

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Κ. ΔΙΑΜΑΝΤΗ
MSc Γεωλόγος

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ
ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ
ΠΙΕΡΙΑΣ.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2020

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
FACULTY OF SCIENCES
SCHOOL OF GEOLOGY

ANASTASIA K. DIAMANTI
MSc Geologist

PHYSICAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES INFLUENCING THE
CONTEMPORAL COASTAL ZONE OF PIERIA, NORTHERN GREECE.

DISSERTATION THESIS

THESSALONIKI

2020

«὘ν πάσι γὰρ τοῖς φυσικοῖς ἐνεστὶ τι θαυμαστόν.»

(Ἀριστοτέλης)

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Κ. ΔΙΑΜΑΝΤΗ
MSc Γεωλόγος

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ
ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ.

Εκπονήθηκε στον Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.
Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. το Σεπτέμβριο του 2020.

Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης 23/09/2020

Αριθμός Παραρτήματος Επιστημονικής Επετηρίδας

Τμήματος Γεωλογίας Νº: 215

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καθηγητής Κ. Αλμπανάκης, Επιβλέπων

Επ. Καθηγητής Α. Μουρατίδης, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής

Αν. Καθηγητής Κ. Βουβαλίδης, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής

Εξεταστική Επιτροπή

Καθηγητής, Κ. Αλμπανάκης

Επικ. Καθηγητής, Α. Μουρατίδης

Αν. Καθηγητής, Κ. Βουβαλίδης

Καθηγητής, Κ. Βουδούρης

Αν. Καθηγητής, Ν. Καντηράνης

Επ. Καθηγητής, Α. Σταματόπουλος

Ερευνητής Γ', Δ. Αλεξάκης

©Αναστασία Κ. Διαμαντή, MSc Γεωλόγος, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ
ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ. – *Διδακτορική Διατριβή*

Anastasia K. Diamanti, MSc Geologist, 2020

All rights reserved.

PHYSICAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES INFLUENCING THE
CONTEMPORAL COASTAL ZONE OF PIERIA, NORTHERN GREECE. – *Ph. D. Thesis*

Citation:

Διαμαντή Α. Κ., 2020. – Σύγχρονες Φυσικές και ανθρωπογενείς επεμβάσεις που συντελούν στην διαμόρφωση της παράκτιας ζώνης της Πιερίας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Αριθμός Παραρτήματος Επιστημονικής Επετηρίδας Τμ. Γεωλογίας Νο 215, σελ. 282

Diamanti A. K., 2020. – Physical and anthropogenic processes influencing the contemporal coastal zone of Pieria, Northern Greece. Ph. D. Thesis, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Annex Number of Scientific Annals of the School of Geology No 215 , pp. 282

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα παράκτια περιβάλλοντα και οι διεργασίες που δρουν στο χώρο αυτό έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης από πολλούς ερευνητές. Η διάβρωση των ακτών, οι επιπτώσεις από ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και η ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης έχουν μελετηθεί κατά την πάροδο των τελευταίων δεκαετιών τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής επιλέχθηκε ως περιοχή έρευνας η παράκτια ζώνη της Πιερίας με την ευρύτερη λεκάνη της, η οποία ορίζεται στα ανατολικά από το Θερμαϊκό Κόλπο, στα δυτικά από τον Όλυμπο και τα Πιέρια ή Φλάμπουρο και στα βόρεια από το ακρωτήριο της Αθέριδας. Στο νότιο μέρος της βρίσκεται το Κάστρο του Πλαταμώνα. Ως προς τα χαρακτηριστικά της η παράκτια ζώνη της υπό έρευνα περιοχής αποτελείται από μια προσχωσιγενή, αμμώδη ακτή με γενικότερο προσανατολισμό B-N και μήκος περίπου 50 Km. Αρχικά γίνεται μια προσπάθεια για την έρευνα των φυσικών διεργασιών και των ανθρώπινων επεμβάσεων που συντελούν στη διαμόρφωση της εν λόγω περιοχής. Τα κύρια βήματα που ακολουθούνται είναι η αναγνώριση, αποτύπωση, ανάλυση, συσχέτιση και σύνθεση των φυσικών και ανθρωπογενών δράσεων στη διαμόρφωση του χαρακτήρα της. Βασικό εργαλείο της μελέτης είναι τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), ενώ τα δεδομένα περιλαμβάνουν επί τόπου δειγματοληψία, χάρτες, υψομετρικά δεδομένα και δορυφορικές εικόνες, που συλλέχθηκαν για την περιοχή έρευνας. Ακολουθεί η εξαγωγή συμπερασμάτων για το ιζηματολογικό καθεστώς της παράκτιας ζώνης, για τη γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής (μορφομετρικές παράμετροι λεκανών απορροής, ταξινόμηση αναγλύφου και κλίσεων), για τις μεταβολές της ακτογραμμής σε βάθος δεκαετιών. Ακολούθως εφαρμόστηκε η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας καθώς και η εφαρμογή του μοντέλου διάβρωσης του Bruun για τον χαρακτηρισμό του υποθαλάσσιου καθεστώτος καθώς και τον προσδιορισμό του τύπου του Δέλτα του ποταμού του Μαυρονερίου. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε καταγραφή, επεξεργασία και συσχέτιση με τα παραπάνω, στοιχείων που αφορούν στους κοινωνικοοικονομικούς τομείς της περιοχής μελέτης, στις μεταβολές στις χρήσεις γης, καθώς και στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην παράκτια, λοφώδη και ορεινή ζώνη. Τέλος, με βάση τα ως άνω στοιχεία, επιχειρείται η αξιολόγηση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, η συστηματική παρακολούθηση της οποίας θα μπορούσε να συμβάλλει στη συντήρηση και προστασία της παράκτιας περιοχής.

ABSTRACT

Coastal environments and processes have been studied by many researchers. Coastal erosion, the impact of possible future sea level rise and integrated coastal zone management have been studied over several decades on local and global scale. In this study the coastal zone of Pieria (N. Greece) and its wider basin have been selected for investigation. Thermaikos gulf is in the East and Mount Olympus at the West. North there is Atheridas Cape and South the Platamonas castle. It consists of an alluvial, sandy beach, with a general north-south orientation and a length of about 50 Km. It is an elongated beach that is not trapped between two rocky promontories. Initially there is an attempt to investigate the natural processes and human interventions that contribute to the formation of this region. The major steps followed are the recognition, mapping, analysis, correlation and synthesis of natural and anthropogenic processes. GIS is the basic tool used in this study, while data include in situ measurements and sample collection, maps, DEMs and satellite images. Results are based on sedimentological and geomorphological (basin morphometric parameters, terrain classification and terrain slope) analyses, as well as on the study of changes of the shoreline during the past few decades. In addition, a Rusle model for soil erosion is carried out as well as Brunn's equation for the characterization of undersea environment and the determination of Mavroneri river delta type, while socio-economic factors, land use changes and anthropogenic interventions are also taken into account. Finally, with respect to the above information, Coastal Vulnerability Index of the broader area is performed, the systematic monitoring of which could contribute to the preservation and protection of the coastal area.

Ευχαριστίες

Φθάνοντας στο τέλος της συγγραφής της παρούσας διδακτορικής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους αυτούς χωρίς τη συνεισφορά των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η υλοποίησή της.

Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα αυτής της εργασίας, Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Αλμπανάκη, για την ανάθεση, την καθοδήγηση, το ενδιαφέρον του και την ουσιαστική επιστημονική υποστήριξη τόσο στο θεωρητικό υπόβαθρο όσο και στις εργασίες πεδίου.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Βουβαλίδη ευχαριστώ για την καθοδήγηση και τις συμβουλές του, όλα αυτά τα χρόνια από την αρχή των μεταπτυχιακών μου σπουδών μέχρι και το πέρας της διατριβής, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη θεμάτων που άπτονται της Γεωμορφολόγίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Αντώνιο Μουρατίδη για τη συνεχή και πολυετή υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθεια ιδίως σε θέματα Τηλεπισκόπησης.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής: τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Βουδούρη, τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Νικόλαο Καντηράνη, τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Λεωνίδα Σταματόπουλο και τον Ερευνητή Γ' του Ινστιτούτου Μεσογειακών Σπουδών κ. Δημήτριο Αλεξάκη για την πρόθυμη συμμετοχή τους στην κρίση της διδακτορικής μου διατριβής και για τις πολύτιμες επισημάνσεις και υποδείξεις τους.

Τον ομότιμο Καθηγητή κ. Θ. Αστάρα, τους συναδέλφους μεταπτυχιακούς φοιτητές και υποψ. διδάκτορες καθώς και το σύνολο του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας ευχαριστώ για την συναδελφική συνδρομή και υποστήριξη.

Οφείλω να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ.) για την οικονομική αρωγή κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών και διδακτορικών μου σπουδών, που συνέβαλε ουσιαστικά στην υλοποίηση αυτής της διατριβής.

