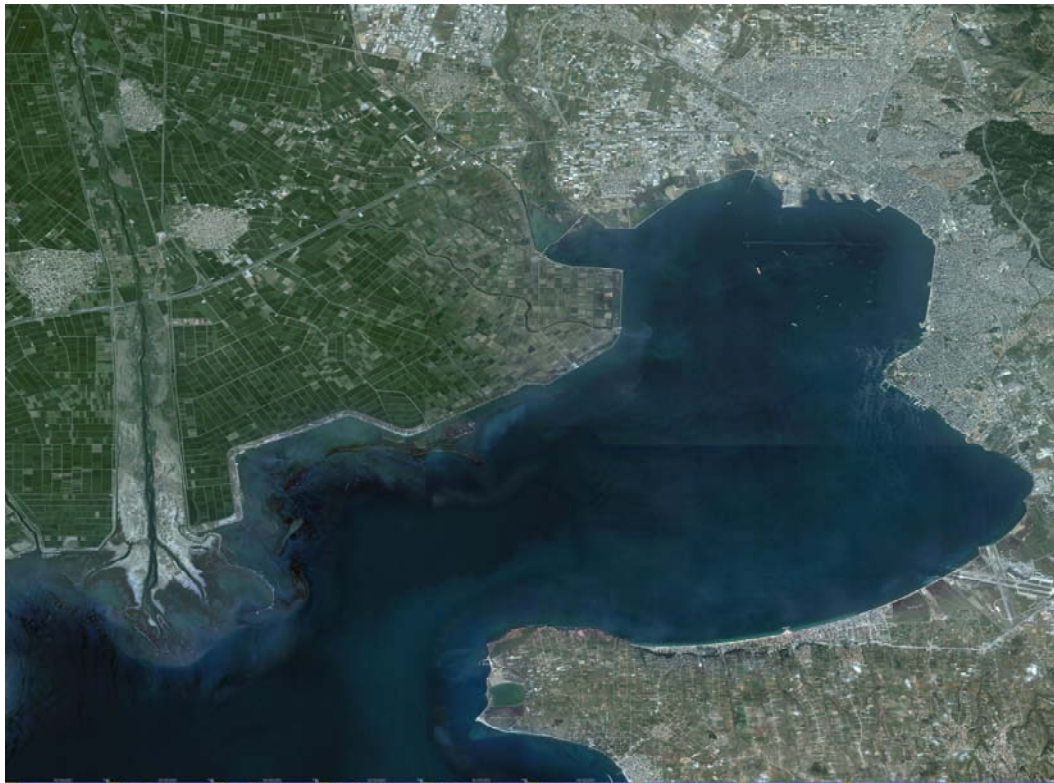




**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ
ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



**ΚΑΡΔΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΕΦΑΝΙΑ-ΑΡΓΥΡΩ
ΑΕΜ:3998**

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009



1. Εισαγωγή
2. Γεωγραφία
3. Γεωλογία
 - 3.1 Λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί της περιοχής
 - 3.2 Νεογενή-Τεταρτογενή ιζημάτα
4. Γεωμορφολογία
 - 4.1 Η προέλευση των ιζημάτων των παραλιών
 - 4.2 Συστήματα παραλιών και πλευρικές μετακινήσεις του υλικού των παραλιών
 - 4.3 Σχήμα ακτογραμμής
 - 4.4 Το παράκτιο περιβάλλον
 - 4.1.1 Το φυσικό παράκτιο περιβάλλον
 - 4.1.2 Το ανθρωπογενές παράκτιο περιβάλλον
 - 4.1.3 Η αστικοποίηση του Δήμου Θερμαϊκού
5. Υλικά και Μεθοδολογία
 - 5.1 Μεθοδολογία κοκκομετρικής ανάλυσης
 - 5.2 Επεξεργασία δεδομένων
 - 5.3 Σφαιρικότητα-Στρογγυλότητα
6. Αποτελέσματα
 - 6.1 Επεξεργασία αποτελεσμάτων
 - 6.1.1 Αποτελέσματα κοκκομετρικών αναλύσεων
 - 6.1.2 Μέσος Όρος-Κύρτωση-Λοξότητα-Ταξινόμηση
 - 6.1.3 Χαρακτηρισμός των δειγμάτων
7. Συμπέρασμα- Συζήτηση
8. Βιβλιογραφία



Σκοπός της εργασίας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος διπλωματικής εργασίας με επιβλέποντα καθηγητή τον Επίκουρο καθηγητή κ. Αλμπανάκη είναι η μελέτη των ιζημάτων και της παράκτιας ζώνης του χώρου προέκτασης του αεροδρομίου Θεσσαλονίκης.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της .

Τον κύριο επιβλέποντα της διπλωματικής αυτής εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Αλμπανάκη, για την ανάδειξη του θέματος της διπλωματικής εργασίας, την επιστημονική του καθοδήγηση κατά της πραγμάτωση της καθώς και τα επιστημονικά εφόδια που μου προσέφερε .

Επίσης τον Υποψήφιο Διδάκτορα του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας κ. Παράσχου Θεόδωρο για την πολύτιμη συμβολή του .

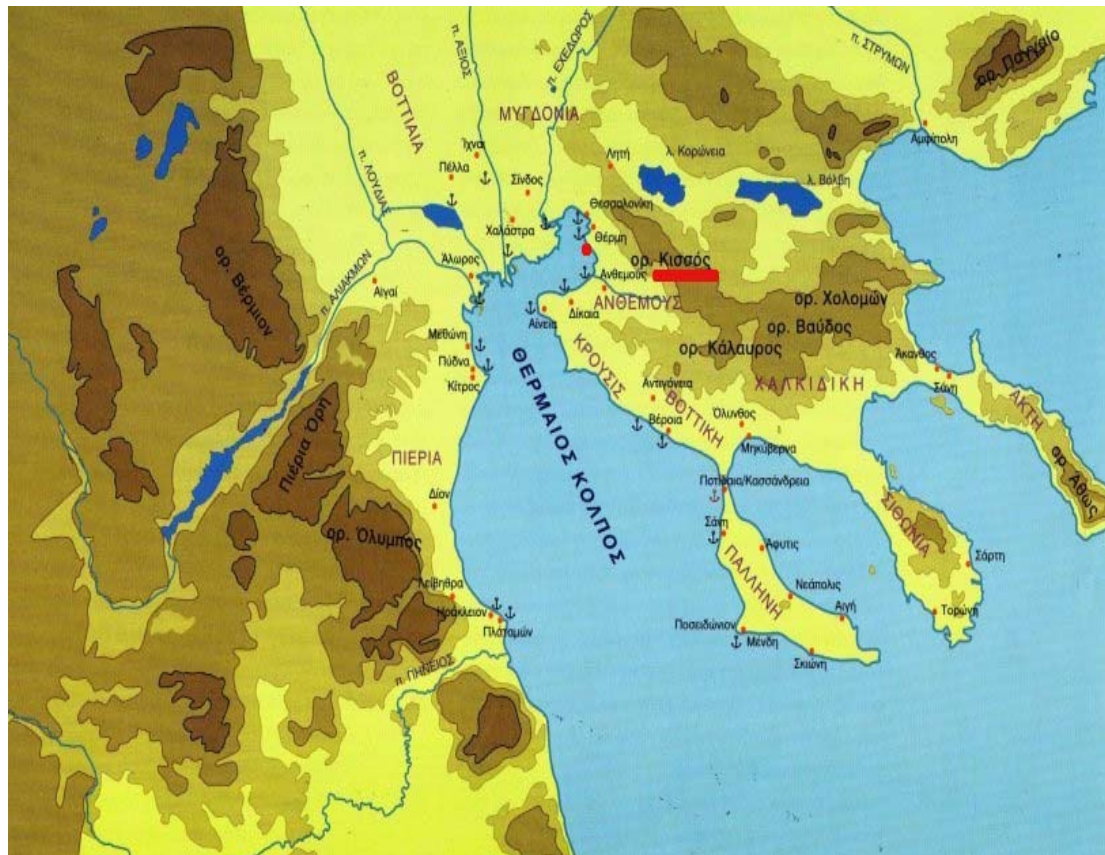
2. Γεωγραφία

Ο Νομός Θεσσαλονίκης βρίσκεται στην κεντρική Μακεδονία και βρέχεται από τον Θερμαϊκό κόλπο στα δυτικά και τον Στρυμονικό κόλπο στα ανατολικά.

Ο Θερμαϊκός κόλπος είναι ένας κλειστός, σχετικά ρηχός κόλπος του βορειοδυτικού Αιγαίου. Ο Θερμαϊκός διακρίνεται στον όρμο Θεσσαλονίκης, τον έσω κόλπο και τον μείζονα Θερμαϊκό, από τις γραμμές γεωγραφικού πλάτους αντίστοιχα, Μικρού Εμβόλου-Παλιομάνας, Επανομής –Αθερίδας και Ποσειδίου- Στομίου Πηνειού.

Χαρακτηρίζεται από ομαλό πυθμένα με χαμηλές κλίσεις και βάθη από 2.000 έως 200 μ. το μέγιστο, στη νότια πλευρά του.

Ο Θερμαϊκός Κόλπος δέχεται γλυκό νερό από τα τρία μεγάλα ποτάμια (Αξιός, Λουδίας, Αλιάκμονας), τα οποία εκτιμάται ότι όλα μαζί αποστραγγίζουν έκταση περίπου 35.000.000 στρεμμάτων .



Εικόνα 1: Χάρτης Θερμαϊκού κόλπου.(Google.gr)

3. Γεωλογία

Από γεωτεκτονική άποψη, ο χώρος του Θερμαϊκού εντάσσεται στην ζώνη Αξιού και συγκεκριμένα στην ζώνη της Παιονίας.

Περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία μεταμορφωμένων Αλπικών ιζημάτων (ασβεστόλιθους, φαμμίτες, κροκαλοπαγή, φυλλίτες, μαρμαρυγιακούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα) τα οποία έχουν αποτεθεί σε μια ωκεάνια αύλακα τον Μεσοζωϊκό .

Μέσα από αυτά τα ιζήματα εμφανίζονται μεγάλοι όγκοι οφειολιθικών εκχύσεων.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ζώνης Παιονίας είναι ότι τα πετρώματα της εμφανίζονται υπό μορφή μεγάλων λεπίων αποκομμένων μεταξύ τους, από την κάλυψη της περιοχής με νεώτερα ιζήματα .(Μουντράκης, 1985) .

Τα τεκτονικά λέπια, που σχηματίστηκαν από τις Τριτογενείς φάσεις πτυχώσεων, έχουν μικρές ή μεγάλες διαστάσεις.

3.1 Λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί της περιοχής

Οι λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί έχουν μελετηθεί από τον κ.Συρίδη στην διδακτορική του διατριβή.

Τα υλικά που αποτελείται σχεδόν όλη η περιοχή είναι οριζόντια στρώματα Νεογενών ιζημάτων αποτελούμενα από εναλλαγές αργίλων- ιλύων, αργιλούχων, αμμούχων μαργών , άμμων και λεπτών στρωμάτων φαμμιτών .

Τα προαλπικά πετρώματα που εμφανίζονται είναι: μια Οφειολιθική σειρά και ανοικτότεφροι Ασβεστόλιθοι (Ανώτερο Ιουρασικό), μελανόχρωμοι παχυστρωματώδεις λατυποπαγείς ή κροκαλοπαγείς ασβεστόλιθοι (πιθανόν του Κρητιδικού) και ασβεστιτικοί και φαμμιτικοί σχιστόλιθοι (πιθανώς πρόκειται για φλύσχη του Καμπανίου Μαιστριχτίου).

Το χωριό Τρίλοφος είναι χτισμένο πάνω στην ζώνη ρηγμάτων και μεταπτώσεων του νότιου τεκτονικού ορίου της τάφρου του Ανθεμόντα .

Αντιπροσωπευτικές εμφανίσεις των ιζημάτων εμφανίζονται στις πλευρές Νότιας προς Βόρειας διευθυνόμενης χαράδρας μεταξύ Τριλόφου και Πλαγιαρίου . Τα ιζήματα έχουν πάχος 25 μ .

Από την επιφάνεια προς το βάθος έχουμε:

Άμμος ορατού πάχους 6 μ: χαλαζιακή άμμο χονδρόκοκη ως λεπτόκοκη και περιέχουν ιλύ και χλαζιακές ψηφίδες . Το υλικό έχει αποτεθεί σε διασταυρούμενη στρώση με παρεμβολές λευκών φακών φαμμιτών .

Άμμος/φαμμίτης πάχους 1μ: εναλλαγές λεπτών στρωμάτων ασβεστιτικών φαμμιτών κατά θέσεις με Limnocartiidae και χαλαζιακής λευκοκίτρινης άμμου .

