

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΝΕΩΝ ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΜΗΤΣΙΟΠΟΥΛΟΥ ΠΗΓΗ**

**Ο ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΚΛΑΔΟΚΕΡΑΙΩΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ  
ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ  
(ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ)**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Δρ. ΛΥΔΙΑ ΑΛΒΑΝΟΥ**



**ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ  
ΙΟΥΝΙΟΣ 2008**

**Στην οικογένεια μου**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης στο τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών στα Ν. Μουδανιά Χαλκιδικής.

Μέρος της εργασίας αποτελεί ερευνητική μελέτη του προγράμματος ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ, με θέμα: «Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/Μυθοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και διαχειριστικές παρεμβάσεις χωροταξικής και περιβαλλοντικής βελτίωσης», με επιστημονική υπεύθυνη την αναπληρώτρια καθηγήτρια Αμαλία Μωρίκη, που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και Έθνικους Πόρους.

Τα δεδομένα χλωροφύλλης-α και διαλυμένου οξυγόνου που λήφθηκαν υπόψη στη στατιστική επεξεργασία των βιολογικών παραμέτρων της παρούσας έρευνας, αποτελούν τμήμα του προγράμματος ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ, με θέμα: «Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/Μυθοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και διαχειριστικές παρεμβάσεις χωροταξικής και περιβαλλοντικής βελτίωσης». Τα στοιχεία αυτά παραχωρήθηκαν μετά από συνεννόηση με την επιστημονική υπεύθυνη και αναπληρώτρια καθηγήτρια Αμαλία Μωρίκη αποκλειστικά και μόνο για την παρούσα εργασία.

Οι τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας μας (Ιανουάριο-Δεκέμβριο 2006) παραχωρήθηκαν από τον αναπληρωτή καθηγητή Δρ. Ιωάννη Σαββίδη.

Για την περάτωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου και εργαστηριακό συνεργάτη του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. Δρ. Λυδία Αλβανού. Η καθοδήγηση, η βοήθεια, η προθυμία, η ψυχολογική συμπαράσταση, οι γνώσεις και το επιστημονικό υλικό που μου προσέφερε, αποτελούσε για μένα κινητήρια δύναμη. Επίσης την ευχαριστώ για τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε, στερώντας τη από την οικογένεια της, προκειμένου να περατωθεί η παρούσα πτυχιακή εργασία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επιπλέον τον εργαστηριακό συνεργάτη κο Γιώργο Βλαχάβα για την πολύτιμη βοήθεια του στην επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και τον κο Θεόδωρο Φασούλα ΔΠ/ΕΤΠ του Τ.Α.Υ.. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην λέκτορα του Α.Π.Θ.

Δρ. Λίτσα Μιχαλούδη για το επιστημονικό υλικό που μου έδωσε και την βοήθεια της.

Επιπρόσθετα, ευχαριστώ για την σημαντική βοήθεια τους συμφοιτητές μου Ελισάβετ Αβραμίδου, Γιάννη Κοντζίνο και Κωνσταντίνο Μαθιουδάκη στις εργασίες πεδίου και τις εργαστηριακές αναλύσεις καθώς και τις συμφοιτήτριες μου Τάνια Αποστολίδου και Σοφία Θεοδοσοπούλου.

Τις ευχαριστίες μας οφείλουμε να εκφράσουμε και στον κο Μητσούδη που μας προσέφερε το σκάφος του για την πραγματοποίηση των δειγματοληψιών και την αναπληρώτρια καθηγήτρια Δρ. Σοφία Γαληνού-Μητσούδη για τις χρήσιμες συμβουλές της.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την ηθική και υλική συμπαράσταση που μου προσέφερε απλόχερα καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας αλλά και των φοιτητικών μου σπουδών.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	4
1.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τις φυσικοχημικές παραμέτρους του θαλασσινού νερού	6
1.2 ΡΥΠΑΝΣΗ	9
1.3 ΠΛΑΓΚΤΟΝ	10
1.3.1 Φυτοπλαγκτό	11
1.3.2 Ζωοπλαγκτό	12
1.4 ΚΛΑΔΟΚΕΡΑΙΩΤΑ	15
1.5 ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	22
1.5.1 Επίδραση των μυδοκαλλιιεργειών	23
1.6 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	24
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	
2.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	25
2.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	26
2.3 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	28
2.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	29
2.4.1 Η ανάλυση t-test	29
2.4.2 Απλή γραμμική συσχέτιση	29
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	
3.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	31
3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ	35
3.2.1 Ποσοτική εκτίμηση του ζωοπλαγκτού	35
3.2.2 Ποιοτική εκτίμηση του ζωοπλαγκτού	38
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	60
<b>5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	69
<b>6. SUMMARY</b>	70
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	71

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Για τις ανάγκες του εργαστηριακού μέρους της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες το έτος 2006 στον Θερμαϊκό κόλπο και πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών της Χαλάστρας. Ο Θερμαϊκός κόλπος, γεωγραφικά, βρίσκεται στη βορειοδυτική πλευρά του Βόρειου Αιγαίου. Στο Βόρειο τμήμα του κόλπου βρίσκεται η πόλη της Θεσσαλονίκης. Είναι μία κλειστή και ρηχή περιοχή, με βάθη που δεν ξεπερνούν τα 45m. Η συνολική έκταση του κόλπου είναι περίπου 40.000km<sup>2</sup>.

Μορφολογικά ο κόλπος διαιρείται σε τρία μέρη: **A) Εξωτερικό όριο ή Εξωτερικός Κόλπος:** Είναι η νοητή γραμμή από την αρχαία Μένδη και το ακρωτήριο του Ποσειδίου ανατολικά, μέχρι και τις εκβολές του Πηνειού ποταμού δυτικά. Η συνολική έκταση του είναι 10km<sup>2</sup>. **B) Μεσαίο όριο ή Κεντρικός Κόλπος ή Κόλπος της Θεσσαλονίκης:** Οριοθετείται ανατολικά με το ακρωτήριο Μεγάλο Έμβολο ή Μεγάλο Καραμπουρνού (Καραμπουρνάκι), στην αρχαία Αίνεια και δυτικά με τις εκβολές του Αλιάκμονα, νότια των οποίων τοποθετείται η Μεθώνη. Η έκταση που καταλαμβάνει είναι 136km<sup>2</sup> και ο όγκος νερού είναι 2838km<sup>3</sup>. **Γ) Εσωτερικό όριο ή Όρμος Θεσσαλονίκης:** Ξεκινάει από το ακρωτήριο Μικρό Έμβολο ή Μικρό Καραμπουρνού, που σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ερευνητών άνηκε στην αρχαία Θέρμη ανατολικά, μέχρι τις εκβολές του Γαλλικού ποταμού, του αρχαίου Εχεδώρου, στην περιοχή της Σίνδου δυτικά (ΙΣΤ΄ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, 1998). Τα όρια της λεκάνης του Θερμαϊκού κόλπου καθορίστηκαν σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 18 του Ν.3489/2-6-2006 ύστερα από κοινή Υπουργική απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μακεδονίας – Θράκης.

Ποτάμια όπως ο Γαλλικός, ο Αξιός, ο Αλιάκμονας και ο Λουδίας καταλήγουν στον κόλπο αυτό. Ο όγκος των γλυκών νερών που διατίθενται ετησίως στον κόλπο της Θεσσαλονίκης είναι  $8,5 \times 10^9 \text{m}^3$  (Κρεστενίτης κ.α., 1995). Η συνεχόμενη εισαγωγή ιζήματος από τα ποτάμια έχει ως αποτέλεσμα το ανάγλυφο του πυθμένα να είναι λείο.

Η ύπαρξη έντονων βαθμίδων πυκνότητας σε σημαντικό τμήμα του νοτιοδυτικού εξωτερικού κόλπου της Θεσσαλονίκης διαπιστώθηκε ύστερα από συστηματικές μετρήσεις που έγιναν από το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε., 1999). Η συμπεριφορά των θαλάσσιων μαζών και κατά συνέπεια η ταχύτητα και ο τρόπος ανανέωσης των νερών του κόλπου επηρεάζεται σημαντικά από την ύπαρξη έντονων οριζόντιων πυκνομετρικών διαφορών.

Ο χρόνος ανανέωσης των νερών αποτελεί καθοριστικό στοιχείο για την ποιότητα των νερών του κόλπου, όπου το ρυπαντικό φορτίο έχει υπερβεί σημαντικά την δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του αποδέκτη. Η κυκλοφορία του νερού είναι κυρίως κυκλωνική. Οι θαλάσσιες μάζες του νερού του Αιγαίου εισάγονται από τα βαθύτερα στρώματα κατά μήκος της ανατολικής ακτής και κινούνται αντίθετα από τη φορά του ρολογιού προς τον κόλπο της Θεσσαλονίκης. Η συνήθης κίνηση των νερών των ποταμών είναι νότια κατά μήκος της δυτικής ακτής, υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου τα γλυκά νερά εισχωρούν στον κόλπο της Θεσσαλονίκης κάτω από την επίδραση των νότιων και δυτικών ανέμων. Την περίοδο που η εισροή από τα ποτάμια είναι μεγάλη η ανταλλαγή νερών με την θάλασσα του Αιγαίου είναι εντονότερη. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου νερά από την Μαύρη Θάλασσα εντοπίζονται στον κόλπο της Θεσσαλονίκης.

Η θερμοκρασία του νερού ποικίλει ανάμεσα στους 10°C και 28°C ενώ η αλατότητα κυμαίνεται μεταξύ 33 και 39psu. Οι κυριότερες αιτίες του ευτροφισμού, ο οποίος έχει αναφερθεί σαν μεγάλο πρόβλημα του Θερμαϊκού είναι οι υψηλές εισαγωγές θρεπτικών από τα ποτάμια και τα αστικά λύματα καθώς και από τα βιομηχανικά απόβλητα (Karageorgis et al, 2004).

Η εποχική μεταβλητότητα των φυσικών χαρακτηριστικών του κόλπου παρουσιάζει ιδιαίτερη ένταση. Ομοιογένεια στην θερμοκρασία και την αλατότητα παρατηρείται τον χειμώνα, ενώ στις αρχές της άνοιξης έντονο αλοκλινές λόγω της αυξημένης ροής των ποταμών. Έντονο θερμοκλινές παρατηρείται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και ταυτόχρονη ομογενοποίηση της υδάτινης στήλης ως προς την αλατότητα (Ε.Κ.Θ.Ε., 1999).

### **1.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τις φυσικοχημικές παραμέτρους του θαλασσινού νερού**

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις φυσικοχημικές παραμέτρους του θαλασσινού νερού είναι οι εξής:

- Εισροή των ποταμών στην περιοχή
- Βροχοπτώσεις
- Άνεμος-Μετεωρολογικές συνθήκες και κυκλοφορία υδάτινων μαζών.

Τα γλυκά νερά των ποταμών δημιουργούν οριζόντιες βαθμίδες θερμοκρασίας και αλατότητας που δρουν καθοριστικά στις μετακινήσεις υδάτινων μαζών. Η έντονη ηλιοφάνεια και οι ξηροί, Β-ΒΔ άνεμοι προκαλούν εξάτμιση του επιφανειακού στρώματος των νερών με αποτέλεσμα να βυθίζονται με ταυτόχρονη ανάδυση των βαθύτερων νερών. Η εποχική μεταβλητότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην υδάτινη μάζα του Θερμαϊκού έχει σημαντική επίδραση στην θαλάσσια κυκλοφορία και στην κατά βάθος μεταβολή και εποχική της διακύμανση. Η εποχική αυτή μεταβλητότητα της κυκλοφορίας και της ηλιακής θερμότητας έχει ως αποτέλεσμα την αντίστοιχη μεταβολή στην αλατότητα και θερμοκρασία του κόλπου (Κρεστενίτης κ.α., 1993).

Οι ποταμοί που εισρέουν στον Θερμαϊκό Κόλπο και επηρεάζουν τις φυσικοχημικές παραμέτρους της περιοχής είναι: ο Αξιός, ο Λουδίας, ο Γαλλικός και ο Αλιάκμονας. Τα ποτάμια αυτά και η πόλη της Θεσσαλονίκης, εκτιμάται σαν πηγή θρεπτικών, για να εκτιμηθεί η συνολική διαχρονική εισαγωγή θρεπτικών στον κόλπο (Karageorgis et al, 2004). Παρακάτω γίνεται αναφορά και των τεσσάρων ποταμών.

- Η λεκάνη του ποταμού Αξιού βρίσκεται στην κεντρική βαλκανική χερσόνησο. Αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο κομμάτι από τις λεκάνες απορροής στο παράκτιο σύστημα του κόλπου (Karageorgis et al, 2004). Το συνολικό μήκος του ποταμού είναι 380km από τα οποία στο ελληνικό έδαφος ανήκουν μόνο τα



75km. Η παροχή του ποταμού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις κατά την διάρκεια του χρόνου (Τσαγκαρλής, 1998). Αποτελεί τον μεγαλύτερο συντελεστή εισροής γλυκών νερών και ρευστών θρεπτικών. Κατά την διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών έχει υποστεί πολυάριθμες ανθρώπινες παρεμβάσεις. Στην αρχή του 20<sup>ου</sup> αιώνα οι εκβολές του ποταμού βρίσκονταν λίγα χιλιόμετρα από τη νοτιοδυτική Θεσσαλονίκη, απειλώντας την πρόσβαση στο λιμάνι, σαν αποτέλεσμα της συνεχόμενης ιζηματοπτώσεως (Karageorgis et al, 2004). Η μέση παροχή του ποταμού είναι 170m<sup>3</sup>/sec.(Κρεστενίτης κ.α., 1995).

- Ο Αλιάκμονας είναι ο μεγαλύτερος Ελληνικός ποταμός. Η λεκάνη απορροής του είναι 8443km<sup>2</sup> και συνολικό μήκος 297km. Πριν την εκβολή στο Θερμαϊκό, ενώνεται με ένα τεχνητό κανάλι, την Τάφρο – 66 (Μπόμπορη κ.α., 1997). Η παροχή του ποταμού εξαρτάται ουσιαστικά από τις ανάγκες της Δ.Ε.Η.. Έτσι η παροχή του ποταμού τους καλοκαιρινούς μήνες είναι συνήθως μηδενική (εκτός αν εμφανιστούν έντονες βροχοπτώσεις), αφού το νερό που αποδεσμεύεται από το φράγμα των Ασωμάτων είναι όσο χρειάζεται για την άρδευση (Κρεστενίτης κ.α., 1995). Η παροχή του κυμαίνεται από 10 – 100m<sup>3</sup>/sec. (Τσαγκαρλής, 1998).
- Ο ποταμός Λουδίας έχει μήκος 39km και είναι τεχνητός ποταμός που κατασκευάστηκε για τις ανάγκες αποξήρανσης της λίμνης των Γιαννιτσών (1928-1934). Η λεκάνη απορροής του είναι 1300km<sup>2</sup>. Αρχίζει από την θέση μηδέν των Γιαννιτσών και σ' αυτόν εκβάλλουν όλοι οι χείμαρροι και τάφροι που παλιά κατέληγαν στην αποξηρανθείσα λίμνη των Γιαννιτσών (Τσαγκαρλής, 1998). Χρησιμεύει ως αποδέκτης των νερών άρδευσης (που εκτρέπονται από τον Αξιό και τον Αλιάκμονα) και έχει νερό κυρίως το καλοκαίρι. Η είσοδος νερών της θάλασσας στον Λουδία κατά την πλημμυρίδα οδήγησε στην κατασκευή

φράγματος τον Ιούλιο του 1990. Η μέση παροχή νερού είναι 5-10m<sup>3</sup>/sec. (Κρεστενίτης κ.α., 1995).

- Ο Γαλλικός ποταμός ή Εχέδωρος πηγάζει από τα Κρούσια όρη και το μήκος του είναι 170km. Η λεκάνη απορροής του είναι 930km<sup>2</sup>. Χαρακτηρίζεται ως μικρός ποταμός ή χειμαρρώδες ρεύμα. Τις τελευταίες δεκαετίες ο ποταμός είναι μόνιμα στεγνός και λειτουργεί ως αντιπλημμυρική τάφρος. Λόγω των καθιζήσεων, τα θαλάσσια νερά εισρέουν στην κοίτη του ποταμού σε μεγάλο βάθος. Ολόκληρη η κοίτη του ποταμού στις εκβολές έχει κατακλυστεί από θάλασσα. (Τσαγκαρλής, 1998).

Οι βροχοπτώσεις είναι της τάξης των 45cm/έτος, όντας μεταβλητές, σποραδικές, συχνά σφοδρές και συνήθως μέγιστες τον Δεκέμβριο και τον Απρίλιο (Κοντζίνος, 2007).

Τοπικοί άνεμοι που πνέουν στην περιοχή του Θερμαϊκού επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις οριζόντιες κατανομές των υδρολογικών χαρακτηριστικών (Κοντογιάννης κ.α., 1997). Οι άνεμοι πάνω από τον Θερμαϊκό κόλπο είναι γενικά, σχετικά ασθενείς και σπάνια ξεπερνούν τα 7 μποφόρ κατά την διάρκεια του έτους. Κατά την διάρκεια του χειμώνα επικρατούν κυρίως νότιοι άνεμοι ενώ το καλοκαίρι εμφανίζουν μεταβλητότητα. Ισχυρές θύελλες, γνωστές τοπικά ως "βαρδάρης" παρατηρούνται κατά την διάρκεια του έτους αλλά τείνουν να είναι πιο ασθενείς και λιγότερο συχνοί το καλοκαίρι. Επίμονοι άνεμοι, το αποκαλούμενο "μελέμι" παρατηρείται μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου (Hyder et. al., 2002).

Οι ταχύτητες των ρευμάτων στις μυδοκαλλιέργειες του κόλπου Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι συνήθως μικρές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίοδος του Ιουλίου του 1998 όπου οι ταχύτητες των ρευμάτων που καταγράφηκαν ήταν <2cm/sec σε ποσοστό μεγαλύτερο του 57% , οι οποίες προκάλεσαν φαινόμενα μαζικής θνησιμότητας των μυδιών σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες της εποχής (Galinou-Mitsoudi et. al., 2006).

## **1.2 ΡΥΠΑΝΣΗ**

Η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελεί πια το σύγχρονο μεγάλο πρόβλημα, το οποίο προήλθε από την διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας σε πολλά μέρη της γης με προεκτάσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η δημιουργία του προβλήματος αυτού ξεκίνησε παράλληλα με την προσπάθεια του ανθρώπου να εκμεταλλευτεί το φυσικό του περιβάλλον για μια καλύτερη ποιότητα ζωής (Ξένος κ.α., 2005).

Κάθε ανεπιθύμητο στοιχείο το οποίο καταστρέφει την ισορροπία του οικοσυστήματος προκαλεί "ένταση" σ' αυτό και καταστρέφει την αρμονία ανάμεσα στη ζωή και το περιβάλλον. Ως ρύπανση ορίζεται **η ανεξέλεγκτη εισαγωγή ανεπιθύμητων ουσιών σ' ένα οικοσύστημα που συνήθως οδηγεί σε ελάττωση της ικανότητας του να επιδρά ή να κινεί τους μηχανισμούς ανακύκλωσης, αναπαραγωγής και αυτοκαθαρισμού.**

Ανάλογα με τη φύση των στοιχείων τα οποία εκπέμπονται προς το περιβάλλον διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες ρύπανσης: 1) χημική, 2) θερμική, 3) ραδιενεργή, 4) ηχητική, 5) βιολογική και 6) αισθητική.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται και σε φυσικές όσο και σε ανθρωπογενείς διεργασίες. Όσον αφορά τις φυσικές πηγές ρύπανσης η ίδια η φύση έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς αυτοκαθαρισμού οι οποίοι εξισορροπούν την ρύπανση που προκαλείται και αυτές προέρχονται από ηφαίστεια, πυρκαγιές και βιολογικές δραστηριότητες. Αντίθετα οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι πιο επικίνδυνες διότι συγκεντρώνουν μεγάλες ποσότητες ρύπων οι οποίοι προκαλούν μη αντιστρεπτούς μηχανισμούς. Οι κυριότερες κατηγορίες των ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης είναι τα βιομηχανικά απόβλητα, οι αστικές δραστηριότητες (π.χ. αστικά λύματα), οι γεωργικές δραστηριότητες (π.χ. λιπάσματα), οι συγκοινωνίες και διάφορα άλλα τυχαία συμβάντα (π.χ. ατυχήματα σε πυρηνικά εργοστάσια και σε δεξαμενόπλοια) (Ξένος κ.α., 2005).

Η ρύπανση του Θερμαϊκού κόλπου έχει κεντρίσει πολλές φορές το ενδιαφέρον πολλών μελετητών. Η ιδιαιτερότητα του Θερμαϊκού κόλπου έγκειται στο γεγονός ότι δεν δέχεται απόβλητα μόνο από τις δραστηριότητες του Νομού Θεσσαλονίκης, αλλά και από άλλους γειτονικούς Νομούς

(Τσαγκαρλής, 1998). Μέσω του τεχνητού ποταμού Λουδία δέχεται πολλά βιομηχανικά απόβλητα κονσερβοποιείων του Νομού Πέλλας, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, αλλά και της βιομηχανίας ζάχαρης. Από τον ποταμό Αλιάκμονα, δέχεται τα απόβλητα πολλών Νομών από Καστοριά μέχρι Πιερία. Μέσω του ποταμού Αξιού δέχεται απόβλητα όχι μόνο του Νομού Θεσσαλονίκης, αλλά και της πρώην Γιουγκοσλαβίας, αφού η λεκάνη απορροής του Αξιού ποταμού βρίσκεται κατά 90% μέσα στο έδαφος της πρώην Γιουγκοσλαβίας. Ο Γαλλικός ποταμός δεν έχει πλέον επιφανειακή ροή αρκετά χιλιόμετρα πριν τον Θερμαϊκό. Τα νερά του χρησιμοποιούνται για την κάλυψη ενός μέρους των αναγκών της Δυτικής Θεσσαλονίκης (Τσαγκαρλής, 1998).

Το μεγαλύτερο μέρος των βιομηχανικών αποβλήτων διοχετεύεται στον όρμο που φτάνει μέχρι την νοητή γραμμή Παλιομάνα-Μικρό έμβολο. Το κομμάτι αυτό έχει χαρακτηριστεί σαν ευαίσθητη περιοχή, βάσει της ΚΥΑ 5673/400/5-3-1997.

Οι γεωργικές απορροές έχουν μεγάλη σπουδαιότητα για την περιοχή. Οι ποσότητες των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην λεκάνη απορροής καταλήγουν στον Θερμαϊκό κόλπο (Τσαγκαρλής, 1998).

### **1.3 ΠΛΑΓΚΤΟ**

Στα φυσικά νερά διακρίνουμε δυο επικράτειες: την πελαγική και την βενθική. Η πελαγική επικράτεια περιλαμβάνει δυο μεγάλες ενότητες οργανισμών το πλαγκτό και το νηκτό. Η βενθική επικράτεια περιλαμβάνει το βένθος, δηλαδή όλους τους οργανισμούς που ζουν στο βυθό τόσο στην επιφάνεια του υποστρώματος όσο και μέσα στο υπόστρωμα (Σίνης, 2005).

Η λέξη πλαγκτό είναι ελληνική και σημαίνει περιπλανώμενος.

Ο όρος πλαγκτό χρησιμοποιείται για όλους εκείνους τους μικρούς οργανισμούς που δεν έχουν ή έχουν πολύ μικρή δυνατότητα μετακίνησης. Έτσι, είναι λίγο-πολύ εκτεθειμένοι στις μετακινήσεις από την δράση των ρευμάτων και των κυμάτων.

Η ενότητα του πλαγκτού διακρίνεται σε δυο ευδιάκριτες υποενότητες, το νευστό και το πλευστό. Με τον όρο νευστό χαρακτηρίζονται οι εξειδικευμένοι οργανισμοί που ζουν στην μεσεπιφάνεια νερού-ατμόσφαιρας. Το νευστό διακρίνεται σε επινευστό και υπονευστό. Το επινευστό περιλαμβάνει τους οργανισμούς που είναι πάνω στην επιφάνεια. Δεν είναι ζώα αυστηρά υδρόβια, αφού ζουν πάνω στην επιφάνεια και αποθέτουν τα αυγά τους πάνω σε αντικείμενα που επιπλέουν. Είναι τόσο ελαφριά όπου μετακινούνται με εντυπωσιακή ταχύτητα. Αν βυθιστούν δεν μπορούν να επιβιώσουν. Το υπονευστό κατοικεί στα πρώτα εκατοστά του νερού. Το στρώμα αυτό έχει ιδιαίτερα φυσικοχημικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά, όπως: δράση υπεριώδους ακτινοβολίας, υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων, άφθονη οργανική ύλη κ.α.. η ανάπτυξη του νευστού και ιδιαίτερα του επινευστού είναι εμφανής σε μικρής έκτασης νερά, ήρεμα στην παραλιακή ζώνη ή στα άκρα κατά μήκος των ρευμάτων με νερά όπου λιμνάζουν. Λίγα είδη κλαδοκεραιωτών και προνυμφών είναι προσαρμοσμένα να τρέφονται από το νευστό (Σίνης, 2005).

Το πλευστό περιλαμβάνει μερικά ασπόνδυλα των οποίων ένα τμήμα του σώματος τους ξεπερνά την επιφάνεια του νερού, γεγονός που τα κάνει ώστε οι μετακινήσεις τους, να είναι το αποτέλεσμα των ρευμάτων και της δράσης των ανέμων.

Ξεχωρίζουμε ότι με τον όρο ολοπλαγκτό εννοούμε την ενότητα των ειδών των οποίων το σύνολο του ζωτικού κύκλου εκτυλίσσεται στο νερό. Ενώ με το μεροπλαγκτό (ή πρόσκαιρο πλαγκτό) εννοούμε τα είδη των οποίων ένα τμήμα του βιολογικού κύκλου (προνυμφική ζωή) εκτυλίσσεται μέσα στο νερό (Σίνης, 2005).

Το πλαγκτό αποτελείται από μικρούς οργανισμούς φυτικούς (φυτοπλαγκτό) και ζωικούς (ζωοπλαγκτό) που δεν έχουν ή έχουν πολύ μικρή δυνατότητα μετακίνησης.

### **1.3.1 Φυτοπλαγκτό**

Το φυτοπλαγκτό αποτελείται κυρίως από οργανισμούς με φωτοσυνθετικές ικανότητες. Οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι

πρωτογενείς παραγωγοί που βρίσκονται στην βάση του τροφικού πλέγματος και από τους οποίους εξαρτάται άμεσα η θρέψη των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών. Μερικοί κατώτεροι φυτικοί οργανισμοί και ιδιαίτερα φύκη συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του νερού με μορφή πυκνών και ορατών επιστρωμάτων. Το φαινόμενο αυτό, είναι γνωστό σαν «άνθιση του νερού» (blooms) εξαιτίας της χρώσης των νερών, χαρακτηρίζεται από την άφθονη παραγωγή φυκών που κατανέμονται ομοιόμορφα. Τα πρώτα «άνθη του νερού» αρχίζουν να εμφανίζονται την άνοιξη με την αύξηση της ηλιοφάνειας, ενώ η φθινοπωρινή αύξηση τερματίζεται, καθώς το φως μειώνεται το χειμώνα. Ο κύκλος ζωής των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών, το βαθμό της θερμικής στρωμάτωσης, τη θήρευση από το ζωοπλαγκτό, τον ενδοφυτικό ανταγωνισμό και τον παρασιτισμό (πρωτόζωα, μύκητες, ιοί, βακτήρια).

Η ποσότητα και η σύνθεση του φυτοπλαγκτού ποικίλει. Γενικά, το φυτοπλαγκτό υπόκειται σε εποχιακές μεταβολές της σύνθεσης του, παράλληλα με τις φυσικοχημικές μεταβολές των νερών κατά την διάρκεια του έτους (θερμοκρασία, φως, χημική σύσταση κ.λπ.). με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή κατ' αυτότροφο τρόπο (φωτοσύνθεση), δομεί διάφορες ουσίες οι οποίες αποδομούνται από τα βακτήρια (Σίνης, 2005).

Σε συνθήκες ευτροφισμού μικρότερο ποσοστό φυκών καταναλώνεται απευθείας από το ζωοπλαγκτό και μεγαλύτερο από τους βακτηριακούς αποικοδομητές (Βαφείδης, 2002).

### **1.3.2 Ζωοπλαγκτό**

Το ζωοπλαγκτό περιλαμβάνει ζώα τα οποία αιωρούνται στο νερό με περιορισμένες δυνατότητες μετακίνησης. Όπως το φυτοπλαγκτό έτσι και το ζωοπλαγκτό είναι συνήθως πυκνότερο από το νερό και μπορεί να βυθίζεται σε μεγαλύτερα βάθη. Τα πλαγκτικά πρωτόζωα έχουν περιορισμένη ικανότητα μετακίνησης, αλλά τα τροχόζωα, τα κλαδοκεραιωτά, τα κωπήποδα, ορισμένα ανώριμα άτομα και προνύμφες εντόμων μετακινούνται αρκετά σε ήρεμα νερά λιμνών και θαλασσών. Ορισμένα ζωοπλαγκτικά είδη καθώς και τα πρώτα στάδια των ψαριών είναι στην αρχή πλαγκτικά και στα επόμενα στάδια της

ζωής τους γίνονται καθαρά νηκτικά (Σίνης, 2005).

