



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**«ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ
ΤΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ»**

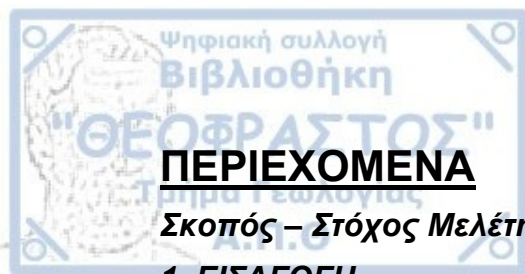
Διπλωματική Εργασία

Νικολαΐδου Καλλιόπη ΑΕΜ 3600
Παπαϊωάννου Ιωάννης ΑΕΜ 4040



Επιβλέπων Καθηγητής
Αλμπανάκης Κωνσταντίνος

Θεσσαλονίκη, 2011



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σκοπός – Στόχος Μελέτης	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΔΕΛΤΑ	4
2.1 Μορφοδυναμική ταξινόμηση των δέλτα	5
2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέλτα	6
2.3 Ανάπτυξη των δέλτα στο Ολόκαινο	8
2.4 Τα δέλτα του ελλαδικού χώρου	9
2.5 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στα δέλτα	9
3. ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	10
3.1 Γεωγραφία του Πηνειού	10
4. Γεωλογία	12
5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ	16
5.1 Συνοπτική ιστορική εξέλιξη	16
5.2 Οικολογική και κοινωνικο-οικονομική αξία	17
5.3 Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο του δέλτα	18
5.4 Δόμηση στον παράκτιο χώρο του δέλτα	19
5.5 Επιπτώσεις της δόμησης στην περιοχή του δέλτα του Πηνειού	23
5.6 Υπάρχουσες προσπάθειες για την αντιμετώπιση του οικιστικού προβλήματος	24
5.7 Η σύγχρονη μετατόπιση της ακτογραμμής του δέλτα και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας	24
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	27
6.1 Μεθοδολογία Πεδίου	27
6.2 Μεθοδολογία Εργαστηρίου	33
7. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	35
Α. Αποτελέσματα κοσκινίσματος, στατιστικής ανάλυσης και χαρακτηρισμού των δειγμάτων	35
Β. Προφίλ παραλίας	54
Γ. Ανάλυση Στερεομεταφοράς	61
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91

Σκοπός – Στόχος Μελέτης

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωλογίας υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας κ. Κωνσταντίνου Αλμπανάκη.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των διαχρονικών μεταβολών της ακτογραμμής του δέλτα του ποταμού Πηνειού της Θεσσαλίας.

Η έρευνα βασίστηκε σε παρατήρηση αεροφωτογραφιών, σύγκριση τοπογραφικών χαρτών, επί τόπου μετρήσεις των εγκάρσιων προφίλ της παραλίας, λήψη δειγμάτων στις εκβολές του ποταμού και χαρτογράφηση των ακτών με τη βοήθεια του παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης GPS. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την εαρινή περίοδο του 2009 στην παράκτια περιοχή των εκβολών του ποταμού.

Στόχος είναι ο εντοπισμός περιοχών προέλασης και υποχώρησης του δέλτα, ο προσδιορισμός των αντίστοιχων ρυθμών και η εκτίμηση επιπτώσεων που θα έχει η μελλοντική άνοδος της στάθμης της θάλασσας στον ευρύτερο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας αλλά και στην ακτογραμμή.

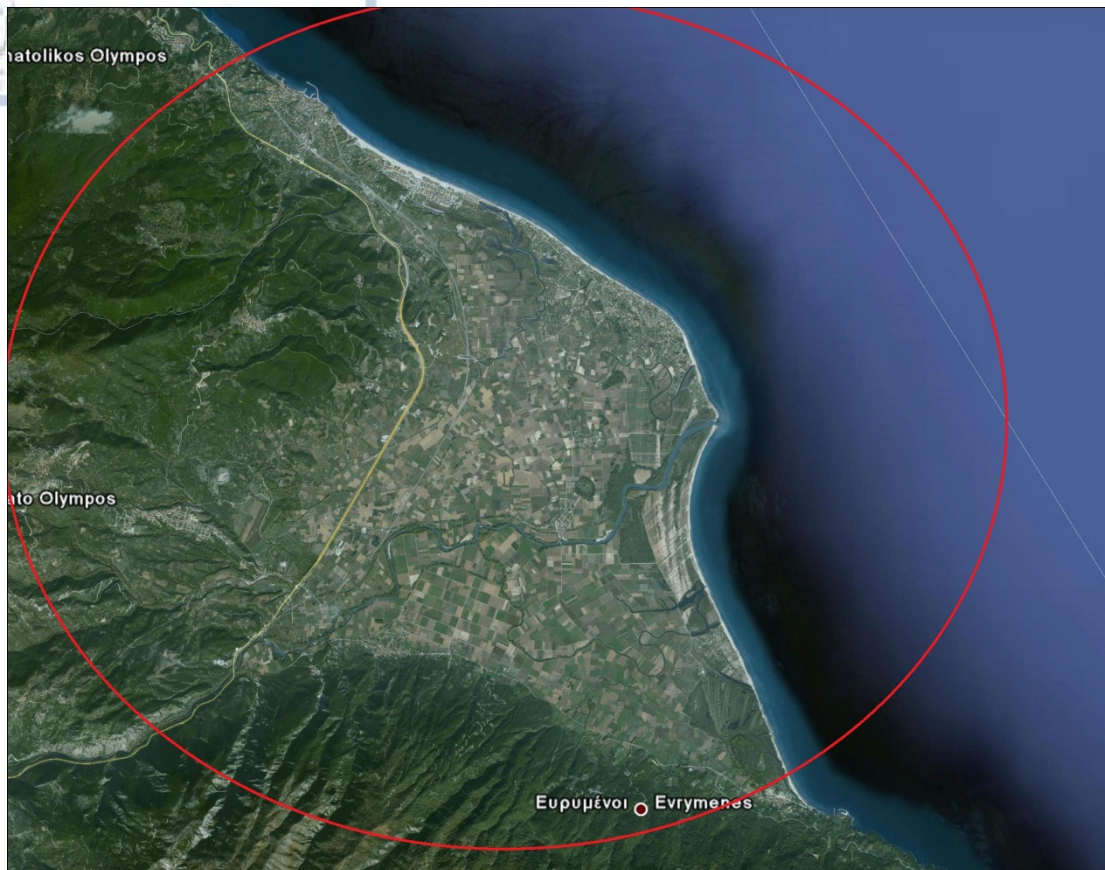
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν ζώνες ιδιαίτερης δυναμικής που επηρεάζονται από τις ατμοσφαιρικές, θαλάσσιες και χερσαίες διεργασίες, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους. Παράλληλα, η ήδη σημαντική ανθρώπινη παρέμβαση είναι σταθερά αυξανόμενη, λόγω υψηλής κοινωνικο-οικονομικής σημασίας της παράκτιας ζώνης, με συχνά απρόσμενες συνέπειες. Ο υδρολογικός κύκλος και κυρίως η ισορροπία των ιζημάτων ανάμεσα στην υδρολογική λεκάνη και την ακτή είναι μια από τις σημαντικότερες συνιστώσες του συνολικού συστήματος. Η αλληλεπίδραση του νερού της βροχής με τη γη οδηγεί στην διάβρωση του εδάφους και την ενεργοποίηση μηχανισμών μεταφοράς του. Το φορτίο του ιζήματος που δημιουργείται καταλήγει να αποτίθεται στην ακτή, διαδικασία που είναι αρχικά υπεύθυνη για τη γένεση των παραλιών αλλά και σε μεγάλο βαθμό ζωτικής σημασίας για τη συντήρησή τους.

Τα τελευταία χρόνια με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού που εγκαθίσταται στις περιοχές αυτές και την ανάπτυξη και εξέλιξη της τεχνολογίας που βοηθά την κατασκευή μιας σειράς έργων, όπως αποστραγγιστικά και εγγειοβελτιωτικά έργα και φράγματα, οι παράκτιες περιοχές δέχονται μια σειρά άμεσων και έμμεσων επεμβάσεων. Σαν αποτέλεσμα ορισμένες χερσαίες περιοχές προελαύνουν σε σχέση με πριν και άλλες υποχωρούν έναντι της θάλασσας δημιουργώντας έτσι προβλήματα στη διανομή της διαθέσιμης για τους παράκτιους πληθυσμούς γης. Η παρουσία τόσων διαφορετικής φύσης δραστηριοτήτων ταυτόχρονα καθιστά αδύνατο τον περιβαλλοντικό έλεγχο των παράκτιων περιοχών με αποτέλεσμα αρκετά συχνά σε παράκτιες περιοχές η ρύπανση του περιβάλλοντος με την αποβολή επικίνδυνων τοξικών ουσιών αλλά και με την εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού να εξαπλώνεται, καταστρέφοντας τους υδροβιότοπους που έχουν σχηματιστεί και θέτοντας σε τεράστιο κίνδυνο σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας.

Από τα υποπεριβάλλοντα της παράκτιας ζώνης που συνιστούν ίσως τα περισσότερα δυναμικά μεταβαλλόμενα είναι τα ποτάμια δέλτα. Η κοινωνικοοικονομική σπουδαιότητα των δέλτα είναι πολύ μεγάλη. Αποτελούσαν και εξακολουθούν να αποτελούν πόλο έλξης για την εγκατάσταση πληθυσμών τόσο στην αρχαιότητα όσο και στα νεότερα χρόνια. Σήμερα αποτελούν περιοχές που συγκεντρώνουν σημαντικό μέρος της γεωργικής, τουριστικής και αλιευτικής δραστηριότητας για αρκετές χώρες. Επιπλέον οι δελταϊκές αποθέσεις συγκεντρώνουν το συνδυασμό ευνοϊκών συνθηκών για το σχηματισμό των υγρών και αερίων υδρογονανθράκων αλλά και την αποθήκευσή τους. Τα δελταϊκά ιζήματα εμπεριέχουν οργανικές αποθέσεις όπως τύρφη και ορυκτούς άνθρακες που μπορούν να αποτελέσουν την πηγή για τη δημιουργία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Τέλος δε θα πρέπει να παραληφθεί η περιβαλλοντική σπουδαιότητα των ποτάμιων δέλτα, τα οποία φιλοξενούν υδροτόπους μεγάλης οικολογικής σημασίας που συγκεντρώνουν σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας. (Καρύμπαλης 2004, από Καραγεωργίου 2005)

Η περιοχή έρευνας αφορά την ακτογραμμή όπου εκβάλλει ο Πηνειός ποταμός και περιλαμβάνει τις ακτές των Μεσάγγαλων, Στομίου και του Κόκκινου Νερού, που βρίσκονται στην περιοχή του Δέλτα Ποταμού και οι οποίες σήμερα εντάσσονται στα διοικητικά όρια των δυο Δήμων του Κάτω Ολύμπου και του Δήμου Ευρυμενών.



Εικόνα 1.1 : Δορυφορική εικόνα περιοχής μελέτης (Google Earth 12/2010).

2. ΔΕΛΤΑ

Τα δέλτα είναι γλωσσοειδείς ή ριπιοειδείς αποθέσεις υλικού που μεταφέρεται από τα ποτάμια και αποτίθεται μπροστά στους χώρους των εκβολών, στα ρηχά υδάτινων λεκανών (λιμνών/θαλασσών). Πατέρας του όρου «Δέλτα» ήταν ο Ηρόδοτος που περιέγραψε το εντυπωσιακό δέλτα του Νείλου στις Αιγυπτιακές ακτές. Τα δέλτα μοιάζουν στο σχήμα με τα ριπίδια είτε τα αλλουβιακά (χερσαία) είτε τα υποθαλάσσια, αλλά διαφέρουν σημαντικά από αυτά στα υλικά, στις δυναμικές συνθήκες και στις εξελικτικές διεργασίες.

Τα δέλτα αποτελούν αποθέσεις κατά κανόνα κλαστικών υλικών που γίνονται είτε σε χερσαίο περιβάλλον (έξω από το νερό) είτε σε υδάτινο-ρηχό περιβάλλον (μέσα στο νερό) και για το λόγο αυτό οι παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό τους και οι δυναμικές συνθήκες που καθορίζουν την εξέλιξή τους είναι πολυσύνθετες.

- Η συμπεριφορά των ποταμών και οι τοπικές συνθήκες της λεκάνης απορροής τους παίζουν κυρίαρχο ρόλο. Αν οι ποταμοί πλημμυρίζουν, τότε η μεταφορά υλικού σε μορφή στρώματος και σε αιώρηση καθώς επίσης και το μέγεθος του υλικού αυξάνουν σημαντικά. Το αντίθετο συμβαίνει όταν το νερό στους ποταμούς λιγοστεύει.

- Το είδος των πετρωμάτων, η τεκτονική τους καταπόνηση και το επιφανειακό ανάγλυφο στο χώρο της λεκάνης απορροής καθορίζουν το είδος, το μέγεθος, την ποσότητα και τη μορφή του υλικού που ξεκινάει από τη μητρική πηγή και κατευθύνεται στις εκβολές.
- Η γενική τεκτονική κατάσταση της περιοχής δραστηριότητας των ποταμών και του χώρου που εκβάλλουν καθορίζουν και την ανάπτυξη των δέλτα. Σε τεκτονικά σταθερές περιοχές (κρατονικές) τα δέλτα αναπτύσσονται προς τα εμπρός, σε περιοχές που παρουσιάζουν αργή βύθιση τα δέλτα αναπτύσσονται κατακόρυφα (τα νέα καλύπτουν τα παλιά) και σε περιοχές που παρουσιάζουν ανύψωση τα δέλτα καταστρέφονται και νέα δέλτα δημιουργούνται. Ανάλογη συμπεριφορά παρουσιάζουν τα δέλτα και στην περίπτωση ευστατικών κινήσεων (άνοδος ή πτώση της στάθμης της θάλασσας). Πάντως σε περιοχές μεγάλης τεκτονικής αστάθειας συνήθως δεν σχηματίζονται δέλτα (θαλάσσια).
- Το κλίμα επιδρά έμμεσα στο σχηματισμό και στην εξέλιξη των δέλτα με τις βροχοπτώσεις, τους ανέμους, τη βλάστηση, τη θερμοκρασία και άλλους επί μέρους παράγοντες. Σε κλίματα υγρά-θερμά αναπτύσσεται βλάστηση στη λεκάνη απορροής που προστατεύει από τη διάβρωση και δεν αφήνει τα υλικά να μεταφερθούν από τα ποτάμια, άρα δεν ευνοεί την ανάπτυξη των δέλτα (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι σ' αυτές τις περιοχές δεν σχηματίζονται δέλτα). Σε κλίματα υγρά και ψυχρά ή δροσερά με εποχιακό χαρακτήρα βροχοπτώσεων τα ποτάμια είναι σε θέση να μεταφέρουν υλικά και φυτά, αφού η βλάστηση έχει κι αυτή εποχιακό χαρακτήρα. Άρα στην περίπτωση αυτή ευνοείται ο σχηματισμός δέλτα (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι σε αυτά τα κλίματα σχηματίζονται πάντοτε δέλτα). Σε ξηρά κλίματα είτε θερμά, είτε ψυχρά, η βλάστηση είναι σποραδική, η διάβρωση έντονη, οι βροχές λίγες, εποχιακές και απότομες και η μεταφορά των υλικών μεγάλη κατά τις περιόδους των πλημμυρών. Οι καταστάσεις αυτές ευνοούν το σχηματισμό δέλτα. Τέλος ο άνεμος παίζει σημαντικό ρόλο γιατί επηρεάζει τη δράση των κυμάτων στο χώρο των εκβολών.
- Οι παράκτιες συνθήκες και δραστηριότητες παίζουν αποφασιστικό ρόλο στην ανάπτυξη των δέλτα. Το βάθος του νερού πρέπει να είναι μικρό. Τα κύματα πρέπει να είναι χαμηλής ενέργειας, γιατί διαφορετικά δημιουργούν στροβιλώδεις ροές, δεν αφήνουν το υλικό να καθίσει στον πυθμένα ή το διαβρώνουν αν έχει καθίσει και το απομακρύνουν προς τα έξω ή μέσα στη θάλασσα. Τα ρεύματα δεν πρέπει να είναι ισχυρά, γιατί διαφορετικά σηκώνουν και απομακρύνουν τα υλικά κατά μήκος της ακτής ή προς τα εσωτερικά βαθύτερα τμήματα του πυθμένα. Οι παλίρροιες δεν πρέπει να είναι υψηλές, γιατί διαφορετικά ενισχύουν τη δραστηριότητα των κυμάτων και ρευμάτων και σκορπίζουν το υλικό σε ολόκληρη την παλιρροϊκή ζώνη. Με άλλα λόγια για να σχηματιστεί ένα δέλτα χρειάζεται να συνυπάρχουν ποτάμια τροφοδοσία σε υλικά, όχι γρήγορες μεταβολές στην τεκτονική κατάσταση, με ρηχή και ήσυχη παράκτια ζώνη. Οι προϋποθέσεις αυτές δεν είναι απαραίτητες για το σχηματισμό λιμναίων Δέλτα. (Ψιλοβίκος, 2010)

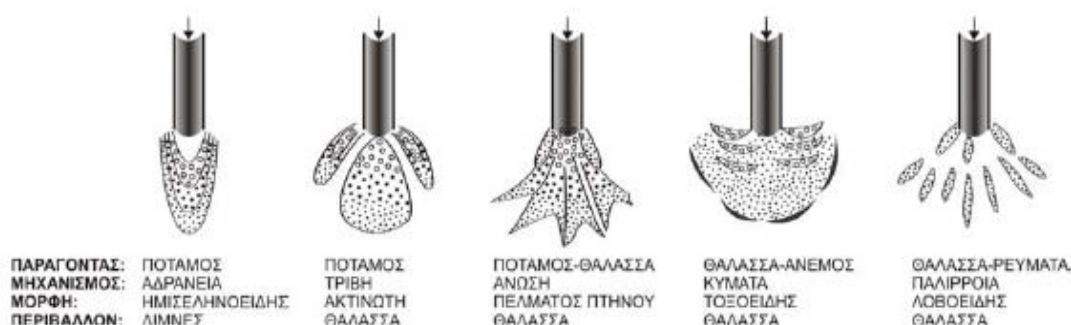
2.1 Μορφοδυναμική ταξινόμηση των δέλτα

Ανάλογα με τις επιφανειακές διεργασίες που κυριαρχούν στο χώρο των εκβολών τα δέλτα αποκτούν τους χαρακτήρες και τη μορφή τους.

- Αν η επίδραση της ποτάμιας μεταφοράς υλικού κυριαρχεί και οι άλλοι παράγοντες παίζουν μικρότερο ρόλο, τότε τα δέλτα σχηματίζονται σε περιβάλλον υψηλής

ενέργειας. Στις λίμνες, η είσοδος της ποτάμιας και πυκνής στροβιλώδους ροής αναγκάζει το νερό και τα υλικά να κινηθούν μέσα στα ρηχά και η απόθεση χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων υλικών αποκτά μια γλωσσοειδή – ζωνώδη διάταξη. Η ροή ρυθμίζεται στην περίπτωση αυτή από δυνάμεις αδράνειας και τριβής, ενώ το σχήμα του δέλτα αποκτά τη μορφή ενός τόξου ή ενός λοβού. Στη θάλασσα με τις ίδιες συνθήκες ποτάμιας συμπεριφοράς, σχηματίζονται δυο φυσικά φράγματα στις άκρες κάθε όχθης και ένας κώνος από υλικά με μορφή φράγματος μπροστά από το στόμιο. Τα χονδρόκοκκα υλικά μένουν στην κορυφή του φράγματος και τα λεπτόκοκκα υλικά προχωρούν στη βάση του. Το σχήμα του δέλτα στην περίπτωση αυτή μπορεί να πάρει τη μορφή πέλματος πτηνού ή να αποκτήσει ένα πολύπλοκο ακτινωτό σχήμα.

- Αν η επίδραση της θαλάσσιας συμπεριφοράς (κυμάτων, ρευμάτων, παλίρροιας) κυριαρχούν και οι άλλοι παράγοντες παίζουν μικρότερο ρόλο, τότε τα δέλτα σχηματίζονται σε χαμηλής ενέργειας περιβάλλον.
- Στην περίπτωση που τα κύματα παίζουν κύριο ρόλο στη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε σχηματίζονται τα κλασσικά τοξοειδή δέλτα (τύπου Νείλου) με μεγάλους πλευρικούς λοβούς και μετωπικά εγκάρσια φράγματα άμμου (λουρονησίδες).
- Στην περίπτωση που η παλίρροια παίζει κύριο ρόλο στη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε σχηματίζονται φακοειδούς μορφής φράγματα ακτινωτά από την εκβολή προς τη θάλασσα και το δέλτα έχει μια λοβοειδή μορφή (τύπου Γάγγη-Βραματούτρα, Μεκόγκ). Στην περίπτωση που τα κύματα και οι παλίρροιες δεν είναι ισχυροί παράγοντες για τη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε το δέλτα παίρνει το σχήμα πέλματος πτηνού (τύπου Μισισιπή) με κοίτες που αλλάζουν πορεία. (Ψιλοβίκος, 2010)



Σχήμα 2.1 : Τύποι δέλτα, παράγοντες, μηχανισμοί, μορφές, τρόποι σχηματισμού και περιβάλλοντα (τροποποιημένο από Wright, 1977)

2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέλτα

Από περιβαλλοντική άποψη ένα δέλτα χωρίζεται σε μια περιοχή (υποπεριβάλλον) που βρίσκεται έξω από το νερό και μια περιοχή που βρίσκεται μέσα-κάτω από το νερό.

- Στην περιοχή που βρίσκεται έξω από το νερό σχηματίζονται πολλές κοίτες διασποράς (εκβολής) με διακλαδώσεις και πολύπλοκα σχήματα που διαρκώς

μεταβάλλονται. Ανάμεσα από αυτές τις κοίτες δημιουργούνται μικρές κοιλότητες που γεμίζουν με νερό και σχηματίζουν έλη ή λίμνες. Κοντά στο μέτωπο του δέλτα σχηματίζονται επίσης λιμνοθάλασσες (λαγκούνες) που δέχονται και γλυκό και αλμυρό νερό. Συνήθως υπάρχουν μια ή δυο μεγάλες κοίτες διασποράς σε κάθε δέλτα με πλευρικά φυσικά φράγματα, φράγματα κοίτης και φράγματα όχθης, όπως σε κάθε κανονική κοίτη ποταμού. Ολόκληρη αυτή η περιοχή του δέλτα ονομάζεται Δελταϊκή Πλατφόρμα (Δελταϊκό Πεδίο) και χαρακτηρίζεται από πολύπλοκη ποτάμια δραστηριότητα και απόθεση υλικού.

- Στην περιοχή που βρίσκεται μέσα στο νερό υπάρχουν ορισμένες ζώνες όπου σχηματίζονται φράγματα παράλληλα ή κάθετα προς την πορεία ροής νερού και υλικών. Τα φράγματα αυτά είτε υψώνονται επάνω από τη στάθμη του νερού, είτε παραμένουν κάτω από αυτή και χωρίζονται μεταξύ τους από αυλακοειδείς σχηματισμούς. Επίσης μπροστά από το στόμιο-εκβολή του ποταμού και κάτω από το νερό σχηματίζεται ένας κώνος από υλικά με κλίση και άνοιγμα προς τα βαθύτερα. Ολόκληρη αυτή η περιοχή του δέλτα ονομάζεται Δελταϊκό Μέτωπο ή Δελταϊκή Κατωφέρεια.

- Στην περιοχή που βρίσκεται κάτω από το νερό και μπροστά από το δελταϊκό μέτωπο υπάρχει μια περιθωριακή ζώνη με ήπιο ανάγλυφο και ήρεμες συνθήκες που είναι γνωστή με τον όρο Προδελταϊκή Πλατφόρμα.

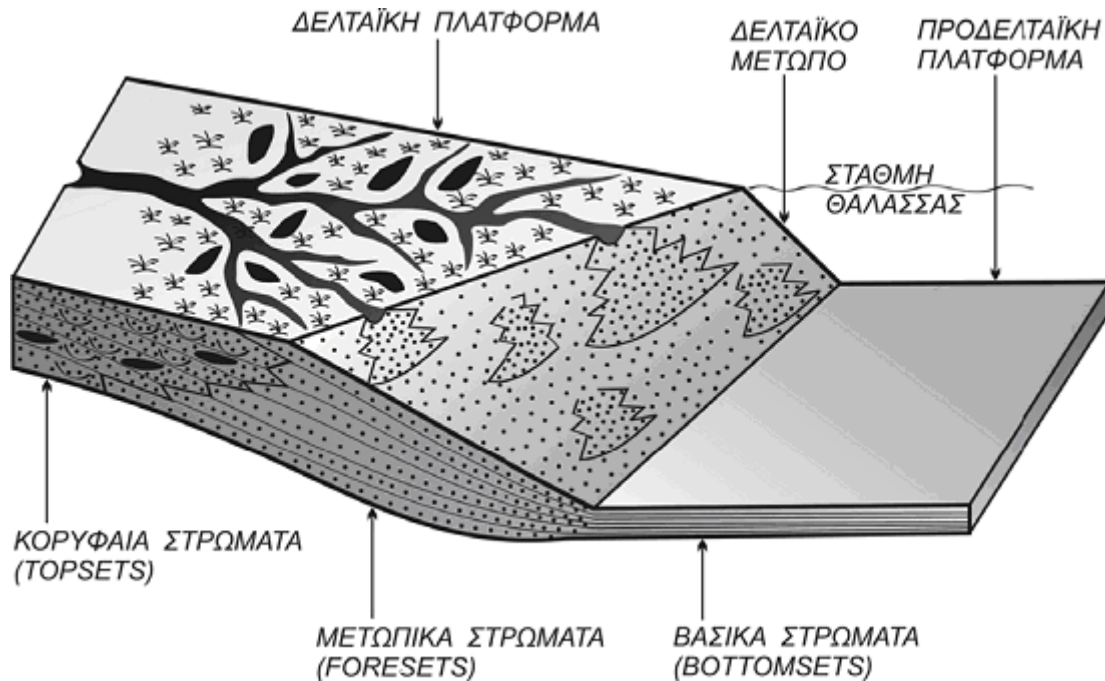
Οι ιζηματογενείς αποθέσεις των δέλτα σχηματίζονται στα παραπάνω περιβάλλοντα και υποπεριβάλλοντα κάτω από πολύπλοκες δυναμικές συνθήκες και χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες (σχήμα 2).

- **Κορυφαία στρώματα (topsets)** Περιλαμβάνουν αποθέσεις χονδρόκοκκου υλικού σε κοίτες – φράγματα με φακοειδή ή επιμήκη μορφή, σταυρωτές στρώσεις και διαβαθμισμένα στρώματα. Οι αποθέσεις αυτές συνδέονται πλευρικά ή κατακόρυφα με αποθέσεις ελών από μαύρο λεπτόκοκκο (ιλύς-άργιλος) υλικό σε οριζόντιες-παράλληλες ή κυματοειδείς στρώσεις, ή με αποθέσεις υπερχειλήσης και από άμμο-ιλύ και άργιλλο σε σταυρωτές, κυματοειδείς και παράλληλες στρώσεις. Γλωσσοειδείς παρεμβολές άμμου σε οριζόντιες στρώσεις ιλύος-αργίλου και παρεμβολές οργανικών κόκκων-κομματιών όπως φύλλων, κλαδιών, δέντρων κλπ., είναι χαρακτηριστικές σε περιπτώσεις πλημμυρών στη δελταϊκή πλατφόρμα. Επίσης αποθέσεις στρωμάτων λεπτόκοκκης άμμου και αργίλου σε εναλλασσόμενα λεπτά στρώματα μέσα στις λιμνοθάλασσες (λαγκούνες) με αντίστοιχη ζωική και φυτική δραστηριότητα. Τα φυτά που φυτρώνουν σε έλη-λίμνες-λαγκούνες και αυτά που μεταφέρονται από τη λεκάνη απορροής αποτελούν τα μελλοντικά κοιτάσματα τύρφης, λιγνιτών, ανθράκων, υδρογονανθράκων και φυσικού αερίου γιατί καλύπτονται γρήγορα από άλλα υλικά, απομονώνονται από τον αέρα και η αποσύνθεσή τους γίνεται σε αναερόβιο περιβάλλον. Όλα σχεδόν τα κορυφαία στρώματα έχουν μια ελαφρά κλίση προς την πλευρά της θάλασσας.

- **Μετωπικά στρώματα (foresets ή κεκλιμένα)** Περιλαμβάνουν αποθέσεις άμμου με παρεμβολές φακών από κροκάλες. Η άμμος μικραίνει σε μέγεθος όσο απομακρυνόμαστε από το στόμιο (εκβολή) του ποταμού και αναμειγνύεται με ιλύ. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από στρώμα-κεκλιμένα (10° - 30°) προς την πλευρά της θάλασσας σε στρώσεις με σταυρωτή διάταξη. Τα λεπτόκοκκα υλικά παρουσιάζουν φυλλώσεις. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία μεγάλων στρωμάτων ή ομάδων που αποτελούνται από μικρότερα στρώματα και στρώσεις με την ίδια διάταξη.

- **Βασικά στρώματα (bottomsets ή προδελταϊκά)** Περιλαμβάνουν αποθέσεις λεπτόκοκκης άμμου, ιλύος και αργίλου σε σχεδόν οριζόντιες παράλληλες-λεπτές

στρώσεις στα βαθύτερα τμήματα του πυθμένα. Τα υλικά αυτά κατακάθονται, μετά από αιώρησή τους μέσα στο νερό, σε ήρεμο περιβάλλον και σχηματίζουν τις προδελταϊκές αργιλικές στρώσεις (φυλλώσεις). Ορισμένες φορές η απόστασή τους από το χώρο εκβολής των δέλτα είναι πολύ μεγάλη και η απόθεση παρουσιάζει εναλλαγές με αργιλικά ιζήματα της θάλασσας. (Ψιλοβίκος, 2010)



Σχήμα 2.2 : Δελταϊκό μοντέλο ιζηματογένεσης

2.3 Ανάπτυξη των δέλτα στο Ολόκαινο

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου του Τεταρτογενούς, που χρονολογείται 18000 έτη πριν από σήμερα, η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας ήταν περίπου 120 m χαμηλότερη από τη σημερινή και οι τότε ακτογραμμές σε όλες τις ηπείρους βρίσκονταν κοντά στο άκρο της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας. Με το τέλος αυτής της περιόδου ξεκινά η περίοδος του Ολόκαινου, όπου η θαλάσσια στάθμη κατά την περίοδο αυτή ανυψώθηκε με πολύ μεγάλο ρυθμό. Συγκεκριμένα, ξεκίνησε έως περίπου 6000 έτη πριν από σήμερα όπου παρατηρήθηκε και η μεγαλύτερη ανύψωση της στάθμης με πολύ μεγάλους ρυθμούς και κατόπιν η άνοδος συνεχίστηκε με πιο αργούς ρυθμούς. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, ορισμένα από τα δέλτα που ήταν ενεργά κατά την περίοδο του Τεταρτογενούς να σχηματιστούν στο άκρο του ηπειρωτικού περιθωρίου και να κατακλυσθούν από την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά την περίοδο του Ολόκαινου. Εκτός, όμως, από αυτά τα δέλτα υπήρχαν και άλλοι δελταϊκοί σχηματισμοί των οποίων ο ρυθμός προσφοράς ιζήματος ήταν μεγαλύτερος από το ρυθμό ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έχοντας σαν αποτέλεσμα την ανύψωση της επιφάνειάς τους και την προέλασή τους. Αυτά τα δέλτα κατάφεραν να διατηρηθούν και ονομάστηκαν δέλτα του άκρου των ηπειρωτικών περιθωρίων (shelf margin deltas ή shelf edge deltas) και συνήθως

αναπτύσσονται στα βαθιά νερά. Τα δέλτα που δεν είχαν μεγαλύτερο ρυθμό προσφοράς ιζημάτων από αυτόν της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης μετατοπίστηκαν προς τη ξηρά και είναι γνωστά ως δέλτα αβαθών νερών (shoal water deltas ή inner shelf deltas) διότι βρίσκονται σε νερά μικρού βάθους. Σε πολλά σύγχρονα δέλτα οι κάθετες ακολουθίες των ιζημάτων των δελταϊκών αποθέσεων αντανakλούν τη σταδιακή μετακίνηση των περιβαλλόντων του δέλτα προς τη ξηρά. Μια τυπική ολοκαινική ακολουθία δελταϊκών ιζημάτων συνήθως εμφανίζει ένα στρώμα από ποτάμια ιζήματα, όπως αποθέσεις πλημμυρικής πεδιάδας (floodplain deposits) που από πάνω καλύπτονται από αποθέσεις κοίτης των κλάδων διανομής και αποθέσεις των περιοχών μεταξύ των κοιτών που ονομάζονται υπερόχθιες αποθέσεις και προς τα πάνω περνούν σε ιζήματα αποθέσεων που οφείλονται στη δράση της παλίρροιας και τελικά σε παράκτιες αποθέσεις που μπορεί να περιλαμβάνουν άμμους παράκτιων θινών. Αυτή η ακολουθία ιζημάτων αντανakλά την προς τα πάνω και προς την ξηρά μετανάστευση των διαφόρων περιβαλλόντων του δέλτα. (Καραγεωργίου, 2005)

2.4 Τα δέλτα του ελλαδικού χώρου

Τα ποτάμια της Ελλάδας εμφανίζουν σημαντικά υψηλές στερεοπαροχές, τα οποία έχουν μικρό μήκος και αποστραγγίζουν ορεινές περιοχές με έντονο ανάγλυφο. Οι μεγάλες τιμές στερεοπαροχής σε πολλά από τα ελληνικά ποτάμια αποδίδεται στην ικανότητα που έχουν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ιζημάτων εξαιτίας των μεγάλων κλίσεων του ανάγλυφου και της μεγάλης κλίσης των κοιτών, στις υψηλές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης ιδιαίτερα σε μεγάλα υψόμετρα και κυρίως στη δυτική Ελλάδα και σε ορισμένες περιπτώσεις στην ευδιάβρωτη λιθολογία των σχηματισμών που καλύπτουν τις λεκάνες απορροής. Έχει παρατηρηθεί ακόμη ότι πολλά ποτάμια έχουν καλά ανεπτυγμένα δέλτα παρόλο που η έκταση των λεκανών απορροής τους είναι μικρή.

Οι ρυθμοί συγκέντρωσης ιζημάτων ή προσαύξησης κατά τη διάρκεια των τελευταίων 6000- 7000 ετών για τα ελληνικά ποτάμια δέλτα είναι ανάλογοι με αυτούς που έχουν υπολογισθεί για το δέλτα του ποταμού Νείλου που είναι ο μεγαλύτερος δελταϊκός σχηματισμός της ανατολικής Μεσογείου. Οι πιο ευδιάκριτες μεταβολές στις ακτογραμμές των δέλτα κατά τους δύο τελευταίους αιώνες εστιάζονται στην προέλαση της περιοχής των ενεργών εκβολών ή την υποχώρηση των εγκαταλελειμμένων. (Καρύμπαλης, 2004)

2.5 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στα δέλτα

Τις τελευταίες δεκαετίες ο άνθρωπος γίνεται σημαντικός παράγοντας εξέλιξης των δέλτα των ποταμών επεμβαίνοντας σε αυτά είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η επέμβαση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την αλλοίωση ή την ανατροπή των ισορροπιών του φυσικού περιβάλλοντος. Στις έμμεσες επεμβάσεις ανήκουν η κατασκευή φραγμάτων και τεχνητών λιμνών στις κοίτες των ποταμών με σκοπό την άρδευση και την ύδρευση των γύρω καλλιεργειών και οικισμών διακόπτοντας την ελεύθερη ροή του ποταμού και τη μεταφορά του νερού και των υλικών του στο δέλτα του ποταμού.

Επιπλέον επεμβάσεις είναι οι αποφιλώσεις της φυτικής κάλυψης για την κατασκευή έργων προστασίας από τη διάβρωση στις λεκάνες απορροής αλλά και για τη δημιουργία βιομηχανικών περιοχών αλλά και οικισμών κοντά στις κοίτες των ποταμών για την δέσμευση και την εκμετάλλευση του νερού. Μία ακόμη έμμεση επέμβαση του ανθρώπου είναι η απόδοση νέων καλλιεργήσιμων εκτάσεων εις βάρος της έκτασης των λεκανών απορροής των ποταμών με σκοπό τη γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη δέσμευση και αξιοποίηση του νερού των ποταμών. Οι επιπτώσεις από την κατασκευή και τη λειτουργία φραγμάτων στο άνω ρου των ποταμών είναι αξιοσημείωτες σε πολλά μεγάλα δέλτα παγκοσμίως. Μεγάλες πόλεις που είναι χτισμένες πάνω στην δελταϊκή ακτογραμμή απειλούνται από την παράκτια διάβρωση και την κατάκλιση τους από τη θάλασσα. Αυτό συμβαίνει διότι η ύπαρξη και η λειτουργία του φράγματος έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παροχής του ποταμού και της προσφοράς ιζήματος σε αντίθεση με τις θαλάσσιες διεργασίες που τώρα φαίνονται πιο έντονα από πριν και υπερνικούν την παροχή του ποταμού. Αυτονόητο είναι το γεγονός πως η διάβρωση και η υποχώρηση της δελταϊκής ακτογραμμής έχει σοβαρές φυσικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στις πληγέντες περιοχές. Οι επιπτώσεις αυτές πρόκειται να ενταθούν με τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Οι άμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις στην περιοχή της δελταϊκής πεδιάδας και της παράκτιας ζώνης είναι η ευθυγράμμιση και ο περιορισμός της κοίτης, η κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων, οι εκτεταμένες αμοληψίες από την κοίτη, η ανεξέλεγκτη βόσκηση, οι αποξηράνσεις περιοχών κ.α..

Γίνεται φανερό ότι τα δελταϊκά συστήματα είναι πολύ ευαίσθητα στις ανθρώπινες επεμβάσεις και ότι ακόμη και ενέργειες που γίνονται αρκετά μακριά από την ακτή και αφορούν τις λεκάνες απορροής στο εσωτερικό της ξηράς επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον και τους ανθρώπους που ζουν σε δελταϊκές παράκτιες περιοχές. Μια επιπλέον απειλή για τις περιοχές των εκβολών αποτελεί η αναμενόμενη μελλοντική αύξηση της θαλάσσιας στάθμης κατά περίπου 50 cm μέχρι το έτος 2100 εξαιτίας της αντίστοιχης αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο κατά 2°C (IPCC, 2001). Έχει εκτιμηθεί ότι το ποσοστό των δελταϊκών εκτάσεων που θα κατακλυσθεί από τη θάλασσα αντιστοιχεί στο 13.16% της συνολικής τους έκτασης. (Καρύμπαλης, 2004).

3.ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

3.1 Γεωγραφία του Πηνειού

Ο Πηνειός ποταμός έχει μήκος περίπου 205 χλμ. και είναι ο τρίτος σε μήκος ποταμός της Ελλάδας, μετά τον Αλιάκμονα και τον Αχελώο, που πηγάζει από ελληνικό έδαφος. Η λεκάνη απορροής του ποταμού καλύπτει έκταση 10.700 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ο ποταμός αρχίζει να σχηματίζεται με τη συμβολή του παραπόταμου Μαλακασιώτικου, που πηγάζει από το βουνό Λάκμος και του παραπόταμου Ίων (Μουργκάνι), που πηγάζει από τα Αντιχάσια. Στην πορεία του

συνενώνεται και εμπλουτίζεται σε ύδατα από σειρά σημαντικών παραπόταμων, τους Ληθαίο, Πορταϊκό, Πάμισο, Σοφαδίτικο, Ενιππέα, Τιταρήσιο, καθώς και τα νερά από την εκτροπή του Ταυρωπού που βρίσκεται εκτός της λεκάνης του Πηνειού και του Σμόκοβου.

