

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το επίπεδο ακρωτήριο «Μύτικας» που βρίσκεται στην Επανομή, στο Νομό Θεσσαλονίκης, αποτελεί ένα πλούσιο οικοσύστημα. Έχει τριγωνικό ανάπτυγμα και οριοθετείται από δύο χείμαρρους. Περιέχει διαφόρων ειδών θίνες, οι οποίες καταλαμβάνουν μία εκτεταμένη έκταση εκατέρωθεν αυτού του τριγώνου. Στο εσωτερικό του περιέχει μία λιμνοθάλασσα, η οποία αποτελεί καταφύγιο για αρκετά είδη πτηνών. Στο πλήρες ανάπτυγμα της η λιμνοθάλασσα έχει περίμετρο 5,5 Km. Οι ζώνες επαύξησης του ακρωτηρίου βρίσκονται στη Νότια πλευρά του και ο κύριος άνεμος που επικρατεί στην περιοχή είναι ο βόρειος. Οι ιζηματολογικές αναλύσεις στα επιφανειακά ιζήματα της περιοχής δείχνουν αδρόκοκκη άμμο, ενώ στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας η μέθοδος του σιφωνίου δείχνει αμμούχο ιλύ. Με τη βοήθεια των ηλεκτρικών τομογραφιών, το επίπεδο ακρωτήριο, πιθανά, χρονολογείται στα 12000 γBP και η λιμνοθάλασσα στα 8000 γBP.

ABSTRACT

The Cuspate Foreland "Mitikas" of Epanomi, prefecture area of Thessaloniki, is a wealthy ecosystem. It has a triangle shape and demarcated of two streams. It has a variety of dunes, which are extent to both sides of the triangle. In the inland of this cuspate foreland there is a lagoon, which is the home for many kinds of birds. The fool expansion of lagoon has 5,5 Km perimeter. Accretion zones are found to the South side of the cuspate foreland and the main wind is North wind. Sedimentologycal analysis of the surface sediment gives grit sand and the lagoons pipette analysis gives sandy mud. The chronology of this cuspate foreland probably is 12000yBP and the lagoons' age is 8000 γBP. This result came up from the ERT, which took place in the area.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
(ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

**ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ
ΜΥΤΙΚΑΣ ΕΠΑΝΟΜΗΣ, Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΤΕΛΛΑ Γ. ΚΙΡΚΟΥ
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Κωσταντίνος Αλμπανάκης, Αναπληρωτής καθηγητής, Τμήματος Γεωλογίας, ΑΠΘ, **Επιβλέπων**

Παναγιώτης Τσούρλος, Αναπληρωτής καθηγητής, Τμήματος Γεωλογίας, ΑΠΘ, **Συνεπιβλέπων**

Κωνσταντίνος Βουβαλίδης, Επίκουρος καθηγητής, Τμήματος Γεωλογίας, ΑΠΘ, **Μέλος**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την Διατριβή ειδίκευσης μου στο τμήμα Γεωλογίας του Α.Π.Θ., στον τομέα Φυσικής Γεωγραφίας και Περιβάλλοντος, κατά το ακαδημαϊκά έτη 2009-2012 θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς που πίστεψαν σε εμένα και με βοήθησαν να φτάσω στο τέλος αυτού του ακαδημαϊκού σταθμού.

Καταρχάς, θέλω να ευχαριστήσω των κύριο επιβλέποντα μου Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας και διευθυντή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, κ. Αλμπανάκη Κωνσταντίνο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την βοήθεια που μου προσέφερε, την καθοδήγηση και της συμβουλές του για την ολοκλήρωση της εργασίας, όσο και όλο το προηγούμενο διάστημα των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μου χρόνων.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά τους κ. Βουβαλίδη Κωνσταντίνο, Επίκουρο καθηγητή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, όπως και των κ. Τσουρλο Παναγιώτη, Αναπληρωτή καθηγητή του τομέα Γεωφυσικής, των οποίων οι συμβουλές, η καθοδήγηση και η στήριξη τους είχαν καταλυτικό ρόλο στο διάστημα της έρευνάς μου.

Συνεχίζοντας δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω των κ. Βαργεμέζη Γεώργιο, Επίκουρο καθηγητή του τομέα Γεωφυσικής. Χωρίς τον κ. Βαργεμέζη οι ηλεκτρικές τομογραφίες στο ύπαιθρο θα ήταν μία πολύ δύσκολη διαδικασία για εμένα. Μου έμαθε να δουλεύω ομαδικά και να συνεργάζομαι. Επίσης, τον κ. Σταμπολίδη Αλέξανδρο, ΙΔΑΧ, και τον κ. Φίκο Ηλία, ΙΔΑΧ. Χωρίς την πολύτιμη βοήθεια τους οι εργασίες στο ύπαιθρο θα ήταν απλά μία διαδικασία ρουτίνας κι όμως έγινε μία ευχάριστη εμπειρία.

Δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τον διδάκτορα κ. Μουρατίδη Αντώνη, τους υποψήφιους διδάκτορες του τμήματος Γεωλογίας, κ. Γριμπυλάκο Γεώργιο, κ. Δομακίνη Χρήστο, κ. Διαμαντή Αναστασία, για τις συμβουλές που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια του μεταπτυχιακού μου. Την κ. Κολιαδήμου Καλλιόπη, ΙΔΑΧ, της οποίας οι διορθώσεις και οι παρατηρήσεις κατά τη συγγραφή του κειμένου υπήρξαν πολύτιμες.

Σημαντική επίσης βοήθεια μου προσέφεραν και οι συμφοιτήτριες μου, Μάγου Αθανασία, Μακροβασίλη Κωνσταντίνα, Καλτσά Σοφία και Παππά Μαρία. Οι πορείες μας ενώθηκαν σε αυτά τα χρόνια του μεταπτυχιακού και πλέον εκτός από συνάδελφοι είναι και τέσσερεις φίλες, οι οποίες με βοήθησαν στις εξορμήσεις μου στο ύπαιθρο.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τους φίλους μου Αβραμίδου Ελένη, Msc Γεωλόγο, Πανώρα Γιάννη, Τεχνολόγο Γεωπόνου, και όλους όσους ήρθαν στο ύπαιθρο και συνεργάστηκαν μαζί μου. Επίσης, τον Σηφάκη Παναγιώτη, Designer, ο οποίος επιμελήθηκε το εξώφυλλο, τους πίνακες, τα τριγωνικά διαγράμματα και το video που πρόβαλα στην παρουσίαση μου.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ στα μέλη της οικογένειας μου, Γιώργο, Βούλα, Παναγιώτη, Τόνια, Γιωργάκη, Στέλιο και Ευγένη. Οι οποίοι με πιστεύουν, με βοηθούν και με στηρίζουν σε όλες τις προσπάθειες μου, ο κάθε ένας ξεχωριστά με τον τρόπο του και όλοι μαζί σαν οικογένεια μου έδωσαν τη δύναμη και το κουράγιο να προσπαθώ για κάτι περισσότερο και κάτι καλύτερο.

Σας ευχαριστώ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το επίπεδο ακρωτήριο «Μύτικας» που βρίσκεται στην Επανομή, στο Νομό Θεσσαλονίκης, αποτελεί ένα πλούσιο οικοσύστημα. Έχει τριγωνικό ανάπτυγμα και οριοθετείται από δύο χείμαρρους. Περιέχει διαφόρων ειδών θίνες, οι οποίες καταλαμβάνουν μία εκτεταμένη έκταση εκατέρωθεν αυτού του τριγώνου. Στο εσωτερικό του περιέχει μία λιμνοθάλασσα, η οποία αποτελεί καταφύγιο για αρκετά είδη πτηνών. Στο πλήρες ανάπτυγμα της η λιμνοθάλασσα έχει περίμετρο 5,5 Km. Οι ζώνες επαύξησης του ακρωτηρίου βρίσκονται στη Νότια πλευρά του και ο κύριος άνεμος που επικρατεί στην περιοχή είναι ο βόρειος. Οι ιζηματολογικές αναλύσεις στα επιφανειακά ιζήματα της περιοχής δείχνουν αδρόκοκκη άμμο, ενώ στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας η μέθοδος του σιφωνίου δείχνει αμμούχο ιλύ. Με τη βοήθεια των ηλεκτρικών τομογραφιών, το επίπεδο ακρωτήριο, πιθανά, χρονολογείται στα 12000 γBP και η λιμνοθάλασσα στα 8000 γBP.

ABSTRACT

The Cuspate Foreland "Mitikas" of Epanomi, prefecture area of Thessaloniki, is a wealthy ecosystem. It has a triangle shape and demarcated of two streams. It has a variety of dunes, which are extent to both sides of the triangle. In the inland of this cuspate foreland there is a lagoon, which is the home for many kinds of birds. The fool expansion of lagoon has 5,5 Km perimeter. Accretion zones are found to the South side of the cuspate foreland and the main wind is North wind. Sedimentologycal analysis of the surface sediment gives grit sand and the lagoons pipette analysis gives sandy mud. The chronology of this cuspate foreland probably is 12000γBP and the lagoons' age is 8000 γBP. This result came up from the ERT, which took place in the area.

Λέξεις Κλειδιά:

Επίπεδο ακρωτήριο, Γεωμορφολογία, Θίνες, Λιμνοθάλασσα, Ηλεκτρικές τομογραφίες, Ιζηματολογία.

Key words:

Cuspate Foreland, Geomorphology, Dunes, Lagoon, ERT (Electrical Resistivity Tomography), Sedimentology.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	9
2.1 Γεωγραφικά στοιχεία	10
2.2 Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες	10
2.2.1 Σύλλογοι ψαράδων	11
2.2.1 Αγροτικοί συνεταιρισμοί	11
2.3 Ο Υγρότοπος Της Επανομής	12
2.4 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά	14
2.4.1 Γεωλογία ευρύτερης περιοχής	14
2.4.2 Σχηματισμός Γωνιάς	15
2.4.3 Σχηματισμός Μουδανιών	17
3. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	19
3.1 Ακρωτήριο - Ετοιμολογία	19
3.2 Φράγματα	20
3.2.1 Κατάταξη των φραγμάτων	20
3.3 Επίπεδο Ακρωτήριο - Cuspate foreland	22
3.3.1 Μετακίνηση	23
3.3.2 Εξέλιξη	24
3.4 Θίνες	25
3.4.1 Κατηγορίες θινών	26
3.5 Λιμνοθάλασσες	27
3.5.1 Κύκλοι και ευθύγραμμα τμήματα λιμνοθαλασσών	29
3.5.2 Είσοδοι των λιμνοθαλασσών	32
3.6 Ακτόλιθοι	35
3.7. Γεωφυσική Διασκόπηση	37
3.7.1 Ηλεκτρική Τομογραφία	39
4. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	41
4.1 Εξοπλισμός χαρτογράφησης γεωμορφών	41
4.2. Εξοπλισμός ηλεκτρικών τομογραφιών	43
4.3 Μεθοδολογία πεδίου	45
4.4 Μεθοδολογία Εργαστηρίου	47
4.5 Χρήση Προγραμμάτων	50
5. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	52
5.1 Οριοθέτηση ακτογραμμής και λιμνοθάλασσας	53
6. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	57
6.1 Σχηματισμός του επίπεδου ακρωτηρίου	57
6.2 Μοντέλα θινών του επίπεδου ακρωτηρίου	58
6.2.1 Κύριες θίνες, εμπρόσθιες και εμβρυακές θίνες	58
6.2.2 Δευτερεύουσες θίνες – παραβολικές και θίνες περιοχής (dune fields)	60
6.3 Ιζηματολογία της λιμνοθάλασσας	66
7. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ	69
7.1 Ανάλυση τομογραφιών.	69
8. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	101
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	109
10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	117
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	166

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η συλλογή πληροφοριών, ποιοτικών και ποσοτικών, οι οποίες έχουν ως τελικό στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων για τον τρόπο γένεσης του ακρωτηρίου της Επανομής.

Επιγραμματικά στα κεφάλαια που ακολουθούν αναπτύσσονται κάποια εισαγωγικά κείμενα τα οποία οδηγούν στην κατανόηση της περιοχής και την ανάλυση τριών μεθόδων οι οποίες έλαβαν χώρα στην περιοχή.

Στο κεφάλαιο 2 αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπως είναι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, η ιδιαιτερότητα της περιοχής ως προς τις γεωμορφές που υπάρχουν και μία γεωλογική αναδρομή για τα πετρώματα του υπεδάφους.

Στο επόμενο κεφάλαιο 3 γίνεται μία εισαγωγή του τρόπου γένεσης των γεωορφών που βρέθηκαν και θα αναλυθούν στην εργασία.

Ακολουθεί το 4^ο κεφάλαιο στο οποίο αναφέρονται ο εξοπλισμός και ο τρόπος εργασίας στο ύπαιθρο.

Στο κεφάλαιο 5 γίνεται χαρτογράφηση και οριοθέτηση της περιοχής μελέτης, της ακτής, της λιμνοθάλασσας της περιοχής και των θινών, όπως επίσης και ψηφιοποίηση με τη βοήθειά του ArcGIS.

Στο κεφάλαιο 6 αναφέρονται αναλυτικά τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που βρίσκονται στην περιοχή και μελετήθηκαν.

Στο κεφάλαιο 7 αναλύεται η ηλεκτρική μέθοδος γεωφυσικής διασκόπησης που ακολουθήθηκε και αναλύεται η κάθε τομογραφία ξεχωριστά και τα συμπεράσματα που εξάγονται από τις εικόνες.

Εν συνεχεία στο κεφάλαιο 8 παραθέτονται τα συγκεντρωτικά ιζηματολογικά αποτελέσματα και στο κεφάλαιο 9 συνοψίζονται όλα τα αποτελέσματα των δεδομένων που έχουν παρθεί από την περιοχή εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα και γίνονται κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα (κεφάλαιο 10).

Ακολουθούν ή βιβλιογραφία, το παραρτήματα Ι, στο οποί παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων και το φωτογραφικό υλικό της περιοχής.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 Γεωγραφικά στοιχεία

Η Επανομή βρίσκεται 28 km ΝΑ της Θεσσαλονίκης και σε απόσταση 4 km από τον οικισμό της ανατολικής ακτής του Θερμαϊκού Κόλπου, στην έξοδο μιας επίπεδης κοιλάδας. Η εδαφική έκταση του Δημοτικού Διαμερίσματος (Δ.Δ) Επανομής ανέρχεται σε 78.849 στρέμματα ($7884.9 \cdot 10^3 \text{m}^2$), εκ των οποίων τα 5.000 στρέμματα ($500 \cdot 10^3 \text{m}^2$) είναι η τοποθεσία του Μύτικα ή «Φανάρι» για τους ντόπιους, ΝΔ του οικισμού, (Τσακνάκης, 1969). Γενικά η ακτογραμμή της Επανομής ανέρχεται στα 35 km.

Ο πληθυσμός του Δ.Δ. Επανομής ανέρχεται σε 7.333 κατοίκους μετά την απογραφή του 2001.

Με την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης ο δήμος καταργήθηκε και εντάχθηκε στον δήμο Θερμαϊκού.

Ο οικισμός της Επανομής, διασχίζεται από χείμαρρο με κατεύθυνση από ΒΑ προς ΝΔ, που καταλήγει στη θάλασσα. Ανατολικά από την κεντρική πλατεία το έδαφος ανηφορίζει απότομα και φτάνει σε υψόμετρο των 80 m, ενώ η πλατεία έχει υψόμετρο μόνο 37 m από τη θάλασσα. Πρόκειται για μια τυπική απόκρυφη τοποθεσία, που είναι αδύνατο να δει κανείς από τη θάλασσα, (Παζαράς, 1993).

2.2 Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες

Κύρια ασχολία των κατοίκων της Επανομής είναι η γεωργία, ένα μικρό ποσοστό ασχολείται με την αλιεία. Οι επαγγελματικές δραστηριότητες των κατοίκων της περιοχής αναπτύσσονται γύρω από την περιοχή μελέτης οπότε και οι δραστηριότητές τους επιρεάζουν τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής.

Καλλιεργούν βαμβάκι, ελιές, καρπούζια, καλαμπόκι, αμπέλια, βιομηχανική ντομάτα, αρωματικά φυτά, κηπευτικά, πεπόνια. Ένα μικρό ποσοστό των κατοίκων έχουν σαν κύριο επάγγελμά τους την αλιεία και την κτηνοτροφία.

Στο Δ.Δ. της Επανομής δρουν δυο αγροτικοί συνεταιρισμοί και τρεις σύλλογοι ψαράδων για τους οποίους αναλυτικότερα στοιχεία δίνονται παρακάτω.

2.2.1 Σύλλογοι ψαράδων

Ο Σύλλογος Επαγγελματιών ψαράδων έχει 50 μέλη και το είδος της αλιείας τους είναι τα θυννεία (ταλιάνια) και τα δίσχτυα.

Ο Σύλλογος ερασιτεχνών ψαράδων “Ο Κανάρης” έχει 85 μέλη και το είδος της αλιείας είναι η καθετή, το παραγάδι, το πυροφάνι. Εκτός των πολιτιστικών δραστηριοτήτων του συλλόγου δραστηριοποιούνται και στον καθαρισμό των ακτών της γύρω περιοχής.

Ο Σύλλογος ερασιτεχνών ψαράδων “Ο Φάρος” έχει 85 μέλη και το είδος της αλιείας είναι το πυροφάνι με καμάκι χειρός, καθετή πετονιά, τσαπαρί, παραγάδι και δίσχτυ.

2.2.1 Αγροτικοί συνεταιρισμοί

Ο Αγροτικός συνεταιρισμός Επανομής έχει 478 μέλη από τα οποία τα 150 είναι κατά κύριο επάγγελμα αγρότες και τα 328 είναι ετεροαπασχολούμενοι αγρότες, ο μέσος όρος ηλικίας των αγροτών είναι τα 55 χρόνια.

Το 85% της καλλιεργήσιμης γης είναι αρδευόμενες εκτάσεις και το 15% είναι ξηρικές εκτάσεις. Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της Υ.Ε.Β. (Υπηρεσία Έγγειων Βελτιώσεων) στην περιοχή υπάρχουν 479 γεωτρήσεις και το βάθος τους φτάνει τα 150-200 μέτρα.

Πίνακας 2.1: Οι καλλιέργειες σε στρέμματα του έτους 2006.

Σιτάρι	30293 στρέμματα ($30293 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Βαμβάκι	13336 στρέμματα ($13336 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Ελιές	3048 στρέμματα ($3048 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Καρπούζια	1169,1 στρέμματα ($1169,1 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Καλαμπόκι	1020 στρέμματα ($1020 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Αμπέλια	814 στρέμματα ($814 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Βιομηχανική ντομάτα	501 στρέμματα ($501 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Αρωματικά φυτά (Γλυκάνισος)	327στρέμματα ($327 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Κηπευτικά	205 στρέμματα ($205 \cdot 10^3 \text{m}^2$)
Πεπόνια	105 στρέμματα ($105 \cdot 10^3 \text{m}^2$)

2.3 Ο Υγρότοπος Της Επανομής

Ο υγρότοπος της Επανομής καταλαμβάνει το Βόρειο χερσαίο τμήμα του ακρωτηρίου Επανομής και καταλήγει στο νότιο τμήμα του νομού Θεσσαλονίκης κοντά στα σύνορα με το νομό Χαλκιδικής και απέναντι από τις αλυκές Κίτρους Πιερίας. Ειδικότερα ο υγρότοπος εντοπίζεται νοτιοδυτικά της Επανομής και έχει τη μορφή μικρού αλμυρόβαλτου με έκταση 1km^2 περίπου. Διοικητικά ανήκει στα όρια του Δ.Δ/ Επανομής. Η περιοχή του ακρωτηρίου, με τη μορφή

ισοσκελούς τριγώνου, καταλαμβάνει έκταση 5km² περίπου, Ο υγρότοπος παρά το μικρό του μέγεθος χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία και καλή ποιότητα βλάστησης αμμοθινών και αμμωδών ακτών, αλοφυτικής - ημιαλοφυτικής, καλαμώνων και θάμνων.

Την πανίδα του υγροτόπου αποτελούν, αμφίβια, ερπετά και θηλαστικά, μερικά από τα οποία ανήκουν σε προστατευόμενα είδη. Κυρίως όμως η περιοχή διακρίνεται για τη μεγάλη орνιθολογική της αξία. Έχουν καταμετρηθεί 210 είδη πτηνών, πολλά από τα οποία είναι προστατευόμενα, κάποια αναπαράγονται στην περιοχή και άλλα συναντώνται διάφορες εποχές του έτους. Αναφέρονται τα είδη: καλαμοκάνας (*Himantopus bimantopus*), αβοκέττα (*Racurvirostra avocetta*), πετροτρίλιδα (*Burbinus oedicnemus*), νεροχελίδονο (*Glareola pratincola*), ποταμογλάρονο (*Sterna birundo*), νανογλάρονο (*Sterna albifrons*), λευκοτσικνιάς (*Egretta garzetta*).

Ο υγρότοπος της Επανομής αποτελεί περιοχή με μεγάλη οικολογική αξία και έχει ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Natura 2000.

2.4 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

2.4.1 Γεωλογία ευρύτερης περιοχής

Από γεωλογική σκοπιά η περιοχή μελέτης υπάγεται στη Ζώνη Αξιού και στην υποζώνη Παιονίας. Η Ζώνη Αξιού θεωρήθηκε στην αρχή ως μία ενιαία ζώνη με ωκεάνιο χαρακτήρα και θεωρήθηκε ως η αιτία τις ύπαρξης των οφειολίθων. Στη συνέχεια έγινε διαχωρισμός της ζώνης Αξιού σε τρεις υποζώνες: Παιονίας, Πάικου, Αλμωπίας. Παρόλο το διαχωρισμό της όμως μέχρι και σήμερα εξακολουθεί να χαρακτηρίζεται η ευρύτερη περιοχή ως Ζώνη Αξιού. (Μουντράκης, 1985)

Η Ζώνη Παιονίας έχει ως βασικό τεκτονικό χαρακτηριστικό τη λεπιδοειδή τεκτονική. Τα λέπια είναι της Τριτογενούς φάσης πτυχωμένα και εμφανίζονται αποκομμένα μεταξύ τους λόγω της αλπικής ιζηματογένεσης, του Νεογενούς. Η σημερινή αντίληψη είναι ότι η Παιονία Ζώνη αντιπροσωπεύει τμήμα της Τηθύος. (Μουντράκης, 1985)

Τα Νεογενή ιζήματα από τα οποία αποτελείται ολόκληρη η ανατολική περιοχή είναι σχεδόν οριζόντια στρώματα αποτελούμενα από εναλλαγές αργίλων - ιλύων, αργιλούχων - ιλυούχων άμμων, αμμωδών μαργών, άμμων και λεπτών στρωμάτων - φακών ψαμμιτών. Τα ιζήματα αυτά έχουν πάχος ~200 m και έχουν αποτεθεί κατά το Πλειόκαινο (Σχηματισμός Γωνιάς). Κατά θέσεις εμφανίζονται ερυθροστρώματα του Πλειστοκαίνου (Σχηματισμός Μουδανιών) τα οποία καλύπτουν ασύμφωνα τα Νεογενή, (Συρίδης, 1990).

Οι παράκτιες αναβαθμίδες αποτελούν το κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο της περιοχής και έχουν στη βάση τους αμμώδη παραλία η οποία, ανάλογα με το πλάτος της, προσφέρει προστασία στο κάθετο μέτωπο της αναβαθμίδας από την προσβολή των κυμάτων. Όπου το πλάτος είναι μικρό η υποσκαφή της βάσης της αναβαθμίδας επιταχύνει τη διάβρωση και την υποχώρησή της. Κατά διαστήματα πολλές θέσεις του μετώπου της αναβαθμίδας περνούν από στάδια λιγότερης ή περισσότερης προστασίας τους γιατί το

πλάτος της αμμώδους παραλίας στην βάση της μεταβάλλεται. Τα υλικά της διάβρωσης της αναβαθμίδας είναι κυρίως άμμοι οι οποίες με την παράκτια στερεομεταφορά μετακινούνται και αποθέτονται στις χαμηλές αποθετικές ακτές, (Χρόνης 1986, Αλμπανάκης et al., 1999).

2.4.2 Σχηματισμός Γωνιάς

Η ονομασία του Σχηματισμού, σύμφωνα με το Συρίδη (1990), προέρχεται από το χωριό Νέα Γωνιά, το οποίο είναι κτισμένο επάνω στα ιζήματά του. Υπέρκειται του Σχηματισμού Τριλόφου προς τον οποίο μεταβαίνει βαθμιαία και υπόκειται του Σχηματισμού Μουδανιών.

Ο κύριος όγκος των ιζημάτων του εντοπίζεται στην περιοχή δυτικά του βουνού Κατσίκας, ανατολικά του χειμάρρου Ρέμα και βόρεια της ακτής Καλλικράτειας – Φλογητών. Μικρότερες εμφανίσεις του εντοπίζονται στην ΒΔ πλευρά της Κασσάνδρας, ΝΑ της Θεσσαλονίκης στο Αλλατίνη και στην περιοχή Μεγάλου Εμβόλου – Πλαγιαρίου.

Περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ιζημάτων, άμμους – ψαμμίτες, αργίλους, κροκαλοπαγή, μάργες, ασβεστόλιθους, οργανωμένα σε στρώματα – φακούς με περιορισμένες διαστάσεις, με συχνές αποσφηνώσεις, πλευρικές μεταβάσεις και αλλαγές στη λιθολογία, ενώ παρατηρείται όλο το φάσμα της στρώσης, μαζώδης – παράλληλη – διασταυρωμένη. Το συνολικό πάχος των ιζημάτων του εκτείνεται σε 100 – 150m. (Συρίδης, 1990).

Στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται τρία στρώματα μαζώδη – τοφώδη ασβεστόλιθου τα οποία έχουν σημαντική εξάπλωση.

Λόγω της σκληρότητας του υλικού και της κλίσης των ιζημάτων 3° – 5° ΑΝΑ, δημιουργούν τρεις επάλληλες χαρακτηριστικές cuesta. Σε συνδυασμό με τις κοιλάδες των χειμάρρων δημιουργείται στην περιοχή χαρακτηριστική μορφολογία

αναβαθμίδων – cuesta και λόφων με επίπεδες κορυφές. Με βάση το φυσικό διαχωρισμό των ιζημάτων από τα στρώματα των ασβεστολίθων κρίθηκε σκόπιμη η διαίρεση του Σχηματισμού Γωνιάς στα ακόλουθα τρία μέλη :

Μέλος Σιλάτων (κατώτερο)

Μέλος Ροδόκηπου

Μέλος Καλλικράτειας(ανώτερο)

Η διαίρεση αυτή διευκόλυνε σημαντικά τη μελέτη και τη χαρτογράφηση του Σχηματισμού. Οι ονομασίες των μελών προέρχονται από τους πλησιέστερους στις εμφανίσεις οικισμούς.

Μεγάλες ποσότητες κροκάλων ηφαιστειακού υλικού παρατηρήθηκαν στα στρώματα των άμμων με διασταυρούμενη στρώση του Σχηματισμού Γωνιάς. (Συρίδης, 1990).

Οι κροκάλες είναι καλά αποστρογγυλεμένες, με λειασμένες πολλές φορές επιφάνειες. Έχουν διαστάσεις από λίγα mm έως 4cm και εμφανίζονται σε σημαντικές αναλογίες που πολλές φορές υπερβαίνουν το 50% του συνόλου των κροκάλων. Οι κροκάλες αυτές βρίσκονται είτε διάσπαρτες μέσα στο υπόλοιπο υλικό, είτε σε φακούς, μαζί με κροκάλες χαλαζία, πηγματίτη, γρανίτη, γνεύσιου, κερατιτών και ροδόχρωμου γρανίτη, παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό μεταποθετικής αποσάθρωσης. Σε πολλές κροκάλες οι οποίες παρουσιάζονταν αποστρογγυλεμένες και με λειασμένη επιφάνεια από τις διεργασίες μεταφοράς, η αποσάθρωση τους ήταν τόσο έντονη ώστε αρκούσε απλή διαβροχή τους με νερό για να αποσυντεθούν και να καταστραφούν. Συρίδης, 1990).

Μακροσκοπικά τα ηφαιστειακά υλικά εμφανίζουν τεφρή – τεφροιώδη έως ερυθρότερη αφανιτική μάζα με διάσπαρτους αλλοιωμένους φαινοκρυστάλους κεροστίλβης, αστρίων και βιοτίτη, οι οποίοι αποτελούν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα τους. (Συρίδης, 1990).

Η εσωτερική δομή των στρωμάτων των άμμων μέσα στα οποία περιέχονται τα ηφαιστειακά αυτά υλικά φανερώνουν ποτάμιες –

ποταμοχειμάρριες διεργασίες μεταφοράς. Μετρήσεις διευθύνσεων κλίσεων στρωμάτων έδειξαν ροή παλαιορευμάτων από τα ΒΔ.

Η ΒΔ ποταμοχειμάρρεια μεταφορά, καθώς επίσης και η απουσία τέτοιων ηφαιστειακών εμφανίσεων στην εγγύτερη περιοχή έρευνας επιτρέπει τη σκέψη ότι η πιθανότερη πηγή προέλευσης τους ήταν τα γνωστά ηφαιστειακά κέντρα της Αλμωπίας (Ελευθεριάδης, 1977). Η κοινή περιγραφική σύσταση των κροκαλών αυτών και των ηφαιστείων της Αλμωπίας φαίνεται ότι επιβεβαιώνει αυτό το συλλογισμό. (Συρίδης, 1990).

Η μεγάλη ποικιλία των ιζημάτων του Σχηματισμού Γωνιάς, η κοκκομετρική τους σύσταση, η εσωτερική τους δομή και η οργάνωση τους σε στρώματα – φακούς περιορισμένης έκτασης, είναι ενδεικτικά ενός αβαθούς ποταμολιμναίου περιβάλλοντος με μεγάλες διακυμάνσεις και τοπικές διαφοροποιήσεις.

Γενικό χαρακτηριστικό του Σχηματισμού είναι ότι αποτελείται από ρυθμικές εναλλαγές χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων ιζημάτων που φανερώνουν μια περιοδικότητα στην τροφοδοσία του υλικού (Συρίδης, 1990).

2.4.3 Σχηματισμός Μουδανιών

Ονομάστηκε από τα Ν. Μουδανιά τα οποία είναι κτισμένα πάνω στα ιζήματα του. Είναι νεώτερος Σχηματισμός και καλύπτει το Σχηματισμό Γωνιάς, από τον οποίο διαχωρίζεται με επιφάνεια διάβρωσης. Κατά θέσεις καλύπτεται από το νεώτερο Σχηματισμό Ελαιοχωρίων από τον οποίο επίσης διαχωρίζεται με επιφάνεια διάβρωσης. (Συρίδης, 1990).

Τα ιζήματα του εμφανίζονται σταδιακά στα ανατολικά του κύριου όγκου των ιζημάτων του Σχηματισμού Γωνιάς (Νότιοι πρόποδες Κατσίκας, Ν. Σύλλατα, Σωζόπολη) και καλύπτουν όλο το

τμήμα του χαμηλού αναγλύφου νότια των δυτικών υπωρειών του Χολωμόντα μέχρι το βόρειο τμήμα της Κασσάνδρας. Παρόμοια ιζήματα παρατηρούνται στην περιοχή Μεγάλου Εμβόλου – Μηχανιώνας. Το πάχος του ποικίλει και από στοιχεία γεωτρήσεων εκτιμάται ότι αυτό φτάνει τα 200m. (Συρίδης, 1990).

Επιφανειακά ο Σχηματισμός Μουδανιών καλύπτει μεγάλη έκταση, και σχηματίζει ένα ομαλό ώριμο ανάγλυφο, με διευρυμένες ξηρές κοιλάδες, ενώ στις ακτές δημιουργούνται αναβαθμίδες και κρεμασμένες κοιλάδες.

Περιλαμβάνει ένα μεγάλο όγκο ερυθροστρωμάτων, τα οποία αποτελούνται από εναλλαγές φακών υπογωνιωδών κροκαλών, άμμων – ψαμμιτών με διασταυρούμενη στρώση, και αμμούχων – ιλυούχων αργίλων. Ανεξάρτητα με την κοκκομετρική σύσταση του υλικού όλα τα στρώματα – φακοί περιέχουν καστανέρυθρο λεπτόκοκκο υλικό, το οποίο δίνει ενιαίο χρωματισμό στα ιζήματα.

Κατά περιοχές παρατηρείται πολύ μεγάλη διαφοροποίηση στη δομή και στην εσωτερική οργάνωση του υλικού η οποία πιθανόν να οφείλεται και σε διαφορετικά χρονικά στάδια απόθεσης.(Συρίδης, 1990)

3. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

3.1 Ακρωτήριο - Ετοιμολογία

Με τη γεωγραφική έννοια του όρου, Ακρωτήριο είναι το τμήμα (απόληξη) της ξηράς που εισχωρεί στη θάλασσα. Ανάλογα με τη μορφή αυτής της απόληξης μπορεί να χαρακτηρίζεται ως ακρωτήριο, άκρα, γλώσσα ή κεφαλή.

Ακρωτήριο συνήθως λέγεται η μεγάλη και ψηλή προεξοχή που σχηματίζουν κατά την προέκτασή τους βουνά (όρη) ή λόφοι, δηλαδή οι ακρώρειες αυτών. Η ακτή του ακρωτηρίου είναι είτε απόκρημνη, είτε ομαλή, απαραίτητα όμως ψηλή και ευδιάκριτη από μεγάλη απόσταση. Στη ναυτική γλώσσα τα μεγάλα και απότομα ακρωτήρια ονομάζονται Κάβοι.

Άκρα συνήθως λέγεται η μικρή χαμηλή προς τη θάλασσα προεξοχή της ξηράς που μπορεί να είναι είτε βραχώδης, είτε ομαλή καθώς επίσης και κάθε προεξοχή που δείχνει σαν ακρωτήριο. Η βραχώδης χαμηλή άκρα λέγεται κοινώς και «καβάκι» ή αν είναι χαμηλή και αμμώδης απόληξη της παραλίας τότε λέγεται χαρακτηριστικά «πούντα» - επίπεδο ακρωτήριο.

Γλώσσα συνήθως λέγεται πολύ χαμηλή αμμώδης προεξοχή ξηράς που δεν παρουσιάζει καμία ανύψωση ακτής. Η γλώσσα συνήθως αναχωρεί από αμμώδη επίσης ακτή. Η γλώσσα χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, αφού δεν εντοπίζεται εύκολα ακόμα και από το ραντάρ.

Τέλος, Κεφαλή συνήθως λέγεται η απότομη ανύψωση του τέρματος της ακτής του Ακρωτηρίου ή της Άκρας που συνδέεται με την υπόλοιπη ακτή με χαμηλή λωρίδα γης. (URL: 1)

3.2 Φράγματα

Ο όρος φράγμα (barrier) περιγράφει μία έκταση εδάφους που είναι χωρισμένο από την ηπειρωτική ακτή με μία λιμνοθάλασσα (lagoon), ακτή ή βάλτο. Το φράγμα, μπορεί να αποτελείται εξολοκλήρου από παιπάλη ή κροκάλες αλλά συνήθως δομείται από άμμο με μικρό ποσοστό σε κροκάλες, ιλύ και άργιλο. Τα φράγματα σχετίζονται με ακτές που έχουν ισχυρή στερεομεταφορά ιζημάτων και συχνά μεταφορά υπολειμμάτων μικροοργανισμών (κελύφη, ασπόνδυλα). Οι λιμνοθάλασσες οι ακτές και οι βάλτοι που προστατεύονται από τα φράγματα είναι συνήθως οικότοποι μεγάλης οικολογικής αξίας και η τροφική αλυσίδα σε αυτούς περιλαμβάνει φυτοπλαγκτόν, ποικιλία άλλων ειδών όπως ασπόνδυλα και οστρακόδερμα, καθώς και μικρά ψάρια, πουλιά και θηλαστικά, που εμβιούν μόνιμα ή εποχιακά σε αυτά τα φυσικά καταφύγια. (Davidson-Arnott, 2010)

3.2.1 Κατάταξη των φραγμάτων

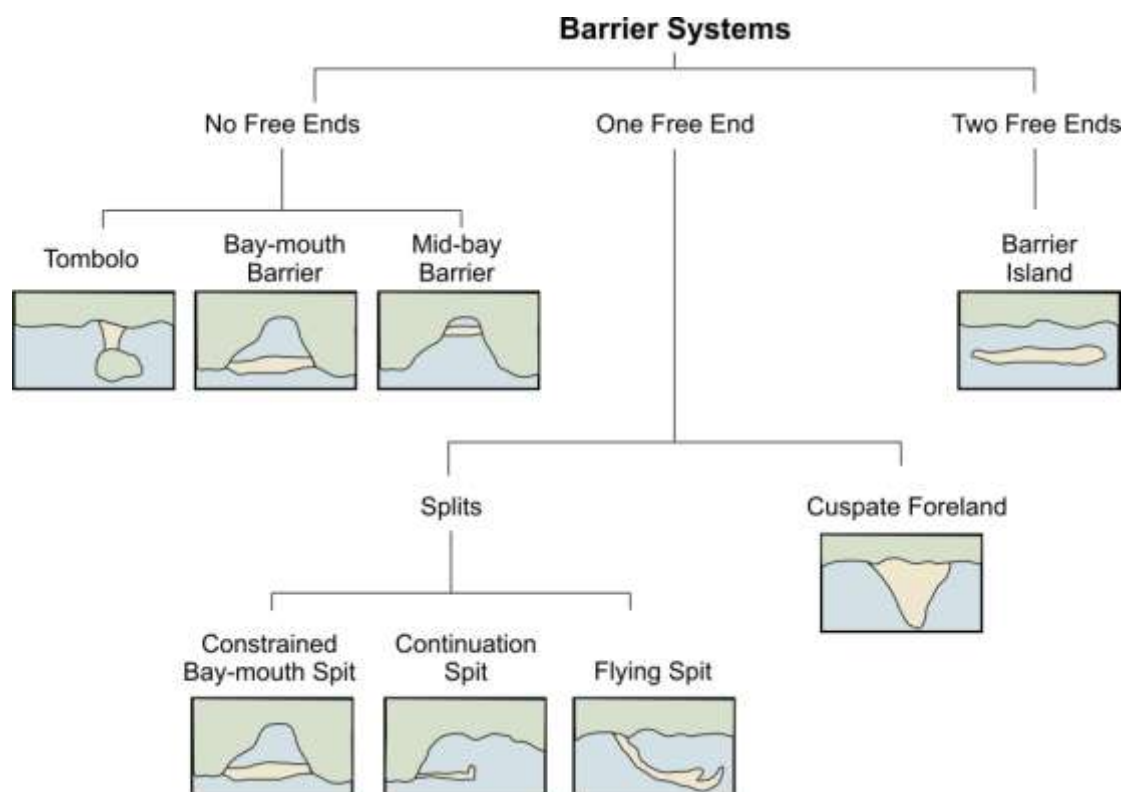
Τα παράκτια φράγματα είναι γραμμικές αποθέσεις που χωρίζονται από την ηπειρωτική χώρα με μία ακτή, λιμνοθάλασσα ή βάλτο και επομένως δρουν σαν φυσικά όρια μεταξύ της ηπειρωτικής χώρας και της εξέλιξης της ακτής προς την ανοιχτή θάλασσα. Τα φράγματα έχουν ποικιλία μεγεθών, από ένα μικρό φράγμα στην εκβολή ενός ποταμού, έως ένα spit αρκετών χιλιομέτρων το οποίο συντηρεί εκατομμύρια κυβικά ιζημάτων, φράγματα νησιά και spit αλυσίδες που εκτείνονται για χιλιάδες χιλιόμετρα.

Υπάρχουν αρκετές και διαφορετικές δυνάμεις που αποδεικνύουν τη διαφορετικότητα μεταξύ ενός αμμώδους φράγματος από ένα φράγμα με χαλίκια ή παιπάλη. Αμμώδη φράγματα μπορεί να χτιστούν λόγω της δράσης των κυμάτων με τη μεταφορά ιζημάτων

στην ακτή και την ανάπτυξη συστήματος θινών. Παρόλα αυτά, φράγματα από χαλίκια και παιπάλη μπορούν μόνο να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια έντονης κυματικής δραστηριότητας λόγω καταιγίδας. (Davidson-Arnott, 2010)

Τα φράγματα αποτελούν το 10% των παγκόσμιων ακτών και είναι καλά ανεπτυγμένα σε μικροπαλιρροϊκά απότομα άκρα ακτών, όπως : Β. και Ν. Αμερική, Ανατολική Αυστραλία, Νότια Αφρική και Δυτική Ευρώπη από την Ολλανδία έως την Δανία και τμήμα της Βαλτικής. Φράγματα επίσης δημιουργούνται σε μεγάλες λίμνες όπως : Β. Αμερική Great Lakes. G. K. Gilbert (1890) τα πιο πρόσφατα συστήματα φραγμάτων είναι μόνο μερικών εκατοντάδων ετών παλιά ως αποτέλεσμα της γρήγορης αλλαγής των ακτών κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου. Σε περιοχές με μεγάλη ιζηματογένεση και παράκτια ισορροπία όπως στις ακτές της Αυστραλίας νότια του Μεγάλου Κοραλλιογενούς φράγματος (Great Barrier Reef) είναι πιθανό περισσότερα από ένα παλαιά φράγματα να ευθύνονται για τη δημιουργία της σημερινής ακτής. (Davidson-Arnott, 2010)

Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες κατηγοριοποίησης των φραγμάτων. Zenkovitch (1967). Ένα απλό διάγραμμα των φραγμογενών συστημάτων με βάση τη μορφολογία και τη γεωμετρία των εισόδων παρατίθεται παρακάτω. (Σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1: Κατηγοριοποίηση των φραγμογενών συστημάτων βασισμένη στη μορφολογία και γεωμετρία. (Ollerhad, 1993)

3.3 Επίπεδο Ακρωτήριο - *Cuspate foreland*

Τα επίπεδα ακρωτήρια, επίσης γνωστά με την ονομασία οξύληκτο φράγμα (*cuspate barrier*), είναι γεωλογικές δομές που βρίσκονται σε ακτογραμμές και σε ακτές λιμνών που δημιουργήθηκαν πρωτογενώς από μία μεγάλη σε μήκος ακτή. Δημιουργούνται από τη αυξητική πρόοδο της άμμου και των κροκαλών, στην ακτή σε ένα τριγωνικό σχήμα. Μερικά επίπεδα ακρωτήρια (Φωτογραφία 3.2) κατακλύζονται από χλωρίδα, ενώ σε άλλα μεταναστεύει η χλωρίδα της χέρσου με αποτέλεσμα, παρουσιάζουν ένα σημαντικό φυσικό περιβάλλον αποτελούμενο από διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας. Τέτοιου είδους συστήματα είναι πολύ ευάλωτα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και από τα

φυσικά φαινόμενα όπως είναι η κλιματική αλλαγή και η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.



Φωτογραφία 3.2: Αεροφωτογραφία του επίπεδου ακρωτηρίου της Επανομής

Τα επίπεδα ακρωτήρια αποτελούνται από ένα υψηλό ποσοστό γεωμορφών. Όταν είναι σε πλήρη ανάπτυξη έχουν τριγωνικό σχήμα, με η βάση του τριγώνου να βρίσκεται στη χέρσο και το άκρο (μύτη) του τριγώνου να κοιτάζει προς τη θάλασσα. Οι μορφές τους συνήθως εξαρτώνται από την κυματική διάθλαση στους υφάλους με αποτέλεσμα την αμφίπλευρη απόθεση ιζημάτων. (Pavlopoulos et al., 2009)

3.3.1 Μετακίνηση

Μετά τη δημιουργία τους, τα επίπεδα ακρωτήρια μπορεί να παραμείνουν εκεί που σχηματίστηκαν και να συνεχίσουν να αναπτύσσονται για όσο διάστημα τροφοδοτούνται από ιζήματα ή διαφορετικά μπορεί να διαβρώνονται από την μία πλευρά του

τριγώνου και η άλλη πλευρά του να αυξάνει. Συνήθως τα ακρωτήρια που μετακινούνται είναι δομημένα σε ανοιχτές ακτές. Η διεύθυνση της μετακίνησης δημιουργείται από μια σειρά διαδοχικών παραλιών στην πλευρά του τριγώνου που γίνεται η προσαύξηση, στην οποία υπάρχει μικρότερη κυματική δραστηριότητα. Παρόλα αυτά έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις όπου δύο επίπεδα ακρωτήρια στην ίδια παραλία έχουν μετακινηθεί προς αντίθετες κατευθύνσεις, αποδεικνύοντας πως η εξελικτική τους πορεία δεν είναι πάντα εύκολο να προβλεφθεί. (URL: 1)

3.3.2 Εξέλιξη

Μετά τη διαμόρφωση του επιπέδου ακρωτηρίου, αρχίζει η κατοίκηση του από διάφορα είδη χλωρίδας τα οποία μπορούν να επιβιώσουν σε τέτοιου είδους περιβάλλοντα. Αυτά τα είδη διαφυλάσσουν με τις ρίζες τους ένα πολύ μεγάλο μέρος των ιζημάτων, σε αυτό το περιβάλλον. Αυτού του είδους οι αποικίες χλωρίδας εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Πρώτον, εάν κυριαρχούν οι χονδρόκοκκες κροκάλες, το λεπτόκοκκο ίζημα που γεμίζει τα διάκενα είναι το μόνο μέρος στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί χαμηλή βλάστηση. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει επάρκεια σε φρέσκο νερό τότε η φυτοκάλυψη είναι επίσης μειωμένη. Στα περιβάλλοντα που έχουν πλέον σταθεροποιηθεί και η βλάστηση τους έχει εδραιωθεί, αρχίζουν να εμφανίζονται παρασιτικά είδη πανίδας, ακάρια και collembolans, που τρέφονται από τη βλάστηση της περιοχής, έτσι ώστε να δημιουργούνται οργανικά υλικά στο έδαφος από τα νεκρά φυτά και με τελικό αποτέλεσμα, τη δημιουργία μιας τροφικής αλυσίδας. (URL: 1)

3.4 Θίνες

Οι αμμώδεις παραλίες προσφέρονται ως μία πηγή ιζημάτων και δομούνται από κάποιους σχηματισμούς θινών που σχηματίστηκαν από τη μεταφορά της άμμου με τη δράση του ανέμου και αποτίθενται στην περιοχή της χλωρίδας της παραλίας. Οι θίνες μπορεί να έχουν μικρό μέγεθος δηλαδή το ύψος και το πάχος τους να είναι λιγότερο από μέτρο και να εκτείνονται σε μία βραχώδη παραλία ή να έχουν έκταση μεγαλύτερη των 100m ή και περισσότερο. Γενικά ο μεγαλύτερος όγκος ιζημάτων παγιδεύεται στο εσωτερικό μιας περιοχής κατά τη διάρκεια καταιγίδας, από τη φυτοκάλυψη η οποία επικρατεί στην περιοχή. Σε μερικές παραλίες, λόγω μικρής προσφοράς σε ιζήματα ή λόγω των περιορισμένων ανέμων, μόνο η ζώνη των εμπρόσθιων θινών αναπτύσσεται. Παρόλα αυτά, σε άλλες περιοχές που η ιζηματογένεση είναι μεγάλη και επικρατούν ισχυροί άνεμοι, μπορεί να σχηματιστούν εκτεταμένες θίνες, στο εσωτερικό της χέρσου. Οι θίνες αυτές μεταναστεύουν με παραβολική μορφή ή ως επιμήκη τοιχώματα εγκάρσιων θινών ή ως γραμμικοί σχηματισμοί με οδηγό σχηματισμού τη μορφή των εμπρόσθιων θινών. (Davidson-Arnott, 2010).

Η περιοχή κοντά στην ακτή είναι μία ζώνη υψηλής πίεσης από χλωρίδα ως αποτέλεσμα της υψηλής θερμοκρασίας, της ελλειμματικής υγρασίας, τον ψεκασμό με αλάτι και κυρίως λόγω της αναταραχής της άμμου που μεταφέρεται από τον άνεμο και την κυματική δράση κατά τη διάρκεια των καταιγίδων. Ως αποτέλεσμα, τα φυτά βρίσκονται στην αρχική ζώνη της πίσω ακτής (backshore) και μαζί με την εμπρόσθια ζώνη θινών η ανάπτυξη των φυτών είναι περιορισμένη σε μερικά είδη, ειδικότερα χόρτα (grasses), τα οποία είναι προσαρμοσμένα σε αυτού του είδους τις πιέσεις. Υπάρχει μία σταδιακή μείωση της συγκεκριμένης διαδικασίας προς το εσωτερικό της χέρσου και αυτό φαίνεται από την σταδιακή αύξηση των φυτών, από θάμνους και δέντρα. (Davidson-Arnott, 2010)

Η άμμος συγκεντρώνεται μέσα και πίσω από τα φυτά, λόγω της ελάττωσης του ανέμου κοντά στο έδαφος και αυτό προσφέρει προστασία στα ιζήματα από τον άνεμο. Η απόθεση ιζήματος συνεχίζεται, οι θίνες αναπτύσσονται λόγω των φυτών που μεγαλώνουν, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένας φράχτης άμμου. Κατά την περίοδο ισχυρών βροχοπτώσεων η χλωρίδα της περιοχής μπορεί να μεγαλώσει με αποτέλεσμα να παγιδευτεί άμμος στα νέα φυτά και να δημιουργηθούν εμβρυικές θίνες οι οποίες κατά τη διάρκεια ισχυρών ανέμων να διαβρωθούν και το περιβάλλον να επιτρέψει στην πρότερη κατάσταση του. Αυτή η αλληλεπίδραση παραλίας/θινών είναι μία σημαντική διαδικασία ελέγχου της εξέλιξης των εμπρόσθιων θινών. (Davidson-Arnott, 2010)

3.4.1 Κατηγορίες θινών

Μία διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ των θινών που το μεγαλύτερο μέρος τους έχει δομηθεί σε μέρος με βλάστηση και θινών που η βλάστηση είναι ελάχιστη ή δεν υπάρχει καθόλου. (Pye, 1983). Στην περίπτωση των θινών χωρίς βλάστηση, η άμμος δομείται στο έδαφος από τη δύναμη του ανέμου με αποτέλεσμα οι θίνες να αναπτύσσονται προς τη φορά του ανέμου.

Πρακτικά, υπάρχει μία συνέχεια μεταξύ των θινών που καλύπτονται από βλάστηση χωροταξική αυτών που είναι τελείως ασταθείς γιατί υπάρχει πολύ μικρό ποσοστό υγρασίας ώστε να αναπτυχθεί βλάστηση και αυτών που η ιζηματογενής απόθεση και είναι έντονη με αποτέλεσμα η ανάπτυξη της βλάστησης να είναι αδύνατη. Επίσης η μετακίνηση των ελεύθερων από βλάστηση θινών σε υγρά περιβάλλοντα είναι περιορισμένη λόγω υγρασίας και της ύπαρξης, πιθανώς, κάποιας λιμνοθάλασσας. Οι δομές των θινών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) τις κύριες θίνες οι οποίες έχουν

δύο υποκατηγορίες i) τις εμπρόσθιες θίνες (foredunes) και τις ii) εμβρυακές θίνες, και β) τις δευτερεύουσες θίνες οι οποίες, επίσης, χωρίζονται σε δυο κατηγορίες i) τις παραβολικές και ii) τις θίνες περιοχής (dune fields). Παρακάτω αναλύονται και οι δύο τύποι θινών. (Davidson-Arnott, 2010)

3.5 Λιμνοθάλασσες

Υπάρχουν τρεις ορισμοί για τον όρο λιμνοθάλασσα (lagoon). Ο πιο διαδεδομένος περιγράφει μία έκταση από αλμυρό νερό η οποία διαχωρίζεται από τη θάλασσα με χαμηλή αμμώδη ακτή ή με κάποιο παράκτιο ύφαλο. Ο δεύτερος ορισμός αναφέρεται σε μικρές λίμνες γλυκού νερού οι οποίες βρίσκονται δίπλα σε μεγάλες λίμνες ή ποταμούς. Ο τρίτος ορισμός αναφέρεται σε μία τεχνητή λίμνη που χρησιμοποιείται για την εξυγίανση ενός παραπόταμου. Το λήμμα λιμνοθάλασσα (lagoon) στην παρούσα εργασία αναφέρεται στον πρώτο ορισμό. (Bird, 2000)

Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες είναι περίπου παρόμοιας βαθμίδας με τις εκβολές των ποταμών (estuarine), είναι συνήθως ρηχές και γενικά είναι αποκομμένες εξολοκλήρου ή τμηματικά από τη θάλασσα λόγω απόθεσης ιζηματογενών φραγμάτων, ανύψωση κοραλλιογενών υφάλων ή τοπικών τεκτονικών καταβυθίσεων. Η έκταση τους κυμαίνεται από 10.000 Km² έως 1ha. (Bird, 2000) Έχουν την μεγαλύτερη ανάπτυξη τους σε παραλίες όπου το ηπειρωτικό όριο έχει μικρή κλίση και το επίπεδο της θάλασσας ανεβαίνει αργά. Ο βυθός και η έκταση τους κατακλύζεται από τα ιζήματα του ποταμού που επιδρά στην περιοχή, όπως επίσης και από τα ιζήματα της θάλασσας, τα αιολικά ιζήματα, και τις χημικές και οργανικές αποθέσεις, για τους προαναφερθέντες λόγους τα συστήματα αυτά ονομάζονται εφήμερα. (Nichols, 1989) Η διήθηση κάποιων λιμνοθαλασσών οι οποίες είναι

παράλληλες με την ακτή, μπορεί να οφείλουν την ανάπτυξη τους και τη δομή τους σε σειρές ή σε κυκλικά τμήματα. Αυτός ο διαχωρισμός εκτός των άλλων πραγμάτων μπορεί να οφείλεται και στον άνεμο σε όλη την έκταση της παραλίας που παράγονται κύματα τα οποία δημιουργούν ιζηματογενή φράγματα τα οποία απομονώνουν τις λιμνοθάλασσες και τις κάνουν ξεχωριστές λεκάνες. (Bird, 2000)

Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες καταλαμβάνουν το 12% των παγκόσμιων ακτογραμμών. Στην UNESCO καταγράφηκαν 450 (με ελάχιστη επιφάνεια 1Km²) ανά τον κόσμο.

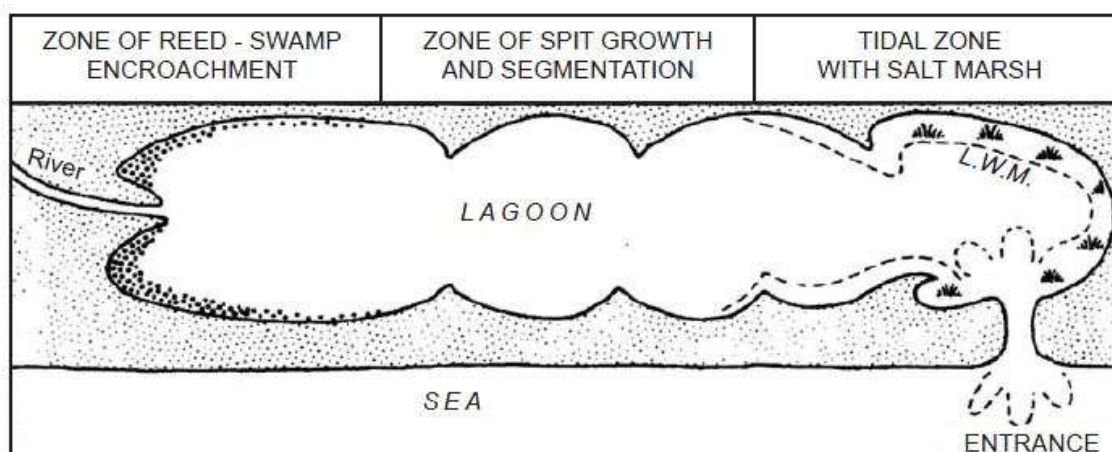
Γενικά χρονολογούνται περί τα 6000 χρόνια, είχαν αναπτυχθεί σε πεδιάδες ή σε χαμηλού επιπέδου ακτές που είχαν βυθιστεί από την επίκληση της θάλασσας κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου. Επίσης υπήρχαν και κατά τη διάρκεια της Πλειστοκαινικής φάσης από την ανύψωση του θαλασσίου επιπέδου, όπου δημιουργήθηκαν κοραλλιογενείς ύφαλοι. Οι λιμνοθάλασσες που εσωκλείονται από τους υφάλους κατά το Πλειστόκαινο αποξηράνθηκαν κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο όπου έπεσε η στάθμη της θάλασσας, διατηρήθηκαν μόνο λεκάνες με υπόγεια τροφοδοσία οι οποίες πλημμύρισαν με την ανύψωση του θαλασσίου επιπέδου. Επίσης, δημιουργούνται από την παράκτια στερεομεταφορά υλικών, αυτό συμβαίνει σε περιβάλλοντα όπου δεν υπόκεινται σε έντονα παλιρροϊκά φαινόμενα και η κυματική ενέργεια είναι αρκετή ώστε να μπορέσει να προκαλέσει τη μεταφορά ιζημάτων και τον αποκλεισμό ορισμένου όγκου νερού. (Bird, 1978,1983)

Οι λιμνοθάλασσες έχουν μία πληθώρα από σχήματα και μεγέθη, που συνδέονται με τις προϋπάρχουσες ακτογραμμές, τα ιζηματογενή φράγματα και τους κοραλλιογενείς υφάλους, τροποποιημένες από εσωτερικές διαβρώσεις και αποθέσεις γύρω από την ακτή τους και τον πυθμένα τους. Είναι καλά δομημένες σε χαμηλές ακτές πίσω από χαμηλού υψομέτρου ακτές.

