

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Διπλωματική Εργασία
Παράκτια Γεωμορφολογία Ακτής Φούρκας



Βαλαούρης Ανδρέας
ΑΕΜ: 3532

Μπουγιουκλής Ιωάννης
ΑΕΜ: 3598

Υπεύθυνος Καθηγητής: Αλμπανάκης Κωνσταντίνος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή
 - 1.1. Γεωγραφία
 - 1.2. Γεωλογία
 - 1.3. Γεωμορφολογία
 - 1.4. Φυσικογεωγραφικά στοιχεία
 - 1.4.1. Σχέσεις φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος
 - 1.4.2. Παράκτιο Περιβάλλον
 - 1.4.2.1. Το φυσικό παράκτιο περιβάλλον
 - 1.4.2.2. Το ανθρωπογενές παράκτιο περιβάλλον
 - 1.4.3. Ανθρωπογενής Δραστηριότητα
2. Υλικά και Μεθοδολογία
 - 2.1. Δειγματοληψία
 - 2.2. Μεθοδολογία κοκκομετρικής ανάλυσης
 - 2.3. Επεξεργασία δεδομένων
 - 2.4. Σφαιρικότητα - Στρογγυλότητα
 - 2.5. Μεθοδολογία υπολογισμού μορφολογικών προφίλ της ακτής
3. Αποτελέσματα
 - 3.1. Αποτελέσματα κοκκομετρικών αναλύσεων
 - 3.2. Μέσος όρος - Κύρτωση – Λοξότητα – Ταξινόμηση και Σφαιρικότητα - Στρογγυλότητα
 - 3.3. Μορφολογικά Προφίλ
4. Συμπεράσματα και συζήτηση
5. Παράρτημα
6. Βιβλιογραφία

Πρόλογος

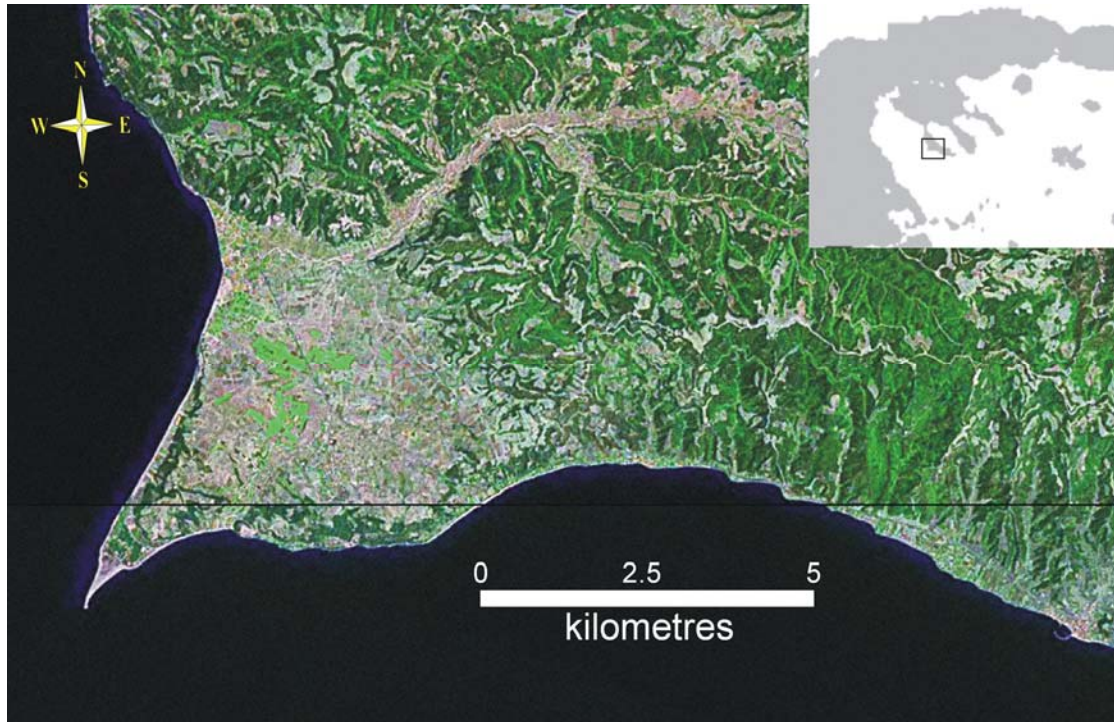
Σκοπός της παρούσας εργασίας, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος διπλωματική εργασία με επιβλέποντα καθηγητή τον Επίκουρο καθηγητή κ. Αλμπανάκη, είναι να προσδιοριστεί η αλληλεπίδραση των φυσικών και των ανθρωπογενών διεργασιών στον παράκτιο χώρο της Φούρκας Χαλκιδικής. Για την μελέτη των φαινομένων έγινε δειγματοληψία υπαίθρου, αποτύπωση των μορφολογικών προφίλ της παράκτιας ζώνης, κοκκομετρική ανάλυση και τέλος φωτογραφική αποτύπωση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον παράκτιο χώρο.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

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

Τους Υποψήφιους Διδάκτορες του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, κ. Παράσχου Θεόδωρο και Ψωμιάδη Δαυίδ για την συνεχή επίβλεψη και την πολύτιμη συμβολή τους.

Τις οικογένειές μας και όλους τους φίλους και γνωστούς που μας στήριξαν και συνέβαλλαν στην περάτωση και την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής.



Εικόνα 2. Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης

1.2. Γεωλογία

Από γεωλογική άποψη (Μαρίνος κ.α. 1970, Συρίδης 1990) η Κασσάνδρα αποτελεί ένα τεταρτογενές τεκτονικό κέρασ μεταξύ των τάφρων του Θερμαϊκού και του Τορωναίου κόλπου. Το υπόβαθρο της αποτελείται από βασικά και ανθρακικά πετρώματα της ζώνης του Αξιού στο ΝΑ άκρο της, επί των οποίων κάθονται ασύμφωνα ηωκαινικά ιζήματα περιορισμένης εξαπλώσης. Το κύριο σώμα της χερσονήσου αποτελείται από μια ακολουθία ιζημάτων του νεογενούς και του Τεταρτογενούς, με γενική κλίση των στρωμάτων N/ΝΔ-B/BA περίπου και σημαντικό πάχος 1-4km (Συρίδης. 1990)

Σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη γεωλογική διαίρεση της Ελλάδας η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωλογικά στην γεωτεκτονική ζώνη Παιονίας της ευρύτερης ζώνης Αξιού.

Η ζώνη Παιονίας υπήρξε μια μεσοζωική αύλακα ενώ προς Δυσμάς υπήρχε το ύβωμα του Πάικου. Η κατωφέρεια του υβώματος προς την αύλακα καθορίστηκε από τον Mercier (1966) ως μια υποζώνη και ονομάστηκε «Υποζώνη Προπαιονίας». Η διάκριση στηρίχτηκε στην ιδιαίτερη λιθολογική σύσταση του δυτικού αυτού τμήματος της ζώνης και στη διάφορη στρωματογραφική του εξέλιξη συγκριτικά με την «Ανατολική Παιονία» που χαρακτηρίζεται σαν η κύρια αύλακα.

Βασικό τεκτονικό χαρακτηριστικό της ζώνης Παιονίας είναι η λεπιοειδής τεκτονική. Τα τεκτονικά λείπια, που σχηματίστηκαν από τις Τριτογενείς φάσεις πτυχώσεων, έχουν μικρές ή μεγάλες διαστάσεις. Τα μεγαλείπια εμφανίζονται αποκομμένα μεταξύ τους λόγω της γενικής κάλυψης της περιοχής από τα μεταλπικά νεογενή ιζήματα.

Λιθοστρωματογραφία Κασσάνδρας και περιοχής μελέτης

Στη Χερσόνησο της Κασσάνδρας συναντώνται κάποια προαλπικά πετρώματα της ζώνης Αξιού ενώ το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειάς της καλύπτεται από μεταλπικά πετρώματα του Τριτογενούς και του Τεταρτογενούς.

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

Τα μεταλπικά πετρώματα του παλαιογενούς είναι: μολασικοί σχηματισμοί (Ηώκαινο) που περιλαμβάνουν κροκαλοπαγές βάσης, μια σειρά τεφρών μαρμαρυγιούχων μαργών και ένα σύστημα ψαμμιτών, ενώ συναντώνται και πολύ χονδρομερή κροκαλοπαγή, σύστημα πολύχρωμων μαργών και κροκαλοπαγών, μάργες με κροκαλοπαγή, σειρά λευκών μαργών, καστανοκίτρινες συμπαγείς άμμοι, ανώτερες καστανόχρωμες μάργες, σχηματισμός ανώτερου ασβεστολίθου και ερυθρές μάργες του Νεογενούς. Τέλος μεγάλες εκτάσεις της χερσονήσου καλύπτονται από αποθέσεις του Τεταρτογενούς (ολισθημένες ζώνες και σύγχρονες προσχώσεις, πλευρικά κορήματα και παράκτιες άμμοι).

Όπως διακρίνουμε και από τον γεωλογικό χάρτη της Χερσονήσου της Κασσάνδρας (Εικόνα 3) η περιοχή μελέτης καλύπτεται από Τεταρτογενή ιζήματα.



Εικόνα 3. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης

Νεογενή – Τεταρτογενή ιζήματα

Στο τμήμα χαμηλού ανάγλυφου της Δ. Χαλκιδικής και στην Κασσάνδρα το προ – Νεογενές υπόβαθρο καλύπτεται από ένα παχύ κάλυμμα νεώτερων χαλαρών κυρίως ιζημάτων. Πρόκειται για χερσοποτάμιες, ποταμοδελταϊκές, λιμνοδελταϊκές,

λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την εξέλιξη της ταφρογένεσης στον ευρύτερο χώρο Αξίου – Θερμαϊκού (Ψιλοβίκος κ.α., 1988).

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

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

1.3. Γεωμορφολογία

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου στη Κασσάνδρα είναι χαρακτηριστική. Ολόκληρο το βόρειο τμήμα αποστραγγίζεται προς τα δυτικά, ενώ η προς ανατολικά απορροή είναι σχεδόν ανύπαρκτη, με αποτέλεσμα οι ανατολικές ακτές να υλοποιούν ταυτόχρονα και τον υδροκρίτη. Αντίθετα στο νότιο τμήμα ο υδροκρίτης βρίσκεται στον άξονα της χερσονήσου και το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται από παράλληλες κοιλάδες που αναπτύσσονται ομοιόμορφα εκατέρωθεν του υδροκρίτη.

Όλο το δυτικό τμήμα (από το Μεγάλο Έμβολο μέχρι και την Β. Κασσάνδρα) εμφανίζει ώριμο, παλιό ανάγλυφο, με μικρή μορφολογική κλίση 2-5° και με επιμήκεις κοιλάδες σχήματος ανοικτού U. Οι κοιλάδες αυτές είτε είναι ξερές, είτε διαρρέονται από μικρούς χείμαρρους, στους οποίους όμως δεν μπορεί να αποδοθεί η τόσο μεγάλη διαπλάτυνση. Το ανάγλυφο αυτό πιθανότατα είναι κληρονομημένο από παλαιότερο κύκλο εξέλιξης όπως μαρτυρούν η απότομη διακοπή της παλιάς μορφολογικής επιφάνειας στις ακτές από την τεκτονική και την παράκτια διάβρωση. Έτσι σχηματίζονται σχεδόν σ' όλο το μήκος της Δυτικής ακτής παράκτιες αναβαθμίδες και κρεμασμένες ξηρές κοιλάδες σε εναλλαγές με μικρές παράκτιες πεδινές εκτάσεις. Οι εκτάσεις αυτές σχηματίστηκαν από πλήρωση στομιών παλαιότερων κοιλάδων. Επίσης διακρίνονται σαφείς χαρακτήρες ανανέωσης κοιλάδων και η αρχή νέου κύκλου διάβρωσης, με τη δημιουργία νέων κοιλάδων μέσα στις παλιές και τη διάβρωση των χαλαρών ιζημάτων (Συρίδης, 1990).

1.4 Φυσικογεωγραφικά στοιχεία

Από πλευράς επιφανειακού αναγλύφου η Κασσάνδρα διακρίνεται σε δυο τμήματα:

- Το βόρειο πεδινό τμήμα, με υψόμετρο <100μ , μεταξύ Ποτίδαιας και Κασσανδρείας, στο οποίο υπάρχουν εκτεταμένες καλλιέργειες.
- Το νότιο λοφώδες τμήμα, με υψόμετρο 100-353m, νοτίως της Κασσάνδρας, στο οποίο εντοπίζονται μεγάλες δασικές εκτάσεις.

Από πλευράς παράκτιας διαμόρφωσης η Κασσάνδρα κυριαρχείται από ευθύγραμμες ρηξιγενείς ακτές με απότομο μέτωπο, κρεμασμένες κοιλάδες και τεκτονικές αναβαθμίδες, κατά θέσεις διαβρωμένες. Οι κόλποι περιορίζονται κυρίως στο χώρο του υποβάθρου. Το μεγαλύτερο τμήμα των ακτών έχει ζώνες αμμωδών

παραλιών μεγάλου πλάτους σε εξόδους κοιλάδων, όχι όμως στη βάση των μετώπων των αναβαθμίδων. Οι ακτές της Κασσάνδρας βρίσκονται στο στάδιο της νεότητας και παρουσιάζουν έντονα τα φαινόμενα της διάβρωσης και της μετακίνησης υλικών (Ψιλοβίκος κ.α., 1988)

Από πλευράς υδρογραφίας η Κασσάνδρα δεν έχει ενιαίο δίκτυο με ένα κεντρικό υδρογραφικό άξονα και πλευρικούς κλάδους, αλλά αποτελείται από ένα κεντρικό υδροκρίτη και περιφερειακά αποκλίνοντες κλάδους. Αποτελείται από τρεις λεκάνες απορροής:

Τη λεκάνη του Θερμαϊκού στα ΒΔ, με έκταση 162km^2 (45,5%) η οποία αποστραγγίζεται από ρεύματα μεγάλης ανάπτυξης με χαρακτήρες ωριμότητας. Οι κοιλάδες των ρευμάτων δείχνουν στοιχεία ενός παλαιού αναγλύφου, με βασικό επίπεδο το Θερμαϊκό κόλπο.

Τη λεκάνη του Τορωναίου στα ΒΑ, με έκταση 108 km^2 (30,3%), με επίμηκες σχήμα, η οποία αποστραγγίζεται από ρεύματα περιορισμένης ανάπτυξης με χαρακτήρες νεότητας. Στο Βόρειο τμήμα η ανάπτυξη είναι υποτυπώδης.

Τη λεκάνη του Βορείου Αιγαίου στα Νότια, με έκταση 86km^2 (24.2%), η οποία έχει παρόμοιους χαρακτήρες με αυτήν του Τορωναίου κόλπου.

Η έντονη διάβρωση των ιζηματογενών σχηματισμών της Κασσάνδρας οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στους χαρακτήρες νεότητας ή ανανέωσης του υδρογραφικού της δικτύου, το οποίο προμηθεύει τις παράκτιες ζώνες με κλαστικό υλικό.

Είναι προφανές ότι η λεκάνη του Θερμαϊκού κόλπου ευνοείται από πλευράς υδρογραφίας και υδατικών αποθεμάτων, όπως επίσης και από πλευράς αναγλύφου, λόγω του πεδινού χαρακτήρα και των ώριμων κοιλάδων.

Κατά θέσεις όμως (Σάνη, Φούρκα) κοντά στις ακτές αναπτύσσονται ελώδεις εκτάσεις. Αντίθετα οι άλλες δυο λεκάνες μειονεκτούν ως προς τα στοιχεία αυτά.

Από πλευράς κλίματος η Κασσάνδρα έχει Μεσογειακό κλίμα, με νησιωτικούς χαρακτήρες (Μπαλαφούτης, 1977). Οι επικρατούντες άνεμοι είναι βόρειας συνιστώσας, αλλά οι ακτές της Κασσάνδρας υποφέρουν από κυματισμούς που προέρχονται από ανέμους νότιας συνιστώσας, με προέλευση το χώρο του Β. Αιγαίου. Για το λόγω αυτό οι παράκτιες περιοχές του Θερμαϊκού κόλπου και του Β. Αιγαίου, αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα από τρικυμίες.

Από πλευράς φυτοκάλυψης η Κασσάνδρα μέχρι το 1970 καλύπτονταν κατά 47% περίπου από δάση πεύκης και θάμνων, ιδιαίτερα ο κεντρικός κορμός της λοφώδους ζώνης, από την Κασσάνδρεια μέχρι το Καναστραίο. Το υπόλοιπο 53% της έκτασης της Κασσάνδρας αποτελούσε τις καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Δασικά προϊόντα (ξύλο-ρητίνη), μελισσοκομικά προϊόντα, ελιές και σιτηρά, αποτελούσαν τον κορμό του πρωτογενούς τομέα της οικονομίας της Κασσάνδρας. Κατά την αρχαιότητα σημαντική ήταν η παραγωγή κρασιών (Σκιώνη-Μενδή).

Προ του 1970 ο δευτερογενής τομέας της οικονομίας και ιδιαίτερα ο Τουρισμός ήταν σχεδόν ανύπαρκτος, λόγω ελλείψεως έργων υποδομής (οδικό δίκτυο, ηλεκτρικό τηλεφωνικό δίκτυο κλπ.)

Παρόλο που η Κασσάνδρα έχει παράκτιους οικισμούς με αλιευτική δραστηριότητα δεν διαθέτει λιμάνι.

1.4.1. Σχέσεις φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος

Από τα στοιχεία που αναφέρθηκαν και παρουσιάστηκαν γίνεται φανερό ότι οι παράμετροι του φυσικού περιβάλλοντος καθορίζουν πάντοτε τα πλαίσια της ανθρωπογενούς δραστηριότητας στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής. Υπάρχουν όμως σοβαρές διαφορές μεταξύ των τριών λεκανών απορροής.

