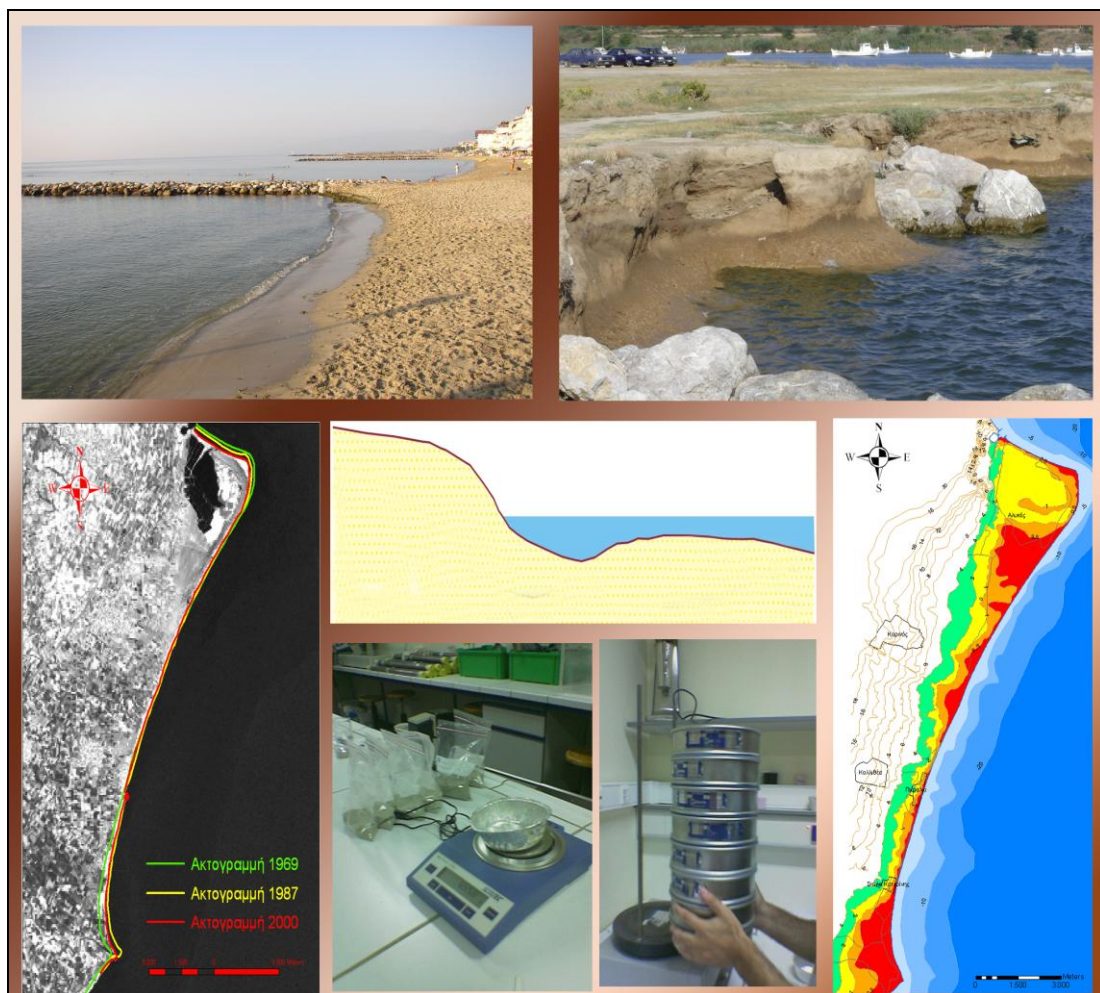


ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Γεωμορφολογική Μελέτη και Εκτίμηση Ανθρώπινων
Επεμβάσεων τμήματος της παράκτιας ζώνης του Ν. Πιερίας.

Πτυχιακή εργασία του Τσανάκα Κωνσταντίνου



Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Γεωμορφολογική Μελέτη και Εκτίμηση Ανθρώπινων
Επεμβάσεων τμήματος της παράκτιας ζώνης του Ν. Πιερίας.

Πτυχιακή εργασία του **Τσανάκα Κωνσταντίνου**

Εξεταστική Επιτροπή:

Καρύμπαλης Ε. (Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας)

Παρχαρίδης Ι. (Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας)

Παυλόπουλος Κ. (Επικ. Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας)

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005

*Στους γονείς μου,
Αναστάσιο και Αναστασία Τσανάκα
και στον αδερφό μου
Νικόλαο Τσανάκα.*

Ευχαριστίες

Με την εργασία αυτή, ολοκληρώνεται η φοίτησή μου στο τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τον λόγο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους τους ανθρώπους που βρέθηκαν δίπλα μου, με στήριξαν, μου μετέδωσαν τη γνώση τους και με βοήθησαν ώστε να πραγματοποιηθεί η παρούσα εργασία.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Λέκτορα του τμήματος Γεωγραφίας κ. Καρύμπαλη Ευθύμιο ο οποίος είχε και την ευθύνη της επίβλεψης αυτής της εργασίας. Τον ευχαριστώ τόσο για την πολύτιμη συμβολή, υποστήριξη και συνεχή του ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια συγγραφής της εργασίας όσο και για τις καθοριστικής σημασίας παρατηρήσεις και συνεχείς υποδείξεις του.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Γεωγραφίας κ. Παυλόπουλο Κοσμά καθώς και τον Λέκτορα κ. Παρχαρίδη Ισαάκ για τις υποδείξεις τους και τις εύστοχες παρατηρήσεις τους οι οποίες αποδείχθηκαν πολύτιμες για την εργασία αυτή και την οδήγησαν στην σημερινή της μορφή.

Επιπλέον ευχαριστώ όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου για τις προτάσεις και ιδέες που μου έδωσαν κατά την εκπόνηση της εργασίας και κυρίως για την ψυχολογική τους υποστήριξη όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος αλλά διόλου τελευταίο σε σημασία, θέλω να ευχαριστήσω μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου, τους γονείς μου και τον αδερφό μου, για την αμέριστη βοήθεια και στήριξη ψυχολογική και οικονομική που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου. Χωρίς την οικογένειά μου στο πλάι μου, δεν θα είχα πραγματοποιήσει τις σπουδές μου. Σας ευχαριστώ για όλα όσα κάνατε για μένα!

Τσανάκας Κωνσταντίνος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας επιχειρήθηκε η γεωμορφολογική μελέτη της παράκτιας ζώνης μεταξύ των εκβολών του Μαυρονερίου και των Αλυκών του Ν. Πιερίας. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις φυσικές διεργασίες καθώς και στις ανθρώπινες επεμβάσεις που επιδρούν σε αυτές. Επιπλέον επιχειρήθηκε μια πρώτη ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των επιπτώσεων τόσο στο φυσικογεωγραφικό όσο και στο κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον από μια ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Η συνδυασμένη εφαρμογή μεθόδων Τηλεπισκόπησης και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών οδήγησε στον υπολογισμό των ρυθμών μετατόπισης (προέλαση-υποχώρηση) της ακτογραμμής από το 1969 έως το 2000, καθώς και στην εκτίμηση της διαχρονικής εξέλιξης της δόμησης στον παράκτιο οικισμό της Παραλίας Κατερίνης.

Εκτός από την υπαίθρια αναγνώριση καταγραφή και αποτύπωση των παράκτιων γεωμορφών, κατασκευάστηκαν τομές αιγιαλού και αναλύθηκαν κοκκομετρικά δείγματα ιζήματος με σκοπό τη σκιαγράφηση του ιζηματολογικού καθεστώτος κατά μήκος της ακτογραμμής.

Κατά τη χρονική περίοδο παρατήρησης διαπιστώθηκε υποχώρηση σε όλο το μήκος της ακτογραμμής με εξαίρεση την περιοχή βόρεια των εκβολών του Μαυρονερίου. Μεταξύ των ετών 1969 και 2000 υπερδιπλασιάστηκαν οι δομημένες εκτάσεις στην παραλία της Κατερίνης.

Οι αθροιστικές καμπύλες καθώς και οι στατιστικές παράμετροι που υπολογίστηκαν κατά την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων, δεν έδειξε ουσιαστική διαφοροποίηση στο παράκτιο υλικό.

Η μεγάλη έκταση της χαμηλής παράκτιας ζώνης, σε συνδυασμό με την έντονη συγκέντρωση κοινωνικοοικονομικών δραστηριοτήτων στην περιοχή, την καθιστούν ιδιαίτερα ευάλωτη στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

ABSTRACT

In this study, geomorphological observations along the coastal zone of the area between the mouth of the Mavroneri River and Saltworks were attempted. The investigation of the natural processes as well as human interferences was of great importance. Additionally, quantitative along with qualitative estimations of anticipated sea level rise impacts were defined.

The combination of the apply of Remote Sensing Methods and G.I.S technics lead to the estimation of the coastline migration rates for the time period 1969-2000 as well as to the building development, of the coastal settlement of Paralia Katerinis.

Coastal landforms were recognized, recorded and mapped through field work. Beach profiles were constructed and sediment samples were sieved in order to identify the sendimentology along the investigated shoreline. Coastal retreat was observed during the investigation period along the study area except than the area north of Mavroneri R. Mouth.

Building activities for the broader area of Paralia Katerinis were over doubled from the year 1969 to 2000.

The grain size analysis along with the calculation of grain size distribution indexes showed no significant changes of the coastal sendiment.

The extensive low-lying coastal area in addition to the intense socioeconomic activities of the study area makes it especially vulnerable to a potential sea level rise.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.....	1
1.2 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά και μορφολογία του Ν. Πιερίας.....	1
1.3 Σκοπός της εργασίας – Προβληματισμός.....	3
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	5
2.1 Γενικά για τις ακτές – Ορισμοί.....	5
2.2 Ταξινόμηση ακτών.....	6
2.3 Σχηματισμός ακτών - Παράγοντες που τις επηρεάζουν.....	7
2.3.1 Παράγοντες τροφοδοσίας της παράκτιας ζώνης	7
2.3.1.1 Η γεωλογία της λεκάνης απορροής.....	7
2.3.1.2 Η τοπογραφία της περιοχής – Το υδρογραφικό δίκτυο.....	8
2.3.1.3 Οι κλιματολογικές συνθήκες.....	8
2.3.1.4 Η φυτοκάλυψη της λεκάνης απορροής.....	9
2.3.2 Παράγοντες διευθέτησης.....	9
2.3.2.1 Ο άνεμος.....	9
2.3.2.2 Ο κυματισμός.....	10
2.4 Τα φυσικά χαρακτηριστικά του παράκτιου χώρου μελέτης.....	10
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΛΙΜΑ.....	11
3.1 Γενικά.....	11
3.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί.....	12
3.3 Βροχόπτωση.....	13
3.4 Θερμοκρασία Αέρα.....	15
3.5 Ανεμολογικό καθεστώς.....	17
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	20
4.1 Υδρογραφικό δίκτυο.....	22
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	24
5.1 Μεθοδολογία.....	24

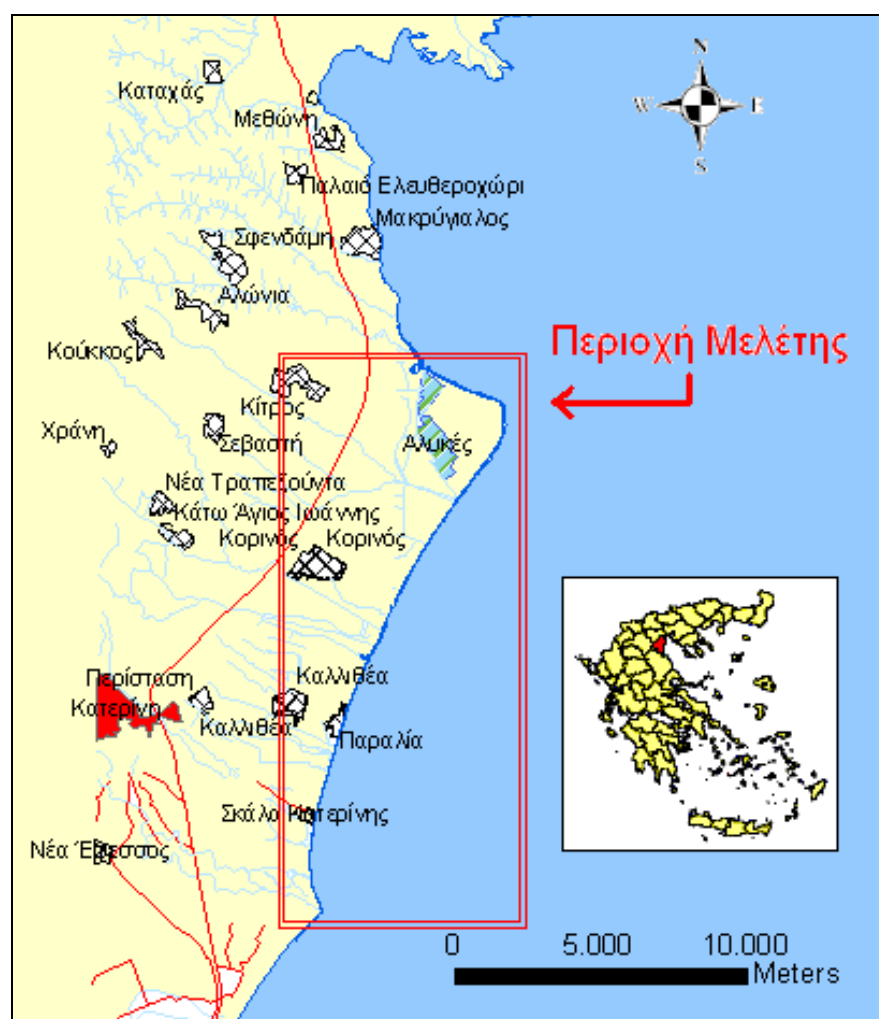
5.1.2 Μεθοδολογία υπολογισμού εκτάσεων.....	24
5.2 Παράκτιες γεωμορφές.....	25
5.2.1 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας απόθεσης.....	26
5.2.1.1 Αιγιαλοί.....	26
5.2.1.2 Υποθαλάσσια αμμώδη φράγματα (bars).....	27
5.2.1.3 Παράκτια έλη.....	29
5.2.2 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης.....	30
5.2.2.1 Παράκτιοι κρημνοί.....	30
5.2.3 Παράκτιες γεωμορφές αιολικής προέλευσης.....	31
5.2.3.1 Παράκτιες αμμώδεις θίνες.....	31
5.3. Χαρακτηριστικά του μικροανάγλυφου των παράκτιων αποθέσεων.....	33
5.3.1 Αμμορυτίδες (ripple marks).....	33
5.4 Παράκτιες ανθρωπογενείς επεμβάσεις και κατασκευές.....	34
5.4.1 Αλυκές – Λιμάνι.....	34
5.4.2 Προβλήματα από την κατασκευή λιμανιού στην Παραλία Κατερίνης.....	34
5.4.3 Διαχρονική εξέλιξη της δόμησης στον οικισμό της Παραλίας Κατερίνης.....	38
5.5 Τοπογραφικές τομές παραλίας.....	41
5.5.1 Μεθοδολογία.....	41
5.5.2 Σχολιασμός τομών.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ.....	49
6.1 Μεθοδολογία.....	49
6.2 Συγκριτική μελέτη της ακτογραμμής με την χρήση Σ.Γ.Π.....	50
6.3 Υπολογισμός ρυθμών προέλασης-υποχώρησης.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ.....	62
7.1 Γενικά για την κοκκομετρία και τη σημασία της.....	62
7.2 Δειγματοληψία.....	65
7.3 Προετοιμασία δειγμάτων – Κοσκίνισμα.....	66
7.4 Επεξεργασία στοιχείων κοκκομετρικής ανάλυσης.....	68
7.4.1 Γραφική μέθοδος.....	68
7.4.2 Στατιστική (μαθηματική) μέθοδος.....	72
7.5 Σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ.....	77
8.1 Γενικά.....	77
8.2 Αίτια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης.....	77
8.3 Η συμπεριφορά των ακτών στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.....	78
8.4 Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100.....	79
8.5 Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως.....	80
8.6 Μεθοδολογία για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας.....	80
8.7 Εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις διάφορες χρήσεις γης.....	83
8.7.1 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0-0.5 m.....	89
8.7.2 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0.5-1.0 m.....	94
8.7.3 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 1.0-2.0	98
8.7.4 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 2.0-4.0 m.....	102
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	 106
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 109

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις ακτές των οικισμών Παραλία Κατερίνης, Σκάλα Κατερίνης και Παραλία Κορινού του Ν. Πιερίας και συγκεκριμένα, εκτείνεται βόρεια ως την περιοχή των αλυκών του Κίτρου και νότια ως τις εκβολές του χειμάρρου Μαυρονερίου. Αποτελείται από μια εκτεταμένη αμμώδη προσχωσιγενή ακτή, σχεδόν ευθύγραμμη με προσανατολισμό Β/ΒΑ – Ν/ΝΔ (Σχήμα 1)



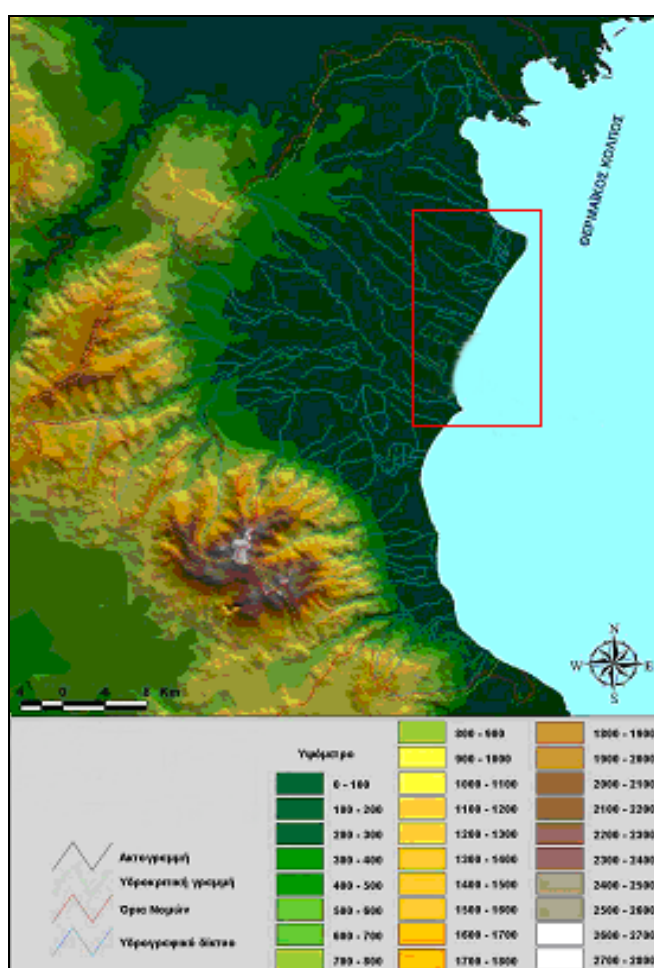
Σχήμα 1.1. Γεωγραφική θέσης της περιοχής μελέτης (πηγή: Γ.Υ.Σ-προσωπική επεξεργασία).

1.2 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά και μορφολογία του Ν. Πιερίας.

Ο Νομός Πιερίας, ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας και συνορεύει ανατολικά με τον Θερμαϊκό Κόλπο, βόρεια με τον Ν. Ημαθίας, δυτικά με τον Ν. Κοζάνης και νότια με τον Ν. Λαρίσης. Η παράκτια ζώνη του νομού, οριοθετείται βόρεια από τις εκβολές του ποταμού Αλιάκμονα και νότια

από τις εκβολές του Πηνειού ποταμού. Η συνολική έκταση του Νομού Πιερίας είναι 1517 km², από τα οποία τα 455 km² είναι πεδινά με υψόμετρο μικρότερο των 600 m, τα 652 km² χαρακτηρίζονται ημιορεινά και εκτείνονται από 600m έως 1700m και τα 410 km² έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο των 1700m και μπορούν να χαρακτηριστούν ως ορεινά. Ο πληθυσμός του νομού ανέρχεται περίπου σε 75.000 κατοίκους.

Η μορφολογία του ανάγλυφου του Ν. Πιερίας περιλαμβάνει μια ορεινή ή ημιορεινή ζώνη που εντοπίζεται στο βόρειο και στο δυτικό του τμήμα. Στα δυτικά – νοτιοδυτικά όρια του νομού, υψώνεται η οροσειρά του Ολύμπου (2.917 m) και στα βόρεια – βορειοδυτικά η οροσειρά των Πιερίων (2.190 m). Η μορφολογία του υπόλοιπου νομού χαρακτηρίζεται από ηπιότερο ανάγλυφο (υψόμετρα έως 500 m), που διασχίζεται από ένα σύνολο ποταμών και χειμάρρων που ρέουν αποστραγγίζοντας τους δύο μεγάλους ορεινούς όγκους, και με διεύθυνση ροής από τα δυτικά προς τα ανατολικά καταλήγουν στον Θερμαϊκό Κόλπο (Ρογκάν, 1999).



Σχήμα 1.2. Τοπογραφικός χάρτης του νομού Πιερίας στον οποίο απεικονίζεται σε κόκκινο πλαίσιο η περιοχή μελέτης. Οι υψομετρικές ζώνες έχουν αποδοθεί με διαφορετική χρωματική απόχρωση. (πηγή: ΕΛ.ΚΕΘ.Ε)

Η περιοχή μελέτης έχει συνολικό μήκος ακτογραμμής 23,2 km. Κατά μήκος αυτής απαντώνται 20 χείμαρροι, αποστραγγιστικά κανάλια και ποτάμια με σημαντικότερο από πλευράς στερεοπαροχής εκείνο του Μαυρονερίου στο νότιο τμήμα της.

1.3 Σκοπός της εργασίας – Προβληματισμός

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που περιβρέχεται από θάλασσα με συνολικό ανάπτυγμα ακτογραμμών πάνω από 18.000 km. Διαθέτει περισσότερα από 3.000 μεγάλα και μικρά νησιά, ενώ το 40% των ακτογραμμών ανήκει σε αυτά. Κοινωνικοί, οικονομικοί και ιστορικοί λόγοι, προκάλεσαν την συγκέντρωση πολλών ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον παράκτιο χώρο, σε μια ζώνη πλάτους 10 km περίπου. Σήμερα, ο μισός σχεδόν πληθυσμός της χώρας, κατοικεί σε αυτήν την ζώνη, με πυκνότητα υπερδιπλάσια την ενδοχώρας, μια και η ζώνη της παραλίας καλύπτει το 1/3 της συνολικής της έκτασης. Κατοικία, εμπόριο, βιομηχανία, αναψυχή, μεταφορές κ.α. διογκώνονται καθημερινά, οξύνοντας τα προβλήματα που προκαλεί ο άνθρωπος στον παράκτιο χώρο. Αυτό είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο, αφού ο μισός πληθυσμός της γης κατοικεί σε μια ζώνη πλάτους 100 km από την ακτογραμμή, (Δουκάκης κ.α., 1999).

Η παράκτια ζώνη, αποτελεί ένα ανοικτό, δυναμικό σύστημα. Είναι ο αποδέκτης της δράσης πολλών, περισσότερο ή λιγότερο έντονων φυσικών διεργασιών τόσο χερσαίων όσο και θαλάσσιων καθώς και πλήθους ανθρωπογενών επεμβάσεων, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει διαρκείς μορφολογικές μεταβολές. Για να γίνει δυνατή η κατανόηση των διεργασιών που δρουν στο φυσικό αυτό σύστημα ώστε να προσδιοριστούν όλες οι τάσεις της εξέλιξης της ακτογραμμής και να βαθμονομηθούν ορθά οι διάφορες διαχειριστικές μέθοδοι που απαιτείται να εφαρμοστούν στην παράκτια ζώνη, κρίνεται απαραίτητη η συστηματική παρακολούθηση των διαφόρων φυσικών και ανθρωπογενών παραμέτρων (Λοϊζίδου κ.α., 1999).

Η διάβρωση των ακτών αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα, τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο, κυρίως λόγω των κοινωνικό – οικονομικών προεκτάσεων που αυτό έχει. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαία η αναφορά στο ήδη βεβαρημένο ιστορικό της ευρύτερης περιοχής και ειδικότερα στα προβλήματα διάβρωσης που αντιμετωπίζει ο παράκτιος χώρος, αλλά και στα έως τώρα μέτρα που έχουν ληφθεί για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση τμήματος της παράκτιας ζώνης του Ν. Πιερίας με την αναγνώριση απεικόνιση και ανάλυση των παράκτιων γεωμορφών καθώς και την καταγραφή του ιζηματολογικού καθεστώτος. Παράλληλα γίνεται μια απόπειρα διερεύνησης των παραγόντων που συνέβαλλαν στην διαμόρφωση του παράκτιου χώρου με την συνδυασμένη εξέταση των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής, των ωκεανογραφικών συνθηκών και των γεωμορφολογικών διεργασιών που επικρατούν στην περιοχή. Επιχειρήθηκε η διαχρονική παρατήρηση των μεταβολών της ακτογραμμής με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων και αεροφωτογραφιών, με σκοπό να εντοπιστούν τα τμήματα κατά μήκος της ακτογραμμής που προελαύνουν καθώς και εκείνα που υποχωρούν λόγω θαλάσσιας διάβρωσης. Δεδομένου ότι σημαντικό τμήμα της ακτογραμμής που μελετήθηκε αποτελεί κατοικημένη περιοχή με ιδιαίτερη κοινωνικοοικονομική σημασία, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην καταγραφή και αποτύπωση των άμεσων ανθρωπογενών επεμβάσεων που έλαβαν χώρα στον παράκτιο χώρο τις τελευταίες δεκαετίες. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε η καταγραφή αποτύπωση και ομαδοποίηση των χρήσεων γης σε μια προσπάθεια εκτίμησης της υφιστάμενης κατάστασης στον παράκτιο χώρο και ποσοτικοποίησης των αρνητικών συνεπειών από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Εκτιμήθηκε τέλος η έκταση που αναμένεται να υποστεί τις αρνητικές συνέπειες μιας ενδεχόμενης θαλάσσιας επίκλυσης (IPCC, 2002) καθώς και οι χρήσεις γης που φιλοξενεί δεχόμενοι διάφορα σενάρια ανόδου από την διεθνή βιβλιογραφία (Titus J.G and Richmon C., 2001).

και την προ-παράλια ζώνη (offshore). Βάσει των κυματικών διεργασιών διακρίνουμε τρεις ζώνες: α) τη ζώνη διαβροχής (wash zone), β) τη ζώνη κυματογής (surf zone) και γ) τη ζώνη θραύσης των κυμάτων (breaker zone) (Καρύμπαλης, 2004).

Η ακτογραμμή είναι η γραμμή που ορίζεται από την τομή της θαλάσσιας επιφάνειας με την ξηρά. Είναι φανερό ότι η γραμμή αυτή δεν παραμένει σταθερή αλλά μεταβάλλεται στο πέρασμα του χρόνου. Οι μεταβολές της ακτογραμμής αφορούν τόσο την κλίμακα του γεωλογικού χρόνου όσο και τα χρονικά πλαίσια ενός εικοσιτετραώρου. Οι μεγάλης χρονικής κλίμακας διακυμάνσεις οφείλονται σε ευστατικά, ισοστατικά και τεκτονικά αίτια ή σε συνδυασμό όλων αυτών ενώ οι ημερήσιες μεταβολές οφείλονται σε αιτίες όπως είναι η δράση του φαινομένου της παλίρροιας, η επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών, η δράση του κυματισμού κ.α (Καρύμπαλης, 2004).

Ο αιγιαλός είναι μια παράκτια γεωμορφή θαλάσσιας απόθεσης. Οι αιγιαλοί αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας και εκτείνονται από τη μέση χαμηλή στάθμη της θάλασσας έως το σημείο που παρατηρείται αλλαγή στη μορφολογία ή στη βλάστηση προς την ξηρά (Bird E.C.F., 1984). Το υλικό τους παρουσιάζει μεγάλη κοκκομετρική διαβάθμιση και μπορεί να κυμαίνεται από λεπτόκοκκη άμμο έως κροκάλες. Είναι δυναμικές γεωμορφές που μπορούν να προσαρμόζονται τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (εύρος, μήκος, κλίση) στις αλλαγές της κυματικής ενέργειας (Pethic J., 1984). Οφείλουν την δημιουργία τους στην απόθεση των στερεών υλικών που προέρχονται από την αποσάθρωση και την διάβρωση γειτονικών χερσαίων περιοχών και μεταφέρονται στις ακτές με την επίδραση των κυμάτων, των παράκτιων ρευμάτων και της παλίρροιας.

2.2 Ταξινόμηση ακτών

Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες ταξινόμησης των ακτών. Καμία όμως από τις ταξινομήσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα επιτυχής. Αυτό οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στο γεγονός ότι κάποια κατηγορία ταξινομήσεων δίνει μεγαλύτερη σημασία στον τρόπο γένεσης των ακτών, ενώ κάποια άλλη στην περιγραφή των ακτών όπως αυτή προκύπτει από την παρατήρησή τους π.χ. κρημνώδεις, δελταϊκές κ.ο.κ (Καρύμπαλης, 2004). Η ταξινόμηση των ακτών σε κατηγορίες, βάση κάποιου παράγοντα, όπως είναι η δομή, ο τύπος, η σταθερότητα της ακτής, τα υλικά της ακτής, το γεωμετρικό σχήμα, η προσπίπτουσα ενέργεια, οι διεργασίες απόθεσης και διάβρωσης, η ηλικία, το κλίμα, οι οριζόντιες και κάθετες

κινήσεις, παρουσιάζει δυσκολίες, οφειλόμενες κυρίως στην πληθώρα των παραγόντων που αλληλεπιδρούν στην διαμόρφωση μιας ακτής. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν πολύ λίγες παραλίες και ακτογραμμές που είναι γνωστή η επίδραση ενός και μόνο παράγοντα, υπεύθυνου για τον σχηματισμό της. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι πολλές ακτές μπορούν να τοποθετηθούν σε δύο ή και περισσότερες κατηγορίες (Shepard, 1973).

Στις μέρες μας έχει επικρατήσει η κατά Shepard ταξινόμηση. Σύμφωνα με αυτή οι ακτές διακρίνονταν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις πρωτογενείς και στις δευτερογενείς.

Στις *πρωτογενείς* ακτές, εντάσσονται εκείνες που έχουν σχηματιστεί από την δράση χερσαίων παραγόντων. Τέτοιες ακτές είναι: α) οι ακτές χερσαίας διάβρωσης, β) οι ακτές χερσαίας απόθεσης, γ) οι ηφαιστειακές ακτές, δ) οι ακτές που σχηματίστηκαν από διαστροφικές κινήσεις.

Οι *δευτερογενείς* ακτές είναι εκείνες που έχουν υποστεί τις θαλάσσιες διεργασίες. Έχουν σχηματιστεί από την επίδραση θαλασσίων παραγόντων, όπως ο κυματισμός και η παλίρροια. Υπάρχει το ενδεχόμενο, οι ακτές της κατηγορίας αυτής να ήταν αρχικά πρωτογενείς και λόγω της κυματικής δράσης να διαμορφώθηκαν σε δευτερογενείς. Τέτοιες ακτές είναι: α) οι ακτές από την διάβρωση των κυμάτων, β) οι ακτές από θαλάσσιες αποθέσεις, γ) οι οργανογενείς ακτές.

2.3 Σχηματισμός ακτών - Παράγοντες που τις επηρεάζουν

Οι παράγοντες και οι διεργασίες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των ακτών, μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες. (α) στους παράγοντες τροφοδοσίας των ακτών με φερτά υλικά και (β) στους παράγοντες διευθέτησης των υλικών αυτών στον παράκτιο χώρο.

2.3.1 Παράγοντες τροφοδοσίας της παράκτιας ζώνης

2.3.1.1 Η γεωλογία της λεκάνης απορροής

Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής, επηρεάζει την μορφή και την δυναμική των ακτών. Τα πετρώματα, αποτελούν την πηγή παραγωγής ιζημάτων, μέσω της διαδικασίας της αποσάθρωσης και της διάβρωσης. Τα υλικά αυτά μπορούν να μεταφερθούν με την δράση του υδρογραφικού δικτύου προς τις ακτές. Το γεωλογικό υπόβαθρο, καθορίζει τόσο την μορφολογία της περιοχής, όσο και τις μορφές του υδρογραφικού δικτύου.

Για τον λόγο αυτό, οριοθετείται η περιοχή του χερσαίου χώρου, που εν δυνάμει επηρεάζει την μορφολογία και την μορφοδυναμική των ακτών. Τις περισσότερες φορές το όριο είναι αυτό που οριοθετεί την λεκάνη απορροής της περιοχής. Η λεκάνη απορροής, οριοθετείται από τον *υδροκρίτη*, την «κορυφογραμμή» του γεωμορφολογικού αναγλύφου, που χωρίζει τις περιοχές απορροής των επιφανειακών υδάτων. Εκτός από την σύσταση των πετρωμάτων, το γεωλογικό υπόβαθρο καθορίζει και το ανάγλυφο της περιοχής, το οποίο επίσης είναι σημαντικός παράγοντας για την μορφολογία των ακτών.

2.3.1.2 Η τοπογραφία της περιοχής – Το υδρογραφικό δίκτυο

Η τοπογραφία χαρακτηρίζει την μορφολογία του ανάγλυφου της περιοχής. Ένα απόκρημνο και πολυσχιδές ανάγλυφο με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις, μπορεί να γίνει ένας σημαντικός τροφοδότης σε προϊόντα διάβρωσης, διότι, τόσο η βαρύτητα που συντελεί στον κερματισμό και την ολίσθηση των πετρωμάτων, όσο και κυρίως το υδρογραφικό δίκτυο με την έντονη ροή από τα υψηλότερα προς τα χαμηλότερα, συντελούν στην σημαντική τροφοδοσία του παράκτιου χώρου με φερτά υλικά. Αντίθετα, σε ένα χαμηλό και ομαλό ανάγλυφο, είναι φανερό ότι ατονεί σημαντικά η μεταφορική ικανότητα του υδρογραφικού δικτύου και ο παράκτιος χώρος τροφοδοτείται κυρίως με λεπτόκοκκα υλικά.

Το ανάγλυφο της περιοχής είναι καθοριστικό και για τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Το υδρογραφικό δίκτυο, χαρακτηρίζεται από μια μεταφορική ικανότητα σε φερτές ύλες, που εξαρτάται τόσο από το ανάγλυφο και κυρίως την κλίση των κοιτών, όσο και από τις κλιματολογικές-υδρολογικές συνθήκες της περιοχής.

2.3.1.3 Οι κλιματολογικές συνθήκες

Από τα κλιματικά στοιχεία που καθορίζουν το κλίμα της περιοχής, μεταξύ άλλων σημαντικά είναι η βροχόπτωση και γενικότερα τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχόπτωση και χιονόπτωση) και οι άνεμοι. Η βροχόπτωση καθορίζει την φύση των υλικών που τροφοδοτούν την παράκτια ζώνη ενώ ο άνεμος επιδρά κυρίως στην επεξεργασία και αναδιανομή αυτών των υλικών κυρίως μέσω θαλάσσιων διεργασιών.

Τόσο ο ρυθμός των βροχοπτώσεων, όσο και η κατανομή τους στο χρόνο, είναι καθοριστικές για την δυναμική του υδρογραφικού δικτύου. Αυξημένες βροχοπτώσεις,

αυξάνουν την επιφανειακή απορροή του υδρογραφικού δικτύου, και συνεπώς αυξάνουν και την ικανότητα μεταφοράς του σε φερτές ύλες.

