

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ**

**ΤΟΜΕΑΣ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ  
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ  
ΤΙΤΛΟ:**

**«ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ  
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΑΙΓΙΑΛΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ»**

**ΜΑΝΤΑ Δ. ΚΥΡΙΑΚΗ**

**ΓΕΩΛΟΓΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ, 2014**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ**

**ΤΟΜΕΑΣ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ  
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ  
ΤΙΤΛΟ:**

**«ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ  
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΑΙΓΙΑΛΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ»**

**ΜΑΝΤΑ Δ. ΚΥΡΙΑΚΗ**

**ΓΕΩΛΟΓΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ, 2014**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ  
ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΙΓΙΑΛΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΤΩΝ  
ΧΑΝΙΩΝ»**

ΜΑΝΤΑ Δ. ΚΥΡΙΑΚΗ

ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΓΚΙΡΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Γεώργιος Μιγκίρος**, Καθηγητής Γεωλογίας και Γεωλογικών Χαρτογραφήσεων Γ.Π.Α, Επιβλέπων Καθηγητής
- 2) **Χρήστος Αναγνώστου**, Διευθυντής Ερευνών στο ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. ,  
Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Γεωλόγος - Ιζηματολόγος, Μέλος
- 3) **Γεώργιος Σταμάτης**, Καθηγητής του Γ.Π.Α, Υδρογεωλόγος, Μέλος

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Γεώργιο Μιγκίρο, Καθηγητή Γ.Π.Α. που μου έδωσε τη δυνατότητα να πραγματοποιήσω τη συγκεκριμένη εργασία. Πολλές ευχαριστίες οφείλω επίσης στον κ. Γεώργιο Σταμάτη, Καθηγητή Γ.Π.Α. και, για την καθοδήγηση και συμπαράσταση του καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της εργασίας.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Χρήστο Αναγνώστου, μέλος της εξεταστικής μου επιτροπής, για την καθοδήγηση, την συμπαράστασή του και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τις εύστοχες παρατηρήσεις του πάνω στο θέμα μελέτης. Οι παρατηρήσεις του αυτές μου γέννησαν καινούργια ερεθίσματα και προβληματισμούς προχωρώντας αυτή τη δουλειά ένα βήμα πιο πέρα, δίνοντας σε μένα με αυτόν τον τρόπο σημαντική ηθική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

Τον κ. Ιωάννη Μπαζιώτη, Λέκτορα του Γ.Π.Α., για την τόσο πολύτιμη βοήθειά του και τις σημαντικές παρατηρήσεις του σε σχέση με την παρούσα διατριβή και κυρίως σε θέματα πετρογραφίας και συγγραφής .

Την Μαριάννα Κατή, Επίκουρη Καθηγήτρια του ΕΚΠΑ, για την βοήθειά της όσον αφορά τη μελέτη της λεπτής τομής.

Τον Δρ. Εμμανουήλ Ψωμάδη, μέλος ΕΔΙΠ του Γ.Π.Α. για την διάθεση ψηφιακών δεδομένων καθώς και

Τον κ. Βασίλειο Σκουνάκη, υπεύθυνο παρασκευαστηρίου του Γεωλογικού τμήματος για την παρασκευή της λεπτής τομής.

Θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου και ιδιαίτερα τις Ειρήνη Καυκαλά και Άρια Πιτσάκη για την συμπαράστασή τους καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού, καθώς και τον φίλο μου Ιωάννη Μωράκο για τη βοήθεια του σε τεχνικά ζητήματα που αφορούσαν τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Τέλος ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου που βρίσκεται πάντα στο πλευρό μου, αν και από απόσταση, όλα αυτά τα χρόνια και του φίλους μου που χωρίς την συμπαράστασή τους θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι δυναμικοί παράγοντες που συντελούν στην διαμόρφωση και την εξέλιξη παραλίας και του αιγιαλού στον κόλπο των Χανίων.

Ο κόλπος των Χανίων βρίσκεται στο ανατολικό και βόρειο τμήμα της Κρήτης. Παρουσιάζει ποικιλία γεωμορφών, ιδιαίτερα παράκτιων γεωμορφών καθώς επίσης και υψηλού βαθμού βιοποικιλότητα. Η περιοχή αυτή αποτελεί από παλαιά πόλο έλξης για τον άνθρωπο, λόγω των ευνοϊκών συνθηκών διαβίωσης και αυτό επιβεβαιώνεται από τα αρχαιολογικά ευρήματα που χρονολογούνται στους Προϊστορικούς χρόνους. Τις τελευταίες περίπου τέσσερις δεκαετίες, η περιοχή αναπτύχθηκε μονοδιάστατα. Η πολυσχιδής και ποικίλη κοινωνική δομή, η οικονομική αυτοδυναμία και αυτάρκεια, που χαρακτήριζαν την περιοχή μέχρι την δεκαετία του 1970, μετατράπηκαν σταδιακά σε μια κοινωνία με ομογενοποιημένη οργάνωση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δηλαδή σε αυτό, που έχει αποκληθεί η «βαριά βιομηχανία» της χώρας, δηλ. στον τουρισμό.

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν, οι ανθρωπογενείς παράγοντες και οι φυσικοί. Στους φυσικούς παράγοντες περιλαμβάνονται, η μορφολογία του εδάφους, η φυτοκάλυψη, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα κυματικά δεδομένα και τα ανεμολογικά, η γεωλογία της περιοχής, η τεκτονική και οι υδροπερατότητες των σχηματισμών.

Για την ανάλυση της χωροχρονικής εξέλιξης του παράκτιου χώρου του πεδίου έρευνας έγινε χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Καθώς και επιτόπια δειγματοληψία, με σκοπό τον προσδιορισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του ιζήματος καθώς και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της παραλίας.

Παρατηρείται διάβρωση, η οποία οφείλεται σε ανθρωπογενείς αιτίες και προτείνονται τρόποι αντιμετώπισης.

**Λέξεις κλειδιά: Χανιά, παραλίες, διάβρωση**

## **ABSTRACT**

In the present study, an effort was taken to examine the dynamic factors involved in the formation and evolution (development, progression) of the beach and the coastline of Chania Bay.

Chania Bay is located to the north-eastern part of Crete and is presenting a variety of landforms, especially coastal landforms, as well as, high level biodiversity. This region has always been an attraction for human nature due to favorable living conditions, which is also confirmed by archaeological findings dating back to prehistoric times. During the last four decade, the region was developed unidimensionally. Until the 1970s, the region was identified by the multifarious and diverse social structure, the economic self-reliance and self-sufficiency that, gradually, turned into a society of homogenized organization of human activities, the so called country's "heavy industry", tourism.

Anthropogenic and natural factors were studied in this research. Natural factors, include topography, the vegetation, weather data, wave data and the wind, the geology of the area and the permeability of the geological formations.

To analyze the spatiotemporal evolution of the coastal area of the field research we use GIS. Field sampling was also done in situ, to determine the geometrical characteristics of the sediment and to determine the characteristics of the beach.

Coastal erosion, due to anthropogenic factors, was observed and measures have been proposed to address it.

**Keywords: Chania, beaches, coastal erosion**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>vii</b>
<b>1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ</b>	
<b>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΟΡΙΣΜΟΙ</b>	<b>1</b>
<b>1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ- ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ</b>	<b>2</b>
<b>1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>4</b>
<b>2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	
<b>2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>9</b>
<b>2.2 ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>10</b>
<b>2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ</b>	<b>19</b>
<b>2.4 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b>	<b>26</b>
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>27</b>
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ</b>	<b>54</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>56</b>

# 1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΟΡΙΣΜΟΙ

Ως «ακτή» ορίζεται η ζώνη που βρίσκεται πάνω από την μέση στάθμη θαλάσσης (ΜΣΘ) και η οποία αλληλεπιδρά άμεσα με την θάλασσα. Από γεωλογικής σκοπιάς είναι τα όρια ανάμεσα στα ηπειρωτικά τμήματα και την θάλασσα ή άλλο υδάτινο όγκο ( λίμνη, ποτάμι κλπ). Η ακτογραμμή είναι το όριο στο οποίο τα τρία κύρια φυσικά στοιχεία, ο αέρας, το νερό και η γη συναντώνται, και δεν είναι στατική αλλά δυναμική καθώς η θέση της αλλάζει τόσο χρονικά ( βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα) όσο και χωρικά ( αύξηση ή μείωση). Χωρικά η ακτογραμμή μπορεί να μεταβάλλεται εις βάρος της ενδοχώρας ( μείωση) τότε η ακτογραμμή διαβρώνεται (erosion), ενώ όταν μεταβάλλεται εις βάρος του θαλάσσιου χώρου( αύξηση) τότε η ακτογραμμή προσχώνεται (accretion) (Boak and Turner, 2005).

Οι ακτές συνθέτουν ένα πολύπλοκο φυσικό σύστημα μιας και αποτελούν την οριοθετική γραμμή μεταξύ *λιθόσφαιρας*, *ατμόσφαιρας* και *υδρόσφαιρας*. Στη ζώνη των ακτών έχουμε την *αλληλεπίδραση* ορισμένων παραγόντων που χαρακτηρίζουν τις τρεις πιο πάνω ενότητες.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των σφαιρών διαμορφώνει μία συγκεκριμένη κατάσταση δυναμικής ισορροπίας που τις περισσότερες φορές είναι ευαίσθητη και εύθραυστη. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η παράκτια ζώνη να διαφοροποιείται σε *περιοχές* οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον ως *γεώτοποι*, *υγρότοποι* και *βιότοποι*.

Κάθε επέμβαση στην ευαίσθητη αυτή ισορροπία μπορεί να προκαλέσει μία αλυσίδα προβλημάτων καθώς και περιβαλλοντικές αλλοιώσεις, πολλές φορές μη αναστρέψιμες.

Ο **αιγιαλός** είναι η ζώνη της ξηράς, που βρέχεται από τη θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της (ΦΕΚ Α' 285/19.12.2001) .

**Παραλία** είναι η ζώνη της ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι και πενήντα (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με τη θάλασσα και αντίστροφα (ΦΕΚ Α' 285/19.12.2001) .



**Η παράκτια ζώνη:** Αποτελείται από χερσαία και υδάτινα τμήματα, εκατέρωθεν της ακτογραμμής στα οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος αποκτά την μορφή πολύπλοκων συστημάτων οικολογικών στοιχείων και πόρων αποτελούμενων από βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες που συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν με τις ανθρώπινες κοινότητες και τις σχετικές κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες. Η παράκτια ζώνη είναι δυνατόν να περιλαμβάνει φυσικούς σχηματισμούς ή μικρά νησιά στο σύνολό τους (Ν 3937 ΦΕΚ 60 Α΄, 2011) .

**Κρίσιμη παράκτια ζώνη:** Το τμήμα της παράκτιας ζώνης, στο οποίο συναντώνται σε άμεση μεταξύ τους σχέση και αλληλεπίδραση το θαλάσσιο και το χερσαίο τμήμα αυτής. Περιλαμβάνονται ιδίως γεωμορφολογικοί σχηματισμοί, εκτάσεις που αποτελούνται από υλικά διάβρωσης των γειτονικών περιοχών ή την μεταφορά του ανέμου και από χαρακτηριστική χλωρίδα ή διαβρώνονται με τέτοιο ρυθμό, ώστε προκύπτει κίνδυνος για ανθρωπογενείς εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες. (Ν 3937 ΦΕΚ 60 Α΄, 2011)

Η *διάβρωση* των ακτών είναι από τις σημαντικότερες αιτίες αλλαγής της μορφής τους. Εντάσσεται στις διεργασίες που επηρεάζουν την ακτογραμμή μακροπρόθεσμα, σε αντίθεση, για παράδειγμα, με τις παλίρροιας οι οποίες μέσα σε ελάχιστες ώρες αλλάζουν τελείως την εικόνα της. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο σε παραλίες, οι οποίες συνήθως φιλοξενούν και ευαίσθητα οικοσυστήματα (Defeo *et al.*, 2009). Παγκοσμίως περισσότερες από το 70% των αμμωδών παραλιών έχουν υποστεί διάβρωση (Bird, 1996).

Ως «παράκτια διάβρωση» ορίζεται η σταδιακή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής, η οποία μετράται σε ικανοποιητικό χρονικό ορίζοντα, τέτοια ώστε η μέτρηση να μην επηρεάζεται από τις επιδράσεις του καιρού, των κυματικών καταιγίδων και της τοπικής δυναμικής των ιζημάτων (Doody *et al.*, 2004) .

## **1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ- ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ**

### **1.2.1 Ο μηχανισμός τροφοδοσίας των ακτών με χαλαρά υλικά**

Η γεωλογία του ευρύτερου παράκτιου χώρου, το υδρογραφικό δίκτυο, η γεωμορφολογία, οι κλιματολογικές συνθήκες και η φυτοκάλυψη είναι παράγοντες που συντελούν στην παραγωγή ψαθυρών υλικών από τα πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου, στην μεταφορά τους και στην τροφοδοσία των ακτών με αυτά.

Το γεωλογικό υπόβαθρο καθορίζει τόσο την μορφολογία της περιοχής, όσο και τις μορφές του υδρογραφικού δικτύου. Για το λόγο αυτό οριοθετείται η περιοχή του χερσαίου χώρου, που εν δυνάμει επηρεάζει την μορφολογία και την μορφοδυναμική των ακτών, στο επίπεδο της λεκάνης απορροής της περιοχής. Η λεκάνη απορροής οριοθετείται από τον *υδροκρίτη*, την ‘κορυφογραμμή’ του γεωμορφολογικού ανάγλυφου, που χωρίζει περιοχές απορροής των επιφανειακών υδάτων.

Από τις μετεωρολογικές παραμέτρους που καθορίζουν το κλίμα της περιοχής σημαντικές είναι οι βροχοπτώσεις, που προσδίδουν δυναμική στο υδρογραφικό δίκτυο και οι άνεμοι, που είναι το γενεσιουργό αίτιο για τους κυματισμούς.

Η φυτοκάλυψη μιας περιοχής παίζει ρόλο στη συγκράτηση των προϊόντων της αποσάθρωσης. Έτσι λοιπόν σε μια περιοχή με σημαντική φυτοκάλυψη οι φερτές ύλες που μεταφέρονται από το υδρογραφικό δίκτυο είναι μειωμένες και αντίστοιχα ο παράκτιος χώρος δέχεται μικρές ποσότητες φερτών υλών. Ενώ σε περιοχές με μειωμένη φυτοκάλυψη με τις πρώτες βροχές τα εδάφη απογυμνώνονται από τα υλικά της αποσάθρωσης, το υδρογραφικό δίκτυο είναι γενικά πιο ορμητικό και σε μικρό χρονικό διάστημα τόσο το νερό όσο και οι φερτές ύλες καταλήγουν στην ακτή.

### ***1.2.2 Ο μηχανισμός διευθέτησης των χαλαρών υλικών στην ακτή***

Η δυναμική κατάσταση της θάλασσας κατά μήκος των ακτών είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την διευθέτηση των προσφερομένων φερτών υλών.

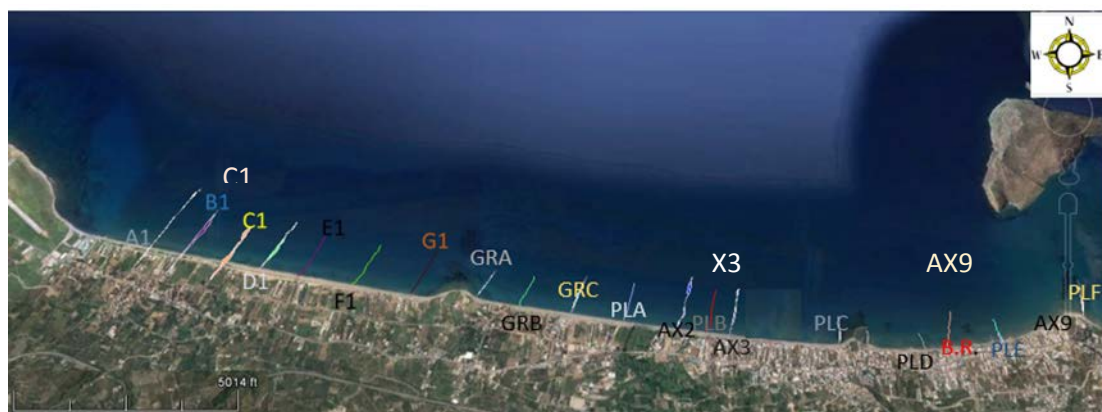
Η δυναμική κατάσταση της θάλασσας εξαρτάται και από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες (βαρομετρικά δίπολα, άνεμος) . Ο κυματισμός είναι ο σημαντικότερος παράγοντας της δυναμικής κατάστασης της θάλασσας, που διαμορφώνει τις ακτές. Με μικρότερη σημασία ακολουθούν τα ρεύματα και οι παλίρροιες.

Οι κύριες διεργασίες που διαμορφώνουν τις ακτές ανάγονται σε μια κατηγορία παραγόντων που σχετίζεται με την τροφοδοσία της ακτής με υλικά και μια άλλη

κατηγορία που σχετίζεται με τους μηχανισμούς διεύθησης των υλικών αυτών κατά μήκος των ακτών.

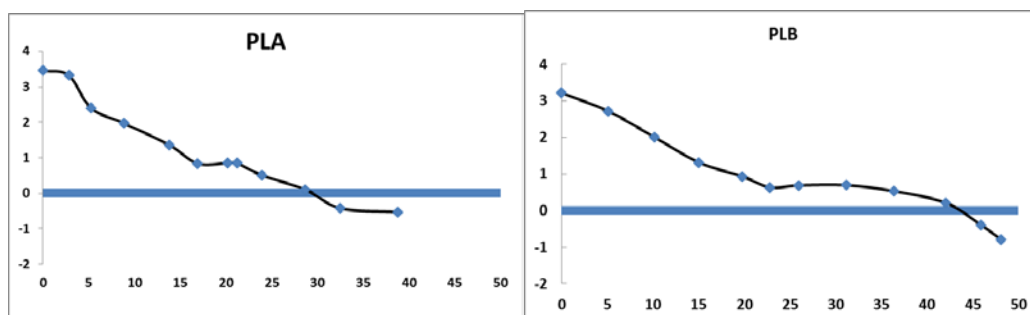
### 1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της παραλίας (μήκος, πλάτος, κλίση, κλπ) πραγματοποιήθηκαν διατομές, χρησιμοποιώντας σταθερά σημεία, σε επιλεγμένες θέσεις, όπως αυτές φαίνονται στην εικόνα 1. Οι τομές εκτείνονταν και μέσα στην θάλασσα μέχρι και το 1,5μ. βάθος. Στις διατομές μετρήθηκαν: η υψομετρική διαφορά και η απόσταση από κάποιο σταθερό σημείο, μετρώντας κάθε φορά και την κατεύθυνση της τομής (*Εικ.1.1*). Συγκεκριμένα στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν δύο επισκέψεις στην περιοχή μέσα στο 2014, η πρώτη κατά τον μήνα Ιανουάριο και η δεύτερη τον μήνα Ιούλιο.



*Εικόνα 1.1:* Τα σημεία όπου έγιναν οι μετρήσεις (Google Earth)

Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν στο excel με αποτέλεσμα να έχουμε την μορφολογία της κάθε θέσης (*Εικ. 1.2*).



*Εικόνα 1.2:* Γεωμορφολογικές τομές από την επιλεγμένη παράκτια περιοχή του Πλατανιά

Για να προσδιορίσουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ιζήματος, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ιζήματος και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας

πρότυπα κόσκινα (sieves), μοντέλο RetschRostrei (*Εικ.1.3*) προσδιορίστηκε η μέση διάμετρος των κόκκων(d50), παράμετρος η οποία εκτός των άλλων προσδιορίζει και την καταλληλότερη διάσταση του ιζήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εμπλουτισμό μίας παραλίας.



*Εικόνα 1.3:* Συσκευή κοκκομετρικής ανάλυσης με τα πρότυπα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν

Αργότερα τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε μία κόλλα χαρτί, χωρίστηκαν σε τεταρτημόρια και το πάνω δεξιά τεταρτημόριο τοποθετήθηκε στο γυαλί (*Εικ. 1.4*). Στην συνέχεια με την βοήθεια του στερεοσκοπίου (μοντέλο SMC με μεγέθυνση x 6, 4) και του USB φορητό μικροσκόπιο(veho discovery VMS-004) (*Εικ.1.5*) χωρίστηκαν τα δείγματα σε λευκά (χαλαζιάς, άστριοι) και πετρώματα, ενώ παρατηρήθηκαν και τα απολιθώματα, καθώς και οι γωνίες των δειγμάτων κατά πόσο στρογγυλοποιημένες ή μη είναι.

