διαφάνεια (cm)	30	55	25	40
	Αλατότητα (psu)	15,6	14,8	15,9	17,0
	Θερμοκρασία (°C)	32,7	30,7	27,2	29,3
Ιζημα	Θερμοκρασία (°C) στο 1cm	32,6	30,0	27,3	28,0
	Θερμοκρασία (°C) στα 5cm	31,9	29,5	27,0	27,8
	Μεσαία διάμετρος (Md) (μm)	133	138	183	129
	Qd (phi)	0,35	0,55	0,45	0,80
	Οργανική ύλη (%)	0,74	0,48	0,70	0,77

Τα ιζήματα των σταθμών στη λιμνοθάλασσα Δράνα χαρακτηρίζονται ως λεπτή άμμος, καθώς η μεσαία διάμετός τους (M_d) κυμάνθηκε μεταξύ 129 μm και 183 μm (Πίνακας 19). Ο συντελεστής ταξινόμησης είχε τιμές από 0,35 (πολύ καλή ταξινόμηση) μέχρι 0,80 (μέτρια ταξινόμηση) (Πίνακας 19). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων δίνονται στην Εικόνα 32. Οι τιμές της οργανικής ύλης του ιζήματος στους σταθμούς της λιμνοθάλασσας Δράνα κυμάνθηκαν μεταξύ 0,48% και 0,77% (Πίνακας 19).



Εικόνα 32. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων των σταθμών ΔA₁, ΔA₂, ΔΓ και ΔZ στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997.

Figure 32. Particle size curves of the sediments at stations ΔA₁, ΔA₂, ΔΓ and ΔZ in Drana lagoon in July 1997.

1.2 Μηνιαία Διακύμανση

Το βάθος του ύδατος στο σταθμό ΔΓ κυμάνθηκε μεταξύ 20 cm και 85 cm σε όλη τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών, έχοντας χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Μηνιαία διακύμανση των τιμών των φυσικο-χημικών παραγόντων του ύδατος και του ιζήματος στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999.

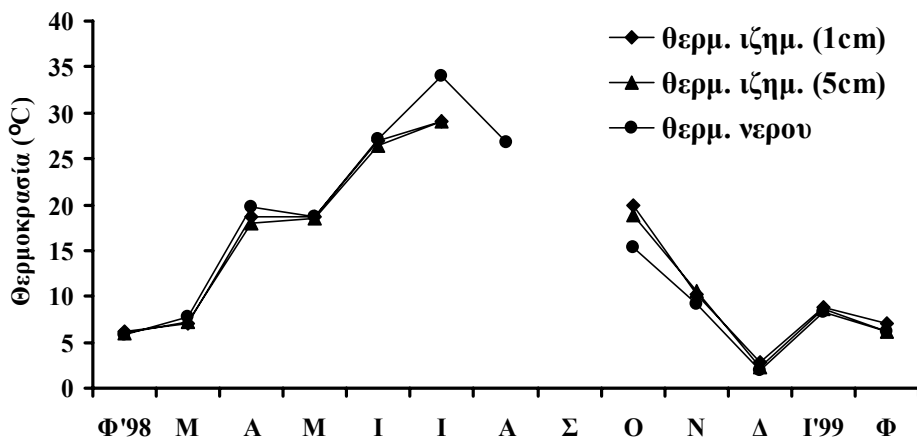
Table 20. Monthly variation in physico-chemical variables of water and sediment at station ΔΓ during February 1998 – February 1999.

Υδωρ						Ίζημα				
Μήνες δειγματοληψιών	Βάθος (cm)	Διαφάνεια (cm)	Αλατότητα (psu)	Διαλυμένο O ₂ (mg/l)	Θερμοκρασία (°C)	Θερμοκρασία (°C) στο 1 cm	Θερμοκρασία (°C) στα 5 cm	Μεσαία διάμετρος (Μd) (μm)	Qd (phi)	Οργανική ύλη (%)
Φ'98	30	30	0,8	15,6	5,8	6,1	6,0	164	0,40	0,71
Μ	60	50	0,9	13,4	7,7	7,1	7,3	153	0,45	0,51
Α	50	35	1,1	11,5	19,7	18,7	18,0	148	0,40	0,10
Μ	50	35	1,5	11,6	18,6	18,6	18,5	159	0,75	0,51
Ι	45	45	2,0	11,8	27,1	27,0	26,5	159	0,40	0,47
Ι	45	45	3,5	11,3	34,0	29,1	29,1	108	0,45	0,92
Α	20	20	8,7	10,65	26,8			164	1,0	1,42
Σ*										
Ο	25	25	7,6	15,0	15,4	19,9	18,8	88	0,50	2,03
Ν	25	5	3,2	10,3	9,2	10,2	10,5	120	0,40	0,46
Δ	55	15	1,9	13,5	2,0	2,8	2,3	88	0,40	0,84
Γ'99	65	55	1,8	14,0	8,2	8,8	8,7	79	0,40	1,60
Φ	85	60	1,5	14,7	6,1	7,0	6,1	79	0,45	1,42

* Η περιοχή γύρω από το σταθμό ΔΓ, καθώς και το μεγαλύτερο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα, αποξηράνθηκε προσωρινά το Σεπτέμβριο του 1998.

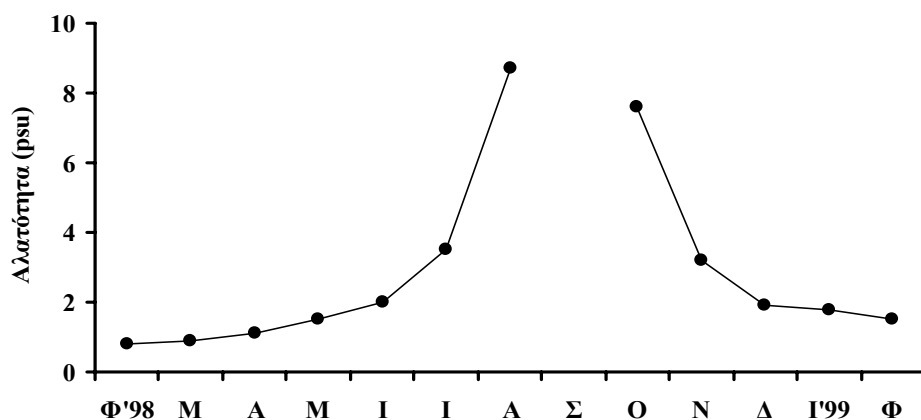
Το μεγαλύτερο μέρος της λιμνοθάλασσας αποξηράνθηκε προσωρινά το Σεπτέμβριο του 1998, εξαιτίας της έντονης εξάτμισης (Εικ. 6Α)· μόνο σε ένα μικρό τμήμα στην περιοχή του σταθμού ΔΑ₁ υπήρχε ύδωρ. Η λιμνοθάλασσα καλύφθηκε πλήρως με ύδωρ μετά από ένα διάστημα 2–3 εβδομάδων.

Η διαφάνεια του ύδατος κυμάνθηκε μεταξύ 5 cm και 60 cm σε όλη τη διάρκεια των μηνιαίων δειγματοληψιών (Πίνακας 20). Η θερμοκρασία του ύδατος και η θερμοκρασία του ιζήματος σε βάθος 1 cm και 5 cm κυμάνθηκαν μεταξύ 2,0–34,0°C, 2,8–29,1°C και 2,3–29,1°C, αντίστοιχα (Πίνακας 20, Εικ. 33). Τα ύδατα της λιμνοθάλασσας ήταν ολιγόαλα σε όλη σχεδόν τη διάρκεια των δειγματοληψιών, καθώς οι τιμές της αλατότητας κυμάνθηκαν κυρίως μεταξύ 0,8 psu και 3,5 psu· μόνο τους μήνες Αύγουστος και Οκτώβριος τα ύδατα ήταν β-μεσόαλα (7,6–8,7 psu) (Πίνακας 20, Εικ. 34).



Εικόνα 33. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της θερμοκρασίας του ύδατος και του ιζήματος σε βάθος 1 cm και 5 cm στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 33. Monthly variation in water temperature and sediment temperature at 1 cm and 5 cm depth at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).



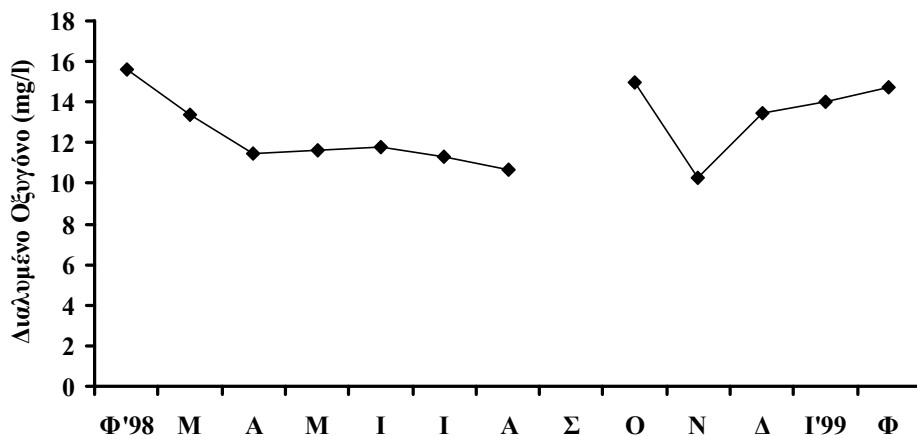
Εικόνα 34. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της αλατότητας στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 34. Monthly variation in salinity values at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).

Οι τιμές της αλατότητας εμφάνισαν βαθμιαία αύξηση μέχρι τον Αύγουστο, ενώ μετά τον Οκτώβριο ακολούθησε σταδιακή μείωση μέχρι το τέλος των δειγματοληψιών. Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου κυμάνθηκαν σε πολύ υψηλά επίπεδα (10,3–15,6 mg/l), κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες (Πίνακας 20, Εικ. 35).

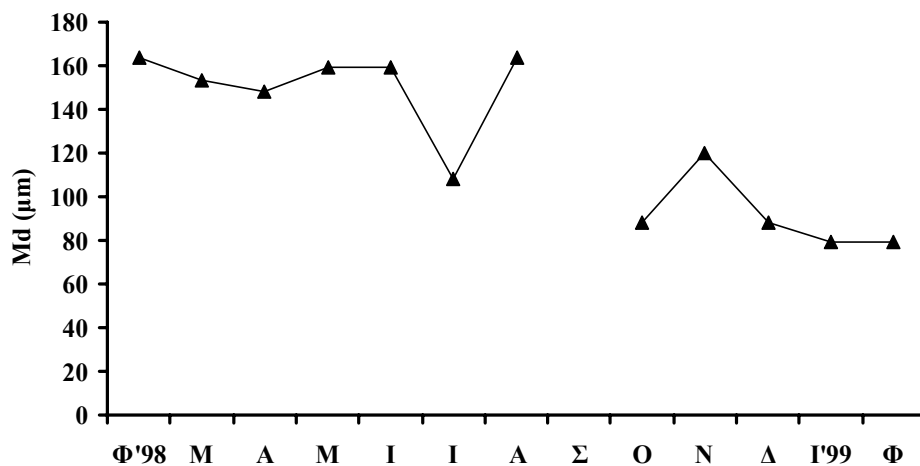
Το ίζημα στο σταθμό ΔΓ ήταν λεπτή άμμος κατά την περίοδο Φεβρουάριος–Αύγουστος 1998 και πολύ λεπτή άμμος κατά την περίοδο Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Η μεσαία διάμετρος (Md) του ιζήματος κυμάνθηκε μεταξύ 79 μm και 164 μm (Πίνακας 20). Ο συντελεστής ταξινόμησης (Qdφ) είχε τιμές από 0,40 (καλή ταξινόμηση) έως 1,0 (μέτρια ταξινόμηση) (Πίνακας 20). Η οργανική ύλη του ιζήματος κυμάνθηκε μεταξύ 0,10% και 2,03% έχοντας υψηλότερες τιμές τις περιόδους Αύγουστος–Οκτώβριος του 1998 (1,42%–2,03%) και Ιανουάριος–Φεβρουάριος του 1999 (1,42%–1,60%) (Πίνακας 20, Εικ. 36 και 37).

Οι κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο των μηνιαίων δειγματοληψιών (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999) δίνονται στις Εικόνες 38, 39, 40 και 41.



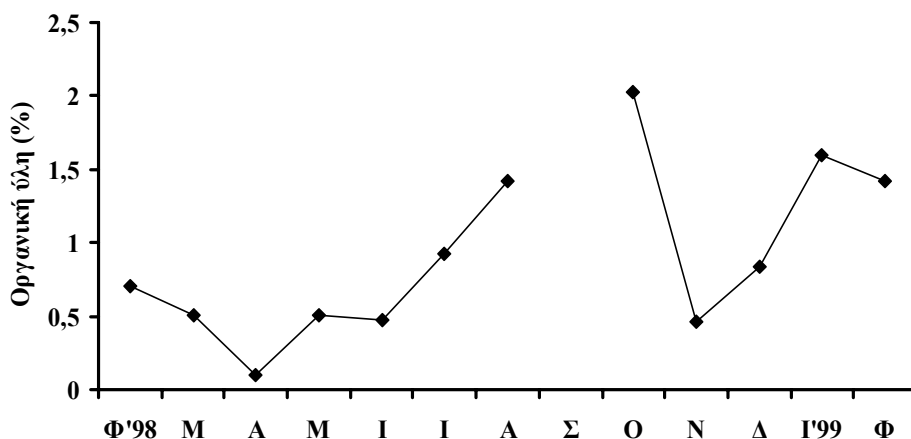
Εικόνα 35. Μηνιαία διακύμανση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 35. Monthly variation in dissolved oxygen values at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).



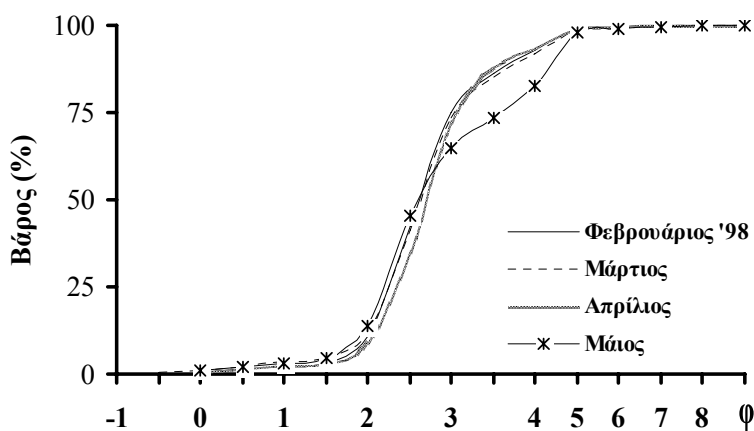
Εικόνα 36. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της μεσαίας διαμέτρου (Md) του ιζήματος στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 36. Monthly variation in the Median diameter of the sediment (Md) at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).



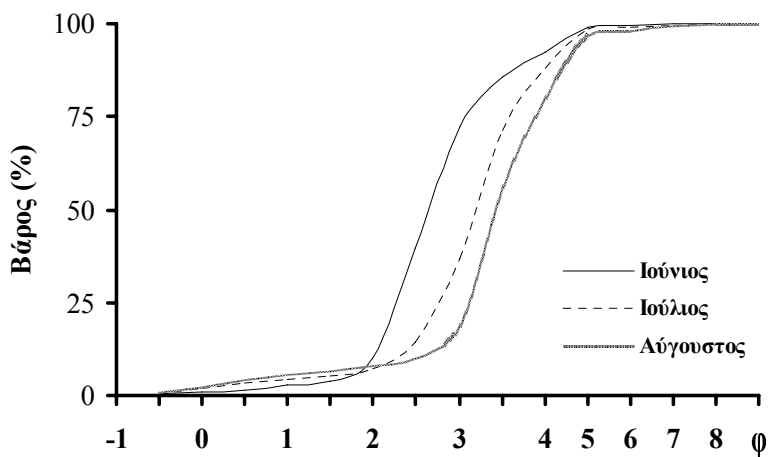
Εικόνα 37. Μηνιαία διακύμανση των τιμών της οργανικής ύλης του ιζήματος στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Figure 37. Monthly variation in the organic matter content of the sediment at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).



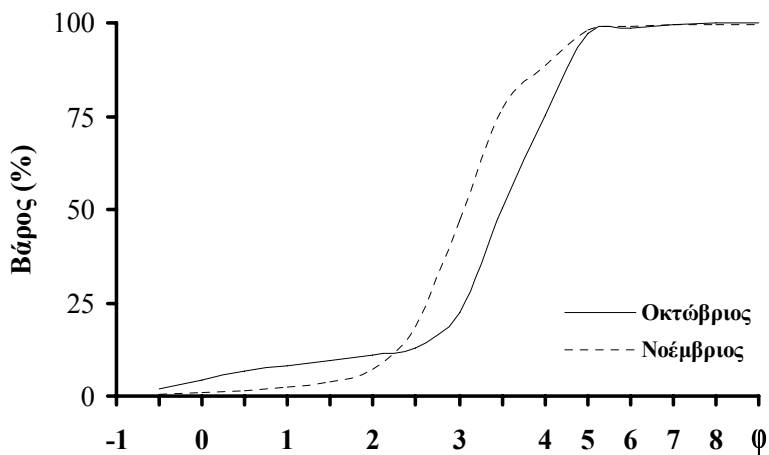
Εικόνα 38. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο του 1998 στο σταθμό ΔΓ.

Figure 38. Particle size curves of the sediments in February, March, April and May 1998 at station ΔΓ.



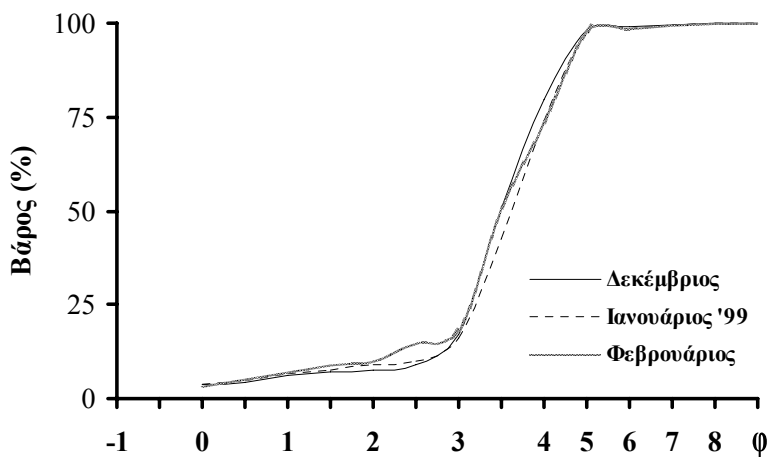
Εικόνα 39. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο του 1998 στο σταθμό ΔΓ.

Figure 39. Particle size curves of the sediments in June, July and August 1998 at station ΔΓ.



Εικόνα 40. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο του 1998 στο σταθμό ΔΓ.

Figure 40. Particle size curves of the sediments in October and November 1998 at station ΔΓ.

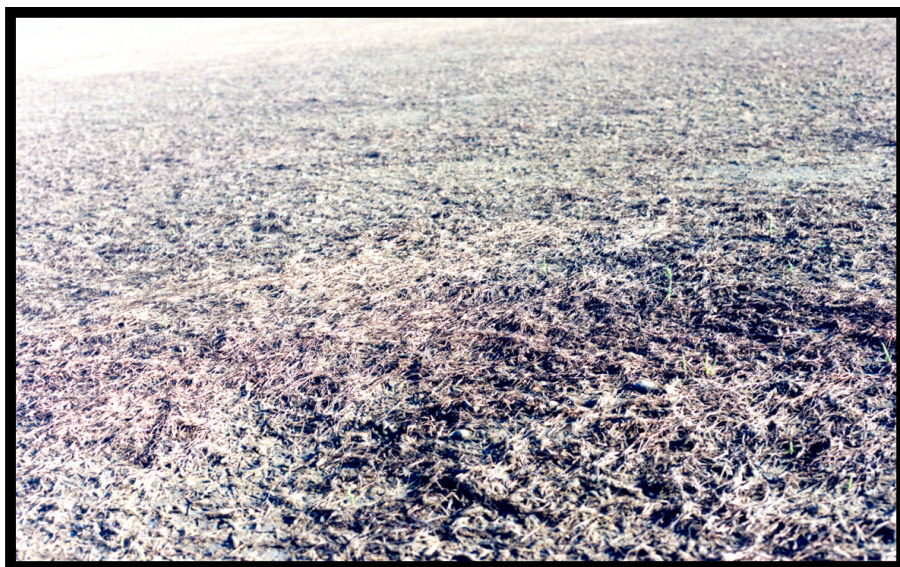


Εικόνα 41. Κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων τους μήνες Δεκέμβριο του 1998, Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 1999 στο σταθμό ΔΓ.

Figure 41. Particle size curves of the sediments in December 1998, January and February 1999 at station ΔΓ.

2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ

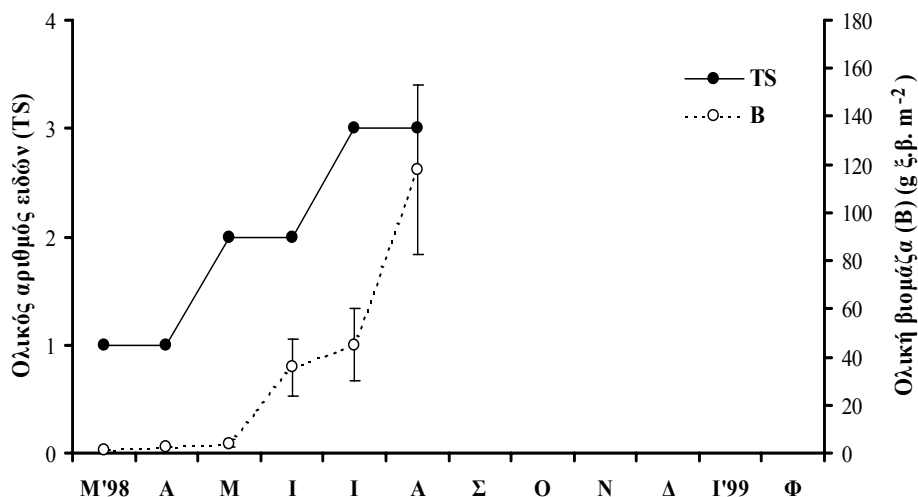
Τρία μόνο επικρατούντα ταξινομήματα της μακροβενθικής βλάστησης συλλέχτηκαν στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Μάρτιος–Αύγουστος 1998. Πρόκειται για τα αγγειόσπερμα *Ruppia maritima* και *Zannichellia palustris*, καθώς και για Χαροφύκη (Charophyceae). Μόνο κατά την περίοδο Ιούλιος–Αύγουστος 1998 συλλέχτηκαν ταυτόχρονα και τα τρία αυτά ταξινομήματα, ενώ κανένα μακρόφυτο δε βρέθηκε στα δείγματα μετά την προσωρινή αποξήρανση της λιμνοθάλασσας το Σεπτέμβριο του 1998 (Εικ. 42 και 43).



Εικόνα 42. Αποψη του πυθμένα της αποξηραμένης λιμνοθάλασσας Δράνα το Σεπτέμβριο του 1998. Διακρίνεται τμήμα του αποξηραμένου πληθυσμού του αγγειόσπερμου *Ruppia maritima*.

Figure 42. View of the dried Drana lagoon bed in September 1998. A part of the dried *Ruppia maritima* population is discerned.

Η ολική βιομάζα των μακρόφυτων αυξήθηκε απότομα μετά το Μάιο του 1998 και απέκτησε τη μέγιστη τιμή της τον Αύγουστο του 1998 (117 g ξηρού βάρους m⁻²), λίγο πριν την αποξήρανση της λιμνοθάλασσας (Εικ. 43). Στις τιμές της ολικής βιομάζας δε συμπεριλαμβάνεται η βιομάζα των ριζών των αγγειόσπερμων.



Εικόνα 43. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ειδών (TS) και της ολικής βιομάζας (B) των επικρατούντων μακρόφυτων στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Μάρτιος 1998 – Φεβρουάριος 1999.

Figure 43. Monthly variation in the total number of species (TS) and total biomass (B) of the dominant macrophytes at station ΔΓ during March 1998 – February 1999.

Το είδος *R. maritima* συλλέχτηκε και στις έξι δειγματοληψίες της περιόδου Μάρτιος–Αύγουστος 1998 με πολύ υψηλή μέση σχετική βιομάζα (επικράτηση) (90,4%). Το αγχειόσπερμο *Z. palustris* βρέθηκε σε τέσσερις δειγματοληψίες (Μάιος–Αύγουστος), ενώ χαροφύκη μόνο τον Ιούλιο και Αύγουστο (Πίνακας 21).

Πίνακας 21. Παρουσία (P) και μέση μηνιαία επικράτηση (Dm) των ταξινομημάτων του μακροφυτοβένθους στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Μάρτιος–Αύγουστος 1998. Dc: συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση.

Table 21. Presence (P) and mean monthly dominance (Dm) of the macrophytobenthic taxa at station ΔΓ during March– August 1998. Dc: cumulative mean monthly dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Ruppia maritima</i> L.	6	90,4	90,4
<i>Zannichellia palustris</i> L.	4	8,30	98,7
Charophyceae	2	1,30	100,0

3. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ

3.1 Πανιδική σύνθεση

Πέντε μόνο ταξινομήματα μακροβενθικών ασπόνδυλων βρέθηκαν στους τέσσερις σταθμούς δειγματοληψίας στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997 (Πίνακας 22). Το γαστερόποδο μαλάκιο *Ventrosia maritima* βρέθηκε και στους τέσσερις σταθμούς και επιπλέον παρουσίασε πολύ υψηλή μέση επικράτηση (64,1%) (Πίνακας 22). Προνύμφες εντόμων της οικογένειας Chironomidae, το αμφίποδο κρουστοφόρο *Gammarus aequicauda* και ο πολύχαιτος δακτυλιοσκώληκας *Hediste diversicolor* συλλέχτηκαν σε όλους τους σταθμούς με αξιόλογη μέση επικράτηση (10–13,7%)· ο πολύχαιτος δακτυλιοσκώληκας *Streblospio shrubsolii* βρέθηκε μόνο σε έναν σταθμό με πολύ μικρή μέση επικράτηση (0,1%) (Πίνακας 22).

Πίνακας 22. Παρουσία (P) και μέση επικράτηση (Dm) των ταξινομημάτων των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούλιο του 1997. Dc: συσσωρευτική επικράτηση.

Table 22. Presence (P) and mean dominance (Dm) of the taxa of the macrozoobenthic assemblages at the sampling stations in Drana lagoon in July 1997. Dc: cumulative dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Ventrosia maritima</i> (Milaschewitch, 1916)	4	64,1	64,1
Προνύμφες Chironomidae	4	13,7	77,8
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	4	12,1	89,9
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776)	4	10,0	99,9
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	1	0,1	100,0

Έντεκα ταξινομήματα συνολικά βρέθηκαν στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Έξι από αυτά είχαν συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση 99,3% (Πίνακας 23). Προνύμφες εντόμων της οικογένειας Chironomidae και το γαστερόποδο μαλάκιο *V. maritima* βρέθηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες εμφανίζοντας την υψηλότερη μέση μηνιαία επικράτηση· η συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση των δύο αυτών ταξινομημάτων ήταν 75,0% (Πίνακας 23). Το αμφίποδο *G. aequicauda* και ο πολύχαιτος *H. diversicolor* βρέθηκαν σε 9 και 7 μηνιαίες δειγματοληψίες αντίστοιχα, με αξιόλογη μέση μηνιαία επικράτηση (12,1 και 10,8%, αντίστοιχα). Λιγότερο συχνά και με μικρή επικράτηση βρέθηκαν το αμφίποδο *Corophium orientale* και το δίθυρο μαλάκιο *Cerastoderma glaucum* (Πίνακας 23).

Πίνακας 23. Ταξινομήματα της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στο σταθμό ΔΓ που είχαν τις υψηλότερες τιμές παρουσίας (P) και μέσης μηνιαίας επικράτησης (Dm) κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Dc: συσσωρευτική μέση μηνιαία επικράτηση.

Table 23. Taxa of the macrozoobenthic assemblage at station ΔΓ showing the highest values of presence (P) and mean monthly dominance (Dm) during February 1998 – February 1999. Dc: cumulative mean monthly dominance.

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
Προνύμφες Chironomidae	12	50,0	50,0
<i>Ventrosia maritima</i>	12	25,0	75,0
<i>Gammarus aequicauda</i>	9	12,1	87,1
<i>Hediste diversicolor</i>	7	10,8	97,9
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	5	0,2	98,1
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	3	1,2	99,3

3.2 Ανάλυση της δομής

3.2.1 Μονομεταβλητή ανάλυση

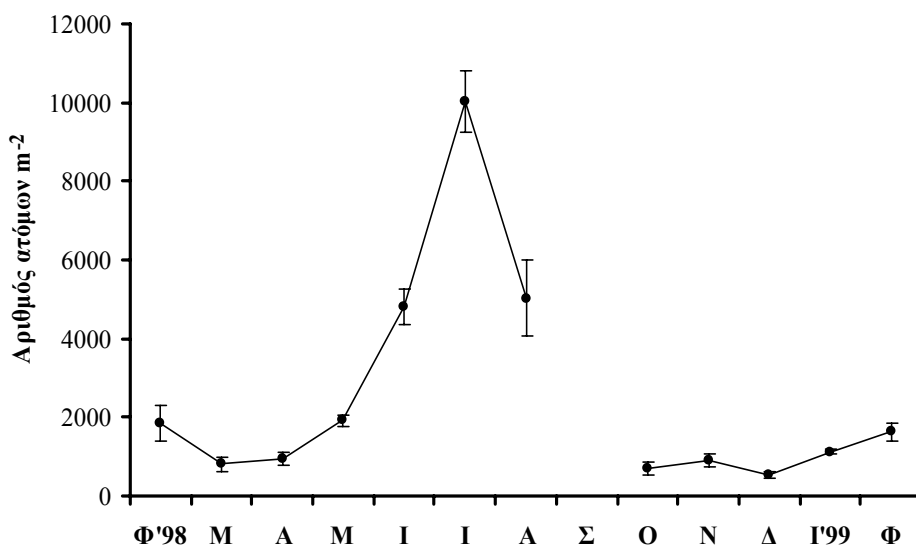
Οι τιμές του ολικού αριθμού ατόμων (N), του αριθμού ειδών (S) και των δεικτών της αφθονίας ειδών (d), ποικιλότητας ειδών Shannon–Wiener (H') και ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997 δίνονται στον Πίνακα 24. Η ολική αφθονία (N) κυμάνθηκε μεταξύ 3.825 και 18.362 άτομα m⁻² (Πίνακας 24)· οι τιμές αυτές ήταν παρόμοιες με τις τιμές της ολικής αφθονίας στους σταθμούς της διατομής ΛΑ της λιμνοθάλασσας Λακί το Σεπτέμβριο του 1997. Ο αριθμός ειδών (S), η αφθονία ειδών (d) και ο δείκτης H' κυμάνθηκαν μεταξύ 3,5 και 4, 0,28 και 0,36 και 0,63 και 1,09, αντίστοιχα (Πίνακας 24), τιμές που ήταν μικρότερες από τις αντίστοιχες στη λιμνοθάλασσα Λακί· τέλος, ο δείκτης ομοιομορφίας J κυμάνθηκε μεταξύ 0,53 και 0,82 (Πίνακας 24).

Πίνακας 24. Ολικός αριθμός ατόμων (N, άτομα m⁻²), αριθμός ειδών (S), δείκτης αφθονίας ειδών (d), δείκτης ποικιλότητας Shannon–Weaver (H') και δείκτης ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) της μακροβενθικής πανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούλιο του 1997.

Table 24. Total number of individuals (N, individuals m⁻²), species number (S), species richness (d), species diversity (H') and evenness (J) of the macrobenthic fauna at each sampling station in Drana lagoon in July 1997.

Σταθμός	N	S	d	H'	J
ΔΑ ₁	3.825	4	0,3643	0,9496	0,6850
ΔΑ ₂	10.225	3,5	0,2796	0,6257	0,5304
ΔΓ	10.275	4	0,3232	1,0915	0,8241
ΔΖ	18.362,5	4	0,3070	0,9556	0,6895

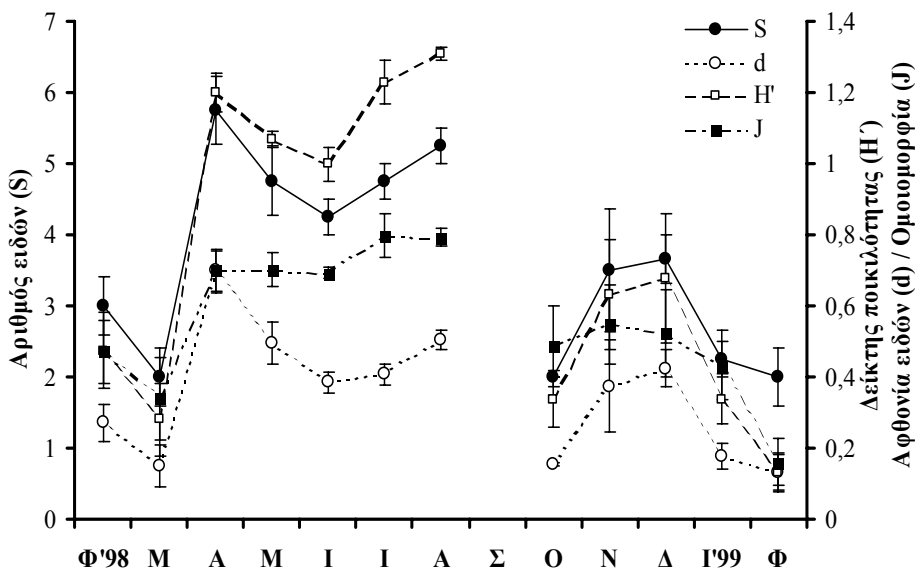
Η ολική αφθονία (N) της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ κυμάνθηκε μεταξύ 706 και 10.030 άτομα m^{-2} κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες (Εικ. 44). Η αφθονία αυξήθηκε απότομα κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι, απέκτησε την υψηλότερη τιμή της τον Ιούλιο, ενώ παρουσίασε απότομη μείωση τον Αύγουστο (Εικ. 44). Οι τιμές της ολικής αφθονίας τον Οκτώβριο, μετά την προσωρινή αποξήρανση του σταθμού ΔΓ, ήταν πολύ μικρές· μικρή αύξηση παρατηρήθηκε κατά τα τέλη του χειμώνα (Εικ. 44).



