

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΞΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ANNA

Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ
Mytilus galloprovincialis ΣΕ ΠΛΩΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΣΤΟΝ Β.Δ. ΚΟΛΠΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2008)

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΞΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ANNA

Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ
Mytilus galloprovincialis ΣΕ ΠΛΩΤΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΣΤΟΝ Β.Δ. ΚΟΛΠΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2008)

Στην οικογένειά μου...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | σελ. 1 |
| 1.1 ΓΕΝΙΚΑ..... | σελ. 1 |
| 1.2 Μυδοκαλλιέργειες..... | σελ. 2 |
| 1.2.1 Συστήματα καλλιέργειας..... | σελ. 3 |
| 1.2.2 Περιοχές Μυδοκαλλιέργειας Στον Κόσμο..... | σελ. 7 |
| 1.2.3 Παγκόσμια Παραγωγή..... | σελ. 8 |
| 1.2.4 Περιοχές Μυδοκαλλιέργειας Στην Ελλάδα..... | σελ. 9 |
| 1.2.5 Παραγωγή μυδιών στην Ελλάδα..... | σελ. 11 |
| 1.3 Περιοχή μελέτης..... | σελ. 11 |
| 1.3.1 Κλίμα Θεσσαλονίκης..... | σελ. 12 |
| 1.3.2 Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού..... | σελ. 13 |
| 1.3.3 Θαλάσσια Κυκλοφορία..... | σελ. 14 |
| 1.3.4 Ρύπανση..... | σελ. 16 |
| 1.3.5 Προβλήματα που αφορούν την περιοχή μυδοκαλλιέργειας της Χαλάστρας..... | σελ. 17 |
| 1.4 Οικολογία και Φυσιολογία του <i>Mytilus galloprovincialis</i> | σελ. 19 |
| 1.4.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών..... | σελ. 19 |
| 1.4.2 <i>Mytilus galloprovincialis</i> | σελ. 19 |
| 1.4.3 Ρυθμός αύξησης..... | σελ. 21 |
| 1.4.4 Αναλογία φύλων (sex ratio)..... | σελ. 21 |
| 1.4.5 Γονιμότητα..... | σελ. 22 |
| 1.4.6 Περίοδος αναπαραγωγής..... | σελ. 22 |
| 1.4.7 Θρεπτική Αξία..... | σελ. 24 |
| 1.4.8 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη – αύξηση..... | σελ. 24 |
| 1.5 Σκοπός της εργασίας..... | σελ. 26 |
| 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | σελ. 27 |
| 2.1 Περιοχή μελέτης..... | σελ. 27 |
| 2.1.1 Διάρκεια της μελέτης..... | σελ. 28 |
| 2.1.2 Στρατηγική δειγματοληψίας..... | σελ. 28 |
| 2.1.3 Διαχειριστικά στοιχεία..... | σελ. 30 |
| 2.1.4 Βιολογικό υλικό (μύδια)..... | σελ. 32 |
| 2.2 Εργαστήριο..... | σελ. 32 |
| 2.3 Μεθοδολογία επεξεργασίας των μετρήσεων..... | σελ. 38 |
| 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | σελ. 39 |
| 3.1 Χωρική μεταβολή της μέσης απόστασης, του μέσου μήκους και του μέσου βάρους των αρμαθιών..... | σελ. 39 |
| 3.2 Η περίμετρος των αρμαθιών σε κάθε βάθος και κάθε σταθμό..... | σελ. 40 |
| 3.3 Χωρική μεταβολή του ολικού υγρού βάρους των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους..... | σελ. 41 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3.4 Χωρική μεταβολή του υγρού και ξηρού βάρους σώματος των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου..... | σελ 42 |
| 3.5 Χωρική μεταβολή του υγρού βάρους και μήκους του κελύφους των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους..... | σελ. 43 |
| 3.6 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους | σελ. 44 |
| 3.7 Χωρική μεταβολή της συχνότητας κατανομής μηκών των μυδιών | σελ. 45 |
| 3.8 Χωρική μεταβολή της συχνότητας κατανομής μηκών των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας ανά θέση αρμαθιάς..... | σελ. 46 |
| 3.9 Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών κατά την διάρκεια της μελέτης στην περιοχή της Χαλάστρας..... | σελ. 47 |
| 3.10 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας..... | σελ. 50 |
| 3.11 Χωροχρονική μεταβολή του ολικού υγρού βάρους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας..... | σελ. 51 |
| 3.12 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας..... | σελ. 52 |
| 3.13 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του ξηρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας..... | σελ. 53 |
| 3.14 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στις θέσεις της αρμαθιάς..... | σελ. 53 |
| 3.15 Χωρική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους και του μήκους των μυδιών σε σχέση με την θέση τους στην αρμαθιά και την παρουσία -απουσία <i>Eugymnanthea</i> | σελ. 55 |
| 3.16 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας για το υγρό και ξηρό βάρος των μυδιών ανάλογα με τον βαθμό πληρότητας στομάχου και με την παρουσία, απουσία της <i>Eugymnanthea</i> | σελ. 56 |
| 3.17 Ποσοστιαία % μεταβολή της παρουσίας, απουσίας της <i>Eugymnanthea</i> στον συνολικό αριθμό των μυδιών ανά θέση αρμαθιάς..... | σελ. 57 |
| 3.18 Χωρική μεταβολή παρουσίας, απουσίας της <i>Eugymnanthea</i> ανά αριθμό μυδιών..... | σελ. 58 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3.19 Χωρική μεταβολή του ποσοστού % της παρουσίας απουσίας της <i>Eugymnanthea</i> ανά θέση αρμαθιάς..... | σελ. 59 |
| 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ | σελ. 60 |
| 4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη ευρωστίας..... | σελ. 60 |
| 4.1.1 Ωοτοκία..... | σελ. 60 |
| 4.1.2 Τροφή..... | σελ. 61 |
| 4.1.3 Διαχείριση..... | σελ. 61 |
| 4.1.4 Ανταγωνισμός..... | σελ. 62 |
| 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ. 66 |
| 6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ | σελ. 67 |
| 7. SUMMARY | σελ. 68 |
| 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | σελ. 69 |

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008 και για την υλοποίησή της πέραν της προσωπικής εργασίας, συνέβαλε και πλήθος ανθρώπων τους οποίους οφείλω να ευχαριστήσω.

Αρχικά θα ήθελα να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κ. Γαληνού-Μητσούδη Σοφία για την ανάθεση της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης. Η συνεισφορά της στην πραγματοποίηση της μελέτης αυτής είναι διττή, αφού εκτός από τις γνώσεις και την πολύτιμη καθοδήγηση, μου προσέφερε και μεγάλη ηθική υποστήριξη κάθε φορά που τη χρειάστηκα.

Ευχαριστώ πολύ τα μέλη της επιτροπής για τις χρήσιμες επισημάνσεις τους. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Φαντίδου Ειρήνη, για την παροχή σημαντικής βιβλιογραφικής αναφοράς. Δε θα μπορούσα να παραλείψω την Παπουτσή Όλγα για τη βοήθεια και τη συνεργασία στην επεξεργασία των δειγμάτων της πειραματικής διαδικασίας. Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω το προσωπικό της Γραμματείας του τμήματος Αλιείας Τεχνολογίας & Υδατοκαλλιεργειών για την υποστήριξή τους στα χρόνια σπουδών μου.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στις συμφοιτήτριες μου και φίλες μου Αλεξάνδρου Μαρία και Καλαϊτζή Λεμονιά που ήτανε δίπλα μου στις δύσκολες στιγμές που πέρασα κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στους γονείς μου, Μαίρη και Φώτη, για την υλική και ηθική συμπαράσταση που έδειξαν, καθώς και για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους στις δυσκολίες που αντιμετώπισα, τόσο κατά την διάρκεια των σπουδών μου, όσο και κατά την διάρκεια της ζωής μου. Τέλος δεν υπάρχουν λόγια για να ευχαριστήσω τον αδερφό μου, Αλέξανδρο, για την έμπρακτη συνεισφορά του στην συγγραφή του θεωρητικού μέρους της πτυχιακής.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

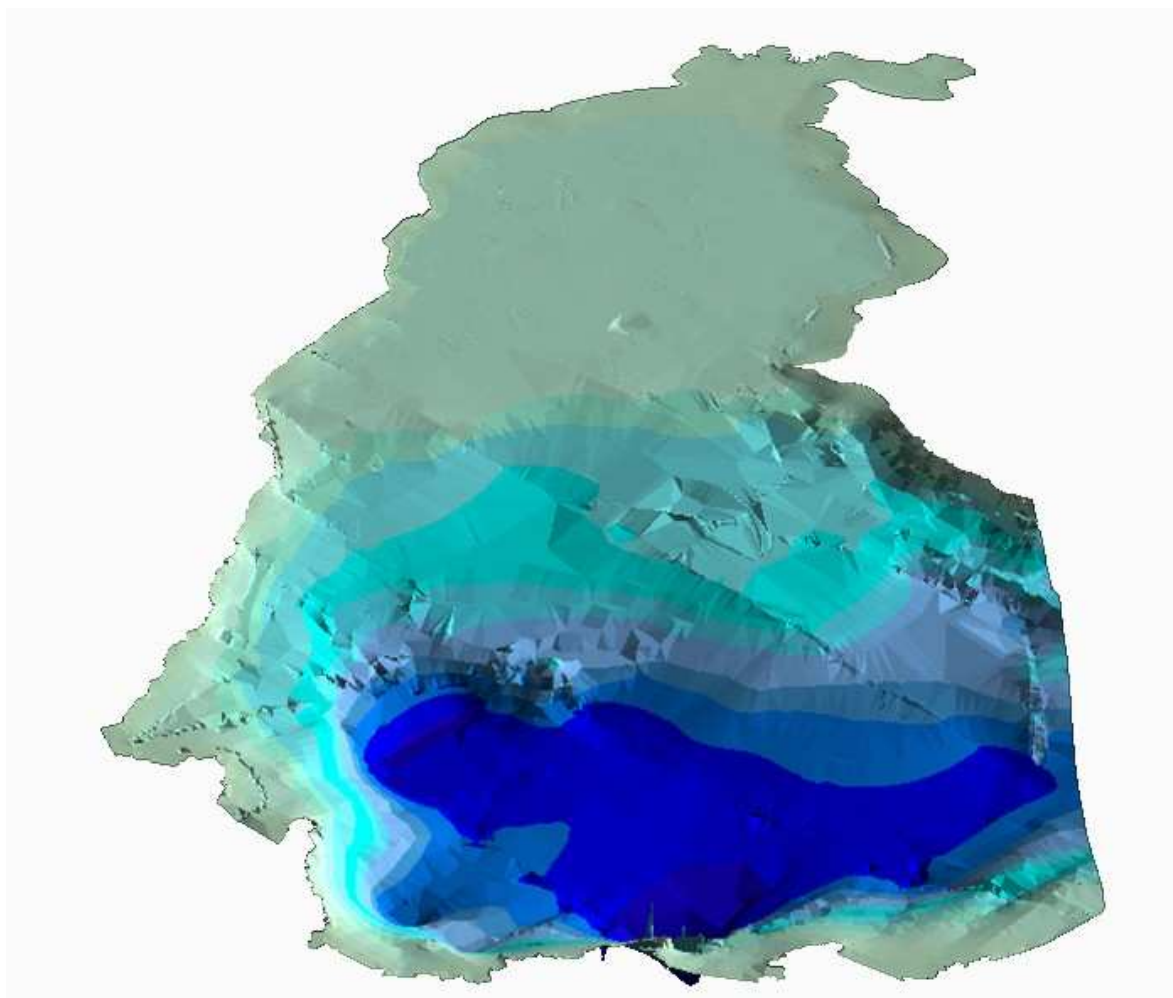
Τα δίθυρα μαλάκια (οστρακοειδή) είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί με παγκόσμια εξάπλωση και με ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην οικολογία των θαλάσσιων βιοκοινωνιών. Ο γρήγορος ρυθμός αύξησης και η μεγάλη θρεπτική αξία των οστρακοειδών αποτέλεσαν σημαντικά κίνητρα για την καλλιέργειά τους. Στη χώρα μας, ο Θερμαϊκός Κόλπος είναι η σημαντικότερη περιοχή παραγωγής και αλιείας οστρακοειδών (http://www.nearhus.gr/site/index.php?article_id=36&article_parent_id=15).

Ο Θερμαϊκός κόλπος (Εικ.1) αποτελεί τόσο σημαντικό όσο και εξαιρετικά ευαίσθητο οικοσύστημα, ως πεδίο άσκησης αλιευτικών, τουριστικών και ναυτιλιακών δραστηριοτήτων, ως τελικός αποδέκτης των εκροών μιας εκτενέστατης περιοχής, που περιλαμβάνει το μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης και την πεδιάδα της Κεντρικής Μακεδονίας (Φάμελλος κ.ά., 2008).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι κόλποι της Θεσσαλονίκης και του Θερμαϊκού αποτελούν τις πιο σημαντικές θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας, μεγάλα τμήματα των οποίων εντάσσονται στις υγροτοπικές περιοχές που προστατεύονται από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία (NATURA 2000, Συνθήκη Ramsar).

Οι περισσότερες μονάδες μυδοκαλλιεργειών βρίσκονται σε αυτούς τους κόλπους και αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή παραγωγής καλλιεργούμενων μυδιών. Η μυδοκαλλιέργεια στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι μια εξελισσόμενη δυναμική δραστηριότητα που προσφέρει κοινωνικά (εργασία), οικονομικά (συνάλλαγμα) και εθνικά (εξαγωγές, συνεργασίες) οφέλη (Α. Τ. Ε. Ι. Θ. 2007).

Οι μελέτες για την εκτροφή των μυδιών στην Ελλάδα είναι σχετικά λίγες. Μερικές από αυτές είναι: Για την αύξηση των καλλιεργούμενων πληθυσμών και την ποιότητα των μυδιών στο Θερμαϊκό όπως η Κράββα (2000), Ε.Κ.Θ.Ε (2001), οι Galinou- Mitsoudi *et al.* (2002). Οι Galinou- Mitsoudi *et al.* (2002), αναφέρθηκαν στην επίδραση των ενδοβιοτών στην ανάπτυξη. Κυκλοφορία του νερού σε περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και διαχειριστικές παρεμβάσεις χωροταξικής και περιβαλλοντικής βελτίωσης (Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2007)



Εικόνα 1: Τρισδιάστατη βυθομετρική απεικόνιση Θερμαϊκού κόλπου – Β.Δ Αιγαίου (Φυτιανός 2008)

1.2 ΜΥΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Ένα από τα πιο αμφισβητούμενα ζητήματα όσον αφορά την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας σε όλο τον κόσμο είναι η έννοια της «φέρουσας ικανότητας του συστήματος» (Inglis *et al.* 2000 από Christopher *et al.*, 2006). Βάση αυτής της ικανότητας φορτίζεται με μονάδες υδατοκαλλιέργειας η περιοχή ενδιαφέροντος. Η φέρουσα ικανότητα διαιρείται σε τέσσερις λειτουργικές κατηγορίες:

α) Φυσική φέρουσα ικανότητα: Η έννοια της περιγράφει την περιοχή που είναι γεωγραφικά διαθέσιμη και φυσικοχημικά επαρκής για έναν ορισμένο τύπο

υδατοκαλλιέργειας. Οι φυσικές παράμετροι πρέπει επίσης να περιλαμβάνουν ορισμένες βασικές χημικές μεταβλητές (π.χ. αλατότητα, συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου) αλλά και μη βιολογικές ή οργανοχημικές μεταβλητές (π.χ. μοριακός οργανικός άνθρακας ή συγκέντρωση χλωροφύλλης), οι οποίες εξετάζονται κατά την υπολογισμό της παραγωγικής και της οικολογικής φέρουσας ικανότητας (Christopher *et al.*, 2006).

β) Παραγωγική φέρουσα ικανότητα: Αποτελεί το βελτιστοποιημένο στάδιο της επίτευξης των στόχων παραγωγής των ειδών. Η διατροφή των διθύρων γίνεται μέσω διήθησης νερού στηριζόμενη κυρίως στους φυσικούς πόρους και στη λειτουργία του οικοσυστήματος (Carver & Mallet 1990, Bacher *et al.* 1998 από Christopher *et al.*, 2006). Η συγκεκριμένη φέρουσα ικανότητα είναι αυτή που παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες για τις ποικίλες βιολογικές παραμέτρους ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η φυσική φέρουσα ικανότητα μιας περιοχής ενδιαφέροντος (π.χ. διαθεσιμότητα τροφής).

γ) Οικολογική φέρουσα ικανότητα: Κινείται σε γενικές γραμμές στην εξέταση ολόκληρου του οικοσυστήματος και όλων των δραστηριοτήτων της καλλιέργειας από τη συλλογή του γόνου μέχρι τη συγκομιδή και την επεξεργασία, με πρωταρχικό ενδιαφέρον στην οικολογική συνείδηση (Christopher *et al.*, 2006).

δ) Κοινωνική φέρουσα ικανότητα: Η κοινωνική φέρουσα ικανότητα περιλαμβάνει τις ανωτέρω τρεις κατηγορίες καθώς επίσης και ανταλλαγές απόψεων μεταξύ όλων των συμμετεχόντων προκειμένου να ικανοποιηθούν τα αιτήματα και του πληθυσμού (κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες όπως η παραδοσιακή αλιεία, η απασχόληση και η ψυχαγωγία) και του περιβάλλοντος (Dolmer & Frandsen, 2002, Hoagland *et al.*, 2003, Stead *et al.*, 2003 από Christopher *et al.*, 2006).

Για να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας, πρέπει να υπάρξει κατανόησή των περιβαλλοντικών προβλημάτων, τα οποία συνδέονται με τις δραστηριότητες των υδατοκαλλιεργειών και ειδικότερα της επίδρασή τους στο οικοσύστημα και στην φέρουσα ικανότητα της περιοχής υδατοκαλλιέργειας (Satoru *et al.* 2004).

1.2.1 Συστήματα καλλιέργειας

Η μυδοκαλλιέργεια είναι μια μη εντατική μορφή εκτροφής που στηρίζεται στις φυσικές διαδικασίες για την προμήθεια γόνου και τροφής (Inglis 2000). Η επιλογή της

μεθόδου καλλιέργειας ανά τον κόσμο εξαρτάται από τη θέση, το κόστος και την λειτουργία της εγκατάστασης.

Σήμερα τα πιο διαδεδομένα συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

Καλλιέργεια βυθού

Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της καλλιέργειας είναι η συγκομιδή του γόνου από φυσικά αποθέματα και η μεταφορά του, σε περιοχές που προορίζονται για τη καλλιέργειά του (<http://www.blueseedproject.com/index.php/44/shellfish-farming>).

Στην καλλιέργεια βυθού δραστηριοποιούνται οι παραγωγοί στην Ολλανδία, στη Γερμανία, και σε μικρότερο βαθμό στην Ιρλανδία και τη Μ. Βρετανία. Συνολικά, αυτού του είδους η καλλιέργεια αντιπροσωπεύει το 15 % της συνολικής δραστηριότητας (Spencer 2002).

Καλλιέργεια στη στήλη του νερού

Το 85 % της καλλιέργειας εφαρμόζεται με τη συγκεκριμένη μέθοδο. Ο λόγος του μεγάλου αυτού ποσοστού είναι κάποια βασικά πλεονεκτήματα, όπως η καλύτερη πρόσβαση στην τροφή που μεταφέρεται από τα ρεύματα και την προστασία των μυδιών από τους θηρευτές (Spencer 2002).

Το Πασσαλωτό (pole)

Είναι η πιο παλιά μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη έχοντας την καταγωγή της στην Γαλλία. Πραγματοποιείται με τη βύθιση ξύλινων πασσάλων στο πυθμένα της θάλασσας πάνω στους οποίους τυλίγονται ελικοειδείς αρμαθίες με τα όστρακα (στα γαλλικά bouchot). Τοποθετούνται στη μεσοπαραλιακή ζώνη έτσι ώστε να είναι 2-3 m πάνω από το πυθμένα. Αυτή η μέθοδος καλλιέργειας μπορεί να αποτελείται από 125 πασσάλους και να έχει μήκος πάνω από 50 m (Hurlburt & Hurlburt, 1980 από Hickman in Gosling 1992).

Για τη συλλογή του γόνου οι πάσσαλοι τοποθετούνται στις αρχές του χρόνου. Ο γόνος αρμαθιάζεται σε κυλινδρικά δίχτυα μήκους 3-5 m που δένονται γύρω από τον πάσσαλο. Τα μύδια σε κάποιες περιπτώσεις χρειάζονται αραίωση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Στην μέθοδο του πασσαλωτού στη Γαλλία στον Ατλαντικό για την εκτροφή του *Mytilus edulis* η παραγωγή φτάνει το εμπορεύσιμο μέγεθος (>4 cm) σε 12-18 μήνες και από κάθε πάσσαλο αλιεύονται 25 kg /έτος (Gosling 2003).

Σύστημα με σχεδίες (raft)

Το σύστημα αυτό βασίζεται στην κατασκευή σχεδίας με πλωτήρες από πλαστικό ή ξύλο επενδυμένο με τσιμέντο ή fiberglass για προστασία. Το πλαίσιο αποτελείται από παράλληλα ξύλινα δοκάρια από ευκάλυπτο και έτσι κατασκευάζεται μια τετράγωνη σχεδία 20 m από όπου κρέμονται 500 σχοινιά, τοποθετημένα σε απόσταση 50 cm μεταξύ τους πάνω σε δοκάρια που απέχουν 50 cm μεταξύ τους. Μια τέτοια κατασκευή παράγει 60 t/έτος (Mason 1972 από Spencer 2002).

Η Ισπανία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χώρα μυδιών στην Ευρώπη και παράγει με την μέθοδο της σχεδίας το είδος *Mytilus edulis* στην βορειοδυτική ακτή (Vigo, Arosa). Συνολικά υπάρχουν 3.000 σχεδίες σε όλη την περιοχή και η παραγωγή το 1999 ήταν 262.000 t. Τα μύδια φτάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος 8-10 cm σε 13-16 μήνες. Παλιότερα που η πυκνότητα στις σχεδίες ήταν μικρότερη, ο χρόνος για την επίτευξη του εμπορεύσιμου μεγέθους ήταν 8-9 μήνες (Gosling 2003). Οι κατασκευές αυτές επειδή τοποθετούνται σε περιοχές με μεγάλο εύρος παλίρροιας χρειάζονται βάθος νερού αρκετά μέτρα μεγαλύτερο από το μήκος των αρμαθιών, έτσι ώστε κατά την άμπωτη να μην ακουμπούν οι αρμαθιές στον βυθό και γίνονται ευάλωτες στους θηρευτές.

Το πλωτό σύστημα (longline)

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται σε Νέα Ζηλανδία, Ιταλία, Σουηδία, Αμερική και στην χώρα μας με τις κατάλληλες προσαρμογές (Veverica 1982).

Αποτελείται από ένα οριζόντιο σχοινί από πολυπροπυλένιο (μάννα) που επιπλέει στην επιφάνεια ή 1,5-3 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας με την βοήθεια πλωτήρων, (Εικ. 2) από όπου κρέμονται σχοινιά με μύδια, σε απόσταση 50 cm μεταξύ τους. Σε ισχυρά ρεύματα, τοποθετούνται βαρίδια στα σχοινιά για να διατηρούνται κάθετα. Ο αριθμός και το μέγεθος των πλωτήρων εξαρτάται από το βάρος που πρόκειται να σηκώσουν (π.χ. ένα σχοινί μήκους 200 m και διαμέτρου 18-30 mm στηρίζεται σε 25-30 πλωτήρες που έχουν απόσταση μεταξύ τους 0,5-1,5 m). Τα κάθετα σχοινιά είναι μήκους 4-6 m και διαμέτρου 14-18 mm. Τοποθετούνται κατά μήκος των

σχοινιών ξύλινες σφήνες μήκους 25 mm κάθε 25-40 cm, για να εμποδίσουν τα μύδια να «χυθούν», πρακτική που ακολουθείται και στις σχεδίες (Spencer 2002).



Εικόνα 2: Καλλιέργεια μυδιών με πλωτό σύστημα (<http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/multimedia/fig9.jpg>)

Το σύστημα διπλής γραμμής είναι πολύ διαδεδομένο στην Ν. Ζηλανδία. Αποτελείται από δύο παράλληλα οριζόντια σχοινιά (μάνες) που έχουν το πλεονέκτημα να έχουν κοινό αγκυροβόλιο σε κάθε άκρο και οι πλωτήρες που συνδέουν τις 2 γραμμές εύκολα δένονται και αφαιρούνται από το σύστημα. Οι διαστάσεις ποικίλουν ενώ η κατεύθυνση των γραμμών είναι ίδια με την κατεύθυνση των ρευμάτων και η απόσταση των διπλών γραμμών μεταξύ τους είναι περίπου 50 m και 50 m τουλάχιστον από την ακτή, με σκοπό την κυκλοφορία μιας βάρκας ανάμεσά τους, για την διαχείριση της παραγωγής. Σε μερικές χώρες χρησιμοποιούν το σύστημα αυτό βυθισμένο για να αποφύγουν τον άνεμο και την κυματική δράση (Γαλλία), αλλά και το πάγωμα της θάλασσας (Καναδάς). Η Γαλλία παράγει 30.000 t/έτος (1993) στις εκτεθειμένες ακτές του Ατλαντικού και της Μεσογείου (Spencer 2002).

1.2.2 Περιοχές Μυδοκαλλιέργειας Στον Κόσμο

Τα μύδια καλλιεργούνται σε πολλές περιοχές στον κόσμο (Εικ.3) και κυρίως τα είδη *Mytilus edulis* και *Mytilus galloprovincialis*.



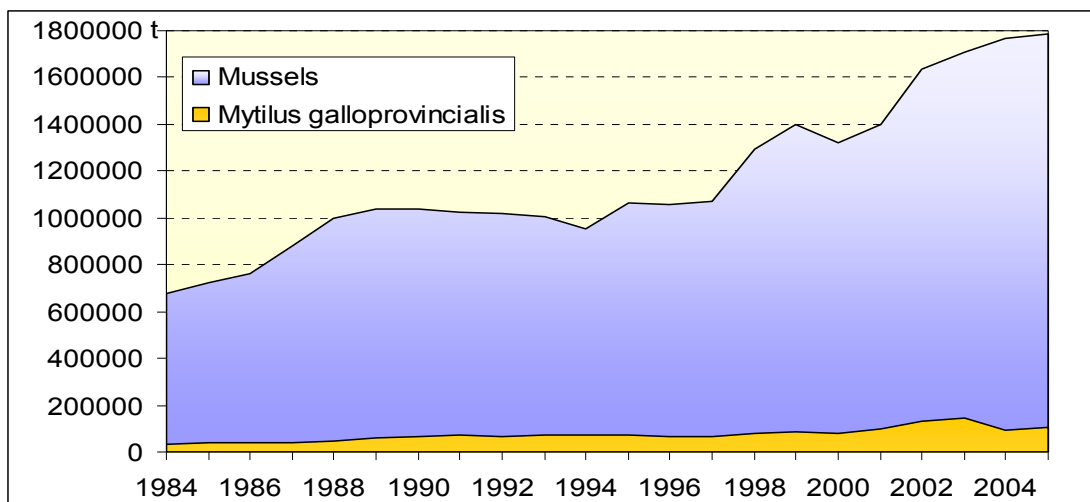
Εικόνα 3: Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση του *Mytilus galloprovincialis* (FAO Fishery Statistics 2002).

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί μυδιών είναι η Κίνα, η Ισπανία, η Ολλανδία, η Δανία, η Ιταλία και η Ελλάδα.