Έπειτα με το υδροχλωρικό οξύ (HCl) , διαχωρίστηκαν τα ανθρακικά, ο δολομίτης και η μάργα, λόγω του ότι όλα αναβράζουν. Ενώ με την βοήθεια ενός μαγνήτη, μελετήθηκε η παρουσία του μαγνητίτη.

Τέλος έγινε λεπτή τομή στο beach rock, κόπηκε το δείγμα και έγινε εμποτισμός του πλακιδίου με εποξική ρητίνη. Το πλακίδιο τρίφτηκε με ανθρακοπυρίτιο, λειάνθηκε και κολλήθηκε πάνω στον αντικειμενοφόρο. Στην συνέχεια κόπηκε, με σκοπό να κατέβει στα 60-70 μ., και πάλι τρίφτηκε με ανθρακοπυρίτιο μέχρι να φτάσει στο

επιθυμητό μέγεθος. Μετέπειτα με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μοντέλο ZEISS αναλύθηκε περαιτέρω η λεπτή τομή ( *Εικ.1.5*).



*Εικόνα 1.4:* Απεικόνιση των βημάτων που ακολουθήθηκαν για την κοκκομετρική ανάλυση του κάθε δείγματος



*Εικόνα 1.5:* Στερεοσκόπιο, φορητό μικροσκόπιο και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο που χρησιμοποιήθηκαν για τον πετρολογικό και ορυκτολογικό προσδιορισμό των υλικών

Οι αναλύσεις είναι σημαντικές καθώς προσδίδουν τα τοπικά χαρακτηριστικά κάθε παραλίας καθώς και την προέλευσή τους.

Οι κοκκομετρικές αναλύσεις έλαβαν χώρα στο εργαστήριο Ιζηματολογίας του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.

Η μακροσκοπική ανάλυση έλαβε χώρα στο εργαστήριο του Γενικού τμήματος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η λεπτή τομή έγινε στο παρασκευαστήριο του Γεωλογικού τμήματος του ΕΚΠΑ, ενώ το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν από τον τομέα Ορυκτολογίας και Πετρολογίας του Γεωλογικού τμήματος του ΕΚΠΑ.

Καθώς δεν βρέθηκαν στοιχεία από παλαιότερες μελέτες τα οποία μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της διαχρονικής εξέλιξης της ακτογραμμής των επιλεγμένων περιοχών, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί πιλοτικά η μέθοδος της διαχρονικής εξέλιξης ακτογραμμής με χρήση αεροφωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων και μετρήσεων πεδίου.

Για το λόγο αυτό συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν 9 αεροφωτογραφίες από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού και 3 δορυφορικές εικόνες της τελευταίας δεκαετίας (Google Earth) . Για την ανάλυση της χωροχρονικής εξέλιξης του παράκτιου χώρου του πεδίου έρευνας έγινε χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είναι το ArcGIS Desktop Version 10.2.1. έκδοση. Οι αεροφωτογραφίες γεωαναφέρθηκαν στο ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα (ΕΓΣΑ 87), ενώ για την γεωαναφορά εικόνων από το google earth, έγινε μετατροπή των συντεταγμένων από WGS 84 σε ΕΓΣΑ 87 και στη συνέχεια έγινε η γεωαναφορά. Κατά την επεξεργασία των εικόνων, ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή τους ως γραμμικό στοιχείο. Το τελικό προϊόν που προέκυψε είναι 4 χάρτες που φαίνονται τα διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας (ακτογραμμές από κάθε φωτογραφία) για την ίδια περιοχή, με βάση τους χάρτες που προέκυψαν, δύναται να γίνει κατανοητή η διαμόρφωση της ακτογραμμής χωρικά και χρονικά. Να σημειωθεί ότι η κάθε αεροφωτογραφία και δορυφορική εικόνα σχετίζεται με συγκεκριμένο εποχιακό προφίλ παραλίας και είναι ανάλογες του κυματικού καθεστώτος που επικρατούσε την στιγμή λήψης.

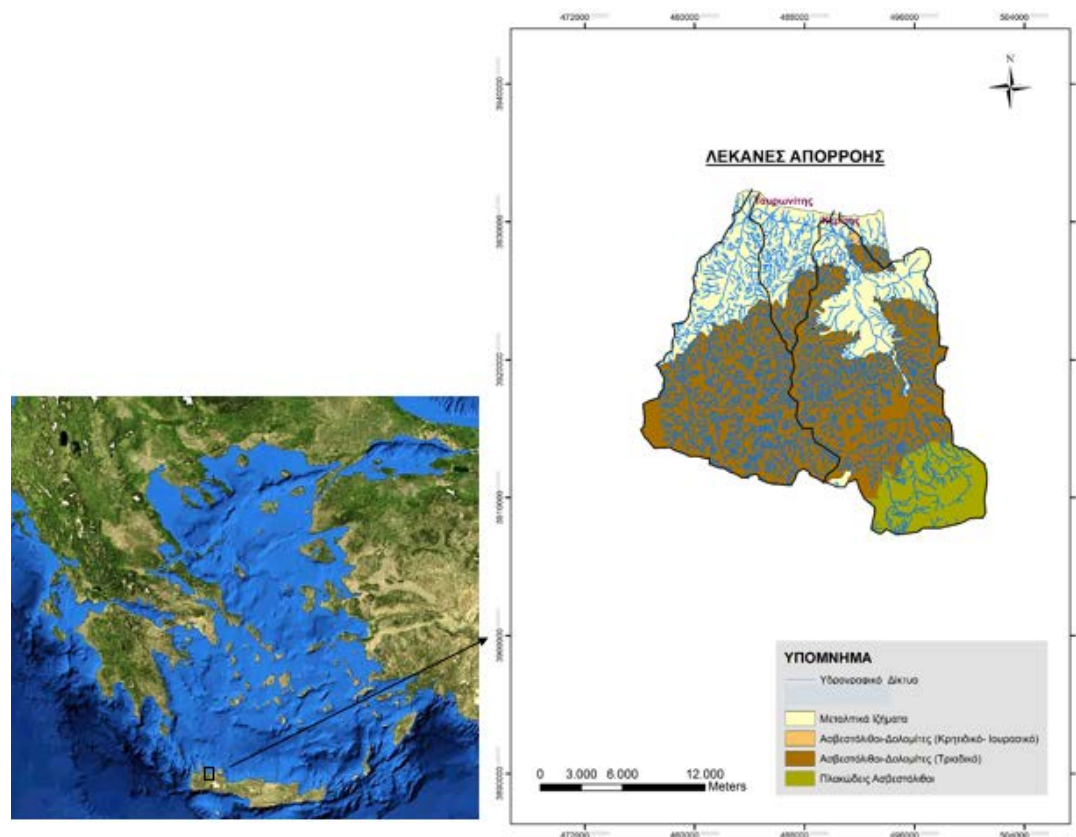
Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκαν δύο γεωλογικοί χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε., οι οποίοι ενοποιήθηκαν και γεωαναφέρθηκαν στο γεωδαιτικό σύστημα ΕΓΣΑ 87. Στην συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης και το

υδρογραφικό δίκτυο με την βοήθεια του λογισμικού ArcMap 10.2.1. Οι σχηματισμοί ενοποιήθηκαν και προέκυψε ο τελικός γεωλογικός χάρτης.

## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η περιοχή μελέτης οριοθετείται από τις λεκάνες απορροής του Κερίτη στα Ανατολικά και του Ταυρωνίτη στα Δυτικά (**Εικ. 2.1**). Το έδαφος της περιοχής είναι κατά βάση πεδινό, το ανάγλυφο είναι ήπιο και λοφώδες.



**Εικόνα 2.1:** Λεκάνες απορροής των ποταμών Ταυρωνίτη και Κερίτη

Ο Κερίτης και ο Ταυρωνίτης ανήκουν στο υδατικό διαμέρισμα της Κρήτης ( με την Απόφαση 706/16-7-2010 (ΦΕΚ 1383B/2-9-2010 & ΦΕΚ 1572B/28-9-2010), της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων« *περί καθορισμού των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους*» Το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης) και συγκεκριμένα στο επονομαζόμενο: Ρεμάτων Βορείου Τμήματος Χανίων - Ρεθύμνου - Ηρακλείου (GR39), συνολικής έκτασης 3.676,06 km<sup>2</sup>. Ο Κερίτης και ο Ταυρωνίτης είναι ποτάμια 6<sup>ης</sup> τάξης κατά Strahler. Ο ποταμός Ταυρωνίτης έχει ημιμόνιμη ροή, συνεπώς δεν έχει πάντα νερό κατά τη



διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, παρά μόνο τις χρονιές με άφθονες βροχές. Στις εκβολές του ποταμού έχει δημιουργηθεί ένας αξιόλογος υδροβιότοπος που φιλοξενεί πλούσια χλωρίδα και πανίδα. Χωρίζεται σε τρεις παραποτάμους που σχηματίζουν τρεις σημαντικές υπολεκάνες και οι οποίες είναι η λεκάνη απορροής του Σεμπρενιώτη, η λεκάνη απορροής του Ρουματιανού και του Ντεριανού. Στο βόρειο τμήμα της λεκάνης, στην περιοχή μεταξύ των οικισμών Βουκολιές και Ταυρωνίτη σχηματίζεται φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας, μικρού βάθους (10-15m) και ο οποίος τροφοδοτείται από τις επιφανειακές απορροές του ποταμού Ταυρωνίτη. Στο χείμαρρο Κερίτη εκβάλλουν οι παραπόταμοι Μεσκλιανός, Μαύρος, Σκινιανός, Βαρσαμιώτης και της Αγυιάς. Το νότιο τμήμα της λεκάνης αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Λευκών Ορέων, ενώ το βόρειο τμήμα της είναι πεδινό και εκβάλλει στον κόλπο των Χανίων. Δια μέσου της λεκάνης απορροής του Κερίτη απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων.

Οι παραλίες της περιοχής μελέτης εντάσσονται στο Παράκτιο Υδατικό Σύστημα των Ακτών Χανίων (GR001300010001N). Από Δυτικά προς Ανατολικά οι παραλίες είναι: Η παραλία του Μάλεμε, με μήκος 4000μ., μέσο πλάτος 35μ., η παραλία Γεράνι στον Πλατανιά, με μήκος 2500μ. και μέσο πλάτος 45μ. και η παραλία Λιμανάκι στον Πλατανιά, με μήκος 1.500μ και μέσο πλάτος 30μ. Και οι τρεις αυτές παραλίες έχουν Βόρειο προσανατολισμό.

## **2.2 ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

### ***Κλιματολογικά στοιχεία***

Τα Χανιά έχουν υπο-υγρό Μεσογειακό κλίμα με ήπιους-υγρούς χειμώνες και ξηρά-ζεστά καλοκαίρια. Οι ορεινές περιοχές του νομού ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή ψυχρό. Ένα πολύ μικρό μέρος των πολύ ορεινών περιοχών του νομού ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ. Τους θερινούς μήνες ( Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) η μέση θερμοκρασία είναι 25,7<sup>0</sup>C και τους χειμερινούς ( Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) είναι στους 12,1<sup>0</sup>C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 22,9<sup>0</sup>C και η μέση ελάχιστη αγγίζει τους 14,6<sup>0</sup>C. (Ε.Μ.Υ.Χανίων, 1961-1994). Ακόμα η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία σημειώθηκε στις 10-07-77 και άγγιξε τους 42,5<sup>0</sup>C , ενώ η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στις 10-02-76 στους 0,0<sup>0</sup>C. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης στην περιοχή είναι 664 mm, με το μέγιστο και το ελάχιστο μηνιαίο ύψος να είναι

αντίστοιχα 497,1mm και 0,1mm (Ε.Μ.Υ. Χανίων, έτη 1947-1998) . Από την ετήσια βροχόπτωση υπολογίζεται ότι το 65% του νερού χάνεται στην εξατμισοδιαπνοή, το 21% διαφεύγει στην θάλασσα και το 14% πηγαίνει στον υδροφόρο ορίζοντα (Chartzoulakis *et al.*, 2001) . Σημειώνεται ότι στις ακτές μελέτης μας, εξαιτίας του προσανατολισμού τους και της μορφολογίας τους είναι προστατευμένες από τους επικρατέστερους ανέμους και τους κυματισμούς. Επίσης, στην περιοχή δεν παρατηρούνται ισχυρά ρεύματα, ούτε έντονα φαινόμενα παλίρροιας.

#### **Ανεμολογικό και κομματικό κλίμα**

Η βέλτιστη πρακτική για την αποτύπωση κλιματολογικών χαρακτηριστικών μια περιοχής απαιτεί τη χρήση μακροχρόνιων, επιτόπιων μετρήσεων.

Η περιοχή μελέτης με τα τρία σημεία του χωρικού πλέγματος προσομοίωσης φαίνεται παρακάτω (**Εικ. 2.2**), ενώ οι συντεταγμένες των σημείων δίνονται στον Πίνακα 2.1.

<b>Πίνακας 2.1.</b> Συντεταγμένες των σημείων μελέτης		
<b>ΣΗΜΕΙΟ</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>P1</b>	35° 32' 59.78''	23° 48' 2.55''
<b>P2</b>	35° 32' 59.78''	23° 54''
<b>P3</b>	35° 32' 59.78''	24°



**Εικόνα 2.2:** Τα σημεία μελέτης του ανεμολογικού και κυματικού καθεστώτος .

Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν, είναι, από την επεξεργασία όλων των δεδομένων των δέκα ετών, 1995-2004.

#### ***Ανάλυση ανεμολογικών παραμέτρων σε ετήσια βάση***

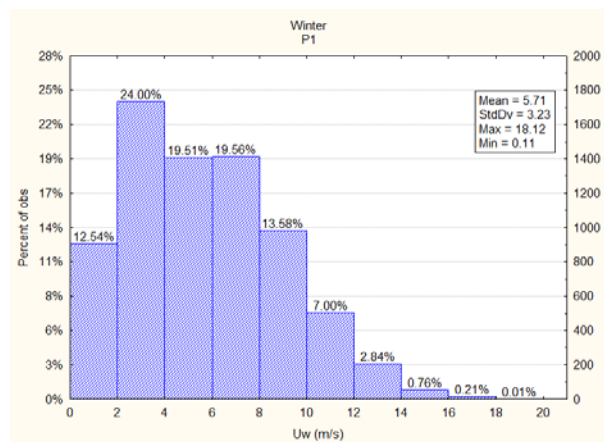
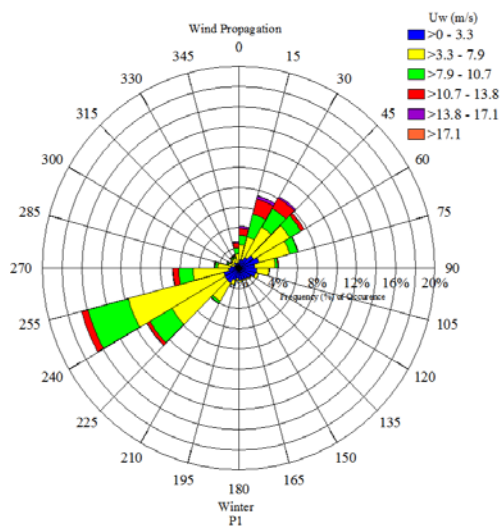
Στην **Εικ. 2.3** αναπαρίσταται η συχνότητα εμφάνισης σε ποσοστό επί τοις %, της κατεύθυνσης πνοής του ανέμου, σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα εύρη ταχυτήτων (χρωματική διαφοροποίηση) για τα τρία γεωγραφικά σημεία μελέτης, P1, P2 και P3. Στο διάγραμμα της **Εικ. 2.3** αναπαρίσταται η συχνότητα εμφάνισης σε ποσοστό επί τοις %, της κατεύθυνσης πνοής του ανέμου σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα εύρη ταχυτήτων (χρωματική διαφοροποίηση) κατά τη διάρκεια του χειμώνα στα Σημεία P1, P2, P3.

**Σημείο P1:** Οι συχνότερες διευθύνσεις πνοής ανέμου τους χειμερινούς μήνες των ετών 1995-2004 στο P1 είναι οι Δυτικές-Νοτιοδυτικές με αντίστοιχες τιμές ταχύτητας ανέμου που δεν ξεπερνούν τα 6B (13.8 m/s). Η μέση τιμή της ταχύτητας ανέμου στο P1 τη χειμερινή περίοδο (1995-2004) είναι 5.71m/s (4B). Από το ίδιο διάγραμμα προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου εμφανίζονται στον τομέα [345,30] δηλαδή προέρχονται από Βορειοδυτικές και Βόρειες-Βορειοανατολικές διευθύνσεις. Η μέγιστη τιμή προσομοίωσης της ταχύτητας ανέμου τους χειμερινούς μήνες των

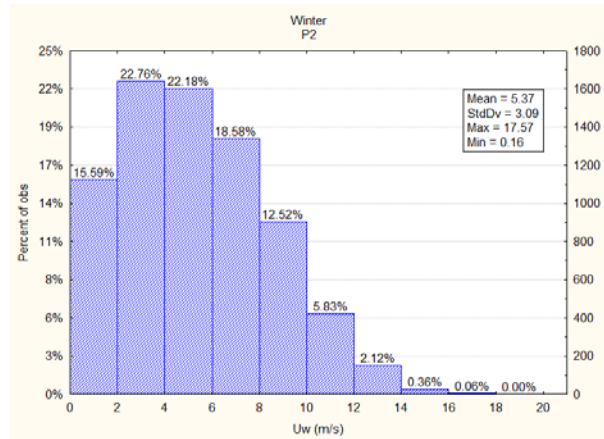
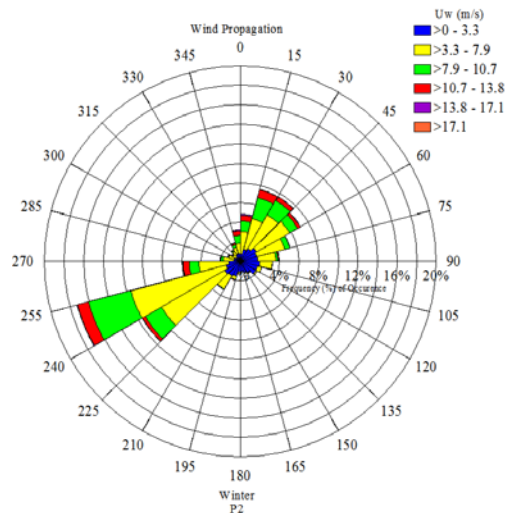
ετών 1995-2004 είναι 18.12m/s (8B) με Βόρεια διεύθυνση πνοής (~360°) και είναι η μέγιστη κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο στο P1.

**Σημείο P2:** Οι συχνότεροι άνεμοι στο σημείο P2, τους χειμερινούς μήνες των ετών 1995-2004, είναι οι Δυτικοί-Νοτιοδυτικοί από τον τομέα [240,255] ενώ οι μέγιστες τιμές προσομοίωσης αντιστοιχούν σε ανέμους που έρχονται από τις Βόρειες διευθύνσεις μεταξύ των [345,15]. Επίσης, μέγιστα εμφανίζονται, με μικρότερη συχνότητα, και από τους τομείς [15,60] και [225,270]. Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου, (τιμές προσομοίωσης), το χειμώνα στο P2 είναι 5.37m/s και αντιστοιχεί σε 3B. Η μέγιστη τιμή προσομοίωσης της ταχύτητας του ανέμου στο P2 είναι 17.57m/s (8B) και αντιστοιχεί σε Βόρειο άνεμο με διεύθυνση πνοής τις ~360°.

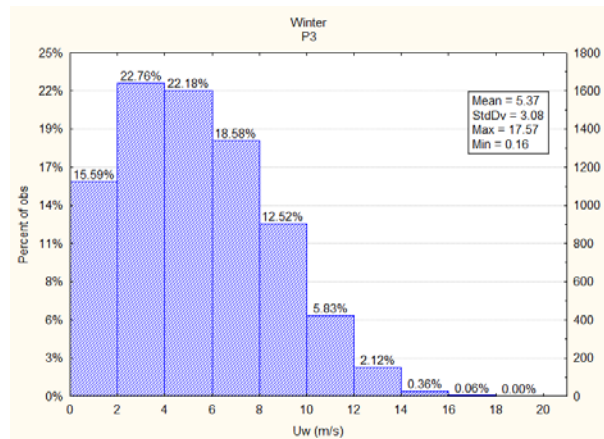
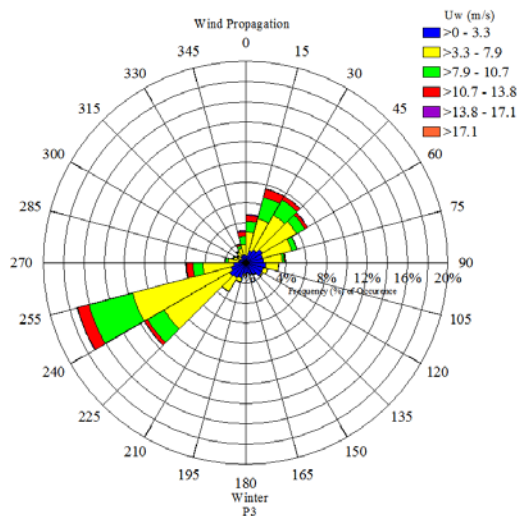
**Σημείο P3:** Όμοια συμπεριφορά με αυτήν του σημείου P2 παρουσιάζουν οι ανεμολογικές συνθήκες τη διάρκεια των χειμερινών μηνών και στο P3.