Τα περισσότερα είδη του ζωοπλαγκτού έχουν μήκος από 0,5 ως 1mm, λίγα είναι μικρότερα από 0,1 mm και μεγαλύτερα από 3 mm. Μπορεί να είναι είτε φυτοφάγα είτε σαρκοφάγα. Οι προσαρμογές των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών στο υδάτινο ενδιαίτημα περιλαμβάνουν γρήγορη αναπαραγωγή, μικρό μέγεθος και ανάπτυξη ακανθών.

Η θήρευση τους μειώνεται με την κατακόρυφη μετακίνηση τους σε βαθιά νερά κατά την διάρκεια της ημέρας και με την διαφάνεια του σώματος που συνήθως παρουσιάζουν. Μπορεί να έχουν άκανθες που μειώνουν το βαθμό βύθισης και αυξάνουν την προστασία τους από τους θηρευτές. Η γρήγορη παρθενογενετική τους αναπαραγωγή μπορεί να μειώσει την επίδραση της θήρευσης και να επιτρέψει την εκμετάλλευση πληθυσμιακών εκρήξεων μικρής διάρκειας των φυκών. Κλαδοκερραιωτά και τροχόζωα τείνουν να είναι πιο άφθονα το καλοκαίρι, πιθανά γιατί υπάρχει περισσότερη τροφή (Σίνης, 2005).

Η πρωταρχική σημασία του ζωοπλαγκτού στην οικονομία μιας υδάτινης μάζας συνάγεται από το γεγονός ότι η πλειονότητα των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών μετατρέπουν την φυτική ύλη του φυτοπλαγκτού σε ζωικές πρωτεΐνες. Είναι κυρίως φυτοφάγοι οργανισμοί και συνεπώς παραγωγοί κλειδιά. Τα φυτοφάγα μπορούν να φαγωθούν είτε από μεγαλύτερα ζώα του πλαγκτού είτε από ευκίνητους κολυμβητές του νηκτού. Με αυτό τον τρόπο η πολυπλοκότητα του ζωοπλαγκτού δημιουργεί την σύνδεση ανάμεσα στους μικροσκοπικούς βοσκότοπους και τους μεγαλύτερους κατοίκους των νερών.

Πολλά ζωοπλαγκτονικά είδη τρέφονται φιλτράροντας το αιωρούμενο βιοσειστό αποτελούμενο από βακτήρια, θρύμματα και φύκη. Ο ρυθμός φιλτραρίσματος επηρεάζεται κατά μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία και γενικά είναι πολύ κοντά στο σημείο θερμικού θανάτου. Το ζωοπλαγκτό εφαρμόζει διάφορες μεθόδους τροφοληψίας. Οι κεραίες και θωρακικά εξαρτήματα των καρκινοειδών διαφέρουν σημαντικά στην λεπτή δομή τους, δίνοντας έτσι μια διαφορετική ικανότητα φιλτραρίσματος για τα διάφορα είδη (Σίνης, 2005).

Το ζωοπλαγκτό μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες. Στο μόνιμο ή

ολοπλαγκτό και το ευκαιριακό ή μερολαγκτό. Στα ολοπλαγκτονικά ζώα όλα τα στάδια της ανάπτυξης είναι πλαγκτονικά. Σχεδόν όλα τα ζωικά φύλα έχουν ολοπλαγκτονικούς αντιπροσώπους. Αντίθετα τα μεροπλαγκτονικά ζώα έχουν στάδια ανάπτυξης κατά την διάρκεια των οποίων ζουν προσκολλημένα στο βυθό ή σε άλλα σταθερά υποστρώματα. Σε πάρα πολλά θαλάσσια ζώα οι προνύμφες και τα αβγά τους είναι πλαγκτονικά ενώ τα ώριμα άτομα βενθικά. Τέτοια ζώα για παράδειγμα είναι πολλά είδη πολύχαιτων, καρκινοειδών, βρυόζων, εχινόδερμων, ελασματοβραγχίων, γαστερόποδων και ψαριών (Βαφειδής, 2002).

Από αυτούς τους οργανισμούς στο δεύτερο τροφικό επίπεδο τοποθετούνται οι πρωτογενείς καταναλωτές, δηλαδή τα πρωτόζωα και τα μετάζωα (κλαδοκεραιωτά, κωπήποδα και διάφορες προνύμφες). Στο τρίτο και μερικές φορές στο τέταρτο επίπεδο, τοποθετούνται οι μέδουσες, τα χαιτόγναθα, τα κτενοφόρα, προνύμφες ψαριών κ.α. (Αλβανού, 2002).

Τόσο οι ζωοπλαγκτονικοί όσο και οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί λόγω της περιορισμένης τους δυνατότητας για ενεργό μετακίνηση προκειμένου να αποφύγουν την βύθιση τους είναι υποχρεωμένοι να έχουν ειδικό βάρος παρόμοιο με αυτό του θαλασσινού νερού. Επειδή το κυτταρόπλασμα τους (δηλ. το υγρό στο εσωτερικό του κυττάρου) είναι μεγαλύτερου ειδικού βάρους δημιουργούν σταγονίδια ελαίου. Για αυτόν τον λόγο οι οργανισμοί αυτοί διαθέτουν λεπτά εξαρτήματα μεγάλου μήκους ενώ το σώμα τους είναι εξαιρετικά μικρού όγκου ώστε ο λόγος επιφάνεια σώματος προς τον όγκο σώματος να καθίσταται μέγιστος γιατί η τριβή, η οποία επιβραδύνει την βύθιση, εξαρτάται από τον λόγο αυτό. Τα σκελετικά μέρη για την αποφυγή βύθισης τους έχουν ελαχιστοποιημένο βάρος. Τέλος, παρατηρείται, η δημιουργία αερίου που συγκρατείται σε διαφόρων ειδών θαλάμους οι οποίοι λειτουργούν σαν πλωτήρες ([http://www.aqualex.org/elearning/marine\\_environment/greek/chap3/fauna.html](http://www.aqualex.org/elearning/marine_environment/greek/chap3/fauna.html)).



#### 1.4 ΚΛΑΔΟΚΕΡΑΙΩΤΑ

Η συστηματική κατάταξη των κλαδοκεραιωτών είναι η εξής:

Φύλο: Αρθρόποδα (Arthropoda)

Διαίρεση: Γναθωτά (Mandibulata)

Υπόφυλο: Καρκινοειδή (Crustacea)

Κλάση: Βραγχιόποδα (Branchiopoda)

Τάξη: Κλαδοκεραιωτά (Cladocera)

Ανήκουν στην τάξη των καρκινοειδών της κλάσης των βραγχιοπόδων. Οι τρεις τάξεις των κλαδοκεραιωτών έχουν κοινό πρόγονο. Η εξέλιξη τους οδηγεί προς την απλούστευση των χαρακτηριστικών που κληρονομήθηκαν από τον κοινό πρόγονο π.χ. απώλεια άκρων, απώλεια των ναυπλιακών σταδίων, απώλεια της κατάτμησης (τμηματοποίησης), αλλά διατήρηση της διχαλωτής κεραίας κολύμβησης. Τα κλαδοκεραιωτά ζουν σε αλμυρά και γλυκά νερά, από μικρές λακκούβες μέχρι και τους ανοιχτούς ωκεανούς. Είναι πλαγκτονικοί και βενθικοί οργανισμοί. Στο γλυκό νερό υπάρχουν περισσότερα από 600 είδη (Schram, 1986) ενώ αντίθετα μόνο 8 είδη κλαδοκεραιωτών έχουν βρεθεί ότι υπάρχουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Από αυτά τα 8 είδη τα 6 συναντάμε μόνο στις ελληνικές θάλασσες και είναι τα εξής: *Evadne nordmanni* Loven, *Evadne spinifera* Muller, *Evadne tergestina* Claus, *Podon intermedius* Lillijeborg, *Podon polyphemoides* Leuckart, *Penilia avirostris* Dana.

Τα κλαδοκεραιωτά τείνουν να είναι πιο άφθονα το καλοκαίρι, πιθανότατα λόγω της μεγάλης επάρκειας τροφής. Αντιθέτως γίνονται σπάνια το χειμώνα, αν και σε σημαντικούς αριθμούς μπορούν να υπάρχουν στο ίζημα σε μια λανθάνουσα κατάσταση ή διάπαυση. Την άνοιξη καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία το ζωοπλαγκτό γίνεται πιο άφθονο. Υπάρχει γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στον ρυθμό της τροφοληψίας και της θερμοκρασίας, έτσι ώστε όταν υπάρχει διαθέσιμη τροφή να παρατηρείται και γρήγορη ανάπτυξη.

Μόλις η θερμοκρασία γίνει ευνοϊκή, τα αυγά των κλαδοκεραιωτών εκκολάπτονται και παράγουν μεγάλο αριθμό νεαρών ατόμων που σύντομα ωριμάζουν. Το αποτέλεσμα είναι μια ραγδαία ανοιξιάτικη αύξηση στον αριθμό των κλαδοκεραιωτών (Σίνης, 2005).

Τα κλαδοκεραιωτά των φυσικών υδρόβιων οικοσυστημάτων αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο, εν δυνάμει, οικονομικό πόρο. Χωρίς την παγκόσμια αυτή τροφή μια μεγάλη ποικιλία ψαριών θα έπαιαν να υπάρχουν. Τα κλαδοκεραιωτά είναι μεταξύ των πιο πλούσιων ενεργειακά υδρόβιων οργανισμών (Richman, 1958).

### ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Τα κλαδοκεραιωτά είναι μικροσκοπικά, υδρόβια ζώα με διακλαδισμένες κεραίες. Είναι εφοδιασμένα με ένα κέλυφος το οποίο σχηματίζεται από την ραχιαία πλευρά και καλύπτει όλο το σώμα εκτός από το κεφάλι. Το κεφάλι είναι πάντα ελεύθερο από κέλυφος και καλύπτεται από μια κεφαλική κάψουλα ή προστατευτικό κάλυμμα της κεφαλής. Ο διαχωρισμός μεταξύ της κάψουλας κεφαλής και του κελύφους είναι ορατός ως μια λοξή γραμμή, η οποία ενώνει το σημείο εισαγωγής των κάτω σιαγόνων στο ραχιαίο άκρο του σώματος. Συγκεκριμένα είδη όπως το *Podon*, έχουν σχετικά μειωμένη κεφαλική κάψουλα η οποία ακολουθεί το περίγραμμα των εσωτερικών οργάνων.

Το κέλυφος μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο κερατώδες αλλά ποτέ πλήρως ασβεστοποιημένο. Δεν προσκολλάται ποτέ στα θωρακικά και κοιλιακά τμήματα. Τα κοίλα τμήματα είναι πάντα ελευθέρως. Η οριοθέτηση μεταξύ θώρακα και κοιλιάς είναι φτωχά καθορισμένη. Ο θώρακας στηρίζει τα άκρα ενώ η κοιλιά (πολύ μειωμένη) δεν στηρίζει άκρα.

Είναι μονόφθαλμα και στο κεφάλι τους φέρουν δύο ζεύγη κεραιών. Οι κεραίες είναι, κατά κανόνα, μικρές και προέρχονται από την κοιλιακή πλευρά της κεφαλής. Οι μεγαλύτερες από αυτές τις κεραίες χρησιμεύουν στην κολύμβηση αυτών. Έχουν 4–6 ζεύγη θωρακικών ποδιών (Dumont J.H. & Negrea V.S., 2002). Τα πόδια φέρουν τριχίδια και άκανθες για να μπορούν να φιλτράρουν σωματίδια που συλλέγονται από την κοιλιακή αύλακα και ωθούνται προς το στόμα (Σίνης, 2005).

### **Μυϊκό σύστημα**

Σε πολλά βραγχιόποδα υπάρχει μια σημαντική ανάπτυξη εσωτερικά τοποθετημένων σε σειρά κυττάρων και στρώσεων αποτελούμενων από τένοντες συνδετικού ιστού, πάνω στα οποία προσκολλώνται οι μύες. Αυτό το σύστημα αποκαλείται ενδοσκελετός και είναι καλύτερα αναπτυγμένο στα κλαδοκεραιωτά. (Dumont J.H. & Negrea V.S., 2002).

### **Πεπτικό σύστημα**

Το πεπτικό τους σύστημα είναι ένας απλός σωλήνας χωρίς σημαντικές διαστολές. Αποτελείται από τρεις περιοχές: την προεντερική (οισοφάγος), την μεσοεντερική και πισωεντερική (όρθος). Το έντερο αρχίζει από το στόμα, εκτυλίσσεται μέσω του κεφαλιού, διαπερνά το σώμα μέσω του θώρακα και της κοιλιάς και ανοίγει, στο τέλος, στον όρθο. Η πισωεντερική περιοχή των κλαδοκεραιωτών είναι εξωδερμικής προέλευσης, κοντό και συχνά δύσκολο να εντοπιστεί ακόμα και κάτω από το μικροσκόπιο. Ανοίγει στον όρθο που είναι τοποθετημένος ραχιαία στην πίσω κοιλία (Dumont J.H. & Negrea V.S., 2002).

### **ΔΙΑΤΡΟΦΗ**

Επειδή τα κλαδοκεραιωτά έχουν μικρό μέγεθος τρέφονται κυρίως με μικρά σωματίδια τροφής. Η κύρια πηγή τροφής των κλαδοκεραιωτών είναι το φυτοπλαγκτόν, το οποίο το διηθούν μέσω του θυρεού τους. Έχει αποτελέσει για καιρό θέμα υπό συζήτηση εάν τα φύκη και τα θρύμματα αποτελούν την πιο πολύτιμη πηγή τροφής για τα θαλάσσια κλαδοκεραιωτά. Οι Bell & Ward (1970) και Saunders (1972) θεωρούν ότι τα θρύμματα είναι κατώτερης διατροφικής αξίας. Αντίθετα, ο Ostapenya et al (1968), θεωρούν ότι και τα δύο είναι ίσης θερμιδικής αξίας. Μελέτες έδειξαν ότι η ηλικία του φυτοπλαγκτού μπορεί να είναι σημαντική για τη θρεπτική αξία που αποκτούν τα κλαδοκεραιωτά μέσω της τροφής τους και μπορεί να αποτελεί αιτία της τοξικότητάς τους.

## ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Στη θάλασσα κυριαρχούν κυρίως στα παράκτια οικοσυστήματα και συνεισφέρουν σημαντικά στην αφθονία του ζωοπλαγκτόν. Στα κλαδοκεραιοτά η σεξουαλική αναπαραγωγή έχει χαθεί ή εναλλάσσεται με την παρθενογένεση.

### **Παρθενογένεση**

Είναι ο τρόπος αναπαραγωγής που συνίσταται στην ανάπτυξη ενός πλήρους οργανισμού από ένα ωάριο, το οποίο δεν γονιμοποιείται. Η παρθενογένεση είναι ένας αρκετά διαδεδομένος μηχανισμός αναπαραγωγής τόσο στους φυτικούς, όσο και στους ζωικούς οργανισμούς και δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ούτε ως αμφιγονία ούτε ως μονογονία. Η παρθενογένεση ονομάζεται φυσική όταν συμβαίνει φυσιολογικά σε ένα είδος και μπορεί να είναι είτε υποχρεωτική είτε προαιρετική, ανάλογα με το αν το ωάριο είναι πάντοτε παρθενογενετικό ή αναπτύσσεται μετά από κανονική γονιμοποίηση.

Η παρθενογένεση χωρίζεται σε αρρενοτόκο και θηλυτόκο. Στην αρρενοτόκο το παρθενογενετικό ωάριο παράγει οργανισμό αρσενικού φύλου και στην θηλυτόκο δίνει γένεση μόνο θηλυκού ατόμου ενώ στην περίπτωση που είναι δευτερότοκο τότε από τα παρθενογενετικά ωάρια παράγονται άτομα και των δύο φύλων. Χαρακτηρίζεται ως υποτυπώδης όταν το μη γονιμοποιημένο ωάριο αρχίζει την διαίρεση χωρίς να ξεπερνά τα πρώτα στάδια της εμβρυικής ανάπτυξης και ως τυχαία, όταν πραγματοποιείται κατ' εξαίρεση σε ωάρια που κανονικά αναπτύσσονται μόνο αφού γονιμοποιηθούν. Η τυχαία παρθενογένεση είναι γενικά πειραματική, δηλαδή δημιουργείται από τον άνθρωπο τεχνητά, με ακτινοβολίες, μηχανικές δράσεις και χημικά μέσα τα οποία προκαλούν την διαίρεση του μη γονιμοποιημένου ωαρίου. Πράγματι, στα ωάρια κάθε ζώου υπάρχει λανθάνουσα η δυνατότητα παρθενογενετικής ανάπτυξης και μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την επέμβαση του άρρενος γαμέτη, μέσω διαφόρων ερεθισμών (Onbe, 1991).

Σε ορισμένα είδη, όπως σε τροχόζωα και σε καρκινοειδή κλαδοκεραιοτά, η παρθενογένεση ακολουθείται από μια σύντομη περίοδο σεξουαλικής αναπαραγωγής. Για πολλές γενιές η αναπαραγωγή των θηλυκών γίνεται με αναγκαστική θηλυτόκο παρθενογένεση. Στην αρχή του χειμώνα,

από τα παρθενογενετικά ωάρια γεννιούνται αρσενικά άτομα που γονιμοποιούν τα θηλυκά, συντελώντας έτσι στην παραγωγή ανθεκτικών ωαρίων, ώστε να επιζήσει το είδος σε δυσμενείς συνθήκες (Onbe, 1991).

Συγκεκριμένα στα κλαδοκεραιωτά ισχύει ότι σε αυτή τη διαδικασία το ωάριο αναπτύσσεται δίχως γονιμοποίηση και παράγονται μόνο θηλυκά άτομα. Τα θηλυκά άτομα συνήθως μεταφέρουν τα αβγά μέσα στο σωματικό τους περίβλημα. Έχουν ένα ζευγάρι γονάδες, στο θώρακα και στις δυο πλευρές του εντέρου. Οι όρχις είναι πάντα μικρότεροι από τις ωοθήκες αλλά βρίσκονται στην ίδια θέση.

Μη ευνοϊκές συνθήκες, ειδικά χαμηλές θερμοκρασίες και αλλαγές στη διατροφή ή στη φωτοπερίοδο, προκαλούν διακοπή της παρθενογένεσης με αποτέλεσμα η αναπαραγωγή τους να γίνεται πλέον με γαμετογένεση. Στη γαμετογένεση παράγονται ωάρια από τα θηλυκά άτομα τα οποία γίνονται αβγά, μόνο αφού γονιμοποιηθούν από τα αρσενικά (Dumont J.H. & Negrea V.S., 2002).

### ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

Ο Szlauer (1963) με μια απλή και έξυπνη τεχνική κάνει χρήση του γεγονότος ότι τα βενθικά κλαδοκεραιωτά έχουν την τάση να μεταναστεύουν προς τα πάνω στην στήλη του νερού κατά την διάρκεια της νύχτας. Είναι, επομένως, πιθανό να αποκτήσουμε μια γενική ιδέα για την αφθονία τους παγιδεύοντας τα κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης (Szlauer, 1963).

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

Η φυσιολογική διάρκεια ζωής όλων των βραγχιόποδων και ιδιαίτερα των κλαδοκεραιωτών είναι αντιστρόφως ανάλογη με την θερμοκρασία δηλαδή μειώνεται με μη γραμμικό τρόπο όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει και αντίστροφα. Η τροφή αποτελεί τον δεύτερο σημαντικότερο παράγοντα. Η διάρκεια ζωής τους διαφέρει από το ένα είδος στο άλλο, χωρίς όμως να ξεπερνά τους 4–5 μήνες (Dumont J.H. & Negrea V.S., 2002).

Αναλυτικότερα, για το κάθε είδος:

*Evadne nordmanni* Loven

Είδος με ιδιαίτερο ενδιαφέρον το οποίο δεν είχε βρεθεί στο Αιγαίο Πέλαγος μέχρι τον Μάρτιο του 1973 (Kiorthis & Moraitou-Apostolopoulou & Kiorthis, 1973). Είναι ψυχρόφιλο είδος (εικόνα 1). Προτιμάει νερά πλούσια σε οργανικά θρύμματα. Τρέφεται κυρίως με θρύμματα οργανισμών (Turner et al, 1984).



Εικόνα 1: Φωτογραφία του είδους *E.nordmanni* (<http://www.dlfu.edu.cu>).

*Evadne spinifera* Muller

Είναι ένα θερμόφιλο είδος (εικόνα 2). Σύμφωνα με τον Patrity (1973) αρέσκεται να ζει σε ρυπασμένα και καθαρά νερά. Καθώς το θαλασσινό νερό περιέχει μικρές ποσότητες σεστόν τότε παρατηρείται μια έντονη αφθονία των ατόμων της (Patrity 1973). Τα ζώα αυτά τρέφονται με θρύμματα οργανισμών (Turner et al, 1984).



Εικόνα 2: Φωτογραφία του είδους *E.spinifera* (<http://www.dokdo.re.kr/research/images/plankton04.gif>).

### *Evadne tergestina* Claus

Τα άτομα της προτιμούν καθαρά και ζεστά νερά με υψηλότερο θερμοκρασιακό εύρος από το είδος *Evadne spinifera* (Kiortsis & Moraitou-Apostoloroulou, 1975). Η εμφάνιση του έχει συνδεθεί με οικοσυστήματα με ολιγοτροφικές συνθήκες (εικόνα 3). Τα θρύμματα οργανισμών αποτελούν την κύρια τροφή τους (Turner et al, 1984).



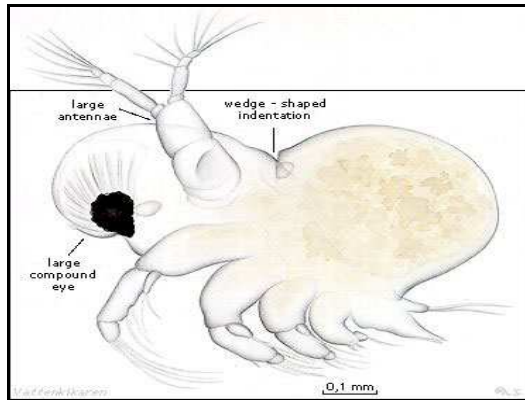
Εικόνα 3: Φωτογραφία του είδους *E.tergestina* (<http://www.upload.Wikipedia.org/Wikipedia/commons/thumb/f/f1/dscn0646/JPG/220px-DSCN0646.JPG>).

### *Podon intermedius* Lillijeborg

Τα άτομα του είδους αυτού είναι ψυχρόφιλα. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Patrity (1973) βρέθηκε ότι είναι ένα είδος το οποίο προτιμάει τα ρυπασμένα νερά (Kiortsis & Moraitou-Apostoloroulou, 1975). Το *Podon intermedius* φαίνεται να είναι φυτοφάγος οργανισμός.

### *Podon polyphemoides* Leuckart

Τα άτομα του επιλέγουν ζεστά νερά (εικόνα 4). Ο Patrity (1973) σημειώνει ότι ευνοούνται από την παρουσία μεγάλων ποσοτήτων διαλυμένου οργανικού υλικού (σεστόν) και έλλειψη δυνατών ρευμάτων (Kiortsis & Moraitou-Apostoloroulou, 1975).



**Εικόνα 4:** Φωτογραφία του *Podon* (<http://www.vattenkikaren.gu.se/fakta/arter/custacea/diplostr/podon/podoine.jpeg>).

### *Penilia avirostris* Dana

Είναι νηρητικό είδος που προτιμά νερά με χαμηλές τιμές αλατότητας. Το συναντάμε, σε παλιρροιακές ζώνες (εικόνα 5). Ο πληθυσμός των ατόμων μειώνεται με την αύξηση της διαφάνειας του νερού (Κιόρτσις & Μοραιτού-Αποστολοπούλου, 1975). Είναι συνήθως φυτοφάγο ζώο παρόλη την αρπακτικότητα του σε βακτηροβόρους *microflagellates* οργανισμούς (Turner et al, 1988).



**Εικόνα 5:** Φωτογραφία του είδους *P.avirostris* (<http://www.icm.csic.es>).

## **1.5 Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

Στην Ελλάδα η παραγωγή οστράκων περιορίζεται σε λίγα είδη προερχόμενα από αλιεία όπως είναι το χάβαρο, το κυδώνι, το στρείδι και το χτένι αλλά το μεγαλύτερο όμως ποσοστό της παραγωγής καταλαμβάνουν τα μύδια από καλλιέργειες. Οι περισσότερες μονάδες και το 90% σχεδόν της



εθνικής παραγωγής μυδιών παράγονται στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Μεγάλα τμήματα των κόλπων αυτών εντάσσονται στις υγροτοπικές περιοχές που προστατεύονται από την εθνική/κοινοτική νομοθεσία "NATURA 2000" (Συνθήκη Ramsar) (Moriki et.al., 2008).

Η μυδοκαλλιέργεια στους κόλπους της Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι μια εξελισσόμενη δυναμική δραστηριότητα που προσφέρει κοινωνικά (εργασία), οικονομικά (συνάλλαγμα) και εθνικά (εξαγωγές, συνεργασίες) (Moriki et.al., 2008). Στη δυτική πλευρά του Θερμαϊκού κόλπου, στην περιοχή της Χαλάστρας, υφίστανται πολλές μονάδες μυδοκαλλιεργειών (Γαληνού-Μητσούδη, 2003).

### **1.5.1 Επίδραση των μυδοκαλλιεργειών**

Η σύσταση του αιωρούμενου υλικού στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών της Χαλάστρας αποτελείται κυρίως από οργανικές ενώσεις. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί και τα προϊόντα μεταβολισμού και αποδόμησης τους δημιουργούν το οργανικό σωματιδιακό υλικό στην στήλη του νερού (Ogilvie et al, 2003; Giles et al 2006). Σημαντικό ρόλο στην συγκέντρωση της οργανικής ύλης παίζει η τοποθέτηση των κλωβών στον χώρο και ο προσανατολισμός τους σε σχέση με τα διερχόμενα ρεύματα (Read et al, 2001). Η συσσώρευση και η απομάκρυνση της αιωρούμενης ύλης εξαρτάται επίσης και από το μέγεθος των μυδοκαλλιεργειών (Giles et al 2006). Τα μύδια είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί, οι οποίοι διηθούν το θαλασσινό νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους τους και της θερμοκρασίας του νερού. Συγκρατούν έτσι τα μερίδια τροφής που κυμαίνονται από 1-25μm και αποβάλλουν τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Moriki et.al., 2008).

Ο υψηλός ρυθμός διήθησης και η απόθεση κοπράνων και ψευδοκοπράνων αυξάνει την απόθεση οργανικού υλικού στα επιφανειακά ιζήματα κατά αρκετές τάξεις (Nizzoli et al, 2005). Η απόθεση μεγάλου ποσοστού οργανικού υλικού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και σε επίπεδα ανοξίας (La Rosa et al, 2002; Nizzoli et al, 2005).

Πολλές φορές η λειτουργία και η διαχείριση της μονάδας μπορεί να

επιβαρύνει την κατάσταση του βυθού. Προϊόντα του μεταβολισμού των μυδιών (κόπρανα και ψευδοκόπρανα), νεκροί επιβιώτες και προϊόντα τα οποία προέρχονται από την τοποθέτηση των μυδιών σε γραμμές παραγωγής (αρμαθίες) συσσωρεύονται σε μεγάλες ποσότητες στο βυθό, ιδιαίτερα όταν στη περιοχή δεν επικρατούν σημαντικά ρεύματα (Γαληνού-Μητσούδη, 2003). Οι ταχύτητες των ρευμάτων που απαιτούνται κάτω από τις μυδοκαλλιέργειες στον πυθμένα πρέπει να είναι 50-200cm/sec. για να μην υπάρχει συσσώρευση οργανικού ρυπαντικού φορτίου. Σύμφωνα με το πρόγραμμα «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II», οι ταχύτητες των ρευμάτων που μετρήθηκαν στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι ιδιαίτερα ασθενή (<2cm/sec.) (Moriki et.al., 2008).

## **1.6 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης στο τμήμα Τεχνολογία Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών στα Ν. Μουδανιά Χαλκιδικής. Περιλαμβάνει εργασίες πεδίου, εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων και επεξεργασία αποτελεσμάτων.

Η εργασία φέρει τον τίτλο: **"Ο ετήσιος κύκλος των κλαδοκεραιωτών στην περιοχή της Χαλάστρας (Θερμαϊκός κόλπος)"**. Η εργασία αποτελεί τμήμα του ευρύτερου προγράμματος «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II». Το συγκεκριμένο έργο εντάσσεται στο υποέργο με τίτλο: «Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (Π.Ο.Α.Υ.) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης» που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και Εθνικούς Πόρους.