Επιγραμματικά μπορεί να αναφερθεί ότι:

Η λεκάνη του Τορωναίου κόλπου συγκέντρωνε τα περισσότερα ευνοϊκά για τον άνθρωπο στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος που για το λόγο αυτό είχε τη μεγαλύτερη ανθρωπογενή επίδραση από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα. Σταδιακά όμως το ανθρωπογενές περιβάλλον τείνει να αντικαταστήσει το φυσικό, ιδιαίτερα κατά μήκος της παραλιακής ζώνης.

Η λεκάνη του θερμικού κόλπου, πα' ρολες τις ευνοϊκές συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος και τη θέση της προς το Θερμαϊκό κόλπο δέχθηκε μικρή ανθρωπογενή επίδραση, με εξαίρεση την εξάπλωση μετοχιών. Χαρακτηριστική ήταν η απουσία παράκτιων πόλεων στις ακτές του θερμικού. Σταδιακά όμως παρατηρείται μια αυξανόμενη οικοδόμηση και δημιουργία οικισμών, μετά την εκτέλεση αποστραγγιστικών έργων (Σάνη, Σίβηρη, Φούρκα) η οποία δείχνει τη μεγάλη επιρροή του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος στη λεκάνη αυτή.

Είναι γνωστό ότι η επέμβαση του ανθρώπου για την αποστράγγιση καταστροφή υδροτόπων καταλήγει στην τροποποίηση της πλημμυρικής ροής της. Από μελέτες που έγιναν (Maltby, 1990) διαπιστώθηκε ότι οι λεκάνες απορροής που καλύπτονταν κατά 15% από υδροτόπους, είχαν πλημμυρικές παροχές αιχμής κατά 60-65% μικρότερες από ότι θα είχαν εάν δεν καλύπτονταν από υδροτόπους. Μπορεί λοιπόν να λεχθεί ότι στην εκδήλωση των μεγάλων πλημμυρικών φαινομένων της περιοχής Φούρκας κατά το 1990, με δυσμενέστερες επιπτώσεις στους παραθεριστικούς οικισμούς, συνέβαλε εκτός από την καταστροφή του δάσους και η αποστράγγιση των ελωδών εκτάσεων της περιοχής.

Η λεκάνη του Β. Αιγαίου είχε τα δυσμενέστερα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος αλλά η στρατηγική της θέση επέτρεψε την ανάπτυξη σημαντικών πόλεων κατά την αρχαιότητα. Στο σύνολο της όμως δέχθηκε περιορισμένη ανθρωπογενή επίδραση. Τα τελευταία χρόνια η παράκτια ζώνη δέχεται σοβαρές ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις σε ολόκληρο το χωριό της Κασσάνδρας τις τελευταίες δεκαετίες έχουν προκαλέσει σοβαρές αλλοιώσεις στο φυσικό περιβάλλον, ιδιαίτερα στις παραλιακές ζώνες, έτσι ώστε να δημιουργηθούν νέες συνθήκες, ενός ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με άγνωστα αποτελέσματα για το μέλλον της (κατολισθήσεις, πλημμύρες, διαβρώσεις, λειψυδρία).

Για το λόγο αυτό απαιτείται να γίνει μια συστηματική ερευνητική προσπάθεια στα επιμέρους στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος της Κασσάνδρας και στις αλλοιώσεις τους από την ανθρώπινη δραστηριότητα (δάση, παραλίες, καλλιέργειες, υδατικοί πόροι). Έτσι μόνο μπορούν να προκύψουν αξιόπιστα στοιχεία για την μελλοντική εξέλιξη των περιβαλλοντικών διεργασιών σε μια περιοχή με επιταχυνόμενη ανθρωπογενή επέμβαση – κυρίως λόγω της μεγάλης ανάπτυξης των τουριστικών δραστηριοτήτων.

1.4.2. Το Παράκτιο Περιβάλλον

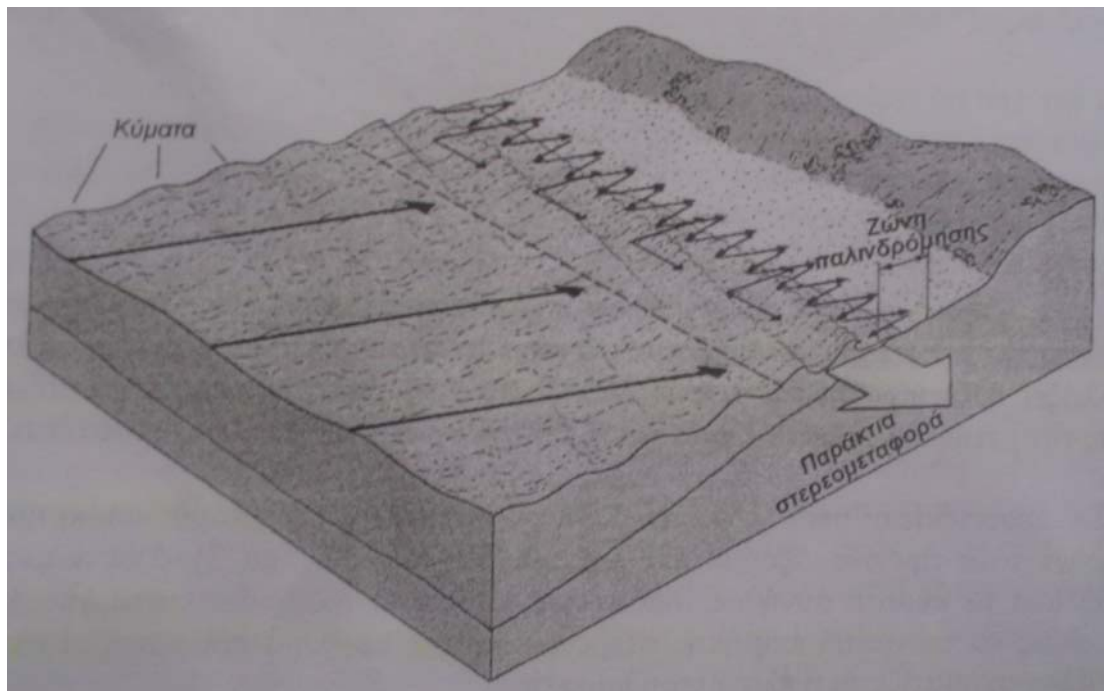
Ακτή ονομάζουμε τη ζώνη γύρω από το όριο επαφής ξηράς – θάλασσας η οποία περιλαμβάνει κάθε τύπο ορίου με απόκρημνο ή χαμηλό προφίλ, με βραχώδη ή χαλαρά υλικά. Το πλάτος της παράκτιας ζώνης φτάνει ως εκεί που επιδρούν οι ενεργές παράκτιες διεργασίες σε περιόδους έντονων φαινομένων (θύελλες). Παράκτιες διεργασίες δεν είναι μόνο η δράση των κυμάτων αλλά και η αιολική δράση που μεταφέρει μεγάλες ποσότητες παράκτιας άμμου και σχηματίζει θίνες. Σε πολλές περιπτώσεις πίσω από τις θίνες βρίσκεται μια ζώνη με λαγγούνες και έλη. Σε αυτές τις περιπτώσεις ολόκληρο το σύστημα ανήκει στην παράκτια ζώνη (Αλμπανάκης, 2004-05).

Παραλία ονομάζουμε την ακτή που αποτελείται από άμμο και κροκάλες (υλικά που μετακινούνται από τα κύματα) και αποτελεί ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον (Αλμπανάκης, 2004-05).

1.4.2.1 Το φυσικό παράκτιο περιβάλλον

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

Στην εικόνα 4 βλέπουμε τα κύματα να πλησιάζουν μια ευθύγραμμη παραλία με γωνία. Η γωνία πρόσπτωσης μεταβάλλεται με τη διάθλαση και τείνει να γίνει κάθετη στην παραλία. Δεν προλαβαίνει όμως να το κατορθώσει και τελικά προσπίπτει στην παραλία, όχι κάθετα, αλλά με γωνία. Το κύμα που φτάνει στα αβαθή παθαίνει θραύση και τελικά “ξεχύνεται” με τη γωνία πρόσπτωσης επάνω στην παραλία ανεβαίνοντας την μικρή ανηφόρα που σχηματίζει η παράκτια άμμος εμπρός από τη θάλασσα. Τα νερά που συσσωρεύονται στο ανώτερο τμήμα της παραλίας επιστρέφουν πίσω στη θάλασσα με τη βαρύτητα. Τώρα όμως ρέουν προς τη θάλασσα με γωνία κάθετη στην ακτή. Κάθε φορά που ένα κύμα “σκάει” στην ακτή ανέρχεται στην ακτή με τη γωνία πρόσπτωσης και επιστρέφει πίσω στην θάλασσα με την κάθετο. Δημιουργείται δηλαδή μια πριονωτή παλινδρόμηση που τελικά μεταφέρει τους κόκκους της άμμου κατά μήκος της ακτής δημιουργώντας μια επιμήκη στερεομεταφορά. Ο χώρος στον οποίο λαμβάνει χώρα αυτή η διαδικασία ονομάζεται **ζώνη παλινδρόμησης**. Το πλάτος της εξαρτάται από το μέγεθος του κυματισμού, την κλίση της παραλίας και την κοκκομετρία των υλικών της ακτής.



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση της παράκτιας στερεομεταφοράς (Αλμπανάκης, 2004)

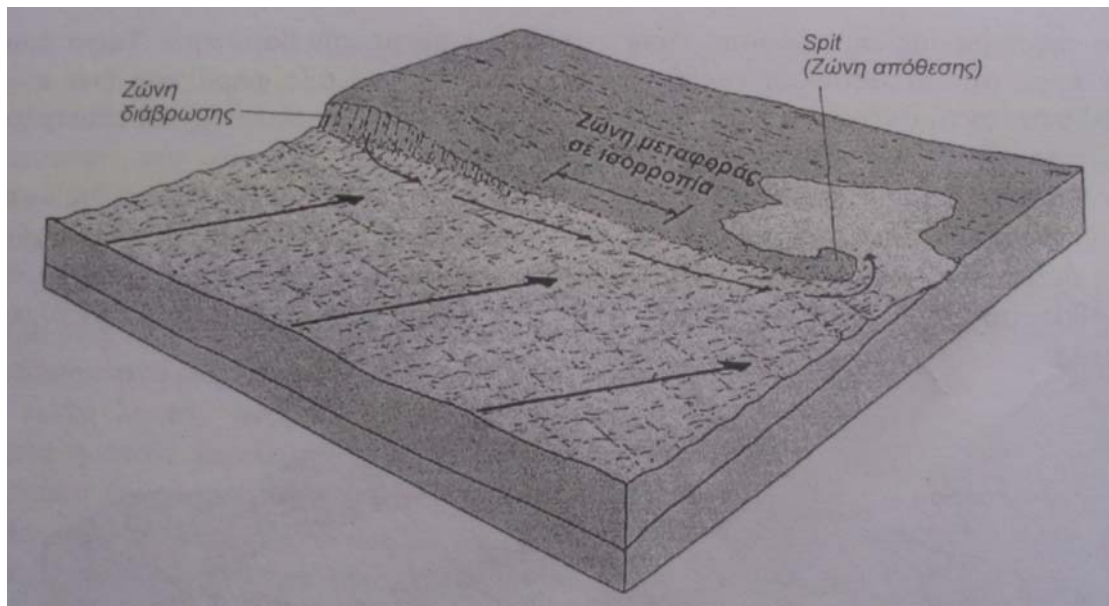
Πίνακας 1: Συσχετίσεις μεγεθών που χαρακτηρίζουν την παράκτια ζώνη.

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

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

Μια επιμήκης ακτή εφόσον προσβάλλεται από κυματισμούς με επικρατούσα διεύθυνση σε συγκεκριμένη γωνία, τότε μπορούν να υπάρχουν τρεις καταστάσεις κατά μήκος της ακτής (Εικόνα 5).

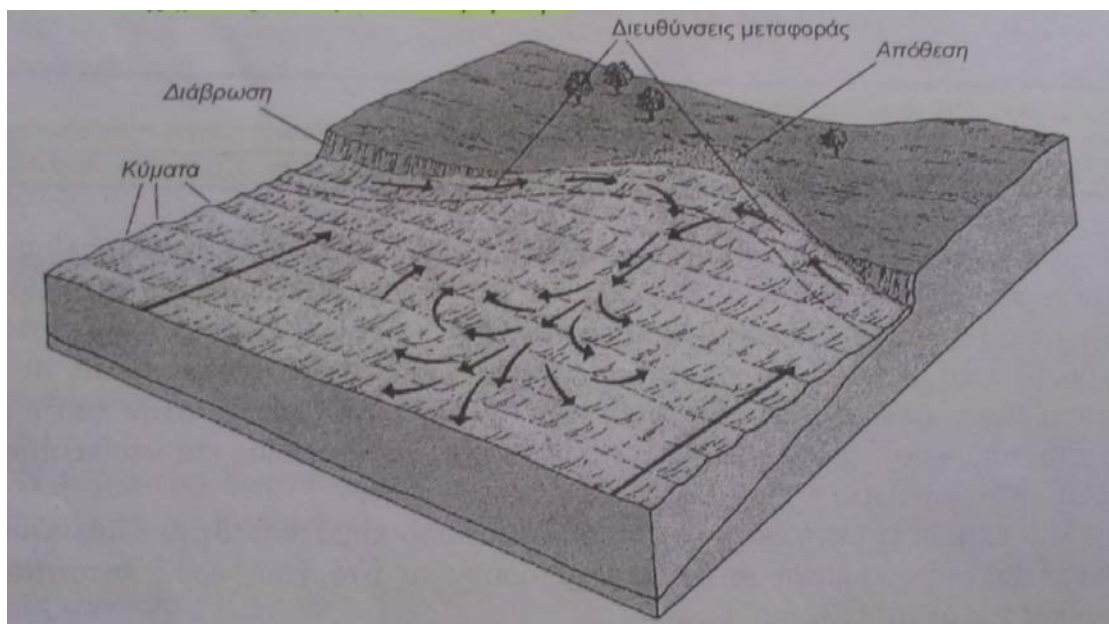
Πρώτη είναι η περιοχή όπου συμβαίνει διάβρωση και σχηματίζεται η παράκτια αναβαθμίδα με κάθετο μέτωπο καθώς τα κύματα απομακρύνουν τα υλικά που διαβρώνονται από τη βάση της αναβαθμίδας. Δεύτερη είναι η περιοχή όπου υπάρχει ισορροπία και η ποσότητα του υλικού που προστίθεται είναι ίδια με την ποσότητα που απομακρύνεται, δηλαδή είναι μια ζώνη **επιμήκους στερεομεταφοράς** σε ισορροπία (Αλμπανάκης, 2004-05).



Εικόνα 5. Οι τρεις ζώνες κατά μήκος της ακτής (Αλμπανάκης, 2004)

Τέλος η τρίτη περιοχή είναι εκεί που τα υλικά της παραλίας μην μπορώντας να προωθηθούν περαιτέρω από τα κύματα αποτίθενται. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν αλλάξει η διεύθυνση της ακτής και τα κύματα στρέφουν με την διάθλαση χάνοντας την μεταφορική τους ικανότητα. Οι καταστάσεις αυτές αναπαρίστανται στο Εικόνα 5.

Σε περιπτώσεις όπου μια παραλία βρίσκεται μεταξύ δύο απόκρημνων ακρωτηρίων τότε την ονομάζουμε ακτή **τύπου θύλακα** (Εικόνα 6). Στις παραλίες τύπου θύλακα τα κύματα συνήθως διαθλώνται με τέτοιο τρόπο ώστε στα δύο άκρα της παραλίας να επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά με φορά προς τον μυχό του κόλπου όπου σχηματίζεται η πλατύτερη παραλία.



Εικόνα 6. Ακτή τύπου Θύλακα (Αλμπανάκης, 2004)

Τα υλικά εγκλωβίζονται στον θύλακα και η παραλία στο κέντρο μεγαλώνει. Τα υλικά όμως από το κέντρο απομακρύνονται προς το αβαθές υποθαλάσσιο τμήμα με τη βοήθεια των βελοειδών ρευμάτων (rip currents) τα οποία σχηματίζονται από τη συσσώρευση θαλάσσιων μαζών στο κέντρο της εγκόλπωσης. (Εικόνα 6).

1.4.2.2. Το ανθρωπογενές παράκτιο περιβάλλον

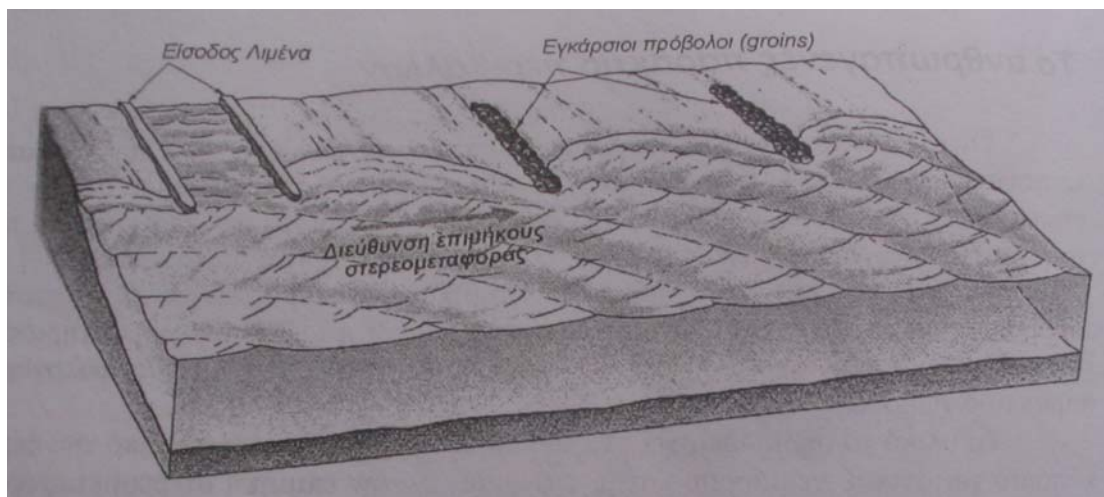
Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο παράκτιο περιβάλλον είναι πολλές και οι επιπτώσεις ποικίλες αλλά θα αναφερθούμε ενδεικτικά σε ορισμένες περιπτώσεις πολύ χαρακτηριστικές που συναντώνται συχνά στο ελληνικό παράκτιο περιβάλλον.