Ο άνεμος, είναι το γενεσιουργό αίτιο του κυματισμού και συχνά των παράκτιων ρευμάτων και η δράση του θα αναλυθεί στο κεφάλαιο των παραγόντων διευθέτησης, αφού ο ανεμογενής κυματισμός είναι ο παράγοντας εκείνος που διευθετεί τα προσφερόμενα από το υδρογραφικό δίκτυο υλικά.

2.3.1.4 Η φυτοκάλυψη της λεκάνης απορροής

Η φυτοκάλυψη μιας περιοχής, παίζει σημαντικό ρόλο στη συγκράτηση των προϊόντων της αποσάθρωσης και στην προστασία των εδαφών από τη διάβρωση. Γίνεται φανερό ότι σε μια περιοχή με σημαντική φυτοκάλυψη, η δράση των βροχοπτώσεων, δεν απογυμνώνει τα εδάφη από τα υλικά τους και δεν τα μεταφέρει προς τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου και τελικά στην ακτογραμμή.

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. Αντίθετα, σε περιοχές με μειωμένη φυτοκάλυψη, με τις πρώτες βροχές, τα εδάφη απογυμνώνονται από τα υλικά της αποσάθρωσης, το υδρογραφικό δίκτυο έχει μεγαλύτερη δυναμική και μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα, τόσο το νερό, όσο και οι φερτές ύλες καταλήγουν στην ακτή.

2.3.2 Παράγοντες διευθέτησης

2.3.2.1 Ο άνεμος

Ο άνεμος αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες διαμόρφωσης και γενικότερα μορφοποίησης μιας παραλίας. Δρα τόσο στο χερσαίο, όσο και στο θαλάσσιο τμήμα της. Ο άνεμος συντελεί στην μεταφορά της άμμου (αιολική μεταφορά) από την ξηρά προς τον θαλάσσιο – παράκτιο χώρο, ενώ είναι υπεύθυνος για την μεταφορά υλικών προς το χερσαίο τμήμα της παραλίας και τον σχηματισμό καθαρά αιολικών γεωμορφών όπως είναι οι παράκτιες αμμώδεις θίνες. Αναφορικά με το θαλάσσιο τμήμα της παραλίας, ο άνεμος με την απ' ευθείας δράση του στην επιφάνεια της θάλασσας, προκαλεί ρεύματα επιφανείας κοντά στην ακτή καθώς και ανεμογενή κύματα, τα οποία με την σειρά τους διευθετούν το υλικό της παραλιακής ζώνης δημιουργώντας μικρής ή και μεγαλύτερης κλίμακας παράκτιες γεωμορφές.

2.3.2.2 Ο κυματισμός

Η κυματική δράση είναι ίσως ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη γεωμορφολογία μιας παράκτιας περιοχής. Ο τρόπος δημιουργίας και διάδοσης των κυμάτων, το μέγεθος της κυματικής ενέργειας και η κατανομή της κατά μήκος της ακτογραμμής, παίζουν καθοριστικό ρόλο στις παράκτιες διεργασίες και ιδιαίτερα στα φαινόμενα διάβρωσης, απόθεσης και ανακατανομής των παράκτιων ιζημάτων.

2.4 Τα φυσικά χαρακτηριστικά του παράκτιου χώρου μελέτης

Η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης, είναι ευθύγραμμη, με προσανατολισμό σχεδόν Βορράς – Νότος. Κατά μήκος της αναπτύσσονται Ολοκαινικές αποθέσεις, προσχωσιγενείς, που αποτελούνται από αμμώδες κυρίως υλικό. Η τροφοδοσία της ακτής γίνεται κυρίως από τη δράση των χειμάρρων. Ο σημαντικότερος τροφοδότης της παράκτιας ζώνης σε υλικό χερσογενούς προέλευσης είναι ο χείμαρρος Μαυρονέρι, το υλικό του οποίου κατανέμεται κατά μήκος της ακτής με την δράση των κυμάτων και των παράκτιων ρευμάτων, καθώς και ένας μικρός αριθμός αποστραγγιστικών καναλιών, τα οποία λειτουργούν κατά τους χειμερινούς κυρίως μήνες (Αναγνώστου, 1992).

Η περιοχή μελέτης αποτελεί έναν μεγάλου εύρους αμμώδη αιγιαλό, μέτριας έως υψηλής ενέργειας, ο οποίος εμφανίζει παράκτια επιμήκη θαλάσσια ρεύματα μεγάλου χώρου ανάπτυξης. Ο αιγιαλός παρουσιάζει μορφολογικές διαφορές τόσο στο χερσαίο, όσο και στο υποθαλάσσιο τμήμα του, κατά τις διάφορες εποχές του έτους, διότι δρουν κυματισμοί διαφορετικού ενεργειακού καθεστώτος. Η αυξομείωση του πλάτους του είναι, όπως αναφέρθηκε, το αποτέλεσμα τόσο της εγκάρσια, όσο και της επιμήκους μεταφοράς ιζημάτων. Η τοπογραφία της περιοχής αυτής, καθώς και η βυθομετρία της, παρουσιάζεται σε γενικές γραμμές ομαλή, λόγω της ελεύθερης δράσης κυμάτων υψηλής κυρτότητας (Αναγνώστου, 1992).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΛΙΜΑ

3.1 Γενικά

Οι γεωμορφολογικές διεργασίες σε έναν τόπο είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις κλιματολογικές του συνθήκες. Η θερμοκρασία του αέρα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν δυο από τους κυριότερους παράγοντες που καθορίζουν το είδος και την ταχύτητα της αποσάθρωσης των πετρωμάτων. Η ένταση, η συχνότητα και η διεύθυνση του ανέμου είναι στοιχεία που επηρεάζουν άμεσα τον κυματισμό σε μια παράκτια περιοχή ο οποίος με τη σειρά του αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες διαμόρφωσης των ακτών.

Η Ελλάδα αποτελεί μια περιοχή με πολλές διαφοροποιήσεις στο κλίμα της, λόγω δυναμικών φυσικογεωγραφικών παραγόντων (Παυλόπουλος Κ., 1997). Οι κυριότεροι παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος της χώρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η κυκλοφορία των αέριων μαζών, η μορφολογία του αναγλύφου, οι εποχιακοί και τοπικοί άνεμοι που πνέουν σε μια περιοχή, η απόσταση από τις θαλάσσιες μάζες, η διαφοροποίηση του υψομέτρου και η βλάστηση. Σύμφωνα με όλες τις κλιματικές ταξινομήσεις από πλευράς μακροκλίματος, η χώρα μας ανήκει στο Μεσογειακό τύπο με κύριο χαρακτηριστικό τα ξηρά και θερμά καλοκαίρια και τους ήπιους και βροχερούς χειμώνες.

Το κλίμα του νομού Πιερίας κατατάσσεται κατά Koerppen στον κλιματικό τύπο Cfa, είναι δηλαδή μεσογειακό, υγρό, μεσόθερμο, με μέση ετήσια θερμοκρασία 15,2 0C.

Στον νομό πνέουν κυρίως βορειοδυτικοί, βορειοανατολικοί και νοτιοανατολικοί άνεμοι, ενώ απουσιάζουν οι δυτικοί, λόγω της ύπαρξης των ορεινών όγκων του Ολύμπου και των Πιερίων, οι οποίοι λειτουργούν ως φυσικά εμπόδια για τους ανέμους αυτούς. Στην παράκτια ζώνη κυριαρχούν οι νοτιοανατολικοί άνεμοι. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το φαινόμενο της θαλάσσιας αύρας, συντελεί στο να επικρατούν ηπιότερες κλιματολογικές συνθήκες στην παράκτια ζώνη του νομού.

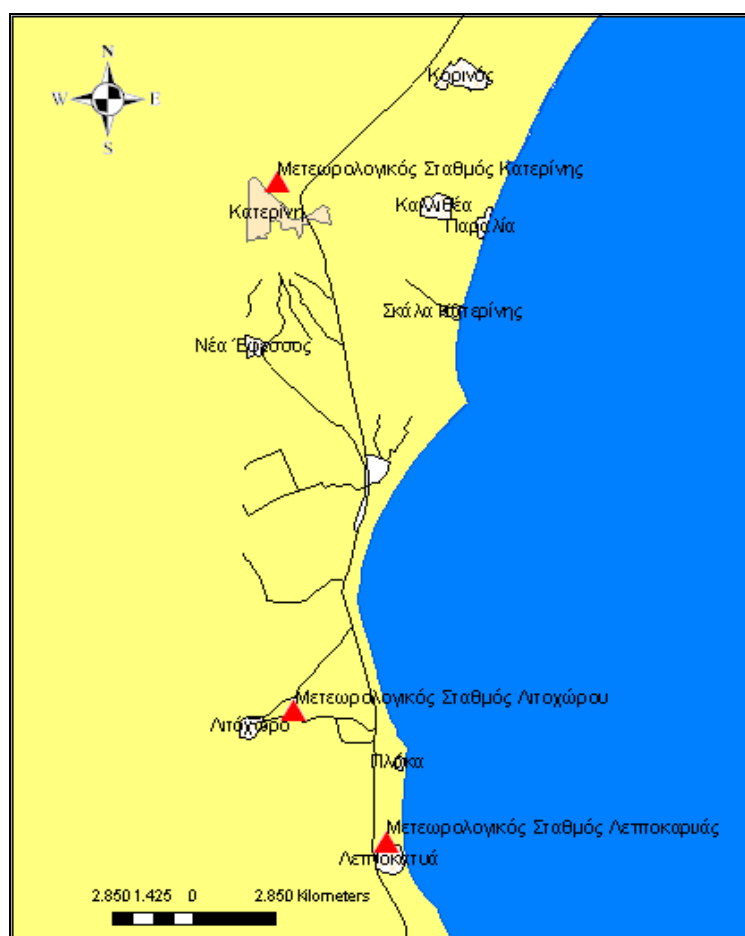
Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ανέρχεται στα 653 mm. Στις ορεινές περιοχές όμως, ξεπερνά τα 1200 – 1500 mm κατά τους χειμερινούς μήνες (Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο). Υγρότερος μήνας είναι ο Δεκέμβριος. Η μέση ετήσια εξάτμιση ανέρχεται στα 725 mm και είναι πολύ μεγαλύτερη της βροχόπτωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με αποτέλεσμα της έλλειψη ύδατος. Ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος, με ύψος βροχόπτωσης 30 mm περίπου (Νομαρχία Πιερίας-Δήμος Κατερίνης, 2000).

3.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί

Για την μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα δύο μετεωρολογικών σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, αυτών του Λιτοχώρου – Λεπτοκαρυάς και της Κατερίνης. Τα χαρακτηριστικά των σταθμών φαίνονται στον Πίνακα 3.1, ενώ η γεωγραφική τους κατανομή αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.1.

Μετεωρολογικοί Σταθμοί	X	Ψ	Υψόμετρο (m)	Όργανα Μέτρησης	Περίοδος Λειτουργίας	Φορέας
Κατερίνη	373324	4459719	37	βροχόμετρο	1953-2005	E.M.Y
Λιτόχωρο	373917	4440579	200	βροχόμετρο	1953-1994	E.M.Y
Λεπτοκαρυά	377151	4435847	30	βροχόμετρο	1994-2005	E.M.Y

Πίνακας 3.1. Χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στην τελευταία τριακονταετία 1973-2003 (πηγή: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε).



Σχήμα 3.1. Χάρτης γεωγραφικής κατανομής των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης.

Η περίοδος λειτουργίας των σταθμών αυτών ξεκινάει από τον Μάιο του 1953 και συνεχίζει μέχρι και σήμερα. Η λειτουργία του σταθμού Λιτόχωρου σταμάτησε τον Απρίλιο του 1994 οπότε και μεταφέρθηκε στην Λεπτοκαρυά. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στην τελευταία τριακονταετία 1973-2003 και αφορούν την βροχόπτωση της περιοχής. Οι παραπάνω μετεωρολογικοί σταθμοί διαθέτουν μόνο βροχόμετρο συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα πρωτογενή τους δεδομένα για την βροχόπτωση ενώ τα υπόλοιπα κλιματολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από άλλες πηγές.

3.3 Βροχόπτωση

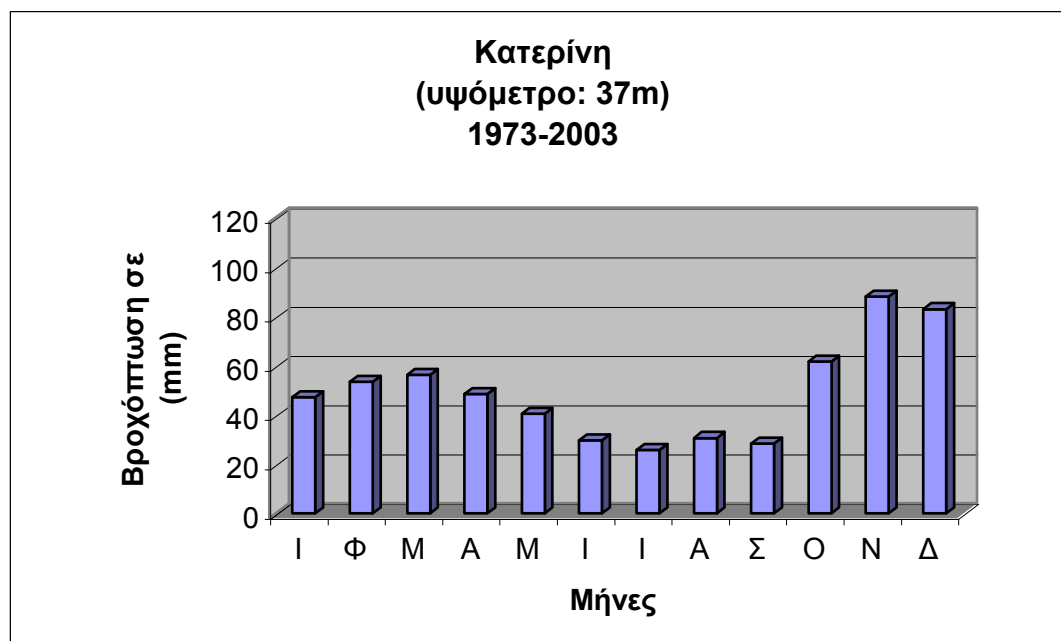
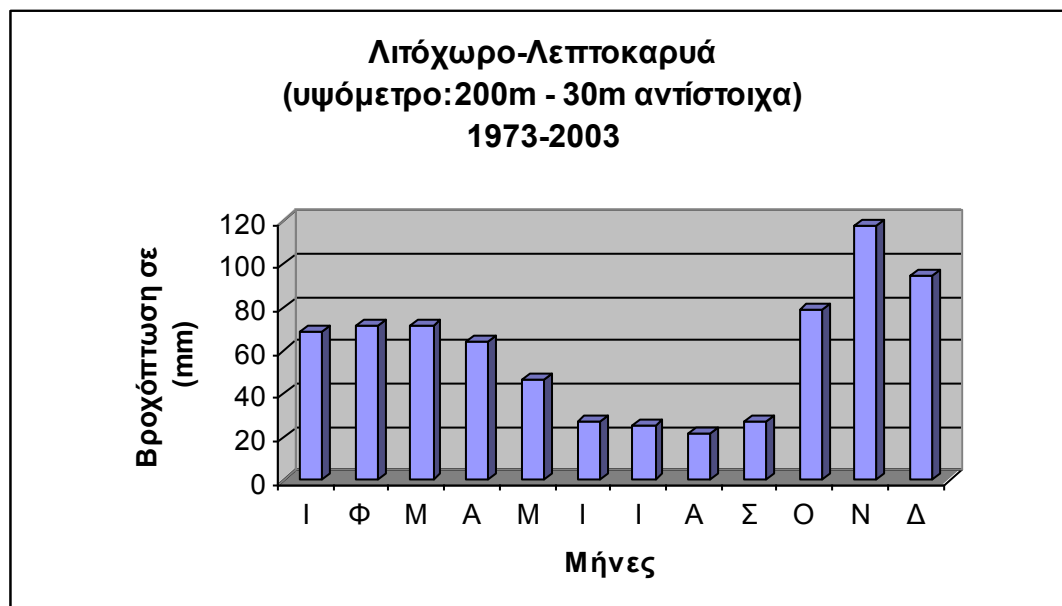
Για τους δύο παραπάνω σταθμούς επεξεργάστηκαν τα δεδομένα και υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες και η μέσες ετήσιες τιμές βροχόπτωσης κατά τα έτη 1973 – 2003. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 3.2 και στα αντίστοιχα διαγράμματα κύμανσης της βροχόπτωσης.

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Έτος
Λιτόχωρο.- Λεπτοκαρυά	68,9	71,3	71,8	64,1	46,8	27,42	25,73	21,8	27,3	79,0	117,6	94,8	716.55
Κατερίνη	47,1	53,46	56,2	48,51	40,5	29,6	25,8	30,6	28,35	61,68	87,9	82,9	592.60

Πίνακας 3.2. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές βροχόπτωσης (σε mm) για τους δύο σταθμούς της περιοχής μελέτης κατά τα έτη 1973 – 2003. (πηγή: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε)

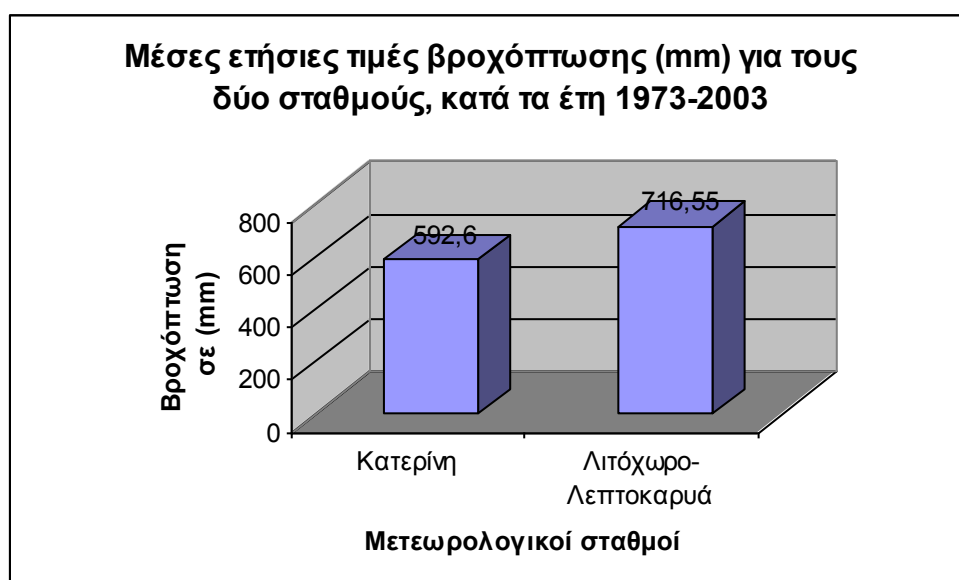
Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι η ετήσια κύμανση της βροχόπτωσης για τον σταθμό Λιτόχωρο-Λεπτοκαρυά είναι διπλή και παρουσιάζει δύο μέγιστα, ένα τον Νοέμβριο (117,6mm) και ένα τον Μάρτιο (71,8mm) και δύο ελάχιστα, ένα τον Αύγουστο (21,8mm) και ένα δεύτερο τον Ιανουάριο (68,9mm). Διπλή κύμανση εμφανίζει και ο σταθμός της Κατερίνης με το ένα κύριο μέγιστό του τον τελευταίο φθινοπωρινό μήνα Νοέμβριο (87,9mm) και το δεύτερο τον μήνα Μάρτιο (56,2mm), ενώ τα ελάχιστα του εμφανίζονται τον Ιούλιο (25,8mm) και τον Ιανουάριο (47,1mm). Άξιο παρατήρησης είναι το γεγονός ότι και οι δύο σταθμοί εμφανίζουν τα μέγιστα τους τον τελευταίο μήνα του Φθινοπώρου (ακολουθεί ο Χειμώνας) και τα ελάχιστα τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, χαρακτηριστικό του Μεσογειακού τύπου κλίματος. Επίσης ο σταθμός Λιτόχωρο-Λεπτοκαρυά (υψόμετρο 200m-30m) εμφανίζει μέγιστο ύψος βροχής αρκετά υψηλότερο από το

αντίστοιχο μέγιστο της Κατερίνης (υψόμετρο 37m), κάτι που πιθανότατα οφείλεται στον μεγαλύτερο υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί και η ομαλή μετάβαση και παρόμοια πορεία από τον υγρότερο προς τον ξηρότερο μήνα και για τους δύο σταθμούς. Η ομαλή αυτή μετάβαση είναι εμφανής στα διαγράμματα μηνιαίας κύμανσης της βροχόπτωσης που ακολουθούν (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης (σε mm) για τους δύο σταθμούς κατά τα έτη 1973-2003. (πηγή: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε)

Συνοψίζοντας τα παραπάνω συμπεραίνεται το γεγονός ότι και οι δύο σταθμοί εμφανίζουν ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο ύψος βροχής τον τελευταίο μήνα του Φθινοπώρου και το Καλοκαίρι αντίστοιχα. Το γεγονός του υγρού Χειμώνα και του ξηρού Καλοκαιριού συνηγορεί στην ταξινόμηση της περιοχής μελέτης, τουλάχιστον όσον αφορά την βροχόπτωση, στο Μεσογειακό ή Υποτροπικό βροχομετρικό σύστημα. Από το διάγραμμα του Σχήματος 3.3 στο οποίο απεικονίζονται οι μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής για τους δύο σταθμούς, διαπιστώνει κανείς σε μέσο ετήσιο επίπεδο ότι υψηλότερη βροχόπτωση χαρακτηρίζει τον σταθμό Λιτόχωρο – Λεπτοκαρυά σε ύψος βροχής έναντι του αντίστοιχου της Κατερίνης, γεγονός που οφείλεται στην υψομετρικής τους διαφορά, χωρίς παράλληλα να υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση.



Σχήμα 3.3. Συγκριτικό διάγραμμα της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για τους δύο σταθμούς κατά την κοινή χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1973 και 2003. (πηγή: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε)

3.4 Θερμοκρασία Αέρα

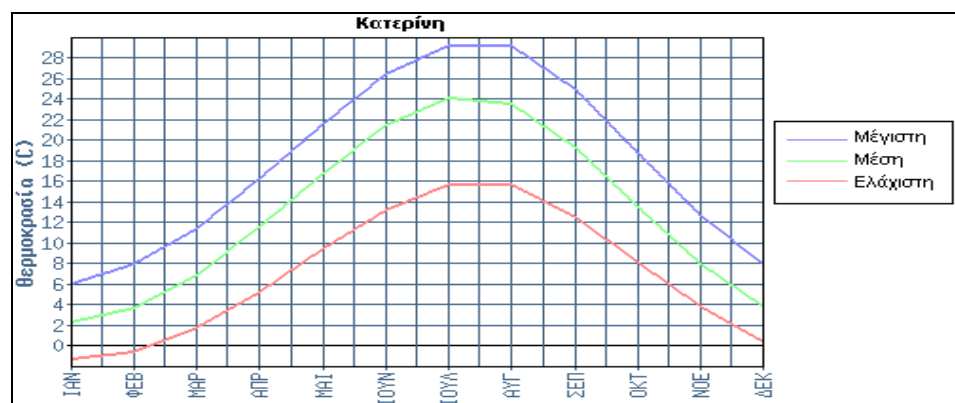
Οι μετεωρολογικοί σταθμοί των οποίων τα βροχομετρικά δεδομένα εξετάστηκαν σε προηγούμενη παράγραφο δεν διαθέτουν αξιόπιστα στοιχεία όσον αφορά την θερμοκρασία του αέρα για την περιοχή μελέτης. Ο λόγος είναι αφενός η απουσία θερμομέτρου στον σταθμό της Λεπτοκαρυάς αφετέρου η έλλειψη στοιχείων για αρκετούς μήνες και έτη για τον σταθμό της Κατερίνης. Συνεπώς η χρήση των εν λόγω ελλιπών δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων θα οδηγούσε σε αναξιόπιστα αποτελέσματα. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα μηνιαία θερμοκρασιακά δεδομένα του 2004 για την Κατερίνη ως μια ένδειξη του

θερμοκρασιακού καθεστώτος της περιοχής. Ο Πίνακας 3.3 που ακολουθεί δείχνει την ελάχιστη, μέση και μέγιστη θερμοκρασία για κάθε μήνα του 2004. Υπολογίστηκαν επίσης οι Μέσες Ετήσιες Θερμοκρασίες καθώς και τα Ετήσια Θερμοκρασιακά Εύρη

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ε.Θ	Ε.Θ.Ε
Ελάχιστη	-1,2	-0,5	1.8	5.2	9.5	13.2	15.7	15.7	12.5	8.1	3.9	0.4	7,0	14,5
Μέση	2.3	3.7	6.9	11.6	16.8	21.5	24.1	23.6	19.3	13.5	8.0	3.9	12,9	21,8
Μέγιστη	6.1	8.0	11.4	16.3	21.7	26.5	29.3	29.2	25.0	18.8	12.7	8.0	17,7	23,2

Πίνακας 3.3. Μηνιαίες, μέσες ετήσιες τιμές της ελάχιστης μέσης και μέγιστης θερμοκρασίας του αέρα καθώς και ετήσια θερμοκρασιακά εύρη (οC) της Κατερίνης. (πηγή: www.hnms.gr)

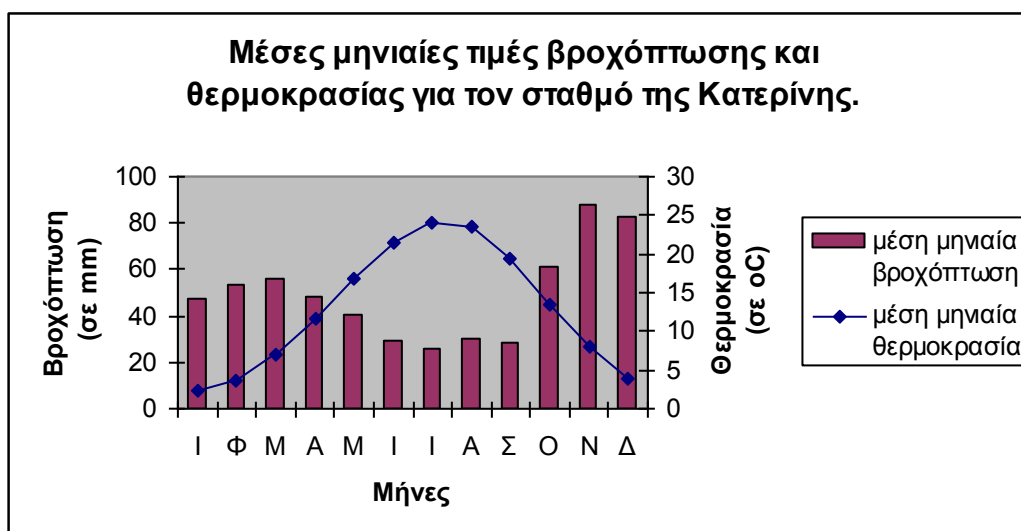
Όπως είναι εμφανές και στο διάγραμμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.4) η Κατερίνη παρουσιάζει τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τις μικρότερες τους χειμερινούς. Η μέγιστη και μέση μέγιστη θερμοκρασία εμφανίζονται τον μήνα Ιούλιο (29,3 οC – 24,1 οC αντίστοιχα), ενώ η ελάχιστη και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα λαμβάνουν χώρα τον Ιανουάριο (-1,2 οC – 2,3 οC αντίστοιχα). Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίστηκε 12,9 οC και το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος 21,8 οC.



Σχήμα 3.4. Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας, μηνιαίας μέγιστης και μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα για τον σταθμό της Κατερίνης για το έτος 2004. (πηγή: www.hnms.gr)

Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.5) παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό της Κατερίνης. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα θερμοκρασιακά και βροχομετρικά δεδομένα δεν αφορούν την ίδια

χρονική περίοδο. Εντούτοις το διάγραμμα θεωρήθηκε ότι αποτελεί μια ένδειξη της συνδυασμένης ετήσιας πορείας των δύο αυτών κλιματικών στοιχείων για την περιοχή μελέτης. Το γράφημα δείχνει σαφώς μια θερμή και ξηρή εποχή του έτους που διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι τον Σεπτέμβριο και μια ψυχρή και υγρή εποχή που διαρκεί από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο, γεγονός που υποδηλώνει τον Μεσογειακό χαρακτήρα του κλίματος της περιοχής.



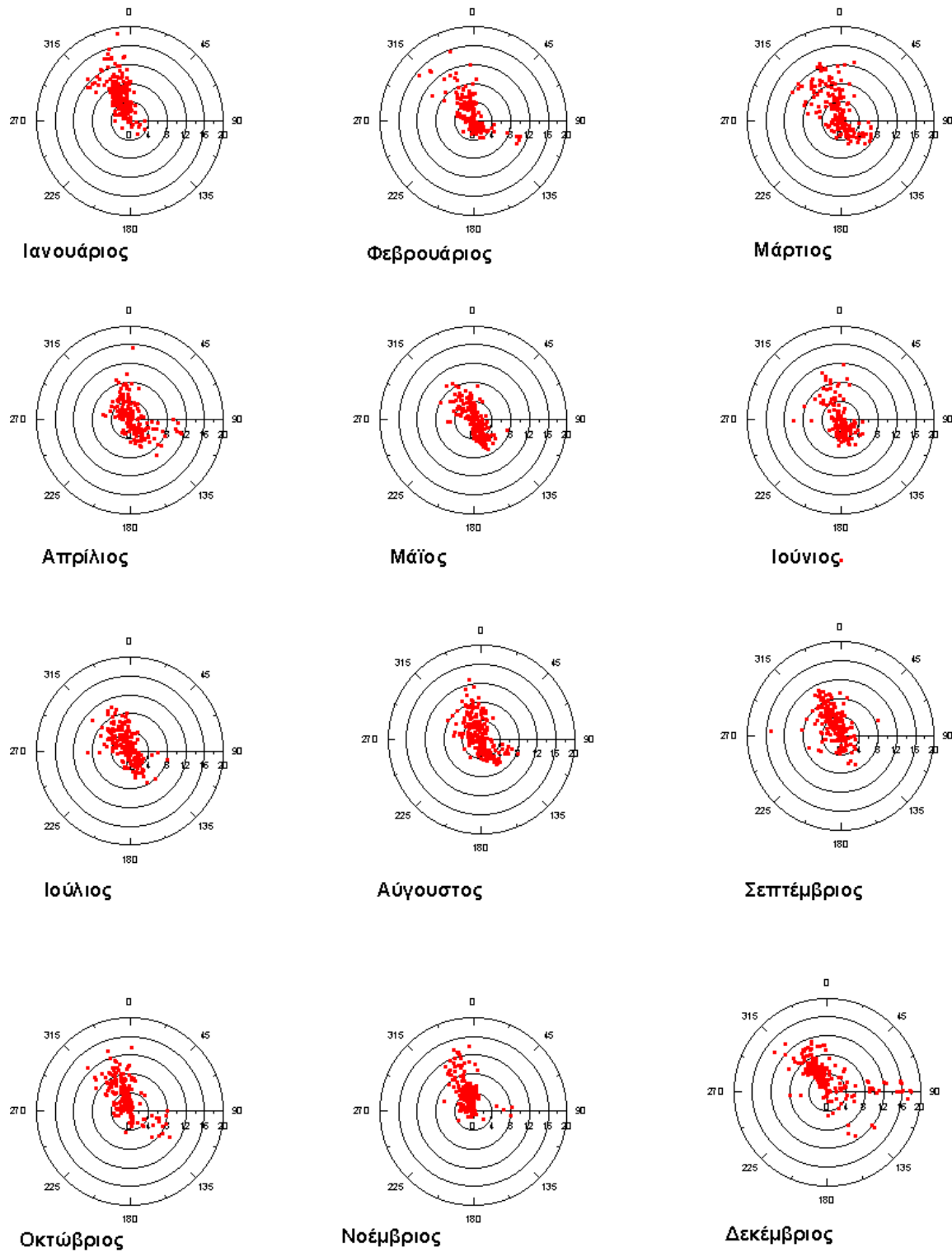
Σχήμα 3.5. Συγκριτικό διάγραμμα βροχόπτωσης θερμοκρασίας για τον σταθμό της Κατερίνης. (πηγή: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε)

Ένα πρώτο συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί μετά την επεξεργασία των κλιματολογικών στοιχείων της περιοχής είναι ότι αναμένεται αύξημένη στερεοπαροχή στους χειμάρρους κατά τους ψυχρούς και υγρούς χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες, όποτε και παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με ιζηματογενές υλικό κατά την διάρκεια αυτών των εποχών. Παράλληλα, αύξηση της στερεοπαροχής αναμένεται και κατά τους ανοιξιάτικους μήνες ως αποτέλεσμα της τήξης του χιονιού των γειτονικών ορεινών όγκων.

3.5 Ανεμολογικό καθεστώς

Το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής μελέτης σκιαγραφείται στο (Σχήμα 3.6). Ανεμολογικά δεδομένα στη περιοχή, πάρθηκαν από τον πλωτό σταθμό μέτρησης του συστήματος «Ποσειδών» του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, που βρίσκεται στην θαλάσσια περιοχή της Κατερίνης. Τα δεδομένα αφορούν την διεύθυνση και την ένταση του ανέμου, για το χρονικό διάστημα από τις 9/9/2001, έως και τις 31/12/2002 και οι τιμές των παραμέτρων αυτών είναι ανά τρεις ώρες. Η επεξεργασία των

δεδομένων και η εξαγωγή των αποτελεσμάτων με την μορφή μηνιαίων ροδογραμμάτων, έγινε με την χρήση του λογισμικού Grapher 3.0 .



Σχήμα 3.6. Ροδογράμματα με το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής μελέτης, για το χρονικό διάστημα από τις 9/9/2001, έως και τις 31/12/2002 (πηγή: Ποσειδών – ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε).

Η θέση του κάθε σημείου πάνω στον κύκλο των διευθύνσεων, δείχνει την κατεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος.

Το ανεμολογικό καθεστώς συνεισφέρει σημαντικά, στον εμπλουτισμό της παραλίας με αιολικές αποθέσεις άμμου. Οι επικρατούντες άνεμοι στην παράκτια αυτή περιοχή, καθ' όλη σχεδόν την διάρκεια του έτος είναι οι Βόρειοι – Βορειοδυτικοί οι οποίοι πνέουν με ισχυρότερες εντάσεις το φθινόπωρο και τον χειμώνα, σε σχέση με την άνοιξη και το καλοκαίρι. Οι άνεμοι αυτοί όμως, όσον αφορά την παράκτια μετακίνηση των φερτών υλών, δεν επηρεάζουν σημαντικά την περιοχή μελέτης, αφού ο προσανατολισμός της ακτογραμμής μας είναι Β/ΒΑ – Ν/ΝΔ.

