



1509

D
639.42
Φ.Ν

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ
ΜΕ ΤΟ ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

Διαχείριση και παραγωγή του
***Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819**
σε Πλωτές Μυδοκαλλιέργειες
στον ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης

Φαντίδου Σ. Ειρήνη

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- 1. Δρ. Γαληνού – Μητσούδη Σοφία, Αν. Καθηγήτρια Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης**
- 2. Δρ. Κλαδάς Ιωάννης, Καθηγητής Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**
- 3. Περδικάρης Κων/νος, Ιχθυολόγος**

Καρδίτσα, 2008



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

**THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
OF THE FACULTY OF VETERINARY MEDICINE
OF THE UNIVERSITY OF THESSALY
IN COLLABORATION WITH
TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF EPIRUS**

**Management & production of
Mytilus galloprovincialis, Lamarck, 1819
on longline culture
in NW Gulf of Thessaloniki**

Eirini S. Fantidou

THREE MEMBERS OF ADVISOR COMMITTEE

- 1. Dr. Galinou- Mitsoudi Sofia, Associate Professor, A.T.E.I. Thessaloniki**
- 2. Dr. Kladas Ioannis, Professor, T.E.I. Epirus**
- 3. Perdikaris Costas, Ichthyologist**

Karditsa 2008



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

Αριθ. Εισ.: 7509/1
Ημερ. Εισ.: 10-09-2009
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
639.42
ΦΑΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διατριβή έχει ως αντικείμενο την μελέτη του εκτρεφόμενου Μεσογειακού μυδιού, *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819, σε πλωτές εκτροφές σε Περιοχή Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/ μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) στον ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης. Η ανάπτυξη των μυδιών στην περιοχή που παρέχει το 1/3 της εθνικής παραγωγής μυδιών εκτροφής, παρουσιάζεται μειωμένη σε σχέση με παλαιότερες μελέτες. Σκοπός της εργασίας είναι να εκτιμηθεί η παρούσα κατάσταση των εκτρεφόμενων μυδιών σε σχέση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους και για πρώτη φορά με ιδιαίτερη έμφαση στον υδροδυναμισμό και τις διαχειριστικές παραμέτρους, ώστε να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας των μυδιών και τη διατήρηση των επιπέδων παραγωγής τους.

Επιλέχθηκαν τέσσερις σταθμοί δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης (GR1220002; NATURA, 2000). Οι τρεις σταθμοί ήταν σημεία πάνω στις μονάδες μυδοκαλλιεργειών. Ο σταθμός M1 στο ΒΑ άκρο της περιοχής, ο M2 ΒΔ στο εσωτερικό και ο M3 στο ΝΔ άκρο της περιοχής των μονάδων. Ο σταθμός M4 ήταν έξω από την περιοχή των μονάδων. Η διάρκεια της μελέτης ήταν από 16/1/06 έως 8/3/07 και λαμβάνονταν δείγματα ανά δεκαπενθήμερο. Συνολικά έγιναν 20 δειγματοληψίες.

Η ταυτόχρονη εκτίμηση του σχετικού υδροδυναμισμού στην περιοχή μελέτης, βασίστηκε στη διαφορά βάρους από τη διάβρωση των γύψινων όγκων (Kaandorp, 1986). Λαμβάνονταν μετρήσεις διαχείρισης όπως μήκος, βάρος των αρμαθών, η περίμετρος τους, το μήκος του σχοινιού ανάρτησης και η απόσταση ανάμεσα στις αρμαθιές. Καταγράφονταν επίσης και η περίοδος τοποθέτησης γόνου/αραίωσης της αρμαθιάς στοιχεία που διασταυρώνονταν εκτός από τα ευρήματα και με πληροφορίες που λαμβάνονταν από τους μυδοκαλλιεργητές.

Από τους σταθμούς M1, M2, M3 λαμβάνονταν δείγμα μυδιών από δυο αρμαθιές, από δυο θέσεις της κάθε αρμαθιάς (θέση ανάρτησης, και ελεύθερο άκρο της αρμαθιάς) μήκους από 14-30 cm. Το κάθε δείγμα τοποθετούνταν σε διάλυμα 7% φορμόλης σε θαλασσινό νερό.

Στο εργαστήριο σε αντιπροσωπευτικό δείγμα 30 ατόμων έγιναν μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των μυδιών (μήκος, ύψος) καθώς και του υγρού και ξηρού βάρους (ολικό, σώματος, κελύφους). Υπολογίστηκε επίσης ο δείκτης

ABSTRACT

The current thesis focuses on the study of Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819, on suspended (longline) units in a certain organized area of mussel cultivation in the NW Gulf of Thessaloniki. The growth of mussels in this area declined compared to previous year studies. The purpose of this study was to estimate the condition of the cultivated mussels and to found how the environment, (with emphasis to hydrodynamic circulation for the first time) and management affect their growth, in order to contribute to a better quality and production of the mussels.

Four sampling stations were selected in the study area (GR 1220002; Natura 2000). Three of these stations were selected on mussel culture units. Sampling station M1 was at the NE edge of the area, sampling station M2 was at the NW edge of the area and M3 was at the SW edge of mussel units. Sampling station M4 was situated outside the cultivation area, as control station. Sampling period was between 16/1/06 to 8/3/07 and the samples were taken every fifteen days. Twenty samplings were taken in total.

The estimation of hydrodynamics was based on the erosion observed on gypsum cylinders, which were simultaneously sinked in the sampling stations and were found to have differences on weight (Kaandorp, 1986). Measurements have been taken such as length and weight of socks, periphery, length of the hanging rope of the sock and distance among the socks. Data were collected concerning time of seeding and thinning out and were cross checked with the information obtained from the farmers.

The mussel samples were collected in sampling stations M1, M2, M3, from two socks and two different parts of each sock (the upper part and the lower part). The length of the sample was 14-30 cm. Every sample was placed in 7 % formalin solution in sea water.

At the laboratory, measurements of morphology (length, height), wet and dry weight (total, tissue, shell) of individuals were taken in sub samples of thirty mussels after sampling. Condition index was calculated for dry and wet weight. Spatial and temporal variations of the parameters were studied. Meteorological, environmental, biological and management data were correlated with growth and condition index of mussels.

The amount of the available food in the cultivation area in the NW Gulf of Thessaloniki as chlorophyll-a was lower compared to other cultivation areas in the Mediterranean Sea and elsewhere and it seems that this fact influenced mussel growth.

The depth of the mussels in the water column, seemed to affect the condition index (CI %). Generally, CI % seemed to be higher (>50 %) in the depth of 4 m than in 7 m for longer time.

Seasonal variation of CI (wet weight) show that values were higher than 50 % in winter and spring and lower in summer.

Endobionts seemed to negatively affect the CI of mussels when the infestation appears.

Management practices aiming to achieve a better production were isolated. It appeared that they have not the expected results. At sample station M2 the distance between the socks was greater than that of the other sites. The size of mussels after thinning process had more uniform size than the mussels in other stations. In general, distance among socks was smaller compared to public authority's legislation.

Mussels in sample station M1 had generally better size (length) and better CI than mussels in the other sample stations M1, M2.

Mussels from the farming area in Halastra, had the same or even worst low quality compared to previous years 2000 and 1996.

Ευχαριστίες

Η πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης, στο Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών στα Ν. Μουδανιά Χαλκιδικής.

Θέλω να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας ξεκινώντας με την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Δρ. Σοφία Γαληνού - Μητσούδη, η οποία με βοήθησε με παροχή επιστημονικού υλικού, προσωπικού χρόνου της και χρήσιμες συμβουλές από την εμπειρία της ως ερευνήτρια αλλά και ως καθηγήτρια. Επίσης, ευχαριστώ τους συνεργάτες του Τ.Α.Υ Γιώργο Βλαχάβα (MSc) και τον Πετρίδη Δημήτριο (Dr) για την βοήθεια του στις στατιστικές αναλύσεις της πτυχιακής εργασίας, την κα. Μωρίκη Αμαλία (Dr) επιστημονική υπεύθυνη του προγράμματος «Ερευνητικό πρόγραμμα Αρχιμήδης II, Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών / μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και διαχειριστικές παρεμβάσεις χωροταξικής & περιβαλλοντικής βελτίωσης» και την ομάδα εργασίας του προγράμματος, Σαββίδη Γιάννη (Dr), Δημητριάδη Ξενοφώντα (MSc), Φασούλα Θεόδωρο, Αβραμίδου Ελισάβετ, Κώστα Μαθιουδάκη, Αντωνίου Αλέξανδρο, Κοντζίνο Γιάννη, Τσουτσουλή Δέσποινα, Παπουτσή Όλγα. Τον καπετάνιο του σκάφους ΠΙΟΣΕΙΔΩΝΙΑ, Μητσούδη Γεώργιο. Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω την φίλη Γιώτα Τσιλίγκου για την φιλολογική επιμέλεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

Ευχαριστίες

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Πρόλογος	1
1.1 Φυσιολογία και οικολογία του <i>Mytilus galloprovincialis</i>	2
1.1.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών	2
1.1.2 <i>Mytilus galloprovincialis</i>	2
1.1.3 Κύκλος ζωής - Ρυθμός αύξησης	4
1.1.4 Αναλογία φύλων	4
1.1.5 Γονιμότητα	5
1.1.6 Περίοδος αναπαραγωγής	5
1.1.7 Στάδιο μεροπλαγκτού	6
1.1.8 Εγκατάσταση	7
1.1.9 Αξία – Χρήση Γόνου	7
1.2 Ασφάλεια, ποιότητα, προβλήματα.....	7
1.2.2 Θρεπτική αξία	9
1.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη-αύξηση	9
1.2.4 Θέσεις με φυσικούς πληθυσμούς	16
1.3 Μυδοκαλλιέργειες	17
1.3.1 Συστήματα εκτροφής μυδιών	17
1.3.2 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στον κόσμο	21
1.3.3 Παγκόσμια παραγωγή	23
1.3.4 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στην Ελλάδα	23
1.3.5 Παραγωγή στην Ελλάδα	25
1.4 Θαλάσσιο περιβάλλον κόλπων Θεσσαλονίκης, Θερμαϊκού	27
1.4.1 Γεωμορφολογία	27
1.4.2 Κλίμα Θεσσαλονίκης	28

1.4.3.1 Φυσικοχημικοί παράμετροι	28
1.4.3.2 Άλλες παράμετροι του νερού.....	30
1.4.4 Θαλάσσια κυκλοφορία	31
1.4.5 Θεσμικό πλαίσιο. Συνθήκη Ramsar, Natura 2000	34
1.4.6 Ανθρωπογενείς δράσεις	37
1.4.6.1 Αστικό – Αγροτικό – Βιομηχανικό περιβάλλον. Εισροές θρεπτικών στον Θερμαϊκό Κόλπο από ποταμούς. Σημειακές πηγές ρύπανσης	37
1.4.6.2 Έργα	40
1.4.6.3 Ρύπανση	41
1.4.7 Προβλήματα που αφορούν στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών της Χαλάστρας	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	44
2.1.1 Περιοχή μελέτης	44
2.1.2 Διάρκεια μελέτης	45
2.1.3 Στρατηγική δειγματοληψίας	45
2.2 Πρωτόκολλο δειγματοληψίας	47
2.2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία.....	48
2.2.2 Διαχειριστικά στοιχεία	48
2.2.3 Άλλες μετρήσεις	49
2.2.4 Σχετικός υδροδυναμισμός (γύψινοι όγκοι)	50
2.2.5 Βιολογικό υλικό	53
2.3 Εργαστήριο	54
2.4 Μεθοδολογία επεξεργασίας των μετρήσεων.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	61
3.1 Μετεωρολογικά – Φυσικοχημικά	61
3.1.1 Θερμοκρασία αέρα	61
3.1.2 Θερμοκρασία νερού	61
3.1.3 Άνεμος	62

3.1.4 Σχετικός υδροδυναμισμός	63
3.1.5 Βροχόπτωση	65
3.1.6 Αλατότητα	65
3.1.7 Οξυγόνο	66
3.1.8 Διαύγεια	67
3.2 Χλωροφύλλη-α	68
3.3 Διαχειριστικά	68
3.3.1 Χωρική μεταβολή της μέσης απόστασης, μέσου μήκους και του μέσου βάρους των αρμαθών	68
3.3.2 Μορφομετρία.....	70
3.3.2.1 Χωρική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών	70
3.3.2.2 Χωρική μεταβολή του μέσου ύψους των μυδιών	70
3.3.3 Βάρη	71
3.3.3.1 Χωρική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους των μυδιών	71
3.3.3.2 Χωρική μεταβολή του μέσου υγρού σωματικού βάρους	72
3.3.3.3 Χωρική μεταβολή του μέσου βάρους υγρού οστράκου	73
3.3.3.4 Χωρική μεταβολή του μέσου ξηρού σωματικού βάρους	73
3.3.3.5 Χωρική μεταβολή του μέσου βάρους ξηρού οστράκου	74
3.3.4 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI %) υγρών βαρών	75
3.3.5 Χωρική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI %) ξηρών βαρών	76
3.3.6 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους	76
3.3.7 Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στους σταθμούς.	77
3.3.8 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους	80
3.3.9 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI %) υγρού βάρους	81
3.3.10 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI %) ξηρού βάρους	82
3.3.11 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (CI %) στις θέσεις της αρμαθιάς (1 - 3).....	83
3.3.12 Διαχείριση	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ	87
4.1 Περιβαλλοντικά στοιχεία	87
4.1.1 Θερμοκρασία αέρα	87
4.1.2 Θερμοκρασία νερού	87
4.1.3 Επίδραση ανέμου - υδροδυναμισμός	88
4.1.4 Υετός-αλατότητα	89
4.1.5 Εισροές ποταμών	90
4.1.6 Οξυγόνο	93
4.1.7 Διαύγεια	93
4.2 Βιολογικά στοιχεία	93
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη ευρωστίας	96
4.3.1 Ωοτοκία	96
4.3.2 Τροφή	97
4.3.3 Διαχείριση	98
4.3.4 Άλλα περιβαλλοντικά	99
4.3.5 Ανταγωνισμός (Επιβιότες και Ενδοβιότες)	99
5. Δυναμικότητα και παραγωγή μονάδων.....	101
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	104
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόλογος

Η μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος: «Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/ μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και διαχειριστικές παρεμβάσεις χωροταξικής & περιβαλλοντικής βελτίωσης» που χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΕΑΕΚ στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος: ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II.

Οι κόλποι Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού αποτελούν τις πιο σημαντικές θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας. Μεγάλα τμήματα των κόλπων αυτών εντάσσονται στις υδροτοπικές περιοχές που προστατεύονται από την εθνική/κοινοτική νομοθεσία (Natura 2000, Συνθήκη Ramsar).

Στους δυο αυτούς κόλπους φιλοξενούνται οι περισσότερες μονάδες μυδοκαλλιεργειών που αποτελούν και τη μεγαλύτερη πηγή παραγωγής εκτρεφόμενων μυδιών της Ελλάδας. Η μυδοκαλλιέργεια στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι μια εξελισσόμενη δυναμική δραστηριότητα που προσφέρει κοινωνικά (εργασία), οικονομικά (συνάλλαγμα) και εθνικά (εξαγωγές, συνεργασίες), παρέχει δε απασχόληση σε περισσότερα από 1000 άτομα, χωρίς σε αυτά να περιλαμβάνεται ο αριθμός εκείνων που εργάζονται σε συναφείς εργασίες όπως π.χ. αποφλοιωτήρια (Α. Τ. Ε. Ι. Θ., 2007).

Ο Bayne (1976a, b), οι Almada et al. (1982) ασχολήθηκαν με την επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη του μυδιού *Mytilus edulis*. Οι Kautsky et al. (1990), Tedengren & Kautsky (1986), Bayne et al. (1985) εξέτασαν την επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη. Ο Stromgren (1976a, b) μελέτησε την επίδραση της διάρκειας του φωτός στην ανάπτυξη. Ο Seed (1969) εξέτασε την επίδραση στην ανάπτυξη του ενδοειδικού ανταγωνισμού στην τροφή και τον χώρο εγκατάστασης. Ο υπολογισμό του δείκτη ευρωστίας έγινε από τους Lutz (1980), Aldrich & Crowley (1986), Davenport & Chen (1987). Για την αύξηση των εκτρεφόμενων πληθυσμών και την ποιότητα των μυδιών στο Θερμαϊκό δούλεψαν η Κράββα (2000), το Ε.Κ.Θ.Ε (2001), οι Γαληνού - Μητσούδη κ.ά. (2007). Οι Galinou-Mitsoudi et al. (2002) αναφέρθηκαν στην επίδραση των ενδοβιοτόν στην ανάπτυξη. Η Gosling το 1992 και το 2003 εξέδωσε δύο βιβλία για την βιολογία, οικολογία καθώς και την εκτροφή των δίθυρων. Ο Spencer (2002) έκανε αναφορά στις μεθόδους εκτροφής του μυδιού. Το

Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΚΘΕ) το 2005 εξέδωσε την έκθεση State of the Hellenic Marine Environment (SoHelME), με βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία των Ελληνικών θαλασσών.

Ο σκοπός της εργασίας ήταν η κατανόηση του μοντέλου που ακολουθεί η ανάπτυξη των εκτρεφόμενων μυδιών σε πλωτές εγκαταστάσεις στην περιοχή της Χαλάστρας, σε σχέση με τη διαχείριση και την ποιότητα του περιβάλλοντος. Αφού μελετήθηκαν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους, έγινε αναφορά στις διαχειριστικές πρακτικές που ακολουθούνται από τους παραγωγούς, σύγκριση με στοιχεία από άλλες περιοχές με ανάλογη δραστηριότητα καθώς και μελέτες προηγούμενων ετών, με σκοπό τη διαμόρφωση πρότασης για τη βελτίωση της παραγωγής ποιοτικά και ποσοτικά και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στην εργασία αυτή για πρώτη φορά ενσωματώθηκαν τα διαχειριστικά στοιχεία της περιοχής σε συνδυασμό με σημαντικές παραμέτρους του νερού όπως ο υδροδυναμισμός σε περιοχή με μεγάλη μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα.

1.1 Φυσιολογία και οικολογία του *Mytilus galloprovincialis*

1.1.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών

Τα εμπορικά είδη που εκτρέφονται στον κόσμο είναι: Το κοινό ή μπλέ μύδι *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758), το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1819) και κάποια είδη τροπικά, υποτροπικά του γένους *Perna* όπως το *P. viridis* (Linnaeus 1758) στην Ινδία και Άπω Ανατολή (Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη), *P. canaliculus* (Gmelin 1791) στη Ν. Ζηλανδία και το είδος *P. Perna* (Linnaeus 1758) σε Βενεζουέλα, Εκουαδόρ, Βραζιλία, Ν. Αφρική (Spencer, 2002). Επίσης τα είδη *Mytilus chilensis* (Hupé 1854) στη Χιλή, *M. smaragdinus* (Chemnitz 1785) στην Ταϊλάνδη και Φιλιππίνες, το *M. planulatus* (Lamarck 1819) στην Αυστραλία και *M. coruscus* (Gould 1861) στην Κορέα (FAO, 1999).

1.1.2 *Mytilus galloprovincialis*

Το όστρακο του είναι επίμηκες, γενικά τριγωνικό, υποτριγωνικό και αποστρογγυλεμένο στο πίσω άκρο του (Εικ. 1).



Εικ.1. Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis*.

Το μέγεθος του μυδιού φθάνει ή και ξεπερνά τα 15 cm, η ηλικία ξεπερνά τα 20 έτη (ΑΠΘ, 2000), ενώ 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. 2). Στο μανδύα βρίσκονται και οι γονάδες. Φέρει δύο ζεύγη βραγχίων, τα οποία είναι τα όργανα αναπνοής των μυδιών 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, 2003a).

Επειδή το μύδι είναι διηθηματοφάγο, διηθεί το θαλασσίνο νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους του και της θερμοκρασίας του νερού, συγκρατώντας έτσι τα κατάλληλα μερίδια τροφής με διαστάσεις που κυμαίνονται από 1-25 μm , αποβάλλοντας τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Γαληνού – Μητσούδη, 2003). Τα ψευδοκόπρανα είναι μη αποδεκτή τροφή από άποψη μεγέθους που, αφού περιβληθεί με βλέννα, αποβάλλεται από τους αιωρηματοφάγους και διηθηματοφάγους οργανισμούς χωρίς να οδηγηθεί στο πεπτικό (<http://www.fishbase.org/Glossary>).

Τα μύδια έχουν μεγάλη ικανότητα διήθησης νερού. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα μύδι 7 cm φιλτράρει κατά μέσο όρο περίπου 110 λίτρα νερού το εικοσιτετράωρο (Walne, 1979).



Εικ.2. Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis*.

Συναντάται σε ρηγά νερά (ως 10 m) όπου υπάρχουν οι καταλληλότερες περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διαβίωσή του (Seed & Suchanek, 1992).

1.1.3 Κύκλος ζωής - Ρυθμός αύξησης

Το μήκος του μπορεί να ξεπεράσει τα 10-13 cm σε ιδανικές συνθήκες 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; Seed & Suchanek, 1992).

1.1.4 Αναλογία φύλων

Το μύδι είναι γονοχωριστικό με αναλογία φύλων 1:1 στους περισσότερους φυσικούς πληθυσμούς, αν και το φύλο δεν διακρίνεται παρά μόνο όταν υπάρχει γεννητική ωριμότητα (Seed, 1976; Sunila & Lindstorm, 1981; Kautsky, 1982a; Brousseau, 1983; Sprung, 1983).

Παράγοντες που επηρεάζουν την αναλογία φύλων στα δίθυρα πιστεύεται ότι είναι (Gosling, 2003a):

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

1.1.5 Γονιμότητα

Η γονιμότητά του είναι μεγάλη και ένα θηλυκό *M. edulis* (L: 7cm) μπορεί να παράγει $7-8 \times 10^6$ ωάρια σε μια ωοτοκία ενώ μεγαλύτερα σε μέγεθος μύδια μπορούν να παράγουν 40×10^6 . Επίσης η γονιμότητά δεν είναι σταθερή από χρονιά σε χρονιά υποδεικνύοντας ότι εξαρτάται από την διαθέσιμη τροφή και την ενέργεια που ενσωματώθηκε στην δημιουργία του γεννητικού υλικού (Thompson, 1979).

Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, και τα δύο είδη *M. edulis* και *M. galloprovincialis*, ελευθερώνουν $10-15 \times 10^6$ ωάρια (Lubet, 1983)

1.1.6 Περίοδος αναπαραγωγής

Η περίοδος αναπαραγωγής για ένα εμπορικό είδος όπως το μύδι ενδιαφέρει όχι μόνο για την δυναμική του πληθυσμού αλλά και για την διαχείριση της εκτροφής (συγκομιδή, τοποθέτηση συλλεκτήρων). Είναι γνωστό ότι στην περίοδο μετά την απελευθέρωση του γεννητικού υλικού υποβαθμίζεται εμπορικά η ποιότητα του μυδιού, με τη μείωση του σωματικού του βάρους και πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα ο χρόνος συγκομιδής. Η ηλικία πρώτης αναπαραγωγής είναι το πρώτο έτος της ζωής του σε μέγεθος που ποικίλει ανάλογα με την περιοχή προέλευσης. Το φύλο διακρίνεται, το μεν αρσενικό από τους υπόλευκους γεννητικούς αδένες, ενώ το θηλυκό από τους αντίστοιχους πορτοκαλόχρωμους (Seed & Suchanek, 1992).

Η αναπαραγωγική στρατηγική του *M. edulis* μπορεί να είναι συντηρητική ή ευκαιριακή και μπορεί να ρυθμίζει την δραστηριότητα ανάλογα με το περιβάλλον (Lowe et al., 1982; Rodhouse et al., 1984). Όταν ακολουθεί τη συντηρητική στρατηγική, ωοτοκεί στην αρχή της άνοιξης για να δώσει την ευκαιρία στις προνύμφες να τραφούν κατά την άνθηση του φυτοπλακτού, καταναλώνοντας την ενέργεια που συσσωρεύσαν το καλοκαίρι και το φθινόπωρο για την γαμετογένεση. Μερικοί πληθυσμοί κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ακολουθούν ευκαιριακές ωοτοκίες που αντλούν τα ενεργειακά αποθέματα κατά την διάρκεια της γαμετογένεσης. Υπάρχουν πληθυσμοί που κάτω από εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες ακολουθούν καθαρά ευκαιριακή στρατηγική (Rodhouse et al., 1984).

Η αναπαραγωγική περίοδος είναι διαφορετική από περιοχή σε περιοχή. Για παράδειγμα, όσον αφορά το είδος *M. galloprovincialis* στις ακτές της Βόρειας Ισπανίας (Ατλαντικός) τα μέγιστα της ωοτοκίας του μυδιού παρατηρούνται την άνοιξη και αρχές καλοκαιριού. Το πρώτο μέγιστο παρατηρείται 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 περίοδο ωοτοκίας (Fuentes & Molares, 1993).

Στη Βόρεια Αδριατική το μύδι αναπαράγεται όλο το χρόνο. Η έναρξη της ωοτοκίας τοποθετείται μεταξύ Οκτωβρίου-Νοεμβρίου με μέγιστη δραστηριότητα Δεκέμβριο – Ιανουάριο – Φεβρουάριο (Mackie, 1984).

Στην περιοχή Vela Draga (Κροατία) η περίοδος αναπαραγωγής αρχίζει στις αρχές του φθινοπώρου αλλά μετά από απότομη πτώση της θερμοκρασίας μπορεί να αρχίσει και από το τέλος 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. Αρκετές ωοτοκίες, διαφόρων εντάσεων, εξαρτώνται από την θερμοκρασία νερού και έχουν επίδραση στην εμφάνιση μυδιών ανάμεσα στο πλαγκτόν και στην ένταση της εγκατάστασής τους. Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες περίπου στους 20 °C 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).

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).

1.1.7 Στάδιο μεροπλαγκτού

Με τη γονιμοποίηση αρχίζει η μεροπλαγκτική ζωή του μυδιού η οποία θα περάσει από τα διάφορα οντογενετικά στάδια (Seed & Suchanek, 1992). Οι προνυμφικές και νυμφικές μορφές (μικρά μυδάκια με διάφανο όστρακο κιτρινωπού χρώματος) ανήκουν στο ζωπλαγκτό μέχρι να φθάσουν τα 0,25 mm μήκος οπότε αναζητούν υπόστρωμα εγκατάστασης και μεταμορφώνονται σε γόνο (μικρά μυδάκια με το χαρακτηριστικό μελανό χρώμα τους) (Hrs Brenco, 1973; Γαληνού – Μητσούδη, 2003).

1.1.8 Εγκατάσταση

Οι νύμφες κατά την κάθοδό τους προς το βυθό συναντούν φύκη και άλλους υδρόβιους οργανισμούς στους οποίους μπορούν να προσκολλώνται με το βύσσο τους. Συγκεκριμένα η νύμφη χρησιμοποιεί το πόδι της για να συρθεί πέρα από την επιφάνεια ή συνδέεται πάνω σε αυτή. Σε περίπτωση που δεν είναι κατάλληλο το υπόστρωμα τότε χρησιμοποιεί το πόδι για την ανεύρεση άλλου υποστρώματος. Εάν το υπόστρωμα είναι κατάλληλο, η προνύμφη μεταμορφώνεται στη νεανική μορφή που ονομάζεται γόνος και συνδέεται με τα νήματα βύσσου (αρχική εγκατάσταση) (Γαληνού – Μητσούδη, 2003). Η προσκόλληση με το βύσσο στο υπόστρωμα δηλώνει και το τέλος της πελαγικής ζωής και την έναρξη της μεταμόρφωσης που διαρκεί 24-72 h (Bayne, 1965, 1976b).

1.1.9 Αξία – Χρήση Γόνου

Ως γόνος μυδιού θεωρείται εκείνο το μύδι που είναι μικρότερο από 2 cm. Στην Ισπανία η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χώρα μυδιών και παράγει με την μέθοδο της σχεδίας το είδος *Mytilus galloprovincialis* στην βορειοδυτική ακτή (Vigo, Arosa), το 70% του γόνου συλλέγεται από τις βραχώδεις ακτές τον Νοέμβριο έως Μάρτιο και το 30% από τους συλλεκτήρες το Μάρτιο έως Απρίλιο. Το μέγεθος του γόνου είναι 6-8 mm. Η μέση πυκνότητα του γόνου είναι 1,5-1,7 kg για κάθε μέτρο σχοινού. Πέντε με έξι μήνες μετά την τοποθέτηση του γόνου σε αρμαθιές και όταν το μήκος του οστράκου είναι 4-5 cm, γίνεται η 1^η αραίωση-διαλογή και ακολουθεί μια δεύτερη διαλογή πριν την συγκομιδή (Gosling, 2003b).

Συνήθως τρεις διαφορετικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται (Fuentes & Molares, 1993) από τους εκτροφείς για να συλλέξουν την απαραίτητη ποσότητα γόνου που θα χρησιμοποιηθεί στις μονάδες μυδοκαλλιέργειας: α) η αφαίρεση του γόνου από βραχώδεις περιοχές, β) η υποδομή του μυδοτροφείου (μάνες, βαρέλια, αρμαθιές) και γ) οι συλλεκτήρες που τοποθετήθηκαν από τον εκτροφέα (Fuentes & Molares, 1993). Ο γόνος που θα συλλεχθεί θα πρέπει να είναι καθαρός και να είναι κατά μέσο όρο 2 cm.

1.2.1 Ασφάλεια, ποιότητα, προβλήματα

Τα μύδια μέσω της διατροφής τους αφομοιώνουν και συσσωρεύουν ουσίες που βρίσκονται στο περιβάλλον τους και σε συνδυασμό με το γεγονός καταναλώνονται πολλές φορές ωμά η ελαφρώς μαγειρεμένα, γίνονται δυνητικά

φορείς ασθeneιών ή επιβλαβών ουσιών που παρουσιάζονται στο νερό και πλήττουν τον άνθρωπο όπως τα βακτήρια, οι ιοί, τοξικό φυτοπλαγκτό, βαρέα μέταλλα (Gosling, 2003c). Ο πιο σωστός τρόπος για τη διαφύλαξη της υγιεινής των οστράκων είναι η αποτροπή της μόλυνσης στην πηγή, δηλαδή η παραγωγή να γίνεται σε νερά καθαρά. Αυτό προϋποθέτει γνώση της τοπογραφίας της κάθε περιοχής των επικρατούντων ρευμάτων, των απορροών και της διαχείρισης των αποβλήτων που απορρίπτονται στην περιοχή εκτροφής (Gosling, 2003c).

Για την ανίχνευση της υγιεινής κατάστασης του νερού και των οστράκων μια ομάδα μικροοργανισμών που συχνά χρησιμοποιείται είναι τα κολοβακτηρίδια, ιδιαίτερα το *Escherichia coli* που είναι δείκτης παρουσίας ανθρώπινων ή ζωικών περιττωμάτων και ένδειξη ότι μπορεί να υπάρχουν παθογόνα βακτήρια επικίνδυνα για την δημόσια υγεία.

Ένας επίσης σοβαρός κίνδυνος για την δημόσια υγεία που οφείλεται στην κατανάλωση μυδιών είναι οι βιοτοξίνες. Οι δημόσιες ελεγκτικές υπηρεσίες, τόσο παγκόσμια όσο και στην Ευρώπη, ελέγχουν τις περιοχές μυδοκαλλιέργειας για «ανθήσεις» τοξικού φυτοπλαγκτού και τα μύδια για την ύπαρξη τοξίνης στην σάρκα τους. Επίσης επιβάλλουν απαγορεύσεις διακίνησης και εμπορίας στις περιοχές μέχρι να ξεπεραστεί το φαινόμενο.

Για τα βαρέα μέταλλα οι οδηγίες είναι ασαφείς. Η οδηγία (Shellfish Water Directive 79/923/EEC) για τα νερά μυδοκαλλιέργειας αναφέρει ότι η συγκέντρωση στο νερό ή στην σάρκα δεν πρέπει να ξεπερνά το όριο πάνω από το οποίο υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στα όστρακα και τις προνύμφες τους. Σε εφαρμογή αυτής της οδηγίας υπάρχει ΚΥΑ (αρ. 46399/1352) και αναφέρεται στην απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών για την καλλιέργεια και αλιεία οστράκων. Η οδηγία επίσης αναφέρεται και στα συνεργιστικά αποτελέσματα των βαρέων μετάλλων, καθώς και στα φυτοφάρμακα και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs). Για τους υδρογονάνθρακες δεν υπάρχει ανώτατη τιμή ως όριο, αλλά δεν πρέπει να δημιουργούν λεπτά υμένια (film) στην επιφάνεια του νερού ή να δημιουργούν βλάβες και συσσώρευση στα όστρακα (Gosling, 2003c). Πρόσφατα με την οδηγία 2455/2001/EC τίθενται ανώτατα όρια στην συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων και επικίνδυνων ουσιών (Μόλυβδου, Καδμίου, Υδραργύρου κ.ά.) στα νερά που απορρίπτονται στην θάλασσα (<http://eur-lex.europa.eu>).

Στην Ισπανία όλα τα μύδια που πωλούνται νωπά τοποθετούνται σε δεξαμενές εξυγίανσης, συνήθως για 48 h, όπου κυκλοφορεί νερό θαλασσινό που έχει υποστεί

χλωρίωση. Στο διάστημα αυτό μειώνεται σημαντικά το βακτηριακό φορτίο, καθιστώντας τα μύδια καταναλώσιμα. Η αποστείρωση του νερού μπορεί να γίνει ακόμη με χρήση όζοντος και U.V. ακτινοβολίας (Gosling, 2003c). Το διάστημα των 48 h για την εξυγίανση των οστράκων πολλές φορές δεν είναι επαρκές επειδή η εξυγίανση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα είναι το είδος του μολυσματικού παράγοντα και η θερμοκρασία. Το κόστος της εξυγίανσης μπορεί να φτάσει το 17% της αρχικής αξίας πώλησης του προϊόντος (Spencer, 2002). Η οδηγία της ΕΕ (91/492/EEC) που αφορά στην παραγωγή και πώληση των ζωντανών μυδιών, επιβάλλει τον έλεγχο ποιότητας από τα κράτη μέλη για την ύπαρξη και το βαθμό συγκέντρωσης κολοβακτηριδίων και ιδιαίτερα του *E. coli* στις περιοχές μυδοκαλλιέργειας. Έτσι υπάρχουν 4 διαφορετικές περιοχές Α, Β, C, D. Τα μύδια που προέρχονται από την περιοχή Α δεν χρειάζονται εξυγίανση και μπορούν να διατεθούν απευθείας στην κατανάλωση. Μπορεί να περιέχουν κολοβακτηρίδια < 300/100g σάρκας μυδιού (<230 *E. coli*). Επίσης για την *Salmonella* και το τοξικό φυτοπλαγκτό τέθηκαν όρια για τη διαφύλαξη της δημόσιας υγείας. Η οδηγία για τα νερά όπου εκτρέφονται όστρακα 79/923/EEC επιβάλλει στις εταιρίες που διαχειρίζονται τα απόβλητα να βελτιώσουν την ποιότητα των νερών σε αυτές τις περιοχές. Οι μυδοκαλλιέργειες στην Χαλάστρα είναι εγκατεστημένες σε περιοχή Α.

Πιο πρόσφατα και σε εφαρμογή της οδηγίας 2004/41/EEC και των κανονισμών 178/2002/EEC, 852/2004/EEC, 853/2004/EEC, 854/2004/EEC, 882/2004/EEC, εκδόθηκε το ΠΔ. 79/3.5.2007 (ΦΕΚ 95/Α/07) που αφορά τους κανόνες υγιεινής για τα προϊόντα ζωικής προέλευσης, τους απαραίτητους ελέγχους και τους κανόνες υγείας και καλής διαβίωσης των ζώων.

1.2.2 Θρεπτική Αξία

Στην σάρκα των μυδιών υπάρχει μεγάλη αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, πλήθος βιταμινών και ιχνοστοιχείων όπου ο σίδηρος έχει πρωτεύουσα θέση. Η λιποπεριεκτικότητα των νωπών μυδιών είναι 1,5-1,8 % και το 40,8 % του συνόλου των λιπαρών οξέων είναι πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Holland et al., 1993; Βαρελτζής, 1999).

1.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη – αύξηση

Η απόδοση μιας μονάδας συναρτάται άμεσα με 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 στην περιοχή, καθώς επίσης και με τις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ, 2007). Άλλοι παράγοντες που μειώνουν την ανάπτυξη είναι η χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, η «άνθηση» τοξικού φυτοπλαγκτού, παράσιτα, οι χειρισμοί, οι θηρευτές και ο ενδοειδικός ανταγωνισμός (Gosling 2003d).

Τροφή

Η ικανότητα παραγωγής μιας μυδοκαλλιεργητικής περιοχής σύμφωνα με τους Inglis et al. (2000) εξαρτάται από την ποσότητα του φυτοπλαγκτού και τον ρυθμό που μεταφέρεται από την κίνηση του νερού στην εκτροφή των μυδιών. Σύμφωνα με τον Hickman (1992) ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των μυδιών είναι η προμήθεια τροφής που τους παρέχει την απαραίτητη ενέργεια. Το ολικό αιωρούμενο υλικό στην θάλασσα που αποτελείται από πλαγκτό, οργανικά υπολείμματα αποδόμησης-αποσάθρωσης και ανόργανα υλικά ιλυώδους μορφής (σηστό) (<http://www.fishbase.org/Glossary>) περιέχει τροφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μύδια ανάλογα με την εποχή και το μέγεθος τους (Hickman, 1992).

Σύμφωνα με τους Inglis et al. (2000), η κύρια αιτία που επηρεάζει την ανάπτυξη και την ποιότητα των μυδιών είναι η διακύμανση του ρυθμού πρόσληψης και αφομοίωσης της τροφής. Όπως προαναφέρθηκε, η τροφή αποτελείται από φυτοπλαγκτό και λοιπό οργανικό υλικό. Παράγοντες που επηρεάζουν αυτά τα τροφικά διαθέσιμα στις περιοχές εκτροφής και τον ρυθμό που αυτή προσλαμβάνεται από τα μύδια, είναι αυτοί που αποτελούν τον πυρήνα των μοντέλων για την φέρουσα ικανότητα ενός συστήματος.

Η ανάπτυξη των μυδιών φαίνεται ότι συνδυάζεται με την αφθονία του φυτοπλαγκτού και ειδικά για το *Mytilus edulis*, υπάρχει σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη και την συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α (Page & Hubbard, 1987). Άρα το φυτοπλαγκτόν είναι περιοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη των μυδιών. Επομένως όταν αυτό δεν επαρκεί, τα μύδια για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες αναγκάζονται να εκμεταλλευτούν και άλλες πηγές άνθρακα με τη μορφή του επαναιωρούμενου ιζήματος (βενθικά βακτήρια, λεπτόκοκκα οργανικά υπολείμματα, ακόμη και ανόργανο άνθρακα). Στο εργαστήριο αλλά και στο πεδίο φάνηκε ότι η ανάπτυξη για το *Mytilus edulis* αυξάνει σε συγκεντρώσεις του σηστού $1-25 \text{ mg l}^{-1}$,

ενώ μειώνεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις του της τάξεως των 40-50 mg l⁻¹ (Frechette & Grant, 1991). Το οργανικό διαλυμένο υλικό μπορεί επίσης να προσδώσει ενέργεια στα μύδια (Manahan et al., 1983; Siebers & Winkler, 1984). Λόγω της σημασίας των υλικών του επαναιωρούμενου ιζήματος, προτείνεται όταν πρόκειται να εκτιμηθεί η δυνατότητα παραγωγής μιας συγκεκριμένης περιοχής, τα στοιχεία για την πρωτογενή παραγωγή που συλλέγονται, να αφορούν στο σύνολο του άνθρακα παρά στην συγκέντρωση μόνο της χλωροφύλλης (Smaal & Van Stralen, 1990).