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

Το υλικό το οποίο υπάρχει στις παραλίες συνήθως προέρχεται από την εκβολή κάποιου γειτονικού χειμάρρου και μεταφέρεται με την επιμήκη στερεομεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις. Οποιαδήποτε παρεμβολή στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου που διαταράσσει τη στερεομεταφορά του έχει άμεση επίπτωση στην παράκτια ζώνη. Η μεγαλύτερη και πιο διαδεδομένη ανθρωπογενής παρέμβαση είναι η καταπάτηση του παράκτιου περιβάλλοντος με οικοπεδοποίηση και ανάπτυξη οικιστικών ιστών επάνω στην παράκτια ζώνη. Κυρίως η καταπάτηση έχει γίνει στη ζώνη των θινών η οποία δεν περιλαμβανόταν νομικά στην παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα να υπάρχουν τίτλοι ιδιοκτησίας για τη ζώνη αυτή. Αυτό δεν αποτελεί ελληνική πρωτοτυπία αλλά ήταν πρακτική και σε άλλα μέρη του κόσμου, ώσπου η διεθνής κοινότητα κατάλαβε ότι οι θίνες αποτελούσαν την αποταμίευση του υλικού της ακτής κρίσιμου σε καταστάσεις ακραίων φαινομένων διάβρωσης από μεγάλες τρικυμίες.

Όταν λοιπόν τα μεγάλα κύματα προσβάλλουν την ακτή φτάνουν να διαβρώνουν τις θίνες, τότε το υλικό τους, που είναι λεπτότερο από το μέσο μέγεθος των υλικών της παραλίας, αναμειγνύόμενο, ελαττώνει το μέσο μέγεθος των υλικών στην ενεργή ζώνη δράσης των κυμάτων. Η παραλία ελαττώνει την κλίση της αποσβένοντας τα μεγάλα κύματα σε μεγαλύτερη απόσταση από την ακτή και διευκολύνεται, με φυσικό τρόπο, να ξεπεραστεί το ακραίο φαινόμενο τρικυμίας. Έχει παρατηρηθεί ότι όπου έχει γίνει καταπάτηση των θινών μετά από κάποια χρόνια το πλάτος της ενεργούς παραλίας έχει μειωθεί.

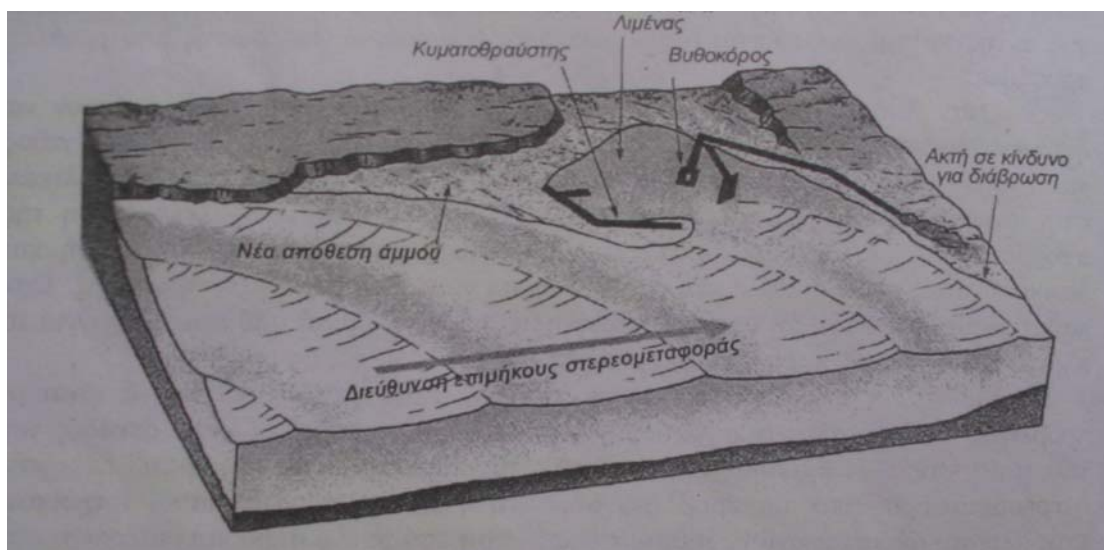
Όπως αναφέρει ο Αλμπανάκης, μια άλλη κλασική περίπτωση που τη συναντάμε πολύ συχνά είναι οι προβλήτες και τα αλιευτικά καταφύγια που έχουν ξεφυτρώσει κατά δεκάδες τον τελευταίο καιρό. Η διακοπή της συνέχειας της παραλίας, όπου επικρατεί επιμήκης στερεομεταφορά, από μια προβλήτα συμπαγή ή από τα προστατευτικά τοιχώματα ενός αλιευτικού καταφυγίου, δημιουργεί απόθεση από το ένα άκρο και διάβρωση από το άλλο. Η μεν απόθεση είναι επιθυμητή και αυξάνει την παραλιακή ζώνη αλλά στην πλευρά που προκαλείται στέρηση υλικού και διάβρωση τα αποτελέσματα μπορεί να είναι οδυνηρά για παράκτια κτίσματα. Για να ελαττωθούν οι συνέπειες της διάβρωσης στην πλευρά που αντιμετωπίζει στέρηση υλικού συνήθως κατασκευάζονται εγκάρσιοι πρόβολοι (groins) οι οποίοι εμποδίζουν την επιμήκη στερεομεταφορά να απομακρύνει περισσότερο υλικό, προστατεύοντας την παραλία. (Εικόνα 7).



Εικόνα 7 Οι εγκάρσιοι πρόβολοι εμποδίζουν την επιμήκη στερεομεταφορά
(Αλμπανάκης, 2004)

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

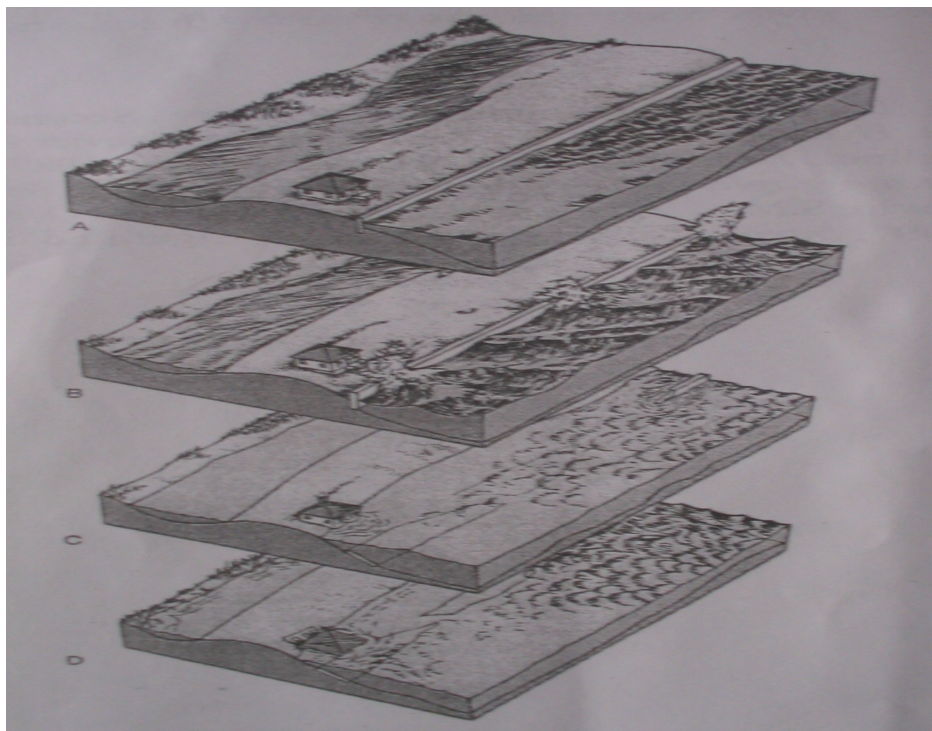
Η πλέον ενδεδειγμένη λύση σε περίπτωση που αναγκαστικά για οικονομικό – κοινωνικούς λόγους είναι απαραίτητη η κατασκευή ενός λιμανιού το οποίο όμως θα διαταράξει την ισορροπία είναι η μόνιμη εγκατάσταση μαζί με την κατασκευή του συστημάτων αυτόματων βυθοκόρων. Αυτά θα αντλούν την άμμο από εκεί που αποτίθεται και με σωλήνες θα την μεταφέρουν στην πλευρά που διαβρώνεται αποκαθιστώντας την φυσική ισορροπία. Η λύση αυτή όμως εφαρμόζεται σε οικονομικά εύρωστες κοινωνίες (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Συστήματα αυτόματων βυθοκόρων. (Αλμπανάκης, 2004)

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

Τέλος, μία επίσης διαδεδομένη περίπτωση ανθρωπογενών επεμβάσεων είναι η κατασκευή παράκτιων δρόμων που έχουν κάθετα τοιχία προς την πλευρά της παραλίας. Οποιοσδήποτε κάθετος τοίχος στην παραλία στον οποίο προσκρούουν τα κύματα σε περιπτώσεις τρικυμίας είναι καταδικασμένος σταδιακά να καταρρεύσει συμπαρασύροντας στην καταστροφή τις κατασκευές που υποτίθεται ότι προστατεύει. (Εικόνα 8.) (Αλμπανάκης, 2004).



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

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

1.4.3. Ανθρωπογενής Δραστηριότητα

Η ανθρωπογενής δραστηριότητα στην Κασσάνδρα είναι βεβαιωμένη τουλάχιστον από την εποχή του Τρωικού πολέμου μέχρι σήμερα (Στάμου Π., 1961) και μπορεί να διακριθεί σε τέσσερες περιόδους:

1^η Περίοδος: Περιλαμβάνει τους αρχαίους χρόνους κατά την διάρκεια των οποίων στην Κασσάνδρα κτίστηκαν πόλεις-αποικίες των Πελληναίων της Πελοποννήσου (Σκιώνη), των Κορινθίων (Ποτίδαια) και κυρίως των Ερετριέων (Αφύτις, Θράμβη, Μένδη, Σάνη), αλλά και των Μακεδόνων (Κασσανδρεία στη Θέση της Ποτίδαιας).

Με βάση την υποτιθέμενη θέση των αρχαίων πόλεων και οικισμών φαίνεται ότι κατά μήκος των ακτών του Τορωναίου κόλπου κτίστηκαν 6, κατά μήκος των ακτών του Β. Αιγαίου κτίστηκαν 3, ενώ στις ακτές του Θερμαϊκού κτίστηκε 1. Οι αρχαίες πόλεις παρουσιάζουν μια κανονική διασπορά στις ακτές του Τορωναίου και του Β. Αιγαίου, ενώ μόνο η Σάνη πιστεύεται ότι βρίσκονταν στις ακτές του Θερμαϊκού.

2^η Περίοδος: Περιλαμβάνει τους βυζαντινούς οικισμούς, οι οποίοι ήταν οργανωμένοι γύρω από μετόχια κυρίως Αγιορίτικα. Μετόχια βρίσκονταν μέσα στη λεκάνη απορροής του Θερμαϊκού, την πιο ευνοημένη περιοχή από πλευράς υδάτινων πόρων και καλλιεργούμενων εκτάσεων (Δοχειαρίου, Σιμωνόπετρας, Αγ. Διονυσίου, Εσφιγμένου, Στραυρονικήτα, Καρακάλου, Παπαστάθη, Ξενοφώντος, Μ.Λάυρας, Κρεμμυδιού, Φιλοθέου, Αγ. Αναστασίας κλπ). Αντίθετα στη λεκάνη του Τορωναίου κόλπου βρίσκονταν 6 μετόχια (Αγ. Λάυρας, Αγ. Παύλου, Ρώσικο, Φιλοθέου, Ζωγράφου κ.λ.π.) και στη λεκάνη του Β. Αιγαίου βρίσκονταν μόνο σκάλες των μετοχίων (Αγ. Αναστασίας και Σερβικού).

Κατά την περίοδο των βυζαντινών χρόνων αλλά και των χρόνων της οθωμανικής σκλαβιάς υπήρχαν στην Κασσάνδρα 12 μικροί οικισμοί, οι οποίοι είχαν κτιστεί στην εσωτερική ζώνη της χερσονήσου (Παληούρι, Αγ. Παρασκευή, Τσαπράνι, Κασσανδρινό, Φούρκα, Βάλτα) μακριά από τις ακτές, ή σε απόσταση από αυτές, πίσω από λόφους και αναβαθμίδες (Χανιώτη, Καψόχωρα, Πολύχρονο, Παζαράκι, Μαλτέπε, Άφυτος, Καλάνδρα, Ποτίδαια). Το σύνολο των κατοίκων της Κασσάνδρας κατά το 1963 υπολογίζεται σε 412 οικογένειες (Π. Στάμου, 1961) από τις οποίες 81 ζούσαν στην πρωτεύουσα Βάλτα (Κασσανδρεία) και 6 στη Χανιώτη. Ολόκληρη η ζωή των κατοίκων στηριζόταν στη γεωργία και οι εγκαταστάσεις όλες βρίσκονται μακριά από τις ακτές ή σε θέσεις προφυλαγμένες από τις επιδρομές των πειρατών.

3^η Περίοδος: Περιλαμβάνει κατά βάση τον 20^ο αιώνα, οπότε απελευθερώνεται η Κασσάνδρα (1912-1913) και ενισχύεται με το προσφυγικό στοιχείο (1920-22), είτε διασπειρόμενο στους ήδη υπάρχοντες οικισμούς, είτε συγκεντρούμενο σε νέους οικισμούς (Ν. Φώκαια, Καλλιθέα, Ν. Ποτίδαια, Ν. Σκιώνη). Κατά την περίοδο αυτή αυξάνεται σημαντικά ο πληθυσμός της Κασσάνδρας (σχεδόν οκταπλασιάζεται) και παρατηρείται η τάση μεταφοράς των οικισμών στις παραλιακές ζώνες και η ανάπτυξη επινεύων (σκάλες). Η παραλιακή ζώνη του Τορωναίου κόλπου συγκεντρώνει 7 χωριά, ενώ η παραλιακή ζώνη του Θερμαϊκού κόλπου συγκεντρώνει μόνο 2 επίνεια. Στο εσωτερικό παραμένουν 4 χωριά και η πρωτεύουσα Κασσανδρεία. Κατά την περίοδο αυτή μεγάλα τμήματα της περιουσίας των μετοχίων μεταβιβάζονται στους κατοίκους και οι μικροί οικισμοί εγκαταλείπονται. Κατά την περίοδο αυτή, στον αγροτικό τομέα της οικονομίας απασχολείται το σύνολο σχεδόν των κατοίκων της Κασσάνδρας.

Σημερινή Περίοδος: Η περίοδος αυτή αρχίζει ουσιαστικά από τη δεκαετία του 1970 και συνδέεται με την τουριστική ανάπτυξη της Κασσάνδρας. Μεγάλες και μικρές ξενοδοχειακές μονάδες, μεγάλοι και μικροί οικισμοί παραθεριστικής κατοικίας και ανεξάρτητες κατοικίες εξαπλώνονται με μεγάλη ταχύτητα σε ολόκληρη την παράκτια ζώνη της Κασσάνδρας. Η παραλιακή ζώνη του Τορωναίου κόλπου σήμερα αποτελεί έναν τεράστιο οικισμό από την Ποτίδαια μέχρι το Πευκοχώρι (Καψόχωρα) με πυκνή δόμηση σε πλάτος 500μ. από την ακτή και ελάχιστη ελεύθερη έκταση, κυρίως στις περιοχές των απότομων αναβαθμίδων.

Η παραλιακή ζώνη του Β. Αιγαίου από το επίνειο της Αγ. Παρασκευής μέχρι το Ποσειδί έχει δομηθεί επίσης αλλά όχι σε μεγάλη πυκνότητα.

Η παραλιακή ζώνη του Θερμαϊκού, μετά την αποστράγγιση των ελωδών εκτάσεων (Σάνη, Σίβηρη, Φούρκα-Καλάνδρα) δέχεται νέους οικισμούς με κέντρα την

Σάνη, τη Σίβηρη και τη σκάλα Φούρκας, τόσο στην ακτή όσο και μέσα σε δασικές εκτάσεις.

Η εκρηκτική αυτή οικιστική δραστηριότητα της Κασσάνδρας προκάλεσε μεγάλες επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, το οποίο αλλοιώνεται σε σημαντικό βαθμό. Ολόκληρη η Κασσάνδρα έχει μετατραπεί σε ένα τουριστικό θέρετρο και ο τουρισμός αποτελεί την κυριότερη πηγή εισοδημάτων των κατοίκων.

Η διάνοιξη δρόμων, η καταστροφή δασικών εκτάσεων, η αλλοίωση των παραλιών, η υπερεκμετάλλευση των φτωχών υδατικών πόρων, η εγκατάλειψη της γεωργίας, οι μεταβιβάσεις της γης και οι αλλαγές στον τρόπο ζωής των κατοίκων, έχουν δημιουργήσει μια νέα κατάσταση στην Κασσάνδρα, με δυσμενείς προοπτικές για το μέλλον της. Το εξαιρετο φυσικό περιβάλλον αλλοιώνεται ραγδαία κάτω από την πίεση του ανθρώπου και μετατρέπεται σε ένα δυσμενές ανθρωπογενές περιβάλλον (Εικόνες 9,10).