Εικόνα 44. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ατόμων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Με τις κάθετες γραμμές δείχνεται το τυπικό σφάλμα.

Figure 44. Monthly variation in the total number of individuals of the macrobenthic fauna at station ΔΓ during February 1998 – February 1999. Bar lines show standard error.

Ο αριθμός ειδών (S) κυμάνθηκε μεταξύ 2 και 5,75, ο δείκτης d μεταξύ 0,13 και 0,7, ο δείκτης H' μεταξύ 0,13 και 1,31 και ο δείκτης J μεταξύ 0,16 και 0,8 κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες (Εικ. 45). Οι παράμετροι αυτές παρουσίασαν παρόμοια εποχική διακύμανση· οι τιμές τους αυξήθηκαν απότομα τον Απρίλιο, μειώθηκαν λιγότερο ή περισσότερο το Μάιο και Ιούνιο, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκαν μέχρι τον Αύγουστο (Εικ. 45)· η απότομη πτώση των τιμών των παραμέτρων τον Οκτώβριο ακολουθήθηκε από αύξηση κατά τα τέλη φθινοπώρου – αρχές χειμώνα και από βαθμιαία πτώση κατά το χειμώνα (Εικ. 45).

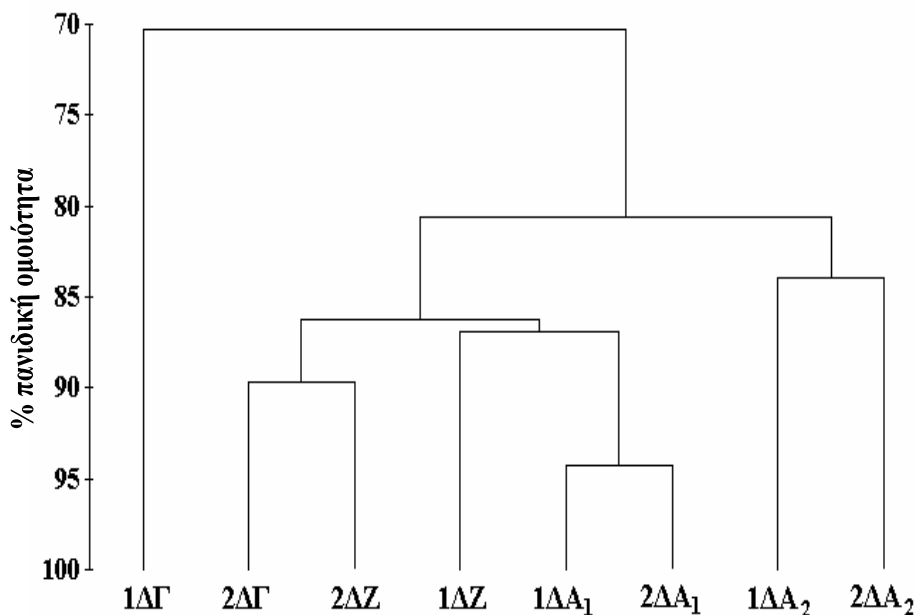


Εικόνα 45. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού ειδών (S) και των δεικτών αφθονίας ειδών (d), ποικιλότητας Shannon–Weaver (H') και ομοιομορφίας κατανομής ατόμων στα είδη (J) της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ κατά τη διάρκεια της περιόδου Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Με τις κάθετες γραμμές δείχνεται το τυπικό σφάλμα.

Figure 45. Monthly variation in the number of species (S), species richness (d), species diversity (H') and evenness (J) of the macrobenthic fauna at station ΔΓ during February 1998 – February 1999. Bar lines show standard error.

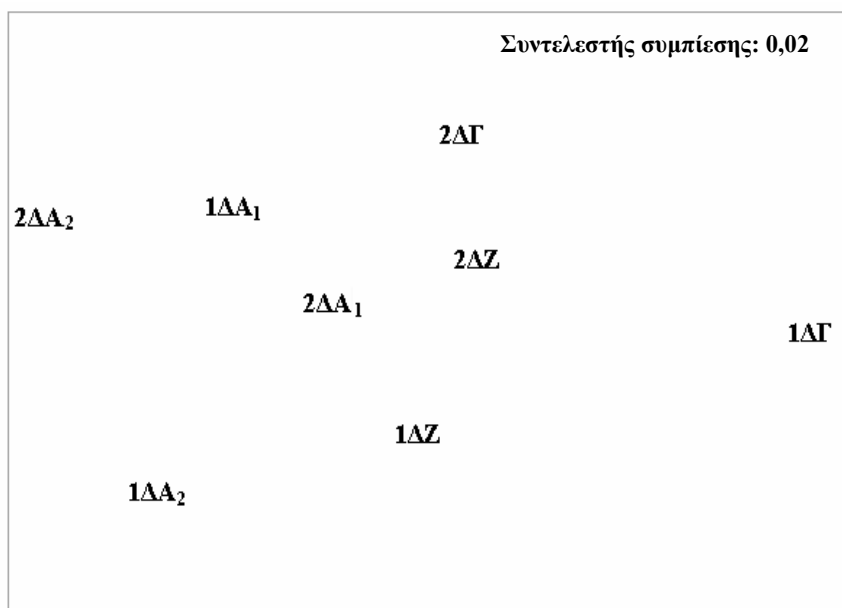
3.2.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση

Η πανιδική σύνθεση των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στους σταθμούς της λιμνοθάλασσας Δράνα τον Ιούλιο του 1997 ήταν παρόμοια (ANOSIM, καθολικός συντελεστής $R=0,81$, $p<0,125$). Από το δενδρόγραμμα της ιεραρχικής ταξινόμησης μπορεί να φανεί ότι η συγγένεια των δειγμάτων ήταν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 70% (Εικ. 46). Η απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (MDS) δίνεται στην Εικόνα 47.



Εικόνα 46. Δενδρόγραμμα της πανιδικής ομοιότητας των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997.

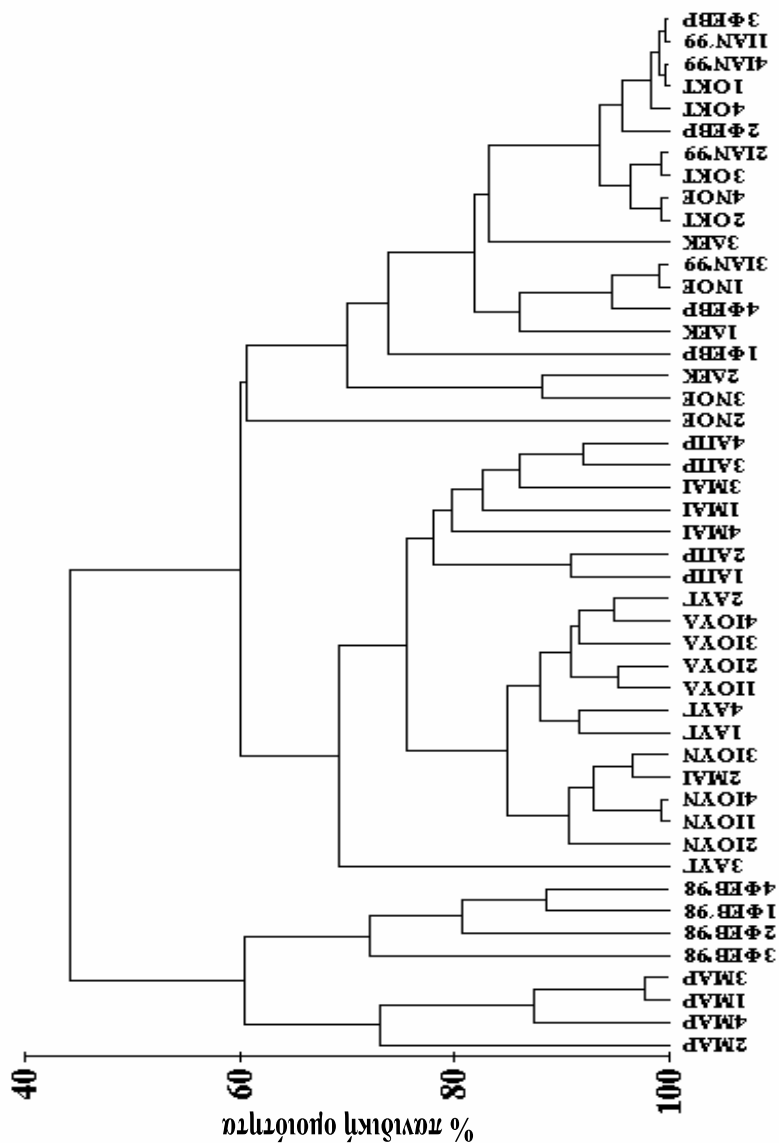
Figure 46. Dendrogram of the faunal similarity of the samples collected in Drana lagoon in July 1997.



Εικόνα 47. Γραφική απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (MDS) των δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας που συλλέχτηκαν στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997.

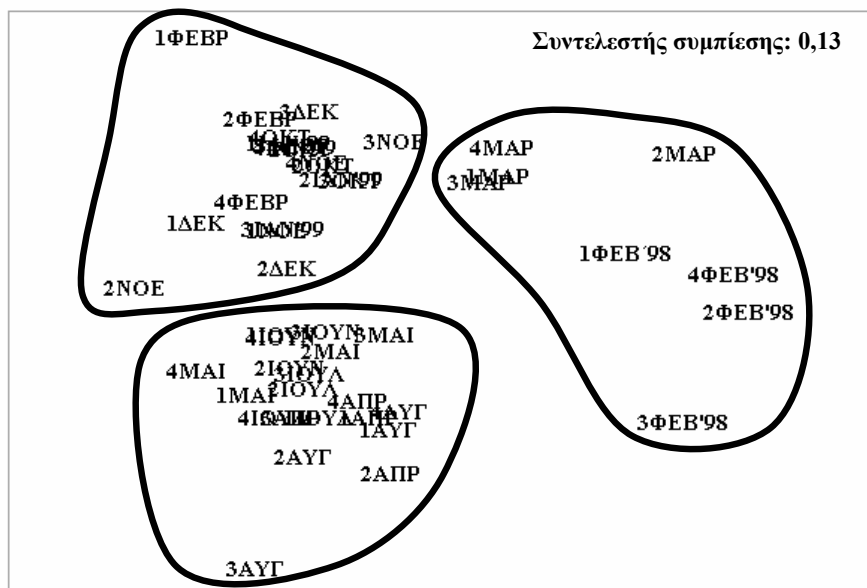
Figure 47. Multidimensional scaling (MDS) ordination plot of the macrobenthic fauna samples collected in Drana lagoon in July 1997.

Τρεις σημαντικά διακριτές ομάδες σχηματίστηκαν από τα μηνιαία δείγματα της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ (ANOSIM, καθολικός συντελεστής $R=0,861$, $p<0,001$), που αντιστοιχούν σε διαφορετικές περιόδους του έτους. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα δείγματα της περιόδου Φεβρουάριος–Μάρτιος 1998, η δεύτερη της περιόδου Απρίλιος–Αύγουστος 1998 και η τρίτη της περιόδου Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999. Η συγγένεια των τριών ομάδων δειγμάτων ήταν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 60,5%. Η ιεραρχική ταξινόμηση των δειγμάτων δίνεται με την τεχνική του δενδρογράμματος στην Εικόνα 48, ενώ η ανάλυση σε πολλαπλές διαστάσεις (MDS) στην Εικόνα 49.



Εικόνα 48. Δενδρόγραμμα της πανιδικής ομοιότητας των μηνιαίων δειγμάτων που συλλέχθηκαν στο σταθμό ΔΓ της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999.

Figure 48. Dendrogram of the faunal similarity of the monthly samples collected at station ΔΓ of Drana lagoon during February 1998 – February 1999.



Εικόνα 49. Γραφική απεικόνιση της πολυδιάστατης ανάλυσης (MDS) των μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ. ΦΕΒ: Φεβρουάριος 1998, ΦΕΒΡ: Φεβρουάριος 1999.

Figure 49. Multidimensional scaling (MDS) ordination plot of the monthly samples of the macrobenthic fauna at station ΔΓ. ΦΕΒ: February 1998, ΦΕΒΡ: February 1999.

Η διεύθετηση των δειγμάτων των δύο πρώτων ομάδων δείχνει ότι υπήρξε μια ομαλή εποχική διακύμανση στη δομή της μακροβενθικής συνέυρεσης από τα τέλη του χειμώνα μέχρι τα τέλη του καλοκαιριού (Εικ. 49). Όμως, η διεύθετηση των δειγμάτων της περιόδου Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 στο επάνω αριστερό τμήμα της γραφικής απεικόνισης της πολυδιάστατης ανάλυσης δείχνει ότι υπήρξε μια απότομη αλλαγή στη δομή της συνέυρεσης μετά τον Αύγουστο του 1998 (Εικ. 49).

Οι μέσοι όροι των αφθονιών των ειδών που συνέβαλαν περισσότερο από 90% στην ομοιότητα των δειγμάτων κάθε μιας ομάδας (Ανάλυση SIMPER),

δίνονται στον Πίνακα 25. Δύο μόνο είδη, το γαστερόποδο *Ventrosia maritima* και το δίθυρο *Cerastoderma glaucum*, συνέβαλαν περισσότερο από 90% στην ομοιότητα των δειγμάτων της περιόδου Φεβρουάριος–Μάρτιος 1998, τέσσερα ταξινομήματα (*V. maritima*, προνύμφες Chironomidae, *H. diversicolor*, *G. aequicauda*) στην ομοιότητα των δειγμάτων της περιόδου Απρίλιος–Αύγουστος 1998 και δύο μόνο ταξινομήματα (*V. maritima*, προνύμφες Chironomidae) στην ομοιότητα των δειγμάτων της περιόδου Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (Πίνακας 25).

Πίνακας 25. Μέσος όρος των αφθονιών (άτομα m⁻²) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 90% στην ομοιότητα κάθε μιας ομάδας μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (SIMPER).

Table 25. Average densities (individuals m⁻²) of taxa contributed >90% to similarity in each monthly sample group of the macrobenthic fauna at station ΔΓ during February 1998 – February 1999 (SIMPER).

Ταξινομήματα	ΦΕΒ'98–ΜΑΡ	ΑΠΡ–ΑΥΓ	ΟΚΤ–ΦΕΒ'99
<i>Ventrosia maritima</i>	1165,63	960,0	88,16
Προνύμφες Chironomidae		2142,50	896,05
<i>Cerastoderma glaucum</i>	106,25		
<i>Hediste diversicolor</i>		656,25	
<i>Gammarus aequicauda</i>		7265,25	

Οι μέσοι όροι των αφθονιών των ειδών στα οποία οφείλονται οι διαφορές μεταξύ των διαδοχικών ομάδων των μηνιαίων δειγμάτων (ανάλυση SIMPER, διακοπή σε ποσοστό 87%), δίνονται στον Πίνακα 26. Οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων των περιόδων Φεβρουάριος–Μάρτιος 1998 και Απρίλιος–Αύγουστος 1998 οφειλόταν κυρίως στην εμφάνιση του αμφίποδου *G. aequicauda*, στην αύξηση της αφθονίας δύο ταξινομημάτων (προνύμφες Chironomidae, *H.*

diversicolor) και στη μείωση της αφθονίας δύο μαλακίων (*V. maritima*, *C. glaucum*) κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι (Πίνακας 26).

Πίνακας 26. Διαφορές (< ή >) του μέσου όρου των αφθονιών (άτομα m⁻²) των ταξινομημάτων που συνέβαλαν περισσότερο από 87% στην ανομοιότητα μεταξύ των διαδοχικών ομάδων μηνιαίων δειγμάτων της μακροβενθικής πανίδας στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (SIMPER).

Table 26. Differences (< or >) in average densities (individuals m⁻²) of taxa contributed >87% to dissimilarity between the successive monthly sample groups of the macrobenthic fauna at station ΔΓ during February 1998 – February 1999 (SIMPER).

Ταξινομήματα	ΦΕΒ'98–ΜΑΡ		ΑΠΡ–ΑΥΓ		ΟΚΤ–ΦΕΒ'99	ΦΕΒ'98–ΜΑΡ
<i>Gammarus aequicauda</i>	0	<	726,25	>	6,58	
Προνύμφες Chironomidae	37,50	<	2142,50	>	896,05	> 37,50
<i>Hediste diversicolor</i>	3,13	<	656,25	>	1,32	
<i>Ventrosia maritima</i>	1165,63	>	960,0	>	88,16	< 1165,63
<i>Cerastoderma glaucum</i>	106,25	>	31,25	>	0	< 106,25
Ostracoda			18,75	>	0	
<i>Corophium orientale</i>					7,89	> 3,13

Οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων των περιόδων Απρίλιος–Αύγουστος 1998 και Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 οφειλόταν κυρίως στην εξαφάνιση δύο ταξινομημάτων (*C. glaucum*, Ostracoda) και τη μείωση της αφθονίας τεσσάρων ταξινομημάτων (*V. maritima*, προνύμφες Chironomidae, *H. diversicolor*, *G. aequicauda*) μετά το καλοκαίρι (Πίνακας 26). Τέλος, οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων της περιόδου Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 και των δειγμάτων της περιόδου Φεβρουάριος–Μάρτιος 1998 οφειλόταν κυρίως στη μη παρουσία του δίθυρου *C. glaucum*, στη μικρότερη αφθονία του γαστερόποδου *V. maritima* και στην υψηλότερη αφθονία των προνυμφών των Chironomidae κατά την πρώτη περίοδο (Πίνακας 26).

3.2.3 Συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους

Τέσσερις παράμετροι (βάθος, αλατότητα, μεσαία διάμετρος ιζήματος, οργανική ύλη ιζήματος) (Πίνακας 19) χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση BIO-ENV για τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρέασαν την τοπική διανομή των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στην λιμνοθάλασσα Δράνα. Για τη διερεύνηση των παραμέτρων που επηρέασαν τη μηνιαία διακύμανση της δομής της συνεύρεσης στο σταθμό ΔΓ χρησιμοποιήθηκαν 5 φυσικο-χημικοί παράγοντες (βάθος, διαφάνεια, θερμοκρασία ύδατος, μεσαία διάμετρος ιζήματος, οργανική ύλη ιζήματος) (Πίνακας 20) και 4 βιολογικοί (βιομάζα της *Ruppia maritima*, αφθονία των *Crangon crangon*, *Knipowitschia caucasica*, και *Aphanius fasciatus*).

Πίνακας 27. Μηνιαία διακύμανση της ολικής βιομάζας του μακρόφυτου *Ruppia maritima* (g ξηρού βάρους m⁻²) και του αριθμού ατόμων / 10 m² των επιβενθικών δεκάποδων και των οστεϊχθύων που συλλέχθηκαν στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο μελέτης (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Table. 27. Monthly variation in total biomass of the macrophyte *Ruppia maritima* (g DW m⁻²) and in number of individuals / 10 m² of the epibenthic decapods and fish collected at station ΔΓ during the study period (February 1998 – February 1999).

Είδη	Φ'98	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ι'99	Φ
Αγγειόσπερμα													
<i>Ruppia maritima</i> L.	1,1	2,2	4,0	35,7	42,7	117,3							
Δεκάποδα Κρουστοφόρα													
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)					1,25								
Ιχθυοπανίδα													
<i>Knipowitschia caucasica</i> Kawrsky, in Berg, 1916		1,25	482,5	147,5	363,8	136,3			1,25	11,25	2,5	1,25	
<i>Aphanius fasciatus</i> Nardo, 1827					1,25	3,75	1,25		7,5	6,25			

Στον Πίνακα 27 δίνεται η μηνιαία διακύμανση της ολικής βιομάζας του μακρόφυτου *R. maritima* (σε g ξηρού βάρους m⁻²) και του αριθμού ατόμων / 10 m² των επιβενθικών δεκάποδων και των οστεϊχθύων, που συλλέχθηκαν με τη

σύρση της απόχης. Η αφθονία του οστεϊχθύος *A. fasciatus* εμφάνισε υψηλότερες τιμές κατά την περίοδο Νοέμβριος–Δεκέμβριος 1998 (Πίνακας 27).

Οι υψηλότερες τιμές του αρμονικού συντελεστή τάξεων Spearman (ρ_w), που προέκυψαν από τη εφαρμογή της ανάλυσης BIO–ENV, δίνονται στον Πίνακα 28. Ο συνδυασμός των παραγόντων αλατότητα και μεσαία διάμετρος του ιζήματος έδειξε την υψηλότερη τιμή του συντελεστή ρ_w (0,418) με την τοπική διανομή της συνέυρεσης. Ο συνδυασμός των παραγόντων θερμοκρασία ύδατος, οργανική ύλη ιζήματος, μεσαία διάμετρος ιζήματος και διαφάνεια έδειξε την υψηλότερη τιμή του συντελεστή ρ_w (0,632) με τη μηνιαία διακύμανση της συνέυρεσης στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος–Αύγουστος 1998, ενώ η αφθονία του οστεϊχθύος *Aphanius fasciatus* είχε την υψηλότερη τιμή του συντελεστή ρ_w (0,372) με τη δομή της συνέυρεσης στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999.

Πίνακας 28. Σύνοψη των συνδυασμών των περιβαλλοντικών παραμέτρων που έδειξαν τις υψηλότερες τιμές του αρμονικού συντελεστή τάξεων Spearman (ρ_w) με την τοπική διανομή των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στη λιμνοθάλασσα Δράνα τον Ιούλιο του 1997 (Α), με τη μηνιαία διακύμανση της δομής της μακροζωοβενθικής συνέυρεσης στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Φεβρουάριος–Αύγουστος 1998 (Β) και με τη μηνιαία διακύμανση της δομής της μακροζωοβενθικής συνέυρεσης στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 (Γ). d, βάθος· S, αλατότητα· t, διαφάνεια· Md, μεσαία διάμετρος του ιζήματος· Om, οργανική ύλη του ιζήματος· WT, θερμοκρασία ύδατος· Af, αφθονία του οστεϊχθύος *Aphanius fasciatus*.

Table 28. Summary of the combinations of the environmental variables, showing the highest values of the harmonic Spearman rank coefficient (ρ_w) with the distribution pattern of the macrozoobenthic community in Drana lagoon in July 1997 (A), the monthly variation in the macrozoobenthic community structure at station ΔΓ during February 1998 – August 1998 (B) and the monthly variation in the macrozoobenthic community structure at station ΔΓ during October 1998 – February 1999 (Γ). d, depth; S, salinity; t, transparency; Md, median diameter of the sediment; Om, organic matter of the sediment; WT, water temperature; Af, abundance of the fish *Aphanius fasciatus*.

Συνδυασμοί μεταβλητών		ρ_w
A	S, Md	0,418
	d, S, Md, Om	0,397
B	WT, Om, Md, t	0,632
Γ	Af	0,372

4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ

Έξι μόνο είδη της ιχθυοπανίδας συλλέχθηκαν συνολικά και με τους δύο τρόπους δειγματοληψίας στο σταθμό ΔΓ κατά την περίοδο Μάιος 1998 – Ιανουάριος 1999. Πέντε είδη συλλέχθηκαν με τη σύρση γρίπου και μόνο ένα με τους βολκούς. Υψηλότερες τιμές ολικής αφθονίας και βιομάζας της ιχθυοπανίδας που συλλέχθηκε με τη σύρση γρίπου καταγράφηκαν τον Αύγουστο και μικρότερες τον Οκτώβριο και Ιανουάριο (Πίνακας 29).

Πίνακας 29. Εποχική διακύμανση του αριθμού ειδών (S), του ολικού αριθμού ατόμων (N) και της ολικής βιομάζας (B, σε g νεπού βάρους) της ιχθυοπανίδας ανά αλιευτική προσπάθεια για κάθε μία μέθοδο δειγματοληψίας (γρίπος, βολκοί) χωριστά στη λιμνοθάλασσα Δράνα κατά την περίοδο Μάιος 1998 – Ιανουάριος 1999.

Table 29. Seasonal variation in number of species (S), total number of individuals (N) and total biomass (B, in g wet weight) of the ichthyofauna per unit effort for each sampling method (bag seine net, fyke nets) separately in Drana lagoon during the period May 1998 – January 1999.

Αλιευτικό Εργαλείο		Μάιος 1998	Αύγουστος 1998	Οκτώβριος 1998	Ιανουάριος 1999
Γρίπος	S	3	2	3	3
	N	315	3514	22	47
	B	78,33	371,13	4,68	30,85
Βολκοί	S	—	—	—	1
	N	—	—	—	2
	B	—	—	—	40,30

Ο γοβιός *Knipowitschia caucasica* ήταν το μοναδικό είδος που βρέθηκε σε όλες τις δειγματοληψίες με τη σύρση γρίπου· το είδος αυτό εμφάνισε μέση εποχική επικράτηση 94,28% (Πίνακας 30). Το είδος *Aphanius fasciatus*

συλλέχτηκε σε τρεις από τις δειγματοληψίες έχοντας μέση εποχική επικράτηση 5,41% (Πίνακας 30). Βρέθηκαν ακόμη τα είδη *Atherina boyeri*, *Pomatoschistus marmoratus* και *Alburnus alburnus* (Cyprinidae) (Πίνακας 30). Με τη μέθοδο των βολκών συλλέχτηκαν μόνο δύο άτομα τον Ιανουάριο του 1999, που ανήκουν στο είδος *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae) (Πίνακες 29 και 30).

Πίνακας 30. Παρουσία (P) και μέση επικράτηση (Dm) των ειδών της ιχθυοπανίδας που συλλέχτηκαν με τη χρήση γρίπου και βολκών στη λιμνοθάλασσα Δράνα κατά τις εποχικές δειγματοληψίες της περιόδου Μάιος 1998 – Ιανουάριος 1999. Dc: συσσωρευτική επικράτηση

Table 30. Presence (P) and mean dominance (Dm) of the ichthyofaunal species collected with the use of the bag seine net and fyke nets in Drana lagoon during the seasonal samplings of the period May 1998 – January 1999. Dc: cumulative dominance.

	Είδη	P	Dm (%)	Dc (%)
Γρίπος	<i>Knipowitschia caucasica</i> (Kawrajsky in Berg, 1916)	4	94,28	94,28
	<i>Aphanius fasciatus</i> (Nardo, 1827)	3	5,41	99,69
	<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	2	0,18	99,87
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	1	0,08	99,95
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,05	100,0
Βολκοί	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	1	100,0	100,0

5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ

Η παρουσία 11 γενών της ορνιθοπανίδας, που ανήκουν σε 8 οικογένειες, παρατηρήθηκε στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) (Πίνακας 31). Τα άτομα του γένους *Cygnus* και ορισμένα άτομα των γενών *Anas*, *Larus* και *Tringa* δεν ήταν εφικτό να προσδιοριστούν σε επίπεδο είδους (Πίνακας 31).

Πίνακας 31. Κατάλογος των ταξινομημάτων της ορνιθοπανίδας που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα.

Table 31. List of the avifaunal taxa observed in the southern part of Drana lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Οικογένεια	Ταξινόμημα	Κοινή ονομασία
Laridae	<i>Larus cachinnans</i>	Ασημόγλαρος
	<i>Larus</i> sp.	
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	Λευκοτσικνιάς
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Φλαμίνγκο
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Κορμοράνος
Anatidae	<i>Cygnus</i> sp.	
	<i>Tadorna tadorna</i>	Βαρβάρα
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Πρασινοκέφαλη
	<i>Anas</i> sp.	
Scolopacidae	<i>Tringa totanus</i>	Κοκκινოსκέλης
	<i>Tringa</i> sp.	
	<i>Calidris alpina</i>	Λασποσκαλίδρα
Recurvirostridae	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Αβοκέτα
Rallidae	<i>Fulica atra</i>	Μαυρόκοτα

Οι κύκνοι (*Cygnus* sp.), αν και είχαν υψηλή συχνότητα εμφάνισης, παρουσίασαν σχετικά χαμηλή μέση μηνιαία επικράτηση ($Dm=6,05\%$) (Πίνακας 32). Γλάροι του γένους *Larus* παρατηρήθηκαν για 6 μήνες, με συνολική μέση επικράτηση $24,36\%$ · σε τρεις από τους μήνες αυτούς έγινε προσδιορισμός των ατόμων του γένους αυτού σε επίπεδο είδους (*L. cachinnans*) (Πίνακας 32). Φλαμίνγκο (*Phoenicopterus ruber*) παρατηρήθηκαν για 5 μήνες, με μέση μηνιαία επικράτηση $20,86\%$ (Πίνακας 32).

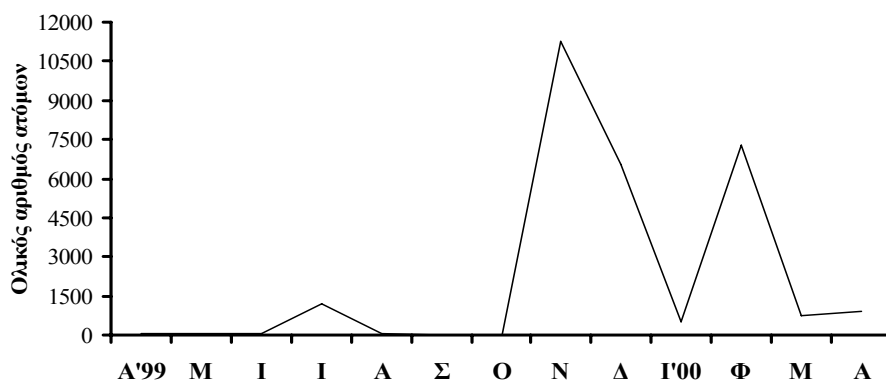
Πίνακας 32. Παρουσία (P), μέση επικράτηση (Dm) και συσσωρευτική μέση επικράτηση (Dc) των ταξινομημάτων της ορνιθοπανίδας που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000) στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα.

Table 32. Presence (P), mean dominance (Dm) and cumulative mean dominance (Dc) of the avifaunal taxa observed in the southern part of Drana lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Ταξινομήματα	P	Dm (%)	Dc (%)
<i>Cygnus</i> sp.	6	6,05	6,05
<i>Phoenicopterus ruber</i>	5	20,86	26,91
<i>Anas</i> sp. ή/και <i>Fulica atra</i>	4	21,19	48,10
<i>Anas</i> sp.	3	16,43	64,53
<i>Larus cachinnans</i>	3	14,44	78,97
<i>Larus</i> sp.	3	9,92	88,89
<i>Recurvirostra avosetta</i>	2	0,95	89,84
<i>Egretta garzetta</i>	2	0,67	90,51
<i>Tadorna tadorna</i>	2	0,36	90,87
<i>Tringa totanus</i>	1	6,47	97,34
<i>Calidris alpina</i>	1	1,20	98,54
<i>Tringa</i> sp.	1	1,14	99,68
<i>Tringa</i> sp. ή/και <i>Calidris</i> sp.	1	0,15	99,83
<i>Phalacrocorax carbo</i>	1	0,13	99,96
<i>Anas platyrhynchos</i>	1	0,04	100,0

Προσδιορισμός ατόμων του γένους *Anas* σε επίπεδο είδους έγινε το Νοέμβριο του 1999 (*A. platyrhynchos*)· σε τρεις περιπτώσεις όμως δεν ήταν εφικτό να προσδιοριστούν σε επίπεδο είδους τα άτομα του γένους αυτού, ενώ σε τέσσερις περιπτώσεις δε μπόρεσε να γίνει η διάκριση των ατόμων του γένους *Anas* από τα άτομα του είδους *Fulica atra*. Τα υδρόβια *Anas* sp. και *Fulica atra* είχαν συνολική μέση μηνιαία επικράτηση 37,62% (Πίνακας 32). Το παρυδάτιο *Tringa totanus* παρατηρήθηκε μία φορά (Ιούνιος του 1999), με μέση επικράτηση 6,47%, ενώ κατά τον ίδιο μήνα δεν ήταν εφικτός ο προσδιορισμός σε επίπεδο είδους ορισμένων ατόμων του γένους *Tringa*. Το *Calidris alpina* παρατηρήθηκε επίσης μία φορά (Απρίλιος του 2000) με μέση επικράτηση 1,20%, ενώ σε μία περίπτωση (Ιούλιος του 1999) δεν ήταν εφικτός ο διαχωρισμός ατόμων του γένους *Tringa* από άτομα του γένους *Calidris* (Πίνακας 32). Τέλος, η αβοκέτα (*Recurvirostra avosetta*), ο λευκοτσικνιάς (*Egretta garzetta*), η βαρβάρα (*Tadorna tadorna*) και ο κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*), παρουσίασαν μέση μηνιαία επικράτηση περίπου 1,0%, 0,7%, 0,4 και 0,1%, αντίστοιχα (Πίνακας 32).

Η μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ατόμων της ορνιθοπανίδας στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την περίοδο Απρίλιος–Αύγουστος 1999 ήταν πολύ μικρή (46–82 άτομα) με εξαίρεση τον Ιούλιο, όταν καταγράφηκαν 1206 άτομα, που ήταν κυρίως γλάροι (Εικ. 50).

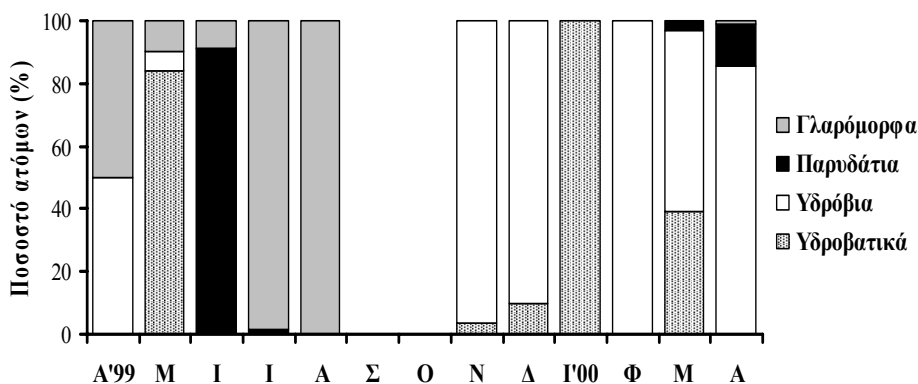


Εικόνα 50. Μηνιαία διακύμανση του ολικού αριθμού ατόμων της ορνιθοπανίδας στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000).