Το κλίμα της περιοχής που διασχίζει ο Πηνειός είναι μεσογειακό, αλλά η παρουσία του Ολύμπου, της Όσσας, του Κάτω Ολύμπου και του Κόζιακα προκαλεί σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα παράλια και στο εσωτερικό. Τα βουνά αυτά απομονώνουν το θεσσαλικό λεκανοπέδιο από τη θάλασσα, με συνέπεια ο θεσσαλικός κάμπος να αντιμετωπίζει δύσκολους χειμώνες. Οι ακτές της Θεσσαλίας στο Αιγαίο έχουν πιο θερμό κλίμα, παρόμοιο με εκείνο των ακτών της Μακεδονίας και της Θράκης. Στη Θεσσαλία και ιδιαίτερα στο χώρο που διασχίζει ο Πηνειός παρατηρείται μείωση των βροχών από τα δυτικά προς τα ανατολικά, αλλά όχι τόσο έντονη όσο στην Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα.

Ο Πηνειός διασχίζει και τις δυο πεδιάδες που χωρίζονται από τα όρη Ζάρκος, τα οποία διασχίζει στην περιοχή των στενών της Φαρκαδόνας (από Κεραμίδι έως Κουτσόχερο) και του Καλαμακίου (από Κουτσόχερο μέχρι Αμυγδαλέα). Μετά την πεδιάδα Λάρισας – Τυρνάβου, ο ποταμός διασχίζει τα στενά Ροδιάς (Εύρωπος) στον Κάτω Όλυμπο, στην συνέχεια την στενή πεδινή περιοχή των Γόνων – Μακρυχωρίου και τέλος τα στενά των Τεμπών, τα οποία και οριοθετούν τους ορεινούς όγκους Κάτω Ολύμπου και Όσσα (Κίσσαβος).

Τέλος ο Πηνειός εισέρχεται, διασχίζει το πεδινό τμήμα του δέλτα του και εκβάλλει στο Αιγαίο ύστερα από μια διαδρομή 235 km σχηματίζοντας μικρό δέλτα.

Η μέση ετήσια απορροή στις εκβολές του είναι $108 \text{ m}^3/\text{s}$ με μεγάλες μηνιαίες διακυμάνσεις. Τα στενά των Τεμπών καθώς και τα άλλα δυο στενά κατά μήκος του ποταμού (Καλαμακίου και Ροδιάς) αποτελούν την αιτία για τις περισσότερες πλημμύρες που εμφανίζονται στην πεδιάδα, κυρίως στις περιοχές Ζάρκου και Γόνων. Επιπλέον η παρουσία γεφυρών χαμηλού ύψους, η κατασκευή πρόχειρων φραγμάτων για άντληση νερού από τους αγρότες και το χαμηλό ύψος του αποστραγγιστικού δικτύου ενισχύουν την τάση για πλημμύρες.

Η λεκάνη απορροής του Πηνειού αποτελεί το σημαντικότερο υδροσύστημα επιφανειακών νερών της Θεσσαλίας και ένα από τα σημαντικότερα της χώρας. Έχει έκταση 10.763 km^2 , μήκος 260 km και 11 υπολεκάνες διαφορετικής δυναμικότητας και έκτασης (Ενιππέα, Φαρσαλιώτη, Σοφαδίτη, Καλέντζη, Παμίσου, Πορταϊκού, Μουργκάνι, Ληθαίου, Νεοχωρίτη, Τιταρήσιου, Ιωνά) και καταλαμβάνει το 82% του Υδατ. Διαμ. Θεσσαλίας. Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής είναι 589 m και η κλίση της 6,92%.

Το δέλτα του Πηνειού, είναι σχετικά μικρό και αποτελείται από επίπεδες εκτάσεις με θίνες που τις διακόπτουν οι συστάδες των ψηλών δέντρων κάτω από τις οποίες κυλάει το ποτάμι. Το υγρό στοιχείο πριν συναντήσει το Αιγαίο Πέλαγος διακλαδίζεται και επεκτείνεται, διεισδύει στις εκτάσεις της αγροτικής γης και τους οικισμούς, δημιουργώντας ένα υδάτινο πλέγμα υδροβιοτόπων. Η άμεση συσχέτιση της περιοχής με τους ορεινούς όγκους του Ολύμπου και του Κίσαβου αλλά και με την κοιλάδα των Τεμπών τονίζει περαιτέρω την τεράστια γεωγραφική και περιβαλλοντική σημασία του. Ο υδροβιότοπος ξεχωρίζει για τη βιοποικιλότητά του. Έχει καλάμια, σκλήθρα, πλατάνια, λεύκες, ιπιές, σπάρτα και φιλοξενεί τουλάχιστον 225 είδη πουλιών, πολλά από τα οποία είναι σπάνια ή προστατευόμενα (ανάμεσά τους κορμοράνοι, ερωδιοί και φλαμίνγκο). Η περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως βιότοπος CORINE (1998) και ως περιοχή 'ειδικής προστασίας' βάσει της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ.

Προστατεύεται από τη συνθήκη Ramsar και έχει περιληφθεί επίσης στον κατάλογο των προτεινόμενων περιοχών για ένταξη στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευομένων περιοχών Natura 2000. Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Είναι καταφύγιο θηραμάτων και απαγορεύεται η αλιεία στη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής. Στο δέλτα του Πηνειού εντάσσονται ο δήμος του Κάτω Ολύμπου και ο δήμος Ευρυμενών.

4. Γεωλογία

Η γεωλογία της Θεσσαλίας είναι αρκετά σύνθετη. Εμφανίζονται μαγματικά, μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα, προαλπικά και αλπικά, από το Παλαιοζωικό μέχρι το Ηώκαινο, ταξινομημένα στις γεωτεκτονικές ζώνες της Πελαγονικής, της Υποπελαγονικής, Βοιωτικής και Πίνδου καθώς και τις ενότητες Ολύμπου – Όσσας και Αμπελακίων. Αυτά καλύπτονται από νεότερα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα και τοπικά με λάβες. Αυτά παραμορφωμένα έντονα με συνεχείς και ασυνεχείς φάσεις συγκροτούν τη γεωλογική δομή της Θεσσαλίας. Στην περιοχή του Κάτω Ολύμπου – Όσσας – Μαυροβουνίου απαντώνται προαλπικοί και αλπικοί σχηματισμοί που εντάσσονται στις ακόλουθες, από την κατώτερη, η οποία έχει δομή τεκτονικού παραθύρου, προς την ανώτερη, γεωτεκτονικές ενότητες: α) Ολύμπου – Όσσας, β) Αμπελακίων και γ) Πελαγονικής. Νεότεροι σχηματισμοί υπερκείμενοι των προαναφερθέντων προαλπικών και αλπικών ενοτήτων είναι ακολουθίες ή και αποθέσεις ιζηματογενών σχηματισμών του Νεογενούς και Τεταρτογενούς. Οι σχηματισμοί αυτοί απαντώνται στα ανώτερα τμήματα των πεδινών λεκανών και σε τμήματα των ορεινών λεκανών και των πρανών και κρασπέδων τους.

Προαλπικοί και Αλπικοί σχηματισμοί

Ενότητα Ολύμπου – Όσσας

Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής γεωλογικά δομούν μεγάλα τμήματα του Κάτω Ολύμπου και της Όσσας, ενώ δεν εμφανίζονται στο Μαυροβούνι. Συνιστούν την κατώτερη γεωτεκτονική ενότητα. Πρόκειται για μια συνεχή σειρά ανθρακικών σχηματισμών, από το Μεσοζωικό έως και το Ηώκαινο, η οποία στα ανώτερα μέλη της περνά σε ιζήματα φλύσχη. Το ορατό πάχος της ξεπερνάει τα 3000m. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι ελαφρά μεταμορφωμένοι και για αυτό αναφέρονται ως κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, φυλλίτες, μεταψαμμίτες και σχιστόλιθοι.

Ενότητα Αμπελακίων

Η ενότητα αυτή τοποθετείται ως ενδιάμεση γεωτεκτονική ενότητα και παρουσιάζει ιδιομορφία ως προς τη γεωλογική σύσταση και την τεκτονομεταμορφική δομή της. Οι σχηματισμοί της καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση του Κάτω Ολύμπου και της Όσσας με πάχος που υπερβαίνει κατά θέσεις τα 800 m. Χαρακτηριστικό της ενότητας είναι η εξολοκλήρου μεταμόρφωσή της σε συνθήκες υψηλών πιέσεων – χαμηλών θερμοκρασιών. Αποτελείται από μεταβασικά πετρώματα, πρσινίτες,



γλαυκοφανίτικους σχιστόλιθους και παρεμβολές μαρμάρων. Τα πετρώματα είναι έντονα πτυχωμένα, τοπικά τεκτονισμένα και σχιστοποιημένα, με παρουσία συχνά εσωτερικών τεκτονικών ασυνεχειών μικρής γωνίας.

Πελαγονική ζώνη

Ανώτερο τεκτονικό κάλυμμα, υπερκείμενο στις ενότητες Αμπελακίων και Ολύμπου – Όσσας, συγκροτείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο Παλαιοζωικού, τους γνευσιωμένους γρανίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου, τα ημιμεταμορφωμένα Πέρμο – Τριαδικά πετρώματα, τα ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού – Ιουρασικού, οφειολιθικούς σχηματισμούς και επικλυσιογενή ιζήματα Μέσου – Άνω Κρητιδικού.

Μεταλπηκοί σχηματισμοί και αποθέσεις

Η δημιουργία λεκανών ή αλλιώς τάφρων στο χώρο της Θεσσαλίας άρχισε το Μειόκαινο με την επενέργεια ρηγμάτων BBA - NNΔ/κής και A - Δ/κής διεύθυνσης. Τα πρώτα δημιούργησαν το αξονικό βύθισμα της ζώνης που ορίζουν ορεογραμμές, όπως αυτή του Ολύμπου – Όσσας – Μαυροβουνίου - Πηλίου και λεκάνες, όπως αυτές της Θεσσαλίας και του Αιγαίου, ενώ τα δεύτερα προκάλεσαν την μονοκλινή - κλιμακωτή διάταξή τους από Βορρά προς Νότο. Χαρακτηριστικό της όλης περιοχής αποτελούν τα εγκάρσια βυθίσματα (A - Δ/κής διεύθυνσης) τα οποία διαχωρίζουν και τους ορεινούς όγκους, που είναι η κοιλάδα των Τεμπών και η λεκάνη (ο διάυλος) της Ανάβρας – Αγιάς και η παρουσία ορεινών λεκανών, με Τεταρτογενή λιμνοχερσαία ιζήματα. Η κοιλάδα των Τεμπών έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και διασχίζεται από τον ποταμό Πηνειό που στραγγίζει την πεδιάδα της Θεσσαλίας και χύνεται στο Αιγαίο πέλαγος. Το πλάτος της κυμαίνεται από 100-500m και τα τοιχώματα της έχουν μεγάλες μορφολογικές κλίσεις. Το μεγαλύτερο τμήμα της κοιλάδας δομείται από τους κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους της ενότητας Ολύμπου - Όσσας, Ιουρασικής - Μεσοηκαινικής ηλικίας, οι οποίοι είναι αποκαρστωμένοι και κερματισμένοι. Λεπτομερέστερη παρατήρηση των τοιχωμάτων της κοιλάδας δείχνει ότι η απότομη κλίση διακόπτεται και αναπτύσσονται υποτυπώδεις έως εμφανέστερες αναβαθμίδες οι οποίες αντιστοιχούν στις διάφορες φάσεις της μορφολογικής εξέλιξης της κοιλάδας.

Η λεκάνη της Ανάβρας-Αγιάς η οποία έχει ΒΑ διεύθυνση και χαρακτηρίζεται από βαθειά διαρρηγμένα ρέματα τα οποία παρουσιάζουν ευρείες κοίτες και η ροή τους γίνεται κύρια προς το Αιγαίο. Οι ορεινοί όγκοι της περιοχής, διασχίζονται από πυκνό δίκτυο εγκάρσιων ρεμάτων (φαραγγιών) τα οποία κατά κύριο λόγο τους αποστραγγίζουν. Στα ορεινά υψίπεδα και πολύ λιγότερο στα πρηνή τους, απαντώνται μικρές λεκάνες οι οποίες στραγγίζονται από στενά ρέματα και οι οποίες κυρίως εντοπίζονται κυρίως σε υψόμετρο από 600 έως και 1.000m.

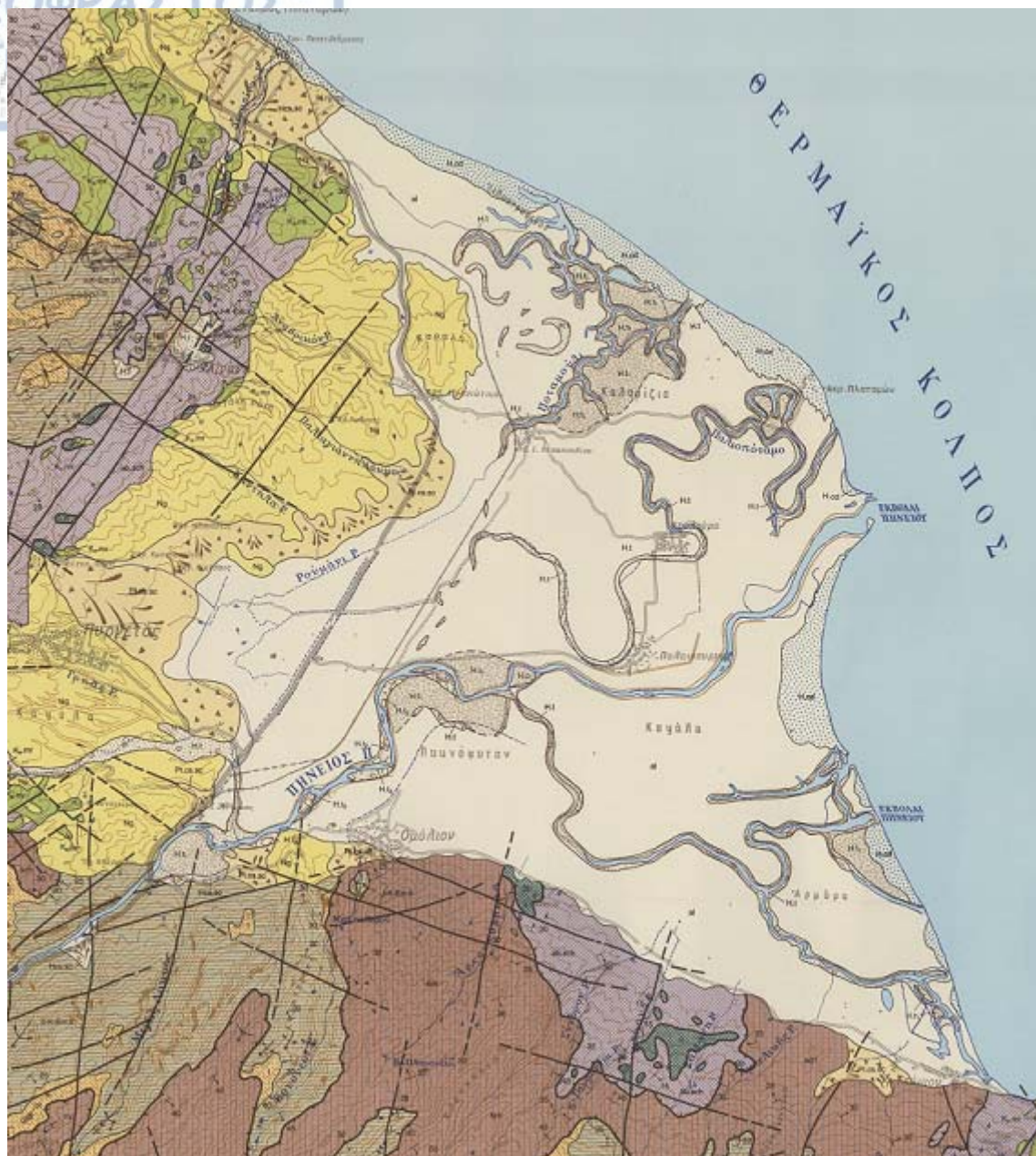
Νεογενείς σχηματισμοί

Πρόκειται για ιζήματα συνεκτικά έως ημισυνεκτικά, τα οποία στη βάση τους είναι χερσαίας και λιμναίας φάσης με έντονο συνιζηματογενή τεκτονισμό, αποτελούμενα από μάργες εντός των οποίων απαντούν ολισθόλιθοι από ανθρακικά συνεκτικά λατυποπαγή, οφειόλιθους και μάρμαρα, ποικίλου μεγέθους. Προς τα επάνω αυτές περνούν σε κροκαλολατυποπαγή με εμφανή στρώση, κυρίως στη βάση τους και με μέγεθος των κροκαλολατυπών να αυξάνει στρωματογραφικά για να περάσουν σε κοκκινοχώματα με συμμετοχή κροκαλολατυποπαγών και τέλος σε καθαρά κοκκινοχώματα. Το πάχος των κοκκινοχωμάτων αυτών υπερβαίνει κατά θέσεις τα 40μ.. Υπερκείμενες των κοκκινοχωμάτων απαντούν μάργες, ικανού πάχους, στα ανώτερα μέλη των οποίων παρεμβάλλονται στρώσεις κυρίως από κροκαλοπαγή, με κροκάλες μικρού μεγέθους και ποικίλης λιθολογικής σύστασης. Στη συνέχεια εμφανίζονται εναλλαγές μάργων και άμμων με παρεμβολές κροκαλοπαγών, μικρού κατά κανόνα μεγέθους και ποικίλης λιθολογικής σύστασης (υφάλμυρη φάση). Το συνολικό πάχος των νεογενών σχηματισμών φθάνει και τα 300m.

Τεταρτογενείς σχηματισμοί και αποθέσεις

Πρόκειται για ημισυνεκτικά έως και χαλαρά χερσαία, τοπικά λιμναία και παράκτια ιζήματα, τα οποία στην πεδινή περιοχή απαντώνται ως αλλουβιακές αποθέσεις, αποθέσεις, ποτάμιες αναβαθμίδες και τοπικά ως λιμναία ιζήματα, στα πρηνή ως πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων και τοπικά και ως ελουβιακά καλύμματα ικανού πάχους, στους χείμαρρους ως αποθέσεις κοίτης και στις ορεινές λεκάνες ως λιμνοχερσαία ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας. Παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα, τα οποία τοπικά παίρνουν μεγάλη έκταση και πάχος, αναπτύσσονται κατά κανόνα στα κράσπεδα των ορεινών όγκων και στις εξόδους των χειμάρρων προς την πεδινή περιοχή. Αποτελούνται κυρίως από λατύπες και λιγότερο από κροκάλες, ποικίλης λιθολογικής σύστασης και μεγέθους, με συμμετοχή και λεπτομερέστερων κλαστικών.

Κατά μήκος των ακτών απαντούν παράκτιοι σχηματισμοί από άμμους με συμμετοχή κατά θέσεις αργιλικού υλικού και κελύφη αρτίγονων σχηματισμών. Σε θέσεις όπου αυτοί παίρνουν μεγάλη έκταση αναγνωρίστηκαν μικροθίνες, ενώ κατά μήκος της ακτής έχουμε τη δημιουργία ζώνης κυματισμού με παρουσία παράκτιας αναβαθμίδας ύψους μέχρι και 1,5m. Η συνεχής αλλαγή της ροής του ποταμού Πηνειού δημιούργησε σύστημα αναβαθμίδων που φθάνουν σε ύψος και τα 5m κυρίως στη δελταϊκή όπου και αναπτύσσονται εκτεταμένες τεταρτογενείς αποθέσεις, από αργίλους, άμμους και κροκαλολατύπες. Η επικρατούσα γεωδυναμική κατάσταση στην περιοχή μεταξύ Ολύμπου και Όσσας με αριστερόστροφη στρέψη της δεύτερης σε σχέση με την πρώτη και την Τεταρτογενή περίοδο, είχε άμεση επίδραση στο δέλτα του Πηνειού ποταμού. Η σχετικά δεξιόστροφη κίνηση του Ολύμπου έδωσε σαφείς προς τα ΝΑ κλίσεις στο δέλτα έτσι ώστε αυτό να μεταφερθεί νοτιότερα προς την περιοχή της Όσσας.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ	ΝΕΟΓΕΝΕΣ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ - ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ
Ασύνδετα υλικά κοίτης και αναβαθμίδων χειμάρρων, κώνιοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα Παράκτιοι σχηματισμοί από άμμους με συμμετοχή αργιλικού υλικού Αλλουβιακές αποθέσεις λεκάνης Λάρισας και Ομόλιου	Χερσαίοι και λιμναίοι σχηματισμοί ΕΠΟΤΗΤΑ ΟΣΣΑΣ - (ΟΛΥΜΠΟΥ) ΜΕΣΟ ΗΚΑΙΝΟ Φλύσσης επιζωνικά μεταμορφωμένος ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ - ΜΕΣΟ ΗΚΑΙΝΟ Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ΕΠΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΗ Μπλε σχιστόλιθοι, γνευσισχοιστόλιθοι - γνεύσις και πρισπινίτες	ΑΝΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ Μάρμαρα ΠΡΟΑΙΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΛΥΜΜΑ Μεταμορφωμένα οφιολιθικά πετρώματα Αμφιβολίτες - αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι ΜΕΣΟ ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ Μάρμαρα	Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, γνευσισχοιστόλιθοι και αμφιβολίτες ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ Γνεύσις - γνευσισχοιστόλιθοι με ποικιλίες αμφιβολιτικών σχιστολιθών έως αμφιβολιτών
ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ			
Παλαιοί κώνιοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα Ποταμιολιμναίες αποθέσεις λεκάνης Λάρισας Αποθέσεις κλειστών λεκανών			

Χάρτης 4.1: Γεωλογικός Χάρτης περιοχής εκβολών Πηνειού 1:50.000 (φύλλο Ραψάνης)

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

5.1 Συνοπτική ιστορική εξέλιξη

Η δημιουργία της πεδινής περιοχής του Δέλτα του Πηνειού ποταμού οφείλεται στην προσχωματική δράση του Πηνειού ποταμού που δημιουργήθηκε λόγω του γεωλογικού ρήγματος μεταξύ της Οροσειράς του Ολύμπου και του Κισσάβου όπου τα νερά της Θεσσαλικής λίμνης βρήκαν διέξοδο προς τη θάλασσα και είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της Θεσσαλικής πεδιάδας του Δέλτα και την διεύρυνση της κοιλάδας των Τεμπών.

Όπως αναφέρετε από τον Ιστορικό Ηρόδοτο, ο οικισμός του Ομολίου ήταν παραθαλάσσιος και στο ύψος του οικισμού ήταν οι εκβολές του Πηνειού ποταμού, ενώ την περίοδο της μυθικής 'Αργοναυτικής εκστρατείας' (8ο περίπου αιώνα π.Χ.) οι εκβολές του Πηνειού έφταναν στο ύψος του οικισμού της Αιγάνης. Σήμερα, λόγω των φερτών υλικών που μεταφέρει ο Πηνειός ποταμός διαμέσου της Θεσσαλικής πεδιάδας και από τη διάβρωση των γειτονικών ορεινών όγκων, οι εκβολές του Πηνειού έχουν επεκταθεί μέχρι το ύψος του οικισμού του Στομίου.

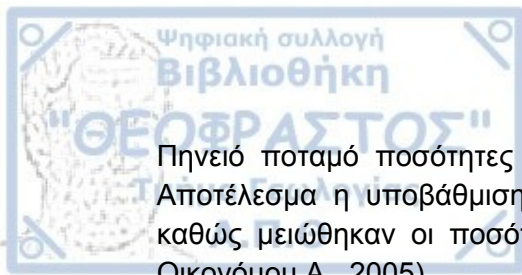
Σύμφωνα επίσης με στοιχεία αρχαιολογικών ερευνών στη Θεσσαλία στα μέσα του 20^{ου} αιώνα (1957 -1959 μ.Χ.) από τον αρχαιολόγο Μιλίοσιτς και άλλους, διαπιστώθηκε ότι η περιοχή κατοικείται από την παλαιολιθική εποχή.(Μπλέτας Χρ.1995, από Οικονόμου Α., 2005) Η ύπαρξη του αναφερόμενου παλαιολιθικού πολιτισμού πριν 30.000 – 100.000 ίσως και 250.000 χρόνων , φανερώνεται από τα λίθινα εργαλεία της εποχής που βρέθηκαν.(Εγκυκλοπαίδεια 'Ηλιος 1950, από Οικονόμου Α., 2005) Στη περιοχή των εκβολών του Πηνειού (βορειανατολική Θεσσαλία) κατοικούσαν οι Πελασγοί (Διονύσιος ο Αλικαρνασσεύς 2003, από Οικονόμου Α., 2005) και τους διαδέχτηκε η εγκατάσταση Δωρικών πληθυσμών εκατέρωθεν των εκβολών του Πηνειού ποταμού, στις πλαγιές του Ολύμπου και της Όσσας. (Ηρόδοτος Ζ 2007, από Οικονόμου Α., 2005)

Η ιστορική κατοίκηση της περιοχής των εκβολών του Πηνειού Ποταμού συνεχίστηκε από τους Ρωμαίους, Γότθους (395 μ.Χ.), Νορμανδούς (1083 μ.Χ.) και Τούρκους (από την αρχή της κατάκτησης της Θεσσαλίας μέχρι το 1923 με την εφαρμογή της συμφωνίας ανταλλαγής των πληθυσμών).

Η φυσική ενότητα του Δέλτα Πηνειού διατηρήθηκε μέχρι το 1930. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε αγροτική πολιτική με στόχο την αύξηση της αγροτικής γης, που είχε σαν επίπτωση στην περιοχή την καταστροφή ενός μεγάλου τμήματος της παραποτάμιας δασικής έκτασης και τη μετατροπή της σε γεωργική γη, για να διανεμηθεί στους αγρότες της περιοχής το 1932.

Μέχρι το 1940, η χωροταξική δομή σε τοπικό επίπεδο διακρινόταν την συγκέντρωση των κοινωνικών και οικονομικών δραστηριοτήτων στην περιφερειακή και τοπικά ημιορεινή ζώνη, με δευτερεύοντα οικονομική δράση στην πεδινή περιοχή του Δέλτα.

Μεταπολεμικά, σταδιακά εγκαταλείφθηκαν οι ορεινές περιοχές και οι δραστηριότητες εστιάζονται στη γεωργική εκμετάλλευση της πεδιάδας του Δέλτα Πηνειού. Κατά την ίδια περίοδο, κατασκευάστηκε η τάφρος Σμίξη με στόχο την αντιπλημμυρική προστασία της βόρειας κοίτης του Πηνειού, η οποία παρείχε στον



Πηνεϊό ποταμό ποσότητες νερού από τη λεκάνη απορροής του κάτω Ολύμπου. Αποτέλεσμα η υποβάθμιση των υγροτόπων στο συγκεκριμένο τμήμα του Δέλτα, καθώς μειώθηκαν οι ποσότητες του νερού. (Βοϊβόνδα Α., Γκιώνης Γ. 2001, από Οικονόμου Α., 2005)

Μετά το 1970 με την εφαρμογή της τουριστικής πολιτικής και δεδομένο ότι η πόλη της Λάρισας είχε αρχίσει να μετεξελίσσεται σε Μητροπολιτικό κέντρο και έχοντας σαν θαλάσσια διέξοδο τον Πλαταμώνα και το Δέλτα του Πηνεϊού, το οικονομικό ενδιαφέρον της περιοχής εστιάστηκε κυρίως στην παραλιακή ζώνη του Δέλτα, αφού ο Πλαταμώνας είχε σχεδόν κορεστεί με στόχο την τουριστική εκμετάλλευση και την παραθεριστική κατοικία. Συνεπώς, η περιοχή αρχίζει να βγαίνει από την απομόνωση της προηγούμενης περιόδου και αρχίζει η μεταβολή της, σε περιοχή παραθεριστικής κατοικίας και τουριστικής δραστηριότητας.

5.2 Οικολογική και κοινωνικο-οικονομική αξία

Η περιοχή των εκβολών του Πηνεϊού Ποταμού αποτελεί έναν υγρότοπο με μεγάλη βιοποικιλότητα που η διαφύλαξη του παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας του. Συγκεκριμένα η περιοχή του Δέλτα Πηνεϊού:

- Διαθέτει όλα τα φυσικό – βιολογικά χαρακτηριστικά, ώστε να περιλαμβάνεται στις περιοχές που ισχύει το καθεστώς προστασίας των διεθνών συμβάσεων της Βόννης, της Βέρνης, της Βαρκελώνης, της Ουάσιγκτον (CITES).
- Έχει χαρακτηριστεί ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (ΤΙΦΚ) (www.itia.ntua.gr/filotis/main.html)
- Ανήκει στη λίστα των βιοτόπων CORINE (1988) και αποτελεί περιοχή “ειδικής προστασίας” σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, και στις περιοχές Natura 2000 (GR1420002). Περιλαμβάνει υγροτοπικούς οικοτόπους, δασάκια από άγριες ελιές, καλλιεργούμενους ελαιώνες, βοσκότοπους, παράκτια και παραποτάμια δάση, θίνες και αμμώδεις χερσότοπους. (Ντάφης Σ., Εύα Παπαστεργιάδου, Κ. Γεωργίου, Δ. Μπαμπαλώνας, Θ.Γεωργιάδης, Μαρία Παπαγεωργίου, Θάλεια Λαζαρίδου και Βασιλική Τσιαούση 1997)
- Σε διεθνές επίπεδο ανήκει στις Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά (ΣΣΠ), (ICBP-IWRB) εφόσον πολλά αρπακτικά πουλιά φωλιάζουν εκεί και πολλά παρυδάτια είδη πτηνών χρησιμοποιούν τα έλη του. Στην περιοχή παρατηρήθηκαν 226 είδη πουλιών που ανήκουν σε περισσότερα από 50 γένη. (Βοϊβόνδα Α, Γκιώνης Γ, 2001)
- Έχει χαρακτηριστεί ως καταφύγιο ή εκτροφείο θηραμάτων, και απαγορεύεται η αλιεία κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. (Ζαλίδης ΧΓΑΛ, Μαντζαβέλας ΑΛ, 1994)
- Από ιχθυολογική άποψη, η ιχθυοπανίδα των γλυκών (Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, ΙΙ, τεύχ. 1-2 2005, Tech. Chron. Sci. J. TCG, ΙΙ, No 1-2 39) νερών του ποταμού και της θαλάσσιας περιοχής είναι πλούσια σε πληθυσμούς και σε είδη. Η ιχθυοπανίδα των γλυκών νερών περιλαμβάνει 37 είδη ψαριών και άλλα 11 με πιθανή παρουσία, ενώ η ιχθυοπανίδα της θαλάσσιας περιοχής, περιλαμβάνει 123 είδη ψαριών από τα οποία μόνο τα 10 από αυτά έχουν πιθανή παρουσία σήμερα. (ΙΓΜΕ, 1982)

- Από γεωλογική άποψη, ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και αποτελείται κυρίως από αποθέσεις άμμου, αργίλου, και κροκαλοπαγή πετρώματα. (Αγγελίδης Μ, 2004)

Εκτός από την οικολογική αξία της περιοχής, παίζει σημαίνοντα ρόλο για την άρδευση, την κτηνοτροφία, την υλοτομία, την αμμοληψία, την ύδρευση, την αναψυχή, τον τουρισμό, την εκπαίδευση και την επιστήμη.

Ακόμα, παρουσιάζει και πολιτιστική αξία, διότι οριοθετείται μεταξύ τριών σημαντικών μυθικών και ιστορικών τόπων της Ελλάδας: του Ολύμπου, της Όσσας και των Τεμπών. Επίσης, στην περιοχή υπάρχει ο αρχαιολογικός χώρος του Ομολίου, και η μεγάλης αρχιτεκτονικής σημασίας Ιερά Μονή Αγ. Δημητρίου στο Στόμιο.

5.3 Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο του δέλτα

Τα τελευταία χρόνια, η περιοχή του Δέλτα Πηνειού έχει υποστεί σημαντική υποβάθμιση των φυσικών της πόρων εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, που απειλούν με εξαφάνιση το πολύτιμο υγροτοπικό σύμπλεγμα των εκβολών του Πηνειού. Όπως θα αναλύσουμε παρακάτω, τη μεγαλύτερη υποβάθμιση στο περιβάλλον την έχει επιφέρει η δόμηση (η ίδρυση νέων οικισμών και επέκταση των παλαιών) αλλά και η ένταση των χρήσεων γης (καλλιέργεια, μεταποίηση, τουρισμός). (ΔΕΥΑΛ, 1996,1997,1998)

Στην αλλοίωση του περιβάλλοντος έχουν συμβάλει επίσης και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως είναι οι αμμοληψίες, οι στραγγίσεις, η επέκταση των αγροτικών καλλιεργειών, η εγκατάσταση ή επέκταση στάβλων – εκτροφείων, το παράνομο κυνήγι, η παράνομη ή αλόγιστη υλοτομία, οι επιχωματώσεις και οι παράνομες καταλήψεις με σκοπό την οικοπεδοποίηση ή την αύξηση των εκτάσεων για βόσκηση με αποτέλεσμα την υπερβόσκηση. (Delco ΕΠΕ, 1993) Έτσι, ακολουθήθηκαν πρακτικές όπως κόψιμο των δένδρων, σκόπιμων πυρκαγιών, κόψιμο των φυλλομένων κλαδιών σε μεγάλες ποσότητες για τροφή των ζώων. Ταυτόχρονα, κατασκευάστηκαν διάφορα έργα, όπως χώροι στάθμευσης, δρόμοι, κ.ά. που αποσπούν την ενότητα του φυσικού περιβάλλοντος. Σταδιακά, η ασυντόνιστη είσοδος οποιουδήποτε τροχοφόρου μέσου σε όλη την έκταση της παραλίας είχε ως συνέπεια την καταστροφή των βιοτόπων της χλωρίδας και της πανίδας. Ακόμα, η απρογραμματίστη αλίευση μέχρι επιπέδου υπεραλίευσης και ειδικά σε περιόδους αναπαραγωγής των ψαριών και η χρήση απαγορευμένων και καταστροφικών αλιευτικών μεθόδων οδήγησε στην υποβάθμιση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας της περιοχής. (ΥΔΕ, 1979)

Αποτέλεσμα των πιέσεων των παραπάνω δραστηριοτήτων είναι η συνεχής ρύπανση των υδάτινων πόρων και η υποβάθμιση του παράκτιου περιβάλλοντος. Καταληκτικός αποδέκτης όλης αυτής της ρύπανσης της περιοχής είναι ο Πηνειός ποταμός. Τον κυρίαρχο ρόλο στη ρύπανση κατέχουν τα αστικά απόβλητα, τα απόβλητα των βιομηχανιών και των κτηνοτροφικών μονάδων και γενικά οι επιφανειακές απορροές της κτηνοτροφικής και της γεωργικής δραστηριότητας όπου περιέχουν σημαντικές ποσότητες φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.

Κατόπιν μετρήσεων της ΔΕΥΑΛ κατά τα έτη 1996, 1997 και 1998, εντοπίστηκαν υπερβάσεις των μικροβιολογικών παραγόντων και χαμηλό ποσοστό διαλυμένου οξυγόνου σε διάφορα σημεία του Πηνειού ποταμού, με συνέπεια το νερό να κριθεί

απαγορευτικό φυσικά για πόση όσο και για κολύμβηση, επιτρέποντας την χρήση του μόνο για άρδευση. Πρέπει να σημειωθεί βέβαια ότι η οργανική ρύπανση (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνία, ορθοφωσφορικά) και η ρύπανση από βαρέα μέταλλα είναι χαμηλή. (ΦΕΚ 859 Δ.22.10.1990)

Τέλος, σημαντικές επιπτώσεις από τον αυτοκινητόδρομο της ΠΑΘΕ και τη σιδηροδρομική γραμμή Αθηνών – Θεσσαλονίκης, που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 300 μέτρων από τη δυτική πλευρά του Δέλτα Πηνειού, δεν υφίστανται. (ΚΕΔ, 1993)

5.4 Δόμηση στον παράκτιο χώρο του δέλτα

Με βάση τις αεροφωτογραφίες των ετών 1945, 1960, 1979, 1999, 2003 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού παρατηρείται ότι:

Στην περιοχή έρευνας (το 1945) υπήρχαν οι οικισμοί της Ομόλης, του Παλαιόπυργου του Στομίου και της Κολούρας, στους οποίους διέμεναν οι κάτοικοι της περιοχής, οι οποίοι καλλιεργούσαν την πεδιάδα. Η παραλία ήταν αδόμητη και οι εκβολές του Πηνειού ποταμού ήταν κοντά στον οικισμό του Στομίου.

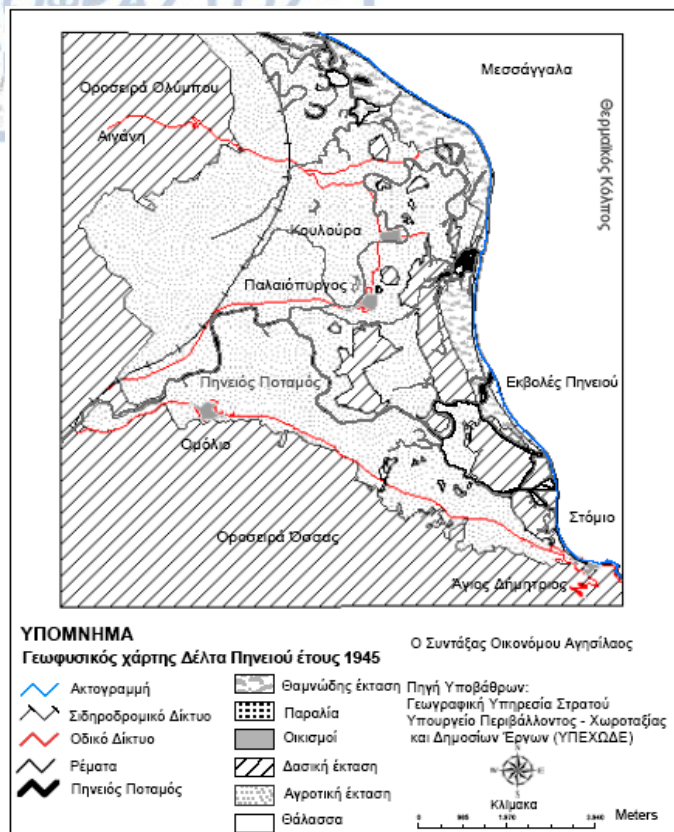
Στη συνέχεια, το 1960 παρατηρείται αλλαγή της κοίτης του Πηνειού ποταμού στη σημερινή θέση και αύξηση της γεωργικής έκτασης.

Για το 1979 δείχνει ότι εμφανίζονται ελάχιστοι οικισμοί μόνο στην περιοχή των Νέων Πόρων και επέκταση των ορίων των οικισμών, ενώ η παραλιακή ζώνη στην περιοχή Καστρί – Λουτρό – Μεσάγγαλα ήταν ακόμη αδόμητη.