Στόχος της εργασίας είναι:

1. Η καταγραφή της αφθονίας των ειδών της τάξης των κλαδοκεραιωτών.
2. Οι εποχικές διακυμάνσεις των κλαδοκεραιωτών και η συσχέτιση της αφθονίας τους με συγκριμένες φυσικοχημικές παραμέτρους.
3. Η πιθανή επίδραση των μυδοκαλλιεργειών στην κατανομή και στην ποιοτική και ποσοτική σύνθεση των κλαδοκεραιωτών.

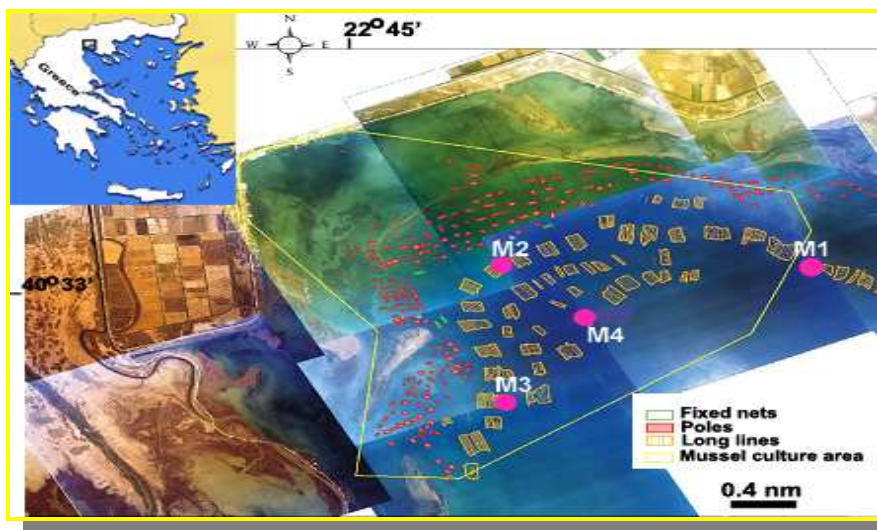
## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Η θέση των σταθμών δειγματοληψίας (εικόνα 6) επιλέχθηκε σύμφωνα με τις ανάγκες των προγραμμάτων και με ιδιαίτερο στόχο την μελέτη της αλληλεπίδρασης μυδοκαλλιεργειών κατανομής κλαδοκεραιωτών.

Οι σταθμοί αυτοί ήταν τέσσερις και ανήκουν στη ευρύτερη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών του κόλπου της Χαλάστρας. Η ονομασία για το κάθε ένα σταθμό είναι σταθμός M1, σταθμός M2, σταθμός M3 και σταθμός M4. Από τους τέσσερις αυτούς σταθμούς διαλέχθηκαν ως πιο αντιπροσωπευτικοί για την έρευνα μας ο σταθμός M1 και ο σταθμός M3 .

Ο σταθμός M1 αντιστοιχεί στη μονάδα 20, βορειοανατολικά του χώρου όπου είναι εγκατεστημένες το σύνολο των μονάδων μυδοκαλλιεργειών του κόλπου της Χαλάστρας. Το γεωγραφικό μήκος του είναι  $22^{\circ} 48' 185$  και το γεωγραφικό πλάτος του είναι  $40^{\circ} 32' 772$  ενώ το βάθος του σταθμού είναι 17 μέτρα. Ο σταθμός M3 αντιστοιχεί στη μονάδα 3, βρίσκεται στο νοτιοδυτικό κομμάτι του χώρου των μυδοκαλλιεργειών. Το γεωγραφικό μήκος του είναι  $22^{\circ} 46' 148$  και το γεωγραφικό πλάτος είναι  $40^{\circ} 31' 758$ . Το μέγιστο βάθος του σταθμού βρέθηκε ότι είναι τα 17 μέτρα.



Εικόνα 6: Η περιοχή ανάπτυξης οργανωμένων μυδοκαλλιεργειών της Χαλάστρας. Ο χάρτης προέρχεται από επεξεργασμένη αεροφωτογραφία του

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. (Παπαθανασίου, 2001) όπου και υποδεικνύονται οι σταθμοί της παρούσας έρευνας.

## **2.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας συλλέχθηκαν μηνιαία δείγματα από τον Ιανουάριο του 2006 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2006 (πίνακας 1).

Για την πραγματοποίηση των δειγματοληψιών χρησιμοποιήθηκε το σκάφος “Ποσειδωνία” (Ν.Θ. 999) καθώς και μια λέμβος αλιευτικών εργασιών. Τα δείγματα συλλέχθηκαν με κατακόρυφες σύρσεις του δίχτυου από το βυθό μέχρι την επιφάνεια της θάλασσας. Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας δύο διαδοχικές σύρσεις. Για την συλλογή των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε δίχτυ πλαγκτού με ύψος δίχτυου 1.18m, άνοιγμα ματιού 100μm και εμβαδόν στεφάνης 0.21m<sup>2</sup>. Και στους δυο σταθμούς τα βάθη κυμάνθηκαν από 0-17m. Συγκεκριμένα για τον σταθμό M1 το μικρότερο βάθος ήταν 14,5m ενώ το μεγαλύτερο ήταν 17m ενώ για τον σταθμό M3 το μικρότερο βάθος ήταν στα 13m ενώ το μεγαλύτερο βάθος ήταν στα 17m.

Τα δείγματα μονιμοποιήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 10% (1 μέρος πυκνού διαλύματος φορμαλδεΰδης 40%, σε 9 μέρη θαλασσινού νερού), για τη περαιτέρω μελέτη τους στο εργαστήριο.

Στα πλαίσια των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν για το πρόγραμμα «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II» μαζί με τα δείγματα ζωοπλαγκτού που συλλέχθηκαν καταγράφηκαν και οι τιμές των βασικότερων φυσικοχημικών παραμέτρων, που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τις ζωοπλαγκτικούς πληθυσμούς (Savvidis et.al., 2007):

- Θερμοκρασία νερού (°C)
- Αλατότητα (‰)
- Πυκνότητα (ρ)
- Χλωροφύλλη
- Διαλυμένο οξυγόνο
- Θρεπτικά συστατικά

Οι τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας μας (Ιανουάριο-Δεκέμβριο 2006) παραχωρήθηκαν από τον αναπληρωτή καθηγητή Δρ. Ιωάννη Σαββίδη. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II». Αντίστοιχα, οι τιμές χλωροφύλλης-α και διαλυμένου οξυγόνου από τον Ιανουάριο έως τον Αύγουστο 2006 μας παραχωρήθηκαν από την αναπληρώτρια καθηγήτρια και επιστημονική υπεύθυνη του προγράμματος Δρ. Αμαλία Μωρίκη.

Τα παραπάνω δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν και στην στατιστική επεξεργασία των κλαδοκεραιωτών.

**Πίνακας 1:** Ημερομηνίες και βάθη δειγματοληψιών.

	<b>Ημερομηνία</b>	<b>Βάθος σταθμού M1</b>	<b>Βάθος σταθμού M3</b>
Ιανουάριος	16/01/2006	15m	15m
Φεβρουάριος	09/02/2006	15m	15m
Μάρτιος	16/03/2006	15m	17m
Απρίλιος	13/04/2006	15m	13m
Μάιος	17/05/2006	16m	17m
Ιούνιος	27/06/2006	16m	13m
Ιούλιος	11/07/2006	16m	16m
Αύγουστος	08/08/2006	15m	17m
Σεπτέμβριος	19/09/2006	17m	17m
Οκτώβριος	25/10/2006	16.5m	13.5m
Νοέμβριος	15/11/2006	16m	15m
Δεκέμβριος	13/12/2006	14.5m	14m

### **2.3 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ**

Τα δείγματα του ζωοπλαγκτού από κάθε σταθμό (M1 και M3), χωρίστηκαν σε υποδείγματα μεγέθους ίσου με το 1/16 και 1/32 του αρχικού, ανάλογα με την αφθονία του ζωοπλαγκτού σε κάθε δείγμα. Ο χωρισμός των υποδειγμάτων έγινε με εμπειρική μέθοδο (Αλβανού, 2002). Η μέθοδος αυτή συνίσταται στη συνεχή ανάμειξη του δείγματος με τη βοήθεια δυο ποτηριών ζέσης (ίδιου όγκου κάθε φορά) και το γρήγορο χωρισμό του σε δύο ίσα μέρη. Κάθε φορά το ένα από τα δύο υποδείγματα χωριζόταν σε ακόμη μικρότερα κλάσματα (1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32). Τα είδη με μεγάλη αφθονία μετρούνταν σε κάποιο από τα άλλα υποδείγματα μέχρι της καταμέτρησης τουλάχιστον 100 ατόμων. Πάντως, από την καταμέτρηση των ειδών στα δύο τελικά υποδείγματα 1/16 ή 1/32, αναλόγως της αφθονίας, μπορούσε να γίνει επαλήθευση της ακρίβειας του διαχωρισμού του αρχικού συντηρημένου δείγματος.

Ο προσδιορισμός των ειδών και η καταμέτρηση των ατόμων τους έγινε σε στερεοσκόπιο Olympus SZ40 με προσοφθάλμιους φακούς x 20, με τη βοήθεια ενός ειδικά διαμορφωμένου, σε σχήμα μαιάνδρου, πλακιδίου καταμέτρησης ζωοπλαγκτού τύπου Bogorog-trough, διαστάσεων 80x100mm χωρητικότητας έως 22ml, από υλικό Plexiglas. Τα άτομα που παρουσίαζαν δυσκολία ως προς τον προσδιορισμό τους στο στερεοσκόπιο, απομακρύνονταν από το υπόδειγμα με τη βοήθεια μιας πιπέτας και ο προσδιορισμός τους γινόταν σε μικροσκόπιο. Για το χειρισμό των ατόμων χρησιμοποιήθηκαν ειδικές λαβίδες και πολύ λεπτές βελόνες ανατομίας.

Για τον προσδιορισμό των ειδών των κλαδοκεραιωτών χρησιμοποιήθηκε το εγχειρίδιο των Tregoubouff & Rose (1957). Στα πλαίσια της ποσοτικής ανάλυσης των δειγμάτων υπολογίστηκε η πυκνότητα (αφθονία) του κάθε είδους (άτομα/m<sup>3</sup> φιλτραρισμένου νερού) και η επικράτηση (σχετική αφθονία) του κάθε είδους, δηλαδή το επί της εκατό ποσοστό παρουσίας τους στο συνολικό δείγμα. Επίσης υπολογίστηκαν, η συνολική πυκνότητα (αφθονία), δηλαδή το σύνολο των επιμέρους πυκνοτήτων των ειδών.

## **2.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Όσον αφορά τη στατιστική μελέτη έγινε έλεγχος t–test δύο ανεξάρτητων δειγμάτων και έλεγχος κανονικότητας σε όλες τις στήλες. Επίσης έγινε και έλεγχος ομοιογένειας των διακυμάνσεων.

Η μέθοδος η οποία εφαρμόστηκε για την στατιστική ανάλυση των ειδών ήταν απλή γραμμική συσχέτιση και η ανάλυση t–test . Η αρχή των μεθόδων είναι:

### **2.4.1 Ανάλυση t – test**

Η ανάλυση t–test χρησιμοποιείται για την σύγκριση δύο μεγεθών που το ένα είναι ανεξάρτητο του άλλου. Τα μεγέθη αυτά ελέγχονται σε ζεύγη στη διάρκεια του χρόνου. Στην ανάλυση του t–test το P-Value όταν είναι μικρότερο του 0,005 τότε τα δείγματα θα διαφέρουν μεταξύ τους, ενώ όταν το P-Value>0,005 τότε τα δείγματα δεν θα διαφέρουν (Zar, 1984).

### **2.4.2 Απλή γραμμική συσχέτιση**

Η απλή γραμμική παλινδρόμηση εξετάζει την γραμμική εξάρτηση της τυχαίας εξαρτημένης μεταβλητής Y από την ανεξάρτητη X. Στην απλή γραμμική συσχέτιση εξετάζεται μόνο η γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η εξίσωση που διέπει την εξάρτηση της μίας μεταβλητής από την άλλη, δηλαδή και οι δύο μεταβλητές είναι τυχαίες(Zar, 1984).

Η ένταση της γραμμικής συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών υπολογίζεται από το συντελεστή απλής συσχέτισης ή συντελεστή συσχέτισης r του Pearson,

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

Ο παρανομαστής της σχέσης αυτής είναι πάντα θετικός, ο αριθμητής όμως μπορεί να είναι θετικός, αρνητικός ή μηδέν. Το εύρος των τιμών του

συντελεστή κυμαίνεται μεταξύ  $-1$  και  $+1$ . Όταν υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών, σημαίνει ότι, αύξηση της τιμής της μίας συνοδεύεται και από αύξηση της τιμής της άλλης. Αρνητική συσχέτιση σημαίνει ότι, αύξηση της τιμής της μίας μεταβλητής επιφέρει μείωση στην τιμή της άλλης. Στην περίπτωση όπου  $r=0$ , τότε δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεγεθών και των δύο μεταβλητών (Zar, 1984).



### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

##### Θερμοκρασία

Οι τιμές των θερμοκρασιών ( $^{\circ}\text{C}$ ) που μετρήθηκαν και στους δύο σταθμούς κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, δίνονται στον πίνακα 2. Στον σταθμό M1 παρατηρήθηκε ότι η μικρότερη θερμοκρασία του νερού ήταν τον μήνα Φεβρουάριο ( $7,09^{\circ}\text{C}$ ) και μέγιστη τον Αύγουστο ( $27,11^{\circ}\text{C}$ ). Το διάστημα από Φεβρουάριο μέχρι Αύγουστο παρατηρήθηκε μια σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, με εξαίρεση τον μήνα Ιούνιο ( $24,69^{\circ}\text{C}$ ), όπου είχαμε απότομη άνοδο της θερμοκρασίας. Από τον Αύγουστο μέχρι και τον Οκτώβριο είχαμε σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας και τον Νοέμβριο απότομη μείωση της.

Στον M3 σταθμό όπως και στο σταθμό M1 η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας ήταν στους ίδιους μήνες, Φεβρουάριο ( $7,83^{\circ}\text{C}$ ) και Αύγουστο ( $27,28^{\circ}\text{C}$ ) αντίστοιχα. Απότομη μείωση της θερμοκρασίας καταγράφηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Φεβρουάριο, ενώ τον μήνα Μάρτιο παρατηρήθηκε απότομη αύξηση της. Το διάστημα Μαρτίου–Αυγούστου είχαμε μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας για κάθε μήνα. Τέλος, τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο είχαμε απότομη μείωση της θερμοκρασίας η οποία σταθεροποιήθηκε τους δύο τελευταίους μήνες του έτους.

##### Αλατότητα

Στον πίνακα 2 δίνονται οι τιμές της αλατότητας στους σταθμούς M1 και M3. Παρατηρήθηκε ότι στον σταθμό M1 η αλατότητα τους μήνες Ιανουάριο μέχρι Απρίλιο κυμάνθηκε περίπου στα ίδια επίπεδα (36ppt). Το μήνα Μάιο σημειώθηκε μια απότομη πτώση και διακύμανση της αλατότητας ( $32,43$  ppt) η οποία σταθεροποιήθηκε από τον Ιούνιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Τους δύο τελευταίους μήνες του έτους, Νοέμβριο και Δεκέμβριο η αλατότητα αυξήθηκε και επανήλθε στις τιμές του πρώτου τετραμήνου (36ppt).

Οι τιμές της αλατότητας που καταγράφηκαν στο σταθμό M3 τους μήνες από Ιανουάριο μέχρι και Μάρτιο παρέμεινε στα ίδια επίπεδα με μικρές

διακυμάνσεις (περίπου 36ppt). Τον Απρίλιο παρατηρήθηκε μια μικρή πτώση της αλατότητας (34,58ppt) ενώ τον Μάιο μια μικρή άνοδο της (35,14ppt), η οποία σταθεροποιήθηκε τον Ιούνιο και παρέμεινε ίδια μέχρι και τον Οκτώβριο. Τέλος, κατά τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο σημειώθηκε ακόμα μια μικρή αύξηση της αλατότητας (36ppt) η οποία έφτασε τις αρχικές τιμές του έτους.

#### Διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο οξυγόνο στον σταθμό M1 (πίνακας 3) κατά τους μήνες Φεβρουάριο (4,06ml O<sub>2</sub>/l) και Μάρτιο (3,61ml O<sub>2</sub>/l) ελαττώθηκε σταδιακά σε σχέση με τις τιμές του Ιανουαρίου (5,30ml O<sub>2</sub>/l). Τον Απρίλιο παρατηρήθηκε αύξηση του (5,19ml O<sub>2</sub>/l) ενώ από τον Μάιο (4,40ml O<sub>2</sub>/l) ξεκίνησε μια σταδιακή πτώση των τιμών του, η οποία συνεχίστηκε μέχρι και τον Αύγουστο (3,61ml O<sub>2</sub>/l).

Στο σταθμό M3 καταγράφηκε αξιόλογη αυξομείωση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου τους πρώτους πέντε μήνες του έτους (πίνακας 3). Το διάστημα από Ιούνιο (4,17ml O<sub>2</sub>/l) μέχρι και Αύγουστο παρατηρήθηκε μια σταθεροποίηση των τιμών (3,83ml O<sub>2</sub>/l).

#### Χλωροφύλλη

Τα επίπεδα της χλωροφύλλης που παρατηρήθηκαν στον σταθμό M1 (πίνακας 3) τους μήνες Ιανουάριο (0,20mgChla/m<sup>3</sup>) και Φεβρουάριο (0,15mgChla/m<sup>3</sup>) είναι παρόμοια. Τον Μάρτιο καταγράφηκε κατακόρυφη πτώση των τιμών της χλωροφύλλης (0,04mgChla/m<sup>3</sup>), όπου οι χαμηλές αυτές τιμές διατηρήθηκαν μέχρι και τον Αύγουστο.

Στο σταθμό M3 (πίνακας 3) τον Φεβρουάριο καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή της χλωροφύλλης (περίπου 0,10mgChla/m<sup>3</sup>) ενώ τους υπόλοιπους μήνες η τιμή της κυμάνθηκε στα ίδια χαμηλά επίπεδα (0,03mgChla/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 2:** Τιμές της θερμοκρασίας και της αλατότητας και στα τρία βάθη στους σταθμούς M1 και M3 (Savvidis et.al., 2007).

Ημερομηνία	Βάθος (m)	Θερμοκρασία (°C) M1	Αλατότητα (ppt) M1	Θερμοκρασία (°C) M3	Αλατότητα (ppt) M3
<b>16/1/2006</b>	1	9,19	36,33	10,6	36,6
	5	9,13	36,32	10,55	36,63
	10	8,93	36,29	10,53	36,65
<b>9/2/2006</b>	1	7,16	36,45	7,83	36,61
	5	7,16	36,45	7,83	36,63
	10	7,09	36,45	7,84	36,63
<b>16/3/2006</b>	1	9,21	36,38	10	35,79
	5	9,18	36,45	9,76	36,49
	10	10,5	37	10,5	36,8
<b>13/4/2006</b>	1	14,06	34,59	13,15	33,93
	5	13,37	35,41	13,26	34,58
	17	11,79	37,26	12,52	36,66
<b>17/5/2006</b>	1	0	30,99	20,11	32,78
	5	16,93	32,43	18,11	35,14
	14	16,49	36,55	16,05	36,64
<b>27/6/2006</b>	1	26,87	33,63	26,86	33,45
	5	24,69	34,89	23,66	35,1
	12	20,68	35,75	21,47	35,79
<b>11/7/2006</b>	1	25,42	34,06	25,39	34,24
	5	25,46	34,65	25,39	34,79
	16	23,63	35,53	24,34	35,45
<b>8/8/2006</b>	1	27,1	34,76	27,29	34,84
	5	27,11	34,78	27,28	34,83
	15	23,58	35,87	22,44	35,92
<b>19/9/2006</b>	1	23,65	34,95	23,66	34,98
	5	23,68	35,09	23,62	34,98
	17	23,5	35,1	23,74	35,18
<b>25/10/2006</b>	1	19,53	34,72	19,5	34,96
	5	19,42	35,13	19,32	35,09
	16	20,48	35,97	19,21	35,15
<b>15/11/2006</b>	1	13,85	36,41	13,99	36,41
	5	13,97	36,41	13,82	36,41
	17	14,47	36	13,68	36
<b>13/12/2006</b>	1	13,31	36,65	13,47	36,71
	5	13,31	36,65	13,47	36,71
	14	12,99	36,65	13,47	36,71

**Πίνακας 3:** Τιμές του διαλυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης-α και στα τρία βάθη στους σταθμούς M1 και M3 (Moriki et.al., 2008).

<b>Ημερομηνία</b>	<b>Βάθος (m)</b>	<b>ml O<sub>2</sub>/l M1</b>	<b>mg Chla/m<sup>3</sup> M1</b>	<b>ml O<sub>2</sub>/l M3</b>	<b>mg Chla/m<sup>3</sup> M3</b>
<b>16/1/2006</b>	1	5,52	0,05	5,19	0,03
	5	5,30	0,20	6,20	0,09
	10	5,52	0,09	5,19	0,05
<b>9/2/2006</b>	1	3,04	0,09	2,82	0,12
	5	4,06	0,15	2,14	0,10
	10	2,37	0,11	2,59	0,16
<b>16/3/2006</b>	1	5,52	0,04	4,06	0,08
	5	3,61	0,05	5,07	0,03
	16	4,62	0,03	3,61	0,01
<b>13/4/2006</b>	1	5,64	0,04	5,41	0,00
	5	5,19	0,01	5,30	0,09
	12	4,51	0,01	4,51	0,01
<b>17/5/2006</b>	1	4,51	0,02	4,06	0,04
	5	4,40	0,04	4,40	0,01
	16	3,83	0,01	3,38	0,01
<b>27/6/2006</b>	1	4,17	0,07	4,28	0,03
	5	4,06	0,07	4,17	0,02
	22	3,49	0,05	3,94	0,01
<b>11/7/2006</b>	1	4,06	0,03	4,51	0,04
	5	3,95	0,03	4,17	0,05
	16	3,95	0,03	3,72	0,04
<b>8/8/2006</b>	1	3,83	0,04	3,27	0,05
	5	3,61	0,06	3,83	0,03
	17	4,17	0,05	4,51	0,01

## **3.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ**

### **3.2.1 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ**

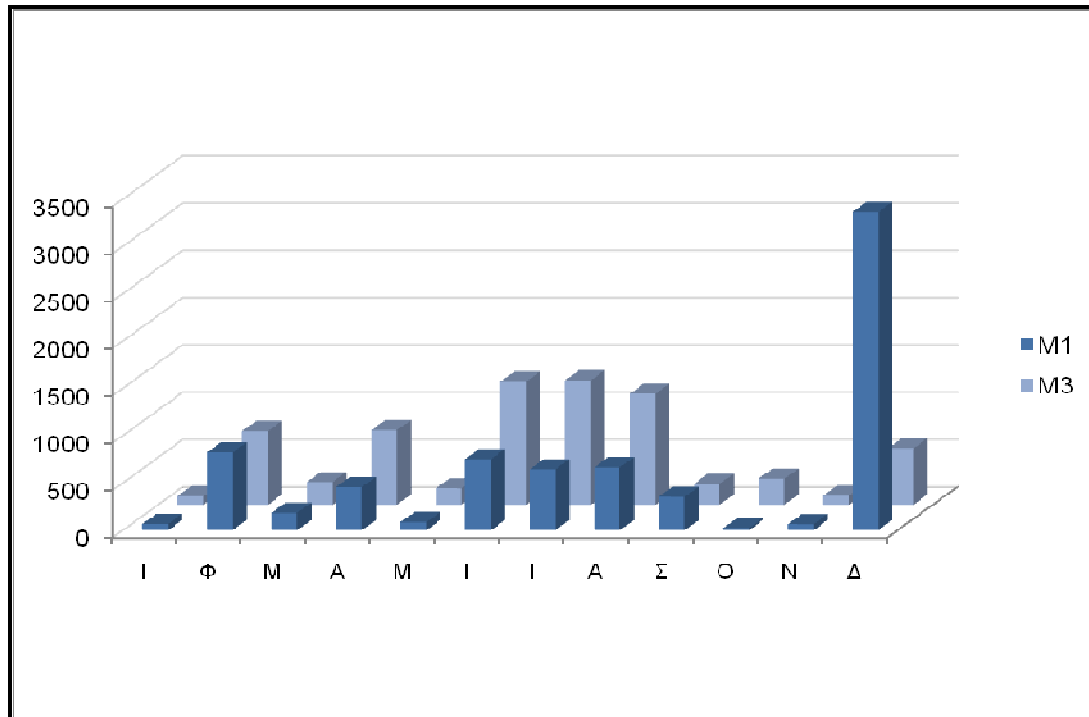
#### **Διακυμάνσεις αφθονίας των κλαδοκεραιωτών**

Οι διακυμάνσεις της αφθονίας των κλαδοκεραιωτών στους δυο σταθμούς για όλο το χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών δίνονται στον πίνακα 4 για M1 και για M3 και στην εικόνα 7, αντίστοιχα. Από τις τιμές του σταθμού M1 παρατηρήθηκε ότι ο υψηλότερος αριθμός ατόμων ήταν τους μήνες Ιούλιο (1314άτομα/m<sup>3</sup>), Ιούνιο (1300άτομα/m<sup>3</sup>) και Αύγουστο (1170άτομα/m<sup>3</sup>). Ενώ ο χαμηλότερος αριθμός ατόμων βρέθηκε τον μήνα Ιανουάριο (92άτομα/m<sup>3</sup>) και Νοέμβριο (96άτομα/m<sup>3</sup>). Στο σταθμό M3 παρατηρήθηκε η αφθονία των ατόμων το μήνα Δεκέμβριο (3362άτομα/m<sup>3</sup>) να σημειώνει τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων και για τους δυο σταθμούς και μετά η δεύτερη μεγαλύτερη τιμή του σταθμού παρατηρήθηκε τον μήνα Φεβρουάριο (822άτομα/m<sup>3</sup>). Έπειτα ακολούθησαν οι καλοκαιρινοί μήνες, ενώ η μικρότερη τιμή ατόμων που καταμετρήθηκε και για τους δυο σταθμούς ήταν ο μήνας Μάρτιος (183 άτομα/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 4:** Μέσες τιμές αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) της ομάδας των κλαδοκεραιωτών στους σταθμούς M1, M3 για το χρονικό διάστημα 2006.

<b>Ημερομηνία</b>	<b>M3</b>	<b>M1</b>
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ</b>	92	67
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ</b>	779	822
<b>ΜΑΡΤΙΟΣ</b>	240	183
<b>ΑΠΡΙΛΙΟΣ</b>	787	456
<b>ΜΑΙΟΣ</b>	172	85
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ</b>	1300	752
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ</b>	1314	644
<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ</b>	1170	665

<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ</b>	221	354
<b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ</b>	275	23
<b>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ</b>	96	65
<b>ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ</b>	596	3362

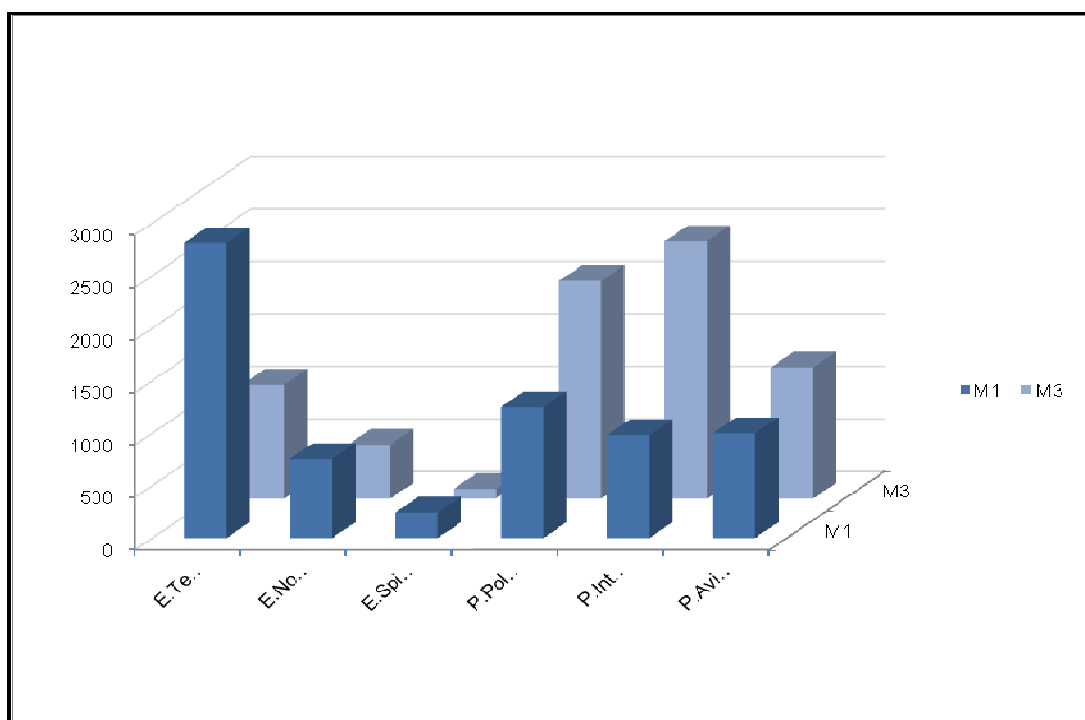


**Εικόνα 7:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) των κλαδοκεραιωτών και στους δυο σταθμούς.

Όσον αφορά στην αφθονία του κάθε είδους ξεχωριστά, για τον πρώτο σταθμό (εικόνα 8 και πίνακας 5) παρατηρήθηκε να κυριαρχεί το είδος *Evadne tergestina* και μετά το *Podon intermedius*. Ενώ για τον τρίτο σταθμό (εικόνα 8) κυριάρχησαν τα είδη *Podon intermedius* και *Podon polyphemoides*. Και στους δυο σταθμούς παρατηρήθηκε ότι το είδος *Penilia avirostris* κατείχε την τρίτη θέση αφθονίας και την μικρότερη αφθονία το είδος *Evadne spinifera*.