P1



P2



P3

Εικόνα 2.3: Κατευθυντικά Διαγράμματα και Ιστογράμματα της ταχύτητας ανέμου,  $U_w$  το χειμώνα (πηγή ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε).

### Ανάλυση κυματικών παραμέτρων το χειμώνα

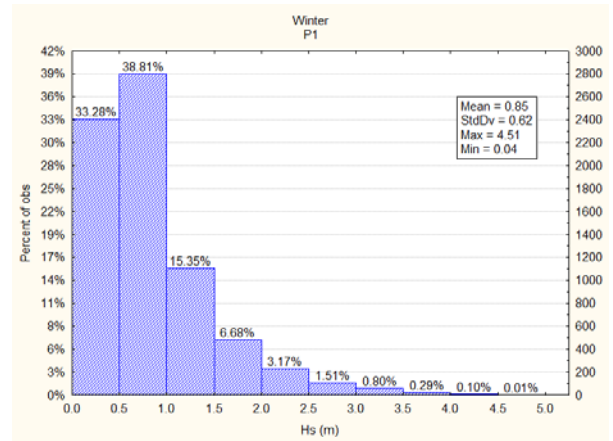
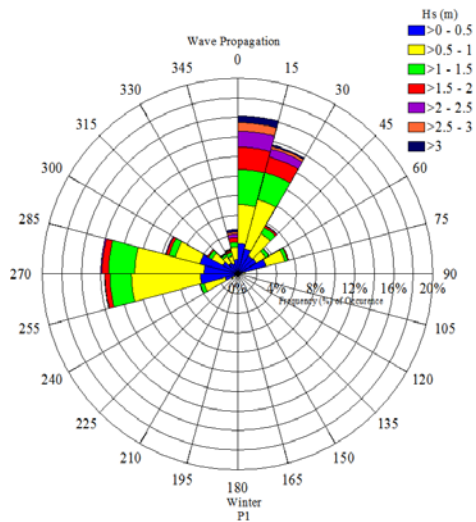
Στα διαγράμματα της **Εικ. 2.4** αναπαρίσταται η συχνότητα εμφάνισης σε ποσοστό επί τοις %, της κατεύθυνσης διάδοσης του κυματισμού σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα εύρη σημαντικών υψών κύματος (χρωματική διαφοροποίηση) και τα ιστογράμματα που απεικονίζουν την κατανομή των τιμών (προσομοίωσης) σημαντικού ύψους κύματος, τους χειμερινούς μήνες.

**Σημείο P1:** Το πρώτο διάγραμμα αντιστοιχεί στο Σημείο P1 όπου οι συχνότερα διαδιδόμενοι κυματισμοί προέρχονται από τον τομέα [0,15] με ποσοστό εμφάνισης 16% και ακολουθούν οι κυματισμοί από τους τομείς [255,285] και [15,30]. Η μέση τιμή (προσομοίωσης) του σημαντικού ύψους κύματος τη χειμερινή περίοδο των ετών

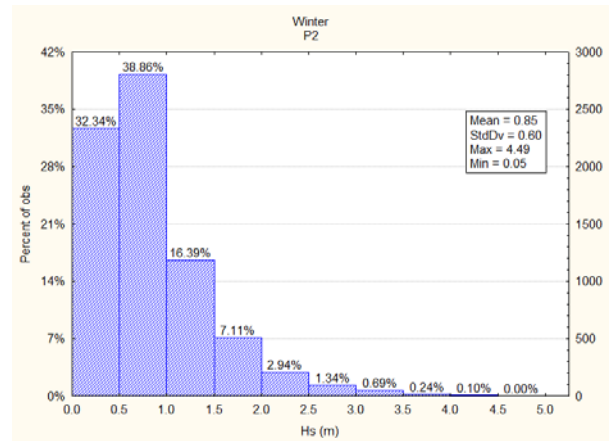
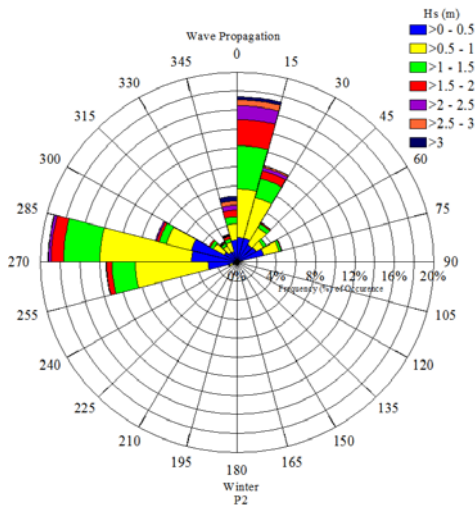
1995-2004 είναι 0.85m. Η μέγιστη τιμή προσομοίωσης του σημαντικού ύψους κύματος την προαναφερόμενη περίοδο είναι 4.51 m και προέρχεται από το Βορρά (~360°). Από το ίδιο διάγραμμα προκύπτει ότι τα μεγαλύτερα σημαντικά ύψη κύματος έρχονται από τις Βόρειες διευθύνσεις, εντός του τομέα [330, 15].

**Σημείο P2:** Στο Σημείο P2, οι επικρατέστεροι κυματισμοί, με ποσοστό εμφάνισης περί το 20%, εντοπίζονται στο διάστημα [270,285] και ακολούθως στο [0,15]. Τα μεγαλύτερα σημαντικά ύψη κύματος προέρχονται από τις Βόρειες διευθύνσεις εντός του τομέα [330, 15]. Η μέση τιμή του σημαντικού ύψους κύματος στο P2 τη χειμερινή περίοδο των ετών 1995-2004 είναι 0.85m ενώ η μέγιστη τιμή προσομοίωσης του σημαντικού ύψους κύματος την προαναφερόμενη περίοδο είναι 4.49m με Βόρεια διεύθυνση διάδοσης (~0°)

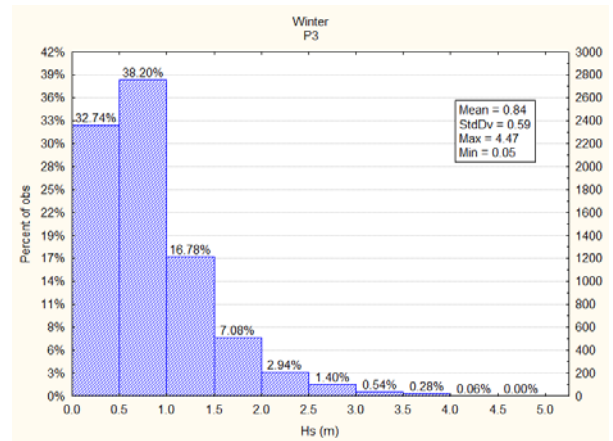
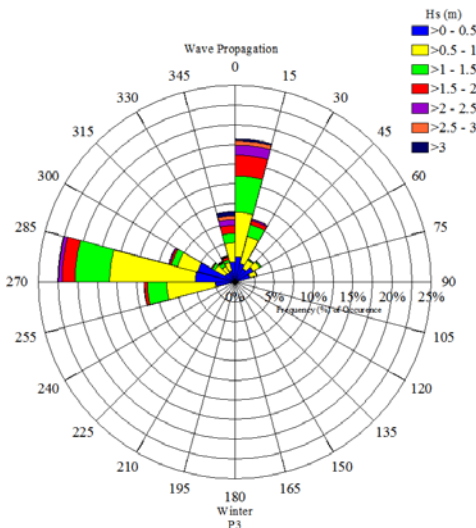
**Σημείο P3:** Παρόμοια συμπεριφορά με το σημείο P2, παρουσιάζει το κυματικό καθεστώς στο σημείο P3 το χειμώνα εμφανίζοντας μόνο μικρές διαφορές στη μέση (0.84m) και μέγιστη τιμή (4.47 m) του σημαντικού ύψους κύματος που έρχεται επίσης από τη Βόρεια διεύθυνση, (~360°) (*Εικ.2.4*).



P1



P2



P3

Εικόνα 2.4: Κατευθυντικά Διαγράμματα και Ιστογράμματα του σημαντικού ύψους κύματος,  $H_s$ , το χειμώνα (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.)

Τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, οι κατανομές των διευθύνσεων πνοής ανέμου και στα τρία σημεία είναι παρόμοιες. Οι συχνότερα εμφανιζόμενοι άνεμοι προέρχονται από τις δυτικές-νοτιοδυτικές διευθύνσεις, ενώ και στις τρεις περιπτώσεις τα μέγιστα της ταχύτητας ανέμου προέρχονται από Βόρειες διευθύνσεις. Ωστόσο, υπάρχουν μικρές διαφορές στις κατανομές της τιμής ταχύτητας ανέμου μεταξύ του σημείου P1 και των δύο σημείων P2 και P3. Οι κατανομές της ταχύτητας ανέμου στα σημεία P2 και P3 είναι μετατοπισμένες δεξιότερα επομένως οι τιμές της ταχύτητας ανέμου που εμφανίζονται σε αυτές τις περιοχές είναι, μεγαλύτερες συγκριτικά με τις αντίστοιχες στο P1.

Στο P1 είναι συχνότεροι, το χειμώνα, οι Βόρειοι κυματισμοί και ακολουθούν οι Δυτικοί. Στο P2 προηγούνται σε ποσοστό εμφάνισης οι δυτικοί κυματισμοί ενώ οι βόρειοι είναι δεύτεροι επικρατέστεροι με μικρή διαφορά ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους. Ακόμα μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της συχνότητας εμφάνισης των δυτικών ανέμων οι οποίοι επικρατούν στο σημείο P3 συγκριτικά με τους βόρειους κυματισμούς. Τα μέγιστα των κυματισμών προέρχονται από τις βόρειες διευθύνσεις και στα τρία σημεία του κόλπου.

### ***Κάλυψη γης***

Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής καλύπτεται από μόνιμες αγροτικές περιοχές, όπως ελαιώνες, οπωρώνες, αμπελώνες, διάφορα συμπλέγματα καλλιεργειών, βοσκότοπους και συνδυασμό θαμνώδους ή ποώδους βλάστησης (**Εικ. 2.5**). Ενώ παρατηρούνται κάποια δάση κωνοφόρων, και αστικός ιστός κοντά την θάλασσα. Ακόμα περιλαμβάνονται 5 περιοχές που υπάγονται σε προγράμματα ειδικής προστασίας (Πίνακες 2.2, 2.3 ).





Εικόνα 2.5 : Κάλυψη γης (πηγή ΥΠΕΚΑ)

- 2 περιοχές έχουν χαρακτηριστεί ως βιότοποι Natura με τα παρακάτω χαρακτηριστικά (πίνακας 2.2)

Πίνακας 2.2

Όνομα	Λίμνη Αγιάς-Πλατανιάς- ρέμα&εκβολή Κερίτη- κοιλάδα Φάσα	Χερσόνησος Ροδόπου- παραλία Μάλεμε
Κωδικός τόπου	GR4340006	GR4340003
Συνολική έκταση(ha)	1211.83	8797.27
Χερσαία έκταση(ha)	1199.14	8325.22
Περίμετρος(km)	55.1	64.8
Μέγιστο υψόμ.(m)	414.0	742.0

- 3 περιοχές ανήκουν στους βιότοπους Corine με τα παρακάτω χαρακτηριστικά (πίνακας 2.3)

Πίνακας 2.3

Όνομα	Ποταμός&εκβολή Ταυρωνίτη, Μάλεμε	Ρέμα&εκβολή Κερίτη, Πλατανιάς	Νήσοι Άγιοι Θεόδωροι
Κωδικός τόπου	A00050015	A00050014	A00020030, GR4340018(SPA)
Συνολική έκταση(ha)	115.92	170.48	82.92
Χερσαία έκταση(ha)	180.0	300.0	120.0
Περίμετρος(km)	4.6	6.9	4.7
Μέγιστο υψόμ.(m)	3.0	3.0	157.0

## 2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

### Γεωλογία

Η Κρήτη, παρουσιάζει μια πολύπλοκη γεωλογική δομή, που είναι αποτέλεσμα της γεωτεκτονικής της εξέλιξης ως τμήματος του ελληνικού τόξου και της θέσης της στο μέχρι και σήμερα ενεργό τόξο του Αιγαίου. Υπολογίστηκε ότι πριν από τα 2-4εκ.χρόνια ανυψωνόταν περίπου 0,1-0,5 mm/ χρόνο, ενώ μετέπειτα μέχρι και σήμερα

υπολογίστηκε ότι ο ρυθμός της ανύψωσης της κεντρικής και δυτικής Κρήτης είναι 1-1.2 mm/ χρόνο ( Roberts G.G. *et al.* 2013).

Χαρακτηρίζεται από πολλά καλύμματα, τα οποία προέρχονται από διαφορετικές παλαιογεωγραφικές ζώνες (Seideland Wachendorf, 1986). Τα καλύμματα υποδιαιρούνται σε ανώτερες τεκτονικές ενότητες, στις οποίες δεν συναντάται Καινοζωική μεταμόρφωση και σε κατώτερες ενότητες, οι οποίες έχουν υποστεί μεταμόρφωση υψηλών θερμοκρασιών/χαμηλών πιέσεων (HP/LT) κατά το Ολιγόκαινο-Μειόκαινο (Seidel *et al.*, 1982) και χωρίζονται μεταξύ τους με ένα ρήγμα αποκόλλησης. Οι κατώτερες ενότητες αναδύθηκαν μέσα σε διάστημα λίγων εκατομμυρίων χρόνων, από το βάθος των 30χλμ και εμφανίζονται σε βάθος λιγότερο των 10χλμ από τα 19εκατομ. χρόνια (Thomson *et al.*, 1998). Οι ενότητες ουσιαστικά οριοθετούνται από τα ρήγματα, τα οποία είναι κανονικά. Τα περισσότερα εκ των οποίων καλύπτονται από Νεογενή ιζήματα ηλικίας 5-9 εκ. χρόνια. Γενικά η περιοχή μελέτη μας ανήκει στην εξωτερική πλατφόρμα των Ελληνίδων (H1) και συγκεκριμένα στην Ενότητα Τρίπολης.

#### Κατώτερα καλύμματα:

##### Πλακώδεις ασβεστόλιθοι (Plattenkalk)

Οι Πλακώδεις ασβεστόλιθοι είναι μία ακολουθία ανθρακικών πετρωμάτων ηλικίας Ανώτερου Λιθανθρακοφόρου-Ηωκαίνου που αποτέθηκαν σε νηρητικό (αβαθές) περιβάλλον, το οποίο μεταβλήθηκε σε πελαγικό βαθιάς θάλασσας. Η απόθεση κλείνει με τον ολιγοκαινικό φλύσχη ανθρακικής σύστασης της σειράς, υπολείμματα του οποίου εμφανίζονται σε μικρή έκταση στον Ψηλορείτη (Bizon & Thiebault., 1974). Στην δυτική Κρήτη εμφανίζεται μόνο το ανώτερο Τριαδικό –κατώτερο Ολιγοκαινικό τμήμα της ακολουθίας των Πλακωδών ασβεστολίθων. Το κάλυμμα αυτό περιλαμβάνει ανθρακικά κροκαλοπαγή, ασβεστολίθους αλλά κυρίως δολομίτες.

Η ενότητα της Άρνας ( Φυλλιτών – Χαλαζιτών), το μεταμορφωμένο κομμάτι της Τρίπολης, όπου εισήλθε στην ζώνη υποβύθισης πριν περίπου 30 εκ. χρόνια και μεταμορφώθηκε σε περίπου 400<sup>0</sup>C και 16-18kbar πίεση. Αποτελείται από μετακλαστικά, με βασικά, υπερβασικά πετρώματα, μεταβασάλτες (δίνουν τις παραγενέσεις με τον γλαυκοφανή), υπερβασικά (σερπεντινίτες), μετακροκαλοπαγή, ηφαιστειακά και χαλαζιακά που δείχνουν φάσεις σε ηφαιστειοϊζηματογενή περιβάλλοντα και εναλλαγές από χαλαζίτες και ψαμμίτες, οφιόλιθους. Τα πετρώματα

είναι μεταμορφωμένα, με ηλικία μεταμόρφωσης Τριτογενής (Ολιγόκαινο-Μειόκαινο).

#### Ανώτερα καλύμματα:

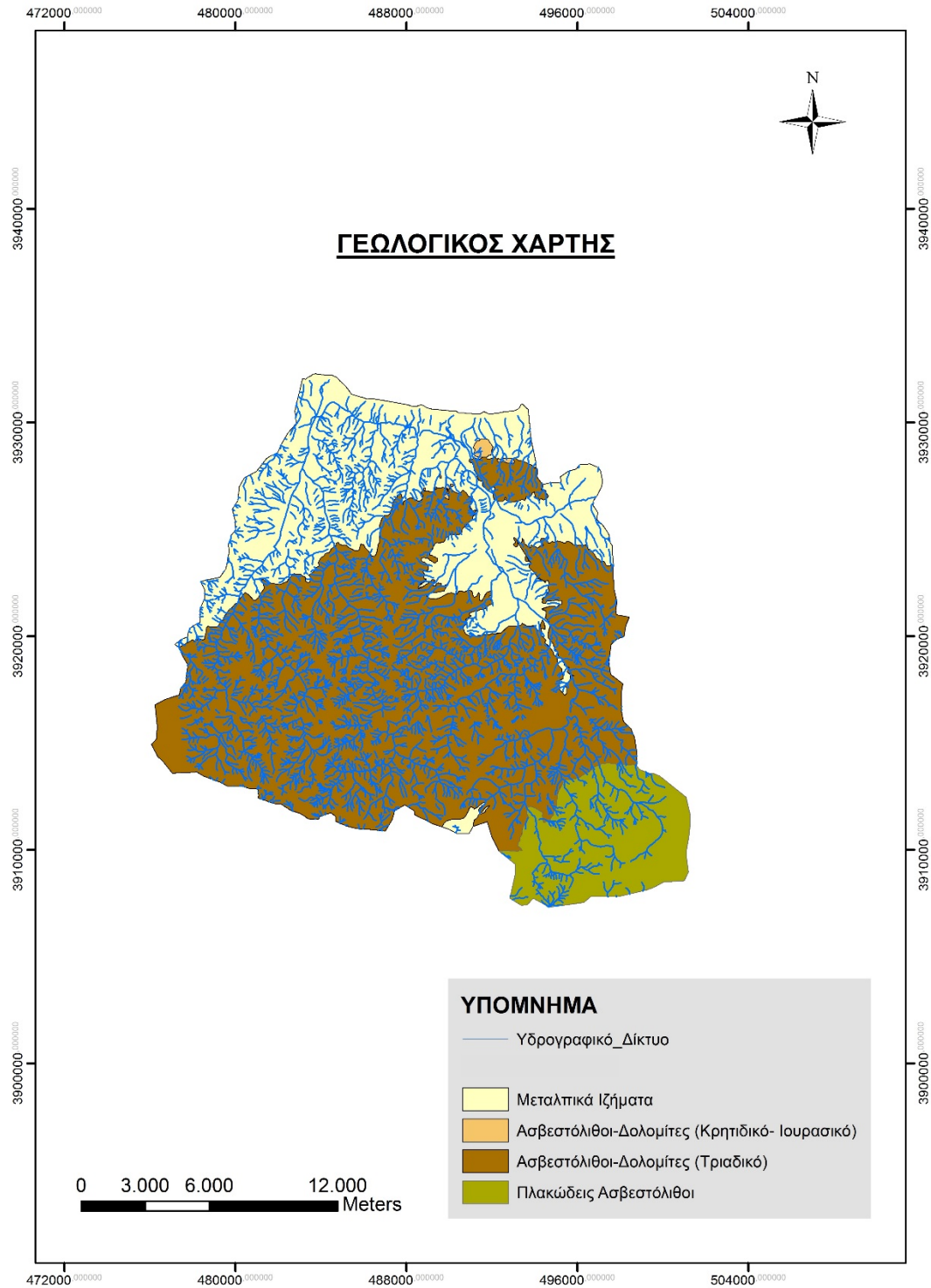
Στη βάση της ζώνης Τρίπολης απαντά ο σχηματισμός των ραβδούχων, Μεσο-Ανω-Τριαδικής ηλικίας σχηματισμός (245-200 εκ. χρόνια), που αποτελείται από αργιλικούς σχιστόλιθους και κλαστικά ιζήματα. Το πάχος της σειράς φθάνει τα 300-600 μ. Η ζώνη Τρίπολης αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα Μεσοζωικής κυρίως ηλικίας, ασβεστόλιθους και δολομίτες νηρητικής ιζηματογένεσης, και κλείνει με το φλύσχη (πηλίτες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή) Ηώκαινου-Ολιγόκαινου (Creutzburg & Siedel., 1975; Bonneau., 1984).