Επίσης όλο σχεδόν το έτος πνέουν και οι Νότιοι – Νοτιοανατολικοί άνεμοι, σε πολύ χαμηλότερες εντάσεις από τους προηγούμενους. Οι άνεμοι αυτοί, είναι εκείνοι που επηρεάζουν κατά κύριο λόγο την παράκτια μετακίνηση φερτών υλών στην περιοχή μελέτης, αφού σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό της περιοχής μελέτης, δημιουργούν πλάγιο κυματισμό και παράκτια επιμήκη ρεύματα, μικρής σχετικά έντασης, που διευθετούν τα ιζήματα της περιοχής, από νότο προς βορρά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η Πιερία από γεωλογικής άποψης, ανήκει κατά το μεγαλύτερο μέρος της, στην Πελαγονική ζώνη. Αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος της από πετρώματα κρυσταλλοσχιστώδη και εκρηξιγενή, ενώ παρουσιάζει και ιζηματογενείς αποθέσεις του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς, των οποίων η εξάπλωση καταλαμβάνει το 1/3 περίπου του νομού. Από πετρογραφικής άποψης, το υπόβαθρο του νομού Πιερίας αποτελείται από μεταμορφωσιγενή πετρώματα, πάνω στα οποία αναπτύσσονται τα ιζηματογενή πετρώματα. Επίσης η περιοχή δομείται από αργίλους, αμμοαργιλώδη, αμμώδεις χάλικες, κροκάλες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και μάργες.

Αναλυτικότερα, στον νομό Πιερίας, διακρίνονται μια σειρά από παλαιότερες και νεότερες γεωλογικές ενότητες (Αναγνώστου, 1992).

Αλπικοί σχηματισμοί. Σύμφωνα με τους γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ (1985 και 1986), σημαντική έκταση της επιφάνειας της περιοχής καταλαμβάνουν οι σχηματισμοί της αυτόχθονης ενότητας του Ολύμπου. Επικρατούν οι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες Τριαδικής έως Κρητιδικής ηλικίας. Αυτοί καλύπτουν όλο σχεδόν το νότιο τμήμα της Πιερίας. Στο κεντρικό και δυτικό τμήμα της, εμφανίζονται, επωθημένοι στην αυτόχθονη ενότητα, σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης, παλαιοζωικοί σχηματισμοί κυρίως και σχηματισμοί του οφιολιθικού συμπλέγματος (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι και σερπεντίτες).

Σχηματισμοί του Νεογενούς. Επικλυσιγενώς επί των αλπικών σχηματισμών, έχουν αποθεθεί τα ιζήματα του Νεογενούς. Αποτελούνται από κροκαλολατυποπαγή, χαλαρά έως συνεκτικά, αργίλους, άμμους, κίτρινες μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με απολιθώματα γαστερόποδων, οστρακωδών και κονδύλων κυανοφυκών (ΙΓΜΕ 1985 και ΙΓΜΕ 1986). Πρόκειται για ποτάμιους και λιμναίους σχηματισμούς που καταλαμβάνουν κυρίως το βόρειο τμήμα της περιοχής.

Σχηματισμοί του Πλειστόκαινου. Οι σχηματισμοί αυτοί διακρίνονται σε αιολικούς σχηματισμούς και σε πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων.

Οι αιολικοί σχηματισμοί, αποτελούνται από λεπτόκοκκη άμμο, που εναλλάσσεται με καλά ανεπτυγμένο παλαιοέδαφος. Έχουν καστανό χρώμα και είναι πλούσιοι σε ανθρακικό υλικό. Το πάχος τους φτάνει τα 10-15 m και καταλαμβάνουν μικρή έκταση στο βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής.

Τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων, αποτελούνται από κροκαλολατυποπαγή με ασβεστολιθικά κυρίως συστατικά, ποικίλου μεγέθους, χαλαρά έως συνεκτικά, με αργιλική κύρια μάζα. Οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν μια σημαντική χωρική ζώνη στους πρόποδες του Ολύμπου και είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος τους στην τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με φερτές ύλες.

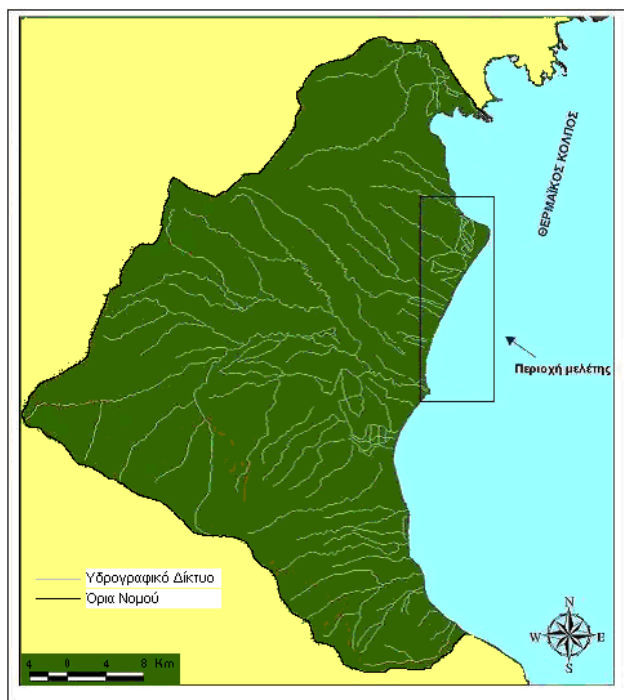
Ολοκαινικοί σχηματισμοί. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από ασύνδετα υλικά, αλλουβιακών αποθέσεων και δελταϊκών προσχώσεων. Διακρίνονται σε:

- αλλουβιακές αποθέσεις της λεκάνης απορροής της Πιερίας, οι οποίες αποτελούνται από ασύνδετα υλικά, όπως κροκαλολατύπες και χάλικες ποικίλου μεγέθους και σύστασης, άμμους, ιλύες, αργίλους.
- δελταϊκές προσχώσεις του Πηνειού ποταμού και δελταϊκές προσχώσεις του Αλιάκμονα (Αναγνώστου, 1992).

4.1 Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο του Ν. Πιερίας είναι πλούσιο με πλήθος χειμάρρων που ρέουν από τους ορεινούς όγκους με κατεύθυνση προς την θάλασσα. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής εξαρτάται άμεσα από το γεωλογικό υπόβαθρο και την μορφολογία του εδάφους. Η μορφολογία καθορίζει, μέσω της υδροκριτικής γραμμής, τα όρια της λεκάνης απορροής, εκείνης δηλαδή της έκτασης, που το υδρογραφικό της δίκτυο και κατ' επέκταση οι φερτές της ύλες, μεταφέρονται, διευθετούνται και αποτίθενται σε συγκεκριμένη περιοχή της παράκτιας ζώνης.

Οι λεκάνες απορροής του νομού Πιερίας ταυτίζονται σχεδόν με τα διοικητικά του όρια. Οι ακτές του νομού επηρεάζονται στα περιθώριά τους, από τα δελταϊκά συστήματα του Αλιάκμονα στο βόρειο μέρος και του Πηνειού στο νότιο. Εκτός του μεγάλου αριθμού χειμάρρων που υπάρχουν στην περιοχή, υπάρχει και ένας μεγαλύτερος με το όνομα «Μαυρονέρι», που έχει ανάπτυξη σε κλάδους και αποστραγγίζει μια σημαντική έκταση της λεκάνης απορροής. Προς την περιοχή της εκβολής του, ο χείμαρρος αυτός με την προσχωσιγενή του δράση, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των ακτών της περιοχής.



Σχήμα 4.2. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου του νομού Πιερίας, με την θέση της περιοχής μελέτης. (πηγή: Γ.Υ.Σ-προσωπική επεξεργασία)

Η ακτή τροφοδοτείται με φερτά υλικά σε όλο σχεδόν το μήκος της από την περιοχή της Λεπτοκαρυάς, έως και τις αλυκές του Κίτρους. Στη ζώνη αυτή αναπτύσσεται εκτεταμένη αμμώδης παραλία, η οποία έχει ομαλό ανάγλυφο (μικρή κλίση), έχει τοξοειδή μορφή με πολλά πλήρως ευθύγραμμα τμήματα και μεγάλο εύρος. Κατά μήκος της ακτής εμφανίζεται και ένα μέτωπο προέλασης, το οποίο δημιουργείται από τις εκβολές του χειμάρρου Μαυρονέρι, σχηματίζοντας ένα είδος στομίου.

Σχετικά με τον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής του Ν. Πιερίας, αυτός αναπτύσσεται στο τμήμα που υπάρχουν οι κροκάλες, οι χάλικες, οι άμμοι και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι. Τροφοδοτείται από την κατακόρυφη διήθηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων και από τους σχηματισμούς της ορεινής ζώνης του Ολύμπου και των Πιερίων, που λόγω της τεκτονικής τους δομής, παρουσιάζουν ικανοποιητική υδροφορία (Νομαρχία Πιερίας-Δήμος Κατερίνης, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

5.1 Μεθοδολογία

Για την παράκτια γεωμορφολογικής μελέτης πραγματοποιήθηκε έρευνα πεδίου η οποία περιελάμβανε δύο επισκέψεις στην περιοχή μελέτης. Η πρώτη ήταν περισσότερο αναγνωριστική με σκοπό μια πρώτη προσέγγιση της περιοχής μελέτης και έλαβε χώρα τον Οκτώβριο του 2004. Στην πρώτη αυτή φάση διερευνήθηκε η δυνατότητα πρόσβασης στην περιοχή, εκτιμήθηκε η συνολική της έκταση και ο όγκος των πληροφοριών και δεδομένων προς συλλογή και προγραμματίστηκαν οι περαιτέρω ενέργειες για την διεκπεραίωση της μελέτης.

Η δεύτερη φάση της έρευνας πεδίου έλαβε χώρα τον Ιούνιο του 2005. Με την χρήση μεταφορικού μέσου μελετήθηκε το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής, ενώ στα δυσπρόσιτα σημεία η πρόσβαση έγινε με πεζοπορία. Κατά την διάρκεια της μελέτης έγινε αναγνώριση όλων των παράκτιων γεωμορφών, ενώ η φωτογράφησή τους έγινε με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή. Στις επιτόπιες επισκέψεις χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά διαγράμματα της Γ.Υ.Σ κλίμακας 1:5.000 καθώς και τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000.

5.1.2 Μεθοδολογία υπολογισμού εκτάσεων

Στα πλαίσια της εργασίας κρίθηκε σκόπιμο να γίνει ο υπολογισμός της έκτασης του οικισμού της Παραλίας Κατερίνης, με σκοπό την εξαγωγή ποσοτικών στοιχείων για τους ρυθμούς ανάπτυξης του τμήματος αυτού της παράκτιας ζώνης κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Για την συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι αεροφωτογραφίες του 1969 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, ένα τοπογραφικό διάγραμμα του έτους 1987 κλίμακας 1:5.000 με την οριοθέτηση του οικισμού, και τέλος ένα χάρτης διανομής της παραλίας της Κατερίνης του 2000 κλίμακας 1:1.000. Τα δύο τελευταία είχαν ως πηγή το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και το υπουργείο Γεωργίας αντίστοιχα. Για την εν λόγω συγκριτική μελέτη της έκτασης θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και οι δορυφορικές εικόνες Landsat 7. Προτιμήθηκε όμως η χρήση των τοπογραφικών διαγραμμάτων και χαρτών μεγάλης κλίμακας που προαναφέρθηκαν, για την ακριβέστερη αποτύπωση των ορίων του οικισμού.

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της έκτασης του οικισμού και την χαρτογράφησή της ήταν το ArcMap 8.1. Η προετοιμασία των πρωτογενών δεδομένων αφορούσε αρχικά την γεωμετρική τους διόρθωση και την γεωαναφορά. Η γεωμετρική διόρθωση των αεροφωτογραφιών έγινε με το λογισμικό Erdas Imagine 8.6 και περιγράφεται αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η γεωαναφορά των τοπογραφικών διαγραμμάτων πραγματοποιήθηκε στο ArcMap με την χρήση των κανάβων συντεταγμένων τους αφού προηγήθηκε αλλαγή των συντεταγμένων στο προβολικό σύστημα Ε.Γ.Σ.Α ' 87. Η διαδικασία αυτή σκοπό είχε να δώσει πραγματικές συντεταγμένες στα δύο μέσα αφού μέχρι εκείνη τη στιγμή διέθεταν συντεταγμένες σαρωτή κατά την σάρωσή τους σε ψηφιακό αρχείο.

Ακολούθησε η δημιουργία τριών πολυγωνικών shapefile σε υποπρόγραμμα του ArcMap τα οποία ονομάστηκαν «Οικιστική Ανάπτυξη 1969, 1987 και 2000». Ακολούθησε η ψηφιοποίηση των ορίων του οικισμού σε ένα κάθε φορά shapefile θέτοντας ως υπόβαθρο το αντίστοιχης χρονολογίας μέσο απεικόνισής του. Σε καινούριο πεδίο που δημιουργήθηκε στον πίνακα περιγραφών κάθε shapefile υπολογίστηκε η έκταση του οικισμού για τις τρεις χρονολογίες χρησιμοποιώντας ανάλογες λειτουργίες και εργαλεία του προγράμματος. Από τα αποτελέσματα του υπολογισμού των εκτάσεων, εκτιμήθηκαν τα αντίστοιχα ποσοστά και οι ρυθμοί εξέλιξης της δόμησης για τις χρονικές περιόδους 1969-1987, 1987-2000.

5.2 Παράκτιες γεωμορφές

Οι διεργασίες που δρουν στην παράκτια ζώνη δίνουν γένεση σε χαρακτηριστικές γεωμορφές που ονομάζονται παράκτιες γεωμορφές (Καρύμπαλης, 2004). Οι παράκτιες γεωμορφές ανάλογα με τις διεργασίες που παίζουν τον κυρίαρχο ρόλο στη δημιουργία τους διακρίνονται σε γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης, απόθεσης και αιολικής προέλευσης (Pethick J., 1984). Η κατάταξή των γεωμορφών σε έναν συγκεκριμένο τύπο δεν είναι απλή και εύκολη διαδικασία αφού τα αίτια δημιουργίας του εντοπίζονται σε μια σειρά πολύπλοκων και συνδυαζόμενων παραγόντων.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται οι παράκτιες γεωμορφές που εντοπίστηκαν κατά την έρευνα πεδίου στην περιοχή μελέτης και κατατάσσονται ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους σε γεωμορφές απόθεσης, αιολικής προέλευσης και διάβρωσης. Επιπλέον ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στον παράκτιο χώρο, οι οποίες υπήρξαν σημαντικές κατά τις τελευταίες

δεκαετίες και επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό τη δράση των φυσικών διεργασιών σε τμήμα της παράκτιας ζώνης που μελετήθηκε.

5.2.1 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας απόθεσης

Είναι γεωμορφές που οφείλουν τον σχηματισμό τους στην απόθεση υλικού στην παράκτια ζώνη. Χαρακτηριστικότερες γεωμορφές αυτής της κατηγορίας είναι οι αιγιαλοί, τα tompolo, οι ακτόλιθοι (beachrocks), οι συγκεντρικές αμμώδεις και παράκτιες ζώνες (berms), τα δέλτα κ.α.

5.2.1.1 Αιγιαλοί

Οι αιγιαλοί είναι ίσως τα πιο συνηθισμένα περιβάλλοντα του παράκτιου χώρου (Καρύμπαλης, 2004). Η δημιουργία τους οφείλεται στην απόθεση των στερεών υλικών που προήλθαν από την αποσάθρωση και τη διάβρωση γειτονικών χερσαίων περιοχών και μεταφέρονται στις ακτές μέσω των υδρογραφικών δικτύων και στη συνέχεια επανεπεξεργάζονται και αποτίθενται με την επίδραση του κυματισμού, των παράκτιων ρευμάτων και της παλίρροιας. Αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας και εκτείνονται από τη μέση χαμηλή στάθμη της θάλασσας έως το σημείο που παρατηρείται αλλαγή στη μορφολογία ή στη βλάστηση προς την ξηρά (Bird E.C.F., 1984). Το υλικό τους παρουσιάζει μεγάλη κοκκομετρική διαβάθμιση και μπορεί να κυμαίνεται από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες. Είναι δυναμικές γεωμορφές οπότε έχουν την δυνατότητα να διατηρούνται ακόμα και όταν στην ακτογραμμή επικρατούν δυσμενής κλιματολογικές συνθήκες και έντονος κυματισμός (Καρύμπαλης, 2004). Οι σκληρές παράκτιες δομές είτε είναι φυσικές (π.χ. κρημνοί), είτε ανθρωπογενούς προέλευσης (π.χ. λιμάνια), έχουν την τάση να παραμένουν άκαμπτες στην δράση του κυματισμού και για τον λόγο αυτό να διαβρώνονται. Αντιθέτως οι αιγιαλοί έχουν την ιδιότητα να προσαρμόζουν την μορφή τους και κυρίως την κλίση και την κοκκομετρία τους στα χαρακτηριστικά της κυματικής δράσης και να μην διαβρώνονται από αυτά (Καρύμπαλης, 2004).



Εικόνα 5.1. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή νότια των Αλυκών. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)



Εικόνα 5.2. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή βόρεια της παραλίας του Κορινού. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Κατά την έρευνα πεδίου παρατηρήθηκε ότι η περιοχή μελέτης σε όλο το μήκος της αποτελεί έναν αμμώδη αιγιαλό πολύ μεγάλου πλάτους. Δεν υπήρξαν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις όσον αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού τους. Για την πληρέστερη κατανόηση των χαρακτηριστικών του αιγιαλού κατά μήκος της περιοχής, όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν σε επιλεγμένες θέσεις τομές αιγιαλού ενώ ταυτόχρονα ελήφθησαν δείγματα από την ακτογραμμή για κοκκομετρική ανάλυση. Στην διαμόρφωση των αιγιαλών βόρεια και νότια των εκβολών του Μαυρονερίου σημαντικό ρόλο έπαιξε η προσφορά υλικού από την κεντρική κοίτη του χειμάρρου.

5.2.1.2 Υποθαλάσσια αμμώδη φράγματα (bars)

Σε αρκετό μήκος της περιοχή μελέτης εντοπίστηκε η ύπαρξη ενός υποθαλάσσιου αμμώδους φράγματος (bar). Στην περιοχή βόρεια της παραλίας του

Κοριννού εμφανίζει την μέγιστη ανάπτυξή του. Η περιοχή αυτή φαίνεται στις φωτογραφίες που ακολουθούν. Το υποθαλάσσιο bar γίνεται αντιληπτό τόσο από την αλλαγή του χρώματος λόγω μικρότερου βάθους του πυθμένα σε σύγκριση με την περιβάλλουσα περιοχή όσο και από την θραύση των κυμάτων στην συγκεκριμένη ζώνη και φθάνει σε πλάτος τα 20m περίπου. Είναι γνωστό ότι ένα κύμα πλησιάζοντας την ακτογραμμή διαδίδεται σε ολοένα και μικρότερου βάθους νερά, οπότε όταν φτάσει σε βάθος νερού που είναι μικρότερο από το ύψος του κύματος, θα υποστεί θραύση λόγω της συνεχώς αυξανόμενης κλίσης του μετώπου του (Καρύμπαλης, 2004). Σε αρκετές περιπτώσεις στο υποθαλάσσιο αυτό αμμώδες φράγμα καταναλώνεται το μέγιστο της ενέργειας του κυματισμού, προστατεύοντας την ακτογραμμή από τα μεγάλα κύματα. Ο σχηματισμός του πιθανά οφείλεται στην παράκτια κυκλοφορία κατά την περίοδο παρατήρησης



Εικόνα 5.3. Υποθαλάσσια αμμώδη φράγματα (bars) στην περιοχή βόρεια της παραλίας του Κοριννού. Με μαύρη γραμμή σημειώνονται τα όριά του. (Κάτω) Η θραύση των κυμάτων πραγματοποιείται στη ζώνη του bar λόγω μικρότερου βάθους περιορίζοντας την κυματική ενέργεια που καταναλώνεται στην ακτογραμμή. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

5.2.1.3 Παράκτια έλη

Τα παράκτια έλη είναι χαμηλές περιοχές που καλύπτονται μόνιμα ή περιοδικά από γλυκό, αλμυρό ή υφάλμυρο νερό και συνήθως διαθέτουν βλάστηση από υδρόβια φυτά (Pethick J., 1984). Τα παράκτια έλη χωρίζονται από την θάλασσα με επιμήκης φραγματικούς σχηματισμούς (bars). Κατά την έρευνα πεδίου εντοπίστηκαν παράκτια έλη σε μια μεγάλη έκταση που εκτείνεται βόρεια της περιοχής των αλυκών μέχρι νότια την παραλία του Κορινού. Πρόκειται για ελώδεις εκτάσεις που αναπτύσσονται στην μικρής κλίσης χαμηλή παράκτια ζώνη της περιοχής μελέτης.

Μεταξύ των ελωδών αυτών εκτάσεων και της θάλασσας αναπτύσσεται μια επιμήκης αμμώδης ράχη αιολικής πιθανά προέλευσης. Το μεγαλύτερο τμήμα αυτής της περιοχής αποτελεί προστατευμένο υγροβιότοπο, φιλοξενεί πολλά και σπάνια είδη πτηνών και έχει ενταχθεί στους οικολογικά προστατευόμενους υγρότοπους του Natura 2000. Το μικρό υψόμετρο της περιοχής αυτής οδηγεί στην διαπίστωση ότι σε μια πιθανή άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μελλοντικά έστω και κατά μερικά εκατοστά, ο υγρότοπος θα υποστεί αρνητικές επιπτώσεις. Σημαντική είναι η παρατήρηση ότι οι ιδιαίτερα ευαίσθητες περιβαλλοντικές ισορροπίες που απαιτούνται για την διατήρηση τέτοιων υγρότοπων σε μια τέτοια άνοδο θα διαταραχθούν και απαιτείται πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να μεταναστεύσουν οι εκτάσεις αυτές προς την πλευρά της ξηράς.



Εικόνα 5.4. Τμήμα μιας μεγάλης περιοχής του παράκτιου έλους της περιοχής μελέτης. Την εποχή λήψης της φωτογραφίας δεν υπήρχε κάλυψη από νερό. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

5.2.2 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης

Μια από τις κύριες φυσικές διεργασίες που δρουν στον παράκτιο χώρο και συμμετέχει σημαντικά στη διαμόρφωση των μορφολογικών του χαρακτηριστικών, είναι ο κυματισμός. Η διαβρωτική ικανότητα των κυμάτων καθώς και η έκταση στην οποία μπορούν να διαβρώσουν μια ακτογραμμή εξαρτώνται από τρεις κατηγορίες παραγόντων: α) Το κυματικό περιβάλλον της ακτογραμμής, β) Τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της ακτογραμμής και γ) Την μορφολογία της ακτογραμμής (Haslet, 2004).

5.2.2.1 Παράκτιοι κρημνοί

Οι παράκτιοι κρημνοί είναι οι πιο συνήθεις και διαδεδομένες παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης (Καρύμπαλης, 2004). Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η απότομη αλλαγή της μορφολογικής κλίσης (Pethick J., 1984). Στον σχηματισμό των παράκτιων κρημνών εκτός από τις θαλάσσιες διεργασίες σε αρκετές περιπτώσεις σημαντικό ρόλο παίζει η δράση των χερσαίων εξωγενών διεργασιών όπως η φυσική (μηχανική) και χημική αποσάθρωση και οι κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας (κατολισθήσεις, ερπυσμοί εδαφών κ.α.) (Καρύμπαλης, 2004).



Εικόνα 5.5 Παράκτιοι κρημνοί που εντοπίστηκαν στην περιοχή βόρεια των αλυκών. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Στην περιοχή μελέτης, χαμηλοί παράκτιοι κρημνοί εντοπίστηκαν μόνο στην περιοχή βόρεια των αλυκών. Αυτή είναι και η μοναδική τοποθεσία στην οποία η μορφολογία της παράκτιας ζώνης χαρακτηρίζεται από μεγάλες κλίσεις, οι οποίες βέβαια συνεχίζονται και βόρεια της περιοχής μελέτης. Στην φωτογραφία φαίνονται οι χαμηλοί παράκτιοι κρημνοί που φτάνουν σε ύψος τα 2m περίπου. Αναπτύσσονται σε συνεκτικοποιημένες λεπτομερείς ποταμοχειμάρριες αποθέσεις. Παράλληλα από την παραπάνω εικόνα εύκολα γίνεται αντιληπτή η διάβρωση που προκαλείται από την δράση του κυματισμού και η απόθεση του διαβρωμένου υλικού στην βάση των κρημνών. Η παρουσία τους στο τμήμα αυτό της περιοχής μελέτης πρέπει να συνδυαστεί με τις παρατηρήσεις που έγιναν από την μελέτη της διαχρονικής μετατόπισης της ακτογραμμής. Στο τμήμα αυτό η υποχώρηση της ακτογραμμής είναι εμφανέστατη και υπολογίστηκε σε 19cm/έτος για την χρονική περίοδο 1987-2000

5.2.3 Παράκτιες γεωμορφές αιολικής προέλευσης

5.2.3.1 Παράκτιες αμμώδεις θίνες

Οι θίνες είναι αιολικές αποθέσεις άμμου που μοιάζουν με μικρούς λόφους. Η ουσιαστική διαφορά των παράκτιων αμμωδών θινών από τις υπόλοιπες παράκτιες γεωμορφές απόθεσης έγκειται στον σχηματισμό τους ο οποίος οφείλεται στην δράση του ανέμου και όχι στην κίνηση του νερού (Nordstrom, 2004). Ο άνεμος μεταφοράς του υλικού προκαλείται από τη διαφορετική θερμοκρασία μεταξύ των αερίων μαζών πάνω από την ξηρά και θάλασσα, ενώ η βλάστηση αποτελεί το φυσικό εμπόδιο στο οποίο συσσωρεύεται η άμμος για την τελική διαμόρφωση των θινών (Pethick J., 1984). Οι θίνες μπορεί να είναι σταθεροποιημένες, ημισταθεροποιημένες ή μη σταθεροποιημένες ενώ η βλάστηση αποτελεί ενίοτε κύριο χαρακτηριστικό τους. Εντοπίζονται στο χερσαίο τμήμα της παράκτιας ζώνης πάνω από το επίπεδο υψηλής παλίρροιας και συχνά αποτελούν το προς την ξηρά όριο της θαλάσσιας επίδρασης στην ακτή. Μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να εκτείνονται και σε απόσταση 10 km από την ακτογραμμή προς την ξηρά (Cooper, 1967). Συχνά δρουν σαν παράκτιο φράγμα, προστατεύοντας τις χαμηλές παράκτιες περιοχές από την θαλάσσια κατάκλυση (Καρύμπαλης, 2004). Για τον σχηματισμό τους απαιτείται η ύπαρξη περιβάλλοντος κατάλληλων συνθηκών οι οποίες είναι: α) η ύπαρξη εκτεταμένης χερσαίας περιοχής, β) κατάλληλο ανεμολογικό καθεστώς, γ) μεγάλη ποσότητα

άμμου, δ) βλάστηση στον ρόλο του φυσικού εμποδίου, ε) αιγιαλός μικρής κλίσης και μεγάλου εύρους παλίρροιας (Haslet, 2004).



Εικόνα 5.6 Παράκτιες αμμώδεις θίνες ημισταθεροποιημένες με βλάστηση στην περιοχή νότια των αλυκών. Στη θέση αυτή αποτελούν τη μετάβαση από τον αιγιαλό στις παράκτιες ελώδεις εκτάσεις και τον υγρότοπο. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Είναι προφανές ότι η περιοχή συγκεντρώνει όλα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την ανάπτυξη των θινών. Το ανεμολογικό καθεστώς που τις διαμόρφωσε παρασύροντας την άμμο είναι διεύθυνσης Βόρειας-Βορειοδυτικής που είναι και οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή μελέτης όπως έχει ήδη αναφερθεί. Στον σχηματισμό τους βοήθησε τόσο η μικρή κλίση της παράκτιας ζώνης όσο και η θαμνώδης βλάστηση από υδροχαρή φυτά.

Κατά την έρευνα πεδίου εντοπίστηκε μεγάλη έκταση που καλύπτεται από παράκτιες αμμώδεις θίνες. Σε αρκετές περιπτώσεις όπως νότια των αλυκών και βόρεια της παραλίας του Κορινού, αποτελούν τη μετάβαση από τον αιγιαλό στο

παράκτιο έλος και τον υγρότοπο. Κατά κάποιο τρόπο προστατεύει τις χαμηλές παράκτιες περιοχές από τη δράση ακραίων κυματικών φαινομένων. Μπορούν να χαρακτηριστούν ως ημισταθεροποιημένες με βλάστηση. Το ύψος μερικών από αυτές ξεπερνούσε τα 1,5m ενώ ο άξονας του μήκους τους έφτανε τα 10 m και σε ορισμένες περιπτώσεις τα ξεπερνούσε..

5.3. Χαρακτηριστικά του μικροανάγλυφου των παράκτιων αποθέσεων

5.3.1 Αμμορυτίδες (ripple marks)

Οι αμμορυτίδες είναι αμμόδεις συγκεντρώσεις κυματοειδούς μορφής, που παρατηρούνται στους πυθμένες αβαθών και σχετικά βαθιών θαλασσών, στις κοίτες των ποταμών και στις επιφάνειες των θινών. Το μέγεθός τους είναι αποδεδειγμένα συνυφασμένο με το γενικότερο κυματικό καθεστώς των περιοχών στις οποίες εντοπίζονται (Καρύμπαλης, 2004). Δημιουργούνται από ταλαντούμενα τμήματα της άμμου εξαιτίας της ταλάντωσης του νερού, από την επίδραση της κίνησης των κυμάτων (Bird, 199). Παρατηρούνται σε ακτές με αφθονία λεπτόκοκκου αμμόδους υλικού και σε μικρή κλίση της παραλιακής ζώνης ώστε να μην καταστρέφονται από την δύναμη του κύματος πρόσπτωσης και επιστροφής (Καρύμπαλης Ε. και Παυλόπουλος Κ., 2004). Αποτελούν παράλληλα μικροφορφές μεγάλης σημασίας αφού σε περίπτωση απολίθωσης και κατά συνέπεια διατήρησής τους στο πέρασμα του χρόνου μπορούν να βοηθήσουν στην αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος απόθεσης.



Εικόνα 5.7. Αμμορυτίδες που εντοπίστηκαν στην περιοχή της παραλίας της Κατερίνης. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Σε όλο το μήκος της περιοχής μελέτης όπως η περιοχή από την παραλία της Κατερίνης ως τον αιγιαλό της Σκάλας Κατερίνης, η περιοχή βόρεια της παραλίας του Κορινού, καθώς και σε μικρότερη έκταση η περιοχή νότια των αλυκών, αναπτύσσονται αμμορυτίδες. Την περίοδο παρατήρησης ο σχηματισμός τους επηρεαζόταν σαφώς από την παράκτια κυκλοφορία. Ήταν καλά σχηματισμένες και οι διαστάσεις των αυλάκων έφταναν τα 20 cm, ενώ το ύψος των ράχων δεν ξεπερνούσε τα 10 cm. Χαρακτηριστική ήταν η συγκέντρωση λευκών οστράκων διθύρων κατά μήκος των αυλάκων

5.4 Παράκτιες ανθρωπογενείς επεμβάσεις και κατασκευές

5.4.1 Αλυκές - Λιμάνι

Οι σημαντικότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις που εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης είναι οι αλυκές. Αποτελούν αξιοσημείωτο οικονομικό πόρο για την ευρύτερη περιοχή και ειδικότερα για τους οικισμούς πλησίον τους απασχολώντας αρκετούς εργαζόμενους. Στην περιοχή της παραλίας της Κατερίνης έχει κατασκευαστεί λιμάνι του οποίου η σημασία στην παράκτια ζώνη θα μελετηθεί σε επόμενο υποκεφάλαιο.



Εικόνα 5.8. Δύο απόψεις των αλυκών που εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

5.4.2 Προβλήματα από την κατασκευή λιμανιού στην Παραλία Κατερίνης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η παράκτια ζώνη της περιοχής αποτελείται από μια εκτεταμένη, προσχωσιγενή, αμμώδη ακτή, με μεγάλο εύρος χερσαίας παραλίας που εκτείνεται σχεδόν ευθύγραμμα σε μήκος πολλών χιλιομέτρων από τον Πλαταμόνα, έως και τον όρμο της Μεθώνης περίπου. Το υλικό της παραλίας σε όλη σχεδόν την

περιοχή είναι αμμώδεις και το ανάγλυφο ομαλό με μικρές κλίσεις του πυθμένα. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά, συνδυαζόμενα με το γεγονός της εύκολης πρόσβασης (η περιοχή είναι κοντά στην εθνική οδό) αλλά και της ύπαρξης πλησίον της ακτής της πόλης της Κατερίνης και άλλων μικρότερων οικισμών, καθιστούν την ευρύτερη περιοχή ιδανική για ανθρώπινες δραστηριότητες που αφορούν τον τουρισμό και την αναψυχή, αλλά και την αλιεία.

Κατά τα τελευταία χρόνια, ραγδαία ήταν η τουριστική ανάπτυξη που σημειώθηκε στις περιοχές των οικισμών Σκάλα Κατερίνης (ή Κατερινόσκαλα) και Παραλία της Κατερίνης, με έμφαση κυρίως στον μαζικό τουρισμό. Έτσι στις μέρες μας η περιοχή, αποτελεί πόλο έλξης τουριστών από χώρες των Βαλκανίων, αλλά και Ελλήνων. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας έργων υποδομής στην παράκτια ζώνη, όπως ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, εστιατόρια, κέντρα αναψυχής, εμπορικά καταστήματα κ.α.. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια, κατασκευάστηκε στην Παραλία της Κατερίνης και ένα μικρό λιμάνι που σκοπό είχε να εξυπηρετήσει τον ελλιμενισμό μικρών σκαφών αναψυχής, αλλά και του αλιευτικού στόλου της περιοχής.

Αποτέλεσμα της κατασκευής αυτής, ήταν να διαταραχθεί η ισορροπία στην οποία βρίσκονταν τα μορφοδυναμικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Σύμφωνα με το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής, η επικρατούσα κατεύθυνση παράκτιας μεταφοράς των φερτών υλικών κατά μήκος της ακτής είναι από νότο προς βορά. Στην περιοχή ο κύριος τροφοδότης με φερτές ύλες είναι ο χείμαρρος Μαυρονέρι που βρίσκεται νότια του λιμανιού. Οι κατασκευές διατάραξαν την ισορροπία της φυσικής ροής και τροφοδοσίας της ακτής με υλικό. Παρατηρήθηκε συσσώρευση αμμώδους υλικού στην περιοχή νότια του λιμανιού, ενώ στην περιοχή βόρεια του λιμανιού, συνέχιζε να λαμβάνει χώρα η από νότο προς βορά παράκτια μετακίνηση του υλικού. Έτσι, εμφανίστηκε έλλειμμα στο ισοζύγιο των φερτών υλικών στην παραλία, αφού το υλικό δεν αναπληρωνόταν πια λόγω του ότι είχε διακοπεί η συνέχεια της παραλίας εξ' αιτίας της κατασκευής του λιμανιού και κατ' επέκταση είχε διακοπεί και η φυσική τροφοδοσία της περιοχής με ίζημα. Αποτέλεσμα αυτού, ήταν να παρατηρηθούν έντονα φαινόμενα διάβρωσης και σταδιακή μείωση του εύρους της παραλίας. Τα φαινόμενα αυτά γίνονταν ολοένα και εντονότερα με το πέρασμα του χρόνου, μειώνοντας δραστικά το εύρος της χερσαίας παραλίας, ενώ λόγω της ελεύθερης πλέον δράσης των κυμάτων, απειλούνταν ακόμα και τα κτίσματα που βρίσκονταν πάνω σε αυτή (Αναγνώστου, 1992).