**Πίνακας 5:** Μέσες τιμές αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) των ειδών των κλαδοκεραιωτών στους σταθμούς M1,M3 για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου-Δεκεμβρίου 2006.

	<b>M1</b>	<b>M3</b>
<i>E. tergestina</i>	2812	1087
<i>E. nordmanni</i>	756	516
<i>E. spinifera</i>	244	93
<i>P. polyphemoides</i>	1250	2077
<i>P. intermedius</i>	981	2454
<i>P. avirostris</i>	999	1251



**Εικόνα 8:** Μέσες τιμές αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) των έξι ειδών κλαδοκεραιωτών στους σταθμούς M1, M3 για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου-Δεκεμβρίου 2006.

### 3.2.2 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

#### ΟΛΟΠΛΑΓΚΤΟ

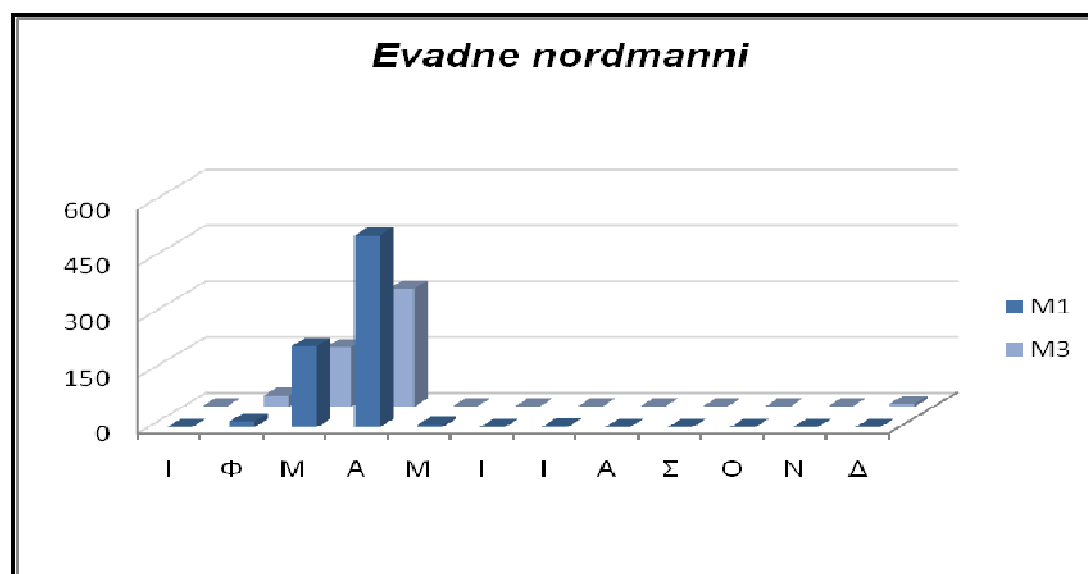
##### Υπεροικογένεια Polyphemoidea

##### *Evadne nordmanni* Loven

Εμφανίστηκε και στους δυο σταθμούς (M1 και M3) από τον Φεβρουάριο (M1:15άτομα/m<sup>3</sup>, M3:30άτομα/m<sup>3</sup>) έως και τον Απρίλιο (πίνακας 6 και εικόνα 9). Στο σταθμό M1 βρέθηκε περιορισμένος αριθμός ατόμων για τον μήνα Μάιο (6άτομα/m<sup>3</sup>) και Ιούλιο (2άτομα/m<sup>3</sup>). Ενώ στο σταθμό M3 βρέθηκαν ελάχιστα άτομα το μήνα Δεκέμβριο (8άτομα/m<sup>3</sup>). Τον Απρίλιο σημειώθηκαν οι υψηλότερες μετρήσεις ατόμων (M1:515άτομα/m<sup>3</sup>, M3:317άτομα/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 6:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne nordmanni*.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
M1	0	15	218	515	6	0	2	0	0	0	0	0
M3	0	30	161	317	0	0	0	0	0	0	0	8



**Εικόνα 9:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne nordmanni*.

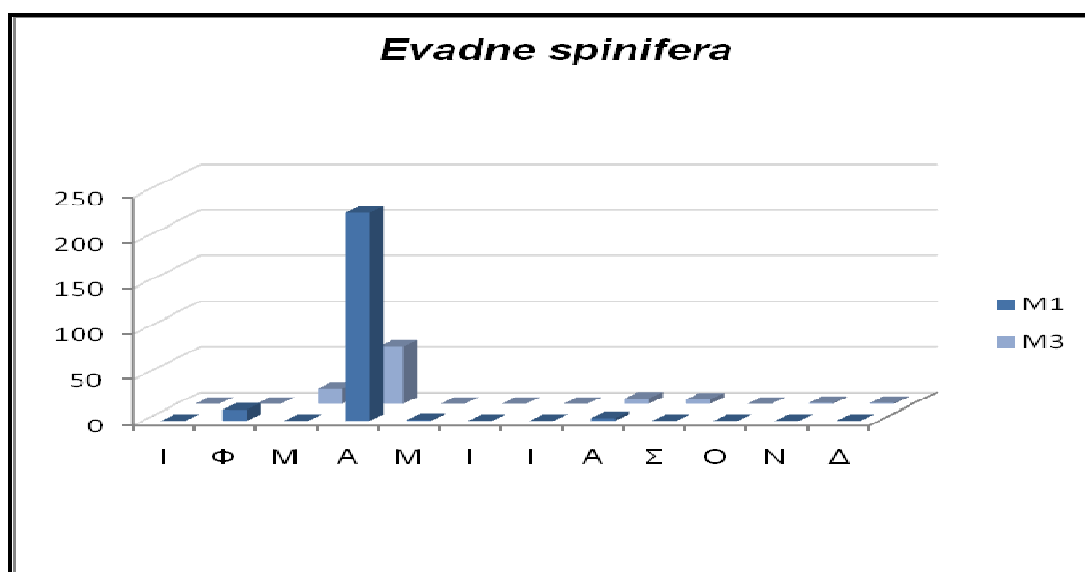


### *Evadne spinifera* Muller

Είδος με μικρή σχετική αφθονία. Η μεγαλύτερη παρουσία ατόμων βρέθηκε και για τους δύο σταθμούς τον μήνα Απρίλιο, με τον σταθμό Μ1 να έχει περισσότερα άτομα (228άτομα/m<sup>3</sup>) από το Μ3 σταθμό (63άτομα/m<sup>3</sup>). Τους υπόλοιπους μήνες του έτους παρατηρήθηκαν πολύ λίγα έως και καθόλου άτομα και στους δυο σταθμούς (πίνακας 7 και εικόνα 10).

**Πίνακας 7:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne spinifera*.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μ1	0	12	0	228	1	0	0	3	0	0	0	0
Μ3	0	0	17	63	0	0	0	6	5	0	1	1



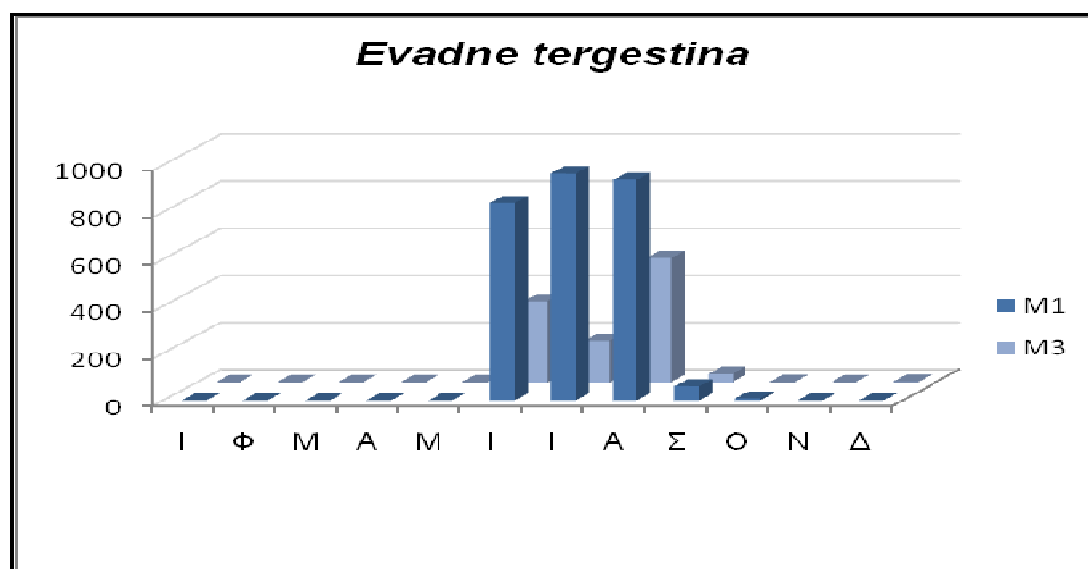
**Εικόνα 10:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne spinifera*.

### Evadne tergestina Claus

Πρώτη εμφάνιση αυτού του είδους παρατηρήθηκε και στους δύο σταθμούς τον Ιούνιο μήνα (πίνακας 8 και εικόνα 11). Τελευταία φορά εμφανίστηκε τον μήνα Νοέμβριο στο σταθμό M1 ενώ στο σταθμό M3 τελευταία φορά εμφανίστηκε το μήνα Δεκέμβριο. Στο σταθμό M1 παρατηρήθηκε ελάχιστος αριθμός ατόμων κατά το μήνα Νοέμβριο (1άτομο/m<sup>3</sup>) και μεγαλύτερος αριθμός ατόμων τον μήνα Ιούλιο (965άτομα/m<sup>3</sup>). Στο M3 σταθμό ο ελάχιστος αριθμός τους ήταν τον μηνά Οκτώβριο (1άτομο/m<sup>3</sup>) και ο μέγιστος τον Αύγουστο (528άτομα/m<sup>3</sup>). Απουσίαζε όλους τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες (Ιανουάριος- Απρίλιος).

**Πίνακας 8:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne tergestina* στους σταθμούς M1 και M3.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
M1	0	0	0	0	0	839	965	938	60	9	1	0
M3	0	0	0	0	0	344	177	528	35	1	0	2



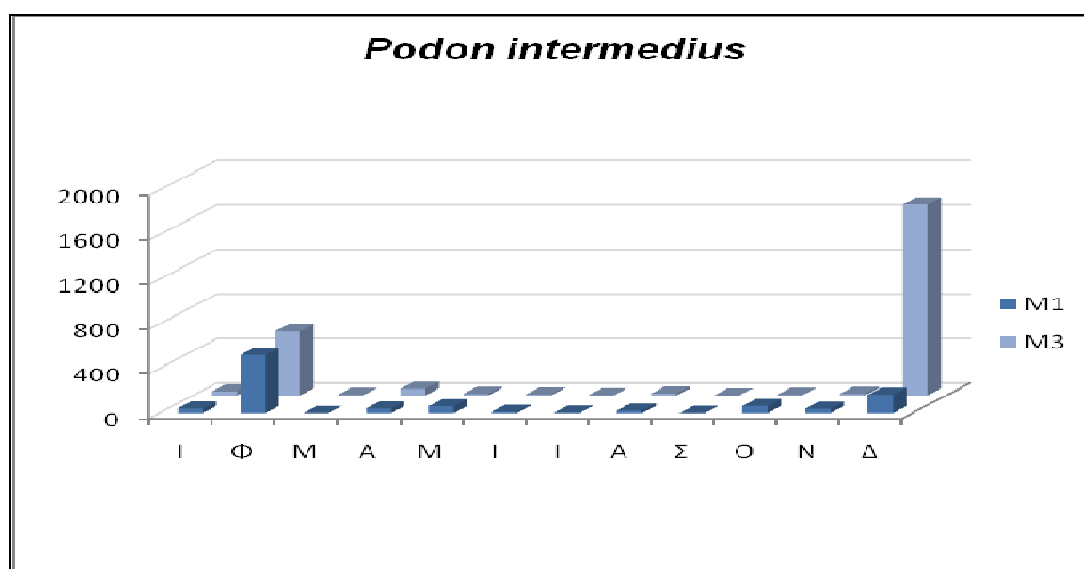
**Εικόνα 11:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Evadne tergestina*.

### *Podon intermedius* Lillijeborg

Είδος σημαντικής αφθονίας, με συνεχή παρουσία και στους δυο σταθμούς (πίνακας 9 και εικόνα 12). Στο σταθμό Μ1 απουσίαζε μόνο το μήνα Μάρτιο ενώ στον Μ3 το μήνα Σεπτέμβριο. Ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων στον Μ1 ήταν τον Φεβρουάριο (524άτομα/m<sup>3</sup>) και στον Μ3 τον Δεκέμβριο (1717άτομα/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 9:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Podon intermedius* στους σταθμούς Μ1 και Μ3.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μ1	42	524	0	42	62	12	5	23	1	64	39	167
Μ3	36	574	5	59	14	9	2	18	0	5	15	1717



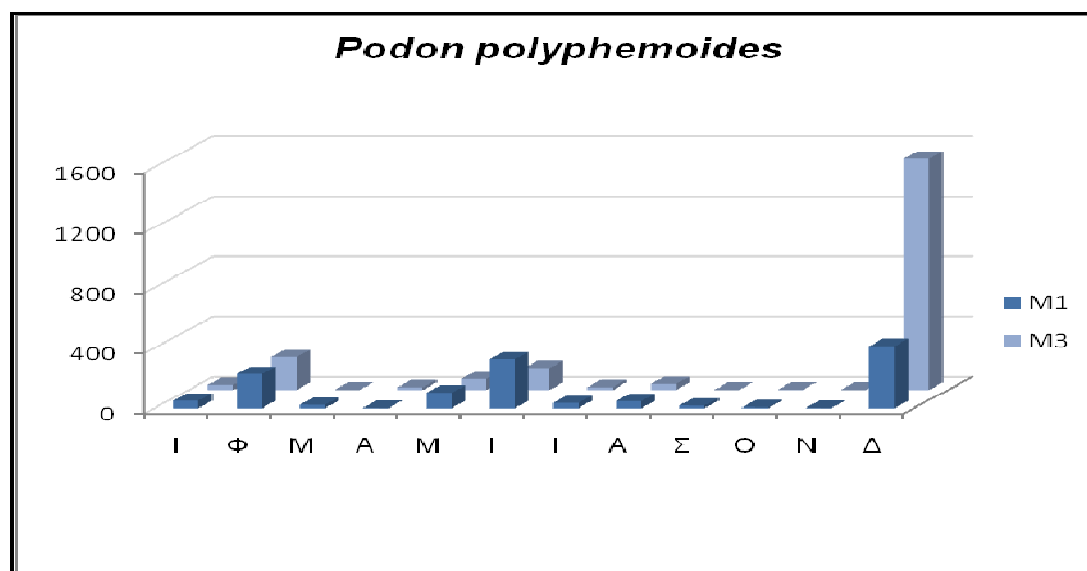
**Εικόνα 12:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Podon intermedius*.

### *Podon polyphemoides* Leuckart

Είδος με συνεχή παρουσία σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια του χρόνου στο σταθμό Μ1, όπου καταγράφηκε ο υψηλότερος αριθμός ατόμων το Δεκέμβριο (413άτομα/m<sup>3</sup>) και ο ελάχιστος αριθμό ατόμων τον Απρίλιο και τον Νοέμβριο (2άτομα/m<sup>3</sup>). Στον Μ3 παρατηρήθηκε μια έντονη διαφοροποίηση. Υπήρχε πλήρης απουσία του είδους κατά τους μήνες Μάρτιο, Σεπτέμβριο και Νοέμβριο (πίνακας 10, εικόνα 13). Η αφθονία των ατόμων στο σταθμό Μ3 τον μήνα Δεκέμβριο ήταν σχεδόν τετραπλάσια από αυτή του σταθμού Μ1, όπου παρατηρήθηκε ο μέγιστος αριθμός ατόμων του σταθμού (1537άτομα/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 10:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Podon polyphemoides*.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μ1	50	228	22	2	103	325	34	47	17	7	2	413
Μ3	31	218	0	17	71	146	18	38	0	1	0	1537



**Εικόνα 13:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Podon polyphemoides*.

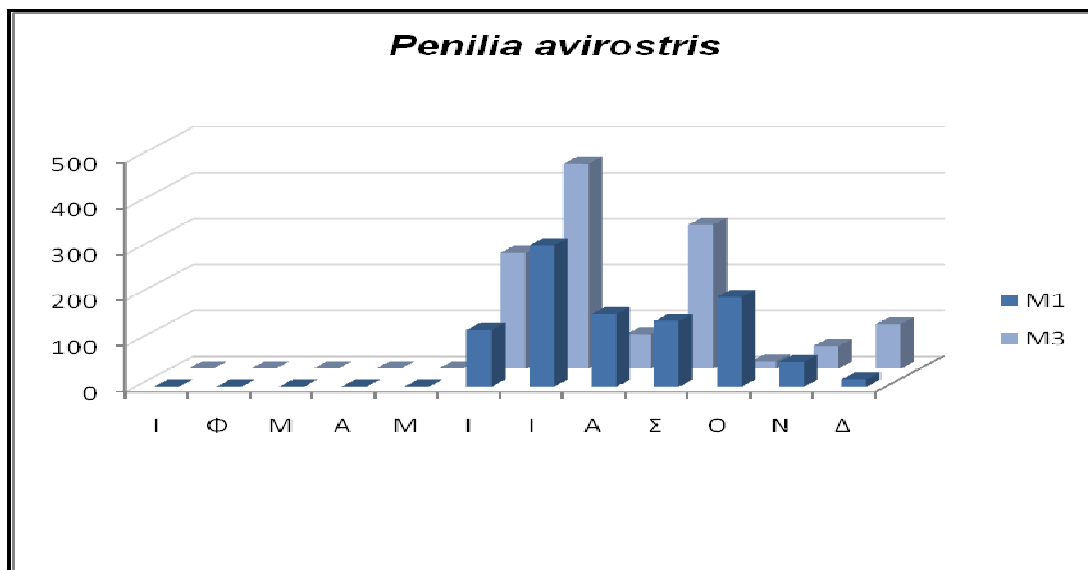
## Υπεροικογένεια Sidoidea

### *Penilia avirostris* Dana

Παρουσίασε σαφή εποχική διακύμανση με μηδενική παρουσία το χειμώνα και την άνοιξη. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά και στους δυο σταθμούς το μήνα Ιούνιο (πίνακας 11, εικόνα 14). Ο μέγιστος αριθμός ατόμων και για τους δύο σταθμούς ήταν τον Ιούλιο (M1: 308άτομα/m<sup>3</sup>, M3:447άτομα/m<sup>3</sup>), ενώ ο μικρότερος για το M1 σταθμό το μήνα Δεκέμβριο (16άτομα/m<sup>3</sup>) και για το M3 σταθμό το μήνα Οκτώβριο (97άτομα/m<sup>3</sup>).

**Πίνακας 11:** Μηνιαίες διακυμάνσεις της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Penilia avirostris* στους σταθμούς M1 και M3.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
M1	0	0	0	0	0	124	308	159	143	195	54	16
M3	0	0	0	0	0	253	447	75	314	16	49	97

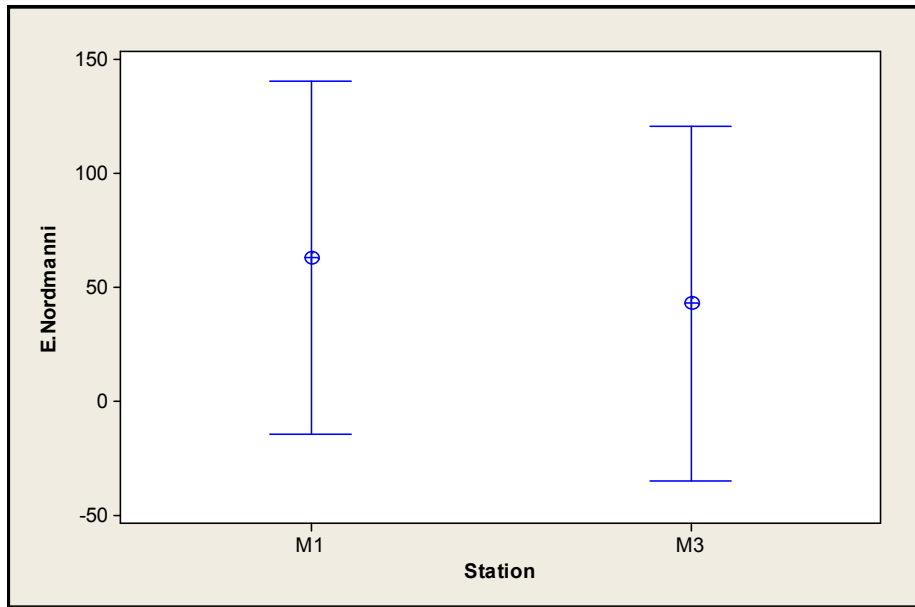


**Εικόνα 14:** Σχηματική απεικόνιση των μηνιαίων διακυμάνσεων της αφθονίας (άτομα/m<sup>3</sup>) του *Penilia avirostris*.

## ΕΛΕΓΧΟΣ t – test ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

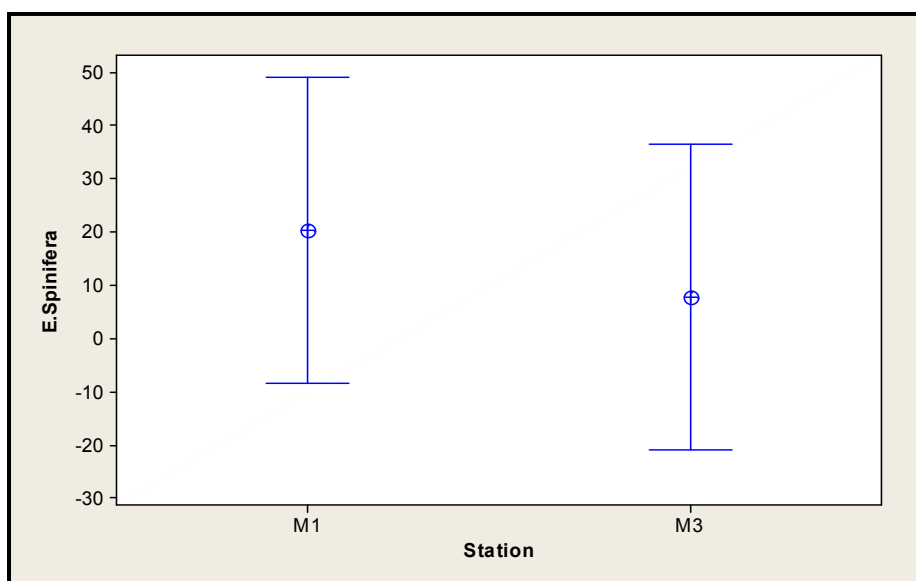
### ΕΛΕΓΧΟΣ t ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ

Στον έλεγχο t-test ανεξαρτήτων δειγμάτων που έγινε ανάμεσα στους δυο σταθμούς για το είδος *Evadne nordmanni* Loven βρέθηκε P-Value=0,709 άρα δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους (εικόνα 15).



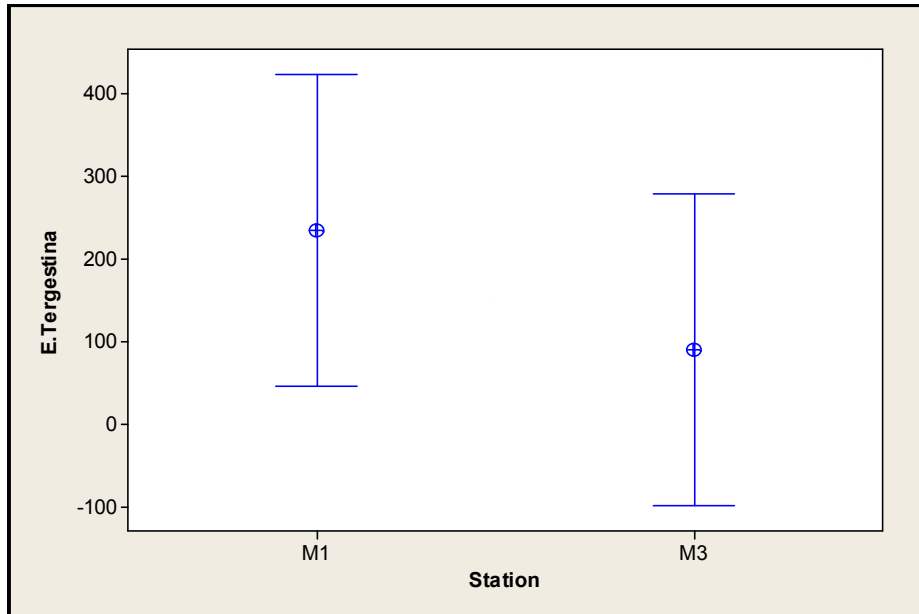
**Εικόνα 15:** Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Evadne nordmanni* Loven.

Εφόσον το P-Value=0,528 στο είδος *Evadne spinifera* Muller δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους δυο σταθμούς (εικόνα 16).



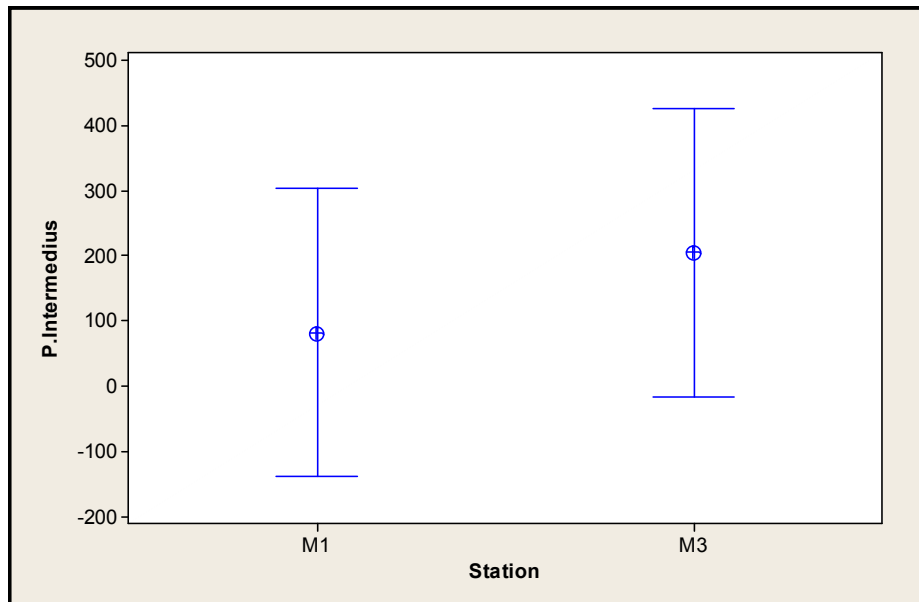
**Εικόνα 16:** Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Evadne spinifera* Muller.

Για το είδος *Evadne tergestina* Claus που έγινε έλεγχος t ανεξαρτήτων δειγμάτων βρέθηκε το P-Value=0,277 συνεπώς δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στους δυο σταθμούς (εικόνα 17).



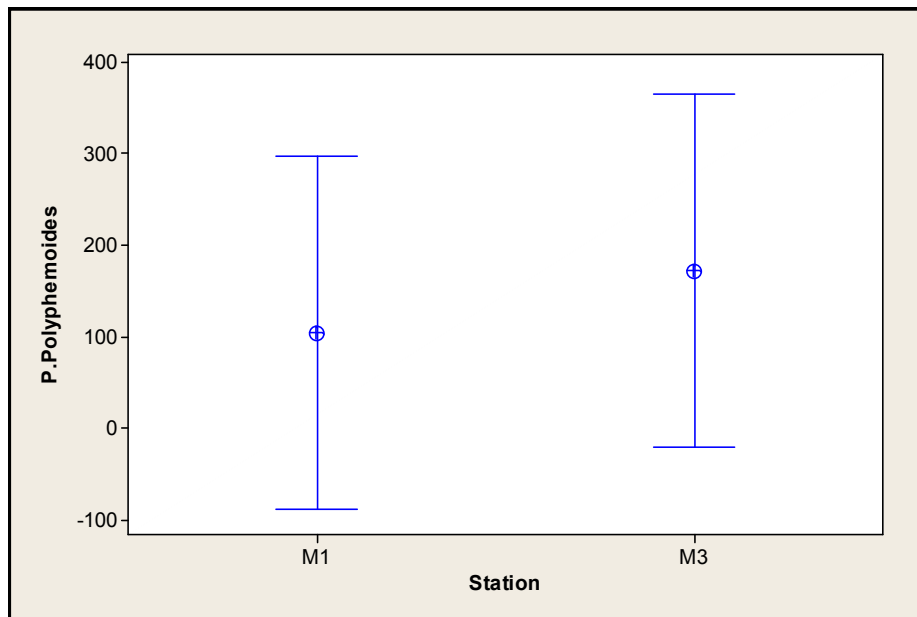
Εικόνα 17: Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Evadne tergestina* Claus.

