



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ

Διπλωματική εργασία

Επιβλέπων καθηγητής:
ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Θεσσαλονίκη, 2014

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
1.2.	Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	3
1.3.	Ο ΦΟΡΕΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ-ΛΟΥΔΙΑ-ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ	4
1.4.	ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΞΙΟΥ.....	6
1.5.	ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ-ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΚΟΚΚΟΙ.....	7
1.6.	ΩΚΕΑΝΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ – ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ	8
1.7.	ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	11
2.1.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΔΙΟΥ	11
2.2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.....	11
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	13
3.1.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	13
3.2.	ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	17
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	21
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	22
6.	ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ.....	23
7.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	24

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

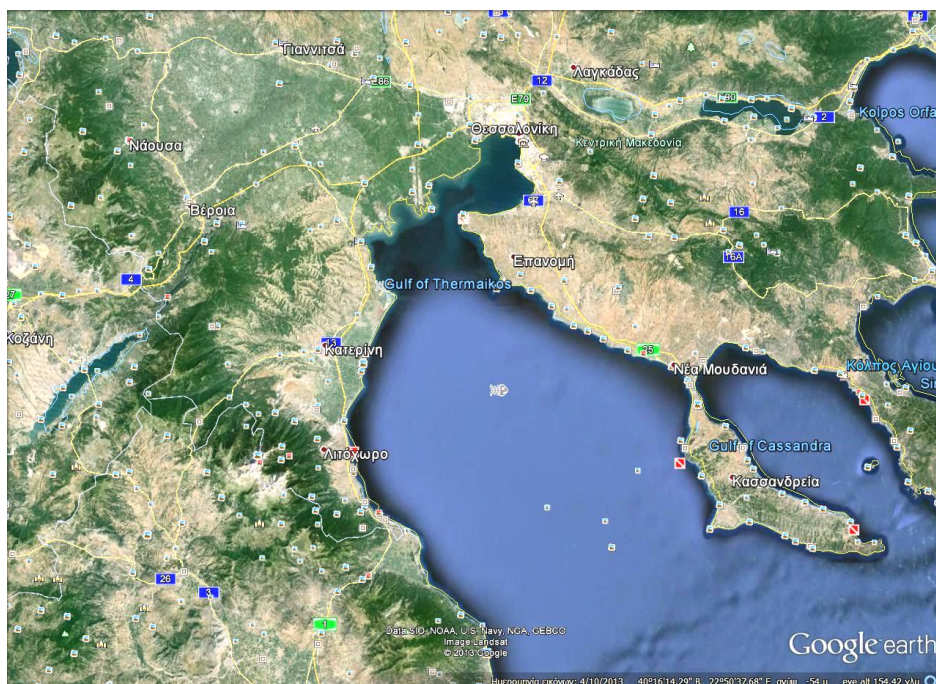
1.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η ιζηματολογική μελέτη των δελταϊκών αποθέσεων του Αξιού ποταμού, στον υποθαλάσσιο χώρο ανατολικά του Δέλτα του Αξιού καθώς και η επίδραση των εκτεταμένων μυδοκαλλιιεργειών της περιοχής στα υπό μελέτη ιζήματα. Τα ιζήματα της περιοχής μελετήθηκαν κοκκομετρικά και εξετάστηκε η συμβολή των ασβεστολιθικών κελυφών του είδους *M. galloprovincialis* στην ιζηματογένεση.

1.2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης εντοπίζεται στο Θερμαϊκό κόλπο, στις εκβολές του Αξιού ποταμού (σε ένα τετράγωνο με συντεταγμένες των δύο διαγώνιων κορυφών $40^{\circ} 33' 56''$, $22^{\circ} 55' 20''$). Στην περιοχή μελέτης βρίσκεται εγκατεστημένο ένα μυδοτροφείο όπου εκτρέφεται εκτεταμένα το είδος *Mytilus galloprovincialis*.

Ο Θερμαϊκός κόλπος είναι ο μεγαλύτερος κόλπος του Αιγαίου και βρίσκεται στο βόρειο-δυτικό τμήμα του. Οριοθετείται ανατολικά από τη χερσόνησο της Κασσάνδρας, δυτικά από τα παράλια της Πιερίας και βόρεια από την ακτογραμμή της πόλης Θεσσαλονίκης και των δέλτα του Γαλλικού, Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα. Χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα, τον Όρμο, τον Εσωτερικό Θερμαϊκό, τον Κεντρικό και το Νότιο Θερμαϊκό (URL1). Πήρε το όνομα του από την αρχαία Θέρμη, μια πόλη που προϋπήρχε στη θέση της σημερινής Θεσσαλονίκης.



Εικ.1.1. Ο Θερμαϊκός κόλπος από το Google earth.

Ο Θερμαϊκός κόλπος είναι ο τελικός αποδέκτης των υδάτων και υλικών (ιζήματα) των ποταμών Γαλλικός, Αξιός, Λουδίας και Αλιάκμονας, μικρότερων χειμάρρων, καθώς και των αποστραγγιστικών καναλιών που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής των ποταμών, στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας.

Η παράκτια ζώνη του Θερμαϊκού κόλπου προστατεύεται από την συνθήκη RAMSAR και υπεύθυνος για την εφαρμογή αυτής είναι ο Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα.

1.3. Ο ΦΟΡΕΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ-ΛΟΥΔΙΑ-ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

Ο Φορέας Διαχείρισης του Δέλτα Αξιού_Λουδία-Αλιάκμονα, σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα του <http://www.axiosdelta.gr> (URL2), ιδρύθηκε το 2003 με σκοπό τη διοίκηση, προστασία και διαχείριση του υδροτοπικού συστήματος που αποτελείται από τα Δέλτα των ποταμών Αξιός και Αλιάκμονας, από τις εκβολές του Λουδία και του Γαλλικού, από τη λιμνοθάλασσα Καλοχωρίου και τις Αλυκές Κίτρους. Σκοπός της λειτουργίας του είναι ο έλεγχος και η εφαρμογή των κοινοτικών οδηγιών που αφορούν στην προστασία του περιβάλλοντος. Ο Φορέας Διαχείρισης είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου κοινωφελούς χαρακτήρα που εποπτεύεται από το υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Διοικείται από εννεαμελές διοικητικό συμβούλιο και έχει την έδρα του στη Χαλάστρα Θεσσαλονίκης.



Εικ. 1.2. Προστατευόμενη περιοχή Δέλτα Αξιού - Λουδία – Αλιάκμονα (URL2)

Στις αρμοδιότητες του Φορέα υπάγεται:

- Η κατάρτιση και η ευθύνη εφαρμογής των κανονισμών διοίκησης και λειτουργίας της προστατευόμενης περιοχής και του σχεδίου διαχείρισής της.
- Η παρακολούθηση και αξιολόγηση της εφαρμογής των κανονιστικών όρων και περιορισμών.
- Η μέριμνα για τη συλλογή, ταξινόμηση και επεξεργασία περιβαλλοντικών στοιχείων και δεδομένων για την περιοχή ευθύνης του.
- Η παροχή γνωμοδοτήσεων πριν από την προέγκριση χωροθέτησης και την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων για έργα και δραστηριότητες που εμπίπτουν στην περιοχή ευθύνης, καθώς και για όποιο άλλο σχετικό θέμα ζητείται η γνωμοδότησή του.
- Η κατάρτιση μελετών και ερευνών, καθώς και η εκτέλεση τεχνικών ή άλλων έργων που περιλαμβάνονται στο οικείο σχέδιο διαχείρισης και στα αντίστοιχα προγράμματα δράσης που είναι απαραίτητα για την προστασία, διατήρηση, αποκατάσταση και ανάδειξη των προστατευόμενων περιοχών.
- Η ανάληψη εκπόνησης ή εκτέλεσης εθνικών ή ευρωπαϊκών προγραμμάτων και δράσεων.
- Η ενημέρωση, εκπαίδευση και κατάρτιση του πληθυσμού σε θέματα που ανάγονται στις αρμοδιότητες και στους σκοπούς του φορέα, καθώς και στην προστασία των περιοχών ευθύνης τους.
- Η προώθηση, υποστήριξη, οργάνωση, εφαρμογή οικοτουριστικών προγραμμάτων και η έκδοση αδειών ξενάγησης.
- Η χορήγηση αδειών επιστημονικής έρευνας, τεχνικών δοκιμών και αναλύσεων.

Το σύμπλεγμα των υδροτόπων του Δέλτα Γαλλικού, Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα βρίσκεται πολύ κοντά στη Θεσσαλονίκη και ο κάμπος που περιλαμβάνει είναι ένας από τους πλέον παραγωγικούς κάμπους της χώρας. Η παρουσία ενός φυσικού τοπίου εξαιρετικής ποικιλομορφίας, αδιατάρακτου σε μεγάλο βαθμό και με τόσο πλούσια πανίδα τόσο κοντά στη μεγάλη πόλη είναι μοναδική για τα δεδομένα όχι μόνο της Ελλάδας αλλά και της Ευρώπης. Η πραγματικότητα όμως αυτή δημιουργεί και μία σειρά από σοβαρά προβλήματα, η επίλυση των οποίων είναι περίπλοκη (URL2).

Σύμφωνα με το Φορέα Διαχείρισης (URL1) τα σημαντικότερα προβλήματα της περιοχής είναι:

1. Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών.
2. Σκουπίδια, μπάζα και χωματερές.
3. Παράνομη δόμηση - οικιστική, αναπτυξιακή και βιομηχανική πίεση.

4. Εντατική κτηνοτροφία – υπερβόσκηση.

5. Παράνομο κυνήγι.

6. Αμμοληψίες.

Δευτερεύοντα προβλήματα αλλά με δύσκολα αναστρέψιμες επιπτώσεις είναι:

1. Λειψυδρία – Ξηρασία.

2. Υφαλμύρωση.

3. Καθίζηση εδαφών.

4. Εντατικοποίηση παραγωγής (γεωργία, παράκτια υδατοκαλλιέργεια).