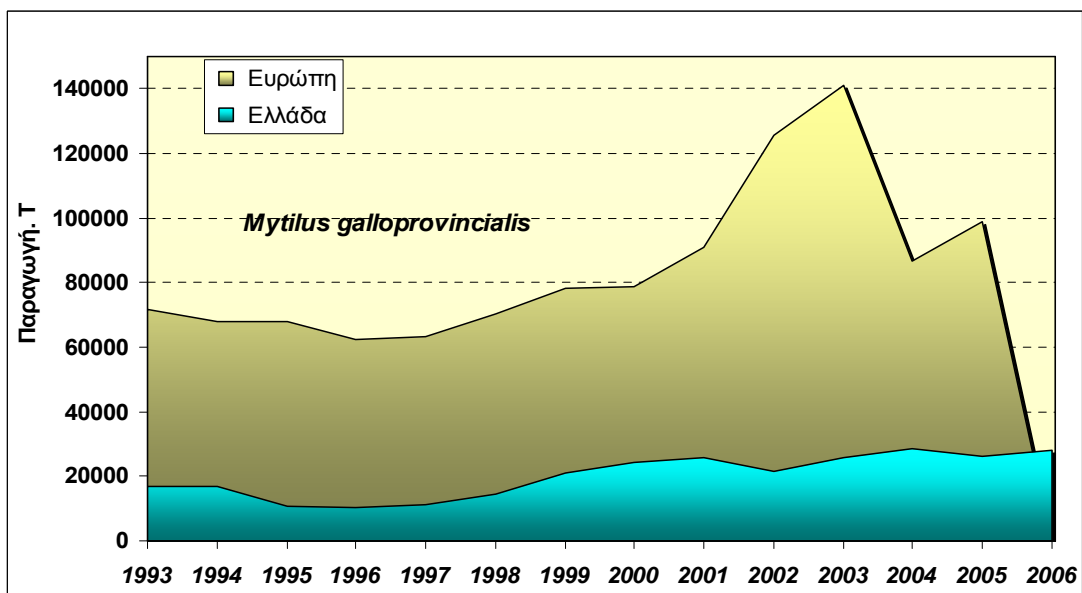
Το *Mytilus galloprovincialis* συναντάται σε ηπειρωτικά κλίματα αλλά σε πιο θερμά νερά. Στην Ευρώπη εμφανίζεται στις νήσους της Βρετανίας, στην Ιβηρική Χερσόνησο και στην Μεσόγειο. Στο βόρειο ημισφαίριο συναντάται στην νότια Καλιφόρνια, την Ιαπωνία, το Χόνγκ Κόνγκ και κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Κίνας, ενώ στο νότιο ημισφαίριο στην δυτική Αυστραλία, την Τασμανία, τη Ν. Ζηλανδία και την Ν. Αφρική (Spencer 2002).

1.2.3 Παγκόσμια Παραγωγή

Με βάση τα στοιχεία του έτους 2005 (Eurostat 2008) η παγκόσμια παραγωγή μυδιών πλέον είναι περίπου 1.800.000 t, εκ των οποίων περίπου 100.000 t αποτελούν την παραγωγή του μεσογειακού μυδιού *Mytilus galloprovincialis* (Εικ.4). Η ίδια πηγή αναφέρει ότι η συνολική ευρωπαϊκή παραγωγή *Mytilus galloprovincialis* είναι λίγο μικρότερη από 100.000 t, και η Ελλάδα παρουσιάζει το 1/5 της ευρωπαϊκής παραγωγής (Εικ. 5).



Εικόνα 4: Παγκόσμια παραγωγή μυδιών καθώς και παγκόσμια παραγωγή του *Mytilus galloprovincialis* από καλλιέργειες (Eurostat 2008).



Εικόνα 5: Ευρωπαϊκή παραγωγή του είδους *Mytilus galloprovincialis* καθώς και η ελληνική παραγωγή από καλλιέργειες (Eurostat 2008).

1.2.4 Περιοχές Μυδοκαλλιέργειας Στην Ελλάδα

Η καλλιέργεια οστράκων έχει μια μακρά ιστορία από τον 4^ο αιώνα π.Χ. στην Ελλάδα. Σήμερα συναντάται κυρίως στην Αλεξανδρούπολη, στον Αμβρακικό, στο Πόρτο-Λάγος, στο Μαλιακό, στο Σαρωνικό και στο Στρυμονικό και κυρίως στους Κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού (Εικ.6, 7).

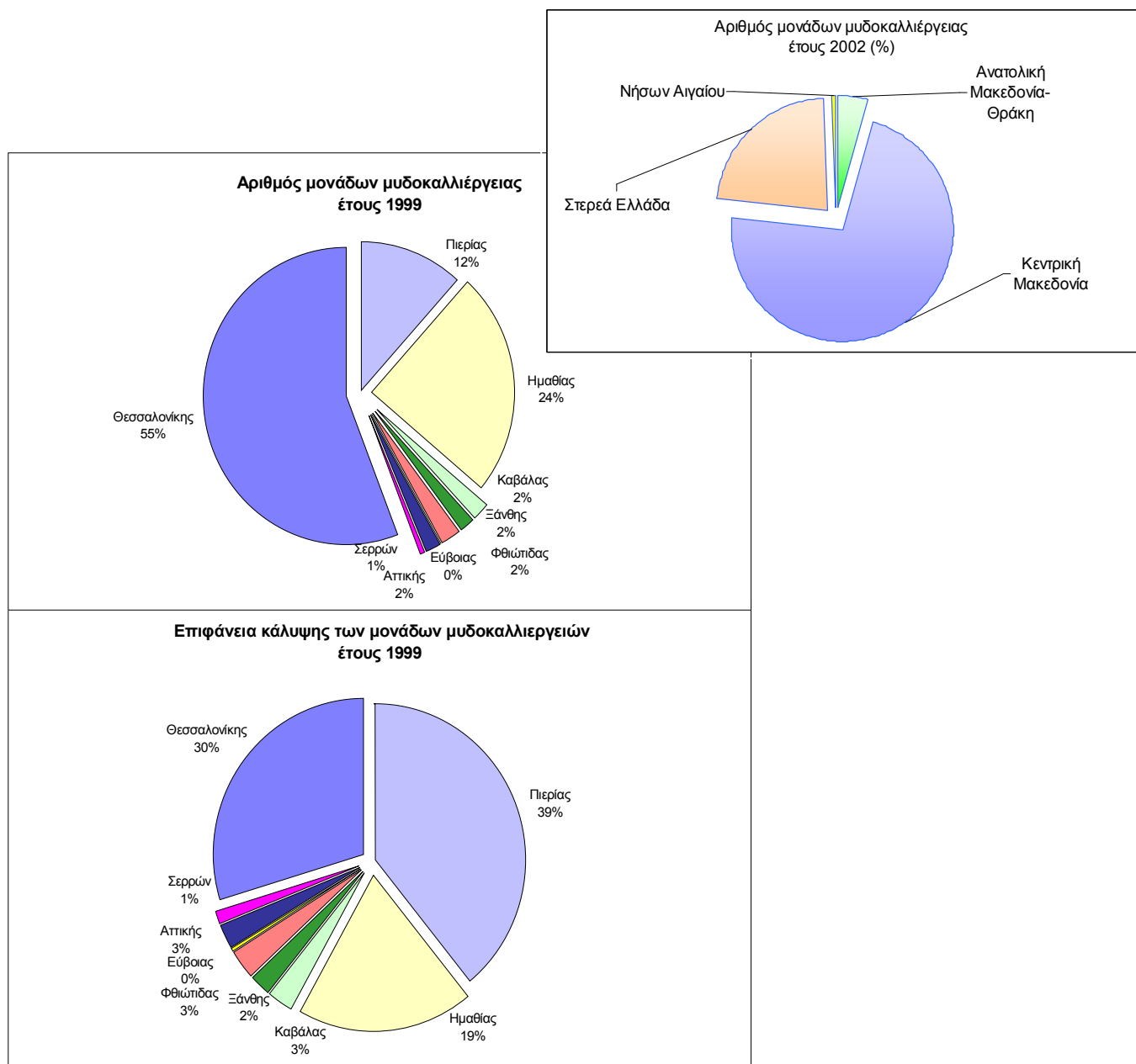


Εικόνα 6: Κύριες περιοχές στην Ελλάδα όπου καλλιεργείται το μύδι (*Mytilus galloprovincialis*). 1 = Αλεξανδρούπολη, 2 = Πόρτο Λάγος, 3 = Στρυμονικός, 4 = Θεσσαλονίκη και Θερμαϊκός, 5 = Αμβρακικός, 6 = Μαλιακός, 7 = Σαρωνικός (Γαληνού-Μητσούδη 1999).

Η παραγωγή αυτή προέρχεται κυρίως από τις παρακάτω περιοχές:

- ▶ Πιερίας (Κίτρος - Μακρύγιαλος, Δ. Θερμαϊκός, Νομός Πιερίας - αποκλειστικά με το πλωτό σύστημα).
- ▶ Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα (ΒΔ Θερμαϊκός – με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα) που χωρίζεται διοικητικά σε :
 - Αξιού - Λουδία (Κύμνα-Μάλαρα, Νομός Θεσσαλονίκης).
 - Λουδία - Αλιάκμονα (Κλειδί, Νομός Ημαθίας).

- ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Νομός Θεσσαλονίκης– με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα).
- Α Θερμαϊκού κόλπου (Νομός Θεσσαλονίκης– με πλωτό σύστημα).



Εικόνα 7 : Αριθμός μονάδων μυδοκαλλιέργειας και αντίστοιχη στρεμματική κάλυψη ανά νομό στην Ελλάδα για το έτος 1999 (Γαληνού-Μητσούδη 1999). Πάνω δεξιά, αριθμός μονάδων μυδοκαλλιέργειας ανά Περιφέρεια στην Ελλάδα για το έτος 2002 (ΕΣΥΕ, 2002).

1.2.5 Η παραγωγή μυδιών στην Ελλάδα

Η Ελληνική παραγωγή μυδιών άρχισε να αυξάνει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, δηλαδή μια εικοσαετία αργότερα από ότι στην Ευρώπη (Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2007). Από τους 28.000 τόνους μυδιών που αποτελούν την ελληνική παραγωγή (Εικ. 5) το 80-90% της παραγωγής αυτής εξάγεται κυρίως, στην Ιταλία.

Η αξία παραγωγής στην περιοχή μελέτης είναι 10 εκατομμύρια ευρώ ετησίως (Ζανου & Αναγνωστού [2001](#) από Karageorgis *et al.* 2004) και περίπου 1000 άτομα απασχολούνται στις μονάδες.

Σύμφωνα με το Ε.Κ.Θ.Ε (2001) η παραγωγή των μυδιών στην περιοχή της Χαλάστρας σε πλωτά συστήματα ήταν 10.998 t και στα πασσαλωτά 18.069 - 33.208 t.

1.3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο Θερμαϊκός Κόλπος (Εικ. 7) έχει συνολική επιφάνεια 5100 km², βρίσκεται στο βορειοδυτικό Αιγαίο και αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση ημίκλειστης λεκάνης. Περιορίζεται προς τα ανατολικά από τη χερσόνησο της Κασσάνδρας, προς τα δυτικά από τις ακτές του νομού Πιερίας και προς τα βόρεια από την ακτογραμμή της πόλης της Θεσσαλονίκης. Προς τα νότια υπάρχει η μοναδική επικοινωνία του κόλπου με το Αιγαίο που οροθετείται από τη νοητή γραμμή των ακρωτηρίων Πλαταμώννα (δυτική ακτή) και Ποσειδίου (ανατολική ακτή) μήκους 55 km. Από καθαρά γεωμορφολογική άποψη, διακρίνεται σε τρία επιμέρους τμήματα (Ε.Κ.Θ.Ε, 1994):

- Τον όρμο της Θεσσαλονίκης, που αποτελεί το βορειότερο τμήμα του κόλπου γύρω από τον οποίο βρίσκεται η πόλη της Θεσσαλονίκης και εκτείνεται μέχρι τη νοητή γραμμή Παλιομάννας–Μικρού Εμβόλου (μέγιστο βάθος 25 m).

- Τον κόλπο της Θεσσαλονίκης, ο οποίος συνορεύει με τον όρμο και εκτείνεται μέχρι τα ακρωτήρια Μεγάλο Έμβολο και Βαρδάρη (μέγιστο βάθος 28 m), στις εκβολές Αξιού και

- Τον νότιο ή εξωτερικό Θερμαϊκό κόλπο, που έχει χαρακτηριστικά ανοιχτής θάλασσας και εκτείνεται μέχρι την ευθεία των ακρωτηρίων Ποσειδί (Κασσάνδρα) - Δερματάς (Όσσα), (Φάμελλος κ.ά. 2008) όπου το μέγιστο βάθος ξεπερνά τα 110 m.

Τα επιφανειακά ιζήματα του βυθού προέρχονται κυρίως από τους ποταμούς Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα (Poulos & Drakopoulos 2004) και διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες :

1. Λασπώδη ιζήματα (λάσπη, συνήθως αργιλώδης) με πολύ μικρό ποσοστό άμμου (<5%) που καλύπτουν το βόρειο και δυτικό μέρος του Κόλπου,
2. Λασπώδη άμμο που καλύπτει κυρίως το κεντρικό και ανατολικό μέρος του, και
3. Αμμώδη λάσπη που είναι επίσης παρούσα (Karageorgis & Anagnostou, 2001 από Poulos & Drakopoulos 2004).

Η παράκτια ζώνη όπου ασκείται η δραστηριότητα της οστρακοκαλλιέργειας περιλαμβάνει περιοχές:

- α) Υγροτοπικές: Υγροτοπικές περιοχές χαρακτηρίζεται όλο το εκβολικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων και των δέλτα των ποταμών Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, Γαλλικού σε βάθη θάλασσας μικρότερα των 6 m των αλυκών του Κίτρου, Αγγελοχωρίου και της Επανομής.
- β) Θαλάσσιες: Εκεί είναι εγκατεστημένες οι μονάδες καλλιέργειας.
- γ) Χερσαίες: Στην παραλία υπάρχουν τα αλιευτικά καταφύγια και η υποδομή στήριξης των μυδοκαλλιεργητών.

1.3.1 Κλίμα Θεσσαλονίκης

Το κλίμα στην περιοχή χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό και μεταβαίνει σε μεσογειακό στην παράκτια περιοχή. Η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 0 °C με 38 °C (Poulos et al. 2000). Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 9 °C -17,5 °C, ενώ η ετήσια βροχόπτωση 400 mm -1300 mm (Poulos et al. 2000).

Το χειμώνα παρατηρούνται βόρειοι-βορειοδυτικοί άνεμοι (επικρατούντες άνεμοι στη διάρκεια του έτους), ενώ το καλοκαίρι η μεταβλητότητα αυξάνεται με επικρατέστερους ανέμους νότιους και δυτικούς (Hyder et al. 2002, ΥΠΓΕ 2003). Ο πρώτος φυσάει ανά διαστήματα κυρίως το χειμώνα με διάρκεια 4-6 ημέρες και με ταχύτητα που μπορεί να φτάνει τα 20 m/sec.

Το μελέμι είναι ενεργό από Μάιο έως Σεπτέμβριο νότια του κόλπου. Φυσάει κατά διαστήματα στις αρχές και σταθεροποιείται κατά τα μέσα Ιουλίου με Σεπτέμβριο,

αυξάνοντας ταυτόχρονα σε ένταση (φυσάει από βόρεια και βορειοανατολικά). Το καλοκαίρι εμφανίζεται επίσης ημερήσια θαλάσσια αύρα (5-10 m/sec), προερχόμενη από τα νότια και τα νοτιοανατολικά (Hyder et al. 2002). Η επίδρασή της είναι σημαντική, όταν δε φυσούν τα μελέμια (Poulos et al. 2000). Γενικά πάντως, η βόρεια συνιστώσα του ανέμου έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα (40 %), (Karageorgis & Anagnostou 2001) καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου..

1.3.2 Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού.

Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράμετροι του νερού που είναι σημαντικοί για την διαβίωση και ανάπτυξη των μυδιών είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα ρεύματα, το διαλυμένο οξυγόνο, τα θρεπτικά άλατα και οι ποσότητες φυτοπλαγκτού.

Πιο αναλυτικά, η θερμοκρασία στο Θερμαϊκό κόλπο παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές της μεταξύ Φεβρουαρίου και Μαρτίου. Μετά ξεκινά μια συνεχής αύξησή της που φτάνει και στα βαθύτερα θαλάσσια στρώματα στα τέλη Μαΐου και συνεχίζει να αυξάνεται μέχρι και τον Αύγουστο, οπότε αρχίζει μια σταδιακή μείωση προς τις αρχές χειμώνα, χωρίς όμως να εμφανίζονται έντονες βαθμίδες θερμοκρασίας με το βάθος (ΕΚΘΕ 2001).

Η αλατότητα στο διάστημα Φεβρουαρίου – Μαρτίου εμφανίζει τις μικρότερες τιμές στην επιφάνεια και τις μεγαλύτερες στον πυθμένα. Στο διάστημα αυτό εμφανίζεται το έντονο αλοκλινές. Το αλοκλινές μειώνεται κατά την μετάβαση στους θερινούς μήνες και παρουσιάζεται σε συνεχώς μειωμένο βάθος. Όπως και με την θερμοκρασία, από τον Μάιο η θαλάσσια στήλη γίνεται πιο ομοιογενής. Τον Νοέμβριο παρατηρείται αυξημένη αλατότητα στα βαθύτερα στρώματα της ανατολικής περιοχής που υποδηλώνει εισροή νερών από το Β. Αιγαίο (ΕΚΘΕ 2001).

Το επιφανειακό στρώμα στον εσωτερικό Θερμαϊκό χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό διαλυμένου οξυγόνου. Μετρήσεις τριών ετών (1997-1999) εντός του κόλπου έδειξαν ότι το διαλυμένο οξυγόνο κυμάνθηκε από 2,6 ml l⁻¹ έως 7,6 ml l⁻¹ (Karageorgis 2001). Σύμφωνα με Moriki *et.al.* (2007) οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στα ΝΔ του Θερμαϊκού κόλπου ήταν εξαιρετικά χαμηλές (από 1,8-6,2 ml O₂ / l), κυρίως κοντά στον πυθμένα.

Τα θρεπτικά άλατα στην περιοχή του κόλπου εμφανίζουν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις, οι οποίες οφείλονται στις εισροές των ποταμών. Επίσης παρουσιάζουν μεγάλες χρονικές διακυμάνσεις επειδή οι κυριότερες πηγές των νιτρικών και

φωσφορικών είναι η γεωργία, με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών συγκέντρωσης το καλοκαίρι λόγω αρδεύσεων, ενώ τον Νοέμβριο- Δεκέμβριο λόγω βροχοπτώσεων (ΕΚΘΕ 2001). Οι τιμές των θρεπτικών στην Χαλάστρα είναι χαρακτηριστικές των παράκτιων περιοχών (αρκετά υψηλές) επειδή οι περιοχές αυτές επηρεάζονται από ανθρωπογενείς δράσεις και εισροές των ποταμών. Συγκριτικές μετρήσεις τη περίοδο 1995-1996 (Κράββα 2000) με το 2000 έδειξαν ότι τα νιτρικά και τα νιτρώδη κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα, ενώ οι μέγιστες τιμές φωσφορικών αυξήθηκαν κατά 100μg/l και των αμμωνιακών μειώθηκαν κατά 15 μg/l (ΕΚΘΕ 2001). Τα νιτρικά άλατα αυξάνονται το Σεπτέμβριο, το Οκτώβριο και τον Νοέμβριο, που συμπίπτει με την άνθηση του φυτοπλαγκτού. Μειώνονται σταδιακά από το Μάρτιο προς Μάιο και διατηρούν χαμηλές τιμές το καλοκαίρι. Τα νιτρώδη διατηρούνται σταθερά και έχουν καταγραφεί υψηλές τιμές τον Οκτώβριο. Τα αμμωνιακά και πυριτικά εμφανίζουν σταδιακή αύξηση τον Σεπτέμβριο. Τα φωσφορικά είναι γενικώς αυξημένα με μέγιστα τον Ιούνιο και το Φθινόπωρο.

Επίσης ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την αύξηση των μυδιών αποτελεί η διαθεσιμότητα τροφής (φυτοπλαγκτόν-χλωροφύλλη-α) (Okumus 2001). Σύμφωνα με το ΕΚΘΕ (2001), η ευρύτερη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών την περίοδο του 2000 που πραγματοποιήθηκε η μελέτη τους, παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις φυτοπλακτικής βιομάζας και στηρίζει μια μεγάλη παραγωγή μυδιών ανά έτος. Η χλωροφύλλη –α δείκτης της φυτοπλακτικής βιομάζας, διατηρούμενος σε επίπεδα γύρω στο 1 μg l⁻¹, μπορεί να υποστηρίξει ρυθμό αύξησης μυδιών >2 mm/μήνα (Stirling & Okumus, 1995) .

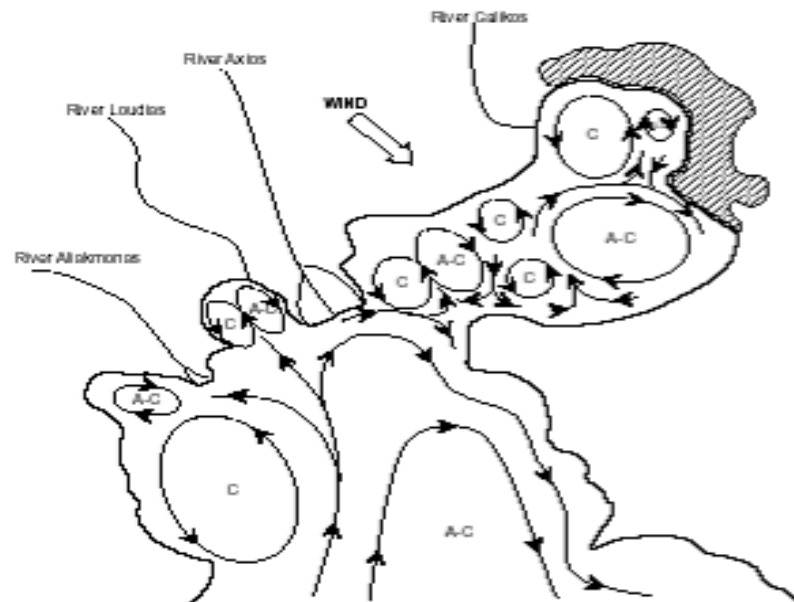
Τέλος η συγκέντρωση των μετάλλων Cd, Cu, Cr στην σάρκα των μυδιών του Θερμαϊκού δεν ξεπερνούν τα ανώτατα όρια που έχει θεσπίσει η Ε.Σ. (Ε.Σ. 1995).

1.3.3 Θαλάσσια Κυκλοφορία

Ο κόλπος του Θερμαϊκού είναι μία ημίκλειστη ρηχή λεκάνη με βάθος 10-75 m που περικλείεται από τις τρεις πλευρές από ξηρά και ένα μοναδικό άνοιγμα από τον νότο. Το εύρος της παλίρροιας είναι 0,25 m.

Στην περιοχή φυσούν Β, ΒΔ άνεμοι και το κοινό μελτέμι (ΒΑ) και δημιουργούν μια σειρά από κυκλωνικές (C) και αντικυκλωνικές (Α-С) δίνες (Εικ.8). Η προσομοίωση έδειξε ότι η ανταλλαγή του νερού δια μέσου της στενής εισόδου του όρμου της Θεσσαλονίκης είναι ελάχιστη για τους ανέμους που πνέουν στην περιοχή και αυτό έχει

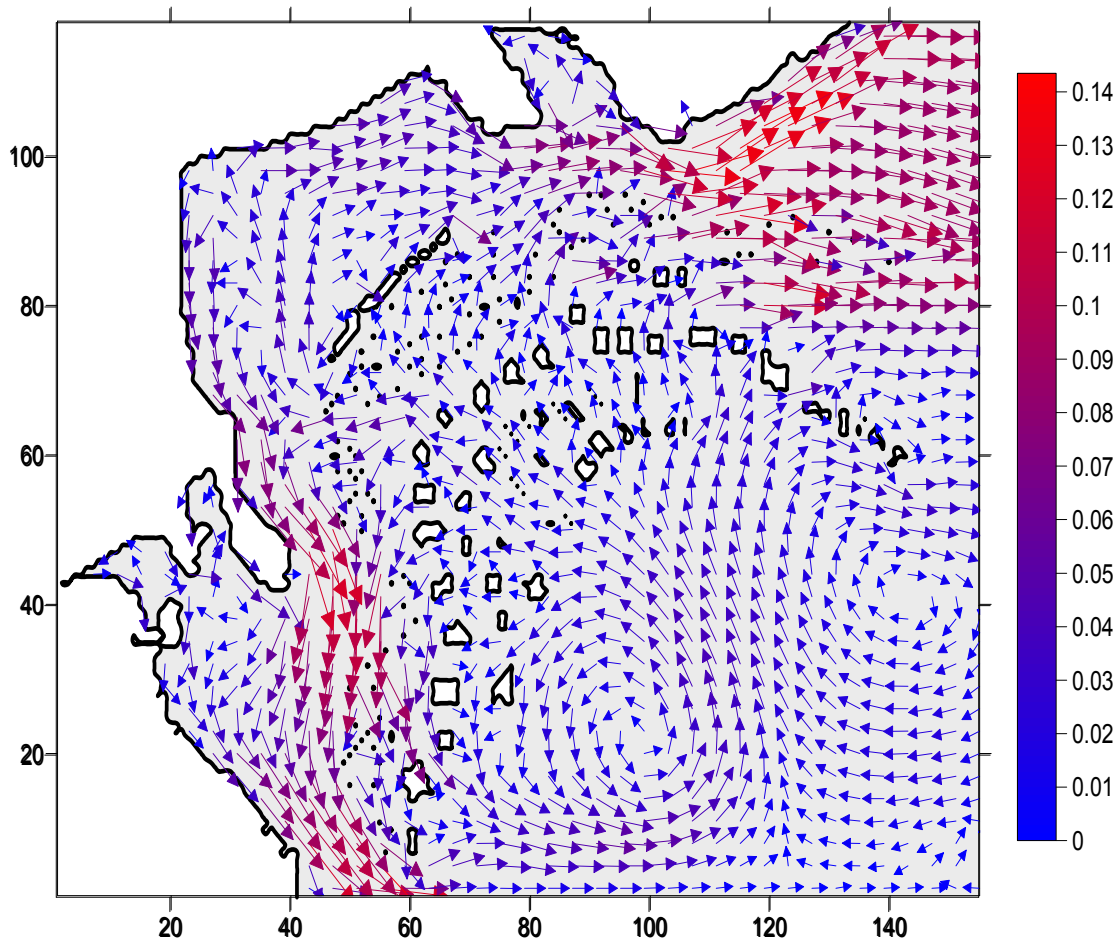
καθοριστική επίδραση στην διάλυση και διασπορά των ρύπων στο βορειότερο μέρος του κόλπου (Barber & Volakos 1997).



Εικόνα 8 : Προβλεπόμενη υδροδυναμική κυκλοφορία προκαλούμενη από τον επικρατέστερο Β-ΒΔ άνεμο στον Θερμαϊκό κόλπο. Α=αντικυκλωνική, C=κυκλωνική ροή. (Barber & Volakos 1997).

Πιο συγκεκριμένα, στην λεκάνη της Χαλάστρας όταν πνέει Βόρειος Βορειοδυτικός άνεμος (επικρατέστερος στην περιοχή) (Εικ.9), δημιουργούνται ανατολικά βορειοανατολικά ρεύματα στη βόρεια και ανατολική πλευρά της λεκάνης, νότια και νοτιοανατολικά ρεύματα στην δυτική και νότια πλευρά, και νοτιοανατολικά ρεύματα δημιουργούνται στο κέντρο (Savvidis *et al.* 2007).

Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, όσον αφορά στην ταχύτητα των ρευμάτων στη στήλη του νερού, υπάρχει μείωση στα βαθύτερα στρώματα σε σχέση με την επιφάνεια, επιβεβαιώνοντας την ανεμογενή δράση των ρευμάτων. Επίσης, στο μέσο μιας μυδοκαλλιέργειας οι τιμές που καταγράφονται στα 2-3 m από την επιφάνεια, μειώνονται απότομα στο 50 % στα 5 m από την επιφάνεια.



Εικόνα 9 : Υδροδυναμική κυκλοφορία στην παράκτια ζώνη της Χαλάστρας υπό την επίδραση του επικρατέστερου ΒΔ ανέμου (Savvidis *et al.* 2007).

