

ΤΟ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΟ ΠΡΟΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

Πετράκης Στέλιος Α.Ε.Μ.: 3459
Υπεύθυνος καθηγητής: **Αλμπανάκης Κωνσταντίνος**



2005 - 2006

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Α.Π.Θ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΤΟ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΟ ΠΡΟΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

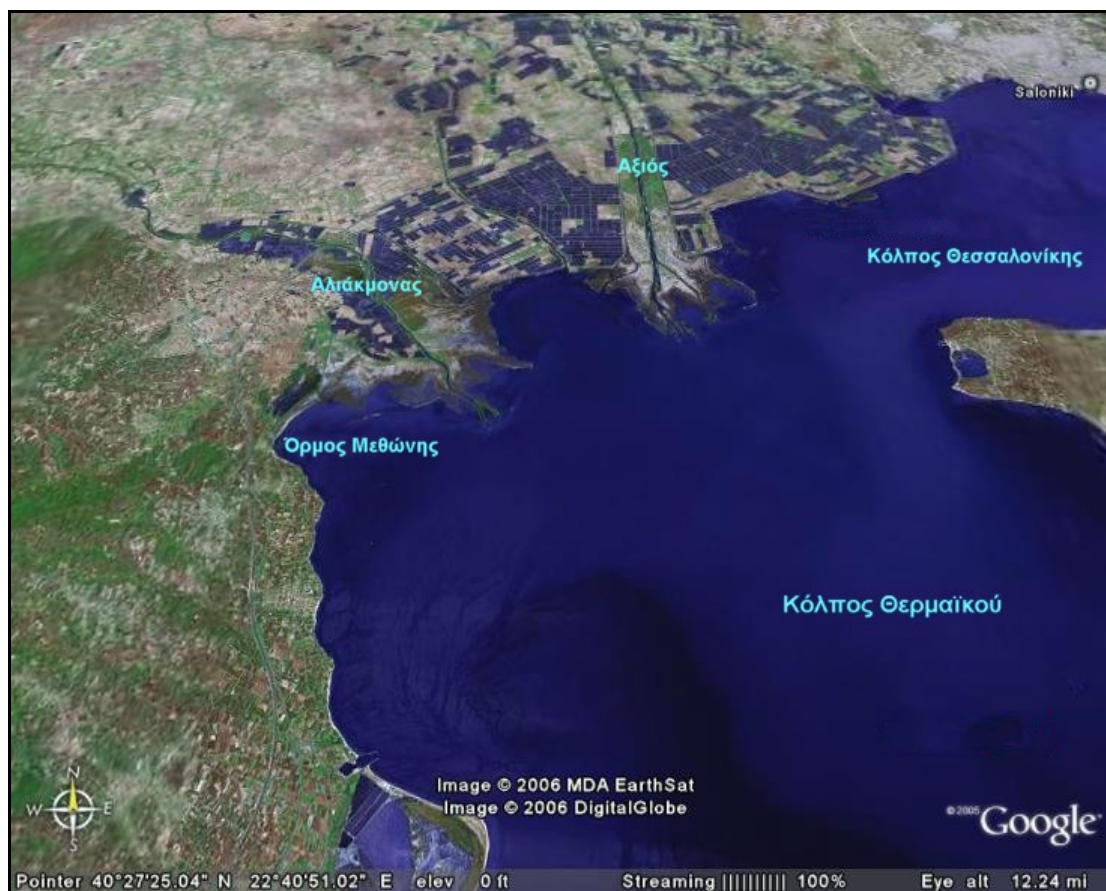
Πετράκης Στέλιος Α.Ε.Μ.: 3459
Υπεύθυνος καθηγητής: **Αλμπανάκης Κωνσταντίνος**

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή _____	Σελίδα 3
2. Ορισμοί - Ονοματολογία δελταϊκού και παράκτιου περιβάλλοντος _____	Σελίδες 4 – 5
3. Εξέλιξη περιοχής μελέτης _____	Σελίδες 6 – 10
Γεωγραφικά – Γεωλογικά στοιχεία _____	Σελίδες 11 – 13
Μετεωρολογικά - Κλιματικά στοιχεία _____	Σελίδα 14
Ωκεανογραφικά στοιχεία _____	Σελίδες 15 – 20
Ιζηματολογικά στοιχεία _____	Σελίδα 21
Ανθρωπογενείς επεμβάσεις – επιπτώσεις στον όρμο της Μεθώνης _____	Σελίδες 22 – 25
4. Μεθοδολογία _____	Σελίδα 26
Μεθοδολογία Πεδίου _____	Σελίδα 26
Μεθοδολογία εργαστηρίου _____	Σελίδες 27 – 31
5. Αποτελέσματα _____	Σελίδες 32 – 51
6. Συμπεράσματα – Συζήτηση _____	Σελίδα 52
7. Φωτογραφικό υλικό _____	Σελίδες 53 – 55
8. Ευχαριστίες _____	Σελίδα 56
9. Βιβλιογραφία _____	Σελίδες 57 – 58

1. Εισαγωγή

Η περιοχή μελέτης είναι ο χώρος γύρω από το δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα. Επιβλέπων καθηγητής ήταν ο κύριος Κ. Αλμπανάκης. Στη συλλογή των δειγμάτων από το ύπαιθρο, καθώς και στην ανάλυσή τους στο εργαστήριο και στη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, βοήθησαν ο διδακτορικός φοιτητής Μιχάλης Στύλλας, καθώς και οι μεταπτυχιακοί φοιτητές Παράσχου Θόδωρος και Ψωμιάδης Δαυίδ. Οι αναλύσεις των δειγμάτων έγιναν στο εργαστήριο αναλύσεων του γεωλογικού τμήματος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 1: Πανοραμική άποψη της περιοχής μελέτης.

2. Ορισμοί - Ονοματολογία δελταϊκού και παράκτιου περιβάλλοντος

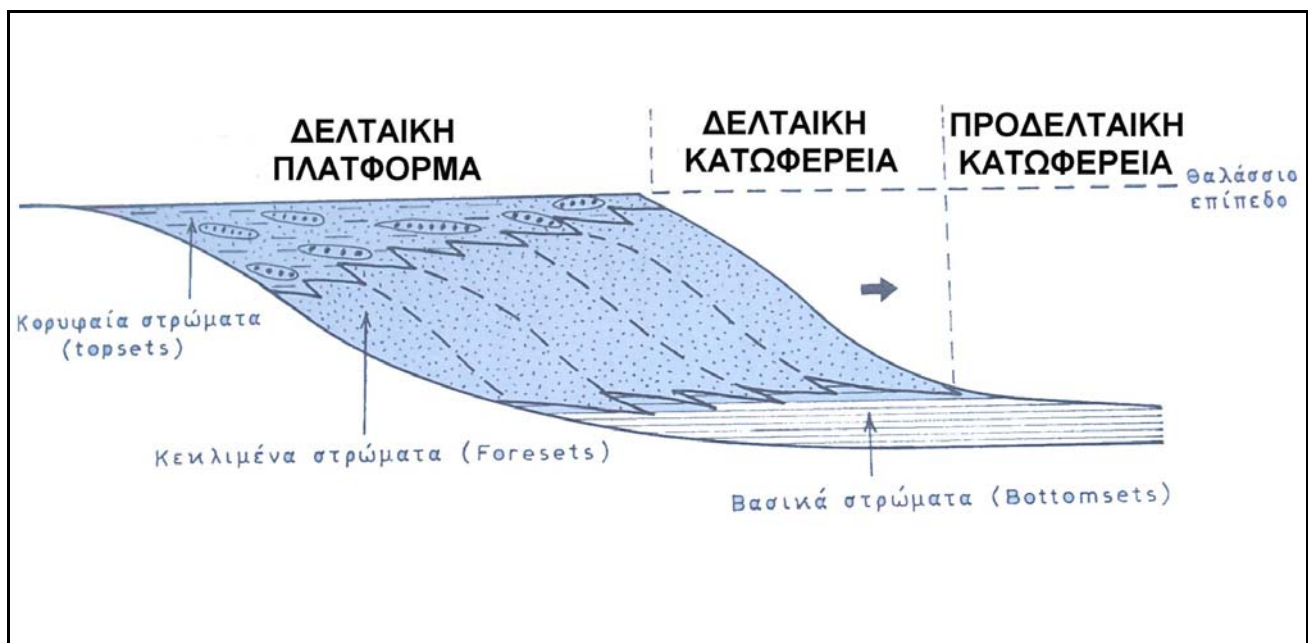
Για αρχή, παραθέτουμε τους ορισμούς του δέλτα και του προδέλτα.

ΔΕΛΤΑ: Τα δέλτα σχηματίζονται στις εκβολές των ποταμών στη θάλασσα και στις λίμνες και από άποψη αποθετικού περιβάλλοντος ανήκουν στο μεταβατικό τύπο, δηλαδή η απόθεση των υλικών γίνεται εν μέρει σε χερσαίο και εν μέρει σε θαλάσσιο περιβάλλον.

Το δελταϊκό μοντέλο ιζηματογένεσης εξαρτάται από:

- Την παράκτια γεωμορφολογία και την κλίση της ηπειρωτικής κατωφέρειας.
- Τη διεύθυνση και την ένταση των κυμάτων.
- Το βαθμό μεταφοράς υλικών από τα ποτάμια και απομάκρυνσης των υλικών από την παράκτια ζώνη.
- Την παλίρροια.
- Τις τεκτονικές και κλιματικές συνθήκες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η δομή ενός τυπικού δέλτα (κατά Ψιλοβίκος 1985).



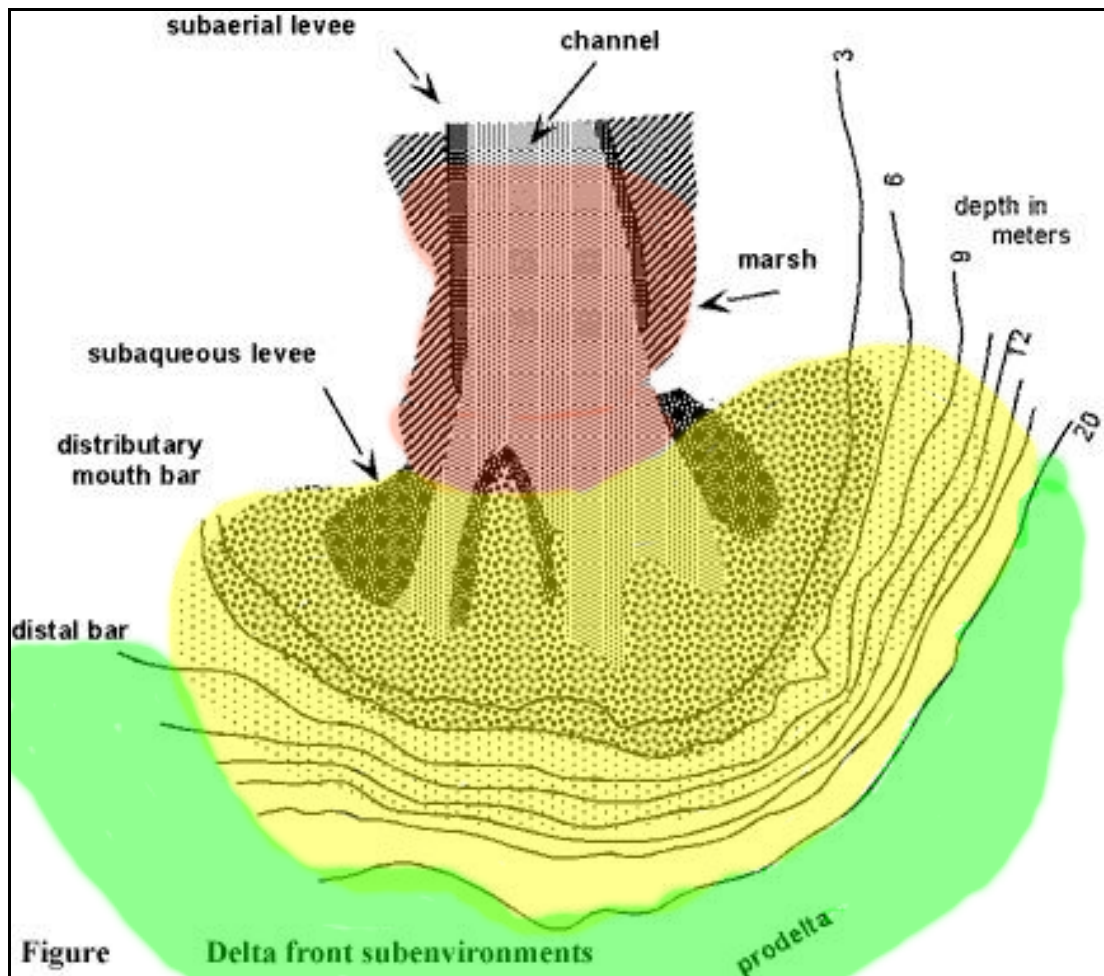
Εικόνα 2: Μοντέλο δελταϊκού αποθετικού περιβάλλοντος (Ψιλοβίκος, 1985).

Στο σχήμα 1 φαίνονται τα εξής τμήματα του δέλτα:

1. **Δελταϊκή πλατφόρμα:** Είναι η περιοχή ξηράς με μικρή κλίση, στο χώρο της οποίας γίνεται ο διασκορπισμός της ροής νερού και υλικών, η αλλαγή ροής, η υπερχείλιση της κοίτης και η μετακίνηση των εκβολών. Σε αυτό το χώρο παρατηρείται απόθεση άμμου, κροκάλων και ιλύος. Το χαρακτηριστικότερο γνώρισμα αυτών των αποθέσεων, είναι ο σχηματισμός στρωμάτων με ελαφρά κλίση προς τη θάλασσα. Είναι γνωστά ως κορυφαία στρώματα (*top sets*).
2. **Δελταϊκή κατωφέρεια:** Είναι το κεκλιμένο τμήμα του δέλτα που βρίσκεται μεταξύ της εκβολής της κοίτης και του σχεδόν οριζώντιου

πυθμένα της θάλασσας. Οι αποθέσεις αυτού του τμήματος είναι ιλύς με φακούς άμμου μεγάλης κλίσης ($10^\circ - 30^\circ$) και ονομάζονται κεκλιμένα δελταϊκά στρώματα (*foresets*).

3. **Προδελταϊκή πλατφόρμα:** Είναι η περιοχή του πυθμένα της θάλασσας που βρίσκεται πέρα από τη δελταϊκή κατωφέρεια και χαρακτηρίζεται από συνθήκες ηρεμίας. Εκεί αποτίθενται αργιλικά υλικά που αιωρούνται στο νερό και μεταφέρονται με τη βοήθεια ρευμάτων που δημιουργούνται στις εκβολές του δέλτα. Η απόθεσή τους γίνεται σε λεπτές οριζόντιες ή ελαφρά κεκλιμένες στρώσεις (*bottomsets*).

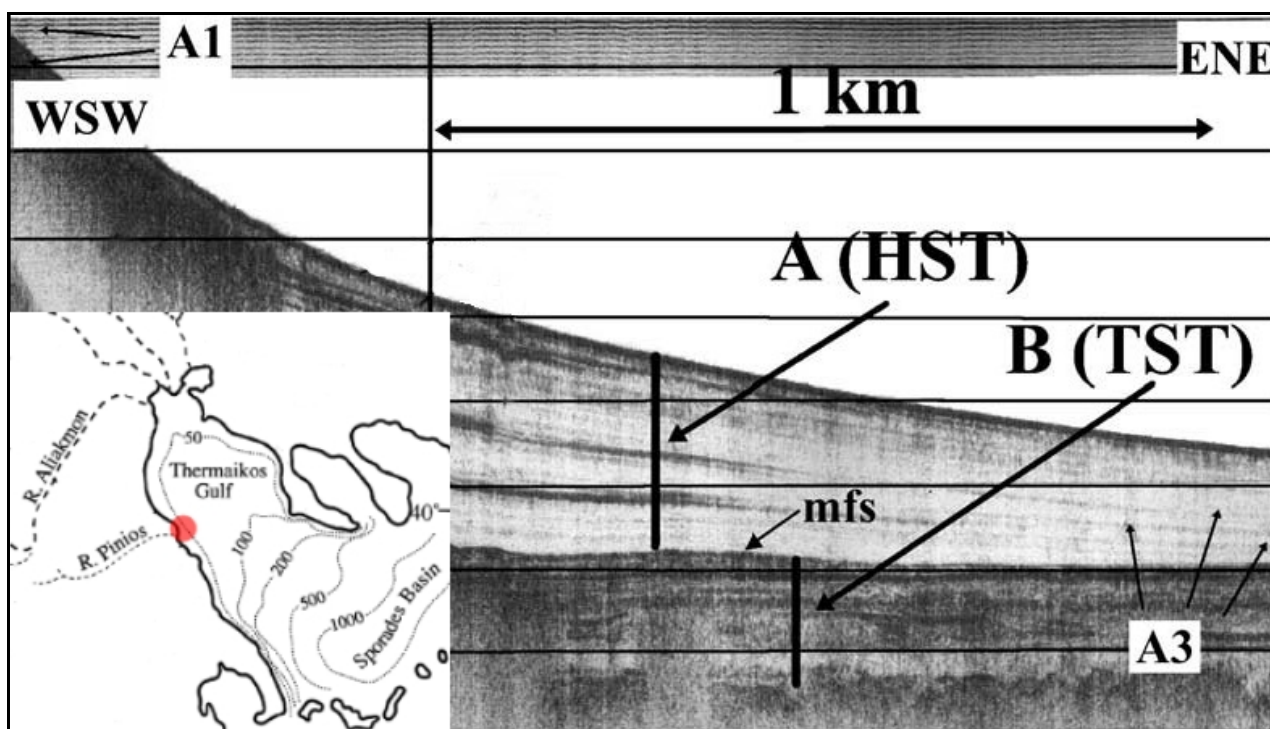


Εικόνα 3: Άνωθεν όψη τυπικού δέλτα. Κόκκινο-Δελταϊκή πλατφόρμα, Κίτρινο-Δελταϊκή κατωφέρεια, Πράσινο-Προδελταϊκή πλατφόρμα (Google images).

3. Εξέλιξη περιοχής μελέτης

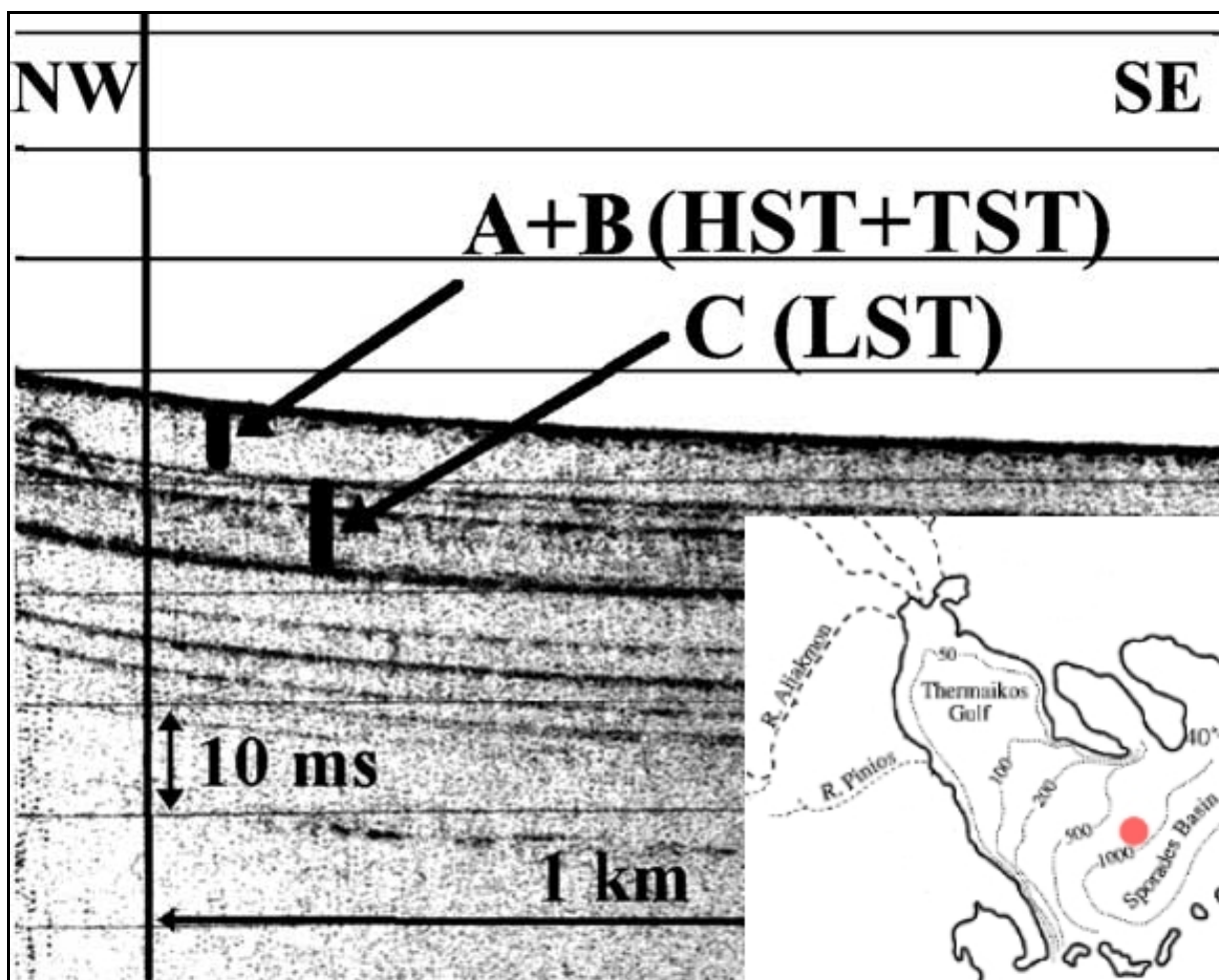
Όπως είναι φυσικό, η περιοχή που μελετάται δεν παρέμεινε ίδια κατά την πάροδο του γεωλογικού χρόνου. Όπως θα δούμε στις παρακάτω εικόνες, όλος ο χώρος του κόλπου του Θερμαϊκού, κατά συνέπεια και η περιοχή γύρω από το δέλτα του Αλιάκμονα, έχει υποστεί μεγάλες μεταβολές. Η κύρια αιτία των μεταβολών στη μελετούμενη περιοχή είναι οι συνεχείς μεταβολές του επιπέδου της θάλασσας παγκόσμια, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του Άνω Τεταρτογενούς. Οι μεταβολές αυτές σχετίζονται με τις παγετώδεις και τις μεσοπαγετώδεις περιόδους. Έτσι, κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων η στάθμη της θάλασσας έπεφτε, ενώ κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών περιόδων, η στάθμη ανέβαινε εξαιτίας της μετατροπής των πάγων σε νερό.