Τέλος, το πιο θερμό ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου που με αμέριστη αγάπη και υπομονή με πίστεψε και με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια σπουδών. Στους γονείς μου, το σύζυγό μου και τα δύο μου κοριτσάκια αφιερώνω αυτή τη διδακτορική διατριβή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	13
1.1 Εισαγωγή.....	13
1.2 Σκοπός της διατριβής	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΟΡΟΣ ΟΛΥΜΠΟΣ	17
2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής έρευνας	17
2.1.1 Γεωγραφικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής έρευνας.....	17
2.1.2 Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά της ζώνης της Πιερίας	18
2.2. Γεωλογική δομή της περιοχής έρευνας.....	20
2.2.1 Γεωτεκτονική θέση.....	20
2.2.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη	22
2.2.3 Μεταμόρφωση των σχηματισμών.	23
2.2.4 Το τεκτονικό παράθυρο του Ολύμπου	23
2.2.5 Γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την περιοχή έρευνας.....	26
2.2.6 Σεισμική επικινδυνότητα.....	31
2.3 Κλιματικά στοιχεία	32
2.3.1 Μετεωρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά.	32
2.3.2 Στοιχεία παλίρροιας.....	38
2.4. Γεωμορφολογία –Φυσικό Περιβάλλον	40
2.4.1 Γενικά γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας.....	40
2.4.2 Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά - Γενικά στοιχεία φυσικού περιβάλλοντος.	46
2.4.3 Η πανίδα στην ευρύτερη περιοχή.....	46
2.4.4 Περιοχές φυσικού περιβάλλοντος.	46
2.5 Χαρακτήρες παράκτιας ζώνης	48
2.5.1 Εισαγωγή - Ταξινόμηση ακτών.....	48
2.5.2 Μεταβολή της Μέσης Θαλάσσιας Στάθμης (Μ.Θ.Σ)	49
2.5.3 Θαλάσσια κυκλοφορία – Κύματα	55
2.5.4 Ορισμός παράκτιας ζώνης.....	57
2.5.5 Παράκτια διάβρωση -Επιπτώσεις από τη διάβρωση των ακτών.....	58
2.5.6 Θίνες.....	59
2.5.7 Ποτάμια Δέλτα.....	59
2.6 Ανθρώπινη παρουσία στη περιοχή της Πιερίας – Χρήσεις γης.	59
2.6.1 Κάλυψη γης	63
2.7 Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον.	68

2.7.1 Κάστρο Πλαταμώννα	68
2.7.2 Αρχαιολογικός χώρος του Δίον	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	71
3.1. Έρευνα πεδίου	71
3.1.1 Συλλογή δειγμάτων	71
3.1.2 Προφίλ ακτής	71
3.1.3 Βυθομέτρηση - προφίλ	73
3.2 Εργαστηριακές αναλύσεις	75
3.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)	78
3.3.1 Υλικό – πηγές δεδομένων	78
3.3.2 Επίπεδα γεωγραφικών πληροφοριών	79
3.3.3 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 . ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ	82
4.1 Εισαγωγή	82
4.2 Θέσεις δειγματοληψίας	82
4.3 Αποτελέσματα ιζηματολογικών αναλύσεων των παράκτιων υλικών της ζώνης Πιερίας	84
4.4 Συμπεράσματα	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ	96
5.1 Εισαγωγή	96
5.2 Μορφομετρικές παράμετροι λεκανών απορροής	99
5.3 Ταξινόμηση αναγλύφου – κλίσεων	107
5.4 Υψομετρικό Ολοκλήρωμα και Υψομετρική Καμπύλη	118
5.5 Υδρογραφικό δίκτυο	125
5.6 Συμπεράσματα	133
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΕΔΑΦΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ	
6.1 Εισαγωγή	133
6.2 Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ)	134
6.3 Υπολογισμός των Συντελεστών στην ΠΕΕΑ	140
6.3.1 Δείκτης Διαβρωτικότητας της Βροχόπτωσης (R)	141
6.3.2 Συντελεστής εδαφικής διαβρωσιμότητας (K)	141
6.3.3 Τοπογραφικός συντελεστής (LS)	144
6.3.4 Συντελεστής φυτοκάλυψης (C)	146
6.3.5 Συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης (P)	149
6.4 Εδαφική Απώλεια - Αποτελέσματα	149
6.5 Στερεοπαροχή και συσχέτιση με εδαφική απώλεια	156

6.6 Συμπεράσματα.....	156
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	157
7.1 Εισαγωγή.....	157
7.2 Συνδυασμένοι χαρακτήρες παράκτιας ζώνης - Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	157
7.3 Διαχρονικές μεταβολές της ακτογραμμής της παράκτιας ζώνης Πιερίας	179
7.4 Συμπεράσματα	190
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΦΙΛ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΜΑΥΡΟΝΕΡΙ	
.....	192
8.1. Εισαγωγή.....	192
8.2 Βυθομέτρηση και χαρακτήρες υποθαλάσσιας ζώνης	192
8.3 Μοντέλα διάβρωσης ακτής	196
8.3.1 Το μοντέλο διάβρωσης του Bruun	196
8.3.2 Το μοντέλο διάβρωσης του Hands.....	201
8.3.3 Η αξιοπιστία των μοντέλων πρόβλεψης.....	199
8.4 Εφαρμογή μοντέλου	201
8.5 Χαρακτηρισμός του Δέλτα του Ποταμού Μαυρονερίου	201
8.6 Συμπεράσματα	208
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	215
9.1 Εισαγωγή.....	215
9.2 Κοινωνικό – οικονομικό περιβάλλον – Τεχνικές υποδομές.	216
9.3 Μεταβολές κάλυψης γης 1990-2000 στη ζώνη Πιερίας	222
9.4. Πιέσεις στο περιβάλλον από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες.	227
9.4.1 Επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη	227
9.4.2 Επεμβάσεις στη χαμηλή ζώνη	228
9.4.3 Επεμβάσεις στη λοφώδη και ορεινή ζώνη	232
9.5 Πρόβλημα διάβρωσης –η περίπτωση της Παραλίας Κατερίνης.....	237
9.6 Συμπεράσματα.....	240
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ – ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	242
10.1 Εισαγωγή - Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index - CVI).....	242
10.2 Ανάλυση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)	243
10.3. Οι μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)	244
10.3.1 Γεωλογία και Παράκτιες Γεωμορφές	244
10.3.2 Ιστορική Μετατόπιση της ακτογραμμής	245

10.3.3 Παράκτια κλίση	245
10.3.4 Σχετική μεταβολή της Στάθμης της Θάλασσας	246
10.3.5 Μέσο Σημαντικό Ύψος κύματος	246
10.3.6 Μέσο Παλιρροιακό Εύρος	246
10.4 Εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)	247
10.4.1. Γεωλογικές μεταβλητές	248
10.4.2 Ρυθμός προέλασης και διάβρωσης ακτογραμμής	248
10.4.3 Παράκτια κλίση	249
10.4.4 Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης	250
10.4.5 Μέσο σημαντικό ύψος κύματος	250
10.4.6 Μέσο παλιρροιακό εύρος	250
10.5. Αποτελέσματα εφαρμογής του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)	251
10.6 Τρωτότητα και ανθεκτικότητα.....	253
10.7 Συμπεράσματα.....	258
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	256
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	259
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	265
Ηλεκτρονικές Πηγές:	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	274

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1.1 Εισαγωγή

Η παράκτια ζώνη αποτελεί από τα πιο δυναμικά και εξελισσόμενα συστήματα του πλανήτη με τεράστια οικονομική και οικολογική αξία. Οι παράκτιες ζώνες είναι σχετικά εύθραυστα οικοσυστήματα και η διάβρωση αυτών μπορεί να έχει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις και σε επίπεδο βιοτόπων και φυσικού τοπίου. Η καταστροφή λιμνοθαλασσών, παράκτιων ελών, φυσικών γεωμορφών όπως είναι οι παράκτιες θίνες και τα αμμώδη φράγματα θα μπορούσε να αποτελέσει περιβαλλοντική απειλή.

Τα παράκτια περιβάλλοντα και οι διεργασίες που δρουν στο χώρο αυτό έχουν αποτελέσει θέμα μελέτης από πολλούς ερευνητές. Η διάβρωση των ακτών, οι επιπτώσεις από ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και η ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης έχουν μελετηθεί κατά την πάροδο των τελευταίων δεκαετιών τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο (*Καρύμπαλης, 2010, Δουκάκης, 2005, Komar, 1998, Kraft, 1985, Bruun, 1954*).

Τα γενικότερα φυσικογεωγραφικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης παράκτιας και υποθαλάσσιας περιοχής στο εσωτερικό και εξωτερικό πλατό του Θερμαϊκού κόλπου έχουν μελετηθεί από πολλούς επιστήμονες (*Vouvalides et al. 2005, Prospathopoulos et al. 2004, Τσανάκας & άλλοι, 2004, Poulos et al. 2000, Lykousis et al. 1988, Χρόνης 1986 κ.α.*).

Ως προς τα χαρακτηριστικά της η παράκτια ζώνη της Πιερίας αποτελείται από μια προσχωσιγενή, αμμώδη ακτή με γενικότερο προσανατολισμό Β-Ν και μήκος περίπου 50 Km. Αποτελεί μια τις λίγες ευθείες παραλίες που δεν εγκλωβίζονται μεταξύ δυο βραχωδών ακρωτηρίων

Ο σχηματισμός του Θερμαϊκού κόλπου συνδέεται με τη θαλάσσια επέκταση τεταρτογενών, παράκτιων, αλλουβιακών πεδιάδων, όπου οι μεγάλοι ποταμοί εκβάλουν σοβαρές ποσότητες κλαστικών χερσογενών ιζημάτων. Η περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου χαρακτηρίζεται ως μια εκτεταμένη υφαλοκρηπίδα, που σχηματίζεται από τα ιζήματα των ποταμών Αξιού, Λουδία, Γαλλικού και Αλιάκμονα καθώς και από μικρότερα ποτάμια όπως το Μαυρονέρι, ο Ενιπέας, ο Χελοπόταμος και το Ξερολάκκι. Σύμφωνα με *Kapsimalis et al., 2005, Lykousis et al., 1989*, από εφαρμογή σεισμικών προφίλ που έλαβαν χώρα στο εσωτερικό πλατό του Θερμαϊκού κόλπου, υπολόγισαν το πάχος των Ολοκαινικών ιζημάτων

περίπου 20m κοντά στις εκβολές των ποταμών Γαλλικού, Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα, ενώ μειώνεται στα <4m προς την ανατολική πλευρά του κόλπου.

Μετά την τήξη των πάγων η επιφάνεια της θάλασσας άρχισε να ανεβαίνει με αποτέλεσμα η ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού άρχισε να κατακλύζεται σταδιακά, με αποτέλεσμα τη μετατροπή του μέχρι τότε χερσαίου περιβάλλοντος σε θαλάσσιο. Κατά το Ολόκαινο αποτέθηκαν στα πρανή και στις λεκάνες του κόλπου χερσογενή λεπτόκοκκα ιζήματα προερχόμενα κυρίως από τους μεγάλους ποταμούς. Τα πάχος των αποθέσεων κυμαίνεται στα 25-30m.