1.3.4. Ρύπανση

Ο Θερμαϊκός κόλπος αποτελεί ταυτόχρονα λιμάνι, μαρίνα και αποδέκτη δραστηριοτήτων υδατοκαλλιέργειας. Επιπλέον το φυσικό οικοσύστημα του κόλπου διαταράσσεται από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις με διαφορετική προέλευση όπως είναι τα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα της Θεσσαλονίκης και της ευρύτερης περιοχής της. Επιπλέον, απόβλητα γεωργικής προέλευσης μέσω της ροής των τριών ποταμών απελευθερώνονται στη δυτική πλευρά του κόλπου (Dailianis *et al.* 2003).

Στον ήδη επιβαρημένο αποδέκτη προστίθεται η εναπόθεση των προϊόντων του μεταβολισμού των μυδιών (κόπρανα και ψευδοκόπρανα) στο βυθό κάτω από τις

μονάδες καθώς και τα παραπροϊόντα της διαχείρισης των μυδοκαλλιεργιών (πχ. αραιώσεις). Η ποσότητα των προϊόντων μεταβολισμού που είναι ιλυώδους μορφής, εξαρτάται από τη μεταβολική δραστηριότητα των μυδιών. Η διαχείριση της μυδοκαλλιέργειας παράγει ακόμη μεγάλο όγκο ρύπων όπως χρησιμοποιημένα δίχτυα αρμαθιών, κελύφη νεκρών μυδιών, μάζες φυκών, επιβιότες και άλλα οργανικά υπολείμματα (ΕΚΘΕ 2001).

1.3.5 Προβλήματα που αφορούν την περιοχή μυδοκαλλιέργειας της Χαλάστρας

Επίδραση στο περιβάλλον

Όστούσο πιο εντατικές είναι οι καλλιέργειες με μεγάλες πυκνότητες μυδιών, τόσο πιο γρήγορη είναι η εξάντληση του τροφικού αποθέματος της περιοχής με συνέπεια τη μείωση του ρυθμού αύξησης των μυδιών (Seed & Suchanek, 1992).

Υποβάθμιση ποιότητας νερού

Όσο ο υδροδυναμισμός είναι σε χαμηλά επίπεδα και το αιωρούμενο υλικό σε αφθονία, τόσο μεγαλώνει η εναπόθεση των ψευδοκοπράνων στον πυθμένα, υπονομεύοντας έτσι την ποιότητα της παραγωγής μυδιών και του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Έχει αναφερθεί εναπόθεση/συσσώρευση ψευδοκοπράνων ύψους ενός μέτρου σε διάστημα ενός έτους. Στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού και στην περιοχή των μυδοκαλλιεργιών, οι ταχύτητες ρευμάτων που μετρήθηκαν είναι ιδιαίτερα χαμηλές (<2 cm/sec). Για να αποφευχθεί η συσσώρευση οργανικού ρυπαντικού φορτίου (κόπρανα, ψευδοκόπρανα, υπολείμματα των διαχειριστικών ενεργειών της καλλιέργειας) κάτω από τις μυδοκαλλιέργειες στον πυθμένα, απαιτούνται ταχύτητες ρευμάτων 5 - 20 cm/sec (Γαληνού-Μητσούδη 2003).

Μείωση σωματικού βάρους μυδιών

Ο ρυθμός αύξησης των μυδιών σε μήκος και βάρος ήταν εμφανώς μεγαλύτερος το 1996 σε σχέση με το 2000 (Κράββα 2000, ΕΚΘΕ 2001). Έτσι προκύπτει :

- ◆ Μείωση της παραγωγής ανά στρέμμα (από 35 t/στρ σε 11 t/στρ.) παρά την αύξηση της στρεμματικής κάλυψης
- ◆ Μείωση της ποιότητας του προϊόντος (μικρότερο μήκος – βάρος) και
- ◆ Αύξηση του χρόνου παραμονής τους από τους 9 μήνες σε 12 μήνες όταν υπάρχουν επιβλαβείς ανθήσεις νερών.

Εμφάνιση τοξικού φυτοπλαγκτού

Περισσότερα από 200 είδη του γένους *Dinophysis* έχουν καταγραφεί παγκοσμίως μέχρι σήμερα (Sournia, 1986 από Koukaras & Nikolaidis 2004). Σύμφωνα με τις τοπικές αρχές η πρώτη καταγραφή εμφάνισης άνθισης του είδους *Dinophysis* στην Ελλάδα ήταν το έτος 2000 στο Θερμαϊκό κόλπο και το οποίο προκάλεσε Διαρροϊκό Σύνδρομο DSP στους ανθρώπους (200 άτομα νοσηλεύθηκαν), με παράλληλες απώλειες παραγωγής στη καλλιέργεια οστράκων, αξίας περίπου 5 εκατομμυρίων ευρώ. Είδη με μορφολογικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα παρόμοια με το *D. acuminata* είχαν επικρατήσει σ' αυτήν την άνθιση. Η μεγαλύτερη αφθονία του *D. acuminata* ($85,4 \times 10^3$ κύτταρα l^{-1}) εμφανίστηκε τον Φεβρουάριο του 2000. Το 2001, υψηλοί αριθμοί του *D. acuminata* (5×10^3 κύτταρα l^{-1}) καταγράφηκαν τον Απρίλιο σε χαμηλά επίπεδα θερμοκρασίας (13-16 °C), ενώ το 2002 ο μέγιστος αριθμός (37×10^3 κύτταρα l^{-1}) των ίδιων ειδών βρέθηκε τον Φεβρουάριο στους (11.5-12.5 °C). Όλες οι ανθίσεις του *Dinophysis* παρέμειναν περίπου για 4 μήνες, ενώ θεωρείται ότι η θερμοκρασία του νερού είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την αφθονία του *Dinophysis* (Koukaras & Nikolaidis 2004).

1.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

1.4.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών

Τα εμπορικά είδη που εκτρέφονται στον κόσμο είναι: το κοινό ή μπλε μύδι *Mytilus edulis*, το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis* και κάποια είδη τροπικά, υποτροπικά του γένους *Perna* όπως το *P. viridis* στην Ινδία και Άπω Ανατολή (Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη), *P. canaliculus* στη Ν. Ζηλανδία και το είδος *P. perna* σε Βενεζουέλα, Εκουαδόρ, Βραζιλία, Ν. Αφρική (Spencer 2002). Επίσης τα είδη *Mytilus chilensis* στην Χιλή, *M. smaragdinus* σε Ταϊλάνδη και Φιλιππίνες, το *M. planatulus* στην Αυστραλία και *M. coruscus* στην Κορέα (FAO 1999).

1.4.2 *Mytilus galloprovincialis*

1. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

Φύλο: Mollusca

Κλάση: Bivalvia

Οικογένεια: Mytilidae

Γένος: *Mytilus*

Είδος: *Mytilus galloprovincialis*



Εικόνα 10 : *Mytilus galloprovincialis*
(www.fish.gov.aufishnamesbrowse.php)

Το χρώμα του *Mytilus galloprovincialis* είναι σκούρο μπλε ή καστανόχρωμο, σχεδόν μαύρο-ιώδες. Οι δύο θύρες είναι σχεδόν τριγωνικές και αποστρογγυλέμενες. Η μορφή του κελύφους ποικίλλει ανά περιοχή. Τείνει επίσης να γίνει μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα είδη της ίδιας οικογένειας, μέχρι 15 cm, αν και χαρακτηριστικό του μέγεθος είναι από 5 – 8 cm (Εικ.10) (<http://www.issg.org/database/species/references.asp?si=102&fr=1&sts=&lang=EN>).

Το *M. galloprovincialis* μπορεί να βρεθεί από εκτεθειμένες βραχώδεις περιοχές μέχρι και σε αμμώδεις ακτογραμμές. Σε αντίθεση με άλλα είδη εμφανίζει μεγάλη ανοχή στον έντονο υδροδυναμισμό και στις επιδράσεις τις παλίρροιας (Carlton 1992

από <http://www.issg.org/database/species/references.asp?si=102&fr=1&sts=&lang=EN>).

Το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι μεγαλύτερο των 5 cm (ΠΔ. 86/1998 όπως τροποποιήθηκε από το ΠΔ. 227/2003). Το σώμα του *M. galloprovincialis* περικλείεται στο όστρακο και έχει δίλοβο μανδύα. Ο μανδύας εξωτερικά είναι προσκολλημένος στο εσωτερικό των θυρίδων (Εικ.11) (οστράκου). Στο μανδύα βρίσκονται και οι γονάδες.

Φέρει δύο ζεύγη βραγχίων, τα οποία είναι τα όργανα αναπνοής του και εξυπηρετούν στην τροφοληψία διότι συμβάλουν στο διαχωρισμό των κατάλληλων, από άποψη μεγέθους, μεριδίων τροφής, προωθώντας τα στο στόμα. Επίσης υπάρχει το πόδι με το βύσσο. Στην βάση του μανδύα (περιοχή συνδέσμου - ένωση των θυρίδων), βρίσκεται η σπλαχνική μάζα (Gosling 2003).

Το μύδι είναι διηθηματοφάγος οργανισμός, διηθεί το θαλασσίνο νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους του και της θερμοκρασίας του νερού, συγκρατώντας έτσι τα κατάλληλα μερίδια τροφής διαστάσεων 1-25 μm, αποβάλλοντας τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Γαληνού-Μητσούδη 2003).



Εικόνα 11 : Ο μανδύας και οι γονάδες του μυδιού (*M.galloprovincialis*) (ciencia15.blogalia.com/historias/4734)

1.4.3 Ρυθμός αύξησης

Το μήκος του μυδιού μπορεί να ξεπεράσει τα 10-13 cm (Seed 1976 από Gosling 2003).

Οι ρυθμοί ανάπτυξης στο *Mytilus* sp. είναι εξαιρετικά μεταβλητοί. Μέρος αυτής της διακύμανσης εξηγείται από το γονότυπο (Gosling, 1992b από Walters 2008), αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης είναι πιθανότατα το περιβάλλον. Οι ακόλουθοι παράγοντες επηρεάζουν τα ποσοστά ανάπτυξης στο *Mytilus* spp. Απ' αυτούς κάποιοι μπορεί να επιδράσουν από κοινού, ανάλογα με την τοποθεσία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Seed & Suchanek, 1992 από Walters 2008).

1. Θερμοκρασία
2. Αλατότητα
3. Διαθεσιμότητα τροφής
4. Έκθεση στην παλίρροια
5. Ενδοειδικός ανταγωνισμός για χώρο και τροφή
6. Παρασιτισμός

Σύμφωνα με τον Aral (1997) το *Mytilus galloprovincialis* φτάνει τα $72,84 \pm 0,74$ mm μήκος σε 18 μήνες στην Μαύρη θάλασσα (Τουρκία.), ενώ στην Ιταλία η ανάπτυξη του *M. galloprovincialis* είναι ραγδαία φτάνοντας σε μήκος 50,00 mm σε περίπου 14,5 μήνες από την εγκατάστασή τους (Ceccherelli & Rossi 1984).

1.4.4 Αναλογία φύλων (sex ratio)

Στο είδος *Mytilus* το φύλο μπορεί να καθοριστεί μόνο με την παρατήρηση των γονάδων. Εντούτοις, στο τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου είναι αδύνατος ο προσδιορισμός φύλου λόγω ανασυγκρότησής τους. Το χειμώνα η ενέργεια μεταφέρεται από το αποθηκευμένο γλυκογόνο στις ώριμες γονάδες (Bressan & Marin 1985, DA Ros κ.ά. 1985) και η ωοτοκία πραγματοποιείται την άνοιξη. Τα μύδια ηλικίας 2 ετών έχουν μεγαλύτερη αναπαραγωγική ικανότητα σε σύγκριση με αυτά του 1 έτους. Αυτό δείχνει τη σημαντική επίδραση της ηλικίας στην ωρίμανση των γονάδων. Το χειμώνα, όταν όλα τα άτομα είναι ώριμα, η αναλογία του φύλου είναι 1: 1 (Brunetti *et al.* 1992).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αναλογία φύλων στα δίθυρα πιστεύεται ότι είναι (Seed & Suchanek 1992):

- Η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής
- Η αυξημένη θνησιμότητα ενός από τα δύο φύλα
- Ο γεωγραφικός αποκλεισμός των πληθυσμών

1.4.5 Γονιμότητα

Σύμφωνα με Bayne *et al.* (1978 από Toro 2002), ένα θηλυκό μύδι (*M. edulis*) ανάλογα με το μέγεθος του σώματος του, μπορεί να παραγάγει μέχρι και 8×10^{10} ωοκύτταρα (διαμέτρου 70 μm), (Toro *et al.* 2002).

Η γονιμότητα και η αναπαραγωγική προσπάθεια (reproductive effort) αυξάνεται με την ηλικία και το μέγεθος, τα ανήλικα μύδια ξοδεύουν την ενέργειά τους στην ταχεία ανάπτυξη παρά στην αναπαραγωγή. Η αναπαραγωγική απόδοση επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την διαθεσιμότητα της τροφής και της εκθέσεις στην παλίρροια και συνεπώς ποικίλει από έτος σε έτος. Ένα μόνο θηλυκό (περίπου 70 χιλιοστά) μπορεί να παράγει 7-8 εκατομμύρια αυγά, ενώ ένα μεγαλύτερο άτομο, μπορεί να παράγει ως 40 εκατομμύρια αυγά (Thompson, 1979 από Walters 2008).

1.4.6 Περίοδος αναπαραγωγής

Η γονιμοποίηση στα μύδια είναι εξωτερική και μπορεί να παρουσιαστεί με επιτυχία μεταξύ 5-22 °C και αλατότητα 15-40 psu (Bayne, 1965, Lutz & Kennish, 1992 από Walters 2008). Τα γονιμοποιημένα αυγά έχουν διάμετρο 60-90 μm (Lutz & Kennish, 1992 από Walters 2008).

Ο κύκλος αναπαραγωγής αρχίζει το φθινόπωρο και στις αρχές του χειμώνα όταν αναπτύσσονται τα πρώτα ωοκύτταρα και τα ενήλικα θηλυκά επιτυγχάνουν το μέγιστο βάρος τους. Κάθε θηλυκό απελευθερώνει τα αυγά καθ' όλη τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού που ακολουθεί, με τον Ιούλιο να είναι ο μήνας όπου ολοκληρώνεται. Μετά από 6 εβδομάδες οι νύμφες-μετανύμφες του μυδιού βρισκόμενες στα αρχικά στάδια εγκατάστασης (Bayne 1964, 1976, McGrath *et al.* 1988 από McGrorty 1990), οι προνυμφικές μορφές, κατά την κάθοδο τους στο βυθό, αναζητούν κατάλληλο υπόστρωμα εγκατάστασης (McGrorty 1990).

Η ταχεία ανάπτυξη των μυδιών στη Μαύρη Θάλασσα έχει καταγραφεί το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Την άνοιξη, δεδομένου ότι η θερμοκρασία νερού της θάλασσας είναι χαμηλή τα μύδια ξοδεύουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς τους

για την αναπαραγωγή. Επομένως, η αύξηση των μυδιών είναι αργή την άνοιξη (Aral 1997).

Στη νότια Καλιφόρνια η ωοτοκία του *M. galloprovincialis* εμφανίζεται το Φεβρουάριο, Μάρτιο, και Απρίλιο και ξανά το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο. Τα μύδια που φτάνουν σε μέγεθος 1.6 ίντσας (περίπου 4,06 cm) βρέθηκαν να έχουν γονάδες σε διάφορα στάδια ανάπτυξης και να είναι ικανά να ωοτοκήσουν (Richards & Trevelyan 2001).

Για παράδειγμα, το είδος *M. galloprovincialis* στις ακτές της Βόρειας Ισπανίας (Ατλαντικός), εμφανίζει τα μέγιστα της ωοτοκίας του την άνοιξη και στις αρχές του καλοκαιριού. Το πρώτο μέγιστο εμφανίζεται μεταξύ Μαρτίου και Απριλίου και το δεύτερο μεταξύ Μαΐου και Ιουνίου (Ferran *et al.* 1990, Villalda 1993). Μετά τον Ιούνιο, λίγα μύδια εμφανίζουν μια τρίτη και λιγότερο σημαντική ωοτοκία (Fuentes *et al.* 1993). Στη Βόρεια Αδριατική το μύδι αναπαράγεται όλο το χρόνο. Η έναρξη της ωοτοκίας τοποθετείται μεταξύ Οκτωβρίου-Νοεμβρίου με μέγιστη δραστηριότητα το Δεκέμβριο – Ιανουάριο – Φεβρουάριο (Mackie 1984).

Στην περιοχή Vela Draga (Γιουγκοσλαβία) η περίοδος αναπαραγωγής αρχίζει στις αρχές του φθινοπώρου αλλά μετά από απότομη πτώση της θερμοκρασίας μπορεί να αρχίσει και τέλη Αυγούστου. Την απελευθέρωση του γεννητικού υλικού ακολουθεί η γονιμοποίηση που διενεργείται στη θάλασσα και ο χρόνος επώασης είναι ανάλογος με τη θερμοκρασία του νερού. Στις υψηλές θερμοκρασίες διαρκεί λιγότερο χρόνο, ενώ στις χαμηλές περισσότερο. Η θερμοκρασία είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους που καθορίζουν την έναρξη της ωοτοκίας. Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες περίπου στους 20⁰C σημαίνει την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου (Hrs Brenco 1973).

Στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο (Κυπαρίσσι), η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί επίσης σχεδόν όλο τον χρόνο με ένταση το χειμώνα (Ιανουάριο) (Metaxatos 1988 από Γαληνού- Μητσούδη 2003).

Στον Μαλιακό κόλπο τα μύδια αρχίζουν να απελευθερώνουν γεννητικό υλικό στις αρχές Νοεμβρίου-Ιανουαρίου ενώ ο γόνος αρχίζει να εγκαθίσταται (αρχική εγκατάσταση) δύο μήνες αργότερα και διαρκεί για άλλους τρεις μήνες, μέχρι το τέλος Ιουνίου (Theodorou *et al.* 2006a, b).

1.4.7 Θρεπτική Αξία

Τα μύδια εξαιτίας της περιεκτικότητας της σάρκας τους σε λευκώματα, αποτελούν σημαντική πηγή τροφής τόσο για τους υδρόβιους οργανισμούς, όσο και για τον άνθρωπο. Η θρεπτική τους αξία και ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξής τους από την άλλη, τους καθιστούν πολύ καλούς οργανισμούς για καλλιέργεια (Αντωνιάδου, 2003).

Ένα μύδι περιέχει 79-83% υγρασία, πρωτεΐνη 11-13% της υψηλής βιολογικής αξίας, 2,0-2,3% υδατάνθρακες, 1,5- 1,8% λίπος, και 0,35% μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις (Metaxatou, 1998 από Vasakakou *et al.*, 2003). Αποτελεί τροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και χοληστερόλη (King *et al.* 1990, Holland *et al.*, 1994 από Vasakakou *et al.*, 2003) Η σάρκα έχει υψηλή αναλογία λιπαρού οξέος Ω-3/Ω-6 με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας. Η αύξηση των Ω-3 λιπαρών οξέων στο αίμα συμβάλλει στη χαμηλή εμφάνιση καρδιαγγειακών ασθενειών και θνησιμότητας από αρτηριοσκλήρυνση και καρδιακές παθήσεις (Kinsella 1986; Ackman 1995 από Vasakakou *et al.*, 2003).

1.4.8 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη – αύξηση των μυδιών

Το μήκος του *Mytilus* μπορεί να ξεπεράσει τα 10-13 cm σε συνθήκες ιδανικές αλλά όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές το μέγεθος του δεν ξεπερνά τα 2-3 cm ακόμη και σε ηλικία 15-20 ετών (Seed 1976 από Gosling 2003).

Η απόδοση μιας μονάδας εξαρτάται άμεσα από τη διάταξη και την έκταση της εγκατάστασης, την τοπογραφία και το ανάγλυφο της θαλάσσιας ζώνης, σε άμεση βέβαια συσχέτιση με τις επικρατούσες υδροδυναμικές, τροφικές και ιζηματολογικές συνθήκες της περιοχής, καθώς επίσης και από τις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2007). Άλλοι παράγοντες που μειώνουν την ανάπτυξη είναι η χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου (O₂), η άνθηση τοξικού φυτοπλαγκτού, τα παράσιτα, οι χειρισμοί, οι θηρευτές και ο ενδοειδικός ανταγωνισμός (Gosling 2003).

Υδροδυναμισμός

Γενικά παρατηρήθηκε πως το *M. galloprovincialis* αναπτύσσεται γρηγορότερα όταν βρίσκεται σε εκτεθειμένες περιοχές από ότι σε προφυλαμένες και αυτό γιατί υπάρχει υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στις ακτές με τη μεγαλύτερη εισροή νερού. (Steffani & Branch, 2003)

Θα πρέπει να υπάρχουν ρεύματα ταχύτητας 1 ναυτικό μίλι/ώρα δηλαδή 50 cm/sec αν και στην πράξη, σε περιοχές μυδοκαλλιέργειας μετρήθηκαν ρεύματα ταχύτητας από 2-10 cm/sec (Γαληνού- Μητσούδη, 2003).

Ανταγωνισμός- θήρευση

Καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, οι μυδοκαλλιέργειες προσελκύουν σπονδυλωτούς και ασπόνδυλους οργανισμούς. Από τα πρώτα οντογενετικά στάδια τα μύδια αποτελούν εύκολο στόχο για τα αρπακτικά (πουλιά, ψάρια, γαστερόποδα, καβούρια, αστερίες κ.ά.) (Spencer, 2002). Παράλληλα, παρουσιάζεται ανταγωνισμός από επιβιότες (ασκίδια, πολύχαιτοι), από ενδοβιότες, από το γόνο του μυδιού που λειτουργεί επιβιοτικά και ανταγωνιστικά ή παράσιτα, όπως είναι τα Trematoda και *Odostomia* (Seed & Suchanek 1992, E.K.Θ.E. 2001).

Ένας από τους ενδοβιότες που εμφανίζεται στο *Mytilus galloprovincialis* είναι το υδροζώο του γένους *Eugymnanthea*. Εντοπίζεται στη περιστομαχική περιοχή, στο πόδι, βράγχια και μανδιακή κοιλότητα. Όταν συσσωρεύεται σε μια περιοχή, δεν υπάρχει αντίστοιχη παρουσία σε άλλη. Η μαζική παρουσία των υδροζώων στο μύδι σχετίζεται μάλλον με τη μείωση της ποσότητας τροφής όταν είναι προσκολλημένα στα βραγχιακά νημάτια (σε μεγάλες όμως συναθροίσεις), με απώλεια βάρους των ξενιστών καθώς και μείωση του δείκτη ευρωστίας (Galinou-Mitsoudi *et al.* 2002).

Διαχείριση

Στις περιοχές μυδοκαλλιέργειας οι εγκαταστάσεις ποικίλλουν ως προς τη θέση, το μέγεθος και την απόσταση των μονάδων μεταξύ τους, το μήκος και την απόσταση των πλωτών γραμμών μεταξύ τους και μεταξύ των αρμαθιών, στοιχεία που είναι πολύ σημαντικά για την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος των μυδοκαλλιεργειών τόσο στη στήλη του νερού και στο βυθό (A.T.E.I.Θ 2007).

Η πυκνότητα των εγκαταστάσεων εφόσον αυτή είναι μεγάλη, επηρεάζει την ανάπτυξη και επιμηκύνει τον χρόνο που χρειάζεται η παραγωγή να φτάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος (Fuentes *et al.*, 2000). Η πυκνότητα εκτροφής μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης σε κάποια είδη όπως το *M. edulis*. (Seed 1969). Η σχέση ανάπτυξης-πυκνότητας ακολουθεί το πρότυπο του κάθε είδους στην φύση και διαφέρει από είδος σε είδος. Το είδος *Mytilus galloprovincialis* εγκαθίσταται σε φυσικούς πληθυσμούς δημιουργώντας πολλές στρώσεις (Schurink & Griffiths 1993).

Η πυκνότητα μπορεί να προκαλέσει την έλλειψη τροφής και η διαχείριση αυτού του παράγοντα από τον παραγωγό μπορεί να αυξήσει την παραγωγή του, σε ότι αφορά τις καλλιέργειες τύπου long line. Η μεταβολή της απόστασης ανάμεσα στις αρμαθιές και τον αριθμό των σχοινιών ανάρτησης (βλ. Εικ. 18) σε μια συγκεκριμένη περιοχή, επιδρά στην ανάπτυξη των μυδιών της περιοχής αυτής (Rosenberg & Loo 1983).

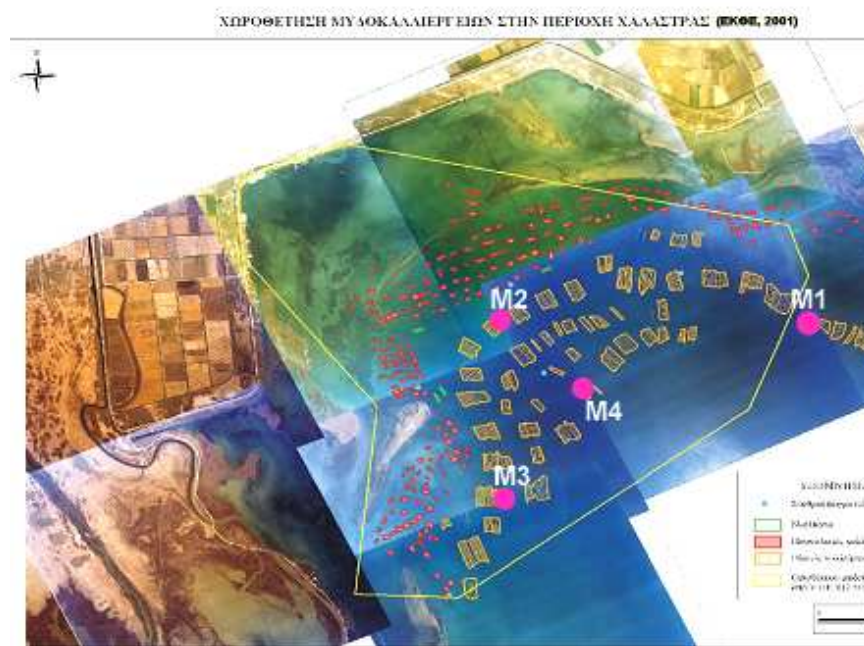
1.5 Σκοπός της εργασίας

Στόχος αυτής της εργασίας, είναι η καταγραφή της διαδικασίας εκτροφής οστράκων μέσω της αύξησης των μυδιών, σε αντιπροσωπευτικές πλωτές μονάδες στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης. Παράλληλα θα γίνει εκτίμηση της ποιότητας της παραγωγής με την χρήση βιολογικών παραμέτρων όπως ο δείκτης ευρωστίας και θα συζητηθεί η παρουσία μονάδων και παραγωγής μυδιών, σε σχέση με την φέρουσα ικανότητα του συστήματος.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης όπου υπάρχει μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα σε πασσαλωτές και πλωτές μονάδες (Εικ.12). Οι μυδοκαλλιέργειες στην περιοχή αυτή είναι διατεταγμένες παράλληλα με την ακτογραμμή.



Εικόνα 12 : Περιοχή μελέτης. Ο χάρτης προέρχεται από επεξεργασμένη αεροφωτογραφία του ΕΚΘΕ (2001) όπου σημειώθηκαν οι σταθμοί της παρούσας μελέτης.

Τα πλωτά συστήματα βάση της αδειοδότησής τους έχουν γραμμές παραγωγής μήκους 100 m σε απόσταση 10 m μεταξύ τους και οι μονάδες απέχουν μεταξύ τους 150 m. Εγκαθίστανται σε βάθη 8-20 m και σε κάθε γραμμή αναρτώνται περίπου 200 αρμαθίες σε βάθος 3,5 m περίπου στις οποίες μεγαλώνουν τα μύδια. Το ελάχιστο μέγεθος της πλωτής μονάδας είναι 10 στρέμματα. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 25 χρόνων, μια σημαντική αύξηση της παραγωγής μυδιών εμφανίστηκε στην παράκτια περιοχή της εκβολής του Αξιού. Ειδικότερα 256 πασσαλωτές καλλιέργειες που καλύπτουν 275 στρέμματα και 55 long-line που καλύπτουν 10009,78 στρέμματα, βρίσκονται βορειοανατολικά των εκβολών του Αξιού, στην περιοχή Χαλάστρας

(Ε.Κ.Θ.Ε 2001). Το 95% της παραγόμενης βιομάζας στην Ελλάδα, από καλλιέργειες βρίσκεται στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (Ε.Κ.Θ.Ε 2001).