Η μεταβολή στο χώρο του κόλπου του Θερμαϊκού, μελετάται με τη βοήθεια σεισμικών προφίλ ανάκλασης υψηλής ανάλυσης (high resolution seismic reflection profiles), όπως αυτά στις εικόνες 4 και 5.



Εικόνα 4: Τυπικές σιγμοειδείς διαβαθμισμένες αποθέσεις. Φαίνονται καθαρά οι ενότητες Α και Β (επεξήγηση στο κείμενο). Το κόκκινο στίγμα στο χάρτη δείχνει το σημείο δειγματοληψίας (Iykousis et al. 2005).

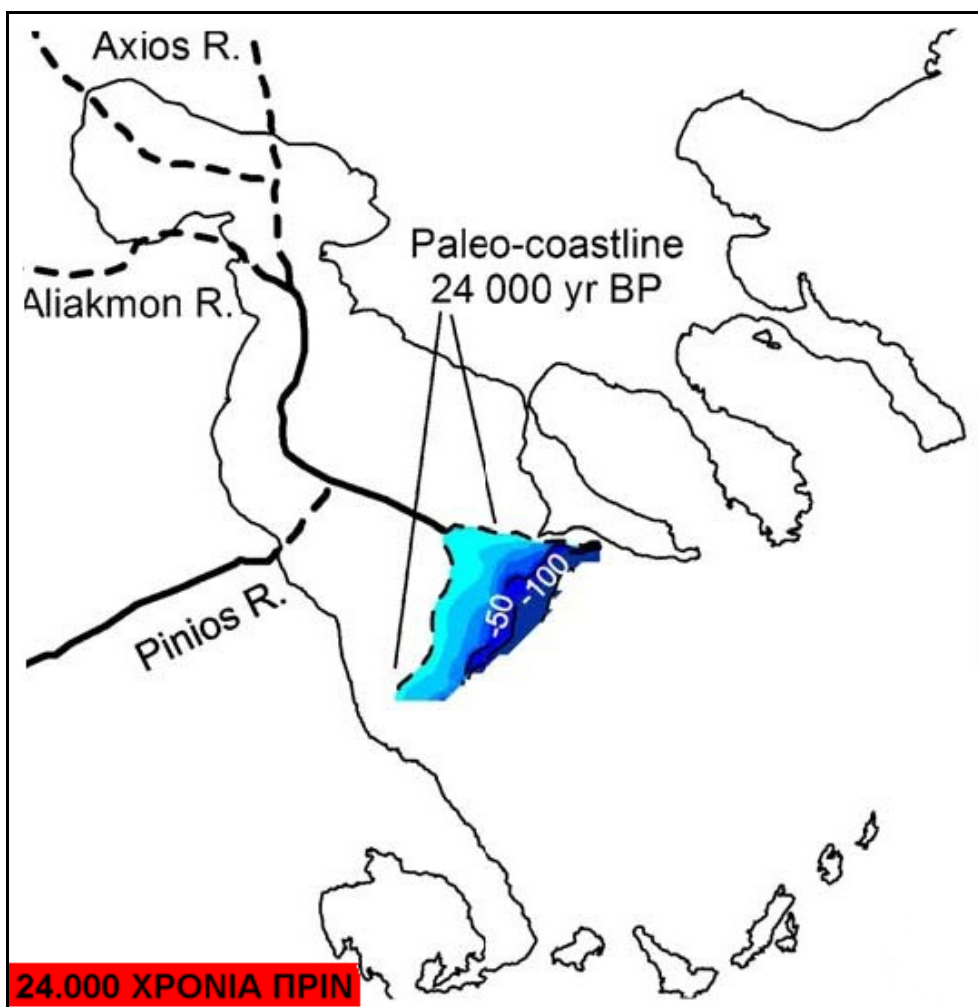
Στην εικόνα 4 βλέπουμε να ξεχωρίζουν δύο ενότητες ιζημάτων (κατά Iykousis et al. 2005). Η ενότητα Β αποτελεί τα ιζήματα που αποτέθηκαν στην περιοχή κατά τη διάρκεια της τελευταίας μεταπαγετώδους περιόδου (18.000 – 6.000 χρόνια πριν). Τα ιζήματα αυτά είναι παράκτια άμμος αμώδης ιλύς και ιλύς από τις εκβολές των ποταμών. Στην ενότητα Α βρίσκονται πιο λεπτόκοκκα ιζήματα, κυρίως ιλύς, τα οποία άρχισαν να αποτίθενται το Άνω Ολόκαινο (6.000 χρόνια πριν) και η απόθεσή τους συνεχίζεται μέχρι τις μέρες μας.



Εικόνα 5: Ενότητες A, B και C όπως εμφανίζονται στο προφίλ του υπέδαφους του υποθαλάσσιου χώρου του Θερμαϊκού και της υποθαλάσσιας λεκάνης των Σποράδων. Το κόκκινο στίγμα στο χάρτη δείχνει το σημείο δειγματοληψίας (Iykousis et al. 2005).

Στην εικόνα 5 φαίνεται η ενότητα C σε σχέση με τις ενότητες A και B. Η ενότητα αυτή αποτελείται από προδελταϊκές αποθέσεις ιλύος και αποθέσεις αμμώδους ιλύος και τουρβιδίτες στη λεκάνη των Σποράδων. Η ηλικία απόθεσης των ιζημάτων αυτών είναι Άνω Τεταρτογενής (24.000 με 18.000 χρόνια πριν) και τοποθετούνται στο τέλος της παγετώδους περιόδου του Würm.

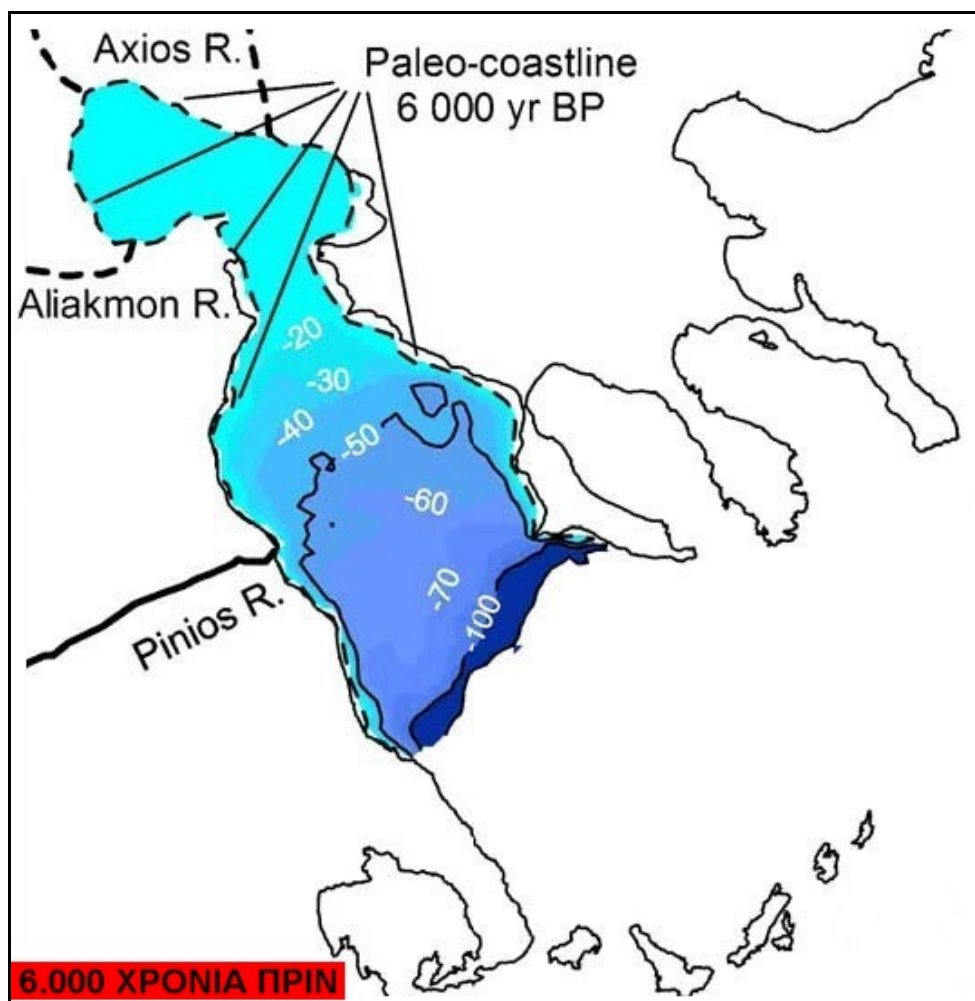
Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου, το επίπεδο της θάλασσας ήταν 110 με 120 μέτρα χαμηλότερα από το επίπεδο που βρίσκεται σήμερα. Έτσι, το βορειοδυτικό Αιγαίο ήταν μια εκτεταμένη υφαλοκρηπίδα (εικόνα 6). Τότε, ο Αξιός και ο Αλιάκμονας, καθώς και άλλα μικρότερα ποτάμια όπως ο Λουδίας και ο Γαλλικός, ήταν ενωμένα σε ένα κεντρικό κλάδο ο οποίος σχημάτιζε ένα μεγαλύτερο παλαιο-ποταμό, που μαιάνδριζε στην κοιλάδα στη θέση της οποίας υπάρχει τώρα ο κόλπος του Θερμαϊκού.



Εικόνα 6: Ανακατασκευή της παλαιομορφολογίας του ΒΔ Αιγαίου πριν από 24.000 χρόνια (Iykousis et al. 2005).

Είναι πολύ πιθανόν να ενωνόταν και ο Πηνειός σε αυτό το ποτάμι. Οι εκβολές του ποταμού αυτού βρίσκονταν πολύ κοντά στην υφαλοκρηπίδα και εφοδίαζαν απευθείας τη λεκάνη των Σποράδων και συνεισέφεραν στις αποθέσεις της ενότητας C. Κατά τη μετα-παγετώδη περίοδο που άρχισε περίπου 18.000 χρόνια πριν, η παλαιο-ακτή υποχωρούσε σταδιακά προς το Βορά, και τα ποτάμια απόθεταν ιζήματα αποκλειστικά στην κοιλάδα (ενότητα B).

Η σταθεροποίηση της στάθμης της θάλασσας άρχισε να παρατηρείται περίπου 8.000 με 6.000 χρόνια πριν. Έτσι, πριν από 6.000 χρόνια, η στάθμη ήταν περίπου 20 μέτρα χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο. Η παλαιομορφολογία της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του ΒΔ Αιγαίου ήταν σχεδόν ίδια με τη σημερινή, εκτός από το Βορειοδυτικό τμήμα της.

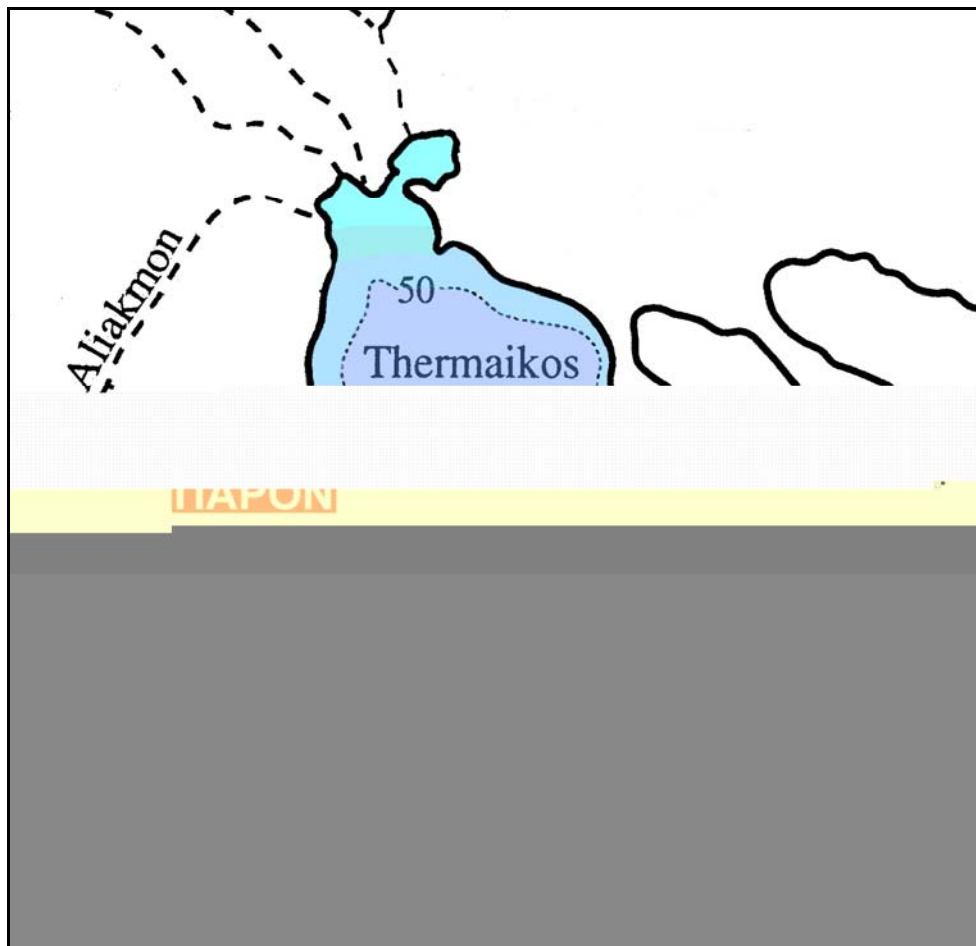


Εικόνα 7: Ανακατασκευή της παλαιομορφολογίας του ΒΔ Αιγαίου πριν από 6.000 χρόνια (Iykousis et al. 2005).

Ιστορικά στοιχεία υποδηλώνουν ότι αυτή η εμβάθυνση υπήρχε κατά την διάρκεια του 5^{ου} Αιώνα π.Χ. (αφού τα μεγαλύτερα λιμάνια εκείνης της εποχής, η Σκύδρα στα Δυτικά και η Πέλλα Βορειότερα, βρίσκονται σήμερα περίπου 30 χιλιόμετρα μακριά από τη σημερινή ακτή), και γεωλογικά δεδομένα υποστηρίζουν επίσης, ότι η περιοχή αυτής ήταν παρόμοια και 6.000 χρόνια πριν. Οι παλαιο-ποταμοί Αξιός, Αλιάκμονας και πιθανόν και άλλοι, απέθεταν ιζήματα σε αυτή την εμβάθυνση, ενώ οι εκβολές του Πηνειού βρίσκονταν κοντά στο σημείο που βρίσκονται και σήμερα. Σταδιακά, η εμβάθυνση αυτή γέμισε με ιζήματα και σχηματίστηκε λαγκούνα, η οποία με την πάροδο του χρόνου, αποσπάρθηκε από τη θάλασσα και σχημάτισε τη λίμνη του Λουδία. Η λίμνη αυτή και οι γύρω βαλτώδεις περιοχές αποξηράνθηκαν κατά την περίοδο 1930 με 1950 και χρησιμοποιήθηκαν για αγροτική χρήση.

Καθώς τα παλαιο-ποτάμια υποχωρούσαν προς το Βορά, τα αμμώδη ιζήματα αποθέτονταν κοντά στις εκβολές των ποταμών. Απομεινάρια αυτών των αμμωδών ιζημάτων βρίσκονται ακόμα στην επιφάνεια του πυθμένα της θάλασσας, μερικώς αναμειγμένα με καινούργια λεπτόκοκκα ιζήματα. Αυτό αποδίδεται σε μια επικρατούσα κυκλωνική κυκλοφορία αριστερόστροφης φοράς, η οποία μεταφέρει το μεγαλύτερο μέρος των ιζημάτων από τα ποτάμια προς το Νότο, σε μια στενή ζώνη κοντά στη δυτική ακτογραμμή.

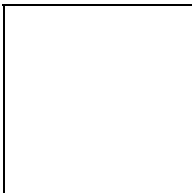
Τη σημερινή εποχή παρουσιάζεται αξιοσημείωτη μείωση φερτών ιζημάτων, που οφείλεται στην κατασκευή φραγμάτων τα οποία παγιδεύουν τα ιζήματα από τις κοίτες των ποταμών, στην εξαντλητική χρήση του νερού για άρδευση και στη χρήση των ιζημάτων (άμμου) από τα ποτάμια για οικοδομικά υλικά.



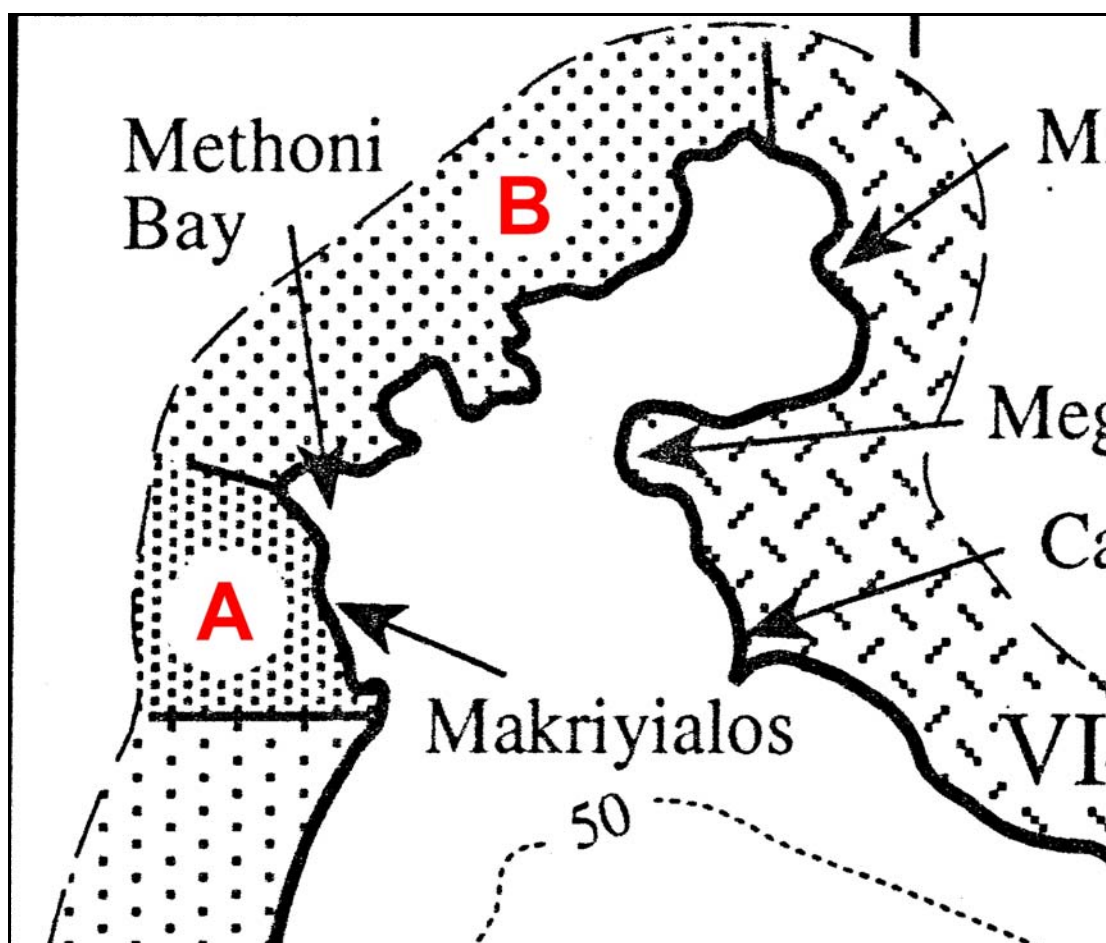
Εικόνα 8: Σημερινή μορφολογία του ΒΔ Αιγαίου.