Η μορφολογία τους μπορεί να χαρτογραφηθεί χρησιμοποιώντας τυπικές τεχνικές, ή από δορυφορικές εικόνες

πολλαπλής σάρωσης. Τυπικές αποθέσεις στον πυθμένα μιας λιμνοθάλασσας είναι ημιοριζόντιες, με βαθιά κανάλια που μπορεί να προέρχονται από προηγούμενα βυθίσματα στην τοπογραφία της περιοχής.

Δείχνουν μία πληθώρα από γεωμορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά. Συνήθως υπάρχουν τρεις ζώνες: μία ζώνη με φρέσκο νερό κοντά στην εκβολή του ποταμού, μία ζώνη με αλμυρό νερό στην είσοδο προς τη θάλασσα και τέλος μεσολαβεί μία ενδιάμεση ζώνη με υφάλμυρο νερό (Σχήμα 3.3). Οι τρεις ζώνες αποτελούν ένα μεμονωμένο σύστημα λιμνοθαλασσών. Το εύρος κάθε ζώνης εξαρτάται από την αναλογία του γλυκού και του αλμυρού νερού και τις κλιματικές συνθήκες, αναμένεται ότι σε ξηρές περιοχές, μία λιμνοθάλασσα θα είναι πιο υφάλμυρη.



Σχήμα 3.3: Οι τρεις ζώνες μιας λιμνοθάλασσας, από αριστερά ζώνη με φρέσκο νερό, ζώνη με υφάλμυρο νερό, ζώνη με αλμυρό νερό και είσοδος στη θάλασσα (Bird, 1978, Kjerfve, 1986)

3.5.1 Κύκλοι και ευθύγραμμα τμήματα λιμνοθαλασσών

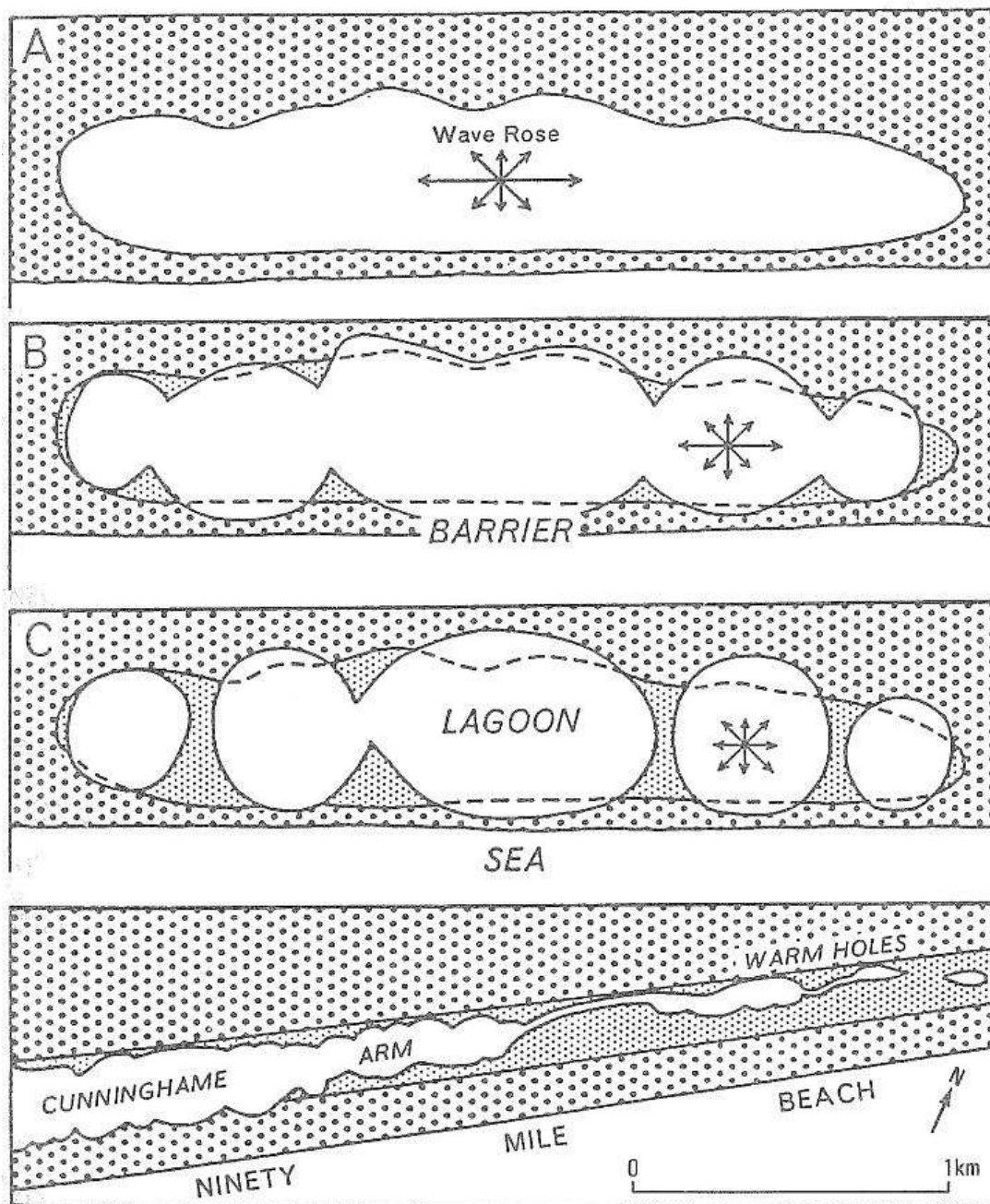
Καθώς η λιμνοθάλασσα αρχίζει και αποκόπτεται από την θάλασσα λόγω των φραγμάτων, κύματα και ρεύματα αρχίζουν και δημιουργούνται εντός της λιμνοθάλασσας. Τα οποία εξολοθρεύονται

από τη διεύθυνση και την ισχύ του ανέμου. Εκεί όπου δεν υπάρχει καθόλου βλάστηση στη λιμνοθάλασσα δημιουργείται μια ζώνη θραύσης των κυμάτων όπου αποτίθενται ιζήματα παράλληλα προς την ακτή, η απόθεση είναι εντονότερη όταν τα κύματα προσκρούουν στην ακτή με γωνία 45° , η μεταφορά των ιζημάτων γίνεται παράλληλα στην ακτή με αποτέλεσμα να δημιουργούνται spits και παράκτια φράγματα, κυκλικά και αποστραγγιστικά στην αρχή ακανόνιστα στο σχηματισμό τους. (Zenkovich, 1967).

Τα spit μεγαλώνουν μέσα στα οξύληκτα άκρα και στις cusped forelands περιοχές αλλάζουν το σχήμα της λιμνοθάλασσας. (Fisher, 1955) Τα spit μεγαλώνουν και κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αλλάζουν το σχήμα της λιμνοθάλασσας και ενώ ήταν μακρόστενη να διαχωρίζεται σε σειρές μικρότερων λιμνοθαλασσών οι οποίες έχουν σχήμα κυκλικό ή οβάλ, οι οποίες μπορεί να έχουν μία μικρή επικοινωνία ή να απομονωθούν τελείως. (Bird, 1978, Kjerfve, 1994)

Στην σχήμα 3.4 φαίνονται τα στάδια όπου η λιμνοθάλασσα αποκόπτετε και μετατρέπεται σε μικρότερες. Με ισοδύναμους ανέμους από όλες τις διευθύνσεις, η ευθύγραμμη λιμνοθάλασσα μπορεί να μετατραπεί σε κυκλική με τη βοήθεια της δράσης των κυμάτων, μπορούν να αναφερθούν ως οβάλ με τον μεγάλο άξονα να έχει παράλληλη διεύθυνση με αυτή του επικρατούντος ισχυρότερου ανέμου. (Kjerfve, 1994) Σε μερικά στάδια ευθύγραμμης λιμνοθάλασσας, ο αέρας οδηγεί τα κύματα έτσι ώστε να εξομαλύνεται η ακτογραμμή και να παραμένουν ενωμένα τα οβάλ σχήματα που παίρνει η λιμνοθάλασσα. (Bird, 1978, Kjerfve, 1994)

Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζεται περισσότερο σε περιοχές όπου δεν παρουσιάζουν έντονα παλιρροϊκά φαινόμενα ή το παλιρροϊκό εύρος είναι μικρό.



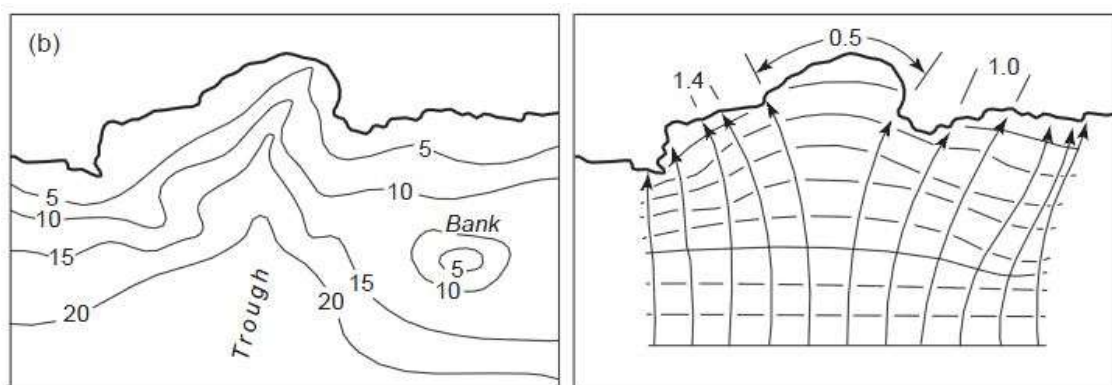
Σχήμα 3.4: Τα στάδια κυκλικότητας των λιμνοθαλασσών με τη βοήθεια του ανέμου και των της μεταφοράς ιζημάτων. (Bird, 1978, Kjerfve, 1994)

3.5.2 Είσοδοι των λιμνοθαλασσών

Κάποιες λιμνοθάλασσες έχουν αποκοπεί πλήρως από τη θάλασσα λόγω των κοραλλιογενών υφάλων ή των αμμούχων φραγμάτων, αλλά οι περισσότερες έχουν τουλάχιστον μία είσοδο, η οποία μπορεί να συνορεύει με κάποιο ιζηματογενές φράγμα ή με ένα ζευγάρι φραγμάτων.

Μερικές είσοδοι είναι υπολειμματικά ανοίγματα που υπήρχαν μεταξύ ιζηματογενών φραγμάτων ή κοραλλιογενών νησιών τα οποία δεν ενώθηκαν ώστε να αποκοπεί το περιβάλλον σύστημα από τη θάλασσα. Άλλες είναι αποτέλεσμα της βίαιης εξόδου νερού από τη λιμνοθάλασσα προς τη θάλασσα είτε από κύματα που προκαλούνται από καταιγίδα είτε από μία πλημμύρα. (Bird, 1993b)

Οι είσοδοι είναι συνήθως τοποθετημένες σε σημεία της ακτογραμμής όπου η κυματική δράση δεν είναι έντονη και η δράση των ρευμάτων που εισέρχονται και εξέρχονται είναι πιο αποτελεσματική εκεί όπου τα κύματα διαθλώνται (σχήμα 3.5) ή σε υπήνεμες μεριές νησιών ή σε υφάλους όπου η κυματική δράση είναι αδύναμη και η άμπωτης και το εκρρέον ρεύμα είναι αρκετά δυνατά ώστε να διατηρήσουν ένα άνοιγμα. (Bird, 1993b)



Σχήμα 3.5: σχεδιάγραμμα κυματικής διάθλασης(Bird, 1993b)

Ο σχηματισμός δημιουργίας μίας φυσικής εισόδου είναι η έξοδος μεταξύ ενός ρεύματος και η επίδραση της μετακίνησης άμμου ή κροκάλων προς την έξοδο. Όπως και στις εκβολές ποταμών η

φορά του ρεύματος εξαρτάται από το παλιρροϊκό κύμα, η ένταση του ρεύματος με την οποία εισέρχεται και αποθέτει στη λιμνοθάλασσα καθώς η παλίρροια έχει ανοδική και καθοδική κίνηση, η κύρια διατομή της εισόδου αυξάνεται με την ένταση της παλίρροιας. (Bird, 1993b)

Τα ρεύματα εισέρχονται με διάφορους τρόπους. Είναι παλιρροϊκά ρεύματα και εισέρχονται και εξέρχονται από τη λιμνοθάλασσα, η ισχύς τους εξαρτάτε από τα ποτάμια, ειδικά μετά από δυνατή νεροποντή, όπου η πλημμύρα αυξάνει το επίπεδο της λίμνης με αποτέλεσμα το νερό να εξέρχεται από την είσοδο και υπάρχουν ρεύματα που δημιουργούνται από τη δράση των ανέμων. Υπολογίζεται ότι τα δυνατά ρεύματα διευρύνουν τις εισόδους, η διατομή σχετίζεται με την ένταση του νερού που τη διαπερνά και εξαρτάτε από το πλημμυρικό επεισόδιο. Όταν η έξοδος του νερού είναι αδύναμη η είσοδος του συστήματος μπορεί να τροποποιηθεί από την κυματική δράση. Κύματα τα οποία κινούνται παράλληλα στην ακτή μετακινούν άμμο από τον πυθμένα προς την παραλία και μέσα στην είσοδο της λιμνοθάλασσας, κύματα τα οποία φτάνουν υπό γωνία στην ακτή μεταφέρουν άμμο η οποία αποκλείει την είσοδο της λιμνοθάλασσας δημιουργώντας ιζηματογενή φράγματα. Η ανάπτυξη του φράγματος διευρύνεται συνεχώς από το παλιρροϊκό κύμα το οποίο αποκόπτεται την επίδραση των ρευμάτων στην υπόλοιπη ακτή. Μερικές λιμνοθάλασσες έχουν είσοδο μεταξύ ενός ιζηματογενούς ορίου και ενός βραχώδους ακρωτηρίου. (Bird, 1993b)

Μερικές είσοδοι μπορεί να παρουσιάζουν εποχιακές μεταβολές,, να γίνονται πιο ρηχές ή να αποκόπτονται από τη θάλασσα επειδή κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου ξεραίνονται και επανενεργοποιούνται τη χειμερινή περίοδο.

Οι είσοδοι στις λιμνοθάλασσες μεταβάλλονται ανάλογα με τη μορφή τους. Κάποια είναι υπολειμματικά ανοίγματα μεταξύ ιζηματογενών φραγμάτων ή κοραλλιογενών υφάλων όπου οι λιμνοθάλασσες δεν αποκόπηκαν πλήρως από τη θάλασσα. Άλλα ανοίγματα προκλήθηκαν

από τα κύματα κάποιας καταιγίδας ή από κάποια πλημμύρα στη χέρσο. Η διαμόρφωση της εισόδου και εξόδου των ρευμάτων τα οποία διατηρούν ανοιχτό το πέρασμα, αναμένεται να σφραγιστούν από τα ιζήματα που επηρεάζουν το περιβάλλον αυτό. Τα ανοίγματα στη λιμνοθάλασσα τείνουν να είναι πολυάριθμα και συνεχόμενα σε κοραλλιογενείς ακτές όπου σχετίζονται με μεγάλες παλίρροιες όπου παράγονται ισχυρά ρεύματα. (Cooper, 1994)

Ο Kjerfve (1986) υποδιαίρεσε τις λαγκούνες σε τρεις γεωμορφολογικούς τύπους ανάλογα με τον τρόπο επικοινωνίας τους με τη θάλασσα (σχήμα 3.6)

1) Choked lagoon : χαρακτηρίζεται το περιβάλλον το οποίο έχει ελλειπτικό σχήμα και μία μόνο είσοδο, στενή και επιμηκυμένη, κατά μήκος των ακτών με υψηλή κυματική ενέργεια και σημαντική παράκτια μεταφορά. Παρόλο που επικρατούν παλίρροιες τα αιωρούμενα σωματίδια που υπάρχουν στις παλίρροιες των θαλασσών δεν εισέρχονται σε αυτού του είδους τις λιμνοθάλασσες διότι η είσοδος τους λειτουργεί σαν φίλτρο το οποίο ελαχιστοποιεί το παλιρροϊκό ρεύμα και το επίπεδο του νερού που εισέρχεται σε αυτήν επιδέχεται διακυμάνσεις. (Kjerfve 1986, Kjerfve et al. 1990, Kjerfve and Knoppers 1991). Η περιοδική μεταβολή της παλίρροιας στις Choked lagoons περιορίζεται κατά 5% ή περισσότερο σε σύγκριση με την παλίρροια που επικρατεί εκτός λιμνοθάλασσας.ⁱ

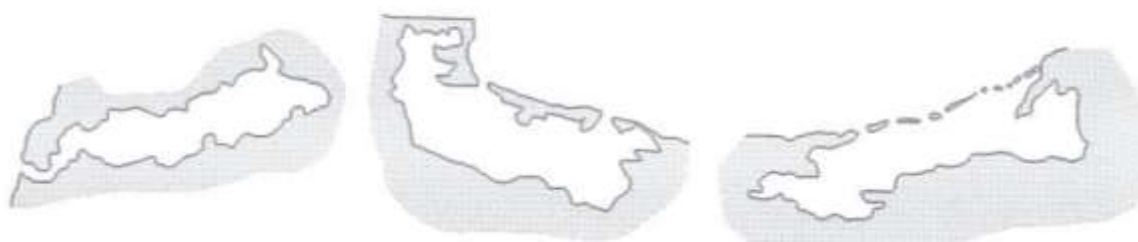
Σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές στον κόσμο συνήθως είναι μόνιμα ή περιοδικά υφάλμυρες. (Copeland 1967, Moore and Slinn 1984). Συνήθως είναι προσανατολισμένες παράλληλα προς την ακτή αλλά σε μερικές περιπτώσεις συνδέονται με τα δέλτα των ποταμών οπότε και προσανατολίζονται κάθετα στην ακτή.

2) Restricted lagoons : χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο και πλατύ σώμα νερού, συνήθως ο προσανατολισμός τους είναι παράλληλος προς την ακτή και έχουν δύο ή περισσότερες εισόδους. Ως αποτέλεσμα, αυτού του είδους οι λιμνοθάλασσες έχουν ένα καλά συγχρονισμένο κύκλο παλιρροιών, επηρεάζονται από τον αέρα, είναι

συνήθως κάθετα και καλά ταξινομημένα τα ιζήματα τους, και η αλατότητα τους είναι από υφάλμυρη έως τα επίπεδα αλατότητας της θάλασσας/ωκεανού.

Ο χρόνος ζωής τους είναι μικρότερος από ότι των Choked lagoons.

3) Leaky lagoons : χαρακτηρίζονται ως επιμηκυμένα σώματα νερού παράλληλα στην παραλία, με πολλές εισόδους προς τη θάλασσα κατά μήκος της παραλίας όπου τα παλιρροϊκά ρεύματα είναι αρκετά δυνατά ώστε να εισέλθουν στο λιμναίο περιβάλλον και να μην επιτρέπουν το κλείσιμο τους. Είναι το αντίθετο των Choked lagoons. Χαρακτηρίζονται από πολυάριθμα παλιρροϊκά φαινόμενα, ανοιχτή ανταλλαγή υδάτων με τη θάλασσα και αλατότητα ίδια με αυτή του θαλάσσιου περιβάλλοντος.



Σχήμα 3.6: Σχηματικά οι τρεις γεωμορφολογικοί τύποι των λιμνοθαλασσών

3.6 Ακτόλιθοι

Οι ακτόλιθοι είναι ψαμμιτικοί σχηματισμοί κυρίως θαλάσσιας προέλευσης και κυμαινόμενης αντοχής. Είναι συνεκτικοί παράκτιοι ιζηματογενείς σχηματισμοί που αποτελούνται από παράκτια κλαστικά και σκελετικά ιζήματα, τα οποία έχουν συνεκτικοποιηθεί σε μικρό χρονικό διάστημα μέσω της κατακρήμνισης ανθρακικών συγκολλητικών υλικών, συνήθως μαγνησιούχου ασβεστίτη ή αραγωνίτη (Bricker, 1971). Η λιθοποίηση συνήθως λαμβάνει χώρα στην ενδοπαλιρροιακή ή υπερπαλιρροιακή ζώνη και σπανιότερα στην

υποπαλιρροιακή και μπορεί να περιλαμβάνει όλους τους τύπους των ιζημάτων που υπάρχουν σε μια δεδομένη θέση, όπως άμμους και κροκάλες, κλαστικά ή βιογενή ιζήματα (Russell, 1963, Bricker, 1971, Milliman, 1974, Vieira & Ros, 2006, Ψωμιάδης, 2011). Η συνεκτικοποίηση των παράκτιων ιζημάτων μπορεί να λάβει χώρα σε διαφορετικές φάσεις και νέες αποθέσεις να συνεκτικοποιηθούν πάνω από υπάρχοντες ακτόλιθους (Neumeier, 1998). Ο σχηματισμός ακτόλιθου δεν αλλάζει μόνο τη φύση μιας ακτής (από αμμώδη σε βραχώδη) με άμεσες επιπτώσεις στην οικολογία της (Brattström, 1992, Makrykosta et al., 2006), αλλά επιδρά άμεσα και στη μορφοδυναμική της ακτής. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ακτόλιθοι παρουσιάζουν μια αυξητική τάση εμφάνισης ή αποκάλυψης στις ακτές παγκοσμίως, παρουσιάζοντας διαφορετικά ιζηματολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά (Vousdoukas et al., 2007, Ψωμιάδης, 2011).

Στις αρχές του '60, η επικρατούσα άποψη ήταν ότι ο σχηματισμός ακτόλιθων που περιελάμβανε τα ανθρακικά συγκολλητικά υλικά, ήταν χαρακτηριστική διεργασία των τροπικών και υποτροπικών ακτών (Ginsburg, 1953, Russell, 1959). Όμως πιο πρόσφατες παρατηρήσεις έδειξαν ότι η ανθρακική συνεκτικοποίηση των παράκτιων ιζημάτων μπορεί να λάβει χώρα κάλλιστα και σε παράκτιες περιοχές των εύκρατων ζωνών (Zenkovitch, 1967, Rey et al., 2004), ή ακόμα και σε ψυχρές περιοχές. Μια ανάλυση των υπάρχοντων πληροφοριών (Vousdoukas et al., 2007) δείχνει ότι οι «θερμές περιοχές» σχηματισμού και αποκάλυψης ακτόλιθων είναι η Μεσόγειος θάλασσα και η Καραϊβική, οι τροπικές και υποτροπικές ακτές του Ατλαντικού όπως και οι απόλλες του Ειρηνικού και του Ινδικού Ωκεανού. Οι ακτόλιθοι επίσης είναι συνήθεις σε ακτές με μικρό παλιρροιακό εύρος, μιας και μεγάλες παλιρροιακές διακυμάνσεις δεν προσφέρουν τον κατάλληλο χρόνο ώστε τα παράκτια ιζήματα να συνεκτικοποιηθούν. Όσον αφορά την ηλικία των σχηματισμών, η πλειοψηφία των χρονολογημένων ακτόλιθων

(που αποτελούν μικρό ποσοστό όλων των εμφανίσεων που έχουν αναφερθεί) τοποθετούνται μεταξύ των 1.000 και των 5.000 ετών (2.000 έως 4.000 χρόνια για την ανατολική Μεσόγειο κατά τον Kelletat, 2006), με σχετικά λίγους να είναι νεότεροι.

Η αποκάλυψη των θαμμένων ακτόλιθων λαμβάνει χώρα συνήθως σε μετέπειτα στάδιο, ακολουθώντας την διάβρωση των υπερκείμενων μη συνεκτικοποιημένων ιζημάτων (Vousdoukas et al., 2007). Γενικά οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι ακτόλιθοι εμφανίζονται κυρίως σε ακτές που υποχωρούν, όπως εξάλλου υποδεικνύεται και από την εμφάνιση ακτόλιθων κυρίως πίσω από την ακτογραμμή, μέσα στη θάλασσα, παρά μπροστά από αυτή. Σε σταθερά υποχωρούσες ακτές δημιουργείται συνήθως μια σειρά πλακών από ακτόλιθους, στις οποίες το εξωτερικό (προς τη θάλασσα) άκρο είναι παλιότερο και το εσωτερικό νεότερο. (Ψωμιάδης, 2011)

3.7. Γεωφυσική Διασκόπηση

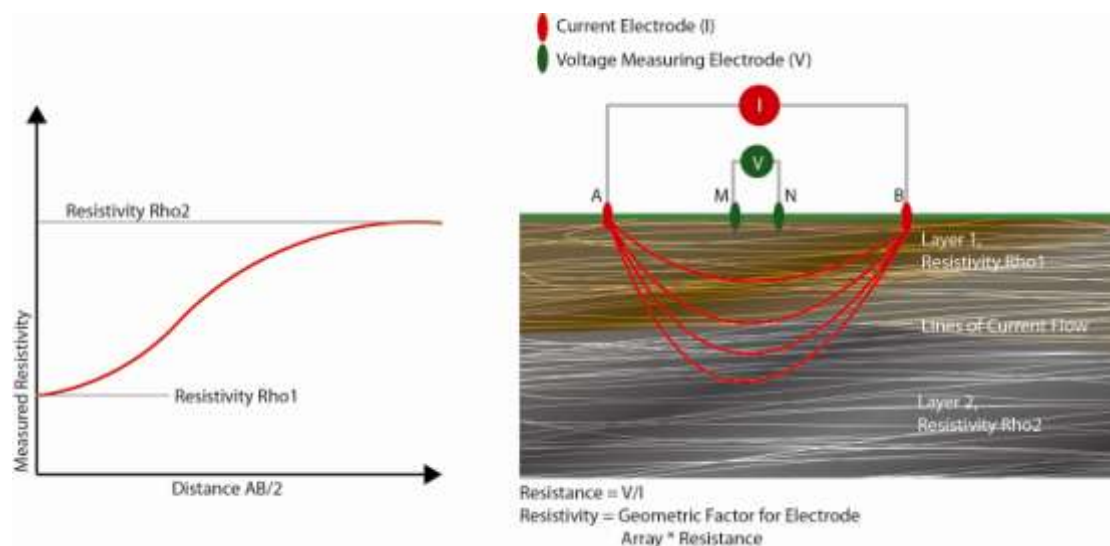
Οι ηλεκτρικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης έχουν ως σκοπό τον καθορισμό των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων στα επιφανειακά στρώματα του φλοιού. Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση παρουσιάζει ενδιαφέρον και επιδιώκετε ο καθορισμός της.

Οι ηλεκτρικές μέθοδοι χωρίζονται στις εξής παρακάτω κατηγορίες: μέθοδος της ειδικής αντίστασης, μέθοδος των ισοδύναμων γραμμών, μέθοδος της επαγόμενης πολικότητας, του φυσικού δυναμικού και η μέθοδος των τελλουρικών ρευμάτων.

Αυτές οι μέθοδοι χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες, σε εκείνες που βασίζονται στη μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών φυσικών ηλεκτρικών ρευμάτων ή πεδίων και εκείνες που βασίζονται σε τεχνητά ηλεκτρικά ρεύματα ή πεδία. (Παπαζάχος, 1986)

Η μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης μπορεί να γίνει με τέσσερα ηλεκτρόδια που καρφώνονται στο έδαφος. Με τον τρόπο αυτό και διατηρώντας την ίδια απόσταση ηλεκτροδίων μπορούν να γίνουν προφίλ ηλεκτρικής αντίστασης που αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο βάθος. Αυξάνοντας την απόσταση των ηλεκτροδίων, αυξάνεται και το βάθος διεξόδου, αποκαλύπτοντας όλο και βαθύτερες πληροφορίες, με αποτέλεσμα την εμφάνιση της κοιλότητας είτε σαν μέγιστο είτε σαν ελάχιστο επάνω στα προφίλ.

Μια αρκετά συνηθισμένη διάταξη είναι η λεγόμενη διάταξη Schlumberger η οποία περιγράφεται εδώ. Σε αυτήν, τα δύο εξωτερικά ηλεκτρόδια μεταφέρουν το ρεύμα στη γη ενώ στα δύο εσωτερικά μετράται η τάση που αναπτύσσεται, ως αποτέλεσμα της διέλευσης του ρεύματος. Όταν το διάστημα των ηλεκτροδίων ($AB/2$) είναι μικρό, η μετρημένη αντίσταση αντιστοιχεί σε αυτή του πρώτου στρώματος, ενώ όσο μεγαλώνει, η αντίσταση τείνει προς εκείνη του δεύτερου στρώματος. (σχήμα 3.7)



Σχήμα 3.7: Διάταξη Schlumberger. (URL: 2, τροποποιημένη από Σηφάκη, 2012)

Αφού ένα κενό μέσα στο έδαφος, γεμάτο με αέρα, παρουσιάζει μια σημαντική αντίθεση στην ηλεκτρική αντίσταση με το περιβάλλον του (χώμα ή βράχος), οι ηλεκτρικές μέθοδοι μπορούν σχετικά εύκολα

να το αναγνωρίσουν. Παρόλα αυτά, τα κενά πρέπει να είναι σχετικά μικρού βάθους και γενικά όχι περισσότερο από 30 μέτρα από την επιφάνεια. Αυτό δε διότι οι διατάξεις ηλεκτροδίων για περισσότερο βάθος γίνονται πολύ σύνθετες και δύσκολες στο χειρισμό

3.7.1 Ηλεκτρική Τομογραφία

Ο όρος ηλεκτρική τομογραφία (HT) περιγράφει γενικά έναν τύπο μετρήσεων της φαινόμενης ηλεκτρικής του υπεδάφους. Μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός δύο παραδοσιακών τεχνικών μέτρησης: της όδευσης και της βυθοσκοπήσης. Ειδικότερα, η ηλεκτρική τομογραφία μπορεί να περιγράφει ως μία σειρά από συνεχόμενες ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις κατά μήκος της γραμμής έρευνας ή ως μία σειρά από οδεύσεις πάνω από την ίδια περιοχή με διαδοχικά αυξανόμενες αποστάσεις ηλεκτροδίων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η λήψη πληροφορίας τόσο για την κατακόρυφη όσο και για την οριζόντια μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή μελέτης και έτσι λαμβάνεται μία πληρέστερη εικόνα του υπεδάφους.

Πρόδρομος της HT είναι η μέθοδος της «ψευδοτομής» που έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην χαρτογράφηση μεταλλευμάτων (Edwards 1977) αλλά και σε διάφορες άλλες εφαρμογές (π.χ. υδρογεωλογικές, Griffiths et al 1990). Στην διαδικασία της «ψευδοτομής» μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες διατάξεις ηλεκτροδίων (διπόλου-διπόλου, Wenner, πόλου- διπόλου). Η HT όμως είναι πιο γενικευμένος όρος που περιλαμβάνει και μετρήσεις με μη συμβατικές διατάξεις καθώς και μετρήσεις που λαμβάνονται με ηλεκτρόδια σε γεωτρήσεις (π.χ. Shima 1992).

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της HT είναι ότι σε σύγκριση με τις άλλες τεχνικές λαμβάνεται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός

μετρήσεων (άρα και χρήσιμης πληροφορίας). Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η διακριτική ικανότητα και ανάλυση της γεωηλεκτρικής μεθόδου. Παράλληλα όμως, λόγω του μεγάλου αριθμού τους, οι μετρήσεις δεν μπορούν να ληφθούν με χειροκίνητη αλλαγή των ηλεκτροδίων αλλά μόνο με συστήματα αυτοματοποιημένων πολυπλεκτών.

Η ερμηνεία των μετρήσεων σε πρώτο στάδιο γίνεται με τη μέθοδο της ψευδοτομής. Αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των δίπολων ρεύματος και δυναμικού, η τιμή της διαφοράς δυναμικού που μετράται επηρεάζεται από βαθύτερα στρώματα. Έτσι, στην περίπτωση της διάταξης διπόλου-διπόλου κάθε μέτρηση της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης αποδίδεται, κατά προσέγγιση, στο σημείο τομής των δύο ευθειών που ξεκινάνε με γωνία 45ο από το μέσο της απόστασης AB και το μέσο της απόστασης MN. Η ερμηνεία όμως με τη μέθοδο της ψευδοτομής είναι ιδιαίτερα δύσκολη και επισφαλής γιατί η εικόνα της κατανομής της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης είναι μια παραμορφωμένη εικόνα της πραγματικής κατανομής της ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή έρευνας.

Για αυτόν τον λόγο νέες τεχνικές ερμηνείας και επεξεργασίας έχουν προταθεί.

Η πλέον δημοφιλής τεχνική για την αποκατάσταση της πραγματικής εικόνας της γεωηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους είναι αυτή της αντιστροφής. Σκοπός της αντιστροφής είναι να βρεθεί ένα μοντέλο αντίστασης που να δίνει μετρήσεις που είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στις πραγματικές.

4. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εξοπλισμός χαρτογράφησης γεωμορφών

Χρησιμοποιήθηκαν δυο GPS (φωτογραφίες 4.1 και 4.2) με τα οποία ο προσδιορισμός στο χώρο έγινε ευκολότερος και εξήχθηκαν πολύ σημαντικά αποτελέσματα τα οποία και δίνονται στη συνέχεια της παρούσας μελέτης. (Κεφάλαιο 5)



GMS-2 της TOPCON
Χρησιμοποιήθηκε για τη
χαρτογράφηση της περιοχής.
Το GMS-2 διαθέτει 50 κανάλια
για παρακολούθηση των
δορυφορικών συστημάτων GPS
και GLONASS. Ο δέκτης αυτός
σχεδιάστηκε σαν φορητό GPS και
κατασκευασμένο με ιδανικό

Φωτογραφία 4.1: Συσκευή Δορυφορικού Συστήματος Πληροφοριών – GPS.



GPSmap 60CSx GARMIN
Χρησιμοποιήθηκε για τα στίγματα των
δειγμάτων που πάρθηκαν από την
περιοχή μελέτης.

Φωτογραφία 4.2: Συσκευή Δορυφορικού Συστήματος Πληροφοριών – GPS.

Με τον όρο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης (στιγμάτος) 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 της 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 :

A) 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.

B) 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 τη θέση του στην επιφάνεια της Γης. Αυτή η θέση εκφράζεται σε

γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος. Ευτυχώς, για τους χρήστες GPS, δε 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 κατανεμημένες 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. (Αστάρης, 2004)

4.2. Εξοπλισμός ηλεκτρικών τομογραφιών

Για την εργασία στο ύπαιθρο χρειάστηκε ο εξής παρακάτω εξοπλισμός: το Syscal Pro της Iris Instrument (Φωτογραφία 3), ένα αυτομαατοποιημένο όργανο μέτρησης ηλεκτρικής αντίστασης, το οποίο λειτουργεί με την παροχή συνεχούς ρεύματος. Μέγιστη τάση είναι τα 800V και δημιουργούν ένταση που φτάνει τα 2500mA. Το Syscal περιέχει εσωτερικές μπαταρίες επαναφορτιζόμενες και ακόμα χρησιμοποιεί μία εξωτερική.

Επίσης για την πραγματοποίηση της τομογραφία χρειάζονται: ηλεκτρόδια από ατσάλι, πολυκαναλικό καλώδιο, απλό καλώδιο το οποίο κλείνει το κύκλωμα (άπειρο), ένας υπολογιστής και μονωτική ταινία.



α)



β)

Φωτογραφία 4.3 : α) Syscal Pro (Τσουρλος, 2009), β) συνδεσμολογία του Syscal με το πολυκάναλο καλώδιο.

4.3 Μεθοδολογία πεδίου

Την εαρινή περίοδο του 2011 ξεκίνησε η έρευνα της περιοχής μελέτης η οποία διήρκεσε πέντε μήνες.

Η διεξαγωγή πραγματοποιήθηκε σε τρεις ενότητες. Οι ενότητες είναι οι εξής: συλλογή επιφανειακών ιζημάτων, χαρτογράφηση θινών με το GMS-2 της TopCon και εφαρμογή των ηλεκτρικών διασκοπίσεων ώστε να υπάρξει εικόνα του υπεδάφους.

Πρώτη ενότητα: συλλογή επιφανειακών ιζημάτων από τη ζώνη θραύσης των κυμάτων, από τη ζώνη των θινών και από το περιβάλλον της λιμνοθάλασσας. Το πρώτο δείγμα στην ακτογραμμή είναι τυχαίο και πάρθηκε στο Βόρειο τμήμα του ακρωτηρίου παρόλα αυτά η συνέχεια της δειγματοληψίας έγινε ανα ένα χιλιόμετρο και σε κάθετες τραβέρσες έχουν παρθεί τα υπόλοιπα δείγματα των τριών ζωνών όπου αυτό ήταν εφικτό. Η ιζηματολογική δειγματοληψία συνοδεύετε και από τα στίγματα των σημείων σε κάθε ζώνη.

Για τη μελέτη των επιφανειακών αποθέσεων κατ' αρχήν έγινε μία προεργασία η οποία περιελάμβανε τη οριοθέτηση της περιοχής δειγματοληψίας, με δορυφορικές εικόνες (Google Earth και κτηματολόγιο), έτσι ώστε να βρεθούν τα αποθετικά περιβάλλοντα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται Αρχική Τοποθέτηση Περιβαλλόντων Αποθέσης. (Ψιλοβίκος, 1985) Στη συνέχεια έγινε ένας διαχωρισμός των υποπεριβαλλόντων αποθέσεις. Και ακολούθησε η υπαίθρια έρευνα, όπου χρησιμοποιήθηκαν ένα GPS Garmin, ένα φτυαράκι και σακουλάκια για την αποθήκευση των δειγμάτων. Τα δείγματα πάρθηκαν από ένα μικρό βάθος της τάξης των 10 cm με 15 cm έτσι ώστε να είναι ποιο αντιπροσωπευτικά.

Δεύτερη ενότητα: με το GMS-2 της TopCon, πραγματοποιήθηκαν οδεύσεις στην ακτογραμμή, στη λιμνοθάλασσα, στη ζώνες επαύξεσης και στις θίνες κοντά στο άκρο του επιπέδου ακρωτηρίου. Το GMS-2 δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει δεδομένα από την πορεία του και στίγμα ανά ένα δευτερόλεπτο, με

αποτέλεσμα να δίνετε η δυνατότητα ποιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Τρίτη ενότητα: πραγματοποιήθηκαν έντεκα ηλεκτρικές τομογραφίες στην περιοχή. Ο τρόπος εργασίας είναι παρόμοιος για όλες τις συνδεσμολογίες που πραγματοποιήθηκαν. Οι τομογραφίες είχαν τρία μεγέθη, στην ευρύτερη περιοχή έρευνας πραγματοποιήθηκαν τομογραφίες του 1Khm και στη λιμνοθάλασσα πραγματοποιήθηκαν επτά τομογραφίες οι δύο των 250m και οι πέντε των 120m.

Για την πράγματοποιήση της τομογραφίας του 1Khm χρειάζονται δύο πολυκάναλα καλώδια των 500m. Αφού ορίστηκε η περιοχή που θα πραγματοποιήθουν η τομογραφία, το όργανο μέτρησης τοποθετείτε στο κέντρο της τομής και τα καλώδια αναπτήσονται εκατέροθεν του Syscal, τα ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στο έδαφος ενώνονται με τις εξόδους του πολυκάναλου καλωδίου με τη βοήθεια μονωτικής ταινιάς.

Ο ίδιος τρόπος ακολουθείται και για τις μικρότερες τομογραφίες με τη μόνη διαφορά πως το όργανο μέτρησης βρίσκεται στην αρχή της τομογραφίας. (Φωτογραφία 4.4)

Σε περίπτωση που η περιοχή είναι πλημμυρισμένη δεν χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρόδια, μόνο το πολυκάναλο καλώδιο ξεδιπλώνεται μέσα στο νερό. (Φωτογραφία 4.5)



Φωτογραφία 4.4: ηλεκτρική τομογραφία, με απόσταση ηλεκτροδίων 1m.



Φωτογραφία 4.5: Ηλεκτρική τομογραφία μέσα στο νερό.

4.4 Μεθοδολογία Εργαστηρίου

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 μείνουν σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να στεγνώσουν. 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). Κατόπιν με ένα μεγεθυντικό φακό αφαιρούνται 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.

Στην περίπτωση των δειγμάτων της περιοχής μελέτης εφαρμόσθηκαν και οι δύο μέθοδοι. Χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα από -2φ έως 4φ και τα μισά τους για τα χονδρόκοκκα υλικά της παράκτιας ζώνης. Για τα δείγματα που πάρθηκαν από το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του σιφωνίου η διαδικασία ήταν λίγο πιο πολύπλοκη και αναλύεται παρακάτω.

Τα δείγματα της περιοχής μελέτης ήταν πλούσια σε οργανικά υλικά με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η απομάκρυνση τους. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος χρειάστηκε να γίνουν μία σειρά πειραμάτων ώστε να παρθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα. Στην αρχή ακολουθήθηκε η μέθοδος που αναγράφεται στο βιβλίο του Ψιλιβίκου (1985) "ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ" το αποτέλεσμα του πειράματος ήταν να 'χαθεί' το δείγμα λόγω της υψηλής ποσότητας οργανικών υλικών, επειδή δε σταματούσε ο αναβρασμός. Το δεύτερο πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν η καύση των οργανικών σε φούρνο 800° C, αυτός ο τρόπος ναι μεν ήταν αποτελεσματικός και πραγματοποιήθηκε η καύση των οργανικών αλλά η τέφρα τους παραμένει στο δείγμα και δεν απομακρύνεται. Το τρίτο και τελευταίο πείραμα που πραγματοποιήθηκε είναι της υγρής καύσης.

Η μέθοδος της υγρής καύσης βασίζεται στην οξειδωτική δράση του διχρωμικού καλίου παρουσία θειικού οξέος. (Αλεξιάδης, 1972) Τα αποτελέσματα της μεθόδου είναι ικανοποιητικά και συνήθως η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος δεν είναι ικανοποιητικά.

Τόσο στην περίπτωση του κοσκινίσματος όσο και στην περίπτωση ανάλυσης με το σιφώνιο και το υδρόμετρο, εκείνο που μας ενδιαφέρει τελικά είναι το αθροιστικό επί τοις % ποσοστό κατά βάρος των κόκκων του δείγματος. Αυτό το ποσοστό θα χρειαστεί για να υπολογίσουμε τις παραμέτρους του μεγέθους, (Folk, 1974, Ψιλοβίκος, 1985).

Η συνέχεια των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο γραφείο, όπου με τη βοήθεια του προγράμματος Gradiastat υπολογίστηκαν ο μέσος όρος (χ), η σταθερή απόκλιση (σ), η λοξότητα (S_k), και η κύρτωση (K_u). στα συγκεντρωτικά τριγωνικά διαγράμματα Κεφαλαίο 8, διαπιστώνεται το είδος των υλικών που κατακλύζουν την περιοχή. Και στο Παράρτημα II δίνεται αναλυτικά κάθε δείγμα

Εν συνεχεία γίνεται εφαρμογή της γραφικής μεθόδου. Δίνονται τα απαραίτητα στοιχεία στους ακόλουθους πίνακες και στη συνέχεια δίνονται οι εφαρμογές τους στους αντίστοιχους πίνακες.

Αναλυτικότερα, τα αθροιστικά % ποσοστά κατά βάρος στο μέγεθος των υλικών που αναλύθηκαν, τοποθετούνται σε ένα διάγραμμα που έχει δυο άξονες. Πίνακες παραρτήματος II

Ένα οριζόντιο άξονα για το μέγεθος των κόκκων σε μονάδες ϕ , όπου οι υποδιαιρέσεις φαίνονται αριθμητικές (-2, -1, 0, 1, 2) αλλά στην πραγματικότητα είναι λογαριθμικές ($\phi = -\log_2 \xi$).

4.5 Χρήση Προγραμμάτων

Αφού ολοκληρωθεί η έρευνα στο εργαστήριο όλα τα δεδομένα του πεδίου και του εργαστηρίου μπήκαν σε μία βάση δεδομένων όπου και επεξεργάστηκαν.

Αρχικά με την χρήση του προγράμματος ArcGIS οριοθετήθηκε η ευρύτερης περιοχής μελέτης και εξήχθησαν τα δεδομένα από τα GPS όπου και προβλήθηκαν σε δορυφορικές εικόνες του «Κτηματολογίου Α.Ε.». Έτσι δημιουργήθηκε μία αρχική εικόνα στο χάρτη του χώρου από τον οποίο πάρθηκαν τα ιζηματολογικά δείγματα. Επόμενο βήμα ήταν η τοποθέτηση των στιγμάτων από την οριοθέτηση των γεωμορφών και η ψηφιοποίηση ορισμένων από αυτές.

Στη συνέχεια, για την επεξεργασία των δεδομένων των τομογραφιών αρχικά έγινε η χαρτογράφηση των μετρήσεων

υπαίθρου με τη μορφή ψευδοτομής. Ελέγχθηκε η ποιότητα των μετρήσεων και απορρίφθηκαν μετρήσεις με μεγάλα σφάλματα (RMS).

Τα δεδομένα, υποβλήθηκαν σε διδιάστατη αντιστροφή, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα 2DINVSCR (Tsourlos et al., 1999; Tsourlos and Ogilvy, 1998).

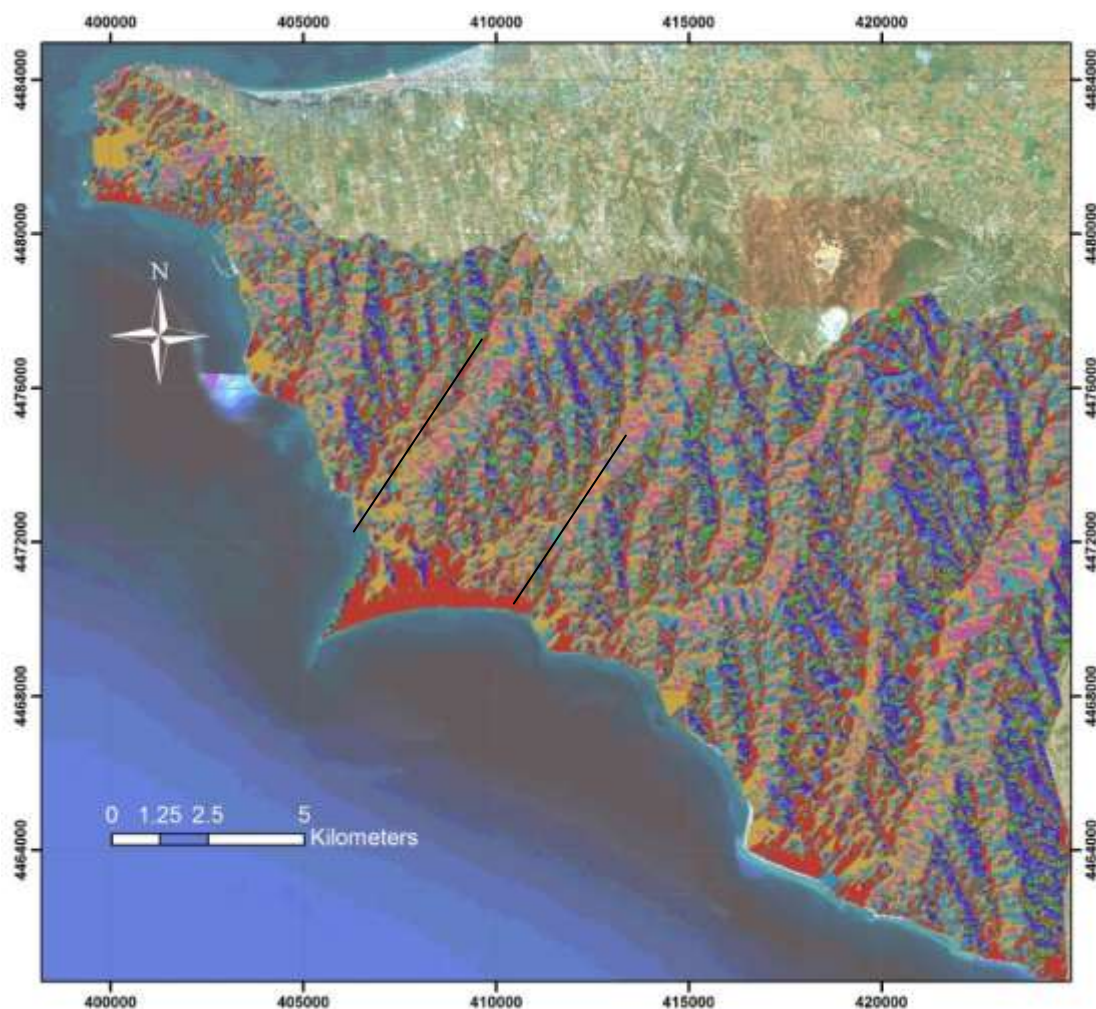
Τα αποτελέσματα της αντιστροφής χαρακτηρίζονται ως αξιόπιστα καθώς το % λάθος (RMS) για κάθε αντιστροφή, με ελάχιστες εξαιρέσεις, έδινε μία εικόνα αρκετά ικανοποιητική. Πρέπει να τονιστεί ότι σε πολλές τομογραφίες η αντιστροφή επαναλήφθηκε αρκετές φορές με διαφορετικές παραμέτρους (π.χ. αλλαγή κλίμακας) ώστε να επιτευχθεί μια σχετική ομοιομορφία στις μέγιστες τιμές και να διευκολυνθούν οι συγκρίσεις μεταξύ τομών.

5. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την κατανόηση και τη μελέτη της περιοχής του ακρωτηρίου έγινε πρώτα μια έρευνα στις δορυφορικές φωτογραφίες ώστε να διαπιστωθεί η μορφολογία της ευρύτερης περιοχής στην οποία ανήκει.

Για να οριοθετηθεί η περιοχή μελέτης ψηφιοποιήθηκε μία ευρύτερη περιοχή στο ArcMap, κόπηκε με βάση την περιοχή αυτή το gdem της Ελλάδας και εν συνέχεια μέσω της εντολής Hydrology του ArcToolbox έγινε η εξαγωγή του υδρογραφικού δικτύου.(σχήμα 5.1)

Από την εικόνα του υδρογραφικού δικτύου και με βάση την υπαίθρια αναγνώριση διαπιστώθηκε πως η περιοχή οριοθετείται από δύο χείμαρρους οι οποίοι είναι εποχιακά ενεργοί.



Σχήμα 5.1 : Υδρογραφικό δίκτυο ευρύτερης περιοχής

5.1 Οριοθέτηση ακτογραμμής και λιμνοθάλασσας

Με τη χρήση του GMS-2 πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της ακτογραμμής (σχήμα 5.2), ενός τμήματος των δευτερογενών θινών στο βόρειο τμήμα και της λιμνοθάλασσας στο πλήρες ανάπτυγμα της, όπου και φαίνεται η έκταση της.(σχήμα 5.3)



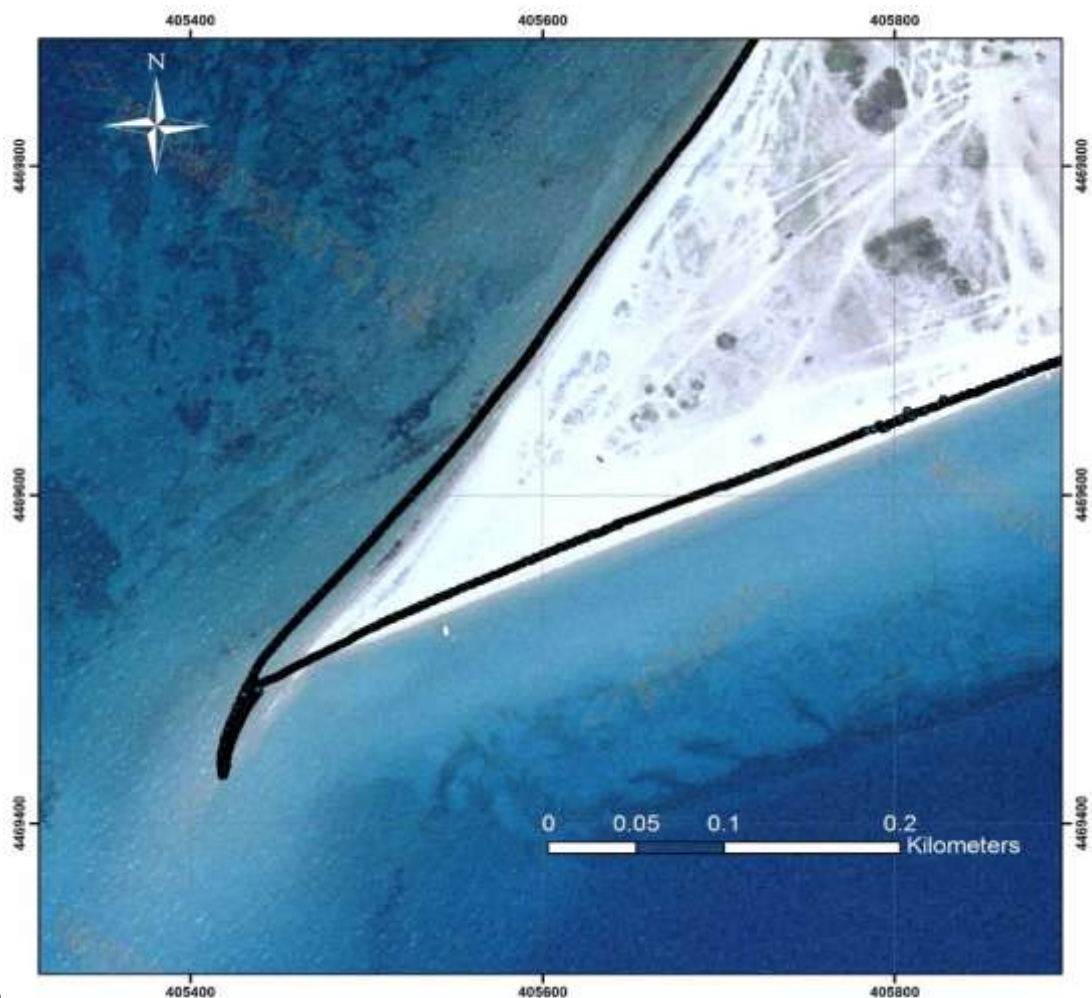
Σχήμα 5.2 : οριοθέτηση της ακτογραμμής με το GMS-2 και κάθετες τραβέρσες δειγματοληψίας.



Σχήμα 5.3 : οριοθέτηση της λιμνοθάλασσας το ανάπτυγμα της οποίας ανταποκρίνεται στη χειμερινή περίοδο.