Figure 50. Monthly variation in the total number of individuals of the avifauna in the southern part of Drana lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Πλήρης απουσία ατόμων της ορνιθοπανίδας διαπιστώθηκε το μήνα Σεπτέμβριο, όταν η περιοχή αποξηράνθηκε και πάλι προσωρινά. Μετά τον Οκτώβριο, όταν η λιμνοθάλασσα καλύφθηκε πάλι με νερό, παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα έντονες μηνιαίες διακυμάνσεις του αριθμού ατόμων της ορνιθοπανίδας. Η ολική αφθονία είχε χαμηλότερες τιμές τον Ιανουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο του 2000 (540, 735 και 906 άτομα, αντίστοιχα) και υψηλότερες το Νοέμβριο του 1999 (11288 άτομα) και Φεβρουάριο του 2000 (7308 άτομα), γεγονός που οφειλόταν στην παρουσία μεγάλων πληθυσμών υδρόβιων πτηνών των γενών *Anas* και *Fulica* (Εικ. 50).

Τα υδρόβια πτηνά επικράτησαν το Νοέμβριο και Δεκέμβριο του 1999, καθώς και το Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο του 2000, τα υδροβατικά (*P. ruber*) το Μάιο του 1999 και Ιανουάριο του 2000, τα παρυδάτια (*T. totanus*, *R. avosetta*) τον Ιούνιο του 1999 και τα γλαρόμορφα (*L. cachinnans*, *Larus* sp.) τον Ιούλιο και Αύγουστο του 1999 (Εικ. 51).



Εικόνα 51. Μηνιαία διακύμανση του ποσοστού ατόμων (%) των Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδρόβιων και Υδροβατικών στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την περίοδο μελέτης (Απρίλιος 1999 – Απρίλιος 2000).

Figure 51. Monthly variation in the percentages (%) of Larids, Shorebirds, Waterfowl and Wading birds in the southern part of Drana lagoon during the study period (April 1999 – April 2000).

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι μέχρι σήμερα έχει καταγραφεί η παρουσία 50 ειδών Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδρόβιων και Υδροβατικών, καθώς και ενός είδους Αρπακτικών στη λιμνοθάλασσα Δράνα (Παράρτημα 5).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΑΚΡΟΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ

Δύο αγγειόσπερμα, κυρίως η *Ruppia maritima* L. και κατά δεύτερο λόγο η *Zannichellia palustris* L., συλλέχθηκαν στο σταθμό ΔΓ της απομονωμένης λιμνοθάλασσας Δράνα· σε δύο μόνο δειγματοληψίες βρέθηκε και μικρή ποσότητα χαροφυκών (Charophyceae). Η *R. maritima* χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά μεγάλη ανοχή στις διακυμάνσεις της αλατότητας, τη μεγαλύτερη από κάθε άλλο είδος υδρόβιων αγγειόσπερμων (KANTRUD 1991)· είναι κοσμοπολιτικό είδος, που συναντάται σε μια ποικιλία περιβαλλόντων (π.χ. PULICH 1985, FLORES–VERTUGO et al. 1988, KOCH & SEELIGER 1988, DUNTON 1990). Οι GUELORGET & PERTHUISOT (1992) αναφέρουν ότι η *R. maritima* εντοπίζεται σε εκείνη τη ζώνη των λιμνοθαλασσών που κατοικείται αποκλειστικά από είδη των υπόαλων περιβαλλόντων. Τα υδρόβια αγγειόσπερμα, που συνήθως συναντώνται στα υπόαλα περιβάλλοντα της χώρας μας, είναι η *Ruppia maritima*, η *R. cirrhosa* (Petagna) Grande, που παρουσιάζει συγκριτικά ευρύτερη εξάπλωση από τη *R. maritima*, και η *Zostera noltii* Hornem, που έχει σχετικά περιορισμένη εξάπλωση, καθώς εντοπίζεται κυρίως σε λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού κόλπου (Ιόνιο Πέλαγος) (Α. ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ, προσωπική επικοινωνία). Το αγγειόσπερμα *Z. palustris*, είδος επίσης κοσμοπολιτικό, κατοικεί σε μια ποικιλία περιβαλλόντων άναλων και υπόαλων υδάτων (π.χ. VAN VIERSSSEN 1982a, 1982b, SABBATINI et al. 1998, WHITTON et al. 1998), ενώ είδη της κλάσης Charophyceae συναντώνται συνήθως στις περισσότερες απομονωμένες ζώνες των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων (GUELORGET & PERTHUISOT 1992).

Η ολική βιομάζα των μακρόφυτων στο σταθμό ΔΓ απέκτησε μέγιστη τιμή τον Αύγουστο του 1998, λίγο πριν την αποξήρανση της λιμνοθάλασσας, πιθανότατα ως αποτέλεσμα του αυξητικού κύκλου των αγγειόσπερμων (π.χ. VERHOEVEN 1979, LOMBARDI et al. 1996)· κανένα όμως μακρόφυτο δε βρέθηκε στο σταθμό ΔΓ μετά την προσωρινή αποξήρανση της λιμνοθάλασσας. Τα δύο

είδη αγγειόσπερμων πιθανώς να παρουσίασαν ετήσιο κύκλο ζωής. Η *R. maritima* παρουσιάζει τόσο ετήσια όσο και πολυετή αναπαραγωγική στρατηγική (π.χ. PULICH 1985, KOCH & SEELIGER 1988), ενώ η *Z. palustris* έχει παρουσιάσει ετήσιο κύκλο ζωής σε μια άλλη Μεσογειακή λιμνοθάλασσα (λιμνοθάλασσα Orbetello, Ιταλία) (LOMBARDI et al. 1996). Τα ετήσια είδη συγχρονίζουν τα στάδια του κύκλου ζωής τους με την κατάσταση των εφήμερων περιβαλλόντων· οι πληθυσμοί τους νεκρώνονται, καθώς τα περιβάλλοντα αποξηραίνονται, αφήνοντας όμως σπέρματα και σε ορισμένα είδη και βλαστάρια, που βλασταίνουν μετά την περίοδο αποξήρανσης, συνήθως την ερχόμενη άνοιξη (π.χ. VERHOEVEN 1979, BROCK 1982).

Η σύνθεση του μακροφυτοβένθους της λιμνοθάλασσας Λακί διέφερε από αυτήν της απομονωμένης λιμνοθάλασσας Δράνα, γεγονός που δείχνει μια βιολογική ζώνωση. Στη σύνθεση του μακροφυτοβένθους της λιμνοθάλασσας Λακί αποκλειστικά συμμετείχαν μακροφύκη. Μόνον όμως δύο είδη από αυτά, το χλωροφύκος *Ulva rigida* και το ροδοφύκος *Gracilaria bursa-pastoris*, είχαν συχνή παρουσία και υψηλή επικράτηση. Η *U. rigida* είναι είδος κοινό στις ακτές της Μεσογείου· αναπτύσσεται μη προσκολλημένη ή προσκολλημένη στην επιφάνεια βράχων, σε πέτρες, ξύλινα αντικείμενα και άλλα φύκη, σε λιμάνια, προφυλαγμένους κόλπους και λιμνοθάλασσες, αλλά και σε εκτεθειμένες ακτές, στη μεσοπαραλιακή και ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη (π.χ. BURROWS 1991, ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ & ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ 1997)· βρίσκεται έχοντας υψηλή αφθονία σε κλειστούς κόλπους με μεγάλες συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων και σχηματίζει κοινωνίες με είδη του γένους *Enteromorpha* (ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ & ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ 1997). Πληθυσμοί του ροδοφύκου *G. bursa-pastoris* συναντώνται κυρίως σε παράκτιες θαλάσσιες περιοχές· το είδος αυτό σχηματίζει ελεύθερες τούφες πάνω σε αμμολασπώδεις πυθμένες σε βάθη μέχρι 5 m (DELEPINE et al. 1987).

Από τα υπόλοιπα είδη των μακροφυκών σχετικά υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης και επικράτηση παρουσίασαν τα χλωροφύκη *Enteromorpha linza* και *Chaetomorpha linum*, που συνήθως αναπτύσσονται σε θαλάσσια ενδιαιτήματα και σπανιότερα σε υπόαλα περιβάλλοντα (π.χ. MUUS 1967, BURROWS 1991), χλωροφύκη του γένους *Cladophora*, καθώς και το ροδοφύκος *Chondria*

dasyphylla, που συνήθως συναντάται σε φωτόφιλους βιότοπους της υποπαρالياκής ζώνης (π.χ. MAGGS & HOMMERSAND 1993, ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ 1994).

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν όλα σχεδόν τα είδη των μακροφυκών, που συλλέχτηκαν στη λιμνοθάλασσα Λακί, συναντώνται συνήθως σε θαλάσσια περιβάλλοντα και λιγότερο ή περισσότερο σπάνια σε παράκτια υπόαλα περιβάλλοντα. Ως εκ τούτου, οι πολύ χαμηλές τιμές της αλατότητας κατά το μεγαλύτερο διάστημα των μηνιαίων δειγματοληψιών πιθανότατα παρεμπόδισαν την ανάπτυξη των μακροφυκών στη λιμνοθάλασσα Λακί· η ολική βιομάζα τους εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές της σε περιόδους (Αύγουστος και Νοέμβριος) κατά τις οποίες η αλατότητα είχε τιμές μεγαλύτερες από 3 psu.

2. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΖΩΟΒΕΝΘΙΚΩΝ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΩΝ

2.1 Τοπική διανομή

Η τοπική διανομή της μακροβενθικής πανίδας στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα δείχνει να επιβεβαιώνει τη θεωρία της «απομόνωσης» που προτάθηκε από τους GUELORGET & PERTHUISOT (1992). Οι εξωτερικές περιοχές της λιμνοθάλασσας Λακί, που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα, χαρακτηρίστηκαν από μια διαφορετική πανιδική σύνθεση σε σύγκριση με το εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας, το οποίο με τη σειρά του παρουσίασε διαφορές με την απομονωμένη λιμνοθάλασσα Δράνα, γεγονός που υποδηλώνει μια βιολογική ζώνωση.

Η μακροβενθική πανίδα στο εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί χαρακτηρίστηκε από συγκριτικά υψηλότερη ποικιλότητα και την παρουσία τόσο ταξινομημάτων των υπόαλων περιβαλλόντων (π.χ. *Streblospio shrubsolii*, Tubificidae, *Corophium orientale*, *Abra ovata*), όσο και θαλάσσιων ειδών (π.χ. *Aricidea cerrutii*, *Glycera tridactyla*, *Capitomastus minimus*). Τα περισσότερα από αυτά τα θαλάσσια είδη έχουν βρεθεί και στο παρελθόν σε υπόαλα περιβάλλοντα (π.χ. PICARD 1965, FEBVRE 1968, NICOLAIDOU & PITTA 1986, GRAVINA et al. 1988, NICOLAIDOU & PAPADOPOULOU 1989, THIERMANN et al. 1997, CLARKE & WARWICK 1998, GOUVIS et al. 1998). Σύμφωνα με τους COGNETTI & MALTAGLIATI (2000), τα υπόαλα περιβάλλοντα που επικοινωνούν άμεσα με τη θάλασσα, συνήθως εποίκονται από ευρύαλα θαλάσσια είδη, οι πληθυσμοί των οποίων αναπτύσσουν ανοχή στον απρόβλεπτο χαρακτήρα αυτών των περιβαλλόντων, αλλά και από στενόαλα θαλάσσια είδη, που αναπτύσσουν ευρύαλους πληθυσμούς.

Η μακροβενθική συνεύρεση στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί χαρακτηρίστηκε από συγκριτικά υψηλότερη ολική αφθονία και την παρουσία μόνο λίγων ειδών, που είναι αποκλειστικοί κάτοικοι των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων. Τα είδη αυτά έχουν θαλάσσια προέλευση (π.χ. *S. shrubsolii*, *C. orientale*, *Ventrosia maritima*, *A. ovata*, *Cerastoderma glaucum*, *Hediste diversicolor*) ή προέλευση από τα άναλα ύδατα (ολιγόχαιτοι

δακτυλιοσκώληκες της οικογένειας Tubificidae) (π.χ. DIVIACCO 1983, GRAVINA et al. 1988, KEVREKIDIS & KOUKOURAS 1988, SARDA & MARTIN 1993, KEVREKIDIS et al. 1996, GOUVIS et al. 1998). Η σύνθεση των ειδών ήταν παρόμοια με αυτήν άλλων υπόαλων περιβαλλόντων της εκβολικής περιοχής του Έβρου που χαρακτηρίζονται από περιορισμένη επικοινωνία με τη θάλασσα (π.χ. KEVREKIDIS 2004). Επίσης, τα χαρακτηριστικά της συνεύρεσης στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί (περιορισμένος αριθμός ειδών, υψηλή επικράτηση λίγων από τα είδη αυτά, σχετικά μικρή ποικιλότητα) ήταν παρόμοια με τα χαρακτηριστικά συνευρέσεων άλλων υπόαλων περιβαλλόντων της Μεσογείου (π.χ. REIZOPOULOU et al. 1996, MISTRI et al. 2001). Οι GUELORGET & PERTHUISOT (1992) περιλαμβάνουν στους χαρακτηριστικούς κατοίκους των λιμνοθαλασσών της Μεσογείου τα είδη *A. ovata*, *C. glaucum*, *Hydrobia acuta*, *H. diversicolor*, *Gammarus insensibilis*, *G. aequicauda* και *Corophium insidiosum*.

Η μακροβενθική πανίδα παρουσίασε παρόμοια ποιοτική και ποσοτική σύνθεση σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας της απομονωμένης λιμνοθάλασσας Δράνα· η συνεύρεση συγκροτήθηκε από εξαιρετικά μικρό αριθμό ειδών, θαλάσσιας προέλευσης (*V. maritima*, *G. aequicauda*, *H. diversicolor*) ή προέλευσης από τα άναλα ύδατα (προνύμφες εντόμων της οικογένειας Chironomidae). Η ποικιλότητα ήταν μικρή, ενώ η ολική αφθονία συγκριτικά υψηλή. Τα συγκεκριμένα είδη θαλάσσιας προέλευσης όχι μόνο είναι αποκλειστικοί κάτοικοι των υπόαλων περιβαλλόντων, αλλά επιπλέον θεωρούνται ότι είναι πολύ ανθεκτικά σε συνθήκες απομόνωσης από τη θάλασσα (KEVREKIDIS & KOUKOURAS 1988, KEVREKIDIS et al. 1996, KEVREKIDIS 1997, GOUVIS et al. 1998)

Ο συνδυασμός των παραμέτρων «απόσταση από τη θάλασσα, βάθος, αλατότητα, οργανική ύλη του ιζήματος» έδειξε την υψηλότερη τιμή του συντελεστή συσχέτισης ρ_w με την τοπική διανομή της μακροβενθικής πανίδας στη λιμνοθάλασσα Λακί. Αυτό ίσως υποδηλώνει ότι η «απομόνωση» εκφράστηκε από τη συνεργιστική επίδραση όλων αυτών των παραμέτρων. Οι KOUTSOUBAS et al. (2000) πρότειναν ότι η «απομόνωση» εκφράζεται από λίγες

παραμέτρους, οι ακραίες τιμές των οποίων παράγουν μια διαβάθμιση κατά μήκος μιας λιμνοθάλασσας και έτσι λειτουργούν ως όριο στη διανομή των ειδών.

2.2 Μηνιαία διακύμανση

Η δομή της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί εμφάνισε εποχική διακύμανση. Η διακύμανση αυτή πιθανώς να επηρεάστηκε κυρίως από τη θερμοκρασία του ύδατος· η θερμοκρασία μαζί με τη φωτοπερίοδο ρυθμίζουν την αναπαραγωγική δραστηριότητα των μακροβενθικών ασπόνδυλων και συνεπώς επηρεάζουν την εποχική διακύμανση των συνευρέσεών τους (π.χ. DE MARCH 1977, WHITLATCH 1977, MOORE 1981). Οι διαθέσιμες πληροφορίες για τον κύκλο ζωής ορισμένων ειδών της συνεύρεσης (π.χ. *Abra ovata*, *Gammarus aequicauda*, *Corophium orientale*) (KEVREKIDIS & KOUKOURAS 1988/1989, 1992, KEVREKIDIS 2005) δείχνουν ότι η παρατηρηθείσα εποχική διακύμανση της αφθονίας τους πιθανότατα ήταν αποτέλεσμα κυρίως του αναπαραγωγικού τους κύκλου.

Η μακροβενθική πανίδα στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί συγκροτήθηκε μόνο από λίγα είδη των υπόαλων περιβαλλόντων κατά τα τέλη του χειμώνα και την άνοιξη του 1998, όταν η αλατότητα είχε τιμές 0,1–2 psu. Η σύνθεση της συνεύρεσης κατά την περίοδο αυτή (*C. orientale*, *Streblospio shrubsolii*, *Hediste diversicolor*, *Ventrosia maritima*, *A. ovata*, *G. aequicauda*, κλπ) ήταν παρόμοια με τη σύνθεσή της στις αρχές του φθινοπώρου του 1997, όταν η αλατότητα είχε τιμές 32–35 psu. Αυτή η διαπίστωση, μαζί με την παρατήρηση ότι η ολική αφθονία αυξήθηκε κατά την άνοιξη, αποκαλύπτει τον ευρύαλο χαρακτήρα των περισσότερων ειδών της συνεύρεσης. Τα περισσότερα από τα είδη αυτά σπανίως έχουν βρεθεί στο παρελθόν με σχετικά αξιόλογη πυκνότητα σε τόσο χαμηλές αλατότητες (π.χ. CUNHA & MOREIRA 1995, KEVREKIDIS 2004).

Η αλλαγή στη δομή της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πιθανότατα να οφειλόταν σε κάποιας μορφής πίεση. Αυτή η αλλαγή χαρακτηρίστηκε από την εξαφάνιση ορισμένων ταξινομημάτων (Tubificidae, Cumacea) και τη μείωση της

πυκνότητας ορισμένων ειδών (*A. ovata*, *V. maritima*): η ολική αφθονία μειώθηκε και οι δείκτες της συνεύρεσης εμφάνισαν συγκριτικά χαμηλές τιμές. Αυτή η διαταραχή ίσως να προκλήθηκε από δυστροφικό επεισόδιο. Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (5,3 mg/l) παρατηρήθηκαν τον Ιούνιο και πιθανότατα να οφειλόταν σε έντονη αποσύνθεση των μακροφυκών. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πιθανώς να προέκυπταν ανοξικές συνθήκες αργά τη νύχτα–νωρίς το πρωί εξαιτίας έντονης πρόσληψης οξυγόνου από την αυξημένη ποσότητα των μακροφυκών (π.χ. CUNHA & MOREIRA 1995, LARDICCI et al. 1997, TAGLIAPIETRA et al. 1998).

Η ανάκαμψη της μακροπανίδας στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί ξεκίνησε στα τέλη του καλοκαιριού. Επιπλέον, κατά τα τέλη του καλοκαιριού, το φθινόπωρο και το χειμώνα, βρέθηκαν και ορισμένα θαλάσσια είδη (*Microprotopus maculatus*, *Polydora ciliata*, *Glycera tridactyla*, *Aricidea cerrutii*), ίσως λόγω μετανάστευσης ή μεταφοράς προνυμφών από το εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας ή από γειτονικά θαλάσσια περιβάλλοντα. Αυτή η εμφάνιση ακολούθησε με χρονική υστέρηση την αύξηση της αλατότητας (>5 psu) και αποτυπώθηκε ως μια επιπρόσθετη αύξηση στις τιμές των δεικτών της συνεύρεσης. Τα περισσότερα από τα προαναφερθέντα θαλάσσια είδη έχουν βρεθεί και στο παρελθόν σε υπόαλα περιβάλλοντα (π.χ. GRAVINA et al. 1988, KEVREKIDIS & KOUKOURAS 1988, NICOLAIDOU & PAPADOPOULOU 1989, THIERMANN et al. 1997, GOUVIS et al. 1998, MISTRI et al. 2001), ενώ η τιμή αλατότητας 5 psu θεωρείται ως το κρίσιμο όριο για την παρουσία ευρύαλων θαλάσσιων ειδών σε υπόαλα περιβάλλοντα (COGNETTI & MALTAGLIATI 2000).

Η παρουσία θαλάσσιων ειδών στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί υποδηλώνει μια μετατόπιση των ορίων των ζωνών της λιμνοθάλασσας κατά τη διάρκεια της φάσης ανάκαμψης της συνεύρεσης. Οι KOUTSOUBAS et al (2000), που επίσης έκαναν παρόμοιες παρατηρήσεις σε μια άλλη λιμνοθάλασσα της Μεσογείου (λιμνοθάλασσα Γιάλοβα, Ιόνιο Πέλαγος), πρότειναν ότι η διαβάθμιση, που προκύπτει κατά μήκος μιας λιμνοθάλασσας από τις ακραίες τιμές λίγων περιβαλλοντικών παραμέτρων, εξαφανίζεται κατά τη διάρκεια της φάσης ανάκαμψης.

Η θήρευση από τον οστεϊχθύ *Atherina boyeri* ίσως συνέβαλε στη μείωση της πυκνότητας ορισμένων βενθικών ασπόνδυλων (π.χ. *G. aequicauda*, *V. maritima*, *C. glaucum*) κατά τα τέλη του φθινοπώρου και το χειμώνα, καθώς και στην πτώση της ολικής αφθονίας το Σεπτέμβριο και Νοέμβριο. Είναι γνωστό ότι το μικρό αυτό ψάρι, που βρέθηκε μόνο το Σεπτέμβριο και Νοέμβριο στη λιμνοθάλασσα Λακί, τρέφεται με μακροβενθικά ασπόνδυλα (QUIGNARD & PRAS 1986). Πολλοί συγγραφείς έχουν τονίσει το ρόλο της θήρευσης από ψάρια και δεκάποδα στη ρύθμιση της δυναμικής της μακροβενθικής πανίδας (π.χ. WILTSE et al. 1984, AARNIO & BONSDORFF 1993, SARDA et al. 1996). Ωστόσο, κανένα άλλο επιβενθικό δεκάποδο ή μικρό ψάρι δεν εμφάνισε ισχυρή συσχέτιση με τη δομή της μακροζωοβενθικής συνέυρεσης, παρότι είναι γνωστό ότι στις διατροφικές συνήθειες των περισσότερων από αυτά περιλαμβάνονται μακροβενθικά ασπόνδυλα (π.χ. MUUS 1967, SCALERA LIACI et al. 1982, COTTIGLIA et al. 1983a, 1983b, KHOURY 1984, MAUGE 1986, KEVREKIDIS et al. 1990). Οι επιβενθικοί θηρευτές ήταν αφθονότεροι και ενδεχομένως η διατροφική τους δραστηριότητα εντονότερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, περίοδο όμως κατά την οποία ήταν αυξημένη και η ποσότητα των μακροφυκών, κάτω από τα οποία συνήθως βρίσκουν καταφύγιο τα μακροβενθικά ασπόνδυλα (π.χ. ARIAS & DRAKE 1994).

Η ολική αφθονία της μακροβενθικής πανίδας στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί παρουσίασε έντονη εποχική διακύμανση έχοντας υψηλότερη τιμή στα τέλη της άνοιξης και χαμηλότερη στις αρχές του φθινοπώρου. Στις παράκτιες λιμνοθάλασσες της Μεσογείου οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι είναι συνήθως ακραίες με αποτέλεσμα η αφθονία της μακροβενθικής πανίδας να παρουσιάζει συνήθως μέγιστες τιμές το χειμώνα, την άνοιξη ή το φθινόπωρο (GUELORGET & MICHEL 1979a, 1979b, KEVREKIDIS 1997, GOUVIS et al. 1997, MISTRI et al. 2001).

Η δομή της μακροζωοβενθικής συνέυρεσης στη λιμνοθάλασσα Δράνα παρουσίασε μια ομαλή εποχική μεταβολή από τα τέλη του χειμώνα μέχρι τον Αύγουστο του 1998. Οι δείκτες της συνέυρεσης αυξήθηκαν απότομα μετά το Μάρτιο του 1998 και η ολική αφθονία μετά τον Απρίλιο του 1998. Ο συνδυασμός των παραγόντων «θερμοκρασία ύδατος, διαφάνεια, μεσαία

διάμετρος και οργανική ύλη του ιζήματος» έδειξε την υψηλότερη συσχέτιση με τη δομή της συνεύρεσης, γεγονός που ίσως υποδηλώνει ότι αυτή η εποχική μεταβολή ήταν αποτέλεσμα κυρίως του κύκλου ζωής των ειδών και της συνεργιστικής επίδρασης της διαφάνειας και χαρακτηριστικών του ιζήματος. Η οργανική ύλη του ιζήματος, που αποτελεί έναν αδρό δείκτη της διαθέσιμης ποσότητας τροφής για τους ιζηματοφάγους οργανισμούς, στους οποίους ανήκουν τα περισσότερα είδη της συνεύρεσης (π.χ. COTTIGLIA et al. 1983a, 1983b), παρουσίασε υψηλότερες τιμές κατά το καλοκαίρι, πιθανώς εξαιτίας της αποσύνθεσης νεκρών τμημάτων, κυρίως φύλλων, των αγγειόσπερμων *Ruppia maritima* και *Zannichellia palustris* (MALEA et al. 2004).

Η δομή της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στη Δράνα παρουσίασε μια απότομη αλλαγή μετά την προσωρινή αποξήρανση του μεγαλύτερου τμήματος της λιμνοθάλασσας το Σεπτέμβριο του 1998. Η ολική αφθονία και οι δείκτες είχαν πολύ χαμηλότερες τιμές τον Οκτώβριο του 1998 σε σχέση με τον Αύγουστο του 1998. Η δομή της συνεύρεσης χαρακτηρίστηκε από την απουσία δύο ταξινομημάτων (*Cerastoderma glaucum*, Ostracoda) και τη μείωση της αφθονίας όλων των άλλων κατά την περίοδο Οκτώβριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 σε σχέση με την αμέσως προηγούμενη περίοδο (Απρίλιος–Αύγουστος 1998). Επιπλέον, μόνο δύο ταξινομήματα (προνύμφες Chironomidae, *Ventrosia maritima*) είχαν σχετικώς αξιόλογη πυκνότητα κατά την περίοδο αυτή.

Η εποίκιση του τμήματος της λιμνοθάλασσας που είχε προσωρινώς αποξηρανθεί θα πρέπει να αποδοθεί στη μεταφορά προνυμφών των ειδών *V. maritima* και *H. diversicolor* και στη μετακίνηση των αμφίποδων *G. aequicauda* και *Corophium orientale* από το μη αποξηραμένο τμήμα της, καθώς και στην αναπαραγωγή των Chironomidae. Ο κύκλος ζωής του γαστερόποδου *V. maritima* και του πολύχαιτου *H. diversicolor* περιλαμβάνει ένα πελαγικό προνυμφικό στάδιο, ενώ η αναπαραγωγική τους περίοδος μπορεί να διαρκέσει μέχρι τα τέλη του φθινοπώρου (ABRANTES et al. 1999, KEVREKIDIS & WILKE 2005).

Η ολική αφθονία και οι δείκτες της συνεύρεσης στη λιμνοθάλασσα Δράνα αυξήθηκαν μετά τον Οκτώβριο. Η αύξηση της ολικής πυκνότητας διεκόπη προσωρινά το Δεκέμβριο, ίσως λόγω θήρευσης των ασπόνδυλων από τον οστεϊχθύ *Aphanius fasciatus*. Η αφθονία του ψαριού αυτού, που τρέφεται με

ασπόνδυλα και φυτά (HUBER 1996), παρουσίασε υψηλότερες τιμές κατά το Νοέμβριο–Δεκέμβριο 1998. Η μείωση των δεικτών της συνεύρεσης μετά το φθινόπωρο θα μπορούσε να αποδοθεί σε αρνητική επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών (2°C).

3. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ

Έξι είδη οστεϊχθύων βρέθηκαν στη λιμνοθάλασσα Δράνα· πέντε από τα είδη αυτά (*Knipowitschia caucasica*, *Aphanius fasciatus*, *Atherina boyeri*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Alburnus alburnus*) συλλέχτηκαν με τη μέθοδο του γρίπου και ένα (*Lepomis gibbosus*) με τη μέθοδο των βολκών. Από αυτά, το *L. gibbosus* είναι είδος των άναλων υδάτων (π.χ. PAGE & BURR 1991), το *A. alburnus* συναντάται σε άναλα αλλά και σε υπόαλα ύδατα (π.χ. KOTTELAT 1997), ενώ τα υπόλοιπα είναι είδη κοινά στα παράκτια υπόαλα περιβάλλοντα (π.χ. MILLER 1986, QUIGNARD & PRAS 1986, TORTONESE 1986, WILDEKAMP et al. 1986, KEVREKIDIS et al. 1990, HUBER 1996). Ο γοβιός *K. caucasica* είναι είδος πολύ ευρύαλο που συναντάται σε λίμνες, εκβολές και λιμνοθάλασσες (π.χ. MILLER 1986, KEVREKIDIS et al. 1990), ενώ ο γοβιός *P. marmoratus* βρίσκεται σε παράκτια θαλάσσια περιβάλλοντα αλλά και σε υπόαλα και υπέραλα ύδατα (π.χ. MILLER 1986)· η ζαμπάρολα (*A. fasciatus*), που είναι απειλούμενο είδος εξαιτίας καταστροφής των ενδιαιτημάτων της (π.χ. HUBER 1996), συνήθως συναντάται σε μικρές υδατοσυλλογές των υπόαλων παράκτιων περιβαλλόντων (π.χ. τάφρους, τενάγη κ.ά.), ενώ η αθερίνα (*A. boyeri*) είναι πολύ ευρύαλο είδος που συνήθως βρίσκεται σε υπόαλα και σποραδικά σε άναλα ύδατα (WILDEKAMP et al. 1986).

Η ολική αφθονία των ειδών που συλλέχτηκαν με το γρίπο στη λιμνοθάλασσα Δράνα εμφάνισε υψηλότερη τιμή τον Αύγουστο του 1998 και χαμηλότερη τον Οκτώβριο του 1998, δηλαδή αμέσως μετά τη σύντομη περίοδο αποξήρανσης της λιμνοθάλασσας. Η συγκριτικώς υψηλή τιμή του Αυγούστου πιθανώς να οφείλεται στην είσοδο νεαρών ατόμων των επικρατούντων ειδών, δηλαδή του γοβιού *K. caucasica*, που αναπαράγεται από το τέλος της άνοιξης μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού (MILLER 1986, KEVREKIDIS et al. 1990) και του *A. fasciatus*, που αναπαράγεται κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι (HUBER 1996).

Ο αριθμός ειδών, ο ολικός αριθμός ατόμων και η ολική βιομάζα της ιχθυοπανίδας εμφάνισαν υψηλότερες τιμές στη λιμνοθάλασσα Λακί από ό,τι στην απομονωμένη από τη θάλασσα λιμνοθάλασσα Δράνα. Δώδεκα

ταξινομήματα οστεϊχθύων συλλέχτηκαν συνολικά και με τις δύο μεθόδους δειγματοληψίας στη λιμνοθάλασσα Λακί. Επτά ταξινομήματα συλλέχτηκαν με τη σύρση γρίπου· αυτά ήταν τα τέσσερα είδη των υπόαλων περιβαλλόντων που βρέθηκαν και στη λιμνοθάλασσα Δράνα (*K. caucasica*, *A. fasciatus*, *P. marmoratus*, *A. boyeri*) και επιπλέον το *Syngnathus acus*, που συναντάται τόσο σε εκβολικά όσο και σε παράκτια θαλάσσια περιβάλλοντα (π.χ. DAWSON 1986a, 1986b), νεαρά άτομα της οικογένειας Mugilidae, καθώς και το κουνουπόψαρο (*Gambusia affinis*), που βρίσκεται κυρίως σε άναλα αλλά και σε υπόαλα ύδατα (π.χ. PAGE & BURR 1991). Από τα είδη αυτά, τα *K. caucasica* και *A. fasciatus* βρέθηκαν σε όλες τις εποχικές δειγματοληψίες, ενώ τα υπόλοιπα σε τρεις, εκτός του *G. affinis* που βρέθηκε μόνο τον Αύγουστο. Η υψηλότερη ποικιλότητα και ολική αφθονία καταγράφηκαν τον Αύγουστο του 1998· στη συγκριτικά υψηλή τιμή της ολικής αφθονίας συνέβαλαν κυρίως τα *K. caucasica*, *P. marmoratus* και *A. fasciatus*, που αναπαράγονται κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι (π.χ. MILLER 1986, TORTONESE 1986, KEVREKIDIS et al. 1990, HUBER 1996).

Πέντε είδη συλλέχτηκαν με τη μέθοδο των βολκών στη λιμνοθάλασσα Λακί κατά τις εποχικές δειγματοληψίες. Από τα είδη αυτά, το *Zosterisessor ophiocephalus*, που συναντάται σε παράκτια θαλάσσια και υπόαλα περιβάλλοντα, σε λειμώνες της *Zostera* και σε ιλυώδη υποστρώματα (MILLER 1979), συλλέχτηκε όλες σχεδόν τις εποχές. Το καθένα από τα υπόλοιπα είδη βρέθηκε μόνο σε μια εποχική δειγματοληψία: το χέλι (*Anguilla anguilla*), το μυξινάρι (*Liza aurata*) και ο σπάρος (*Diplodus annularis*), που αναπαράγονται στη θάλασσα και περνούν μέρος της ζωής τους στα παράκτια υπόαλα περιβάλλοντα (THOMSON 1981, DEELDER 1984, BAUCHOT & HUREAU 1986, THOMSON 1990, MC CLEAVE et al. 1998), βρέθηκαν μόνο τον Οκτώβριο, ενώ η πεταλούδα (*Carassius auratus*), που είναι είδος των άναλων υδάτων (π.χ. KOTTELAT et al. 1993), συλλέχτηκε το Μάιο του 1998, όταν η αλατότητα είχε τιμή 4,0 psu.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας, δείχνουν να επιβεβαιώνουν τη διαπίστωση των GUELORGET & PERTHUISOT (1992), ότι δηλαδή η σύνθεση της ιχθυοπανίδας των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων εξαρτάται από το βαθμό «απομόνωσής» τους. Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς σε αυτά τα

περιβάλλοντα συναντώνται: (α) είδη τυπικά των υπόαλων περιβαλλόντων, που είναι λίγα, μικρού μεγέθους, έχουν μεγάλη αφθονία, σύντομη διάρκεια ζωής και ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους στα περιβάλλοντα αυτά, (β) είδη μετανάστες, που αναπαράγονται στη θάλασσα και περνούν μέρος του βιολογικού τους κύκλου στα παράκτια υπόαλα περιβάλλοντα και (γ) είδη συνήθως θαλάσσια, που ορισμένες φορές συναντώνται τυχαία στα υπόαλα περιβάλλοντα. Οι GUELORGET & PERTHUISOT (1992) αναφέρουν ότι στα τυπικά είδη των υπόαλων περιβαλλόντων της Μεσογείου ανήκουν μεταξύ άλλων και τα *A. boyeri*, *A. fasciatus*, *P. marmoratus* και *Syngnathus abaster*. Οι ίδιοι συγγραφείς σημειώνουν ότι στην κατηγορία των τυπικών μεταναστών περιλαμβάνονται οι κέφαλοι (Mugilidae), ορισμένα είδη σπάρων της οικογένειας Sparidae (*Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Pagellus mormyratus*), το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), η γλώσσα (*Solea vulgaris*) και το χέλι (*Anguilla anguilla*).