3.1 Γεωγραφικά – Γεωλογικά στοιχεία

Η περιοχή γύρω από τις εκβολές του ποταμού Αλιάκμονα ανήκει γεωλογικά στην ενοποιημένη ζώνη Αξιού η οποία αποτελείται από τις ζώνες Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας. Δεν μπορούμε να βρούμε σε ποια ακριβώς από τις τρεις παραπάνω ενότητες ανήκει, αφού όλη η περιοχή είναι καλυμμένη από μεταλπικά ιζήματα (εικόνα 9).



Εικόνα 9: Τμήμα γεωλογικού χάρτη με τη λιθολογία της περιοχής γύρω από τον κόλπο του Θερμαϊκού. Σε κόκκινο πλαίσιο φαίνεται η περιοχή μελέτης. Η λιθολογία στην περιοχή είναι: Pt: αλλουβιακές αποθέσεις, κώνοι κορρημάτων και αναβαθμίδες κυρίως πλειστοκαινικής ηλικίας. N: ασβεστόλιθοι, αργιλ. ασβεστόλιθοι, άμμοι, κροκαλοπαγή Νεογενούς και Πλειστοκαίνου. Q: πρόσφατες αποθέσεις, κυρίως αλλουβιακές, ποτάμιες αποθέσεις, θίνες, ηφαιστειακά ριπίδια (Poulos et al., 2000).



Εικόνα 10: Λεπτομέρεια του χάρτη της εικόνας 4, στον κόλπο της Μεθώνης(Poulos et al., 2000). (Επεξήγηση συμβόλων στο κείμενο)

Στην εικόνα 10 φαίνεται λεπτομερέστερα η περιοχή μελέτης, όπου διακρίνονται δύο ενότητες. Η ενότητα Α αποτελεί τη δυτικότερη ακτή της εσωτερικής υφαλοκρηπίδας του κόλπου του Θερμαϊκού, που βρίσκεται μεταξύ του ακρωτηρίου Αθερίδα και του κόλπου της Μεθώνης (στην αρχή του δέλτα του Αλιάκμονα). Η παραλιακή ζώνη είναι μια πεδιάδα που επεκτείνεται μερικές εκατοντάδες μέτρα προς τη στεριά. Σχετίζεται με μικρά βάθη στη θάλασσα (<35 μ.) και εκτίθεται σε περιορισμένη δράση των κυμάτων. Η παράκτια πεδιάδα διακόπτεται από την παρουσία ενός λόφου ύψους 20 μέτρων που αποτελείται από ψαμμίτη, κροκαλοπαγή, άμμο και ασβεστόλιθο από την τελευταία παγετώδη περίοδο. Από ιζηματολογική άποψη, η ενότητα αποτελείται από αυτόχθονες κροκάλες και λεπτόκοκκα υλικά (κυρίως ιλύ), αλλόχθονα. Οι κροκάλες έχουν διαβρωθεί από τον προαναφερθέντα λόφο και βρίσκονται σήμερα στην παραλία του Μακρύγιαλου. Αυτή η υπόθεση στηρίζεται σύμφωνα με τους Poulos et al. στην παρουσία Αυγίτη, που είναι το προϊόν αποσάθρωσης του λόφου. Εν αντιθέσει, η ιλύς αποδίδεται στην προς το νότο μεταφορά των λεπτόκοκκων ιζημάτων από τις εκβολές των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα. Αυτό στηρίζεται στην παρουσία πράσινου Αυγίτη που προέρχεται από τα ηφαιστειακά πετρώματα της περιοχής του Αξιού. Η ενότητα Β αναπτύσσεται στη Βόρεια / Βορειοδυτική ακτογραμμή του κόλπου του Θερμαϊκού και αποτελείται από τις περιοχές των δέλτα του Αξιού, του Αλιάκμονα και του Γαλλικού ποταμού. Αυτή η δελταϊκή περιοχή σχηματίστηκε κατά το Ολόκαινο, και παρουσιάζει πολύ μικρή κλίση, περίπου <0,25%. Ο παράκτιος σχηματισμός των δέλτα, τύπου πέλματος πτηνού, δηλώνει την επικράτηση των ποτάμιων (νερό / ιζήματα) έναντι των θαλάσσιων (κύματα, παράκτια μεταφορά) διεργασιών. Αυτό το γεγονός οφείλεται στα αβαθή παραθαλάσσια νερά (<25 μ.) και την έκθεση της περιοχής σε μεγάλα κύματα που έρχονται μόνο από τα Νότια. Επιπλέον, το ιζηματογενές υλικό που προέρχεται από τον Αλιάκμονα είναι σχετικά πιο λεπτόκοκκο (ιλύς) από αυτό του Αξιού (ιλυώδης άμμος).

Από φυσικογεωγραφική άποψη, η περιοχή χαρακτηρίζεται από ομαλό παράκτιο ανάγλυφο και ομαλή ανάπτυξη των ισοβαθών. Η ισοβαθής αυτή ανάπτυξη οφείλεται στην παρουσία των ποταμών Αξιό και Αλιάκμονα, οι οποίοι διαμορφώνουν το δυτικό υποθαλάσσιο παράκτιο χώρο του κόλπου του Θερμαϊκού.

Από τεκτονική άποψη, στην περιοχή του Θερμαϊκού αναγνωρίζονται δύο κύριες διευθύνσεις ασυνεχειών.

- Μια ομάδα πτυχών και ρηγμάτων κατά τη διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ που δημιουργήσαν την κύρια τάφρο της περιοχής και
- Μια ομάδα ρηγμάτων εγκάρσια προς την πρώτη, που κατέτμησαν το βύθισμα σε επιμέρους λεκάνες.

Τέλος, ο Αλιάκμονας, έχει λεκάνη απορροής 8.500 Km². Το συνολικό μήκος του ποταμού είναι 320 Km και οι ετήσιες αποθέσεις στο δέλτα είναι της τάξης των 5,6 εκ. κυβικών μέτρων. Η ετήσια απορροή του ποταμού είναι περίπου 2,03x10⁹ m³ (πηγή ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996).

3.2 Μετεωρολογικά - Κλιματικά στοιχεία

Το κλίμα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, ηπειρωτικού χαρακτήρα, λόγω του μεγάλου εύρους της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας. Η θερμή περίοδος διαρκεί από το Μάιο έως τον Οκτώβριο και η ψυχρή από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο.

Σύμφωνα με στοιχεία από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της γύρω περιοχής κατά Poulos et al., 2000, η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 14°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο, περίπου 25 °C, και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται το Φεβρουάριο (5 °C).

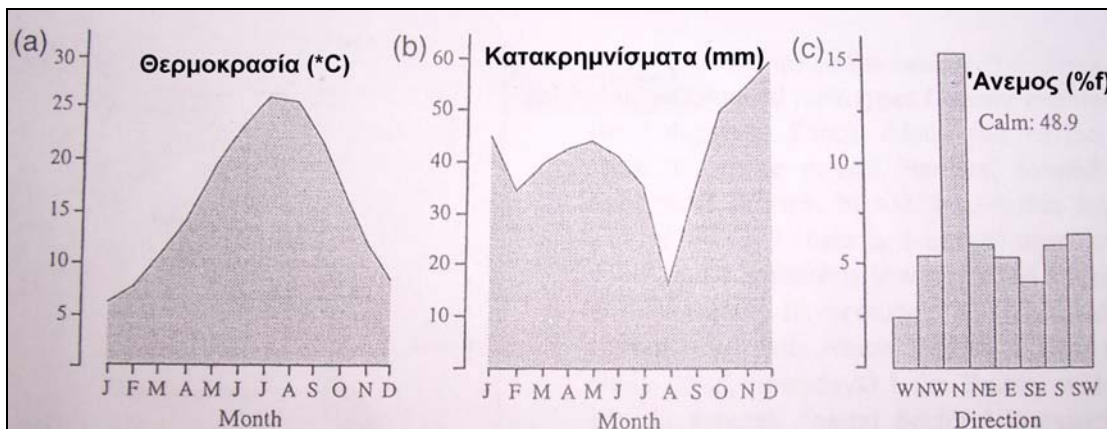
Η ένταση της βροχής παρουσιάζει επίσης έντονη διακύμανση. Το μέσο ύψος βροχής είναι περίπου 400 mm. Οι μέγιστες βροχοπτώσεις παρατηρούνται το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο, ενώ ελάχιστη ή καθόλου βροχή έχουμε τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Το ποσοστό εξατμισοδιαπνοής στην περιοχή είναι αρκετά μεγάλο, και σε μερικές περιπτώσεις φτάνει το 90%. Η ενεργός βροχόπτωση αντιστοιχεί σε λιγότερο από 40 mm βροχής.

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα, παρουσιάζεται μείωση των ετήσιων κατακρημνισμάτων στην περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, τη δεκαετία 1980 – 1990 η παρατηρούμενη μείωση ήταν της τάξης του 20% του μέσου όρου της 30ετίας 1951 – 1980.

Όσον αφορά την ηλιοφάνεια, είναι περίπου 6,5 ώρες κατά μέσο όρο ετησίως, ενώ από τις 365 μέρες του χρόνου, οι 190 χαρακτηρίζονται από ηλιοφάνεια.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, οι επικρατέστερες διευθύνσεις ανέμων είναι κυρίως οι Βόρειες σε όλη τη διάρκεια του έτους, με μεγαλύτερη ένταση τη χειμερινή περίοδο. Αυτοί οι άνεμοι είναι γνωστοί και ως «Βαρδάρης» και ευνοούνται από τη ΒΔ διεύθυνση της κοιλάδας του Αξιού, διοχετεύοντας τις αέριες μάζες προς το

Θερμαϊκό. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι ο Βαρδάρης είναι σε μεγάλο ποσοστό υπεύθυνος στη μεταφορά των ιζημάτων των ποταμών προς τον ανοιχτό χώρο του Θερμαϊκού, μεταφέροντάς τα με τα θαλάσσια ρεύματα. Κατά τη θερινή περίοδο επικρατούν Ν / ΝΑ άνεμοι, λόγω της θαλάσσιας αύρας, αλλά και αυτή την εποχή, οι άνεμοι Β και ΒΔ διεύθυνσης έχουν σχετικά υψηλά ποσοστά. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται διαγράμματα για τις ετήσιες τιμές θερμοκρασίας, βροχοπτώσεων και έντασης ανέμων.



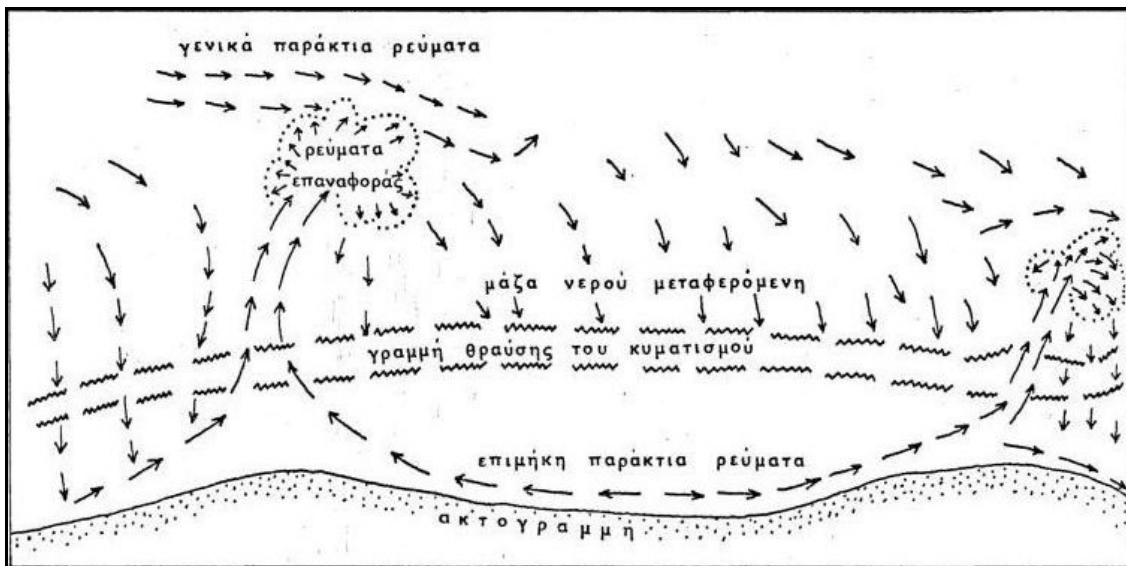
Εικόνα 11: Διαγράμματα Θερμοκρασίας, Κατακρημνισμάτων και διεύθυνσης ανέμων, στην περιοχή της Μεθώνης (Poulos et al., 2000).

3.3 Ωκεανογραφικά στοιχεία

Πριν παραθέσουμε τα δεδομένα της θαλάσσιας κυκλοφορίας για την περιοχή γύρω από το δέλτα του Αλιάκμονα, θα αναφερθούμε σε γενικά στοιχεία για τις μηχανικές διαδικασίες που επιδρούν στην παράκτια ζώνη, και πώς αυτές σχετίζονται με τη μεταφορά των ιζημάτων.

Στο χώρο αυτό, επιδρούν τρεις κύριοι μηχανισμοί οι οποίοι διαμορφώνουν την ισορροπία ενός ιζήματος. Ο άνεμος, τα κύματα και η παλίρροια. Ο άνεμος, είτε επιδρά απευθείας πάνω στα ιζήματα της χέρσου (σχηματισμός – μετακίνηση θινών, αιολική μεταφορά της άμμου στη θάλασσα), είτε επιδρά άμεσα στο θαλάσσιο χώρο (σχηματισμός ρευμάτων επιφάνειας κοντά στην ακτή).

Ο κυματισμός είναι ο σημαντικότερος από τους τρεις μηχανισμούς. Η νοητή γραμμή κοντά στην ακτογραμμή που γίνεται η θραύση των κυματισμών ονομάζεται *γραμμή θραύσης* και η περιοχή στην οποία ολοκληρώνεται η θραύση ονομάζεται *ζώνη θραύσης*. Σε αυτή τη ζώνη παρουσιάζονται τα μεγαλύτερα φαινόμενα διασκόρπισης της κυματικής ενέργειας. Η θραύση του κυματισμού είναι το σπουδαιότερο φαινόμενο στη μελέτη μετακίνησης των παράκτιων ιζημάτων, αφού ένα μέρος αυτών μεταφέρεται και προσχώνει, ενώ ένα άλλο μέρος τίθεται σε αιώρηση στο εσωτερικό της ζώνης θραύσης.



Εικόνα 12: Σχηματική παράσταση ανάπτυξης παράκτιων ρευμάτων, μετά τη θραύση του κυματισμού (Χρόνης 1986).

Τα ρεύματα που έχουν σχέση με τη μεταφορά ιζημάτων, όπως φαίνονται στην εικόνα 12 είναι:

Τα παράκτια επιμήκη ρεύματα, τα οποία είναι ρεύματα που παράγονται μετά τη θραύση του κυματισμού. Η περιοχή εμφάνισής τους είναι μεταξύ της ακτογραμμής και της γραμμής θραύσης. Αυτά τα ρεύματα είναι υπεύθυνα για την παράκτια διεύθυνση και γενικά τη μετακίνηση των ιζημάτων.

Τα γενικά παράκτια ρεύματα διευθετούν το υλικό σε αιώρηση το οποίο απομακρύνεται από την ακτή. Η επίδρασή τους στην παράκτια δυναμική είναι ασήμαντη. Αντίθετα, τα ρεύματα που δημιουργούνται από την παλίρροια έχουν σημαντική επίδραση στις ακτές, αφού κοντά σε αυτό το χώρο αυξάνουν σημαντικά την ταχύτητά τους, με αποτέλεσμα να προκαλούν σημαντικά διαβρωτικά φαινόμενα. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι στην εξεταζόμενη περιοχή, τα φαινόμενα παλίρροιας είναι σχεδόν μηδενικά. Έτσι, σε περιοχές με ασθενή παλιρροϊκά φαινόμενα, τα ρεύματα που δημιουργούνται από τον κυματισμό, αποτελούν του κυριότερους παράγοντες διάβρωσης της ακτής και απόθεσης σε αυτήν.

Η μεταφορά των ιζημάτων σε σχέση με την ακτή είναι είτε επιμήκης, είτε εγκάρσια. Οι εγκάρσιες μεταβολές παρατηρούνται κατά την κατά μέτωπο πρόσπτωση των κυματισμών στην παραλία. Τα αποτελέσματα που παρατηρούνται από αυτή την περίπτωση είναι η αύξηση ή μείωση του μήκους ανάπτυξης της παραλίας, ο σχηματισμός αμμωδών υβωμάτων κ.λ.π. Αντίθετως, οι επιμήκειες μεταβολές που οφείλονται αποκλειστικά στην ύπαρξη των επιμηκών παράκτιων ρευμάτων, παρατηρούνται σε περιοχές στις οποίες η παραλία διαβρώνεται εξαιτίας των ρευμάτων και στο σημείο που τα ρεύματα δημιουργούν προσχώσεις.

Κατά τη θεωρία του Bagnold, μέρος της ενέργειας των κυματισμών στον πυθμένα, καταναλώνεται για να θέσει σε κίνηση τους κόκκους του πυθμένα, με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται ιδιαίτερη ενέργεια για την αποκόλληση των κόκκων. Έτσι, με την παραμικρή παρουσία ρεύματος, τα υλικά παρασύρονται και μεταφέρονται.

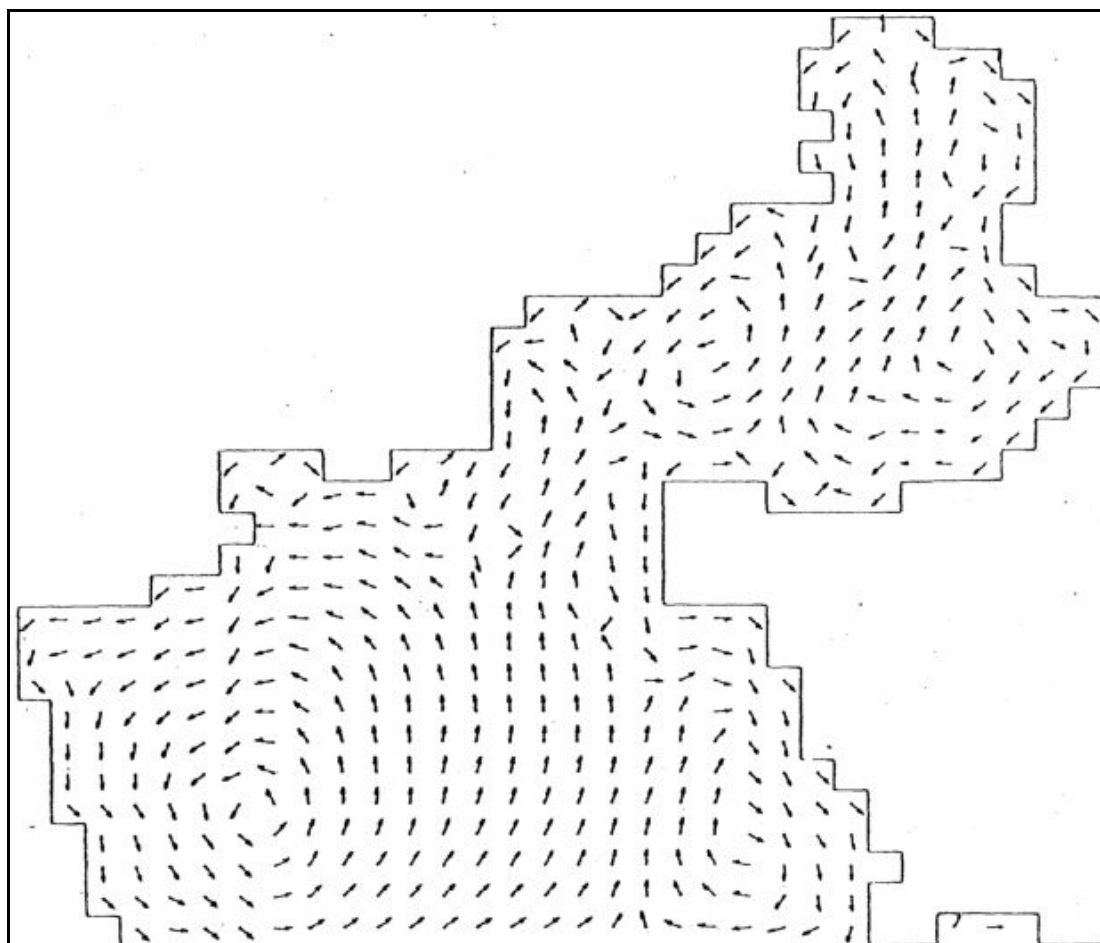
Επικεντρώνοντας τώρα, στην περιοχή μελέτης, αναφέρουμε ότι ο Θερμαϊκός κόλπος δέχεται την επίδραση ανέμων με διευθύνσεις κυρίως

Βόρειας, Βορειοδυτικής, Νότιας και Νοτιοανατολικής διεύθυνσης, ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Τα ιζήματα που βρίσκονται στον κόλπο, προέρχονται κυρίως από τον Αξιό και τον Αλιάκμονα. Η μεγαλύτερη προσφορά νερού, και κατά συνέπεια και ιζημάτων, παρατηρείται μεταξύ Δεκεμβρίου και Απριλίου, με μέγιστο όγκο τον Απρίλιο ($137 \text{ m}^3/\text{sec}$), ενώ την περίοδο Ιουνίου – Δεκεμβρίου η μέση μηνιαία ποσότητα νερού που εκβάλλει ελαττώνεται σημαντικά, φτάνοντας τον Αύγουστο στα $21 \text{ m}^3/\text{sec}$.

