

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής



Κ.Χ.ΣΤΑΣΙΝΟΣ

**Η επίδραση του τύπου του υποστρώματος
και της βλάστησης
στην ποικιλία και αφθονία
των ασπόνδυλων στο Δέλτα του Σπερχειού .**



ΒΟΛΟΣ 2001



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 1226/1
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
551.48
ΣΤΑ

**Η επίδραση του τύπου του υποστρώματος
και της βλάστησης
στην ποικιλία και αφθονία
των ασπόνδυλων στο Δέλτα του Σπερχειού .**

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Χρήστος Ν. Νεοφύτου, Ph.D

Καθηγητής: Ιχθυολογία – Υδροβιολογία

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής

Ιωάννης Κ.Μήτσιος, Ph.D

Καθηγητής: Εδαφολογία – Χημεία και Γονιμότητα Εδάφους

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής.

Πέτρος Λόλας, Ph.D

Καθηγητής: Φυσιολογία Φυτών.

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί μεταπτυχιακή διατριβή που υλοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών σπουδών στα "Σύγχρονα Συστήματα Αγροτικής Παραγωγής στο Μεσογειακό Χώρο με Έμφαση στην Αειφορική Παραγωγή και στη Χρησιμοποίηση Νέων Τεχνολογιών" και κατεύθυνση την " Αλιευτική και υδρόβια ζωική παραγωγή" του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο και υπό την καθοδήγηση του Καθηγητή Ιχθυολογίας-Υδροβιολογίας του παραπάνω τμήματος κ. Χρήστου Ν. Νεοφύτου, με τη βοήθεια του οποίου όχι μόνο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η παρούσα εργασία αλλά και επιμελήθηκε ώστε να αποκτήσει τη τελική της μορφή. Γιαυτό και τον ευχαριστώ ιδιαίτερα.

Κατά την υλοποίηση της παρούσας εργασίας βοήθησαν επίσης και ο Καθηγητής κ. Ιωάννης Κ. Μήτσιος Διευθυντής του εργαστηρίου Εδαφολογίας-Χημείας και Γονιμότητας Εδάφους του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, καθώς και ο Καθηγητής κ. Πέτρος Λόλας Διευθυντής του εργαστηρίου Ζιζανιολογίας, τους οποίους και ευχαριστώ.

Κατά την αναγνώριση των ασπόνδυλων βοήθησαν η υποψήφια διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κα Χρύσα Αντωνιάδου, καθώς και ο Αναπληρωτής Καθηγητής Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ., κ. Χάρης Χιντήρογλου, τον οποίο και ευχαριστώ για τη φιλοξενία στους χώρους του Εργαστηρίου Ζωολογίας, του Τομέα Ζωολογίας, του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ.

Σημαντική ήταν η βοήθεια του Βιολόγου – Ιχθυολόγου κ. Δημήτρη Ρίζου Διευθυντή της Διεύθυνσης Αλιείας του Νομού Φθιώτιδας τόσο στη δειγματοληψία όσο και στη βιβλιογραφική και εργαστηριακή υποστήριξη του προγράμματος.

Ευχαριστίες οφείλω επίσης στον κ. Ευάγγελο Αυλακιώτη υπάλληλο του ΤΟΕΒ, στον κ. Σπύρο Τσιάπα για τη βοήθεια που μου πρόσφεραν στο πεδίο των δειγματοληψιών καθώς και στον κ. Απόστολο Σφέτκο Διευθυντή της Agrolab για τη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την ιζηματολογική εξέταση των δειγμάτων.

Η εργασία ήταν αποτέλεσμα της γονικής μου αγωγής και ολοκληρώθηκε με την αμέριστη συμπαράσταση των ανθρώπων της οικογενειακής μου εστίας που μοιράζονταν τους κόπους μου. Γι' αυτό οι ευχαριστίες είναι πολύ μικρή ανταπόκριση για τη Λίλη, την Ευγενία, τη Νιόβη και τον Ιάσονα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία εξετάζει τη συσχέτιση της αφθονίας και της βιοποικιλότητας των μακροασπονδύλων στο Δέλτα του Σπερχειού με την ποιότητα του υποστρώματος και της βλάστησης. Για τη μελέτη της συσχέτισης καταστρώθηκε σχέδιο δειγματοληψιών με 5 σταθμούς κατά μήκος της διαπαλιροιακής ζώνης της εκβολικής περιοχής του Σπερχειού ποταμού. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τον Αύγουστο του 2000 και τον Ιανουάριο του 2001 με τη βοήθεια ειδικού πυρηνοδειγματολήπτη.

Συλλέχθηκαν και αναγνωρίστηκαν 170 άτομα ζωικών οργανισμών που ανήκαν σε 9 taxa. Τα χαρακτηριστικά είδη της μακροασπόνδυλης κοινότητας που αναγνωρίστηκαν ήταν οι πολύχατοι *Hediste diversicolor*, *Harmothoe sp.*, *Leiochone sp.*, τα δεκάποδα *Carcinus aestuaris*, *Upogebia littoralis*, *Cerastoderma glaucum*, *Tellina nitida*, *Solen marginatus* και το γαστερόποδο *Cyclope neritea*.

Παράλληλα, με τη συλλογή των μακροασπονδύλων, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για την καταγραφή της ποιότητας του ιζήματος καθώς και καταγραφή της υπάρχουσας βλάστησης. Αναγνωρίστηκαν τρία είδη φυκών, *Zostera marina*, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, τα οποία εμπλουτίζουν τον πυθμένα με την οργανική ουσία η οποία αποτελεί σημαντικό μέρος του θρεπτικού υποστρώματος των πολυχαίτων. Η ζώνη αυτή των φυκών βρίσκεται σε σχηματισμούς "θαλάσσιων λιβαδιών" και σε βάθη από 2-5m.

Η εκτίμηση της βλάστησης και η συσχέτιση με την αφθονία των ασπονδύλων έγινε με τις τιμές της οργανικής ύλης που μετρήθηκαν στη συγκεκριμένη περιοχή, και οι οποίες κυμάνθηκαν από 2,61 % μέχρι 9,74 % για τη θερινή περίοδο (Αύγουστος 2000) και από 0,99 % μέχρι 5,09 % για τη χειμερινή περίοδο. Από τη σύγκριση της περιεκτικότητας της οργανικής ουσίας στο ίζημα, φαίνεται ότι σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας είναι μεγαλύτερη τον Αύγουστο σε σχέση με τον Ιανουάριο. Η διαφορά αυτή υπάρχει διότι σχετίζεται με τους ετήσιους κύκλους εναλλαγής της βλάστησης των φυκών της ευρύτερης περιοχής.

Η μηχανική ανάλυση των δειγμάτων ιζήματος έδειξε ότι κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους ήταν ιλυοπηλώδη. Επίσης πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων για την εξακρίβωση του μεγέθους τους. Γενική διαπίστωση ήταν ότι η

σύσταση των υποστρωμάτων παρουσίαζε σημαντική ομοιότητα τόσο ως προς τα ποσοστά συμμετοχής όσο και ως προς το μέγεθος των κόκκων.

Σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας παρατηρήθηκε μαύρο στρώμα υδρόθειου στο ίζημα. Το αερόβιο τμήμα του ιζήματος κυμαίνονταν από 0,5-1 mm .

Η εξέταση της ποιότητας του ιζήματος έδωσε σαφή εικόνα τοπικής επιβάρυνσης του ιζήματος της διαπαλιρροιακής ζώνης του Δέλτα του Σπερχειού με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα στις περιοχές εκφορτίσεων, αφού υπήρχαν τοπικά αυξημένες συγκεντρώσεις τους.

Παρατηρήθηκε εποχιακή μεταβολή της ποικιλότητας και της αφθονίας των μακροασπόνδυλων παρουσιάζοντας τη θερινή περίοδο μικρότερο ποσοστό αφθονίας βιομάζας (8,16 %) το *Cyclope peritrea*, ενώ το μεγαλύτερο (68,4%) ήταν για το είδος *Hediste diversicolor* στον ίδιο σταθμό. Αντίθετα, τη χειμερινή περίοδο παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ποσοστιαία συμμετοχή της βιομάζας στο *Cerastoderma glaucum* (52,9%), ενώ η μικρότερη (0,62%) στο *Hediste diversicolor*. Διαπιστώθηκε ότι η παρουσία των κοινών ευρίοικων ειδών (*Hediste diversicolor*) της εκβολικής συνεύρεσης, δημιουργεί πανιδική ομοιότητα μεταξύ όλων των σταθμών, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Η παρατηρηθείσα υποβάθμιση της βιοποικιλότητας οφείλεται στις αγροχημικές επιβαρύνσεις της κοιλάδας του Σπερχειού, εξαιτίας του τρόπου διαχείρισης, οι οποίες καταλήγουν μέσω εκφορητικών διαύλων στο Δέλτα μεταβάλλοντας τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Για τη μελέτη της δυναμικής της ασπόνδυλης βενθικής κοινότητας εφαρμόστηκε ο παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης σειράς Spearman ο οποίος και έδειξε θετική συσχέτιση της αφθονίας ατόμων και βιομάζας με τη θερμοκρασία νερού τον Ιανουάριο, την αναλογία ιλύος και οργανικών στο ίζημα, τη συγκέντρωση των νιτρικών καθώς και τη θετική συσχέτιση της βιοποικιλότητας με την αναλογία της άμμου στο ίζημα, τη συγκέντρωση νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων. Η ανάλυση των δειγμάτων έδειξε ότι οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ασκούν σημαντική επίδραση στην ποιοτική και ποσοτική σύνθεση της πανίδας.

Η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας για όλους τους βιοδείκτες (αφθονία, ποικιλότητα, ομοιομορφία) και για τις δύο περιόδους συνολικά έδειξε τρεις ομάδες σταθμών: τους 4 και 5 με ποσοστό ομοιότητας 85% τους Σταθμούς 2 και 3

με ποσοστό ομοιότητας 87% και το Σταθμό 1 με μικρότερη συγγένεια. Ανάλογα είναι τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε με το δικτυωτό Sorensen λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο δειγματοληψίες.

Η παραπάνω διαφοροποίηση ερμηνεύεται αν ληφθεί υπόψη η γενική διαμόρφωση τριών οικοθέσεων όσον αφορά την πανιδική ομοιότητα των βενθικών μακροασπονδύλων, σύμφωνα με τον τριμερή χωροταξικό διαμελισμό της εκβολικής περιοχής του δέλτα εξαιτίας των δύο εκβολών του Σπερχειού. Μια η εκβολή της φυσικής του κοίτης και μια της εκβολής της ανακουφιστικής τάφρου. Ο Σταθμός 1 βρίσκονταν μακριά και νοτιότερα των άλλων.

Η αφθονία και ποικιλότητα της μακροασπόνδυλης κοινότητας στο δέλτα του Σπερχειού διαφοροποιείται και ως προς τον χώρο (μεταξύ των σταθμών) και ως προς τον χρόνο (μεταξύ Καλοκαιριού και Χειμώνα), σε συνάρτηση με τη διαφοροποίηση των παραγόντων του περιβάλλοντος.

Κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων διαχείρισης, έτσι ώστε να επιτευχθεί η διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και κυρίως η ποικιλότητα των βενθικών μακροασπονδύλων, που οδηγούν μακροπρόθεσμα στη διατήρηση και αύξηση των πληθυσμών της ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας της ευρύτερης περιοχής.

Η λήψη μέτρων διαχείρισης θα πρέπει να αναφέρεται σε συγκεκριμένες επεμβάσεις στις μεθόδους παραγωγής που θα αποτρέπουν την περαιτέρω επιβάρυνση του δελταϊκού συστήματος.

Η αποκατάσταση των φυσικών διεργασιών στο Δέλτα, με σκοπό την αύξηση του πληθυσμού της βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας και την επακόλουθη ενίσχυση των ανώτερων τροφικών επιπέδων, κρίνεται πλέον απαραίτητη.

Abstract

The present research study examines the correlation between the biodiversity of macro invertebrate organisms on Sperchios Delta and the quality of substrate and vegetation of the same region. On this purpose measurements were carried out between August 2000 and January 2001 in 5 areas-stations located along the costal zone near the Sperchios river debouchments.

During the period of measurements 170 zoic microorganisms, which classified to 9 taxa, were collected and recognized. The most typical species found were: The polychaets *Hediste diversicolor*, *Harmothoe sp.*, *Leiochone sp.* the decapods *Carcinus aestuaris*, *Upogebia littoralis*, *Cerastoderma glaucum*, *Tellina nitida*, *Solen marginatus* and the Gastropods *Cyclope neritea*.

Simultaneously to the measurements for the characterization of macro invertebrate organisms, measurements concerning the precipitate quality and the diversity of vegetation were carried out. The following algae species were found: *Zostera marina*, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*. The above algae enhance the seabed in organic matter, something that is important for the polychaets development.

The degree of vegetation abundance was calculated in relation to the organic matter content measured in each area. The organic matter content was found to be 2.61% to 9.74% during summer period (August 2000) and 0.99% to 5.09% during winter period (January 2001). Comparison the organic matter content of each area-station in the two periods, showed that the values were always higher during summer and lower during winter. This is due to the annual life cycle of algae (algae sprout during winter and shed during summer).

The mechanical analysis of deposit samples showed that the main components of the precipitate was the mud-clay. The speck characteristics of the samples were similar for the 5 areas-stations of measurements.

The study of quality characteristics of the precipitation showed that the quality of the deposit near the Sperchios river debouchments was low due to the presence of nitrate and sulfur ions.

A seasonal variation of biodiversity of the *Cyclope neritea* was found to have

the lower percentage (8,16 %) and the *Hediste diversicolor* to have the higher (68,4%) of biomass during summer. During winter the most important component of biomass was the one from *Cerastoderma glaucum* (52,9%), while the component with the lower partition was the *Hediste diversicolor* (0,62%).

Comparison between the 5 stations of measurements (concerning all characteristics e.g biodiversity, similarity etc) for both periods, showed that stations 4 and 5 had a degree of similarity of 85%, stations 2 and 3 had a degree of equality of 85%, while the rest of the combinations did not show an important degree of similarity.

The values of the Spearman coefficient showed a positive correlation between the biomass and the water temperature during January, and the clay and the organic matter of the deposit. Furthermore, the analysis of the measurements showed that the temperature variations strongly influence the qualitative and quantitative constitution of the fauna.

Agricultural wastes collected along the Sperchios valley reduce the quality of the river water and affect negatively the biodiversity near the Sperchios Delta.

The bio-indicators analysis showed reduction of the benthic macroinvertebrates diversity, which composes an important factor for the maintenance of the ecosystem. Stemming from the results of this study, we postulate that it is imperative that actions be taken in order the natural ecosystem of the Sperchios Delta to be maintained. More specifically, the maintenance of benthic macro invertebrates biodiversity, is necessary in order to maintain or even better, to increase the population of fish-fauna and ornitho-fauna of the region.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2.ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	2
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	4
3.1. Γεωγραφική θέση.....	4
3.2 Γεωμορφολογία – Εδαφολογικά χαρακτηριστικά.....	5
3.3 Χρήσεις γης -Νομικό καθεστώς.....	6
3.4 Κλίμα της περιοχής.....	8
3.5 Γεωλογία της περιοχής – Έδαφος - Υδρολογία.....	10
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
4.1 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	14
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
5.1 Μετρήσεις στο πεδίο.....	19
5.2 Μηχανική ανάλυση του ιζήματος.....	20
5.2.1 Μέθοδοι μηχανικής ανάλυσης.....	20
5.2.2 Κοκκομετρική ανάλυση.....	22
5.3 Χημική ανάλυση του ιζήματος.....	28
5.3.1 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας.....	22
5.3.2 Προσδιορισμός Ph.....	22
5.3.3 Αζωτο κατά KJELDAHL.....	23
5.3.4 Αμμωνιακό και Νιτρικό άζωτο.....	24
5.3.5 Ολικός Φώσφορος.....	25
5.4 Οι Βιοδείκτες της μακροασπόνδυλης κοινότητας.....	25
5.5 Ομοιότητα μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας.....	27
5.6 Συσχέτιση παραμέτρων περιβάλλοντος - βιοδεικτών.....	28
5.7 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων - προγράμματα.....	28
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
6.1 Φυσικές παράμετροι του βενθικού περιβάλλοντος.....	29
6.1.1 Αγωγιμότητα.....	29
6.1.2 Θερμοκρασία.....	31
6.1.3 Η οργανική ύλη του ιζήματος.....	32
6.1.4 Μηχανική ανάλυση του ιζήματος.....	33
6.1.5 Κοκκομετρική σύσταση του ιζήματος.....	33
6.1.6 Διαλυμένο στο νερό O ₂	37
6.1.7 Αερόβιο - αναερόβιο στρώμα ιζήματος.....	38
6.2 Οι Βιοδείκτες της μακροασπόνδυλης κοινότητας του Δέλτα του Σπερχειού.....	38
6.2.1 Συγκρίσεις βιοδεικτών.....	39
6.2.2 Ομοιότητες των σταθμών δειγματοληψίας.....	46

6.3 Χημικά χαρακτηριστικά των ιζημάτων.....	51
6.3.1 Φωσφορικά.....	51
6.3.2 Ολικό άζωτο.....	51
6.3.3 Νιτρικά και αμμωνιακά άλατα.....	52
6.3.4 Αμμωνιακά.....	53
6.4 Η Βλάστηση στο Δέλτα του Σπερχειού.....	54
6.5 Τα μακροασπόνδυλα του Δέλτα του Σπερχειού.....	58
6.6 Ομοιότητες μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας.....	58
6.7 Συσχέτιση μεταξύ της αφθονίας και της ποιότητας του υποστρώματος.....	60
6.8 Συγκρίσεις των αποτελεσμάτων με ανάλογες εργασίες.....	63
6.9 Ποιότητα του νερού και του ιζήματος στο Δέλτα του Σπερχειού.....	66
6.10 Διαφορές μεταξύ των οικοθέσεων του Δέλτα Σπερχειού.....	67
6.11 Ο ρόλος του Σπερχειού Ποταμού στο δελταϊκό οικοσύστημα.....	69
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
7.1 Συμπεράσματα για την ασπόνδυλη κοινότητα του Δέλτα.....	71
7.2 Προτάσεις για τη διαχείριση της περιοχής.....	74
7.3 Η μελλοντική έρευνα.....	76
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
8.1 Παρουσίαση των σημαντικότερων ειδών της βενθικής πανίδας.....	78
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκβολές των ποταμών είναι λίγο ή πολύ κλειστές παράκτιες περιοχές, όπου το ποτάμιο νερό συναντά και ανακατεύεται με το θαλασσινό. Περιλαμβάνονται ανάμεσα στα παραγωγικά οικοσυστήματα του πλανήτη. Εξαιτίας της παλίρροιας και της ανάμιξης ποτάμιου με θαλάσσιο νερό, οι εκβολές παρουσιάζουν ένα μοναδικό συνδυασμό φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών (Castro and Huber, 1999).

Κάθε βυθός, που χαρακτηρίζεται από την παρουσία ιζήματος είναι ασταθής και συνεχώς μετακινείται εξαιτίας της κυματικής δράσης των παλίρροιών και των ρευμάτων. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται από τους θαλάσσιους βιολόγους κινητό υπόστρωμα. Στα κινητά υποστρώματα ελάχιστα μακροφύκη έχουν προσαρμοστεί. Κάποια φανερόγαμα (*Posidonia*, *Zostera*) είναι σχεδόν τα μόνα φυτικά είδη που ζουν. Αλλά και τα ζώα που ζουν στα κινητά υποστρώματα δεν έχουν σταθερές θέσεις προσκόλησης.

Εξαιτίας του μεγάλου εύρους διακύμανσης των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, η βενθική μακροπανίδα, που αποτελεί θέμα της παρούσας έρευνας, είναι επιλεγμένη και εμφανίζει μικρή βιοποικιλότητα. Η μελέτη των λίγων αυτών ειδών, που μπόρεσαν να προσαρμοσθούν στις αντίξοες εκβολικές συνθήκες, όπως επίσης και ο τρόπος που συγκροτούνται σε συνευρέσεις στο περιβάλλον αυτό, παρουσιάζει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον (Mc Lusky 1981).

Κατά κανόνα οι εκβολικές περιοχές σχηματίζουν εκτεταμένες υγροτοπικές εκτάσεις γνωστά σαν δελταικά οικοσυστήματα υψηλής παραγωγικότητας που συνήθως τα καθιστά τόπο διαβίωσης και εύρεσης τροφής για σημαντικό αριθμό υδρόβιων και παρυδάτιων πτηνών. Οι υγρότοποι, που είναι κοντά σε σημεία όπου αναπαράγονται ή διαχειμάζουν μεγάλοι πληθυσμοί πουλιών, υπόκεινται σε παρατεταμένες περιόδους βόσκησης ενώ υγρότοποι κατά μήκος μεταναστευτικών οδών χρησιμοποιούνται από μεγάλο αριθμό πτηνών μόνο σε ορισμένες μέρες κατά τη διάρκεια του έτους.

Συχνά, στις εκβολικές περιοχές ασκούνται ανθρωπογενείς δραστηριότητες οι οποίες επηρεάζουν δυσμενώς τα ευαίσθητα αυτά οικοσυστήματα, η ισορροπία των οποίων μπορεί να διαταραχθεί άμεσα και μακροχρόνια ακόμα και με μικρής κλίμακας επεμβάσεις. Είναι απαραίτητη η καλή γνώση της λειτουργίας τους, βασικό στοιχείο της οποίας είναι η βενθική μακροπανίδα (Barnes 1974).

Στην παρούσα ερευνητική εργασία στο δελταικό οικοσύστημα ερευνήθηκε η αφθονία και βιοποικιλότητα των μακροασπονδύλων σε σχέση με την ποιότητα του υποστρώματος και της βλάστησης.

Κατά τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι που προβλέπονται από τον Ελληνικό Οργανισμό τυποποίησης, καθώς και από την τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Δημόσιας Υγείας (APHA 1992) και από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τυποποίησης.

2. ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Οι κλειστοί και προφυλαγμένοι κόλποι, όπως ο Μαλιακός, δεν εκτίθενται σε έντονο κυματισμό με συνέπεια η επικράτηση των μεριδίων κατά την ιζηματοποίηση να είναι αργή και να συμπαρασύρει οργανική ύλη, η ποσότητα της οποίας είναι αντιστρόφως ανάλογη του μεγέθους των κοκομεριδίων. Το μέγεθος των μεριδίων επηρεάζει επίσης την ποσότητα του οξυγόνου που είναι διαθέσιμη.

Οι λασπώδεις βυθοί έχουν διπλό πρόβλημα. Πρώτα απ' όλα περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα οργανικής ύλης προς αποικοδόμηση και γιαυτό καταναλώνεται περισσότερο οξυγόνο. Δεύτερον η ροή του νερού που μεταφέρει νέες ποσότητες οξυγόνου είναι περιορισμένη (Castro and Huber 1999).

Λόγω των ιδιόμορφων οικολογικών συνθηκών η βιοποικιλότητα στην περιοχή είναι μικρή. Τα υπάρχοντα είδη των εκβολικών οικοσυστημάτων αντιπροσωπεύουν τις τοπικές συνθήκες, γι' αυτό επικράτησε η χρησιμοποίηση των ασπόνδυλων ως βιοδεικτών εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν.

Οι βιοκοινωνίες των ασπόνδυλων είναι πολύ ετερογενείς και αντιπροσωπεύονται από πολλά φύλα. Η σύνθεσή τους ποικίλλει ανάλογα με το είδος και το βαθμό ρύπανσης. Η αντίδρασή τους στην οργανική ρύπανση είναι καλά πιστοποιημένη και συλλέγονται εύκολα, ενώ η σχετική ακινησία τους από το ενδιαίτημα τα καθιστά ικανά στο να αντιπροσωπεύσουν τις τοπικές συνθήκες και ο μακρύς κύκλος ζωής τους στο να αποτελούν μια ολοκληρωμένη παράμετρο ποιότητας νερού (Κουσουρή 1998)

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να εξακριβώσει τη σχέση της ποιοτικής και μηχανικής σύστασης των κινητών υποστρωμάτων με την αφθονία και βιοποικιλότητα των βενθικών μακροασπονδύλων που παρατηρούνται στις εκβολικές περιοχές του Σπερχειού καθώς και η σχέση της με τη βλάστηση.

Η μελέτη της αφθονίας των μακροασπόνδυλων παρουσιάζει στις μέρες μας πέραν των άλλων και οικονομικό ενδιαφέρον. Από τη στιγμή που η ανορθόδοξη παραδοσιακή αλιεία στο θαλάσσιο περιβάλλον τείνει να αντικατασταθεί από τις ελεγχόμενες υδατοκαλλιέργειες, η παραγωγή βενθικών οργανισμών προβάλλει σαν πιθανή επέκτασή της.

Όλα τα παραπάνω αποτέλεσαν το κίνητρο για την παρούσα έρευνα της οποίας οι κυριότεροι στόχοι ήταν:

- Η καταγραφή της βενθικής σύστασης του Δέλτα του Σπερχειού και η διανομή των συνευρέσεών τους.
- Ο προσδιορισμός των βενθικών οργανισμικών συνευρέσεων που συγκροτούν

τα μακροβενθικά είδη και η περιγραφή της δομής τους.

- Ο προσδιορισμός των δραστικότερων παραγόντων του περιβάλλοντος και η εκτίμηση της επίδρασης τους στη σύνθεση των οργανισμικών συνευρέσεων.
- Η μελέτη των εποχιακών μεταβολών της σύνθεσης των σημαντικότερων συνευρέσεων.
- Η σύγκριση της βενθοπανίδας του Σπερχειού με τις αντίστοιχες άλλων εκβολικών περιοχών.
- Η συσχέτιση της αφθονίας και της βιοποικιλότητας των μακροασπονδύλων με τη βλάστηση.

Με βάση τα στοιχεία αυτά έγινε συσχέτιση και σύγκριση των σταθμών δειγματοληψίας.

Οι παραπάνω στόχοι επιτεύχθηκαν σε ένα μεγάλο βαθμό στη πορεία της έρευνας και παρουσιάζονται με λεπτομέρεια στα επόμενα κεφάλαια.

Η πρώτη προσέγγιση της περιοχής μελέτης έγινε από τη διαθέσιμη βιβλιογραφία τόσο για τη γεωγραφική της δομή όσο και για τη σύγκρισή της με ανάλογες περιοχές. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκε η ιστορία της, η γεωλογική εξέλιξη του χώρου, το κλίμα της, το νομικό της καθεστώς, καθώς επίσης και οι χρήσεις της (Κεφάλαιο 3). Αναζητήθηκαν προηγούμενες ερευνητικές εργασίες που έγιναν στην περιοχή ή σε ανάλογα οικοσυστήματα της χώρας ή του εξωτερικού (Κεφάλαιο 4).

Η σχεδιασθείσα μεθοδολογία τα όργανα και τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν κατέστησαν δυνατή την αναγνώριση των ειδών των μακροασπονδύλων του Δέλτα Σπερχειού καθώς και την καταγραφή των μετρήσεων που έγιναν τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο και σε εργαστήρια αναλύσεων (Κεφάλαιο 5).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων επεξεργάστηκαν με την χρήση κατάλληλων μεθόδων και μοντέλων, συγκρίθηκαν με ανάλογες εργασίες, και με την χρήση κατάλληλων στατιστικών προγραμμάτων, οδήγησαν στη διαμόρφωση συμπερασμάτων (Κεφάλαιο 6).

Τα συμπεράσματα της έρευνας συζητήθηκαν και συσχετίστηκαν με άλλες παρόμοιες εργασίες που έγιναν από τη διεθνή βιβλιογραφία (Κεφάλαιο 7).

Η ακριβής γνώση της ζωής των βενθικών μακροασπονδύλων αλλά και του ανταγωνισμού και της συνύπαρξης των συνευρέσεων, θα συμβάλει θετικά στην ανάπτυξη ενός νέου κλάδου στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών και των κινητών υποστρωμάτων.

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. Γεωγραφική θέση

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο Ανατολικό τμήμα της Κεντρικής Ελλάδας, στο Νομό Φθιώτιδας και αποτελεί την τελική απόληξη της κοιλάδας του Σπερχειού.

Το Δέλτα βρίσκεται στο Ανατολικό τμήμα του Νομού Φθιώτιδας με συντεταγμένες Γ.Μ $22^{\circ} 31' - 22^{\circ} 36'$ και Γ.Π. $38^{\circ} 48' - 38^{\circ} 53'$ και είναι συνολικής έκτασης περίπου 100.000 στρεμμάτων.

Το Δέλτα του Σπερχειού είναι λοβοειδούς τύπου, με πολλαπλούς κλάδους. Καταλαμβάνει την έκταση που ξεκινά ΝΔ του Αυλακιού και εκτείνεται νότια προς την περιοχή της Αγίας Τριάδας. Το βόρειο τμήμα της περιοχής αυτής δέχεται σημαντικές ποσότητες φερτών από την Εκτροπή του Σπερχειού. Προς Νότο αποτίθεται ο κλάδος της φυσικής κοίτης Αλαμάνας σε κατεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, ανάμεσα στους όρμους Σπηλίδι και Λιβάρι. Ακόμα νοτιότερα και προς Ανατολάς, υπάρχουν οι αρχαιότεροι, εγκαταλελειμμένοι λοβοί δέλτα, ο πιο σημαντικός των οποίων είναι ο λοβός βόρεια της Αγίας Τριάδος, ανάμεσα στους όρμους Κακολάσπη και Αγίας Τριάδας που ο Σπερχειός τους τροφοδοτούσε μέχρι το 1889. Λόγω έλλειψης η μειωμένης μεταφοράς προσχωσιγενών υλικών, έχουν δημιουργηθεί οι παλαιότεροι αυτοί λοβοί που παρουσιάζουν ενδείξεις διάβρωσης. Εξαιτίας των αποθέσεων σχηματίζονται αβαθείς θαλάσσιες εκτάσεις, όπως το Λιβάρι, που είναι μια αβαθής θαλάσσια έκταση 5.000 στρεμμάτων βόρεια των εκβολών του Σπερχειού που εμφανίζει χαρακτηριστικά λιμνοθάλασσας. Το βάθος κυμαίνεται από 0-8 m. Κατά την αμπώτιδα το μισό περίπου μένει χωρίς νερό (Ρίζος 1991).

Η περιοχή διακρίνεται σε δύο ευδιάκριτες γεωγραφικές ενότητες: τις εκβολές του Σπερχειού και το Μαλιακό κόλπο. Το δυτικότερο άκρο της περιοχής περιλαμβάνει την κοιλάδα του Σπερχειού. Η κοιλάδα πήρε το όνομα από τον ομώνυμο ποταμό Σπερχειό ο οποίος πηγάζει από τον Τυμφρηστό στα 2.327 m και διασχίζει την ομώνυμη κοιλάδα με μέσο υψόμετρο γύρω στα 700 m. Κατά τη μυθολογία ο Σπερχειός ήταν γιος του Ωκεανού και της Γης. Η ονομασία του παράγεται από το ρήμα σπέρχω που σημαίνει τρέχω γρήγορα (Liddell and Scott, 1907).

Σε όλο το μήκος της διαδρομής του (85 km), ο Σπερχειός τροφοδοτείται από 63 ποταμοχειμάρρους (Κακαβάς 1988) και στο ύψος της Αλαμάνας διχάζεται σε δύο κλάδους εκ των οποίων ο ένας είναι η φυσική του κοίτη και ο άλλος η ανακουφιστική τάφρος που δημιουργήθηκε το 1950 για την αντιμετώπιση των πλημμύρων στη περιοχή. Η περιοχή των εκβολών του Σπερχειού καλύπτει έκταση 10.000 Ha. Ο

πυρήνας των εκβολών καταλαμβάνεται από φυσική βλάστηση. Η μεγαλύτερη έκταση της περιοχής έξω από τον πυρήνα καλύπτεται από καλλιέργειες.

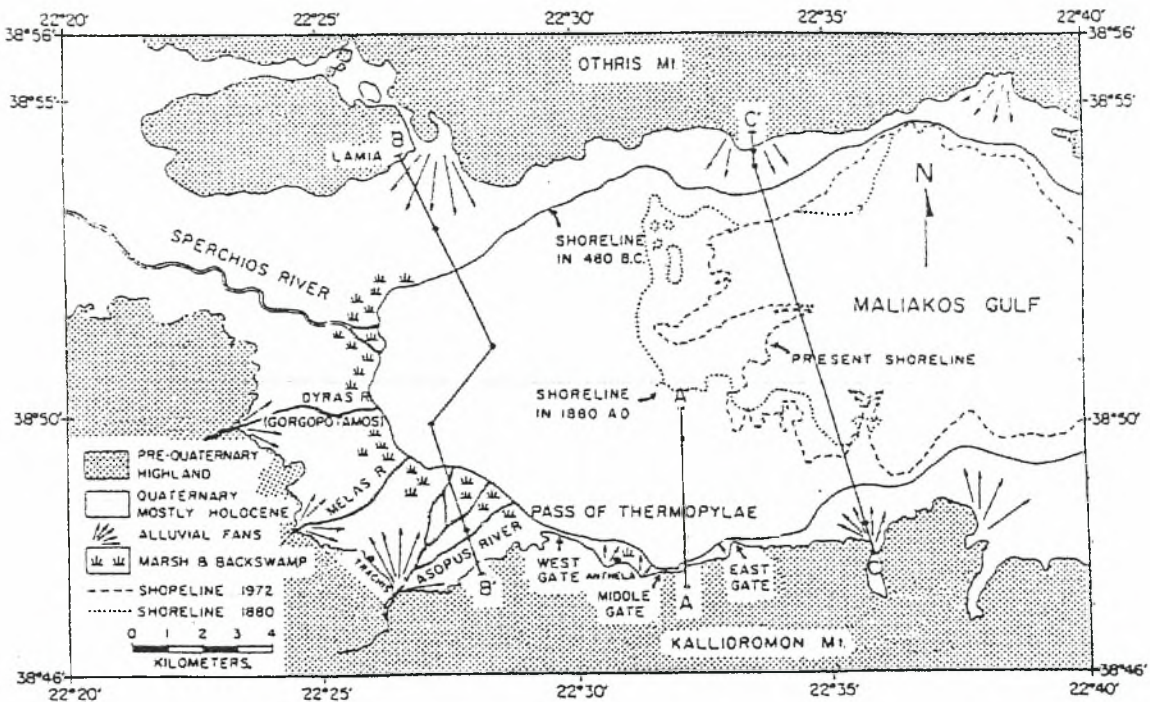
Ο Μαλιακός κόλπος (9.000 Ha) συνδέεται με το Αιγαίο πέλαγος και το Β. Ευβοϊκό κόλπο στο ανατολικό άκρο του, μέσω των Ωρεών και Ευρίπου, αντίστοιχα. Ο Σπερχειός συναντά τη θάλασσα στο ΝΔ άκρο του κόλπου, διαμορφώνοντας στην εκβολική του περιοχή έναν αξιόλογο υγρότοπο. Ο πυρήνας του είναι 3.195 στρέμματα από τα οποία το 30% είναι λιβαδική γη, το 33,8 - 38,03% αποτελεί τη διαπαλιροσιακή ζώνη και το υπόλοιπο αγροτικές εκτάσεις (Γεωργίου και συν., 1996).

Διοικητικά η περιοχή υπάγεται στο Δασαρχείο Λαμίας, και τη Διεύθυνση Γεωργίας.

3.2 Γεωμορφολογία – Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Η εκβολή του Σπερχειού παρουσιάζεται πολυπλόκαμη και πολυσχιδής. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η πάρα πολύ ρηχή θάλασσα (30-40 cm βάθος) σε μεγάλη έκταση μπροστά από την εκβολή, αλλά και στους μυχούς μεταξύ των προβόλων της ξηράς. Λόγω της μεγάλης στερεοπαροχής του Σπερχειού, το προσχωσιγενές πεδίο στην περιοχή των εκβολών διαμορφώνεται εντυπωσιακά με ρυθμό εξέλιξης μοναδικό, σε δυναμικότητα, σε ολόκληρη την Ελλάδα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι από το 480 π.Χ. μέχρι το 1970 μ.Χ., σε διάστημα 2.450 ετών, έχει καλύψει έκταση πάνω από 110 Km² (Σχ. 1) (Τζιανος 1977).

Λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία διαφόρων μελετών προκύπτει ότι η συνολική έκταση του δέλτα αυξήθηκε κατά την περίοδο 1943-71 κατά 6,62 km² (ρυθμός επέκτασης 0.236 km²/έτος. Ειδικά στην κοίτη εκτροπής του ποταμού, το δέλτα αυξήθηκε κατά 4 Km² μέσα σε 12 χρόνια (1958-70), πράγμα που αντιστοιχεί σε 0,33 km²/έτος (Κωτούλας 1988).