Η οριοθέτηση της λιμνοθάλασσας - υγροτόπου πραγματοποιήθηκε τη θερινή περίοδο κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, παρ' όλα αυτά τα στίγματα ανταποκρίνονται στο χειμερινό ανάπτυγμα της. Η οριοθέτηση έγινε με βάση την υδρόβια βλάστηση που αναπτύσσεται εντός της λιμνοθάλασσας, η οποία διατηρείται και την καλοκαιρινή περίοδο. Έτσι με οδηγό τη βλάστηση πάρθηκαν τα αποτελέσματα της σχήμα 5.3. ο λόγος για τον οποίο δεν έγινε η χαρτογράφηση τη χειμερινή περίοδο είναι γιατί η περιοχή είναι πλημμυρισμένη, δύσβατη και σε αρκετά σημεία αδύνατη.

Από την οριοθέτηση και κάνοντας μεγέθυνση της σχήμα 5.2 διαπιστώθηκε σε ορισμένα σημεία, διάβρωση και σε ορισμένα σημεία απόθεση, όπως φαίνεται στην σχήμα 5.4 ίσως οφείλεται στο εποχιακό ανάπτυγμα του ακρωτηρίου. Η γενική τάση που επικρατεί στη νότια πλευρά του ακρωτηρίου είναι η απόθεση, όπου, στις δορυφορικές εικόνες, φαίνονται και οι ζώνες επαύξησης σχήμα 5.5. Στη βόρεια πλευρά και κοντά στο λιμενοβραχίονα υπάρχει μία ταπείνωση της ακτής η οποία οφείλεται σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις της τελευταίας δεκαετίας. Ειδικότερα στην Παραλία της Επανομής κατασκευάστηκε ένας λιμενοβραχίονας, ο οποίος εμποδίζει τη στερεομεταφορά έως την άκρη του ακρωτηρίου, με αποτέλεσμα η διεργασία της διάβρωσης να συνεχίζεται από την εξωτερική πλευρά του λιμενοβραχίονα και να υπάρχει έντονη απόσυρση της ακτής.



Σχήμα 5.4 : Αύξηση του άκρου του Μύτικα απόδειξη της συνεχόμενης τροφοδοσίας με ιζήματα.



Σχήμα 5.5 : Με κόκκινη γραμμή ι ζώνες επαύξεσης στο νότιο τμήμα του ακρωτηρίου.

6. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 Σχηματισμός του επίπεδου ακρωτηρίου

Για τη δημιουργία και αύξηση ενός επίπεδου ακρωτηρίου, είναι η εμπλοκή μιας μεγάλης σε μήκος ακτογραμμής, που σε κάποιο σημείο έχει δύο αντίθετα spit τα οποία ενώνονται σε τριγωνικό σχήμα κατά μήκος της ακτής (θαλάσσια ή λιμναία ακτή). Το σχήμα τους εξαρτάται από τον επικρατέστερο άνεμο της περιοχής και από τη διάθλαση των κυμάτων στους υφάλους.

Τέτοιου είδους γεωμορφές μπορούν να αναπτυχθούν, όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω, σε περιβάλλοντα παράκτια ή παραλίμνια. Σε παράκτιες περιοχές εμφανίζονται σε υπήνεμες (σταβέντο) περιοχές ενός νησιού ή μίας χερσαίας ακτογραμμής ή στο στόμιο μιας κοίτης όπου οι συνθήκες είναι κατάλληλες.

Τα επίπεδα ακρωτήρια μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα στενό μέρος ή σε μία ανοιχτή ακτογραμμή που δεν υπάρχει κάποιο άλλο φυσικό εμπόδιο όπως νησί ή κάποιος ύφαλος, όπου ο κυρίαρχος άνεμος βοηθάει την κυματική δράση έτσι ώστε να γίνεται η μεταφορά των ιζημάτων ταυτόχρονα και από τις δύο κατευθύνσεις. Εάν υπάρχει μεγάλη γωνία πρόσκρουσης των κυμάτων με την ακτή τότε η συγκέντρωση των ιζημάτων σε μορφή ράχης, με τον καιρό δημιουργεί το επίπεδο ακρωτήριο (πούντα). (URL: 1)

Σε άλλες περιπτώσεις το spit δομείται στην ακτή, έχουμε στερεομεταφορά ιζημάτων από την περιοχή της παραλίας στην ακτή και υπάρχει απότομη αλλαγή διεύθυνσης, όπου τα ιζήματα διασπείρονται και αποτίθενται σε μία προεξοχή, αυτό συνήθως συμβαίνει στις εκβολές ενός ποταμού. Στην περίπτωση ενός επίπεδου ακρωτηρίου ο επικρατών άνεμος και ένας ισχυρός δεύτερος άνεμος αντίθετης κατεύθυνσης μετακινεί το υλικό της ακτής προς της δύο

κατευθύνσεις με αποτέλεσμα η «μύτη» του επίπεδου ακρωτηρίου να μετακινείται εποχιακά. (σχήμα 5.4)

Το επίπεδο ακρωτήριο μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις περιοχές: την κεντρική ράχη και σε δύο εκατέρωθεν περιοχές. Η ράχη συνήθως έχει πλαγιές που πλησιάζουν την ακτή. Ένα τέτοιο περιβάλλον μπορεί να εκτείνεται πάνω από 5 Km από την ακτή και υπογείως μπορεί να εκτείνεται πολύ μακρύτερα, ίσως και πάνω από 15 Km από την επιφανειακή περιοχή. Εμφανίζεται από την ηπειρωτική ενδοχώρα και στο άκρο αναπτύσσει λιμνοθάλασσες (lagoons) ή ελώδη περιβάλλοντα.

Το ακρωτήριο της Επανομής, ο «Μύτικας», είναι ένα τυπικό παράδειγμα επίπεδου ακρωτηρίου. Το οποίο πιθανόν δημιουργήθηκε από κάποια παλαιοκύτη της περιοχής, συντηρείται από την παράκτια στερεομεταφορά και στην επιφάνεια του έχουν ανατηχθεί αρκετές γεωμορφές όπως διάφορα είδη θινών, η λιμνοθάλασσα και οι ζώνες επαύξησης. (URL 1)

6.2 Μοντέλα θινών του επίπεδου ακρωτηρίου

6.2.1 Κύριες θίνες, εμπρόσθιες και εμβρυακές θίνες

Το σύστημα των εμπρόσθιων θινών συμπεριλαμβάνει τις εμβρυακές θίνες και τις εμπρόσθιες ράχες θινών. Συχνά ο όρος κύριες θίνες με άμμο προκύπτει από τη μορφή, τον προσανατολισμό της παραλίας ως πηγή ιζημάτων και την κυματική δράση. Σε πολύ ξηρές περιοχές, όπου οι παραλίες ακολουθούνται από έρημο, υπάρχει ανεπάρκεια στη βλάστηση στις μορφές των θινών και οι παραλίες είναι απλά πηγές άμμου, η οποία μεταναστεύει προς την ενδοχώρα με τη μορφή ελεύθερων θινών. Ωστόσο, όπου υπάρχει αρκετή βλάστηση, ώστε να παγιδευτεί η άμμος, στην ενδοχώρα από την παραλία μπορούμε να διακρίνουμε το εμπρόσθιο σύστημα θινών παρακείμενο της παραλίας και ένα σύστημα θινών περιοχής (dune

field) που μπορεί να βρίσκεται στη εσωτερική πλευρά από την περιοχή όπου η άμμος έχει παγιδευτεί στη βλάστηση. Τα εμπρόσθια συστήματα συμφωνούν από ένα γενικό νεοϊδρυθέν σύστημα εμπρόσθιων θινών το οποίο εκτείνεται παράλληλα στην ακτογραμμή και συσχετίζεται με τις εμβρυικές θίνες (Hesp, 1983), που μπορεί να διαμορφώνονται στην άκρη της θαλάσσιας κλήσης της εμπρόσθιας ράχης ή στην πίσω ακτή (backshore) διαχωρίζεται η εμπρόσθια ράχη. Όταν το προς τη θάλασσα πρόσωπο των εμπρόσθιων θινών έχει διαβρωθεί από την κυματική δράση δημιουργείται μία απότομη πλαγιά. Το εμπρόσθιο σύστημα μπορεί τότε να περιλαμβάνει και ένα ακάλυπτο από βλάστηση κομμάτι το οποίο χτίζεται απέναντι στην απότομη πλαγιά και χτίζει εκ νέου εμβρυακές θίνες. (Davidson-Arnott, 2010)

Οι εμβρυακές θίνες ξεκινούν από τη θάλασσα εκεί όπου σταματάει η κλήση των εμπρόσθιων θινών, όπου η άμμος συγκεντρώνεται μέσα και πίσω από τα φυτά της παραλίας. Η βλάστηση που αναπτύσσεται στην παραλία μπορεί να είναι αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού των φυτών από τη βάση των θινών. Ένα απλό μοντέλο εμβρυακών θινών το οποίο αναπτύσσεται στην παραλία αυξάνεται και μεγαλώνει με το πέρασ του χρόνου, με αποτέλεσμα η συνεχόμενη αύξηση ενός συστήματος θινών να δημιουργεί ένα νέο εμπρόσθιο σύστημα θινών. Η ανάπτυξη ενός νέου εμπρόσθιου συστήματος θινών με βλάστηση έχει ως αποτέλεσμα η άμμος της παραλίας να παγιδεύεται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει στο νέο σύστημα και κατ' επέκταση να σταματάει η τροφοδοσία των παλαιότερων θινών. Στις σταθερές και διαιρούμενες ακτογραμμές οι εμβρυακές θίνες είναι εφήμερα σχήματα τα οποία δημιουργούνται μία συγκεκριμένη περίοδο του μήνα για αρκετό καιρό και στη συνέχεια καταστρέφονται από την κυματική δράση κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας. Αυτού του είδους οι θίνες έχουν τυπικά μερικά εκατοστά έως και ένα, δύο μέτρα ύψος και 10 – 20 μέτρα εύρος. Οι νέες εμπρόσθιες θίνες μπορεί να είναι μερικά μέτρα

ή πιο μικρές, σε μικρού εύρους παραλίες, αλλά συνήθως το ύψος τους είναι 5 – 20 μέτρα και το εύρος 30 – 50 μέτρα, και μπορεί να μεγαλώσουν πάνω από 100 μέτρα σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους και μεγάλη τροφοδοσία ιζημάτων. (Davidson-Arnott, 2010)

Κατά την έρευνα στο πεδίο διαπιστώθηκε η ύπαρξη εμβρυακών θινών στο Νότιο τμήμα του επίπεδου ακρωτηρίου. το ύψος των οποίων είναι μερικά εκατοστά. Είναι εποχιακές θίνες λόγω των Νότιων ανέμων που πνέουν το καλοκαίρι στην περιοχή. Τα ιζήματα των θινών αυτών παραμένουν για μικρό διάστημα κοντά στην παραλία και στη συνέχεια μετακινούνται και παγιδεύονται στη βλάστηση που έχει αναπτυχθεί στις ζώνες επαύξεσης που ακολουθούν τη μορφολογία του ακρωτηρίου.

Στο Βόρειο τμήμα και με κατεύθυνση την Παραλία της Επανομής συναντώνται, εμπρόσθιες θίνες οι οποίες είναι καλυμμένες με βλάστηση.

6.2.2 Δευτερεύουσες θίνες – παραβολικές και θίνες περιοχής (dune fields)

Οι μορφές θινών που βρίσκονται πίσω από τις εμπρόσθιες θίνες αποτελούν το δευτερογενές σύστημα θινών. Στις παραλίες όπου τα ιζήματα βρίσκονται σε αφθονία και η συνέχεια της παραλίας καταλήγει στις προηγούμενες εμπρόσθιες θίνες έχει τη δυνατότητα να διατηρεί μορφές άθικτες καλυμμένες από βλάστηση, έτσι γίνεται ο διαχωρισμός των μορφών από την ακτογραμμή και προς τα μέσα. Παρόλα αυτά, στις περισσότερες περιοχές η φυτοκάλυψη εμφανίζεται περιστασιακά χρόνο το χρόνο διότι επηρεάζεται από φυσικά και ανθρώπινα αίτια γεγονός που οδηγεί στην αποσταθεροποίηση των εμπρόσθιων συστημάτων ή των παλαιότερων θινών. Το αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη ποικιλίας δευτερογενών θινών, από μικρές θίνες σε σχήμα μπουλ οι οποίες εξασθενούν και εκτείνονται σε μερικά μέτρα

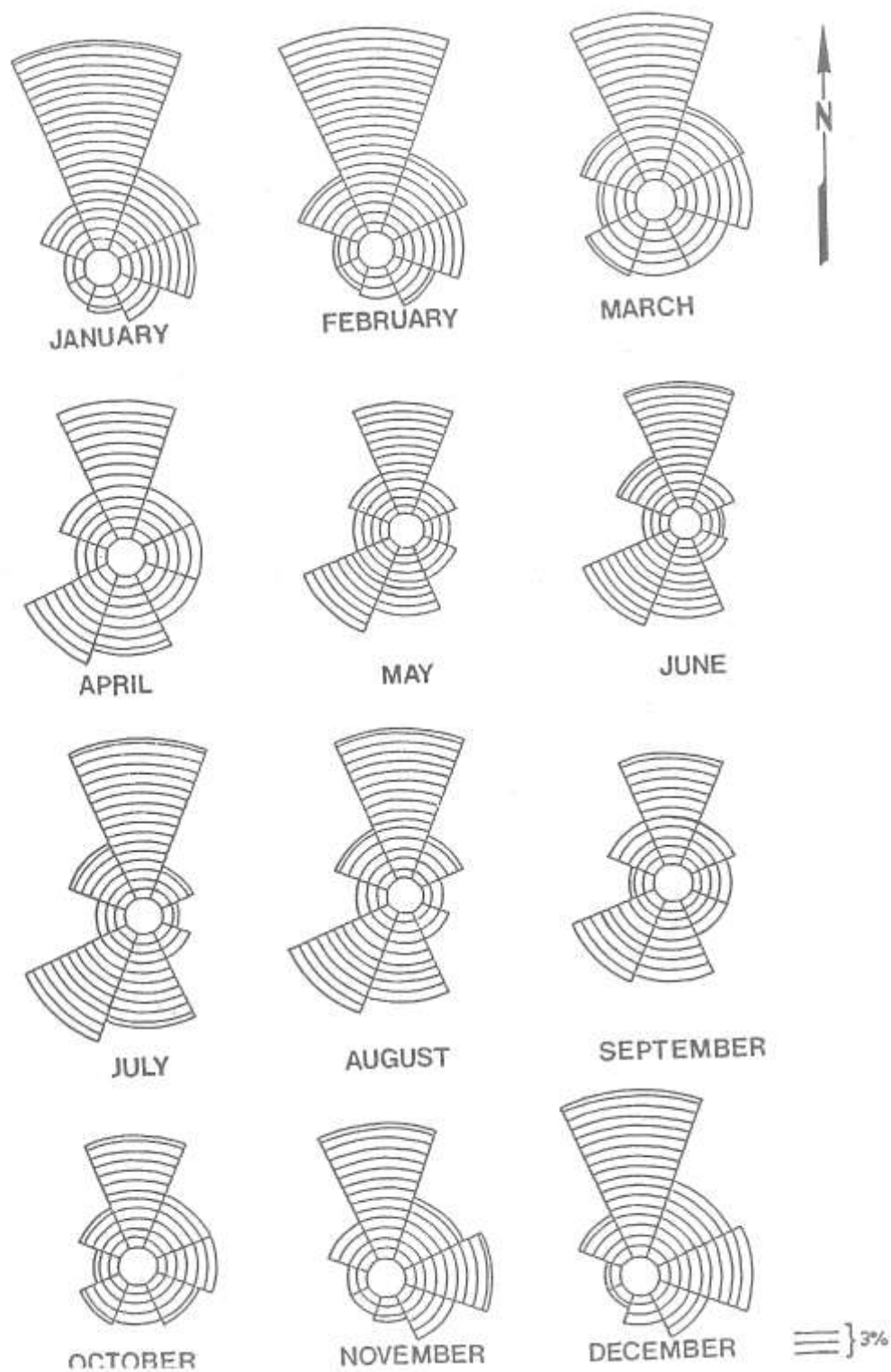
μόνο, σε μεγάλες παραβολικές θίνες που εκτείνονται σε εκατοντάδες μέτρα και σε ένα χιλιόμετρο ύψος, για να μετατραπούν σε ελεύθερες μορφές που μπορεί να πάρουν το σχήμα barchanoid, κάθετου εμβόλου ή μεγάλης αμμόδους επιφάνειας η οποία μπορεί να εκτείνεται σε εκατοντάδες χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ο προσανατολισμός αυτών των δευτερογενών μορφών ελέγχεται από τα θαλάσσια κύματα και από τον επικρατούντα άνεμο της περιοχής. (Davidson-Arnott, 2010)

Στο βόρειο τμήμα του ακρωτηρίου, κοντά στο καμπινγκ του ΕΟΤ, από τη δορυφορική εικόνα διαπιστώθηκε η ύπαρξη παραβολικών θινών. Ο κύριος άξονας των θινών έχει προσανατολισμό από ΒΒΔ προς ΝΝΑ όπως είναι και οι επικρατούντες άνεμοι της περιοχής, όπως προκύπτει και από το σχήμα 6.2 των μηνιαίων ανέμων του Θερμαϊκού κόλπου.

Οι παραβολικές θίνες ψηφιοποιήθηκαν και φαίνονται στην σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1 : Παραβολικές θίνες στο βόρειο τμήμα του ακρωτηρίου με προσανατολισμό ΒΒΔ.

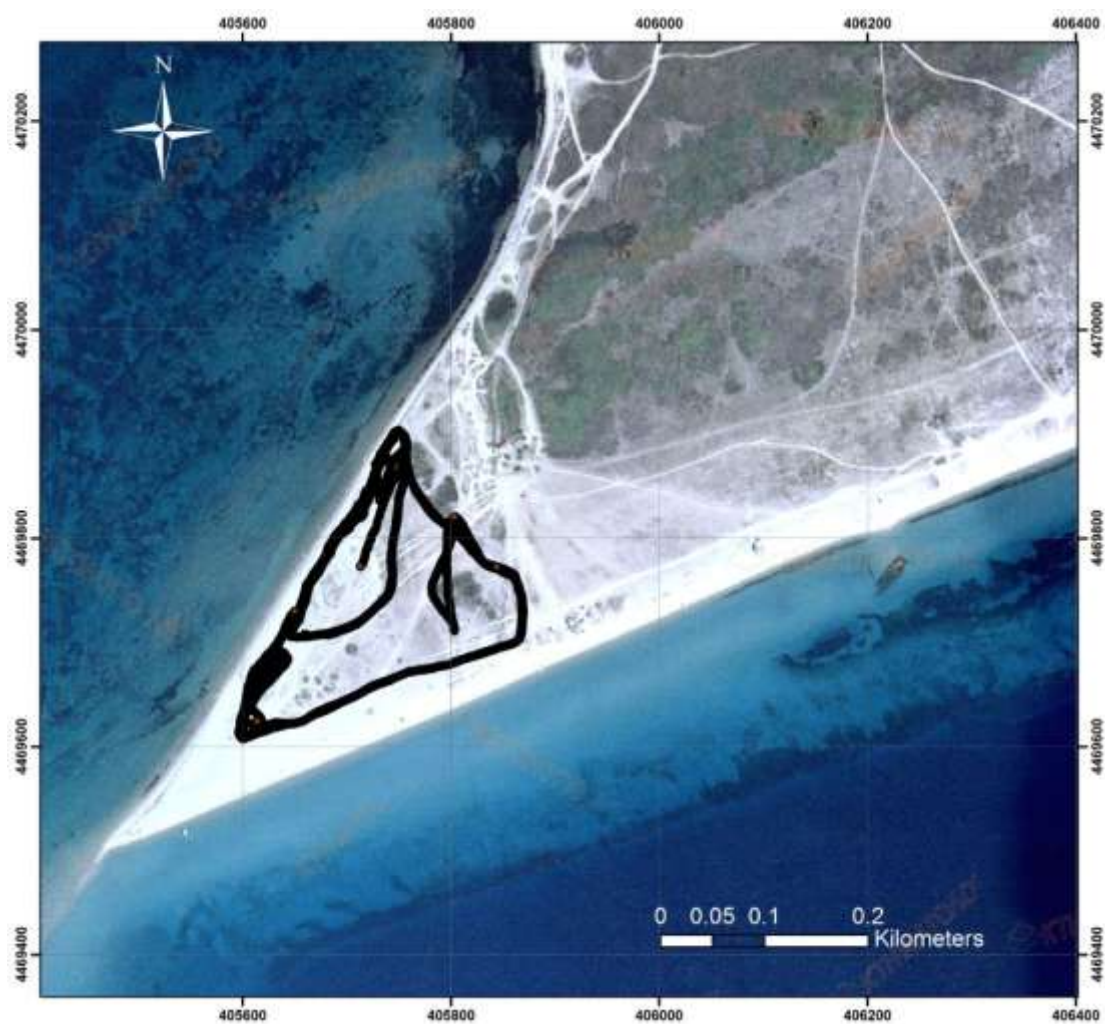


Σχήμα 6.2 : επικρατούντων ανέμων στο Θερμαϊκό κόλπο (Albanakis, 1985)

Επίσης, δευτερογενής θίνες διαπιστώθηκαν κοντά στο άκρο του ακρωτηρίου. Η χαρτογράφηση των δευτερογενών θινών στη μύτη του ακρωτηρίου πραγματοποιήθηκε με το GMS-2. Έγιναν οδεύσεις επί των θινών και η πορεία που ακολουθήθηκε στις δύο ομάδες που εντοπίστηκαν απεικονίζονται τα σχήματα 6.3, 6.4. Αποτέλεσμα αυτής της χαρτογράφησης είναι ο σχήμα 6.5. Όπου και παραθέτονται τα υψόμετρα των θινών και διαπιστώνεται το αρκετά μεγάλο υψόμετρο τους για τα δεδομένα της περιοχής, το οποίο ξεκινά από 1m και φτάνει τα 5m. Πιθανό αίτιο του ύψους αυτών των θινών είναι το γεγονός ότι τροφοδοτούνται με ιζήματα και από τις δύο πλευρές του ακρωτηρίου.



Σχήμα 6.3 : Πορεία χαρτογράφησης των θινών της πρώτης ομάδας (υπόμνημα 3d_dune_1)



Σχήμα 6.4 : Πορεία χαρτογράφησης των θινών της δεύτερης ομάδας (υπόμνημα 3d_dune_2)



Σχήμα 6.5 : Χαρτογράφηση των θινών στη μύτη του ακρωτηρίου. Στο υπόμνημα φαίνονται τα υψόμετρα των θινών.

6.3 Ιζηματολογία της λιμνοθάλασσας

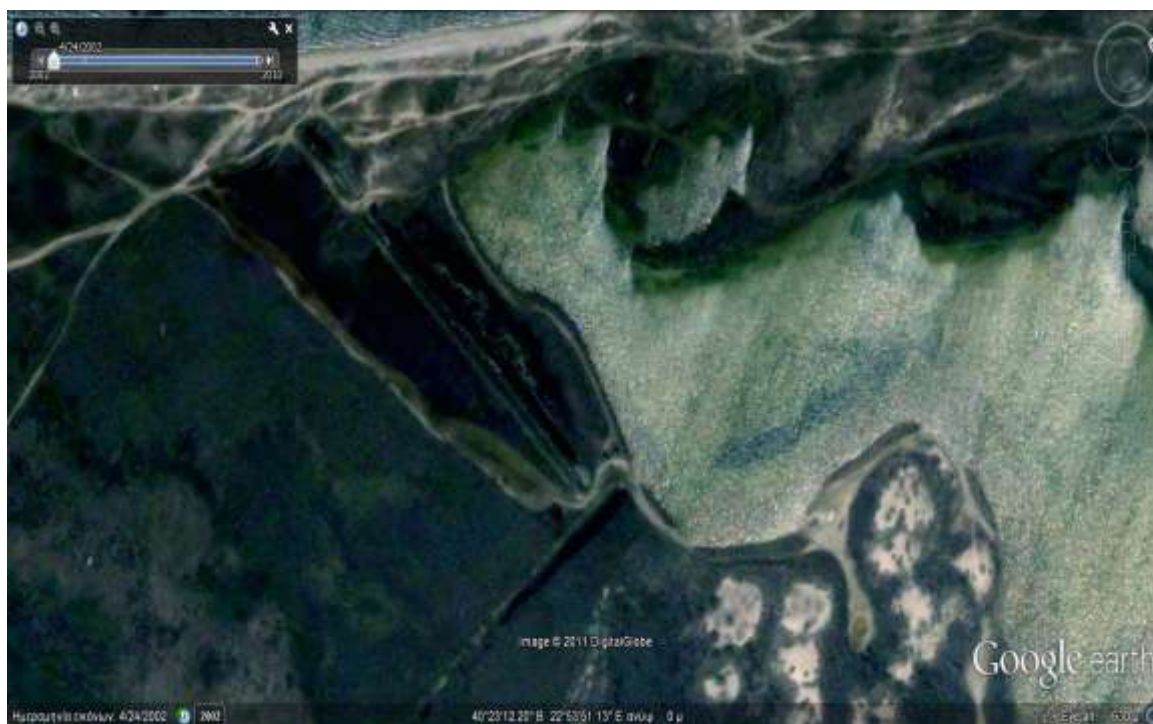
Τα ιζήματα μεταφέρονται στη λεκάνη της λιμνοθάλασσας μέσω των ποταμών, των παλιρροιακών ρευμάτων και του ανέμου. Οι αποθέσεις του πυθμένα της λεκάνης περιέχουν οργανικής προέλευσης υλικά, όπως κελύφη, γουανό, τύρφη και στις ξηρές περιοχές αλάτι, ασβεστίτη και δολομίτη (Aldermann et al., 1957)

Δέχονται από τα ποτάμια ιζήματα από χονδρόκοκκη άμμο ιλύ και άργιλο. Το χονδρόκοκκο υλικό αποτίθεται από τα ποτάμια στην είσοδο των λιμνοθαλασσών, και μεταφέρεται στην παραλία όπου

μπορεί να διασπαρθεί στην ακτή με τη βοήθεια της κυματικής δράσης, ο διασκορπισμός των ιζημάτων στον πυθμένα σταδιακά μειώνει το βάθος της λιμνοθάλασσας.

Οι αποθέσεις μιας λιμνοθάλασσας μπορεί να έχουν διάφορες δομές, συμπεριλαμβανομένων και τμημάτων από κοραλλιογενή συστήματα. Τα κριτήρια που μπορούν να ξεχωρίσουν τις αποθέσεις μίας λιμνοθάλασσας από τις αποθέσεις ενός ποταμόκολπου συμπεριλαμβάνουν στοιχεία όπως παρουσία εβαποριτών ή ανοξικές συνθήκες (π.χ. μαύρος σχιστόλιθος), απουσία ισχυρής παλιρροϊκής επίδρασης, αργή επίδραση εδαφικών ιζημάτων, και καλά ταξινομημένους κόκκους, χαμηλή ποικιλία στην πανίδα και εκτεταμένη χλωρίδα (Davis, 1983).

Η λιμνοθάλασσα της περιοχής μελέτης μετά από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε και τα δείγματα τα οποία αναλύθηκαν με τη μέθοδο του σιφωνίου δείχνει ένα περιβάλλον με λεπτόκοκκα ιζήματα, πλούσια σε οργανικά υλικά, καλά ταξινομημένα. Η τροφοδοσία της λιμνοθάλασσας σε ιζήματα πραγματοποιείται από τον άνεμο αφού πλέον η μία είσοδος που είχε είναι κλειστή λόγω της παράκτιας στερεομεταφοράς. Απόδειξη του γεγονότος αυτού είναι μία δορυφορική εικόνα του GOOGLE EARTH της περιοχής στις 24/4/2002 όπου ο δορυφόρος καταγράφει μία θύελλα. Είναι φανερό η μετακίνηση μεγάλης ποσότητας άμμου από τις θίνες στη λιμνοθάλασσα. (σχήμα 6.6)



Σχήμα 6.6 : Δορυφορική εικόνα της λιμνοθάλασσας στις 24/4/2002 στην περιοχή πνέουν δυνατοί Βόρειοι άνεμοι. (URL: 3)

7. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ

7.1 Ανάλυση τομογραφιών.

Στην περιοχή μελέτης δημιουργήθηκαν έντεκα τομογραφίες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εκ των οποίων τέσσερις είναι του 1 Khm, δύο είναι των 250m και πέντε είναι των 120m μήκος.

Αναλύονται παρακάτω οι τομογραφίες με σειρά δημιουργίας τους, όπου αναφέρεται ο προσανατολισμός τους στο χώρο μελέτης, το μήκος της κάθε τομής, το σφάλμα (RMS), το βάθος της κάθε τομής και η στρωματογραφική ανάλυση που δίνουν οι εικόνες των τομών.

Οι τέσσερις πρώτες τομές του 1Khm πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή και αναλύονται παρακάτω.

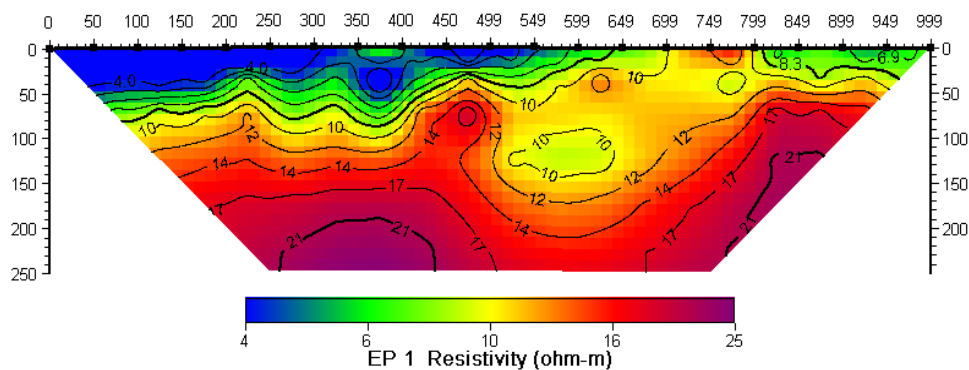
Τομογραφία No 1

Η τομογραφία No 1 πραγματοποιήθηκε στην NNA πλευρά του Μύτικα (σχήμα 7.1) από την παραλία προς το εσωτερικό (ΒΒΔ) του cusplate foreland, είναι τομογραφία του 1 Khm αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 250m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος με τελικό RMS 0,0617 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.2. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Αναλύοντας την εικόνα συμπεραίνουμε ότι στη NNA πλευρά της τομογραφίας για περίπου 550 – 600m προς Β και σε βάθος 60m υπάρχει μία εμφάνιση η οποία αποτελείται από χαμηλές αντιστάσεις των 2 – 6 Ohm-m που μπορεί να είναι αργιλικά υλικά ή άμμος που το πορώδες της έχει πληρωθεί με θαλασσινό νερό. Υποκείμενα αυτού του στρώματος 60 – 80m βάθος υπάρχει ένα στρώμα το οποίο έχει πιο υψηλές αντιστάσεις και εκτείνεται σε ολόκληρη την τομογραφία, πιθανότατα είναι ένα στρώμα ακόρεστο στο θαλασσινό νερό, το οποίο μπορεί να αποτελείται από άμμους και λίγο πιο χονδρόκοκκα υλικά. Τέλος, από

το βάθος των 80m και κάτω οι αντιστάσεις είναι υψηλότερες φανερώνοντας απουσία νερού, ίσως είναι εμφάνιση κάποιων ψαμμιτών.



Σχήμα 7.1 : απεικόνιση της τομογραφίας No 1 στην περιοχή μελέτης.



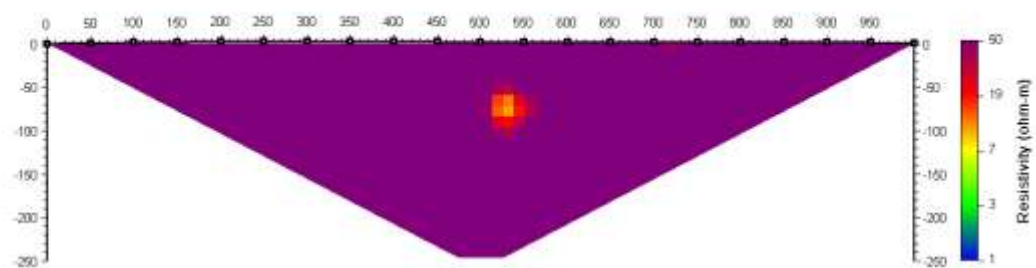
Σχήμα 7.2 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 1 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 2

Η τομογραφία Νο 2 πραγματοποιήθηκε στην NNA πλευρά του Μύτικα, (σχήμα 7.3) από την παραλία προς το εσωτερικό (BBD) του cusplate foreland. Είναι μία τομογραφία σχεδόν παράλληλη της Νο 1, του 1 Km και αυτό σημαίνει πώς θα δώσει μία εικόνα τις οποίας το βάθος φτάνει τα 250m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και αφού έγινε προσπάθεια να αφαιρεθεί το RMS 0.438825 η εικόνα της τομογραφίας δε βελτιώθηκε και είχε ως αποτέλεσμα οι αντιστάσεις να είναι πολύ μεγάλες, σχήμα 7.4. Αυτό συμβαίνει όταν δεν έχει παρθεί σωστή μέτρηση όπως στην περίπτωση της Νο 2. Φαίνεται ότι λόγω της μεγάλης απόστασης και του δύσβατου της περιοχής, οι δύο ομάδες που έκαναν τη συνδεσμολογία με τα ηλεκτρόδια δεν μπόρεσαν να προχωρήσουν σε ευθεία γραμμή και να προκύψει ένα αποτέλεσμα, που δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.



Σχήμα 7.3 : απεικόνιση της τομογραφίας No 2 στην περιοχή μελέτης.



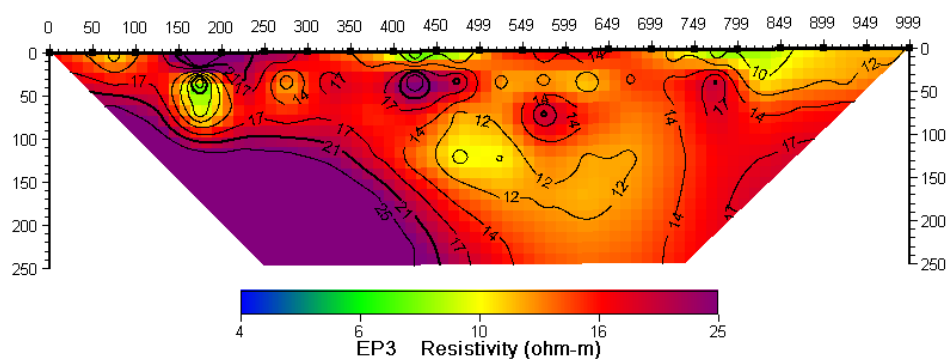
Σχήμα 7.4: απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 2 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 3

Η τομογραφία Νο 3 πραγματοποιήθηκε στην Β πλευρά του Μύτικα (σχήμα 7.5) από την παραλία προς το χερσαίο τμήμα της περιοχής μελέτης, στην περιοχή του ιπποδρομίου. Είναι μία τομογραφία με προσανατολισμό Δ – Α και είναι σχεδόν κάθετη με τις δύο προηγούμενες τομογραφίες. Είναι 1 Km τομή που σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 250m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO ώστε να αφαιρεθεί το σφάλμα το RMS είναι 0.126568 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.6. Το αποτέλεσμα είναι υψηλές αντιστάσεις, οι οποίες οδηγούν στο συμπέρασμα πως η τομή πραγματοποιήθηκε σε μία επιφάνεια αρκετά συμπαγή που τα υλικά της είναι πιθανότατα κροκαλοπαγή ή ψαμμίτες, κάτι που συμπεριλαμβάνει ο Συρίσης (1990) για το Σχηματισμό Γωνιάς στον οποίο ανήκουν τα ιζήματα της περιοχής. Επίσης τα επιφανειακά ιζήματα της τομής αυτής είναι ερυθροστρώματα, γεγονός που ενισχύει τα συμπεράσματα της τομογραφίας.



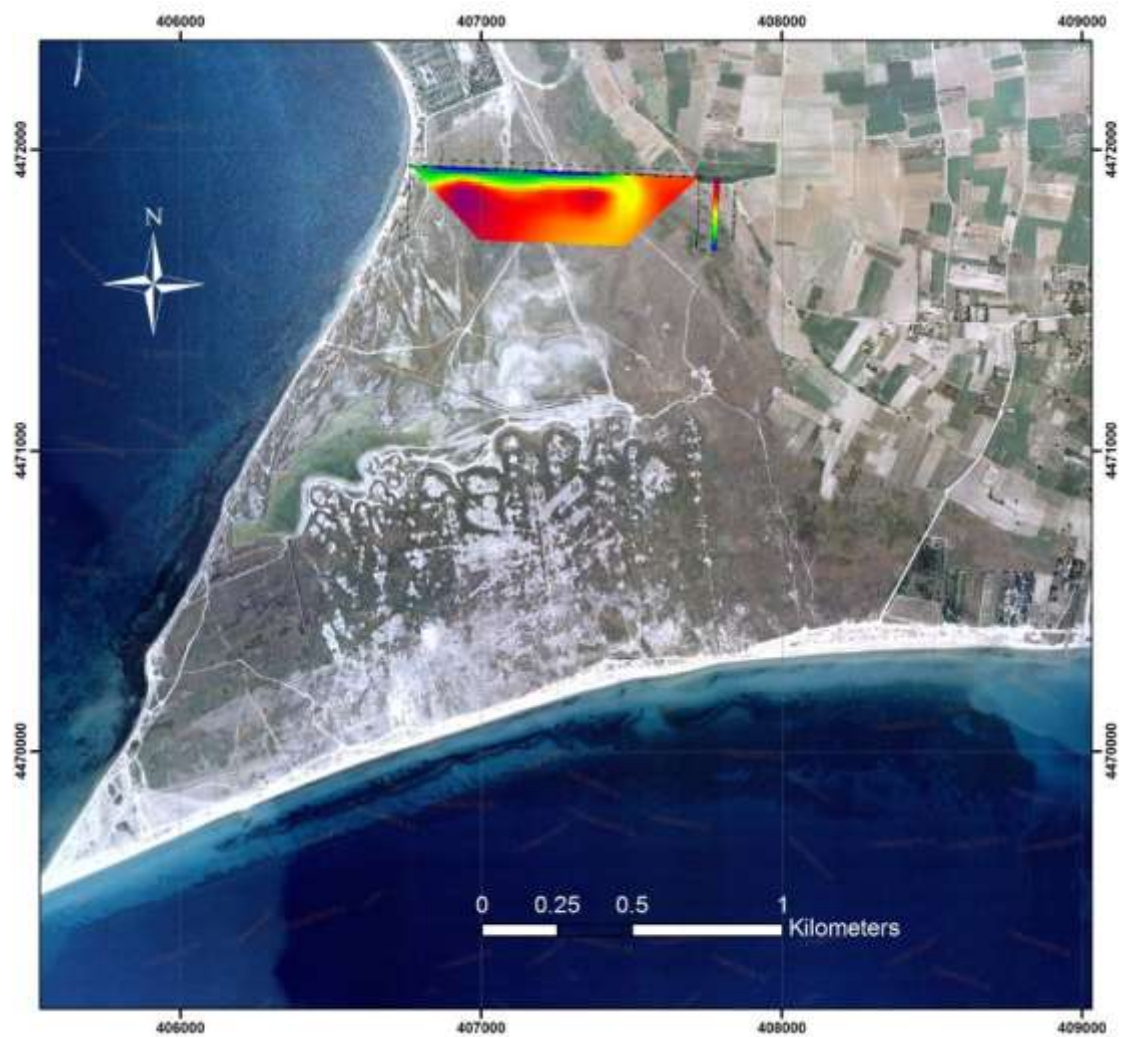
Σχήμα 7.5 : απεικόνιση της τομογραφίας Νο 3 στην περιοχή μελέτης.



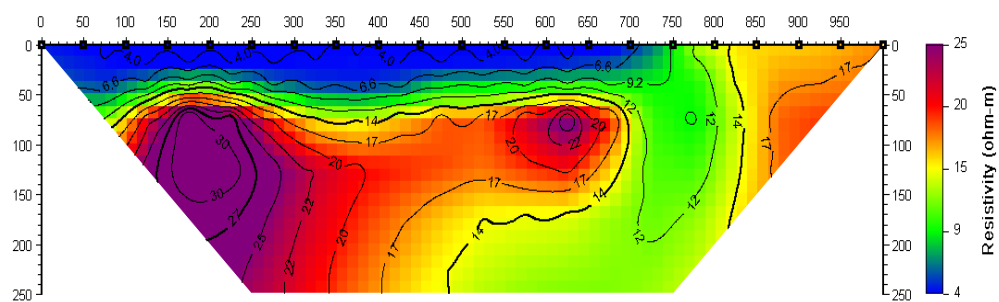
Σχήμα 7.6: απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας Νο 3 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 4

Η τομογραφία Νο 4 πραγματοποιήθηκε στην Β πλευρά του Μύτικα (σχήμα 7.7) από την παραλία προς το χερσαίο τμήμα της περιοχής μελέτης. Ο προσανατολισμός της είναι Δ – Α, είναι τομογραφία του 1 Km που σημαίνει πώς θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 250m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος με τελικό RMS 0.0302182 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.8. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Αναλύοντας την εικόνα συμπεραίνουμε ότι στη Δ πλευρά της τομογραφίας για περίπου 680m προς Α και σε βάθος 20m υπάρχει μία εμφάνιση η οποία αποτελείται από χαμηλές αντιστάσεις των 3 – 4 Ohm-m και μπορεί να αντιστοιχεί σε αργιλικά υλικά ή άμμο που το πορώδες της έχει πληρωθεί με θαλασσινό νερό. Υποκείμενα αυτού του στρώματος στα 30 έως 60m βάθος υπάρχει ένα στρώμα το οποίο έχει πιο υψηλές αντιστάσεις και εκτείνεται έως τα 700m σε ολόκληρη την τομογραφία, πιθανότατα είναι ένα στρώμα ακόρεστο στο θαλασσινό νερό το οποίο μπορεί να αποτελείται από άμμους και λίγο πιο χονδρόκοκκα υλικά. Εν συνεχεία, υπάρχει ένα υλικό με πολύ υψηλές αντιστάσεις το οποίο πιθανά να είναι εμφανίσεις ψαμμιτών ή κροκαλοπαγών υλικών και πιθανότατα αντιστοιχεί στον ίδιο σχηματισμό με της τομογραφίας Νο 3, δηλαδή στα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Γωνιάς. Επίσης, στη συγκεκριμένη τομογραφία και σε απόσταση 700m από την ακτή διακρίνεται μία κατακόρυφη πλευρική διαφοροποίηση, της οποίας το βάθος έχει αρκετά μεγάλο βήμα και φτάνει στο τέλος του βάθους της τομογραφίας. Ίσως είναι αχαρτογράφετο ρήγμα της περιοχής ή μία πλευρική μετάβαση των στρωμάτων.



Σχήμα 7.7: απεικόνιση της τομογραφίας No 4 στην περιοχή μελέτης.

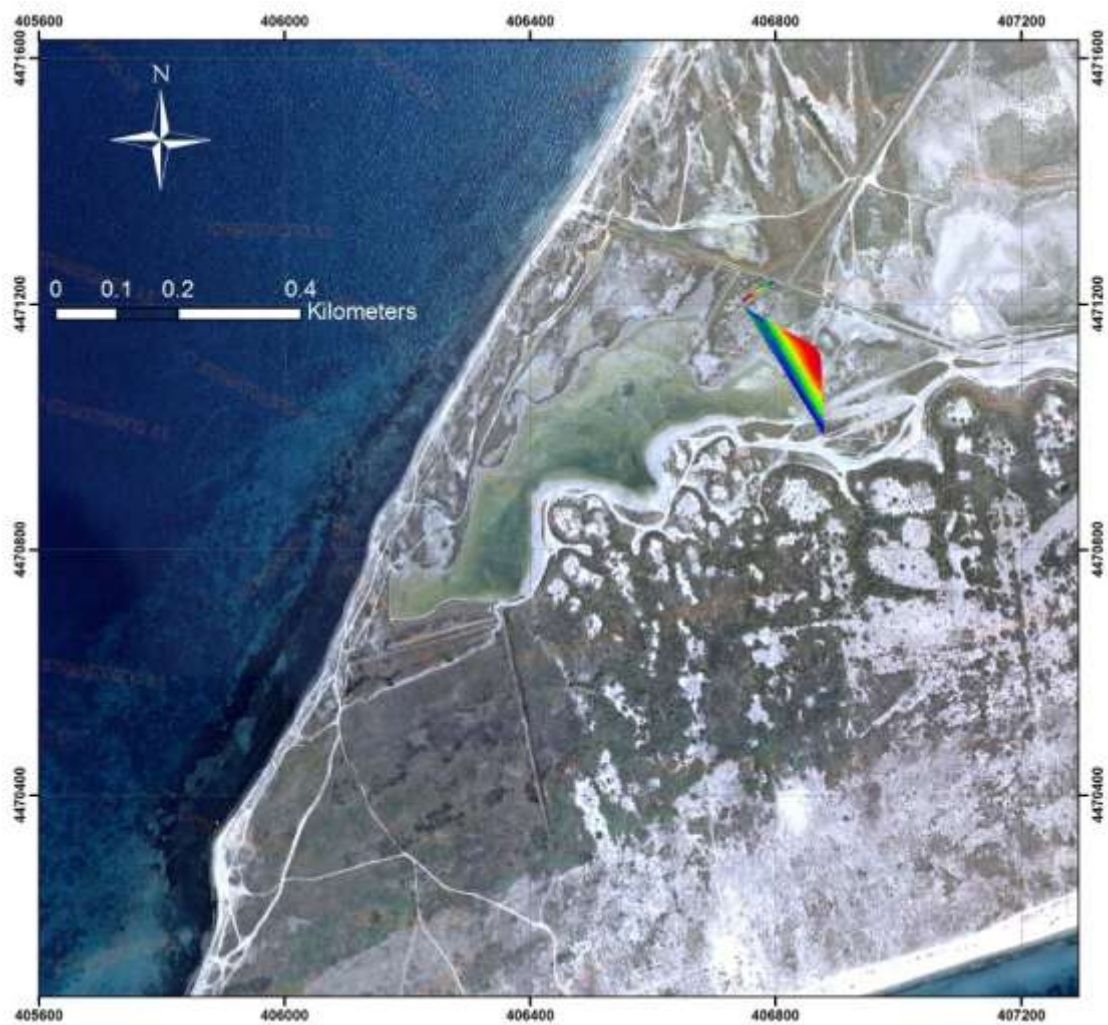


Σχήμα 7.8: απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 4 στην περιοχή μελέτης.

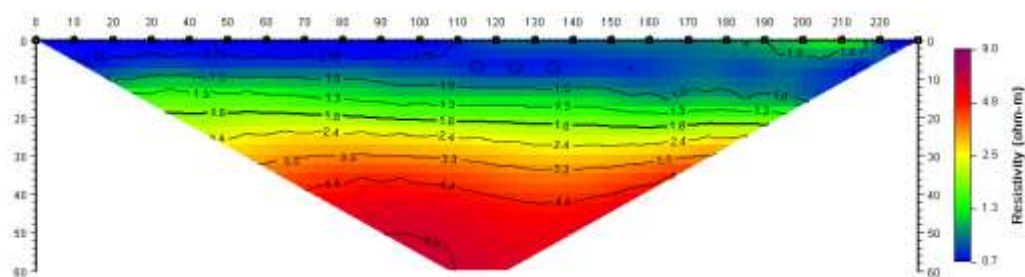
Οι υπόλοιπες έξι τομογραφίες πραγματοποιήθηκαν στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας και τα αποτελέσματα που δίνουν και οι οπτική εικόνα τους είναι διαφορετική από αυτές που αναφέρθηκαν.

Τομογραφία Νο 5

Η τομογραφία Νο 5 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.9) με προσανατολισμό ΝΑ - ΒΔ, είναι τομογραφία των 230m που σημαίνει πώς θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 60m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος το τελικό RMS είναι 0.0200358 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.10. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η εικόνα που εξάγεται από την τομογραφία αυτή δείχνει εναλλαγές οριζόντιων στρωμάτων διαφορετικών αντιστάσεων κατά μήκος της τομής. Τα πρώτα 13m έχουν μικρή αντίσταση και αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για στρώμα αργιλικό ή αμμώδες κορεσμένο από το θαλασσινό νερό, από τα 13m έως τα 22m υπάρχει ένα στρώμα ακόρεστο αλλά χαλαρό, πιθανόν άμμος με χαλίκια, η αντίσταση του οποίου είναι από 1,0 έως 1,8 Ohm-m, από εκεί και κάτω έως τα 60m η αντίσταση αρχίζει και αυξάνει αρκετά οπότε συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στρώματα με πιο συμπαγή υλικά πιθανόν ψαμμιτικά ή μαργαικά.



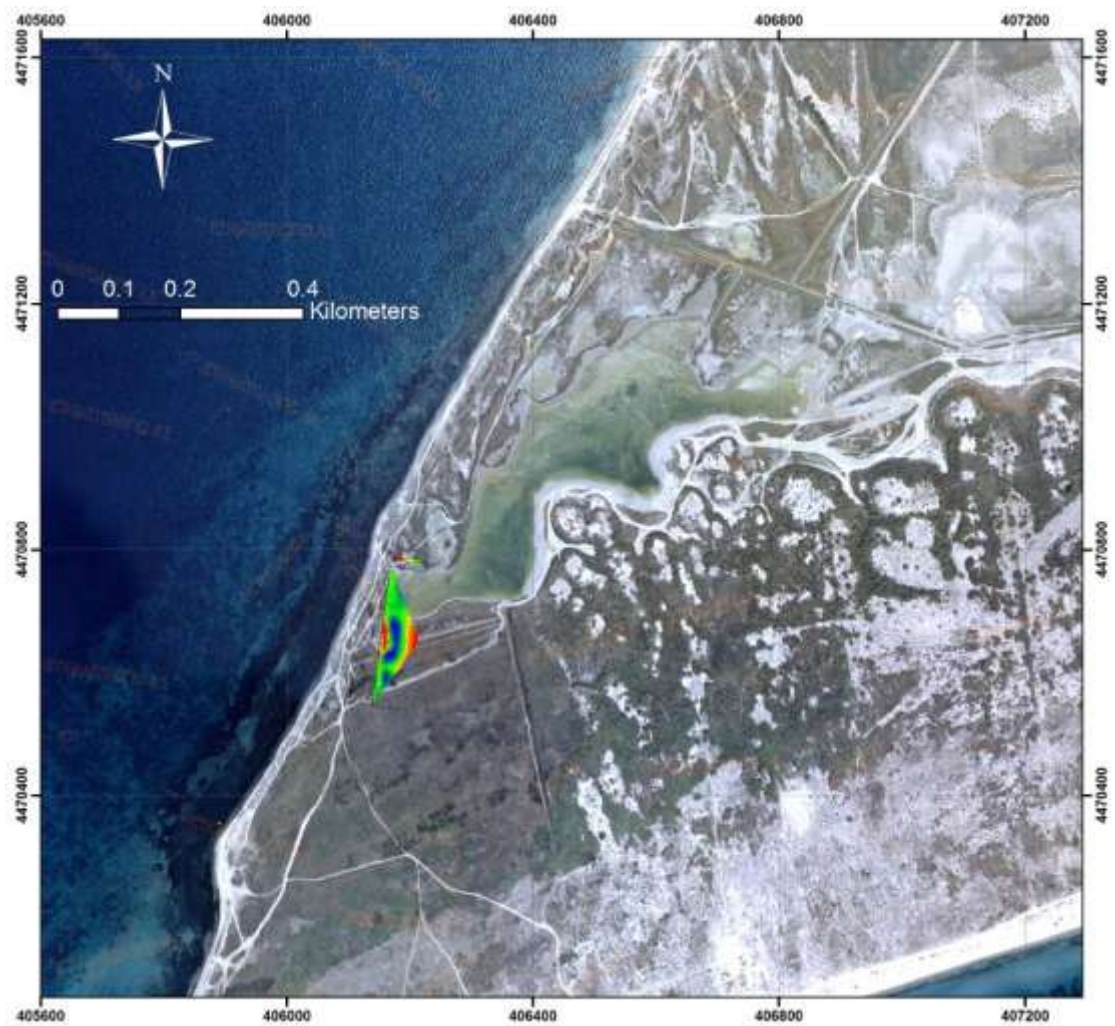
Σχήμα 7.9 : απεικόνιση της τομογραφίας Νο 5 στην περιοχή μελέτης.



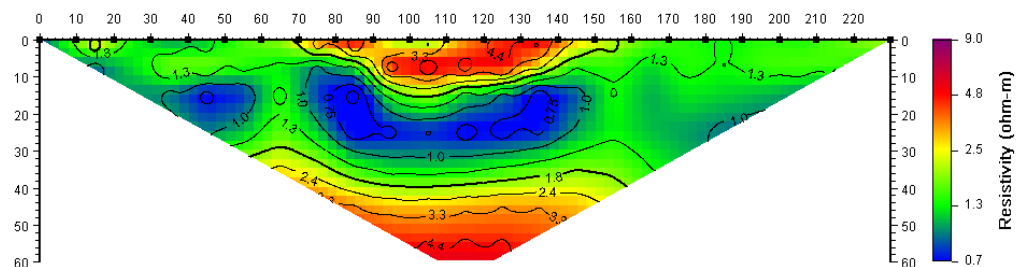
Σχήμα 7.10 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας Νο 5 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 6

Η τομογραφία Νο 6 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.11) με προσανατολισμό N – B σχεδόν παράλληλα στη βόρεια παραλία της περιοχής και κάθετα στην έξοδο της λιμνοθάλασσας, είναι τομογραφία των 230m πώς θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 60m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος, το τελικό RMS είναι 0.0329123, η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.12. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η εικόνα που εξάγεται από την τομογραφία έχει κάποιες ιδιομορφίες προφανώς λόγω της τοποθεσίας στην οποία πραγματοποιήθηκε. Αναλυτικότερα, η επιφανειακή στρωματογραφία δείχνει αντιστάσεις από 1,3 Ohm-m κατά μήκος της τομής και σε βάθος έως τα 10m. Αυτά τα επιφανειακά υλικά αποτελούνται από άμμο λεπτόκοκκη στην οποία παρεμβάλλονται κάποιες θίνες με αποτέλεσμα να δίνουν μεγαλύτερες αντιστάσεις. Υποκείμενα υπάρχει ένας μεγάλος φακός πολύ χαμηλών αντιστάσεων για αρκετά μέτρα. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να εντοπίζεται εκεί ο υδροφόρος που τροφοδοτεί τη λιμνοθάλασσα με νερό. Στα 34m η αντίσταση αυξάνει στα 1,8 Ohm-m και εδ'ς εντοπίζεται μια διεπιφάνεια κάτω από την οποία οι αντιστάσεις αυξάνουν συνεχώς έως το τέλος της τομογραφίας. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι 'ότι πρόκειται για ένα συμπαγές υλικό πιθανόν ψαμμιτικό ή μαργαϊκό. Αυτή η διεπιφάνεια στην τομή Νο 6 εμφανίζεται στα 34m.



Σχήμα 7.11 : απεικόνιση της τομογραφίας Νο 6 στην περιοχή μελέτης.