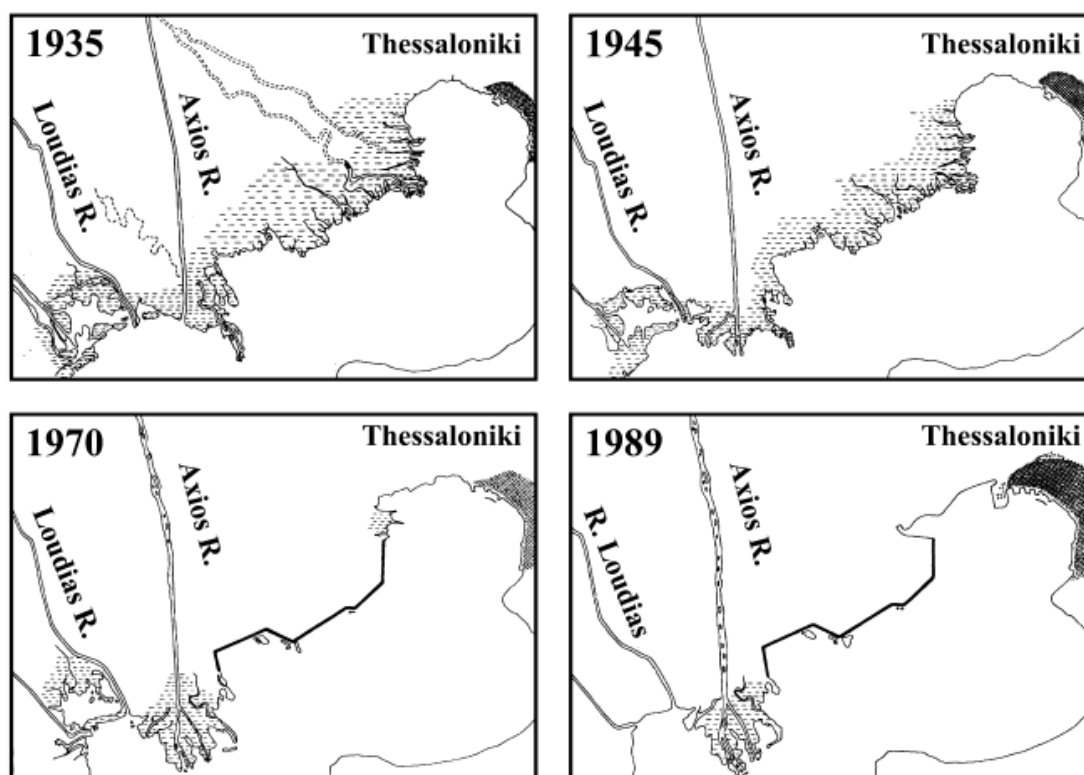
5. Διάβρωση ακτών – μείωση φερτών υλών και μείωση παροχής ποταμών.

Τα τελευταία χρόνια με τη λειτουργία του Φορέα Διαχείρισης Δέλτα Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα έχει εντατικοποιηθεί ο έλεγχος για παράνομες αμμοληψίες. Στην παρούσα μελέτη θα γίνει προσπάθεια σύνδεσης των ενεργειών αυτών με την απόθεση ιζημάτων στην περιοχή από το 2003, ημερομηνία ίδρυσης του Φορέα, μέχρι και σήμερα.

1.4. ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΞΙΟΥ

Ο Αξιός ποταμός είναι ο πιο σημαντικός ποταμός που εκβάλλει στο Θερμαϊκό Κόλπο, από άποψη παροχής νερού και ιζημάτων. Η λεκάνη απορροής του Αξιού καλύπτει μία περιοχή 25.000m², εκ της οποίας το 83% της έκτασής της βρίσκεται στην FYROM και το 17% στην Ελλάδα. Οι υπόλοιποι ποταμοί, Γαλλικός, Λουδίας και Αλιάκμονας, που εκβάλλουν επίσης στο Θερμαϊκό κόλπο αποστραγγίζουν μία περιοχή συνολικά 12.000m² (Poulos et al. 2000). Ακόμη και στους ιστορικούς χρόνους η ακτογραμμή βρισκόταν πολλά χιλιόμετρα ΒΔ των σημερινών εκβολών (Sturck 1908; Poulos et al. 1994; Kapsimalis et al. 2005). Ο ρηχός κόλπος σταδιακά πληρώθηκε με τα ιζήματα των ποταμών, και σε συνδυασμό με την τεκτονική δράση, η ακτογραμμή υποχώρησε δημιουργώντας μία εκτεταμένη λιμνοθάλασσα και στη συνέχεια τη λίμνη-βάλτο των Γιαννιτσών, η οποία αποξηράνθηκε το 1936. Στην αρχή του 20^{ου} αιώνα η κοιλάδα του Αξιού επηρεαζόταν από συχνές πλημμύρες και η περιοχή του δέλτα ήταν ένας εκτεταμένος βάλτος (Konstantinidis 1989). Από τότε η περιοχή του Δέλτα του Αξιού και της παράκτιας ζώνης έχουν τροποποιηθεί πολύ από ανθρώπινες παρεμβάσεις (Georgas και Perissoratis 1992; Kapsimalis et al.

2005). Πρόσφατα εντοπίστηκαν προβλήματα υπερτροφισμού στο Θερμαϊκό Κόλπο που αξιολογήθηκαν σύμφωνα με την ανάλυση DPSIR (Karageorgis et al. 2005; Karageorgis et al. 2006).



Εικ. 1.3. Η εξέλιξη του δελταϊκού πεδίου και της ακτής κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα (Albanakis et. al. 1993).

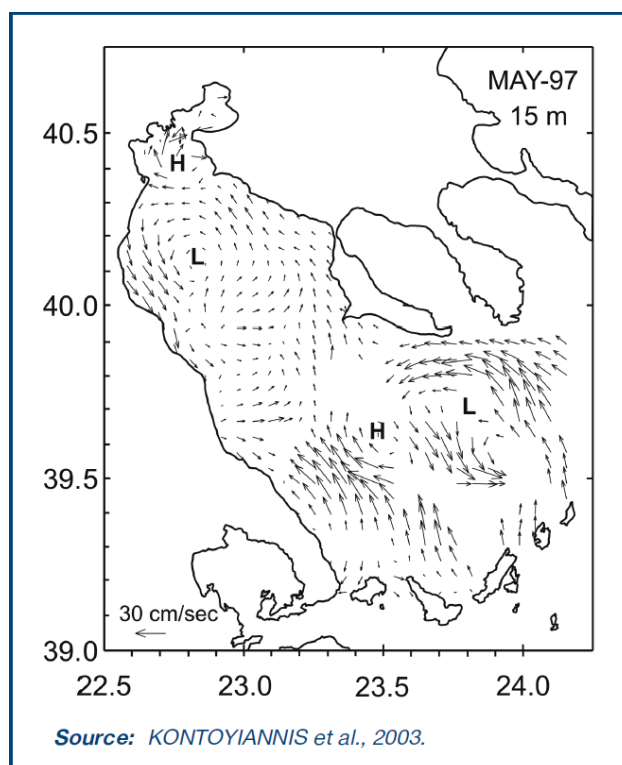
1.5. ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ-ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΚΟΚΚΟΙ

Οι ιζηματογενείς κόκκοι είναι τα στερεά υλικά που συμμετέχουν στη δημιουργία των ιζηματογενών αποθέσεων. Διακρίνονται σε κλαστικούς και σε μη κλαστικούς κόκκους ανάλογα τις συνθήκες απόθεσής τους. Τα ιζήματα-ιζηματογενή πετρώματα διακρίνονται, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους σε κροκάλες, χαλίκια, άμμους, ιλύες, αργίλους ή μπορούν να αποτελούνται από κόκκους διαφόρων μεγεθών οπότε χαρακτηρίζονται ανάλογα.

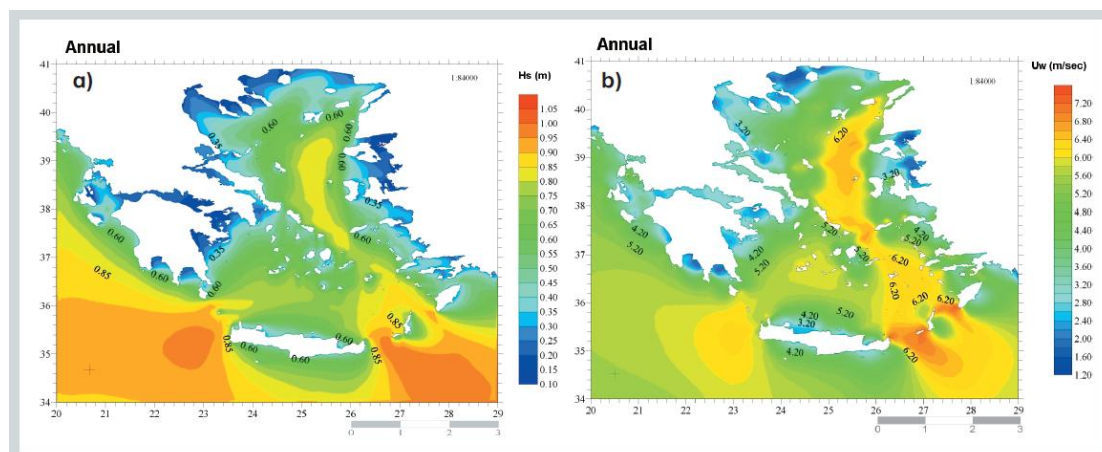
Οι κλαστικοί κόκκοι προέρχονται από την αποσάθρωση, φυσική ή χημική των πυριγενών, των μεταμορφωμένων, των ιζηματογενών πετρωμάτων και των παλαιών αποθέσεων που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Η σύσταση των κόκκων είναι κυρίως ανόργανη. Μπορούν να συμπεριλαμβάνουν κόκκους με οργανική σύσταση που προέρχονται από παλιές οργανικές – ανθρακούχες αποθέσεις. (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ,Α & ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ,Α, 2010).

1.6. ΩΚΕΑΝΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ – ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Η επιφάνεια των ωκεανών και των θαλασσών δέχεται συνεχώς την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, δηλαδή την επίδραση της τριβής στην επιφάνειά τους, που ασκείται από τον άνεμο παρασύροντας τις θαλάσσιες μάζες αλλά και της ηλιακής ενέργειας, της εξάτμισης και των κατακρημνισμάτων που μεταβάλλουν την πυκνότητα του θαλασσινού νερού σε τοπικό επίπεδο. Η διαφοροποίηση της πυκνότητας των θαλάσσιων μαζών και οι παρασυρόμενες από τον άνεμο θαλάσσιες μάζες έχουν αποτέλεσμα τη συσσώρευση αυτών σε μια περιοχή. Η γη όμως κινείται και μια άλλη παράμετρος έρχεται να προστεθεί, το φαινόμενο Coriolis που είναι η φαινόμενη εκτροπή της κίνησης των αντικειμένων από μία ευθεία πορεία όταν ο παρατηρητής βρίσκεται σε ένα περιστρεφόμενο σύστημα αναφοράς (Coriolis G.G., 1832). Η δύναμη Coriolis εκφράζεται με τη σχέση $2\Omega V \sin \varphi$, όπου Ω η σταθερή γωνιακή ταχύτητα της γης, V η ταχύτητα του ρεύματος και φ το γεωγραφικό πλάτος. Στο βόρειο ημισφαίριο η Coriolis επηρεάζει την κίνηση είναι προς τα δεξιά, ενώ στο νότιο ημισφαίριο επηρεάζει την κίνηση προς τα αριστερά. (URC1). Στο Θερμαϊκό κόλπο το φαινόμενο αυτό δείχνει να έχει εφαρμογή σε όλα τα ποτάμια συστήματα και ειδικότερα στον ποταμό Αξιό, που εκβάλλει σχεδόν στο κέντρο του Θερμαϊκού και έχει σχετικά μεγάλη παροχή σε νερό και ιζήματα.



Εικ. 1.4. Στο σχήμα απεικονίζονται τα θαλάσσια ρεύματα, που αναπτύσσονται στο Θερμαϊκό κόλπο (από Papathanassiou & Zenetos 2005)



Εικ. 1.5. Η μέση ετήσια χωρική διανομή. α) απεικονίζονται τα ύψη κύματος. β) απεικονίζεται η ταχύτητα του ανέμου. (Papathanassiou & Zenetos, 2005)

Στον βόρειο Θερμαϊκό τα ύψη των κυμάτων κυμαίνονται από 0,10 m έως 0,15 m, ενώ στον νότιο Θερμαϊκό κυμαίνονται από 0,25 m έως 0,30 m. Στα παράκτια τμήματα η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται από 2,40 m/sec έως 2,80 m/sec. Στα κεντρικά όμως έχουμε μια μικρή αύξηση που κυμαίνεται από 2,80 m/sec έως 3,20 m/sec (Ε. Papathanassiou & Α. Zenetos, et al. 2005).

1.7. ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο Θερμαϊκός Κόλπος είναι η σημαντικότερη και μεγαλύτερη περιοχή παραγωγής και αλιείας οστρακοειδών στην Ελλάδα. Η μυδοκαλλιέργεια στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου είναι μία δραστηριότητα που αναπτύχθηκε τα τελευταία 30 χρόνια και περιλαμβάνει τόσο καλλιεργούμενα μύδια όσο και άλλα είδη (κυρίως κυδώνια, χάβαρα, γυαλιστερές).

Εκτιμάται ότι η ετήσια παραγωγή είναι περίπου 30.000 τόνοι και αποτελεί το 80 - 85% της συνολικής ελληνικής παραγωγής. Η καλλιέργεια πραγματοποιείται με δύο μεθόδους: της πλωτής (long line) και της πασσαλωτής καλλιέργειας και είναι εκτατικού τύπου. Υπάρχουν περισσότερες από 80 καλλιέργειες πασσαλωτές και 350 πλωτές οι οποίες ανήκουν στον δήμο Δέλτα και στον δήμο Πύδνας – Κολινδρού. (Salomons, 2004).

Μια μονάδα πλωτής καλλιέργειας έχει 10 στρέμματα έκταση και το βάθος της θάλασσας μπορεί να ποικίλλει από 12-20 μέτρα, ενώ μια μονάδα πασσαλωτής καλλιέργειας μπορεί να καταλαμβάνει έως και 1 στρέμμα και το βάθος της θάλασσας

είναι από 5-7 μέτρα. Το πλεονέκτημα μιας πλωτής καλλιέργειας είναι ότι, λόγω του βάθους στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί, βρίσκεται σε πιο πλούσια νερά από τροφή και οξυγόνο.



Εικ.1.6. Τα μύδια όπως είναι κρεμασμένα στη γραμμή του μυδοτροφείου.

Τα μύδια είναι δίθυρα μαλάκια (οστρακοειδή) και είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί με παγκόσμια εξάπλωση και με ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην οικολογία των θαλάσσιων βιοκοινωνιών.

Το *Mytilus galloprovincialis* είναι το είδος που εκτρέφεται στην Ελλάδα και ανήκει στα ενδημικά είδη της Ανατολικής Μεσογείου, Αδριατικής και Μαύρης θάλασσας. Συναντάται όμως σε όλες τις θάλασσες του κόσμου είτε γιατί έχει εισαχθεί εκεί για καλλιέργεια, είτε γιατί έχει μεταφερθεί κατά λάθος κι έχει αναπτυχθεί από μόνο του. Συγκαταλέγεται για την ακρίβεια στους 100 «χειρότερους παγκόσμιους εισβολείς», καθώς όταν εγκαθίσταται σε περιοχές όπου δεν είναι ενδημικό, εκτοπίζει τα τοπικά είδη μυδιών. Καλλιεργείται σε μεγάλη κλίμακα στην Ιαπωνία και την Κίνα. Την μεγαλύτερη παραγωγή στην Ευρώπη έχει η Ισπανία.

Το *M. galloprovincialis* τρέφεται διηθώντας (φιλτράροντας) φυτοπλαγκτόν μέσα από τα βράγχιά του. Ένα μύδι μήκους 5 εκατοστών μπορεί να φιλτράρει έως και 5 λίτρα νερού την ώρα (URL2).

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΔΙΟΥ

Στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες, στις 20 Ιουλίου του 2014, με τη μέθοδο της αυτοκατάδυσης. Τα δείγματα πάρθηκαν από τον πυθμένα και τοποθετήθηκαν σε στεγανές σακούλες. Το βάρος του κάθε δείγματος ήταν περίπου 600 gr. Το ένα πάρθηκε σε απόσταση 50 μέτρων από πασσαλωτή μυδοκαλλιέργεια και το άλλο στα όρια μιας πασσαλωτής μονάδας μυδοκαλλιέργειας. Η μεγάλης έκτασης δειγματοληψία, δεν ήταν εφικτή λόγω της αντικειμενικής δυσκολίας που παρουσιάζουν οι υποβρύχιες δειγματοληψίες αλλά και λόγω της έντονης στερεομεταφοράς που επικρατούσε στην περιοχή κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και της υψηλής θολότητας των νερών. Εντούτοις, κατέστη δυνατή η λήψη 100 φωτογραφιών από τις οποίες επιλέχθηκαν 30 και παρατίθενται στο παράρτημα.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε μια βάρκα, η οποία ήταν το μέσο μεταφοράς στην περιοχή κατάδυσης. Ο εξοπλισμός κατάδυσης που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει τα απλά μέρη όπως βατραχοπέδιλα, μάσκα, φόρμα neoprene 5,5 χιλιοστά και ζώνη με βαρίδια καθώς και τα πιο εξειδικευμένα μέρη όπως τη φιάλη οξυγόνου, το «χταπόδι» που συνδέει τη φιάλη με τον ρυθμιστή για την παροχή οξυγόνου, τον ίδιο τον ρυθμιστή, τον ρυθμιστή πλεύσης ή τζάκετ και την κονσόλα που συμπεριλαμβάνει το μανόμετρο, που ρυθμίζει την πίεση της φιάλης για τον έλεγχο της ποσότητας του αέρα στη φιάλη και το βυθόμετρο.

Μετά τη λήψη κάθε δείγματος και την τοποθέτησή του σε στεγανή σακούλα, έγινε ανάδυση και τοποθέτηση του αμέσως σε ισοθερμικό ψυγείο με πάγο. Με αυτό τον τρόπο τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στο συντομότερο δυνατό διάστημα από τη λήψη τους και δεν εκτέθηκαν καθόλου στον ήλιο ή άλλες συνθήκες που πιθανά να τα αλλοίωναν. Μετά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε κατάψυξη, μέχρι να αρχίσει η επεξεργασία τους.

2.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Η επεξεργασία και η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ιζηματολογίας, του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Τα δείγματα ονομάστηκαν XAL1, εκτός πασσαλωτής μονάδας μυδοκαλλιέργειας και XAL2, στα όρια πασσαλωτής μονάδας μυδοκαλλιέργειας. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε προζυγισμένα ποτήρια ζέσεως και στέγνωσαν σε φούρνο στους

95°C. Μετά το στέγνωμα τα δείγματα κρύωσαν σε αφυγραντήρα και ζυγίστηκαν ξανά. Διαπιστώθηκε ότι τα δείγματα είχαν μετατραπεί σε μία συμπαγή μάζα γιατί περιείχαν μεγάλη ποσότητα θαλασσινών αλάτων και για το λόγο αυτόν δεν ήταν δυνατή η κοκκομετρική τους ανάλυση. Τα δείγματα ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό (5 φορές) για την απομάκρυνση των αλάτων αυτών και στέγνωσαν εκ νέου σε φούρνο. Μετά από τη διαδικασία αυτή το βάρος τους προέκυψε 98.89gr για το XAL1 και 95.70gr για το XAL2. Τα βάρη αυτά θεωρούνται τα αρχικά βάρη των δειγμάτων. Στη συνέχεια προστέθηκε 30 ml H₂O₂ (peridrol), σε κάθε δείγμα, για την απομάκρυνση των οργανικών υλικών και ζεστάθηκαν για να επιταχυνθεί η διαδικασία. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές μέχρι να σταματήσει τελείως ο αναβρασμός. Συνολικά προστέθηκε σε κάθε δείγμα 70ml H₂O₂. Τα δείγματα ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό (4 φορές) και μπήκαν στο φούρνο για στέγνωμα. Αφού στέγνωσαν, ζυγίστηκαν εκ νέου και υπολογίστηκε η ποσότητα οργανικών υλικών που αρχικά περιείχαν. Στη συνέχεια έγινε μακροσκοπικά και μικροσκοπικά η εξαγωγή των ανθρακικών οστράκων που περιείχαν. Τα ανθρακικά όστρακα τοποθετήθηκαν σε προζυγισμένα ποτήρια ζέσεως, ζυγίστηκαν και σημειώθηκε το βάρος τους για δείγμα (Πίνακας...). Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, τα δείγματα ξαναζυγίστηκαν και σημειώθηκε το τελικό βάρος τους.