1.2 Σκοπός της διατριβής

Η παράκτια ζώνη αποτελεί από τα πιο δυναμικά και εξελισσόμενα συστήματα του πλανήτη με τεράστια οικονομική και οικολογική αξία και αποτελεί τη μεταβαση μεταξύ χερσαίου και θαλάσσιου χώρου. Η συνύπαρξη και η αλληλεπίδραση των τριών βασικών στοιχείων της φύσης (νερό, έδαφος και αέρα) την ορίζει ως ιδιαίτερη γεωγραφική ενότητα που με σημαντικό βιολογικό, γεωφυσικό, πολιτισμικό, αισθητικό και οικονομικό πλούτο, ενώ αποτελεί πολύτιμο φυσικό πόρο και κληρονομιά. Για το λόγο αυτό πάντοτε αποτελούσε πόλο έλξης για πολλές δραστηριότητες και έργα κυρίως κοινωνικό –οικονομικού χαρακτήρα.

Στην Ελλάδα οι παράκτιες ζώνες αποτελούν το ένα τέταρτο της ακτογραμμής της σημερινής Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκεντρώνουν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό πληθυσμού και δραστηριοτήτων (URL 12). Παρουσιάζουν μεγάλη ιστορική και πολιτισμική ποικιλότητα αλλά και υψηλή αισθητική. Χαρακτηριστικό τους είναι να ελκύουν εξαιρετικά πολλούς επισκέπτες, γεγονός που αποτελεί πηγή εισοδήματος αλλά και σπουδαία ευκαιρία για πολιτισμική αναβάθμιση. Επιπλέον, οι ελληνικές παράκτιες ζώνες φιλοξενούν παραγωγικά και πολύμορφα οικοσυστήματα απαραίτητα για τη διατήρηση των βιοτόπων. Επιπρόσθετα, περιλαμβάνουν παράκτια δάση και θαμνώδεις εκτάσεις, όπου σε συνδυασμό με τη θάλασσα δημιουργούν ένα τοπίο υψηλής αισθητικής αξίας, ενώ παράλληλα συντελούν στον έλεγχο των καταστροφικών δυνάμεων της θάλασσας. Τέλος, η γεωμορφολογία τους συμβάλλει στη δημιουργία γης υψηλής παραγωγικότητας και βοηθά έμμεσα στην ανάπτυξη της γεωργίας.

Το ανάγλυφο της γης είναι ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο σύστημα το οποίο εξαρτάται από τις φυσικές και ανθρώπινες διεργασίες που δρουν μέσα στο χρόνο. Η γη διαμορφώνεται εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια μέσα από μια σειρά φυσικών διεργασιών που εξαρτώνται άμεσα από εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες, την προσφορά ενέργειας, την κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών, καθώς και από το πλήθος των οργανισμών που ζουν και εξελίσσονται σε αυτό το περιβάλλον.

Στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής γίνεται μια προσπάθεια της έρευνας των φυσικών διεργασιών και των ανθρώπινων επεμβάσεων που συντελούν στη διαμόρφωση της ευρύτερης παράκτια ζώνης της Πιερίας. Η εκάστοτε ισορροπία (θέση) της ακτής είναι συνάρτηση της στερεομεταφοράς από τους χείμαρρους, της παράκτιας στερεομεταφοράς και της μέσης στάθμης της θάλασσας.

Τα σημαντικά βήματα που ακολουθούνται είναι η αναγνώριση, αποτύπωση, ανάλυση, συσχέτιση και σύνθεση των φυσικών και ανθρωπογενών δράσεων στη διαμόρφωση του χαρακτήρα της περιοχής.

Έτσι, η έρευνα της γεωμορφολογίας και των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών, ο υπολογισμός της εδαφικής απώλειας με αντίστοιχη τροφοδοσία της ακτής με υλικά, η βυθομετρία του θαλάσσιου πυθμένα σε συνδυασμό με τη θαλάσσια κυκλοφορία και τέλος η συσχέτιση των ανθρωπογενών επεμβάσεων στο σύνολό τους θα δώσουν πιθανές εξηγήσεις για το σύστημα ισορροπίας της ακτής.

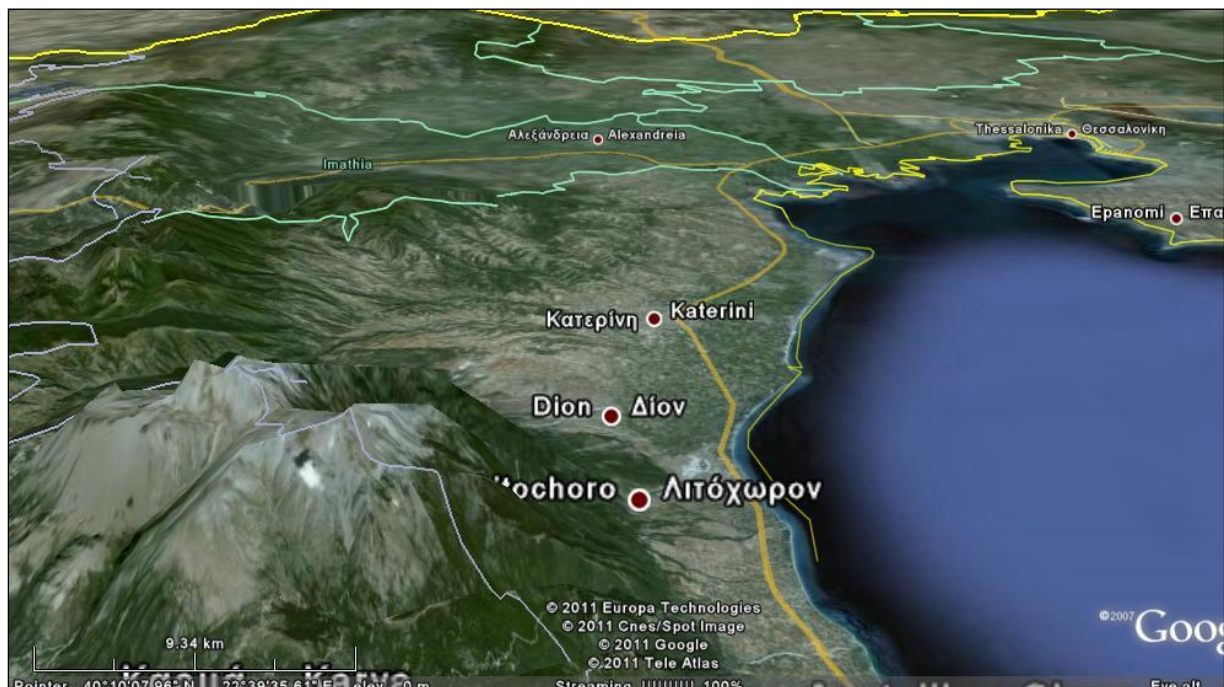
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΟΡΟΣ ΟΛΥΜΠΟΣ

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής έρευνας

2.1.1 Γεωγραφικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής έρευνας

Η Πιερία αποτελεί έναν από τους πενήντα τέσσερις νομούς της Ελλάδας. Βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Μακεδονίας (Κεντρική Μακεδονία) και έχει πρωτεύουσά της την πόλη της Κατερίνης. Το Δίον, η Πύδνα και ο Πλαταμώνας αποτελούν χώροι υψίστου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Ο Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας και έδρα των Ελλήνων θεών, δεσπόζει στα νότια της Πιερίας. Στα δυτικά τοποθετούνται τα Πιέρια Όρη..

Η περιοχή έρευνας στα ανατολικά ορίζεται από το Θερμαϊκό Κόλπο (Σχήμα 2.1), στα δυτικά από τον Όλυμπο και τα Πιέρια ή Φλάμπουρο και στα βόρεια από τον το ακρωτήριο της Αθέριδας. Η νοητή γραμμή μεταξύ των Αλυκών Κίτρους (στο ακρωτήριο της Αθέριδος) και του ακρωτηρίου της Επανομής αποτελεί το όριο μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού πλατό του Θερμαϊκού κόλπου. Στο νότιο μέρος του βρίσκεται το Κάστρο του Πλαταμώνα και νοτιότερα οι εκβολές του ποταμού Πηνειού. Το μήκος των ακτών της Πιερίας ξεπερνάει τα 60 km.



Σχήμα.2.1 Απεικόνιση περιοχής έρευνας μέσω του προγράμματος Google earth.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες που οριοθετούν την περιοχή έρευνας είναι οι ακόλουθες:

Γεωγραφικό μήκος:

Από 22° 18' έως 22° 37'

Γεωγραφικό πλάτος:

Από 40° 00' έως 40° 25'

Η περιοχή απεικονίζεται στο Σχήμα 2.1.

2.1.2 Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά της ζώνης της Πιερίας

Στην ευρύτερη Πιερίας της δεσπόζουν οι οροσειρές του Ολύμπου, του Τίταρου και των Πιερίων. Οι σημαντικές κορυφές στον Όλυμπο είναι το Πάνθεον (2.917 m.), Σκολιό (2.911 m), Φράγκου Αλώνι (2.684 m) και Μεταμόρφωση (1.578 m). Στο όρος Τίταρος τα μεγαλύτερα υψόμετρα εμφανίζονται στις περιοχές Βουλγάρα (1.689 m), Καρδαράς (1.527 m) και Τίταρος (1.839 m). Τα Πιέρια όρη λαμβάνουν χώρα στα δυτικά ορία του νομού.