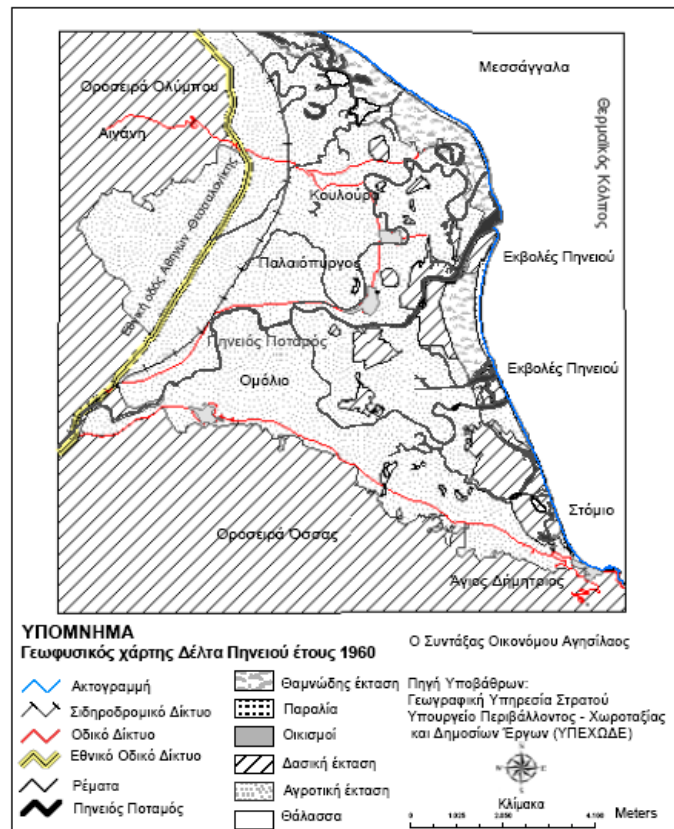
Τέλος, οι αεροφωτογραφίες του έτους 2003 δείχνουν την εμφάνιση ενός νέου οικισμού στην περιοχή του Στρίντζου, και την οικοδόμηση της περιοχής Μεσάγγαλα – Καστρί – Λουτρό) σε δημόσια έκταση, σε ένα τμήμα της αγροτικής περιοχής.

Η σύγκριση των αεροφωτογραφιών 1979 και 2003 αποδεικνύει την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος (μπαζώματα ρεμάτων και μικρών λιμνών, με αντίστοιχη καταστροφή των βιοτόπων, και δημιουργία οδικού δικτύου).

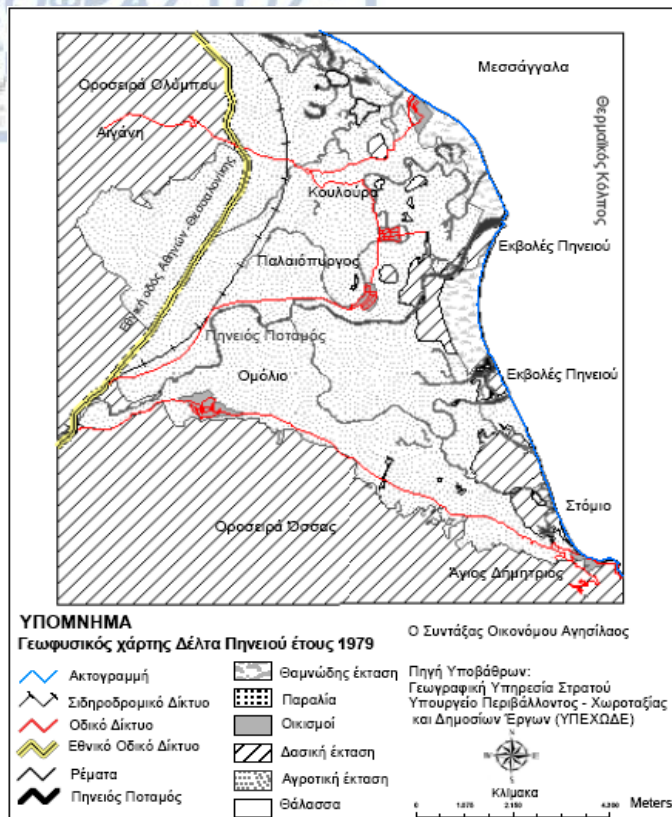
Σύμφωνα με τη Natura 2000 η περιοχή του Δέλτα Πηνειού θεωρείται ένα φυσικό οικοσύστημα, και ο ποταμός είναι σημαντικός για τα μοναδικά παραποτάμια δάση του, επομένως, όπως αναφέραμε παραπάνω, η καταστροφή των ρεμάτων και των μικρών λιμνών έχει ως αποτέλεσμα την διάσπαση της φυσικής ενότητας και την παρεμπόδιση της ομαλής λειτουργίας της.



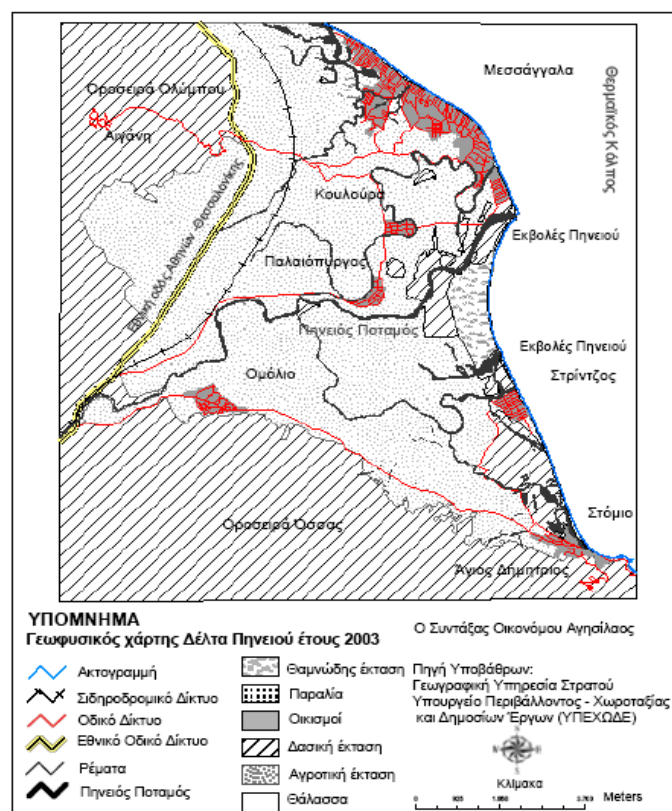
Χάρτης 5.1: Γεωφυσικός χάρτης περιοχής Δέλτα Πηνειού ποταμού (1945), (Οικονόμου Α., 2005).



Χάρτης 5.2: Γεωφυσικός χάρτης περιοχής Δέλτα Πηνειού ποταμού (1960), (Οικονόμου Α., 2005).



Χάρτης 5.3: Γεωφυσικός χάρτης περιοχής Δέλτα Πηνειού ποταμού (1979), (Οικονόμου Α., 2005).



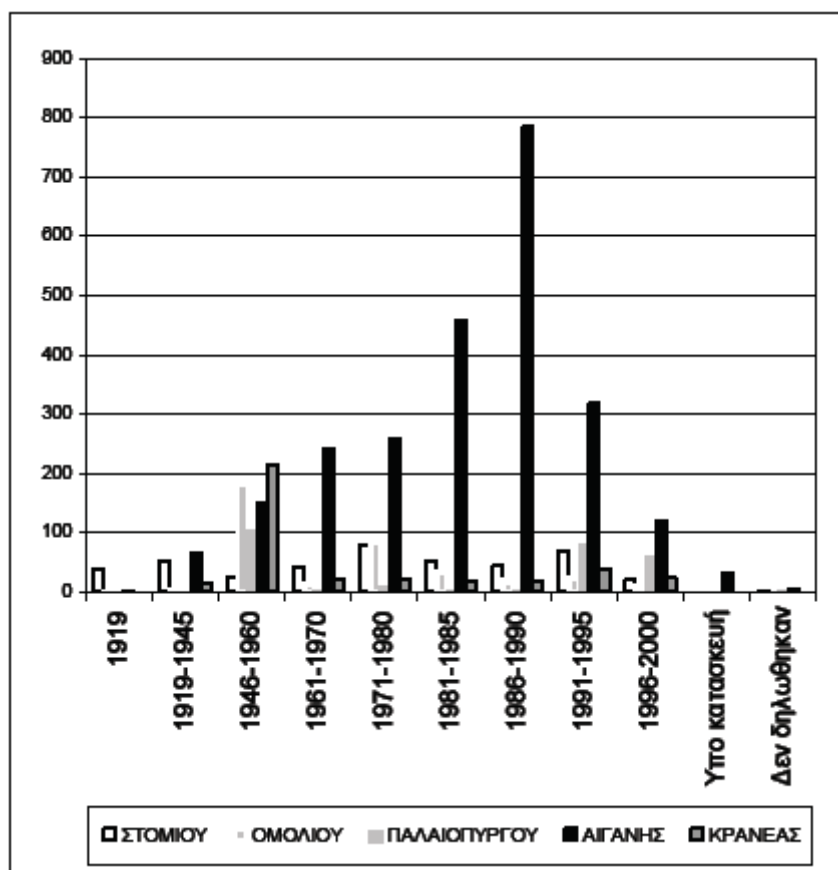
Χάρτης 5.4: Γεωφυσικός χάρτης περιοχής Δέλτα Πηνειού ποταμού (2003), (Οικονόμου Α., 2005).

Η καταστροφή αυτή είναι αντίθετη με το Ν.1650, που έχει ως στόχο την προστασία των οχθών των ποταμών, των λιμνών και των νησίδων ως φυσικούς πόρους, ως στοιχεία οικοσυστημάτων και ως στοιχεία τοπίων. Ο καθορισμός των ορίων των παραπάνω περιοχών ή των τυχόν ζωνών γίνονται με προεδρικό διάταγμα, ύστερα από πρόταση του αρμόδιου Υπουργού.

Στην περίπτωση του Δέλτα Πηνειού το προεδρικό διάταγμα, που είχε συντάξει η ΚΕΔ, δεν ψηφίστηκε, και κατά επέκταση η αδιαφορία της οικείας Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης ή του οικείου Ο.Τ.Α. για την οριοθέτηση των ρεμάτων σύμφωνα με το Ν.3010 έχει ως αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη καταστροφή του περιβάλλοντος, που αναφέρθηκε παραπάνω.

Στις αεροφωτογραφίες είναι ιδιαίτερα εμφανής και η ένταση της δόμησης στην περιοχή, η οποία έχει άμεση σχέση με τη ανάπτυξη.

Η δόμηση της περιοχής κατά το χρονικό διάστημα 1919-2000 παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα.



Διάγραμμα 5.1: Δόμηση στην περιοχή του Δέλτα – Πηνειού κατά τη χρονική περίοδο 1920 – 2000 (ΕΣΥΕ 2001, από Οικονόμου Α., 2005).

Στο διάγραμμα 5.1 παρατηρείται ότι ο οικισμός του Στομίου παρουσιάζει μια σταθερή μικρή αύξηση της δόμησης, κατά τη χρονική περίοδο 1920 – 2000 σε σχέση με τους άλλους οικισμούς. Η δόμηση εντείνεται κατά την περίοδο 1946 – 1960 ενώ στην επόμενη περίοδο παρουσίασαν μια μικρή αύξηση σε αντίθεση με τον οικισμό της Αιγάνης, η οποία στις επόμενες δεκαετίες παρουσιάζει σημαντική αύξηση λόγω της αυθαίρετης δόμησης της δεύτερης κατοικίας. Η οικιστική δομή της περιοχής

διευρύνεται μετά το 1971 με το χαρακτηρισμό νέων οικισμών (Κάτω Αιγάνης, Αγ. Κωνσταντίνος, Ν. Πόροι και Αγ. Δημήτριος) με νέες εγκαταστάσεις κατοίκων. Ως τουριστικοί χαρακτηρίζονται οι οικισμοί Νέα Μεσάγγαλα, και Στόμιο, ενώ οι υπόλοιποι οικισμοί έχουν χαρακτηριστεί ως αγροτικοί οικισμοί.

Σύμφωνα με το παραπάνω γράφημα, παρατηρείται αύξηση του αριθμού των οικιστικών μονάδων. Εμφανίζεται όμως μείωση του μόνιμου πληθυσμού της περιοχής. Η δόμηση αφορά νόμιμη δεύτερη κατοικία, αυθαίρετη παραθεριστική κατοικία και τουριστικά καταλύματα (ενοικιαζόμενα δωμάτια, ξενοδοχειακές μονάδες). Ο οικισμός του Στομίου παρουσιάζει το μεγαλύτερο αριθμό σε νόμιμες δεύτερες κατοικίες ενώ οι υπόλοιποι παρουσιάζουν μικρότερα μεγέθη. Αντιθέτως στην αυθαίρετη παραθεριστική κατοικία όπου ο μεγαλύτερος αριθμός παρουσιάζεται στο παραλιακό τμήμα από τους Νέους Πόρους έως το Στόμιο. Η αυθαίρετη παραθεριστική κατοικία, εμφανίστηκε στη δεκαετία του '70 στις περιοχές Λουτρό – Καστρί και Μεσάγγαλα (Δημοτικό Διαμέρισμα Αιγάνης), η οποία στη συνέχεια έγινε πιο συστηματική στη 10ετία του '80 με επέκταση μέχρι την παραλία της Κουλούρας (Τμήμα Δημοτικού Διαμερίσματος Κρανέας) [10]. Η αυθαίρετη δόμηση στην παραλία νότια των Νέων Πόρων αναγνωρίστηκε ως οικισμός Νέων Μεσαγγάλων. Η δόμηση αυτή είχε ευνοηθεί από την έλλειψη σχεδίων χρήσεων γης και μετά τον καθορισμό της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου (Ζ.Ο.Ε.), η περιοχή χρηματοδοτήθηκε για κατασκευή έργων υποδομής σε αυτή.

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας 1988-1998 αυξήθηκαν σημαντικά η πυκνότητα και το εύρος αυτής της δομημένης περιοχής, ενώ ταυτόχρονα εμφανίστηκαν νέες αυθαίρετες εγκαταστάσεις παραθερισμού στην τοποθεσία Στρίντζος (Δ.Δ. Παλαιοπύργου) (οικοπεδοποίηση 250 στρεμμάτων με 80 περίπου κτίσματα). Σήμερα, ο Στρίντζος εξελίχτηκε σε αυθαίρετο οικισμό με την ονομασία Αλεξανδρινή. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η αυθαίρετη δόμηση να εκτείνεται σε μήκος 7 χιλιομέτρων περίπου από το συνολικό μήκος των 18 χιλιομέτρων των ακτών.

Όπως αναφέρεται στην έρευνα των Βοϊβόνδα και Γκιώνη, οι καταληφθείσες επιφάνειες και η αυθαίρετη δόμηση είναι περίπου 3.000 στρέμματα, με πάνω από 2.000 κτίσματα, ενώ υπάρχει μεγάλος αριθμός για μελλοντική δόμηση. Η ποιότητα των κτισμάτων είναι πολύ χαμηλή και επικρατούν οι πρόχειρες κατασκευές, χωρίς διάταξη, ειδικά στην περιοχή Μεσάγγαλα. (Οικονόμου Α., 2005)

5.5 Επιπτώσεις της δόμησης στην περιοχή του δέλτα του Πηνειού

Η δόμηση της περιοχής συνοδεύτηκε με την εμφάνιση διαφόρων φαινομένων και προβλημάτων στην παράκτια περιοχή των εκβολών. Η αγροτική γη δέχεται έντονες πιέσεις για οικοπεδοποίηση λόγω της οικιστικής ανάπτυξης. Η εκτεταμένη αυθαίρετη δόμηση κατά μήκος της παραλιακής ζώνης έχει δημιουργήσει υποβάθμιση των φυσικών και τουριστικών πόρων κυρίως στην περιοχή της Αιγάνης (Λουτρό, Καστρί, Μεσάγγαλα), Στρίντζο και Σκλήθρα, σε αντίθεση με τους άλλους οικισμούς (Ομόλιο, Στόμιο, Παλαιοπύργο και Κουλούρα) όπου δεν παρατηρήθηκε αυθαίρετη δόμηση ή υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Στα αντιπλημμυρικά έργα της περιοχής η αυθαίρετη δόμηση έχει προκαλέσει προβλήματα, διότι η αντιπλημμυρική προστασία προϋποθέτει την κατασκευή αναχωμάτων σε απόσταση μεταξύ τους 700 – 800μ. συμμετρικά προς την κύρια

κοίτη του ποταμού. Η ζώνη αυτή θα πρέπει να επεκταθεί προς τη θάλασσα που σημαίνει την κατεδάφιση αυθαίρετων οικισμών. (Βοϊβόνδα Α., Γκιώνης Γ., 2001) Σύμφωνα με την Τεχνική έκθεση της Υπηρεσίας Δημοσίων Έργων 1979, λόγω των προβλημάτων από τις πλημμυρικές απορροές του Πηνειού, συνιστάται η αποφυγή της κατασκευής οικισμών στο νότιο τμήμα της πεδιάδας. (ΥΔΕ, 1979)

Στον παραλιακό οικισμό του Στομίου παρατηρούνται πολεοδομικά προβλήματα λόγω της στενότητας του χώρου αναφοράς. Ενώ, οι αγροτικοί οικισμοί παρουσιάζουν φθίνουσα πορεία, οι τουριστικοί οικισμοί παρουσιάζουν τουριστική ανάπτυξη.

5.6 Υπάρχουσες προσπάθειες για την αντιμετώπιση του οικιστικού προβλήματος

Τα τελευταία χρόνια, τόσο η πολιτεία, όσο και οι τοπικοί παράγοντες, έχουν συνειδητοποιήσει από τη μία πλευρά το κρίσιμο σημείο που έχει φτάσει η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και από την άλλη το σημαντικό οικολογικό, και όχι μόνο, ενδιαφέρον της περιοχής. Έτσι, σημαντικές προσπάθειες αναπτύσσονται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στο Δέλτα του Πηνειού.

Το 1990 θεσπίστηκε η Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) (ΦΕΚ 859 Δ.22.10.1990) στην εκτός εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών προϋφισταμένων του 1923 στην περιοχή του παραλιακού τμήματος των οικισμών Αιγάνης και Κρανιάς από το Δέλτα του Πηνειού μέχρι τα όρια του Νομού Πιερίας (Νέους Πόρους). Σύμφωνα με το υπόψη ΦΕΚ, επιτρέπεται η κατασκευή α και β κατοικίας.

Στην ερευνώμενη περιοχή εκπονήθηκαν διάφορες μελέτες όπως η πολεοδομική μελέτη για την περιοχή Λουτρό – Μεσαγγαλα με την καθοδήγηση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Ο καθορισμός της ΖΟΕ στηρίχθηκε σε δεδομένα του έτους 1987 όπου υπήρχαν 650 αυθαίρετα κτίσματα, τα οποία έγιναν 1.240 (ΕΣΥΕ, '91) και 1.600 κτίσματα το 1993 ενώ η πολεοδομική μελέτη προέβλεπε τη δυνατότητα κατασκευής πάνω από 7.000 μονάδες και ρυμοτομούσε τμήματα υγροτόπων. (Βοϊβόνδα Α., Γκιώνης Γ., 2001)

Η Κτηματική Υπηρεσία Ελληνικού Δημοσίου (ΚΕΔ) έκανε μια προσπάθεια για την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων του Δέλτα Πηνειού από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μέσω της σύνταξης διαφόρων μελετών όπως τη χωροταξική οικολογική διαχείριση της περιοχής των εκβολών ποταμού το 1993, (ΚΕΔ, 1993) και αργότερα το 1997, τη μελέτη βελτίωσης και αξιοποίησης περιοχών εκβολών Πηνειού ποταμού, σύμφωνα με την οποία προτάθηκε:

- Η οριοθέτηση και κατοχύρωση των ειδικών ζωνών προστασίας και ενίσχυσης των βιοτόπων που εντοπίστηκαν στην παραλιακή ζώνη και η εξυγίανση – ανάπλαση του ενδιάμεσου χώρου.
- Η διαμόρφωση και εφαρμογή ενός μακροχρόνιου προγράμματος πολύπλευρης ανάπτυξης για το σύνολο της ευρύτερης περιοχής, με επίκεντρο την ορθολογική αξιοποίηση της περιοχής του Δέλτα.

Σύμφωνα με τη μελέτη, ο συνδυασμός των δύο παραπάνω δυνατοτήτων επέμβασης μπορεί να εξασφαλίσει θετικά αποτελέσματα και η προτεινόμενη μετατόπιση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εκτός της κρίσιμης παραλιακής ζώνης των χερσαίων βιοτόπων θα συμβάλλει στην αναβάθμιση της περιοχής, ώστε να

αποκτήσει επιστημονικό, εκπαιδευτικό και αισθητικό ενδιαφέρον, ενώ παράλληλα θα ενισχύσει τους υπάρχοντες οικισμούς της ενδοχώρας.

Σημειώνεται ότι ουδέποτε πραγματοποιήθηκε η θέσπιση προεδρικού διατάγματος με τους όρους που προέβλεπε η έρευνα της ΚΕΔ.

Το 2002 έγινε μια προσπάθεια για τη συνολική τουριστική ανάπτυξη της περιφέρειας της Θεσσαλίας. Μεταξύ των άλλων, στόχευε και στον καθορισμό των στόχων και της κατάλληλης στρατηγικής για το πρόγραμμα δράσης που θα οδηγήσει την περιοχή σε ανάπτυξη.

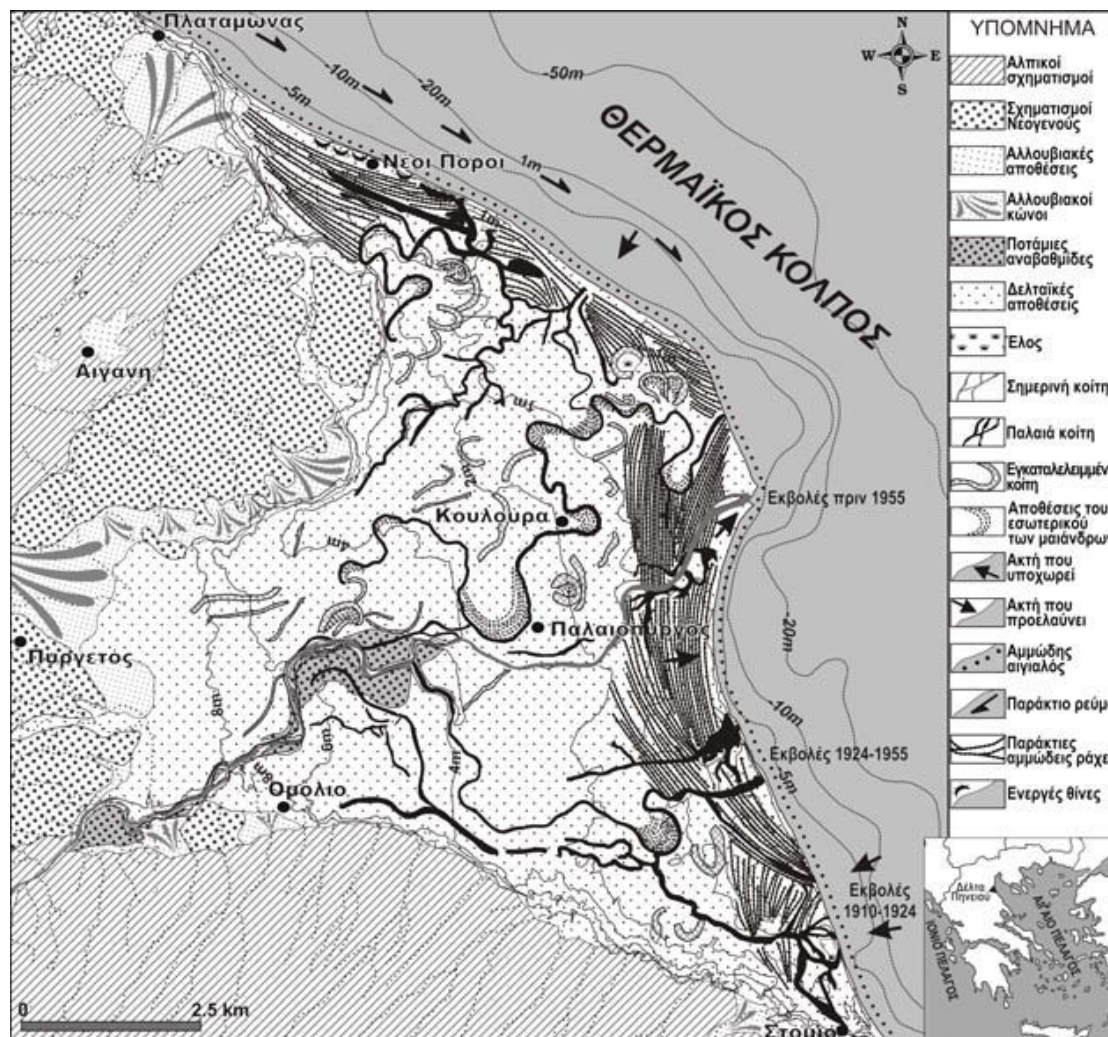
Το 2003 εγκρίθηκε το Περιφερειακό χωροταξικό πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Θεσσαλίας σύμφωνα με το οποίο αναγνωρίζεται η ευαισθησία του περιβάλλοντος και οι οικιστικές πιέσεις (β κατοικία με αυθαίρετη δόμηση). Τίθεται ως στόχος η θεσμοθέτηση χρήσεων γης, η οποία στο άμεσο μέλλον θα λύσει το πρόβλημα, δηλαδή θα σταματήσει η επιδείνωση της κατάστασης του περιβάλλοντος. Ενώ η ανάπτυξη της περιοχής θα πρέπει να στηριχθεί σε δραστηριότητες συμβατές με το χαρακτήρα της, όπως προωθώντας ήπιες μορφές τουρισμού (οικοτουρισμός).

Η οικοτουριστική ανάπτυξη της περιοχής που σήμερα προωθείται μέσω μελέτης από την Αναπτυξιακή Εταιρεία Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης (Α.Ε.Ν.Α.Λ.) Α.Ε. δεν μπορεί από μόνης της να λύσει το πρόβλημα, χρειάζεται παράλληλα ανάπτυξη και των άλλων τομέων όπως του αγροτικού τομέα με νέες βιολογικές καλλιέργειες, την ανάπτυξη της αλιείας, της κτηνοτροφίας, της δασοκομίας, την ανάπτυξη του κλάδου της μεταποίησης (συσκευασία αγροτικών προϊόντων), την ενίσχυση της τοπικής οικονομίας με την ανάδειξη των πολιτιστικών στοιχείων.

5.7 Η σύγχρονη μετατόπιση της ακτογραμμής του δέλτα και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Στη δελταϊκή πεδιάδα του Πηνειού παρατηρούνται αποκομμένοι μαϊανδροί και μνηοειδείς λίμνες (Χάρτης 5). Γενικά η κοίτη του δεν έχει υποστεί τεχνητό περιορισμό ή ευθυγράμμιση και η προηγούμενη της σημερινής πορεία του ποταμού είναι μια μαιανδρική κοίτη που εξέβαλε στην περιοχή Αρμούρα, 4km νότια των σημερινών εκβολών. Η κοίτη αυτή απεικονίζεται σε χάρτες του 1881, 1910, 1924 και 1935 και εγκαταλείφθηκε μερικώς το 1955 οπότε και το ποτάμι μετανάστευσε προς βορρά ακολουθώντας μια αρχαιότερη εγκαταλελειμμένη διαδρομή του. Μια αρκετά παλαιότερη ομάδα εγκαταλελειμμένων κοιτών εντοπίζεται στο βόρειο άκρο του δέλτα. Οι πρόσφατες μετατοπίσεις της κοίτης και η σταδιακή αλλαγή των εκβολών οφείλονται σε φυσικές διεργασίες που σχετίζονται με ακραίες πλημμυρικές παροχές του ποταμού. Η δελταϊκή ακτογραμμή χαρακτηρίζεται σε όλο το μήκος της από την άφθονη παρουσία μέσο έως χονδρόκοκκης άμμου και την ανάπτυξη πολλών παράκτιων αμμωδών ράχων που φθάνουν μέχρι 1,3 km στο εσωτερικό του δέλτα και είναι το αποτέλεσμα της επανεπεξεργασίας και επαναπόθεσης των ποτάμιων ιζημάτων από τον κυματισμό και τα παράκτια ρεύματα. Αναγνωρίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν συνολικά έξι γενείς ράχων με διαφορετικό προσανατολισμό και μήκος ανάπτυξης. Με την προσαύξηση των ράχων αυτών πραγματοποιήθηκε η προέλαση του δέλτα. Η δελταϊκή ακτογραμμή νότια των σημερινών εκβολών προελαύνει λόγω της σταδιακής προσαύξησης παράκτιων αμμωδών ράχων. Η περιοχή των εκβολών έχει προελάσει με μέσο ρυθμό 11 m/έτος μεταξύ των ετών

1959, οπότε και βρέθηκε το ποτάμι στη θέση αυτή, και 1995. Αντίθετα η περιοχή των εγκαταλελειμένων εκβολών (βόρεια του Στόμιου) έχει υποστεί διάβρωση με μέσο ρυθμό 4,0 m/έτος για το διάστημα 1955-1995. (Ε. Καρύμπαλης, Κ. Γάκη-Παπαναστασίου)



Χάρτης 5.5: Γεωμορφολογικός χάρτης του δέλτα του ποταμού Πηνειού. (Ε. Καρύμπαλης)

Η περιοχή του δέλτα αναμένεται άμεσα να αντιμετωπίσει πρόβλημα κατάκλισης από μια ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και κυρίως στα σημεία που έχουν υψόμετρο μικρότερο από 50 cm. Οι εκτάσεις της υψομετρικής αυτής ζώνης περίπου σε 6,5 km² για το δέλτα του Πηνειού. Πέραν όμως των χαμηλών αυτών περιοχών σημαντικές θα είναι και οι επιπτώσεις στις μεγαλύτερες υψομετρικές ζώνες των 0,5-1m και 1-2m δεδομένου ότι ακόμη και αν δεν κατακλυσθούν άμεσα θα αναδιανεμηθούν οι χρήσεις γης εντός αυτών. Ο πίνακας 5.1 περιλαμβάνει τις εκτάσεις των χρήσεων γης ανά υψομετρική ζώνη για το δέλτα. (Ε. Καρύμπαλης, Κ. Γάκη-Παπαναστασίου)

Πίνακας 5.1 : Κατανομή των χρήσεων γης (σε km²) στις υψομετρικές ζώνες 0-0,5, 0-1 και 0-2m.

Χρήση γης	Υψομετρική ζώνη 0-0,5 m	Υψομετρική ζώνη 0-1 m	Υψομετρική ζώνη 0-2 m
Αστική δόμηση	0,02	0,05	0,05
Μόνιμες καλλιέργειες	4,56	10,57	2,58
Αιγιαλοί	0,97	1,071	1,26
Δάσος πλατύφυλλων	0,28	0,973	1,5
Φυσικοί βοσκότοποι	0,69	2,069	4,66
Σκληροφυλλική βλάστηση	0,01	0,047	0,97
Σύνολο (km ²)	6,51	14,78	11,01

Μεγάλο μέρος των χαμηλών εκτάσεων καταλαμβάνεται από καλλιεργήσιμα εδάφη συνεπώς σημαντικές θα είναι οι επιπτώσεις για τις τοπικές αγροτικές οικονομίες. Περιορισμός των καλλιεργήσιμων εκτάσεων θα προκληθεί επιπλέον από την υφαλμύριση των υδροφόρων οριζώντων και των εδαφών που γειτνιάζουν με την ακτογραμμή. Πρέπει να αναφερθεί ότι σε περιοχές όπου παρατηρείται διάβρωση και υποχώρηση της ακτογραμμής τα φαινόμενα αυτά ενδέχεται να ενταθούν με την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης ενώ σε περιοχές που προελαύνουν, κυρίως ενεργές εκβολές, ενδέχεται τα αρνητικά αποτελέσματα να μετριαστούν λόγω της προσφοράς και απόθεσης ποτάμιων ιζημάτων. (Ε. Καρύμπαλης, Κ. Γάκη-Παπαναστασίου)

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Μεθοδολογία

6.1 Μεθοδολογία Πεδίου

6.1.1 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.P.S.)

Με τον όρο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης (στίγματος) εννοείται ένα σύστημα προσδιορισμού των απόλυτων και σχετικών συντεταγμένων σημείων (επί της γης, στην ξηρά, στη θάλασσα ή επάνω από τη γη) με την επεξεργασία μετρήσεων προς και από τεχνικούς δορυφόρους.

Οι πρώτες σχετικές εφαρμογές εμφανίσθηκαν, στις αρχές τις δεκαετίας του 1960, με προβλήματα λόγω του εξαιρετικά μεγάλου χρόνου παρατηρήσεων και της χαμηλής ακρίβειας. Παρόλα τα προβλήματα, οι εφαρμογές αυτές σε γεωδαιτικές εργασίες μεγάλης κλίμακας, κατόρθωσαν να δώσουν λύσεις σε θέματα σχετικά με τη σύνθεση εθνικών τριγωνομετρικών δικτύων και με τον προσδιορισμό της θέσης, της κλίμακας και του προσανατολισμού εθνικών συστημάτων αναφοράς.

Το παγκόσμιο σύστημα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης , GPS αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Άμυνας των Η.Π.Α. . Είναι ένα δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης , ταχύτητας και διανομής χρόνου και αποτελείται από τα εξής τμήματα :

Α) Από το δορυφορικό τμήμα : Αυτό είναι ένα σύνολο 27 δορυφόρων τύπου NAVSTAR, οι οποίοι περιφέρονται γύρω από την Γη σε ύψος 12.600 μιλίων (περίπου 20200 Km) . Συγκεκριμένα μέχρι το 1990 είχαν τεθεί σε τροχιά 6 δορυφόροι GPS , μέχρι το 1998 27 δορυφόροι.

Β) Από το τμήμα έλεγχου : αυτό αποτελείται από πέντε επίγειους σταθμούς παρακολούθησης των δορυφόρων και των σταθμών εκπομπής πληροφορίας προς τους δορυφόρους. Ο κύριος σταθμός έλεγχου βρίσκεται στην αεροπορική βάση του Shriever Colorado Springs των Η.Π.Α..

Γ) Από το τμήμα των χρηστών : αυτό αποτελείται από διάφορους στρατιωτικούς και ιδιωτικούς τύπους δεκτών GPS.

Ένας δέκτης GPS στη Γη , λαμβάνοντας το ραδιοσήμα από τρεις τουλάχιστον δορυφόρους συγχρόνως, μπορεί ακριβώς να εντοπίσει την θέση του στην επιφάνεια της Γης. Αυτή η θέση εκφράζεται σε γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος. Ευτυχώς, για τους χρήστες GPS, δεν χρειάζεται να γνωρίζουν πολλά για τους δορυφόρους και τους σταθμούς παρακολούθησης. Όπως ακριβώς τα ραδιόφωνα και τηλεοπτικά σήματα, τα λαμβανόμενα σήματα GPS , σήμερα , είναι διαθέσιμα σε οποιονδήποτε διαθέτει μια συσκευή GPS και τις κατάλληλες γνώσεις χρήσης του.

Οι 24 ενεργοί δορυφόροι (οι άλλοι 3 είναι εφεδρικοί) , είναι «αναπτυγμένοι» σε 6 τροχιακά επίπεδα (ομαλά κατανομημένες τροχιές) με τέτοια ταχύτητα ώστε ο κάθε δορυφόρος να περνά πάνω από κάθε επίγειο σταθμό παρακολούθησης κάθε 12 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν πάντοτε περισσότεροι από 4 δορυφόροι ορατοί στον ουρανό από κάθε σημείο του πλανήτη.

6.1.2 Λειτουργία ενός GPS

Ένας δέκτης GPS λειτουργεί με βάση την εξής απλή αρχή : χρησιμοποιείται ο χρόνος που χρειάζεται το σήμα για να διανύσει την απόσταση από το δορυφόρο μέχρι τον επίγειο δέκτη, προκειμένου να υπολογιστεί έτσι, η απόσταση μεταξύ δορυφόρου και δέκτη. Οι δορυφόροι του συστήματος GPS μεταδίδουν συνεχώς ραδιοσήματα τα οποία έτσι δείχνουν την θέση τους στο διάστημα και τον ακριβή χρόνο που έχουν σταλεί τα σήματα . Θεωρητικώς, με ένα ρολόι ακρίβειας, τα σήματα αυτά που προέρχονται από 3 δορυφόρους θα ήταν αρκετή πληροφορία για τον χρήστη του δέκτη GPS , προκειμένου να υπολογίσει την ακριβή θέση του σε γεωγραφικό μήκος και πλάτος. Επειδή όμως ρολόι ακρίβειας δεν βρέθηκε ακόμη, και μια διαφορά στο χρόνο της τάξης του είναι 1/100 του δευτερολέπτου μπορεί να επιφέρει λάθος της τάξεως των 1860 μιλίων , χρειάζεται και ένας τέταρτος δορυφόρος. Με τη βοήθεια του τέταρτου σήματος, ο δέκτης GPS μπορεί να υπολογίσει και το ακριβές υψόμετρο.

