

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«Υδατοκαλλιέργειες» -**  
**«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»**

**ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

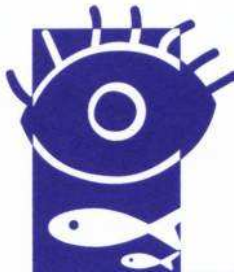
**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**“ Ιζήματα και βιοκοινωνίες της παράκτιας ζώνης στο Θερμαϊκό κόλπο”**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ**  
Κωνσταντίνος Γεωργιάδης

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**  
Δρ. Σοφία Γαληνού- Μητσούδη

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2010



**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES  
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

---

**POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM**

***“Aquaculture” – “Aquatic Animal Health”***

***IN COLLABORATION WITH  
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS***

**Thesis:**

**“Sediments and biocommunities of Thermaikos gulf coastal area”**

**POSTGRADUATE STUDENT**

Konstantinos Georgiadis

**SUPERVISOR**

Dr. Sofia Galinou- Mitsoudi

HGOUMENITSA 2010

στους γονείς μου

στην Όλγα

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι παράκτιες περιοχές είναι δυναμικά συστήματα τα οποία μεταβάλλονται στην πορεία του χρόνου. Οι βιοκοινωνίες που ζουν σε αυτές είναι προσαρμοσμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους σε διαφορετικές περιοχές, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, τον τύπο και τη σύσταση του υποστρώματος και τη διαθεσιμότητα της τροφής. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιδρούν με πολλούς τρόπους στα παράκτια περιβάλλοντα με αποτέλεσμα να έχουν αλλάξει τη δομή και τη σύνθεση των βιοκοινωνιών μειώνοντας συγχρόνως τη βιοποικιλότητα πολλών περιοχών. Ο Θερμαϊκός κόλπος δέχεται τη ρύπανση με ποικίλους τρόπους κυρίως όμως μέσω των ποταμών που εκβάλλουν σε αυτόν, μεταφέροντας βιομηχανικά απόβλητα καθώς και ρύπανση από αγροτικές δραστηριότητες αλλά και από τους 2 αποχετευτικούς αγωγούς της Θεσσαλονίκης και των ανατολικών Δήμων της. Σημαντική είναι και η συνεισφορά σε οργανικό φορτίο των μονάδων μυδοκαλλιεργειών, οι οποίες βρίσκονται συγκεντρωμένες κυρίως στη βορειοδυτική και δυτική πλευρά του Θερμαϊκού κόλπου. Όλα αυτά έχουν μετατρέψει τον Θερμαϊκό και κυρίως τον κόλπο της Θεσσαλονίκης σε ένα ευτροφικό σύστημα.

Στη παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι βιοκοινωνίες και το υπόστρωμα των παράκτιων περιοχών του Θερμαϊκού κόλπου με σκοπό να δημιουργηθεί μια σύγχρονη εικόνα σε σχέση με παλαιότερη που υπήρχε. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν 22 σταθμοί δειγματοληψίας στη παράκτια ζώνη του Θερμαϊκού, στους οποίους αναλύθηκε η σύσταση των ιζημάτων τους, η ποιοτική σύνθεση της μακροχλωρίδας τους και η ποιοτική και ποσοτική σύνθεση της μακροπανίδας τους. Η μακροπανίδα αναλύθηκε σε επίπεδο κύριων ταξινομικών ομάδων εκτός από τα δίθυρα και τα εμπορικά είδη γαστερόποδων που προσδιορίστηκαν σε

επίπεδο είδους, με σκοπό τον υπολογισμό στον κόλπο της Θεσσαλονίκης του δείκτη ποικιλότητας H' και του δείκτη ομοιομορφίας J.

Η ανάλυση της κοκκομετρίας της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου έδειξε ότι τα ιζήματα του αποτελούνται κυρίως από λεπτή άμμο, παρουσιάζοντας λίγες διαφορές σε σχέση με παλαιότερα δεδομένα, όπου για λόγους φερτών υλικών, νεκρών κελυφών και αλλαγής υδροδυναμισμού, παρατηρήθηκαν αδρότερα ιζήματα.

Η ανάλυση της χλωρίδας της περιοχής έδειξε ότι τα μακροφύκη κυριαρχούν στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης, περιοχές που σύμφωνα με την αφθονία των οργανισμών είναι εντονότερα ρυπασμένες, ενώ τα περισσότερα φανερόγαμα απαντήθηκαν στον υπόλοιπο, λιγότερο ρυπασμένο, Θερμαϊκό κόλπο.

Οι σημαντικότερες ταξινομικές ομάδες των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου ήταν τα δίθυρα, τα γαστερόποδα, οι πολύχαιτοι και τα μαλακόστρακα. Από τους πληθυσμούς των διθύρων το χάβαρο έδειξε τόσο ευρύτερη γεωγραφική κατανομή όσο και μεγαλύτερη αφθονία επειδή δεν αλιεύεται την τελευταία δεκαετία για λόγους προστασίας των καταναλωτών από βαρέα μέταλλα.

Ο Θερμαϊκός κόλπος και ακόμα περισσότερο ο κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι ευαίσθητα οικοσυστήματα και σύμφωνα με τους δείκτες ποικιλότητας H' και ομοιοκατανομής J, ο δεύτερος φαίνεται ότι είναι εξαιρετικά ρυπασμένος. Συνεπώς κρίνεται επιτακτική η ανάγκη εφαρμογής της ισχύουσας νομοθεσίας, αλλά και η λήψη επιπλέον πρόσθετων μέτρων που θα έχουν ως στόχο τη μείωση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που υποβαθμίζουν το θαλάσσιο περιβάλλον και μειώνουν τη βιοποικιλότητά του.

## ABSTRACT

The coastal regions are dynamic systems which are altered in the course of time. Biocommunities that live in them are adapted according to their requirements in different regions, depending on the conditions of environment, the type and the composition of the sublayer and the availability of food. The human activities affect in a lot of ways the coastal environments so that they have changed the structure and the composition of biocommunities, decreasing simultaneously the biodiversity of many regions. Thermaikos gulf accepts the pollution in various ways mainly via the rivers that discharge in it, transporting industrial waste as well as by rural activities but also by the 2 draining channels of Thessaloniki and its eastern Municipalities. Moreover the contribution in organic charge of mussel farms units, that are found, assembled mainly in the north-western and western side of Thermaikos gulf is significant. All these have mainly changed Thermaikos and the gulf of Thessaloniki in a eutrophy system.

In the present research the biocommunities and the sublayer of coastal regions of Thermaikos gulf were studied, with a view to create a modern general picture of the gulf, in combination with an older one existed. For this reason 22 stations of sampling were selected in the coastal area of Thermaikos, in which the composition of their sediments, the qualitative configuration of makroflora and qualitative and quantitative configuration of makrofauna were analysed.

Makrofauna was analysed in level of main taxonomic groups except from the bivalves and the commercial species of gastropods that were determined in level of species, aiming at the calculation of diversity  $H'$  and uniformity  $J$  indicators in the gulf of Thessaloniki.

Granulometry demonstrated a general picture of coastal area of Thermaikos gulf, where the sediments are constituted mainly by thin sand, presenting few differences in combination older data, where for reasons of brought materials, dead nutshells and hydrodynamical changes, were observed coarser sediments.

The analysis of flora of region showed that makroalgae dominate in the gulf and bay of Thessaloniki, regions where according to the abundance of organisms are more intensely polluted, while most phanerogams were answered in the rest, more polluted, Thermaikos gulf.

The most important taxonomic groups found in sediments of coastal area of Thermaikos gulf were the bivalves, the gastropods, the polychaitoi and crustaceans. From the populations of bivalves the Bearded horse mussel (*Modiolus barbatus*) demonstrated much wider geographic distribution and bigger abundance because it is not fished the last decade for reasons of protection of consumers from heavy metals.

Thermaikos gulf and especially the gulf of Thessaloniki are sensitive ecosystems and according to the indicators of diversity  $H'$  and uniformity  $J$ , the latter appeared to be exceptionally polluted. Therefore application of the current relative legislation is essential as well as the establishment of additional measures aiming to the limitation of anthropogenic activities that deteriorate the marine environment and decreases its biodiversity.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών: «Υδατοκαλλιέργειες» - «Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών», το οποίο διοργανώθηκε από το Τμήμα Κτηνιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε σύμπραξη με το Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

Θα ήθελα αρχικά να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Σοφία Γαληνού- Μητσούδη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και ανέλαβε την καθοδήγηση μου, για το υλικό μελέτης που μου παραχώρησε για την παρούσα διπλωματική εργασία, για την φιλοξενία στο γραφείο της ώστε να γίνει ορθά η ταξινομική κατάταξη των οργανισμών, για την υλική, επιστημονική και ηθική βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και για τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε ώστε να ολοκληρωθεί η μελέτη.

Ευχαριστώ επίσης την επιστημονική μου σύμβουλο κ. Αθανασοπούλου Φωτεινή για τις χρήσιμες υποδείξεις και συμβουλές της καθώς και τον κ. Πάσχο Ιωάννη, τόσο για την ηθική του συμπαράσταση όσο και για τις διευκολύνσεις που μου παρείχε κατά την παραμονή μου στο Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

Ευχαριστίες οφείλω επίσης και στα υπόλοιπα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής κ. Παππά Ιωάννη, κ. Περδικάρη Κωνσταντίνο και κ. Σολωμάκο Νικόλαο για τις εύστοχες υποδείξεις τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη ηθική και υλική συμπαράσταση που μου παρείχαν όλο αυτόν τον καιρό καθώς και την συμφοιτήτρια και αρραβωνιαστικιά μου Όλγα Παπουτσή για την υπομονή της τα



τελευταία χρόνια και την καθοδήγηση της, η οποία ήταν καθοριστική, για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	12
Οικολογικές έννοιες	12
Βιότοποι με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βιοποικιλότητα	13
Οικολογικές ζώνες βυθού	14
Παράγοντες που επηρεάζουν τις βιοκοινωνίες	15
A) Αβιοτικοί	15
i) Υδρογραφικοί	15
ii) Τύπος υποστρώματος	16
iii) Κοκκομετρία υποστρώματος	16
B) Βιοτικοί	17
Γ) Ανθρώπινες δραστηριότητες	17
Διεθνές θεσμικό πλαίσιο	19
Μέθοδοι προσδιορισμού βιοποικιλότητας	21
Σημαντικότητα των βενθικών μακροασπονδύλων	22
Οικολογικοί δείκτες	23
Περιοχή μελέτης	24
i) Γεωγραφία περιοχής	24
ii) Κυκλοφορία νερών	25
iii) Φυσικοχημικοί παράγοντες	26
iv) Ιζήματα	27
v) Θρεπτικά άλατα	28
vi) Χλωρίδα	28
vii) Πανίδα	29

viii) Κυρίες πηγές ρύπανσης Θερμαϊκού	29
α) Αστικά λύματα- βιομηχανικά απόβλητα	29
β) Γεωργία- Κτηνοτροφία	30
γ) Ναυσιπλοΐα	31
δ) Τουρισμός	32
ε) Αλιεία και υδατοκαλλιέργειες	32
Παλαιότερες έρευνες	33
Σκοπός	34
<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	35
Ορισμός σταθμών δειγματοληψίας	35
Δειγματολήπτες	38
Εργασίες πεδίου- εργαστηρίου	39
Οικολογικοί δείκτες	41
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	44
Κλιματικοί παράμετροι	44
Κοκκομετρία	47
Σύνθεση πανίδας	52
i) Κύριες ταξινομικές ομάδες	52
ii) Δίθυρα	53
Εμπορικά είδη διθύρων	62
iii) Γαστερόποδα	65
Επικρατέστερα φύλα	71
Οικολογικοί δείκτες	73
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	77
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	91

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των οικοσυστημάτων αποτελεί σημαντικό κομμάτι των περιβαλλοντικών και βιολογικών επιστημών. Για το λόγο αυτό έννοιες έχουν διατυπωθεί και εργαλεία έχουν αναπτυχθεί για την κατανόηση και πρόοδο των επιστημών αυτών.

### **Οικολογικές έννοιες**

Οικοσύστημα είναι κάθε τοποθεσία στην οποία υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντος. Το οικοσύστημα αποτελείται από δύο τμήματα, το τμήμα της ζωής (ονομάζεται βιοκοινότητα) και το περιβάλλον στο οποίο υπάρχει αυτή η ζωή (ο βιότοπος) (Ζαρκανέλλας, 1980, Gaston & Spicer, 2008). Με τον όρο βιοκοινότητα εννοούνται ομάδες οργανισμών που ανήκουν σε περισσότερα από ένα είδη και συνυπάρχουν στο ίδιο περιβάλλον ή περιοχή και ανταγωνίζονται για τροφή ή για χώρο (SoHelME, 2005). Στα οικοσυστήματα οι βιοκοινότητες συνδέονται και εξαρτώνται μεταξύ τους μέσω τροφικών αλυσίδων, ανταλλάσσοντας ενέργεια και ύλη αλλά και με το περιβάλλον στο οποίο ζουν (Gaston & Spicer, 2008, [www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)).

Η βιοποικιλότητα είναι η ποικιλομορφία ανάμεσα σε ζωντανούς οργανισμούς του ίδιου περιβάλλοντος συμπεριλαμβανομένων της ποικιλότητας ανάμεσα στο ίδιο είδος αλλά και μεταξύ διαφορετικών ειδών (Magurran, 2004, Gaston & Spicer 2008). Σήμερα, εξαιτίας της ρύπανσης του περιβάλλοντος, της καταστροφής των δασών, της ερημοποίησης των εδαφών, της μόλυνσης των υδάτων και μιας σειράς γεγονότων που επηρεάζουν τους βιοτόπους, παρατηρείται μείωση της βιοποικιλότητας στον πλανήτη.

Η μείωση της βιοποικιλότητας, μειώνει τη σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι καθοριστικής σημασίας για τη συνέχιση των υπηρεσιών που παρέχει η φύση: ρύθμιση του κλίματος, ύδατα και ατμόσφαιρα, γονιμότητα του εδάφους και παραγωγή τροφίμων, καυσίμων, ινών και φαρμάκων. Είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας της πρωτογενούς παραγωγής (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) και αποτελεί τη βάση για πολλές βιομηχανικές διεργασίες καθώς και για την παραγωγή νέων φαρμάκων (Gastron & Spicer, 2008).

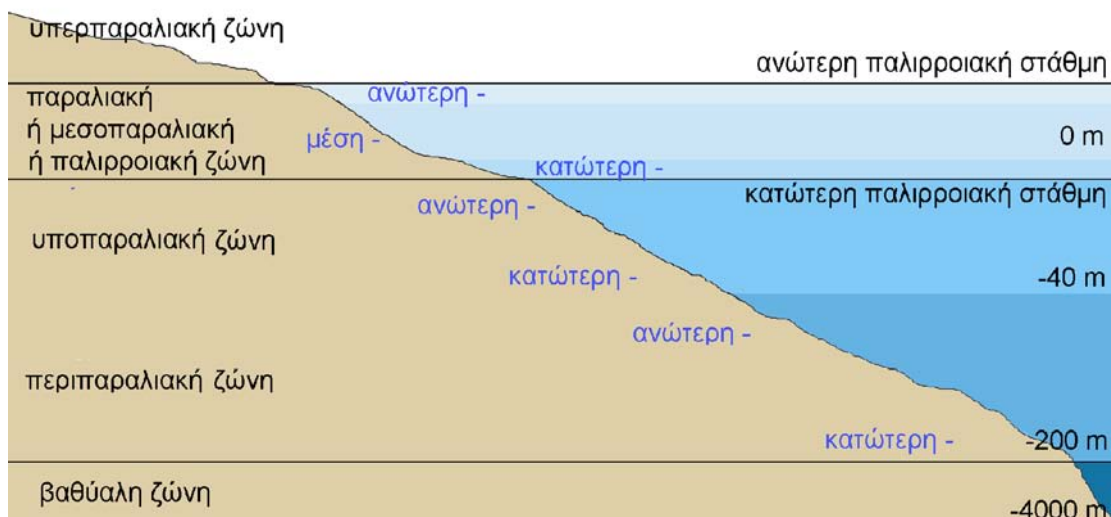
### **Βιότοποι με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βιοποικιλότητα**

Η ακτή αποτελεί το σημείο επαφής της ξηράς με την θάλασσα που διαμορφώνεται και αποκτά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μέσα από την αλληλεπίδρασή τους στη πορεία του χρόνου. Είναι αποτέλεσμα της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ προσφοράς ιζημάτων από τη ξηρά και απομάκρυνσης ή συσσώρευσής τους από τη θάλασσα με τη δράση των κυμάτων και των ρευμάτων. Παράλληλα, η επίδραση της βιόσφαιρας στη διαμόρφωση της παράκτιας ζώης δεν είναι αμελητέα. Στη δράση της βιόσφαιρας εκτός από τη βιοδιάβρωση, περιλαμβάνεται και η επέμβαση του ανθρώπου στον παράκτιο χώρο με διάφορα τεχνικά έργα (Haslett, 2003, Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004). Πηγαίνοντας από την ακτή προς το βυθό της θάλασσας, συναντάται ένα ψηφιδωτό από βενθικές κοινότητες που αντανακλά τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Προχωρώντας προς τα βαθύτερα στρώματα, το φως που είναι διαθέσιμο στις βενθικές κοινότητες, περιορίζεται, η δράση των κυμάτων μειώνεται και το εύρος των θερμοκρασιακών αλλαγών γίνεται μικρότερο. Η ακτή είναι ένας χώρος έντονων μεταβολών με διάφορες οικολογικές θέσεις και οι βιοκοινωνίες

που ζουν σε αυτές είναι προσαρμοσμένες με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Castro & Huber, 1999, Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004).

## Οικολογικές ζώνες βυθού

Το οικοσύστημα του βυθού μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους ζώνες (Εικ. 1), οι οποίες έχουν το χαρακτήρα διαδοχικών βαθμίδων με διαφορετικά οικολογικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερη χλωρίδα και πανίδα συναρτήσει του βάθους, της κλίσης και του τύπου του υποστρώματος και των συνθηκών υδροδυναμισμού (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004).



**Εικόνα 1.** Βενθικές ζωνώσεις. Το βάθος της θάλασσας δεν είναι με ανάλογη κλίμακα (ΑΤΕΙΘ, 2007)

Η πρώτη από αυτές τις ζώνες που είναι σε επαφή με τη ξηρά, είναι η υπερπαραλιακή. Εκτείνεται κατά μήκος της ακτής και ψεκάζεται μόνο από τα κύματα της θάλασσας. Τη ζώνη αυτή διαδέχεται η μεσοπαραλιακή, η οποία διαδοχικά καλύπτεται και αποκαλύπτεται από το νερό ανάλογα με τη φάση του παλιρροιακού κύκλου και με τη δράση των ανέμων από τον κυματισμό. Ακολουθεί η υποπαραλιακή ζώνη η οποία βρίσκεται σε συνέχεια της μεσοπαραλιακής προς

τα βαθύτερα νερά. Το ανώτερό της όριο ταυτίζεται με το ανώτερο επίπεδο του υποστρώματος που βρίσκεται σε συνεχή κατάδυση και το κατώτερο, με το μεγαλύτερο βάθος που φτάνουν τα φανερόγαμα ή όταν αυτά δεν υπάρχουν, με το μεγαλύτερο βάθος που φτάνουν τα φωτόφιλα φύκη (Κούκουρας, 1979).

Την υποπααραλιακή ζώνη διαδέχονται οι εξής ζώνες: η περιπααραλιακή, που εκτείνεται μέχρι το όριο της υφαλοκρηπίδας (ως 200 m), η βαθύαλη, που αντιστοιχεί στην ηπειρωτική κατωφέρεια (ως 3000 m), η αβυσσαία, που αντιστοιχεί στις ωκεάνιες υποθαλάσσιες πεδιάδες (ως 7000 m) και η αδαία, που αντιστοιχεί στις μεγάλες υποθαλάσσιες τάφρους (με βάθος μεγαλύτερο από 7000 m) (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004).

Στις ανώτερες ζώνες, οι μακροβενθικές κοινότητες ανήκουν στο φυτοβένθος και το ζωοβένθος. Το φυτοβένθος αποτελείται από τα θαλάσσια μακροφύκη (χλωροφύκη, ροδοφύκη, φαιοφύκη) και τα ανώτερα φυτά, δηλαδή τα φανερόγαμα. Το ζωοβένθος περιλαμβάνει όλα τα ζώα που ζουν μέσα ή και πάνω στο πυθμένα της θάλασσας (SoHeIME, 2005).

## **Παράγοντες που επηρεάζουν τις βιοκοινωνίες**

### **A) Αβιοτικοί**

#### **i) Υδρογραφικοί**

Οι κοινότητες επηρεάζονται από τις συνθήκες και τις παραμέτρους του περιβάλλοντος. Οι κύριες υδρογραφικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν την εμφάνιση και τη κατανομή των θαλάσσιων βενθικών κοινοτήτων είναι η θερμοκρασία του νερού, η αλατότητα, οι κινήσεις του λόγω κυμάτων, παλιρροιών και ρευμάτων, το βάθος, η θολερότητα και το ύψος της εύφωτης ζώνης (Ζαρκανέλλας, 1980, Tait & Dipper, 2001, Rufino *et al.*, 2008).

## **ii) Τύπος υποστρώματος**

Το υλικό του υποστρώματος ασκεί κύρια επίδραση πάνω στη διασπορά των οργανισμών στο βυθό. Σε σκληρό υπόστρωμα κυριαρχούν επιβενθικοί οργανισμοί οι οποίοι ζουν προσκολλημένοι σε πέτρες και βράχια (π.χ. φύκη, κνιδόζωα, σπόγγοι, βρυόζωα). Όταν το υπόστρωμα είναι μαλακό/ κινητό οι περισσότεροι οργανισμοί είναι ενδοβενθικοί δηλαδή ζουν μέσα στο ίζημα (π.χ. πολύχαιτοι, δίθυρα, γαστερόποδα, καρκινοειδή) (Tait & Dipper, 2001). Αυτό συμβαίνει επειδή τα μαλακά υποστρώματα είναι ασταθή και οι οργανισμοί για να μη παρασυρθούν από τη μετακίνηση τους εξαιτίας την κυματικής δράσης του νερού, των παλιρροιών και των ρευμάτων, εισχωρούν μέσα στο ίζημα (Castro & Huber, 1999, Tait & Dipper, 2001).

## **iii) Κοκκομετρία υποστρώματος**

Η κοκκομετρική σύσταση του υποστρώματος φαίνεται να κατέχει καθοριστικό ρόλο τις περισσότερες φορές, για την εγκατάσταση μιας βενθικής κοινότητας (Κούκουρας, 1979, Tait & Dipper, 2001). Καθεμία από τις κοινότητες εγκαθίσταται σε ένα τύπο υποστρώματος που η κοκκομετρική του σύσταση κυμαίνεται σε ορισμένα πλαίσια (Κούκουρας, 1979, Ζαρκανέλλας, 1980). Στα αδρόκοκκα για παράδειγμα ιζήματα, υπάρχουν μικρά διάκενα ανάμεσα στους κόκκους, επιτρέποντας τη διέλευση του νερού και μεταφέροντας οξυγόνο σε μεγαλύτερο βάθος μέσα στο ίζημα, με φυσικό επακόλουθο την δυνατότητα διαβίωσης περισσότερων οργανισμών (ΕΚΘΕ, 2001). Έχει βρεθεί επίσης ότι οι προνύμφες των βενθικών οργανισμών καθυστερούν την εδραίωσή τους στο ίζημα μέχρι να βρουν το καταλληλότερο για αυτές, μέγεθος κόκκων στο υπόστρωμα (Ζαρκανέλλας, 1980).



## **B) Βιοτικοί**

Οι κοινότητες επηρεάζονται από βιοτικές παραμέτρους οι οποίες έχουν να κάνουν με τα τροφικά διαθέσιμα (Brandt & Berge, 2007, Rufino *et al.*, 2008) και με τις σχέσεις ανάμεσα στο ίδιο αλλά και σε διαφορετικά είδη. Αυτές μπορεί να είναι σχέσεις συμβιωτικές, ουδέτερες, ανταγωνιστικές και τέλος στη περίπτωση του ίδιου είδους, μπορεί να υπάρξει διαίρεση περιοχών ή δημιουργία ιεραρχικών κοινωνιών ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)).

## **Γ) Ανθρώπινες δραστηριότητες**

Τα παράκτια οικοσυστήματα είναι συνήθως παραγωγικά και η εύκολη πρόσβαση τους από τον άνθρωπο τα καθιστά στόχο επέμβασης και εκμετάλλευσης με εμφανή αποτελέσματα (Poulos *et al.*, 2000, Tait & Dipper, 2001, Simboura & Zenetos, 2002, Underwood *et al.*, 2008).

Από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των κοινωνιών ο άνθρωπος εξασφάλιζε σημαντικό ποσοστό τροφής από την θάλασσα και στη συνέχεια, με την ανάπτυξη του εμπορίου, έγινε ο κύριος δρόμος διακίνησης προϊόντων. Ενώ η σχέση του ανθρώπου με τη θάλασσα ήταν σε μεγάλο βαθμό αρμονική, βαθμιαία, διαταράχθηκε λόγω των αναγκών του αυξανόμενου πληθυσμού και των εξελίξεων στους τομείς των τεχνικών έργων (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος, 2004). Αρνητικό επακόλουθο της ανάπτυξης υπήρξε η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτό οφείλεται κυρίως στην λανθασμένη αντίληψη που συνεχίζει να υπάρχει, ότι η θάλασσα είναι κατάλληλος και απεριόριστος πόρος αλλά και αποδέκτης κάθε είδους ρύπων (Castro & Huber, 1999).

Οι ρύποι, δηλαδή οι ουσίες ή τα υλικά που διοχετεύονται από τον άνθρωπο στο περιβάλλον, τροποποιούν σε μεγάλο βαθμό ή και καταστρέφουν τις

βενθικές κοινότητες. Σημαντική ομάδα ρύπων περιλαμβάνει τις συνθετικές χημικές ουσίες οι οποίες αν και είναι οργανικές, είναι μη συμβατές με όλες τις μορφές ζωής και είναι μη βιοδιασπώμενες (Castro & Huber 1999, Θεοδώρου, 2004). Μερικοί από αυτούς είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες που συναντώνται σε γεωργικά φάρμακα και παρασιτοκτόνα, καθώς και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια που χρησιμοποιούνται στη κατασκευή ηλεκτρικών μετασχηματιστών και πυκνωτών και τη παρασκευή χρωμάτων (Castro & Huber, 1999).

Μια εξίσου σπουδαία ομάδα ρύπων είναι τα βαρέα μέταλλα τα οποία, υπήρχαν σε ορισμένες θαλάσσιες περιοχές (σε χαμηλές συγκεντρώσεις), εξαιτίας της αποσάθρωσης χερσαίων πετρωμάτων και ιζημάτων και ηφαιστειακών εκρήξεων και οι οργανισμοί έχουν προσαρμοστεί με τη παρουσία τους. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας έχει εισάγει στο θαλάσσιο περιβάλλον μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων τα οποία είναι τοξικά και θανατηφόρα για τη θαλάσσια ζωή (Θεοδώρου, 2004).

Υπάρχει ανησυχία ότι βιομηχανικά απόβλητα τα οποία καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορούν να υποβαθμίσουν σημαντικά το νερό και την επιφάνεια του πυθμένα στις παράκτιες περιοχές (Castro & Huber, 1999). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί τοξικό, όχι μόνο για τη θαλάσσια ζωή, αφού μολύνοντας τα ψάρια και τα όστρακα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, μέσω της τροφικής αλυσίδας, μπορεί να επηρεάσουν την υγεία των ανθρώπων που θα καταναλώσουν αυτά τα αλιεύματα (Castro & Huber, 1999, Stamatis *et al.*, 2006).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επιφέρει επίσης, υδρολογικές αλλαγές, φυσικές διαταραχές (Chatzinikolaou *et al.*, 2006) και σε συνδυασμό με

την ρύπανση, παρατηρούνται όλο και πιο συχνά φαινόμενα ευτροφισμού και επιβλαβών ανθίσεων του φυτοπλαγκτού (Simboura & Zenetos, 2002).

Οι δράσεις αυτές κρύβουν και ένα βασικό κίνδυνο, που αφορά στη μείωση της βιοποικιλότητας των παράκτιων περιοχών η οποία συχνά συσχετίζεται με την υγεία και τη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων (Basset *et al.*, 2008, Kominoski, 2009).

Η βιοποικιλότητα επηρεάζεται επίσης από το τουρισμό -καθώς υπάρχει αλόγιστη εξάπλωση τουριστικών μονάδων πάνω στις ακτές και από τη ναυσιπλοΐα μέσω της εισαγωγής ξενικών ειδών αλλά και από την πρόκληση ρύπανσης όπως για παράδειγμα δημιουργία πετρελαιοκηλίδων (Simboura & Zenetos, 2002).

Η υπεραλίευση και η αλιεία με τράτες βυθού συντελούν γενικότερα, στη μείωση της βιοποικιλότητας μέσω της μείωσης των πληθυσμών (Simboura & Zenetos, 2002). Επιπλέον οι τράτες βυθού αλλοιώνουν το υπόστρωμα μέχρι βάθους 30- 40 mm (Watling & Norse, 1998, Lampadariou *et al.*, 2005, De Biasi & De Ranieri, 2006), προκαλώντας μεγάλη θνησιμότητα βενθικών οργανισμών όπως τα δίθυρα (Currie & Parry, 1995, Bentes *et al.*, 2006, Smith, 2007).