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των δειγμάτων, ακολούθησε η κοκκομετρική ανάλυση τους. Τα δείγματα κοσκινίστηκαν σε κόσκινα από -3Φ έως 4Φ και ανά 0,5Φ. Χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό ένα μηχάνημα δόνησης. Το βάρος κάθε κλάσματος ζυγίστηκε και τέλος, υπολογίστηκε η ακρίβεια της μεθόδου με τον υπολογισμό του % σφάλματός κάθε ανάλυσης.

Τα στοιχεία από τις κοκκομετρικές αναλύσεις επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Gradistat και προέκυψαν οι γραφικές παράμετροι μεγέθους και ο χαρακτηρισμός κάθε δείγματος.

Οι εκτεταμένες αμμοληψίες στην κοίτη και κοντά στο Δέλτα του Αξιού ποταμού ελέχθηκαν, περιορίστηκαν σε έκταση και αριθμό και, τελικά, τέθηκαν υπό παρακολούθηση από τον Φορέα Διαχείρισης του Δέλτα Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα. Για να διαπιστωθεί εάν αυτή η εφαρμογή δημιουργήσει τυχόν διαφοροποιήσεις στη στερεομεταφορά και την απόθεση των ιζημάτων από το 2010 έως και σήμερα μελετήθηκαν 6 εικόνες από το Google earth, των ετών 2010, 2012 και 2013.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Από την επεξεργασία των δειγμάτων προέκυψε ο πίνακας με τα βάρη των δύο δειγμάτων σε όλα τα στάδια της, τα βάρη των οργανικών υλικών και των ανθρακικών οστράκων που περιείχαν καθώς η περιεκτικότητά τους σε κάθε δείγμα. Οι τιμές αυτές φαίνονται στον Πίνακα 1.

Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων μετά την επεξεργασία των δεδομένων με το πρόγραμμα Gradistat έδειξαν ότι τα δύο δείγματα είναι λεπτόκοκκη άμμος, σε περιεκτικότητες που φτάνουν το 50% περίπου του συνολικού βάρους, ενώ συμπεριλαμβάνεται ακόμη μεσόκοκκη και πολύ λεπτόκοκκη άμμος. Στα δείγματα περιέχεται ιλύς, σε πολύ μικρά ποσοστά και ελάχιστη ποσότητα αργίλου ενώ απουσιάζουν παντελώς τα χονδρόκοκκα υλικά.

Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε οργανικά υλικά είναι για το XAL1 1.21gr XAL2 0.91gr και η περιεκτικότητα σε ανθρακικά όστρακα είναι για το XAL1 2.64gr XAL2 2.14gr

Πίνακας 3.1. Πίνακας με τα βάρη των δύο δειγμάτων σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας τους, τα βάρη των οργανικών υλικών και των ανθρακικών οστράκων που περιείχαν καθώς και την % περιεκτικότητά τους σε κάθε δείγμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΡΩΝ	XAL1		XAL2	
	ΒΑΡΟΣ ΣΕ gr	% ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΣΕ gr	% ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑ
ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	142,02	3,32	137,63	3,27
ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΓΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	102,29		98,94	
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΑ ΑΛΑΤΑ	98,89		95,70	
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΓΑΝΙΚΑ	97,68		94,79	
ΒΑΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ	1,21	1,18	0,91	0,92
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΟΣΤΡΑΚΑ	95,04		92,67	
ΒΑΡΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΟΣΤΡΑΚΩΝ	2,64	2,58	2,12	2,14
ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	95,04		92,67	

Πίνακας 3.2. Πίνακας με τα βάρη των κλασμάτων που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων ΧΑΛ1 και ΧΑΛ2.

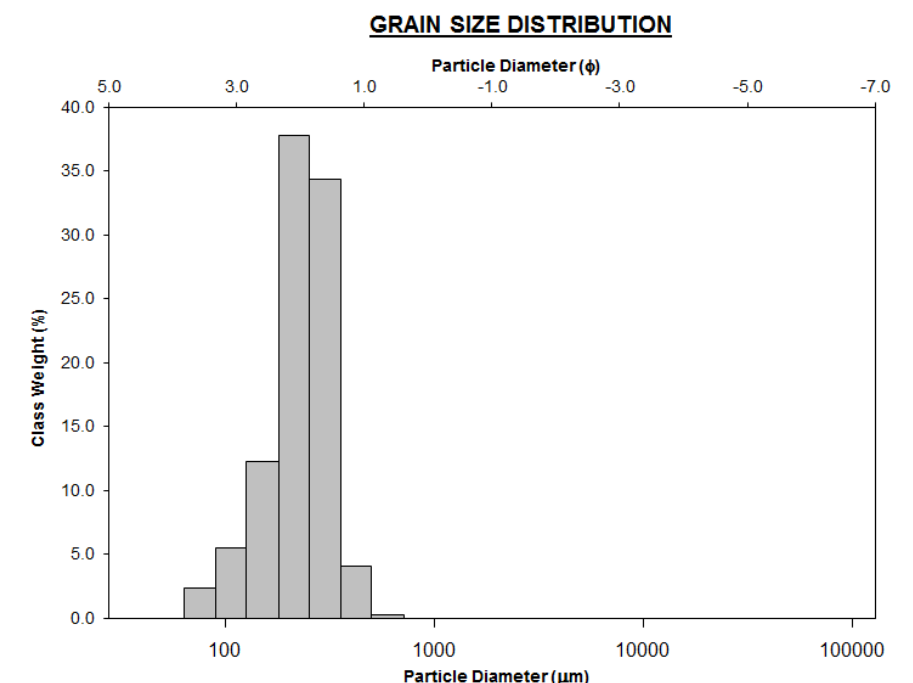
Ονομασία δειγματος	ΧΑΛ 1		Ονομασία δειγματος	ΧΑΛ 2	
Αρχικό βάρος	95,04gr		Αρχικό βάρος	92.67gr	
mm	Φ	Βάρη κλασμάτων	mm	Φ	Βάρη κλασμάτων
1000	0	0,03	1000	0	0,02
710	-0,5	0,06	710	-0,5	0,10
500	-1	0,35	500	-1	0,28
355	-1,5	3,93	355	-1,5	2,22
250	-2	33,12	250	-2	24,57
180	-2,5	34,14	180	-2,5	31,50
125	-3	12,30	125	-3	16,56
90	-3,5	5,02	90	-3,5	7,45
63	-4	2,34	63	-4	4,91
Ιλύς & άργιλλος	Δίσκος βάσης	3,17	Ιλύς & άργιλλος	Δίσκος βάσης	4,52

Πίνακας 3.3. Χαρακτηρισμός των δειγμάτων ΧΑΛ1 και ΧΑΛ2.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΑΛ1		ΧΑΛ2	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	Λεπτόκοκκη-μεσόκοκκη άμμος		Λεπτόκοκκη-μεσόκοκκη άμμος	
Γραφικός μέσος όρος μεγέθους Μ (MEAN)	2,199	Λεπτόκοκκη άμμος	2,388	Λεπτόκοκκη άμμος
Γραφική τυπική απόκλιση σ	0,612	Μέτρια καλή ταξινόμηση	0,718	Μέτρια ταξινόμηση
Γραφική λοξότητα Sk	0,288	Θετική λοξότητα	0,306	Θετική λοξότητα
Γραφική κύρτωση ku	1,304	Λεπτόκυρτη	1,125	Λεπτόκυρτη

Πίνακας 3.4. Η στατιστική ανάλυση του δείγματος ΧΑΛ1 όπως προέκυψε με το πρόγραμμα Gradistat.

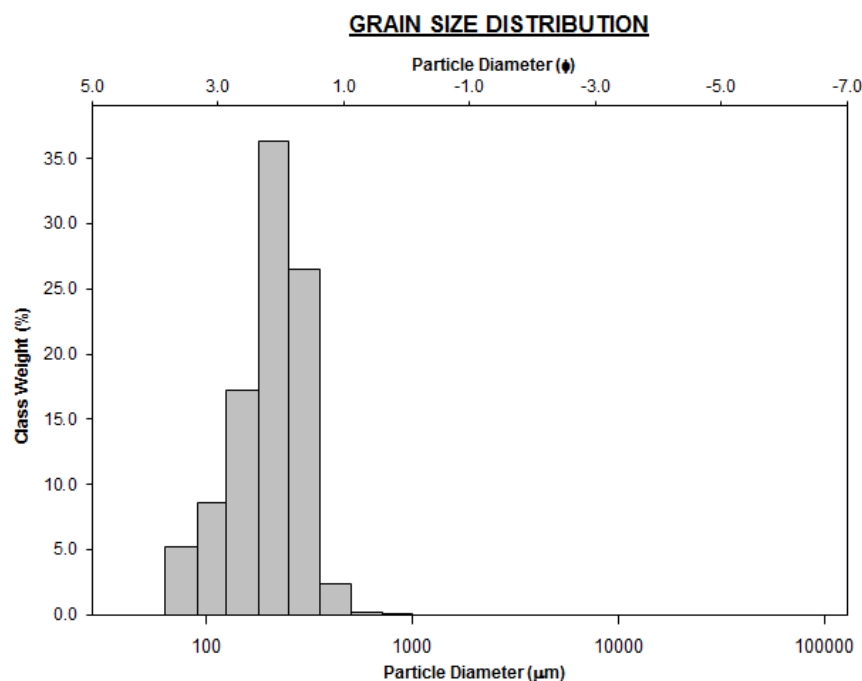
SIEVING ERROR: 0.6%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>		
SAMPLE IDENTITY: XAL1			ANALYST & DATE: ,		
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Sand		
SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Fine Sand					
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION		
MODE 1:	215.0	2.237	GRAVEL: 0.0% COARSE SAND: 0.4%		
MODE 2:			SAND: 96.7% MEDIUM SAND: 39.2%		
MODE 3:			MUD: 3.3% FINE SAND: 49.2%		
D ₁₀ :	116.4	1.572	V FINE SAND: 7.8%		
MEDIAN or D ₅₀ :	227.6	2.135	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 0.6%	
D ₉₀ :	336.4	3.102	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 0.6%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2.889	1.974	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 0.6%
(D ₉₀ - D ₁₀):	220.0	1.531	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 0.6%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1.597	1.377	V FINE GRAVEL: 0.0%		V FINE SILT: 0.6%
(D ₇₅ - D ₂₅):	108.2	0.675	V COARSE SAND: 0.0%		CLAY: 0.6%
			</		



Σχ.3.1. Ιστόγραμμα κατανομής των κόκκων του δείγματος ΧΑΛ1 όπως προέκυψε με το πρόγραμμα Gradistat.