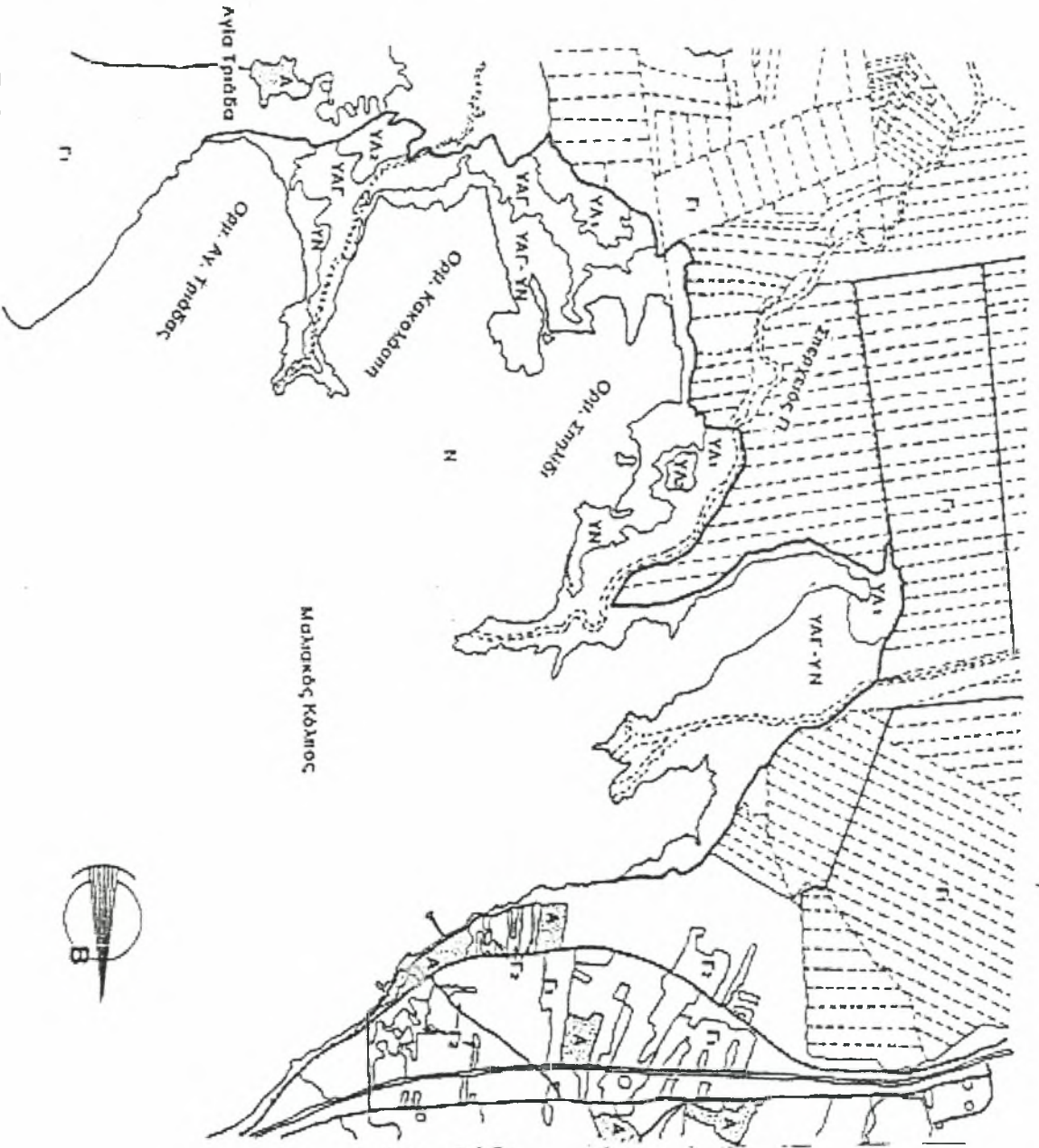


Σχήμα 1. Η διαμόρφωση των δελταϊκών ακτών του Σπερχειού από το 480 π.Χ μέχρι το 1970 μ.Χ (Τζιανός 1977).

3.3 Χρήσεις γης - Νομικό καθεστώς

Οι υφιστάμενες χρήσεις γης της περιοχής είναι τυπικές συγκρινόμενες με ανάλογες περιοχές του Ελλαδικού χώρου. Στο Σχήμα 2 αποτυπώνονται οι χρήσεις γης της περιοχής καθώς και οι τύποι βλάστησης που παρατηρούνται (Κιλικίδης και συν., 1992). Στα πεδινά τμήματα υπάρχουν γεωργικές εκτάσεις υψηλής παραγωγικότητας (λόγω των αρδευτικών έργων), ενώ στα ημιορεινά υπάρχουν επιπλέον δάση και χορτολιβαδικές εκτάσεις (βοσκοτόπια).

Το οικιστικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής προβάλλει σαν μια εικόνα συνεχούς επέκτασης της οικιστικής χρήσης σε βάρος της γεωργικής γης. Παράλληλα με τις γεωργικές παραγωγικές ασχολίες των κατοίκων, αναπτύχθηκε στην περιοχή ο τουρισμός, κυρίως παραθεριστικός αλλά και ιαματικός στις Θερμοπύλες, Υπάτη, στις κατάλληλες παραλίες του Μαλιακού Κόλπου στα βόρεια από την Αγία Μαρίνα -Στυλίδα έως τον Καραβόμυλο και εκτείνεται έως τη ΝΕΟ η οποία κινείται παράλληλα με την ακτογραμμή.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

- F : Γεωργική γη
- F1 : Φυσιολογική καλλιέργεια
- F2 : Δασική καλλιέργεια
- A : Αδασική γη (δασική εκτροφή)
- A1 : Αδασική γη - Θυρίτες
- A2 : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων < 30%
- A3 : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων > 30%
- AF : Αδασική γη (θόλιος, τριπύλη, ορεινή, προσημασμένη (Covr. κ.λπ.)
- N : Άγρια γη (Αιγέρια, παρκαίτες, προσημασμένη (Covr. κ.λπ.)
- Y : Υπόβρυχοι
- Y1 : Αδασική γη εντός υποβρυχίου
- Y2 : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων (α) λιγότερα < 30%
- Y3 : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων (α) λιγότερα < 30% - 60%
- YAF : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων (α) λιγότερα < 30%
- YN : Αδασική γη με ποσοστό θάμνων (α) λιγότερα < 30%

- Οπια Υποβρυχίου
- Ακτογραμμή
- Οπια Πολυώνυμων
- Τριτατών Εθνικό Δίκτυο
- Δευτερέων Εθνικό Δίκτυο
- Υδρογραφικό Δίκτυο
- Αρδευτικό Δίκτυο
- Σιδηροδρομικό Δίκτυο

Σημειώνη : Τα πολυώνυμα τυπικά δείκτη αναφέρονται στην Ε2 κατηγορία

ΚΑΙΜΑΚΑ 1 : 47000



Σχήμα 2. Οι Χρήσεις γης στην εκβολική περιοχή του Σπερχειού (Κιλικίτης και συν., 1992)

Στην ευρύτερη περιοχή του δέλτα, όπου έγιναν εγγειοβελτιωτικά έργα, γίνονται καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού και στα εγγύτερα των εκβολών, σε έκταση 10.000 στρεμμάτων, γίνεται η καλλιέργεια ρυζιού. Στις ζώνες εκατέρωθεν των καναλιών, καθώς και στα κράσπεδα των οριζώνων της ευρύτερης περιοχής των εκβολών, αναπτύσσονται συμπαγείς καλαμώνες (Γεωργίου και συν., 1996). Με απόφαση του Υπουργείου Γεωργίας (88175/2415/22-6-87, ΦΕΚ 343/1987), η έκταση 1.225 Ha που καλύπτει τμήμα των εκβολών του Σπερχειού έχει ανακηρυχθεί ως μόνιμο καταφύγιο θηραμάτων. Με το Π. Δ. 144/86 απαγορεύτηκε η αλιεία στην αβαθή θαλάσσια περιοχή «Λιβάρι» έκτασης 500 Ha, όπου υπάρχει φυσικό ιχθυοπαραγωγικό πάρκο. Η περιοχή αυτή λειτουργεί ως πηγή εμπλουτισμού αλιευμάτων του Μαλιακού Κόλπου. Με απόφαση των τεσσάρων Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων (Ανατολικής Αττικής, Βοιωτίας, Εύβοιας και Φθιώτιδας) (19640/14-11-79, ΦΕΚ 1136/27-12-79) καθορίστηκαν οι περιοχές διάθεσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στις ακτές των τεσσάρων νομών, οι οποίες περιλαμβάνουν και το Μαλιακό Κόλπο.

Με υπουργική απόφαση σε έκταση 110 Ha του πυρήνα του υγρότοπου του Δέλτα Σπερχειού απαγορεύεται η βόσκηση .

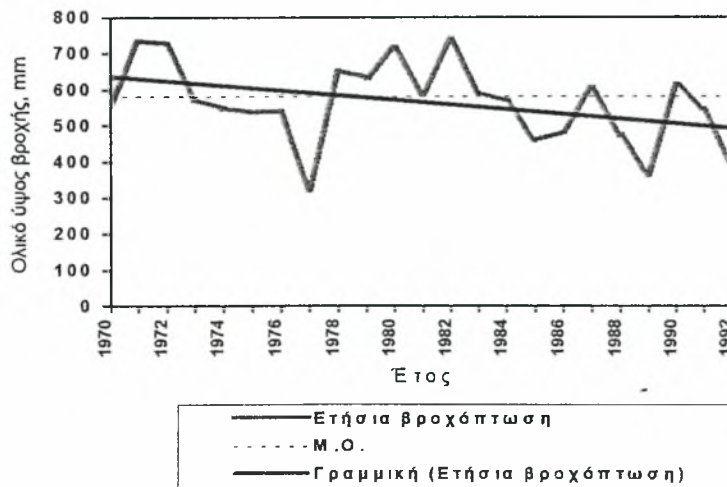
Η περιοχή προτάθηκε ως Ειδική Ζώνη Προστασίας (Special Protected Area, SPA) σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, τον Ιούνιο του 1994, ενώ έχει επίσης χαρακτηριστεί ως σημαντική περιοχή για την Οрниθοπανίδα (Important Bird Area, IBA) από το Διεθνές Συμβούλιο Προστασίας των Πουλιών (ICBP) με αριθμό 065. Η περιοχή του Δέλτα περιλαμβάνεται στον κατάλογο των «Τόπων» Μείζονος Σημασίας για τη διατήρηση της φύσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, που καταρτίστηκε με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος «Corine Biotopes». Τέλος, η περιοχή έχει συμπεριληφθεί στις προτεινόμενες για ένταξη στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών «Natura 2000» σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ με βαθμό προτεραιότητας Α (Στασινός 1995).

3.4. Κλίμα της περιοχής

Απο τη διερεύνηση των κλιματικών παραμέτρων του Μετεωρολογικού Σταθμού Λαμίας της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Γ.Π: N 38^ο.51', Γ.Μ: E 22^ο.24' και υψόμετρο 144 m) και για το χρονικό διάστημα 1970-1992 προκύπτει ότι η περιοχή της κοιλάδας του Σπερχειού χαρακτηρίζεται από θερμό-ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα.

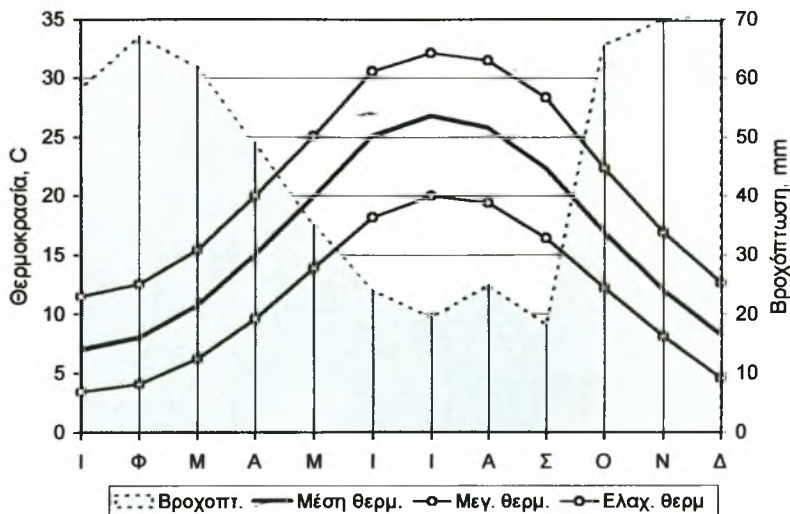
Το κλίμα κοντά στο Μαλιακό κόλπο είναι τυπικό Μεσογειακό, ενώ στο εσωτερικό της λεκάνης είναι μεταβατικό προς το ηπειρωτικό (Γεωργίου και συν., 1996). Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται στα 558.2 mm με μέγιστη 735,7 mm το έτος 1971 και ελάχιστη 321,1 mm το έτος 1977 (Σχ. 3). Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 16,5 °C, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο (με μέση μηνιαία θερμοκρασία 7,0 °C) και θερμότερο τον Ιούλιο (με μέση μηνιαία θερμοκρασία 26,7 °C). Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 64,9 %, ενώ η υψηλότερη τιμή μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας εμφανίζεται το Δεκέμβριο και η χαμηλότερη τον Ιούλιο. Η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρήθηκε στο διάστημα αυτό των 23 ετών ήταν -7,0 °C ενώ η απόλυτη μέγιστη 46,5 °C.

Ο έλεγχος της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ ετήσιας βροχόπτωσης και χρόνου υποδεικνύει πτωτική τάση (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Μέσο μηνιαίο και ετήσιο ύψος βροχής (mm) για την περίοδο 1970-1992 (Μ.Σ. Λαμίας).

Σύμφωνα με το ομβροθερμικό διάγραμμα κατά Bagnouls-Gausse (Γεωργίου και συν., 1996), (Σχ. 4), η ξηροθερμική περίοδος στην περιοχή, εντοπίζεται χρονικά από τα μέσα Απριλίου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου.



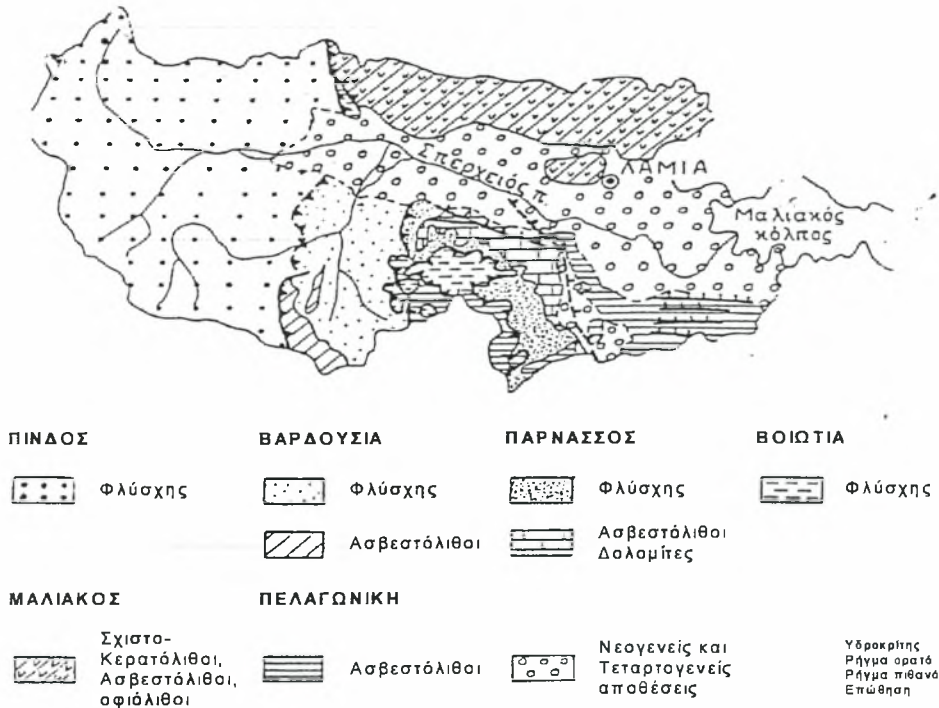
Σχήμα 4. Η διακύμανση της ετήσιας βροχόπτωσης, σύμφωνα με τα βροχομετρικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Λαμίας για την περίοδο 1970 – 1992 (Γεωργίου και συν., 1996).

3.5 Γεωλογία της περιοχής – Έδαφος - Υδρολογία

Η λεκάνη απορροής του Σπερχείου αποτελείται από συμπαγείς και προσχωσιγενείς σχηματισμούς που έχουν σχηματίσει ένα έντονο μορφολογικό ανάγλυφο. Η τάφος του Σπερχείου δημιουργήθηκε από τεκτονική εγκατακρήμνηση ρηγμάτων από Δ-Α με βύθισμα 50 m και πλάτος 3-12 m. Είναι γεμάτη με ιζήματα του Πλειστόκαινου και Ολόκαινου και εγκλείεται ανάμεσα σε δύο σειρές βουνών, με απότομο ανάγλυφο στη νότια πλευρά και ήπιο και χαμηλό προς τη βόρεια όπου και το όριο της πεδινής περιοχής. Εμφανίζει έντονες αλλαγές στην κλίση και σημεία κάμψης της κοίτης (Μποναζούντας και συν., 1996).

Με βάση τους γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ (κλ. 1: 50.000) η λεκάνη απορροής του Σπερχείου ποταμού χωρίζεται σε τρεις μεγάλες λιθολογικές ενότητες (Σχ. 5) (Μαρουκιάν και συν., 1995).

- Στη βόρεια - βορειοανατολική, όπου συναντώνται ασβεστόλιθοι, οφιόλιθοι και σχιστοκερατόλιθοι της Υποπελαγονικής ενότητας.
- Στη νότια - νοτιοανατολική που κυριαρχούν οι ασβεστόλιθοι της ενότητας Παρνασσού - Γκιώνας.
- Στη δυτική όπου συναντάται αποκλειστικά ο φλύσχος και η κλαστική ακολουθία της ενότητας της Πίνδου.



Σχήμα 5. Απεικόνιση των λιθολογικών ενότητων της λεκάνης του Σπερχειού (Μαρουκιάν και συν., 1995).

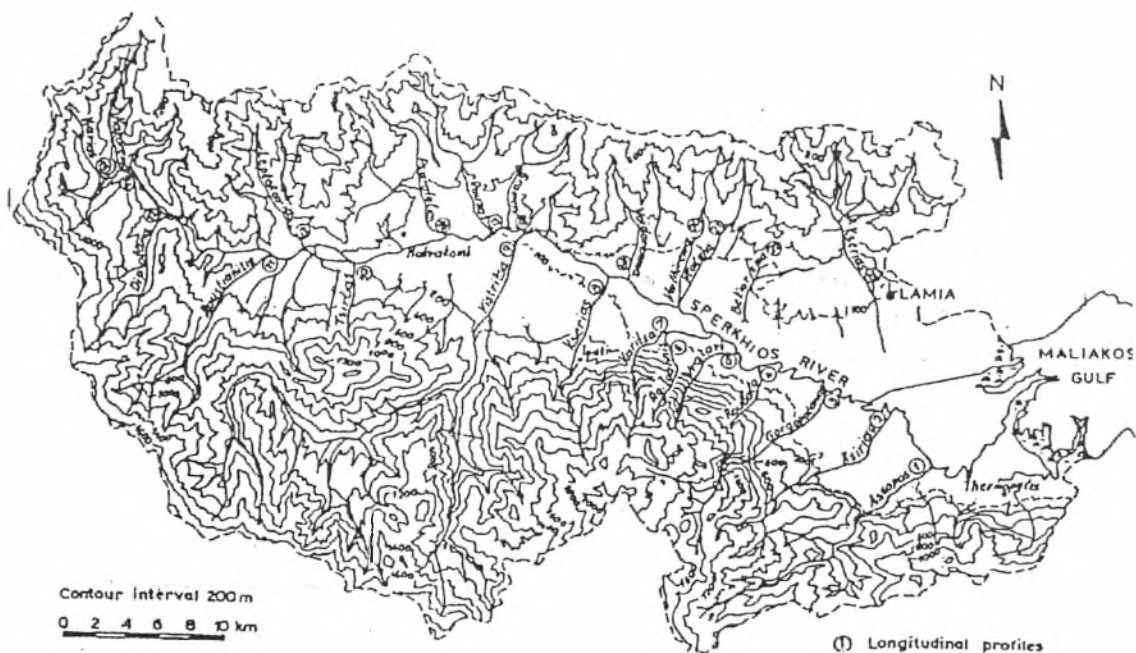
Η έκταση του Δέλτα του Σπερχειού ήταν παλαιότερα θάλασσα που βαθμιαία οπισθοχώρησε λόγω των προσχώσεων του ποταμού. Κατά την εποχή του Ομήρου αναφέρεται ότι η θάλασσα έφθανε μέχρι τα Καλύβια, συνοικισμό δυτικά της Λαμίας. Ο ποταμός με τα άφθονα φερτά υλικά του σχημάτισε την προσχωσιγενή πεδιάδα της Ανθήλης, Ροδίτσας, Θερμοπυλών, Αγίας Τριάδας. Στη περιοχή του δέλτα και κυρίως στις περιοχές μεταξύ παλαιάς και νέας κοίτης, τα εδάφη είναι άργιλο-ιλυώδη βαριάς σύστασης (άργιλος + ιλύς = 90% στην ακραία περίπτωση), πλούσια σε ασβέστιο και μαγνήσιο, μέτρια εφοδιασμένα σε κάλιο και pH που κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 7,5 – 7,9 (Γεωργίου και συν., 1996).

Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης, με την ποικιλία σύγχρονων αποθέσεων, αναπτύσσονται υδροφόροι ορίζοντες τόσο ελευθέρως επιφανείας, όσο και υπό πίεση. Οι υδροφορίες αυτές βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση, χωρίς όμως να ενοποιούνται, διατηρώντας πολλές φορές την ανεξαρτησία τους και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Η τροφοδοσία των υδροφοριών πραγματοποιείται, κυρίως, από τις διηθήσεις των ποταμών στους κώνους κορημάτων, κατά την είσοδό τους στο πεδινό τμήμα της λεκάνης, από την άμεση κατείσδυση των νερών της βροχής στους ανωτέρω κώνους και στις αδρομερείς αποθέσεις της κοιλάδας και κατά ένα βαθμό, από τις πλευρικές μεταγγίσεις των καρστικών κρασπέδων προς τις σύγχρονες αποθέσεις, εκεί όπου αυτές είναι πλέον αδρομερείς (Μποναζούνας και συν., 1996).

Όμως τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται πτωτική τάση στην επιφανειακή απορροή στη λεκάνη με ρυθμό 5,3 mm ανά έτος, η οποία μάλλον εξηγείται από ομόρροπη τάση στη βροχόπτωση (Σχ. 3).

Η κεντρική κοίτη του ποταμού τροφοδοτείται από 63 χείμαρρους μόνιμης και περιοδικής ροής των οποίων οι λεκάνες απορροής υπερβαίνουν τα 25 km². Συνολικά παράγονται 2.655.909 m³/ έτος φερτές ύλες (Μποναζούνας και συν., 1996).

Το υδρογραφικό δίκτυο του Σπερχειού ανήκει στο δενδριτικό τύπο (Σχ. 6), αλλά αναπτύσσεται περισσότερο κατά τον επιμήκη άξονά του. Σημαντικός αριθμός των παραποτάμων του εκβάλλει κατευθείαν στον επιμήκη κύριο κλάδο του ποταμού, που ακολουθεί το ασύμμετρο τεκτονικό βύθισμα της κοιλάδας του Σπερχειού. Αποτέλεσμα της ταχείας αυτής αποστράγγισης μεγάλου μέρους της υδρογραφικής λεκάνης στην κεντρική κοίτη, είναι η δημιουργία πλημμυρών σε περιόδους έντονης βροχόπτωσης ή καταιγίδας.



Σχήμα 6. Η Υδρογραφική λεκάνη του Σπερχείου (Μποναζούντας και συν., 1996).

Η κοιλάδα του Σπερχείου διαθέτει μεν αξιόλογο υδατικό δυναμικό, αλλά η διαχείρισή του δεν έχει ποτέ ενταχθεί σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα. Από τι, μία μεριά παρατηρείται υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφοριών και από την άλλη δεν αξιοποιείται η υψηλή χειμερινή επιφανειακή απορροή και οι πηγές της περιοχής. Αποτέλεσμα της μη ορθής διαχείρισης είναι η μείωση σε ετήσια βάση των υδαταποθεμάτων αλλά και η μεταβολές του υδατικού ισοζυγίου (Γεωργίου 1995: Κακαβάς & Τσιούμας 1995). Η εξέταση της ποιότητας του νερού (Κακαβάς & Τσιούμας, 1995) έδειξε υποβάθμιση των υδάτινων αποθεμάτων. Στο παράκτιο και δελταϊκό τμήμα η ποιότητα των υπόγειων αποθεμάτων νερού επηρεάζεται από την πλευρική διάχυση των νερών των θερμομεταλλικών πηγών προς τις προσχώσεις και από τη διείσδυση θαλασσινού νερού. Στο αξονικό και κεντρικό τμήμα της κοιλάδας, τον κύριο λόγο παίζουν η άφθονη χρήση λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων (Κιλικίδης και συν., 1992) αλλά και η διάθεση αστικών λυμάτων και αποβλήτων των βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

4.1 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι, αν και πολλά εκβολικά ζώα έχουν μελετηθεί διεξοδικά από πολλές απόψεις εξαιτίας της σπουδαιότητάς τους όσον αφορά την κατανόηση του τρόπου εξέλιξης των ζώων των γλυκών νερών από τα θαλασσινά ζώα (Southward 1965), πολύ λίγα είναι γνωστά για τη σύνθεση των συνευρέσεων που σχηματίζουν οι εκβολικοί οργανισμοί. Αν και υπάρχουν αρκετές μελέτες για τη βιομάζα και την παραγωγικότητα αρκετών εκβολικών ειδών, οι ολοκληρωμένες μελέτες που έχουν γίνει για τα εκβολικά τροφικά επίπεδα και για τις εκβολικές κοινότητες είναι πολύ λίγες (Mc Lusky 1981).

Όσον αφορά τη Μεσόγειο, οι σχετικές πληροφορίες είναι πολύ περιορισμένες όπως έχουν επισημάνει οι Perés (1961, 1967a, 1967b, 1982), (Perés & Picard, 1964), (Gamulin-Brida 1974) και (Bianchi 1985). Οι παραπάνω συγγραφείς στις δημοσιεύσεις τους αυτές έχουν δώσει μόνο μερικές γενικές πληροφορίες για την ποιοτική σύνθεση των οργανισμικών συνευρέσεων των υφάλμυρων αμμωδών και αμμοίλυωδών ιζημάτων κυρίως της μεσοπαλιροιακής ζώνης.

Από διεθνείς τράπεζες πληροφοριών βρέθηκαν εργασίες που αφορούν τη δομή των κοινοτήτων μικρο και μακροπανίδας σε ενδοπαλιρροιακά πεδία (Netto et al., 1999) ή την ημερήσια χωρική κατανομή ασπονδύλων και ψαριών σε πεδία *Zostera marina* (Mattila et al., 1999). Τέλος, ο Armonies (2000) ερεύνησε το χωρικό ισοζύγιο των αναγκών των βενθικών κοινοτήτων στη βόρεια θάλασσα.

Οι λίγες ειδικότερες σχετικές πληροφορίες που υπάρχουν, έχουν δοθεί ουσιαστικά στις εργασίες της Vatoña (1963) που μελέτησε μερικές μικρές εκβολές στην περιοχή της Βενετίας, του Brun (1967) που μελέτησε την εκβολή του Ροδανού, του Κούκουρα (1979) που μελέτησε την μεσοπαλιροιακή ζώνη των εκβολών του Στρυμόνα και του συστήματος των ποταμών Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα και του Ντούνα (1986) που μελέτησε την υποπαλιρροιακή ζώνη της εκβολής του Στρυμόνα.

Όσο αφορά τις λιμνοθάλασσες της Μεσογείου, οι σχετικές πληροφορίες που υπάρχουν είναι επίσης ελάχιστες. Στη σύνθεση και συγκρότηση των οργανισμικών

τους συνευρέσεων έχουν αναφερθεί οι Ambroggi et al. (1983a, 1983b), Nicolaidou & Karlou (1983a), Nicolaidou et al., (1983b), Bianchi (1985), ενώ οι Brun (1975), Janssen et al., (1979), Bourgoutzani & Zenetos (1983), Diviacco (1983), αναφέρονται, μόνο σε ορισμένα χαρακτηριστικά είδη των μεσογειακών λιμνοθαλασσών.

Το δέλτα του Σπερχειού είναι ο σημαντικότερος υγρότοπος που έχει απομείνει στην ανατολική πλευρά της ελληνικής χερσονήσου (νοτίως της Μακεδονίας), μετά την αποξήρανση της λίμνης Κάρλας και Κωπαιδας και υποψήφιο για ένταξη στη συνθήκη Ramsar (Κιλικίδης και συν., 1992). Παρά τη μεγάλη σημασία του όμως από οικολογική άποψη, οι σχετικές πληροφορίες που υπάρχουν είναι πολύ περιορισμένες και αφορούν:

- Έρευνες του Εθνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ 1994) για τη θαλάσσια ρύπανση και τις ιχθυοπαραγωγικές – αλιευτικές δυνατότητες του Μαλιακού Κόλπου (Παπαθανασίου και συν., (1992) : Αναγνώστου & Παπαθανασίου (1994).
- Έρευνες του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. (Αγγελόπουλος και συν., 1991 : Περισορράτης & Κονισπολιάτης, 1997).
- Εργασίες που αναφέρονται κυρίως σε υδρολογικά και Γεωλογικά χαρακτηριστικά του Σπερχειού ποταμού (Θεριανός 1974 : Κωτούλας 1988 : Πούλος 1997).
- Μελέτες του ιζήματος για το ρυθμό ιζηματογένεσης στο Μαλιακό εξ-αίτιας της απόθεσης στερεών από το Σπερχειό (Λιαδοπούλου 1993). Χρήση των ιζηματοπαγίδων έγινε από τον Κορμά (1998).
- Εργασίες για τις προνύμφες των Πολυχαίτων (Christou et al., 1995) και τα μαλάκια (Κορμάς et al., 1997).
- Η συσχέτιση της δομής και αφθονίας της κοινότητας των βενθικών μακροασπόνδυλων με την ποιότητα νερού και τη σύνθεση και αφθονία της υδρόβιας ορνιθοπανίδας στον υγρότοπο του Σπερχειού (Σκέτου 2000).

Οι διαφορές της παρούσας έρευνας είναι ότι συσχετίζει τις οργανισμικές συνευρέσεις των μακροασπονδύλων με την ποιότητα του υποστρώματος και της βλάστησης. Μέχρι τώρα ποτέ δεν έγιναν μετρήσεις για συγκεντρώσεις Νιτρικών, φωσφορικών, αμμωνιακών αλάτων στο ίζημα του Δέλτα Σπερχειού και πιθανό πλουθινά αλλού στον Ελλαδικό χώρο.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τον Ιούνιο του 2000 έγινε η πρώτη ερευνητική επίσκεψη της εκβολικής περιοχής του Σπερχειού με σκοπό μια πρώτη γνώση για την εκτίμηση πρόσβασης και ορισμού των σταθμών δειγματοληψίας. Χρησιμοποιώντας τοπογραφικούς χάρτες σημειώθηκε επάνω κάθε χρήσιμη πληροφορία σχετικά με τη διαμόρφωση της ακτής, το πλάτος της μεσοπαραλιακής ζώνης, τον τρόπο επικοινωνίας των αρδευτικών καναλιών μεταξύ τους ή με την ανοικτή θάλασσα, καθώς και την ύπαρξη πηγών ρύπανσης. Από το σύνολο των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν για την περιοχή καταστρώθηκε το τελικό σχέδιο δειγματοληψίας έτσι ώστε να καλύπτει με τον καλύτερο τρόπο όλη την περιοχή μελέτης.

Επιλέχτηκαν 5 σταθμοί δειγματοληψίας για τον καθορισμό των οποίων ελήφθησαν υπόψη οι κυριότεροι παράγοντες για την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων που είναι η τυχαία δειγματοληψία, η αύξηση του μεγέθους των δειγμάτων, γνώση των συνθηκών που επηρεάζουν την παραλλακτικότητα του υλικού (Φασούλας 1979) καθώς και πιθανές ακραίες καταστάσεις (ρυπογόνες πηγές) (Σχ. 7).

Συνολικά έγιναν δύο δειγματοληψίες: μία τον Αύγουστο του 2000 (1-5/8/2000) και μία το χειμώνα του (3-8/1/2001). Οι ημερομηνίες επιλέχτηκαν ώστε να διαπιστωθεί η κατανομή των συννευρέσεων των μακροασπονδύλων σε δύο διαφορετικές εποχές με ακραίες τιμές φυσικών παραμέτρων.

Λήφθηκαν συνολικά 4 δείγματα κατά μήκος της διαπαλιρροιακής ζώνης. Δύο από την ανώτερη και δύο από την κατώτερη παλιρροιακή γραμμή. Παράλληλα λήφθηκαν και δείγματα από ενδιάμεση θέση καθώς και γειτονικές περιοχές σε μικρή ή μεγάλη απόσταση από το σημείο δειγματοληψίας ώστε να διαπιστωθεί η ομοιότητα των συννευρέσεων χωρίς όμως να λαμβάνονται υπ' όψη.

Οι δειγματοληψίες έγιναν με τη χρήση κυλινδρικού δειγματολήπτη διαμέτρου 21,17 cm και ύψους 20 cm (Σχ. 8). Το άνοιγμα του δειγματολήπτη είχε επιφάνεια 400 cm², που είναι κατάλληλη για παρόμοιες έρευνες, επειδή καλύπτει την "ελάχιστη θεωρητικά απαιτούμενη δειγματοληπτική επιφάνεια" (Γκούβης 1988: Κούκουρας 1979). Ο δειγματολήπτης εισχωρούσε προοδευτικά στο ιζήμα και ανασύρονταν με τη βοήθεια σπάτουλας ώστε να αφαιρείται το δείγμα του ιζήματος. Ταυτόχρονα από την περιοχή δειγματοληψίας λαμβάνονταν ένα επιπλέον δείγμα για τις απαραίτητες φυσικοχημικές και κοκκομετρικές αναλύσεις του ιζήματος το οποίο την ίδια στιγμή



Σχήμα 7. Απόσπασμα τοπογραφικού χάρτη της περιοχής με τις θέσεις δειγματοληψίας.



Σχήμα 8. Τα απαραίτητα υλικά για τη διεξαγωγή της έρευνας (1. Δειγματολήπτες, 2. Κόσκινα, 3. Υδροβολέας, 4. Βάζο δείγματος).

ετοποθετείτο σε ειδικό πλαστικό δοχείο και προκειμένου να σταλεί για ανάλυση στο εργαστήριο (εργαστήριο Agrolab που βρίσκεται στη Βιομηχανική περιοχή Σίνδου Θεσσαλονίκης).

Μετά τη δειγματοληψία έγινε διαχωρισμός των μακροβενθικών οργανισμών από το ίζημα με τη βοήθεια ειδικού κόσκινου ($d=1\text{mm}$) (Makra & Nikolaidou, 1999) ενώ η συντήρησή τους έγινε σε διάλυμα φορμόλης 10%.

Στο Εργαστήριο Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης έγινε η αναγνώριση των περισσότερων οργανισμών του κάθε δείγματος και η κατάταξή τους σε ταξινομικές ομάδες ασπόνδυλων όπως π.χ. πολύχαιτοι, μαλάκια, οστρακοειδή.

Η καταμέτρηση των ατόμων, η αναγνώριση σε επίπεδο είδους και ο υπολογισμός της βιομάζας τους έγινε για κάθε σταθμό και υπολογίστηκε ο συνολικός αριθμός για κάθε ταξινομική μονάδα ξεχωριστά. Η εκτίμηση της βιομάζας έγινε με ζύγιση του νωπού βάρους φορμόλης σε ηλεκτρονική ζυγαριά.