Ασβεστόλιθος φαμμιτικός απολιθωματοφόρος μέσου πάχους 2 μ, έχει λευκότεφρο με λευκοκίτρινο χρώμα .

Άμμο/φαμμίτη πάχους 2 μ

Άμμοι λεπτόκοκοι με ιλύ πάχους 5 μ

Άργιλος πάχους 3 μ: αποτελείται από σκουρόχρωμη τεφροπράσινη άργιλο και

ιλύ .

Άμμοι/ψαμμίτες πάχους 1-2 μ

Άμμοι/ψαμμίτες πάχους 3 μ: χαλαζιακές χονδρόκοκοι άμμοι με τεφροκίτρινο χρώμα με μικρές χαλαζιακές κροκάλες εναλλάσσονται με λεπτά στρώματα ψαμμιτών .

Ερυθροστρώματα πάχους 5 μ: χονδρόκοκη χαλαζιακή άμμο, υπογωνιώδεις χαλαζιακές , γνευσιακές κροκάλες και υλη και άργιλο.

Στη περιοχή της Καρδίας, τα στρώματα έχουν πάχος 40 μ και αποτελούνται κυρίως από άμμους και άμμους με άργιλο, ερυθροστρώματα, χλαζιακές άμμοι, απολιθωματοφόροι ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι, μαργαϊκός - ψαμμίτης ασβεστόλιθος και κροκαλοπαγή .

Έχει παρατηρηθεί στην περιοχή του Θερμαϊκού, υπάρχει μια εξάπλωση από Άνω Ηωκαινικών μολασσικών σχηματισμών (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες με θαλάσσια απολιθώματα) ,τα οποία καλύπτονται από ένα παχύ κάλυμμα Νεογενών – Τεταρτογενών ιζημάτων .

3.2 Νεογενή – Τεταρτογενή ιζήματα

Στο τμήμα χαμηλού ανάγλυφου της Δ. Χαλκιδικής και στην Κασσάνδρα το προ – Νεογενές υπόβαθρο καλύπτεται από ένα παχύ κάλυμμα νεώτερων χαλαρών κυρίως ιζημάτων. Πρόκειται για χερσοποτάμιες, ποταμοδελταϊκές, λιμοδελταϊκές λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την εξέλιξη της ταφρογένεσης στον ευρύτερο χώρο Αξιού – Θερμαϊκού (Ψιλοβίκος κ.α., 1988).

Οι αποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων, όπως: κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλους, ιλυούχους αργίλους, ιλυοαργιλούχους άμμους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, τοφώδεις ασβεστόλιθους, βιογενείς ασβεστόλιθους και τραβερτίνες .

Τα ιζηματογενή στρώματα εμφανίζονται ελαφρώς κεκλιμένα είτε προς τα Ν – ΝΑ στη Δ. Χαλκιδική, είτε προς Β – ΒΔ στην Κασσάνδρα και ελέγχουν σε μεγάλο μέρος την πρόσφατη μορφολογία.(Συρίδης 1990)

4. Γεωμορφολογία

Η λεκάνη του Θερμαϊκού, με έκταση 162km² η οποία αποστραγγίζεται από ρεύματα μεγάλης ανάπτυξης με χαρακτήρες ωριμότητας. Οι κοιλάδες των ρευμάτων δείχνουν στοιχεία ενός παλαιού αναγλύφου, με βασικό επίπεδο το Θερμαϊκό κόλπο.

Η μορφολογία μεταξύ του ακρωτηρίου του Μ.Εμβόλου και των οικισμών Πλαγιαρίου και Επανομής είναι χαρακτηριστική . Παρατηρείται ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο από ευθύγραμμες , Β-Ν διεύθυνσης, παράλληλες μεταξύ τους, διαπλατυσμένες κοιλάδες, πολύ μικρής τάξης και σημαντικού μήκους, οι οποίες αναπτύσσονται κάθετα στον Α-Δ διεύθυνσης υδροκρίτη Ανθεμούντα-Χαλκιδικής .



Η Β-N διεύθυνση οφείλεται σε τεκτονική επίδραση, επειδή παρόμοια διεύθυνση παρουσιάζει το καταμητικό σύστημα των Νεογενών απολιθωματοφόρων ασβεστόλιθων της περιοχής (Τρίλοφος, Μεσημέρι) (Συρίδης 1990).

Ο Θερμαϊκός κόλπος αποτελεί αποδέκτη μεγάλων ποσοτήτων ιζημάτων, τα οποία μεταφέρονται από μεγάλα ποτάμια συστήματα που εκβάλλουν στην δυτική πλευρά του κόλπου, όπου και έχει σχηματιστεί μια ταχέως προωθούμενη δελταϊκή πεδιάδα με αντίστοιχο μεγάλο πάχος προδελταϊκών αποθέσεων. Αντίθετα στο ανατολικό τμήμα του κόλπου, υπάρχουν εναλλαγές αποθετικών και διαβρωσιγενών ακτών με σχηματισμό παράκτιων αναβαθμίδων και χαμηλών ακτών, οι οποίες εγκλωβίζουν πίσω τους λιμνοθάλασσες και έλη. (Αλμπανάκης, Συρίδης, Βουβαλίδης, Στύλας 2005)

4.1 Η προέλευση των ιζημάτων των παραλιών

Η φύση του ιζήματος των παραλιών συσχετίζεται με την φύση του υλικού που παρέχεται από τους ποταμούς από τους παρακείμενους απότομους βράχους καθώς και από την ακτή.

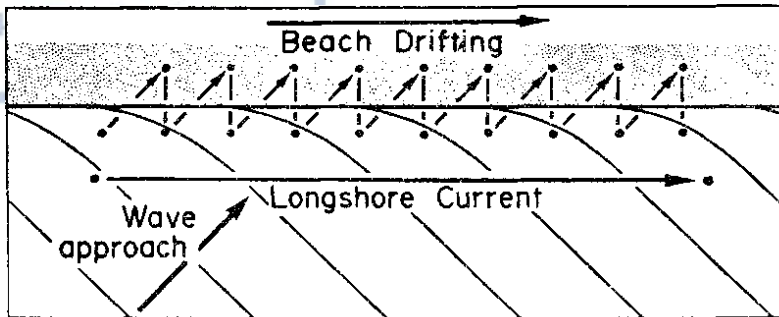
Οι αμμώδεις παραλίες προέρχονται από το υλικό που διαβρώνεται από τα παρακείμενα μέρη της ακτής, από το ποτάμιο ίζημα και από την άμμο που μεταφέρεται προς την ακτή από τον πυθμένα της θάλασσας. Οι σχετικές αναλογίες καθορίζονται από τις τοπικές συνθήκες. Στις ακτές ερήμων, ποσότητες άμμου φυσούν από το έδαφος προς την παραλία. (Eric Bird 1984)

4.2 Συστήματα παραλιών και πλευρικές μετακινήσεις του υλικού των παραλιών.

Η δράση των κυμάτων επιτυγχάνει την φθορά και την τριβή των κόκκων χαλικιών και άμμου. Τα χαλίκια τείνουν να αναπτύξουν μια στρογγυλευμένη μορφή. Η διαδικασία της στρογγυλοποίησης και της τριβής μπορούν να μελετηθούν στις ακτές όπου τα γωνιώδη κομμάτια βράχων πέφτουν στις ακτές και δέχονται την δράση των κυμάτων.

Οι παραλίες που δεν τροφοδοτούνται με νέο υλικό γίνονται χαμηλότερες και στενότερες, ως αποτέλεσμα της τριβής των κόκκων των χαλικιών και της άμμου, καθώς και διαβρώνονται ευκολότερα από τον καταιγισμό κυμάτων.

Τα κύματα που φθάνουν διαγωνίως στην ακτή παράγουν ένα εγκάρσιο παφλασμό και διαδίδονται διαγώνια πάνω στην παραλία, και ένα επακόλουθο κύμα υποχωρεί προς την θάλασσα. Η άμμος και οι κροκάλες γίνονται γωνιώδη κατά μήκος της ακτής από τα κύματα και συγχρόνως αναπτύσσονται ρεύματα επιμήκους στερεομεταφοράς από τα κύματα που έχουν σαν αποτέλεσμα την κίνηση της άμμου στην παράκτια ζώνη κατά μήκος του πυθμένα της θάλασσας.



Εικόνα 2: η επιμήκη στερεομεταφορά που παρασύρει την ροή του παράκτιου ιζήματος που παράγεται από το κύμα και την τρέχουσα δράση όταν πλησιάζουν διαγωνίως τα κύματα στην ακτή. (Eric Bird 1984)

Η επακόλουθη κλίση κατά την διάρκεια μιας περιόδου μπορεί να είναι αμελητέα ή μπορεί να υπάρξει μια καθορισμένη κλίση σε μια κατεύθυνση που υποδεικνύεται συνήθως από την αύξηση της παράκτιας στερεομεταφοράς των οβελών και την εκτροπή των εκβολών του ποταμού. Ευνοϊκότερες συνθήκες για την κατεύθυνση της στερεομεταφοράς συμβαίνουν όταν πλησιάζουν τα κύματα στην ακτή υπό γωνία 45 μοιρών, η ακτή είναι ομαλή και δεν διακόπτεται από ακρωτήρια, κολπίσκους ή εκβολές, ο παράκτιος θαλάσσιος πυθμένας είναι ομαλός και διαθέσιμος για συνεχή τροφοδοσία σε νέο ιζήμα .(Eric Bird 1984)

4.3 Σχήμα ακτογραμμής

Οι παραλίες όπως και στην δική μας περίπτωση παρουσιάζουν μια ομαλή καμπύλη στο σχήμα με το κοίλο προς την θάλασσα . Οι ακτές που εκτίθενται στα κύματα, που παράγονται από τους τοπικούς ανέμους, το σχήμα των παραλιών σχετίζεται με την κατεύθυνση, τη δύναμη και τη συχνότητα των χειρσαίων ανέμων, με τις παραλλαγές στο μήκος της ευρύτητας ή της ανοιχτής θάλασσας πέρα από το οποίο τα κύματα παράγονται από αυτούς τους ανέμους και τέλος σχετίζεται με την διάθλαση των κυμάτων.

Ο Schou το 1945 ανέπτυξε την ιδέα ότι ο προσανατολισμός των παραλιών είναι η έκβαση των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων όσο αναφορά την σχέση αέρα – παραγόμενα κύματα, φθάνοντας από διάφορες κατευθύνσεις .Αυτά τα αποτελέσματα εξέφρασε ως συνισταμένη που υπολογίστηκε από τα αρχεία συχνότητων και της δύναμης του αέρα, αγνοώντας εκείνα της κλίμακας Beaufort που είναι μικρότερο από 4 (λιγότερο από 21 km/h) το οποίο επηρεάζει το σχήμα της παραλίας. Παραλίες που στηρίζονται σε ακτές απαλλαγμένες από ωκεάνια διόγκωση, όπου δεν υπάρχει καμία μεγάλη μεταβολή στην ευρύτητα, μπορεί να τροποποιηθεί από την διάβρωση και την επαύξηση μέχρι που να προσανατολιστούν στην ορθή γωνία της συνισταμένης του αέρα.(Eric Bird 1894)

4.4 Το Παράκτιο Περιβάλλον

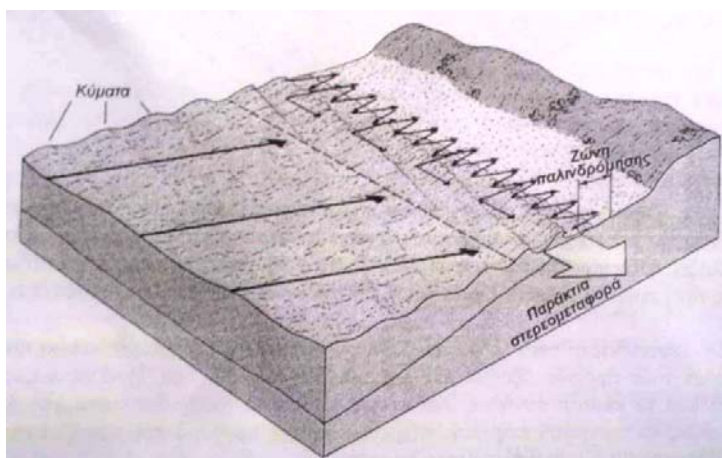
Παραλίες είναι συσσωρεύσεις του ιζήματος που κατατίθεται από τα κύματα και τα ρεύματα στη ζώνη των ακτών .