### **Διεθνές θεσμικό πλαίσιο**

Οι συνεχείς κίνδυνοι για την ποιότητα του περιβάλλοντος ενεργοποίησε τα κράτη και τους διεθνείς οργανισμούς που έχουν θεσπίσει κανόνες και νομοθεσία για να σταματήσει η υποβάθμιση και να βελτιωθεί σταδιακά το περιβάλλον:

- Η σύμβαση για τους Υγροβιότοπους Διεθνούς Σημασίας (σύμβαση Ραμσάρ), την οποία η Ελλάδα έχει υπογράψει και επικυρώσει με το Ν.Δ.191/74,

μεταξύ άλλων έχει ως σκοπό την προστασία και αειφόρο ανάπτυξη των υγροβιοτόπων, αναγνωρίζοντας την μεγάλη περιβαλλοντική αξία τους λόγω της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων και της βιοκοινότητας τους ([www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)).

- Η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, που αποκαλείται οδηγία «φυσικών ενδιαιτημάτων» (οικοτόπων), σκοπό έχει να συμβάλει στην διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας στα κράτη μέλη, ορίζοντας ένα κοινό πλαίσιο για την διατήρηση των φυτών και των αγρίων ζώων, καθώς και των ενδιαιτημάτων κοινοτικού ενδιαφέροντος. Προς τούτο δημιουργήθηκε ένα οικολογικό δίκτυο ειδικών ζωνών προστασίας, το «Natura 2000» ([www.europa.eu](http://www.europa.eu)).

- Η Σύμβαση του Ρίο για τη βιοποικιλότητα 93/626/ΕΟΚ, προβλέπει ότι κάθε συμβαλλόμενο κράτος πρέπει να εντοπίζει τις διαδικασίες και τις κατηγορίες δραστηριοτήτων οι οποίες έχουν ή ενδέχεται να έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις για τη διατήρηση και την αειφόρο χρήση της βιοποικιλότητας, και να ελέγχει τα αποτελέσματά τους με δειγματοληψίες και άλλες τεχνικές ([www.europa.eu](http://www.europa.eu)).

- Η Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΚ, δίνει έμφαση στην αξιολόγηση της οικολογικής και ποιοτικής κατάστασης των παράκτιων και μεταβατικών νερών αφού αυτά είναι πολύ δυναμικά συστήματα που είναι συνήθως εκτεθειμένα σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες που συμβαίνουν σε όλη τη λεκάνη απορροής (Koulouri *et al.*, 2006). Η διατήρηση της βιοποικιλότητας είτε αναφέρεται σε φυτά είτε σε ζώα είναι σημαντική σε προγράμματα διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος (Mouillot & Leprêtre, 1999, Rufino *et al.*, 2008). Η Οδηγία, επισημαίνει επίσης ότι η ανάλυση της ποιότητας των νερών δεν βασίζεται πλέον, μόνο σε φυσικοχημικές παραμέτρους αλλά και σε οικολογικούς δείκτες που πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά για όλα τα νερά.

- Τέλος ο Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2371/2002, για τη διατήρηση και βιώσιμη εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων, στο πλαίσιο της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής περιλαμβάνει μεταξύ άλλων στα σχέδια του, μέτρα για τον περιορισμό των αλιευμάτων και της αλιευτικής προσπάθειας, τον καθορισμό του αριθμού και του τύπου των αλιευτικών σκαφών που επιτρέπεται να αλιεύουν, την προώθηση περισσότερο επιλεκτικών μεθόδων αλιείας ή μεθόδων με μικρές επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα και στα είδη που δεν αποτελούν στόχο της αλιείας ([www.europa.eu](http://www.europa.eu)).

### **Μέθοδοι προσδιορισμού βιοποικιλότητας**

Πολλές μελέτες έχουν συνδέσει τις βιολογικές επιδράσεις της ρύπανσης με τους θαλάσσιους οργανισμούς. Μερικές από αυτές αναφέρονται στη δυναμική ενός πληθυσμού σε ρυπασμένες περιοχές και άλλες συσχετίζουν την επίδραση της ρύπανσης με τις θαλάσσιες κοινωνίες (Poulos *et al.*, 2000).

Σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ανάλυση στις αλλαγές των βενθικών κοινοτήτων έχει γίνει ένα σημαντικό εργαλείο για τον έλεγχο της βιοποικιλότητας που προκαλείται από θαλάσσια ρύπανση (Simboura & Zenetos, 2002, Venturini *et al.*, 2004, Camur-Elipek *et al.*, 2006, Da Costa & Cunha Nalesso, 2006), εναρμονίζοντας την παρακολούθηση με την Οδηγία/ Πλαίσιο για τα νερά 2000/60 (Simboura & Zenetos, 2002, Chatzinikolaou *et al.*, 2006, Koulouri *et al.*, 2006).

Οι αλλαγές στη σύνθεση των βενθικών κοινοτήτων παρέχουν πληροφορίες για την ποιότητα των νερών και την οικολογία της περιοχής τόσο κατά τη διάρκεια της μελέτης αλλά και πριν από αυτή, σε αντίθεση με χημικές μεθόδους που

χαρακτηρίζουν την ποιότητα των νερών μόνο για το διάστημα που πραγματοποιείται η μέτρηση (Lazaridou-Dimitriadou, 2002).

Για να προσδιοριστεί η βιοποικιλότητα σε μια περιοχή, απαιτείται η αναγνώριση των οργανισμών σε επίπεδο είδους, η καταγραφή των πληθυσμών τους και ο έλεγχός τους σε τακτικά χρονικά διαστήματα (Venturini *et al.*, 2004, Koulouri *et al.*, 2006, Underwood *et al.*, 2008). Επειδή αυτή η προσέγγιση είναι αρκετά χρονοβόρα και δαπανηρή, πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει ότι η ποικιλότητα συγκεκριμένων μεγαλύτερων ταξινομικών ομάδων όπως αμφίποδα, πολύχαιτοι και μαλάκια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την κατάσταση μιας περιοχής χωρίς να χάνεται σημαντική πληροφορία (Σύμπουρα 1997, Venturini *et al.*, 2004, Koulouri *et al.*, 2006).

Υπάρχει επίσης ανάγκη να αναπτυχθούν ειδικές μέθοδοι και εργαλεία τα οποία θα βοηθήσουν τους επιστήμονες να πάρουν γρήγορες αποφάσεις σε κρίσιμες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα ο κίνδυνος ενός οργανισμού με εξαφάνιση (Kati *et al.*, 2004). Για το σκοπό αυτό η ανάπτυξη βιολογικών δεικτών ως εργαλείο για τη γνώση και μετέπειτα προστασία της περιβαλλοντικής βιοποικιλότητας σε παράκτια οικοσυστήματα, έχει αναβαθμιστεί και η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί αρκετές έρευνες που θα εξελίξουν δείκτες βιοποικιλότητας (Simboura & Zenetos, 2002).

### **Σημαντικότητα των βενθικών μακροασπονδύλων**

Η ομάδα των βενθικών μακροασπονδύλων θεωρείται η πιο κατάλληλη για βιολογικός δείκτης σύμφωνα με τους Ζαρκανέλλας (1980), DelValls *et al.* (1998), Todorova & Konsulova (2000), Lazaridou-Dimitriadou (2002), Labrune *et al.* (2007) επειδή: 1) Αυτοί οι οργανισμοί είναι σχετικά στατικοί και επομένως

αντιπροσωπευτικοί τοπικών συνθηκών. 2) Οι κοινωνίες τους είναι πολύ ετερογενείς, περιέχοντας αντιπροσώπους από αρκετά συστηματικά φύλα. Η πιθανότητα κάποια από αυτά τα φύλα να αντιδράσουν σε μια συγκεκριμένη αλλαγή στις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι μεγάλη. 3) Τα μακροασπόνδυλα είναι ευαίσθητα σε πολλά είδη ρύπανσης και αντιδρούν σε αυτά γρήγορα. 4) Ο κύκλος ζωής τους είναι αρκετά μεγάλος για να παρέχουν ένα αρχείο περιβαλλοντικής ποιότητας. 5) Οι οργανισμοί αυτοί βρίσκονται παντού, είναι σε αφθονία και συλλέγονται σχετικά εύκολα. Επιπρόσθετα, ο προσδιορισμός και η καταμέτρησή τους είναι ευκολότερο να πραγματοποιηθεί σε σχέση με το προσδιορισμό και τη καταμέτρηση των μικροοργανισμών και του πλαγκτού.

### **Οικολογικοί δείκτες**

Στην προσπάθεια υπολογισμού της βιοποικιλότητας πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει τη χρησιμοποίηση διάφορων οικολογικών δεικτών. Οι δείκτες αυτοί είναι στην ουσία μαθηματικά μοντέλα που έχουν ως σκοπό τη ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας, ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση και στατιστική ανάλυσή της, είτε μετά από κάποιο χρονικό διάστημα είτε με άλλες περιοχές οι οποίες θα έχουν παραπλήσια περιβάλλοντα.

Μερικοί από τους πιο συχνά αναφερόμενους δείκτες είναι ο δείκτης Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Shannon & Weaver, 1963), ο δείκτης Simpson ( $D$ ) (Rufino *et al.*, 2008), ο δείκτης Hill ( $N_a$ ) (Hill, 1973), ο δείκτης Berger- Parker ( $1/d$ ) (Rufino *et al.*, 2008), ο δείκτης Camargo ( $d'$ ) (Camargo, 1992) και ο δείκτης Pielou ( $J$ ) (Pielou, 1966). Η απόδοση του κάθε δείκτη διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος του δείγματος, το μέγεθος της περιοχής δειγματοληψίας και την σύνθεση της κοινωνίας που μελετάται (παρουσία πολλών κυρίαρχων ή σπάνιων ειδών)

(Rufino *et al.*, 2008) (Camargo, 1992) (Mouillot & Leprêtre, 1999) (Simboura & Zenetos, 2002).

## **Περιοχή μελέτης**

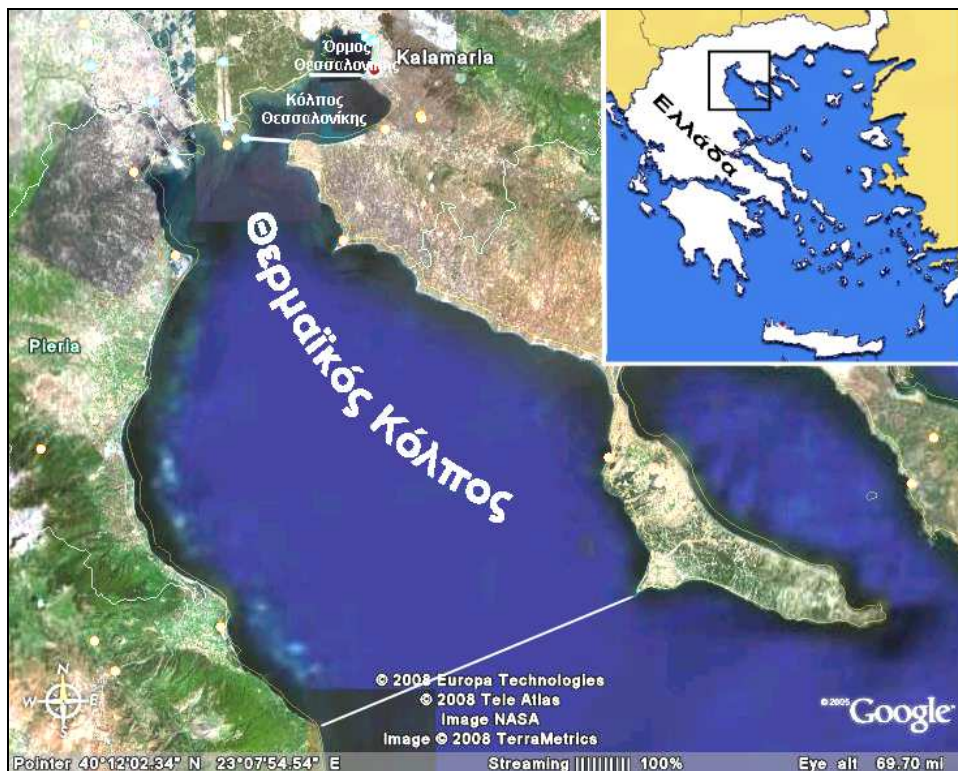
Η παράκτια περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου μέχρι τη Θεσσαλονίκη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τη βιοποικιλότητά της- ίσως το μεγαλύτερο στον ελλαδικό χώρο, αφού είναι μια περιοχή με μεγάλη παραγωγικότητα και πολυπλοκότητα όπου έχουν αναπτυχθεί σημαντικές ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

### **i) Γεωγραφία περιοχής**

Ο Θερμαϊκός κόλπος εννοείται το ενιαίο θαλάσσιο σύστημα που απαρτίζεται από τρεις υπολεκάνες για τις οποίες χρησιμοποιούνται στη παρούσα μελέτη τα ονόματα που αναφέρονται στους ελληνικούς υδρογραφικούς χάρτες (Εικ.2).

- Όρμος Θεσσαλονίκης, περιλαμβάνει τη θαλάσσια περιοχή βόρεια της νοητής γραμμής Μικρού Εμβόλου ανατολικά και Παλιομάνας δυτικά, μέχρι την πόλη της Θεσσαλονίκης.
- Κόλπος Θεσσαλονίκης, περιλαμβάνει τη θαλάσσια περιοχή βόρεια της νοητής γραμμής Μεγάλου Εμβόλου ανατολικά και Εκβολών Αξιού (ραδιοφάρος) δυτικά, μέχρι τα νότια όρια του Όρμου Θεσσαλονίκης.
- Θερμαϊκός Κόλπος, περιλαμβάνει τη θαλάσσια περιοχή βόρεια της νοητής γραμμής Ακρωτηρίου Ποσειδίου ανατολικά (Δ Κασσάνδρα Χαλκιδικής) και Ακρωτηρίου Δερματά δυτικά μέχρι τα νότια όρια του Κόλπου Θεσσαλονίκης (Γαληνού- Μητσούδη, 2009).





**Εικόνα 2.** Οι Θαλάσσιες λεκάνες της περιοχής μελέτης (Γαληνού- Μητσούδη, 2009)

Ο Θερμαϊκός είναι σχετικά ρηχός κόλπος με το μέσο βάθος του να μη ξεπερνά τα 50 m (μέγιστο 37 m στο βόρειο τμήμα του, και 112 m στο νότιο), ενώ ο κόλπος και όρμος της Θεσσαλονίκης είναι ακόμα ρηχότεροι με το μέγιστο βάθος τους να είναι 23 και 25 m αντίστοιχα (Antoniadou *et al.*, 2004).

## ii) Κυκλοφορία νερών

Η κυκλοφορία των υδάτων στο Θερμαϊκό κόλπο είναι γενικά αριστερόστροφη. Μάζες νερού υψηλής αλατότητας και πυκνότητας εισέρχονται από τις νοτιοανατολικές περιοχές του κόλπου στον εσωτερικό κόλπο της Θεσσαλονίκης και τελικά κατευθύνονται νότια, παράλληλα προς τις ακτές της Πιερίας μεταφέροντας μάζες νερού μικρότερης αλατότητας προερχόμενες από τους ποταμούς Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα (Baloroulos *et al.*, 1987, Lykousis *et*

*al.*, 1987, Lykousis & Chronis, 1989, Poulos *et al.*, 2000). Σε αυτά τα νερά προστίθεται και το γλυκό νερό του Πηνειού και συνεχίζεται η πορεία προς τα νοτιοδυτικά (Lykousis & Chronis, 1989).

Η ανάμειξη των νερών των ποταμών με το θαλασσινό νερό στη δυτική πλευρά του κόλπου, έχει ως αποτέλεσμα, τη δημιουργία ισχυρής στρωμάτωσης που εκτείνεται μέχρι βάθους 10 μέτρων σε όλη τη διάρκεια του έτους (Poulos *et al.*, 2000). Κοντά στις ακτές, η ροή στο ανώτερο στρώμα της στήλης του νερού είναι σχεδόν παράλληλη προς τις ακτές ανεξάρτητα από τη ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου. Το μέτρο και η φορά αυτής εξαρτάται από τη ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου. Οι ταχύτητες του νερού στα ανώτερα στρώματα είναι γενικά μικρές (<20 cm/ sec) και ελαττώνονται σημαντικά όσο αυξάνεται το βάθος (Χρόνης κ.ά., 1990, Poulos *et al.*, 2000, Zervakis *et al.*, 2005). Σημαντική θεωρείται επίσης η εμφάνιση στροβίλων άλλοτε κυκλωνικών και άλλοτε αντικυκλωνικών, τόσο στη δυτική πλευρά του κόλπου, όσο και στην ανατολική. Αυτό είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των επικρατούντων ανέμων της περιοχής, σε συνδυασμό με τη μορφολογία της ακτογραμμής και τη βαθυμετρία του κόλπου (Χρόνης κ.ά., 1990, Poulos *et al.*, 2000).

### **iii) Φυσικοχημικοί παράγοντες**

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνεια του Θερμαϊκού κόλπου παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές της μεταξύ Φεβρουάριου και Μάρτιου. Έπειτα αυξάνει μέχρι και τον Αύγουστο. Η θερμοκρασία του πυθμένα είναι πιο σταθερή (ΕΚΘΕ, 2001, SoHelME, 2005).

Η αλατότητα κατά τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στην επιφάνεια του νερού και τις υψηλότερες στον πυθμένα. Το

αλοκλινές μειώνεται καθώς γίνεται η μετάβαση στους θερινούς μήνες. Από το Μάιο και έπειτα, η θαλάσσια στήλη γίνεται πιο ομοιογενής μέχρι να αρχίσουν εκ νέου οι εκροές των ποταμών από τον Νοέμβριο προς το χειμώνα (ΕΚΘΕ, 2001, Zervakis *et al.*, 2005).

Σύμφωνα με τις τιμές του διαλυμένου οξυγόνου που μετρήθηκαν και είναι δημοσιευμένες για τον Θερμαϊκό, δεν καταγράφηκαν φαινόμενα ανοξίας ακόμα και κατά τη θερινή περίοδο. Κατά το έτος 2000 χαμηλές τιμές παρατηρήθηκαν κοντά στη περιοχή που εκβάλει ο ποταμός Λουδίας, όπου κατά το μήνα Ιούνιο, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου ήταν 4 ml/ l και μέχρι και τον Νοέμβριο δεν ξεπέρασε τα 4,8 ml/ l (ΕΚΘΕ, 2001).

#### **iv) Ιζήματα**

Ο πυθμένας του κόλπου της Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται από λασπώδη ιζήματα με την άμμο να συμμετέχει κυρίως με τα λεπτότερα μέρη της (SoHeIME, 2005). Και στα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου επικρατεί η ιλύς και η άργιλος. Υπάρχει μια τάση αύξησης του ποσοστού ιλύος και αργίλου από την ακτή προς τις βαθύτερες ζώνες του ιζήματος (ΕΚΘΕ, 2001). Έτσι, μέχρι την ισοβαθή των 5 μέτρων, ο βυθός έχει αμμώδη σύσταση ενώ στα βαθύτερα στρώματα του κόλπου αποτελείται από λεπτότερα μέρη (Αναγνώστου *κ.ά.*, 1997). Μεγαλύτερα ποσοστά άμμου παρατηρούνται στον κεντρικό και ανατολικό τομέα του Θερμαϊκού όπου το ίζημα χαρακτηρίζεται από αμμοχάλικα. Στο δυτικό τομέα και κυρίως εκεί που εκβάλουν τα ποτάμια Αξιός, Γαλλικός, Λουδίας και Αλιάκμονας, η ιλύς και η άργιλος καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του ιζήματος. Τέλος, νοτιότερα στα δυτικά του Θερμαϊκού, ο πυθμένας αποτελείται κυρίως από άμμο (Χιντήρογλου, 1987).

## **v) Θρεπτικά άλατα**

Μεγάλα ποσά θρεπτικών αλάτων παρατηρήθηκαν στα στόμια των ποταμών καθώς και στις περιοχές που είναι εγκατεστημένες μυδοκαλλιέργειες στη δυτική πλευρά του κόλπου. Ο Θερμαϊκός δέχεται τη μεγαλύτερη επίδραση στην Ελλάδα από γεωργικές δραστηριότητες, ειδικά στη βορειοδυτική πλευρά του, όπου απορρέουν τα μεγαλύτερα ποτάμια Αξιός και Αλιάκμονας. Τη περίοδο 1995-2002, στο δέλτα του Αξιού, η συγκέντρωση των φωσφορικών ήταν πέντε φορές μεγαλύτερη από αυτή που παρατηρήθηκε στον υπόλοιπο κόλπο. Αντίστοιχα των αμμωνιακών ήταν έξι φορές μεγαλύτερη ενώ της χλωροφύλλης-α 20 φορές μεγαλύτερη (SoHeIME, 2005).

## **vi) Χλωρίδα**

Στις Ελληνικές παράκτιες περιοχές απαντώνται περίπου 550 taxa από μακρόφυτα, μεταξύ των οποίων 121 συναντώνται στο Θερμαϊκό. Οι λειμώνες των φανερογάμων *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa* είναι πολύ διαδεδομένες ιδιαίτερα στο Βόρειο Αιγαίο (SoHeIME, 2005).

Για τον κόλπο της Θεσσαλονίκης και τον Θερμαϊκό, οι περισσότερες πληροφορίες για την χλωρίδα προέρχονται από τον Χαριτωνίδη (1978). Σύμφωνα με την πηγή αυτή στις ανατολικές ακτές του Θερμαϊκού η βλάστηση είναι αρκετά πλούσια. Σε μικρή μεταξύ τους απόσταση αναπτύσσονται λειμώνες *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa*. Ανάμεσά τους εντοπίζονται και κάποια φαιοφύκη και ροδοφύκη. Στον όρμο της Θεσσαλονίκης δε παρατηρήθηκαν μεγάλοι πληθυσμοί, αφού η θαλάσσια ρύπανση δεν αφήνει να αναπτυχθούν σαφείς θαλάσσιες κοινωνίες εκτός από τα νιτρόφιλα είδη *Ulva* και *Enteromorpha*. Η βορειοδυτική πλευρά του κόλπου παρουσιάζει μια τελείως διαφορετική εικόνα

από την ανατολική, αφού αναπτύσσονται κυρίως στη μεσοπαραλιακή και υποπαραλιακή ζώνη, μικροί θαλλοί του χλωροφύκου *Enteromorpha*. Επιπλέον οι αμμώδεις και λασπώδεις περιοχές στις εκβολές των ποταμών καλύπτονται από φανερόγαμα που μπορούν να στηριχθούν στον ασταθή βυθό (Χαριτωνίδης, 1978, Malea & Haritonidis, 2000).

### **vii) Πανίδα**

Η πανίδα του Θερμαϊκού είναι εξαιρετικά ανομοιογενής σε διασπορά και παρουσία, εξαιτίας τόσο των ποικίλων βιοτόπων όσο και των μεγάλων ανθρωπογενών πιέσεων (Eleftheriou & McIntyre, 2005). Όπως έχει διαπιστωθεί, η σύνθεση της μπορεί να αλλάξει δραματικά ακόμα και σε γειτονικούς σταθμούς δειγματοληψίας που απέχουν ελάχιστα (Ζαρκανέλλας, 1980). Στις ανατολικές ακτές του, κυρίαρχη ομάδα βρέθηκε να είναι οι πολύχαιτοι, στον όρμο της Θεσσαλονίκης επικρατούν τα καρκινοειδή και στις νότιες και δυτικές ακτές του Θερμαϊκού κυριαρχούν πάλι οι πολύχαιτοι (Κούκουρας 1979, ΕΚΘΕ, 2001).

### **viii) Κυρίες πηγές ρύπανσης Θερμαϊκού**

#### **α) Αστικά λύματα- βιομηχανικά απόβλητα**

Οι κύριες πηγές ρύπανσης στο Θερμαϊκό κόλπο είναι η βιομηχανία, τα αστικά απόβλητα, η γεωργία με την κτηνοτροφία καθώς και τα νερά των ποταμών Γαλλικού, Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα (ΝΑΘ, 1999). Ο κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι αυτός που δέχεται τα αστικά λύματα και τη βιομηχανική ρύπανση από την πόλη της Θεσσαλονίκης μέσω του αποχετευτικού αγωγού της και του ποταμού Γαλλικού και δυο αντλιοστασίων (ανατολικό- δυτικό Χαλάστρας). (Siokou-Frangou & Papathanassiou, 1991, ΝΑΘ, 1999, Antoniadou *et al.*, 2004).

Ο Β. Θερμαϊκός δέχεται τα αστικά λύματα της Ακτής Θερμαϊκού και Ακτής Αθερίδας, καθώς και τις επιδράσεις των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα καθώς και των 2 αντλιοστασίων (Μαλγάρων και Κλειδίου).

Ανεπεξέργαστα λύματα από τη Θεσσαλονίκη εισέρχονταν στο Θερμαϊκό κόλπο μέχρι το 1982. Μέχρι το 1992 μόνο το 30% των λυμάτων υπόκεινταν σε επεξεργασία 2<sup>ου</sup> βαθμού και απολύμανση με οξειδίο του χλωρίου πριν εισέλθουν στο κόλπο (ΝΑΘ, 1999, Malea & Haritonidis, 2000). Το 2000 ολοκληρώθηκε η επέκταση του βιολογικού σταθμού της Σίνδου και σε συνδυασμό με τη κατασκευή μιας νέας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων στη Νέα Μηχανιώνα (που πραγματοποιήθηκε το 1997), πλέον το σύνολο των λυμάτων της Θεσσαλονίκης επεξεργάζεται πριν τη διάθεσή τους στο Θερμαϊκό ([www.eyath.gr](http://www.eyath.gr)).

Επίσης, τα κατάλοιπα περισσότερων από 250 βιομηχανικών μονάδων της Ελλάδας και της FYROM εισέρχονται στο κόλπο μέσω των ποταμών (Σιοκου-Frangou & Parathanassiou, 1991, Malea & Haritonidis, 2000, Poulos *et al.*, 2000, Antoniadou *et al.*, 2004, Nikolaidis *et al.*, 2006). Ο ποταμός Αξιός που το μήκος του φτάνει τα 320 χιλιόμετρα, από τα οποία μόνο τα 80 χιλιόμετρα είναι σε ελληνικό έδαφος, είναι αυτός που μεταφέρει το μεγαλύτερο ποσό ρύπανσης στο κόλπο (Lazaridou-Dimitriadou, 2002).

## **β) Γεωργία- Κτηνοτροφία**

Γεωργική γη είναι το 35% της συνολικής παράκτιας περιοχής της Ελλάδας (SoHeIME, 2005). Αυτές οι περιοχές είναι υψηλής παραγωγικότητας και ικανές για πολλά είδη καλλιέργειας. Τέτοια περιοχή είναι και η μεγάλη πεδιάδα της Κεντρικής Μακεδονίας της οποίας όμως η γεωργική δραστηριότητα ρυπαίνει με λιπάσματα, φυτοφάρμακα και παρασιτοκτόνα τα οποία καταλήγουν στο Θερμαϊκό

μέσω των ποταμών και των αντλιοστασίων (ΝΑΘ, 1999). Τα λιπάσματα εμπλουτίζουν τη θάλασσα με θρεπτικά και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ευτροφισμό και ορισμένες φορές σε φαινόμενα άνθησης τοξικού φυτοπλαγκτού (SoHeIME, 2005). Στον όρμο της Θεσσαλονίκης την περίοδο 1997-2007 καταγράφηκαν 16 επεισόδια «άνθησης του νερού» ορισμένα από τα οποία συνοδεύονταν από τοξικά φαινόμενα στις οστρακοκαλλιέργειες και στα ψάρια. Έτσι λοιπόν, ενώ το Αιγαίο είναι γενικά oligότροφο σύστημα, ο Θερμαϊκός είναι και ειδικότερα ο κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι ευτροφικός (ΕΚΘΕ, 2001, Nikolaidis *et al.*, 2006).

Μικρότερης κλίμακας από τη γεωργία – αλλά όχι αμελητέα, είναι η επίδραση των πολλών κτηνοτροφικών μονάδων, οι οποίες βρίσκονται συγκεντρωμένες κυρίως στις ζώνες άμεσης προστασίας, κατά μήκος της κοίτης πλημμυρών των ποταμών Γαλλικού, Αξιού και Λουδία και διαθέτουν οργανικά απόβλητα ανεπεξέργαστα στον κόλπο της Θεσσαλονίκης (ΝΑΘ, 1999).

### **γ) Ναυσιπλοΐα**

Μέσω της ναυσιπλοΐας, ο Θερμαϊκός δέχεται υψηλά ποσά ρύπανσης, με αιχμή το υπερ-εθνικής εμβέλειας Λιμάνι της Θεσσαλονίκης, περιλαμβανόμενων και των εγκαταστάσεων φορτοεκφόρτωσης πετρελαιοειδών και χημικών στο Καλοχώρι, το αλιευτικό λιμάνι της Μηχανιώνας καθώς και το λιμάνι των Νέων Μουδανιών (Φάμελλος κ.ά., 2006). Στο Θερμαϊκό βρίσκονται επίσης 13 αλιευτικά καταφύγια και 4 ναυτικοί όμιλοι/ μαρίνες οι οποίες φιλοξενούν αρκετά σκάφη αναψυχής. Η ναυσιπλοΐα πέρα από ναυτικά ατυχήματα (που είναι συχνή πηγή ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος με πετρέλαιο), ασκεί πίεση στα νερά του Θερμαϊκού κόλπου μέσω των χημικών που περιέχονται στα υφαλοχρώματα

των σκαφών, των εργασιών συντήρησης και επισκευής των σκαφών, καθώς και των αποβλήτων των ίδιων των σκαφών (προσ. επικ. με Γαληνού- Μητσούδη).