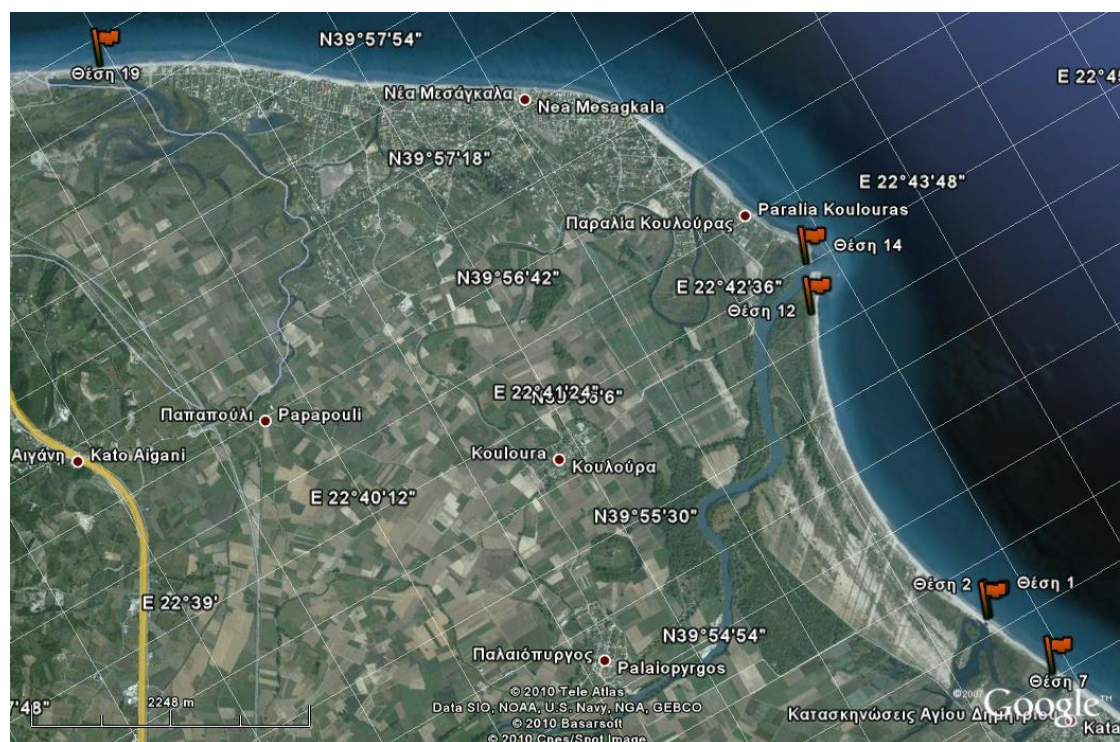
Από τη γνωστή εξίσωση της φυσικής : απόσταση = χρόνος * ταχύτητα Φώτος, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση δορυφόρου – δέκτη, αν γνωρίζουμε το χρόνο που κάνει το σήμα να έρθει από το δορυφόρο στο δέκτη. (Αστάρης, 2004)

6.1.3 Συλλογή Δειγμάτων

Κατά την περίοδο 3 έως 9 Αυγούστου 2009 συλλέχθηκαν 18 δείγματα ιζήματος από την παράλια ζώνη των εκβολών του Πηνειού. Αυτά λήφθηκαν από 6 θέσεις ανά τριάδες που αντιπροσωπεύουν την Ζώνη Παλινδρόμησης, την Πρόσω Ακτή και την Έσω Ακτή των θέσεων. Στην συνέχεια τα δείγματα τοποθετήθηκαν μέσα σε αεροστεγείς συσκευασίες ώστε να διατηρήσουν τη φυσική τους υγρασία. Τα στίγματα από τις θέσεις συλλογής δείγματος είναι τα εξής:

Πίνακας 6.1 : Θέσεις Συλλογής Δειγμάτων

Όνομα Σταθμού	Συντομογραφία	Στίγμα GPS
Παλαιές εκβολές - Παλαιομένα	Θέση 1	39°54'21.00N 22°42'58.00E
Παλαιές εκβολές - Παλαιομένα	Θέση 2	39°54'21.00N 22°42'57.00E
Νότια Παλαιομένα – Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου	Θέση 7	39°54'00.00N 22°43'07.00E
Παραλία Παλαιόπυργου	Θέση 12	39°55'53.00N 22°42'57.00E
Νότια πλευρά Τωρινής εκβολής Πηνειού	Θέση 14	39°56'04.00N 22°43'03.50 ^E
Νέοι Πόροι-Καστρί-Παλαιομένα	Θέση 19	39°58'22.00N 22°40'09.00E



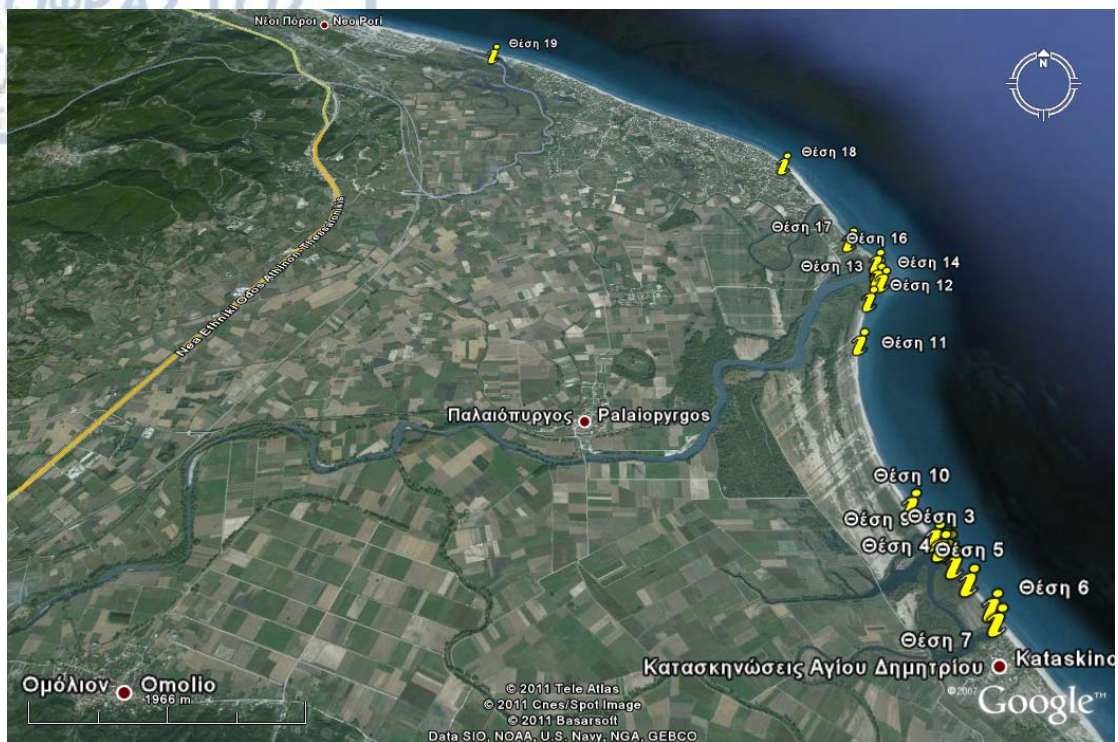
Εικόνα 6.1 : Θέσεις Συλλογής Δειγμάτων (Google Earth 12/2010).

6.1.4 Μετρήσεις Υψομετρικής Διαφοράς Παραλίας

Κατά την παραπάνω περίοδο λήφθηκαν μετρήσεις κλίσεις της παραλίας σε 19 θέσεις της ακτής του δέλτα του Πηνειού, ώστε στη συνέχεια να δημιουργηθούν αντίστοιχα προφίλ της παραλίας. Για τις μετρήσεις ακολουθήθηκε απλή μέθοδος με σταδία και μεζούρα 2 μέτρων για κλιμακωτή μέτρηση της υψομετρικής διαφοράς. Τα στίγματα από τις θέσεις των μετρήσεων είναι τα εξής: διαφοράς. Τα στίγματα από τις θέσεις των μετρήσεων είναι τα εξής:

Πίνακας 6.2 : Θέσεις μετρήσεων υψομετρικής διαφοράς-κλίσεων της ακτής

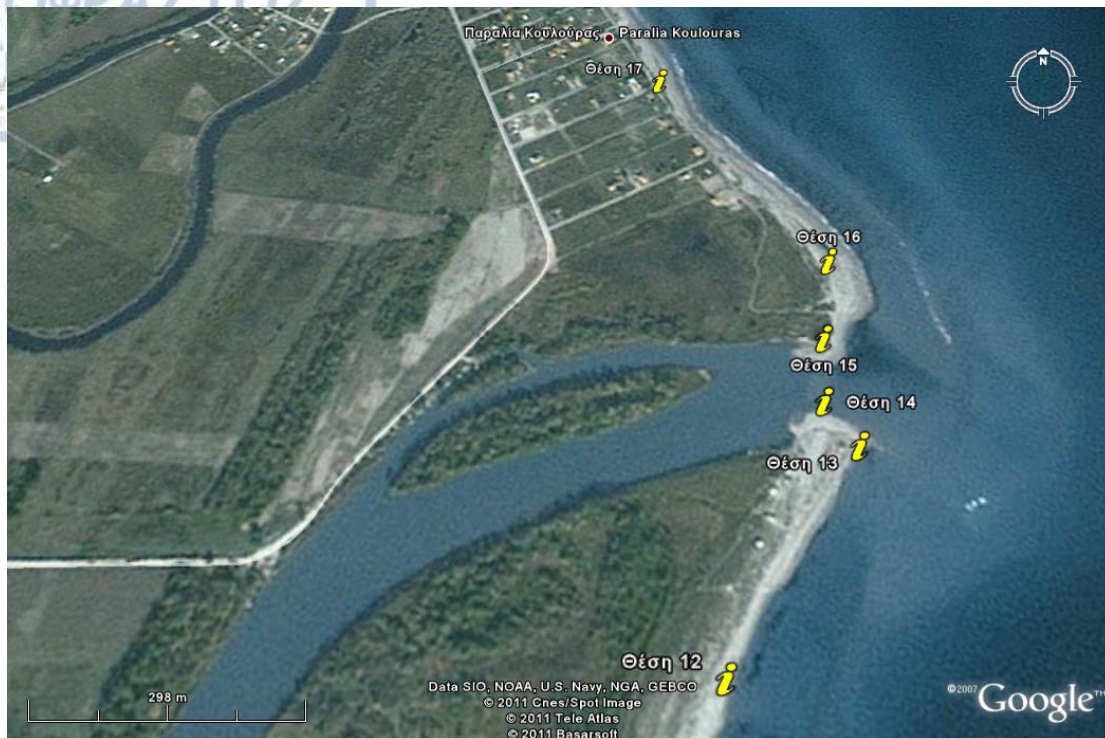
Όνομα Σταθμού	Συντομογραφία	Στίγμα GPS
Παλαιές εκβολές – Παλαιομένα 1	Θέση 1	39°54'21.00N 22°42'58.00E
Παλαιές εκβολές – Παλαιομένα 2	Θέση 2	39°54'21.00N 22°42'57.00E
Παλαιές εκβολές – Παλαιομένα 3	Θέση 3	39°54'21.00N 22°42'56.00E
Παλαιές εκβολές – Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου 1	Θέση 4	39°54'16.00N 22°42'59.00E
Παλαιές εκβολές – Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου 2	Θέση 5	39°54'11.00N 22°43'02.00E
Παλαιές εκβολές – Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου 3	Θέση 6	39°54'04.00N 22°43'07.00E
Νότια Παλαιομένα – Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου	Θέση 7	39°54'00.00N 22°43'07.00E
Παλαιές εκβολές – Στρίτζο 1	Θέση 8	39°54'22.00N 22°42'57.00E
Παλαιές εκβολές – Στρίτζο 2	Θέση 9	39°54'24.00N 22°42'55.00E
Στρίτζος 1	Θέση 10	39°54'34.00N 22°42'50.00E
Στρίτζος 2	Θέση 11	39°55'34.00N 22°42'48.00E
Παραλία Παλαιόπυργου	Θέση 12	39°55'53.00N 22°42'57.00E
Νότια πλευρά Τωρινής εκβολής Πηνειού 1	Θέση 13	39°56'02.00N 22°43'05.00E
Νότια πλευρά Τωρινής εκβολής Πηνειού 2	Θέση 14	39°56'04.00N 22°43'03.50 ^E
Βόρεια πλευρά Τωρινής εκβολής Πηνειού	Θέση 15	39°56'07.00N 22°43'04.00E
Παραλία Κουλούρας 1	Θέση 16	39°56'11.00N 22°43'05.00E
Παραλία Κουλούρας 2	Θέση 17	39°56'22.00N 22°42'56.00E
Νέα Μεσάγγαλα	Θέση 18	39°57'05.00N 22°42'35.00E
Νέοι Πόροι-Καστρί- Παλαιομένα	Θέση 19	39°58'22.00N 22°40'09.00E



Εικόνα 6.2 : Θέσεις μετρήσεων υψομετρικής διαφοράς-κλίσεων της ακτής(Google Earth 12/2010).



Εικόνα 6.3 : Θέσεις μετρήσεων υψομετρικής διαφοράς-κλίσεων της ακτής, στην Παλαιά εκβολή του Πηνειού (Google Earth 12/2010).



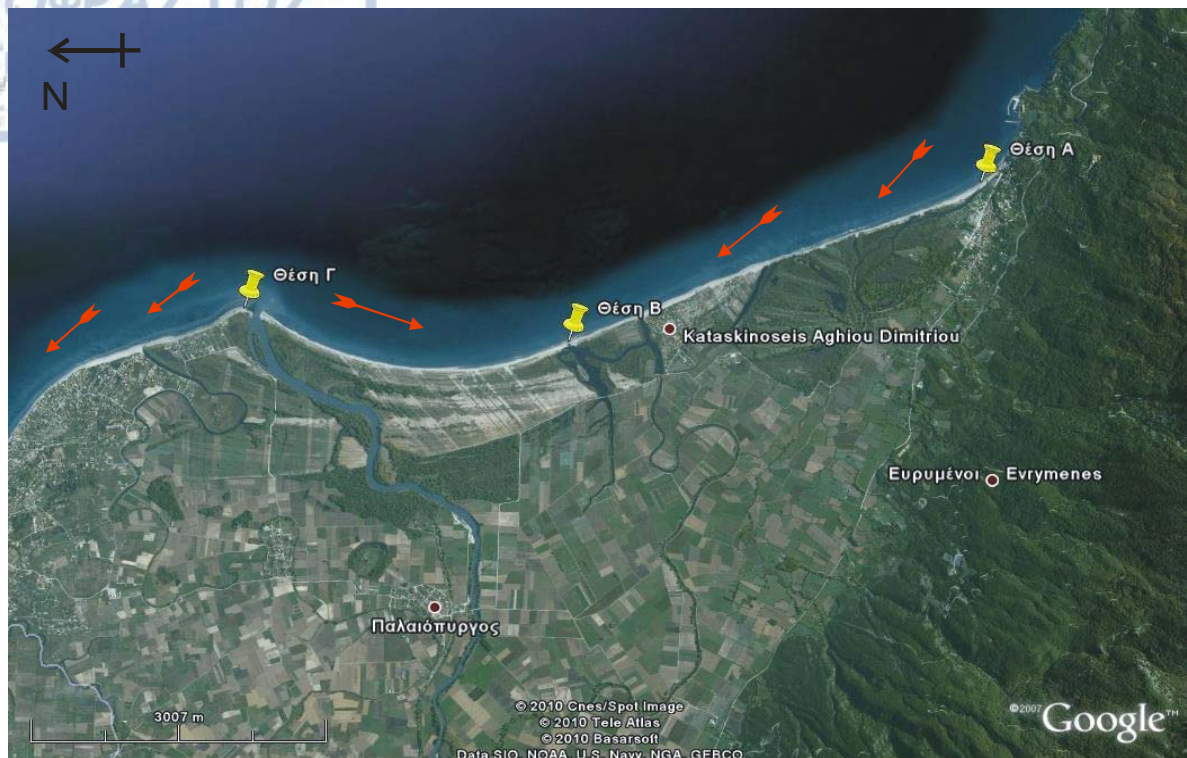
Εικόνα 6.4 : Θέσεις μετρήσεων υψομετρικής διαφοράς-κλίσεων της ακτής, στην σημερινή εκβολή του Πηνειού (Google Earth 12/2010).

6.1.5 Καταγραφή διευθύνσεων Στερεομεταφοράς

Κατά την παραπάνω περίοδο και συγκεκριμένα στις 5-7/08/2009 έγιναν και παρατηρήσεις της διεύθυνσης της στερεομεταφοράς στις ακτές του δέλτα του Πηνειού. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η εύρεση της οξείας γωνίας προς το μέτωπο της ακτής που μας δείχνει την κατεύθυνση από την οποία έρχεται το κύμα προς την ακτή και είναι αντίρροπη της κατεύθυνσης της στερεομεταφοράς. Στις παρατηρήσεις βρέθηκαν οι κατά τόπους κατευθύνσεις και οι εναλλαγές τους κατά την παραπάνω περίοδο. Τα στίγματα από τις θέσεις αλλαγής κατεύθυνσης είναι τα εξής:

Πίνακας 6.3 : Θέσεις αλλαγής κατεύθυνσης στερεομεταφοράς

Όνομα Σταθμού	Συντομογραφία	Στίγμα GPS
Στόμιο	Θέση Α	39°52'06.99"N 22°44'12.93"E
Παλαιά εκβολή Πηνειού	Θέση Β	39°54'21.35"N 22°42'56.29"E
Μύτη (Κουλούρα-Τωρινή εκβολή Πηνειού)	Θέση Γ	39°56'08.68"N 22°43'06.79"E



Εικόνα 6.5 : Τα σημεία αλλαγής φοράς της στερεομεταφοράς και η γενική διεύθυνσή της (Google Earth 12/2010).

6.2 Μεθοδολογία Εργαστηρίου

6.2.1 Προετοιμασία των δειγμάτων – χωρισμός

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από το ύπαιθρο και βρίσκονται μέσα σε πλαστικές σακούλες με τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία (περιοχή, αριθμό κ.τ.λ.) πρέπει να απλωθούν επάνω σε καθαρά χαρτιά και να αποξηραθούν με την χρήση κλιβάνου. Επάνω σε κάθε χαρτί γράφονται τα στοιχεία κάθε δείγματος.

Στη συνέχεια ζυγίζεται το τελικό υλικό του δείγματος σε μια ζυγαριά ακριβείας και γράφεται το βάρος του (καθαρό) στο πίνακα της μηχανικής ανάλυσης κάτω από τα χαρακτηριστικά του στοιχεία (βάρος κατά κόσκινο, κλασματικό ποσοστό %, αθροιστικό ποσοστό).

Με ένα μεγεθυντικό φακό αφαιρούνται κατόπιν μικρά κομμάτια από ρίζες, ξύλα και άλλα υλικά που πιθανόν υπάρχουν μέσα στο δείγμα, ζυγίζονται και γράφεται το βάρος στον ίδιο πίνακα..

Κρίσιμο στάδιο για τη μηχανική ανάλυση των ιζημάτων αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου που εξαρτάται από το ίδιο το δείγμα. Αν το δείγμα αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες, άμμος) τότε εφαρμόζεται η μέθοδος του κοσκινίσματος. Αν το δείγμα αποτελείται από λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς, άργιλος, λεπτή άμμος), τότε εφαρμόζουμε άλλη μέθοδο ανάλυσης (σιφώνιο, υδρόμετρο). Σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζουμε και τις δυο μεθόδους μαζί. Αυτό συμβαίνει συχνά σε δείγματα που περιέχουν χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα υλικά σε ανάμειξη. Σ' αυτή την περίπτωση καλό είναι να αρχίζει η ανάλυση από τη μέθοδο που εφαρμόζεται για τα χονδρόκοκκα υλικά (κόσκινα) έτσι ώστε να διαχωριστούν οι κροκάλες και η άμμος από την ιλύ και την άργιλο. Στη συνέχεια και εφ' όσον τα λεπτόκοκκα υλικά

υπερβαίνουν το 5% του συνολικού βάρους του δείγματος εφαρμόζεται η μέθοδος που αφορά την ανάλυση τους (σιφώνιο, υδρόμετρο). Για να αποφεύγεται η σπατάλη χρόνου και ο κίνδυνος απωλειών του δείγματος αδειάζουμε το δείγμα σε ένα κόσκινο με διάμετρο 0,0625mm (+4φ) και το κοσκινίζουμε. Αν το υλικό που θα μείνει μέσα στο κόσκινο (κροκάλες, άμμος) ή το υλικό που θα περάσει μέσα στο κόσκινο (ιλύς, άργιλος) είναι σε ποσοστό μεγαλύτερο από 5% του συνόλου του δείγματος, τότε εφαρμόζουμε και τις δυο μεθόδους.

Στα δείγματα της παρούσας μελέτης εφαρμόστηκε μόνο η μέθοδος κοσκινίσματος καθώς τα υλικά είναι χονδρόκοκκα. Χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα από - 3φ έως και 4φ (με βήμα 0,5φ), τα λεπτόκοκκα υλικά δεν ξεπερνούσαν το 5% του δείγματος κι έτσι δεν κρίθηκε απαραίτητη η εφαρμογή της μεθόδου με το σιφώνιο και το υδρόμετρο.

6.2.2 Μέθοδος κοσκινίσματος

Το δείγμα που θα κοσκινίσουμε πρέπει να αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά, στεγνά, με χωρισμένους κόκκους και χωρίς ξένα σώματα. Το ζυγίζουμε και σημειώνουμε το βάρος του.

Κατόπιν αδειάζουμε το υλικό του δείγματος μέσα σ' ένα κόσκινο με διάμετρο πλέγματος 2mm (-1φ) κάτω από το οποίο υπάρχει ένας δίσκος. Κοσκινίζουμε για 10 λεπτά και κατόπιν χωρίζουμε το υλικό που έμεινε μέσα στο κόσκινο από το υλικό που έμεινε μέσα στον δίσκο. Ζυγίζουμε το περιεχόμενο του κόσκινου και αν το βάρος του είναι μεγαλύτερο από 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε το περνάμε μέσα από μια σειρά κόσκινα που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο.

Το υλικό που έχει μείνει μέσα στον δίσκο το περνάμε από μια σειρά κόσκινα με διαφορετική διάμετρο. Το τελευταίο κόσκινο με διάμετρο 0,0625mm (4φ) αντιπροσωπεύει το τελευταίο κλάσμα της άμμου. Κάτω από τα κόσκινα τοποθετούμε ένα δίσκο και μεταφέρουμε ολόκληρη τη σειρά στον δονητή , που τον βάζουμε να λειτουργήσει για 15 λεπτά.

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

Το υλικό από κάθε κόσκινο το ζυγίζουμε και γράφουμε 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 ζυγίζουμε και το περιεχόμενο του δίσκου που βρίσκεται κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιέχει τα λεπτόκοκκα υλικά. Αν το βάρος των υλικών αυτών είναι μεγαλύτερο από 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε χρειάζεται να γίνει πιο λεπτομερής ανάλυση του.

Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα από το κοσκίνισμα των δειγμάτων μας καθώς και η ανάλυση των αποτελεσμάτων του κοσκινίσματος που έγινε με την χρήση του προγράμματος GRADISTAT Version 6.0.

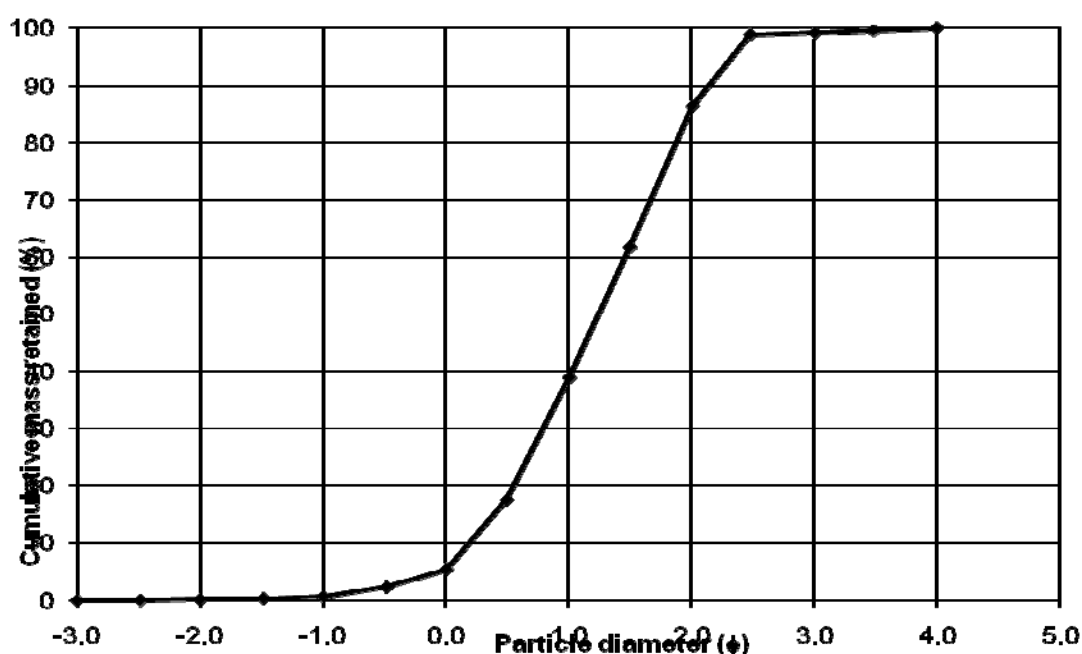
7. Συνολικά αποτελέσματα εργαστηριακής ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων.

Α. Αποτελέσματα κοσκινίσματος, στατιστικής ανάλυσης και χαρακτηρισμού των δειγμάτων.

Κωδικός δείγματος :1 α

Πίνακας Α.1 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 1α.

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0,1775	0,178
-2	0,355	0,533
-1,5	0,776	1,309
-1	1,197	2,506
-0,5	6,728	9,234
0	12,259	21,493
0,5	48,5645	70,057
1	84,87	154,927
1,5	91,535	246,462
2	98,2	344,662
2,5	49,66	394,322
3	1,12	395,442
3,5	1,525	396,967
4	1,93	398,897
>4	0,027	398,924
Σύνολο:	398,924	

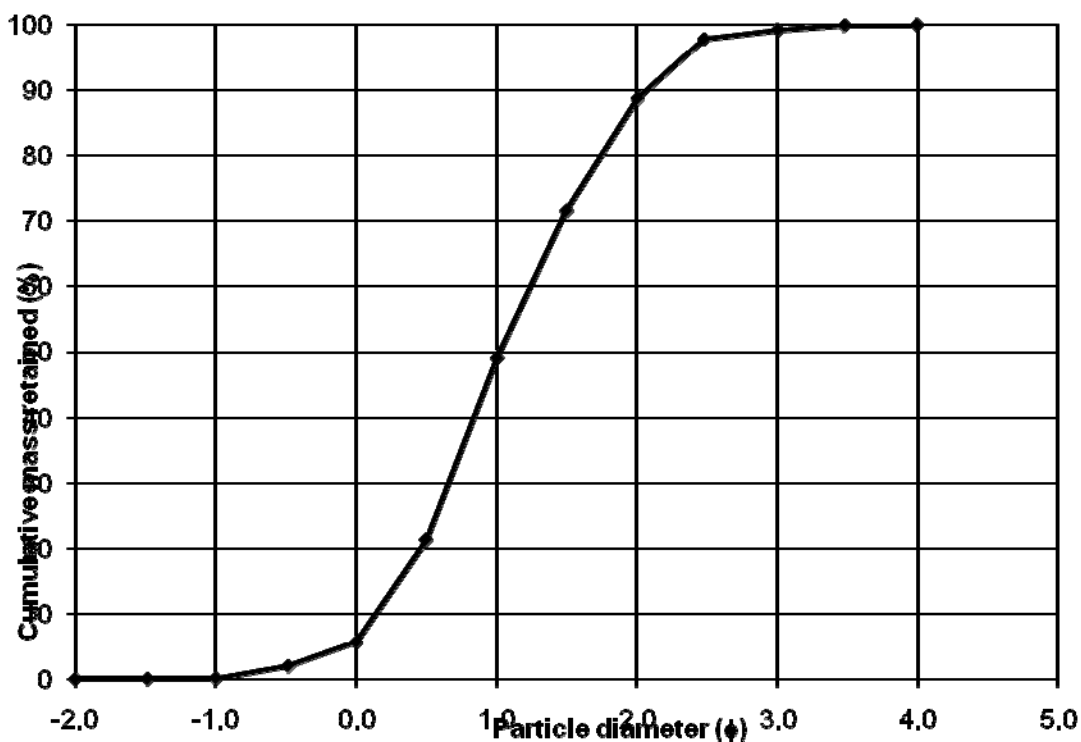


Διάγραμμα Α.1 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 1α.

Κωδικός δείγματος : 1 β

Πίνακας Α.2 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 1β

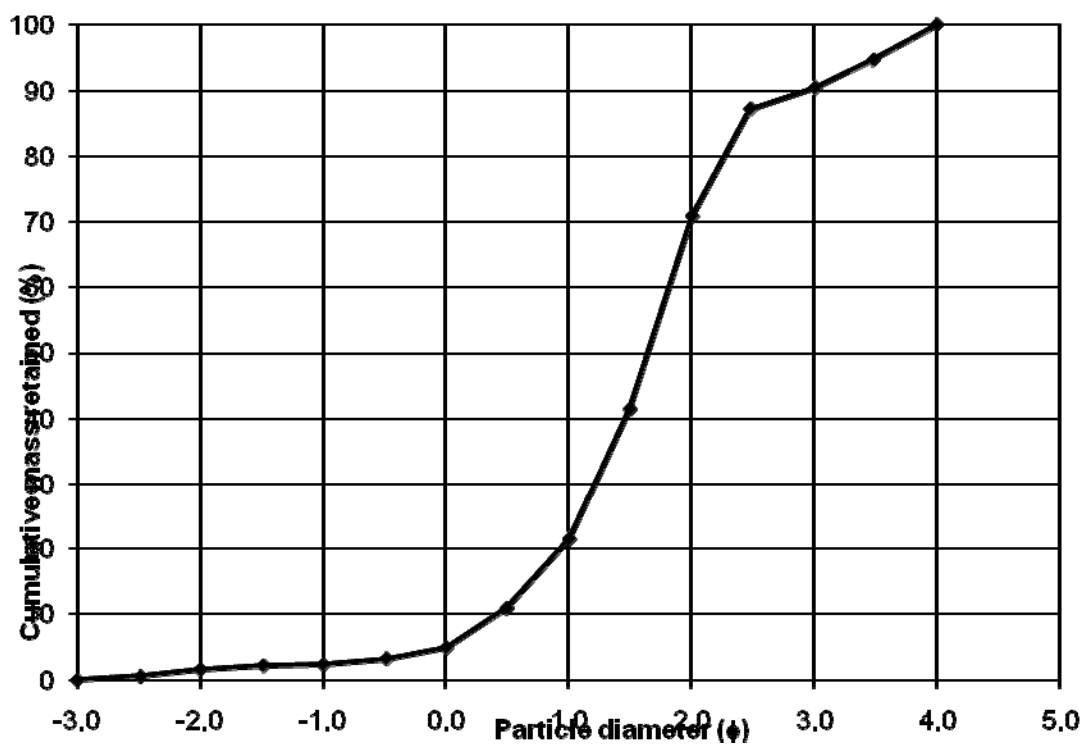
φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,137	0,137
-1	0,274	0,411
-0,5	7,7575	8,169
0	15,241	23,410
0,5	64,4805	87,890
1	113,72	201,610
1,5	91,995	293,605
2	70,27	363,875
2,5	37,9525	401,8275
3	5,635	407,4625
3,5	2,9325	410,395
4	0,23	410,625
>4	0,022	410,647
Σύνολο:	410,647	



Διάγραμμα Α.2 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 1β

Πίνακας Α.3 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 1γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	1,7835	1,784
-2	3,567	5,351
-1,5	1,9865	7,337
-1	0,406	7,743
-0,5	2,945	10,688
0	5,484	16,172
0,5	20,084	36,256
1	34,684	70,940
1,5	65,9425	136,883
2	97,201	234,0835
2,5	53,8925	287,976
3	10,584	298,56
3,5	14,0855	312,6455
4	17,587	330,2325
>4	0,014	330,2465
Σύνολο:	330,2465	

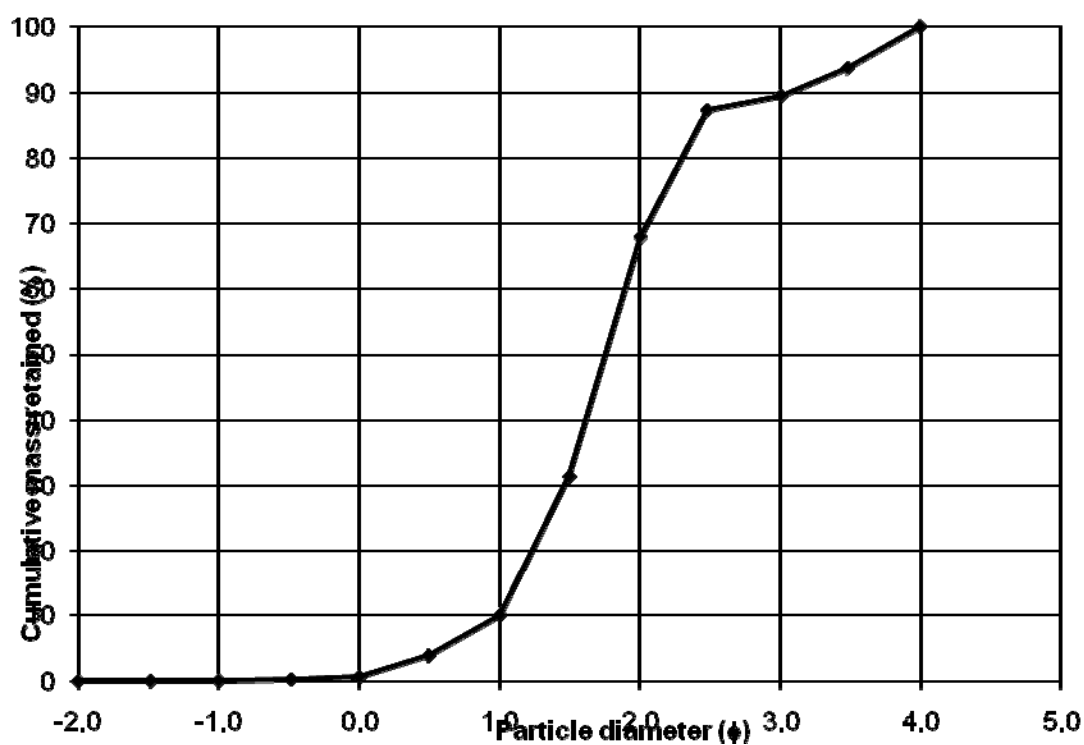


Διάγραμμα Α.3 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 1γ

Κωδικός δείγματος :2 α

Πίνακας Α.4 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 2α

ϕ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,0665	0,067
-1	0,133	0,200
-0,5	0,731	0,931
0	1,329	2,260
0,5	11,6995	13,959
1	22,07	36,029
1,5	76,465	112,494
2	130,86	243,354
2,5	69,367	312,721
3	7,874	320,595
3,5	15,204	335,799
4	22,534	358,333
>4	0,06	358,393
Σύνολο:	358,393	

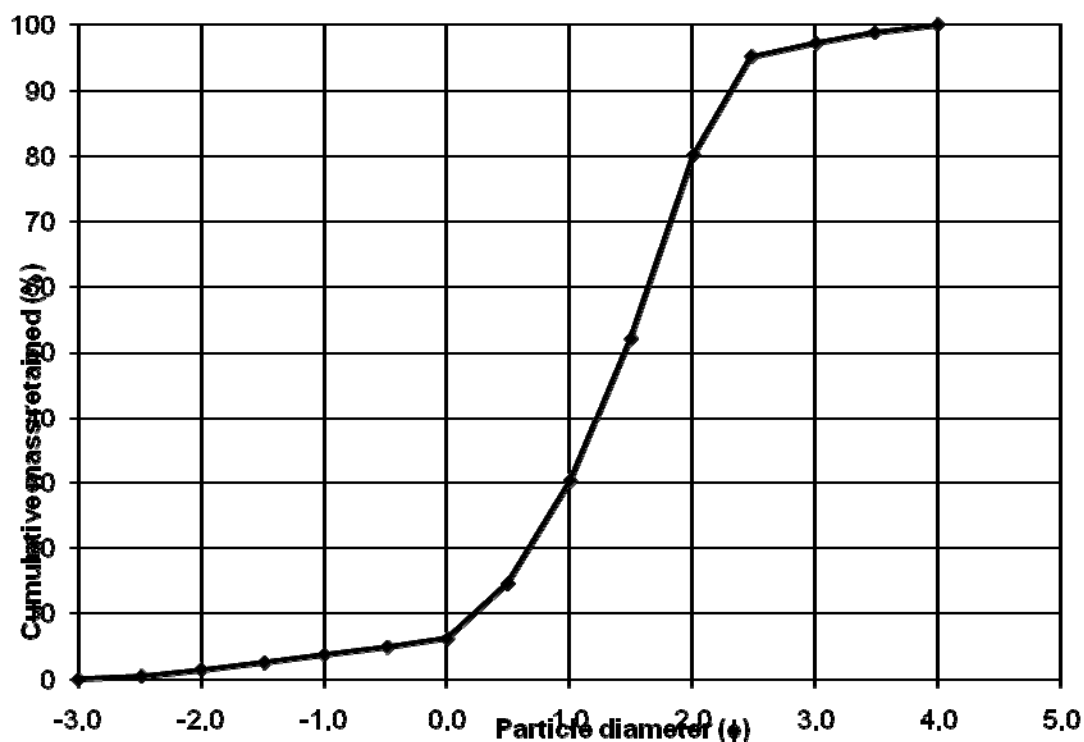


Διάγραμμα Α.4 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 2α

Κωδικός δείγματος :2 β

Πίνακας Α.5 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 2β

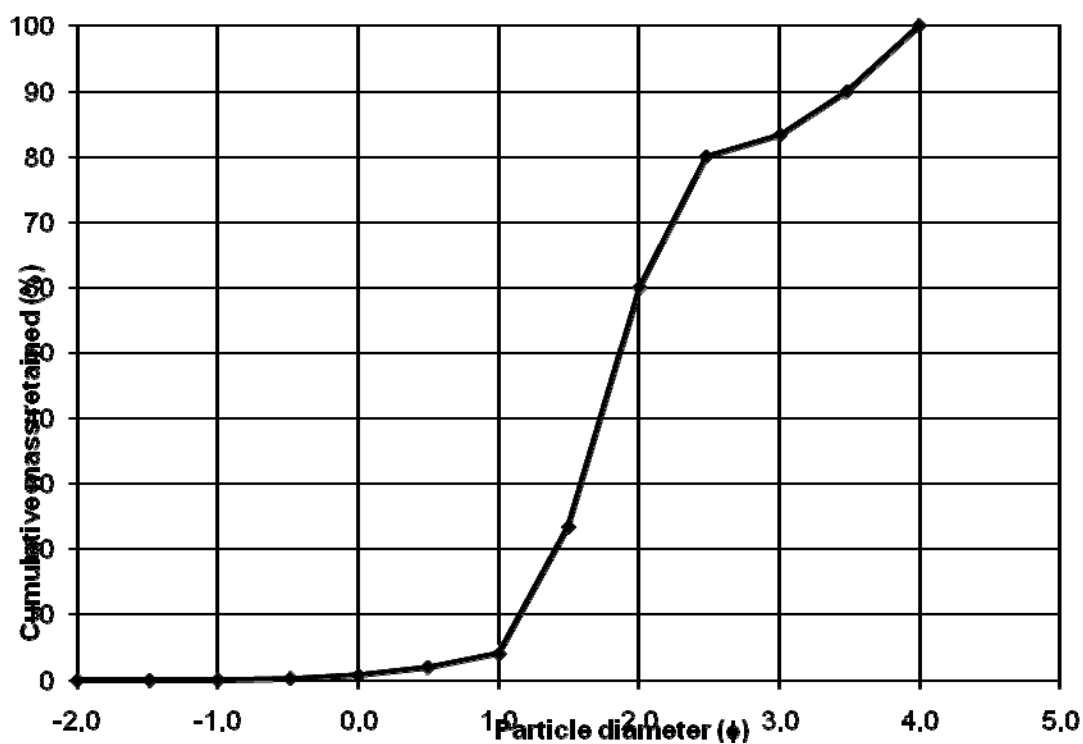
φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	1,668	1,668
-2	3,336	5,004
-1,5	3,69	8,694
-1	4,044	12,738
-0,5	4,1185	16,857
0	4,193	21,050
0,5	28,7315	49,781
1	53,27	103,051
1,5	74,291	177,342
2	95,312	272,654
2,5	51,0975	323,7515
3	6,883	330,6345
3,5	5,469	336,1035
4	4,055	340,1585
>4	0,029	340,1875
Σύνολο:	340,1875	



Διάγραμμα Α.5 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 2β

Πίνακας Α.6 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 2γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,0905	0,091
-1	0,181	0,272
-0,5	0,9575	1,229
0	1,734	2,963
0,5	4,7355	7,699
1	7,737	15,436
1,5	73,6485	89,084
2	139,56	228,644
2,5	75,9995	304,6435
3	12,439	317,0825
3,5	25,231	342,3135
4	38,023	380,3365
>4	0,003	380,3395
Σύνολο:	380,3395	