Πίνακας 3.5. Η στατιστική ανάλυση του δείγματος ΧΑΛ2 όπως προέκυψε με το πρόγραμμα Gradistat.

SIEVING ERROR: 0.6%		<u>SAMPLE STATISTICS</u>				
SAMPLE IDENTITY: ΧΑΛ2		ANALYST & DATE: ,				
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted		TEXTURAL GROUP: Sand				
SEDIMENT NAME: Moderately Sorted Fine Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	215.0	2.237	GRAVEL: 0.0%	COARSE SAND: 0.4%		
MODE 2:			SAND: 95.1%	MEDIUM SAND: 29.1%		
MODE 3:			MUD: 4.9%	FINE SAND: 52.2%		
D ₁₀ :	88.59	1.630		V FINE SAND: 13.4%		
MEDIAN or D ₅₀ :	205.3	2.284	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 0.8%		
D ₉₀ :	323.1	3.497	COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 0.8%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	3.647	2.145	MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 0.8%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	234.5	1.867	FINE GRAVEL: 0.0%	FINE SILT: 0.8%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	1.853	1.465	V FINE GRAVEL: 0.0%	V FINE SILT: 0.8%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	122.1	0.890	V COARSE SAND: 0.0%	CLAY: 0.8%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	209.3	169.7	2.559	191.1	2.388	Fine Sand
SORTING (σ):	92.29	2.238	1.163	1.645	0.718	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	0.817	-2.640	2.640	-0.306	0.306	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	8.586	10.61	10.61	1.125	1.125	Leptokurtic

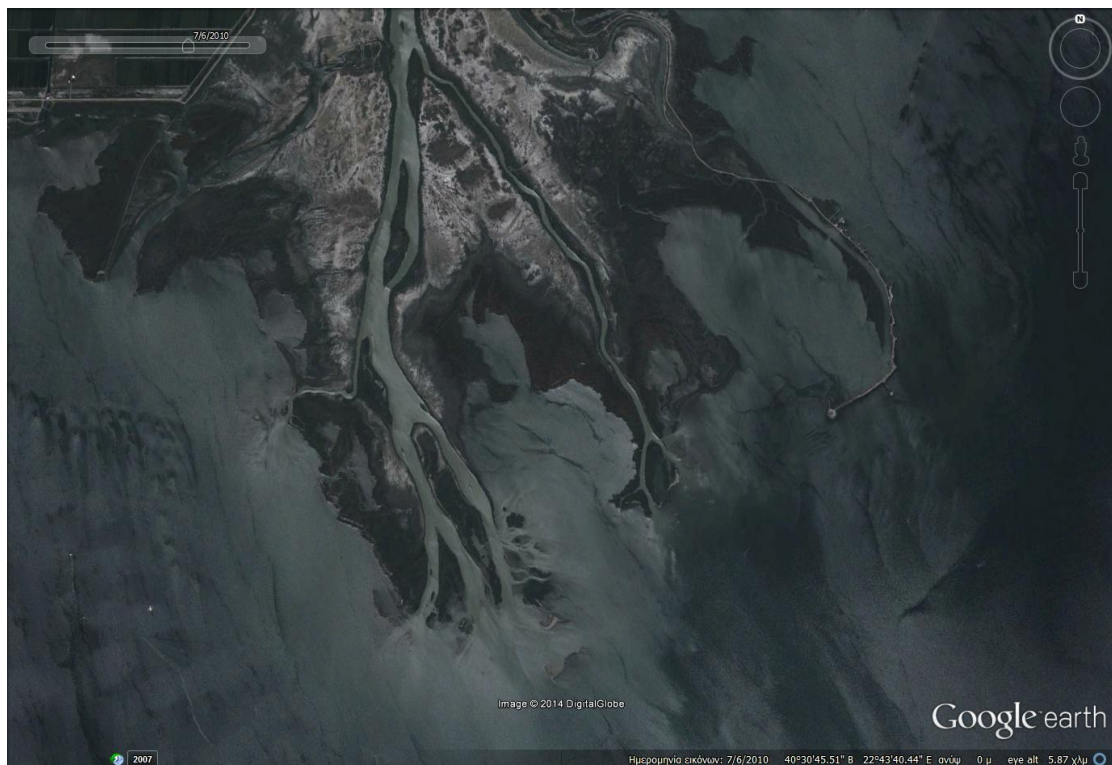


Σχ.3.2. Ιστόγραμμα κατανομής των κόκκων του δείγματος ΧΑΛ2 όπως προέκυψε με το πρόγραμμα Gradistat.

3.2. ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στη στερεομεταφορά και την απόθεση των ιζημάτων από το 2010 έως και σήμερα μελετήθηκαν 6 εικόνες από το Google earth, των ετών 2010, 2012 και 2013. Η μελέτη των εικόνων έδωσε μία πρώτη εκτίμηση για τη συμβολή των μέτρων προστασίας από παράνομες αμμοληψίες που έλαβε ο Φορέας Διαχείρισης του Δέλτα Αξιού, Λουδία, και Αλιάκμονα, στην προστασία του Δέλτα Αξιού από την ίδρυσή του μέχρι σήμερα.

Ακολούθως παρατίθενται οι εικόνες που μελετήθηκαν.



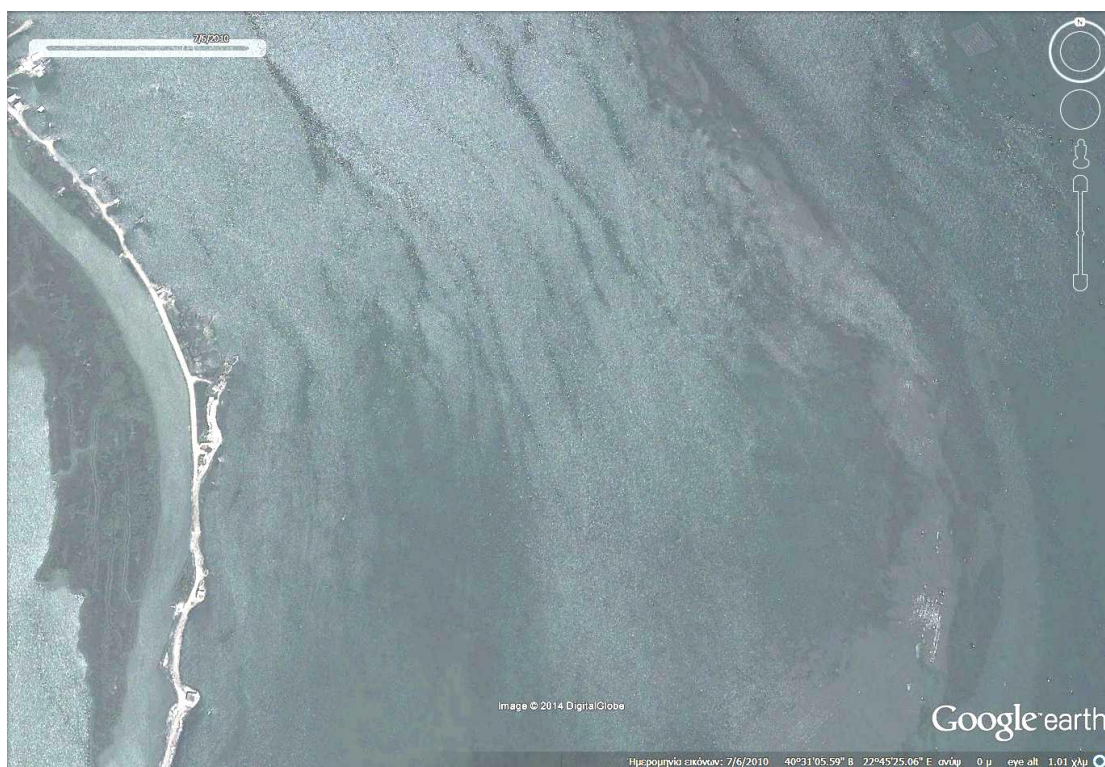
Εικ.3.1.Το δέλτα του Αξιού, όπως φαίνεται στις 7/6/2010.