#### **δ) Τουρισμός**

Ο τουρισμός έχει αναπτυχθεί ραγδαία τα τελευταία 40 χρόνια στην Ελλάδα, η οποία φιλοξενεί πλέον, γύρω στα 15 εκατομμύρια τουρίστες ετησίως. Εξαιτίας του γεγονότος ότι περισσότερο από το 90% των τουριστικών δραστηριοτήτων της χώρας μας βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές, η επίδραση της ρύπανσης στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι άμεση (SoHeIME, 2005). Στον Θερμαϊκό κόλπο τουριστικές δραστηριότητες εμφανίζονται τόσο στην ανατολική πλευρά του (από την Περαία και νοτιότερα) όσο και στη δυτική (από τις ακτές της Πιερίας και νοτιότερα). Η καταπάτηση των ακτών από τουριστικές μονάδες, σε συνδυασμό με τον αυξημένο θόρυβο αυτών των περιοχών καθώς και τα απόβλητα/ απορρίμματα των τουριστών είναι από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο Θερμαϊκός από τον τουρισμό (SoHeIME, 2005).

#### **ε) Αλιεία και υδατοκαλλιέργειες**

Η παράκτια αλιεία στο σύνολο του κόλπου θεωρείται από τις σημαντικότερες στην Ελλάδα. Ο Θερμαϊκός, με τα μεγάλα αλιευτικά κέντρα της Θεσσαλονίκης, της Νέας Μηχανιώνας και των Νέων Μουδανιών φιλοξενεί τον μεγαλύτερο αλιευτικό στόλο της χώρας. Εντός της θαλάσσιας περιοχής διενεργείται σε σοβαρή κλίμακα μέση και παράκτια αλιεία (μηχανότρατες, γρι-γρι και μικτά επαγγελματικά) καθώς και ερασιτεχνική. Εξαιτίας αυτής της έντονης πίεσης, τα αλιευτικά αποθέματα του κόλπου έχουν μειωθεί (Φάμελλος, κ.ά., 2006). Επίσης, ο Θερμαϊκός κόλπος από τις αρχές τις δεκαετίας του 1990



σταδιακά μέχρι σήμερα φιλοξενεί πλέον το 86% των μονάδων μυδοκαλλιέργειας που υπάρχουν στην Ελλάδα, με ποσοστό 80% της συνολικής στρεμματικής κάλυψης (Αθανασούλη, 2009). Αυτές βρίσκονται κυρίως στα βόρεια και βορειοδυτικά του κόλπου από τη Χαλάστρα έως τις εκβολές του Αλιάκμονα και ελάχιστες στην ανατολική πλευρά του κόλπου στη περιοχή του Αγγελοχωρίου. Σύμφωνα με διαχειριστική μελέτη του ΕΚΘΕ (2001), η επίδραση των μυδοκαλλιεργειών είναι εντονότερη στη περιοχή της Χαλάστρας και αυτό αντανακλάται στη διαταραγμένη δομή της βιοκοινωνίας της και στην πανιδική της σύνθεση.

### **Παλαιότερες έρευνες**

Πολλές μελέτες έχουν γίνει σε τμήματα του Θερμαϊκού κόλπου τα τελευταία χρόνια, οι οποίες προσδιορίζουν τις πηγές ρύπανσης του κόλπου και την επίδρασή τους στη βιοποικιλότητά του, και αφορούσαν τη μελέτη της κυκλοφορίας των νερών του κόλπου, τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού, την κοκκομετρική σύσταση του υποστρώματος σε σχέση με την κατάσταση των αποθεμάτων της χλωρίδας ή της πανίδας και των αλιευμάτων (Χαριτωνίδης, 1978, Κούκουρας, 1979, Ζαρκανέλλας, 1980, Χιντήρογλου, 1987, Lykousis & Chronis, 1989, Χρόνης κ.ά., 1990, Malea & Haritonidis, 2000, Poulos *et al.*, 2000, ΕΚΘΕ, 2001, Antoniadou *et al.*, 2004, SoHelME, 2005, Nikolaidis *et al.*, 2006, Smith, 2007, Γαληνού- Μητσούδη, 2009).

Έτσι, οι προϋπάρχουσες μελέτες σε τμήματα του Θερμαϊκού και του κόλπου της Θεσσαλονίκης που επικεντρώθηκαν σε ορισμένες μόνο περιβαλλοντικές και βιολογικές παραμέτρους είναι κυρίως παλαιές πριν από τις σημαντικές αλλαγές της λειτουργίας των βιολογικών καθαρισμών των μεγάλων

οικιστικών ζωνών και της έντονης παρουσίας των μυδοκαλλιεργειών από την δεκαετία του 1990 και μετά.

### **Σκοπός**

Ο σκοπός της παρούσης έρευνας είναι η μελέτη με σκοπό να εκτιμηθεί η τρέχουσα εικόνα της κοκκομετρικής σύστασης του Θερμαϊκού κόλπου σε σχέση με την ποιοτική σύνθεση της χλωρίδας και της πανίδας. Όσον αφορά στη μακροπανίδα, η οποία θα προσδιοριστεί και ποσοτικά, θα υπάρξει προσπάθεια να συσχετιστούν οι πληθυσμοί της με την ρύπανση του περιβάλλοντος σε κάθε περιοχή, συγκρίνοντας παράλληλα και τα αποθέματα που θα προκύψουν από παλαιότερες έρευνες και προτείνοντας διάφορα διαχειριστικά μέτρα για την αποκατάσταση του κόλπου.

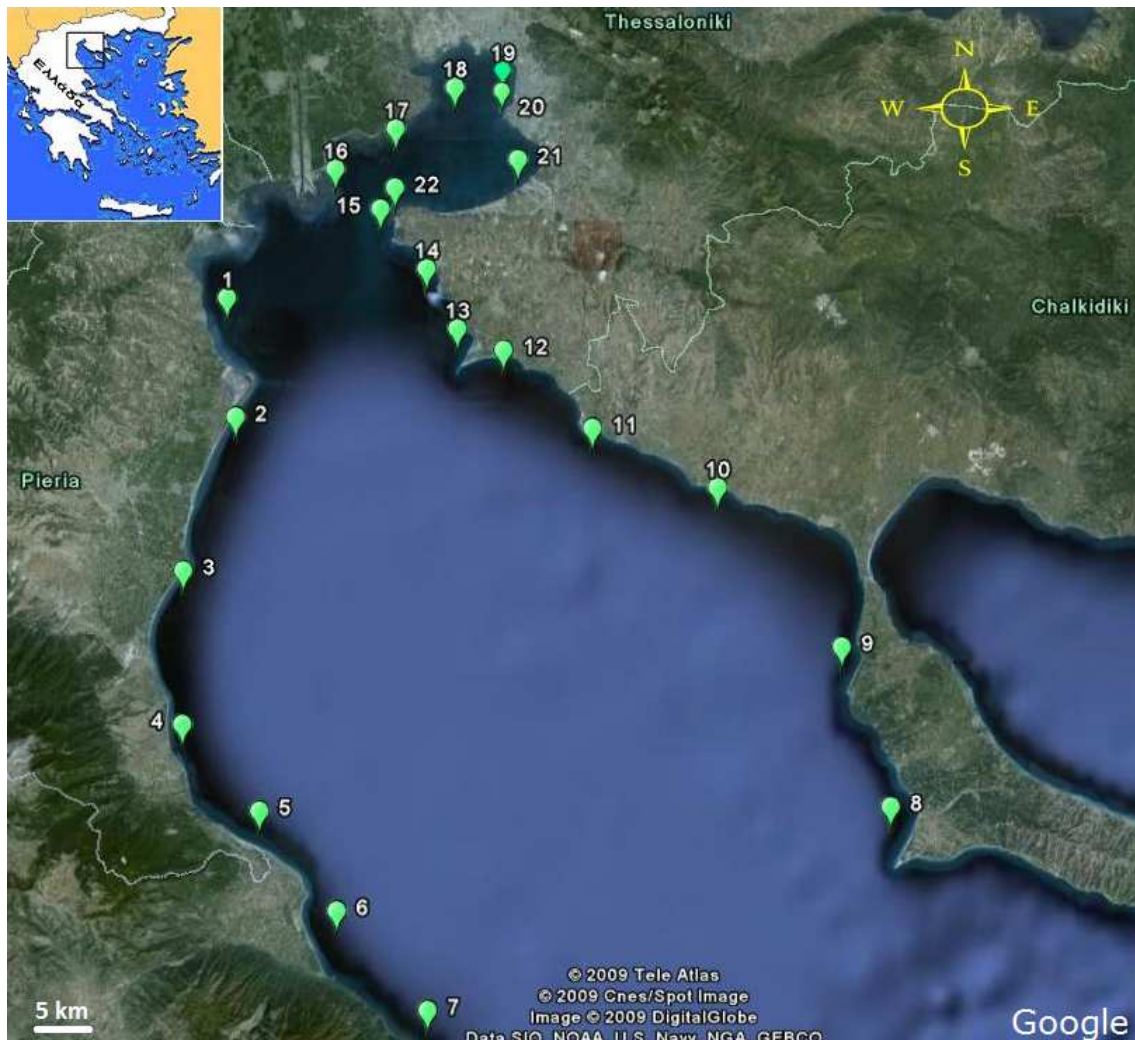
Τέλος μέσω των διθύρων, τα οποία έχουν αποδειχθεί καλοί βιολογικοί δείκτες του περιβάλλοντος, θα γίνει εκτίμηση της βιοποικιλότητας κάθε σταθμού του κόλπου και όρμου της Θεσσαλονίκης, δηλαδή των περιοχών που δέχονται τη μεγαλύτερη πίεση.

Το υλικό μελέτης προέρχεται από το πρόγραμμα <<Διαχείριση και έλεγχος των όρων πρόσβασης καθώς και προώθηση τεχνικών μέτρων διατήρησης των αλιευτικών πόρων στο Θερμαϊκό Κόλπο>> με επιστημονικό υπεύθυνο τον Δρ. Α. Καλλιανιώτη, που χρηματοδοτήθηκε από το ΥΠΑΑΤ στα πλαίσια του ΕΠΑΛ.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### Ορισμός σταθμών δειγματοληψίας

Για την εκτίμηση των βιοκοινωνιών και των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης των κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες με τη βοήθεια σκάφους και τη χρήση αρπάγης πλαισίου και αργαλειού σε πυκνό δίκτυο αποτελούμενο από 22 σταθμούς όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3. Περιοχή μελέτης με τους 22 σταθμούς δειγματοληψίας

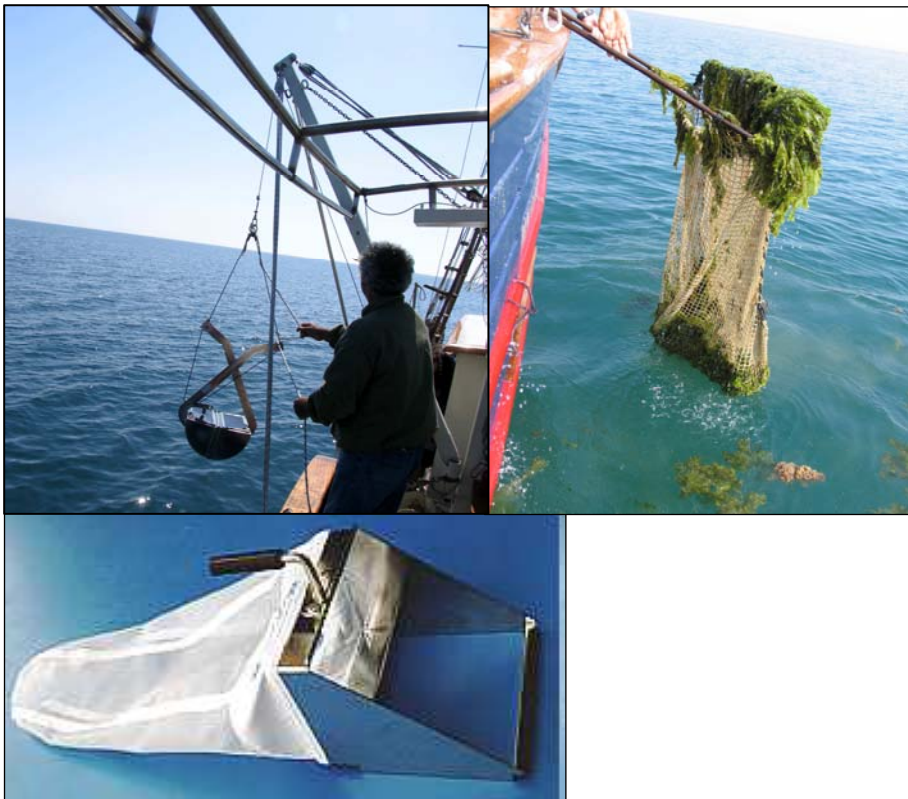
Οι δειγματοληψίες έγιναν εφάπαξ από τις 2-6 Μαΐου 2008. Επιπλέον στους σταθμούς που βρίσκονται στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης οι δειγματοληψίες επαναλήφθηκαν 5 φορές σε διάστημα 2 μηνών (16/5, 30/5, 13/6, 24/6 και 2/7). Συμπληρωματικές σύρσεις πραγματοποιήθηκαν με αργαλειό σε διάφορα βάθη. Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται το χρονικό των δειγματοληψιών με σχετικές πληροφορίες (ημερομηνία, σταθμός, βάθος, θαλάσσια λεκάνη και τρόπος συλλογής υλικού).

**Πίνακας 2.** Προσπάθειες δειγματοληψίας ανά ημερομηνία και δειγματοληπτικό εργαλείο. Οι αριθμοί στις παρενθέσεις δηλώνουν τον αριθμό των επαναλήψεων

Ημερομηνία	Σταθμός	Βάθος (m)	Θαλάσσια Λεκάνη	Τρόπος δειγματοληψίας		
				Αρπάγη	Αργαλιός	Πλαίσιο
2/5/2008	1	5 - 6	Θερμαϊκός	Ναι (3)		
2/5/2008	2	3 - 15	Θερμαϊκός	Ναι (10)		
2/5/2008	3	3,5 - 12	Θερμαϊκός	Ναι (5)		
2/5/2008	4	3 - 15	Θερμαϊκός	Ναι (5)		
2/5/2008	5	3,5 - 11	Θερμαϊκός	Ναι (5)		
2/5/2008	6	4 - 10	Θερμαϊκός	Ναι (3)		
2/5/2008	7	3 - 15	Θερμαϊκός	Ναι (5)		
3/5/2008	8	3 - 10	Θερμαϊκός	Ναι (9)		
3/5/2008	9	3,5 - 13,5	Θερμαϊκός	Ναι (6)		
4/5/2008	10	4 - 10	Θερμαϊκός	Ναι (3)		
4/5/2008	11	4 - 11,5	Θερμαϊκός	Ναι (4)		
4/5/2008	12	3 - 14	Θερμαϊκός	Ναι (7)		
4/5/2008	13	3 - 8	Θερμαϊκός	Ναι (5)		
4/5/2008	14	4 - 13,5	Θερμαϊκός	Ναι (11)		
4/5/2008	15	4 - 12,5	Θερμαϊκός	Ναι (4)		
4/5/2008	16	4 - 13,5	Κόλπος	Ναι (5)		
4/5/2008	17	4 - 13,5	Κόλπος	Ναι (9)		
4/5/2008	18	4 - 13	Όρμος	Ναι (5)		
6/5/2008	19	3 - 13	Όρμος			Ναι (3)
6/5/2008	20	3 - 10	Όρμος			Ναι (5)
6/5/2008	21	2 - 13	Κόλπος			Ναι (9)
6/5/2008	22	3 - 13	Κόλπος			Ναι (9)
16/5/2008	17	6 - 6	Κόλπος	Ναι (3)		
16/5/2008	18	4 - 7	Όρμος	Ναι (3)		
16/5/2008	20	5 - 20	Όρμος	Ναι (3)		
16/5/2008	21	6 - 10	Κόλπος	Ναι (3)		
16/5/2008	22	6 - 10	Κόλπος	Ναι (3)		
30/5/2008	17	4 - 5,5	Κόλπος	Ναι (3)	Ναι (3)	
30/5/2008	18	3 - 6,5	Όρμος	Ναι (3)		
30/5/2008	20	3 - 7	Όρμος	Ναι (3)		
30/5/2008	21	4 - 11	Κόλπος	Ναι (3)		
30/5/2008	22	4 - 8	Κόλπος	Ναι (3)		
13/6/2008	17	4 - 8	Κόλπος	Ναι (3)	Ναι (2)	
13/6/2008	18	3 - 6	Όρμος	Ναι (3)		
13/6/2008	20	3,5 - 9	Όρμος	Ναι (3)		
13/6/2008	21	3 - 9	Κόλπος	Ναι (3)	Ναι (1)	
13/6/2008	22	3,5 - 6	Κόλπος	Ναι (3)		
24/6/2008	17	5,5 - 6	Κόλπος	Ναι (1)	Ναι (1)	
24/6/2008	18	7 - 8	Όρμος	Ναι (1)	Ναι (1)	
24/6/2008	20	8 - 8	Όρμος	Ναι (1)	Ναι (1)	
24/6/2008	21	3 - 9	Κόλπος	Ναι (5)	Ναι (1)	
24/6/2008	22	2,5 - 27	Κόλπος	Ναι (6)	Ναι (3)	
2/7/2008	17	2,5 - 2,5	Κόλπος	Ναι (2)		
2/7/2008	18	2,5 - 2,5	Όρμος	Ναι (3)		
2/7/2008	20	3 - 3	Όρμος	Ναι (2)		
2/7/2008	21	4 - 11	Κόλπος	Ναι (3)		
2/7/2008	22	10 - 10	Κόλπος	Ναι (2)		

## Δειγματολήπτες

Τα δειγματοληπτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δειγμάτων ήταν αρπάγη, πλαίσιο και αργαλειός (Εικ. 4). Για μαλακό λασπώδες-αμμολασπώδες υπόστρωμα, χρησιμοποιήθηκε βαριά αρπάγη τύπου van Veen, με δειγματοληπτική επιφάνεια 1000 cm<sup>2</sup>. Για βυθούς με μαλακό μεν αλλά συνεκτικό υπόστρωμα, ορισμένες φορές χρησιμοποιήθηκε πλαίσιο τύπου surber, δειγματοληπτικής επιφάνειας 500 cm<sup>2</sup>. Ο αργαλειός που χρησιμοποιήθηκε προερχόταν από την επαγγελματική αλιεία οστράκων, με βάση σύρσης 1,30 cm και άνοιγμα ματιού κατά πλευρά τετραγώνου, 2,2 cm. Για κάθε σύρση σημειώθηκε η ταχύτητα σύρσης του σκάφους και η διάρκειά της ώστε να υπολογιστεί στη συνέχεια η επιφάνεια σάρωσης (Γαληνού- Μητσούδη, 2009).



**Εικόνα 4.** Αριστερά. Δειγματοληψία με την αρπάγη τύπου van Veen. Δεξιά. Ανάσυρση του αργαλειού μετά από σύρση. Κάτω. Ο δειγματολήπτης τύπου surber με πλαίσιο δειγματοληπτικής επιφάνειας 20X25 cm (Γαληνού- Μητσούδη, 2009)



## Εργασίες πεδίου- εργαστηρίου

Στα δείγματα τα οποία προορίζονταν για ανάλυση του μακροβένθους, έγινε διαλογή τόσο επάνω στο σκάφος όσο και στο εργαστήριο με τη βοήθεια κόσκινου με άνοιγμα ματιού 500  $\mu\text{m}$  (Εικ. 6). Το μέγεθος αυτό χρησιμοποιείται για τη διάκριση της μακροπανίδας από τη μειοπανίδα (Eleftheriou & McIntyre, 2005).



**Εικόνα 6.** Δείγμα αρπάγης πριν το κοσκίνισμα (αριστερά), σε κόσκινο με άνοιγμα ματιού 500  $\mu\text{m}$  και μετά το κοσκίνισμα (δεξιά) (Γαληνού- Μητσούδη, 2009)

Έπειτα, τα δείγματα βένθους συντηρήθηκαν σε φορμόλη 5 % και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία η οποία περιλάμβανε διαλογή και αναγνώριση των κύριων ταξινομικών ομάδων της χλωρίδας και της πανίδας με τη βοήθεια κατάλληλων ταξινομικών κλειδών (Hayward & Ryland, 1995, Hayward *et al.*, 1996). Στα δίθυρα και τα εμπορικά είδη γαστερόποδων, η αναγνώριση προχώρησε σε επίπεδο είδους (Oliver, 1992, Poppe & Goto, 1993, Zenetos *et al.*, 2003, Cachia *et al.*, 2004, Doneddu & Trainito, 2005, Delamotte & Vardala–Theodorou, 2008). Για την ισχύουσα ονοματολογία των ταξινομικών

ομάδων και ειδών χρησιμοποιήθηκαν τα CLEMM & ERMS. Στο τελικό επίπεδο που προχώρησε η αναγνώριση, μετρήθηκε ο αριθμός των ατόμων της πανίδας σε κάθε σταθμό ώστε να υπολογιστεί αργότερα το ποσοστό συμμετοχής τους στο δείγμα. Στα εμπορικά είδη διθύρων επιπλέον, μετρήθηκε το μήκος τους με παχύμετρο και με ακρίβεια 0,1 cm. Όπου ήταν δύσκολη η αναγνώριση των οργανισμών με γυμνό μάτι, αυτή έγινε με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού ή και στερεοσκοπίου, το οποίο είχε δυνατότητα μεγέθυνσης μέχρι 150 φορές. Τα πολύ μικρού μεγέθους γαστερόποδα που δεν ήταν δυνατή η διάκριση τους ανάμεσα σε ζωντανά και νεκρά, ταξινομήθηκαν ως αδιευκρίνιστα.

Τα δείγματα που προορίζονταν για κοκκομετρική ανάλυση ξηράθηκαν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 120 °C για 24 ώρες. Έπειτα κάθε δείγμα ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας 0,001g και ακολούθησε η κοκκομετρία σε κοκκομετρική στήλη τύπου Sedigraph Micrometrics 5100ET. Χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα ανοίγματος ματιού: τυφλό, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 και 4000  $\mu\text{m}$ . Το κοσκίνισμα είχε διάρκεια 15 λεπτά και έγινε στο μέγιστο επίπεδο δόνησης της συσκευής. Μετά το τέλος του κοσκινίσματος, ζυγίστηκε η ποσότητα του ιζήματος που έμενε σε κάθε κόσκινο ώστε να βρεθεί το ποσοστό συμμετοχής στο ίζημα κάθε κλάσης μεγέθους.

Για τη διάκριση των ιζημάτων σε κάθε σταθμό ακολουθήθηκε η κατάταξη σε ιζήματα (Eleftheriou & McIntyre, 2005):

- αδρόκοκκα (χαλίκι για κόκκους >2000  $\mu\text{m}$ , άμμος για κόκκους 63-2000  $\mu\text{m}$ ) και
- λεπτόκοκκα (ιλύς & άργιλος για κόκκους < 63  $\mu\text{m}$ )



Στα σημεία που συλλέχθηκαν τα ιζήματα για την κοκκομετρική ανάλυση εκτός από το βάθος, σημειώθηκαν τα χαρακτηριστικά του βιοτόπου όπως η γενική κοκκομετρική σύσταση και σύνθεση της χλωρίδας.

### **Οικολογικοί δείκτες**

Για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας των οργανισμών, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν η αφθονία των ειδών  $S$  (αριθμός ειδών/  $m^2$ ), η αφθονία των οργανισμών (αριθμός ατόμων όλων των ειδών σε ένα σταθμό/  $m^2$ ), ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener  $H'$  (Todorova & Konsulova, 2000) και ο δείκτης ομοιομορφίας  $J$  (Todorova & Konsulova, 2000). Οι υπολογισμοί έγιναν βάσει των διθύρων που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη (αρπάγη/ πλαίσιο) και όχι με τον αργαλειό, επειδή λόγω της διαφορετικής επιλεκτικότητας του αργαλειού, τα δεδομένα θα ήταν μη συγκρίσιμα.

Η αφθονία των ειδών  $S$ , μπορεί να είναι αξιόπιστο εργαλείο για τη μέτρηση της πίεσης του περιβάλλοντος σύμφωνα με τους Simboura & Zenetos (2002) όταν:

α) τα δείγματα που έχουν συλλεχθεί αναφέρονται στην ίδια δειγματοληπτική επιφάνεια (π.χ.  $0,1 m^2$ )

β) τα δείγματα έχουν συλλεχθεί με ίδιο δειγματοληπτικό εργαλείο, αφού το καθένα μπορεί να έχει διαφορετική επιλεκτικότητα

γ) αναφέρεται σε ίδιο τύπο περιβάλλοντος, για παράδειγμα, σε αμμώδη και λασπώδη υποστρώματα οι κοινότητες είναι πιο άφθονες από ότι σε βραχώδη

δ) η αναγνώριση των ειδών έγινε στο ίδιο ταξινομικό επίπεδο.

Ο δείκτης ποικιλότητας  $H'$  υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

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

- όπου  $p_i$  = αναλογία του  $i_{th}$  είδους ( $n/N$ , όπου  $n$ = ο αριθμός των ατόμων του  $i_{th}$  είδους και  $N$ = ο συνολικός αριθμός των ατόμων όλων των ειδών)
- $S$  = αριθμός των ειδών μέσα στην κοινότητα.

Ο δείκτης Shannon-Wiener  $H'$  επιλέχθηκε επειδή είναι ο πιο διαδεδομένος δείκτης ποικιλότητας (Mouillot & Lepître, 1999, Simboura & Zenetos, 2002, Reizoroulou & Nicolaidou, 2004), έχει δοκιμαστεί με επιτυχία πολλές φορές ακόμη και σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Simboura & Zenetos, 2002) και έχει αποδειχθεί πολύ χρήσιμος ως εργαλείο, σε περιπτώσεις προσδιορισμού της ρύπανσης στο θαλάσσιο περιβάλλον (Reizoroulou & Nicolaidou, 2004). Είναι σημαντικός δείκτης επειδή δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των ειδών, αλλά λαμβάνει υπόψη και τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα κατανέμονται ανάμεσα στα είδη (Ζαρκανέλλας, 1980).

Ο δείκτης ομοιομορφίας  $J$  υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$J = H' / H'_{\max}$$

- όπου  $H'$  ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener
- όπου  $H'_{\max} = \log_2 S$  ( $S$  = ο αριθμός των ειδών) και εκφράζει τη μέγιστη ποικιλότητα που δύναται να προκύψει από ένα δεδομένο αριθμό ειδών

Η περιγραφή της βιοποικιλότητας δεν μπορεί να βασιστεί μόνο στη τιμή του δείκτη  $H'$  επειδή μια βιοκοινωνία με λίγα είδη που είναι όμως ομοιόμορφα κατανεμημένα, μπορεί να πάρει ίδια τιμή δείκτη  $H'$  με μία άλλη που θα έχει πολλά

είδη ανομοιόμορφα κατανεμημένα. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με το δείκτη ομοιομορφίας J (Ζαρκανέλλας, 1980, Mouillot & Leprêtre, 1999).

Για λόγους συζήτησης των αποτελεσμάτων, συλλέχθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα από 2 σταθμούς στον Θερμαϊκό κόλπο από τις διαδικτυακές υπηρεσίες κατάλληλων σελίδων ([www.meteo.gr](http://www.meteo.gr) και [www.freemeeo.com](http://www.freemeeo.com)).

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Microsoft Excel 2003 ενώ τα στατιστικά έγιναν με τη βοήθεια του προγράμματος Minitab 15.