Η διαδικασία της καλλιέργειας του μυδιού σύμφωνα με το Ε.Κ.Θ.Ε (2001) χωρίζεται στις εξής φάσεις :

1. τη συλλογή του γόνου (συλλεκτήρες, αρμαθιές κτλ.).
2. την πάχυνση στην (εγκατάσταση) καλλιέργεια-εκτροφή
3. τη συγκομιδή και επεξεργασία των μυδιών με σκοπό την εμπορία

2.1.1 Διάρκεια της μελέτης.

Η παρούσα μελέτη ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2006 και ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2007. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 20 δειγματοληψίες που στην πλειονότητά τους ήταν ανά 15ήμερο.

2.1.2 Στρατηγική δειγματοληψίας

Για τις ανάγκες της μελέτης αυτής, επιλέχθηκαν 4 σταθμοί που να καλύπτουν όλη την περιοχή μελέτης. Η επιλογή των σταθμών έγινε με κριτήριο την όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική θέση τους στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών. Οι σταθμοί είναι οι Μ1, Μ2, Μ3, Μ4 εκ των οποίων οι τρεις πρώτοι είναι μονάδες μυδοκαλλιέργειας και βρίσκονται στα άκρα και στο μέσον της μυδοκαλλιεργητικής περιοχής του ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης. Ο σταθμός Μ4 αποτέλεσε το σταθμό αναφοράς για το υδάτινο περιβάλλον, αφού στο συγκεκριμένο σταθμό δεν υπήρχαν μονάδες μυδιών. Οι συντεταγμένες των σταθμών και το βάθος τους φαίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι Συντεταγμένες και το μέγιστο βάθος των σταθμών δειγματοληψίας.

| Σταθμός | Γεωγρ. μήκος | Γεωγρ. πλάτος | Βάθος (m) σταθμού |
|---------|--------------|---------------|----------------------|
| M1 | 22° 41' 843 | 40° 34' 522 | 15 |
| M2 | 22° 46' 062 | 40° 32' 300 | 10 |
| M3 | 22° 45' 902 | 40° 31' 212 | 15 |
| M4 | 22° 47' 068 | 40° 32' 700 | 23 |

Από κάθε σταθμό, με τη βοήθεια σκάφους (Εικ. 13), ανυψώνονταν η γραμμή παραγωγής (Εικ.14), συλλέγονταν από δύο αρμαθίες και από δύο θέσεις σε κάθε αρμαθιά (αρχή και τέλος) τμήματα αρμαθιών μήκους 14-30 cm, ανάλογα με το μέγεθος των μυδιών, έτσι ώστε, ο αριθμός των μυδιών να είναι μεγαλύτερος των 30 ατόμων.

Οι θέσεις σε κάθε αρμαθιά αντιστοιχούν σε βάθη της μεν αρχής 4 m από την επιφάνεια της θάλασσας, του δε τέλους 7 m από την επιφάνεια της θάλασσας (βλ. Εικ. 18). Αρχικά, συλλέχθηκαν μύδια και από τη μέση της αρμαθιάς αλλά ο στατιστικός έλεγχος σε παραμέτρους όπως π.χ. το μήκος των μυδιών, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις άλλες δύο θέσεις παρά μόνο στην αρχή και στο τέλος της και ως εκ τούτου, αποφασίστηκε η συλλογή δειγμάτων μόνο από την αρχή (πάνω μέρος) και το τέλος της κάθε αρμαθιάς (ελεύθερο άκρο).



Εικόνα 13 : Το σκάφος δειγματοληψιών



Εικόνα 14. Ανάρτηση της κεντρικής γραμμής (μάννα) για τη συλλογή αρμαθιών και πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων.

2.1.3. Διαχειριστικά στοιχεία.

Από κάθε σταθμό και σε κάθε δειγματοληψία, λαμβάνονταν παράμετροι διαχείρισης που θεωρήθηκε ότι σχετίζονται με το αντικείμενο της μελέτης. Έτσι, μετρήθηκαν:

- η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών (Εικ. 15),
- το μήκος από δυο αρμαθίες από όπου θα ακολουθούσε η συλλογή δειγμάτων,
- η περίμετρος των αρμαθιών αυτών σε τρεις θέσεις τους (θέση ανάρτησης, μέση και ελεύθερο άκρο της αρμαθιάς) και
- το βάρος τους.

Καταγράφηκε επίσης και η περίοδος τοποθέτησης/αραίωσης της αρμαθιάς η οποία διασταυρώθηκε εκτός από τα ευρήματα και από πληροφορίες που λαμβάνονταν από τους μυδοκαλλιεργητές (Εικ. 16).



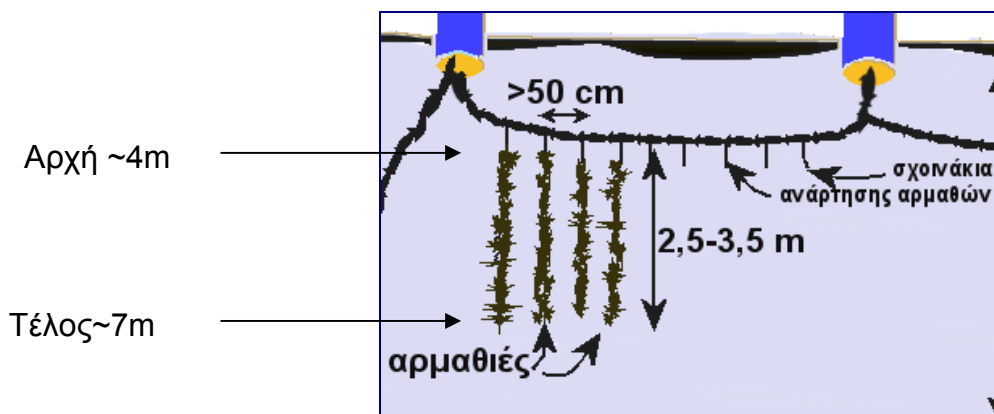
Εικόνα 15. Αρμαθιές με μύδια και συλλεκτήρες όπου φαίνονται η απόσταση ανάμεσα τους, το σχοινί ανάρτησης και η μάνα.



Εικόνα 16. Αρμαθιές πριν την συλλογή του βιολογικού υλικού.

2.1.4 Βιολογικό υλικό (μύδια)

Τα δείγματα όπως προαναφέρθηκε, συλλέχθηκαν από κάθε σταθμό σε δύο βάθη από δύο αρμαθιές. Η αρχή της αρμαθιάς βρισκόταν περίπου σε βάθος 4 m (βύθισμα μάνας + σκοινί ανάρτησης) και το τέλος της αρμαθιάς στα 7 m (Εικ.18) καλύπτοντας τα όρια του βάθους εκτροφής.



Εικόνα 18. Σχηματική απεικόνιση πλωτού μυδοτροφείου όπως το λειτουργούν οι μυδοκαλλιεργητές στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού (Επεξεργασμένη εικόνα από Γαληνού-Μητσούδη 2003). Επισημαίνονται η αρχή και το τέλος κάθε αρμαθιάς από όπου λαμβάνονταν το δείγμα.

Το μήκος του κάθε δείγματος ήταν 14-30 cm, ανάλογα με το μέγεθος των μυδιών και χρησιμοποιήθηκε για την αναγωγή των αποτελεσμάτων ανά μέτρο αρμαθιάς. Τα δείγματα συντηρημένα σε φορμόλη 7 % μεταφέρονταν στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία.

2.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Ενήλικα μύδια γενικά, είναι εκείνα που το μήκος τους είναι >2 cm και συνήθως αποτελεί για τους ερευνητές το οριακό μέγεθος της διάστασης του μήκους για τη διάκριση του γόνου από τα ενήλικα άτομα (Maguire *et al.*, 2007).

Στη συνέχεια, κάθε δείγμα ξεχωριστά, ξεπλύθηκε σε κόσκινο με άνοιγμα ματιού 500 μm . Απομακρύνθηκε ο γόνος του μυδιού εφόσον υπήρχε, άλλοι οργανισμοί όπως οι επιβιώτες (φύκη, ασκίδια, σπόγγοι), οι συμβιώτες και τα κελύφη νεκρών μυδιών (Εικ. 19α). Σε κάθε δείγμα μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός ατόμων, το

μήκος της αρμαθιάς από όπου προέρχονταν και τα μύδια χωρίστηκαν σε κλάσεις μήκους 1 cm (Εικ.19β). Συνολικά, μετρήσεις εφαρμόστηκαν σε 6.487 άτομα ενήλικων μυδιών.



Εικόνα 19 α. Προετοιμασία του δείγματος μετά την αφαίρεση του νόνου και της απομάκρυνσης των



Εικόνα 19 β. Διαχωρισμός των μυδιών σε κλάσεις μήκους για την αντιπροσωπευτική παρουσία του συνόλου στο υπόδειγμα.

Από το συνολικό αριθμό των ατόμων του δείγματος και από κάθε κλάση μήκους, επιλέχθηκαν τυχαία τόσα μύδια όσα αντιστοιχούσαν στο ποσοστό της κάθε κλάσης, έτσι ώστε να δημιουργηθεί τελικά δείγμα 30 ατόμων (Εικ.20).



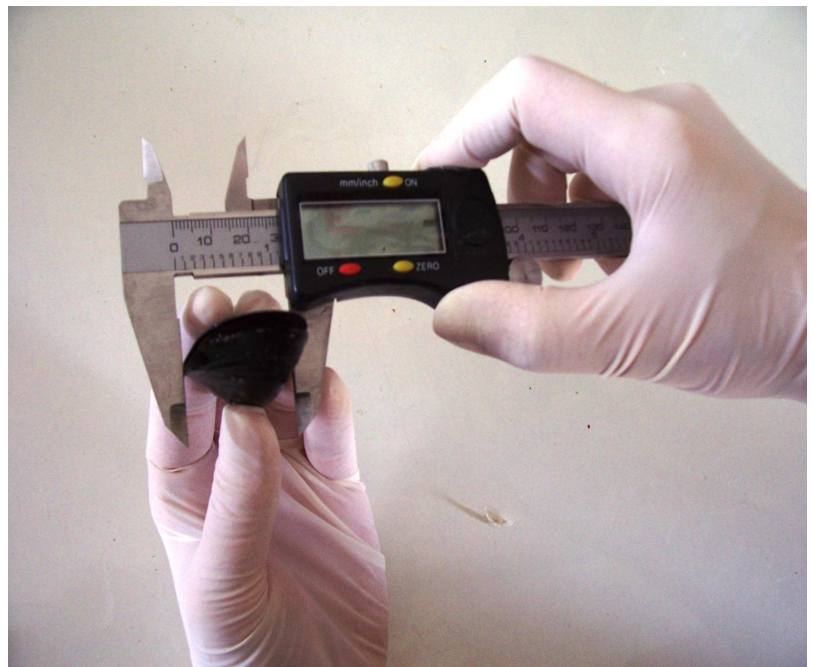
Εικόνα 20. Αρίθμηση των ατόμων του δείγματος

Στην συνέχεια, σε αυτά τα μύδια μετρήθηκαν με τη βοήθεια παχύμετρου ακρίβειας 0,01 cm, τα μορφομετρικά τους στοιχεία, δηλαδή το μήκος (L) και το ύψος (H) των θυρίδων, διαστάσεις που χρησιμοποιούνται κυρίως στην βιβλιογραφία (Εικ. 21, 22).



Εικόνα 21. Μέτρηση του μήκους του κελύφους των μυδιών.

Εικόνα 22. Μέτρηση του ύψους του κελύφους των μυδιών.



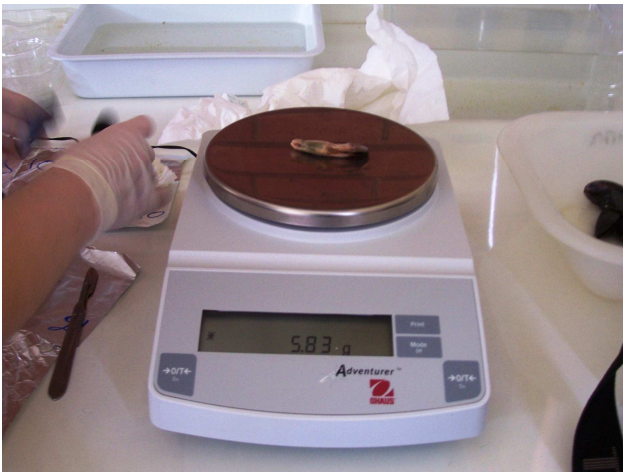
Ακολούθησε η μέτρηση των βαρών σε ζυγό ακριβείας 0,001 g. Πιο συγκεκριμένα, ζυγίστηκε το ολικό υγρό βάρος του οστράκου αφού αφαιρέθηκαν ο βύσσος και το ενδοκελυφικό υγρό (Εικ.23), το υγρό βάρος σώματος και του οστράκου αφού απομακρύνθηκε το σώμα από το όστρακο (Εικ.24) (Εικ.25).



Εικόνα 23. Ζύγιση του ολικού υγρού βάρους σώματος (TWw)



Εικόνα 24. Διαχωρισμός του σώματος από το κέλυφος (α, β, γ).



Εικόνα 25 : Ζύγιση χωριστά του υγρού βάρους του σώματος (αριστερά) και του οστράκου (δεξιά)

Κατά τη διαδικασία απομάκρυνσης του σώματος από τις θυρίδες σε δείγματα του Οκτωβρίου 2006, βρέθηκε στο ενδοκελυφικό υγρό των μυδιών ο ενδοβιότης *Eugymnanthea*. Σε όλα τα δείγματα στη συνέχεια, σημειώθηκε η παρουσία ή η απουσία του ενδοβιότη (1-0 αντίστοιχα).

Ακόμη, για να βρεθεί εάν υπήρχαν μύδια κατά το χρόνο των δειγματοληψιών που είχαν τραφεί ομοίως στους σταθμούς δειγματοληψίας, επιλέχθηκε προσεγγιστική εκτίμηση της πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου του και καταγράφηκαν τρία στάδια βαθμού πληρότητας στομάχου (Lebedev 1946):

- (0) = άδειο στομάχι,
- (1) = ενδιάμεσος βαθμός πληρότητας,
- (2) = γεμάτο στομάχι.

Τέλος, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος του σώματος και του κελύφους μετά από ξήρανση σε κλίβανο στους 120 °C για 24 h (Εικ. 26).



Εικόνα 26: Τοποθέτηση δειγμάτων από τον κλίβανο στον ξηραντήρα.

Για την κατάσταση ευρωστίας των μυδιών ως βιολογικό και εμπορικό κριτήριο, υπολογίστηκε ο δείκτης ευρωστίας τόσο για το υγρό όσο και για το ξηρό βάρος.

Για τον υπολογισμό του δείκτη ευρωστίας χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος τύπος (Davenport & Chen 1987):

$$CI \% = \frac{\text{Β \acute{\alpha} ρ ο ς Σ \acute{\omega} μ α τ ο ς}}{\text{Β \acute{\alpha} ρ ο ς Σ \acute{\omega} μ α τ ο ς} + \text{Β \acute{\alpha} ρ ο ς Ο σ τ ρ \acute{\alpha} κ ο υ}} \times 100$$

Οι τιμές του δείκτη ευρωστίας για τα υγρά βάρη παρόλο που εμπεριέχει την πιθανότητα σφάλματος επιλέχθηκε να υπολογιστεί επειδή οι τιμές του είναι πλησιέστερες στο εμπορικό βάρος.

2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων έγινε με τη σύγκριση των μέσων για 95% όρια εμπιστοσύνης και ο έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων (ANOVA one way) (Πετρίδης, 2000). Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα MINITAB 14.

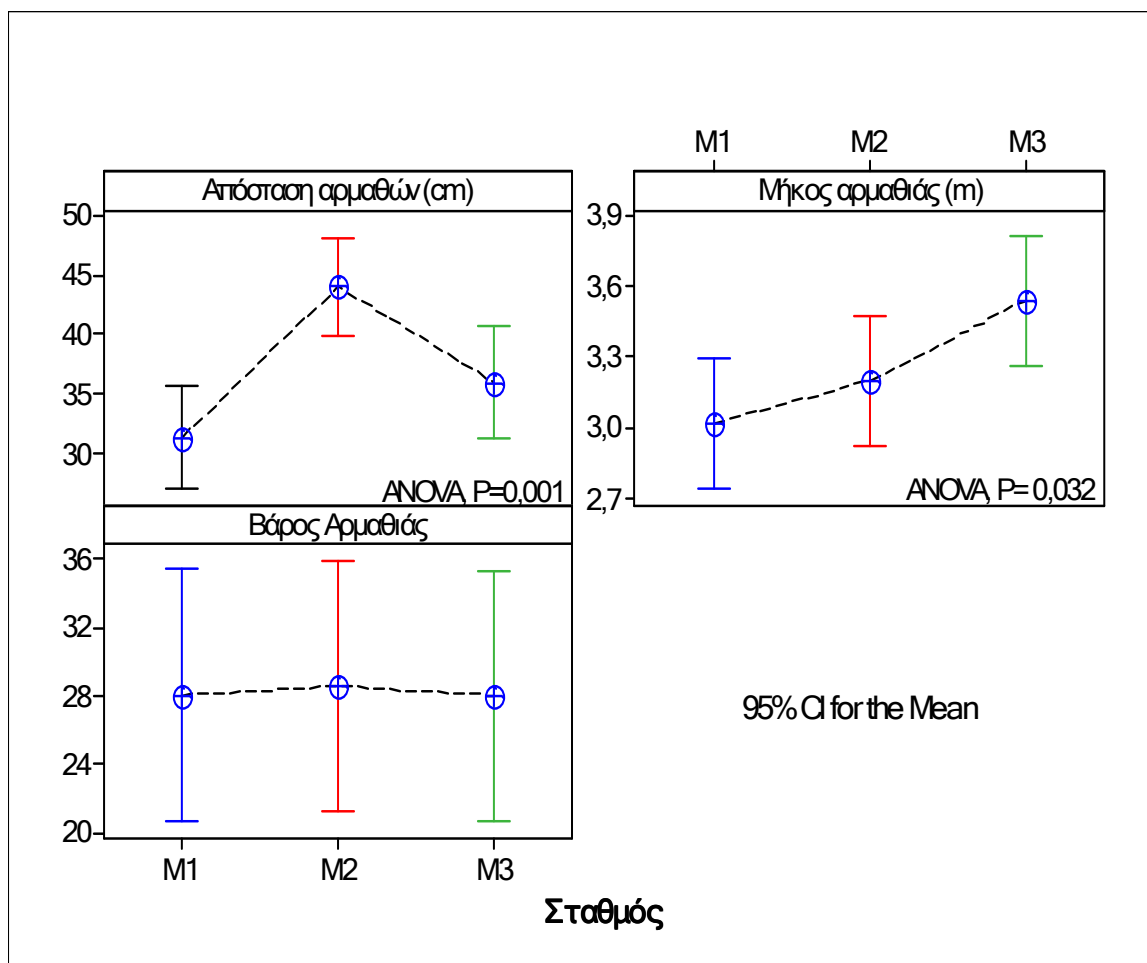
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Χωρική μεταβολή της μέσης απόστασης, του μέσου μήκους και του μέσου βάρους των αρμαθιών.

Η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών βρέθηκε να είναι πάντα μικρότερη από 45 cm. Συγκεκριμένα ο σταθμός M1 έχει απόσταση ανάμεσα στις αρμαθιές $31,35 \pm 3,02$ cm, ο σταθμός M2 απόσταση $43,96 \pm 10,36$ cm και ο M3 απόσταση $35,93 \pm 4,18$ cm. Η απόσταση των αρμαθιών έχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών (ANOVA, $P=0,001$). Στο σταθμό M2 οι αρμαθιές έχουν μεταξύ τους μεγαλύτερη απόσταση, ακολουθεί ο M3 και ο M1 με μικρότερες αποστάσεις.

Ο σταθμός M1 έχει μήκος αρμαθιάς $3,02 \pm 0,84$ m, ο σταθμός M2 μήκος $3,20 \pm 0,49$ m, και ο M3, $3,54 \pm 0,44$ m. Το μήκος των αρμαθιών έχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών (ANOVA, $P=0,032$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky). Οι αρμαθιές του σταθμού M1 φαίνεται να έχουν το μικρότερο μήκος και ακολουθούν ο σταθμός M2 και ο σταθμός M3. Το μήκος της αρμαθιάς του σταθμού M1 διαφέρει στατιστικά από το μήκος της αρμαθιάς του σταθμού M3, ενώ αυτή η διάσταση είναι παρόμοια στους σταθμούς M2 και M3. Επίσης φαίνεται ότι το μήκος της αρμαθιάς στον σταθμό M1 είναι παρόμοιο με το μήκος της αρμαθιάς του σταθμού M2.

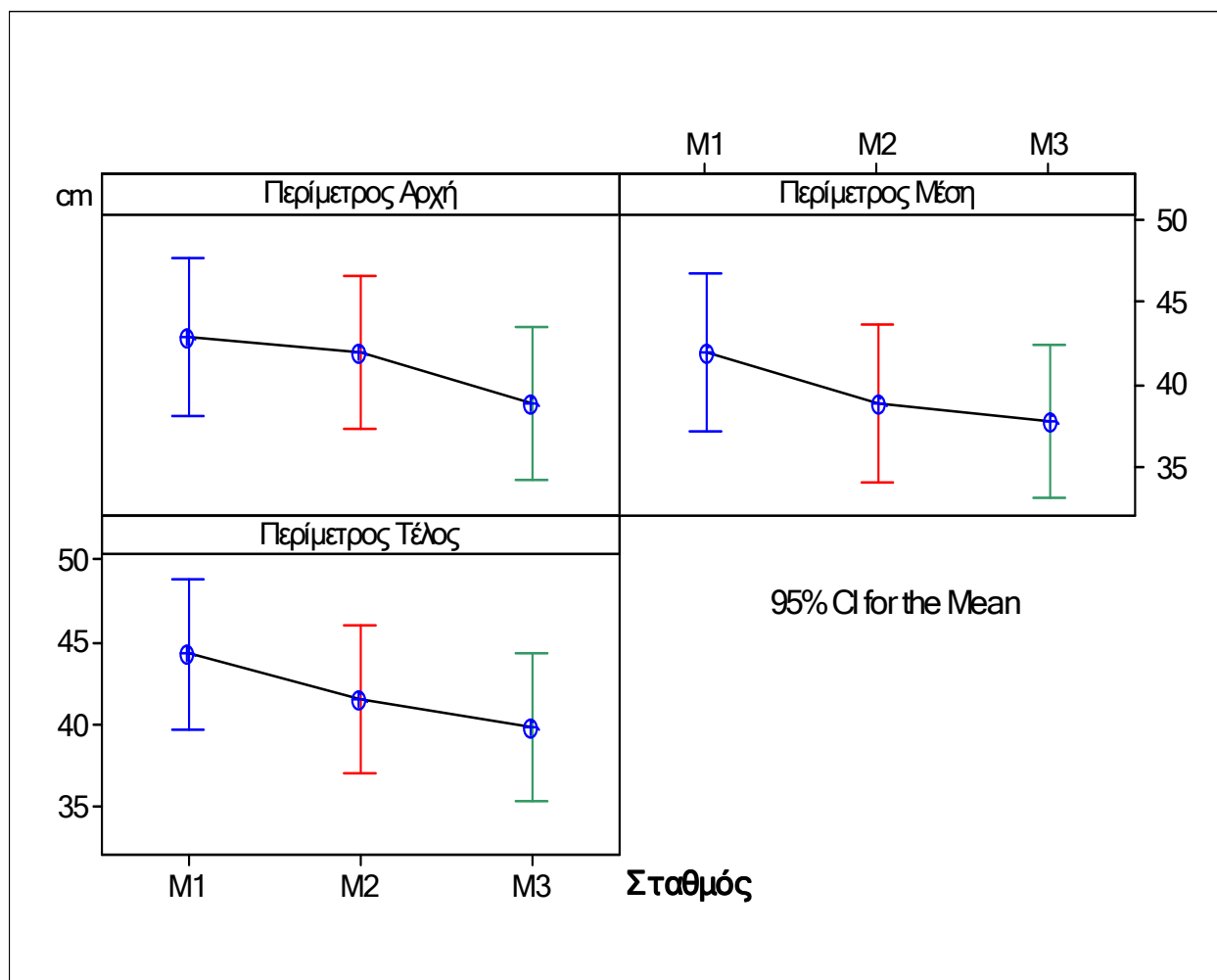
Το βάρος της αρμαθιάς στον σταθμό M1 είναι $28,10 \pm 16,95$ kg, ο σταθμός M2 έχει βάρος αρμαθιάς $28,64 \pm 17,05$ kg, και ο M3 $28,08 \pm 15,34$ kg. Το βάρος της αρμαθιάς στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών και η μέση τιμή είναι ελάχιστα μεγαλύτερη των 28 kg ($28,08-28,64$ kg) (ANOVA, $P=0,993$) (Εικ. 26).



Εικόνα 26. Πάνω αριστερά: χωρική μεταβολή της μέσης απόστασης ανάμεσα στις αρμαθιές. Πάνω δεξιά: χωρική μεταβολή του μέσου μήκους των αρμαθιών. Κάτω αριστερά: χωρική μεταβολή του μέσου βάρους των αρμαθιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.2 Η περίμετρος των αρμαθιών σε κάθε βάθος και κάθε σταθμό

Οι αρμαθιές δεν διαφέρουν μεταξύ των σταθμών. Γενικά όμως υπάρχει τάση μείωσης του όγκου τους (περίμετρος), σε όλους τους σταθμούς από ανατολικά προς νότια (δηλαδή $M1 > M2 > M3$). Η αρμαθιά εμφανίζεται ομοιόμορφη σε όλο το μήκος με παρόμοιο όγκο μυδιών (περίμετρος) παρά το γεγονός ότι στην μέση είναι λίγο πιο λεπτή (Εικ.28).

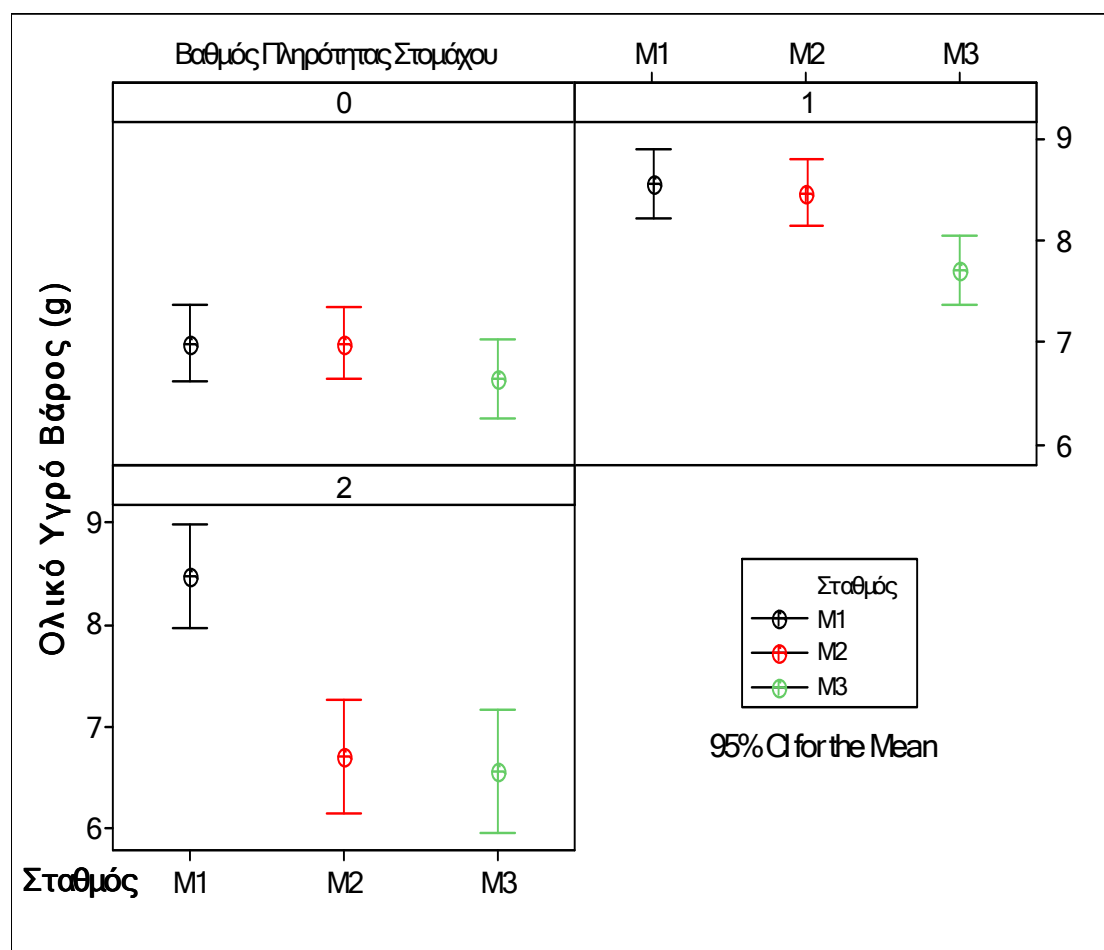


Εικόνα 28. Πάνω αριστερά: χωρική μεταβολή της περιμέτρου στην αρχή της αρμαθιάς (πάνω μέρος). Πάνω δεξιά: η χωρική μεταβολή της περιμέτρου στο μεσαίο τμήμα της αρμαθιάς. Κάτω αριστερά: χωρική μεταβολή της περιμέτρου στο τέλος της αρμαθιάς στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3 Χωρική μεταβολή του ολικού υγρού βάρους των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους.