Την αφθονία του φυτοπλαγκτού επηρεάζει η θήρευση του από το ζωοπλαγκτό που το χρησιμοποιεί ως τροφή κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, η τροφική δραστηριότητα των μυδιών, αλλά και η διάρκεια και ένταση του φωτός καθώς και η ύπαρξη διαλυμένων θρεπτικών αλάτων στο νερό. Επίσης ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού είναι η στρωμάτωση που δημιουργείται σε πολλές περιοχές κατά τους θερινούς μήνες και οδηγεί σε έλλειψη φυτοπλαγκτού, ενώ αντιθέτως τον χειμώνα που δεν υπάρχει στρωμάτωση, η ανάπτυξη των μυδιών είναι μεγαλύτερη (Gosling, 2003d). Θεωρείται ότι η στρωμάτωση δεν επιτρέπει τη ροή θρεπτικών αλάτων. Τα άλατα αυτά θα μπορούσαν να αντληθούν από την επαναιώρηση του ιζήματος που μπορεί να αυξήσει την συγκέντρωση των θρεπτικών N, P, σε μικρό χρονικό διάστημα σε περιοχές μυδοκαλλιεργειών (Qisheng & Jianguang, 2002). Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι σε περιοχές με μεγάλη μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα όπως η βορειοδυτική ακτή της Ισπανίας, τα μύδια «αφαιρούν» από το σύστημα ποσοστό 30% του άνθρακα, 42% του αζώτου και 60% της χλωροφύλλης-α (Cabanas et al., 1979). Κάτω από σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος η αλατότητα και η θερμοκρασία ασκεί λιγότερη επίδραση στην ενέργεια των μυδιών και η παροχή τροφής θεωρείται ο κυριότερος περιοριστικός παράγοντας στις εκτροφές μακριά από τον πυθμένα (Navarro et al., 1991; Perez-Camacho et al., 1991). Η έλλειψη τροφής σε ένα δυναμικό περιβάλλον εκτροφής μπορεί να οφείλεται σε μείωση των αιωρούμενων ή σε αλλαγή του ποσοστού του φυτοπλαγκτού στο σηστόν ή σε αλλαγή του ποσοστού των οργανικών ουσιών σε σχέση με τα ανόργανα.

Επίσης το βάθος της εκτροφής, σε κάποιες περιοχές, μπορεί να είναι πιο σημαντικός παράγοντας ακόμη και από την θέση του σχοινιού στην σκεδία και την πυκνότητα μυδιών ανά μέτρο σχοινιού. Τα μύδια που είναι πάνω από το θερμοκλινές (2,5 m) είναι αρκετά μεγαλύτερα και βαρύτερα από αυτά που βρίσκονται στα 7,5 m περισσότερο εξαιτίας της αυξημένης διαθεσιμότητας τροφής κυρίως φυτοπλαγκτού

αλλά και σωματιδιακού οργανικού υλικού (POC) στα επιφανειακά στρώματα από τις απορροές των ποταμών και λιγότερο εξαιτίας της αυξημένης θερμοκρασίας (Fuentes et al., 2000).

Υδροδυναμισμός

Η παραγωγικότητα μιας μυδοκαλλιέργειας, η ποιότητα των μυδιών αλλά και η ποιότητα του θαλάσσιου νερού και του βυθού κάτω από τις μυδοκαλλιέργειες συνδέονται άμεσα με την υδροδυναμική κατάσταση του πεδίου μέσα στο οποίο είναι χωροθετημένο το όλο σύστημα της εκτροφής (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Η έλλειψη τροφής στα μύδια μπορεί να προέρχεται από την αδυναμία μεταφοράς της μέσω των ρευμάτων που παρά την σπουδαιότητά τους τα ρεύματα έχουν τύχει μικρής προσοχής. Τα ρεύματα που έχουν καταγραφεί σε περιοχές εκτροφής είναι από 0,02-0,10 m sec⁻¹ (Hickman, 1992).

Η θέση της εγκατάστασης είναι παράγοντας που συμβάλλει στη διαφοροποίηση της ανάπτυξης. Στις εκτροφές στην βορειοδυτική Ισπανία οι σχεδίες που βρίσκονται σε θέσεις πιο κοντά στον ωκεανό παρουσιάζουν καλύτερη παραγωγή από αυτές που είναι σε πιο προστατευμένη θέση (Fuentes et al., 2000).

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

Ο υψηλός κυματισμός επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη, από την άποψη ότι το μύδι σπαταλά ενέργεια για να κρατηθεί προσκολλημένο σε κάποιο υπόστρωμα, αναπτύσσοντας παχύτερο όστρακο και ισχυρότερο βύσσο (Γαληνού – Μητσούδη, 2003).

Ανταγωνισμός- θήρευση

Οι μυδοκαλλιέργειες προσελκύουν θηρευτές (πουλιά, ψάρια, αστερίες και καβούρια) που ενίοτε σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να δημιουργούν πρόβλημα στην παραγωγή (Pryor et al., 1999). Οι εγκαταστάσεις στις μυδοκαλλιέργειες και η ύπαρξη μυδιών σε τόσο πυκνά διαστήματα λειτουργούν ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη και διασπορά ενοχλητικών οργανισμών (ασκίδια, μακρόφυτα, άλλα είδη μυδιών) που κάθονται στην επιφάνεια των μυδιών και μπορεί να φτάσουν το 67% της βιομάζας των μυδιών της εκτροφής (Tenore et al., 1982).

Ο ανταγωνισμός από επιβιότες (ασκίδια, πολύχαιτους), από ενδοβιότες, από το γόνου του μυδιού που λειτουργεί επιβιοτικά και ανταγωνιστικά, ακόμα και από θηρευτές (γαστερόποδα, καβούρια, ψάρια) ή παράσιτα όπως είναι οι τρηματώδεις σκώληκες και μικρά γαστερόποδα του γένους *Odostomia*, έχει αρνητική επίδραση στην παραγωγή (Seed & Suchanek, 1992; Ε.Κ.Θ.Ε., 2001).

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 όσο και στο βυθό (Α.Τ.Ε.Ι.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*. Φάνηκε ότι ο γόνος που συγκεντρώνεται σε εγκατεστημένα μύδια ηλικίας ενός έτους είχε την μισή ανάπτυξη από τον γόνου που εγκαταστάθηκε σε γυμνό βραχώδες υπόστρωμα (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 έλλειψη τροφής και η διαχείριση αυτού του παράγοντα από τον παραγωγό μπορεί να αυξήσει την παραγωγή. Σε ότι αφορά στις εκτροφές τύπου longline η μεταβολή της απόστασης ανάμεσα στις αρμαθίες και του αριθμού των σχοινιών ανάρτησης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, επιδρά στην ανάπτυξη των μυδιών της περιοχής αυτής (Rosenberg & Loo, 1983).

Φυσικοχημικοί παράμετροι

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία έχει επίσης επίδραση στην ανάπτυξη. Όπως έδειξαν οι Almada - Villela et al. (1982) το είδος *Mytilus edulis* μεταξύ 3-20 °C έχει γραμμική ανάπτυξη, ενώ πάνω από 20 °C μειώνεται απότομα. Η διακύμανση της θερμοκρασίας δεν φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις όταν βρίσκεται στο εύρος φυσιολογίας του

και αυτό δείχνει έναν οργανισμό που μπορεί να προσαρμόζεται σε ευμετάβλητο περιβάλλον. Υπάρχει σχέση ωστόσο ανάμεσα στην ανάπτυξη και τη θερμοκρασία, που αποδεικνύεται όταν το μήκος του κελύφους συσχετίζεται με την ηλικία σε βαθμομέρες. Όμως ο ρυθμός ανάπτυξης που εκφράζεται δεν είναι σταθερός και αυτό σημαίνει ότι και άλλοι παράγοντες (π.χ. η τροφή) συμμετέχουν (Wilson, 1977; Thompson, 1984). Στη Σουηδία οι Loo & Rosenberg, (1983) αποκάλυψαν ότι θερμοκρασίες $< 5^{\circ}\text{C}$ δεν φαίνεται να περιορίζουν την ανάπτυξη όταν συνδυάζονται με «άνθηση» του φυτοπλαγκτού. Μελέτες στην φυσιολογία του *Mytilus edulis* έδειξαν ότι σε θερμοκρασίες 10-20 $^{\circ}\text{C}$ η ανάπτυξη επηρεάστηκε ελάχιστα (Bayne, 1976b). Η ανάπτυξη των μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στην βορειοδυτική ακτή της Ισπανίας (Γαλικία) είναι μικρότερη το καλοκαίρι και μέγιστη το χειμώνα. Αυτό το παράδοξο οφείλεται προφανώς στην έλλειψη φυτοπλαγκτού το καλοκαίρι λόγω στρωμάτωσης και όχι λόγω της θερμοκρασίας (Bardach et al., 1972). Έτσι ο γόνος που εγκαθίσταται την άνοιξη με αυτόν που εγκαθίσταται το φθινόπωρο έχουν το ίδιο περίπου μέγεθος στο τέλος του πρώτου χειμώνα.

Αλατότητα

Η χαμηλή αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς τα μύδια και μπορεί να είναι θανατηφόρα. Παρόλα αυτά το *Mytilus edulis* επιβιώνει ακόμα και σε αλατότητες 4-5 ‰ (Kautsky et al., 1990). Τα μύδια προσαρμόζονται σταδιακά στα διαφορετικά περιβάλλοντα αλατότητας (Bohle, 1972), αλλά όταν οι αλλαγές είναι απότομες και για μικρό χρονικό διάστημα απομονώνουν το σώμα τους από το περιβάλλον κλείνοντας το όστρακο και διατηρούν την οσμωτική συγκέντρωση του υγρού εντός του μανδύα (Davenport, 1979; Aunaas et al., 1988). Όταν όμως κλείνουν τις θυρίδες δεν τρέφονται. Επίσης η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη μπορεί να οφείλεται στην μείωση ικανότητας μεταβολισμού. Σε μύδια που προέρχονται από περιβάλλον χαμηλής αλατότητας βρέθηκε ότι ο λόγος προσλαμβανόμενου οξυγόνου προς άζωτο (O/N) με την μορφή $\text{NH}_4\text{-N}$ που αποβάλλονταν ανά μονάδα ξηρού βάρους σάρκας μυδιού ήταν μικρότερος (Tedengren & Kautsky, 1986). Αυτό δεν είναι ενεργειακά επιθυμητό επειδή μπορεί να είναι αίτιο χαμηλότερων ρυθμών αύξησης καθώς σύμφωνα με τους Bayne et al. (1985) ο λόγος (O/N) μειώνεται σε χαμηλές αλατότητες σαν αποτέλεσμα του καταβολισμού των πρωτεϊνών σε σχέση με τους υδατάνθρακες και τα λίπη και υποδηλώνει ότι ο οργανισμός είναι σε κατάσταση στρες.

Φως

Το φως επηρεάζει την ανάπτυξη του μυδιού. Το διαρκές σκοτάδι, η μείωση της ακτινοβολίας, μήκος κύματος μικρότερο από 600-700 nm και φωτοπερίοδος L:D<7:17, αυξάνουν σημαντικά τον ρυθμό ανάπτυξης στο *M. edulis* (Stromgren 1976, a, b).

Ρύπανση

Η ανάπτυξη της σάρκας των μυδιών επηρεάζεται αρνητικά από την ρύπανση αλλά εξαρτάται από τον ρυπογόνο παράγοντα. Οι Widdows et al. (1997) ανακοίνωσαν αρνητική σχέση μεταξύ ανάπτυξης και συγκέντρωσης στην σάρκα των οστράκων πετρελαϊκών υδρογονανθράκων, πολυχλωριωμένων διφαινύλιων (PCBs), διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιου (DDT), εξαχλωροκυκλοεξάνιου (HCH), αλλά καμιά συσχέτιση δεν βρέθηκε ανάμεσα στην ανάπτυξη και την συγκέντρωση στη σάρκα βαρέων μετάλλων. Συχνά υπάρχουν συνεργιστικά αποτελέσματα στην ακόμη μεγαλύτερη μείωση της ανάπτυξης, ενώ η επιρροή στα ενήλικα άτομα τοξικών ουσιών όπως χαλκού (Cu), ενώσεων τριβουτυλοκαρβοξυλικού (TBT), πετρελαϊκών υδρογονανθράκων και αστικών αποβλήτων είναι σαφώς μεγαλύτερη από ότι στις νύμφες.

Βιολογικός κύκλος

Στα μύδια το βάρος της σάρκας παρουσιάζει μέγιστες τιμές όταν οι γεννητικοί αδένες είναι γεμάτοι, δηλαδή πριν ωοτοκήσουν. Έτσι στα εύκρατα κλίματα παρουσιάζεται αύξηση στο μήκος του κελύφους κατά την διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού και αύξηση του βάρους της σάρκας κατά την διάρκεια του χειμώνα (Kautsky, 1982b). Ο Lubet (1983) για το *Mytilus galloprovincialis* υποστηρίζει ότι όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 15-17 °C επιβραδύνεται ή σταματά ο αναπαραγωγικός κύκλος. Το βάρος της σάρκας αυξάνει μετά την χειμερινή και ανοιξιάτικη ωοτοκία με την συσσώρευση γλυκογόνου στους ιστούς και αυτή η κατάσταση εκτείνεται μέχρι το φθινόπωρο. Η αύξηση του μήκους ακολουθεί γραμμική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ανάπαυσης, ενώ η ανάπτυξη σε βάρος καθορίζεται από την δραστηριότητα των γονάδων.

Ο βαθμός ευρωστίας για τα μύδια μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος του σώματος (Baird, 1958), την εποχή (Mason, 1976; Dix & Ferguson, 1984; Rodhouse et al., 1984), τον βαθμό προσβολής από παράσιτα (Kent, 1979; Thiesen, 1987) και από

τις συνθήκες του περιβάλλοντος ιδιαίτερα την διαθεσιμότητα τροφής (Baird, 1966; Seed, 1980; Yamada, 1989).

1.2.4 Θέσεις με φυσικούς πληθυσμούς

Τα φυσικά αποθέματα μυδιών αποτελούν τις «τράπεζες» γόνου και ανανέωσης των πληθυσμών μυδιών στις εκτροφές.

Σύμφωνα με ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας (ΑΠΘ, 2001) για την πυκνότητα των μυδιών σε φυσικούς πληθυσμούς, σημειώνεται ότι στην Μασσαλία βρέθηκαν πυκνότητες της τάξης των 37.000 άτ. m⁻², συμπεριλαμβανομένων και των νεαρών ατόμων (Tsuchiya & Bellan-Santini, 1989). Στην Ιταλία αντίστοιχες πληροφορίες αναφέρουν ότι η πυκνότητα των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κυμαίνεται από 333-11.360 άτ. m⁻² (ΑΠΘ, 2001). Στην ευρύτερη περιοχή της Δ. Μεσογείου (Αλγερία, Μασσαλία, Δ. Ιταλία, Β. Αδριατική, Τάραντας, Μεσογειακές ακτές Ισπανίας) η πυκνότητα μυδιών κυμαίνεται από 1.500-24.000 άτ. m⁻² (Bellan-Santini, 1969; Tursi et al., 1985; Abada-Boudjema & Dauvin, 1995; Ardizzone et al., 1996). Φυσικοί πληθυσμοί στους Κόλπους της Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού έχουν καταγραφεί από τους Arsenoudi et al. (2003) και Γαληνού-Μητσούδη κ.ά. (2007). Η πυκνότητα των μυδιών φυσικών πληθυσμών το φθινόπωρο, σε περιοχές του Θερμαϊκού κυμαίνεται από 2.300 – 18.200 άτ. m⁻² και αυτές οι τιμές βρίσκονται στο εύρος τιμών που παρατηρήθηκαν στην Μεσόγειο (Arsenoudi et al., 2003). Το μέγεθος τους (μήκος κελύφους) βρίσκεται και αυτό στα όρια των μεγεθών που παρατηρούνται στην Μεσόγειο.

Η διασπορά των μυδιών συνδέεται με την διαθεσιμότητα σκληρού υποστρώματος στον βίοτοπο. Η περιορισμένη ύπαρξη σκληρού υποστρώματος είναι ο λόγος που τα νεαρά μύδια ανιχνεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Είναι πιθανό η μορφολογία της περιοχής μαζί με την κυκλοφορία του νερού να ευνοούν τη συσσώρευση / συγκέντρωση των νεαρών μυδιών σε αυτά τα υποστρώματα (Arsenoudi et al., 2003). Γενικά η σύνθεση των φυσικών πληθυσμών σε άτομα διαφόρων κλάσεων μεγέθους διαφέρει ανάλογα με την εποχή μελέτης (δειγματοληψίας/παρατήρησης), για βιολογικούς λόγους (πχ. θήρευση-αύξηση), για περιβαλλοντικούς (πχ. ρυπαντές, αυξημένες θερμοκρασίες), αλλά και για λόγους αλιείας όταν οι μυδώνες βρίσκονται σε καθαρά νερά. Τα αποθέματα αυτά δέχονται συνεχώς σημαντικές πιέσεις από διάφορους περιβαλλοντικούς και διαχειριστικούς (ανθρωπογενείς) παράγοντες. Η ρύπανση, οι λιμενικές κατασκευές (λιμανάκια,

μάλαι), η έντονη αλιευτική δραστηριότητα, η μορφολογία (έλλειψη σκληρού υποστρώματος) και οι θηρευτές απειλούν τα αποθέματα τα οποία αποτελούν τους μοναδικούς φυσικούς πόρους στην ευρύτερη περιοχή.

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (Γαληνού - Μητσούδη κ.ά., 2007) η ποιότητα των φυσικών πληθυσμών μυδιών, βασισμένη στο δείκτη ευρωστίας τους και το ρυθμό διήθησης, στην Χαλάστρα και την παράκτια ζώνη της Επανωμής είναι καλύτερη από τους πληθυσμούς στην ανατολική πλευρά του κόλπου Θεσσαλονίκης και πιο υποβαθμισμένη είναι η ποιότητα των μυδιών στο δυτικό Θερμαϊκό, βόρεια του αλιευτικού καταφυγίου του Κίτρου.

1.3 Μυδοκαλλιέργειες

1.3.1 Συστήματα εκτροφής μυδιών

Η μυδοκαλλιέργεια είναι μια μη εντατική μορφή εκτροφής που στηρίζεται στις φυσικές διαδικασίες για την προμήθεια γόνου και τροφής (Inglis et al., 2000) αν και η εθνική περιβαλλοντική νομοθεσία την εντάσσει στις εντατικές μορφές.

Η επιλογή της μεθόδου εκτροφής ανά τον κόσμο αντανάκλα τις παραδοσιακές τεχνικές, την διαθεσιμότητα και καταλληλότητα των θέσεων που υπάρχουν για την εγκατάσταση και τη διαθεσιμότητα του γόνου. Σήμερα τα συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

Εκτροφή βυθού

Σύμφωνα με τον Spencer (2002) στην εκτροφή βυθού δραστηριοποιούνται οι παραγωγοί στην Ολλανδία, Γερμανία και σε μικρότερο βαθμό στην Ιρλανδία και Μ. Βρετανία. Συνολικά αυτού του είδους η εκτροφή αντιπροσωπεύει το 15 % της συνολικής δραστηριότητας. Η εκτροφή αυτή βασίζεται στη μεταφορά γόνου από φυσικά καταλύματα σε μέρη πιο προστατευμένα, με μικρότερες πυκνότητες, με σκοπό την καλύτερη ανάπτυξη.

Εκτροφή στη στήλη του νερού

Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό της δραστηριότητας (85 %) γίνεται με τη μέθοδο εκτροφής μακριά από το βυθό η οποία έχει το πλεονέκτημα της καλύτερης πρόσβασης στην τροφή που μεταφέρεται από το ρεύμα, καθώς επίσης και τη σχετική προστασία από τους θηρευτές (Spencer, 2002).

Τρία είδη εκτροφής διακρίνονται, αν και με πολλές παραλλαγές. Το Πασσαλωτό (pole), το σύστημα με σχεδίες (raft) και το σύστημα μακριάς γραμμής (longline).

Πασσαλωτό (pole)

Είναι η πιο παλιά μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη έχοντας την καταγωγή της στη Γαλλία. Συνίσταται στη βύθιση πασσάλων από υλικά όπως βελανιδιά, πεύκο ακόμη και αλουμίνιο, μήκους 4-7 m και διαμέτρου 25-30 cm στον πυθμένα της θάλασσας στη μεσοπαραλιακή ζώνη, έτσι ώστε τα 2-3 m να είναι πάνω από τον πυθμένα. Η απόσταση μεταξύ τους είναι 25-50 cm, ανάλογα αν χρησιμεύουν στη συλλογή γόνου ή εκτροφή αντίστοιχα και σχηματίζουν σειρές έως και 250 πασσάλων. Για τη συλλογή του γόνου οι πάσσαλοι τοποθετούνται στις αρχές του χρόνου. Στη νοτιοδυτική ακτή της Γαλλίας δημιουργούν θέσεις εγκατάστασης του γόνου με πασσάλους και σχοινιά τοποθετημένα οριζόντια σε μεταλλικά πλαίσια το Μάιο – Ιούνιο. Τον Ιούλιο ο γόνος αρμαθιάζεται σε κυλινδρικά δίχτυα 3-5 m μήκους που δένονται γύρω από τον πάσσαλο. Τα μύδια σε κάποιες περιπτώσεις χρειάζονται αραίωση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

Με τη μέθοδο του πασσαλωτού στη Γαλλία, στις ακτές του Ατλαντικού, (*Mytilus edulis*) η παραγωγή φτάνει το εμπορεύσιμο μέγεθος (>4 cm) σε 12-18 μήνες και από κάθε πάσσαλο αλιεύονται 25 kg έτος⁻¹ (Gosling, 2003b).

Στις Φιλιππίνες και την Ταϊλάνδη χρησιμοποιούνται πάσσαλοι από μπαμπού, είτε μεμονωμένα είτε σε ομάδες που συγκλίνοντας δένονται στην κορυφή για την εκτροφή του *Perna viridis*. Η παραγωγή φτάνει το εμπορεύσιμο μέγεθος 5-10 cm σε 6-10 μήνες και κάθε πάσσαλος δίνει 8-12 kg (Gosling, 2003d).

Σύστημα με σχεδίες (raft)

Στην Ισπανία υιοθετήθηκε αυτή η μέθοδος από τη δεκαετία 1940 στα βαθιά, παραγωγικά και προστατευμένα νερά της βορειοδυτικής ακτής της Ισπανίας (Γαλικία). Στην αρχή χρησιμοποίησαν το σκελετό από παλιά πλοία για την πλευστότητα και ανάρτηση των σχοινιών με τα μύδια. Αργότερα κατασκευάστηκαν σχεδίες με πλωτήρες από πλαστικό ή ξύλο επενδυμένο με τσιμέντο ή fiberglass για προστασία. Το πλαίσιο από παράλληλα ξύλινα δοκάρια κατασκευάστηκε από ευκάλυπτο και έτσι μια τυπική σχεδία ήταν ένα τετράγωνο 20 m από όπου κρέμονταν 500 σχοινιά, τοποθετημένα σε απόσταση 50 cm μεταξύ τους πάνω σε δοκάρια που απείχαν 50 cm μεταξύ τους. Μια τέτοια κατασκευή μπορούσε να παράγει 60 t έτος⁻¹ (Mason, 1972).

Πρόσφατες στατιστικές στην Ισπανία δείχνουν μια μέση παραγωγή 130 kg m^{-2} της σχεδιάς (10 kg m^{-1} σχοινοῦ) και 20-100 t για ὅλη τη σχεδία ανάλογα του μεγέθους, με μέση τιμὴ τους 47 t (Caceres-Martinez & Figueras, 1997).

Ἡ Ἰσπανία εἶναι ἡ δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγὸς χώρα μυδιῶν στην Ἑυρώπη και παράγει με την μέθοδο της σχεδιάς τὸ εἶδος *Mytilus galloprovincialis* στην βορειοδυτικὴ ακτὴ (Vigo, Arosa). Συνολικὰ υπάρχουν 3.000 σχεδιές σε ὅλη την περιοχή και ἡ παραγωγή το 1999 ἦταν 262.000 t. Ἡ διαδικασία περιλαμβάνει 5 στάδια: συλλογὴ γόνου, συγκράτηση του γόνου στα σχοινιά, αποκόλληση και διαλογή-αραιώση, πάχυνση και συγκομιδὴ. Ἡ μέση πυκνότητα του γόνου εἶναι $1,5 - 1,7 \text{ kg m}^{-1}$ σχοινοῦ. Μετά ἀπὸ 5-6 μῆνες και ὅταν τὸ μήκος του οστράκου εἶναι 4-5 cm, γίνεται ἡ πρώτη αραιώση-διαλογή. Γίνεται μια δεύτερη διαλογή πριν την συγκομιδὴ. Τα μύδια φτάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος 8-10 cm σε 13-16 μῆνες. Παλιότερα που ἡ πυκνότητα στις σχεδιές ἦταν μικρότερη, ὁ χρόνος για την ἐπίτευξη του εμπορεύσιμου μεγέθους ἦταν 8-9 μῆνες. Ἡ συγκομιδὴ γίνεται Ὀκτώβριο με Μάρτιο και ἡ παραγωγή εἶναι 10 kg m^{-1} σχοινοῦ (Gosling, 2003d).

Ἡ μέθοδος υιοθετήθηκε ἀπὸ πολλές χώρες ὅπως: Αυστραλία, Κίνα, Χιλή, Καναδάς, Η.Π.Α, Ἰνδία, Ἰρλανδία, Μαλαισία, Ν. Ζηλανδία, Σκωτία, Σιγκαπούρη και Βενεζουέλα. Οἱ κατασκευές αυτές χρειάζονται βάθος νεροῦ ἀρκετὰ μέτρα μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ μήκος των αρμαθιῶν, ἔτσι ὥστε κατὰ την ἀμπωτη νὰ μην ἀκουμποῦν οἱ αρμαθιές στο βυθὸ και γίνονται εὐάλωτες στους θηρευτές.

Σύστημα μακρίας νραμμῆς (longline)

Ἡ μέθοδος αὐτὴ εἶναι πιο κατάλληλη ἀπὸ τις σχεδιές σε ἐκτεθειμένες θέσεις, αν και ἀπαντώνται μαζί με τις σχεδιές σε προστατευμένες περιοχές (Spencer, 2002) (Εικ. 3).



Εικ.3. Μονάδα μυδοκαλλιέργειας με σύστημα μακριάς γραμμής (longline) στον Β.Δ. κόλπο Θεσσαλονίκης. Στο βάθος διακρίνονται τα πασσαλωτά μυδοτροφεία.

Το σύστημα αυτό είναι προσαρμογή της μεθόδου που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία για την εκτροφή των στρειδιών και χτενιών. Αποτελείται από ένα σχοινί από πολυπροπυλένιο που επιπλέει στην επιφάνεια ή 1,5-3 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας με την βοήθεια πλωτήρων, από όπου κρέμονται σχοινιά με μύδια τοποθετημένα σε απόσταση 50 cm μεταξύ τους.

Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν υπάρχουν 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 l 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).

Το σύστημα διπλής γραμμής είναι πολύ διαδεδομένο στην Ν. Ζηλανδία. Αποτελείται από δύο παράλληλα σχοινιά ανάρτησης 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, αφήνοντας αρκετό χώρο για μια βάρκα να κυκλοφορεί ανάμεσα τους για τη 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⁻¹ (1993) στις εκτεθειμένες ακτές του Ατλαντικού και της Μεσογείου (Spencer, 2002).

Ένα άλλο σύστημα που χρησιμοποιείται στις Φιλιππίνες αποτελείται από πασσάλους από μπαμπού ανάμεσα από τους οποίους δένεται με την μορφή ζικ ζακ το σχοινί.

Στη Μεσόγειο χρησιμοποιούν το σύστημα κρεμαστού πάρκου που αποτελείται από μεταλλικούς δοκούς με ξύλινα οριζόντια δοκάρια στο πάνω μέρος από όπου κρέμονται τα σχοινιά (Gosling, 2003d).

Στη Ν. Ζηλανδία το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι 100 mm (Inglis et al., 2000) και αφορά στο είδος *P. canaliculus*. Το είδος αυτό σε μέγεθος 75-115 mm φτάνει σε 12-18 μήνες (Hickman, 1989a, b).

Στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού εκτρέφεται το *M. galloprovincialis* και φθάνει το εμπορεύσιμο μήκος (μεγαλύτερο των 5 cm) σε χρονικό διάστημα μικρότερο από 12 μήνες (ΑΠΘ, 2000).

1.3.2 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στον κόσμο

Τα μύδια εκτρέφονται σε πολλές περιοχές στον κόσμο (Εικ. 4) και κυρίως τα είδη *Mytilus edulis* και *Mytilus galloprovincialis*.



Εικ.4. Με πορτοκαλί χρώμα εμφανίζονται οι κυριότερες χώρες παραγωγής του *Mytilus galloprovincialis*. Επεξεργασμένη εικόνα (FAO Fishery Statistics, 2002),

Σημειώνεται ότι οι πίνακες και οι χάρτες του FAO δέχονται τα στοιχεία από τις χώρες, όπως αυτές τα δηλώνουν. Έτσι ενώ στην Ισπανία η παραγωγή αποτελείται από το είδος *Mytilus galloprovincialis* οι αρχές το δηλώνουν ως *Mytilus edulis*, και αντίστοιχα στην Κίνα δεν αναφέρεται το είδος ενώ πρόκειται για το *Mytilus galloprovincialis*.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί μυδιών είναι χώρες όπως: Κίνα, Ισπανία, Ολλανδία, Δανία και Ιταλία.

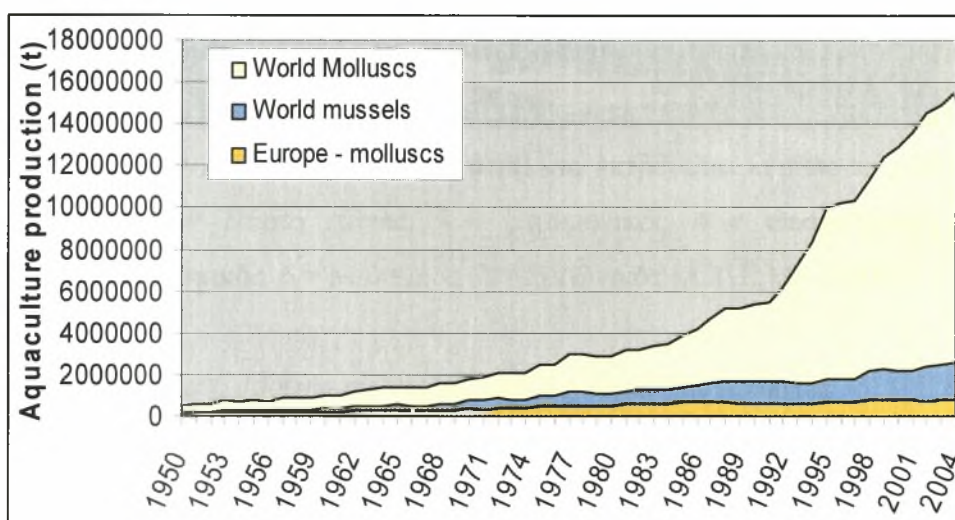
Το *Mytilus edulis* συναντάται σε βόρεια ή ηπειρωτικά κλίματα και στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο. Στην Ευρώπη εξαπλώνεται από τη Ρωσία και Ισλανδία έως νότια στις ακτές του Ατλαντικού και της βόρειας Γαλλίας. Στο βόρειο ημισφαίριο εξαπλώνεται στην ανατολική ακτή της βόρειας Αμερικής και στο νότιο ημισφαίριο στην Αργεντινή, στη Χιλή και στα νησιά Φόκλαντ (Spencer, 2002).

Το *Mytilus galloprovincialis* απαντάται σε ηπειρωτικά κλίματα αλλά σε πιο θερμά νερά. Στην Ευρώπη απαντάται στις νήσους της Βρετανίας, στην Ιβηρική Χερσόνησο και στη Μεσόγειο. Στο βόρειο ημισφαίριο απαντάται στη νότια Καλιφόρνια, στην Ιαπωνία, στο Χόνγκ Κόνγκ και κατά μήκος της ανατολικής ακτής

της Κίνας. Στο νότιο ημισφαίριο απαντάται στην δυτική Αυστραλία, Τασμανία, Ν. Ζηλανδία και Ν. Αφρική (Spencer, 2002).

1.3.3 Παγκόσμια παραγωγή

Με βάση τα στοιχεία του έτους 2004 (FAO Fishery Statistics) η παγκόσμια παραγωγή οστράκων ήταν περίπου 13.000.000 t, εκ των οποίων οι 1.900.000 t ήταν τα μύδια (Εικ. 5). Η ίδια πηγή αναφέρει ότι η συνολική ευρωπαϊκή παραγωγή οστράκων ήταν περίπου 750.000 t, εκ των οποίων οι 600.000 t ήταν μύδια (Εικ. 8), ενώ η παραγωγή της σε μεσογειακό μύδι (*Mytilus galloprovincialis*) ανέρχεται σε 95.000 t.



Εικ. 5. Παγκόσμια και ευρωπαϊκή παραγωγή μαλακίων και παγκόσμια παραγωγή μυδιών από εκτροφές (Πηγή πρωτογενών δεδομένων: FAO Fishery Statistics από Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).

Από στοιχεία του FAO παρατηρείται αύξηση από το 1950 της παγκόσμιας παραγωγής του μεσογειακού μυδιού (*M. galloprovincialis*) που συνδυάζεται με την αύξηση του ενδιαφέροντος των καταναλωτών.

1.3.4 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στην Ελλάδα

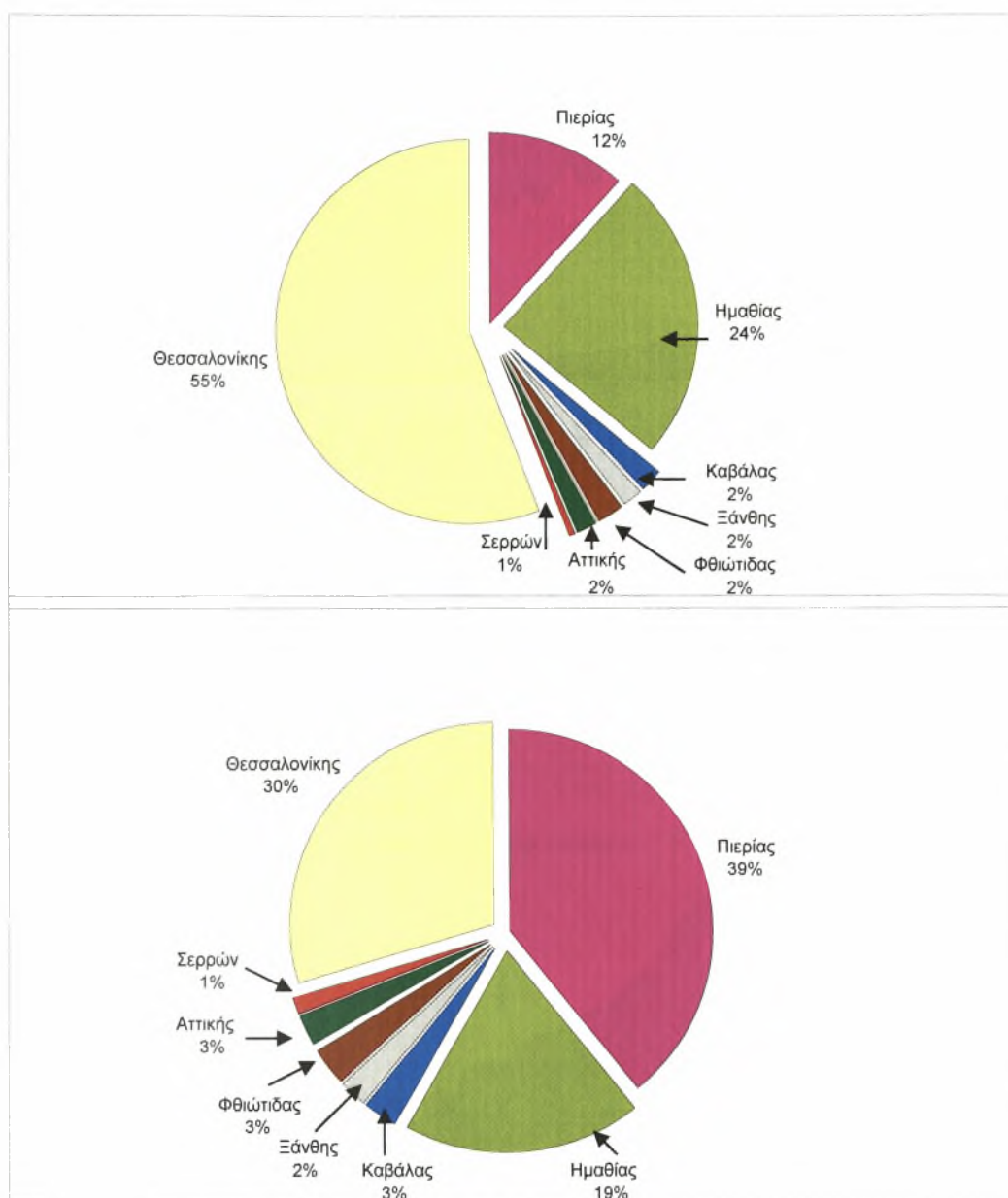
Η εκτροφή οστράκων έχει μια μακρά ιστορία από τον 4^ο αιώνα π.Χ. στην Ελλάδα. Σήμερα συναντάται κυρίως στην Αλεξανδρούπολη, στον Αμβρακικό, στο Πόρτο-Λάγος, στο Μαλιακό, στο Σαρωνικό και στο Στρυμονικό και κυρίως στους Κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού (Εικ. 6, 7).



Εικ. 6. Περιοχές στην Ελλάδα όπου συναντάται και εκτρέφεται κυρίως το μύδι. 1 = Αλεξανδρούπολη, 2 = Πόρτο Λάγος, 3 = Στρυμονικός, 4 = Θεσσαλονίκη και Θερμαϊκός, 5 = Αμβρακικός, 6 = Μαλιακός, 7 = Σαρωνικός (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).

Η παραγωγή αυτή προέρχεται κυρίως από τις παρακάτω περιοχές:

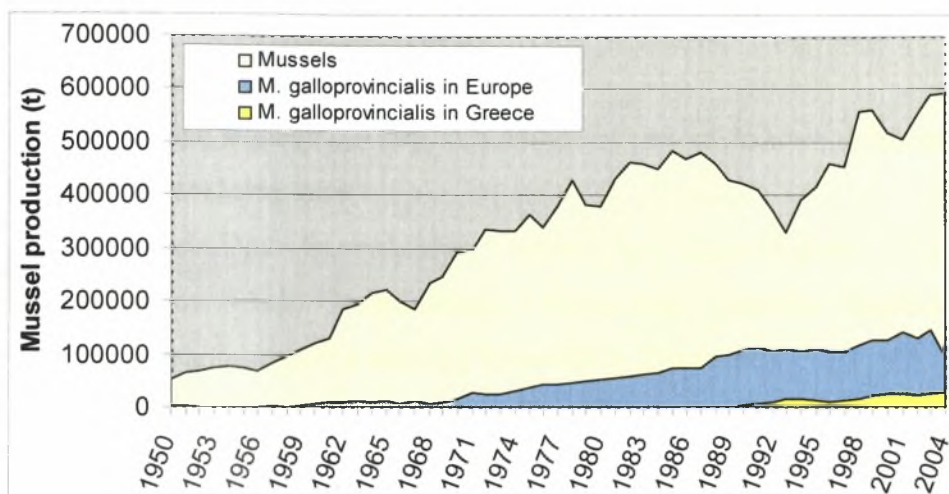
- Πιερίας (Κίτρος - Μακρύγιαλος, Δ. Θερμαϊκός, Νομός Πιερίας - αποκλειστικά με το πλωτό σύστημα).
- Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα (ΒΔ Θερμαϊκός – με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα) που χωρίζεται διοικητικά, σε
 - Αξιού - Λουδία (Κύμινα-Μάλγαρα, Νομός Θεσσαλονίκης).
 - Λουδία - Αλιάκμονα (Κλειδί, Νομός Ημαθίας).
 - ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Νομός Θεσσαλονίκης – με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα).
- Αν. Θερμαϊκού κόλπου (Νομός Θεσσαλονίκης – με πλωτό σύστημα).



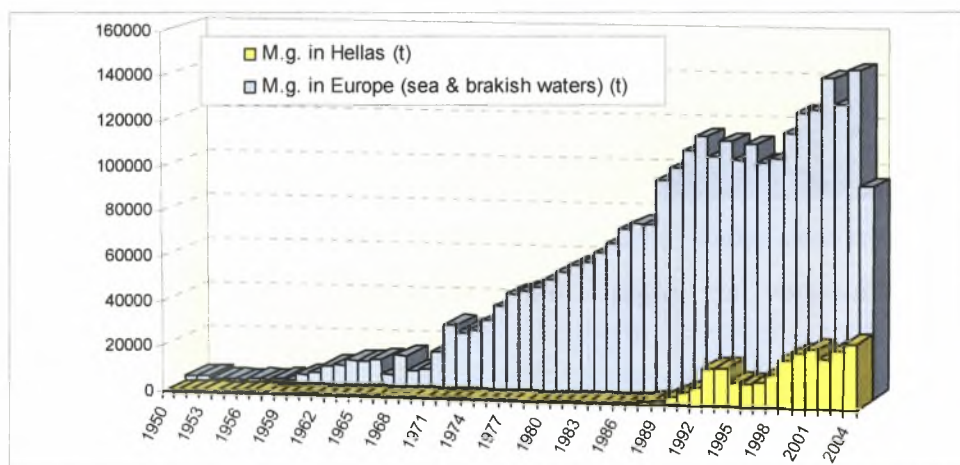
Εικ. 7. Αριθμός μονάδων μυδοκαλλιέργειας (πάνω) και αντίστοιχη στρεμματική κάλυψη (κάτω) ανά νομό στην Ελλάδα (Γαληνού-Μητσούδη, 1999).