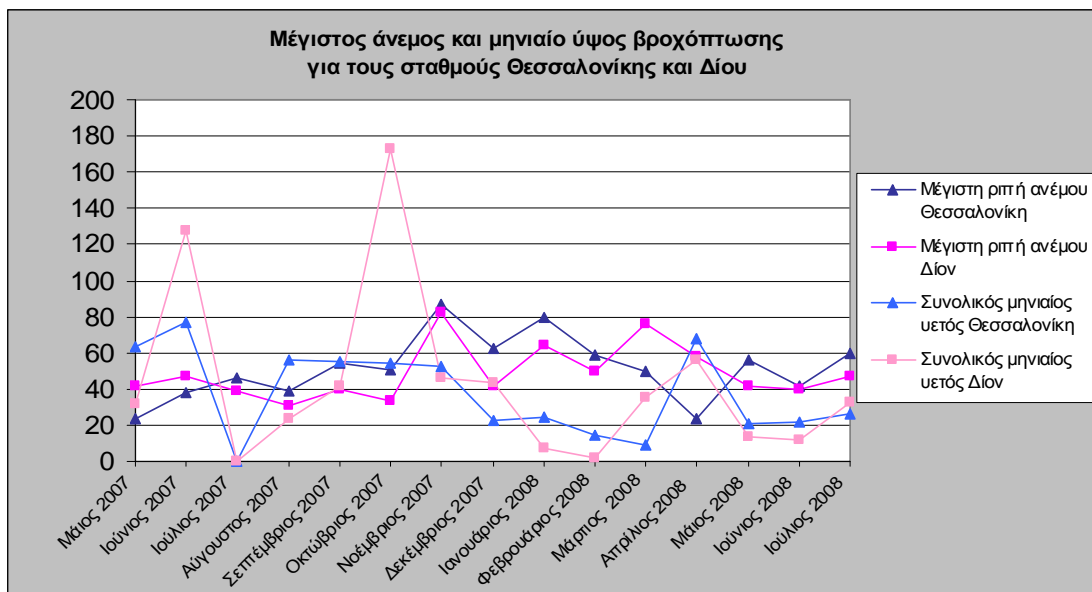
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Κλιματικοί παράμετροι

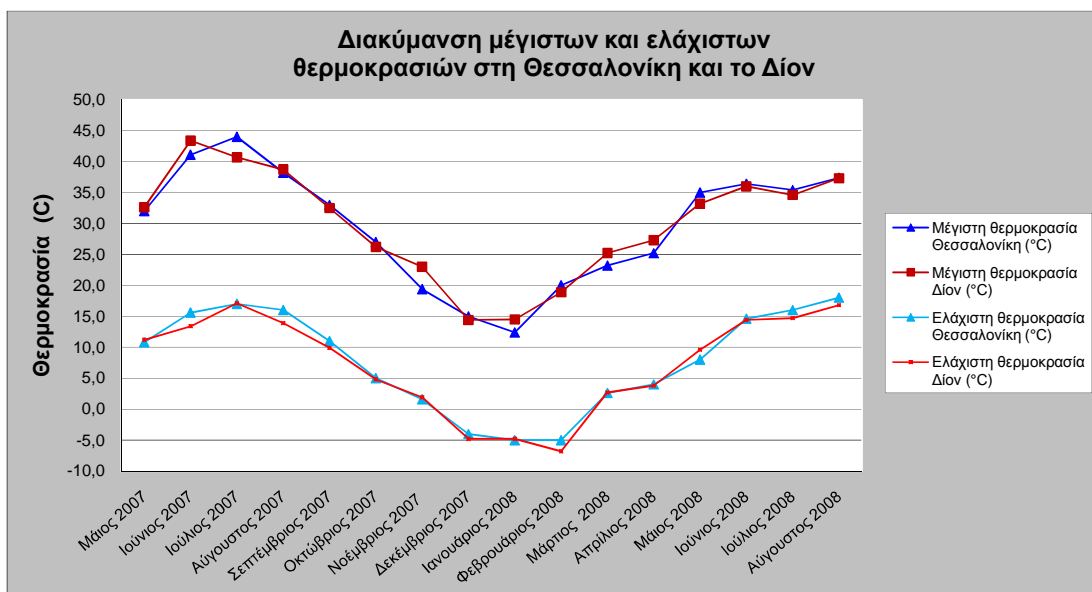
Από τα μετεωρολογικά δεδομένα της Θεσσαλονίκης και του Δίου για τη περίοδο ενός έτους πριν την έναρξη των δειγματοληψιών και κατά τη διάρκειά τους (Πιν. 3)(Εικ. 7 και 8), παρατηρήθηκε πως η μέγιστη θερμοκρασία αέρα στο σταθμό της Θεσσαλονίκης σημειώθηκε τον Ιούλιο του 2007 ενώ στο σταθμό του Δίου τον Ιούνιο του ίδιου έτους. Η διαφορά της μέγιστης θερμοκρασία του καλοκαιριού 2007 σε σχέση με το επόμενο καλοκαίρι που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία ήταν περίπου 7,5 °C. Πιο εκτεθειμένες σε ανέμους ήταν οι ανατολικές ακτές του κόλπου αφού οι ισχυρότεροι άνεμοι και στους δυο σταθμούς είχαν Δ και ΔΒΔ διευθύνσεις. Σημαντικές βροχοπτώσεις παρατηρήθηκαν κυρίως στο Δίον πριν από τις περιόδους δειγματοληψιών, επηρεάζοντας περισσότερο τις δυτικές ακτές του κόλπου.

**Πίνακας 3.** Στοιχεία μετεωρολογίας για την περίοδο Μάιου 2007 μέχρι Ιουλίου 2008 σε σταθμούς κοντά στο Θερμαϊκό κόλπο

Περιοχή Μήνας	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)		Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)		Μέγιστη ριπή ανέμου (km/ h)		Συνολικός μηνιαίος υετός		Διεύθυνση ανέμου
	Θεσσαλονίκη	Δίον	Θεσσαλονίκη	Δίον	Θεσσαλονίκη	Δίον	Θεσσαλονίκη	Δίον	Δίον
<b>Μάιος 2007</b>	32,0	32,6	10,8	11,2	23,6	41,8	63,0	31,4	NA
<b>Ιούνιος 2007</b>	41,1	43,4	15,6	13,4	37,8	46,7	76,5	127,6	NA
<b>Ιούλιος 2007</b>	44,0	40,7	17,0	17,1	46,1	38,6	0,0	0,0	NA
<b>Αύγουστος 2007</b>	38,2	38,7	16,0	13,9	39,2	30,6	55,7	23,2	NA
<b>Σεπτέμβριος 2007</b>	33,0	32,5	11,0	9,9	54,5	40,2	55,4	41,2	ΔΒΔ
<b>Οκτώβριος 2007</b>	27,0	26,2	5,0	4,8	50,8	33,8	54,3	172,6	ΔΒΔ
<b>Νοέμβριος 2007</b>	19,4	23,0	1,6	1,9	86,7	82,1	52,8	46,6	Δ
<b>Δεκέμβριος 2007</b>	15,0	14,4	-4,0	-4,8	62,8	41,8	23,0	43,8	Δ
<b>Ιανουάριος 2008</b>	12,4	14,5	-5,0	-4,8	79,6	64,4	24,6	7,0	Δ
<b>Φεβρουάριος 2008</b>	20,0	18,9	-5,1	-6,8	58,7	49,9	14,4	2,0	Δ
<b>Μάρτιος 2008</b>	23,2	25,2	2,6	2,7	50,2	75,6	9,2	35,2	Δ
<b>Απρίλιος 2008</b>	25,2	27,3	4,0	3,8	23,6	57,9	67,7	55,8	Δ
<b>Μάιος 2008</b>	35,0	33,2	8,0	9,6	55,9	41,8	20,7	13,2	NA
<b>Ιούνιος 2008</b>	36,4	36,0	14,6	14,4	41,8	40,2	21,5	12,0	NA
<b>Ιούλιος 2008</b>	35,4	34,6	16,0	14,7	60,0	46,7	26,4	32,8	NA



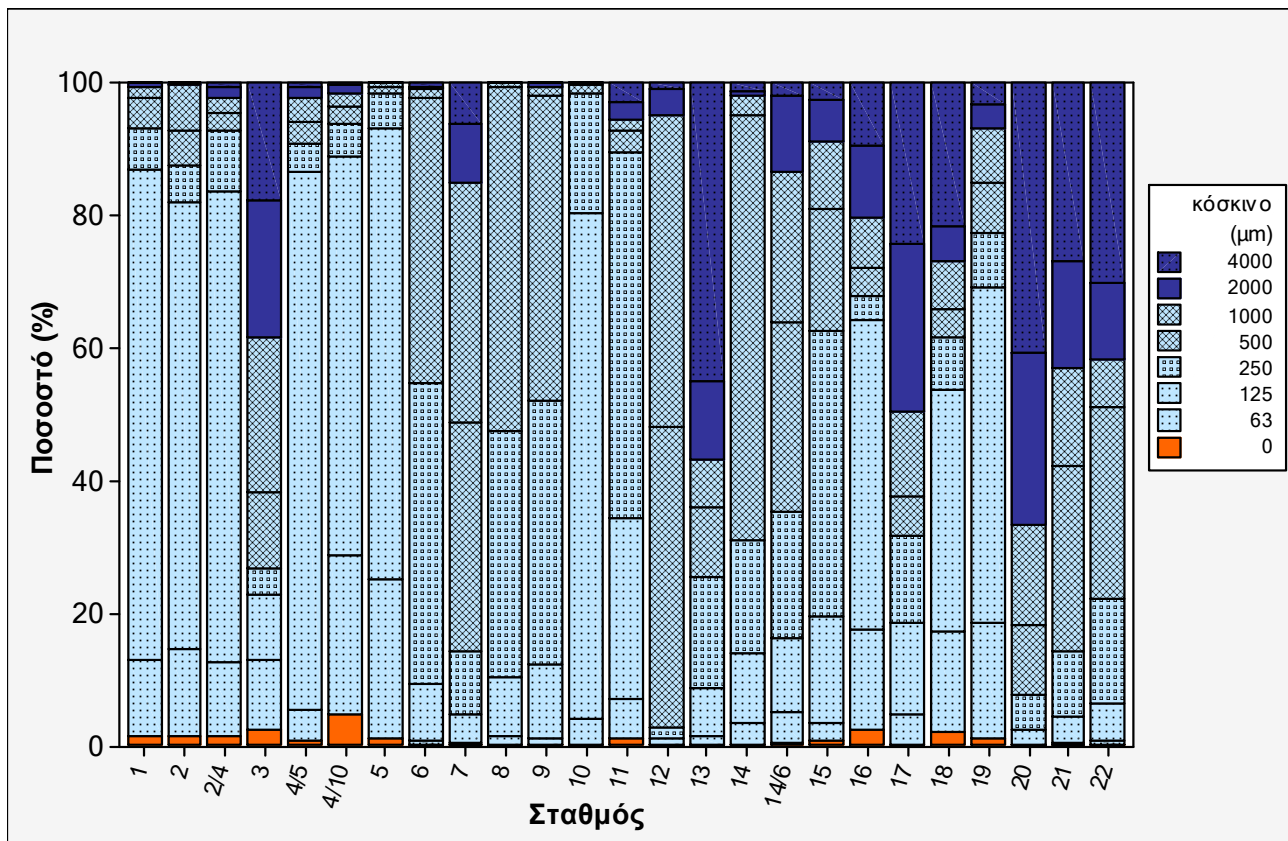
**Εικόνα 7.** Μέγιστος άνεμος και συνολικό μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης για διάστημα ενός έτους πριν τη δειγματοληψία στους σταθμούς Θεσσαλονίκης και Δίου



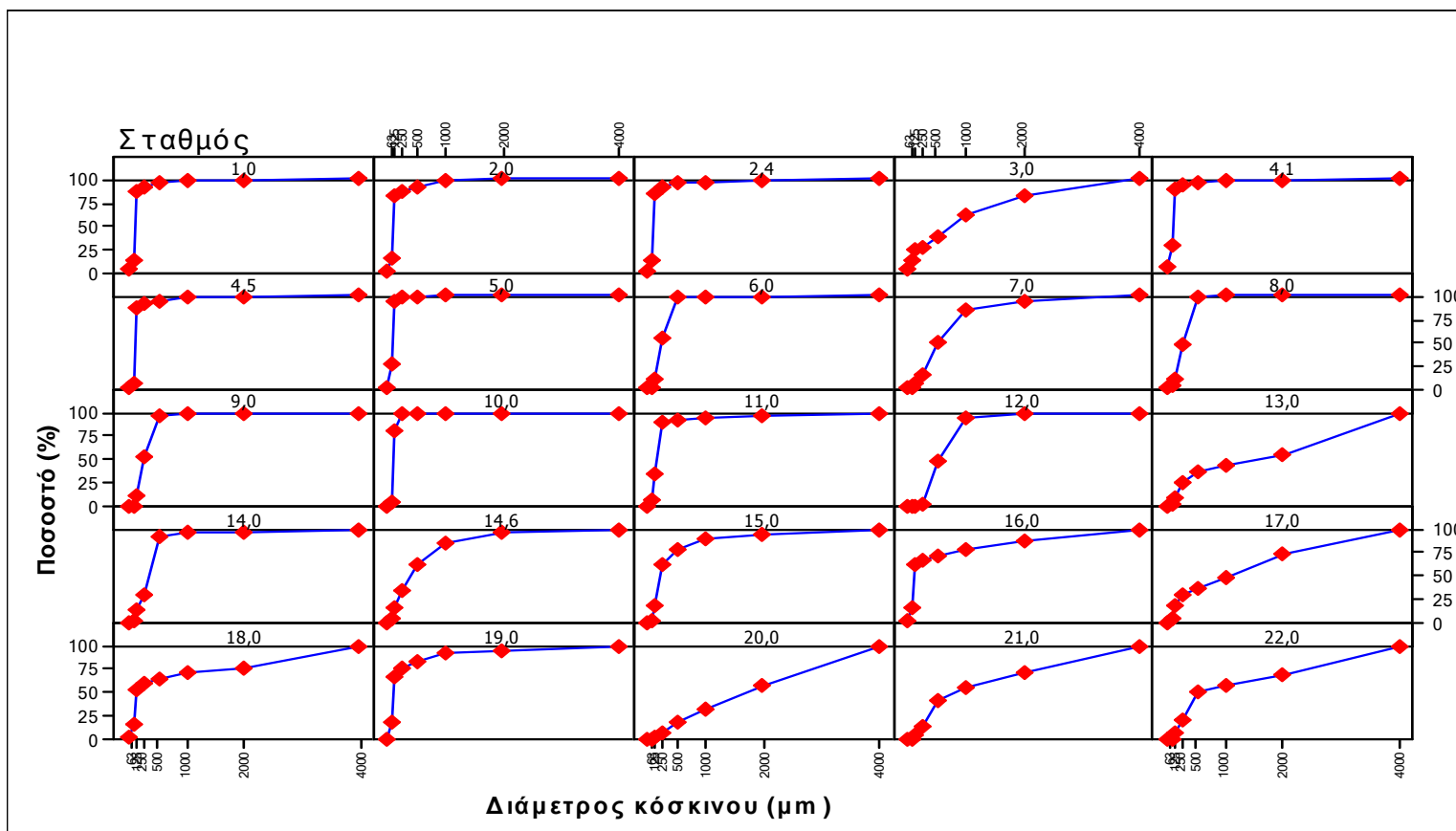
**Εικόνα 8.** Διακύμανση των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών για διάστημα ενός έτους πριν τη δειγματοληψία στους σταθμούς Θεσσαλονίκης και Δίου

## Κοκκομετρία

Η κοκκομετρική ανάλυση έδειξε ότι τα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου αποτελούνται κυρίως από άμμο (Εικ. 9 και Εικ.10):



**Εικόνα 9.** Ποσοστό συμμετοχής της κάθε κλάσης ιζήματος στους σταθμούς δειγματοληψίας. Με σκούρο μπλε χρώμα φαίνονται οι πέτρες και τα χαλίκια, με ανοιχτό μπλε η άμμος και με πορτοκαλί η ιλύς/ άργιλος. Όπου αριθμός μετά την κάθετο αφορά στον αριθμό της επανάληψης



Εικόνα 10. Συσσωρευτικές καμπύλες των ποσοστών κάθε κλάσης ιζημάτων για τους σταθμούς δειγματοληψίας



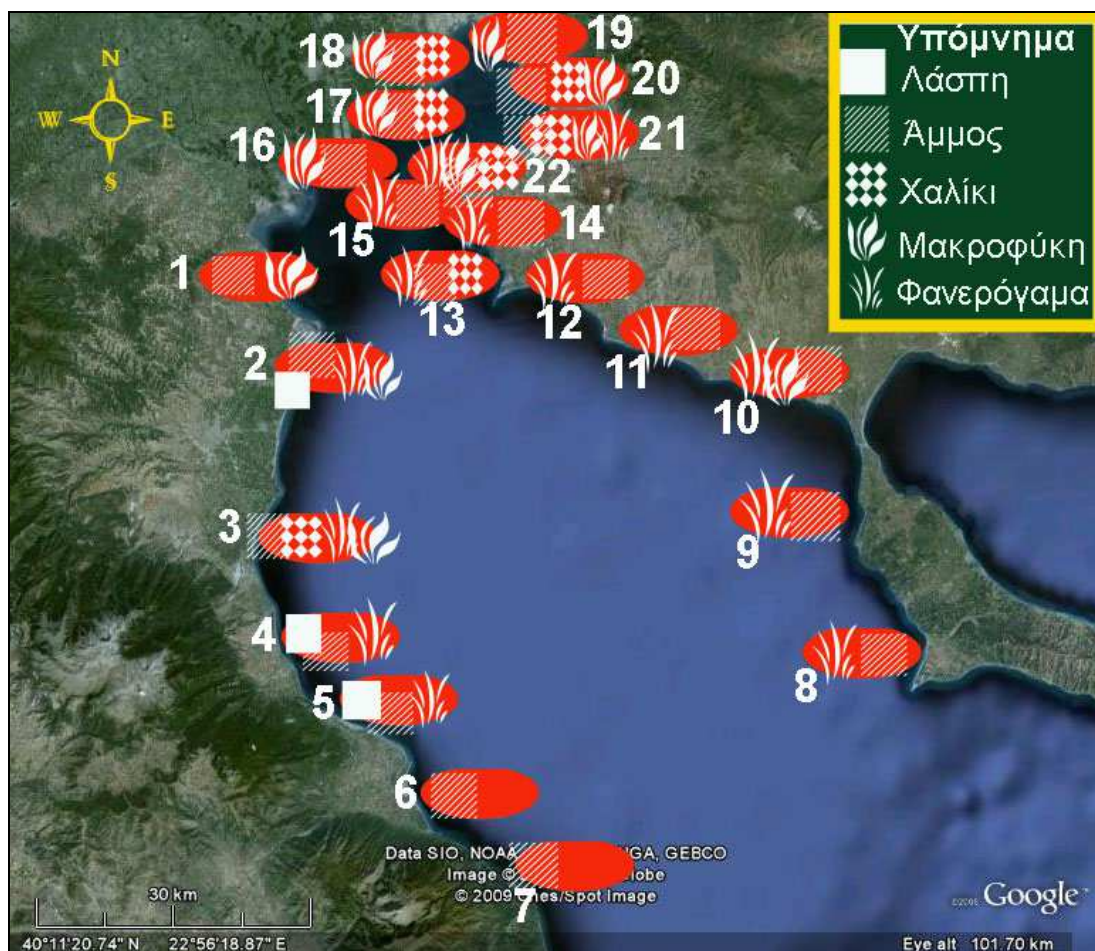
Πιο συγκεκριμένα στις ανατολικές ακτές του Θερμαϊκού κυριαρχεί η αδρή άμμος, στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης το ίζημα αποτελείται από αδρή άμμο και χαλίκια ενώ στις δυτικές ακτές του κόλπου το ίζημα είναι αμμολασπώδες. Το κλάσμα της ιλύος και της αργίλου είναι πολύ μικρό και εμφανίζεται περισσότερο στις δυτικές ακτές του κόλπου.

Από την παρακολούθηση του κάθε σταθμού της κοκκομετρικής ανάλυσης καταρτίστηκε ο πίνακας 4, σε σχέση με την χλωρίδα και την πανίδα που τον χαρακτηρίζει .

**Πίνακας 4.** Κύρια στοιχεία βιοτόπου στις περιοχές των δειγμάτων για κοκκομετρία

Σταθμός	Βάθος (m)	Ίζημα βυθού	Χλωρίδα	Πανίδα	Παρατηρήσεις πεδίου	Περιοχή
1	5	αμμο-ιλύς	μακροφύκη	πολύχαιτοι- καβούρια	πολύ ιλύς	Μακρύγυαλος
2	6	αμμο-ιλύς	μακροφύκη + φανερόγαμα	ασκίδια- ανόμουρα	λεπτή άμμος + μακροφύκη	Παραλία Κορινού
2	3,50	αμμο-ιλύς	μακροφύκη + φανερόγαμα	γαστερόποδα- σπόγγοι	άμμος	Παραλία Κορινού
3	6	αδρή άμμος/ χαλίκια	μακροφύκη + φανερόγαμα	γαστερόποδα	φανερόγαμα	Παραλία Λιτόχωρου
4	4	αμμο-ιλύς	φανερόγαμα	πολύχαιτοι- γαρίδες		Λεπτοκαρυά
4	15	αμμο-ιλύς	φανερόγαμα	πολύχαιτοι	ψιλή άμμος	Λεπτοκαρυά
5	4	αμμο-ιλύς	φανερόγαμα		πράσινο θολό νερό	Πλαταμώνας
6	4	αδρή άμμος		πολύχαιτοι- οφίουροι		Παραλία Παλαιόπυργου
7	3,5	αδρή άμμος		Osteichthyes	λίγες κροκάλες	Κόκκινα νερά
8	10	αδρή άμμος	φανερόγαμα		χοντρή άμμος	Ποσειδί
9	5	αδρή άμμος	φανερόγαμα	γαρίδες	σαθρή ποσειδωνία	Σάνη
10	4	ψιλή άμμος	μακροφύκη + φανερόγαμα		αρκετή λάσπη	Πλάγια-Σωζόπολη
11	4	μεσαία/ ψιλή άμμος	φανερόγαμα	γαστερόποδα	αρκετή λάσπη	Καλλικράτεια
12	4	αδρή άμμος	φανερόγαμα		όλη η περιοχή ποσειδωνίες	Παραλία Επανωμής
13	5	χαλίκια/ αδρή άμμος	φανερόγαμα	Branchiostomidae	<i>Zostera</i> sp.	Όρμος Επανωμής
14	4	αδρή άμμος	φανερόγαμα	πολύχαιτοι	σκληρός βυθός	Μηχανιώνα
14	4	αδρή άμμος	φανερόγαμα	πολύχαιτοι		Μηχανιώνα
15	4	μεσαία/ αδρή άμμος	φανερόγαμα	καβούρια	<i>Zostera</i> sp.	Αγγελοχώρι
16	4	αμμο-ιλύς	μακροφύκη	σπόγγοι- πολύχαιτοι	πολύ λάσπη γκρι- μαύρη	Εκβολές Αξιού
17	4	αμμοχάλικα	μακροφύκη	δίθυρα-	πολύ λάσπη μαύρη	Ναζίκι
18	5	ψιλή άμμος	μακροφύκη	δίθυρα		Παλιομάννα
19	3	ψιλή άμμος	μακροφύκη	πολύχαιτοι-		Ιστιοπλοϊκός Όμιλος
20	3	χαλίκια/ αδρή άμμος	μακροφύκη	γαστερόποδα- δίθυρα		Μικρό Έμβολο
21	3	αδρή άμμος/ χαλίκια	μακροφύκη + φανερόγαμα	πολύχαιτοι		Αεροδρόμιο- Περαιά
22	3	αμμοχάλικα	μακροφύκη + φανερόγαμα	δίθυρα		Αγία Τριάδα

Συνοπτικά, η εικόνα του Θερμαϊκού κόλπου στους σταθμούς δειγματοληψίας όπως αυτή διαμορφώθηκε από την ανάλυση του ιζήματος και της χλωρίδας απεικονίζεται παρακάτω (Εικ. 11).



**Εικόνα 11.** Συνοπτική περιγραφή της χλωρίδας και του υποστρώματος στους σταθμούς δειγματοληψίας

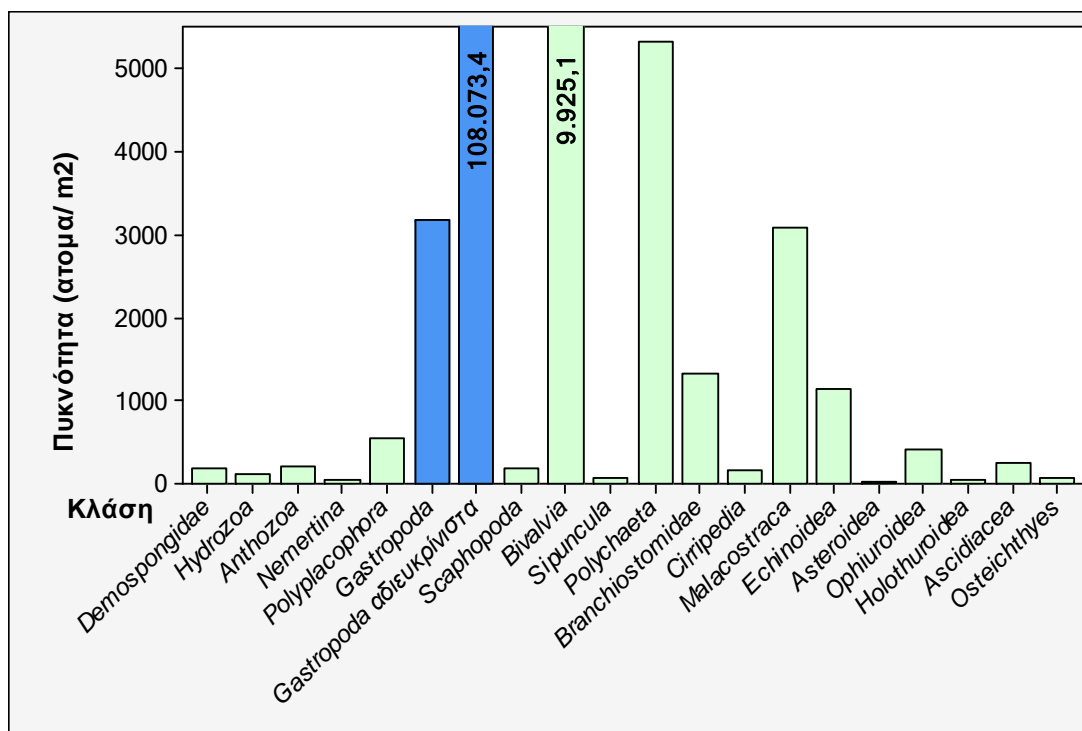
Τα φανερόγαμα απαντώνται πιο συχνά στον Θερμαϊκό κόλπο όπου το ίζημα έχει πιο λεπτόκοκκη σύσταση, ενώ τα μακροφύκη εμφανίζονται κυρίως στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης όπου το ίζημα αποτελείται κυρίως από αδρή άμμο και χαλίκια.

## Σύνθεση πανίδας

### i) Κύριες ταξινομικές ομάδες

Στην περιοχή μελέτης βρέθηκαν 19 συστηματικές ομάδες της πανίδας

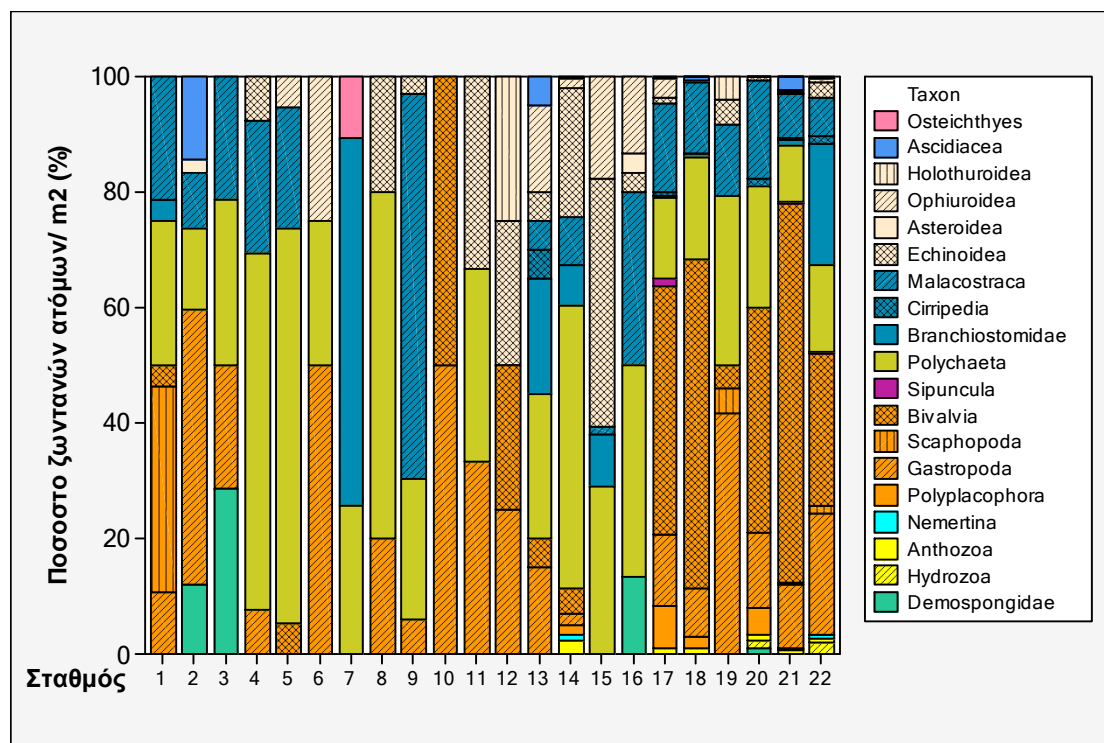
(Εικ. 12).



**Εικόνα 12.** Αριθμός ατόμων κάθε ταξινομικής ομάδας μετά την αναγωγή τους σε (άτομα/ m<sup>2</sup>) από το σύνολο των δειγματοληψιών

Με βάση τον αριθμό των ατόμων/ m<sup>2</sup>, ανεξάρτητα σταθμού, κυριαρχούν τα γαστερόποδα και τα δίθυρα και ακολουθούν οι πολύχαιτοι και τα μαλακόστρακα. Λιγότερο πυκνοί πληθυσμοί αλλά με υψηλές συγκεντρώσεις, είναι οι ομάδες των εχινοδέρμων (*Echinoidea*, *Asteroidea*, *Ophiuroidea* και *Holothuroidea*) και τα *Branchiostomidae*. Στην εικόνα 12 έχουν προστεθεί και τα αδιευκρίνιστα γαστερόποδα αφού είναι πιθανό ένας μεγάλος αριθμός από αυτά να είναι ζωντανά.