4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ

Ο ολικός αριθμός ατόμων της ορνιθοπανίδας παρουσίασε υψηλότερες τιμές τον Ιούλιο του 1999, τον Ιανουάριο του 2000 και το Μάρτιο–Απρίλιο του 2000 στη λιμνοθάλασσα Λακί και κατά την περίοδο Νοέμβριος 1999 – Φεβρουάριος 2000 στη λιμνοθάλασσα Δράνα. Στις υψηλές τιμές του Ιουλίου στη λιμνοθάλασσα Λακί συνέβαλαν κυρίως τρύγγες, σκαλίδρες και γλάροι, ενώ σε αυτές της περιόδου Μάρτιος–Απρίλιος 2000 μόνο σκαλίδρες· στις υψηλές τιμές του χειμώνα συνέβαλαν και στις δύο λιμνοθάλασσες κυρίως υδρόβια πτηνά. Τα είδη των γενών *Tringa* και *Calidris* εμφανίζουν τους πολυαριθμότερους πληθυσμούς παρυδάτιων στην εκβολική περιοχή του Έβρου· οι πληθυσμοί τους αυξάνονται κατά τη φθινοπωρινή και εαρινή μετανάστευση, κυρίως στο κατώτερο μέρος -στο οποίο εντάσσονται οι δύο περιοχές μελέτης- και στην παράκτια περιοχή (GOUTNER & KAZANTZIDIS 1989, 1992). Οι γλάροι εμφανίζουν υψηλότερους αριθμούς ατόμων κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση και την περίοδο αναπαραγωγής (Ιούνιος) ιδίως στην παράκτια περιοχή, ενώ οι πληθυσμοί των υδρόβιων αυξάνονται κατά τους χειμερινούς μήνες, οπότε και συγκεντρώνονται κυρίως στο κατώτερο μέρος της εκβολικής περιοχής του Έβρου (GOUTNER & KAZANTZIDIS 1989, 1992).

Η παρουσία όλων των ειδών, που παρατηρήθηκαν στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί και στο νότιο τμήμα της λιμνοθάλασσας Δράνα κατά την παρούσα μελέτη, έχει καταγραφεί στο παρελθόν στις λιμνοθάλασσες αυτές. Μεγαλύτερος αριθμός ειδών Υδροβατικών, Υδρόβιων, Παρυδάτιων, Γλαρόμορφων και Αρπακτικών έχει καταγραφεί στη λιμνοθάλασσα Δράνα (51 είδη) από ό,τι στο Λακί (37 είδη), γεγονός που ίσως δείχνει ότι περισσότερα είδη προτιμούν τη λιμνοθάλασσα Δράνα· όμως, σε αυτό ίσως να συμβάλλει και το γεγονός ότι περισσότερες μελέτες αναφέρονται με σαφήνεια στη λιμνοθάλασσα Δράνα από ό,τι στη λιμνοθάλασσα Λακί. Σύμφωνα με τους GOUTNER & KAZANTZIDIS (1989, 1992), σημαντικότερη ζώνη για τα υδροβατικά πτηνά είναι το κατώτερο μέρος της εκβολικής περιοχής του Έβρου και μικρότερης σημασίας η παράκτια περιοχή· για τα υδρόβια σημαντικότερη ζώνη είναι το κατώτερο μέρος, για τα αρπακτικά μικρότερη σημασία έχει η παράκτια ζώνη, ενώ τα

παρυδάτια προτιμούν σχεδόν εξίσου την παράκτια ζώνη και το κατώτερο μέρος της εκβολικής περιοχής. Όσον αφορά τα γλαρόμορφα, περισσότερα έχουν παρατηρηθεί στην παράκτια περιοχή, ενώ μικρότερη είναι η παρουσία τους στο άνω δέλτα (GOUTNER & KAZANTZIDIS 1989, 1992).

Η ανασκόπηση των καταλόγων της ορνιθοπανίδας των επτά λιμνοθαλάσσιων και εκβολικών περιοχών της χώρας μας που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar, εκτός της εκβολικής περιοχής του Έβρου, έδειξε ότι στους υγρότοπους αυτούς έχουν αναφερθεί συνολικά 124 είδη υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων και γλαρόμορφων πτηνών (ΒΑΡΕΛΑ κ.ά. 1986, ΒΟΛΙΩΤΗΣ κ.ά. 1986, ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ κ.ά. 1986, ΔΡΟΣΟΣ κ.ά. 1986, ΚΟΡΟΒΕΣΗ κ.ά. 1986, ΜΠΑΛΗ κ.ά. 1986, ΝΤΟΥΝΑΣ κ.ά. 1986). Ο αντίστοιχος αριθμός για την περιοχή του Έβρου είναι 128 είδη (Παράρτημα 6, BRITTON et al. 1978, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, κ.ά.). Από τα 124 είδη των επτά αυτών περιοχών (Λίμνη Μητρικού, Λίμνη Βιστονίδα, Δέλτα Νέστου, Δέλτα Αλιάκμονα–Λουδία–Αξιού, Αμβρακικός κόλπος, Λιμνοθάλασσα Μεσολόγγι, Λιμνοθάλασσα Κοτύχι), μόνον έξι (*Podiceps autitus*, *Bubulcus ibis*, *Egretta gularis*, *Melanita nigra*, *Porphyrio porphyrio*, *Calidris maritima*), δηλαδή το 4,8%, δεν έχει αναφερθεί στην εκβολική περιοχή του Έβρου. Τα είδη αυτά συναντώνται σπάνια στους ελληνικούς υγρότοπους (Β. ΓΚΟΥΤΝΕΡ, προσωπική επικοινωνία). Συγκεκριμένα, από τα 119 είδη που παρατηρήθηκαν στην περιοχή της λίμνης Μητρικού, 4 δεν έχουν καταγραφεί στην περιοχή του Έβρου, ενώ από τα 108 που παρατηρήθηκαν στην περιοχή της λίμνης Βιστονίδα–Πόρτο Λάγους, 1 δεν έχει βρεθεί στις εκβολές του Έβρου. Από τα 119 είδη που παρατηρήθηκαν στο Δέλτα του Νέστου, 4 δεν έχουν καταγραφεί στον Έβρο, ενώ από τα 100 είδη που παρατηρήθηκαν στο Δέλτα του Αλιάκμονα–Λουδία–Αξιού μόνον 1 δεν έχει καταγραφεί στις εκβολές του Έβρου. Από τα 77 είδη που παρατηρήθηκαν στον Αμβρακικό και τα 90 είδη που παρατηρήθηκαν στο Μεσολόγγι, μόνον 2 είδη και στις δύο περιπτώσεις δε βρέθηκαν στην εκβολική περιοχή του Έβρου· τέλος, όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν στη λιμνοθάλασσα Κοτύχι, έχουν καταγραφεί στις εκβολές του ποταμού Έβρου.

Από τα 148 είδη υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων και γλαρόμορφων πτηνών που παρατηρήθηκαν στο Camargue, Γαλλία (BOURLIERE et al. 1981), 25 είδη, δηλαδή το 16,9%, δεν καταγράφηκε στις εκβολές του Έβρου.

Ακόμη, από τα 96 είδη που παρατηρήθηκαν σε έξι υπόαλους ή υπέραλους υγρότοπους των Μεσογειακών ακτών της Αιγύπτου (λίμνες Maryut, Idku, Burullus, Manzala, Bardawil και El Malaha) κατά τη χειμερινή περίοδο των ετών 1978–1990 (MEININGER & ATTA 1994), 9 είδη, δηλαδή το 9,4%, δεν παρατηρήθηκαν στην εκβολική περιοχή του ποταμού Έβρου. Η απουσία των προαναφερθέντων ειδών από τις εκβολές του Έβρου οφείλεται σε ζωογεωγραφικούς λόγους (B. ΓΚΟΥΤΝΕΡ, προσωπική επικοινωνία).

Τέλος, όσον αφορά τα αρπακτικά πουλιά, όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν σε όλες τις παραπάνω περιοχές, έχουν αναφερθεί στην εκβολική περιοχή του Έβρου (BAUER & MULLER 1969, BRITTON et al. 1978, BOURLIERE et al. 1981, ΒΑΡΕΛΑ κ.ά. 1986, ΒΟΛΙΩΤΗΣ κ.ά. 1986, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ κ.ά. 1986, ΔΡΟΣΟΣ κ.ά. 1986, ΚΟΡΟΒΕΣΗ κ.ά. 1986, ΜΠΑΛΗ κ.ά. 1986, ΝΤΟΥΝΑΣ κ.ά. 1986, MEININGER & ATTA, 1994).

Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι υπάρχει μεγάλη ομοιότητα στη σύνθεση της орνιθοπανίδας των εκβολικών και λιμνοθαλάσσιων περιβαλλόντων της Μεσογείου. Ακόμη, φαίνεται ότι η орνιθοπανίδα της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου είναι σε μεγάλο βαθμό αντιπροσωπευτική της орνιθοπανίδας γενικά των περιβαλλόντων αυτών. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν διαφορές στη σχέση των διάφορων ειδών με τις περιοχές αυτές. Για παράδειγμα, όσον αφορά τους παράκτιους υγρότοπους της Ελλάδας που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar, ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*) έχει παρατηρηθεί να φωλιάζει και να διαχειμάζει στον Αμβρακικό κόλπο, να διέρχεται και να διαχειμάζει στο Δέλτα του Νέστου, στο Δέλτα του Αλιάκμονα–Λουδία–Αξιού, στις λιμνοθάλασσες Μητρικού, Βιστονίδα–Πόρτο Λάγους, Μεσολογίου και να διέρχεται από τις εκβολές του Έβρου (ΒΟΛΙΩΤΗΣ κ.ά. 1986, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ κ.ά. 1986, ΔΡΟΣΟΣ κ.ά. 1986, ΜΠΑΛΗ κ.ά. 1986, ΝΤΟΥΝΑΣ κ.ά. 1986). ο αργυροτσικινιάς (*Egretta alba*) έχει παρατηρηθεί να φωλιάζει, να διέρχεται και να διαχειμάζει στο Δέλτα Αλιάκμονα–Λουδία–Αξιού και τη λίμνη Μητρικού, να διέρχεται και να διαχειμάζει στον Αμβρακικό κόλπο και να

διαχειμάζει στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου, το Δέλτα του Νέστου, στη Βιστονίδα–Πόρτο Λάγος και στις εκβολές του Έβρου (ΒΑΡΕΛΑ κ.ά. 1986, ΒΟΛΙΩΤΗΣ κ.ά. 1986, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ κ.ά. 1986, ΔΡΟΣΟΣ κ.ά. 1986, ΜΠΑΛΗ κ.ά. 1986, ΝΤΟΥΝΑΣ κ.ά. 1986).

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

***ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΑΠΟ
ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΤΟΥ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ***

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στο γνωστικό πλαίσιο από το οποίο αντλείται το περιεχόμενο του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού, στις αρχές οργάνωσης και σχεδιασμού του, στη βασική μεθοδολογική προσέγγιση που προτείνεται για τη διδακτική του αξιοποίηση, καθώς και στα εργαλεία αξιολόγησης των γνώσεων των μαθητών.

1. ΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η οικολογική μελέτη των λιμνοθαλασσών Λακί και Δράνα της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου, καθώς και η σχετική διεθνής βιβλιογραφία αποτέλεσαν το απαραίτητο γνωστικό πλαίσιο για τη δημιουργία του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού.

2. ΑΡΧΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό επιλέχθηκε να προσανατολιστεί στην καλλιέργεια και των τριών διαστάσεων της ανθρώπινης προσωπικότητας, δηλαδή των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των στάσεων· η περιβαλλοντική αγωγή θεωρείται ότι δε μπορεί να πετύχει, αν χαρακτηρίζεται από κάποιου τύπου μονομέρεια ως προς τις παραπάνω διαστάσεις (π.χ. ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000).

Κύρια χαρακτηριστικά μιας Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης που προσανατολίζεται στην καλλιέργεια του τρίπτυχου γνώσεις – δεξιότητες – στάσεις θεωρούνται, μεταξύ άλλων, η «βιωματική» και η «επικοινωνιακή» μάθηση (π.χ. ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ & ΤΣΑΛΙΚΗ 1997, ΦΛΟΓΑΪΤΗ 1998, ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΡΦΙΑΤΗΣ 2003). Στη βιωματική μάθηση οι μαθητές εμπλέκονται άμεσα στην πραγματικότητα που μελετάται, τους παρέχονται

δηλαδή οι δυνατότητες να βιώσουν το ζήτημα ή το φαινόμενο που ερευνούν, με άλλα λόγια να το κάνουν μέρος της ζωής τους. Μόνον έτσι κατανοούνται βαθύτερα οι μελετούμενες έννοιες, τροποποιούνται οι δεξιότητες και επηρεάζονται οι αξίες και τα συναισθήματα για το περιβάλλον (π.χ. ΡΑΒΑΝΗΣ 2001, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002, ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΡΦΙΑΤΗΣ 2003).

Σύμφωνα με την Εποικοδομητική διδασκαλία ή Εποικοδομισμό, η γνώση δεν είναι απεικόνιση εξωτομικής πραγματικότητας και ανασύνθεση προκατασκευασμένων γνώσεων, αλλά αποτέλεσμα δημιουργικής και συμμετοχικής δράσης του υποκειμένου· το κάθε άτομο αμφισβητώντας τις προκατασκευασμένες, χωρίς τη συμμετοχή του ίδιου, γνώσεις κατασκευάζει την δική του προσωπική γνώση και ερμηνεύει με το δικό του τρόπο την πραγματικότητα, καθώς εξαρτάται από τις δικές του ιδέες και διανοητικές δομές (π.χ. DRIVER et al. 1998, ΚΟΚΚΟΤΑΣ 1998, ΚΡΙΒΑΣ 2004). Στον εποικοδομισμό κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες που έχουν οι μαθητές για τα διάφορα φαινόμενα, πριν ακόμη τα διδαχτούν στο σχολείο. Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών (εναλλακτικές ιδέες), είτε είναι σωστές είτε όχι, λειτουργούν ως νοητικές κατασκευές που χρησιμοποιούν τα παιδιά προκειμένου να ερμηνεύσουν καθημερινά φαινόμενα· μερικές από αυτές τις εναλλακτικές ιδέες είναι τόσο καλά εδραιωμένες μέσα τους, που πολλές φορές τείνουν να επανεμφανίζονται σε διάφορες καθημερινές λειτουργίες τους (π.χ. DRIVER et al. 1998, ΚΟΚΚΟΤΑΣ 1998). Στην εποικοδομητική μάθηση λαμβάνονται υπόψη ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών, όπως για παράδειγμα ότι ο συλλογισμός τους βασίζεται ως επί το πλείστον σε παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά, παίρνουν υπόψη τους περιορισμένες όψεις κάποιων φυσικών φαινομένων και όχι το σύνολο, εστιάζουν περισσότερο σε αλλαγές παρά σε σταθερές καταστάσεις, οι συλλογισμοί τους ακολουθούν κυρίως μία γραμμική αιτιακή ακολουθία, έχουν ενσωματωμένες κάποιες κυρίαρχες αντιλήψεις και εμφανίζουν στην πλειοψηφία τους εγωκεντρική και ανθρωποκεντρική άποψη (DRIVER et al. 1995, ΚΟΚΚΟΤΑΣ 1998). Ακόμη, λαμβάνεται υπόψη το ιδιαίτερο γνωστικό πλαίσιο που χαρακτηρίζει το μαθητή μιας ορισμένης ηλικίας (π.χ. DRIVER et al. 1998).

Για τις ανάγκες της σχεδίασης του εκπαιδευτικού υλικού έχουν ληφθεί υπόψη οι γνωστικές δυνατότητες που εμφανίζουν οι μαθητές κατά τις δύο τελευταίες κυρίως τάξεις του Δημοτικού Σχολείου. Σύμφωνα με τα εξελικτικά γνωστικά στάδια του Piaget, ο μαθητής σε αυτές τις ηλικίες (10–12 ετών) βρίσκεται προς το τέλος του σταδίου των συγκεκριμένων λογικών ενεργειών. Επιπλέον, ο μαθητής έχει ήδη εμφανίσει σημαντική πρόοδο στη μη εγωκεντρική επικοινωνία, καθώς λαμβάνει υπόψη του και τις απόψεις των υπολοίπων, με αποτέλεσμα η κοινωνική ενσωμάτωσή του και οι σχέσεις του με τους συνανθρώπους του να γίνονται σταδιακά όλο και περισσότερο σύνθετες, δηλαδή τείνουν να μοιάσουν με τις σχέσεις των ενηλίκων· έχει αποκτήσει την ικανότητα των λογικών ενεργειών, με άλλα λόγια αναπαριστά σωστά τις διάφορες καταστάσεις, είτε είναι στατικές είτε δυναμικές· ωστόσο, δε μπορεί να συνυπολογίζει ακόμη όλους τους πιθανούς συνδυασμούς ενός θέματος–προβλήματος και δεν αντιλαμβάνεται ακόμη τις πολύ αφηρημένες έννοιες (π.χ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ 1985, ΚΟΛΙΑΔΗΣ 1997, SIEGLER 2002). Τα προβλήματα της «διατήρησης» εννοιών, ως αποτέλεσμα ελλিপών νοητικών αναπαραστάσεων, ξεπερνιούνται με το τέλος αυτού του αναπτυξιακού σταδίου· για παράδειγμα, η «διατήρηση» των αριθμών, του μήκους, της μάζας, του χώρου, του βάρους και του όγκου εμφανίζεται με σταθερή διαδοχή. Εμφανίζεται ακόμη η ικανότητα της ταξινόμησης μέσω αδρής κατηγοριοποίησης και ιεράρχησης (π.χ. ΚΟΛΙΑΔΗΣ 1997, SIEGLER 2002). Δεν υπάρχουν ωστόσο ακόμη εκείνες οι νοητικές αναπαραστάσεις, που οδηγούν το μαθητή αυτού του σταδίου, να διατυπώνει εύκολα υποθέσεις και να αναπτύσσει έντονα την κριτική του ικανότητα· παρόλα αυτά αρχίζει, ιδιαίτερα προς το τέλος του σταδίου, να διαφαίνεται μια σχεδόν συστηματική προσέγγιση στην επίλυση κάποιων προβλημάτων (π.χ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ 1985, ΚΟΛΙΑΔΗΣ 1997, SIEGLER 2002).

Το εκπαιδευτικό υλικό επιλέχθηκε να έχει ηλεκτρονική μορφή (Συμπαγής Οπτικός Δίσκος – CD), εξαιτίας των δυνατοτήτων που αυτή προσφέρει στη δημιουργία δυναμικού και ελκυστικού περιβάλλοντος μάθησης. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι ένα σχετικά νέο εργαλείο, που όμως αποτελεί αναπόσπαστο μέρος κάθε σύγχρονης ανθρώπινης δραστηριότητας· τα παιδιά από μικρή ηλικία είναι σε θέση όχι μόνο να παίζουν, αλλά και να τον χρησιμοποιούν δημιουργικά (ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ 2003). Επιπλέον, ο υπολογιστής είναι ένα πολύ καλό εποπτικό

μέσο διδασκαλίας, καθώς μπορεί να προσφέρει στο χρήστη εικόνα, ήχο, κείμενο και ποικίλες άλλες διαδικασίες αλληλεπίδρασης (λογισμικό με πολυμεσικές δυνατότητες).

Η σχεδίαση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού είναι αναγκαίο να στηρίζεται σε σύγχρονες παιδαγωγικές αρχές, όπως αυτές προκύπτουν από τις νεώτερες γνωστικές θεωρίες (ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ 2003). Ακόμη, κατά το σχεδιασμό ενός πολυμεσικού εκπαιδευτικού λογισμικού λαμβάνονται υπόψη ο τρόπος σχεδίασης και παρουσίασής του. Έτσι, για να λειτουργεί το εκπαιδευτικό λογισμικό ως εργαλείο βέλτιστης διδασκαλίας, η σχεδίαση και ο τρόπος παρουσίασής του πρέπει να χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες βασικές ιδιότητες (π.χ. ΠΑΝΕΤΣΟΣ 2001, ΣΤΑΧΤΕΑΣ 2002): το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει να είναι:

- ◆ Διαδραστικό· να προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με αυτό ρυθμίζοντας το ρυθμό και το βαθμό της εμπλοκής του.
- ◆ Εξερευνησιμο· να παρέχει τη δυνατότητα διερεύνησης της πληροφορίας με απλό και γρήγορο τρόπο.
- ◆ Εμπλουτισμένο· να παρέχει ολοκληρωμένη πληροφόρηση με ποικίλους τρόπους παρουσίασης (κείμενο, φωτογραφικό υλικό, βίντεο κ.ά.).
- ◆ Οδηγούμενο· να βρίσκεται το περιεχόμενό του πάντα κάτω από τον έλεγχο του χρήστη.
- ◆ Αξιόπιστο· να δημιουργεί στο χρήστη όσο το δυνατό λιγότερα προβλήματα.
- ◆ Εύχρηστο· να απαιτεί ελάχιστο χρόνο εκμάθησης και μικρή προετοιμασία.
- ◆ Προσαρμόσιμο· να προσαρμόζεται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα και να δέχεται χειριστές με διαφορετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.
- ◆ Συντηρήσιμο· να μπορεί εύκολα και γρήγορα να γίνεται ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση λαθών και ατελειών του γνωστικού ή του σχεδιαστικού τμήματος του λογισμικού.

Επιπλέον, ο ΣΤΑΧΤΕΑΣ (2002) περιλαμβάνει στις προδιαγραφές ενός εκπαιδευτικού λογισμικού και ορισμένα άλλα χαρακτηριστικά, όπως για

παράδειγμα ευανάγνωστα κείμενα γραμμένα σε απλή και κατανοητή γλώσσα, ύπαρξη χάρτη περιεχομένων, αξιολόγησης και λεξικού όρων, δυνατότητα εκτύπωσης των πληροφοριών, παρουσίαση μόνο των απαραίτητων πληροφοριών, κ.ά.

Για την κατασκευή του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα Photoshop 8.0 της Adobe Systems, ενώ για τις ανάγκες του προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Director 10.0 της Macromedia.

3. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Οι διδακτικές στρατηγικές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό στην Π.Ε. και που προσανατολίζονται στην καλλιέργεια του τρίπτυχου «γνώσεις – δεξιότητες – στάσεις» είναι αρκετές. Όπως προκύπτει από την ελληνόγλωσση και ξενόγλωσση βιβλιογραφία (π.χ. JACOBSON 1984, JACOBSON 1985, SIMPSON et al. 1988, HUNGERFORD et al. 1994a, HUNGERFORD et al. 1994b, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ & ΤΣΑΛΙΚΗ 1997, DRIVER et al. 1998, ΖΑΒΛΑΝΟΣ 1998, ΚΟΚΚΟΤΑΣ 1998, ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000, ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΡΦΙΑΤΗΣ 2003) οι βασικότερες από τις στρατηγικές διδασκαλίας είναι η μέθοδος Επίλυσης προβλήματος, η μέθοδος Διεκπεραίωσης προγράμματος (Project), τα Περιβαλλοντικά μονοπάτια και η μέθοδος Field trip, όρου που καταρχήν μπορεί να αποδοθεί περιφραστικά ως «Μετακίνηση στο πεδίο».

Ως βασική διδακτική προσέγγιση στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό, επιλέχθηκε η «Μετακίνηση στο πεδίο» (Field trip). Η προσέγγιση αυτή θεωρείται ότι μπορεί να δώσει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα, καθώς και στον τομέα των δεξιοτήτων· ακόμη, περιλαμβάνεται στις κύριες στρατηγικές για τη διδασκαλία αξιών και θεωρείται υψηλής προτεραιότητας στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (π.χ. FALK & BALING 1982, CADUTO 1985, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ & ΤΣΑΛΙΚΗ 1997, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002). Η πεποίθηση ότι πολλά πράγματα μαθαίνονται καλύτερα με την εμπειρία που αποκτούν οι μαθητές από την τριβή τους μέσα στο ίδιο το περιβάλλον, αποκτά όλο και περισσότερους υποστηρικτές. Η προσέγγιση αυτή, ίσως είναι η μοναδική μέθοδος που μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον και να λειτουργήσει ως κίνητρο για μάθηση· ακόμη, θεωρείται ότι διευκολύνει τη συγκράτηση οικολογικών εννοιών, βελτιώνει τις ερευνητικές δεξιότητες, όπως της παρατήρησης, της μέτρησης, της αντίληψης και της αυτενέργειας και εντείνει την κοινωνικοποίηση των μαθητών (π.χ. ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ & ΤΣΑΛΙΚΗ 1997, ΖΑΒΛΑΝΟΣ 1998, ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000).

Η διδακτική προσέγγιση «Μετακίνηση στο πεδίο» περιλαμβάνει τρεις χρονικές ενότητες: (α) την προετοιμασία πριν τη μετάβαση στο πεδίο, (β) τις δραστηριότητες των μαθητών στο πεδίο και (γ) τις δραστηριότητές τους στη σχολική αίθουσα ή το εργαστήριο μετά την επιστροφή από το πεδίο. Περιγραφή διάφορων εκφράσεων αυτής της μεθόδου δίνεται από αρκετούς συγγραφείς (π.χ. HON 1969, AWKERMANN 1973a, SCHLENKER 1976a, 1976b, RASMUSSEN 1978a, 1978b, BUTZOW et al. 1980, FIELDING & MONIZ 1981, CATERINI 1982, FRIESEM 1989, ALEXANDER et al. 1992, FRIESEM 1994).

4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ως μία ανεξάρτητη διδακτική περιοχή περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και την αξιολόγηση. Σύμφωνα με τον ΚΑΣΣΩΤΑΚΗ (1998) η σχολική αξιολόγηση αναφέρεται στη διαδικασία ελέγχου της καταλληλότητας, της λειτουργίας ή της αποτελεσματικότητας όλων των παραγόντων της εκπαιδευτικής διαδικασίας, των προϊόντων της και των διασυνδέσεων του εκπαιδευτικού συστήματος με το ευρύτερο κοινωνικό και οικονομικό σύστημα. Η ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ (2001) αναφέρει ότι η αξιολόγηση είναι μια σειρά μεθοδευμένων ενεργειών και όχι ένα τυχαίο γεγονός· διέπεται από συγκεκριμένους σκοπούς, λαμβάνει υπόψη συγκεκριμένες μεταβλητές που απευθύνονται στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα, καθώς και στον τομέα των δεξιοτήτων και δομείται με συγκεκριμένο τρόπο προκειμένου να πληροί κριτήρια όπως εγκυρότητα, αξιοπιστία, διακριτικότητα, πρακτικότητα-οικονομία (π.χ. BENNETT 1984, ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000, ΡΑΠΤΗΣ 2000, ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ 2001).

Για τις ανάγκες της αξιολόγησης των γνώσεων των μαθητών επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό η διαμορφωτική αξιολόγηση· αυτή υλοποιείται κατά την πορεία της διδασκαλίας, όταν ακόμη διαμορφώνεται η γνώμη για τους μαθητές (ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ 2001).

Λαμβάνοντας υπόψη τη μορφή του εκπαιδευτικού υλικού (πολυμεσικό εκπαιδευτικό λογισμικό) επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν δύο από τις εφαρμογές αξιολόγησης, οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και το σταυρόλεξο, με δεδομένο ότι αφενός αποτελούν ελκυστικές μορφές δραστηριοτήτων για το μαθητή και αφετέρου καλύπτουν επαρκώς το σχετικώς μικρό σε έκταση γνωστικό περιεχόμενο κάθε ενότητας του λογισμικού. Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής είναι πρακτικές, αντικειμενικές καθώς αποκλείουν την υποκειμενικότητα του εξεταστή, περιορίζουν τον παράγοντα τύχη (ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ 2001) και επιπλέον είναι προσαρμόσιμες σε περιβάλλον πολυμεσικών εφαρμογών. Το σταυρόλεξο είναι ένα γλωσσικό παιχνίδι μέσω του οποίου με εύκολο, γρήγορο και συναρπαστικό τρόπο μπορούν να αξιολογηθούν οι γνώσεις των μαθητών

(ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ 2005)· είναι μία από τις πιο κοινές εφαρμογές αξιολόγησης στις προτάσεις εκπαιδευτικού υλικού με αντικείμενο θέματα της θαλάσσιας Βιολογίας και Οικολογίας (π.χ. HOWE 1984, ALLEN & McLAUGHLIN 1985, FRIESEM & LYNN 1989, FRIESEM 1994).

Η διαδραστικότητα που επιτυγχάνεται μέσα από την εφαρμογή των εργαλείων αξιολόγησης σε ένα πολυμεσικό περιβάλλον μετατρέπει σε θετική την παραδοσιακά αρνητική αντιμετώπιση της αξιολόγησης από τους μαθητές (π.χ. ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ 2003) και κατά συνέπεια συμβάλλει σε μια πιο επιτυχημένη και ολοκληρωμένη εκπαιδευτική διαδικασία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ «Η ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ»

Στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό δόθηκε ο τίτλος «Η Λιμνοθάλασσα». Το υλικό αυτό δίνεται σε μορφή Συμπαγούς Οπτικού Δίσκου (CD) στο Παράρτημα 7. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή της οργάνωσης του περιεχομένου και των βασικότερων σημείων του λογισμικού περιβάλλοντος του εκπαιδευτικού υλικού.

1. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

Το εκπαιδευτικό υλικό «Η Λιμνοθάλασσα» είναι οργανωμένο σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει πέντε ενότητες, οι τέσσερις από τις οποίες εισάγουν τους μαθητές στη δομή και λειτουργία του Μεσογειακού λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος, δίνοντας όμως μόνο τις απαραίτητες πληροφορίες και όρους.

Η πρώτη ενότητα με τίτλο «Το Οικοσύστημα» παρουσιάζει την έννοια του οικοσυστήματος. Η δεύτερη ενότητα με τίτλο «Ο Βιότοπος της Λιμνοθάλασσας» παρουσιάζει ορισμένα από τα βασικότερα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος («απομόνωση», μικρό βάθος, ευμετάβλητη θερμοκρασία και αλατότητα, υπόστρωμα από λεπτόκοκκα ιζήματα). Τόσο η πρώτη όσο και η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνουν φωτογραφίες και απεικονίσεις.

Στην τρίτη ενότητα με τίτλο «Οι Οργανισμοί της Λιμνοθάλασσας» καταρχάς παρουσιάζεται η διάκριση των θαλάσσιων οργανισμών σύμφωνα με τον τρόπο ζωής τους: πλαγκτό, νηκτό, βένθος. Στη συνέχεια δίνονται πληροφορίες για ορισμένους από τους πιο κοινούς μη μικροσκοπικούς

λιμνοθαλάσσιους οργανισμούς και παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να τους προσδιορίσουν σε επίπεδο γένους ή είδους. Παρουσιάζεται περιγραφή ορισμένων βασικών μορφολογικών χαρακτηριστικών των μακρόφυτων *Ruppia* spp., *Zostera noltii*, *Ulva rigida*, *Gracilaria bursa-pastoris*, του πολύχαιτου *Hediste diversicolor*, μαλακίων των γενών *Cerastoderma*, *Abra* και *Hydrobia*, αμφίποδων των γενών *Gammarus* και *Corophium*, του δεκάποδου *Carcinus aestuarii*, μικρών λιμνοθαλάσσιων οστεϊχθύων (γοβιοί, *Atherina boyeri*, *Arphanius fasciatus*) και εικοσιεννέα ειδών της ορνιθοπανίδας. Η περιγραφή των παραπάνω οργανισμών συνοδεύεται από πλούσιο φωτογραφικό υλικό και απεικονίσεις. Δίνονται ακόμη βασικές πληροφορίες για τη βιολογία και οικολογία των ειδών αυτών. Για τον προσδιορισμό οργανισμών που δεν περιγράφονται, είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση συμπληρωματικών πηγών· ωστόσο, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να εντάξουν οργανισμούς που δεν περιγράφονται στις ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες στις οποίες ανήκουν (π.χ. αγγειόσπερμα, μακροφύκη, δακτυλιοσκόληκες, δίθυρα μαλάκια κτλ).

Στην τέταρτη ενότητα του πρώτου μέρους του εκπαιδευτικού υλικού με τίτλο «Το Τροφικό Πλέγμα της Λιμνοθάλασσας» παρουσιάζονται οι έννοιες της τροφικής αλυσίδας και του τροφικού πλέγματος, περιγράφεται μια απλουστευμένη τροφική αλυσίδα και απλουστευμένο το τροφικό πλέγμα του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος. Η ενότητα περιλαμβάνει απεικονίσεις και σχεδιαγράμματα.

Στην τελευταία ενότητα του πρώτου μέρους με τίτλο «Εξοπλισμός Δειγματοληψίας και Παρατήρησης», που απευθύνεται τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς, δίνεται περιγραφή και ο τρόπος χρήσης οργάνων μέτρησης φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του ύδατος (ηλεκτρονικό θερμόμετρο – αλατόμετρο, δίσκος Σέχι), δειγματοληψίας των μακρόφυτων, του μακροζωοβένθους και των μικρών μόνιμων εκβολικών οστεϊχθύων (κυλινδρικός δειγματολήπτης, πλαίσιο, απόχη, κόσκινο), εργαστηριακής παρατήρησης των οργανισμών (στερεοσκόπιο, μεγεθυντικοί φακοί) και παρατήρησης της ορνιθοπανίδας (κιάλια, τηλεσκόπιο, φωτογραφική μηχανή).