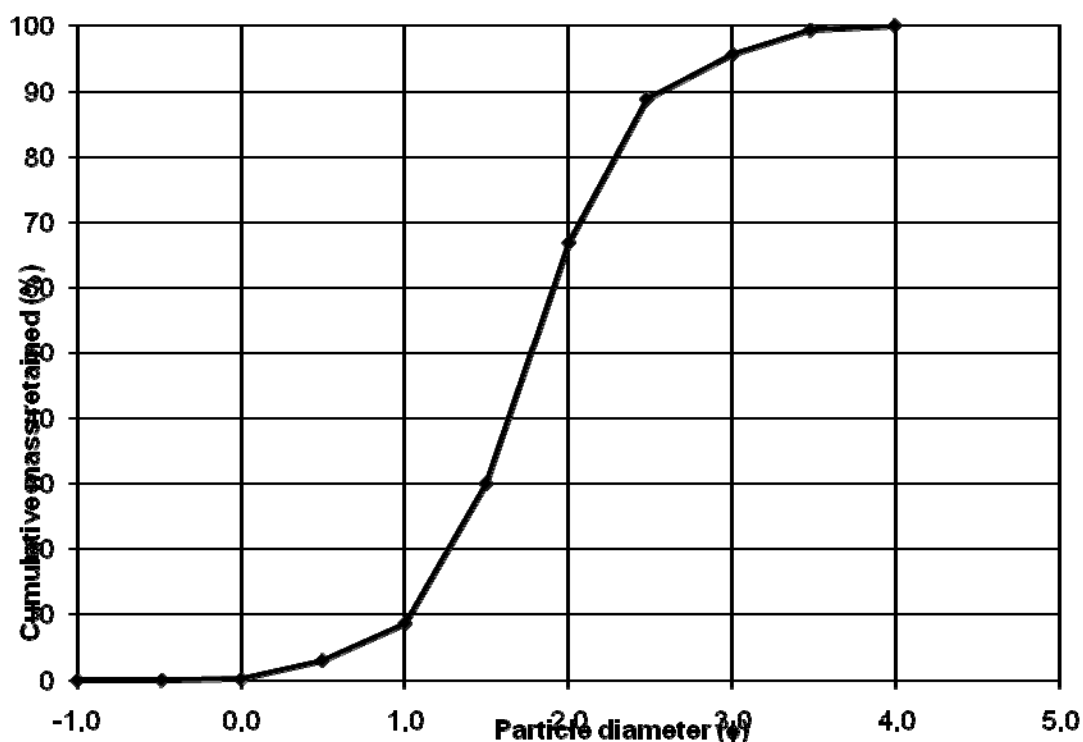


Διάγραμμα Α.6 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 2γ

Κωδικός δείγματος : 7 α

Πίνακας Α.7 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 7α

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0	0,000
-1	0	0,000
-0,5	0,2555	0,256
0	0,511	0,767
0,5	12,3175	13,084
1	24,124	37,208
1,5	91,057	128,265
2	157,99	286,255
2,5	93,585	379,84
3	29,18	409,02
3,5	15,947	424,967
4	2,714	427,681
>4	0,095	427,776
Σύνολο:	427,776	

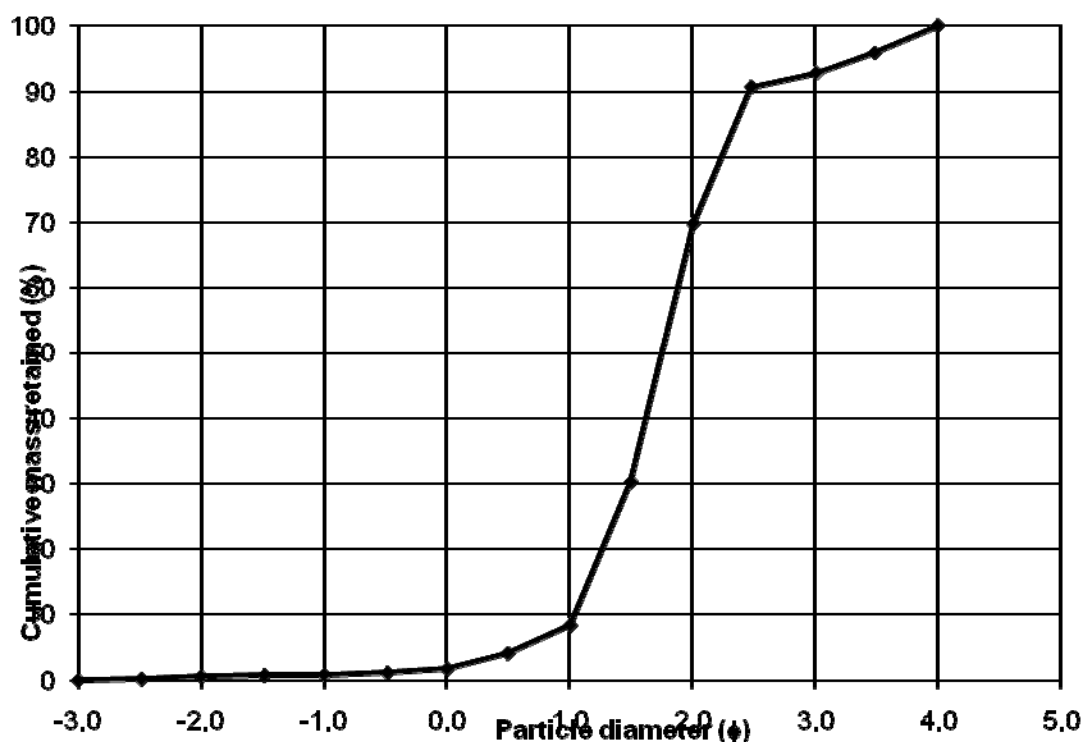


Διάγραμμα Α.7 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 7α

Κωδικός δείγματος : 7 β

Πίνακας Α.8 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 7β

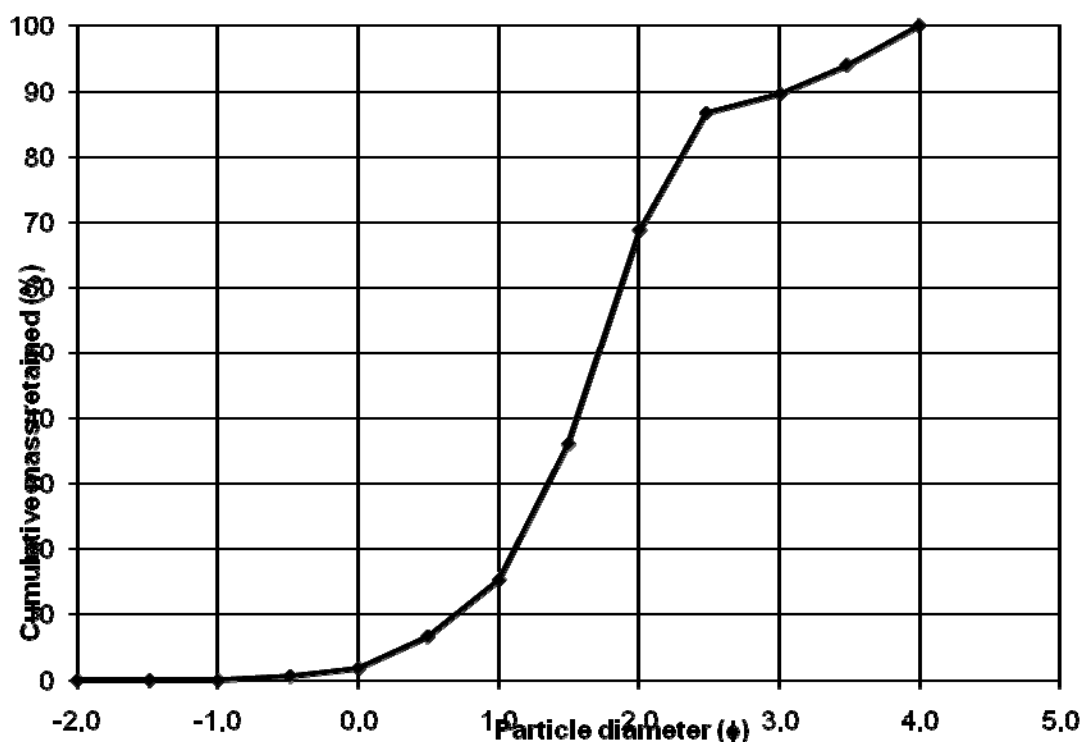
φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0,641	0,641
-2	1,282	1,923
-1,5	0,7035	2,627
-1	0,125	2,752
-0,5	1,0935	3,845
0	2,062	5,907
0,5	8,251	14,158
1	14,44	28,598
1,5	74,82	103,418
2	135,2	238,618
2,5	71,198	309,816
3	7,196	317,012
3,5	10,642	327,654
4	14,088	341,742
>4	0,09	341,832
Σύνολο:	341,832	



Διάγραμμα Α.8 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 7β

Πίνακας Α.9 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 7γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,041	0,041
-1	0,082	0,123
-0,5	2,2725	2,396
0	4,463	6,859
0,5	18,3755	25,234
1	32,288	57,522
1,5	77,814	135,336
2	123,34	258,676
2,5	67,066	325,742
3	10,792	336,534
3,5	16,645	353,179
4	22,498	375,677
>4	0,098	375,775
Σύνολο:	375,775	

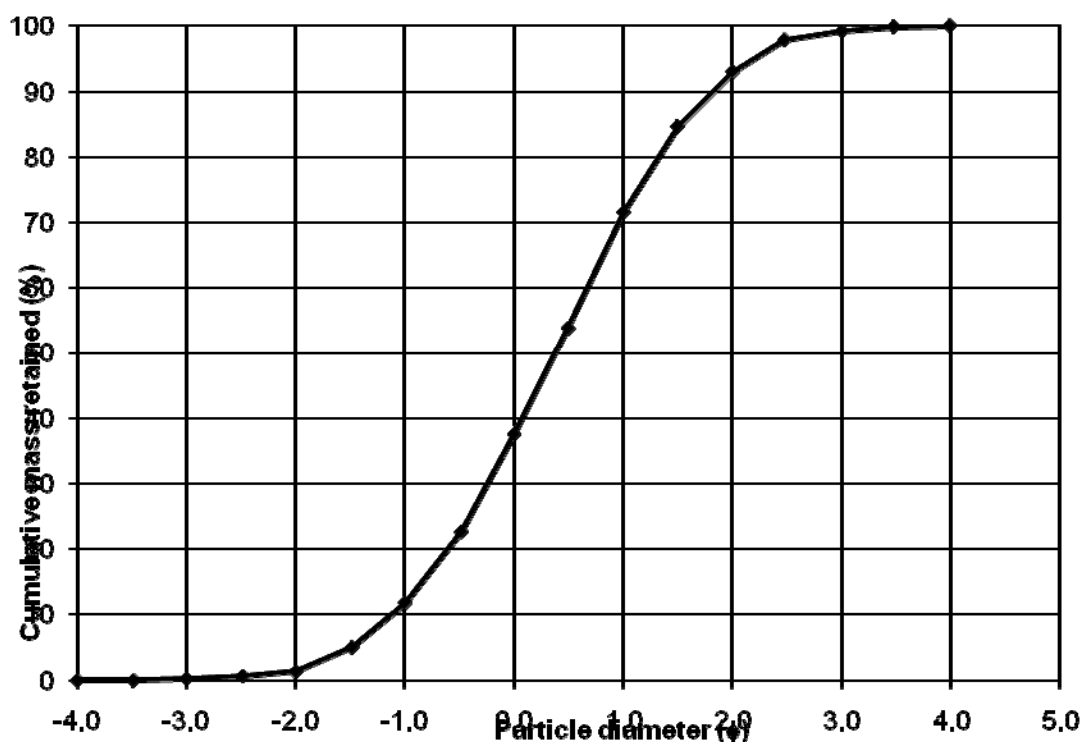


Διάγραμμα Α.9 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 7γ

Κωδικός δείγματος : 12 α

Πίνακας Α.10 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 12α

ϕ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	1,03	1,030
-2,5	1,75	2,780
-2	2,47	5,250
-1,5	14,935	20,185
-1	27,4	47,585
-0,5	43,61	91,195
0	59,82	151,015
0,5	65,605	216,620
1	71,39	288,010
1,5	52,49	340,500
2	33,59	374,09
2,5	19,468	393,558
3	5,346	398,904
3,5	2,8885	401,7925
4	0,431	402,2235
>4	0,029	402,2525
Σύνολο:	402,2525	

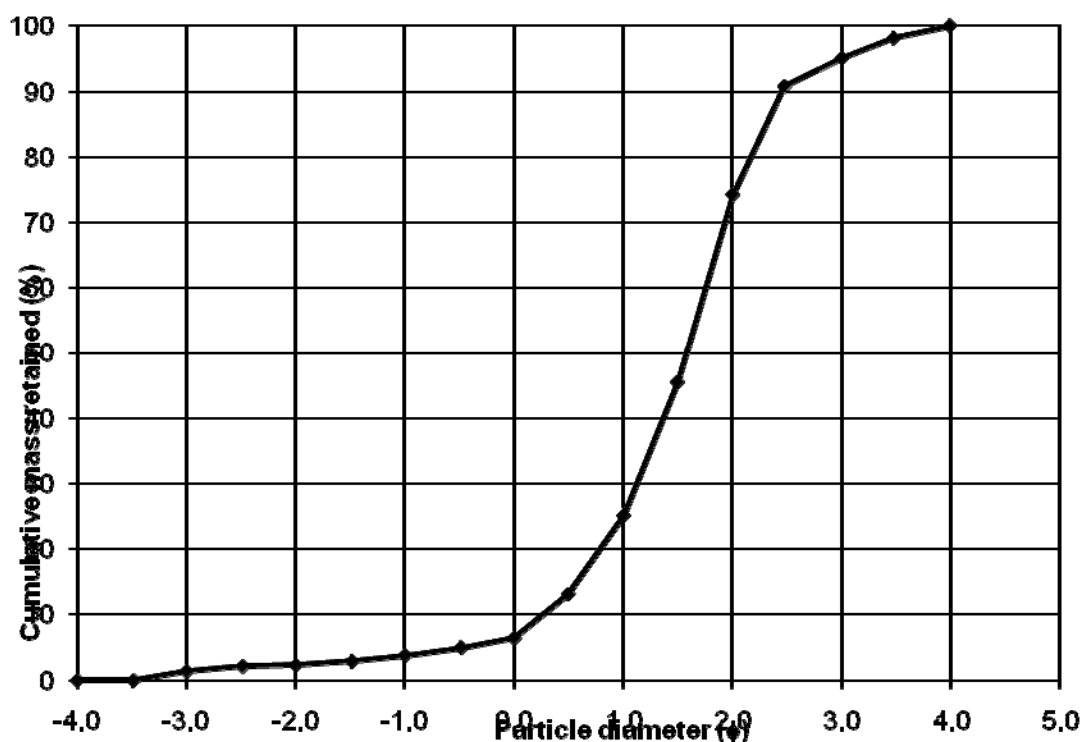


Διάγραμμα Α.10 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 12α

Κωδικός δείγματος :12 β

Πίνακας Α.11 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 12β

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	5,127	5,127
-2,5	2,946	8,073
-2	0,765	8,838
-1,5	2,08	10,918
-1	3,395	14,313
-0,5	4,428	18,741
0	5,461	24,202
0,5	25,2255	49,428
1	44,99	94,418
1,5	76,5	170,918
2	108,01	278,9275
2,5	62,075	341,0025
3	16,14	357,1425
3,5	11,531	368,6735
4	6,922	375,5955
>4	0,046	375,6415
Σύνολο:	375,6415	

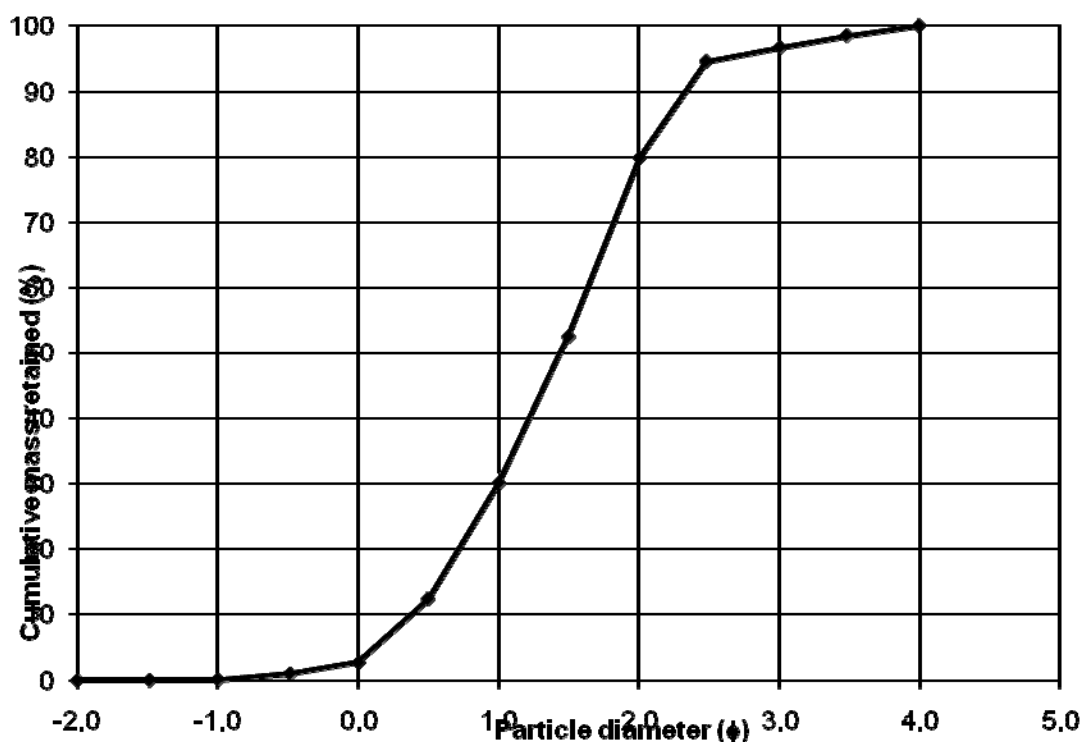


Διάγραμμα Α.11 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 12β

Κωδικός δείγματος : 12 γ

Πίνακας Α.12 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 12γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,1525	0,153
-1	0,305	0,458
-0,5	3,2435	3,701
0	6,182	9,883
0,5	35,446	45,329
1	64,71	110,039
1,5	82,26	192,299
2	99,81	292,109
2,5	53,82	345,929
3	7,83	353,759
3,5	6,6005	360,3595
4	5,371	365,7305
>4	0,096	365,8265
Σύνολο:	365,8265	

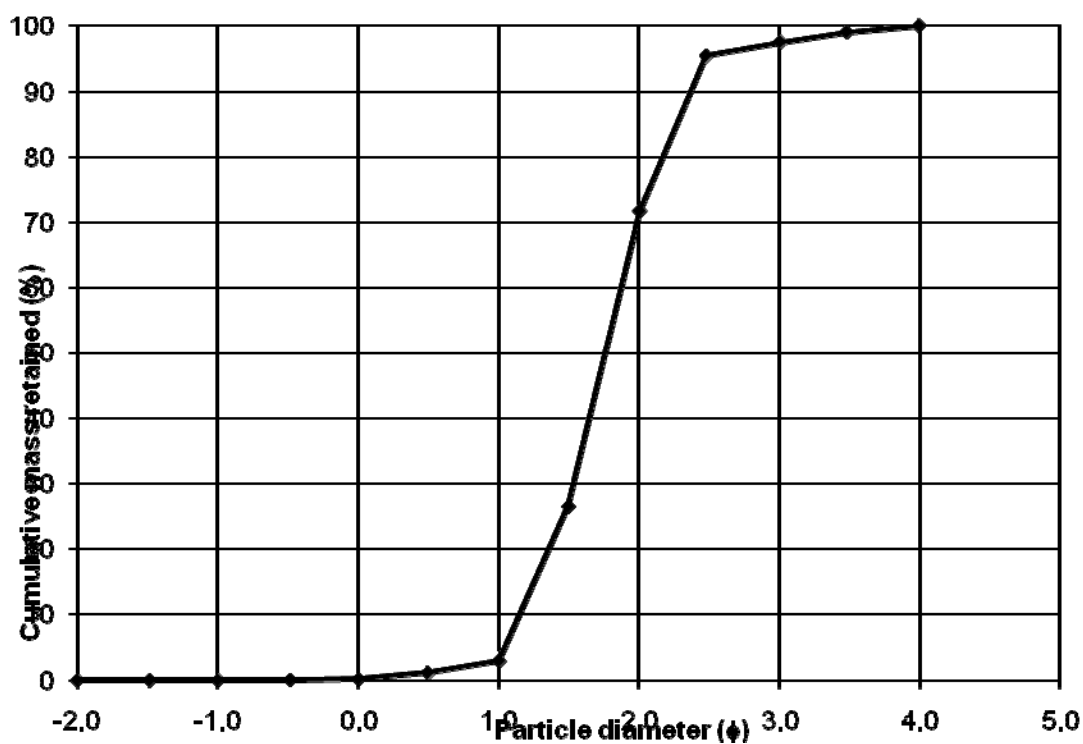


Διάγραμμα Α.12 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 12γ

Κωδικός δείγματος :14 α

Πίνακας Α.13 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 14α

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,019	0,019
-1	0,038	0,057
-0,5	0,2055	0,263
0	0,373	0,636
0,5	3,3385	3,974
1	6,304	10,278
1,5	81,857	92,135
2	157,41	249,545
2,5	82,3285	331,8735
3	7,247	339,1205
3,5	5,286	344,4065
4	3,325	347,7315
>4	0,041	347,7725
Σύνολο:	347,7725	

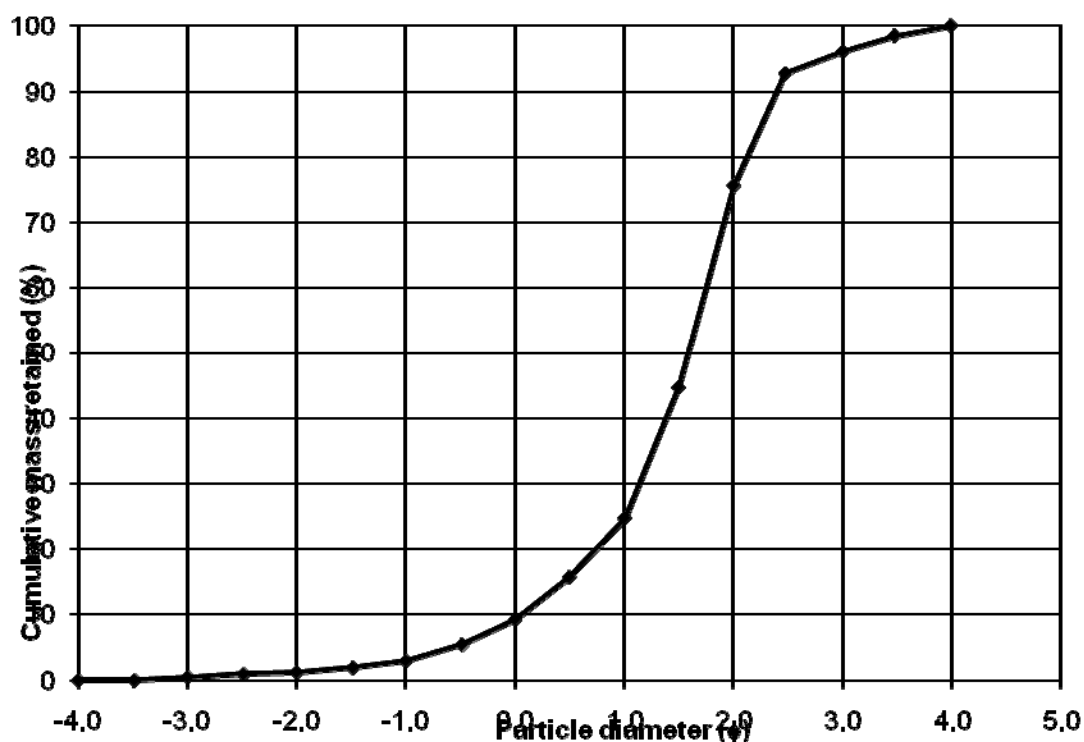


Διάγραμμα Α.13 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 14α

Κωδικός δείγματος :14 β

Πίνακας Α.14 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 14β

ϕ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	2,058	2,058
-2,5	1,6135	3,672
-2	1,169	4,841
-1,5	2,7035	7,544
-1	4,238	11,782
-0,5	9,842	21,624
0	15,446	37,070
0,5	25,613	62,683
1	35,78	98,463
1,5	79,53	177,993
2	123,28	301,273
2,5	68,286	369,559
3	13,292	382,851
3,5	9,6125	392,4635
4	5,933	398,3965
>4	0,018	398,4145
Σύνολο:	398,4145	

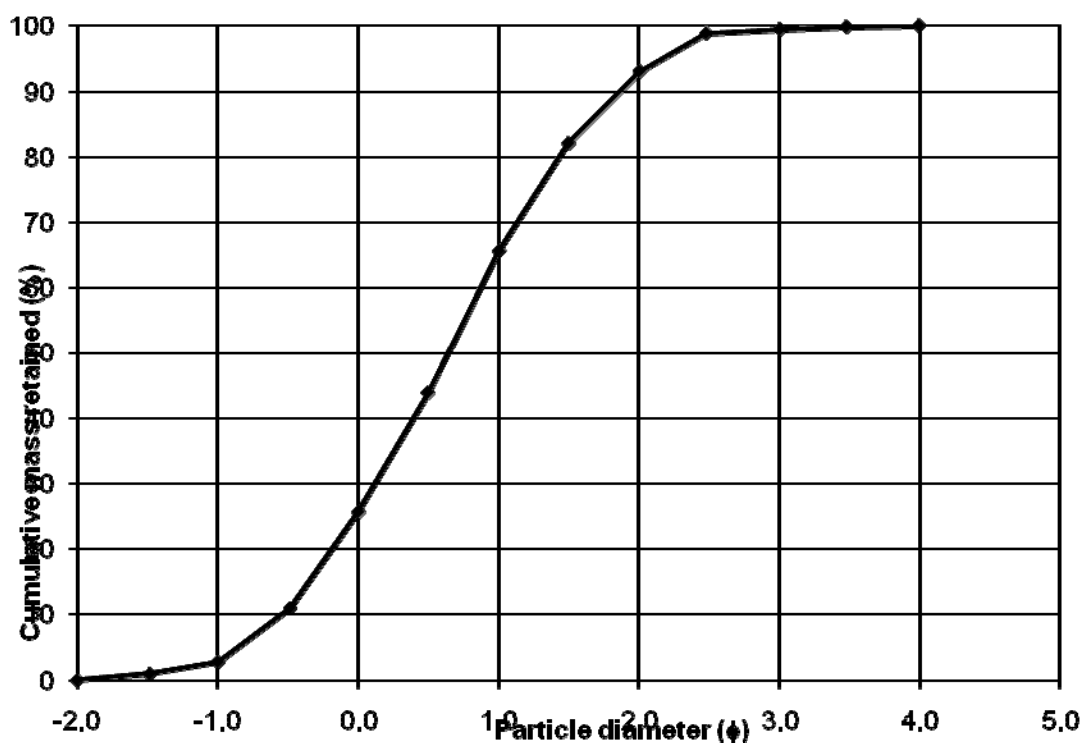


Διάγραμμα Α.14 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 14β

Κωδικός δείγματος : 14 γ

Πίνακας Α.15 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 14γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	3,5555	3,556
-1	7,111	10,667
-0,5	31,5105	42,177
0	55,91	98,087
0,5	69,585	167,672
1	83,26	250,932
1,5	62,675	313,607
2	42,09	355,697
2,5	22,1705	377,8675
3	2,251	380,1185
3,5	1,4555	381,574
4	0,66	382,234
>4	0,011	382,245
Σύνολο:	382,245	

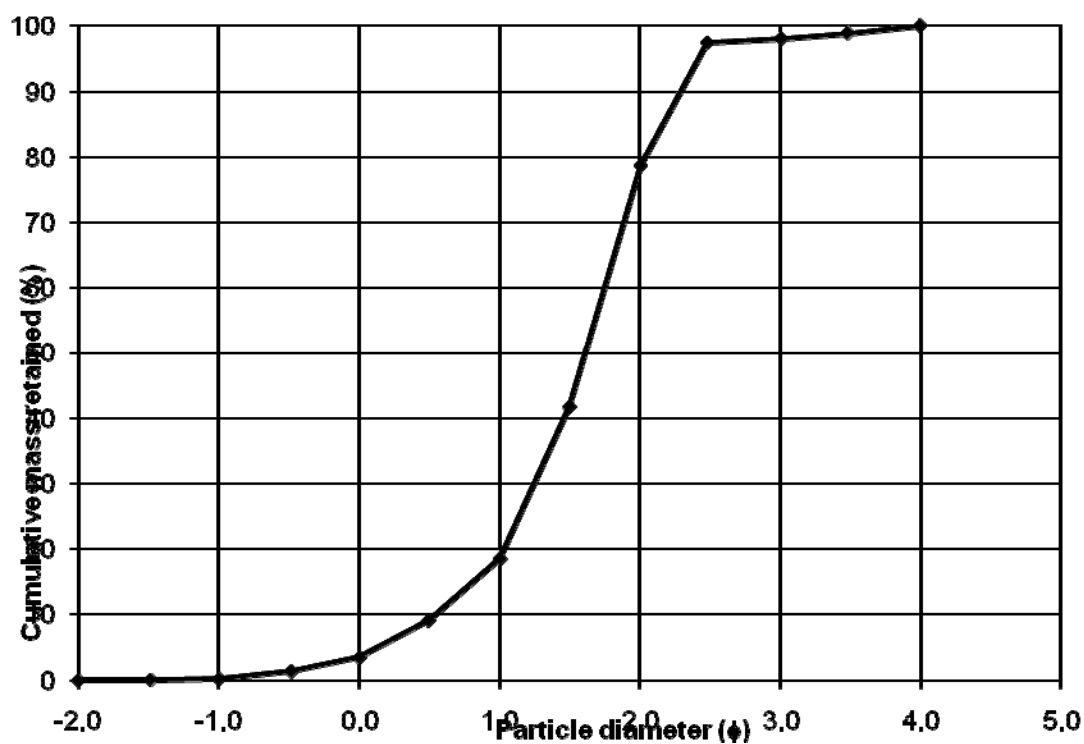


Διάγραμμα Α.15 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 14γ

Κωδικός δείγματος : 19 α

Πίνακας Α.16 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 19α

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,268	0,268
-1	0,536	0,804
-0,5	3,761	4,565
0	6,986	11,551
0,5	19,053	30,604
1	31,12	61,724
1,5	77,135	138,859
2	123,15	262,009
2,5	62,571	324,58
3	1,992	326,572
3,5	2,825	329,397
4	3,658	333,055
>4	0,029	333,084
Σύνολο:	333,084	

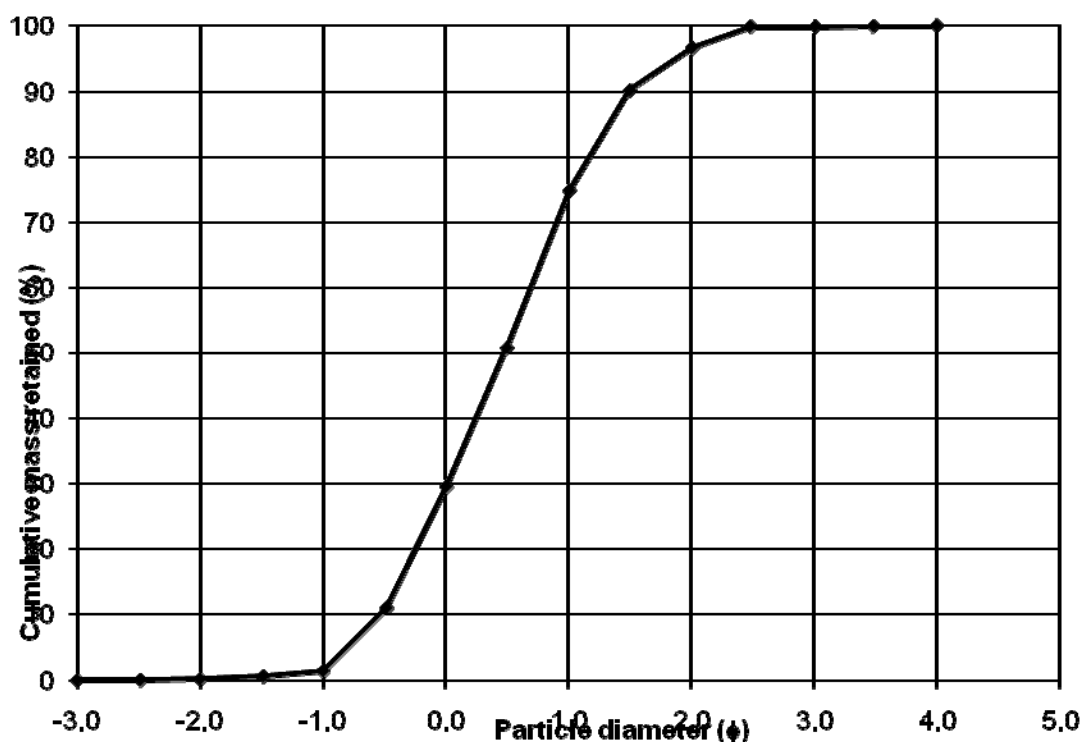


Διάγραμμα Α.16 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 19α

Κωδικός δείγματος : 19 β

Πίνακας Α.17 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 19β

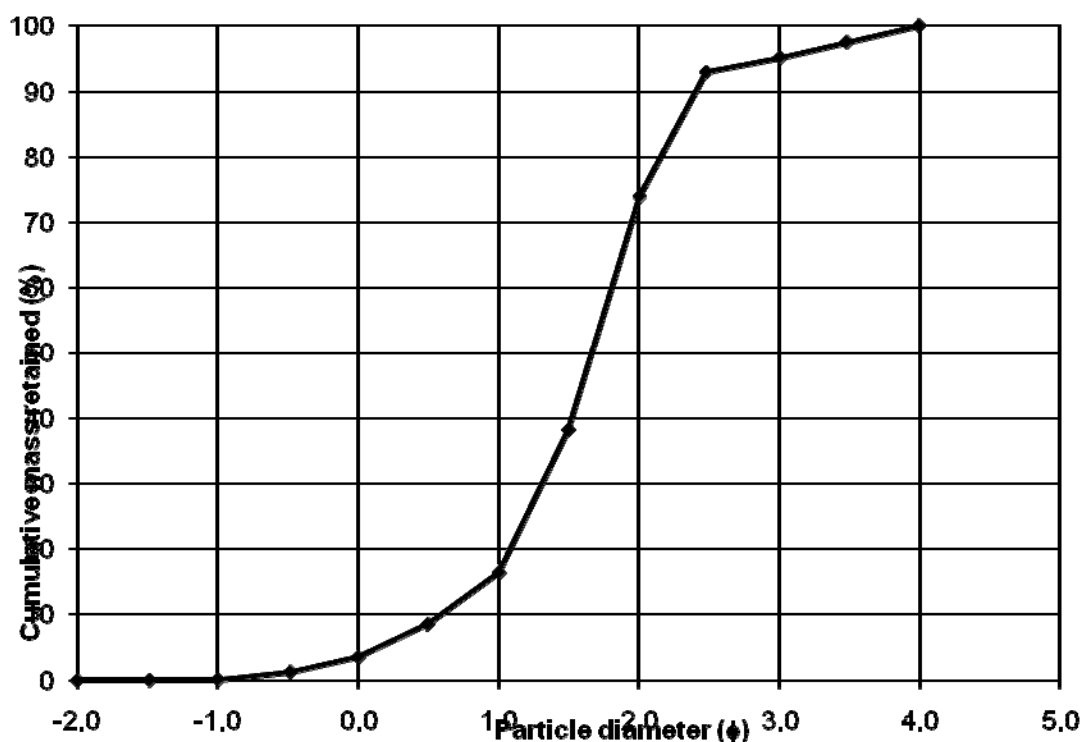
φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0,219	0,219
-2	0,438	0,657
-1,5	1,6665	2,324
-1	2,895	5,219
-0,5	35,8625	41,081
0	68,83	109,911
0,5	79,29	189,201
1	89,75	278,951
1,5	56,964	335,915
2	24,178	360,093
2,5	12,0945	372,1875
3	0,011	372,1985
3,5	0,138	372,3365
4	0,265	372,6015
>4	0,028	372,6295
Σύνολο:	372,6295	



Διάγραμμα Α.17 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 19β

Πίνακας Α.18 : Αποτελέσματα κοκκομετρίας με την μέθοδο του κόσκινου στο δείγμα 19γ

φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Βάρος Αθροιστικό (gr)
-3	0	0,000
-2,5	0	0,000
-2	0	0,000
-1,5	0,1605	0,161
-1	0,321	0,482
-0,5	4,449	4,931
0	8,577	13,508
0,5	19,1035	32,611
1	29,63	62,241
1,5	82,66	144,901
2	135,69	280,591
2,5	72,043	352,634
3	8,396	361,03
3,5	8,9085	369,9385
4	9,421	379,3595
>4	0,055	379,4145
Σύνολο:	379,4145	



Διάγραμμα Α.18 : Ποσοστιαία αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη δείγματος 19γ

Πίνακας Α.19: Συνοπτικός πίνακας χαρακτηρισμού των ιζημάτων των δειγμάτων.

Δείγματα	SEDIMENT NAME	ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ
Δείγμα 1α	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 1β	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Χονδρόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 1γ	Slightly Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 2α	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 2β	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 2γ	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 7α	Moderately Well Sorted Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, μέτρια-καλά ταξινομημένη.
Δείγμα 7β	Slightly Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 7γ	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 12α	Very Fine Gravelly Coarse Sand	Χονδρόκοκκη άμμος, με πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 12β	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 12γ	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 14α	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 14β	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 14γ	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Χονδρόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 19α	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 19β	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Χονδρόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.
Δείγμα 19γ	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Μεσόκοκκη άμμος, με ελάχιστους πολύ λεπτόκοκκους χάλικες.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α περιλαμβάνονται πίνακες με λεπτομερειακή ανάλυση των δειγμάτων.

Β. Προφίλ παραλίας

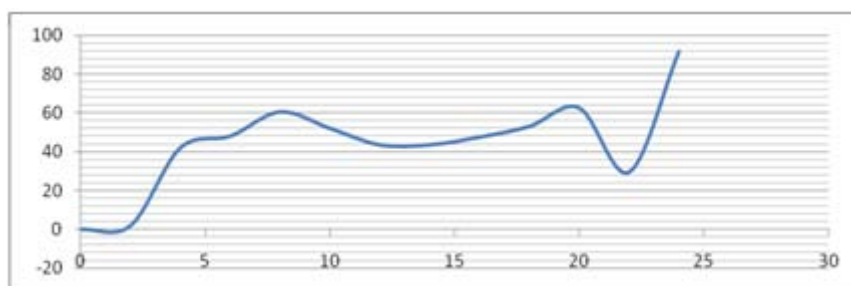
Οι μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργηθούν τα προφίλ της παραλίας με χρήση των διαγραμμάτων στο πρόγραμμα EXCEL. Έτσι φαίνεται γραφικά που υπάρχει ομαλό ανάγλυφο και που απότομο αντίστοιχα.

Παρακάτω δίνονται στους πίνακες οι μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών της ακτής στις θέσεις μέτρησης και στα διαγράμματα οι αντίστοιχες κλίσεις της.