Η αναγνώριση των οργανισμών (φυτικών και ζωικών) έγινε με τη βοήθεια ταξινομικών συγγραμμάτων, ειδικές εργασίες και τη διασταύρωση των αναγνωρίσεων με ειδικούς επιστήμονες. Χρησιμοποιήθηκαν ειδικές κλειδες προσδιορισμού οργανισμών, ειδικά ταξινομικά συγγράμματα και εργασίες. Στην προσπάθεια αυτή βοήθησε το εργαστήριο του Τομέα Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ.

Η βασική τροφή των ασπόνδυλων της παράκτιας αυτής περιοχής είναι ουσίες φυτικής προέλευσης που βρίσκονται κυρίως μέσα στη λάσπη της περιοχής. Οι οργανισμοί αυτοί είναι διηθηματοφάγοι και θρυματοφάγοι. Η κεφαλή τους φέρει ειδικά εξαρτήματα θρέψης για να συλλέγουν θρύμματα και πλαγκτόν από το νερό που τα περιβάλλει. Κατά συνέπεια έχει ενδιαφέρον η καταγραφή και ο συσχετισμός της βλάστησης (με τη μορφή της οργανικής ουσίας του ιζήματος) με την αφθονία των μακρο-ασπόνδυλων. Προκειμένου να συσχετισθεί η αφθονία και η ποικιλότητα των οργανισμικών βενθικών συνευρέσεων με τη βλάστηση της περιοχής, γύρω από τη θέση δειγματοληψίας έγινε συλλογή της υπάρχουσας βλάστησης με τη βοήθεια απόχης ή του δειγματολήπτη. Τα δείγματα φυλάσσονταν χωριστά με τα δείγματα ασπόνδυλων και στη συνέχεια έγινε ο προσδιορισμός του είδους τους.

5.1 Μετρήσεις στο πεδίο

Η εργασία πεδίου προσδιόρισε το περιβάλλον της περιοχής μέσω φυσικών παραμέτρων των οποίων η μέτρηση επραγματοποιείτο παράλληλα με τη δειγματοληψία και με τη βοήθεια ηλεκτρονικών οργάνων του εργαστηρίου Ιχθυολογίας-Υδροβιολογίας.

Οι επιτόπιες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν:

1. Μέτρηση **αγωγιμότητας** και του pH του νερού της θάλασσας με το φορητό ηλεκτρονικό όργανο CONSORT C531. Η μετατροπή της αγωγιμότητας σε αλατότητα έγινε με τη βοήθεια ειδικών πινάκων του Research Laboratory Dryden Aquaculture Edinburgh.
2. Μέτρηση του **διαλυμένου O₂** στο νερό έγινε με το φορητό ηλεκτρονικό όργανο (HANNA HI 9143 Portable Waterproof Microprocessor Dissolved Oxygen Meter)
3. Η **θερμοκρασία** του νερού τη στιγμή της δειγματοληψίας έγινε με την βοήθεια των δύο ανωτέρω οργάνων αφού και τα δύο είχαν κατάλληλους υποδοχείς.
4. Μέτρηση **Αερόβιας – Αναερόβιας** φάσης στο ίζημα. Στη διάρκεια της δειγματοληψίας επραγματοποιείτο μέτρηση του πάχους της αερόβιας ζώνης. και σε όλες τις περιπτώσεις βρίσκονταν ότι ήταν μεταξύ 0,1- 1 cm.

Η μέτρηση των άλλων παραμέτρων (χημικών, βιολογικών) έλαβε χώρα στο εργαστήριο.

Με τη βοήθεια των μετρήσεων αυτών και με κατάλληλη στατιστική επεξεργασία, έγινε ο υπολογισμός των βιοδεικτών (αφθονία, ποικιλότητα,) και στη συνέχεια ο συσχετισμός τους με τον τύπο του υποστρώματος.

5.2 Μηχανική ανάλυση του ιζήματος.

Το δείγμα που ελήφθη παράλληλα με τις άλλες δειγματοληψίες υπεβλήθη σε μηχανική και κοκκομετρική ανάλυση στα εργαστήρια της Agrolab προκειμένου να διαπιστωθεί η ποσοστιαία αναλογία των κλασμάτων του σε άμμο – ιλύ και άργιλο καθώς και το μέγεθος των κοκκομεριδίων. Ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία για κάθε περίπτωση.

5.2.1 Μέθοδοι μηχανικής ανάλυσης.

Η μηχανική σύσταση του ιζήματος όπως και κάθε εδάφους αναφέρεται στις σχετικές αναλογίες των συστατικών άμμου, ιλύος, αργίλου. Η εργαστηριακή μέθοδος που εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό των μηχανικών κλασμάτων του ιζήματος είναι η γνωστή “ μέθοδος Βουγιούκου” η οποία στηρίζεται στην ταχύτητα καθίζησης των σωματιδίων ενός διαλύματος με παράλληλη μέτρηση της αναλογίας άμμου , αργίλου με ειδικά πυκνόμετρα (Μήτσιος 1999).

Στο Δέλτα του Σπερχειού παρατηρήθηκαν οι περισσότερες κλάσεις εδαφών και ο χαρακτηρισμός του κάθε τύπου ιζήματος που παρατηρήθηκε έγινε με τη βοήθεια του τριγώνου μηχανικής σύστασης σε Ιλυοπηλώδη, Ιλυοαργιλώδηπηλώδη, Ιλυοαργιλώδη, Πηλώδη, Αμοαργιλώδηπηλώδη, Αμοπηλώδη σύμφωνα με την παρακάτω μέθοδο.

Διαλύουμε 50 gr Calgon (NaPO_3) σε 1 lt H_2O απεσταγμένο. Η ρύθμιση του pH έγινε με NaCO_3 και HCl (pH 8,3). Βάζουμε 100 ml της διάλυσης σε κύλινδρο 1000 ml και προσθέτουμε 50 gr του ιζήματος (100 gr σε αμμώδη). Το ανακατεύουμε και τα αφήνουμε σκεπασμένα για 15 -20 ώρες. Το περιεχόμενο του κυλίνδρου το βάζουμε στο μπλέντερ Βουγιούκου και γεμίζουμε νερό μέχρι τα πτερύγια του αναδευτήρα.

Ανακατεύουμε για 2 min, κατόπιν μεταφέρουμε το περιεχόμενο στον κύλινδρο και γεμίζουμε με νερό μέχρι την χαραγή. Τοποθετούμε τον κύλινδρο σε λουτρό νερού 20 °C. Ανακινούμε τον κύλινδρο 20 φορές και αρχίζει η χρονομέτρηση. Συγχρόνως ρίχνουμε στην επιφάνεια 3 σταγόνες amylicol για να εξαφανίσουμε τον αφρό. Σε 15 sec βάζουμε το πυκνόμετρο στον κύλινδρο και λαμβάνεται η ένδειξη που δείχνει στα 40 sec. Η δεύτερη μέτρηση γίνεται ακριβώς σε 2 ώρες. Η θερμοκρασία πρέπει να

παραμένει σταθερή. Σε περίπτωση μεγαλύτερης ή μικρότερης θερμοκρασίας πρέπει να γίνει διόρθωση της τιμής του πυκνόμετρου ως εξής:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{S}} = \frac{^{\circ}\text{F}-32}{9} \longrightarrow \boxed{\Sigma\epsilon \text{ } ^{\circ}\text{F}}$$

Αφαίρεση ή πρόσθεση στους 68 $^{\circ}\text{F}$ που είναι η θερμοκρασία 20 $^{\circ}\text{C}$ και πολλαπλασιασμός επί 0,268 = $^{\circ}\text{F} \times 0,2 = y$.

Η μέτρηση που πάρθηκε στα 40 sec και στις 2 ώρες αντίστοιχα, εφόσον έχει αφαιρεθεί το BLANC και έχει γίνει η διόρθωση, διαιρέθηκε με την ποσότητα του χρώματος που πάρθηκε, και έδωσε αντίστοιχα το ποσοστό της άμμου και της αργίλου επί τοις %. Η διαφορά των δύο αυτών δίνει το ποσοστό της ιλύος στο έδαφος.

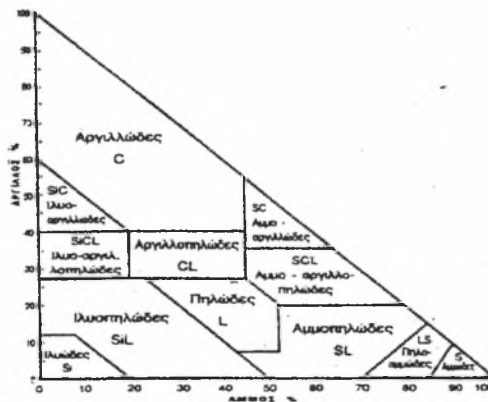
1. Άμμος % = 100 – Α τιμή
2. Ιλύς % = A – B
3. Άργιλος % = B τιμή

$[(1^{\text{η}} \text{ ένδειξη πυκνόμετρου} - \text{ένδειξη BL}) - \text{Διόρθωση θερμοκρασίας}] \times 100$

Βάρος + διόρθωση θερμοκρασίας

$= \alpha \%$

Μετά τη μηχανική ανάλυση του δείγματος και την εύρεση της ποσοστιαίας αναλογίας με τη βοήθεια του τριγώνου βρίσκουμε τον τύπο του ιζήματος (σχ. 9).



Σχήμα 9. Τρίγωνο κατάταξης του ιζήματος ανάλογα με τη μηχανική του σύσταση.

5.2.2 Κοκκομετρική ανάλυση

Το δείγμα που ελήφθη παράλληλα με τις άλλες δειγματοληψίες υπεβλήθη σε κοκκομετρική ανάλυση στα εργαστήρια της Agrolab προκειμένου να διαπιστωθεί το μέγεθος των κοκκομεριδίων και η ποσοστιαία αναλογία των κλασμάτων του. Για το σκοπό αυτό το δείγμα προπαρασκευάστηκε ανάλογα με αποξήρανσή του σε φούρνο στους 45 °C για 12 ώρες μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος του οπότε σχηματίστηκε μια συμπαγής μάζα ιλύος η οποία αλέστηκε σε ειδικό μύλο. Ακολούθησε κοσκίνισμα του δείγματος με μια σειρά από διαφορετικού ανοίγματος κόσκινα διαμέτρου 20 cm περίπου.

Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε είναι η ENDICOTT sieve shaker και η περίοδος κοσκίνισματος εξαρτάται από τον αριθμό των περιστροφών του κινητήρα. Στη κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων έγινε κατάταξη των δειγμάτων στις εξής κατηγορίες: < 150 μm, 150 μm, 300 μm, 425 μm, 600 μm και 850 μm.

5.3 Χημική ανάλυση του ιζήματος

Όλες οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στηρίχθηκαν στη Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water (APHA 1992). Εφαρμόστηκε επίσης ο Κώδικας χρησιμοποίησης της ιλύος στη Γεωργία (Υ.Α. Ε.Κ. 641/91).

5.3.1 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του δείγματος έγινε με τη μέθοδο της ανάφλεξης που περιγράφεται με βάση την ξηρά ουσία και το ποσοστό τέφρας.

Το ποσοστό οργανικής ουσίας στο δείγμα (επί ξηρού βάρους) υπολογίστηκε από τον τύπο :

$$\text{Οργανική ουσία \% (επί ξ.ο)} = 100 - ((100 - \text{ξηρή ουσία \%}) + \text{Τέφρα \%})$$

5.3.2 Προσδιορισμός pH

Η μέθοδος προβλέπει τον προσδιορισμό του pH σε αιώρημα του δείγματος με διάλυμα CaCl₂ 0,01 M. Τα αποτελέσματα είναι ανεξάρτητα τόσο από το ποσό των περιεχομένων αλάτων στο δείγμα όσο και από την τελική σχέση δείγματος προς εκχυλιστικό διάλυμα. Τα υλικά του προσδιορισμού είναι το ηλεκτρονικό pH - μετρο και

ο μαγνητικός αναδευτήρας. Χρησιμοποιήθηκαν αντιδραστήρια υψηλής καθαρότητας. Οξέα επίσης υψηλής καθαρότητας με χαμηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα.

I. Νερό. Για την ετοιμασία των διαλυμάτων και τις διάφορες αραιώσεις, χρησιμοποιήθηκε νερό ελεύθερο διοξειδίου του άνθρακα..

II, Μητρικό διάλυμα CaCl_2 1,0 M. 147 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, διαλύονται σε νερό και φέρονται σε 1 l.

II. Διάλυμα εργασίας CaCl_2 0.01 M 10 ml μητρικού διαλύματος αραιώθηκαν σε 1 l. με νερό pH = 5.0 - 6.

Διαδικασία:

1,5 g αεροξηρανθέντος δείγματος ιλύος τοποθετήθηκε σε ποτήρι των 100 ml. Προστέθηκαν 50 ml διαλύματος εργασίας. Το αιώρημα αφέθηκε υπό ανάδευση για 30 min. Διαβάστηκε η τιμή του pH τοποθετώντας το ηλεκτρόδιο στο αιώρημα υπό συνεχή ανάδευση. Το αποτέλεσμα αναφέρεται ως pH σε διάλυμα CaCl_2 0.01 M.

5.3.3. Άζωτο κατά KJELDAHL

Η μέθοδος εφαρμόζεται, σε δείγματα εδάφους και ιλύος. Σύμφωνα με τη μέθοδο οι αζωτούχες ενώσεις οργανικής προέλευσης, όπως αμινοξέα, πρωτεΐνες και πεπτιδία μετατρέπονται σε αμμωνία που μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά αφού απομονωθεί μετά από διαδικασία απόσταξης.

Η μέθοδος περιλαμβάνει τρία στάδια: α. Καταστροφή της οργανικής ουσίας και μετατροπή του οργανικού αζώτου σε αμμωνία. β) Απόσταξη της αμμωνίας σε αλκαλικό περιβάλλον και γ) Προσδιορισμός της αμμωνίας στο απόσταγμα με τιτλοδότηση, φασματομετρικά ή ποτενσιομετρικά.

Κατά τη διάρκεια της απόσταξης, εκτός από την αμμωνία που σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια της οξειδωσης της οργανικής ουσίας αποσπάεται και αμμωνία που προϋπήρχε υπό μορφή αμμωνιακών αλάτων στο δείγμα. Το αποτέλεσμα σε αυτή την περίπτωση εκφράζει το ολικό άζωτο Kjeldahl και περιλαμβάνει το σύνολο του οργανικού αζώτου και των αμμωνιακών μορφών του δείγματος. Σε περίπτωση που ενδιαφέρει μόνο το οργανικό κλάσμα του αζώτου τότε τα αμμωνιακά θα πρέπει να απομακρυνθούν πριν την διαδικασία οξειδωσης ή να προσδιοριστούν χωριστά και το σύνολο τους να αφαιρείται από το αποτέλεσμα του προσδιορισμού του ολικού αζώτου Kjeldahl. Το αποτέλεσμα σε αυτή την περίπτωση εκφράζει το οργανικό άζωτο Kjeldahl. Με την μέθοδο αυτή δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι νιτρώδεις (NO_2) και Νιτρικές (NO_3) μορφές του αζώτου που υπάρχουν στο δείγμα. Ποσότητες νιτρικών

ιόντων μεγαλύτερες από το δεκαπλάσιο του ολικού αζώτου Kjeldahl παρεμβάλλονται αρνητικά, μειώνοντας το τελικό αποτέλεσμα.

5.3.4. Αμμωνιακό (NH_4) και Νιτρικό (NO_3) Αζωτο

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε μη επεξεργασμένο, νωπό δείγμα, αμέσως μετά την δειγματοληψία του. Δείγματα που δεν αναλύονται αμέσως, πρέπει να διατηρούνται (μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα) σε ψυκτικό θάλαμο. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε δείγματα εδάφους και ιλύος.

Το ανταλλάξιμο άζωτο, περιλαμβάνει τα υδατοδιαλυτά κλάσματα του αζώτου (νιτρώδη και νιτρικά ιόντα) καθώς και το αμμωνιακό κλάσμα που βρίσκεται δεσμευμένο στα κολλοειδή του εδάφους ή της ιλύος. Η μέθοδος περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Εκχύλιση του δείγματος με διάλυμα KCl 2 N, που απελευθερώνει τα αμμωνιακά ιόντα, ενώ συγχρόνως διαλυτοποιούνται τα υδατοδιαλυτά κλάσματα του αζώτου (νιτρώδη και νιτρικά ιόντα).

2. Απόσταξη του εκχυλίσματος σε αλκαλικό περιβάλλον και απομόνωση της αμμωνίας προερχόμενης από το αμμωνιακό άζωτο.

3. Προσδιορισμό της αμμωνίας στο απόσταγμα με τιτλοδότηση, φωτομετρικά, ή με ηλεκτρόδιο αμμωνίας.

4. Αναγωγή στο εκχύλισμα (μετά την απομάκρυνση των αμμωνιακών) του νιτρώδους και νιτρικού αζώτου σε αμμωνιακό άζωτο με τη βοήθεια κράματος του Devarda.

5. Απόσταξη του εκχυλίσματος σε αλκαλικό περιβάλλον και απομόνωση της αμμωνίας προερχόμενης από το νιτρώδες και νιτρικό άζωτο.

6. Προσδιορισμό της αμμωνίας στο απόσταγμα με τιτλοδότηση, φωτομετρικά ή με ηλεκτρόδιο αμμωνίας.

Υλικά -Σκεύη.

1. Σύστημα απόσταξης.

2. Φασματοφωτόμετρο ορατού φάσματος για το φωτομετρικό προσδιορισμό της αμμωνίας.

3. Ηλεκτρόδιο αμμωνίας.

Ανπδραστήρια

1. Νερό ελεύθερο αμμωνίας. Για την ετοιμασία των διαλυμάτων και για τις αραιώσεις θα πρέπει να έχουμε νερό απεσταγμένο και κατόπιν απιονισμένο.

II. Εκχυλιστικό διάλυμα 149 g KCl σε 1 l. νερού.

III. Διάλυμα εξουδετέρωσης. Διαλύονται 500 g NaOH σε νερό αραιώνοντας στο 1 l.

IV. Κράμα Devarta

5.3.5. Ολικός φώσφορος

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε δείγμα ιλύος ή εδάφους που έχει υποστεί τη δράση πυκνού οξέος και υπερθειϊκού αμμωνίου. Ο φώσφορος των πολυφωσφορικών αλάτων μετατρέπεται σε ορθοφωσφορικά ιόντα από το οξύ (και ένα μέρος οργανικού φωσφόρου), ενώ ο οργανικός φώσφορος μετατρέπεται σε ορθοφωσφορικά ιόντα από το υπερθειϊκό αμμώνιο. Τα δείγματα που δεν αναλύονται αμέσως θα πρέπει να διατηρούνται σε ψυκτικό θάλαμο στους 4 °C.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό ολικού φωσφόρου στη ζώνη από 0,01 έως 0,5 mg P/l. και στηρίζεται στην εξειδικευμένη αντίδραση των ορθοφωσφορικών ανιόντων με το μολυβδαινικό αμμώνιο και το ταρταρικό καλιούχο αντιμόνιο. Το σύμπλοκο που σχηματίζεται στη συνέχεια ανάγεται από το ασκορβικό οξύ και σχηματίζεται ένα σύμπλοκο με έντονο μπλε χρώμα. Υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου (Fe^{++}) μπορούν να προκαλέσουν ιζηματοποίηση και απώλειες φωσφόρου (αρνητικές παρεμβολές).

Ιόντα πυριτίου (Si) και αρσενικού (As) αντιδρούν επίσης με το μολυβδαινικό αμμώνιο, παράγοντας σύμπλοκα που απορροφούν στο ίδιο μήκος κύματος με εκείνα του φωσφόρου (θετική παρεμβολή). Τα Υλικά και σκεύη που χρησιμοποιούνται είναι το φασματοφωτόμετρο ορατού φάσματος και γυάλινα σκεύη, πλυμένα με θερμό διάλυμα HCl (1:1).

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν διάλυμα H_2SO_4 5N. 140 ml πυκν. H_2SO_4 φέρονται με νερό στο 1 l. διάλυμα Ταρταρικού Καλιούχου Αντιμονίου. 1,3715 g $K(SO)_4 \cdot C_4(H_4O_6) \cdot 0.5 H_2O$, διαλύονται σε νερό αραιώνοντας στα 500 ml (σε ογκομετρική φιάλη). Διατηρείται σε σκούρα-γυάλινη φιάλη σε ψυκτικό θάλαμο στους 4°C.

5.4. Οι Βιοδείκτες της μακροασπόνδυλης κοινότητας.

Από την σύνθεση των taxa σε κάθε σταθμό υπολογίστηκαν οι παρακάτω βιοδείκτες.

1. **Αφθονία είδους (A)** είναι η αφθονία κάθε ταξινομικής μονάδας σε κάθε σταθμό. Εκφράζεται σε αριθμό ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας (N/m^2).

2. Η **Μέση αφθονία των taxa (mA)** κάθε ταξινομικής μονάδας σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας υπολογίστηκε ως η μέση τιμή του αριθμού των ατόμων και από τις τέσσερις δειγματοληπτικές μονάδες (N/m^2 ή gr/m^2). Για να είναι δυνατή η σύγκριση έγινε αναγωγή όλων των τιμών της αφθονίας στο $1m^2$. Η αφθονία υπολογίστηκε επίσης και ως η μέση τιμή της αφθονίας βιομάζας (**mB**) και από τις τέσσερις δειγματοληπτικές μονάδες. Υπολογίστηκε επίσης το **ποσοστό της μέσης αφθονίας** ατόμων ή βιομάζας (**mDA** ή **mDB**) ως το επί τοις % ποσοστό συμμετοχής εκάστου είδους σε κάθε σταθμό καθώς και η **σχετική αφθονία ενός είδους (pi)** ως ο λόγος της αφθονίας του είδους προς την συνολική αφθονία.

3. **Αφθονία ειδών κατά Mergalef (S)** : ο βιοδείκτης αυτός υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο του Margalef (1957) όπου:

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

S : Ο συνολικός αριθμός των ειδών σε κάθε σταθμό

N : Ο συνολικός αριθμός των ατόμων σε κάθε σταθμό

4. Δείκτης Βιοποικιλότητας Shannon- Wiener (H')

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της εξέλιξης της δομής των πληθυσμών και του τρόπου κατανομής των ατόμων μεταξύ των διαφορετικών ειδών. Ο δείκτης αυτός δείχνει πόσο σταθερός ή διαταραγμένος – από φυσικά ή μη αίτια - είναι ένας σταθμός.

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

p_i = η σχετική αφθονία ενός είδους σε ένα συγκεκριμένο δείγμα μιας μέτρησης.

s = ο αριθμός των ειδών που μετρήθηκαν σε κάθε σταθμό.

i = κάποιο είδος

p_i = f_i/n η σχετική πυκνότητα του είδους i,

f_i = ο αριθμός των ατόμων του είδους j σε κάποιο σταθμό,

n = το σύνολο των ατόμων όλων των ειδών που μετρήθηκαν σε κάποιο σταθμό .

Η τιμή του δείκτη είναι ανάλογη του αριθμού των ειδών, αυξάνει με την ομοιομορφία της εκπροσώπησης τους (Edwards et al., 1972) και κυμαίνονται μεταξύ 0 και 3. Μικρές τιμές δηλώνουν διαταραγμένες συνθήκες λόγω μικρού αριθμού ειδών ή επικράτηση ενός κυρίαρχου είδους (Θεοδώρου 2000).

Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων της μελέτης της δυναμικής της τυπικής εκβολικής συνεύρεσης έγινε με τη βοήθεια δενδρογραμμάτων για την ομαδοποίηση των δειγμάτων .

5. Δείκτης ομοιομορφίας (J')

Ο δείκτης αυτός δείχνει την ομοιομορφία κατανομής των ατόμων μεταξύ των διαφόρων ταξινομικών μονάδων σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας (Pielou 1969).

Υπάρχει μια σχέση μεταξύ της ποικιλότητας H' και της αφθονίας μεταξύ του πλήθους των ταξινομικών μονάδων. Η σημασία του H' είναι ότι δεν επηρεάζεται μόνο από τον αριθμό κάθε ταξινομικής ομάδας αλλά και από τον αριθμό των διαφορετικών ειδών. Έτσι η μέγιστη ποικιλότητα (H_{max}) για ένα αριθμό δεδομένων, που αποτελείται από $N(s)$ διαφορετικά είδη, είναι : $H_{max} = \log_2(Ns)$

Για τον παραπάνω λόγο πολλοί χρήστες του δείκτη Shannon (H') προτιμούν την παρακάτω σχέση (Zar 1996)

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2(Ns)}$$

Για τη στατιστική επεξεργασία των τιμών για την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA), χρησιμοποιήθηκαν μετασχηματισμένες τιμές με βάση τον τύπο μετασχηματισμού (Field et al., 1982):

$$Y_{ji} = \log(x_{ji} + 1)$$

5.5 Ομοιότητα μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας (κατά Sorensen)

Ο δείκτης ομοιότητας μεταξύ των σταθμών ανά ζεύγη (Sorensen similarity index) αναφέρεται στο σύνολο των σταθμών. Ο δείκτης αυτός (Abel 1989) εκφράζει την ομοιότητα μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας ανάλογα με την ύπαρξη ή την απουσία κοινών ειδών. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο δείκτης S δεν χρησιμοποιεί δεδομένα που αντιστοιχούν στην διπλή απουσία ειδών –διπλά μηδέν- ως παράμετρο ομοιότητας μεταξύ των σταθμών.

Ο βαθμός συγγένειας αποδόθηκε με την μορφή της δικτυωτής απεικόνισης

$$S \approx \frac{2a}{2a + b + c}$$

a : ο αριθμός των κοινών ειδών στους δύο σταθμούς

b : ο αριθμός των ειδών που βρέθηκαν μόνο στο α΄

c : ο αριθμός των ειδών που βρέθηκαν μόνο στο β΄

5.6 Συσχέτιση οικολογικών παραμέτρων – Βιοδεικτών (συντελεστής Spearman)

Ο συντελεστής συσχέτισης δύο παραμέτρων δίνει το μέτρο της εξάρτησης των μεταβολών της μιας παραμέτρου από τις μεταβολές της άλλης. Για τη σύγκριση περιβαλλοντικών παραμέτρων, χρησιμοποιείται ο μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης σειράς Spearman ο οποίος εφαρμόζεται αντί του παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης, επειδή τα συγκρινόμενα δεδομένα προέρχονται από μη κανονικούς πληθυσμούς (Zar 1996).

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$$

d : η διαφορά τιμής μεταξύ των ομάδων

n : το σύνολο των μετρήσεων

Ο συντελεστής έχει τιμές μεταξύ -1 και 1 όπου το πρόσημο έχει την έννοια της αρνητικής ή θετικής συσχέτισης. Με χρήση σχετικού πίνακα βρίσκονται οι συντελεστές που διαφέρουν σημαντικά από το 0 με πιθανότητα 95%.

Για να εκτιμηθεί αν η τιμή του συντελεστή συσχέτισης που υπολογίζεται μεταξύ διαφορετικών παραμέτρων είναι διαφορετική από το μηδέν για συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας, ελέγχεται αν η τιμή του συντελεστή που υπολογίζεται είναι μεγαλύτερη από την τιμή που υπάρχει στον παρακάτω πίνακα και αντιστοιχεί στο πλήθος ζευγών παρατηρήσεων. Το συνήθως χρησιμοποιούμενο επίπεδο σημαντικότητας είναι το 95%.

5.7 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων - προγράμματα

Κατά τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά προγράμματα SPSS, Excell και Primer που αναπτύχθηκε από το Plymouth Marine Laboratory με το οποίο έγινε ιεραρχική ταξινόμηση βασισμένη στο συντελεστή ομοιότητας Bray – Curtis και την τεχνική Group Average (Sokal & Sneath, 1963).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Φυσικές παράμετροι του βενθικού περιβάλλοντος

Στους Πίνακες 1, 2 και 3 παρουσιάζονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων του θαλάσσιου νερού και του ιζήματος οι οποίες είτε καταγράφηκαν από φορητά όργανα στη διάρκεια των δειγματοληψιών είτε προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση των δειγμάτων ιζήματος στο εργαστήριο.

6.1.1 Αγωγιμότητα

Το θαλάσσιο νερό του δέλτα, σύμφωνα με το σύστημα διαίρεσης (Mc Luskv 1981), ανήκει στην κατηγορία των εύαλων νερών αφού η αλατότητά του κυμαίνεται από 30-40 g / l.

Οι ανώτερες και κατώτερες τιμές αγωγιμότητας του θαλάσσιου νερού στο Δέλτα Σπερχειού που μετρήθηκαν για τη θερινή και χειμερινή περίοδο παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 μαζί με τις αντίστοιχες τιμές αλατότητας.

Πίνακας 1. Οι ανώτερες και κατώτερες τιμές αγωγιμότητας και αλατότητας.

	Αύγουστος 2000	Ιανουάριος 2001
Ανώτερη	55,6 mS/cm ²	52 mS/cm ²
	38,6 g/l	35 g/l
Κατώτερη	52,5 mS/cm ²	48,8 mS/cm ²
	35,8 g/l	32,6 g/l

Οι τιμές αγωγιμότητας για τους θερινούς μήνες (Αύγουστος -2000) ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες των χειμερινών μηνών (Ιανουάριος - 01) (Πίν. 2 και 3).

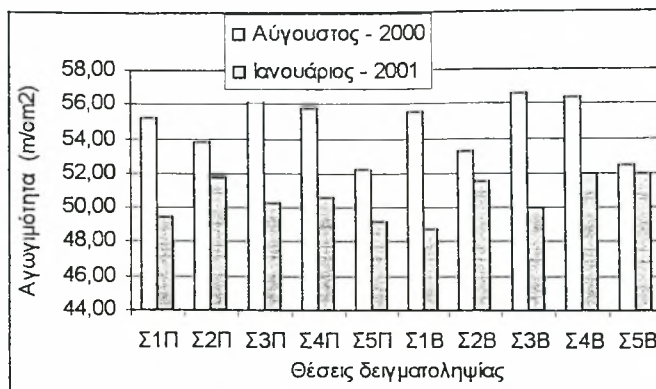
Στο Σχήμα 10 αποδίδονται γραφικά οι μετρήσεις αγωγιμότητας δειγμάτων νερού για τις δύο διαφορετικές δειγματοληψίες του Αύγουστου 2000 και του Ιανουαρίου του 2001, ενώ στο Σχήμα 11 οι αντίστοιχες μετρήσεις αγωγιμότητας για τα δύο διαφορετικά δείγματα των ιζημάτων για τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους.

Πίνακας 2. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων στο δέματα του Σπερχείου (Αύγουστος 2000)

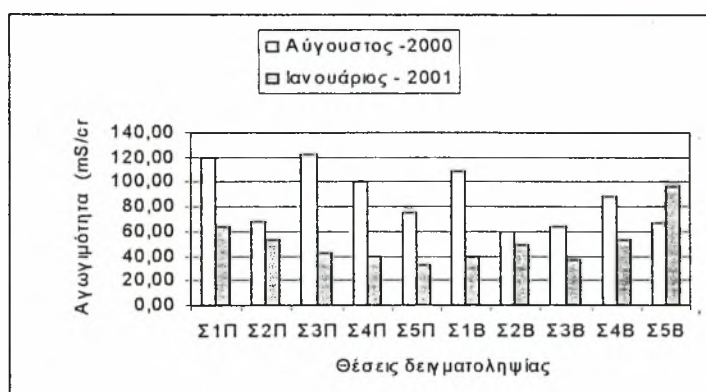
Κωδ. Δείγμ	Μετρήσεις Φυσικών Παραμέτρων πεδίου.				Μετρ. Φυσικών Παραμέτρων Εργαστηρίου				Μετρήσεις Χημ. Παρ/τρων Εργ/ρίου							
	Θερμοκρ. (°C)	pH	Αγωγιμότη για νερού (Ms)	Ακατ. (S)	Διαλυμένο O ₂ (ppm)	Πάχος αερζών (cm)	Αμμος (%)	Λύς (%)	Αργίλος (%)	pH	Ορν.ουσ. (%)	Αγών. (C)	Ολικό Αζ. (N) (%)	Νιτρικό (NO ₃) (ppm)	Φωσφορ. (P) (ppm)	Αμμων. (NH ₄) (mg/gr)
Σ1Π	26,00	7,90	55,20	35,0	6,80	1,00	12,70	42,60	44,70	7,90	3,51	119,60	1,82	100,00	11,70	28,58
Σ2Π	30,00	7,40	53,80	36,6	6,10	1,00	68,70	8,60	22,70	8,10	2,61	68,47	1,42	65,42	9,68	31,19
Σ3Π	32,20	7,90	56,20	40,0	5,80	0,50	40,70	32,60	26,70	7,50	4,64	121,80	0,74	86,33	15,92	29,28
Σ4Π	31,20	8,00	55,80	38,5	5,60	1,00	6,70	60,60	32,70	7,90	5,29	100,40	0,74	77,07	21,52	23,24
Σ5Π	30,50	7,80	52,20	35,0	6,20	1,00	26,70	36,60	36,70	7,60	9,74	74,09	0,29	152,30	38,88	31,76
Σ1B	27,50	8,40	55,60	38,5	7,50	0,50	10,70	46,60	42,70	8,00	3,05	109,00	0,44	67,30	9,58	21,48
Σ2B	30,00	7,80	53,20	36,5	5,50	1,00	18,70	56,60	24,70	7,90	2,83	58,43	0,46	57,28	10,33	19,90
Σ3B	34,50	8,10	56,60	39,5	5,40	1,00	16,70	56,60	26,70	7,90	3,02	63,85	0,35	52,89	1,89	11,52
Σ4B	34,50	7,98	56,40	39,4	5,45	0,60	6,70	56,60	36,70	7,80	4,69	87,75	0,65	74,57	21,97	55,96
Σ5B	31,50	8,03	52,50	35,5	6,40	1,00	40,70	32,60	26,70	7,50	9,38	66,86	1,06	153,90	38,39	28,89

Πίνακας 3 Μετρήσεις Φυσικοχημικών παραμέτρων στο δέματα του Σπερχείου (Ιανουάριος 2001).

Κωδ. Δείγμ	Μετρήσεις Φυσικών Παραμέτρων πεδίου.				Μετρ. Φυσικών Παραμέτρων Εργαστηρίου				Μετρήσεις Χημ. Παρ/τρων Εργ/ρίου							
	Θερμοκρ. (°C)	pH	Αγωγιμότη για νερού (Ms)	Ακατ. (S)	Διαλυμένο O ₂ (ppm)	Πάχος αερζών (cm)	Αμμος (%)	Λύς (%)	Αργίλος (%)	pH	Ορν.ουσ. (%)	Αγών. (C)	Ολικό Αζ. (N) (%)	Νιτρικό (NO ₃) (ppm)	Φωσφορ. (P) (ppm)	Αμμων. (NH ₄) (mg/gr)
Σ1Π	13,20	8,10	49,40	32,5	8,40	1,00	22,00	59,30	18,70	8,20	2,34	64,00	11,10	62,71	6,45	13,29
Σ2Π	12,10	7,90	51,80	34,5	8,80	1,00	16,00	61,30	22,70	8,10	2,14	53,60	8,55	63,94	11,56	10,45
Σ3Π	11,80	8,10	50,20	33,8	9,20	1,00	20,00	67,30	12,70	8,20	1,37	41,56	9,00	47,66	8,92	10,55
Σ4Π	15,80	7,90	50,60	34,0	8,40	0,50	34,00	53,30	12,70	8,00	0,99	39,55	8,58	32,13	9,33	6,87
Σ5Π	14,00	7,80	49,20	33,0	7,90	1,00	54,00	39,30	6,70	8,20	1,11	31,97	5,49	39,31	11,26	10,13
Σ1B	13,20	8,15	48,80	32,0	9,20	1,00	26,00	55,30	18,70	8,20	1,47	39,75	7,59	54,66	5,20	6,90
Σ2B	12,00	8,15	51,50	34,4	8,70	1,00	16,00	65,30	18,70	7,90	2,02	49,59	10,21	42,54	10,31	11,70
Σ3B	11,50	8,10	50,00	33,0	9,60	0,50	38,00	49,30	12,70	8,00	1,62	37,34	8,19	43,89	14,51	8,88
Σ4B	15,50	8,15	52,00	35,0	8,20	1,00	20,00	45,30	34,70	8,10	2,31	52,81	12,28	60,31	11,21	17,16
Σ5B	13,50	8,10	52,00	35,0	7,70	1,00	14,00	57,30	28,70	7,70	5,09	96,59	16,52	20,95	10,18	32,58



Σχήμα 10. Σύγκριση Αγωγιμότητας δειγμάτων νερού Αυγούστου-Ιανουαρίου στο Δέλτα του Σπερχειού.