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, οι γεωλογικοί σχηματισμοί (**Εικ.2.6**) ενοποιήθηκαν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, για την δημιουργία του γεωλογικού χάρτη.

- Ως μεταλπικά ορίστηκαν :
  1. σύγχρονες αποθέσεις ηλικίας Τεταρτογενούς
  2. τα πλευρικά κορήματα ηλικίας Τεταρτογενούς
  3. οι ερυθροί σχηματισμοί χειμαρρώδους προέλευσης οι οποίοι αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες, ψαμμιτικές μάργες, ηλικίας Τεταρτογενές
  4. κροκαλοπαγή, ασβεστιτικοί ψαμμίτες, μάργες και ασβεστόλιθοι ηλικίας Πλειόκαινου
  5. λιμναίοι σχηματισμοί, μάργες, πορώδεις ασβεστόλιθοι ηλικίας Μειοκαίνου

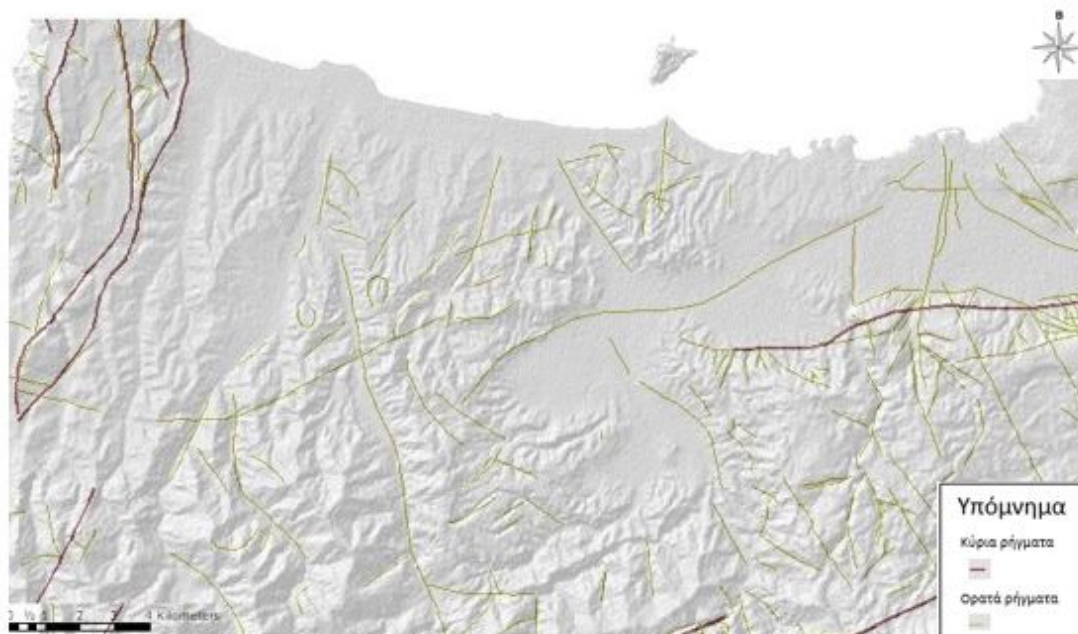
Τα μεταλπικά είναι είτε θαλάσσιας απόθεσης, είτε χερσαίας και αρκετά ποταμοχειμάρριων αποθέσεων.

- Ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Κρητιδικού–Ιουρασικού, συνήθως σκοτεινόχροοι (Ενότητα Άρνας , Φυλλίτες- Χαλαζίτες)
- Φυλλίτες, ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Τριαδικού (Ενότητα Άρνας, Φυλλίτες- Χαλαζίτες)
- Οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι (Plattenkalk) Πέρμιο-Λιθανθρακοφόρο, ανοικτότεφροι έως σκοτεινότεφροι, με φυλλιτικές παρεμβολές. Προς τα πάνω μεταπίπτουν σε ασβεστιτικούς φυλλίτες. ( Ενότητα Τρίπολης)



**Εικόνα 2.6** : Απλοποιημένος τροποποιημένος γεωλογικός χάρτης (από φύλλα Ι.Γ.Μ.Ε : Αλικιανού 1969, Πλατανιάς 1956, κλίμακα 1:50.000)

Στην περιοχή μελέτη μας δεν υπάρχουν μεγάλοι σεισμοί, ενώ τα ρήγματα είναι κανονικά με διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ και Δ-Α όπου καθορίζουν με σαφήνεια τα όρια μεταξύ των γεωλογικών σχηματισμών (εικ.2.7) .



**Εικόνα 2.7:** Χάρτης με τα ρήγματα της περιοχής μελέτης (πηγή Digital Crete )

### **Υδρογεωλογία**

Οι λεκάνες απορροής στην περιοχή μελέτης μας ανήκουν στο GR1300020- Πορώδες Υδροφόρο σύστημα βόρειων Χανίων και συγκεκριμένα στο GR1300022 όπου περιλαμβάνει τις υδροφορίες που αναπτύσσονται στον προσχωματικό και νεογενή υδροφορέα του κάμπου Χανίων και Σούδας (με κύρια υδρορέματα Κερίτη - Ταυρωνίτη). Ο τύπος του υδροφορέα είναι πορώδες, με έκταση 279, 78 km<sup>2</sup>, η ποιοτική κατάσταση των υπόγειων νερών χαρακτηρίζεται ως καλή, ενώ η κύρια υδροφορία επεκτείνεται σε τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις.

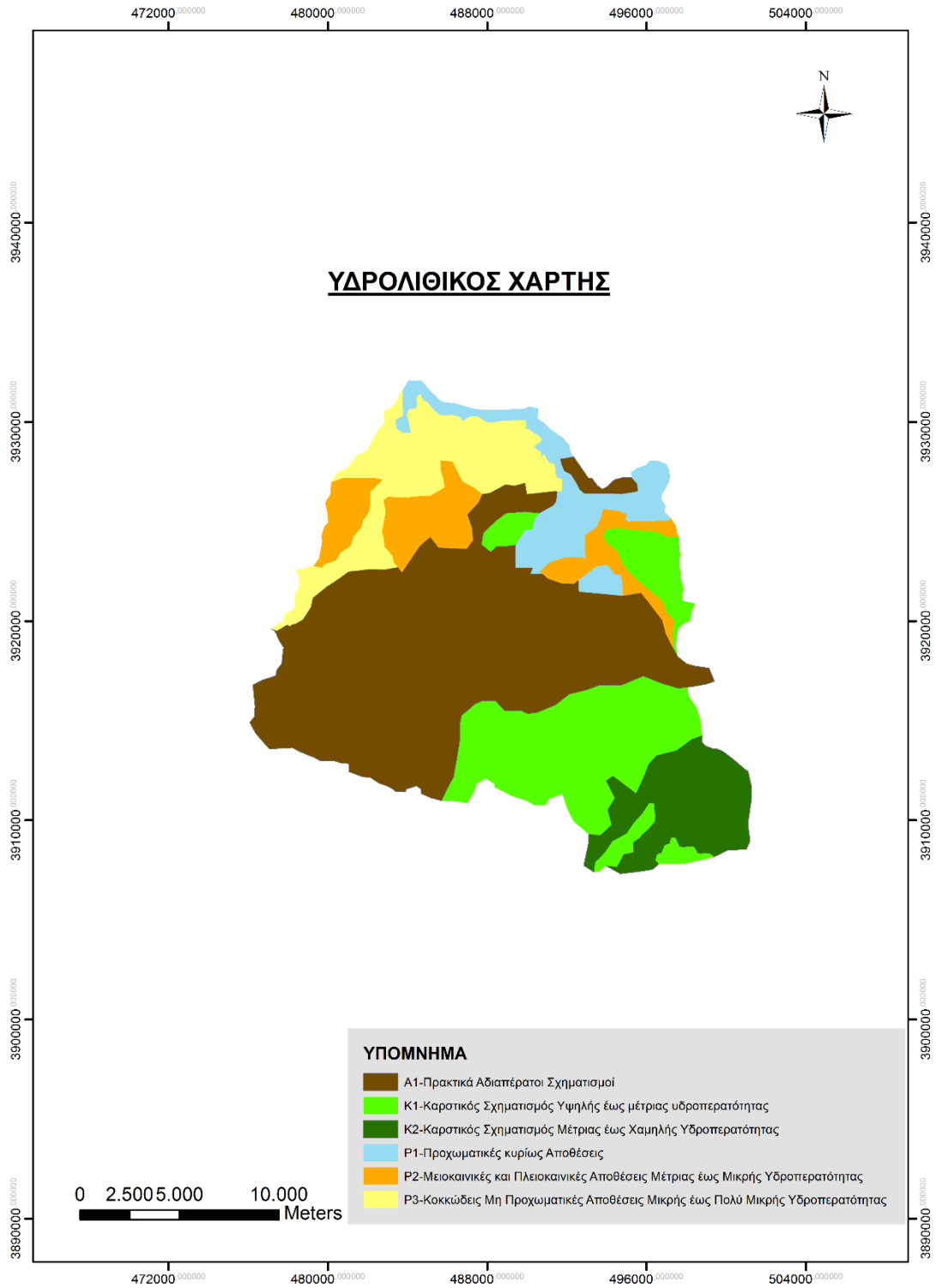
Οι γεωλογικοί σχηματισμοί χωρίστηκαν σε 6 διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με την ηλικία τους και την διαφορά τους στην υδροπερατότητα (Εικ. 2.8).

Οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι χαρακτηρίζονται μέτριας έως χαμηλής υδροπερατότητας. Οι φυλλίτες-χαλαζίτες είναι πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί, ενώ οι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες ηλικίας Τριαδικού είναι υψηλής ως μέτριας υδροπερατότητας.

Οι Πλειοκαινικές- Μεικαινικές αποθέσεις, οι θαλάσσιοι και λιμναίοι σχηματισμοί όπως κροκαλοπαγή, ασβεστιτικοί ψαμμίτες, άργιλοι, μάργες, σαπρόπιλοι είναι μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας σχηματισμοί.

Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις, όπως οι άμμοι και οι θίνες, τα αλλούβια, τα πλευρικά κορήματα, οι ερυθροί σχηματισμοί χειμαρρώδους προελεύσεως και οι μάργες, οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή είναι μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας.

Ενώ τέλος τα αλλουβιακά ιζήματα, οι κοκκώδεις προσχωματικές αποθέσεις, οι μάργες, οι ασβεστόλιθοι και τα κροκαλοπαγή του Πλειοκαίνου που βρίσκονται κοντά στην ακτή είναι κυμαινόμενης υδροπερατότητας.



**Εικόνα 2.8 :** Χάρτης με υδροπερατότητες των διάφορων σχηματισμών στην περιοχή μελέτης



## 2.4 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### Γεωγραφικά, Διοικητικά και Δημογραφικά στοιχεία

Μετά την εφαρμογή του Προγράμματος «Καλλικράτης» οι δήμοι του κάθε νομού που συνενώθηκαν και δημιούργησαν τους νέους δήμους, παρουσιάζονται παρακάτω: Δήμος Χανίων με έδρα τα Χανιά αποτελούμενος από τους δήμους α. Χανίων β. Ελευθερίου Βενιζέλου γ. Θερισσού δ. Νέας Κυδωνίας ε. Σούδας στ. Ακρωτηρίου και ζ. Κεραμίων, Δήμος Πλατανιά με έδρα τον Πλατανιά αποτελούμενος από τους δήμους α. Κολυμβαρίου β. Μουσούρων γ. Βουκολίων και δ. Πλατανιά

Η περιοχή μελέτης μας ανήκει συνεπώς στην Περιφερειακή ενότητα Χανίων (με έδρα τα Χανιά). Και στους δύο δήμους συνολικά στην περιοχή μελέτης, ζουν 9.462 κάτοικοι σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011. Οι κάτοικοι στην περιοχή ασχολούνται κυρίως με τον τριτογενή τομέα (τουρισμός, δημόσιες υπηρεσίες, κτλ.), με τον πρωτογενή (καλλιέργειες,....) και τέλος με τον δευτερογενή (*Εικ. 2.9*).



*Εικόνα 2.9:* Απασχόληση κατοίκων ανά τομέα για τους δήμους Χανίων & Πλατανιά (δεδομένα από ΕΛ.ΣΤΑΤ).

### Χρήσεις γης

Η περιοχή εκτός από τις αγροτικές καλλιέργειες (Κεφ 2.2.), διαθέτει και πολλά τουριστικά καταλύματα στην παραλία. Η περιοχή της ακτής είναι οικιστική και περιλαμβάνει ξενοδοχειακά καταλύματα, μόνιμες και παραθεριστικές κατοικίες. Στα Ανατολικά υπάρχουν λιμενικές εγκαταστάσεις στις οποίες αγκυροβολούν μικρά ιδιωτικά πλεούμενα και Δυτικά υπάρχει το παλιό αεροδρόμιο του Μάλεμε το οποίο λειτουργεί πλέον ως αεραθλητικό κέντρο.

### 3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### *Παρατηρήσεις πεδίου*

- Όλη η παραλία του Μάλεμε έχει χαρακτηριστεί ως βιότοπος Natura και οι **Θίνες** της περιοχής προστατεύονται με νόμο, πάρα τούτα οι οικοδομικές εργασίες πάνω σε αυτές αποτελεί ακόμα συχνό φαινόμενο. (*Εικ. 3.1, 3.2*)



*Εικόνα 3.1:* Διακρίνονται οι αμμοθίνες με την βλάστησή τους στην περιοχή του Μάλεμε, ενώ στο βάθος διακρίνεται μια οικοδομή



*Εικόνα 3.2:* Κτίσμα πάνω στην αμμόδης παραλία

- Ακόμα λειτουργούν τα 2 αμμορυχεία (νταμάρια) στην περιοχή με το πρώτο να βρίσκεται γύρω στα 2χλμ από την εκβολή του Ταυρωνίτη και το δεύτερο

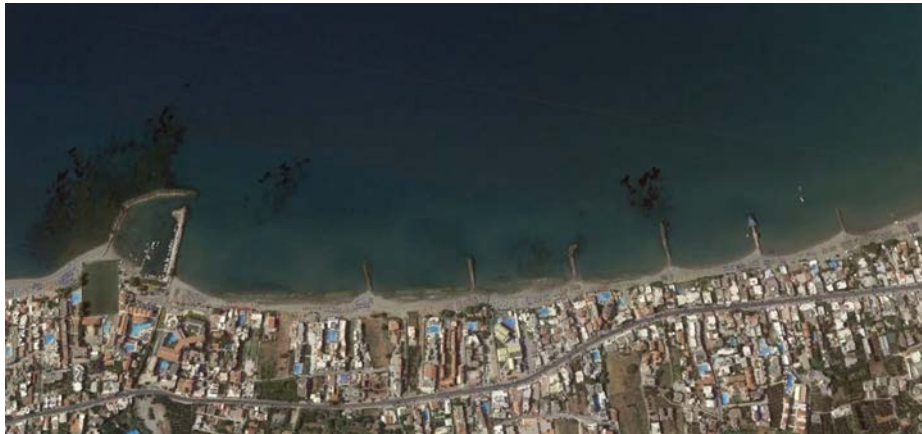
γύρω στα 10χλμ από την εκβολή του (**Εικ. 3.3**). Τα ποτάμια όπως προαναφέρθηκε (βλ. Κεφαλ. 1.2) τροφοδοτούν τις ακτές με χαλαρό υλικό, αν για οποιοδήποτε λόγο διακοπεί αυτή η κυκλοφορία ,συνεπάγεται με την μείωση τροφοδοτικού υλικού στην παραλία, δηλαδή με διάβρωση ή την επιτάχυνση της διάβρωσης της παραλίας. Επιπροσθέτως οι αμμοληψίες έχουν κριθεί παράνομες από το 1986.



**Εικόνα 3.3:** Τα δύο αμμορυχεία (νταμάρια) που λειτουργούν στην περιοχή μέχρι και σήμερα

- Τεχνικές παρεμβάσεις:  
Στην περιοχή για την αντιμετώπιση της διάβρωσης κατασκευάστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '90 , οι ονομαζόμενοι πρόβολοι ή βραχίονες, δηλαδή σκληρές δομές οι οποίες αποτελούνται από πέτρες, κάθετες στην διάταξη της ακτής (**Εικ.3.4**). Γενικά αυτές οι δομές είναι πιθανό, να αλλάξουν το φυσικό υδροδυναμικό σύστημα των κυμάτων, επηρεάζοντας έτσι τα ποσοστά μεταφοράς των ιζημάτων, προκαλώντας αλλού πρόσχωση και αλλού διάβρωση, έχουμε δηλαδή να παρατηρείτε πρόσχωση στα ανάντη και

διάβρωση στα κατάντη.



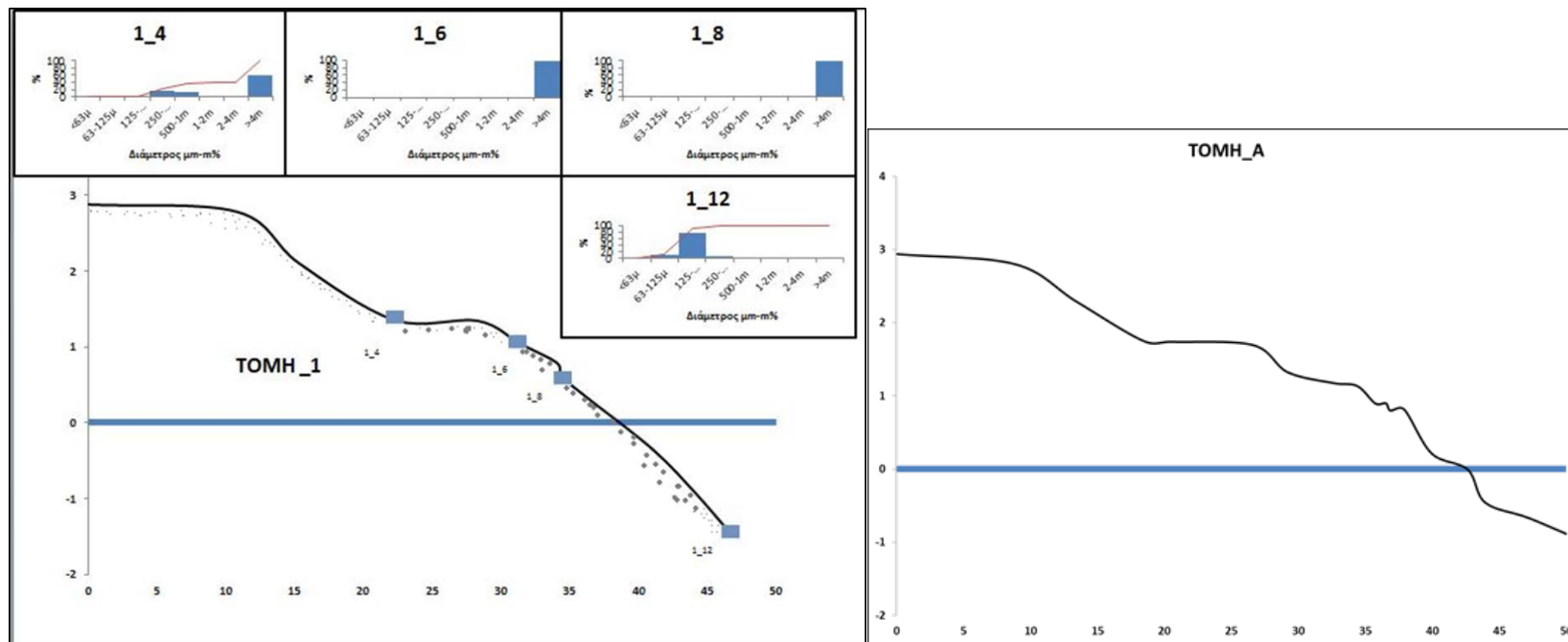
*Εικόνα 3.4:* Ανθρώπινες κατασκευές (πηγή Google Earth)

### *Εκατοστιαία σύνθεση του ιζήματος*

Στην περιοχή μελέτης, η πρώτη φορά που έγινε δειγματοληψία ήταν τον Ιανουάριο του έτους 2014 και η δεύτερη φορά ήταν τον Ιούλιο. Τον Ιούλιο είναι η καλύτερη περίοδος για να γίνει αποτύπωση της ακτογραμμής με οποιοδήποτε μέσο, καθώς έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να ολοκληρωθεί και η διαδικασία επαναφοράς της άμμου που έχει παρασυρθεί κατά την διάρκεια του χειμώνα. Έγιναν τομές σε επιλεγμένες θέσεις ( *Εικ.3.5*) για να προσδιορίσουμε τα χαρακτηριστικά της παραλίας (μήκος, πλάτος, κλίση, κλπ) και στην συνέχεια κοκκομετρικές αναλύσεις με πρότυπα κόσκινα (sieves) όπου προσδιορίστηκε η μέση διάμετρος των κόκκων(d50), παράμετρος η οποία εκτός των άλλων προσδιορίζει και την καταλληλότερη διάσταση του ιζήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εμπλουτισμό μίας παραλίας.