Το μέσο βάρος των μυδιών που δεν είχαν τραφεί (άδεια στομάχια 0) ήταν 6,88 g, τα άτομα με ενδιάμεση ποσότητα τροφής (1) ήταν 8,25 g και των γεμάτων 7,37 g. Τα μύδια που δεν έχουν τραφεί δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών. Στον ενδιάμεσο βαθμό πληρότητας του στομαχιού των μυδιών (1) στους σταθμούς M1 και M2, τα μύδια έχουν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με εκείνα του σταθμού M3. Το βάρος των μυδιών στον σταθμό M1 υπερέχει κατά μεγάλο ποσοστό

από τους σταθμούς M2 και M3 στις περιπτώσεις των μυδιών με γεμάτο στομάχι (ANOVA, $P=0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ.29)

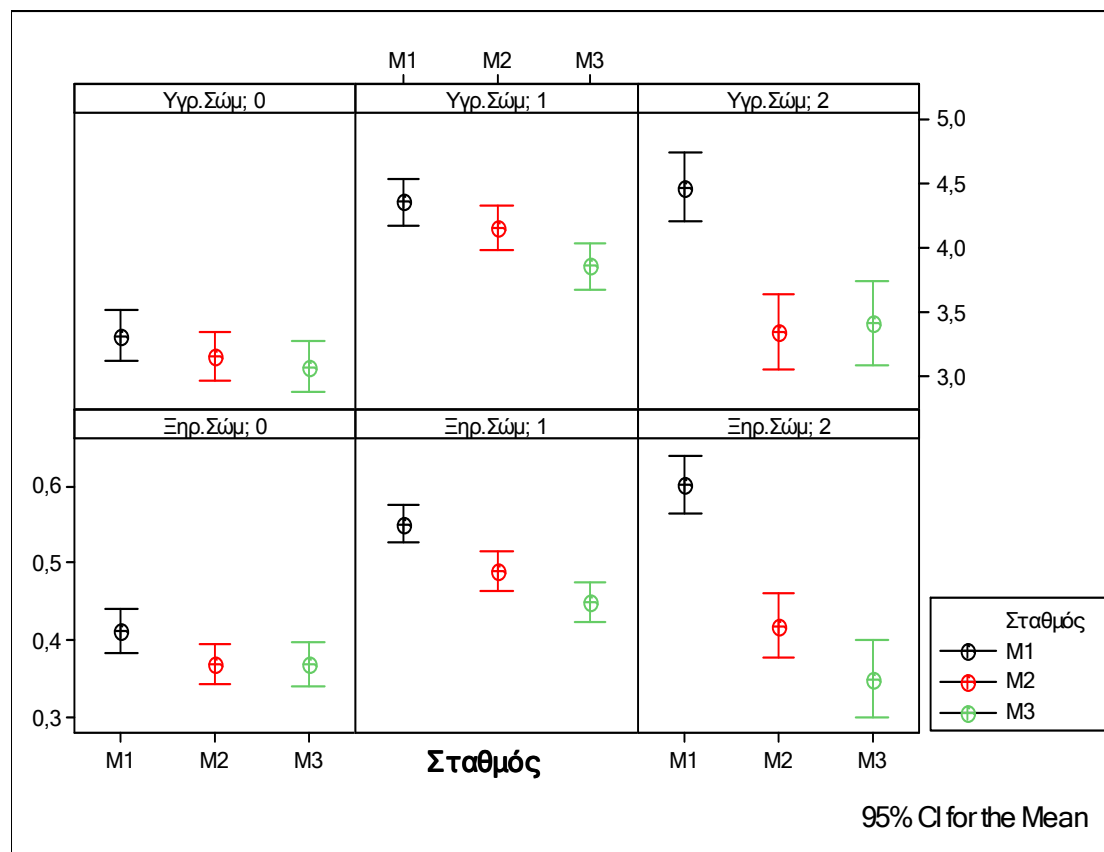


Εικόνα 29. Μεταβολή του ολικού υγρού βάρους (g) των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους (0, 1, 2) ανά σταθμό δειγματοληψίας CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %

3.4 Χωρική μεταβολή του υγρού και ξηρού βάρους σώματος των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου.

Σε όλους τους σταθμούς μελέτης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το ξηρό βάρος όταν τα μύδια είχαν άδειο στομάχι. Όταν τα μύδια είχαν στομαχικό περιεχόμενο (πληρότητας 1), τότε για το υγρό βάρος των ατόμων του σταθμού M1 και M3 παρουσιάζονται διαφορές, ενώ για το ξηρό βάρος καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ

των βαρών και στους τρεις σταθμούς, με τον M1 να έχει πάντα μύδια με το μεγαλύτερο βάρος και τον M3 με τα ελαφρύτερα. Στην περίπτωση που τα μύδια βρέθηκαν με γεμάτο στομάχι, οι διαφορές εντοπίστηκαν στο σταθμό M1 όπου τα μύδια ήταν μεγαλύτερα σε βάρος από αυτά του M2 και M3 (Εικ.30)

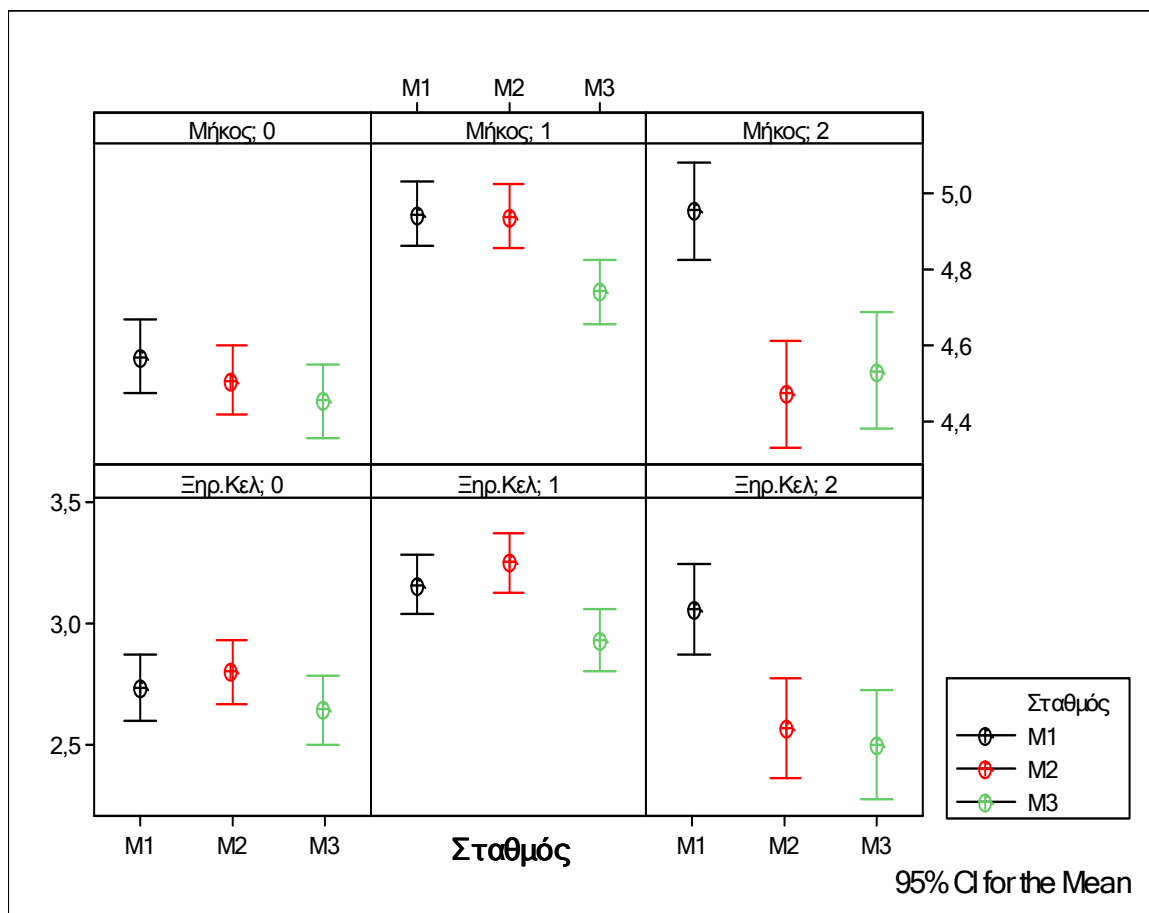


Εικόνα 30. Μεταβολή του μέσου υγρού και ξηρού βάρους του σώματος των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους ανά σταθμό δειγματοληψίας CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %

3.5 Χωρική μεταβολή του υγρού βάρους (g) και μήκους (cm) του κελύφους των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους.

Τα πιο μικρά άτομα βρέθηκαν να έχουν βαθμό πληρότητας 0. Τα μύδια που έχουν ενδιάμεσο βαθμό πληρότητας στομαχικού περιεχομένου (1), στον μεν M3, τα μύδια ήταν μικρά και ελαφριά σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς, ενώ αυτά που

βρέθηκαν «χορτάτα», μόνο στον σταθμό M1 ήταν τα μεγαλύτερα άτομα. Γενικά τα μικρά μεγέθη είχαν γεμάτο ή άδειο στομάχι (Εικ. 31).

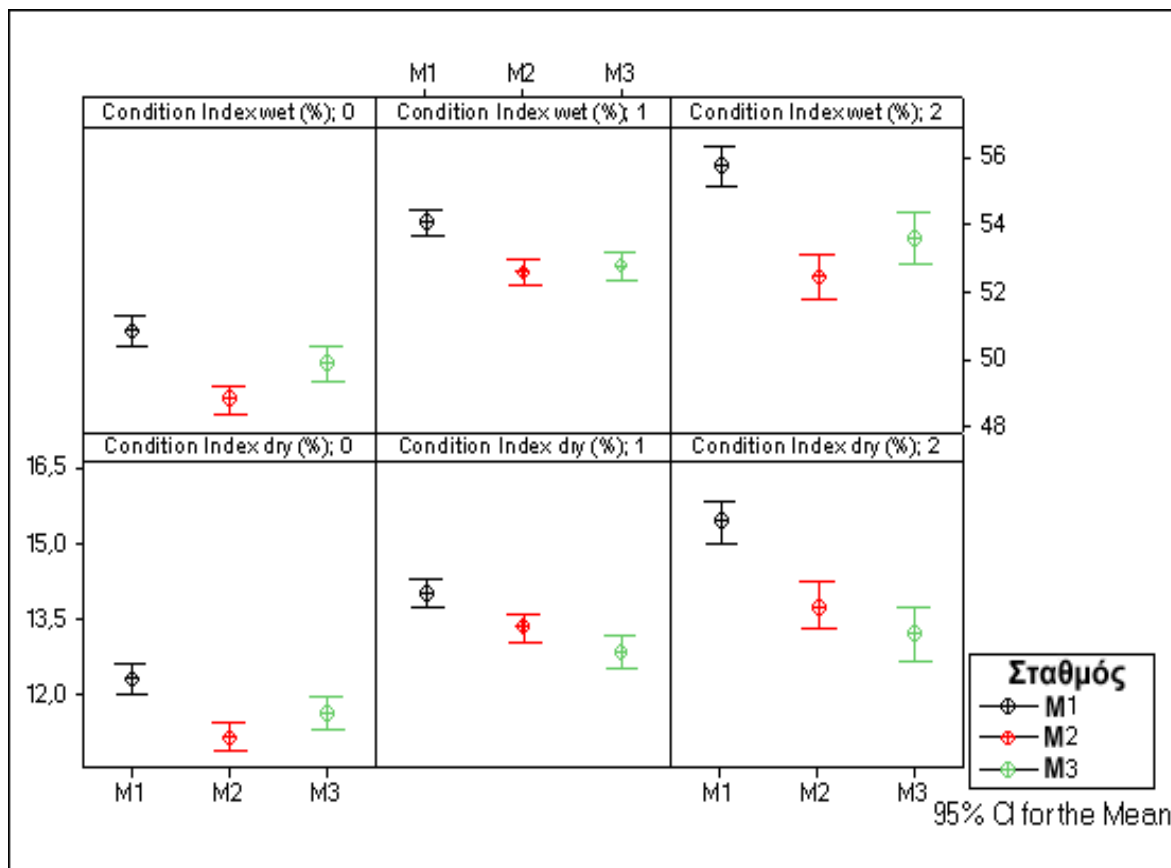


Εικόνα 31. Μεταβολή του μέσου ξηρού βάρους (g) και του μήκους (cm), του κελύφους των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους ανά σταθμό δειγματοληψίας CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.6 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας των μυδιών σε σχέση με τον βαθμό πληρότητας του στομαχικού περιεχομένου τους ανά σταθμό δειγματοληψίας

Ο δείκτης ευρωστίας με υγρά και ξηρά βάρη, των μυδιών κάθε σταθμού, σχεδόν πάντα, είναι ανάλογος του βαθμού πληρότητας του στομάχου τους. Ο σταθμός M1 εμφανίζει το μεγαλύτερο δείκτη ευρωστίας σε κάθε βαθμό πληρότητας του στομάχου των μυδιών του.

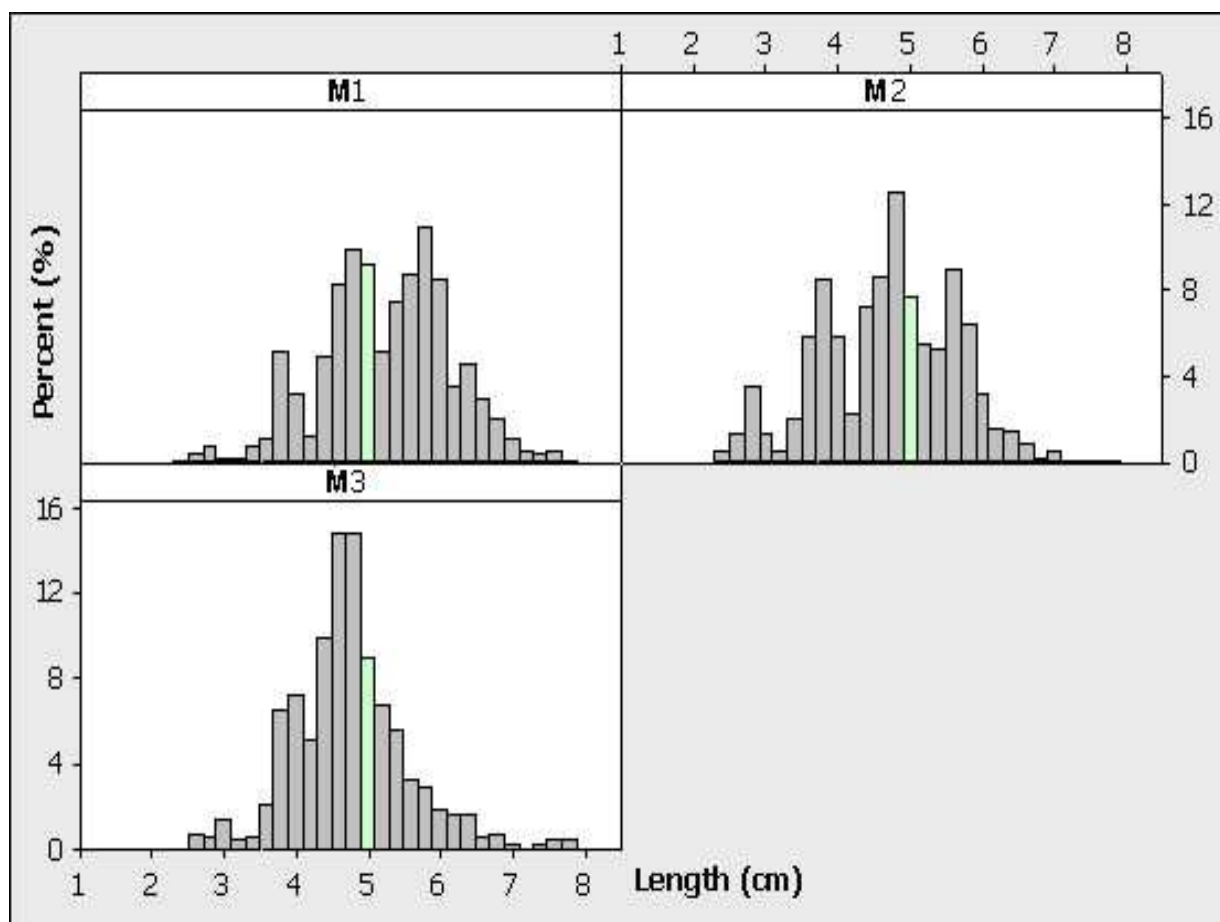
Τα μύδια του σταθμού M3 που είχαν καταναλώσει τροφή (ενδιάμεσος βαθμός πληρότητας και με γεμάτο στομάχι), όταν ξηράνθηκαν, έδωσαν πολύ μειωμένες τιμές δείκτη ευρωστίας. (Εικ. 32).



Εικόνα 32. Μεταβολή του μέσου δείκτη ευρωστίας CI (%) για το υγρό και ξηρό βάρος των μυδιών ανάλογα με τον βαθμό πληρότητας του στομάχου στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.7 Χωρική μεταβολή της συχνότητας κατανομής μηκών των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Η ανάλυση του ποσοστού των κλάσεων μήκους των μυδιών στους τρεις σταθμούς, δείχνει ότι ο σταθμός M1 έχει γενικά το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων τα οποία βρίσκονται στο εμπορεύσιμο μέγεθος (> 5 cm) και το μήκος που κυριαρχεί ανήκει στην κλάση των 5,8 cm. Ωστόσο στον σταθμό M2 κυριαρχεί η κλάση μήκους 4,8 cm, εντούτοις αποτελείται από μεγάλο ποσοστό εμπορεύσιμων μυδιών. Στον σταθμό M3 κυριαρχούν ακόμα πιο μικρά μεγέθη μηκών (κλάση 4,6 - 4,8 cm) (Εικ.33).



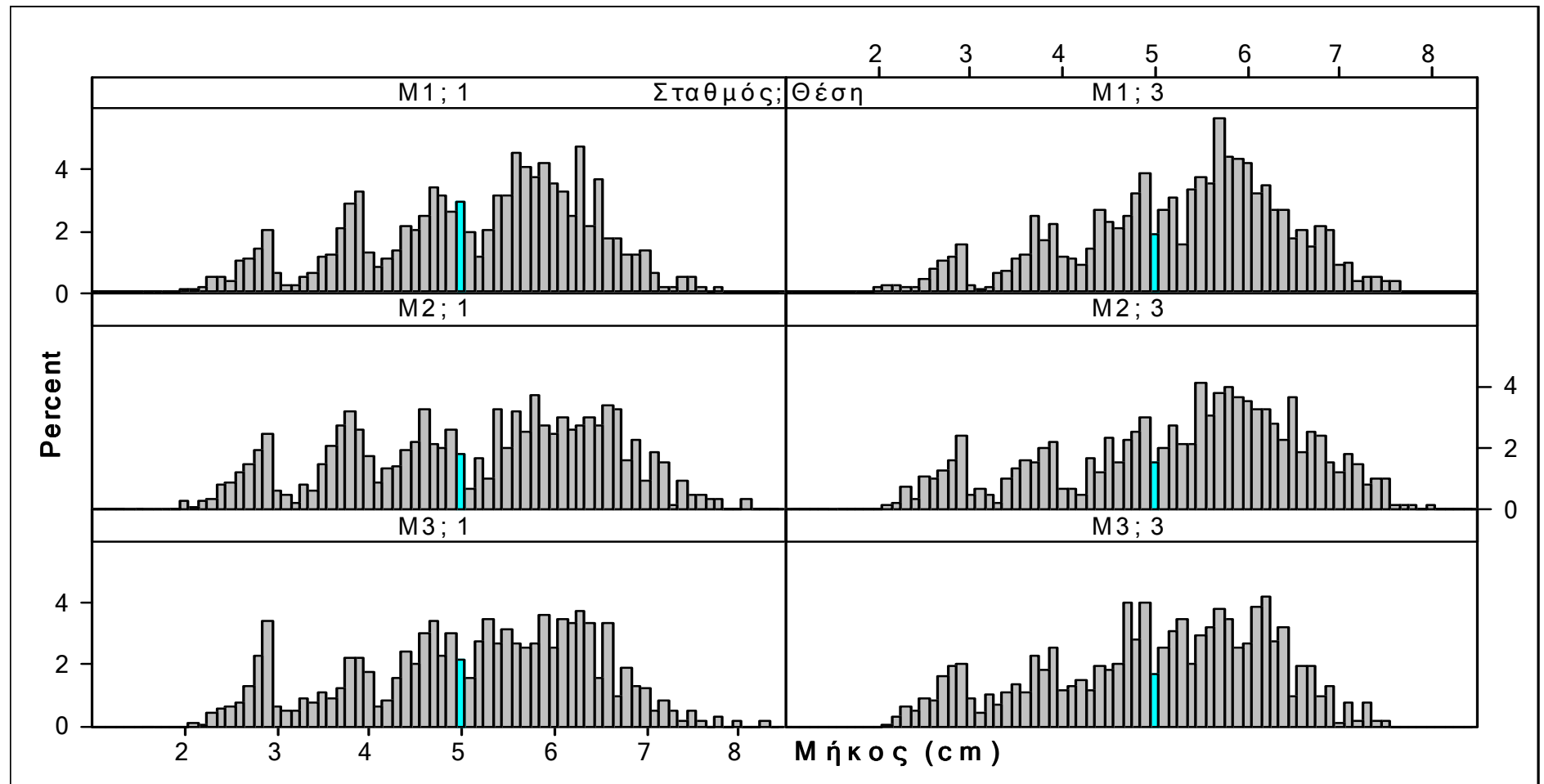
Εικόνα 33 : Μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. Κλάση μήκους = 0,2 cm). Αριθμός ατόμων: M1: 2.219, M2: 2.246 και M3: 2.022 άτομα

3.8 Χωρική μεταβολή της συχνότητας κατανομής μηκών των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας ανά θέση αρμαθιάς.

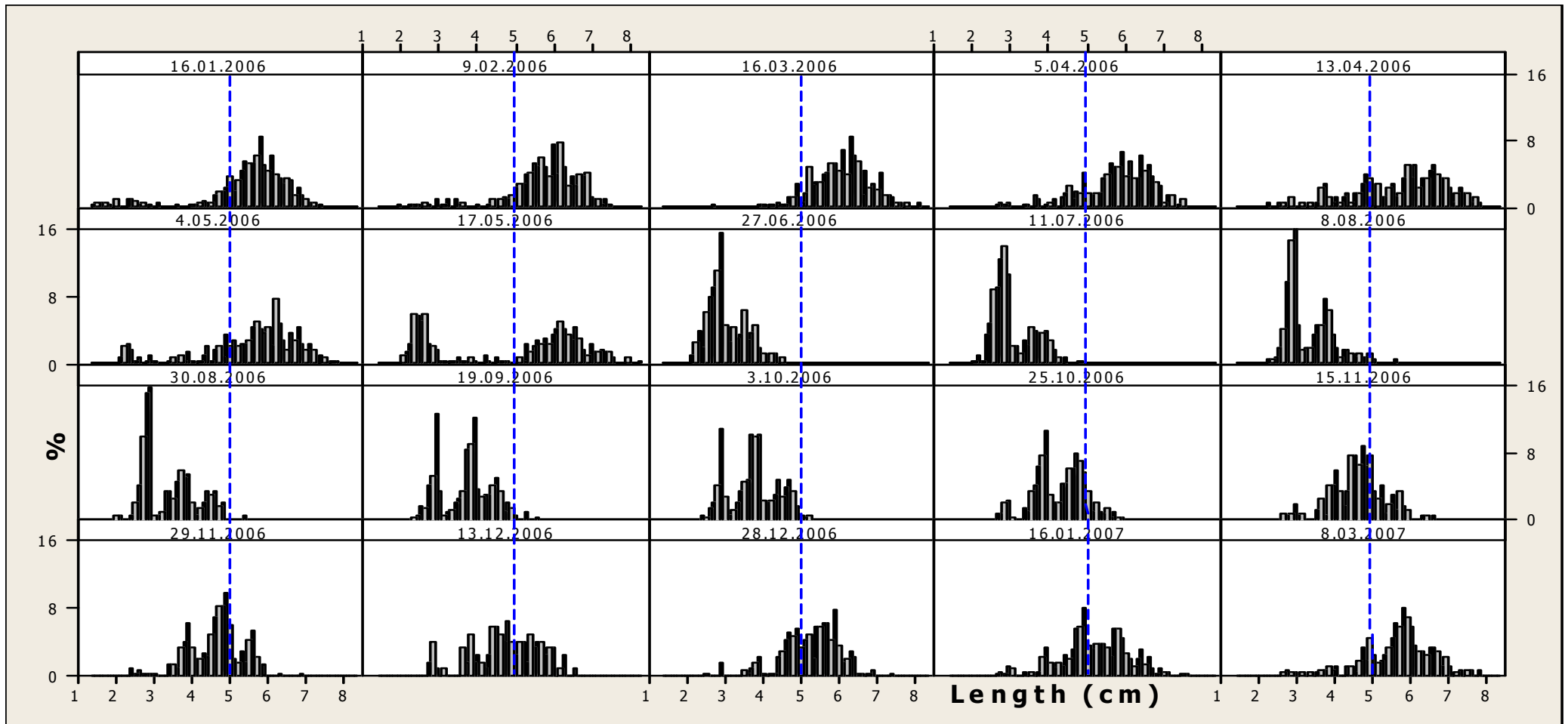
Η ανάλυση της συχνότητας των κλάσεων μήκους των μυδιών στους τρεις σταθμούς δείχνει τη σύνθεση των μεγεθών των μυδιών στα δυο βάθη εκτροφής (αρχή και τέλος αρμαθιάς). Επίσης στην εικόνα 34, σημειώνεται το ποσοστό εμπορικού μεγέθους μυδιών σε κάθε θέση αρμαθιάς στους σταθμούς.

3.9 Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών κατά την διάρκεια της μελέτης στην περιοχή της Χαλάστρας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εμπορεύσιμου μεγέθους των μυδιών στην περιοχή της Χαλάστρας παρουσιάζεται τον Ιανουάριο έως τις αρχές Μαΐου. Τέλος άνοιξης αρχίζουν να εμφανίζονται μικρά στις αρμαθιές (2 – 3 cm) για να γίνουν εμπορεύσιμα στις αρχές του χειμώνα (Εικ 35).



Εικόνα 34 : Μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στους ανά θέση αρμαθιάς (θέση 1 = 4 m θέση 3 = 7m) σταθμούς δειγματοληψίας.