Σύμφωνα με τον έλεγχο t των δυο σταθμών για το είδος *Podon Intermedius* Lillijeborg επειδή το P-Value=0,426 δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους (εικόνα 18).



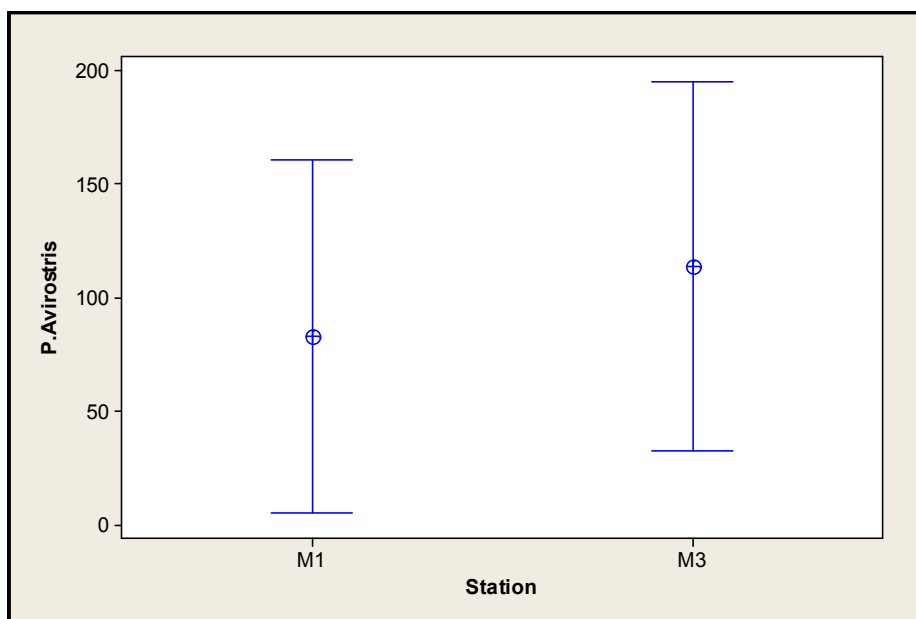
Εικόνα 18: Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Podon Intermedius* Lillijeborg.

Σύμφωνα με τον έλεγχο t-test το *Podon polyphemoides* Leuckart δεν διαφέρει ανάμεσα στους δυο σταθμούς αφού το P-Value=0,606 (εικόνα 19).



**Εικόνα 19:** Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Podon polyphemoides* Leuckart.

Το είδος *Penilia avirostris* Dana εμφανίζει να έχει P-Value=0,579 οπότε δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους δυο σταθμούς των δειγματοληψιών (εικόνα 20).



**Εικόνα 20:** Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων για το είδος *Penilia avirostris* Dana.



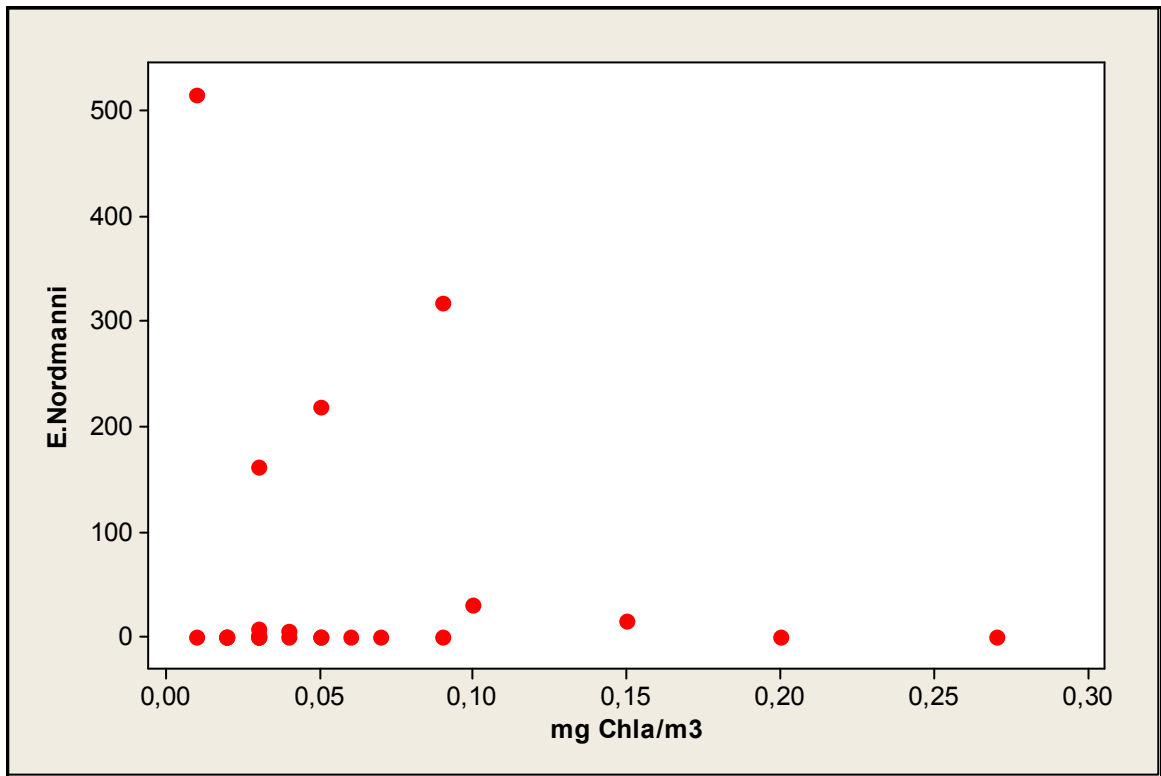
## ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

Στην γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ειδών και των φυσικοχημικών παραμέτρων (πίνακας 12) παρατηρήθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση του *Evadne tergestina* με την θερμοκρασία(εικόνα 32) και την αλατότητα (εικόνα 31). Συσχέτιση του *Podon Intermedius* υπήρχε μόνο με την αλατότητα (εικόνα 35) και όχι με τη θερμοκρασία (εικόνα 36), ενώ του *Penilia avirostris* και με τη θερμοκρασία (εικόνα 44) και με την αλατότητα (εικόνα 43). Για τα είδη *Podon polyphemoides* (εικόνες 37-40), *Evadne nordmanni* (εικόνες 21-24) και *Evadne spinifera* (εικόνες 25-28) δεν διαπιστώθηκε καμιά συσχέτιση με κάποιο φυσικοχημικό παράγοντα. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η χλωροφύλλη (εικόνες 29,33,41) και το διαλυμένο οξυγόνο (εικόνες 30,34,42) δεν συσχετίζονται με κανένα από τα μελετούμενα είδη της εργασίας.

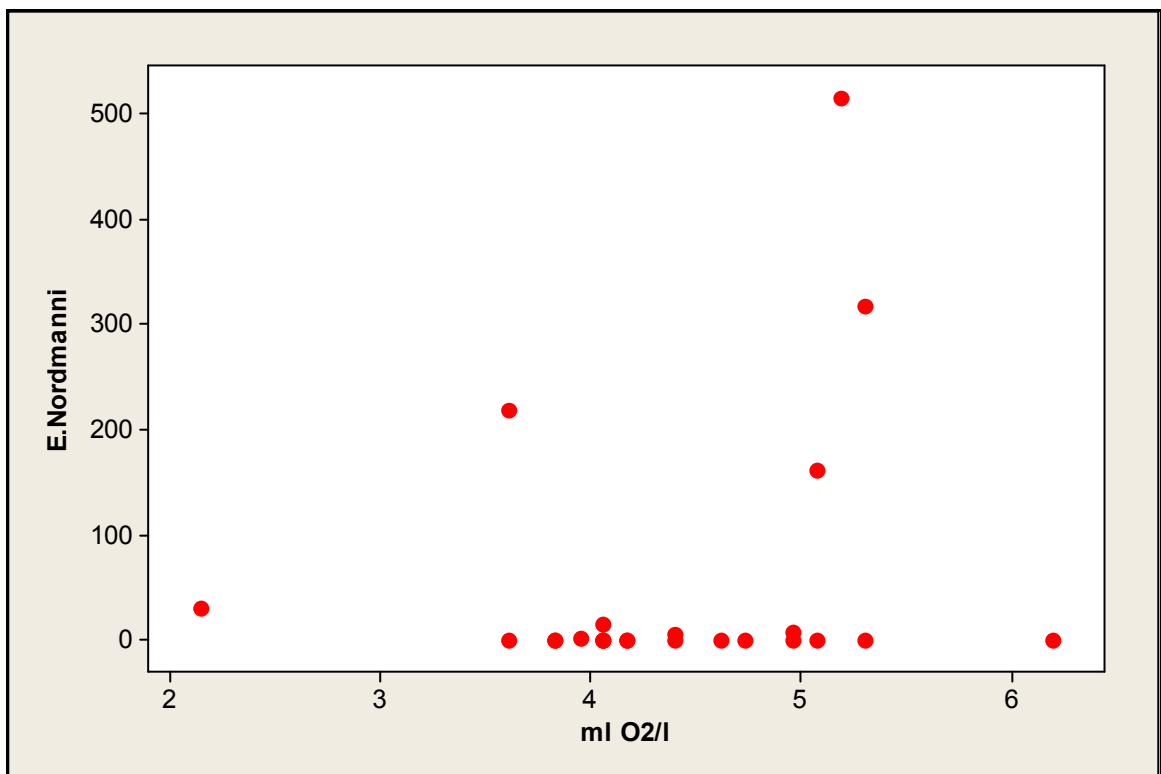
Όταν το  $r > 0$  τότε έχουμε θετική συσχέτιση ενώ όταν  $r < 0$  έχουμε αρνητική συσχέτιση. Η γραμμική συσχέτιση του *Evadne tergestina* βρέθηκε να είναι θετική ως προς την θερμοκρασία (εικόνα 32) γιατί  $r = 0,696$  και αρνητική ως προς την αλατότητα (εικόνα 31) γιατί  $r = -0,555$ . Το *Podon Intermedius* είχε θετική συσχέτιση με την αλατότητα επειδή  $r = 0,441$  (εικόνα 35). Τέλος, το *Penilia avirostris* βρέθηκε να έχει θετική συσχέτιση με την θερμοκρασία γιατί το  $r = 0,751$  (εικόνα 44) και αρνητική συσχέτιση με την αλατότητα γιατί το  $r = -0,606$  (εικόνα 43).

**Πίνακας 12:** Γραμμική συσχέτιση ειδών και φυσικοχημικών παραμέτρων.

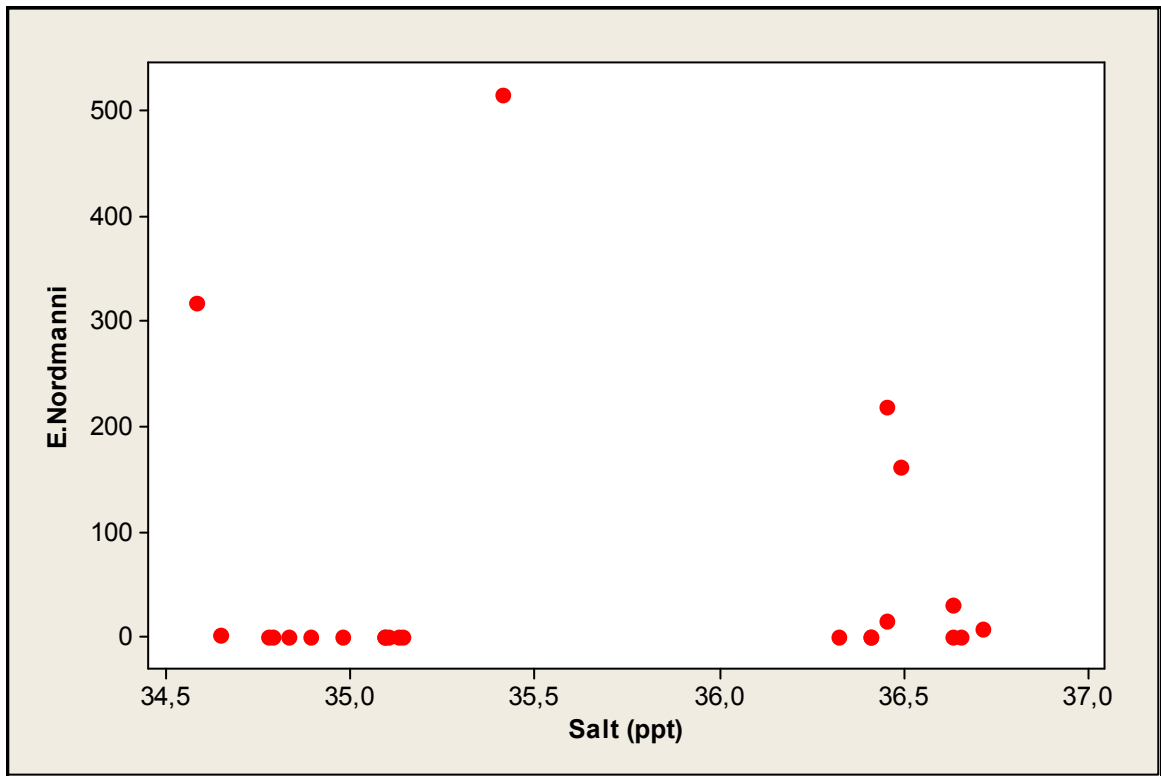
	Temp (C)	Salt (ppt)	ml O2/l	mg Chla/m3
<i>E.tergestina</i>	0,696	-0,555	-0,329	-0,149
	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	0,116	0,486
<i>E.nordmanni</i>	-0,331	-0,037	0,233	-0,137
	0,123	0,866	0,273	0,522
<i>E.spinifera</i>	-0,166	-0,118	0,268	-0,152
	0,448	0,590	0,205	0,478
<i>P.polyphemoides</i>	-0,149	0,354	0,048	0,120
	0,498	0,098	0,825	0,575
<i>P.intermedius</i>	-0,313	0,441	-0,041	0,081
	0,146	<b>0,035</b>	0,849	0,708
<i>P.avirostris</i>	0,751	-0,606	-0,226	-0,332
	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	0,299	0,122



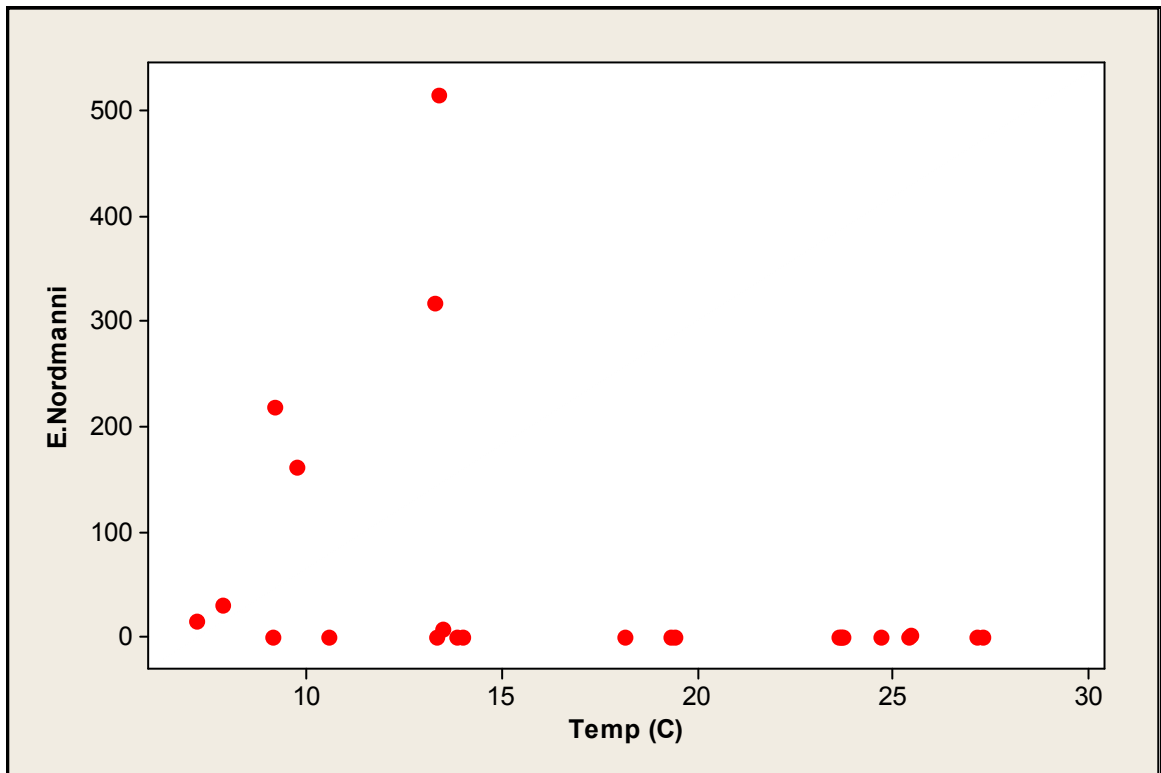
Εικόνα 21: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne nordmanni* με mg Chla/m<sup>3</sup>.



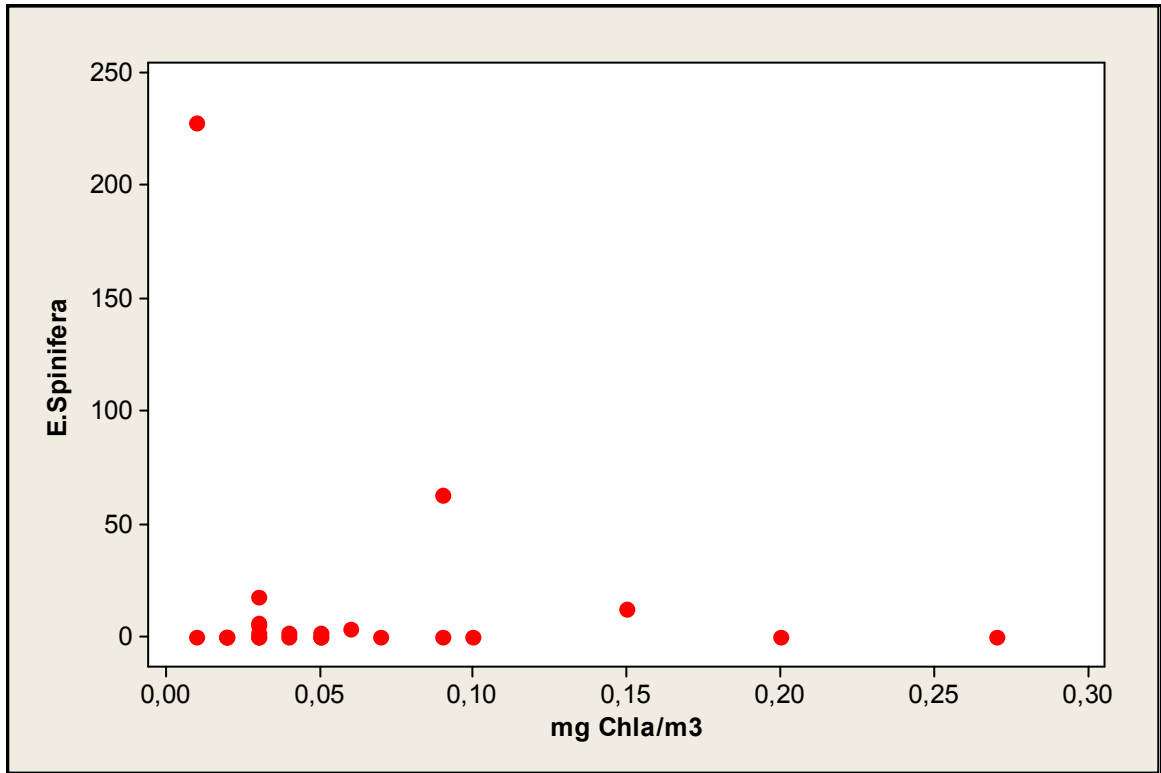
Εικόνα 22: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne nordmanni* με το διαλυμένο οξυγόνο.



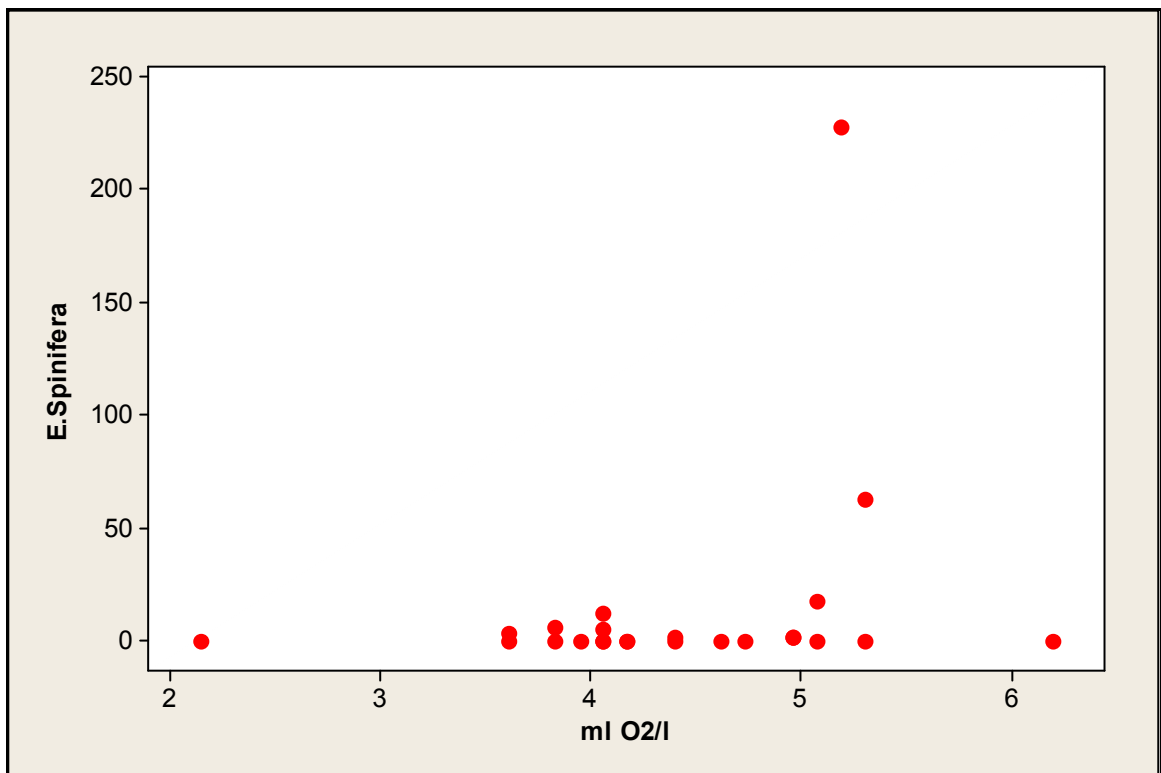
Εικόνα 23: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne nordmanni* με την αλατότητα (ppt).



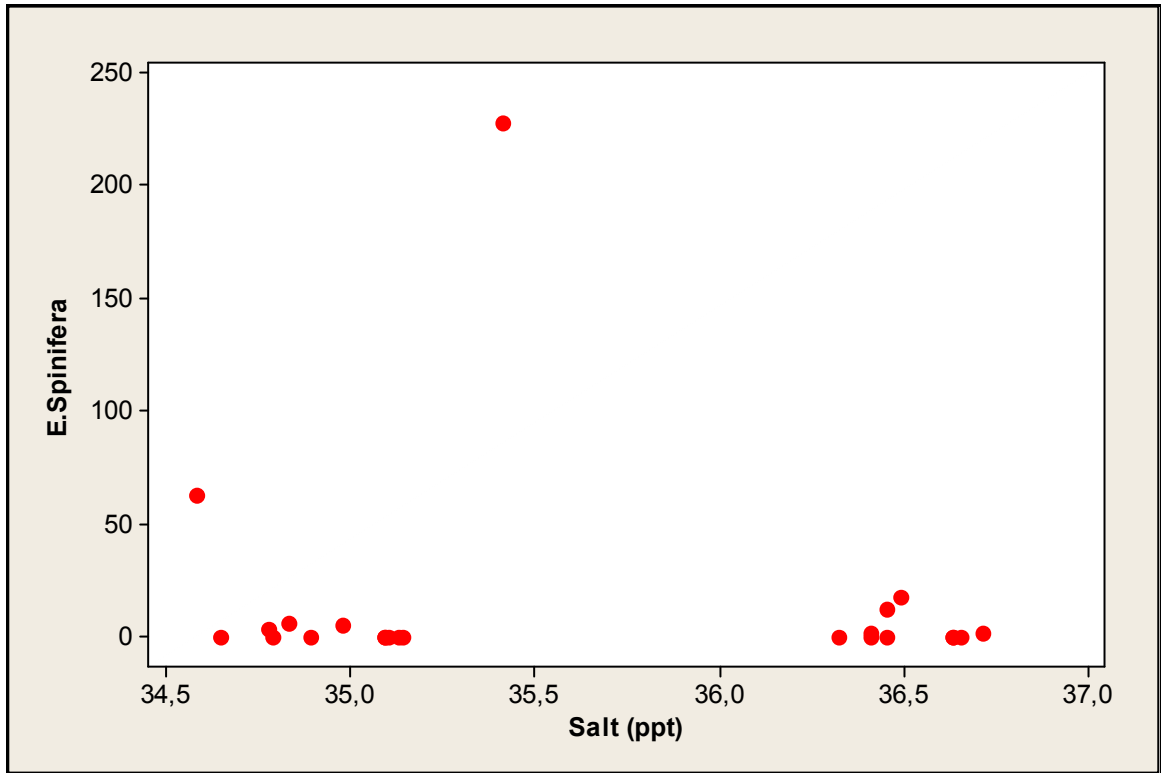
Εικόνα 24: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne nordmanni* με την θερμοκρασία °C.



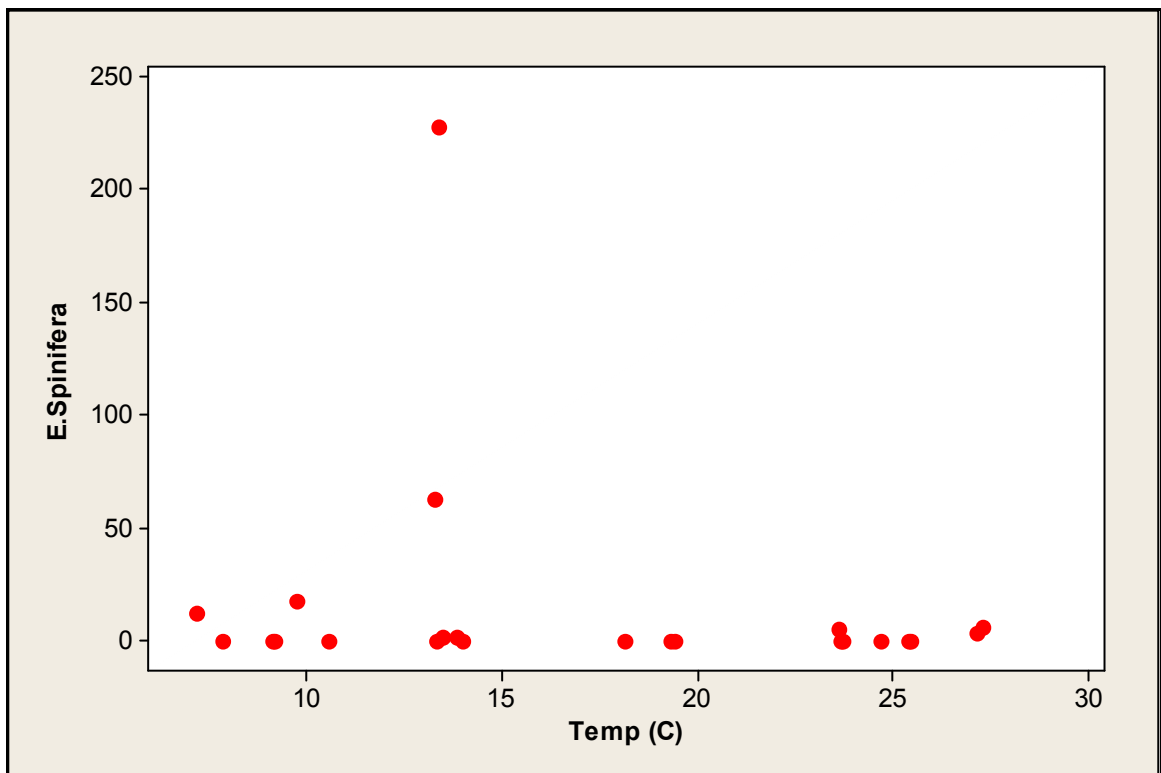
Εικόνα 25: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne spinifera* με mg Chla/m<sup>3</sup>.