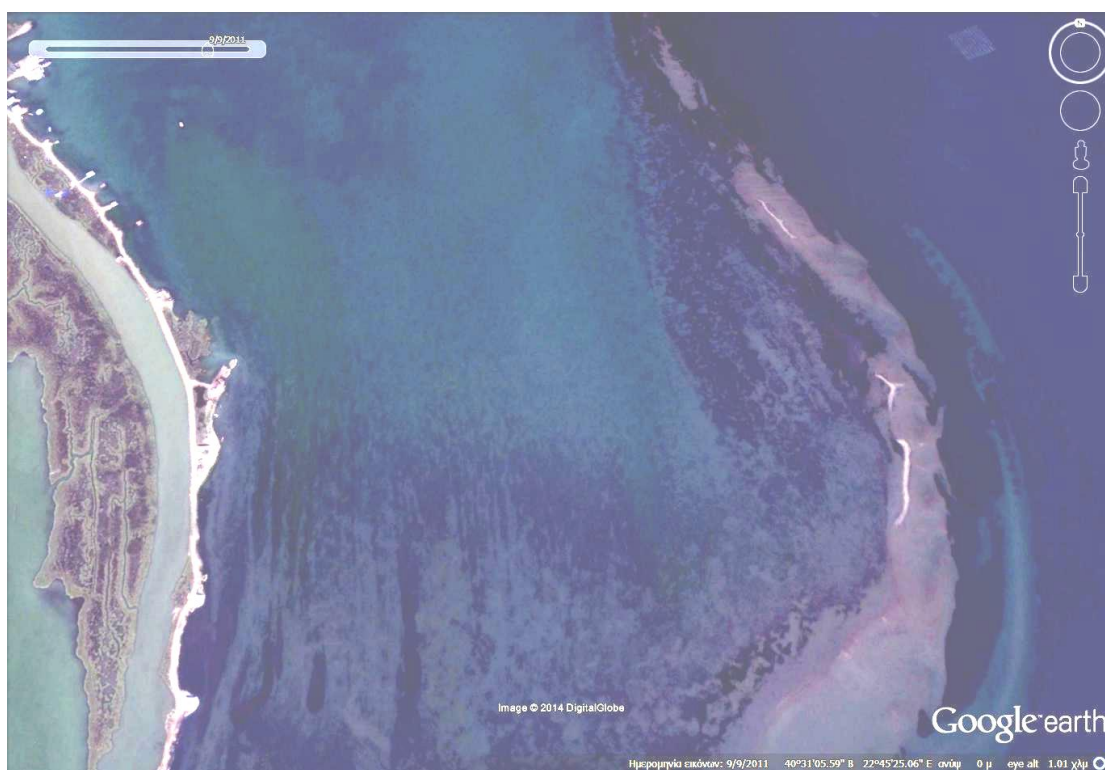
Εικ.3.2. Το δέλτα του Αξιού, όπως φαίνεται στις 9/9/2011.



Εικ.3.3. Το δέλτα του Αξιού, όπως φαίνεται στις 22/12/2013.



Εικ.3.4.Ενάμιση χιλιόμετρο ανατολικά του δέλτα Αξιού, όπως φαίνεται στις 7/6/2010.



Εικ.3.5. Η περιοχή που εντοπίζεται ενάμιση χιλιόμετρο ανατολικά του δέλτα Αξιού, όπως φαίνεται στις 9/9/2011.



Εικ.3.6. Η περιοχή που εντοπίζεται ενάμιση χιλιόμετρο ανατολικά του δέλτα Αξιού, όπως φαίνεται στις 22/12/2013.

Οι δορυφορικές εικόνες καλύπτουν ένα χρονικό διάστημα 3,5 ετών, από τις 7/6/2010 έως 22/12/2013 και δίνουν μία ποιοτική εικόνα των ιζημάτων του Δέλτα του Αξιού. Στις Εικόνες 4, 5 και 6 φαίνεται, ότι κατά το διάστημα των 3,5 αυτών ετών, αποτίθενται συνεχώς νέα ιζήματα στην περιοχή του Δέλτα. Η συνεχής αυτή ιζηματογένεση είναι αρκετά εκτεταμένη. Ειδικότερα παρατηρείται συνεχής απόθεση των ιζημάτων κυρίως στο νότιο τμήμα και στο ανατολικό τμήμα του Δέλτα. Στις Εικόνες 7,8 και 9 φαίνεται σε μεγέθυνση η ανατολική περιοχή του Δέλτα του Αξιού όπου στο διάστημα των 3,5 χρόνων, που καλύπτουν οι δορυφορικές φωτογραφίες, έχει σχηματιστεί ένα υποθαλάσσιο φράγμα. Το υποθαλάσσιο φράγμα έχει ιδιαίτερα αναπτυχθεί τον τελευταίο χρόνο και επιτόπιες έρευνες έδειξαν ότι κατά την άμπωτη δημιουργείται στο σημείο αυτό ένα νησί.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δείγματα του επιφανειακού ιζήματος του πυθμένα κάτω και δίπλα από τις πασσαλωτές μυδοκαλλιέργειες χαρακτηρίζονται σαν λεπτόκοκκοι-μεσόκοκοι άμμοι με λεπτόκυρτη κατανομή, θετική λοξότητα και μέτρια προς καλή ταξινόμηση.

Συγκεκριμένα, ο γραφικός μέσος όρος μεγέθους M (MEAN) κυμαίνεται από 2,199Φ έως 2,388Φ και δείχνει ότι πρόκειται για λεπτόκοκκη άμμο. Η γραφική τυπική απόκλιση σ , από 0,612 έως 0,718, δείχνει μια μέτρια καλή ταξινόμηση, η γραφική λοξότητα sk , με τιμές από 0,288 έως 0,306, είναι θετική και η γραφική κύρτωση ku , με τιμές από 1,304 έως 1,125, είναι λεπτόκυρτη.

Τα οργανικά υλικά συμμετέχουν με μικρό ποσοστό, με μέγιστο 1,18%, στα δείγματα, γεγονός που καταδεικνύει ότι η επίδραση του οργανικού φορτίου στα ιζήματα του πυθμένα από τις πασσαλωτές μυδοκαλλιέργειες δεν είναι σημαντική. Ενδεχόμενα αυτό οφείλεται στο ότι τα νερά του πυθμένα, στο σημείο αυτό του Θερμαϊκού, οξυγονώνονται αρκετά καλά.

Τα ανθρακικά όστρακα συμμετέχουν σε μικρό ποσοστό, με μέγιστο 2,58%, στα δείγματα, γεγονός που δείχνει ότι σε αυτό το σημείο του Θερμαϊκού η συνεισφορά τους δεν είναι σημαντική. Θα πρέπει εδώ να επισημανθεί ότι τα δείγματα προέρχονται από τα ιζήματα που βρίσκονται κάτω και δίπλα από τις πασσαλωτές μονάδες μυδοκαλλιέργειας.

Τέλος, η πρόσφατη, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα του Φορέα Διαχείρισης του Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα, στην καταπολέμηση των παράνομων αμμοληψιών από την κοίτη του ποταμού Αξιού, φάνηκε στο αποτέλεσμα των πρόσφατων επεκτάσεων του Δέλτα στο θαλάσσιο χώρο. Δηλαδή, η εν μέρει αντιμετώπιση των παράνομων αμμοληψιών, τελικά φάνηκε ως επέκταση του Δέλτα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ο όγκος των ιζημάτων (άμμων) που δεσμευόταν από αυτές και δεν παραλαμβάνόταν από το Δέλτα, τελικά ήταν σημαντικός. Ειδικότερα, πριν από λίγα χρόνια, είχε δοθεί η εντύπωση μίας αδρανοποίησης της επέκτασης του Δέλτα και είχαν εμφανιστεί πρόδρομα φαινόμενα μελλοντικής διάβρωσής του. Φυσικά η διαπίστωση αυτή είναι ποιοτική, προερχόμενη από τις δορυφορικές εικόνες και χρειάζεται περισσότερη έρευνα για την ποσοτικοποίηση της.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

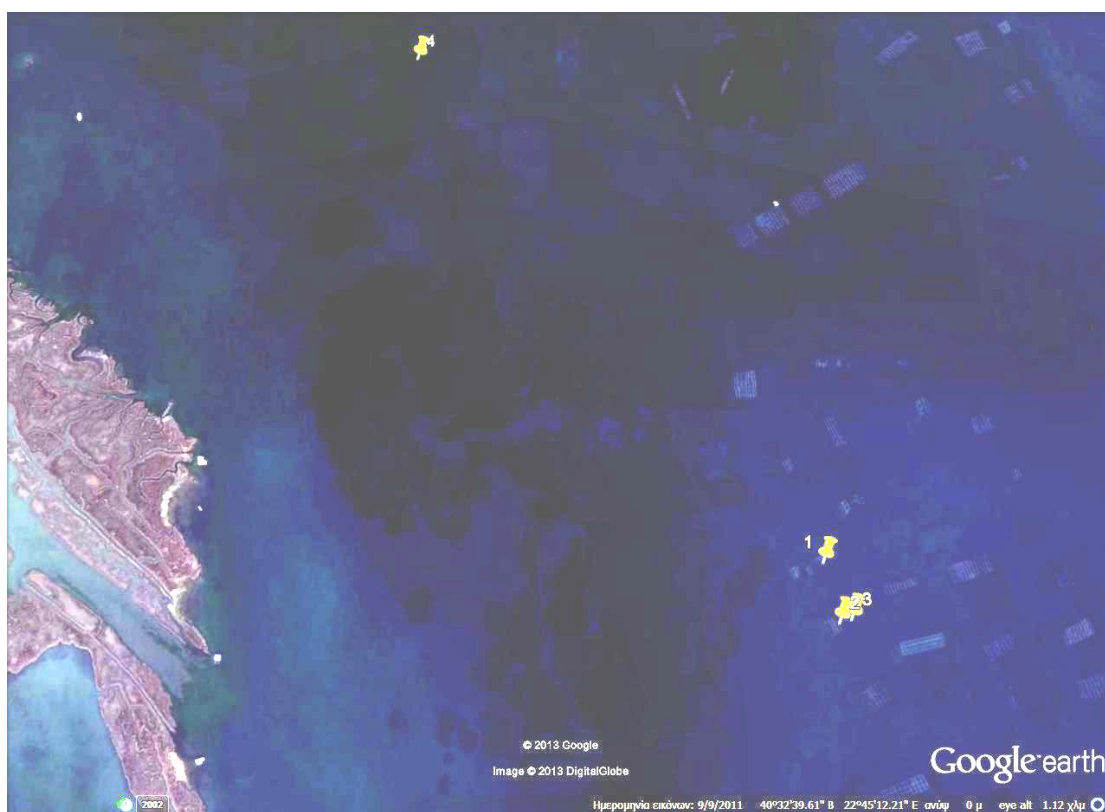
- ALBANAKIS, K., VAVLIAKIS, E., PSILOVIKOS, A., and SOTIRIADIS, L. 1993. Mechanisms and evolution of the delta of Axios River during the 20th Century. Pages 311–325 in Proceedings of the 3rd Hellenic Geography Conference, Hellenic Geographical Society, Athens, Greece.
- CORIOLIS, G.G., 1832: Memoire sur le principe des forces vives dans les mouvements relatifs des machines. Journal de l' ecole Polytechnique, vol. 13, 268-302.
- GEORGAS, D., and C. PERISSORATIS. 1992. Implications of future climatic changes on the Inner Thermaikos Gulf. Pages 495–534 in L. Jeftic. and J. Milliman (eds.), Climatic change and the Mediterranean. UNEP, Edward Arnold, London.
- KARAGEORGIS, A. P., M. S. SKOURTOS, V. KAPSIMALIS, A. D., KONTOGIANNI, N.T. SKOULIKIDIS, K. PAGOU, N.P. NIKOLAIDIS, P. DRAKOPOULOU, B. ZANOU, H. KARAMANOS, Z. LEVKOV, and C. ANAGNOSTOU. 2005. An integrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River Catchment and Thermaikos Gulf. Regional Environmental Change 5:138–160.
- KARAGEORGIS, A.P., KONTOGIANNI, A., SKOURTOS, M., TURNER, K.R. & SALOMONS, W. 2006. Impact of 100-Year Human Interventions on the Deltaic Coastal Zone of the Inner Thermaikos Gulf (Greece): A DPSIR Framework Analysis. Environmental Management, vol 38, no 2, pp 304-315.
- KAPSIMALIS, V., S. E. POULOS, A. P. KARAGEORGIS, P. PAVLAKIS, and M. B. COLLINS. 2005. Recent evolution of a Mediterranean deltaic coastal zone: human impacts on the Inner Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea. Journal of Geological Society, London 162:1–12.
- KONSTANTINIDIS, K. A. 1989. Land reclamation project of the Thessaloniki plain. Geotechnical Chamber of Greece, Thessaloniki, Greece, 217 pp. (in greek)
- PAPATHANASSIOU, E. & ZENETOS, A. 2005. State of the Hellenic Marine Environment. Athens 2005.
- POULOS, S., A. PAPADOPOULOS, and M. B. COLLINS. 1994. Deltaic progradation in Thermaikos Bay, Northern Greece and its socio-economic implications. Ocean and Coastal Management 22:229–247.
- POULOS, S. E., G. T. CHRONIS, M. B. COLLINS, and V. LYKOUSIS. 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.