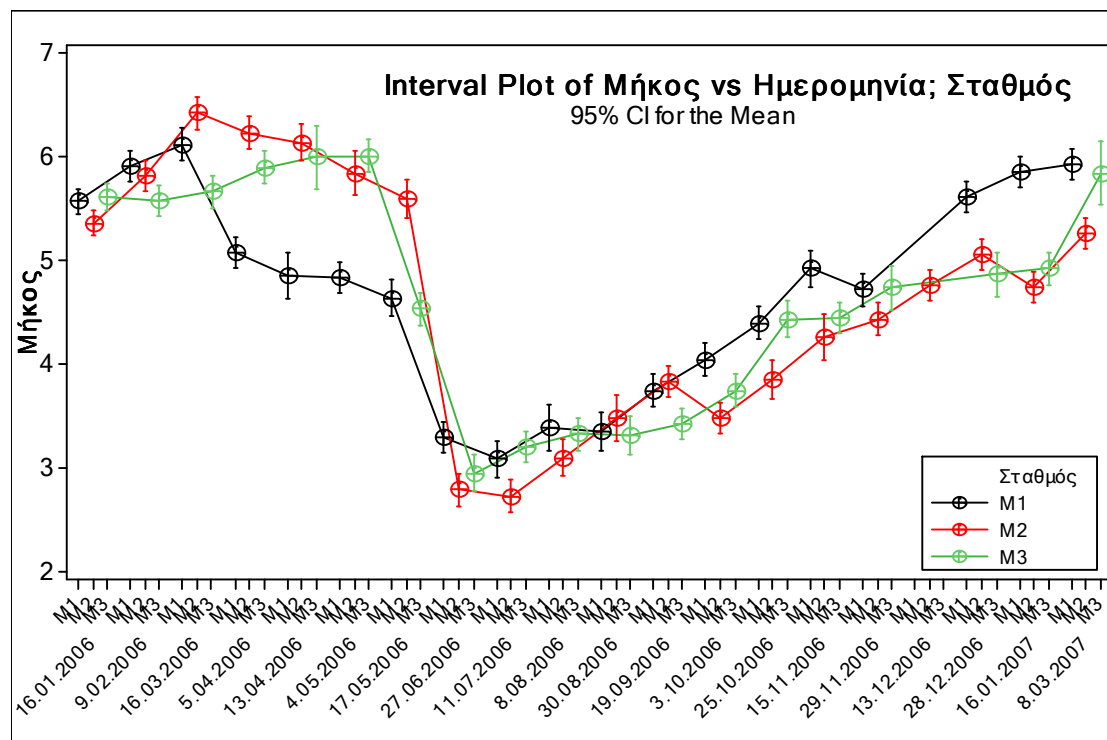


Εικόνα 35. Μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών κατά την διάρκεια της μελέτης στην περιοχή της Χαλάστρας ανεξάρτητα σταθμού.

3.10 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας

Το μήκος του οστράκου μεταβάλλεται όπως αναμένεται, με το χρόνο αλλά και μεταξύ των σταθμών. Η μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στη διάρκεια της μελέτης παρουσιάζεται στην εικόνα 37 για τους σταθμούς δειγματοληψίας.

Το μήκος των μυδιών μεταβάλλεται σημαντικά με το χρόνο (Εικ. 36). Μεγαλύτερου μήκους μύδια παρατηρούνται στις μονάδες την άνοιξη και τον χειμώνα ενώ γενικά μικρότερα το καλοκαίρι. Η μεταβολή του μεγέθους (μήκος) των μυδιών μεταξύ των σταθμών ακολουθεί γενικά την ίδια εικόνα αλλά στο σταθμό M1 εμφανίζονται μικρότερα μύδια νωρίτερα (από την άνοιξη) και μεγαλύτερα το φθινόπωρο και τον επόμενο χειμώνα.

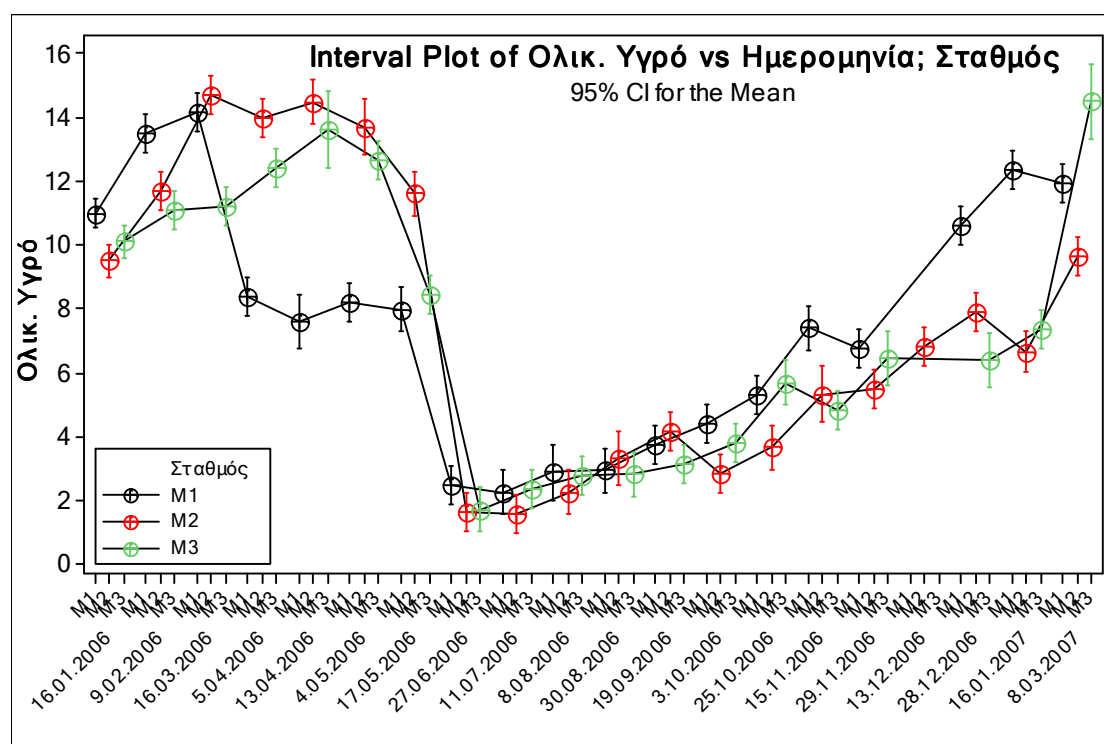


Εικόνα 36 : Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.11 Χωροχρονική μεταβολή του ολικού υγρού βάρους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Τα υγρά βάρη των μυδιών βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα από το τέλος χειμώνα ως και την άνοιξη ενώ από την αρχή του καλοκαιριού, τα μύδια έχουν το μικρότερο βάρος τον Ιούλιο και μετά το βάρος αρχίζει να αυξάνει σταδιακά. Από τα μύδια στους τρεις σταθμούς, εκείνα του M1 εμφανίζουν μειωμένο μέσο ολικό βάρος την άνοιξη και το βάρος τους είναι σημαντικά μικρότερο από εκείνο των δυο άλλων σταθμών. Την ίδια εικόνα της χωροχρονικής μεταβολής του ολικού υγρού βάρους στον σταθμό M1, ακολουθεί και το μέσο μήκος, όπως ειπώθηκε προηγουμένως.

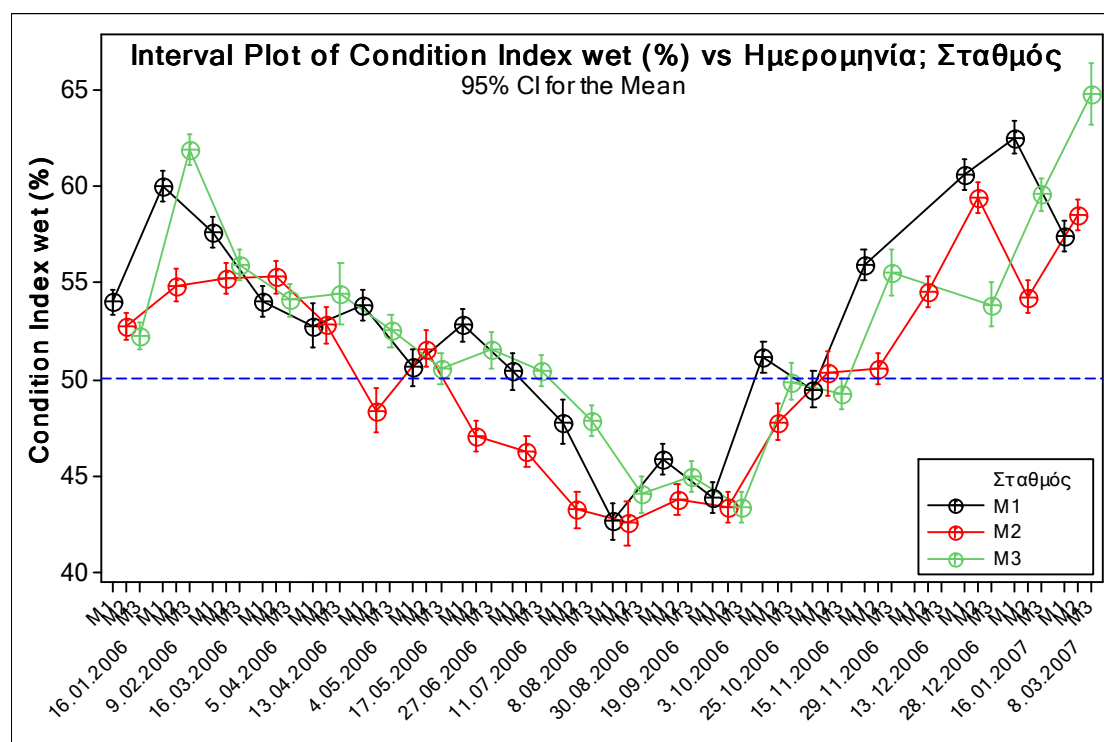
Τα μύδια στον σταθμό M1 την άνοιξη, είναι μικρότερα τόσο σε μήκος όσο και σε βάρος, από τα μύδια των άλλων σταθμών. Μετά τους θερινούς μήνες, οι τιμές των παραμέτρων αυτών εξομοιώνονται με τις αντίστοιχες τιμές των μυδιών των άλλων σταθμών για ένα διάστημα, οπότε από τον Οκτώβριο, φαίνεται ο M1 να έχει μύδια μεγαλύτερα σε μήκος και σε βάρος από τους άλλους δυο σταθμούς (Εικ. 37).



Εικόνα 37. Χωροχρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους (g) των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.12 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας

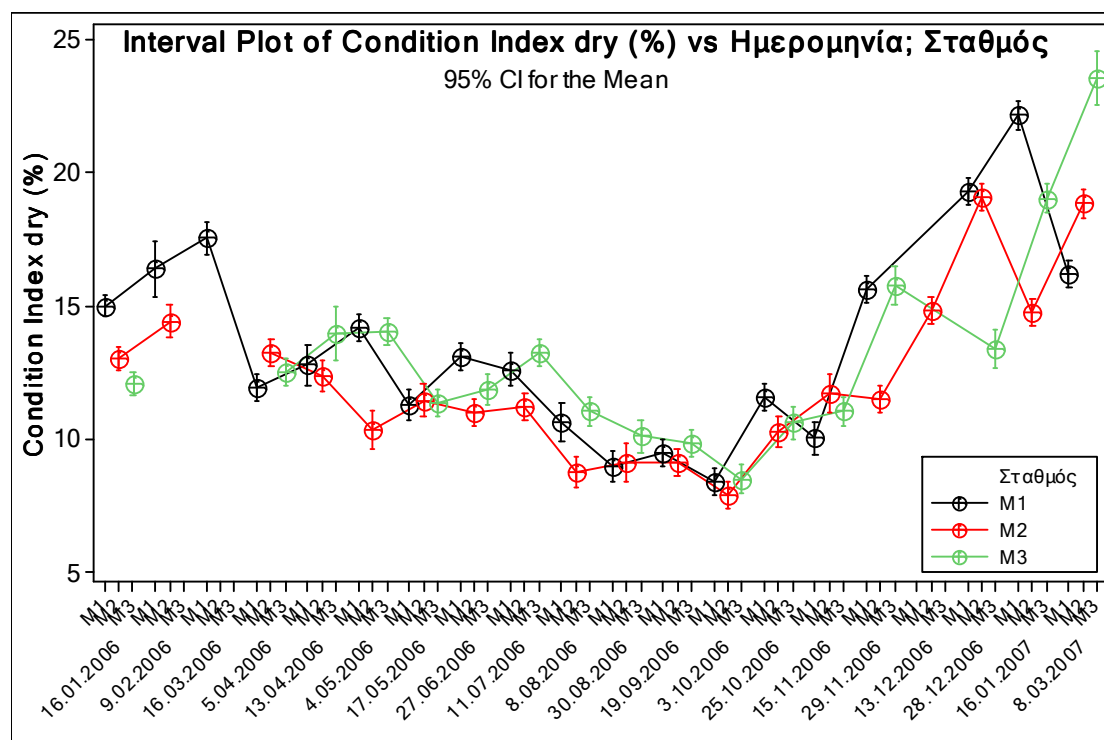
Η ποιότητα της κατάστασης των μυδιών αποδίδεται καλύτερα με δείκτες που ενσωματώνουν παραμέτρους του οργανισμού. Έτσι, η χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας των μυδιών του ΒΑ κόλπου Θεσσαλονίκης για τα υγρά (Εικ.38) και για τα ξηρά βάρη (Εικ. 60), έδωσε πιο ολοκληρωμένες πληροφορίες για την κατάσταση των μυδιών. Ο δείκτης ευρωστίας υγρού βάρους των μυδιών παρουσιάζει εποχικές (χρονικές) μεταβολές σε όλους τους σταθμούς. Οι τιμές είναι γενικά αυξημένες (C.I. % > 50 %) το χειμώνα και μειωμένες το καλοκαίρι. Οι τιμές του δείκτη ευρωστίας στους σταθμούς M1 και M3 φαίνεται να είναι υψηλότεροι αυτών του M2.



Εικόνα 38. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (%) (Condition Index wet) για τα υγρά βάρη των εκτρεφόμενων μυδιών, στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.13 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του ξηρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Γενικά τα μύδια έχουν μεγαλύτερο δείκτη ευρωστίας τους χειμώνα και ανοιξιάτικους μήνες και τις μικρότερες τιμές τέλος καλοκαιριού ως αρχές φθινοπώρου, με τον σταθμό M1 να υπερτερεί ελαφρώς έναντι των άλλων και μάλιστα, τον χειμώνα του 2007 φαίνεται ότι ο CI % είναι υψηλότερος από την αντίστοιχη περίοδο του 2006 (Εικ.39).

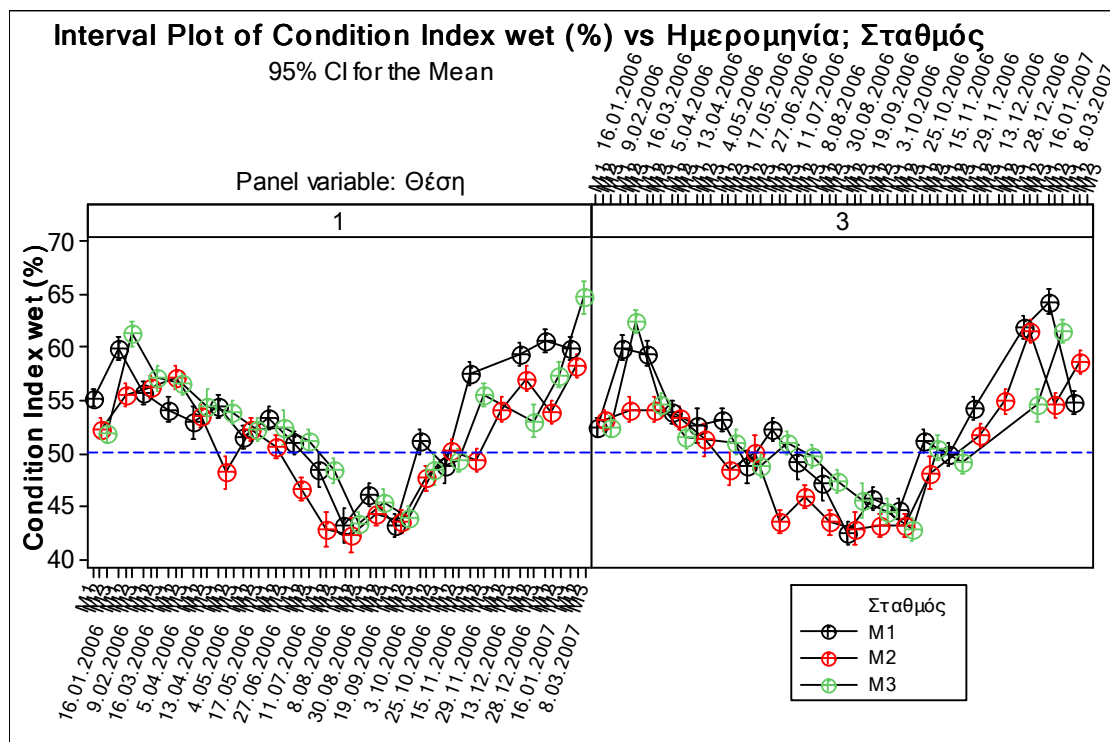


Εικόνα 39. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (%) (Condition Index dry) για τα ξηρά βάρη των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.14 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας στις θέσεις της αρμαθιάς (1 - 3).

Ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών και στις δυο θέσεις (στην ανάρτηση: θέση 1 = 4 m και στο ελεύθερο άκρο της: θέση 3 = 7 m), παρουσιάζει διαφορές. Γενικά τα μύδια στο πάνω σημείο της αρμαθιάς διατηρούν δείκτη ευρωστίας πάνω από 50 %

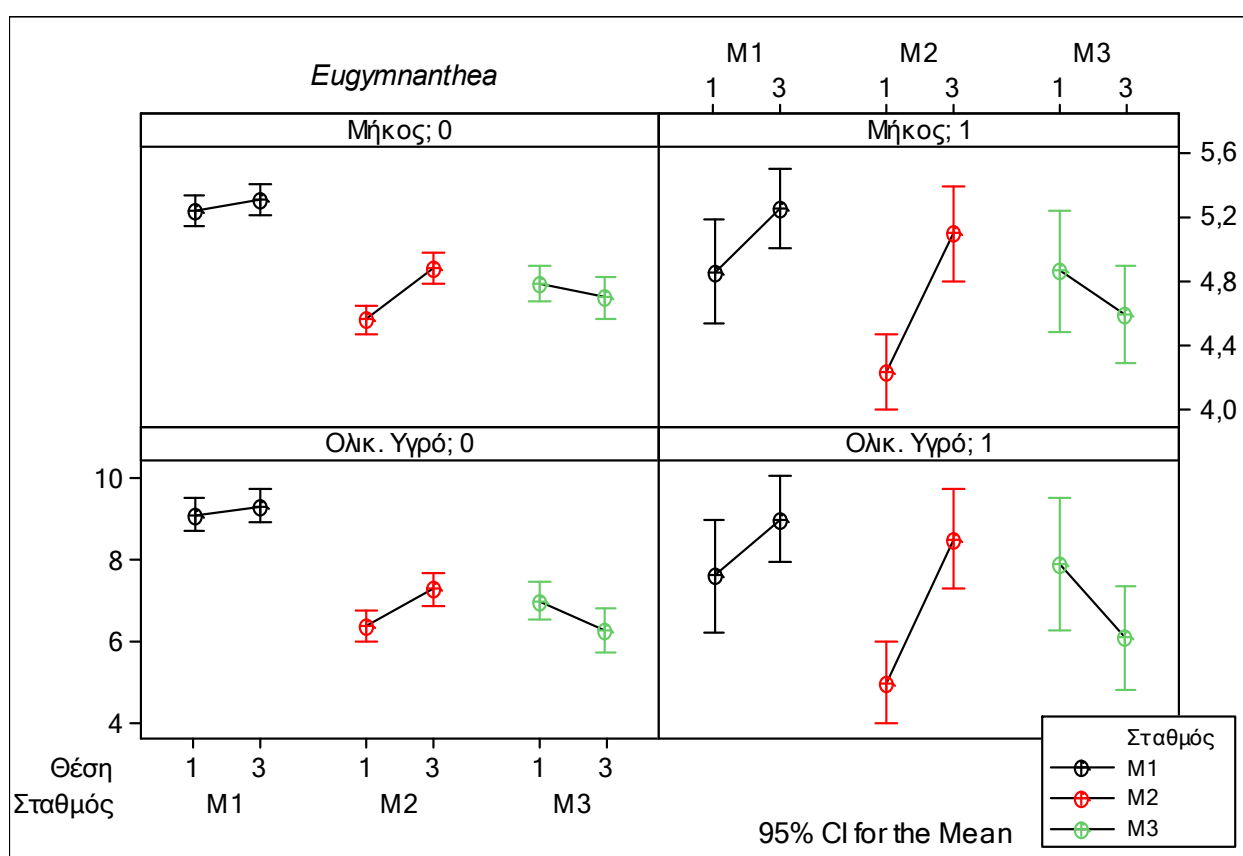
για μεγαλύτερο διάστημα. Σε βαθύτερα νερά (7 m) οι τιμές του δείκτη ευρωστίας είναι μεγαλύτερες το χειμώνα. Την άνοιξη οι τιμές είναι καλύτερες στο βάθος των 4 m. Σε όλους τους σταθμούς, τα μύδια στα 7 m αρχίζουν να εμφανίζουν μείωση του CI % πιο νωρίς το καλοκαίρι και το φθινόπωρο σε σχέση με τα 4 m (Εικ.40). Μεταξύ των δύο χειμώνων ο χειμώνας του 2007 (Δεκέμβριος – Ιανουάριος) φαίνεται να ήταν καλύτερος από τον χειμώνα του 2006 για τον δείκτη ευρωστίας των μυδιών και για τα δύο βάθη (4 m και 7 m). Γενικά τα μύδια στον σταθμό M1 έχουν μεγαλύτερο CI % σε αντίθεση με τα μύδια του M2 των οποίων ο δείκτης ευρωστίας βρίσκεται τις περισσότερες φορές πιο κάτω από τον CI % των υπόλοιπων σταθμών δειγματοληψίας.



Εικόνα 40. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (%) (Condition Index dry) για τα υγρά βάρη των εκτρεφόμενων μυδιών στις θέσεις της αρματιάς (1 - 3) (βάθος εκτροφής που αντιστοιχούν στα 4 m και 7 m). CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.15 Χωρική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους και του μήκους των μυδιών σε σχέση με την θέση τους στην αρμαθιά και την παρουσία -απουσία του υδρόζωου *Eugymnanthea*

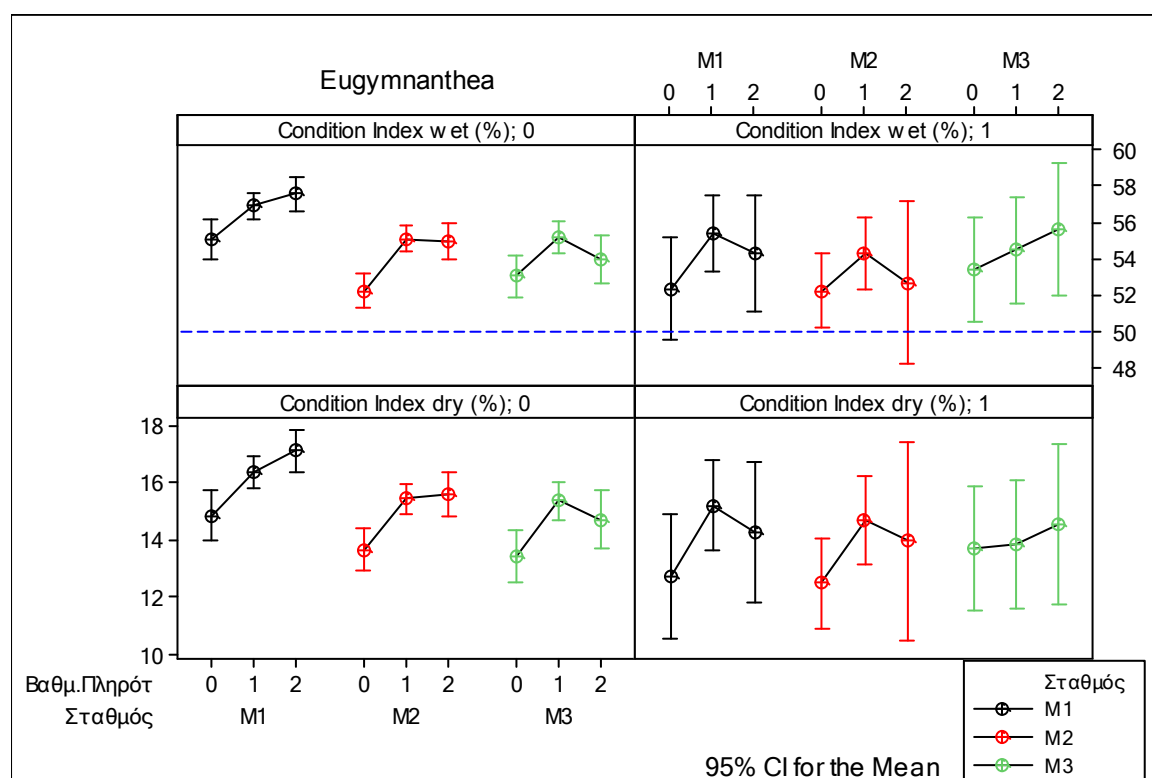
Τα άτομα του σταθμού M1 που δεν εμφανίζουν την *Eugymnanthea* έχουν υψηλές τιμές μήκους και ολικού υγρού βάρους και στα δυο βάθη σε σχέση με τους σταθμούς M2 και M3. Ωστόσο τα μύδια που περιέχουν την *Eugymnanthea* παρουσιάζουν γενικά, πτώση των τιμών μήκους και βάρους σε όλους τους σταθμούς (Εικ. 41).



Εικόνα 41. Μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους και του μήκους των μυδιών σε σχέση με την θέση τους στην αρμαθιά (1 = 4m, 3 = 7m) και με την παρουσία (1) απουσία (0) της *Eugymnanthea* ανά σταθμό δειγματοληψίας CI: όρια εμπιστοσύνης 95 % .

3.16 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI%) για το υγρό και ξηρό βάρος των μυδιών ανάλογα με τον βαθμό πληρότητας στομάχου και με την παρουσία, απουσία της *Eugymnanthea*.