Εικόνα 9. Ανθρωπογενής Δραστηριότητα (Σίβηρη, Χαλκιδικής)

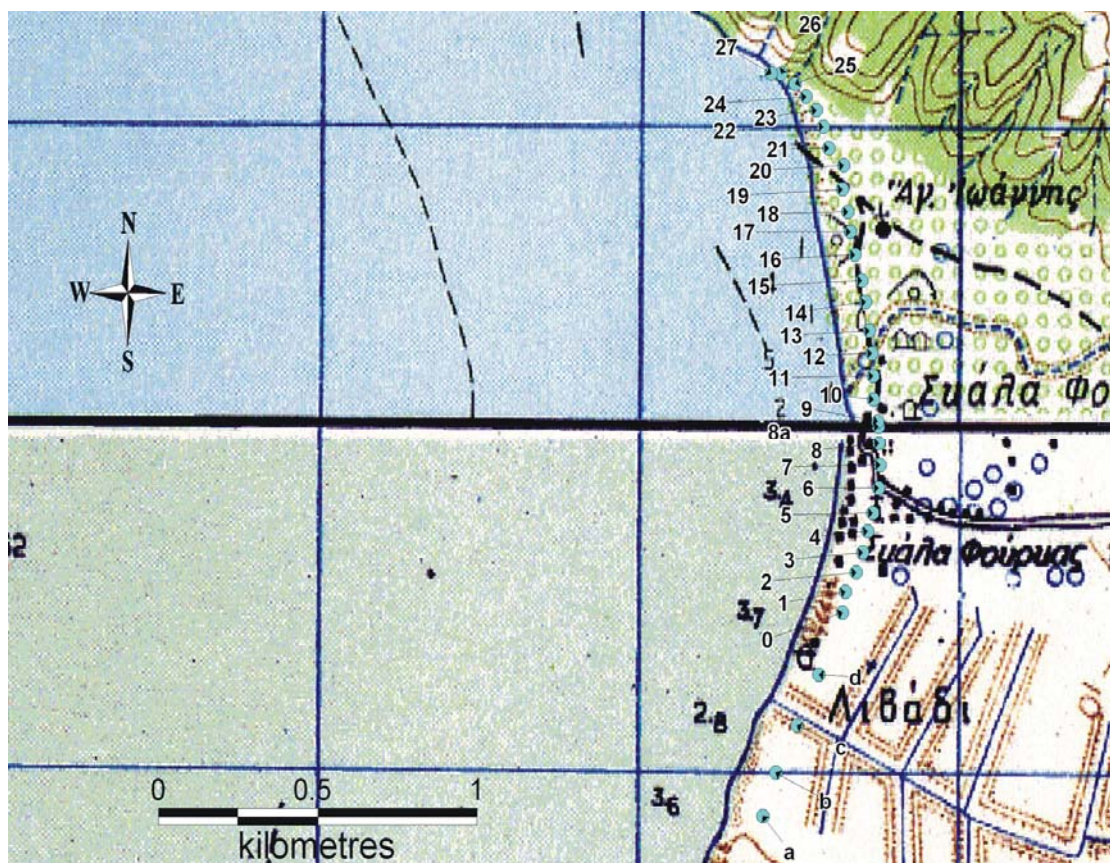


Εικόνα 10. Ανθρωπογενής Δραστηριότητα (Σίβηρη, Χαλκιδικής)

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δειγματοληψία

Η λήψη 28 δειγμάτων από την παραλία της Σκάλας Φούρκας Χαλκιδικής, έγινε τον Σεπτέμβριο του 2005 από τη ζώνη θραύσης των κυμάτων, ενώ στη περιοχή επικρατούσαν συνθήκες νηνεμίας. Το 1ο δείγμα (δείγμα 0) πάρθηκε από τη πλαζ στο σημείο με συντεταγμένες ($\varphi = 39^{\circ} 59' 44''$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, $\lambda = 23^{\circ} 22' 54''$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος) και με βήμα 60 μέτρων, ακολουθώντας πορεία προς Βορρά, το 28ο δείγμα (δείγμα 27) πάρθηκε από το σημείο της παραλίας που βρίσκεται κάτω ακριβώς από τον δρόμο με συντεταγμένες ($\varphi = 40^{\circ} 00' 44''$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, $\lambda = 23^{\circ} 22' 45''$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος). Τα σημεία δειγματοληψίας φαίνονται στον παρακάτω χάρτη (Εικόνα 11).



Εικόνα 11. Σημεία δειγματοληψίας

2.2. Μεθοδολογία κοκκομετρικής ανάλυσης

Το δείγμα αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά, στεγνά, με χωρισμένους κόκκους και χωρίς ξένα σώματα. Κατόπιν τοποθετείται το υλικό του δείγματος μέσα σε ένα κόσκινο με διάμετρο πλέγματος 2mm κάτω από το οποίο υπάρχει ένας δίσκος. Κοσκινίζεται για 10' σε κατάλληλες συσκευές (Εικόνες 12-13) και κατόπιν χωρίζεται το υλικό που έμεινε μέσα στο κόσκινο (ψηφίδες κροκάλες) από το υλικό που έμεινε μέσα στον δίσκο (άμμος, ιλύς, άργιλος). Ζυγίζεται το περιεχόμενο του κοσκίνου και αν το βάρος του είναι μεγαλύτερο από το 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε το περνάμε μέσα από μια σειρά κόσκινα που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο ακολουθώντας την διαδικασία που περιγράφεται πιο κάτω.

Το υλικό που έχει μείνει μέσα στο δίσκο περνάει από μια σειρά κόσκινα με διαφορετική διάμετρο (το ανώτερο έχει διάμετρο περίπου 1,41mm και το κατώτερο έχει διάμετρο 0,0625mm). Το τελευταίο κόσκινο με διάμετρο 0,0625mm αντιπροσωπεύει το τελευταίο κλάσμα της άμμου.

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



Εικόνα 12. Συσκευή κοσκινίσματος



Εικόνα 13 Συσκευή κοσκινίσματος

2.3. Επεξεργασία δεδομένων

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

Ο αριστερός κατακόρυφος άξονας (Probability) είναι λογαριθμικός και αντιπροσωπεύει την αθροιστική εκατοστιαία αναλογία του βάρους του εκάστοτε μεγέθους Φ του δείγματος. Ο δεξιός κατακόρυφος άξονας είναι δεκαδικός και αναφέρεται στο εκατοστιαίο κλασματικό ποσοστό. Ο οριζόντιος άξονας είναι επίσης δεκαδικός (στην πραγματικότητα είναι λογαριθμικός αφού σύμφωνα με τον Krumbein $\Phi = -\log_{10}\theta$, όπου θ η διάμετρος σε χιλιοστά) και παριστάνει την κλίμακα μεγεθών Φ του δείγματος.

Στη κλίμακα αυτή εκφράζονται όλες οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων, οι οποίες βρέθηκαν με την γραφική μέθοδο βάσει των παρακάτω τύπων των Folk και Ward (1957) οι οποίοι υπολογίζονται από συγκεκριμένες εκατοστιαίες τιμές της αθροιστικής καμπύλης (Φ_5 , Φ_{16} , Φ_{25} , Φ_{50} , Φ_{75} , Φ_{84} , Φ_{95})(π.χ. Φ_5 = μέγεθος της κλίμακας Φ που αντιστοιχεί στο 5% της αθροιστικής καμπύλης).

$$\text{Μέσος Όρος (M): } M = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

Αντίστοιχος του μαθηματικού μέσο όρου. Υπολογίζεται στην πληθυσμιακή κατανομή του συνόλου των κόκκων του δείγματος (Ψιλοβίκος, 1984).

$$\text{Ταξινόμηση (σ): } \sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

Μετράει την ταξινόμηση των κόκκων ενός δείγματος. Είναι δείκτης ομοιογένειας του υλικού

$$\text{Λοξότητα (Sk): } S_k = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{85} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

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

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

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

Για τον χαρακτηρισμό και την σύγκριση των ιζημάτων, βάσει των στατιστικών παραμέτρων, ορίστηκαν κάποια όρια τιμών (Mason & Folk 1958, Folk & Ward 1957 etc.). Έτσι, εξάγονται ποιοτικά συμπεράσματα για τον την εκάστοτε παράμετρο

(λεπτόκοκκη άμμος, καλή ταξινόμηση, θετική λοξότητα, πλατύκυρτη καμπύλη κ.τ.λ.), αλλά και για την προέλευση των ιζημάτων (Θαλάσσια, ποτάμια, λιμναία, αιολική κ.τ.λ.) (Ψιλοβίκος, 1984)

2.4. Σφαιρικότητα – Στρογγυλότητα

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

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

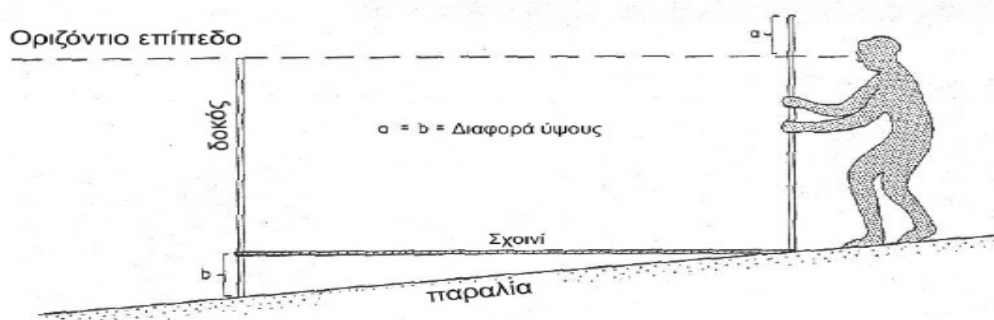
Από τις μέσες τιμές που προκύπτουν για κάθε δείγμα μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τους κόκκους άμμου του με βάση ειδικούς πίνακες (Pettijohn 1949, Powers 1953, Folk 1955).

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

2.5. Μεθοδολογία υπολογισμού μορφολογικών προφίλ της ακτής

Κατά την πραγματοποίηση των μορφολογικών προφίλ της υπό μελέτη ακτής χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη από τον Komar (1998) μέθοδος. Αυτή βασίζεται στους επονομαζόμενους “δοκούς Emery” οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με ένα σχοινί μήκους δύο μέτρων, το οποίο αποτελεί και το βήμα της μεθόδου για την κατασκευή του προφίλ. Οι δοκοί είναι βαθμονομημένοι με μέτρο με αρχή την κορυφή τους.

Στην εικόνα 14 φαίνεται ότι το διάστημα α (ίσο με το διάστημα β) αντιπροσωπεύει τη διαφορά ύψους κατά μήκος του προφίλ για μια απόσταση δύο μέτρων.



Εικόνα 14. Σχηματική απεικόνιση μέτρησης μορφολογικού προφίλ.

Η απλότητα της μεθόδου αυτής, η ταχύτητα και η ακρίβεια των μετρήσεων, το χαμηλό κόστος της καθώς και η ευκολία μεταφοράς του αναγκαίου εξοπλισμού κατέστησαν τη μέθοδο αυτή την καταλληλότερη κατά τον Komar για κατασκευή μορφολογικών προφίλ σε περιορισμένης έκτασης παραλίες.



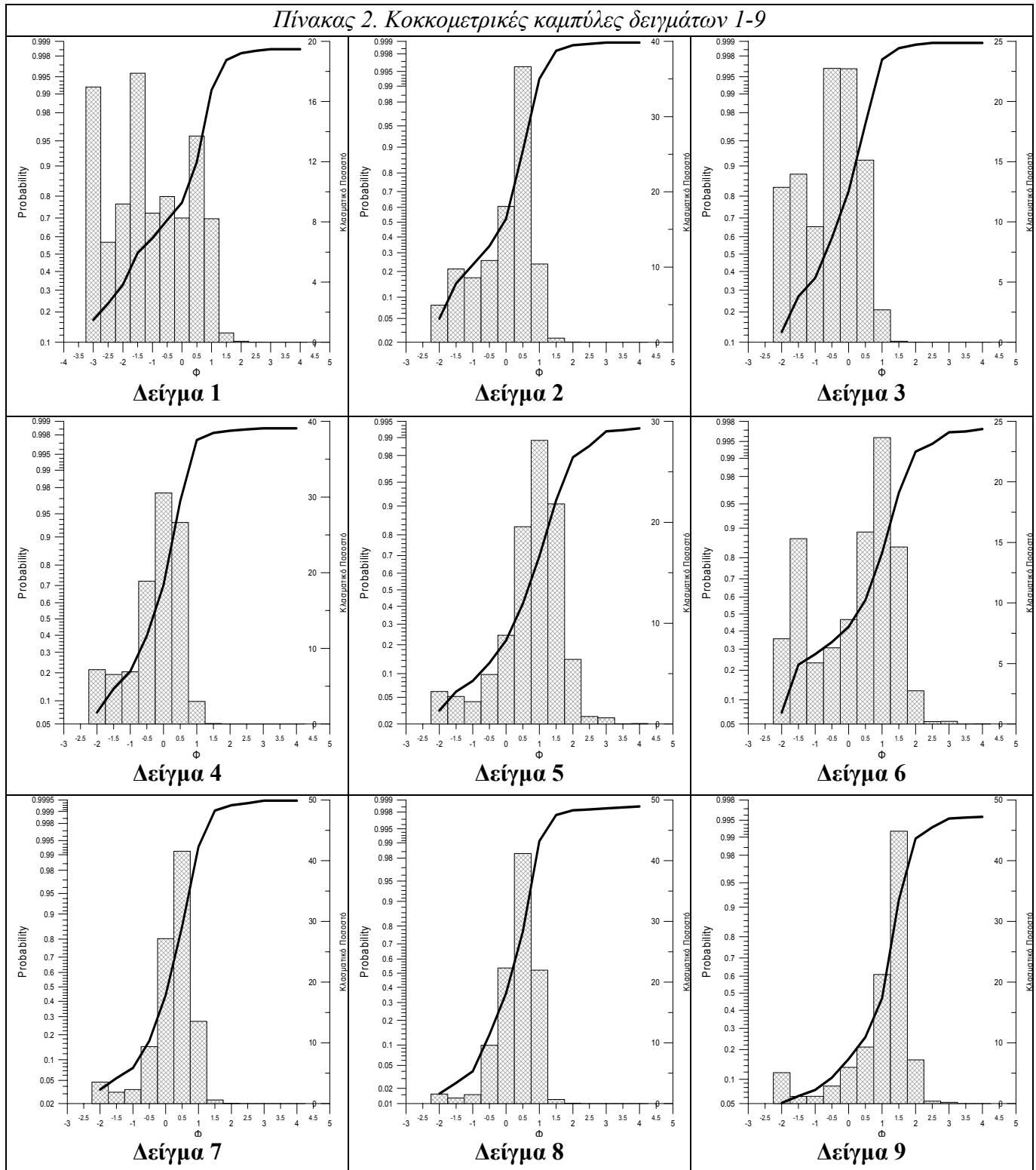
Εικόνα 15. Μέτρηση προφίλ παραλίας Φούρκας

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

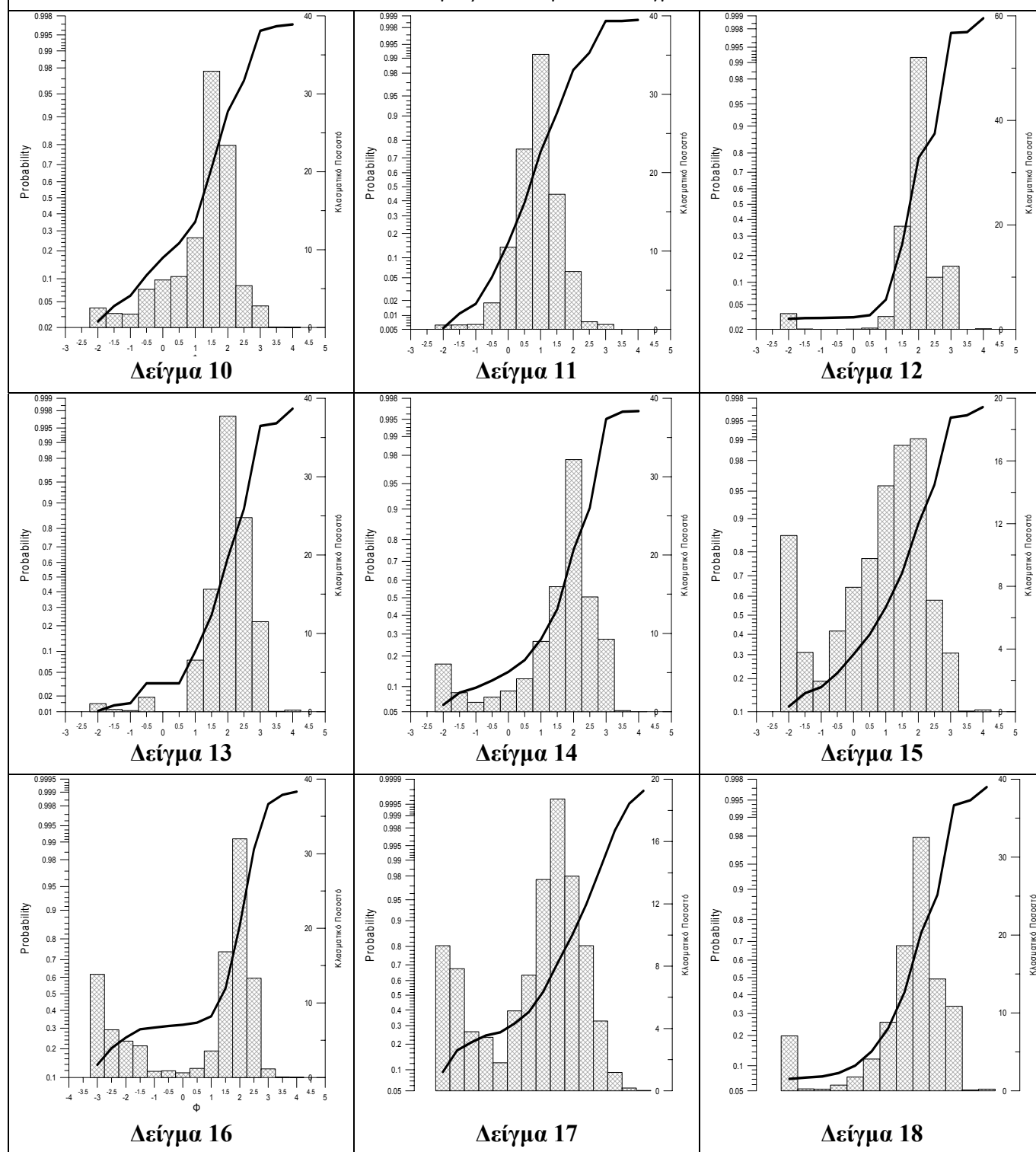
3.1. ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