- SALOMONS, W. 2004. European Catchments: catchment changes and their impact on the coast. Institute for Enviornmental Studies, Free University, Amsterdam.
- STURCK, J. 1908. Mazedonisch Fahrten II, Die Mazedonischen Niederlaender. University of Serjevo, Serjevo.
- ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ Κ. 1999. Μαθήματα Ωκεανογραφίας, UNIVERSITY STUDIO PRESS, σελ. 159.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α. & ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α. 2010. Ιζηματολογία, Εκδόσεις Τζιόλα, σελ. 358.

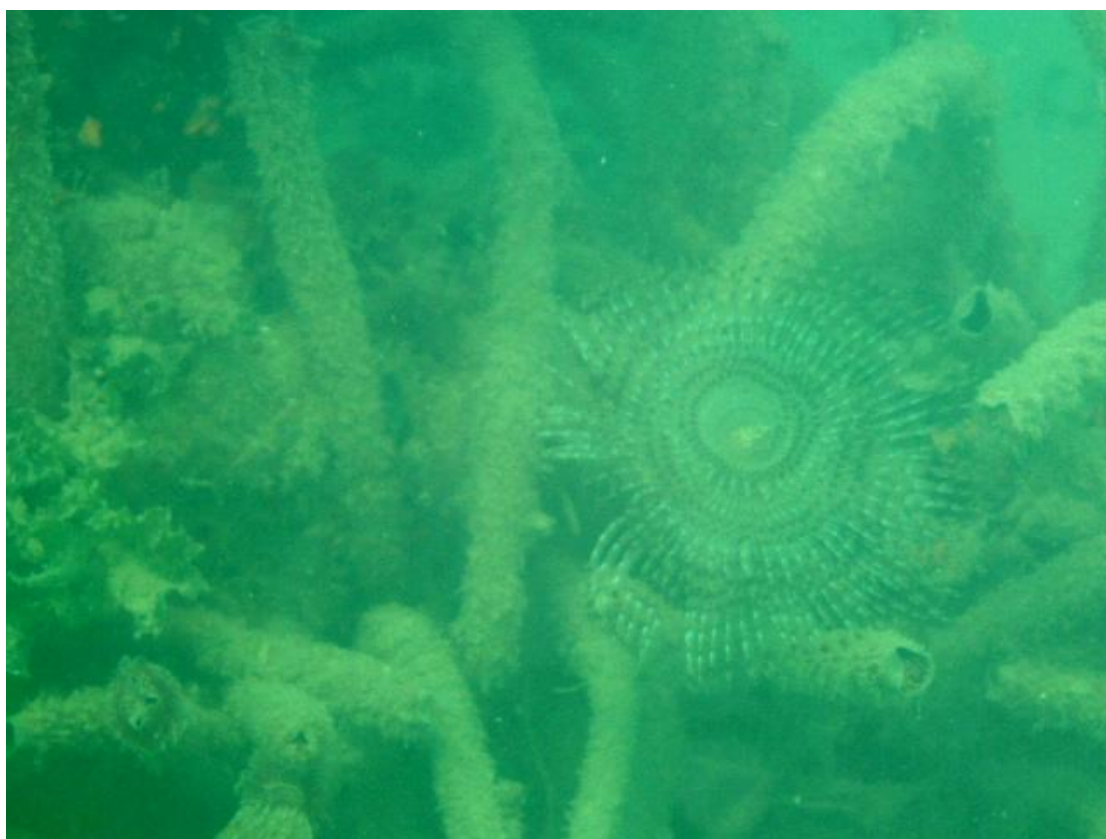
6. ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- URL1.[http:// www.Mathra.gr/default_2669.aspx](http://www.Mathra.gr/default_2669.aspx) (Υπουργείο Μακεδονίας Θράκης) 2014.
- URL2. <http://www.axiosdelta.gr/> 2014.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



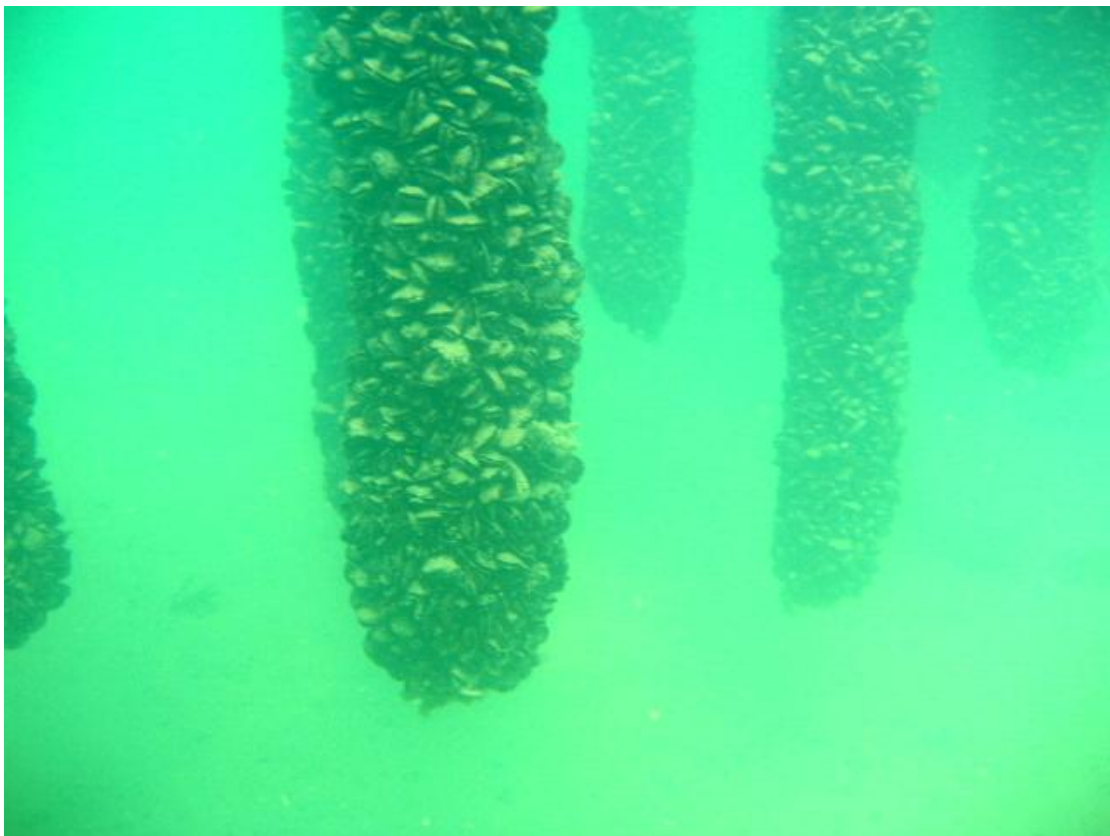
Φωτ.7.1. Η περιοχή μελέτης. Η τοποθεσίες των φωτογραφιών (1,2,3,4) και των δειγματοληψιών (2,3).



Φωτ. 7.2. Σκουλήκια της θάλασσας, μοιάζουν με ανεμώνη



Φωτ. 7.3. Μύδια πεσμένα στον πυθμένα.



Φωτ. 7.4. Το κάτω μέρος της καλλιέργειας των μυδιών(το κάτω μέρος της αρμαθιάς)



Φωτ. 7.5. Σκουλήκι της θάλασσας, με αποικία από πορφύρες ή στρουμπούλια στην τοπική διάλεκτο.



Φωτ. 7.5. Πεσμένες αρμαθιές στον πυθμένα.



Φωτ. 7.6. Πίνα, μεγάλο όστρακο βυθισμένο στον πυθμένα.



Φωτ. 7.7. Ρεμέτζο γεμάτο μύδια (ένα από τα σχοινιά, που στηρίζει τη μυδοκαλλιέργεια)



Φωτ. 7.8. Πίνα με χλωρίδα πιασμένη επάνω της.



Φωτ. 7.9. Η αρμαθιά (το κρυστάλλι), με τα μύδια να έχουν χαθεί.