Κάθε ενότητα καταλήγει σε έναν ανακεφαλαιωτικό περιληπτικό αυτοέλεγχο γνώσης, που περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και

σταυρόλεξα και που επιτρέπει στους μαθητές να διαπιστώσουν κατά πόσο κατανόησαν τις πιο σημαντικές πληροφορίες. Το περιβάλλον διεπαφής του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού γίνεται ακόμη πιο ισχυρό μέσα από τη διαδραστικότητα που έχει ο μαθητής-χρήστης με αυτό, επιδιώκοντας τη συναρμολόγηση μιας πληθώρας φωτογραφιών και απεικονίσεων (παζλ). Όροι-κλειδιά και άγνωστες έννοιες τονίζονται με διαφορετικό χρώμα στα κείμενα του πρώτου μέρους και ορίζονται στο «Γλωσσάριο»· αυτό δίνει ορισμούς και συχνά παραπέμπει σε άλλους όρους που επίσης ορίζονται στο γλωσσάριο.

Το δεύτερο μέρος του εκπαιδευτικού υλικού «Η Λιμνοθάλασσα» περιλαμβάνει την ενότητα με τίτλο «Μετακίνηση στο πεδίο» που απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς. Στην ενότητα αυτή δίνονται οι γενικοί αντικειμενικοί σκοποί, οι ειδικοί αντικειμενικοί στόχοι του υλικού, καθώς και οδηγίες για την προετοιμασία των μαθητών, για την οργάνωση της μετακίνησής τους στο πεδίο, για τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από τους μαθητές στο πεδίο, καθώς και για τις δραστηριότητες μετά την επιστροφή τους στη σχολική αίθουσα–εργαστήριο (επεξεργασία των δειγμάτων, ανάλυση των δεδομένων, συγγραφή έκθεσης κ.ά.). Όλες οι παραπάνω πληροφορίες δίνονται σε εκτυπώσιμη μορφή.

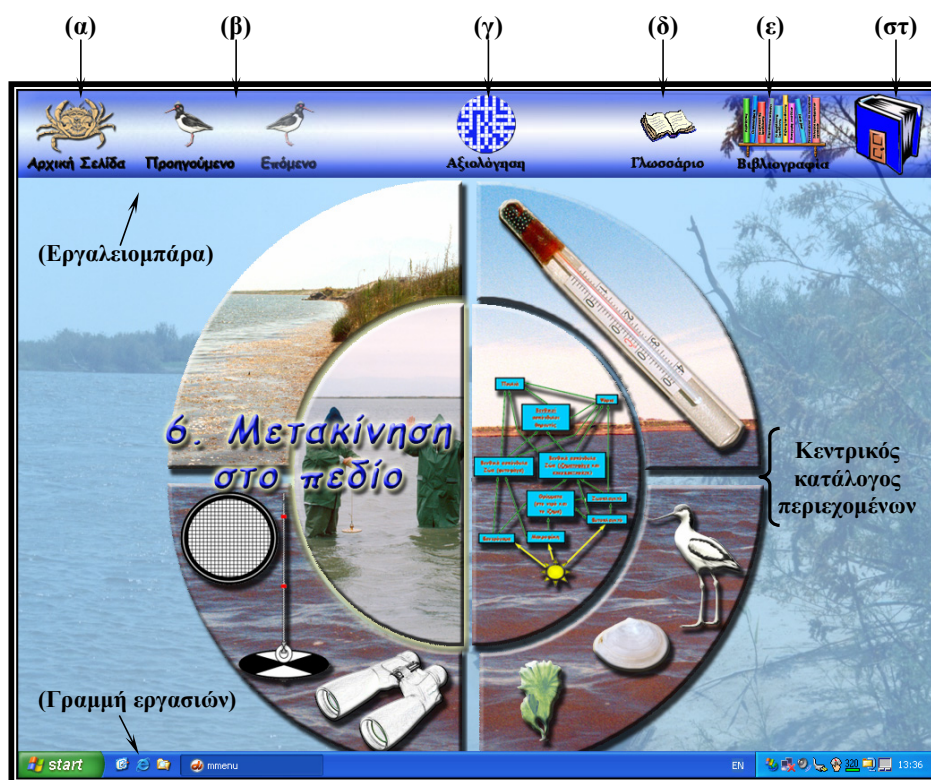
Η ενότητα αυτή συνοδεύεται από τον «Κατάλογο των Υλικών», που περιλαμβάνει το σύνολο των οργάνων και υλικών που χρησιμοποιούνται στο πεδίο, τον «Κατάλογο των Δραστηριοτήτων», που περιλαμβάνει βήμα προς βήμα όλες τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο πεδίο (παρατήρηση ορνιθοπανίδας, μέτρηση φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του ύδατος, δειγματοληψία μακρόφυτων και μακροβενθικών ασπόνδυλων ζώων, αποθήκευση δειγμάτων κτλ) και έναν κατάλογο που περιλαμβάνει «Κανόνες Ασφάλειας και Προστασίας». Επιπλέον, στην ενότητα αυτή δίνονται Φύλλα Εργασίας που χρησιμοποιούνται από τους μαθητές κατά την επίσκεψη στο πεδίο («Δελτίο Δειγματοληψίας», «Καταγράφω τα πουλιά») και την εργαστηριακή επεξεργασία («Προσδιορίζω και μετρώ τα Βενθικά ασπόνδυλα ζώα», «Προσδιορίζω τα Μακρόφυτα»), καθώς και οδηγίες για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων· ακόμη, δίνονται οδηγίες για τη συγγραφή από τους μαθητές μιας έκθεσης με δομή επιστημονικής εργασίας. Τα φύλλα εργασίας που

χρησιμοποιούνται κατά την εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων είναι κατά τέτοιον τρόπο διαμορφωμένα, ώστε οι μαθητές, με βάση τις πληροφορίες που δίνονται στην ενότητα «Οι Οργανισμοί της Λιμνοθάλασσας», να καθοδηγούνται στη διάκριση των οργανισμών που συνέλεξαν στο πεδίο.

Τέλος, δίνεται ένας σύντομος κατάλογος βιβλίων, άρθρων και ηλεκτρονικών διευθύνσεων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς, ώστε να ενημερωθούν επάνω σε θέματα θαλάσσιας Βιολογίας και Οικολογίας, δομής και λειτουργίας του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος, καθώς και σε θέματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και σχεδιασμού διδασκαλίας. Στον κατάλογο αυτόν περιλαμβάνονται ακόμη βιβλία και ηλεκτρονικές διευθύνσεις που παρέχουν περισσότερες πληροφορίες από το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό για τη διάκριση και τη βιολογία οργανισμών που συναντώνται στις λιμνοθάλασσες. Επιδίωξη ήταν ο κατάλογος να περιλαμβάνει ελληνόγλωσσες πηγές που είναι προσιτές σε εκπαιδευτικούς με περιορισμένο υπόβαθρο γνώσεων όσον αφορά την Οικολογία και γενικά τις Φυσικές Επιστήμες· ωστόσο, η έλλειψη ελληνόγλωσσας βιβλιογραφίας για αρκετά από τα παραπάνω θέματα μας υποχρέωσε να συμπεριλάβουμε και ξενόγλωσσες πηγές.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η αρχική οθόνη του εκπαιδευτικού λογισμικού περιλαμβάνει τον κεντρικό κατάλογο των περιεχομένων του (menu), δηλαδή τις έξι επιμέρους ενότητες του (Εικ. 52). Τα περιεχόμενα παρουσιάζονται με τη μορφή φωτογραφιών ή απεικονίσεων που είναι τοποθετημένες σε δύο ομόκεντρους κύκλους. Κάθε φορά που ο δείκτης (cursor), που έχει μορφή γαστερόποδου μαλακίου, τοποθετείται πάνω σε μια φωτογραφία ή απεικόνιση, τότε αυτή φωτίζεται και εμφανίζεται ο τίτλος της συγκεκριμένης ενότητας.



Εικόνα 52. Άποψη της αρχικής οθόνης του εκπαιδευτικού λογισμικού που περιλαμβάνει τον κεντρικό κατάλογο των περιεχομένων του. Η επεξήγηση των συμβόλων δίνεται στο κείμενο.

Figure 52. View of the initial screen of the educational software containing the main menu. Explanation of symbols is given in the text.

Στο πάνω μέρος της οθόνης και σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής, υπάρχει μία εργαλειομπάρα (Toolbar), στην οποία περιέχεται μια σειρά από εικονογραφικά σύμβολα (κουμπιά) που αντιστοιχούν στις εξής εντολές:

(α) το σύμβολο για την αρχική οθόνη που έχει τη μορφή ενός βενθικού δεκάποδου· χρησιμοποιείται από το χρήστη κάθε φορά που επιθυμεί να επιστρέψει στην αρχική εικόνα ανεξάρτητα από το σημείο της εφαρμογής στο οποίο βρίσκεται.

(β) τα σύμβολα για τη μετάβαση στο επόμενο ή προηγούμενο στάδιο· έχουν τη μορφή στρειδοφάγου, ο οποίος είναι προσανατολισμένος προς τα δεξιά ή αριστερά, αντίστοιχα.

(γ) το σύμβολο που οδηγεί το χρήστη στα εργαλεία αυτοαξιολόγησης της γνώσης (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σταυρόλεξα) της ενότητας στην οποία πλοηγείται.

(δ) το σύμβολο που οδηγεί το χρήστη στο γλωσσάριο· οι όροι που περιλαμβάνονται στο γλωσσάριο εμφανίζονται στα κείμενα με μπλε χρώμα.

(ε) το σύμβολο που παραπέμπει το χρήστη στις βιβλιογραφικές πηγές.

(στ) το σύμβολο που οδηγεί το χρήστη στην έξοδο από το λογισμικό.

Ακόμη, στο κάτω μέρος της οθόνης παρουσιάζεται μόνιμα η γραμμή εργασιών (TaskBar) του λειτουργικού περιβάλλοντος των Windows, έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα και άλλες εφαρμογές του συστήματος, πέρα από το εκπαιδευτικό λογισμικό.

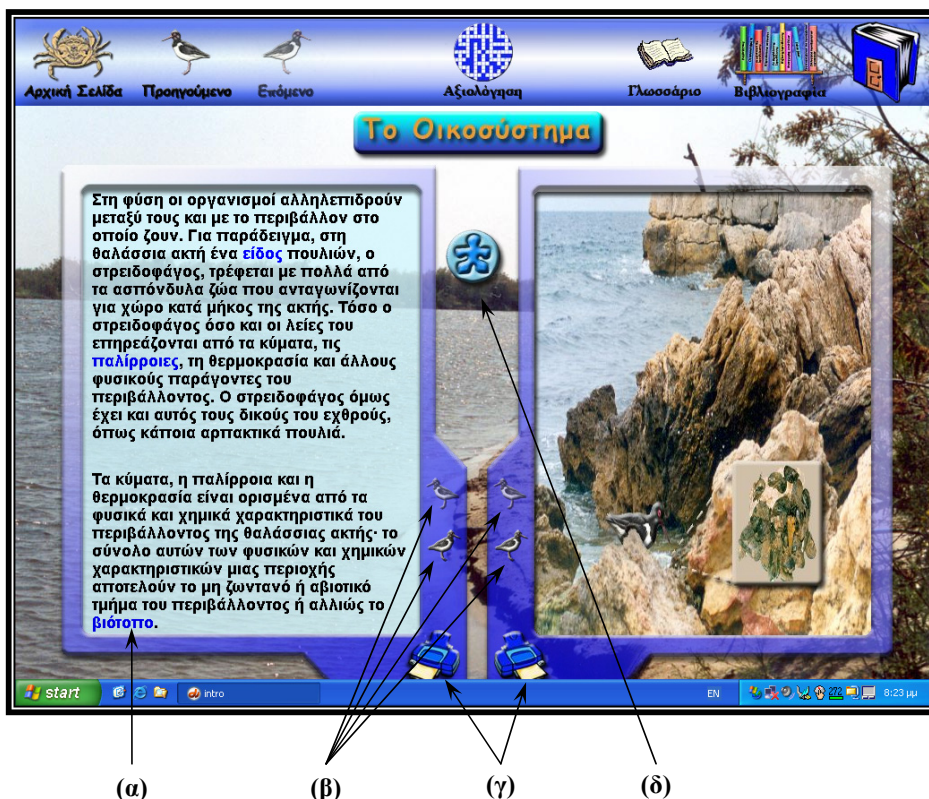
Στην Εικόνα 53 δίνεται η οθόνη της ενότητας του εκπαιδευτικού υλικού με τίτλο «Το Οικοσύστημα», στην οποία εμφανίζονται κείμενο και μια σειρά από φωτογραφίες και απεικονίσεις. Στην οθόνη αυτής της ενότητας, όπως και σε κάθε μιας άλλης ενότητας, εμφανίζονται τα παρακάτω κουμπιά:

(α) με μπλε χρώμα μέσα στο κείμενο παρουσιάζονται οι λέξεις που η ερμηνεία τους περιλαμβάνεται στο γλωσσάριο.

(β) το κουμπί για τη εμφάνιση του επόμενου ή προηγούμενου μέρους του κειμένου, καθώς και της επόμενης ή προηγούμενης φωτογραφίας ή απεικόνισης.

(γ) το κουμπί για την εκτύπωση του κειμένου, των φωτογραφιών και των απεικονίσεων.

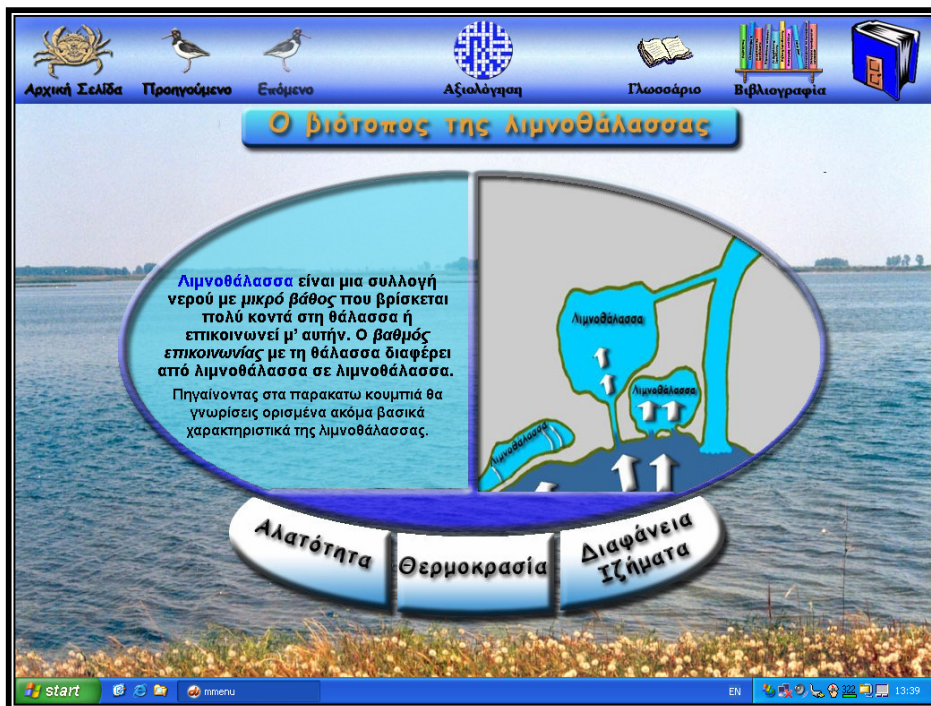
(δ) το κουμπί με το οποίο ο χρήστης επιδιώκει τη συναρμολόγηση φωτογραφιών ή απεικονίσεων (παζλ).



Εικόνα 53. Άποψη της οθόνης της πρώτης ενότητας με τίτλο «Το Οικοσύστημα». Η επεξήγηση των συμβόλων δίνεται στο κείμενο.

Figure 53. Screen view of the first unit entitled “The Ecosystem”. Explanation of symbols is given in the text.

Στην κεντρική οθόνη της ενότητας με τίτλο «Ο βιότοπος της Λιμνοθάλασσας» εμφανίζεται εισαγωγικό κείμενο και μία σχετική απεικόνιση, ενώ ακόμη δίνονται τρία κουμπιά που οδηγούν το χρήστη σε τρεις υποενότητες (Εικ. 54). Η οθόνη κάθε μιας υποενότητας είναι παρόμοια με αυτήν της Εικόνας 53.



Εικόνα 54. Άποψη της κεντρικής οθόνης της δεύτερης ενότητας με τίτλο «Ο βιότοπος της Λιμνοθάλασσας».

Figure 54. View of the main screen of the second unit entitled “The Lagoon biotope”.

Στην Εικόνα 55 δίνεται η κεντρική οθόνη της ενότητας με τίτλο «Οι Οργανισμοί της Λιμνοθάλασσας», στην οποία εμφανίζεται εισαγωγικό κείμενο

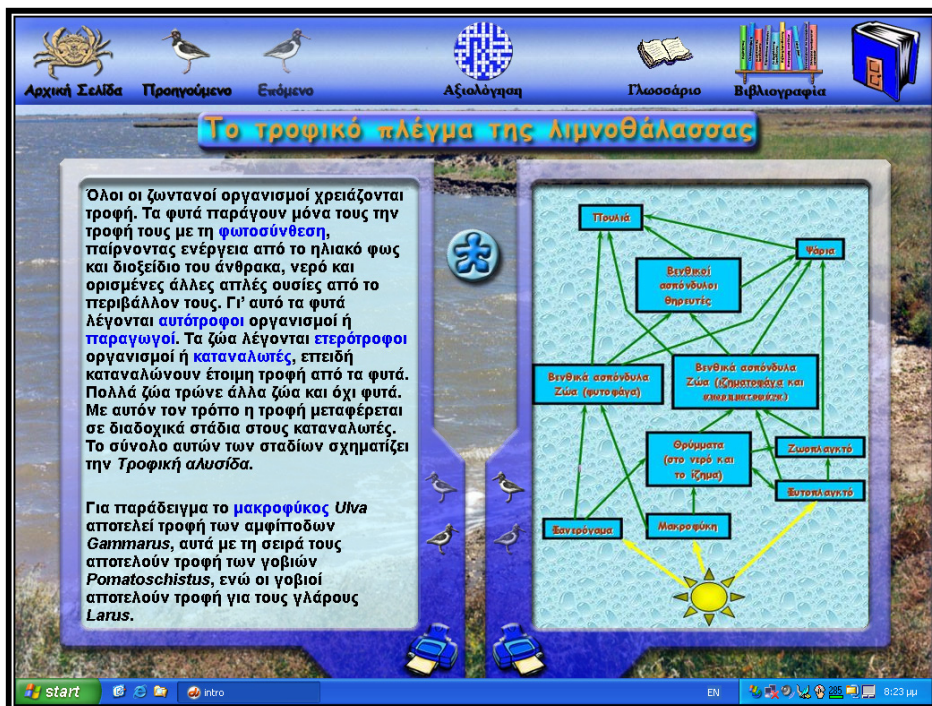
και τέσσερα κουμπιά που οδηγούν σε επιμέρους υποενότητες, κάθε μία από τις οποίες αφορά μια κατηγορία οργανισμών του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος (μακρόφυτα, βενθικά ασπόνδυλα ζώα, ψάρια, πουλιά). Σε κάθε κουμπί υπάρχει η απεικόνιση αντιπροσωπευτικού οργανισμού της αντίστοιχης κατηγορίας. Σε κάθε μία από τις επιμέρους υποενότητες εμφανίζεται κείμενο και πληθώρα φωτογραφιών και απεικονίσεων.



Εικόνα 55. Άποψη της κεντρικής οθόνης της τρίτης ενότητας με τίτλο «Οι Οργανισμοί της Λιμνοθάλασσας».

Figure 55. View of the main screen of the third unit entitled “The Lagoon Organisms”.

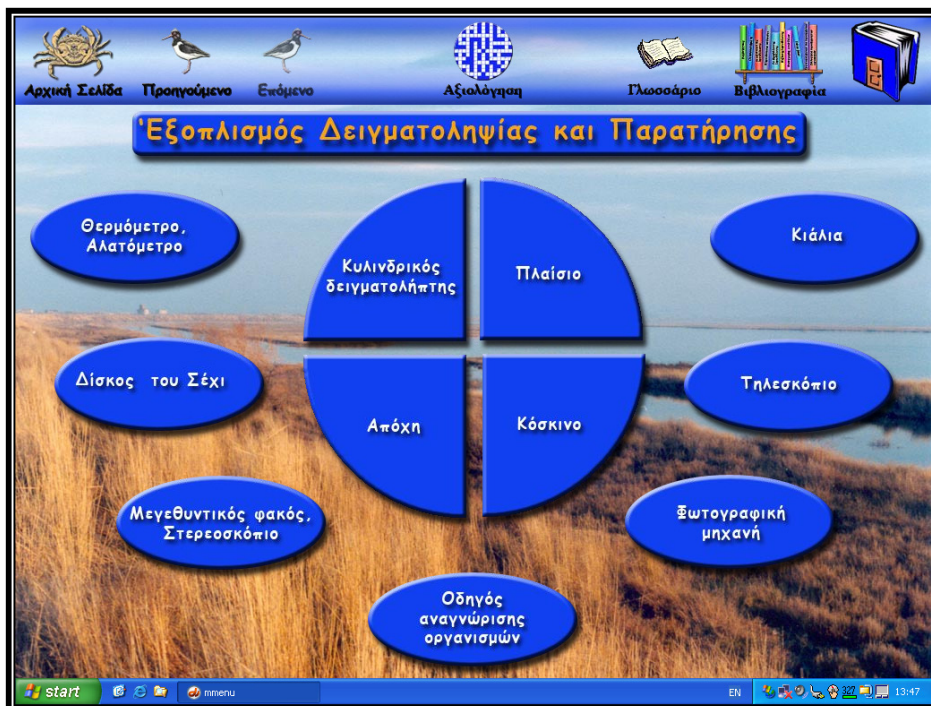
Η οθόνη της ενότητας με τίτλο «Το τροφικό πλέγμα της λιμνοθάλασσας» είναι απλή, καθώς δεν οδηγεί σε επιμέρους υποενότητες· υπάρχει κείμενο που συνοδεύεται από μια σειρά απεικονίσεων (Εικ. 56).



Εικόνα 56. Άποψη της οθόνης της τέταρτης ενότητας με τίτλο «Το τροφικό πλέγμα της λιμνοθάλασσας».

Figure 56. Screen view of the fourth unit entitled “Lagoon food web”.

Στην Εικόνα 57 δίνεται η κεντρική οθόνη της ενότητας με τίτλο «Εξοπλισμός Δειγματοληψίας και Παρατήρησης»· σ’ αυτήν εμφανίζονται κουμπιά, κάθε ένα από τα οποία οδηγεί σε μία υποενότητα στην οποία, με τη βοήθεια κειμένων, φωτογραφιών και απεικονίσεων, δίνεται περιγραφή και ο τρόπος χρήσης των οργάνων. Η οθόνη κάθε μιας υποενότητας είναι παρόμοια με εκείνη της Εικόνας 53· επιπλέον όμως, υπάρχει κουμπί που οδηγεί στην προβολή σχετικών ολιγόλεπτων βιντεοταινιών.



Εικόνα 57. Άποψη της κεντρικής οθόνης της πέμπτης ενότητας με τίτλο «Εξοπλισμός Δειγματοληψίας και Παρατήρησης».

Figure 57. View of the main screen of the fifth unit entitled “Sampling and Observation Equipment”.

Στην κεντρική οθόνη της ενότητας με τίτλο «Μετακίνηση στο πεδίο» εμφανίζεται εισαγωγικό κείμενο που καταλήγει σε τρεις επιμέρους προτάσεις (α, β και γ), οι οποίες έχουν την μορφή κουμπιών· τα κουμπιά αυτά οδηγούν το χρήστη σε τρεις υποενότητες (Εικ. 58). Σε κάθε μία υποενότητα υπάρχουν κουμπιά που οδηγούν το χρήστη σε διάφορους βοηθητικούς καταλόγους και φύλλα εργασίας.



Εικόνα 58. Άποψη της κεντρικής οθόνης της έκτης ενότητας με τίτλο «Μετακίνηση στο πεδίο».

Figure 58. View of the main screen of the sixth unit entitled “Field trip”.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το εκπαιδευτικό υλικό με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα» αξιοποιεί στοιχεία της δομής και λειτουργίας του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος στην εκπαίδευση. Το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου, καθώς το περιεχόμενό του είναι σχετικό με τα θέματα που, σύμφωνα με τη σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Παιδείας (Γ2/4867/28-8-92), καλύπτει η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και συνιστούν αντικείμενο των Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000)

Προσπάθειες που οδήγησαν στην παραγωγή ανάλογων προτάσεων εκπαιδευτικού υλικού και που αφορούν οικοσυστήματα υπόαλων υδάτων έχουν γίνει και στο παρελθόν. Οι περισσότερες από τις προτάσεις αυτές απευθύνονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (π.χ. AWKERMANN 1973b, FORTNER & MISCHLER 1980, FRIESEM & LYNN 1989, ALEXANDER et al. 1992). υπάρχουν όμως και προτάσεις που απευθύνονται είτε αποκλειστικά στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (FRIESEM 1994), είτε ταυτόχρονα στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού και τις πρώτες τάξεις του Γυμνασίου (π.χ. ANONYMOUS 1974). Ωστόσο, αυτές οι προτάσεις εκπαιδευτικού υλικού αφορούν κυρίως οικοσυστήματα των υπόαλων υδάτων της Βόρειας Αμερικής (π.χ. εκβολές, αλοέλη) που διαφέρουν σημαντικά από τα αντίστοιχα της Μεσογείου. Στις περισσότερες από αυτές τις προτάσεις η αναφορά στα οικοσυστήματα των υπόαλων υδάτων αποτελεί μια από τις πολλές ενότητες του εκπαιδευτικού υλικού· οι υπόλοιπες ενότητες αφορούν συνήθως άλλους τύπους υδάτινων οικοσυστημάτων (π.χ. RASMUSSEN 1978a, 1978b, SOLOMON 1983, IRBY et al. 1984, HAWKINS & MURAKAMI 1986). Υπάρχουν όμως και ορισμένες εκπαιδευτικές προτάσεις που έχουν ως αποκλειστικό αντικείμενο τα υπόαλα περιβάλλοντα (π.χ. AWKERMANN 1973b, FORTNER & MISCHLER 1980, FRIESEM & LYNN 1989, ALEXANDER et al. 1992, FRIESEM 1994).

Στόχος του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού δεν είναι μόνο να κατανοήσουν οι μαθητές τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, αλλά και να αναπτύξουν φιλικές προς το φυσικό περιβάλλον αντιλήψεις. Ο στόχος αυτός επιδιώκεται να επιτευχθεί με τις στρατηγικές της «μάθησης μέσα από τη δράση» και της «συμβάλλουσας εκπαίδευσης (CADUTO 1985, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002)· οι στρατηγικές αυτές ίσως είναι χρήσιμο να συμπληρωθούν με ανάλυση ή αποσαφήνιση αξιών από τον εκπαιδευτικό κατά την υλοποίηση του υλικού (ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002). Στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό δε συμπεριλήφθηκε ενότητα με θέμα τη χρηστική για τον άνθρωπο αξία των λιμνοθαλασσών, καθώς σκοπός του υλικού αυτού είναι, μεταξύ άλλων, η ανάπτυξη μιας οικοκεντρικής αντίληψης, δηλαδή αντίληψης που να θεωρεί ότι και τα μη ανθρώπινα όντα και αντικείμενα έχουν εγγενή (έμφυτη) αξία και όχι μόνο αξία χρήσης από τον άνθρωπο (ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002). Ακόμη, στο προτεινόμενο υλικό δε συμπεριλήφθηκε ενότητα με θέμα την υποβάθμιση του λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την ευθύνη των ανθρώπινων κοινωνιών για την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος συνολικά. Η σκοπιμότητα της ένταξης μιας σχετικής ενότητας μπορεί να εξεταστεί διεξοδικά στο μέλλον. Οι σχετικές εκπαιδευτικές προτάσεις, που απευθύνονται σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, συνήθως εστιάζουν κυρίως στη λειτουργία των υπόαλων οικοσυστημάτων (π.χ. HOWE 1984, FRIESEM 1994), ίσως επειδή είναι δύσκολο οι μαθητές μικρών ηλικιών να κατανοήσουν την έννοια του προβλήματος, αν δεν έχουν ήδη προηγουμένως γνωρίσει το μη διαταραγμένο φυσικό περιβάλλον (π.χ. ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ & ΟΥΖΟΥΝΗΣ 2000). Αντιθέτως, στους στόχους αρκετών σχετικών εκπαιδευτικών προτάσεων που απευθύνονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση περιλαμβάνεται η κατανόηση τόσο της χρηστικής αξίας όσο και των ανθρωπογενών αλλοιώσεων των υπόαλων περιβαλλόντων, ακόμη και η απόκτηση δεξιοτήτων για την αποκατάσταση και προστασία τους (π.χ. AWKERMANN 1973b).

Το εκπαιδευτικό υλικό με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα» έχει ηλεκτρονική μορφή, επιδιώκοντας έτσι να αποτελέσει ένα δυναμικό περιβάλλον μάθησης (π.χ. ΣΤΑΧΤΕΑΣ 2002, ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ 2003). Από όσο μπορούμε να γνωρίζουμε, ελάχιστες εκπαιδευτικές προτάσεις που αφορούν υδάτινα οικοσυστήματα και απευθύνονται στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχουν

πολυμεσική μορφή· στην εκπαιδευτική βάση δεδομένων ERIC περιέχονται δύο προτάσεις σχετικού εκπαιδευτικού λογισμικού, η μία από τις οποίες απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (HARDING et al. 1999) και η άλλη σε μαθητές δημοτικού σχολείου με προβλήματα ακοής (KLINGBORG & CARDINALLI 2001).

Το πρώτο μέρος του εκπαιδευτικού υλικού με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα» απευθύνεται στους μαθητές, ενώ το δεύτερο μέρος στον εκπαιδευτικό. Ορισμένες από τις εκπαιδευτικές προτάσεις που αφορούν υπόαλα περιβάλλοντα περιλαμβάνουν δύο διακριτά μέρη, το ένα από τα οποία απευθύνεται στον εκπαιδευτικό και το άλλο στο μαθητή (π.χ. FORTNER & MISCHLER 1980), ενώ οι περισσότερες απευθύνονται είτε στον εκπαιδευτικό (π.χ. RASMUSSEN 1978a, MUNSON & OSIS 1984, FRIESEM 1994), είτε στο μαθητή (π.χ. IRBY et al. 1984, FRIESEM & LYNN 1989).

Η μέθοδος «Μετακίνηση στο πεδίο», που θεωρείται ότι μπορεί να δώσει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα, καθώς και στον τομέα των δεξιοτήτων και που περιλαμβάνεται στις κύριες στρατηγικές για τη διδασκαλία αξιών (π.χ. FALK & BALING 1982, CADUTO 1985, ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ 2002), είναι η βασική μεθοδολογική προσέγγιση που χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία του περιεχομένου του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού. Διάφορες εκφράσεις αυτής της μεθόδου αποτελούν τη βασική διδακτική προσέγγιση των περισσότερων εκπαιδευτικών προτάσεων που αφορούν υπόαλα περιβάλλοντα, είτε αυτές απευθύνονται στην πρωτοβάθμια, είτε στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (π.χ. FRIESEM & LYNN 1989, ALEXANDER et al. 1992, FRIESEM 1994).

Στις δραστηριότητες που περιέχει το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό κατά την επίσκεψη στο πεδίο περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων μετρήσεις φυσικών και χημικών παραμέτρων του ύδατος και συλλογή δειγμάτων οργανισμών· παρόμοιες δραστηριότητες περιλαμβάνονται και σε άλλες προτάσεις σχετικού εκπαιδευτικού υλικού που απευθύνονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (π.χ. RASMUSSEN 1978a, ALLEN & McLAUGHLIN 1985, GRANT & DRAXLER 1989). Το εκπαιδευτικό μας υλικό μπορεί να εμπλουτιστεί κατά την υλοποίησή του από τον εκπαιδευτικό με μια ποικιλία άλλων δραστηριοτήτων,

που μπορούν να έχουν διεπιστημονικό χαρακτήρα. Η FRIESEM (1994) στο εκπαιδευτικό της υλικό με τίτλο «Padilla Bay, the estuary guide, Level 1», που απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, περιλαμβάνει μια σειρά από δραστηριότητες με τις οποίες ασχολούνται οι μαθητές πριν και μετά την επίσκεψη στο πεδίο, όπως για παράδειγμα κατασκευές, γλωσσικά παιχνίδια, παιχνίδια ρόλων και ανοικτού χώρου, πείραμα για να κατανοήσουν οι μαθητές τη διαφορά του «γλυκού» και του «αλμυρού» ύδατος, τραγούδια, ανάγνωση και συγγραφή σχετικών ιστοριών και ποιημάτων, ιστορίες από τη σκοπιά των οργανισμών, καταγραφή των χρηστικών αξιών των εκβολών, αποστολή επιστολής σε τοπικές αρχές κ.ά. Στην εκπαιδευτική της πρόταση η FRIESEM (1994) περιλαμβάνει ακόμη και μια επίσκεψη των μαθητών σε ένα κέντρο ενημέρωσης, όπου παρακολουθούν σχετικές ιστορίες, θεατρικές παραστάσεις, προβολή ταινιών και περιηγούνται σε χώρους με εκθέματα, ενυδρεία κ.ά.

Στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνεται ένα γλωσσάριο και ένας σύντομος κατάλογος πηγών· από τις πηγές αυτές ο εκπαιδευτικός μπορεί να αντλήσει το απαραίτητο γνωστικό πλαίσιο, αλλά και περισσότερες πληροφορίες από αυτές που δίνονται στο υλικό για οργανισμούς και φυσικο-χημικά χαρακτηριστικά του λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος. Γλωσσάριο και κατάλογος πηγών για περισσότερη πληροφόρηση δίνονται σε πολλές από τις εκπαιδευτικές προτάσεις που αφορούν υπόαλα περιβάλλοντα· οι πηγές αυτές μπορεί να είναι βιβλία με ποικίλα, αλλά σχετικά αντικείμενα (π.χ. οικολογία, ιστορία, λογοτεχνία, τέχνη), οδηγοί μετακίνησης στο πεδίο (χάρτες, πληροφορίες για ξενοδοχειακές μονάδες κ.ά.), διευθύνσεις φορέων και μη κυβερνητικών οργανώσεων που εμπλέκονται στην προστασία του περιβάλλοντος κ.ά· οι πηγές αυτές απευθύνονται είτε στον εκπαιδευτικό, είτε στο μαθητή, είτε και στους δύο (π.χ. RASMUSSEN 1978a, FRIESEM & LYNN 1989, ALEXANDER et al. 1992, FRIESEM 1994).

Στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνεται διαμορφωτική αξιολόγηση των γνώσεων του μαθητή με τη χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ενός γλωσσικού παιχνιδιού (σταυρόλεξο) (ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ 2001, 2005). Στις περισσότερες από τις προτάσεις εκπαιδευτικού

υλικού, που εντάσσονται στο πλαίσιο της «Εκπαίδευσης στα Υδάτινα Περιβάλλοντα» και που περιλαμβάνουν αξιολόγηση, χρησιμοποιείται κλειστού τύπου τελική αξιολόγηση των γνώσεων του μαθητή (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους, συμπλήρωσης κενών, σύντομων απαντήσεων) (π.χ. MUNSON & OSIS 1984)· σε ορισμένες από τις προτάσεις, η αξιολόγηση του μαθητή γίνεται και με τη χρήση γλωσσικών παιχνιδιών (σταυρόλεξα, κρυπτόλεξα κ.ά.) (π.χ. HOWE 1984, IRBY et al. 1984). Μικρός μόνο αριθμός προτάσεων περιλαμβάνει φύλλα αξιολόγησης του ίδιου του εκπαιδευτικού υλικού (π.χ. BARR 1980, KELSEY & PARSONS 1980, ALLEN & MCLAUGHLIN 1985, FRIESEM & LYNN 1989). Η ενσωμάτωση παρόμοιων φύλλων αξιολόγησης στο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να εξεταστεί μετά από τη δοκιμαστική υλοποίησή τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η σύνθεση των μακρόφυτων, του μακροζωοβένθους και της ιχθυοπανίδας στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα έδειξε να συνδέεται με το βαθμό επικοινωνίας τους με τη θάλασσα, γεγονός που επιβεβαιώνει τη θεωρία της «απομόνωσης».
2. Δεκαεπτά ταξινομήματα επικρατούντων μακροφυκών βρέθηκαν στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί σε όλη τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου· μόνο όμως δύο από τα μακροφύκη αυτά, το χλωροφύκος *Ulva rigida* και το ροδοφύκος *Gracilaria bursa-pastoris*, είδη που είναι κοινά στα παράκτια περιβάλλοντα, είχαν συχνή παρουσία και υψηλή επικράτηση. Μόνο δύο είδη αγγειόσπερμων (*Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris*) και χαροφύκη, ταξινομήματα που είναι κοινά στα υπόαλα περιβάλλοντα, συλλέχθηκαν στην απομονωμένη από τη θάλασσα λιμνοθάλασσα Δράνα.
3. Οι πληθυσμοί των αγγειόσπερμων *Ruppia maritima* και *Zannichellia palustris* νεκρώθηκαν μετά την προσωρινή αποξήρανση της λιμνοθάλασσας Δράνα το Σεπτέμβριο του 1998· οι πληθυσμοί αυτοί ίσως παρουσιάζοντας ετήσια αναπαραγωγική στρατηγική να συγχρονίζουν τα στάδια του κύκλου ζωής τους με την κατάσταση του εφήμερου περιβάλλοντός τους.
4. Η μακροβενθική πανίδα στο εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί χαρακτηρίστηκε από συγκριτικά υψηλή ποικιλότητα και την παρουσία τόσο θαλάσσιων όσο και λιμνοθαλάσσιων ειδών, ενώ στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας αυτής και στη λιμνοθάλασσα Δράνα από συγκριτικά υψηλή ολική αφθονία και την παρουσία μόνο λιμνοθαλάσσιων ειδών (π.χ. *Ventrosia maritima*, *Gammarus aequicauda*, *Hediste diversicolor*, *Corophium orientale*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*).

5. Η σύνθεση της μακροβενθικής πανίδας στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί κατά τη διάρκεια της άνοιξης του 1998, όταν η αλατότητα είχε τιμές 0,1–0,2 psu, ήταν παρόμοια με αυτήν κατά τα τέλη του καλοκαιριού του 1997, όταν η αλατότητα είχε τιμές 32–35 psu, γεγονός που αποκαλύπτει ότι τα περισσότερα είδη της συνεύρεσης είναι πολύ ανεκτικά στις πολύ χαμηλές αλατότητες.
6. Η δομή των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα παρουσίασε μια ομαλή εποχική μεταβολή από τα τέλη του χειμώνα μέχρι το καλοκαίρι· αυτή η μεταβολή ήταν πιθανώς αποτέλεσμα κυρίως του αναπαραγωγικού κύκλου των ειδών. Η δομή των συνευρέσεων, όμως, παρουσίασε μια απότομη αλλαγή κατά το καλοκαίρι ή μετά το καλοκαίρι εξαιτίας της προσωρινής αποξήρανσης της λιμνοθάλασσας Δράνα και πιθανού δυστροφικού επεισοδίου στη λιμνοθάλασσα Λακί, γεγονός που δείχνει ότι οι οργανισμικές συνευρέσεις των λιμνοθαλασσών της Μεσογείου υφίστανται ποικίλες πιέσεις κατά το καλοκαίρι.
7. Η μείωση της ποικιλότητας και αφθονίας της μακροβενθικής πανίδας κατά το καλοκαίρι ακολουθήθηκε από μια φάση ανάκαμψης. Η παρουσία ορισμένων θαλάσσιων ασπόνδυλων στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί κατά το φθινόπωρο και χειμώνα ίσως υποδηλώνει μια μετατόπιση των ζωνών της λιμνοθάλασσας κατά τη φάση της ανάκαμψης. Η θήρευση από τους οστεϊχθύες *Aphanius fasciatus* και *Atherina boyeri* έδειξε να επηρεάζει την εξέλιξη της δομής των μακροζωοβενθικών συνευρέσεων κατά τη φάση της ανάκαμψης, γεγονός που δείχνει ότι ένας από τους παράγοντες που ελέγχουν τη δυναμική της μακροβενθικής πανίδας των λιμνοθαλασσών πιθανότατα είναι η θήρευση από τα μικρόσωμα λιμνοθαλάσσια είδη της ιχθυοπανίδας.
8. Ο αριθμός ειδών και η ολική αφθονία της ιχθυοπανίδας εμφάνισαν υψηλότερες τιμές στη λιμνοθάλασσα Λακί από ό,τι στη λιμνοθάλασσα Δράνα· από τα είδη που συλλέχτηκαν στη λιμνοθάλασσα Λακί, άλλα είναι

μόνιμοι κάτοικοι των υπόαλων περιβαλλόντων (*Knipowitschia caucasica*, *Aphanius fasciatus*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Atherina boyeri*), άλλα περνούν μέρος του βιολογικού τους κύκλου στις λιμνοθάλασσες, ενώ λίγα είναι είδη κυρίως των άναλων υδάτων. Τα περισσότερα από τα είδη που συλλέχθηκαν στη λιμνοθάλασσα Δράνα είναι μόνιμοι κάτοικοι των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων και μόνον ορισμένα κάτοικοι κυρίως των άναλων υδάτων.

9. Η αύξηση της αφθονίας των μικρόσωμων ειδών, που είναι μόνιμοι κάτοικοι των υπόαλων παράκτιων περιβαλλόντων και αναπαράγονται κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι, συνέβαλε κυρίως στη μέγιστη τιμή που εμφάνισε η ολική αφθονία της ιχθυοπανίδας κατά το καλοκαίρι.
10. Μέχρι σήμερα έχει παρατηρηθεί η παρουσία 37 ειδών πτηνών στη λιμνοθάλασσα Λακί και 50 ειδών πτηνών στη λιμνοθάλασσα Δράνα, που ανήκουν στις κατηγορίες υδροβατικά, παρυδάτια, υδρόβια και γλαρόμορφα. Ο αντίστοιχος αριθμός για ολόκληρη την εκβολική περιοχή του ποταμού Έβρου είναι 128 είδη. Η σύνθεση ειδών των υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων, γλαρόμορφων και αρπακτικών πτηνών της εκβολικής περιοχής του Έβρου παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με αυτήν άλλων εκβολικών και λιμνοθαλάσσιων περιοχών της Μεσογείου· ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν διαφορές στη σχέση των διάφορων ειδών με τις περιοχές αυτές.
11. Το εκπαιδευτικό υλικό με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα», που οργανώθηκε από την αξιοποίηση στοιχείων της δομής και λειτουργίας του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος, καλύπτει ένα σημαντικό κενό στη διδακτική περιοχή «Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα» αποτελεί υλικό για την υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, με στόχο μαθητές των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού σχολείου να κατανοήσουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων αυτών και να αναπτύξουν φιλικές αντιλήψεις και στάσεις για το φυσικό περιβάλλον.

12. Το εκπαιδευτικό υλικό με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα» οργανώθηκε και σχεδιάστηκε με βάση το πλαίσιο αρχών της βιωματικής και εποικοδομητικής μάθησης, χρησιμοποιεί τη «Μετακίνηση στο Πεδίο» (Field trip) ως βασική μεθοδολογική προσέγγιση και περιλαμβάνει εφαρμογές της διαμορφωτικής αξιολόγησης των γνώσεων του μαθητή. Οι παραπάνω επιλογές υιοθετούνται σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό και από άλλες εκπαιδευτικές προτάσεις της διδακτικής περιοχής «Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα».
13. Το εκπαιδευτικό μας υλικό, που επιδιώκει να αποτελέσει ένα δυναμικό και ελκυστικό περιβάλλον μάθησης, καθώς έχει τη μορφή πολυμεσικού λογισμικού, είναι μια από τις ελάχιστες εκπαιδευτικές προτάσεις της διδακτικής περιοχής «Εκπαίδευση στα Υδάτινα Περιβάλλοντα» που έχουν ηλεκτρονική μορφή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κεντρικό στόχο της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν η συμπλήρωση ορισμένων από τα κενά που υπάρχουν στη γνώση της δομής και λειτουργίας των λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων και η συμβολή στην κατανόηση από μαθητές, των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου, στοιχείων της λειτουργίας των οικοσυστημάτων αυτών, καθώς και στην ανάπτυξη φιλικών αντιλήψεων και στάσεων για το φυσικό περιβάλλον. Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκαν οι λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου (Β.Α. Ελλάδα).

Το πρόγραμμα έρευνας περιελάμβανε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, που εξελίχθηκε κατά τη θερινή περίοδο του 1997, έγιναν ποσοτικές δειγματοληψίες του μακροζωοβένθους σε δέκα σταθμούς, που κάλυπταν όλη σχεδόν την έκταση των δύο λιμνοθαλασσών· κατά τη δεύτερη φάση έγιναν μηνιαίες ποσοτικές δειγματοληψίες των μακρόφυτων και του μακροζωοβένθους, εποχικές ποσοτικές δειγματοληψίες της ιχθυοπανίδας με τη χρήση δύο αλιευτικών μεθόδων (γρίπου γόνου και βολκών) και μηνιαίες παρατηρήσεις της ορνιθοπανίδας, σε όλη τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου, σε επιλεγμένες θέσεις των δύο λιμνοθαλασσών. Μετά την επεξεργασία στο εργαστήριο, για κάθε μια κατηγορία οργανισμών χωριστά, υπολογίστηκαν ο αριθμός ειδών, ο ολικός αριθμός ατόμων ή / και η ολική βιομάζα και η επικράτηση κάθε είδους ενώ επιπλέον η δομή των μακροζωοβενθικών συνενυρέσεων περιγράφηκε με τη χρήση μονο- και πολυ-μεταβλητής ανάλυσης.

Η αλατότητα του ύδατος είχε τιμή 15–17 psu τον Ιούλιο του 1997 στη λιμνοθάλασσα Δράνα και 32–35 psu στις αρχές του Σεπτεμβρίου του 1997 στη λιμνοθάλασσα Λακί. Οι τιμές της αλατότητας ήταν πολύ χαμηλές κατά την περίοδο Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999 τόσο στη λιμνοθάλασσα Λακί (0,1–6,8 psu) όσο και στη λιμνοθάλασσα Δράνα (0,8–8,7 psu). Το μεγαλύτερο τμήμα της απομονωμένης από τη θάλασσα λιμνοθάλασσας Δράνα αποξηράνθηκε προσωρινά το Σεπτέμβριο του 1998.

Δεκαεννιά ταξινομήματα επικρατούντων μακρόφυτων συλλέχτηκαν συνολικά στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί και στη λιμνοθάλασσα Δράνα σε όλη τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου. Από τα δεκαεπτά ταξινομήματα επικρατούντων μακροφυκών, που συλλέχτηκαν στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί, 8 ανήκουν στα χλωροφύκη, 6 στα ροδοφύκη και 2 στα φαιοφύκη, ενώ επιπλέον συλλέχτηκαν και χαροφύκη. Μόνον, όμως, δύο από τα ταξινομήματα αυτά, το χλωροφύκος *Ulva rigida* και το ροδοφύκος *Gracilaria bursa-pastoris*, είχαν συχνή μηνιαία παρουσία και υψηλή μέση μηνιαία επικράτηση. Υψηλότερος αριθμός ειδών παρατηρήθηκε κατά το φθινόπωρο, ενώ υψηλότερη ολική βιομάζα κατά τα τέλη του καλοκαιριού και τα τέλη του φθινοπώρου. Τρία μόνον επικρατούντα ταξινομήματα της μακροβενθικής βλάστησης συλλέχτηκαν στη λιμνοθάλασσα Δράνα. Πρόκειται για τα αγγειόσπερμα *Ruppia maritima*, που παρουσίασε πολύ υψηλή επικράτηση και *Zannichellia palustris*, καθώς και για χαροφύκη. Η ολική βιομάζα αυξήθηκε απότομα μετά το Μάιο και απέκτησε μέγιστη τιμή τον Αύγουστο, λίγο πριν την αποξήρανση της λιμνοθάλασσας, ενώ μετά την αποξήρανση και μέχρι το τέλος του χειμώνα, δεν καταγράφηκε η παρουσία κάποιου μακρόφυτου.

Τριάντα ταξινομήματα της μακροβενθικής πανίδας συλλέχτηκαν συνολικά και στις δύο λιμνοθάλασσες της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου σε όλη τη διάρκεια της μελέτης (καλοκαίρι 1997, Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999).

Υψηλότερη ποικιλότητα και η παρουσία τόσο θαλάσσιων όσο και λιμνοθαλάσσιων ειδών χαρακτήρισαν τη μακροβενθική πανίδα στο εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί, ενώ υψηλότερη ολική αφθονία και η παρουσία μόνο λιμνοθαλάσσιων ειδών τη μακροβενθική πανίδα στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας. Ο συνδυασμός των παραγόντων «απόσταση από τη θάλασσα», βάθος, αλατότητα και οργανική ύλη του ιζήματος πιθανώς να επηρέασε κυρίως την τοπική διανομή της μακροβενθικής πανίδας.

Η δομή της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί γενικώς παρουσίασε ομαλή εποχική διακύμανση. Η θερμοκρασία, που ρυθμίζει τον αναπαραγωγικό κύκλο των ειδών, πιθανώς να επηρέασε κυρίως αυτήν τη διακύμανση. Η σύνθεση της μακροζωοβενθικής

πανίδας κατά τη διάρκεια της άνοιξης του 1998, όταν η αλατότητα είχε τιμές 0,1–0,2 psu, ήταν παρόμοια με αυτήν κατά τα τέλη του καλοκαιριού του 1997, όταν η αλατότητα είχε τιμές 32–35 psu, γεγονός που δείχνει ότι τα περισσότερα είδη της συνέυρεσης χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανοχή στις πολύ χαμηλές αλατότητες. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού παρατηρήθηκε μείωση της ποικιλότητας και της ολικής αφθονίας του μακροζωοβένθους, πιθανώς ως συνέπεια δυστροφικού επεισοδίου· αυτή η μείωση ακολουθήθηκε από μια φάση ανάκαμψης. Η αύξηση της αλατότητας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου (5–7 psu) συνοδεύτηκε από την παρουσία ορισμένων θαλάσσιων ειδών στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λακί· αυτή η παρουσία ίσως υποδηλώνει μια μετατόπιση των ζωνών της λιμνοθάλασσας κατά τη φάση της ανάκαμψης. Η θήρευση από τον οστεϊχθύ *Atherina boyeri* ίσως συνέβαλε στη μείωση της αφθονίας ορισμένων ειδών της μακροπανίδας κατά τα τέλη του φθινοπώρου και το χειμώνα, καθώς και στη μείωση της ολικής αφθονίας του μακροζωοβένθους το Σεπτέμβριο και Νοέμβριο. Η ολική αφθονία του μακροζωοβένθους εμφάνισε έντονη εποχική διακύμανση, έχοντας υψηλότερες τιμές κυρίως κατά τα τέλη της άνοιξης, αλλά και κατά τα μέσα του φθινοπώρου.

Έντεκα μόνο ταξινομήματα μακροβενθικών ασπόνδυλων συλλέχτηκαν συνολικά, σε όλη τη διάρκεια της μελέτης, στην απομονωμένη λιμνοθάλασσα Δράνα. Όλα τα είδη που βρέθηκαν θεωρούνται αποκλειστικοί κάτοικοι των παράκτιων υφάλμυρων περιβαλλόντων. Η σύνθεση της μακροβενθικής πανίδας ήταν ομοιόμορφη σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας τον Ιούλιο του 1997.

Η δομή της μακροζωοβενθικής συνέυρεσης παρουσίασε μια ομαλή εποχική διακύμανση από τα τέλη του χειμώνα του 1998 μέχρι τα τέλη του καλοκαιριού του 1998. Η συνεργιστική επίδραση της θερμοκρασίας, της διαφάνειας του νερού και χαρακτηριστικών του ιζήματος πιθανώς να επηρέασαν κυρίως αυτήν την εποχική διακύμανση. Η δομή της συνέυρεσης παρουσίασε μια απότομη μεταβολή μετά την προσωρινή αποξήρανση του μεγαλύτερου τμήματος της λιμνοθάλασσας Δράνα το Σεπτέμβριο του 1998· κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα δε συλλέχτηκαν δύο ταξινομήματα της συνέυρεσης, ενώ επιπλέον μειώθηκε σημαντικά η αφθονία όλων των υπολοίπων.

Η θήρευση από τον οστεϊχθύ *Aphanius fasciatus* ίσως να επηρέασε την εξέλιξη της δομής της μακροζωοβενθικής συνεύρεσης κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα. Η ολική αφθονία της μακροβενθικής πανίδας εμφάνισε την υψηλότερη τιμή της τον Ιούλιο 1998, ενώ παρουσίασε απότομη πτώση μετά την προσωρινή αποξήρανση της λιμνοθάλασσας· μικρή αύξηση παρατηρήθηκε κατά τα τέλη του χειμώνα.

Δεκατέσσερα ταξινομήματα οστεϊχθύων βρέθηκαν συνολικά και στις δύο λιμνοθάλασσες σε όλη την περίοδο μελέτης. Επτά ταξινομήματα της ιχθυοπανίδας συλλέχτηκαν με τη σύρση γρίπου γόνου και 5 είδη με τη μέθοδο των βολκών στη λιμνοθάλασσα Λακί. Από τα ταξινομήματα αυτά, άλλα είναι μόνιμοι κάτοικοι των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων (*Knipowitschia caucasica*, *Aphanius fasciatus*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Atherina boyeri*), άλλα περνούν μέρος του βιολογικού τους κύκλου στις λιμνοθάλασσες (π.χ. *Anguilla anguilla*, *Liza aurata*, *Diplodus annularis*), ενώ λίγα είναι είδη κυρίως των γλυκών νερών (*Carassius auratus*, *Gambusia affinis*). Η ποικιλότητα και η ολική αφθονία της ιχθυοπανίδας, που συλλέχτηκε με τη μέθοδο του γρίπου, παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές τους κατά το καλοκαίρι. Πέντε είδη της ιχθυοπανίδας, τα τέσσερα από τα οποία είναι μόνιμοι κάτοικοι των παράκτιων υπόαλων περιβαλλόντων (*K. caucasica*, *A. fasciatus*, *P. marmoratus*, *A. boyeri*) και ένα κάτοικος κυρίως των γλυκών νερών (*Alburnus alburnus*), συλλέχτηκαν με τη σύρση γρίπου γόνου στη λιμνοθάλασσα Δράνα. Με τη μέθοδο των βολκών συλλέχτηκε μόνο ένα είδος, που συνήθως συναντάται στα γλυκά νερά (*Lepomis gibbosus*). Η ολική αφθονία της ιχθυοπανίδας παρουσίασε την υψηλότερη τιμή της κατά το καλοκαίρι και τη χαμηλότερη κατά το φθινόπωρο, δηλαδή μετά την προσωρινή αποξήρανση του μεγαλύτερου τμήματος της λιμνοθάλασσας.

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας αποκάλυψε ότι μέχρι σήμερα έχει καταγραφεί η παρουσία 37 και 50 ειδών υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων και γλαρόμορφων πτηνών στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα, αντίστοιχα. Η σύνθεση ειδών των υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων, γλαρόμορφων και αρπακτικών πτηνών της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με αυτήν άλλων μεταβατικών περιβαλλόντων της χώρας, αλλά και της Μεσογείου γενικότερα.

Η αξιοποίηση στοιχείων της δομής και λειτουργίας του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος οδήγησε στην κατασκευή του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα». Το υλικό αυτό αποβλέπει στην υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με στόχο μαθητές των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου να κατανοήσουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων και να αναπτύξουν φιλικές αντιλήψεις και στάσεις για το φυσικό περιβάλλον. Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό οργανώθηκε και σχεδιάστηκε με βάση το πλαίσιο αρχών της βιωματικής και εποικοδομητικής μάθησης, αλλά και του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού (πολυμεσικές εφαρμογές)· χρησιμοποιεί ως βασική μεθοδολογική προσέγγιση τη «Μετακίνηση στο πεδίο» και εφαρμόζει τη διαμορφωτική αξιολόγηση των γνώσεων του μαθητή.

Το εκπαιδευτικό υλικό είναι οργανωμένο σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει πέντε ενότητες, (Το Οικοσύστημα, Ο Βιότοπος της Λιμνοθάλασσας, Οι Οργανισμοί της Λιμνοθάλασσας, Το Τροφικό Πλέγμα της Λιμνοθάλασσας, Εξοπλισμός Δειγματοληψίας και Παρατήρησης), οι τέσσερις από τις οποίες εισάγουν τους μαθητές στη δομή και λειτουργία του Μεσογειακού λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος. Στην πέμπτη ενότητα, που απευθύνεται τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς, δίνεται περιγραφή και ο τρόπος χρήσης οργάνων μέτρησης φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του ύδατος και συλλογής και παρατήρησης οργανισμών. Κάθε ενότητα καταλήγει σε έναν ανακεφαλαιωτικό αυτοέλεγχο γνώσης που περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και σταυρόλεξα. Όροι κλειδιά και άγνωστες έννοιες ορίζονται στο γλωσσάριο. Το δεύτερο μέρος του εκπαιδευτικού υλικού που έχει τίτλο «Μετακίνηση στο πεδίο» απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς. Δίνονται οδηγίες για την προετοιμασία των μαθητών, την οργάνωση της μετακίνησής τους στο πεδίο, τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο πεδίο και μετά την επιστροφή τους στο σχολείο. Η ενότητα αυτή συνοδεύεται από χρήσιμους καταλόγους και φύλλα εργασίας. Δίνεται ακόμη ένας σύντομος κατάλογος συμπληρωματικών πηγών.

Η αρχική οθόνη του λογισμικού περιβάλλοντος του εκπαιδευτικού υλικού «Η Λιμνοθάλασσα» περιλαμβάνει τον κεντρικό κατάλογο των περιεχομένων,

δηλαδή τις επιμέρους ενότητες του εκπαιδευτικού υλικού. Στο πάνω μέρος της οθόνης και σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής υπάρχει μια εργαλειομπάρα που περιέχει μια σειρά από εικονογραφικά κουμπιά, τα οποία αντιστοιχούν σε ποικίλες εντολές, όπως για παράδειγμα στα εργαλεία αυτοαξιολόγησης της γνώσης, στο γλωσσάριο, στις βιβλιογραφικές πηγές κ.α. Στην κεντρική οθόνη ορισμένων ενότητων εμφανίζονται κουμπιά που οδηγούν σε υποενότητες. Στην οθόνη μιας ενότητας ή υποενότητας εμφανίζονται κείμενο, φωτογραφίες και απεικονίσεις, καθώς και ένας αριθμός κουμπιών που αντιστοιχούν σε μια ποικιλία εντολών, όπως για παράδειγμα εκτύπωση, ερμηνεία όρου, αφήγηση, προβολή βιντεοταινίας, συναρμολόγηση απεικονίσεων κ.α.

Το υλικό φιλοδοξεί να αποτελέσει τη βάση συστηματικής διερεύνησης των δυνατοτήτων που προσφέρει μια τέτοια προσέγγιση στο χώρο της «Εκπαίδευσης στα Υδάτινα Περιβάλλοντα».

SUMMARY

The main goals of the present study were to contribute to the better knowledge of the structure and function of the lagoonal ecosystems, to the students' comprehension (Elementary Grades 5 and 6) of the function of these ecosystems, as well as to the growth of friendly thoughts and attitudes towards the natural environment. Laki and Drana lagoons (Estuary of Evros river, NE Greece) were chosen as the study area.

The research program comprised two phases. During the first one, which was carried out in the summer of 1997, quantitative samples of macrozoobenthos were collected from ten sites, covering almost the entire area of both lagoons; during the second phase, monthly quantitative samplings of macrophytes and macrozoobenthos, seasonal quantitative samplings of ichthyofauna employing two fishing methods (bag seine net and fyke nets) and monthly observations of avifauna were carried out at selected sites of the two lagoons throughout the annual cycle. After working out the samples in the laboratory, species number, total number of individuals or/and total biomass and species dominance for each one category of organisms separately were calculated, while the macrozoobenthic assemblages structure was described using uni- and multi-variate analyses.

Water salinity varied between 15 and 17 psu in Drana lagoon in July 1997, and between 32 and 35 psu in Laki lagoon in early September 1997. Salinity values were much lower both in Laki (0.1–6.8 psu) and in Drana lagoon (0.8–8.7 psu) during February 1998 – February 1999. The major part of the isolated from the sea Drana lagoon was temporarily drained in September 1998.

Nineteen taxa of dominant macrophytes were collected overall, both in the inner part of Laki lagoon and in Drana lagoon, throughout the annual cycle. From the seventeen taxa of dominant macroalgae collected in the inner part of Laki lagoon, eight taxa belong to Chlorophyceae, six to Rodophyceae and two to Phaeophyceae, while Charophyceae were also collected. However, only two of these taxa (*Ulva rigida* and *Gracilaria bursa-pastoris*), had a frequent monthly

presence and a high mean dominance. The species number peaked during autumn, while total biomass during late summer and late autumn. Only three dominant taxa of the macrophytes were collected in Drana lagoon: the angiosperm *Ruppia maritima*, which showed very high mean dominance, the angiosperm *Zannichellia palustris*, and Charophyceae. Total biomass increased sharply after May and peaked in August, just before the temporary drainage of the lagoon, while no macrophyte was recorded from mid autumn to the end of the winter.

Thirty taxa of the macrobenthic fauna were collected in both lagoons of Evros Delta during the study period (summer 1997, February 1998 – February 1999). The macrobenthic fauna in the outer part of Laki lagoon was characterized by higher diversity and the presence of both marine and lagoonal species, while in the innermost part of the lagoon by higher total abundance and the presence of only lagoonal species. The combination of the variables “distance from the sea”, depth, salinity and organic matter content of the sediment might have mainly affected the spatial distribution of the macrobenthic fauna.

The structure of the macrozoobenthic assemblage in the innermost part of Laki lagoon generally showed an even seasonal variation. Temperature, which regulates the species' reproductive cycle, might have mainly affected this variation. The composition of the macrobenthic fauna in spring 1998, when salinity had values of 0.1–0.2 psu, was similar to that in late summer 1997, when salinity varied between 32 and 35 psu, showing that the most species of the assemblage are highly tolerant to extremely low salinities. A reduction in the diversity and total abundance of macrozoobenthos was observed during summer, probably due to a possible dystrophic episode; this reduction was followed by a recovery phase. The increase in salinity during summer and autumn (5–7 psu) was followed by the presence of some marine species in the innermost part of Laki lagoon; this presence might suggest a shift of the lagoon zones during the recovery phase. Predation from the fish *Atherina boyeri* might have mainly contributed to the reduction of the abundance of some species during late autumn and winter, and to the reduction of the total abundance of the macrozoobenthos in September and November. Total abundance of macrozoobenthos displayed an

intense seasonal variation; it showed its highest values mainly in late spring and in mid autumn.

Only eleven taxa of macrobenthic invertebrates were collected throughout the study period in the isolated Drana lagoon. All species found are considered to be exclusive inhabitants of the coastal brackish waters. The macrobenthic fauna composition was similar at all sampling sites in July 1997. The macrozoobenthic assemblage structure showed an even seasonal variation from late winter 1998 to the end of summer 1998. The synergistic effect of temperature, transparency, and sediment characteristics might have primarily governed this seasonal variation. The assemblage structure showed a sharp change after the temporary drainage of the major part of Drana lagoon in September 1998. During autumn and winter two taxa of the assemblage were not collected; moreover the abundance of the rest was drastically reduced. Predation from the fish *Aphanius fasciatus* might have mainly affected the development of the macrozoobenthic assemblage structure during autumn and winter. Total abundance of the macrobenthic fauna showed its highest value in July 1998, while it sharply decreased after the temporary drainage of the lagoon; a small increase was observed in late winter.

Fourteen taxa of the ichthyofauna were overall collected in both lagoons of Evros Delta during the study period. Seven taxa were collected with the bag seine net and five species using the fyke nets in Laki lagoon. Some of these species are permanent inhabitants of coastal brackish environments (*Knipowitschia caucasica*, *Aphanius fasciatus*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Atherina boyeri*), some other species spend a part of their biological cycle in lagoons (e.g. *Anguilla anguilla*, *Liza aurata*, *Diplodus annularis*), while some others are mainly found in fresh water habitats (*Carassius auratus*, *Gambusia affinis*). Diversity and total biomass of the ichthyofauna collected with the bag seine net showed their maximal values during summer. Five species of the ichthyofauna, four of which are permanent inhabitants of coastal brackish water environments (*K. caucasica*, *A. fasciatus*, *P. marmoratus*, *A. boyeri*), and one inhabitant of fresh water environments (*Alburnus alburnus*), were collected with the bag seine net in Drana lagoon. Only one species, which is usually found in fresh water, was collected with the fyke nets (*Lepomis gibbosus*). Total

abundance of the ichthyofauna in Drana lagoon showed its highest value during summer and its lowest during autumn, that is after the temporary drainage of the major part of the lagoon.

The review of the relevant literature revealed that the presence of 37 and 50 species of larids, shorebirds, waterfowl and wading birds has been recorded up to date in Laki and Drana lagoons, respectively. The species composition of larids, shorebirds, waterfowl, wading birds and raptors in Evros Delta shows high similarity to that in other coastal brackish water environments of Greece, and of the Mediterranean Sea in general.

A digital educational material entitled “The Lagoon” was organized utilizing elements of the lagoonal ecosystem structure and function. This material aims at the implementation of Environmental Education programs, so as students of the last two grades of the Elementary School to understand the function of ecosystems and to develop friendly perceptions and attitudes towards the natural environment. The educational material was designed and organized on the basis of the self-experienced and constructivist learning and furthermore, on the basis of the digital educational material (multimedia applications) principals as well; “Field trip” as the basic methodological approach, and applications of the students’ knowledge modulatory evaluation were used.

The educational material is organized in two parts. The first one includes five units (The Ecosystem, The Lagoonal biotope, The Lagoonal Organisms, The Lagoonal Food Web, Sampling and Observation equipment), the first four of which introduce the students into the structure and function of the Mediterranean lagoonal ecosystem. In the fifth unit, which is addressed both to students and teachers, a description of materials and methods used for measuring physico-chemical water variables and sampling or observing lagoonal organisms is given. Each unit ends with a brief summarizing self-examination of knowledge including multiple-choice questions and crosswords. Unknown terms are defined in the glossary. The second part of the educational material entitled “Field trip” is addressed to teachers. Instructions are given for the preparation of the students, the organization of the field trip and the activities carried out at the field and at

school after the returning. Useful catalogues and worksheets accompany this unit. Additionally, a brief catalogue of supplementary resources is given.

The initial screen of the software environment includes the main menu that is, the unit titles of the educational material. On the top of the screen and during the entire application, there is a toolbar containing a set of illustrated buttons corresponding to several commands, like for example the evaluation button, the glossary button, the supplementary resources button. In the main screen of some units other buttons appear leading to subunits. On the screen of a unit or subunit a text and illustrations appear as well as a number of buttons corresponding to a variety of other commands like for instance printing, term defining, narration, video screening, picture fitting etc.