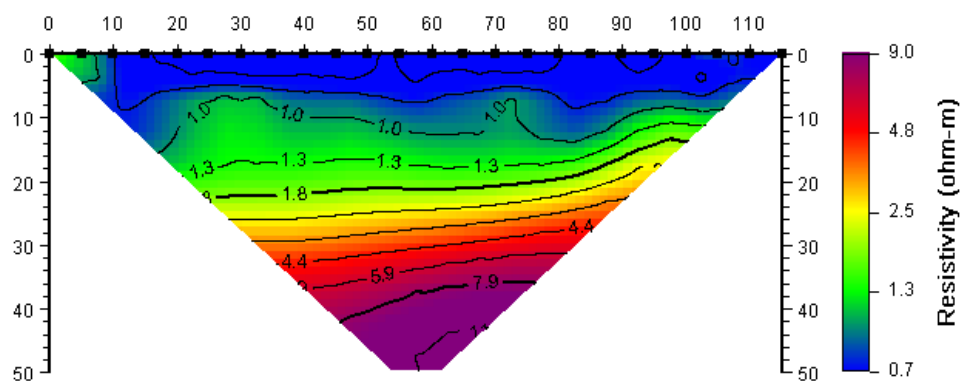
Σχήμα 7.12 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας Νο 6 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 7

Η τομογραφία Νο 7 πραγματοποιήθηκε στην λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.13) με προσανατολισμό N – B. Είναι παράλληλη τομογραφία με την Νο 6. Είναι τομογραφία των 120m αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 50m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος το τελικό RMS είναι 0.010457 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.14. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η εικόνα που εξάγεται από την τομογραφία αυτή είναι παρόμοια με της Νο 5, παράλληλα στρώματα διαφορετικών αντιστάσεων κατά μήκος της τομής. Τα πρώτα 15m έχουν μικρή αντίσταση και αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για ένα στρώμα αργιλικό ή ένα στρώμα διαπερατό και κορεσμένο από το θαλασσινό νερό, προχωρώντας προς τα κάτω από τα 15m έως τα 22m υπάρχει ένα στρώμα ακόρεστο αλλά χαλαρό πιθανόν είναι άμμος, ιλύς και κατά τόπους χαλίκια, η αντίσταση του οποίου είναι από 1,0 έως 1,8 Ohm-m από εκεί και κάτω έως τα 50m η αντίσταση αρχίζει και αυξάνει αρκετά οπότε συμπεραίνουμε ότι υπάρχει κάποιο πιο συμπαγές υλικό πιθανόν ψαμμιτικό ή μαργαϊκό με αντιστάσεις από 2,4 έως 11 Ohm-m.



Σχήμα 7.13 : απεικόνιση της τομογραφίας No 7 στην περιοχή μελέτης.



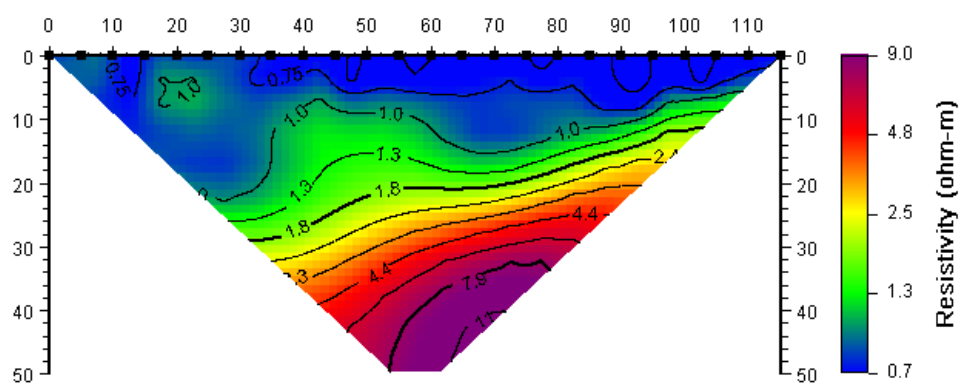
Σχήμα 7.14 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 7 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 8

Η τομογραφία Νο 8 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.15) με προσανατολισμό ΝΑ – ΒΔ, είναι τομογραφία των 120m και αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα τις οποίας το βάθος φτάνει τα 50m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος, το τελικό RMS είναι 0.0174818, η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.16. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η εικόνα που εξάγεται από την τομογραφία είναι μία σχεδόν παράλληλη στρωμάτωση διαφορετικών αντιστάσεων κατά μήκος της τομής όπου τα πρώτα 22m έχουν μικρή αντίσταση αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για στρώμα αργιλικό ή ένα στρώμα διαπερατό και κορεσμένο από το θαλασσινό νερό. Προχωρώντας κάτω από τα 22m έως τα 29m υπάρχει ένα στρώμα ακόρεστο αλλά χαλαρό πιθανόν είναι άμμος, ιλύς και κατά τόπους χαλίκια η αντίσταση του οποίου είναι από 1,0 έως 1,8 Ohm-m. Πιο κάτω έως τα 50m η αντίσταση αρχίζει και αυξάνει αρκετά οπότε συμπεραίνουμε ότι υπάρχει κάποιο ποιο συμπαγές υλικό πιθανόν ψαμμιτικό ή μαργαϊκό με αντιστάσεις από 2,4 έως 11 Ohm-m.



Σχήμα 7.15 : απεικόνιση της τομογραφίας No 8 στην περιοχή μελέτης.



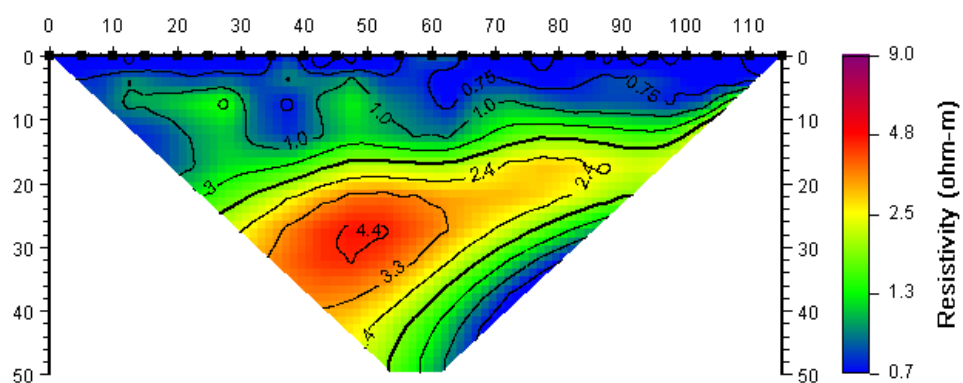
Σχήμα 7.16 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 8 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο 9

Η τομογραφία Νο 9 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.17) με προσανατολισμό ΒΑ – ΝΔ, είναι τομογραφία των 120m αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 50m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος το τελικό RMS είναι 0.0265179 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.18. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η τομογραφία είναι υπό γωνία με την τομογραφία Νο 8, και παράλληλη με το ανάπτυγμα της λιμνοθάλασσας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η εικόνα της τομογραφίας να διαφοροποιείται κάπως. Στα πρώτα 20 m και σε ολόκληρο το ανάπτυγμα της τομογραφίας οι αντιστάσεις είναι πολύ χαμηλές και πρόκυπτει πως το υλικό είναι άργιλος ή στρώμα κορεσμένο στο θαλασσινό νερό. Ενδιάμεσα αυτού του στρώματος χαμηλών αντιστάσεων υπάρχουν κάποιες εσοχές λίγο μεγαλύτερων αντιστάσεων από 1.0 έως 1.8 Ohm-m οι οποίες λειτουργούν για το διαχωρισμός των επιφανειών επαφής, όπως και στις προηγούμενες τομογραφίες. Τέλος υπάρχει ένας φακός υψηλών αντιστάσεων από 1,8 έως 4,4 Ohm-m σε βάθος 26m πιθανόν ερμηνεύεται ως κάποιο υλικό πιο συμπαγές όπως ψαμμίτες ή μάργες.



Σχήμα 7.17 : απεικόνιση της τομογραφίας Νο 9 στην περιοχή μελέτης.



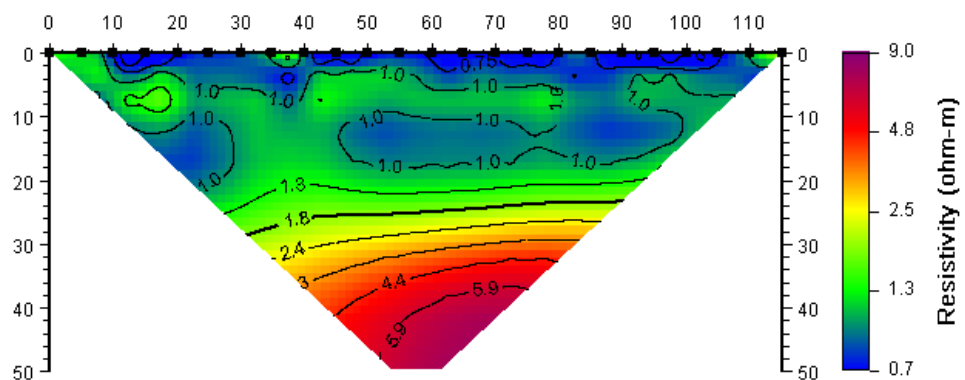
Σχήμα 7.18 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας Νο 9 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο10

Η τομογραφία Νο 10 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.19) με προσανατολισμό ΝΑ – ΒΔ, είναι τομογραφία των 120m αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 50m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος το τελικό RMS είναι 0.0240114 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.20. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η τομογραφία είναι παράλληλη με την Νο 7. Το αποτέλεσμα της είναι μία παράλληλη στρωμάτωση με δύο στρώματα χαμηλών αντιστάσεων 0,75 Ohm-m τα οποία παρεμβάλλονται από λίγο υψηλότερες αντιστάσεις των 1.0 έως 1,3 Ohm-m. Το πρώτο στρώμα χαμηλής αντιστάσεως φτάνει τα 8m και πιθανώς είναι άργιλος ή ιζήματα κορεσμένα με θαλασσινό νερό το παρεμβαλλόμενο στρώμα είναι πιθανώς πιο ακόρεστο και ίσως αποτελείται από ιλύες και άμμους, εν συνεχεία υπάρχει ακόμα ένα στρώμα χαμηλών αντιστάσεων το οποίο ίσως σχετίζεται σχέση με την τομογραφία Νο 6 όπου εμφανίζεται ο υδροφόρος σε ορισμένο βάθος και τροφοδοτεί την λιμνοθάλασσα. Ακολουθεί το στρώμα των λίγο πιο υψηλών αντιστάσεων έως τα 1,8 Ohm-m όπου και γίνεται ο διαχωρισμός με την επιφάνεια που οι αντιστάσεις είναι αρκετά υψηλές, ψαμμίτες, μάργες.



Σχήμα 7.19 : απεικόνιση της τομογραφίας No 10 στην περιοχή μελέτης.



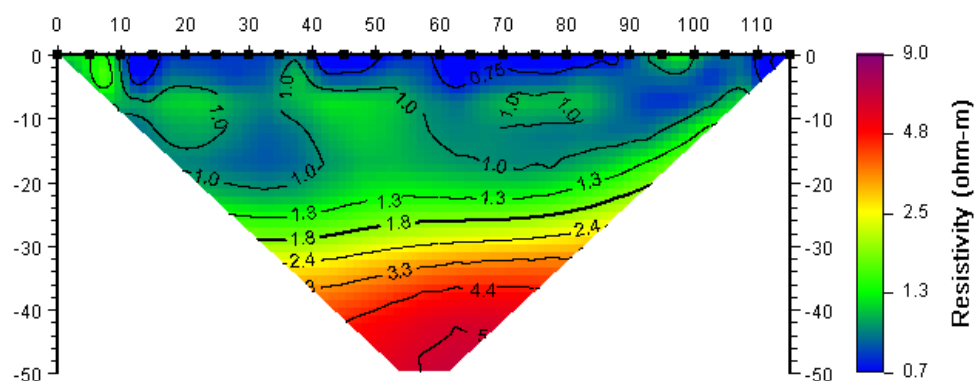
Σχήμα 7.20 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 10 στην περιοχή μελέτης.

Τομογραφία Νο11

Η τομογραφία Νο 11 πραγματοποιήθηκε στη λιμνοθάλασσα του Μύτικα (σχήμα 7.21) με προσανατολισμό BBA – NNΔ, είναι τομογραφία των 120m αυτό σημαίνει πώς η τομογραφία θα δώσει μία εικόνα της οποίας το βάθος φτάνει τα 50m. Μετά την επεξεργασία της τομής στο πρόγραμμα DC_2PRO και την αφαίρεση του σφάλματος το τελικό RMS είναι 0.0160543 η εικόνα της τομογραφίας έχει βελτιωθεί αρκετά και το αποτέλεσμα της φαίνεται στην σχήμα 7.22. Το υψόμετρο στην περιοχή δεν είναι μεγαλύτερο του 1 – 1,5 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η τομογραφία είναι η προέκταση της Νο 9. Το αποτέλεσμα της είναι μία παράλληλη στρωμάτωση με δύο στρώματα χαμηλών αντιστάσεων 0,75 Ohm-m τα οποία παρεμβάλλονται από λίγο υψηλότερες αντιστάσεις των 1.0 έως 1,3 Ohm-m. Το πρώτο στρώμα χαμηλής αντιστάσεως φτάνει τα 10m και πιθανώς είναι άργιλος ή ιζήματα κορεσμένα με θαλασσινό νερό το παρεμβαλλόμενο στρώμα είναι πιθανώς πιο ακόρεστο και ίσως αποτελείται από ιλύ και άμμους, εν συνεχεία υπάρχει ακόμα ένα στρώμα χαμηλών αντιστάσεων το οποίο ίσως έχει κάποια σχέση με την τομογραφία Νο 6 όπου εμφανίζεται ο υδροφόρος σε ορισμένο βάθος και τροφοδοτεί την λιμνοθάλασσα. Ακολουθεί το στρώμα των λίγο πιο υψηλών αντιστάσεων έως τα 1,8 Ohm-m όπου και γίνεται ο διαχωρισμός με την επιφάνεια που οι αντιστάσεις είναι αρκετά υψηλές, ψαμμίτες, μάργες.



Σχήμα 7.21 : απεικόνιση της τομογραφίας No 11 στην περιοχή μελέτης.



Σχήμα 7.22 : απεικόνιση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών του υπεδάφους της τομογραφίας No 11 στην περιοχή μελέτης.

Στις τομογραφίες μέσα στην λιμνοθάλασσα που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε στην ηλεκτρική αντίσταση 1,8 διαφορά περιβάλλοντος, η οποία βέβαια βρίσκεται σε διαφορετικά βάθη. Κρίθηκε χρήσιμο να δημιουργηθεί ένας χάρτης ισοηλεκτρικών αντιστάσεων για την αντίσταση 1,8.

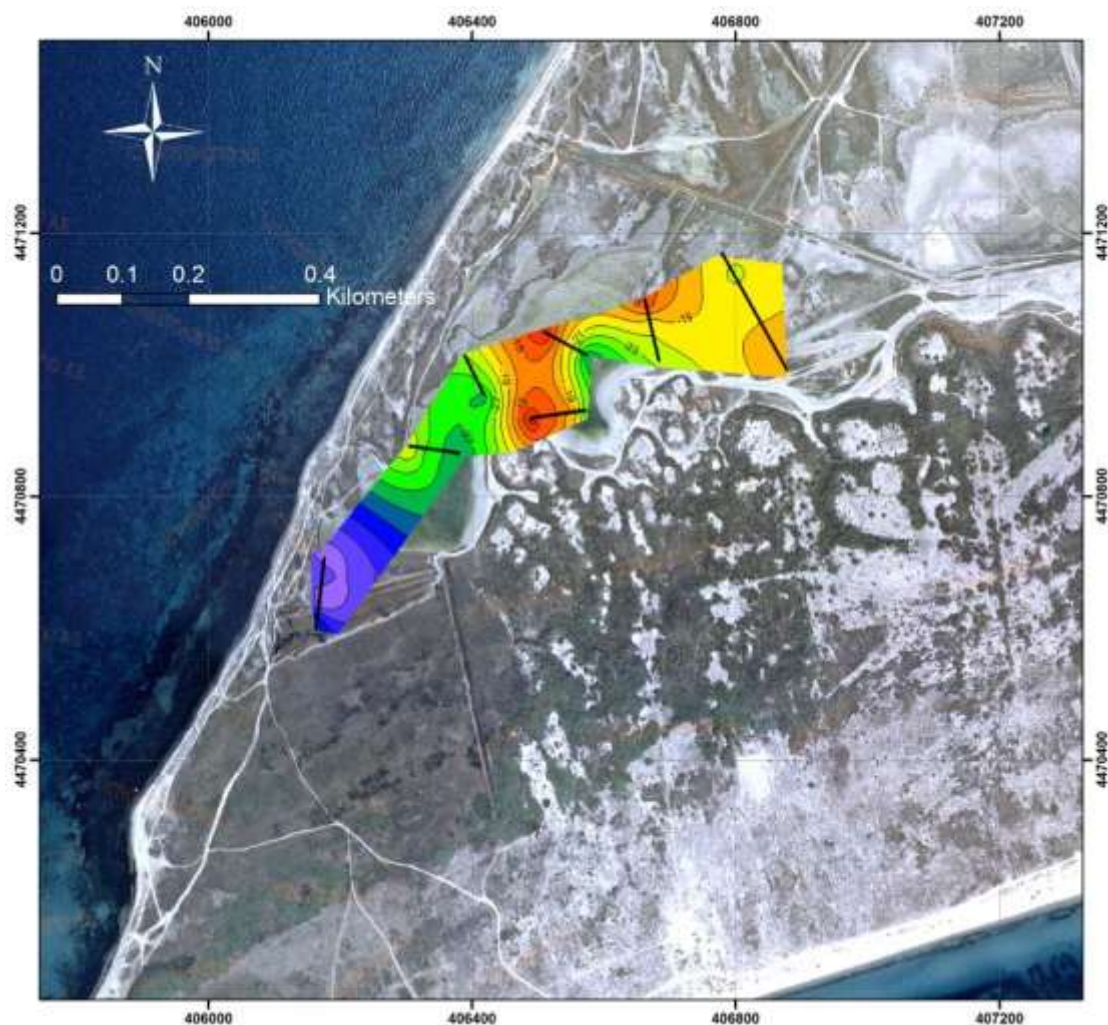
Για τη δημιουργία αυτού του χάρτη χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα το ArcGIS και το Surfer, από το πρώτο πάρθηκαν τα x, y και z των τομών και μεταφέρθηκαν σε ένα excel στο Surfer όπου και δημιουργήθηκε ο χάρτης. (σχήμα 7.23)



Σχήμα 7.23 : Χάρτης απεικόνισης ισοηλεκτρικών αντιστάσεων – βάθους, αντίστασης 1,8 Ohm-m .

Το αποτέλεσμα αυτού του χάρτη είναι η εμφάνιση μίας επιφάνειας ισοηλεκτρικών αντιστάσεων 1,8 Ohm-m όπου φαίνεται το βάθος στο οποίο βρίσκεται αυτή η αντίσταση. Όπως φαίνεται στο χάρτη στο ΝΔ

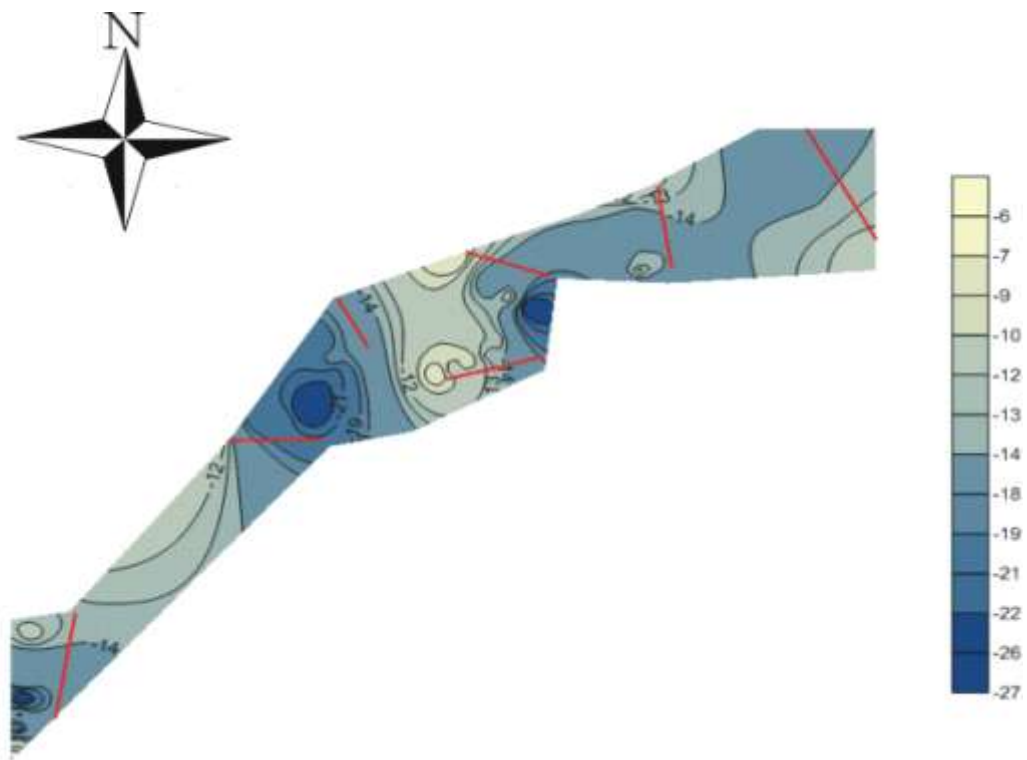
άκρο όπου είναι και η είσοδος της λιμνοθάλασσας αυτή η αντίσταση βρίσκεται στο χαμηλότερο βάθος των -39 μέτρων, ενώ προχωρώντας προς το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας, δηλαδή Β και ΒΑ, η τιμές του ύψους διαφοροποιούνται και στο σημείο των τομογραφιών 8 και 9 δημιουργείται ένα ύβωμα μερικών μέτρων και εν συνεχεία ένα δεύτερο μικρότερο βύθισμα βάθους -27 , -23 μέτρα, όπου συνεχίζοντας προς τα Β το βύθισμα ομαλοποιείται και το βάθος της αντίστασης βρέθηκε στα -19 μέτρα.



Σχήμα 7.24 : Γεωαναφερμένη απεικόνιση του χάρτη των ισοηλεκτρικών αντιστάσεων 1,8 στην περιοχή μελέτης.

Οι ηλεκτρικές τομογραφίες εκτός από την εικόνα της στρωματογραφίας της λιμνοθάλασσας έδωσαν και το πάχος των ιζημάτων της. Παρατηρώντας τις ηλεκτρικές τομογραφίες εμφανίζουν διαφορά αντιστάσεων στα 1,2 Ohm-m. Δηλαδή έως τα βάθη αυτά οι αντιστάσεις είναι πολύ χαμηλές, άρα υπάρχει κάποιο υλικό το οποίο είναι πολύ λεπτόκοκκο και ίσως κορεσμένο στο νερό. Με την ίδια φιλοσοφία του χάρτη των υδροηλεκτρικών αντιστάσεων 1,8 Ohm-m, δημιουργήθηκε ένας παρόμοιος χάρτης για την αντίσταση 1,2 τις οποίας τα βάθη πιθανά να αντιστοιχούν και στο πάχος των ιζημάτων της λιμνοθάλασσας.

Το αποτέλεσμα του δεύτερου χάρτη δίνει μία εικόνα παρόμοια με αυτή του χάρτη των ισοηλεκτρικών αντιστάσεων 1,8, με αποτέλεσμα να εξαγάγετε το συμπέρασμα πως τα ιζήματα βρίσκονται σε συμφωνία με το παλαιοπεριβάλλον και άρα οι βύθιση στο σημείο είναι ορατή και σε αυτό το χάρτη προς ΝΝΔ. Επίσης το ύψωμα στο μέσο της λιμνοθάλασσας φαίνεται καθαρά όπως και η βύθιση στη δεξιά μεριά του υβώματος.

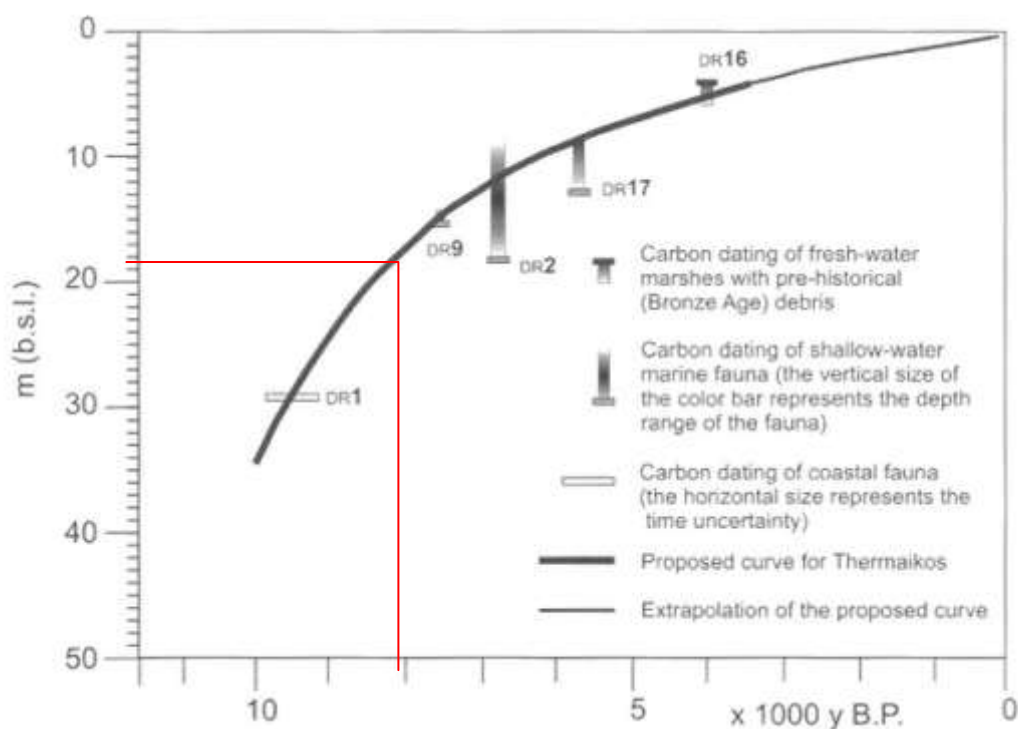


Σχήμα 7.25 : Χάρτης απεικόνισης ισοηλεκτρικών αντιστάσεων – βάθους, αντίστασης 1,2 Ohm-m .



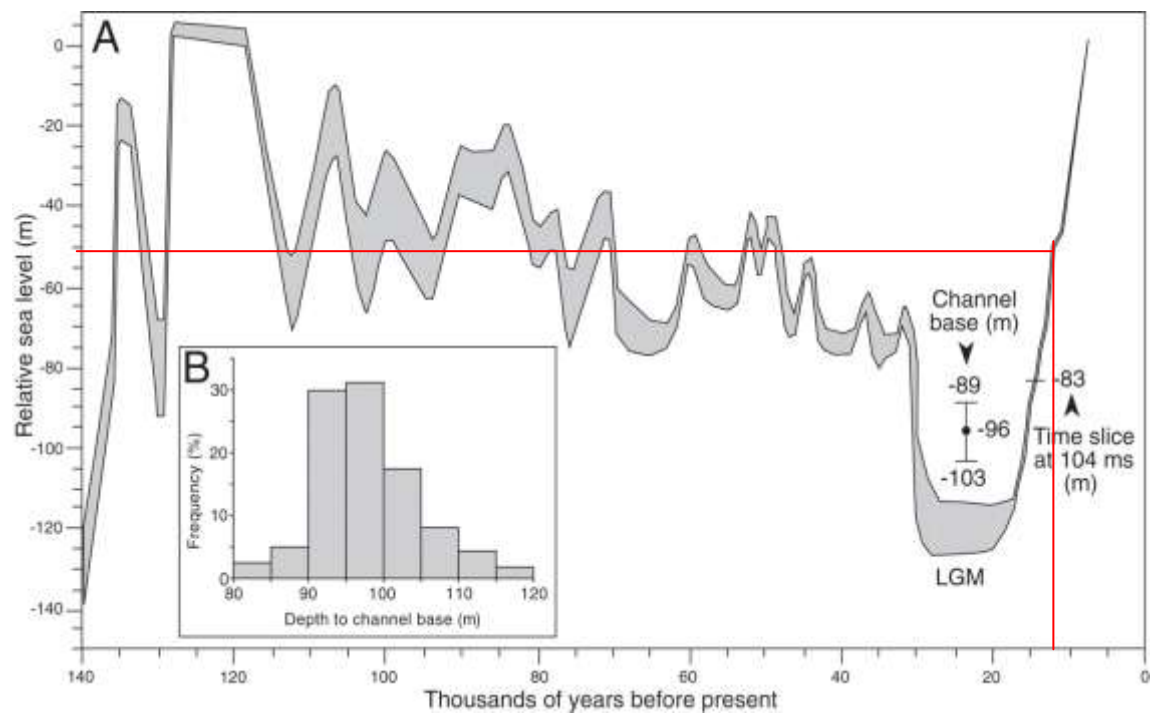
Σχήμα 7.26 : Γεωαναφερμένη απεικόνιση του χάρτη των ισηλεκτρικών αντιστάσεων 1,2 στην περιοχή μελέτης.

Δεχόμενοι το βάθος των ιζημάτων της λιμνοθάλασσας του χάρτη των ισοηλεκτρικών αντιστάσεων 1,2 Ohm-m και με τη βοήθεια της καμπύλης της στάθμης του Θερμαϊκού Κόλπου (σχήμα 7.27) βρίσκετε η ηλικία της λιμνοθάλασσας γύρο στα 8000 γBP.



Σχήμα 7.27 : Καμπύλη ανόδου της θαλάσσιας στάθμης του Θερμαϊκού Κόλπου. (Vounalidis et al., 2005)

Επίσης από τις ηλεκτρικές τομογραφίες Νο. 1 και Νο. 4, σχήμα 7.2 και 7.8 αντίστοιχα παρατηρείτε ένα στρώμα χαμηλών αντιστάσεων γύρο στα 50m, πιθανές αποθέσεις Ολοκαινικών ιζημάτων. Με τη βοήθεια της καμπύλης στάθμης της θάλασσας των *lambeck and chapel, 2001* (σχήμα 7.28) βρείσκετε ότι ο Μύτικας έχει πιθανή χρονολογία δημιουργίας τα 12000γBP.



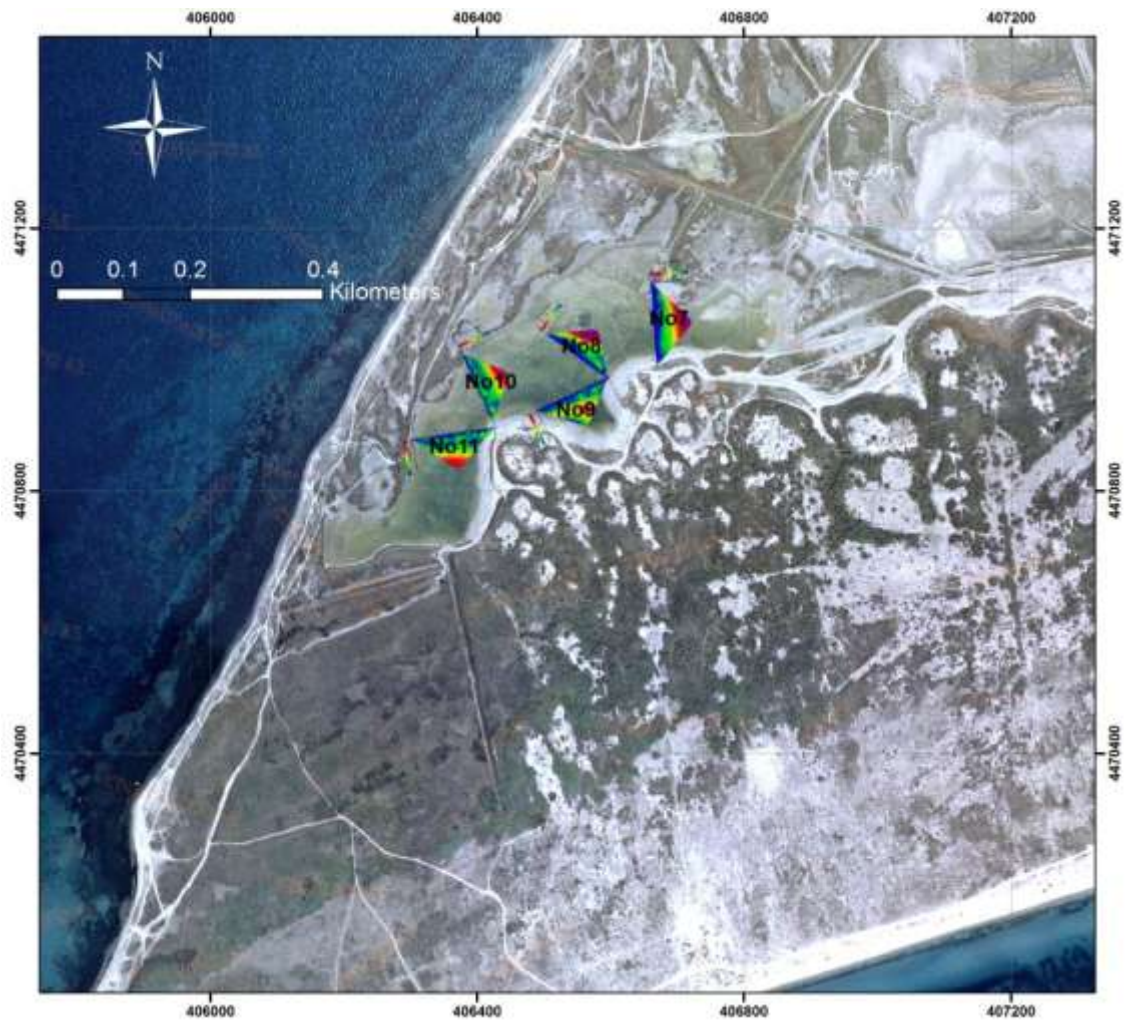
Σχήμα 7.28: Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας (*lambeck and chapel, 2001*)

Στη συνέχεια παρατίθενται οι ερμηνευμένες τομές που εξάγονται από της ηλεκτρικές τομογραφίες.

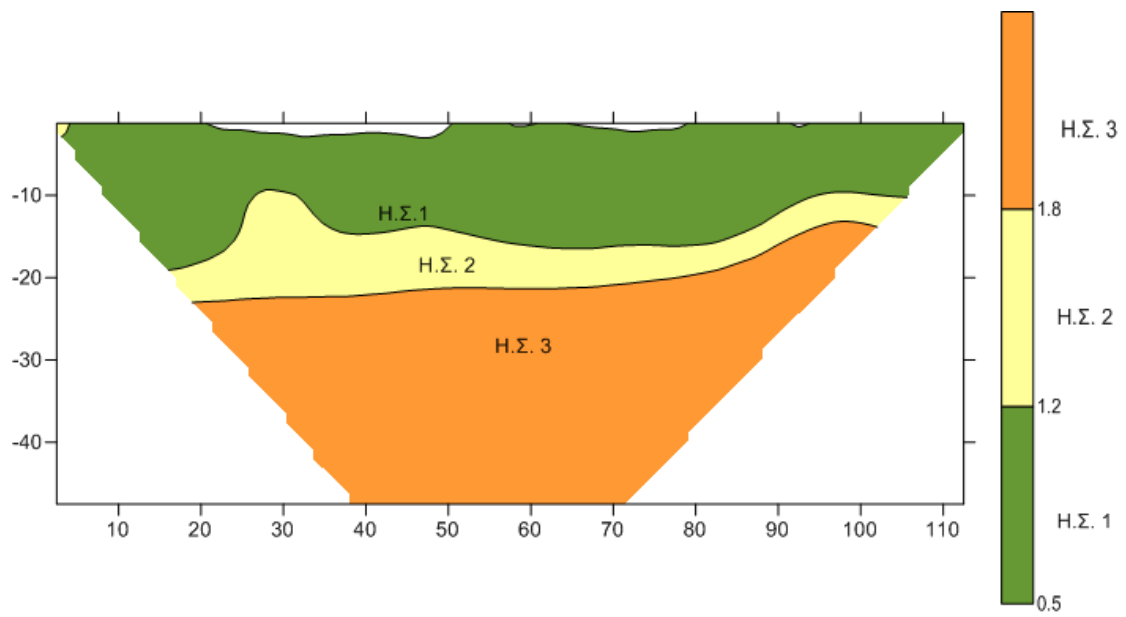
Στην παρούσα εργασία δεν πραγματοποιήθηκαν πυρινοληψίες με αποτέλεσμα να είναι γνωστή μόνο η επιφανειακή ιζηματολογία της περιοχής, οπότε και η ερμηνεία των τομογραφιών να μη γίνει με τα υπαρκτά ιζήματα αλλά μόνο με τη γνώση των αντιστάσεων που έχουν τα υλικά.

Πίνακας 12.1: αντιστάσεις των τομογραφιών και πιθανή ιζηματολογία τους

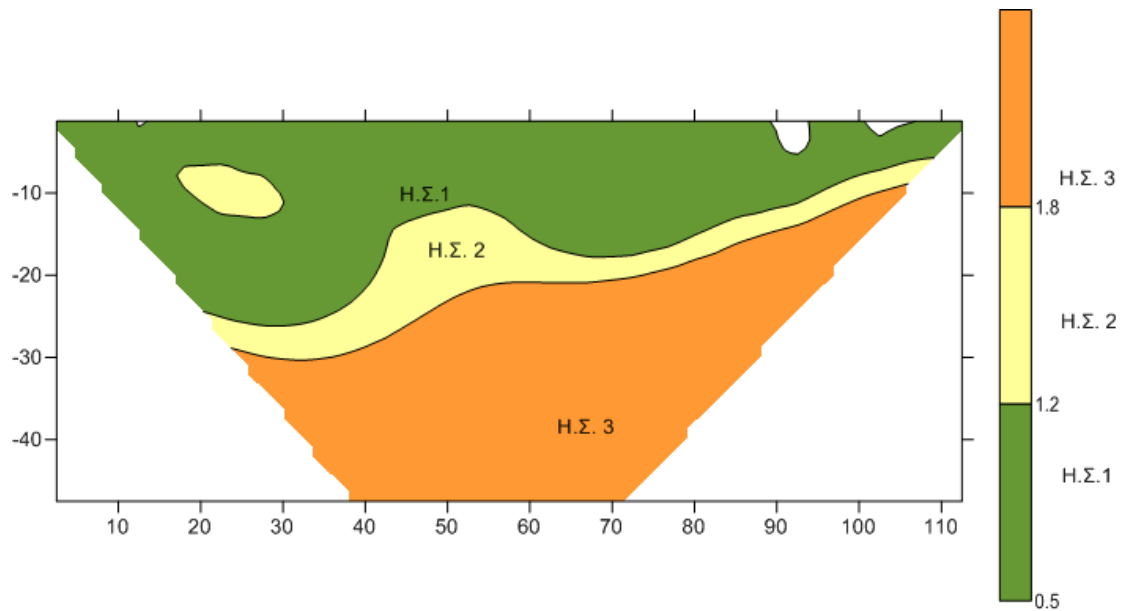
Ηλεκτρικό στρώμα	Αντίσταση (Ohm-m)	Χρώμα	Πιθανή ιζηματολογία
Η.Σ. 1	0.5 – 1.2		Λεπτόκοκκο Ιζημα
Η.Σ. 2	1.2 – 1.8		Μεσόκοκκο ίζημα
Η.Σ. 3	1.8<		Πιο αδρόκοκκο



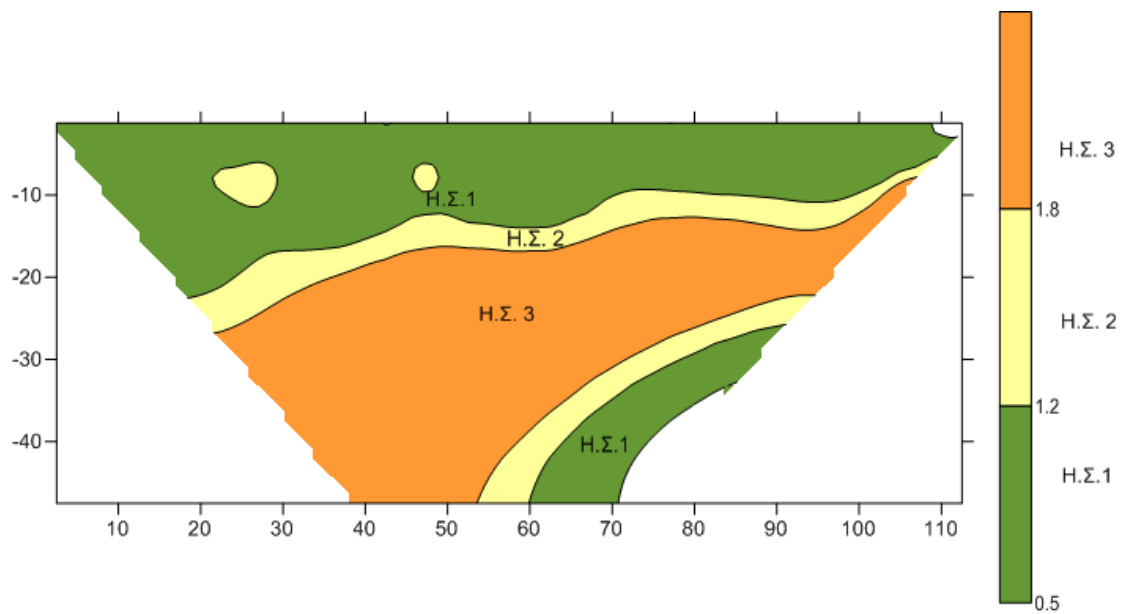
Σχήμα 7.29 : απεικόνιση τομογραφιών Νο7 έως Νο11 στην περιοχή μελέτης.



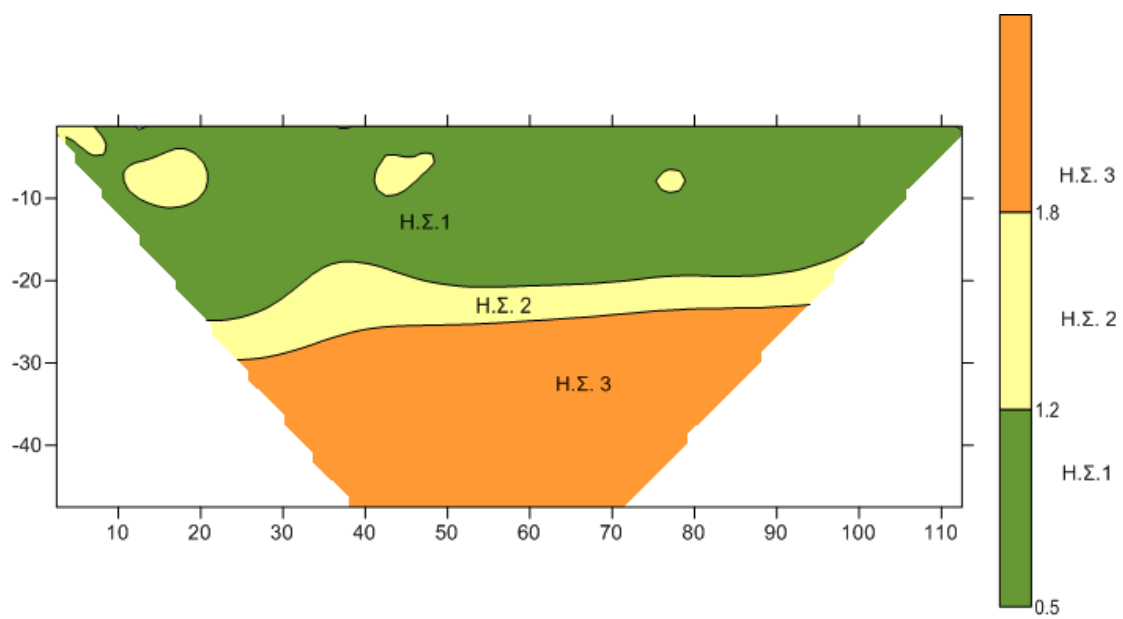
Σχήμα 7.30 : Ερμηνεία Ηλεκτρικής τομογραφίας No 7



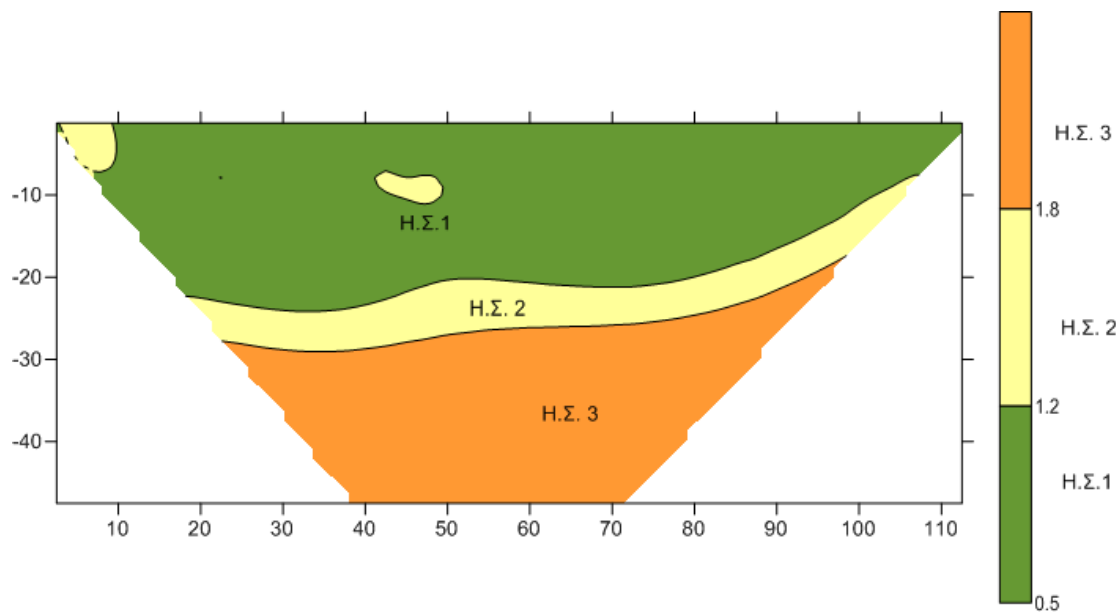
Σχήμα 7.31: Ερμηνεία Ηλεκτρικής τομογραφίας No 8



Σχήμα 7.32 : Ερμηνεία Ηλεκτρικής τομογραφίας No 9



Σχήμα 7.33 : Ερμηνεία Ηλεκτρικής τομογραφίας No 10



Σχήμα 7.34: Ερμηνεία Ηλεκτρικής τομογραφίας No 11

Παρατηρείται ότι στα πρώτα μέτρα οι αντιστάσεις είναι αρκετά χαμηλές άρα υπάρχει κάποιο λεπτόκοκκο υλικό ενώ προχωρώντας βαθύτερα οι αντιστάσεις αυξάνουν σε ένα υλικό μεσόκοκκο ενώ όσο βαθύτερα προχωράει η τομογραφία οι αντιστάσεις μεγαλώνουν με αποτέλεσμα το υλικό να είναι πιο αδρόκοκκο.

Εξαιρεση αποτελεί η No 9 (σχήμα 7.10) η οποία εμφανίζει και κάτω από τις μεγάλες αντιστάσεις χαμηλές αντιστάσεις αυτό συνέβη γιατί η τομογραφία πραγματοποιήθηκε παράλληλα προς τη λιμνοθάλασσα με αποτέλεσμα να φαίνονται και οι αντιστάσεις από την παραλία της λιμνοθάλασσας.

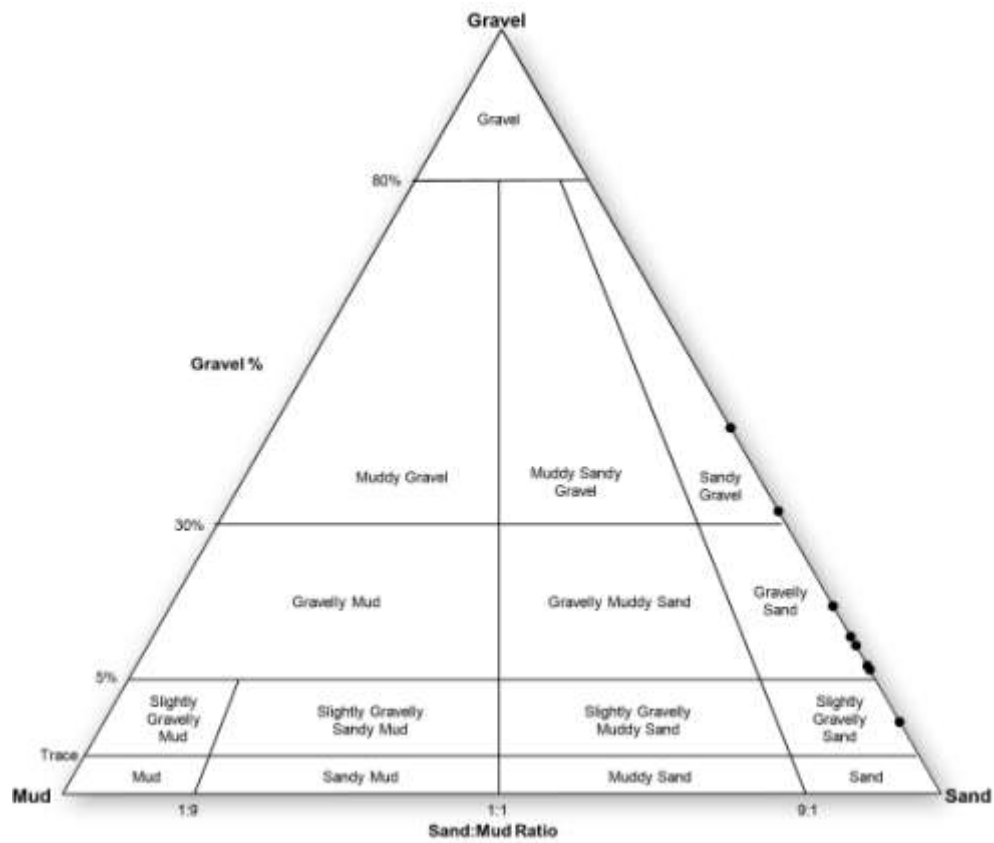
8. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρατίθενται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων από τα διαφορετικά υποπεριβάλλοντα του επίπεδου ακρωτηρίου.

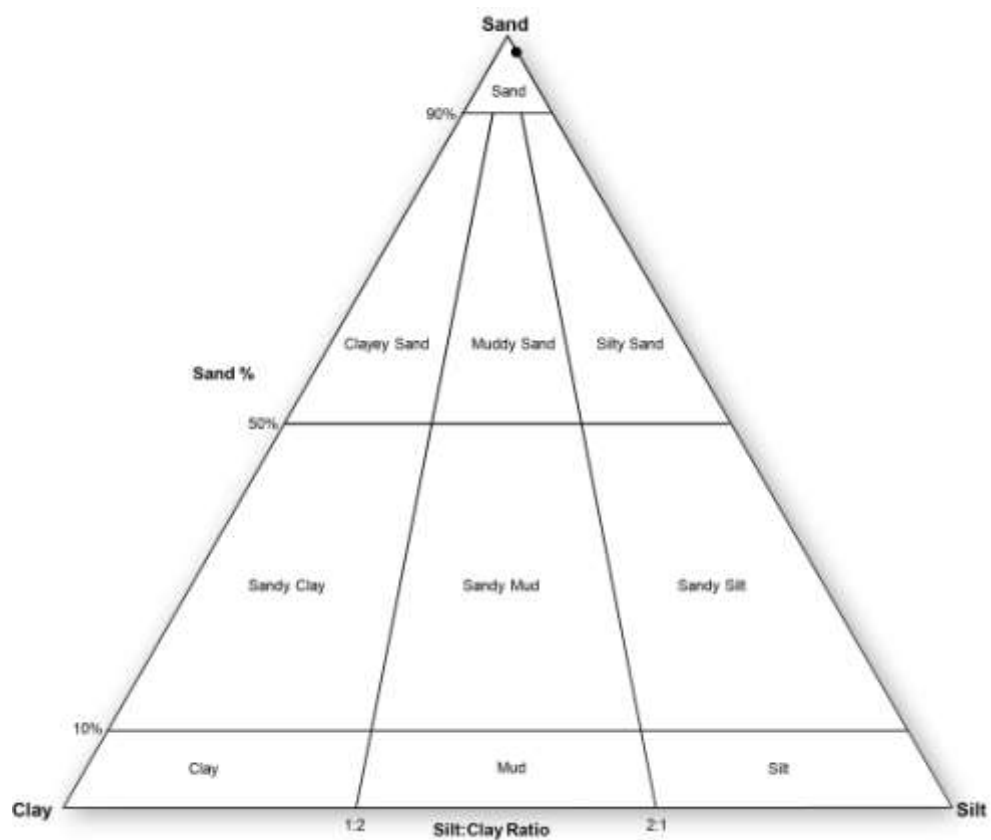
Τα συγκεντρωτικά τριγωνικά διαγράμματα είναι για τα αποτελέσματα των ιζημάτων με τη μέθοδο των κοσκίνων. Ακολουθούν συγκεντρωτικοί πίνακας 8.1 των αποτελεσμάτων της περιγραφής των ιζημάτων, του μέσου όρου (χ), της σταθερής απόκλισης (σ), της λοξότητας (S_k) και της κύρτωσης (K) για κάθε δείγμα. Στο Παραρτίμα Ι δίνονται τα τριγωνικά διαγράμματα και η γραφική μέθοδος κάθε δείγματος.

Από την ταξινόμηση των περιβαλλόντων διακρίνεται πως στη ζώνη της παραλίας υπάρχουν αμμούχα ιζήματα με χαλίκια, ενώ οι θίνες είναι αμμούχες καλά ταξινομημένες χωρίς διαφορετική σύστασης ιζήματα, προχωρώντας προς το εσωτερικό του επίπεδου ακρωτηρίου συναντάτε πάλι διαβάθμιση αμμούχων ιζημάτων με χαλίκια στις ζώνες επαύξεσης όπου παρόμοιας σύστασης ιζήματα βρίσκονται και στον πυρήνα ακρωτηρίου στη λιμνοθάλασσα.