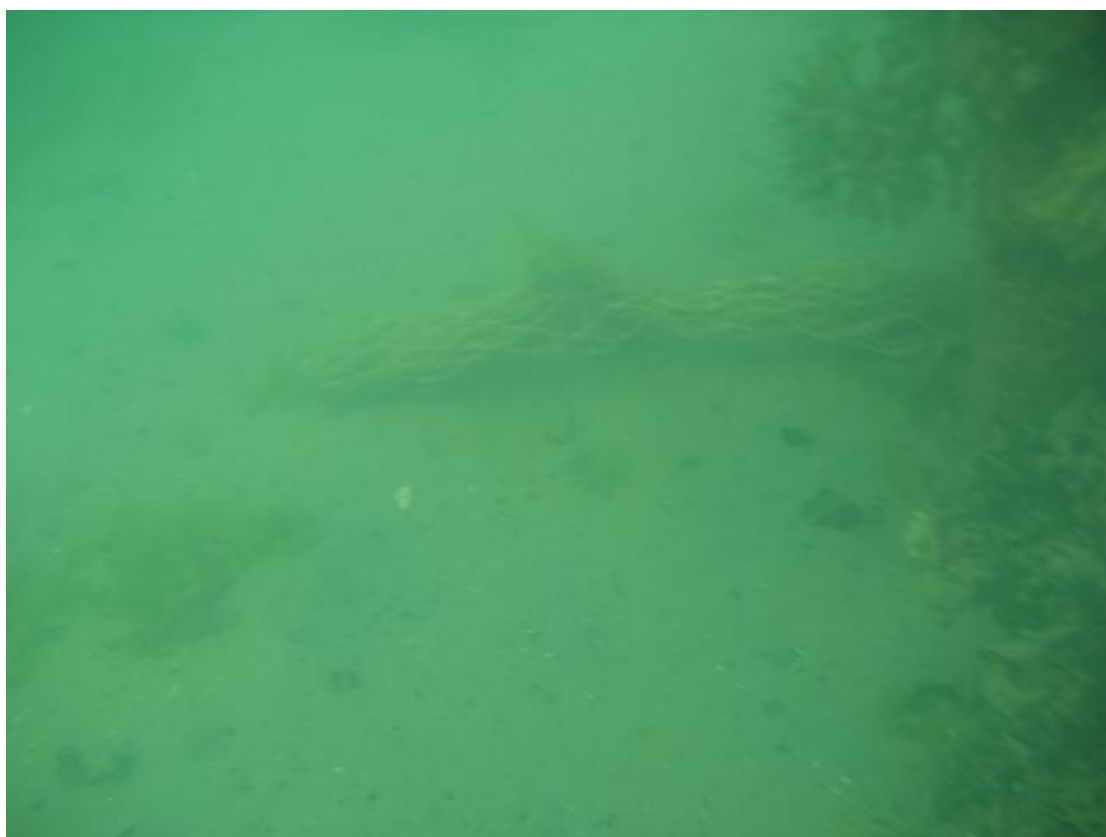
Φωτ. 7.10. Μύδια.



Φωτ. 7.11. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών.



Φωτ. 7.12. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών, σε μεγένθυση.



Φωτ. 7.13. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών.



Φωτ. 7.14. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών.



Φωτ. 7.15. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών.



Φωτ. 7.16. Κρυστάλλια πεταμένα στον πυθμένα, μετά το πέρας των εργασιών.



Φωτ. 7.17. Σωλήνες από πεσμένη πασσαλωτή μυδοκαλλιέργεια.



Φωτ. 7.18. Σωλήνα από πεσμένη πασσαλωτή μυδοκαλλιέργεια, με ανάπτυξη χλωρίδας στην επιφάνεια της.



Φωτ. 7.19. Σωλήνα από πεσμένη πασσαλωτή μυδοκαλλιέργεια, με ανάπτυξη χλωρίδας στην επιφάνεια της.



Φωτ. 7.20. Σωλήνες από πεσμένη πασσαλωτή μυδοκαλλιέργεια.



Φωτ. 7.21. Σφουγγάρι.



Φωτ. 7.22. Σφουγγάρι.



Φωτ. 7.23. Μύδια αρμαθιές.



Φωτ. 7.24. Το πάνω μέρος της αρμαθιάς.



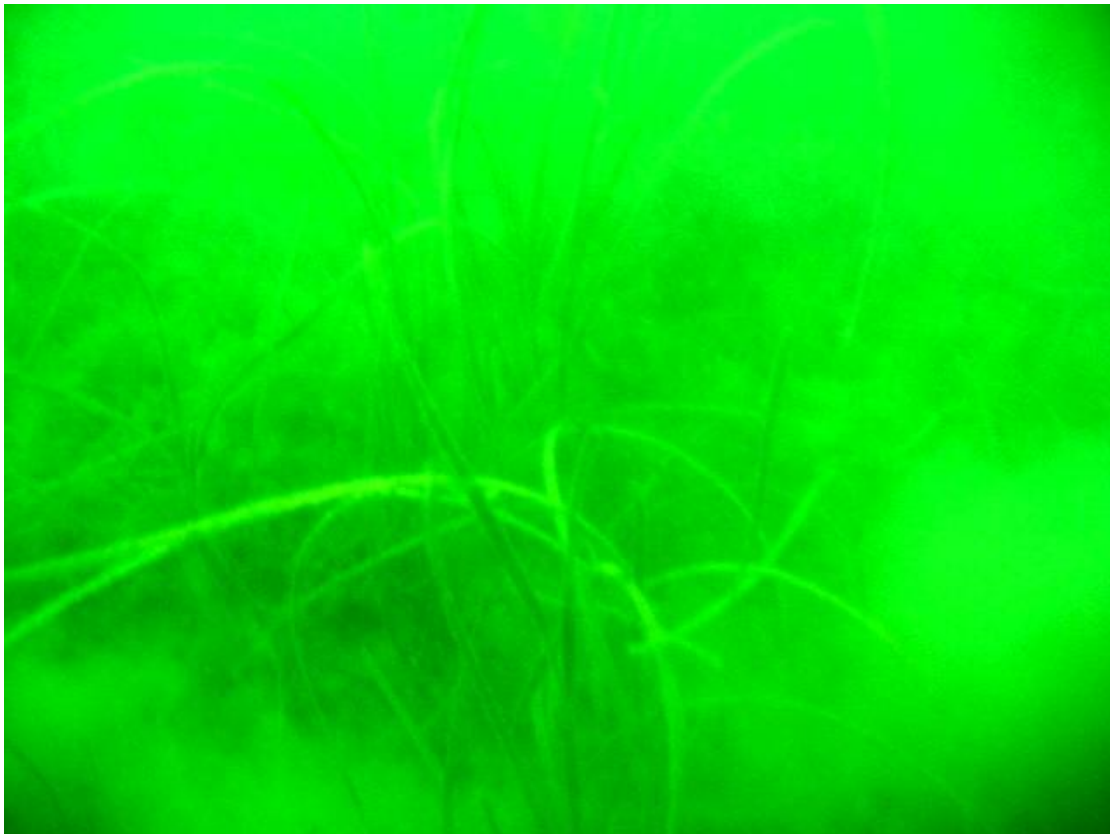
Φωτ. 7.25. Αποικία από πορφύρες ή στρουμπούλια στην τοπική διάλεκτο.



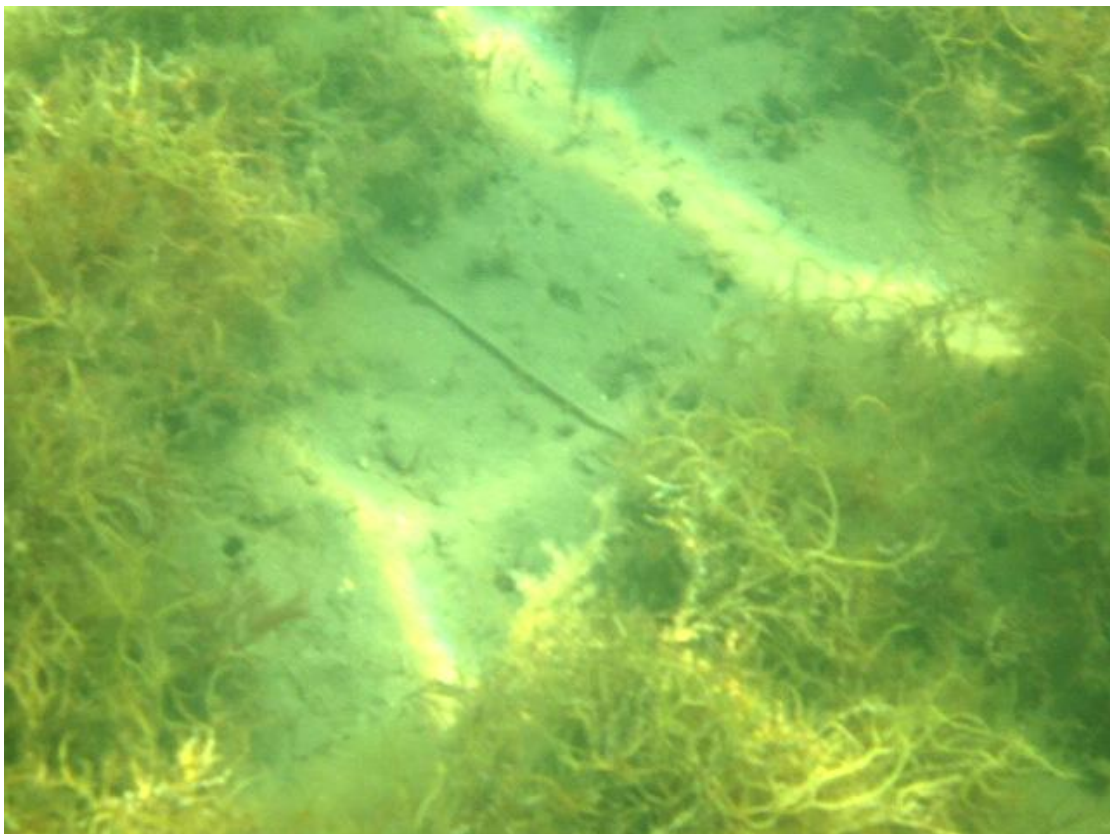
Φωτ. 7.26. Μικρή μέδουσα.



Φωτ. 7.27. Φίκοι.



Φωτ. 7.28. Φίκοι.



Φωτ. 7.29. Φίκοι.



Φωτ. 7.30. Κρυστάλλια που κρύβονται κάτω από τα φίκοι.