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

Πίνακας 2. Κοκκομετρικές καμπύλες δειγμάτων 1-9



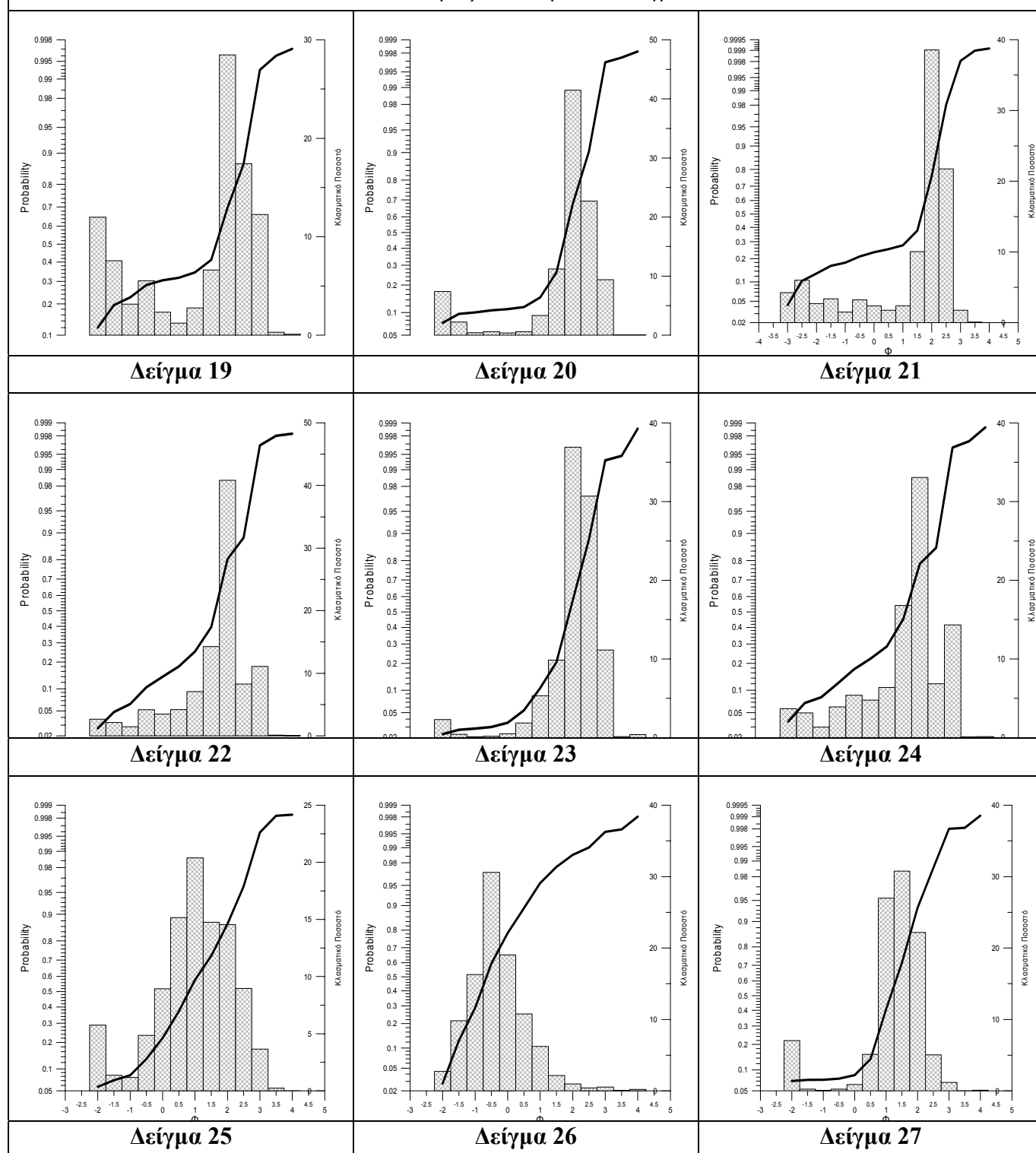
Πίνακας 3. Κοκκομετρικές καμπύλες δειγμάτων 10-18



Για το δείγμα 1 (Πίνακας 2) παρατηρείται ότι σχεδόν όλα τα κλάσματα βρίσκονται στην περιοχή διαμέτρων από 8mm (-3Φ) μέχρι 0,5mm (1Φ). Δηλαδή το δείγμα αποτελείται κυρίως από κροκάλες και χονδρόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 2 (Πίνακας 2) το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους των κόκκων εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο 0,75mm (0,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο αλλά και αρκετές κροκάλες.

Πίνακας 4. Κοκκομετρικές καμπύλες δειγμάτων 19-27



Στο δείγμα 3 (Πίνακας 2) η κύρια συγκέντρωση των κλασμάτων παρατηρείται στις διαμέτρους από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,75mm (0,5Φ). Περιέχει κυρίως χονδρόκοκκη άμμο αλλά και πολλές κροκάλες.

Το δείγμα 4 (Πίνακας 2) αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο μέχρι διαμέτρου 0,375mm (1,5Φ), ενώ περιέχει και μερικές κροκάλες διαμέτρου μέχρι 4mm (-2Φ).

Στο δείγμα 5 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,062mm (4Φ), αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις διαμέτρους 0,75mm (0,5Φ) με 0,375mm (1,5Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 6 (Πίνακας 2) έχει αντίστοιχα κλάσματα με το δείγμα 5 με τη διαφορά ότι παρουσιάζει και αρκετές κροκάλες διαμέτρου 4mm (-2Φ) με 2mm (-1Φ).

Στο δείγμα 7 το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους των κόκκων εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο 0,75mm (0,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο.

Το δείγμα 8 (Πίνακας 2) έχει αντίστοιχα κλάσματα με το δείγμα 7.

Στο δείγμα 9 (Πίνακας 2) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,125mm (3Φ) αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο 0,375mm (1,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη άμμο αλλά και πολύ λίγες κροκάλες.

Το δείγμα 10 (Πίνακας 3) επίσης έχει μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων. Από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,094mm (3,5Φ) αλλά το μεγαλύτερο κλάσμα εντοπίζεται σ' αυτούς με διάμετρο 0,375mm (1,5Φ). Το δείγμα αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη άμμο αλλά και πολύ λίγες κροκάλες.

Στο δείγμα 11 (Πίνακας 3) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,125mm (3Φ), αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 1,5mm (-0,5Φ) με 0,25mm (2Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 12 (Πίνακας 3) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 1,5mm (-0,5Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην άμμο με το μισό περίπου του βάρους του δείγματος να είναι από κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες κυρίως διαμέτρου 4mm (-2Φ).

Στο δείγμα 13 (Πίνακας 3) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 0,5mm (1Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο με το μεγαλύτερο κλάσμα (37%) να είναι για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες διαμέτρου 4mm (-2Φ) με 2mm (-1Φ).

Στο δείγμα 14 (Πίνακας 3) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,094mm (3,5Φ), αλλά τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 1,5mm (-0,5Φ) με 0,25mm (2Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμο.

Στο δείγμα 15 (Πίνακας 3) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,062mm (4Φ). Αποτελείται δηλαδή από άμμο (κυρίως μεσόκοκκη) αλλά και αρκετές κροκάλες, κυρίως διαμέτρου 4mm (-2Φ).

Στο δείγμα 16 (Πίνακας 3) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 0,375mm (1,5Φ) με 0,189mm (2,5Φ), δηλαδή αποτελείται κυρίως από μεσόκοκκη άμμο. Επίσης υπάρχουν και πολλές κροκάλες κυρίως διαμέτρου 8mm (-3Φ).

Στο δείγμα 17 (Πίνακας 3) παρατηρείται μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 8mm (-3Φ) μέχρι 0,062mm (4Φ). Μεγαλύτερο ποσοστό βάρους καταλαμβάνει η χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμος ενώ υπάρχουν και πολλές κροκάλες.

Στο δείγμα 18 (Πίνακας 3) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχές διαμέτρων 0,5mm (1Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο με το μεγαλύτερο κλάσμα (33%) να είναι για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες κυρίως διαμέτρου 4mm (-2Φ).

Στο δείγμα 19 (Πίνακας 4) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων 0,25mm (2Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην σχετικά λεπτόκοκκη άμμο με το μεγαλύτερο κλάσμα (28%) να είναι για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και αρκετές κροκάλες διαμέτρου 4mm (-2Φ) με 2mm (-1Φ).

Το δείγμα 20 (Πίνακας 4) παρουσιάζει αντίστοιχα κλάσματα με το δείγμα 19 με τη διαφορά ότι το μεγαλύτερο κλάσμα (διαμέτρου 0,25mm (2Φ)) φτάνει το 41% του βάρους του δείγματος.

Το δείγμα 21 (Πίνακας 4) παρουσιάζει επίσης αντίστοιχα κλάσματα με το δείγμα 19 και το 20 ενώ το μεγαλύτερο κλάσμα (διαμέτρου 0,25mm (2Φ)) φτάνει το 39% του βάρους του δείγματος.

Στο δείγμα 22 (Πίνακας 4) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων 0,375mm (1,5Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο με το μεγαλύτερο κλάσμα (41%) να είναι για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες.

Στο δείγμα 23 (Πίνακας 4) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων 0,375mm (1,5Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο με δύο πολύ μεγάλα κλάσματα. Για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ) 37% και διαμέτρου 0,189mm (2,5Φ) 31%. Επίσης υπάρχουν και πολύ λίγες κροκάλες.

Στο δείγμα 24 (Πίνακας 4) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων 0,375mm (1,5Φ) με 0,125mm (3Φ), δηλαδή στην μεσόκοκκη προς λεπτόκοκκη άμμο με το μεγαλύτερο κλάσμα (33%) να είναι για κόκκους διαμέτρου 0,25mm (2Φ). Επίσης υπάρχουν και αρκετές κροκάλες.

Στο δείγμα 25 (Πίνακας 4) παρατηρείται ένα μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,062mm (4Φ). Αποτελείται δηλαδή από άμμο (κυρίως μεσόκοκκη) αλλά και αρκετές κροκάλες, κυρίως διαμέτρου 4mm (-2Φ).

Στο δείγμα 26 (Πίνακας 4) παρατηρείται μεγάλο εύρος διαμέτρου κόκκων από 4mm (-2Φ) μέχρι 0,062mm (4Φ). Μεγαλύτερο ποσοστό βάρους καταλαμβάνει η χονδρόκοκκη άμμος ενώ υπάρχουν και πολλές κροκάλες κυρίως μικρής διαμέτρου.

Στο δείγμα 27 (Πίνακας 4) τα μεγαλύτερα κλάσματα εντοπίζονται στις περιοχή διαμέτρων 0,75mm (0,5Φ) με 0,189mm (2,5Φ), δηλαδή στην χονδρόκοκκη προς μεσόκοκκη άμμο. Επίσης υπάρχουν και λίγες κροκάλες κυρίως διαμέτρου 4mm (-2Φ).

3.2. Μέσος όρος - Κύρτωση – Λοξότητα – Ταξινόμηση και Σφαιρικότητα - Στρογγυλότητα

Τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακες 5, 6):

Πίνακας 5. Αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων (Μέσος όρος - Κύρτωση – Λοξότητα – Ταξινόμηση)

Δείγμα	Μ.Ο.	Δείγμα	Κύρτωση	Δείγμα	Λοξότητα	Δείγμα	Ταξινόμηση
0	-0,270	0	0,672	0	0,137	0	1,398
1	0,714	1	0,701	1	0,090	1	1,398
2	-0,354	2	0,937	2	-0,487	2	0,868
3	-0,848	3	0,762	3	-0,169	3	0,867
4	-0,501	4	1,104	4	-0,338	4	0,763
5	0,528	5	1,384	5	-0,302	5	0,913
6	-0,125	6	0,696	6	-0,381	6	1,208
7	-0,007	7	1,390	7	-0,288	7	0,598
8	0,097	8	1,018	8	-0,206	8	0,514
9	0,778	9	1,876	9	-0,595	9	0,898
10	0,993	10	1,485	10	-0,370	10	1,013
11	0,637	11	1,219	11	-0,034	11	0,647
12	1,785	12	1,536	12	0,092	12	0,514
13	1,827	13	1,145	13	-0,099	13	0,597
14	1,368	14	1,785	14	-0,452	14	1,226
15	0,458	15	0,987	15	-0,337	15	1,481
16	0,165	16	0,591	16	-0,723	16	2,027
17	-0,224	17	0,844	17	-0,427	17	1,804
18	1,518	18	2,036	18	-0,373	18	1,142
19	0,769	19	0,690	19	-0,602	19	1,772
20	1,726	20	2,955	20	-0,404	20	1,031
21	0,714	21	1,237	21	-0,739	21	1,714
22	1,355	22	1,755	22	-0,442	22	1,104
23	1,875	23	1,402	23	-0,205	23	0,619
24	1,283	24	1,513	24	-0,427	24	1,295
25	0,781	25	1,247	25	-0,152	25	1,229
26	-0,597	26	1,143	26	0,136	26	0,817
27	1,146	27	2,142	27	-0,276	27	0,927
Μ.Ο.	0,628	Μ.Ο.	1,295	Μ.Ο.	-0,299	Μ.Ο.	1,085

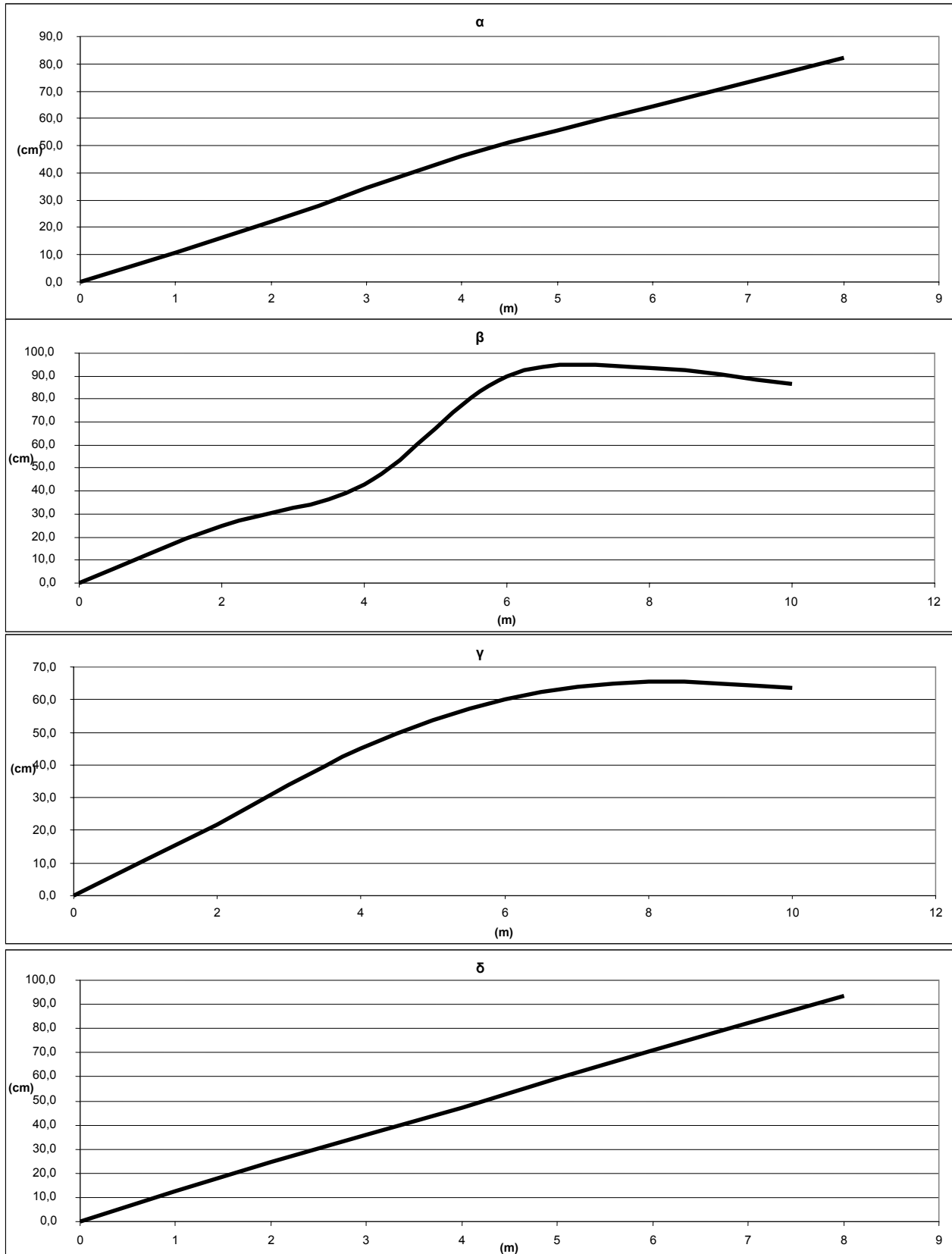
Πίνακας 6. Αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων (Σφαιρικότητα – Στρογγυλότητα)