Ακτή είναι η ζώνη γύρω από το όριο ξηράς – θάλασσας, η οποία περιλαμβάνει κάθε τύπο ορίου με απόκρημνο ή χαμηλό προφίλ, με βραχώδη ή χαλαρά υλικά .(Eric Bird 1984)

4.4.1 Το φυσικό παράκτιο περιβάλλον

Η κυριότερη διεργασία που είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία όλων των μορφοδυναμικών χαρακτηριστικών στη παραλία είναι η παράκτια στερεομεταφορά. Στην πράξη, με απλά λόγια, μπορούμε να θεωρήσουμε κάτω από συγκεκριμένες κυματικές συνθήκες ότι η παράκτια συγκέντρωση άμμου που συνιστά την παραλία δεν είναι ακίνητη αλλά "ρέει" σαν ποτάμι προς μια κατεύθυνση κατά μήκος της ακτής.

Στην εικόνα 3 βλέπουμε τα κύματα να πλησιάζουν μια ευθύγραμμη παραλία με γωνία. Η γωνία πρόσπτωσης μεταβάλλεται με τη διάθλαση και τείνει να γίνει κάθετη στην παραλία. Δεν προλαβαίνει όμως να το κατορθώσει και τελικά προσπίπτει στην παραλία, όχι κάθετα, αλλά με γωνία. Το κύμα που φτάνει στα αβαθή παθαίνει θραύση και τελικά "ξεχύνεται" με τη γωνία πρόσπτωσης επάνω στην παραλία ανεβαίνοντας την μικρή ανηφόρα που σχηματίζει η παράκτια άμμος εμπρός από τη θάλασσα. Τα νερά που συσσωρεύονται στο ανώτερο τμήμα της παραλίας επιστρέφουν πίσω στη θάλασσα με τη βαρύτητα. Τώρα όμως ρέουν προς τη θάλασσα με γωνία κάθετη στην ακτή. Κάθε φορά που ένα κύμα "σκάει" στην ακτή ανέρχεται στην ακτή με τη γωνία πρόσπτωσης και επιστρέφει πίσω στην θάλασσα με την κάθετο. Δημιουργείται δηλαδή μια πριονωτή παλινδρόμηση που τελικά μεταφέρει τους κόκκους της άμμου κατά μήκος της ακτής δημιουργώντας μια επιμήκη στερεομεταφορά. Ο χώρος στον οποίο λαμβάνει χώρα αυτή η διαδικασία ονομάζεται **ζώνη παλινδρόμησης**. Το πλάτος της εξαρτάται από το μέγεθος του κυματισμού, την κλίση της παραλίας και την κοκκομετρία των υλικών της ακτής.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση της παράκτιας στερεομεταφοράς (Αλμπανάκης 2004)

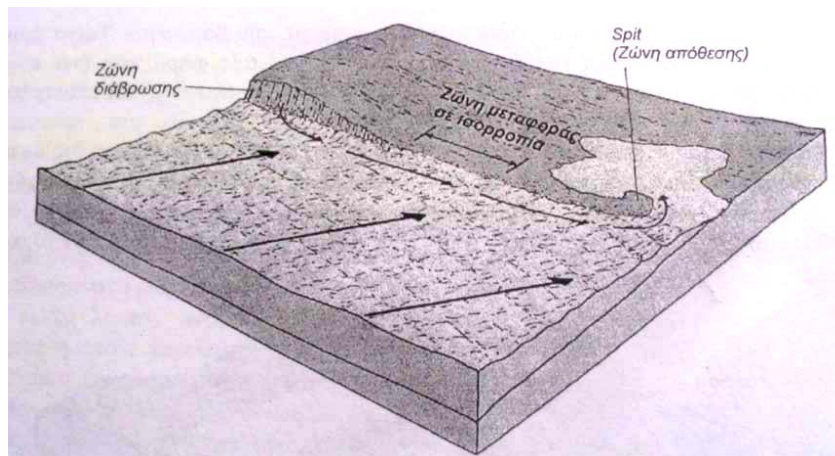
Πίνακας 1: Συσχετίσεις μεγεθών που χαρακτηρίζουν την παράκτια ζώνη

Αύξηση ύψους κύματος => αύξηση του πλάτους ζώνης της παλινδρόμησης
Αύξηση του μεγέθους των υλικών της ακτής => μεγάλη κλίση ακτής => ελάττωση του πλάτους της ζώνης παλινδρόμησης

Αύξηση του μεγέθους των υλικών της ακτής => μεγάλη κλίση ακτής => ελάττωση του πλάτους της ζώνης παλινδρόμησης

Βλέπουμε (Πίνακας 1) ότι υπάρχει επίσης συσχέτιση μεταξύ της κλίσης της παραλίας και της κοκκομετρίας του υλικού. Δηλαδή λεπτόκοκκη άμμος δίνει πολύ ομαλές κλίσεις, όχι μόνο το χερσαίο τμήμα της παραλίας, αλλά και στο υποθαλάσσιο. Η κατάσταση αυτή βοηθάει να εκτονωθούν τα μεγάλα κύματα μακριά από την ακτή και να την προστατεύσουν από μεγάλες τρικυμίες. Το αντίθετο συμβαίνει στην ακτή που συνιστάται από ψηφίδες και κροκάλες όπου η κλίση της

χερσαίας και υποθαλάσσιας παραλίας είναι μεγάλη. Μια επιμήκης ακτή εφόσον προσβάλλεται από κυματισμούς με επικρατούσα διεύθυνση σε συγκεκριμένη γωνία, τότε μπορούν να υπάρχουν τρεις καταστάσεις κατά μήκος της ακτής (Εικόνα 4). Πρώτη είναι η περιοχή όπου συμβαίνει διάβρωση και σχηματίζεται η παράκτια αναβαθμίδα με κάθετο μέτωπο καθώς τα κύματα απομακρύνουν τα υλικά που διαβρώνονται από τη βάση της αναβαθμίδας. Δεύτερη είναι η περιοχή όπου υπάρχει ισορροπία και η ποσότητα του υλικού που προστίθεται είναι ίδια με την ποσότητα που απομακρύνεται, δηλαδή είναι μια ζώνη **επιμήκους στερεομεταφοράς** σε ισορροπία (Αλμπανάκης, 2004-05).

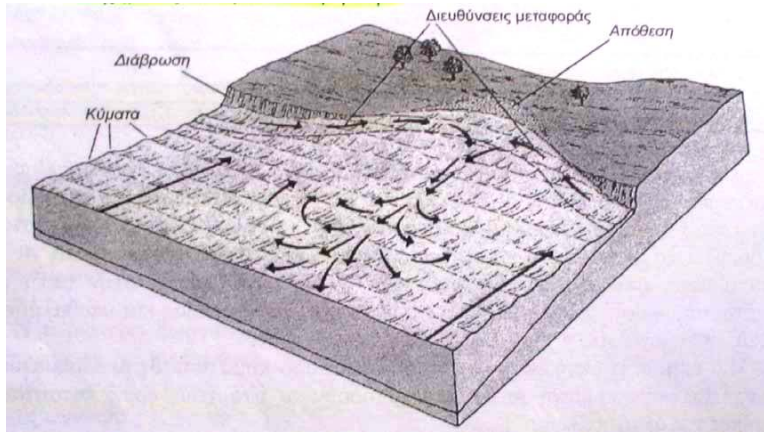


Εικόνα 4: Οι τρεις ζώνες κατά μήκος της ακτής (Αλμπανάκης 2004)

Τέλος η τρίτη περιοχή είναι εκεί που τα υλικά της παραλίας μην μπορώντας να προωθηθούν περαιτέρω από τα κύματα αποτίθενται. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν αλλάξει η διεύθυνση της ακτής και τα κύματα στρέφουν με την διάθλαση χάνοντας την μεταφορική τους ικανότητα. Οι καταστάσεις αυτές αναπαρίστανται στην Εικόνα 4 .

Σε περιπτώσεις όπου μια παραλία βρίσκεται μεταξύ δύο απόκρημνων

ακρωτηρίων τότε την ονομάζουμε ακτή **τύπου θύλακα** (Εικόνα 5). Στις παραλίες τύπου θύλακα τα κύματα συνήθως διαθλώνται με τέτοιο τρόπο ώστε στα δύο άκρα της παραλίας να επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά με φορά προς τον μυχό του κόλπου όπου σχηματίζεται η πλατύτερη παραλία.



Εικόνα 5: Ακτή τύπου θύλακα (Αλμπανάκης 2004)

Τα υλικά εγκλωβίζονται στον θύλακα και η παραλία στο κέντρο μεγαλώνει . Τα υλικά όμως από το κέντρο απομακρύνονται προς το αβαθές υποθαλάσσιο τμήμα με τη βοήθεια των βελοειδών ρευμάτων (rip currents) τα οποία σχηματίζονται από τη συσσώρευση θαλάσσιων μαζών στο κέντρο της εγκόλπωσης .

4.1.2 Το ανθρωπογενές παράκτιο περιβάλλον

Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο παράκτιο περιβάλλον είναι πολλές και οι επιπτώσεις ποικίλες αλλά θα αναφερθούμε ενδεικτικά σε ορισμένες περιπτώσεις πολύ χαρακτηριστικές που συναντώνται συχνά στο ελληνικό παράκτιο περιβάλλον.

Σε μια παραλία όπου επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά σε κατάσταση ισορροπίας θα εξετάσουμε μερικές περιπτώσεις όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαταράσσουν αυτή την ισορροπία και οδηγούν σε μεταβολές στη μορφολογία του παράκτιου χώρου.

Το υλικό το οποίο υπάρχει στις παραλίες συνήθως προέρχεται από την εκβολή κάποιου γειτονικού χειμάρρου και μεταφέρεται με την επιμήκη στερεομεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις. Οποιαδήποτε παρεμβολή στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου που διαταράσσει τη στερεομεταφορά του έχει άμεση επίπτωση στην παράκτια ζώνη. Η μεγαλύτερη και πιο διαδεδομένη ανθρωπογενής παρέμβαση είναι η καταπάτηση του παράκτιου περιβάλλοντος με οικοπεδοποίηση και ανάπτυξη οικιστικών ιστών επάνω στην παράκτια ζώνη.

Κυρίως η καταπάτηση έχει γίνει στη ζώνη των θινών η οποία δεν περιλαμβάνονταν νομικά στην παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα να υπάρχουν τίτλοι ιδιοκτησίας για τη ζώνη αυτή. Αυτό δεν αποτελεί ελληνική πρωτοτυπία

αλλά ήταν πρακτική και σε άλλα μέρη του κόσμου, ώσπου η διεθνής κοινότητα κατάλαβε ότι οι θίνες αποτελούσαν την αποταμίευση του υλικού της ακτής κρίσιμου σε καταστάσεις ακραίων φαινομένων διάβρωσης από μεγάλες τρικυμίες

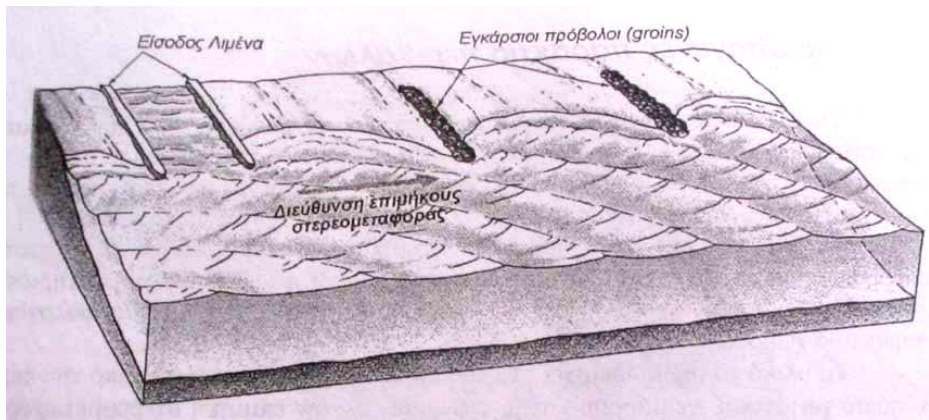
Όταν λοιπόν τα μεγάλα κύματα προσβάλλουν την ακτή φτάνουν διαβρώνουν τις θίνες, τότε το υλικό τους, που είναι λεπτότερο από το μέσο μέγεθος των υλικών της παραλίας, αναμειγνυόμενο, ελαττώνει το μέσο μέγεθος των υλικών στην ενεργή ζώνη δράσης των κυμάτων. Η παραλία ελαττώνει την κλίση της αποσβένοντας τα μεγάλα κύματα σε μεγαλύτερη απόσταση από την ακτή και διευκολύνεται, με φυσικό τρόπο, να ξεπεραστεί το ακραίο φαινόμενο τρικυμίας.