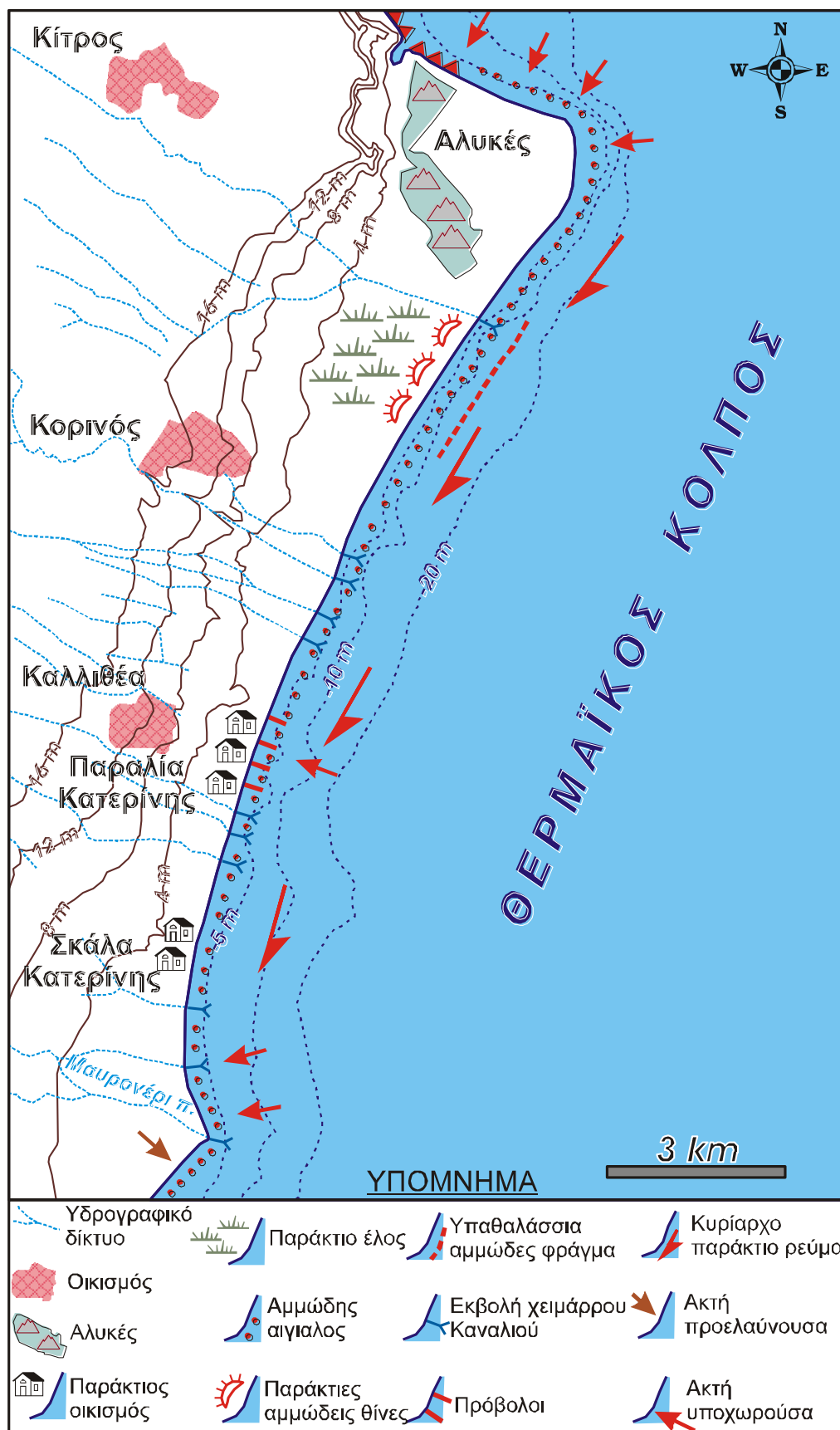
Ως μέτρο για την προστασία της παραλίας και των κτιρίων από την διαβρωτική δράση των κυμάτων, κατασκευάστηκαν προστατευτικοί πέτρινοι πρόβολοι, κάθετοι προς την ακτογραμμή.

Οι πρόβολοι αυτοί ανέστειλαν τοπικά το φαινόμενο της διάβρωσης της ακτής, απομακρύνοντας τον άμεσο κίνδυνο που διέτρεχαν τα κτίρια της περιοχής του οικισμού, που βρίσκονταν πίσω από αυτούς. Δεν έλυσαν όμως το πρόβλημα απλά το μετατόπισαν. Η διάβρωση μετατοπίστηκε βορειότερα και συγκεκριμένα στην περιοχή βόρεια του τελευταίου προβόλου. Το σύστημα στην περιοχή αυτή συνέχισε να λειτουργεί με τους ίδιους ακριβώς κανόνες που προαναφέρθηκαν, έχοντας ως κύριο άξονα, την φυσική μετακίνηση του υλικού από νότο προς βορά. Έτσι, η περιοχή βόρεια του τελευταίου προβόλου άρχισε να διαβρώνεται, θέτοντας σε κίνδυνο την ακτή και τα κτίσματα που βρίσκονταν πάνω σε αυτήν (Αναγνώστου, 1992).



Εικόνα 5.9. Κατασκευή προβόλων για την αντιμετώπιση της διάβρωσης των ακτών στην παραλία Κατερίνης. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Επειδή οι μέχρι σήμερα τεχνικές επεμβάσεις δεν έλυσαν τα προβλήματα διάβρωσης, είναι επιβεβλημένη η συνεχής παρακολούθηση του παράκτιου αυτού χώρου και γίνεται φανερή η ανάγκη μιας ολοκληρωμένης και επιστημονικά τεκμηριωμένης μελέτης, που θα θέτει τις βάσεις για την χάραξη ενιαίας πολιτικής διαχείρισης της παράκτιας ζώνης, στηριζόμενη στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.



Σχήμα 5.1. Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης. Η υπαίθρια χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2005. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

5.4.3 Διαχρονική εξέλιξη της δόμησης στον οικισμό της Παραλίας Κατερίνης

Ο τουριστικός χαρακτήρας του οικισμού της παραλίας της Κατερίνης όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της δόμησης με σκοπό την δημιουργία νέων ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων, ενοικιαζόμενων δωματίων υποδομών και γενικότερα εγκαταστάσεων που θα βελτιώναν το τουριστικό προφίλ του οικισμού. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα από την μελέτης της μεταβολής της δόμησης του οικισμού της παραλίας από το 1969 έως το 2000. Τα αποτελέσματα αυτά αφορούν παρατηρήσεις και εκτιμήσεις για την έκταση του οικισμού στα έτη 1969, 1987, 2000. Από τις τιμές που εκτιμήθηκαν για κάθε ένα από τα τρία αυτά έτη, υπολογίστηκαν οι μέσοι ρυθμοί μεταβολής της δόμησης για τα χρονικά διαστήματα 1969-1987 και 1987-2000 καθώς και τα ποσοστά αύξησης της δόμησης κάθε έτους παρατήρησης σε σχέση με το προηγούμενο. Ο Πίνακας 5.1 που ακολουθεί συγκεντρώνει τα ποσοτικά αποτελέσματα των μετρήσεων, ενώ η διαχρονική έκταση του οικισμού απεικονίζεται στον Χάρτη 5.1. Οι διαφορετικές διαβαθμίσεις αντιστοιχούν σε κάθε έτος παρατήρησης, ενώ ως υπόβαθρο για την απεικόνιση έχει χρησιμοποιηθεί η αεροφωτογραφία της Γ.Υ.Σ έτους λήψης 1969.

	1969	1987	2000
Έκταση Οικισμού Παραλίας Κατερίνης (km²)	0,186925	0,303476	0,486901
	1969-1987		1987-2000
Ποσοστό Αύξησης Δόμησης (%)	38,4		37,6
Μ.Ε. Ρυθμός Αύξησης Δόμησης (km² / year)	0,006475		0,014109

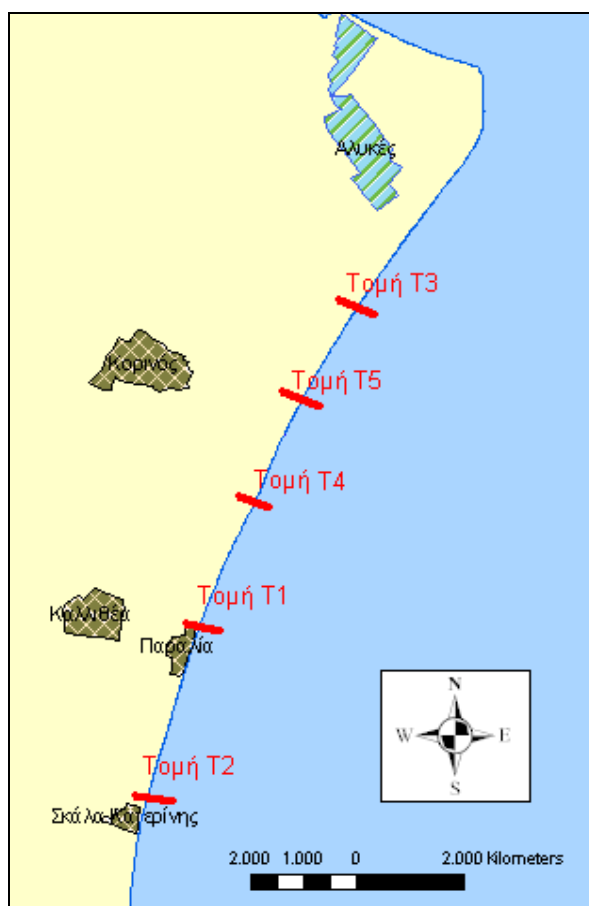
Πίνακας 5.1 Έκταση του οικισμού της Παραλίας Κατερίνης (km²) για τα έτη 1969, 1987, 2000- Ποσοστό (%) αύξησης της δόμησης για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα-Μέσος Ετήσιος Ρυθμός Αύξησης της δόμησης (km² / year) για τα ίδια χρονικά διαστήματα.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αρχικά εύκολα αντιληπτό ότι η δόμηση στον οικισμό της Παραλίας έχει υπερδιπλασιαστεί από το 1969 έως το 2000. Η έκταση του οικισμού το 1969 ανερχόταν σε 0.186925 km², ενώ με ποσοστό αύξησης 38,3% έφτασε το 1987 τα 0,303476 km². Ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης ήταν για την πρώτη 18ετία 0,006475 km² / έτος. Από το 1987 έως το 2000 το

ποσοστό αύξησης της δόμησης ανήλθε στο 37,6 %. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η έκταση του οικισμού το έτος 2000 ήταν 0,486901 km². Ο αντίστοιχος ρυθμός για το ίδιο διάστημα ήταν 0,014109 km² / έτος. Συμπερασματικά από το 1969 έως το 2000 παρατηρήθηκε μια μεγάλη οικοδομική δραστηριότητα στον οικισμό για την κάλυψη των τουριστικών κυρίως υποδομών.

5.5 Τοπογραφικές τομές παραλίας

Για την καλύτερη μελέτη και την ακριβέστερη αποτύπωση της μορφολογίας των ακτών πραγματοποιήθηκαν κατά την δεύτερη φάση της έρευνας πεδίου 5 τοπογραφικές τομές κάθετα στην ευθεία που ορίζει η ακτογραμμή και σε αντιπροσωπευτικές θέσεις της περιοχής μελέτης. Στο παρακάτω (Σχήμα 5.1) φαίνονται οι ακριβείς θέσεις των τομών.

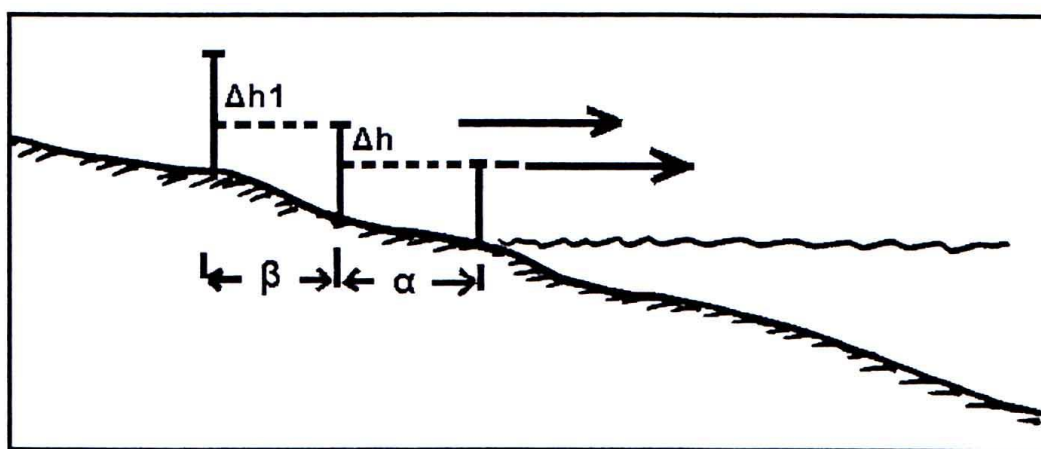


Σχήμα 5.2. Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι θέσεις στις οποίες έγιναν τομές προφίλ αιγιαλού.

5.5.1 Μεθοδολογία

Για την κατασκευή των τομών έπρεπε να ληφθούν δεδομένα που να αφορούν αποστάσεις σημείων από την ακτογραμμή (ως σταθερό σημείο) και το αντίστοιχο υψόμετρό τους ή βάθος κατά περίπτωση. Για τον λόγο αυτό τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μια μετροταινία μήκους 60 m και ένα κλισίμετρο. Επιπλέον για τον καθορισμό του στίγματος σε κάθε τομή και τον ακριβή προσδιορισμό των θέσεων των τομών πάνω στον αντίστοιχο θεματικό χάρτη χρησιμοποιήθηκε συσκευή G.P.S.

Η επιλογή των θέσεων των τομών έγιναν κατά την έρευνα πεδίου με κριτήριο την αλλαγή στην μορφολογία της ακτής, ενώ έγινε προσπάθεια να καλύψουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής. Σημείο αναφοράς για τις μετρήσεις ήταν το σημείο με υψόμετρο [0] δηλαδή η ακτογραμμή. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν αρχικά από την ακτογραμμή προς τη θάλασσα και στην συνέχεια από την ακτογραμμή προς την ξηρά. Σε κάθε κατεύθυνση όπου παρατηρούνταν έντονη αλλαγή της μορφολογικής κλίσης του αιγιαλού γινόταν μέτρηση της απόστασης και της κλίσης σε σχέση με το προηγούμενο σημείο μέτρησης.



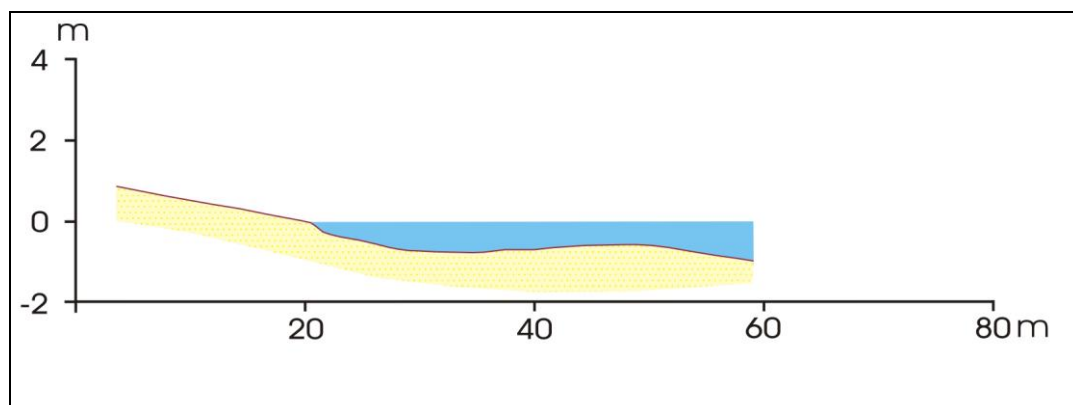
Σχήμα 5.3 Σχηματική απεικόνιση των εργασιών τοπογραφικής αποτύπωσης μιας αμμώδους παραλίας (Αναγνώστου & Χρόνης, 1997).

Στην περίπτωση που το μήκος της μετροταινίας δεν επαρκούσε για μια μέτρηση, γινόταν συμπληρωματική μέτρηση από το τέλος της μετροταινίας μέχρι το τελικό επιθυμητό σημείο. Στον Πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι καταγεγραμμένες τιμές βάσει των οποίων έγινε η κατασκευή των τομών. Οι τιμές των υψομέτρων και των βαθών αντίστοιχα υπολογίστηκαν από τις κλίσεις που μετρήθηκαν με το κλισίμετρο και την οριζόντια απόσταση που μετρήθηκε με την μετροταινία μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων.

Τομή 1		Τομή 2		Τομή 3		Τομή 4		Τομή 5	
Απόσταση από την ακτογραμμή / Βάθος	Υψόμετρο από την ακτογραμμή / Βάθος	Απόσταση από την ακτογραμμή / Βάθος	Υψόμετρο από την ακτογραμμή / Βάθος	Απόσταση από την ακτογραμμή / Βάθος	Υψόμετρο από την ακτογραμμή / Βάθος	Απόσταση από την ακτογραμμή / Βάθος	Υψόμετρο από την ακτογραμμή / Βάθος	Απόσταση από την ακτογραμμή / Βάθος	Υψόμετρο από την ακτογραμμή / Βάθος
-16.50	0.82	-31.10	1.40	-16.30	1.62	-21.10	1.38	-65.10	1.12
0.00	0.00	-14.00	1.06	-4.70	0,70	-9.10	1.14	-40.10	0.87
1.90	-0.28	-5.20	0.62	0.00	0.00	-3.00	0.60	-14.10	0.87
11.20	-0.74	0.00	0.00	2.40	-0.19	0.00	0.00	-1.70	0.25
28.50	-0.57	2.30	-0.29	7.90	-0.46	2.10	-0.31	0.00	0.00
38.80	-0.98	4.70	-0.74	11.40	-0.29	9.80	-0.69	2.70	-0.24
		11.50	-0.94	17.40	-0.23	16.80	-0.34	6.60	-0.43
				29.20	-0.12	31.30	-0.34	17.00	-0.63
						38.70	-0.56	30.90	-0.90

Πίνακας 5.2. Μετρήσεις πεδίου (σε m), βάσει των οποίων σχεδιάστηκαν οι τομές αιγιαλού.

5.5.2 Σχολιασμός τομών



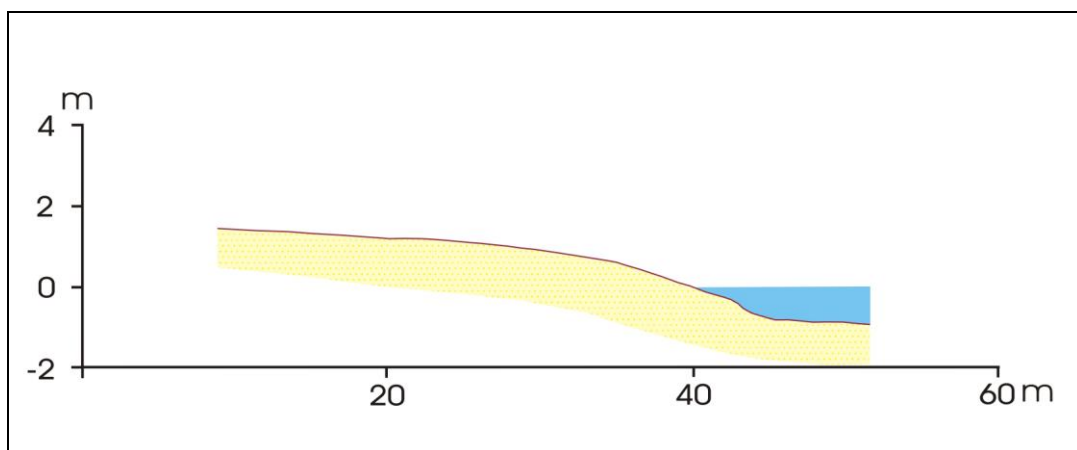
Σχήμα 5.4. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 1. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Η πρώτη τομή T1 έλαβε χώρα στον οικισμό της Παραλίας της Κατερίνης (Σχήμα 5.1). Το προφίλ του αιγιαλού όπως απεικονίζεται και στο παραπάνω Σχήμα 5.3 έχει να αναδείξει έναν αιγιαλό χωρίς έντονη μορφολογία ο οποίος χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις. Σε απόσταση ενός περίπου μέτρου από την ακτογραμμή και όσο κατευθυνόμαστε προς την θάλασσα παρατηρείται ένα μορφολογικό σκαλοπάτι – απότομη αλλαγή της μορφολογικής κλίσης το πάνω μέρος του οποίου αντιστοιχεί στη ζώνη διαβροχής. Η κλίση της επιπαράλιας ζώνης είναι πολύ μικρή και τερματίζεται σε σημείο όπου αρχίζουν οι ανθρώπινες επεμβάσεις στην παραλία. Από το σημείο αυτό μέχρι το σημείο 18 περίπου μέτρων από την ακτογραμμή ακολουθεί μια περιοχή με ήπιες κλίσεις. Από το ίδιο όμως σημείο και σε απόσταση 22 μέτρων περίπου

εντοπίζεται ένα υποθαλάσσιο ύβωμα το ψηλότερο σημείο του οποίου βρίσκεται σε βάθος 50 περίπου εκατοστών.



Εικόνα 5.10. Θέση στην οποία πραγματοποιήθηκε η πρώτη τομή T1. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)



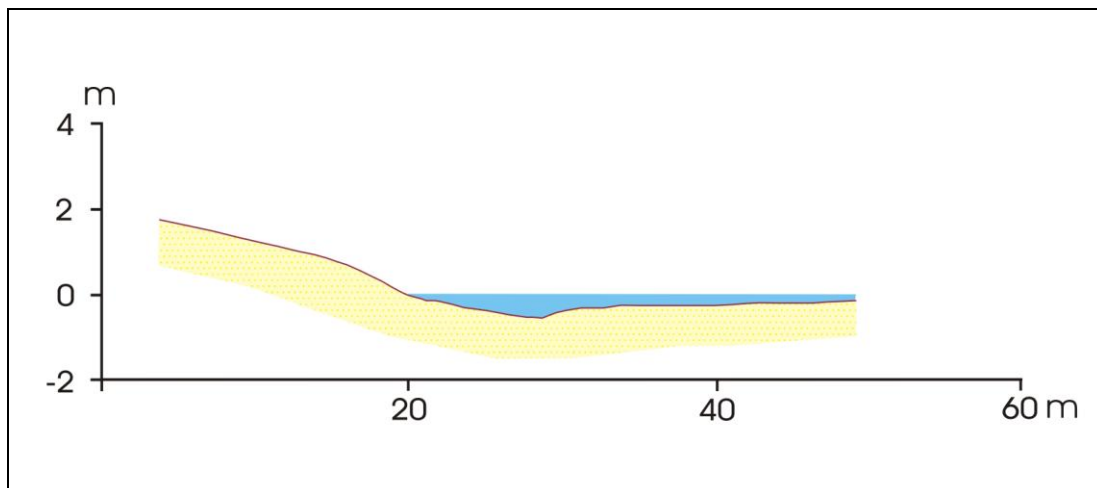
Σχήμα 5.5. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 2. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Η δεύτερη τομή T2 έλαβε χώρα στον οικισμό της Σκάλας Κατερίνης (Σχήμα 5.1). Ο αιγιαλός και σε αυτήν την τομή έχει ήπιες μορφολογικές κλίσεις, μικρότερες από την πρώτη τομή. Σε απόσταση τριών μέτρων από την ακτογραμμή και ενώ κατευθυνόμαστε προς την θάλασσα παρατηρείται έντονη αλλαγή της μορφολογικής κλίσης (σκαλοπάτι) η οποία τερματίζει σε συνολική απόσταση 5 μέτρων από την

ακτογραμμή. Η κλίση αυτή αντιστοιχεί στο μέτωπο της παραλίας και οφείλεται στην θραύση των κυμάτων. Από το σημείο αυτό και μέχρι το τέλος της τομής ο πυθμένας δεν έχει να δείξει κάποια ιδιαιτερότητα στην μορφολογία του αφού το βάθος του παραμένει σχεδόν αμετάβλητο μέχρι και τα 50 περίπου μέτρα από την ακτογραμμή.



Εικόνα 5.11. Θέση στην οποία πραγματοποιήθηκε η δεύτερη τομή T2. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)



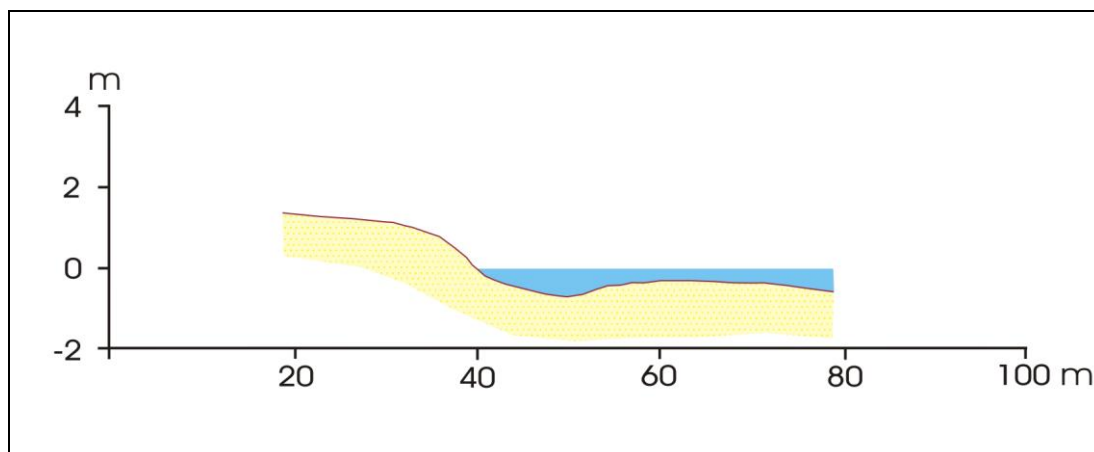
Σχήμα 5.6. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 3. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Η τρίτη τομή τοποθετείται γεωγραφικά νότια της περιοχής των Αλυκών (Σχήμα 5.1). Η κλίση του αιγιαλού είναι μεγαλύτερη από τις δύο προηγούμενες τομές.

Εντούτοις δεν εμφανίζει κάποια έντονη μορφολογία. Από την ακτογραμμή προς τη θάλασσα σε απόσταση 9 μέτρων περίπου ακολουθείται η μορφολογία του χερσαίου τμήματος του αιγιαλού με ελαφρώς ηπιότερες κλίσεις. Στο υποθαλάσσιο τμήμα της τομής διακρίνεται η αύλακα καθώς και το επίμηκες φράγμα που αντιστοιχεί στην ενδοπαράλια ζώνη. Το πλάτος του φράγματος στην τομή που απεικονίζεται φθάνει τα 20 περίπου μέτρα.



Εικόνα 5.12. Η θέση της τομής T3. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)



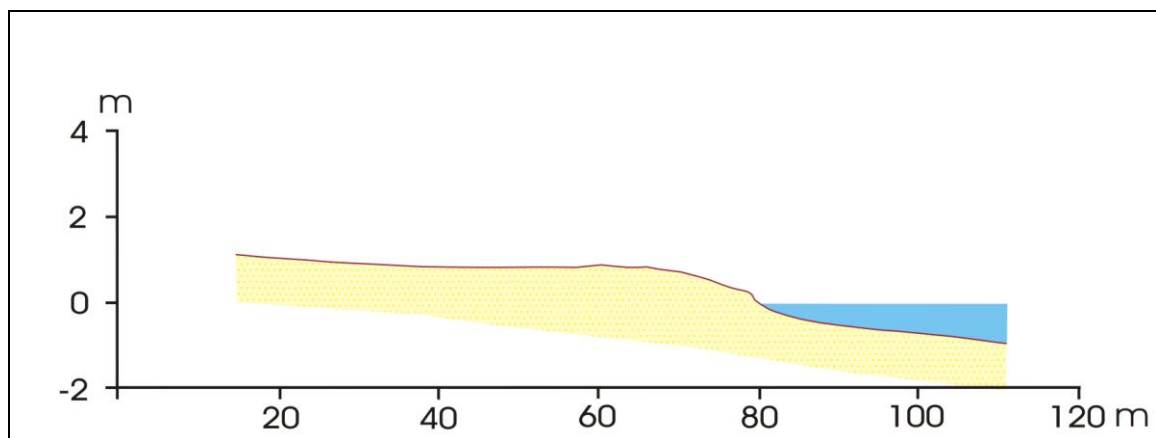
Σχήμα 5.7. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 4. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Η τέταρτη τομή πραγματοποιήθηκε στο τμήμα μεταξύ της Παραλίας Κορινού και της Παραλίας Κατερίνης (Σχήμα 5.1). Η μορφολογία του αιγιαλού στον τομή

αυτή χαρακτηρίζεται από μεγάλες κλίσεις στην χερσαία περιοχή του μετώπου της παραλίας περίπου τρία μέτρα πριν την ακτογραμμή. Από το σημείο 0 έως το σημείο των 10 μέτρων προς το εσωτερικό της θάλασσας εμφανίζεται η αύλακα της ενδοπαραλίας ζώνης ενώ στη συνέχεια εμφανίζεται το υποθαλάσσιο επίμηκες φράγμα πλάτους 30 περίπου μέτρων.



Εικόνα 5.13. Απεικόνιση της θέσης της τομής T4 . (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)



Σχήμα 5.8. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 5. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Η τελευταία τομή έλαβε χώρα στην περιοχή βόρεια της Παραλίας του Κορινού και νότια της τομής T3 (Σχήμα 5.1). Ο αιγιαλός εδώ αποτελείται από μία σχεδόν επίπεδη περιοχή που εκτείνεται έως πέντε μέτρα πριν την ακτογραμμή. Ακολουθεί μια μικρότερη περιοχή με μεγαλύτερη μορφολογική κλίση από την προηγούμενη, ενώ ένα περίπου μέτρο πριν την ακτογραμμή το μέτωπο του χερσαίου τμήματος του αιγιαλού εμφανίζει μεγάλη κλίση. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση σκαλοπατιού ύψους περίπου 70cm στο χερσαίο τμήμα του μετώπου ενδεικτικό της θαλάσσιας διάβρωσης. Στο υποθαλάσσιο τμήμα δεν υπάρχει κάποιο ενδιαφέρον στην μορφολογία αφού όλη η περιοχή μέχρι το τέλος της τομής εμφανίζει παρόμοια κλίση και σταδιακή αύξηση του βάθους.



Εικόνα 5.14. Η θέση της τομής T5. (Πηγή: Επιτόπια έρευνα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ

6.1 Μεθοδολογία

Ένα από τα βασικά αντικείμενα της εργασίας ήταν η προσπάθεια εκτίμησης των μεταβολών στην ακτογραμμή της περιοχής μελέτης. Η εκτίμηση των διαχρονικών αυτών αλλαγών της ακτογραμμής της περιοχής απαιτεί την χρήση μέσων στη οποία απεικονίζεται η ακτογραμμή σε παλαιότερες χρονολογίες. Για την εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες Landsat 7 ETM⁺. Οι αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:42.000 και έτους λήψης 1969 χορηγήθηκαν από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, ενώ οι δορυφορικές εικόνες αφορούσαν τα έτη 1987 και 2000. Για την αξιολόγηση των πρωτογενών αυτών δεδομένων με τη χρήση των λογισμικών ArcMap 8.1 και Erdas Imagine 8.6 ήταν απαραίτητες κάποιες προκαταρκτικές ενέργειες.

Αρχικά έγινε σάρωση των αεροφωτογραφιών σε ανάλυση 400dpi με τη χρήση σαρωτή ώστε να μετατραπούν σε ψηφιακά αρχεία. Τη σάρωση διαδέχθηκε η βελτίωση της ποιότητας των ψηφιακών πλέον αεροφωτογραφιών και πιο συγκεκριμένα η βελτίωση της αντίθεσης (contrast) με τη χρήση του λογισμικού Adobe Photoshop Elements 2.0

Βασική προϋπόθεση για την συγκριτική παρατήρηση των πρωτογενών δεδομένων και την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων είναι το κοινό προβολικό σύστημα στο οποίο αυτά αναφέρονται. Η γεωαναφορά των αρχείων έγινε στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87. Πιο συγκεκριμένα οι δυο δορυφορικές εικόνες ήταν ήδη γεωμετρικά διορθωμένες στο προβολικό σύστημα UTM GMS '84 οπότε έγινε αλλαγή τους (reproject) στο ΕΓΣΑ '87 με το λογισμικό Erdas Imagine 8.6. Η γεωμετρική διόρθωση των αεροφωτογραφιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ίδιου λογισμικού βάσει της δορυφορικής εικόνας Landsat 7 του έτους 1987. Σε κάθε μία από τις τρεις αεροφωτογραφίες του έτους 1969 αναγνωρίστηκαν 7 τουλάχιστον σταθερά σημεία (διασταυρώσεις δρόμων, ακρωτήρια κ.α.) τα οποία ήταν κοινά με την δορυφορική εικόνα. Υπολογίστηκαν οι συντεταγμένες των σημείων αυτών από την δορυφορική εικόνα και με μια σειρά διαδρομών στο λογισμικό έλαβε χώρα η γεωμετρική τους διόρθωση με rms error 0.1, 0.05 και 0,07 για κάθε μία από τις τρεις αεροφωτογραφίες αντίστοιχα.

Η φασματική ζώνη των δορυφορικών εικόνων που επιλέχθηκε για την αναγνώριση της ακτογραμμής και τον σαφή διαχωρισμό της ξηράς από την θάλασσα

ήταν η band 7. Μετά την εξέταση όλων των φασματικών ζωνών κρίθηκε ότι αυτή στην οποία η ακτογραμμή διακρινόταν καλύτερα από κάθε άλλη ήταν η 7. Στην συγκεκριμένη φασματική ζώνη η θάλασσα εμφανίζεται με πολύ σκούρα (μαύρα) εικονοστοιχεία (χαμηλή αντανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας), και η ακτή με πολύ φωτεινά (υψηλή αντανάκλαση).