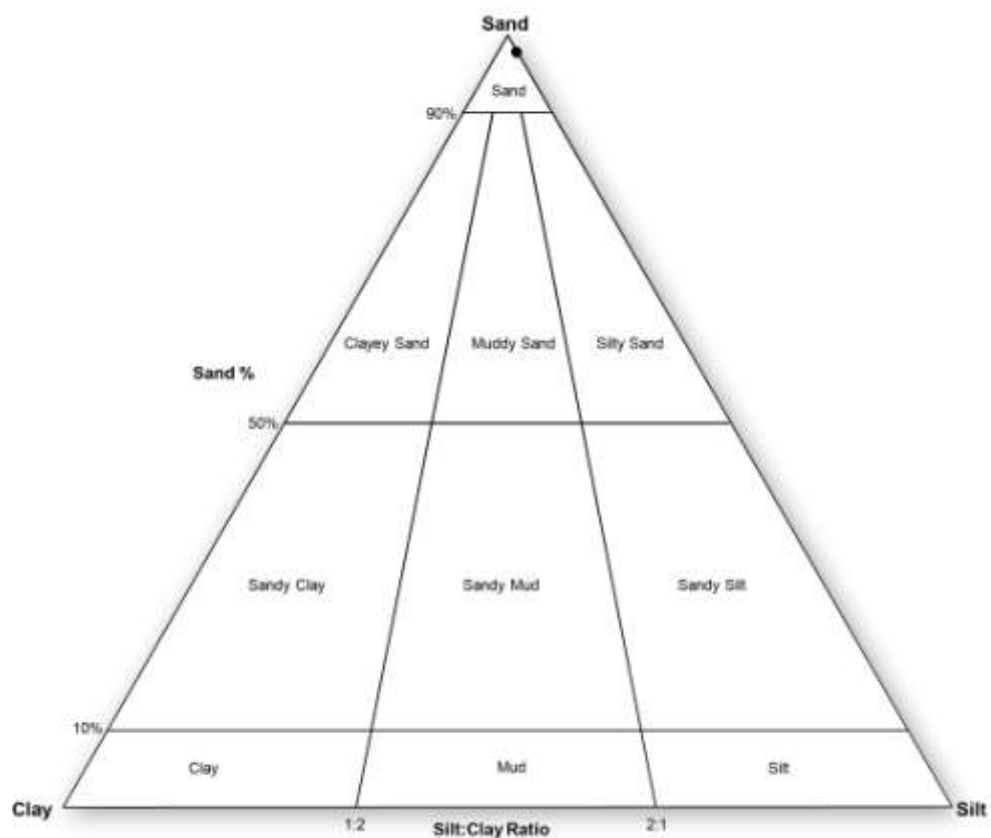
Σχήμα 8.1: χαλικιών, ιλύος, άμμου δειγμάτων της παράκτιας ζώνης



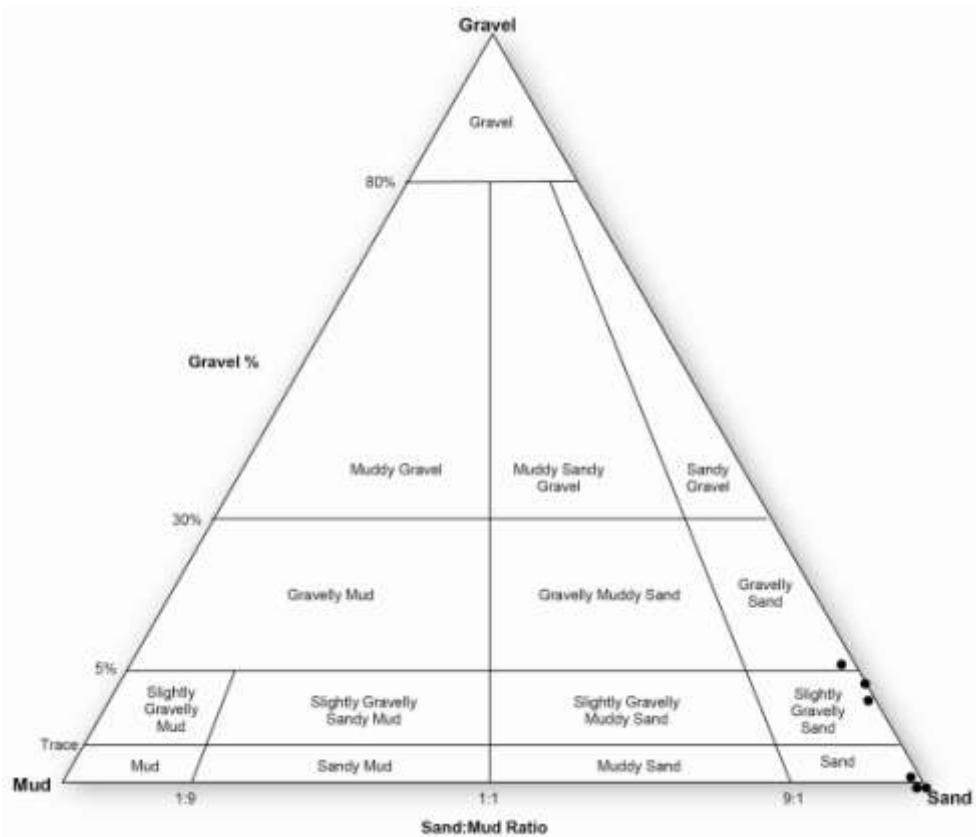
Σχήμα 8.2: άμμου, αργίλου, ιλύος δειγμάτων της παράκτιας ζώνης



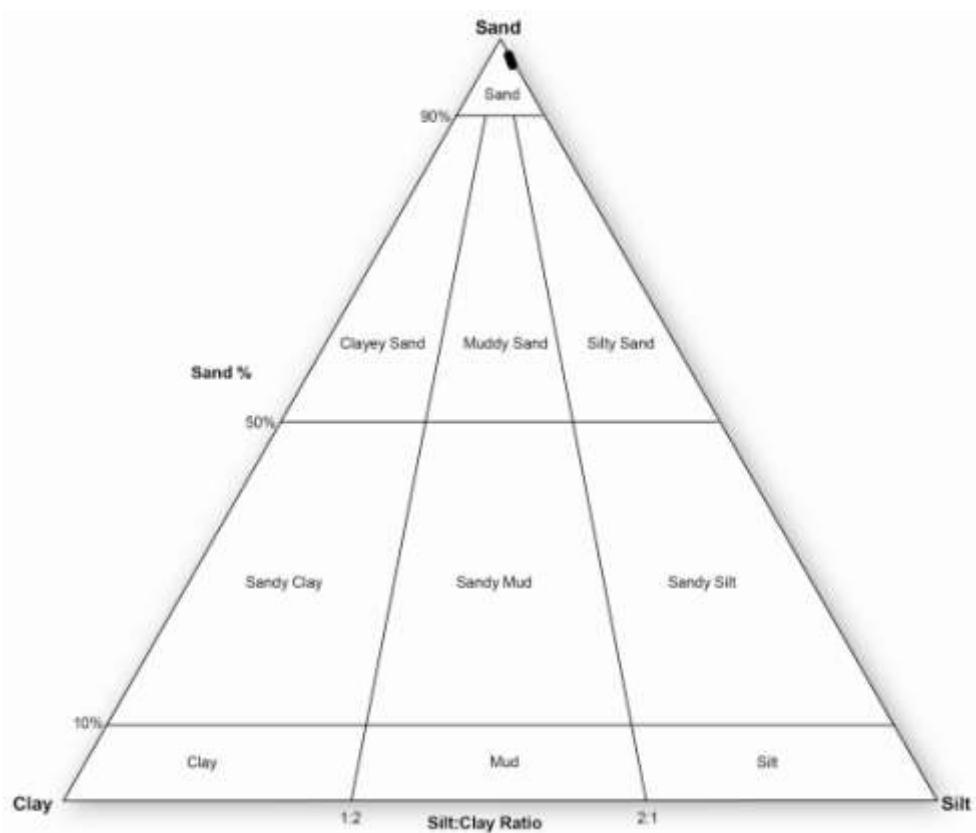
Σχήμα 8.3: χαλικιών, ιλύος, άμμου δειγμάτων των θινών



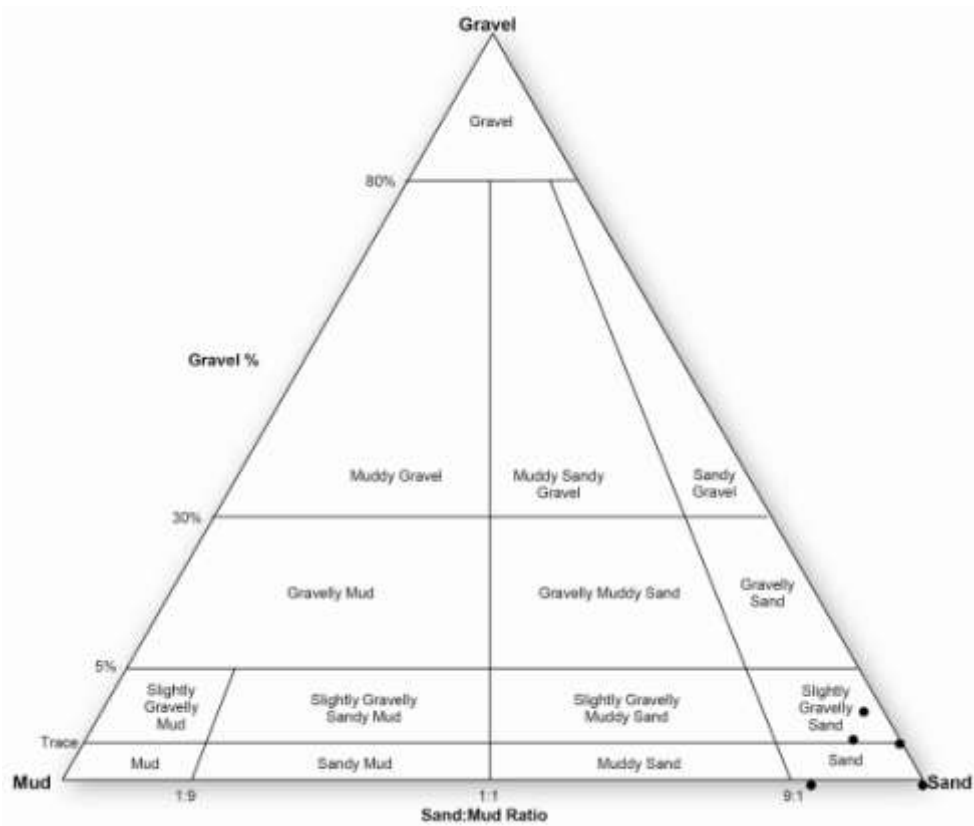
Σχήμα 8.4: άμμου, αργίλου, ιλύος δειγμάτων των θινών



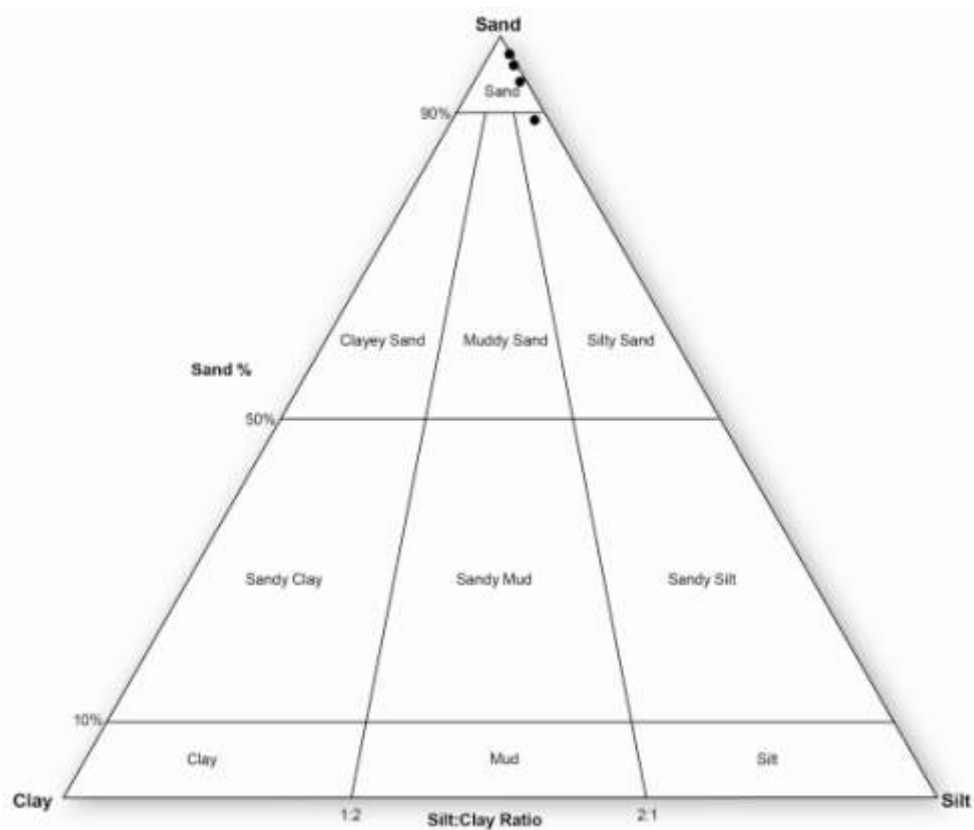
Σχήμα 8.5: χαλικιών, ιλύος, άμμου δειγμάτων των ζωνών επαύξεσης



Σχήμα 8.6: άμμου, αργίλου, ιλύος δειγμάτων των ζωνών επαύξεσης



Σχήμα 8.7: χαλικιών, ιλύος, άμμου δειγμάτων της λιμνοθάλασσας



Σχήμα 8.8: άμμου, αργίλου, ιλύος δειγμάτων της λιμνοθάλασσας

Πίνακας 8.1: Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφής των ιζημάτων της ζώνης της παραλίας και της ζώνης των θινών.

ΠΑΡΑΛΙΑ					
ΔΕΙΓΜΑ	Περιγραφή της κατανομής των ιζημάτων	x	σ	Sk	K
1Π	με δύο κορυφές	1.1257 μέτρια άμμος	1.0295 κακός ταξινομημένη	- 0,404 πολύ αδρόκοκα λοξότητα	1.439 λεπτόκυρτη
2Π	με μία κορυφή	1.3835 μέτρια άμμος	0.8577 μέση ταξινομημένη	-0.3081 πολύ αδρόκοκα λοξότητα	1.2043 λεπτόκυρτη
3Π	με δύο κορυφές	0.7174 αδρόκοκκη άμμος	1.2227 φτωχά ταξινομημένη	-0.2513 αδρόκοκα λοξότητα	0.7597 πλατύκυρτη
4Π	με τρεις κορυφές	0.0760 αδρόκοκκη άμμος	1.0907 φτωχά ταξινομημένη	0.2199 θετική	1.0642 μεσόκυρτη
5Π	με δύο κορυφές	-0.3964 πολύ αδρόκοκκη άμμος	0.7854 μέση ταξινομημένη	-0.0716 συμμετρική	1.1544 λεπτόκυρτη
6Π	με δύο κορυφές	-0.8921 πολύ αδρόκοκκη άμμος	0.7788 μέση ταξινόμηση	0.04233 συμμετρική	0.6944 πλατύκυρτη
7Π	με τρεις κορυφές	-0.3334 πολύ αδρόκοκκη άμμος	1.1774 φτωχά ταξινομημένη	0.0761 συμμετρική	0.6511 πολύ πλατύκυρτη
8Π	με τρεις κορυφές	0.5433 αδρόκοκκη άμμος	1.1784 φτωχά ταξινομημένη	-0.3738 πολύ αδρόκοκα αρνητική	0.8541 πλατύκυρτη
9Π	με δύο κορυφές	-0.3291 πολύ αδρόκοκκη άμμος	1.5190 φτωχά ταξινομημένη	0.5097 πολύ αρνητική	0.5662 πολύ πλατύκυρτη
ΘΙΝΕΣ					
ΔΕΙΓΜΑ	Περιγραφή της κατανομής των ιζημάτων	x	σ	Sk	K
1Θ	με μία κορυφή	1.4794 μέτρια άμμος	0.4964 καλα ταξινομημενη	0.0493 συμμετρική	1.0280 μεσόκυρτη
2Θ	με μία κορυφή	1.7350 μετρια άμμος	0.5522 Μέτρια καλά ταξινομημένη	0.0177 συμμετρική	0.9672 μεσόκυρτη
3Θ	με μία κορυφή	1.273 μετρια άμμος	0.5893 Μέτρια καλά ταξινομημένη	0.0418 συμμετρική	0.9522 μεσόκυρτη

Πίνακας 8.2: Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφής των ιζημάτων της ζώνης επαύξεσης της παραλίας και της λιμνοθάλασσας.

ΖΩΝΕΣ ΕΠΑΥΞΗΣΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ					
ΔΕΙΓΜΑ	Περιγραφή της κατανομής των ιζημάτων	x	σ	Sk	K
16 ZE	με δύο κορυφές	2.3360 άμμος	0.9534 μέτρια ταξινομημένη	-0.1976 αδρόκοκκη λοξότητα	0.6928 πλατύκυρτη
17 ZE	με μία κορυφή	1.9123 μέτρια άμμος	0.8559 μέση ταξινόμηση	0.07284 συμμετρική	0.9871 μεσόκυρτη
18 ZE	με μία κορυφή	-0.0225 πολύ αδρόκοκκη άμμος	0.5484 μέση - καλά ταξινομημένη	-0.0389 συμμετρική	1.0797 μεσόκυρτη
19 ZE	με μία κορυφή	-0.0347 πολύ αδρόκοκκη άμμος	0.7874 μέση ταξινόμηση	0.0741 συμμετρική	1.4539 λεπτόκυρτη
20 ZE	με δύο κορυφές	1.0012 μέτρια άμμος	0.7609 μέση ταξινόμηση	0.2895 καλή λοξότητα	0.8347 πλατύκυρτη
21 ZE	με μία κορυφή	0.1020 αδρόκοκκη άμμος	0.6851 μέση - καλά ταξινόμηση	0.0145 συμμετρική	1.0188 μεσόκυρτη
ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ					
ΔΕΙΓΜΑ	Περιγραφή της κατανομής των ιζημάτων	x	σ	Sk	K
1Λ	με δύο κορυφές	1.5185 μέτρια άμμος	0.9889 μέση ταξινόμηση	0.0234 συμμετρική	1.4491 λεπτόκυρτη
2Λ	με μία κορυφή	1.7630 μέτρια άμμος	1.1110 φτωχή ταξινόμηση	0.7260 πολύ καλή λοξότητα	2.6371 πολύ λεπτόκυρτη
3Λ	με δύο κορυφές	1.8637 μέτρια άμμος	0.7039 μέση ταξινόμηση	0.1448 καλή λοξότητα	0.8848 πλατύκυρτη
10Λ	με δύο κορυφές	0.8445 αδρόκοκκη άμμος	1.1568 φτωχή ταξινόμηση	0.2333 καλή λοξότητα	1.4062 λεπτόκυρτη
11Λ	με δύο κορυφές	2.0011 άμμος	0.7176 μέση ταξινόμηση	0.1027 καλή λοξότητα	0.7478 πλατύκυρτη

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιοχή μελέτης καλύπτει μια έκταση με περίμετρο 9Km. Αποτελεί ένα επίπεδο ακρωτήριο, μία σχεδόν επίπεδη περιοχή. Έχει αρκετά είδη γεωμορφών τα οποία μπορούν να βρεθούν σε ένα τέτοιου είδους περιβάλλον. Χωρίζεται σε τρεις ζώνες την παράκτια, την ζώνη των θινών και τη ζώνη της λιμνοθάλασσας. Η παράκτια ζώνη αποτελείται από άμμους, το ανάγλυφο της είναι χαμηλό και το υψόμετρο κυμαίνεται από 0,5m έως 1m. Οι ακτές έχουν μήκος στο βόρειο τμήμα τα 6m με 6,5m, εν αντιθέσει με το νότιο τμήμα που το μήκος της παραλίας από τη ζώνη θραύσης των κυμάτων μέχρι τις εμβρυακές θίνες είναι 15m με 16m. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων δείχνουν ένα αμμώδες παράκτιο περιβάλλον (πίνακας 8.1). Στο νότιο τμήμα του ακρωτηρίου εμφανίζονται ζώνες επαύξησης της παραλίας σχήμα 5.5 όπου και συμπεραίνεται πως το νότιο τμήμα είναι αυτό που προσφέρει περισσότερο υλικό στη συντήρηση του ακρωτηρίου. Τα αποτελέσματα των ζωνών δίνουν ως αποτέλεσμα ένα μέτρια έως καλά ταξινομημένο αμμούχο περιβάλλον, τα στοιχεία παρατίθενται στον πίνακα 8.2.

Δημιουργούνται εποχιακές μετακινήσεις του άκρου του, λόγω ανέμων και η τροφοδοσία του είναι μεγαλύτερη από τη Νότια πλευρά.

Είναι μία πρόσφατη γεωμορφή η οποία υπολογίζεται στα 12000 χρόνια με βάση την καμπύλη στάθμης της θάλασσας του Lambek. Εν αντιθέσει με την πιθανή χρονολογία της λιμνοθάλασσας που εξάγεται από την καμπύλη στάθμης του Θερμαϊκού Κόλπου (Vouvalidis et al., 2005) που υπολογίζεται στα 8000yBP.

Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται από τις ηλεκτρικές τομογραφίες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή (Κεφάλαιο 7) και με βάση το σχήμα 7.23 που δημιουργήθηκε φαίνεται ότι το περιβάλλον των θινών και της λιμνοθάλασσας βρίσκεται, κατά μέσο όρο στα -20 με -25 μέτρα.

Τα ιζηματολογικά αποτελέσματα της περιοχής φαίνονται από τα συνολικά Κεφάλαιο 8. Προκύπτει πως τα επιφανειακά ιζήματα αποτελούνται από άμμους και αμμούχες κροκάλες. Στο Παράρτημα I παρατίθενται και μεμονωμένα τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών. Όπου εκτός από το υλικό απόθεσης συμπεραίνεται και το γεγονός ότι η περιοχή μελέτης είναι μία ενεργή περιοχή στην οποία οι ιζηματογενείς δραστηριότητες πραγματοποιούνται ακόμα και σήμερα.

Εκτός από τις κλασικές γεωμορφές των θινών, δηλαδή τις πρωτογενείς κατά μήκος της νότιας παραλίας του ακρωτηρίου και σε ορισμένα σημεία στη βόρεια πλευρά της παραλίας, συναντώνται δευτερογενείς θίνες κοντά στη μύτη του ακρωτηρίου οι οποίες έχουν και το μεγαλύτερο υψόμετρο, αλλά και παραβολικές θίνες που σχηματίστηκαν από βόρειους ανέμους στο βόρειο τμήμα της παραλίας κοντά στο όριο με το καμπινγκ του ΕΟΤ. (σχήμα 6.2) Οι αναλύσεις των κοσκίνων δείχνουν καλά ταξινομημένες, συμμετρικές, μεσόκυρτες άμμους (πίνακας 8.1)

Ένα επίσης πολύ σημαντικό τμήμα αυτού του επίπεδου ακρωτηρίου είναι η λιμνοθάλασσα που υπάρχει στο εσωτερικό του. Ένας οικότοπος που φιλοξενεί πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας. Από μαρτυρίες των κατοίκων της περιοχής η είσοδος της λιμνοθάλασσας παρέμενε ανοιχτή και μέχρι πριν 40 χρόνια, σήμερα είναι κλειστή, αυτό έχει ως συμπέρασμα πως η παράκτια στερεομεταφορά στην περιοχή είναι πολύ μεγάλη. Η είσοδος βρείσκεται στο Βόρειο τμήμα του ακρωτηρίου.

Από την ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου συμπεραίνεται πως η περιοχή μελέτης περιβάλλεται από ένα υδρογραφικό δίκτυο το οποίο έχει δύο κύριους κλάδους οι οποίοι απορρέουν εκατέρωθεν του επίπεδου ακρωτηρίου. Κανένας κλάδος όμως δεν έρχεται σε επαφή με τη λιμνοθάλασσα. Λόγω του γεγονότος ότι η περιοχή έχει χαμηλό ανάγλυφο πιθανά μέρος των κατακρημνισμάτων της χειμερινής περιόδου να τροφοδοτούν τη λιμνοθάλασσα.

Το ανάπτυγμα της λιμνοθάλασσας κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων φτάνει τα 5,5 Km. Το υλικό της είναι λεπτόκοκκο ιλυούχο όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του σιφωνίου (σχήμα I.70 – I.74) και πλούσιο σε οργανικά υλικά, ως αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα βαλτώδες περιβάλλον.

Επίσης στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας λόγω της αποκοπής της από τη θάλασσα, των ήπιων ανέμων και του μικρού κυματισμού δημιουργούνται κυκλικά τμήματα τα οποία διατηρούνται καθ όλη τη διάρκεια του έτους.

Στο βόρειο τμήμα αυτού του επίπεδου ακρωτηρίου εντοπίστηκε από τις δορυφορικές εικόνες ένας σχηματισμός μέσα στη θαλάσσια περιοχή και πολύ κοντά στην παραλία, ο οποίος θεωρήθηκε ως ακτόλιθος. Ύστερα από επιτόπια έρευνα με τη βοήθεια ηχοβολιστικής συσκευής (sonar, Humminbird 797c2x) επιβεβαιώθηκε η άποψη πως στην περιοχή υπάρχουν ακτόλιθοι.

10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η έρευνα στο επίπεδο ακρωτήριο του Μύτικα της Επανομής, γέννησε νέα ερωτήματα τα οποία δεν απαντώνται σε μία εργασία μεταπτυχιακού επιπέδου. Το κείμενο αυτό είναι η αρχή για περαιτέρω έρευνα. Ο συνδυασμός πολλών γεωλογικών εφαρμογών θα διαλευκάνει ακόμα περισσότερο τον τρόπο γένεσης αυτού του ακρωτηρίου, το οποίο αποτελεί έναν οικότοπο που συγκεντρώνει φυσική ομορφιά και ένα μέρος που με σωστή διαχείριση θα μπορούσε να γίνει ένα ζωντανό σχολείο για μικρούς και μεγάλους.

Είναι ένας οικότοπος στον οποίο συγκεντρώνονται πολλά είδη πτηνών, τα οποία μελετώνται, και διάφορα είδη φυτών τα οποία δε συναντώνται σε αρκετές περιοχές. Επίσης είναι ένα μέρος όπου γεωμορφολογικές διεργασίες πραγματοποιούνται ακόμα και σήμερα, και είναι ορατές στον μελετητή.

Οι γεωλογικές μελέτες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην περιοχή είναι οι εξής ακόλουθες:

Με τη βοήθεια των ηλεκτρικών τομογραφιών που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μπορούν να γίνουν πυρηνοληψίες και από τα ασπόνδυλα που θα βρεθούν να γίνει ραδιοχρονολόγηση ώστε να επιβεβαιωθεί η ηλικία της λιμνοθάλασσας και να γίνει μία επανερμηνεία των ηλεκτρικών τομογραφιών με βάση τα νέα δεδομένα.

Με μια δεύτερη δειγματοληψία ιζημάτων από την περιοχή και με κατάλληλη επεξεργασία των ιζημάτων μπορεί να ορισθεί η ορυκτολογική τους σύσταση από αναλύσεις με XRD και XRF.

Εν συνεχεία μία εκτενέστερη βυθοσκόπηση της βόρειας πλευράς και της νότιας θα βοηθήσει στην περαιτέρω μελέτη των ακτολίθων και του τρόπου γένεσης τους, πόσο εκτείνονται μέσα στη χέρσο και πιο είναι το μήκος τους.

Με τη δημιουργία μίας διαχειριστικής αρχής θα μπορούσε να σταματήσει η ανεξέλεγκτη είσοδος οχημάτων στην περιοχή, η ρήψη σκουπιδιών από λουόμενους και ψαράδες και να γίνει ένας χώρος αναψυχής και προστασίας της βιοποικιλότητας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albanakis, K.S., 1985. PhD. «Monitoring of suspended sediment concentration using optical methods and remote sensing». University of Nottingham. p.28
- Aldermann, A.R., Skinner, H. and Catherine, W. 1957. Dolomite sedimentation in the south – east of South Australia. *American Journal of Science*. p. 562 -567.
- Brattström H., 1992. *Marine biological investigations in the Bahamas*. Littoral zonation at three Bahamian beachrock localities. *Sarsia* 77, 81–109.
- Bricker O.P., 1971. Introduction: beachrock and intertidal cement. In: Bricker, O.P. (ed.), *Carbonate Cements*. Johns Hopkins Press, Baltimore, pp. 1–13.
- Bird, E.C.F. 1978. *The Geomorphology of the Gippsland Lakes Region*. Ministry for Conservation, Victoria, Publication 186.
- Bird, E.C.F., 1978b. The nature and asource of beach materials on the Australian coast. *Australian National University Press*, Canberra, p 144 -157
- Bird, E.C.F., 1983. Shoreline changes in the Gippsland Lakes, 1957 to 1983. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*. p. 227 – 235
- Bird, E.C.F., 1993b. Physical setting and geomorphology of coastal lagoons. In : B. Kjerfve Coastal lagoon Processes. Elsevier, Amsterdam, p 9 - 39
- Bird, E.C.F. and Schwartz, M.L., 2000, *Shore platforms at Cape Flattery, Wahington*. *Washington Geology*, p. 21 -26
- Cooper, J.A.G. 1994. *Lagoons and microtidal coasts*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 219 – 265.
- Copeland, B.J. 1967. *Environmental characteristics of hypersaline lagoons*. *Publications of the Institute for Marine Science*. University of Texas. p. 207 – 218
- Davidson-Arnott, R.G.D, 2010. «Introduction to Coastal Processes and Geomorphology». Cambridge University Press. p. 228, 281
- Davies, P.J., 1983, Reef Growth. In : D.J. Barnes *Perspectives on Coral Reefs*. Manuka, Clouston. p. 69 – 106.
- Edwards L.S. 1977. A modified pseudosection for resistivity and IP. *Geophysics*, 42, 1020-1036
- Fisher, R.L. 1955. Cuspate spits of St. Lawrence Island, Alaska. *Journal Of Geology*. vol 63. p. 133 – 142.
- Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company Austrin Texas.p. 1 -4
- Gilbert, G.K., 1890. *Lake Bonneville*. «U.S. Geological Survey Monograph». Vol. 1. p. 438.
- Ginsburg R.N., 1953. Beach rock in South Florida. *Journal of Sedimentary Petrology* 23, 85–92.
- Griffiths D., Turnbull, J., and Olyianka A. (1990). 2-dimentional resistivity mapping with a computer controlled array. *First Break*, 8, 121-129.
- Hesp, P.A., 1983. *Morphodynamics of incipient foredunes New South Wales, Australia*. In Brookfield, M.E. and Ahlbrandt, T.S. *Eolian Sediments and Processes*. Amsterdam, Elsevier. P.325 - 342
- Kelletat D., 2006. Beachrock as sea-level indicator? Remarks from a geomorphological point of view. *Journal of Coastal Research* 22 (6), 1555–1564
- Kjerfve, B., 1986. *Comparative oceanography of coastal lagoons*. In *Estuarine Variability*. Academic Press, 63 – 81.
- Kjerfve, B., Knoppers,B., Moreira, p. and Turcq, b., 1990: *Hydrological regimes in Lagoa de Guarapina, a shallow Brazilian coastal lagoon*. *Acta Limnologica Brasiliensia*. vol. III. p. 931 - 949
- Kjerfve, B. and Knoppers,B., 1991. Tidal choking in a coastal lagoon. p. 169 – 179.
- Makrykosta E., Vousdoukas M.I., Velegrakis A.F., Koutsoubas D., 2006. *Structure*

- and dynamics of benthic communities on the upper beachrock occurrences' surface in Vatera Bay (Lesvos Island, Greece) (in Greek, with English Abstract) Ecology and Biodiversity Preservation Conference, Ioannina, Greece.
- Milliman J.D., 1974. *Marine Carbonates*. Springer-Verlag, Berlin. 375 pp.
- More, N.H. and Slinn, D.J. 1984. The physical hydrology of a lagoon system on the Pacific coast of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. p. 413 – 426
- Neumeier U., 1998. *Le rôle de l' activité microbienne dans la cimentation précoce des beachrocks (sédiments intertidaux)*. PhD Thesis 1994, University of Geneva. 183 pp.
- Nichols, M.M. (1989) Sediment accumulation rates and sea-level rise in lagoons, *Marine Geology* 88, 201–219.
- Ollerhead, J., 1993. PhD Thesis, «The evolution of Buctouche Spit, New Brunswick, Canada.» University of Guelph. p. 156
- Pye, K., 1983. Coastal dunes. «*Progress in Physical Geography*». p. 531 – 597
- Rey D., Rubio B., Bernabeu A.M., Vilas F., 2004. Formation, exposure, and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain). *Sedimentary Geology* 169 (1–2), 93–105.
- Russell R.J., 1959. Caribbean beach rock observation. *Zeitschrift für Geomorphologie* 3, 227–236.
- Russell R.J., 1963. Beach rock. *Journal of Tropical Geography* 17, 24–27.
- Tsourlos P. and Ogilvy R. (1998). An algorithm for the 3-D Inversion of Tomographic Resistivity and Induced Polarisation data: Preliminary Results. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 2, 30-45.
- Tsourlos P., Szymanski J. and Tsokas G. (1999). The Effect of Terrain Topography on Commonly Used Resistivity Arrays. *Geophysics*, 64, 1357-1363.
- Vieira M.M., Ros L.F.d., 2006. Cimentation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. *Sedimentary Geology* 192 (3–4), 207–230.
- Vousdoukas M.I., Velegrakis A.F., Plomaritis T.A., 2007. Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. *Earth-Science Reviews* 85 (1-2), 23-46.
- Vouvalidis, K.G., Syrides, G.E. and Albanakis, K.S., 2005. Holocene morphology of the Thessaloniki Bay: Impact of sea level rise. *Z. Geomorphology N.F.* Vol. 137. p. 147 – 158.
- Zenkovich, V.P., 1967. «Processes of Coastal Development» Oliver and Boyd, Edinburgh. p. 738
-
- Αλεξιάδη, Κ.Α., 1972. Φυσική και Χημική Ανάλυσις του Εδάφους. Θεσσαλονίκη. Σελ. 129
- Ασάρας, Θ., Βουβαλίδης, Κ., Οικονομίδης, Α., 2004. Διδακτικές Σημειώσεις «Ψηφιακή Χαρτογραφία Και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.)». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο. Σελ. 52.
- Ελευθεριάσης, Γ., 1977. Διδακτορική Διατριβή. «Συμβολή εις την μελέτην των ηφαιστειογενών πετρωμάτων της Νοτίου Αλμωπίας». Θεσσαλονίκη Μουντράκης, Α., 1985. «Γεωλογία της Ελλάδας», University Studio Press. Σελ. 50, 62.
- Παζαράς, Θ., 1993. «Επανομή». Εταιρεία Μακεδονικών Σπουδών, Μακεδονική Βιβλιοθήκη, ΑΡ. 79. Σελ. 212.
- Παπαζάχος, Β., 1985. «Εισαγωγή στη γεωφυσική», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Συρίδης, Ε.Γ., 1990. Διδακτορική Διατριβή «Λιθοστρωματογραφική Βιοστρωματογραφική και Παλαιοστρωματογραφική Μελέτη Των Νεογενών – Τεταρτογενών Ιζηματογενών Σχηματισμών Της Χερσονήσου Χαλκιδικής». Θεσσαλονίκη. Σελ. 317.
- Τσακνάκης, Α., 1969. «Χρονικά της Χαλκιδικής» Τεύχος 17 – 18. Περιοδική Έκδοσης

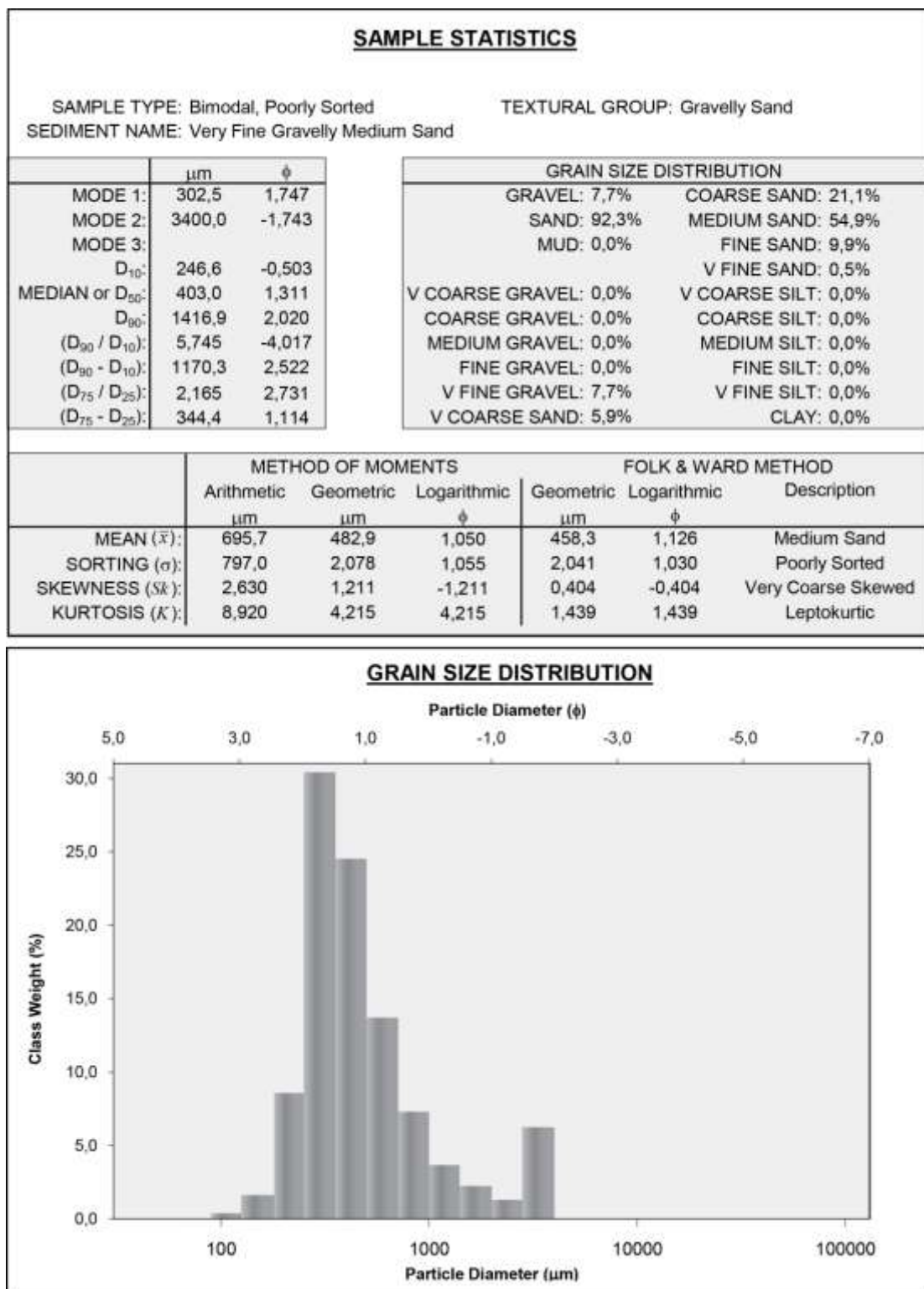
- Ιστορικής – Λαογραφικής Εταιρείας Χαλκιδικής. Σελ. 208.*
- Ψιλοβίκος, Α., 1985. «Στοιχεία Εφαρμοσμένης Ιζηματολογίας». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Σελ.75.*
- Ψωμιάδης, Δ.Δ., 2011. Παλαιοπεριβαλλοντικές και ιζηματολογικές συνθήκες σχηματισμού των ακτόλιθων (ψηφιδοπαγών αιγιαλών) του Βορειο-Αιγαιακού χώρου. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σελ. 5 -10*

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

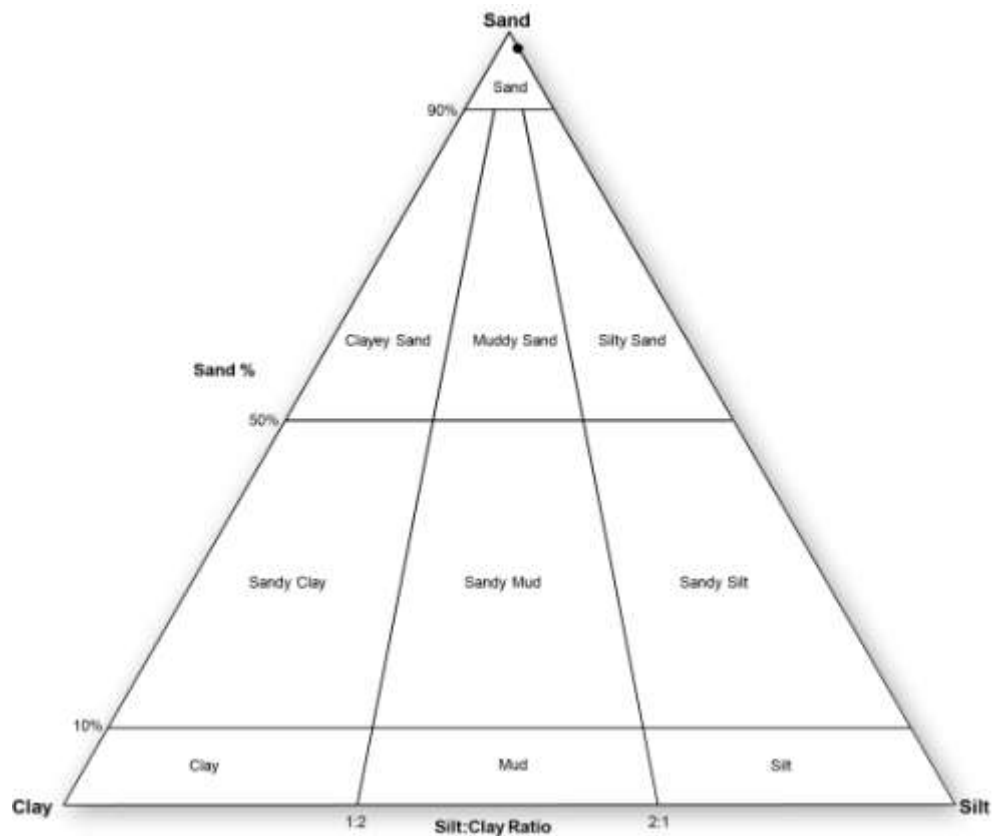
- URL1:**<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BA%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF>
- URL2:** <http://www.geoservice.gr/geophysical/electrical%20tomography.htm>
- URL3:** <http://www.google.com/earth/index.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Αναλυτικά αποτελέσματα με τη μέθοδο των κοσκίων από την παραλία



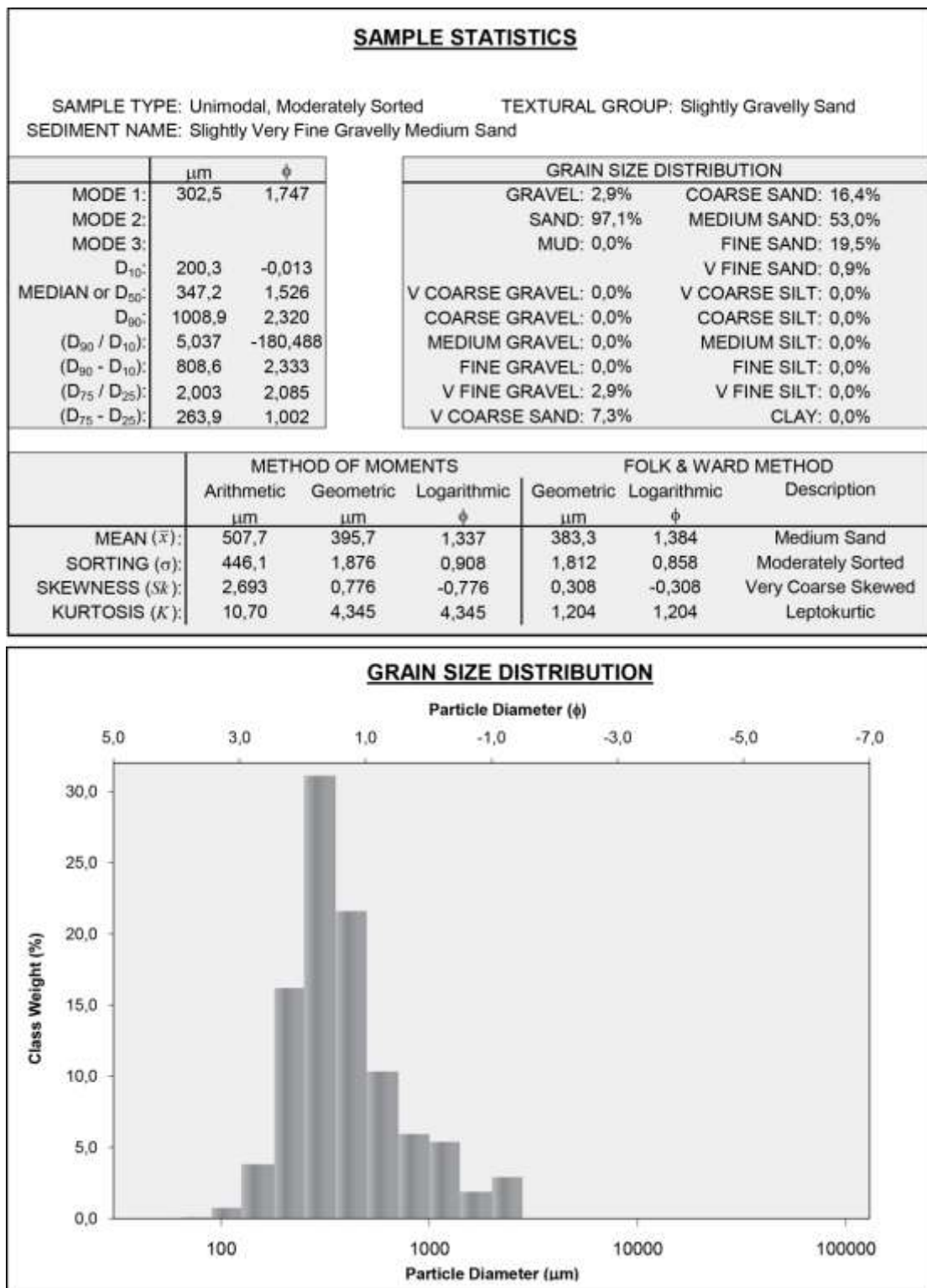
Σχήμα Ι.1: δείγμα 1Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



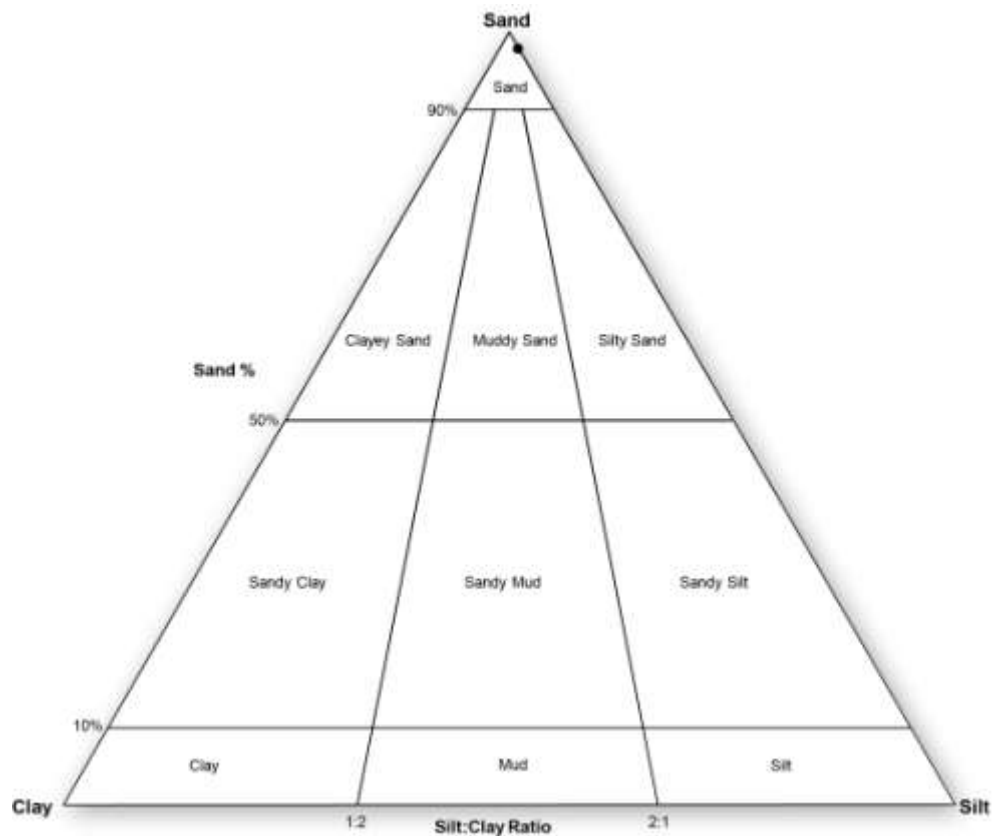
Σχήμα Ι.2: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 1Π είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.3: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 1Π είναι χαλικώδης άμμος



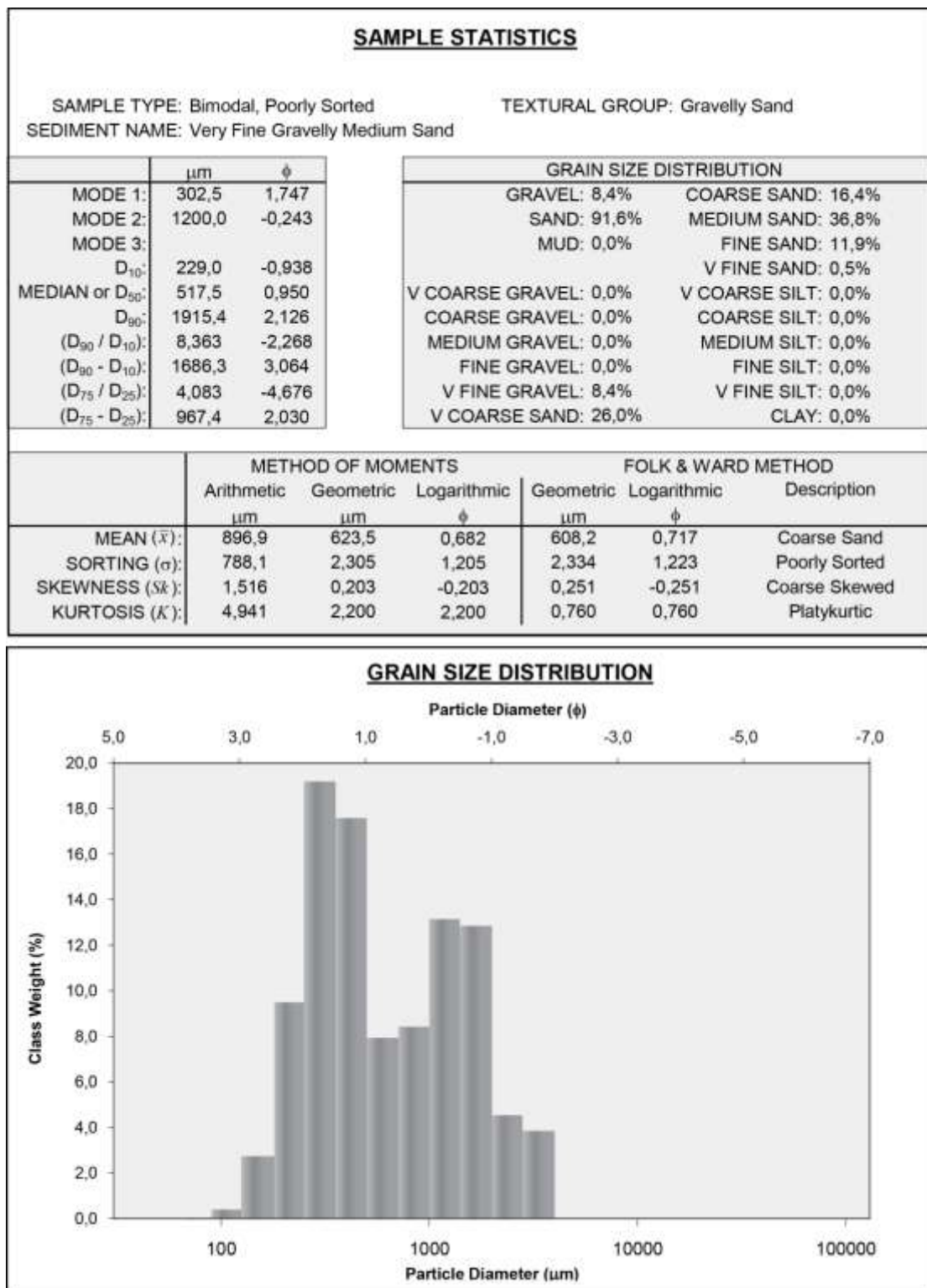
Σχήμα Ι.4 δείγμα 2Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



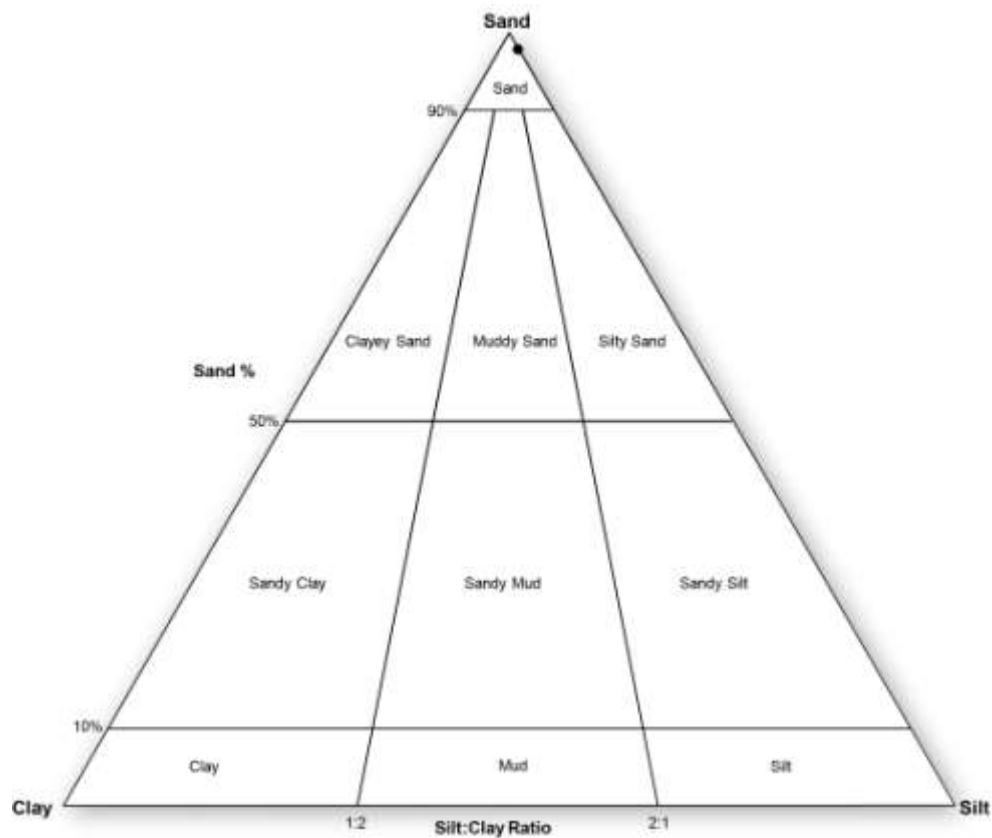
Σχήμα 1.5: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 2Π είναι αμμούχο



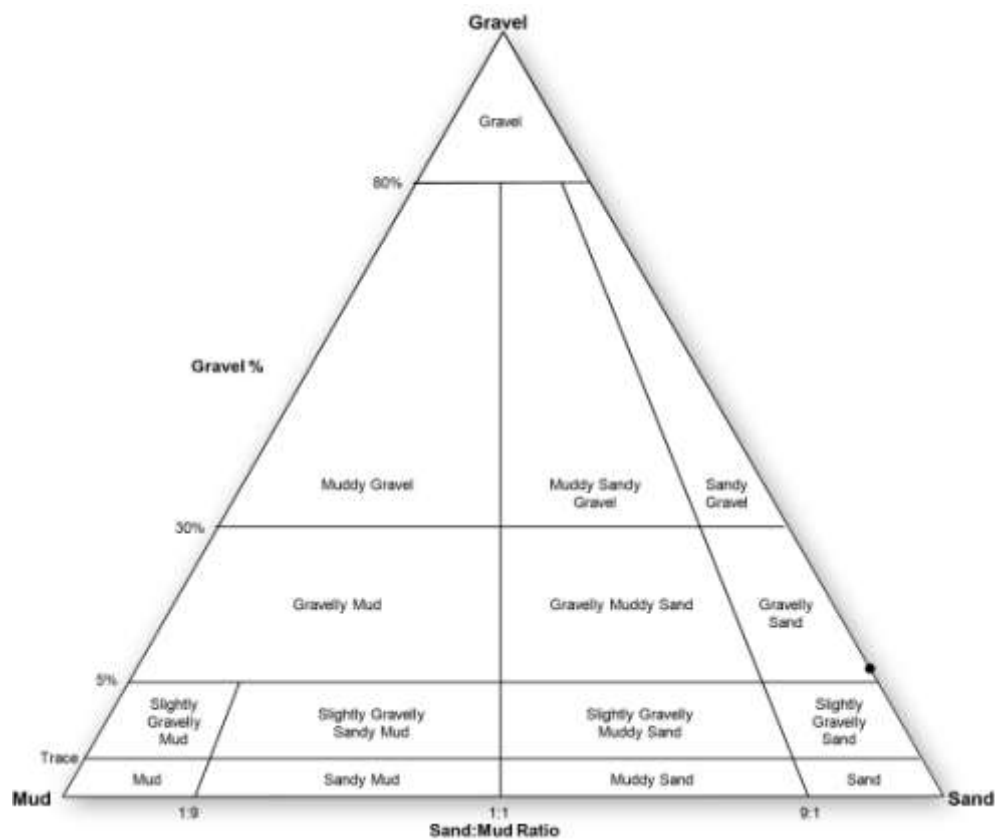
Σχήμα 1.6: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 2Π είναι ελαφρός χαλικώδης άμμος