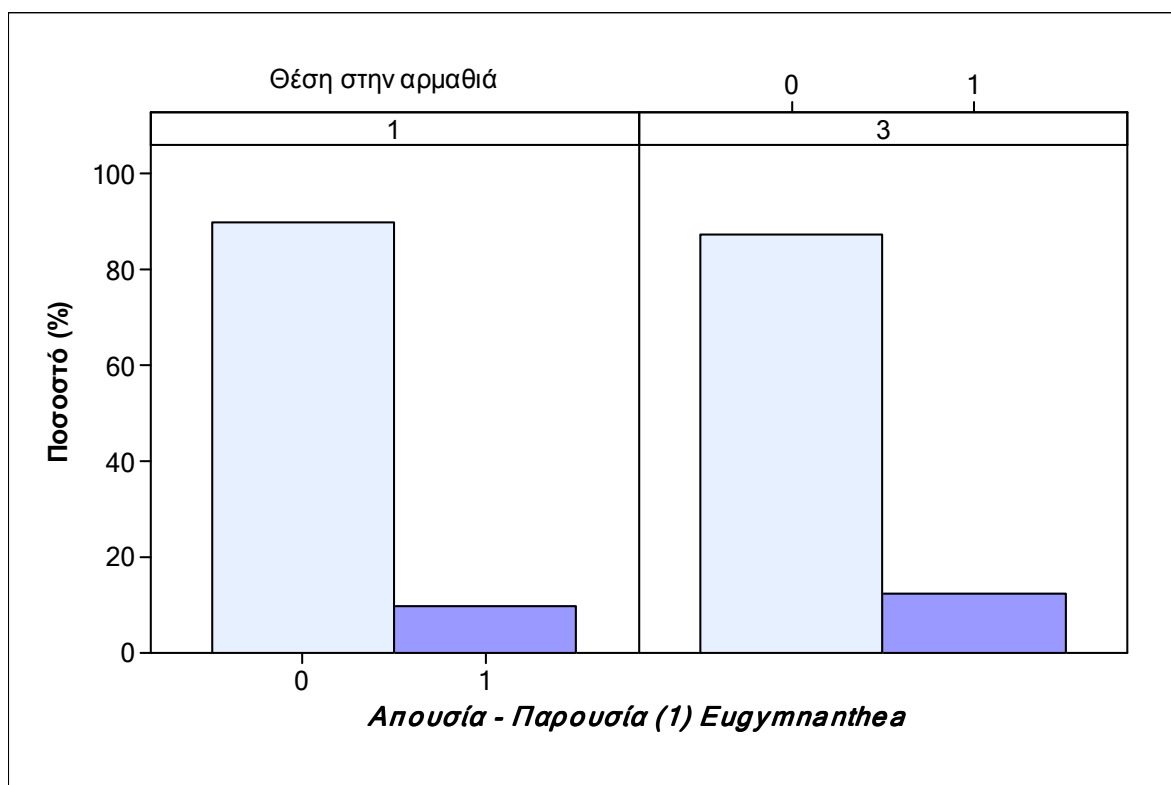
Ο δείκτης ευρωστίας για υγρά και ξηρά βάρη στα μύδια που δεν περιέχουν *Eugymnanthea* παρουσιάζεται καλύτερος σε σχέση με τα άτομα στα οποία εντοπίστηκε. Ο καλύτερος δείκτης ευρωστίας παρουσιάζεται στα μύδια του σταθμού M1 τα οποία δεν περιέχουν τον ενδοβιότη, ενώ με την εμφάνιση της *Eugymnanthea* ο δείκτης ευρωστίας στον ίδιο σταθμό γίνεται παρόμοιος με τους άλλους δύο σταθμούς. Γενικά ο CI% ξεπερνάει το 50% και σε ορισμένες περιπτώσεις και κάτω από αυτήν την τιμή (Εικ. 42).



Εικόνα 42. Μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας CI% για το υγρό και ξηρό βάρος των μυδιών ανάλογα με τον βαθμό πληρότητας στομάχου και με την παρουσία (1) απουσία (0) της *Eugymnanthea* ανά σταθμό δειγματοληψίας CI: όρια εμπιστοσύνης 95 % .

3.17 Ποσοστιαία % μεταβολή της παρουσίας, απουσίας της *Eugymnanthea* στον συνολικό αριθμό των μυδιών ανά θέση αρμαθιάς.

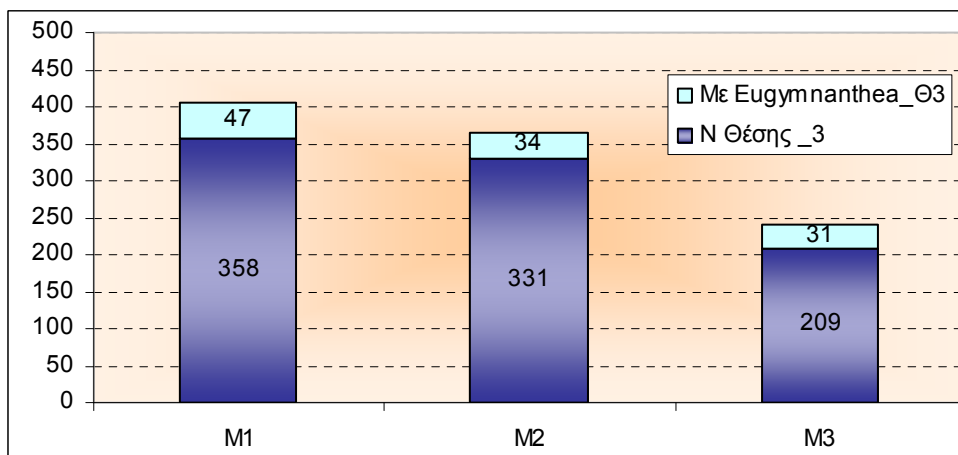
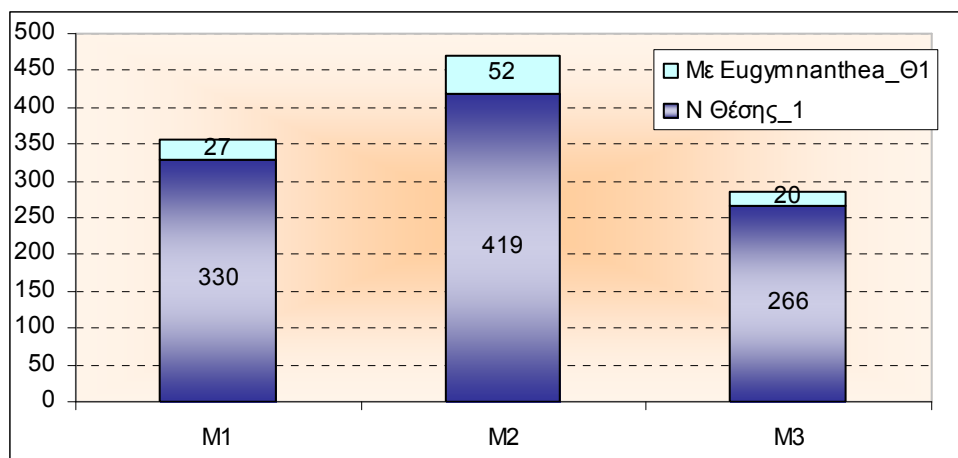
Από 1916 μύδια που εξετάστηκαν για την παρουσία ή μη του υδρόζωου *Eugymnanthea*, το μεγαλύτερο ποσοστό, περίπου 90%, των μυδιών και στα δύο βάθη εκτροφής δεν περιείχαν *Eugymnanthea*. Τα άτομα που περιείχαν τον ενδοβιότη ήταν 211 Στην εικόνα 43 παρουσιάζονται τα ποσοστά ατόμων μυδιών με και χωρίς τον ενδοβιότη ανά θέση στην αρμαθιά.



Εικόνα 43. Μεταβολή του ποσοστού % της παρουσίας (1) απουσίας (0) *Eugymnanthea* στον συνολικό αριθμό των μυδιών ανά θέση αρμαθιάς (1 = 4 m, 3 = 7 m).

3.18 Χωρική μεταβολή παρουσίας, απουσίας της *Eugymnanthea* ανά αριθμό μυδιών.

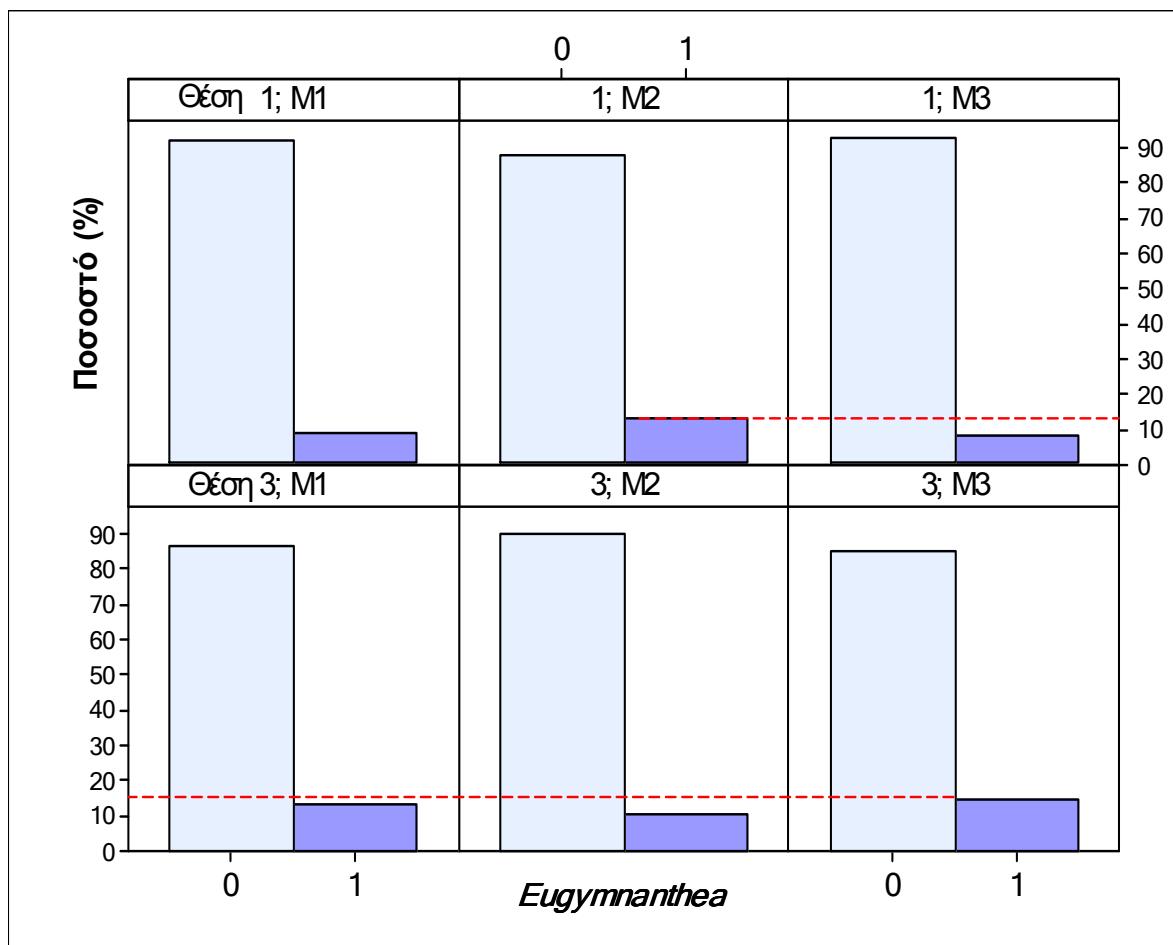
Ο σταθμός με τα περισσότερα άτομα που καταγράφηκαν με τον ενδοβιότη είναι ο M2 στην θέση 1 (4 m βάθος) ενώ σε μεγαλύτερο βάθος (7 m) θέση 3, ο M1. Πιο συγκεκριμένα, από τα συνολικά 471 μύδια του σταθμού M2 σε βάθος 4 m (θέση 1), βρέθηκε να περιέχουν *Eugymnanthea* τα 52, ενώ στα 7 m (θέση 3) ο σταθμός M1 ήταν αυτός που εμφάνισε 47 άτομα να περιέχουν τον ενδοβιότη σε σύνολο 405 ατόμων. (Εικ.44)



Εικόνα 44 : Μεταβολή παρουσίας (1) απουσίας (0) της *Eugymnanthea* (οι αριθμοί είναι το πλήθος των ατόμων) στα μύδια στους σταθμούς δειγματοληψίας.

3.19 Χωρική μεταβολή του ποσοστού % της παρουσίας (1) απουσίας (0) της *Eugymnanthea* ανά θέση αρμαθιάς στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Σε σχέση με τους σταθμούς, το μεγαλύτερο ποσοστό των μυδιών (περίπου 90 %) δεν εμφάνισαν *Eugymnanthea*. Τα μεγαλύτερα ποσοστά μυδιών με τον ενδοβιότητα παρατηρήθηκαν στον σταθμό M2 στα 4 m, ενώ στα βαθύτερα στρώματα, 7 m, στους σταθμούς M1 και M3 (Εικ.45).



Εικόνα 45 : Μεταβολή του ποσοστού % της παρουσίας (1) απουσίας (0) της *Eugymnanthea* στους σταθμούς δειγματοληψίας ανά θέση αρμαθιάς (1 = 4 m, 3 = 7 m).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη ευρωστίας

Ως παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη ευρωστίας (C.I. %) αναφέρονται οι εξής (Lubet 1983, Gosling 1992, 2003):

1. **Ωτοκία**
2. **Τροφή**
3. **Διαχείριση**
4. **Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες**
5. **Ανταγωνισμός (Επιβιότητες και Ενδοβιότητες)**

4.1.1 Ωτοκία

Η μείωση του CI% που οφείλεται και στην ελευθέρωση του γεννητικού υλικού των μυδιών, παρουσιάζεται την άνοιξη στους σταθμούς μελέτης. Για τους σταθμούς M1 και M3 συμβαίνει τον Μάρτιο, ενώ για τον M2 τον Μάιο. Με τις μικρότερες τιμές να εμφανίζονται τον Αύγουστο. Επίσης μειώσεις του δείκτη ευρωστίας σημειώνονται όλο τον Οκτώβριο και Ιανουάριο – Φεβρουάριο. Από αυτές οι μειώσεις μεγαλύτερης έντασης και διάρκειας είναι την Άνοιξη και το καλοκαίρι. Η μείωση του δείκτη ευρωστίας όπως προαναφέρθηκε αποδίδεται στην ωτοκία. Αυτή πρέπει να λαμβάνει χώρα μαζικά μετά τον Αύγουστο οπότε καταγράφονται και οι μικρότερες τιμές του CI%. Ο μεγαλύτερος αριθμός νυμφών εμφανίζεται την περίοδο Οκτωβρίου. Παράλληλα μια ακόμα σημαντική παρουσία νυμφών συμβιώνεται τέλος χειμώνα με αρχές άνοιξης (ΑΤΕΙΘ 2007). Τα στοιχεία αυτά ομοιάζουν με εκείνα της Αδριατικής (Hrs - Brenko 1974). Ταχεία αύξηση αυτών των ατόμων οδηγεί σε παρουσία γόνου από τα μέσα ως τέλος της άνοιξης. Οι νύμφες από την μέγιστη παρουσία τους τον Οκτώβριο μήνα, ίσως έχουν μειωμένους ρυθμούς αύξησης και τις προλαβαίνουν οι εαρινές ή συμμετέχουν στον γόνο ελάχιστα μετά από αυξημένη θνησιμότητα που θα πρέπει να συμβαίνει λόγω καιρικών συνθηκών.

4.1.2 Τροφή

Παρατηρείται ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α ως δείκτης ύπαρξης τροφής και βασική παράμετρος στους υπολογισμούς για τη φέρουσα ικανότητα του συστήματος, διατηρείται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα όλο το χρόνο εκτός τις χειμερινές περιόδους, αλλά η ποσότητα ακόμη και σε αυτές τις περιόδους βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Στην περιοχή μελέτης τα αιωρούμενα ανιχνεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις (μέση τιμή 42,83 mg/l) (Μωρίκη, κ.ά. 2008), και είναι κυρίως οργανικής προέλευσης (Αβραμίδου 2007, Moriki *et al.*, 2007). Αυτά τα αιωρούμενα μπορεί να προέρχονται από τις εισροές των ποταμών αλλά και από την επαναιώρηση του ιζήματος τις περιόδους που υπάρχει ανάμιξη στην στήλη του νερού. Τα ενήλικα φαίνεται να ευνοούνται από την αυξημένη συγκέντρωση αιωρούμενων (Frechette & Grant 1991). Όμως φαίνεται να επαληθεύεται η εκτίμηση του ΕΚΘΕ (2001) ότι το σύστημα περιορίζεται λόγω διαθεσιμότητας τροφής από τα μέσα της άνοιξης μέχρι το τέλος καλοκαιριού και αυτό επιβεβαιώνεται και από τις μειωμένες τιμές της chl-a (Galinou-Mitsoudi *et al.*, 2007) και του δείκτη ευρωστίας.

4.1.3 Διαχείριση

Στο τέλος της άνοιξης παρατηρείται μια απότομη πτώση στον δείκτη ευρωστίας σε όλους τους σταθμούς η οποία συνεχίζεται έως το τέλος του καλοκαιριού. Εκτός από την περίπτωση της ωτοκίας, φαίνεται να σχετίζεται και με την αρχή της διαχειριστικής περιόδου (τοποθέτηση γόνου στην μονάδα) αραιώσεις και τους χειρισμούς (αρμαθιάσματα) διότι τον Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο παρατηρείται η αρχή διαχειριστικής περιόδου αφού τον Ιούνιο – Ιούλιο εμφανίζονται σε όλες τις μονάδες μύδια μικρού μεγέθους. Οι άλλες μειώσεις που εμφανίζονται στην χρονική μεταβολή του CI% (βλ. Εικ. 38) ταυτίζονται με τις περιόδους των αραιώσεων των μυδιών στις αρμαθιές (Πίν .2). Το χειμώνα και την άνοιξη τα μύδια εμφανίζονται να έχουν το μεγαλύτερο μήκος και ξεπερνούν το εμπορεύσιμο των 5 cm.

Πίνακας 2. Περίοδοι αραιώσεων των αρμαθιών ανά σταθμό δειγματοληψίας.

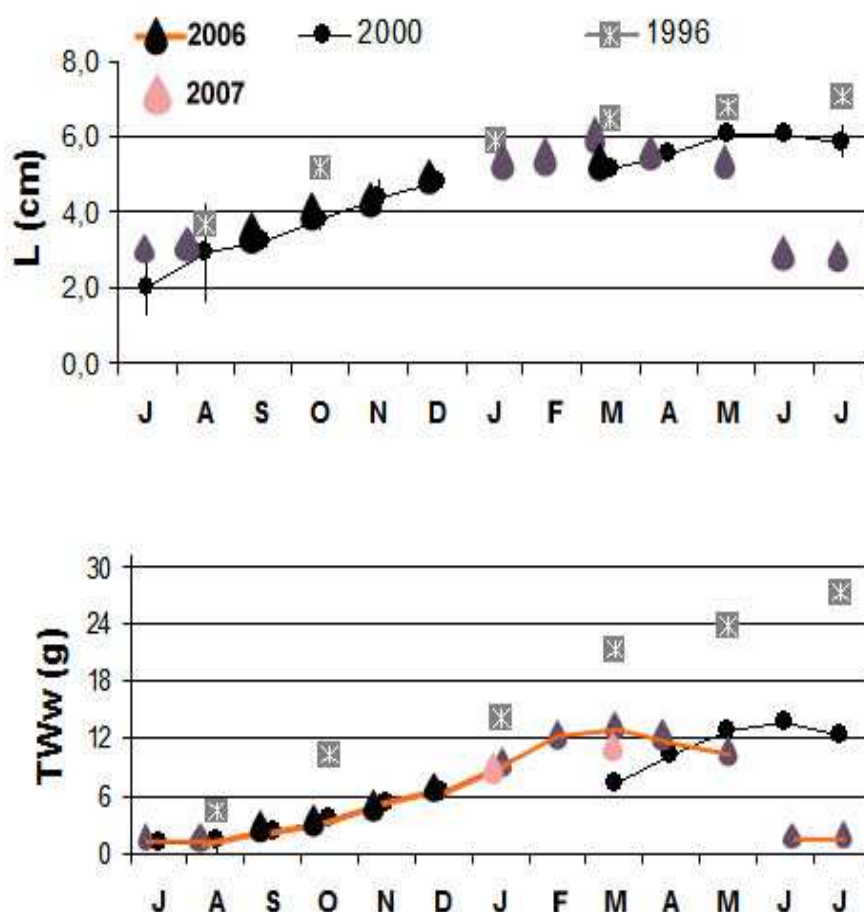
| Σταθμός | Τοποθέτηση γόνου | 1η αραιώση | 2η αραιώση | 3η αραιώση |
|---------|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|
| M1 | Μάιο - Ιούνιο - Ιούλιο | Αύγουστο - Σεπτέμβριο | Νοέμβριο | Ιανουάριο - Φεβρουάριο |
| M2 | Ιούνιο - Ιούλιο | Νοέμβριο | Ιανουάριο | - |
| M3 | Μάιο | Ιούλιο | Νοέμβριο | Ιανουάριο |

4.1.4 Ανταγωνισμός (Επιβιότητες και Ενδοβιότητες)

Αρνητική επίδραση στον δείκτη ευρωστίας έχουν οι επιβιότητες ως ανταγωνιστές στην τροφή (Seed & Suchanek 1992, E.K.Θ.E. 2001). Στους σταθμούς μελέτης βρέθηκε το υδρόζωο του γένους *Eugymnanthea* την περίοδο από 25/10/06 και έως τις 8/3/07. Το υγρό βάρος των μυδιών ιδιαίτερα στο σταθμό M2 στα 4 m βάθος, παρουσιάζει σαφή αρνητικό επηρεασμό στον δείκτη ευρωστίας (βλ. Εικ.43). Στις περιπτώσεις μυδιών που δεν εμφάνισαν τον ενδοβιότητα, ο CI% τους είναι υψηλότερος από εκείνον σε μύδια με τον ενδοβιότητα (όπως αναφέρθηκε στα αποτελέσματα). Τα αποτελέσματα αυτά μοιάζουν με τα αντίστοιχα στην ίδια περιοχή το έτος 2000 (Galinou-Mitsoudi et al. 2002), όπου παρουσιάστηκε δυσμενής επίδραση του ενδοβιότητα με μείωση του μήκους και του βάρους των μυδιών κατά ~ 17 %. Ο γόνος των μυδιών επίσης μπορεί να λειτουργήσει επιβιοτικά στις αρμαθίες ενήλικων μυδιών της καλλιέργειας σε ορισμένες περιόδους που εγκαθίσταται μαζικά, δηλαδή Απρίλιο και τον Μάιο όπου παρατηρήθηκε γόνος στις αρμαθίες σε μεγάλες πυκνότητες (Tenore et al. 1982), την ίδια περίοδο δηλ. που εμφανίζεται γόνος και στη Χαλάστρα. Εκτός από επιβιότης ο γόνος επηρεάζει και την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής όπου λαμβάνουν τα μεγαλύτερα άτομα στην αρμαθία (Spenser 2002).

Όπως φαίνεται από την εικόνα 47, παγιώνεται η κατάσταση της ποιότητας των μυδιών στις μονάδες με βάση το έτος 2000 σύμφωνα με την οποία η παραγόμενη ποσότητα μυδιών/m αρμαθίας, δεν φθάνει πλέον το όριο της δυναμικότητας των μυδοκαλλιεργειών, εκτιμώντας ότι έχει ξεπεραστεί η ικανότητα της θαλάσσιας περιοχής των μυδοκαλλιεργειών. Το γενικευμένο όριο (Ελέγχουσες Υπηρεσίες) καθορίζει παραγωγή μέχρι τα 15 kg/m αρμαθίας και έχει τεθεί με εγκυκλίους, από το

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (πρώην Γεωργίας), αποτελεί δε όρο των αδειών Ίδρυσης και Λειτουργίας των μυδοκαλλιιεργειών. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι σταθμοί πλησιάζουν πλέον ελάχιστες φορές, ή ακόμα λιγότερες, ξεπερνούν το όριο παραγωγής για τα πλωτά μυδοτροφεία (Εικ.47). Ειδικότερα ο σταθμός Μ1 φτάνει το όριο της επιτρεπόμενης δυναμικότητάς του τρεις φορές στους 14 μήνες μελέτης τον Μάιο, Φεβρουάριο, και Δεκέμβριο. Ο σταθμός Μ2 τρεις φορές, τον Απρίλιο και δύο τον Μάιο. Ο σταθμός Μ3 φτάνει μόνο δύο φορές το όριο τον Απρίλιο και τον Μάιο. Παλαιότερα, το όριο αυτό ήταν χαμηλό για τις δυνατότητες των μονάδων αφού το 1996 το μήκος και το βάρος των μυδιών ήταν πολύ μεγαλύτερο από το μήκος και το βάρος που είχαν το 2000 (Εικ. 70). Με την αύξηση των αρμαθιών των μονάδων (Γαληνού – Μητσούδη 2003), στην Χαλάστρα μέχρι το 2000 και η μη παραμονή του αριθμού αυτού στα ίδια επίπεδα, συνέβαλε επίσης στη μείωση κυρίως του βάρους των μυδιών (Seed & Suchanek από Gosling 1992).



Εικόνα 47. Μηνιαία μεταβολή του μέσου μήκους (L) και του μέσου βάρους (TWw) των μυδιών από πλωτές μυδοκαλλιιεργειες της Χαλάστρας για τα έτη 1996 (Κράββα 2000), 2000 (Ε.Κ.Θ.Ε 2001) καθώς και 2006 - 2007 (παρούσα μελέτη).

Ο δείκτης ευρωστίας για τα υγρά βάρη των μυδιών της περιοχής μελέτης την άνοιξη του 2000, πήρε τιμές γύρω στο 55 % (ΕΚΘΕ 2001) και την ίδια εποχή του 2006, οι τιμές του δείκτη αυτού ήταν πολύ κοντά αλλά και λίγο μικρότερες εκείνων του 2000 (~53 %).

Η φέρουσα ικανότητα του συστήματος, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, συμβάλει στην δημιουργία βιώσιμων μονάδων μυδιών. Στη Χαλάστρα, η σημερινή κατάσταση φαίνεται ότι κινείται σε πλαίσια υπέρβασης των ορίων της δυνατότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος να διατηρηθεί σε συνθήκες της περιόδου πριν από το 1996. Όλα τα δεδομένα οδηγούν σε αυτήν την εκτίμηση. Πιο συγκεκριμένα τα ρεύματα είναι ασθενή (Savidis *et al.*, 2007). Το διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζει πολλές φορές συνθήκες υποξείας (< 4 mg/l) (Moriki *et al.*, 2007). Η τροφή (χλωροφύλλη-α) είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από τις αντίστοιχες περιοχές της Μεσογείου (Gosling 2003), αλλά και από την ίδια την περιοχή μελέτης πριν λίγα χρόνια (ΕΚΘΕ 2001). Το βάρος των μυδιών είναι μειωμένο σε σχέση με προγενέστερες μελέτες (ΕΚΘΕ 2001). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται συγκριτικά ποιοτικά στοιχεία του *Mytilus galloprovincialis* σε διάφορες χώρες εκτροφής του. Φαίνεται ότι η Ελλάδα με τις ιδανικές, κατά γενική ομολογία, περιβαλλοντικές συνθήκες, έφτασε να έχει παραγωγή μυδιών υποβαθμισμένης ποιότητας με βάση τις διαστάσεις και κυρίως τα βάρη τους όπως συνέβη και στον κόσμο, ξεπερνώντας την ικανότητα αυτή (Spenser 2002). Η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας της περιοχής μυδοκαλλιεργειών στην Χαλάστρα φαίνεται να είναι αναγκαία για να βελτιωθεί τελικά τόσο το υδάτινο περιβάλλον όσο και η ποιότητα της παράγωγης των μυδιών.