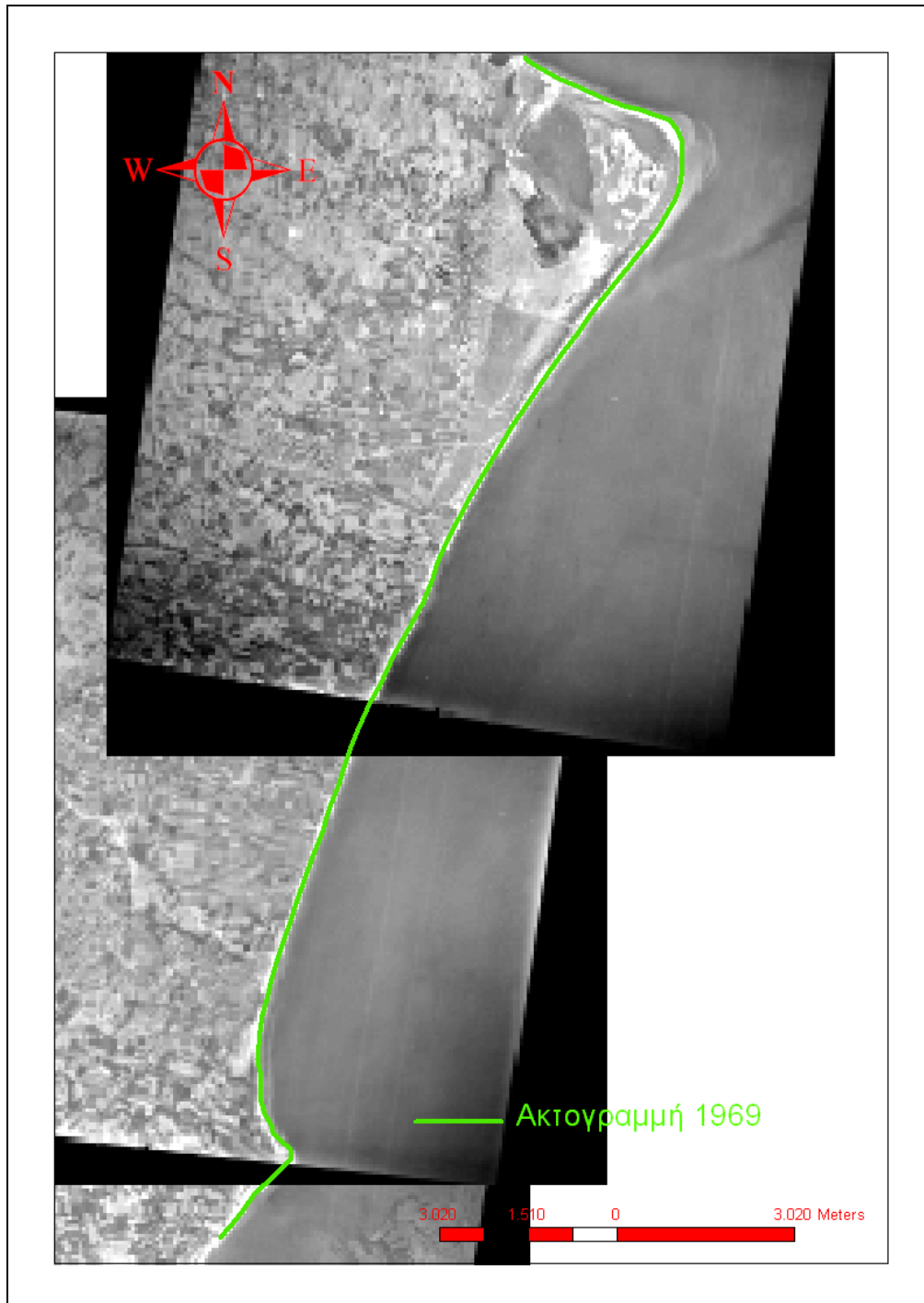
Τις διαδικασίες προετοιμασίας των πρωτογενών δεδομένων ακολούθησε η κυρίως εφαρμογή της ψηφιοποίησης της ακτογραμμής στο λογισμικό ArcMap 8.1. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν τρία γραμμικά shapefiles που ονομάστηκαν «Ακτογραμμή 1969, 1987, 2000» σε υποπρόγραμμα του λογισμικού. Ψηφιοποιήθηκαν οι τρεις ακτογραμμές θέτοντας κάθε φορά ως υπόβαθρο το αντίστοιχης χρονολογίας μέσο απεικόνισης. Για την κατασκευή των θεματικών χαρτών έγινε προσθήκη κλίμακας, ένδειξης του βορρά, και υπομνήματος στο layout του λογισμικού. Τα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για τις εν λόγω παραμέτρους καθώς και για την απεικόνιση των ακτογραμμών επιλέχθηκαν με κανόνα την εύκολη διάκρισή τους από τον ασπρόμαυρο περιβάλλοντα χώρο.

6.2 Συγκριτική μελέτη της ακτογραμμής με την χρήση Σ.Γ.Π

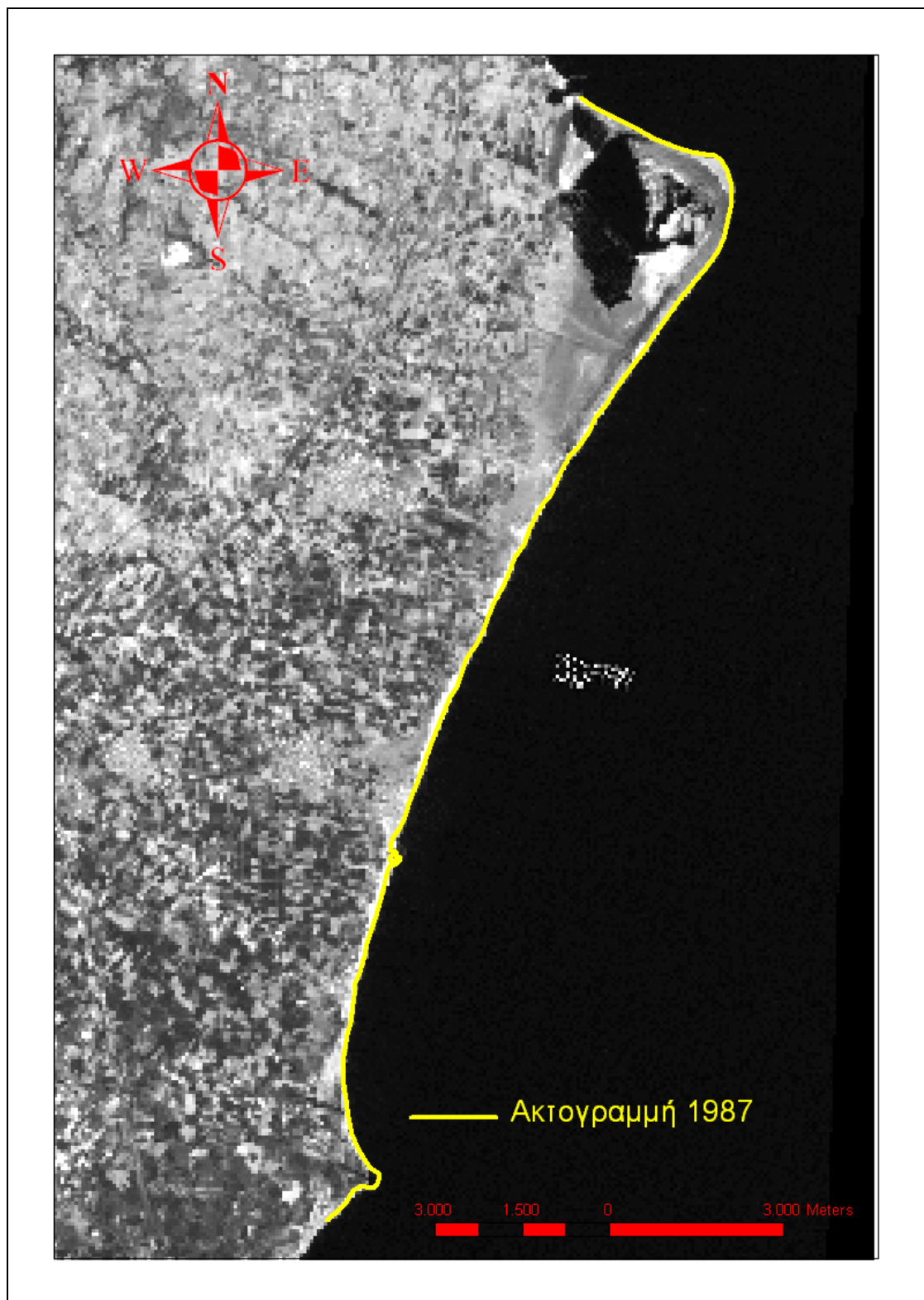
Για την μελέτη των διαχρονικών μεταβολών της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δύο δορυφορικές εικόνες Landsat 7 ETM⁺ των χρονολογιών 1987 και 2000 καθώς και αεροφωτογραφίες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού του 1969. Κατόπιν προκαταρκτικών διεργασιών που αφορούσαν την προετοιμασία των πρωτογενών αυτών δεδομένων (ηλεκτρονική σάρωση, βελτίωση της αντίθεσης και της φωτεινότητας, αλλαγή προβολικού συστήματος, γεωμετρική διόρθωση, ψηφιοποίηση κ.α.), δημιουργήθηκε με την χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών δύο σειρές χαρτών. Στους χάρτες αυτούς απεικονίζονται οι ακτογραμμές της περιοχής μελέτης κατά τα έτη 1969, 1987, 2000, οι περιοχές στις οποίες η ακτογραμμή υποχωρεί ή προελαύνει κατά την πάροδο των ετών, καθώς και οι ρυθμοί προέλασης ή υποχώρησης στα σημεία που παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Στον Χάρτη του *Σχήματος 6.1* με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης όπως προέκυψε από την ψηφιοποίηση των αεροφωτογραφιών του 1969. Κατόπιν παρουσιάζονται οι χάρτες στους οποίους αποτυπώνονται οι ακτογραμμές των ετών 1987 (κίτρινο χρώμα) (*Σχήμα 6.2*) και 2000 (κόκκινο χρώμα) (*Σχήμα 6.3*) οι οποίες αντλήθηκαν από τις δορυφορικές εικόνες. Για να καταστεί

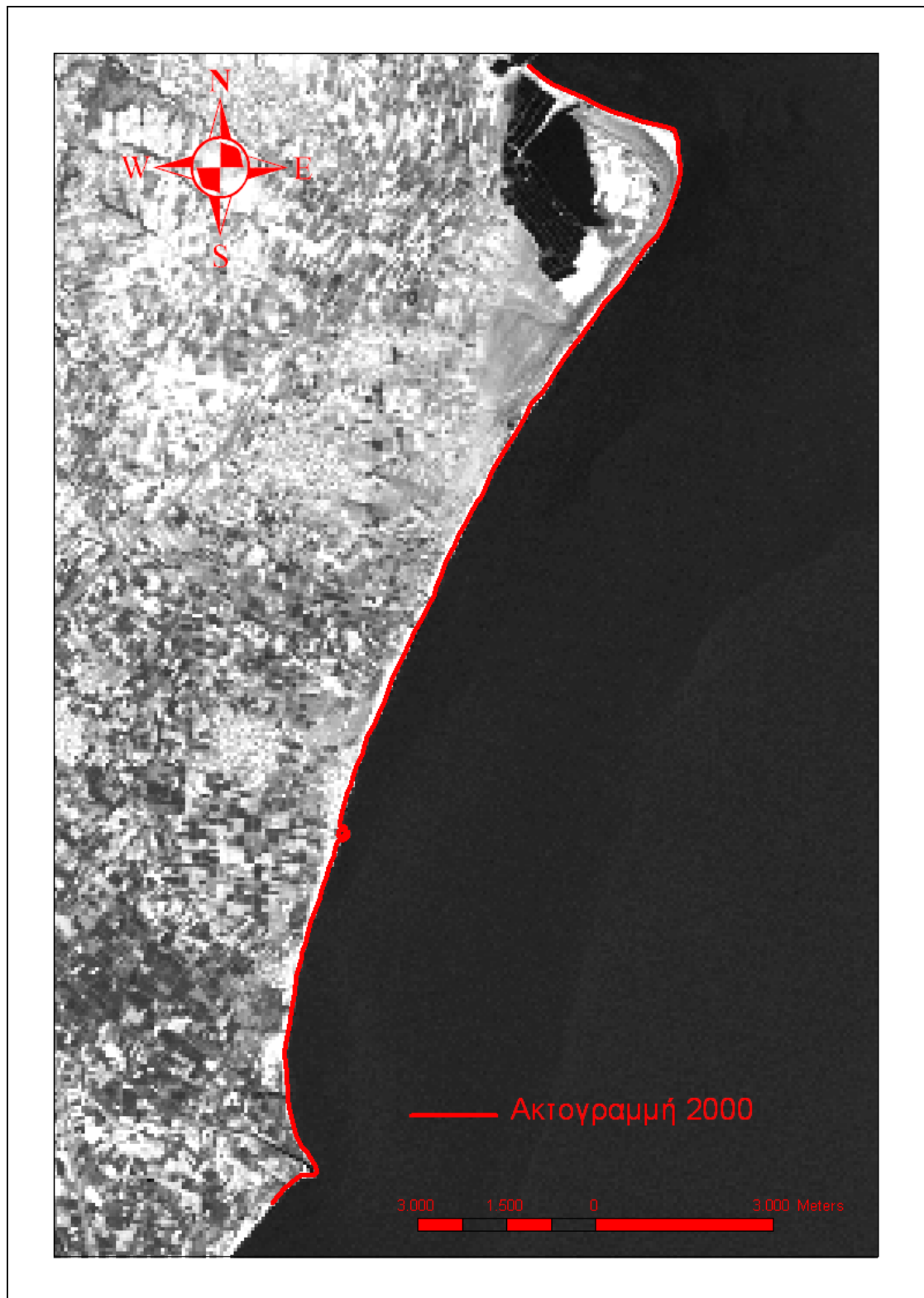
δυνατή η σύγκριση των ακτογραμμών των δύο περιόδων παρατήρησης και να εντοπισθούν με σαφήνεια οι περιοχές κατά μήκος της παράκτιας ζώνης όπου παρατηρούνται οι μεγαλύτερες μεταβολές (προέλαση ή υποχώρηση), τοποθετήθηκαν στον τελευταίο χάρτη της πρώτης σειράς (Σχήμα 6.4) οι ακτογραμμές κάθε έτους παρατήρησης με διαφορετικό χρώμα.



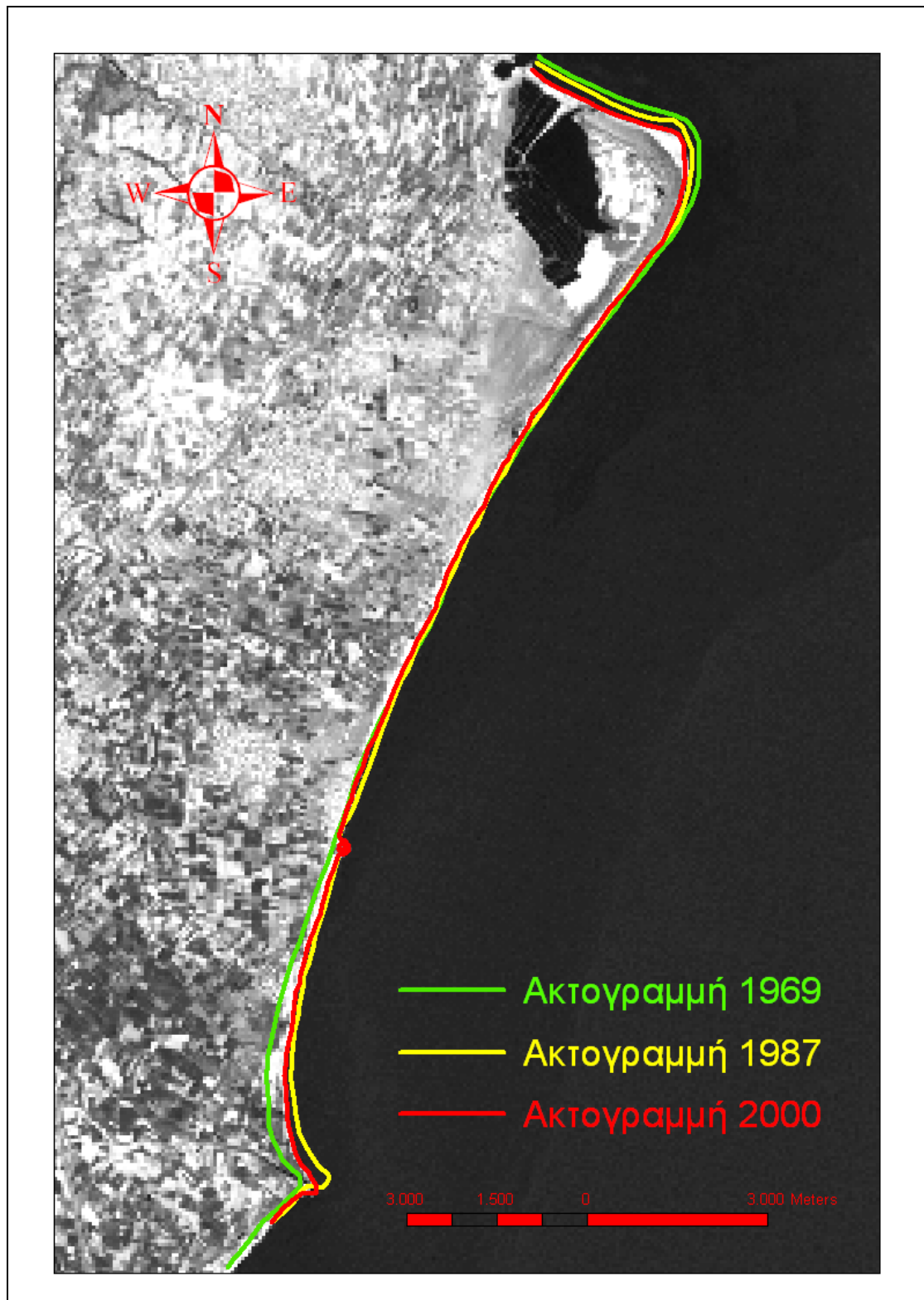
Σχήμα 6.1. Αεροφωτογραφίες του έτους 1969, όπου απεικονίζεται η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης. Στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής διακρίνεται η εκβολή του χείμαρρου Μαυρονέρι, που αποτελεί τον κύριο τροφοδότη της περιοχής σε φερτές ύλες.



Σχήμα 6.2. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM+ στην οποία με κίτρινο χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 1987.



Σχήμα 6.3. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM+ στην οποία με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 2000.



Σχήμα 6.4. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM+ του 2000. Με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ακτογραμμές του 1969, 1987 και 2000 αντίστοιχα. Η συγκριτική παρατήρηση των ακτογραμμών οδηγεί στην διαπίστωση ότι κατά τη διάρκεια των χρονικών περιόδων παρατήρησης, σε όλο το μήκος των ακτογραμμών παρατηρούνται μεταβολές είτε πρόκειται για διάβρωση είτε για απόθεση. Οι σημαντικότερες είναι η περιοχή των Αλυκών στο βόρειο τμήμα και η περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου στο νότιο.

Από την παρατήρηση του χάρτη του Σχήματος 6.4, διαπιστώνεται ότι τμήμα της ακτής μελέτης και ειδικότερα το κεντρικό και νότιο τμήμα της, κοντά δηλαδή στο χείμαρρο Μαυρονέρι, τον κύριο τροφοδότη της με φερτές ύλες, έχει προελάσει κατά τη χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1969 και 1987. Η πρόσχωση της παραλίας κατά το χρονικό διάστημα των 18 αυτών ετών, οφείλεται στην υπερίσχυση των μηχανισμών προσφοράς, επανεπεξεργασίας, απόθεσης και διευθέτησης των φερτών υλών στην παράκτια ζώνη σε σχέση με τους μηχανισμούς απομάκρυνσής του υλικού από την παραλία προς την ανοιχτή θάλασσα και κυρίως τον κυματισμό και τα παράκτια ρεύματα. Η διαπίστωση αυτή αποτελεί ένδειξη αυξημένης στερεοπαροχής του υδάτινου ρεύματος του Μαυρονερίου κατά την χρονική αυτή περίοδο, γεγονός το οποίο πιθανά οφείλεται στις βροχοπτώσεις που σημειώνονται στην λεκάνη απορροής και στην αλληλεπίδρασή τους με την λιθολογία..

Στον ίδιο χάρτη της Σχήματος 6.4, παρατηρούνται φαινόμενα διάβρωσης σε όλο σχεδόν το μήκος της ακτογραμμής, κατά το χρονικό διάστημα 1987 - 2000. Το γεγονός αυτό, είναι πιθανότατα το αποτέλεσμα της μειωμένης στερεοπαροχής, τόσο του χείμαρρου Μαυρονέρι, ο οποίος αποτελεί και τον κύριο τροφοδότη της παράκτιας ζώνης που μελετάται με φερτές ύλες, όσο και των μικρών καναλιών που αποστραγγίζουν την παρακείμενη αλλουβιακή πεδιάδα. Η μειωμένη τροφοδοσίας της παραλίας με φερτές ύλες από το χείμαρρο Μαυρονέρι, οδήγησε στην επικράτηση της δράσης των μηχανισμών θαλάσσιας διάβρωσης, όπως είναι ο κυματισμός και τα παράκτια ρεύματα, έναντι της δράσης των μηχανισμών τροφοδοσίας της ακτής με υλικό. Αποτέλεσμα αυτού του αρνητικού ισοζυγίου στην παραλία ήταν η διάβρωσή της από τις θαλάσσιες διεργασίες και η υποχώρηση της ακτογραμμής κατά το χρονικό διάστημα των 13 αυτών ετών.

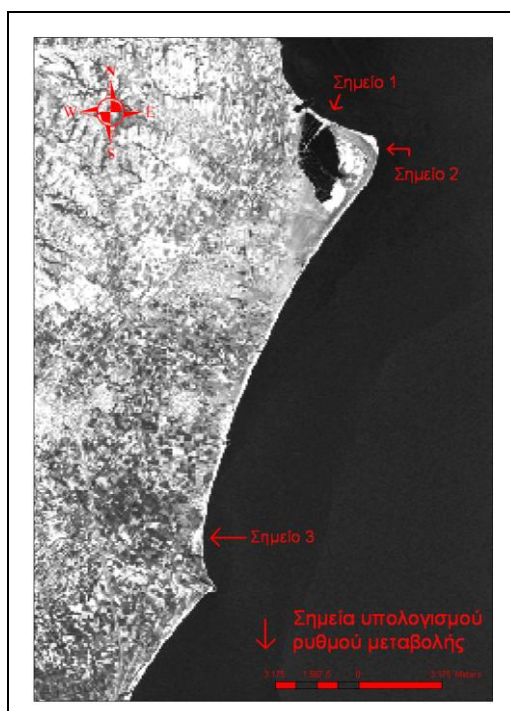
6.3 Υπολογισμός ρυθμών προέλασης-υποχώρησης

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό των ρυθμών με τους οποίους η ακτογραμμή υποχωρεί ή προελαύνει σε διάφορα τμήματά της κατά την διάρκεια των 31 ετών παρακολούθησης. Το χρονικό αυτό διάστημα περιλαμβάνει δύο περιόδους παρατήρησης (σχετίζονται με τις χρονολογίες λήψεις των πρωτογενών δεδομένων). Η πρώτη περίοδος διαρκεί από το 1969 έως το 1987, και η δεύτερη είναι το διάστημα από το 1987 έως το 2000. Τα σημεία θέσεις στα οποία έγινε ο υπολογισμός των ρυθμών είναι οι περιοχές κατά μήκος της ακτογραμμής που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον (Σχήμα 6.5) σε

ότι αφορά τις διαχρονικές μεταβολές, και είναι τρία. Τα δύο πρώτα αφορούν το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης και συγκεκριμένα τοποθετούνται στο βόρειο και κεντρικό της τμήμα αντίστοιχα, ενώ το τρίτο εντοπίζεται στην περιοχή βόρεια των εκβολών του χειμάρρου Μαυρονέρι. Ο υπολογισμός των ρυθμών έγινε ως εξής: Με την βοήθεια του λογισμικού Arc Map μετρήθηκε αρχικά η κάθετη απόσταση μεταξύ της παλαιάς και της νέας ακτογραμμής για κάθε μελετώμενη περίοδο. Κατόπιν έγινε αναγωγή της απόστασης του χάρτη βάσει της κλίμακας στην απόσταση που αντιστοιχεί στην πραγματικότητα. Το αποτέλεσμα διαιρέθηκε με την χρονική διάρκεια της κάθε περιόδου (αριθμός ετών) και το τελικό αποτέλεσμα ήταν ο ρυθμός προέλασης – υποχώρησης ανάλογα με την περίπτωση. Τα εν λόγω αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 6.1 και απεικονίζονται στα Σχήματα που ακολουθούν.

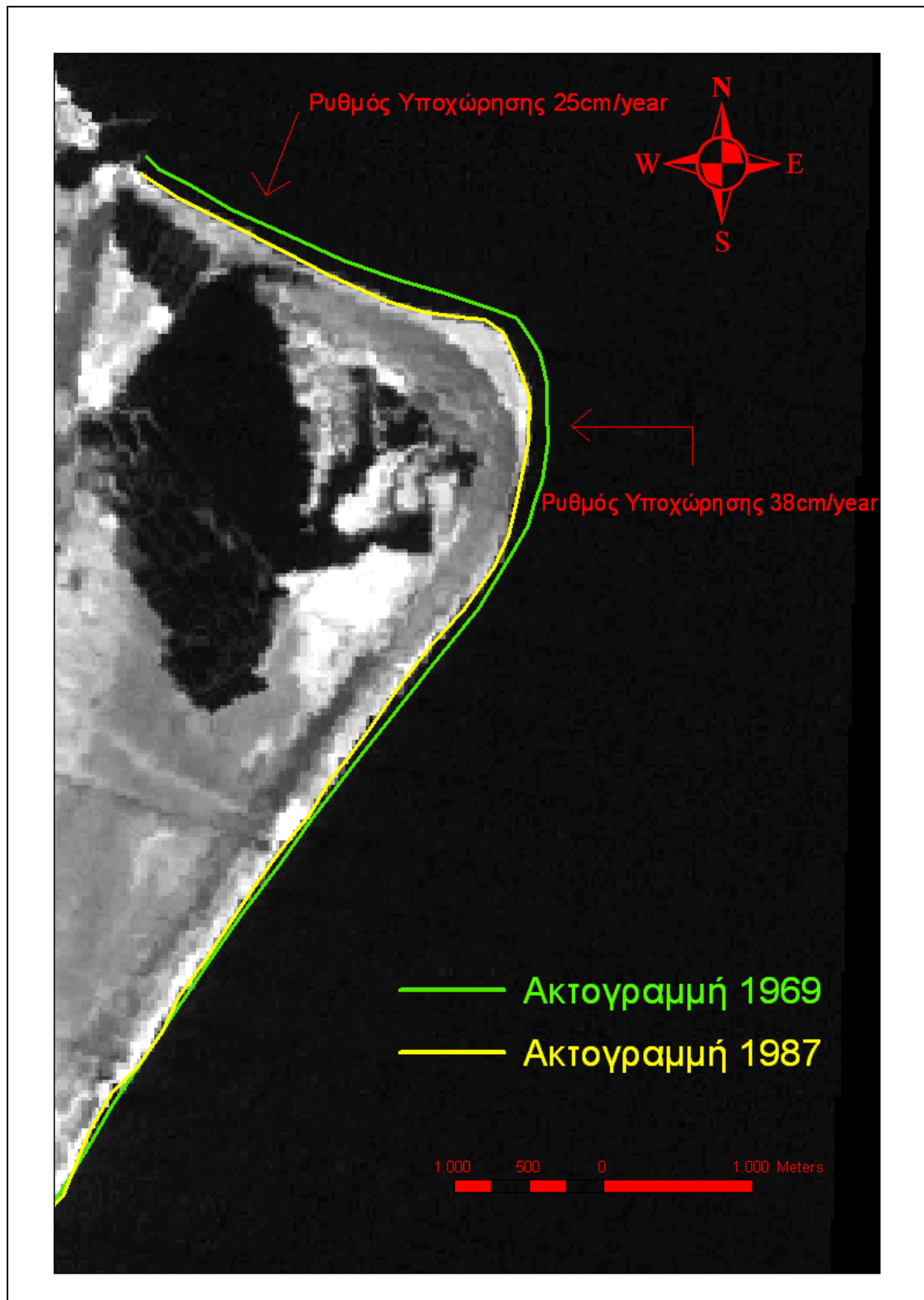
Χρονική Περίοδος	Σημείο 1		Σημείο 2		Σημείο 3	
	Ρυθμός Προέλασης	Ρυθμός Υποχώρησης	Ρυθμός Προέλασης	Ρυθμός Υποχώρησης	Ρυθμός Προέλασης	Ρυθμός Υποχώρησης
1969-1987	-	25	-	38	48	-
1987-2000	-	19	-	34	-	29

Πίνακας 6.1. Ρυθμοί Υποχώρησης-Προέλασης (cm / year) της ακτογραμμής για τις χρονικές περιόδους 1969-1987, 1987-2000.

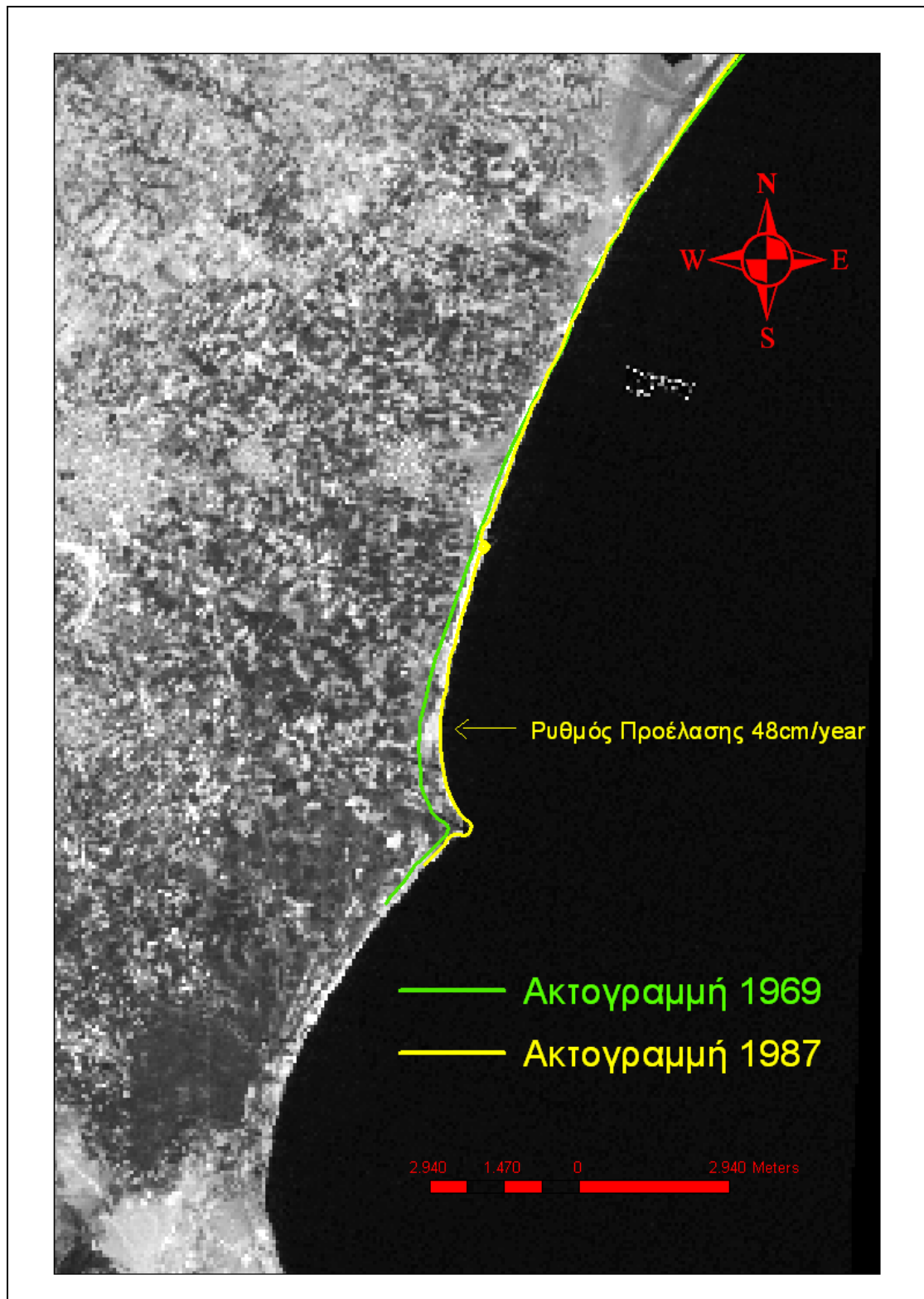


Σχήμα 6.5. Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται τα σημεία θέσεις κατά μήκος της περιοχής μελέτης όπου παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες μεταβολές κατά την περίοδο των παρατηρήσεων. Στα σημεία αυτά υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι ρυθμοί υποχώρησης ή προέλασης της ακτογραμμής.

Η διαχρονική παρατήρηση της ακτογραμμής στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης (Αλυκές) οδηγεί στη διαπίστωση ότι κατά την χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1969 και 1987 το τμήμα αυτό έχει υποστεί σημαντική διάβρωση (Σχήμα 6.6). Πιο συγκεκριμένα στο σημείο 1 έχει προκληθεί υποχώρηση της ακτής κατά 450 m στο διάστημα αυτό της 18ετίας. Ο ρυθμός υποχώρησης είναι 25 cm/year και η συγκριτικά μεγάλη τιμή του πιθανότατα να δικαιολογείται από το γενικότερο κυματικό καθεστώς της περιοχής το οποίο κυριαρχείται από κυματισμό με κατεύθυνση B-BA/N-NA. Η επικρατούσα αυτή διεύθυνση του κυματισμού σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό της ακτογραμμής στο συγκεκριμένο σημείο δικαιολογεί την τρωτότητά της στις θαλάσσιες διεργασίες. Στο σημείο 2 η διάβρωση και κατά συνέπεια η υποχώρηση της ακτογραμμής ήταν μεγαλύτερη (Σχήμα 6.7). Η ακτογραμμή υποχώρησε συνολικά κατά 684 m. Η υποχώρηση αυτή αντιστοιχεί σε έναν ρυθμό 38cm / year. Και εδώ επικρατούν παρόμοιες συνθήκες με αυτές που περιγράφηκαν για τη θέση 1 οι οποίες δικαιολογούν τους υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης. Στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης στο Σημείο 3 έχει λάβει χώρα προέλαση της ακτής κατά 864m στο χρονικό διάστημα 1969-1987. Η σημαντική αυτή προέλαση που πραγματοποιήθηκε με έναν μέσο ρυθμό 48 cm/έτος, όπως προαναφέρθηκε οφείλεται στην επικράτηση των μηχανισμών απόθεσης και διευθέτησης των φερτών υλών που προέρχονται από την διάβρωση της λεκάνης απορροής του Μαυρονερίου κυρίως κατά την διάρκεια της υγρής περιόδου του έτους (Οκτώβριος – Απρίλιος) και μεταφέρονται στην παράκτια ζώνη. Το τμήμα αυτό της παράκτιας ζώνης κυριαρχείται από ποτάμια απόθεση που επιτρέπει τη συσσώρευση υλικού στην ακτογραμμή με υψηλότερους ρυθμούς από αυτούς με τους οποίους τα υλικά αυτά απομακρύνονται πλευρικά ή προς την ανοιχτή θάλασσα λόγω της δράσης των θαλάσσιων διεργασιών (κυματισμός, παράκτια ρεύματα).