Σχήμα 11. Σύγκριση αγωγιμότητας δειγμάτων ιζημάτων Αυγ.- 00 / Ιαν.- 01 στο δέλτα του Σπερχειού.

Τις πιο χαμηλές τιμές αλατότητας ιζημάτων είχαμε στις θέσεις δειγματοληψίας 5 για τη θερινή και 1 για τη χειμερινή περίοδο. Είναι πιθανόν οι χαμηλές τιμές να οφείλονται στην επίδραση των αποστραγγιστικών τάφρων και του Σπερχειού, που εκφορτίζουν ποσότητες γλυκού νερού στη θάλασσα πράγμα που συμβαίνει σε όλη τη διάρκεια του έτους.

6.1.2 Θερμοκρασία

Η παροχή νερού του Σπερχειού όσο και των αρδευτικών τάφρων είναι σχετικά μικρή τη θερινή περίοδο και οι όποιες θερμοκρασιακές διαφορές εξουδετερώνονται από την παλιρροιακή ανάμιξη των θαλάσσιων νερών κατά τη περίοδο των δειγματοληψιών.

Οι θερμοκρασιακές διαφορές κυμάνθησαν κατ'ανώτατο όριο μέχρι 8,5 °C τη θερινή περίοδο και μέχρι 3 °C τη χειμερινή (Πίν. 2 και 3).

Κατά την περίοδο των δειγματοληψιών (Αύγουστος 2000) οι τιμές της θερμοκρασίας ήταν μεταξύ 26 °C και 34,5 °C, ενώ κατά την χειμερινή περίοδο οι τιμές κυμάνθησαν μεταξύ 11,5 °C και 14,5 °C. Οποσδήποτε, ένα μέρος των

θερμοκρασιακών διαφορών θα πρέπει να αποδοθεί στη διαφορετική ώρα μέτρησης της θερμοκρασίας.

Οι θερμοκρασίες του ιζήματος, σε γενικές γραμμές, ακολουθούσαν με μικρή διαφορά εκείνες του νερού και κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα.

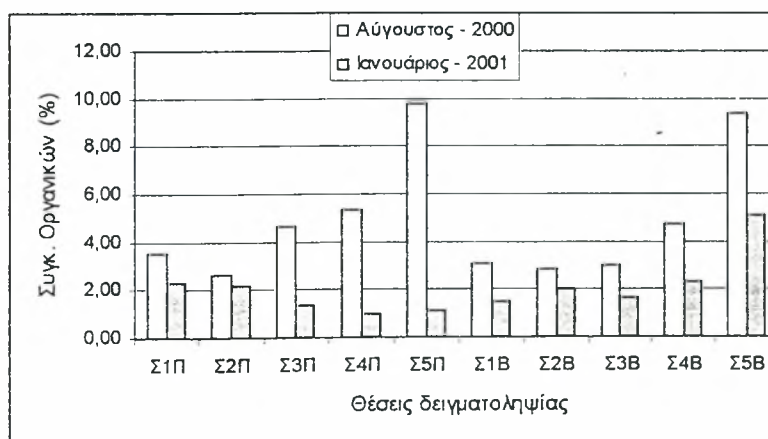
6.1.3 Οργανική ύλη των ιζημάτων

Οι εκβολές θεωρούνται περιοχές μεγάλης συσσώρευσης οργανικής ύλης (McLusky 1971, 1981).

Στο Δέλτα του Σπερχειού οι κυματικές εκβολές μεταφέρουν και αποθέτουν μεγάλες ποσότητες φυτικών υπολειμμάτων. Φυτικά οργανικά θρύμματα μεταφέρονται επίσης από τον Σπερχειό, αλλά και σε μικρότερες ποσότητες από τις αποστραγγιστικές τάφρους.

Οι τιμές της οργανικής ύλης που μετρήθηκαν στη συγκεκριμένη περιοχή, κυμάνθηκαν από 2,61 % μέχρι 9,74 % για τη θερινή περίοδο (Αύγουστος 2001) και από 0,99 % μέχρι 5,09 % για τη χειμερινή περίοδο (Ιανουάριος 2001) (Πίνακες 2 και 3), καθώς και στο Σχήμα 12.

Οι διαφορές αυτές θα μπορούσαν να αποδοθούν στον εμπλουτισμό ή την αραιώση αντίστοιχα του οργανικού φορτίου από την εποχιακή ανανέωση των φυκών *Zostera*, *Cymodocea* και *Posidonia* που υπάρχουν κυρίως στην περιοχή.



Σχήμα 12. Σύγκριση συγκεντρώσεων Οργανικής ουσίας στα δείγματα ιζημάτων (Αυγούστος-2000 & Ιανουάριος-2001) στο Δέλτα του Σπερχειού.

6.1.4 Μηχανική ανάλυση του Ιζήματος

Η διάμετρος των κόκκων του ιζήματος σχετίζεται άμεσα με την εκλεκτική προτίμηση για εγκατάσταση των βενθικών οργανισμών. Στις εκβολικές περιοχές το υπόστρωμα αποτελείται συνήθως από λεπτόκοκκα ιζήματα, δηλαδή από λεπτή άμμο, ιλύ και άργιλο (Μήτσιος 1999)..

Στο Δέλτα του Σπερχειού η μηχανική ανάλυση 20 δειγμάτων έδειξε τα εξής ποσοστά των τύπων του υποστρώματος.

▪ 50 % Ιλυοπηλώδη	▪ 10% Πηλώδη
▪ 15% Ιλυοαργιλώδηπηλώδη	▪ 10% Αμοαργιλωδηπηλώδη
▪ 10% Ιλυοαργιλώδη	▪ 5% Αμοπηλώδη

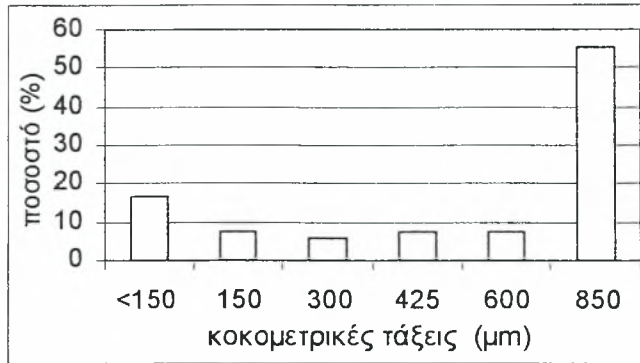
Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι κατηγορίες και τα ποσοστά των παρατηρηθέντων τύπων ιζημάτων.

Πίνακας 4. Κατηγορίες ιζημάτων του Δέλτα του Σπερχειού ανάλογα με τα συστατικά του σε άμμο, ιλύ και άργιλο.

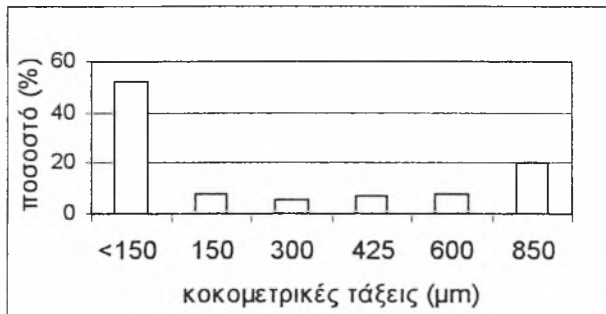
A	Θερινά δείγματα	%	Χειμερινά δείγματα	%
1	Ιλυοαργιλώδη	20	Ιλυοπηλώδη	70
2	Ιλυοπηλώδη	30	Ιλυοαργιλοπηλώδη	20
3	Πηλώδη	20	Αμοπηλώδη	10
4	Αργιλοπηλώδη	10		
5	Αμοαργιλοπηλώδη	20		

6.1.5 Κοκκομετρική σύσταση των ιζημάτων

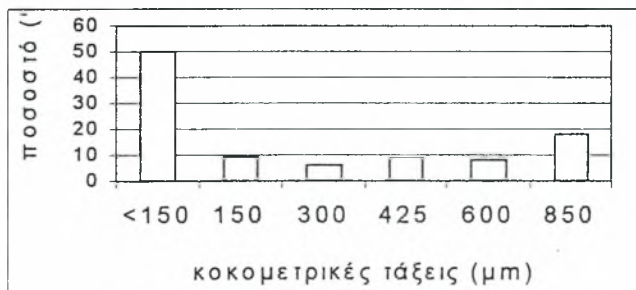
Στα Σχήματα 13,14,15,16,17 και 19,20,21,22,23 παρουσιάζεται η ποσοστιαία αναλογία των κοκκομετρικών τάξεων στα ιζήματα του Δέλτα του Σπερχειού για κάθε σταθμό δειγματοληψίας και για κάθε περίοδο δειγματοληψίας, χωριστά για τη θερινή και χειμερινή περίοδο, ενώ στα συγκριτικά Σχήματα 18 και 24 παρουσιάζεται γραφική συγκριτική απεικόνιση του ποσοστού συμμετοχής κάθε κοκκομετρικού κλάσματος σε κάθε σταθμό για τη θερινή και χειμερινή περίοδο, αντίστοιχα.



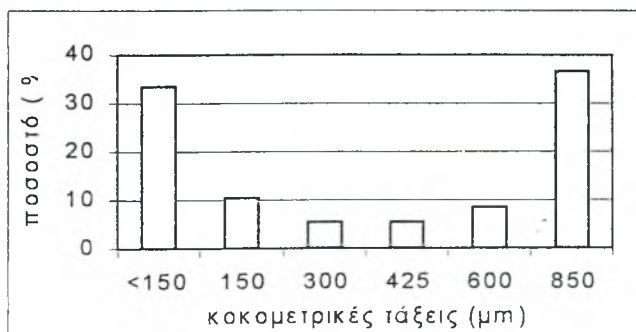
Σχήμα 13. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 1ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).



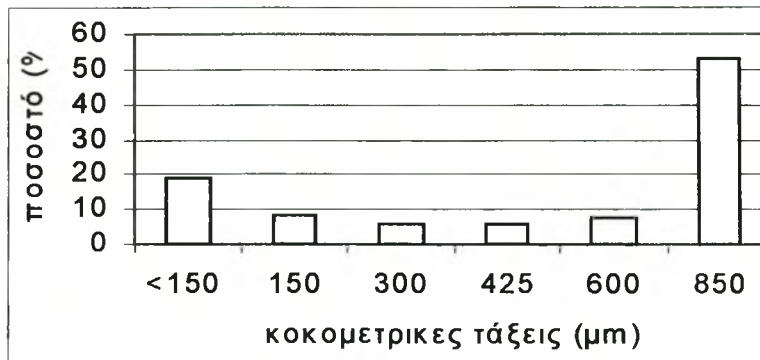
Σχήμα 14. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 2ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).



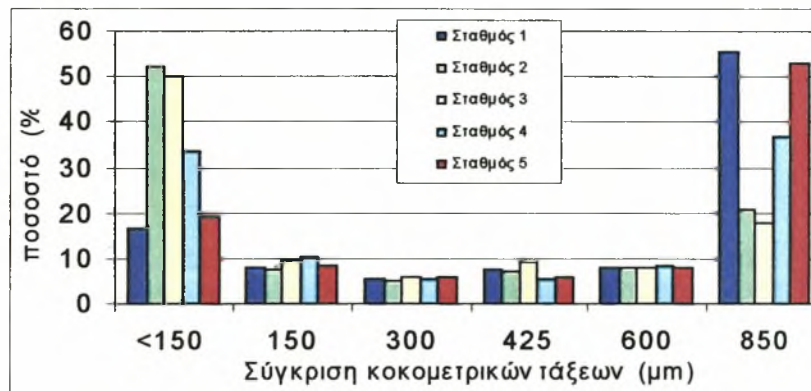
Σχήμα 15. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 3ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).



Σχήμα 16. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 4ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).

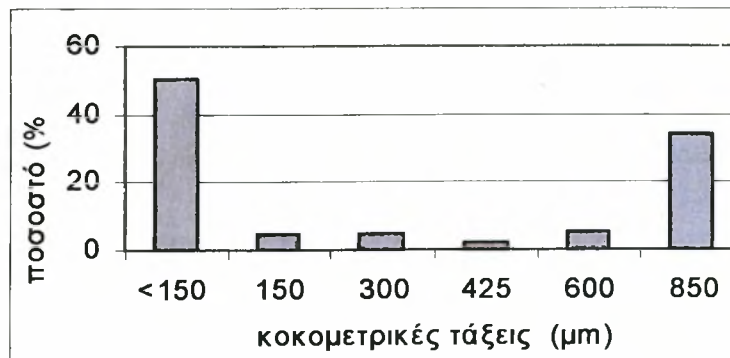


Σχήμα 17. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 5ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).

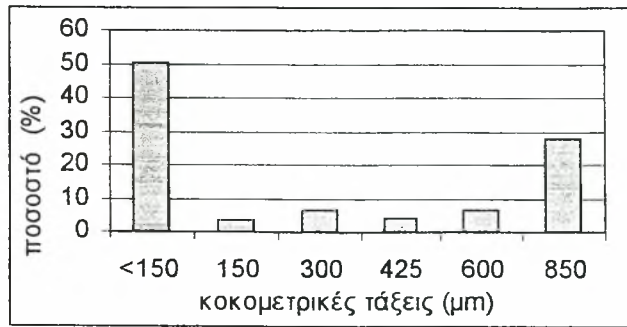


Σχήμα 18. Ιστόγραμμα σύγκρισης κοκομετρικών τάξεων ιζημάτων των 5 σταθμών δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000).

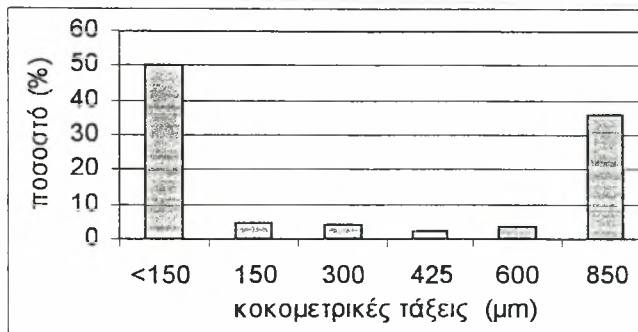
Ακολουθούν τα ραβδογράμματα κοκομετρικών τάξεων της χειμερινής περιόδου, όπου παρουσιάζεται η κοκομετρική σύσταση κάθε σταθμού καθώς και οι κοκομετρικές τάξεις που συμμετέχουν.



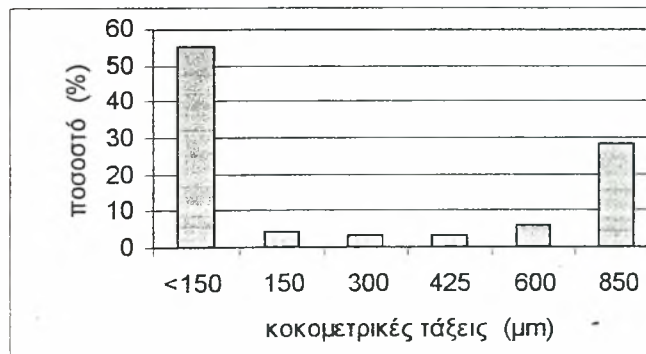
Σχήμα 19. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 1ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος 2001).



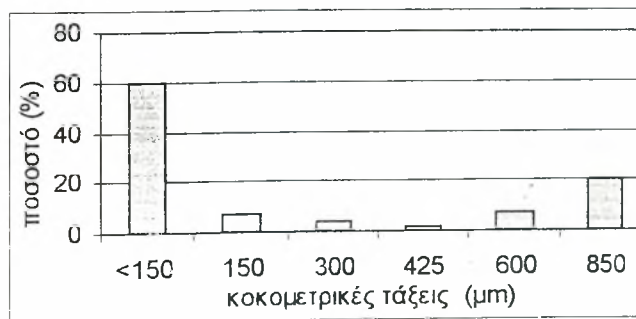
Σχήμα 20. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 2ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος-2001).



Σχήμα 21. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 3ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος-2001).



Σχήμα 22. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 4ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος-2001).



Σχήμα 23. Ιστόγραμμα κατανομής κοκομετρικών τάξεων του 5ου σταθμού δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος-2001).

6.1.7 Αερόβιο – Αναερόβιο στρώμα ιζήματος

Σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας παρατηρήθηκε μαύρο στρώμα υδρόθειου στο ιζήμα. Το αερόβιο τμήμα του ιζήματος κυμαίνονταν από 0,5 – 1 mm (Πίν. 2 και 3).

6.2 Βιοδείκτες της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας

Στους 5 σταθμούς δειγματοληψίας βρέθηκαν συνολικά 117 άτομα μακροασπονδύλων που ανήκουν σε 9 ταξινομικές μονάδες (taxa).

Σε κάθε δείγμα έγινε αναγωγή του αριθμού των ατόμων (N) και της βιομάζας (B) στο m^2 . Η αφθονία (A), ο αριθμός των taxa (Ns), η ποικιλότητα (H') και η ομοιομορφία (J') για κάθε σταθμό δειγματοληψίας φαίνονται στους Πίνακες 5 και 6.

Πίνακας 5. Τιμές των κυριότερων βιολογικών παραμέτρων στους 5 σταθμούς δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος 2000).

Σταθμοί δειγματο (Σ)	Αφθονία (N/m ²) (A)	Αφθ.βιομ. (g/m ²) (B)	Αριθμ. ειδών (Ns) (taxa)	Δείκτης ποικιλ. (H')	Αφθονία Ειδών (d)	Ομοιομορφία (J)	Μέση αφθονία (mA)
1	131,25	12,13	2	0,45	0,21	0,45	6,56
2	31,25	3,44	2	0,72	0,29	0,72	1,56
3	87,5	7,06	2	0,78	0,22	0,78	4,38
4	162,5	31,13	2	0,24	0,20	0,24	8,13
5	18,75	9,06	2	0,92	0,34	0,92	0,94

Πίνακας 6. Τιμές των κυριότερων βιολογικών παραμέτρων στους 5 σταθμούς δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος 2001) .

Σταθμοί δειγματο (Σ)	Αφθονία (N/m ²) (A)	Αφθ.βιομ. (g/m ²) (B)	Αριθμ. ειδών (Ns) (taxa)	Δείκτης ποικιλ. (H')	Αφθονία Ειδών (d)	Ομοιομορφία (J)	Μέση αφθονία (mA)
1	43,75	3,81	2	0,19	0,26	0,19	2,19
2	31,25	4,69	2	0,72	0,29	0,72	1,56
3	18,75	3,38	2	0,92	0,34	0,92	0,94
4	100,00	89,88	4	1,85	0,65	0,93	2,50
5	168,75	79,0	5	1,60	0,78	0,69	3,38

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι για τη **θερινή δειγματοληψία** η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη ποικιλότητας ($H' = 0,92$), παρατηρείται στο Σταθμό 5 ενώ η χαμηλότερη (0,24) στο Σταθμό 4 με αριθμό ειδών 2. Η μεγαλύτερη ομοιομορφία ($J = 0,93$) παρουσιάστηκε στο σταθμό 5 ενώ η μικρότερη στο Σταθμό 4. Η μεγαλύτερη αφθονία ειδών ($d=0,34$) παρουσιάστηκε στο σταθμό 5 ενώ η μικρότερη στο Σταθμό 1. Η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων ($A=162,5$) παρουσιάστηκε στο σταθμό 4 και η μικρότερη στο Σταθμό 5 ενώ η αφθονία βιομάζας παρουσίασε μέγιστη τιμή στο Σταθμό 4 και μικρότερη στο Σταθμό 2.

Αντίθετα κατά τη **χειμερινή δειγματοληψία** (Πίνακας 6) η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη ποικιλότητας ($H'=1,85$) παρατηρείται στο Σταθμό 4 ενώ η χαμηλότερη (0,19) στο Σταθμό 1 με αριθμό ειδών 2 και 4 αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη-ομοιομορφία ($J = 0,93$) παρουσιάστηκε στο Σταθμό 4 ενώ η μικρότερη (0,19) στο Σταθμό 1. Η μεγαλύτερη αφθονία ειδών ($d=0,78$) παρουσιάστηκε στο Σταθμό 5 ενώ η μικρότερη (0,26) στο Σταθμό 1. Η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων ($A=168,75$) παρουσιάστηκε στο Σταθμό 5 και η μικρότερη (18,75) στο Σταθμό 3, ενώ η αφθονία βιομάζας ($B=89,88$) παρουσιάστηκε μέγιστη τιμή στο Σταθμό 4 και μικρότερη (3,38) στο Σταθμό 2.

6.2.1 Σύγκριση βιοδεικτών

Η σύγκριση των βιολογικών δεικτών για τις δύο διαφορετικές εποχές (Καλοκαίρι 2000 / Χειμώνας - 2001) παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Σύγκριση βιοδεικτών θερινής και χειμερινής δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού.

Σταθμ.	Αφθ.βιομ.(g/m ²) (B)		Δείκτης ποικιλ. (H')		Μέση αφθονία (mA)		Αφθονία Ειδών (d)		Ομοιομορφία (J)	
	Αύγ.	Ιαν.	Αύγ.	Ιαν.	Αύγ.	Ιαν.	Αύγ.	Ιαν.	Αύγ.	Ιαν.
1	12,13	3,81	0,45	0,19	6,58	2,19	0,21	0,26	0,45	0,19
2	3,44	4,69	0,72	0,72	1,56	1,56	0,29	0,29	0,72	0,72
3	7,06	3,38	0,78	0,92	4,38	0,94	0,22	0,34	0,78	0,92
4	31,13	89,88	0,24	1,85	8,13	2,50	0,20	0,65	0,24	0,93
5	9,06	79	0,34	1,60	0,94	3,38	0,34	0,78	0,92	0,69

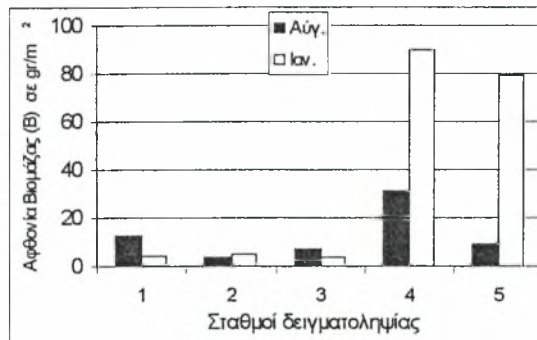
Από τη σύγκριση των βιοδεικτών των Πινάκων 5 , 6 και 7, όπως απεικονίσθηκαν στα Σχήματα 26,27 και 28, παρατηρήθηκε ότι:

Ο Σταθμός 4 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συνολική αφθονία βιομάζας των οργανισμών, ενώ η μικρότερη αφθονία παρουσιάσθηκε στο Σταθμό 3 για τη χειμερινή και στο Σταθμό 2 για τη θερινή περίοδο δειγματοληψίας (Σχ. 26).

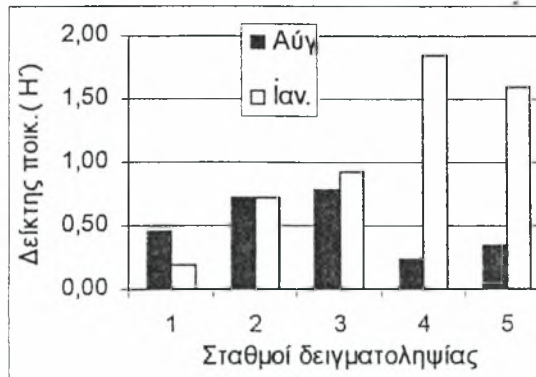
Η ποικιλότητα των οργανισμών (H') είναι μεγαλύτερη το Χειμώνα σε όλους τους σταθμούς με εξαίρεση το Σταθμό 1(Σχ. 27).

Η συνολική αφθονία των ειδών (d) είναι μεγαλύτερη το χειμώνα από το καλοκαίρι σε όλους τους σταθμούς (Πίν. 7).

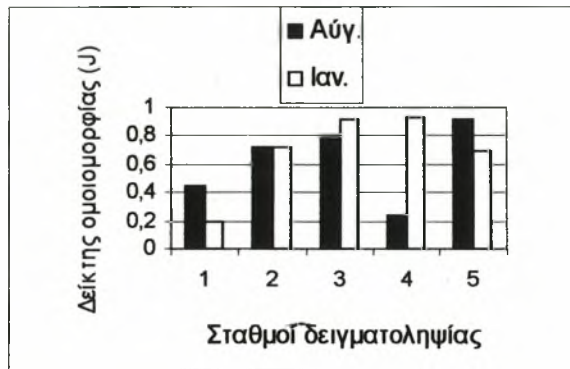
Η ομοιομορφία (J') είναι μεγαλύτερη στους Σταθμούς 3 και 4 το χειμώνα και στους σταθμούς 1 και 5 το καλοκαίρι παρουσιάζει όμως την ίδια τιμή στο Σταθμό 2 (Σχ. 28).



Σχήμα 26. Σύγκριση αφθονίας βιομάζας θερινών και χειμερινών δειγμάτων στο Δέλτα του Σπερχειού.



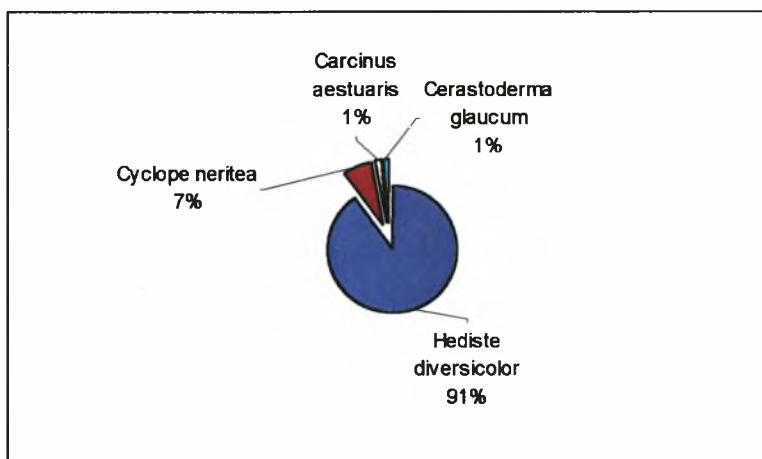
Σχήμα 27. Σύγκριση δείκτη ποικιλότητας θερινών και χειμερινών δειγμάτων στο Δέλτα του Σπερχειού.



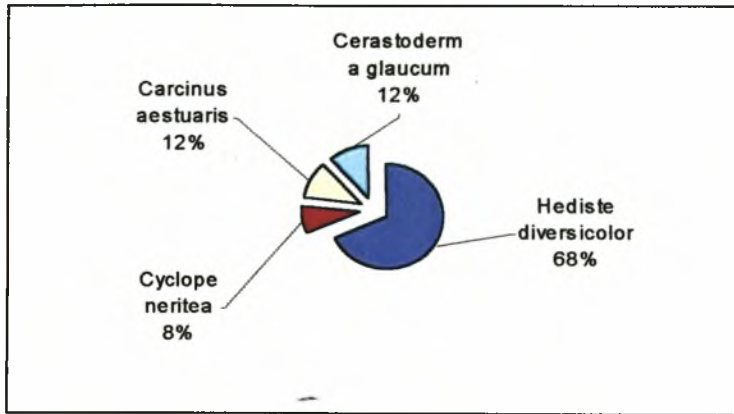
Σχήμα 28. Σύγκριση δείκτη ομοιομορφίας θερινών και χειμερινών δειγμάτων στο Δέλτα του Σπερχειού.

Στους Πίνακες 8 και 9 φαίνονται ο αριθμός των δειγμάτων (P), η μέση αφθονία (mA) και το ποσοστό μέσης αφθονίας (mDA) κάθε ταξινομικής μονάδας και για κάθε σταθμό, καθώς η μέση βιομάζα (mB) και το ποσοστό μέσης βιομάζας (mDB) κατά την περίοδο του Αυγούστου-2000 ενώ στους Πίνακες 10 και 11 φαίνεται ο αριθμός των δειγμάτων κάθε ταξινομικής μονάδας (P), η μέση αφθονία της (mB) και ποσοστιαία συμμετοχή της (MDB) σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού του κατά τον Ιανουάριο του 2001.

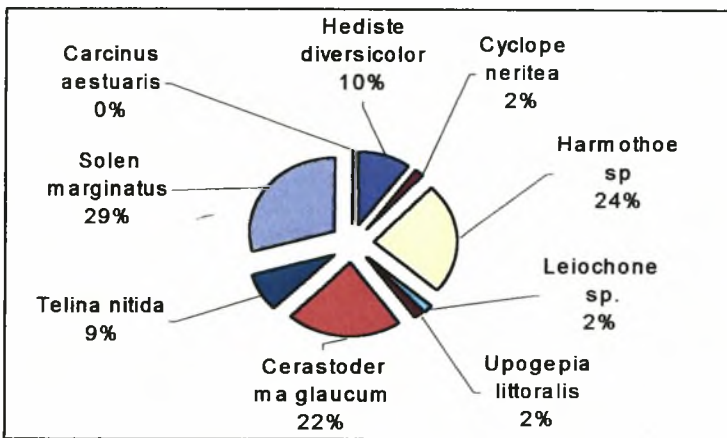
Τα αποτελέσματα αυτά αποδίδονται γραφικά με τα Σχήματα 29,30,31,32 όπου εμφανίζεται και το συνολικό ποσοστό (%) συμμετοχής της αφθονίας κάθε ταξινομικής μονάδας στο Δέλτα του Σπερχειού για την περίοδο του Αυγούστου και του Ιανουαρίου.



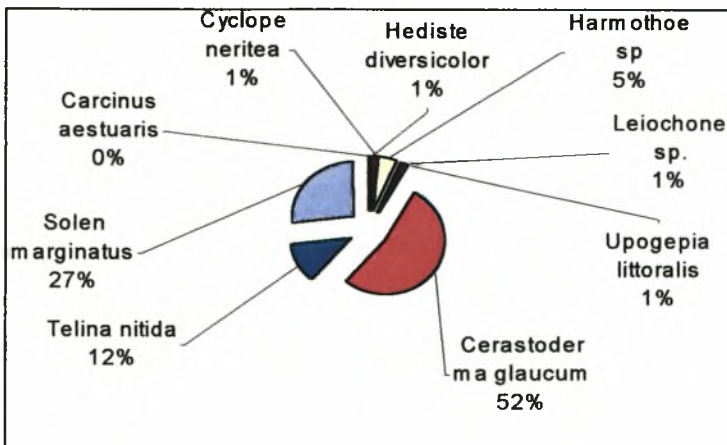
Σχήμα 29. Συνολικό ποσοστό (%) συμμετοχής της αφθονίας ατόμων κάθε είδους στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-00).



- Σχήμα 30. Συνολικό ποσοστό (%) συμμετοχής της αφθονίας βιομάζας κάθε είδους στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος -01).



Σχήμα 31. Συνολικό ποσοστό (%) συμμετοχής της αφθονίας ατόμων κάθε είδους στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος -01).



Σχήμα 32. Συνολικό ποσοστό (%) συμμετοχής της αφθονίας βιομάζας κάθε είδους στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος -01).

Από τους πίνακες 8,9 και 10,11 και από τα αντίστοιχα με αυτούς Σχήματα 29,30,31 και 32 με τις γραφικές απεικονίσεις παρατηρήθηκε ότι:

A) Πρώτη δειγματοληψία (Αύγουστος –2000)

Όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας παρουσίασαν ίσο και σχετικά μικρό αριθμό taxa (2).

Το μικρότερο ποσοστό αφθονίας (3,84%) ως προς τον αριθμό των ατόμων υπολογίστηκε για το *Cerastoderma glaucum* ενώ το μεγαλύτερο (96,07%) για το είδος *Hediste diversicolor* στον ίδιο σταθμό. Ο λόγος είναι οι ακραίες οικολογικές συνθήκες της θερινής περιόδου με αποτέλεσμα την επικράτηση τα ευρύοικων ειδών όπως το *Hediste diversicolor*

β) Δεύτερη δειγματοληψία (Ιανουάριος –2000)

Η μεγαλύτερη ποσοστιαία συμμετοχή της βιομάζας την περίοδο του Χειμώνα παρουσιάζει το *Cerastoderma glaucum* (80,25%) ενώ τη μικρότερη (0,69%) το *Hediste diversicolor* στο Σταθμό 4.

Πίνακας 8 Αριθμός δειγμάτων κάθε ταξινομικής μονάδας (P), μέση αφθονία της (mA) και ποσοστά συμμετοχής της (MD) σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας στο Δέλτα του Στεργείου (Αύγουστος-2000)

α/α	ΤΑΞΑ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ															
		1			2			3			4			5			
		P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD	
	1	hediste diversicolor	4	29,69	90,476	4	6,25	80	4	18,75	85,69	3	39,1	96,07	2	3,06	66,22
	2	cyclope neritea	3	3,13	9,52	1	1,56	20	2	3,1	14,17						
	3	Carcinus aestuary															
	4	Cerastoderma glaucum										1	1,563	3,84			33,78
		ΣΥΝΟΛΑ		32,81	100	5,00	7,81	100	6,00	21,88	100	4,00	40,66	99,9	3	4,63	100

Πίνακας 9 Αριθμός δειγμάτων κάθε ταξινομικής μονάδας (P), μέση αφθονία της (mB) και ποσοστά συμμετοχής της (MDB) σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας στο Δέλτα του Στεργείου (Αύγουστος-2000)

α/α	ΤΑΞΑ	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ														
		1			2			3			4			5		
		mAB	mDB	MDB	mAB	mDB	MDB	mAB	mDB	MDB	mAB	mDB	MDB	mAB	mDB	MDB
	1	hedisie diversicolor	2,53	83,89	0,47	54,65	1,36	77,05	23,88	92,95	0,39	17,22				
	2	cyclope neritea	0,49	16,11	0,39	45,35	0,41	22,95								
	3	Cerastoderma glaucum							1,8125	7,05						
	4	Carcinus aestuary									1,88	82,78				
		ΣΥΝΟΛΑ	3,01	100,00	0,86	100,00	1,77	100,00	25,69	100	2,27	100,00				

Πίνακας 10. Αριθμός δειγμάτων κάθε ταξινομικής μονάδας (P), μέση αφθονία της (mA) και ποσοστιαία συμμετοχή της (MD) σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος 2001).

a/a	TAXA	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ														
		1			2			3			4			5		
		P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD	P	mA	MD
1	hediste diversicolor							4	6,25	25	2	3,13	7,41			
2	cyclope neritea							0	0	0	1	1,56	3,70			
3	Harmothoe sp	4	9,4	85,714	4	6,3	80	2	3,125	12,5						
4	Leiochone sp							1	1,6	33,33						
5	Upogepia littoralis				1	1,6	20									
6	Cerastoderma glaucum	1	1,6	14,286				4	10,94	43,75	4	7,81	18,52			
7	Tellina nitida							3	4,688	18,75	2	3,13	7,41			
8	Solen marginatus										2	26,56	62,96			
	ΣΥΝΟΛΑ	5	10,94	100	5	7,81	100	3	4,688	100	13	25,0	100,0	11	42,19	100

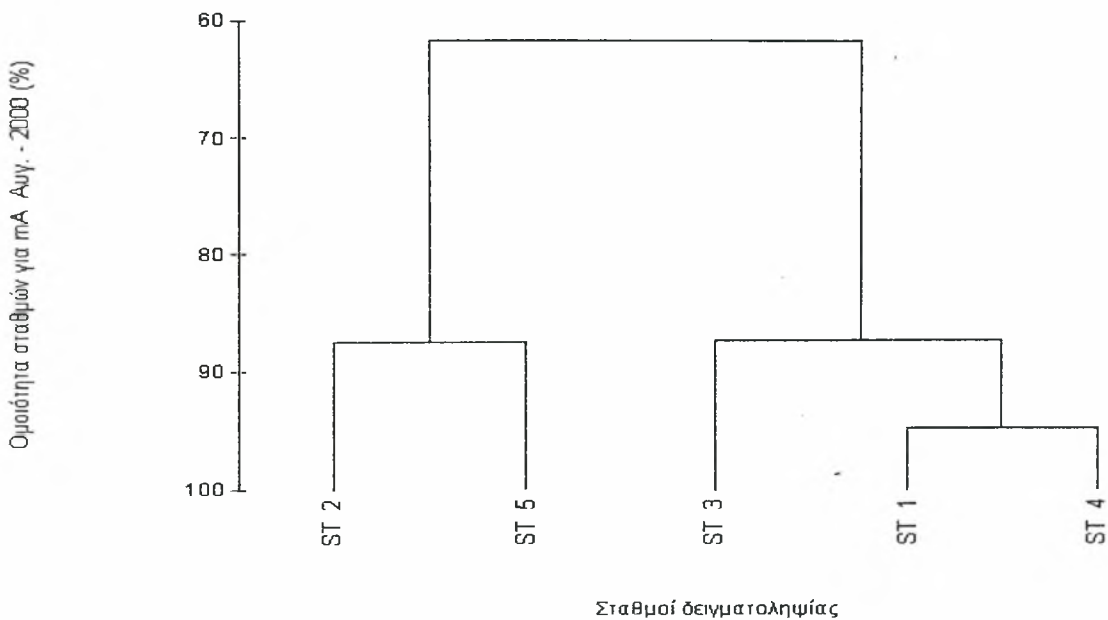
Πίνακας 11. Αριθμός δειγμάτων κάθε ταξινομικής μονάδας (P), μέση αφθονία της (mB) και ποσοστιαία συμμετοχή της (MDB) σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος 2001).

a/a	TAXA	ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ														
		1			2			3			4			5		
		mAB	mDB	mAB	mDB	mAB	mDB	mAB	mDB	mAB	mDB	mAB	mDB	mAB	mDB	
1	hediste diversicolor							0,16	0,69	0,16	0,16	0,16	0,80			
2	cyclope neritea															
3	Harmothoe sp	0,67	70,60	0,72	61,41	0,56	66,57	0,44	1,95							1,58
4	Leiochone sp					0,28	33,43									
5	Upogepia littoralis			0,45	38,59											
6	Cerastoderma glaucum	0,28	29,40					18,03	80,25	5,60	28,28					
7	Tellina nitida							3,85	17,11	1,45	7,34					
8	Solen marginatus									12,27	62,00					
	ΣΥΝΟΛΑ	0,95	100,0	1,17	100,00	0,85	100,00	22,47	100	19,78	100,00					

6.2.2 Ομοιότητες των σταθμών δειγματοληψίας.