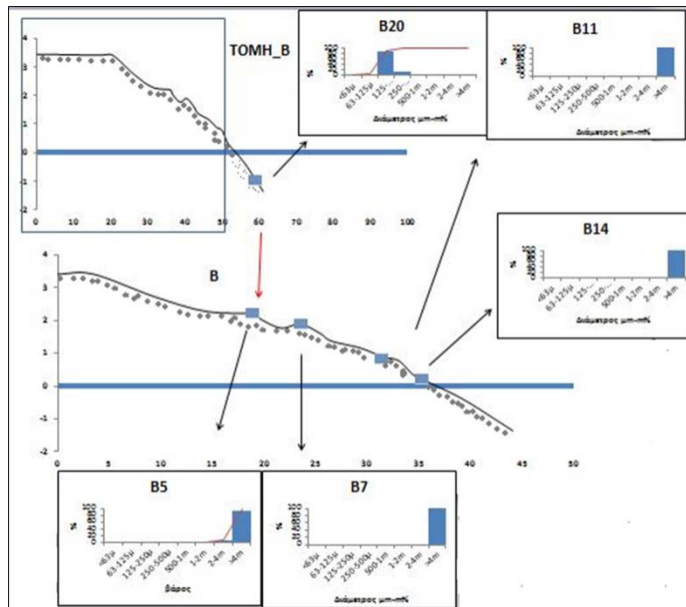


*Εικόνα 3.5:* Τα σημεία όπου έγιναν οι διατομές και η δειγματοληψία στην περιοχή



*Εικόνα 3.6:* Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.

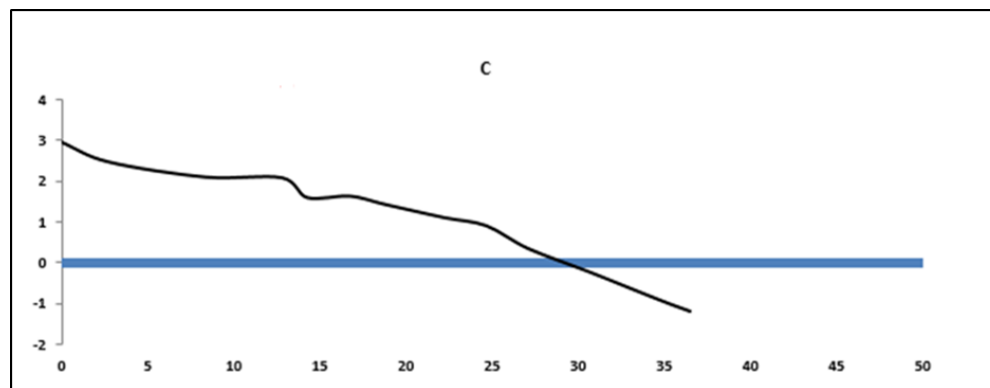
*Εικόνα 3.7:* Τοπογραφική τομή στην θέση Α



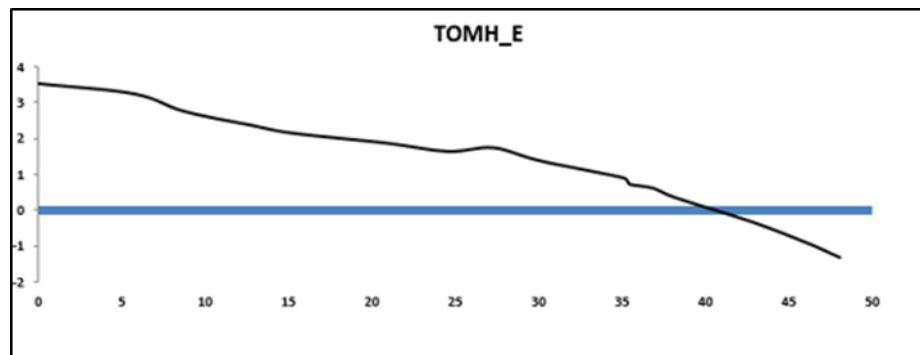
**Εικόνα 3.8:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.



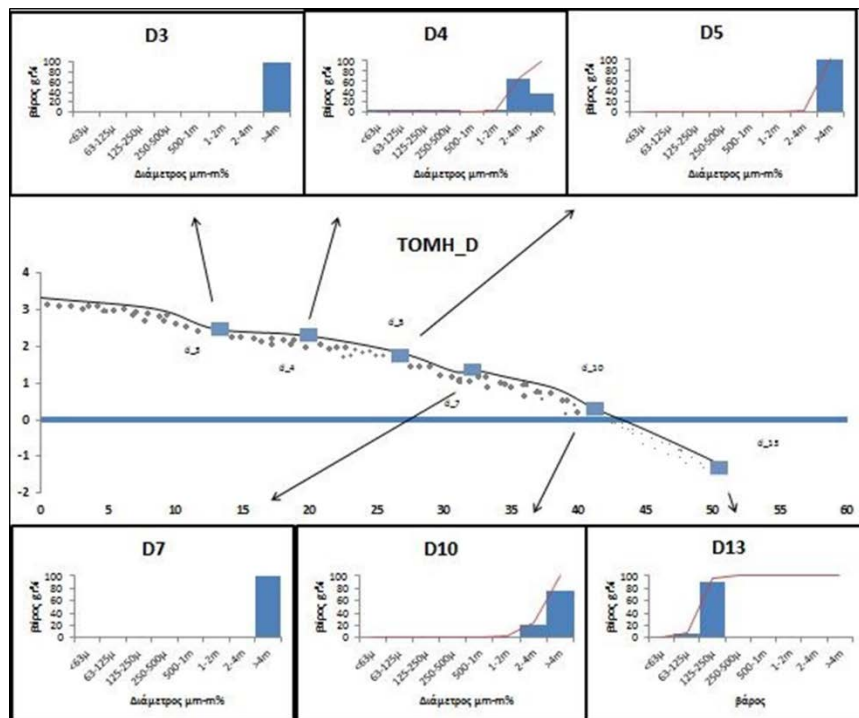
**Εικόνα 3.9:** Φωτογραφίες του κλαστικού υλικού των αντίστοιχων δειγμάτων



*Εικόνα 3.10:* Τοπογραφική τομή στην θέση C



*Εικόνα 3.11:* Τοπογραφική τομή στην θέση E

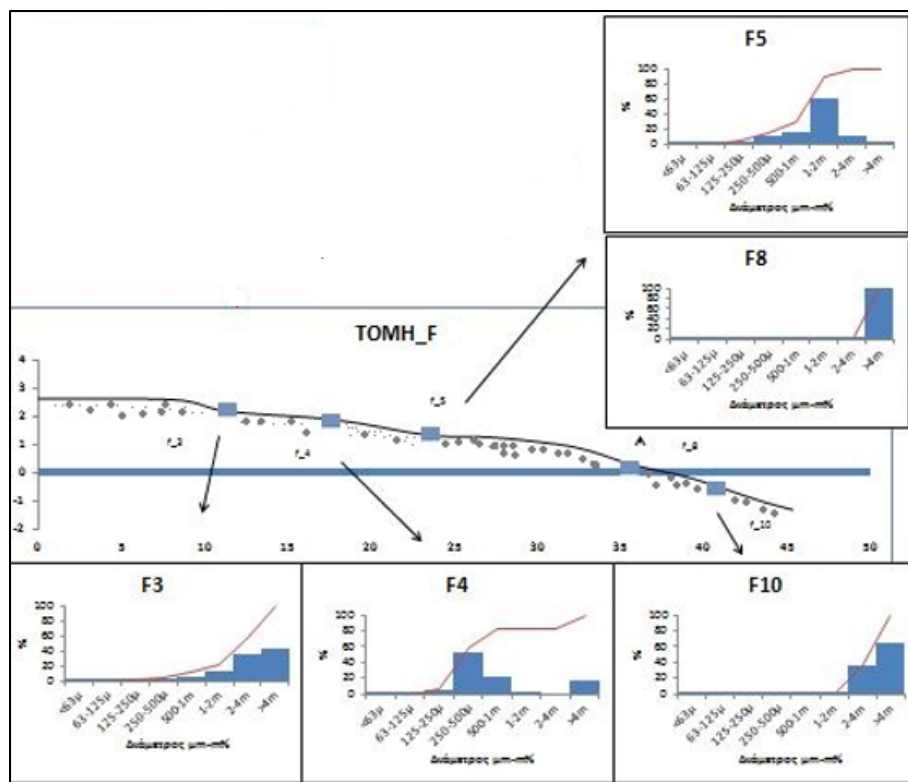


**Εικόνα 3.12:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.



**Εικόνα 3.13:** Φωτογραφίες του κλαστικού υλικού των αντίστοιχων δειγμάτων

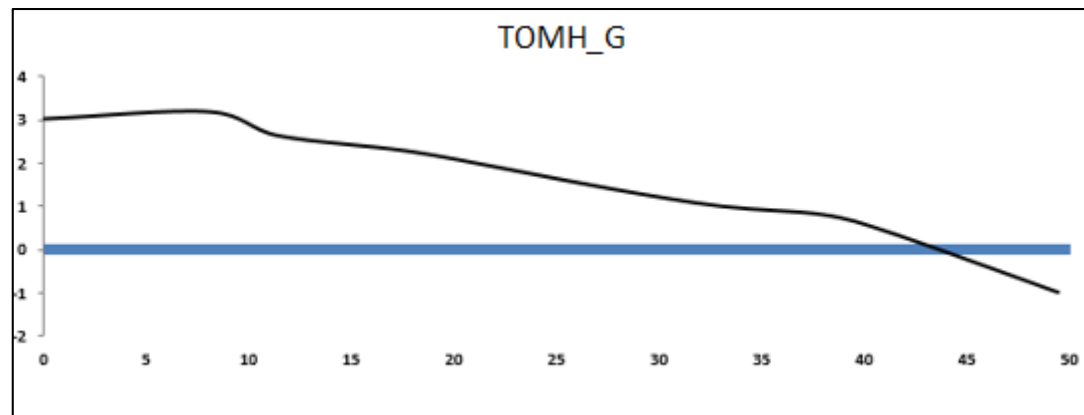




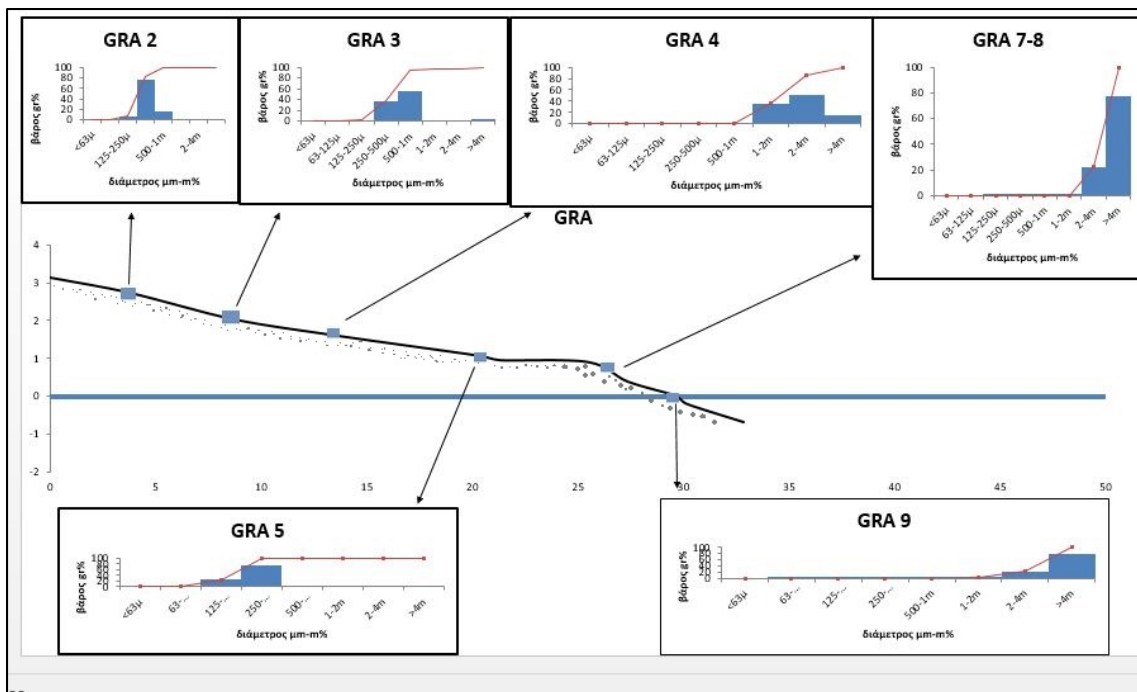
**Εικόνα 3.14:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.



**Εικόνα 3.15:** Φωτογραφίες του κλαστικού υλικού των αντίστοιχων δειγμάτων



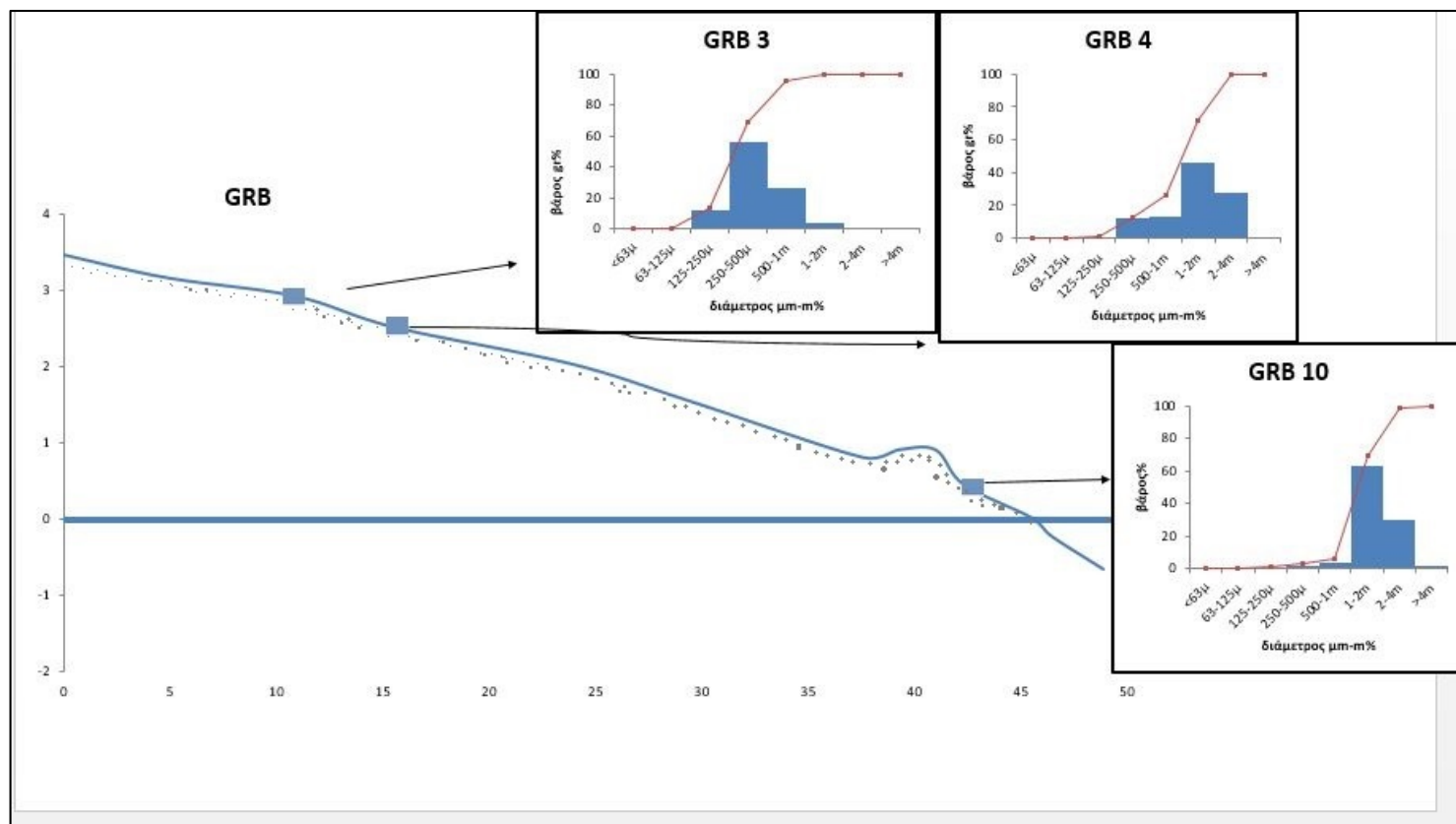
*Εικόνα 3.16:* Τοπογραφική τομή στην θέση G



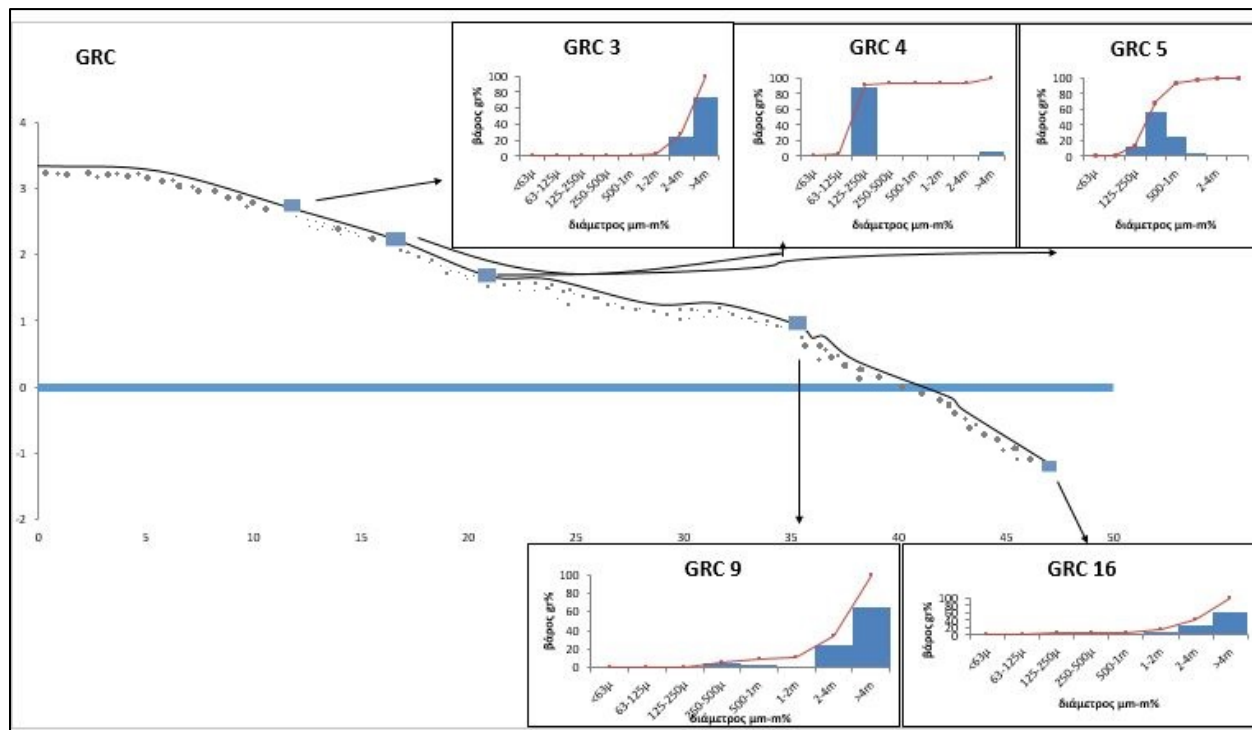
**Εικόνα 3.17:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.