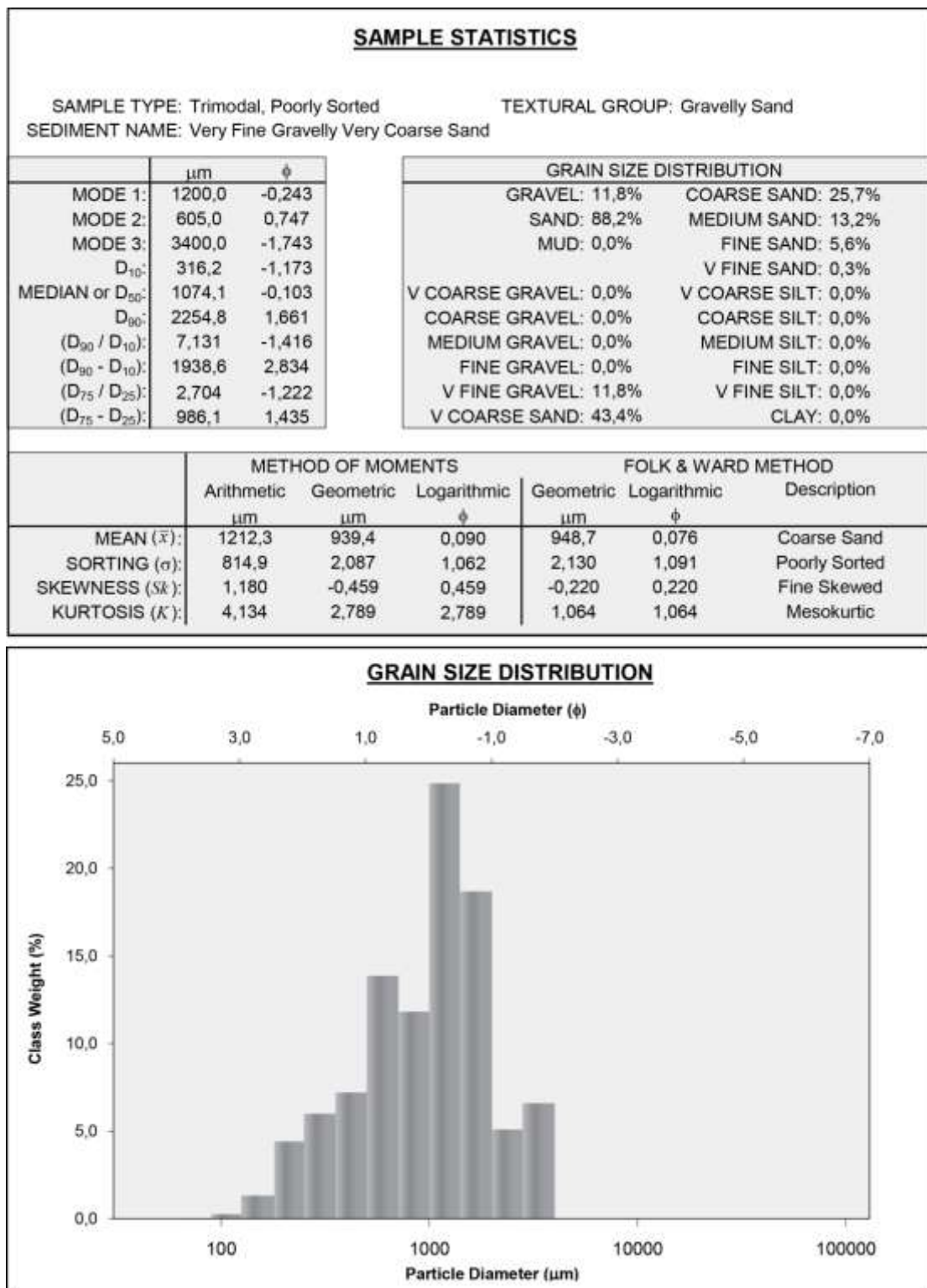
Σχήμα Ι.7: δείγμα 3Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



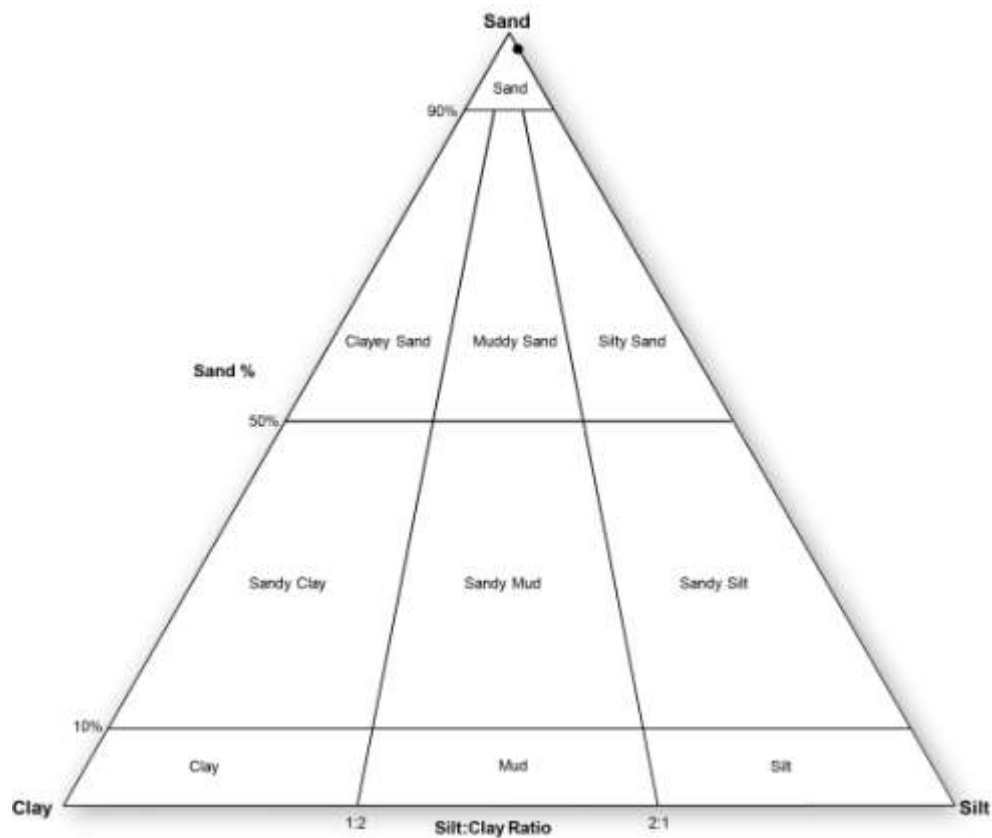
Σχήμα 1.8: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 3Π είναι αμμούχο



Σχήμα 1.9: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 3Π είναι χαλικώδης άμμος



Σχήμα Ι.10: δείγματ 4Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



Σχήμα Ι.11: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 4Π είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.12: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 4Π είναι χαλικώδης άμμος

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Sorted

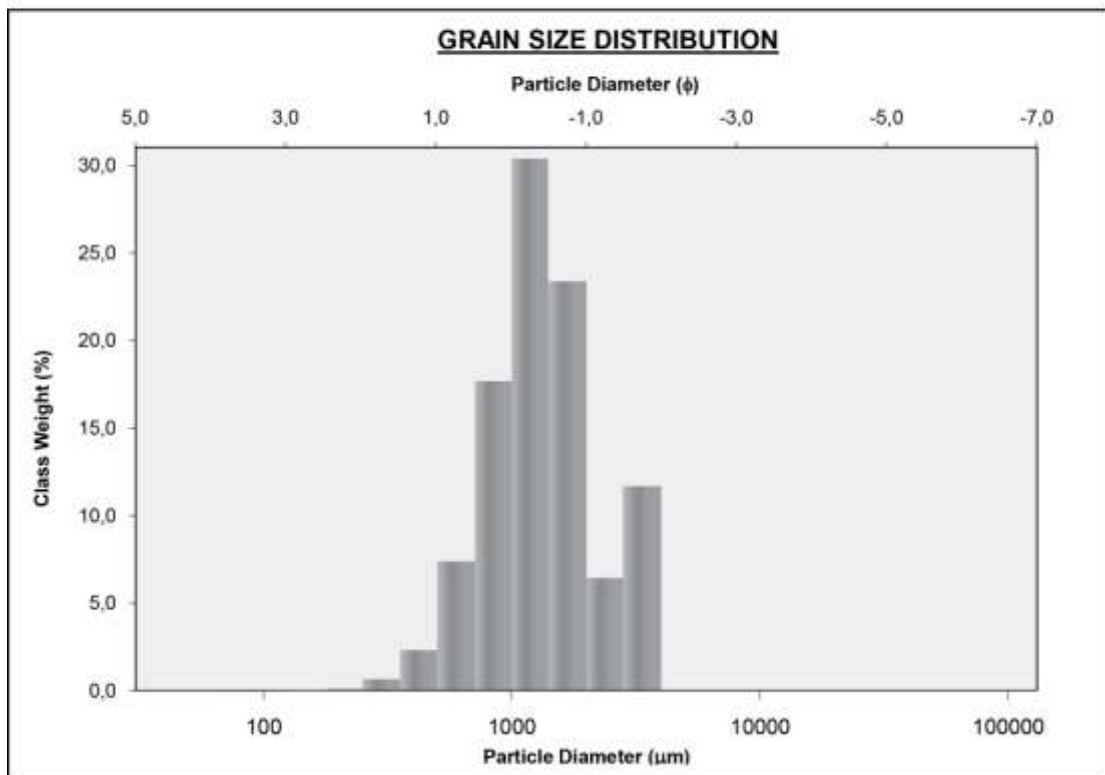
TEXTURAL GROUP: Gravelly Sand

SEDIMENT NAME: Very Fine Gravelly Very Coarse Sand

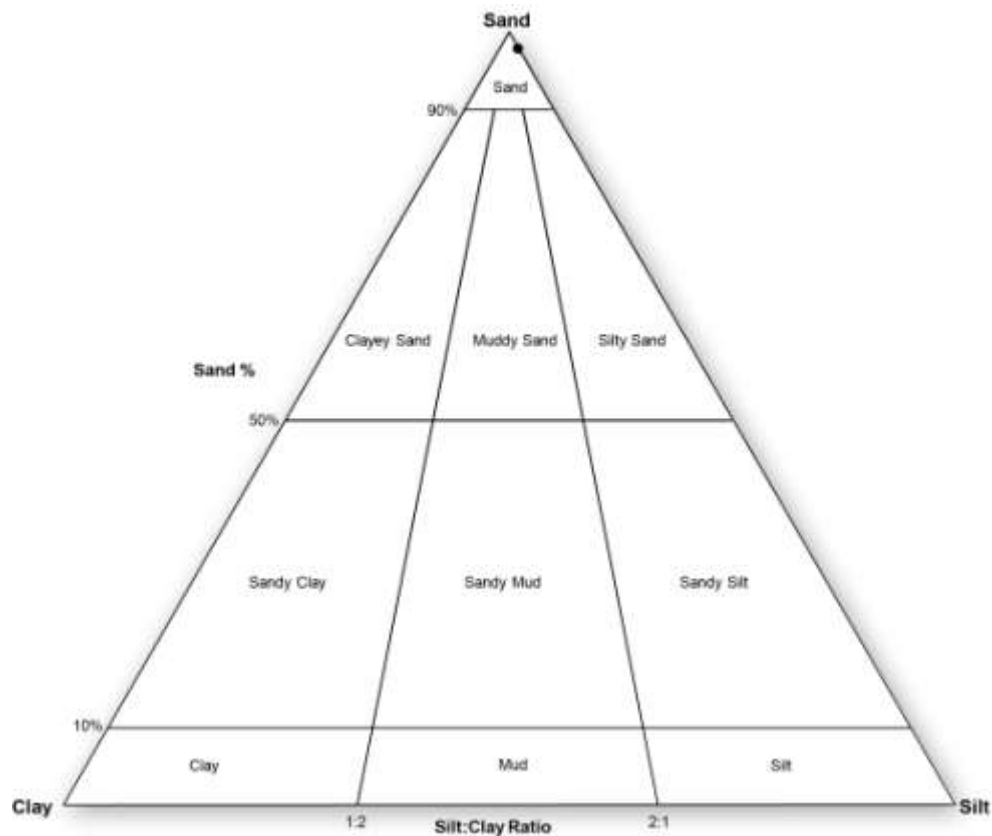
	μm	ϕ
MODE 1:	1200,0	-0,243
MODE 2:	3400,0	-1,743
MODE 3:		
D_{10} :	684,5	-1,572
MEDIAN or D_{50} :	1282,3	-0,359
D_{90} :	2972,9	0,547
(D_{90} / D_{10}) :	4,343	-0,348
$(D_{90} - D_{10})$:	2288,4	2,119
(D_{75} / D_{25}) :	1,929	-0,107
$(D_{75} - D_{25})$:	871,9	0,948

GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
GRAVEL: 18,3%	COARSE SAND: 25,0%
SAND: 81,7%	MEDIUM SAND: 3,0%
MUD: 0,0%	FINE SAND: 0,2%
	V FINE SAND: 0,0%
V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%
COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
V FINE GRAVEL: 18,3%	V FINE SILT: 0,0%
V COARSE SAND: 53,5%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	1528,0	1309,3	-0,389	1316,3	-0,396	Very Coarse Sand
SORTING (σ):	833,2	1,711	0,775	1,724	0,785	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,138	-0,341	0,341	0,072	-0,072	Symmetrical
KURTOSIS (K):	3,456	5,446	5,446	1,154	1,154	Leptokurtic



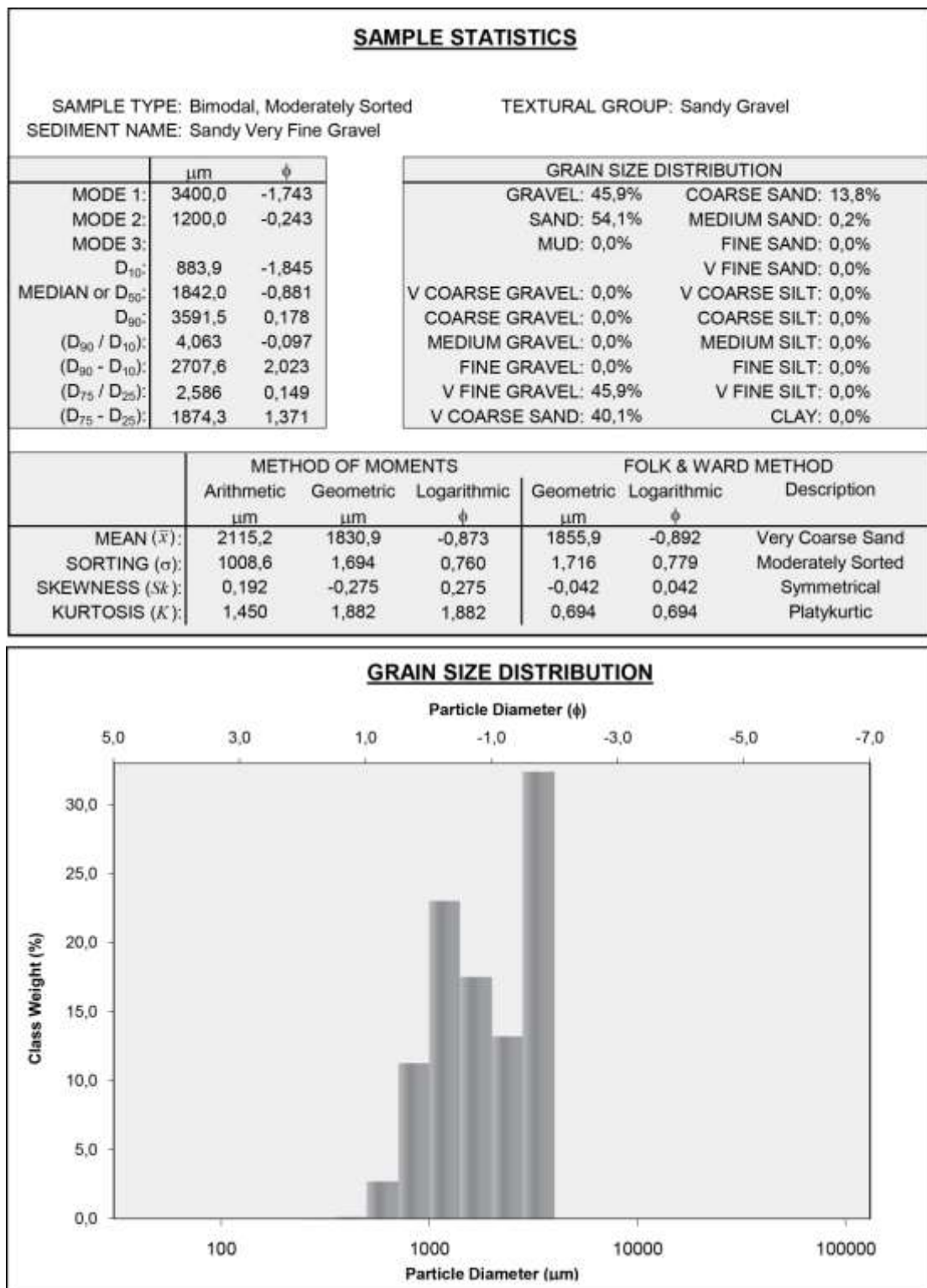
Σχήμα Ι.13: δείγματος 5Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



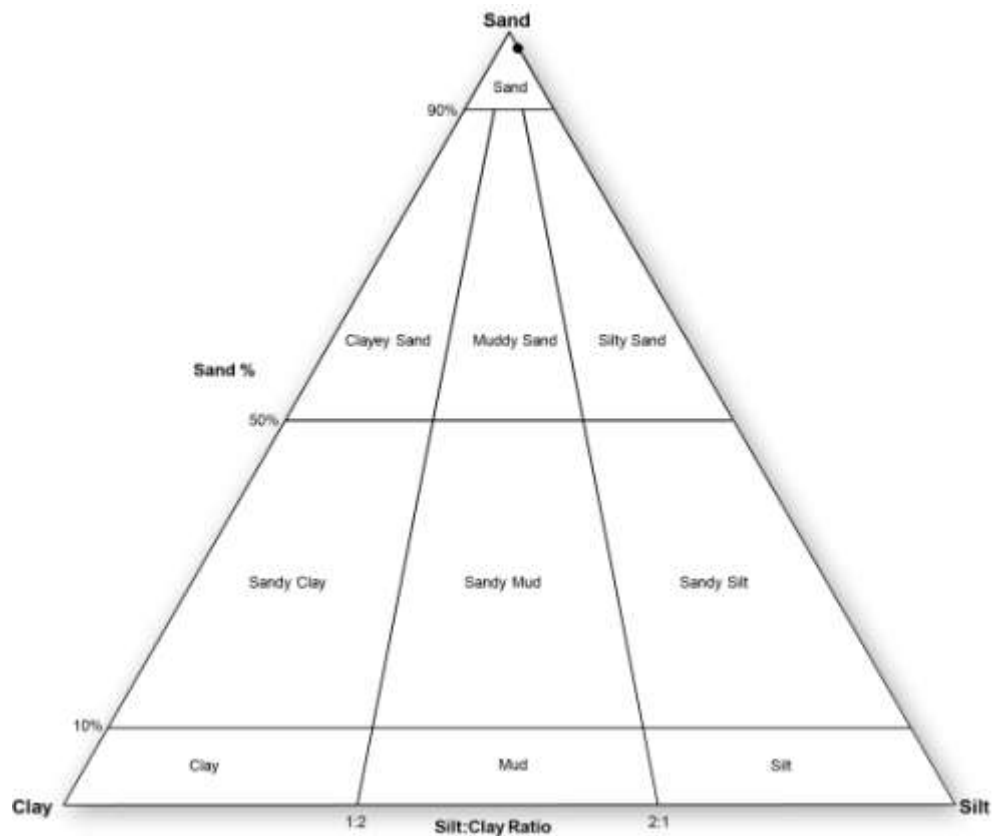
Σχήμα Ι.14: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 5Π είναι αμμούχο



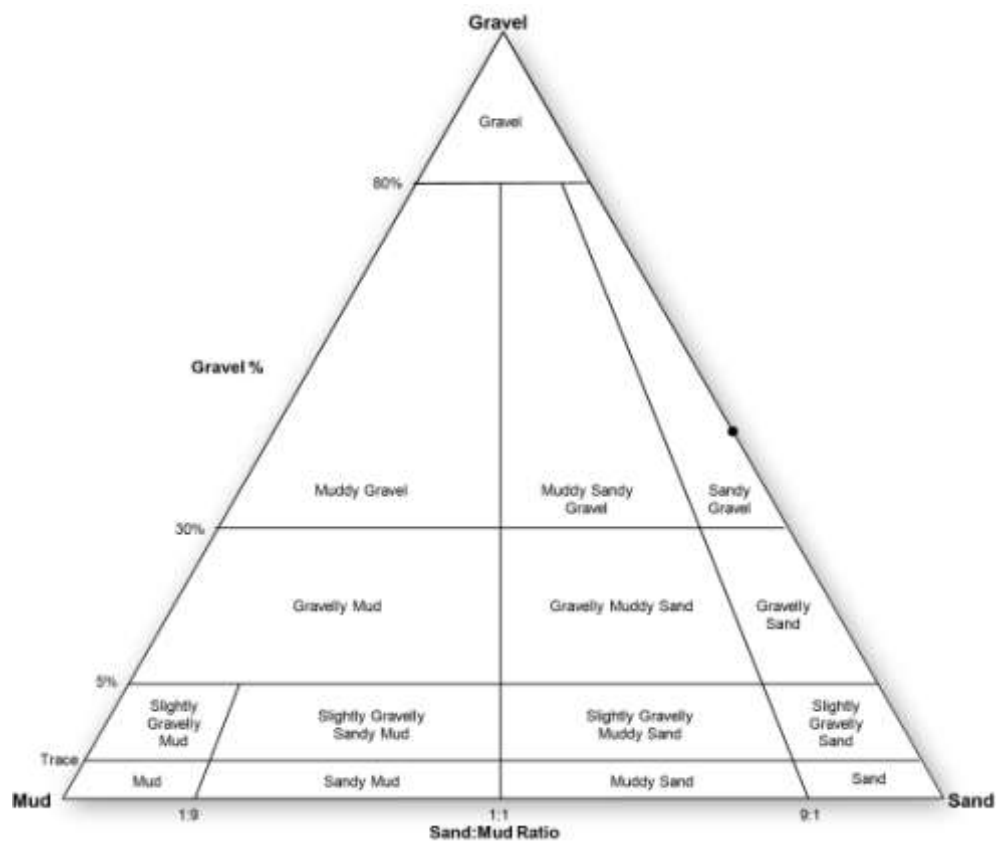
Σχήμα Ι.15: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 5Π είναι χαλικώδης άμμος



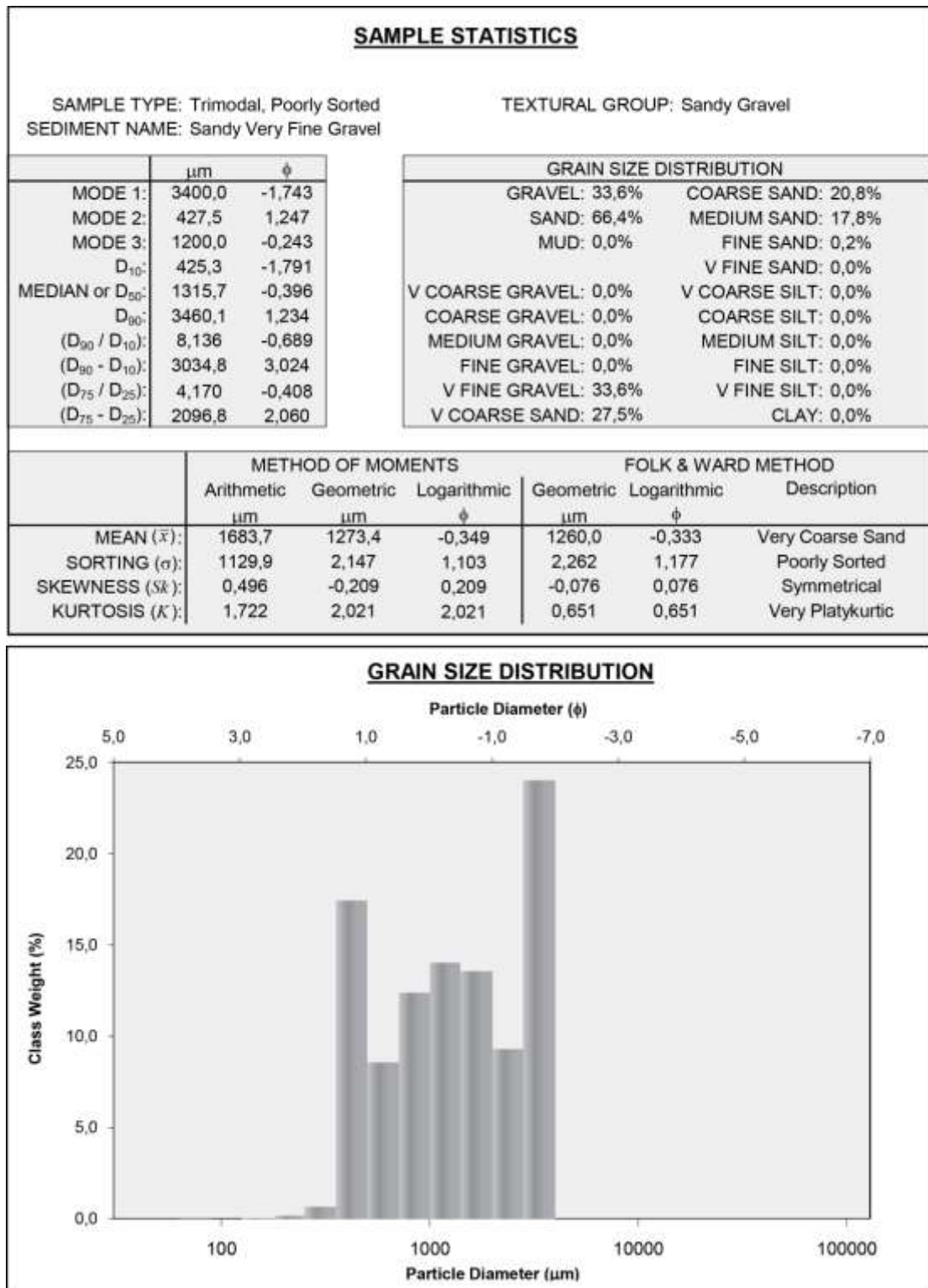
Σχήμα Ι.16: δείγμα 6Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



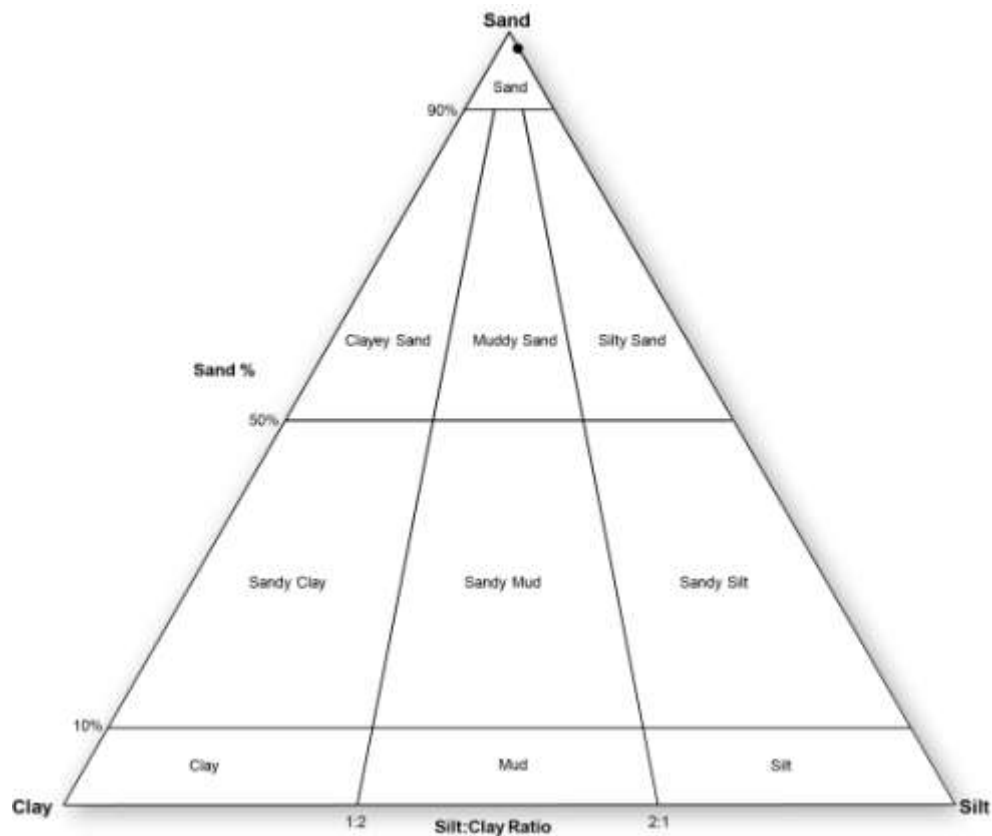
Σχήμα Ι.17: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 6Π είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.18: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 6Π είναι αμμούχος χάλικας



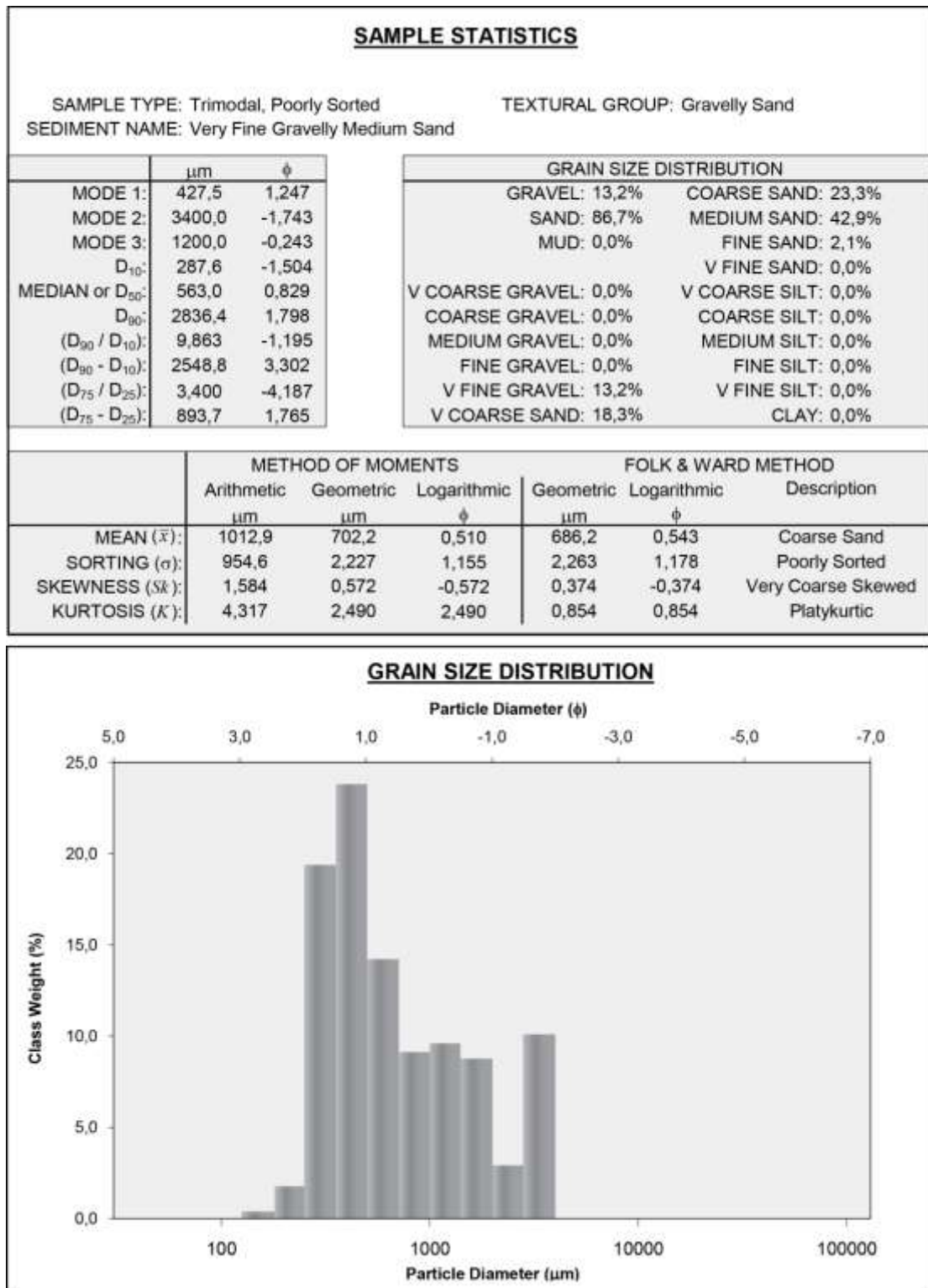
Σχήμα Ι.19: δείγμα 7Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



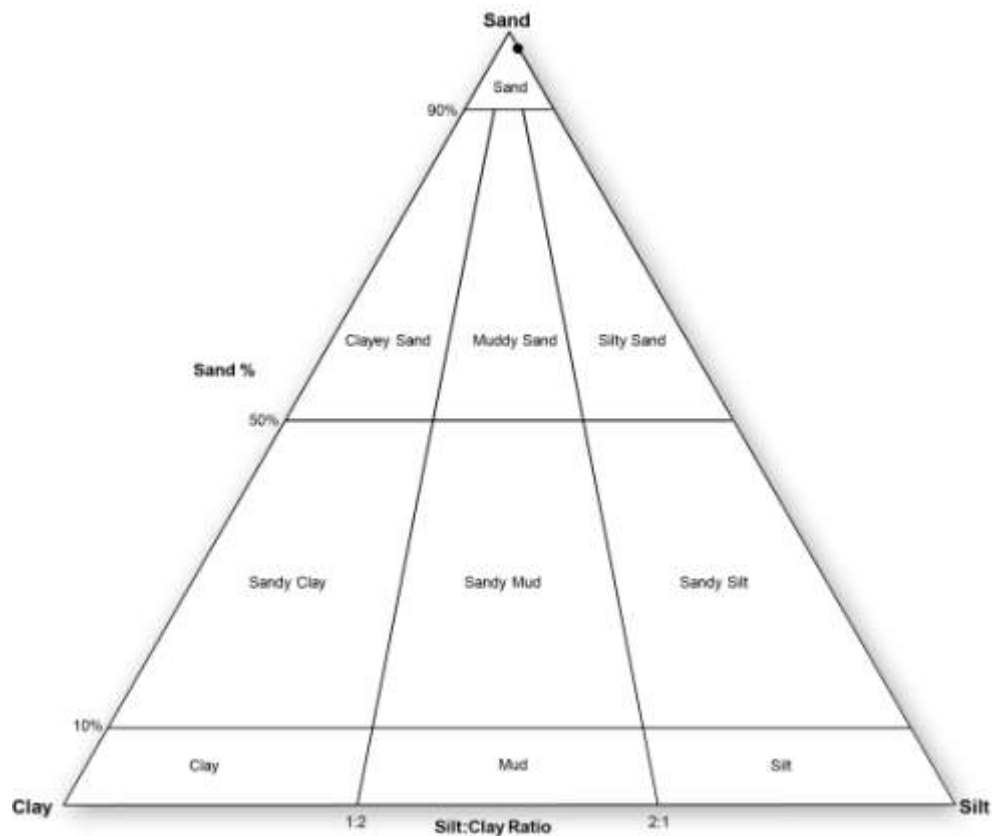
Σχήμα Ι.20: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 7Π είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.21: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 7Π είναι αμμούχος χάλικας



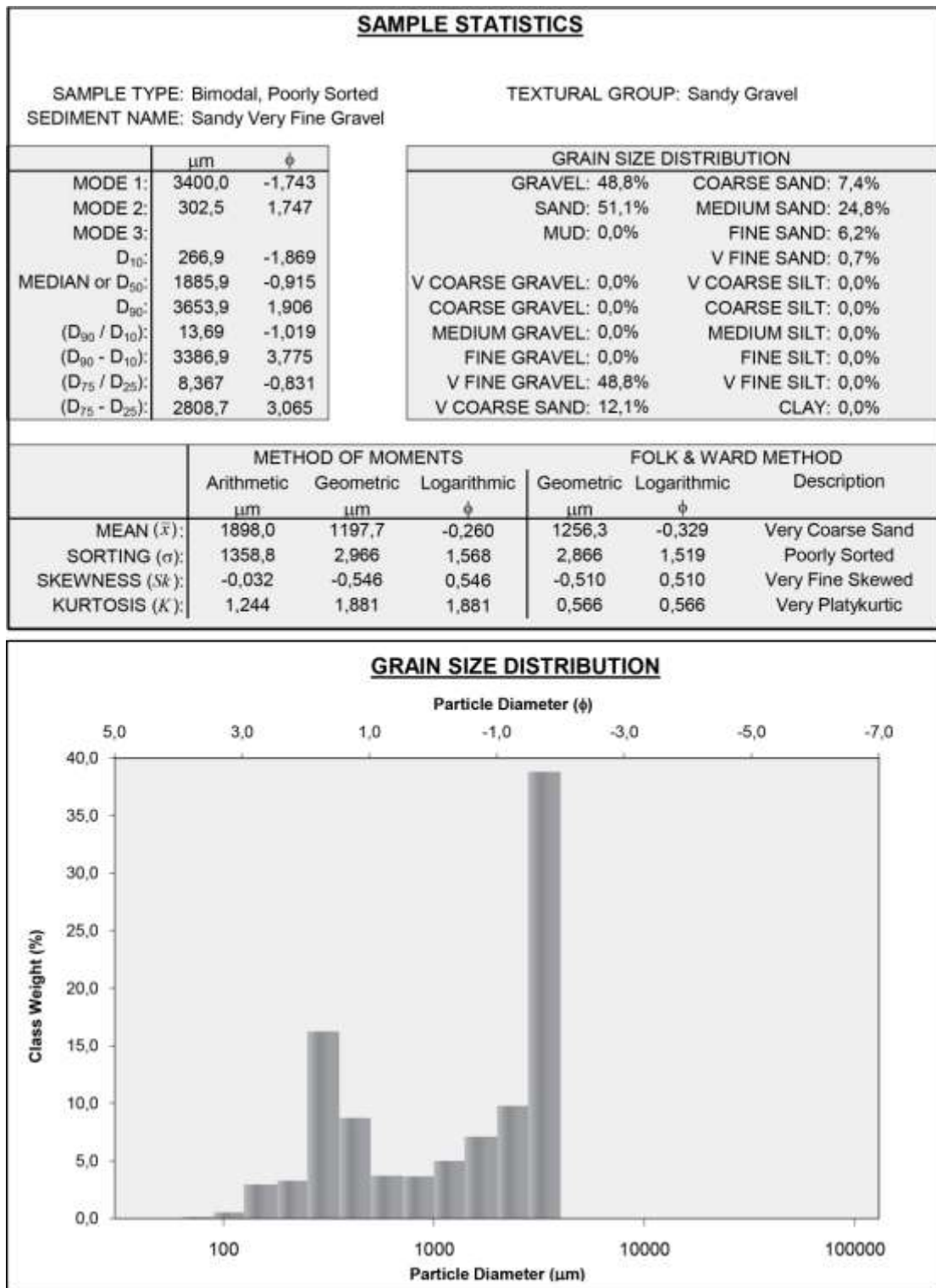
Σχήμα Ι.22: δείγμα 8Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



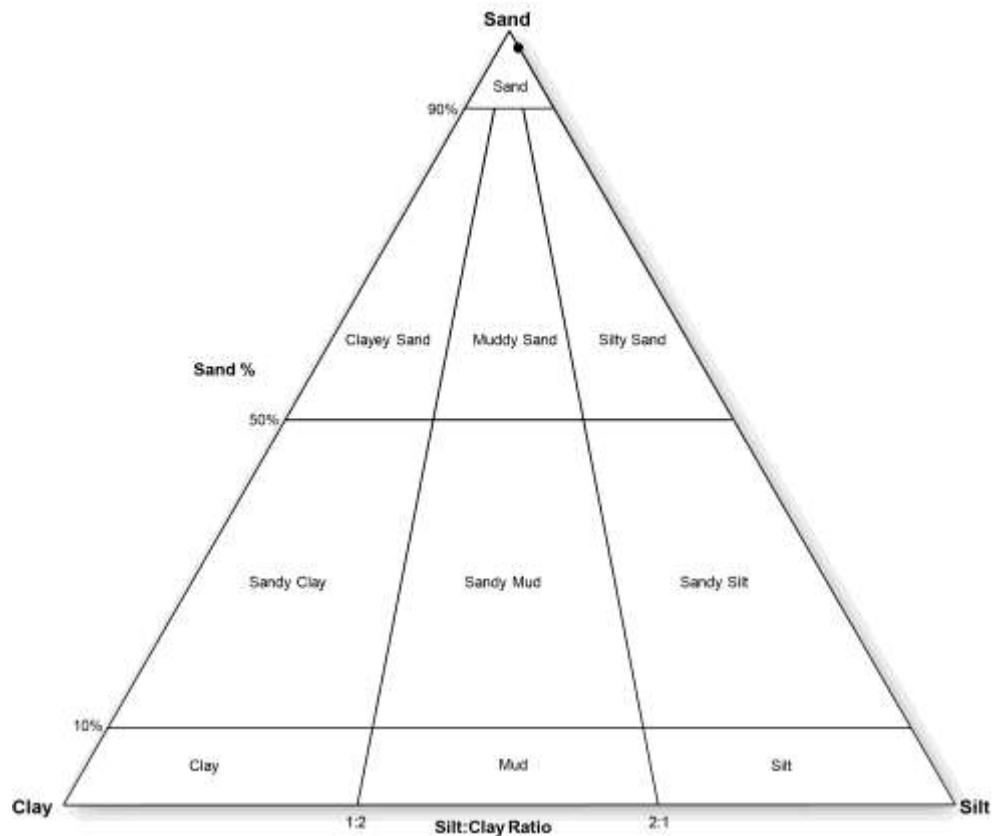
Σχήμα 1.23: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 8Π είναι αμμούχο



Σχήμα 1.24: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 8Π είναι χαλικώδης άμμος



Σχήμα Ι.25: δείγμα 9Π του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος

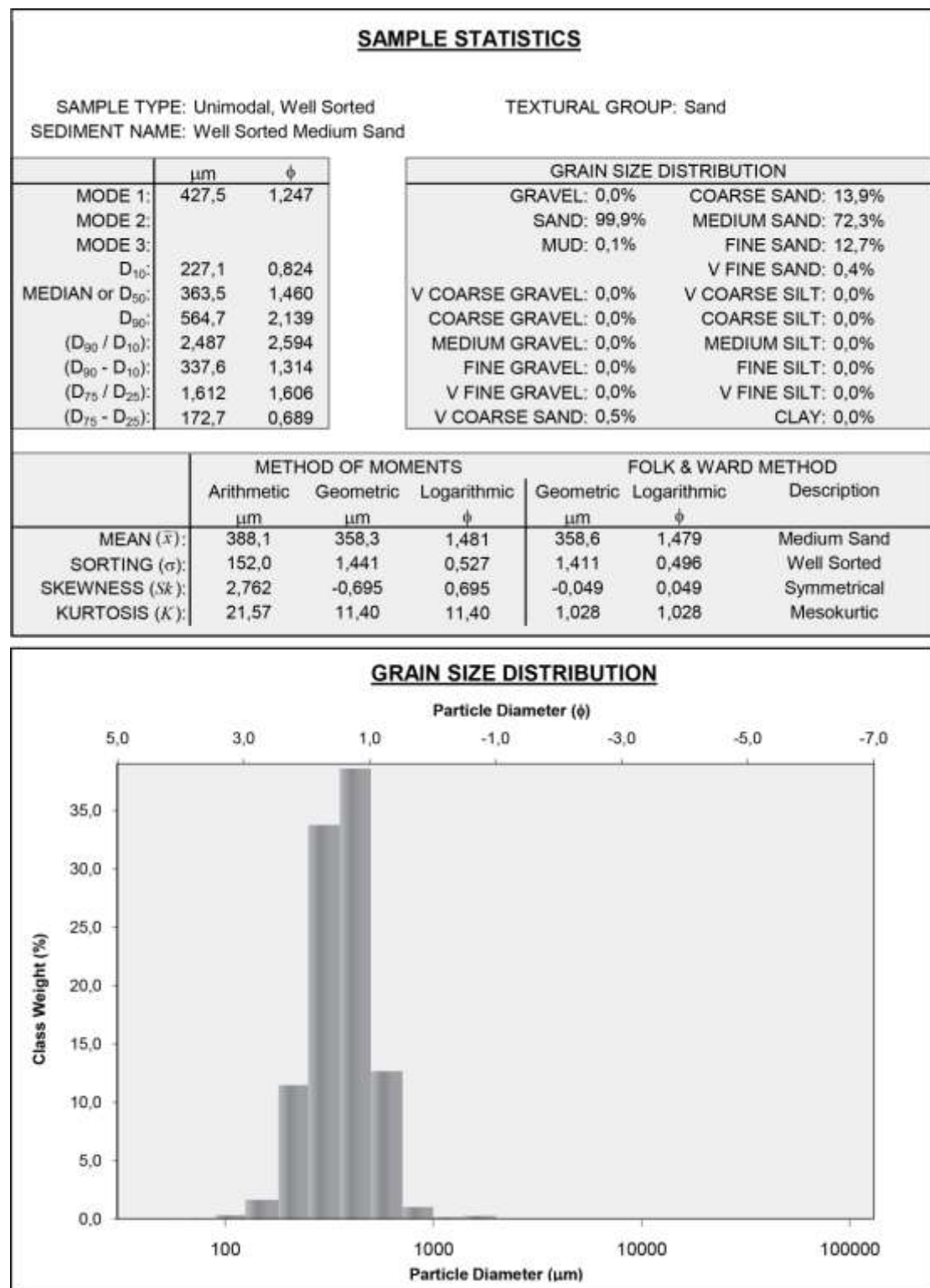


Σχήμα 1.26: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 9Π είναι αμμούχο

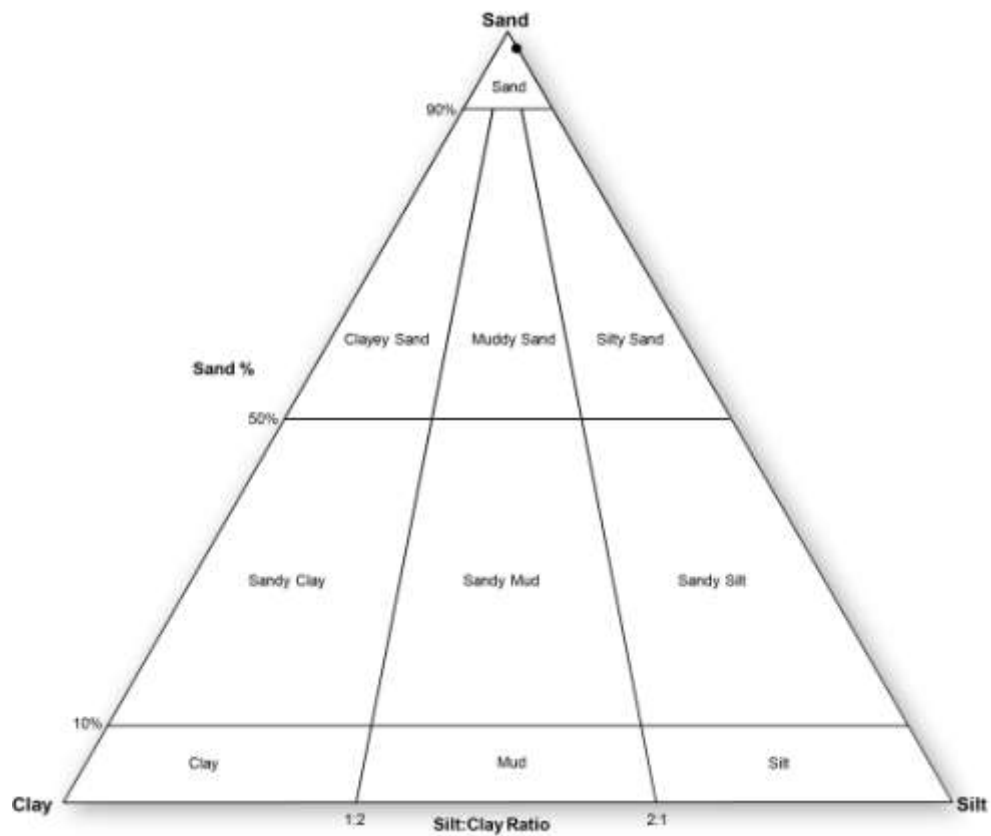


Σχήμα 1.27: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 9Π είναι αμμούχα χαλίκια

Αναλυτικά αποτελέσματα με τη μέθοδο των κοσκίων από τις θίνες.