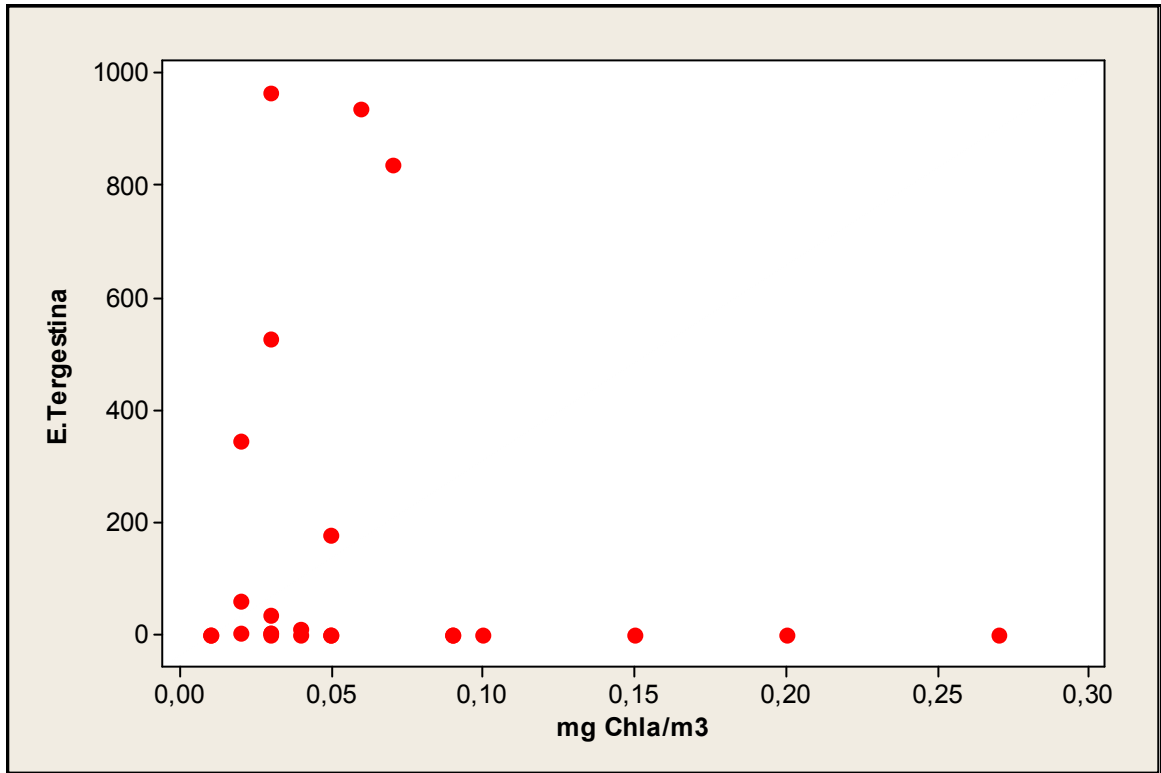
Εικόνα 26: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne spinifera* με το διαλυμένο οξυγόνο.



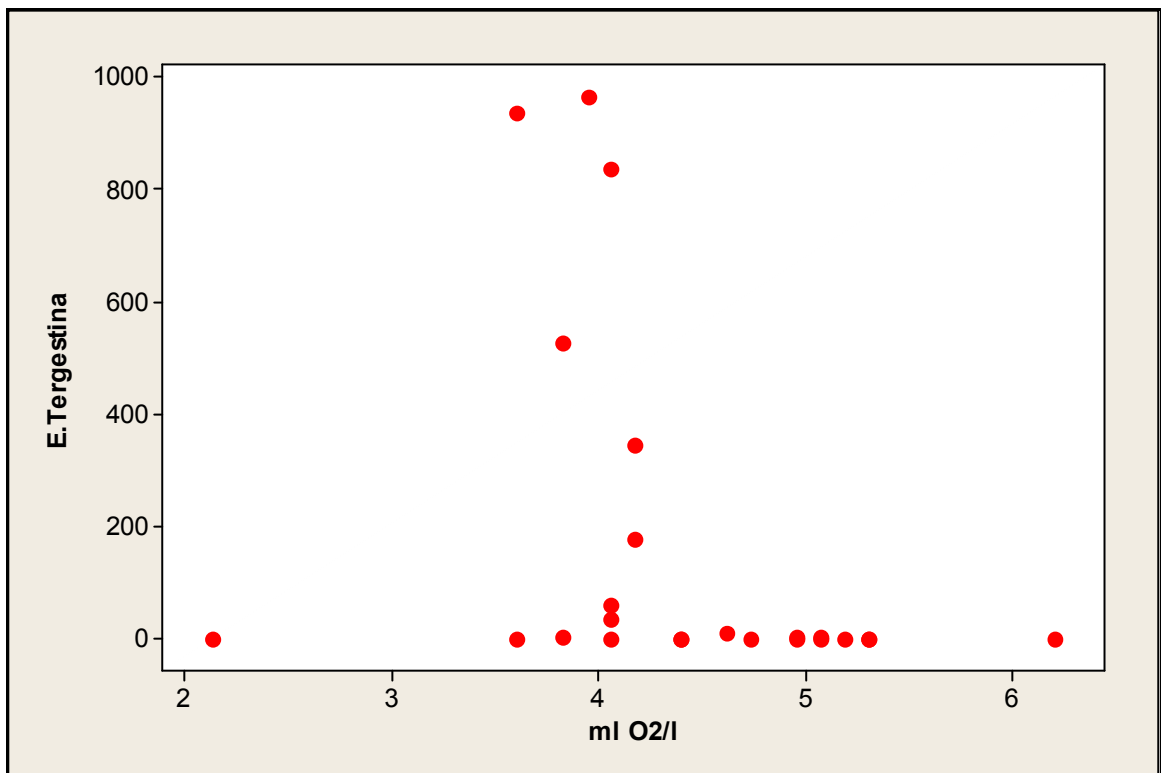
Εικόνα 27: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne spinifera* με την αλατότητα (ppt).



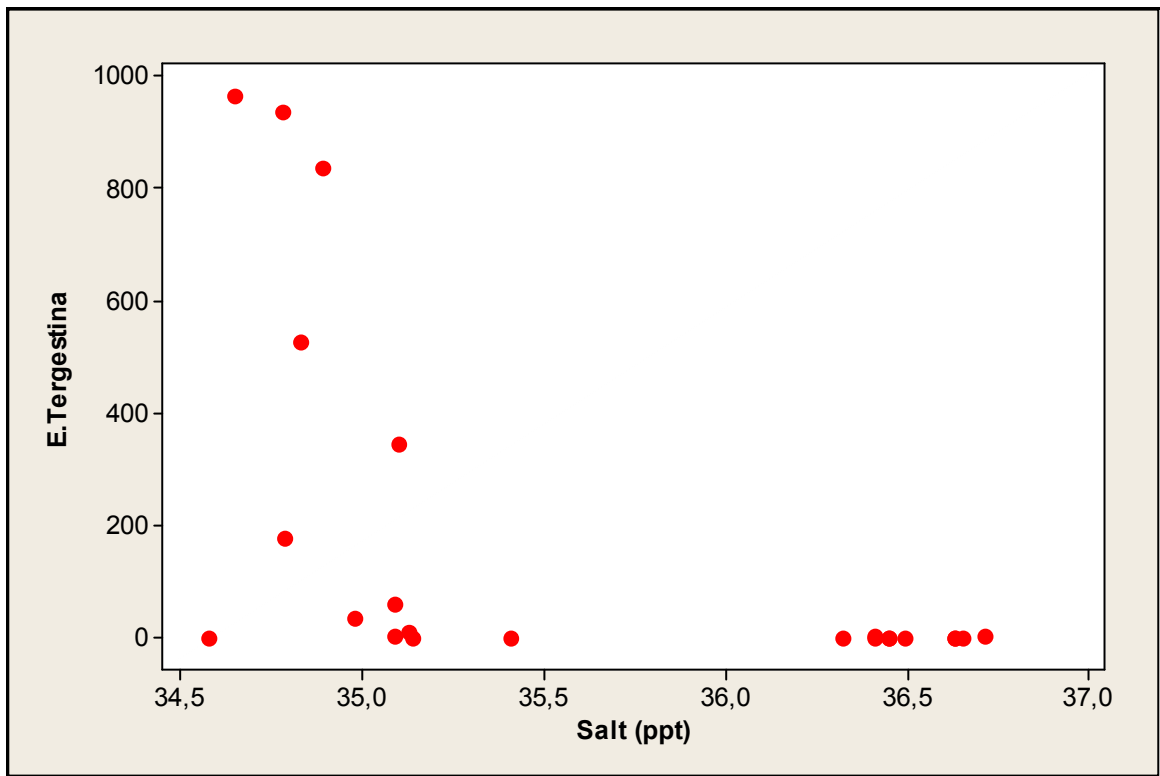
Εικόνα 28: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Evadne spinifera* με την θερμοκρασία °C.



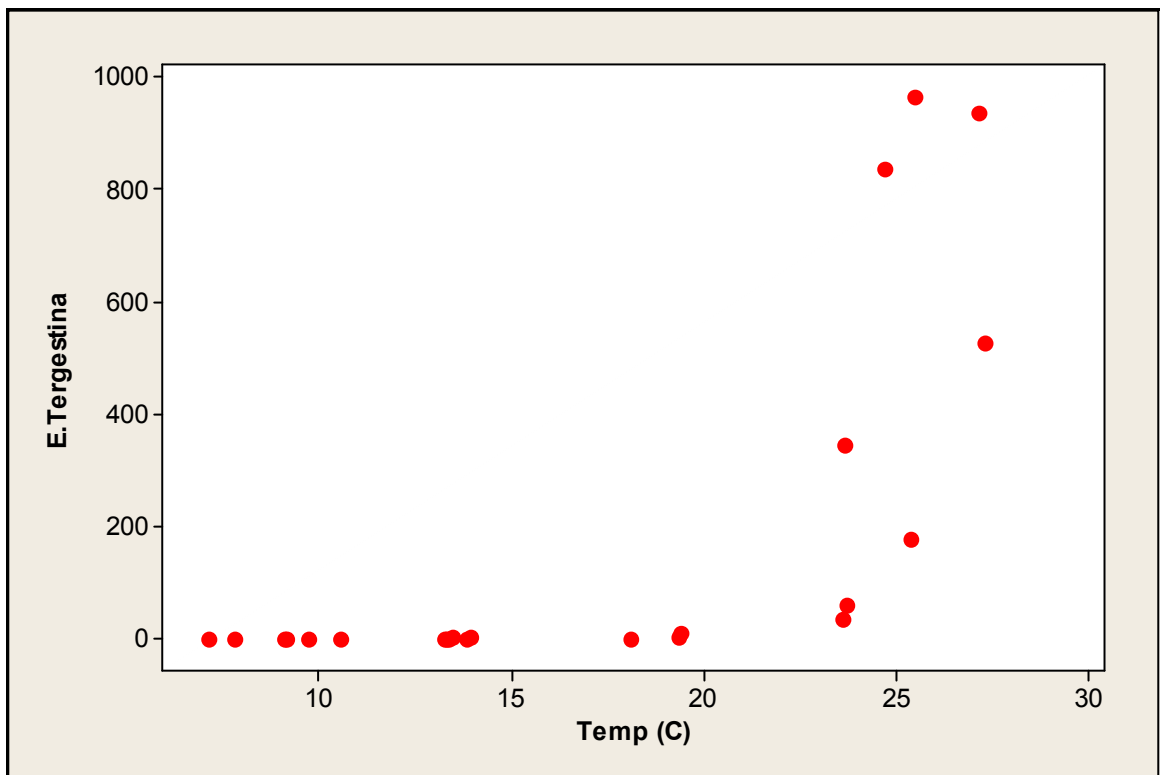
Εικόνα 29: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *E. tergestina* με mg Chla/m<sup>3</sup>.



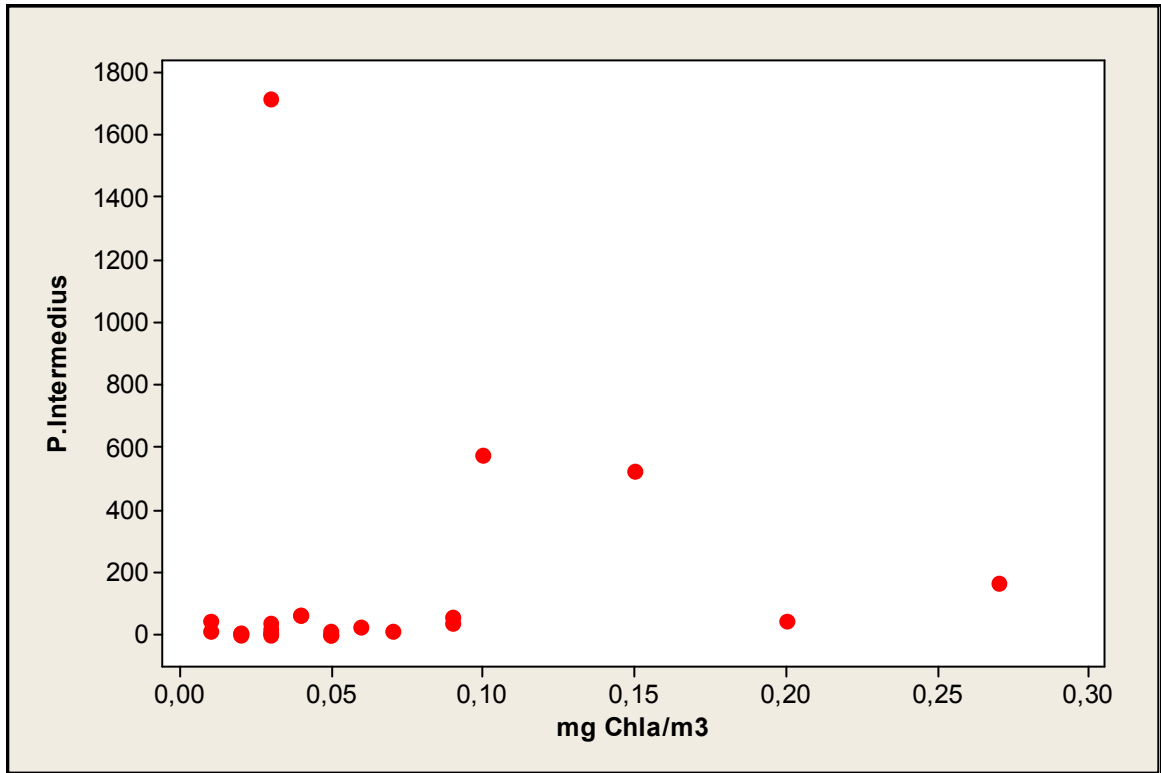
Εικόνα 30: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *E. tergestina* με το διαλυμένο οξυγόνο.



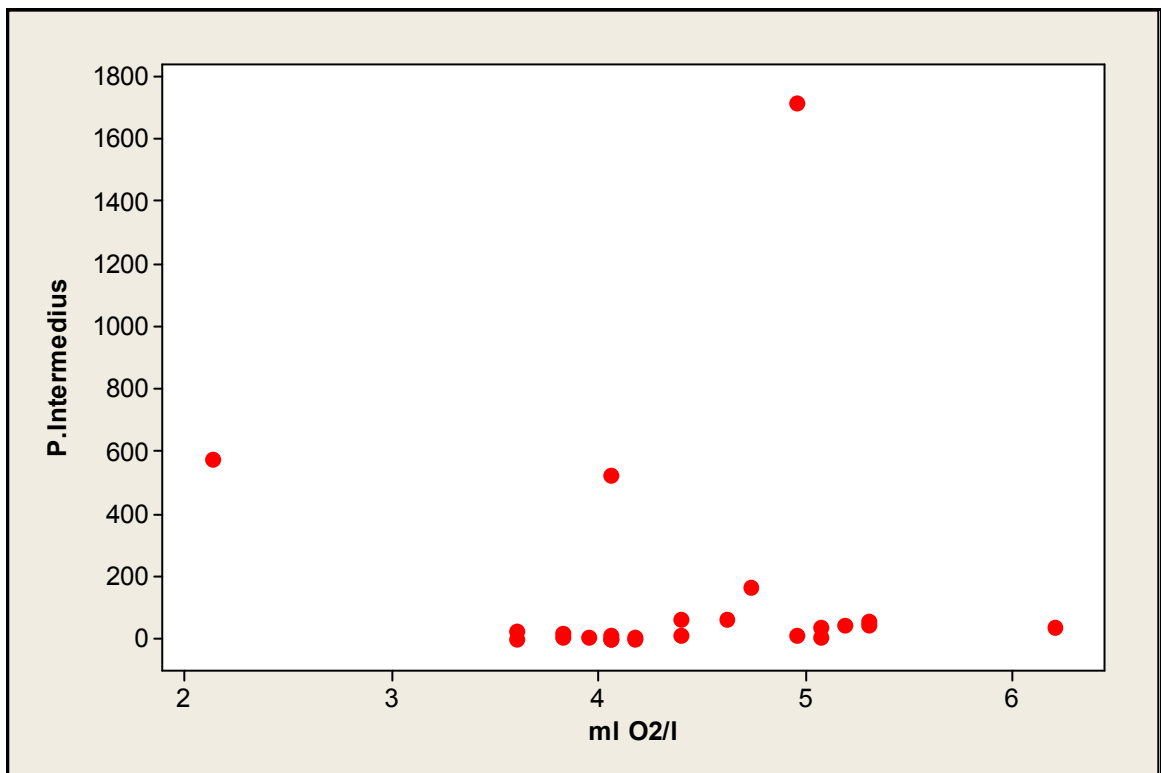
Εικόνα 31: Γραμμική συσχέτιση του είδους *E. tergestina* με την αλατότητα (ppt).



Εικόνα 32: Γραμμική συσχέτιση του είδους *E. tergestina* με την θερμοκρασία °C.

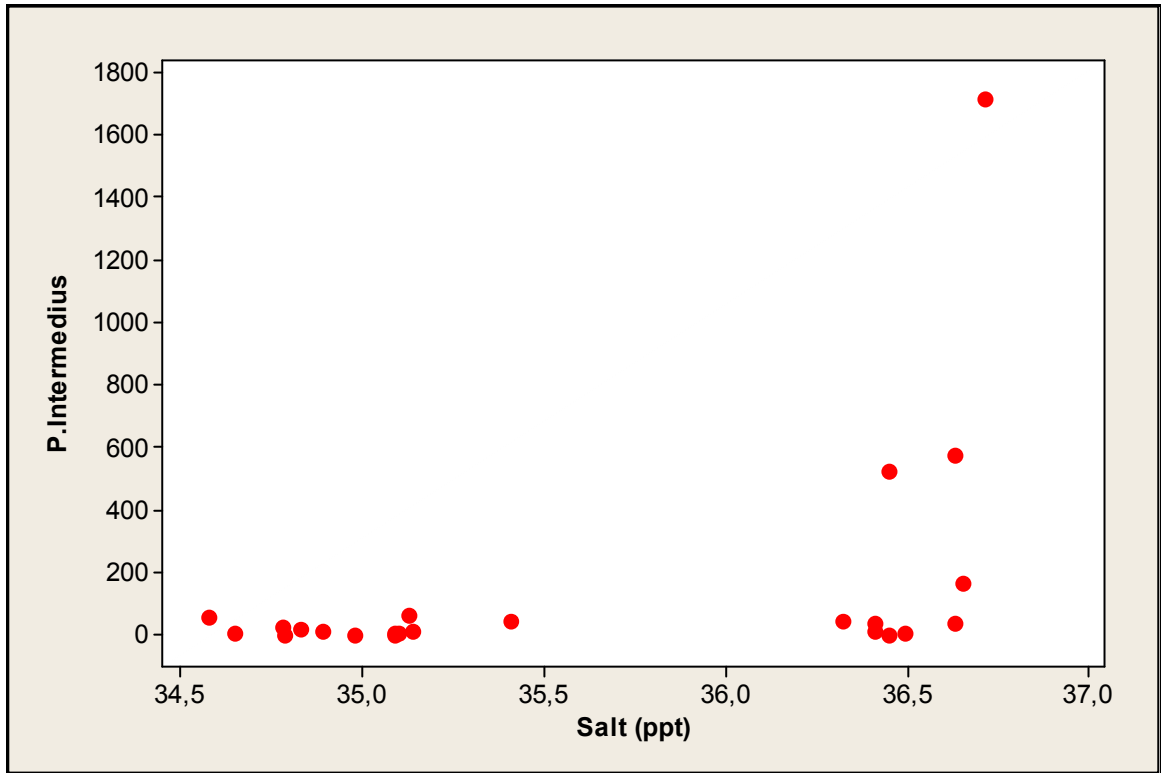


Εικόνα 33: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon Intermedius* με mg Chla/m<sup>3</sup>.

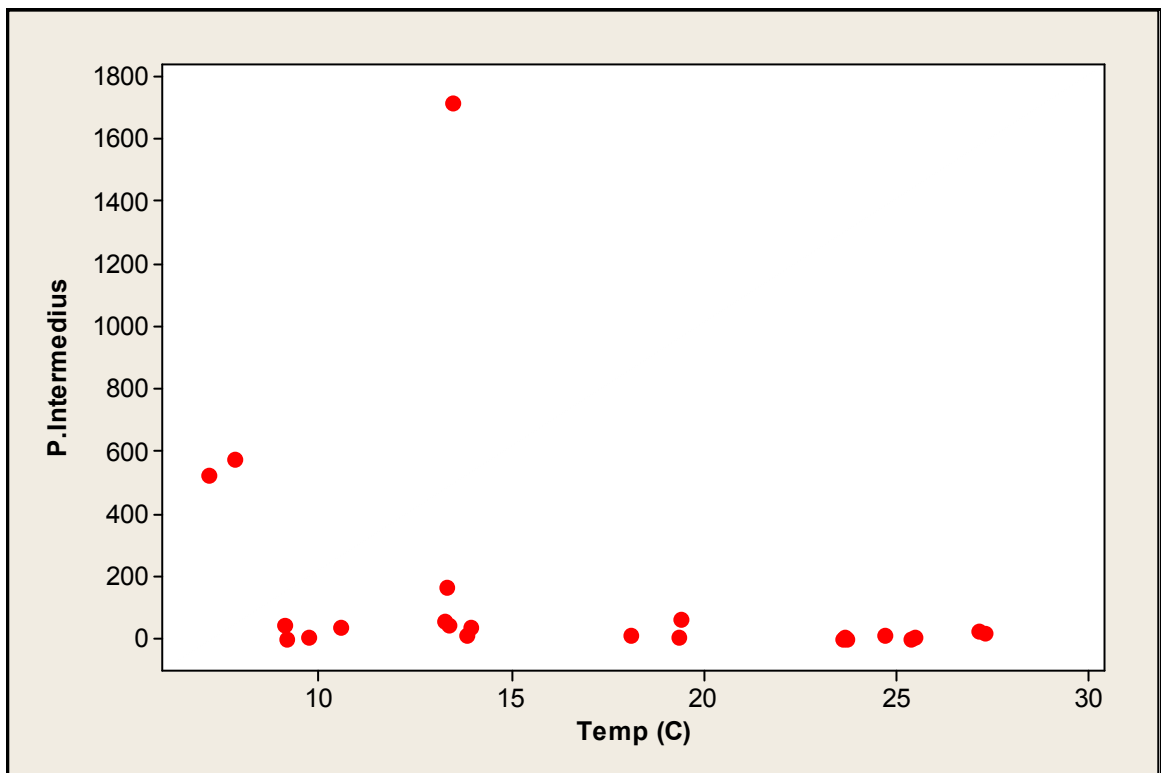


Εικόνα 34: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon Intermedius* με το διαλυμένο οξυγόνο.

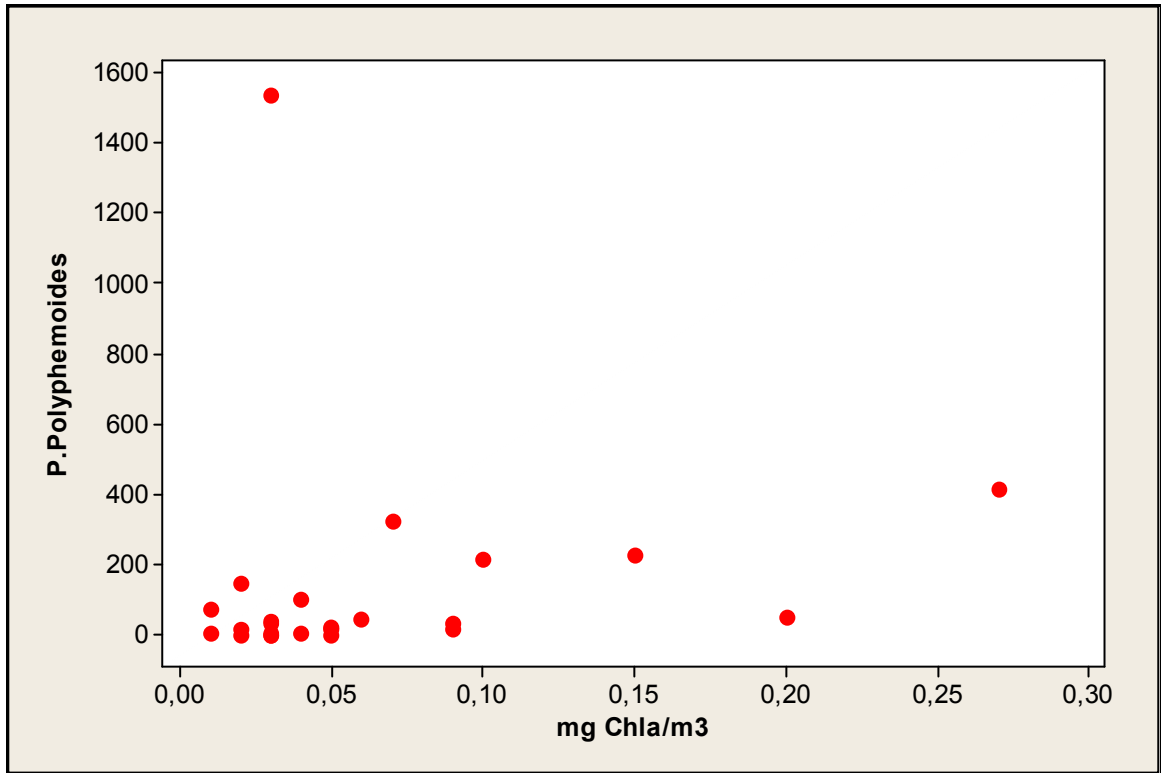




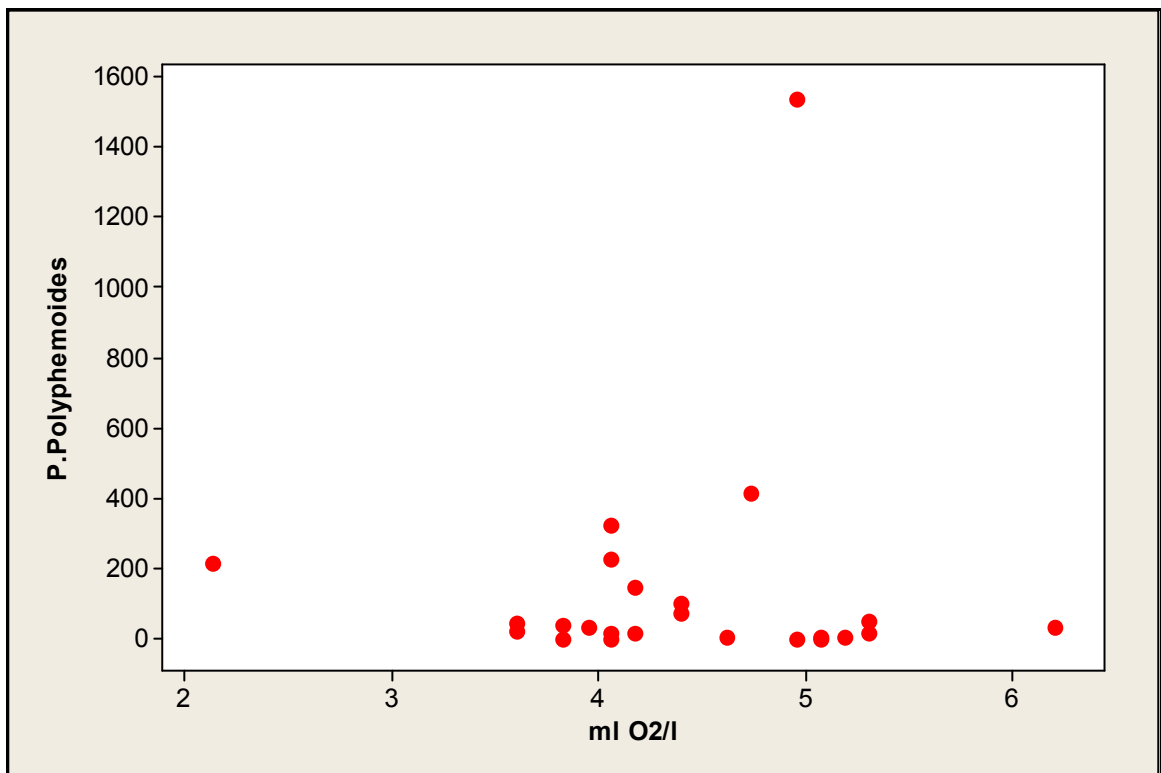
Εικόνα 35: Γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon Intermedius* με την αλατότητα (ppt).