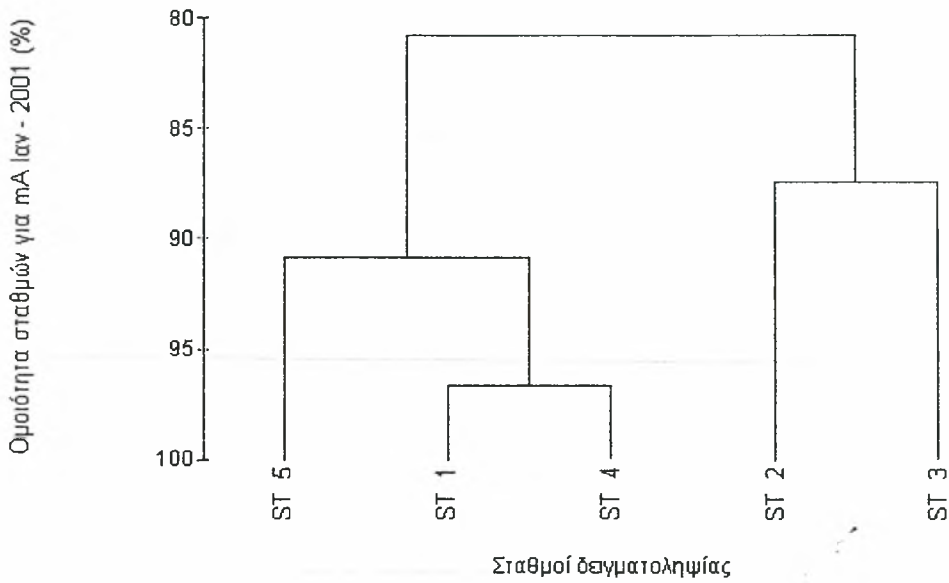
Μετά τον υπολογισμό της αφθονίας (ατόμων και βιομάζας) των ασπονδύλων έγινε ιεραρχική ταξινόμηση των σταθμών δειγματοληψίας με βάση τον δείκτη ομοιότητας Bray Curtis (Bray & Curtis, 1957) και της τεχνικής Group average, η οποία και έδωσε τα δενδρογράμματα που ακολουθούν, όπου απεικονίζονται οι ομοιότητες των σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με κάποιον από τους βιοδείκτες που υπολογίστηκε.

Στο Σχήμα 33 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία των ατόμων τον Αύγουστο -2000 δημιούργησε δύο ομάδες σταθμών (2,5) και (1,3,4) με σχετικά μεγάλη ομοιότητα μεταξύ τους (87% περίπου).



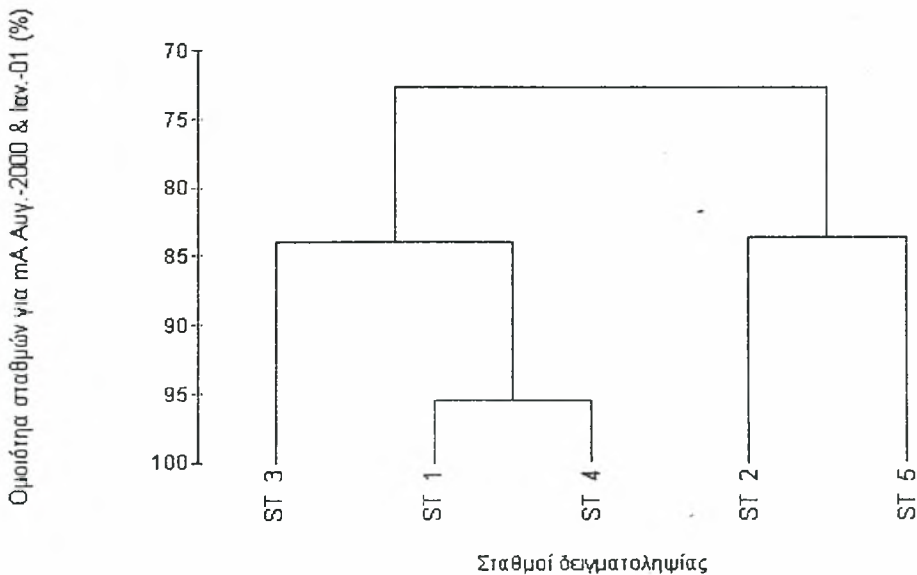
Σχήμα 33. Δενδρόγραμμα της αφθονίας των ατόμων της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος 2000)

Στο Σχήμα 34 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία των ατόμων τον Ιανουάριο του 2001 έδωσε δύο ομάδες σταθμών 2,3 και 1,5,4 με σχετικά μεγάλη ομοιότητα μεταξύ τους (87% και 92% αντίστοιχα).



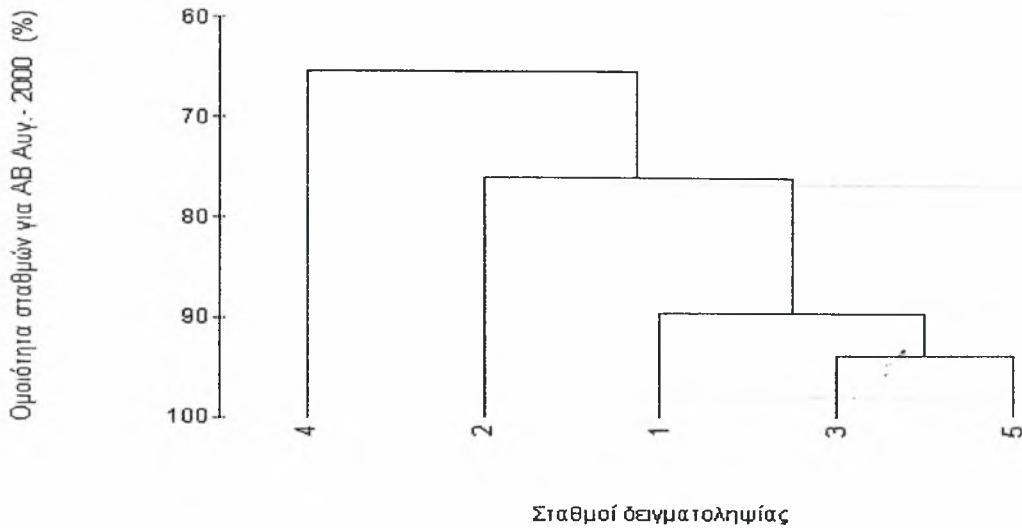
Σχήμα 34. Δενδρόγραμμα της αφθονίας των ατόμων της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος –2001)

Στο σχήμα 35 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία των ατόμων τον Ιανουάριο του 2001 έδωσε δύο ομάδες σταθμών 2,5 και 1,3,4 με σχετικά μεγάλη ομοιότητα μεταξύ τους (84%).



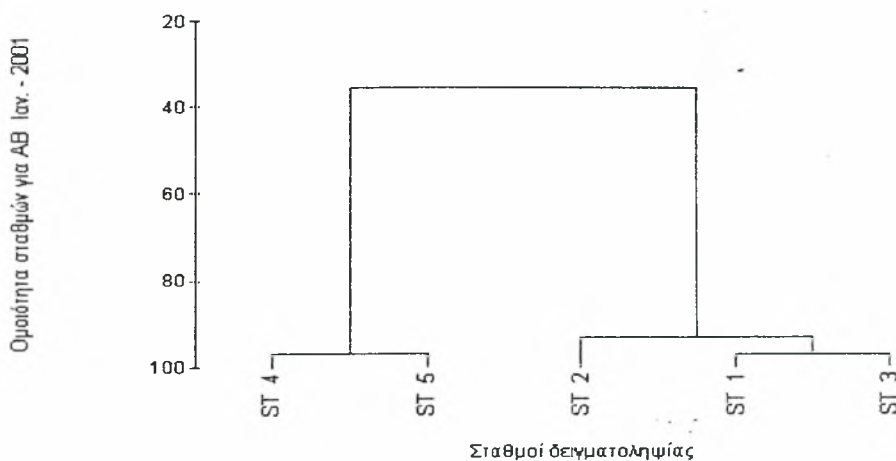
Σχήμα 35. Δενδρόγραμμα της αφθονίας των ατόμων της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος - 2000 & Ιανουάριος - 01).

Στο σχήμα 36 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία των ατόμων τον Αύγουστο - 2001 έδειξε μόνο μια ομοιότητα μεταξύ των σταθμών 3 και 5 στο επίπεδο του 94%.



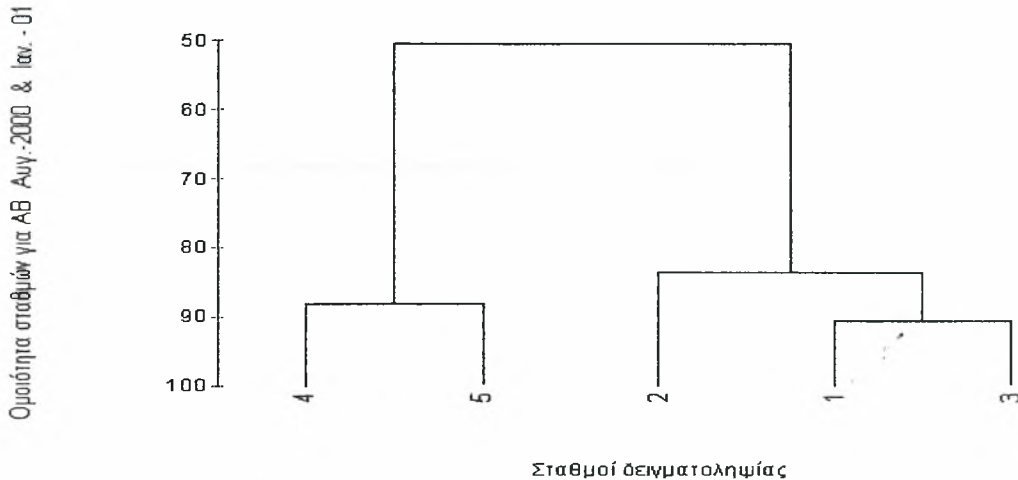
Σχήμα 36. Δενδρόγραμμα της αφθονίας βιομάζας της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος -2000)

Στο Σχήμα 37 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία των ατόμων τον Ιανουάριο -2001 έδειξε δύο ομάδες Σταθμών 4,5 και 1,2,3 με ομοιότητα που προσεγγίζει το 95% και για τις 2 ομάδες.



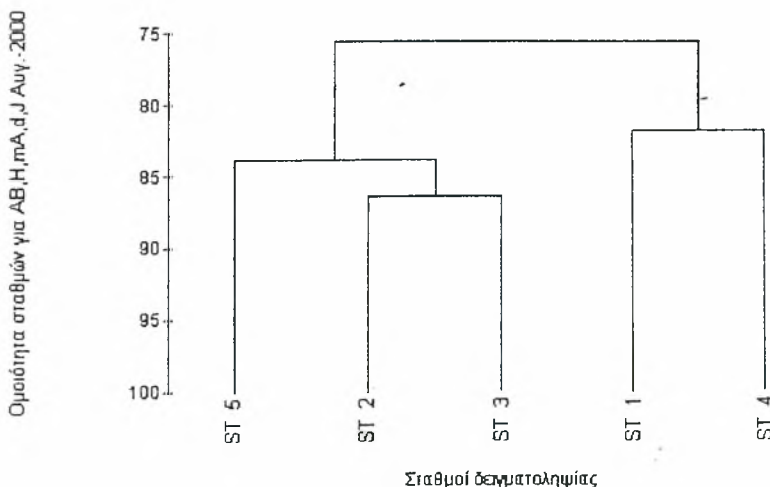
Σχήμα 37. Δενδρόγραμμα της αφθονίας βιομάζας της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος - 2001)

Στο Σχήμα 38 η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς την αφθονία βιομάζας τον Αύγουστο –2000 & Ιανουάριο–01 έδειξε δύο ομάδες Σταθμών τους 4,5 και 1,2,3 με βαθμό ομοιότητας 88% και 85% αντίστοιχα.



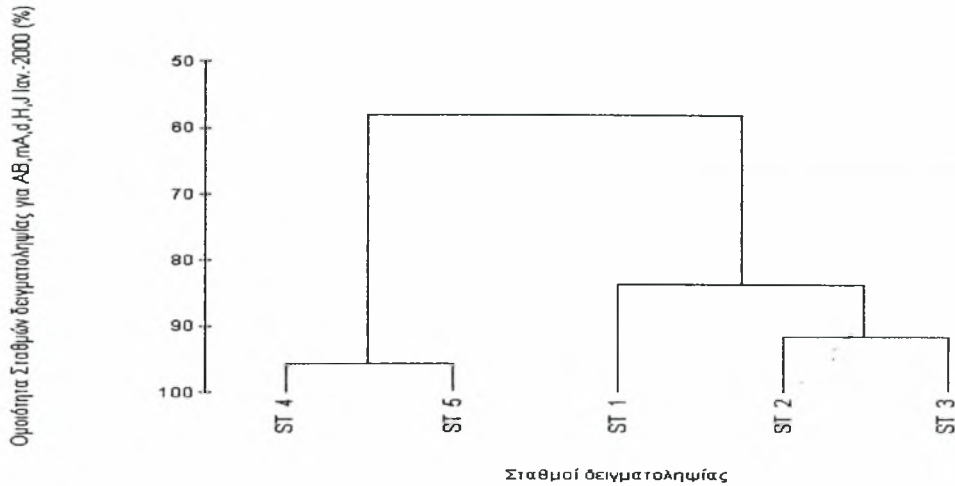
Σχήμα 38. Δενδρόγραμμα της αφθονίας βιομάζας της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-200 & Ιανουάριος - 2001).

Στο Σχήμα 39 φαίνεται η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς τους βιοδείκτες (AB,mA,H,d,J) τον Αύγουστο –2000 & Ιανουάριο–01 έδειξε δύο ομάδες Σταθμών τους 2,3 και 5 και 1 και 4 με βαθμό ομοιότητας 84% και 83% αντίστοιχα.



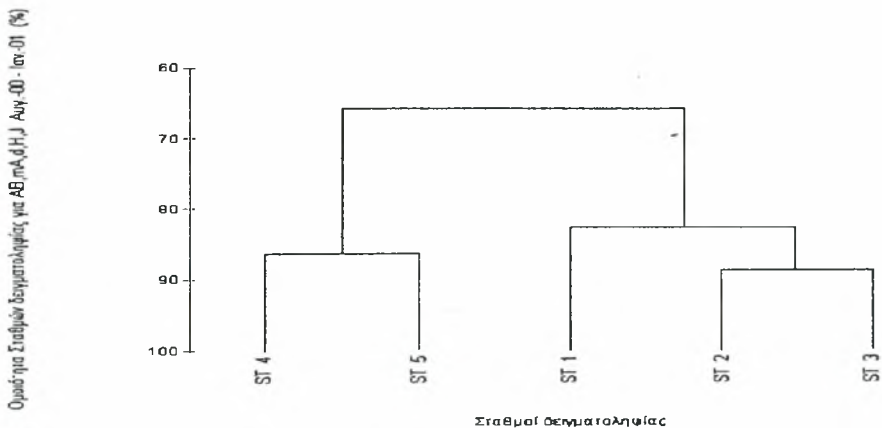
Σχήμα 39. Δενδρόγραμμα των βιοδεικτών (συνολικά για AB,mA,H,d,J) της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος - 2000).

Στο Σχήμα 40 φαίνεται η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς τους βιοδείκτες (AB,mA,H,d,J) τον Ιανουάριο –2001 έδειξε δύο ομάδες σταθμών τους 4,5 και 1,2,3 με βαθμό ομοιότητας 95% και 85% αντίστοιχα.



Σχήμα 40. Δενδρόγραμμα των βιοδεικτών (συνολικά για AB,mA,H,d,J) της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Ιανουάριος -01)

Στο Σχήμα 41 φαίνεται η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας ως προς τους βιοδείκτες (AB,mA,H,d,J) τον Αύγουστο –2000 & Ιανουάριο–01 έδειξε δύο ομάδες σταθμών τους 4,5 και 1,2,3 με βαθμό ομοιότητας 85% και 84% αντίστοιχα.



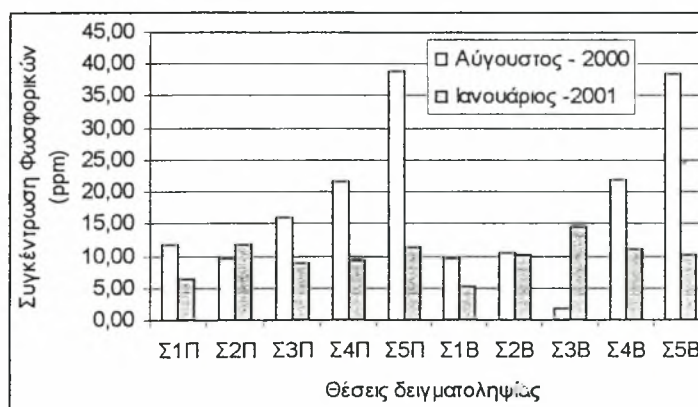
Σχήμα 41. Δενδρόγραμμα των βιοδεικτών (συνολικά για AB,mA,H,d,J) της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας στο Δέλτα του Σπερχειού (Αύγουστος-2000 & Ιανουάριος)

6.3 Χημικά χαρακτηριστικά των ιζημάτων

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών στις δυο περιόδους (Καλοκαίρι - χειμώνα) και των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων στο εργαστήριο, καταγράφηκαν οι τιμές των παραμέτρων του θαλάσσιου νερού και των ιζημάτων που παρουσιάζονται στους Πίνακες 2 και 3.

6.3.1 Φωσφορικά

Τα φωσφορικά άλατα είναι χαρακτηριστικός δείκτης οργανικής ρύπανσης παράκτιων περιοχών. κυμάνθηκαν σε υψηλά σχετικά επίπεδα αλλά με μεγάλες διακυμάνσεις (1,89 - 38,88 ppm). Από τη σύγκριση των μετρήσεων των δύο περιόδων διαπιστώθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις στα θερινά δείγματα (Σχ. 42).

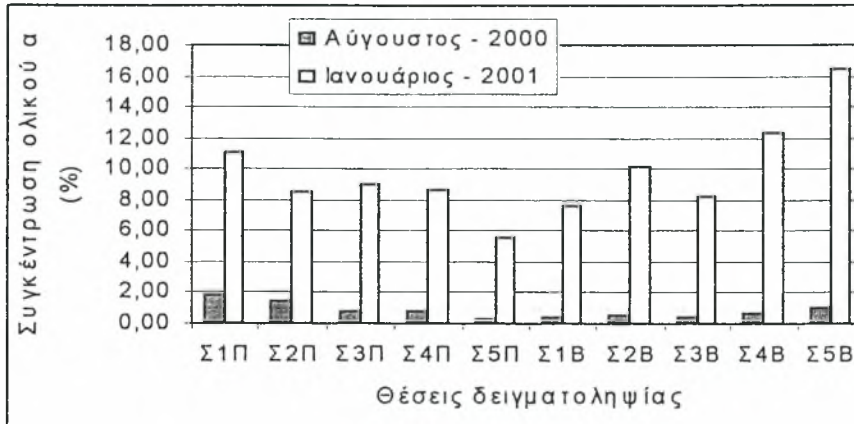


Σχήμα 42. Σύγκριση συγκεντρώσεων φωσφορικών στα ιζήματα (Αύγουστος-2000 & Ιανουάριος-2001) στο Δέλτα Σπερχειού

6.3.2 Ολικό Άζωτο

Στην παρούσα έρευνα έγινε προσδιορισμός του ολικού αζώτου καθώς και των ανόργανων μορφών του νιτρικά, και αμμωνιακά. Το ποσοστό του ολικού αζώτου στα ιζήματα κυμάνθηκε από 0,35 – 16,52 % .

Από τους Πίνακες 2 και 3 αλλά και το το σχήμα 43 όπου παριστάνεται γραφικά η σύγκριση των συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στα ιζήματα (Αυγούστου-2000 & Ιανουαρίου -2001) στο Δέλτα του Σπερχειού φαίνονται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικού αζώτου στα ιζήματα του Ιανουαρίου 2001.

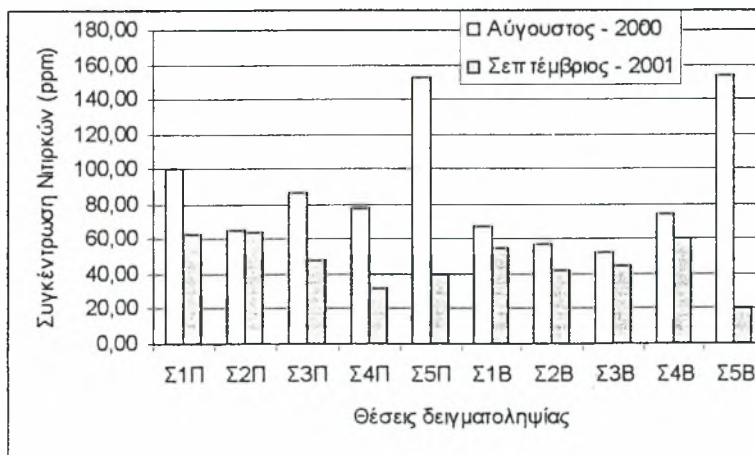


Σχήμα 43. Σύγκριση συγκεντρώσεων ολικού αζώτου στα ιζήματα (Αυγούστου-2000 & Ιανουαρίου-2001) στο Δέλτα του Σπερχειού.

6.3.3 Νιτρικά

Οι διακυμάνσεις που παρουσιάζουν οι τιμές των νιτρικών είναι υψηλές, από 20,95 ppm – 153,90 ppm . Οι υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται στην παρουσία υπολειμμάτων γεωργικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη λεκάνη απορροής του Σπερχειού.

Στο Σχήμα 44 παρουσιάζεται η σύγκριση συγκεντρώσεων Νιτρικών στα ιζήματα Αυγούστου-00 & Ιανουαρίου-01 στο Δέλτα του Σπερχειού. Οι ακριβείς τιμές μετρήσεων φαίνονται στους πίνακες 2 και 3.

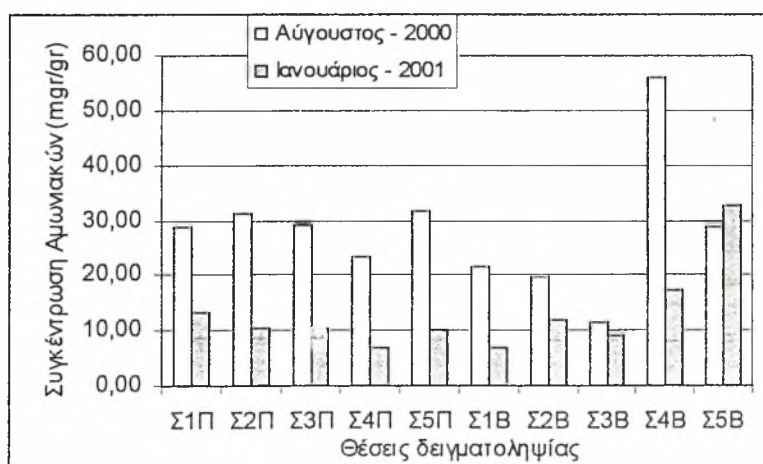


Σχήμα 44. Σύγκριση συγκεντρώσεων Νιτρικών στα ιζήματα (Αύγουστος - 00 & Ιανουάριος – 01) στο Δέλτα του Σπερχειού.

6.2.4 Αμμωνιακά

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται με τη μορφή αμμωνιακών ιόντων ή αμμωνία ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Στο εργαστήριο έγινε ανάλυση των ιζημάτων για αμμωνιακά ιόντα τα οποία παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις τη θερινή περίοδο των δειγματοληψιών. Οι συγκεντρώσεις τους στα ιζήματα κυμάνθηκαν από 6.87 – 55.96 mgf/gr.

Στο Σχήμα 45 παρουσιάζεται η σύγκριση των συγκεντρώσεων Αμμωνιακών αλάτων στα ιζήματα Αυγούστου - 00 & Ιανουαρίου - 01 στο Δέλτα του Σπερχειού. Οι τιμές παρουσιάζονται αναλυτικά στους Πίνακες 2 και 3.



Σχήμα 45. Σύγκριση συγκεντρώσεων Αμμωνιακών στα ιζήματα (Αύγουστος-00 & Ιανουάριος-01) στο Δέλτα του Σπερχειού.

6.4 Η βλάστηση στο Δέλτα του Σπερχειού

Στο Δέλτα του Σπερχειού μπορούν να διακριθούν τέσσερις βασικοί φυσικοί τύποι υγροτοπικών ενδιαιτημάτων (Περγαντής 1995):

1. Κύρια κοίτη του ποταμού μέσα στα όρια των υγροτόπων.

Εκατέρωθεν της κοίτης του ποταμού παρατηρήθηκε μια ζώνη αγριοκάλαμων (*Phragmites* spp) καθώς και υδρόφιλα δέντρα, όπως αλμυρίκια (*Tamarix* spp.)

2. Αλμυρόβαλτοι.

Οι αλμυρόβαλτοι των εκβολών του Σπερχειού παρουσιάζουν μια ελαφρά ζώνωση με εναλλασσόμενες πυκνότητες αλοφύτων (κυρίως *Arthrocnemum fruticosum*, *A. glaucum*), βούρλων (*Juncus* sp), άλλοτε με αραιότερες κοινωνίες από *Salicornion patulae* και *Halocnemum strobiliaceum*) και άλλοτε με ιλυώδη ανοίγματα χωρίς βλάστηση με απανθίσματα αλάτων.

3. Περιοδικά κατακλυζόμενες ρηχές ακτές (λασποτόπια).

Στις περιοχές αυτές δεν υπάρχει βλάστηση παρά μόνο βενθόβιοι ζωικοί οργανισμοί.

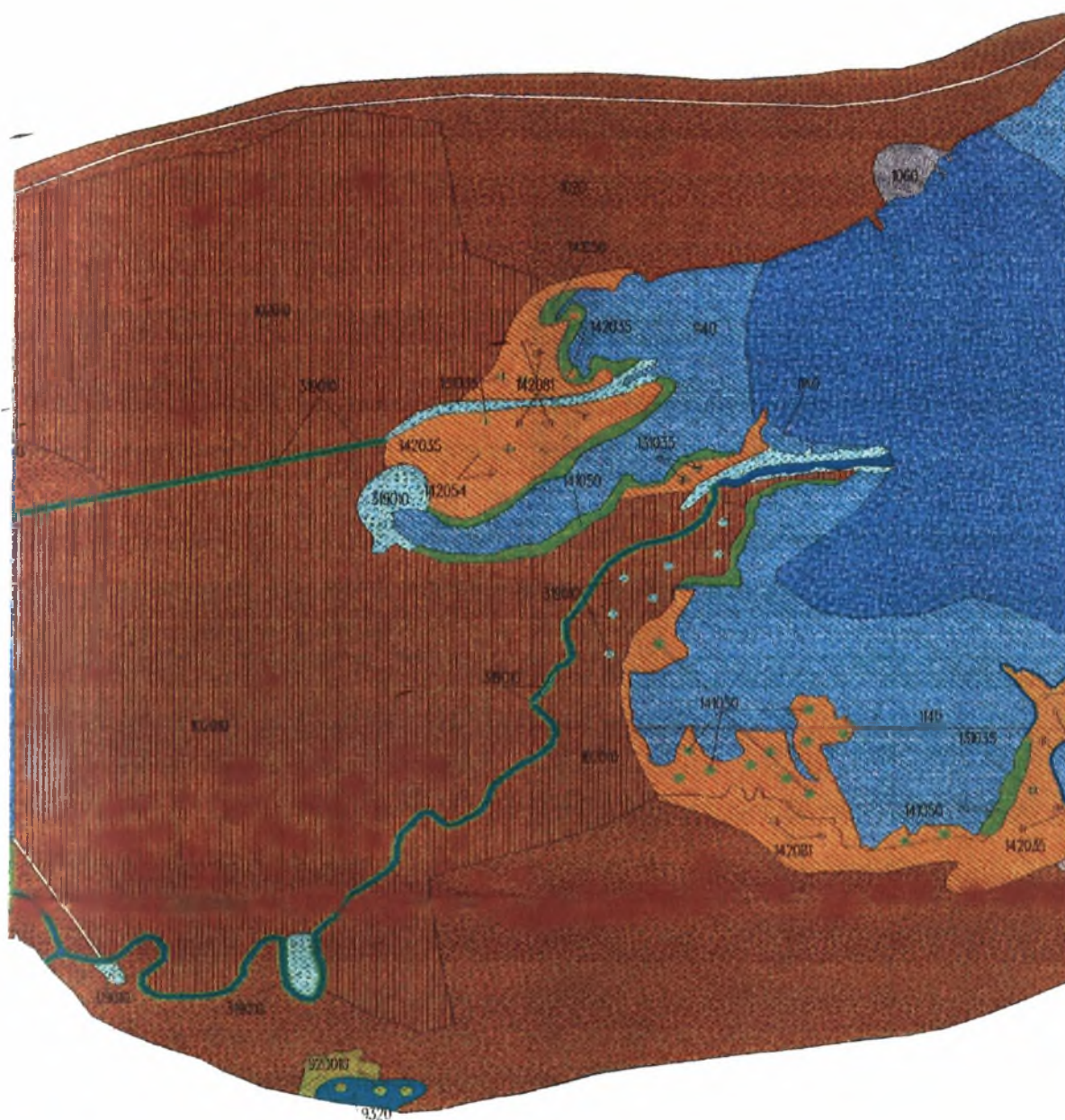
4. Μόνιμα διαβρεχόμενες ρηχές ακτές.



Χαρακτηρίζονται και ως “ανοικτού μετώπου “λιμνοθάλασσες” με διαβαθμιζόμενη αλατότητα. Καλύπτονται από το φυτοβένθος *Zostera noltii* που σχηματίζουν “λειμώνες ζοστέρας” που αποτελούν πεδία διατροφής μεγάλων πληθυσμών για αρκετά είδη αγριόπαπιων, αλλά και μεγάλης σημασίας ζώνες ανάπτυξης των ψαριών (Περγαντής 1995).

Η βλάστηση στη διαπαλιρροιακή περιοχή του Δέλτα επηρεάζεται από τον τύπο του υποστρώματος και τις χερσογενείς απορροές των θρεπτικών αλάτων.

Όπου ο βυθός είναι αμμώδης – ιλυώδης (Ανατολικά όρια της περιοχής) αναπτύσσεται η *Posidonia oceanica*, η οποία δε σχηματίζει ενιαίο λιβάδι αλλά είναι υποβαθμισμένη με κατά τόπους εξάπλωση. Η κατά βάθος εξάπλωσή της δεν ξεπερνά τα 5 m, περιοριζόμενη κυρίως από τον εμπλουτισμό του ιζήματος σε λεπτόκοκκο υλικό και την αυξημένη θολερότητα (Γεωργίου και συν., 1996).

Στη βόρεια ακτή του Μαλιακού, από το ακρωτήριο Καραβοφάναρο έως τον όρμο της Αγίας Μαρίας Στυλίδας και στη νότια ακτή από την Παραλία Καινούργιου έως λίγο δυτικότερα του ακρωτηρίου Χιλιομιλίου αναπτύσσεται ο οικότοπος της *Cymodocea* η οποία εκτείνεται μέχρι βάθους 6 m και μπορεί να φθάσει σε υψηλές πυκνότητες, με ευμεγέθη άτομα, μήκους μέχρι 1 m. (Γεωργίου και συν., 1996)



- | | | | |
|--|--|---|--|
|  | Φυτοκοινωνίες <i>Artrocnemelum</i> , <i>Salicorniopatulae</i> , <i>Puccinellio</i> , <i>Halocnemetum</i> |  | Αμμοσούρες <i>Cymodoceetum nodosae</i> |
|  | Αγροτικές Καλλιέργειες |  | Φυτοκοινωνίες <i>Zostera marina</i> |
|  | <i>Posidonia oceanica</i> |  | Φυτοκοινωνίες <i>Salicorniam Patulae</i> |

Σχήμα 46. Τοπογραφική απεικόνιση των κυριότερων φυτοκοινωνιών που απαντούν στο Δέλτα του Σπερχειού.

Η μεσοπαλιρροιακή ζώνη αποτελείται ως επί το πλείστον από περιοδικά κατακλυζόμενες περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει αναπτυγμένη βλάστηση η οποία να διαμορφώνει φυτική επιφάνεια. Σε όλες τις δειγματοληψίες δεν καταγράφηκαν αξιόλογες ποσότητες ζωντανής χλωρίδας στη περιοχή μελέτης. Πιθανός λόγος της μη παρουσίας είναι οι ιδιόμορφες συνθήκες της μεσοπαλιρροιακής ζώνης και ο κυματισμός της που παρουσιάζει μεγάλο βαθμό θολερότητας. Παρατηρούνται μόνο λίγα είδη μακροφυκών όπως τα χλωροφύκη .

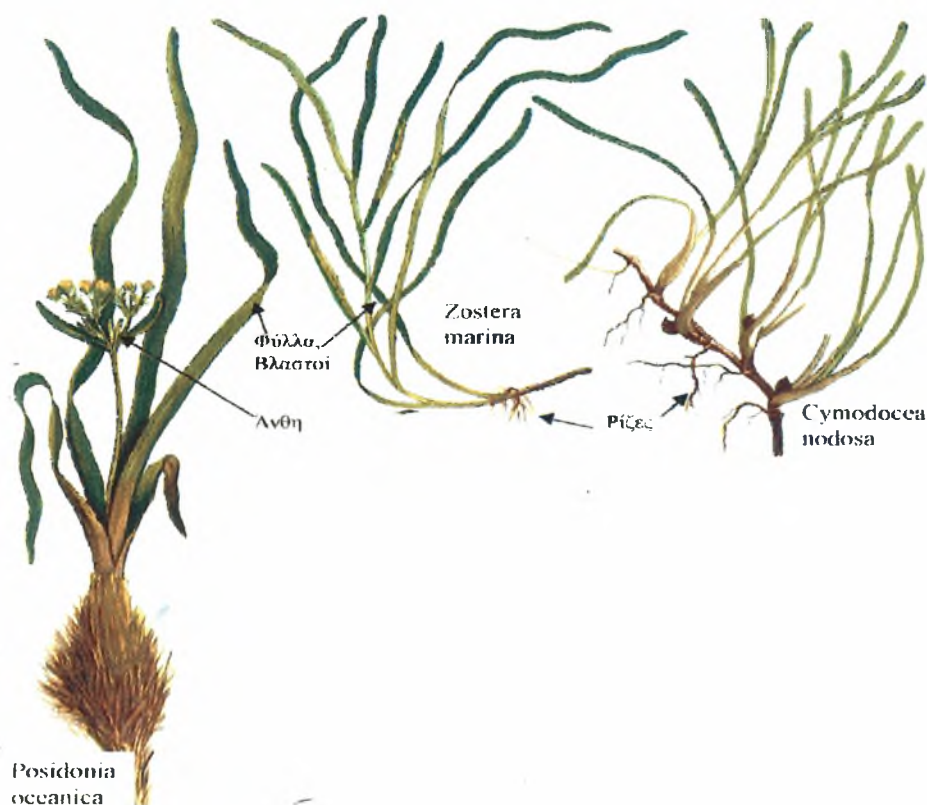
Αντίθετα, στην ακτογραμμή υπάρχει ξηρά βλάστηση κυρίως των φυκών *Zostera*, *Posidonia*, *Cymodoceae* (Σχ. 47) που συσσωρεύεται σε μεγάλες ποσότητες στην ακτή και με την επίδραση των κυμάτων και της άμμου σχηματίζουν διαδοχικές στρώσεις λάσπης - φυκών που μοιάζει με "θρεπτικό σάντουιτς".