Μεγάλα και μικρότερα ποτάμια απορρέουν στη περιοχή και πηγάζουν από το όρος Όλυμπο και τα Πιέρια. Σημαντικότερο ποτάμι είναι το Μαυρονέρι (Αίσωνας) ο οποίος ενώνεται με τους παραπόταμους Παπσιάρη και Ίταμο και δημιουργούν τα Στενά της Πέτρας. Στα βορειοανατολικά του νομού Πιερίας εκβάλει ο Αλιάκμονας. Στις εκβολές του ποταμού Αλιάκμονα σχηματίζεται ο όρμος της Μεθώνης και το ακρωτήριο της Αθήριδος, όπου βρίσκονται οι σημαντικές αλυκές του Κίτρους. Άλλα μικρά και μεγαλύτερα ποτάμια στην περιοχή είναι αυτά της Ζηλιάνας, Παλιορουμάνας, Ενιπέα, Γερακάρη και Τοπινίτσας. Ο χείμαρρος Μορνιώτικο Ρέμα, αποτελεί τον μεγαλύτερο παραπόταμο του Μαυρονερίου του οποίου καταλαμβάνει το άνω κεντρικό τμήμα βρίσκεται στο Νομό Πιερίας και αναπτύσσεται στις ΝΝΔ κλιτύες των Πιερίων και τις ΑΝΑ κλιτύες του Τίταρου.

Τα όρη στο νομό Πιερίας καλύπτονται από δάση με κυριότερα δέντρα τις οξιές, τα πεύκα, βελανιδιές και έλατα.

Από γεωλογική άποψη ο Όλυμπος αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα (ηλικίας από Τριαδικό έως και Ηώκαινο) που ήρθαν στην επιφάνεια, όταν διαβρώθηκε το πελαγονικό κάλυμμά του και εμφανίστηκε το ομώνυμο τεκτονικό παράθυρο του Ολύμπου.

Η παραλία σε όλο το μήκος της είναι αμμώδης, ενώ χαρακτηριστικό είναι ότι δεν υπάρχουν φυσικά λιμάνια. Στη διάρκεια του καλοκαιριού οι τουρίστες κατακλύζουν τις παραλίες. Οι πιο σημαντικές παραλίες βρίσκονται στις περιοχές των Νέων Πόρων, του Πλαταμώνα, της Μεθώνης, της Σκοτίνας, του Βαρικού, του Λιτοχώρου και της Σκάλας Πιερίας. Πολλές από τις παραλίες του νομού έχουν βραβευτεί με γαλάζιες σημαίες.

Το έδαφος του νομού δεν παρουσιάζει ενδιαφέρονσε ορυκτό πλούτο, εκτός από την περιοχή στην περιοχή του Κίτρου, στις αλυκές.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1), παρατίθενται στοιχεία για την κατανομή του πληθυσμού στο Νομό Πιερίας (URL1).

Πίνακας 2.1 Κατανομή του πληθυσμού στο Νομό Πιερίας, 1991(URL1).

Πληθυσμός	Συνολικός	Αστικός	Ημιαστικός	Αγροτικός	Πυκνότητα (κάτοικοι/ 1000 στρέμματα)
Σύνολο Ελλάδας	10.259.900 100%	6.038.981 58.9%	1.31.427 12.9%	2.902.492 29.3%	77.8
Περιφέρεια Κεντρ. Μακεδονίας	1.710.513 100%	980.888 57.3%	279.575 16.3%	450.050 26.3%	89.3
Πιερία	116.763 100%	47.011 40.3%	24.750 21.2%	45.002 38.5%	77

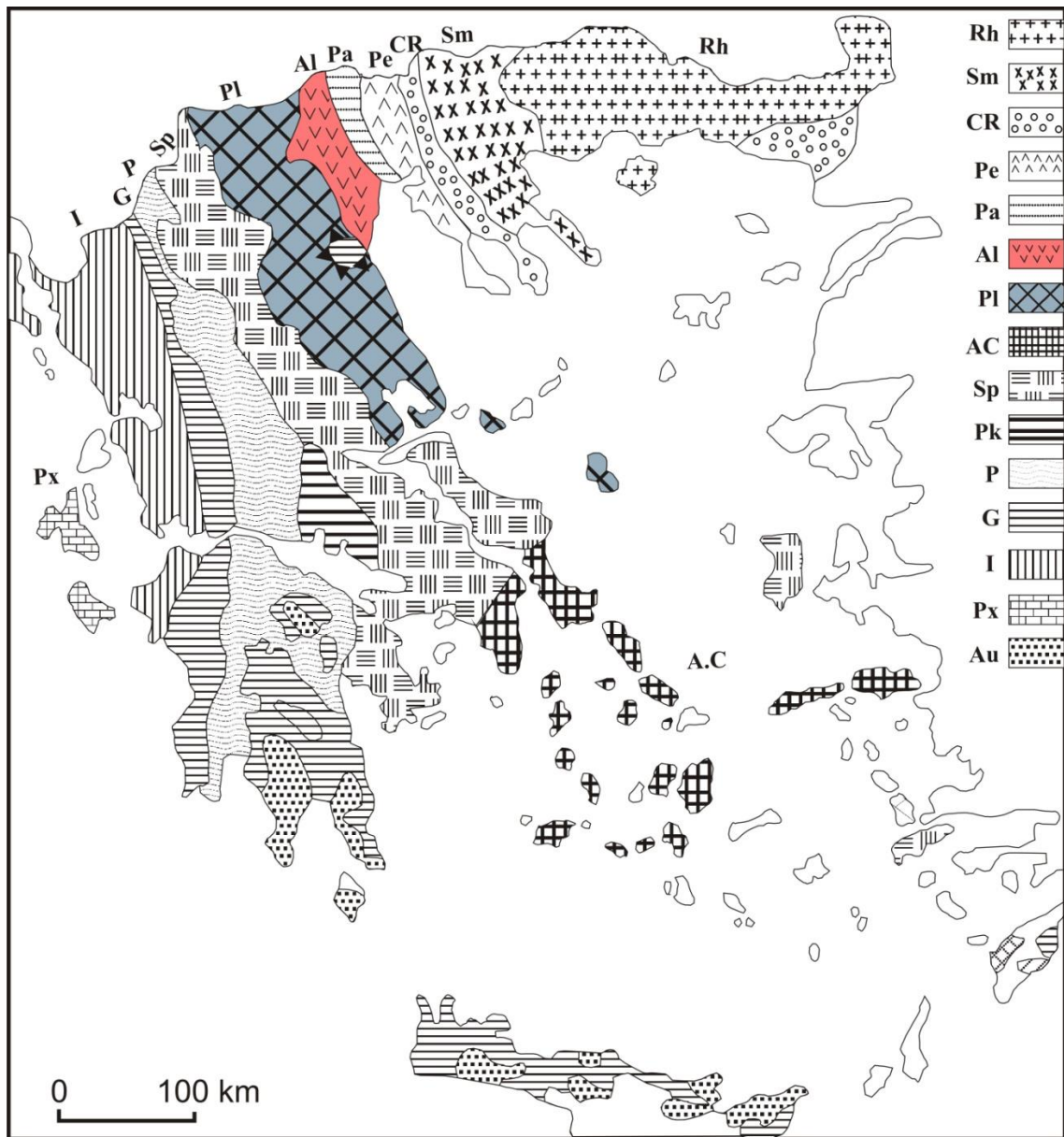
2.2. Γεωλογική δομή της περιοχής έρευνας

2.2.1 Γεωτεκτονική θέση

Η περιοχή της Πιερίας από γεωτεκτονική άποψη τοποθετείται στις εσωτερικές Ελληνίδες και πιο συγκεκριμένα στο όριο επαφής των ζωνών Αλμωπίας και Πελαγονικής *Σχήμα 2.2.*

Η Πελαγονική ζώνη, με διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ, ξεκινά από βορά, προς τα όρη Βόρα, Βέρνου, Βέρμιου, Πιερίων, Ολύμπου, Πηλίου και Βόρειας Εύβοιας, ενώ στη συνέχεια στρέφεται προς τις Σποράδες.

Η Πελαγονική ζώνη αποτελεί ύβωμα που χωρίζει την αύλακα της Αλμωπίας στα ανατολικά από την αύλακα της Πίνδου στα δυτικά. Γενικότερα, η Πελαγονική ζώνη θεωρείται ένα μεγάλο ηπειρωτικό τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου που αποσπάστηκε από την Gondwana και εκατέρωθεν αναπτύχθηκαν δυο ωκεάνιες περιοχές της Παλαιό - Τηθύος (ζώνη Αξιού) και Νέο-Τηθύος (Υποπελαγονική-Πίνδου) από τις οποίες προήλθαν με επώθηση οι οφιόλιθοι (*Μουντράκης, 1985*).



Η ζώνη της Αλμωπίας αποτελεί το δυτικό τμήμα της παλιάς ζώνης Αξιού, Mercier

Σχήμα 2.2 Γεωτεκτονικές ζώνες Αλμωπίας και Πελαγονικής (από Μουντράκη, 1985). (Rh: Ζώνη Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική, CR: Περιροδοπική, Pe: Παιονία, Pa: Πάικο, Al: Αλμωπία, Pl: Πελαγονική, AC: Αττικοκυκλαδική, Sp: Υποπελαγονική, Pk: Βοιωτίας, P: Πίνδου, G: Γαβρόβου - Τριπόλεως, I: Ιονίου, Px: Παζών, Au:)

(1966) (από Μουντράκης, 1985) και αναπτύσσεται σε ΒΔ – ΝΑ διεύθυνση. Θεωρείται ότι λειτούργησε ως περιβάλλον ιζηματογένεσης (ιζήματα βαθιάς θάλασσας) πάνω στον ωκεάνιο φλοιό (οφιολιθικά πετρώματα) από το Τριαδικό έως και το Άνω Ιουρασικό, οπότε και επωθήθηκε προς τα δυτικά, πάνω στο ηπειρωτικό περιθώριο της Πελαγονικής ζώνης. Με την επίκλυση του Μέσο – Άνω Κρητιδικού η περιοχή της Αλμωπίας λειτούργησε πλέον ως χώρος νηριτικής ιζηματογένεσης μέχρι την οριστική ανάδυση της κατά το Παλαιόκαινο (από Μουντράκη, 1985).