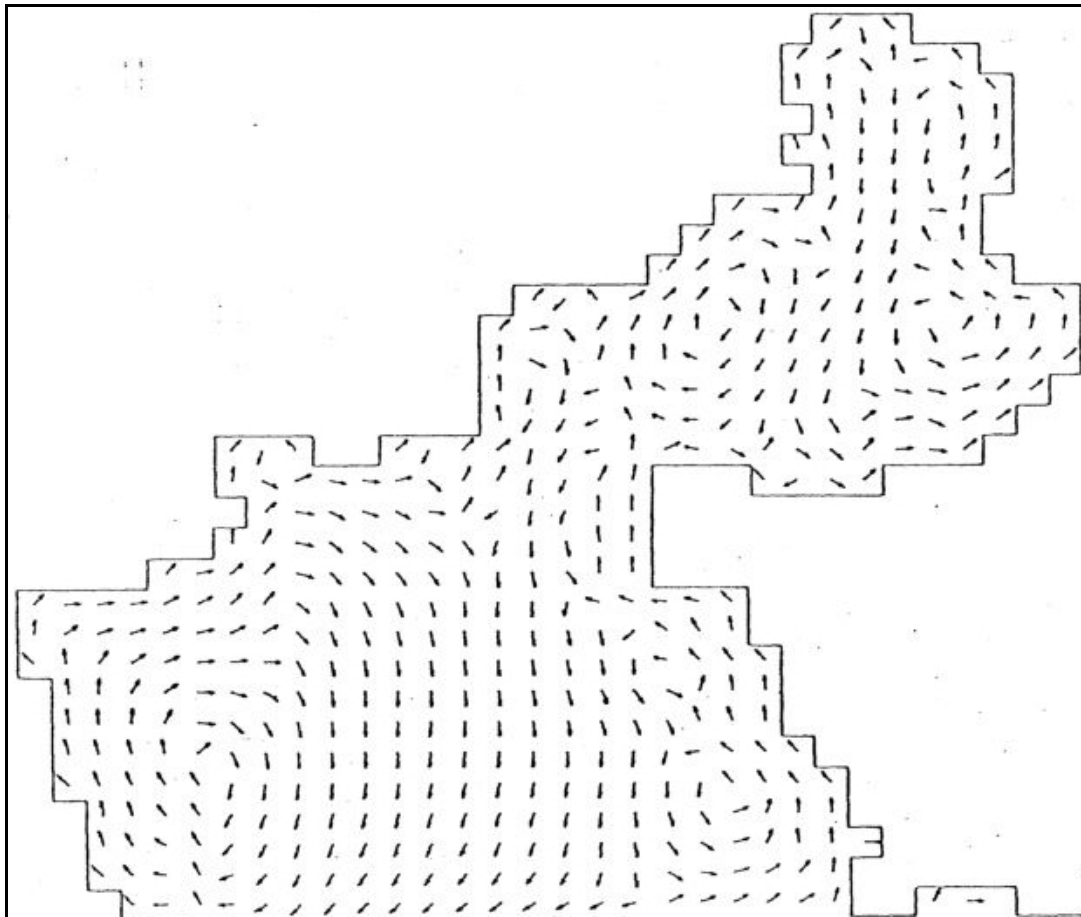
Σύμφωνα με τις μελέτες των επιφανειακών ρευμάτων, ο άνεμος είναι ο κυριότερος παράγοντας της δημιουργίας τους. Η διεύθυνση των ρευμάτων βρίσκεται σε άμεση σύνδεση με τη διεύθυνση των ανέμων. Παρ' όλα αυτά, στο δυτικό τμήμα του Θερμαϊκού, τα επιφανειακά ρεύματα, επηρεάζονται σε μεγάλο ποσοστό από τη ροή των νερών που εκβάλλουν οι ποταμοί Αξιός και Αλιάκμονας.

Σε αυτή την περιοχή, κατά τη χειμερινή περίοδο, τα επιφανειακά ρεύματα έχουν γενική κατεύθυνση προς τα νοτιοανατολικά, όπως φαίνεται και στην εικόνα 13. αυτή την περίοδο οι ισχυροί Βόρειοι άνεμοι σε συνδυασμό με την αυξημένη παροχή από τα ποτάμια, έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταφορά επιφανειακών νερών, χαμηλής αλμυρότητας, προς το Αιγαίο.

Σε αντίθεση με τη χειμερινή περίοδο, τους καλοκαιρινούς μήνες (εικόνα 14), λόγω της θαλάσσιας αύρας, υπερισχύουν οι νότιοι και νοτιοδυτικοί άνεμοι, αλλά στη δυτική περιοχή του κόλπου η επιφανειακή ροή έχει και πάλι κατεύθυνση προς το Νότο, όμως με μειωμένη ένταση, καθώς η παροχή των ποταμών είναι μειωμένη.



Εικόνα 13: Δράση Βόρειων ανέμων κατά τη χειμερινή περίοδο (Χρόνης 1986).

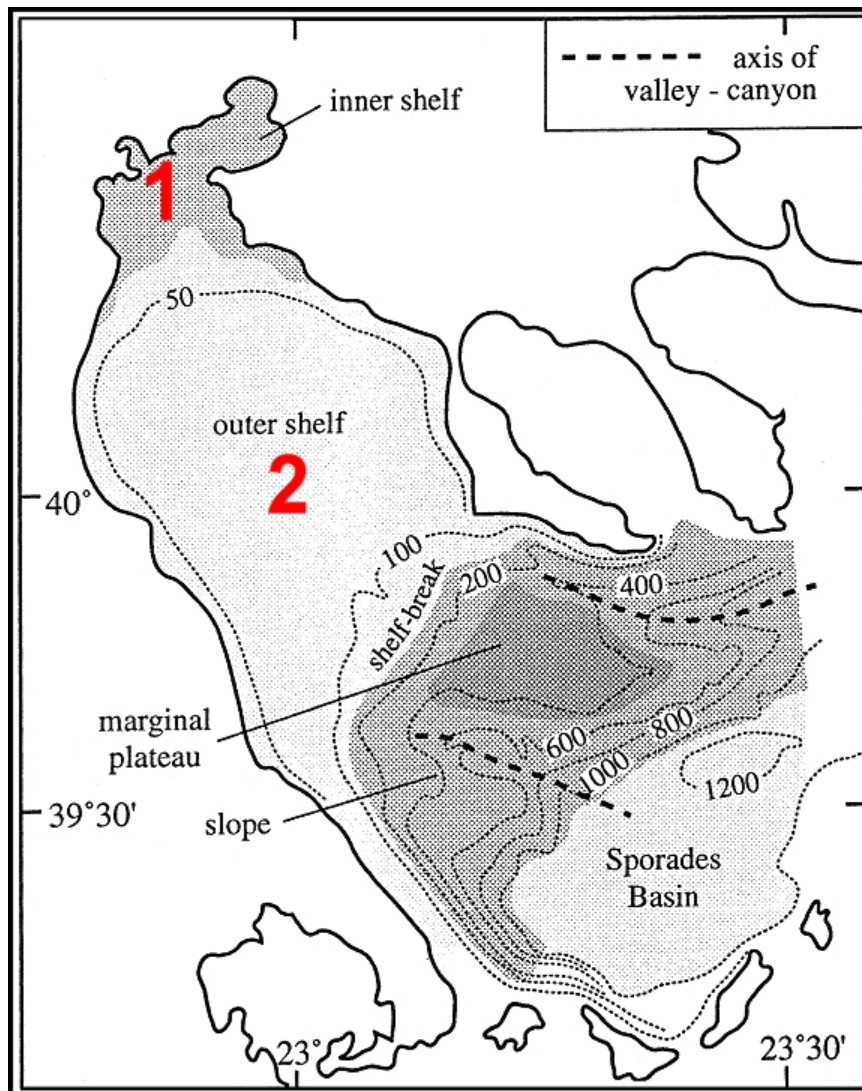


Εικόνα 14: Δράση νότιων ανέμων κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Χρόνης 1986).

Στα ανώτερα τμήματα του νερού, η επικρατούσα κατεύθυνση των ρευμάτων είναι νοτιοδυτική και ο όγκος νερού που μεταφέρεται είναι μεγαλύτερος στα ανώτερα 5 μέτρα της θάλασσας, σε σχέση με το στρώμα μεταξύ 5 και 10 μέτρων βάθους.

Όσον αφορά τα ρεύματα βάθους, παρατηρείται ύπαρξη υπολειμματικής κυκλωνικής κίνησης, με συνέπεια την έξοδο των επιφανειακών νερών χαμηλών τιμών αλμυρότητας κατά μήκος των δυτικών ακτών, προς το Αιγαίο.

Το θαλάσσιο μέρος του παράκτιου συστήματος της περιοχής του Θερμαϊκού κόλπου, έχει βάθη που κυμαίνονται από 0 μέχρι 200 μέτρα. Η έκτασή του είναι περίπου 5.100 km². όλος αυτός ο χώρος μπορεί να χωριστεί σε δύο τομείς, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



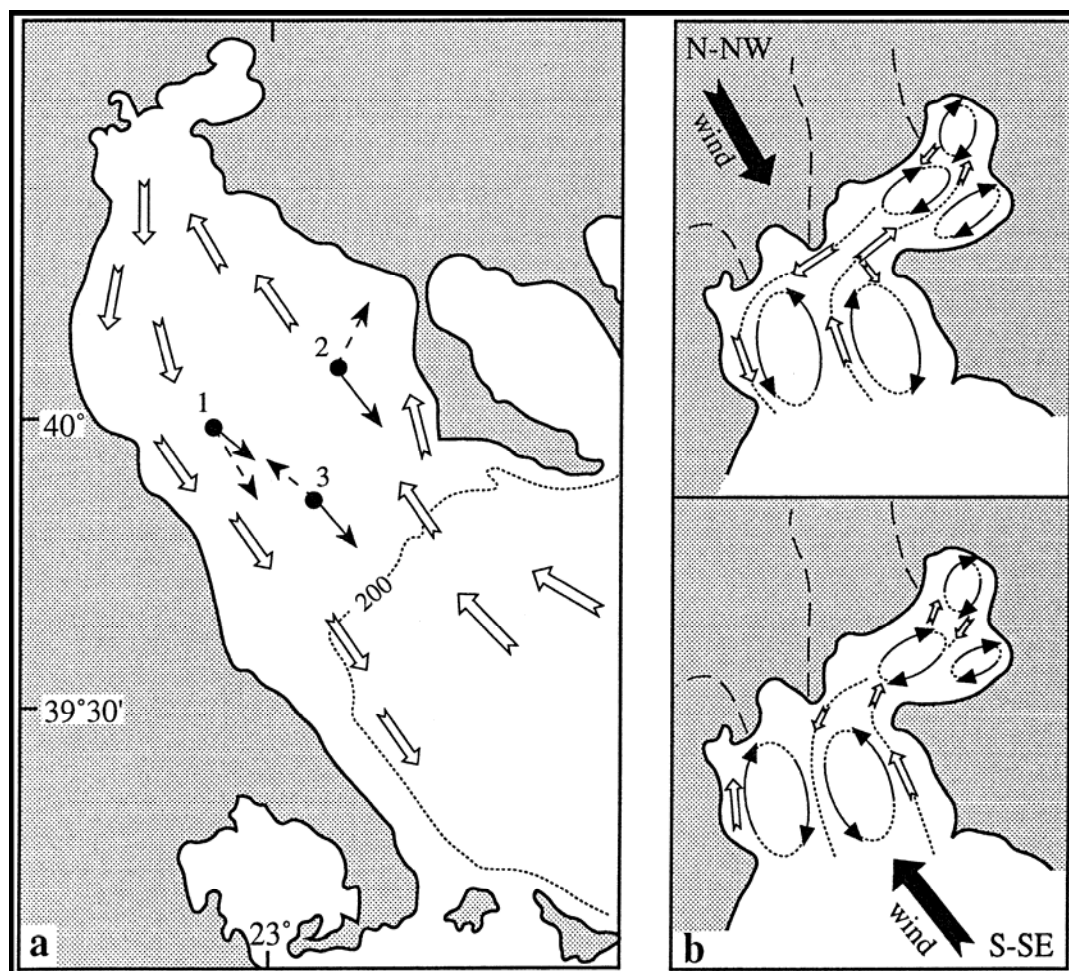
Εικόνα 15: υποθαλάσσιοι τομείς της περιοχής του Θερμαϊκού (Roulos 2000).

Ο πρώτος τομέας είναι η εσωτερική υφαλοκρηπίδα, με βάθη μικρότερα από 40 m. Ο δεύτερος τομέας περιλαμβάνει το εξωτερικό μέρος της υφαλοκρηπίδας με βάθη από 50 μέχρι 200 m.

Οι συνθήκες στο θαλάσσιο χώρο του Θερμαϊκού διαφέρουν ανά εποχή, ανάλογα με τις σχετικές διαφορές στη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, τη ροή των ποταμών, την κατάσταση του ανέμου και τη γενική κυκλοφορία του νερού. Στον εσωτερικό χώρο της υφαλοκρηπίδας, η θερμοκρασία του επιφανειακού νερού έχει διακύμανση από 25°C το καλοκαίρι, μέχρι 9 °C το χειμώνα. Το νερό που βρίσκεται στον πυθμένα έχει τιμές 21 °C και 9 °C για καλοκαίρι και χειμώνα αντίστοιχα.

Η περιοχή του Θερμαϊκού επηρεάζεται σε ελάχιστο βαθμό από τις παλίρροιες που στην περιοχή είναι σχεδόν ανεπαίσθητες. Έτσι, η κίνηση του νερού εξαρτάται μόνο από την κυκλοφορία λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας και αλατότητας, τη μείξη των διαφορετικών θαλάσσιων μαζών και το επικρατούν κλίμα λόγω των ανέμων. Έχει παρατηρηθεί ότι τα πιο αλατούχα, καθαρά και σχετικά πυκνά νερά, που πηγάζουν από την ανοιχτή θάλασσα του Βορείου Αιγαίου, εισβάλουν στο εξωτερικό τμήμα της υφαλοκρηπίδας του Θερμαϊκού από το κεντρικό και το ανατολικό μέρος του Θερμαϊκού. Στη

συνέχεια, γυρίζουν προς τα Βορειοανατολικά στην περιοχή της Χαλκιδικής και τέλος, μπαίνουν στο εσωτερικό μέρος του Θερμαϊκού κόλπου, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 16: Γενική κυκλοφορία των επιφανειακών νερών (a), των νερών μέσου βάθους (b) και των νερών μεγάλου βάθους (c), στο Θερμαϊκό (Poulos 2000).

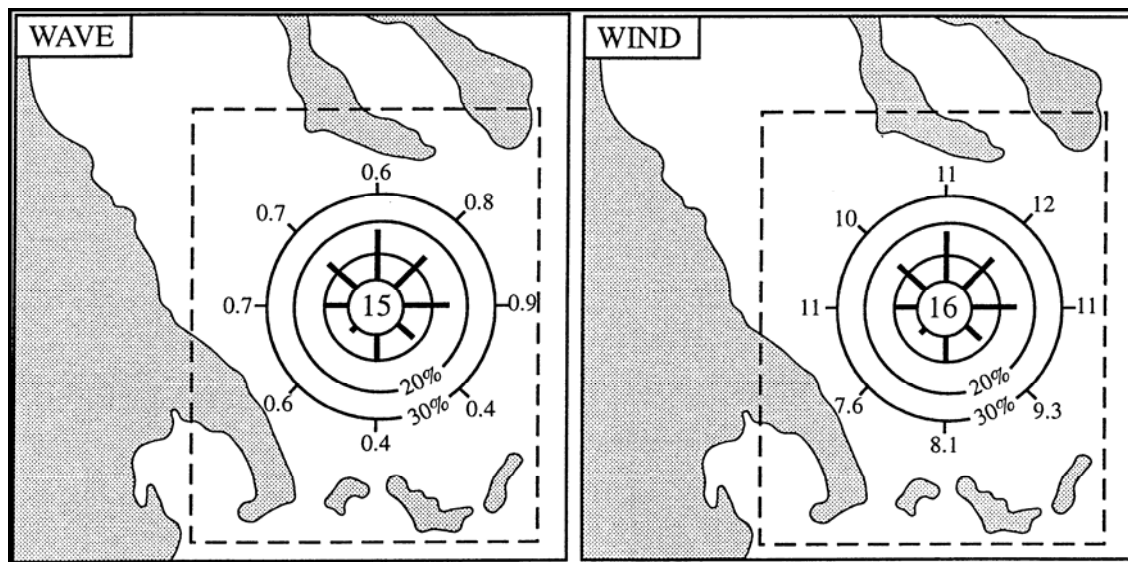
Στη συνέχεια, τα ρεύματα ακολουθούν αντίθετη φορά και κινούνται προς το Νότο, παράλληλα στη δυτική ακτή. Αυτή η προς το Νότο ροή αποτελείται από τα νερά των εκβολών των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα. Αυτή η προς το Νότο κίνηση των επιφανειακών νερών είναι ιδιαίτερα έντονη κατά τη χειμερινή περίοδο, λόγω των επικρατούντων Βόρειων ανέμων και της αυξημένης παροχής από τα ποτάμια. Παρομοίως, η επικράτηση των Νότιων και Νοτιοδυτικών αερίων μαζών το καλοκαίρι, κινούν τις θαλάσσιες μάζες από το κεντρικό και ανατολικό μέρος του κόλπου προς το εσωτερικό του.

Οι μετρήσεις των επιφανειακών ρευμάτων βρίσκονται σε συμφωνία με την κυκλοφορία που αναφέρθηκε παραπάνω, αν και οι κατευθύνσεις διαφέρουν λίγο. Σε αντίθεση με τα επιφανειακά ρεύματα, οι μετρήσεις των ρευμάτων βάθους που έγιναν κατά τη διάρκεια διαφορετικών εποχών, έχουν δείξει ότι επικρατεί μια γενική νότια κίνηση.

Συγκεκριμένα, τα επιφανειακά νερά του εσωτερικού της υφαλοκρηπίδας (με βάθη <40 m), επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις επικρατούσες διευθύνσεις των ανέμων. Στην εικόνα 16b φαίνονται τα ρεύματα να κινούνται νότια, παράλληλα στη δυτική ακτή, κατά την επικράτηση Β και ΒΔ

ανέμων, και αντίθετα κατά την επικράτηση Ν και ΝΔ ανέμων. Τις περιόδους που φυσάει Βόρειος άνεμος, η γενική ροή των επιφανειακών νερών σε όλο το χώρο του Θερμαϊκού είναι προς το Νότο. Επίσης, έχει παρατηρηθεί δορυφορικά μια κυκλωνική κίνηση στο Δυτικό τμήμα του κόλπου.

Το ύψος των κυματισμών και ιδιαίτερα η κατεύθυνση της διάδοσής τους, εξαρτώνται από την κατεύθυνση των ανέμων.