Η αποσύνθεση όλων των φυκών κυρίως τροφοδοτεί τη βένθο της διαπαλιρροιακής ζώνης με οργανική ύλη που αποτελεί και την κύρια πηγή τροφοδοσίας των μακροασπόνδυλων πολυχαίτων κ.ά που τρέφονται με τα οργανικά θρύματα που αιωρούνται στο νερό και αποθέτονται στο υπόστρωμα. (Castro and Huber, 1999)

Η εκτίμηση της βλάστησης της περιοχής έγινε έμμεσα με τη μορφή της συμμετοχής της ως οργανικής ουσίας στο δείγμα του ιζήματος.

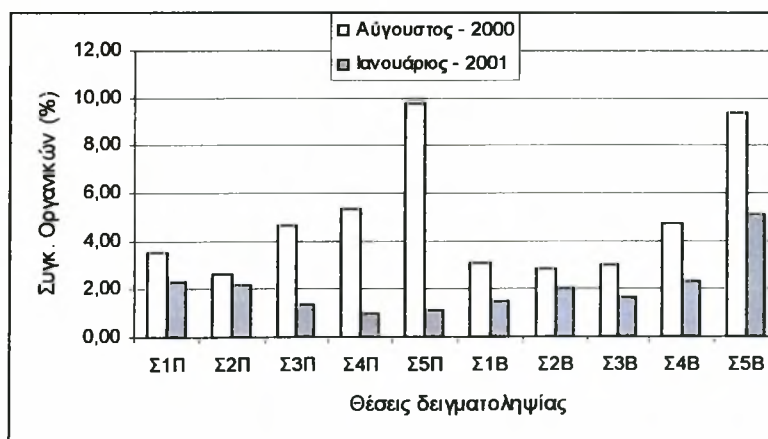
Στους Πίνακες 2 και 3 καταγράφονται οι συγκεντρώσεις της οργανική ουσίας μεταξύ 10 θέσεων δειγματοληψίας (δύο από κάθε Σταθμό) μεταξύ των δυο περιόδων Αυγούστου-2000 / Ιανουαρίου-2001.

Η σύγκριση της περιεκτικότητας οργανικής ύλης απεικονίζεται στο Σχήμα 48. Από την σύγκριση της περιεκτικότητας οργανικής ουσίας στο ίζημα φαίνεται ότι σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας είναι μεγαλύτερη τον Αύγουστο σε σχέση με τον Ιανουάριο. Η διαφορά αυτή υπάρχει διότι σχετίζεται με τους ετήσιους κύκλους εναλλαγής της βλάστησης των φυκών της ευρύτερης περιοχής. Πιο συγκεκριμένα τη θερινή περίοδο γίνεται ανανέωση των φυκών με την αποβολή του υπέργειου μέρους που δημιουργεί συσσωρεύσεις μεγάλων ποσοτήτων φυκών στις ακτές. Στη συνέχεια με το κυματισμό και το θρυμματισμό τους αυξάνουν τη συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στον πυθμένα. Αντίθετα τη χειμερινή περίοδο πραγματοποιείται αύξηση της βλάστησης των φυκών. Όμως η ζώνη αυτή των φυκών βρίσκεται σε σχηματισμούς "θαλάσσιων λιβαδιών" *Zostera* & *Posidonia* , σε βάθη πάνω από 2 m και όχι κοντά στην ακτή.



Σχήμα 47. Τα είδη των αγγειοσπέρμων ποσειδονία, κυμοδόχη, και ζωστέρα (Ρουσομουστακάκη 2001).

Σε δειγματοληψίες που έγιναν ανάμεσα από την αλοφυτική βλάστηση της ακτής, δε διαπιστώθηκε η ύπαρξη βενθικών οργανισμικών συνευρέσεων. Η σύσταση του υποστρώματος, η σκληρή υφή του και τα ριζοειδή της βλάστησης είναι οι πιθανοί παράγοντες που αποτρέπουν την παρουσία τους.



Σχήμα 48. Σύγκριση συγκεντρώσεων οργανικών στα ιζήματα Αυγούστου-2000 & Ιανουαρίου-2001 στο δέλτα του Σπερχειού.

6.5 Τα μακροασπόνδυλα στο Δέλτα του Σπερχειού.

Η διαπαλλυροιακή περιοχή αποτελείται κυρίως από περιοδικά διαβρεχόμενα λασποτόπια τα οποία βρίθουν από βενθόβιους ζωικούς οργανισμούς και συνιστούν πολύ σπουδαίους χώρους διατροφής χαραδριόμορφων παρυδάτιων πουλιών (*Tringa erythropus*, *Calidris alpina*, *Numenius arquata*, κ.ά.).

Από τους 5 σταθμούς δειγματοληψίας συλλέχθηκαν και εξετάστηκαν συνολικά 117 άτομα μακροασποδύλων που βρέθηκε ότι ανήκουν σε 9 taxa.

POLYCHAETA

1. *Hediste diversicolor* (Muller 1776)
2. *Harmothoe* sp.
3. *Leiochone* sp

DECAPODA

1. *Carcinus aestuaris* (Nardo 1847)
2. *Upogebia littoralis* (Risso 1816)

BIVALVIA

1. *Cerastoderma glaucum* (Bruguierre 1789)
2. *Tellina nitida* (Poli 1795)
3. *Solen marginatus* (pulteney 1799)

GASTEROPODA

1. *Cyclope neritea* (Linneo 1758)

Στοιχεία για την οικολογία και ηθολογία των παραπάνω οργανισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα στο τέλος της παρούσας εργασίας.

6.6 Ομοιότητες μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας

Με βάση τα αποτελέσματα των taxa των σταθμών δειγματοληψίας κατασκευάστηκε το δικτυωτό διάγραμμα του Sorensen για κάθε περίοδο δειγματοληψίας για τον Αύγουστο-00 και Ιανουάριο-01 που παρουσιάζονται στους πίνακες 12 και 13.

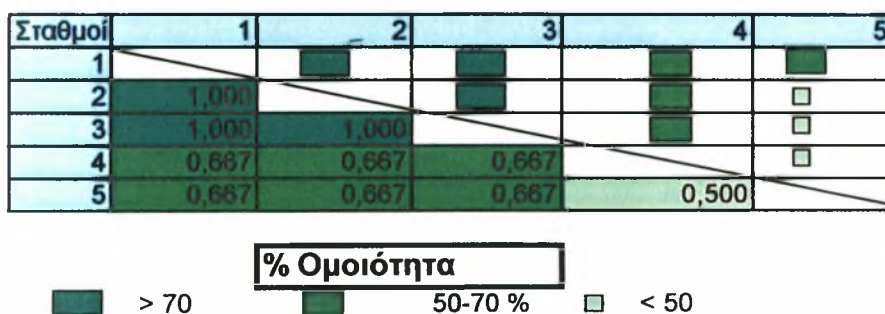
Από την ανάγνωση των πινάκων αυτών για τη θερινή περίοδο, προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχει μια διαφοροποίηση των Σταθμών 1,2 και 3 όσο αφορά την πανιδική ομοιότητα ενώ η δεύτερη ομάδα των Σταθμών 4 και 5 χαρακτηρίζεται από μικρότερη ομοιότητα σε σχέση με τους Σταθμούς 1,2 και 3 αλλά και μεταξύ τους. Αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι δύο πρώτοι σταθμοί έχουν ομοιότητα 100 % και βρίσκονται στη Νότια πλευρά του Μαλιακού κόλπου και

προς τα δεξιά ης εκβολής του Σπερχειού ενώ οι Σταθμοί 4 και 5 αποτελούν τη δεύτερη ομάδα με μικρότερο όμως ποσοστό ομοιότητας 66,7% με τους σταθμούς 1,2 και 3 και 50% ομοιότητα μεταξύ τους. Ο Σταθμός 3 βρίσκεται κοντά στο σημείο εκβολής του Σπερχειού και ως προς την πανιδική του σύσταση μοιάζει περισσότερο με τους Σταθμούς 1 και 2.

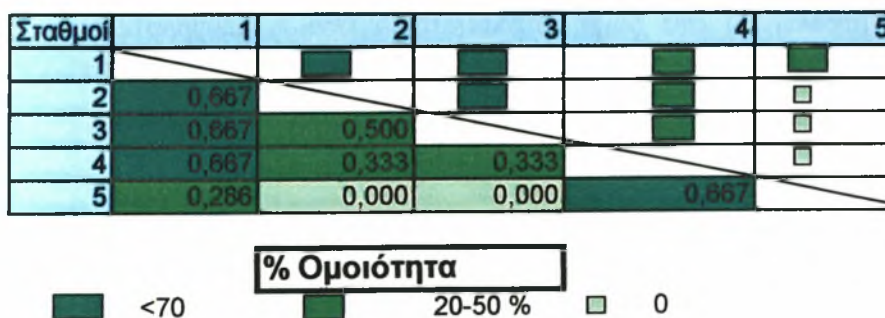
Κατά τη χειμερινή περίοδο παρατηρείται το φαινόμενο της πανιδικής ομοιότητας των σταθμών 1,2 και 3 μεταξύ τους σε ποσοστό 66,7% , ενώ η ομάδα των σταθμών 4 και 5 παρουσιάζει μικρότερη ομοιότητα (33,3% - 66,7%). Εδώ όμως παρουσιάζεται το φαινόμενο της ελαχιστοποίησης της ομοιότητας μεταξύ του Σταθμού 5 με τους άλλους 1, 2 και 3.

Η παρουσία κοινών ευρίοικων ειδών της εκβολικής συνεύρεσης δημιουργεί πανιδική ομοιότητα μεταξύ όλων των σταθμών ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο.

Πίνακας 12. Δείκτης ομοιότητας μεταξύ των σταθμών ανά ζεύγη κατά Sorensen για τα δείγματα του δέλτα Σπερχειού τον Αύγουστο -00.



Πίνακας 13. Δείκτης ομοιότητας μεταξύ των σταθμών ανά ζεύγη κατά Sorensen για τα δείγματα του δέλτα Σπερχειού τον Ιανουάριο -01



Η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) με δύο παράγοντες ως προς το χώρο (σταθμοί) και το χρόνο (εποχές), πραγματοποιήθηκε προκειμένου να εξεταστεί η

υπόθεση εάν το σύνολο των δεδομένων κατανέμονται ομοιόμορφα. Η υπόθεση ομοιομορφίας απορρίφθηκε με $F=3,9$ $p=0,002$. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η ίδια ανάλυση ως προς τον παράγοντα χώρο, για τα δείγματα του Αυγούστου και του Ιανουαρίου αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις, όπως ήταν αναμενόμενο από την προηγούμενη ανάλυση, η ομοιομορφία της αφθονίας των δειγμάτων, απορρίφθηκε για τα μεν δείγματα του Αυγούστου με $F=7,2$ και $p=0,0001$ και για αυτά του Ιανουαρίου με $F=3,8$ και $p=0,006$.

6.7 Συσχέτιση μεταξύ της αφθονίας και της ποιότητας του υποστρώματος.

Οι διαπαλιρροιακοί πληθυσμοί συνήθως αντιμετωπίζουν περιορισμούς όσον αφορά το χώρο και όχι την έλλειψη τροφής ή θρεπτικών (Castro and Huber 1999).

Η έννοια του χώρου αφορά τον ανταγωνισμό με τους άλλους οργανισμούς αλλά και τις φυσικοχημικές ιδιαιτερότητες της ζώνης η οποία υφίσταται ευρύτατη μεταβολή στις φυσικές και χημικές παραμέτρους, καθέννας από τους οποίους συμβάλλει θετικά η αρνητικά στην αφθονία. Κατά συνέπεια η συσχέτιση της αφθονίας με κάθε παράγοντα του περιβάλλοντος έχει μια ενδεικτική σημασία.

Στην έρευνα συσχετίστηκαν οι παράμετροι του περιβάλλοντος pH, αγωγιμότητα, αλατότητα, νιτρικά, φωσφορικά, αμμωνιακά με την αφθονία της βιομάζας και των ατόμων καθώς και τη βιοποικιλότητα για 10 θέσεις δειγματοληψίας. Η συσχέτιση έγινε με την μέθοδο Spearman η οποία αναλύθηκε στην μεθοδολογία της έρευνας. Μετά τον υπολογισμό του συντελεστή ελέγχθηκε αν η τιμή του είναι μεγαλύτερη από το 0,649 που αντιστοιχεί στο πλήθος ζευγών παρατηρήσεων. Χρησιμοποιήθηκε για επίπεδο σημαντικότητας το 95%.

Η συσχέτιση των ανωτέρω παραμέτρων με την αφθονία και ποικιλότητα για τις 10 θέσεις δειγματοληψίας έδωσε τις παρακάτω τιμές στο συντελεστή Spearman (Πίνακας 14). Πολλές από τις τιμές αυτές είναι μεγαλύτερες από την οριακή τιμή 0,649 που βρίσκεται στο συνήθως χρησιμοποιούμενο επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Πίνακας 14. Συντελεστής συσχέτισης σειράς Spearman (Συσχέτιση Αφθονίας (ΑΝ,ΑΒ) και ποιικιλότητας Η' με φυσικοχημικές παραμέτρους στο ιζήμα του Δέλτα του Σπερχειού για 10 θέσεις δειγματοληψίας.

Α/Α	Φ/Χ Παράμετρος	Αφθονία Βιομάζας (ΑΒ)		Αφθονία ατόμων		Βιοποικιλότητα Δείκτης	
		Αύγ.-00	Ιαν.-01	Αύγ.-00	Ιαν.-01	Αύγ.-00	Ιαν.-01
1	Θερμοκρασία	0,32	0,39	0,29	0,20	0,46	0,67
2	pH νερού	0,39	0,58	0,60	0,60	0,00	0,15
3	pH ιζήματος	0,28	0,73	0,52	0,71	0,38	0,16
4	Αγωγιμότητα	0,30	0,10	0,61	0,27	0,17	0,87
5	Αγωγιμότητα ιζήματος	0,47	0,33	0,60	0,68	0,20	0,58
6	Αλατότητα	0,15	0,20	0,38	0,24	0,25	0,90
7	Διαλυτ O ₂	0,81	0,52	0,84	0,84	0,52	0,30
8	Άμμος	0,52	0,52	0,49	0,48	0,78	0,52
9	Ιλύς	0,21	0,24	0,23	0,64	0,06	0,33
10	Αργίλος	0,66	0,45	0,63	0,80	0,08	0,57
11	Οργανικά	0,53	0,47	0,21	0,72	0,35	0,58
12	Ολικό N	0,03	0,26	0,41	0,53	0,03	0,64
13	NO ₃	0,69	0,69	0,50	0,50	0,44	0,50
14	Αμμωνιακά	0,53	0,36	0,49	0,68	0,82	0,67
15	Φωσφορικά	0,66	0,58	0,21	0,15	0,47	0,86

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει θετική συσχέτιση μεταξύ:

- Της θερμοκρασία και της βιοποικιλότητα στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Του pH του νερού και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001 .
- Του pH του ιζήματος και της αφθονίας των ατόμων και βιομάζας στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της αγωγιμότητα του ιζήματος και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Του διαλυμένο O₂ και της βιομάζας - ατόμων στα δείγματα του Αύγουστου-00 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της αναλογίας της άμμου στο ίζημα και της βιοποικιλότητα στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της αναλογίας ιλύος και οργανικών στο ίζημα και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της περιεκτικότητας σε άργιλο και της αφθονίας βιομάζας & ατόμων στα δείγματα του Αυγούστου 2000 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των νιτρικών και της αφθονίας βιομάζας στα δείγματα του Αυγούστου 2000 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των φωσφορικών και της αφθονίας βιομάζας στα δείγματα του Αυγούστου 2000.
- Της συγκέντρωσης των φωσφορικών και της ποικιλότητας στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των αμμωνιακών και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των αμμωνιακών και της ποικιλότητας στα δείγματα και των δυο δειγματοληψιών (Αύγουστος 2000 & Ιανουάριος).

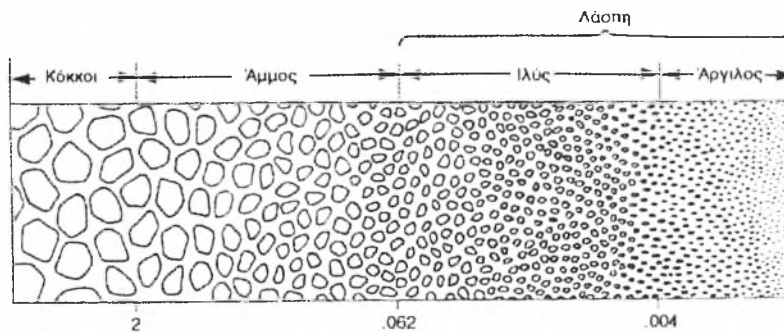
Η συσχέτιση των φυσικοχημικών παραμέτρων με την αφθονία και την ποικιλότητα είναι μια στατιστική συσχέτιση η οποία για να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα θα πρέπει να βασίζεται σε μια μεγαλύτερη χρονοσειρά δειγματοληψιών και μεγαλύτερο αριθμό σταθμών.

6.8 Συγκρίσεις των αποτελεσμάτων με ανάλογες εργασίες

Ο χώρος ανάμεσα στα κοκκομερίδια των ιζημάτων δεν είναι ορατός στον ανθρώπινο οφθαλμό και αποτελεί σημαντικό κομμάτι του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Σχ. 49).

Αυτός ο μικροσκοπικός κόσμος κατοικείται από πολύ εξειδικευμένους μεσοδιαστηματικούς οργανισμούς που αποτελούν την μειοπανίδα. Άλλοι κινούνται ελεύθερα ανάμεσα στα μερίδια και άλλοι προσκολλώνται σ'αυτά (Castro and Huber, 1999).

Το μαύρο χρώμα του ιζήματος που παρατηρήθηκε σε όλο το εύρος της ζώνης και η χαρακτηριστική του οσμή, φανερώνουν ότι μέσα σ'αυτό διατηρούνται μόνο οι μικροοργανισμοί που δύνανται να ζήσουν σε αναερόβιες συνθήκες.



Σχήμα 49 Σχηματική απεικόνιση των κοκκομεριδίων της ιλύος (Castro and Huber, 1999).

Από τη σύγκριση των ιστογραμμάτων των κοκκομετρικών τάξεων για τους 5 σταθμούς δειγματοληψίας, διαπιστώθηκε ότι η σύσταση των υποστρωμάτων παρουσιάζει σημαντική ομοιότητα τόσο ως προς τα ποσοστά συμμετοχής όσο και ως προς το μέγεθος των κόκκων (Σχ. 18).

Επίσης άλλη διαπίστωση που παρατηρήθηκε ήταν ότι στις πιο προφυλαγμένες περιοχές (Σταθμοί 1 και 2) κυριαρχούν τα ιλυώδη ιζήματα, ενώ στις πιο εκτιθεμένες κυριαρχούν αυτά που χαρακτηρίζονται ως λεπτή άμμος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στις εκτιθεμένες περιοχές τα λεπτόκοκκα ιζήματα μεταφέρονται εξαιτίας της κυματικής δράσης, κάτι που δεν παρατηρείται στις προφυλαγμένες περιοχές.

Η διαπαλιροιακή ζώνη αντιμετωπίζει περισσότερο ακραίες θερμοκρασίες και αλατότητες από ότι τα άλλα θαλάσσια περιβάλλοντα επειδή είναι εκτεθειμένη στον

αέρα. Οι οργανισμοί έχουν αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς για να αποφεύγουν ή να ανέχονται τις ακραίες αυτές συνθήκες (Castro and Huber, 1999.)

Η ποικιλότητα της βενθικής μακροπανίδας κυμάνθηκε από 0,19 - 1,85. Οι τιμές ήταν μικρές σε σχέση με τη κλίμακα 0 - 3 του δείκτη ποικιλότητας.

Οι λόγοι που επηρεάζουν την ποικιλότητα είναι:

α) Οι μειωμένες τιμές της αλατότητας (σε σχέση με τη θάλασσα), σε συνδυασμό με τις απότομες και μεγάλες διακυμάνσεις της, αποτελούν δραστικό περιοριστικό παράγοντα στην επιβίωση θαλάσσιων ειδών στις εκβολές (Mc Lusky 1971).

β) Η μεγάλη ομοιομορφία του εκβολικού υποστρώματος (κυρίως αμμοιύς), περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των οικοθέσεων, άρα και των ειδών (Barnes 1974).

γ) Η διάρκεια ζωής των περισσότερων εκβολικών συστημάτων είναι σύμφωνα με γεωλογικά κριτήρια σύντομη και για το λόγο αυτό είναι αδύνατο για πολλά είδη, να προσαρμοστούν και να εξειδικευτούν ώστε να χρησιμοποιήσουν όλες τις πιθανές, οικοθέσεις, πριν το περιβάλλον τους τροποποιηθεί ή καταστραφεί.

Η ποικιλότητα των ειδών ενός βιοτόπου, στην πραγματικότητα εκφράζει τον αριθμό των μικροενδιαιτημάτων και των οικοθέσεων που υπάρχουν σε αυτόν (Wolff 1973) και αποτελεί συνάρτηση της συνδυασμένης δράσης διαφόρων παραγόντων του περιβάλλοντος.

Στη περιοχή μελέτης, διαπιστώθηκε περιορισμένος αριθμός των διαφορετικών ειδών που συγκροτούν την μακροασπόνδυλη πανίδα, τόσο κατά το Καλοκαίρι όσο και κατά τον Χειμώνα. Από το συνολικό αριθμό των ταξινομικών μονάδων, πολύ λίγες βρέθηκαν σε μεγάλο αριθμό σταθμών. (Πίν. 8 και 10).

Από παλιότερες εργασίες για την ποικιλότητα της βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας στο Δέλτα του Έβρου προέκυψαν υψηλότερες τιμές του δείκτη ποικιλότητας σε σχέση με την περιοχή του Δέλτα Σπερχειού (Γκούβης 1988).

Ανάλογες εργασίες υπάρχουν για τον Αμβρακικό κόλπο (Nicolaidou et al., 1983a, 1983b), ή τον Σαρωνικό (Simboura et al., 1995) και τον κόλπο της Αταλάντης (Zenetos and Bei, 1987). Οι μελέτες όμως αυτές εξετάζουν και τα άλλα είδη της βενθικής πανίδας εκτός των μακροασπόνδύλων.

Στοιχεία σχετικά με την βενθική μακροασπόνδυλη κοινότητα του Δέλτα του Σπερχειού υπάρχουν σε σχετικές εργασίες του ΕΚΘΕ (1994) στο Μαλιακό κόλπο όπου βρέθηκε ο αριθμός ειδών να κυμαίνεται μεταξύ 11 και 63, σε ευρύτερες όμως ταξινομικές ομάδες ενώ τα επίπεδα αφθονίας των οργανισμών ήταν περισσότερο αυξημένα σε σχέση με την παρούσα μελέτη.

Το ενδιαφέρον της παρούσας εργασίας εστιάστηκε στα είδη της βενθικής μακροασπόνδυλης κοινότητας που παρατηρούνται στη διαπαλαιοιακή εκβολική ζώνη του Δέλτα του Σπερχειού.

Ο αριθμός και η ποικιλία των μακροασπονδύλων είναι παρόμοια σε σχετική εργασία που εξετάζει τη δομή και αφθονία τους σε σχέση με την αφθονία της υδρόβιας ορνιθοπανίδας (Σκέτου 2000). Η παρούσα όμως μελέτη πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικές εποχές και συσχετίζει την ποικιλία και αφθονία των μακροασπονδύλων με τη βλάστηση και τον τύπο του υποστρώματος (βένθος).

Παρατηρήθηκε μεγάλη μεταβολή στη ποικιλότητα και αφθονία των μακροασπονδύλων στις διαφορετικές εποχές του χρόνου. Κατά συνέπεια η σύγκριση εποχιακών τιμών και η εξαγωγή ετήσιων συμπερασμάτων είναι επισφαλής.

Ο Κούκουρας (1979) αναφέρει στη μελέτη του για τις περιοχές του Στρυμόνα και του συστήματος των ποταμών Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα, ότι στη μεσοπαραλιακή ζώνη των εκβολικών τους περιοχών είναι εγκατεστημένη μία κοινότητα μακροασπόνδυλων αποτελούμενη από 24 είδη, αριθμός μεγαλύτερος σε σχέση με την μικρό αριθμό του δέλτα Σπερχειού όπου παρατηρήθηκαν 7 συνολικά taxa.

Η εκβολική περιοχή του Στρυμόνα μελετήθηκε και από τον Ντούνα (1986), ο οποίος προσδιόρισε 13 είδη στα οποία περιλαμβάνονταν και πάλι το *Hediste diversicolor*.

Οι μορφολογικές ομοιότητες που παρουσιάζουν μεταξύ τους οι μεσοπαραλιακές ζώνες των παραπάνω εκβολικών περιοχών του ελληνικού χώρου, είναι πιθανό να συντελούν στην παρουσία σε αυτές όμοιων βενθικών μακροασπόνδυλων ειδών.

Στην παρούσα έρευνα, στο Δέλτα του Σπερχειού το *Hediste diversicolor* ήταν το πρώτο είδος από άποψη βιομάζας για τη θερινή περίοδο δειγματοληψίας, ενώ για την χειμερινή ήταν το *Cerastoderma glaucum* (Σχ. 30 και 32).

Ανάλογα ήταν τα ευρήματα και σε μελέτη των Davidson and Evans (1986) και Evans et al., (1996) στο Δέλτα του Tees της Αγγλίας, όπου το πολυπληθέστερο είδος ήταν το *Hediste diversicolor*, ενώ σε γενικές γραμμές ο συνολικός αριθμός των διαφορετικών ειδών μακροασπόνδυλων στο δέλτα ήταν περιορισμένος.

Φαίνεται επίσης ότι για ορισμένες λιμνοθάλασσες της Μεσογείου το *Hediste diversicolor* ήταν ένα από τα κυρίαρχα είδη Reizopoulou et al., (1996).

Είναι πιθανό η κυριαρχία αυτή του *Hediste diversicolor* να οφείλεται στη φυσιολογία του, όπως το ότι είναι ευρύοικο είδος (Bagge 1969) με μεγάλη ποικιλία στον τρόπο διατροφής (Muus 1967), ιδιότητες που το καθιστούν χαρακτηριστικό κάτοικο των υφάλμυρων νερών (Perés and Picard 1964).

6.9 Ποιότητα του νερού και του ιζήματος στο Δέλτα του Σπερχειού.

Οι εκβολές των ποταμών αποτελούν την πιο αντιπροσωπευτική περίπτωση μεταβατικής ζώνης, όπου γλυκό και θαλασσινό νερό βρίσκονται σε άμεση επικοινωνία, με χαρακτηριστικό γνώρισμα την αστάθεια των τιμών αλατότητας και τις μεγάλες και απότομες διακυμάνσεις των διαφόρων φυσικοχημικών παραμέτρων (Den Hartog 1971). Κάτι ανάλογο διαπιστώθηκε στη περιοχή μελέτης με την μεταβολή των φυσικών χαρακτηριστικών αλατότητας,αγωγιμότητας μεταξύ θερινής και χειμερινής περιόδου (Πίν. 2 και 3).

Σύμφωνα με τους Αναγνώστου και Καμπέρη (1994) η περιοχή του Μαλιακού κόλπου στις εκβολές του Σπερχειού, είναι δυνατό να χαρακτηριστεί σαν μη επιβαρημένη περιοχή, με μικρές όμως μεμονωμένες εξαιρέσεις μικρής επιβάρυνσης Cu, Pb και Co, που αποδίδονται στην επίδραση ανθρωπογενών αποβλήτων στον υδάτινο αποδέκτη κυρίως μέσω της γερμανικής τάφρου. Το οργανικό εξάλλου φορτίο των ιζημάτων ήταν αυξημένο, με ενδείξεις όμως χερσογενούς φυσικής προέλευσης (φυτικά υπολείμματα).

Η ιδιαιτερότητα της γρήγορης ιζηματογένεσης που χαρακτηρίζει το Μαλιακό κόλπο έχει συντελέσει στο να διατηρούνται τα ρυπαντικά φορτία σε χαμηλά επίπεδα στα ιζήματα του θαλάσσιου χώρου της περιοχής του Δέλτα, παρά τη διαπιστωμένη κατάσταση σοβαρών πηγών ρύπανσης στη λεκάνη του Σπερχειού (Αναγνώστου και Παπαθανασίου, 1995).

Στα δείγματα των ιζημάτων ανιχνεύθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις οργανικής ουσίας, αζώτου (ολικό N, νιτρικά, αμμωνιακά) καθώς και φωσφόρου (φωσφορικά ιόντα) περισσότερα των οποίων μαρτυρούν αγροχημική επιβάρυνση του Μαλιακού κόλπου. Αυτό καθίσταται περισσότερο εμφανές από το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των χημικών παραμέτρων οργανική ουσία, νιτρικά,αμμωνιακά και φωσφορικά άλατα τη θερινή περίοδο ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες της χειμερινής περιόδου. Εξάιρεση του φαινομένου αποτελεί η περιεκτικότητα του ολικού αζώτου η οποία ανιχνεύτηκε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις τον Ιανουάριο.

Το ανωτέρω φαινόμενο αποδίδεται στην εξάντληση των θρεπτικών από την στήλη του νερού μετά την χειμερινή άνθηση του φυτοπλαγκτού και στη σχέση μεταξύ βακτηριοπλαγκτού και χλωροφύλλης (Κορμάς 1998).

Η αξιολόγηση των συγκεντρώσεων του αζώτου και φωσφόρου καθίσταται ιδιαίτερα δυσχερής διότι παρά την προσπάθεια δεν κατέστη δυνατή η εύρεση στοιχείων

με ανάλογες αναλύσεις σε ελληνικά δελταϊκά συστήματα. Οι περισσότερες μελέτες ασχολούνται με την καταγραφή των συγκεντρώσεων τους στη στήλη του νερού.

Σε παλαιότερες δειγματοληψίες (Απρίλιος 1994) για την ανίχνευση οργανικού άνθρακα στο ίζημα του Μαλιακού κόλπου διαπιστώθηκε ότι το οργανικό φορτίο κυμαίνονταν μεταξύ 1,2 - 1,4 % και χαρακτηρίστηκε ελαφρά αυξημένο (Αναγνώστου & Καμπέρη, 1994).

Στις δειγματοληψίες του καλοκαιριού το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμάνθηκε από 2,83 - 9,74%, ενώ για το χειμώνα μεταξύ 0,99-5,09 %.

Η αύξηση των τιμών μπορεί να αποδοθεί στους εξής λόγους.

- Πηγή εμπλουτισμού των ιζημάτων με άνθρακα είναι τα φυτικά υπολείμματα της χέρσου κυρίως από τα φύκη που στοιβάζονται στην ακτή και όχι από οργανικό ρυπαντικό φορτίο διότι τότε θα σχετίζονταν με βαρέα μέταλλα κάτι που όμως δε συμβαίνει (Αναγνώστου & Καμπέρη, 1994).

- Οι δειγματοληψίες στην παρούσα έρευνα έγιναν πολύ κοντά στην ακτή σε αντίθεση με την αναφερθείσα παραπάνω μελέτη όπου οι δειγματοληψίες γίνονταν από σκάφος του ΕΚΘΕ σε σχετική απόσταση από την ακτογραμμή όπου συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες φυκών που εμπλουτίζουν την διαπαλλιροιακή περιοχή.

6.10 Διαφορές μεταξύ των οικοθέσεων του δέλτα του Σπερχειού

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών παρατηρήθηκε ότι η συνολική βιομάζα για όλους τους σταθμούς, είναι μεγαλύτερη τη χειμερινή περίοδο από την αντίστοιχη θερινή (Πίν.7). Αυτό είναι αναμενόμενο αφού τη θερινή περίοδο επικρατούν ακραίες συνθήκες θερμοκρασιών, αλατότητας καθώς και των άλλων φυσικοχημικών παραμέτρων.

Παρατηρήθηκε ότι ο Σταθμός 4 του Βορείου τμήματος του Δέλτα, είναι αυτός που παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή, τόσο ως προς το συνολικό αριθμό των ταξινομικών μονάδων όσο και ως προς τη συνολική τους αφθονία (Σχ. 26).

Η συνολική βιομάζα των διαφόρων taxa το Καλοκαίρι εμφανίζει το μέγιστο του στους Σταθμούς 4 και 1 ενώ το Χειμώνα η μέγιστη βιομάζα παρουσιάζεται στους Σταθμούς 4,5.

Η συνολική όμως βιομάζα και για τις δύο εποχές παρουσιάζεται στους Σταθμούς 4 και 5 του Βορείου τμήματος του δέλτα (αριστερά της φυσικής κοίτης του Σπερχειού) (Σχ. 26).

Η μέση τιμή του δείκτη ποικιλότητας είναι μεγαλύτερη για τους χειμερινούς σταθμούς δειγματοληψίας σε σχέση με τους θερινούς. Αυτό σημαίνει ότι όσον αφορά την ποικιλότητα των μακροασπόνδυλων του Νοτίου τμήματος του δέλτα (δεξιά της φυσικής κοίτης του Σπερχειού) είναι μικρότερη σε σχέση με το Βόρειο τμήμα του.

Το γεγονός ότι το Βόρειο τμήμα (Σταθμοί 4 και 5, Σχ. 27) παρουσιάζει μεγαλύτερο δείκτη ποικιλότητας, μικρότερη δηλαδή πιθανότητα εύρεση της ταξινομικής μονάδας στην οποία ανήκει ένα άτομο που επιλέγεται στην τύχη από ένα δείγμα, σημαίνει αύξησης της ομοιομορφίας ή ότι ακόμα και αν τα taxa που απαντώνται εκεί είναι περισσότερα, είναι και ισομερώς κατανομημένα στο δείγμα (Κουσουρής 1998).

Η εικόνα όμως αλλάζει αν συγκριθεί ο συντελεστής ομοιομορφίας, μεταξύ των taxa και είναι μεγαλύτερος στους Σταθμούς 3 και 5 για την θερινή περίοδο ενώ για την χειμερινή περίοδο στους Σταθμούς 3 και 4 (Σχήμα 28) κάτι που είναι αναμενόμενο αφού οι σταθμοί του αντιπροσωπεύονται από το μικρότερο αριθμό ταξινομικών μονάδων.

Η υψηλή ομοιομορφία και η χαμηλή ποικιλότητα που παρατηρείται σε ορισμένους σταθμούς μπορεί να εξηγηθεί με την πιθανότητα του ομογενούς υποστρώματος (Makra and Nicolaidou, 1999).

Οι υψηλότερες τιμές ποικιλότητας του Βορείου τμήματος το Χειμώνα, φαίνονται ακόμα κι αν εξετασθούν μεμονωμένα οι σταθμούς του (Σχ. 27).

Επίσης η εξέταση του τύπου ιζήματος των δύο τμημάτων του δέλτα θα μπορούσε να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για τη διαφορετική σύνθεση της βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας. Όμως, επειδή υπεισέρχονται πολλοί παράμετροι στην εκτίμηση ενός βιοδείκτη είναι δυνατόν να εξαχθούν λάθος συμπεράσματα από την αποσπασματική αντιμετώπισή του.

Έχει διαπιστωθεί ότι ένας από τους παράγοντες που ελέγχει την ποικιλότητα, είναι και ο τύπος του ιζήματος, με τα ετερογενή ιζήματα να ευνοούν την ποικιλότητα προσφέροντας ποικιλία μικροενδιαιτημάτων για την εγκατάσταση των οργανισμών (Gray 1974). Αυτό επιβεβαιώθηκε κατά τη δειγματοληψία του Ιανουαρίου – 2001 στην οποία διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση της αναλογίας της άμμου και βιοποικιλότητας με τη χρήση του μη παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman.