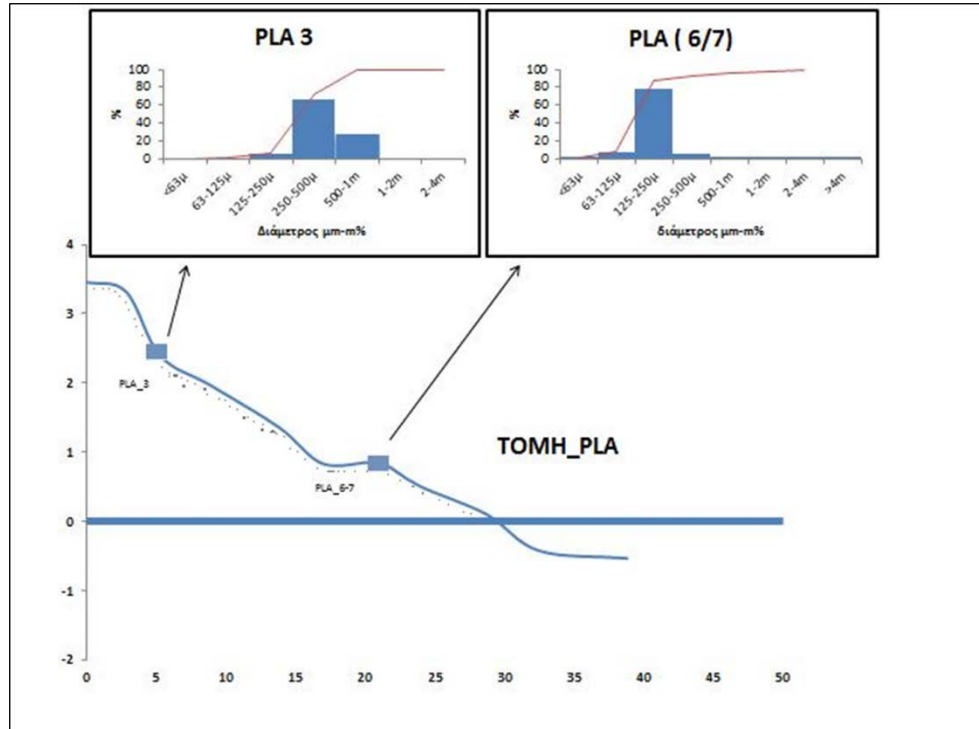
**Εικόνα 3.18:** Φωτογραφία του κλαστικού υλικού



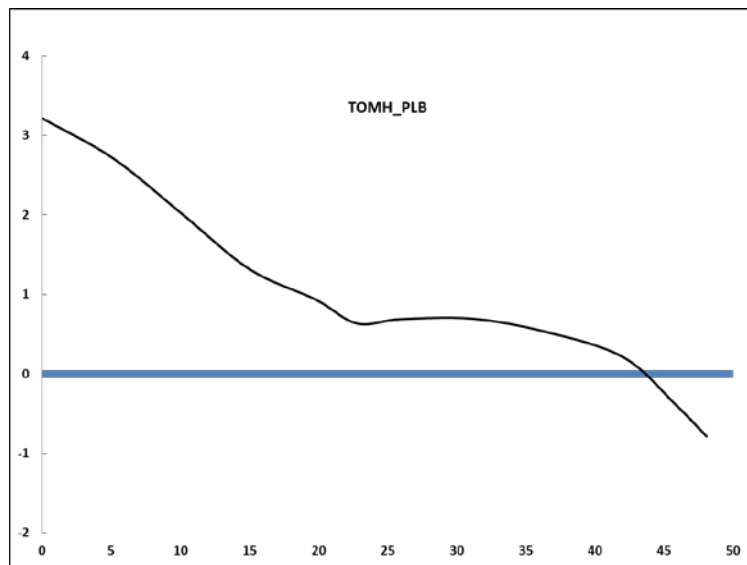
Εικόνα 3.19: Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας.



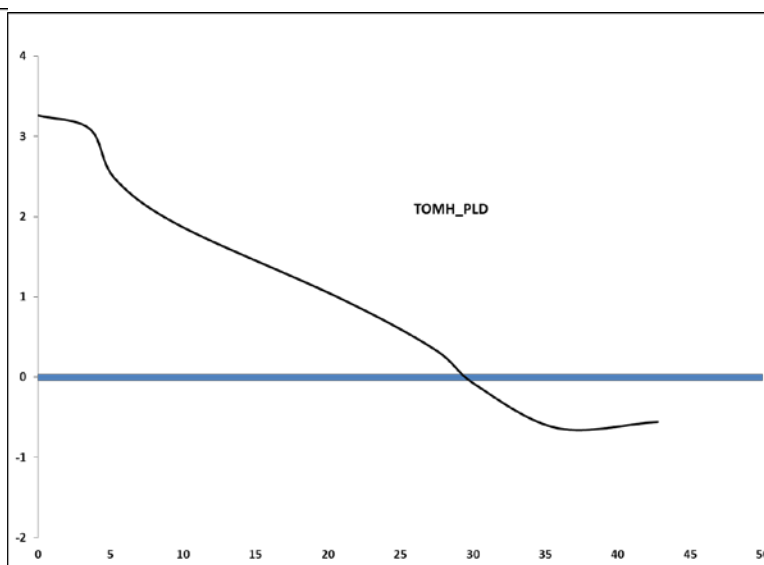
**Εικόνα 3.20:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας . **Εικόνα 3.21:** Φωτογραφίες του κλαστικού υλικού



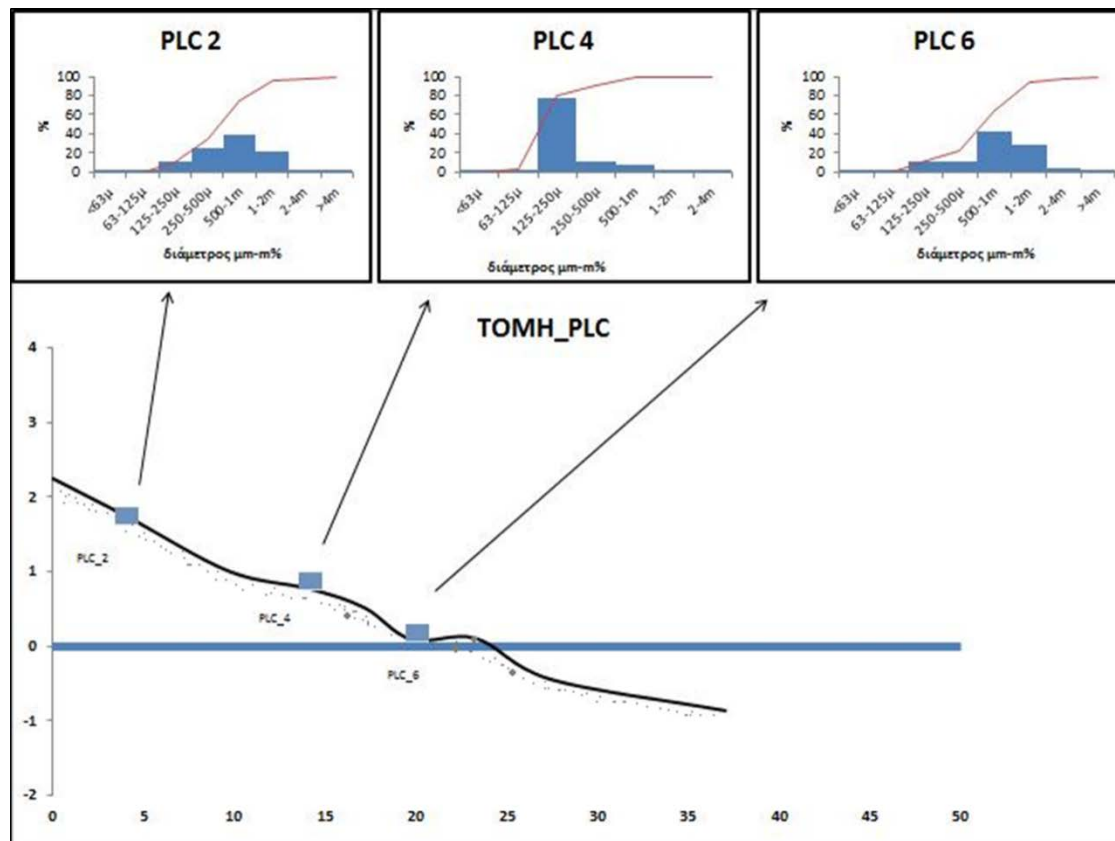
**Εικόνα 3.22:** Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας



**Εικόνα 3.23:** Τοπογραφική τομή στην θέση PLB

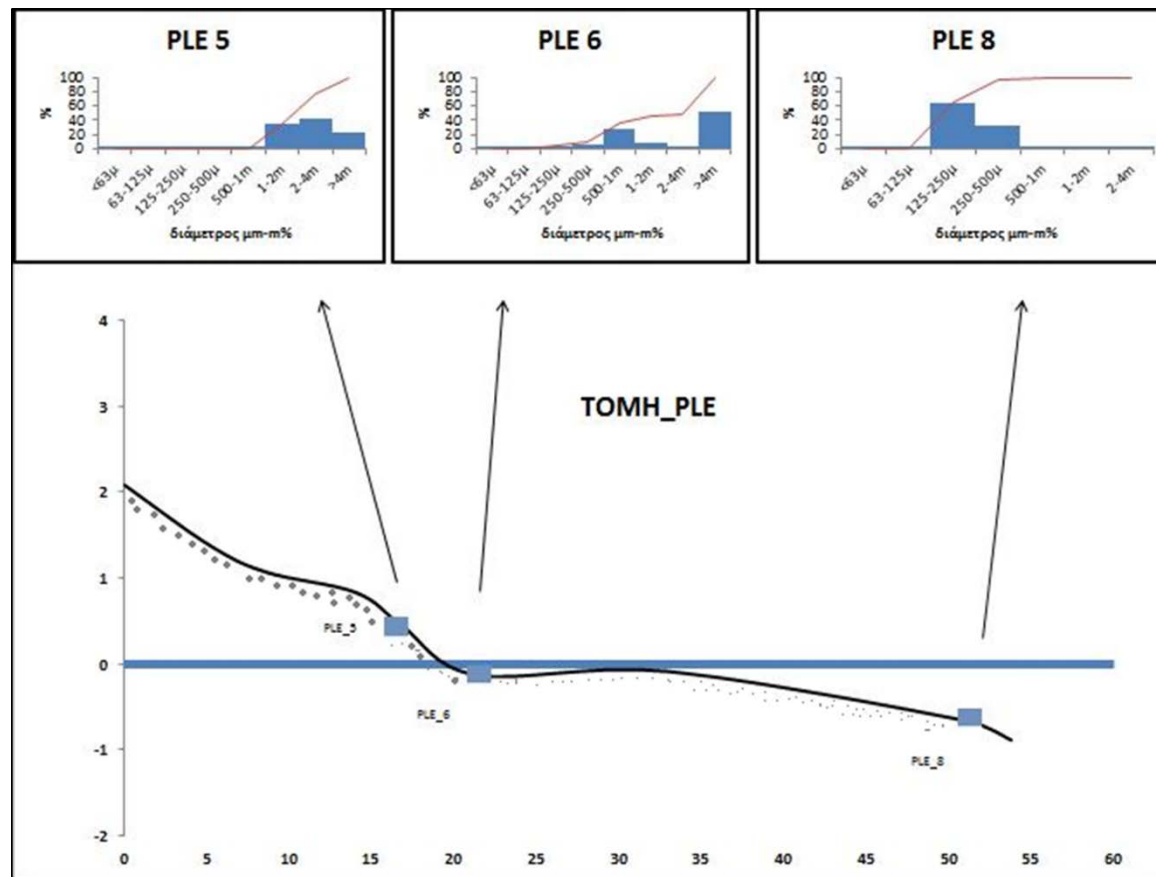


**Εικόνα 3.24:** Τοπογραφική τομή στην θέση PLD

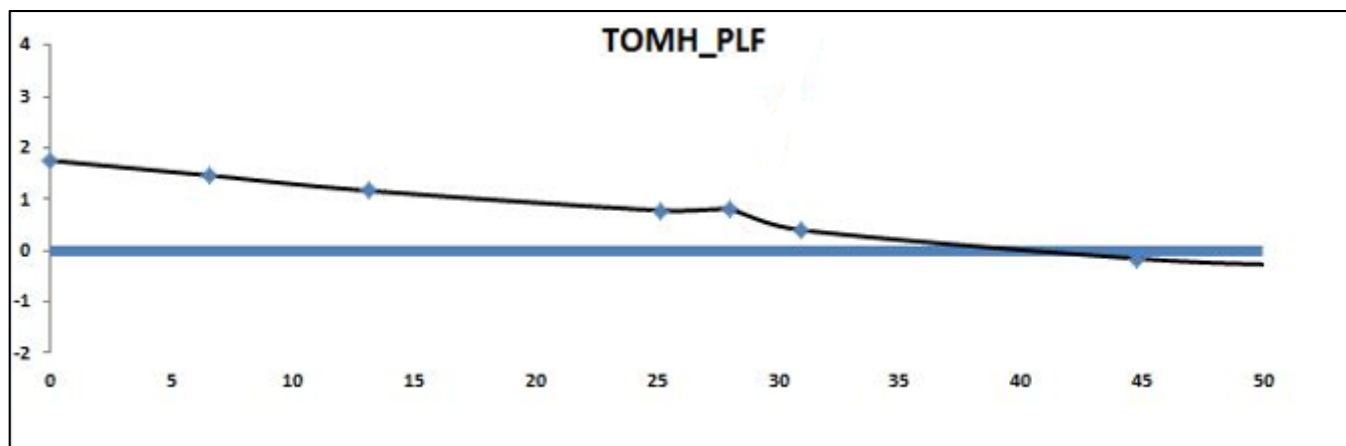


*Εικόνα 3.25:* Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας

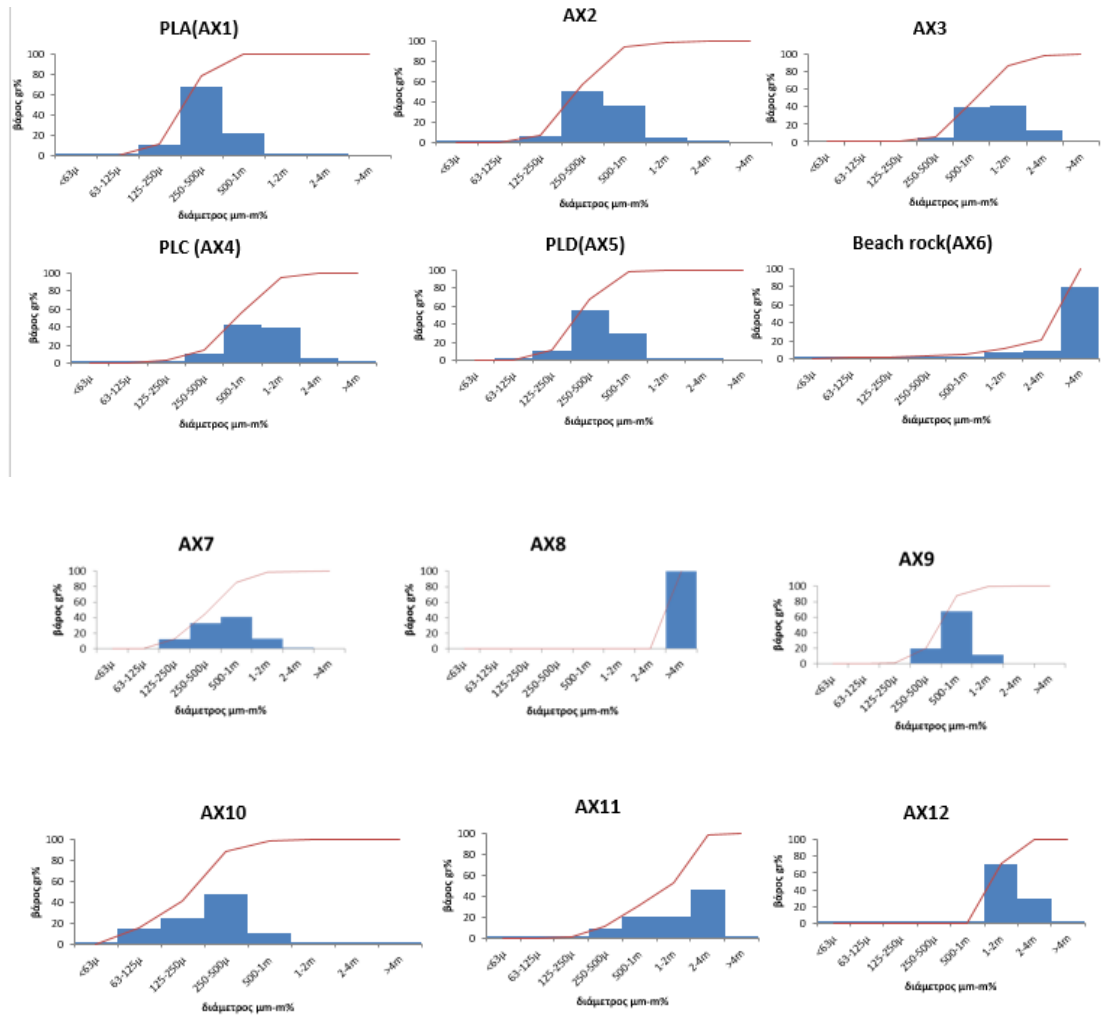




Εικόνα 3.26: Συγκριτικά ιστογράμματα ταξινόμησης υλικού σε διάφορες θέσεις της παραλίας



*Εικόνα 3.27:* Τοπογραφική τομή στην θέση PLF



**Εικόνα 3.28:** Κοκκομετρικές αναλύσεις κατά μήκος της ακτογραμμής από Δυτικά προς Ανατολικά στην περιοχή του Πλατανιά

Από τις παρατηρήσεις πεδίου και από την εκατοστιαία σύνθεση του ιζήματος παρατηρείται ότι στα Δυτικά στην παραλία του Μάλεμε (*Εικ. 3.2, 3.2, 3.5 3.8, 3.9, 3.10, 3.11*) επικρατούν κροκάλες σε όλο το μέτωπο της παραλίας όσο και μέσα στην θάλασσα, ενώ όσο πάμε δυτικότερα προς την παραλία του Γερανίου παρατηρείται άμμος. Ακόμα οι κλίσεις είναι πιο απότομες σε σχέση με την υπόλοιπη περιοχή (*Εικ. 3.2, 3.3, 3.4*).

Στην περιοχή του Γερανίου επικρατεί η μεσόκοκκη άμμος (*Εικ. 3.13, 3.15, 3.16*). Επίσης στο μέτωπο της ακτής παρατηρούνται θίνες και καλάμια. Στον πυθμένα υπάρχουν κροκάλες. Τέλος προς τα ανατολικά προς την περιοχή του Πλατανιά, η κοκκομετρία αλλάζει τελείως για κάποιο μικρό διάστημα, περίπου τα 1000μ. όπου υπάρχουν πάλι κροκάλες.

Η παράκτια ζώνη όσο και ο πυθμένας στην παραλία του Πλατανιά είναι αμμώδης (Εικ. 3.22, 3.25, 3.27, 3.28), ενώ τα κολυμβητικά ύδατα είναι αβαθή στα πρώτα μέτρα (Εικ. 3.22, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27). Συναντώνται κατά μήκος της παραλίας, παραλιακοί ψαμμίτες και παρατηρείται η δημιουργία ενός τόμπολου.

Στα Ανατολικά απέναντι από την νήσο Άγιοι Θεόδωροι, στην παραλία του Πλατανιά, παρατηρείται το tombolo<sup>1</sup>. Το tombolo συνδέεται με φαινόμενα παλαιών αποσύρσεων ή επικλίσεων της στάθμης της θάλασσας ή ακόμα αναδύσεως του θαλάσσιου υπόβαθρου.

Αναλυτικότερα τα beach rocks (“*παραλιακοί ψαμμίτες*”) (Εικ. 3.29), είναι παράκτιες συνεκτικού τύπου γεωμορφές, κυμαινόμενης αντοχής θραύσης, οι οποίες αποτελούνται από υλικά που έχουν υποστεί κάποιο βαθμό διαγένεσης.

Και στις δύο επισκέψεις που έλαβαν χώρα στο πεδίο, επικρατούσε ηνεμία και δεν υπήρχε κυματισμός, όπου δεν παρατηρήθηκαν κοκκομετρικές διαφορές, και έντονες εποχιακές τοπογραφικές διαφορές.

---

<sup>1</sup>**Tombolo:** Πολλές φορές μπροστά από μία αμμώδη παραλία υπάρχουν υπολείμματα (Εικ. 3.26) αμμωδών νησίδων ή και νησίδων βραχώδους σύστασης και υπολειμματικού γεωμορφολογικού χαρακτήρα τα οποία συνδέονται με φαινόμενα παλαιών αποσύρσεων ή επικλίσεων της στάθμης της θάλασσας ή ακόμα αναδύσεως του θαλάσσιου υπόβαθρου. Εάν οι υπολειμματικές αυτές νησίδες βρίσκονται σε μικρή απόσταση από την αμμώδη ακτή δημιουργούν στο μεταξύ της ακτής και αυτών τμήμα μία υδροδυναμική σκιά η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση υλικού. Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται μέσα στο χρόνο μία σύνδεση ακτής και νησίδος εν είδη “λαιμού” (Tombolo).