Πίνακας 3. Ετήσιες μέσες τιμές της αύξησης του καλλιεργούμενου μυδιού *Mytilus galloprovincialis* σε διαφορετικές χώρες και περιοχές.

| Χώρα | Περιοχή | Μήκος (cm) | Ύψος (cm) | Πάχος (cm) | Ολικό υγρό βάρος (g) | Υγρό Σώματος (g) | Υγρό Κελύφους (g) | Ξηρό σώματος (g) | Ξηρό Κελύφους (g) | Βιβλιογραφία |
|------------------|---------------|------------|-----------|------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| <i>Τουρκία</i> | Μαύρη Θάλασσα | 4,9 | 2,0 | 2,8 | | | | | | Aral (1997) |
| <i>Τουρκία</i> | Τσανάκαλε | 3,9 - 4,4 | | | 5,64 - 6,90 | | | | | Cigdem (2004) |
| <i>Γαλλία</i> | Νορμανδία | 4,9 | | | 10,84 | 3,14 | | 0,73 | 3,50 | Kopp (2005) |
| <i>Ιταλία</i> | Σικελία | 5,8 - 6,3 | | | | | | 0,44 - 0,33 | | Sara (1998) |
| <i>Ισπανία</i> | | 4,0 | 1,8 | 2,3 | | | | | | Soto (1985) |
| <i>Ν. Αφρική</i> | Groenrivier, | 6,2 - 6,5 | | | | | | | | Steffani (2003) |
| <i>Ισπανία</i> | NW Spain | 7,1 - 8,0 | | | 23,70 - 30,00 | 9,50 - 12,50 | | | | Fuentes (2000) |
| <i>Γαλλία</i> | Thau Lagoon | 5,1 | | | 17,00 | | | 0,55 | 5,00 | Gangnery (2003) |
| <i>Ελλάδα</i> | Χαλάστρα | 2,0 - 6,1 | | | 1,00 - 13,63 | 0,46 - 6,48 | | | | EKΘΕ (2001) |
| <i>Ελλάδα</i> | Λουδίας | 2,3 - 6,5 | | | 1,45 - 16,30 | 0,57 - 7,67 | | | | EKΘΕ (2001) |
| <i>Ελλάδα</i> | Χαλάστρα | 2,0 - 8,3 | 1,2 - 4,0 | | 0,52 - 25,59 | 0,22 - 13,85 | 0,22 - 9,91 | 0,3 - 1,86 | 0,21 - 9,47 | παρούσα μελέτη |

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα ευρήματα αυτής της μελέτης είναι:

- Η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής στις μυδοκαλλιέργειες του ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης εκφρασμένη ως χλωροφύλλη-α, επειδή είναι η χαμηλότερη από περιοχές με μυδοκαλλιέργειες στη Μεσόγειο και σε άλλες χώρες, φαίνεται να επηρεάζει την ανάπτυξη των μυδιών.
- Ο δείκτης ευρωστίας επηρεάζεται από το βάθος και γενικά είναι καλύτερος στο βάθος 4 m από το βάθος των 7 m.
- Τα μύδια διατηρούν δείκτη ευρωστίας μεγαλύτερο του 50 % τον χειμώνα και την άνοιξη.
- Ο ενδοβιότης *Eugymnanthea* επηρεάζει αρνητικά τον δείκτη ευρωστίας όταν εμφανίζεται.
- Οι διαχειριστικές ενέργειες που ασκούνται είναι εξατομικευμένες (αραιώσεις, αποστάσεις) και δεν φαίνεται να είναι οι κατάλληλες για να φέρουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα ο σταθμός M2 φαίνεται να έχει καλύτερες διαχειριστικές πρακτικές καθώς παρατηρείται ομοιομορφία μεγεθών στο αρμάθιασμα και μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των αρμαθιών. Γενικά όμως στους υπόλοιπους σταθμούς οι αρμαθιές απέχουν μεταξύ τους απόσταση μικρότερη από αυτή που ορίζουν οι αρμόδιες αρχές.
- Τα μύδια στο σταθμό M1, είναι συνολικά μεγαλύτερα σε μήκος και ο δείκτης ευρωστίας καλύτερος από τον δείκτη ευρωστίας στους σταθμούς M2, M3.
- Τα μύδια της περιοχής Χαλάστρας διατηρούν με τάσεις μείωσης, την ήδη χαμηλή τους ποιότητα από το 2000 σε σχέση με την κατάστασή τους το 1996.

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο γρήγορος ρυθμός αύξησης και η θρεπτική αξία των οστρακοειδών και ιδιαίτερα του μυδιού, αποτέλεσαν σημαντικά κίνητρα για την καλλιέργειά τους. Στην μελέτη αυτή εξετάζεται η αύξηση των μυδιών σε μια από τις κυριότερες μυδοκαλλιεργητικές περιοχές της Ελλάδας, την Χαλάστρα στο Β.Δ. κόλπο της Θεσσαλονίκης.

Για τις ανάγκες της μελέτης, επιλέχθηκαν 4 σταθμοί εκ των οποίων οι τρεις πρώτοι είναι σε μυδοκαλλιέργειες στα άκρα και στο μέσον των ορίων της περιοχής και ο ένας αποτέλεσε το σταθμό αναφοράς για το υδάτινο περιβάλλον. Η επιλογή των σταθμών έγινε με κριτήριο την όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική θέση τους στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών.

Μετρήθηκαν τα μορφομετρικά στοιχεία των μυδιών, δηλαδή το μήκος (L) και το ύψος (H) των θυρίδων, το ολικό υγρό βάρος του οστράκου, καθώς και τα υγρά και ξηρά βάρη σώματος και κελύφους.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα ευρήματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι :

Η ανάπτυξη των μυδιών του Β.Δ κόλπου Θεσσαλονίκης είναι χαμηλότερη από αντίστοιχες περιοχές της Μεσογείου και φαίνεται ότι οφείλεται σε μειωμένη ποσότητα της διαθέσιμης τροφής στις μυδοκαλλιέργειες.

Ο δείκτης ευρωστίας επηρεάζεται από το βάθος και γενικά είναι καλύτερος στο βάθος 4 m από το βάθος των 7 m, ενώ είναι μεγαλύτερος του 50 % τον χειμώνα και την άνοιξη. Επίσης επηρεάζεται αρνητικά από τον ενδοβιότη *Eugymnanthea*.

Οι διαχειριστικές ενέργειες που ασκούνται είναι εξατομικευμένες ή και μη ενδεδειγμένες, για να φέρουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Είναι φανερό ότι η Ελλάδα με τις ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες, έφτασε να έχει παραγωγή μυδιών υποβαθμισμένης ποιότητας με βάση τις διαστάσεις και κυρίως τα βάρη τους. Η φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος σε όλες τις λειτουργικές κατηγορίες της φαίνεται να έχει υπερκαλυφθεί. Είναι αναγκαία λοιπόν η βελτίωση των διαχειριστικών πρακτικών ώστε με τη βελτίωση και του υδάτινου περιβάλλοντος, η παράγωγή των μυδιών να είναι ικανοποιητική ποιοτικά και ποσοτικά για την περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου της καλλιέργειας οστράκων.

7. SUMMARY

Shells fast growth rate and the nutritious value of them, mainly of the mussels, constituted important reasons for their culture. In this study, the mussel growth in the area of Chalastra, situated in the North-West gulf of Thessaloniki, is examined. This area is among of the most important regions of shellfish culture in Hellas.

The data of this study were collected from four stations that covered all the study area in order to represent better the conditions of mussel culture of the area. Three of them were in mussel cultures, two of them positioned at the edges of the cultivation while the other one was in the middle. The fourth station was the point of reference concerning the aquatic environment.

The following morphometric characteristics of mussels were measured: shell length (L) and height (H), the total weight (TW), the body weight (BW) and the shell weight (SW) as well as the dry weights of body (DBW) and shell (DSW).

The conclusions drawn from the results are as follows:

The growth of mussels in the NW gulf of Thessaloniki appears to be rather lower compared to other areas of the Mediterranean Sea. This could be due to the low quantity of available food in the mussel cultivations.

The condition index is influenced by the depth. Generally, the index is higher in the 4 m depth than in 7 m depth, while it is higher than 50 % during the winter and the spring. Also, it is negatively influenced by the endobiote *Eugymnanthea*.

The management actions either are partially taken or do not appear to be suitable in order to have the expected results.

It is obvious that in Chalastra, the carrying capacity seems to be overcover, while there are ideal environmental conditions, the quality of the mussel production has become of continued degrading value, based on the dimensions and mostly on the weights of the shells. So, the farmers have to improve of the mussel units management and it could be followed by the aquatic environment improvement. It is necessary in order to accomplish a better quality of mussel production and the further development of the shell culture.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Arial O. (1997) Growth of The Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) on Ropers in The Black Sea, Turkey Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences 23 (1999) 183-189.
- Ackman R.G. (1995) Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In “Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability”. A. Ruiter (Ed.). Cab International, Wallingford, UK. 117.
- Bacher, C., Duarte, P., Ferreira, J.G., Heral, M., Raillard, O. (1998) Assessment and comparison of the Marennes-Oleron Bay (France) and Carlingford Lough (Ireland) carrying capacity with ecosystem models. *Aquat. Ecol.* 31, 379–394.
- Barber R.W. & Volakos N. (1997) Wind-induced coastal circulation in the northern Aegean Sea.
(<http://www.cse.scitech.ac.uk/ceg/envmod/wind/windinduced.shtml>)
- Bayne, B.L. (1965) Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, 2, 1-47.
- Bayne, B. L. (1964) Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). *J. Anim. Ecol.* 33: 513-523.
- Bower, S.M. (1992) Diseases and parasites of mussels. In: *The mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture* (ed. E. Gosling), pp 543-563. Elsevier, Amsterdam.
- Brunetti R., M. Gabriele, P. Valerio, O. Fumagalli (1992) The micronucleus tests: temporal pattern of baseline frequency in *Mytilus galloprovincialis* Mar. Ecol. Prog. Ser. Published July 2 1992. Vol. 83: 75-78.
- Carver, C.E.A., Mallet, A.L. (1990) Estimating the carrying capacity of a coastal inlet for mussel culture. *Aquaculture* 88, 39–53.
- Ceccherelli V.U., Rossi R. (1984) Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis* Mar. Ecol. Prog. Ser. Published February 29 1984. Vol. 16: 173-184.
- Christopher W. Mckindsey, Helmut T., Landry T., Silvert W. (2006) Recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management *Aquaculture* 261 2006, 451–462.

- Cigden G., Erdemir Y., Sezginer T. (2004) A Comparative study on growth rates of mussels *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 and *Modiolus barbatus* Linnaeus, 1758 in Dardanelles. Faculty of fisheries, University of Canakkale Turkey. Pakistan Journal of biological sciences (2004) 7 (10): 1695 – 1698.
- Dailianisa S., Domouhtsidou G.P., Raftopoulou E., Kaloyianni M., Dimitriadis V.K., (2003) Evaluation of neutral red retention assay, micronucleus test, acetylcholinesterase activity and a signal transduction molecule (cAMP) in tissues of *Mytilus galloprovincialis* (L.), in pollution monitoring Marine Environmental Research 56 2003, 443–470.
- Davenport I., Chen X. (1987). A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel *Mytilus edulis*. *Journal of Molluscan Studies*, 53(3), 293-297.
- Dolmer, P., Frandsen, R.P., (2002) Evaluation of the Danish mussel fishery: suggestions for an ecosystem management approach. *Helgol. Mar. Res.* 56, 13–20.
- E.C. (1995) State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. Environmental Assessment Series, No 5, (ed. Izzo G. & Moretti S.), 85-91 pp.
- Ferran E., Trevino M., Mancebo M. J., Crespo C., Espinosa J. (1990) Estudio del ciclo gonadal anual en *Mytilus galloprovincialis* : cinetica de poblaciones celulares en el manto y reservas bioenergeticas. In: *Actas, III Congreso Nacional de Acuicultura*, 467-472 pp.
- Frechette M. & Grant J. (1991) An in situ estimation of the effect of wind-driven resuspension on the growth of the mussel *Mytilus edulis* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 148, no. 2, 201-213 pp.
- Fuentes, J., Molares, J. (1993) Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from rafts in the Ria de Arousa (NW of Spain): annual pattern and spatial variability. *Aquaculture*, 122, 55-62.
- Fuentes, J., Gregorio V., Giraldez R., Molares, J. (2000) Within-raft variability of the growth rate of mussels, *Mytilus galloprovincialis*, cultivated in the Ria de Arousa (NW Spain). *Aquaculture*, 189, 39-52.
- Galinou-Mitsoudi S., Giannakourou A., Petridis D., Papathanasiou E. (2000) Mussel endobionts in Greek cultures : First occurrence and effects. In: CAFT-EM2002: 1-11, Jun 2002.

- Galinou–Mitsoudi S., A. Moriki, D. Petridis, Y. Savvidis, X. Dimitriadis, C. Koutitas & L. Alvanou., (2007). Spatial fluctuation of the quality of the mussels from longline cultures in terms of environmental, biological and culturists operation parameters. *Mesaep* ([abstract](#))
- Gangnery A., Bacher C., Buestel D. (2003) Application of a population dynamics model to the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, reared in Thau Lagoon (France) *Aquaculture* 229 (2004) 289–313.
- Gosling E.M., (1992) Genetics of *Mytilus*. In *The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture*, (ed. E.M. Gosling), pp. 1-20. Amsterdam: Elsevier Science Publ. [Developments in Aquaculture and Fisheries Science, no. 25]
- Gosling E.M. (2003) Fisheries and Management of Natural Populations. In: *Bivalve Molluscs: biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, 6, 439 pp.
- Hoagland P., Jin D., Kite-Powell H., (2003) The optimal allocation of ocean space: aquaculture and wild-harvest fisheries. *Mar. Res. Econom.* 18, 129–147.
- Holland B., Welch A.A., Unwin I.D., Buss D.H., Paul A.A., Southgate DAT. (1994) “The Composition of Foods”. 5th ed. McCance and Widdowsons (Ed.). p. 214. The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Cambridge.
- Hrs- Brenko, M. (1973) The study of mussel larvae and their settlement in Vela Draga Bay (Pula , the northern Adriatic Sea). *Aquaculture*, 2, 173-182.
- Hrs-Brenko, M. (1974) The seasonal fluctuation of the mussel larvae in the Northern Adriatic Sea. *Aquaculture* 3: 45-50.
- Hyder P.J., 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.
- Inglis G.J., Hayden B.J., Ross A.H. (2000) An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Client Report: CHC00/69, Project No. MFE00505, Ministry for Environment, 31 pp.
- Lutz R.A., Kennish M.J., (1992) Ecology and morphology of larval and early larval postlarval mussels. In *The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture*, (ed. E.M. Gosling), pp. 53-85. Amsterdam: Elsevier Science Publ. [Developments in Aquaculture and Fisheries Science, no. 25]

- Karageorgis A.P., Anagnostou C.L. (2001) Particulate matter spatial-temporal distribution and associated surface sediment properties: Thermaikos Gulf and Sporades Basin, NW Aegean Sea, *Continental Shelf Res.*, 21, 2141-2153
- Karageorgis A. P., Skourtos M. S., Kapsimalis V., 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 within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Regional Environmental Change*, Springer-Verlag, 2004.
- King I., Childs M.T., Dorsett C., Ostrander J.G., Mosen E.R. (1990) Shellfish. Proximate composition, minerals, fatty acid and sterols. *J. Amer. Diet. Assoc.* 90:677.
- Kinsella E.J. (1986) Food components with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. *Food Technol.* 40:146.
- Kopp J., Cornette F., Simonne C. (2005) A comparison of growth and biochemical composition *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.) and *Mytilus edulis* (L.) on the West coast of Cotentin, Normandy, France 1999-2000 *Aquaculture International* JULY 2005; 13(4) : 327-340.
- Koukaras K., Nikolaidis G. (2004) Dinophysis blooms in Greek coastal waters Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea *Journal of plankton research* Volume 26 004,445–457, 4 p.
- Lebedev N.Y. (1946) Elementary population of fish. *Zoo. Journ.*, 25: 121-235.
- Mackie G. (1984) Bivalves. In: A. Thompa, N. Verdonk & Van Den Biggelaar, editors. *The mollusca reproduction*, Orlando. FL: Academic Press Inc. 351-418 pp.
- Maguire J.A., Knights T., Burnell G., Crowe T., O'Bein F., McGrath D., Ferns M., McDonough N., PCQuaid N., O'Connor B., Doyle R., Newell C., Seed R., Smaal A., O'Carroll T., Watson L., Pennis J., O'Conneide M. (2007) Management recommendation for the sustainable exploitation of mussel seed in the Irish Sea. Funded through the Marine RTDI Measure productive sector O P 2000 – 2006, 87 pp
- Mason J. (1972) The cultivation of the European mussel, *Mytilus edulis* Linnaeus, (ed. H. Barnes), *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*, 10, 437-60.

- McGrath D., King P. A., Gosling E. M. (1988) Evidence for the direct settlement of *Mytilus edulis* larvae on adult mussel beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 47: 103-106.
- McGrorty S., Clarke R.T., Reading C.J., Goss-Custard J.D. (1990) Population dynamics of the mussel *Mytilus edulis*: density changes and regulation of the population in the Exe estuary, Devon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Published October 18 Vol. 67: 157-169, 1990
- Metaxatos A. (1988) Growth and reproduction of *Mytilus galloprovincialis* (L.) in two Greek districts (Kyparissi Lagoon and Elefsis Bay). *Rap. Proc.- Veb. Reun.*, **31** (2), 57.
- Metaxatou A (1998). The mussels. In “Proceedings of 1st Balkan Congress on Aquacultures”. Thessaloniki, Greece. 12-15 September. 87 p.
- Moriki A., Galinou-Mitsoudi S., Petridis D., Kosti D., Savvidis Y., Dimitriadis X., Koutitas Ch., Alvanou L., (2007). Environmental Impacts of Intensive Mussel Culture in the Coastal Waters of the Gulf of Thessaloniki (N. Greece). 14th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, October 10th -14th, Seville, Spain.
- Okumu Ü., Nadir Bascinar, M.kerrem Zkan (2001) The Effects of Phytoplankton Concentration, Size of Mussel and Water Temperature on Feed Consumption and Filtration Rate of the Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) *Turk J Zool* 26 (2002) 167-172 T.BÜTAK
- Poulos S.E., Drakopoulos P.G (2004) Current activity in the Thermaikos gulf continental margin, in relation to modern sedimentation processes *Bulletin of the Geological Society of Greece* vol. XXXVI, 2004 Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, April 2004, 8 pp.
- Poulos S. E., Chronis G.Th., Collins M.B., Lycousis V. (2000) Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea : an Overview of Water/Sediment Fluxes in Relation to Air-Land-Ocean Interactions and Human Activities. *Journal of Marine Systems*, **25**, 47-76.
- Richards J.B., Trevelyan G.A. (2001) Culture of Mussels California’s Living Marine Resources: A Status Report CCalifornia Department offish and Game December 2001, 496 – 499 pp.
- Rosenberg R., Loo L. O. (1983) Energy flow in a *Mytilus edulis* culture in western Sweden. *Aquaculture*, **35**, 151-167

- Sara G., Manganaro A., Cortese G., Pusceddu A., Mazzola A. (1998) The relationship between food availability and growth in *Mytilus galloprovincialis* in the open sea _southern Mediterranean. *Aquaculture* 167_1998.1–15
- Satoru Toda (Nationla Research Institute of Aquaculture : NRIA), Osamu Matsuda (Hiroshima University), Shusaku Kadowaki (Kagishina University), Hisashi Yokoyama (NRIA), Junya Higano (NRIA), Makato Yamasaki (Seikai National Fisheries Research Institute) (2004) Ecosystem and Carrying Capacity of Aquaculture Ground-for sustainable development of aquaculture and stock enhancement Bull. Fish. Res. Agen. No. 19, 1-7, 2007
- Savvidis Y.G., Antoniou A., Dimitriadis X., Moriki A., Galinou-Mitsoudi, S., Alvanou L., Petridis D., Koutitas C. (2007) Hydrodynamics in a Mussel Culture Area in Thermaikos Gulf. In: *Proceedings of the Eighth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 07*, E. Ozhan (Ed), 13-17 November 2007, Alexandria, Egypt.
- Schurink C.E., Griffiths C. L. (1993) Factors affecting relative rates of growth in 4 South Africa mussel species. *Aquaculture*, 109, 257-73.
- Seed R., Suchanek, T.H. (1992) Population and community ecology of *Mytilus edulis*. In: *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling, (ed), *Elsevier*, Amsterdam, 87-169 pp.
- Seed, R., Suchanek T.H., (1992) Population and community ecology of *Mytilus*. In *The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture*.
- Seed R. (1969) The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, **3**, 227-316.
- Soto Manu, Kortabitarte M., Marigomez L. (1995) Bio available heavy metals in estuarine waters as assessed by metallshell-weight indices in sentinel mussels *Mytilus galloprovincialis* Mar. Ecol. Prog. Ser. Published September 14 1995 Vol. 125: 127-136.
- Stead S.M., Burnell G., Gouilletquer P., (2003) Aquaculture and its role in Integrated Coastal Zone Management. *Aquacult. Int.* 10, 447–468.
- Steffani C. N., Branch G.M. (2003) Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure Mar. Ecol. Prog. Ser. Published January 2003, 16Vol. 246: 197–209.

- Stirling H.P. & Okumus I, 1995. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 134: 193-210.
- Sournia A. (1986) Atlas du Phytoplancton Marin. I. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. Spencer, B.E. (2002) Mussel cultivation. In: *Molluscan Shellfish Farming*. Blackwell, Oxford, 269 pp.
- Tenore K. R., Boyer L. F., Cal R. M., Corral J., Garcia-Fernandez C., Gonzalez N., Gonzales-Gurrianan E., Hanson R. B., Krom M., Lopez-Jamar E., McClain J., Pamatmat M.M., Perez A., Rhoads D.C., de Santiago G., Tietjen J., Westrich J., Windom H. L. (1982) Coastal upwelling in the Rias Bajas, N.W. Spain, Contrasting benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros. *Journal of Marine Research*, **40**, 701-772.
- Theodorou J. A., Nathanailides C., Kagalou I., Rizos D., Georgiou K., Tzovenis I. (2006a) Spat settlement pattern of the cultured Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* in the Maliakos bay (Greece). In: *Proceedings of WAS meeting*, Florence, Italy: 69
- Theodorou J.A., Nathanailides C., Makaritis P., Kagalou I., Nengas I., Anastasopoulou G., Alexis M. (2006b) Gonadal maturation of the cultured mussel *Mytilus galloprovincialis* in the Maliakos bay (Greece): Preliminary results. In: *Proceedings of WAS meeting*, Florence, Italy: 290.
- Thompson G.B. (1979) Distribution and population dynamics of the limpet *Patella aspera* (Lamarck) in Bantry Bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **40**, 115-135.
- Toro J.E, Thompson Z.R.J., Innes Z.D.J. (2002) Reproductive isolation and reproductive output in two sympatric mussel species (*Mytilus edulis*, *M. trossulus*) and their hybrids from Newfoundland *Marine Biology* (2002) 141: 897–909 DOI 10.1007/s00227-002-0897-3
- Vasakou A., Vareltzis K., Bloukas J.G. (2003) Effect of sodium lactate and potassium sorbate on quality characteristics and shelf – life of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* meat during chilled storage in pouches with water *Ital. J. Food Sci.* n. 3, 2003, vol. 15, 359 – 360 pp.
- Villalda A. (1993) Estrategias reproductoras del mejillon, *Mytilus galloprovincialis*, cultivado en las Rias de Vigo, Arosa, Muros y Ares-Betanzos (Galicia, NO. De Espana). In : A. Cervino, A. Landin, A. de Coa, A. Guerra and M. Torre

(ed.), *Actas del IV Congreso Nacional de Acuicultura*, 21-24 September, Illa de Arousa, Galicia, Spain, 329-334pp.

Veverica K. (1982) Culture of Mussels: A Review of the Status, Techniques, Problems, and Possibilities Karen Veverica Department of Fisheries and Wildlife Oregon State University A research paper to fulfill part of the requirements for the degree of Master of Agriculture Completed 1982, 65 pp.

Walters T. H. (2008) *Mytilus edulis*. Common mussel. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [Cited 14/07/2008]. Available from: <http://www.marlin.ac.uk/species/Mytilusedulis.htm>

Zanou B, Anagnostou Ch. (2001) Integrated management in the drainage basin of the Thermaikos Gulf (NW-Aegean Sea) methodological steps and proposed measures, according to the win-win policy. *Europ. Water Manage*, 4(6): 33–42

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αντωνιάδου Χ. (2003) Δομή των συνευρέσεων του σκληρού υποστρώματος της κατώτερης υποπαρالياκής ζώνης στο Β. Αιγαίο. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ., 274 σελίδες.

Α. Τ. Ε. Ι. Θ. (2007) Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης. Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Α. Μωρίκη, Θεσ/νίκη, Ενδιάμεση Έκθεση, 164 σελίδες.

Αβραμίδου Ε. (2007) Προσδιορισμός Οργανικού Άνθρακα στο Θαλασσινό νερό. Πτυχιακή Εργασία, Α. Τ. Ε. Ι. Θ., Ν. Μουδανιά 2007, 65 σελίδες.

Α.Π.Θ. (2000) Χαρτογράφηση και γενετική ταυτοποίηση των φυσικών πληθυσμών μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στους κόλπους της Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Α' ενδιάμεση τεχνική έκθεση για την ΝΑΘ, Δ/ση Αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Σκούρας Ζ. και Δρ. Χιντήρογλου Χ., 45 σελίδες.

- A.Π.Θ. (2001) Χαρτογράφηση και γενετική ταυτοποίηση των φυσικών πληθυσμών μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στους κόλπους της Θεσσαλονίκης. 2^η ενδιάμεση τεχνική έκθεση για την ΝΑΘ, Δ/ση Αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Σκούρας Ζ. και Δρ. Χιντήρογλου Χ., 56 σελίδες.
- Γαληνού-Μητσούδη Σ. (1999) Οι μυδοκαλλιέργειες του νομού Θεσσαλονίκης. Πρακτικά ημερίδας, Χαλάστρα 19 Ιουνίου 1999. Κέντρο Πληροφόρησης Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα-Γαλλικού & Αλυκής Κίτρου, 18-31 σελίδες.
- Γαληνού-Μητσούδη Σ. (2003) Εκτροφή Οστράκων, Σημειώσεις Θεωρίας Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης Ν. Μουδανιά. 110 σελίδες.
- Ε.Κ.Θ.Ε. (1994) Ωκεανογραφική Μελέτη Θερμαϊκού Κόλπου, Τελική Τεχνική Έκθεση. Αθήνα. 191 σελίδες.
- Ε.Κ.Θ.Ε. (1999) Παρακολούθηση της ποιότητας του Θαλάσσιου περιβάλλοντος του κόλπου της Θεσσαλονίκης για το 1997. Τελική Τεχνική Έκθεση για ΕΥΑΘ. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Πάγκου, Κ., 250 σελίδες.
- Ε.Κ.Θ.Ε. (2001) Διαχειριστική Μελέτη των Ζωνών Παραγωγής Μυδιών των Κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Τελική Τεχνική Έκθεση για ΝΑΘ, Δ/ση αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Παπαθανασίου Ε., 146 σελίδες.
- Ε.Σ.Υ.Ε. (2002) Στατιστικές πρωτογενούς τομέα υδατοκαλλιέργειες - ιχθυοκαλλιέργειες [τριμηνιαία στατιστικά στοιχεία] 2002. Εθνική στατιστική υπηρεσία της Ελλάδας Πειραιάς 2005iss/u 1108-9156
- Κράββα Ν. (2000) Γενετική σύσταση και αύξηση σε πληθυσμούς του μυδιού *Mytilus galloprovincialis* στο Θερμαϊκό κόλπο. Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 2000, 158 σελίδες.
- Πετρίδης Δ. (2000) Εφαρμοσμένη Στατιστική (με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων). Όμηρος Εκδοτική, Θεσσαλονίκη, 517 σελίδες.
- ΥΠ.Γ.Ε (2003). Υπηρεσία διαχείρισης Επιχειρησιακού Προγράμματος Αλιείας. Καθορισμός περιοχών οργανωμένης ανάπτυξης θαλασσιών υδατοκαλλιεργειών Π.Ο.Α.Υ. στον Θερμαϊκό κόλπο. Ανάδοχος : Eco Consultants S.A. Βαβυζος – Ζαννάκη, Μελέτες Α.Ε. Υπουργείο Γεωργίας. Αθήνα.

Φάμελλος Σ., Κρεστενίτης Ι., Γεωργιάδης Γ. (2008) Θερμαϊκός κόλπος πολυπαραμετρικότητα, αξίες και απόθεμα Υπουργείο Μακεδονίας - Θράκης - Ημερίδα "Θερμαϊκός θάλασσα δίπλα μας ", 9 σελίδες.

Φυτιάνος Κ. (2008) Εκτίμηση της ποιότητας του Θερμαϊκού κόλπου – προϋποθέσεις για το μέλλον. Υπουργείο Μακεδονίας - Θράκης –Ημερίδα "Θερμαϊκός θάλασσα δίπλα μας " , 19 σελίδες.

Διαδικτυακές τοποθεσίες

www.FAO.org

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_33076576
&_dad=portal&_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_33076576&_dad=portal&_schema=PORTAL)

[http://www.nearhus.gr/site/index.php?article_id=36&article_parent_id =15\)](http://www.nearhus.gr/site/index.php?article_id=36&article_parent_id =15)

<http://www.blueseedproject.com/index.php/44/shellfish-farming>

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/multimedia/fig9.jpg> (Εικ.2)

[http://www.issg.org/ database/species/ references.asp?si= 102&fr=1&sts=&lang=EN\)](http://www.issg.org/database/species/references.asp?si= 102&fr=1&sts=&lang=EN)

[ww.fish.gov.aufishnamesbrowse.php](http://www.fish.gov.aufishnamesbrowse.php) (Εικ .10)