1.3.5 Παραγωγή στην Ελλάδα

Από τους 95.000 t της Ευρωπαϊκής παραγωγής μεσογειακού μυδιού (*Mytilus galloprovincialis*), οι 30.000 t μυδιών αποτελούν την Ελληνική παραγωγή (Εικ. 8), (Εικ. 9). Το 80-90% της παραγωγής αυτής εξάγεται, κυρίως, στην Ιταλία.



Εικ. 8. Ευρωπαϊκή παραγωγή μυδιών, συνολικά και για τα δύο είδη (*Mytilus galloprovincialis* & *Mytilus edulis*), Ευρωπαϊκή παραγωγή και η Ελληνική παραγωγή του είδους *M. galloprovincialis* (Πηγή δεδομένων: FAO Fishery Statistic από Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).



Εικ. 9. Η Ευρωπαϊκή και Ελληνική παραγωγή μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* (Πηγή δεδομένων: FAO Fishery Statistics από Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).

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).

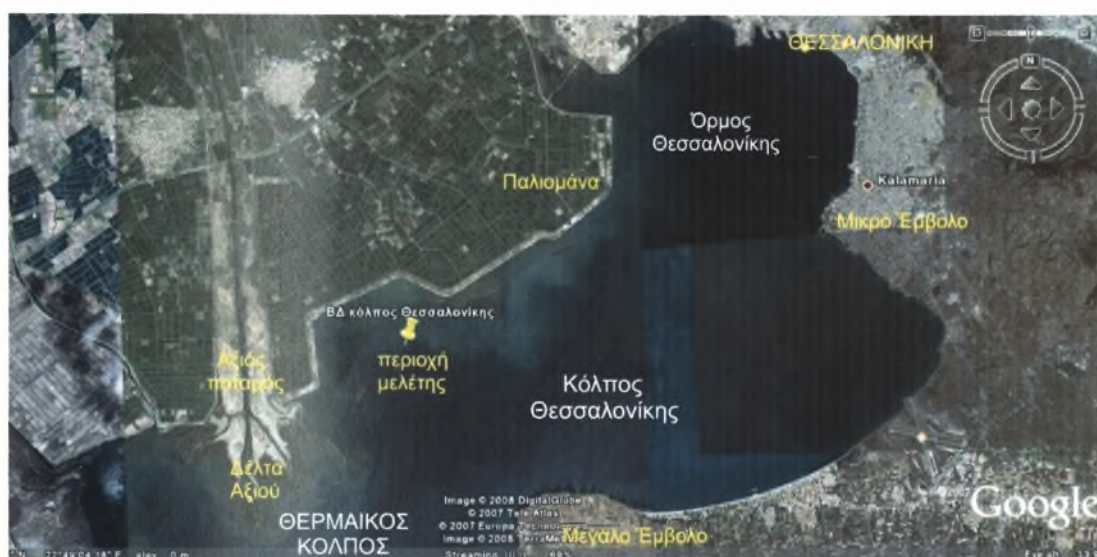
Η παραγόμενη αξία στην περιοχή μελέτης είναι € 10 εκατομμύρια ετησίως (Zanou & Anagnostou 2001 από Karageorgis et al. 2004) ενώ στις μονάδες απασχολούνται περίπου 1000 άτομα (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Σχετικά με το εμπόριο η ετήσια δυναμικότητα παραγωγής της περιοχής, ανέρχεται σε 17.000-20.000 t και κύρια χώρα προορισμού είναι η Ιταλία (ΕΚΘΕ, 2001).

1.4 Θαλάσσιο περιβάλλον κόλπων Θεσσαλονίκης, Θερμαϊκού.

1.4.1 Γεωμορφολογία

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης εντάσσεται σε μια πολύπλοκη θαλάσσια λεκάνη (Εικ. 10) που αποτελείται από:

- Τον Όρμο Θεσσαλονίκης - νότια όρια : Μικρό Έμβολο – Παλιομάννα
- Τον Κόλπο Θεσσαλονίκης - νότια όρια : Μεγάλο Έμβολο - Δέλτα Αξιού (στην ΒΔ περιοχή βρίσκεται η Χαλάστρα)
- Τον Θερμαϊκό Κόλπο: Ακρ. Ποσειδί - Ακρ. Δερματάς



Εικ. 10. Χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης όπου φαίνεται ο Όρμος Θεσσαλονίκης ο Κόλπος Θεσσαλονίκης και τμήμα του Θερμαϊκού κόλπου. Επεξεργασμένη εικόνα (Google Earth).

Ο Θερμαϊκός κόλπος βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του Αιγαίου πελάγους. Το ανάγλυφο του πυθμένα είναι ομαλό ως αποτέλεσμα των συνεχών αποθέσεων υλικών από τους ποταμούς (Karageorgis et al., 2004). Μορφολογικά ο κόλπος Θεσσαλονίκης αποτελεί τμήμα που αντιστοιχεί στην εσωτερική ηπειρωτική κατωφέρεια του ευρύτερου Θερμαϊκού. Στον κόλπο εκβάλλουν τέσσερα ποτάμια, ο Γαλλικός, ο Αξιός, ο Λουδίας και ο Αλιάκμονας. Υπάρχουν τρία αντλιοστάσια του αρδευτικού δικτύου της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης καθώς και η έξοδος των βιολογικών καθαρισμών της Θεσσαλονίκης.

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

α) Υγροτοπικές: Υγροτοπικές περιοχές χαρακτηρίζονται όλο το εκβολικό σύστημα συμπεριλαμβανομένων και των δέλτα των ποταμών Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, Γαλλικού σε βάθη θάλασσας μικρότερα των 6 m καθώς και των αλυκών του Κίτρου, Αγγελοχωρίου και της Επανομής.

β) Θαλάσσιες: Εκεί είναι εγκατεστημένες οι μονάδες εκτροφής.

γ) Χερσαίες: Στην παραλία υπάρχουν τα αλιευτικά καταφύγια και η υποδομή στήριξης των μυδοκαλλιεργητών.

1.4.2 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 - 1300 mm (Poulos et al., 2000).

Το χειμώνα, παρατηρούνται βόρειοι-βορειοδυτικοί άνεμοι (επικρατούντες άνεμοι στη διάρκεια του έτους), ενώ το καλοκαίρι η μεταβλητότητα αυξάνει με επικρατέστερους ανέμους νότιους και δυτικούς (Hyder et al., 2002; ΥΠΠΕ, 2003). Οι άνεμοι βορείων διευθύνσεων φυσούν ανά διαστήματα κυρίως το χειμώνα με διάρκεια 4-6 ημέρες και με ταχύτητα που μπορεί να φτάνει τα 20 m sec⁻¹. 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⁻¹) 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.

1.4.3.1 Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού

Ως φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού θεωρούνται η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα ρεύματα, το διαλυμένο οξυγόνο και τα θρεπτικά άλατα.

α) Αναλυτικά στη συγκεκριμένη περιοχή, η θερμοκρασία 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 αυξάνει μέχρι και τον Αύγουστο. Οπότε αρχίζει μια σταδιακή μείωση

προς τις αρχές του χειμώνα, χωρίς όμως να εμφανίζονται έντονες βαθμίδες θερμοκρασίας με το βάθος, όπως συμβαίνει κατά την περίοδο ανόδου (ΕΚΘΕ, 2001)

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

γ) Το διαλυμένο οξυγόνο (DO_2) είναι βασικό στοιχείο για τη ζωή των θαλάσσιων οργανισμών. Οι διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις του συνδέονται άμεσα τόσο με βιολογικές διεργασίες όπως η φωτοσύνθεση, αλλά και παραμέτρους όπως η θερμοκρασία και το βάθος. Στην περιοχή αυτή η μέση συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου τον χειμώνα είναι $7,52 \text{ mg l}^{-1}$ ενώ το καλοκαίρι $7,0 \text{ mg l}^{-1}$ (στοιχεία της περιόδου 1992-2002 HCMR, 2003). Από μελέτες του ΕΚΘΕ (2001) οι τιμές δεν άγγιζαν τα όρια της ανοξίας ούτε τη θερινή περίοδο κοντά στον πυθμένα, παρά το γεγονός της αύξησης της θερμοκρασίας και της στρωμάτωσης που παρατηρήθηκε το έτος 2000.

δ) Τα θρεπτικά άλατα στην περιοχή του κόλπου εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις κατά ένα βαθμό ως αποτέλεσμα της δράσης 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, και το Νοέμβριο - Δεκέμβριο λόγω βροχοπτώσεων (ΕΚΘΕ, 2001). Η αύξηση των θρεπτικών αλάτων δημιουργεί αύξηση του φυτοπλαγκτού. Τα μύδια όμως των μυδοκαλλιεργειών χρησιμοποιούν ως τροφή το φυτοπλαγκτό, αυξάνοντας έτσι την διαφάνεια. Η αναπλήρωση ποσοτήτων φυτοπλαγκτού επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της επαναιώρησης, της παλίρροιας κλπ. (Γκανούλης, 1993). Οι τιμές των θρεπτικών (αρκετά υψηλές) στη Χαλάστρα είναι χαρακτηριστικές των παράκτιων περιοχών που δέχονται ανθρωπογενή δράση και τις εισροές ποταμών. Το 2000 τα νιτρικά και τα νιτρώδη κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα, σε σύγκριση με μετρήσεις που έγιναν την περίοδο 1995-1996 (Κράββα, 2000). Συγκεκριμένα, τα νιτρικά κυμάνθηκαν από $0,5-4,8 \mu\text{M}$ επιφανειακά και $0,5-2,5 \mu\text{M}$ στα 5m και τα νιτρώδη από $0,05-0,2 \mu\text{M}$ με εξαιρετικά υψηλές τιμές τον Οκτώβριο

0,4-0,5 μM ενώ οι μέγιστες τιμές φωσφορικών αυξήθηκαν κατά 100 $\mu\text{g/l}$ και συγκεκριμένα κυμάνθηκαν από 0,2-0,8 μM επιφανειακά και 0,15-0,7 μM στα 5m και των αμμωνιακών μειώθηκαν κατά 15 $\mu\text{g l}^{-1}$ δηλαδή κυμάνθηκαν από 0,1-1,5 μM με αύξηση από το Σεπτέμβριο που έφτασε τα 4,5 μM (ΕΚΘΕ, 2001). Οι τιμές των θρεπτικών δεν φαίνεται να αυξάνονται λόγω της ύπαρξης μυδοκαλλιεργειών. Τα νιτρικά άλατα αυξάνονται το Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο γεγονός 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 το Σεπτέμβριο. Τα φωσφορικά είναι γενικώς αυξημένα με μέγιστη τιμή τον Ιούνιο και το φθινόπωρο.

1.4.3.2 Άλλες παράμετροι του νερού

α) Το φυτοπλαγκτό είναι σημαντική τροφή για τα δίθυρα. Ο Θερμαϊκός κόλπος, στο βόρειο τμήμα του, παρουσιάζει έντονα φαινόμενα ευτροφισμού λόγω της εισροής γλυκών νερών από τα ποτάμια και της επιβάρυνσης από αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα (Gotsis-Skretas & Frigilos, 1990). Η επίδραση των ποταμών στην αύξηση των θρεπτικών (μεταλλικών αλάτων) είναι εμφανής το χειμώνα και την άνοιξη ενώ κατά το θέρος κυριαρχεί η δράση των άλλων αποβλήτων. Η ευρύτερη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτικής βιομάζας και στηρίζει μια μεγάλη παραγωγή μυδιών. Συγκεκριμένα στις μονάδες πλωτών συστημάτων εμφανίζονται μέγιστες τιμές «άνθησης» φυτοπλαγκτού σε αντίθεση με τα πασσαλωτά, όπου η συγκέντρωση χλωροφύλλης δεν εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις στη διάρκεια του έτους. Η χλωροφύλλη-α δείκτης της φυτοπλαγκτικής βιομάζας διατηρείται σε επίπεδα $>1 \mu\text{g l}^{-1}$, συγκέντρωση που είναι αρκετή για να υποστηρίξει σημαντικό ρυθμό ανάπτυξης των μυδιών (ΕΚΘΕ, 2001) Στο βάθος των 5 m, όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος των μυδιών, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α κυμάνθηκε για το έτος 2000 από 1-4 $\mu\text{g l}^{-1}$, με μέγιστες τιμές το Μάρτιο και Οκτώβριο. Τον Οκτώβριο το πρότυπο μείωσης της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α στο εσωτερικό της περιοχής μυδοκαλλιεργειών είναι μειωμένο κατά το ήμισυ.

β) Μη φυτοπλαγκτικό αιωρούμενο οργανικό υλικό

Εκτός από το φυτοπλαγκτό, τα μύδια χρησιμοποιούν για τροφή και μη φυτοπλαγκτικό αιωρούμενο οργανικό υλικό που είναι μέρος του σωματιδιακού

οργανικού υλικού (POM) και βρέθηκε να είναι >70 % του αιωρούμενου οργανικού υλικού, εκτός από τις περιόδους της εμφάνισης των μέγιστων του φυτοπλαγκτού, οπότε τα ποσοστά κυμαίνονται από 35 - 55 % (ΕΚΘΕ, 2001).

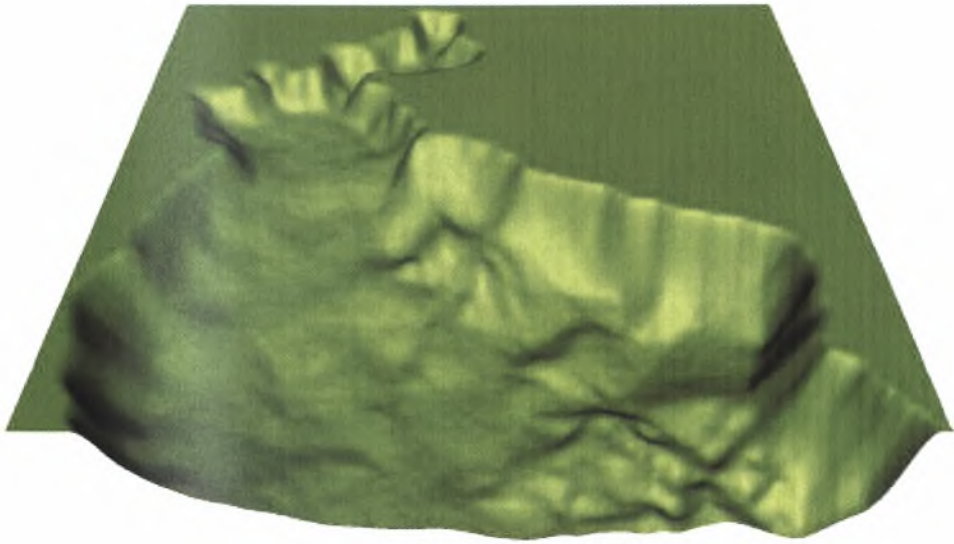
Το (POM) σε βάθος 5 m όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος της βιομάζας στις πλωτές μυδοκαλλιέργειες στην Χαλάστρα κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα 500-2000 $\mu\text{g l}^{-1}$, με μέγιστα τον Μάρτιο - Απρίλιο και Νοέμβριο - Δεκέμβριο. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με άλλες παραγωγικές περιοχές που εκτρέφονται δίθυρα (Navarro et al., 1991; Sorikin et al., 1996). Ο λόγος του σωματιδιακού οργανικού υλικού προς το αιωρούμενο σωματιδιακό υλικό (POM/SPM) που αναφέρεται και ως δείκτης τροφής για τα δίθυρα κυμαίνεται από 10 – 50 %. Τιμές γύρω στο 34 % περιγράφουν ένα ολιγοτροφικό οικοσύστημα στη Μεσόγειο (Pusceddu et al., 1997).

Η συγκέντρωση των μετάλλων Cd, Cu, Cr στη σάρκα των μυδιών του Θερμαϊκού δεν ξεπερνούν τα ανώτατα όρια, που αναφέρονται ως επιτρεπόμενα, για την κατανάλωση τροφών με θαλασσινή προέλευση (E.C., 1995). Οι διαφορές που υπάρχουν στις συγκεντρώσεις σχετίζονται με τις εποχιακές μεταβολές του περιβάλλοντος και τη διαθεσιμότητα τροφής εκφρασμένης ως χλωροφύλλη-α στο κλάσμα 0,2 μm (ΕΚΘΕ, 2001). Με την τροφή και τις εποχικές μεταβολές σχετίζεται και η ευρωστία των μυδιών (Sheehan & Power, 1999). Έτσι τους ζεστούς μήνες οι εκτρεφόμενοι οργανισμοί έχουν μεγαλύτερο ξηρό βάρος ενώ η συγκέντρωση των μετάλλων στη σάρκα εμφανίζει τις μικρότερες τιμές. Ο Phillips (1976) συνέδεσε την υψηλή φυτοπλαγκτική παραγωγικότητα με τις χαμηλές συγκεντρώσεις μετάλλων στη σάρκα των μυδιών, καθώς η αφθονία οδηγεί σε υψηλούς ρυθμούς μεταβολισμού και απέκκρισης.

1.4.4 Θαλάσσια κυκλοφορία

Η ποιότητα του νερού στις παράκτιες περιοχές έχει άμεση σχέση με την ανάμιξη των παράκτιων νερών που έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο με τα βαθύτερα νερά της ανοιχτής θάλασσας. Ιδιαίτερα σε περιοχές που η παλίρροια είναι σχεδόν ανύπαρκτη, ο άνεμος είναι πού έχει ιδιαίτερη σημασία στην κυκλοφορία και ανάμιξη του νερού (Barber & Volakos, 1997).

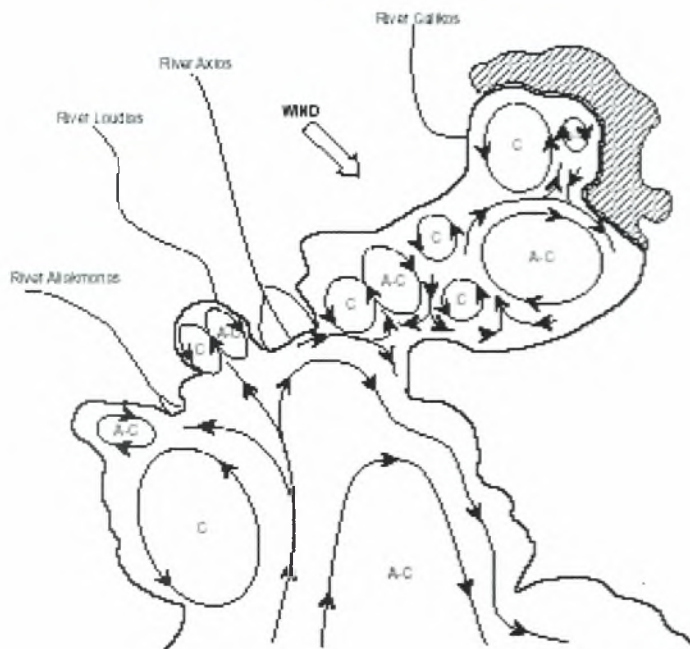
Ο κόλπος του Θερμαϊκού είναι μία ημίκλειστη ρηχή λεκάνη με βάθος από 10-75 m που περικλείεται από τις τρεις πλευρές από ξηρά και ένα μοναδικό άνοιγμα από τον νότο (Εικ. 11), με εύρος παλίρροιας είναι 0,25 m (Barber & Volakos, 1997).



Εικ. 11. Τρισδιάστατη βαθυμετρική αναπαράσταση του Θερμαϊκού κόλπου (Barber & Volakos, 1997).

Στην περιοχή φυσούν Β, ΒΔ άνεμοι και το κοινό μελέμι (ΒΑ) και δημιουργούν μια σειρά από κυκλωνικές (C) και αντικυκλωνικές (Α-C) δίνες (Εικ. 12). 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).





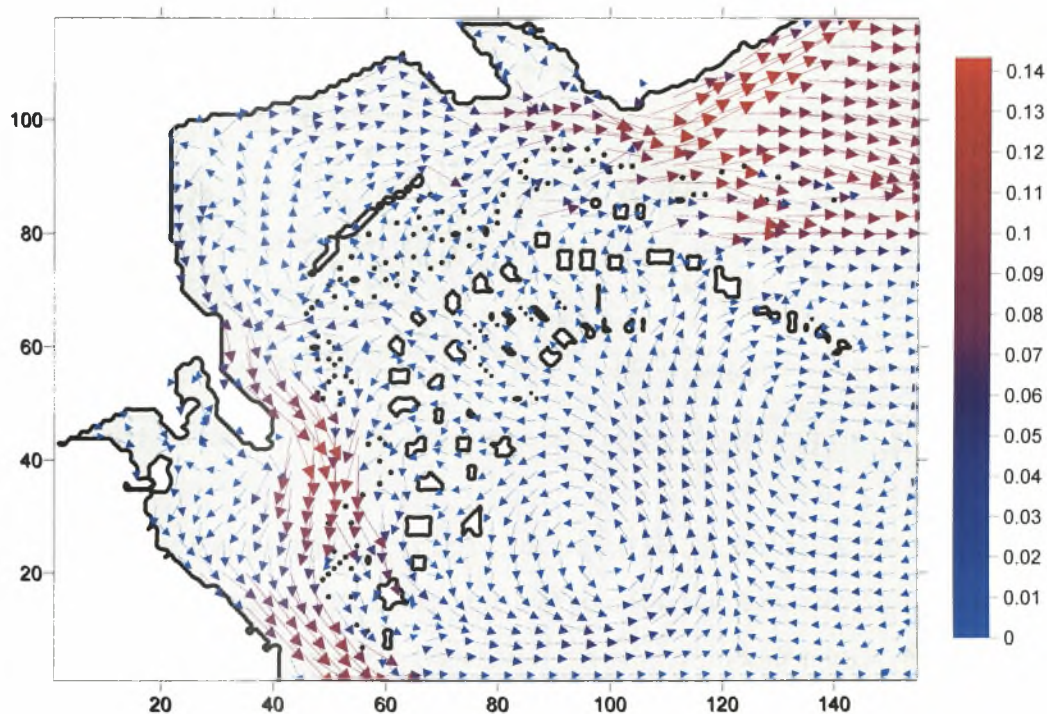
Εικ. 12. Προβλεπόμενη υδροδυναμική κυκλοφορία προκαλούμενη από τον επικρατέστερο Β-ΒΔ άνεμο στον Θερμαϊκό κόλπο. Α=αντικυκλωνική, C=κυκλωνική ροή (Barber & Volakos, 1997).

Η κυκλοφορία στον κόλπο είναι κυρίως κυκλωνική (Hyder et al., 2002; Barber & Volakos, 1997). Τα νερά του Αιγαίου μπαίνουν στον κόλπο από τα βαθύτερα στρώματα κατά μήκος της ανατολικής ακτής και με αντίθετη φορά από αυτήν των δεικτών του ωρολογίου μπαίνουν στον κόλπο της Θεσσαλονίκης. Το νερό των ποταμών κινείται κατά μήκος της δυτικής ακτής νότια, αν και έχουν ανιχνευτεί γλυκά νερά στον κόλπο Θεσσαλονίκης κάτω από την επίδραση δυτικών ανέμων (Kontoyiannis et al., 2003). Η ανανέωση του νερού είναι μεγαλύτερη κατά την περίοδο της μεγαλύτερης απορροής των ποταμών. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου ανιχνεύονται νερά από την Μαύρη Θάλασσα στον κόλπο Θεσσαλονίκης (Hyder et al., 2002; Kontoyiannis et al., 2003).

Πιο συγκεκριμένα, στη λεκάνη της Χαλάστρας όταν φυσά βόρειος βορειοδυτικός άνεμος (επικρατέστερος στην περιοχή) (Εικ. 13) δημιουργούνται ανατολικά βορειοανατολικά ρεύματα στη βόρεια και ανατολική πλευρά της λεκάνης,

νότια και νοτιοανατολικά ρεύματα στη 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.

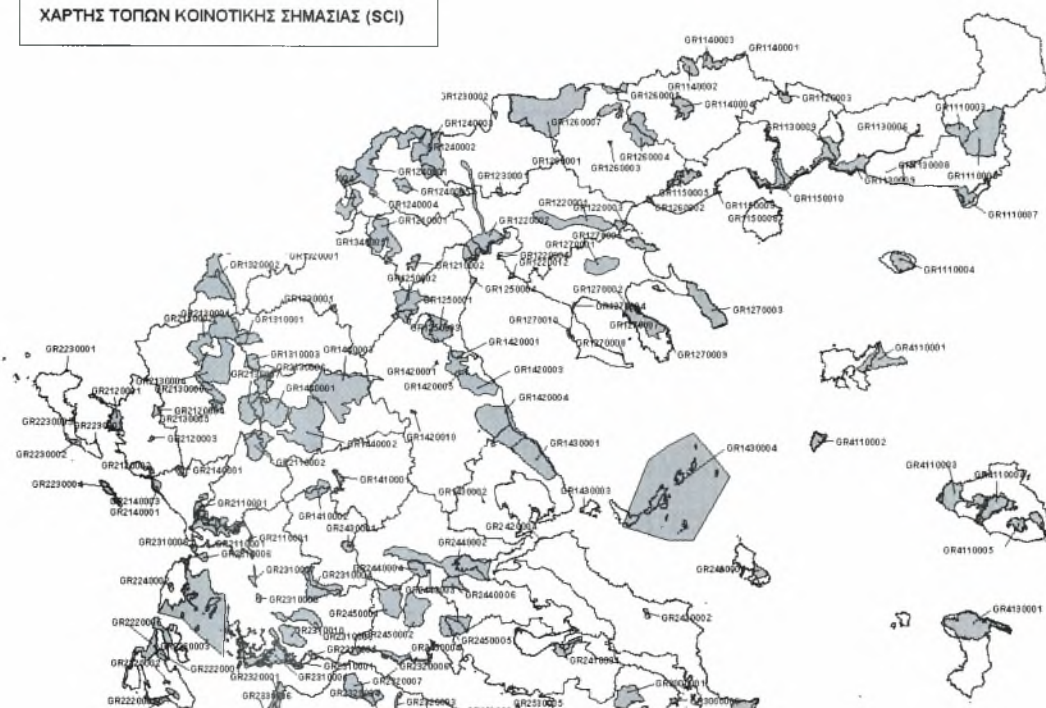


Εικ.13. Υδροδυναμική κυκλοφορία στην παράκτια ζώνη της Χαλάστρας υπό την επίδραση του επικρατέστερου ΒΔ ανέμου (Savvidis et al., 2007)

1.4.5 Θεσμικό πλαίσιο. Συνθήκη Ramsar, Natura 2000.

Στη Βόρεια Ελλάδα (Εικ. 14) υπάρχει μεγάλος αριθμός υγροτόπων που είναι είτε διεθνούς αξίας και προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar, είτε εθνικής αξίας που προστατεύονται από εθνική νομοθεσία ή από το δίκτυο Natura 2000.

ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΠΩΝ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ (SCI)



Εικ. 14. Χάρτης τόπων κοινοτικής σημασίας (SCI) (<http://www.minenv.gr>).

Το Δέλτα του Αξιού και μέρος του ποταμού έως 7 km πάνω από τις εκβολές (67 km²) βρίσκεται υπό το καθεστώς της συνθήκης Ramsar που υπογράφηκε από την Ελλάδα στις 19/11/1974. Επίσης η Ευρωπαϊκή Ένωση με το πρόγραμμα Natura 2000 που αφορά το χαρακτηρισμό και την προστασία των οικοσυστημάτων με μεγάλη βιοποικιλότητα και σημαντικών για το περιβάλλον, περιέλαβε τις εξής περιοχές: GR1220002 Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα (112 km²), GR1220007 Αξιού ποταμού (77 km²), GR1250010 Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα-Αλυκή Κίτρους (138 km²) (Πιν. 1). Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών: Τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Οрниθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ, και τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance - SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (<http://www.minenv.gr>).

Πιν. 1. Οι περιοχές Natura 2000 στην περιοχή της Θεσσαλονίκης (<http://www.minenv.gr>). Όπου SCI = Τόποι Κοινοτικής Σημασίας, SPA = Ζώνες Ειδικής Προστασίας.

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΥ	ΕΚΤΑΡΙΑ Α (ha)
GR1220001	SCI	ΛΙΜΝΕΣ ΒΟΛΒΗ & ΛΑΓΚΑΔΑ-ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	26947,81
GR1220002	SCI	ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ-ΛΟΥΔΙΑ-ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ-ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ-ΑΧΙΟΥΠΟΛΗ	33676,35
GR1220003	SCI	ΣΤΕΝΑ ΡΕΝΤΙΝΑΣ - ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	2905,16
GR1220005	SCI/SPA	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙΟΥ	377,20
GR1220009	SPA	ΛΙΜΝΕΣ ΒΟΛΒΗ ΚΑΙ ΛΑΓΚΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΕΝΑ ΡΕΝΤΙΝΑΣ	15671,00
GR1220010	SPA	ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ-ΛΟΥΔΙΑ-ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ-ΑΛΥΚΗ ΚΙΤΡΟΥΣ	29551,00
GR1220011	SPA	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΕΠΑΝΟΜΗΣ	690,00
GR1220012	SCI	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΕΠΑΝΩΜΗΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	830,38

Η μυδοκαλλιέργεια με το πλωτό σύστημα εγκαθίσταται σε βάθη > των 6 m, που αποτελεί όριο των προστατευμένων υδροτοπικών περιοχών βάσει της Συνθήκης Ramsar, και διενεργείται στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα). Η περιοχή μελέτης που εντάσσεται στον ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης, χαρακτηρίζεται επιπλέον ως ιδιαίτερος προστατευόμενη περιοχή (Special Protected Areas - SPA). Με Κοινή Υπουργική Απόφαση (αρ.14874/3291/6/7/1998) οι εκβολές του Γαλλικού, η Λιμνοθάλασσα του Καλοχωρίου και η Αλυκή Κίτρους, χαρακτηρίζονται ως οικολογικά σημαντικές και προστατεύονται (Karageorgis et al., 2004)

1.4.6 Ανθρωπογενείς δράσεις

1.4.6.1 Αστικό – Αγροτικό – Βιομηχανικό περιβάλλον. Εισροές θρεπτικών στον Θερμαϊκό Κόλπο από ποταμούς. Σημειακές πηγές ρύπανσης.

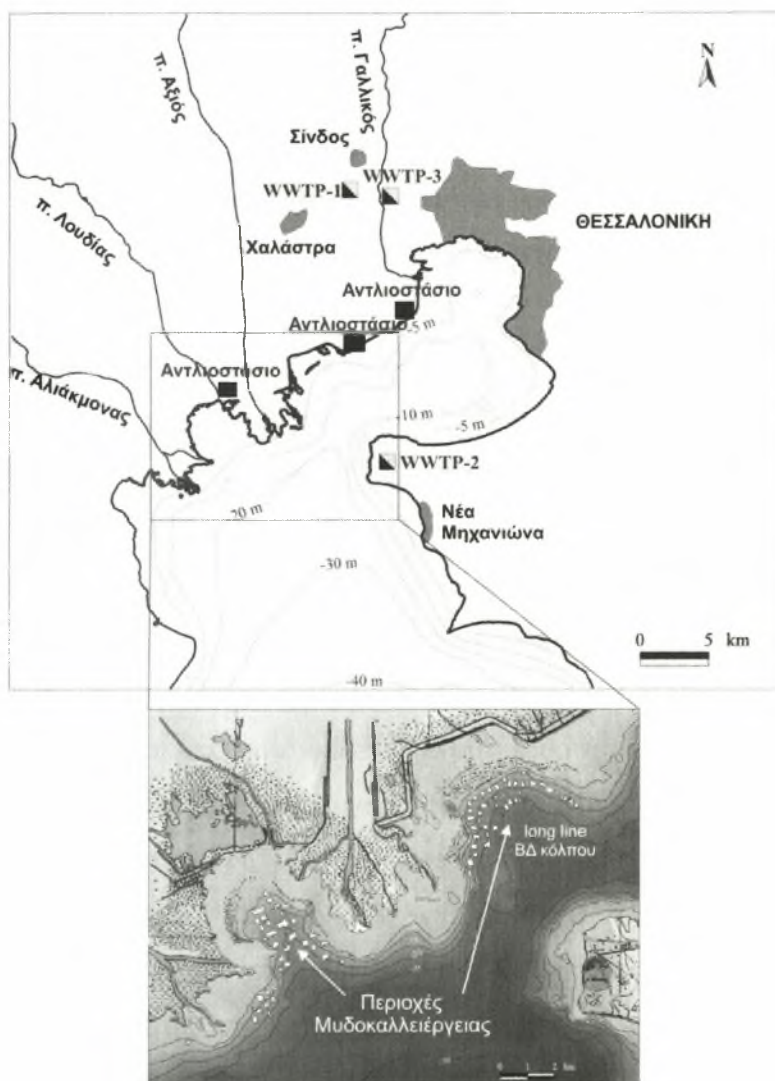
Οι τέσσερις μεγάλοι ποταμοί που εκβάλλουν στον Θερμαϊκό επηρεάζουν την παραγωγικότητα και την τροφική αλυσίδα στον κόλπο. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών προέρχονται από τις δραστηριότητες στην υδρολογική λεκάνη των ποταμών. Όπως φαίνεται στον πίνακα 2, η ετήσια συνολική εισροή αζώτου από τους ποταμούς το διάστημα 1980-1985 ήταν 9745 t αζώτου, 2137 t φωσφόρου και στο διάστημα 1995-2000 ήταν 9.236 αζώτου t και 2394 t φωσφόρου. Παρατηρείται δηλαδή μια μείωση του αζώτου και αύξηση του φωσφόρου.

Πιν. 2. Εισροή θρεπτικών στον Θερμαϊκό κόλπο σε πενταετή διαστήματα (Karageorgis et al., 2004).

Σημειακές Πηγές Θρεπτικών	TN (t)				TP (t)			
	1980–1984	1985–1989	1990–994	1995–2000	1980–1984	1985–1989	1990–1994	1995–2000
Αξιός	6,137	5,679	4,702	5,148	1,691	1,283	948	1,908
Αλιάκμων	2,028	2,721	1,764	2,508	102	90	33	142
Λουδίας	1,240	1,240	1,240	1,240	315	315	315	315
Γαλλικός	340	340	340	340	29	29	29	29
Σύνολο Ποταμών	9,745	9,980	8,046	9,236	2,137	1,717	1,325	2,394
Αντλιοστάσια	1,524	1,524	1,524	1,524	161	161	161	161
Ανεπεξέργαστα Αστικά Λύματα Θεσσαλονίκης	3,485	3,485	265	24	871	871	680	600
WWTP- Θεσσαλονίκης	-	-	672	950	-	-	153	243
WWTP- Μηχανιώνας	-	-	-	2	-	-	-	1
WWTP- Βιομηχανική Περιοχή	27	27	27	27	14	14	14	14
Σύνολο	14,781	15,016	10,534	11,763	3,183	2,763	2,333	3,413

Τα αστικά λύματα της Θεσσαλονίκης και ακτής Θερμαϊκού καθώς και η απομάκρυνση των νερών της στράγγισης της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης, πραγματοποιούνται μέσω εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών και αντλιοστασίων, σε θέσεις που καταγράφονται στην εικόνα 15. Αναλυτικότερα, τα αστικά λύματα για δεκαετίες απορρίπτονταν στον κόλπο ανεπεξέργαστα. Η ποσότητα

υπολογίζεται στα 100.000 m³ την ημέρα. Ο σταθμός βιολογικού καθαρισμού της Θεσσαλονίκης WWTP-1, που είναι εγκατεστημένος στη Σίνδο, συγκεντρώνει πλέον τα αστικά λύματα από τη Θεσσαλονίκη και, ενώ άρχισε η κατασκευή του το 1983, τέθηκε σταδιακά σε λειτουργία. Το 1997 άρχισε η λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού των τουριστικών περιοχών WWTP-2 που είναι εγκατεστημένος στην Ν. Μηχανιώνα. Τα απόβλητα της βιομηχανικής περιοχής συγκεντρώνονται και μεταφέρονται στον βιολογικό σταθμό WWTP-3 της Σίνδου που κατασκευάστηκε το 1978 και αναβαθμίστηκε το 1991. Η μονάδα βιολογικού καθαρισμού των αστικών λυμάτων της Θεσσαλονίκης απελευθερώνει σημειακά πλέον 950 t αζώτου και 243 t φωσφόρου.



Εικ. 15. WWTP-1 : αστικός βιολογικός καθαρισμός Σίνδου. WWTP-2: αστικός βιολογικός καθαρισμός Ν. Μηχανιώνας WWTP-3: βιομηχανικός βιολογικός καθαρισμός Σίνδου. Ένθετη εικόνα: περιοχές μυδοκαλλιέργειας. Επεξεργασμένη εικόνα (Karageorgis et al., 2004).

Ο λόγος του διαλυμένου αζώτου προς το διαλυμένο φώσφορο (N:P) έχει πολύ χαμηλές τιμές, με μέση τιμή 0,6 (άνοιξη) και 4,9 (χειμώνα) (Pagou et al., 2003), σε σχέση με την ιδανική αναλογία όπως ορίζεται από το λόγο N:P του Redfield και είναι 16:1 (Redfield, 1934). Ο Redfield βρήκε ότι η αναλογία στα δομικά στοιχεία του φυτοπλαγκτού της θάλασσας C:N:P είναι 106:16:1 και ταυτίζεται με τη χημική σύσταση των ωκεανών. Θεωρήθηκε ότι μπορεί η αναλογία αυτή να έχει ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής στους ωκεανούς. Το υδάτινο περιβάλλον στην περιοχή έρευνας φαίνεται να δέχεται όχι μόνο αστικά απόβλητα πλούσια σε φωσφόρο αλλά και επιπλέον επιβάρυνση από την εισροή των ποταμών (Karageorgis et al., 2004). Από το 1995 έως το 2002 ο λόγος N:P στην περιοχή μελέτης μειώθηκε και αυτό μπορεί να οδηγεί σε «ανθήσεις» φυτοπλαγκτού, πολλές φορές τοξικού (Pagou et al., 2003). Τα ορθοφωσφορικά που εισρέουν στο Θερμαϊκό από τους ποταμούς είναι στο ίδιο υψηλό επίπεδο με αυτά που εισρέουν στον κόλπο της Λυών από τον Ρήνο (EEA, 1999). Η ύπαρξη θρεπτικών είναι μεγαλύτερη κατά την περίοδο του χειμώνα και της άνοιξης που είναι αυξημένη η παροχή των ποταμών, σε αντίθεση με το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Επίσης η μυδοκαλλιέργεια στην περιοχή συμβάλει στον ευτροφισμό, λόγω της ικανότητας των μυδιών να μετατρέπουν τα θρεπτικά σε ανόργανα στοιχεία (Karageorgis et al., 2004).

Η μέση ετήσια παροχή του Αξιού ήταν στο παρελθόν $5.0 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ έτος}^{-1}$ και στην περίοδο 1995–2000 μειώθηκε σε $3.4 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ έτος}^{-1}$. Οι φερτές ύλες υπολογίζονται σε $1-2 \times 10^6 \text{ t έτος}^{-1}$, ενώ πρόσφατες μελέτες δείχνουν 10-20 φορές μικρότερες ποσότητες ($0.1 \times 10^6 \text{ t έτος}^{-1}$) (Karageorgis & Anagnostou, 2001). Η μείωση οφείλεται στα φράγματα που μειώνουν την παροχή του ποταμού.

Στην υδρολογική λεκάνη του Αξιού γίνεται εξόρυξη και επεξεργασία ορυκτών που περιέχουν μόλυβδο και ψευδάργυρο (Pb-Zn). Στην Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία Μακεδονίας (Π.Γ.Δ.Μ.) λειτουργούν τα εργοστάσια ενισχυμένων κραμάτων στο Jegunovce, των χημικών στα Σκόπια, το εργοστάσιο τήξης του μόλυβδου στο Veles, το ορυχείο μόλυβδου και ψευδαργύρου στο Probistip, και το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στα Bitola. Από τα απόβλητα ένα μικρό μέρος υπόκειται σε βιολογικό καθαρισμό π.χ. το 1993 ήταν το 6% μιας ποσότητας $420 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1996) (National Environmental Action Plan - NEAP) (NEAP., 1996). Αυτές οι περιοχές είναι πηγές βαρέων μετάλλων. Η πιο σημαντική σημειακή πηγή εισροής θρεπτικών είναι το εργοστάσιο παραγωγής λιπασμάτων στο Veles και το φορτίο που

απελευθερώνει ετησίως στον Αξιό υπολογίζεται σε 4.600 t φώσφορο και 1600 t άζωτο (United Nation Environment Program - UNEP) (UNEP., 2000).