*Εικόνα 3.29:* Το beach rock στην παραλία του Πλατανιά



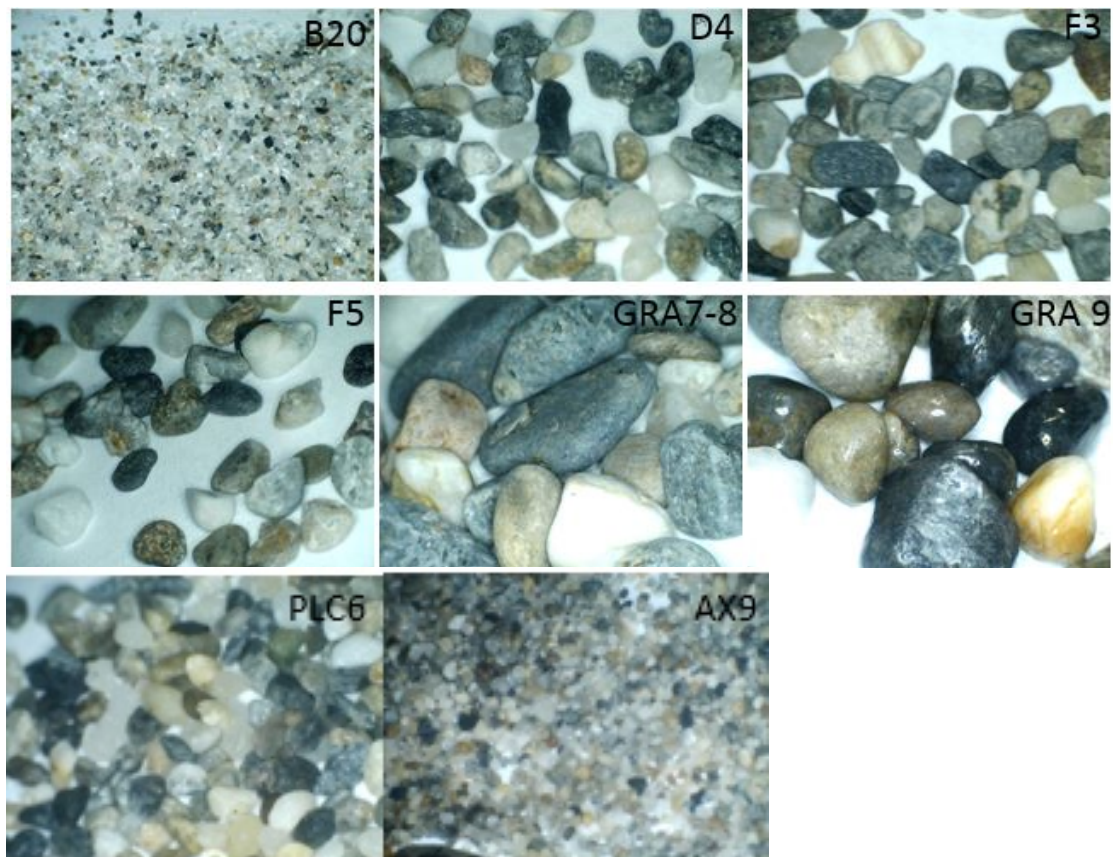
*Εικόνα 3.30:* Φωτογραφία από το beach rock, στο εργαστήριο

### ***Πετρολογική σύσταση των ιζημάτων***

Στην συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με την πετρολογική σύσταση των δειγμάτων στα οποία είχε προηγηθεί μακροσκοπική ανάλυση (πίνακας 3.1). Στον πίνακα φαίνεται η συμμετοχή των διάφορων πετρωμάτων στο επί τις εκατό του συνόλου του δείγματος.

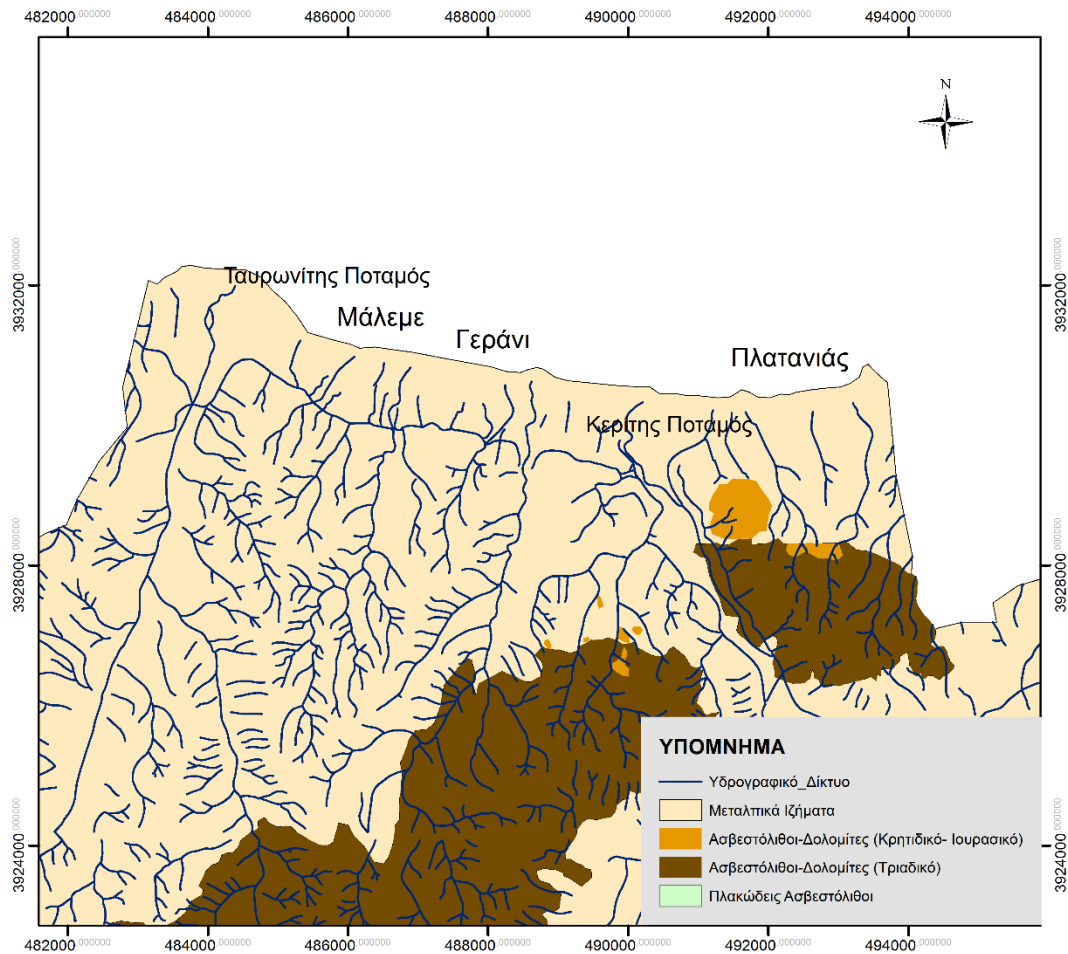
**Πίνακας 3.1**

Δείγμα	Λευκά χαλαζίας, άστριοι	Πετρώματα			Ανθρακικά CaCO <sub>3</sub>	Μαγνητίτης	Δολομίτης	Μάργα
		Γνεύσιος	Σχιστόλιθος	ψαμμίτης				
B20	75%	<5			15%	Παρουσία		
D4	15%	60% γν. , 8% σχιστ.			<5%		5%	7%
F3	15%	65% , 5% ψαμμίτης			<5%			<5%
F5	20%	70%			1%		4%	<5%
GR7+8	11%	85%						
GRA9	<5%	>90%			<1%		<1%	
GRB10	30%	70%			<1%			
GRC5	20%	80%					1%	
PLE8	30%	60%			10%	παρουσία		
PLF(AX1 2)	30%	70%					<1%	
AX9	20%	30%			50%			
PLC(AX3 )	30%	60%			10%			



**Εικόνα 3.31:** Τα δείγματα στα οποία έγινε μακροσκοπική ανάλυση

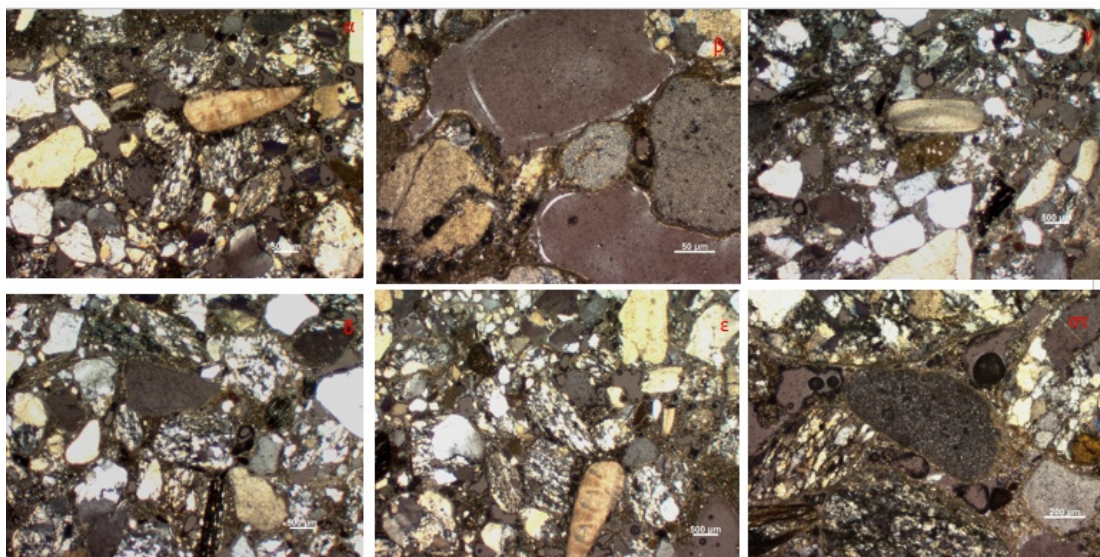
Από Δυτικά προς Ανατολικά οι κροκάλες υπογωνιώδεις είναι πιο ενώ όσο προχωρούμε δυτικότερα οι κροκάλες είναι έντονα στρογγυλοποιημένες, κάτι που δηλώνει το μεγάλο τους ταξίδι προς την ακτή. Ακόμα μπορούμε να πούμε ότι το υλικό τροφοδοσίας προέρχεται από δύο διαφορετικές πηγές λόγω της αλλαγής στην πετρολογία (**Εικ. 3.31**). Άλλη πηγή τροφοδοσίας υλικού έχει το Μάλεμε και το Γεράνι, με τους αστρίους να κυμαίνονται από 10-20% , ελάχιστα ανθρακικά και παρουσία μάργας και δολομίτη, ενώ στην παραλία του Πλατανιά κυριαρχεί ο χαλαζίας και οι άστριοι που είναι σε ποσοστό από 20-30% και τα ανθρακικά με πιο έντονη παρουσία από 10-50%. Τέλος στο δείγμα B20 και PLE8, όπου και τα δύο είναι μέσα από την θάλασσα, στο ένα μέτρο περίπου διαπιστώθηκε παρουσία μαγνητίτη. Επιπροσθέτως ο Κερίτης ποταμός, εκτός των ασβεστολίθων και των δολομιτών Τριαδικού που διασχίζει όπως και ο Ταυρωνίτης, στην πορεία του συναντά ασβεστόλιθους και δολομίτες σκοτεινόχρους με ρουδιστές, ηλικίας Κρητιδικού-Ιουρασικού και τους πλακώδεις ασβεστόλιθους συνεπώς εξηγείται και το διαφορετικό υλικό που τροφοδοτεί τις παραλίες (**Εικ 3.32**).



**Εικόνα 3.32:** Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης ( από φύλλα Ι.Γ.Μ.Ε : Αλικιανού 1969, Πλατανιάς 1956, κλίμακα 1:50.000)

Ακόμα αναλύσαμε δείγμα του beach rock σε λεπτή τομή στο μικροσκόπιο με κάθετες ακτίνες και διαπιστώθηκε ότι αποτελείται από τα ακόλουθα: λιθοκλάστες, πυριτιόλιθο, αρενίτη, ψαμμίτη, λιθαρενίτη, πολυκρυσταλλικός και μονοκρυσταλλικός χαλαζίας. Ο «σχηματισμός» γενικά χαρακτηρίζεται ως υποώριμος. Ιστολογικά υποδηλώνεται από τον βαθμό στρογγυλότητας των κόκκων, οι οποίοι είναι υπογωνιώδεις και ορυκτολογικά από την αφθονία του χαλαζία (**Εικ. 3.33**).





**Εικ. 3.33:** Μικροσκοπική ανάλυση του δείγματος beach rock της παράκτιας περιοχής Πλατανιάς (α: τρηματοφόρα β: κόκκοι χαλαζία γ:βιοκλάστης, δ: μεταφλύσσης με διαβαθμίσεις, ε: μονοκρυσταλλικός και πολυκρυσταλλικός χαλαζίας, στ: πυριτιόλιθος)

Το υλικό που τροφοδοτεί την παραλία προέρχεται από την διάβρωση ιζηματογενών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα κατεξοχήν προέρχονται από την ενότητα της Άρνας ( Φυλλιτών- Χαλαζιτών ) , ενώ τα Ιζηματογενή καλύπτουν σχεδόν όλη την περιοχή μελέτης. Ακόμη οι κόκκοι όπως και οι κροκάλες είναι στην πλειοψηφία τους, έντονα στρογγυλοποιημένες κάτι που υποδηλώνει ότι

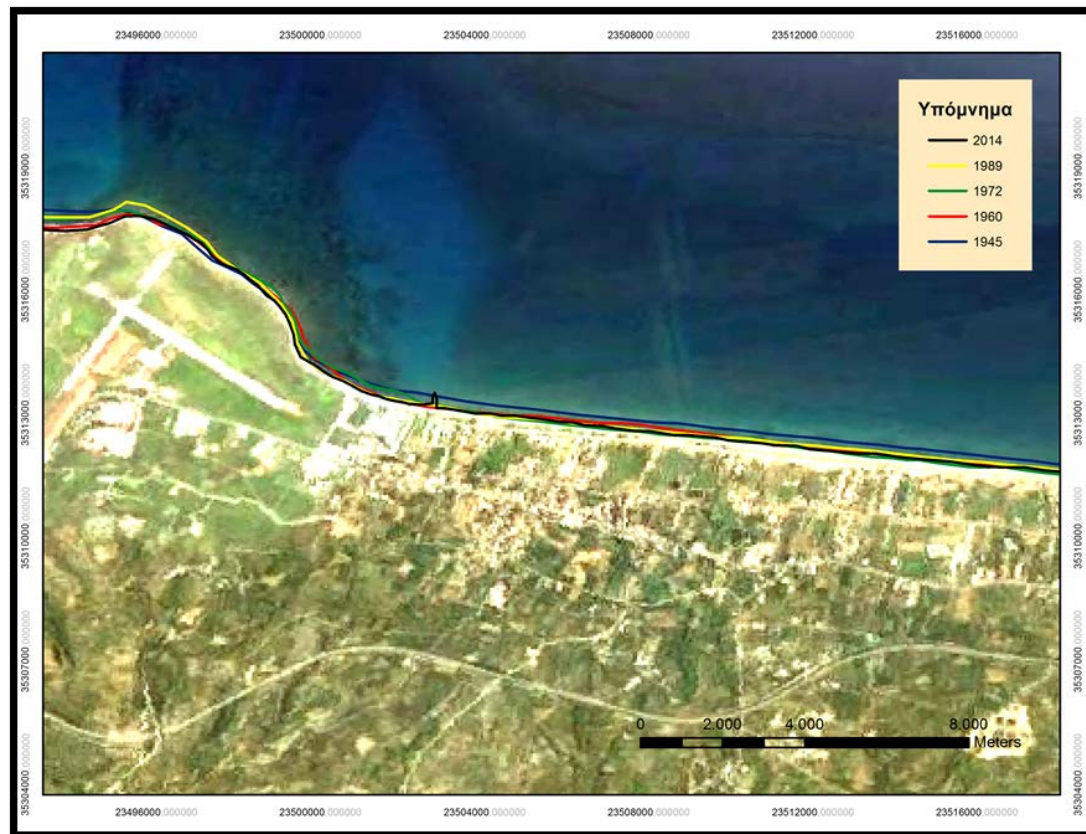
#### ***Χωροχρονική εξέλιξη των παραλιών της υπό εξέταση περιοχής***

Από τον χάρτη 1 (**Εικ. 3.34**) παρατηρείται ότι από Δυτικά προς Ανατολικά επικρατεί έντονη οπισθοχώρηση της ακτογραμμής κατά τις χρονολογίες 1945-1972, με μέσο όρο τα 220μ. και το ίδιο μοτίβο συνεχίζει και για το διάστημα 1972-2014.

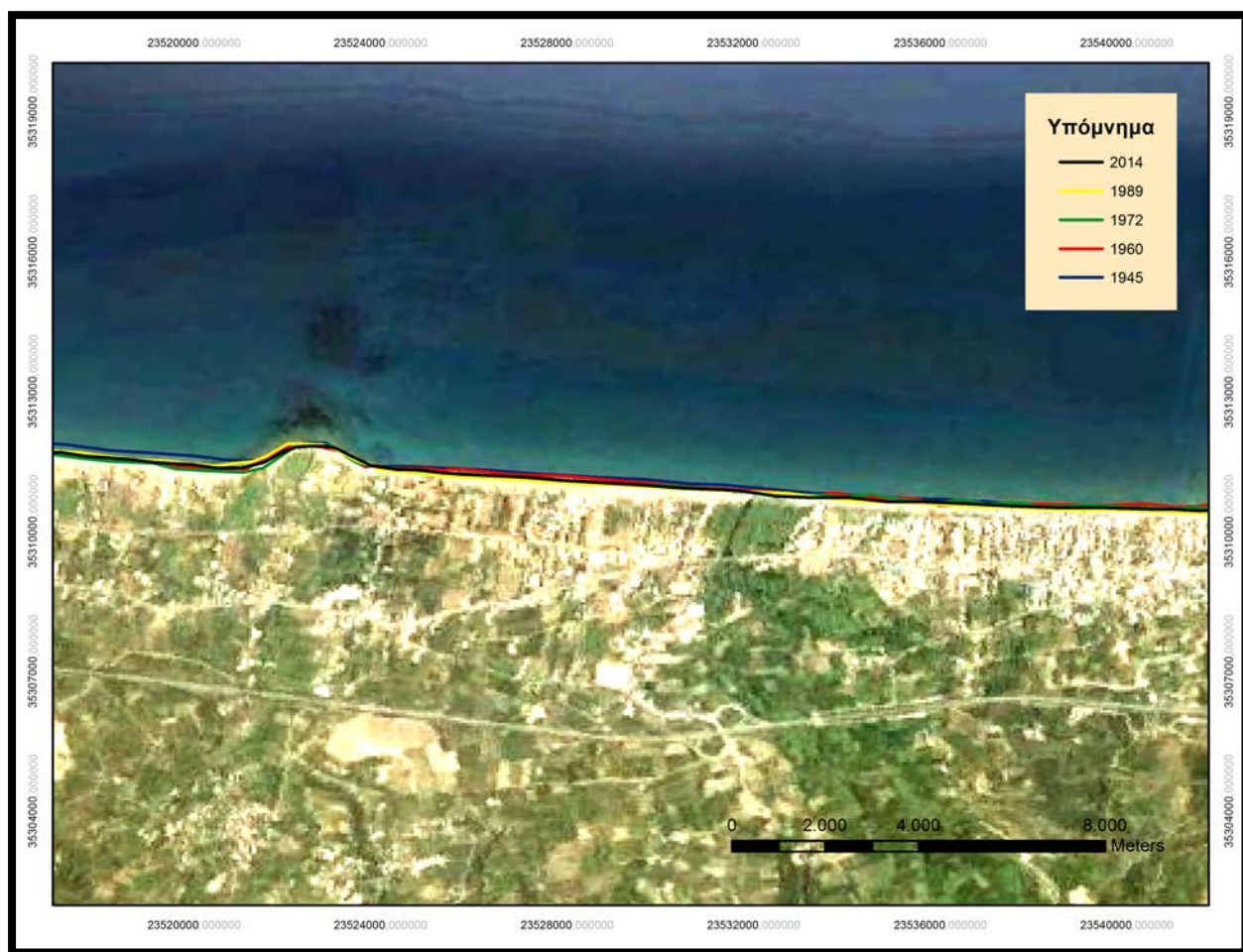
Στον χάρτη 2 (**Εικ.3.35**) , από το 1945-1972 η οπισθοχώρηση είναι πάλι έντονα, όχι σε τόσο μεγάλο βαθμό όσο στον χάρτη 1, αλλά αργότερα η κατάσταση εξελίσσεται πιο ομαλά, υπάρχει οπισθοχώρηση αλλά ,με μικρότερους ρυθμούς με μέσο όρο τα 100μ.