Θέση Μέτρησης :1

Πίνακας Β.1

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά (cm)
0-2	+2
2-4	+40
4-6	+6
6-8	+12,5
8-10	-8,5
10-12	-8,5
12-14	0
14-16	+4
16-18	+5,5
18-20	+9,5
20-22	-33
22-24	62

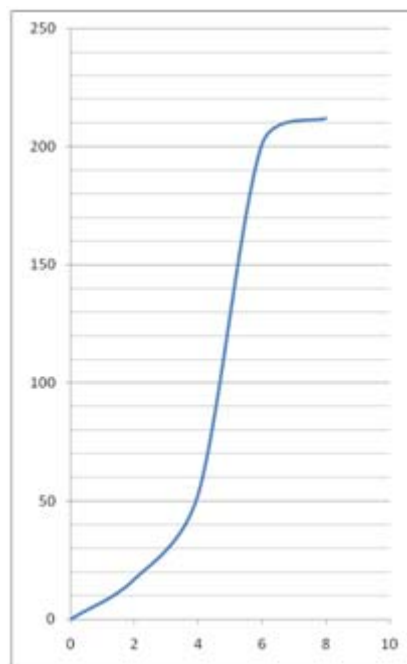


Διάγραμμα Β.1

Θέση Μέτρησης :2

Πίνακας Β.2

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+17
2-4	+36
4-6	+148
6-8	+11

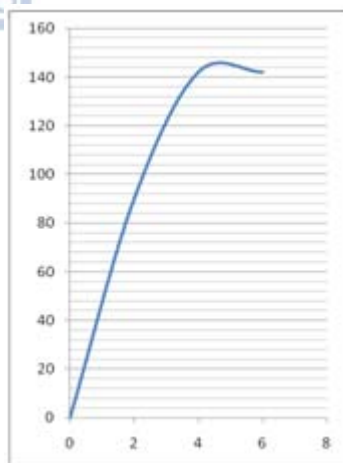


Διάγραμμα Β.2

Θέση Μέτρησης :3

Πίνακας Β.3

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+90
2-4	+52
4-6	0

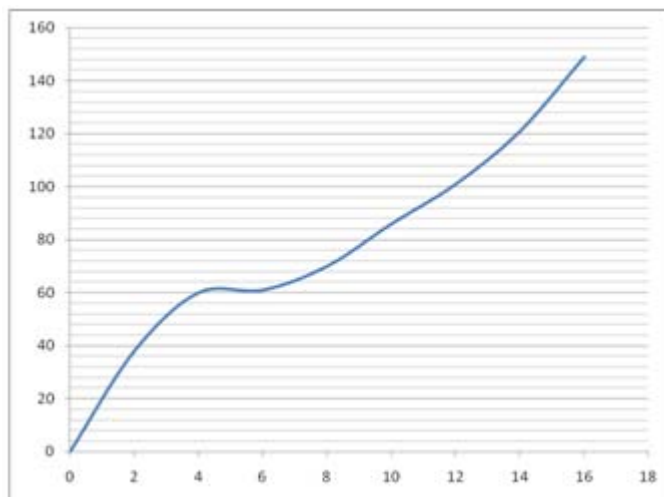


Διάγραμμα Β.3

Θέση Μέτρησης : 4

Πίνακας Β.4

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+38
2-4	+22
4-6	+1
6-8	+9
8-10	+16
10-12	+15
12-14	+20
14-16	+28

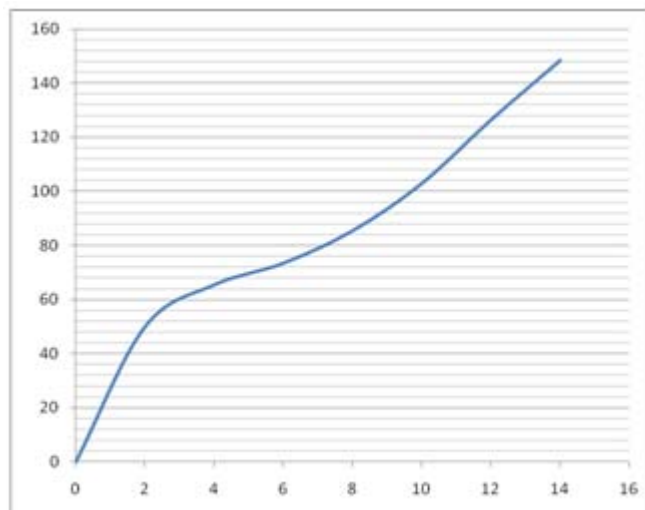


Διάγραμμα Β.4

Θέση Μέτρησης : 5

Πίνακας Β.5

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+50
2-4	+15,5
4-6	+8
6-8	+12
8-10	+17,5
10-12	+23,5
12-14	+22

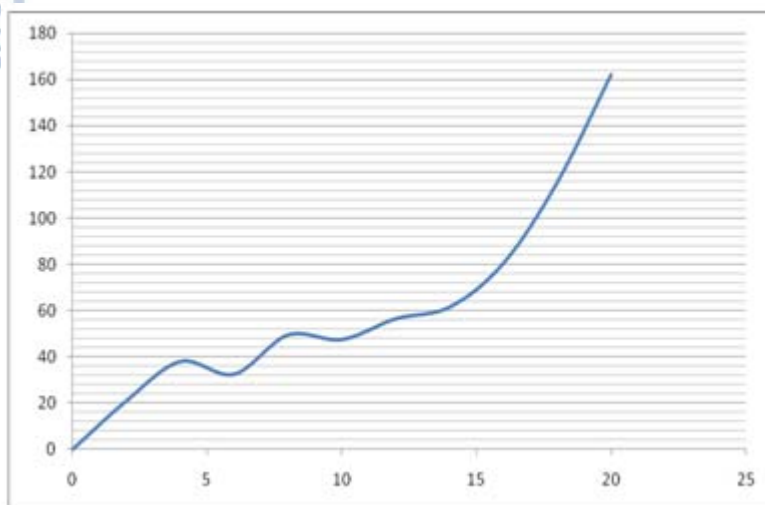


Διάγραμμα Β.5

Θέση Μέτρησης : 6

Πίνακας Β.6

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+21
2-4	+17
4-6	-5,5
6-8	+17
8-10	-2
10-12	+9
12-14	+5
14-16	+19
16-18	+35
18-20	+46,5

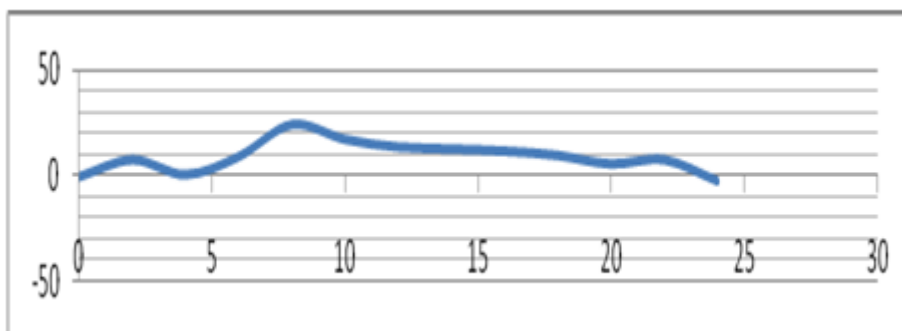


Διάγραμμα Β.6

Θέση Μέτρησης : 8

Πίνακας Β.7

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+8
2-4	-7
4-6	+8,5
6-8	+15
8-10	-7
10-12	-3,5
12-14	-1
14-16	-1
16-18	-2
18-20	-4
20-22	+2
22-24	-10

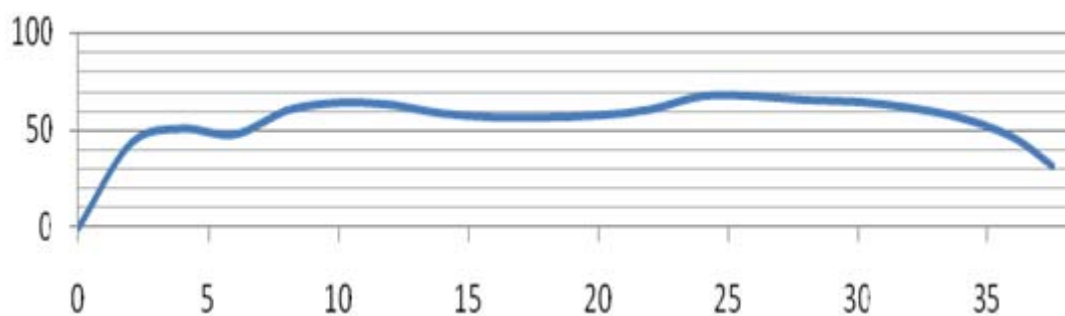


Διάγραμμα Β.7

Θέση Μέτρησης : 9

Πίνακας Β.8

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+44
2-4	+7,5
4-6	-3
6-8	+12,5
8-10	+4
10-12	-1
12-14	-4,5
14-16	-2
16-18	0
18-20	+1
20-22	+3
22-24	+7
24-26	0
26-28	-2
28-30	-1
30-32	-3
32-34	-5,5
34-36	-10
36-37,5	-15

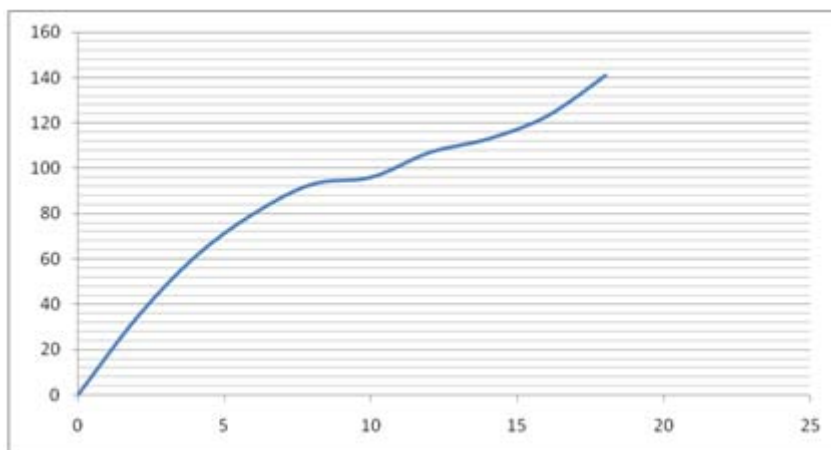


Διάγραμμα Β.8

Θέση Μέτρησης : 10

Πίνακας Β.9

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+34
2-4	+27
4-6	+19
6-8	+13
8-10	+3
10-12	+11
12-14	+6
14-16	+10
16-18	+18
18-20	

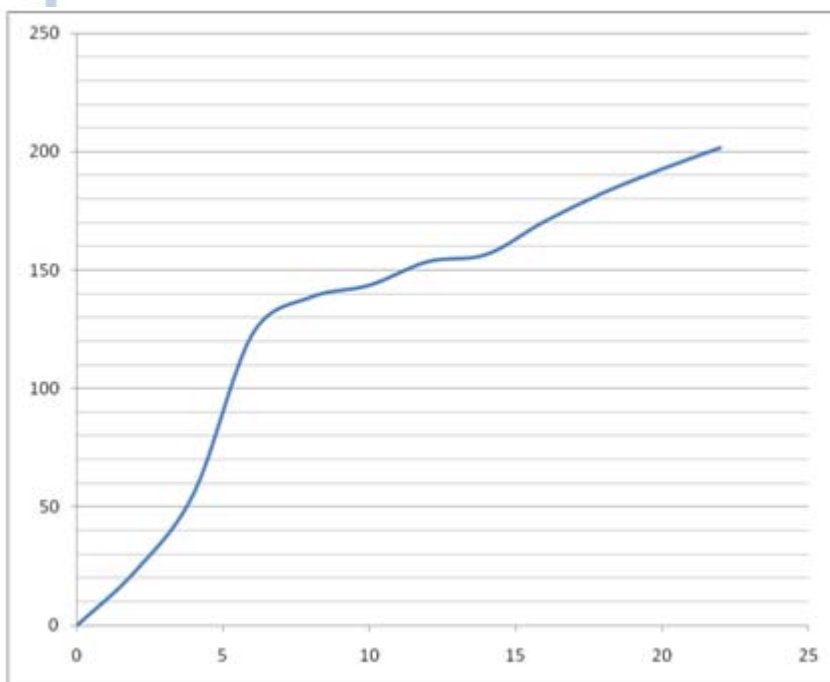


Διάγραμμα Β.9

Θέση Μέτρησης : 11

Πίνακας Β.10

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+23
2-4	+33
4-6	+67
6-8	+15,5
8-10	+5
10-12	+10
12-14	+3
14-16	+14
16-18	+12
18-20	+10
20-22	+9

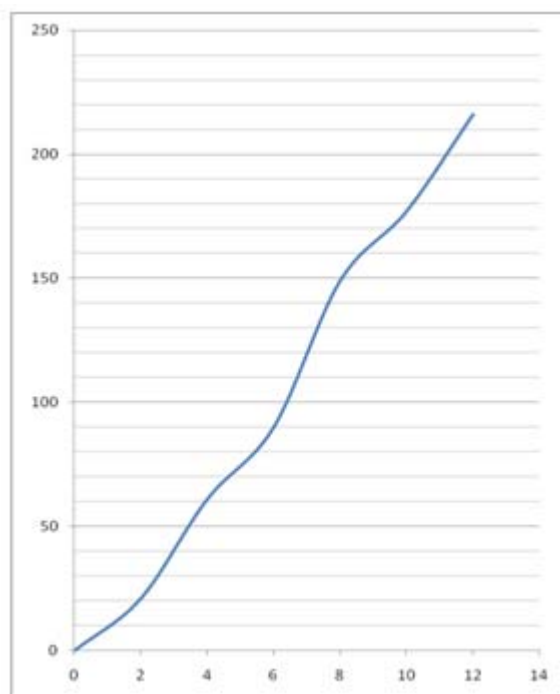


Διάγραμμα Β.10

Θέση Μέτρησης : 12

Πίνακας Β.11

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+21
2-4	+40
4-6	+29
6-8	+59
8-10	+28
10-12	+39

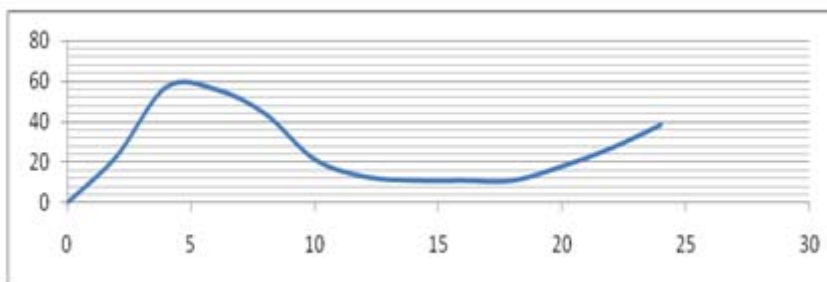


Διάγραμμα Β.11

Θέση Μέτρησης : 13

Πίνακας Β.12

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+23
2-4	+34
4-6	-1
6-8	-12
8-10	-12,5
10-12	-8,5
12-14	-2
14-16	0
16-18	0
18-20	+7
20-22	+9
22-24	+11,5

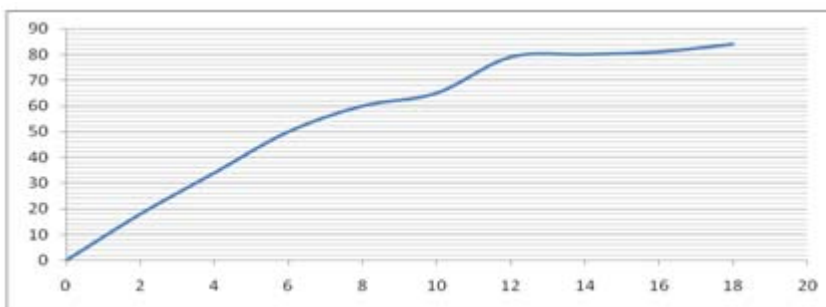


Διάγραμμα Β.12

Θέση Μέτρησης : 14

Πίνακας Β.13

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+18
2-4	+16
4-6	+16
6-8	+10
8-10	+5
10-12	+14
12-14	+1
14-16	+1
16-18	+3

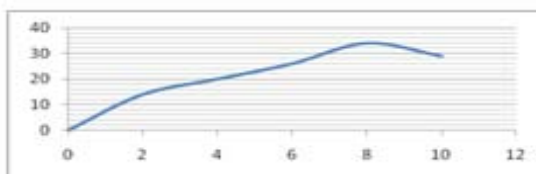


Διάγραμμα Β.13

Θέση Μέτρησης : 15

Πίνακας Β.14

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+14
2-4	+6
4-6	+6
6-8	+8
8-10	-5

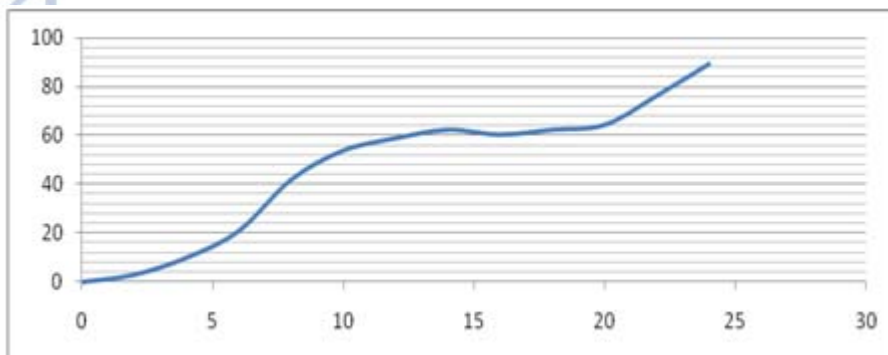


Διάγραμμα Β.14

Θέση Μέτρησης : 16

Πίνακας Β.15

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+3
2-4	+7
4-6	+11
6-8	+21
8-10	+12
10-12	+5
12-14	+3,5
14-16	-2
16-18	2
18-20	2
20-22	+12
22-24	+13

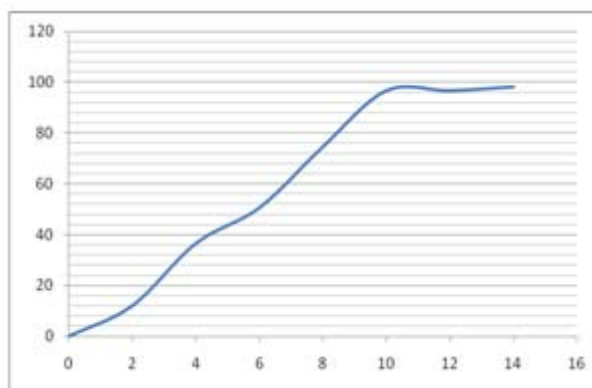


Διάγραμμα Β.15

Θέση Μέτρησης : 17

Πίνακας Β.16

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+12
2-4	+24,5
4-6	+14
6-8	+24
8-10	+22
10-12	0
12-14	+1,5

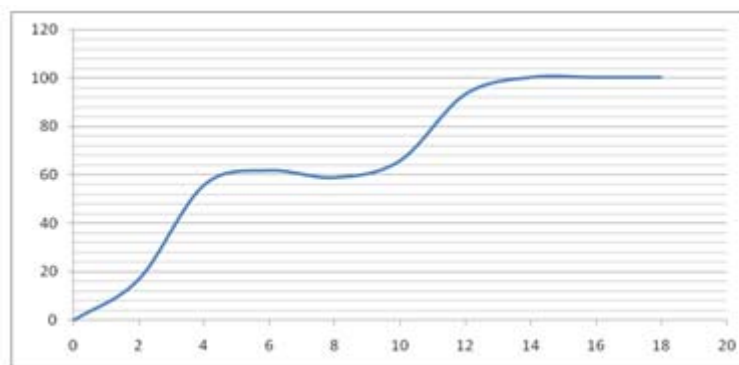


Διάγραμμα Β.16

Θέση Μέτρησης : 18

Πίνακας Β.17

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+17
2-4	+39
4-6	+6
6-8	-3
8-10	+7
10-12	+27,5
12-14	+7
14-16	0
16-18	0

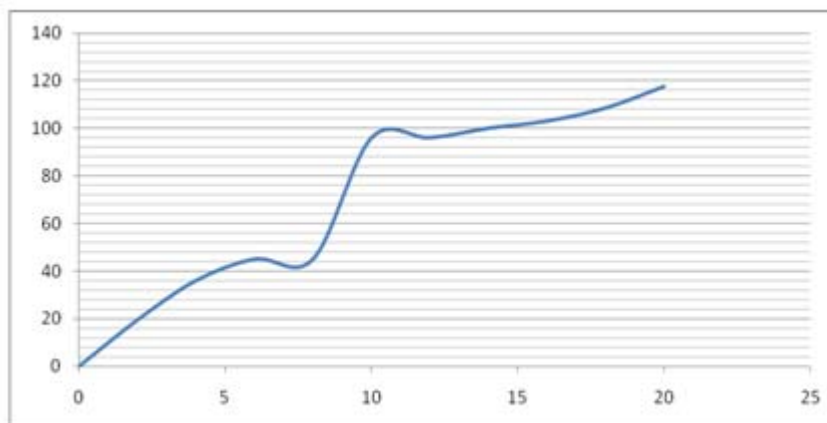


Διάγραμμα Β.18

Θέση Μέτρησης : 19

Πίνακας Β.19

Αποστάσεις (m)	Υψομετρική διαφορά(cm)
0-2	+19,5
2-4	+16,5
4-6	+9
6-8	+0
8-10	+51
10-12	0
12-14	+4
14-16	+3
16-18	+5,5
18-20	+9



Διάγραμμα Β.19

Γ. Ανάλυση Στερεομεταφοράς

Μετά την καταγραφή των διευθύνσεων της στερεομεταφοράς αναλύθηκαν οι αλλαγές τους.



Εικόνα Γ.1 : Κατευθύνσεις της στερεομεταφοράς και οι περιοχές διάβρωσης, απόθεσης και περιοχής ισορροπίας στις 5-7/08/2009 (Google Earth 12/2010).

Στην περιοχή από την θέση Α έως την Γ παρουσιάζεται ακτή τύπου θύλακα με Ζώνες διάβρωσης στο Νότιο στην περιοχή του Στομίου και από το Βορρά την εκβολή του Πηνειού-περιοχή Α (φωτ.1) και την απόκρημνη συνέχεια της ακτής. Και στη περιοχή Β εμφανίζεται Ζώνη της απόθεσης.

Στην περιοχή Βόρεια της περιοχής Α έχουμε επιμήκη στερεομεταφορά σε ισορροπία που έχει σαν αρχή μια ζώνη διάβρωσης (περιοχή Α) και κατευθύνεται προς το Βορρά σε ισορροπία μέχρι και τα όρια της περιοχής έρευνας. Ακόμα παρατηρήθηκε στο μεγαλύτερο μέρος αυτής της περιοχής καταστροφή της παράκτιας αποθήκης άμμου (ζώνη θινών) από αυθαίρετη και άναρχη δόμηση (Νέα Μεσάγγαλα) που σταδιακά θα επηρεάσουν την ισορροπία και πιθανόν θα μειώσουν δραματικά το πλάτος της ακτής και θα αυξήσουν την κλίση της.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οι δελταϊκές ακτογραμμές είναι γενικά πολύπλοκα δυναμικά συστήματα που οφείλονται σε συνδυασμένη δραστηριότητα πολλών παραγόντων και μεταβάλλουν συνεχώς μορφές και σχήματα. Συγκεκριμένα η κοίτη του Πηνειού ποταμού στη δελταϊκή πεδιάδα δεν έχει υποστεί έντονο τεχνητό περιορισμό ή ευθυγράμμιση.(Ε. Καρύμπαλης) Οι μετατοπίσεις της κοίτης και η σταδιακή αλλαγή της θέσης των εκβολών οφείλονται κυρίως σε φυσικές διεργασίες που σχετίζονται με ακραίες πλημμυρικές παροχές του ποταμού.(Ε. Καρύμπαλης)

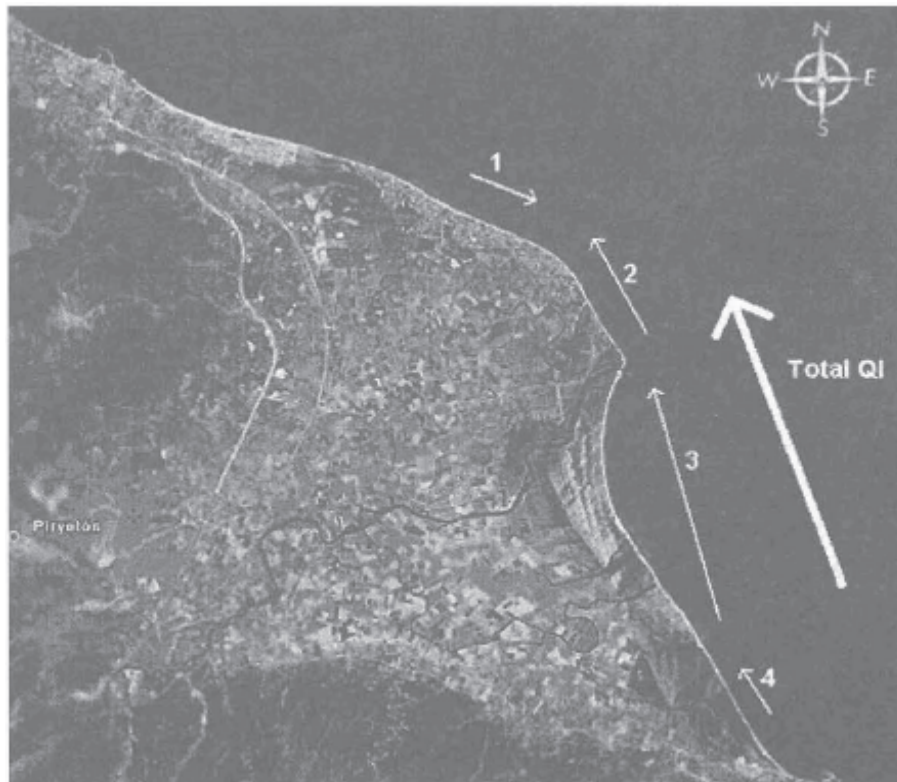
Η δελταϊκή ακτογραμμή του Πηνειού ποταμού χαρακτηρίζεται σε όλο το μήκος της από την άφθονη παρουσία μεσόκοκκης έως χονδρόκοκκης άμμου. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται στο συνοπτικό πίνακα Α19 από τις ιζηματολογικές αναλύσεις των δεκαεννιά δειγμάτων, τα δεκαπέντε χαρακτηρίζονται ως μεσόκοκκη άμμος και τα τέσσερα ως χονδρόκοκκη άμμος. Η παρουσία χονδρόκοκκων υλικών σε πολύ μικρές ποσότητες εντοπίζεται στα σημεία όπου εκβάλλει το ποτάμι.

Γενικότερα στα δείγματα απουσιάζουν οι χονδρές κροκάλες, γεγονός που ήταν πιθανό λόγο της απόθεσης-παγίδευσής τους στον μαιανδρισμό του Πηνειού πριν τα στενά, άνωθεν του δέλτα.

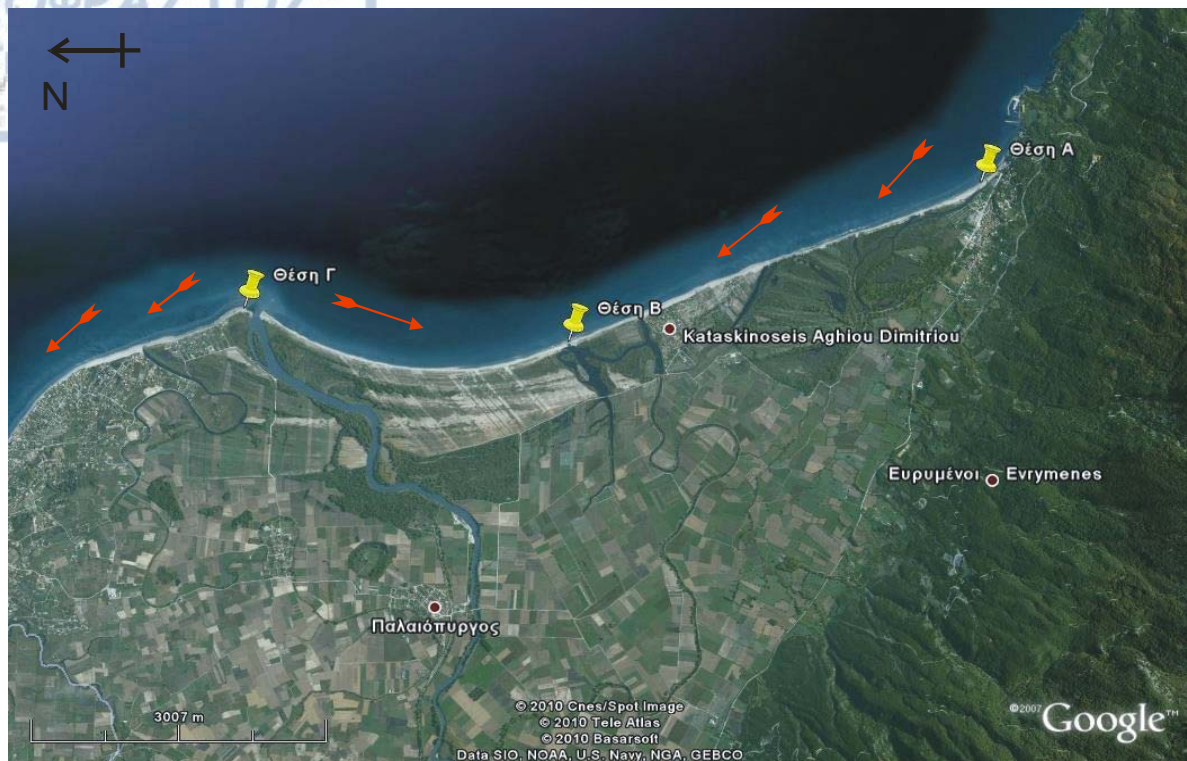
Παρατηρείται ακόμα από την κοκκομετρία των δειγμάτων μια σχετική ομοιομορφία κατά μήκος όλης τις δελταϊκής ακτής, αλλά και ταυτόχρονα και των ζωνών αυτής. Αυτό υποδηλώνει έντονη κυματική δράση στην περιοχή, που φαίνεται και από την διάβρωση που εμφανίζεται στο Νότιο τμήμα, λόγω της αλλαγής της εκβολής και της παύσης προσφοράς ιζημάτων στο τμήμα αυτό. Η διάβρωση αυτή προκαλείται από έντονους Νότιους ανέμους στην περιοχή. Έτσι θα έπρεπε να υπάρχει ανομοιομορφία στα ιζήματα ανάμεσα στο Νότιο και το Βόρειο τμήμα. Άρα οι διευθύνσεις της στερεομεταφοράς που καταγράφηκαν κατά τον μήνα Αύγουστο δεν μπορεί να είναι σταθερές κατά τη διάρκεια όλου του έτους. Πιθανόν ανάλογα την εποχή να πραγματοποιείται παλινδρόμηση του ιζήματος, λόγω της αλλαγής των κλιματικών συνθηκών κι έτσι αναμειγνύεται και επιτυγχάνεται η ομοιομορφία. Προκύπτει ότι στο δέλτα κατά τη διάρκεια όλου του έτους κυριαρχεί η κυματική δράση κατά την απόθεση, δηλαδή χαρακτηρίζεται ως "wave dominated delta" και εμφανίζεται έντονη διασπορά των ιζημάτων, λόγω εποχιακής παλινδρόμησης της στερεομεταφοράς. Εμφανίζεται ανάπτυξη πολλών παράκτιων αμμωδών ράχων που

φθάνουν μέχρι 1,3km στο εσωτερικό του δέλτα και είναι το αποτέλεσμα της επανεπεξεργασίας και εναπόθεσης των ποτάμιων ιζημάτων από τον κυματισμό και τα παράκτια ρεύματα.

Συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα των διευθύνσεων της στερεομεταφοράς που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη με τα αντίστοιχα από την εργασία του Φουτράκης κ.α. (2007) και προέκυψαν ενδιαφέροντα στοιχεία. Σύμφωνα με την παραπάνω εργασία που βασίζεται κυρίως σε υδροδυναμικές μετρήσεις εκτενών περιόδων, προέκυψε ότι η εξέλιξη των εκβολών οφείλεται πρωτίστως στην κινηματική και μεταφορική ικανότητα των κυμάτων και δευτερευόντως στην ποτάμια απόθεση, που συμφωνεί και με το γενικό συμπέρασμα της παρούσας μελέτης. Όμως εμφανίζονται και διαφορές στις κατά τόπους διευθύνσεις της στερεομεταφοράς.



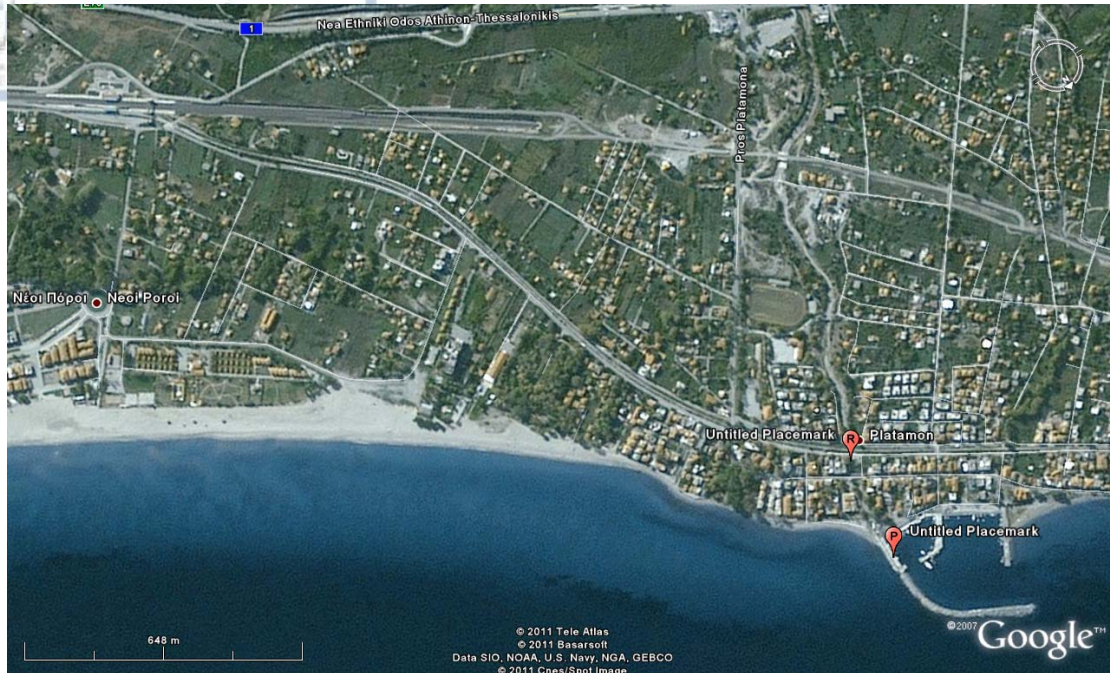
Εικόνα 8.1: Χάρτης της στερεομεταφοράς στο δέλτα του Πηνειού (κατά Maroukian H. 2007)



Εικόνα 8.2 : Τα σημεία αλλαγής φοράς της στερεομεταφοράς και η γενική διεύθυνσή της, στις 5-7/08/2009 (Google Earth 12/2010)

Η γενική διεύθυνση της στερεομεταφοράς εμφανίζεται και στις δύο εργασίες προς το Βορρά. Στο Νότιο τμήμα εντοπίζονται κάποιες διαφορές. Ενώ βρέθηκε στερεομεταφορά συγκλίνουσα στις παλαιές εκβολές με τις άμεσες παρατηρήσεις (εικόνα 8.2) στην παραπάνω εργασία καταλήξαμε σε συνιστώσα ιδιαίτερα έντονη και σταθερή προς Βορρά (δείκτης 3, εικόνα 8.1). Στο βόρειο τμήμα βρέθηκε σταθερή διεύθυνση προς Βορρά, που δεν ταυτίζεται με το αποτέλεσμα της άλλης έρευνας η οποία δίνει δύο διευθύνσεις και προς Βορρά (δείκτης 2) και προς Νότο (δείκτης 1).

Οι λόγοι των αντιφατικών αποτελεσμάτων οφείλονται στις μεθόδους έρευνας και στο χρονικό εύρος αυτών. Στην εργασία που αναφέρθηκε βασίστηκαν σε χονδρικές μετρήσεις μεγάλης περιόδου και με μόνη παράμετρο την κυματική ισχύ. Αυτό δεν επέτρεψε να αποτυπωθεί στην Νότια περιοχή του δέλτα μια συνιστώσα στερεομεταφοράς προς το Νότο, που οφείλεται πιθανότατα σε μεταβλητά κλιματικά φαινόμενα ενδιάμεσων περιόδων που δεν μπορούσαν να αποτυπωθούν, όπως Δυτικούς-Νοτιοδυτικούς ανέμους οι οποίοι παθαίνοντας περίθλαση (θέση Γ) στον κολπίσκο δημιούργησαν αντίθετες συνισταμένες στερεομεταφοράς. Στην παρούσα έρευνα η εύρεση της διεύθυνσης με την άμεση παρατήρηση έδωσε σίγουρα στοιχεία, αλλά μόνο κατά την περίοδο καταγραφής. Στη βόρεια περιοχή αυτή η διπλή διεύθυνση που βρέθηκε από την αναφερθείσα μελέτη απουσιάζει από την παρούσα, διότι δεν παρουσιάστηκε κατά την περίοδο των μετρήσεων γεγονός που οφείλεται στην περιοδικότητα του φαινομένου, επαληθεύεται με ανάλυση της δορυφορικής εικόνας 8.3 της περιοχής Βόρεια του δέλτα.



Εικόνα 8.3: Περιοχή ακτής Ν.Πόρων και Πλαταμών. (Google Earth, 2011)

Στην Εικόνα 8.3 αποτυπώνεται το Βόρειο όριο του δέλτα. Στη συνέχεια φαίνεται ο κυματοθραύστης-φράγμα στο λιμανάκι του Πλαταμών. Στον δείκτη R της εικόνας βρίσκεται η κοίτη ενός χειμάρρου που εκβάλει ακριβώς στην πίσω πλευρά του κυματοθραύστη, δείκτης P. Αν είχαμε μόνιμη σταθερή στερεομεταφορά προς βορρά, τότε θα έπρεπε να συσσωρεύονται στο σημείο P ιζημάτα από νοτιότερα και από τον χειμάρρο και να έχουμε εκτενείς αποθέσεις. Όμως παρατηρείται ότι η ακτή παραμένει σε σταθερό πλάτος και πιθανόν μειούμενη, αυτό δικαιολογείται μόνο αν υπάρχει μια συνιστώσα στερεομεταφοράς προς νότο και μάλιστα επαρκής για να απομακρύνει και τις γειτονικές προσχώσεις του χειμάρρου.

Συνολικά προκύπτει ότι η κύρια συνιστώσα στερεομεταφοράς είναι προς Βορρά, αλλά κατά περιόδους εμφανίζεται μερική αντιστροφή της τάσης αυτής, που επαληθεύει την παλινδρόμηση των ιζημάτων και την ομοιομορφία των ιζημάτων σε όλο το μήκος της ακτής.

Ένα άλλο θέμα που προέκυψε από την έρευνα μας, αναφέρεται στην μεταβολή του παράκτιου χώρου από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Η έντονη οικιστική ανάπτυξη που συντελέστηκε στην παράκτια περιοχή του δέλτα ειδικά τα τελευταία 30 χρόνια, άλλαξε ριζικά την εικόνα της περιοχής. Δημιούργησε νέους εκτεταμένους οικισμούς ειδικά στην Βόρεια περιοχή του δέλτα (Δήμος Αιγάνης) και είχε σαν συνέπεια να πιεστεί η αγροτική οικονομία της περιοχής και να μειωθεί αισθητά. Παρά την σημαντική ανάπτυξη του τριτογενή τομέα, ο πρωτογενής τομέας εξακολουθεί να κατέχει την πρώτη θέση.