Η συνολική κατανάλωση λιπασμάτων που περιέχουν άζωτο και φωσφόρο μειώθηκε το διάστημα 1994-2000 από 47.000 t σε 39.000 t (FAO, 2002).

Η άρδευση των αγροτικών καλλιεργειών στην Π.Γ.Δ.Μ. βασίζεται σε 17 φράγματα που έχουν χωρητικότητα περισσότερο από $500 \times 10^6 \text{ m}^3$. Η κτηνοτροφία απαιτεί τη διαθεσιμότητα νερού ασκώντας επιπλέον πίεση στα αποθέματα νερού. Επιπλέον η δραστηριότητα της κτηνοτροφίας αποδίδει μεγάλες ποσότητες αζώτου που εμπλουτίζει το έδαφος και τα νερά με περίσσια αζώτου. Η οργανική λίπανση συνολικά ανέρχεται σε $3 \times 10^6 \text{ t}$ και ικανοποιεί το 30% των αναγκών της χώρας για λίπανση (NEAP, 1996).

Τα αστικά λύματα της γειτονικής χώρας που πέφτουν ανεπεξέργαστα στον Αξιό υπολογίζεται ότι περιέχουν $4.7000 \text{ t} \text{ έτος}^{-1}$ άζωτο και $857 \text{ t} \text{ έτος}^{-1}$ φωσφόρο (NEAP, 1996).

Στην Ελλάδα, μια μη σημειακή πηγή ρύπανση είναι οι εκτροφές στην υδρολογική λεκάνη του Αξιού, αν και η κατανάλωση λιπασμάτων μειώθηκε στην Ελλάδα από 696.000 t το 1990 σε 457.000 t το 2000 (FAO, 2002)

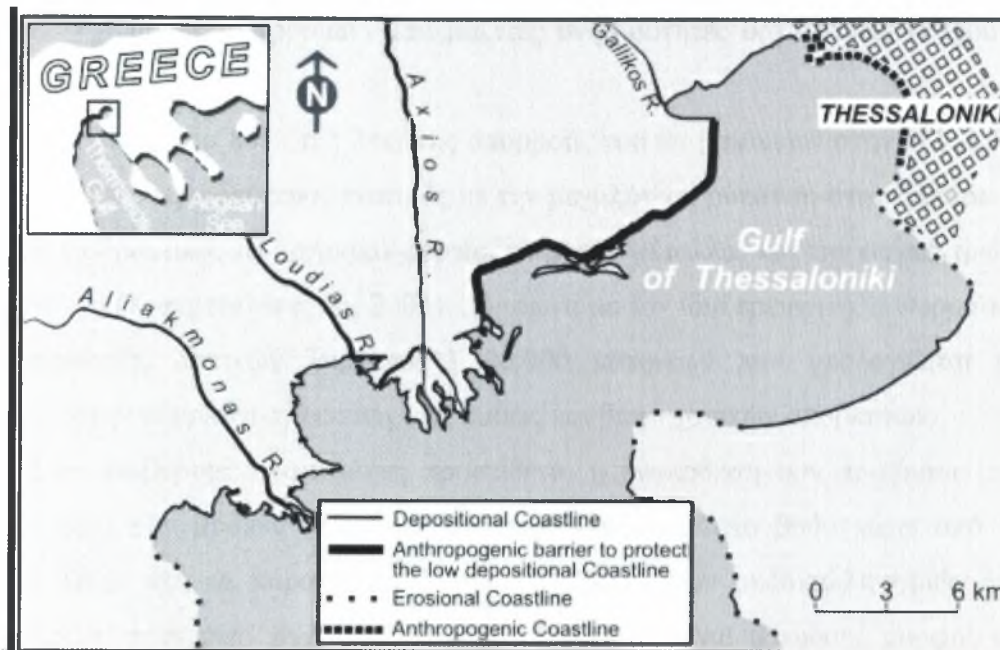
Η απαίτηση επίσης για άρδευση των αγροτικών καλλιεργειών στην Ελλάδα είναι ο κυριότερος παράγοντας που ασκεί πίεση στο περιβάλλον. Έτσι στον Αξιό από τη δεκαετία του 1950 κατασκευάστηκε το φράγμα της Ελεούσας στον Προμαχώνα που εξυπηρετεί την άρδευση με εκτεταμένο δίκτυο καναλιών, ενώ η εξυπηρέτηση των αναγκών πάνω από το φράγμα γίνεται με άντληση. Η εκτροφή ρυζιού απαιτεί 3-4 φορές περισσότερο νερό από τις άλλες εκτροφές και κάτω από το φράγμα καλύπτει έκταση 200 km^2 . Το χειμώνα και την άνοιξη το φράγμα είναι εν μέρει ανοιχτό και είναι ρυθμιστής της ροής, διατηρώντας νερό για το καλοκαίρι (Konstantinidis, 1989).

Η συνολική ποσότητα που συνεισφέρει η βιομηχανία που είναι εγκατεστημένη στην υδρολογική λεκάνη του Αξιού στην Ελλάδα είναι 15 t άζωτο και 12 t φωσφόρος ετησίως.

1.4.6.2 Έργα

Το 1930 έγινε η εκτροπή της κοίτης του Αξιού και μεταφέρθηκε η εκβολή νοτιοδυτικά, εκεί που βρίσκεται σήμερα, επειδή υπήρχε κίνδυνος αποκλεισμού του λιμανιού της Θεσσαλονίκης με τις προσχώσεις (Ενμορφοπουλος, 1961). Από τότε ο ποταμός δημιούργησε ένα εκτεταμένο δέλτα αλλά παράλληλα παρατηρήθηκαν και

φαινόμενα διάβρωσης (Poulos et al., 1994). Στην εικόνα 16 φαίνεται το προστατευτικό ανάχωμα στην ακτογραμμή μεταξύ του Γαλλικού ποταμού και του Δέλτα του Αξιού.



- Αποθέσεις φερτών υλών
- Ανάχωμα
- . . . Διάβρωση στην ακτογραμμή
- Ανθρωπογενείς ακτογραμμές

Εικ. 16. Περιοχές στην ακτογραμμή που φαίνεται η απόθεση υλικού των ποταμών και φαινόμενα διάβρωσης καθώς και το προστατευτικό ανάχωμα (<http://www.encora.eu>).

Τρία μεγάλα αντλιοστάσια στην περιοχή μελέτης αντλούν το νερό από τα αποχετευτικά κανάλια της πεδιάδας και αδειάζουν τα νερά στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών (Εικ. 15). Τα στραγγιστικά αντλιοστάσια κατασκευάστηκαν μετά τον εγκιβωτισμό της κοίτης των ποταμών Αξιού και Γαλλικού και την κατασκευή των παράκτιων αναχωμάτων. Επειδή η περιοχή είναι χαμηλότερη από τη στάθμη της θάλασσας, έπρεπε να προστατευτεί τόσο από τα στραγγιστικά – πλημμυρικά νερά, όσο και από τη θάλασσα (Ν.Α.Θ., 1999)

1.4.6.3 Ρύπανση

Ο ΒΔ κόλπος της Θεσσαλονίκης είναι αποδέκτης τεράστιου ρυπαντικού φορτίου από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Η ρύπανση αυτή οφείλεται σε κατακρημνίσεις, εκπλύσεις εδαφών, απόβλητα από πλοία και σκάφη

μυδοκαλλιιεργειών, εναποθέσεις ρύπων στη ξηρά, και εκβολές υποθαλάσσιων αγωγών. Η συνεχής επιβάρυνση της θάλασσας με ρύπους την μετατρέπουν σε εύτροφη. Το φαινόμενο του ευτροφισμού κορυφώθηκε μετά το 1992 με τη συνεχή παρουσία «ερυθρών παλιρροιών» και μαζικές θνησιμότητες οργανισμών (Pagou et al., 2003).

Ο Αξιός με το 83% της λεκάνης απορροής του να βρίσκεται στην Π.Γ.Δ.Μ., έχει καταγραφεί ως ο δεύτερος ποταμός με την μεγαλύτερη ρύπανση στην Ελλάδα σε σχέση με τα θρεπτικά, το οργανικό φορτίο, τα βαρέα μέταλλα, και την συγκέντρωση του οξυγόνου (Karageorgis et al., 2004). Σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, ο Θερμαϊκός είναι αποδέκτης αστικών λυμάτων 3.300.000 κατοίκων που υπολογίζεται ότι κατοικούν στην υδρολογική λεκάνη του, καθώς και βιομηχανικών αποβλήτων.

Στον επιβαρυνμένο 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 μυδοκαλλιιεργειών (πχ. αραιώσεις). Η ποσότητα των προϊόντων μεταβολισμού είναι ιλυώδους μορφής και εξαρτώνται από τη μεταβολική τους δραστηριότητα. Η διαχείριση της μυδοκαλλιιεργείας παράγει ακόμη μεγάλο όγκο ρύπων όπως χρησιμοποιημένα δίχτυα αρμαθιών, κελύφη νεκρών μυδιών, μάζες φυκών, επιβιώτες και άλλα οργανικά υπολείμματα (ΕΚΘΕ, 2001).

1.4.7 Προβλήματα που αφορούν την περιοχή μυδοκαλλιιεργείας της Χαλάστρας

- Εμφάνιση τοξικού φυτοπλαγκτού

Στο Θερμαϊκό η ανταπόκριση του φυτοπλαγκτού στον ευτροφισμό από το 1980 έως το 1995 ήταν η εμφάνιση «ανθήσεων» διατόμων κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (Moncheva et al., 2001). Η επικράτηση των διατόμων αποδόθηκε στην ικανότητα τους να εκμεταλλεύονται τα υψηλά επίπεδα θρεπτικών ιδιαίτερα του πυριτίου (Si). Μετά το 1995, σύμφωνα με τους Karageorgis et al. (2004), ακολουθούν οι ανθήσεις του είδους *Dinophysis acuminata*, Claparède et Lachmann, 1859 που περιέχει τοξίνη (Gosling, 2003c) προκαλώντας διαρροϊκό σύνδρομο (Diarrhetic Shellfish Poisoning - DSP). Η πρώτη αναφορά έγινε τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάιο του 2000 με συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από την συγκέντρωση των 1000 κυττάρων l⁻¹ που θεωρείται ότι προκαλεί προβλήματα τοξικότητας. Κατόπιν εμφανίστηκε την άνοιξη του 2001 με συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες 100-500 κυττάρων l⁻¹ και το

2002 εμφανίστηκε το διάστημα Φεβρουαρίου - Μαΐου. Τα μύδια, στις περιόδους αυτές, παραμένουν στις μονάδες για μεγάλα διαστήματα μέχρι να κριθούν κατάλληλα για κατανάλωση από την αρμόδια για τη δημόσια υγεία Δ/νση Κτηνιατρικής της Ν.Α.Θ. και πωλούνται σε χαμηλότερες τιμές. Στο διάστημα αυτό μπορεί να «χαθεί» η παραγωγή λόγω της αύξησης του βάρους της αρμαθιάς, αν δεν γίνουν οι απαραίτητες αραιώσεις. Οι οικονομικές απώλειες που οφείλονται στο τοξικό φυτοπλαγκτό εκτιμάται ότι είναι € 3 εκατομμύρια ετος⁻¹ (Karageorgis et al., 2004).

- Μείωση σωματικού βάρους

Ο ρυθμός αύξησης των μυδιών σε μήκος και βάρος ήταν εμφανώς μεγαλύτερος το 1996 σε σχέση με το 2000 (Κράββα, 2000; ΕΚΘΕ, 2001). Έτσι παρατηρήθηκε α) μείωση της παραγωγής ανά στρέμμα (από 35 t στρ⁻¹ σε 11 t στρ⁻¹) παρά την αύξηση της στρεμματικής κάλυψης (ένας από τους λόγους για τον οποίο έγινε και η εν λόγω μελέτη), β) μείωση της ποιότητας του προϊόντος (μικρότερο μήκος – βάρος) και γ) αύξηση του χρόνου παραμονής τους από τους 9 μήνες σε 12 μήνες όταν υπήρχαν επιβλαβείς «ανθήσεις».

- Υποβάθμιση ποιότητας νερού

Όσο περισσότερο είναι το αιωρούμενο υλικό και ο υδροδυναμισμός μειωμένος, τόσο μεγαλώνει η εναπόθεση των ψευδοκοπράνων στον πυθμένα υπονομεύοντας έτσι την ποιότητα της παραγωγής μυδιών και του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Σε κάποιες περιπτώσεις που υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση αιωρούμενων στο νερό αυτά απορρίπτονται ως ψευδοκόπρανα (Spenser, 2002). Έχει αναφερθεί εναπόθεση/συσσώρευση ψευδοκοπράνων ύψους ενός μέτρου σε διάστημα ενός έτους. Στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού και στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών, οι ταχύτητες ρευμάτων που μετρήθηκαν ήταν ιδιαίτερα χαμηλές (<2 cm sec⁻¹). Για να αποφευχθεί η συσσώρευση οργανικού ρυπαντικού φορτίου (κόπρανα, ψευδοκόπρανα και υπολείμματα των χειριστικών ενεργειών της εκτροφής) κάτω από τις μυδοκαλλιεργείες, στον πυθμένα, απαιτούνται ταχύτητες ρευμάτων 5 - 20 cm sec⁻¹.

- Επίδραση στο περιβάλλον

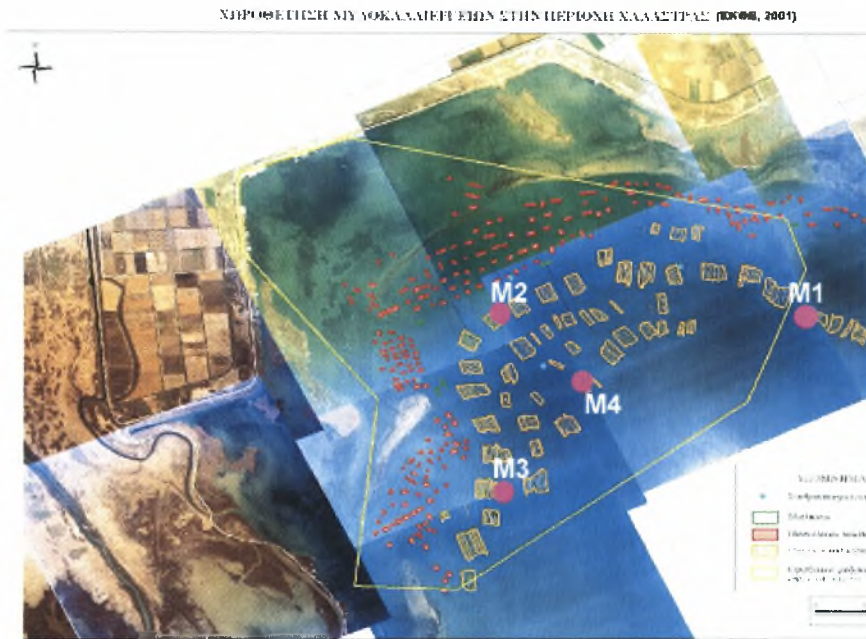
Εντατικές εκτροφές με μεγάλες πυκνότητες μυδιών μπορούν να οδηγήσουν σε εξάντληση του τροφικού αποθέματος ή μεταβολή της σύνθεσης των πλαγκτονικών πληθυσμών σε άλλους πληθυσμούς με χαμηλή θρεπτική αξία και αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των μυδιών (Hickman, 1992).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1.1 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης όπου υπάρχει μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα σε πασσαλωτές και πλωτές μονάδες (Εικ. 17).

Οι μυδοκαλλιέργειες στην περιοχή αυτή είναι διατεταγμένες παράλληλα με την ακτογραμμή.



Εικ. 17. Περιοχή μελέτης. Ο χάρτης προέρχεται από επεξεργασμένη αεροφωτογραφία του ΕΚΘΕ (2001). Με κόκκινες κουκίδες φαίνονται οι μονάδες που χρησιμοποιούν το πασσαλωτό σύστημα και με κίτρινα διαγραμμισμένα πλαίσια οι μονάδες με το σύστημα longline, όπου σημειώθηκαν οι σταθμοί της παρούσας μελέτης M1, M2, M3, M4. Με κίτρινη γραμμή σημειώνεται η προτεινόμενη περιοχή ΠΟΑΥ στο πλαίσιο της συνθήκης Ramsar από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Τα πασσαλωτά μυδοτροφεία έχουν γραμμές παραγωγής που στηρίζονται σε πασσάλους κάθετους στην θάλασσα. Τα μύδια τοποθετούνται σε αρμαθίες που αναρτώνται από τις γραμμές παραγωγής. Η ελάχιστη επιφάνεια της μονάδας είναι 500 m^2 , ενώ η μέγιστη 2 στρέμματα. Το πασσαλωτό σύστημα χρησιμοποιείται σε νερά βάθους 2,5-4 m.

Τα πλωτά συστήματα με βάση την αδειοδότησή 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 αρμαθιές 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 εκτροφές που καλύπτουν 275 στρέμματα και 55 longline που καλύπτουν περίπου 10.000 στρέμματα, βρίσκονται βορειοανατολικά των εκβολών του Αξιού, στην περιοχή Χαλάστρας (Ε.Κ.Θ.Ε., 2001). Το 95% της παραγόμενης βιομάζας στην Ελλάδα από εκτροφές βρίσκεται στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (Ε.Κ.Θ.Ε., 2001).

Η διαδικασία της εκτροφής 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

2.1.2 Διάρκεια της μελέτης

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2006 και ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2007. Η περίοδος δειγματοληψιών επεκτάθηκε πέραν του ενός έτους, προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα της ανάπτυξης των μυδιών.

Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν από το σκάφος «ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑ» (ΝΘ 999) (Εικ. 18) σε δεκαπενθήμερη βάση και πραγματοποιήθηκαν συνολικά 20 πλόες.

2.1.3 Στρατηγική δειγματοληψίας

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής επιλέχθηκαν 4 σταθμοί που να καλύπτουν όλη την περιοχή μελέτης, οι M1, M2, M3, M4 εκ των οποίων οι τρεις πρώτοι ήταν σε μυδοκαλλιέργειες στα άκρα και στο μέσον των ορίων της περιοχής και ο ένας (M4) αποτέλεσε το σταθμό αναφοράς γύρω από τον οποίο κατά την περίοδο της μελέτης δεν υπήρχαν μονάδες. Η επιλογή των σταθμών έγινε με κριτήριο την όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική θέση τους στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών. Οι συντεταγμένες των σταθμών και το βάθος τους φαίνονται στον πίνακα 3.

Πιν. 3. Συντεταγμένες και μέγιστο βάθος στους σταθμούς 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

Οι μονάδες αδειοδοτούνται και ελέγχονται από αρμόδιες υπηρεσίες. Η κάθε μονάδα φέρει κωδικό αριθμό στην άδεια ίδρυσης και λειτουργίας της. Έτσι ο σταθμός M1 αντιστοιχεί στη μονάδα με κωδικό αριθμό 20, στο βορειοανατολικό άκρο των πλωτών μυδοκαλλιεργειών της περιοχής μελέτης. Το μέσο βάθος του σταθμού ήταν 15 m. Ο σταθμός M2 αντιστοιχεί στη μονάδα με κωδικό αριθμό 9 στο κέντρο όλων μυδοκαλλιεργειών της περιοχής μελέτης. Το βάθος του σταθμού ήταν 10 m. Ο σταθμός M3 αντιστοιχεί στη μονάδα με κωδικό αριθμό 3 στο νοτιοδυτικό άκρο των πλωτών μυδοκαλλιεργειών με βάθος 15 m. Ο σταθμός M4 που επιλέχθηκε ως σταθμός αναφοράς βρισκόταν έξω από τις μονάδες, προς την ανοιχτή θάλασσα, με βάθος 23 m (βλ. Εικ. 17).



Εικ. 18. Το σκάφος «Ποσειδωνία» (NΘ 999) με το οποίο διενεργούνταν οι δειγματοληπτικές πλόες.

Από κάθε σταθμό μετά την ανύψωση της γραμμής παραγωγής (Εικ. 19) συλλέγονταν δείγματα από δύο αρμαθίες και από δύο θέσεις σε κάθε αρμαθιά (αρχή και τέλος). Οι θέσεις σε κάθε αρμαθιά αντιστοιχούν σε βάθη της μεν αρχής 4 m από την επιφάνεια της θάλασσας, του δε τέλους βάθος 7 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Αρχικά συλλέχθηκαν μύδια και από τη μέση της αρμαθιάς αλλά στατιστικός έλεγχος σε παραμέτρους όπως πχ. το μήκος, 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.



Εικ. 19. Ανάρτηση της κεντρικής γραμμής (μάννα), για τη συλλογή αρμαθιών και πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων.

2.2 Πρωτόκολλο δειγματοληψίας

Κατά τη διάρκεια των εργασιών στο πεδίο, καταγράφηκαν και συγκεντρώθηκαν τα ακόλουθα σε κάθε σταθμό:

2.2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία

Σε κάθε δειγματοληψία καταγράφηκαν τα τρέχοντα μετεωρολογικά στοιχεία όπως ηλιοφάνεια, κυματισμός και άνεμος (ένταση, κατεύθυνση με το ανεμόμετρο του σκάφους).

Επιπλέον, μετεωρολογικά στοιχεία για την περίοδο μελέτης ελήφθησαν από το Περιφερειακό Μετεωρολογικό Κέντρο Μακεδονίας της ΕΜΥ.

2.2.2 Διαχειριστικά στοιχεία

Από κάθε σταθμό και σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονταν παράμετροι διαχείρισης που θεωρήθηκε ότι σχετίζονται με το αντικείμενο της έρευνας. Έτσι, μετρήθηκαν η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών, το μήκος του σχοινού για την ανάρτηση των αρμαθιών (Εικ. 20), το μήκος από δυο αρμαθίες από όπου θα ακολουθούσε η συλλογή δειγμάτων γόνου, 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. 21).



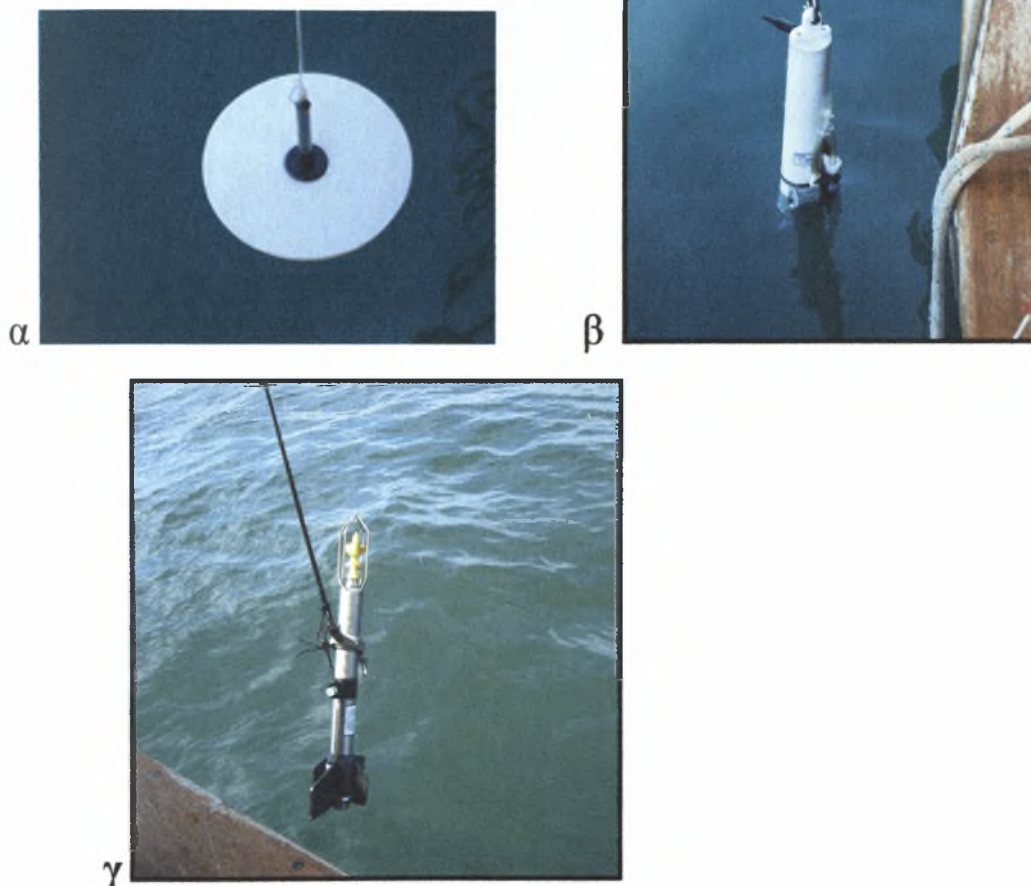
Εικ. 20. Αρμαθίες με μύδια και συλλεκτήρες αναρτημένες όπου φαίνονται η απόσταση ανάμεσα τους, το σχοινί ανάρτησης και η μάνα.



Εικ. 21. Αρμαθιές πριν τη συλλογή του βιολογικού υλικού.

2.2.3 Άλλες μετρήσεις

Παράλληλα με τη μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκαν σε κάθε σταθμό μετρήσεις διαφάνειας με τη βοήθεια του δίσκου του Secchi , αλατότητας και θερμοκρασίας με το θερμοσαλινόμετρο (Conductivity, Temperature, Depth - CTD) από τον Κοτζίνο (2007), κατεύθυνσης και έντασης ρευμάτων με ρευματογράφο από τους Savvidis et al. (2007) (Εικ. 22). Επίσης δείγματα νερού συλλέχθηκαν για την εκτίμηση της φυτοπλαγκτονικής βιομάζας, του ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) (Αβραμίδου, 2007), του οξυγόνου (Μωρίκη κ.ά., 2008). Με δίχτυ πλαγκτού μήκους 118 ± 25 cm, εμβαδού στεφάνης 21 cm^2 και μέγεθος ματιού $100 \mu\text{m}$ γίνονταν κάθετες σύρσεις σε κάθε σταθμό, από τον πυθμένα έως την επιφάνεια της θάλασσας, για τη συλλογή των νυμφικών σταδίων του μυδιού τα οποία αναλύθηκαν και εκτιμήθηκαν (αδημοσίευτα στοιχεία: Α.Τ.Ε.Ι.Θ).



Εικ. 22. α) δίσκος του Secchi κατά την πόντιση, β) CTD, γ) ρευματογράφος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).

2.2.4 Σχετικός υδροδυναμισμός (γύψινοι όγκοι)

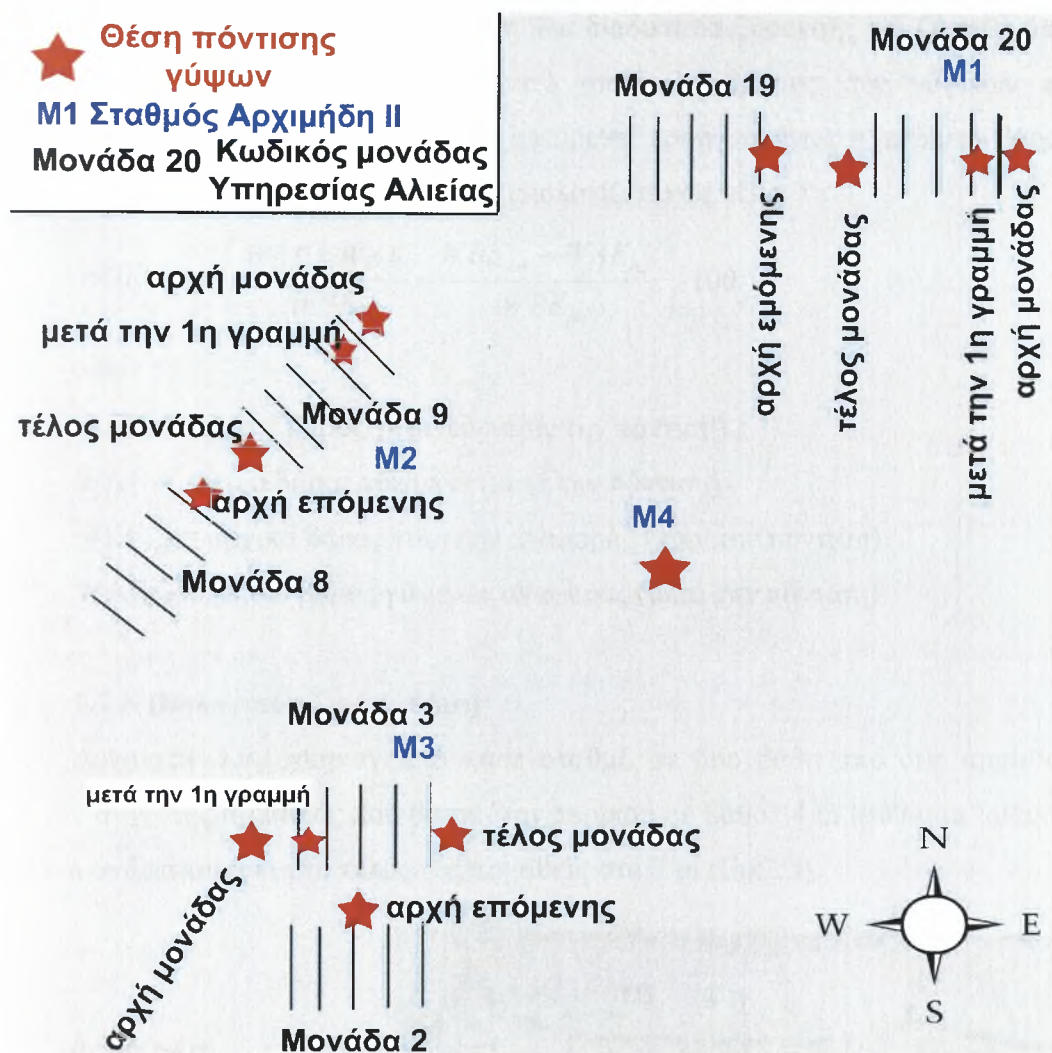
Πεδίο

Για την ταυτόχρονη εκτίμηση του σχετικού υδροδυναμισμού σε όλη την περιοχή μελέτης, κατασκευάστηκαν μικροί γύψινοι όγκοι στο εργαστήριο. Η μέθοδος βασίζεται στη διαφορά βάρους από τη διάβρωση των γύψινων λόγω υδροδυναμισμού (Kaandorp, 1986) (Εικ. 23).



Εικ. 23. Γύψινοι όγκοι, πριν και μετά την παραμονή τους στη θάλασσα για 24 ώρες, όπου φαίνεται η διάβρωση που υπέστησαν.

Ός μήτρες χρησιμοποιήθηκαν μικρά δοχεία από διογκωμένη πολυστερίνη (φελιζόλ) των 130 ml και, κατά την παρασκευή της γύψου, η κατ' όγκο αναλογία γύψου-νερού ήταν 1:1. Τα παρασκευάσματα σημαίνονταν με τον κωδικό αριθμησή τους και παρέμεναν σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους μετά από ελέγχους ζύγισης οπότε και σημειώθηκαν τα ξηρά βάρη τους με ακρίβεια 0,01 g. Στο πεδίο και σε όλους τους σταθμούς τα γύψινα ποντίστηκαν σε βάθος 5 m από την επιφάνεια της θάλασσας, βάθος όπου υπάρχει ο κύριος όγκος εκτρεφόμενων μυδιών και διατηρήθηκαν σε αυτό με πλωτήρα 5 l. Σε κάθε θέση ποντίστηκαν 5 γύψινα και υπήρχε και ένα γύψινο ως μάρτυρας. Οι θέσεις πόντισης ήταν τέσσερις σε κάθε έναν από τους τρεις σταθμούς με μυδοκαλλιέργεια (θέση «εισόδου» ρεύματος στη μονάδα, μετά την πρώτη γραμμή εκτροφής, θέση «εξόδου» ρεύματος από τη μονάδα και θέση «εισόδου» ρεύματος στην επόμενη μονάδα. Στο σταθμό M4, η θέση πόντισης ήταν μία. (Εικ. 24). Ός θέση «εισόδου» θεωρήθηκε γενικά η ανατολική πλευρά των μονάδων, βάση της πορείας των ρευμάτων, λόγω της κίνησης της γης (Coriolis) από ανατολικά προς δυτικά.



Εικ. 24. Σχηματική απεικόνιση των θέσεων πόντισης γύψινων όγκων στους σταθμούς δειγματοληψίας (M1 – M4) στην περιοχή μελέτης. Στην απεικόνιση διατηρείται η σχετική θέση μεταξύ των μονάδων αλλά όχι η απόσταση και οι διαστάσεις τους. Όπου Μονάδα 2, 3, 8, 9, 19, 20 είναι οι κωδικοί των αδειών ίδρυσης και λειτουργίας των μονάδων από τις αρμόδιες υπηρεσίες. (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007)

Τα γύψινα παρέμεναν στη θάλασσα για 24 ώρες και αφού ανασύρονταν, παρέμειναν πάλι για ξήρανση μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους. Από κάθε θέση πόντισης μεταφέρονταν νερό στο εργαστήριο για να ποντιστούν για 24 ώρες τα γύψινα μάρτυρες.

Εργαστήριο

Στο εργαστήριο γύψινα ποντίστηκαν σε νερό των σταθμών δειγματοληψίας για 24 ώρες, σε περιβάλλον ηρεμίας, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως μάρτυρες.

Και για τα γύψινα αυτά ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ξήρανσης και ζύγισης όπως προηγουμένως αναφέρθηκε. Το ποσοστό απώλειας βάρους των γύψινων που αποδίδεται στον υδροδυναμισμό, αφού αφαιρεθεί προηγουμένως η απώλεια βάρους λόγω επίδρασης του θαλασσινού νερού, υπολογίζεται ως εξής:

$$ROE(\%) = \left(\frac{WBE - WAE}{WBE} - \frac{WBE_{ref} - WAE_{ref}}{WBE_{ref}} \right) \cdot 100$$

όπου:

WBE = αρχικό βάρος γύψινων (πριν την πόντιση)

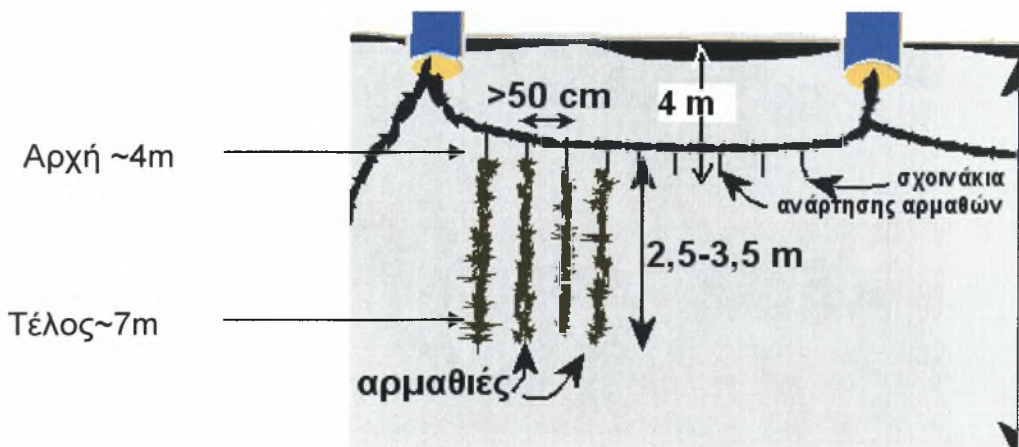
WAE = τελικό βάρος γύψινων (μετά την πόντιση)

WBE_{ref} = αρχικό βάρος γύψινων αναφοράς (πριν την πόντιση)

WAE_{ref} = τελικό βάρος γύψινων αναφοράς (μετά την πόντιση)

2.2.5 Βιολογικό υλικό (μύδια)

Δείγματα συλλέχθηκαν από κάθε σταθμό σε δύο βάθη από δύο αρμαθίες. Από την αρχή της αρμαθιάς που βρισκόταν περίπου σε βάθος 4 m (βύθισμα «μάνας» + σκοινί ανάρτησης) και το τέλος της αρμαθιάς στα 7 m (Εικ.25).



Εικ. 25. Επεξεργασμένη εικόνα από σχηματική απεικόνιση πλωτού μυδοτροφείου όπως το λειτουργούν οι μυδοκαλλιεργητές στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Επισημαίνονται η αρχή και το τέλος κάθε αρμαθιάς από όπου λαμβανόταν το δείγμα (Γαληνού - Μητσούδη, 2003).

Το μήκος του κάθε δείγματος ήταν 14-30 cm, ανάλογα με το μέγεθος των μυδιών. Τα δείγματα συντηρημένα σε φορμόλη 7 % μεταφέρονταν στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία.

2.3 Εργαστήριο

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. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου (Εικ. 26, 27).



Εικ. 26. Δείγμα (τμήμα αρμαθιάς)



Εικ. 27. Δείγμα αρμαθιάς διατηρημένο σε διάλυμα φορμόλης όπως μεταφέρθηκε στο εργαστήριο.

Στη συνέχεια κάθε δείγμα ξεχωριστά, ξεπλύθηκε σε κόσκινο με άνοιγμα ματιού 500 μm . Απομακρύνθηκε ο γόνος και άλλοι οργανισμοί όπως οι επιβιότες (φύκη, ασκίδια, σπόγγοι), συμβιότες (καβούρια, αμφίποδα, πλατυέλμινθες, γαστερόποδα) και κελύφη μυδιών (Εικ. 28).



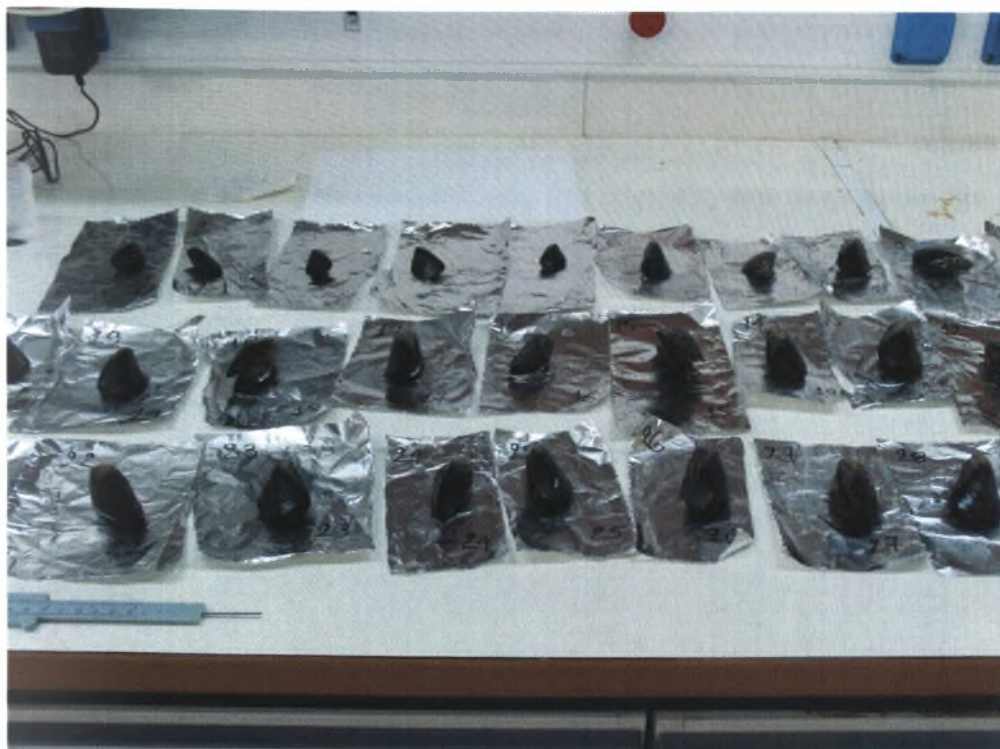
Εικ. 28. Προετοιμασία του δείγματος μετά την αφαίρεση του γόνου και απομάκρυνση επιβιοτών.

Για κάθε δείγμα μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός ατόμων, το μήκος της αρμαθιάς από όπου προέρχονται και τα μύδια χωρίστηκαν σε κλάσεις μήκους 1 cm (Εικ. 29).



Εικ. 29. Διαχωρισμός των μυδιών σε κλάσεις μήκους για την αντιπροσωπευτική παρουσία του συνόλου στο υπόδειγμα.

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



Εικ. 30. Αρίθμηση των ατόμων του δείγματος

Στην συνέχεια, σε αυτά τα μύδια μετρήθηκαν με τη βοήθεια παχύμετρου ακρίβειας 0,01 cm τα μορφομετρικά στοιχεία των μυδιών, δηλαδή το μήκος (L) και το ύψος (H) των θυρίδων (Εικ. 31).