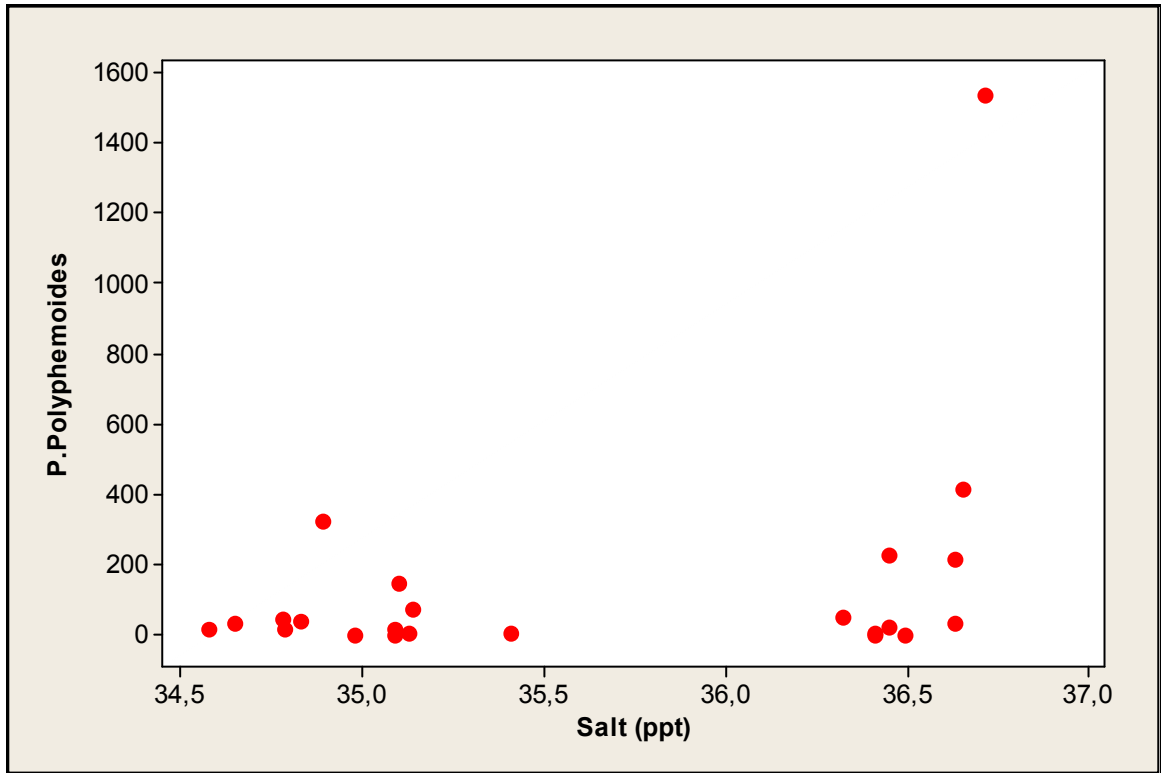
Εικόνα 36: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon Intermedius* με την θερμοκρασία °C.



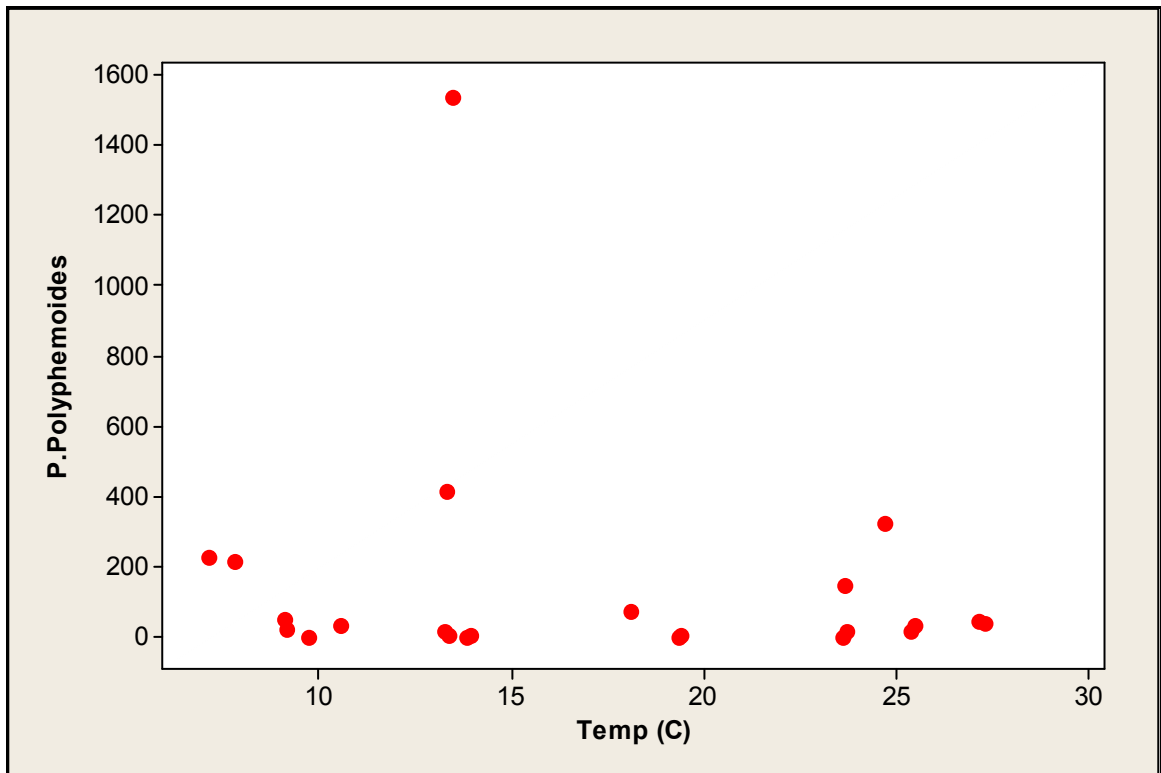
Εικόνα 37: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon polyphemoides* με  $\text{mg Chla/m}^3$ .



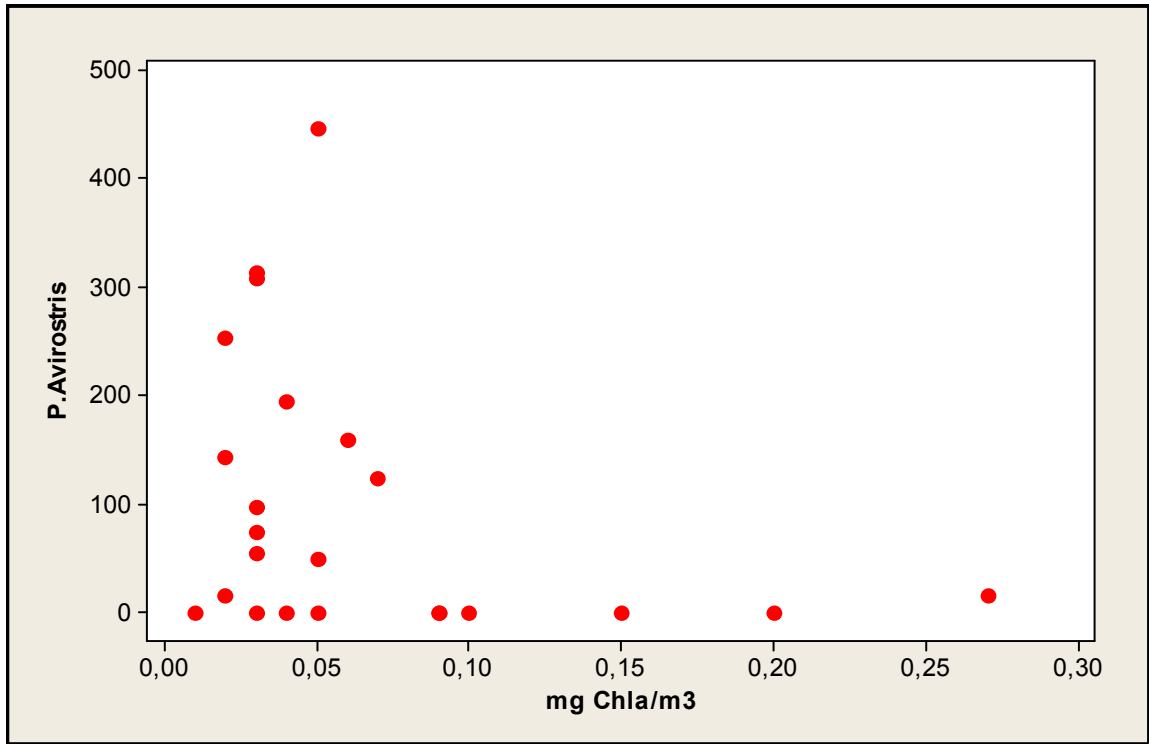
Εικόνα 38: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon polyphemoides* με το διαλυμένο οξυγόνο.



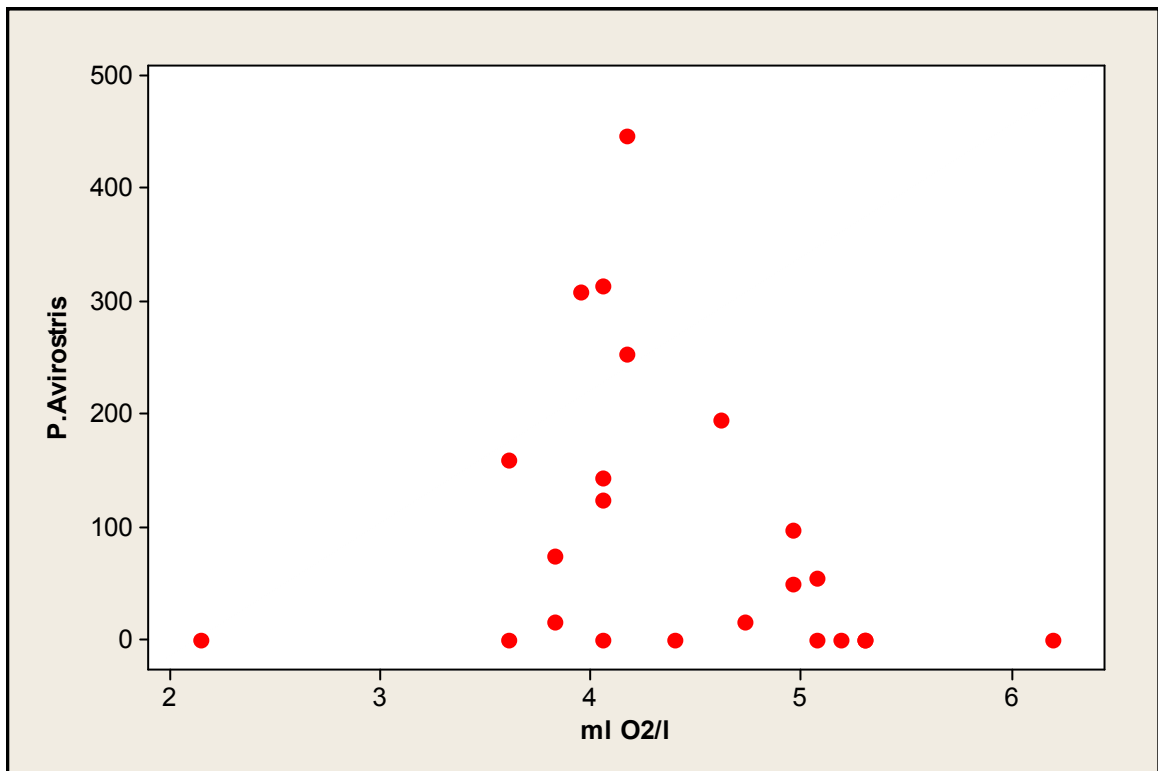
**Εικόνα 39:** Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon polyphemoides* με την αλατότητα (ppt).



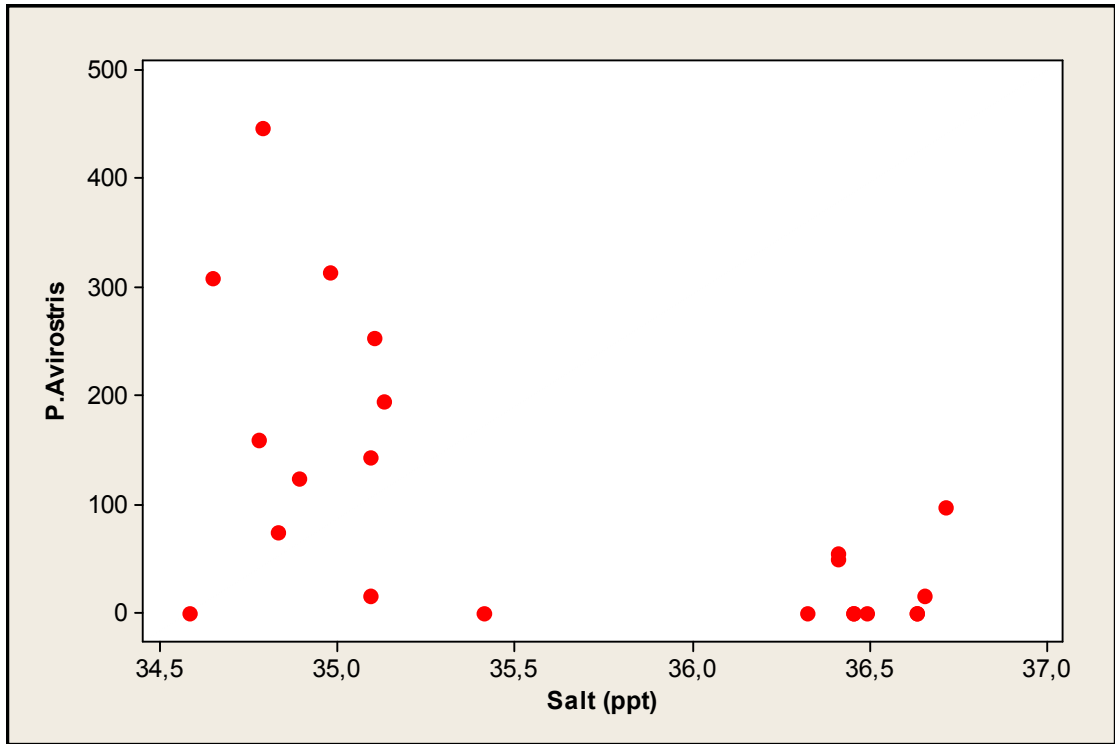
**Εικόνα 40:** Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Podon polyphemoides* με την θερμοκρασία °C.



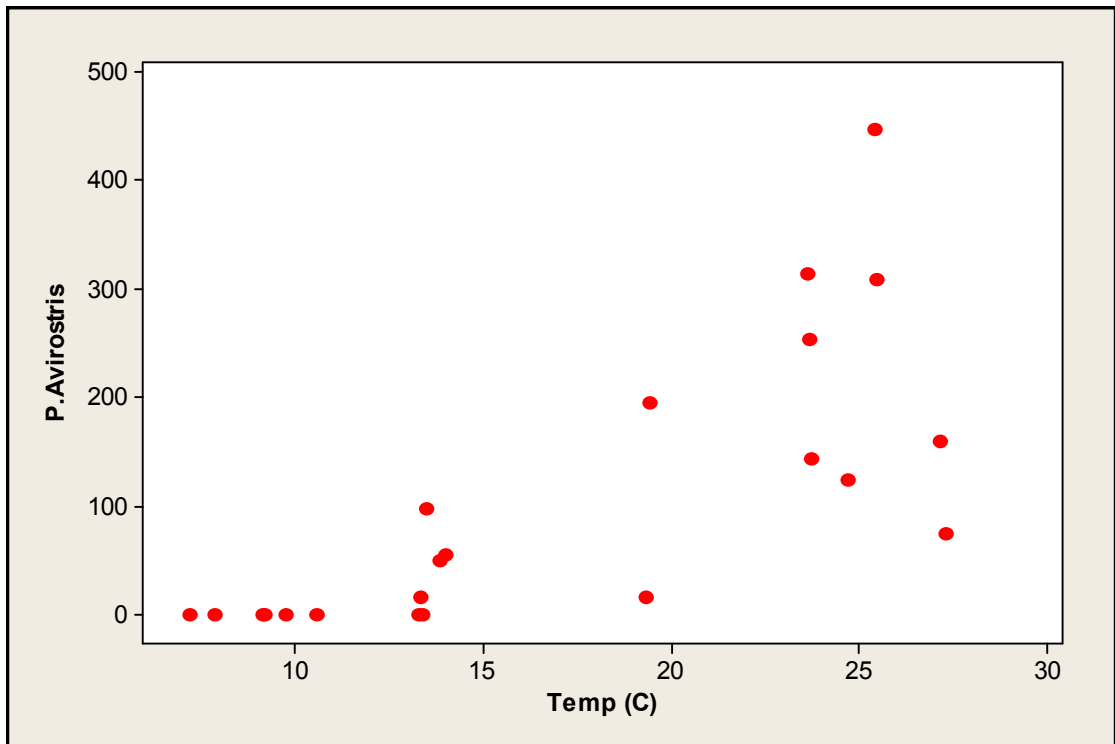
Εικόνα 41: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Penilia avirostris* με mg Chla/m<sup>3</sup>.



Εικόνα 42: Μη γραμμική συσχέτιση του είδους *Penilia avirostris* με το διαλυμένο οξυγόνο.



Εικόνα 43: Γραμμική συσχέτιση του είδους *Penilia avirostris* με την αλατότητα (ppt).



Εικόνα 44: Γραμμική συσχέτιση του είδους *Penilia avirostris* με την θερμοκρασία (°C).

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Προηγούμενες μελέτες στον Θερμαϊκό κόλπο διέκριναν την χωρική διαφοροποίηση των ζωοπλαγκτονικών βιοκοινωνιών από ποσοτική και ποιοτική άποψη (Yannopoulos 1979, Siokou-Frangou & Papathanassiou 1991, Σιώκου-Φράγκου 1994, 1996). Η περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου έχει χαρακτηριστεί από μεσότροφη έως και εύτροφη (ΕΛΚΕΘΕ, 2001). Μια αρχική εκτίμηση της κατανομής του ζωοπλαγκτού στο Θερμαϊκό κόλπο δόθηκε το 1979 από την Papadimitriou, η οποία κατέγραψε μείωση της βιομάζας και αύξηση της ποικιλότητας από τον βορρά προς τον νότο.

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Siokou-Frangou & Akepsimaidis (1986) προσδιόρισαν χαμηλό δείκτη ποικιλότητας του ζωοπλαγκτού στο βόρειο κομμάτι του Θερμαϊκού και υψηλότερο στο νότιο τμήμα του. Μια άλλη έρευνα από Siokou-Frangou & Papathanassiou (1991) ανέφερε ότι στο ανατολικό τμήμα του κόλπου η ποικιλότητα του ζωοπλαγκτού ήταν αυξημένη.

Τα κλαδοκεραιωτά έχουν μελετηθεί εκτεταμένα στα ελληνικά νερά και συναντώνται κυρίως σε παράκτια επιφανειακά νερά. Στον εποχικό κύκλο που παρουσιάζει η αφθονία τους οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου (Stergiou, Christou, Georgopoulos, Zenetos & Souvermetoglou, 1997).

Η θετική επίδραση της θερμοκρασίας του νερού στην αφθονία των κλαδοκεραιωτών αναφέρθηκε από τους (Christou & Stergiou, 1998). Σύμφωνα με τους ίδιους η χλωροφύλλη φαίνεται να επιδρά θετικά στην αφθονία τους και η αλατότητα να έχει αρνητική επίδραση.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η οριακή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου για τη διαβίωση των υδρόβιων οργανισμών είναι 4,5 mg/L (πηγή από: <http://www.thrasiopedio.gr/%CE%982005.htm>). Ενώ το ΠΑ.Κ.Ο.Ε. πιστεύει ότι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου δεν επηρεάζει άμεσα τα φύκη ή το πλαγκτόν αλλά τα ψάρια. Έτσι υποστηρίζουν ότι οι φυσιολογικές τιμές D.O. (διαλυμένου οξυγόνου) κυμαίνονται πάνω από 7mg/lit (<http://www.thrasiopedio.gr>).

Σύμφωνα με τον έλεγχο t-test ανεξάρτητων δειγμάτων που

πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για όλα τα είδη των κλαδοκεραιωτών δεν διαπιστώθηκε να υπάρχει καμιά διαφορά μεταξύ των δυο σταθμών.

### Υπεροικογένεια Polyphemoidea

#### *Evadne nordmanni* Loven

Το *Evadne nordmanni* είναι ένας ψυχρόφιλος οργανισμός. Προτιμάει νερά πλούσια σε οργανικά θρύμματα (Specchi, 1970a). Στις μετρήσεις μας παρατηρήθηκε ότι το είδος αυτό παρουσίασε την δεύτερη μικρότερη αφθονία μετά την *Evadne spinifera*. Τα άτομα εμφανίστηκαν και στους δυο σταθμούς κυρίως την άνοιξη και συγκεκριμένα τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο. Παρατηρήθηκε επίσης ότι στο σταθμό M1 υπήρχαν περισσότερα άτομα απ' ότι στο σταθμό M3. Στην γραμμική συσχέτιση που έγινε δεν βρέθηκε να υπάρχει σχέση μεταξύ του είδους αυτού και κάποιας φυσικοχημικής παραμέτρου.

Το γεγονός ότι το *E. nordmanni* παρουσιάζει μικρό αριθμό ατόμων όπως και η *E. spinifera* οφείλεται κατά τον Gieskes (1971) στο ότι τα δυο είδη αυτά λόγω της ανταγωνιστικότητας τους παρουσιάζουν αμοιβαίο αποκλεισμό ως προς την αφθονία τους σε όσες περιοχές έχουν μελετηθεί στον Β. Ατλαντικό.

Η συμμετοχή του είδους αυτού γενικά στον όρμο και κόλπο της Θεσσαλονίκης έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες της περιοχής (Σιώκου-Φράγκου 1996, Σιοκου- Frangou & Parathanassiou 1991), καθώς και στις βιοκοινωνίες των παράκτιων κλειστών ή ημίκλειστων περιοχών που δέχονται ρυπαντικά φορτία (Specchi 1981, Patrìti 1984, Christou et al 1995, Σιοκου- Frangou et al 1995).

#### *Evadne spinifera* Muller

Σύμφωνα με τον Dowidar & Maghraby (1970) και τον Gieskes (1971) αποτελεί ένα θερμόφιλο είδος που φθάνει στο μέγιστο της αφθονίας του το καλοκαίρι και χαρακτηρίστηκε από μια εκτός φυσιολογικών ορίων χωροκατανομή. Η Furnestìn (1960) υποστήριξε ότι είναι το λιγότερο νηρητικό απ' όλα τα θαλάσσια κλαδοκεραιωτά ενώ ο Gieskes (1971) θεωρεί ότι είναι

είδος που συναντάται στις ανοικτές θάλασσες.

Στα δείγματα μας, το *E. spinifera* εμφανίστηκε να έχει την μικρότερη ετήσια αφθονία σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη. Και στους δυο σταθμούς βρέθηκε να έχει σημαντική αφθονία μόνο τον Απρίλιο. Λίγα άτομα καταμετρήθηκαν στο M1 σταθμό τον Φεβρουάριο και στο M3 τον Μάρτιο. Στην γραμμική συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση με κανένα φυσικοχημικό παράγοντα. Αντιθέτως, οι Moraitou-Apostolopoulou & Kiortsi (1973) υποστήριξαν ότι προτιμάει την χαμηλή αλατότητα.

Το *E. spinifera*, σύμφωνα με Kiortsis & Moraitou-Apostolopoulou (1975), ήταν πάντοτε πιο άφθονο σε ρυπασμένη περιοχή. Ωστόσο ο Patrìti (1973) που εξέτασε αυτό το είδος υποστήριξε ότι γίνονται πιο άφθονα καθώς το θαλασσινό νερό περιέχει μικρές ποσότητες σειστόν και η διαφάνεια του νερού αυξάνεται. Σε περιοχές όπου παρατηρείται στροβιλώδης κίνηση του θαλασσινού νερού έχουμε ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του είδους αυτού. Στην περιοχή μελέτης μας, σύμφωνα με τον Karageorgis (2004), υπάρχει στροβιλώδης κίνηση του θαλάσσιου νερού κάτι το οποίο δικαιολογεί την μικρή παρουσία αυτού του είδους στις δειγματοληψίες μας.

#### *Evadne tergestina* Claus

Είναι ένα θερμόφιλο είδος και σύμφωνα με τον Hoenigman et al (1961) η *E. tergestina* προτιμάει υψηλές πολύ θερμοκρασίες απ' ότι η *E. spinifera*. Ο Kimor & Berdugo (1967) διαπίστωσαν ότι η κατανομή της στην ανατολικότερη Μεσογειακή λεκάνη περιορίζεται κυρίως στην νηρητική ζώνη. Ωστόσο, ο Thiriot (1968) θεώρησε ότι είναι το πιο πελαγικό από όλα τα είδη.

Η εποχική του κατανομή στην παρούσα μελέτη περιοριζόταν κυρίως στους καλοκαιρινούς μήνες, τόσο στο σταθμό M1 όσο και στο σταθμό M3. Από τις αρχές του έτους μέχρι και το τέλος της άνοιξης το είδος απουσίαζε εντελώς. Τους καλοκαιρινούς μήνες καταγράφηκε μεγάλος αριθμός ατόμων όπου και η θερμοκρασία ήταν υψηλή. Τον Σεπτέμβριο τα άτομα που βρέθηκαν ήταν λίγα και στους δυο σταθμούς και τους τρεις τελευταίους μήνες του έτους τα άτομα που καταγράφηκαν ήταν από ελάχιστα έως και μηδαμινά. Η σχέση του είδους αυτού με την θερμοκρασία φαίνεται και από την γραμμική



συσχέτιση που έγινε όπου είναι θετική, γιατί όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται και ο πληθυσμός του και αντίστροφα. Το αντίθετο συμβαίνει με την αλατότητα, όπου η συσχέτιση τους είναι αρνητική επειδή ενώ μειώνεται η αλατότητα, αυξάνονται τα άτομα και αντίθετα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των δειγματοληψιών και στους δυο σταθμούς παρατηρήθηκε ότι η αφθονία της *E. tergestina* ήταν περίπου διπλάσια στο σταθμό M1 απ' ότι στο M3 και είχε την μεγαλύτερη αφθονία σε σχέση με τα άλλα είδη κατά την διάρκεια όλου του έτους. Σε προηγούμενες μελέτες είχε παρατηρηθεί η κυριαρχία του είδους αυτού μαζί με το *P. polyphemoides* στον Θερμαϊκό και γενικά στον όρμο και κόλπο της Θεσσαλονίκης (Σιώκου-Φράγκου, Σ. Ζερβουδάκη & Θ. Ζούλιας, 2001, Σιώκου-Φράγκου 1996, Σιοκου- Frangou & Papathanassiou 1991).

Οι Kiortsis & Moraitou-Apostolopoulou (1975) ανέφεραν ότι τα άτομα της *E. tergestina* αφθονούν στην επιβαρημένη περιοχή του Κερατσινίου όπου είναι εγκατεστημένη η έξοδος υπονόμων-λυμάτων. Το είδος αυτό έχει βρεθεί να επικρατεί σε πολλές παράκτιες κλειστές ή ημίκλειστες περιοχές που δέχονται ρυπαντικό φορτίο όπως ο κόλπος του Fos (Patriiti, 1984) και ο κόλπος Ελευσίνας (Σιοκου- Frangou et al, 1995).

#### *Podon intermedius* Lillijeborg

Αυτός ο οργανισμός θεωρείται θερμόφιλος και βρίσκεται σε νηρητικά νερά (Gieskes, 1971). Σύμφωνα με τον Hoenigman et al (1961) οι ευνοϊκές θερμοκρασίες του *P. intermedius* είναι υψηλότερες από αυτές της *E. spinifera*.

Στα δείγματα μας παρατηρήσαμε ότι υπάρχει άνιση κατανομή και στους δυο σταθμούς όλους τους μήνες των δειγματοληψιών. Στην γραμμική συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε προέκυψε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του είδους και της αλατότητας, η οποία είναι θετική. Βλέπουμε επίσης ότι μεγάλος αριθμός ατόμων εμφανίστηκε και στους δυο σταθμούς τους μήνες Φεβρουάριο και Δεκέμβριο, όπου τον Φεβρουάριο ο αριθμός τους είναι περίπου ίδιος και στους δυο σταθμούς, ενώ τον Δεκέμβριο τα άτομα που καταμετρήθηκαν στο σταθμό M3 είναι δεκαπλάσια από το σταθμό M1. Η άποψη αυτή επιβεβαιώνεται και απ' το γεγονός ότι οι υψηλότερες τιμές

αλατότητας που καταγράφηκαν ήταν τους μήνες Φεβρουάριο και Δεκέμβριο.