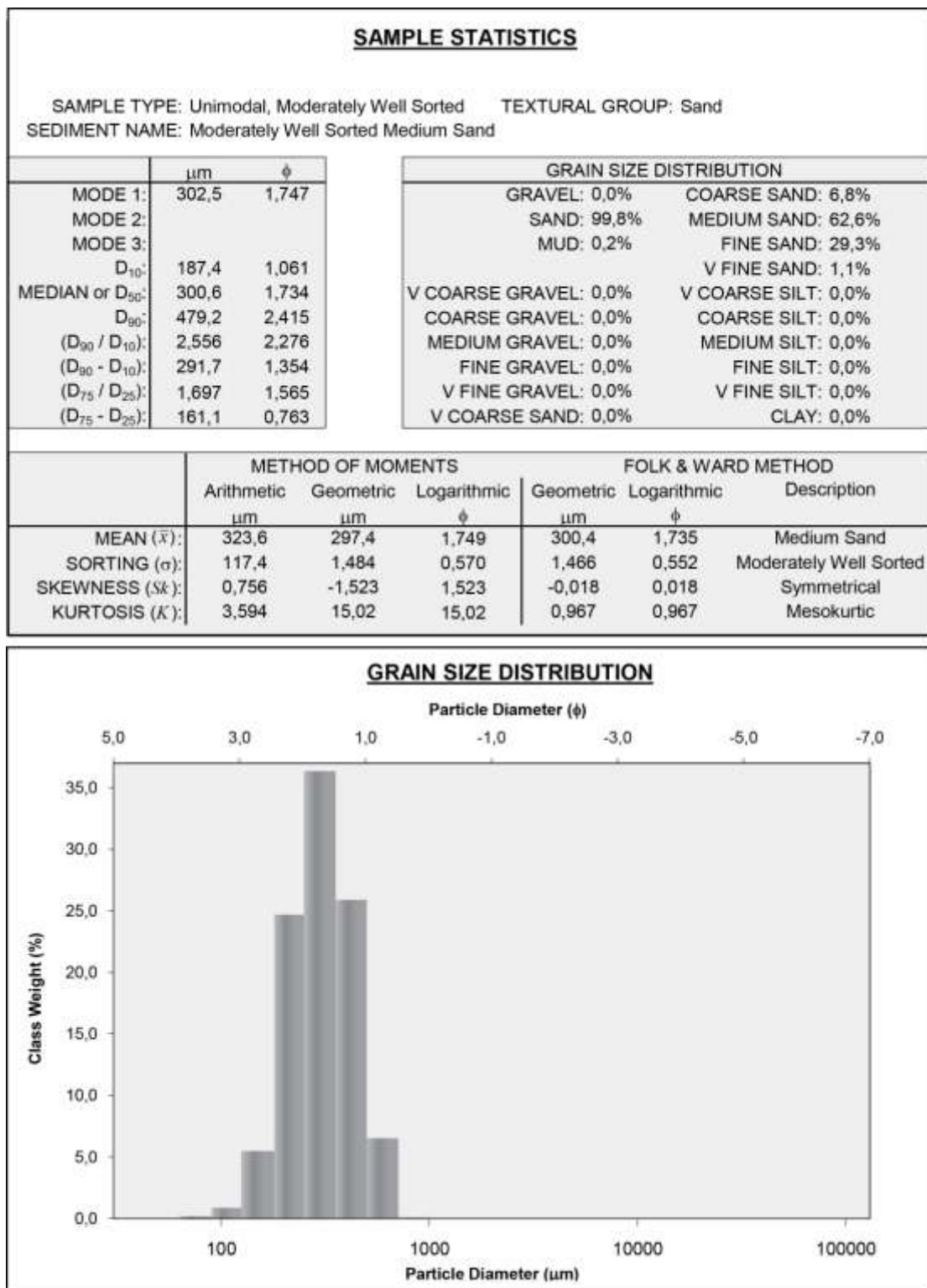
Σχήμα 1.28: δείγμα 1Θ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



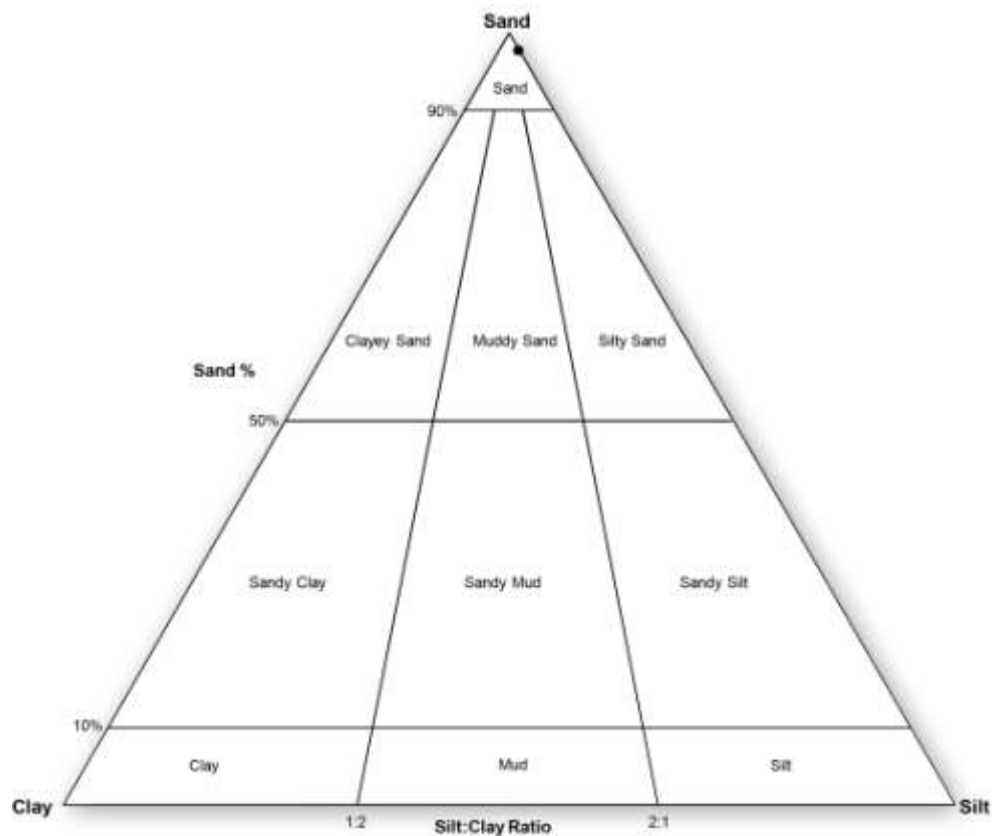
Σχήμα Ι.29: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 1Θ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.30: χαλικίων, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 1Θ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.31: δείγμα 20 του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



Σχήμα Ι.32: άμμου, αργίλου, ιλός όπου το δείγμα 2Θ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.33: χαλικιών, ιλός, άμμου όπου το δείγμα 2Θ είναι αμμούχο

SAMPLE STATISTICS

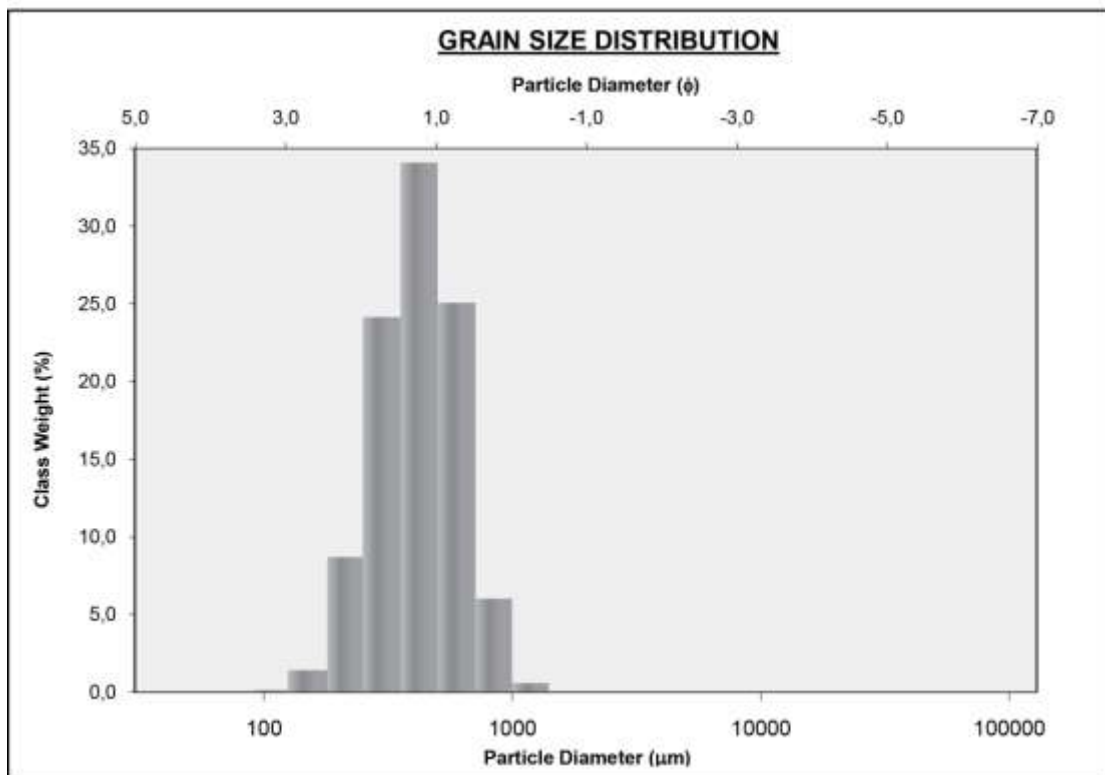
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Medium Sand

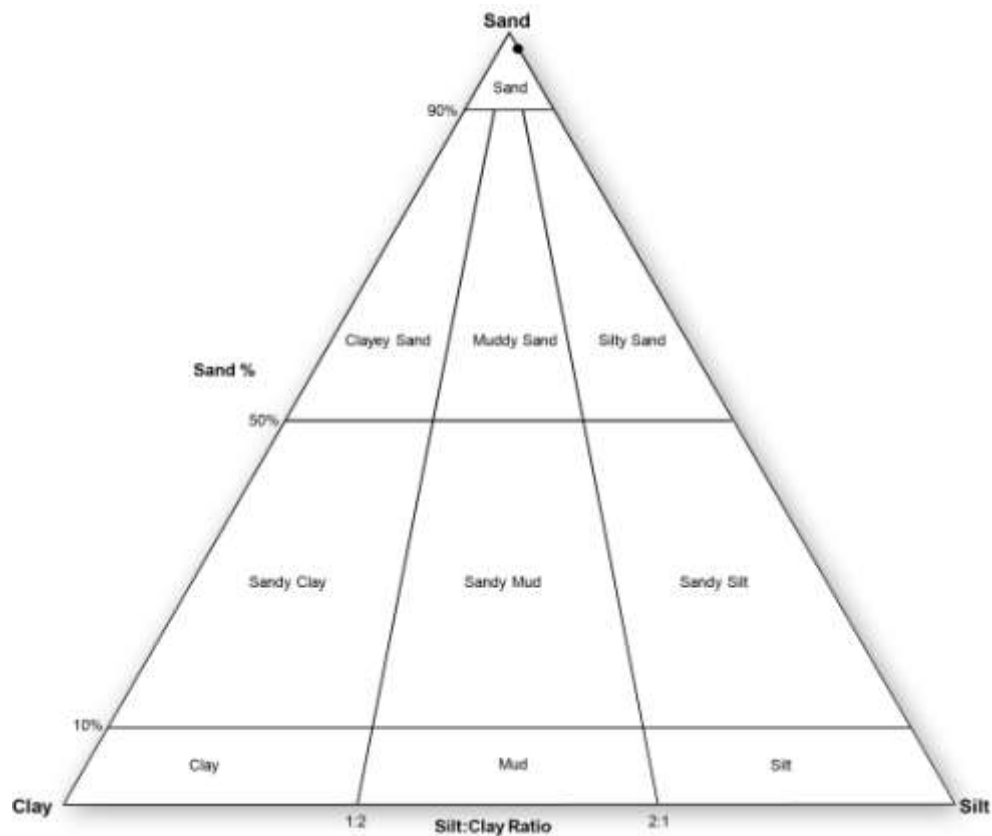
	μm	ϕ
MODE 1:	427,5	1,247
MODE 2:		
MODE 3:		
D_{10} :	250,2	0,562
MEDIAN or D_{50} :	416,1	1,265
D_{90} :	677,2	1,999
(D_{90} / D_{10}) :	2,707	3,555
$(D_{90} - D_{10})$:	427,1	1,437
(D_{75} / D_{25}) :	1,774	1,960
$(D_{75} - D_{25})$:	240,1	0,827

GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 31,3%
SAND: 100,0%	MEDIUM SAND: 58,1%
MUD: 0,0%	FINE SAND: 9,8%
	V FINE SAND: 0,2%
V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%
COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
V COARSE SAND: 0,6%	CLAY: 0,0%

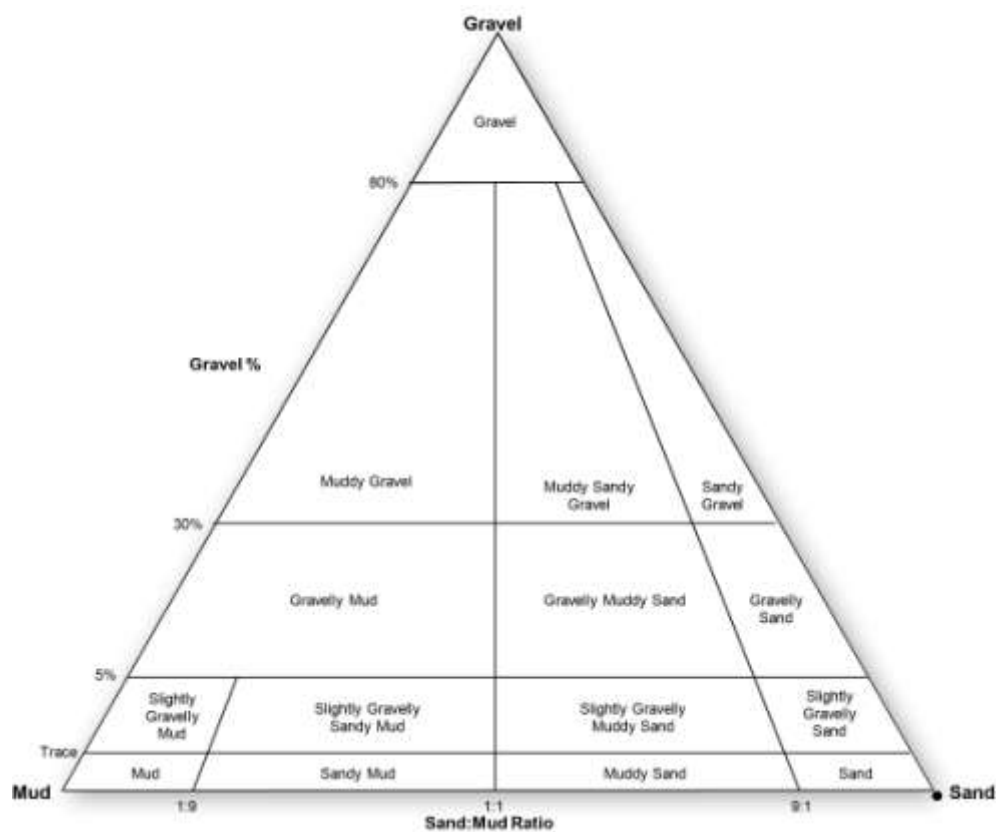
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	450,0	411,3	1,282	413,5	1,274	Medium Sand
SORTING (σ):	176,3	1,481	0,567	1,505	0,589	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,983	-0,258	0,258	-0,042	0,042	Symmetrical
KURTOSIS (K):	4,684	3,864	3,864	0,952	0,952	Mesokurtic



Σχήμα Ι.34: δείγμα 3Θ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος

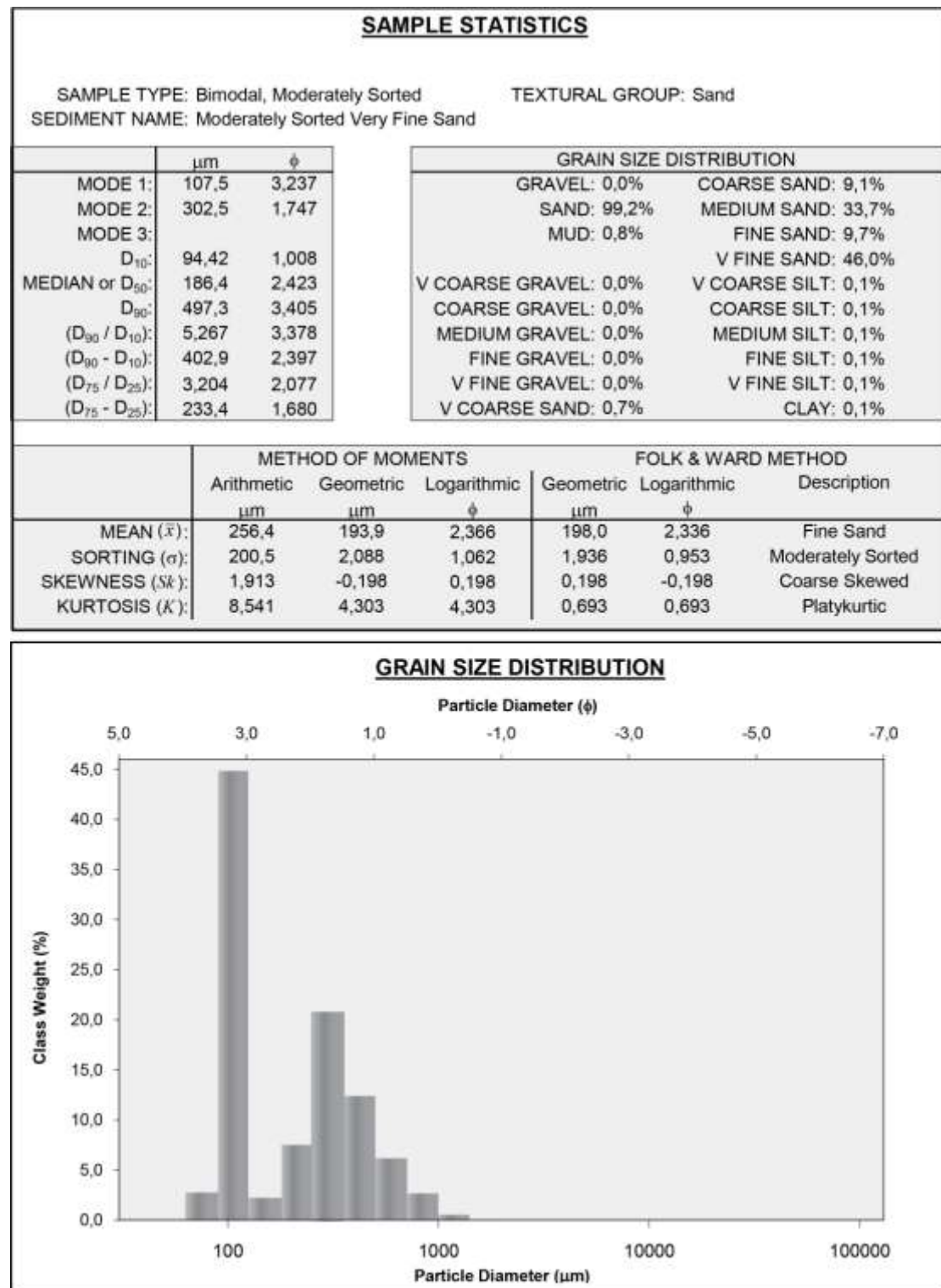


Σχήμα Ι.35: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 3Θ είναι αμμούχο

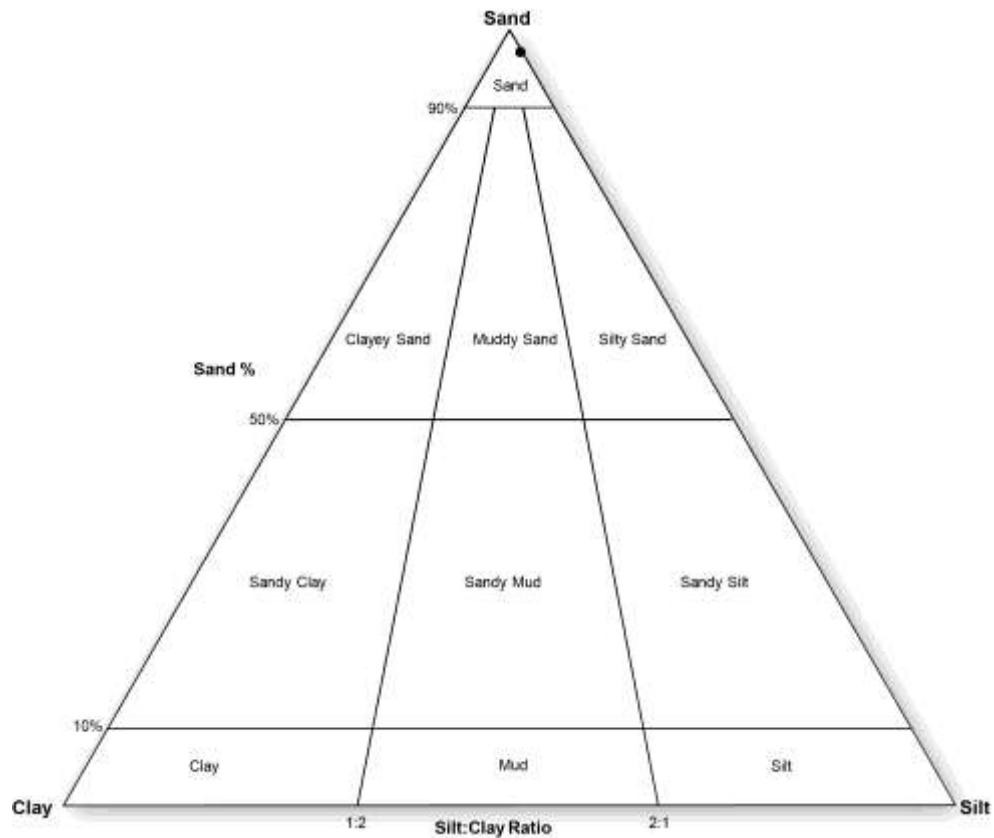


Σχήμα Ι.36: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 3Θ είναι αμμούχο

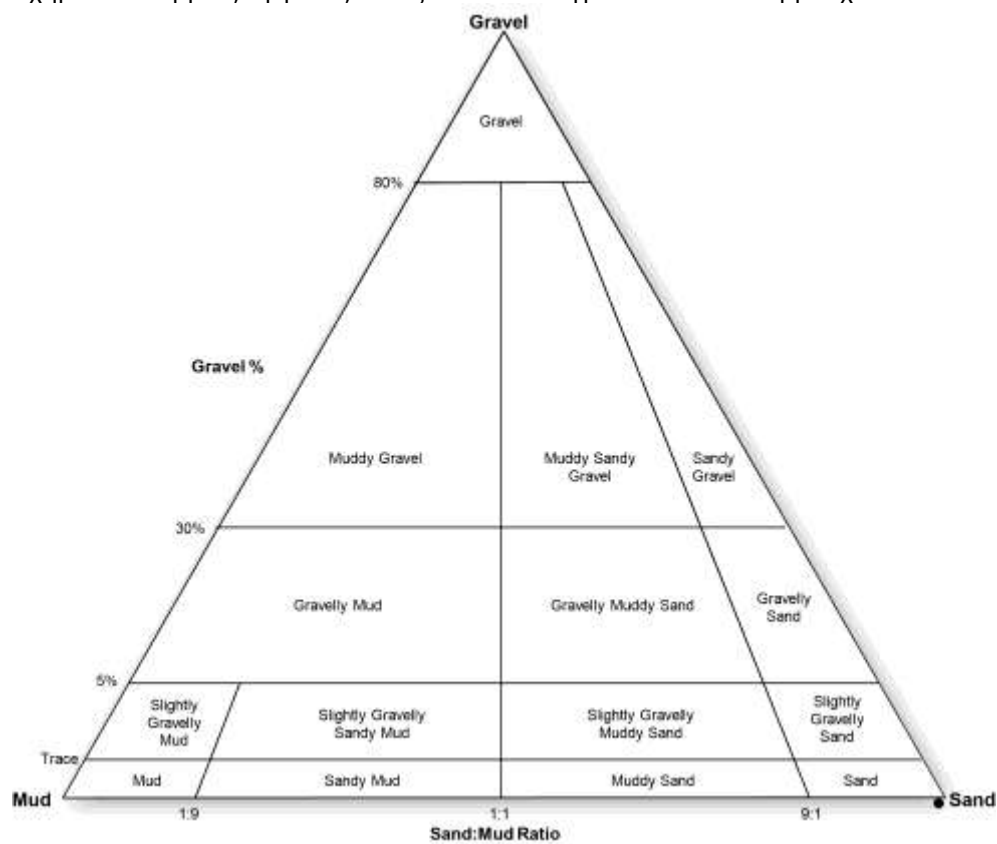
Αναλυτικά αποτελέσματα με τη μέθοδο των κοσκίων από την ζώνες επαύξηση.



Σχήμα Ι.37: δείγμα 16 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος

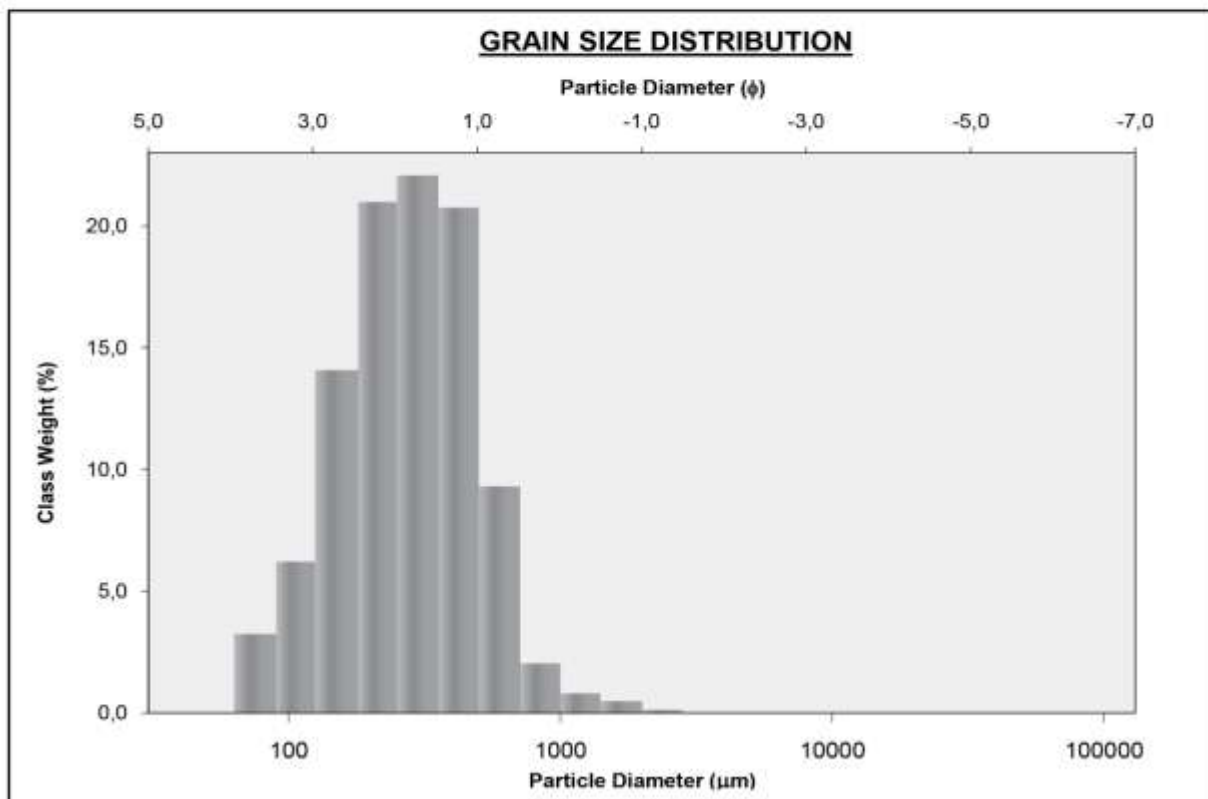


Σχήμα Ι.38: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 16 ΖΕ είναι αμμούχο

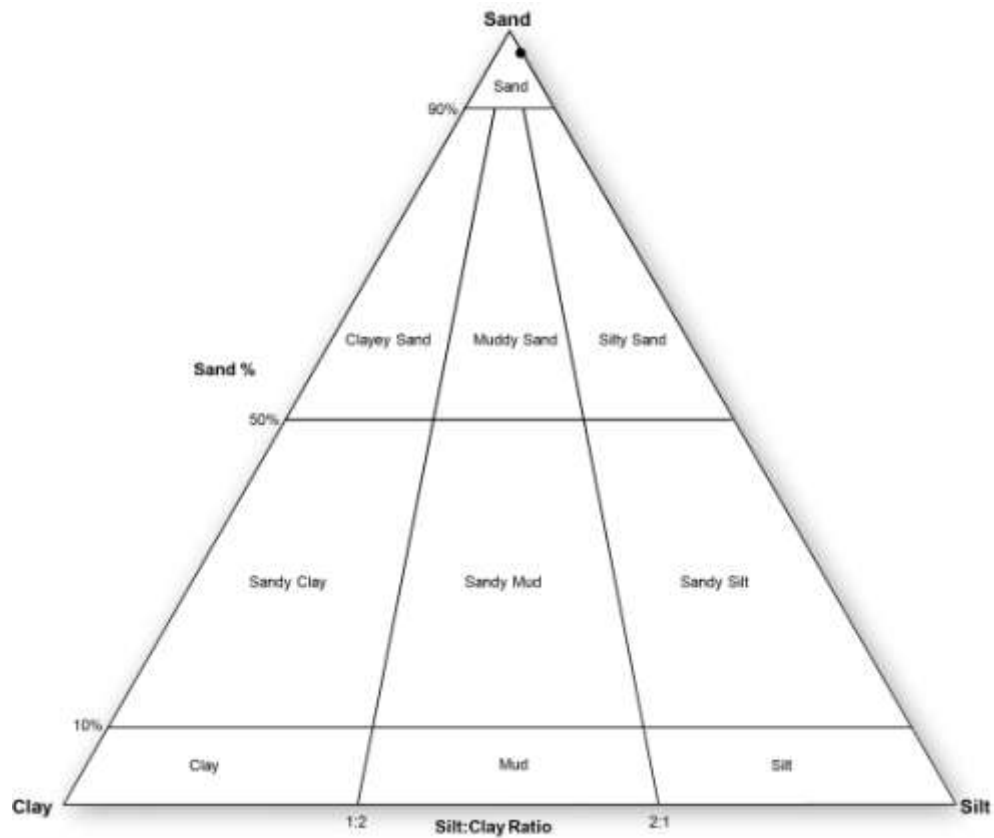


Σχήμα Ι.39: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 16 ΖΕ είναι αμμούχο

SAMPLE STATISTICS						
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: 11,4%	
MODE 2:			SAND: 99,1%		MEDIUM SAND: 42,6%	
MODE 3:			MUD: 0,8%		FINE SAND: 34,5%	
D ₁₀ :	125,0	0,845	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V FINE SAND: 9,2%	
MEDIAN or D ₅₀ :	272,6	1,875	COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,1%	
D ₉₀ :	556,6	3,000	MEDIUM GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,1%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	4,453	3,549	FINE GRAVEL: 0,0%		MEDIUM SILT: 0,1%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	431,6	2,155	V FINE GRAVEL: 0,1%		FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,256	1,907	V COARSE SAND: 1,3%		V FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	227,1	1,174			CLAY: 0,1%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	324,5	263,3	1,925	265,7	1,912	Medium Sand
SORTING (σ):	223,1	1,932	0,950	1,810	0,856	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	3,133	-1,026	1,026	-0,073	0,073	Symmetrical
KURTOSIS (K):	21,28	8,181	8,181	0,987	0,987	Mesokurtic



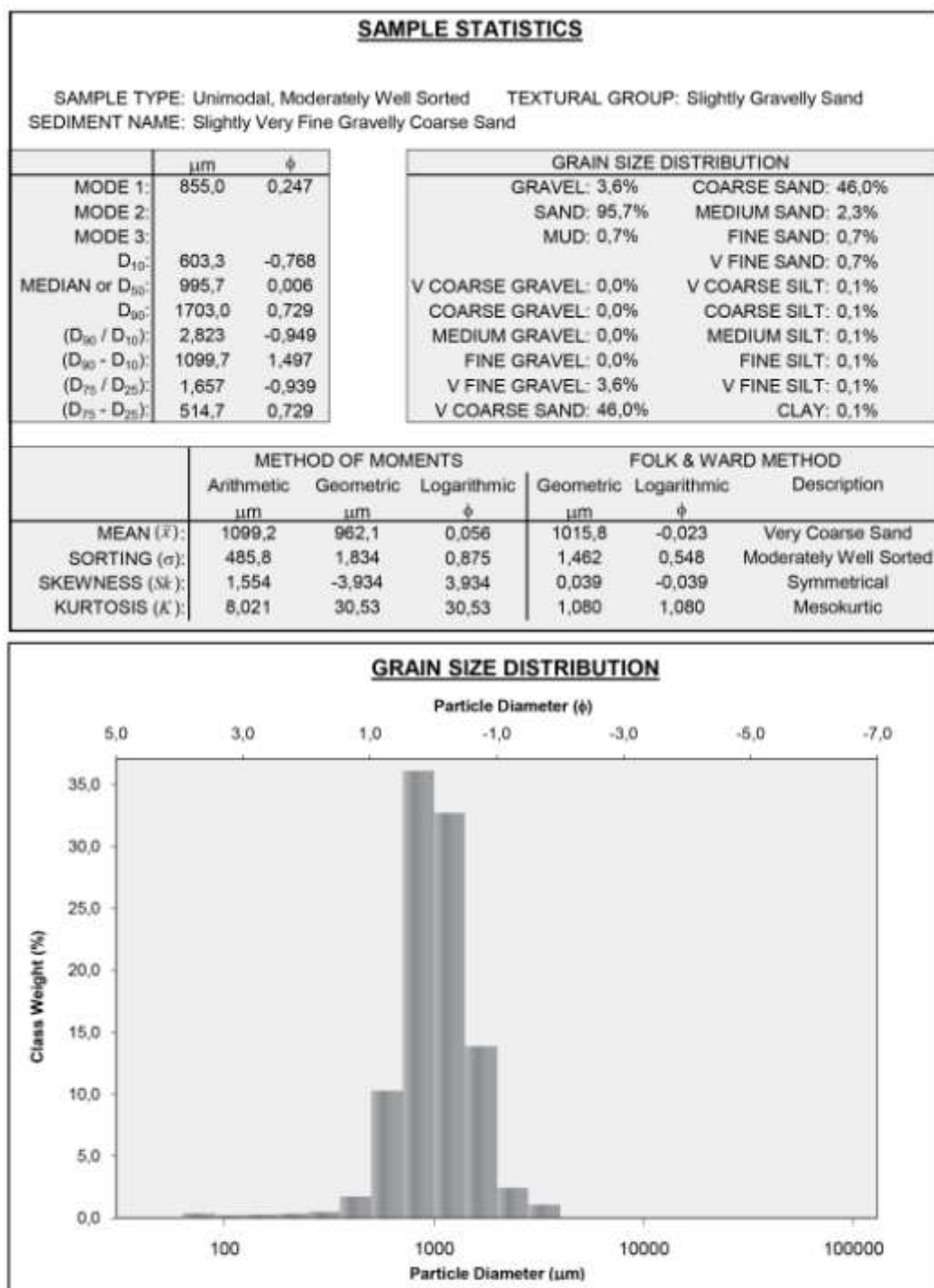
Σχήμα Ι.40: δείγμα 17 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



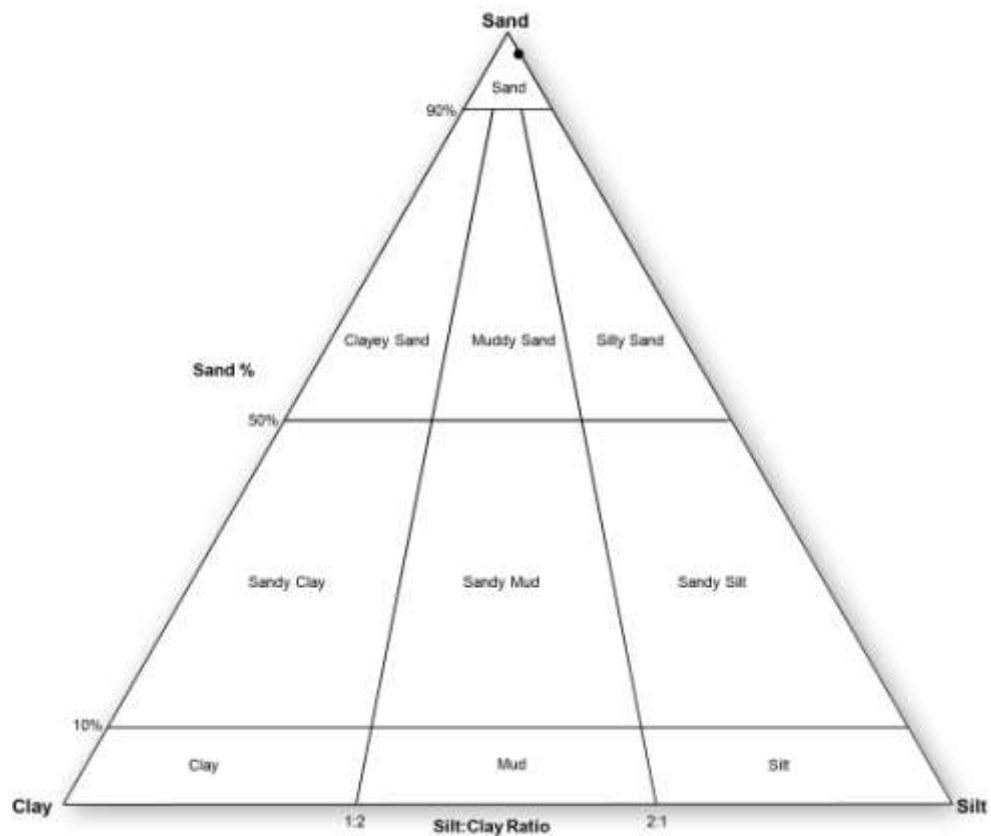
Σχήμα Ι.41: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 17 ΖΕ είναι αμμούχο



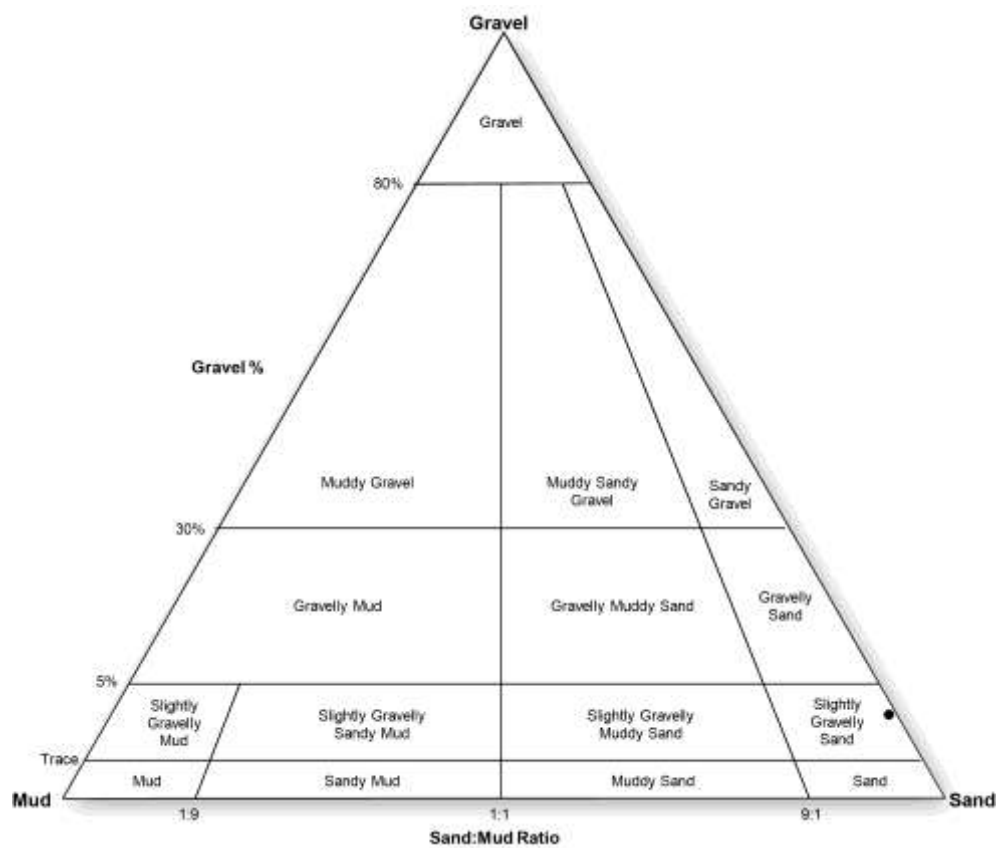
Σχήμα Ι.42: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 17 ΖΕ είναι αμμούχο



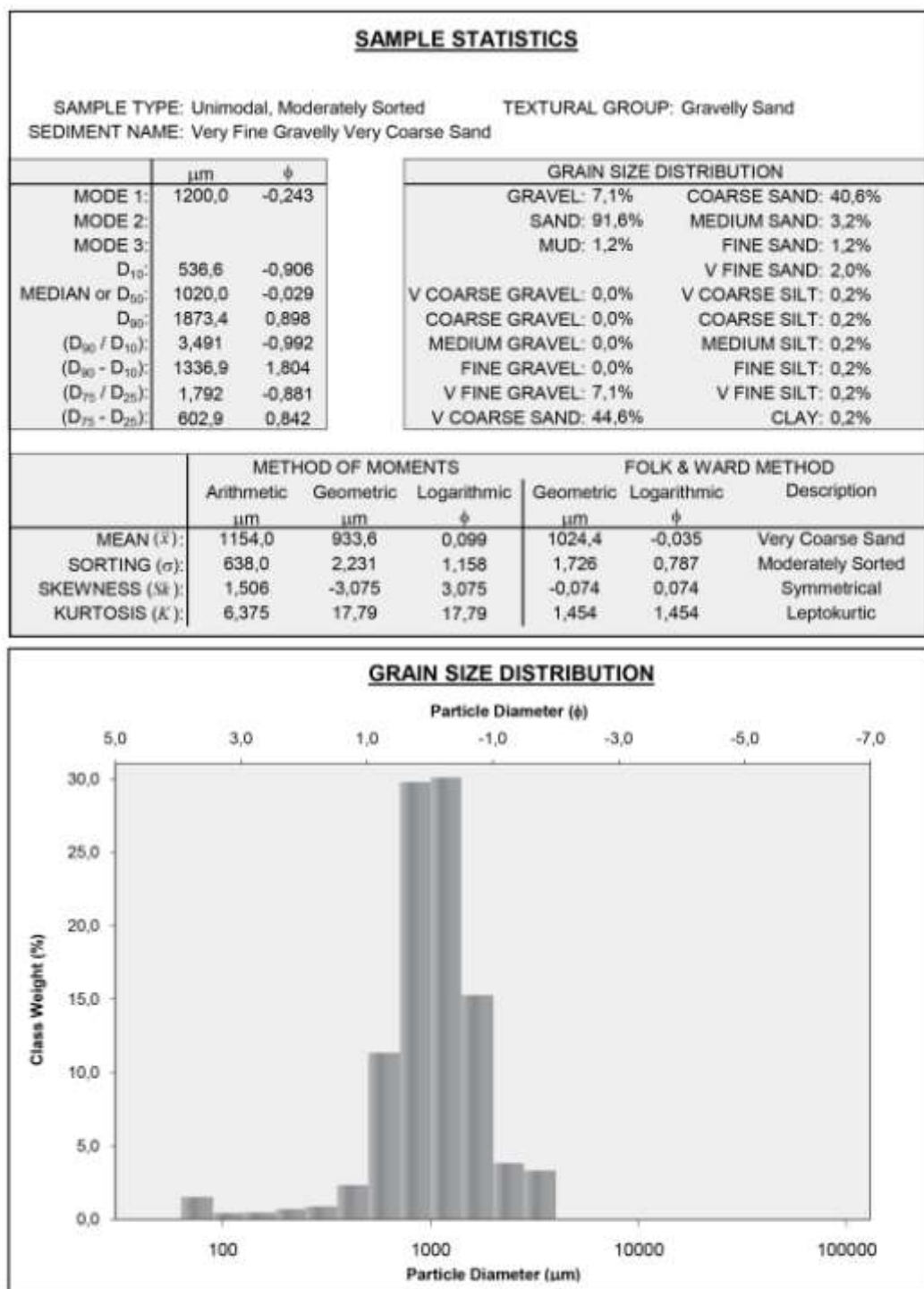
Σχήμα Ι.43: δείγμα 18 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



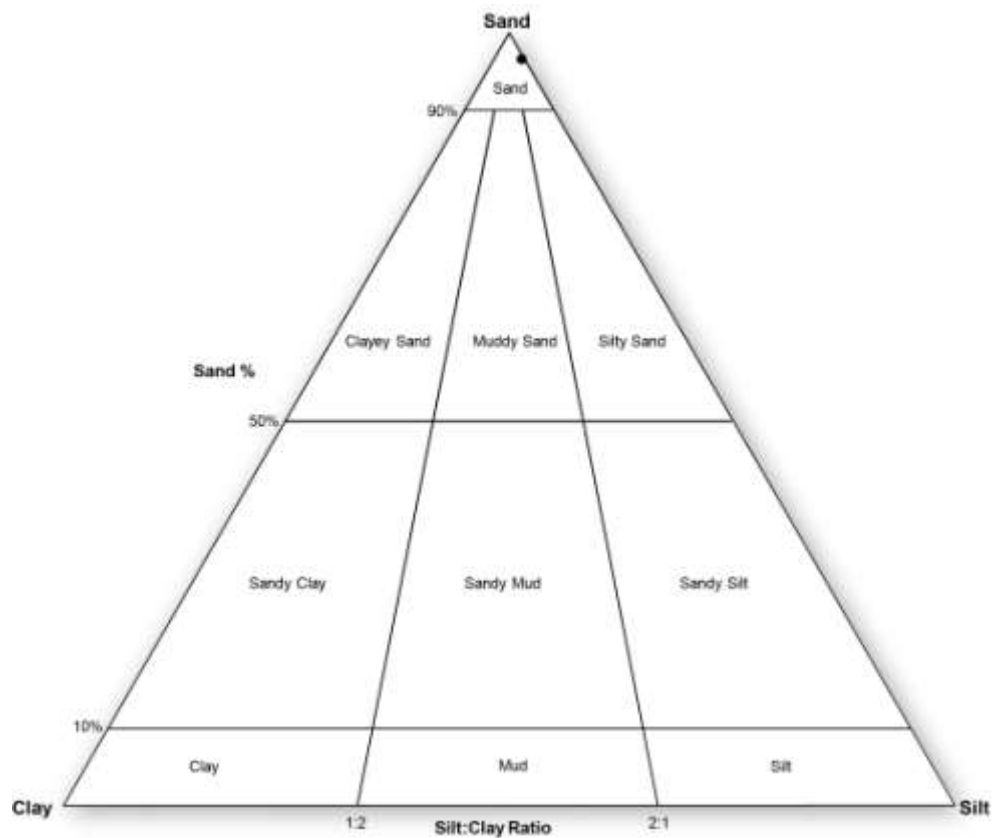
Σχήμα Ι.44: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 18 ΖΕ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.45: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 18 ΖΕ είναι ελαφρός χαλικώδης αμμούχο



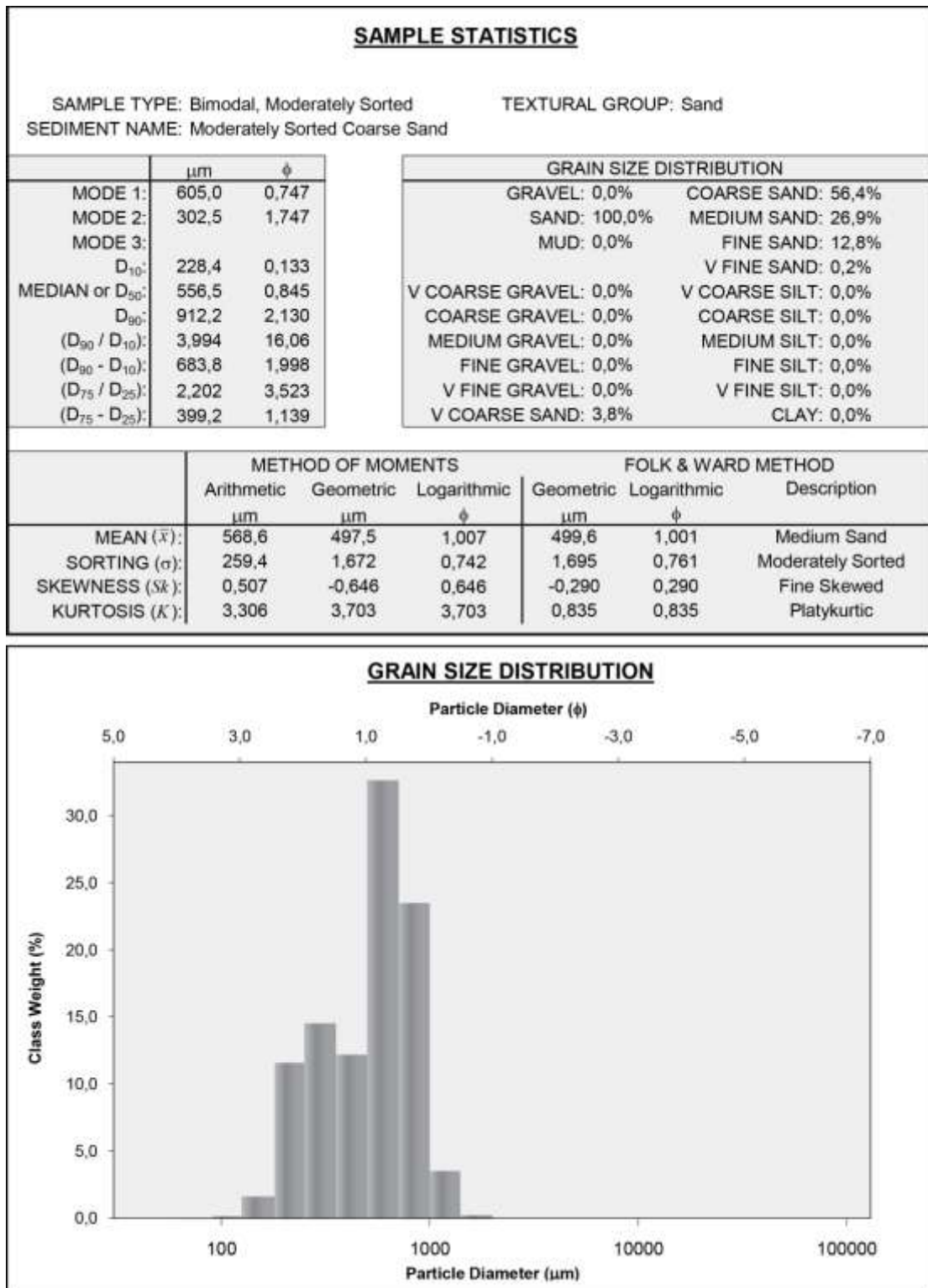
Σχήμα Ι.46: δείγμα 19 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



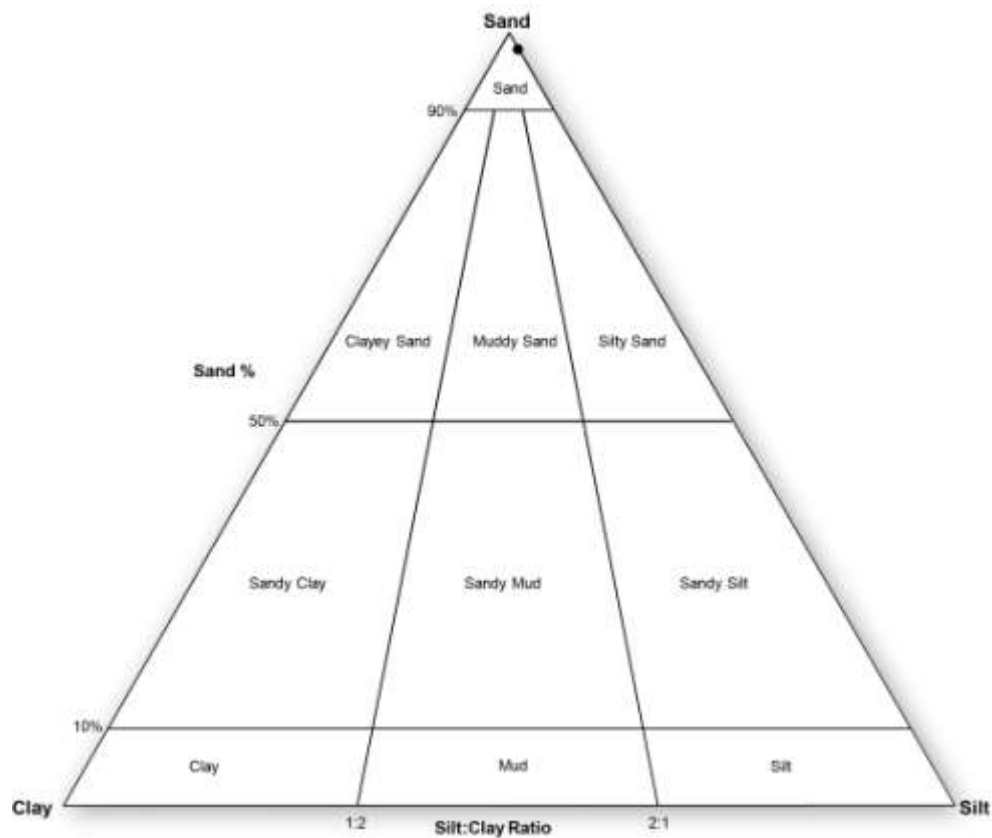
Σχήμα Ι.47: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 19 ΖΕ είναι αμμούχο



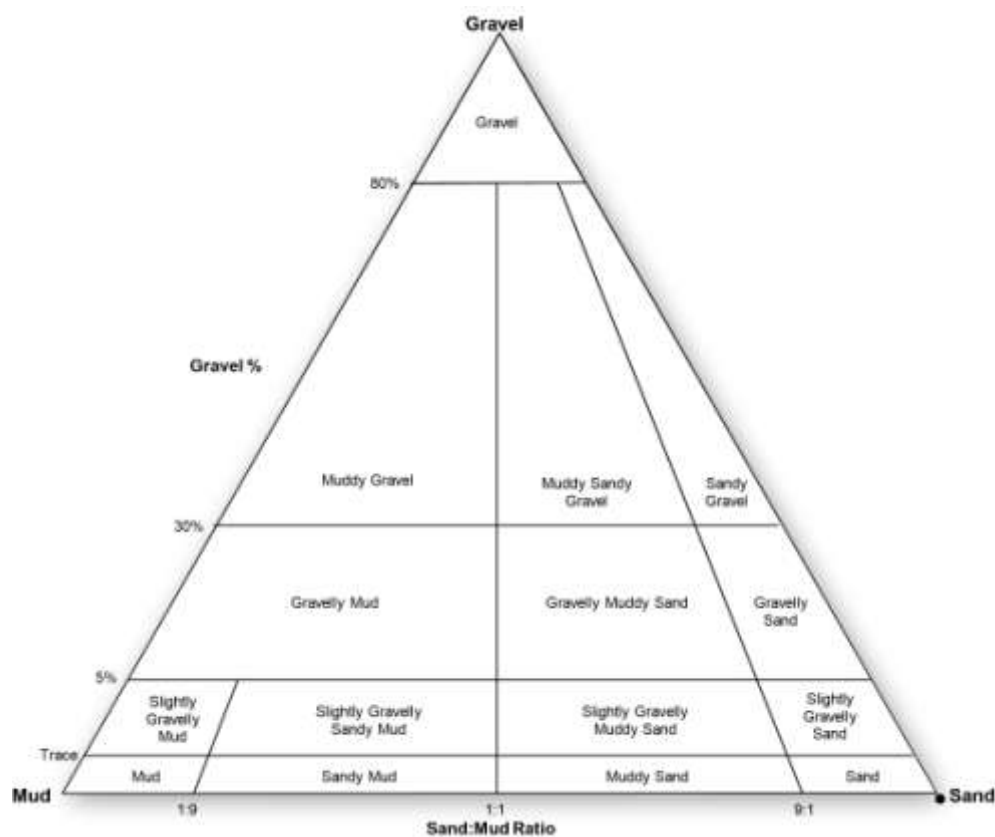
Σχήμα Ι.48: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 19 ΖΕ είναι χαλικώδης άμμος



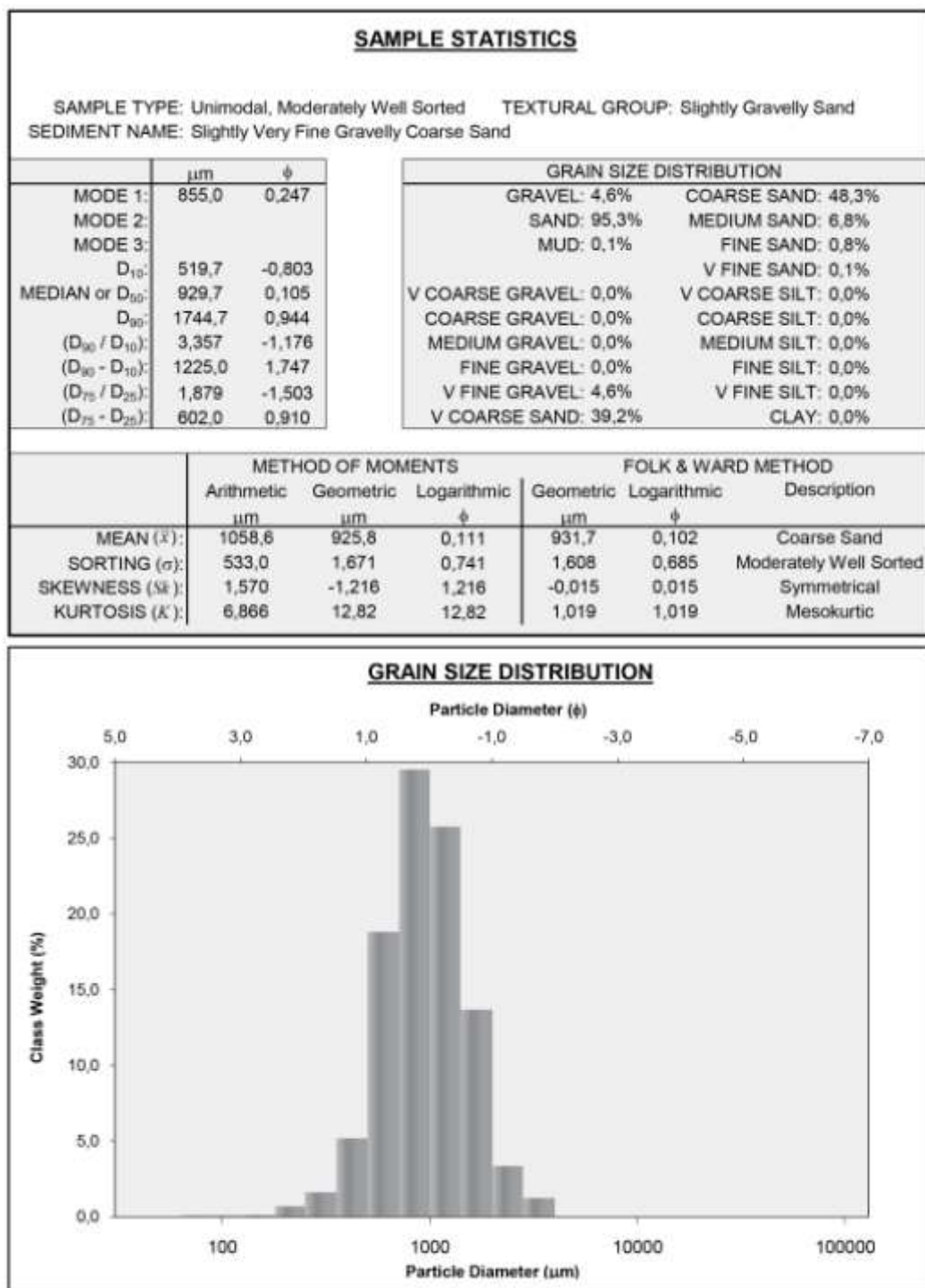
Σχήμα Ι.49: δείγμα 20 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



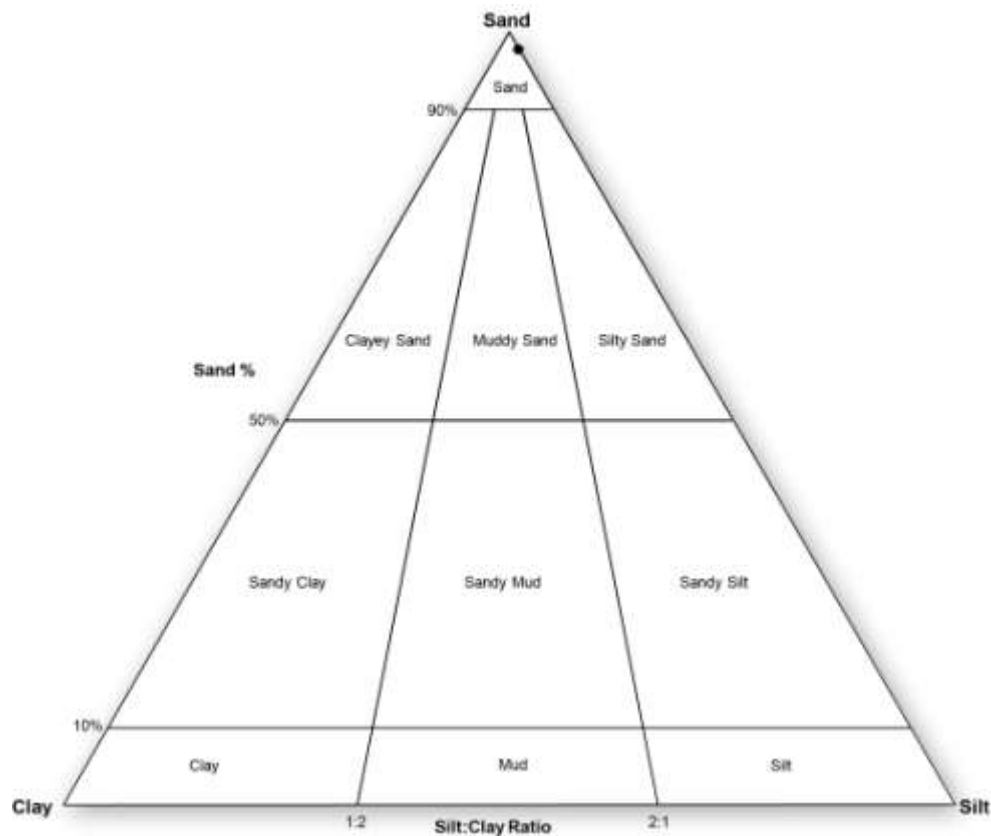
Σχήμα Ι.50: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 20 ΖΕ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.51: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 20 ΖΕ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.52: δείγμα 21 ΖΕ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος

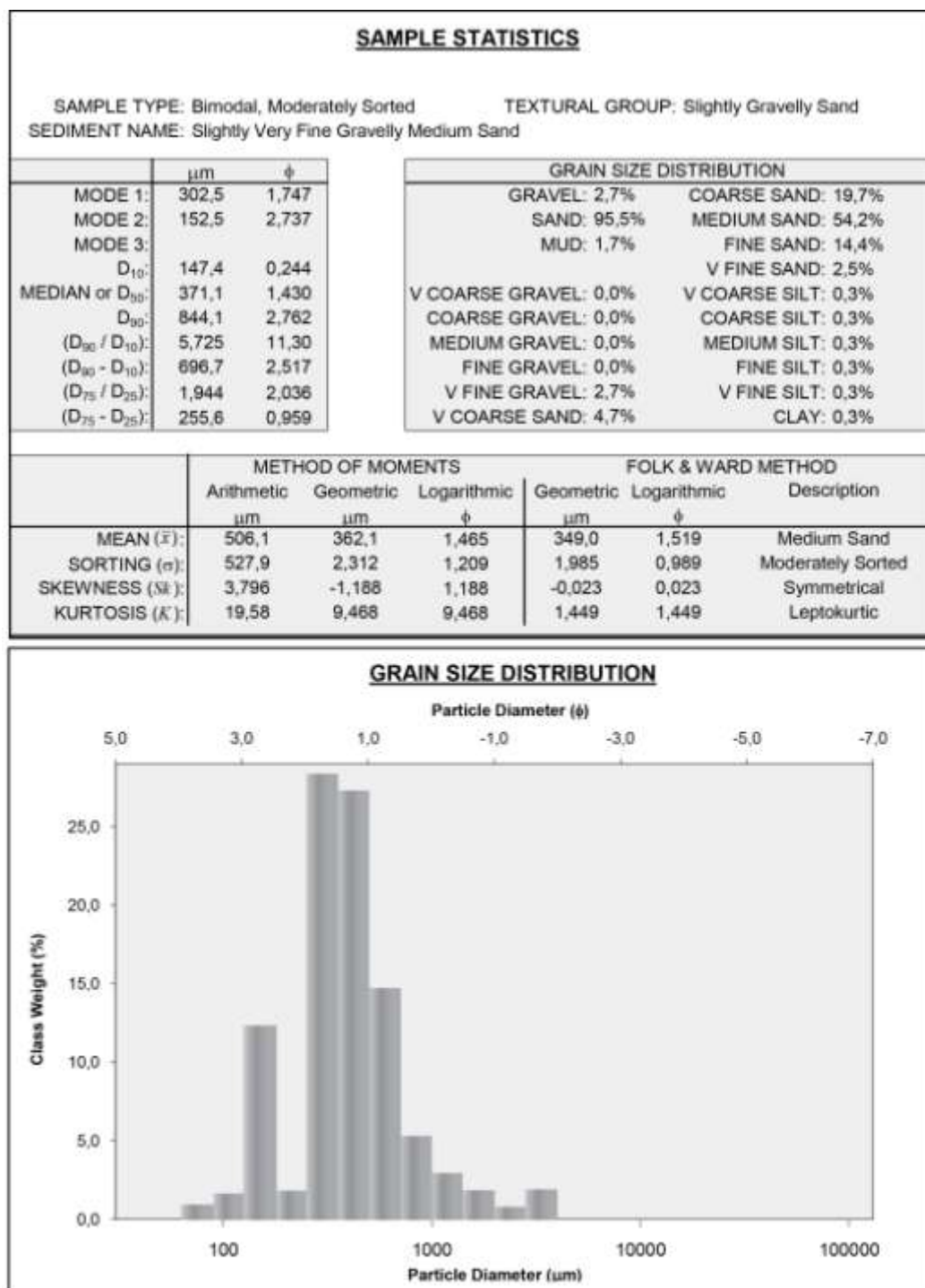


Σχήμα 1.53: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 21 ΖΕ είναι αμμούχο

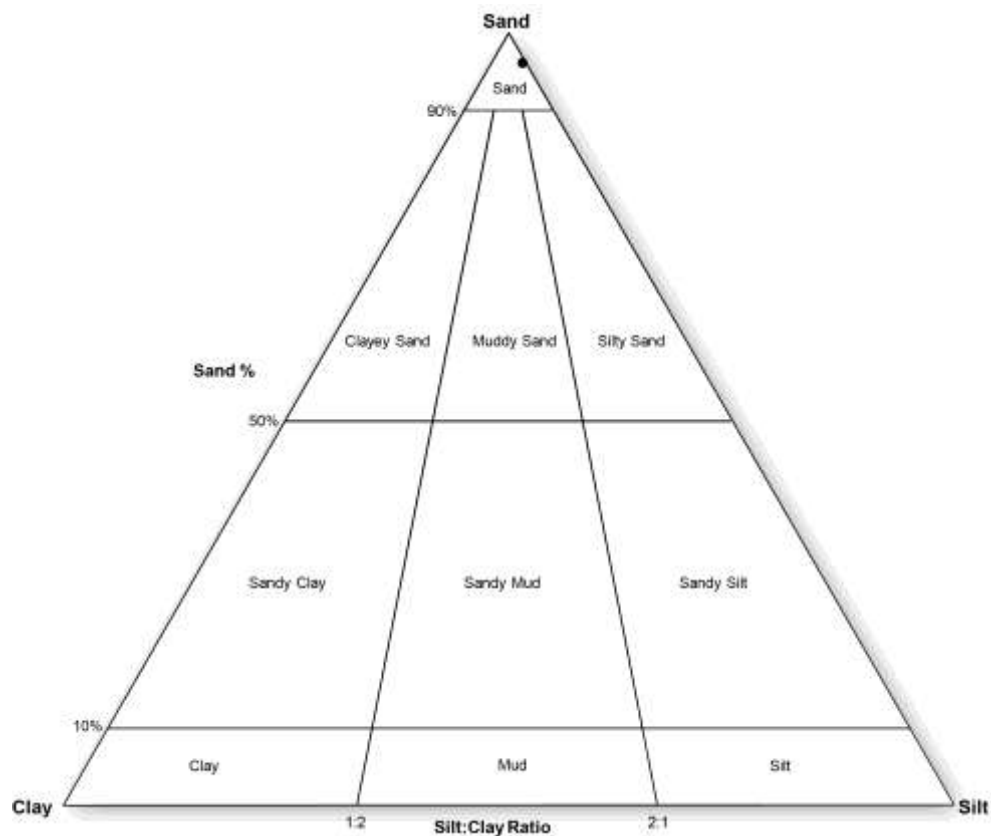


Σχήμα 1.54: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 21 ΖΕ είναι ελαφρός χαλικώδης άμμος

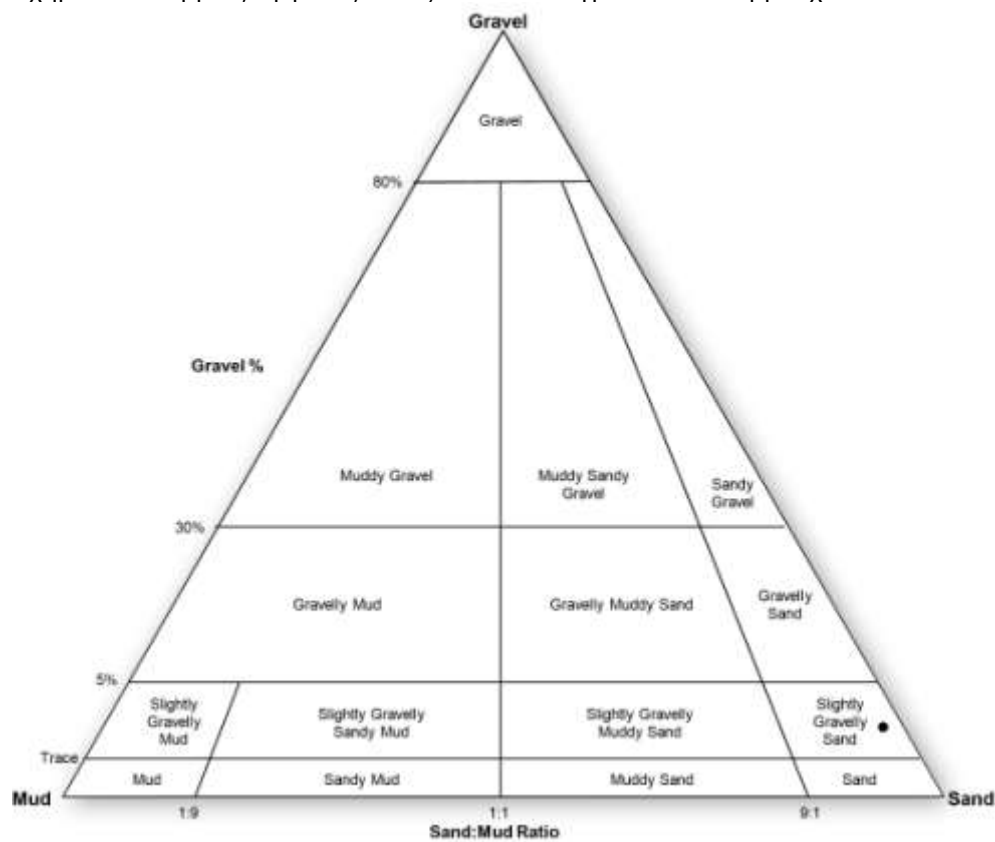
Αναλυτικά αποτελέσματα με τη μέθοδο των κοσκίνων από την λιμνοθάλασσα



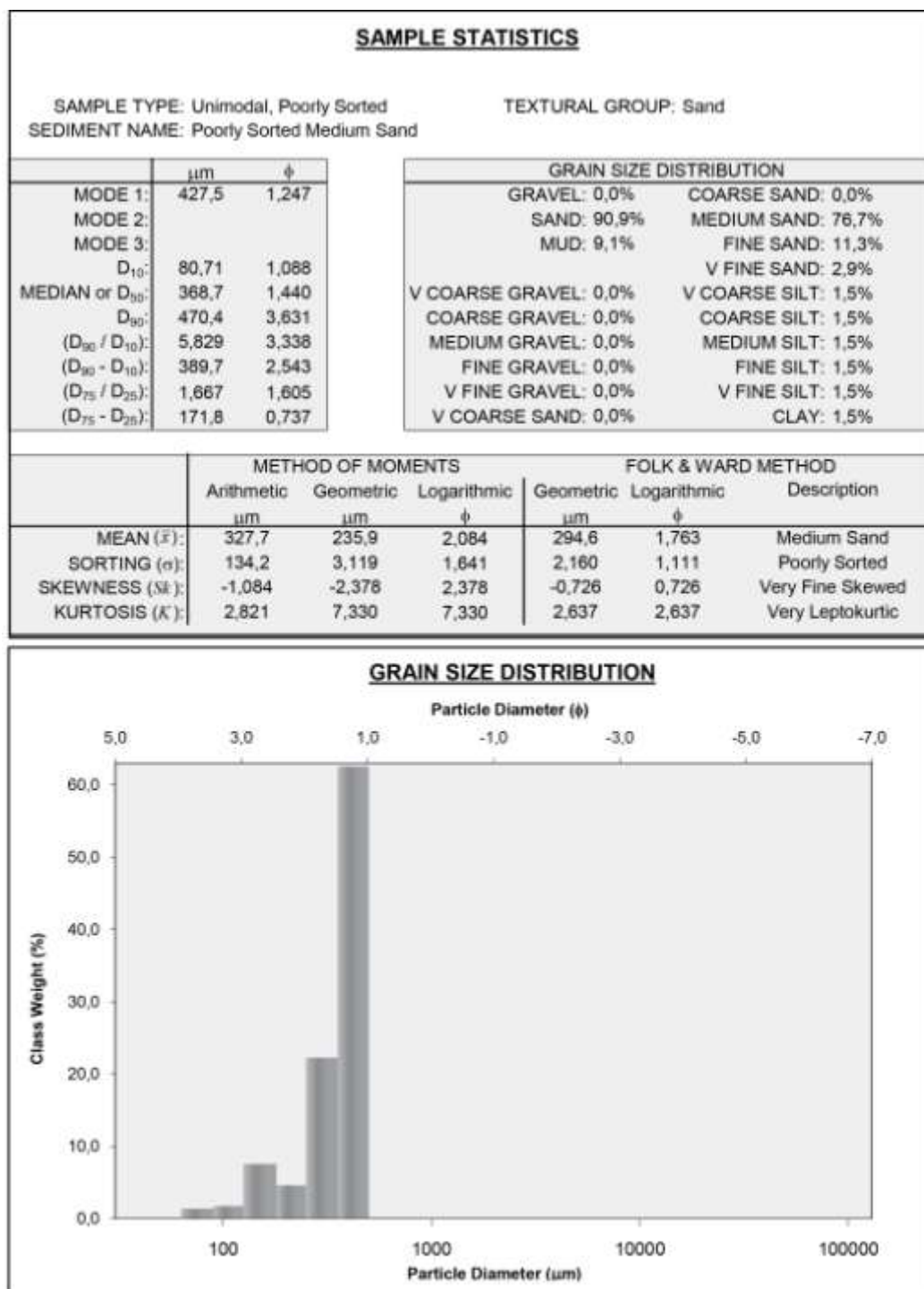
Σχήμα Ι.55: δείγμα 1Λ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



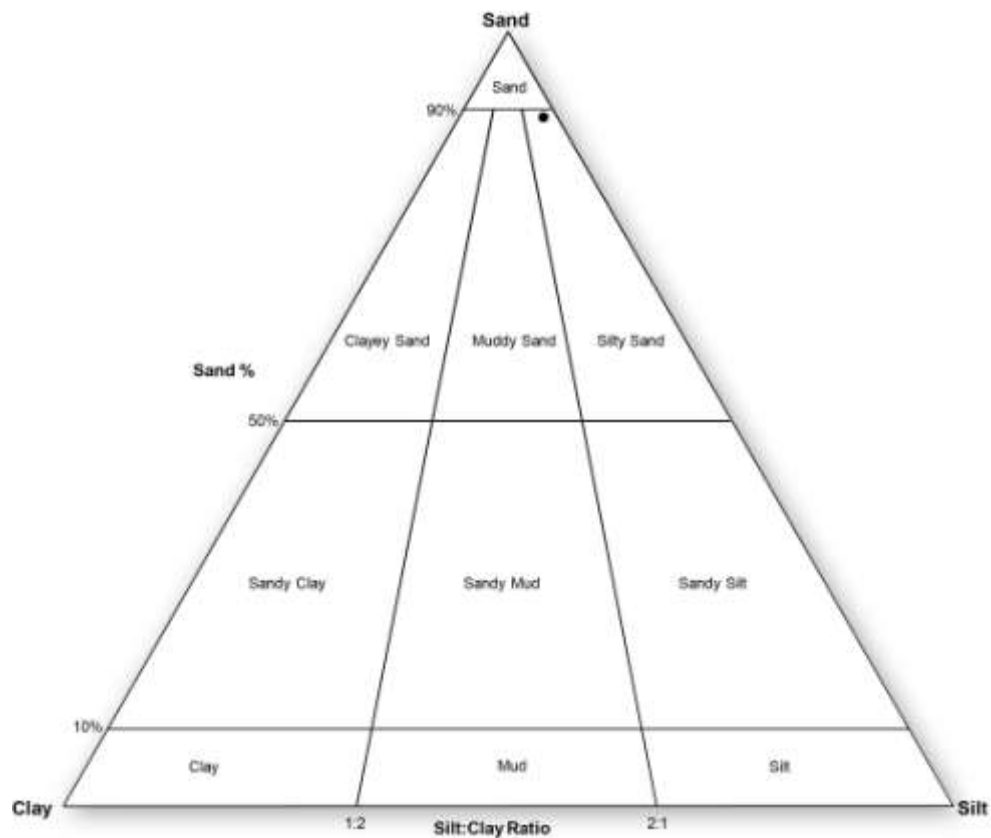
Σχήμα Ι.56: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 1Λ είναι αμμούχο



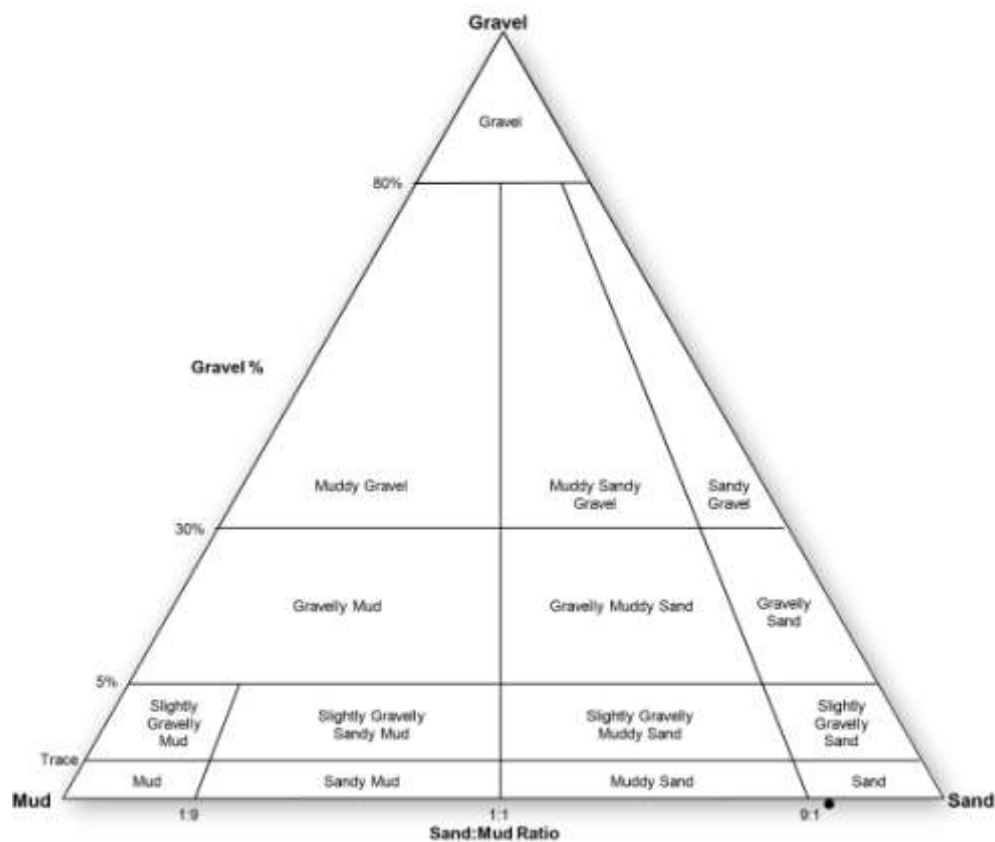
Σχήμα Ι.57: χαλικίων, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 1Λ είναι αμμούχο



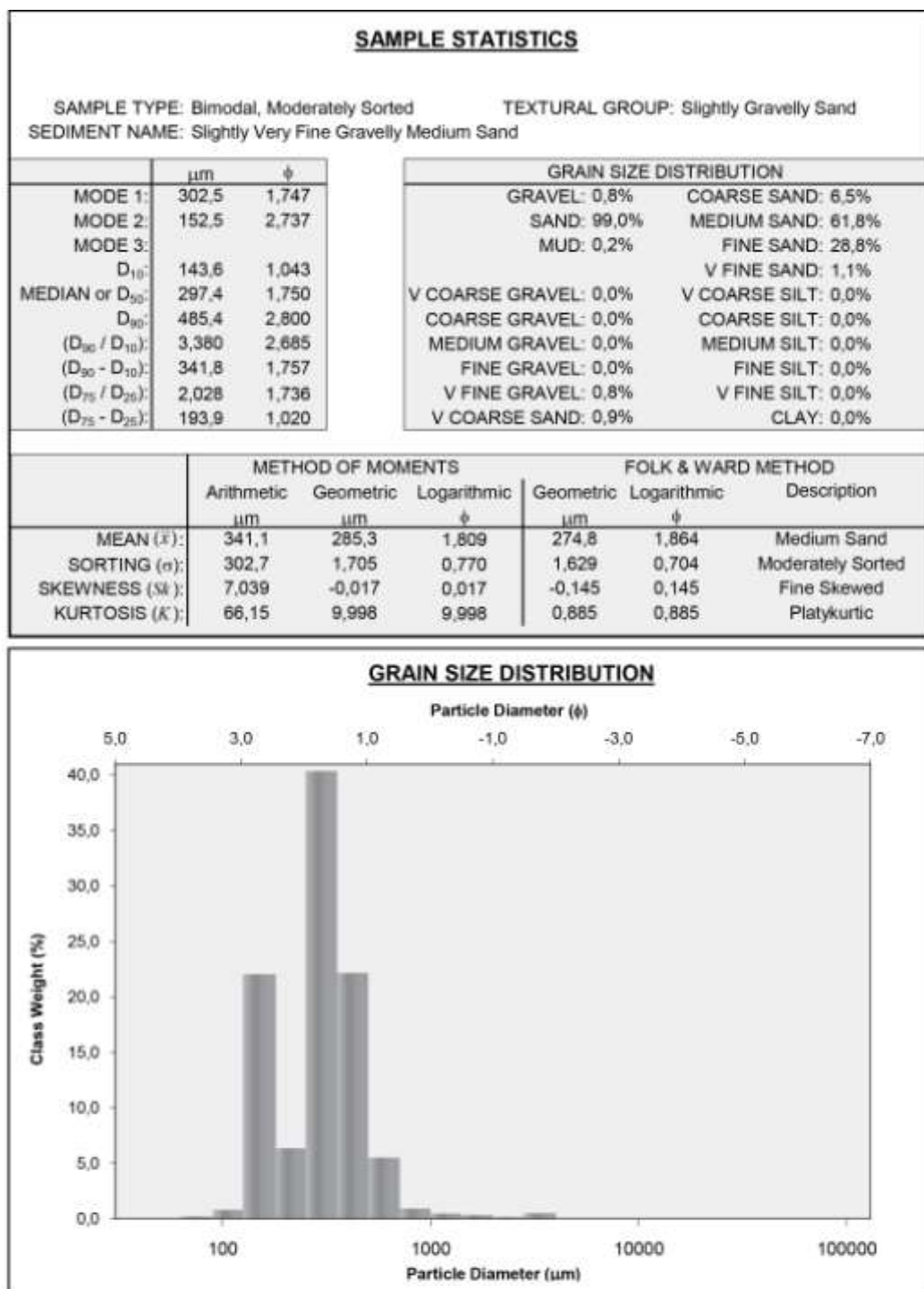
Σχήμα Ι.58: δείγμα 2Λ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



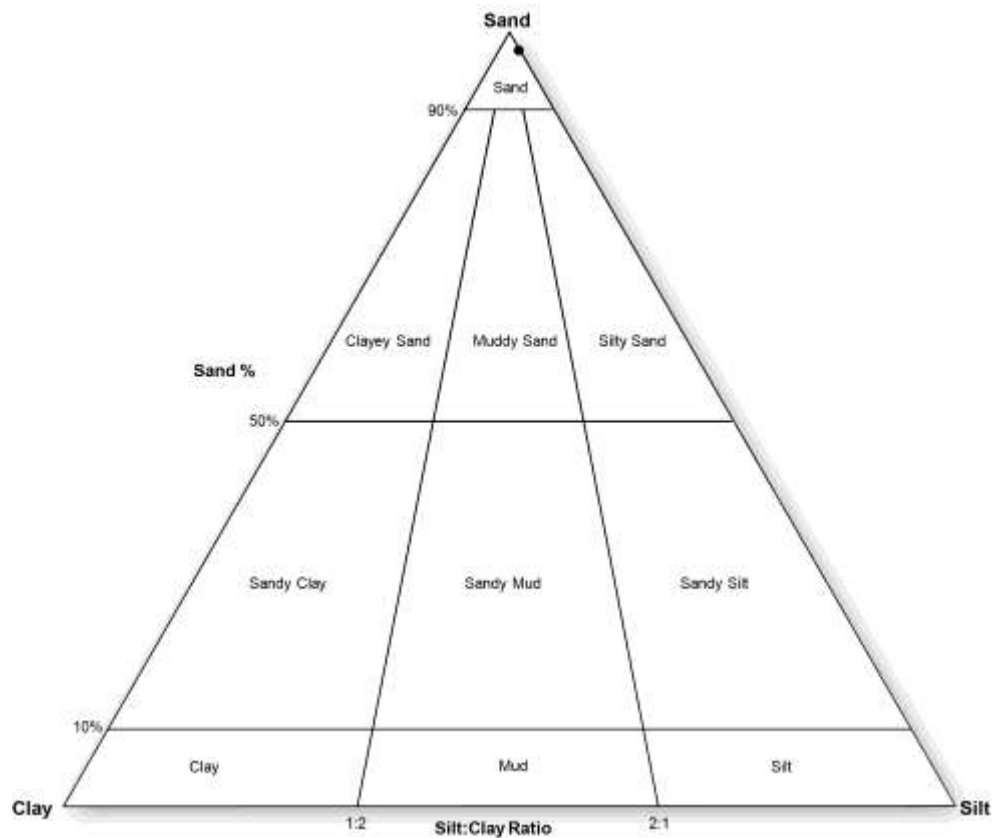
Σχήμα 1.59: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 2Λ είναι αμμούχο



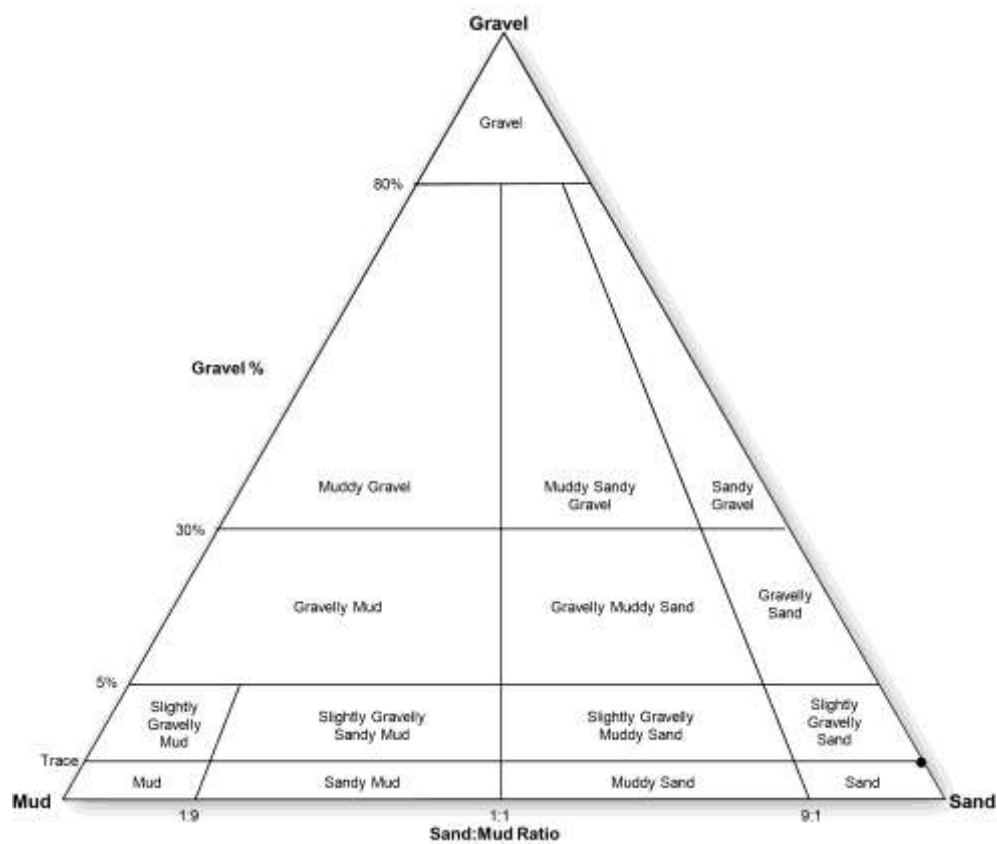
Σχήμα 1.60: χαλικίων, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 2Λ είναι αμμούχο



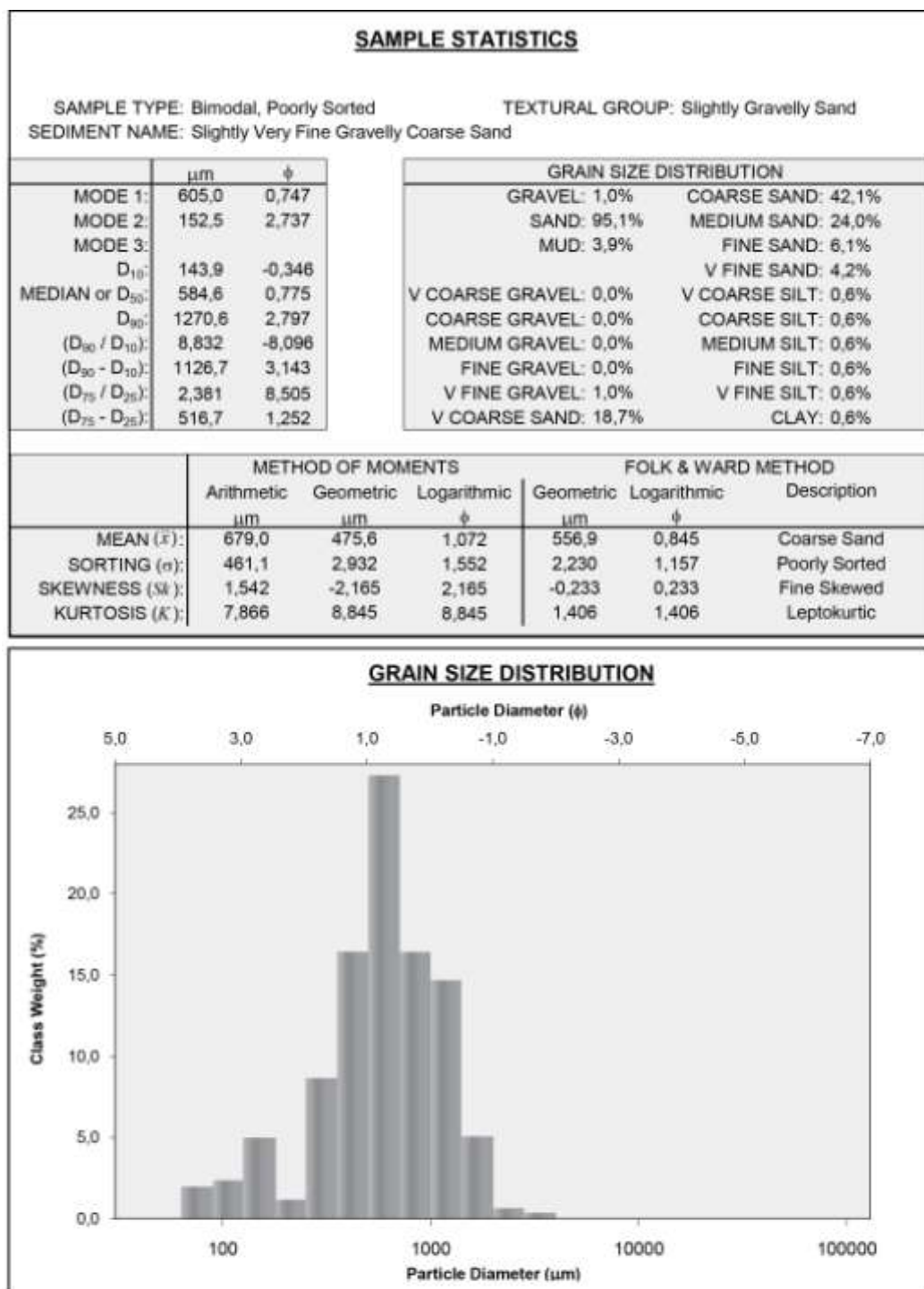
Σχήμα Ι.61: δείγμα 3Λ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



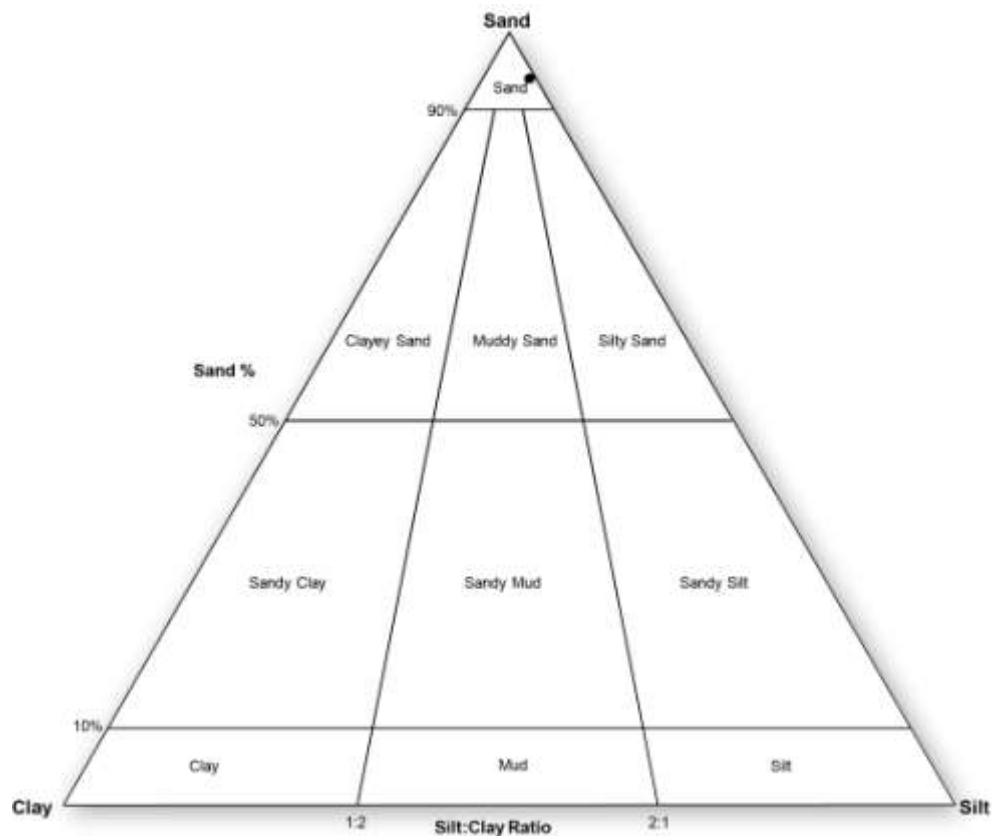
Σχήμα Ι.62: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 3Λ είναι αμμούχο



Σχήμα Ι.63: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 3Λ είναι αμμούχο



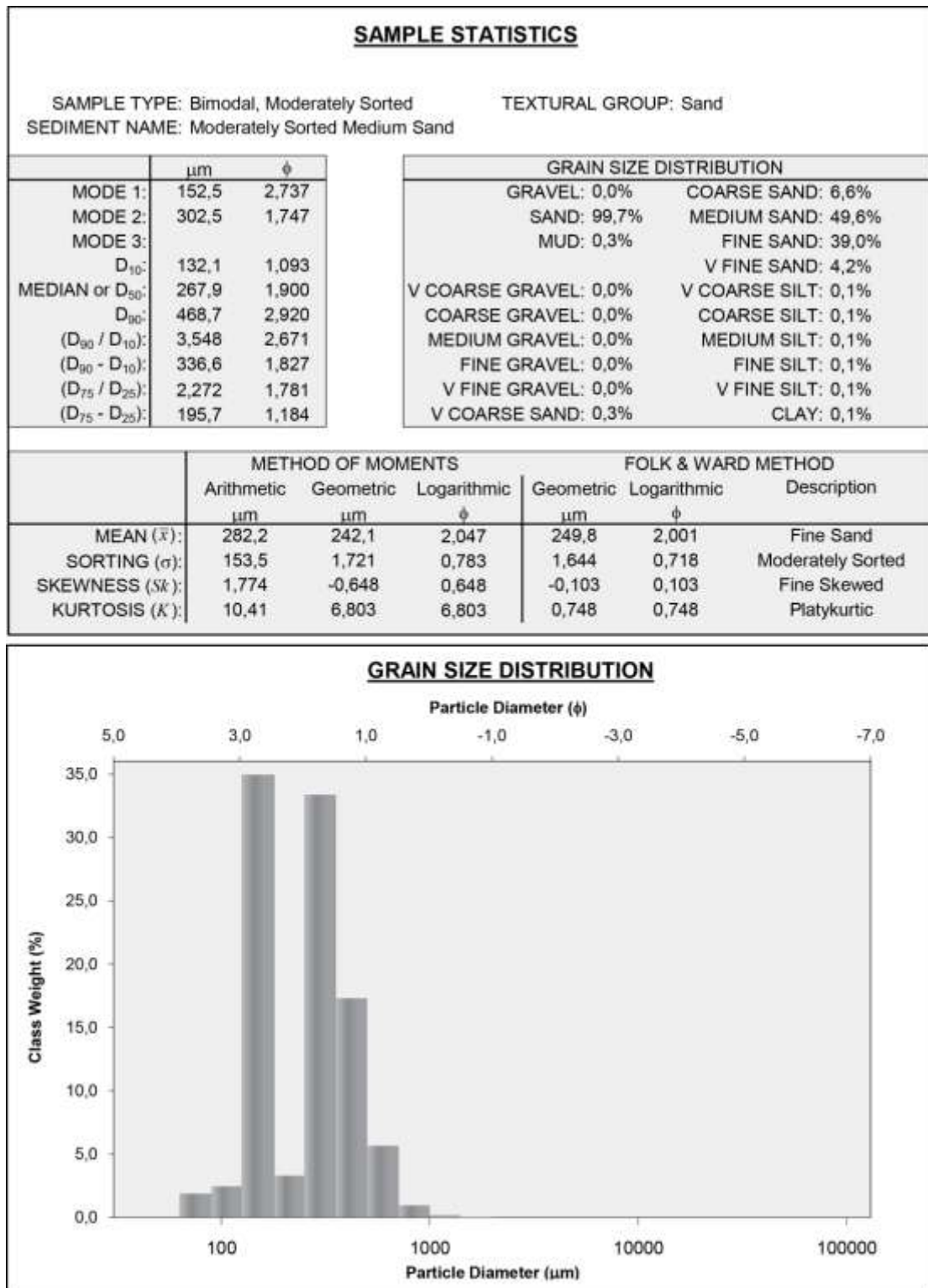
Σχήμα Ι.64: δείγματος 10Λ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος



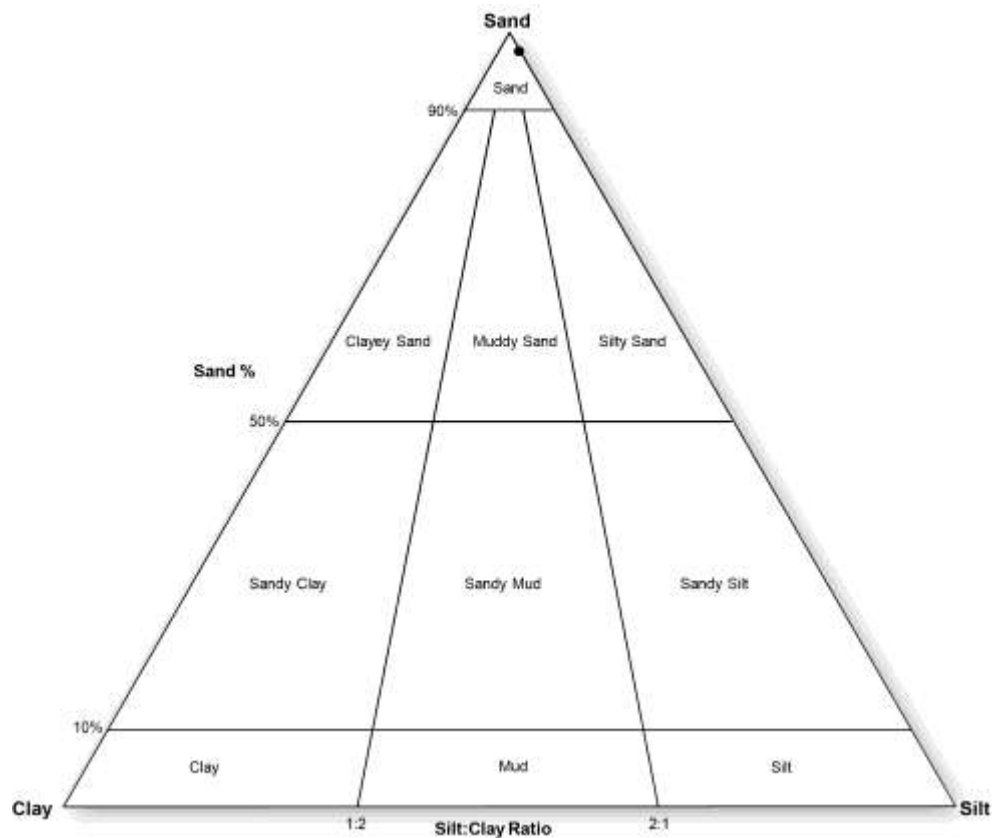
Σχήμα 1.65: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 10Λ είναι αμμούχο



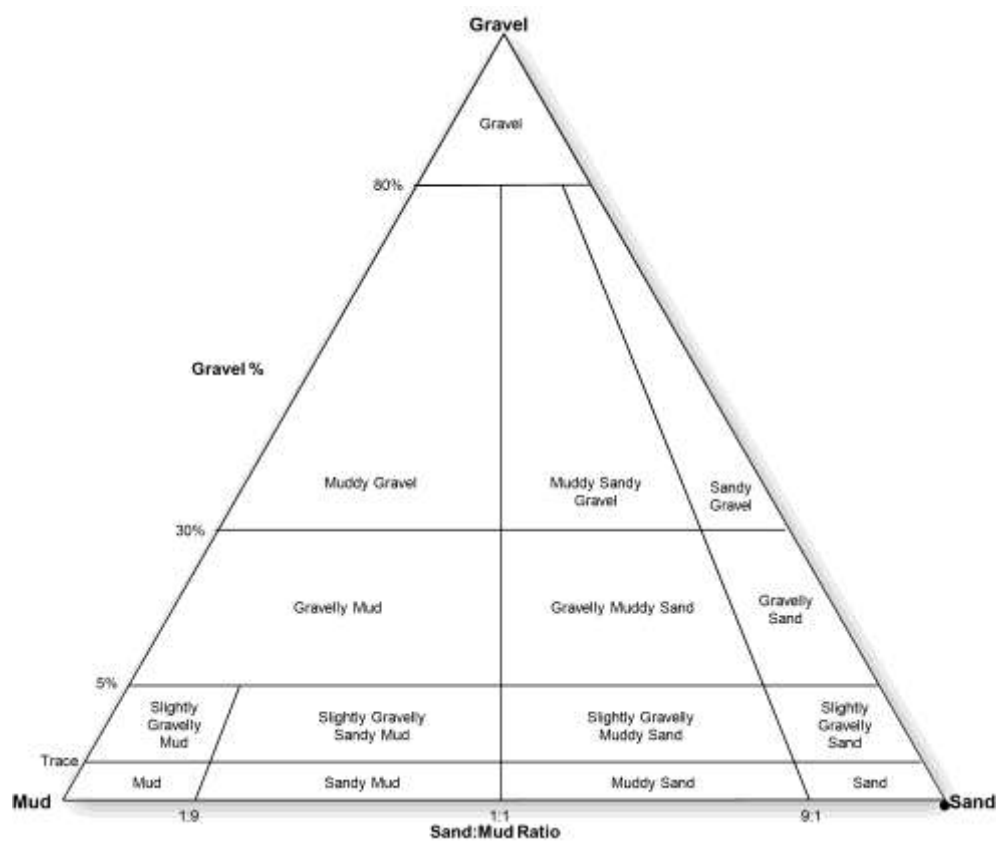
Σχήμα 1.66: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 10Λ είναι ελαφρός χαλικώδης άμμος



Σχήμα Ι.67: δείγματος 11Λ του Μ.Ο., της σταθερής απόκλισης, της λοξότητας και της κυρτότητας, Γραφική μέθοδος

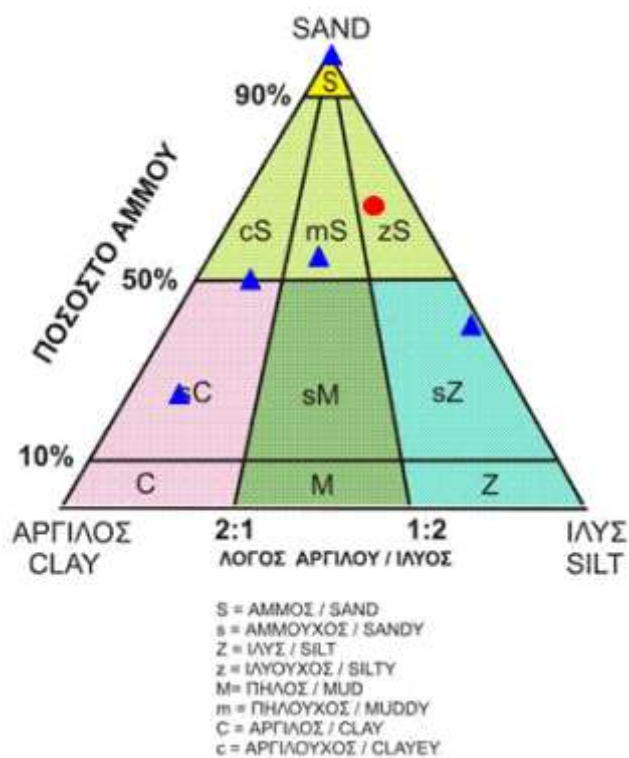


Σχήμα Ι.68: άμμου, αργίλου, ιλύος όπου το δείγμα 11Λ είναι αμμούχο

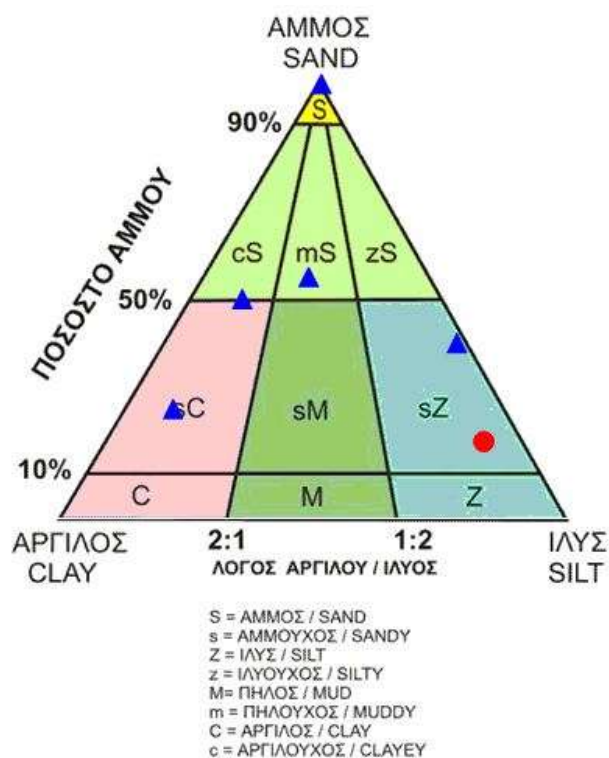


Σχήμα Ι.69: χαλικιών, ιλύος, άμμου όπου το δείγμα 11Λ είναι αμμούχο

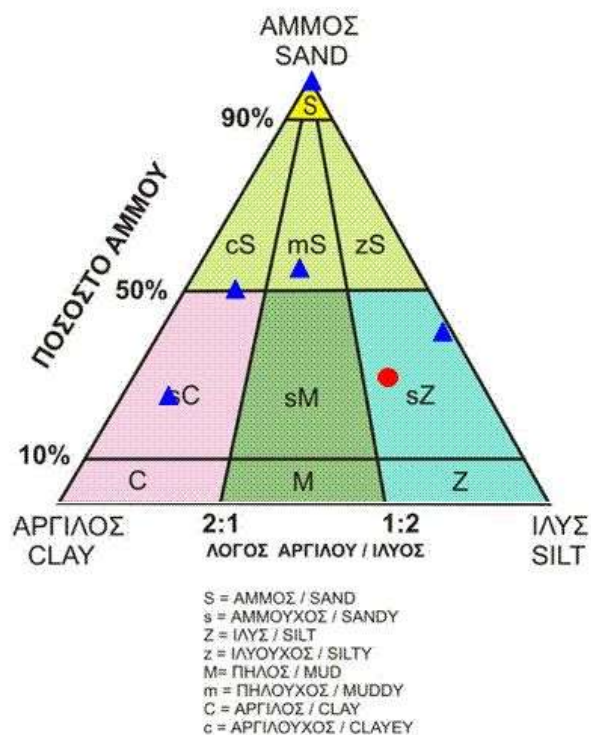
Μέθοδος σιφωνίου διαγράμματα σε δείγματα της λιμνοθάλασσας



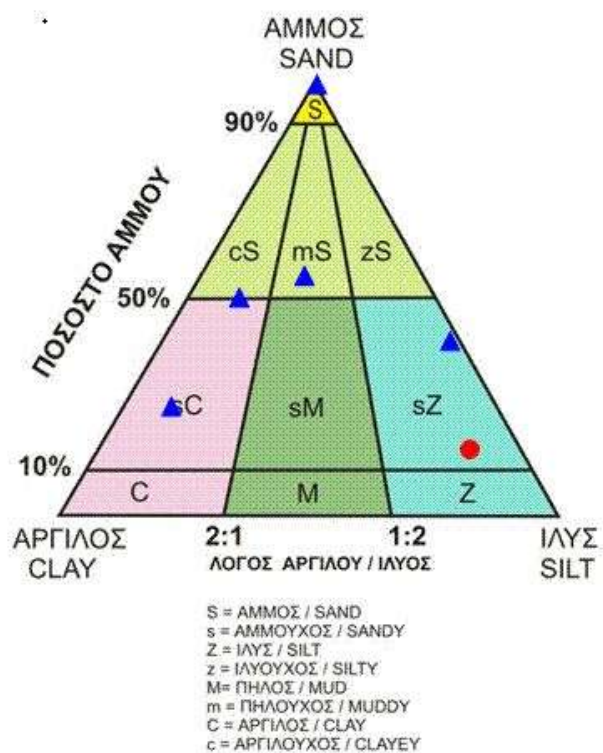
Σχήμα 1.70: δείγμα 3Λ ιλυούχος άρμος



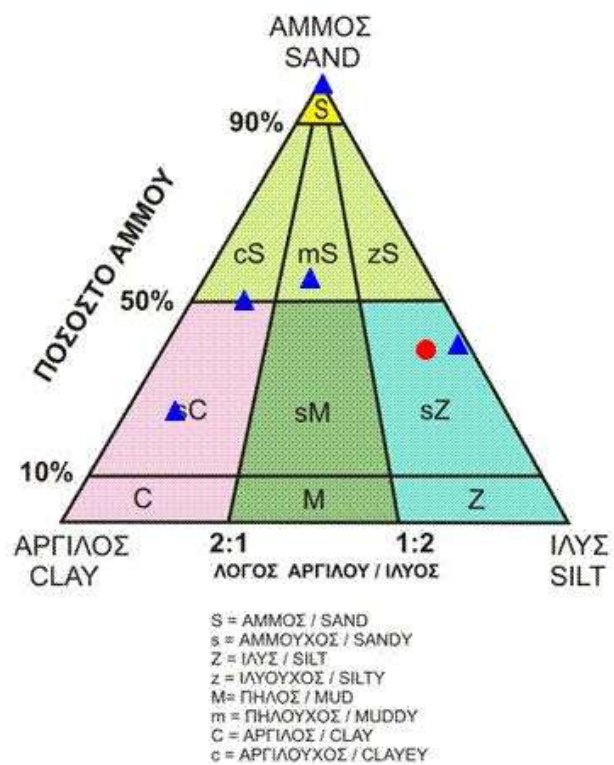
Σχήμα 1.71: δείγμα 12Λ αμμούχος ιλύς



Σχήμα 1.72: δείγμα 13Λ αμμούχος ιλύς



Σχήμα 1.73: δείγμα 14Λ αμμούχος ιλύς



Σχήμα Ι.74: δείγμα 15Λ αμμούχος ιλύς

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Βόρεια πλευρά ακρωτηρίου



Εικόνα 1: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' στα σύνορα με το κάμπινγκ του ΕΟΤ.



Εικόνα 2: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' κατεστραμμένες θίνες από τη διέλευση οχημάτων.



Εικόνα 3: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' θίνες.



Εικόνα 4: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' θίνες.



Εικόνα 5: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' δευτερογενής θίνες.



Εικόνα 6: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' βλάστηση στις θίνες, στο βάθος λιμνοθάλασσα.



Εικόνα 7: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' από αριστερά η λιμνοθάλασσα, στο μέσο θίνες, δεξιά η παραλία..



Εικόνα 8: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' είσοδος λιμνοθάλασσας.



Εικόνα 9: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' θίνες στην είσοδο της λιμνοθάλασσας από την εσωτερική πλευρά.



Εικόνα 10: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' θίνες κατακερματισμένες από τα οχήματα, στο βάθος η λιμνοθάλασσα



Εικόνα 11: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' δευτερογενής θίνες.



Εικόνα 12: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' δευτερογενής θίνες, 2m.



Εικόνα 13: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' δευτερογενής θίνες.



Εικόνα 14: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' θίνες και θραύση των κυμάτων.

ψηλότερες θίνες στη μύτη του ακρωτηρίου οι οποίες ψηφιοποιήθηκαν



Εικόνα 15: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα', θίνες κοντά στο άκρο του επίπεδου ακρωτηρίου, 5m, στο βάθος το Παρ. του Αγ. Νικολάου.



Εικόνα 16: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' επί των υψηλότερων θινών, στο βάθος ο Χορτιάτης.



Εικόνα 17: Βόρειο τμήμα 'Μύτικα' επί των υψηλότερων θινών, στο βάθος το άκρο του Μύτικα και ο Όλυμπος.



Εικόνα 18: Πάνω στις υψηλότερες θίνες της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 19: Πάνω στις υψηλότερες θίνες της περιοχής μελέτης



Εικόνα 20: Εσωτερικές δευτερογενής θίνες, κοντά στο άκρο του Μύτικα..



Εικόνα 21: Θίνες κοντά στο άκρο του Μύτικα.



Εικόνα 22: άκρο του Μύτικα

Νότια πλευρά ακρωτηρίου



Εικόνα 23: Νότιο τμήμα του Μύτικα, βυθισμένη βυθοκόρος



Εικόνα 24: Νότιο τμήμα Μύτικα, άποψη από την παραλία



Εικόνα 25: Νότιο τμήμα Μύτικα, άποψη από την παραλία, δημιουργία ripples από τον κυματισμό



Εικόνα 26: Νότιο τμήμα Μύτικα, εμβρυακές θίνες



Εικόνα 27: Νότιο τμήμα Μύτικα, εμβρυακές θίνες



Εικόνα 28: Νότιο τμήμα Μύτικα, εμβρυακές θίνες



Εικόνα 29: Νότιο τμήμα Μύτικα, εμβρυακές θίνες



Εικόνα 30: Νότιο τμήμα Μύτικα, την καλοκαιρινή περίοδο, μετά από καταιγίδα η ζώνη θραύσης των κυμάτων.

Λιμνοθάλασσα
Άνοιξη



Εικόνα 31: Μακρινή άποψη του Μύτικα τους μήνες τις άνοιξης, στο βάθος φαίνεται η λιμνοθάλασσα.

Καλοκαίρι



Εικόνα 32: άποψη της λιμνοθάλασσας τους καλοκαιρινούς μήνες στο βάθος φαίνεται συρρικνωμένη.



Εικόνα 33: Η λιμνοθάλασσα τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 34: Η λιμνοθάλασσα τους καλοκαιρινούς μήνες, στο βάθος ο Χορτιάτης.



Εικόνα 35: Η λιμνοθάλασσα τους καλοκαιρινούς μήνες.
Φθινόπωρο



Εικόνα 36: η λιμνοθάλασσα άποψη προς τη βόρεια πλευρά.



Εικόνα 37: Άποψη της λιμνοθάλασσας κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, στο μέσο της φωτογραφίας φαίνεται το πολυκάναλο καλώδιο που χρησιμοποιήθηκε για τις ηλεκτρικές τομογραφίες

Χειμώνας



Εικόνα 38: Τεχνητό κανάλι αποστράγγισης της λιμνοθάλασσας. Δημιουργήθηκε στη δεκαετία το 1970.



Εικόνα 39: Άποψη της λιμνοθάλασσας κατά τους χειμερινούς μήνες.



Εικόνα 40: Άποψη της λιμνοθάλασσας κατά τους χειμερινούς μήνες.

Ρύπανση της περιοχής



Εικόνα 41: Σκουπίδια επισκεπτών στο επίπεδο ακρωτήρι.



Εικόνα 42: Σκουπίδια επισκεπτών στο επίπεδο ακρωτήρι.