The educational material aims at constituting the basis for systematic investigation of the possibilities offered by such an approach in the area of “Marine/Aquatic Education”.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

I. Ξενόγλωσση

- AARNIO, K. & E. BONSDORFF, 1993. Seasonal variation in abundance and diet of the sand goby *Pomatoschistus minutus* (Pallas) in a northern Baltic Archipelago. *Ophelia*, 37:19-30
- ABRANTES, A., F. PINTO & M.H. MOREIRA, 1999. Ecology of the polychaete *Nereis diversicolor* in the Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal): Population dynamics, production and oogenic cycle. *Acta Oecol.*, 20: 267-283.
- ALEXANDER, G., D. HENRY, H. MCCARTY & S. WOOD, 1992. The Estuary Guide. Level 3: High School. Draft. Washington State Dept. of Ecology, Olympia, National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. 180 p.
- ALLEN, W. & P. MCLAUGHLIN, 1985. Sea sampler: Aquatic activities for the field and classroom. Elementary. Grades K-6. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. 118 p.
- ANONYMOUS, 1974. Man's impact on the environment: The estuary as an ecosystem. Bureau of Elementary and Secondary Education, Washington, DC. 79 p.
- ARIAS, A.M. & P. DRAKE, 1994. Structure and production of the benthic macroinvertebrate community in a shallow lagoon in the Bay of Cádiz. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 115: 151-167.
- ARVANITIDIS, C., D. KOUTSOUBAS, C. DOUNAS & A. ELEFThERIOU, 1999. Annelid fauna of a Mediterranean lagoon (Gialova Lagoon, south-west Greece): community structure in a severely fluctuating environment. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 79: 849-856.
- AWKERMAn, G.L., 1973a. Marine biological field techniques. Charleston County School District, North Charleston, S.C., Bureau of Elementary and Secondary Education (DHEW/OE), Washington, D.C. 28 p.
- AWKERMAn, G.L., 1973b. Estuaries. Charleston County School District, North Charleston, S.C., Bureau of Elementary and Secondary Education (DHEW/OE), Washington, D.C. 54 p.

- BACHELET, G., X. DE MONTAUDOUIN, I. AUBY & P.J. LABOURG, 2000. Seasonal changes in macrophyte and macrozoobenthos assemblages in three coastal lagoons under varying degrees of eutrophication. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 1495-1506.
- BARNES, R.S.K., 1980. Coastal lagoons. The natural history of a neglected habitat. Cambridge University Press, 106 p.
- BARR, N., 1980. Sea animals: A study guide for the first grade. Alaska Sea Week Curriculum Series. Draft. Alaska University, Fairbanks. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC) Rockville, Md. 118 p.
- BAUCHOT, M.-L. & J.-C. HUREAU, 1986. Sparidae. pp. 883-907. In: WHITEHEAD, P.J.P., M.L. BAUCHOT, J.C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (eds.). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean – Poissons de l' Atlantique du Nord – Est et de la Mediterranee. UNESCO, Paris, Volume II.
- BAUER, W. & G. MULLER, 1969. Zur Avifauna des Ewros Delta. Beitr. Naturk. Forsch. Sudw.-Dtl., 28: 33-52.
- BENNETT, D.B., 1984. Evaluating environmental education in schools. A practical guide for teachers. UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 12.
- BOURLIÈRE, F., J. BLONDEL & P. ISENMANN, 1981. Guide des oiseaux de Camargue. Delachaux and Niestlé, Neuchatel (Switzerland) – Paris, 344 p.
- BRITTON, R.H., H. HAFNER, N.C. MORGAN, P. CAMPREDON, A. TAMISIER, G. LASSERRE, H. EGGERS, G. MULLER & B. HALLMAN, 1978. Proposals for Nature Conservation in the Evros Delta. National Council for Physical Planning and the Environment – Ministry of Coordination – IUCN, Athens, 66 p.
- BROCK, M.A., 1982. Biology of the salinity tolerant genus *Ruppia* L. in saline lakes in South Australia II. Population ecology and reproductive biology. *Aquat. Bot.* 13: 249-268.
- BUCHANAN, J.B., 1984. Sediment analysis. pp. 41-65. In: N.A. HOLME, & A.D. MCINTYRE (eds) Methods for the study of Marine Benthos. IBP Handbook No 16, Oxford,
- BURROWS, E.M., 1991. Seaweeds of the British Isles. Volume 2 Chlorophyta. The Natural History Museum, London pp. 88-140.
- BUTZOW, J.W., P. CORCORAN, S. WHITE & D. SCHIDLOVSKY, 1980. Have you been to the shore before? A Marine Education Infusion Unit on Seashore

- and Aquarium Life. Revised Edition. Maine Univ., Orono. Coll. of Education, National Science Foundation, Washington, D.C. 57 p.
- CADUTO, M.J., 1985. A guide on environmental values education. UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 13.
- CATERINI, C., 1982. Investigating a seashore. University of New Brunswick, Canada. 7 p.
- CLARKE, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austr. J. Ecol.*, 18: 117-143.
- CLARKE, K.R. & M. AINSWORTH, 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205-219.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK, 1998. Quantifying structural redundancy in ecological communities. *Oecologia*, 113: 278-289.
- CLEAVE, MC J.D., P.J. BRICKLEY, K.M. O'BRIEN, D.A. KISTNER, M.W. WONG, M. GALLAGHER & S.M. WATSON, 1998. Do leptocephali of the European eel swim to reach continental waters? Status of the question. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 78: 285-306.
- COGNETTI, G. & F. MALTAGLIATI, 2000. Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish water fauna. *Mar. Pollut. Bull.*, 40: 7-14.
- COTTIGLIA, M., M.L. TAGLIASACCHI MASALA & E. SERRA, 1983a. Relations trophiques dans une lagune littoral tyrrhénienne. 1- Réseaux basés sur le phytoplancton, le tripton et les dépouilles animales. *Rapp. Comm. int. mer Médit.*, 28: 147-149.
- COTTIGLIA, M., M.L. TAGLIASACCHI MASALA & E. SERRA, 1983b. Relations trophiques dans une lagune littoral tyrrhénienne. 2- Réseaux basés sur la phytobenthos et les détritus. *Rapp. Comm. int. mer Médit.*, 28: 151-153.
- CUNHA, M.R. & M.H. MOREIRA, 1995. Macrobenthos of *Potamogeton* and *Myriophyllum* beds in the upper reaches of Canal de Mira (Ria de Aveiro, NW Portugal): Community structure and environmental factors. *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 29: 377-390.
- DAWSON, C.E., 1986a. Syngnathidae. pp. 445-458. In: M.M. SMITH & P.C. HEEMSTRA (eds). *Smiths' sea fishes*. Springer-Verlag, Berlin.
- DAWSON, C.E., 1986b. Syngnathidae. pp. 628-639. In: WHITEHEAD, P.J.P., M.L. BAUCHOT, J.C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (eds). *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean – Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée*. UNESCO, Paris, Volume II.

- DEELDER, C.L., 1984. Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). FAO Fish. Synop. (80, Rev. 1): 73 p.
- DIVIACCO, G., 1983. Distribution of the crustaceans amphipods in the East Tyrrhenian lagoons. Rapports et Procès-verbaux des Réunions. Commission Internationale pour l' Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 28: 315-318.
- DUNTON, K.H., 1990. Production ecology of *Ruppia maritima* L. s.l. and *Halodule wrightii* Aschers, in two subtropical estuaries. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 143: 147-164.
- EDWARDS, R.W., K. BENSON-EVANS, M.A. LEARNER, P. WILLIAMS & R. WILLIAMS, 1972. A biological survey of the river Taff. Water Pollution control, No 2: 24 p.
- EKMAN, S., 1967. Zoogeography of the sea. Sidgwick & Jackson, London, 417 p.
- EVERHART, W.H. & W.D. YOUNGS, 1989. Principles of Fishery Science. Cornell University Press, New York, 349 p.
- EVERRETTE, M.J. & L. ROSE, 1989. Bird conservation problems at three important European sites. RSPB Conservation Review, No 3.
- FALK, H.J. & D.J. BALING, 1982. The field trip Milieu: Learning and behavior as a function of contextual events. J. Environ. Res., 76.
- FASOLA, M, V. GOUTNER & J. WALMSEY, 1989. Comparative breeding biology of the Gulls and Terns in the four main Deltas of the Northern Mediterranean. Proceedings of the 2nd Mediterranean Seabird Symposium, Calvia, 21-26 March.
- FEBVRE, J., 1968. Etude de bionomique des substrats meubles de l' etang de Berre. Recl. Trav. Stn Mar. Endoume, 44: 298-355.
- FIELDING, A. & B. MONIZ, 1981. Coral: A Hawaiian Resource. An Instructional Guidebook for Teachers. Hawaii State Dept. of Education, Honolulu. Office of Instructional Services. 217 p.
- FLORES-VERDUGO, F.J., J.W. DAY JR, L. MEE & R. BRISENO-DUENAS, 1988. Phytoplankton production and seasonal biomass variation of seagrass *Ruppia maritima* L., in a tropical Mexican lagoon with an ephemeral inlet. Estuaries, 11: 51-56.
- FOLK, R.L., 1966. A review of grain size parameters. Sedimentology, 6: 73-93.
- FORTNER, R., 1991. The scope of research in Marine and Aquatic Education. Environ. Commun., 5: 303-305.

- FORTNER, R.W. & V.J. MAYER, 1989. Marine and Aquatic Education – A challenge for Science Educators. *Sci. Edu.*, 73: 135-154.
- FORTNER, R. & R. MISCHLER, 1980. The estuary: A special place. Teacher guide. Ohio State University, Columbus, National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. 33 p.
- FORTNER, R. & T.M. WILDMAN, 1980. Marine Education: Progress and promise. *Sci. Edu.*, 64: 717-723.
- FRIESEM, J., 1994. Padilla Bay: The Estuary Guide. Level 1. Publication No. 93-108. Washington State Dept. of Ecology, Olympia, National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. Office of Coastal Zone Management. 104 p.
- FRIESEM, J. & V. LYNN, 1989. Padilla Bay: The Estuary Guide. Level 2. Washington State Dept. of Ecology, Olympia, National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. 110 p.
- GOODWIN, H.L. & J.G. SCHAADT, 1978. The need for Marine and Aquatic Education. Delaware.
- GOUTNER, V., 1985. Breeding Ecology of the Avocet (*Recurvirostra avosetta* L.) in the Evros Delta (Greece). *Bonn. Zool. Beitr.*, 36: 37-50.
- GOUTNER, V., 1986a. The ecology of the first breeding of the Mediterranean Gull (*Larus melanocephalus* Temminck 1820) in the Evros Delta (Greece). *Okol. Vogel (Ecol. Birds)*, 8: 189-197.
- GOUTNER, V., 1986b. Distribution, status and conservation of the Mediterranean Gull (*Larus melanocephalus*) in Greece. *NATO ASI Series, Med. Mar. Avifauna*, G12: 431-447.
- GOUTNER, V., 1986c. The nesting habits of Avocets in the Evros Delta, Greece, *WSG Bull.*, 48: 12-13.
- GOUTNER, V., 1990. Habitat selection of Little Terns in the Evros Delta, Greece. *Colonial Waterbirds*, 13: 108-114.
- GOUTNER, V., 1991. Food and feeding ecology of gull-billed terns (*Gelochelidon nilotica*) in Greece. *Rev. Ecol.*, 46: 373-384.
- GOUTNER, V. 1997. Use of the Drana lagoon (Evros Delta, Greece) by threatened colonially nesting waterbirds and its possible restoration. *Biol. Conserv.*, 81: 113-120.
- GOUTNER, V. & P.S. ECONOMIDIS, 1986. Evaluation of the ornithological importance of the western coastal region of the Evros delta with special reference to the Ecology of Charadriiformes (Aves). *Biologia Gallo-hellenica*, 12: 339-350.

- GOUTNER, V. & G. HANDRINOS, 1990. The occurrence of Slender-billed Curlews *Numenius tenuirostris* in Greece. Biol. Conserv., 53: 47-60.
- GOUTNER, V. & H. JERRENTUP, 1987. The destruction of the Drana Lagoon in the Evros Delta Ramsar Wetland, and its consequences for Waterfowl. Wader Study Group Bulletin, No 50: 18-19.
- GOUTNER, V. & M. KATOULAS, 1984. Breeding distribution of Gulls and Terns (Laridae, Sternidae) in the Evros Delta. Seevogel, Zeitschrift Verein Jordsand, 5: 40-41.
- GOUTNER, V. & S. KAZANTZIDIS, 1989. Evaluation of the relative importance of the zoning of the Evros Delta wetland (Greece) for bird groups of special conservation interest. Acta Ecol., 10: 365-378.
- GOUTNER, V. & S. KAZANTZIDIS, 1992. Shorebird populations in the Evros Delta, Greece. Bios (Macedonia, Greece), 1: 69-98.
- GOUVIS, N., T. KEVREKIDIS & A. KOUKOURAS, 1997. Temporal changes of macrobenthic assemblage in Evros Delta (North Aegean Sea). Int. Revue Hydrobiol., 82: 67-80.
- GOUVIS, N., T. KEVREKIDIS, A. KOUKOURAS & E. VOULTSIADOU, 1998. Bionomy of macrobenthic polychaetes in the Evros Delta (North Aegean Sea). Int. Revue Hydrobiol., 83: 145-161.
- GOUVIS, N. & A. KOUKOURAS, 1993. Macrozoobenthic assemblages of the Evros Delta (North Aegean Sea). Int. Revue Hydrobiol., 78: 59-82.
- GRANT, D. & S. DRAXLER, 1989. Science at the Seashore. Project Impact. Brookdale Coll., Sandy Hook, NJ. Ocean Inst. 44 p.
- GRAVINA, M.F., G.D. ARDIZZONE & A. GIANGRANDE, 1988. Selecting factors in polychaete communities of central Mediterranean coastal lagoons. Int. Revue ges. Hydrobiol., 73: 465-476.
- GUELORGET, O. & P. MICHEL, 1979a. Les peuplements benthiques d' un étang littoral Languedocien, l' étang du Prévost (Hérault). 1. Étude quantitative de la macrofaune des vases. Téthys, 9: 49-64.
- GUELORGET, O. & P. MICHEL, 1979b. Les peuplements benthiques d' un étang littoral Languedocien, l' étang du Prévost (Hérault). 2. Étude quantitative de la macrofaune des sables. Téthys, 9: 65-77.
- GUELORGET, O. & J.P. PERTHUISOT, 1992. Paralic Ecosystems. Biological organization and functioning. Vie Milieu, 42: 215-251.
- HARDING, J.M., R. MANN & V.P. CLARK, 1999. Oyster reef communities in the Chesapeake Bay. Virginia institute of Marine Science Educetional Series. [CD-ROM].

- HAWKINS, J. & C. MURAKAMI, 1986. *Kaua'i: Streams and Estuaries*. Hawaii State Dept. of Education, Honolulu. Office of Instructional Services. 78 p.
- HON, W., 1969. The regional marine science project of the Carteret County, North Carolina, public schools. Experiments in the use of field ecology as an approach to understanding coastal environments. Carteret County Public Schools, Beaufort, NC. Bureau of Elementary and Secondary Education, Washington, DC, 36 p.
- HOWE, K.M., 1984. *Waterworks book*. An activity book about Mississippi's coastal resources for primary grades. Mississippi State Dept. of Wildlife Conservation, Long Beach. Bureau of Marine Resources. 37 p.
- HUBER, J.H., 1996. Updated checklist of taxonomic names, collecting localities and bibliographic references of oviparous Cyprinodont fishes (Atherinomorpha, Pisces). Société Française d'Ichtyologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, 399 p.
- HUNGERFORD, H.R. T.L. VOLK, W.J. BLUHM, B.G. DIXON, T.J. MARCHINKOWSKI & A.P.C. SIA, 1994a. An Environmental Education approach to the training of Elementary Teachers. (Revised). UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 27.
- HUNGERFORD, H.R. T.L. VOLK, W.J. BLUHM, B.G. DIXON, T.J. MARCHINKOWSKI & A.P.C. SIA, 1994b. A prototype Environmental Education curriculum for the Middle School. (Revised). UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 29.
- IRBY, B.N., M.K. MCEWEN, S.A. BROWN & E.M. MEEK, 1984. *Marine and Estuarine Ecology. Man and the Gulf of Mexico Series*. University Press of Mississippi. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC) Rockville, Md. 94 p.
- JACOBSON W.J., 1984. *Environmental Education: Module for in-service training of social science teachers and supervisors for Secondary Schools*. UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 10.
- JACOBSON W.J., 1985. *Environmental Education: Module for in-service training of teachers and supervisors for Primary Schools*. UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 6.

- KANTRUD, H.A., 1991. Widgeongrass (*Ruppia maritima* L.): Literature Review. Fish and Wildlife Research 10. United States Department of the Interior and Wildlife Service, Washington DC, 58 p.
- KELSEY, C. & M.B. PARSONS, 1980. Shells: A study guide for the second grade. Alaska Sea Week Curriculum Series. Alaska University, Fairbanks. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC) Rockville, Md. 125 p.
- KEVREKIDIS, T., 1997. Seasonal variation of the macrobenthic fauna in an isolated area of the Evros Delta (North Aegean Sea). Israel J. Zool., 43: 243-255.
- KEVREKIDIS, T., 2004. Seasonal variation of the macrozoobenthic community structure at low salinities in a Mediterranean Lagoon (Monolimni Lagoon, Northern Aegean). Int. Rev. Hydrobiol., 89: 407-425.
- KEVREKIDIS, T., 2005. Life history, aspects of reproductive biology and production of *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) in Monolimni lagoon (Evros Delta, North Aegean Sea). Hydrobiologia, 537: 53-70.
- KEVREKIDIS, T., N. GOUVIS & A. KOUKOURAS, 1996. Bionomy of macrobenthic molluscs in Evros Delta (North Aegean Sea). Int. Revue ges. Hydrobiol., 81: 455-468.
- KEVREKIDIS, T. & A. KOUKOURAS, 1988. Bionomy of the amphipods in the Evros Delta (North Aegean Sea). P.S.Z.N.: Mar. Ecol., 9: 199-212.
- KEVREKIDIS, T. & A. KOUKOURAS, 1988/89. Life cycle and reproduction of *Gammarus aequicauda* (Crustacea: Amphipoda) in the Evros Delta (NE Greece). Israel J. Zool., 35: 137-149.
- KEVREKIDIS, T. & A. KOUKOURAS, 1992. Population dynamics, growth and productivity of *Abta ovata* (Mollusca: Bivalvia) in the Evros Delta (North Aegean Sea). Int. Revue ges. Hydrobiol., 77: 291-301.
- KEVREKIDIS, T., A.K. KOKKINAKIS & A. KOUKOURAS, 1990. Some aspects of the biology and ecology of *Knipowitschia caucasica* (Teleostei: Gobiidae) in the Evros Delta (North Aegean Sea). Helgol. Meeres., 44: 173-187.
- KEVREKIDIS, T., A. MOGIAS & N. GOUVIS, 2000. Interannual changes in the composition of the macrobenthic fauna of Drana lagoon (Evros Delta, N. Aegean Sea): preliminary note. Belg. J. Zool., 130 (Supplement): 105-111.
- KEVREKIDIS, T. & T. WILKE, 2005. Life cycle, population dynamics and productivity of the larviparous mudsnail species *Ventrosia maritima* in

- the Evros Delta (Northern Aegean Sea). J. Mar. Biol. Ass. UK., 85: 375-382.
- KHOURY, C., 1984. Ethologies alimentaires de quelques espèces de poissons de l'herbier de Posidonies du Parc National de Port-Cros pp. 335-347. In: C.F. BOUDOURESQUE, A. JEUDY DE GRISSAC & J. OLIVIER (eds) International Workshop Posidonia Oceanica Beds, GIS Posidonie Publications, France 1.
- KING, C.A.M., 1972. Beaches and coasts. Ed. E. Arnold. London, 450 p.
- KLINGBORG, B. & A. CARDINALI, 2001. Sensational sea life: A teacher – friendly thematic unit [with CD-ROM]. R.E.A.D. A.N.D. F.E.E.D. Series. 126 p.
- KOCH, E.W. & U. SEELIGER, 1988. Germination ecology of two *Ruppia maritima* L. populations in southern Brazil. Aquat. Bot., 31: 321-327.
- KOTTELAT, M., 1997. European freshwater fishes. Biologia 52 (suppl. 5): 1-271.
- KOTTELAT, M., A.J. WHITTEN, S.N. KARTIKASARI & S. WIRJOATMODJO, 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- KOUTRAKIS, E.T., A.K. KOKKINAKIS, E.A. ELEFThERIADIS & M.D. ARGYROPOULOU, 2000. Seasonal changes in distribution and abundance of the fish fauna in two estuarine systems of Strymonikos gulf (Macedonia, Greece). Belgian J. Zool., 130 (suppl.): 43-50.
- KOUTSOUBAS, D, C. DOUNAS, C. ARVANITIDIS, S. KORNILIOS, G. PETIHAKIS, G. TRIANTAFYLLOU & A. ELEFThERIOU, 2000. Macrobenthic community structure and disturbance assessment in Gialova Lagoon, Ionian Sea. ICES J. Mar. Sci., 57:1472-1480.
- LARDICCI, C., F. ROSSI & A. CASTELLI, 1997. Analysis of macrozoobenthic community structure after severe dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. Mar. Poll. Bull., 34: 536-547.
- LARIMORE, W.R., 1970. Two shallow-water bottom samplers. The Progressive Fish Culturist, 116-118.
- LITTLER, M.M. & D.S. LITTLER, 1985. Handbook of phycological methods. Ecological field methods: macroalgae. Cambridge University Press.
- LOMBARDI, T., S. BEDINI & A. ONNIS, 1996. The germination characteristics of a population of *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*. Aquat. Bot., 54: 287-296.
- MADRAZO, G.M. Jr. & P.B. HOUNSHELL, 1980. Marine education in a land-based curriculum. Sch. Sci. Math., 80: 363-369.

- MAGGS, CA. & M.H. HOMMERSAND, 1993. Seaweeds of the British Isles. Volume 1 Rhodophyta. The Natural History Museum, London pp. 390-393.
- MALEA, P., T. KEVREKIDIS & A. MOGIAS, 2004. Annual vs perennial growth cycle in *Ruppia maritima* L.: temporal variation in population characteristics in Mediterranean lagoons (Monolimni and Drana Lagoons, Northern Aegean Sea). Bot. Mar., 47: 357-366.
- MARCH, B.G.E. DE, 1977. The effects of photoperiod and temperature on the induction and termination of reproductive resting stage in the freshwater amphipod *Hyalella azteca* (Saussure). Can. J. Zool., 55: 1595-1600.
- MARGALEF, R., 1957. La teoria de information en ecologia. Mem. Real. Acad. Cienc. Artes Barcelona, 32: 373-449. Translation: Information theory in ecology (1958). Gen. Syst., 3: 36-71.
- MAUGÉ, L.A., 1986. Gobiidae pp. 358-388. In: J. DAGET, J-P GOSSE & D.F.E. THYS VAN DEN AUDENAERDE (eds). Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ISNB, Brussels; MRAC, Tervuren and ORSTOM, Paris, Vol. 2.
- MEININGER, P.L. & G.A.M. ATTA (eds), 1994. Ornithological studies in Egyptian wetlands 1989/1990. FORE-Report Nr. 94-01, WIWO-Report Nr. 40, 402 p.
- MILLER, P.J., 1979. Gobiidae. pp. 483-515. In J.C. HUREAU & Th. MONOD (eds.) Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM). UNESCO, Paris. Vol. 1.
- MILLER, P.J., 1986. Gobiidae. pp. 1019-1085. In P.J.P. WHITEHEAD, M.-L. BAUCHOT, J.-C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (eds). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean – Poissons de l'Atlantique du Nord – Est et de la Mediterranee. UNESCO, Paris, Volume III.
- MISTRI, M., 2002. Persistence of benthic communities: a case study from the Valli di Comacchio, a Northern Adriatic lagoonal ecosystem (Italy). ICES J. Mar. Sci., 59: 314-322.
- MISTRI, M., R. ROSSI & E.A. FANO, 2001. Structure and secondary production of a soft bottom macrobenthic community in a brackish lagoon (Sacca di Goro, north-eastern Italy). Estuar. Coast. Shelf Sci., 52: 605-616.
- MOGIAS, A. & T. KEVREKIDIS. Macrozoobenthic community structure in a poikilohaline Mediterranean lagoon (Laki lagoon, Northern Aegean). Helg. Mar. Res. (υπό δημοσίευση).

- MOORE, P.G. 1981. The life histories of the amphipods *Lembos websteri* Bate and *Corophium bonnellii* Milne Edwards in kelp holdfasts. J. exp. Mar. Biol. Ecol., 49: 1-50.
- MORGAN, E., 1970. The effect of environmental factors on the distribution of the amphipod *Pectenogammarus planicrurus* with particular reference to grain size. J. Mar. Biol. Ass. UK., 50: 769-785.
- MORGANS, J.F.C., 1956. Notes on the analysis of shallow – water soft substrata. J. Anim. Ecol., 25: 367-387.
- MUNSON, A.D. & V. OSIS, 1984. Estuary, an ecosystem and a resource (Teacher's manual). Oregon State University.
- MUUS, B.J., 1967. The fauna of Danish estuaries and lagoons. Meddr. Danm. Fisk- og Havunders., 316 p.
- NICOLAIDOU, A, & K.N. PAPADOPOULOU, 1989. Factors affecting the distribution and diversity of polychaetes in Amvrakikos Bay, Greece. P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol., 10: 193-204.
- NICOLAIDOU, A, & P. PITTA, 1986. Fauna associated with marine plants in a brackish lagoon of Amvrakikos bay. Biologia Gallo-hellenica 12: 141-147.
- PAGE, L.M. & B.M. BURR, 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company, Boston. 432 p.
- PERES, J.M., 1967. The Mediterranean benthos. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 5: 449-533.
- PERKINS, E.J., 1974. The biology of estuaries and coastal waters. Academic Press, London, 678 p.
- PICARD, J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la region Marseillaise. Recl. Trav. Stn Mar. Endoume, 52: 1-160
- PULICH, W.M., 1985. Seasonal growth dynamics of *Ruppia maritima* L.s.l. and *Halodule wrightii* Aschers. in southern Texas and evaluation of sediment fertility status. Aquat. Bot., 23: 53-66.
- QUIGNARD, J.-P. & A. PRAS, 1986. Atherinidae. pp. 1207-1210. In: WHITEHEAD, P.J.P., M.L. BAUCHOT, J.C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (eds.). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean – Poissons de l' Atlantique du Nord – Est et de la Mediterranee. UNESCO, Paris, Volume III.

- RASMUSSEN, F.A., 1978a. Coastal Awareness: A Resource Guide for Teachers in Elementary Science. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. Office of Coastal Zone Management. 85 p
- RASMUSSEN, F.A., 1978b. Coastal Awareness: A Resource Guide for Teachers in Junior High Science. National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. Office of Coastal Zone Management. 95 p.
- REIZOPOULOU, S., M. THESSALOU-LEGAKI & A. NICOLAIDOU, 1996. Assessment of disturbance in Mediterranean lagoons: an evaluation of methods. *Mar. Biol.*, 125: 189-197.
- SABBATINI, M.R., K.L. MURPHY & J.H. IRIGOYEN, 1998. Vegetation–environment relationship in irrigation channel systems of southern Argentina. *Aquat. Bot.*, 60: 119-133.
- SANDERS, H.L., 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *Amer. Natur.*, 102: 243-282.
- SARDA, R. & D. MARTIN, 1993. Populations of *Streblospio* (Polychaeta: Spionidae) in temperate zones: Demography and production. *J. mar. biol. Ass. UK.*, 73: 769-784.
- SARDA, R., I. VALIELA & K. FOREMAN, 1996. Decadal shifts in a salt marsh macroinfaunal community in response to sustained long-term experimental nutrient enrichment. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 205: 63-81.
- SCALERA-LIACI, L., G. PISCITELLI & M. SCISCIOLI, 1982. Ricerche sull'alimentazione naturale di *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). *Oebalia*, 8: 15-29.
- SCHLENKER, R.M., 1976a. How long do marine organisms live? Investigations in the marine environment for children. 6 p.
- SCHLENKER, R.M., 1976b. Investigations in marine chemistry: Salinity I. 15 p.
- SHETTLER, J., 1971. Handbook of techniques and guides for the study of the San Francisco Bay–Delta–Estuary Complex, Part 3. Key to the invertebrates. Alameda County School Dept, Hayward, California. 46 p.
- SIMPSON, P.R., H. HUNGERFORD & T.L. VOLK, 1988. Environmental Education: A process for pre-service teacher training curriculum development. UNESCO–UNEP, International Environmental Education Programme, Environmental Education Series No 26.
- SOLOMON, G. & G. BERMAN, 1983. Wet Worlds: Explore the World of Water. Marine and Fresh Water Activities for the Elementary Classroom. Staten Island Continuum of Education, N.Y., National Oceanic and Atmospheric Administration (DOC), Rockville, Md. National Sea Grant Program, New York Sea Grant Inst., Albany, N.Y. 76 p.

- SWARTZ, R.C., 1978. Techniques for sampling and analyzing the marine benthos. Corralis Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development. U.S. environmental Protection Agency. Correalis, Oregon.
- TAGLIAPIETRA, D., M. PAVAN & C. WAGNER, 1998. Macrobenthic community changes related to eutrophication in Palude della Rosa (Venetian Lagoon, Italy). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 47: 217-226.
- THIERMANN, F., I. AKOUMIANAKI, J.A. HUGHES, & O. GIERE, 1997. Benthic fauna of a shallow–water gaseohydrothermal vent area in the Aegean Sea (Milos, Greece). *Mar. Biol.*, 128: 149-159.
- THOMSON, J.M., 1981. Mugilidae. In W. FISCHER, G. BIANCHI & W.B. SCOTT (eds). FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic; fishing areas 34, 47 (in part). Department of Fisheries and Oceans Canada and FAO. Vol. 3.
- THOMSON, J.M., 1990. Mugilidae. pp. 855-859. In: J.C. QUERO, J.C. HUREAU, C.K.A. POST & L. SALDANHA (eds). Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; UNESCO, Paris, Vol. 2.
- TORTONESE, E., 1986. Cyprinodontidae. pp. 623-627 In: P.J.P WHITEHEAD, M.L. BAUCHOT, J.C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE (eds). Fishes of the North–Eastern Atlantic and the Mediterranean – Poissons de l’ Atlantique du Nord – Est et de la Mediterranee. UNESCO, Paris, Volume II.
- TUNNER, C.B. & M.L. JACKSON, 1947. Nomographs of sedimentation times for soil particles under gravity or centrifugal acceleration. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 12: 60-65.
- VERHOEVEN, J.T.A., 1979. The ecology of *Ruppia*–dominated communities in Western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aquat. Bot.*, 6: 197-268.
- VIERSSSEN, W.C. VAN, 1982a. The ecology of communities dominated by *Zannichellia* taxa in western Europe. I. Characterization and autecology of the *Zannichellia* taxa. *Aquat. Bot.*, 12: 103-155.
- VIERSSSEN, W.C. VAN, 1982b. The ecology of communities dominated by *Zannichellia* taxa in western Europe. II. Distribution, synecology and productivity aspects in relation to environmental factors. *Aquat. Bot.*, 13: 385-483.
- WHITLATCH, R.B., 1977. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biol. Bull.* 152: 275-294.

- WHITTON, B.A., P.N.G. BOULTON, E.M. CLEGG, J.J. GEMMELL, G.G. GRAHAM, R. CUSTAR & T.P. MOORHOUSE, 1998. Long-term changes in macrophytes of British rivers. 1. River Wear. *Sci. Tot. Envir.* 210/211: 411-426.
- WILDEKAMP, R.H., R. ROMAND & J.J. SCHEEL, 1986. Cyprinodontidae pp. 165-276. In: J. DAGET, J.-P. GOSSE & D.F.E. THYS VAN DEN AUDENAERDE (eds). Check-list of freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ISNB, Brussels, MRAC; Tervuren; and ORSTOM, Paris, Vol. 2.
- WILTSE, W.I., K.H. FOREMAN, J.M. TEAL & I. VALIELA, 1984. Effects of predators and food resources on the macrobenthos of salt marsh creeks. *J. Mar. Res.*, 42: 923-942.