Το ποσοστό συμμετοχής των ζωντανών ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο των κύριων ταξινομικών ομάδων που αναγνωρίστηκαν, ξεχωριστά για κάθε σταθμό δειγματοληψίας, παρουσιάζεται στην εικόνα 13.




**Εικόνα 13.** Ποσοστό ζωντανών ατόμων /m<sup>2</sup> των κύριων ταξινομικών ομάδων ανά σταθμό δειγματοληψίας. Η ίδια χρωματική απεικόνιση αντιστοιχεί σε taxa του ίδιου φύλου

## ii) Διθύρα





















Οι κοινότητες των διθύρων όπως φαίνεται, κυριάρχησαν στους σταθμούς που βρίσκονταν στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης (17-22). Οι πολύχαιτοι παρουσίασαν πιο ευρεία εξάπλωση αφού εκπρόσωποί τους βρέθηκαν σχεδόν σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας (εκτός από τους σταθμούς 10 και 12).



















Παρακάτω δίνεται συνοπτικά φωτογραφικός πίνακας με τα είδη των διθύρων που βρέθηκαν (Πίν. 5) καθώς και πίνακας γεωγραφικής κατανομής των διθύρων στους σταθμούς δειγματοληψίας (Πίν. 6).

**Πίνακας 5.** Φωτογραφικός πίνακας των ειδών που βρέθηκαν στον Θερμαϊκό κόλπο

				
<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth 1930	<i>Nucula nucleus</i> (Linné 1758)	<i>Nucula sulcata</i> Bronn 1831	<i>Nuculana pella</i> (Linné 1767) (www.concholgy.be)	<i>Arca noae</i> Linné 1758
				
<i>Asperarca nodulosa</i> (Müller O.F. 1776) (www.concholgy.be)	<i>Anadara transversa</i> (Say 1822)	<i>Striarca lactea</i> (Linné 1758)	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck 1819	<i>Gregariella petagnae</i> (Scacchi 1832)
				
<i>Gregariella semigranata</i> (Reeve 1858)	<i>Musculus costulatus</i> Risso 1826	<i>Musculus discors</i> (Linné 1767) (www.concholgy.be)	<i>Modiolarca subpicta</i> (Cantraine 1835) (www.concholgy.be)	<i>Modiolus barbatus</i> (Linné 1758)



				
<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi 1844)	<i>Pecten jacobeus</i> (Linné 1758)	<i>Flexopecten glaber</i> (Linné 1758)	<i>Mimachlamys varia</i> (Linné 1758)	<i>Anomia ephippium</i> Linné 1758
				
<i>Heteroanomia squamula</i> (Linné 1758)	<i>Pododesmus patelliformis</i> (Linné 1761) (www.concholgy.be)	<i>Ostrea edulis</i> Linné 1758	<i>Ctena decussata</i> (Costa O.G. 1829)	<i>Loripes lacteus</i> (Linné 1758) (www.concholgy.be)
				
<i>Lucinella divaricata</i> (Linné 1758)	<i>Lucinoma borealis</i> (Linné 1767)	<i>Diplodontia rotundata</i> (Montagu 1803)	<i>Chama asperella</i> Lamarck 1819	<i>Chama aspersa</i> Reeve 1846
				
<i>Chama gryphoides</i> Linné 1758	<i>Chama pacifica</i> Broaderip 1834	<i>Pseudochama corbieri</i> (Jonas 1846)	<i>Cardites akabana</i> (Sturany 1899)	<i>Glans aculeata</i> (Poli 1795)

				
<i>Glans trapezia</i> (Linné 1767)	<i>Venericardia antiquata</i> (Linné 1758) (www.concholgy.be)	<i>Digitaria digitaria</i> (Linné 1758)	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin 1791)	<i>Parvicardium scriptum</i> (Bucquoi, Dautzenberg & Dollfus 1892)
				
<i>Tellina donacina</i> Linné 1758	<i>Gastrana fragilis</i> (Linné 1758)	<i>Gari depressa</i> (Pennant 1777)	<i>Abra alba</i> (Wood W. 1802)	<i>Venus punctigera</i> Dautzenberg 1910
				
<i>Venus verrucosa</i> Linné 1758	<i>Circenita calipyga</i> (Born 1778)	<i>Gouldia minima</i> (Montagu 1803)	<i>Pitar mediterranea</i> (Dautzenberg 1891) (www.concholgy.be)	<i>Pitar rudis</i> (Poli 1795)
				
<i>Corbula gibba</i> (Olivi 1792)	<i>Gastrochaena cymbium</i> Spengler 1783	<i>Gastrochaena dubia</i> (Pennant 1777)	<i>Hiatella arctica</i> (Linné 1767)	



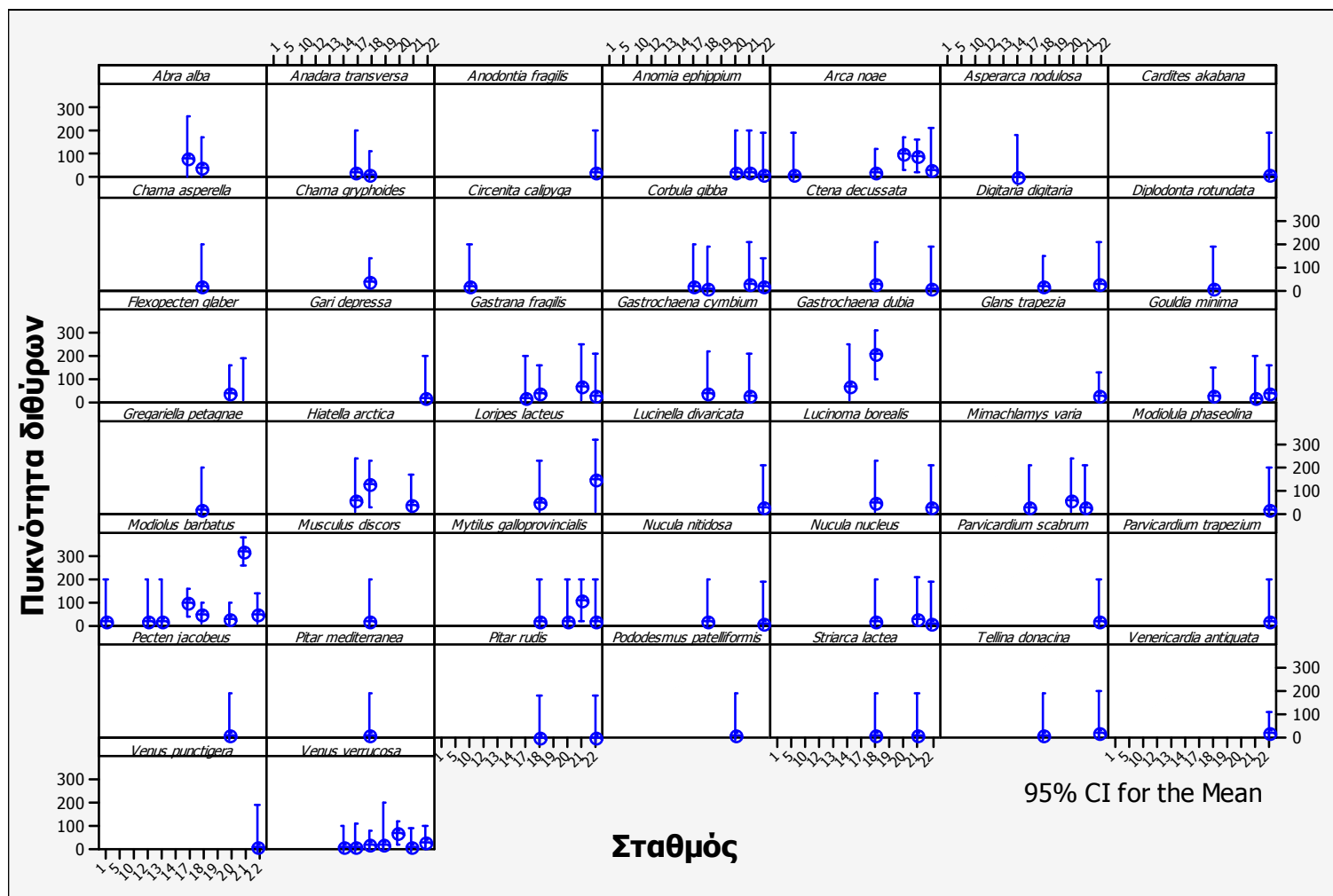
**Πίνακας 6.** Πίνακας παρουσίας ειδών διθύρων στο Θερμαϊκό κόλπο

Κλάση	Σταθμός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	<b>Είδος οστράκου</b>																						
	<i>Abra alba</i>																	+	+			+	
	<i>Anadara transversa</i>																	+	+				
	<i>Anomia ephippium</i>																	+			+	+	+
	<i>Arca noae</i>					+												+	+		+	+	+
	<i>Asperarca nodulosa</i>														+								
	<i>Cardites akabana</i>																						+
	<i>Chama asperella</i>																		+		+		
	<i>Chama aspersa</i>																				+		
	<i>Chama gryphoides</i>																	+	+		+		
	<i>Chama pacifica</i>																				+		
	<i>Circenita calipyga</i>										+												
	<i>Corbula gibba</i>																	+	+			+	+
	<i>Ctena decussata</i>																		+				+
	<i>Digitaria digitaria</i>																	+	+				+
	<i>Diplodonta rotundata</i>																		+				
	<i>Flexopecten glaber</i>																	+	+		+	+	
	<i>Gari depressa</i>																						+
	<i>Gastrana fragilis</i>																	+	+			+	+
	<i>Gastrochaena cymbium</i>																		+		+	+	
	<i>Gastrochaena dubia</i>														+			+	+		+	+	+
	<i>Glans aculeate</i>																						+
	<i>Glans trapezia</i>																						+
	<i>Gouldia minima</i>																		+			+	+
	<i>Gregariella petagnae</i>																		+				
	<i>Gregariella semigranata</i>																	+					

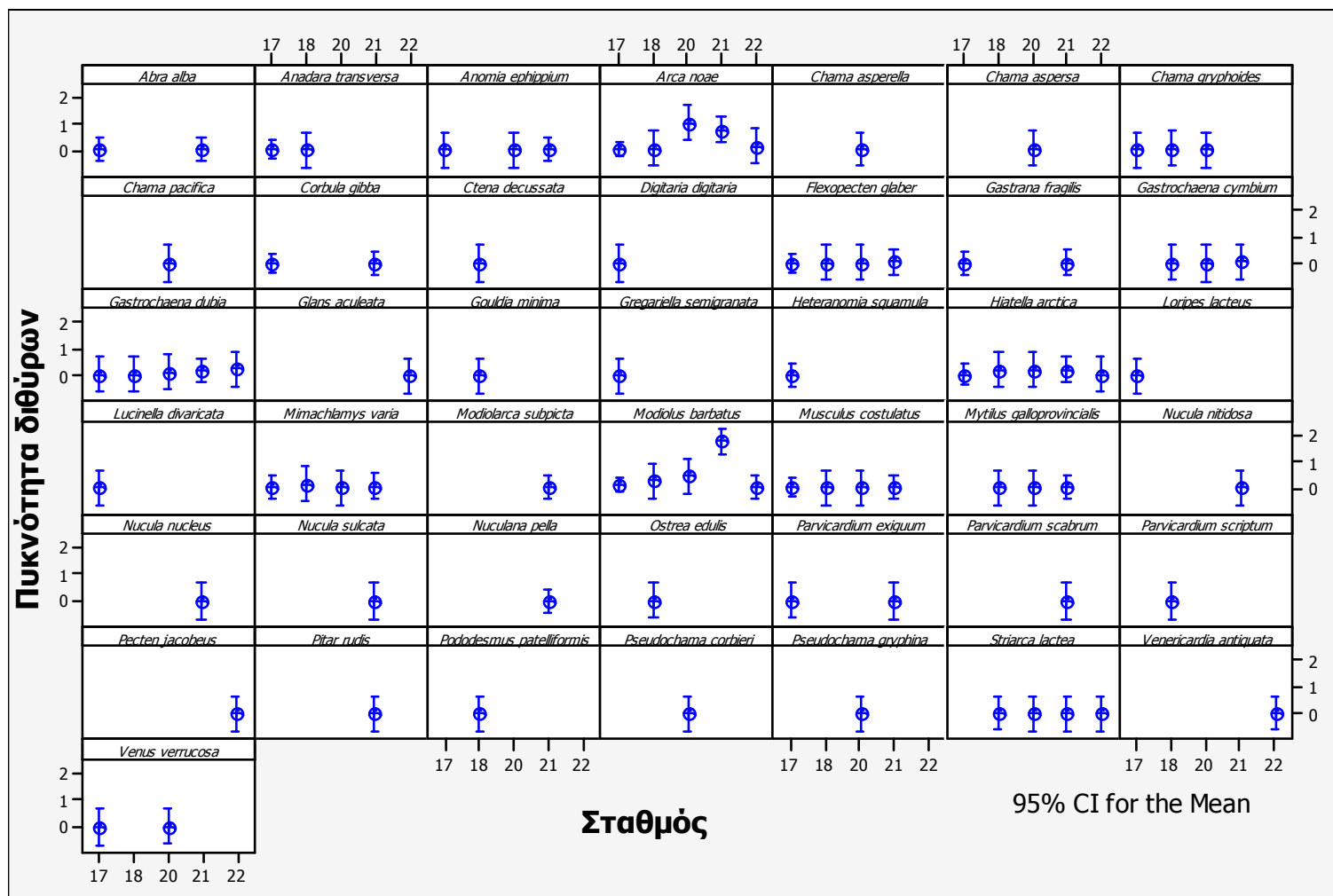
Κλάση	Σταθμός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
		Είδος οστράκου																						
	<i>Heteroanomia squamula</i>																		+					
	<i>Hiatella arctica</i>																		+	+		+	+	+
	<i>Loripes lacteus</i>																		+	+				+
	<i>Lucinella divaricata</i>																		+					+
	<i>Lucinoma borealis</i>																			+				+
	<i>Mimachlamys varia</i>																		+	+		+	+	
	<i>Modiolarca subpicta</i>																						+	
	<i>Modiolula phaseolina</i>																							+
	<i>Modiolus barbatus</i>	+											+	+					+	+		+	+	+
	<i>Musculus costulatus</i>																		+	+		+	+	
	<i>Musculus discors</i>																			+				
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>																			+		+	+	+
	<i>Nucula nitidosa</i>																			+			+	+
	<i>Nucula nucleus</i>																			+			+	+
	<i>Nucula sulcata</i>																						+	
	<i>Nuculana pella</i>																						+	
	<i>Ostrea edulis</i>																			+				
	<i>Parvicardium exiguum</i>																		+				+	+
	<i>Parvicardium scriptum</i>																			+			+	+
	<i>Pecten jacobeus</i>																					+		+
	<i>Pitar mediterranea</i>																			+				
	<i>Pitar rudis</i>																			+			+	+
	<i>Pododesmus patelliformis</i>																			+		+		
	<i>Pseudochama corbieri</i>																					+		
	<i>Striarca lactea</i>																			+		+	+	+
	<i>Tellina donacina</i>																			+				+
	<i>Venericardia antiquata</i>																							+
	<i>Venus punctigera</i>																							+
	<i>Venus verrucosa</i>														+				+	+	+	+	+	+

Η πλειοψηφία των ειδών διθύρων εμφανίστηκε τους σταθμούς 17 και 18, οι οποίοι βρίσκονται στις δυτικές ακτές του κόλπου της Θεσσαλονίκης.

Ο αριθμός των ζωντανών ατόμων κάθε είδους από τα δίθυρα που συλλέχθηκαν φαίνεται στις εικόνες 14 και 15. Στην εικόνα 14, παρουσιάζονται τα δίθυρα που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη τύπου αρπάγης και πλαισίου ενώ στην εικόνα 15, τα δίθυρα που συλλέχθηκαν στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης με αργαλειό.



**Εικόνα 14.** Αριθμός ατόμων διθύρων ανά τετραγωνικό μέτρο, στους σταθμούς δειγματοληψίας που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη τύπου αρπάγης και πλαισίου, για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου

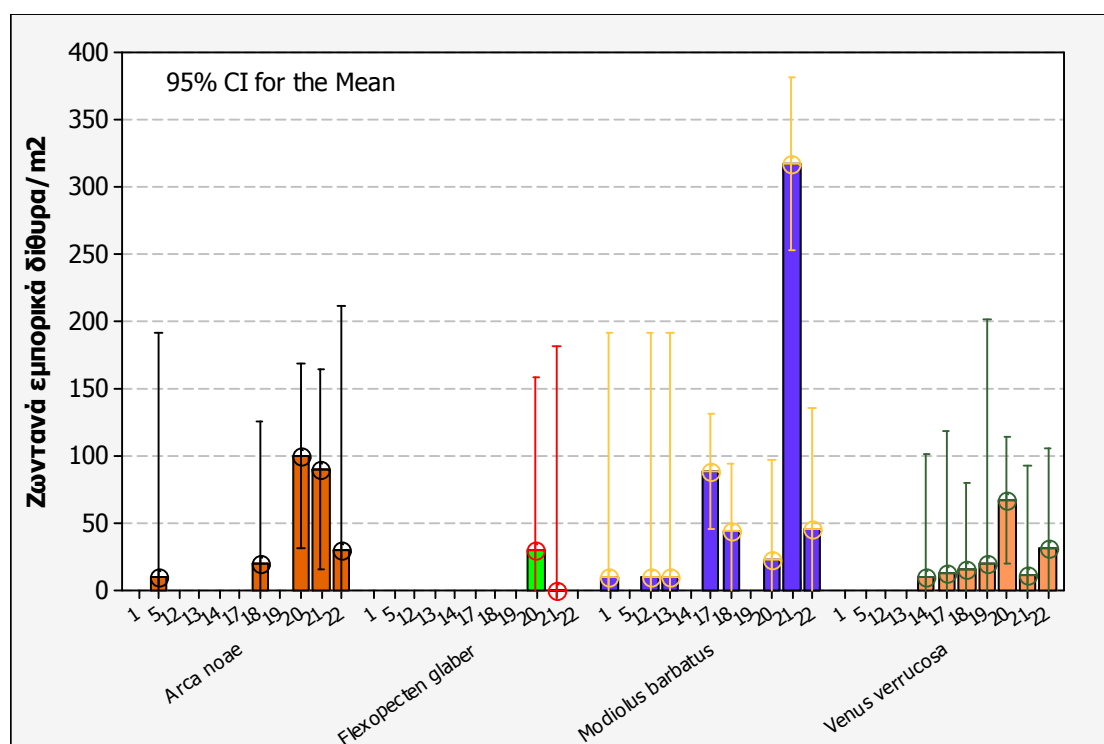


**Εικόνα 15.** Αριθμός ατόμων διθύρων ανά τετραγωνικό μέτρο, στους σταθμούς δειγματοληψίας που συλλέχθηκαν με αργαλειό, για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου

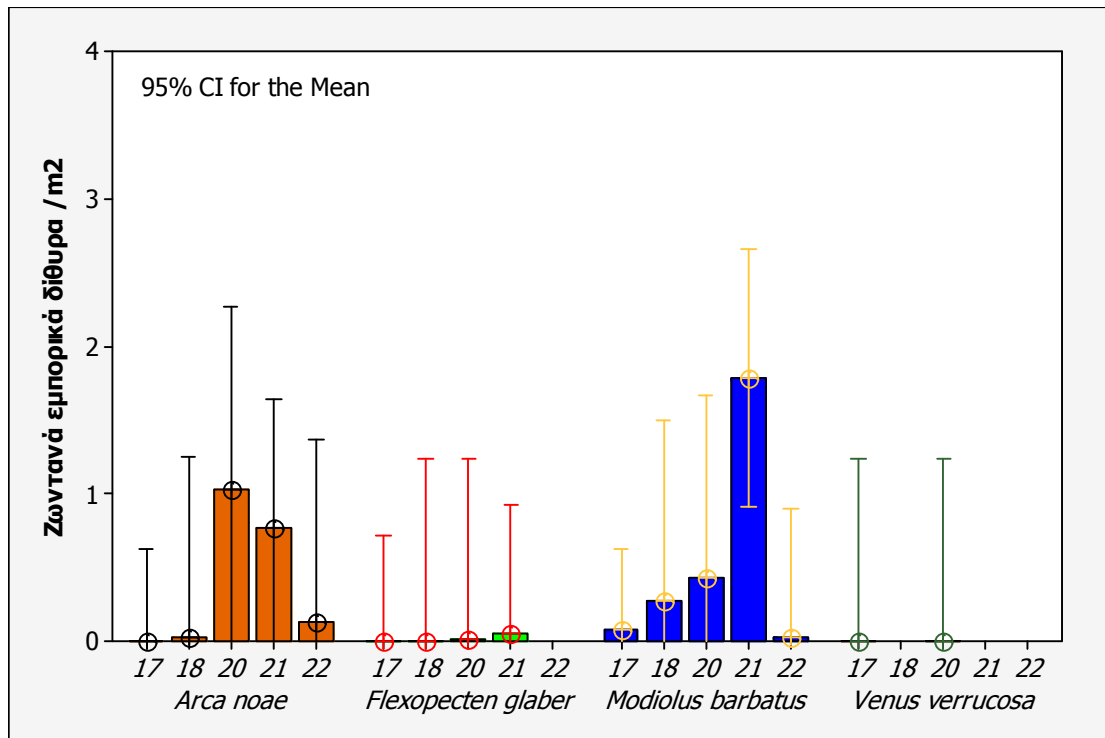
Τα πιο άφθονα είδη που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη και με αργαλειό είναι το χάβαρο (*Modiolus barbatus*) και η καλόγνωμη (*Arca noae*) τα οποία ανήκουν στα εμπορικά είδη διθύρων.

### Εμπορικά είδη διθύρων

Τα εμπορικά είδη διθύρων και οι πυκνότητές τους (άτομα/ m<sup>2</sup>) που βρέθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο παρουσιάζονται στις εικόνες 16 και 17.



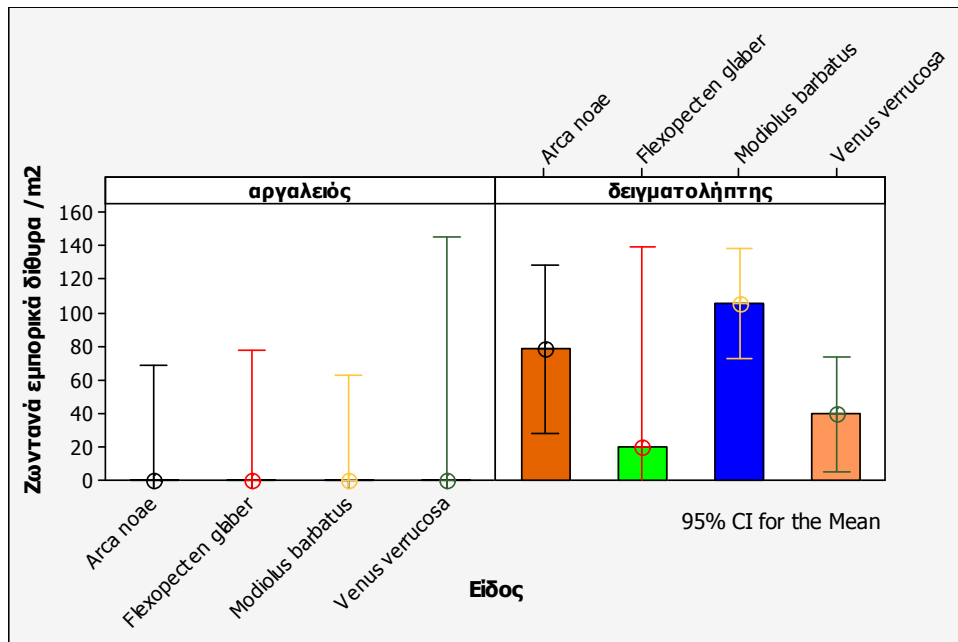
**Εικόνα 16.** Αριθμός ατόμων εμπορικών διθύρων ανά τετραγωνικό μέτρο στους σταθμούς δειγματοληψίας που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη τύπου αρπάγης και πλαισίου, για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου



**Εικόνα 17.** Αριθμός ατόμων εμπορικών διθύρων ανά τετραγωνικό μέτρο, στους σταθμούς δειγματοληψίας που συλλέχθηκαν με αργαλειό, για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου

Στις εικόνες 16 και 17 φαίνεται ότι το χάβαρο κατέχει το μεγαλύτερο πληθυσμό στο Θερμαϊκό κόλπο, με την καλόγνωμη να ακολουθεί, ενώ το χτένι και το κυδώνι συμμετέχουν με μικρότερες πυκνότητες στη πανίδα του κόλπου.

Ο μέσος όρος της πυκνότητας των ζωντανών εμπορικών διθύρων που συλλέχθηκαν με τους δειγματολήπτες (αρπάγη και πλαίσιο) και το αλιευτικό εργαλείο (αργαλειός) παρουσιάζεται συγκριτικά στην εικόνα 18.

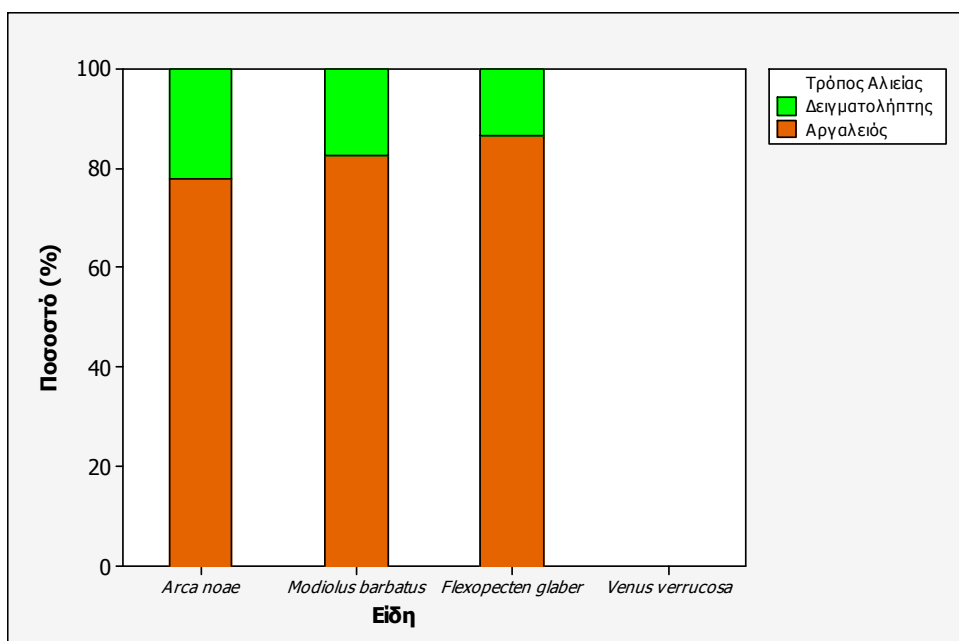


**Εικόνα 18.** Μέση πυκνότητα (άτομα/ m<sup>2</sup>) εμπορικών διθύρων ανά τετραγωνικό μέτρο που συλλέχθηκαν με τους δειγματολήπτες (αρπάγη και πλαίσιο) και το αλιευτικό εργαλείο (αργαλιός), για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου

Ο αργαλιός αλιεύει πολύ λιγότερα άτομα διθύρων από αυτά που συλλέγουν οι δειγματολήπτες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το ποσοστό των εμπορικών διθύρων που έχουν φτάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος τα οποία συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη (αρπάγη και πλαίσιο) και αργαλιό αντίστοιχα (Εικ. 19).



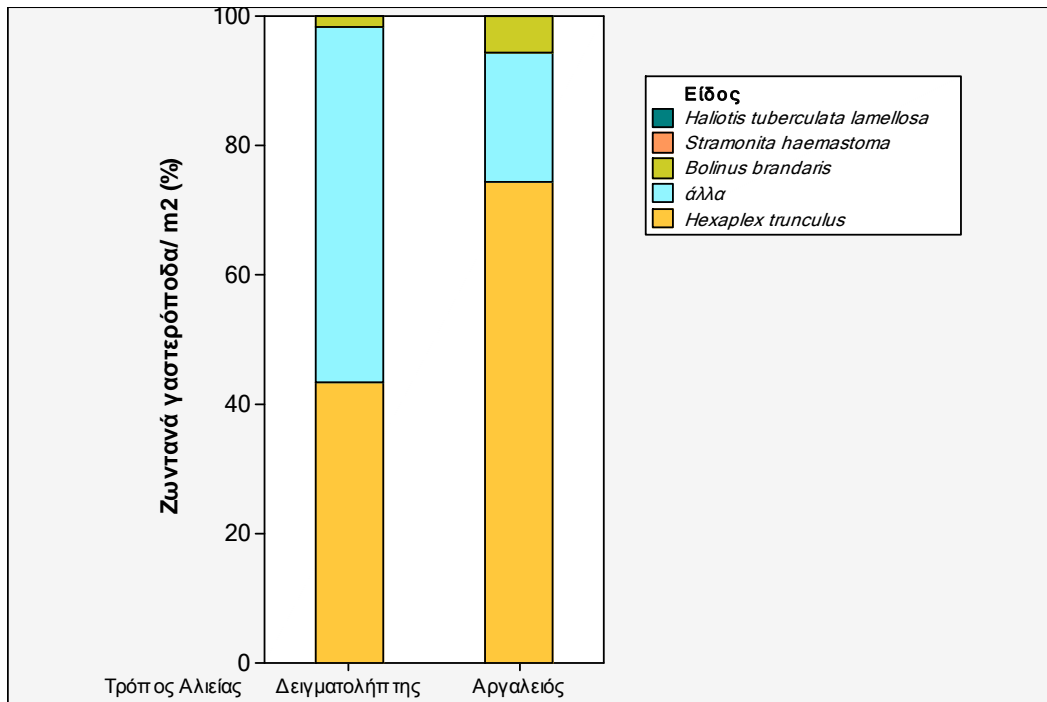


**Εικόνα 19.** Ποσοστό εμπορικών ειδών διθύρων εμπορεύσιμου μεγέθους που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη (αρπάγη και πλαίσιο) και αργαλειό για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου

Το ποσοστό των εμπορικών διθύρων σε εμπορεύσιμο μέγεθος που συλλέχθηκε με δειγματολήπτες και με αργαλειό διαφέρει σημαντικά. Ο αργαλειός συλλαμβάνει το 80 % των εμπορικών μεγεθών που βρέθηκαν στο δείγμα, σε σχέση με το δειγματολήπτη ο οποίος έχει συλλέξει το υπόλοιπο 20 %.