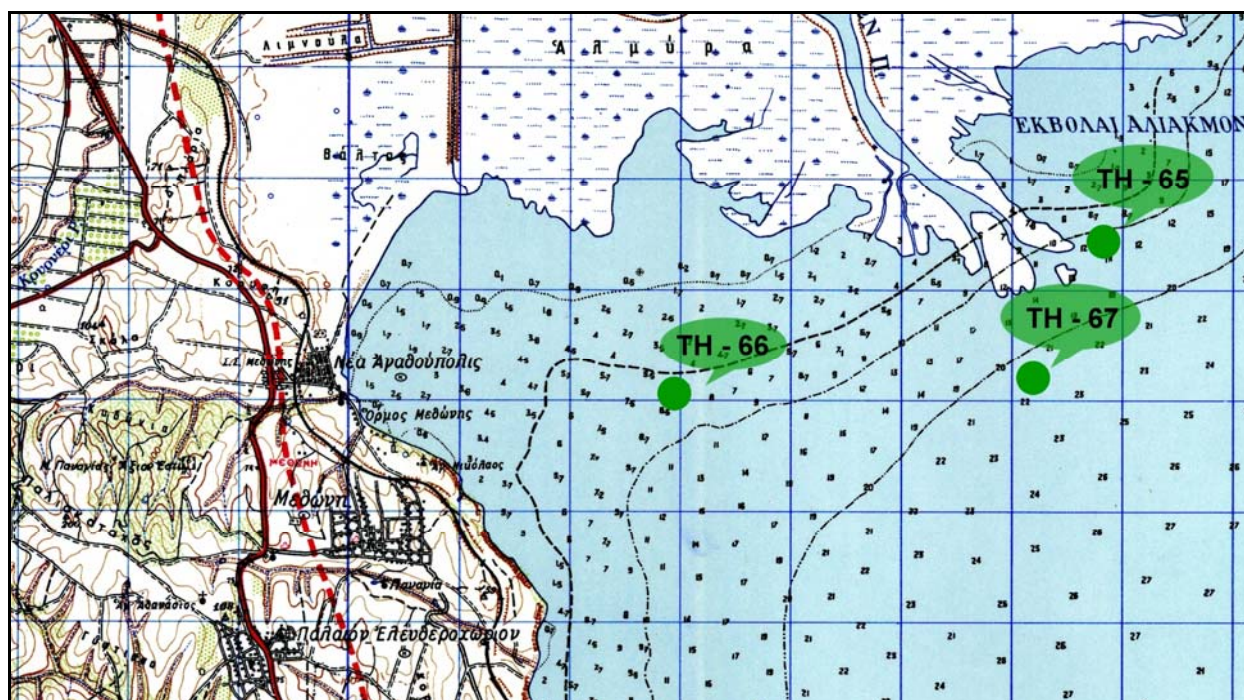
Εικόνα 17: Ροδοδιαγράμματα κυματισμού και ανέμων (Poulos 2000).

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 17, τα κύματα που συνδέονται με νότιους ανέμους θεωρούνται τα πιο σημαντικά σχετικά με την έντασή τους. Γι αυτό το λόγο, μεγάλα κύματα με μεγάλο μήκος κύματος αναμένονται με κατεύθυνση μόνο από τα Νότια. Σε αντίθεση, οι βόρειες συνιστώσες των ανέμων, έχουν υψηλή συχνότητα εμφάνισης. Παρά τη μικρή δυναμική τους, παράγουν επιφανειακά κύματα βαρύτητας, επιδρώντας στη γενική κυκλοφορία του νερού στο Θερμαϊκό κόλπο.

3.4 Ιζηματολογικά στοιχεία

Τα κυριότερα στοιχεία για την ιζηματολογία της περιοχής του προδέλτα του Αλιάκμονα, προέρχονται από τη διδακτορική διατριβή του Γ. Χρόνη, το 1986, με θέμα «*Η σύγχρονη δυναμική και η πρόσφατη ολοκαινική ιζηματογένεση στο εσωτερικό πλατώ του Θερμαϊκού κόλπου*». Σε αυτή τη διατριβή, ο Γ. Χρόνης μάζεψε πολλά δείγματα από την περιοχή του Θερμαϊκού, και τα δείγματα που αφορούν στην περιοχή μελέτης μας, φαίνονται στον παρακάτω χάρτη της εικόνας 18 με πράσινο χρώμα, και έχουν την κωδική ονομασία TH – 65, TH – 66 και TH – 67. Στο διδακτορικό του ο Χρόνης μας δίνει τα παρακάτω στοιχεία για τα δείγματά του:

Όνομα	Γεωγρ. Πλάτος	Γεωγρ. Μήκος	Βάθος (m)	Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Άργιλος (%)	Ταξινόμηση (FOLK)
TH-65	40°28'2''	22°40'7''	7,0	1,0	52,3	46,7	Ιλύς
TH-66	40°27'0''	22°37'7''	14,6	1,7	62,6	35,7	Ιλύς
TH-67	40°27'0''	22°39'7''	25,6	1,1	50,2	48,7	Ιλύς



Εικόνα 28: Θέσεις δειγματοληψίας από διδακτορική διατριβή Χρόνη (επεξήγηση στο κείμενο).

Από τον πίνακα, συμπεραίνουμε ότι τα ποσοστά άμμου στην περιοχή είναι ελάχιστα, ενώ υπερσχύει η ιλύς και η άργιλος. Τα στοιχεία αυτά, μετά από τη σύγκριση με τις αναλύσεις και των δικών μας δειγμάτων, θα μας βοηθήσουν στη συνέχεια να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την εξέλιξη του ιζηματολογικού καθεστώτος στην περιοχή, από το 1986, χρονιά της εκπόνησης του διδακτορικού του Χρόνη, μέχρι τις μέρες μας.

3.5 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις – επιπτώσεις στον όρμο της Μεθώνης

Στην περιοχή γύρω από τις εκβολές του Αλιάκμονα και κυρίως στον όρμο της Μεθώνης (νοτιοδυτικά των εκβολών), τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μια αυξημένη εκμετάλλευση από παράγοντες που θα εξεταστούν παρακάτω. Αυτοί οι παράγοντες, όπως είναι αναμενόμενο, έχουν επιδράσει (τις περισσότερες φορές αρνητικά) στη φυσική εξέλιξη της γεωμορφολογίας της περιοχής. Οι επιδράσεις που είναι δυνατόν να προκληθούν στην περιοχή μελέτης σχετίζονται με τη μεταβολή των παροχών και την ποιότητα των νερών των ποταμών.

Στην ευρύτερη περιοχή, ο Αλιάκμονας αποτελεί μια φυσική λωρίδα με παραποτάμια βλάστηση και νερό που αποτελούν βιότοπο για πολλά ψάρια και πουλιά. Η γύρω περιοχή, όμως, είναι καθαρά αγροτική με εκτατικές και εντατικές καλλιέργειες. Η αλιευτική δραστηριότητα είναι πολύ ανεπτυγμένη και παρουσιάζει προοπτικές ανάπτυξης. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, στις κοινότητες γύρω από τις εκβολές του Αλιάκμονα έχουν απογραφεί περίπου 100 σκάφη και 30 μονάδες μυδοκαλλιέργειας, ενώ υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για εγκατάσταση και νέων μονάδων. Ο τουρισμός και η αναψυχή παρουσιάζει επίσης μεγάλη ένταση. Η τουριστική υποδομή χαρακτηρίζεται ως χαμηλής στάθμης με περίπου 1.100 κλίνες. Από άποψη ποιότητας νερού, η μικρή ρύπανση που παρατηρείται οφείλεται στην επανομαζόμενη Τάφρο 66 που συγκεντρώνει τα νερά της Καρατζόβας Αριδαίας και του Βερμίου, μαζί με τα βιομηχανικά απόβλητα δεκάδων κυρίως αγροτικών βιομηχανιών και συμβάλει στον Αλιάκμονα στην περιοχή Κουλούρα.

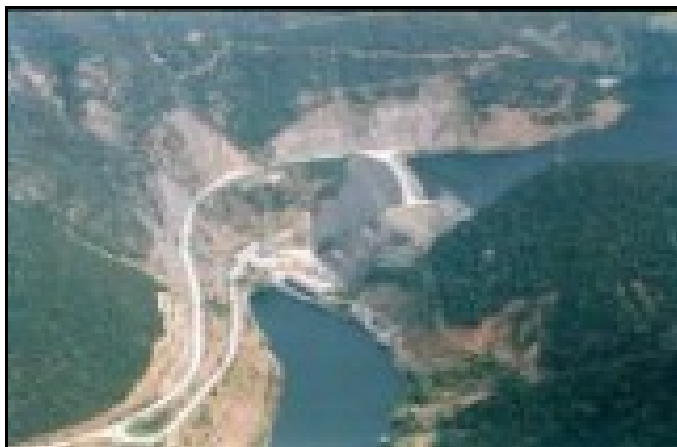
Η χρήση του νερού ρυθμίζεται από τρία φράγματα αποθήκευσης χειμερινών απορροών που έχουν χτιστεί πάνω στην κοίτη του ποταμού, το φράγμα Πολυφύτου στην Κοζάνη, που είναι και το μεγαλύτερο, και τα φράγματα Σφηκιάς και Ασωμάτων που βρίσκονται πιο κοντά στις εκβολές του Αλιάκμονα. Και στα τρία φράγματα λειτουργούν Υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, περιλαμβάνουν:

- α) μεταβολές στη ροή του νερού από το ποτάμι και στα ιζήματα που αυτό μεταφέρει,
- β) δημιουργία τεχνητών καναλιών και εργασίες ελέγχου της ροής,
- γ) αναμόρφωση της χρήσης γης,
- δ) αποξήρανση των καναλιών για χρήση των υλικών σε κατασκευαστικά έργα, και
- ε) πιο πρόσφατα, κατασκευές για την προστασία των ακτών.



Εικόνα 19: Φράγμα Πολυφύτου.



Εικόνα 20: Φράγμα Ασωμάτων.



Εικόνα 21: Φράγμα Σφηκιάς.

Οι παραπάνω επεμβάσεις διαχωρίζονται σε αυτές που προκαλούν μακροπρόθεσμες και σε αυτές που προκαλούν βραχυπρόθεσμες αλλαγές. Μακροπρόθεσμα, σε επίπεδο εκατοντάδων ετών, οι μεταβολές που παρατηρούνται έχουν σχέση με την αύξηση του ρυθμού μεταφοράς των ιζημάτων προς τη θάλασσα που οφείλονται στην αλλαγή του τρόπου χρήσης της γης κοντά στις εκβολές. Βραχυπρόθεσμα, σε επίπεδο δεκάδων ετών, οφείλεται στη δημιουργία καναλιών και στην εξομάλυνση (ίσιωμα) του κάτω ρου των ποταμών. Ειδικότερα, από τις αρχές ακόμα του 20^{ου} αιώνα, άρχισε να σημειώνεται μια δραματική μείωση σε προσφορά ιζημάτων προς την παράκτια ζώνη, παγκόσμια, αποτέλεσμα της κατασκευής φραγμάτων στις κοίτες των ποταμών με σκοπό την άρδευση χωραφιών και τη δημιουργία υδροηλεκτρικών σταθμών. Επί πλέον τα εναπομείναντα ιζήματα χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον σε χωματουργικές εργασίες. Αυτή η δραματική μείωση της παροχής ιζημάτων, δεν επηρέασε μόνο την εξέλιξη των δέλτα, αλλά ξεκίνησε και τη διάβρωση των ακτών, με υποχωρήσεις της ακτής και την απομάκρυνση των θαλάσσιων ιζημάτων. Η ανασκευή των ιστορικών χαρτών της περιοχής του Θερμαϊκού κόλπου που έγινε από τους Kapsimalis et al. (2005), έδειξε μεγάλες αλλαγές στην εξέλιξη της ακτογραμμής και στη σχετιζόμενη με αυτή βυθομετρία του κόλπου. Αυτές οι αλλαγές περιλαμβάνουν μεταβολές στις σχέσεις διάβρωσης / απόθεσης ιζημάτων τα τελευταία 150 χρόνια. Η περίοδος αυτή μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια εξέλιξης. Ένα πρώιμο στάδιο, από το 1850 μέχρι το 1916 (στάδιο 1), ένα ενδιάμεσο στάδιο, από το 1916 μέχρι το 1956 (στάδιο 2) και ένα πρόσφατο στάδιο, από το 1956 μέχρι το 2000 (στάδιο 3).

Στάδιο 1: Την περίοδο μεταξύ 1850 και 1916, Ο Αλιάκμονας βρισκόταν σε περίοδο αυξημένης απόθεσης ιζημάτων, δημιουργώντας ένα μαιανδρικό σύστημα καναλιών. Κάποιο ποσοστό των ιζημάτων παγιδεύονταν στους μαιάνδρους, και σχημάτιζε εκτενείς αποθέσεις. Τα υπόλοιπα ιζήματα έφταναν στην ακτή και συνεισέφεραν στην απόθεση στις εκβολές και στη θαλάσσια απόθεση των πιο λεπτόκοκκων ιζημάτων. Αυτή την περίοδο, περίπου $340 \times 10^6 \text{ m}^3$ ιζημάτων συσσωρεύτηκαν σε μια περιοχή έκτασης $55 \times 10^6 \text{ m}^2$, σύμφωνα με τα στοιχεία από Kapsimalis et al., 2005. Επιπλέον, ένα περιορισμένο ποσοστό των λεπτόκοκκων ιζημάτων (κυρίως ιλύς) μεταφέρθηκαν μέσω κυκλωνικής κυκλοφορίας προς τα δυτικά και αποτέθηκαν στον κόλπο της Μεθώνης. Η μεταφορά τόσο μεγάλης ποσότητας ιζημάτων από τον Αλιάκμονα, ο οποίος έχει μικρότερη λεκάνη αποστράγγισης από τον Αξιό, οφείλεται α) στους πολλούς κλαστικούς σχηματισμούς της λεκάνης και β) στα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του Αλιάκμονα, του οποίου το υδρογραφικό δίκτυο έχει μεγάλο αριθμό κλάδων πρώτης και δεύτερης τάξης, μαιάνδρους, καθώς και ήπια κλίση προς την περιοχή του δέλτα.

Κατά τη διάρκεια του Σταδίου 1, ο πυθμένας του εσωτερικού του κόλπου του Θερμαϊκού, αν εξαιρέσουμε την ενεργή δράση των δέλτα, δεν φαίνεται να έχει υποστεί αξιοσημείωτες αλλαγές. Σε μερικά σημεία στην κεντρική περιοχή του κόλπου, ο πυθμένας φαίνεται να έχει υποστεί διάβρωση ($>0,5\text{m}$), που είναι πιθανόν να οφείλεται στη δράση των ρευμάτων που ενεργούν κοντά στον πυθμένα.

Στάδιο 2: Αυτό το στάδιο μπορεί να χωριστεί σε δύο υποστάδια: Το πρώτο (1916-1930) που χαρακτηρίζεται από φυσική εξέλιξη της ακτής και το δεύτερο υποστάδιο (1931-1956) με αυξανόμενες ανθρώπινες παρεμβολές

στο χώρο του δέλτα, που αφορούν στη δημιουργία καναλιών και στην αναμόρφωση της γης.

Κατά το πρώτο υποστάδιο, ο μαιανδρισμός στα κατάντη του Αλιάκμονα ευθυγραμμίστηκε τεχνητά. Αυτή η ενέργεια ελάττωσε το μήκος του ποταμού από 52,2 χμ. σε 30,4 χμ, με αποτέλεσμα την αύξηση της απόθεσης ιζημάτων στην περιοχή των εκβολών προς τα Βορειοανατολικά και την ανάπτυξη ενός εκτεταμένου δέλτα τύπου «πέλματος πτηνού». Συνοψίζοντας, το στάδιο 2 χαρακτηρίζεται από σημαντική απόθεση ιζημάτων μέσα στον κόλπο του Θερμαϊκού. Αν και ιζήματα αποθέτονταν στον γειτονικό πυθμένα, ο μεγαλύτερος βαθμός αύξησης απόθεσης παρατηρήθηκε μπροστά από τις εκβολές τόσο του Αλιάκμονα, όσο και των άλλων ποταμών της περιοχής. Η τεχνητή απομόνωση των μαιάνδρων στην περιοχή του δέλτα Αλιάκμονα, είχαν επίσης σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παροχής ιζημάτων στον κόλπο της Μεθώνης. Ο όγκος των αποθέσεων μπροστά από τις εκβολές του ποταμού υπολογίστηκε σε $270 \times 10^6 \text{ m}^3$. Αυτή η τιμή αντιστοιχεί σε μια μέση τιμή απόθεσης της τάξης των $5,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$.

Στάδιο 3: η περίοδος 1956 και 2000 χαρακτηρίζεται από την αυξημένη ένταση των ανθρωπογενών επεμβάσεων, που είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στα φυσικά οικοσυστήματα. Σε αυτό, συνεισέφερε η κατασκευή φραγμάτων στις κοίτες των ποταμών, για άρδευση, ή και για χρήση του νερού σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Η κατασκευή των προαναφερθέντων φραγμάτων (Πολυφύτου, Ασωμάτων και Σφηκιάς), ακολουθήθηκε από την ανάπτυξη εντατικού δικτύου στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης από το 1958 μέχρι το 1970, που συνδυάστηκε με εκτεταμένες αγροτικές δραστηριότητες, όπως την καλλιέργεια ρυζιού. Αυτή η ανάπτυξη προκάλεσε σημαντική μείωση των υγρών περιοχών, καθώς και μεγάλη κατανάλωση του ποτάμιου νερού.

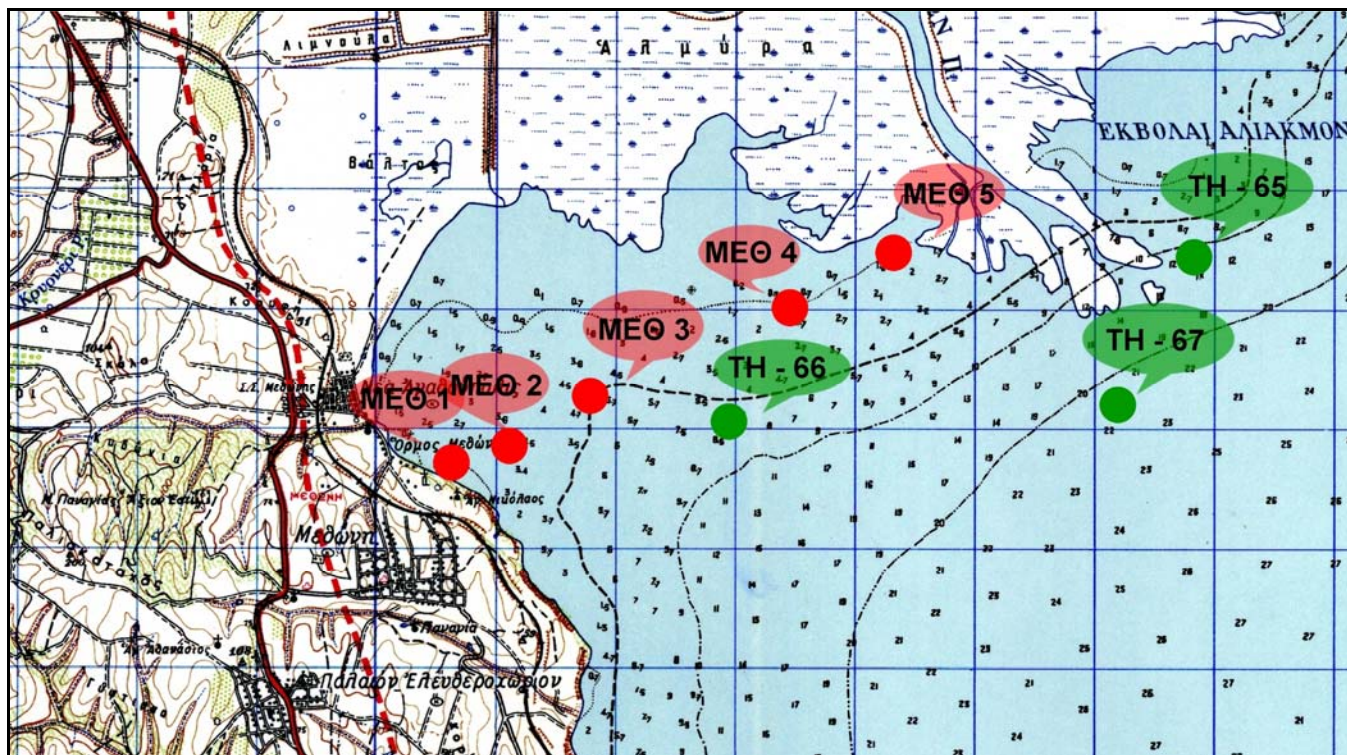
Η παγίδευση του φορτίου από τον πυθμένα των κοιτών έχει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση της παροχής ιζημάτων στην περιοχή του δέλτα. Στην αρχή, αυτή η μείωση ανέστειλε την εξέλιξη του δέλτα, προκαλώντας την υποχώρηση της ακτογραμμής. επιπλέον, η μείωση του επιπέδου του νερού του ποταμού, μέσω της κατακράτησης μεγάλων ποσοτήτων νερού στους τεχνητούς ταμιευτήρες και η αύξηση της κατανάλωσης, προκάλεσαν α) υφαλμύρωση στις περιοχές των δέλτα, β) φθορά στις γύρω περιοχές και γ) είσοδο θαλασσινού νερού στα κατάντη των ποταμών, κατά τη διάρκεια καταιγίδων.

Τα ιζήματα που αποτέθηκαν στο θαλάσσιο χώρο μπροστά από το δέλτα του Αλιάκμονα κατά το τρίτο στάδιο, υπολογίστηκαν από τους Kapsimalis et al. το 2005 σε $0,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$, ποσότητα που είναι οκτώ φορές μικρότερη από την αντίστοιχη του σταδίου 2. Το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου ποσού, έχει μείνει πίσω από τα φράγματα. Άλλωστε, τα ιζήματα που τελικά πέρασαν από τα φράγματα, αντιπροσωπεύουν: α) διαλυμένα φορτία, β) πολύ λεπτόκοκκα ιζήματα και γ) υλικό που δημιουργήθηκε από τη διάβρωση του ίδιου του δέλτα.