Δείγμα	Μ.Ο.Σφαιρικότητας	Μ.Ο.Στρογγυλότητας
0	0,70	0,41
1	0,64	0,42
2	0,67	0,36
3	0,60	0,36
4	0,67	0,42
5	0,72	0,39
6	0,72	0,37
7	0,66	0,36
8	0,68	0,39
9	0,64	0,40
10	0,64	0,37
11	0,68	0,37
12	0,70	0,37
13	0,67	0,44
14	0,68	0,40
15	0,81	0,46
16	0,70	0,40
17	0,75	0,40
18	0,68	0,39
19	0,68	0,42
20	0,62	0,32
21	0,67	0,39
22	0,66	0,45
23	0,72	0,38
24	0,66	0,30
25	0,68	0,47
26	0,63	0,41
27	0,71	0,41
Μ.Ο.	0,68	0,39

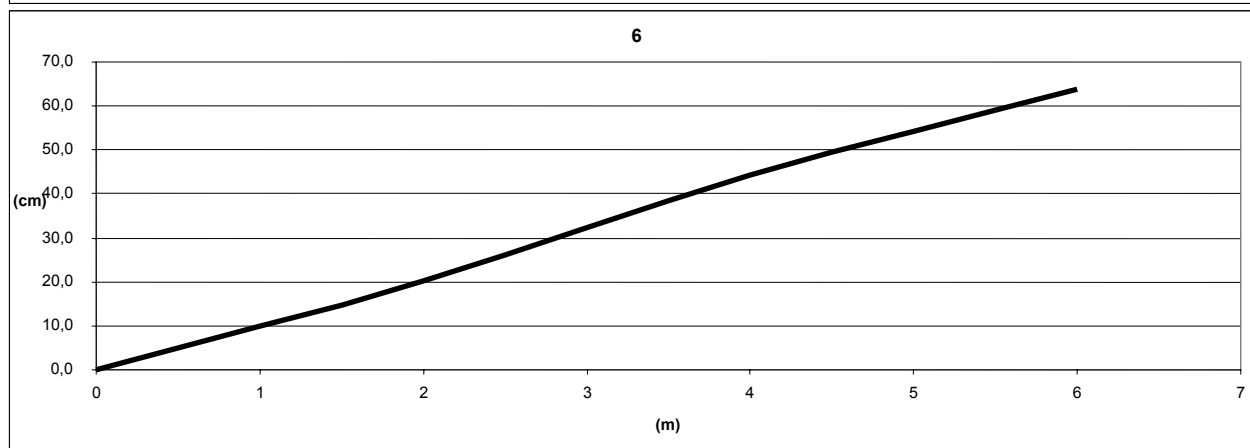
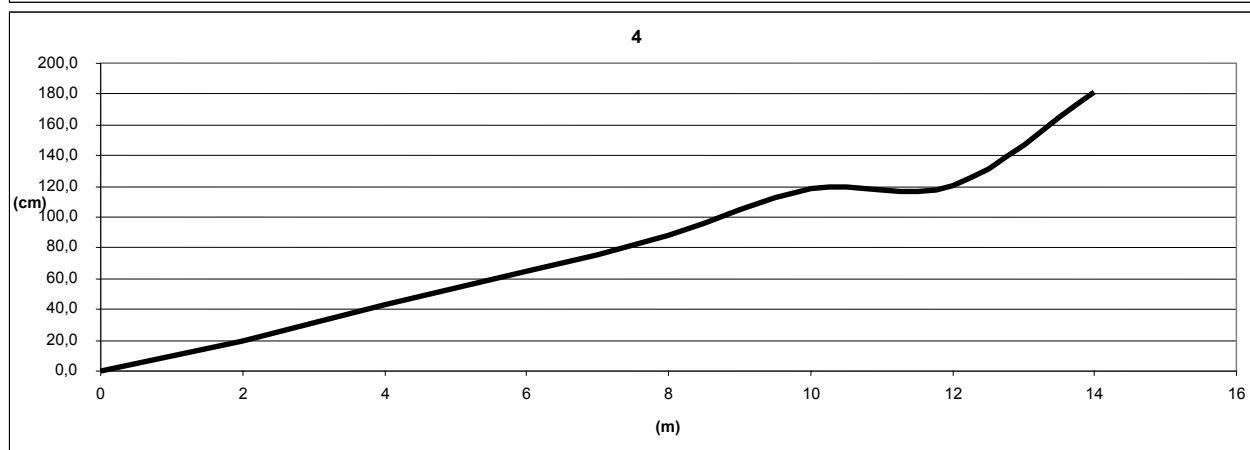
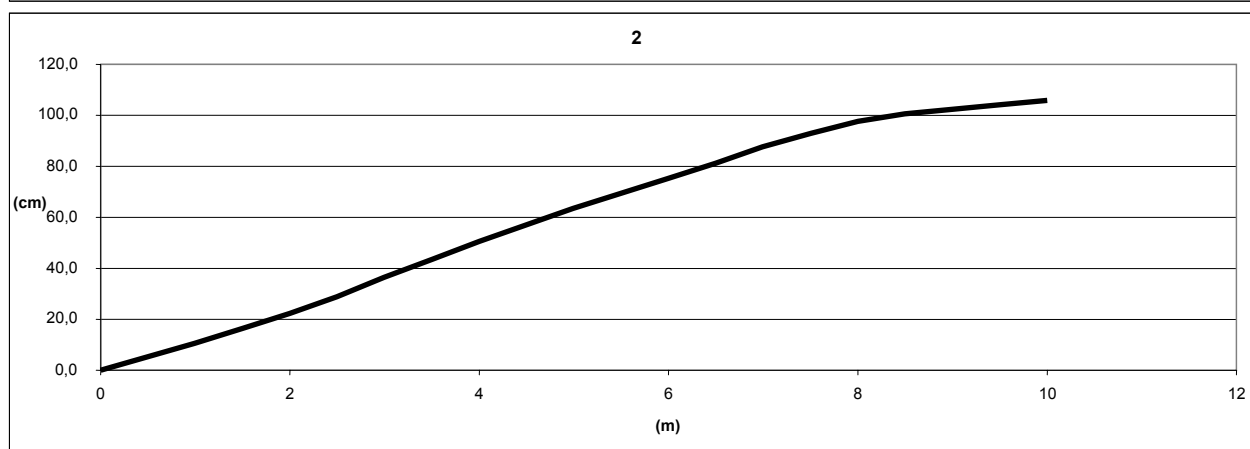
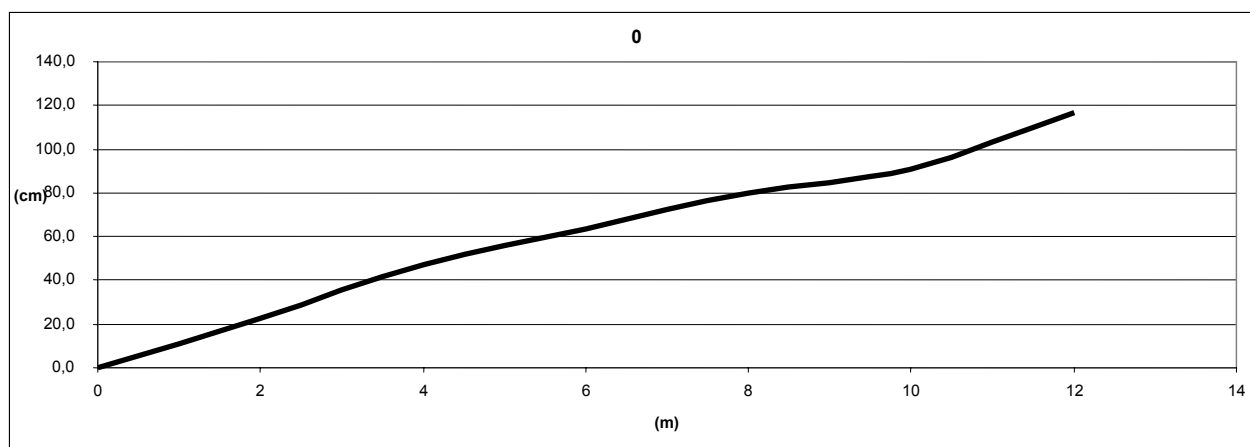
3.3. Μορφολογικά Προφίλ

Η γραφική απεικόνιση των προφίλ έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

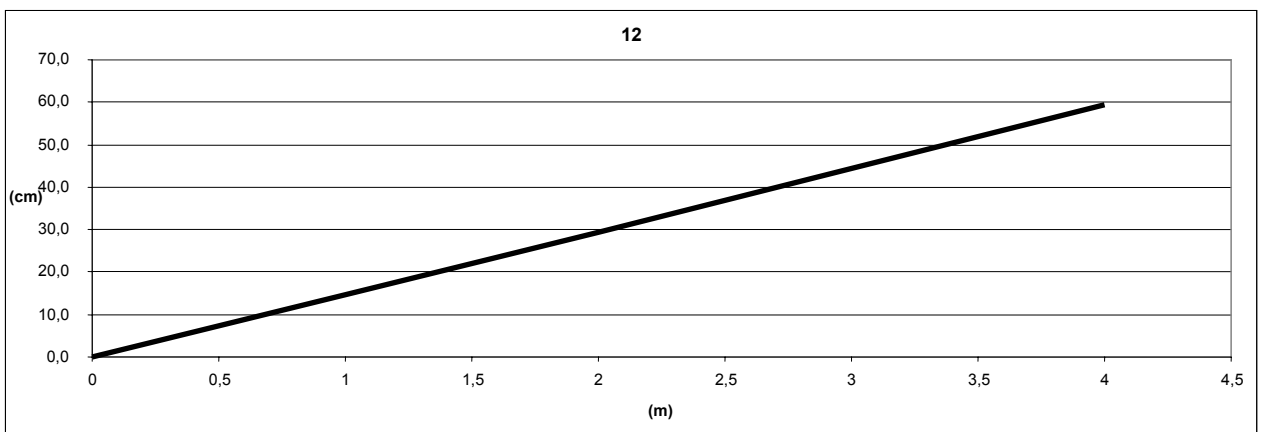
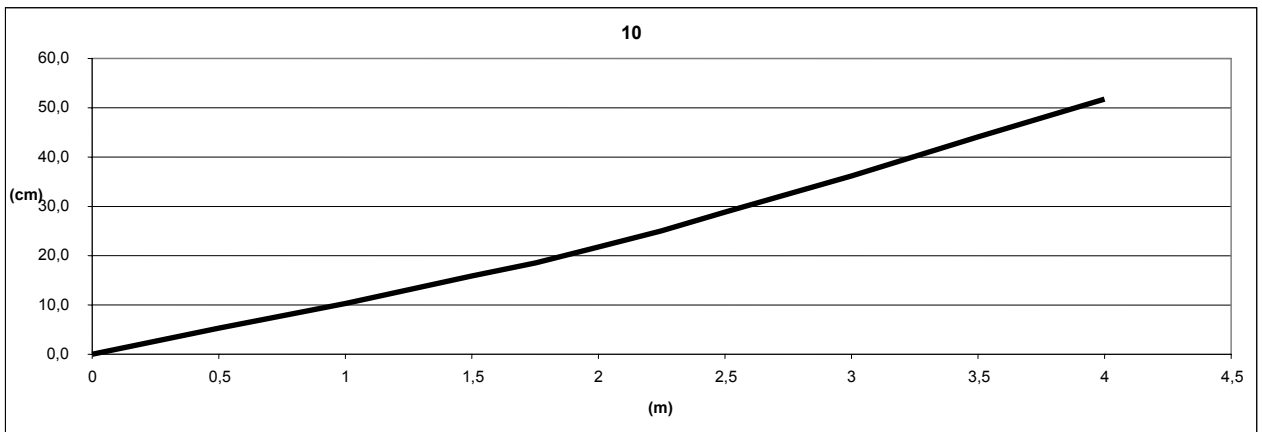
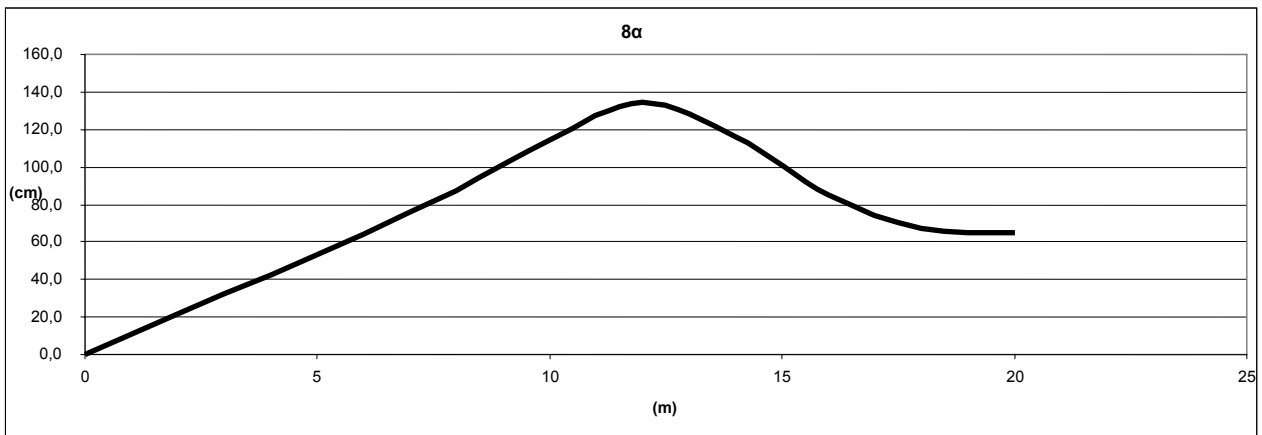
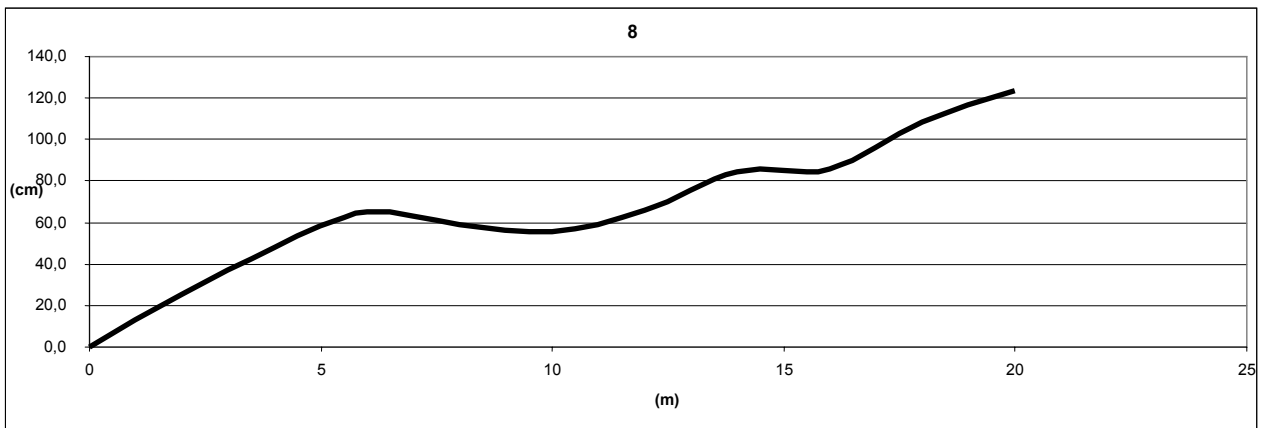
Πίνακας 8. Μορφολογικά προφίλ σημείων α, β, γ, δ.