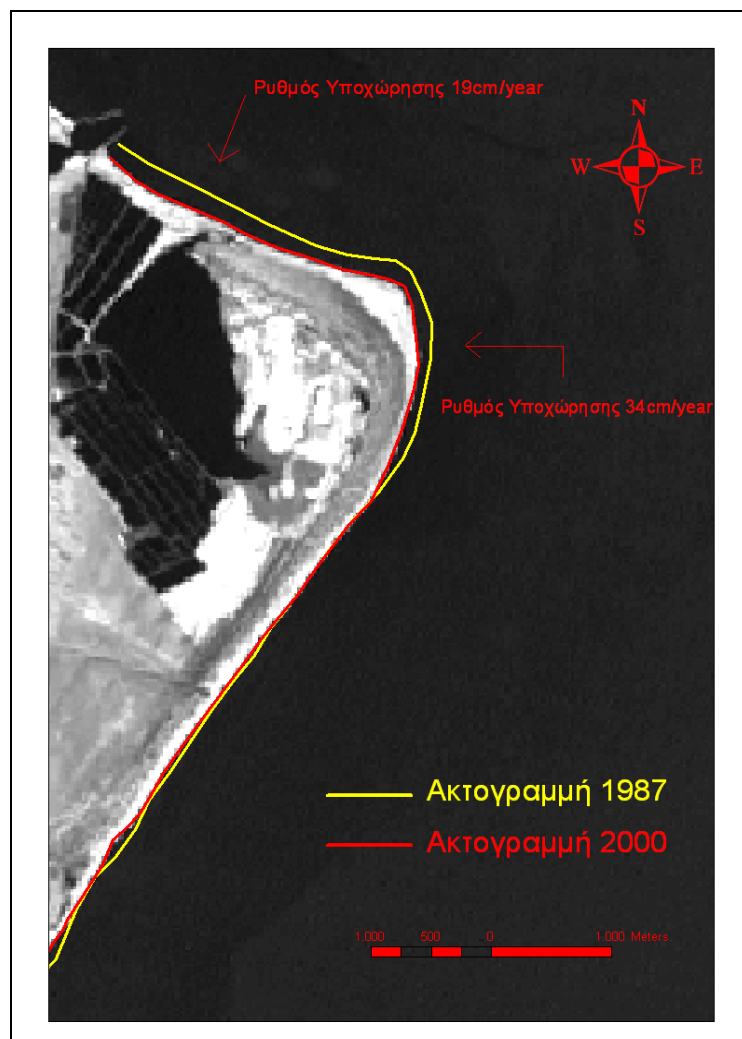


Σχήμα 6.6. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των αλκών για την χρονική περίοδο 1969-1987.

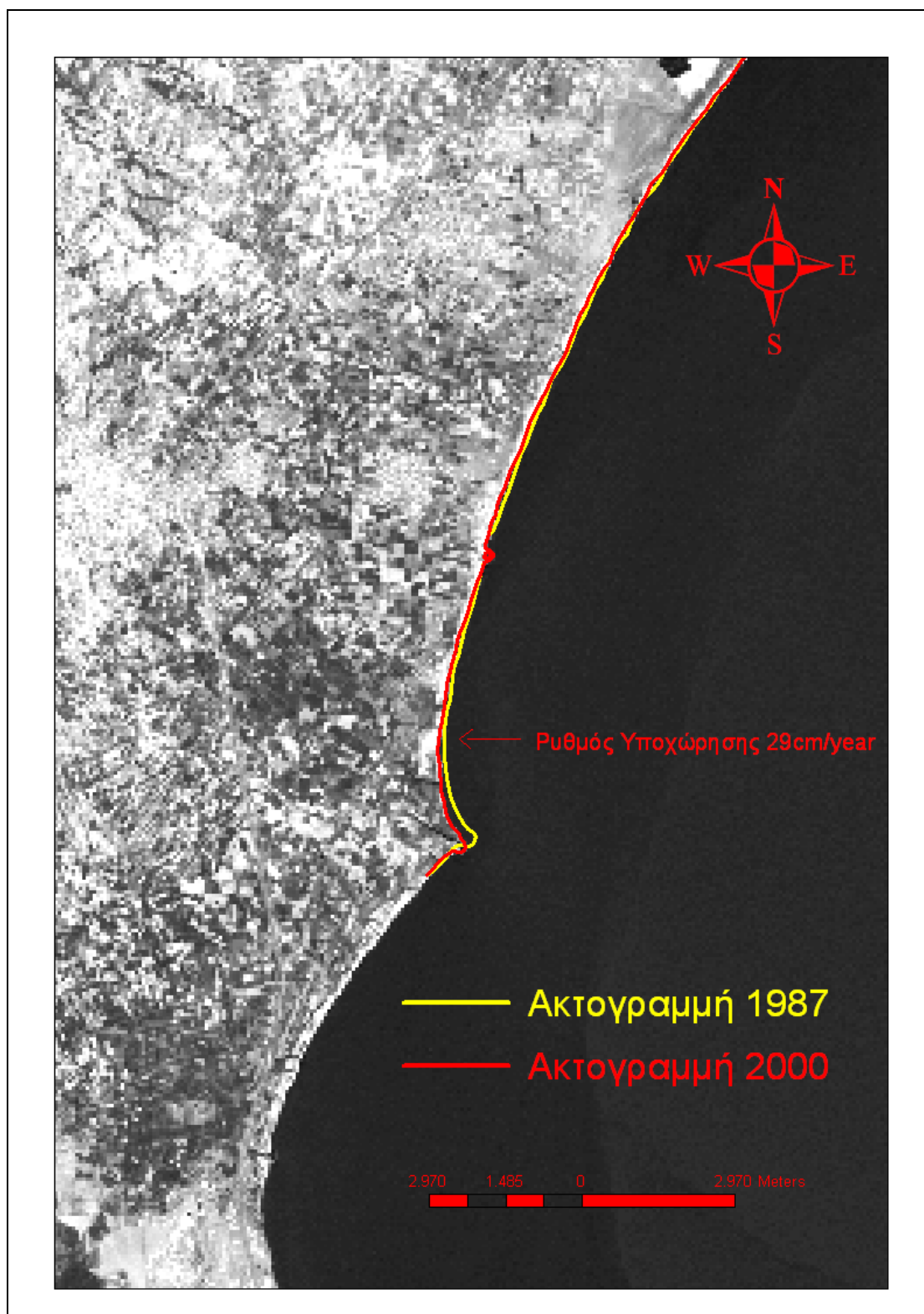


Σχήμα 6.7. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου για την χρονική περίοδο 1969-1987.

Για τη δεύτερη μελετούμενη περίοδο 1987-2000, από τη συγκριτική παρατήρηση των ακτογραμμών προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα. Αρχικά διαπιστώνει κανείς ότι σε όλο σχεδόν το μήκος της ακτογραμμής έχει προκληθεί διάβρωση εκτός από μια μικρή περιοχή που εντοπίζεται ΝΑ των αλυκών η οποία έχει μείνει ανεπηρέαστη (Σχήμα 6.8). Συγκεκριμένα στη θέση 1 η ακτή έχει υποχωρήσει συνολικά κατά 247 m. Ο ρυθμός υποχώρησης για την περίοδο αυτή είναι 19cm/year μικρότερος από τον αντίστοιχο ρυθμό της πρώτης περιόδου. Στη θέση 2 ο ρυθμός υποχώρησης ανέρχεται σε 34cm/year που αυτό πρακτικά σημαίνει πως κατά τη διάρκεια της 13ετίας η ακτή υποχώρησε στο σημείο αυτό συνολικά κατά 442 m. Το τρίτο Σημείο παρουσιάζει κάποια ιδιαιτερότητα. Ενώ από το 1969 έως το 1987 η ακτή είχε προελάσει, μετά το 1987 και ως το 2000 προκλήθηκε διάβρωση με αποτέλεσμα η ακτή να υποχωρήσει κατά 377m. Ο ρυθμός υποχώρησης για την περίοδο αυτή ήταν 29 cm/year (Σχήμα 6.9).



Σχήμα 6.8. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των αλυκών για την χρονική περίοδο 1987-2000.



Σχήμα 6.9. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου για την χρονική περίοδο 1987-2000.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Πολλές φορές για την κατανόηση των παράκτιων και όχι μόνο διεργασιών που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία συγκεκριμένων γεωμορφών απαιτείται η λήψη δειγμάτων ιζήματος από τα περιβάλλοντα αυτά. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων αυτών βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το μέσο με το οποίο μεταφέρθηκε το εν λόγω ίζημα (θαλάσσιο ή ποτάμιο νερό, άνεμος κ.α.) (Καρύμπαλης, 2004). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η περιοχή μελέτης αποτελεί έναν εκτεταμένο μεγάλου πλάτους αιγιαλό. Εντούτοις προκειμένου να σκιαγραφηθούν τα κοκκομετρικά χαρακτηριστικά του υλικού από το οποίο αποτελείται, κρίθηκε σκόπιμη η λήψη δειγμάτων ιζήματος από επιλεγμένες θέσεις και η κοκκομετρική τους ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο φυσικής γεωγραφίας του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Η δειγματοληψία όλων των δειγμάτων έγινε τον Ιούλιο του 2005 στο σημείο θραύσης του κύματος, εκτός μιας περίπτωσης που παρατηρήθηκε οπτική διαφοροποίηση στο μέγεθος των κόκκων. Για τον παραπάνω λόγο κρίνεται απαραίτητη η μελέτη του ιζηματολογικού καθεστώτος της περιοχής μελέτης σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

7.1 Γενικά για την κοκκομετρία και τη σημασία της

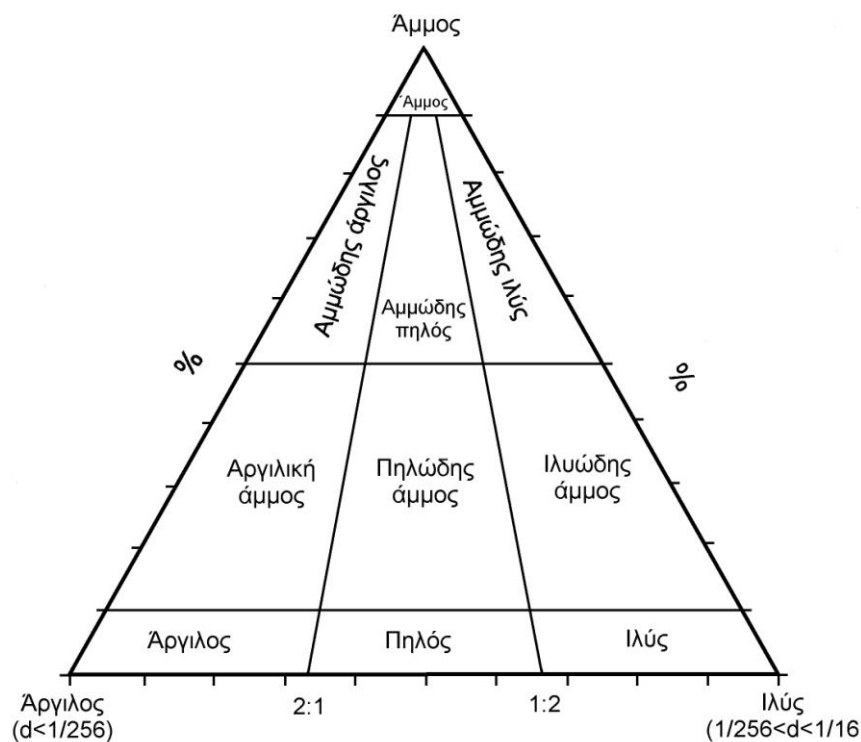
Θεωρείται σκόπιμο να γίνει μια εισαγωγή, για την σημασία της κοκκομετρίας ως μια εργαστηριακή εργασία στην οποία υποβάλλεται το δείγμα ιζήματος, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό μέρος μια ευρύτερης ιζηματολογικής ενότητας (ενός συνόλου, ενός πληθυσμού).

Το υλικό των ιζημάτων, μπορεί να προέρχεται είτε από την χέρσο (αλλόχθονο – χερσογενές υλικό), είτε από τον ίδιο τον χώρο απόθεσης (αυτόχθονο υλικό). Οι κόκκοι, αποτελούν την δομική μονάδα των ιζημάτων και περικλείουν όλη εκείνη την πληροφορία που σχετίζεται με τον περιβάλλον προέλευσης του υλικού, καθώς και με τον περιβάλλον απόθεσής του. Είναι σαφές ότι το ίζημα χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες του υλικού από το οποίο αποτελείται (κόκκοι) και για να μπορέσουμε να το ορίσουμε και να το μελετήσουμε, πρέπει πρώτα να περιγράψουμε τις ιδιότητες αυτές (Komar, 1976).

Το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων στην φύση, παρουσιάζει ένα εύρος που ποικίλει από μικρόμετρα (μm) έως εκατοστά (cm) ή και μέτρα (m). Οι μέθοδοι που

χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτόν είναι πολλές και βασίζονται στις ακόλουθες αρχές:

- Μέτρηση του όγκου του κόκκου, που είναι άμεσα συνδεδεμένος με την έννοια του μεγέθους. Γίνεται μέτρηση των διαστάσεων των κόκκων μετρώντας εκτόπιση κατά την εμβάπτιση σε υγρό μέσο.
- Μέτρηση ενός άξονα του κόκκου συγκρίνοντας τους διάφορους κόκκους με βάση αυτούς τους κοινούς άξονες.
- Μέτρηση της ταχύτητας καθίζησης των κόκκων μέσα στο νερό.
- Απορρόφηση μιας ακτινοβολίας από τους αιωρούμενους κόκκους σε υγρό μέσο (νερό).
- Μέτρηση της συμπεριφοράς των κόκκων κατά το κοσκίνισμα, με κόσκινα προκαθορισμένων ανοιγμάτων.



Σχήμα 7.1 . Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk (Folk, 1974).

Μια πρώτη ταξινόμηση των ιζημάτων με βάση την κοκκομετρία τους, είναι αυτή που τα διαχωρίζει σε λεπτόκοκκα (με μέγεθος κόκκων $< 63\mu\text{m}$) και σε αδρομερή (με μέγεθος κόκκων $> 63\mu\text{m}$). Τόσο στα λεπτόκοκκα, όσο και στα αδρομερή ιζήματα, υπάρχουν και άλλες ενδιάμεσες τιμές διαχωρισμού. Στα ιζήματα γενικά, επικρατούν

κυρίως οι κοκκομετρικές τάξεις της άμμου ($2\text{mm} > \dots > 63\mu\text{m}$), της ιλύος ($63\mu\text{m} > \dots > 2\mu\text{m}$) και του αργίλου ($< 2\mu\text{m}$), ενώ σε λιγότερες περιπτώσεις υπάρχουν χαλίκια ($2\text{cm} > \dots > 2\text{mm}$) και κροκάλες ($> 2\text{cm}$).

Τα κατεξοχήν αμμώδη ιζήματα (περιεκτικότητα σε άμμο $> 90\%$), όπως είναι και τα ιζήματα των δειγμάτων της παρούσας εργασίας, ταξινομούνται περαιτέρω, στις ακόλουθες κατηγορίες:

Πολύ χοντρή άμμος	1mm -2mm
Χοντρή άμμος	500 μm -1mm
Μεσαία άμμος	250 μm -500 μm
Λεπτή άμμος	125 μm -250 μm
Πολύ λεπτή άμμος	63 μm -125 μm

Πίνακας 7.1. Ταξινόμηση αμμοδών ιζημάτων, ανάλογα με την διάμετρο των κόκκων κατά Folk (Folk, 1974) .

Γενικά ισχύει ότι τα σωματίδια με μεγάλη μάζα (αδρομερή υλικά), μόλις έρθουν σε επαφή με το θαλάσσιο περιβάλλον, καθιζάνουν πρώτα, ακολουθούμενα από προοδευτικά ελαφρύτερα υλικά. Συνεπώς τα χονδρόκοκκα υλικά, μη μπορώντας να μεταφερθούν μακριά από τα σημεία εισόδου τους στο θαλάσσιο περιβάλλον, παρά μόνο κάτω από την επίδραση ισχυρών υδροδυναμικών παραγόντων, διευθετούνται και παραμένουν στην παράκτια ζώνη. Αντιθέτως, τα πιο λεπτόκοκκα υλικά, είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις ακόμα και κάτω από την επίδραση ασθενών υδροδυναμικών παραγόντων (Λειβαδίτης, 2002).

Είναι λοιπόν σύνηθες, σε παράκτια περιβάλλοντα όπου επικρατεί σταθερό υδροδυναμικό καθεστώς, τα ιζήματα να εμφανίζουν πολύ καλή ταξινόμηση των κοκκομετρικών τους τάξεων (sorting) και να υπάρχει ένα μόνο εύρος κοκκομετρικού μεγέθους, το οποίο να κυριαρχεί. Αποτέλεσμα αυτού είναι να παρατηρείται το γεγονός ότι, η κανονική κατανομή των λογαρίθμων των κόκκων του ιζήματος στις διάφορες κοκκομετρικές τάξεις, προσεγγίζει ικανοποιητικά την κανονική κατά Gauss κατανομή (Komar, 1976).

Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως, ότι γενικά, παρατηρείται μείωση του μεγέθους των κόκκων των ιζημάτων όσο κινούμαστε από την ακτή προς το μέρος της

ανοιχτής θάλασσας, ενώ είναι δυνατόν λόγω ακραίων υδροδυναμικών καθεστώτων (έντονος κυματισμός και ισχυρά θαλάσσια ρεύματα, προερχόμενα από φαινόμενα καταιγίδας), να δημιουργηθούν ειδικές συνθήκες που θα έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή και την κακή ταξινόμηση των κοκκομετρικών τάξεων των ιζημάτων (Segar, 1998).

7.2 Δειγματοληψία

Η μέθοδος που ακολουθείται για την δειγματοληψία του ιζήματος είναι μια σημαντική παράμετρος που αντανακλάται στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων συμπερασμάτων σχετικά με το ιζηματολογικό καθεστώς μιας περιοχής. Σημαντικός παράγοντας στην δειγματοληψία είναι η ποσότητα του ιζήματος και η θέση από την οποία λαμβάνεται. Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της περιοχής, για τον λόγο αυτό πρέπει να προκαθοριστούν οι θέσεις από τις οποίες λαμβάνεται. Το ίδιο ισχύει και για την ποσότητά του. Για ένα αμμώδες υλικό, δείγμα 100 gr είναι γενικά επαρκές ενώ για περισσότερο χονδρόκοκκο υλικό, ειδικά όταν περιλαμβάνει μεγάλο εύρος μεγεθών, η δειγματοληψία απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα ιζήματος. Έτσι ιζημα που περιέχει υλικό με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 cm απαιτεί δείγμα 5 kg ενώ υλικό διαμέτρου μεγαλύτερης των 5 cm απαιτεί δείγμα 35 kg (Καρύμπαλης, 2004).

Στην περίπτωση μας η δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων έγινε στο σημείο '0' των τομών, το όριο δηλαδή της ακτογραμμής στο σημείο θραύσης των κυμάτων. Συνολικά λήφθηκαν 6 δείγματα, δύο για την τρίτη τομή (παρουσιάστηκε εμφανής διαφορά της κοκκομετρίας σε μικρή απόσταση) και ένα δείγμα στις θέσεις των υπόλοιπων 4 τομών. Η λήψη των δειγμάτων γινόταν με πλαστικό ποτήρι και κατόπιν, αφού αφαιρούνταν κατά το δυνατό το υπερκείμενο νερό, τοποθετούνταν σε πλαστικές αεροστεγείς σακούλες (Εικόνα 7.1). Όλα τα δείγματα μαρκάρονταν με ανεξίτηλο μαρκαδόρο. Η κωδική ονομασία των δειγμάτων, έφερε την ονομασία της αντίστοιχης τομής.



Εικόνα 7.1. Δειγματοληψίας. Διακρίνεται το αεροστεγές σακουλάκι τοποθέτησης του δείγματος, το πλαστικό ποτήρι καθώς και το σημείο λήψης, η ακτογραμμή. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

7.3 Προετοιμασία δειγμάτων – Κοσκίνισμα

Πριν τη διαδικασία του κοσκινίσματος απαιτείται η κατάλληλη προετοιμασία των δειγμάτων. Ο διαχωρισμός (αποκροκίδωση) των κόκκων του ιζήματος (συνήθως οι κόκκοι είναι συγκολλημένοι μεταξύ τους με άλατα) και η ξήρανσή τους για την απομάκρυνση του νερού είναι δύο απαραίτητες διαδικασίες. Για τον διαχωρισμό των κόκκων η απλούστερη μέθοδος είναι η συντριβή του ιζήματος σε ένα πήλινο γουδί με ένα γουδοχέρι με λαστιχένια απόληξη. Με τη μέθοδο αυτή βέβαια ελλοχεύει ο κίνδυνος της καταστροφής των εύθραυστων κλασμάτων. Μία άλλη μέθοδος αποκροκίδωσης είναι η τοποθέτηση των δειγμάτων σε 10 % διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου για 24 ώρες περίπου (Καρύμπαλης, 2004). Η ξήρανση των δειγμάτων πραγματοποιείται σε φούρνο όπου και τοποθετείται το δείγμα για 72 ώρες στους 60 °C.

Στην δική μας περίπτωση ελήφθη αρχικά ποσότητα 150 gr περίπου ιζήματος από κάθε δείγμα τα οποία τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία. Ακολούθησε η δημιουργία υδατικών διαλυμάτων υπεροξειδίου του υδρογόνου όπου και τοποθετήθηκαν τα δείγματα με σκοπό να καθαριστούν-ξεπλυθούν και να απομακρυνθούν όλα τα υδατοδιαλυτά άλατα που περιέχονται σε αυτά και τα οποία μπορούν να προκαλέσουν φαινόμενα συγκόλλησης των κόκκων του ιζήματος, με αποτέλεσμα να επηρεάσουν αρνητικά τις αναλύσεις. Μετά την αποκροκίδωση σειρά είχε η τοποθέτηση των «καθαρών» δειγμάτων σε φούρνο για 3 περίπου 24ωρα στους 60 °C.

Από την μακροσκοπική εξέταση των δειγμάτων, που έγινε αρχικά στο εργαστήριο, παρατηρήθηκε ότι η σύστασή τους ήταν σε ποσοστό $>90\%$ αμμώδης και έτσι επιλέχθηκε για την ανάλυσή τους και τον διαχωρισμό τους στις διάφορες κοκκομετρικές τάξεις, η μέθοδος των κοσκίνων. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για το κοσκίνισμα των δειγμάτων μετά την απαραίτητη προετοιμασία τους έχει αναλυτικότερα ως εξής:

Τα ξηρά πλέον δείγματα τοποθετήθηκαν, ένα κάθε φορά, σ' ένα κόσκινο που βρίσκεται στην κορυφή μιας σειράς από 7 κόσκινα, τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο, με διαφορετικό άνοιγμα οπών το καθένα και με το μικρότερης διαμέτρου να βρίσκεται στο κάτω μέρος (Εικόνα 7.2). Για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε σειρά κόσκινων με τις ακόλουθες διαμέτρους οπών: 63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 1mm, 2mm, 4mm.



Εικόνα 7.2. (Αριστερά) – Τοποθέτηση των δειγμάτων στα κόσκινα, (Δεξιά) – Τοποθέτηση των κοσκίνων στη συσκευή δόνησης τύπου Retsch. (πηγή: Εργαστηριακή μελέτη)

Σκοπός αυτού του σταδίου της αναλυτικής διαδικασίας είναι να επιτευχθεί ο διαχωρισμός του δείγματος στις ακόλουθες κοκκομετρικές τάξεις : $>4\text{mm}$, 2-4mm, 1-2mm, 500 μm -1mm, 250-500 μm , 125-250 μm , 63-125 μm . Στην βάση της σειράς των κοσκίνων, τοποθετήθηκε τάσι στο οποίο κατέληγε το κλάσμα του ιζήματος που ήταν μικρότερο από 63 μm .

Τα κόσκινα τοποθετήθηκαν πάνω σε συσκευή δόνησης (κοσκινιτή) τύπου Retsch και το κάθε δείγμα κοσκινίστηκε για 10 λεπτά, σε συχνότητα 60 Hz (Εικόνα 7.2). Στη συνέχεια, με την βοήθεια πινέλου, συλλέχθηκε προσεκτικά το υλικό που είχε παραμείνει σε κάθε κόσκινο και ζυγίστηκαν τα βάρη τους σε ζυγό ακριβείας (Εικόνα 7.3).

Από την παραπάνω διαδικασία, υπολογίστηκε η εκατοστιαία συμμετοχή της κάθε κοκκομετρικής τάξης, στην σύσταση του υλικού. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχες αθροιστικές καμπύλες και υπολογίστηκαν οι στατιστικές παράμετροι που περιγράφουν ποσοτικά ορισμένα χαρακτηριστικά των καμπυλών για κάθε ένα από τα δείγματα.



Εικόνα 7.3. Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας με την χρήση του οποίου ζυγίστηκαν τα δείγματα στα διάφορα στάδια της ανάλυσής τους. (πηγή: Εργαστηριακή μελέτη)

7.4 Επεξεργασία στοιχείων κοκκομετρικής ανάλυσης

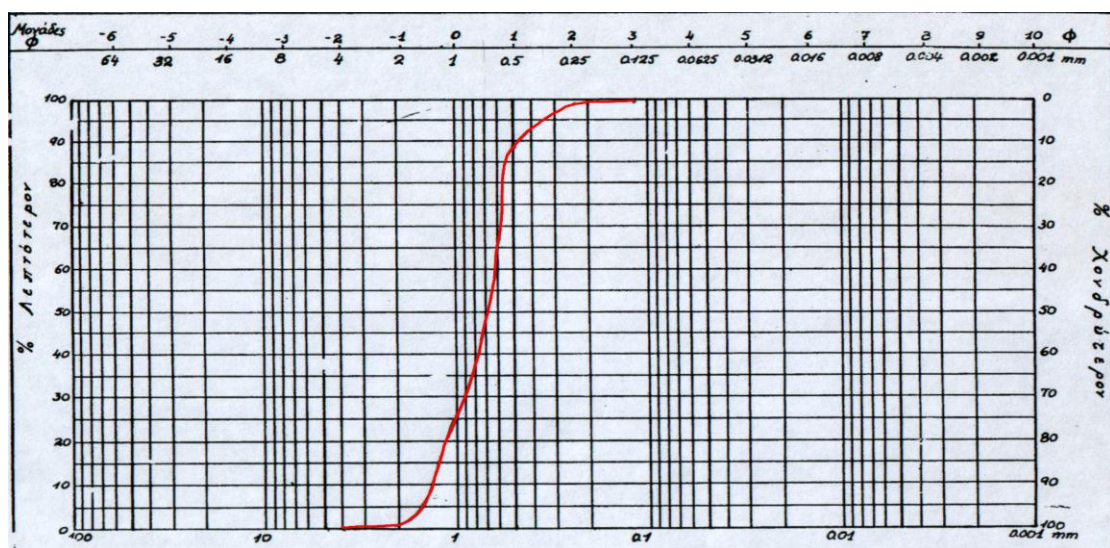
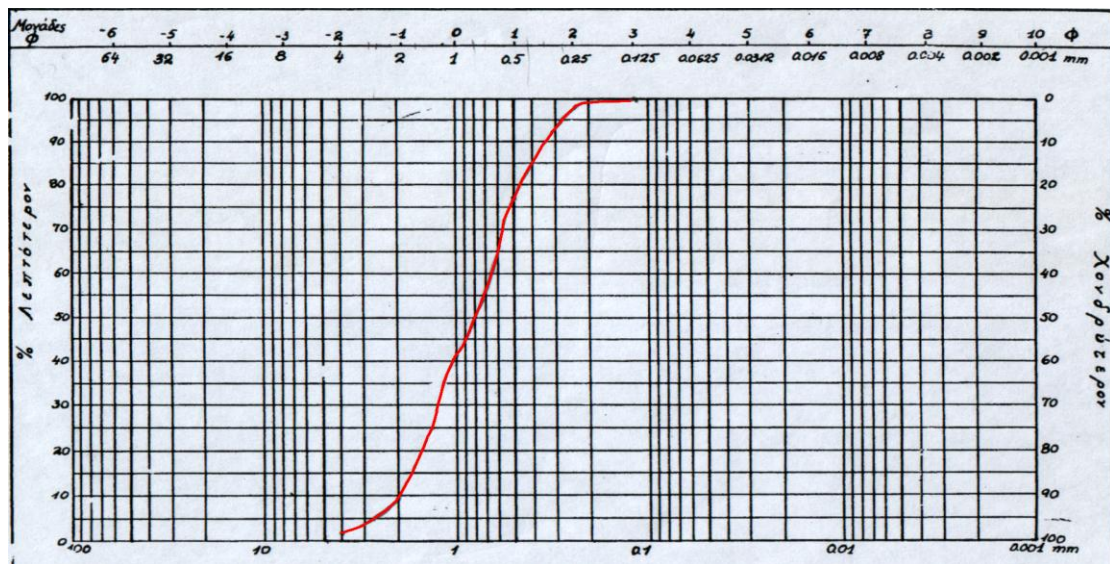
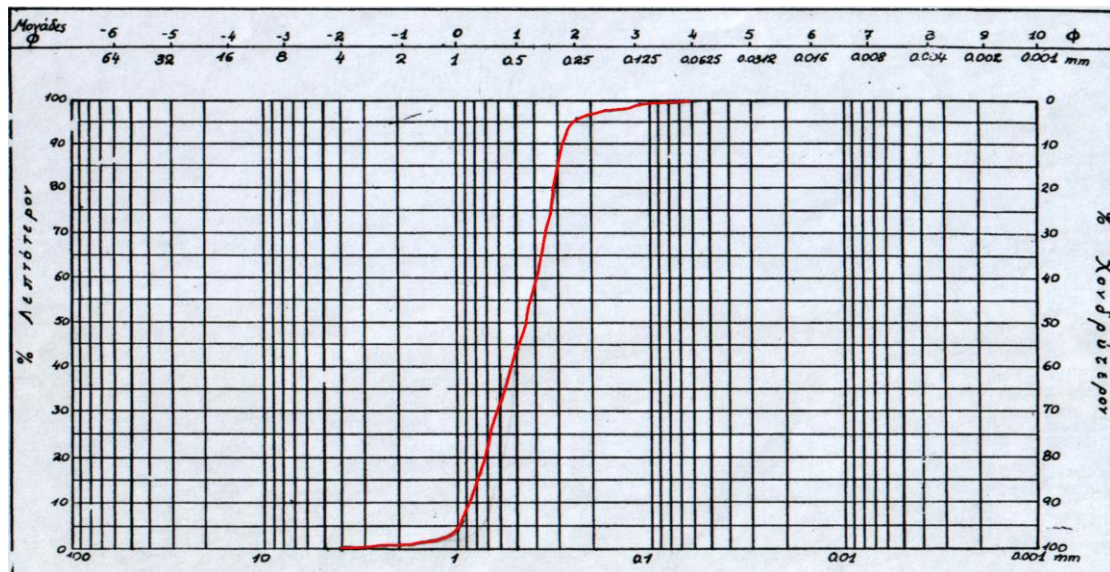
Μετά το κοσκίνισμα των δειγμάτων ακολουθεί η σχεδίαση των αθροιστικών καμπυλών και η μεταξύ τους σύγκριση καθώς και η ερμηνεία των διαφορών τους. Χρησιμοποιώντας τα αθροιστικά επί τοις εκατό (%) ποσοστά κατά βάρος των κόκκων του κάθε δείγματος υπολογίζονται οι παράμετροι του μεγέθους των κόκκων. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με δύο μεθόδους, την γραφική και την στατιστική (Καρύμπαλης, 2004).

7.4.1 Γραφική μέθοδος

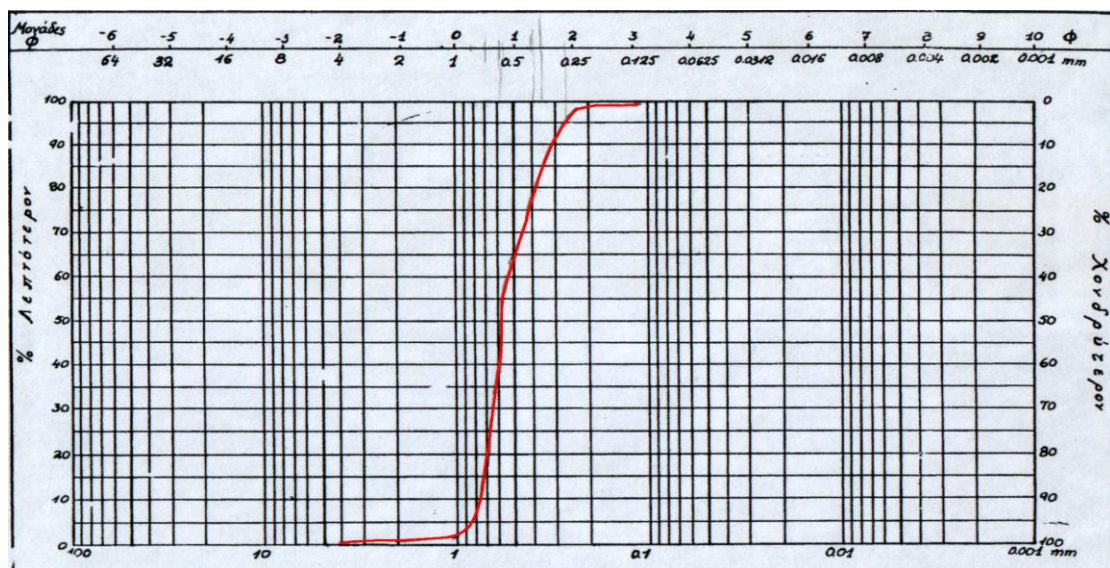
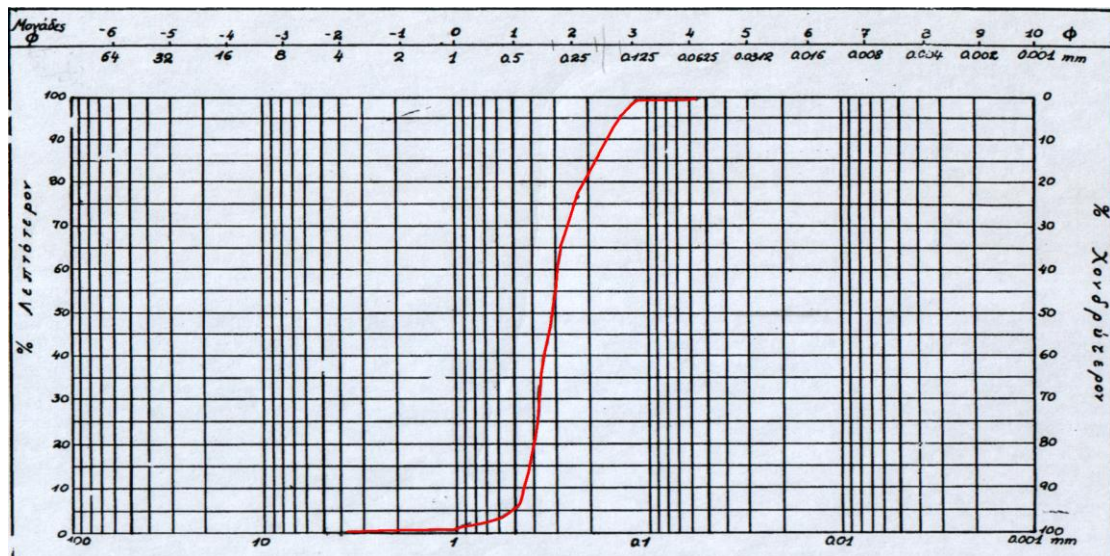
Τα αθροιστικά (%) ποσοστά κατά βάρος τοποθετούνται σε ένα διάγραμμα με δύο άξονες. Ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και απεικονίζει το μέγεθος των κόκκων σε μονάδες Φ, ή λογαριθμικός και απεικονίζει το μέγεθος των κόκκων με τη

διάμετρό τους σε mm. Στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται τα αθροιστικά (%) ποσοστά. Τα σημεία που προκύπτουν ενώνονται με μικρές ευθείες και έτσι κατασκευάζεται η αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη (Folk, 1974).

Αθροιστική καμπύλη (αριθμητική): Κατασκευάζεται σε ημιλογαριθμικό χαρτί (αν χρησιμοποιηθεί κλίμακα σε mm). Από την αθροιστική καμπύλη μπορούν να υπολογιστούν διάφορες στατιστικές παράμετροι όπως η μέση τιμή, η απόκλιση, ο συντελεστής λοξότητας κ.α. Ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών είναι χρήσιμος για την ερμηνεία των διεργασιών που επικρατούν στην περιοχή λήψης των δειγμάτων (Folk, 1974). Στα παρακάτω Σχήματα 7.2, 7.3 απεικονίζονται οι αθροιστικές καμπύλες των δειγμάτων όπως αυτές κατασκευάστηκαν από τα αποτελέσματα του κοσκινίσματος.