Έχει παρατηρηθεί ότι όπου έχει γίνει καταπάτηση των θινών μετά από κάποια χρόνια το πλάτος της ενεργούς παραλίας έχει μειωθεί.

Όπως αναφέρει ο Αλμπανάκης, μια άλλη κλασική περίπτωση που τη συναντάμε πολύ συχνά είναι οι προβλήτες και τα αλιευτικά καταφύγια που έχουν ξεφυτρώσει κατά δεκάδες τον τελευταίο καιρό. Η διακοπή της συνέχειας της παραλίας, όπου επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά, από μια προβλήτα συμπαγή ή από τα προστατευτικά τοιχώματα ενός αλιευτικού καταφυγίου, δημιουργεί απόθεση από το ένα άκρο και διάβρωση από το άλλο.

Η μεν απόθεση είναι επιθυμητή και αυξάνει την παραλιακή ζώνη αλλά στην πλευρά που προκαλείται στέρηση υλικού και διάβρωση τα αποτελέσματα μπορεί να είναι οδυνηρά για παράκτια κτίσματα.

Για να ελαττωθούν οι συνέπειες της διάβρωσης στην πλευρά που αντιμετωπίζει στέρηση υλικού συνήθως κατασκευάζονται εγκάρσιοι πρόβολοι (groins) οι οποίοι εμποδίζουν την επιμήκη στερεομεταφορά να απομακρύνει περισσότερο υλικό, προστατεύοντας την παραλία.(Εικόνα 6).



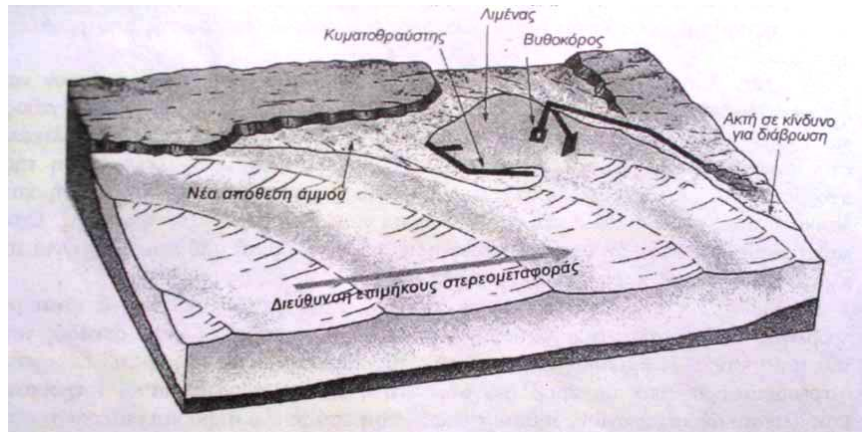
Εικόνα 6: Οι εγκάρσιοι πρόβολοι εμποδίζουν την επιμήκη στερεομεταφορά (Αλμπανάκης, 2004)

Έχει παρατηρηθεί ότι οι εγκάρσιοι πρόβολοι δεν είναι πάντα αποτελεσματικοί στον Ελλαδικό χώρο και ενδεχόμενα θα πρέπει να γίνει ένας συνδυασμός παράλληλων και εγκάρσιων προβόλων .

Η πλέον ενδεδειγμένη λύση σε περίπτωση που αναγκαστικά για οικονομικό – κοινωνικούς λόγους είναι απαραίτητη η κατασκευή ενός λιμανιού το οποίο όμως θα διαταράξει την ισορροπία είναι η μόνιμη εγκατάσταση μαζί με την κατασκευή του συστημάτων αυτόματων βυθοκόρων.

Αυτά θα αντλούν την άμμο από εκεί που αποτίθεται και με σωλήνες θα την μεταφέρουν στην πλευρά που διαβρώνεται αποκαθιστώντας την φυσική ισορροπία.

Η λύση αυτή όμως εφαρμόζεται σε οικονομικά εύρωστες κοινωνίες (Εικόνα 7).

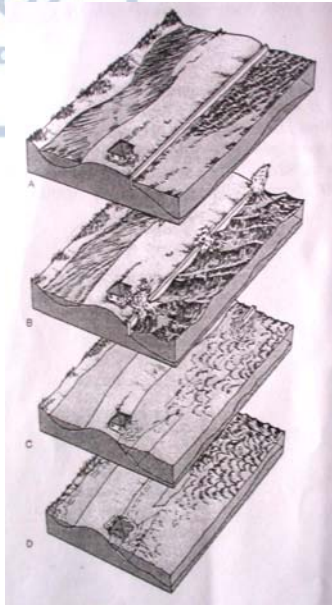


Εικόνα 7: Συστήματα αυτόματων βυθοκόρων. (Αλμπανάκης, 2004)

Τα συστήματα αυτά εκτός από το υψηλό αρχικό κόστος έχουν και σημαντικό κόστος λειτουργίας. Στην τελική κρίση όμως πρέπει να συνυπολογιστούν τα οφέλη από τη διατήρηση των παραλίων στην πλευρά που διαβρώνεται καθώς και τη διατήρηση του λειτουργικού βάθους λιμένα καθώς αποτρέπεται η προσάμμωση .

Τέλος, μία επίσης διαδεδομένη περίπτωση ανθρωπογενών επεμβάσεων είναι η κατασκευή παράκτιων δρόμων που έχουν κάθετα τοιχία προς την πλευρά της παραλίας.

Οποιοσδήποτε κάθετος τοίχος στην παραλία στον οποίο προσκρούουν τα κύματα σε περιπτώσεις τρικυμίας είναι καταδικασμένος σταδιακά να καταρρεύσει συμπαρασύροντας στην καταστροφή τις κατασκευές που υποτίθεται ότι προστάτευε. (Εικόνα 8) (Αλμπανάκης, 2004).



Εικόνα 8: Παράκτιοι δρόμοι με κάθετα τοιχία προς την πλευρά της παραλίας(Αλμπανάκης 2004)

Ο κατάλληλος τρόπος για να προστατευτεί ένα παράκτιο έργο δεν είναι η κατασκευή κάθετου τοιχίου αλλά η διαμόρφωση του χώρου έτσι ώστε η κυματική ενέργεια να αποσβένει και όχι να αντανακλάται. Για να συμβεί αυτό συνήθως κατασκευάζεται ένα στρώμα από ογκώδεις λίθους πολύ βαρύτερους από ότι μπορούν να μετακινήσουν τα κύματα, για τον σχηματισμό μιας ζώνης που θα εκτονώνεται η κυματική ενέργεια.

4.1.3 Η αστικοποίηση του Δήμου Θερμαϊκού



Εικόνα 9: Η παράκτια περιοχή του αεροδρομίου (GoogleEarth)

Στην εικόνα 9 παρατηρούμε ότι η παραλιακή ζώνη του Δήμου Θερμαϊκού έχει αστικοποιηθεί τα τελευταία χρόνια. Αυτό είναι ένα από τα γεγονότα που έχει συμβάλει στην διακοπή της μεταφοράς των υλικών των καναλιών, όπως φαίνονται και στις αναβαθμίδες αριστερά του αεροδρομίου.

Στην εικόνα 10, φαίνεται καθαρά η εκβολή του Ανθεμούντα, παρατηρούμε ότι δεν σχηματίζει δέλτα, οπότε δεν μεταφέρει τα υλικά του στην θάλασσα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην πολύ μικρή κλίση του με αποτέλεσμα τα υλικά να παραμένουν στα χαμηλά τμήματα της κοίτης του αρκετά χιλιόμετρα πριν το αεροδρόμιο Μίκρας.



Εικόνα 10: Η εκβολή του Ανθεμούντα (GoogleEarth)

5. Υλικά και Μεθοδολογία

5.1 Μεθοδολογία κοκκομετρικής ανάλυσης

Έγινε δειγματοληψία στην περιοχή της προέκτασης του αεροδρομίου μελέτης και πάρθηκαν 20 δείγματα τα οποία υφίστανται στο εργαστήριο κοκκομετρική ανάλυση .

Το υλικό μας είναι χονδρόκοκκο, στεγνό με χωρισμένους κόκκους και χωρίς ξένα σώματα . Το ζυγίζουμε και σημειώνουμε το βάρος του .

Κατόπιν τοποθετείται το υλικό του δείγματος μέσα σε ένα κόσκινο με διάμετρο πλέγματος 2mm κάτω από το οποίο υπάρχει ένας δίσκος.

Κοσκινίζεται για 10'σε κατάλληλες συσκευές και κατόπιν χωρίζεται το υλικό που έμεινε μέσα στο κόσκινο (ψηφίδες κροκάλες) από το υλικό που έμεινε μέσα στον δίσκο (άμμος, ιλύς, άργιλος).

Ζυγίζεται το περιεχόμενο του κοσκίνου και αν το βάρος του είναι μεγαλύτερο από το 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε το περνάμε μέσα από μια σειρά κόσκινα που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο ακολουθώντας την διαδικασία που περιγράφεται πιο κάτω.

Το υλικό που έχει μείνει μέσα στο δίσκο περνάει από μια σειρά κόσκινα με διαφορετική διάμετρο (το ανώτερο έχει διάμετρο περίπου 1,41mm και το κατώτερο έχει διάμετρο 0,0625mm). Το τελευταίο κόσκινο με διάμετρο 0,0625mm αντιπροσωπεύει το τελευταίο κλάσμα της άμμου . Κάτω από τα κόσκινα τοποθετούμε ένα δίσκο και μεταφέρουμε ολόκληρη την σειρά στον δονητή, που τα βάζουμε να λειτουργήσει για 15' - 20' .

Όταν τελειώσει ο δονητής, ανοίγουμε τα κόσκινα ένα- ένα από πάνω προς τα κάτω, αδειάζουμε το περιεχόμενο του σε ένα καθαρό χαρτί και με ένα βουρτσάκι καθαρίζουμε το πλέγμα τους .

Το υλικό από κάθε κόσκινο ζυγίζεται και σημειώνεται το βάρος του δίπλα από το αντίστοιχο μέγεθος. Αυτό γίνεται για όλα τα κόσκινα της σειράς. Την ίδια διαδικασία ακολουθούμε και για το πιο χονδρόκοκκο υλικό. Στο τέλος ζυγίζεται και το περιεχόμενο του δίσκου που βρίσκεται κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιέχει τα λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς + άργιλος). Αν το βάρος των υλικών αυτών είναι μεγαλύτερο από το 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε χρειάζεται να γίνει πιο λεπτομερής ανάλυση του. (Ψιλοβίκος , 1984)



Εικόνα 9: Συσκευή κοσκίνισματος

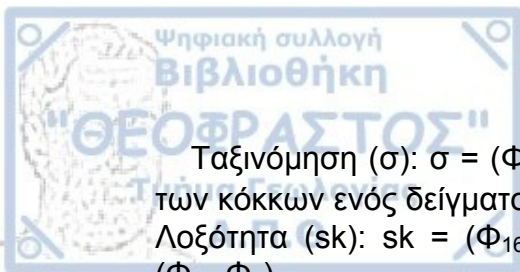
5.2 Επεξεργασία δεδομένων

Αφού ολοκληρώθηκε η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων υπολογίστηκαν τα ποσοστά % κατά βάρος για κάθε κλάσμα μεγέθους κόκκων καθώς και τα αθροιστικά ποσοστά %. Από τους πίνακες αθροιστικών ποσοστών, προέκυψαν οι αθροιστικές καμπύλες για τα δείγματα 0-27 και οι μπάρες κλασματικού ποσοστού στην ίδια γραφική.

Ο αριστερός κατακόρυφος άξονας (Probability) είναι λογαριθμικός και αντιπροσωπεύει την αθροιστική εκατοστιαία αναλογία του βάρους του εκάστοτε μεγέθους Φ του δείγματος. Ο δεξιός κατακόρυφος άξονας είναι δεκαδικός και αναφέρεται στο εκατοστιαίο κλασματικό ποσοστό.

Ο οριζόντιος άξονας είναι επίσης δεκαδικός (στην πραγματικότητα είναι λογαριθμικός αφού σύμφωνα με τον Krumbein $\Phi = -\log_2 \theta$, όπου θ η διάμετρος σε χιλιοστά) και παριστάνει την κλίμακα μεγεθών Φ του δείγματος. Στη κλίμακα αυτή εκφράζονται όλες οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων, οι οποίες βρέθηκαν με την γραφική μέθοδο βάσει των παρακάτω τύπων των Folk και Ward (1957) οι οποίοι υπολογίζονται από συγκεκριμένες εκατοστιαίες τιμές της αθροιστικής καμπύλης ($\Phi_5, \Phi_{16}, \Phi_{25}, \Phi_{50}, \Phi_{75}, \Phi_{84}, \Phi_{95}$) (π.χ. Φ_5 = μέγεθος της κλίμακας Φ που αντιστοιχεί στο 5% της αθροιστικής καμπύλης).