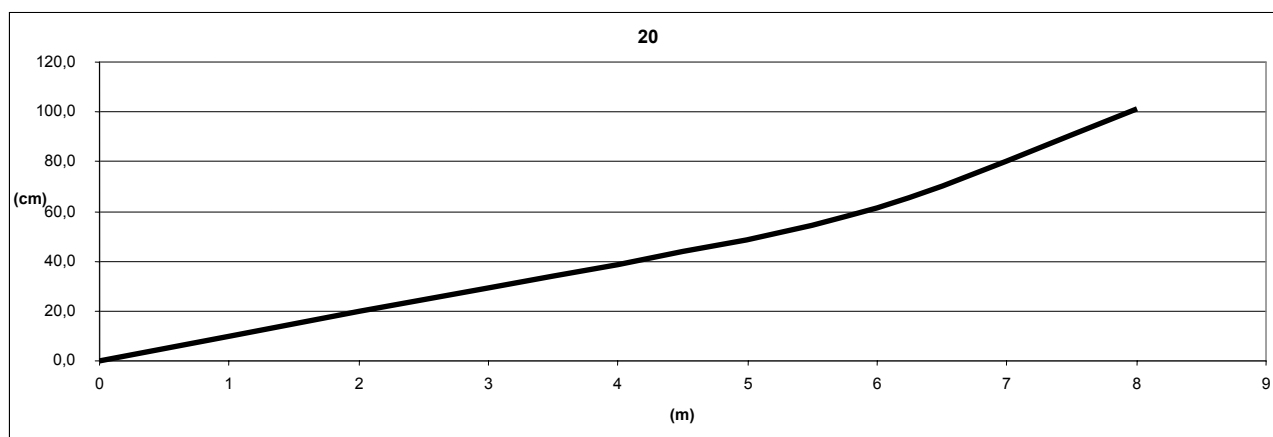
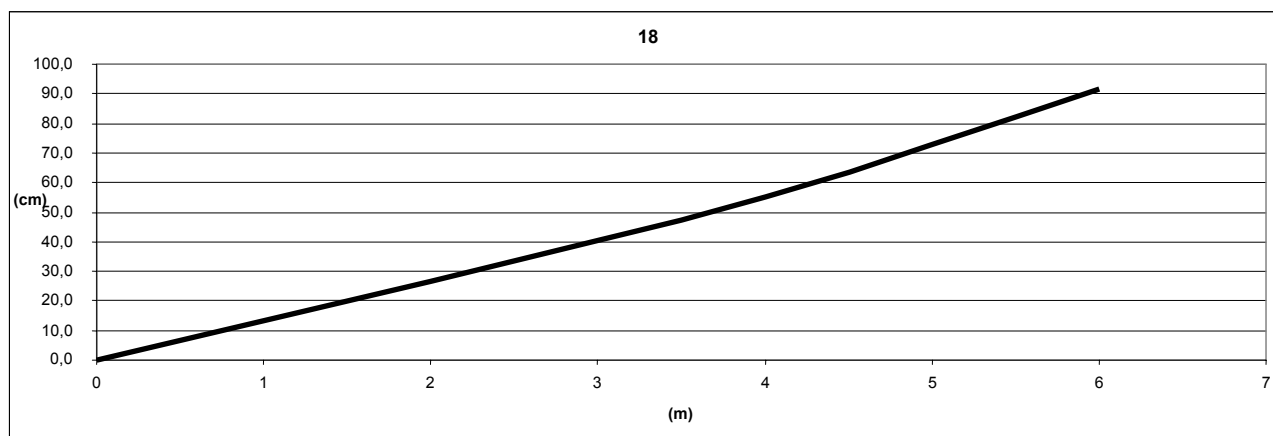
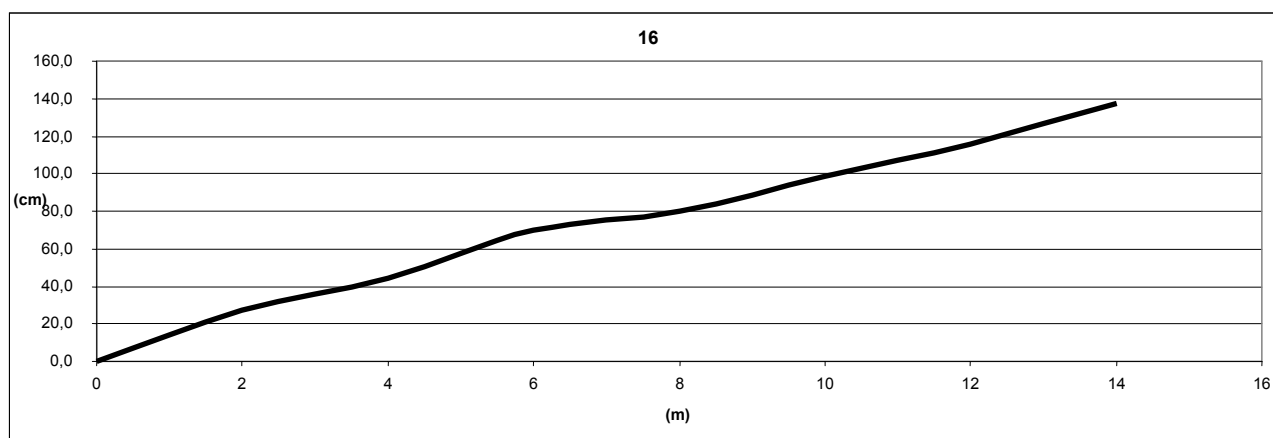
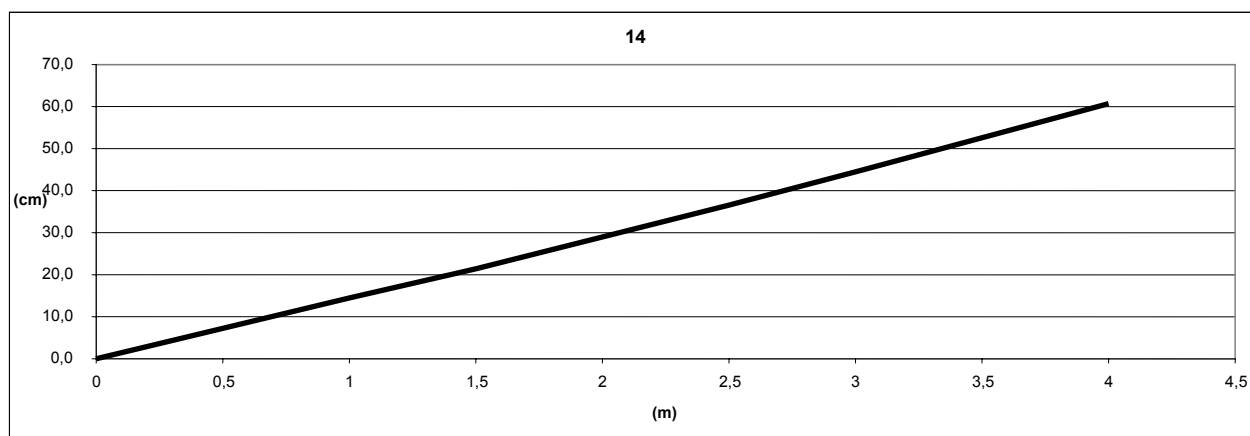
Πίνακας 9. Μορφολογικά προφίλ δειγμάτων 0, 2, 4, 6.



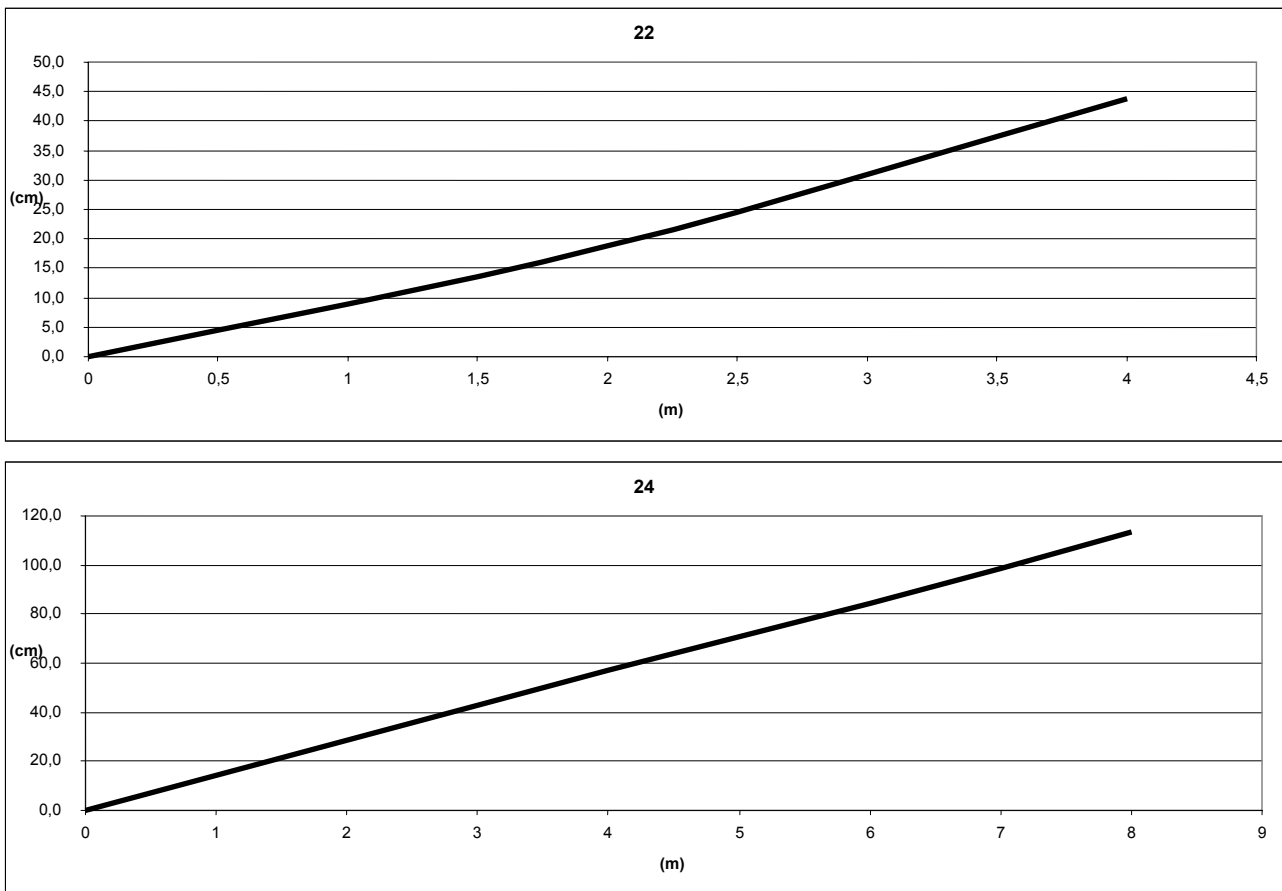
Πίνακας 10. Μορφολογικά προφίλ δειγμάτων 8, 8α, 10, 12.



Πίνακας 11. Μορφολογικά προφίλ δειγμάτων 14, 16, 18, 20.



Πίνακας 12. Μορφολογικά προφίλ δειγμάτων 22, 24.



4. Συμπεράσματα και συζήτηση

Η συλλογή των δεδομένων έγινε πριν από τις εκτεταμένες φωτιές που έπληξαν την Κασσάνδρα το καλοκαίρι του 2006, οπότε τα παρακάτω συμπεράσματα αφορούν στην κατάσταση που επικρατούσε πρωτύτερα στην περιοχή.

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων των κοκκομετρικών αναλύσεων προκύπτουν δύο κατηγορίες υλικών ή αλλιώς δυο κατανομές πληθυσμών. Η μία στα 2Φ, δηλαδή μεσόκοκκη άμμος και η άλλη στα -2Φ, ψηφίδες. Όλα τα δείγματα παρουσιάζουν μια ισχυρά αρνητική λοξότητα που σημαίνει ότι απουσιάζουν οι κροκάλες.

Τα εκτεταμένα έργα ανάσχεσης της διάβρωσης που γίνονται στα ενδότερα του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έχουν σαν αποτέλεσμα ο χείμαρρος να τροφοδοτεί με λεπτόκοκκο υλικό τη παράκτια περιοχή αλλά ταυτόχρονα να απουσιάζει η έντονη στερεοπαροχή. Αυτό φαίνεται και από παρατηρήσεις που έχουν γίνει στη υποθαλάσσια περιοχή μπροστά από το χείμαρρο, όπου έχουν εντοπιστεί κροκάλες και ογκόλιθοι καλυμμένοι από φύκια, τα οποία εκφράζουν μια παλαιότερη κατάσταση που πλέον σήμερα έχει αδρανοποιηθεί (Εικόνα 22). Επίσης παρατηρήθηκαν στο σημείο απορροής του χειμάρρου και σε απόσταση μέχρι 1 μέτρο μέσα στη θάλασσα αντίστοιχες κροκάλες (Εικόνα 23) οι οποίες είναι καθαρές από βλάστηση λόγω της δράσης των κυμάτων στα αβαθή.

Αυτή η υπολειμματική κατάσταση εξηγεί και τη διαφοροποίηση των προφίλ της παραλιακής ζώνης μπροστά από την εκβολή του χειμάρρου. Στην περιοχή αυτή το ανάγλυφο της παραλίας παρουσιάζει διακυμάνσεις οι οποίες προέρχονται από τον αλλουβιακό κώνο εκβολής αποτελούμενο από ένα πυρήνα με μεγάλες κροκάλες οι οποίες δεν μπορούν να μετακινηθούν από τα κύματα και σήμερα έχουν καλυφθεί με άμμο. Τα μορφολογικά προφίλ στις υπόλοιπες θέσεις μετρήσεων είναι σχετικά ενιαία και ομαλά.

Η δειγματοληψία στην παραλία της Φούρκας έγινε από την ζώνη παλινδρόμησης των κυμάτων όπως φαίνεται στον τοπογραφικό χάρτη (Εικόνα 11.). Από την προσεκτική παρατήρηση φαίνεται ότι τα σημεία των δειγμάτων ορίζουν μια νέα ακτογραμμή, εσωτερικά της ακτογραμμής του χάρτη ο οποίος είναι παλαιότερων ετών. Αυτή η διαφορά στις δύο ακτογραμμές που οριοθετούν ο χάρτης και τα σημεία δειγματοληψίας δεν οφείλεται σε σφάλμα του GPS, και αυτό γιατί στο βορειότερο άκρο της παραλίας -όπου έχει διαπιστωθεί ελάχιστη διάβρωση- τα σημεία της δειγματοληψίας συμπίπτουν με την ακτογραμμή του χάρτη. Η διάβρωση στα υπόλοιπα σημεία της ακτής έχει υπολογιστεί ότι έχει φτάσει μέχρι και τα 40 μέτρα περίπου. Στο παράρτημα φαίνονται κάποιες χαρακτηριστικές φωτογραφίες της διάβρωσης αυτής.

Η έντονη διάβρωση έχει φτάσει μέχρι τα θεμέλια της πρώτης σειράς οικισμάτων και λόγω έλλειψης συστηματικής αντιμετώπισης του φαινομένου από την οργανωμένη πολιτεία οι ιδιοκτήτες τους, έχουν καταφύγει σε παράνομες αυτοσχέδιες λιθοριπές (Εικόνες 24-25).

5. Παράρτημα

Δείγμα:	0	Βάρος δείγματος:	104,77
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	9,57	9,13	9,13
-1,5	16,75	15,99	25,12
-1	9,26	8,84	33,96
-0,5	14,05	13,41	47,37
0	11,94	11,40	58,77
0,5	6,18	5,90	64,67
1	11,08	10,58	75,24
1,5	12,82	12,24	87,48
2	8,83	8,43	95,91
2,5	1,08	1,03	96,94
3	2,91	2,78	99,71
3,5	0,06	0,06	99,77
4	0,04	0,04	99,81
Σύνολο	104,57		

Δείγμα:	3	Βάρος δείγματος:	93,14
---------	---	------------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	11,99	12,87	12,87
-1,5	13,02	13,98	26,85
-1	8,94	9,60	36,45
-0,5	21,19	22,75	59,20
0	21,17	22,73	81,93
0,5	14,1	15,14	97,07
1	2,51	2,69	99,76
1,5	0,09	0,10	99,86
2	0,02	0,02	99,88
2,5	0,01	0,01	99,89
3	0	0,00	99,89
3,5	0	0,00	99,89
4	0	0,00	99,89
Σύνολο	93,04		

Δείγμα:	1	Βάρος δείγματος:	198,41
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-3	33,67	16,97	16,97
-2,5	13,19	6,65	23,62
-2	18,24	9,19	32,81
-1,5	35,47	17,88	50,69
-1	17,04	8,59	59,28
-0,5	19,23	9,69	68,97
0	16,38	8,26	77,22
0,5	27,19	13,70	90,93
1	16,29	8,21	99,14
1,5	1,23	0,62	99,76
2	0,13	0,07	99,82
2,5	0,04	0,02	99,84
3	0,02	0,01	99,85
3,5	0	0,00	99,85
4	0	0,00	99,85
Σύνολο	198,12		

Δείγμα:	4	Βάρος δείγματος:	104,99
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	7,55	7,19	7,19
-1,5	6,88	6,55	13,74
-1	7,25	6,91	20,65
-0,5	19,83	18,89	39,54
0	32,08	30,56	70,09
0,5	27,97	26,64	96,73
1	3,16	3,01	99,74
1,5	0,08	0,08	99,82
2	0,02	0,02	99,84
2,5	0,01	0,01	99,85
3	0,01	0,01	99,86
3,5	0	0,00	99,86
4	0	0,00	99,86
Σύνολο	104,84		

Δείγμα:	2	Βάρος δείγματος:	112,57
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	5,56	4,94	4,94
-1,5	10,99	9,76	14,70
-1	9,66	8,58	23,28
-0,5	12,25	10,88	34,17
0	20,35	18,08	52,24
0,5	41,23	36,63	88,87
1	11,72	10,41	99,28
1,5	0,62	0,55	99,83
2	0,05	0,04	99,88
2,5	0,01	0,01	99,88
3	0,01	0,01	99,89
3,5	0	0,00	99,89
4	0	0,00	99,89
Σύνολο	112,45		

Δείγμα:	5	Βάρος δείγματος:	109,39
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	3,54	3,24	3,24
-1,5	2,99	2,73	5,97
-1	2,43	2,22	8,19
-0,5	5,38	4,92	13,11
0	9,64	8,81	21,92
0,5	21,41	19,57	41,49
1	30,76	28,12	69,61
1,5	23,88	21,83	91,44
2	7,02	6,42	97,86
2,5	0,82	0,75	98,61
3	0,68	0,62	99,23
3,5	0,04	0,04	99,27
4	0,06	0,05	99,32
Σύνολο	108,65		

Δείγμα:	6	Βάρος δείγματος:	90,63
---------	---	------------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	6,39	7,05	7,05
-1,5	13,88	15,32	22,37
-1	4,58	5,05	27,42
-0,5	5,71	6,30	33,72
0	7,83	8,64	42,36
0,5	14,37	15,86	58,21
1	21,44	23,66	81,87
1,5	13,25	14,62	96,49
2	2,49	2,75	99,24
2,5	0,19	0,21	99,45
3	0,2	0,22	99,67
3,5	0,01	0,01	99,68
4	0,03	0,03	99,71
Σύνολο	90,37		

Δείγμα:	9	Βάρος δείγματος:	95,07
---------	---	------------------	-------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	4,85	5,10	5,10
-1,5	1,11	1,17	6,27
-1	1,15	1,21	7,48
-0,5	2,74	2,88	10,36
0	5,67	5,96	16,32
0,5	8,85	9,31	25,63
1	20,2	21,25	46,88
1,5	42,66	44,87	91,75
2	6,83	7,18	98,94
2,5	0,37	0,39	99,33
3	0,2	0,21	99,54
3,5	0,02	0,02	99,56
4	0,01	0,01	99,57
Σύνολο	94,66		