Σύμφωνα όμως με μελέτες σε παρόμοια περιβάλλοντα (DeLong and Brusven 1998) η υποβάθμιση του νερού και του ιζήματος οδηγούν στη μείωση της ποικιλότητας των μακροασπόνδυλων με τους λιγότερο ανθεκτικούς οργανισμούς να εξαφανίζονται και τους περισσότερο ανθεκτικούς να επιβιώνουν, να πολλαπλασιάζονται και να κυριαρχούν. Οι ίδιοι, αποδίδουν τη μικρή ποικιλότητα της μακροασπόνδυλης πανίδας στην περιοχή ερευνάς τους, στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή και

ιδιαίτερα τις αγροτικές. Οι Dance and Hynes (1980) συγκρίνοντας δύο παρόμοια υδάτινα περιβάλλοντα, διαφορετικού όμως βαθμού επιβάρυνσης, παρατήρησαν ότι στο περισσότερο επιβαρημένο βρέθηκε πολύ μικρότερος αριθμός ταξινομικών μονάδων μακροασπόνδυλων σε σχέση με το λιγότερο επιβαρημένο περιβάλλον.

Στο Δέλτα του Σπερχειού παρατηρήθηκε ότι οι πληθυσμοί της υδρόβιας και παρυδάτιας ορνιθοπανίδας παρουσιάζουν προτίμηση στο Βόρειο τμήμα του Δέλτα (αριστερά της εκβολής του Σπερχειού) σε σχέση με το νότιο. Έτσι είναι πιθανή η συσχέτιση μεταξύ του πλουσιότερου σε τροφή δυτικού τμήματος και της μεγαλύτερης συγκέντρωσης πουλιών (Σκέτου 2000).

Αν και βρέθηκαν ορισμένοι δείκτες διατάραξης του θαλασσίου περιβάλλοντος, ο Μαλιακός κόλπος δε μπορεί να θεωρηθεί ρυπασμένος. Ειδικότερα, το χλωροφύκος *Ulva lactuca*, δείκτης οργανικής ρύπανσης, περιορίζεται μόνο σε περιοχές του λιμανιού της Στυλίδας και της Αγίας Μαρίας και σπάνια συναντάται στην περιοχή έρευνας (Γεωργίου και συν., 1996).

Η ομαδοποίηση των σταθμών δειγματοληψίας με βάση όλες τους βιοδείκτες που εξετάστηκαν έδειξε τρεις ομάδες με ισχυρή ομοιότητα (Σχ. 41).

Μια ομάδα αποτελούν οι Σταθμοί 4 και 5 με 85% ομοιότητα ενώ τη δεύτερη αποτελούν οι Σταθμοί 1,3 και 4 με ομοιότητα επίσης 85%. Οι Σταθμοί όμως 2 και 3 φαίνεται να έχουν την πιο μεγάλη ομοιότητα (90%), ενώ ο Σταθμός 1 διαχωρίζεται. Η τελική αυτή αξιολόγηση έχει ιδιαίτερη σημασία αν λάβουμε υπόψη μας τη τοπογραφία της περιοχής. Οι Σταθμοί 4 και 5 βρίσκονται εκατέρωθεν την ανακουφιστικής τάφρου του Σπερχειού, ενώ οι Σταθμοί 2 και 3 δεξιά της φυσικής κοίτης του. Ο Σταθμός 1 βρίσκεται αρκετά απομονωμένος και κοντά στην εκβολή του χειμάρρου Μπούκα.

Η παρατήρηση αυτή μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι τρεις εκβολές των υδατορευμάτων (φυσική κοίτη, ανακουφιστική, Μπούκα) δημιούργησαν τρεις τύπους οικοτόπων. Αν υπήρχαν περισσότεροι σταθμοί και χρονοσειρές αναλύσεων θα ήταν δυνατόν να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα.

6.11 Ο ρόλος του Σπερχειού Ποταμού στο δελταικό οικοσύστημα.

Η σημασία του Σπερχειού έγκειται περισσότερο στην προσφορά αιωρούμενων υλικών και θρεπτικών αλάτων και λιγότερο στην επίδραση του επί της αλατότητας.

Το μεγαλύτερο μέρος των υλικών που μεταφέρονται μέσω των ποταμών δεσμεύονται στο ίζημα πριν βγουν στη θάλασσα. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα εκβολικά

συστήματα χαρακτηρίζονται ως "παγίδες" θρεπτικών και σωματιδίων (Pearson & Rosenberg, 1978 : Balls 1994 : Jordan et al., 1991b).

Στην περίπτωση του Μαλιακού θα πρέπει να αναφερθεί και η συμβολή των περιοδικών χειμάρρων, πέρα από το Σπερχειό ποταμό, που βρίσκονται σχεδόν σε όλη την περιφέρεια του κόλπου και είναι σημαντικοί φορείς χερσογενών υλικών σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των σωματιδίων που μεταφέρονται στη θάλασσα μέσω ποταμών είναι ανόργανο υλικό, κυρίως άργιλος (Libes 1993).

Σημαντικός είναι και ο ρόλος του ποταμού στην προσφορά θρεπτικών αλάτων για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Σε εκβολικά, λιμνοθαλάσσια και παράκτια συστήματα που επηρεάζονται από την παροχή ποταμών, έχει αποδειχθεί ότι η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού σχετίζεται γραμμικά με την παροχή των θρεπτικών αλάτων που εισέρχονται στη θάλασσα (Garcia-Soto et al., 1990 : Jordan et al. 1991a: Mallin et al., 1992: Grange & Allanson 1995).

Η μέγιστη βιομάζα φυτοπλαγκτού απαντάται πάντα στο εσωτερικό τμήμα του κόλπου που βρίσκεται πλησιέστερα στην εκβολή του ποταμού. Δε βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της παροχής θρεπτικών και της ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού (Κορμάς 1998). Η έλλειψη μιας τέτοιας συσχέτισης μπορεί να οφείλεται στο ότι η διαφορά φάσης μεταξύ παροχής και αντίδρασης φυτοπλαγκτού (δηλ. άνθηση) είναι πολύ μικρή, μεταξύ μερικών ημερών ή εβδομάδων (Jordan et al. 1991a).

Πιστεύεται ότι η σημασία της παροχής θρεπτικών αλάτων από το Σπερχειό, για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού στο Μαλιακό, έγκειται στο χρόνο που αρχίζει να αυξάνεται η παροχή τους. Αυτό συμβαίνει στις αρχές του χειμώνα και σχεδόν αμέσως ξεκινά η χειμερινή άνθηση του φυτοπλαγκτού.

Όπως αναφέρει ο Nittrouer (1993), το πιο σημαντικό για τις βιολογικές διεργασίες σε παράκτια συστήματα επηρεαζόμενα από ποταμούς, δεν είναι τόσο το μέγεθος της παροχής του ποταμού όσο το αν θα συμβεί την κατάλληλη εποχή ώστε να υπάρξει αντίδραση (π.χ. άνθηση φυτοπλαγκτού) στο θαλάσσιο οικοσύστημα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα για την ασπόνδυλη κοινότητα

Το οργανικό υλικό που παράγεται ή αποθηκεύεται στο Δέλτα του Σπερχειού είναι η βάση της τροφικής αλυσίδας που υποστηρίζει τους ετερότροφους πλαγκτονικούς οργανισμούς και τις βενθικές κοινότητες. Συντηρεί τα εμπορεύσιμα οστρακοειδή και τους ιχθυοπληθυσμούς της περιοχής και αποτελεί πηγή της τροφής πολλών υδρόβιων πουλιών και θηλαστικών συμβάλλοντας στη βιοποικιλότητα της περιοχής.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με παλαιότερες εργασίες που αφορούν την περιοχή του Δέλτα του Σπερχειού προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο αριθμός των ειδών επομένως και η βιοποικιλότητα μειώθηκε με την πάροδο λίγων ετών πράγμα που δημιουργεί ενδείξεις για περαιτέρω επιδείνωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Η ομαδοποίηση των σταθμών σύμφωνα με την ομοιότητα των ταξινομικών μονάδων της μακροασπόνδυλης πανίδας παρουσίασε μία γενική εικόνα κατανομής της στο Δέλτα του Σπερχειού έστω κι αν ο αριθμός των ταξινομικών ομάδων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν περιορισμένος. Αυτό συμφωνεί και με την άποψη των Moore (1971) και Coleman and Cuff (1980), ότι η συλλογή ποιοτικών δεδομένων αποτελεί χρήσιμη πρωταρχική προσέγγιση, ειδικά όταν πρόκειται για περιοχές για τις οποίες δεν έχουμε αρκετές πληροφορίες.

Το συμπέρασμα που βγαίνει από το δικτυωτό Sorensen (Πίν. 12 και 13) λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο δειγματοληψίες είναι ότι όσον αφορά την πανιδική ομοιότητα των σταθμών, διαφοροποιούνται τρεις εκβολικές συννευρέσεις όσον αφορά την κατανομή των ειδών. Μια των Σταθμών 1 και 2, άλλη των σταθμών 3 και 4 ενώ ο Σταθμός 5 έχει το μικρότερο συντελεστή ομοιότητας με τους άλλους σταθμούς.

Το συμπέρασμα όμως που βγαίνει ιεραρχική ταξινόμηση των σταθμών δειγματοληψίας με βάση το δείκτη ομοιότητας Bray Curtis και την τεχνική Group average, για το σύνολο των των βιοδεικτών mB, H', J,) είναι ότι διαφοροποιούνται τρεις οικοθέσεις στην περιοχή έρευνας. Μια των Σταθμών 4 και 5, μια των Σταθμών 2 και 3 ενώ ο Σταθμός 1 έχει το μικρότερο συντελεστή ομοιότητας με τους άλλους σταθμούς.

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις ερμηνεύονται αν ληφθεί υπόψη η επίδραση Coriolis του νερού της εκβολής ενός ποταμού όπου το νερό που ρέει προς τη θάλασσα ρέει προς τα δεξιά. Αυτό σημαίνει ότι στις εκβολές οι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορούν

να εισχωρούν πιο ψηλά στις εκβολές τους από τη δεξιά πλευρά (Castro and Huber, 1999). Έτσι η γενική διαμόρφωση τριών οικοθέσεων όσον αφορά την πανιδική ομοιότητα των βενθικών μακροασπονδύλων είναι σύμφωνη με τον τριμερή χωροταξικό διαμελισμό της εκβολικής περιοχής το δέλτα εξαιτίας των δύο εκβολών του Σπερχειού. Μια η εκβολή της φυσικής του κοίτης και μια της εκβολής της ανακουφιστικής τάφρου.

Από τη συσχέτιση των περιβαλλοντικών παραμέτρων κάθε σταθμού με την αφθονία και ποικιλότητα (σύμφωνα με την τεχνική Spearman) προέκυψαν συμπεράσματα θετικής συσχέτισης του τύπου του υποστρώματος στις παρακάτω περιπτώσεις.

- Της θερμοκρασία και της βιοποικιλότητας στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Του pH του νερού και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001 .
- Του pH του ιζήματος και της αφθονίας των ατόμων και βιομάζας στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της αγωγιμότητα του ιζήματος και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Του διαλυμένο O₂ και της βιομάζας - ατόμων στα δείγματα του Αυγούστου-00 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της αναλογίας της άμμου στο ίζημα και της βιοποικιλότητα στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της αναλογίας ιλύος και οργανικών στο ίζημα και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της περιεκτικότητας σε άργιλο και της αφθονίας βιομάζας & ατόμων στα δείγματα του Αυγούστου 2000 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των νιτρικών και της αφθονίας βιομάζας στα δείγματα του Αυγούστου 2000 και του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των φωσφορικών και της αφθονίας βιομάζας στα δείγματα του Αυγούστου 2000.
- Της συγκέντρωσης των φωσφορικών και της ποικιλότητας στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.
- Της συγκέντρωσης των αμμωνιακών και της αφθονίας των ατόμων στα δείγματα του Ιανουαρίου 2001.

- Της συγκέντρωσης των αμμωνιακών και της ποικιλότητας στα δείγματα και των δυο δειγματοληψιών (Αύγουστος 2000 & Ιανουάριος).

Συνολικά διαπιστώθηκε ότι από τις δειγματοληψίες του Αυγούστου – 2000, η αφθονία (βιομάζας ή ατόμων) επηρεάζεται θετικά από τον τύπο του υποστρώματος όσον αφορά την περιεκτικότητά του σε άργιλο, καθώς και τη συγκέντρωση των νιτρικών, φωσφορικών και αμμωνιακών αλάτων. Η ποικιλότητα όμως επηρεάζεται θετικά μόνο από τη συγκέντρωση των αμμωνιακών αλάτων.

Από τις δειγματοληψίες όμως του Ιανουαρίου διαπιστώθηκε ότι η αφθονία (βιομάζας ή ατόμων) επηρεάζεται θετικά από τη θερμοκρασία, το p του νερού και του ιζήματος, την αγωγιμότητα του ιζήματος, το διαλυμένο O_2 , την αναλογία της ιλύος στο ίζημα, τη συγκέντρωση των οργανικών, τη συγκέντρωση των νιτρικών. Η ποικιλότητα όμως επηρεάζεται θετικά από την αναλογία της άμμου και τη συγκέντρωση των φωσφορικών και αμμωνιακών αλάτων.

Γενικότερη διαπίστωση για την αφθονία των ασπιδόφυτων στο Δέλτα του Σπερχειού ήταν ότι αυτή ευνοείται περισσότερο τη χειμερινή περίοδο από την πλειονότητα των παραγόντων του υποστρώματος ενώ τη θερινή περίοδο όχι.

Την ποικιλότητα όμως των ασπιδόφυτων ευνοούν λίγοι παράγοντες του υποστρώματος και οι περισσότεροι βρίσκονται τη χειμερινή περίοδο.

Διαπιστώθηκε ότι τα ασπιδόφυτα της διαπαλιροιακής ζώνης είναι μια δυνητική κοινότητα με εποχιακές διακυμάνσεις τόσο στην αφθονία όσο και στην ποικιλότητά τους. Αυτό σημαίνει ότι στη διάρκεια του έτους βιώνουν καθοριστικές οριακές καταστάσεις για τη ζωή τους.

Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η παρούσα έρευνα είναι:

1. Η σύσταση των υποστρωμάτων παρουσιάζει σημαντική ομοιότητα τόσο ως προς τα ποσοστά συμμετοχής όσο και ως προς το μέγεθος των κόκκων.
2. Η εξέταση της ποιότητας του ιζήματος έδωσε σαφή εικόνα τοπικής επιβάρυνσης του ιζήματος της διαπαλιροιακής ζώνης του Δέλτα του Σπερχειού με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα στις περιοχές εκφορτίσεων, αφού υπήρχαν τοπικά αυξημένες συγκεντρώσεις τους.
3. Η αφθονία και ποικιλότητα της μακροασπιδόφυτης κοινότητας στο δέλτα του Σπερχειού διαφοροποιείται και ως προς τον χώρο (μεταξύ των σταθμών) και ως προς τον χρόνο (μεταξύ Καλοκαιριού και Χειμώνα) σε συνάρτηση με τη διαφοροποίηση των παραγόντων του περιβάλλοντος.

4. Η κατανομή των μακροασπόνδυλων στην περιοχή του Δέλτα του Σπερχειού δίνει για τους περισσότερους βιοδείκτες τρεις ευρύτερες περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά που συμπίπτουν με τις τρεις σημαντικότερες πηγές εκφόρτισης του χερσαίου τμήματος στο Δέλτα.
5. Διαπιστώθηκε και για το Δέλτα του Σπερχειού – όπως συμβαίνει και σε παρόμοια άλλα δελταϊκά οικοσυστήματα του ελληνικού χώρου - ο περιορισμένος αριθμός των διαφορετικών ειδών που συγκροτούν τα μακροασπόνδυλα βενθικά είδη και η χαρακτηριστική επικράτηση ευρύοικων ειδών στις ακραίες μεταβολές των παραμέτρων.
6. Το πολυπληθέστερο είδος του Δέλτα ήταν ο πολύχαιτος *Hediste diversicolor*, για τη θερινή περίοδο και το *Cerastoderma glaucum* για την χειμερινή περίοδο. Το πρώτο είδος όμως παρατηρήθηκε σε όλους τους θερινούς σταθμούς, πιθανότατα εξαιτίας της φυσιολογίας του (ευρύοικο, ποικιλία στους τρόπους διατροφής).
7. Η ποικιλία και η αφθονία της βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας είναι δυνατό να επηρεάζονται από την υποβάθμιση του νερού της περιοχής λόγω των αυξημένων γεωργικών, βιομηχανικών ή αστικών δραστηριοτήτων.
8. Για την καλύτερη συσχέτιση των παραμέτρων και την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων απαιτούνται περισσότερες χρονοσειρές μετρήσεων και μεγαλύτερος αριθμός δειγμάτων.

7.2 Οι προτάσεις για τη διαχείριση της περιοχής

Στο δελταϊκό σύστημα του Σπερχειού υπάρχουν μεγάλα ενεργειακά αποθέματα οργανικής ουσίας τα οποία τροφοδοτούνται διαρκώς από τις φυσικές αλλά και ανθρωπογενείς διεργασίες. Αποτελούν θρεπτικό υπόστρωμα για την παραγωγή βιομάζας των βενθικών μακροασπονδύλων τα οποία αυξάνουν τις δυνατότητες βιογεωχημικής ανακύκλωσης, συμβάλλοντας στον έλεγχο των ιζημάτων με αποτέλεσμα να στηρίζουν την ζωή της ορνιθοπανίδας και την ιχθυοπανίδα της περιοχής.

Από την άλλη πλευρά το υγροτοπικό σύστημα της ευρύτερης περιοχής έχει τη δυνατότητα να διηθήσει και να κατακρατήσει το 60-90% των αιωρούμενων στερεών και ιζημάτων και διατηρεί ευρύ φάσμα καταστάσεων οξειδωσης και αναγωγής λόγω των κύκλων περιοδικής αποξήρανσης και κατάκλισης (Richardson 1995).

Οι αγροχημικές επιβαρύνσεις της κοιλάδας του Σπερχειού, εξαιτίας του τρόπου διαχείρισης καταλήγουν μέσω εκφορητικών διαύλων στο Δέλτα μεταβάλλοντας τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και υποβαθμίζοντας τη βιοποικιλότητά του.

Τα φυσικό υγροτοπικό σύστημα επεξεργάζεται μέρος των PO_4^- , NO_3^- , SO_4^- και οργανικό C και απελευθερώνει αέρια (N_2O , CH_4 , CO_2) αντισταθμίζοντας μέρος της επιβάρυνσης.

Η ανάλυση των βιοδεικτών, που ήταν μέρος της παρούσας έρευνας έδειξε μείωση της ποικιλότητας των βενθικών μακροασπονδύλων που αποτελούν σημαντικό παράγοντα ανακύκλωσης και διατήρησης του ευρύτερου οικοσυστήματος.

Η αποψίλωση της παρόχθιας βλάστησης που συντελέστηκε τα τελευταία δύο χρόνια δημιουργεί νέες συνθήκες ανατροπής της ισορροπίας αφού και η απόθεση των ιζημάτων στο Δέλτα του Σπερχειού θα αυξηθεί καθώς η στερεοπαροχή του ποταμού θα είναι μεγάλη.

Λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που επηρεάζουν τα μακροασπόνδυλα επιχειρήθηκε η διαμόρφωση προτάσεων διατήρησής των οι οποίες συνδέονται και με την διαχείριση της ευρύτερης περιοχής. Η διατήρηση όμως της αφθονίας και ποικιλότητας των ασπονδύλων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την ισορροπία του ευρύτερου οικοσυστήματος.

Καταλήγοντας θα αναφερθούν προτάσεις στις οποίες έχει καταλήξει η έρευνα των παραγόντων που επηρεάζουν τη βενθική μακροσπόνδυλη κοινότητα στη μελετηθείσα περιοχή.

1. Κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων διαχείρισης, έτσι ώστε να επιτευχθεί η διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και κυρίως των βενθικών μακροασπονδύλων, που οδηγούν μακροπρόθεσμα στη διατήρηση και αύξηση των πληθυσμών της ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας της ευρύτερης περιοχής.
2. Η λήψη μέτρων διαχείρισης θα πρέπει να αναφέρεται σε συγκεκριμένες παραγωγικές επεμβάσεις που θα αποτρέπουν την περαιτέρω επιβάρυνση του δελταϊκού συστήματος.
3. Να γίνει καθιέρωση ετήσιων εκτιμήσεων για το ύψος των απορροών από κάθε δραστηριότητα και την συνολική καταγραφή των αποτελεσμάτων.
4. Προϋπόθεση για την εφαρμογή της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η θέσπιση ορίων σε κάθε δραστηριότητα. Αυτό σημαίνει τη λήψη μέτρων που να αφορούν τη γεωργία και τα βιομηχανικά και αστικά λύματα.

5. Χρειάζεται περιορισμός της χρήσης γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων και ο αυστηρός έλεγχος στην επεξεργασία λυμάτων και στερεών αποβλήτων, που θα επιδράσουν θετικά στη διατήρηση των ενδαιτημάτων της υδρόβιας και παρυδάτιας ορνιθοπανίδας.
6. Κρίνεται απαραίτητη η αποκατάσταση των φυσικών διεργασιών στο Δέλτα, με σκοπό την αύξηση του πληθυσμού της βενθικής μακροασπόνδυλης πανίδας και την επακόλουθη ενίσχυση και των ανώτερων τροφικών επιπέδων.
7. Πρέπει να ληφθούν μέτρα διευκόλυνσης της επικοινωνίας αλμυρού και γλυκού νερού κατά μήκος της ακτογραμμής, ώστε να υπάρχει συνεχής εμπλουτισμός της εκβολικής ζώνης με χερσαίες επιδράσεις.
8. Είναι γνωστοί οι εναλλακτικοί τρόποι αποτροπής επιδείνωσης των απειλών και η παραγωγή χωρίς περιβαλλοντική υποβάθμιση. Για την εφαρμογή τους χρειάζονται κίνητρα και στήριξη ολοκληρωμένων προγραμμάτων βιώσιμης ανάπτυξης.
9. Η κατάλληλη ενημέρωση και εκπαίδευση των κατοίκων της περιοχής είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή των μοντέλων της βιώσιμης ανάπτυξης.
10. Η λήψη μέτρων από την πλευρά των αρμοδίων φορέων θα είναι χωρίς αντίκρισμα αν δεν συνοδεύονται και από κατάλληλο σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου της πορείας εφαρμογής τους.

7.3 Η Μελλοντική έρευνα για το Δέλτα του Σπερχειού

Για τη συνολική εκτίμηση της αφθονίας κα ποικιλότητας των οργανισμικών συνευρέσεων του Δέλτα του Σπερχειο, θα ήταν χρήσιμη η έρευνα να επεκταθεί σε περισσότερες ταξινομικές ομάδες, με τον ορισμό τουλάχιστον 12 σταθμών με 4 δειγματοληψίες ο καθένας και τουλάχιστον τετραπλή (κατά εποχή) χρονοσειρά στοιχείων.

Ο ορισμός των σταθμών να λάβει αυστηρά υπόψη του τις εκφορτίσεις του Σπερχειού, της ανακουφιστικής τάφρου και κάθε υδραύλακα ή αντλητικό συγκρότημα που εκβάλλει στο Μαλιακό.

Απαιτείται πλήρης κατανόηση της οικολογίας και συμπεριφοράς κάθε ζωντανού οργανισμού και αυστηρή τήρηση κανόνων δειγματοληψίας ιδιαίτερα για

τους πολύχαιτους οι οποίοι πρέπει να συλλέγονται και να διατηρούνται αμέσως μετά τη σύλληψη τους.

Η εξαγωγή συμπερασμάτων για το βαθμό επίδρασης των φυσικοχημικών και άλλων παραμέτρων στη σύνθεση των μακροασπονδύλων και άλλων βενθικών ειδών, είναι δυνατή αρκεί να υπάρχουν στοιχεία παραμέτρων για τουλάχιστον 10 θέσεις δειγματοληψίας.(περιορισμός από το συντελεστή Spearman).

Θα ήταν χρήσιμη η συσχέτιση των βενθικών και των άλλων συνευρέσεων με τον παλιρροιακό και εποχιακό ετήσιο κύκλο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

8.1 Παρουσίαση των σημαντικότερων ειδών της πανίδας.

Από τους 5 σταθμούς δειγματοληψίας συλλέχθηκαν και εξετάσθηκαν συνολικά 117 άτομα μακροασποδύλων που βρέθηκε ότι ανήκουν σε 9 taxa.

Τα είδη αυτά ταξινομούνται σε τέσσερις ομοταξίες.

A. POLYCHAETA

1. *Hediste diversicolor* (Muller 1776)
2. *Harmothoe* sp.
3. *Leiochone* sp.

B. DECAPODA

1. *Carcinus aestuaris* (Nardo 1847)
2. *Upogebia littoralis* (Risso 1816)

Γ. BIVALVIA

1. *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere 1789)
2. *Tellina nitida* (Poli 1795)
3. *Solen marginatus* (Pulteney 1799)

Δ. GASTEROPODA

1. *Cyclope neritea* (Linneo 1758)

1. Πολύχαιτα

Οι πολύχαιτοι σκώληκες είναι πολύ κοινά θαλάσσια ζώα. Έχουν περιγραφεί πάνω από 5.300 είδη. Οι πιο πολλοί έχουν μήκος μικρότερο των 10 cm και διάμετρο 2-10 mm. Έχουν χρώμα ρόδινο-κρεμ με σαρκώδεις προεκβολές που ονομάζονται παραπόδια. Το μεταμερές σώμα που έχουν, τους επιτρέπει να εισχωρούν σε μαλακά υποστρώματα χρησιμοποιώντας το προστόμιό τους και τις περισυσταλτικές μυϊκές κινήσεις.

Φωλιάζουν σε λεπτόκοκκη άμμο ή σε λάσπη της υπερπαλιρροιακής ή υποπαλιρροιακής περιοχής. Μπορούν να ανεχθούν εξίσου καλά χαμηλά επίπεδα οξυγόνου στο υπόστρωμα και ελάχιστη αλατότητα (Κάτουλας 1985).

Οι πολύχαιτοι είναι άριστοι φωλιοποιητές. Στη διάρκεια του χειμώνα ανακατανέμονται κολυμπώντας σε άλλες περιοχές όπου ο πληθυσμός είναι σε ύφεση.

Η αναπαραγωγική διαδικασία των πολυχαιτών ξεκινά με τη σεξουαλική τους ωρίμανση. Τότε κολυμπούν στην επιφάνεια του νερού όπου τα αρσενικά εκσπερματώνουν και τα θηλυκά απελευθερώνουν τα ωάρια.

1. *Hediste diversicolor* (Müller 1776)

Είναι κοινό είδος των υπερπαλιρροιακών πολύχαιτων. Το σώμα τους εμφανίζεται επίπεδο με ένα ραχιαίο αγγείο. Τα ενήλικα φτάνουν τα 60-120 mm σε μήκος και αποτελούνται από 90-120 μεταμερίδια. Το χρώμα τους ποικίλει και γίνεται λαμπερότερο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής (Σχ. 50).

Πρόκειται για ευρύοικο πολύχαιτο (Bagge 1969), χαρακτηριστικό κάτοικο των υφάλμυρων νερών (Perés and Picard, 1964). Είναι ωοφόρος, γονοχωριστικός (σπάνια ερμαφρόδιτος) και τα περισσότερα άτομα του ωοτοκούν μια φορά αφού συμπληρώσουν ένα χρόνο ζωής και μετά πεθαίνουν όπως και όλα τα είδη της οικογένειας Nereidae (Wolff 1973: Heip and Herman, 1979: Olive and Garwood, 1981: Kristensen 1984). Η περίοδος ωοτοκίας τους αρχίζει το Μάρτιο και τελειώνει τον Αύγουστο (Smidt 1951: Muus 1967: Govaere 1969: Kristensen 1984).

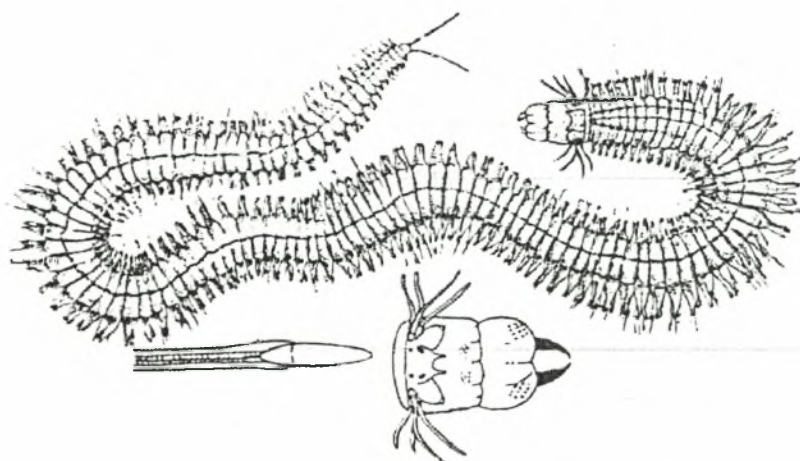
Οι προνύμφες του, αν και έχουν ικανότητα πλεύσης, παραμένουν στην επιφάνεια του ιζήματος ή στις στοές που σχημάτισαν οι γονείς (Heip and Herman, 1979) και αφού φτάσουν το μέγεθος των 4 mm κατασκευάζουν τη δική τους στοά.

Η συμπεριφορά του ως προς τη διατροφή ποικίλει και είναι δυνατό να συμπεριφερθεί ως διηθηματοφάγο, νεκροφάγο, αρπακτικό, θρυμματοφάγο ή και αιωρηματοφάγο, καταναλώνοντας και μειοπανιδικούς οργανισμούς (Muus 1967). Είναι ιδιαίτερα ευρύαλο είδος (Bogucki 1954 : Hohendorf 1963 : Smith 1964) και προτιμάει να εγκαθίστανται σε υποστρώματα πολύ λεπτής ή ιλυώδους άμμου (Wolff 1973).

Η περίοδος ωοτοκίας του αρχίζει το Μάρτιο και τελειώνει τον Αύγουστο (Smidt 1951 : Govaere 1969 : Kristensen 1984). Οι προνύμφες του, αν και μπορούν να κολυμπούν, παραμένουν στην επιφάνεια του ιζήματος ή στις στοές των γονιών τους (Heip & Herman, 1979) και όταν φθάσουν στο μέγεθος των 4 mm κατασκευάζουν τη δική τους στοά.

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας βρέθηκε σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας του Δέλτα του Σπερχειού κατά τη θερινή περίοδο με τη μεγαλύτερη αφθονία. Αντίθετα κατά τη χειμερινή περίοδο βρέθηκε μόνο στους 4 και 5 Σταθμούς δειγματοληψίας και κατέχει την τελευταία θέση από πλευράς αφθονίας (Πίν. 7). Ως γνωστό ευρύοικο είδος αναπτύσσει μεγαλύτερους πληθυσμούς στις ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες της θερινής περιόδου.

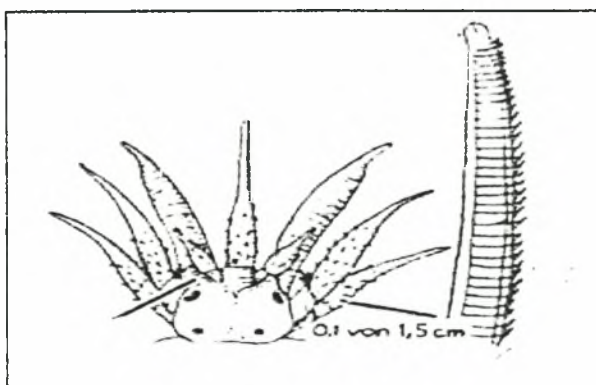
Η μεγαλύτερη αφθονία του που παρατηρήθηκε στο Σταθμό 4 ήταν 39,1 άτομα / 1m² και αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 23,8 gr/m².



Σχήμα 50. Εξωτερική μορφολογία ολόκληρου ατόμου και της κεφαλής του πολύχαιτου *Hediste diversicolor* (κατά Riedl).

2. *Harmothoe* sp.

Τα είδη του γένους ανήκουν στην ομοταξία των πολυχαίτων με τους οποίους έχουν αρκετές ομοιότητες (Σχ. 51). Αποτελούν την κυρίαρχη μικρόπανίδα θενθικού περιβάλλοντος και η παρουσία ή απουσία τους συνδέεται με την κατάσταση των συνθηκών του. Θεωρούνται χρήσιμοι οργανισμοί για τη παρακολούθηση των αλλαγών του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Διαπιστώθηκε ότι η απουσία μερικών ειδών του γένους *Harmothoe* (*H. imbricata*) μπορεί να είναι δείκτης υποβαθμισμένου περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα υποστηρίχθηκε ότι όταν η απουσία ειδών του γένους *Harmothoe* από μια περιοχή συνδυάζεται με μικρή ποικιλότητα τότε η πιθανότητα η περιοχή αυτή να έχει επηρεασθεί είναι μεγάλη (Rygg 1985). Στη περιοχή έρευνας η μεγαλύτερη αφθονία του είδους παρατηρήθηκε μόνο τη χειμερινή περίοδο στο Σταθμό 1 με 9,4 άτομα / m² που αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 0,67 gr/m².



Εικόνα 51. Απεικόνιση πολύχαιτου του γένους *Harmothoe* κατά Riedl.

3. *Leiochone* sp.

Τα είδη του γένους *Leiochone* ανήκουν στην ομοταξία των πολυχαίτων. Αποτελούν την κυρίαρχη μικροπανίδα θενθικού περιβάλλοντος.

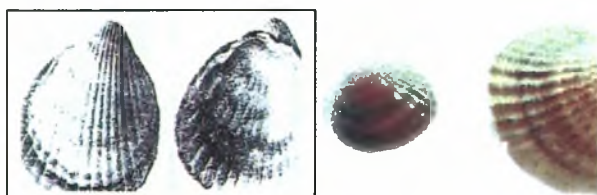
Η μεγαλύτερη αφθονία του *Leiochone* παρατηρήθηκε μόνο τη χειμερινή περίοδο στο Σταθμό 3 ήταν 1,6 άτομα / m² που αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 0,28 gr/m².

4. *Cerastoderma glaucum* (Bruguierre 1789)

Το δίθυρο αυτό (Σχ. 52) αποτελεί τυπικό εκβολικό είδος με χωρομωσαϊκή κατανομή και πλαγκτονικές προνύμφες (Per 1967¹ b: Gordo 1982). Είναι αιωρηματοφάγος οργανισμός ο οποίος ζει σε μικρό βάθος μέσα στο ίζημα (Wolff 1973).

Σύμφωνα με τον Mc Lusky (1971), προτιμά να ζει σε προφυλαγμένες περιοχές με αμμοϊλύωδη ιζήματα, με αρκετά όμως καλό υδροδυναμισμό, ώστε να εξασφαλίζει επαρκή τροφή. Παρόλα αυτά, είναι δυνατό να ζει εγκαταστημένο σε διάφορους τύπους υποστρωμάτων και να ανέχεται αλατότητες μικρότερες ακόμα και από 5‰ ή μεγαλύτερες από 40‰. (Σχ. 52).

Η μεγαλύτερη αφθονία του *Cerastoderma glaucum* που παρατηρήθηκε στο Σταθμό 4 ήταν 10,94 άτομα / m² που αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 18,03 g.



Σχήμα 52. Το δίθυρο *Cerastoderma glaucum* (Campell 1979).

5. *Tellina nitida* (Poli 1795)

Είναι δίθυρο των λιτοραλικών περιοχών. Ζει σε θαλάσσια αμμώδη υποστρώματα μικρού βάθους. Έχει μέγιστο μήκος 35 mm (Σχ. 53).

Η μεγαλύτερη αφθονία του *Tellina nitida* που παρατηρήθηκε μόνο τη χειμερινή περίοδο στο Σταθμό 4 ήταν 4,68 άτομα / m² και αντιστοιχεί σε μέση αφθονία βιομάζας 3,85 gr/m².