Μέσος όρος (M): $M = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})/3$ αντίστοιχος του μαθηματικού όρου. Υπολογίζεται στην πληθυσμιακή κατανομή του συνόλου των κόκκων του δείγματος (Ψιλοβίκος, 1984).



Ταξινόμηση (σ): $\sigma = (\Phi_{84} - \Phi_{16})/4 + (\Phi_{95} - \Phi_5)/6.6$ Μετράει την ταξινόμηση των κόκκων ενός δείγματος. Είναι δείκτης ομοιογένειας του υλικού .

Λοξότητα (sk): $sk = (\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{84} - \Phi_{16}) + (\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{95} - \Phi_5)$

Δείχνει την ασυμμετρία της κατανομής των κόκκων σε μια καμπύλη συχνότητας. Όταν η πλειοψηφία των κόκκων συσπειρώνονται γύρω από τον μέσο όρο τότε η καμπύλη είναι συμμετρική και η λοξότητα είναι 0. Αντίστοιχα δεξιά από τον μέσο όρο θεωρείται θετική και αριστερά αρνητική (Ψιλοβίκος, 1984).

Κύρτωση (Ku): $Ku = (\Phi_{95} - \Phi_5) / 2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})$

Περιγράφει την ασυμμετρία κατανομής των κόκκων στο κορυφαίο τμήμα της καμπύλης συχνότητας. Λεπτόκυρτη καμπύλη έχουμε όταν η κορυφή είναι λεπτή ενώ αντίστοιχα έχουμε πλατύκυρτη όταν είναι πλατειά.

Για τον χαρακτηρισμό και την σύγκριση των ιζημάτων, βάσει των στατιστικών παραμέτρων, ορίστηκαν κάποια όρια τιμών (Mason & Folk 1958, Folk & Ward 1957 etc.). Έτσι, εξάγονται ποιοτικά συμπεράσματα για τον την εκάστοτε παράμετρο (λεπτόκοκκη άμμος, καλή ταξινόμηση, θετική λοξότητα, πλατύκυρτη καμπύλη κ.τ.λ.), αλλά και για την προέλευση των ιζημάτων (Θαλάσσια, ποτάμια, λιμναία, αιολική κ.τ.λ.) (Ψιλοβίκος, 1984)

5.3 Σφαιρικότητα – Στρογγυλότητα

Η μέτρηση της σφαιρικότητας ($\sigma\phi$) και στρογγυλότητας ($\sigma\pi\rho$) των κόκκων άμμου των δειγμάτων γίνεται στο στερεοσκοπικό μικροσκόπιο. Οι κόκκοι που παρατηρούνται είναι κυρίως χαλαζιακοί και έχουν διάμετρο περίπου 1mm. Οι Krumbain και Sloss (1963) για να πραγματοποιήσουν αυτές τις μετρήσεις χρησιμοποίησαν μια αποτελεσματική μέθοδο που βασίζεται στον οπτικό υπολογισμό της σφαιρικότητας και της στρογγυλότητας όπως προκύπτει από την σύγκριση των κόκκων με πρότυπα από ένα διάγραμμα κόκκων ορισμένων τιμών των μεγεθών αυτών.

Μετριοούνται 50 κόκκοι από κάθε δείγμα και οι τιμές καταγράφονται σε ένα σχεδιάγραμμα με τετράγωνα χωρισμένα στη μέση με τη διαγώνιο τους, όπου στο πάνω αριστερά τρίγωνο σημειώνεται η σφαιρικότητα και στο κάτω δεξιά η στρογγυλότητα.

Από τις μέσες τιμές που προκύπτουν για κάθε δείγμα μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τους κόκκους άμμου του με βάση ειδικούς πίνακες (Pettijohn 1949, Powers 1953, Folk 1955).

Από τις μετρήσεις αυτές δεν είναι ασφαλές να βγάλουμε απόλυτα συμπεράσματα. Συνδυαζόμενα αυτά τα μεγέθη με παραμέτρους της γραφικής μεθόδου (π.χ. μέγεθος) μπορούν να μας προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες. (Ψιλοβίκος 1984)

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δείγμα	1	Βάρος δείγματος	101,57
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-2	3,52		3,46559	3,46559
-1,5	6,45		6,3503	9,815891
-1	4,64		4,568278	14,38417
-0,5	9,7		9,550064	23,93423
0	10,88		10,71182	34,64606
0,5	13,26		13,05504	47,70109
1	17,36		17,09166	64,79275
1,5	12,77		12,57261	77,36536
2	9,85		9,697745	87,06311
2,5	4,74		4,666732	91,72984
3	3,94		3,879098	95,60894
3,5	3,17		3,121	98,72994
4	0,62		0,610416	99,34036
Σύνολο	100,9			

Δείγμα	2	Βάρος δείγματος	154,27
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-2,5	0,46		0,298179	0,298179
-2	0,35		0,226875	0,525053
-1,5	1,91		1,238089	1,763143
-1	1,06		0,687107	2,45025
-0,5	3,88		2,515071	4,965321
0	9,96		6,456213	11,42153
0,5	25,08		16,25721	27,67875
1	55,56		36,01478	63,69352
1,5	31,53		20,43819	84,13172
2	12,73		8,251766	92,38348
2,5	9,28		6,015427	98,39891
3	1,81		1,173268	99,57218
Σύνολο	153,61			

Δείγμα	3	Βάρος δείγματος	193,65
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
0	0,15		0,077459	0,077459
0,5	0,52		0,268526	0,345985
1	1,09		0,562871	0,908856
1,5	12,22		6,310354	7,21921
2	58,87		30,40021	37,61942

2,5	96,07	49,61012	87,22954
3	22,11	11,41751	98,64704
3,5	1,83	0,945004	99,59205
4	0,16	0,082623	99,67467
Σύνολο	193,02		

Δείγμα	4	Βάρος δείγματος	102,18
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-0,5	0,06		0,05872	0,05872
0	0,02		0,019573	0,078293
0,5	0,06		0,05872	0,137013
1	0,28		0,274026	0,411039
1,5	1,12		1,096105	1,507144
2	5,56		5,441378	6,948522
2,5	25,06		24,52535	31,47387
3	42,16		41,26052	72,73439
3,5	17,44		17,06792	89,80231
4	5,48		5,363085	95,16539
4,5	3,79		3,709141	98,87454
Σύνολο	101,03			

Δείγμα	5	Βάρος δείγματος	187,43
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-1	0,06		0,032012	0,032012
-0,5	0		0	0,032012
0	0,05		0,026677	0,058689
0,5	0,15		0,08003	0,138718
1	1,03		0,549538	0,688257
1,5	11,15		5,948888	6,637145
2	56,41		30,09657	36,73371
2,5	89,67		47,84186	84,57557
3	24,93		13,30097	97,87654
3,5	2,66		1,419197	99,29574
4	0,15		0,08003	99,37577
Σύνολο	186,26			

Δείγμα	6	Βάρος δείγματος	136,93
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-0,5	0,08		0,058424	0,058424
0	0,1		0,07303	0,131454
0,5	0,14		0,102242	0,233696
1	0,49		0,357847	0,591543
1,5	2,06		1,504418	2,095961

2	15,66	11,4365	13,53246
2,5	74,89	54,69218	68,22464
3	34,3	25,0493	93,27394
3,5	7,71	5,630614	98,90455
4	0,55	0,401665	99,30621
Σύνολο	135,98		

Δείγμα	7	Βάρος δείγματος	147,44
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-1,5	2,75		1,865165	1,865165
-1	5,8		3,933804	5,798969
-0,5	16,77		11,37412	17,17309
0	16,22		11,00109	28,17417
0,5	17,99		12,20157	40,37575
1	39,87		27,04151	67,41725
1,5	22,32		15,13836	82,55562
2	8,78		5,954965	88,51058
2,5	4,85		3,289474	91,80005
3	10,66		7,23006	99,03011
3,5	0,95		0,64433	99,67444
4	0,08		0,054259	99,7287
Σύνολο	147,04			

Δείγμα	8	Βάρος δείγματος	185,74
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	2,75		1,480564	1,480564
-2,5	5,03		2,708087	4,188651
-2	4,04		2,175083	6,363734
-1,5	22,05		11,87143	18,23517
-1	14,58		7,849682	26,08485
-0,5	27,32		14,70873	40,79358
0	17,66		9,507914	50,3015
0,5	10,99		5,916873	56,21837
1	13,66		7,354366	63,57274
1,5	20,76		11,17691	74,74965
2	19,43		10,46086	85,21051
2,5	20,75		11,17153	96,38204
3	5,97		3,21417	99,59621
Σύνολο	184,99			

Δείγμα	9	Βάρος δείγματος	145,39
--------	---	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	7,91		5,440539	5,440539
-2,5	11,58		7,964784	13,40532
-2	13,6		9,354151	22,75947

-1,5	28,52	19,6162	42,37568
-1	9,32	6,410345	48,78602
-0,5	8,49	5,839466	54,62549
0	3,66	2,517367	57,14286
0,5	3,29	2,262879	59,40574
1	8,38	5,763808	65,16954
1,5	6,6	4,539514	69,70906
2	4,55	3,129514	72,83857
2,5	5,46	3,755416	76,59399
3	22,94	15,77825	92,37224
3,5	6,43	4,422588	96,79483
4	2,44	1,678245	98,47307
4,5	0,13	0,089415	98,56249
Σύνολο	143,3		

Δείγμα	10	Βάρος δείγματος	203,1
--------	----	-----------------	-------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	2,38		1,172356	1,172356
-2,5	0,79		0,389143	1,561499
-2	1,53		0,753657	2,315157
-1,5	6,68		3,290478	5,605635
-1	5,72		2,817595	8,42323
-0,5	17,15		8,44786	16,87109
0	29,39		14,47712	31,34821
0,5	46,33		22,82154	54,16975
1	53,85		26,52579	80,69553
1,5	20,5		10,09802	90,79356
2	13,73		6,763214	97,55677
2,5	4,04		1,99005	99,54682
3	0,18		0,088666	99,63549
Σύνολο	202,27			

Δείγμα	11	Βάρος δείγματος	130,03
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	6,65		5,114204	5,114204
-2,5	6,81		5,237253	10,35146
-2	5,67		4,360532	14,71199
-1,5	10,78		8,290395	23,00238
-1	5,12		3,937553	26,93994
-0,5	11,34		8,721064	35,661
0	13,25		10,18996	45,85096
0,5	18,5		14,22749	60,07844
1	28,42		21,85649	81,93494
1,5	16,61		12,77398	94,70891
2	5,78		4,445128	99,15404
2,5	0,42		0,323002	99,47704

3	0,13	0,099977	99,57702
3,5	0	0	99,57702
4	0	0	99,57702
Σύνολο	129,48		

Δείγμα	12	Βάρος δείγματος	196,3
--------	----	-----------------	-------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-2,5	1,08		0,550178	0,550178
-2	0,81		0,412634	0,962812
-1,5	4,48		2,282221	3,245033
-1	3,56		1,813551	5,058584
-0,5	10,11		5,15028	10,20886
0	20,12		10,24962	20,45848
0,5	43,34		22,07845	42,53693
1	48,14		24,52369	67,06062
1,5	28,88		14,71218	81,7728
2	21,79		11,10036	92,87315
2,5	10,68		5,440652	98,31381
3	3,18		1,619969	99,93377
Σύνολο	196,17			

Δείγμα	13	Βάρος δείγματος	143,22
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-2,5	3,3		2,304147	2,304147
-2	4,92		3,435274	5,739422
-1,5	11,96		8,350789	14,09021
-1	5,84		4,077643	18,16785
-0,5	9,86		6,884513	25,05237
0	11,89		8,301913	33,35428
0,5	19,78		13,81092	47,1652
1	28,76		20,08099	67,24619
1,5	9,14		6,38179	73,62798
2	4,46		3,11409	76,74208
2,5	3,65		2,548527	79,2906
3	5,46		3,812317	83,10292
3,5	9,08		6,339897	89,44282
4	8,04		5,613741	95,05656
4,5	6,55		4,573384	99,62994
Σύνολο	142,69			

Δείγμα	14	Βάρος δείγματος	143,22
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο	κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	4,08		2,848764	2,848764
-2,5	0,78		0,544617	3,393381
-2	1,54		1,075269	4,46865

-1,5	5,33	3,721547	8,190197
-1	3,76	2,625332	10,81553
-0,5	7,52	5,250663	16,06619
0	13,64	9,52381	25,59
0,5	23,91	16,6946	42,2846
1	37,62	26,26728	68,55188
1,5	18,83	13,14761	81,69948
2	15,71	10,96914	92,66862
2,5	8,31	5,802262	98,47088
3	0,94	0,656333	99,12722
3,5	0	0	99,12722
4	0	0	99,12722
Σύνολο	141,97		