Παρόλο που το *P. intermedius* θεωρείται θερμόφιλο είδος οι Moraitou-Apostoloroulou & Kiortsis (1973) σε μελέτη τους το βρήκαν μόνο κατά την διάρκεια του χειμώνα. Αυτή η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι οι θερμοκρασίες που ο Gieskes (1971) θεωρεί ως ευνοϊκές για το είδος αυτό είναι 13 έως 16<sup>0</sup>C. Αυτό διαπιστώθηκε και στην παρούσα μελέτη όπου τα περισσότερα άτομα εμφανίστηκαν τους μήνες Φεβρουάριο και Δεκέμβριο όταν η θερμοκρασία κυμάνθηκε σε αυτά τα επίπεδα. Τέλος, ο Patrity (1973) υποστήριξε ότι είναι ένας οργανισμός ο οποίος είναι ανθεκτικός στην ρύπανση.

#### *Podon polyphemoides* Leuckart

Αυτό το είδος προτιμάει νερά πλούσια σε θρεπτικά και περιοχές όπου εκβάλλουν ποταμοί (Komarovski, 1953). Σύμφωνα με τους Σιώκου-Φράγκου, Ζερβουδάκη & Ζούλιας (2001) παρατηρήθηκε υψηλή σχετική αφθονία του είδους αυτού σε συγκεκριμένους μήνες. Αυτό διαπιστώθηκε και στην παρούσα εργασία τους μήνες Φεβρουάριο, Ιανουάριο και Δεκέμβριο.

Το είδος αυτό στην παρούσα μελέτη βλέπουμε ότι είναι το δεύτερο σε αφθονία είδος και στους δυο σταθμούς σε σχέση με τα άλλα είδη που μελετήθηκαν. Η συνολική αφθονία του σταθμού M3 ήταν περίπου διπλάσια από αυτή του σταθμού M1. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στο ότι ο σταθμός M3 είναι πιο εύτροφος (Αλβανού, 2002). Η γραμμική συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε δεν έδειξε να υπάρχει κάποια σχέση του είδους αυτού με κάποιον φυσικοχημικό παράγοντα.

Ο Patrity το 1973 υποστήριξε ότι το είδος αυτό ευνοείται από την παρουσία μεγάλων ποσοτήτων αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού και την έλλειψη δυνατών ρευμάτων, κάτι το οποίο εξηγεί την εμφάνιση του στον κόλπο της Ελευσίνας. Όσον αφορά τα ρεύματα στον κόλπο της Θεσσαλονίκης και του Θερμαϊκού οι ταχύτητες των ρευμάτων είναι συνήθως μικρές π.χ. τον Ιούλιο του 1998 είχαν καταγραφεί ταχύτητες <2cm/sec. (Galinou-Mitsoudi et al, 2006).

Θα πρέπει να επισημανθεί τέλος ότι το είδος αυτό είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην ρύπανση. Για αυτό και έχει βρεθεί να επικρατεί σε πολλές

κλειστές περιοχές που δέχονται ρυπαντικά φορτία όπως ο κόλπος της Ελευσίνας (Siokou- Frangou et al, 1995) και ο Μαλιακός κόλπος (Christou et al, 1995).

### Υπεροικογένεια Sidoidea

#### *Penilia avirostris* Dana

Στην Μεσόγειο θάλασσα πρωτοαναφέρθηκε ότι βρέθηκαν άτομα της *Penilia avirostris* από τους Tregouboff & Rose (1957). Μερικοί συγγραφείς διατηρούν την άποψη ότι το είδος αυτό μπήκε στην Μεσόγειο από την Μαύρη θάλασσα. Άλλοι, βέβαια, πιστεύουν ότι πέρασε από την Ερυθρά θάλασσα μέσω του καναλιού του Σουέζ. Σύνολα ατόμων *Penilia avirostris* έχουν βρεθεί σε εκβολές ποταμών και γενικά σε νερά με χαμηλό δείκτη αλατότητας.

Συναντώνται σε περιοχές που είναι πλούσιες σε υπονευστόν, ιδιαίτερα πάνω απ' τα 30cm (Champalbert, 1971). Επίσης την συναντάμε σε κόλπους, λιμάνια και νηρητικά νερά γενικότερα (Della Crose, 1960). Ο Casanova (1968) υποστήριξε ότι η ποιότητα του νερού ελέγχει την οριζόντια και κάθετη κατανομή και όχι ο νηρητικός και επιπλαγκτονικός χαρακτήρας του είδους.

Στην εργασία μας δεν βρέθηκαν σύνολα ατόμων από τον Ιανουάριο έως και τον Μάιο. Τα άτομα εμφανίστηκαν κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, του φθινοπώρου μέχρι και τον πρώτο μήνα του χειμώνα (Δεκέμβριο). Αυτή η εποχική κατανομή οφείλεται όχι μόνο στο θερμόφιλο χαρακτήρα του είδους αυτού, αλλά επηρεάζεται και από την προτίμηση του για χαμηλή αλατότητα. Είναι πιθανό επίσης, αυτή η κατάσταση να δημιουργήθηκε και λόγω του φαινομένου της παρθενογένεσης. Τα περισσότερα άτομα καταγράφηκαν και στους δυο σταθμούς τον μήνα Ιούλιο όπου η θερμοκρασία ήταν η υψηλότερη που σημειώθηκε και η αλατότητα η χαμηλότερη. Αυτό φάνηκε και από τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης που πραγματοποιήθηκε παραπάνω, όπου το είδος *Penilia avirostris* είχε θετική συσχέτιση με την θερμοκρασία δηλ. όσο αυξανόταν η θερμοκρασία τόσο αυξανόταν και η αφθονία τους και το αντίθετο. Ενώ με την αλατότητα η συσχέτιση ήταν αρνητική γιατί όταν αυτή μειωνόταν αυξανόταν η αφθονία και αντίστροφα.

Σύμφωνα με το Specchi (1970a), το *Penilia avirostris* δεν έχει βρεθεί σε καμιά εποχή ή βάθος στο Νότιο Αιγαίο. Η απουσία της αποδίδεται στην υψηλή

αλατότητα και στον πελαγικό χαρακτήρα της περιοχής. Οι Moraitou-Apostolopoulou & Kiortsis (1973) και Dowidar & Maghraby (1970) συμπέραναν ότι η *Penilia avirostris* έχει σχεδόν εξαφανιστεί στην ανατολική Μεσογειακή λεκάνη με εξαίρεση το Βόρειο Αιγαίο.

Γενικά, δεν αποκλείεται να σημειώθηκαν υψηλότερες τιμές και στο διάστημα μεταξύ των δειγματοληψιών, δεδομένου ότι σε ημίκλειστες και ρηχές περιοχές το ζωοπλαγκτόν παρουσιάζει έντονες και συχνές διακυμάνσεις (εβδομαδιαίες) (Σιώκου-Φράγκου, Ζερβουδάκη & Ζούλιας, 2001).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι τιμές της χλωροφύλλης σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο για τα νερά της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΟΠΝ 2000/60) δείχνει ότι η κατάσταση οικολογικής ποιότητας είναι από φτωχή έως και κακή (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) οπότε το σύστημα της περιοχής χαρακτηρίζεται από μεσότροφο έως και εύτροφο.
- Η θερμοκρασία και η αλατότητα της περιοχής επηρεάζουν σημαντικά την αφθονία των κλαδοκεραιωτών. Αυτό οφείλεται στις έντονες διακυμάνσεις τους κατά την περίοδο των δειγματοληψιών. Αυτές οι διακυμάνσεις και στους δυο σταθμούς είναι χαρακτηριστικό των παράκτιων κλειστών ή ημίκλειστων περιοχών.
- Ο σταθμός Μ1 λόγω της θέσης του πλησιέστερα στις εκβολές του Αξιού ποταμού είναι πιο πλούσιος σε θρεπτικά άλατα και χλωροφύλλη απ' ότι ο σταθμός Μ3. Επιπλέον οι παροχές του ποταμού επηρεάζουν την αλατότητα, το διαλυμένο οξυγόνο και τη θερμοκρασία του νερού.
- Στον σταθμό Μ1 βρέθηκαν να κυριαρχούν τα είδη *Evadne tergestina*, *Podon polyphemoides* και *Penilia avirostris*. Στο σταθμό Μ3 την υψηλότερη συμμετοχή είχαν τα είδη *Podon intermedius*, *Podon polyphemoides* και *Penilia avirostris*. Τα δύο είδη που είχαν την υψηλότερη αφθονία και στους δυο σταθμούς ήταν είδη τα οποία σημειώνουν υψηλές αφθονίες σε περιοχές με αυξημένο ρυπαντικό φορτίο.
- Στις μυδοκαλλιέργειες τα προϊόντα του μεταβολισμού των μυδιών (κόπρανα και ψευδοκόπρανα) και νεκροί επιβιώτες συσσωρεύονται σε μεγάλες ποσότητες, κάτι το οποίο αυξάνει την απόθεση οργανικού υλικού. Το γεγονός ότι τα ρεύματα που επικρατούν στην περιοχή είναι ιδιαίτερα ασθενή και το ποσοστό απόθεσης οργανικού υλικού είναι μεγάλο, έχει ως αποτέλεσμα

την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και τη δημιουργία ανοξικών συνθηκών. Αυτό πιθανόν εξηγεί και την μειωμένη αφθονία των κλαδοκεραιωτών ορισμένους μήνες του έτους. Μια άλλη επίδραση των μυδοκαλλιεργειών στα κλαδοκεραιωτά οφείλεται και στις τροφικές τους συνήθειες. Τόσο τα κλαδοκεραιωτά, όσο και τα μύδια τρέφονται με φυτοπλαγκτό. Αυτό δημιουργεί ενδεχομένως μια ανταγωνιστικότητα μεταξύ τους για επιβίωση και κυριαρχία στην περιοχή.

## 5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην διάρκεια της περιόδου Ιανουαρίου 2006 - 2007 συλλέχθηκαν μηνιαία δείγματα από δύο σταθμούς (M1 και M3) στον Θερμαϊκό κόλπο και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών της Χαλάστρας. Τα είδη που καταγράφηκαν ήταν *Evadne nordmanni*, *Evadne spinifera*, *Evadne tergestina*, *Podon intermedius*, *Podon polyphemoides* και *Penilia avirostris*. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η καταγραφή της αφθονίας των κλαδοκεραιωτών, οι εποχικές τους διακυμάνσεις, η συσχέτιση της αφθονίας τους με ορισμένες φυσικοχημικές παραμέτρους και η πιθανή επίδραση των μυδοκαλλιεργειών στην κατανομή και σύνθεση των κλαδοκεραιωτών.

Στα δεδομένα της ποσοτικής ανάλυσης βρέθηκε ότι την υψηλότερη αφθονία στον σταθμό M1 την είχαν τα είδη *E.tergestina* (2812ατ/m<sup>3</sup>) και *P. polyphemoides* (1250ατ/m<sup>3</sup>) ενώ στο σταθμό M3 την είχαν τα είδη *P.intermedius* (2454ατ/m<sup>3</sup>) και *P.polyphemoides* (2077ατ/m<sup>3</sup>). Αντίστοιχα η μικρότερη αφθονία και στους δυο σταθμούς ήταν του είδους *E.spinifera* (M1 244ατ/m<sup>3</sup> και M3 93ατ/m<sup>3</sup>). Όσον αφορά την ποιοτική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε βρέθηκε ότι τα είδη *E.nordmanni* και *E.spinifera* και στους δυο σταθμούς είχαν υψηλότερη αφθονία τον μήνα Απρίλιο. Το *E.tergestina* είχε την μεγαλύτερη αφθονία για τον σταθμό M1 τον Ιούλιο και M3 τον Αύγουστο. Το *P.intermedius* παρουσίασε υψηλή αφθονία για το σταθμό M1 τον μήνα Φεβρουάριο και για τον M3 τον Δεκέμβριο. Τα είδη *P.polyphemoides* και *P.avirostris* βρέθηκε να έχουν την υψηλότερη αφθονία και στους δυο σταθμούς τον ίδιο μήνα. Το *P.polyphemoides* τον Δεκέμβριο και το *P.avirostris* τον Ιούλιο. Στην γραμμική συσχέτιση που έγινε παρατηρήθηκε ότι τα είδη *E.tergestina* και *P.avirostris* είχαν θετική συσχέτιση ως προς την θερμοκρασία και αρνητική με την αλατότητα ενώ το είδος *P.intermedius* παρουσίασε θετική συσχέτιση ως προς την αλατότητα.

Συμπερασματικά πρέπει να σημειωθεί ότι η αφθονία των κλαδοκεραιωτών και η παρουσία τους στην περιοχή μελέτης επηρεάζεται τόσο από τις φυσικοχημικές παραμέτρους όσο και από τα προϊόντα μεταβολισμού των μυδοκαλλιεργειών που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή.

## 6. SYMMARY

During the period January 2006-2007 monthly samples were collected from two stations (M1 and M3) of the Thermaikos Gulf and, more specifically in the mussel culture area of Chalastra. The species that were recorded are: *Evadne nordmanni*, *Evadne spinifera*, *Evadne tergestina*, *Podon intermedius*, *Podon polyphemoides* and *Penilia avirostris*. The aim of the present survey has been the study of the cladoceran abundance, their seasonal fluctuations, the correlation between their abundance and some physiochemical parameters and the possible influence of the mussel culture units on the distribution and composition of the cladocerans.

According to the data of the quantitative analysis, it was found that the species *E.tergestina* (2812at/m<sup>3</sup>) and the *P.polyphemoides* (1250at/m<sup>3</sup>) had the highest abundance in the station M1, while in the station M3 the species *P.intermedius* (2454at/m<sup>3</sup>) and the *P.polyphemoides* (2077at/m<sup>3</sup>) had the highest one. Respectively, the smaller concentration in both stations was of the species *E.spinifera* (M1 244at/m<sup>3</sup> and M3 93at/m<sup>3</sup>). As far as the qualitative analysis that was carried out is concerned, it was found that that the species *E.nordmanni* and *E.spinifera* in both stations had the highest concentrations during the month April. The *E.tergestina* had the highest abundance in July for the station M1 and August for the station M3. The *P.intermedius* presented a high abundance in February for the station M1 and during December for the station M3. The species *P.polyphemoides* and *P.avirostris* were found to have the highest abundance in both stations in the same month. The *P.polyphemoides* in December and *P.avirostris* in July. The linear correlation that was applied to the data revealed the positive correlation of *E.tergestina* and *P.avirostris* with the temperature and their negative correlation with the salinity. *Podon intermedius* presented positive correlation with the salinity.

In conclusion, it has to be noticed that the concentration of the cladocerans and their presence in the study area is affected by the physiochemical parameters and the metabolic products of the mussels found in the culture units of Chalastra.



## **7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Bell, R.K. & Ward, F.J. (1970). *Incorporation of organic carbon by Daphnia pulex*. Oceanogr. 15: 713-72.
- Casanova, J.P. (1968). *Penilia Avirostris Dana* en Mediterranee occidentale, sa valeur d'indicateur ecologique. Annls Fac. Sci. Marseille 41: 95-119.
- Champalbert, G. (1971). Variations nycthemerales du plankton superficiel II. Especies non caracteristiques de Phygoneuston et hyponeuston nocturne. J. exp. Mar. Biol. Ecol. 6: 55-70.
- Christou, E.D., Pagou, K., Christianidis, S. & Papathanassiou, E. (1995). Temporal and spatial variability of plankton communities in a shallow embayment of the eastern Mediterranean. Proceed.28<sup>th</sup> EMBS "Biology and Ecology of shallow coastal waters", Olsen & Olsen, 3-10.
- Christou, E.D. & Stergiou, K.I. (1998). Modelling and forecasting the fortnightly cladoceran abundance in the Saronikos Gulf (Aegean Sea). Journal of Plankton Research. Vol.20, 1313-1320.
- Della Croce, N. (1960). Nuovi ritrovamenti del cladoceroi marino *Penilia avirostris* Dana nel Basso Tirreno. Boll. Musei Ist. Biol. Univ. Genova 30, 177: 5-14.
- Dowidar, N. M. & Maghraby, E. M. (1970). The neritic zooplankton of the South Eastern Mediterranean at Alexandria I: Distribution and ecology of the zooplankton organisms with special reference to Copepoda. Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Egypt. 6: 227-303.
- Dumont, H.J. & Negrea S.V. (2002). Branchiopoda. Backhuys Publishers, Leiden 2002, 168: 29-49, 92-97 &175-177.
- Furnestin, M.L. (1960). Zooplancton du golfe du Lion et de la cote orientale de Corse. Revue Trav. Inst. (scient. tech.) [ech. Marit. 24: 153-252.

- Galinou-Mitsoudi, S., Savvidis, Y. & Dimitriadis, X. (2006). Interaction between Mussel Culture and Hydrodynamics; a Preliminary Study in the Gulfs of Thessaloniki and Thermaikos, Greece. *Journal of Biological Research*, 5: 1-7.
- Galinou-Mitsoudi, S., Moriki, A., Savvidis, Y., Petridis, D., Dimitriadis, X., Kouitas, Ch., Alvanou, L., (2007). Spatial fluctuation of the quality of mussels from longline in terms of environmental, biological and culturists operation parameters. Proceedings of the 14<sup>th</sup> international symposium on environmental pollution and its impact on life in the Mediterranean region, Seville-Spain, October 10-14, 2007.
- Gieskes, W.W.C. (1971). Ecology of the Cladocera of the North Atlantic and the North Sea. *Neth. J. Sea Res.* 5: 342-376.
- Giles, H., Pilditch, C. A., Bell, D.G. (2006). *Sedimentation from mussel (Perna canaliculus) culture in the First of Thames, New Zealand: Impacts on sediment oxygen and nutrient fluxes.* *Aquaculture* 261: 125-140.
- Hoeningman, J. I., Gasparovic et J. Kovac (1961). Cladoceres et chaetognathes povenant d'une station au large de l'île de Miljet (Adriatique) Rapp. P.-v. Reun. Com. int. Explor. scient. Mer Mediterr. 16: 117-121.
- Hyder, P., Simpson, H., Christopoulos, S. & Krestenitis, Y. (2002). The seasonal cycles of stratification in the Thermaikos Gulf Region of Freshwater Influence (ROFI), North-west Aegean. *Continental Shelf Research*, 22: 2573-2597.
- Karageorgis, A.P., Skouros, M.S., Kapsimalis, M., Kontogianni, A.D., Skoulikidis, N.Th., Pagou, K., Nikolaidis, N.P., Drakopoulou, P., Zanou, B., Karamanos, H., Levkov, Z., Anagnostou, Ch. (2004). *An integrated approach to watershed management with in the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf.*
- Kimor, B. & Berdugo, V. (1967). Cruise to the eastern Mediterranean Cyprus 03. Plankton reports. *Bull. Sea Fish. Res. Stn Israel* 45: 5-31.

- Kiortsis, V., Moraitou-Apostolopoulou, M. (1975). *Marine Cladocera (crustacea) in the eutrophicated and polluted Saronic gulf (Greece)*. Zoological Laboratory, University of Athens, Vol.24, 71-74.
- Komarovski, B. (1953). A cladoceran from the plankton as a possible indicator for the presence of the Nile flood of the Israel coast. *Nature, Lond.* 171: 937-945.
- La Rosa, T., Mirto, Favaloro, S., Sanova, E., Danovaro, R., Mazzola, A., (2002). *Impact of the Water Column Biogeochemistry of a Mediterranean Mussel and Fish Farm*. *Water Research*, 36:713-721.
- Moraitou-Apostolopoulou, M., Kiortsis, V. (1973). *The cladocerans of the Aegean Sea: occurrence and seasonal variation*, *Mar. Biol.*, 20: 137-143.
- Moriki, A., Galinou-mitsoudi, S., Petridis, D., Kosti, D., Savvidis, Y., Dimitriadis, X., Koutitas, C. and Alvanou, L., (2008). Environmental impacts of intensive mussel culture in the coastal waters of the Gulf of Thessaloniki (N. Greece), *Fresenius Environmental Bulletin*, in press.
- Nizzoli, D., Welsh, D.T., M. Bartoli & P. Viaroli, (2005). *Impacts of mussels (Mytilus galloprovincialis) farming on oxygen consumption and nutrient recycling in a eutrophic coastal lagoon*. *Hydrobiologia*, 550:183-198.
- Ogilvie, S.C., A.H. Ross, M.R. James & D.R. Schiel (2003). *In situ enclosure experiments on the influence of cultured mussels (Perna canaliculus) on phytoplankton at times of high and low ambient nitrogen*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 295: 23-29.
- Onbe, T., (1991). *Some aspects of the biology of resting eggs of marine cladocerans*. Crustacean egg production. Hiroshima University, Japan. 41-53
- Ostapenya, A.P., Pavlyutin, A.P., Babitskili V.A. & Inkina, G.A. (1968). *Transformation of the food energy by some species of planktonic Cladoceran crustaceans*. *Zh. Obsheh. Biol.* 29: 334-342.
- Papadimitriou, D. (1979). Distribution of zooplankton in Thermaikos Gulf. *Biol. Gallo-Hell.*, 8: 37-40.

- Patrity, G., (1973). *Les cladoceres des milieux portuaires de Marseille*, Mar. Biol. 20: 50-57.
- Patrity, G., (1984a). *Apercu sur la structure des populations zooplanctoniques de la zone portuaire et du golfe de Fos-du-mer*. Tethys, 11(2): 155-161.
- Saunders, G. W. (1972). *The transformation of artificial detritus in water*. Proc. IPB-UNESCO symposium on "Detritus and its role in aquatic ecosystems". Mem. Ist. ital. Idrobiol. 29: 261-288.
- Schram, F. R. (1986). *Crustacea*. Oxford University Press, New York, 571.
- Siokou-Frangou, I. & Papathanassiou, E. (1991). *Differentiation of zooplankton populations in a polluted area*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 76: 41-51.
- Siokou-Frangou, I. & Akepsimaidis, A. (1986). *Impact de la pollution sur le zooplankton du golfe Thermaikos (Mer Egee, Hellas)*. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 202.
- Siokou-Frangou, I., Verriopoulos, G. Yannopoulos, C. & Moraitou-Apostolopoulou, M. (1995). Differentiation of zooplankton communities in two neighbouring shallow areas. Proceed. 28<sup>th</sup> EMBS "Biology and Ecology of shallow coastal waters", Olsen & Olsen, 87-97.
- Specchi, M. (1970a). Cladoceri raccolti nel bacino nord-occidentale dell'Egeo, crociera estiva Nato 1967. Boll. Pesca Piscic. Idrobiol. 25: 111-115.
- Specchi, M., Fonda-Umani, S. & Radini, G. (1981). Les fluctuations du zooplankton dans une station fixe du Golfe de Trieste (Haute Adriatique). Rapp.Comm.int.mer Medit., 27(7): 97-99.
- Stergiou, Christou, Georgopoulos, Zenetos & Souvermetoglou (1997). The Hellenic seas: physics, chemistry, biology and fisheries. Oceanography and Mar. Biol.: an Annual Review 35.
- Strickland, H.D.H. & Parsons, T.R. (1972). A practical Handbook of seawater analysis. Fish.res.bd.Can.Bulletin 167: 361.

- Szlauer, L., (1963). *Diurnal migrations of minute invertebrates inhabiting the zone of hydrophytes*. Schweiz. Z. Hydrol. 25: 56-64.
- Thiriot, A. (1968). Les cladoceres de la Mediterranee occidentale. I Cycle et repartition des especes du genre Evadne a Banyuls sur Mer (Golfed a Lion). Vie Milieu, 19: 361-394.
- Tregouboff, G. & Rose, M. (1957). Manuel de planctonologie mediterraneenne, Tome I (Texte). I (Planches). 587pp.
- Turner, J.T. (1984). *The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of laval fish*. NOAA Tech. Rep. Natl. Mar. Fish. Ser. 7:1-28.
- Turner, J.T., Tester, P.A., Ferguson, R.L. (1988). *The marine cladoceran Penilia avirostris and the "microbial loop" of pelagic food webs*. Limnol. Oceanogr. 33: 245-255.
- Yannopoulos, C. (1979). *The biological status (zooplankton, chl-a) of the Gulf of the Thermaikos, Greece*. I. Environmental conditions and benthic biotic indices. P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol., 3: 21-39.
- Zar, J. (1984). Biostatistical analysis, 2<sup>nd</sup> edition. Prentice-Hall International Editions, 697.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλβανού, Λ.Ι. (2002). *Εποχικές διακυμάνσεις της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης του Μεσοζωοπλαγκτού στο Θερμαϊκό κόλπο*. Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Βιολογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- Βαφείδης, Δ. (2002). *Θαλάσσια βιολογία*. Διδακτικές σημειώσεις (β' μέρος), Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης
- Γαληνού-Μητσούδη, Σ. (2003). *Εκτροφή οστράκων*. Διδακτικές σημειώσεις, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης. 9-10: 80-87.

- Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ), (1999-2002). Πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας του θαλασσίου περιβάλλοντος του Κόλπου.
- ΙΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, (1998). *Αρχαία Λιμάνια Θερμαϊκός Κόλπος*.
- Κοντζίνος, Ι. (2007). Μελέτη της χρονικής κατανομής των φυσικών παραμέτρων του θαλασσινού νερού στη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών στην παράκτια περιοχή της χαλάστρας. Πτυχιακή εργασία.
- Κοντογιάννης, Χ., Μπαρμπόπουλος, Κ. & Σαββίδης, Ι. (1998). *Παρακολούθηση της ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του κόλπου της Θεσσαλονίκης για το 1997: Μελέτη για τον οργανισμό αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΟΑΘ)*. Αθήνα: Εθνικό κέντρο θαλάσσιων ερευνών, Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας.
- Κρεστενίτης, Ι.Ν. & Βαλιούλης, Η.Α. (1993). Επίδραση των ποταμών στην υδρογραφία του Θερμαϊκού κόλπου: 8<sup>ο</sup> σεμινάριο για την προστασία του περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 22-25 Νοεμβρίου 1993, Θεσσαλονίκη.
- Κρεστενίτης, Ι.Ν., Χριστόπουλος, Σ.Π. & Βαλιούλης, Η.Α. (1995). *Ωκεανογραφική διερεύνηση του συστήματος των παράκτιων υφάλμυρων νερών του Θερμαϊκού κόλπου*. Πανελλήνιο συνέδριο ελληνικής υδροτεχνικής ένωσης. Θεσσαλονίκη, 6, 238-289.
- Ξένος, Κ.Δ. & Ξένου, Ε. (2005). *Ρύπανση και τεχνικές ελέγχου ποιότητας του νερού*. Εκδόσεις ΙΩΝ. 17-19.
- Μπόμπορη, Δ.Χ. & Μουρελάτος, Σ.Δ. (1997). *Φυσικοχημικές παράμετροι και θρεπτικά συστατικά των επιφανειακών υδάτων του ποταμού Αλιάκμονα*. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Τόμος ΙΙ.
- Τσαγκαρλής, Γ. (1998). *Τα υγρά απόβλητα στον νομό Θεσσαλονίκης*. Διεύθυνση Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Ελέγχου Πηγών Ρύπανσης και Υγειονομικής Προστασίας του Περιβάλλοντος. 170-173: 204-211.
- Σαββίδης, Ι. (2001). *Εισαγωγή στη φυσική ωκεανογραφία*. Διδακτικές σημειώσεις, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.

Σίνης, Α. (2005). *Λιμνολογία (θεωρία και ασκήσεις)*. Εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη. 163-170.

Σιώκου-Φράγκου, Ι. (1994). *Ζωοπλαγκτό*. Ωκεανογραφική μελέτη του Θερμαϊκού κόλπου. Τελική Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ, 137-157.

Σιώκου-Φράγκου, Ι. (1996). *Αφθονία και Σύνθεση ζωοπλαγκτού*. Μελέτη του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Θερμαϊκού κόλπου. Τελική Έκθεση, ΕΚΘΕ, 159-191.

Σιώκου-Φράγκου, Ι. Ζερβουδάκη, Σ. & Ζούλιας, Θ. (2001). *Μελέτη του μεσοζωοπλαγκτού στον Θερμαϊκό κόλπο*. Μελέτη για τη εταιρεία ύδρευσης αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΕΥΑΘ ΑΕ), ΕΚΘΕ, 157-166.

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[http://www.aqualex.org/elearning/marine\\_environment/greek/chap3/fauna.html](http://www.aqualex.org/elearning/marine_environment/greek/chap3/fauna.html).

<http://www.thrasiopedio.gr/%CE%982005.htm>

<http://www.dlfu.edu.cu>

<http://www.dokdo.re.kr/research/images/plankton04.gif>

<http://www.upload.Wikipedia.org/Wikipedia/commons/thumb/f/f1/dscn0646/JPG/220px-DSCN0646.jpg>

<http://www.vattenkikaren.gu.se/fakta/arter/custacea/diplostr/podon/podoine.jpeg>

<http://www.icm.csic.es>