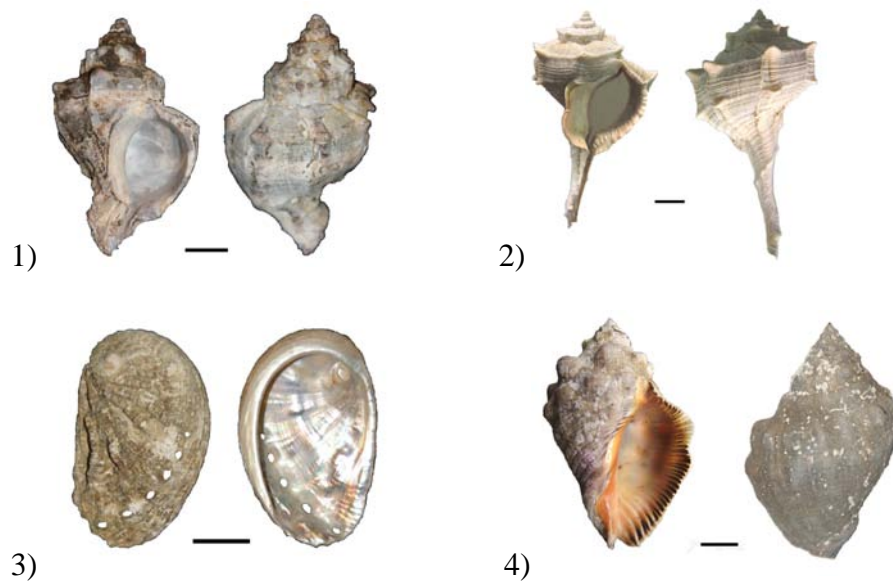
### iii) Γαστερόποδα

Τα εμπορικά ζωντανά γαστερόποδα που συλλέχθηκαν ανήκουν στα είδη: *Bolinus brandaris*, *Hexaplex trunculus*, *Haliotis tubelaria lamellosa* και *Stramonita haemastoma* (Εικ.21). Τα υπόλοιπα γαστερόποδα δεν αναγνωρίστηκαν και κατατάχθηκαν ως άλλα. Στην εικόνα 20, φαίνονται τα ποσοστά συμμετοχής κάθε είδους στο δείγμα, με τη χρήση δειγματολήπτη (αρπάγη και πλαίσιο) και αργαλειού.



**Εικόνα 20.** Ποσοστό (%) εμπορικών ειδών γαστερόποδων που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη και αργαλειό στο Θερμαϊκό κόλπο.

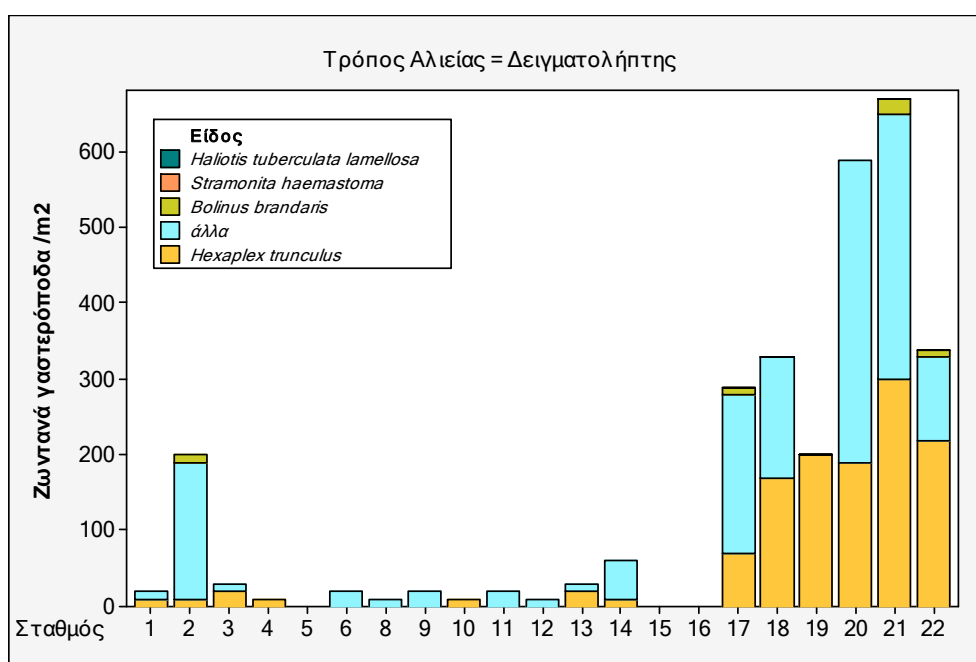
Από τα εμπορικά γαστερόποδα το *Hexaplex trunculus* κυριαρχεί στα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου και ακολουθεί το *Bolinus brandaris*.



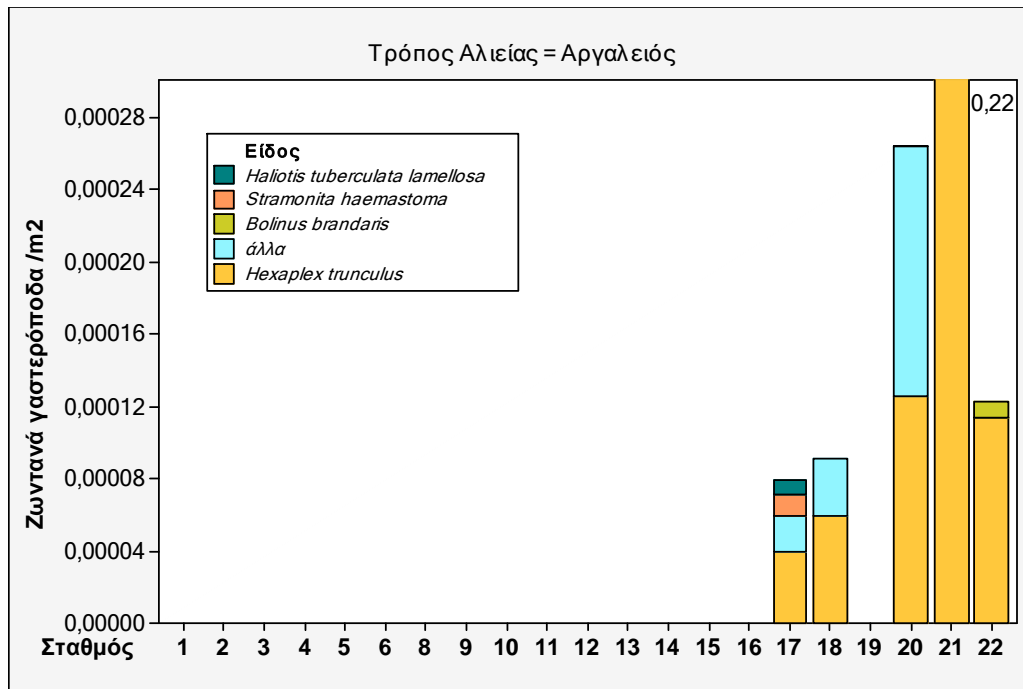
**Εικόνα 21.** Τα εμπορικά είδη γαστερόποδων 1) *Hexaplex trunculus*, 2) *Bolinus brandaris*, 3) *Haliotis tuberculata lamellosa* και 4) *Stramonita haemastoma* (Γαληνού- Μητσουδή, 2009)

Τα υπόλοιπα δυο είδη (*Haliotis tubelaria lamellosa* και *Stramonita haemastoma*) αν και βρέθηκαν στον σταθμό 17 συμμετείχαν όμως, με ελάχιστα ποσοστά.

Τα γαστερόποδα (αριθμός/ m<sup>2</sup>) με διάκριση σε εμπορικά και άλλα είδη, που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη (αρπάγη και πλαίσιο) και αργαλειό στους σταθμούς δειγματοληψίας, δίνονται στις εικόνες 22 και 23.



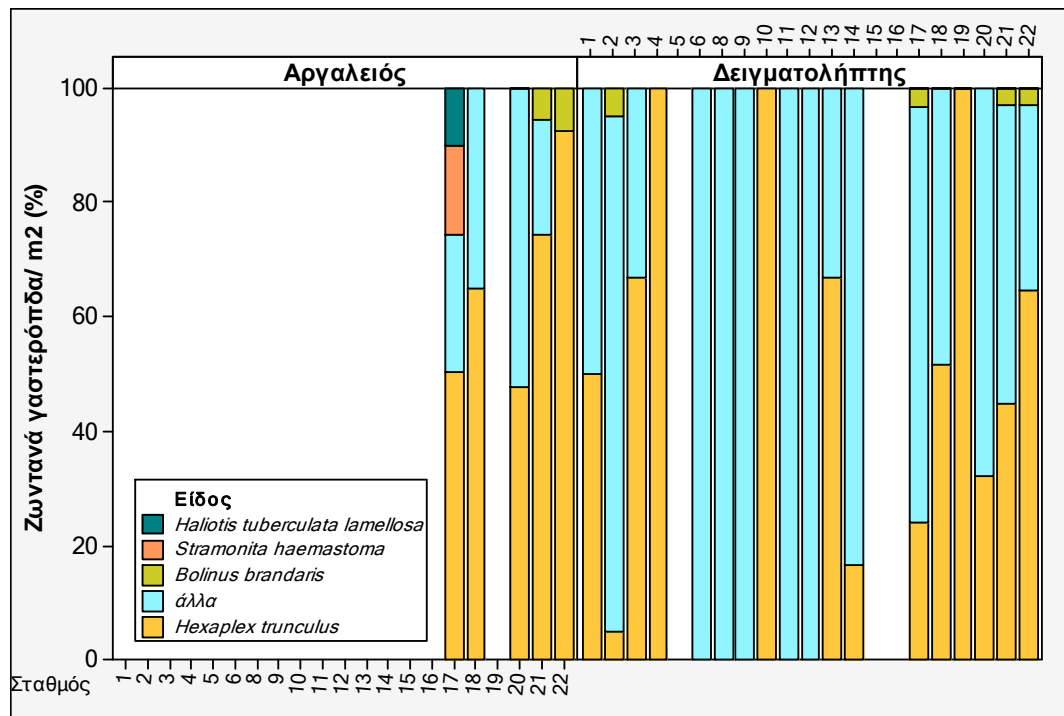
**Εικόνα 22.** Άτομα γαστερόποδων που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη (τύπου αρπάγης και πλαισίου) στους σταθμούς δειγματοληψίας, με τον τρόπο της Εικ. 10



**Εικόνα 23.** Άτομα γαστερόποδων που συλλέχθηκαν με αργαλειό στους σταθμούς δειγματοληψίας, με τον τρόπο της Εικ. 10

Οι σταθμοί που τα γαστερόποδα εμφανίζονται με μεγάλες πυκνότητες είναι στον κόλπο της Θεσσαλονίκης, ενώ στον υπόλοιπο Θερμαϊκό έχουν πολύ μικρότερη παρουσία, με εξαίρεση τον σταθμό 2 (Εικ. 22) όπου μέσα στα φύλλα των μακροφυκών, βρέθηκε μεγάλος πληθυσμός γαστερόποδων με άτομα μικρού μεγέθους.

Τα ποσοστά των ζωντανών γαστερόποδων καθώς και τα είδη τους που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη και αργαλειό ανά τετραγωνικό μέτρο σε κάθε σταθμό, δίνονται αναλυτικά στην εικόνα 24.

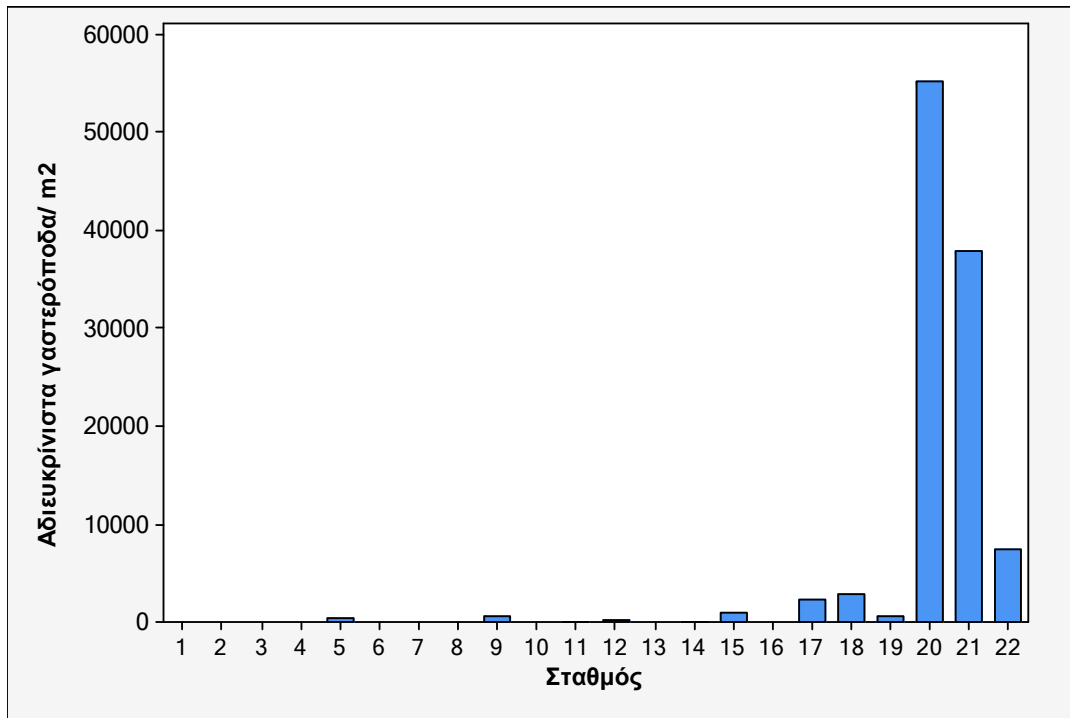


**Εικόνα 24.** Ποσοστό εμπορικών ειδών γαστερόποδων που συλλέχθηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας από δειγματολήπτη και αργαλειό

Αρκετά από τα γαστερόποδα που συλλέχθηκαν λόγω του μικρού τους μεγέθους (<7mm) και κατατάχθηκαν ως αδιευκρίνιστα (Εικ.25), εμφανίζονται σε μεγάλες πυκνότητες κυρίως στους σταθμούς 20 και 21 (ανατολικός κόλπος της Θεσσαλονίκης) (Εικ. 26). Τα περισσότερα από αυτά ανήκουν στο γένος *Bittium*.

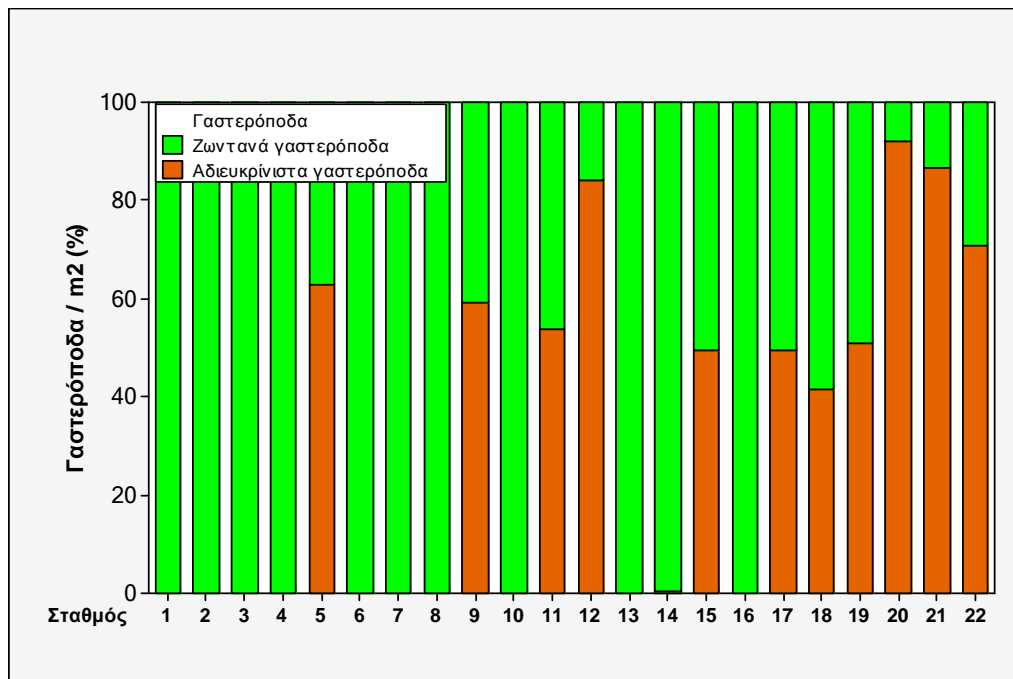


**Εικόνα 25.** Αδιευκρίνιστα γαστερόποδα



**Εικόνα 26.** Αριθμός αδιευκρίνιστων γαστερόποδων ανά τετραγωνικό μέτρο στους σταθμούς δειγματοληψίας

Το ποσοστό που καταλαμβάνουν τα αδιευκρίνιστα γαστερόποδα σε σχέση με τα ζωντανά παρουσιάζεται στην εικόνα 27.

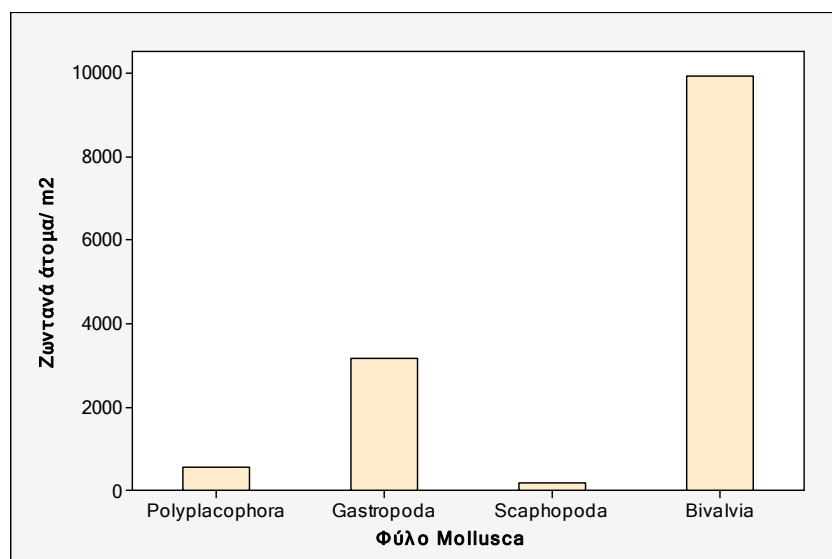


**Εικόνα 27.** Ποσοστό αδιευκρίνιστων γαστερόποδων ανά τετραγωνικό μέτρο σε σχέση με τα ζωντανά άτομα

Το μέγιστο ποσοστό των αδιευκρίνιστων ξεπέρασε το 80 % στους σταθμούς 12, 20 και 21. Το παραπάνω γράφημα δείχνει επίσης, ότι τα αδιευκρίνιστα γαστερόποδα (δηλαδή τα γαστερόποδα πολύ μικρού μεγέθους), εμφανίζονται συχνότερα στις δυτικές ακτές του Θερμαϊκού και σε όλο το κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης.

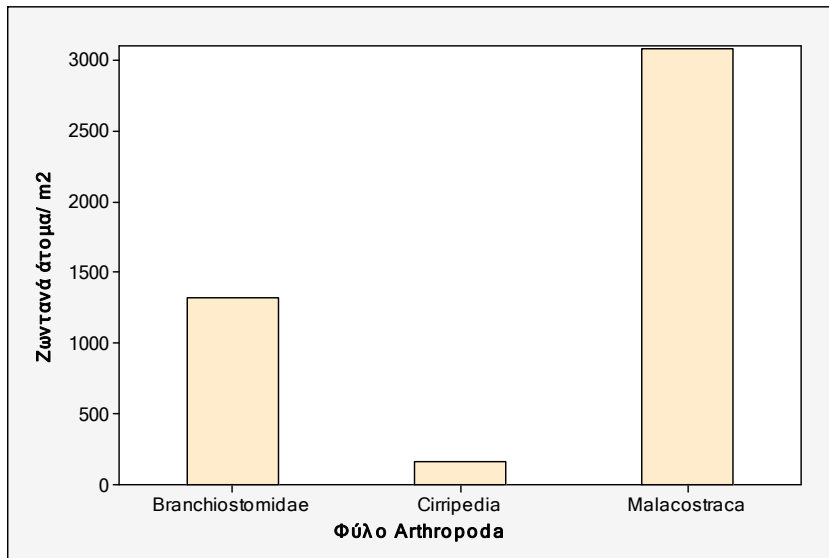
### Επικρατέστερα φύλα

Τα κυριότερα φύλα τα οποία βρέθηκαν στην παρούσα μελέτη, δίνονται στις εικόνες 28,29 και 30 καθώς και οι πυκνότητες τους (άτομα/ m<sup>2</sup>).



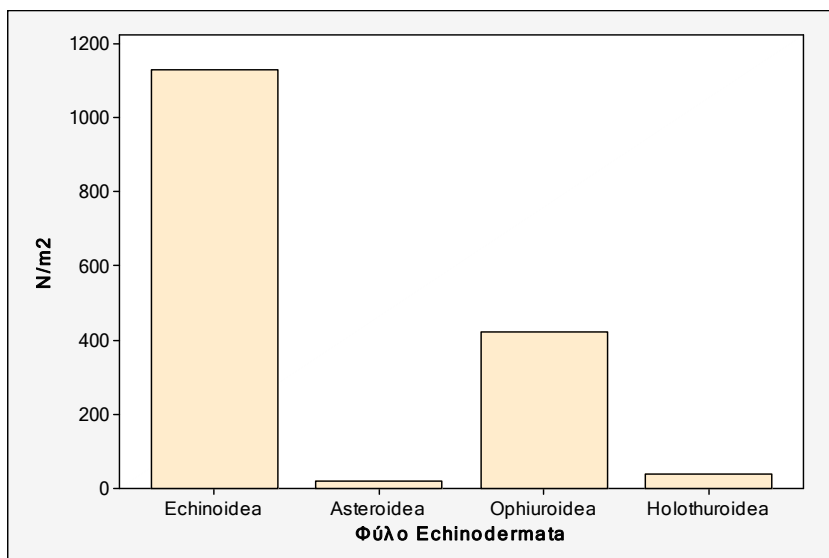
**Εικόνα 28.** Οι εκπρόσωποι του φύλου Mollusca που βρέθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο. (Δεν περιλαμβάνονται τα αδιευκρίνιστα γαστερόποδα)

Κυρίαρχη ομάδα από τα μαλάκια εμφανίζονται τα δίθυρα και τα γαστερόποδα, στα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου. Τα Polyplacophora και τα Scaphopoda εμφανίζονται σε αρκετά μικρότερες πυκνότητες ενώ συνολικά, το φύλο Mollusca είναι το πολυπληθέστερο φύλο πανίδας στη περιοχή μελέτης.



**Εικόνα 29.** Οι εκπρόσωποι του φύλου Arthropoda που βρέθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο

Από το φύλο Arthropoda, τα μαλακόστρακα (γαρίδες, καβούρια, ανόμουρα) έχουν κυριαρχούν στο κόλπο και ακολουθούν τα Branchiostomidae και τα Cirripedia.



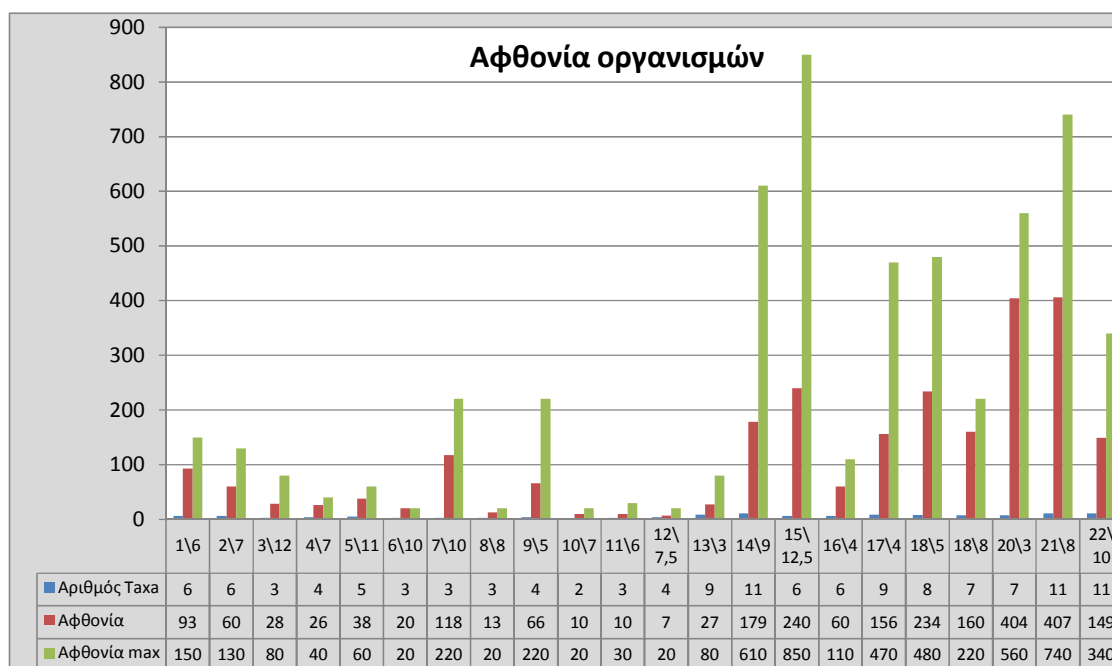
**Εικόνα 30.** Οι εκπρόσωποι του φύλου Echinodermata που βρέθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο



Από το φύλο Echinodermata, κυριαρχούν οι αχινοί και ακολουθούν με σημαντικό αριθμό οι οφίουροι. Τα ολοθούρια και οι αστερίες εμφανίστηκαν στα δείγματα σε περιορισμένους αριθμούς ατόμων.

### Οικολογικοί δείκτες

Αρχικά υπολογίστηκε η αφθονία της πανίδας, δηλαδή το σύνολο των ατόμων όλων των ειδών που βρέθηκαν ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά δειγματοληπτική προσπάθεια, έπειτα η μέγιστη αφθονία, δηλαδή ο μέγιστος αριθμός ατόμων όλων των ειδών που βρέθηκαν ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά δειγματοληπτική προσπάθεια και ο αριθμός των κύριων ταξινομικών ομάδων που βρέθηκαν σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας. Οι τιμές της παρουσιάζονται στην εικόνα 31. (Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο την πρώτη δειγματοληψία του Μαΐου 2008 που έγινε εφάπαξ σε όλους τους σταθμούς της περιοχής μελέτης).



**Εικόνα 31.** Αφθονία της πανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας (Ο αριθμός μετά την κάθετο αναφέρεται στο βάθος που βρέθηκε η μέγιστη τιμή αφθονίας)

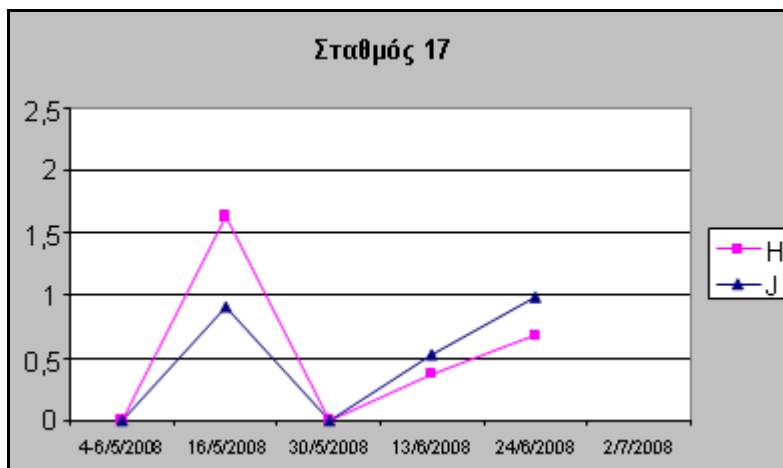
Υψηλές τιμές αφθονίας (>300 άτομα/ m<sup>2</sup>) εντοπίζονται στις βορειοανατολικές ακτές του Θερμαϊκού κόλπου, από τη Νέα Μηχανιώνα μέχρι τον όρμο της Θεσσαλονίκης και ως τη Παλιομάνα, με μια μικρή εξαίρεση στο σταθμό 19 (Ιστιοπλοϊκός όμιλος Θεσσαλονίκης), όπου η τιμή της μειώνεται λίγο. Η αφθονία από τη Χαλάστρα μέχρι τις νότιες ακτές της Πιερίας μειώνεται σταδιακά και τέλος, στο νοτιότερο σταθμό 7, ο οποίος βρίσκεται μετά από τις εκβολές του ποταμού Πηνειού, σημειώνεται σημαντική άνοδος. Περισσότερες κύριες συστηματικές ομάδες εντοπίστηκαν στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης καθώς και στην παραλία και τον όρμο της Επανωμής. Η ελάχιστη τιμή τους παρατηρήθηκε στη παραλία ανάμεσα στα Νέα Πλάγια και τη Σωζόπολη όπου ο σταθμός εκπροσωπείται από 2 taxa.