Δείγμα:	7	Βάρος δείγματος:	115,19
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	4,06	3,52	3,52
-1,5	2,16	1,88	5,40
-1	2,65	2,30	7,70
-0,5	10,77	9,35	17,05
0	31,29	27,16	44,21
0,5	47,87	41,56	85,77
1	15,6	13,54	99,31
1,5	0,68	0,59	99,90
2	0,03	0,03	99,93
2,5	0,01	0,01	99,94
3	0,01	0,01	99,95
3,5	0	0,00	99,95
4	0	0,00	99,95
Σύνολο	115,13		

Δείγμα:	10	Βάρος δείγματος:	102,31
---------	----	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	2,58	2,52	2,52
-1,5	1,85	1,81	4,33
-1	1,79	1,75	6,08
-0,5	5,02	4,91	10,99
0	6,24	6,10	17,09
0,5	6,71	6,56	23,64
1	11,79	11,52	35,17
1,5	33,65	32,89	68,06
2	23,92	23,38	91,44
2,5	5,5	5,38	96,81
3	2,84	2,78	99,59
3,5	0,08	0,08	99,67
4	0,03	0,03	99,70
Σύνολο	102		

Δείγμα:	8	Βάρος δείγματος:	109,65
---------	---	------------------	--------

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	1,72	1,57	1,57
-1,5	1,02	0,93	2,50
-1	1,63	1,49	3,99
-0,5	10,53	9,60	13,59
0	24,49	22,33	35,92
0,5	45,14	41,17	77,09
1	24,11	21,99	99,08
1,5	0,75	0,68	99,76
2	0,06	0,05	99,82
2,5	0,01	0,01	99,83
3	0,01	0,01	99,84
3,5	0,01	0,01	99,84
4	0,01	0,01	99,85
Σύνολο	109,49		

Δείγμα:	11	Βάρος δείγματος:	118
---------	----	------------------	-----

Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	0,63	0,53	0,53
-1,5	0,66	0,56	1,09
-1	0,74	0,63	1,72
-0,5	3,98	3,37	5,09
0	12,37	10,48	15,58
0,5	27,13	22,99	38,57
1	41,4	35,08	73,65
1,5	20,32	17,22	90,87
2	8,72	7,39	98,26
2,5	1,14	0,97	99,23
3	0,75	0,64	99,86
3,5	0	0,00	99,86
4	0,01	0,01	99,87
Σύνολο	117,85		

Δείγμα:	12	Βάρος δείγματος:	88,57	Δείγμα:	15	Βάρος δείγματος:	104,89
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	2,66	3,00	3,00	-2	11,79	11,24	11,24
-1,5	0,06	0,07	3,07	-1,5	3,97	3,78	15,03
-1	0,03	0,03	3,10	-1	2,05	1,95	16,98
-0,5	0,02	0,02	3,13	-0,5	5,41	5,16	22,14
0	0,05	0,06	3,18	0	8,32	7,93	30,07
0,5	0,21	0,24	3,42	0,5	10,26	9,78	39,85
1	2,17	2,45	5,87	1	15,12	14,42	54,27
1,5	17,51	19,77	25,64	1,5	17,84	17,01	71,27
2	46,1	52,05	77,69	2	18,28	17,43	88,70
2,5	8,82	9,96	87,65	2,5	7,46	7,11	95,81
3	10,72	12,10	99,75	3	3,93	3,75	99,56
3,5	0,01	0,01	99,76	3,5	0,04	0,04	99,60
4	0,11	0,12	99,89	4	0,12	0,11	99,71
Σύνολο	88,47			Σύνολο	104,59		

Δείγμα:	13	Βάρος δείγματος:	100,17	Δείγμα:	16	Βάρος δείγματος:	174,95
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	1,04	1,04	1,04	-3	24,21	13,84	13,84
-1,5	0,29	0,29	1,33	-2,5	11,2	6,40	20,24
-1	0,15	0,15	1,48	-2	8,56	4,89	25,13
-0,5	1,85	1,85	3,32	-1,5	7,43	4,25	29,38
0	0	0,00	3,32	-1	1,46	0,83	30,21
0,5	0	0,00	3,32	-0,5	1,57	0,90	31,11
1	6,58	6,57	9,89	0	1,08	0,62	31,73
1,5	15,66	15,63	25,53	0,5	2,15	1,23	32,96
2	37,79	37,73	63,25	1	6,24	3,57	36,52
2,5	24,83	24,79	88,04	1,5	29,47	16,84	53,37
3	11,53	11,51	99,55	2	55,97	31,99	85,36
3,5	0,06	0,06	99,61	2,5	23,26	13,30	98,66
4	0,21	0,21	99,82	3	2,03	1,16	99,82
Σύνολο	99,99			3,5	0,12	0,07	99,89
				4	0,03	0,02	99,90
				Σύνολο	174,78		

Δείγμα:	14	Βάρος δείγματος:	96,85	Δείγμα:	17	Βάρος δείγματος:	184,77
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	5,9	6,09	6,09	-3	17,21	9,31	9,31
-1,5	2,35	2,43	8,52	-2,5	14,48	7,84	17,15
-1	1,17	1,21	9,73	-2	7,02	3,80	20,95
-0,5	1,82	1,88	11,61	-1,5	6,33	3,43	24,38
0	2,57	2,65	14,26	-1	3,32	1,80	26,17
0,5	4,06	4,19	18,45	-0,5	9,47	5,13	31,30
1	8,7	8,98	27,43	0	13,72	7,43	38,72
1,5	15,47	15,97	43,41	0,5	25,06	13,56	52,29
2	31,17	32,18	75,59	1	34,61	18,73	71,02
2,5	14,19	14,65	90,24	1,5	25,46	13,78	84,80
3	8,97	9,26	99,50	2	17,21	9,31	94,11
3,5	0,13	0,13	99,64	2,5	8,29	4,49	98,60
4	0,01	0,01	99,65	3	2,17	1,17	99,77
Σύνολο	96,51			3,5	0,33	0,18	99,95
				4	0,05	0,03	99,98
				Σύνολο	184,73		

Δείγμα:	18	Βάρος δείγματος:	91,66	Δείγμα:	21	Βάρος δείγματος:	146,16
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	6,48	7,07	7,07	-3	6,24	4,27	4,27
-1,5	0,23	0,25	7,32	-2,5	8,8	6,02	10,29
-1	0,2	0,22	7,54	-2	3,99	2,73	13,02
-0,5	0,68	0,74	8,28	-1,5	4,94	3,38	16,40
0	1,64	1,79	10,07	-1	2,2	1,51	17,91
0,5	3,75	4,09	14,16	-0,5	4,74	3,24	21,15
1	8,07	8,80	22,97	0	3,5	2,39	23,54
1,5	17,07	18,62	41,59	0,5	2,57	1,76	25,30
2	29,85	32,57	74,15	1	3,53	2,42	27,72
2,5	13,16	14,36	88,51	1,5	14,69	10,05	37,77
3	9,96	10,87	99,38	2	56,34	38,55	76,31
3,5	0,11	0,12	99,50	2,5	31,77	21,74	98,05
4	0,2	0,22	99,72	3	2,57	1,76	99,81
Σύνολο	91,4			3,5	0,13	0,09	99,90
				4	0,02	0,01	99,91
				Σύνολο	146,03		

Δείγμα:	19	Βάρος δείγματος:	108,02	Δείγμα:	22	Βάρος δείγματος:	95,2
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	12,94	11,98	11,98	-2	2,54	2,67	2,67
-1,5	8,16	7,55	19,53	-1,5	2,05	2,15	4,82
-1	3,41	3,16	22,69	-1	1,38	1,45	6,27
-0,5	5,97	5,53	28,22	-0,5	3,96	4,16	10,43
0	2,52	2,33	30,55	0	3,31	3,48	13,91
0,5	1,31	1,21	31,76	0,5	3,99	4,19	18,10
1	2,99	2,77	34,53	1	6,74	7,08	25,18
1,5	7,16	6,63	41,16	1,5	13,59	14,28	39,45
2	30,76	28,48	69,64	2	38,88	40,84	80,29
2,5	18,81	17,41	87,05	2,5	7,88	8,28	88,57
3	13,23	12,25	99,30	3	10,57	11,10	99,67
3,5	0,33	0,31	99,60	3,5	0,12	0,13	99,80
4	0,11	0,10	99,70	4	0,02	0,02	99,82
Σύνολο	107,7			Σύνολο	95,03		

Δείγμα:	20	Βάρος δείγματος:	91,82	Δείγμα:	23	Βάρος δείγματος:	118,33
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	6,77	7,37	7,37	-2	2,71	2,29	2,29
-1,5	2,05	2,23	9,61	-1,5	0,5	0,42	2,71
-1	0,39	0,42	10,03	-1	0,14	0,12	2,83
-0,5	0,54	0,59	10,62	-0,5	0,22	0,19	3,02
0	0,33	0,36	10,98	0	0,59	0,50	3,52
0,5	0,54	0,59	11,57	0,5	2,2	1,86	5,37
1	3,07	3,34	14,91	1	6,31	5,33	10,71
1,5	10,3	11,22	26,13	1,5	11,67	9,86	20,57
2	38,1	41,49	67,62	2	43,69	36,92	57,49
2,5	20,84	22,70	90,32	2,5	36,33	30,70	88,19
3	8,6	9,37	99,68	3	13,19	11,15	99,34
3,5	0,06	0,07	99,75	3,5	0,15	0,13	99,47
4	0,06	0,07	99,81	4	0,47	0,40	99,86
Σύνολο	91,65			Σύνολο	118,17		

Δείγμα:	24	Βάρος δείγματος:	102,49	Δείγμα:	27	Βάρος δείγματος:	106,62
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό	Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	3,76	3,67	3,67	-2	7,5	7,03	7,03
-1,5	3,23	3,15	6,82	-1,5	0,26	0,24	7,28
-1	1,37	1,34	8,16	-1	0,06	0,06	7,33
-0,5	4	3,90	12,06	-0,5	0,28	0,26	7,60
0	5,52	5,39	17,45	0	0,97	0,91	8,51
0,5	4,89	4,77	22,22	0,5	5,46	5,12	13,63
1	6,53	6,37	28,59	1	28,78	26,99	40,62
1,5	17,22	16,80	45,39	1,5	32,81	30,77	71,39
2	33,9	33,08	78,47	2	23,64	22,17	93,57
2,5	7,02	6,85	85,32	2,5	5,39	5,06	98,62
3	14,68	14,32	99,64	3	1,26	1,18	99,80
3,5	0,1	0,10	99,74	3,5	0,01	0,01	99,81
4	0,14	0,14	99,87	4	0,1	0,09	99,91
Σύνολο	102,36			Σύνολο	106,52		

Δείγμα:	25	Βάρος δείγματος:	100,83
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	5,79	5,74	5,74
-1,5	1,38	1,37	7,11
-1	1,18	1,17	8,28
-0,5	4,9	4,86	13,14
0	9,01	8,94	22,08
0,5	15,29	15,16	37,24
1	20,57	20,40	57,64
1,5	14,89	14,77	72,41
2	14,68	14,56	86,97
2,5	9,04	8,97	95,93
3	3,68	3,65	99,58
3,5	0,24	0,24	99,82
4	0,01	0,01	99,83
Σύνολο	100,66		

Δείγμα:	26	Βάρος δείγματος:	112,37
Φ	Βάρος κατά κόσκινο (gr)	Κλασματικό Ποσοστό	Αθροιστικό Ποσοστό
-2	3,08	2,74	2,74
-1,5	11,03	9,82	12,56
-1	18,3	16,29	28,84
-0,5	34,36	30,58	59,42
0	21,37	19,02	78,44
0,5	12,11	10,78	89,21
1	7	6,23	95,44
1,5	2,43	2,16	97,61
2	1,11	0,99	98,59
2,5	0,46	0,41	99,00
3	0,61	0,54	99,55
3,5	0,06	0,05	99,60
4	0,23	0,20	99,80
Σύνολο	112,15		



Εικόνα 16. Φαινόμενα διάβρωσης



Εικόνα 17. Φαινόμενα διάβρωσης



Εικόνα 18. Φαινόμενα διάβρωσης



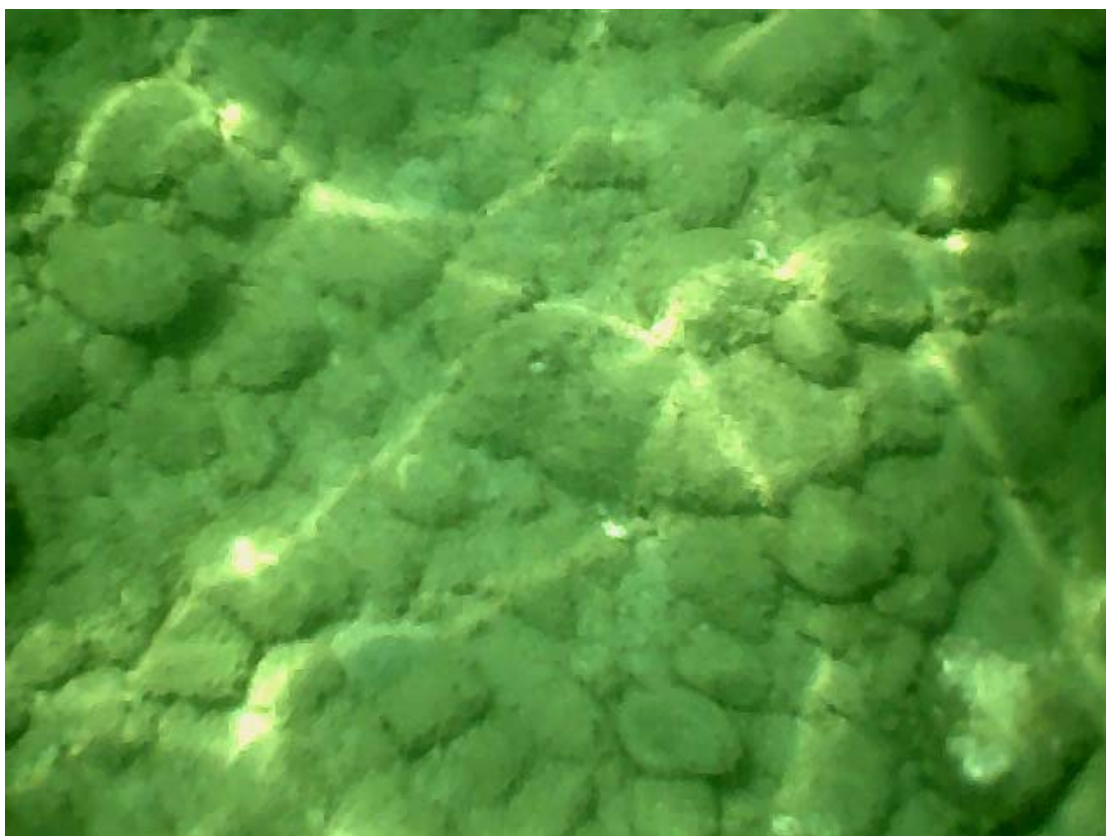
Εικόνα 19. Φαινόμενα διάβρωσης



Εικόνα 20. Φαινόμενα διάβρωσης



Εικόνα 21. Φαινόμενα διάβρωσης



Εικόνα 22. Κροκάλες και ογκόλιθοι μέσα στη θάλασσα καλυμμένοι από θαλάσσια χλωρίδα



Εικόνα 23. Κροκάλες και ογκόλιθοι σε απόσταση 1m από το σημείο απορροής του χειμάρρου



Εικόνα 24. Αυτοσχέδιες λιθοριπές



Εικόνα 25. Αυτοσχέδιες λιθοριπές

6. Βιβλιογραφία

- ΜΑΛΤΒΥ Ε., 1990. Εδάφη και υδροτοπικές λειτουργίες. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας για του Ελληνικούς Υγροτόπους. Α.Π.Θ. 1990.
- ΜΑΡΙΝΟΥ Γ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-MANE., ΣΩΤΗΡΙΑΔΟΥ Α., ΣΑΠΟΥΝΤΖΗ Η., 1970. Επί της παλαιογεωγραφίας της Βορείου Αιγίδος εις τον χώρο της Χαλκιδικής. Ann. Geol. De Pays. 22, 1-27, Αθήνα
- ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ., 1977. Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί διδακτορία. Θεσσαλονίκη.
- ΣΤΑΜΟΥ Π., 1961. Η ηρωική Κασσάνδρα ανά τους αιώνας. Εργ. <<ΦΩΣ>>, Αθ., 118p
- ΣΥΡΙΔΗΣ Γ., 1990. Λιθοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών – Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής. Διδ. Διατρ., ΑΠΘ., 243 p.
- ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Α., ΨΙΛΟΒΙΚΟΥ Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗ Ε., 1982. Ανάπτυξη του υπόγειου Καρστ στην περιοχή Αγίας Παρασκευής Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Επιστ. Επετ. Φυσικ. Σχ. Παν. Θεσσαλονίκης 22, 23-37.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΣΥΡΙΔΗΣ., ΧΑΛΑΜΙΔΟΥ Ε., 1988. Παράκτια φαινόμενα στη Χερσόνησο Κασσάνδρα της Χαλκιδικής. Δελτ. Ε.Γ.Ε., XX, 323-339
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας, Α.Π.Θ., Σελ. 58-72, Θεσσαλονίκη
- CARDIKAS J., 1934. Nachweis von Mesozoikum auf der Chalkidischen halbinsel Kassandra. Central. F. Miner. Palaont Dtsch. Abt, No 7. Stuttgart.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., 1984, Στοιχεία Εφαρμοσμένης Ιζηματολογίας, Α.Π.Θ., Σελ. 13-17, 41-48