2.2.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη

Το όρος Όλυμπος δομείται από μια ακολουθία ανθρακικών σχηματισμών ηλικίας από Τριαδικό – Ιουρασικό έως και το Ηωκαίνο. Μάρμαρα, ασβεστόλιθοι και δολομίτες αβαθών θαλασσών (ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας) εμφανίζονται τεκτονισμένοι και κατακερματισμένοι. (Godfriaux, 1968, Barton, 1975, από Μουντράκη 1985). Στην διάρκεια του Ηωκαίνου ταυτόχρονα με τις μεγάλες μετακινήσεις του φλοιού της γης, παρατηρήθηκε στην περιοχή μια σειρά εφελκυστικών και συμπίεστικών τάσεων μεγάλων τμημάτων από τα ηπειρωτικά περιθώριά της, συνοδευόμενων με μεταμορφωμένα πετρώματα όπως γνεύσιοι, μάρμαρα, σχιστόλιθοι αλλά και ηφαιστειακά ή πλουτώνια πετρώματα. Λόγω της υφιστάμενης συνεχούς συμπίεσης από τα τέλη του Τριτογενούς και μετά προκαλείται ανύψωση της περιοχής με κανονικά ρήματα με επακόλουθη συνέπεια την ανάδυση της επάλληλης ανθρακικής σειράς του Ολύμπου υπό μορφή τεκτονικού παραθύρου.

Σύμφωνα με Συλβέστρου, 2002, τα διάφορα στάδια ανάπτυξης και εξέλιξης της λεκάνης που μπορούν να διακριθούν με βάση την στρωματογραφική διάρθρωση των ιζημάτων που αποτέθηκαν στο δυτικό περιθώριο της ευρύτερης λεκάνης Αξιού - Θερμαϊκού και της αντίστοιχης ηλικίας τους μπορούν να ομαδοποιηθούν σε έξι φάσεις: Κάτω Μειόκαινο - σχηματισμός της ευρύτερης λεκάνης, Μέσο Μειόκαινο: Απόθεση ποτάμιων ιζημάτων με ελικοειδή ανάπτυξη, Άνω Μειόκαινο: Απόθεση ποτάμιων ιζημάτων με έντονη δράση ποταμών πλεξοειδούς ανάπτυξης, Ανώτερο Μειόκαινο: Είσοδος της Παρατηθούς, Ανώτατο Μειόκαινο - Κάτω Πλειόκαινο: Απόθεση ποταμολιμναίων ιζημάτων, Άνω Πλειόκαινο – Κάτω Πλειστόκαινο: χέρσωση της περιοχής στο βόρειο τμήμα της, ενώ στο νότιο τμήμα ολοκληρώνεται η ανύψωση του Ολύμπου με την αντίστοιχη βύθιση του Θερμαϊκού.

Στο Πλειστόκαινο, η περιοχή του Ολύμπου καταλαμβάνεται εκ νέου από πάγους που φθάνουν μέχρι του υψομέτρου 1500 m. Αυτό αποδεικνύεται από την ύπαρξη παγετωδών αποθέσεων από μορφή μορένων στην κοιλάδα του Ξηρόλακκου. Στην διάρκεια όμως του Τεταρτογενούς και παράλληλα με τους παγετώνες δημιουργούνται ανοδικές και καθοδικές ευστατικές κινήσεις που από τη μια πλευρά παράγουν τη βύθιση του Αιγαίου και συνεπώς και του Θερμαϊκού ενώ από την άλλη ανυψώνουν την ορεινή περιοχή. Έτσι, η ανυψώμενη περιοχή διαβρώνεται, ενώ η βυθιζόμενη πληρούται με τα υλικά διάβρωσης. Οι συνθήκες αυτές συνεχίζουν μέχρι και τους σύγχρονους χρόνους οπότε και η περιοχή έχει τη σημερινή μορφή μιας απότομης υπερυψωμένης ανθρακικής μάζας περιβαλλόμενης από μια ελάχιστα επικλινή περιμετρική ζώνη σε επαφή με τη θάλασσα.

2.2.3 Μεταμόρφωση των σχηματισμών.

Στα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης επέδρασαν δύο μεταμορφώσεις.

Αρχικά κατά τη διάρκεια του Παλαιοζωικού, πριν το Άνω Λιθανθρακοφόρο μεταμόρφωσε το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο σε συνθήκες κάτω πρασινοσχιστολιθικής φάσης, μέχρι και της άνω αμφιβολιτικής φάσης.

Κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού έλαβε χώρα η δεύτερη, αλπική μεταμόρφωση, η οποία μεταμόρφωσε μαζί τους γρανίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου, τις μετακλαστικές σειρές Περμίου - Κάτω Τριαδικού και τα Τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά καλύμματα σε συνθήκες χαμηλής (άνω) πρασινοσχιστολιθικής φάσης.

Τέλος, η αλπική μεταμόρφωση επηρέασε και το ήδη μεταμορφωμένο Παλαιοζωικό υπόβαθρο στο οποίο επέδρασε ως ανάδρομη μεταμόρφωση. Η επίδραση αυτή διαπιστώνεται και με ραδιοχρονολογήσεις.(Μουντράκης, 1985).

2.2.4 Το τεκτονικό παράθυρο του Ολύμπου

Το όρος Όλυμπος αποτελεί μια ανθρακική ιζηματογενή σειρά, ηλικίας από το Τριαδικό έως το Ηώκαινο, η οποία περιβάλλεται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο καθώς και τα μάρμαρα του Τριαδικού της Πελαγονικής ζώνης.

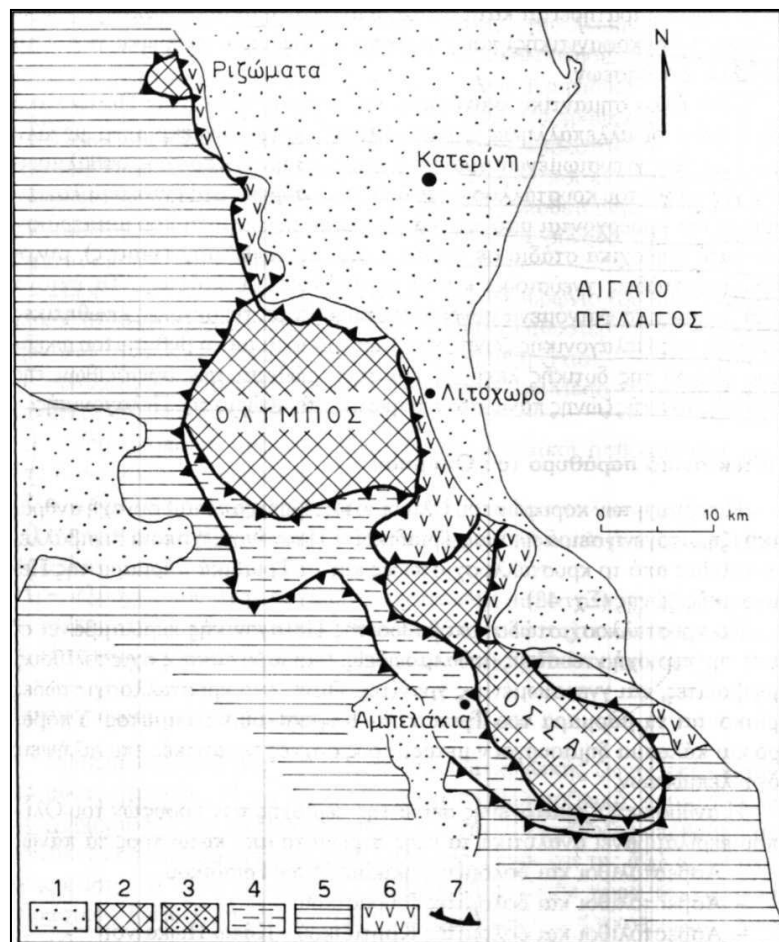
Το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής περιλαμβάνει σ' αυτή την περιοχή γνευσίους οφθαλμοειδείς, μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, αμφιβολίτες, και γνευσιωμένους γρανίτες. Πάνω στο υπόβαθρο βρίσκονται τα μάρμαρα του Τριαδικού - Ιουρασικού καλύμματος. Χαρακτηριστικές είναι οι τεκτονικές επαναλήψεις λόγω λεπιώσεων.

Από κάτω προς τα πάνω η ανθρακική ιζηματογενής σειρά που καλύπτει την περιοχή του Ολύμπου περιλαμβάνει τα παρακάτω :

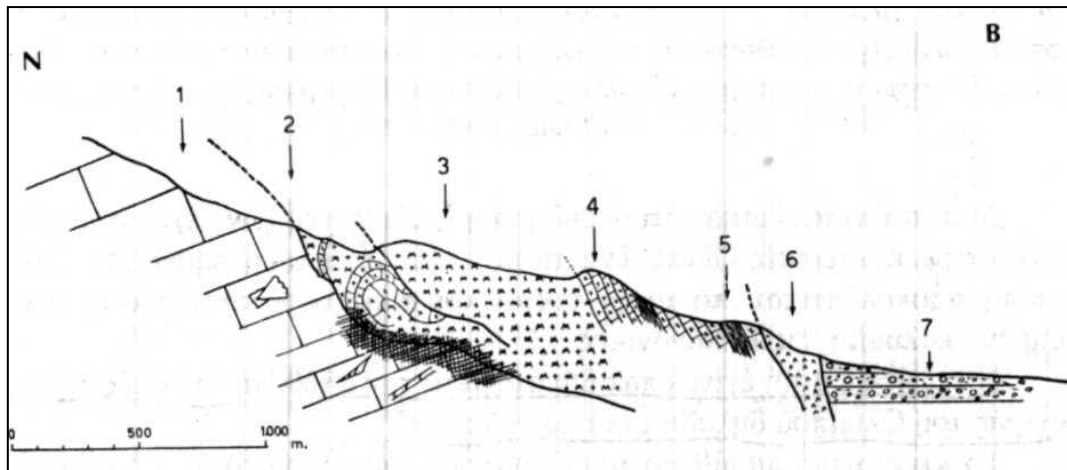
- Ασβεστόλιθους και δολομίτες, ηλικίας Άνω Τριαδικού.
- Ασβεστόλιθους και δολομίτες Ιουρασικού.
- Ασβεστόλιθους και δολομίτες Κρητιδικού - Κάτω Ηωκαίνου.
- Φλύσχη σχιστοψαμμιτοκροκαλοπαγή, ηλικίας Ηωκαίνου.