Σχήμα 7.2. Αθροιστικές καμπόλες. Από πάνω T_1 , T_2 , $T_{3/1}$



Σχήμα 7.3. Αθροιστικές καμπύλες. Από πάνω $T_{3/2}$, T_4 , T_5

7.4.2 Στατιστική (μαθηματική) μέθοδος

Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης πρέπει οι αθροιστικές καμπύλες να συγκρίνονται οπτικά, γεγονός που δεν είναι καθόλου βολικό και δεν βοηθάει στην διεξαγωγή ποσοτικών συμπερασμάτων. Ο Folk αλλά και άλλοι ερευνητές χρησιμοποίησαν στατιστικές παραμέτρους που περιγράφουν ποσοτικά ορισμένα χαρακτηριστικά των καμπυλών. Οι παράμετροι αυτές μπορούν να συγκριθούν άμεσα για πολλά δείγματα και ορισμένοι συνδυασμοί των τιμών τους είναι ενδεικτικοί των συνθηκών της περιοχής λήψης των δειγμάτων (Καρύμπαλης, 2004). Οι σημαντικότερες παράμετροι και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία είναι: Το μέσο μέγεθος των κόκκων M_z (Mean), η αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i ή συντελεστής ταξινόμησης (Standard deviation ή Sorting), η αποκλειστική γραφική λοξότητα S_{KI} ή ασυμμετρία (Skewness) και η γραφική κύρτωση K_G (Kurtosis).

α) Μέσο Μέγεθος Γραφικό (Graphic Mean) (M_z)

Η παράμετρος αυτή, αποτελεί δείκτη για την υφή του ιζήματος. Εκφράζει την γενική και αντιπροσωπευτική εικόνα του ιζήματος, ως προς το μέγεθος των κόκκων του, δηλαδή εάν το δείγμα είναι αδρομερέστερο ή πιο λεπτόκοκκο από κάποιο άλλο. Κατ' επέκταση λοιπόν, η τιμή του M_z μπορεί να αντιπροσωπεύει και το μέγεθος της δύναμης που δρα για τη μεταφορά του ιζήματος.

Η τιμή του M_z κατά Folk δίδεται από τον τύπο:

$$(\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})/3$$

β) Αποκλειστική Σταθερή Απόκλιση (σ_i)

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει τον βαθμό διαβάθμισης των ιζημάτων, δείχνει δηλαδή πόσο ομοιογενές ή ανομοιογενές κοκκομετρικά είναι κάποιο δείγμα. Επίσης, η τιμή της παραμέτρου σ_i ανταποκρίνεται αντίστοιχα στο εύρος των δυνάμεων που έδρασαν για να δώσουν το ίζημα. Μεγάλη τιμή του σ_i ή αλλιώς μικρός βαθμός διαβάθμισης, σημαίνει ότι συνέβη περιορισμένη διαλογή στους κόκκους του ιζήματος, κατά την μεταφορά τους ή την απόθεσή τους. Αντιθέτως, καλή ταξινόμηση ή μικρή τιμή της παραμέτρου σ_i , σημαίνει ότι έχει γίνει καλή διαβάθμιση των κόκκων του ιζήματος από τις δυνάμεις που έδρασαν (π.χ. ο άνεμος ή το κύμα μεταφέρουν και αποθέτουν εκλεκτικά, σε μια περιοχή, κόκκους ενός περιορισμένου εύρους μεγεθών (Folk, 1974).

Η τιμή του σ_i κατά Folk δίδεται από τον τύπο:

$$[(\Phi_{84} - \Phi_{16})/4] + [(\Phi_{95} - \Phi_5)/6,6]$$

σ_i (τιμή σε Φ μονάδες)	Χαρακτηρισμός των ιζημάτων ιζήματα με
< 0,35	πολύ καλή ταξινόμηση
0,35-0,50	καλή ταξινόμηση
0,50-0,71	μέτρια καλή ταξινόμηση
0,71-1,00	μέτρια κακή ταξινόμηση
1,00-2,00	κακή ταξινόμηση
2,00-4,00	πολύ κακή ταξινόμηση
>4,00	εξαιρετικά κακή ταξινόμηση

Πίνακας 7.2. Χαρακτηρισμός των ιζημάτων ανάλογα με τον συντελεστή ταξινόμησης (Folk, 1974).

γ) Αποκλειστική Γραφική Λοξότητα ή Ασυμμετρία S_{KI} (Skewness) και Γραφική Κύρτωση K_G (Kurtosis):

Η λοξότητα εκφράζει το βαθμό συμμετρίας μιας καμπύλης συχνότητας και η κύρτωση, το μέτρο διαβάθμισης των άκρων μιας καμπύλης συχνότητας. Ειδικότερα η λοξότητα, χαρακτηρίζει την μη κανονικότητα μιας κατανομής, εκφράζοντας τον βαθμό ασυμμετρίας των καμπυλών κατανομής των δειγμάτων και δείχνει πιο κλάσμα του δείγματος έχει την καλλίτερη ταξινόμηση. Έτσι, το αν μια καμπύλη κατανομής προεκτείνεται προς την πλευρά των λεπτόκοκκων ή προς την πλευρά των χονδρόκοκκων, αυτό επηρεάζεται από την λοξότητα.

Η τιμή του S_{KI} και K_G κατά Folk δίνονται αντίστοιχα από τους τύπους:

$$S_{KI} = [(\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{84} - \Phi_{16})] + [(\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{95} - \Phi_5)]$$

$$K_G = [(\Phi_{95} - \Phi_5)] / 2,4(\Phi_{75} - \Phi_{25})$$

Μια κατανομή μπορεί να είναι θετικής ή αρνητικής λοξότητας. Οι τιμές που μπορεί να πάρει η παράμετρος S_{KI} κυμαίνονται από -1 έως $+1$. Μια κανονική κατανομή, δηλαδή μια συμμετρική καμπύλη, έχει λοξότητα $S_{KI} = 0$. Κατανομή αρνητικής λοξότητας ($S_{KI} < 0$), σημαίνει ότι η καμπύλη προεκτείνεται προς την πλευρά των πιο χονδρόκοκκων κλασμάτων. Επίσης, κατανομή με θετική λοξότητα, σημαίνει ότι η καμπύλη προεκτείνεται προς την πλευρά των πιο λεπτόκοκκων κλασμάτων και επομένως έχουμε μεγαλύτερο ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού στο δείγμα. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται προσθήκη λεπτόκοκκων

συστατικών στις αποθέσεις, ή εκλεκτική απομάκρυνση χονδρότερων κλασμάτων από την παραλία.

Η παρακάτω εμπειρική κλίμακα (κατά Folk) δείχνει τον χαρακτηρισμό των καμπυλών ανάλογα με την τιμή της λοξότητας (S_{KI}).

S_{KI}	χαρακτηρισμός καμπυλών κατανομής
-0,30 έως -0,10	πλατύκυρτες
-0,10 έως +0,10	σχεδόν συμμετρικές
+0,10 έως +0,30	λεπτόκυρτες
> +0,30	πολύ λεπτόκυρτες

Πίνακας 7.3. Χαρακτηρισμός των καμπυλών κατανομής ανάλογα με την λοξότητα (S_{KI}) (Folk, 1974).

Σχετικά με τις καμπύλες κατανομής, θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στην φύση οι πληθυσμοί των κόκκων εμφανίζουν γενικά μια «λογαριθμική» κανονική κατανομή. Απόκλιση από αυτήν την κατανομή μπορεί να προκληθεί όταν διαφοροποιούνται οι παράγοντες που καθορίζουν την σύσταση του ιζήματος, ή όταν υπάρξει μίξη κόκκων διαφορετικής προέλευσης (π.χ. μίξη χερσογενούς και βιογενούς υλικού). Σε περίπτωση που υπάρξει φαινόμενο μίξης δύο ή και περισσότερων πληθυσμών κόκκων, αυτό συνήθως απεικονίζεται στις καμπύλες κατανομής με διπλό ύψωμα ή και περισσότερα υψώματα. Αυτό βέβαια εξαρτάται και από τις επιμέρους κατανομές.

7.5 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Οι παραπάνω παράμετροι υπολογίστηκαν βάσει των αντίστοιχων τύπων τους και τα αποτελέσματά για τα δείγματα που αναλύθηκαν παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα 7.4.

Παράμετροι	Δείγμα T_1	Δείγμα T_2	Δείγμα $T_{3/1}$	Δείγμα $T_{3/2}$	Δείγμα T_4	Δείγμα T_5
M_z	1,01	0,23	0,36	1,7	1,56	0,9
σ_i	0,61	1	0,61	0,55	0,58	0,5
S_{KI}	-0,32	-0,51	0,1	0,26	-0,3	0,5
K_G	0,79	1,05	1,25	1,13	1,42	1,01

Πίνακας 7.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων υπολογισμού των στατιστικών παραμέτρων

Η γενική μορφή των αθροιστικών κοκκομετρικών καμπυλών έχει παρόμοια μορφή για όλα τα δείγματα. Η κλίση των καμπυλών είναι μεγάλη γεγονός που αποδεικνύει ότι σε όλα τα δείγματα το υλικό αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο με κόκκους παρόμοιου μεγέθους χωρίς να παρατηρείται σημαντική διαβάθμιση. Όσον αφορά την παράμετρο του μέσου μεγέθους γραφικού (M_z) η οποία όπως προειπώθηκε δίνει την εικόνα του ιζήματος σε σχέση με το μέγεθος των κόκκων διαπιστώνονται τα εξής: Πολύ λεπτόκοκκο ιζημα παρουσιάζουν τα δείγματα T_2 , $T_{3/1}$ και T_5 . Περισσότερο χονδρόκοκκο σε σχέση με τα προηγούμενα δείγματα είναι το ιζημα των δειγμάτων T_1 , $T_{3/2}$ και T_4 με M_z μεγαλύτερο από 1,0. Χαρακτηριστικά είναι τα δείγματα $T_{3/1}$ και $T_{3/2}$ τα οποία αν και ελήφθησαν από την ίδια θέση σε μικρή μεταξύ τους απόσταση στην ακτογραμμή Εικόνα, παρουσιάζουν διαφορετική κοκκομετρία.



Εικόνα 7.4. Διαφορά στο μέγεθος των κόκκων σε μικρή απόσταση στο σημείο της ακτογραμμής της Τομής 3. (πηγή: Επιτόπια έρευνα)

Τα αποτελέσματα της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης δεν παρουσιάζουν ουσιαστική διαφοροποίηση για τα διάφορα δείγματα. Το δείγμα T_2 ($\sigma_i = 1,0$) εμφανίζει ταξινόμηση στο όριο μεταξύ μέτριας και κακής ενώ όλα τα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζουν μετρίως καλή ταξινόμηση. Άξιο παρατήρησης είναι εδώ το γεγονός ότι από την δεύτερη τομή και όσο κινούμαστε βορειότερα το ιζημα

παρουσιάζει συνεχώς καλύτερη ταξινόμηση, καλύτερη δηλαδή διαλογή των κόκκων του ιζήματος. Πρακτικά αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός ότι χωρικά σταματάει η δυναμική ζώνη της διαβροχής, κατά την οποία ο κυματισμός είναι ο κυρίαρχος ενεργειακός παράγοντας και αρχίζει η ζώνη των αιολικών διεργασιών στην οποία ο άνεμος παίζει τον πρωτεύοντα ρόλο στην διευθέτηση του ιζήματος. Στην άποψη αυτή συνηγορεί και η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση κατά την οποία στο βόρειο τμήμα της περιοχής διαπιστώθηκαν αιολικές γεωμορφές όπως παράκτιες αμμώδεις θίνες.

Η αποκλειστική γραφική λοξότητα δείχνει το πόσο μια αθροιστική καμπύλη είναι συμμετρική ή όχι. Στην περιοχής μελέτης παρατηρούνται τρία δείγματα (T_1 , T_2 , T_4) των οποίων οι αθροιστικές καμπύλες χαρακτηρίζονται σαν λεπτόκυρτες και παρουσιάζουν πολύ αρνητική λοξότητα $\sigma_{ki}=0.32$, 0.51 και 0.3 αντίστοιχα. Αντίθετα το δείγμα $T_{3/1}$ παρουσιάζει σχεδόν συμμετρική καμπύλη με $\sigma_{ki}=0.1$ που χαρακτηρίζεται σαν πολύ θετική, ενώ τα δείγματα $T_{3/2}$ και T_5 παρουσιάζουν θετική και πολύ θετική λοξότητα αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές είναι χαρακτηριστικές των ομοιόμορφων υδροδυναμικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης.

Η τελευταία παράμετρος είναι αυτή της κύρτωσης. Συγκεκριμένα η γραφική κύρτωση μετρά το λόγο μεταξύ της διαβάθμισης στην ουρά της καμπύλης και την διαβάθμιση στο κέντρο της. Το δείγμα T_1 κατατάσσεται στα πλατύκυρτα ενώ όσο κινούμαστε βορειότερα τα ιζήματα είναι περισσότερο λεπτόκυρτα. Τα T_2 και T_5 έχουν τιμή $K_G=1.05$ και 1.01 και χαρακτηρίζονται ως μεσόκυρτα. Τα τρία τελευταία δείγματα $T_{3/1}$, $T_{3/2}$ και T_4 είναι λεπτόκυρτα αφού οι τιμές τους βρίσκονται στο διάστημα μεταξύ 1.11 και 1.50 .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

8.1 Γενικά

Οι παράκτιες περιοχές λόγω κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που συγκεντρώνουν, είναι γενικώς αποδεκτό ότι έχουν μεγάλη κοινωνικο-οικονομική σημασία για έναν τόπο. Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους που ελλοχεύουν σε αυτά τα εύθραυστα περιβάλλοντα, είναι μια ενδεχόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης με όλες τις αρνητικές συνέπειες που αυτή συνεπάγεται (Meler F. And Wahr M., 2002). Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια απόπειρα εκτίμησης των επιπτώσεων που θα επιφέρει στην περιοχή μελέτης μια ενδεχόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης.

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητος ο αποσαφηνισμός όρων όπως θαλάσσια στάθμη, και μεταβολή της στάθμης της θάλασσας. Η ακτογραμμή μεταβάλλεται συνεχώς και η μεταβολή αυτή οφείλεται σε μια σειρά από μη γραμμικούς παράγοντες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι οι ευστατικές, ισοστατικές και τεκτονικές κινήσεις, ο κυματισμός, η ιζηματογένεση και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Μιλώντας για μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εννοείται η μακράς διάρκειας διακύμανση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται κυρίως σε ευστατικά και τοπικά αίτια (Ε. Καρύμπαλης, 2004).

Ο όρος σχετική στάθμη της θάλασσας αναφέρεται στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας σε σχέση με την ξηρά. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης ή η βύθιση της ξηράς έχει ως αποτέλεσμα την επίκλυση, δηλαδή την κατάκλιση τμήματος της ξηράς από την θάλασσα. Αντίθετα η πτώση του επιπέδου της θάλασσας λόγω ευστατικών ή λόγω τεκτονικής ή ισοστατικής ανύψωση της ξηράς ονομάζεται απόσυρση και έχει ως αποτέλεσμα την ανάδυση μιας παράκτιας περιοχής (Ε. Καρύμπαλης, 2004).

8.2 Αίτια μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης

Στην διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αρκετές ερμηνείες για τα αίτια του φαινομένου των μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης. Περισσότερο αποδεκτές είναι εκείνες που θέλουν τις μεγάλες κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη να είναι υπεύθυνες για την μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης (Ε. Καρύμπαλης, 2004) Η σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη οφείλεται στην συνεχή εκπομπή CO₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου (Meler F. And Wahr M., 2002).

Η ιστορία του πλανήτη αποδεδειγμένα χωρίζεται σε παγετώδεις και μεσωπαγετώδεις περιόδους. Κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων, όγκοι νερού μεταφέρονται στην στεριά με την μορφή πάγων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της θαλάσσιας στάθμης. Αντίθετα κατά τη διάρκεια των μεσωπαγετωδών περιόδων, η τήξη των πάγων της στεριάς έχει σαν αποτέλεσμα την μεταφορά του νερού από τη στερεά κατάσταση των πάγων της στεριάς στην υγρή κατάσταση που καταλήγει στις θάλασσες και κατά συνέπεια την άνοδο της στάθμης της. Η διεργασία αυτή ονομάζεται ευστατισμός (Ε. Καρύμπαλης, 2004).

Ο ισοστατισμός σχετίζεται με την ανύψωση ή βύθιση της επιφάνειας της στεριάς που οφείλεται στην εναλλαγή του βάρους των πάγων κατά τις παγετώδεις και μεσωπαγετώδεις περιόδους. Είναι δύσκολο να διακριθεί από τον ευστατισμό και συνήθως σε μια παράκτια περιοχή μελετάται ο συνδυασμός της δράσης των δύο (Ε. Καρύμπαλης, 2004).

Μια ακόμη θεωρία που ερμηνεύει τις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης αναφέρεται στην απόθεση ιζημάτων στους πυθμένες των θαλασσών και θεωρεί αυτήν την ιζηματογένεση υπεύθυνη για την μεταβολή των διαστάσεων των θαλάσσιων λεκανών και κατά συνέπεια της στάθμης της θάλασσας (Ε. Καρύμπαλης, 2004). Η θεωρία αυτή αδυνατεί να ερμηνεύσει της μεγάλης κλίμακας παγκόσμιες μεταβολές.

8.3 Η συμπεριφορά των ακτών στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης

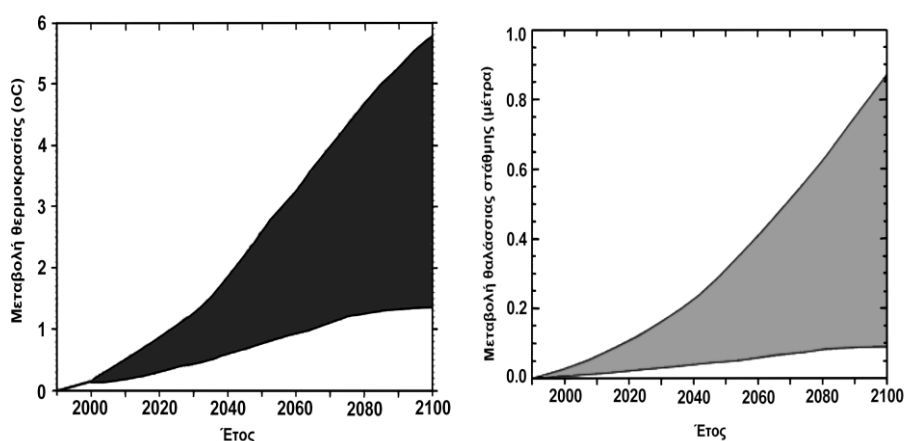
Η συμπεριφορά διάφορων παράκτιων συστημάτων στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης αλλά και η πρόβλεψη της ανταπόκρισης αυτών στο μέλλον έχει προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων. Η πρόβλεψη αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τρωτούς και δυναμικά μεταβαλλόμενους τύπους ακτών που αποτελούνται από ίζημα. Ο τρόπος με τον οποίο μια συγκεκριμένη ακτογραμμή αντιδρά στην μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ακτής και κυρίως από το αν αυτή κυριαρχείται από διεργασίες απόθεσης ή διάβρωσης (Ε. Καρύμπαλης, 2004).

Ο Bruun (1962) πρότεινε ένα μοντέλο που περιγράφει τη συμπεριφορά μιας αμμώδους ακτής στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης έχει αποτέλεσμα την υποχώρηση του αιγιαλού προς την ξηρά λόγω της διάβρωσης μεγάλου μέρους του κατώτερου τμήματός του. Τα υλικά που προκύπτουν από την διάβρωση αυτή επαναποτίθενται στην βάση του και το

τελικό αποτέλεσμα είναι η «μετατόπιση» όλου του αιγιαλού με σκοπό να μην χάσει το προφίλ ισορροπίας του (Healy, 1991).

8.4 Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100.

Έχει υπολογισθεί βάσει παγκόσμιων κλιματικών δεδομένων της U.S. Enviromental Protection Agency (EPA) και της χρήσης μαθηματικών μοντέλων (IPCC “Intergovernmental Panel on Climate Change”, 2001), ότι μέχρι το έτος 2050, η μέση θερμοκρασία του αέρα του πλανήτη θα αυξηθεί κατά 1 °C ενώ ως το έτος 2100 η θερμοκρασία θα είναι κατά 2 °C υψηλότερη από την σημερινή (Σχήμα 8.1). Κύριος λόγος της αύξησης αυτής είναι η επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα



που οφείλεται κυρίως στις βιομηχανικές εκπομπές.

Σχήμα 8.1. Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001).

Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας θα προκαλέσει την τήξη των πάγων τόσο των πόλων όσο και των ηπειρωτικών περιοχών με συνέπεια την διαστολή των μαζών του νερού των ωκεανών και την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης σε παγκόσμιο επίπεδο. Βάσει διαφόρων σεναρίων μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης που βασίζονται στην επεξεργασία τόσο στοιχείων του παρελθόντος όσο και σύγχρονων μετρήσεων, δορυφορικών παρατηρήσεων κ.α., εκτιμάται ότι η θαλάσσια στάθμη θα είναι κατά 15cm υψηλότερη μέχρι το έτος 2050 ενώ θα έχει αυξηθεί κατά περίπου 50 cm έως το έτος 2100. Έτσι ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης θα φτάσει τα 4,2 mm/έτος το 2100.

Δεδομένης λοιπόν της έντονης συγκέντρωσης κοινωνικο-οικονομικών δραστηριοτήτων σε παράκτια περιβάλλοντα (όπως και στην περιοχή μελέτης) κρίθηκε αναγκαία η αποτύπωση της κάλυψης των χρήσεων γης, και η εκτίμηση των περιοχών που αναμένεται να πληγούν από μια τέτοια άνοδο.

8.5 Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως

Κατά καιρούς έχουν εφαρμοσθεί διάφορες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών λόγω της μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε κλίμακα κρατών (El-Raey M., 1997, Li. C.X., et al., 2000, Titus J.G. et al., 1991, Titus J.G. and Richman C., 2001). Η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία είναι η ονομαζόμενη «συνήθης» (Common Methodology) (Titus J.G. and Richman C., 2001). Σκοπός των περισσότερων μεθοδολογιών που έχουν κατά καιρούς εφαρμοσθεί είναι η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αυξανόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί επιδρούν στην επικινδυνότητα, η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων και τελικά η λήψη μέτρων προστασίας.

Στην Ελλάδα οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης δεν έχουν εξετασθεί ικανοποιητικά και οργανωμένα σε εθνικό επίπεδο. Οι επιπτώσεις στις χαμηλές ακτές της ηπειρωτικής χώρας έχουν εξετασθεί και έχουν εξαχθεί κάποιες πρώτες εκτιμήσεις και αποτελέσματα (Gaki-Papanastasiou K., et al., 1997, Μαρουκιάν Χ. κ.α., 2001). Επίσης κάποιες μελέτες έχουν γίνει και αφορούν τις επιπτώσεις της ανόδου στον παράκτιο χώρο της νησιωτικής Ελλάδας (Georgas D., 2000, Παυλόπουλος Κ., κ.α., 2001).

8.6 Μεθοδολογία για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες διαπιστώθηκε παγκοσμίως, ότι οι ανάγκες για αξιόπιστες και ενημερωμένες πληροφορίες γύρω από την γη, την κοινωνία και το περιβάλλον καθώς και η ομαδοποίηση και οργάνωσή τους, δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν με τους παραδοσιακούς τρόπους συλλογής, καταγραφής, ενημέρωσης και επεξεργασίας πληροφοριών. Έτσι, στις αρχές της δεκαετίας του '80, γνώρισαν εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Γ.Σ.Π. (Geographical Information System – G.I.S.) ή Συστήματα Πληροφοριών Γης – Σ.Π.Γ. (Land Information System – L.I.S.) (Μανιάτης, 1996).

Στο κεφάλαιο της μελέτης των επιπτώσεων από μια μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας γίνεται λόγος για, ζώνες επικινδυνότητας-τρωτότητας, κάλυψη των χρήσεων γης στις ζώνες αυτές κ.α. Οργανώθηκε και σχεδιάστηκε ένα Σ.Γ.Π για την περιοχή μελέτης το οποίο περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Με τη βοήθεια αυτού έγιναν ποσοτικές εκτιμήσεις που αφορούν εμβαδά μήκη κ.α και για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων κατασκευάστηκαν αρκετοί θεματικοί χάρτες. Στη συνέχεια κρίνεται σκόπιμο να περιγραφούν τα στάδια που ακολουθήθηκαν ώστε να υλοποιηθεί το Σ.Γ.Π και να εξαχθούν τα αποτελέσματα και να κατασκευαστούν οι χάρτες.

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για το ψηφιακό υπόβαθρο της περιοχής μελέτης, ήταν μια σειρά από 8 τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1: 5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού του έτους 1979, οι τοπογραφικοί χάρτες Κατερίνη, Λιτόχωρο κλίμακας 1: 50.000, της ίδιας υπηρεσίας, χρονολογίας 1980 και ένας χάρτης κάλυψης γης (corine) κλίμακας 1:100.000 της διεύθυνσης χαρτογραφίσεων του Ο.Κ.Χ.Ε.

Τα παραπάνω πρωτογενή δεδομένα σαρώθηκαν σε ψηφιακά αρχεία τύπου *.jpeg και *.tif χρησιμοποιώντας συσκευής σάρωσης με σκοπό την επεξεργασία τους από το λογισμικό ArcMap 8.1. Για την εισαγωγή των ψηφιακών αυτών χαρτών στο λογισμικό και την αξιοποίησή τους ήταν απαραίτητη η γεωαναφορά τους. Η γεωαναφορά έγινε χρησιμοποιώντας τον κানাβο που αναφερόταν στο Ελληνικό Γαιοδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 ενώ όπου αυτό δεν υπήρχε, όπως στην περίπτωση των τοπογραφικών διαγραμμάτων και του χάρτη χρήσεων γης πραγματοποιήθηκε μετατροπή των συντεταγμένων του υπάρχοντος προβολικού συστήματος στο Ε.Γ.Σ.Α '87.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε μια σειρά από θεματικά επίπεδα (shapefiles) στο υποπρόγραμμα Arc Catalog του ArcMap. Τα shapefiles αυτά καθώς και τα χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στον παρακάτω *Πίνακα 8.1*.

Την δημιουργία των θεματικών επιπέδων (shapefiles) ακολούθησε η ψηφιοποίησή τους στο προαναφερθέν λογισμικό, θέτοντας κάθε φορά ως υπόβαθρο τον αντίστοιχο χάρτη δεδομένων. Η διαδικασία της ψηφιοποίησης πραγματοποιήθηκε με την

Shapefiles	Μορφή	Περιγραφικά Χαρακτηριστικά	Πηγή
Ακτογραμμή	Γραμμικό	Κωδικός	Γ.Υ.Σ
Ισοϋψείς	Γραμμικό	Υψόμετρο	Γ.Υ.Σ
Ισοβαθείς	Γραμμικό	Βάθος	Γ.Υ.Σ
Οδικό δίκτυο	Γραμμικό	Κωδικός	Γ.Υ.Σ
Υδρογραφικό δίκτυο	Γραμμικό	Κωδικός	Γ.Υ.Σ
Υψομετρικά σημεία	Σημειακό	Υψόμετρο	Γ.Υ.Σ
Βυθομετρικά σημεία	Σημειακό	Βάθος	Γ.Υ.Σ
Χρήσεις Γης	Πολυγωνικό	Κωδικός Χρήσης, Έκταση	Ο.Κ.Χ.Ε
Οικισμοί	Πολυγωνικό	Όνομα Οικισμού	Γ.Υ.Σ

Πίνακας 8.1. Θεματικά επίπεδα που δημιουργήθηκαν για την κατασκευή των θεματικών χαρτών και τα χαρακτηριστικά τους.

σημειακή μέθοδο αξιοποιώντας τις αντίστοιχες λειτουργίες και εντολές με σκοπό τον περιορισμό των σφαλμάτων. Στην συνέχεια έγινε η ανάθεση τιμών στους πίνακες περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute tables) (π.χ. εισαγωγή υψομέτρων στο πεδίο υψόμετρο των ισοϋψών).

Η παραπάνω διαδικασία αφορά όλες τις ενέργειες που ακολουθήθηκαν για την κατασκευή των θεματικών χαρτών που παρουσιάζονται στην εργασία. Βασικό σκεπτικό για την εκτίμηση των επιπτώσεων από μια πιθανή μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στην παράκτια ζώνη μελέτης, ήταν η εκτίμηση της έκτασης των χαμηλών περιοχών που βρίσκονται μεταξύ των υψομετρικών ζωνών 0-0.5, 0.5-1.0, 1.0-2.0, 2.0-4.0, ώστε να υπολογιστούν οι περιοχές που πιθανά πλημμυρίσουν ανάλογα με κάθε σενάριο ανόδου. Επιπλέον με σκοπό μια πρώτη εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών συνεπειών κρίθηκε σκόπιμο να εντοπιστούν οι χρήσεις γης που φιλοξενούνται στις υψομετρικές αυτές ζώνες και να μετρηθούν οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν ανά ζώνη. Για την κατασκευή των χαρτών που απεικονίζουν τις υψομετρικές ζώνες της χαμηλής παράκτιας περιοχής και τις χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη, πραγματοποιήθηκε η αποκοπή (clip) μεταξύ του επιπέδου των χρήσεων γης (επικαλυπτόμενο επίπεδο) και του επιπέδου των ζωνών της τοπογραφίας της χαμηλής περιοχής (επιτιθέμενο επίπεδο) με την δημιουργία καινούριου επιπέδου που περιέχει μόνο τα πολύγωνα και τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται εντός των ορίων του επιτιθέμενου επιπέδου. Στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν πέρα από την κατασκευή των χαρτών και ο υπολογισμός των εμβαδών των χρήσεων γης που θα καλυφθούν σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Για τον υπολογισμό αυτό χρησιμοποιήθηκε η εισαγωγή αυτοματοποιημένου υπολογισμού των εμβαδών με την αξιοποίηση των αναλυτικών λειτουργιών του λογισμικού (παραμετροποιημένου κώδικα VBA) για τις αντίστοιχες περιπτώσεις. Η

εισαγωγή των λοιπών παραμέτρων των θεματικών χαρτών όπως τίτλος, κλίμακα, υπόμνημα, ένδειξη του βορρά κ.λ.π έγινε στο layout του λογισμικού.

8.7 Εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις διάφορες χρήσεις γης

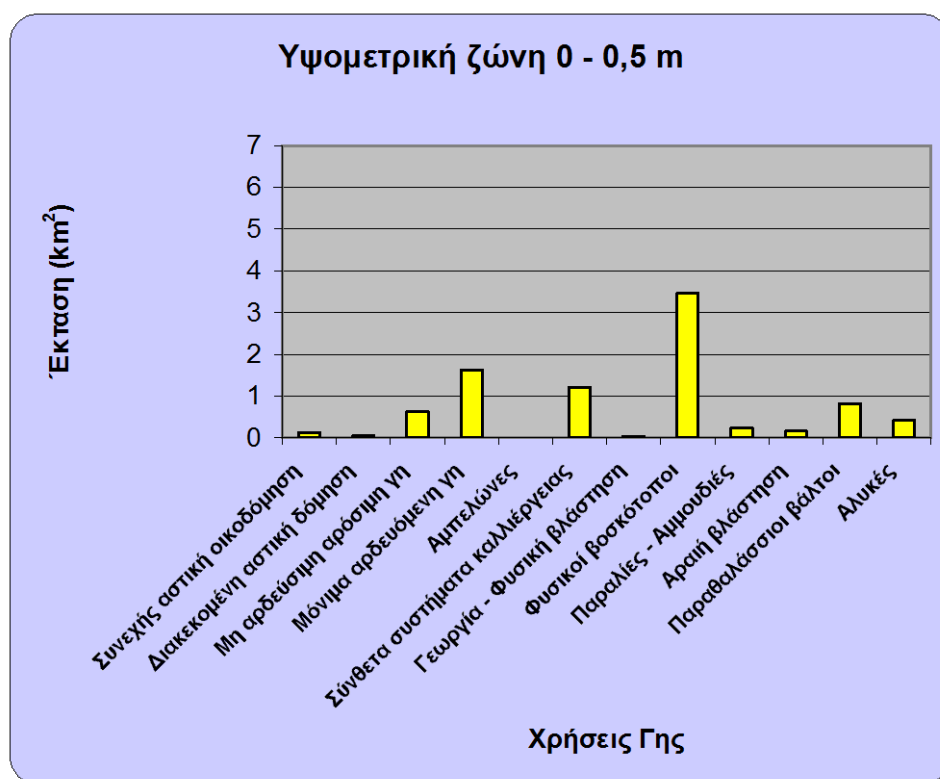
Η παράκτια ζώνη της Πιερίας και πιο συγκεκριμένα το τμήμα της περιοχής μελέτης αποτελεί μια ιδιαίτερα χαμηλή παράκτια περιοχή. Ο διαχωρισμός της σε υψομετρικές ζώνες (0-0.5 m, 0.5-1.0 m, 1.0-2.0 m, 2.0-4.0 m) βάσει της ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας κρίθηκε αναγκαία για την εκτίμηση αρχικά της έκτασης που αναμένεται να πληγεί σύμφωνα με κάθε σενάριο (Χάρτες 1,2,3,4,5). Παράλληλα για κάθε ζώνη υπολογίστηκαν οι εκτάσεις των χρήσεων γης που την καλύπτουν και το ποσοστό τους στην συνολική έκταση της κάθε ζώνης. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 8.2 και στα διαγράμματα που ακολουθούν.

Χρήσεις Γης	0 – 0,5 m		0,5 – 1,0 m		1,0 – 2,0 m		2,0 – 4,0 m	
	Km ²	(%)	Km ²	(%)	Km ²	(%)	Km ²	(%)
Συνεχής αστική οικοδόμηση	0,133	1,56	0	0	0	0	0	0
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0,047	0,53	0,142	2,08	0,074	0,76	0	0
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	0,629	7,16	1,112	16,28	1,158	11,25	0,716	8,49
Μόνιμα αρδεύσιμη γη	1,626	18,52	1,878	27,48	3,451	33,52	6,287	74,58
Αμπελώνες	0	0	0	0	0,225	2,18	0,386	4,58
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	1,21	13,77	0,255	3,78	0,213	2,07	0,365	4,33
Γεωργία-Φυσική βλάστηση	0,041	0,47	0,032	0,47	0,19	1,85	0,416	4,93
Φυσικοί βοσκότοποι	3,464	39,44	2,097	30,69	0,605	5,88	0,26	3,09
Αιγιαλοί	0,23	2,62	0,037	0,55	0	0	0	0
Αραιή βλάστηση	0,166	1,89	0	0	0	0	0	0
Παράκτια έλη	0,816	9,29	0,125	1,83	0,04	0,39	0	0
Αλυκές	0,417	4,75	1,151	16,84	4,334	42,10	0	0
Σύνολο	8,783	100	6,832	100	10,296	100	8,432	100

Πίνακας 8.2. Έκταση (km²) και ποσοστά (%) των χρήσεων γης για τις 4 υψομετρικές ζώνες.