Δείγμα	15	Βάρος δείγματος	196,37
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κόσκινο κατά	Κλασματικό ποσοστό	Αθροιστικό ποσοστό
-3	4,51	2,296685	2,296685
-2,5	6,35	3,233692	5,530376
-2	9,83	5,005856	10,53623
-1,5	15,5	7,893263	18,4295
-1	7,21	3,67164	22,10114
-0,5	14,23	7,246524	29,34766
0	17,61	8,967765	38,31542
0,5	26,33	13,40836	51,72379
1	40,14	20,441	72,16479
1,5	32,87	16,73881	88,9036
2	16,53	8,417783	97,32138
2,5	1,35	0,687478	98,00886
3	3,46	1,76198	99,77084
3,5	0,25	0,127311	99,89815
Σύνολο	196,17		

Δείγμα	16	Βάρος δείγματος	123,3
--------	----	-----------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο	Κλασματικό βάρος	Αθροιστικό βάρος
-3	1,03	0,835361	0,835361
-2,5	1,44	1,167883	2,003244
-2	2,59	2,100568	4,103812
-1,5	4,6	3,730738	7,83455
-1	3,82	3,098135	10,93268
-0,5	6,85	5,555556	16,48824
0	11,29	9,156529	25,64477
0,5	21,45	17,39659	43,04136
1	26,35	21,37064	64,412
1,5	15,47	12,54663	76,95864
2	13,04	10,57583	87,53447
2,5	6,57	5,328467	92,86294
3	7,57	6,139497	99,00243
3,5	0,14	0,113544	99,11598

4	0,1	0,081103	99,19708
4,5	0,34	0,27575	99,47283
Σύνολο	122,65		

Δείγμα	17	Βάρος δείγματος	137,8
--------	----	-----------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο	Κλασματικό βάρος	Αθροιστικό βάρος
-2	7,85	5,696662	5,696662
-1,5	14,35	10,41364	16,1103
-1	7,34	5,32656	21,43687
-0,5	11,41	8,280116	29,71698
0	13,66	9,912917	39,6299
0,5	21,34	15,48621	55,11611
1	28,07	20,3701	75,48621
1,5	7,19	5,217707	80,70392
2	2	1,451379	82,1553
2,5	1,56	1,132075	83,28737
3	2,29	1,661829	84,9492
3,5	6,08	4,412192	89,36139
4	8,63	6,2627	95,62409
4,5	5,57	4,04209	99,66618
Σύνολο	137,34		

Δείγμα	18	Βάρος δείγματος	68,89
--------	----	-----------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο	Κλασματικό βάρος	Αθροιστικό βάρος
-2	3,88	5,632167	5,632167
-1,5	6,18	8,970823	14,60299
-1	4,14	6,00958	20,61257
-0,5	7,39	10,72725	31,33982
0	7,54	10,94498	42,2848
0,5	9,17	13,31108	55,59588
1	11,14	16,17071	71,76658
1,5	8	11,61272	83,3793
2	5,48	7,95471	91,33401
2,5	3,34	4,848309	96,18232
3	2,09	3,033822	99,21614
3,5	0,12	0,174191	99,39033
4	0,05	0,072579	99,46291
Σύνολο	68,52		

Δείγμα	19	Βάρος δείγματος	143,22
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο	Κλασματικό βάρος	Αθροιστικό βάρος
-2,5	1,03	0,719173	0,719173
-2	2,45	1,710655	2,429828
-1,5	5,3	3,7006	6,130429
-1	7,3	5,097053	11,22748

-0,5	7,44	5,194805	16,42229
0	14,45	10,08937	26,51166
0,5	17,97	12,54713	39,05879
1	36,73	25,64586	64,70465
1,5	22,28	15,55649	80,26114
2	10,1	7,052088	87,31322
2,5	5,84	4,077643	91,39087
3	5,5	3,840246	95,23111
3,5	5,33	3,721547	98,95266
4	1,35	0,942606	99,89527
4,5	0	0	99,89527
Σύνολο	143,07		

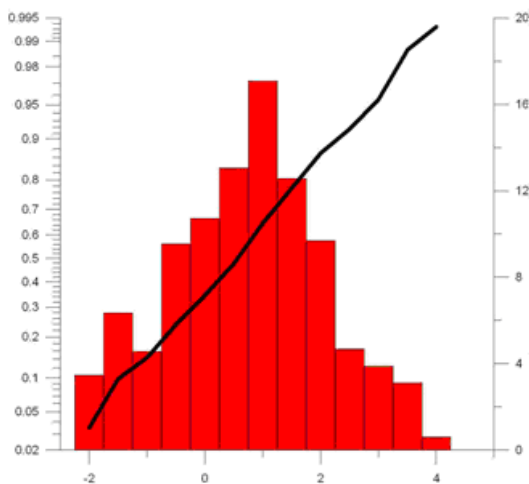
Δείγμα	20	Βάρος δείγματος	160,16
--------	----	-----------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο	Κλασματικό βάρος	Αθροιστικό βάρος
-2,5	1,03	0,643107	0,643107
-2	1,49	0,93032	1,573427
-1,5	3,31	2,066683	3,64011
-1	2,26	1,411089	5,051199
-0,5	6,09	3,802448	8,853646
0	13,02	8,129371	16,98302
0,5	27,34	17,07043	34,05345
1	62,98	39,32318	73,37662
1,5	26,84	16,75824	90,13487
2	8,03	5,013736	95,1486
2,5	1,13	0,705544	95,85415
3	4,72	2,947053	98,8012
3,5	1,03	0,643107	99,44431
4	0,59	0,368382	99,81269
Σύνολο	159,86		

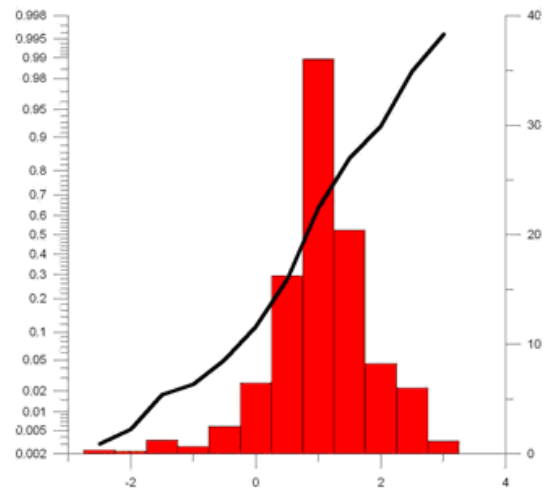
6.1 Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

6.1.1 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

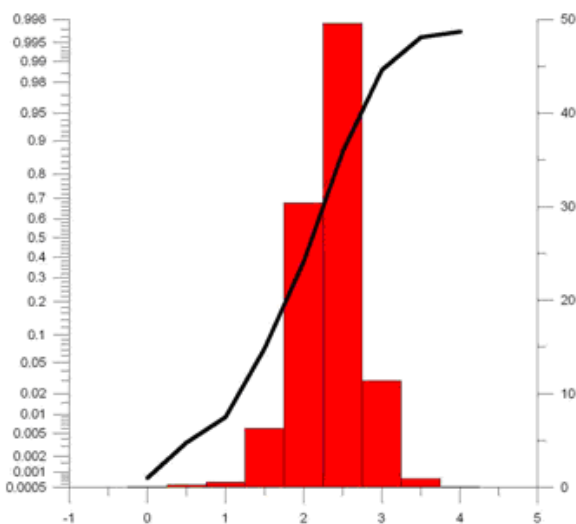
Η γραφική απεικόνιση των κοκκομετρικών αναλύσεων έδωσε τα παρακάτω διαγράμματα αθροιστικών ποσοστών και ιστογράμματα εκατοστιαίας κατανομής(Πίνακας 2):



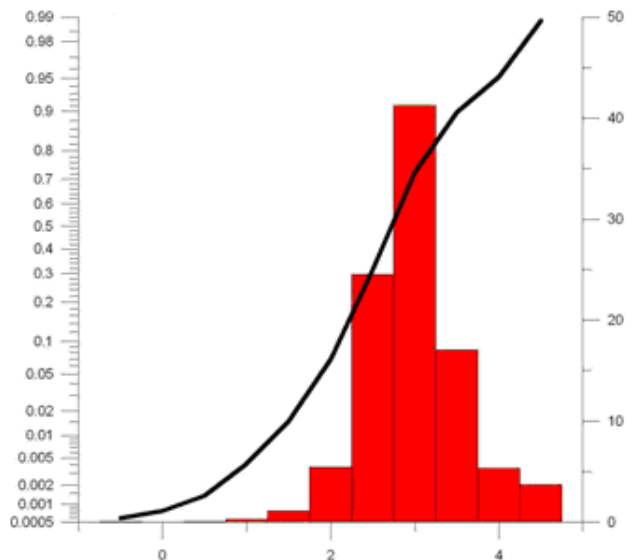
Δείγμα 1



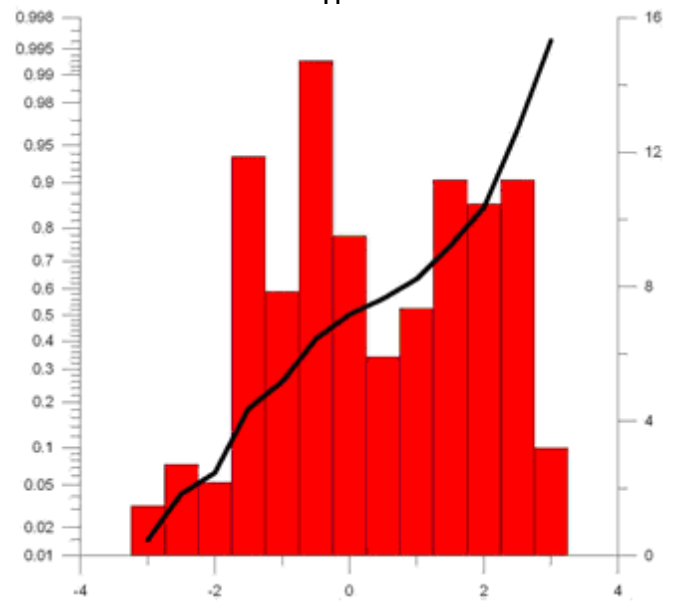
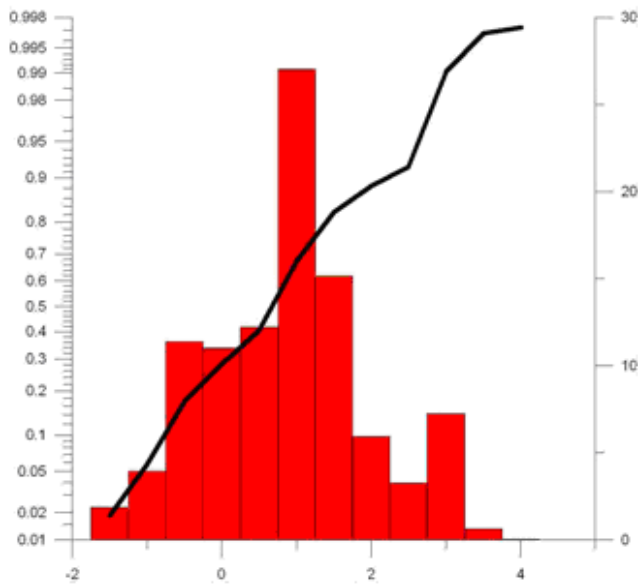
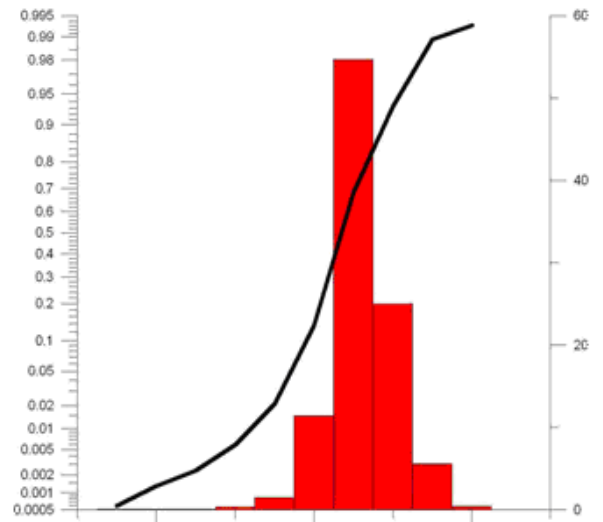
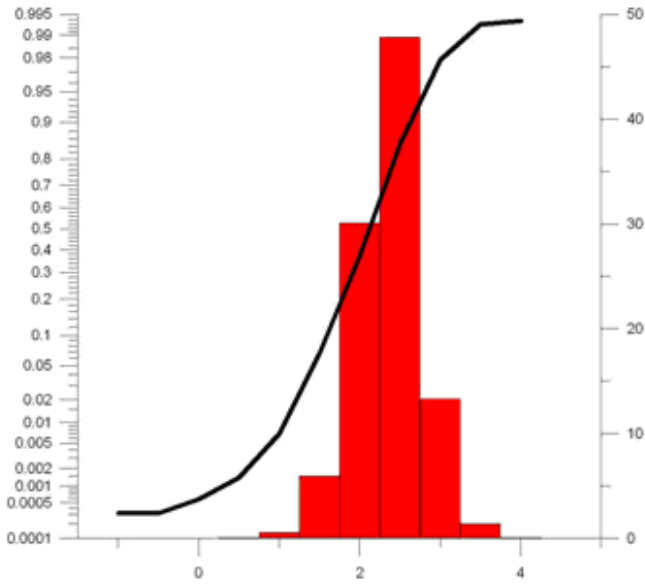
Δείγμα 2