4. Μεθοδολογία

4.1 Μεθοδολογία Πεδίου

Τον Απρίλιο του 2005 πήγαμε με το Μιχάλη Στύλλα, το Θόδωρο Παράσχου και το Δαυίδ Ψωμιάδη στον όρμο της Μεθώνης και μαζέψαμε πέντε δείγματα με κωδικούς ΜΕΘ 1, ΜΕΘ 2, ΜΕΘ 3, ΜΕΘ 4 ΚΑΙ ΜΕΘ 5, από όλο το μήκος του όρμου, όπως φαίνεται και στον παρακάτω χάρτη.



Εικόνα 22: Θέσεις δειγματοληψίας στον όρμο της Μεθώνης (επεξήγηση στο κείμενο)

Οι θέσεις δειγματοληψίας των δειγμάτων είναι οι παρακάτω:

Όνομα	ΜΕΘ 1	ΜΕΘ 2	ΜΕΘ 3	ΜΕΘ 4	ΜΕΘ 5
Γεωγρ. Πλάτος	40° 27,415'	40° 27,507'	40° 27,729'	40° 28,082'	40° 28,299'
Γεωγρ. Μήκος	22° 35,557'	22° 35,912'	22° 36,500'	22° 37,517'	22° 38,211'

Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε, ήταν η εξής: Μέσα από τη βάρκα που μας παραχωρήθηκε από το πανεπιστήμιο, ρίχναμε στο μέρος που θέλαμε να κάνουμε τη δειγματοληψία ένα κυλινδρικό όργανο, φραγμένο με τσιμέντο στην κάτω μεριά και ανοικτό από την πάνω, ώστε να μπαίνει μέσα το ίζημα. Στη συνέχεια, αφού ο κύλινδρος καθόταν στον πυθμένα, ξεκινούσαμε τη βάρκα και το υλικό του πυθμένα έμπαινε μέσα στον κύλινδρο. Στη συνέχεια, τραβούσαμε στην επιφάνεια τον κύλινδρο και συλλέγαμε το ίζημα, το οποίο και τοποθετούσαμε σε πλαστικά σακουλάκια, ώστε να το μεταφέρουμε στο εργαστήριο για τις αναλύσεις.

4.2 Μεθοδολογία εργαστηρίου

Πριν παραθέσουμε τα αποτελέσματα από τα δείγματα που συλλέξαμε από τον υπό μελέτη χώρο, θα αναφέρουμε τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ανάλυση δειγμάτων υπαίθρου, όπως αυτά της μελέτης μας.

Τα δείγματα μετά τη συλλογή βρίσκονται σε πλαστικές σακούλες, που πάνω αναγράφονται τα απαραίτητα στοιχεία, όπως συντεταγμένες, βάθος λήψης, αριθμό κ.λ.π. Στη συνέχεια απλώνονται και αφήνονται να στεγνώσουν σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά, ξεχωρίζεται τμήμα του δείγματος που θα χρησιμοποιηθεί για τις μελέτες και τοποθετείται σε γουδί, στο οποίο με γουδοχέρι προσπαθούμε να αποσυγκολλήσουμε το υλικό που έχει συσσωματωθεί, ώστε ο κάθε κόκκος να αποχωριστεί από τους υπόλοιπους. Αφού οι κόκκοι έχουν αποχωριστεί, με ένα μεγεθυντικό φακό αφαιρούμε ξένα σώματα που τυχόν υπάρχουν στο δείγμα, όπως ξύλα, φύλλα ή άλλα υλικά.

Αν το δείγμα αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες, άμμος), τότε εφαρμόζουμε τη μέθοδο του κοσκινίσματος. Αν αποτελείται από λεπτόκοκκα (ιλύς, άργιλλος), εφαρμόζουμε τη μέθοδο του σιφωνίου. Ο πιο ορθός τρόπος είναι να χρησιμοποιούνται και οι δύο μέθοδοι, ώστε να έχουμε πιο σωστά αποτελέσματα. Έτσι, περνάμε πρώτα το δείγμα από τα κόσκινα, και το υλικό που θα περάσει και από το μικρότερο κόσκινο υφίσταται τη μέθοδο του σιφωνίου. Στην περίπτωση των δειγμάτων μας, παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα είχαν μηδενικό ποσοστό άμμου και κροκάλων και όλη η διαδικασία έγινε με τη μέθοδο του σιφωνίου. Έτσι θα περιγράψουμε κατευθείαν τη μέθοδο αυτή.

Για να εφαρμόσουμε τη διαδικασία του σιφωνίου, πρέπει τα δείγματα να προπαρασκευαστούν κατάλληλα. Αν το δείγμα περιέχει οργανικά υλικά ή ποσότητα αλάτων, γύψου ή CaCO_3 , γεγονός που είναι πολύ πιθανόν στην περίπτωση μας, αφού το δείγμα περιέχει ιζήματα που προέρχονται από τον Αλιάκμονα, τότε πρέπει να απομακρυνθούν. Για να γίνει αυτό, ακολουθούμε την εξής διαδικασία.

Βάζουμε το δείγμα, αφού το έχουμε ζυγίσει, σε ένα ποτήρι ζέσεως, 500 ή 1000 ml, μαζί με απιονισμένο νερό και 20 - 30 gr HCl και το θερμαίνουμε σε εστία θέρμανσης στους 60 – 80°C. Ανακατεύουμε το δείγμα συνέχεια και συγχρόνως προσθέτουμε HCl μέχρι να δούμε ότι ο αναβρασμός σταματάει. Στη συνέχεια, αφήνουμε το δείγμα να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου.

Όταν το δείγμα κρυώσει το αδειάζουμε σε σωλήνες φυγοκέντρωσης, προσθέτοντας νερό, και το φυγοκεντρούμε για 5 με 10 λεπτά στις 2000 στρ./λεπτό. Η φυγοκέντρωση επαναλαμβάνεται μέχρι το νερό που μένει στο πάνω μέρος του σωλήνα να είναι εντελώς διαυγές. Τότε βάζουμε το δείγμα σε καινούργιο δοχείο και το αφήνουμε στο φούρνο σε χαμηλή θερμοκρασία, μέχρι να ξεραθεί εντελώς. Όταν όλο το νερό έχει φύγει από το δείγμα, το ζυγίζουμε πάλι και η απώλεια βάρους αντιστοιχεί στην ποσότητα των αλάτων που υπήρχε στο αρχικό δείγμα.

Για να απομακρύνουμε τα οργανικά υλικά, ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Τοποθετούμε το ζυγισμένο – ξερό δείγμα σε ένα ποτήρι ζέσεως και προσθέτουμε απιονισμένο νερό και μικρή ποσότητα 30% H_2O_2 . Τοποθετούμε στη συνέχεια το ποτήρι σε εστία θέρμανσης ~60 με 80°C και ανακατεύουμε το περιεχόμενο. Σε περίπτωση που το δείγμα αναβράζει,

σημαίνει ότι υπάρχουν μέσα οργανικά υλικά. Έτσι, ρίχνοντας μικρές ποσότητες H_2O_2 και ανακατεύοντας, επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μέχρι το δείγμα να σταματήσει να αφρίζει και το δείγμα να μην είναι μαύρο. Στη συνέχεια φυγοκεντρίζουμε με τον ίδιο τρόπο το δείγμα και το ξεραίνουμε. Ζυγίζουμε το ξηρό δείγμα και η διαφορά του βάρους μας δείχνει την ποσότητα των οργανικών υλικών που υπήρχαν στο δείγμα. Υπολογίζουμε την % αναλογία τους κατά βάρος. Το δείγμα είναι πλέον έτοιμο για να επεξεργαστεί με τη μέθοδο του σιφωνίου και να εξαχθούν τα αποτελέσματα.

Στην αρχή πρέπει να υπολογίσουμε το ειδικό βάρος των κόκκων του δείγματος. Για να κάνουμε αυτό, παίρνουμε μια λύκηθο που κλείνει αεροστεγώς με καπάκι και περίπου 10 g από το δείγμα μας. Στη συνέχεια:

- Ζυγίζουμε τη λύκηθο με το καπάκι → **W**
- Ζυγίζουμε τη λύκηθο με το καπάκι και το ξηρό δείγμα → **WS**
- Προσθέτουμε στη λύκηθο με το ίζημα απεσταγμένο νερό και ζεσταίνουμε το δείγμα σε μια εστία. Αναταράσσουμε τη λύκηθο για να φύγει όλος ο παγιδευμένος από το ίζημα αέρας που υπάρχει μέσα σε αυτήν. Γεμίζουμε τη λύκηθο με απεσταγμένο νερό και βάζουμε το καπάκι έτσι, ώστε να μην υπάρχει αέρας μέσα στη λύκηθο, και τα ζυγίζουμε → **WSW**
- Αδειάζουμε όλο το υλικό από τη λύκηθο, την ξεπλένουμε, τη γεμίζουμε με απεσταγμένο νερό, βάζουμε το καπάκι και τη ζυγίζουμε → **WS'**

Ειδικό βάρος είναι ο λόγος του υλικού που βάζουμε μέσα στη λύκηθο προς το βάρος απεσταγμένου νερού, ίσου όγκου με τον όγκο του υλικού.

Το ειδικό βάρος του απεσταγμένου νερού σε θερμοκρασία δωματίου είναι ίσο με τη μονάδα. Ο υπολογισμός του ειδικού βάρους του υλικού στο δείγμα, δίνεται από τον τύπο:

$$E. B = \frac{WS'}{WS' - (WSW - WW)} \quad (\text{τύπος 1})$$

Με βάση το ειδικό βάρος του δείγματος, υπολογίζουμε το χρόνο δειγματοληψίας για κάθε κλάσμα μεγέθους, που δίνεται από τον τύπο:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 \times h \quad (\text{τύπος 2}) \quad \text{όπου:}$$

t: χρόνος.

F: Συντελεστής που σχετίζεται με το E. B. του υλικού και τη θερμοκρασία του νερού. Βρίσκεται από το διάγραμμα της εικόνας 23.

d: Διάμετρος των κόκκων του υλικού που περνάνε ταυτόχρονα από το ίδιο βάθος (mm).

h: Βάθος από την επιφάνεια του μείγματος νερού – υλικού μέσα στον κύλινδρο ιζηματογένεσης (cm). Στην περίπτωση μας θεωρείται πάντα ίσο με 10.

Έτσι, δημιουργούμε ένα χρονοδιάγραμμα δειγματοληψίας, (εικόνα 23) όπου στη μια στήλη σημειώνεται το μέγεθος των διαμέτρων των κόκκων που μετρώνται και σε άλλη ο ακριβής χρόνος που γίνεται η δειγματοληψία για κάθε μέγεθος, από βάθος 10 cm. Αφού καθορίσουμε τους χρόνους δειγματοληψίας, είμαστε έτοιμοι να προχωρήσουμε στη μέθοδο του σιφωνίου.

Ζυγίζουμε 20 gr υλικό από το δείγμα, και το βάζουμε σε ένα δοχείο μαζί με 500 ml απεσταγμένο νερό. Στη συνέχεια προσθέτουμε μια χημική ουσία

(calgon) ~20 ml που διατηρεί τους κόκκους του υλικού σε διασπορά και δεν τους επιτρέπει να συσσωματωθούν μέσα στο νερό. Κλείνουμε το δοχείο καλά και το βάζουμε σε δονητή για 10 με 15 λεπτά ώστε να αναμειχθούν τα υλικά.

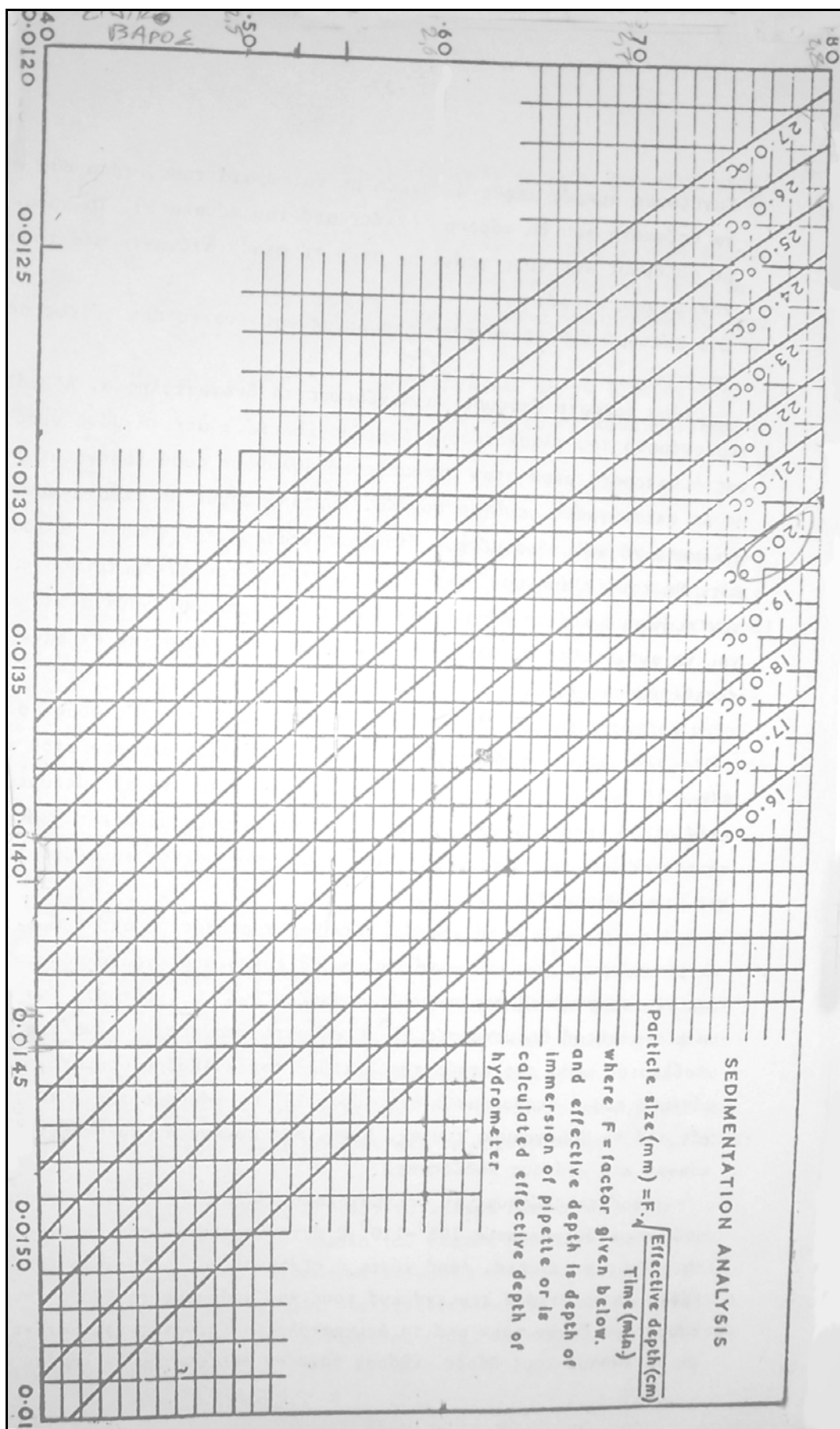
Το διάστημα που περιμένουμε, κάνουμε τα ακόλουθα:

- Καθαρίζουμε ένα ογκομετρικό κύλινδρο των 1000 ml . Ετοιμάζουμε ένα σιφώνιο των 20 ml, και τοποθετούμε μια φούσκα εισροής στη μια άκρη, ενώ στην άλλη άκρη το σημαδεύουμε στα 10 ml από το στόμιο.
- Ζυγίζουμε τόσες κάψες όσα είναι και τα δείγματα που θα πάρουμε και σημειώνουμε το βάρος τους.
- Ετοιμάζουμε ένα χρονόμετρο ακριβείας και ένα ποτήρι ζέσεως με απεσταγμένο νερό.

Για να αρχίσουμε τη δειγματοληψία, αδειάζουμε όλο το περιεχόμενο του δοχείου στον ογκομετρικό σωλήνα και συμπληρώνουμε με απεσταγμένο νερό, μέχρι η στάθμη να φτάσει τα 1000 ml. Στη συνέχεια κλείνουμε το στόμιο του σωλήνα με το χέρι μας και το ανακατεύουμε καλά.

Μόλις αφήσουμε κάτω το σωλήνα, θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Μόλις φτάσουν οι χρόνοι που έχουμε υπολογίσει από τον τύπο 2, βάζουμε το σιφώνιο μέσα στον κύλινδρο σε βάθος 10 cm και τραβάμε 20 ml υλικό. Το ρίχνουμε στην κάψα και τραβάμε ακόμα 20 ml καθαρό απιονισμένο νερό, ρίχνοντάς το και αυτό στην κάψα. Αφού κάνουμε αυτή τη διαδικασία για όλα μας τα δείγματα σε όλους τους χρόνους, βάζουμε τις κάψες στο φούρνο σε θερμοκρασία 105 με 110°C, ώστε να εξατμιστεί όλο το νερό που περιέχεται στις κάψες. Στη συνέχεια αφήνουμε τις κάψες με το ξηρό, πλέον, δείγμα να κρυώσουν σε θερμοκρασία δωματίου και μετά τις ζυγίζουμε. Γράφουμε το βάρος τους δίπλα στο βάρος που είχαν πριν τη δειγματοληψία και έτσι υπολογίζουμε το καθαρό βάρος του δείγματος, γράφοντας και αυτό σε διπλανή στήλη. Είμαστε έτσι έτοιμοι για τους υπολογισμούς. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ, ότι το καθαρό βάρος του δείγματος, περιέχει και το βάρος του Calgon. Για να αφαιρέσουμε αυτό το βάρος, αφαιρούμε περίπου 0,0154 gr που υπολογίζεται ότι είναι ο μέσος όρος του βάρους του Calgon.

Τη στιγμή t_1 που πήραμε το πρώτο δείγμα, θεωρούμε ότι αυτό περιέχει κόκκους μεγέθους M_1 και κόκκους με μέγεθος μικρότερο από αυτό του M_1 . Κατ' αυτό το σκεπτικό βρίσκουμε όλα τα βάρη δείγματος για τα διάφορα M και στη συνέχεια βρίσκουμε το αθροιστικό % βάρος.



Εικόνα 23: Νομόγραμμα για την εύρεση του F.

Για να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματά μας, χρησιμοποιούμε τη γραφική μέθοδο που φαίνεται στο κεφάλαιο 5. Τα αθροιστικά % ποσοστά κατά βάρος που υπολογίστηκαν, τοποθετούνται σε ένα διάγραμμα δύο αξόνων. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει το μέγεθος των κόκκων σε μονάδες Φ. Ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει το αθροιστικό % ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε κλάσμα μεγέθους, σε λογαριθμική κατανομή. Στο διάγραμμα αυτό, τοποθετούμε τα σημεία που αντιστοιχούν κατά μέγεθος και αθροιστικό % βάρος και τα ενώνουμε με ευθείες γραμμές. Από αυτές τις καμπύλες που σχηματίζονται, υπολογίζονται τα ποσοστά % που αντιστοιχούν στα μεγέθη Φ και δίνουν τις παραμέτρους που ψάχνουμε. Οι παράμετροι και οι αντίστοιχοι τύποι που χρησιμοποιούμε για να τις βρούμε, είναι οι παρακάτω:

- Μέσος όρος (M)
$$M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$
- Ταξινόμηση (σ)
$$\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6}$$
- Λοξότητα (Sk)
$$Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$
- Κύρτωση (Ku)
$$Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

Για να χαρακτηρίσουμε στη συνέχεια τα δείγματα με βάση αυτές τις παραμέτρους, ανατρέχουμε σε πίνακες που δίνουν τις ζητούμενες πληροφορίες.