Η οικιστική αυτή ανάπτυξη έχει δημιουργήσει επικίνδυνες συνθήκες για το μέλλον του δέλτα. Έχει καταλάβει σε πολλά σημεία την ζώνη των θινών που τροφοδοτούν την παραλία με άμμο κατά την περίοδο διάβρωσης από την δύναμη των κυμάτων που είναι ισχυρή στην περιοχή. Αυτό μπορεί να έχει σαν συνέπεια την μείωση σε πολλά σημεία του πλάτους της παραλίας με συνέπειες στην ασφάλεια των οικισμών και της οικονομικής τους δραστηριότητας που εξαρτάται από τον τουρισμό. Ακόμα, η τουριστική ανάπτυξη με τη δημιουργία πολλών ξενοδοχειακών μονάδων, που σε

σημαντικό ποσοστό χρησιμοποιούν και ατομικές γεωτρήσεις πέραν του δικτύου ύδρευσης, έχει αυξήσει την κατανάλωση ύδατος της περιοχής, που προστέθηκε στις ανάγκες άρδευσης της αγροτικής γης. (Οικονόμου Α., 2005) Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη άρδευση της περιοχής, με μελλοντικό κίνδυνο εισροής θαλασσινού νερού (Οικονόμου Α., 2005). Επίσης, εξαιτίας των ελλειπών αποχετευτικών δικτύων στις μονάδες και στους οικισμούς, χρησιμοποιούνται εκτενώς μέθοδοι διάθεσης των λυμάτων (απορροφητικοί βόθροι) ρυπογόνοι για το υπέδαφος και το περιβάλλον γενικότερα. (Οικονόμου Α., 2005) Παρά την αποσπασματική προσπάθεια δημιουργίας τέτοιων δικτύων για εξορθολογισμό του συστήματος, δεν έχουν διορθωθεί συνολικά τα προβλήματα ούτε στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

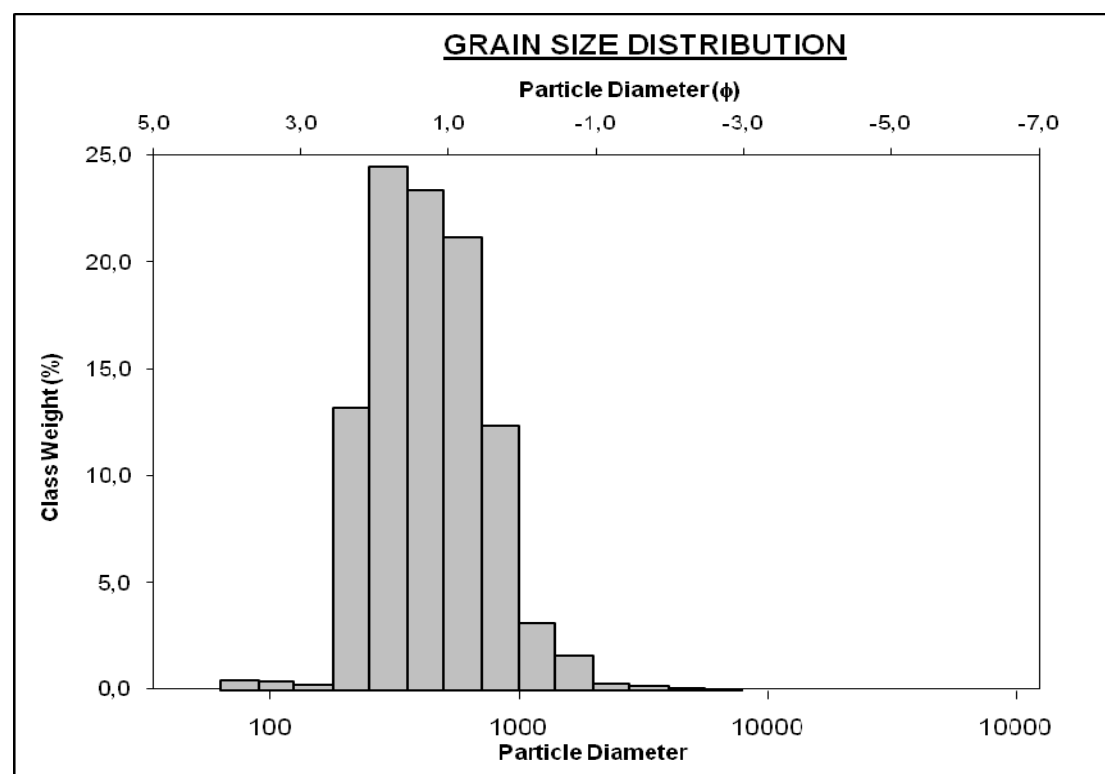
Συνοψίζοντας τα παραπάνω, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το οικοσύστημα του Δέλτα Πηνειού Ποταμού έχει ανάγκη προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος από τις ασυμβίβαστες προς το φυσικό περιβάλλον χρήσεις γης. Οφείλεται να τηρούνται οι ζώνες προστασίας των λιμνών και της κοίτης του ποταμού να βρεθεί λύση για τις υπάρχουσες αυθαιρεσίες και μελλοντικά να ελέγχεται αυστηρά η τήρηση των κανόνων. Διαφορετικά, στα επόμενα χρόνια οι κάτοικοι θα χάσουν το φυσικό περιβάλλον του Δέλτα Πηνειού, που είναι σημαντικός φυσικός πόρος για την ανάπτυξη της περιοχής. Η ανάπτυξη της περιοχής θα πρέπει να ακολουθεί τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, όπου σύμφωνα με αυτές θα πρέπει να προστατευτεί και να διατηρηθεί το φυσικό περιβάλλον (χλωρίδα, πανίδα, έδαφος, ύδατα) και το ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η ευημερία της περιοχής περιστρέφεται γύρω από την διατήρηση του ποτάμιου οικοσυστήματος σε υγιή και ακμαία κατάσταση και της παραλιακής ζώνης που η αξιοποίηση της χρειάζεται κανόνες προστασίας, ειδικά σε ένα δελταϊκό σύστημα όπως του Πηνειού.

Πίνακες λεπτομερειακών αναλυτικών στοιχείων των δειγμάτων.

Πίνακας 1: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 1α.

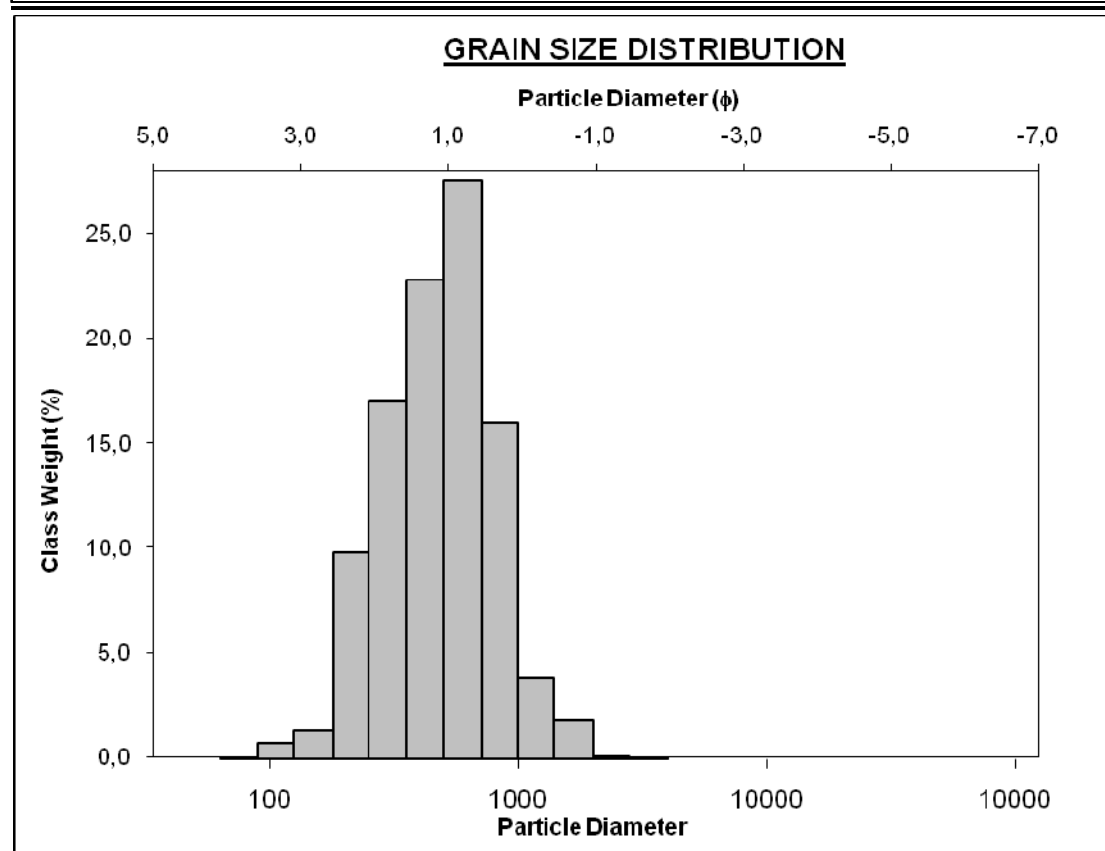
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 1α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,6%	COARSE SAND: 33,4%		
MODE 2:			SAND: 99,4%	MEDIUM SAND: 47,6%		
MODE 3:			MUD: 0,0%	FINE SAND: 12,7%		
D ₁₀ :	227,3	0,187		V FINE SAND: 0,9%		
MEDIAN or D ₅₀ :	423,3	1,240	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%		
D ₉₀ :	878,3	2,137	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,864	11,42	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	651,0	1,950	FINE GRAVEL: 0,1%	FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,136	2,632	V FINE GRAVEL: 0,5%	V FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	334,0	1,095	V COARSE SAND: 4,8%	CLAY: 0,0%		
	METHOD OF MOMENTS					
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD		
	μm	μm	ϕ	Geometric	Logarithmic	Description
MEAN ($\bar{x}$):	520,0	437,7	1,192	433,1	1,207	Medium Sand
SORTING (σ):	375,1	1,709	0,773	1,672	0,742	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	5,333	0,368	-0,368	0,078	-0,078	Symmetrical
KURTOSIS (K):	60,89	4,155	4,155	0,894	0,894	Platykurtic



Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 1α.

Πίνακας 2: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 1β.

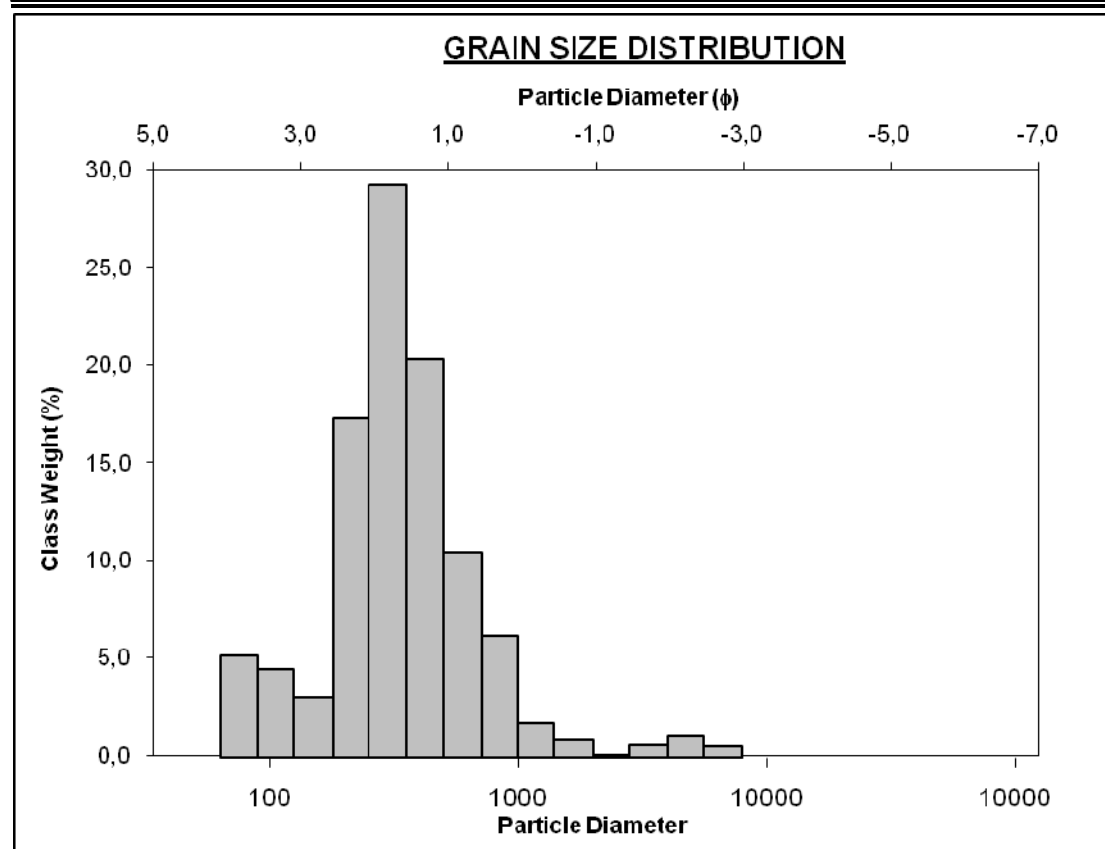
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 1β			ANALYST & DATE: , 4-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 0,1% COARSE SAND: 43,4%			
MODE 2:			SAND: 99,9% MEDIUM SAND: 39,5%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 10,6%			
D ₁₀ :	237,9	0,135	V FINE SAND: 0,8%			
MEDIAN or D ₅₀ :	493,1	1,020	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	910,5	2,071	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,826	15,31	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	672,5	1,936	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,053	2,854	V FINE GRAVEL: 0,1% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	348,0	1,038	V COARSE SAND: 5,6% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	551,5	476,5	1,069	476,6	1,069	Medium Sand
SORTING (σ):	298,4	1,677	0,746	1,684	0,751	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,767	-0,123	0,123	-0,089	0,089	Symmetrical
KURTOSIS (K):	9,221	3,213	3,213	0,955	0,955	Mesokurtic



Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 1β.

Πίνακας 3: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 1γ.

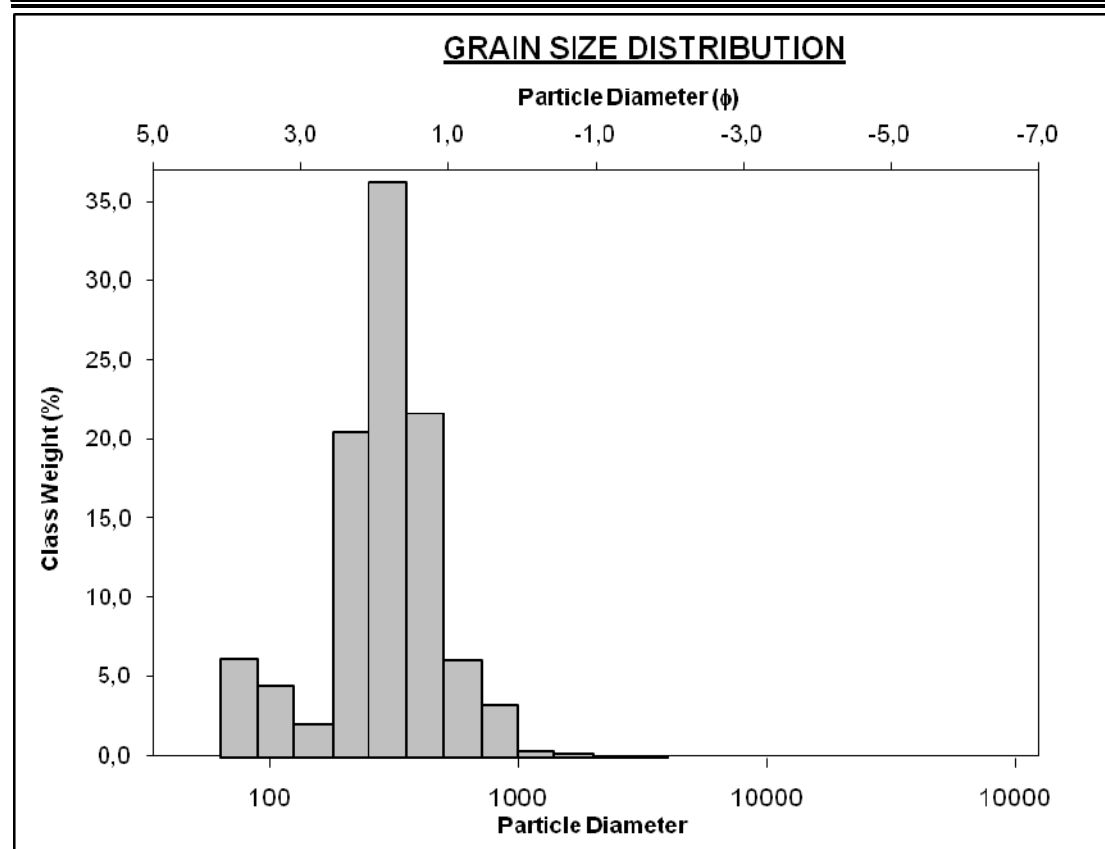
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: θέση 1γ			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 2,3% COARSE SAND: 16,6%			
MODE 2:	76,50	3,731	SAND: 97,7% MEDIUM SAND: 49,4%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 19,5%			
D ₁₀ :	130,9	0,415	V FINE SAND: 9,6%			
MEDIAN or D ₅₀ :	320,6	1,641	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%		
D ₉₀ :	750,2	2,933	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	5,731	7,075	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	619,3	2,519	FINE GRAVEL: 1,6%	FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,046	1,950	V FINE GRAVEL: 0,7%	V FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	240,6	1,033	V COARSE SAND: 2,6%	CLAY: 0,0%		
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	485,6	333,4	1,585	333,1	1,586	Medium Sand
SORTING (σ):	737,9	2,088	1,062	1,920	0,941	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	5,968	0,752	-0,752	0,017	-0,017	Symmetrical
KURTOSIS (K):	43,20	5,737	5,737	1,388	1,388	Leptokurtic



Διάγραμμα 3: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 1γ.

Πίνακας 4: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 2α.

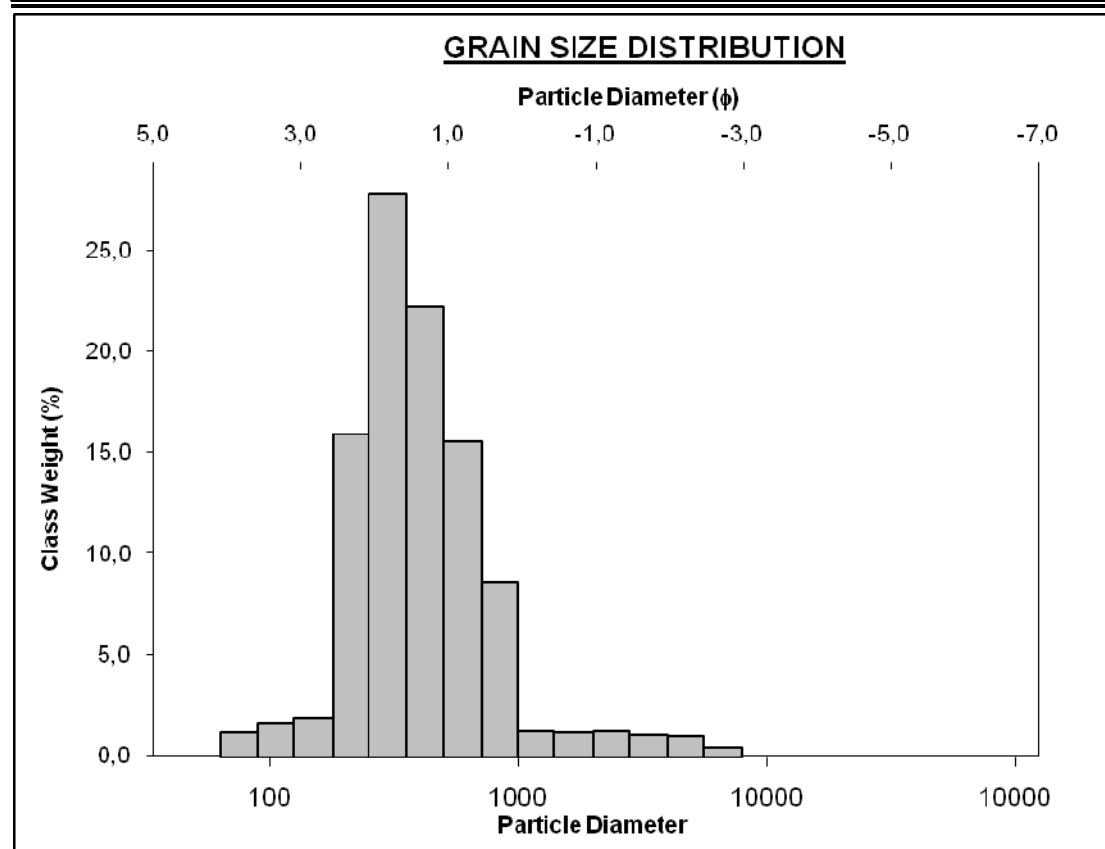
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 2α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,1% COARSE SAND: 9,4%			
MODE 2:	76,50	3,731	SAND: 99,9% MEDIUM SAND: 57,8%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 21,6%			
D ₁₀ :	119,8	0,996	V FINE SAND: 10,5%			
MEDIAN or D ₅₀ :	296,9	1,752	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	501,5	3,061	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	4,186	3,074	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	381,7	2,065	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,775	1,615	V FINE GRAVEL: 0,1% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	171,7	0,828	V COARSE SAND: 0,6% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	330,6	283,0	1,821	295,0	1,761	Medium Sand
SORTING (σ):	188,0	1,734	0,794	1,703	0,768	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	3,095	-0,565	0,565	-0,122	0,122	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	28,69	4,212	4,212	1,483	1,483	Leptokurtic



Διάγραμμα 4: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 2α.

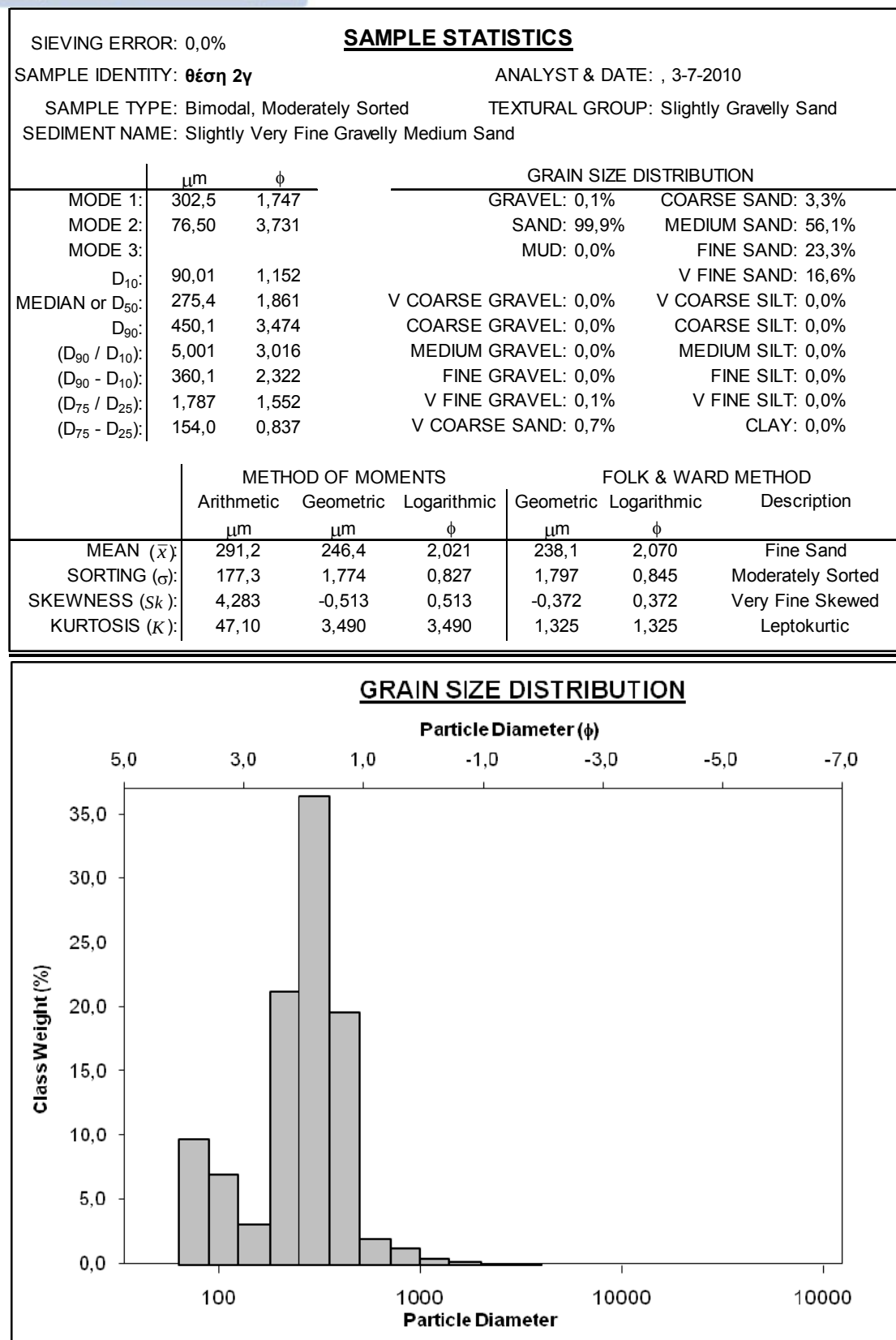
Πίνακας 5: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 2β.

SIEVING ERROR: 0,0%			SAMPLE STATISTICS			
SAMPLE IDENTITY: θέση 2β			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 3,7% COARSE SAND: 24,1%			
MODE 2:			SAND: 96,2% MEDIUM SAND: 49,9%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 17,0%			
D ₁₀ :	201,5	0,223	V FINE SAND: 2,8%			
MEDIAN or D ₅₀ :	367,1	1,446	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	856,8	2,311	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	4,251	10,36	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	655,2	2,088	FINE GRAVEL: 1,5% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,111	2,300	V FINE GRAVEL: 2,3% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	296,3	1,078	V COARSE SAND: 2,4% CLAY: 0,0%			
			METHOD OF MOMENTS			
			Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD
			μm	μm	ϕ	Geometric Logarithmic Description
MEAN ($\bar{x}$):	564,3	404,1	1,307	387,3	1,369	Medium Sand
SORTING (σ):	757,1	1,976	0,983	1,791	0,841	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	5,213	1,099	-1,099	0,225	-0,225	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	34,81	6,065	6,065	1,116	1,116	Leptokurtic



Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 2β.

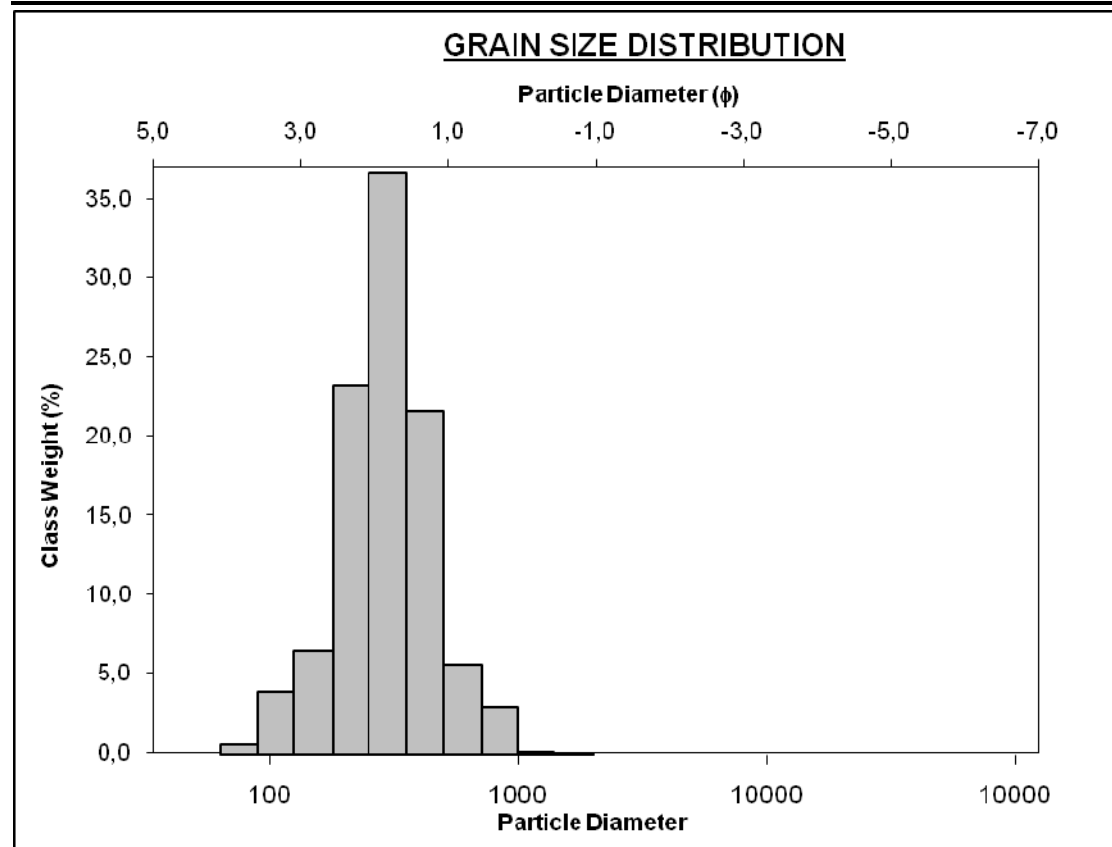
Πίνακας 6: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 2γ.



Διάγραμμα 6: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 2γ.

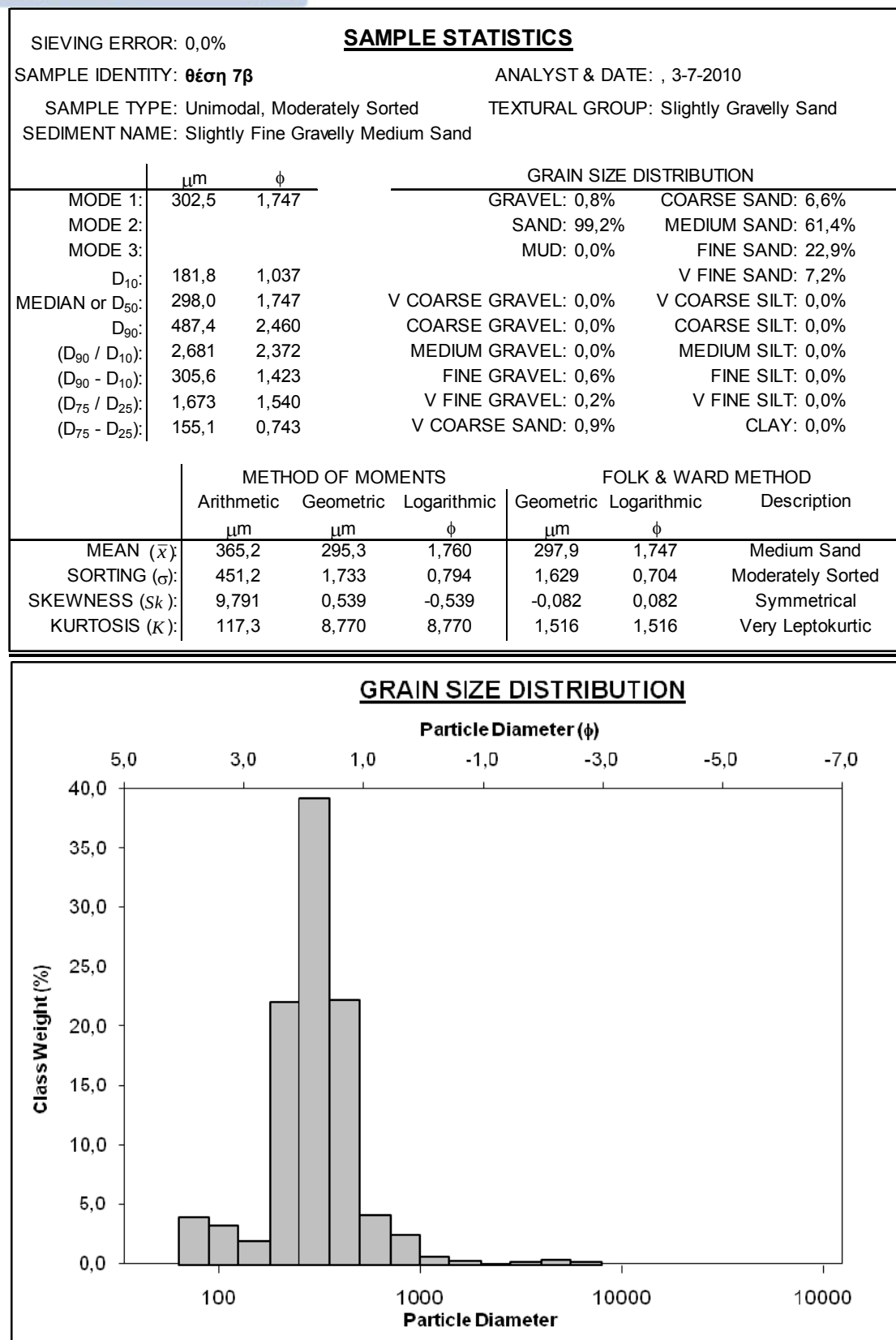
Πίνακας 7: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 7α.

SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: θέση 7α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Sand			
SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,0% COARSE SAND: 8,5%			
MODE 2:			SAND: 100,0% MEDIUM SAND: 58,2%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 28,7%			
D ₁₀ :	168,8	1,030	V FINE SAND: 4,4%			
MEDIAN or D ₅₀ :	293,6	1,768	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	489,6	2,567	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,901	2,492	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	320,9	1,537	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,737	1,578	V FINE GRAVEL: 0,0% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	163,2	0,797	V COARSE SAND: 0,2% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	325,8	290,9	1,781	293,4	1,769	Medium Sand
SORTING (σ):	154,4	1,563	0,644	1,565	0,646	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,880	-0,208	0,208	-0,020	0,020	Symmetrical
KURTOSIS (K):	9,962	4,504	4,504	1,175	1,175	Leptokurtic



Διάγραμμα 7: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 7α.

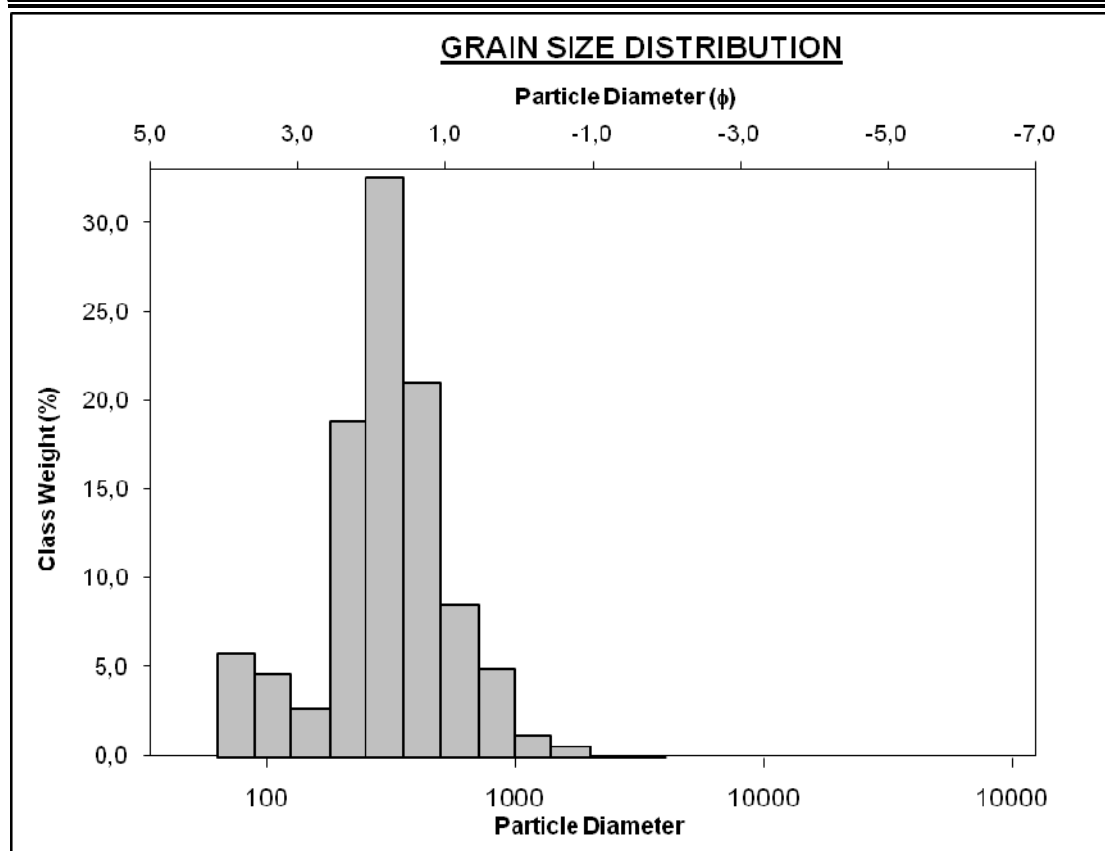
Πίνακας 8: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 7β.



Διάγραμμα 8: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 7β.

Πίνακας 9: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 7γ.

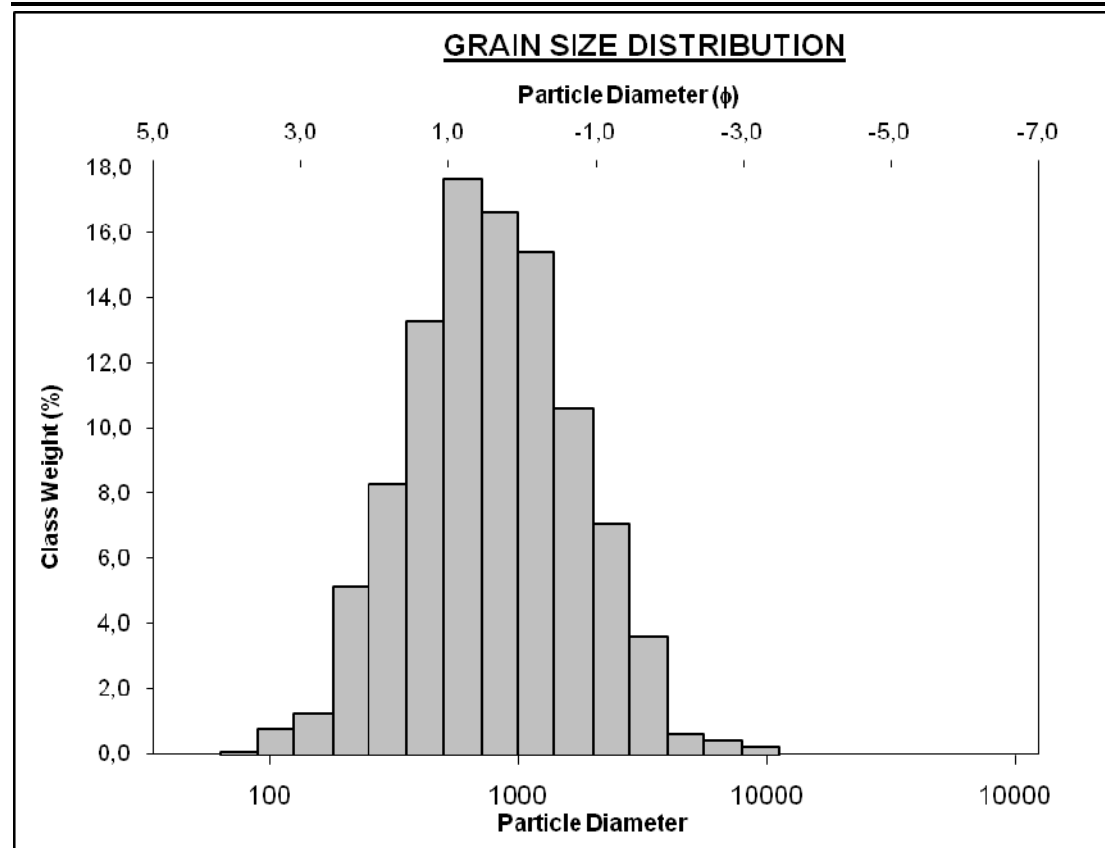
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 7γ			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,0% COARSE SAND: 13,5%			
MODE 2:	76,50	3,731	SAND: 99,9% MEDIUM SAND: 53,5%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 20,7%			
D ₁₀ :	121,0	0,688	V FINE SAND: 10,4%			
MEDIAN or D ₅₀ :	305,7	1,710	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	620,9	3,047	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	5,133	4,432	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	500,0	2,360	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,908	1,757	V FINE GRAVEL: 0,0% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	202,7	0,932	V COARSE SAND: 1,8% CLAY: 0,0%			
			METHOD OF MOMENTS			
			Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD
			μm	μm	ϕ	Geometric Logarithmic Description
MEAN ($\bar{x}$):	359,1	298,0	1,747	305,7	1,710	Medium Sand
SORTING (σ):	230,2	1,821	0,865	1,787	0,837	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	2,539	-0,352	0,352	-0,071	0,071	Symmetrical
KURTOSIS (K):	15,17	3,901	3,901	1,424	1,424	Leptokurtic



Διάγραμμα 9: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 7γ.