Εικ. 31. Μέτρηση του μήκους του κελύφους των μυδιών του δείγματος

Μετά από τις τιμές των μορφομετρικών στοιχείων ελήφθησαν και οι τιμές των ολικών βαρών σε ζυγό ακριβείας 0,001 g. Πιο συγκεκριμένα, ζυγίστηκε το ολικό υγρό βάρος (TWw) του οστράκου αφού αφαιρέθηκαν ο βύσσος και το ενδοκελυφικό υγρό (Εικ. 32). Ακολούθησε διαχωρισμός του σώματος από το όστρακο και ζύγιση χωριστά του υγρού βάρους σώματος και του οστράκου (Εικ. 33).



Εικ. 32. Ζύγιση του ολικού υγρού βάρους σώματος (TWw)

Τέλος, ζυγίστηκαν τα ξηρά βάρη σώματος και κελύφους μετά από ξήρανση σε κλίβανο στους 120 °C για 24 h.



Εικ. 33. Διαχωρισμός του σώματος από το κέλυφος.

Για την κατάσταση των μυδιών ως ποιοτικό κριτήριο υπολογίστηκε ο δείκτης ευρωστίας τόσο για τα υγρά όσο και για τα ξηρά βάρη των μυδιών του συνόλου. Η κατάσταση των μυδιών CI % εκτιμήθηκε συνολικά για την ποιότητά τους επειδή το διάστημα που μια παραγωγή τοποθετείται στη μονάδα μέχρι τη διάθεσή της στο εμπόριο είναι περίπου 6 μήνες και το μήκος κυμαίνεται συνήθως από 3 – 5 cm. Επίσης το μέγεθος αυτό αφορά άτομα ίδιας ηλικίας και μάλιστα ≤ 1 έτος.

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

$$CI \% = \frac{\text{Βάρος Σώματος}}{\text{Βάρος Σώματος} + \text{Βάρος Οστράκου}} \times 100$$

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.

2.4 Μεθοδολογία επεξεργασίας των μετρήσεων

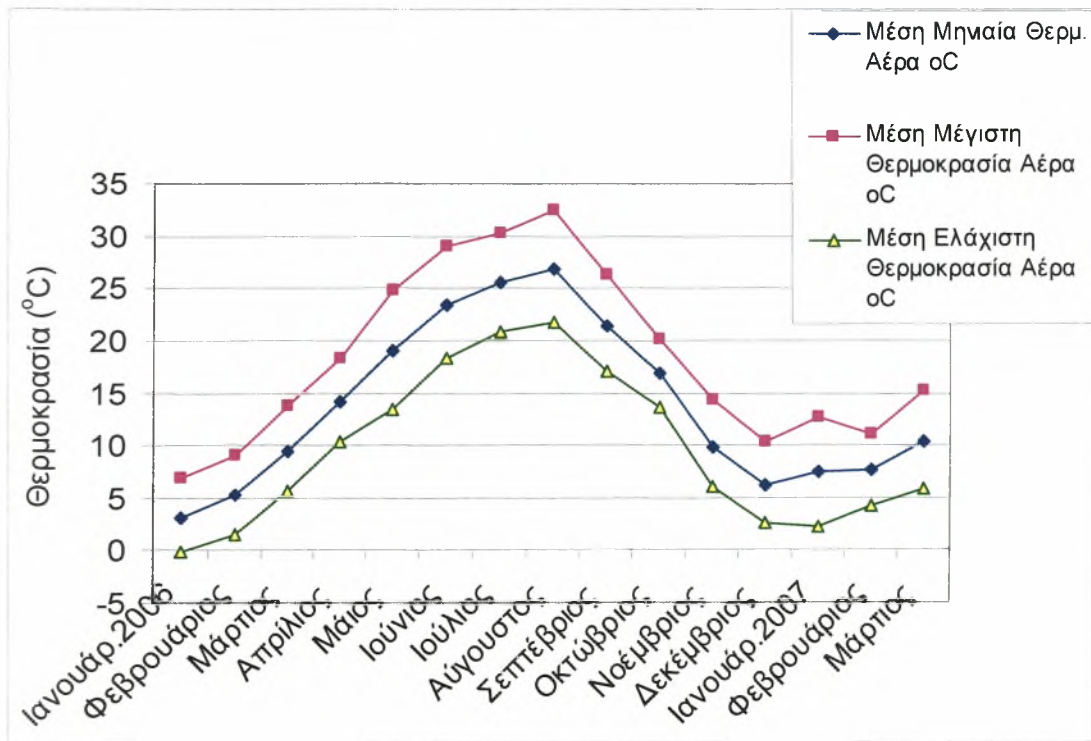
Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων βασίστηκε στον Πετρίδη (2000) και χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα MINITAB 14 και κάποια γραφικά είναι από το Microsoft Excel 2003.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μετεωρολογικά στοιχεία- Φυσικοχημικά

3.1.1 Θερμοκρασία αέρα

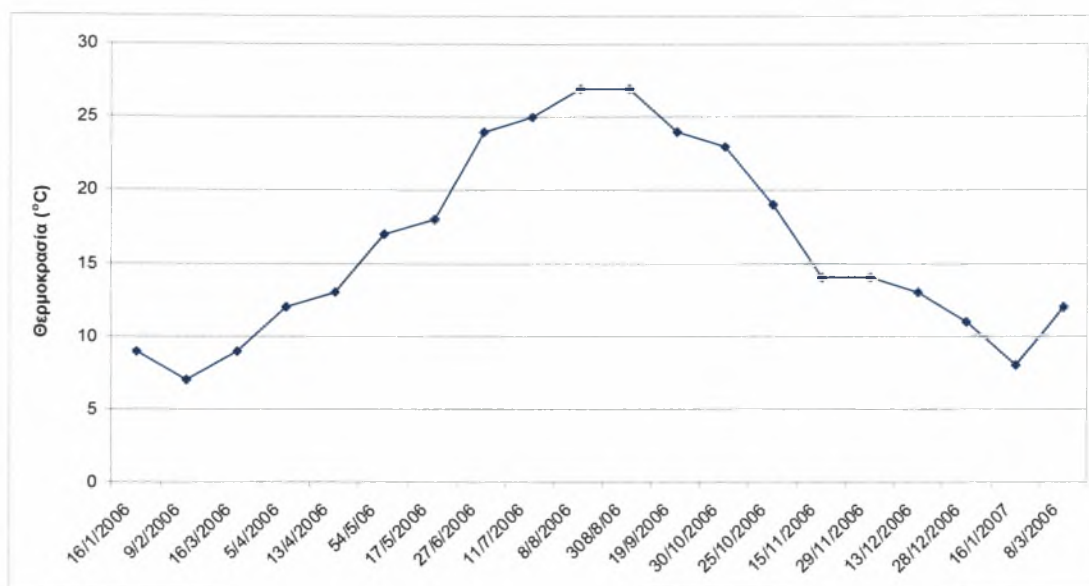
Οι μικρότερες μέσες θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν τον Ιανουάριο και των δύο ετών και η μέγιστη τον Αύγουστο. Το μεγαλύτερο εύρος μέγιστων - ελάχιστων συμπίπτει με τις μέγιστες & ελάχιστες θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο του 2006 και τον Ιανουάριο του 2007 αντίστοιχα (Εικ. 34).



Εικ. 34. Εποχιακή διακύμανση της ελάχιστης, μέσης και μέγιστης θερμοκρασίας αέρα κατά τη διάρκεια έρευνας. Πηγή πρωτογενών στοιχείων: Περιφερειακό Μετεωρολογικό Κέντρο Μακεδονίας της ΕΜΥ.

3.1.2 Θερμοκρασία νερού

Η μεγαλύτερη θερμοκρασία νερού παρατηρήθηκε τον Αύγουστο (27,2 °C) και η μικρότερη τον Φεβρουάριο του 2006 (7 °C) και τον Ιανουάριο του 2007 (Εικ. 35).



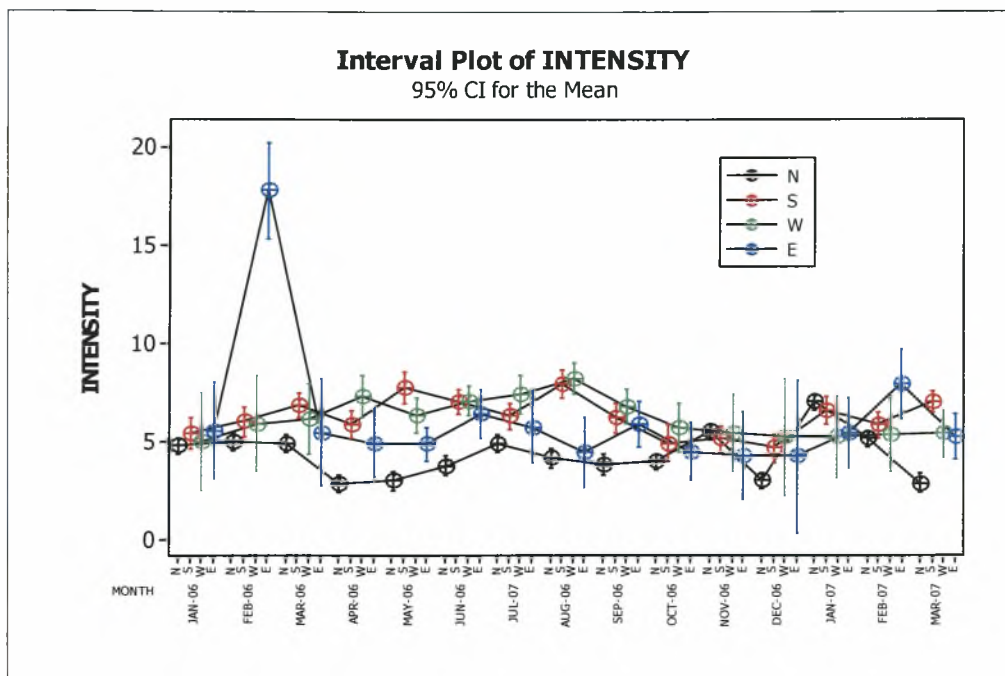
Εικ. 35. Μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σε βάθος 5 m στην περιοχή μελέτης.

3.1.3 Άνεμος

Επικρατέστεροι άνεμοι σε όλη την περίοδο έρευνας υπήρξαν οι άνεμοι βόρειων διευθύνσεων. Οι άνεμοι αυτοί όμως ήταν και οι ασθενέστεροι σε σχέση με τους ανέμους των άλλων διευθύνσεων.

Η ένταση του ανέμου στην περιοχή μελέτης είχε τιμές από 3-7 m sec⁻¹ με εξαίρεση τον Φεβρουάριο του 2006 όπου εμφανίζεται ισχυρός ανατολικός άνεμος, έντασης μέχρι 20 m sec⁻¹ (Εικ. 36).

Σύμφωνα με στοιχεία του Περιφερειακού Μετεωρολογικού Κέντρου Μακεδονίας της ΕΜΥ επικρατέστερος άνεμος σε συχνότητα για την περίοδο των δειγματοληψιών είναι ο βόρειος με πολύ μεγάλο ποσοστό (45-75 %), με δεύτερο τον νότιο (20-38 %), και τρίτο τον δυτικό (2-10 %).



Εικ. 36. Ένταση των ανέμων που έπνεαν στην περιοχή μελέτης κατά την περίοδο δειγματοληψίας. Πηγή πρωτογενών στοιχείων: Περιφερειακό Μετεωρολογικό Κέντρο Μακεδονίας της EMY.

3.1.4 Σχετικός υδροδυναμισμός

Κατά τις ημερομηνίες πόντισης των γύψινων όγκων, οι ανεμολογικές συνθήκες όσον αφορά στη διεύθυνση των ανέμων παρουσιάζονται στον πίνακα 4. Φαίνεται ότι το Μάρτιο η πόντιση έγινε με νότιο άνεμο με ποσοστό 46,88 %. Τον Οκτώβριο επικρατέστερος άνεμος την ημερομηνία πόντισης ήταν ο δυτικός, με ποσοστό 25 %. Τον Δεκέμβριο, επικρατέστερος άνεμος κατά την ημερομηνία πόντισης ήταν ο βόρειος, με ποσοστό 28,13 %. Χαρακτηριστικό είναι ότι κατά τις ποντίσεις του Οκτωβρίου και Δεκεμβρίου το μεγαλύτερο ποσοστό κατείχε η άπνοια.

Πιν. 4. Ποσοστά (%) ανέμων κατά την παραμονή των γύψων στις θέσεις πόντισης

Ημερομ.	16/3/06	3/10/06	13/12/06
B	15,63	9,38	28,13
N	46,88	6,25	6,25
A	0,00	6,25	12,50
Δ	3,13	25,00	6,25
α	34,38	53,13	46,88

Όπου B=Βόρειος, N=Νότιος α=άπνοια

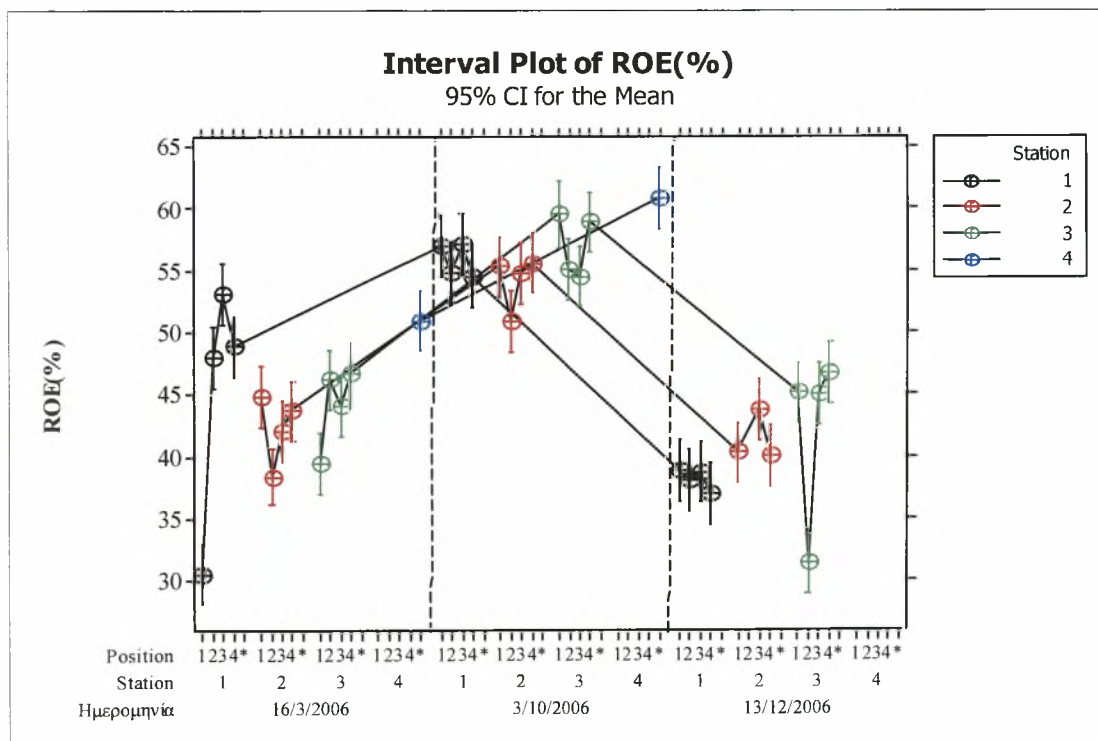
Ο μεγαλύτερος υδροδυναμισμός παρατηρήθηκε κατά την πόντιση του Οκτωβρίου όπου παρόλα τα μεγάλα ποσοστά άπνοιας επικρατέστερος άνεμος ήταν ο δυτικός. Η πόντιση έδωσε κατά την περίοδο του Μαρτίου και του Δεκεμβρίου παρόμοιες τιμές (Εικ. 37).

Οι μετρήσεις του σχετικού υδροδυναμισμού (Εικ. 37) έδειξαν ότι.:

Με νότιο άνεμο οι μονάδες M1 και M3 (στα άκρα της περιοχής των μονάδων) εμφανίζουν παρόμοιες τιμές υδροδυναμισμού με παρόμοιο τρόπο.

Με δυτικό άνεμο όλες οι μονάδες δέχονται τον ίδιο υδροδυναμισμό με σχεδόν παρόμοιο τρόπο.

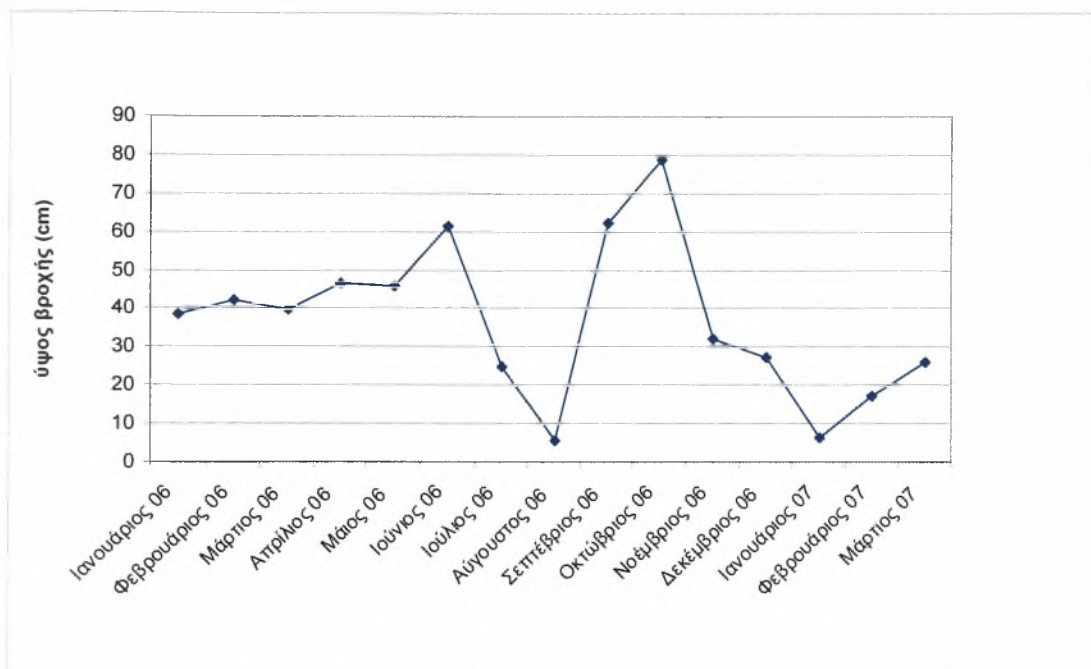
Με βόρειο άνεμο η μονάδα M3 δέχεται τον μεγαλύτερο υδροδυναμισμό γύρω της αλλά τον μικρότερο εσωτερικά (μετά την πρώτη γραμμή).



Εικ. 37. Σχετικός Υδροδυναμισμός σε διάφορες θέσεις της μονάδας στους σταθμούς M1, M2, M3, M4, με επικρατέστερο άνεμο την ημερομηνία πόντισης των γύψων Νότιο (16/3/06), Δυτικό (3/10/06) και Βόρειο (13/12/06). Όπου: Position = η θέση πόντισης, 1= πριν (αρχή) τη μονάδα, 2= μετά την 1^η γραμμή, 3= μετά (τέλος) τη μονάδα, 4= πριν (αρχή) την επόμενη μονάδα

3.1.5 Βροχόπτωση

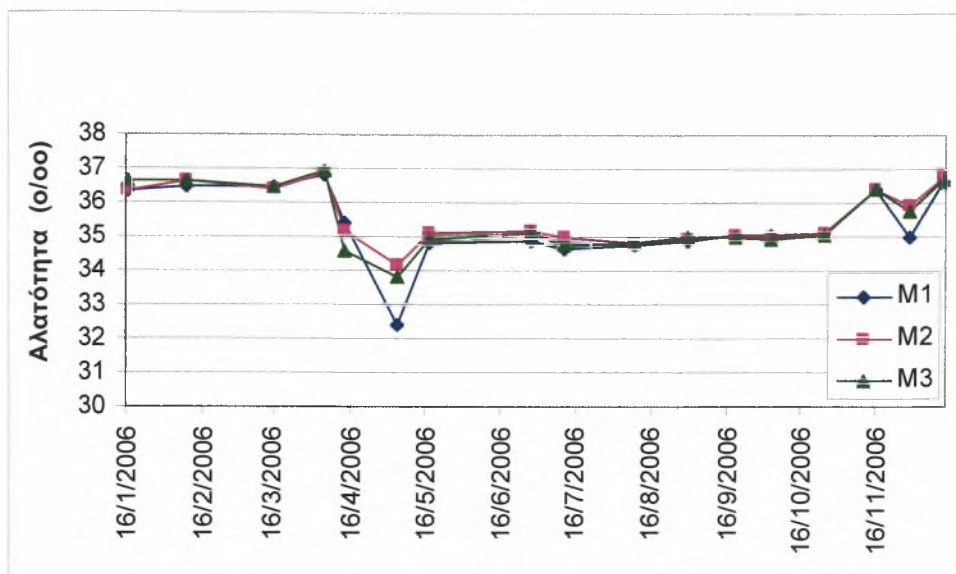
Η βροχόπτωση για το 2006 ήταν 54,1 cm με δύο μέγιστα, τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο και ελάχιστα τον Αύγουστο και τον Ιανουάριο του 2007 (Εικ. 38).



Εικ. 38. Το ύψος της βροχόπτωσης. Πηγή πρωτογενών στοιχείων: Περιφερειακό Μετεωρολογικό Κέντρο Μακεδονίας της ΕΜΥ.

3.1.6 Αλατότητα

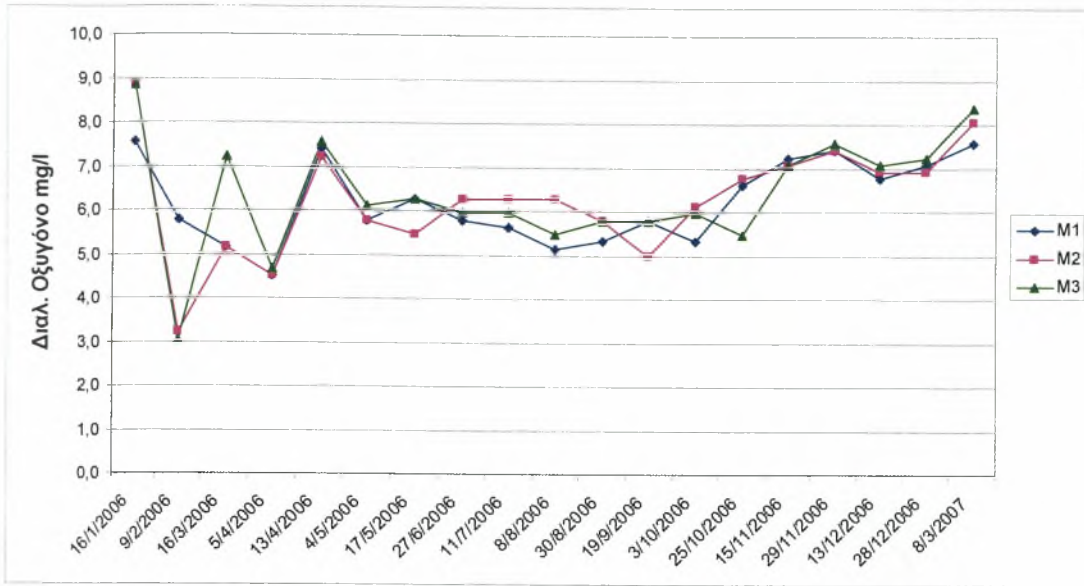
Η εποχιακή διακύμανση της αλατότητας σε όλους τους σταθμούς ακολουθεί παρόμοιο πρότυπο (Εικ. 39). Επισημαίνεται ότι η μείωση των τιμών αλατότητας στο σταθμό Μ1 ήταν μεγαλύτερη από τους άλλους σταθμούς στα δύο ετήσια ελάχιστα στις 4/5 και 28/12. Η αλατότητα από τον Ιανουάριο έως και τον Μάρτιο κυμάνθηκε από 36-37 ‰ και από τον Μάιο έως τον Οκτώβριο με τιμές 35 ‰ παρέμεινε αμετάβλητη. Γενικά το εύρος των τιμών ήταν μικρό σε ετήσια βάση.



Εικ. 39. Εποχιακή διακύμανση της αλατότητας σε βάθος 5m, στους σταθμούς δειγματοληψίας.

3.1.7 Οξυγόνο

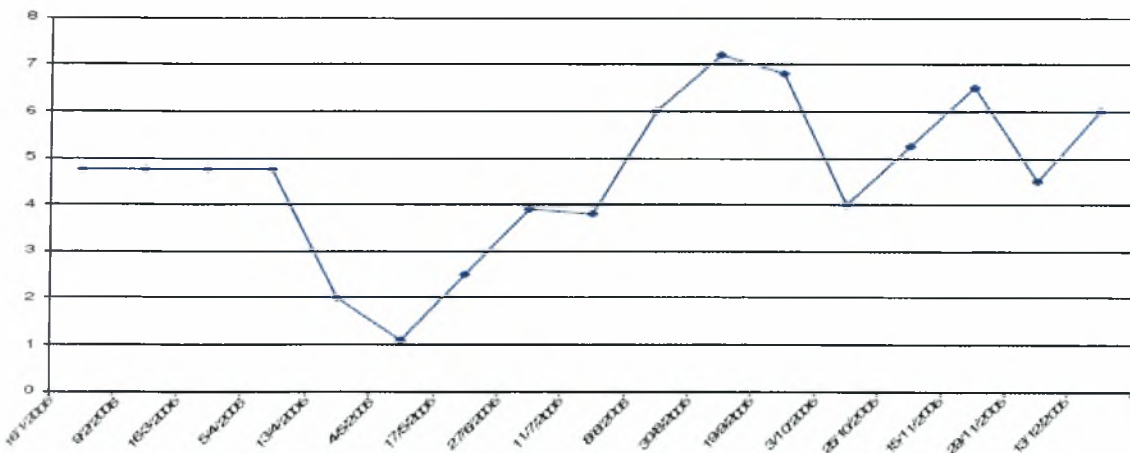
Ο μέσος όρος των επιπέδων του διαλυμένου οξυγόνου (DO_2) στους σταθμούς δειγματοληψίας στα 5 m που βρίσκεται ο κύριος κορμός των μυδιών, ήταν $5,71 \text{ mg l}^{-1}$ από τον Ιανουάριο του 2006 έως τον Νοέμβριο του ίδιου χρόνου. Από τον Δεκέμβριο ανήλθε στα $7,14 \text{ mg l}^{-1}$ και τον Μάρτιο του 2007 καταγράφηκαν τιμές $7,14 \text{ mg l}^{-1}$ έως και $7,85 \text{ mg l}^{-1}$. Από τον Ιανουάριο του 2006 μέχρι τον Απρίλιο του 2007 εμφανίστηκαν έντονες μεταβολές. Ένα ελάχιστο $2,85 \text{ mg l}^{-1}$ καταγράφηκε στους σταθμούς M2, M3 τον Φεβρουάριο του 2006 και μέγιστες τιμές καταγράφηκαν τον Ιανουάριο του 2006 και τον Μάρτιο του 2007. Οι σταθμοί M1 και M2 αρχές Απριλίου και το σύνολο των σταθμών στα μέσα Απριλίου, εμφάνιζαν χαμηλά σχετικά επίπεδα οξυγόνου ανάμεσα στο $4,28 \text{ mg l}^{-1}$ και $5,71 \text{ mg l}^{-1}$. Το καλοκαίρι δεν παρατηρήθηκαν χαμηλές τιμές. Το DO_2 εμφάνιζε γενικά τιμές από $2,85 \text{ mg l}^{-1}$ - $8,85 \text{ mg l}^{-1}$ σε όλη τη διάρκεια της έρευνας (Εικ. 40).



Εικ. 40. Εποχιακή διακύμανση του οξυγόνου σε βάθος 5 m, στους σταθμούς δειγματοληψίας. Πρωτογενή στοιχεία από Μωρίκη κ.α., 2008.

3.1.8 Διαύγεια

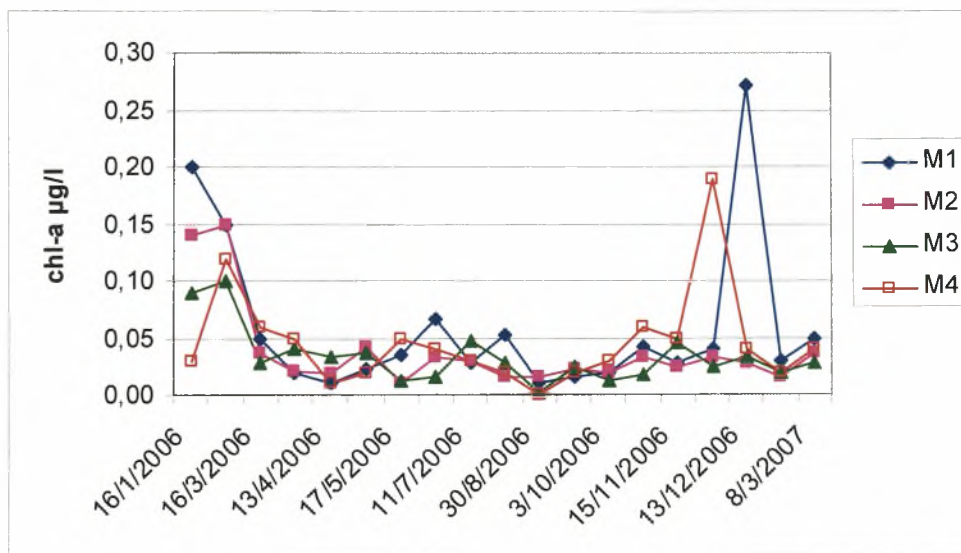
Η διαύγεια των νερών αυξομειώθηκε στη διάρκεια του έτους. Ειδικότερα, από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Απρίλιο ήταν στα 5 m. Την περίοδο της άνοιξης είχε τις χαμηλότερες τιμές με ελάχιστη τιμή τον Μάιο (1m) και η μέγιστη τιμή καταγράφηκε τον Αύγουστο (7,20 m). Το φθινόπωρο και το χειμώνα η διαύγεια κυμαινόταν από 4-6 m (Εικ. 41)



Εικ. 41. Η εποχιακή διακύμανση της διαύγειας στην περιοχή μελέτης.

3.2 Χλωροφύλλη-α

Όπως φαίνεται στην εικόνα 42 η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα όλο το χρόνο εκτός από τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2006. Μία εξαίρεση μόνο, με πολύ υψηλή τιμή ($0,27 \text{ mg m}^{-3}$), παρατηρήθηκε στο σταθμό M1 τον Ιανουάριο του 2007. Σε ορισμένες περιπτώσεις μόνο ο σταθμός M1 εμφάνισε τιμές χλωροφύλλης υψηλότερες σε σχέση με τις τιμές στους άλλους σταθμούς.

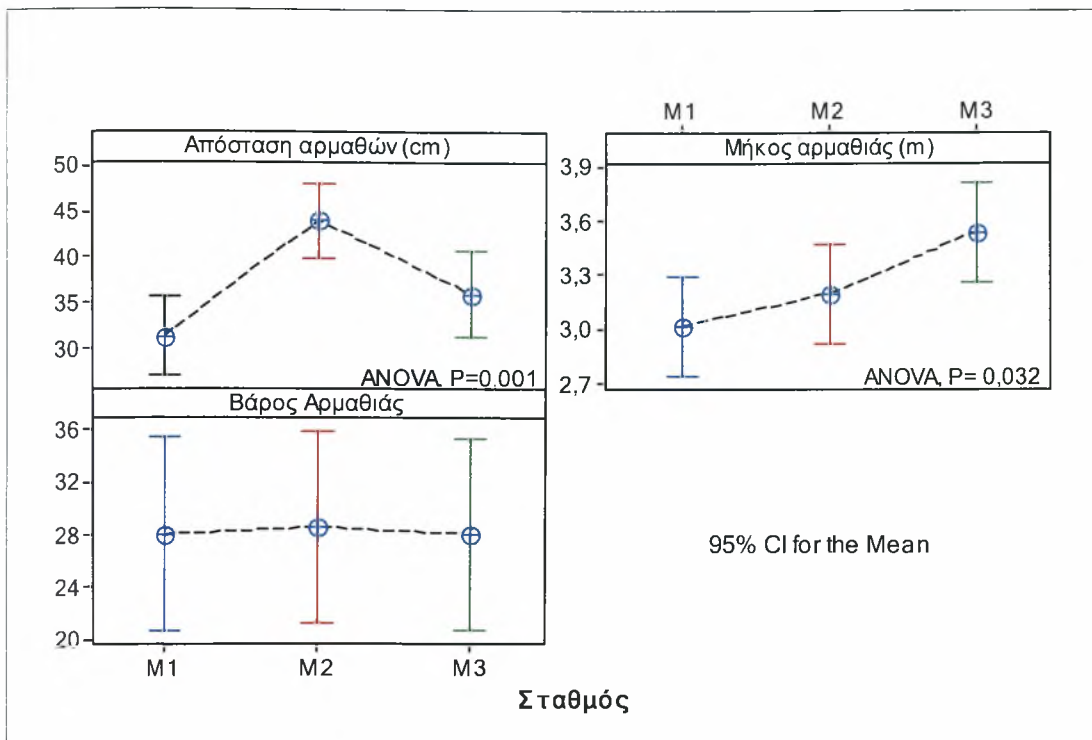


Εικ. 42. Εποχιακή διακύμανση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α στους σταθμούς δειγματοληψίας. Πρωτογενή στοιχεία από Μωρίκη κ.α., 2008.

3.3 Διαχειριστικά

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

Από τις μετρήσεις που εντάσσονται στην εκτίμηση του τρόπου διαχείρισης της μονάδας στον κάθε σταθμό δειγματοληψίας προέκυψε η εικόνα 43.



Εικ. 43. Πάνω αριστερά: χωρική μεταβολή της μέσης απόστασης ανάμεσα στις αρμαθιές. Πάνω δεξιά: η χωρική μεταβολή του μέσου μήκους των αρμαθιών. Κάτω αριστερά: χωρική μεταβολή του μέσου βάρους των αρμαθιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών βρέθηκε να είναι πάντα μικρότερη από 45 cm. Συγκεκριμένα ο σταθμός M1 είχε απόσταση ανάμεσα στις αρμαθιές $31,305 \pm 3,018$ cm, ο σταθμός M2 απόσταση $43,958 \pm 10,358$ cm και ο M3 απόσταση $35,926 \pm 4,181$ cm. Η απόσταση των αρμαθιών είχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών (ANOVA, $P=0,001$). Στο σταθμό M2 οι αρμαθιές είχαν μεταξύ τους μεγαλύτερη απόσταση. Ακολουθεί ο M3 και ο M1 με μικρότερες αποστάσεις.

Ο σταθμός M1 είχε μήκος αρμαθιάς $3,0165 \pm 0,8445$ m, ο σταθμός M2 μήκος $3,1970 \pm 0,4862$ m, και ο M3 $3,5380 \pm 0,4434$ m. Το μήκος των αρμαθιών είχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σταθμών (ANOVA, $P=0,032$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky). Πιο συγκεκριμένα το μήκος της αρμαθιάς του σταθμού M1 διαφέρει στατιστικά από το μήκος της αρμαθιάς του σταθμού M3, ενώ αυτή η διάσταση ήταν παρόμοια στους σταθμούς M2 και M3.

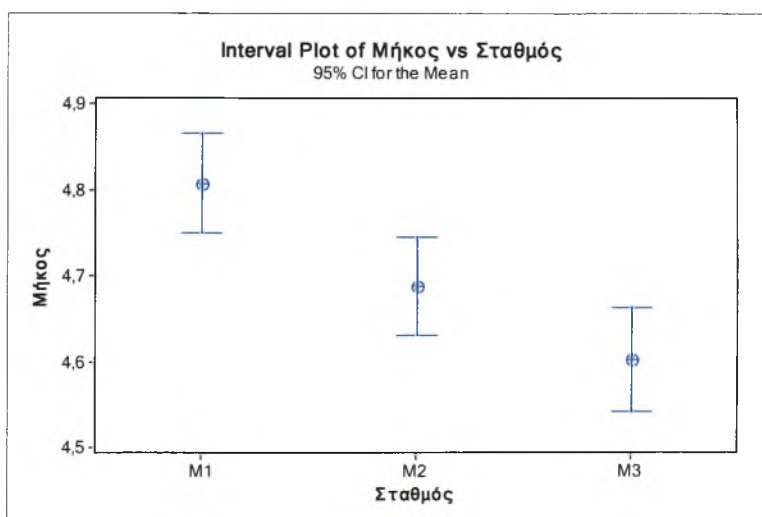
Το βάρος της αρμαθιάς στο σταθμό M1 ήταν $28,10 \pm 16,95$, ο σταθμός M2 είχαν βάρος αρμαθιάς $28,64 \pm 17,05$, και ο M3 $28,08 \pm 15,34$. Το βάρος της αρμαθιάς στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά

μεταξύ των σταθμών και η μέση τιμή ήταν ελάχιστα μεγαλύτερη των 28 kg (28,08-28,64 kg) (ANOVA, P=0,993).

3.3.2 Μορφομετρία

3.3.2.1 Χωρική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών

Τα μύδια που έχουν μήκος μεγαλύτερο από 2 cm, θεωρούνται ενήλικα μύδια. Είναι άλλωστε και τα μύδια που συνήθως αρχίζει να χρησιμοποιεί ο μυδοκαλλιεργητής για την αύξησή τους στις μονάδες. Η επεξεργασία των στοιχείων των παραμέτρων που μετρήθηκαν στα μύδια αυτά έδωσε τις ακόλουθες πληροφορίες. Τα μορφομετρικά στοιχεία που παρουσιάζονται στην εργασία αυτή είναι το μήκος και το ύψος. Το μήκος των μυδιών στους σταθμούς έρευνας φαίνεται στην εικόνα 44.

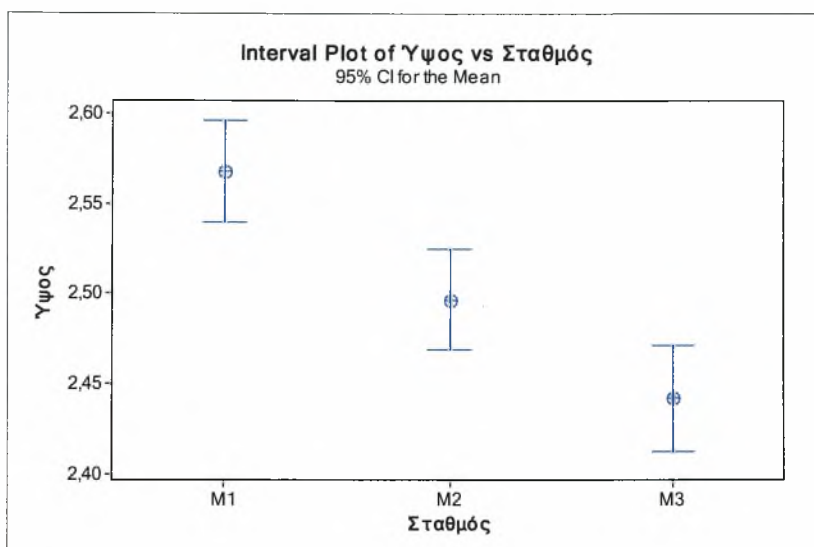


Εικ. 44. Μέσες τιμές μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Το μήκος των μυδιών που εκτρέφονταν στις μονάδες του σταθμού M1 ήταν $4,845 \pm 1,284$ cm, του σταθμού M2 ήταν $4,720 \pm 1,432$ cm και του M3 $4,641 \pm 1,330$ cm. Το μήκος των μυδιών παρουσίαζε μεταξύ των σταθμών στατιστικά σημαντική διαφορά, δηλαδή το μήκος των μυδιών του σταθμού M1 διέφερε από το μήκος των μυδιών στους σταθμούς M2 και M3 (ANOVA, P=0,000 και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky).

3.3.2.2 Χωρική μεταβολή του μέσου ύψους των μυδιών

Το ύψος των μυδιών στους σταθμούς έρευνας παρουσιάζεται στην εικόνα 45.