5. Αποτελέσματα ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ-1

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ WA: 21,318 gr

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+10gr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS: 31.314 gr

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+ΔΕΙΓΜΑ+ΝΕΡΟ WSW: 51.920 gr

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ + ΝΕΡΟ WW: 46.230 gr

Ⓢ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS'=WS-WA: 9.996 gr

Ⓢ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ E.B.= $\frac{WS'}{[WS'-(WSW - WW)]}$: **2.5**

Ⓢ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 * h \quad \text{όπου } h = 10 \text{ cm.}$$

ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ-2

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ WA: **21,318 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+10gr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS: **31.381 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+ΔΕΙΓΜΑ+ΝΕΡΟ WSW: **51.958 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ + ΝΕΡΟ WW: **46.237 gr**

Ⓢ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS'=WS-WA: **10,063 gr**

Ⓢ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $E.B. = \frac{WS'}{[WS' - (WSW - WW)]} : 2.432$

Ⓢ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 * h \quad \text{όπου } h = 10\text{cm.}$$

ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ-3

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ **WA: 21,318 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+10gr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ **WS: 31.368 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+ΔΕΙΓΜΑ+ΝΕΡΟ **WSW: 51.856 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ + ΝΕΡΟ **WW: 46.239 gr**

Ⓢ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ **WS'=WS-WA: 10,050 gr**

Ⓢ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ **E.B.=** $\frac{WS'}{[WS'-(WSW - WW)]}$ **: 2.453**

Ⓢ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 * h \quad \text{όπου } h = 10 \text{ cm.}$$

ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ-4

Ⓒ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ **WA: 21,318 gr**

Ⓒ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+10gr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ **WS: 31.410 gr**

Ⓒ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+ΔΕΙΓΜΑ+ΝΕΡΟ **WSW: 51.969 gr**

Ⓒ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ + ΝΕΡΟ **WW: 46.247 gr**

Ⓒ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ **WS'=WS-WA: 10,092 gr**

Ⓒ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ **E.B.=** $\frac{WS'}{[WS'-(WSW - WW)]}$ **: 2.413**

Ⓒ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 * h \quad \text{όπου } h = 10 \text{ cm.}$$

ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ-5

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ WA: **21,318 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+10gr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS: **31.334 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ+ΚΑΠΑΚΙ+ΔΕΙΓΜΑ+ΝΕΡΟ WSW: **52,065 gr**

Ⓢ ΒΑΡΟΣ ΛΥΚΗΘΟΥ + ΚΑΠΑΚΙ + ΝΕΡΟ WW: **46.232 gr**

Ⓢ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ WS'=WS-WA: **10,016 gr**

Ⓢ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $E.B. = \frac{WS'}{[WS' - (WSW - WW)]} : 2.480$

Ⓢ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:

$$t = \left(\frac{F}{d} \right)^2 * h \quad \text{όπου } h = 10 \text{ cm.}$$

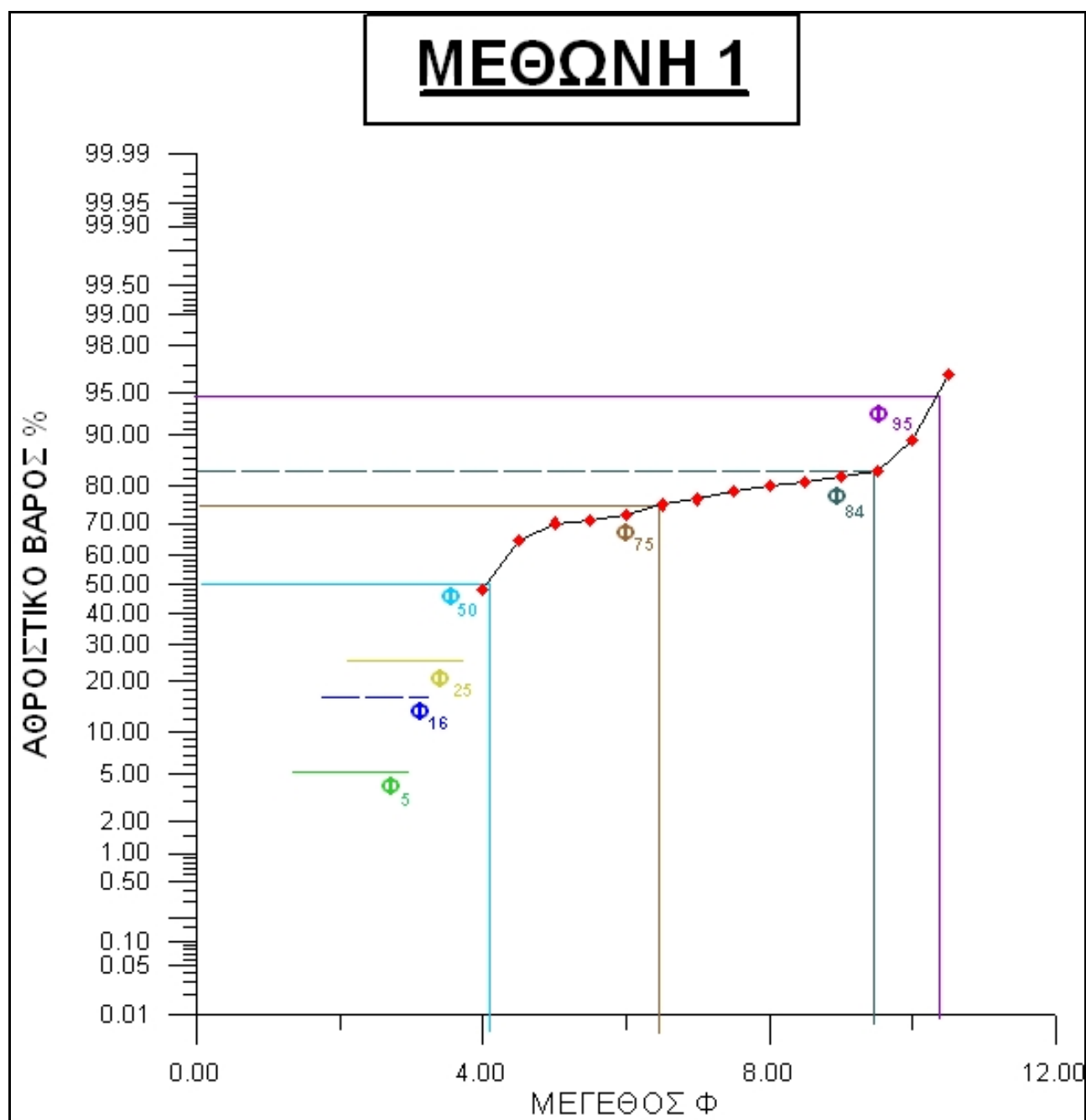
ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ 1 ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 20,000gr ΒΑΡΟΣ CALGON: 2,47gr					WA=21,318 WS=31,314 WSW=51,920 WW=46,230						E.B.= 2,5 ΘΕΡΜ.= 20°C F= 0,014	
mm	Φ	h	min	sec	ΔΟΧΕΙΟ N°	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ (gr)	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧ. + ΔΕΙΓΜΑ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ. (gr)	ΑΘΡ. ΛΕΠΤ.%	ΑΘΡ. ΧΟΝΔ.%		
0,0625	4,0	0	0	32	1	33,942	34,150	0,208	52,00	48,00		
0,0442	4,5	0	1	4	2	33,168	33,310	0,142	35,50	64,50		
0,0312	5,0	0	2	7,81	3	33,866	33,986	0,120	30,00	70,00		
0,0221	5,5	0	4	14,7	4	35,409	35,526	0,117	29,25	70,75		
0,0154	6,0	0	5	44,6	5	33,111	33,221	0,110	27,50	72,50		
0,0110	6,5	0	17	8,2	6	31,972	32,071	0,099	24,75	75,25		
0,0078	7,0	0	34	4,9	7	30,91	31,003	0,093	23,25	76,75		
0,0055	7,5	1	8	32,9	8	32,669	32,754	0,085	21,25	78,75		
0,0039	8,0	2	16	19,8	9	31,846	31,925	0,079	19,75	80,25		
0,0027	8,5	4	44	26,6	10	34,532	34,608	0,076	19,00	81,00		
0,0019	9,0	9	34	24,2	11	31,609	31,680	0,071	17,75	82,25		
0,0013	9,5	20	26	58	12	33,241	33,303	0,062	16,50	83,50		
0,0010	10	41	34	45	13	32,487	32,491	0,034	10,75	89,25		
0,0008	10,5	83	42	21	14	33,478	33,484	0,016	3,5	96,5		

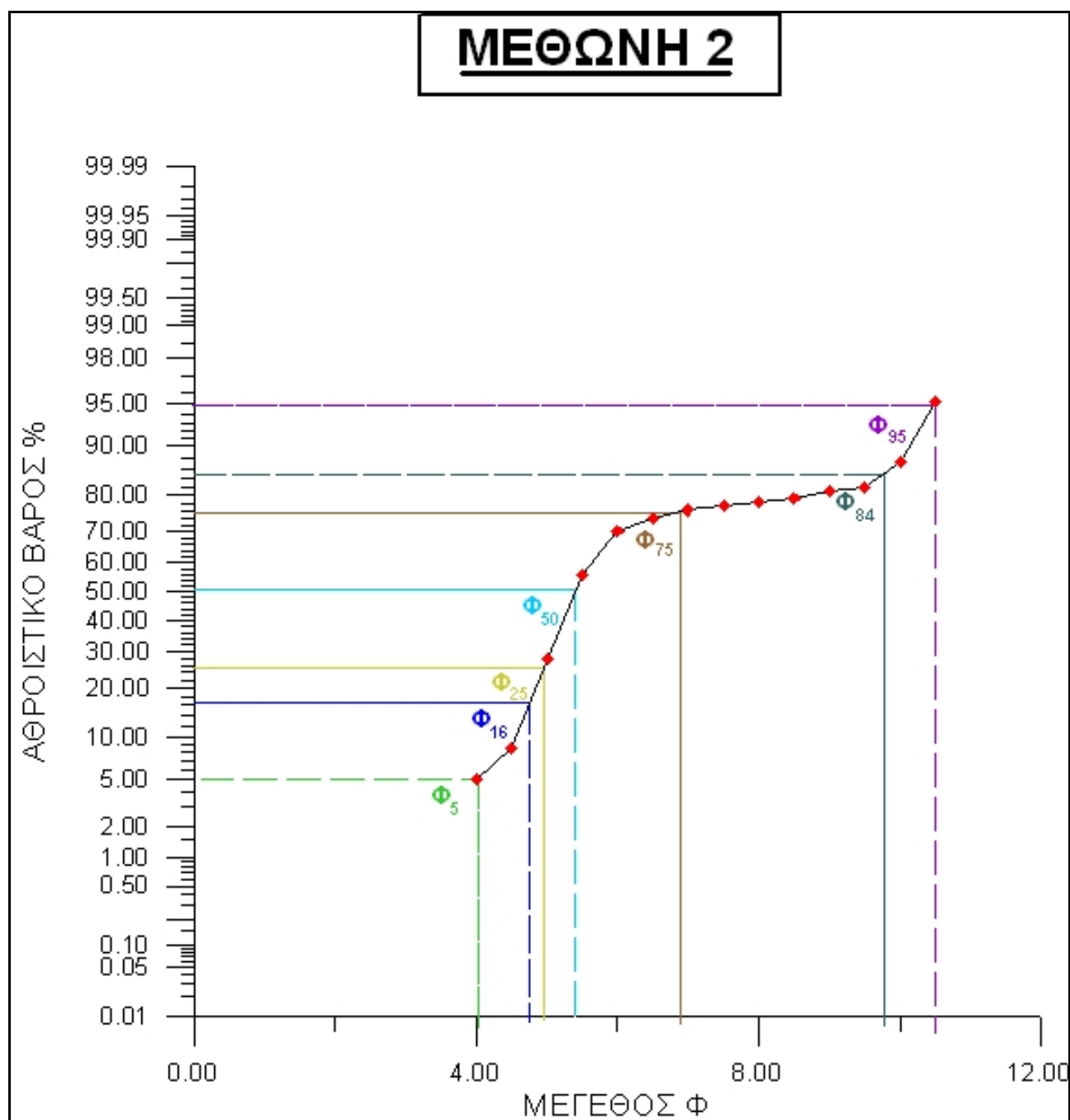
ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ 2 ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 20,002gr ΒΑΡΟΣ CALGON: 2,47 gr					WA=21,318						E.B.= 2,432	
					WS=31,381						ΘΕΡΜ.= 20°C	
					WSW=51,958						F= 0,01436	
					WW=46,237							
mm	Φ	h	min	sec	ΔΟΧΕΙΟ N°	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ (gr)	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧ. +ΔΕΙΓΜΑ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ. (gr)	ΑΘΡ. ΛΕΠΤ.%	ΑΘΡ. ΧΟΝΔ.%		
0,0625	4,0	0	0	31,7	1	31,363	31,743	0,380	94,90	5,10		
0,0442	4,5	0	1	3,3	2	31,230	31,596	0,366	91,41	8,59		
0,0312	5,0	0	2	7,1	3	31,775	32,064	0,289	72,18	27,82		
0,0221	5,5	0	4	13,3	4	32,655	32,831	0,176	43,96	56,04		
0,0154	6,0	0	8	41,7	5	34,782	34,901	0,119	29,72	70,28		
0,0110	6,5	0	17	2,5	6	32,302	32,406	0,104	25,97	74,03		
0,0078	7,0	0	33	53,6	7	32,230	32,325	0,095	23,73	76,27		
0,0055	7,5	1	8	10,1	8	31,234	31,324	0,090	22,48	77,52		
0,0039	8,0	2	15	34,5	9	33,781	33,867	0,086	21,48	78,52		
0,0027	8,5	4	42	52	10	35,475	35,558	0,083	20,73	79,27		
0,0019	9,0	9	31	13	11	35,495	35,571	0,076	18,98	81,02		
0,0013	9,5	20	27	0	12	35,247	35,319	0,072	18,10	81,90		
0,0010	10	41	16	48	13	34,698	34,757	0,059	12,81	87,19		
0,0008	10,5	83	7	12	14	35,112	35,146	0,034	4,79	95,21		

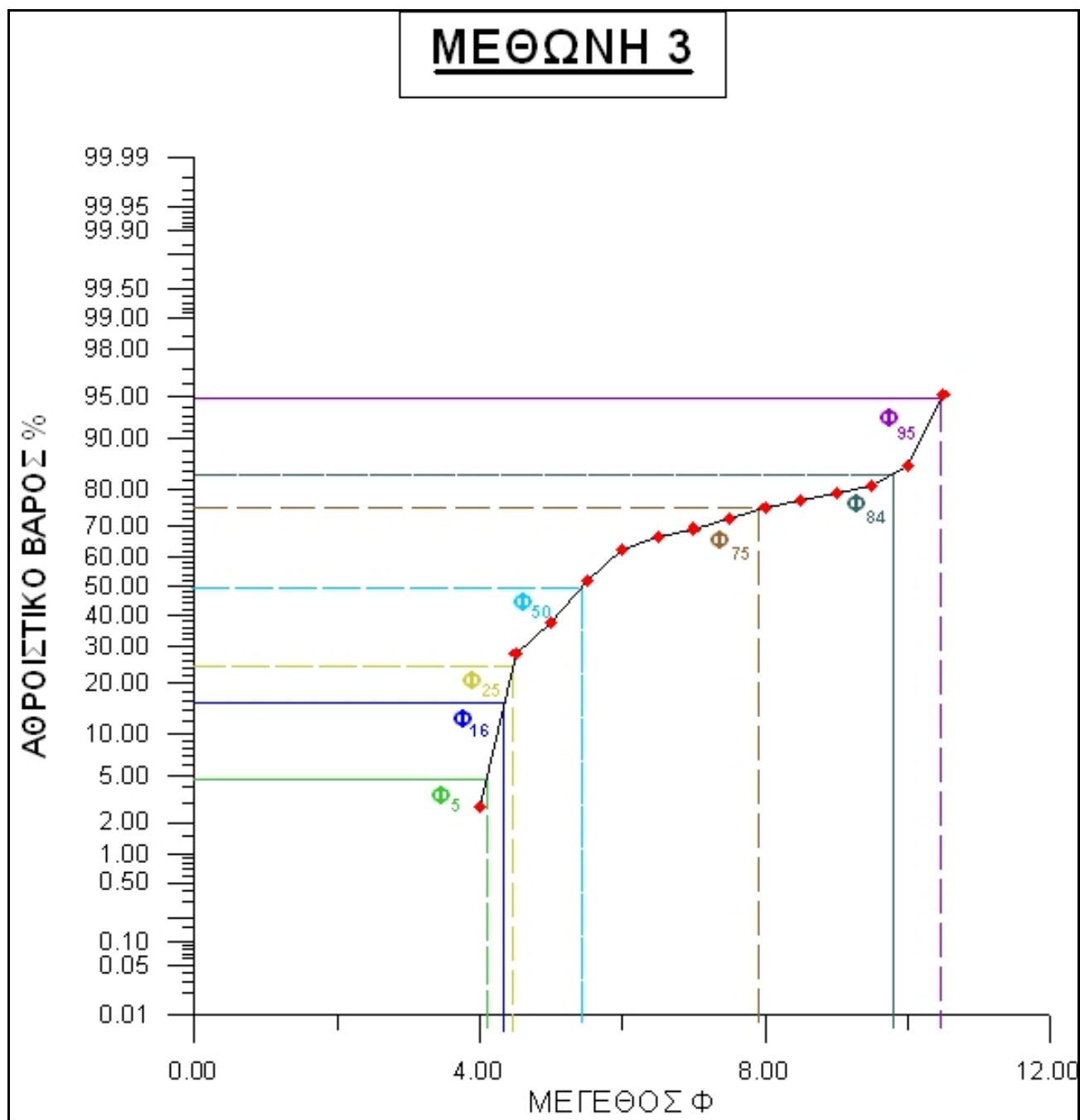
ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ 3 ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 19,226 gr ΒΑΡΟΣ CALGON: 2,47 gr					WA= 21,318 WS= 31,368 WSW= 51,856 WW= 46,239					
					E.B.= 2,453 ΘΕΡΜ.= 20°C F= 0,01455					
mm	Φ	h	min	sec	ΔΟΧΕΙΟ Ν°	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ (gr)	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧ. +ΔΕΙΓΜΑ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ. (gr)	ΑΘΡ. ΛΕΠΤ.%	ΑΘΡ. ΧΟΝΔ.%
0,0625	4,0	0	0	32,5	1	33,946	34,320	0,374	97,264	2,736
0,0442	4,5	0	1	5	2	33,168	33,446	0,278	72,298	27,702
0,0312	5,0	0	2	10,5	3	33,865	34,096	0,231	62,415	37,585
0,0221	5,5	0	4	20	4	35,409	35,594	0,185	48,112	51,888
0,0154	6,0	0	8	55,6	5	33,114	33,259	0,145	37,709	62,291
0,0110	6,5	0	17	29,8	6	31,971	32,100	0,129	33,548	66,452
0,0078	7,0	0	34	47,8	7	30,911	31,030	0,119	30,948	69,052
0,0055	7,5	1	9	59	8	32,670	32,778	0,108	28,087	71,913
0,0039	8,0	2	19	11	9	31,849	31,944	0,095	24,706	75,294
0,0027	8,5	4	50	24	10	34,535	34,623	0,088	22,886	77,114
0,0019	9,0	9	46	26	11	31,610	31,691	0,081	21,065	78,935
0,0013	9,5	20	52	40	12	28,532	28,606	0,074	19,288	80,712
0,0010	10	43	21	56	13	29,948	30,009	0,061	14,753	85,247
0,0008	10,5	88	4	18	14	28,871	28,913	0,042	4,826	95,174