Για τα εμπορικά δίθυρα, αρχικά μετρήθηκε ο αριθμός των ειδών σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας, ακολούθως σημειώθηκε ο αριθμός των ειδών που παρατηρήθηκαν ταυτόχρονα στον ίδιο σταθμό και με βάση τους αριθμούς αυτούς υπολογίστηκαν ο δείκτης ποικιλότητας H' και ο δείκτης ομοιομορφίας J (Πιν. 7).

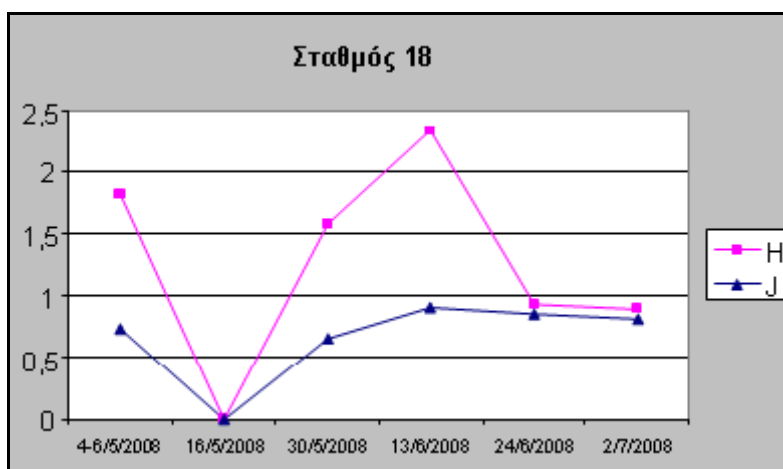
**Πίνακας 7.** Δείκτες ποικιλότητας και ομοιομορφίας στους σταθμούς του κόλπου και όρμου Θεσσαλονίκης καθώς και ο συνολικός και ταυτόχρονης παρουσίας αριθμός των ειδών διθύρων κάθε δειγματοληψίας

Σταθμός	Αριθμός ειδών S	Αριθμός ειδών ταυτόχρονης παρουσίας	Δείκτης Ποικιλότητας H'	Δείκτης Ομοιομορφίας J
17	8	0- 6	0- 1,63	0- 0,98
18	27	1- 13	0- 2,34	0- 0,91
20	9	3- 6	0,56- 1,24	0,51- 0,97
21	14	1- 9	0- 1,59	0- 0,82
22	24	0- 12	0- 2,24	0- 0,90

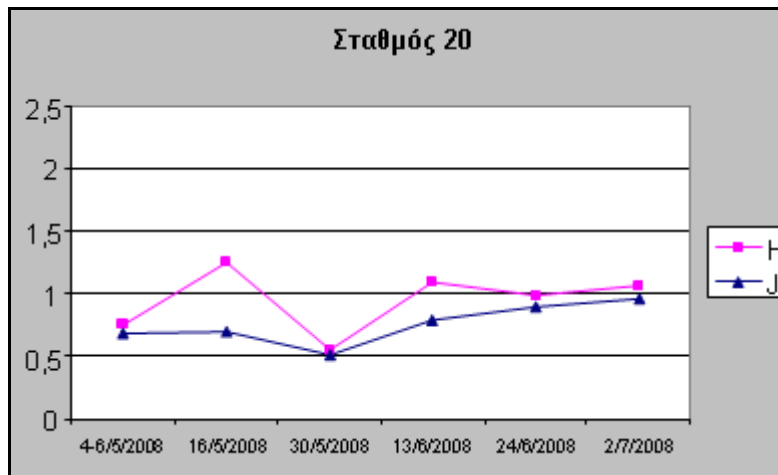
Οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας και ομοιομορφίας για κάθε σταθμό ξεχωριστά, δίνονται αναλυτικά στις εικόνες 30 ως 34 στους σταθμούς 17, 18, 20, 21 και 22:



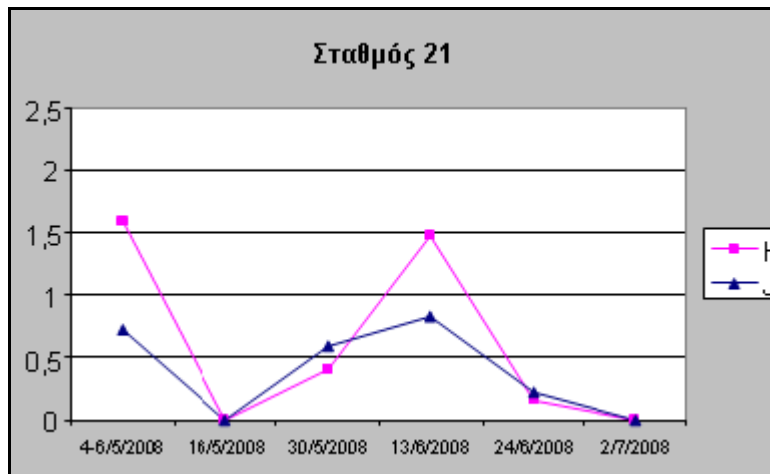
**Εικόνα 32.** Δείκτης ποικιλότητας (H') και δείκτης ομοιομορφίας (J) στο σταθμό 17



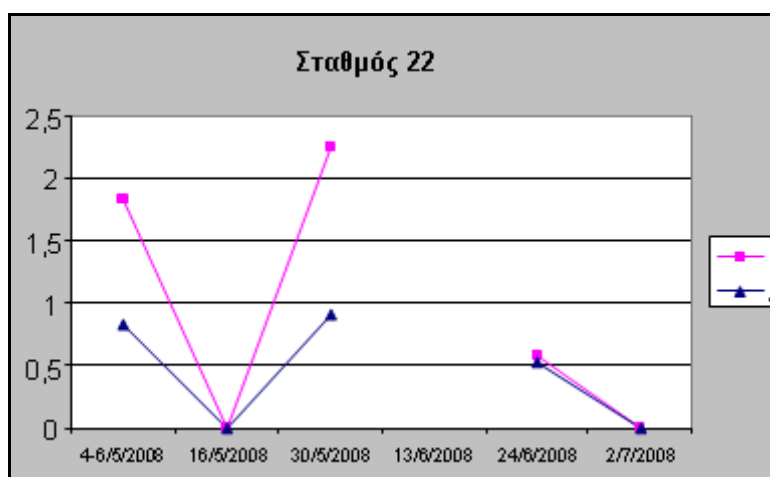
**Εικόνα 33.** Δείκτης ποικιλότητας (H') και δείκτης ομοιομορφίας (J) στο σταθμό 18



**Εικόνα 34.** Δείκτης ποικιλότητας (H') και δείκτης ομοιομορφίας (J) στο σταθμό 20



**Εικόνα 35.** Δείκτης ποικιλότητας (H') και δείκτης ομοιομορφίας (J) στο σταθμό 21



**Εικόνα 36.** Δείκτης ποικιλότητας (H') και δείκτης ομοιομορφίας (J) στο σταθμό 22

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο Θερμαϊκός κόλπος επειδή είναι ένα παραγωγικό αλλά και πολύπλοκο σύστημα υφίσταται πολλαπλή χρήση εξαιτίας φυσικών και κυρίως εκτεταμένων ανθρώπινων επεμβάσεων, που έχουν επηρεάσει σε ένα βαθμό τη κοκκομετρική σύσταση του ιζήματος και τη διαμόρφωση των βιοκοινωνιών του.

Στην παρούσα μελέτη η γενική εικόνα των ιζημάτων του κόλπου χαρακτηρίζεται ως αμμώδης, αν και οι περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι η σύσταση του πυθμένα του Θερμαϊκού κόλπου αποτελείται κυρίως από άργιλο και ιλύ. Η διαφορά αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι στα ανώτερα στρώματα της παράκτιας ζώνης υπάρχει τάση αύξησης του κλάσματος της άμμου (μέχρι και την ισοβαθή των 5 μέτρων) (Αναγνώστου κ.ά., 1997) και η ιλύς και άργιλος εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά σε κατώτερα στρώματα (κατώτερη υποπαριακή ζώνη) (Lykousis & Chronis, 1989, ΕΚΘΕ, 2001). Λεπτά ιζήματα συγκεντρώνονται σε προφυλαγμένες περιοχές και σε περιοχές όπου υπάρχει εισροή οργανικού φορτίου, ενώ αδρά ιζήματα εντοπίζονται σε περιοχές με έντονο κυματισμό και ρεύματα (Castro & Huber, 1999). Οι περιοχές των σταθμών δειγματοληψίας ανήκουν κυρίως στην ανώτερη υποπαριακή ζώνη και δέχονται συνεχώς τον υδροδυναμισμό των κυμάτων, της παλίρροιας και των ρευμάτων, γεγονός που συμβάλει στη διασπορά των λεπτών μεριδίων του ιζήματος διατηρώντας τα πιο αδρά. Το παραπάνω εξηγεί την γενική εικόνα της αμμώδους σύστασης που έδειξαν τα αποτελέσματα. Η πλειοψηφία των υφιστάμενων μελετών αφορούσαν συνήθως σταθμούς σε μεγαλύτερα βάθη δειγματοληψίας και σε όσες υπήρχαν σταθμοί σε μικρά

βάθη, τα αποτελέσματα έδειξαν κυριαρχία της άμμου όπως κατέγραψε και η παρούσα μελέτη (Χαριτωνίδης, 1978, Κούκουρας, 1979, Χιντήρογλου, 1987, ΕΚΘΕ, 2001).

Η κοκκομετρική ανάλυση στα ιζήματα της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου έδειξε ότι στις δυτικές ακτές του, το ίζημα αποτελείται από λεπτότερα μερίδια σε σχέση με αυτά των ανατολικών ακτών του. Το παραπάνω συμπέρασμα έρχεται σε συμφωνία με παλαιότερες έρευνες (Lykousis & Chronis, 1989, Χρόνης κ.ά., 1990) αλλά και με πιο πρόσφατες (Karageorgis & Anagnostou, 2001).

Στις δυτικές ακτές του Θερμαϊκού από τον Μακρύγυαλο μέχρι τον Πλαταμώνα τα ιζήματα αποτελούνται από λεπτά μερίδια άμμου και ιλύ, όπως δηλαδή εμφανίζονταν και σε παλαιότερη μελέτη (Χιντήρογλου, 1987) με μόνη διαφορά, στο σταθμό της παραλίας του Λιτόχωρου όπου το ίζημα σήμερα αποτελείται κυρίως από αδρή άμμο και χαλίκια. Νοτιότερα μέχρι και το ακρωτήριο Δερματά στη σύσταση του ιζήματος επικρατεί η αδρή άμμος. Η αλλαγή αυτή μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι αρκετοί χείμαρροι από τον Όλυμπο και τα Πιέρια όρη εκβάλλουν στο κόλπο από τη παραλία του Λιτόχωρου και νοτιότερα, με αποτέλεσμα να διοχετεύουν μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών ιδιαίτερα έπειτα από έντονες βροχοπτώσεις όπως δείχνουν και τα στοιχεία των υετών που ήταν ιδιαίτερα υψηλά στην Πιερία (Δίον) σε σχέση με τη Θεσσαλονίκη. Τα αιωρούμενα μικροσωματίδια που είναι κυρίως οργανικής προέλευσης, είναι φορτισμένα θετικά, με αποτέλεσμα όταν εισέρχονται στη θάλασσα και έρχονται σε επαφή με θετικά ιόντα των μετάλλων του θαλασσινού νερού να παραμένουν σε αιώρηση μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και πιθανόν να διασπείρονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις

(Ζαρκανέλλας, 1980). Σε συνδυασμό με τους ανέμους δυτικών και βόρειων διευθύνσεων τα αιωρούμενα κατευθύνονται κυρίως προς το κέντρο του Θερμαϊκού όπου και φαίνεται να καθιζάνουν μακριά από τις ακτές. Εν αντιθέσει, τα αδρότερα υλικά που διοχετεύονται στη θάλασσα λόγω του αυξημένου βάρους τους, καθιζάνουν γρηγορότερα.

Το κλάσμα της ιλύς και της αργίλου αυξάνεται τα τελευταία χρόνια στο Θερμαϊκό κόλπο εξαιτίας αύξησης της οργανικής ρύπανσης (Αναγνώστου κ.ά., 1997, Antoniadou *et al.*, 2004), αλλά συγκεντρώνεται κυρίως, λόγω της κυκλοφορίας των νερών, σε βαθύτερα νερά και στο εσωτερικό πλατό του κόλπου.

Στις ανατολικές ακτές από το Ποσειδί έως το Αγγελοχώρι κυριαρχεί η αδρή άμμος, με εξαιρέσεις την περιοχή από τα Νέα Πλάγια μέχρι τη Σωζόπολη όπου το ίζημα αποτελείται από λεπτότερα μερίδια άμμου και τον όρμο της Επανωμής όπου συναντάται μεγάλο μερίδιο από πέτρες (ψηφίδες), στοιχεία που δείχνουν μια αναλλοίωτη εικόνα σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες (Χαριτωνίδης, 1978, Ζαρκανέλλας, 1980, Χιντήρογλου, 1987) παρόλο που οι περιοχές αυτές είναι εκτεθειμένες στους επικρατούντες ανέμους ΒΔ διευθύνσεων.

Μέσα στον κόλπο της Θεσσαλονίκης η εικόνα αλλάζει. Στις εκβολές των ποταμών Αξιού το ίζημα αποτελείται από λεπτή άμμο, ενώ στη περιοχή Ναζίκι υπάρχει μεγάλο ποσοστό από χαλίκια. Στη συνέχεια και μέχρι τον Ιστιοπλοϊκό όμιλο Θεσσαλονίκης συναντάται ψιλή άμμος ενώ από το Μικρό Έμβολο μέχρι την Αγία Τριάδα το ίζημα περιέχει αδρή άμμο και χαλίκια. Η ποικιλία των ιζημάτων μπορεί να αποδοθεί τόσο στη μηχανική δράση του

υδροδυναμισμού (ανεμογενής κυκλοφορία), όσο και σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

Ανθρωπογενείς επιδράσεις στα ιζήματα του κόλπου της Θεσσαλονίκης συναντώνται κυρίως στην περιοχή που βρίσκεται ανάμεσα στη Παλιομάνα και τις εκβολές του ποταμού Αλιάκμονα όπου είναι εγκατεστημένες οι περισσότερες μυδοκαλλιέργειες του Θερμαϊκού και εκβάλλει ο κύριος αποχετευτικός αγωγός της Θεσσαλονίκης. Εκεί σε σύγκριση με σταθμούς παρόμοιου βάθους (ΕΚΘΕ, 2001) φαίνεται ότι το ίζημα αρχίζει να αποκτά πιο αδρή σύνθεση. Αυτό μπορεί να οφείλεται και στην ύπαρξη κελυφών οστράκων και θραυσμάτων τους, τα οποία καταλήγουν στο ίζημα και μακροπρόθεσμα μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση του ποσοστού της αδρής άμμου, με αποτέλεσμα την αλλαγή της σύνθεσης της πανίδας με είδη που προτιμούν το αμμώδες υπόστρωμα (ΕΚΘΕ, 2001).

Σημαντική επίδραση υπάρχει και στον όρμο της Θεσσαλονίκης όπου τα αποτελέσματα συμφωνούν με τον Χαριτωνίδη (1978) ως προς τη κοκκομετρική σύσταση, με μόνη παρατήρηση πως η σημερινή κατάσταση των ιζημάτων στο σταθμό 20 από λεπτή άμμος έχει αλλάξει σε αρκετά χαλίκια (<60%) και αδρή άμμο. Η αλλαγή αυτή μπορεί να προήλθε από την αλλαγή του υδροδυναμισμού λόγω της κατασκευής μαρίνας με σκοπό τον ελλιμενισμό αλιευτικών σκαφών και σκαφών αναψυχής.

Τα βενθικά μακρόφυτα είναι σημαντικά για το θαλάσσιο περιβάλλον. Ιδιαίτερα τα φανερόγαμα τα οποία καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις (λειμώνες) παρέχουν κατάλληλους βιότοπους για αναπαραγωγή πολλών υδρόβιων οργανισμών και βοηθούν στην σταθερότητα των παράκτιων ιζημάτων ανακυκλώνοντας τα θρεπτικά άλατα (SoHeIME, 2005).



Η σύνθεση της μακροχλωρίδας στον Θερμαϊκό κόλπο που εκτιμήθηκε ποιοτικά, δείχνει ότι τα φανερόγαμα εμφανίζονται συχνότερα στους σταθμούς που έχουν λεπτότερη σύσταση, ενώ τα μακροφύκη εμφανίζονται σε σταθμούς με παρουσία αδρής άμμου και χαλικιών (Χαριτωνίδης, 1978, Castro & Huber, 1999) όπως στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης καθώς και στη παραλία του Λιτόχωρου. Αυτό συμβαίνει επειδή αυτά τα λεπτόκοκκα υποστρώματα είναι περισσότερο ασταθή και μετακινούνται εξαιτίας της κυματικής δράσης, των παλιρροιών και των ρευμάτων. Ελάχιστα μακροφύκη έχουν προσαρμοστεί σε αυτού του είδους τα υποστρώματα (*Ulva*). Τα φανερόγαμα είναι τα μοναδικά μεγάλα φυτά που ζουν σε αυτά τα υποστρώματα και μόνο σε συγκεκριμένες θέσεις χάρη στα ριζώματά τους (Castro & Huber, 1999). Από τα φανερόγαμα συχνότερη παρουσία στον Θερμαϊκό κόλπο παρουσίασε το είδος *Posidonia oceanica* που ως γνωστό η ανάπτυξη του ευνοείται από τα αμμώδη υποστρώματα και ακολούθησε η *Zostera* και η *Cymodocea nodosa* που προτιμούν λεπτότερα μερίδια ιζήματος (Χαριτωνίδης, 1978, SoHeIME, 2005). Σημαντικό είναι επίσης πως σε ορισμένες περιοχές της εν λόγω μελέτης, λειμώνες των φανερογάμων εντοπίστηκαν να έχουν αναπτυχθεί παράλληλα με μακροφύκη (σταθμοί 2,3,10,21,22), δημιουργώντας μια πλούσια εικόνα φυτοκοινωνίας. Επίσης στις ρίζες τους βρέθηκαν μεγάλοι πληθυσμοί από είδη πανίδας όπως πολύχαιτοι, γαστερόποδα και δίθουρα.

Η παρουσία όμως των μακροφυκών και η σχετικά μειωμένη παρουσία φανερογάμων στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης η οποία έχει αναφερθεί και από προγενέστερες έρευνες (Χαριτωνίδης, 1978, ΝΑΘ, 1999), αποδίδεται στις πολλές πηγές ρύπανσης που βρίσκονται στην παραπάνω περιοχή. Είναι γνωστό ότι η ανάπτυξη των φανερογάμων προϋποθέτει λιγότερο

επιβαρυμένες περιοχές. Αντίθετα ορισμένα νιτρόφιλα είδη μακροφυκών, όπως τα χλωροφύκη *Eneromorpha compressa* και *Ulva rigida* ευνοούνται σε υποβαθμισμένα περιβάλλοντα. Το χλωροφύκος *Ulva rigida* ήταν το επικρατέστερο θαλάσσιο φύκος της παράκτιας ζώνης στο σταθμό 16 ο οποίος βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού Αξιού (ΝΑΘ, 1999). Αυτό επιβεβαιώνει όλες τις έρευνες που έχουν γίνει στη περιοχή και αναφέρουν το σημαντικό οργανικό φορτίο που υπάρχει λόγω των ποταμών αλλά και της παρουσίας των μυδοκαλλιεργειών (Χαριτωνίδης, 1978, Κούκουρας, 1979, Siokou-Frangou & Parathanassiou, 1991, Αναγνώστου κ.ά., 1997, ΝΑΘ, 1999, Malea & Haritonidis, 2000, Poulos *et al.*, 2000, ΕΚΘΕ, 2001, Antoniadou *et al.*, 2004, SoHelME, 2005). Σήμερα *Ulva* εντοπίζεται επίσης στους σταθμούς 1, 2, 17, 18, 19, 20 και 22.

Η πανίδα του Θερμαϊκού παρουσιάζει μια ιδιαίτερη διαφοροποίηση στη σύνθεσή της λόγω της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος της παράκτιας ζώνης σε συνδυασμό με τις ανθρώπινες παρεμβάσεις. (Eleftheriou & McIntyre, 2005). Σύμφωνα με τη γενική εικόνα που παρουσιάζει ο Θερμαϊκός κόλπος, η πολυπληθέστερη ταξινομική του ομάδα ήταν τα δίθυρα, τα οποία ακολουθούνται από τους πολύχαιτους, τα γαστερόποδα και τα μαλακόστρακα. Παρόμοια κατάταξη της σύνθεσης της πανίδας του κόλπου υπήρχε και σε προηγούμενη μελέτη (Χιντήρογλου, 1987).

Αξιοσημείωτα στην δυτική πλευρά του Θερμαϊκού κόλπου κρίνονται η κυριαρχία των σκαφοπόδων στον Μακρύγυαλο (σταθμός 1) και η υψηλή συγκέντρωση σπόγγων στις παραλίες Κορινού και κυρίως του Λιτόχωρου (σταθμοί 2 & 3) -όπου η παρουσία ψηφίδων ευνοεί την εγκατάστασή τους ως επιβενθικοί οργανισμοί. Σημαντική είναι και η επικράτηση της οικογενείας

Branchiostomidae στον σταθμό 7 (με ποσοστό > 60%), η οποία προτιμά να εγκαθίσταται σε περιοχές με αδρή άμμο όπως οι σταθμοί που εμφανίστηκε στη παρούσα μελέτη (σταθμός 7 στα δυτικά και 13,14,15,22,21 στα ανατολικά). Η οικογένεια Branchiostomidae παλαιότερα ήταν αρκετά συνηθισμένη στο Θερμαϊκό κόλπο. Τα τελευταία όμως χρόνια έχουν μειωθεί αρκετά οι πληθυσμοί της, κυρίως λόγω των οργανικά ρυπασμένων ιζημάτων (Antoniadou *et al.*, 2004).

Στις ανατολικές ακτές, σημαντική παρατήρηση αποτελεί η παρουσία μόνο του φύλου Mollusca (γαστερόποδα και δίθυρα από περίπου 50% το καθένα) στον σταθμό 10 (παραλία Νέα Πλάγια - Σωζόπολη) – γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την μικρή τιμή αφθονίας οργανισμών (10 άτομα/ m<sup>2</sup>), παραπέμπει σε πιθανή υποβάθμιση της περιοχής, με αποτέλεσμα κάποια ευκαιριακά είδη από μαλάκια να επωφελούνται από αυτές τις δύσκολες συνθήκες, αυξάνοντας την κυριαρχία τους. Σπουδαία κρίνεται η σημαντική παρουσία των εχινοδέρμων κυρίως από την Καλλικράτεια έως Αγγελοχώρι (σταθμοί 11 έως 15) – με αποκορύφωμα την επικράτηση των αχινών με ποσοστό >40% στο Αγγελοχώρι και τη σημαντική παρουσία των ολοθούριων (ποσοστό > 20%) στη παραλία της Επανωμής (σταθμός 12). Η οικογένεια των εχινοδέρμων αν και εμφανίζεται και σε λεπτόκοκκα ιζήματα, προτιμά τα πιο αδρά, εξαιτίας της καλύτερης οξυγόνωσης τους, όπως έχει προαναφερθεί. Τέλος στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης, τα μαλάκια (δίθυρα και γαστερόποδα) έχουν μια αδιαμφισβήτητη κυριαρχία αφού το αδρό υπόστρωμα ευνοεί την εγκατάστασή τους και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αρκετά είδη τους είναι ανθεκτικά στη ρύπανση του κόλπου (Ζαρκανέλλας, 1980), τα κάνει ανταγωνιστικότερα από τους υπόλοιπους οργανισμούς.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης με δεδομένα από προγενέστερες έρευνες (Ζαρκανέλλας, 1980), φαίνεται ότι έχουν συμβεί ορισμένες ανακατατάξεις.

Οι κυριότερες από αυτές φαίνεται να συμβαίνουν στην ανατολική πλευρά του Θερμαϊκού κόλπου. Συγκεκριμένα στον όρμο της Επανωμής ενώ κυριαρχούσαν τα μαλάκια σήμερα επικρατούν τα αρθρόποδα (*Malacostraca* & *Branchiostomidae*) ενώ η απουσία των μαλακίων στο Αγγελοχώρι, θεωρείται τυχαία. Οι αλλαγές που έχουν συμβεί σε αυτές τις περιοχές τα τελευταία χρόνια περιλαμβάνουν την κατασκευή των αλιευτικών καταφυγίων της Επανωμής και του Αγγελοχωρίου που μπορεί να είναι υπεύθυνες για την αλλαγή στη δομή της κοινωνίας.

Στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης οι πληθυσμοί των πολυχαίτων έχουν μειωθεί αρκετά, σε αντίθεση με τα μαλάκια που έχουν αυξήσει το ποσοστό εμφάνισης τους. Το παραπάνω εξηγείται από την διαπίστωση ότι υπάρχει αύξηση του ποσοστού ανδρόκοκκων σωματιδίων στο ίζημα το οποίο ευνοεί τα μαλάκια σε αντίθεση με τα λεπτόκοκκα που ευνοούν τους πολύχαιτους (Σύμπουρα, 1997, Rufino *et al.*, 2008) και πιθανόν από την κατάργηση των αγωγών αστικών λυμάτων με τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού της Θεσσαλονίκης και του Αγγελοχωρίου. Στις εκβολές του ποταμού Αξιού η κατάσταση είναι περισσότερο ασταθής αφού τα μεγάλα ποσά φερτών υλικών σε συνδυασμό με την συγκέντρωση πολλών μονάδων μυδοκαλλιέργειας αλλάζουν συνεχώς τη μορφή του πυθμένα. Πρόσφατη μελέτη στη περιοχή βρήκε ότι τα αρθρόποδα ήταν η πολυπληθέστερη ομάδα με ποσοστό 44%, ακολουθούν οι πολύχαιτοι με 41% και τα μαλάκια να εμφανίζονται με αρκετά χαμηλότερο ποσοστό 5% (ΕΚΘΕ, 2001). Η σημερινή

εικόνα του σταθμού αυτού είναι πως οι πολύχαιτοι είναι η κυρίαρχη ομάδα με παρόμοια ποσοστά ( $\approx 40\%$ ) και ακολουθούν τα αρθρόποδα ( $\approx 30\%$ ), ενώ σημειώθηκε απουσία μαλακίων.

Οι παραπάνω διαφορές αυτές βέβαια επειδή είναι σχετικά μικρές, μπορεί να οφείλονται στο γεγονός πως τα σημεία δειγματοληψίας δεν ήταν στο ίδιο ακριβώς γεωγραφικό μήκος και πλάτος (Rufino *et al.*, 2008). Έχει βρεθεί επίσης πως οι ταξινομικές ομάδες της μακροπανίδας μπορεί να εναλλάσσουν τα ποσοστά εμφάνισης τους σύμφωνα με την εποχή του έτους (Χιντήρογλου, 1987, Rufino *et al.*, 2008) επειδή μεταβάλλονται οι συνθήκες του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του. Αυτές μπορεί να ευνοούν εποχιακά διαφορετική ταξινομική ομάδα όπως και ανάλογα με τη περίοδο της αναπαραγωγής τους, αφού μετά την εγκατάστασή των νεοεισερχόμενων, οι πληθυσμοί εμφανίζονται με αυξημένες πυκνότητες (Galinou- Mitsoudi & Sinis, 1997). Για παράδειγμα στο Θερμαϊκό κόλπο, σε εποχιακή έρευνα για τη σύνθεση της μακροπανίδας, βρέθηκε πως το φθινόπωρο και το χειμώνα απαντώνται συχνότερα οι πολύχαιτοι με τα μαλάκια να ακολουθούν ενώ το καλοκαίρι προηγούνταν τα μαλάκια και έπονται οι πολύχαιτοι (Χιντήρογλου, 1987).