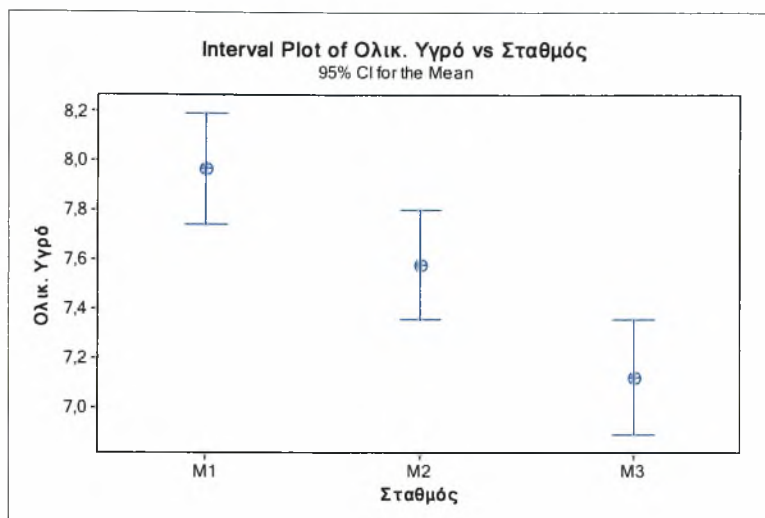
Εικ. 45. Μέσες τιμές ύψους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Το ύψος των μυδιών που εκτρέφονταν στις μονάδες των σταθμών δειγματοληψίας ήταν M1 $2,5872 \pm 0,6325$ cm στο σταθμό M2 $2,5094 \pm 0,6908$ cm και στο M3 $2,4618 \pm 0,6495$ cm. Το ύψος των μυδιών φαινόταν να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ όλων των σταθμών. Στο σταθμό M1 το ύψος των μυδιών ήταν μεγαλύτερο και ακολουθούσε ο M2 και ο M3 με μικρότερο ύψος (ANOVA, $P=0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky).

3.3.3. Βάρη

3.3.3.1. Χωρική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους των μυδιών

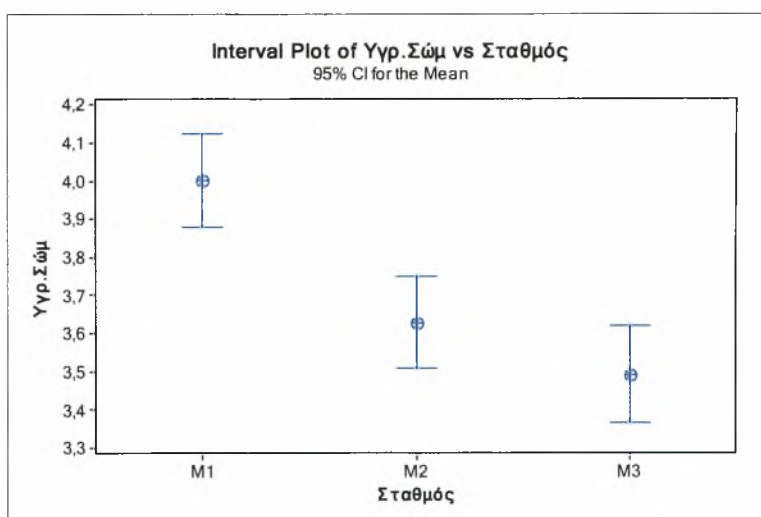
Το ολικό υγρό βάρος των μυδιών του σταθμού M1 ήταν $8,111 \pm 5,082$ g, του M2 $7,645 \pm 5,457$ g και του M3 $7,229 \pm 5,071$ g. Τα ολικά υγρά βάρη των μυδιών διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας. Ο σταθμός M1 φαίνεται να είχε μύδια με μεγαλύτερο ολικό υγρό βάρος και ακολουθούσε ο M2 και ο M3 με μύδια μικρότερου ολικού βάρους (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ. 46).



Εικ. 46. Μέση τιμή υγρού ολικού βάρους (g) των μυδιών τους. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.3.2 Χωρική μεταβολή του μέσου υγρού σωματικού βάρους των μυδιών

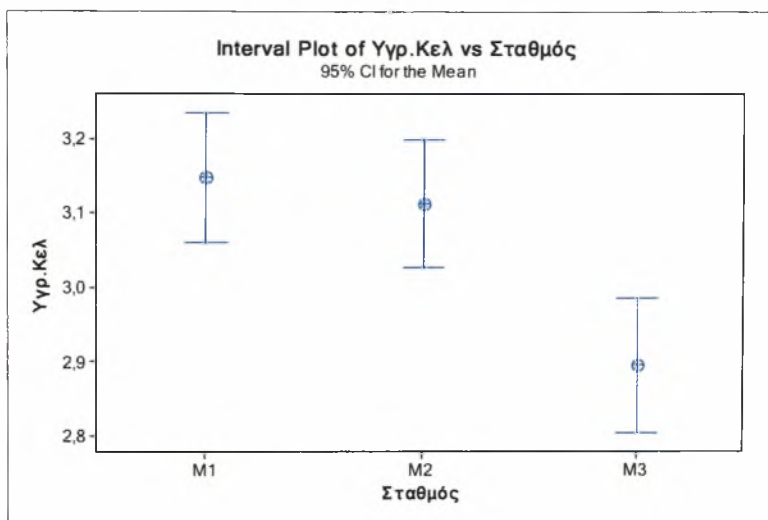
Το μέσο υγρό σωματικό βάρους των μυδιών του σταθμού M1 ήταν $4,061 \pm 2,844$ g, του M2 $3,654 \pm 2,808$ g και του M3 $3,525 \pm 2,801$ g. Το μέσο υγρό σωματικό βάρους των μυδιών διέφερε στατιστικά σημαντικά στους σταθμούς δειγματοληψίας. Στο σταθμό M1 παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο υγρό σωματικό βάρους και ακολούθησε το σωματικό βάρους των μυδιών του σταθμού M2 και του M3 με το μικρότερο υγρό σωματικό βάρους. Η διάσταση αυτή ενώ διέφερε για τα μύδια του M1 από τους άλλους σταθμούς, δεν φαίνεται να διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των σταθμών M2 και M3 (ANOVA, $P=0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ. 47).



Εικ. 47. Μέση τιμή του υγρού σωματικού βάρους (g) των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.3.3 Χωρική μεταβολή του μέσου βάρους υγρού οστράκου των μυδιών

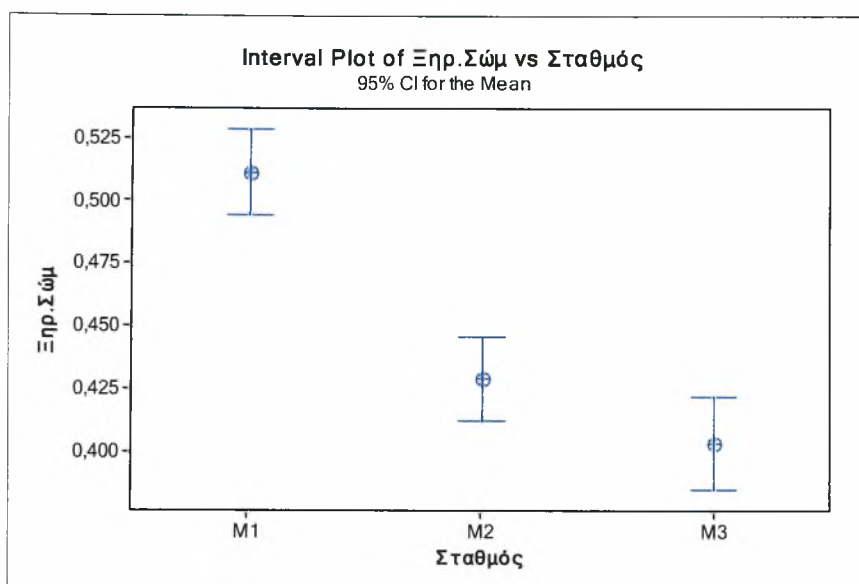
Το υγρό βάρος του οστράκου γενικά ήταν μικρότερο του σώματος των μυδιών. Το βάρος των οστράκων διέφερε μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας. Το μέσο βάρος των θυρίδων των μυδιών του σταθμού M1 ήταν $3,196 \pm 1,873$ g, στο σταθμό M2 $3,134 \pm 2,194$ g και στο σταθμό M3, $2,933 \pm 1,959$ g. Στο σταθμό M3 το βάρος των θυρίδων των μυδιών διέφερε στατιστικά και ήταν μικρότερο του αντίστοιχου βάρους των οστράκων των μυδιών και των δυο άλλων σταθμών. Τα αντίστοιχα μέσα βάρη του οστράκου των μυδιών από τον M1 προσομοίαζαν με τα βάρη του M2 και δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ. 48).



Εικ. 48. Μέση τιμή του υγρού βάρους οστράκου (g) των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.3.4 Χωρική μεταβολή του μέσου ξηρού βάρους σώματος των μυδιών

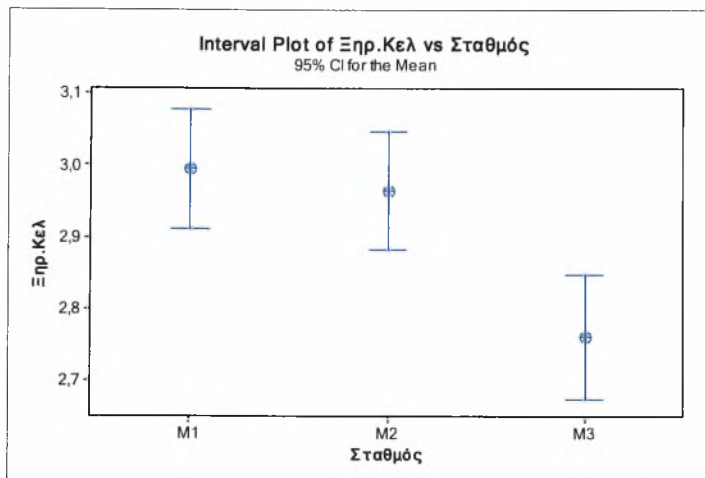
Το ξηρό βάρος του σώματος των μυδιών στο σταθμό M1 ήταν $0,5237 \pm 0,4180$ g, στον M2 $0,4324 \pm 0,3512$ g και στο σταθμό M3 $0,4095 \pm 0,3792$ g. Το ξηρό βάρος του σώματος στους σταθμούς δειγματοληψίας διέφερε στατιστικά σημαντικά. Το ξηρό βάρος των μυδιών του σταθμού M1 ήταν μεγαλύτερο και διέφερε από τους άλλους δύο σταθμούς M2 και M3 των οποίων το βάρος δεν διέφερε στατιστικά (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ. 49).



Εικ. 49. Μέση τιμή του ξηρού βάρους σώματος (g) των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.3.5 Χωρική μεταβολή του μέσου ξηρού βάρους οστράκου των μυδιών

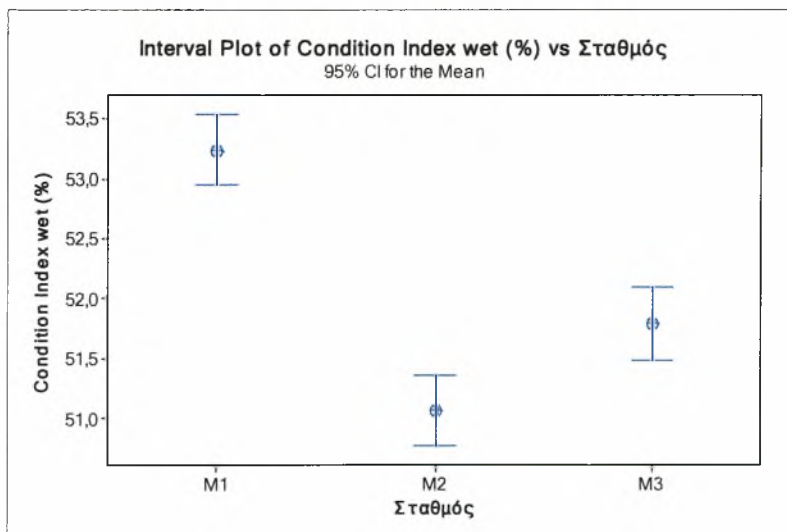
Το ξηρό βάρος του οστράκου των μυδιών ήταν στο σταθμό M1 $2,996 \pm 1,801$ g, στο M2 $2,966 \pm 2,142$ g και στο σταθμό M3 $2,761 \pm 1,895$ g. Το ξηρό βάρος του σώματος στους σταθμούς δειγματοληψίας διέφερε στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές του ξηρού βάρους των θυρίδων των μυδιών ήταν παρόμοιες με τις αντίστοιχες του υγρού βάρους. Κατά αναλογία το ξηρό βάρος των θυρίδων των μυδιών του σταθμού M3 ήταν το μικρότερο και διέφερε από τους άλλους σταθμούς ενώ ακολουθούσε με μεγαλύτερο βάρος ο σταθμός M2 και ο M1 με το μεγαλύτερο ξηρό βάρος οστράκου. Το ξηρό βάρος των θυρίδων των μυδιών των σταθμών M1, M2 δεν διέφερε στατιστικά μεταξύ τους (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky) (Εικ. 50).



Εικ. 50. Μέση τιμή του ξηρού βάρους οστράκου (g) των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.4 Χωρική μεταβολή του μέσου δείκτης ευρωστίας CI% για το υγρό βάρος

Ο δείκτης ευρωστίας CI % για το υγρό βάρος των μυδιών ήταν αρκετά υψηλός και κυμάνθηκε πάνω από 50 % σε όλους τους σταθμούς (Εικ. 51). Ο δείκτης ευρωστίας CI % για το υγρό βάρος των μυδιών στο σταθμό M1 ήταν $53,236 \pm 6,974$, στο σταθμό M2 $51,063 \pm 6,801$, και στο σταθμό M3, $51,791 \pm 6,821$. Ο δείκτης ευρωστίας CI% στους σταθμούς δειγματοληψίας διέφερε στατιστικά σημαντικά σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Στο σταθμό M1 παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος δείκτης και ακολούθησε ο M3 και έπειτα ο M2 με τον μικρότερο δείκτη ευρωστίας (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky).

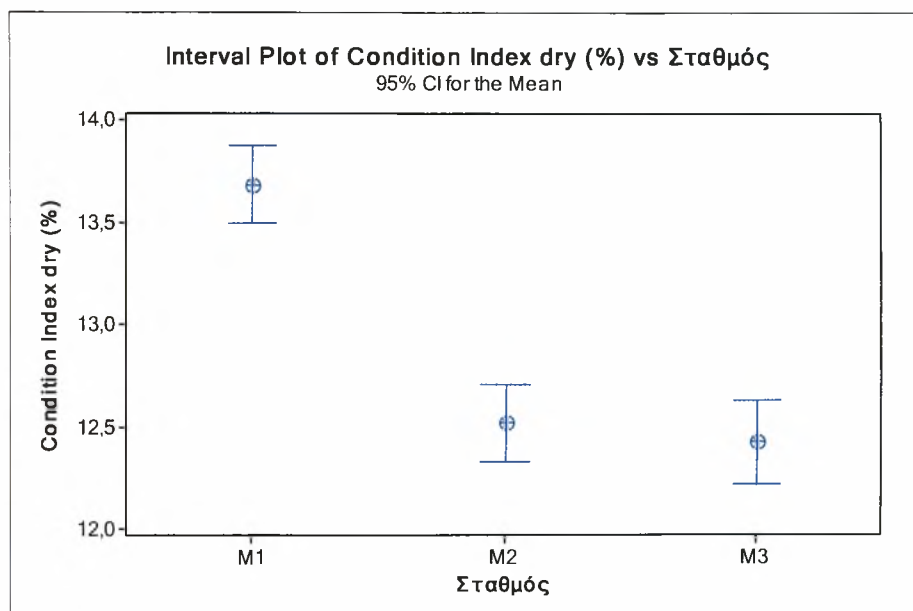


Εικ. 51. Μέσες τιμές του δείκτης ευρωστίας CI% υγρών βαρών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.



3.3.5 Χωρική μεταβολή του μέσου δείκτης ευρωστίας CI% για ξηρό βάρος των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας

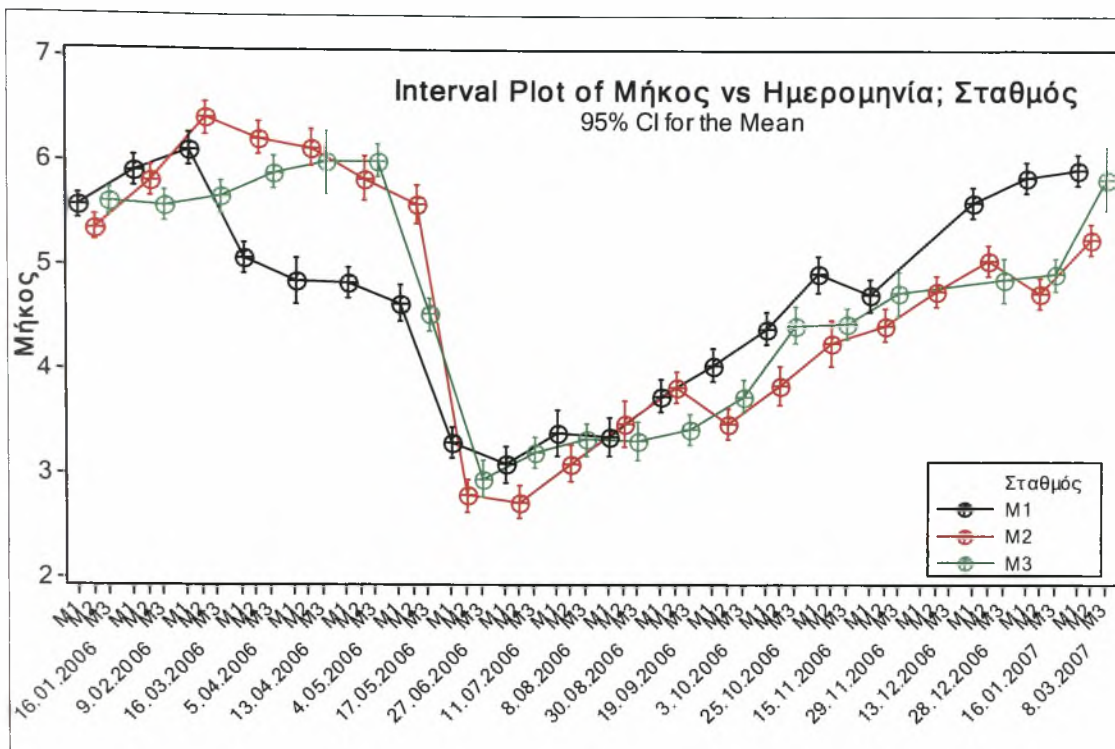
Ο δείκτης ευρωστίας CI% για το ξηρό βάρος των μυδιών στον σταθμό M1 ήταν $13,686 \pm 4,702$, στο σταθμό M2 $12,517 \pm 4,154$ και στο σταθμό M3 $12,422 \pm 4,036$. Ο δείκτης ευρωστίας CI% του ξηρού βάρους στους σταθμούς δειγματοληψίας διέφερε στατιστικά σημαντικά σε όλους τους σταθμούς (Εικ. 52). Στο σταθμό M1 παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος δείκτης, ενώ ο δείκτης ευρωστίας για το ξηρό βάρος των μυδιών του σταθμού M2 και M3 είχε παρόμοιες τιμές (ANOVA, $P = 0,000$ και έλεγχος της ολικής σημαντικής διαφοράς Tucky).



Εικ. 52. Μέσες τιμές του δείκτης ευρωστίας CI% ξηρών βαρών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.6 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας

Οι μορφομετρικές διαστάσεις του μήκους του οστράκου μεταβάλλονταν, όπως αναμενόταν, με το χρόνο αλλά και μεταξύ των σταθμών. Η μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στην διάρκεια της έρευνας παρουσιάζεται στην εικόνα 53 για τους σταθμούς δειγματοληψίας.



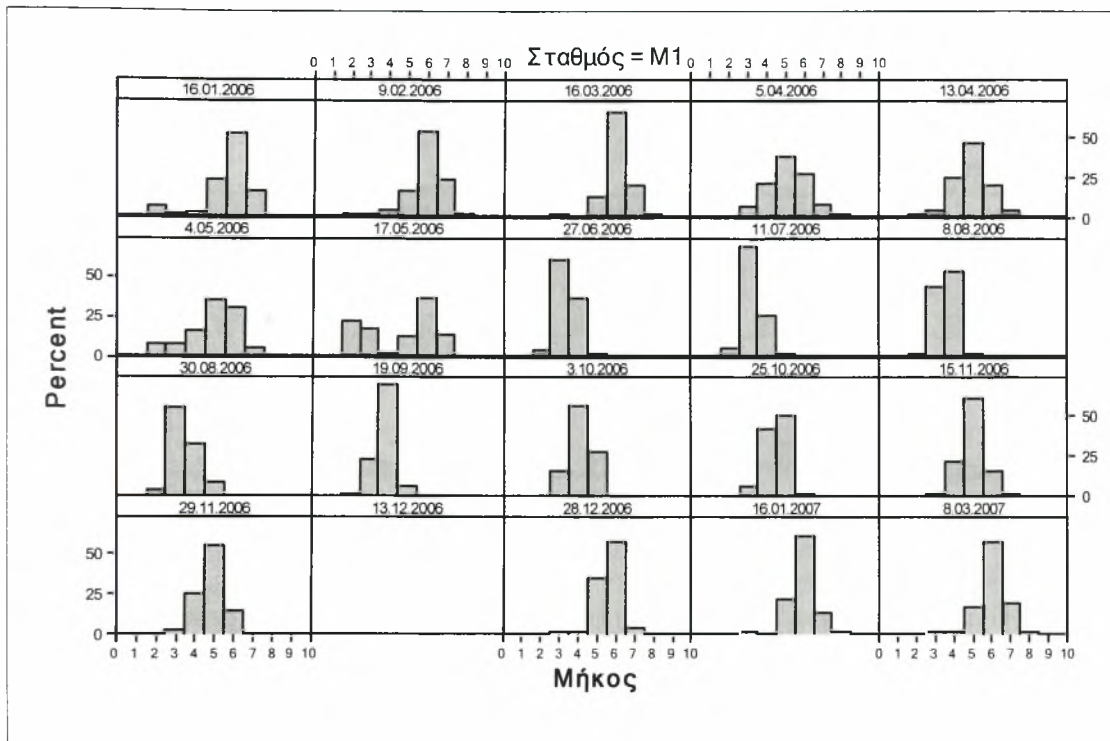
Εικ. 53. Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Το μήκος των μυδιών μεταβαλλόταν σημαντικά με το χρόνο. Μεγαλύτερου μήκους μύδια παρατηρήθηκαν στις μονάδες την άνοιξη και τον χειμώνα ενώ γενικά μικρότερα το καλοκαίρι. Η μεταβολή του μεγέθους (μήκος) των μυδιών μεταξύ των σταθμών ακολούθησε γενικά την ίδια εικόνα αλλά ο σταθμός M1 εμφάνιζε μικρότερα μύδια νωρίτερα (από την άνοιξη) και μεγαλύτερα το φθινόπωρο και τον επόμενο χειμώνα.

3.3.7 Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας

Η ανάλυση του ποσοστού των κλάσεων μήκους των μυδιών στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας και για την περίοδο της μελέτης (Εικ. 54, 55, 56) έδειξε ότι μύδια μεγαλύτερου μήκους από τα 8 cm ήταν ελάχιστα ενώ η αμέσως μικρότερη κλάση μήκους (7 – 8 cm) αντιπροσωπεύονταν από μικρά ποσοστά και μόνο κατά το τέλος του χειμώνα και την άνοιξη. Στην περίοδο αυτή (τέλος χειμώνα ως και άνοιξη), ο κύριος όγκος των μυδιών αντιπροσωπεύονταν από τα μεγέθη με μήκος 5 - 7 cm. Το καλοκαίρι (Αύγουστος 2006) ένα μικρό ποσοστό εμπορεύσιμων μυδιών ≥ 5 cm εμφανίζονταν μόνο στους σταθμούς M1 και M3, ενώ απουσίαζαν εντελώς

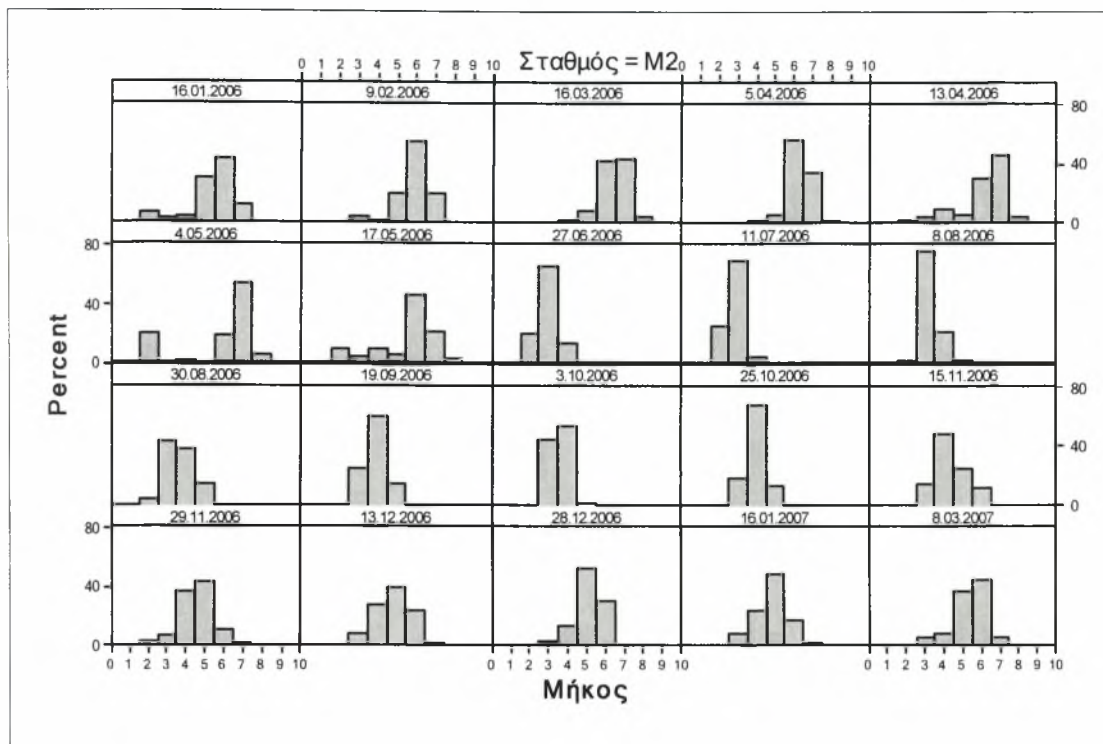
εμπορεύσιμα μεγέθη από το σταθμό M2. Τα περισσότερα μικρού μήκους ενήλικα (2 - 3 cm) εμφανίζονταν στις εκτροφές κατά τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο.



Εικ. 54. Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας (%) συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στον σταθμό M1 κατά τη διάρκεια της μελέτης. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

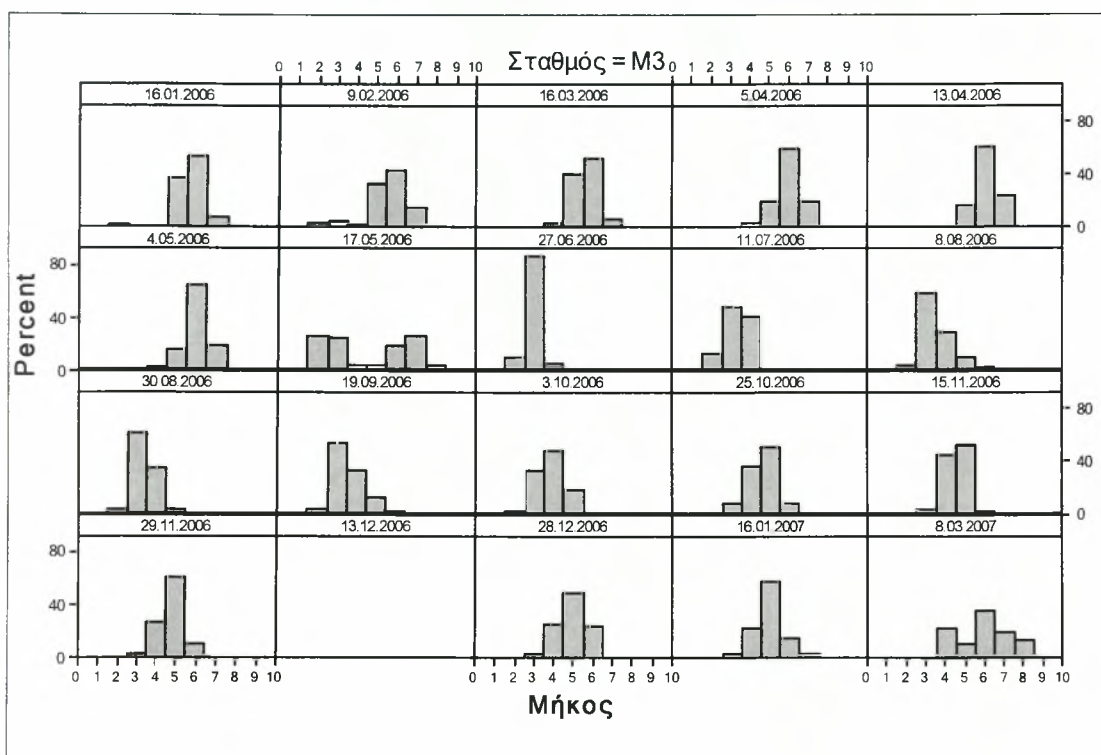
Η σύνθεση των μεγεθών (μήκος) των μυδιών στις αρμαθίες του σταθμού M1 φαίνεται να μην ήταν ομοιόμορφη γενικά. Στις δειγματοληψίες που έγιναν στις 4/5/06 και 17/5/06 υπήρξε διακριτή παρουσία μικρών και μεγάλων με εκτεταμένη ομάδα μεγάλων μυδιών. Τους καλοκαιρινούς μήνες εμφανίστηκε εντοπισμένη ομάδα μυδιών μικρού μεγέθους. Γενικά σε αρκετές περιπτώσεις στον σταθμό M1 η σύνθεση μεγεθών των μυδιών στην αρμαθιά απαρτιζόταν από πολλές κλάσεις μεγέθους που εμφανίζονταν ταυτόχρονα στην ίδια αρμαθιά (βλ. Εικ. 54).

Στο σταθμό M2 φαινόταν γενικά η τάση ομοιόμορφης παρουσίας των μεγεθών (μήκος) των μυδιών στις αρμαθίες (Εικ. 55). Το Μάιο φαινόταν να υπάρχει στις αρμαθίες διακριτή κλάση μεγέθους μικρών μυδιών μαζί με μεγάλα. Τους καλοκαιρινούς μήνες υπήρχε στις αρμαθίες εντοπισμένη παρουσία μυδιών μικρού μήκους. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρξαν στον M2 πολλές κλάσεις μεγέθους στην ίδια αρμαθιά αλλά δεν αποτέλεσε κανόνα.



Εικ. 55. Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας (%) συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδίων στον σταθμό M2 κατά τη διάρκεια της μελέτης. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

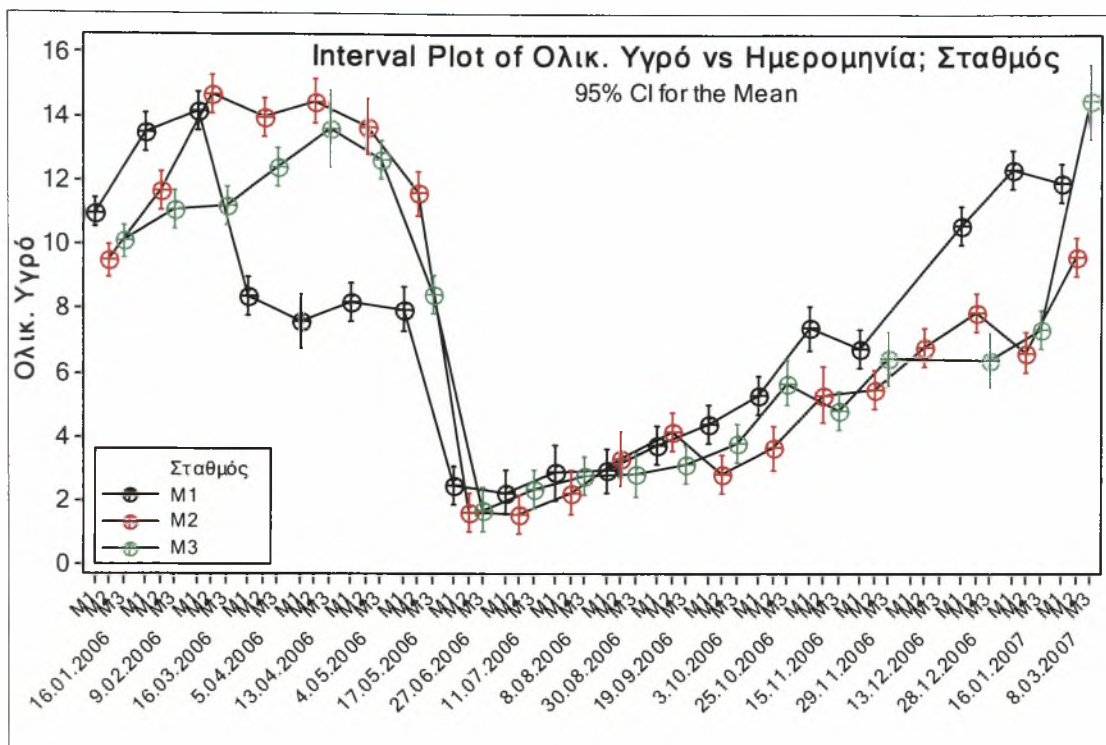
Τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες εμφανίστηκε η ύπαρξη μικρού μεγέθους μυδίων ταυτόχρονα με τα μεγάλα και στο σταθμό M3. Το καλοκαίρι οι αρμαθίες αποτελούνταν από ομοιόμορφη παρουσία μεγεθών μικρού μήκους (Εικ. 56). Γενικά μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν πολλές κλάσεις μεγέθους στην ίδια αρμαθιά.



Εικ. 56. Χωροχρονική μεταβολή της ποσοστιαίας (%) συμμετοχής των κλάσεων μήκους των μυδιών στον σταθμό M3 κατά τη διάρκεια της μελέτης. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

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

Οι μεταβολές του ολικού υγρού βάρους των μυδιών στην διάρκεια της έρευνας στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας, παρουσιάζονται στην εικόνα 57.



Εικ. 57. Χωροχρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους των μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

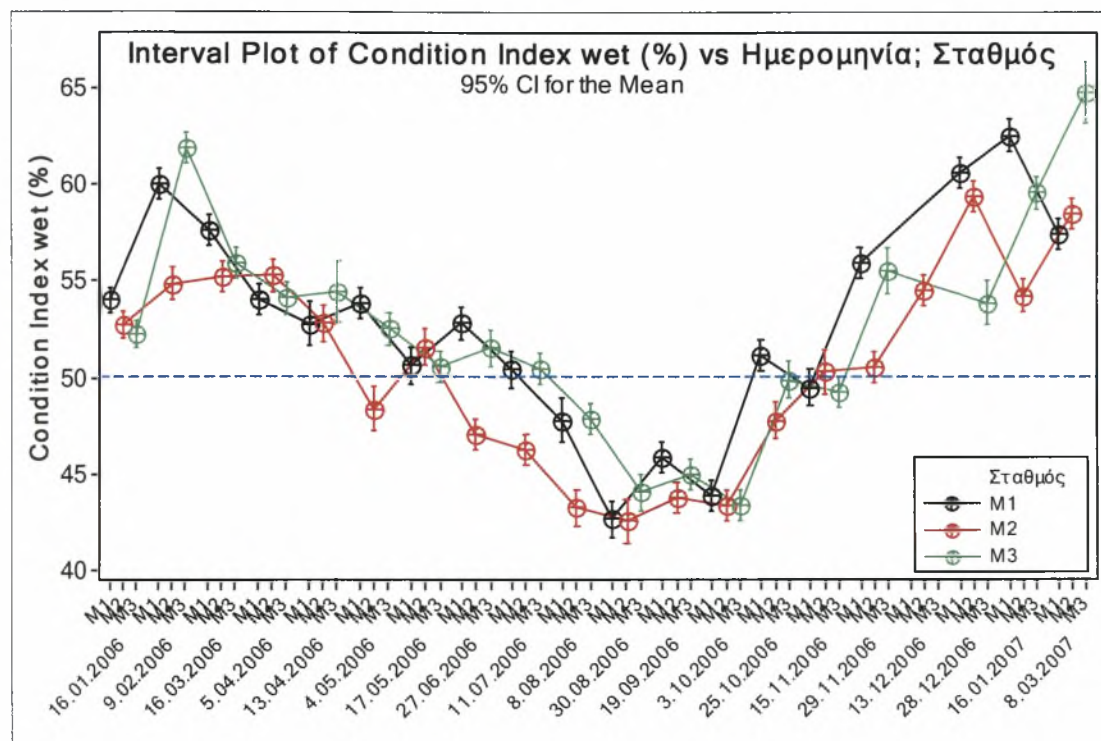
Τα υγρά βάρη των μυδιών βρίσκονταν στα υψηλότερα επίπεδα από το τέλος χειμώνα ως και την άνοιξη, ενώ από την αρχή του καλοκαιριού τα μύδια είχαν το μικρότερο βάρος τον Ιούλιο και μετά άρχισε να αυξάνει σταδιακά το βάρος. Από τα μύδια στους τρεις σταθμούς, εκείνα του M1 εμφάνιζαν μειωμένο μέσο ολικό βάρος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

Τα μύδια στο σταθμό M1 την άνοιξη ήταν μικρότερα τόσο σε μήκος όσο και σε βάρος από τα μύδια των άλλων σταθμών. Μετά τους θερινούς μήνες οι τιμές των παραμέτρων αυτών εξομοιώνονταν με τις αντίστοιχες των μυδιών των άλλων σταθμών για ένα διάστημα, οπότε από τον Οκτώβριο φάνηκε ο M1 να έχει μύδια μεγαλύτερα σε μήκος και σε βάρος από τους άλλους δυο σταθμούς.

3.3.9 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 ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης για τα υγρά (Εικ. 58) και για τα ξηρά βάρη (Εικ. 59) έδωσε πιο ολοκληρωμένες πληροφορίες για την κατάσταση των μυδιών.

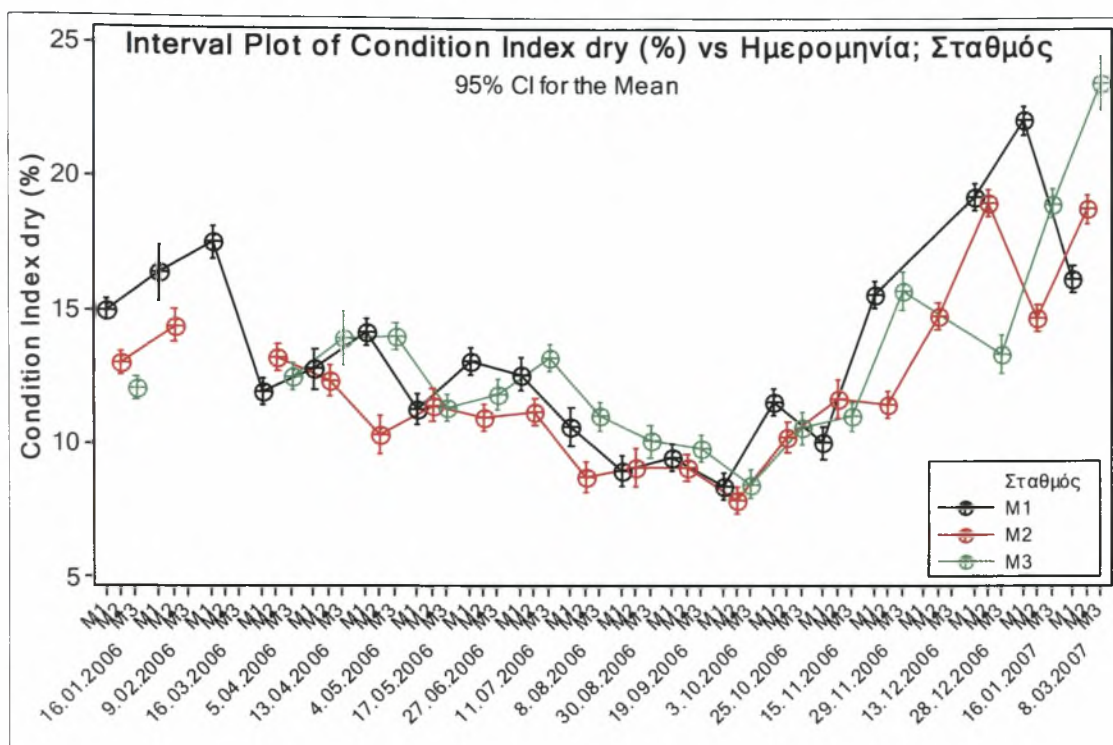


Εικ. 58. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Ο δείκτης ευρωστίας υγρού βάρους των μυδιών παρουσίασε εποχικές (χρονικές) μεταβολές σε όλους τους σταθμούς. Οι τιμές ήταν γενικά αυξημένες (C.I. % > 50 %) το χειμώνα και μειωμένες το καλοκαίρι. Οι τιμές του δείκτη ευρωστίας στους σταθμούς M1 και M3 φαίνεται ότι ήταν υψηλότεροι αυτών του M2.