8.7.1 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0-0.5 m

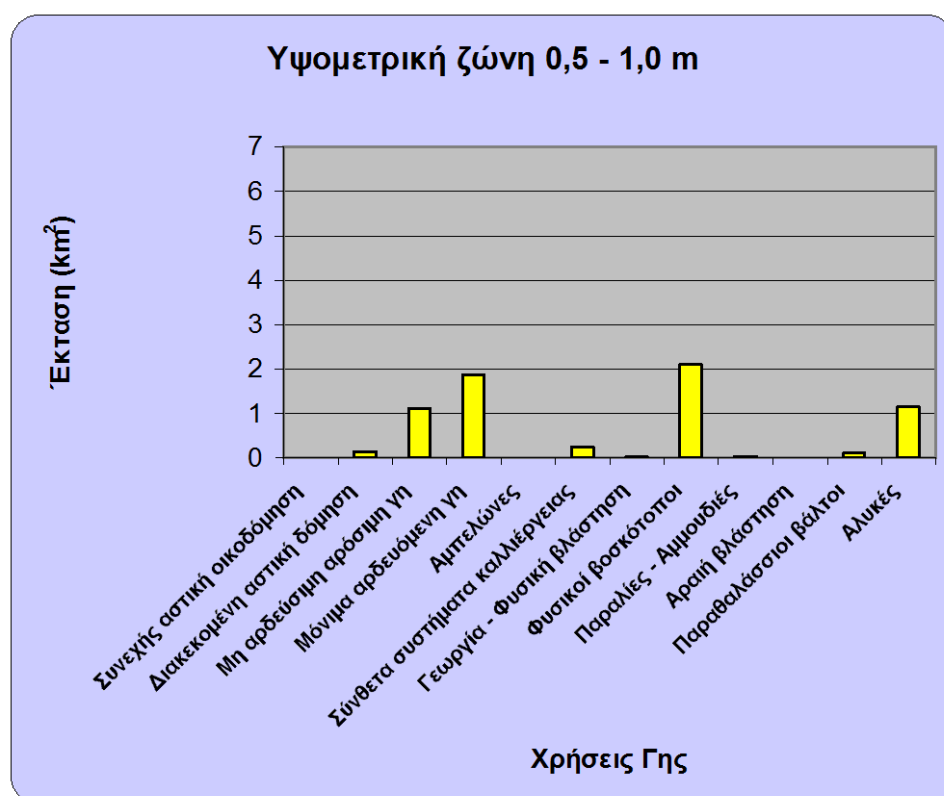
Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο 0-0.5m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί ανέρχεται σε 8,783 km². Πρόκειται για τη χαμηλή περιοχή της παράκτιας ζώνης. Παρά το γεγονός ότι αφορά το πιο αισιόδοξο σενάριο ανόδου, οι αρνητικές επιπτώσεις στη ζώνη αυτή αναμένεται να είναι σημαντικές. Στην χαμηλή αυτή περιοχή η χρήση με την μεγαλύτερη έκταση είναι οι φυσικοί βοσκότοποι (3,464 km²). Αποτελούν τη μεταβατική ζώνη μεταξύ των παράκτιων άμμων και των καλλιεργειών. Οι περιοχές αυτές αδυνατούν να καλλιεργηθούν συστηματικά λόγω της έλλειψης δυνατότητας άρδευσης και κατάλληλης αποστράγγισης με αποτέλεσμα η χρήση τους να περιορίζεται στην βόσκηση. Με μικρότερες εκτάσεις ακολουθούν χρήσεις όπως μόνιμα αρδευόμενη γη (1,626), σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (1,21) και παραλίες-αιγιαλοί-αμμουδιές (Χάρτες 8.1, 8.2, 8.3). Αναμφίβολα οι δύο πρώτες χρήσεις είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας για τον πρωτογενή τομέα. Η κατάκλισή τους λοιπόν αναμένεται να επιφέρει αρνητικές συνέπειες στον πρωτογενή τομέα της παραγωγής. Όσον αφορά τους αιγιαλούς, αν και σε μικρό ποσοστό, οι επιπτώσεις δεν είναι ασήμαντες. Σύμφωνα με τον κανόνα του Bruun οι παράκτιες αυτές δυναμικά μεταβαλλόμενες γεωμορφές δεν θα εξαφανισθούν αλλά θα τροποποιήσουν τα χαρακτηριστικά τους (κοκκομετρία ίζημάτων, μορφολογικές κλίσεις, πλάτος κ.α.) και θα τα προσαρμόσουν στις νέες συνθήκες στις οποίες θα κληθούν να διαμορφωθούν. Το αποτέλεσμα αυτής της αντίδρασης θα είναι η μετανάστευσή τους προς το εσωτερικό της ξηράς με αρνητικές συνέπειες στην κατανομή των χρήσεων μεγαλύτερων υψομετρικών ζωνών. Πολύ μικρές εκτάσεις καταλαμβάνουν σε αυτή την ζώνη χρήσεις όπως αστική δόμηση, αλυκές και γεωργία-φυσική βλάστηση. Η δόμηση αν και σε μικρότερο ποσοστό από τις υπόλοιπες χρήσεις είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας για τους οικισμούς της Παραλίας και της Σκάλας Κατερίνης. Αφορούν στο μεγαλύτερο μέρος τους ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, ξενώνες, ενοικιαζόμενα δωμάτια, εστιατόρια καταστήματα λιανικής πώλησης κ.α. οπότε η ενδεχόμενη καταστροφή τους θα αποτελέσει μεγάλο πλήγμα για τον τουρισμό της περιοχής. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η ευρύτερη περιοχή στηρίζει την οικονομία της κατά ένα μεγάλο ποσοστό στον τουρισμό.



Σχήμα 8.2. Έκταση (km²) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5m.

8.7.2 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0.5-1.0 m

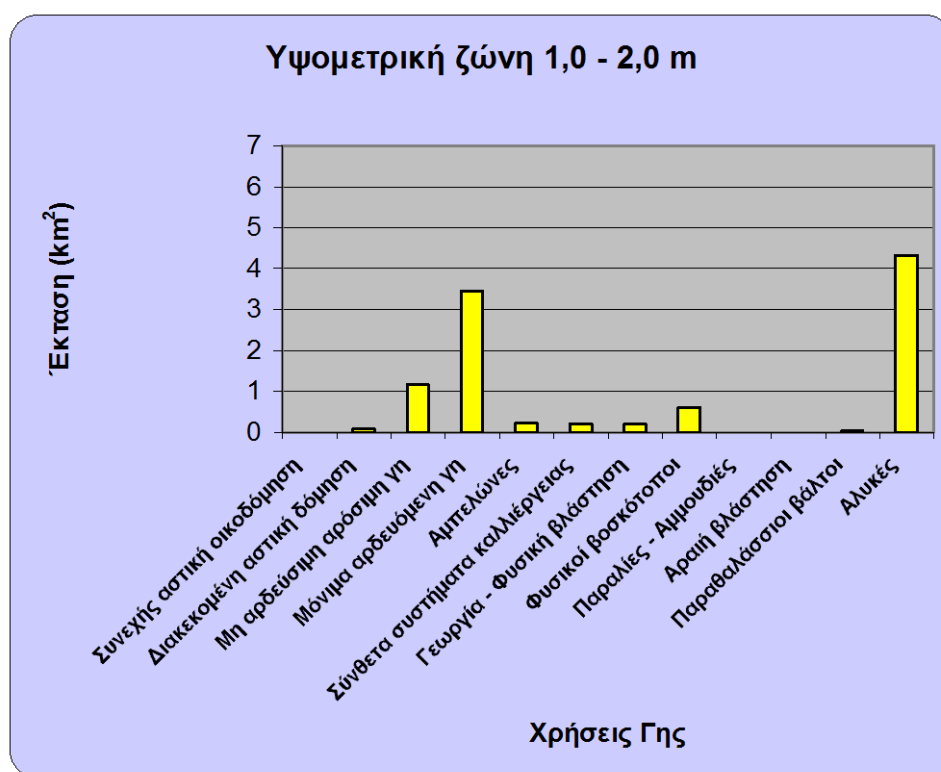
Το δεύτερο «απαισιόδοξο» σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης αναφέρεται στην υψομετρική ζώνη που εκτείνεται από την ισοϋψή των 0.5m έως την ισοϋψή του 1m. Η έκτασή της ανέρχεται στα 6,832km² ενώ αν συνυπολογιστεί και η έκταση της πρώτης ζώνης μιλάμε για μια περιοχή που ανέρχεται στα 15,615km². Στην εν λόγω υψομετρική ζώνη την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν (όπως και στην πρώτη αλλά με μικρότερες απόλυτες εκτάσεις) οι φυσικοί βοσκότοποι και η χρήση της μόνιμα αρδευόμενης γης με εκτάσεις 2,097 km² και 1,878 km² αντίστοιχα. Σε κοντινά μεταξύ τους επίπεδα κυμαίνονται οι εκτάσεις των αλυκών 1,151km και της μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης 1,112 km² (Χάρτες 8.4, 8.5, 8.6). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις δύο χαμηλές ζώνες της παράκτιας περιοχής δεν εμφανίζονται η συνεχής αστική δόμηση και οι αμπελώνες.



Σχήμα 8.3. Έκταση (km²) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0.5-1.0m.

8.7.3 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 1.0-2.0 m

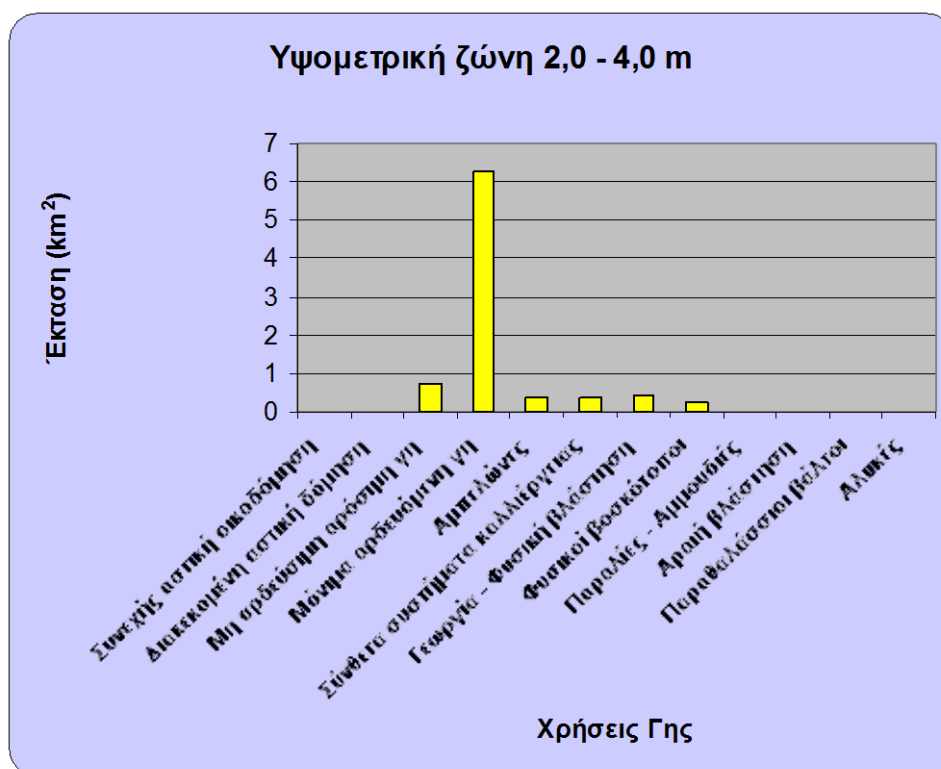
Η τρίτη υψομετρική ζώνη βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών του ενός και των δύο μέτρων και καταλαμβάνει την μεγαλύτερη έκταση από τις τέσσερις συνολικά ζώνες με 10,296 km². Χαρακτηριστική εδώ είναι η παρουσία των αλυκών οι οποίες καταλαμβάνουν το 42,10 % των συνολικών χρήσεων γης αυτής της ζώνης, ενώ το ποσοστό αυτό μεταφράζεται σε 4,334 km² (Χάρτες 8.7, 8.8, 8.9). Αν και η ζώνη αυτή δεν αποτελεί άμεσο κίνδυνο σύμφωνα με τις προβλέψεις για την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, οι αλυκές αποτελούν έναν διόλου ευκαταφρόνητο οικονομικό πόρο για την περιοχή και η ενδεχόμενη καταστροφή τους ή η ανάγκη μετεγκατάστασής τους θα είχε σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις. Παράλληλα θα πρέπει να επισημανθεί και η συνεχώς αυξανόμενη έκταση της χρήσης της μόνιμα αρδευόμενης γης (3,451 km²) η οποία καταλαμβάνει ακόμα μεγαλύτερες εκτάσεις στην αμέσως υψηλότερη υψομετρική ζώνη.



Σχήμα 8.4. Έκταση (km²) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 1.0-2.0m.

8.7.4 Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 2.0-4.0 m

Η τέταρτη και τελευταία υψομετρική ζώνη καταλαμβάνει συνολικά έκταση 8,432 km² και τοποθετείται ανάμεσα στις ισοϋψείς των δύο και τεσσάρων μέτρων. Χαρακτηρίζεται από απουσία δομημένων περιοχών, αλυκών, ελών και αιγιαλών ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις 74,58% που φτάνουν τα 6,287 km² (Χάρτες 8.10, 8.11, 8.12).



Σχήμα 8.5. Έκταση (km²) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 2.0-4.0m.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φυσικό παράκτιο περιβάλλον που μελετήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, περιλαμβάνει τις ακτές των οικισμών Παραλία Κατερίνης, Σκάλα Κατερίνης και Παραλία Κορινού του Ν. Πιερίας και συγκεκριμένα, εκτείνεται βόρεια έως την περιοχή των Αλυκών και νότια έως τις εκβολές του χειμάρρου Μαυρονέρι. Τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν από την συλλογή και επεξεργασία κλιματολογικών δεδομένων, την υπαίθρια γεωμορφολογική μελέτη, την κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων ιζήματος, την παρατήρηση των μεταβολών της ακτογραμμής και την εκτίμηση των άμεσων και έμμεσων ανθρωπογενών επεμβάσεων κατά τις τελευταίες δεκαετίες είναι τα ακόλουθα:

Η παράκτια ζώνη που μελετήθηκε, αποτελείται από μια εκτεταμένη, προσχωσιγενή, αμμώδη ακτή, σχεδόν ευθύγραμμη με προσανατολισμό Β/ΒΑ – Ν/ΝΔ που χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός μεγάλου πλάτους εκτεταμένου αιγιαλού που εκτείνεται σε όλο σχεδόν το μήκος της περιοχής μελέτης.

Από γεωλογικής άποψης, αποτελείται από Ολοκαινικές αποθέσεις, προσχωσιγενείς, με αμμώδες κυρίως ποταμο-χειμάρριας προέλευσης υλικό. Ο σημαντικότερος τροφοδότης της παράκτιας ζώνης σε υλικό χερσογενούς προέλευσης είναι ο χείμαρρος Μαυρονέρι, το υλικό του οποίου κατανέμεται κατά μήκος της ακτής με την δράση των κυμάτων, καθώς και ένας μικρός αριθμός αποστραγγιστικών καναλιών, τα οποία λειτουργούν κατά τους χειμερινούς κυρίως μήνες.

Από το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής, φαίνεται ότι ο άνεμος συνεισφέρει, σημαντικά στην αναδιανομή και τον εμπλουτισμό της παραλίας με αμμώδεις αποθέσεις. Οι επικρατούντες άνεμοι στην παράκτια αυτή περιοχή, καθ' όλη σχεδόν την διάρκεια του έτος είναι οι Βόρειοι – Βορειοδυτικοί οι οποίοι πνέουν με ισχυρότερες εντάσεις το φθινόπωρο και τον χειμώνα, σε σχέση με την άνοιξη και το καλοκαίρι. Επίσης όλο σχεδόν το έτος πνέουν και οι Νότιοι – Νοτιοανατολικοί άνεμοι, σε πολύ χαμηλότερες εντάσεις από τους προηγούμενους. Οι άνεμοι επηρεάζουν κατά κύριο λόγο την παράκτια μετακίνηση φερτών υλών στην περιοχή μελέτης, αφού σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό της ακτογραμμής, δημιουργούν πλάγιο κυματισμό και παράκτια επιμήκη ρεύματα, μικρής σχετικά έντασης, που διευθετούν τα ιζήματα της περιοχής.

Από τη μορφή των τομών αιγιαλού που σχεδιάστηκαν, προκύπτει ότι αντιστοιχούν σε τυπικά «καλοκαιρινά» προφίλ αμμώδους παραλίας με μικρές κλίσεις

(κλίση τομών: $-0,013 - 0,2$), τόσο στο χερσαίο, όσο και στο υποθαλάσσιο τμήμα κάθε τομής.. Εμφανίζονται επίσης και μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως υποθαλάσσια αμμώδη φράγματα (bars), ο σχηματισμός των οποίων οφείλεται στην δράση του κυματισμού και των επιμηκών παράκτιων ρευμάτων.

Το υλικό στις θέσεις που κατασκευάστηκαν οι τομές που καλύπτουν όλη σχεδόν την περιοχή είναι γενικά αμμώδες ($Mz = 0,4 \text{ mm}$) και στις περισσότερες θέσεις χαρακτηρίζεται ως μεσόκκοκη άμμος ενώ σε ορισμένες ως χονδρόκοκκη. Τα περισσότερα δείγματα παρουσιάζουν μετρίως καλή ταξινόμηση ($0,50 < \sigma_i < 0,71$) ενώ το δείγμα ιζήματος της τομής T_2 στην περιοχή της Σκάλας Κατερίνης εμφανίζει ταξινόμηση στο όριο μεταξύ μέτριας και κακής ($\sigma_i = 1,0$).

Η διαχρονική μελέτη της μεταβολής της ακτογραμμής την χρονική περίοδο 1969-2000 έδειξε υποχώρηση της ακτής σε όλο σχεδόν το μήκος της και ιδιαίτερα στο βόρειο τμήμα των αλυκών και στο νότιο της εκβολής του Μαυρονερίου. Προέλαση της ακτής παρατηρήθηκε μόνο στην περιοχή βόρεια των εκβολών του Μαυρονερίου με ρυθμό 48 cm/έτος . Ο ρυθμός υποχώρησης της ακτής στο βόρειο τμήμα των αλυκών υπολογίστηκε σε 25 cm/έτος την περίοδο 1969-1987 και 19 cm/έτος την χρονική περίοδο 1987-2000. Το παραπάνω δικαιολογείται και από την ύπαρξη χαμηλών παράκτιων κρημνών στην ίδια περιοχή ως αποτέλεσμα της έντονης διάβρωσης από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών.

Η ιδιαίτερα ευάλωτη, σε μια πιθανή άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, χαμηλή παράκτια ζώνη μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς του 1.0 μέτρου καταλαμβάνει έκταση $15,615 \text{ km}^2$ και φιλοξενεί χρήσεις γης μεγάλης κοινωνικοοικονομικής σημασίας για την περιοχή. Συγκεκριμένα απαντώνται εκτάσεις αρδευόμενη γης ($22,43 \%$), καλλιέργειες ($9,38 \%$), δομημένες εκτάσεις ($2,06 \%$) και βοσκοτόπια ($35,61 \%$). Ιδιαίτερα τρωτή θεωρείται η περιοχή της παραλίας Κατερίνης λόγω της έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας που συγκεντρώνει. Η διαχρονική μελέτη της δόμησης για τον οικισμό αυτό έδειξε μεγάλα ποσοστά αύξησης της δόμησης με ρυθμούς που έφταναν τα $0,014109 \text{ km}^2/\text{έτος}$ κατά την χρονική περίοδο 1987-2000.

Η σημαντικότερη άμεση ανθρώπινη επέμβαση στην περιοχή μελέτης εντοπίζεται στον οικισμό της Παραλίας Κατερίνης και αφορά την κατασκευή του λιμανιού. Αποτέλεσμα της κατασκευής αυτής, ήταν να διαταραχθεί η ισορροπία στην οποία βρίσκονταν τα μορφοδυναμικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Οι κατασκευές διατάραξαν την ισορροπία της φυσικής ροής και

τροφοδοσίας της ακτής με υλικό. Παρατηρήθηκε συσσώρευση αμμώδους υλικού στην περιοχή νότια του λιμανιού, ενώ στην περιοχή βόρεια του λιμανιού, συνέχιζε να λαμβάνει χώρα η παράκτια μετακίνηση του υλικού. Αποτέλεσμα αυτού, ήταν να παρατηρηθούν έντονα φαινόμενα διάβρωσης και σταδιακή μείωση του εύρους της παραλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Shepard, P.F., Submarine Geology, 2nd Edition, Harper and Row, New York, 1973.
- Komar D., Beach processes and sedimentation, Prentice – Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1976.
- Bird E. C. F. An Introduction to Coastal Geomorphology, 3rd Edition. Ed. B. Blackwell. N. York, 1984.
- Pethic, J. 1984. An Introduction to coastal geomorphology. Ed. E. Arnold, London. pp 260.
- Haslett, S. 2000. Coastal Systems. Routledge Introductions to environment series. London.
- Komar, P.J. (1998). Beach Processes and Sedimentation, 2nd Edition Prentice Hall, 544 pp
- Bruun, P., 1962. Sea level rise as a cause of shore erosion. Journal of Waterways and Harbour Division, 88, 117-130.
- Meler, M. K. & Wahr, J. M. (2002), *Sea level is rising: Do we know why?* , 99/10:6524- 6526, Boulder.
- El Raey, M., Frihy, O., Nasr, S.M. and Dewidar, KH. 1999b. Vulnerability assesment of sea level rise over port Said Governorate, Egypt. Environmental Monitoring ans Assesment, 56, 113-128.
- IPCC (2001): Climate Change, Synthesis Report. - Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.), Geneva, 184 pp (Stand-alone edition).
- Fairbridge , R.W. (1961), *Eustatic changes in sea- level. Physics and Chemistry of the earth* 4, 99- 185.
- Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K. and Zamani, A., (1997), *The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century*. Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment: 121-126.

- Jeftic, L, Milliman J. D, Sestini G. (1992), *Climate Change and the Mediterranean- Environmental and Societal Impacts of the Climatic Change and Sea- Level Rise in the Mediterranean Region*, New York.
- Poulos, S.E. & G.T. Chronis (1997), *The importance of the river systems in the evolution of the Greek coastline*, Bulletin de l' Institut Océanographique, N° special, 18: 75-96. Monaco.
- Tyller Miller, G, JR. (1999), *Βιώνοντας στο Περιβάλλον I: Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*, Αθήνα: Ιων σελ. 63-71.
- Georgas, D. (2000), *Implications of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR) for Greece*. Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR), Hamburg: 32-33.
- Shepard, F. P., 1963. *Submarine Geology* (3rd edition) Harper & Row, New York.
- Shepard, F.P., 1976. Coastal classification and changing coastlines. *Geoscience and man* 14: 53-64.
- Maroukian, H., 1990. Implications of sea level rise for Greece, Report of the I.P.C.G. Miami Conference, 2: 161-181.
- Cotton, C.A. 1974. *Bold Coasts*. Wellington, N. Zealand.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΡΟΓΚΑΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε., Οριστική μελέτη προστασίας αλιούμενων ακτών Ν. Πιερίας, Παραλία Κατερίνης ΜΠΕ, Αθήνα, Απρίλιος 1999.
- ΔΟΥΚΑΚΗΣ κ.α., Ο δυναμικός χαρακτήρας του αιγιαλού και της παραλίας. Πρακτικά πανελληνίου συνεδρίου Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- ΛΟΪΖΙΔΟΥ, Σύστημα παρακολούθησης της παράκτιας μορφολογίας στην Κύπρο. Πρακτικά πανελληνίου συνεδρίου Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Αθήνα, 1999.
- ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ Ε. (2002), *Σημειώσεις και Εργαστηριακές Ασκήσεις Κλιματολογίας*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

- ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ Ε. (2004), *Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.
- ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ Χ, ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΓΑΚΗ – ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Κ & ΖΑΜΑΝΗ Α. (2001), *Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα*. Περιοδικό Γεωγραφίες 1, 73-82.
- ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Κ, ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ Ε. (2002), *Φυσική Γεωγραφία*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.
- ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (2004), *Σημειώσεις του μαθήματος της Εφαρμοσμένης Γεωμορφολογίας*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.
- ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ Χ., ΧΡΟΝΗΣ Γ., Παράκτια γεωμορφολογία και μορφοδυναμική ακτών - Παράκτια περιβάλλοντα, Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Τμήμα επιστήμης της θάλασσας, Αθήνα, Ιανουάριος 2002.
- ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ, Η ανθρωπογενής παρέμβαση στην παραλία της Κατερίνης, Νέα Οικολογία, τεύχος Ιουλίου – Αυγούστου 1992.
- ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ ΧΡ., ΧΡΟΝΗΣ Γ., Εισαγωγή στην παράκτια γεωλογία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Τμήμα Περιβάλλοντος, ΕΚΘΕ – Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Αθήνα, Δεκέμβριος 1997.
- ΜΑΝΙΑΤΗΣ Γ., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Θεσσαλονίκη, 1996.
- ΧΑΛΚΙΑΣ Χ. (2003), *Σημειώσεις Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών II*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- www.hnms.gr (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)
- www.economics.gr
- www.statistics.gr (Ε.Σ.Υ.Ε)

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 5.1. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή νότια των Αλυκών.....	27
Εικόνα 5.2. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή βόρεια της παραλίας του Κορινού.....	27
Εικόνα 5.3. Υποθαλάσσια αμμώδη φράγματα (bars) στην περιοχή βόρεια της παραλίας του Κορινού. Με μαύρη γραμμή σημειώνονται τα όριά του. (Κάτω) Η θράυση των κυμάτων πραγματοποιείται στη ζώνη του bar λόγω μικρότερου βάθους περιορίζοντας την κυματική ενέργεια που καταναλώνεται στην ακτογραμμή.....	28
Εικόνα 5.4. Τμήμα μιας μεγάλης περιοχής του παράκτιου έλους της περιοχής μελέτης. Την εποχή λήψης της φωτογραφίας δεν υπήρχε κάλυψη από νερό.....	29
Εικόνα 5.5 Παράκτιοι κρημνοί που εντοπίστηκαν στην περιοχή βόρεια των αλυκών.....	30
Εικόνα 5.6 Παράκτιες αμμώδεις θίνες ημισταθεροποιημένες με βλάστηση στην περιοχή νότια των αλυκών. Στη θέση αυτή αποτελούν τη μετάβαση από τον αιγιαλό στις παράκτιες ελώδεις εκτάσεις και τον υγρότοπο.....	32
Εικόνα 5.7. Αμμορυτίδες που εντοπίστηκαν στην περιοχή της παραλίας της Κατερίνης.....	33
Εικόνα 5.8. Δύο απόψεις των αλυκών που εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.....	34
Εικόνα 5.9. Κατασκευή προβόλων για την αντιμετώπιση της διάβρωσης των ακτών στην παραλία Κατερίνης.....	36
Εικόνα 5.10. Θέση στην οποία πραγματοποιήθηκε η πρώτη τομή T1.....	44
Εικόνα 5.11. Θέση στην οποία πραγματοποιήθηκε η δεύτερη τομή T2.....	45
Εικόνα 5.12. Η θέσης της τομής T3.....	46
Εικόνα 5.13. Απεικόνιση της θέσης της τομής T4	47
Εικόνα 5.14. Η θέση της τομής T5.....	48
Εικόνα 7.1. Δειγματοληψίας. Διακρίνεται το αεροστεγές σακουλάκι τοποθέτησης του δείγματος, το πλαστικό ποτήρι καθώς και το σημείο λήψης, η ακτογραμμή.....	66
Εικόνα 7.2. (Αριστερά) – Τοποθέτηση των δειγμάτων στα κόσκινα, (Δεξιά)- Τοποθέτηση των κοσκίων στη συσκευή δόνησης τύπου Retsch.....	67

Εικόνα 7.3. Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας με την χρήση του οποίου ζυγίστηκαν τα δείγματα στα διάφορα στάδια της ανάλυσής τους.....68

Εικόνα 7.4. Διαφορά στο μέγεθος των κόκκων σε μικρή απόσταση στο σημείο της ακτογραμμής της Τομής 3.....75

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1. Χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στην τελευταία τριακονταετία 1973-2003.....	12
Πίνακας 3.2. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές βροχόπτωσης (σε mm) για τους δύο σταθμούς της περιοχής μελέτης κατά τα έτη 1973 – 2003.....	13
Πίνακας 3.3. Μηνιαίες, μέσες ετήσιες τιμές της ελάχιστης μέσης και μέγιστης θερμοκρασίας του αέρα καθώς και ετήσια θερμοκρασιακά εύρη (°C) της Κατερίνης.....	16
Πίνακας 5.1 Έκταση του οικισμού της Παραλίας Κατερίνης (km ²) για τα έτη 1969, 1987, 2000-Ποσοστό (%) αύξησης της δόμησης για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα-Μέσος Ετήσιος Ρυθμός Αύξησης της δόμησης (km ² / year) για τα ίδια χρονικά διαστήματα.....	38
Πίνακας 5.2. Μετρήσεις πεδίου (σε m), βάσει των οποίων σχεδιάστηκαν οι τομές αιγιαλού.....	43
Πίνακας 6.1. Ρυθμοί Υποχώρησης-Προέλασης (cm / year) της ακτογραμμής για τις χρονικές περιόδους 1969-1987, 1987-2000.....	56
Πίνακας 7.1. Ταξινόμηση αμμωδών ιζημάτων, ανάλογα με την διάμετρο των κόκκων κατά Folk	64
Πίνακας 7.2. Χαρακτηρισμός των ιζημάτων ανάλογα με τον συντελεστή ταξινόμησης.....	73
Πίνακας 7.3. Χαρακτηρισμός των καμπυλών κατανομής ανάλογα με την λοξότητα (S _{KI}).....	74
Πίνακας 7.4. Παρουσίαση αποτελεσμάτων υπολογισμού των στατιστικών παραμέτρων.....	74
Πίνακας 8.1. Θεματικά επίπεδα που δημιουργήθηκαν για την κατασκευή των θεματικών χαρτών και τα χαρακτηριστικά τους.....	82
Πίνακας 8.2. Έκταση (km ²) και ποσοστά (%) των χρήσεων γης για τις 4 υψομετρικές ζώνες.....	83

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1. Γεωγραφική θέσης της περιοχής μελέτης.....	1
Σχήμα 1.2. Τοπογραφικός χάρτης του νομού Πιερίας στον οποίο απεικονίζεται σε κόκκινο πλαίσιο η περιοχή μελέτης. Οι υψομετρικές ζώνες έχουν αποδοθεί με διαφορετική χρωματική απόχρωση.....	2
Σχήμα 2.1 Υποδιαίρεση της παράκτιας ζώνης με βάση τα μορφολογικά της χαρακτηριστικά και τον τύπο των κυματικών διεργασιών.....	5
Σχήμα 3.1. Χάρτης γεωγραφικής κατανομής των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης.....	12
Σχήμα 3.2. Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης (σε mm) για τους δύο σταθμούς κατά τα έτη 1973-2003.....	14
Σχήμα 3.3. Συγκριτικό διάγραμμα της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για τους δύο σταθμούς κατά την κοινή χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1973 και 2003.....	15
Σχήμα 3.4. Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας, μηνιαίας μέγιστης και μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα για τον σταθμό της Κατερίνης για το έτος 2004.....	16
Σχήμα 3.5. Συγκριτικό διάγραμμα βροχόπτωσης θερμοκρασίας για τον σταθμό της Κατερίνης.....	17
Σχήμα 3.6. Ροδογράμματα με το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής μελέτης, για το χρονικό διάστημα από τις 9/9/2001, έως και τις 31/12/2002.....	18
Σχήμα 4.1. Γεωλογικός χάρτης του νομού Πιερίας, με την θέση της περιοχής μελέτης. Με μαύρη διακεκομμένη γραμμή έχουν αποτυπωθεί τα όρια της λεκάνης απορροής των χειμάρρων ποταμών που καταλήγουν στην περιοχή μελέτης.....	21
Σχήμα 4.2. Χάρτης υδρογραφικού δικτύου του νομού Πιερίας, με την θέση της περιοχής μελέτης.....	23
Σχήμα 5.1. Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης. Η υπαίθρια χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2005.....	37
Σχήμα 5.2. Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται οι θέσεις στις οποίες έγιναν τομές προφίλ αιγιαλού.....	41
Σχήμα 5.3 Σχηματική απεικόνιση των εργασιών τοπογραφικής αποτύπωσης μιας αμμόδους παραλίας.....	42
Σχήμα 5.4. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 1.....	43

Σχήμα 5.5. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 2.....	44
Σχήμα 5.6. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 3.....	45
Σχήμα 5.7. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 4.....	46
Σχήμα 5.8. Προφίλ αιγιαλού στην θέση 5.....	47
Σχήμα 6.1. Αεροφωτογραφίες του έτους 1969, όπου απεικονίζεται η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης. Στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής διακρίνεται η εκβολή του χειμάρρου Μαυρονέρι, που αποτελεί τον κύριο τροφοδότη της περιοχής σε φερτές ύλες.....	51
Σχήμα 6.2. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM ⁺ στην οποία με κίτρινο χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 1987.....	52
Σχήμα 6.3. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM ⁺ στην οποία με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 2000.....	53
Σχήμα 6.4. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM ⁺ του 2000. Με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ακτογραμμές του 1969, 1987 και 2000 αντίστοιχα. Η συγκριτική παρατήρηση των ακτογραμμών οδηγεί στην διαπίστωση ότι κατά τη διάρκεια των χρονικών περιόδων παρατήρησης, σε όλο το μήκος των ακτογραμμών παρατηρούνται μεταβολές είτε πρόκειται για διάβρωση είτε για απόθεση. Οι σημαντικότερες είναι η περιοχή των Αλυκών στο βόρειο τμήμα και η περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου στο νότιο.....	54
Σχήμα 6.5. Χάρτης στον οποίο απεικονίζονται τα σημεία θέσεις κατά μήκος της περιοχής μελέτης όπου παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες μεταβολές κατά την περίοδο των παρατηρήσεων. Στα σημεία αυτά υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι ρυθμοί υποχώρησης ή προέλασης της ακτογραμμής.....	56
Σχήμα 6.6. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των αλυκών για την χρονική περίοδο 1969-1987.....	58
Σχήμα 6.7. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου για την χρονική περίοδο 1969-1987.....	59
Σχήμα 6.8. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των αλυκών για την χρονική περίοδο 1987-2000.....	60
Σχήμα 6.9. Ρυθμοί υποχώρησης της ακτογραμμής στην περιοχή των εκβολών του Μαυρονερίου για την χρονική περίοδο 1987-2000.....	61
Σχήμα 7.1 . Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk.....	63
Σχήμα 7.2. Αθροιστικές καμπύλες. Από πάνω T ₁ , T ₂ , T _{3/1}	70
Σχήμα 7.3. Αθροιστικές καμπύλες. Από πάνω T _{3/2} , T ₄ , T ₅	71

Σχήμα 8.1. Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001).....79

Σχήμα 8.2. Έκταση (km^2) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5m.....90

Σχήμα 8.3. Έκταση (km^2) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0.5-1.0m.....94

Σχήμα 8.4. Έκταση (km^2) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 1.0-2.0m... 98

Σχήμα 8.5. Έκταση (km^2) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 2.0-4.0m...102