Σε κανονικά οικοσυστήματα των Ελληνικών νερών η αφθονία των οργανισμών ποικίλει από 217-1439 άτομα/ $m^2$ . Σε διαταραγμένα οικοσυστήματα (είτε λόγω έντονης αλιευτικής δραστηριότητας είτε λόγω αστικής και βιομηχανικής ρύπανσης), η αφθονία μπορεί να φτάσει σε πολύ μεγαλύτερες τιμές όπως στο Θερμαϊκό που βρέθηκαν τιμές 4428 και 8965 άτομα/ $m^2$  (SoHeIME, 2005). Παλαιότερη έρευνα έδειξε για τον κόλπο της Θεσσαλονίκης τιμές αφθονίας 540-815 άτομα/  $m^2$ , (Ζαρκανέλλας, 1980) ενώ

στις εκβολές του ποταμού Αξιού έφτασε τα 1928 άτομα/ m<sup>2</sup> (ΕΚΘΕ, 2001) Νοτιότερα, στον υπόλοιπο Θερμαϊκό κόλπο η αφθονία μειώθηκε και καμιά στιγμή δε ξεπέρασε τα 300 άτομα/ m<sup>2</sup>.

Στην παρούσα μελέτη η μέγιστη αφθονία κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα παρουσιάζοντας τη μέγιστη τιμή της (850 άτομα/ m<sup>2</sup>) στο Αγγελοχώρι σε βάθος 12,5 m, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από την βιβλιογραφία (ΕΚΘΕ, 2001) που έδειξε ότι ο ίδιος σταθμός παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές αφθονίας και ότι πρόκειται για περιοχή με διαταραγμένη βιοκοινωνία. Οι μεγαλύτερες τιμές αφθονίας εμφανίζονται από τη Νέα Μηχανιώνα μέχρι μέσα στον κόλπο της Θεσσαλονίκης και ως το Ναζίκι, δηλαδή την περιοχή η οποία όπως έχει προαναφερθεί δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό ρύπανσης στο Θερμαϊκό κόλπο. Κατά τόπους, υψηλές τιμές αφθονίας στο σταθμό 7 μπορεί να οφείλονται σε επηρεασμό από τις εκβολές του Πηνειού που παρέχει υψηλά φορτία θρεπτικών αλάτων από τις αγροτικές δραστηριότητές του και στο σταθμό 9 ο οποίος βρίσκεται στη περιοχή Σάνη, όπου υπάρχει έντονη τουριστική δραστηριότητα κυρίως τους θερινούς μήνες. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές της αφθονίας για τους περισσότερους σταθμούς αυξάνονταν ανάλογα με το βάθος εκτός από τους σταθμούς 13 (όρμος Επανωμής), 16 (εκβολές Αξιού), 17 (Ναζίκι) και 20 (Μικρό Έμβολο) όπου οι μέγιστες τιμές παρουσιάστηκαν σε μικρά σχετικά βάθη δειγματοληψίας ( ≤4 m).

Η παρουσία πολλών κύριων ταξινομικών ομάδων μπορεί να δηλώνει μια περιοχή με μεγάλη εισροή οργανικού φορτίου – άρα και μεγάλη αφθονία ατόμων λόγω πληθώρας τροφής, ή μια υγιή περιοχή με μικρότερη αφθονία οργανισμών και μεγάλη βιοποικιλότητα. Στη πρώτη περίπτωση φαίνεται να

ανήκουν οι σταθμοί 14, 15, 17,18,19,20,21 και 22 οι οποίοι εντοπίζονται κυρίως στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης ενώ στη δεύτερη ο σταθμός 1 (Μακρύγυαλος), 2 (παραλία Κορινού), 5 (Πλαταμώνας) και 13 (όρμος Επανωμής).

Τα περισσότερα είδη διθύρων εμφανίστηκαν στους σταθμούς 17 και 18 οι οποίοι βρίσκονται σε περιοχές που τα τελευταία 20 χρόνια έχουν εγκατασταθεί δεκάδες μονάδες μυδοκαλλιεργειών οι οποίες τροφοδοτούν το θαλάσσιο περιβάλλον με οργανικό υλικό και θρεπτικά άλατα (ΕΚΘΕ 2001). Παρόλα αυτά οι μεγαλύτερες πυκνότητες διθύρων εμφανίστηκαν βορειότερα από το Μικρό Έμβολο μέχρι την Περαία γεγονός το οποίο επίσης υποδηλώνει ότι συμβαίνει κάποια διατάραξη του περιβάλλοντος.

Από τα εμπορικά είδη διθύρων το χάβαρο και η καλόγνωμη παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες πυκνότητες και αυτό οφείλεται στο αδρόκοκκο υπόστρωμα του κόλπου και όρμου της Θεσσαλονίκης που η βιολογία τους τα ευνοεί σε σχέση με το κυδώνι και το χτένι που προτιμούν λεπτότερα ιζήματα (ΑΤΕΙΘ, 2007). Επίσης σημειώνεται ότι η αλιεία του χαβάρου απαγορεύεται την τελευταία 10ετία για λόγους υπέρβασης περιεχομένου βαρέων μετάλλων στο σώμα τους, γεγονός που αιτιολογεί αυξημένη αφθονία.

Ο αργαλειός στη παρούσα μελέτη συνέλεξε αρκετά λιγότερους οργανισμούς σε σχέση τους υπόλοιπους δυο δειγματολήπτες. Αυτό συμβαίνει επειδή ο αργαλειός έχει σχετική επιλεκτικότητα, αφού το μετρούμενο άνοιγμα ματιών πρέπει να είναι τουλάχιστον 2 cm (Γαληνού- Μητσούδη, 2009). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μικρότεροι οργανισμοί να διαφεύγουν αποφεύγοντας τη σύλληψη. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι έχει συλλέξει το 80 % των διθύρων που έχουν φτάσει σε εμπορικό μέγεθος στο δείγμα. Στην

πράξη (επαγγελματική αλιεία), ο αργαλειός δεν είναι τόσο επιλεκτικός αφού έπειτα από κάποια ώρα τα μάτια φράσσονται (με φύκη και μεγάλους οργανισμούς) και έτσι συλλέγονται αρκετά μικρότεροι οργανισμοί. Στην παρούσα έρευνα αυτό δε συνέβη, επειδή οι σύρσεις ήταν ολιγόλεπτες και δεν πρόλαβε να μειωθεί η επιλεκτικότητα του.

Από τα γαστερόποδα που συλλέχθηκαν, τις μεγαλύτερες πυκνότητες εμφάνισε ο στρόμπος (*Hexaplex trunculus*), ο οποίος ευνοήθηκε από τα βάθη των σταθμών δειγματοληψίας αφού όπως είναι γνωστό προτιμά την ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη. Δεύτερος σε συχνότητα εμφάνισης ήταν ο ακανθωτός στρόμπος (*Bolinus brandaris*), ο οποίος εμφανίζεται σε αμμώδη υποστρώματα, προτιμά όμως μεγαλύτερα βάθη (<200 m). Πολύ μικρή παρουσία είχαν τα υπόλοιπα 2 εμπορικά είδη γαστερόποδων που καταγράφηκαν: η πορφύρα (*Stramonita haemastoma*) και το αυτί της θάλασσας (*Haliotis tuberculata lamellosa*). Το παραπάνω γεγονός οφείλεται στην οικολογία των οργανισμών οι οποίοι απαντώνται κυρίως σε σκληρά υποστρώματα με βραχώδη βυθό (ΑΤΕΙΘ, 2007).

Οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας H' και ομοιομορφίας J παρουσίασαν εποχιακές διακυμάνσεις στον κόλπο και όρμο της Θεσσαλονίκης και σύμφωνα με αυτές οι σταθμοί μπορούν να καταταχθούν σε δυο ομάδες. Στη πρώτη ομάδα εντάσσονται οι σταθμοί 17 και 20 όπου οι δείκτες αυξάνονται από τις αρχές Μαΐου στη συνέχεια γρήγορα μειώνονται μέχρι τέλος Μαΐου και φαίνεται να αυξάνεται πάλι στη συνέχεια. Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν οι σταθμοί 18, 21 και 22 που παρουσιάζουν ακριβώς αντίστροφη εικόνα.

Μεγαλύτερες τιμές ποικιλότητας εμφανίστηκαν στους σταθμούς 18 και 22 (Ναζίκι και Αγία Τριάδα), περιοχές στις οποίες ο μεγάλος αριθμός ειδών σε



συνδυασμό με τις ικανοποιητικές τιμές του δείκτη ομοιομορφίας J δείχνουν ότι η βιοποικιλότητα κάποιες περιόδους είναι σχετικά υψηλή. Παρόμοια αποτελέσματα για τη βιοποικιλότητα του κόλπου της Θεσσαλονίκης έχουν βρεθεί από τη βιβλιογραφία και σε άλλες μελέτες. Τιμές δείκτη ποικιλότητας  $H'$  1,42- 2,73 έδωσαν οι Papathanassiou & Zenetos (SoHelME, 2005) και 0,57- 1,31 οι Simboura & Zenetos (2002) ενώ στη παρούσα μελέτη βρέθηκαν ενδιάμεσες τιμές με μεγαλύτερη το 2,34.

Από την τιμή που θα πάρει ο δείκτης ποικιλότητας  $H'$ , υπάρχει η δυνατότητα να γίνει και ο χαρακτηρισμός βενθικού περιβάλλοντος με αμμώδη/ λασπώδη σύσταση (Πιν. 8) (Simboura & Zenetos, 2002).

**Πίνακας 8.** Κατάταξη ποιότητας περιβάλλοντος με αμμώδη/ λασπώδη βυθό βασισμένη στο δείκτη ποικιλότητας  $H'$  (Simboura & Zenetos, 2002)

Κατηγορία περιβάλλοντος	Τιμές ποικιλότητας $H'$	Χαρακτηρισμός περιβάλλοντος
κακή	$0 < H' \leq 1,5$	αζωικό έως εξαιρετικά ρυπασμένο
φτωχή	$1,5 < H' \leq 3$	υψηλά ρυπασμένο
ενδιάμεση	$3 < H' \leq 4$	ενδιάμεσα ρυπασμένο
καλή	$4 < H' \leq 5$	μεταβατικές ζώνες
υψηλή	$H' > 5$	σημεία αναφοράς

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα ο κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι από υψηλά έως εξαιρετικά ρυπασμένος ενώ από στοιχεία της βιβλιογραφίας ο υπόλοιπος Θερμαϊκός κόλπος εμφανίζει τιμές 3,42 έως 4,43 (Antoniadou *et al.*, 2004) και 4,35 (Simboura & Zenetos, 2002).

Από τα προηγούμενα συνάγεται ότι η σημερινή εικόνα του Θερμαϊκού κόλπου δείχνει πως τα ιζήματα της παράκτιας ζώνης του είναι ανεπηρέαστα, εκτός από τους σταθμούς του Λιτόχωρου, τις Παλιομάνας, τις εκβολές του Αξιού και το Μικρό Έμβολο όπου έχουν αποκτήσει αδρότερη σύσταση. Οι βιοκοινωνίες δείχνουν να είναι περισσότερο επηρεασμένες αφού υπήρχαν δειγματοληπτικές προσπάθειες στις οποίες δεν περιέχονταν οργανισμοί.

Επομένως, επειδή ο κόλπος Θεσσαλονίκης έχει χαρακτηριστεί ως ευαίσθητο οικοσύστημα, θα πρέπει να υπάρξει πρόγραμμα βελτίωσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος σε όλες τις θαλάσσιες λεκάνες, υιοθετώντας σε συνδυασμό με την ισχύουσα νομοθεσία, δράσεις για την βελτίωση της βιοποικιλότητας σε όλη τη περιοχή μελέτης.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη βιβλιογραφία

- Antoniadou, C., Krestenitis, Y., Chintiroglou, C., 2004. Structure of the “amphioxus sand” community in Thermaikos bay (Eastern Mediterranean). *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 13(11a), p. 1122-1128
- Balopoulos, E., Chronis, G., Lykousis, V., Papageorgiou, E., 1987. Hydrodynamical and sedimentological processes in the north Aegean sea: Thermaikos plateau. *Colloque International d’ Oceanologie. Ecosystemes des Marges continentales. C.I.E.S.M., Perpignan*, p. 24
- Basset, A., Sabetta, L., Sangiorgio, F., Pinna, M., Migoni, D., Fanizzi, F., Barbone, E., Galluppo, N., Fonda Umani, S., Reizopoulou, S., Nicolaidou, A., Arvanitidis, C., Moncheva, S., Trajanova, A., Georgescu, L., Berqiraj, S., 2008. Biodiversity conservation in Mediterranean and Black Sea laggons: a trait- oriented approach to benthic intertebrate guilds. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, Vol. 18, p. 4-15
- Bentes, L., Erzini, K., Borges, T.C., 2006. Molluscan diversity caught by trawling fisheries: a case study in southern Portugal. *Fisheries Management and Ecology*, Vol. 13, p. 39-45
- Brandt, A. & Berge, J., 2007. Peracarid composition, diversity and species richness in the area of the Northeast Water polynya, East Greenland (Crustacea, Malacostraca). *Polar Biol.*, Vol. 31, p. 15-22

- Cachia, Ch., Mifsud, K., Sammut, P.M., 2004. The marine Mollusca of the Maltese Islands, Part four. Leiden, Backhuys, 270 p.
- Camargo, J.A., 1993. Must dominance increase with the number of subordinate species in competitive interactions? *Journ. Theor. Bol.* Vol. 161, p. 537-542
- Camur-Elipek, B., Arslan, N., Kirgiz, B., Oterler, B., 2006. Benthic macrofauna in Tunca River (Turkey) and their relationships with environmental variables. *Acta hydrochim. Hydrobiol.*, Vol. 34, p. 360-366
- Chatzinikolaou, Y., Dakos, V., Lazaridou, M., 2006. Longitudinal impacts of anthropogenic pressures of benthic macroinvertebrate assemblages in a large transboundary Mediterranean river during the low flow period. *Acta hydrochim. hydrobiol.*, Vol. 34, p. 453-463
- Currie, D.R. & Parry, G.D., 1995. Effects of scallop dredging on a soft sediment community: a large scale experimental study. *Mar.Ecol.Pro.Ser.*, Vol. 134, p. 131-150
- Da Costa, G.K. & Cunha Nalesso, R., 2006. Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. *Aquaculture*, Vol. 258, p. 655-663
- De Biasi, A.M. & De Ranieri, S., 2006. Seabed morphology, sediment grain size, and macrobenthic communities in a fished area and an area unaffected by fishing in the central Adriatic (Italy). *Acta Adriat.*, Vol. 47(2), p. 183-193
- Delamotte, M, Vardala–Theodorou, E, 2008. Sea Shells from the Greek Seas. Kifisia, Goulandris Museum of Natural History, 313 p.

- DelValls, T.A., Conradi, M., Garcia-Adiego, E., Forja, J.M., Gomez-Parra, A., 1998. Analysis of macrobenthic community structure in relation to different environmental sources of contamination in two littoral ecosystems from the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Hydrobiologia*, Vol. 385, p. 59-70
- Doneddu, M, Trainito, E, 2005. Conchiglie del Mediterraneo, Il Castello, Trezzano sul Naviglio, 256 p.
- Eleftheriou, A. & McIntyre, A., 2005. Methods for the study of Marine Benthos. Third Edition. *Blackwell Science*, Oxford, 409 p.
- Galinou-Mitsoudi, S. & Sinis A.I., 1997. Population dynamics of the date mussel *Lithophaga lithophaga*, (L. 1758) (Bivalvia: Mytilidae), in Evoikos gulf (Greece). *Helgolander*, Vol. 51, p. 137-154
- Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmeri, Al., Ebreo, Cl., Coppini, M., Margelli, A., Bogi, C., 2001. Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Roma, Evolver srl 40 + plates
- Haslett, S.K., 2003. Coastal systems. Routledge introductions to environment series. *Routledge publ.*, London, 213 p.
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S., 1995. The marine fauna of the British Isles and North- West Europe. Vol. 2. Molluscs to Chordates. *Clarendon Press*, Oxford, 996 p.
- Hayward, P., Nelson- Smith, T., Shields, C., 1996. Sea shore of Britain and Europe. *Harper Collins Publ.*, London, 352 p.
- Hill, M.O., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, Vol. 54 (2), p. 427-432

- Karageorgis, A.P. & Anagnostou, Ch.L., 2001. Particulate matter spatial-temporal distribution and associated surface sediment properties: Thermaikos Gulf and Sporades Basin, NW Aegean Sea. *Continental Shelf Research*, Vol. 21, p. 2141–2153
- Kati, V., Devillers, P., Dufrière, M., Legakis, A., Vokou, D., Lebrun, P., 2004. Testing the value of six taxonomic groups as biodiversity indicators at a local scale. *Conservation Biology*, Vol. 18(3), p. 667-675
- Kominoski, J.S., Hoellein, T.J., Leroy, C.J., Pringle, C.M., Swan, C.M., 2009. Beyond species richness: Expanding biodiversity-ecosystem functioning theory in detritus-based streams. *River. Res. Applic.*, DOI: 10.1002/rra.1285
- Koulouri, P., Dounas, C., Arvanitidis, C., Koutsoubas, D., Eleftheriou, A., 2006. Molluscan diversity along a Mediterranean soft bottom sublittoral ecotone. *Scientia Marina*, Vol. 70(4), p. 573-583
- Labrune, C., Grémare, A., Guizien, K., Amouroux, J.M., 2007. Long-term comparison of soft bottom macrobenthos in the Bay of Banyuls-sur-Mer (north-western Mediterranean Sea): A reappraisal. *Journal of Sea Research*, Vol. 58, p. 125-143
- Lampadariou, N., Hatziyanni, E., Tselepides, A., 2005. Meiofaunal community structure in Thermaikos Gulf: Response to intense trawling pressure. *Continental Shelf Research*, Vol. 25, p. 2554-2569
- Lazaridou-Dimitriadou, M., 2002. Seasonal variation of the water quality of rivers and streams of eastern Mediterranean. *Web Ecology*, Vol. 3, p. 20-32

- Lykousis, V., Chronis, G., Sioulas, A., Barbetsea, H., Stavrakakis, S., 1987. The Holocene sediment sequence and dispersion in the Thermaikos Plateau, N.W. Aegean sea, Greece. *Bolletino di Oceanologia Teorica ed Applicata*, Vol. 2, p. 75-83
- Lykousis, V. & Chronis, G., 1989. Mechanisms of sediment transport and deposition: sediment sequences and accumulation during the Holocene on the Thermaikos plateau, the continental slope, and basin (Sporadhes basin), Northwestern Aegean sea, Greece. *Marine Geology*, Vol. 87, p. 15-26
- Magurran, A.E., 2004. Measuring biological diversity. *Blackwell Science*. Oxford, 256 p.
- Malea, P. & Haritonidis, S., 2000. Use of the green alga *Ulva rigida* C. Agardh as an indicator species to reassess metal pollution in the Thermaikos Gulf, Greece, after 13 years. *Journal of Applied Phycology*, Vol. 12, p. 169-176
- Mouillot, D. & Leprêtre, A., 1999. A comparison of species diversity estimators. *Res. Popoul. Ecol.*, Vol. 41, p. 203-215
- Nikolaidis, N.P., Karageorgis, A.P., Kapsimalis, V., Macronis, G., Drakopoulou, P., Kontoyannis, H., Krasakopoulou, E., Pavlidou, A., Pagou, K., 2006. Circulation and nutrient modeling of Thermaikos gulf, Greece. *Journal of Marine Systems*, Vol. 60, p. 51-62
- Oliver, P.G., 1992. Bivalved seashells of the Red Sea. Verlag Christa Hemmen and National Museum of Wales, Cardiff, 330 p.
- Pielou, E.C., 1969. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, Vol.13, p. 131-144

- Poppe, G.T., Goto, Y., 1993. European seashells, Vol. II. ConchBooks, Hachenheim, 221 p.
- Poulos, S.E., Chronis, G.T., Collins, M.B., Lykousis, V., 2000. Thermaikos gulf coastal system, NW Aegean sea: an overview of water/sediment fluxes in relation to air-land-ocean interactions and human activities. *Journal of Marine Systems*, Vol. 25, p. 47-76
- Reizopoulou, S. & Nicolaidou, A., 2004. Benthic diversity of coastal brackish-water lagoons in western Greece. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, Vol. 14, p. 93-102
- Repetto, G., Orlando, F., Arduino, G., 2005. Conchiglie del Mediterraneo. Amici del Museo "Federico Eucebio". Alba, Torino, 392 p.
- Rufino, M.M., Gaspar, M.B., Maynou, F., Monteiro, C.C., 2008. Regional and temporal changes in bivalve diversity off the south coast of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 80, p. 517-528
- Shannon, C.E. & Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. *The university of Illinois press*, Urbana, p. 117
- Simboura, N. & Zenetos, A., 2002. Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Mediterranean Marine Science*, Vol. 3(2), p. 77-111
- Siokou-Frangou, I. & Papathanassiou, E., 1991. Differentiation of zooplankton populations in a polluted area. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 76, p. 41-51
- Smith, C.J., 2007. Fisheries effects on benthic habitats (and fluxes). C., Papaconstantinou, A., Zenetos, V., Vassilopoulou, G., Tsepres (eds.), State of Hellenic fisheries, *HCMR Publ. Athens*, p. 261-273.



- SoHelME, 2005. State of Hellenic Marine Environment. E. Papathanasiou & A. Zenetos (eds.), *HCMR publ.*, Athens, 360 p.
- Stamatis, N., Kamidis, N., Sylaios, G., 2006. Sediment and suspended matter lead contamination in the Gulf of Kavala, Greece. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 115, p. 433-449
- Tait, R.V. & Dipper, F.A., 2001. Elements of marine ecology. Fourth edition. *Butterworth Heinemann*. Oxford, 453 p.
- Todorova, V. & Konsulova, T., 2000. Long term changes and recent state of Macrozoobenthic communities along the Bulgarian Black Sea coast. *Mediterranean Marine Science*, Vol. 1(1), p. 123-131
- Underwood, A.J., Chapman, M.G., Cole, V.J, Palomo, M.G., 2008. Numbers and density of species as measures of biodiversity on rocky shores along the coast of New South Wales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 366, p. 175-183
- Venturini, N., Muniz, P., Rodriguez, M., 2004. Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology*, Vol. 144, p. 119-126
- Watling, L. & Norse E.A., 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology*, Vol. 12(6), p. 1180-1197
- Zenetos, A., Gofas, S., Ruso, G., Templado, J., 2003. CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. In: Briand F, ed.. Molluscs Vol. 3, Monaco: CIESM, 376 p.

Zervakis, V., Karageorgis, A.P., Kontoyiannis, H., Papadopoulos, V., Lykousis, V., 2005. Hydrology, circulation and distribution of particulate matter in Thermaikos Gulf (NW Aegean Sea), during September 2001-October 2001 and February 2002. *Continental Shelf Research*, Vol. 25, p. 2332-2349

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

Castro, P. και Huber, M.E., 1999. Θαλάσσια Βιολογία. Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Κούκουρας, Α. και Βουλτσιάδου Ε., *University Studio Press*, Θεσσαλονίκη, 628 σελ.

Gastron, K.J. και Spicer, J.I., 2008. Βιοποικιλότητα. Μια εισαγωγή. Δεύτερη έκδοση. Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Χινήρογλου Χ.Θ. και Βαφειδής, Δ., *University Studio Press*, Θεσσαλονίκη, 242 σελ.

Αθανασούλη, Α., 2009. Η παραγωγή του *Mytilus galloprovincialis* στην Ελλάδα και η αξιοποίησή του. *Πτυχιακή εργασία, ΑΤΕΙΘ*. 69 σελ.

Αναγνώστου, Χ., Καψιμάλης Β., Καραγεώργης, Α., Χρόνης, Γ., 1997. Ιζηματολογικές αναλύσεις στα ιζήματα του θαλάσσιου υποστρώματος στον όρμο και στον κόλπο της Θεσσαλονίκης. *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συμπόσιου Ωκεανογραφίας και Αλιείας*, Καβάλα. Τόμος 1, σελ. 75-78

ΑΤΕΙΘ, 2007. Εγχειρίδιο αναγνώρισης οστράκων. Εμπορικά και προστατευόμενα ελληνικά είδη. *Εγχειρίδιο για το ΥΠΑΑΤ-ΕΠΑΛ 2000-2006*, Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Σοφία Γαληνού-Μητσούδη, 101 σελ.

Γαληνού-Μητσούδη Σ., 2009. Φάση 4<sup>η</sup>: Καταγραφή του Στόλου και Αποθεμάτων Οστρακαλιείας. Περιέχεται ΙΝΑΛΕ-ΑΤΕΙΘ, Διαχείριση και

έλεγχος των όρων πρόσβασης καθώς και προώθηση τεχνικών μέτρων διατήρησης των αλιευτικών πόρων στο Θερμαϊκό Κόλπο. *Τελική Τεχνική Έκθεση για το ΥΠΑΑΤ. ΕΠΑΛ 2000-2006*, Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Α. Καλλιανιώτης, 65 σελ.

ΕΚΘΕ, 2001. Διαχειριστική μελέτη των ζωνών παραγωγής μυδιών των κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. *Τελική τεχνική έκθεση*, 149 σελ

Ζαρκανέλλας, Α.Ι., 1980. Οικολογική μελέτη του μακροβένθους του Θερμαϊκού κόλπου. *Διδακτορική διατριβή. Φυσικομαθηματική σχολή ΑΠΘ*, 147 σελ.

Θεοδώρου, Α., 2004. Ωκεανογραφία. Εισαγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον. *Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.*, Αθήνα, 712 σελ.

Κούκουρας, Α., 1979. Βιονομική μελέτη της μακροπανίδας του κινητού υποστρώματος της μεσοπαραλιακής ζώνης στο Στρυμονικό και Θερμαϊκό κόλπο. *Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα της Φυσικομαθηματικής Σχολής ΑΠΘ.*, 247 σελ.

ΝΑΘ, 1999. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου: Περιβαλλοντική αποκατάσταση δέλτα Αξιού και Θερμαϊκού κόλπου με την ορθή διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων και ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων. *Μελέτη Χωροθέτησης & Περιβαλλοντικών επιπτώσεων*, 74 σελ.

Παναγιωτίδης, Π. & Χατζημπίρος, Κ., 2004. Παράκτια οικοσυστήματα και ανθρωπογενείς πιέσεις στις ακτές. Παραδείγματα από την Ελλάδα. *Διδακτικές σημειώσεις Διατμηματικού Μεταπτυχιακού προγράμματος. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο και ΕΛ.Κ.Θ.Ε.*, 32 σελ.

- Σύμπουρα, Ν., 1997. Η ταξινομική ομάδα των βενθικών πολύχαιτων (Polychaeta) ως δείκτες ποικιλότητας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συμπόσιου Ωκεανογραφίας και Αλιείας*, Καβάλα. Τόμος 1, σελ. 445-448
- Φάμελλος Σ., Κρεστενίτης Ι., Γεωργιάδης Γ., 2006. Θερμαϊκός Κόλπος - Πολυπαραμετρικότητα, αξίες και απόθεμα. *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας*
- Χαριτωνίδης, Σ.Θ., 1978. Συμβολή στην έρευνα των πληθυσμών των βενθικών μακροφυκών (χλωροφυκών, φαιοφυκών & ροδοφυκών) του Θερμαϊκού κόλπου. *Διδακτορική διατριβή. Φυσικομαθηματική σχολή ΑΠΘ*, 171 σελ.
- Χιντήρογλου, Χ.Θ., 1987. Βιονομική μελέτη των θαλάσσιων ανεμώνων (Actiniaria, Anthozoa) του Θερμαϊκού κόλπου. *Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας. ΑΠΘ*, 241 σελ.
- Χρόνης, Γ., Λυκούσης, Β., Μπαλόπουλος, Ε.Θ., 1990. Συγκριτικές ιζηματολογικές παρατηρήσεις σε δελταϊκές πλατφόρμες της Ανατολικής και Δυτικής Μεσογείου . Παραδείγματα : δελταϊκές πλατφόρμες Θερμαϊκού (Ελλάς) , Ροδανού (Γαλλία), Εβρου (Ισπανία), Πάδου (Ιταλία). *Πρακτικά 5ου Επιστημονικού Συνεδρίου*, Θεσσαλονίκη. Τόμος 25, σελ. 95-109

### **Βιβλιογραφία Internet**

CLEMAM, Taxonomic Database on European Marine Mollusca. DATA Search. Available from <http://www.somali.asso.fr/clemam/biotaxis.php> [accessed 10 Feb. 2010]

- Doneddu, M. & Trainito, E., 2005. Ellenic Network on Aquatic Invasive Species. Available from <https://services.ath.hcmr.gr/spec> [accessed 10 Feb. 2010]
- ERMS European Register of Marine Species. Available from <http://www.marbef.org/data/erms.php> [accessed 10 Feb. 2010]
- EUROPA. Η διαδικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Available from [http://europa.eu/index\\_el.htm](http://europa.eu/index_el.htm) [accessed 18 Jan. 2010]
- METEO Search. Available from <http://penteli.meteo.gr/meteosearch/> [accessed 8 Jan. 2010]
- Poppe, G.T. & Poppe, P., 1996. Conchology. Available from <http://www.conchology.be/?t=1> [accessed 20 Jan. 2010]
- The Ramsar Convention. Available from [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org) [accessed 18 Jan. 2010]
- ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ. Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια. Available from [www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org) [accessed 12 Jan. 2010]
- ΕΥΑΘ. Ιστορικά στοιχεία. Available from <http://www.eyath.gr/1profil2.htm> [accessed 5 Jan. 2010]
- Ημερήσιο μετεωρολογικό ιστορικό για τη Θεσσαλονίκη. Available from <http://freemeteo.com/default.asp?pid=155&la=2&gid=264371&monthFrom=1&yearFrom=1998&sid=166220> [accessed 8 Jan. 2010]