3.3.10 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτης ευρωστίας του ξηρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας.

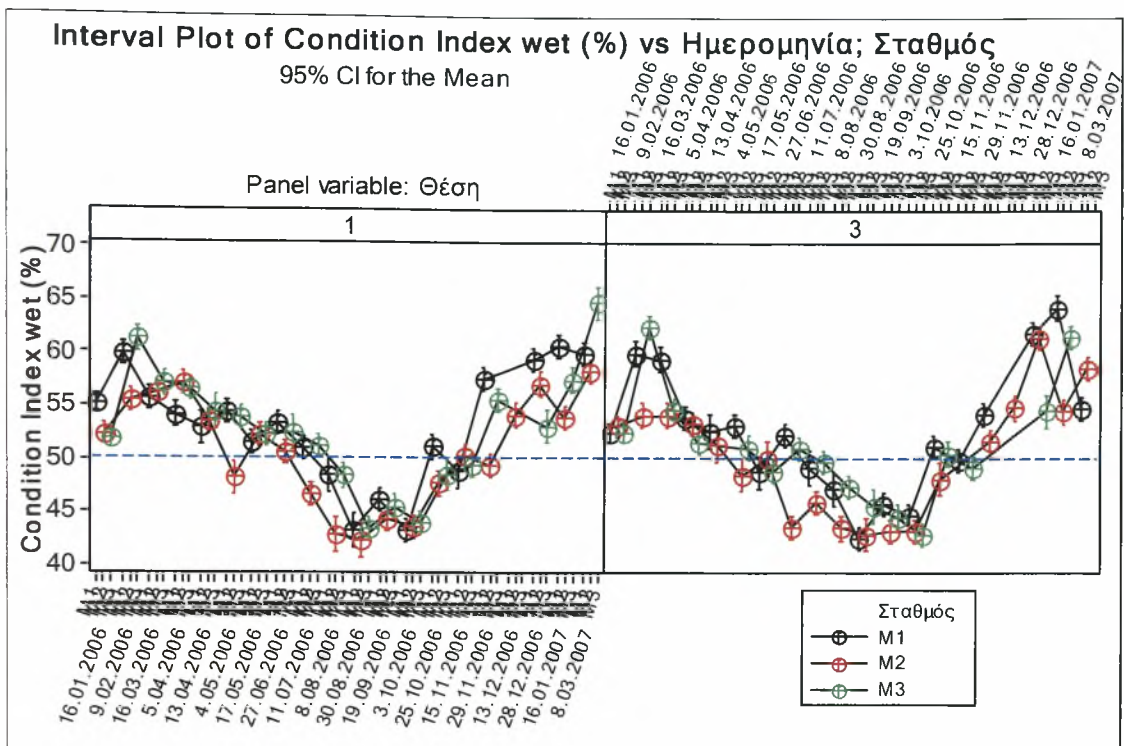
Γενικά τα μύδια είχαν μεγαλύτερο δείκτη ευρωστίας τους χειμωνιάτικους και ανοιξιάτικους μήνες και τις μικρότερες τιμές τέλος καλοκαιριού ως αρχές φθινοπώρου, ενώ ο σταθμός M1 υπερτερούσε ελαφρώς έναντι των άλλων και μάλιστα, τον χειμώνα του 2007 φαίνεται ότι ο CI % ήταν υψηλότερος από την αντίστοιχη περίοδο του 2006 (Εικ. 59).



Εικ. 59. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του ξηρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

3.3.11 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας του υγρού βάρους των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας στις θέσεις της αρμαθιάς (1 - 3) (βάθος εκτροφής που αντιστοιχούν στα 4 m και 7 m).

Ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών στην αρμαθιά και στις δυο θέσεις, στην ανάρτηση: θέση 1 (4 m) και στο ελεύθερο άκρο της: θέση 3 (7 m), παρουσίασε διαφορές (Εικ. 60).



Εικ. 60. Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας των εκτρεφόμενων μυδίων στις θέσεις της αρμαθιάς (1 - 3) (βάθος εκτροφής που αντιστοιχούν στα 4 m και 7 m). CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

Γενικά τα μύδια στο πάνω σημείο της αρμαθιάς διατήρησαν δείκτη ευρωστίας πάνω από 50 % για μεγαλύτερο διάστημα. Σε βαθύτερα νερά (7 m) οι τιμές του δείκτη ευρωστίας ήταν μεγαλύτερες το χειμώνα και το καλοκαίρι. Την άνοιξη και το φθινόπωρο οι τιμές ήταν καλύτερες στο βάθος των 4 m. Μεταξύ των δύο χειμώνων ο χειμώνας του 2007 (Δεκέμβριος – Ιανουάριος) φαίνεται να ήταν καλύτερος από τον χειμώνα του 2006 για τον δείκτη ευρωστίας των μυδίων και για τα δύο βάθη (4 m και 7 m). Ιδιαίτερα όμως ευνοούνταν τα μύδια στο βάθος των 7 m σε σχέση με τα μύδια στο βάθος των 4 m. Γενικά τα μύδια στο σταθμό M1 είχαν μεγαλύτερο CI % σε αντίθεση με τα μύδια του M2 των οποίων ο δείκτης ευρωστίας βρίσκονταν πάντα πιο κάτω από τον CI % των υπόλοιπων σταθμών δειγματοληψίας. Στις αρχές της άνοιξης ο δείκτης ευρωστίας του σταθμού M2 και στις αρχές του φθινοπώρου παρουσίασε παρόμοιες τιμές με τους άλλους σταθμούς, ενώ τα μύδια στα 7 m άρχιζαν να εμφανίζουν μείωση του CI % πιο νωρίς το καλοκαίρι και το φθινόπωρο σε σχέση με τα 4 m.

3.3.12 Διαχείριση

Από τα στοιχεία διαχείρισης που συγκεντρώθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας καθώς και την επεξεργασία των βιολογικών στοιχείων προέκυψαν διαχειριστικές ενέργειες όπως απεικονίζονται στον πίνακα 5.

Πιν. 5. Διαχειριστικές ενέργειες στις μονάδες μυδοκαλλιέργειών που αποτελούσαν και σταθμούς δειγματοληψίας.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ			
Σταθμός	Σταθμός M1	Σταθμός M2	Σταθμός M3
<i>Τοποθέτηση Συλλεκτήρων</i>	Δεκέμβριο-Ιανουάριο	Μάρτιο	Δεκέμβριο
<i>Έναρξη Διαχ. Περιόδου</i>	Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο	Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο	Μάιο, Ιούνιο
<i>Αραίωση 1η</i>	Ιούλιο (L~ 4-5 cm)	Ιούλιο (L~ 4-5 cm)	Ιούλιο (L~ 4-5 cm)
<i>Αραίωση 2η</i>	Οκτώβριο-Νοέμβριο (L~ 3-4 cm)	Οκτώβριο-Νοέμβριο (L~ 3-4 cm)	Οκτώβριο (L~ 3-4 cm)
<i>Αραίωση 3η</i>	Ιανουάριο (L~ 5-6 cm)	Δεκέμβριο-Ιανουάριο (L~ 5-6 cm)	Ιανουάριο (L~ 5-6 cm)
<i>Επιβιότητες</i>	Γόνος μυδιού 4/5/06	Γόνος μυδιού 13/4/06 & 4/5/06	Γόνος μυδιού 13/4/06 & 4/5/06

Τον μήνα Μάιο εντοπίστηκε η αρχή της διαχειριστικής περιόδου για όλους τους σταθμούς. Τοποθετήθηκε γόνος από τους συλλεκτήρες, από τις κατασκευές της μονάδας (σχοινιά ανάρτησης, πλωτήρες, κτλ.) και φυσικά από τις αρμαθιές μέχρι και τον Ιούλιο όπου γινόταν ταυτόχρονα και η 1^η αραίωση. Η 2^η αραίωση γινόταν τον Οκτώβριο-Νοέμβριο σε μύδια μεσαίου μεγέθους (L~ 3-4 cm) και ακολουθούσε πιθανά και μια 3^η αραίωση τον Δεκέμβριο-Ιανουάριο σε μύδια μεγάλου μεγέθους (L~ 5-6 cm).

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 5 ο σταθμός M1 τοποθετούσε συλλεκτήρες στα μέσα Δεκεμβρίου και στα μέσα Ιανουαρίου. Η έναρξη της διαχειριστικής περιόδου, δηλαδή η τοποθέτηση του γόνου στη μονάδα παρατηρήθηκε στις αρχές του Μαΐου καθώς και τον Ιούνιο-Ιούλιο. Ο παραγωγός της μονάδας αυτής τοποθετούσε γόνο πολλές φορές μέσα στον χρόνο που τον συνέλεγε από τις κατασκευές της πλωτής εγκατάστασης. Τρεις αραιώσεις γίνονταν συνήθως στην

μονάδα. Η πρώτη στις αρχές Ιουλίου, η δεύτερη τον Οκτώβριο-Νοέμβριο και η τρίτη τον Ιανουάριο.

Στο σταθμό M2 διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν συλλεκτήρες πριν από τις 8/3/06. Η έναρξη της διαχειριστικής περιόδου εκτιμάται ότι γινόταν το Μαΐο, Ιούνιο και Ιούλιο. Τρεις αραιώσεις πραγματοποιούνταν συνήθως στη μονάδα αυτή. Η πρώτη στις αρχές Ιουλίου, η δεύτερη στα μέσα Οκτωβρίου-Νοεμβρίου και η τρίτη το Δεκέμβριο-Ιανουάριο.

Ο σταθμός M3 τοποθετούσε συλλεκτήρες στα μέσα Δεκεμβρίου και η αρχή της διαχειριστικής περιόδου εντοπίζεται το Μαΐο και Ιούνιο. Δύο αραιώσεις γίνονταν συνήθως στη μονάδα τον Ιούλιο και το Οκτώβριο. Αν δεν πωλούνταν τα μύδια μπορούσε να γίνει και μια τρίτη αραιώση τον Ιανουάριο.

Οι διαχειριστικές αυτές ενέργειες επιβεβαιώνονται και από την παρουσία γόνου της μεγαλύτερης κλάσης μεγέθους στις αρμαθιές των ενήλικων μυδιών στους αντίστοιχους μήνες (βλ. Εικ. 54, 55, 56). Ο σταθμός M1 φαίνεται να περιλάμβανε πολλές κλάσεις μήκους στις αρμαθιές σε σχέση με τους υπόλοιπους.

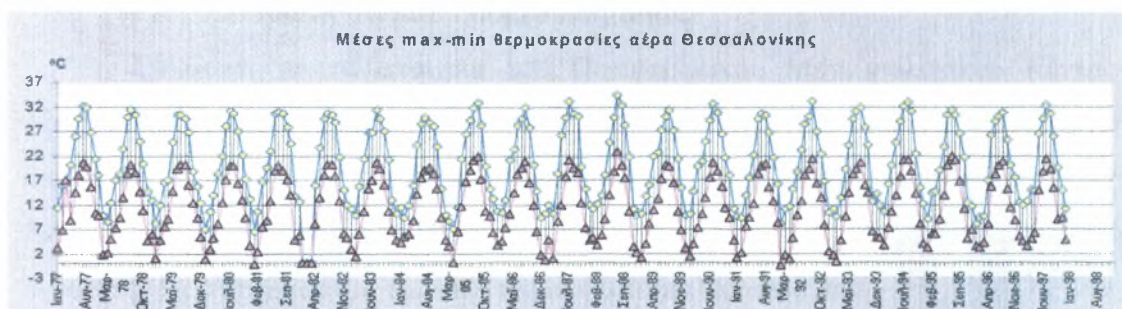
Σε όλες τις μονάδες παρατηρήθηκε μακροσκοπικά μεγάλη ποσότητα γόνου μυδιού, ως επιβιότης, πάνω στις αρμαθιές τον Απρίλιο και Μάιο. Σε αυτή την περίοδο μπορεί να βυθίσει ο παραγωγός τη γραμμή παραγωγής μέχρι τον πυθμένα και έτσι προσπαθεί να ελέγξει τους επιβιότες.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.1.1 Θερμοκρασία αέρα

Η θερμοκρασία αέρα κατά την περίοδο της έρευνας αυτής δεν εμφάνιζε αποκλίσεις από το εύρος των μέσων μηνιαίων μέγιστων-ελάχιστων τιμών της, συγκρινόμενη με αντίστοιχα στοιχεία της περιόδου 1977-1997 (ΕΚΘΕ, 1999) (Εικ. 61). Επισημαίνεται όμως ότι η μέγιστη θερμοκρασία στην περίοδο μελέτης ~33 °C, εμφανιζόταν σε λιγότερες περιπτώσεις στο ίδιο διάστημα 1977-1997.



Εικ. 61. Μέσες μέγιστες - ελάχιστες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα της Θεσσαλονίκης για την περίοδο 1977- 1997 (Γαληνού-Μητσούδη, 1999).

4.1.2 Θερμοκρασία νερού

Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες νερού παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο (27 °C) και οι μικρότερες τον Ιανουάριο (7 °C), ακολουθώντας χρονικά τις θερμοκρασίες του αέρα. Ο χειμώνας του 2005 – 2006 ήταν ψυχρότερος από αυτόν του 2006-2007.

Οι θερμοκρασίες του αέρα ακολούθησαν παρόμοια μεταβολή με τις θερμοκρασίες του νερού της περιοχής μελέτης στο βάθος των 5 m που γίνεται η εκτροφή. Παρατηρήθηκε μέγιστη θερμοκρασία τον Αύγουστο και ελάχιστη τον Ιανουάριο. Σε σχέση με προηγούμενες περιόδους, το εύρος των μέσων μέγιστων-ελάχιστων θερμοκρασιών παρουσιάστηκε διευρυμένο κατά τουλάχιστον 3 °C (Πιν. 6).

Πιν. 6. Εύρος των μέγιστων και ελάχιστων τιμών της θερμοκρασίας του νερού στην περιοχή έρευνας με στοιχεία δεκαετίας.

Χρονική Περίοδος	Εύρος μέσων τιμών min- max	Βιβλιογραφική Αναφορά
1997-1998	10,0-27,0 °C	ΕΚΘΕ, 1999
2000	13,5-26,0 °C	ΕΚΘΕ, 2001
2006-2007	7,0-27,0 °C	Παρούσα έρευνα

4.1.3 Επίδραση ανέμου - υδροδυναμισμός

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Περιφερειακού Μετεωρολογικού Κέντρου Μακεδονίας της ΕΜΥ επικρατέστεροι άνεμοι σε συχνότητα, για την περίοδο των δειγματοληψιών, ήταν των βορείων διευθύνσεων με πολύ μεγάλο ποσοστό (45-75 %), με δεύτερο το νότιο (20-38 %), και τρίτο το δυτικό (2-10 %) με γενικά χαμηλές εντάσεις. Τα στοιχεία αυτά ομοιάζουν με όλα τα παλαιότερα που

έδιναν ως επικρατέστερους τους ανέμους βόρειων διευθύνσεων με συχνότητα μεγαλύτερη από 40% (Karageorgis & Anagnostou, 2001) αν και υπάρχουν αναφορές που θεωρούν ότι επικρατέστεροι άνεμοι το καλοκαίρι είναι οι νότιοι (Hyder et al., 2002; ΥΠΓΕ, 2003; Karageorgis et al., 2004).

Οι τιμές έντασης στην διάρκεια της έρευνας έφτασαν μέχρι και 8 m sec^{-1} ενώ ο μέσος όρος ήταν $1,73 \text{ m sec}^{-1}$ (με τις περισσότερες όμως καταγραφές να έχουν μικρές τιμές έντασης). Η ένταση του ανέμου για το 56,6 % της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του $0-1 \text{ m sec}^{-1}$. Σύμφωνα με τους Hyder et al. (2002) & ΥΠΓΕ (2003) οι βόρειοι άνεμοι φτάνουν τα 20 m sec^{-1} και οι νότιοι τα 10 m sec^{-1} . Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, η περίοδος μελέτης μπορεί να θεωρηθεί περίοδος ασθενών ανέμων.

Ως εκ τούτου, η επίδραση των ανέμων στον κυματογενή υδροδυναμισμό της περιοχής (Savvidis et al., 2007) δεν αύξησε την ένταση των ρευμάτων της περιοχής.

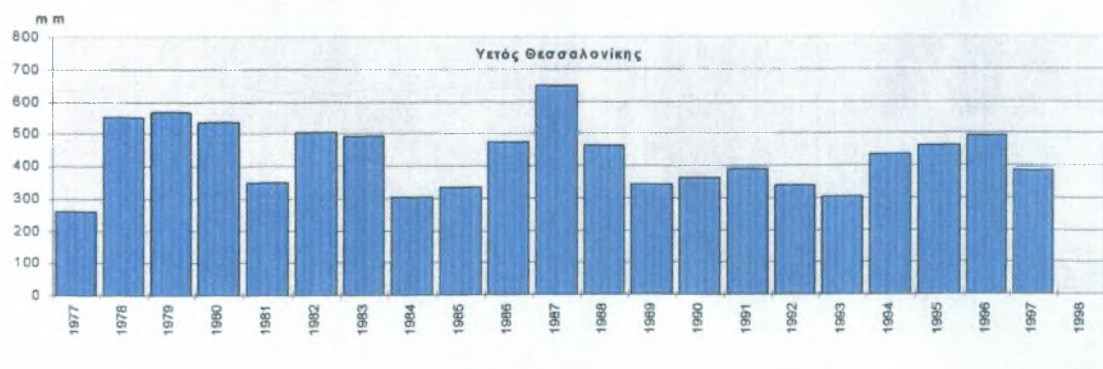
Μετρήσεις υδροδυναμισμού από τους σταθμούς δειγματοληψίας, επιβεβαίωσαν το προβλεπτικό μοντέλο κατεύθυνσης των (Barber & Volakos, 1997) στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών (βλ. Εικ. 12). Επίσης, το μοντέλο αυτό επιβεβαιώθηκε και από τις μετρήσεις του σχετικού υδροδυναμισμού με τη χρήση των γύψινων όγκων.

Σύμφωνα με τον Savvidis et al. (2007) στο μέσον μιας μυδοκαλλιέργειας οι τιμές που καταγράφονται στα 2-3 m από την επιφάνεια μειώνονται απότομα στο 50 % σε βάθος 5 m. Οι μονάδες μυδοκαλλιέργειας μειώνουν την ένταση των ρευμάτων περισσότερο από 30 %, και η μείωση αυτή φτάνει το 70 %. Η ταχύτητα του ρεύματος φαίνεται ότι ανακτάται κατά την πορεία του προς την επόμενη μονάδα. Η παρεμπόδιση αυτή που προκαλεί η μονάδα στο ρεύμα είναι μεγαλύτερη όταν το ρεύμα είναι κάθετο στην πλευρά της πλωτής κατασκευής. Στην περιοχή της Χαλάστρας τα ρεύματα συνήθως έχουν ένταση 2 - 8 cm sec⁻¹, ενώ ρεύματα με ένταση μεγαλύτερη των 10 cm sec⁻¹ είναι σπάνια. Ρεύματα μεγαλύτερα των 8 cm sec⁻¹ είναι πιο συχνά στο τέλος του καλοκαιριού παρά το φθινόπωρο και αρχές χειμώνα (Savvidis et al., 2007).

4.1.4 Υετός & αλατότητα

Η συνολική βροχόπτωση κατά την περίοδο έρευνας (βλ. Εικ. 38) μπορεί να θεωρηθεί υψηλή σε σχέση με τον συνολικό ετήσιο υετό της περιόδου 1977-1998 (ΕΚΘΕ, 1999) (Εικ. 62).

Παρόλα αυτά, η αλατότητα δεν φάνηκε να επηρεάζεται άμεσα από τη βροχόπτωση (Κοτζίνος, 2007) αλλά κυρίως από τα ποτάμια και μόνο όταν αυτά παρέχουν νερό στη θάλασσα δηλαδή τη χειμερινή περίοδο και με τις κατάλληλες συνθήκες (άνεμοι). Το υπόλοιπο διάστημα η ροή τους είναι ελάχιστη από τη διαχείριση Π.Γ.Δ.Μ.-Ελλάδας (ανάγκη για αρδεύσεις κλπ.). Επίσης υπάρχει ενδεχόμενο να επηρεάζεται η περιοχή από τις εκροές των αντλιοστασίων (στραγγιστικών τάφρων) και του αγωγού αποχέτευσης, στοιχείο όμως που πρέπει να εκτιμηθεί ποιοτικά και ποσοτικά.

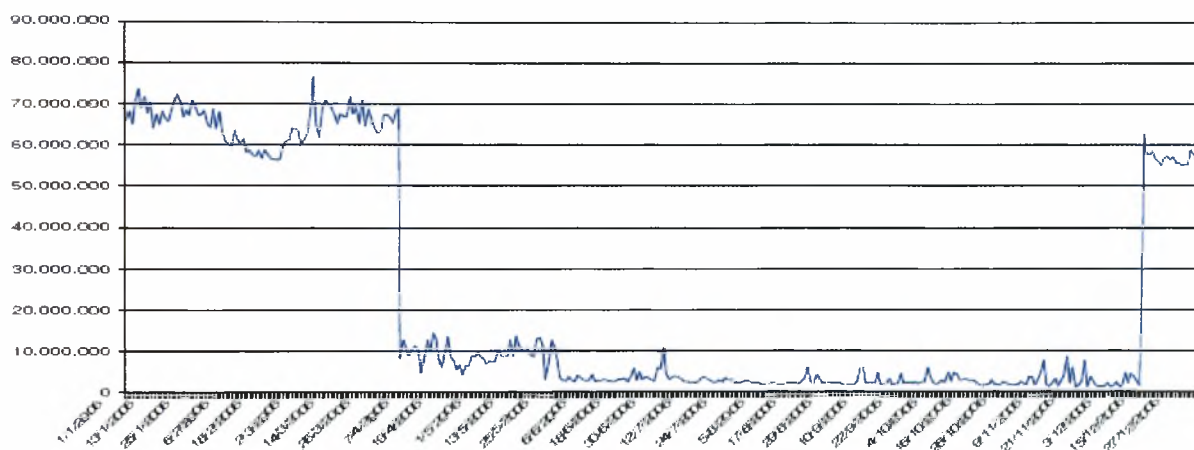


Εικ. 62. Ετήσιο ύψος βροχής για την περίοδο 1977-1997 (Γαληνού-Μητσούδη, 1999)

4.1.5 Εισροές ποταμών

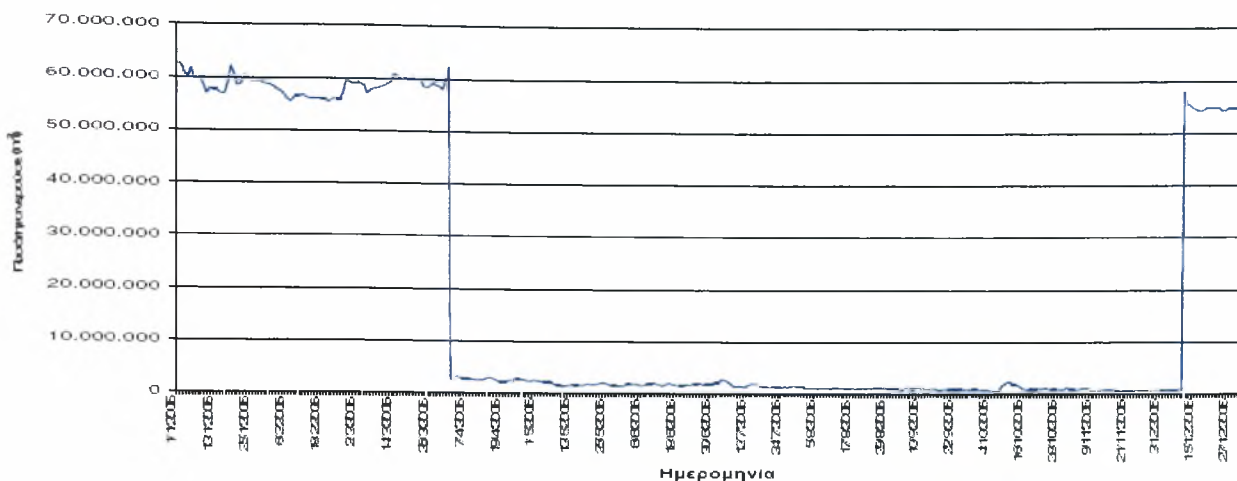
Από το τέλος Δεκεμβρίου και για όλο το χειμώνα οι εισροές γλυκών νερών στο Θερμαϊκό ήταν αυξημένες (60.000.000-70.000.000 m³) (Εικ. 63). Το μεγαλύτερο ποσοστό των εισροών οφείλεται στον Αξιό που είναι ο κύριος υδροδότης του Θερμαϊκού (Εικ. 64) (Κρεστενίτης κ.ά., 1995). Μια απότομη μείωση τον Απρίλιο κατεβάζει τις εισροές στα 10.000.000 m³ και μία ακόμη τον Ιούνιο σχεδόν μηδενίζει τις παροχές για όλο το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Απότομη αύξηση παρατηρείται πάλι στα μέσα Δεκεμβρίου.

Οι εισροές των βασικών παροχών γλυκού νερού από τα ποτάμια Αξιού, Αλιάκμονα και Λουδία φαίνονται στις εικόνες 64, 65, 66.



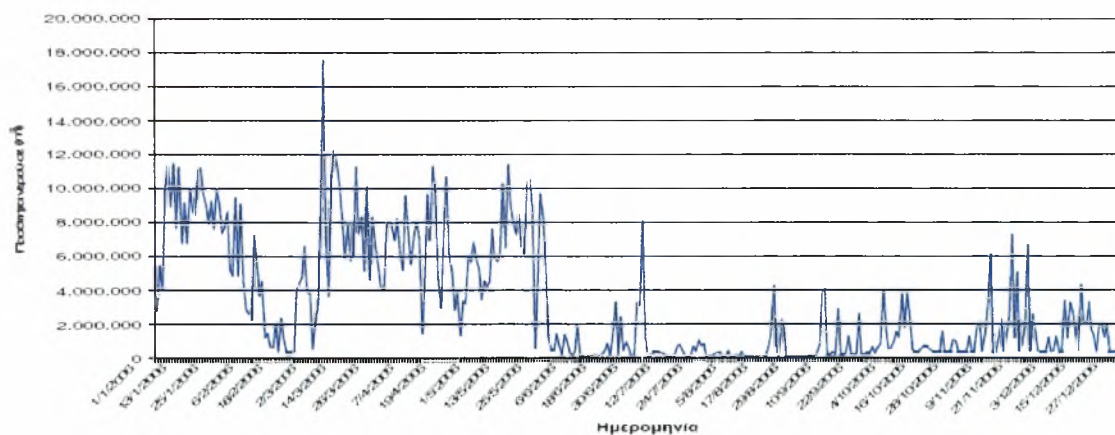
Εικ. 63. Εποχιακή διακύμανση της συνολικής ημερήσιας ποσότητας των νερών σε m³, των ποταμών Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, που καταλήγει στη θάλασσα, στην ευρύτερη περιοχή έρευνας (Κοτζίνος, 2007).

Η μέση παροχή του Αξιού είναι 170 m³/sec (Κρεστενίτης κ.ά., 1995).



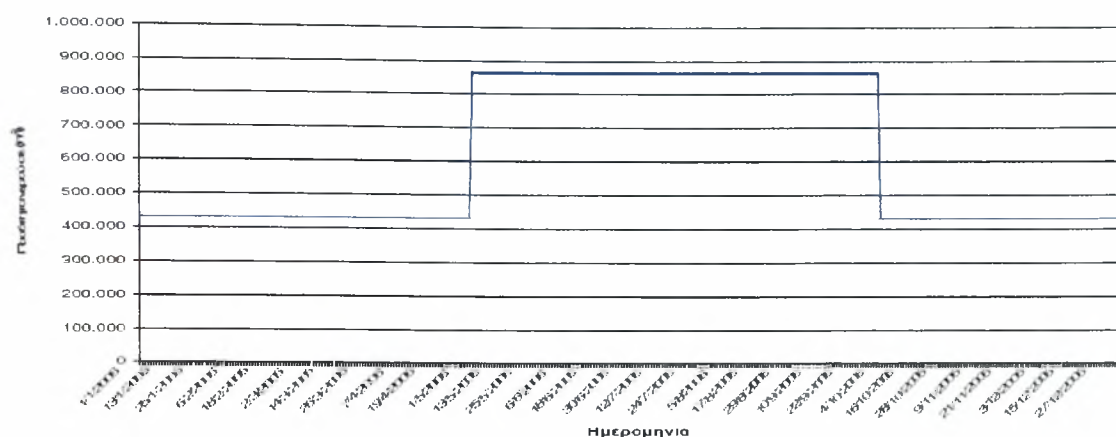
Εικ. 64. Εποχιακή διακύμανση της ημερήσιας ποσότητας των νερών σε m^3 του ποταμού Αξιού, που καταλήγει στη θάλασσα στην ευρύτερη περιοχή έρευνας (Κοτζίνος, 2007).

Η μέση παροχή του Αλιάκμονα είναι $80-100 m^3 sec^{-1}$ (Εικ. 65) και εξαρτάται ουσιαστικά από τις ανάγκες της ΔΕΗ και τις ανάγκες για άρδευση. Κατά τους θερινούς μήνες η παροχή του ποταμού είναι μηδενική εκτός σποραδικών βροχοπτώσεων (Κρεσενίτης κ.ά., 1995)



Εικ. 65. Εποχιακή διακύμανση της ημερήσιας ποσότητας των νερών σε m^3 του ποταμού Αλιάκμονα, που καταλήγει στη θάλασσα στην ευρύτερη περιοχή έρευνας (Κοτζίνος, 2007).

Η μέση παροχή του Λουδία είναι $5-10 m^3 sec^{-1}$ (Εικ. 66). Έχει νερό κυρίως το καλοκαίρι και χρησιμεύει ως αποδέκτης των νερών άρδευσης (Κρεσενίτης κ.ά., 1995).



Εικ. 66. Εποχιακή διακύμανση της ημερήσιας ποσότητας των νερών σε m^3 του ποταμού Λουδία, που καταλήγει στη θάλασσα στην ευρύτερη περιοχή έρευνας (Κοτζίνος, 2007).

Στην εικόνα της συνολικής ποσότητας γλυκών νερών κυριαρχεί αυτή του Αξιού, που είναι ο κύριος υδροδότης του Θερμαϊκού (βλ. Εικ. 63).

Οι μυδοκαλλιέργειες εξαρτώνται άμεσα από τα νερά του Αξιού και ιδιαίτερα από τα αιωρούμενα που παρέχει στο υδάτινο περιβάλλον. Η ύπαρξη γλυκών νερών και οργανικής φερτής ύλης στις εκβολές ενισχύει τη γρήγορη ανάπτυξη των μυδιών, ενώ η έλλειψη νερού και φερτών υλικών ή η ρύπανση επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγή (Karageorgis et al., 2004). Η μέση ετήσια παροχή του Αξιού ήταν στο παρελθόν $5,0 \times 10^9 m^3$ έτος⁻¹ και στην περίοδο 1995–2000 μειώθηκε σε $3,4 \times 10^9 m^3$ έτος⁻¹. Οι φερτές ύλες υπολογίζονται σε $1-2 \times 10^6 t$ έτος⁻¹, ενώ πρόσφατες μελέτες δείχνουν 10-20 φορές μικρότερες ποσότητες ($0,1 \times 10^6 t$ έτος⁻¹) (Karageorgis & Anagnostou, 2001). Η μείωση αυτή οφείλεται στα φράγματα και τη χρήση του νερού για άρδευση, που μειώνουν την παροχή του ποταμού. Οι εισροές των ποταμών είναι σημαντικές για την περιοχή τους χειμερινούς μήνες μέχρι και τα μέσα Απριλίου. Λόγω του υδροδυναμισμού με Β, ΒΔ άνεμο (βλ. Εικ. 13), που είναι και οι επικρατέστεροι αυτή την περίοδο, δεν παρατηρείται εισροή γλυκών νερών από τα ποτάμια στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών όπως φαίνεται και από την αλατότητα (Εικ. 39). Με Ν, ΝΔ άνεμο, το καλοκαίρι, τα ρεύματα ωθούν γλυκά νερά από τους ποταμούς προς την περιοχή, αν και η ποσότητα τους είναι μειωμένη αφού η ροή των ποταμών είναι στα χαμηλότερα επίπεδα της (βλ. Εικ. 63).

4.1.6 Οξυγόνο

Γενικά οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου (DO_2) στο νερό σε όλη την περιοχή έρευνας και στη στήλη του νερού παρουσίαζαν τιμές μεγαλύτερες από $5,7 \text{ mg l}^{-1}$. Περιπτώσεις υποξείας (λαμβάνοντας ως όριο υποξείας τα $2-3 \text{ mg l}^{-1}$, <http://www.esa.org>) παρατηρήθηκαν στους σταθμούς M2 και M3 τον Φεβρουάριο του 2006 και συνοδεύτηκαν με έντονη δυσοσμία των δειγμάτων (υδρόθειο).

4.1.7 Διαύγεια

Η διαύγεια του νερού επηρεάστηκε από την παρουσία αιωρούμενου υλικού (ανόργανου και οργανικού, ζωντανού ή νεκρού) στη στήλη του νερού. Τα αιωρούμενα που μετρήθηκαν σε όλη την περίοδο έρευνας (κλάσμα σε φίλτρο $45 \mu\text{m}$) βρέθηκε να έχουν εύρος από 11 mg l^{-1} (16/1/06) έως 365 mg l^{-1} (8/3/07) και μέση τιμή $42,83 \text{ mg l}^{-1}$ (Moriki et al., 2007; Μωρίκη κ.ά., 2008), ενώ την περίοδο Ιανουαρίου- Ιουνίου οι τιμές κυμαίνονταν στα 20 mg l^{-1} (Αβραμίδου, 2007). Επίσης τα γενικά ασθενή ρεύματα δεν απομάκρυναν την οργανική ύλη και τα προϊόντα μεταβολισμού των μυδιών, συμβάλλοντας έτσι στη μειωμένη διαφάνεια του νερού της περιοχής στις αντίστοιχες περιόδους. Συγκεκριμένα, η διαύγεια από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Απρίλιο ήταν στα 5 m με ελάχιστη τον Μάιο (1 m) και μέγιστη τον Αύγουστο στα $7,20 \text{ m}$.

4.2 Βιολογικά στοιχεία

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α ως δείκτης ύπαρξης τροφής διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα όλο το χρόνο εκτός από τις χειμερινές περιόδους. Ακολούθησε παρόμοιο πρότυπο μεταβολής σε όλους τους σταθμούς με τον σταθμό M1 να εμφανίζει ελάχιστα καλύτερη εικόνα.

Περιοχές του κόλπου Θεσσαλονίκης, εκτός περιοχής μυδοκαλλιέργειών, φαίνεται να έχουν μέσες ετήσιες τιμές χλωροφύλλης-α εξαιρετικά μεγαλύτερες ($2,37 \text{ mg m}^{-3}$, SoHelME, 2005) από εκείνες που καταμετρήθηκαν μέσα στις μυδοκαλλιέργειες της παρούσας έρευνας κατά την ίδια περίοδο ($0,00 - 0,27 \text{ mg m}^{-3}$). Οι υψηλότερες τιμές που μετρήθηκαν στις μυδοκαλλιέργειες ήταν το χειμώνα του 2006 και του 2007 και κυμάνθηκαν από $0,20 - 0,27 \text{ mg m}^{-3}$ ενώ οι χαμηλότερες ήταν ($0,00 - 0,07 \text{ mg m}^{-3}$) κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Τιμές χλωροφύλλης-α στα μυδοτροφεία της Χαλάστρας από μετρήσεις που έγιναν το έτος 2000 (ΕΚΘΕ, 2001), συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες της παρούσας έρευνας, έδειξαν ότι το 2006 τα

επίπεδα χλωροφύλλης-α παρουσιάζονταν τουλάχιστον υποδεκαπλάσια εκείνων του 2000. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το ΕΚΘΕ (2001) στα 5 m βάθος από την επιφάνεια της θάλασσας όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος της βιομάζας των μυδιών στις πλωτές εκτροφές, το Μάρτιο 2000 η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α ανήλθε σε 16 mg m^{-3} σε μυδοκαλλιέργεια πολύ κοντά στη Μ1 της παρούσας έρευνας ενώ μειώθηκε κατά 4 φορές σε σταθμό της ίδιας μελέτης που ήταν ταυτόσημος με τον Μ2 της παρούσας. Τον Απρίλιο και Μάιο του 2000 οι τιμές της χλωροφύλλης-α ήταν στα επίπεδα του $1-4 \text{ mg m}^{-3}$. Οι τιμές αυτές θεωρήθηκαν πολύ χαμηλές αφού επίπεδα χλωροφύλλης-α $< 0,5 \text{ mg m}^{-3}$ σύμφωνα με τους Inglis et al. (2000) οδηγούν σε μικρή αύξηση μυδιών. Και μάλιστα αν τα μύδια παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε περιβάλλον με αυτά τα χαμηλά επίπεδα χλωροφύλλης-α, όπως συμβαίνει στην περιοχή του ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης, τότε τα μύδια χάνουν σωματικό βάρος.

Για παράδειγμα το είδος *Perna canaliculus* όταν η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α πέσει ανάμεσα στο $1-0,5 \mu\text{g l}^{-1}$ η ανάπτυξή του παίρνει αρνητικές τιμές (Inglis et al., 2000).

Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές οι υψηλότερες τιμές χλωροφύλλης-α που σημειώθηκαν το χειμώνα δεν υποστηρίζουν την μεγάλη αύξηση των μυδιών και οδηγούν σε κακή ποιότητα παραγωγής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η ετήσια διακύμανση της χλωροφύλλης-α στη λιμνοθάλασσα του Thau (N. Γαλλία) κατεξοχήν οστρακοκαλλιεργητική περιοχή είναι από $1,09 - 2,15 \text{ mg m}^{-3}$ (Tournier & Pichot, 1985). Στην ίδια λιμνοθάλασσα (Thau, N. Γαλλία) σε σχετικά πιο πρόσφατη έρευνα των Gangnery et al. (2004), η ετήσια διακύμανση της χλωροφύλλης-α είναι από $0,39 - 3,38 \text{ mg m}^{-3}$.

Στην περιοχή έρευνας παρατηρείται στρωμάτωση από το τέλος της άνοιξης ως το φθινόπωρο και ακολουθεί ομογενοποίηση της στήλης του νερού το χειμώνα (Κοτζίνος, 2007) (Πιν. 6). Η στρωμάτωση οφείλεται σε διαφορές της αλατότητας αλλά και της θερμοκρασίας και αφορά επιφανειακό στρώμα μέχρι 10 m βάθος (ΕΚΘΕ, 2001; Κοτζίνος, 2007). Η ομογενοποίηση της στήλης του νερού αποδίδεται στην κάθετη ανάμειξη των νερών. Κατά την επαναιώρηση (φθινόπωρο-χειμώνα), μπορεί η στήλη του νερού να εμπλουτισθεί με θρεπτικά που συμβάλλουν στην εκτροφή των μυδιών, αφού τα μύδια απαιτούν μεγάλες ποσότητες τροφής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι τα μύδια σε περιοχές με μεγάλη μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα «αφαιρούν» από το σύστημα ποσοστό 30% του άνθρακα, 42% του αζώτου και 60% της χλωροφύλλης-α (Cabanac et al., 1979). Αντίθετα, η στρωμάτωση

την περίοδο άνοιξη-καλοκαίρι δεν συντελεί στην παρουσία τροφής για τα μύδια, με αποτέλεσμα τα μύδια να έχουν και μικρότερη αύξηση στην περίοδο αυτή (Bardach et al., 1972).

Πιν. 6. Η δομή της στήλης του νερού στην περίοδο έρευνας (Κοτζίνος, 2007).