Σε αυτόν τον χάρτη 3 (**Εικ. 3.36**) η διαφορά της ακτογραμμής μεταξύ του 1945 και του 2014 είναι ελάχιστη και μάλιστα Δυτικά από το λιμάνι παρατηρείται πρόσχωση.

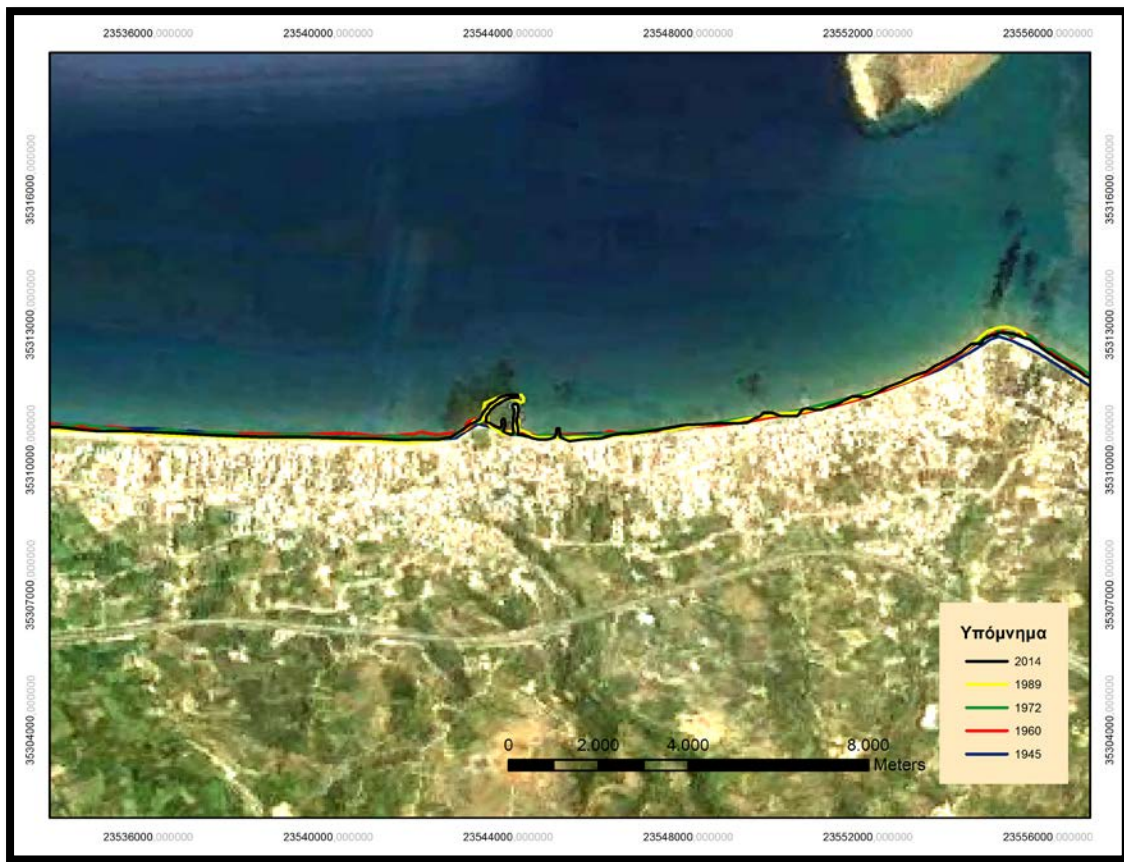
Τέλος στον τέταρτο χάρτη (**Εικ. 3.37**) εντοπίζονται οι συνέπειες των τεχνικών κατασκευών , καθώς από το 1992 μέχρι το 2014 υπάρχει έντονη διάβρωση καθ'όλο το μήκος της ακτής , ενώ αργότερα, επικρατεί εντονότερη διάβρωση στα ανατολικά από τους προβόλους και πρόσχωση στα ανατολικά, διότι αλλάζει το υδροδυναμικό σύστημα των κυμάτων.



**Εικόνα 3.34:** Χάρτης απεικόνισης των ακτογραμμών στην θέση Μάλεμε και οι διαχρονικές μεταβολές από το 1945 έως το 2014



*Εικόνα 3.35:* Χάρτης απεικόνισης των ακτογραμμών στην θέση Μάλεμε- Γεράνι και οι διαχρονικές μεταβολές από το 1945 έως το 2014



*Εικόνα 3.36:* Χάρτης απεικόνισης των ακτογραμμών στην θέση Πλατανιάς και οι διαχρονικές μεταβολές από το 1945 έως το 2014.



*Εικόνα 3.37:* Χάρτης απεικόνισης των προβόλων στην παραλία Πλατανιά

#### **4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ**

##### ***Συμπεράσματα***

Στην περιοχή παρατηρείται διάβρωση, η οποία φαίνεται από την επεξεργασία των αεροφωτογραφιών. Καθώς δεν υπάρχουν αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον, όπως αλλαγές στα κλιματικά δεδομένα, τεκτονική δραστηριότητα η οποία θα μπορούσε να διαβρώσει την περιοχή, όπως καταβύθιση, επιβεβαιώνεται ότι δεν οφείλεται σε φυσικούς παράγοντες.

Τα αίτια της μπορούν να αναζητηθούν σε ανθρώπινες επεμβάσεις. Οι ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την παραλία, μπορεί να θεωρηθούν η άναρχη δόμηση κοντά αλλά και πάνω στην παράκτια ζώνη, η παράνομη αμμοληψεία που υπάρχει στην περιοχή, οι αλλαγές χρήσεως γης και η έντονη τουριστική δραστηριότητα που επικρατεί, η καταστροφή των αμμοθινών και της βλάστησής τους, οι ογκώδεις παράκτιες και θαλάσσιες κατασκευές και η μη λήψη κατάλληλων μέτρων είτε για την προστασία της περιοχής είτε για την αντιμετώπιση του ήδη υπάρχοντος προβλήματος.

##### ***Προτεινόμενοι τρόποι αντιμετώπισης***

Είναι δυνατή η ανάκτηση του τμήματος που έχει υποχωρήσει, αλλά ακόμα και η ανάκτηση περαιτέρω εδάφους εις βάρος του θαλάσσιου χώρου. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η υγεία της παράκτιας ζώνης και συγχρόνως προστατεύεται η βιωσιμότητά της τόσο από οικονομικής όσο και από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Μερικές ήπιες και φιλικές μέθοδοι επίλυσης για την προστασία της ακτογραμμής/παραλίας παρατίθενται παρακάτω.

##### **1. Θρέψη της αμμώδους παραλίας**

Ανάλογα με την ποιότητα των ιζημάτων η ανάκτηση μπορεί να έρθει σε μήνες και όχι σε χρόνια.(Nelson, W.G., 1988, 1993a, 1993b). Τα εισαγόμενα ιζήματα θα πρέπει να ταιριάζουν με τις αρχικές συνθήκες για να έχει θετικά αποτελέσματα ο εμπλουτισμός, διότι αν δεν γίνει σωστή μελέτη, μπορεί να φέρει και τα αντίθετα αποτελέσματα. Συνεπώς θα πρέπει να γίνει περαιτέρω ανάλυση της κοκκομετρίας, δηλαδή καθ'όλη

την διάρκεια του έτους και το τελικό ίζημα να είναι όσον το δυνατόν κοντύτερα στα αρχικό ίζημα της παραλίας.

- ✓ Ένας τρόπος θρέψης της παραλίας είναι ο εμπλουτισμός της με ιζήματα από περιοχές που διαθέτουν στρατηγικά αποθέματα με πολύ μεγάλη προσοχή και μελέτη και εφόσον δεν τίθεται σε κίνδυνο η φυσική ισορροπία του συστήματος. Αυτό προσφέρεται στην περιοχή βάση των γεωλογικών σχηματισμών της (βλ Κεφάλαιο 2.3) οι οποίοι με κατάλληλη επεξεργασία προσφέρουν ψαθυρά υλικά, κατάλληλα για την τροφοδοσία της υπό μελέτη περιοχής. Επειδή η ίδια η περιοχή τα προσφέρει δεν θα είναι μεγάλο το κόστος μεταφοράς.
- ✓ Μια ευκαιριακή πηγή που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για εμπλουτισμό είναι το λιμάνι του Πλατανιά, όπου υπολογίζεται ότι έχει συσσωρευτεί στο εσωτερικό του 20.000 m<sup>3</sup> ίζημα (Foteinis *etal.*, 2012) Το υλικό αυτό από την τελευταία φορά που είχε χρειαστεί το λιμάνι βυθοκόρηση παρατηρήθηκε ότι είχε παρόμοια φυσικά χαρακτηριστικά με την παραλία, καθώς το λιμάνι έχει κατασκευαστεί πάνω στην παραλία.

## 2. Προστασία και αναγέννηση βλάστησης αμμοθινών

- ✓ Η οικολογική τους σημασία είναι μεγάλη και αποδίδεται στην αμμοθινική βλάστηση, που έχει πρωτεύοντα δομικό ρόλο στη δημιουργία και διατήρησή τους, καθώς:
  - συγκρατεί την άμμο,
  - σταθεροποιεί την ακτογραμμή και το έδαφος από τη διαβρωτική δράση της θάλασσας και του ανέμου και
  - λειτουργεί προστατευτικά ως φυσικό φράγμα (θαλασσινό νερό, ένταση ανέμων) για την ενδοχώρα.

## 3. Φύτευση κατάλληλης βλάστησης

- ✓ Η βλάστηση μπορεί να διακόψει τη ροή του ανέμου ενισχύοντας έτσι την ανάπτυξη των αμμοθινών και να βοηθήσει στην κατακράτηση του ιζήματος, διότι οι ρίζες δεσμεύουν τα ιζήματα, καθιστώντας πιο ανθεκτικά για την περάτωση διάβρωσή της. Ένα τέτοιο παράδειγμα βλάστησης είναι τα αρμυρίκια.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelier J. (1979). Recent-Quaternary tectonics in the Hellenic Arc: examples of geological observations on land, *Tectonophysics*, 52 pp. 267–275
- Bird, E.C.F., (1996). *Beach Management*. Wiley, Chichester, UK, 292 pp
- Bizon G., Thiebault F., (1974) Doneew nouvelles sur l'age des marbles et quartzies du Taygete (Peloponnese meridional, Greece). *C. R. Acad Sci Paris* 278, 9-12
- Boak E. H. and Ian L. Turner, (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review, *Journal of Coastal Research*, Volume 21, Issue 4, Pages 688-703, July
- Bonneau M. (1984). Correlation of the Hellenide nappes in the southeast Aegean and their tectonic reconstruction. In Dixon JE, Robertson AHF (eds) *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society of London, Special Publication, 17, 517–527.
- Brix, M.R., Stoeckert, B., Seidel, E. *et al.* (2002). Thermobarometric data from a fossil zircon partial annealing in high pressure-low temperature rocks of eastern and central Crete, Greece. *Tectonophysics*, 349, 309–326
- Chartzoulakis K.S., N.V. Paranychianakis, A.N. Angelakis, (2001). Water resources management in the island of Crete, Greece, with emphasis on the agricultural use, *Water Policy*, 3 pp. 193–205
- Creutzburg N. and Seidel E. (1975). Zum Stand der Geologie des Preaneogens auf Kreta. *Neues Jahrbuch Geologie und Palaeontologie Abhandlung*. Vol. 198, pp. 363-383.
- Defeo O., McLachlan A., Schoeman D. S., Schlacher T. A., Dugan J., Jones A., Lastra M., Scapini F., (2009). Threats to sandy beach ecosystems: A review, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Volume 81, Issue 1, 1 January, Pages 1–12
- Doody, P., Ferreira, M., Lombardo, S., Lucius, I., Misdorp, R., Niesing, H., Salman, A., Smallegange, M. (2004). *Living with coastal erosion in Europe: sediment and space for sustainability: Results from the EUROSION study*. European Commission: Luxembourg. ISBN 92-894-7496-3. 38 pp.

- European Commission (2004). Brochure "Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability", May
- Jolivet, L., Goffe, B., Monie, P. *et al.* (1996). Miocene detachment in Crete and exhumation P–T–t paths of high-pressure metamorphic rocks. *Tectonics*, 15/6, 1129–1153.
- Ganas A., T. Parsons, (2009). Three-dimensional model of Hellenic Arc deformation and origin of the Cretan uplift, *Journal of Geophysical Research*, 114 (B06404)
- Keupp, H. and Bellas, S.M., (2000). Neogene development of the sedimentary basins of NW Crete island, Chania Prefecture, South Aegean Arc System (Greece). *Berliner Geowiss. Abh*, E34,3–117.
- Kouli M, Vallianatos F., Soupios P., Alexakis D. (2006). A GIS example of Morphometric analysis in tectonic structures of Western Crete, Greece, 5th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development, Venice, Italy, November 20-22, p.229-234
- Le Pichon X., Angelier J, (1981). The Aegean Sea, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 300, pp. 357–372
- Le Pichon X., Angelier J. (1979). The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area *Tectonophysics*, 60 pp. 1–42
- Miles, J.R., Russell, P.E., Huntley, D.A., (2001). Field measurements of sediment dynamics in front of a seawall. *Journal of Coastal Research* 17, 195–206.
- Nelson, W.G., (1988). An overview of the effects of beach nourishment on the sand beach fauna. In: Tait, L.S. (Ed.), *Beach Preservation Technology 88. Problems and Advancements in Beach Nourishment*. Florida Shore and Beach Preservation Association Inc, Tallahassee, FL, pp. 295–310.
- Nelson, W.G., (1993). a. Beach restoration in the southeastern US: environmental effects and biological monitoring. *Ocean and Coastal Management* 19, 157–182.
- Nelson, W.G., (1993b). Beach-inlet ecosystems of south-eastern Florida: a review of ecological research needs and management issues. *Journal of Coastal Research*, SI 18, 257–266.



- Papanikolaou D. (1987). Tectonic evolution of the Cycladic blueschist belt (Aegean Sea, Greece) Helgeson (Ed.), *Chemical Transport in Metasomatic Processes*, NATO ASI series, Reidel Publ. Co., pp. 429–450
- Papanikolaou D. (1986). Late Cretaceous paleogeography of the metamorphic Hellenides, *Geol. Geophys. Res. IGME*, pp. 315–328 Special issue, in honor of Prof. Papastamatiou
- Rahl, J. ., Anderson, M. K. ., Brandon, T. M. ., Fassoulas, C. 2005. Raman spectroscopic carbonaceous material thermometry of low-grade metamorphic rocks: Calibration and application to tectonic exhumation in Crete, Greece. *Earth and Planetary Science Letters* 240, 339-354.
- Roberts G.G. , N.J. White, B. Shaw (2013). An uplift history of Crete, Greece, from inverse modeling of longitudinal river profiles, *Geomorphology*, Volume 198, 15 September, P 177-188
- Shaw B., Jackson J.A. (2010). Earthquake mechanisms and active tectonics of the Hellenic subduction zones, *Geophysical Journal International*, 181, pp. 966–984
- Shaw B., Jackson J.A., Higham T.F.G., England P.C., Thomas A.L., (2010), Radiometric dates of uplifted marine fauna in Greece: Implications for the interpretation of recent earthquake and tectonic histories using lithophilic dates, *Earth and Planetary Science Letters* 297 (2010) 395–404
- Seidel, E., Kreuzer, H. and Harre, W., (1982). A late Oligocene/early Miocene high pressure belt in the external Hellenides. *Geol. Jb.*, 23, 165–206.
- Seidel, E. and Wachendorf, H., 1986. Die südliche Inselbrücke. In: *Geologie von Griechenland* (V. Jacobshagen, ed.), pp. 54–80. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Soukissian T., Prospathopoulos, A., Hatzinaki, M., Kabouridou, M., (2008). “Assessment of the wind and wave climate of the Hellenic Seas using 10-year hindcast results”, *The Open Ocean Engineering Journal*, Vol 1, pp 1-12.
- Soukissian T.H., Prospathopoulos A., (2003). “Implementation of the 3rd generation Wave Model WAM - cycle 4 in Aegean Sea”, *Tech. Chron., Scientific Journal of the Technical Chamber of Greece*, IV, Vol. 23, No. 1-2, pp. 7-19 (extended summary in English).

- Soukissian T.H., Hatzinaki M, Korres G., Papadopoulos A., Kallos G., Anadranistakis E., (2007). “Wind and Wave Atlas of the Hellenic Seas”, Hellenic Centre for Marine Research Publ., 300 pp., ISBN-987 960 86651 9-4.
- Stahler A.N., (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am Geophysics Union 38, pp 913-920
- Synolakis C. E., Bernard E. N., Titov V. V., Kânoğlu U., González F. I. (2008). Validation and verification of tsunami numerical models, Pure Appl. Geophys., 165(11–12), 2197–2228.
- Thomson, S.N., Stoeckhert, B. and Brix,M.R., 1998. Thermochronology of the high-pressure metamorphic rocks on Crete, Greece: implications for the speed of tectonic processes. Geology, 26,259–262
- Thomson, S.N., Stoeckhert, B. and Brix,M.R., (1999) . Miocene high-pressure metamorphic rocks of Crete, Greece: rapid exhumation by buoyant escape. In: Exhumation Processes: Normal faulting, Ductile Flow and Erosion (U. Ring, M.T. Brandon, G.S. Lister and S.D. Willet, eds). Spec. Publ. Geol. Soc. Lond., 154,87–108.
- Tsagarakis P.K., Dialynas, E.G., Angelakis, N.A., (2004). Water resources management in Crete (Greece) including water recycling and reuse and proposed quality criteria. Agricultural Water Management 66 (1), 35–47.
- Foteinis S., Kallithrakas-Kontos N.G., Synolakis C. (2012). Opportunistic Beach nourishment in Greece, a possible source of heavy metals in eroding beaches. 3<sup>rd</sup> International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management, Chania, 12-14 September
- Αναγνώστου Χρ. , Χρόνης Γ. ,(2002). Παράκτια Γεωμορφολογία και Μορφοδυναμική ακτών, Παράκτια Περιβάλλοντα, Ιανουάριος, σημειώσεις φοιτητών
- Δουκάκης Ευστράτιος, Αν. Καθηγητής ΣΑΤΜ/ΕΜΠ, (2007). Μέθοδοι Προσδιορισμού του Ρυθμού Μεταβολής των Ακτογραμμών, Ιανουάριος, σημειώσεις φοιτητών
- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, φύλλο από ‘Μετεωρολογικός σταθμός Χανιά 747’, Περίοδος 1961-1994>
- Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, [www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE](http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE)

- Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών,(2013). Τεχνική έκθεση <Στρατηγικός Σχεδιασμός της Παράκτιας ζώνης του δήμου Χερσονήσου, Κρήτης>, Νοέμβριος
- Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, (2000). Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο για την ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών: Μια Στρατηγική για την Ευρώπη, Βρυξέλλες, 27.09.2000 COM(2000) 547 τελικό (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000DC0547&from=EN> )
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως, της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 60, 31 Μαρτίου 2011, Νόμος ΥΠ.Αρ. 3937, Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως, της Ελληνικής Δημοκρατίας, νόμος 2971/2001< Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις> (ΦΕΚ Α' 285/19.12.2001) Άρθρο 1.
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως, της Ελληνικής Δημοκρατίας, νόμος 1650/86 <Για την προστασία του περιβάλλοντος> ΦΕΚ 160/Α/16-10-86
- Μαρία Χατζηνάκη, (2014). ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε .<Ανεμολογικό και κυματικό κλίμα του Κόλπου των Χανίων βάσει αποτελεσμάτων αριθμητικών προσομοιώσεων>, Ανάβυσσος, Μάιος
- Μπούρα Βασιλική, (2010). «Προσδιορισμός Συστημάτων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων στην Κρήτη», διπλωματική εργασία, Αθήνα, Ιούλιος
- Περιφέρεια Κρήτης, (2009). Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων, «Κατάσταση Υπόγειων Υδροφορέων Κρήτης»
- Περιφέρεια Κρήτης, (2000). Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων «Διαχειριστική Μελέτη για την Κρήτη»
- Φύλλο χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε., (1969). Φύλλο Αλικιανού, κλίμακα 1:50.000
- Φύλλο χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε., (1956). Φύλλο Πλατανιά, κλίμακα 1:50.000
- Φωτεινής Σπυρίδων, (2014). Διδακτορική διατριβή < Η Διάβρωση των ακτογραμμών της Ελλάδας, αξιολόγηση-τρόποι αντιμετώπισης> Χανιά