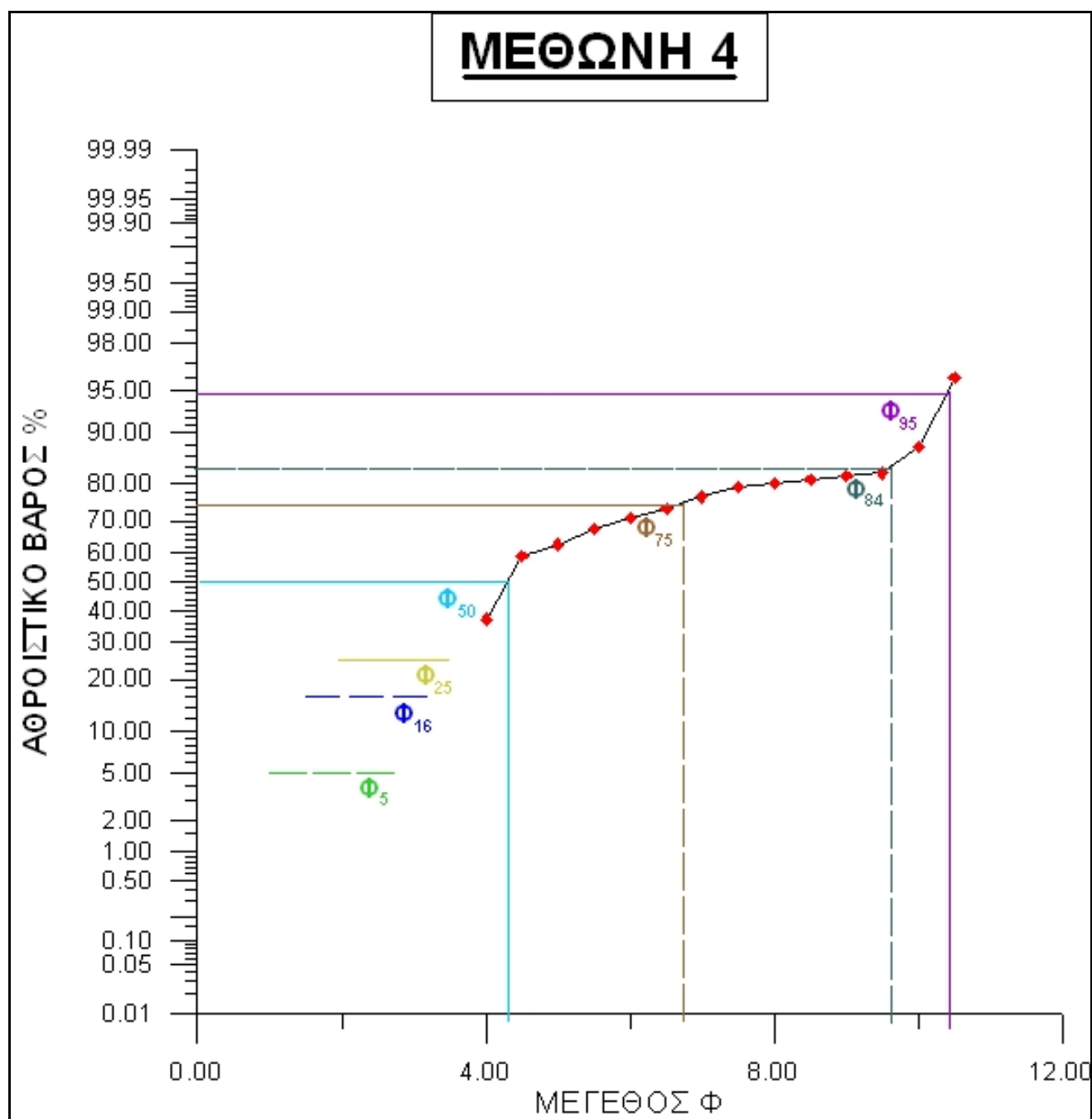
ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ 4 ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 20,010 gr ΒΑΡΟΣ CALGON: 2,47 gr					WA= 21,318 WS= 31,410 WSW= 51,969 WW= 46,247						E.B.= 2,413 ΘΕΡΜ.= 20°C F= 0,01475			
mm	Φ	h	min	sec	ΔΟΧΕΙΟ Ν°	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ (gr)	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧ. +ΔΕΙΓΜΑ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ. (gr)	ΑΘΡ. ΛΕΠΤ.%	ΑΘΡ. ΧΟΝΔ.%				
0,0625	4,0	0	0	33,4	1	31,365	31,616	0,251	62,719	37,281				
0,0442	4,5	0	1	6,8	2	31,231	31,396	0,165	41,229	58,771				
0,0312	5,0	0	2	14,1	3	31,775	31,925	0,150	37,481	62,519				
0,0221	5,5	0	4	27,3	4	32,656	32,786	0,130	32,484	67,516				
0,0154	6,0	0	9	10,4	5	34,784	34,900	0,116	28,986	71,014				
0,0110	6,5	0	17	58,8	6	32,302	32,408	0,106	26,487	73,513				
0,0078	7,0	0	35	45,5	7	32,233	32,326	0,093	23,238	76,762				
0,0055	7,5	1	11	55,3	8	31,237	31,320	0,083	20,740	79,260				
0,0039	8,0	2	23	2	9	33,783	33,863	0,080	19,990	80,010				
0,0027	8,5	4	58	26	10	35,475	35,551	0,076	18,991	81,009				
0,0019	9,0	10	2	40	11	35,496	35,569	0,073	18,241	81,759				
0,0013	9,5	21	27	21	12	35,495	35,164	0,069	17,515	82,485				
0,0010	10	43	54	12	13	35,348	35,396	0,048	12,360	87,640				
0,0008	10,5	90	18	45	14	34,261	34,299	0,038	3,986	96,014				

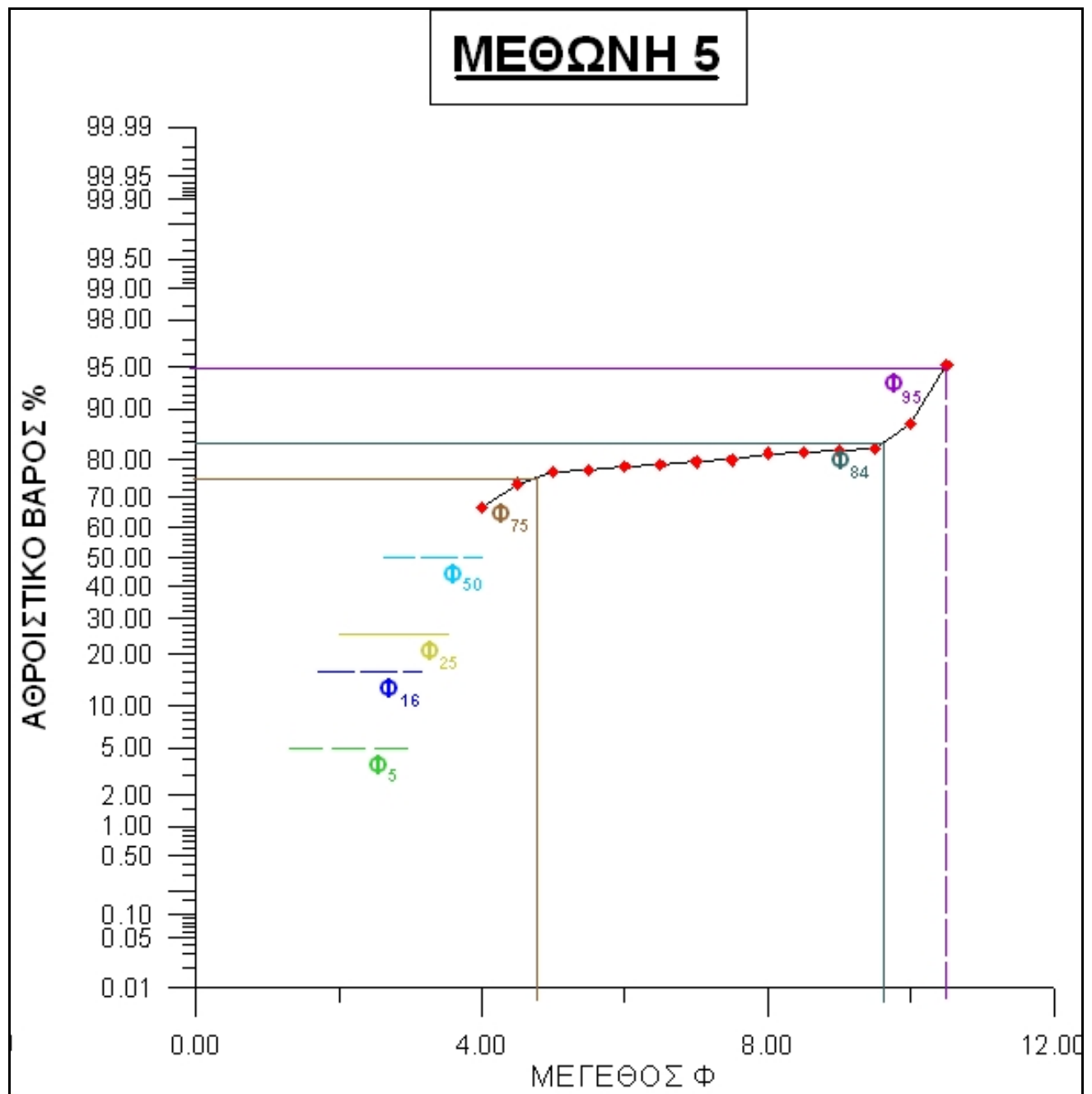
ΔΕΙΓΜΑ: ΜΕΘ 5 ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 20,002 gr ΒΑΡΟΣ CALGON: 2,47 gr					WA= 21,318 WS= 31,334 WSW= 52,065 WW= 46,232					
					E.B.= 2,48 ΘΕΡΜ.= 20°C F= 0,01435					
mm	Φ	h	min	sec	ΔΟΧΕΙΟ Ν°	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ (gr)	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧ. +ΔΕΙΓΜΑ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ. (gr)	ΑΘΡ. ΛΕΠΤ.%	ΑΘΡ. ΧΟΝΔ.%
0,0625	4,0	0	0	31,6	1	33,967	34,100	0,133	33,247	66,753
0,0442	4,5	0	1	3	2	33,166	33,271	0,105	26,247	73,753
0,0312	5,0	0	2	7	3	33,865	33,957	0,092	23,000	77,000
0,0221	5,5	0	4	12,9	4	35,410	35,500	0,090	22,498	77,502
0,0154	6,0	0	8	41	5	33,112	33,199	0,087	21,748	78,252
0,0110	6,5	0	17	1	6	31,971	32,056	0,085	21,248	78,752
0,0078	7,0	0	33	51	7	30,908	30,990	0,082	20,498	79,502
0,0055	7,5	1	8	4	8	32,665	32,745	0,080	19,998	80,002
0,0039	8,0	2	15	23	9	31,847	31,921	0,074	18,498	81,502
0,0027	8,5	4	4	28	10	34,530	34,603	0,073	18,248	81,752
0,0019	9,0	9	30	25	11	31,607	31,679	0,072	17,998	82,002
0,0013	9,5	20	18	28	12	32,879	32,949	0,070	17,487	82,513
0,0010	10	41	34	12	13	33,547	33,604	0,057	12,349	87,651
0,0008	10,5	84	57	4	14	33,975	34,017	0,042	4,886	95,114











ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ
ΜΕΘΩΝΗ 1

ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΜΕΓΕΘΟΣ Φ
Φ_5	0,00
Φ_{16}	0,00
Φ_{25}	0,00
Φ_{50}	4,09
Φ_{75}	6,44
Φ_{84}	9,31
Φ_{95}	10,37

Σχόλια

 **Μέσος όρος (M)** $M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} = 4,460$ (χονδρόκοκκη ιλύς)

 **Ταξινόμηση (σ)** $\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} = 3,899$ (πολύ καλή)

 **Λοξότητα (Sk)** $Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} = 0,167$ (θετική)

 **Κύρτωση (Ku)** $Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} = 0,660$ (πολύ πλατύκυρτη)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ
ΜΕΘΩΝΗ 2

ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΜΕΓΕΘΟΣ Φ
Φ_5	4,00
Φ_{16}	4,74
Φ_{25}	4,96
Φ_{50}	5,41
Φ_{75}	6,89
Φ_{84}	9,78
Φ_{95}	10.44

Σχόλια

Ⓐ Μέσος όρος (M) $M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} = 6,643$ (μεσόκοκκη → λεπτόκοκκη ιλύς)

Ⓐ Ταξινόμηση (σ) $\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} = 2,236$ (πολύ καλή)

Ⓐ Λοξότητα (Sk) $Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} = 0,648$ (έντονα θετική)

Ⓐ Κύρτωση (Ku) $Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} = 1,368$ (λεπτόκυρτη)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ
ΜΕΘΩΝΗ 3

ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΜΕΓΕΘΟΣ Φ
Φ_5	4,07
Φ_{16}	4,37
Φ_{25}	4,44
Φ_{50}	5,41
Φ_{75}	7,93
Φ_{84}	9,78
Φ_{95}	10,45

Σχόλια

 **Μέσος όρος (M)** $M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} = 6,52$ (μεσόκοκκη → λεπτόκοκκη ιλύς)

 **Ταξινόμηση (σ)** $\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} = 2,318$ (πολύ καλή)

 **Λοξότητα (Sk)** $Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} = 0,598$ (έντονα θετική)

 **Κύρτωση (Ku)** $Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} = 0,748$ (πλατύκυρτη)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ
ΜΕΘΩΝΗ 4

ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΜΕΓΕΘΟΣ Φ
Φ_5	0,00
Φ_{16}	0,00
Φ_{25}	0,00
Φ_{50}	4,30
Φ_{75}	6,74
Φ_{84}	9,63
Φ_{95}	10.42

Σχόλια

 **Μέσος όρος (M)** $M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} = 4,640$ (χονδρόκοκκη ιλύς)

 **Ταξινόμηση (σ)** $\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} = 3,990$ (πολύ καλή)

 **Λοξότητα (Sk)** $Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} = 0,141$ (θετική)

 **Κύρτωση (Ku)** $Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} = 0,774$ (πλατύκυρτη)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

ΜΕΘΩΝΗ 5

ΠΟΣΟΣΤΟ %

ΜΕΓΕΘΟΣ Φ

Φ_5	0,00
Φ_{16}	0,00
Φ_{25}	0,00
Φ_{50}	0,00
Φ_{75}	4,74
Φ_{84}	9,63
Φ_{95}	10,52

Σχόλια

Ⓐ Μέσος όρος (M) $M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} = 3,210$ (πολύ λεπτόκοκκη άμμος)

Ⓐ Ταξινόμηση (σ) $\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} = 4,001$ (εξαιρετικά κακή)

Ⓐ Λοξότητα (Sk) $Sk = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} = 1$ (έντονα θετική)

Ⓐ Κύρτωση (Ku) $Ku = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} = 0,910$ (μεσόκυρτη)

6. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Όπως παρατηρούμε από τα διαγράμματα και την ανάλυση των δειγμάτων ΜΕΘ – 1 έως ΜΕΘ – 5, το υλικό που υπάρχει στην περιοχή, επιφανειακά τουλάχιστον, χαρακτηρίζεται ως ιλύς, με εξαίρεση το δείγμα ΜΕΘ – 5, το οποίο χαρακτηρίζεται ως πολύ λεπτόκοκκη άμμος. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αντίστοιχα του Χρόνη, ο οποίος έχει χαρακτηρίσει επίσης τα δείγματά του από την ίδια περιοχή ως ιλύς. Ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί με βάση τις αναλύσεις, είναι ότι στα δείγματα του Χρόνη παρουσιάζεται ένα ελάχιστο ποσοστό % άμμου (~1,5 %), ενώ στα δείγματα που συλλέξαμε εμείς δεν υπήρχε καθόλου.

Τα συμπεράσματα, λοιπόν που βγαίνουν από τις αναλύσεις των δειγμάτων είναι τα παρακάτω:

1. Η περιοχή που έγινε η δειγματοληψία πεδίου καλύπτεται από κυρίως ιλύ και λιγότερο άργιλο, χωρίς να εντοπίζεται παρουσία χονδρόκοκκου υλικού (άμμος).
2. Συμπερασματικά, η περιοχή ανήκει, σύμφωνα με το υλικό που βρίσκεται στον πυθμένα της, στο σημερινό προδέλτα του Αλιάκμονα.
3. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεών μας με αυτά του χρόνου, συμπεραίνουμε ότι τα φράγματα που έχουν κατασκευαστεί στην κοίτη του Αλιάκμονα κατακρατούν όλη την άμμο, με τα αρνητικά αποτελέσματα που αυτό επιφέρει.

7. Φωτογραφικό υλικό

7.1 Φωτογραφίες από το εργαστήριο



Εικόνα 18: Σειρά από κόσκινα



Εικόνα 19: Αναδευτήρας



Εικόνα 20: Δονητής



Εικόνα 21: Ογκομετρικός κύλινδρος

7.2 Φωτογραφίες υπαίθρου



Εικόνα 22: Άποψη του όρμου της Μεθώνης



Εικόνα 23: Άποψη της παράκτιας περιοχής της Μεθώνης



Εικόνα 24: Συλλογή δειγμάτων στον όρμο της Μεθώνης



Εικόνα 25: Η παραλία της Μεθώνης

8. Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον κύριο Κ. Αλμπανάκη για τις γνώσεις που μου πρόσφερε όλα αυτά τα χρόνια στο Γεωλογικό. Επίσης ευχαριστώ το Μιχάλη Στύλλα για τη μεγάλη βοήθεια στη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής, καθώς και τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Θόδωρο Παράσχου και Δαυίδ Ψωμιάδη για τη βοήθειά τους στην υπαίθρια συλλογή δειγμάτων και στην ανάλυση των ιζημάτων στο εργαστήριο. Ακόμα ευχαριστώ τους κ. καθηγητές Θ. Αστάρα και Κ. Βουβαλίδη για τις πληροφορίες που μου έδωσαν σχετικά με το θέμα της διπλωματικής.

9. Βιβλιογραφία

Εργασίες – Βιβλία:

- Ⓒ Poulos, S.E., Chronis, G.Th., Collins, M.B., Lykousis, V., 2000. Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea: an overview of water/sediment fluxes in relation to air-land-ocean interactions and human activities. *Journal of Marine Systems* 25, 47-76.
- Ⓒ Karageorgis, A.P., Nikolaidis, N.P., Karamanos, H., Skoulikidis, N., 2003. Water and sediment quality assessment of the Axios River and its coastal environment. *Continental Shelf research* 23, 1929-1944.
- Ⓒ Kourafalou, V.H., Savvidis, Y.G., Krestenitis, Y.N., Koutitas, C.G., 2004. Modelling studies on the processes that influence matter transfer on the Gulf of Thermaikos (NW Aegean Sea). *Continental Shelf research* 24 (2) 203-222.
- Ⓒ Karageorgis, A.P., Anagnostou, C.L., 2001. Particulate matter spatial-temporal distribution and associated surface sediment properties: Thermaikos Gulf and Sporades Basin, NW Aegean Sea. *Continental Shelf research* 21, 2141-2153.
- Ⓒ Hyder, P., Simpson, J.H., Christopoulos, S., Krestenitis Y., 2002. The seasonal cycles of stratification and circulation in the Thermaikos Gulf Region Of Freshwater Influence (ROFI), north-west Aegean. *Continental Shelf research* 22, 2573-2597.
- Ⓒ Lykousis, V., Karageorgis, A.P., Chronis, G.Th., 2005. Delta progradation and sediment fluxes since the last glacial in the Thermaikos Gulf and the Sporades Basin, NW Aegean Sea, Greece. *Marine Geology* (article in press).
- Ⓒ Kapsimalis, V., Poulos, S.E., Karageorgis, A.P., Pavlakis, P., Collins, M. Recent evolution of a Mediterranean deltaic coastal zone: Human impacts on the Inner Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea
- Ⓒ Kapsimalis, V., Karageorgis, A.P., Poulos, S. Determination of long-term morphological changes in a human affected coastal system using G.I.S., inner Thermaikos Gulf, Greece
- Ⓒ Εκβολές π. Γαλλικού, Λουδία, Αλιάκμονα, αλυκών Κίτρους & λ/θ Καλοχωρίου. Πρόγραμμα αντιμετώπισης ειδικών περιβαλλοντικών προβλημάτων. ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996.
- Ⓒ Karageorgis, A.P., Anagnostou, C.L., 2003. Seasonal variation in the distribution of suspended particulate matter in the northwest Aegean Sea. *Journal of Geophysical research* 108, 30-53.
- Ⓒ Astraldi, M., Balopoulos, S., Candela, J., Font, J., Gacic, M., Gasparini, G.P., Manca, B., Theocharis A., Tintore, J., 1999. The role of straits and channels in understanding the characteristics of Mediterranean circulation. *Progress in Oceanography* 44, 65-108.
- Ⓒ De Vries, H., Breton, M., de Mulder, T., Krestenitis, Y., Ozer, J., Proctor, R., Ruddick, K., Salomon, J.C., Voorrips, A., 1995. A comparison of 2D storm surge models applied to three shallow European seas. *Environmental Software* 10 (1), 23-42.
- Ⓒ Karageorgis, A.P., Anagnostou, C.L., Kaberi, H., 2005. Geochemistry and mineralogy of the NW Aegean Sea surface sediments: implications for river runoff and anthropogenic impact. *Applied Geochemistry* 20, 69-88.
- Ⓒ Karageorgis, A.P., Kaberi, H., Price, N.B., Muir, G.K.P., Pates, J.M., Lykousis, V., 2005. Chemical composition of short sediment cores from

- Thermaikos Gulf (Eastern Mediterranean): Sediment accumulation rates, trawling and winnowing effects. Continental Shelf research (article in press).
- Ⓢ Komar, P.D., 1998. Beach Processes and Sedimentation (second edition). Practice Hall.
 - Ⓢ Χρόνης, Γ.Θ., 1986. Η σύγχρονη δυναμική και η πρόσφατη ολοκαινική ιζηματογένεση στο εσωτερικό πλατώ του Θερμαϊκού Κόλπου. Διδακτορική διατριβή.
 - Ⓢ Αλμπανάκης, Κ., 1999. Μαθήματα ωκεανογραφίας. University studio press.
 - Ⓢ Βουβαλίδης, Κ., 2003-2004. Μαθήματα φυσικής γεωγραφίας. Τμήμα εκδόσεων – πανεπιστημιακό τυπογραφείο.
 - Ⓢ Ψιλοβίκος, Α., 1984. Μαθήματα ιζηματολογίας. Υπηρεσία δημοσιευμάτων – πανεπιστημιακό τυπογραφείο.
 - Ⓢ Ψιλοβίκος, Α., 1985. Στοιχεία εφαρμοσμένης ιζηματολογίας. Υπηρεσία δημοσιευμάτων – πανεπιστημιακό τυπογραφείο.

INTERNET:

- Ⓢ www.earthgoogle.com
- Ⓢ www.google.com
- Ⓢ www.sciencedirect.com
- Ⓢ www.palaeos.com
- Ⓢ www.pelagos.oc.phys.uoa.gr

SOFTWARE:

- Ⓢ MapInfo Professional 7.5 SCP
- Ⓢ Grapher
- Ⓢ PhotoStudio 5