Μήνες	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ							
	Μ1		Μ2		Μ3		Μ4	
	Ομογενοποίηση	Στρωμάτωση	Ομογενοποίηση	Στρωμάτωση	Ομογενοποίηση	Στρωμάτωση	Ομογενοποίηση	Στρωμάτωση
Ιανουάριος	√		√		√		√	
Φεβρουάριος	√		√		√		√	
Μάρτιος		√	√			√		√
Απρίλιος		√		√		√		√
Μάιος		√		√		√		√
Ιούνιος		√		√		√		√
Ιούλιος		√		√		√		√
Αύγουστος		√	√		√			√
Σεπτέμβριος	√		√		√		√	
Οκτώβριος	√			√		√		√
Νοέμβριος	√		√		√			√
Δεκέμβριος	√		√		√		√	

Το μέγεθος των μυδιών (μήκος, ύψος) που παρήγαγε ο Μ1 ήταν μεγαλύτερο από εκείνο των δύο άλλων σταθμών (Μ2 και Μ3). Τα μύδια του σταθμού Μ1 ήταν βαρύτερα συγκρινόμενα με τα μύδια των άλλων δύο σταθμών ως προς το ολικό βάρος και το βάρος σώματος. Το βάρος του κελύφους των μυδιών όμως του Μ1 ήταν παρόμοιο με του σταθμού Μ2, γεγονός που δηλώνει μειωμένη εμπορική ποιότητα των μυδιών του Μ2. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύθηκε από τον δείκτη ευρωστίας υγρού βάρους που στον σταθμό Μ2 ήταν ο μικρότερος έναντι των άλλων δύο σταθμών. Ο δείκτης ευρωστίας για ξηρό βάρος εξομοίωσε την ποιότητα των μυδιών του Μ2 με τα μύδια του σταθμού Μ3. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται σε διαφορετική σύσταση των ιστών της σάρκας (την υγρασία, την πρωτεΐνη και τους υδατάνθρακες) (Daniel, 1921; Chipperfield 1953; Slabyj et al., 1978).

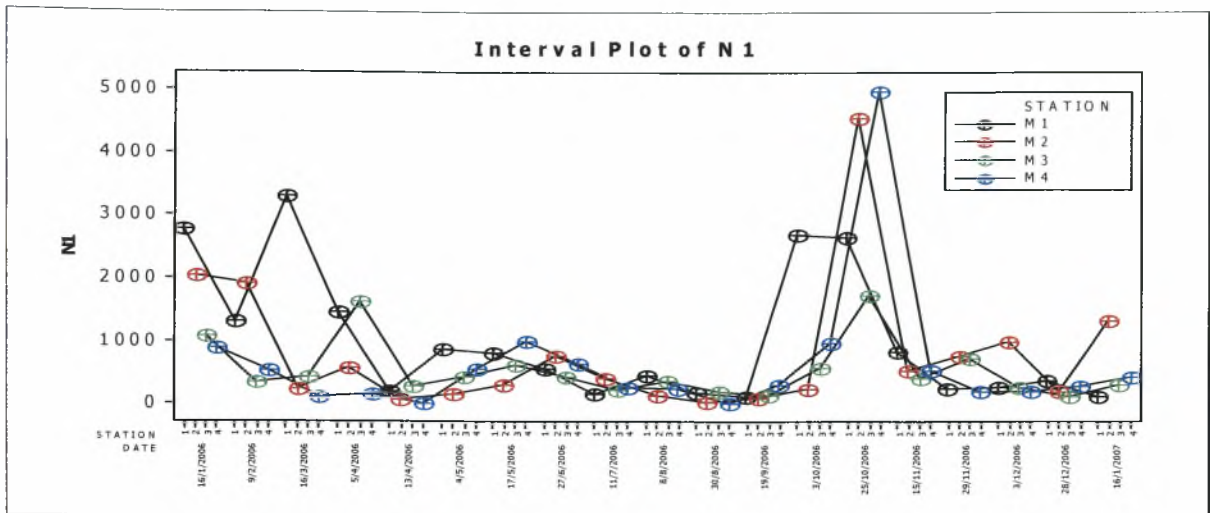
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη ευρωστίας

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

- 1. Ωοτοκία**
- 2. Τροφή**
- 3. Διαχείριση**
- 4. Άλλα περιβαλλοντικά**
- 5. Ανταγωνισμός (Επιβιότητες και Ενδοβιότητες)**

4.3.1 Ωοτοκία

Η μείωση του δείκτη ευρωστίας φάνηκε ότι οφειλόταν και στην απελευθέρωση του γεννητικού υλικού των μυδιών που παρατηρήθηκε το χειμώνα και το φθινόπωρο. Την περίοδο της αναπαραγωγής ακολούθησε η πλαγκτική φάση της ζωής των μυδιών στη στήλη του νερού. Στην εικόνα 67 (αδημοσίευτα στοιχεία Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2008) φαίνεται η μεταβολή της πυκνότητας των πρώιμων νυμφών στην στήλη του νερού. Το Σεπτέμβριο-Οκτώβριο φαινόταν ότι ταυτόχρονα με την αύξηση του δείκτη ευρωστίας συμβαίνει και η ανάπτυξη γονάδων και η απελευθέρωση γεννητικού υλικού σύμφωνα με το πρότυπο της ευκαιριακής αναπαραγωγικής στρατηγικής (Lowe et al., 1982; Rodhouse et al., 1984). Σύμφωνα με τους ερευνητές η αναπαραγωγική στρατηγική του μυδιού μπορεί να είναι συντηρητική ή ευκαιριακή και μπορεί να ρυθμίζει δραστηριότητα ανάλογα με το περιβάλλον. Έτσι ορισμένοι πληθυσμοί κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ακολουθούν ευκαιριακές ωοτοκίες που αντλούν τα ενεργειακά αποθέματα κατά την διάρκεια της γαμετογένεσης.



Εικ. 67. Δυναμική πρώιμου σταδίου των προνυμφών μυδιού στους σταθμούς δειγματοληψίας (αδημοσίευτα στοιχεία: Α.Τ.Ε.Ι.Θ.).

4.3.2 Τροφή

Παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α, ως δείκτης ύπαρξης τροφής, διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα όλο το χρόνο με εξαίρεση τις χειμερινές περιόδους που είχε θετική επίδραση στο δείκτη ευρωστίας των μυδιών. Παρόλα αυτά η ποσότητα της χλωροφύλλης-α ακόμη και σε αυτές τις περιόδους ήταν σε χαμηλά επίπεδα. Στην περιοχή έρευνας τα αιωρούμενα ανιχνεύονταν σε μεγάλες συγκεντρώσεις (μέση τιμή 42,83 mg l⁻¹) (Μωρίκη κ.ά., 2008) και ήταν κυρίως οργανικής προέλευσης (Αβραμίδου, 2007; Moriki et al., 2007). Αυτά τα αιωρούμενα μπορεί να προέρχονταν από τις εισροές των ποταμών αλλά και από την επαναιώρηση του ιζήματος τις περιόδους που υπάρχει ανάμειξη στη στήλη του νερού (βλ. Πιν. 6). Τα ενήλικα φαίνεται να ευνοούνται από την αυξημένη συγκέντρωση αιωρούμενων. Σύμφωνα με ερευνητές στο εργαστήριο αλλά και στο πεδίο φάνηκε ότι η ανάπτυξη για το *Mytilus edulis* αυξάνει σε συγκεντρώσεις του σηστου 1-25 mg l⁻¹, ενώ μειώνεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις του της τάξεως των 40-50 mg l⁻¹ (Frechette & Grant, 1991). 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 του δείκτη ευρωστίας.

4.3.3 Διαχείριση

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται οι διαχειριστικές ενέργειες σε συνδυασμό με βιολογικά και περιβαλλοντικά στοιχεία των μονάδων σε ετήσια βάση.

Πιν. 7. Βιολογικός και διαχειριστικός κύκλος μυδιών στις εκτροφές Χαλάστρας με περιβαλλοντικά στοιχεία.

Μήνας	Βιολογική κατάσταση	Περιβαλλοντικά	Διαχείριση	Δείκτης ευρωστίας
Ιανουάριος	Ωτοκία	T °C: 9 S‰: 36,43 Διαφάνεια m: 4,8	Αραίωση (L~ 5-6 cm)	> 50%
Φεβρουάριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 7 S‰: 36,58 Διαφάνεια: 4,8		> 50%
Μάρτιος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 9 S‰: 36,45 Διαφάνεια m: 4,8		> 50%
Απρίλιος	Αύξηση	T °C: 12,5 S‰: 36 Διαφάνεια m: 3,4		> 50%
Μάιος	Αύξηση	T °C: 17,5 S‰: 34,10 Διαφάνεια m: 3,2	Αρμάθιασμα γόνου	> 50%
Ιούνιος	Αύξηση	T °C: 24 S‰: 35,05 Διαφάνεια m: 4	Αρμάθιασμα γόνου	50%
Ιούλιος	Αύξηση	T °C: 25 S‰: 34,82 Διαφάνεια m: 3,9	Αραίωση (L~ 4-5 cm)& Αρμάθιασμα γόνου	50%
Αύγουστος	Αύξηση	T °C: 27 S‰: 36,87 Διαφάνεια m: 6,6		<50%
Σεπτέμβριος	Ωτοκία	T °C: 24 S‰: 35,05 Διαφάνεια m: 6,8		<50%
Οκτώβριος	Ωτοκία	T °C: 21 S‰: 35,05 Διαφάνεια m: 4,6	Αραίωση (L~ 3-4cm)	< 50%
Νοέμβριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 14 S‰: 36 Διαφάνεια m: 4,8	Αραίωση (L~ 3-4 cm)	50%
Δεκέμβριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 12 S‰: 36,71 Διαφάνεια m: 6	Αραίωση (L~ 5-6 cm)	> 50%

Στο τέλος της άνοιξης παρατηρήθηκε μια απότομη πτώση στον δείκτη ευρωστίας σε όλους τους σταθμούς η οποία συνεχίστηκε έως το τέλος του καλοκαιριού. Φαίνεται να σχετίζεται με την αρχή διαχειριστικής και τους χειρισμούς (αρμαθιάσματα) διότι τον Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο παρατηρήθηκε αρχή διαχειριστικής περιόδου (βλ. Πιν. 5). Τον Ιούνιο – Ιούλιο εμφανίσθηκαν σε όλες τις μονάδες μικρού μεγέθους μύδια. Το χειμώνα και την άνοιξη τα μύδια εμφανίσθηκαν να έχουν το μεγαλύτερο μήκος και ξεπερνούσαν το εμπορεύσιμο των 5 cm. Εξαιρεση αποτέλεσε ο σταθμός M1 λόγω μικρών διαφορών στο τρόπο διαχείρισης. Το Σεπτέμβριο άρχισε να αυξάνει ο δείκτης και εμφάνισε μια κάμψη τον Οκτώβριο που μπορεί να συσχετιστεί με χειρισμούς (αραιώσεις) και αναπαραγωγή.

4.3.4 Άλλα περιβαλλοντικά

Στην περιοχή έρευνας από τον Ιούνιο μέχρι και τον Οκτώβριο οι θερμοκρασίες ήταν πάνω από 20 °C και όπως φάνηκε επηρέασαν την ανάπτυξη και το δείκτη ευρωστίας που ήταν κάτω του 50 % (βλ. Πιν. 7). Τον Αύγουστο η θερμοκρασία ήταν η μέγιστη και ο δείκτης ευρωστίας ο μικρότερος. Σύμφωνα με ερευνητές θερμοκρασίες στο εύρος 10-20 °C (Bayne et al., 1976) επηρεάζουν ελάχιστα την ανάπτυξη ενώ αντίθετα σε θερμοκρασίες πάνω από 20 °C μειώνεται η ανάπτυξη (Almada-Villela et al., 1982).

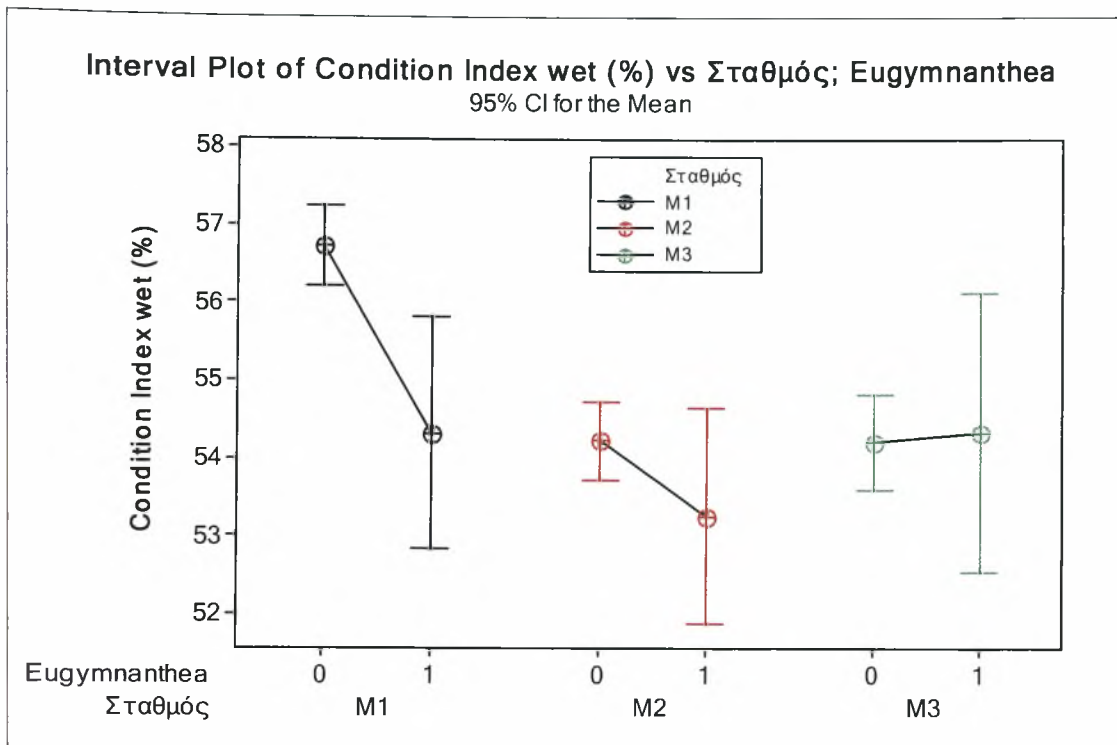
4.3.5 Ανταγωνισμός (Επιβιότες και Ενδοβιότες)

Αρνητική επίδραση στο δείκτη ευρωστίας έχουν οι επιβιότες ως ανταγωνιστές στην τροφή (Seed & Suchanek, 1992; E.K.Θ.Ε., 2001) και οι ενδοβιότες. Περίπτωση μακροπαράσιτων δεν ανιχνεύτηκε. Βρέθηκε όμως υδρόζωο του γένους *Eugymnanthea* στην περίοδο από 25/10/06 και έως τις 8/3/07 (Εικ. 68).



Εικ. 68. Ο ενδοβιότης του γένους *Eugymnanthea* (Galinou-Mitsoudi et al., 2002).

Ο δείκτης ευρωστίας (CI %) για υγρό βάρος μυδιών ιδιαίτερα στον σταθμό δειγματοληψίας M1, ήταν εμφανώς επηρεασμένος (Two sample, t- test, $P= 0,002$) (Εικ. 69). Τα αποτελέσματα αυτά ομοιάζουν με αντίστοιχα στην ίδια περιοχή το έτος 2000 (Galinou-Mitsoudi et al., 2002). Οι συγγραφείς αυτοί εκτίμησαν μείωση του βάρους των μυδιών που ήταν φορείς του υδρόζωου κατά ~ 17 %. Ο γόνος των μυδιών επίσης μπορεί να λειτουργήσει επιβιοτικά στις αρμαθιές ενήλικων μυδιών της εκτροφής σε ορισμένες περιόδους που εγκαθίσταται μαζικά τον Απρίλιο και τον Μάιο παρατηρήθηκε γόνος στις αρμαθιές σε μεγάλες πυκνότητες (Tenore et al., 1982). Την ίδια περίοδο δηλαδή που εμφανίζεται γόνος και στις αρμαθιές της περιοχής έρευνας.

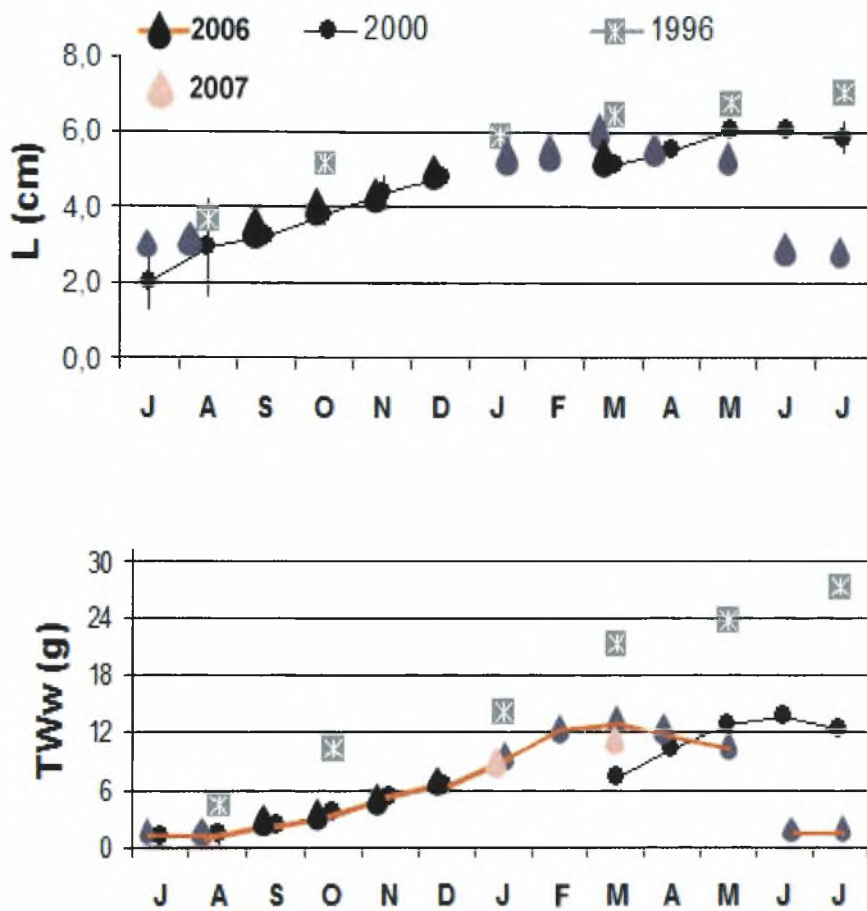


Εικ. 69. Ο μέσος δείκτης ευρωστίας (CI %) για υγρό βάρος, των εκτρεφόμενων μυδιών στους σταθμούς δειγματοληψίας την περίοδο που παρατηρήθηκε ο ενδοβιότης του γένους *Eugymnanthea* 1= παρουσία ενδοβιοτών και 0= απουσία ενδοβιοτών.

5. Δυναμικότητα και παραγωγή μονάδων

Όπως φαίνεται από την εικόνα 70 παγιώνεται η κατάσταση της ποιότητας των μυδιών στις μονάδες με βάση το έτος 2000. Η παραγόμενη ποσότητα μυδιών m^{-1} αρμαθιάς, δεν φθάνει πλέον το όριο της δυναμικότητας των μυδοκαλλιεργειών. Το γενικευμένο όριο του ΥΠΕΧΩΔΕ (αρ. 145320/20-8-2002) καθορίζει παραγωγή μέχρι τα $15 \text{ kg } m^{-1}$, αποτελεί δε όρο των αδειών Ίδρυσης και Λειτουργίας των μυδοκαλλιεργειών (ΥΠΓΕ, 2003). Χαρακτηριστικό είναι ότι πλέον οι σταθμοί ελάχιστες φορές πλησιάζουν και ακόμα λιγότερο ξεπερνούν το όριο παραγωγής για τα πλωτά μυδοτροφεία (Εικ. 70). Αξιολογώντας το βάρος/μ αρμαθιάς από τα διαχειριστικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την παρούσα έρευνα βρέθηκε ότι ο σταθμός M1 φτάνει το όριο της επιτρεπόμενης δυναμικότητάς του τρεις φορές στους 14 μήνες μελέτης το Μάιο, Φεβρουάριο και Δεκέμβριο. Ο σταθμός M2 τρεις φορές, τον Απρίλιο και δύο το Μάιο, ενώ ο σταθμός M3 φτάνει μόνο δύο φορές το όριο τον Απρίλιο και το Μάιο.

Παλαιότερα, το όριο της παραγωγής/μ αρμαθιάς 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).



Εικ. 70. Μηνιαία μεταβολή του μέσου μήκους (L) και του μέσου βάρους (TWw) των μυδιών από πλωτές μυδοκαλλιέργειες της Χαλάστρας για τα έτη 1996 (Κράββα, 2000), 2000 (Ε.Κ.Θ.Ε., 2001) καθώς και 2006 - 2007 (παρούσα έρευνα).

Εξετάζοντας το δείκτη ευρωστίας για τα υγρά βάρη των μυδιών της περιοχής έρευνας, την άνοιξη του 2000, ο δείκτης 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 %).

Οι Garen et. al. (2004) στη Δ. Γαλλία (Pertuis Breton) σε πλωτές εκτροφές μυδιών του είδους *Mytilus edulis* βρήκαν ότι ο δείκτης ευρωστίας για υγρά βάρη κυμαίνεται σε διάρκεια ενός έτους από 25,9 % έως 39,5 %, αισθητά χαμηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές στην περιοχή της Χαλάστρας, και για τιμές χλωροφύλλης-α μέχρι 50 φορές μεγαλύτερες από αυτές της περιοχής μελέτης. Στη Pertuis Breton

μάλιστα οι μέγιστες τιμές του δείκτη ευρωστίας σημειώνονται το καλοκαίρι σε αντίθεση με τον κόλπο Θεσσαλονίκης όπου εμφανίζονται το χειμώνα.

Από τα προαναφερόμενα, φαίνεται ότι η δυναμικότητα παραγωγής των μυδοκαλλιεργειών έχει μειωθεί από το 1996 και σχεδόν σταθεροποιήθηκε την περίοδο 2000-2007 με τάση να μειωθεί περισσότερο (πχ. ολικό υγρό βάρος).

Παράμετροι που φαίνεται να συνέβαλαν και συνεχίζουν να επιδρούν αρνητικά καταγράφηκαν και στην παρούσα μελέτη (χωρίς αξιολογική σειρά):

- Η πυκνή τοποθέτηση των αρμαθιών (<50 cm).
- Τα μειωμένα αποθέματα τροφής εκφρασμένα σε ποσότητες χλωροφύλλης-α.
- Η παρουσία ενδοβιοτικών οργανισμών όπως το *Eugymnanthea* sp.
- Ο χαμηλός υδροδυναμισμός.
- Η χωροθέτηση των μονάδων χωρίς μελέτες υδροδυναμισμού.
- Περιβαλλοντικές συνθήκες, πχ. περιπτώσεις υψηλής θερμοκρασίας (βλ. Εικ. 35) ή και υψηλής αλατότητας (βλ. Εικ. 39) στα όρια θνησιμότητας των μυδιών (Lubet, 1983).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα ευρήματα της διατριβής είναι:

- Η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής στις μυδοκαλλιέργειες του ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης εκφρασμένη ως χλωροφύλλη-α είναι η χαμηλότερη από περιοχές με μυδοκαλλιέργειες στη Μεσόγειο και αλλού και 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 % το χειμώνα και την άνοιξη.
- Ο ενδοβιότης *Eugymnanthea* sp. επηρεάζει αρνητικά το 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 το δείκτη ευρωστίας στους σταθμούς M2, M3, κυρίως λόγω των καλύτερων περιβαλλοντικών συνθηκών.
- 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.
- Αναμένεται η εφαρμογή της Π.Ο.Α.Υ. να λάβει υπόψη της τα νέα δεδομένα στη διαχείριση των περιοχών αυτών για την βελτίωση και αειφορία της παραγωγικής αυτής δραστηριότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Abada-Boudjema, Y. M., & Dauvin, J. C. (1995) Recruitment and Life Span of two natural mussel populations *Perna perna* and *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) from the Algerian coast. *J. Moll. Stud.*, **61**, 467-481.
- Aldrich, J. C. & Crowley, M. (1986) Condition and variability in *Mytilus edulis* L. from different habitats in Ireland. *Aquaculture*, **52**, 273-286.
- Almada-Vullela, P.C., Davenport, J., Gruffydd, L.L.D. (1982) The effect of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **59**, 275-88.
- Ardizzone, G. D., Belluscio, A., Gravina, M. F., Somaschini, A. (1996) Colonization and Disappearance of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck), on an Artificial Habitat in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf- Science*, **45**, 665-676.
- Arsenoudi P., Scouras Z. & Chintiroglou C.C. (2003). First evaluation of *Mytilus galloprovincialis* LMK, Natural populations in Thermaikos gulf: Structure and distribution. *Fresenius Environmental Bulletin*, V.12 (11): 1384-1393 pp.
- Aunaas, T., Denstad, J. P., Zachariassen, K. E. (1988) Ecophysiological importance of the isolation response of hibernating blue mussels (*Mytilus edulis*). *Mar. Biol.*, **98**, 415-419.
- Baird, R. H. (1966) Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis*). *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food*, London., Ser. II, **25**, 1-33.
- Baird, R. H. (1958) Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Cons.*, **23**, 249-257.
- 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>
- Bardach, J.E., Ryther, J.H. and McLarney, W.O. (1972) In: *Aquaculture*, Wiley, New York p. 868.
- Bayne, B. L. (1965) Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, **2**, 1-47.

- Bayne, B. L. (1976a) Aspects of reproduction in bivalve molluscs. In: F. J. Verneberg (ed), *Estuarine Processes*. Vol. 1. Uses, stresses and adaptation to the estuary. Academic press, New York, pp. 432-448.
- Bayne, B. L. (1976b) The biology of mussel Larvae. In: *Marine Mussels: their ecology and physiology*. B. L. Bayne (ed), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 81-120.
- Bayne, B. L., Brown, D. A., Burns, K., Dixon, D. R., Ivanovici, A., Livingstone, D. R., Lowe, D. M., Moore, M. N., Stebbign, A. R. D., Widdows, J. (1985) *The effects of stress and pollution on marine animals*. Praeger Press, New York, 384 pp.
- Bellan-Santini, D., (1969) Contribution a l etude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume.*, **47(63)**, 294p, (These Univ., Aix- Marseille).
- Bohle, B. (1972) Effects of adaptation to reduced salinity on the filtration activity and growth of mussels (*Mytilus edulis*). *J. Exp. Mar. Biol. Symp. Bangor*, U. K., 1969. Cambridge University Press, Cambridge pp. 63-69.
- Brousseau, D. J. (1983) Aspects of reproduction of the blue mussel, *Mytilus edulis* (Pelecypoda, Mytilidae) in Long Island Sound. *Fish. Bull.*, **81**, 733-739.
- Cabanas, J.M., Gonzalez, J.J., Marino, J., Perez, A., Roman, G. (1979) Estudio del mejillon y de su epifauna en los cultivos flotantes de la Ria de Arosa: III. Observaciones previas sobre la retencion de particulas y la biodeposicion de una batea. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* **5**, 45-50.
- Caceres-Martinez, J. & Figueras, A. (1997) The mussel, oyster and pectinid fisheries of Spain. In: *The History, Present Condition, and the Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe*, Vol. 3, Europe (eds C. L. MacKenzie, Jr, V.G. Burrell, Jr, A. Rosenfield & W.L. Hobert), pp. 165-90. US Department of Commerce, NOAA technical Report **129**.
- Chipperfield P.N.J. (1953) Observations on the breeding and settlement of *M. edulis* (L.) in British Waters. *J. Mar. Ass. U.K.* **32**, 449-476.
- Daniel, R. J. (1921) Seasonal changes in the chemical composition of the mussel (*Mytilus edulis*). *Rept.Lancs. Sea Fish. Lab.*, 1920, pp. 74-84.
- Davenport I. & Chen Xiaogang. (1987). A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel *Mytilus edulis*. *Journal of Molluscan Studies*, **53(3)**, 293-297.

- Davenport, J. (1979) The isolation response of mussels (*Mytilus edulis* L.) exposed to falling sea water concentrations. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **59**, 124-132.
- Decision No 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of establishing the list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC. 15, **06**, p. 358, 20 /11/ 2001.
- Dix, T. G. & Ferguson, A. (1984) Cycles of reproduction and condition in Tasmanian blue mussel *Mytilus edulis planulatus*. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **35**, 307-313.
- E.C. (1995) "Complication of limits of contaminants in food in the legislation of the Member states". European Commission, Directorate-General III, Version 3, June 1995, pp 1-61.
- EEA (1999) State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. European Environment Agency, Environ Asses Ser, No 5, 137p.
- EEC (1979) Council Directive 79/923/EEC: Quality of shellfish. *Off. J. Euro. Comm.* **L 281/1**, 30.10.79.
- EEC (1991) Council Directive 91/492/EEC: health conditions for the production and the placing on the market of fishery products, 22 July 1991.
- Evmorphopoulos, L., 1961. The changes in Thessaloniki Bay. *Technical Annal of Greece*, 205-208, 51-76.
- FAO (1999) Yearbook of Fishery Statistics for 1997. Vol. **84**. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO (2002) Food and agriculture organization of the United Nations, FAOSTAT database. <http://apps.fao.org/page/collections>.
- 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*, pp. 467-472.
- Figueras, A.J. (1989) Mussel culture in Spain and France. *World Aquaculture*, **20** (4), 8-17.
- 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, pp. 201-213.

- 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. & Papatthasiou, E. (2000) Mussel endobionts in Greek cultures: First occurrence and effects. In: CAFT-EM2002: 1-11, (Jun 2002).
- Gangnery A., Bacher C. & Buestel D. (2004) Application of a population dynamics model to the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, reared in Thau Lagoon (France). *Aquaculture* **229**(1), 289-313.
- Garen P., S. Robert, S. Bougrier (2004) Comparison of growth of mussel, *Mytilus edulis*, on longline, pole and bottom culture sites in the Pertuis Breton, France. *Aquaculture*, **232**, (1-4), 511-524.
- Gosling E. (2003a) An introduction to Bivalves. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **1**, 1-6.
- Gosling E. (2003b) Bivalve culture. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **9**, 284-361.
- Gosling E. (2003c) Public Health. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **12**, 412-439.
- Gosling E. (2003d) Bivalve Growth. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **6**, 169-200.
- Gotsis-Skretas O. and Friligos N. (1990). Eutrophication and phytoplankton ecology in the Thermaikos Gulf Project. *Thalassographica* V.13 (Suppl.1):1-12 pp.
- HCMR (2003) Monitoring the quality of the marine environment in the Gulf of Thessaloniki. (ed. Pagou). Final Technical Report. Athens, 296 p.
- Hickman, R.W. (1992) Mussel cultivation. In: *The mussel, Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling (ed), Elsevier, Amsterdam, **10**, pp 465-504.
- Hickman, R.W., (1989a) Farming the green mussel in New Zealand: Current practice and potential. *World Aquaculture*, **20**(4), 20-28.
- Hickman, R.W., (1989b) Farming the green mussel in New Zealand; how much more can it grow? In: *Aquaculture: A biotechnology in Progress*. N. De Pauw, E.

- Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (eds), European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp.321-325.
- Holland, B., Brown, J., Buss, D.H. (1993) Fish and Fish products. McCance and Widdowson's, The composition of foods, 5th Ed., 1993, Royal Society of chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- 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.
- 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.
- Kaandorp J.A. (1986) Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais coast, NW France: a quantitative survey. *Mar Biol*, **92**, 255-265.
- Karageorgis, A. & Anagnostou C. (2001). Particulate matter spatial-temporal distribution and associated surface sediment properties: Thermaikos Gulf and Sporades Basin, NW Aegean Sea. *Continental Shelf Research*, **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.
- Kautsky, N. (1982a) Quantitative studies on the gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Mar. Biol.*, **68**, 143-160.
- Kautsky, N. (1982b) Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Mar. Biol.*, **68**, 117-133.
- Kautsky, N., Johnsson, J., Tedengren, M. (1990) Genotypic and phenotypic differences between Baltic and North sea populations of *Mytilus edulis* evaluated through reciprocal transplantations. 1. Growth and morphology. *J. Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **59**, 203-210.

- Kent, R. M. L., (1979) The influence of heavy infestations of *Polydora ciliate* on the flesh content of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **59**, 289-297.
- Konstantinidis, A. (1989). Land reclamation project of the Thessaloniki plain. Geotechnical Chamber of Greece, Thessaloniki, Greece.
- Kontoyiannis, H., Kourafalou, V., & Papadopoulos, V. (2003). The seasonal characteristics of the hydrology and circulation of the northwestern Aegean sea (Eastern Mediterranean): Observations and Modelling. *J. of Geophys. Res.*, **108** (C9), 3302.
- Loo, L. O., Rosenberg, R. (1983) *Mytilus edulis* culture, growth and production in western Sweden. *Aquaculture*, **35**, 137-150.
- Lowe, D. M., Moore, M. N. and Bayne, B. L. (1982) Aspects of gametogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis* L. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **62**, 133-145.
- Lubet, P. (1983) Experimental studies on the action of temperature on the reproductive activity of the mussel (*Mytilus edulis* L. Mollusca, Lamellibranchia). *J. Mollusc. Stud. Suppl.* **12A**: 100-105.
- Lutz, R. A. & Kennish, M.J. (1992) Ecology and morphology of larval and early postlarval mussels. In: *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling, (ed), Elsevier, Amsterdam, pp. 53-80.
- Lutz, R. A. (Ed.) (1980) *Mussel Culture and Harvest: A North American Perspective*. Elsevier, Amsterdam, 305 pp.
- Mackie, G. 1984. Bivalves. In: A. Thompa, N. Verdonk & Van Den Biggelaar, editors. *The mollusca reproduction*, Orlando. FL: Academic Press Inc. pp. 351-418
- Manahan, D. T., Wright, S. J., Stephens, G. C. (1983) Simultaneous determination of net uptake of 16 amino acids by a marine bivalve. *Am. J. Physiology.*, **244**, 832-838.
- 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.
- Mason, J. (1976) Cultivation. In: B. L. Bayne (Ed.), *Marine Mussels: their ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 385-410.
- 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.

- Moncheva S, Gotsis-Skretas O, Pagou K, Krastev A (2001) Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: Similarities and differences. *Est Coast Shelf Sci*, **53**, 281–295.
- Moriki A., Galinou-Mitsoudi S., Petridis D., Kosti D., Savvidis Y., Dimitriadis X., Koutitas Ch. and 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.
- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Perez Camacho A., Labarta, U., Beiras, R. (1991) The physiological energetics of mussels *Mytilus galloprovincialis* from different cultivation rafts in the Riaw de Arosa (Galicia NW Spain). *Aquaculture* **94**: 197-212.
- NEAP (1996) National Environmental Action Plan. Synthesis Report, Ministry of Urban Planning, Construction and Environment, Skopje
- Page, H. M. & Hubbard, D. M. (1987) Temporal and spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **111**, 159-79.
- Pagou, K., Siokou-Fragou, I., Catsiki, A.V., Pavlidou, A., Assimakopouloum G. & Papathanasiou, E. (2003). “Assessment of the trophic conditions in the Inner Thermaikos Gulf”. In: 7th Hell. Symp. Oceanogr. Fish., 6-9 May 2003m Hersonissos, Crete, 43 p.
- Perez-Camacho, A., Gonzalez, R., and Fuentes, J. (1991) Mussel culture in Galicia (NW. Spain). *Aquaculture*, **94 (2/3)**, 263-273.
- Phillips D.J.H., 1976. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by Zinc, Cadmium, Lead and Copper. I Effects of environmental variables on uptake of metals. *Mar. Biol.* **38**: 59-69.
- 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.
- Poulos, S., Papadopoulos, A. and Collins, M. B. (1994). Deltaic Progradation in Thermaikos Bay, Northern Greece and its Socio-Economical Implications. *Ocean & Coastal Management*, **22**, 229-247.

- Pryor, M., Parsons, G. J., Couturier, C. (1999) Temporal patterns of larval and post-set distributions of the blue mussel (*Mytilus edulis*/ *M. trossulus*) and the starfish (*Asterias vulgaris*) on New Foundland mussel culture sites. *Journal of Shellfish Research*, **18**, 311.
- Pusceddu, A., Sara, G., Manini, E., Puccia, E. (1997) Short term changes in the biochemical composition of particulate organic matter in a Mediterranean shallow sound (Western Sicily). *Proceedings of the 12th Italian Association Oceanography and Limnology Symposium*, Isola Di Vulcano, Italy: 299-310.
- Qisheng Tang & Jianguang Fang (2002). Impacts of intensive mariculture on coastal ecosystem and environment in China and suggested sustainable management measures. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao (<http://www.aquachallenge.org/abstracts/tang.html>)
- Redfield A.C. (1934) On the proportions of organic derivations in sea water and their relation to the composition of plankton. In: *James Johnson Memorial Volume*. (ed. R.J. Daniel). University Press of Liverpool, pp. 177-192.
- Rodhouse, P. G., Roden, C. M., Burnell, G. M., Hensey, M. P., McMahon, T., Ottway, B., Ryan, T. (1984) Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and suspended culture : Killary Harbour, Ireland. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **64**, 513-529.
- Rosenberg, R. and Loo, L. O. (1983) Energy flow in a *Mytilus edulis* culture in western Sweden. *Aquaculture*, **35**, 151-167.
- 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, pp. 87-169.
- Seed, R. (1969) The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, **3**, 227-316.

- Seed, R. (1976) Ecology. In: B.L. Bayne (Ed.), *Marine Mussels: their ecology and physiology*. Cambridge University Press, pp. 13-65.
- Seed, R. (1980) Shell growth and form in the Bivalvia. In: D. C. Rhoads and R. A. Lutz (Eds.), *Skeletal Growth of Aquatic Organisms*. Plenum Press, New York, pp. 23-67.
- Sheehan, D. & Power, A. (1999) Effects of seasonality on xenobiotic and antioxidant defence mechanisms of bivalve mollusks. *Comp. Biochem. Physiol.*, **123**(C), pp 193-199.
- Siebers, D. & Winker, A. (1984) Amino acid uptake by mussels, *Mytilus edulis*, from natural sea water in a flow through system. *Helgolander Wiss. Meeresunters.*, **38**, 189-199.
- Slabyj, B. M., D. L. Creamer and R.H. True (1978) Seasonal effect on yield, proximate composition and quality of blue mussel meats (*Mytilus edulis*) obtained from cultivated and natural stock. *Mar. Fish. Rev.*, **40**(8), 18-23.
- Smaal, A.C. & van Stralen, M.R. (1990) Average annual growth and condition of mussels as a function of food source. *Hydrobiologia*, **195**, 179-88.
- SoHelME. (2005). State of the Hellenic Marine Environment. E. Papathanasiou & A. Zenetos (eds), HCMR Publ., 360 pp.
- Sorokin Y., Sorokin, P., Giovanardi, O., Dalla Venezia L. (1996) Study of the ecosystem of the lagoon of Venice with emphasis on anthropogenic impact. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **141**: 247-261.
- Spencer, B.E. (2002) Mussel cultivation. In: *Molluscan Shellfish Farming*. pp.147-165. Blackwell, Oxford.
- Sprung, M. (1983) Reproduction and fecundity of the mussel *Mytilus edulis* at Helgoland (North Sea). *Helgolander Wiss. Meeresunters.*, **36**, 243-255.
- Stromgren, T., 1976a. Growth patterns of *Mytilus edulis* in relation to individual variation, light conditions, feeding and starvation. *Sarsia*, **60**, 25-40.
- Stromgren, T., 1976b. Length growth of *Mytilus edulis* (Bivalvia) in relation to photoperiod, irradiance and spectral distribution of light. *Sarsia*, **61**, 31-40.
- Sunila, I. & Lindstrom, R. (1981) Survival, growth, and shell deformities of copper and cadmium-exposed mussels (*Mytilus edulis* L.) in brackish water. *Est. Coast. Shelf. Sci.*, **21**, 555-565.

- Tedengren, M. & Kautsky, N. (1986) Comparative studies of the physiology and its probable effect on size in blue mussels (*Mytilus edulis*) from the North Sea and Northern Baltic proper. *Ophelia*, **25**, 147-155.
- 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, and I. Tzovenis (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. and 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.
- Thiesen, B. F. (1987) Infestation of *Mytilus edulis* by *Mytilicola intestinalis*. *Ophelia*, **27**, 77-86.
- Thompson, R. J. (1979) Fecundity and reproductive effort of the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and the snow crab (*Chionectes opilio*) from populations in Nova Scotia and Newfoundland. *J. Fish. Res. Board Can.*, **36**, 955-964.
- Thompson, R. J. (1984) Production, reproductive effort, reproductive value and reproductive cost in a population of the blue mussel *Mytilus edulis* from a subarctic environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **16**, 249- 257.
- Tournier H, Pichot Y (1985) Répartition de la chlorophylle a dans l'étang de Thau: richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. *Rev Trav Inst Peches Marit* **49**:13–24
- Tsuchiya, M. & Bellan-Santini, D. (1989) Vertical distribution of shallow rocky shore organisms and community structure of mussel beds (*Mytilus galloprovincialis*) along the coast of Marseille, France. *Mesogee*, **49**, 91-110.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: ~~74.760-61~~

24410 66080



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000092370