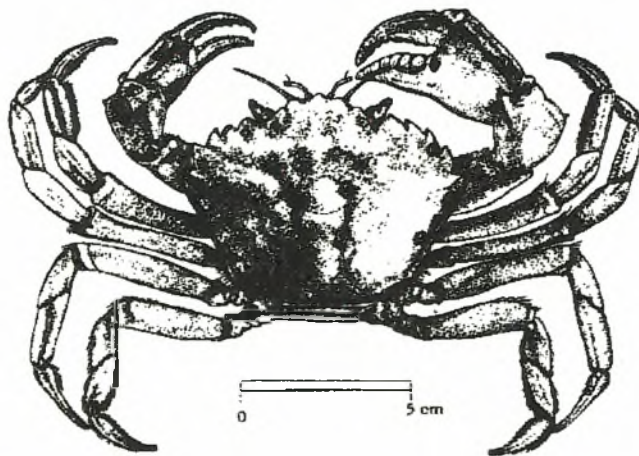


Σχήμα 53. Το δίθυρο *Tellina nitida* (Poli 1795)

6. *Carcinus aestuaris* (Nardo 1847)

Πρόκειται για είδος των λιτοραλικών και υπολιτοραλικών περιοχών που συναντάται σε όλους τους τύπους των υποστρωμάτων.

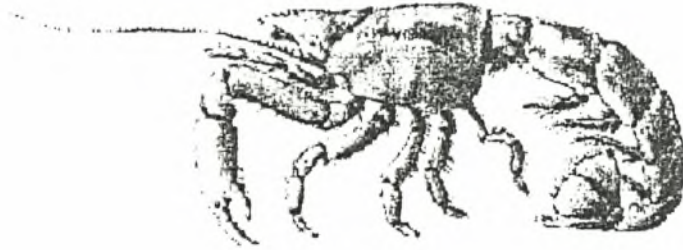
Η μεγαλύτερη αφθονία του *Carcinus aestuaris* (σχ. 54) παρατηρήθηκε μόνο τη καλοκαιρινή περίοδο στο Σταθμό 5 ήταν 1,56 άτομα / m² που αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 1,88 gr/m².



Σχήμα 54. Σχηματική παράσταση ατόμου *Carcinus aestuaris*

7. *Upogebia littoralis* (Risso 1816)

Το δεκάποδο αυτό σύμφωνα με τον Pés (1967 a), αποτελεί χαρακτηριστικό είδος της βιοκοινωνίας των επιφανειακών προφυλαγμένων άμμοιλυωδών περιοχών. (Σχ. 55). Είναι σχετικά ευρύαλο είδος, γεγονός που του επιτρέπει να εισχωρεί ως ένα βαθμό στις εκβολικές περιοχές με κατάλληλο υπόστρωμα.



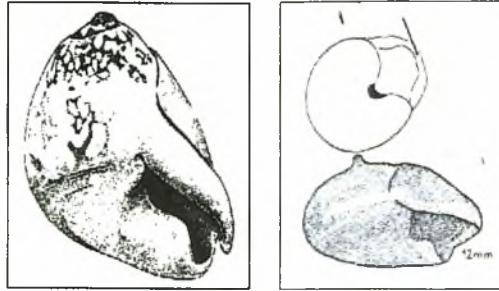
Σχήμα 55. Σχηματική παράσταση ατόμου *Upogebia littoralis*.

Το μήκος των ώριμων ατόμων είναι δυνατό να φτάσει στα 6,5 cm και η διάρκεια ζωής του είναι 3 περίπου χρόνια. Είναι ωτόκο και τα θηλυκά φέρουν από 1500 έως και 4500 αυγά ανάλογα με το μέγεθος τους. Τα ωφόρα θηλυκά εμφανίζονται τους καλοκαιρινούς μήνες και συνήθως αποθέτουν τα αυγά τους τον Ιούλιο. Κάθε άτομο ανοίγει μία μόνιμη στοά σχήματος U. Οι στοές μπορεί να έχουν βάθος μέχρι και 1 m και πολλές φορές, όταν η πυκνότητα του πληθυσμού δεν είναι μεγάλη, είναι δυνατό να έχουν τρεις ή τέσσερις εξόδους. Οι στοές δύο ατόμων δεν επικοινωνούν ποτέ μεταξύ τους (Ott et al., 1976).

Η μεγαλύτερη αφθονία του *Upogebia littoralis* που παρατηρήθηκε μόνο τη χειμερινή περίοδο στο Σταθμό 2, ήταν 4,68 άτομα / m² και αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 0,45 gr/m².

8. *Cyclope neritea* (Linneo 1758)

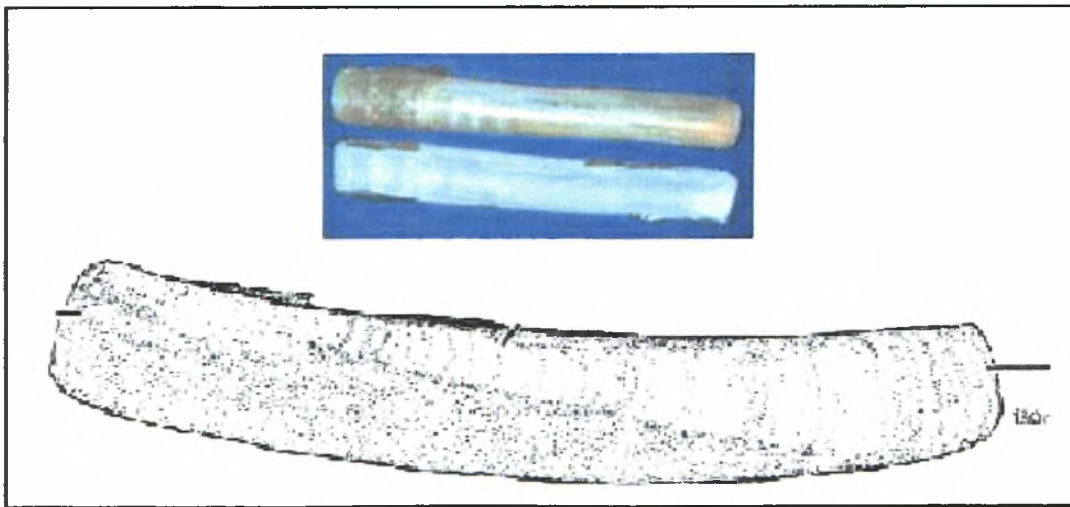
Έχει μέγιστο μήκος 0,9 cm και διάμετρο 1,4 cm (Σχ. 55). Είναι κοινό είδος των αμμολασπιδών και υπερλιτοραλικών περιοχών. Η μεγαλύτερη αφθονία του *Cyclope neritea* παρατηρήθηκε τη θερινή περίοδο στο Σταθμό 1 ήταν 3,13 άτομα / m² που αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 2,53 gr/m².



Σχήμα 56. Το γαστερόποδο *Cyclope neritea* (Linneo 1758)

9. *Solen marginatus* (Pulteney 1799)

Είναι πολύ κοινό είδος για τις λιτοραλικές ζώνες. Έχει μορφή τετραγωνική επιμήκη χρώμα χαλκού και μήκος μέχρι τα 12 cm (Σχ. 56). Άλλο σημαντικό συγγενικό είδος που παρατηρείται στην ευρύτερη περιοχή είναι το είδος *Pinna nobilis* (Πίνα). Η μεγαλύτερη αφθονία του *Solen marginatus* παρατηρήθηκε μόνο τη χειμερινή περίοδο στο Σταθμό 5, ήταν 26,56 άτομα / m² και αντιστοιχούν σε μέση αφθονία βιομάζας 12,27 gr/m².

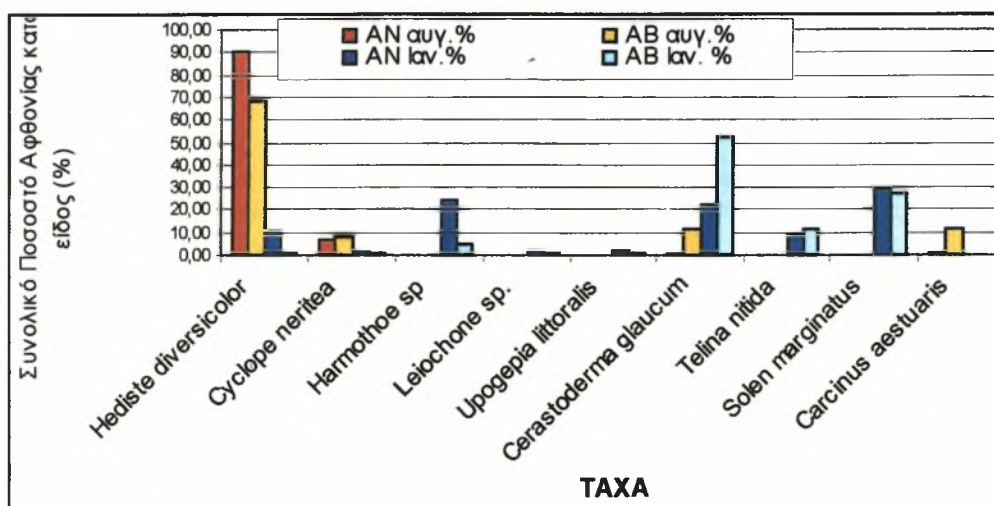


Σχήμα 57. Άτομα *Solen marginatus* σε φωτογραφική και σχηματική απεικόνιση.

Στον Πίνακα 15 αποδίδονται τα συνολικά ποσοστά αφθονίας ατόμων (AN) ή βιομάζας (AB) για όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν στο Δέλτα του Σπερχειού τον Αύγουστο –2000 και τον Ιανουάριο 2001. Στο σχήμα 57 παριστάνεται γραφικά η συμμετοχή κάθε taxa στην αφθονία (ατόμων ή βιομάζας) για τη θερινή ή χειμερινή περίοδο.

Πίνακας 15. Συνολικά ποσοστά αφθονίας ατόμων (AN) ή βιομάζας (AB) για όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν στο Δέλτα του Σπερχειού τον Αύγουστος - 2000 & Ιανουάριος - 2001

Α/Α	ΤΑΧΑ	ΑΓΟΥΣΤΟΣ - 2000		ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ - 2001	
		AN (%)	AB (%)	AN (%)	AB (%)
1	<i>Hediste diversicolor</i>	89,86	68,36	10,34	0,62
2	<i>Cyclope neritea</i>	7,25	8,16	1,72	0,69
3	<i>Harmothoe sp</i>			24,14	5,29
4	<i>Leiochone sp.</i>			1,72	0,62
5	<i>Upogepia littoralis</i>			1,72	1,00
6	<i>Cerastoderma glaucum</i>	1,45	11,54	22,41	52,90
7	<i>Telina nitida</i>			8,62	11,72
8	<i>Solen marginatus</i>			29,31	27,14
9	<i>Carcinus aestuaris</i>	1,45	11,94		
ΣΥΝΟΛΑ		100,00	100,00	100,00	100,00



Σχήμα 58. Γραφική απεικόνιση των ποσοστών αφθονίας ατόμων (AN) ή βιομάζας (AB) για όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν στο Δέλτα του Σπερχειού τον Αύγουστο –2000 & Ιανουάριος - 2001

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abel, P. D., 1989. Water pollution biology. John Willey & Sons. New York. 93 pp.
2. Αγγελόπουλος, Ι., Κ. Περισσορράτης, και Δ. Μητρόπουλος 1991. Χάρτης ιζημάτων Β.Αιγαίου. Φύλλο Παγασητικός, Κλ. 1:200.000, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. Αθήνα. 1991.
3. Ambrogi, R., L. Amoureux & D. Bedulli, 1983a. Contribution a l'étude des peuplements infralittoraux face au Delta du Po. Rapp. Comm. Int. Mer Medit 28(6): 189-190
4. Ambrogi, R., L. Amoureux & D. Bedulli, 1983b. Le macrobenthos de la lagune "Sacca del Canarin" (Delta du Po). Rapp. Comm. Int. Mer Medit 28(6): 297-301.
5. Αναγνώστου, Χ. & Χ. Τζιάβος, 1992. Οι γεωλογικές διεργασίες στο σχηματισμό του Μαλιακού κόλπου και η σημερινή δυναμική του. Πρακτικά ημερίδας με θέμα "Περιβαλλοντικά προβλήματα Μαλιακού κόλπου και δυνατότητες ανάπτυξης της περιοχής", 27-36.
6. Αναγνώστου, Χ. & Ε. Καμπέρη 1994. Τα βαρέα μέταλλα και ο οργανικός άνθρακας στα ιζήματα ως δείκτες ρυπαντικής επιβάρυνσης της περιοχής. (Στο: Αναγνώστου Χ. & Ε. Παπαθανασίου 1994. Μελέτη εντοπισμού ρύπανσης του Μαλιακού κόλπου σε συνδυασμό με τις ιχθυοπαραγωγικές και αλιευτικές δυνατότητες ανάπτυξής του). Τεχνική Έκθεση, Εθνικό Κέντρο θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ): 100-139.
7. Αναγνώστου, Χ. & Ε. Παπαθανασίου, 1994. Μελέτη εντοπισμού ρύπανσης του Μαλιακού κόλπου σε συνδυασμό με τις ιχθυοπαραγωγικές και αλιευτικές δυνατότητες ανάπτυξης του. Τεχνική Έκθεση, Εθνικό Κέντρο θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ): 33-45.
8. Αναγνώστου, Χ. & Ε. Παπαθανασίου, 1995. Το θαλάσσιο οικοσύστημα του Μαλιακού κόλπου. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ποτάμιου Οικοσυστήματος Σπερχειού. Πρακτικά Ημερίδας. Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος, Τόμος 2.
9. APHA, 1992. Standard Method for the Examination of water and Wastewater, 18th Edition, 1992 APHA, Washington D.C.
10. Armonies, W., 2000. On the spatial scale needed for benthos community monitoring in the coastal North Sea. Elsevier. Journal of Sea Research: 43(2000) p. 121-133. New York 2000.
11. Bagge, P., 1969. Effects of pollution on estuarine ecosystems. Merentutkimuslait Julk/Havsfors. Skrift., 228:130.
12. Balls, P., 1994. Nutrients inputs to estuaries from nine Scottish east coast rivers: Influence of estuarine process on inputs to the North Sea. Est. coast. Shelf. Sci. 39:329-352.
13. Barnes, R.S.K., 1974. Estuarine Biology, Ed. Arnold. The Institute of Biology's Studies in Biology, 49: 76.
14. Bianchi, NC., 1985. Pour une bionomie des lagunes cotieres méditerranées. Rapp. Comm. int. Mer Medit, 29(4) :37-38
15. Bogucki, M., 1954. Adaptation of Nereis diversicolor to diluted Baltic water and to fresh water. Polskie Arch. Hydrobiol., 2: 237-251.
16. Bourgoutzani, F. & A. Zenetos, 1983. The Molluscan populations in Messologi Lagoon, Patraikos Gulf. Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 28(6) :113-114.
17. Bray, J.R. & J.T Curtis., 1957. An ordination of the upland forest communities of South Wisconsin. Ecol. Mono., 27: 323-347.
18. Brun, B., 1967. Etude ecologique de l'estuaire du "Grand-Rhone". Bull Inst. Oceanogr. Monaco, 66, N° 1371 :46pp.

19. Brun, B., 1975. Quelques aspects des cycles biologiques de deux Gammare des eaux saumâtres du littoral Méditerranéen Français. Arch. Zool. Exp. Gen.: 343-358.
20. Castro, P. & M. Huber, 1999. Θαλάσσια Βιολογία. Ελληνική Έκδοση. Επιμέλεια Θ. Κούκουρας. Ε. Βουλτσιάδου. University Studio Press. Θεσσαλονίκη 1999. 312-324
21. Christou, E., K. Pagou, S. Christianidis, & E. Papathanasiou, 1995. Temporal and spatial variability of plankton communities in a shallow embayment of the eastern Mediterranean. In: Eleftheriou A, Ansell AD Smith CJ (eds) Biology and ecology of shallow coastal waters, Olsen, Fedensborg, p. 3-10.
22. Coleman, N. & FW. Cuff, 1980. The abundance, distribution and diversity of mollusks of Western Port, Victoria, Australia. Malacologies, 20: 35-62.
23. Γεωργίου, Κ., Ε. Οικονομίδου, Ε. Νικαλαΐδου, Α. Λεγάκης, Μ. Αριανούτσου, Μ. Θεσσαλού, Π. Οικονομίδης, Π. Βαλάκος, Α. Σφουγγάρης, Π. Δεληπέτρου, Α. Σκορδίλης, Κ. Καδής, Δ. Μπόμπορη, Κ. Κορμάς, Ε. Μπαζός, Μ. Γκαΐλιχ, Π. Μαραγκού, Α. Μελιάδου, Κ. Παπαδημητρίου & Κ. Στασινός, 1996. Εδικό διαχειριστικό σχέδιο περιοχής κοιλάδα και εκβολές Σπερχειού – Μαλιακός Κόλπος. Ε.Ε, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΕΚΒΥ. Θεσσαλονίκη 1996. Σελ. 16,23,32,91.
24. Γεωργίου, Κ., 1995. Σπερχειός. Οικολογική και Γεωργική Θεώρηση. Πρακτικά ημερίδας "Σπερχειός 2000+" Λαμία 4-5-95 σελ. 22.
25. Γκούβης, Ν., 1988. Ποιοτική και ποσοτική μελέτη της βενθικής μακροπανίδας της εκβολικής περιοχής του ποταμού Έβρου. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ 188.
26. Dance, K.W. & H.B.N Hynes, 1980. Some effects of agricultural land use on stream insect communities. Environmental Pollution (Series A), 22:19-28.
27. Davidson, N.C. & P.R. Evans, 1986. The role of man-made and man-modified wetlands in the enhancement of the survival of over wintering shorebirds. Colonial Water birds, 9 (2): 176-188.
28. DeLong, M.D. & M.A. Brusven, 1998. Macro invertebrate community structure along the longitudinal gradient of an agriculturally impacted stream. Environmental Management, 22 (3): 445-457.
29. Den Hartog C., 1971. The border environment between the sea and the fresh water with special reference to the estuary. Vie Milieu, Bull Lab, Arago, Banyulus sur Mer, 22: 739-751.
30. Diviacco, G., 1983. Distribution of the Crustaceans Amphipods in the East Tyrrhenian Lagoons. Papp. Comm. int. Mer Medit., 28(6) :315-18.
31. ΕΚΘΕ, 1994. Μελέτη εντοπισμού ρύπανσης του Μαλιακού κόλπου σε συνδυασμό με τις ιχθυοπαραγωγικές και αλιευτικές δυνατότητες ανάπτυξής του. Τεχνική Έκθεση. Εθνικό Κέντρο θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ): 33-45.
32. Edwards R.W., K. Benson-Evans, M.A. Learner, P. Williams & R. Williams, 1972. A biological survey of the River Taff. Wat. Poll-Control, 2:24pp.
33. Evans, P.R., R.M. Ward & T. Mercer, 1996. An overview of the results of the monitoring programmes related to nature conservation concerns arising from the river Tees barrage and crossing act 1990 for the years before 1990-1994 before commissioning of the barrage. University of Durham, Department of Biological Sciences.
34. Field, J.G., K.R. Clarke & R.M Warwick, 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar Ecol Pros Ser. p. 37-52.
35. Gamulin - Brida, H., 1974. Biocoenoses benthiques de la mer Adriatique. Acta

- Adriatica, Vol. 15 (N° 9) :1-89.
36. Garcia-Soto, C., I. de Madariaga, F. Villate & E. Orive, 1990. Day –today variability in the plankton community of a coastal shallow embayment in response to river runoff and water turbulence. *Est. coast. Shelf Sci.* 31: 217-229.
 37. Gordo, L-S., 1982. Aspects of the growth and density of *Cerastoderma edule* bith Alvor salt marsh, S. Portugal. *Arq. Mus. Bocage*, 1(19): 435-452.
 38. Govaere, J., 1969. Bijdrage tot de oecologie van enkele benthos organismen in het Zwin. Mimeographed report, Univ. Gent: 1-92. .
 39. Grange, N., & B.R Allanson, 1995. The influence of freshwater inflow on a nature, amount and distribution of seston in estuaries of the Eastern Cape, South Africa. *Est. coast. Shelf Sci.* 40:403-420.
 40. Gray, J.S., 1974. Animal-sediment relationships. *Ocean. Mar- Bio! Ann. Rev.*, 12: 223-261.
 41. Heip, C. & R. Herman, 1979. Production *Nereis diversicolor* O.F. Müller (Polychaeta) in a shallow brackish water pond. *Estuar and coastal Mar. Science*, 8: 297-305
 42. Hohendorf, K., 1963. Der Einfluss der Temperatur auf die Salztoleranz und Osmoregulation von *Nereis diversicolor* O.F. Müller. *Kieler Meeresf.*, 19: p.196-218.
 43. Zar, J., 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey 1996. 389 pp.
 44. Zenetos, A. & F. Bei , 1987. Preliminary studies on the community structure of the macrozoobenthos in Atalanti Bay, Greece. *Biologia Gallo-Hellenica* 13:21-24.
 45. Ζενέτου, Α., 1995. Παλαιοοικολογία και σύγχρονο περιβάλλον στο Μαλιακό Κόλπο. Πρακτ. 4^{ου} Συν. Επιστ. Περιβ. & Τεχν. Μόλυβος, σελ 266-273.
 46. Θεοδώρου, Α., 2000. Οι βιοδείκτες και η χρήση τους σε σχέση με δειγματοληψίες φυτοπλαγκτού για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης μιας θαλάσσιας περιοχής που ρυπαίνεται από αστικά λύματα. Πρακτική εφαρμογή. Ειδικά θέματα Οικολογίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος σελ. 1-10
 47. Θεριανός, Α. Δ., 1974. Η γεωγραφική κατανομή της παροχής νερού των Ελληνικών ποταμών. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας ΧΑ: σελ.28-58
 48. Janssen, H., M. Sheepmaker, M. Von Couwelaar & S. Pinkster, 1979. Biology and distribution of *Gammarus aequicauda* and *G. insensibilis* (Crustacea Amphipoda) in the Lagoon system of Bages-Sigean (France). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 49(1): 42-70.
 49. Jordan, T.E , D.L. Corel, J. Miklas, and D.E. Weller, 1991a. Long-term trends in estuarine nutrients and chlorophyll and short-term effects of variation in watershed discharge. *Mar.Ecol..Prog. Ser.*75:121-132
 50. Jordan, T.E., D.L. Corel, J. Miklas, D.E. Weller, 1991b. Nutrients and chlorophyll, at the interface of a watershed and an estuary .*Limnol. Oceanogr.* 36(2):251.
 51. Κακαβάς, Ν., 1988. Συμπεράσματα και προτάσεις για την αξιοποίηση της κοιλάδας του Σπερχειού και του Βοιωτικού Κηφισού. Πρακτικά ημερίδας Σπερχειός – Βοιωτικός Κηφισός. Λαμία 1988 . σελ.31.
 52. Κακαβάς, Ν., & Β. Τσιούμας, 1995. Υδρογεωλογικές συνθήκες λεκάνης Σπερχειού υφιστάμενη κατάσταση – προτάσεις και προοπτικές αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού. Πρακτικά ημερίδας "Σπερχειός 2000+ " Λαμία σελ. 203.
 53. Κάτουλας, Ε., 1985. Ζωολογία. Γιαχούδη-Παππουλή. Θεσσαλονίκη. σελ. 675-700.
 54. Κιλικίδης, Σ., Α. Καμαριανός, Γ. Φώτης, Χ. Μπατζιός, Ξ. Καραμανλής, Θ. Κουσουρής, Μ. Καρτέρης, Τ. Ακριώτης, Μ. Βογιατζής, Ο. Γιαννακού, & Ι. Γύτας, 1992. Υγροβιότοπος δέλτα Σπερχειού.

- A.Π.Θ. Θεσσαλονίκη 1992, σελ. 2-10.
55. Κορμάς, Κ., 1998. Περιγραφή και δυναμική Οικολογικών συνιστωσών του Οικοσυστήματος του Μαλιακού Κόλπου. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών 1998.
 56. Kormas, K., M. Thessalou - Legaki, & A. Nicolaidou, 1997. Is water column productivity reflected to its benthic assemblages? In : Hawkins LE, Hutchinson S, Jensen AC, Sheader M, Williams JA (Eds) The responses of marine organisms to their environments, University of Marine Organisms to their environments. University of Southampton, p. 143-151
 57. Κούκουρας, Α., 1979. Βιονομική μελέτη της μακροπανίδας του κινητού υποστρώματος της μεσοπαραλιακής ζώνης στο Στρυμόνα και Θερμαϊκό κόλπο. Διδακτορική διατριβή, σελ. 283 .
 58. Κουσουρής, Θ.Σ., 1998. Το Νερό στη Φύση, στην Ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος. Μονογραφίες θαλάσσιων Επιστημών, 1: 179
 59. Kristensen, E., 1984. Life cycle, growth and production in estuarine populations of the polychaetes *Nereis virens* and *Nereis diversicolor*. *Holarctic Ecol.*, 7: 249-256.
 60. Κωτούλας, Δ., 1987. Έρευνα του χαρακτήρα των χιμαιρικών ρευμάτων στην Ελλάδα ως παράγοντα υποβάθμισης ορεινών λεκανών και πλημμυρογένεσης. Μέρος Ι. Λεκάνη απορροής ποταμού Σπερχειού. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
 61. Κωτούλας, Δ., 1988. Νερά και φερτά υλικά στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Πρακτικά ημερίδας Σπερχειός – Βοιωτικός Κηφισός. Λαμία 1988 . σελ.46
 62. Λιαδοπούλου, Κ., 1993. Η πρόσφατη ιζηματογένεση στο Μαλιακό Κόλπο. Διπλωματική Ενδεικτικού Μεταπτυχιακού Ωκεανογραφίας, Τμ. Γεωλογίας Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
 63. Libes, S.M., 1993. An introduction to marine biogeochemistry. John Wiley & Sons, New York.
 64. Liddell, H. & R. Scott, 1907. Μέγα λεξικό της Ελληνικής Γλώσσας. Εκδόσεις Ελληνικά γράμματα. Αθήνα 1907. Τόμος 4^{ος} σελ. 103.
 65. Makra, A. & A. Nicolaidou, 1999. Benthic communities of the inner Argolicos Bay. Paper presented in the 8th International Congress of Hellenic Zoological Society "Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions". Kavala, Greece. May 1999.
 66. Mallin, M.A., H.W. Paerl, J. Rudek, P.W. Bates, 1992. Regulation of estuarine primary production by watershed rainfall and river flow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 93:199-203.
 67. Mc Lusky, D.S., 1971. Ecology of Estuaries. The Scholarship Series in Biology. Gen. Ed. Dowdeswell: 141pp.
 68. Mc Lusky, D.S., 1981. The Estuarine Ecosystem. Tertiary Level Biology. Blackie, Glasgow, 215pp.
 69. Margalef, R., 1957. La teoria de information en ecologia. *Mem. Real. Acad. Cienc. Artes Barcelona*, 32 :373 –449,. Translation : Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3:36-71 (1958).
 70. Μαρουκιάν, Χ. & Κ. Παυλόπουλος, 1995. Γεωλογία και Γεωμορφολογία της Λεκάνης απορροής του Σπερχειού ποταμού. Πρακτικά ημερίδας "Σπερχειός 2000+ " .4-5-1995. Λαμία. σελ. 203.
 71. Mattila, J., G. Chaplin, M. Eilers, H. Kenneth, J. O' Neal, J. Valentine. 1999. Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscota River, Maine (USA) Atoll. Elsevier. *Journal of Sea Research*:41(1999) p. 321-332. New York.1999.

72. Μήτσιος, Ι. Κ., 1999. Εδαφολογία. Εκδ. Zymel. Αθήνα . σελ.49-53.
73. Moore, P.G., 1971. Ecological survey strategy. *Marine Pollution Bulletin*, 2: 37-39
74. Μπιναζούνης, Μ., Δ. Καλλιδορομίτου Ι. Ζαχαρίας, Φ. Περγαντής, Π. Βασιλείου και συνεργάτες, 1996. Ολοκληρωμένη διαχείριση ποτάμιου οικοσυστήματος Σπερχειού. Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος. Σύμβαση LIFE 92-2/gr/004, Β4-3200, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ΓΔ/11, Περιβαλλοντική Τεχνική Έκθεση, Τόμοι Ι-ΙΧ, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων.
75. Muus, B.J., 1967. The fauna Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. *Medd. Danmarks Fisk. Havundersog.*, (n.ser. 5(1): 1-316.
76. Netto, S., M. Atrill, & R. Warwick, 1999. The effect of a natural water-movement related disturbance on the structure of meiofauna and macrofauna communities in the intertidal sand flat of Rocas Atoll (NE, Brazil). Elsevier. New York. 1999
77. Nicolaidou, A. & K. Karlou, 1983a. A benthic survey in the brackish water Lagoon Mazoma of the Amvrakikos Gulf. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 28(6) : 235-236.
78. Nicolaidou, A., M. Moraitou-Apostolopoulou & L. Ignatiadis, 1983b. A survey of estuarine benthic, zooplanktonic and phytoplanktonic communities of Amvrakikos Gulf, Ionian Sea. *Marine Ecology*, 4(3): 197-209.
79. Nittrouer, C.A., 1993. Controlling the ingredients that flow to the sea: oceanic processes near river mouths. *Oceanus*, 36(2): 12-18.
80. Ντούνας, Κ., 1986. Μελέτη των βενθικών μακροπανιδικών συνευρέσεων του κινητού υποστρώματος του Στρυμονικού κόλπου. Διδακτορική διατριβή Θεσσαλονίκη. σελ.179
81. Olive, P.J.W. & P.P Garwood, 1981. Gametogenic cycle and population structure of *Nereis (Hediste) diversicohr* and *Nereis (Nereis) pelagica* from Northeast England. *Mar. Biol. Ass. U.K.*, 61; 193-213p.
82. Ott, J.A., R. Fuchs & A. Malasek, 1976. Observation on the biology of *Callianassa stebbingi* Borrodaile and *Upogebia litoralis* Risso and their effect upon the sediment. *Senckenbergiana marit.*, 3(1/3): 61-79p.
83. Παπαθανασίου, Ε., Χ. Αναγνώστου, Φ. Βουτσινού – Ταλιαδούρη, Ε. Γεωργακοπούλου - Γρηγοριάδου, Α. Ζενέτου, Μ. Θεσσαλού – Λεγάκη, Α. Κατσίκη, Φ. Μπέη, Χ. Νακοπούλου, Κ. Πάγκου, Π. Παναγιωτίδης, Α. Ρανκουσι-Παπαδοπούλου, Ν. Συμπούρα, Ε. Χρήστου, Σ. Χριστιανίδης, Φ. Χρυσοβέργη & Ρ. Ψιλλίδου-Γιουράνοβιτς, 1992. Μελέτη του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου . Τελική Έκθεση ΕΚΘΕ, Αθήνα, σελ. 243.
84. Pearson, T.H., & R. Rosenberg , 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
85. Περγαντής, Φ., 1995. Το Βιοτικό Περιβάλλον της Λεκάνης Σπερχειού ποταμού. Πρακτικά ημερίδας "Σπερχειός 2000+ " 4-5-1995. Λαμία. σελ. 203.
86. Perés, J.M., 1961. *Océanographie biologique et biologie marine. Tome premiere : La vie benthique* .Press Univ. France, Paris : 542 p.
87. Perés, J.M. & J. Picard , 1964. *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47): 1-137.
88. Perés, J.M., 1967a. Les biocenoses benthiques dans le system phytal. *Rec. Trav. Sta. (Mar. Endoume, 42C58)*: 1-113.
89. Perés, J.M., 1967b. The Meditermee. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31(47) : 1-137.
90. Peres, J.M., 1982. General features of organism assemblages in pelagical and

- benthal. In: O. Kinne (Ed), *Marine Ecology, Vol. V. Ocean Management*, Part 1, Wiley and Sons, Chichester: 47-65.
91. Περισσράτης, Κ., Ν. Κονισπολιάτης, 1997. Ζώνες απόθεσης και παράγοντες που επιδρούν στην παρουσία αργιλικών ορυκτών στα ιζήματα του Μαλιακού Κόλπου και των γύρω διαύλων. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, σ. 89-92.
 92. Pielou, E.C., 1969. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131-144.,
 93. Pierre, F., & P. Lechevalier, *Faune de France*. 12. Rue de Tournon. Paris 1923. Office Central de faunistique.
 94. Πούλος, Σ., 1997. Το ιζηματολογικό δυναμικό των Ελληνικών ποταμών. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, σ. 481-482.
 95. Reizopoulou, S., M. Thessalou-Legaki & A. Nicolaidou, 1996. Assessment of disturbance in Mediterranean lagoons: an evaluation of methods. *Marine Biology*, 125: 189-197.
 96. Richardson, C. J., 1995. Wetlands Ecology. In: *Encyclopedia of Environmental Biology Vol. 3*. Nieremberg W.A (ed) Academic Press, INC San Diego, California 1995, pp. 535 – 550.
 97. Ρίζος, Δ., 1991. Αλιευτική διαχείριση και προστασία του Μαλιακού Κόλπου. 2^ο Συνέδριο Ν.Ε.Λ.Ε. Νομαρχία Φθιώτιδας. Λαμία 1991.
 98. Ρουσσουστακάκη, Μ., 2001. Δεν είναι φύκια. Στο περιοδικό "Η Φύση" της Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης. Τεύχος 93 σελ 21.
 99. Rygg, B., 1985. Effect of sediment copper on benthic fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 25(1), 83-89.
 100. Σκέτου, Ε., 2000. Συσχέτιση δομής και αφθονίας της κοινότητας των βενθικών μακροασπονδύλων με την ποιότητα νερού και τη σύνθεση και αφθονία της υδρόβιας ορνιθοπανίδας στον υγρότοπο του Σπερχειού. Διατριβή Μεταπτυχιακών σπουδών τμήματος Γεωπονίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σελ. 65.
 101. Στασινός, Κ., 1995. Οι απειλές των υγροτόπων της Φθιώτιδας. Πρακτικά ημερίδας "Σπερχειός 2000+ " Λαμία 4-5-95 σελ. 203.
 102. Παπαθανασίου Ε., 1994. Μελέτη εντοπισμού ρύπανσης του Μαλιακού κόλπου σε συνδυασμό με τις ιχθυοπαραγωγικές και αλιευτικές δυνατότητες ανάπτυξης του. Τεχνική Έκθεση, Εθνικό Κέντρο θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ): 107-118.
 103. Simboura, N., A. Zenetos, M. Thessalou-Legaki, M. A. Pancucci, A. Nicolaidou, 1995. Benthic Communities of the Infralittoral in the N. Sporades (Aegean Sea) . A Variety of Biotopes Encountered and Analysed. *Marine Ecology*, 16(4): 283-306.
 104. Smidt, E.L.B., 1951. Animal production in the Danish Waddensea, Meddelel. K-omm. Danmarks Fisk. Havundersog., (Fisk.) 11(6): 1-151.
 105. Smith, R.L., 1964. On the early development of *Nereis diversicolor* in different salinities. *J. Morph.*, \ 14: 437-464.
 106. Sokal, R.R. & P.H.A., Sneath, 1963. *Principals of Numerical Taxonomy*, 339pp.
 107. Southward, A..J., 1965. *Life on the sea-shore*. Harvard Univ. Press, Massachusetts: 153 pp.
 108. Tziavos, C., 1977. Sedimentology, ecology and paleogeography of the Sperchios valley and Maliakos gulf, Greece . Thesis University of Delaware.
 109. Φασούλας, Α., 1979. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής. Θεσσαλονίκη. σελ 35.
 110. Vatova, A., 1963. La faune benthique des embouchures des fleuves venitiens. *Rapp. Comm. Inst. Mer Medit.*, 17(2): 139-141.
 111. Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. *ZooSogische Verhandelmgen*, 126: 242pp.

**ΚΛΕΙΔΕΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΟΝ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ**

1. Αρβανιτίδης, Χρ., 1994. Συστηματική και βιονομική μελέτη των μακροβενθικών πολύχαιτων *annelidae*, *polychaeta* του βορείου Αιγίου. ΔΣΘ, Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
2. Fouvel, P., & P., Lechevalier, 1923. Faune de France. 12. Rue de Tournon. Paris. Office Central de faunistique.
3. Day, J.H., 1967. Polychaeta of Southern Africa Part 1. Errantia. University of Cape Town. Transactions of British Museum (Natural history). London.
4. Ciulla, D' Angelo & S. Gargiulo. 1981. Guida Alle conchiglie mediterranee (comoscele Cercarie Collezionarie. Fabri Editori - Milano.
5. Pierre, F., & P. Lechevalier, Faune de France. 12. Rue de Tournon. Paris 1923. Office Central de faunistique.
6. Hayard, P., & J.S. Ryland, . The marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Oxford science. Publication, Clarendon Press - Oxford.
7. Rupert, Riedl, 1983. Fauna und Flora des Mittelmeeres. Verlag Paul Parey. Hamburg.
8. Campbell, A.C., 1989. Seashores & Shallow Seas of Britain and Europe. Hamlyn. Hong Kong.