Η μελέτη της σειράς του Ολύμπου φανέρωσε χαρακτήρες που μοιάζουν με τις εξωτερικές Ελληνικές ζώνες και όχι με την Πελαγονική ζώνη ή τις άλλες εσωτερικές Ελληνικές ζώνες. Ο φλύσχη αποτέθηκε κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου ενώ στις εσωτερικές ζώνες ξεκίνησε από το Μαιστρίχτιο. Η συνεχής ιζηματογένεση και η απουσία πυριγενών πετρωμάτων φανερώνουν ότι η σειρά του Ολύμπου ανήκει στις εξωτερικές

Ελληνίδες αφού εμφανίζει όλα τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά. Μεγαλύτερη ομοιότητα δείχνει με το εσωτερικό τμήμα της ζώνης Γαβρόβου - Τριπόλεως στην οποία και θεωρείται ότι ανήκει.



Σχήμα 2.3 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής του παράθρου του Ολύμπου. (από Μουντράκη, 1985) 1: Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις, 2: αυτόχθονη σειρά Ολύμπου, 3-4 ενότητα Όσσας (3: υποκείμενος ανθρακικός ορίζοντας ανάλογος ίσως της σειράς Ολύμπου, 4: «σειρά Αμπελάκιων»), 5: πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης, 6: οφειόλιθοι και φυλλιτικά πετρώματα προερχόμενα από τη ζώνη Αξιού (Ηωελληνικό κάλυμμα), 7: επωθήσεις.



ΣΣχήμα 2.4. Η επώθηση της Πελαγονικής πάνω στη σειρά του Ολύμπου.

1: Τριαδικοί ασβεστόλιθοι του Ολύμπου, 2: γραμμή επώθησης, 3: γνεύσιοι οφθαλμοειδείς, 4: μάρμαρα, 5: πράσινοι σχιστόλιθοι, 6: οφειόλιθοι, 7: κροκαλοπαγή Τεταρτογενούς.
(Κατά Godfriaux 1968, από Μουντράκη 1985).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι ολόκληρη η Πελαγονική ζώνη έχει επωθηθεί πάνω στις εξωτερικές ζώνες (Σχήματα 2.3, 2.4), ένα τμήμα των οποίων - η σειρά του Ολύμπου - αποκαλύπτεται υπό μορφή τεκτονικού παράθυρου κάτω από το επωθημένο κάλυμμα της Πελαγονικής. Η επώθηση αυτή έγινε οπωσδήποτε μετά την απόθεση του φλύσχη της σειράς του Ολύμπου δηλαδή μετά το Ηώκαινο.

Το «τεκτονικό παράθυρο του Ολύμπου» έγινε γνωστό με τις έρευνες του Godfriaux 1968, (από Μουντράκη 1985) και σήμανε σημαντική απόδειξη της επώθησης των Ελληνικών ζωνών από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά.

Το όρος Όλυμπος απέκτησε το ύψος που έχει σήμερα κατά τη διάρκεια τεσσάρων χρονικών περιόδων:

- Στο Μειόκαινο ανυψώθηκε κατά 900 -1.000m
- Στο Μειο – Πλειόκαινο ανυψώθηκε κατά 400 – 500m
- Στο Βιλλαφράγκιο ανυψώθηκε κατά 400 – 600m
- Στο Πλειστόκαινο ανυψώθηκε κατά 150 – 350m

Τα κυριότερα ρήγματα έχουν σχηματιστεί στο υπόβαθρο του Ολύμπου και σχηματίζουν τη ζώνη των περιθωριακών ρηγμάτων του Ολύμπου.

2.2.5 Γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την περιοχή έρευνας

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την περιοχή έρευνας με χρονολογική σειρά από τους πιο πρόσφατους έως τους παλαιότερους είναι οι εξής:

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Οι Ολοκαινικές αποθέσεις αποτελούνται από :

Σύγχρονες αποθέσεις, αλλουβιακές αποθέσεις (ποταμολιμναία υλικά από άμμους και αργίλους), **ποτάμιες αναβαθμίδες, ελουβιακός μανδύας, ασύνδετα υλικά**. Αποτελούνται κυρίως από άμμους και κροκαλολατύπες ποικίλου μεγέθους και ποικίλης λιθολογικής σύστασης, **πλευρικά κορήματα από κροκάλες και πηλούς αποθέσεις από άργιλους, πηλούς και πηλούχους αργίλους, προσχωματικά υλικά χειμάρρων, παλιοί κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα και υλικά αναβαθμίδων χειμάρρων**.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Στο Πλειστόκαινο ανήκουν:

Ποταμοχερσαίες αποθέσεις, ποταμολιμναίες αποθέσεις: (άργιλοι, άμμοι, ψαμμίτες) και **αιολικές αποθέσεις (loess)** που εναλλάσσονται με καλά αναπτυγμένο παλαιοέδαφος.

ΠΛΕΙΟ – ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Λιμναίες μάργες και άργιλοι: οι μάργες είναι κλαστικές άσπρες, εύθρυπτες και σπανιότερα σκληρές, εναλλασσόμενες με αριλομαργαϊκό υλικό και με ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστολίθων, σε στρώματα πάχους έως 50cm.

ΝΕΟΓΕΝΕΣ

ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

Οι **άργιλοι, μάργες, ψαμμίτες και άμμοι** καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. **Δελταϊκά ιζήματα** αποτελούνται από μη συνεκτικά κροκαλοπαγή, με αποστρογγυλωμένες και πεπλατυσμένες κροκάλες.

Ψαμμίτες, άργιλοι: ως επί το πλείστον χαλαρά ιζήματα από τεφροπράσινες αργίλους με παρεμβολές άμμων και πόγκας ψαμμιτών μεγάλου πάχους. **Αργιλομαργαϊκά ποταμολιμναία ιζήματα**.

Μέσο – Ανωτ. Ηώκαινο

Χαρακτηριστικός είναι ο **φλύσχης**. Αποτελείται από επιζωνικά μεταμορφωμένα ιζήματα φλύσχη που είναι φυλλίτες, σερικιτικοί σχιστόλιθοι, ασβεστιτικοί – σερικιτικοί σχιστόλιθοι, και σερικιτικοί ψαμμίτες με ενστρώσεις μικρού πάχους ψαμμιτικών κρυσταλλικών ασβεστόλιθων. Η ηλικία της έναρξης του φλύσχη μπορεί να θεωρηθεί σαν μεσοηκαινική, όπως προκύπτει από τη σύγκριση με το φλύσχη που απαντά στο ΒΔ τμήμα της ενότητας Ολύμπου, φύλλο «Κονταρριώτισσα».

ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ – ΜΕΣΟ ΗΩΚΑΙΝΟ

Υπάρχουν εμφανίσεις από **κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους με φυλλιτικές παρεμβολές** που αποτελούν τα πάνω μέρος της ανθρακικής σειράς του Ολύμπου – Όσσας. Είναι κατά κανόνα μεσο – λεπτοστρωματώδεις, καρστικοί, τεφροί, κατά θέσεις μελανότεφροι και βιτεμινούχοι. Μέσα σε αυτούς απαντούν παρεμβολές από κρυσταλλικούς δολομιτικούς ασβεστόλιθους και κρυσταλλικούς δολομίτες. Στα ανώτερο σημεία βρίσκονται παρεμβολές φυλλιτών, συχνά με την μορφή ενστρώσεων πάχους περίπου 50m.

ΑΝΩΤ. ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ (;)

Μάρμαρα: λεπτο – μεσοστρωματώδη και λιγότερο παχυστρωματώδη χρώματος άσπρου, κόκκινου και γκρίζου. Στα ανώτερα μέλη τους, που είναι λεπτοστρωματώδη, είναι κλαστικά και εναλλάσσονται με σχιστόλιθους, μεταβαίνοντας ομαλά προς το φλύσχη.

ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΑΙΚΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΛΥΜΜΑ.

(Ηωελληνικό τεκτονικό κάλυμμα)

Αποτελείται από ένα σύμπλεγμα μεταμορφωμένων οφιολιθικών πετρωμάτων, του οποίου το πάχος κατά θέσεις ξεπερνάει τα 800 m. Το κάλυμμα αυτό επωθήθηκε μεταξύ τέλους Ανωιουρασικού – αρχές κάτω κρητιδικού, πάνω σε μία κατά θέσεις έντονα διαβρωμένη περιοχή της προανωκρητιδικής Πελαγονικής σειράς. Οι σχηματισμοί του προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος έχουν υποστεί τις ίδιες μεταμορφώσεις με τους νεοπαλαιοζωϊκούς – κάτω μέσο τριαδικούς σχηματισμούς.

Στα ανώτερα στρώματα βρίσκονται **Σερπεντινίτες** και υπέρκεινται τόσο στους σερπεντινωμένους πυροξενίτες, όσο και στους αμφιβολίτες, αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους και πρασινίτες με πάχος, που δεν ξεπερνάει τα 250 m.

ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Χαρακτηριστικοί είναι οι **Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες**.

ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ (;)

Μάρμαρα: με χρώματα λευκά και ροδόλευκα στα κάτω στρώματα και σταχτιά έως σκοτεινόχρωμα στα άνω.

ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΪΚΟ – ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι (μοσχοβιτικοί και σερικιτικοί, ποικίλου χρώματος), **οφιολιθικά πετρώματα** (σερπεντινίτες, δουνίτες, πυροξενίτες και γάββροι). Κυριαρχούν συμπαγή πετρώματα χρώματος πράσινο σκούρο.