II. Ελληνόγλωσση

- ΒΑΡΕΛΑ, Μ., Μ. ΚΑΠΑΝΤΑΝΗΣ, Α. ΚΟΥΚΟΥΒΙΤΑΚΗ, Μ. ΜΑΛΑΚΟΥ, Φ. ΠΕΡΓΑΝΤΗΣ, Σ. ΣΠΑΤΑΛΑΣ & Τ. ΤΑΦΑΣ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιοτόπων Σύμβασης Ramsar-Υγροβιότοπος: Αμβρακικός Κόλπος. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 111 σελ.
- ΒΟΛΙΩΤΗΣ, Δ., Α. ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ, Β. HALLMANN, Β. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, Π. ΚΟΡΙΣΙΑΝΟΣ, Β. ΚΑΤΣΑΝΗ & Ε. ΒΟΓΙΑΤΖΗ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιοτόπων Σύμβασης Ramsar-Υγροβιότοπος: Λίμνη Βιστονίδα. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 79 σελ.
- ΓΕΡΑΚΗΣ, Π.Α. & Ε.Θ. ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ, 1996. Ελληνικοί Υγρότοποι. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας – Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων, Εμπορική Τράπεζα Ελλάδα, Αθήνα, 381 σελ.
- ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ, Α., 2002. Περιβαλλοντική ηθική. Εκδ. Gutenberg, Αθήνα, 514 σελ.
- ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ, Α. & Ε. ΤΣΑΛΙΚΗ, 1997. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Αρχές–Φιλοσοφία–Μεθοδολογία–Παιχνίδια και Ασκήσεις. Εκδ. Gutenberg, Αθήνα, 164 σελ.
- ΓΚΟΥΒΗΣ, Ν., 1988. Ποιοτική και ποσοτική μελέτη της βενθικής μακροπανίδας της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 188 σελ.
- ΓΚΟΥΒΗΣ, Ν., Β. ΓΚΟΥΤΝΕΡ, Σ. ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ, Θ. ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ, Γ. ΜΟΙΡΩΤΣΟΣ, Δ. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ & Π.Θ. ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ, 1986. Πρόγραμμα

- Οριοθέτησης Υγροβιοτόπων Σύμβασης Ramsar–Υγροβιότοπος: Δέλτα Έβρου. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 87 σελ.
- ΓΚΟΥΤΝΕΡ, Β., 1983. Οικολογία αναπαραγωγής της Αβοκέτας (*Recurvirostra avosetta* L.) και του στρειδοφάγου (*Haematopus ostralegus* L.) (Aves), στο Δέλτα του ποταμού Έβρου. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 205 σελ.
- ΓΚΟΥΤΝΕΡ, Β., 1986. Ορνιθολογικός Οδηγός Δέλτα Έβρου. Υπουργείο Πολιτισμού, Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Οικοτουρισμός στον Έβρο, Τεύχος 2, Σεπτέμβρης 1986, 58 σελ.
- DELEPINE, R., C-F. BOUDOURESQUE, C. FRADA-ORESTANO, M-C. NOAILLES & A. ASENSI, 1987. Φύκη και άλλα Θαλάσσια Φυτά. Μετάφραση Ι. Τσέκος, Σ. Χαριτωνίδης & Ε. Λαζαρίδου, Θεσσαλονίκη, 136 σελ.
- ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, Β., Γ. ΚΑΡΕΤΣΟΣ, Δ. ΚΑΡΡΑ, Κ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Σ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ, Ε. ΤΣΟΓΚΑ & Β. HALLMAN, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιοτόπων Σύμβασης Ramsar–Υγροβιότοπος: Δέλτα Αλιάκμονα-Λουδία-Αξιού. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 71 σελ.
- DRIVER, R., E. GUESNE & A. TIBERGHEN, 1995. Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Εκδ. Τροχαλία, Ένωση Ελλήνων Φυσικών (Β' Έκδοση), Αθήνα, 286 σελ.
- DRIVER, R., A. SQUIRES, P. RUSHWORTH & V. WOOD-ROBINSON, 1998. Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών. Εκδ. Τυπωθήτω Γιώργος Δαρδανός, (Σειρά: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών), Αθήνα, 364 σελ.
- ΔΡΟΣΟΣ, Ε., Η. JERRENTUP, Μ. ΚΟΥΛΙΖΑΚΗΣ, Ε. ΜΑΡΙΝΑΚΗ, Γ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, Α. ΣΑΒΒΙΔΗΣ & Ν. ΣΤΑΜΑΤΟΥΚΟΣ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιοτόπων Σύμβασης Ramsar–Υγροβιότοπος: Λίμνη Μητρικού. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 87 σελ. ΦΛΟΓΑΪΤΗ, Ε., 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Εκδ. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 318 σελ.
- ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΗΣ, Δ. & Κ. ΟΥΖΟΥΝΗΣ, 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Θεωρία και Πράξη. Εκδ. Σπανίδης, Ξάνθη, 422 σελ.
- ΚΑΣΣΩΤΑΚΗΣ, Μ.Ι., 1998. Η αιτιολόγηση της επίδοσης των μαθητών. Εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- KATZ, L. & S. CHARD, 2004. Η μέθοδος project. Η ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης και της δημιουργικότητας των παιδιών. Εκδ. Ατραπός, Αθήνα, 300 σελ.
- ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ, Θ., 1988. Βιονομική μελέτη των πληθυσμών των βενθικών αμφιπόδων της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου με έμφαση σε

- πληθυσμούς του *Gammarus aequicauda* (Martynov), Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 176 σελ.
- ΚΟΚΚΟΤΑΣ, Π., 1998. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. 2^η Έκδοση Βελτιωμένη, Αθήνα, 311 σελ.
- ΚΟΛΙΑΔΗΣ, Ε.Α., 1997. Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη. Τόμος Γ: Γνωστικές θεωρίες. Αθήνα, 279 σελ.
- ΚΟΡΟΒΕΣΗ, Α., Λ. ΚΟΥΜΠΛΗ-ΣΟΒΑΝΤΖΗ, Ν. ΝΤΑΒΛΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΣ, Γ. ΧΑΒΑΚΗΣ & Γ. ΧΑΝΔΡΙΝΟΣ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιότοπων Σύμβασης Ramsar-Υγροβιότοπος: Λιμνοθάλασσα Κοτύχι. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 47 σελ.
- ΚΟΥΚΟΥΡΑΣ, Α., Μ. ΑΡΙΑΝΟΥΤΣΟΥ & Π.Α. ΓΕΡΑΚΗΣ, 1986. Ερμηνευτικό λεξικό οικολογικών και συναφών όρων. Ένωση Ελλήνων Οικολόγων. Εκδ. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη, 122 σελ.
- ΚΡΙΒΑΣ, Σ., 2004. Παιδαγωγική Επιστήμη: Βασική θεματική. Εκδ. Gutenberg (Παιδαγωγική Σειρά), Αθήνα, 307 σελ.
- ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ, Ε.Σ., 1994. Συστηματική, βιονομική και οικολογική μελέτη του θαλάσσιου φυτοβένθους της νήσου Μήλου (Κυκλάδες). Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 297 σελ.
- ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, Ι.Δ., 1996. Δυναμική πληθυσμών της Ζαμπάρολας (*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827) στις λιμνοθάλασσες Μεσολογίου και Αιτωλικού. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 198 σελ.
- ΜΠΑΛΗ, Φ., Α. ΚΟΡΟΒΕΤΣΗ, Λ. ΔΙΟΝΥΣΟΠΟΥΛΟΥ, Φ. ΠΕΡΓΑΝΤΗΣ, Δ. ΔΑΝΙΗΛΙΔΗΣ, Κ. ΜΑΚΡΗΣ & Σ. ΜΠΑΛΙΩΤΑΣ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιότοπων Σύμβασης Ramsar-Υγροβιότοπος: Μεσολόγγι. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 97 σελ.
- ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ, Δ., 1979. Φυτοκοινωνιολογική μελέτη επί της βλαστήσεως του Δέλτα του ποταμού Έβρου (Αινήσιον Δέλτα). Διατριβή επί διδασκαρία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 158 σελ.
- ΝΤΟΥΝΑΣ, Κ., Η. JERRENTUP, Β. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΟΥ-ΙΑΤΡΟΠΟΥΛΟΥ, Ε. ΛΥΡΙΤΗ, Κ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Α. ΠΟΡΑΒΟΣ & Π. ΧΡΙΣΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, 1986. Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιότοπων Σύμβασης Ramsar-Υγροβιότοπος: Δέλτα Νέστου. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Αθήνα, 106 σελ.
- ΠΑΝΕΤΣΟΣ, Σ., 2001. Οι Υπολογιστές στην Εκπαίδευση. Εκδ. Ίων, Αθήνα, 590 σελ.
- ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ, Ι.Ν., 1985. Εξελικτική Ψυχολογία. Τόμος Γ΄ Σχολική ηλικία. Αθήνα, 194 σελ.

- ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ, Σ. & Κ. ΚΟΡΦΙΑΤΗΣ, 2003. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Θεωρίες και Μέθοδοι. Εκδ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη, 186 σελ.
- ΡΑΒΑΝΗΣ, Κ., 2001. Οι Φυσικές Επιστήμες στη προσχολική εκπαίδευση. Διδακτική και γνωστική προσέγγιση. Εκδ. Τυπωθήτω Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα, 350 σελ.
- ΡΑΠΤΗΣ, Ν., 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Αγωγή. Το θεωρητικό πλαίσιο των επιλογών. Εκδ. Τυπωθήτω Γιώργος Δαρδανός, (Σειρά: Περιβάλλον και Κοινωνικές Επιστήμες), Αθήνα, 231 σελ.
- ΣΑΛΒΑΡΑΣ, Γ., 1993. Διερεύνηση της διάδρασης στην τάξη για τη διαμόρφωση ενός φάσματος διδακτικών στρατηγικών. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών. 381 σελ.
- SIEGLER, R.S., 2002. Πώς σκέφτονται τα παιδιά. Επιμέλεια Σ. Βοσνιάδου, Εκδ. Gutenberg (Σειρά: Ψυχολογία), Αθήνα, 675 σελ.
- ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ, Χ., 2003. Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Υπολογιστές και μάθηση στην κοινωνία της γνώσης. Εκδ. Κώδικας, 2^η Έκδοση, Θεσσαλονίκη, 404 σελ.
- ΣΤΑΧΤΕΑΣ, Χ.Π., 2002. Πληροφορική στην Εκπαίδευση. Οι υπολογιστές στο σχολείο του μέλλοντος. Εκδ. Τυπωθήτω Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα, 213 σελ.
- ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ, Ε., 2001. Η αξιολόγηση της σχολικής επίδοσης του μαθητή. (Με παραδείγματα από τα βιβλία του Δημοτικού Σχολείου). Εκδ. Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 109 σελ.
- ΤΑΡΑΤΟΡΗ-ΤΣΑΛΚΑΤΙΔΟΥ, Ε., 2005. Σχεδιασμοί μαθημάτων Δημοτικού Σχολείου, Β' Έκδοση, Εκδ. Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 408 σελ.
- ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ, Α.Ε., 1996. Πετρολογία ιζηματογενών πετρωμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, 244 σελ.
- ΦΛΟΓΑΪΤΗ, Ε., 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Εκδ. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 318 σελ.
- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ. & Ε. ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ, 1997. Φυκολογία. Οδηγίες για την αναγνώριση θαλάσσιων μακροφυκών και φανερογάμων. Θεσσαλονίκη, 48 σελ.
- ΧΑΤΖΗΔΗΜΟΥ, Δ. & Ε. ΤΑΡΑΤΟΡΗ, 2001. Η μέθοδος project στο σχολείο. Στο συλλογικό τόμο (Επιστημονική επιμέλεια Ι. Πυργιωτάκη), Ολοήμερο Σχολείο, Λειτουργία και Προοπτικές. ΟΕΔΒ, Αθήνα, σελ. 115-130.
- ΖΑΒΛΑΝΟΣ, Μ., 1998. Διδακτική. Εκδ. Έλλην (2^η Έκδοση), Αθήνα, 164 σελ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1. Κατάλογος των μακροφυτικών ταξινομημάτων που συλλέχθηκαν κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999) στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα· X: παρουσία.

Appendix 1. List of the macrophytes collected during the monthly samplings (February 1998 – February 1999) in Laki and Drana lagoons; X: presence.

α/α	Ταξινομήματα	Λιμνοθάλασσα	Λιμνοθάλασσα
		Λακί	Δράνα
	Phaeophyceae		
1	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Kjellman	X	
2	<i>Ectocarpus</i> sp.	X	
3	<i>Feldmania</i> sp.	X	
	Rhodophyceae		
4	<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C. Agardh	X	
5	<i>Ceramium circinatum</i> (Kutzing) J. Agardh	X	
6	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	X	
7	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	X	
8	<i>Stylonema cornu-cevri</i> Reinsch	X	
9	<i>Gelidium crinale</i> (Turner) Lamouroux	X	
10	<i>Bangia</i> sp.	X	
11	<i>Erithrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	X	
12	<i>Chondria dasiphylla</i> (Woodward) C. Agardh	X	
13	<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (Gmelin) Silva	X	
14	<i>Nitophyllum</i> sp.	X	
15	<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	X	
16	<i>Laurencia</i> sp.	X	
17	<i>Lophosiphonia</i> spp.	X	
18	<i>Polysiphonia</i> sp.	X	
	Chlorophyceae		
19	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Muller) Kutzing	X	
20	<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kutzing	X	

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

21	<i>Cladophora</i> spp.	X	
22	<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen ex Roth) J. Agardh	X	
23	<i>Enteromorpha compressa</i> (Linnaeus) Greville	X	
24	<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Muller) J. Agardh	X	
25	<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J. Agardh	X	
26	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	X	
27	Charophyceae	X	X
	Potamogetonales		
28	<i>Ruppia maritima</i> Linnaeus		X
29	<i>Zannichellia palustris</i> Linnaeus		X

Παράρτημα 2. Κατάλογος των μακροζωοβενθικών ταξινομημάτων που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι του 1997 και κατά τις μηνιαίες δειγματοληψίες (Φεβρουάριος 1998 – Φεβρουάριος 1999) στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα· X: παρουσία.

Appendix 2. List of the macrozoobenthic taxa collected during summer 1997 and during the monthly samplings (February 1998 – February 1999) in Laki and Drana lagoons; X: presence.

α/α	Ταξινομήματα	Λιμνοθάλασσα Λακί	Λιμνοθάλασσα Δράνα
	Polychaeta (Annelida)		
1	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776)	X	X
2	<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	X	X
3	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	X	
4	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	X	
5	<i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1967	X	
6	<i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880)	X	
7	<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957)	X	
8	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	X	
9	<i>Platynereis coccinea</i> (delle Chiaje, 1841)	X	
10	<i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1863	X	
11	<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870	X	
12	<i>Schistomeringos rudolphi</i> (delle Chiaje, 1828)	X	
	Amphipoda (Crustacea)		
13	<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	X	X
14	<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	X	X
15	<i>Corophium insidiosum</i> Crawford, 1937	X	
16	<i>Microprotopus maculatus</i> Norman, 1867	X	
17	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	X	
18	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	X	
19	<i>Ampelisca</i> sp.	X	

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

	Decapoda (Crustacea)		
20	<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847	X	
21	<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	X	
22	<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna, 1792)	X	
	Bivalvia (Mollusca)		
23	<i>Abra ovata</i> (Philippi, 1836)	X	
24	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poirer, 1789)	X	X
	Gastropoda (Mollusca)		
25	<i>Ventrosia maritima</i> (Milaschewitch, 1916)	X	X
26	Tubificidae (Annelida, Oligochaeta)	X	X
27	Cumacea (Crustacea)	X	X
28	Mysidacea (Crustacea)	X	X
29	Ostracoda (Crustacea)		X
30	Προνύμφες Chironomidae (Insecta)	X	X

Παράρτημα 3. Κατάλογος των ταξινομημάτων της ιχθυοπανίδας, που συλλέχτηκαν με τη χρήση γρίπου και βολκών κατά τις εποχικές δειγματοληψίες (Μάιος, Αύγουστος, Οκτώβριος 1998 και Ιανουάριος 1999), στις λιμνοθάλασσες Λακί και Δράνα· X: παρουσία.

Appendix 3. List of the ichthyofaunal taxa, collected with the use of a bag seine net and fyke nets during the seasonal samplings (May, August, October 1998 and January 1999), in Laki and Drana lagoons; X: presence.

α/α	Ταξινομήματα	Λιμνοθάλασσα Λακί	Λιμνοθάλασσα Δράνα
1	<i>Knipowitschia caucasica</i> (Kawrajsky in Berg, 1916)	X	X
2	<i>Aphanius fasciatus</i> (Nardo, 1827)	X	X
3	<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	X	X
4	<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	X	X
5	<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758	X	
6	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	X	
7	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)		X
8	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1811)	X	
9	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	X	
10	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	X	
11	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	X	
12	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	X	
13	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)		X

Παράρτημα 4. Κατάλογος των ειδών των Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδροβίων και Υδροβατικών πτηνών η παρουσία των οποίων έχει καταγραφεί κατά το παρελθόν στη λιμνοθάλασσα Λακί*.

Appendix 4. List of species of Larids, Shorebirds, Waterfowl and Wading birds recorded in the past in Laki lagoon.

α/α	Οικογένεια	Είδος	Κοινή ονομασία	Κατηγορία
1	Pelecanidae	<i>Pelecanus onocrotalus</i> Linnaeus, 1758	Ροδοπελεκάνος	Υδρόβιο
2		<i>Pelecanus crispus</i> Bruch, 1832	Αργυροπελεκάνος	Υδρόβιο
3	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)	Κορμοράνος	Υδρόβιο
4	Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)	Λευκοτσικνιάς	Υδροβατικό
5	Phoenicopteridae	<i>Phoenixipterus ruber</i> Linnaeus, 1758	Φλαμίγκο	Υδροβατικό
6	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	Πρασινοκέφαλη	Υδρόβιο
7		<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	Ψαλίδα	Υδρόβιο
8	Haematopodidae	<i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758	Στρειδοφάγος	Παρυδάτιο
9	Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)	Καλαμοκανάς	Παρυδάτιο
10		<i>Recurvirostra avosetta</i> (Linnaeus, 1758)	Αβοκέτα	Παρυδάτιο
11	Burhinidae	<i>Burhinus oedienemus</i> (Linnaeus, 1758)	Πετροπριλίδα	Παρυδάτιο
12	Glareolidae	<i>Glareola pratincola</i> (Linnaeus, 1766)	Νεροχαλίδονο	Παρυδάτιο
13	Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758	Θαλασσοσφυριχτής	Παρυδάτιο
14		<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	Αργυροπούλι	Παρυδάτιο
15		<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	Καλημάνα	Παρυδάτιο
16		<i>Hoplopterus spinosus</i> Linnaeus, 1758	Αγκαθοκαλημάνα	Παρυδάτιο
17	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	Λασποσκαλίδρα	Παρυδάτιο
18		<i>Calidris ferruginea</i> (Pontopidan, 1763)	Δρεπανασκαλίδρα	Παρυδάτιο
19		<i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	Λευκοσκαλίδρα	Παρυδάτιο
20		<i>Calidris minuta</i> (Leisler, 1812)	Νανοσκαλίδρα	Παρυδάτιο
21		<i>Philomachus pugnax</i> (Linnaeus, 1758)	Μαχητής	Παρυδάτιο
22		<i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)	Οχθοτούρλι	Παρυδάτιο
23		<i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)	Τουρλίδα	Παρυδάτιο
24		<i>Numenius tenuirostris</i> Vieillot, 1817	Λεπτομύτα	Παρυδάτιο
25		<i>Tringa erythropus</i> (Pallas, 1764)	Μαυρότρυνγας	Παρυδάτιο
26		<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	Κοκκινოსκέλης	Παρυδάτιο

(συνεχίζεται)

<i>(συνέχεια)</i>				
27		<i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)	Πρασινოსκέλης	Παρυδάτιο
28		<i>Tringa glareola</i> Linnaeus, 1758	Λασπότρυγας	Παρυδάτιο
29		<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	Χαλικοκυλιστής	Παρυδάτιο
30	Laridae	<i>Larus genei</i> Breme, 1839	Λεπτοραμφόγλαρος	Γλαρόμορφο
31		<i>Larus ridibundus</i> Linnaeus, 1766	Καστανακεφαλόγλαρος	Γλαρόμορφο
32		<i>Larus minutus</i> Pallas, 1776	Νανόγλαρος	Γλαρόμορφο
33		<i>Larus melanocephalus</i> Temminck, 1820	Σκυλοκούταβος	Γλαρόμορφο
34		<i>Larus cachinnans</i> Pontoppidan, 1763	Ασημόγλαρος	Γλαρόμορφο
35	Sternidae	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	Ποταμογλάρονο	Γλαρόμορφο
36		<i>Sterna albifrons</i> Pallas, 1764	Νανογλάρονο	Γλαρόμορφο
37		<i>Sterna sandvicensis</i> Latham, 1787	Χειμωνογλάρονο	Γλαρόμορφο

* Σύμφωνα με τους: BRITTON et al. 1978, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1983, GOUTNER & ΚΑΤΤΟΥΛΑΣ 1984, GOUTNER 1985, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, GOUTNER 1986a, GOUTNER 1986b, GOUTNER 1986c, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1986, GOUTNER & ECONOMIDIS 1986, GOUTNER & JERRENTROP 1987, EVERETT & ROSE 1989, FASOLA et al. 1989, GOUTNER 1990, GOUTNER & HANDRINOS 1990, GOUTNER 1991, GOUTNER & KAZANTZIDIS 1992, GOUTNER 1997.

Παράρτημα 5. Κατάλογος των σημαντικότερων ειδών των Γλαρόμορφων, Παρυδάτιων, Υδροβίων, Υδροβατικών και Αρπακτικών πτηνών η παρουσία των οποίων έχει καταγραφεί κατά το παρελθόν στη λιμνοθάλασσα Δράνα*.

Appendix 5. List of the most important species of Larids, Shorebirds, Waterfowl, Wading birds and Raptors recorded in the past in Drana lagoon.

α/α	Οικογένεια	Είδος	Κοινή ονομασία	Κατηγορία
1	Pelecanidae	<i>Pelecanus onocrotalus</i> Linnaeus, 1758	Ροδοπελεκάνος	Υδρόβιο
2		<i>Pelecanus crispus</i> Bruch, 1832	Αργυροπελεκάνος	Υδρόβιο
3	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)	Κορμοράνος	Υδρόβιο
4		<i>Phalacrocorax pygmeus</i> (Pallas, 1773)	Λαγγόνα	Υδρόβιο
5	Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)	Λευκοτσικνιάς	Υδροβατικό
6	Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	Λευκοπελεργός	Υδροβατικό
7	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i> Linnaeus, 1758	Φλαμίγκο	Υδροβατικό
8	Anatidae	<i>Anser erythropus</i> (Linnaeus, 1758)	Νανόχηννα	Υδρόβιο
9		<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	Πρασινοκέφαλη	Υδρόβιο
10		<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	Ψαλίδα	Υδρόβιο
11	Accipitridae	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	Καλαμόκιρκος	Αρπακτικό
12	Rallidae	<i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758	Φαλαρίδα	Υδρόβιο
13	Haematopodidae	<i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758	Στρειδοφάγος	Παρυδάτιο
14	Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)	Καλαμοκανάς	Παρυδάτιο
15		<i>Recurvirostra avosetta</i> (Linnaeus, 1758)	Αβοκέτα	Παρυδάτιο
16	Burhinidae	<i>Burhinus oedicnemus</i> (Linnaeus, 1758)	Πετροτριλίδα	Παρυδάτιο
17	Glareolidae	<i>Glareola pratincola</i> (Linnaeus, 1766)	Νεροχαλίδονο	Παρυδάτιο
18	Charadriidae	<i>Charadrius hiaticula</i> Linnaeus, 1758	Αμμοσφυριχτής	Παρυδάτιο
19		<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	Ποταμοσφυριχτής	Παρυδάτιο
20		<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758	Θαλασσοσφυριχτής	Παρυδάτιο
21		<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	Αργυροπούλι	Παρυδάτιο
22		<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	Καλημάνα	Παρυδάτιο
23		<i>Hoplopterus spinosus</i> Linnaeus, 1758	Αγκαθοκαλημάνα	Παρυδάτιο
24	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	Λασποσκαλίδρα	Παρυδάτιο
25		<i>Calidris ferruginea</i> (Pontopidan, 1763)	Δρεπανασκαλίδρα	Παρυδάτιο
26		<i>Calidris temminckii</i> (Leisler, 1812)	Σταχτοσκαλίδρα	Παρυδάτιο

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

27		<i>Calidris minuta</i> (Leisler, 1812)	Νανοςκαλίδρα	Παρυδάτιο
28		<i>Limicola falcinellus</i> (Pontoppidan, 1763)	Μπεκατσίνοσκαλίδρα	Παρυδάτιο
29		<i>Philomachus pugnax</i> (Linnaeus, 1758)	Μαχητής	Παρυδάτιο
30		<i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)	Οχθοτούρλι	Παρυδάτιο
31		<i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)	Τουρλίδα	Παρυδάτιο
32		<i>Numenius tenuirostris</i> Vieillot, 1817	Λεπτομούτα	Παρυδάτιο
33		<i>Tringa erythropus</i> (Pallas, 1764)	Μαυρότρυνγας	Παρυδάτιο
34		<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	Κοκκίνοσκελής	Παρυδάτιο
35		<i>Tringa stagnatilis</i> (Bechstein, 1803)	Νανοπρασίνοςσκελής	Παρυδάτιο
36		<i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)	Πρασίνοςσκελής	Παρυδάτιο
37		<i>Tringa glareola</i> Linnaeus, 1758	Λασπότρυνγας	Παρυδάτιο
38		<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	Δασότρυνγας	Παρυδάτιο
39		<i>Xenus cinereus</i> (Guldenstadt, 1775)	Τερεκότρυνγας	Παρυδάτιο
40		<i>Actitis hypoleucos</i> Linnaeus, 1758	Ποταμότρυνγας	Παρυδάτιο
41		<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	Χαλικοκυλιστής	Παρυδάτιο
42		<i>Phalaropus lobatus</i> (Linnaeus, 1758)	Σταχτοκυμπούτρυνγας	Παρυδάτιο
43	Laridae	<i>Larus genei</i> Breme, 1839	Λεποραμφόγλαρος	Γλαρόμορφο
44		<i>Larus ridibundus</i> Linnaeus, 1766	Καστανακεφαλόγλαρος	Γλαρόμορφο
45		<i>Larus melanocephalus</i> Temminck, 1820	Σκυλοκούταβος	Γλαρόμορφο
46		<i>Larus cachinnans</i> Pontoppidan, 1763	Ασημόγλαρος	Γλαρόμορφο
47	Sternidae	<i>Hydroprogne tschegrava</i> (Lepechin, 1770)	Καρατζιάς	Γλαρόμορφο
48		<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	Ποταμογλάρονο	Γλαρόμορφο
49		<i>Sterna albifrons</i> Pallas, 1764	Νανογλάρονο	Γλαρόμορφο
50		<i>Sterna sandvicensis</i> Latham, 1787	Χειμωνογλάρονο	Γλαρόμορφο
51		<i>Gelohelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789)	Γελογλάρονο	Γλαρόμορφο

* Σύμφωνα με τους: BRITTON et al. 1978, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1983, GOUTNER & KATTOULAS 1984, GOUTNER 1985, ΓΚΟΥΒΗΣ κ.ά. 1986, GOUTNER 1986a, GOUTNER 1986b, GOUTNER 1986c, ΓΚΟΥΤΝΕΡ 1986, GOUTNER & ECONOMIDIS 1986, GOUTNER & JERRENTROP 1987, EVERETT & ROSE 1989, FASOLA et al. 1989, GOUTNER 1990, GOUTNER & HANDRINOS 1990, GOUTNER 1991, GOUTNER & KAZANTZIDIS 1992, GOUTNER 1997.

Παράρτημα 6. Κατάλογος των ειδών των Υδροβατικών, Υδρόβιων, Παρυδάτιων και Γλαρόμορφων πτηνών η παρουσία των οποίων έχει καταγραφεί κατά το παρελθόν στο Δέλτα του Έβρου.

Appendix 6. List of species of the Wading birds, Waterfowl, Shorebirds and Larids recorded in the past in Evros Delta.

α/α	Είδος	Κοινή ονομασία
1	<i>Gavia stellata</i>	Κηλιδοβούτι
2	<i>Gavia arctica</i>	Λαμπροβούτι
3	<i>Podiceps cristatus</i>	Σκουφοβουτηχτάρα
4	<i>Podiceps grisegena</i>	Κοκκινοβουτηχτάρα
5	<i>Podiceps nigricolis</i>	Μαυροβουτηχτάρα
6	<i>Podiceps (Tachybaptus) ruficollis</i>	Νανοβουτηχτάρα
7	<i>Puffinus puffinus</i>	Μύχος
8	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Ροδοπελεκάνος
9	<i>Pelecanus crispus</i>	Αργυροπελεκάνος
10	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Κορμοράνος
11	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	Λαγγόνα
12	<i>Sula bassana</i>	Σούλα
13	<i>Botaurus stellaris</i>	Βούταυρος
14	<i>Ixobrychus minutus</i>	Μικροτσικνιάς
15	<i>Ardeola ralloides</i>	Κρυπτοτσικνιάς
16	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Νυχτοκόρακας
17	<i>Egretta alba</i>	Αργυροτσικνιάς
18	<i>Egretta garzetta</i>	Λευκοτσικνιάς
19	<i>Ardea cinerea</i>	Σταχτοτσικνιάς
20	<i>Ardea purpurea</i>	Πορφυροτσικνιάς
21	<i>Platalea leucorodia</i>	Χουλιανομύτα
22	<i>Plegadis falcinellus</i>	Χαλκόκοτα
23	<i>Ciconia ciconia</i>	Λευκοπελαργός
24	<i>Ciconia nigra</i>	Μαυροπελαργός
25	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Φλαμίγκο
26	<i>Cygnus cygnus</i>	Αγριόκυκνος

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

27	<i>Cygnus bewickii</i>	Νανόκυκνος
28	<i>Cygnus olor</i>	Κύκνος
29	<i>Anser anser</i>	Σταχτόχηννα
30	<i>Anser fabalis</i>	Χωραφόχηννα
31	<i>Anser albifrons</i>	Ασπρομετωπόχηννα
32	<i>Anser erythropus</i>	Νανόχηννα
33	<i>Branta bernicla</i>	Δακτυλιδόχηννα
34	<i>Branta ruficollis</i>	Κοκκινολαιμόχηννα
35	<i>Tadorna tadorna</i>	Βαρβάρα
36	<i>Tadorna ferruginea</i>	Καστανόχηννα
37	<i>Anas platyrhynchos</i>	Πρασινικέφαλη
38	<i>Anas strepera</i>	Φλυαρόπαπια
39	<i>Anas penelope</i>	Σφυριχτάρι
40	<i>Anas crecca</i>	Σαρσέλα
41	<i>Anas querquedula</i>	Κιρκίρι
42	<i>Anas acuta</i>	Ψαλίδα
43	<i>Anas clypeata</i>	Χουλιάρόπαπια
44	<i>Anas (Marmaronetta) angustirostris</i>	Στικτόπαπια
45	<i>Netta rufina</i>	Ροπαλόπαπια
46	<i>Aythya fuligula</i>	Τσικνόπαπια
47	<i>Aythya marila</i>	Μαριλόπαπια
48	<i>Aythya ferina</i>	Κυνηγόπαπια
49	<i>Aythya nyroca</i>	Βαλτόπαπια
50	<i>Somateria molissima</i>	Πουπουλόπαπια
51	<i>Melanita fusca</i>	Βελουδόπαπια
52	<i>Bucephala clangula</i>	Κουδουνόπαπια
53	<i>Clangula hyemalis</i>	Χιονόπαπια
54	<i>Mergus merganser</i>	Χηνοπρίστης
55	<i>Mergus serrator</i>	Λοφοπρίστης
56	<i>Mergellus albellus</i>	Νανοπρίστης
57	<i>Oxyura leucocephala</i>	Κεφαλούδι
58	<i>Crex crex</i>	Ορτυγομάννα

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

59	<i>Porzana porzana</i>	Στικτοπουλάδα
60	<i>Porzana parva</i>	Μικροπουλάδα
61	<i>Porzana pusilla</i>	Νανοπουλάδα
62	<i>Rallus aquaticus</i>	Νεροκατσέλα
63	<i>Gallinula chloropus</i>	Νεροπουλάδα
64	<i>Fulica atra</i>	Μαυρόκοτα
65	<i>Grus grus</i>	Σταχτογερανός
66	<i>Haematopus ostralegus</i>	Στρειδοφάγος
67	<i>Himantopus himantopus</i>	Καλαμοκανάς
68	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Αβοκέτα
69	<i>Burchinus oediconemus</i>	Πετροτριλίδα
70	<i>Glareola pratincola</i>	Νεροχελίδονο
71	<i>Glareola nordmanni</i>	Μαυρονεροχελίδονο
72	<i>Charadrius morinellus</i>	Βουνοσφυριχτής
73	<i>Charadrius hiaticula</i>	Αμμοσφυριχτής
74	<i>Charadrius dubius</i>	Ποταμοσφυριχτής
75	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Θαλασσοσφυριχτής
76	<i>Pluvialis squatarola</i>	Αργυροπούλι
77	<i>Pluvialis apricaria</i>	Βροχοπούλι
78	<i>Vanellus vanellus</i>	Καλημάνα
79	<i>Hoplopterus spinosus</i>	Αγκαθοκαλημάνα
80	<i>Calidris alpina</i>	Λασποσκαλίδρα
81	<i>Calidris ferruginea</i>	Δρεπανοσκαλίδρα
82	<i>Calidris canutus</i>	Χοντροσκαλίδρα
83	<i>Calidris alba</i>	Λευκοσκαλίδρα
84	<i>Calidris temminckii</i>	Σταχτοσκαλίδρα
85	<i>Calidris minuta</i>	Νανοσκαλίδρα
86	<i>Limicola falcinellus</i>	Μπεκατσινοςκαλίδρα
87	<i>Philomachus pugnax</i>	Μαχητής
88	<i>Gallinago gallinago</i>	Μπεκατσίνι
89	<i>Gallinago media</i>	Διπλομπεκάτσινο
90	<i>Lymnocyrtus minimus</i>	Κουφομπεκάτσινο

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

91	<i>Scolopax rusticola</i>	Μπεκάτσα
92	<i>Limosa limosa</i>	Οχθοτούρλι
93	<i>Limosa lapponica</i>	Ακτοτούρλι
94	<i>Numenius arquata</i>	Τουρλίδα
95	<i>Numenius tenuirostris</i>	Λεπτομούτα
96	<i>Numenius phaeopus</i>	Σιγλίγυρος
97	<i>Tringa erythropus</i>	Μαυρότρυγγας
98	<i>Tringa totanus</i>	Κοκκινოსκέλης
99	<i>Tringa stagnatilis</i>	Νανοπρασινοσκέλης
100	<i>Tringa nebularia</i>	Πρασινοσκέλης
101	<i>Tringa glareola</i>	Λασπότρυγγας
102	<i>Tringa ochropus</i>	Δασότρυγγας
103	<i>Xenus cinereus</i>	Τερεκότρυγγας
104	<i>Actitis hypoleucos</i>	Ποταμότρυγγας
105	<i>Arenaria interpres</i>	Χαλικοκυλιστής
106	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Σταχτοκολυμπότρυγγας
107	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Μικροληστόγλαρος
108	<i>Larus auduini</i>	Αιγιάόγλαρος
109	<i>Larus genei</i>	Λεπτοραμφόγλαρος
110	<i>Larus ichthyæus</i>	Ψαρόγλαρος
111	<i>Larus ridibundus</i>	Καστανοκεφαλόγλαρος
112	<i>Larus minutus</i>	Νανόγλαρος
113	<i>Larus melanocephalus</i>	Σκυλοκούταβος
114	<i>Larus cachinnans</i>	Ασημόγλαρος
115	<i>Larus fuscus</i>	Μελανόγλαρος
116	<i>Larus marinus</i>	Γιγαντόγλαρος
117	<i>Larus canus</i>	Θυελλόγλαρος
118	<i>Sterna caspia</i>	Καρατζάς
119	<i>Sterna bengalensis</i>	Ταξιδογλάρονο
120	<i>Sterna paradisaea</i>	Αρκτικογλάρονο
121	<i>Sterna hirundo</i>	Ποταμογλάρονο
122	<i>Sterna albifrons</i>	Νανογλάρονο

(συνεχίζεται)

(συνέχεια)

123	<i>Sterna sandvicensis</i>	Χειμωνογλάρονο
124	<i>Sterna nilotica</i>	Γελογλάρονο
125	<i>Chlidonias niger</i>	Μυρογλάρονο
126	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Αργυρογλάρονο
127	<i>Chlidonias hybridus</i>	Μουστακογλάρονο
128	<i>Alcedo atthis</i>	Αλκυόνα

Παράρτημα 7. Συμπαγής Οπτικός Δίσκος (CD) που περιέχει το εκπαιδευτικό λογισμικό με τίτλο «Η Λιμνοθάλασσα».

Appendix 7. Compact Disc (CD) containing the educational software entitled “The Lagoon”.