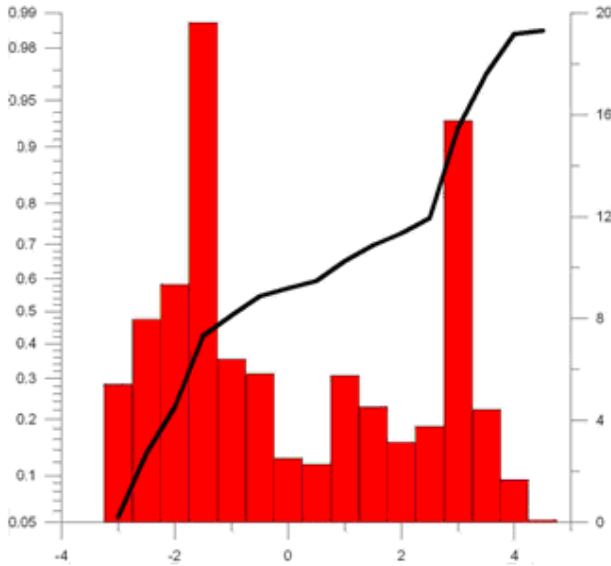


Δείγμα 3

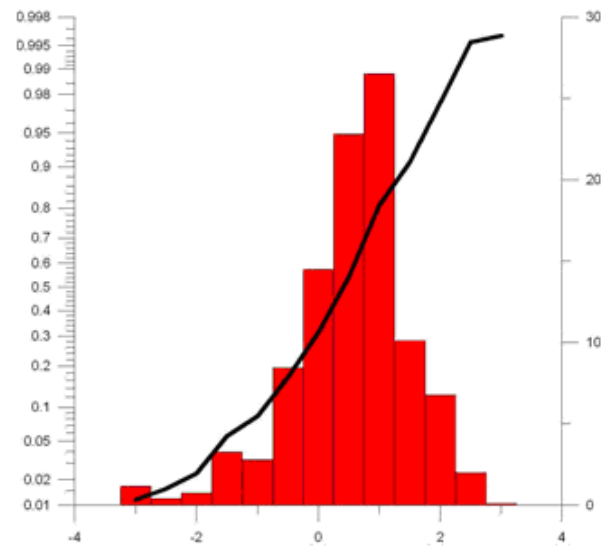


Δείγμα 4

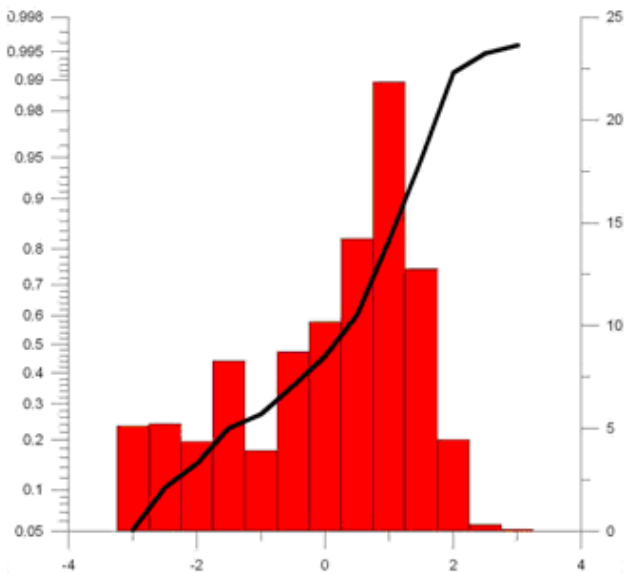




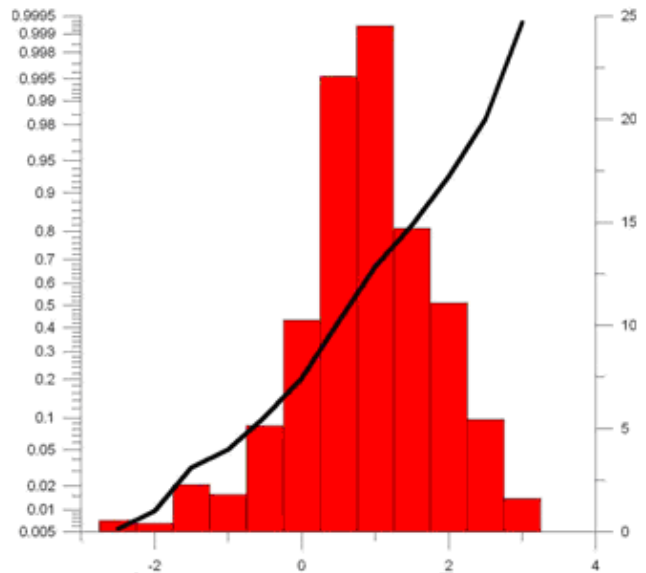
Δείγμα 9



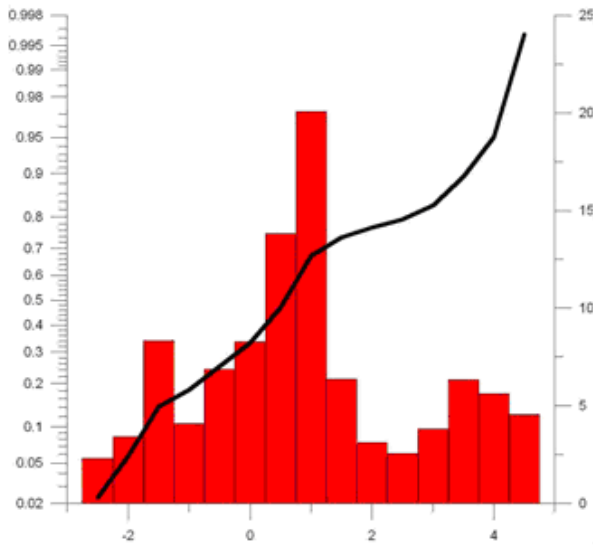
Δείγμα 10



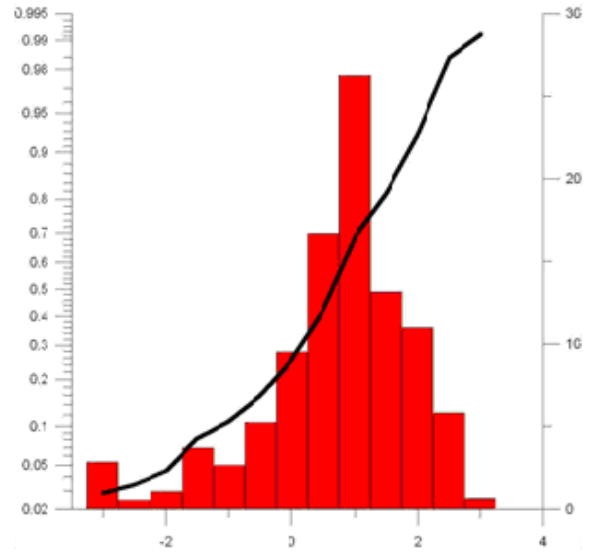
Δείγμα 11



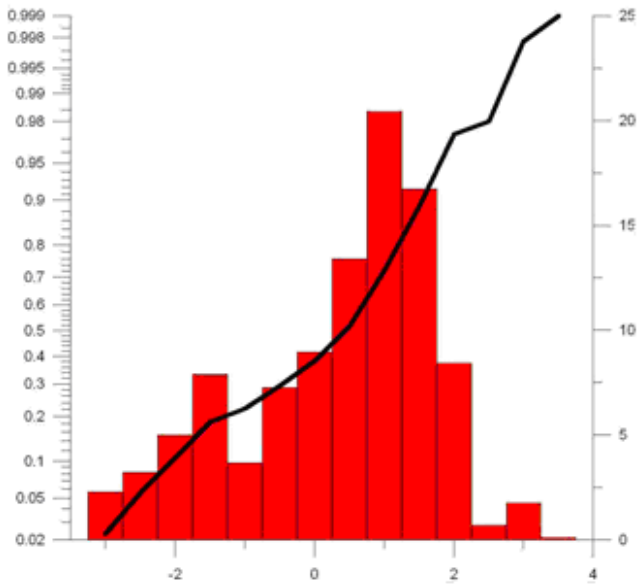
Δείγμα 12



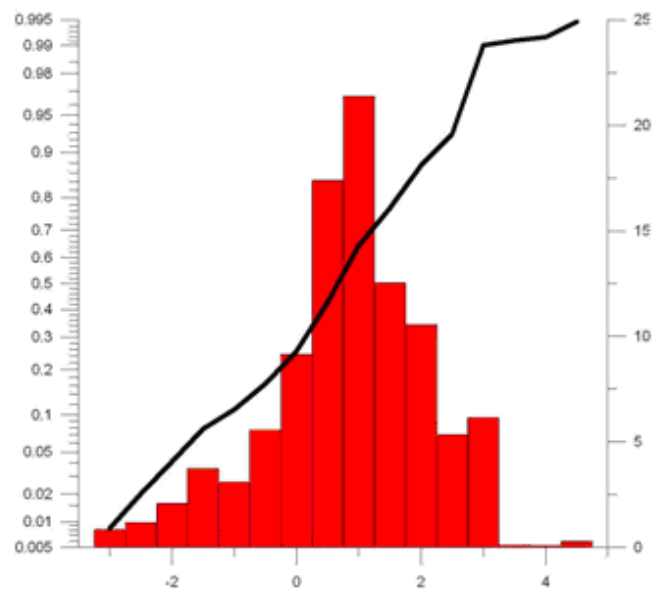
Δείγμα 13



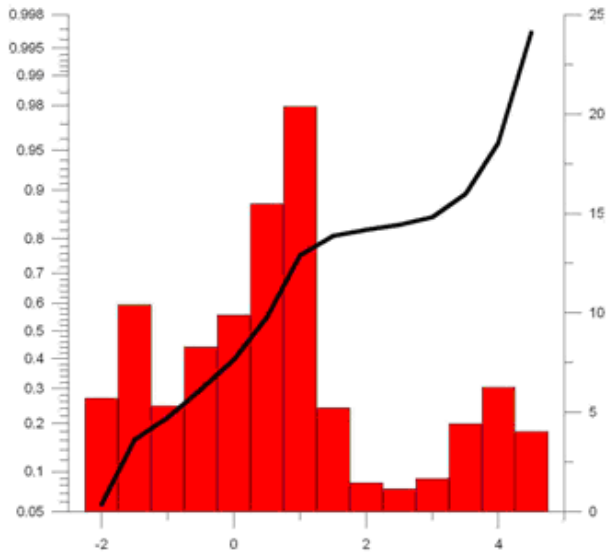
Δείγμα 14



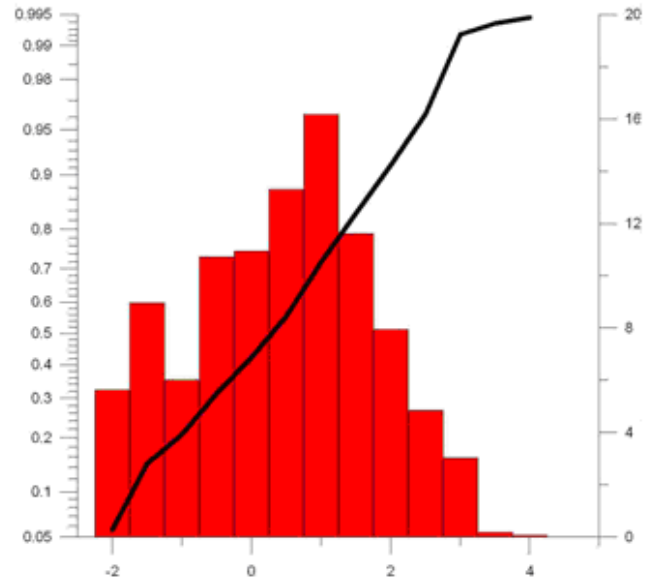
Δείγμα 15



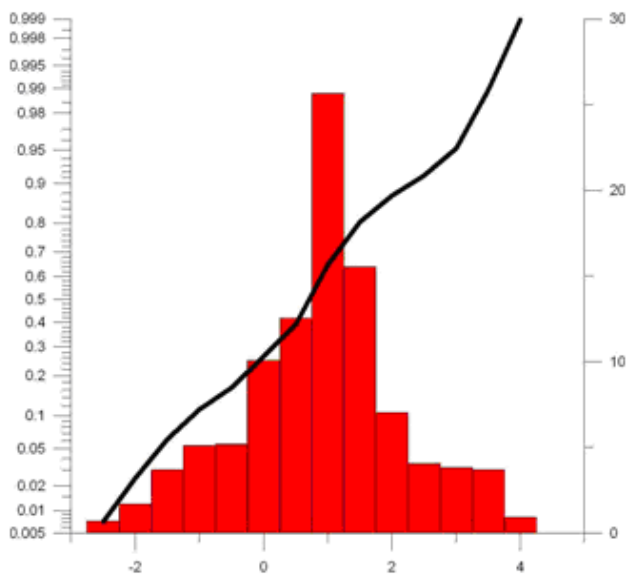
Δείγμα 16



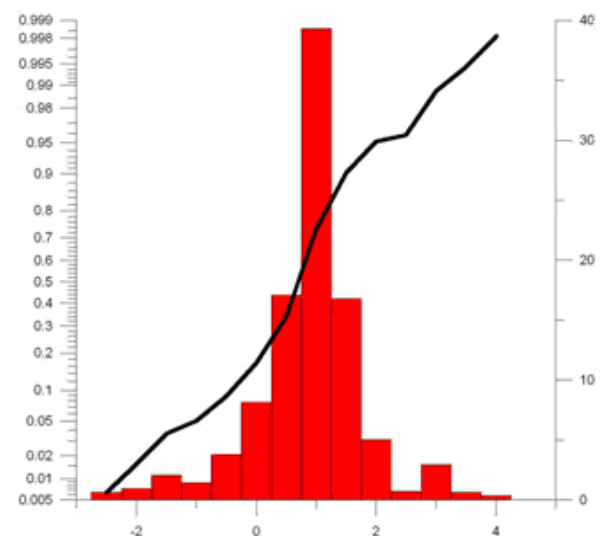
Δείγμα 17



Δείγμα 18



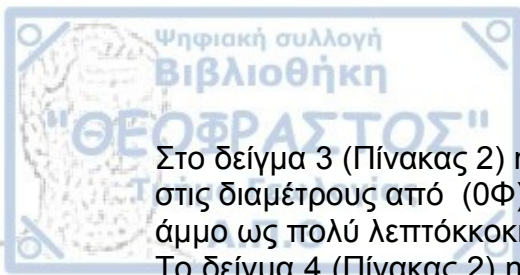
Δείγμα 19



Δείγμα 20

Για το δείγμα 1 (Πίνακας 2) παρατηρείται ότι σχεδόν όλα τα κλάσματα βρίσκονται στην περιοχή διαμέτρων από (-2Φ) μέχρι (1,5Φ). Δηλαδή το δείγμα αποτελείται κυρίως από χαλίκια και χονδρόκοκη άμμο.

Στο δείγμα 2 (Πίνακας 2) η συγκέντρωση των κλασμάτων παρατηρείται στις διαμέτρους (-3Φ) μέχρι (3Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από κροκάλες και χονδρόκοκη άμμο.



Στο δείγμα 3 (Πίνακας 2) η κύρια συγκέντρωση των κλασμάτων παρατηρείται στις διαμέτρους από (0Φ) μέχρι (4Φ). Περιέχει κυρίως πολύ χονδρόκοκκη άμμο ως πολύ λεπτόκοκκη.

Το δείγμα 4 (Πίνακας 2) η κύρια συγκέντρωση των κλασμάτων βρίσκεται στις διαμέτρους από (1,5Φ) μέχρι (4,5Φ). Περιέχει χονδρόκοκκη άμμο λίγη χονδρόκοκκη ιλύ.

Στο δείγμα 5 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (1Φ) ως (4Φ) αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις διαμέτρους (2Φ) με (2,5Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 6 (Πίνακας 2) το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους των κόκκων εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο (2,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 7 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-2,5Φ) μέχρι (4Φ) αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο (1Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 8 (Πίνακας 2) επίσης έχει μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-3Φ) μέχρι (3Φ) Το δείγμα αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες.

Στο δείγμα 9 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-3Φ) μέχρι (4,5Φ). Αποτελείται δηλαδή από κροκάλες μέχρι πολύ λεπτόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 10 (Πίνακας 2) επίσης έχει μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων. Από (-3Φ) μέχρι (3Φ) αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο με (0,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο αλλά και πολύ λίγες κροκάλες.

Στο δείγμα 11 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-4,5Φ) μέχρι (3Φ), Μεγαλύτερο ποσοστό βάρους καταλαμβάνει οι κόκκοι με διάμετρο (1Φ), δηλ χονδρόκοκκη άμμος αλλά υπάρχουν και κροκάλες.

Στο δείγμα 12 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-1,5Φ) μέχρι (2Φ), αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται (0,5Φ) και (1Φ), δηλ πολύ χονδρόκοκκη ως χονδρόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 13 (Πίνακας 2) παρατηρείται μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-1,5Φ) μέχρι (4,5Φ). Μεγαλύτερο ποσοστό βάρους καταλαμβάνει η χονδρόκοκκη άμμος.

Στο δείγμα 14 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-1,5Φ) μέχρι (3Φ), αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται στη περιοχή διαμέτρου (1,5Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμος.

Στο δείγμα 15 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-1,5Φ) μέχρι (3,5Φ), αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται στη περιοχή διαμέτρου (1Φ), δηλ στην χονδρόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 16 (Πίνακας 2) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στη περιοχή διαμέτρων (0Φ) μέχρι (2Φ), δηλ από πολύ χονδρόκοκκη ως μεσόκοκκη άμμο αλλά υπάρχουν και αρκετές κροκάλες.

Στο δείγμα 17 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-2Φ) μέχρι (4,5Φ), αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις διαμέτρους (0,5Φ) με (1Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 18 (Πίνακας 2) έχει ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κ παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από (-2Φ) μέχρι (4Φ), αλλά τα

μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται (0Φ) μέχρι (1,5Φ), δηλ πολύ χονδρόκοκκη ως χονδρόκοκκη άμμο. Επίσης υπάρχουν αρκετές κροκάλες.