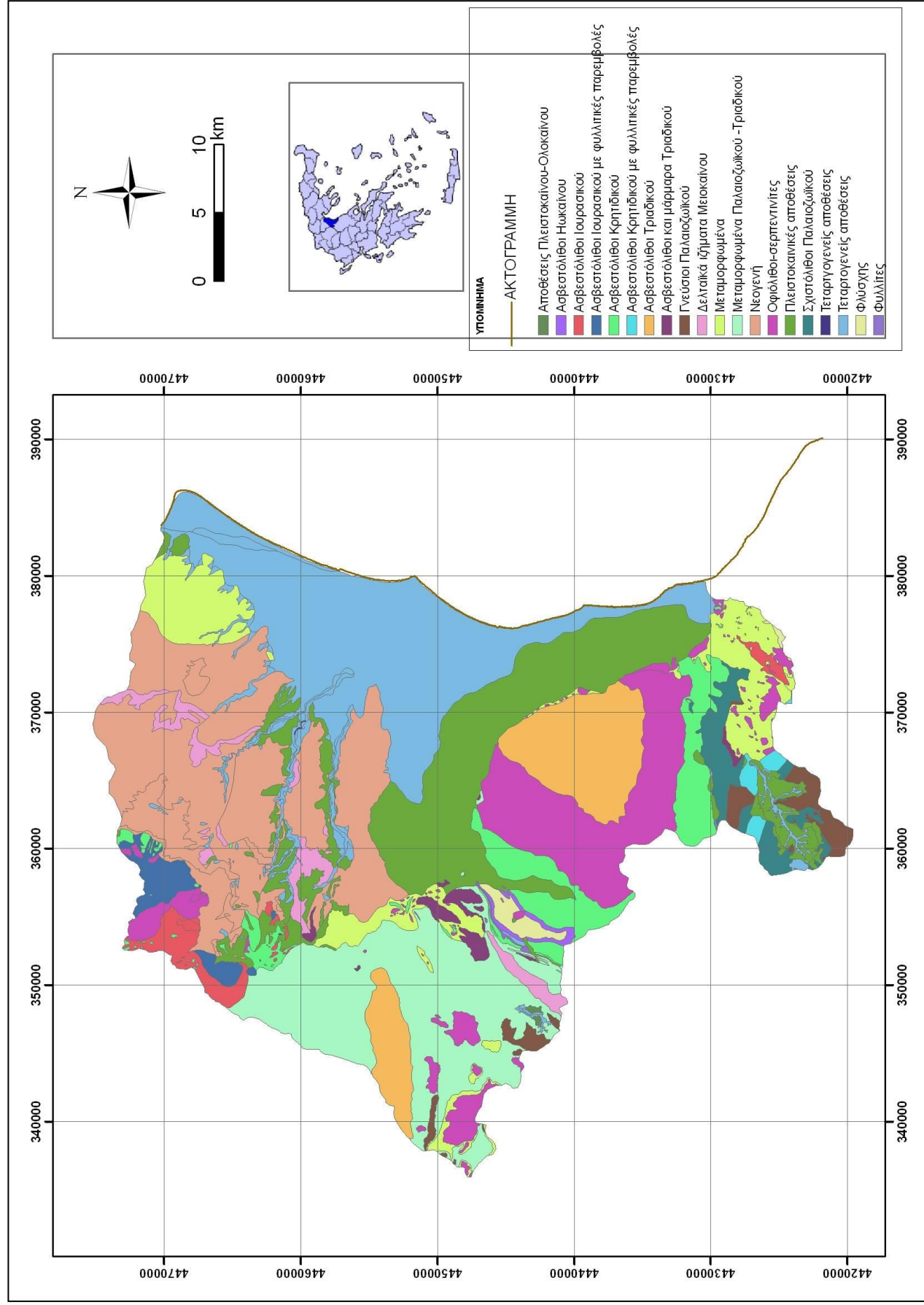
ΠΑΛΑΙΟΖΩΪΚΟ

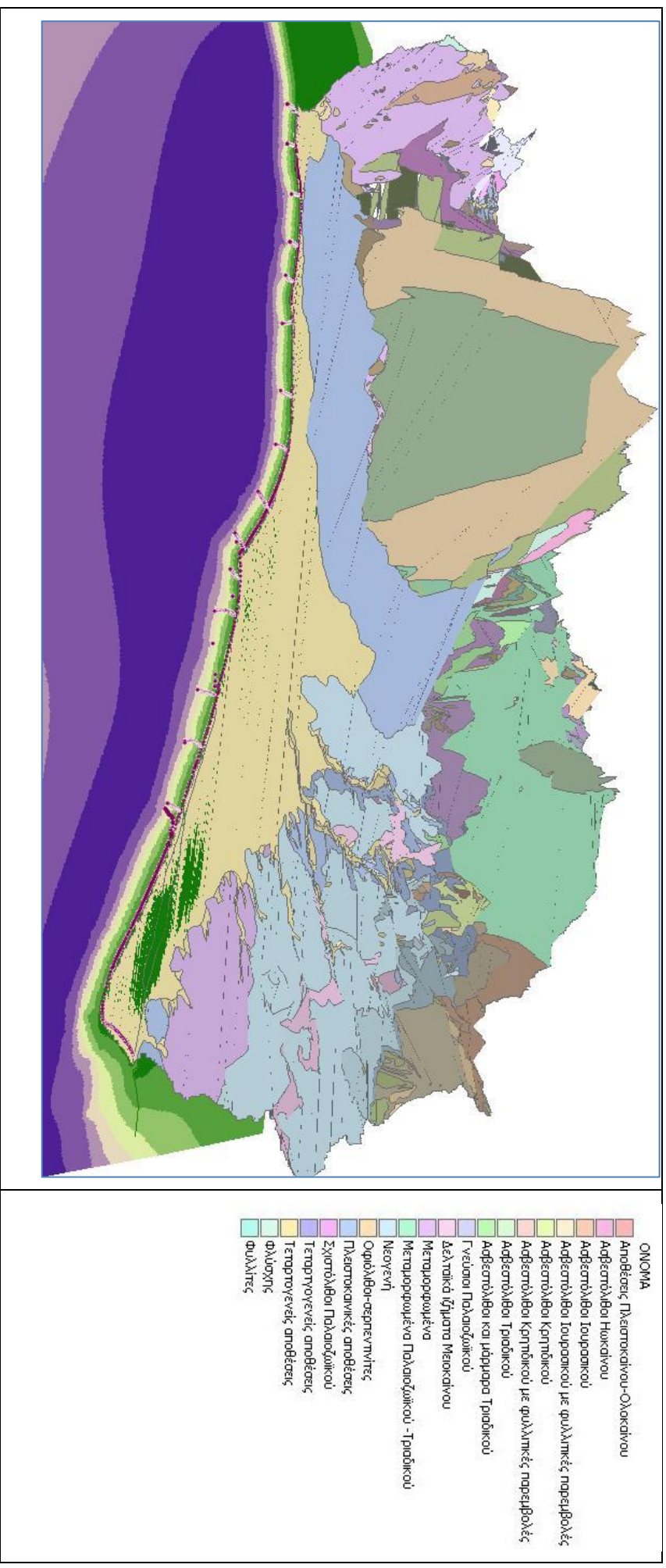
(ΠΡΟΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟ)

Το παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο της Πελαγονικής καλύπτει μεγάλη έκταση με πάχος το οποίο μπορεί να ξεπεράσει και το 1Km.

Επίσης διαπιστώθηκαν σχηματισμοί **σχιστολίθων – γνευσιοσχιστολίθων – γνεύσιων**: πρόκειται για μαρμαρυγιακούς, επιδοτικούς και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους σε εναλλαγές με γνευσιοσχιστόλιθους και γνευσίους.

Οι γεωολογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την περιοχή έρευνας απεικονίζονται στο *Σχήμα 2.5* το οποίο εξήχθη μέσω του προγράμματος ArcMap από τη σύνθεση γεωολογικών χαρτών της Γ.Υ.Σ, φύλλα «ΓΟΝΝΟΙ», «ΡΑΨΑΝΗ», «ΚΟΝΤΑΡΙΩΤΙΣΣΑ-ΛΙΤΟΧΩΡΟ», «ΚΑΤΕΡΙΝΗ», «ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ», «ΛΙΒΑΔΙΟΝ», κλίμακας 1:50.000.

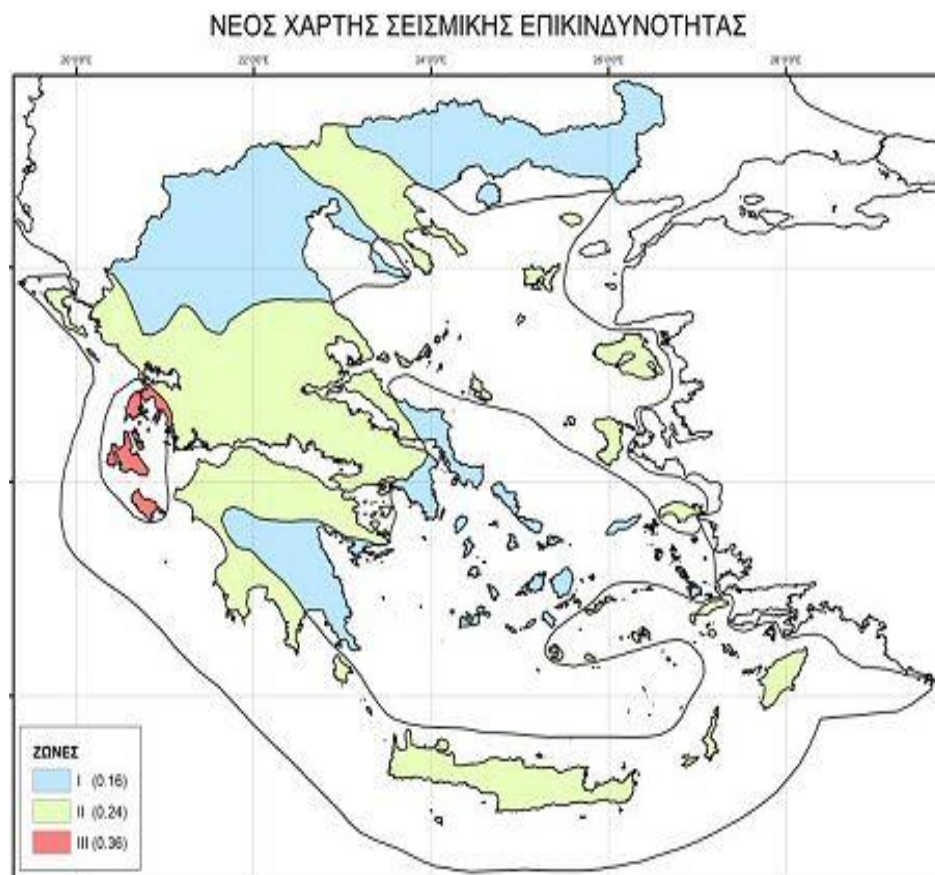




Σχήμα 2.5α, β. Η Γεωλογία της περιοχής έρευνας, από τη σύνθεση γεωλογικών χαρτών της Γ.Υ.Σ. φύλλα « ΤΟΝΝΟΙ », « ΡΑΨΑΝΗ », « ΚΟΝΤΑΡΙΩΤΙΣΣΑ-ΛΙΤΟΧΩΡΟ », « ΚΑΤΕΡΙΝΗ », « ΚΟΛΙΝΑΡΟΣ », « ΔΙΒΑΛΙΟΝ », κλίμακας 1:50.000.