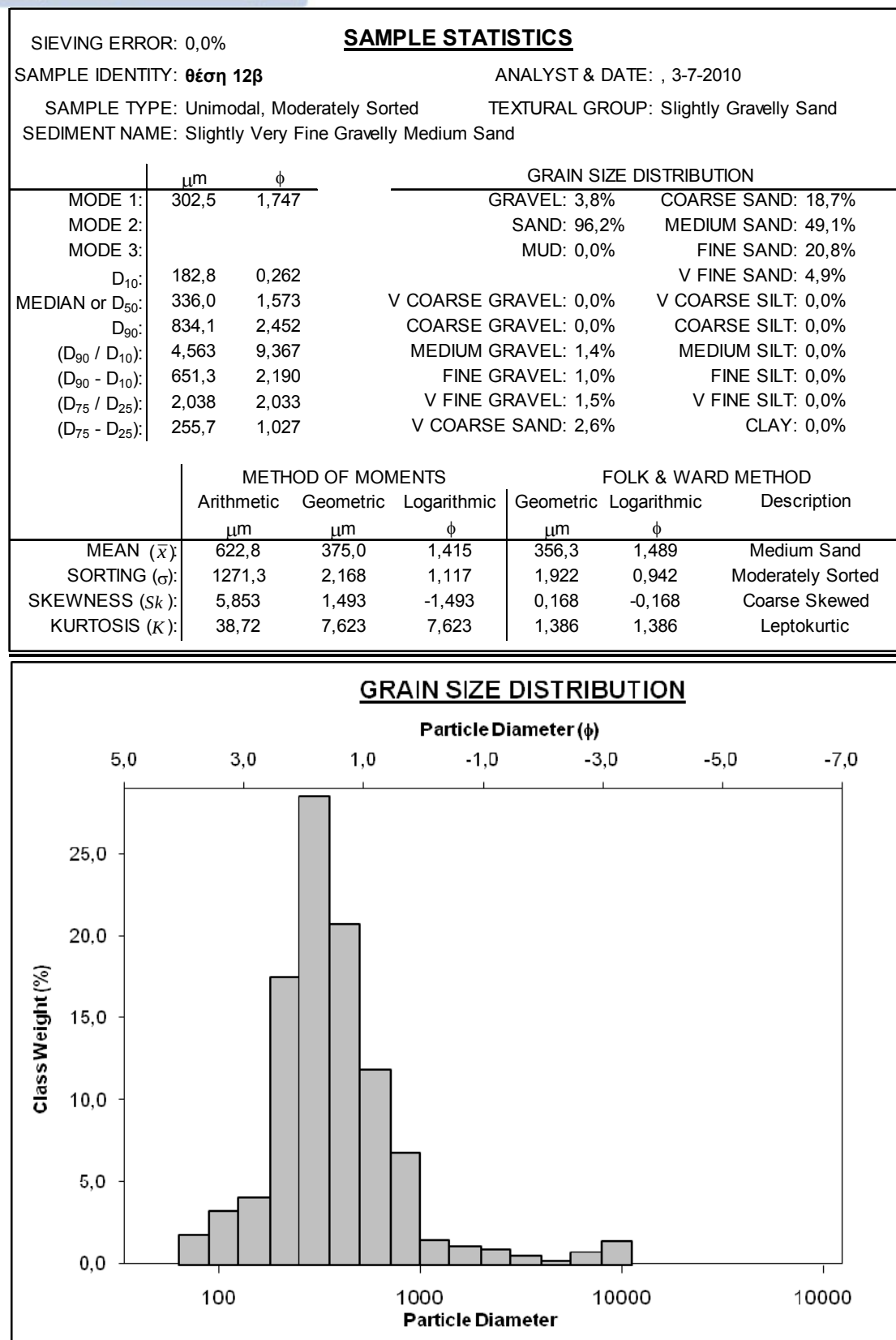
Πίνακας 10: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 12α.

SAMPLE STATISTICS						
SIEVING ERROR: 0,0%						
SAMPLE IDENTITY: Θέση 12α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 11,8%		COARSE SAND: 34,1%	
MODE 2:			SAND: 88,2%		MEDIUM SAND: 21,4%	
MODE 3:			MUD: 0,0%		FINE SAND: 6,2%	
D ₁₀ :	283,5	-1,130			V FINE SAND: 0,8%	
MEDIAN or D ₅₀ :	769,8	0,377	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,0%	
D ₉₀ :	2189,2	1,818	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,0%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	7,721	-1,609	MEDIUM GRAVEL: 0,3%		MEDIUM SILT: 0,0%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	1905,6	2,949	FINE GRAVEL: 1,0%		FINE SILT: 0,0%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,904	-2,757	V FINE GRAVEL: 10,5%		V FINE SILT: 0,0%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	870,8	1,538	V COARSE SAND: 25,7%		CLAY: 0,0%	
			METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD	
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	1077,3	782,5	0,354	785,5	0,348	Coarse Sand
SORTING (σ):	992,7	2,173	1,120	2,183	1,126	Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	3,294	0,059	-0,059	0,026	-0,026	Symmetrical
KURTOSIS (K):	21,39	2,962	2,962	0,982	0,982	Mesokurtic



Διάγραμμα 10: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 12α.

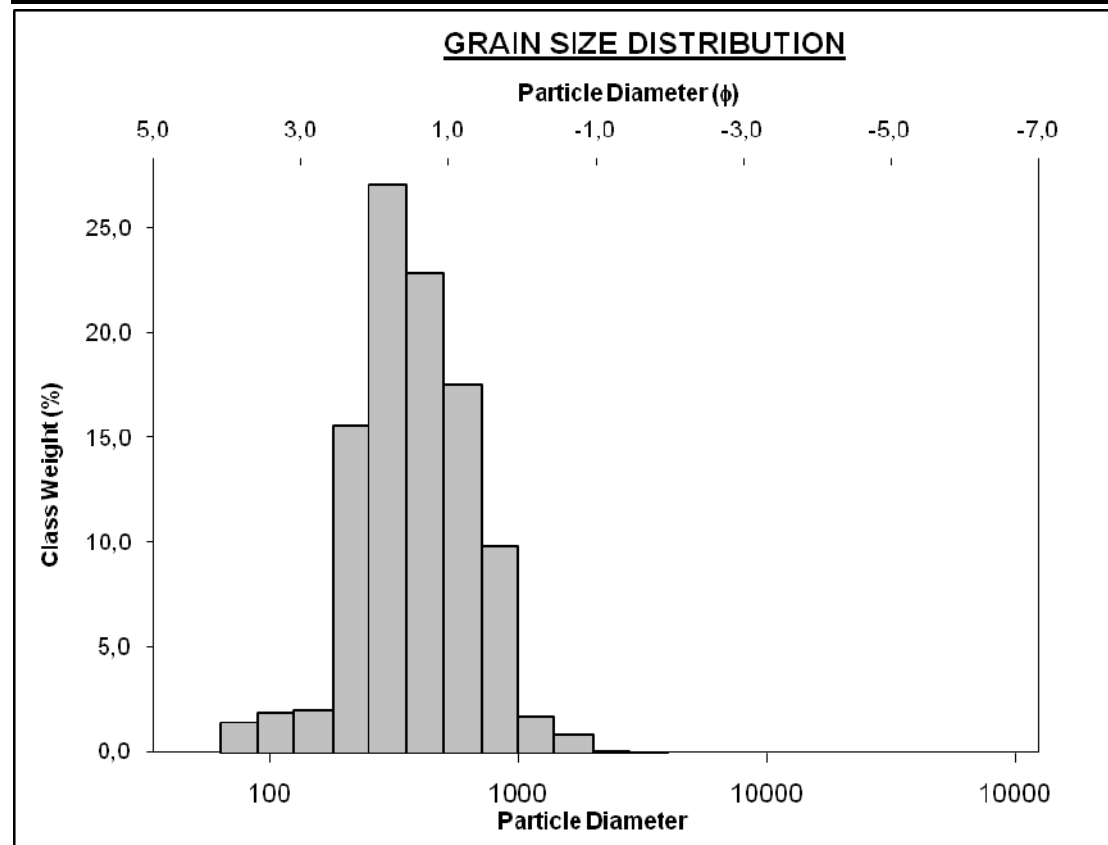
Πίνακας 11: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 12β.



Διάγραμμα 11: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 12β.

Πίνακας 12: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 12γ.

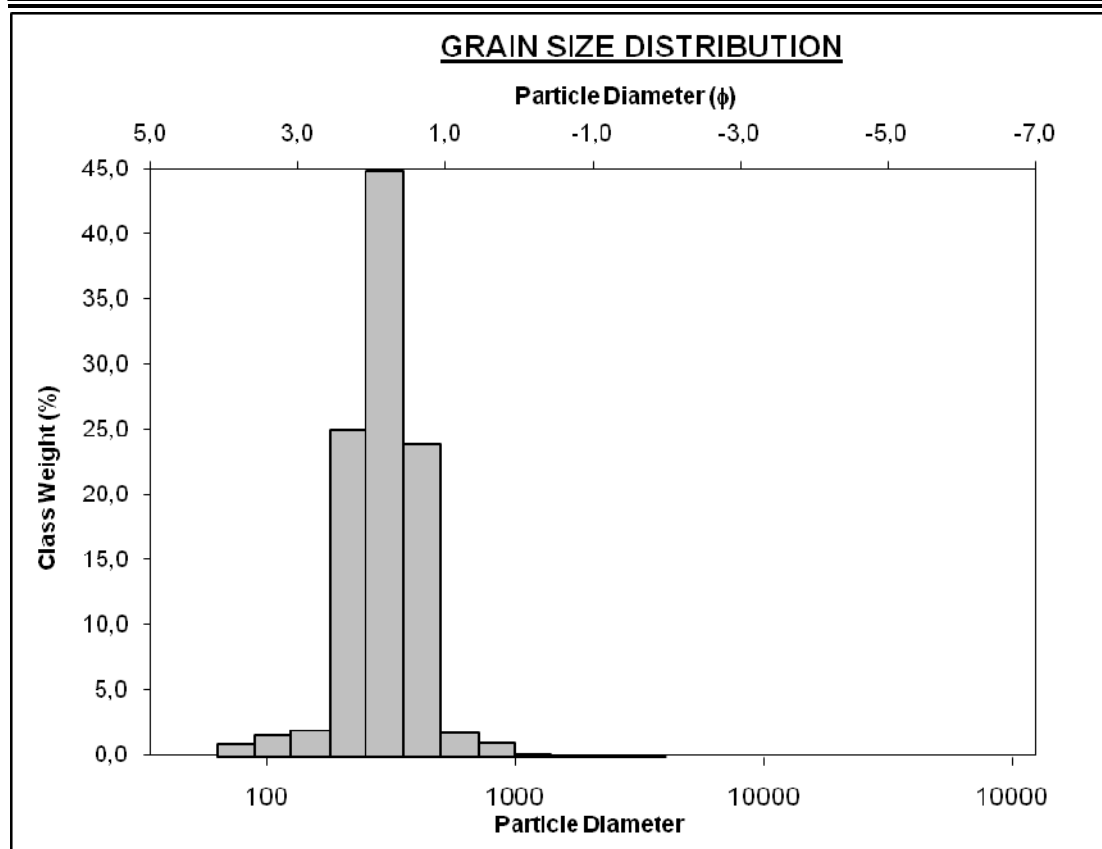
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 12γ			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	φ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,1%	COARSE SAND: 27,4%		
MODE 2:			SAND: 99,8%	MEDIUM SAND: 49,8%		
MODE 3:			MUD: 0,0%	FINE SAND: 16,9%		
D ₁₀ :	199,3	0,372		V FINE SAND: 3,3%		
MEDIAN or D ₅₀ :	369,1	1,438	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%		
D ₉₀ :	772,6	2,327	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,877	6,252	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	573,3	1,955	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,078	2,235	V FINE GRAVEL: 0,1%	V FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	286,9	1,055	V COARSE SAND: 2,6%	CLAY: 0,0%		
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	φ	μm	φ	
MEAN ($\bar{x}$):	445,3	378,0	1,403	381,7	1,390	Medium Sand
SORTING (σ):	265,6	1,733	0,793	1,691	0,758	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	2,378	-0,195	0,195	0,083	-0,083	Symmetrical
KURTOSIS (K):	15,16	4,133	4,133	0,957	0,957	Mesokurtic



Διάγραμμα 12: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 12γ.

Πίνακας 13: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 14α.

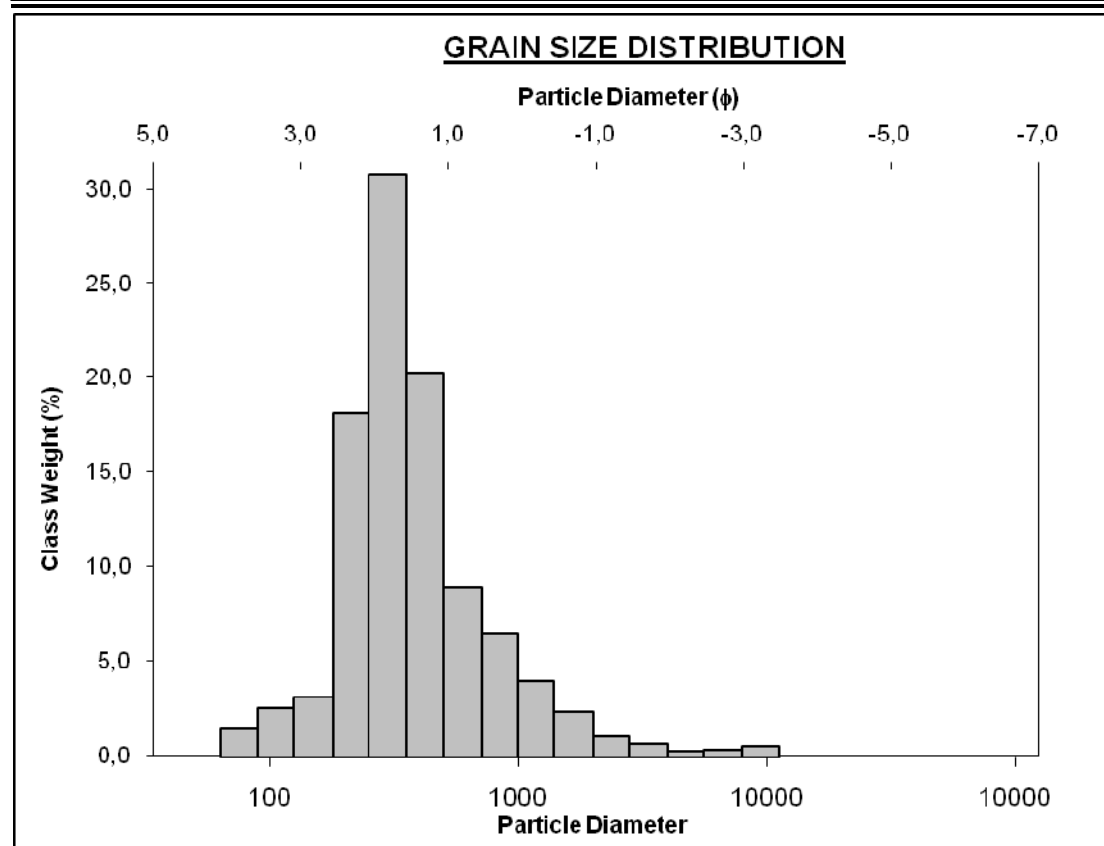
SIEVING ERROR: 0,0%			SAMPLE STATISTICS			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 14α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,0% COARSE SAND: 2,8%			
MODE 2:			SAND: 100,0% MEDIUM SAND: 68,8%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 25,8%			
D ₁₀ :	194,1	1,148	V FINE SAND: 2,5%			
MEDIAN or D ₅₀ :	295,9	1,757	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	451,3	2,365	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,325	2,061	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	257,2	1,217	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,518	1,412	V FINE GRAVEL: 0,0% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	123,8	0,602	V COARSE SAND: 0,2% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	315,9	292,9	1,772	295,5	1,759	Medium Sand
SORTING (σ):	120,3	1,423	0,509	1,374	0,458	Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	3,772	-0,516	0,516	-0,001	0,001	Symmetrical
KURTOSIS (K):	52,10	7,079	7,079	0,968	0,968	Mesokurtic



Διάγραμμα 13: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 14α.

Πίνακας 14: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 14β.

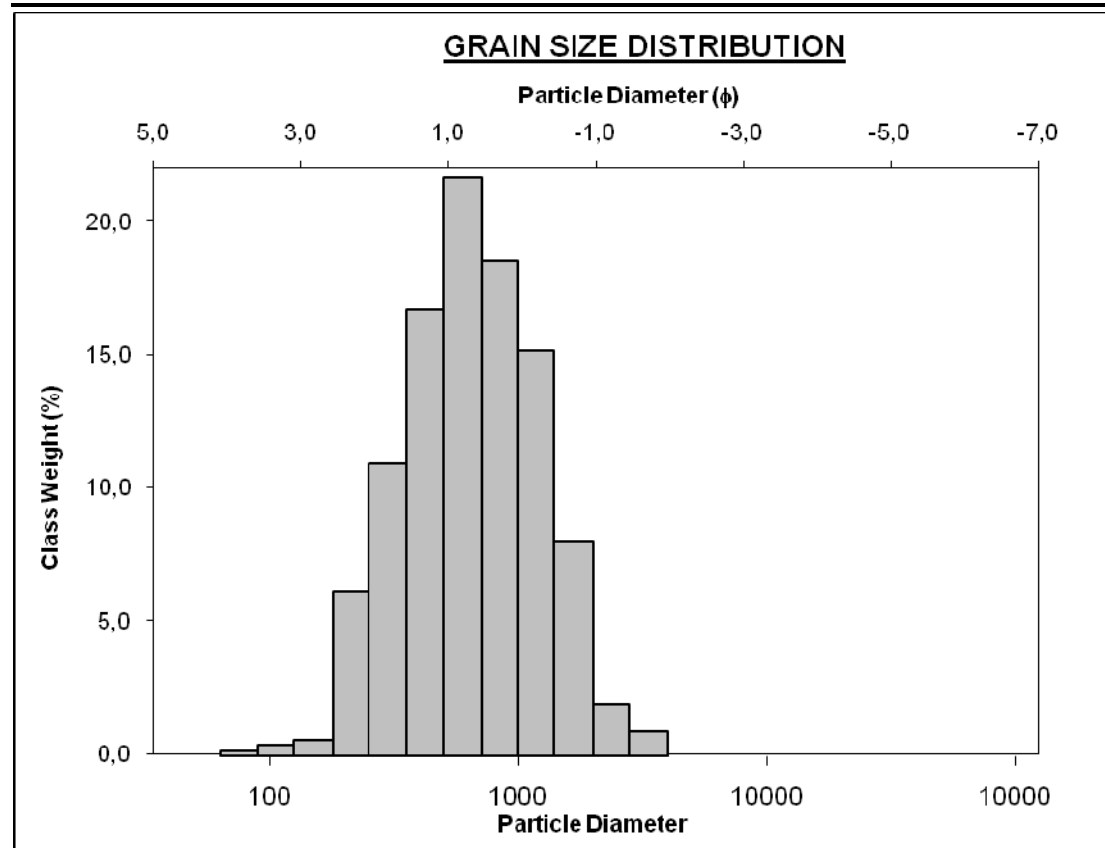
SIEVING ERROR: 0,0%			SAMPLE STATISTICS			
SAMPLE IDENTITY: θέση 14β			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 3,0% COARSE SAND: 15,4%			
MODE 2:			SAND: 97,0% MEDIUM SAND: 50,9%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 20,5%			
D ₁₀ :	189,8	0,053	V FINE SAND: 3,9%			
MEDIAN or D ₅₀ :	334,2	1,581	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	963,6	2,398	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	5,078	44,85	MEDIUM GRAVEL: 0,5% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	773,9	2,344	FINE GRAVEL: 0,7% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,976	1,976	V FINE GRAVEL: 1,7% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	245,8	0,983	V COARSE SAND: 6,3% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	562,2	380,5	1,394	368,4	1,441	Medium Sand
SORTING (σ):	914,0	2,061	1,043	1,927	0,946	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	6,900	1,175	-1,175	0,256	-0,256	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	60,40	6,033	6,033	1,419	1,419	Leptokurtic



Διάγραμμα 14: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 14β.

Πίνακας 15: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 14γ.

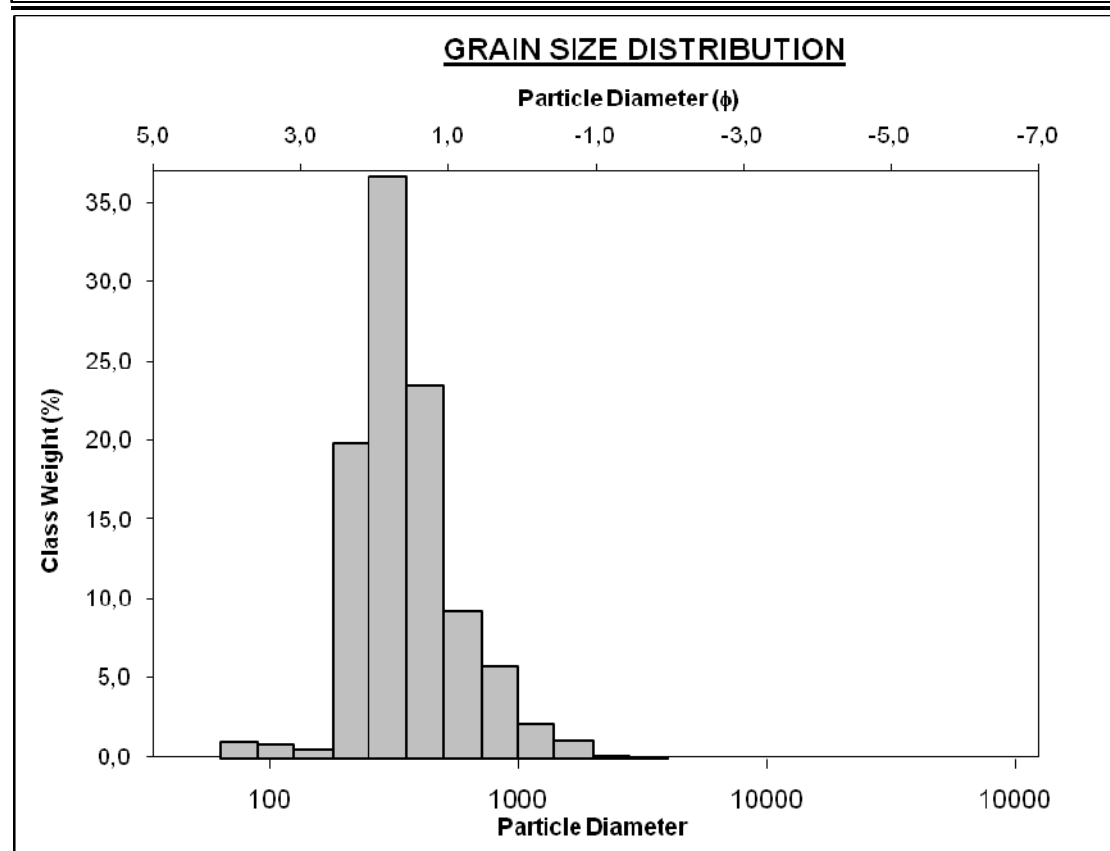
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 14γ			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 2,8% COARSE SAND: 40,0%			
MODE 2:			SAND: 97,2% MEDIUM SAND: 27,4%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 6,4%			
D ₁₀ :	275,5	-0,550	V FINE SAND: 0,6%			
MEDIAN or D ₅₀ :	643,2	0,637	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	1464,1	1,860	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	5,313	-3,381	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	1188,5	2,410	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,469	-58,454	V FINE GRAVEL: 2,8% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	604,0	1,304	V COARSE SAND: 22,9% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	796,7	644,7	0,633	644,7	0,633	Coarse Sand
SORTING (σ):	533,5	1,883	0,913	1,910	0,934	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,800	-0,051	0,051	-0,001	0,001	Symmetrical
KURTOSIS (K):	7,753	2,858	2,858	0,950	0,950	Mesokurtic



Διάγραμμα 15: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 14γ.

Πίνακας 16: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 19α.

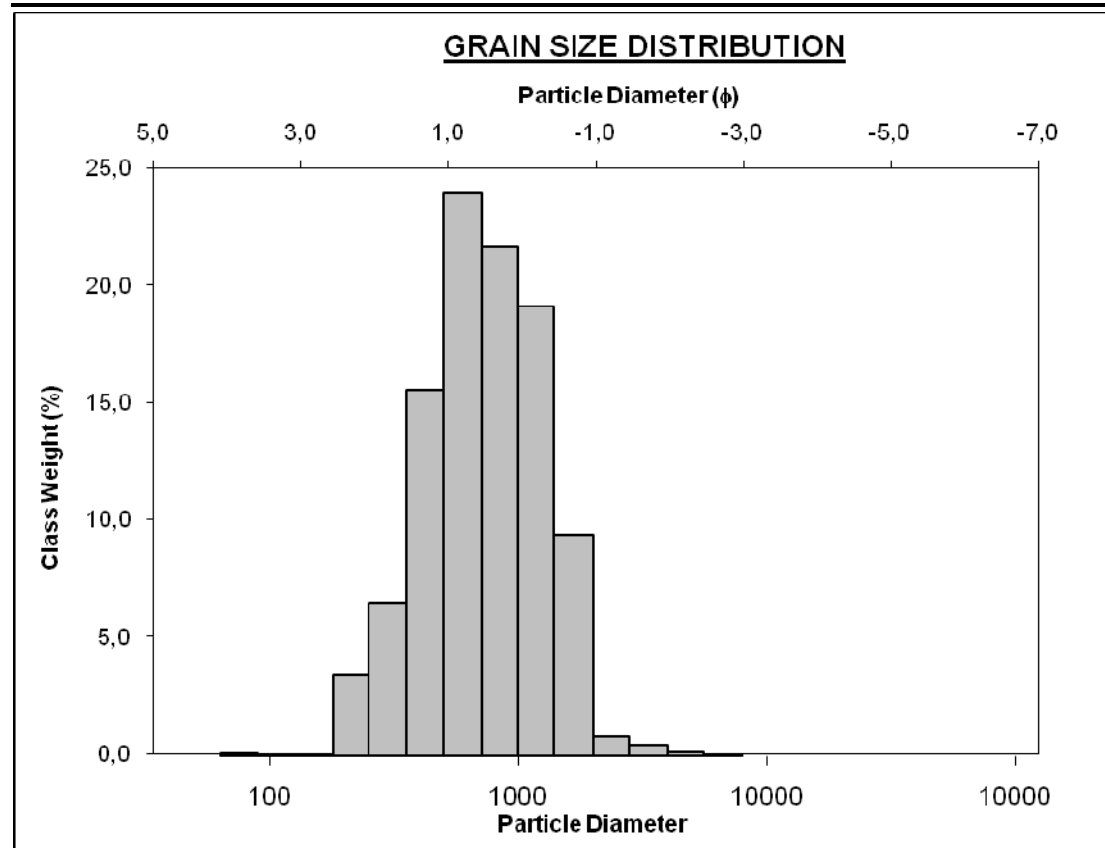
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 19α			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,2% COARSE SAND: 15,1%			
MODE 2:			SAND: 99,7% MEDIUM SAND: 60,1%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 19,4%			
D ₁₀ :	205,0	0,538	V FINE SAND: 1,9%			
MEDIAN or D ₅₀ :	328,1	1,608	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	688,7	2,286	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,359	4,249	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	483,7	1,748	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,755	1,713	V FINE GRAVEL: 0,2% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	195,5	0,812	V COARSE SAND: 3,2% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	410,3	351,7	1,507	345,0	1,535	Medium Sand
SORTING (σ):	272,4	1,645	0,718	1,584	0,663	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	3,553	0,524	-0,524	0,233	-0,233	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	23,93	5,034	5,034	1,151	1,151	Leptokurtic



Διάγραμμα 16: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 19α.

Πίνακας 17: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 19β.

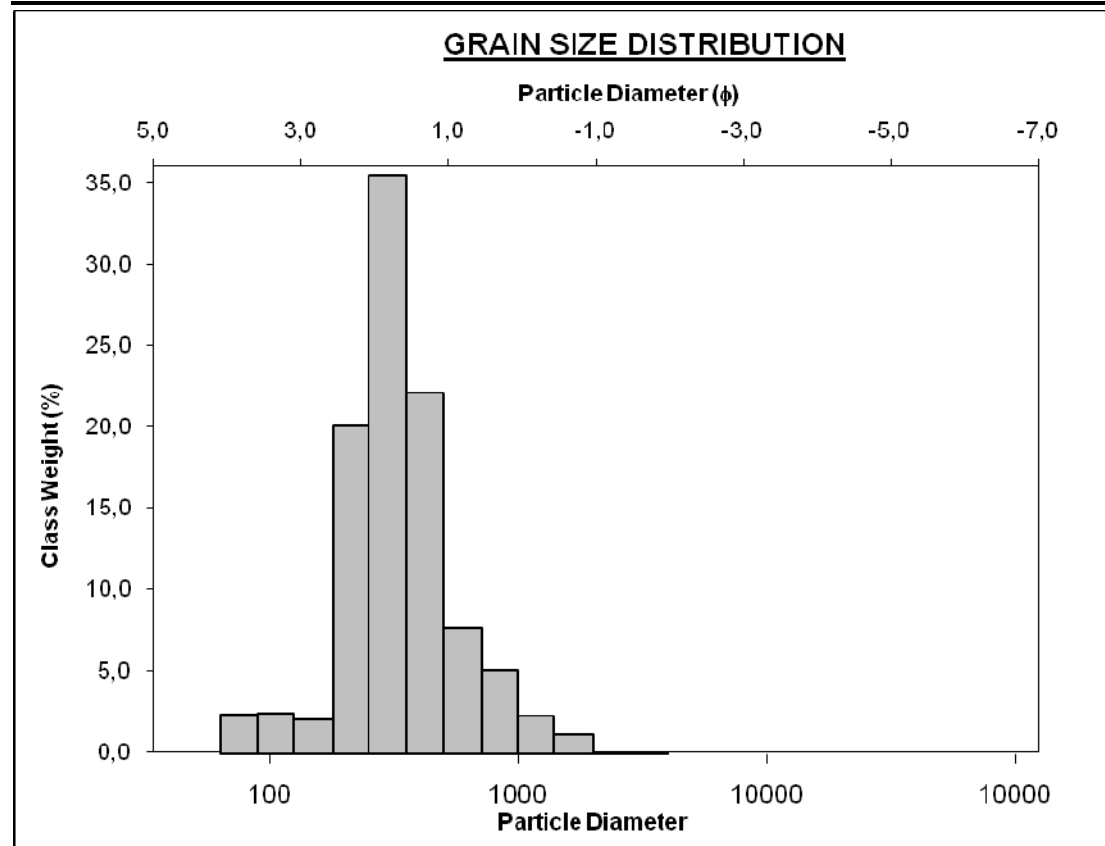
SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 19β			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 1,4% COARSE SAND: 45,4%			
MODE 2:			SAND: 98,6% MEDIUM SAND: 21,8%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 3,2%			
D ₁₀ :	356,2	-0,540	V FINE SAND: 0,1%			
MEDIAN or D ₅₀ :	718,9	0,476	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	1454,2	1,489	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	4,083	-2,757	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	1098,0	2,030	FINE GRAVEL: 0,2% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,178	-8,502	V FINE GRAVEL: 1,2% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	586,9	1,123	V COARSE SAND: 28,1% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	848,5	719,2	0,476	720,8	0,472	Coarse Sand
SORTING (σ):	504,0	1,739	0,798	1,764	0,819	Moderately Sorted
SKEWNESS (S_k):	2,600	-0,124	0,124	-0,018	0,018	Symmetrical
KURTOSIS (K):	20,59	3,303	3,303	0,978	0,978	Mesokurtic



Διάγραμμα 17: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 19β.

Πίνακας 18: Πλήρης ιζηματολογική ανάλυση δείγματος 19γ.

SIEVING ERROR: 0,0%			SAMPLE STATISTICS			
SAMPLE IDENTITY: Θέση 19γ			ANALYST & DATE: , 3-7-2010			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	302,5	1,747	GRAVEL: 0,1% COARSE SAND: 12,8%			
MODE 2:			SAND: 99,9% MEDIUM SAND: 57,5%			
MODE 3:			MUD: 0,0% FINE SAND: 21,2%			
D ₁₀ :	189,4	0,585	V FINE SAND: 4,8%			
MEDIAN or D ₅₀ :	316,2	1,661	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	666,6	2,401	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,520	4,103	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	477,2	1,815	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,779	1,696	V FINE GRAVEL: 0,1% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	191,3	0,831	V COARSE SAND: 3,4% CLAY: 0,0%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	390,8	328,4	1,606	323,4	1,629	Medium Sand
SORTING (σ):	266,7	1,728	0,789	1,678	0,747	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	3,142	0,149	-0,149	0,077	-0,077	Symmetrical
KURTOSIS (K):	18,93	4,675	4,675	1,391	1,391	Leptokurtic



Διάγραμμα 18: Ποσοστιαία κοκκομετρική αναλογία στο δείγμα 19γ.



Εικόνα 1: Παλαιομάνα-Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου



Εικόνα 2 : Παλαιομάνα-Κατασκηνώσεις Αγ. Δημητρίου



Εικόνα 3 : Παλαιά εκβολή Πηνειού ποταμού-Στρίντζο.



Εικόνα 4 : Παλαιά εκβολή Πηνειού ποταμού-Στρίντζο.



Εικόνα 5 : Παλαιά εκβολή Πηνειού ποταμού-Στρίντζο.



Εικόνα 6: Περιοχή διάβρωσης-παραλία Παλαιόπυργου.



Εικόνα 7 : Κύρια εκβολή Πηνειού.



Εικόνα 8 : Παλαιομάννα-Μεσάγγαλα (περιοχή καράβια)



Εικόνα 9 : Καταπάτηση ακτής-Μεσάγγαλα



Εικόνα 10 : Θίνες - Νέοι Πόροι, Καστρί Λουτρό



Εικόνα 11 : Ιχθυοκαλλιέργεια στην Παλαιομάννα-Καστρί λουτρό, Νέοι Πόροι



Εικόνα 12 : Παλαιομάννα-Καστρί λουτρό, Νέοι Πόροι

- Ψιλοβίκος Α., 2010, «*Ιζηματολογία*». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Καραγεωργίου Μ., 2005 «*Διαχρονική εκτίμηση των μεταβολών της ακτογραμμής του δέλτα του ποταμού Καλαμά*». Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, τμήμα Γεωγραφίας.
- ΙΓΜΕ, 1982 Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος (1:50000), Φύλλο Ραψάνη
- Μελέτη του Περιφερειακού Επιχειρησιακού Προγράμματος Θεσσαλίας σε συνεργασία με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, με επιστημονικό υπεύθυνο τον Μίγκιρο Γ. καθηγητή ΓΠΑ, 2007, «*Καταγραφή – Αξιολόγηση προτάσεων υδραυλικών έργων περιοχής Κάτω Ολύμπου – Όσσας – Μαυροβουνίου*».
- Οικονόμου Α., 2005, «*Η παράκτια ζώνη του Δέλτα Πηνειού ποταμού: Ανάπτυξη και Προστασία Περιβάλλοντος*», Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, II, τεύχ. 1-2.
- Μουντράκης Δ., 1985, «*Γεωλογία της Ελλάδας*». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Καρύμπαλης Ε., Γάκη-Παπαναστασίου Κ., «*Γεωμορφολογική μελέτη των δέλτα των ποταμών Πηνειού, Καλαμά, Εύηνου και Μόρνου*», Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος Παν/μίου Αθηνών.
- Μπλέτας Χρ., 1995, Τα Τέμπη και η γειτονική περιοχή, " Ιστορική Αναδρομή, β' Έκδοση, Εκδόσεις Μαϊάνδρος.
- Βοϊβόνδα Α., Γκιώνης Γ., 2001, Μελέτη βελτίωσης και αξιοποίησης περιοχών Εκβολών Πηνειού Ποταμού, ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ, ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (ΚΕΔ), Αθήνα
- DELCO Ε.Π.Ε., 1993, Μ.Π.Ε. Νέα Σιδηροδρομική Γραμμή Υψηλών Ταχυτήτων Αθηνών – Θεσ/νίκης μεταξύ Ευαγγελισμού και Σ.Σ. Ραψάνης (Περιοχή Τεμπών), Θεσ/νίκη
- Μελετητής Δάλας Σ., 1979, Αναθεώρηση οριστικής μελέτης εγγειοβελτιωτικών έργων πεδιάδας Τσάγεζι, ΥΔΕ.
- Μελετητής Κορώνη Μ., 1993, «*Χωροταξική οικολογική διαχειριστική μελέτη περιοχής εκβολών Πηνειού Ποταμού*» 1 Στάδιο, ΚΕΔ.
- Καραγεωργίου Μ.-Μ. 2005, «*Διαχρονική εκτίμηση των μεταβολών της ακτογραμμής του δέλτα του ποταμού Καλαμά*», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο-Τμήμα Γεωγραφίας.
- Φουτράκης Π., Πούλος Σ., Maroukian H., Λιβαδείτης Γ. 2007, "A study of the deltaic coast morphometry of river Pinios in relation to its hydro-&sediment dynamics" Πρακτικά 11^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

- Google Earth
- <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=11785>
- <http://www.itia.ntua.gr/filotis/main.html>
- www.airphotos.gr



- **Ευχαριστίες**

Η ανάθεση και επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε από τον κ. Κ. Αλμπανάκη, Επίκουρο Καθηγητή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωλογίας. Θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε θερμά για την πολύτιμη συμβολή, την καθοδήγηση και την υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια συγγραφής της, χάρη στα οποία κατέστη δυνατή η εκπόνηση της εργασίας.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους συναδέλφους, τους φίλους και τους δικούς μας ανθρώπους που μας στήριξαν και μας βοήθησαν τόσο ηθικά όσο και υλικά, ώστε να αντεπεξέλθουμε στις απαιτήσεις για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Τέλος να ευχαριστήσουμε όλους όσους βοήθησαν έμμεσα με δικές τους μελέτες και δημοσιεύσεις για την εκπλήρωση αυτού του σκοπού.