Στο δείγμα 19 (Πίνακας2) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων (0Φ) με (2Φ), δηλαδή στην πολύ χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη περιοχή. Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες.

Το δείγμα 20 (Πίνακας 2) το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους των κόκκων εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο (1Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο.

6.1.2 Μέσος όρος - Κύρτωση – Λοξότητα – Ταξινόμηση

Τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων (Μέσος όρος - Κύρτωση – Λοξότητα – Ταξινόμηση)

Δείγμα	Μέσος Όρος	Κύρτωση	Λοξότητα	Ταξινόμηση
1	0,5	0,696	0,1	1,54
2	0,86	1,84	0,81	0,89
3	2,13	0,95	-0,05	0,435
4	2,76	1,28	0,17	0,63
5	2,16	1,09	-0,05	0,46
6	2,8	1,96	0,24	0,61
7	0,3	0,77	-0,44	1,66
8	-0,1	0,60	-0,20	2,12
9	-1,2	0,63	0,90	2,6
10	-0,1	0,66	-0,35	1,30
11	-0,2	0,55	-0,37	1,49
12	0,2	1,15	-0,34	1,31
13	0,36	1,2	-0,21	2,6
14	0,3	0,57	-0,34	1,38
15	-0,1	0,98	-0,55	1,67
16	0,46	2,30	0,54	1,53
17	0,1	1,15	0,01	2,16
18	-0,23	0,82	-0,11	1,72
19	0,4	0,69	-0,26	1,57
20	0,13	2,30	0,54	1,53
M.O	0,576	1,109	$2 \cdot 10^{-3}$	1,381

6.1.3 Χαρακτηρισμός των δειγμάτων

Στο παρακάτω πίνακα δίνεται ο πλήρης χαρακτηρισμός των δειγμάτων:

Πίνακας 4: Χαρακτηρισμός των δειγμάτων

Δείγμα	Μέσος Όρος	Ταξινόμηση	Λοξότητα	Κύρτωση
1	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
2	Χονδρόκοκκη άμμος	Μέτρια	Έντονα θετική	Πολύ λεπτόκυρτη
3	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
4	Λεπτόκοκκη άμμος	Μέτρια καλή	Έντονα θετική	Λεπτόκυρτη
5	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
6	Μεσόκοκκη άμμος	Μέτρια καλή	Θετική	Πολύ λεπτόκυρτη
7	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Πλατύκυρτη
8	Πολύ χονδρόκοκκη	Πολύ καλή	Αρνητική	Πολύ πλατύκυρτη
9	Ψηφίδες	Πολύ καλή	Έντονα θετική	Πολύ πλατύκυρτη
10	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Πολύ πλατύκυρτη
11	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Πολύ πλατύκυρτη
12	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Λεπτόκυρτη
13	Πολύ χονδρόκοκκη	Πολύ καλή	Αρνητική	Μεσόκυρτη
14	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Πολύ πλατύκυρτη
15	Πολύ χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα αρνητική	Μεσόκυρτη
16	Χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα θετική	Πολύ λεπτόκυρτη
17	Πολύ χονδρόκοκκη	Πολύ καλή	Συμμετρική	Λεπτόκυρτη
18	Ψηφίδες	Κακή	Αρνητική	Πλατύκυρτη
19	Χονδρόκοκκη	Κακή	Αρνητική	Πλατύκυρτη
20	Χονδρόκοκκη	Κακή	Έντονα θετική	Πολύ λεπτόκυρτη

7. Συμπεράσματα - συζήτηση

Τα υλικά προέρχονται από βάθη 2-5 μέτρων από το υποθαλάσσιο τμήμα της ακτής δίπλα στην επέκταση του αεροδιάδρομου. Από την ανάλυση (Πίνακας 4) προέκυψε ότι πρόκειται για άμμους και σε μια περίπτωση ψηφίδες. Παρά του ότι η περιοχή βρίσκεται δίπλα σχεδόν από την εκβολή του Ανθεμούντα ο οποίος έχει σημαντική λεκάνη απορροής η οποία φτάνει μέχρι τον ορεινό όγκο του Χολομώντα δεν υπάρχουν καθόλου κροκάλες. Αυτό επιβεβαιώνει τα μορφολογικά ευρήματα από την δορυφορική εικόνα του Google Earth, ότι η εκβολή του Ανθεμούντα είναι αδρανοποιημένη λόγω της πολύ μικρής κλίσης και ότι τα υλικά πρέπει να σταματούν στο χαμηλό τμήμα της κοίτης αρκετά χιλιόμετρα πριν το αεροδρόμιο Μίκρας. Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των υλικών μοιάζουν πολύ με υλικά των αναβαθμίδων (Συρίδης, 1990) στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού από όπου και πρέπει να προέρχονται. Πρέπει να έχουν μεταφερθεί με παράκτιες διεργασίες επιμήκους στερεομεταφοράς, γεγονός στο οποίο συνηγορεί και η σχήμα της ακτογραμμής (παράγ. 4.3). Επομένως τα υλικά του παράκτιου χώρου δείχνουν ότι η επικρατούσα στερεομεταφορά από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

8. Βιβλιογραφία

- ΣΥΡΙΔΗΣ Γ., 1990. Λιθοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών – Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής. Διδ. Διατρ., ΑΠΘ.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., 1984, Στοιχεία Εφαρμοσμένης Ιζηματολογίας, Α.Π.Θ., σελ. 14-17 και 41-48.
- ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ., ΑΣΤΑΡΑΣ Θ, ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε, ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α, 2002, Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, Α.Π.Θ., σελ. 147-152
- ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ, ΣΤΥΛΑΣ, ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ, ΣΥΡΙΔΗΣ, 2005. Γεωμορφολογικές μεταβολές στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου σαν αποτέλεσμα της Ολοκαινικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας.
- COASTS, 1984 PREFACE TO THE THIRD EDITION. Beaches, Spits, Barriers p.112-126.