2.2.6 Σεισμική επικινδυνότητα

Στο Σχήμα 2.6 απεικονίζεται Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας. Σύμφωνα με αυτό το χάρτη η περιοχή του Νομού Πιερίας κατατάσσεται στην κατηγορία I η περιοχή έρευνας δηλαδή χαρακτηρίζεται ως περιοχή χαμηλής επικινδυνότητας.



Σχήμα 2.6. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (URL2)

2.3 Κλιματικά στοιχεία

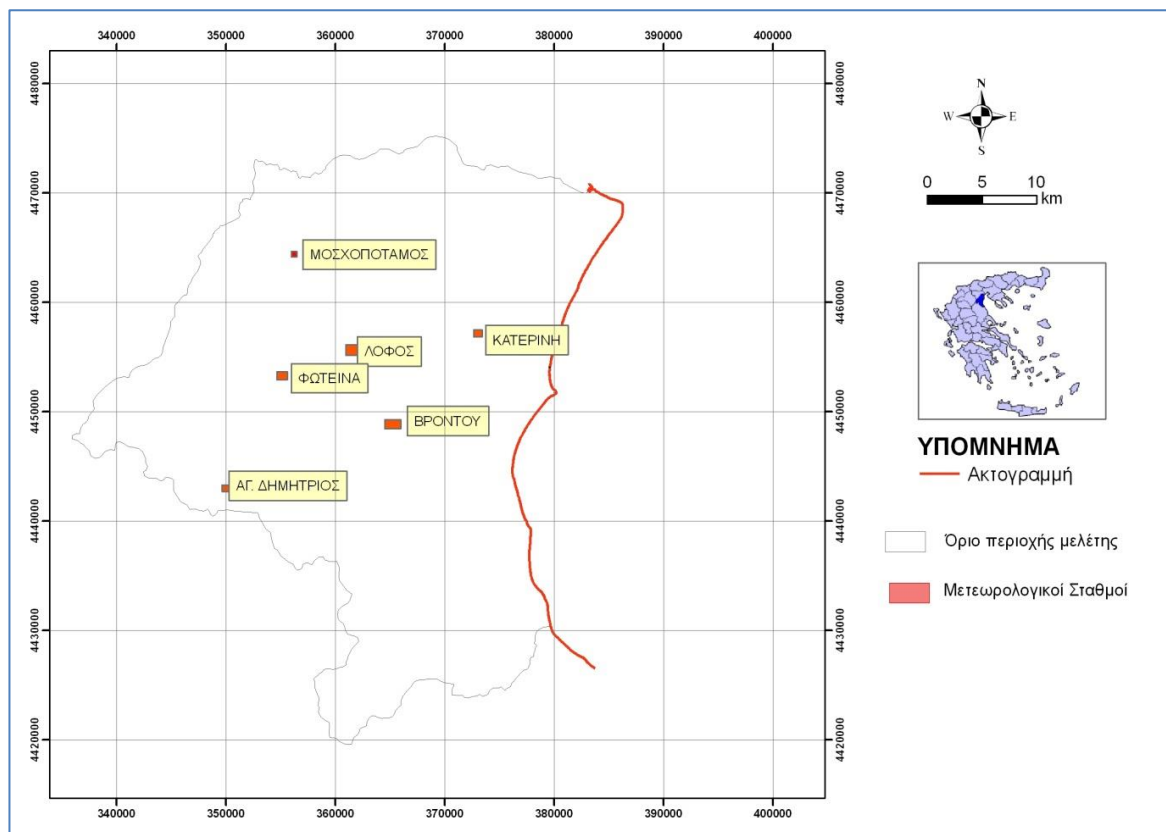
2.3.1 Μετεωρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά.

Το κλίμα των διάφορων περιοχών της γης παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από τόπο σε τόπο, αφού εξαρτάται από πολλούς φυσικούς, γεωγραφικούς και δυναμικούς παράγοντες. Η θερμοκρασία του αέρα σε συνδυασμό με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν κύριους μοχλούς στη διαμόρφωση του είδους (μηχανική ή χημική) και της έντασης της αποσάθρωσης.

. Για την μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών στην περιοχή έρευνας επεξεργάστηκαν πρωτογενή δεδομένα από τους παρακάτω πλησιέστερους στην ευρύτερη περιοχή μελέτης Μετεωρολογικούς Σταθμούς:

- Σταθμός ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ-υψόμετρο 800m
- Σταθμός ΦΩΤΕΙΝΩΝ – υψόμετρο 650m
- Σταθμός ΒΡΟΝΤΟΥΣ – υψόμετρο 182m
- Σταθμός ΛΟΦΟΥ - υψόμετρο 250 m
- Σταθμός ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΥ – 313m
- Σταθμός ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ –υψόμετρο 33m

Παρακάτω απεικονίζεται χάρτης (Σχήμα 2.7) που δείχνει την περιοχή έρευνας και τη θέση των μετεωρολογικών σταθμών σε θέση με αυτή. Επίσης, παρατίθενται οι τιμές των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των Μετεωρολογικών σταθμών για την περίοδο ετών από το 1975 έως το 2004 καθώς και οι τιμές των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών και των μηνιαίων υψών βροχής των ανωτέρω Μετεωρολογικών σταθμών (Πίνακες 2.2., 2.3, 2.4, Σχήματα 2.8 και 2.9).



Σχήμα. 2.7 Χάρτης που δείχνει την περιοχή έρευνας και τη θέση των μετεωρολογικών σταθμών

Πίνακας 2.2 ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)

	ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΡΟΝΤΟΥΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ
ΙΑΝ	5	1,5	1,8	1,9	1,1
ΦΕΒ	6,7	8,1	8,3	3,4	3,17
ΜΑΡ	8,7	0,77	9,8	5,8	6,2
ΑΠΡ	14,1	12,04	10,42	7,9	11,38
ΜΙΑ	20,1	17,82	15,36	12,8	16,07
ΙΟΥΝ	23,8	22,73	19,75	17,4	19,62
ΙΟΥΛ	26,4	25,16	26,2	20,01	21,05
ΑΥΓ	25,4	26,01	22,6	19,3	21,8
ΣΕΠ	21,3	21,7	18,5	17,4	17,72
ΟΚΤ	15,7	17,96	15,6	12,8	12,26
ΝΟΕΜ	11,3	11,42	8,9	7,8	9,21
ΔΕΚ	7	5,37	5,1	3,6	3,81
Μ.Ο.	15,5	15	13,5	10,78	12,02

Πίνακας 2.3 ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)

	ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΡΟΝΤΟΥΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΟΦΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ
ΙΑΝ	57,97	65,3	50,3	77,1	47
ΦΕΒ	50,07	40,2	45,5	40,9	39
ΜΑΡ	64,94	79,2	65,3	73,4	86
ΑΠΡ	50,7	100,5	74,5	95,4	76
ΜΙΑ	47,97	92,2	86,1	97,1	49
ΙΟΥΝ	33,73	59,3	44,1	58,9	42
ΙΟΥΛ	34,79	35,5	36,1	39,3	29
ΑΥΓ	29,13	34,2	36,3	35,6	30
ΣΕΠ	43,26	56,2	60	55,1	31
ΟΚΤ	83,74	92,7	81,5	95,1	66
ΝΟΕΜ	93,02	107,1	86,1	85	97
ΔΕΚ	77,87	72,1	52	73,4	80
Μ.Ο.	55,5	69,5	60	69	56

Πίνακας 2.4 ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)

ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)	
ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	657,9
ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΡΟΝΤΟΥΣ	855,15
ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΥ	726,43
ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΟΦΟΥ	825,95
ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ	1263
ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	912,85

Σύμφωνα με τα Πίνακες 2.2, 2.3, 2.4 αλλά και με τα διαγράμματα που ακολουθούν ψυχρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιανουάριος (με τον Φεβρουάριο και τον Δεκέμβριο να ακολουθούν με μικρή διαφορά). Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος μπορούν να χαρακτηριστούν ως θερμότεροι μήνες. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 15,5°C, στην Κατερίνη. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι της τάξης των 26,3°C και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία

είναι της τάξης των 5°C. Οι βροχοπτώσεις κατανέμονται κυρίως σε δυο εποχές. Μία στον Απρίλιο – Μάιο και μια στον Οκτώβριο – Νοέμβριο.

Βασικός συντελεστής της διαμόρφωσης του κλιματικού χαρακτήρα της περιοχής είναι το απότομο ανάγλυφο της οροσειράς του Ολύμπου, η άμεση γειτνίαση με τον Θερμαϊκό κόλπο και εν γένει Β. Αιγαίου Πελάγους και η μη επίδραση των βορείων ανέμων της κοιλάδας Αξιού.

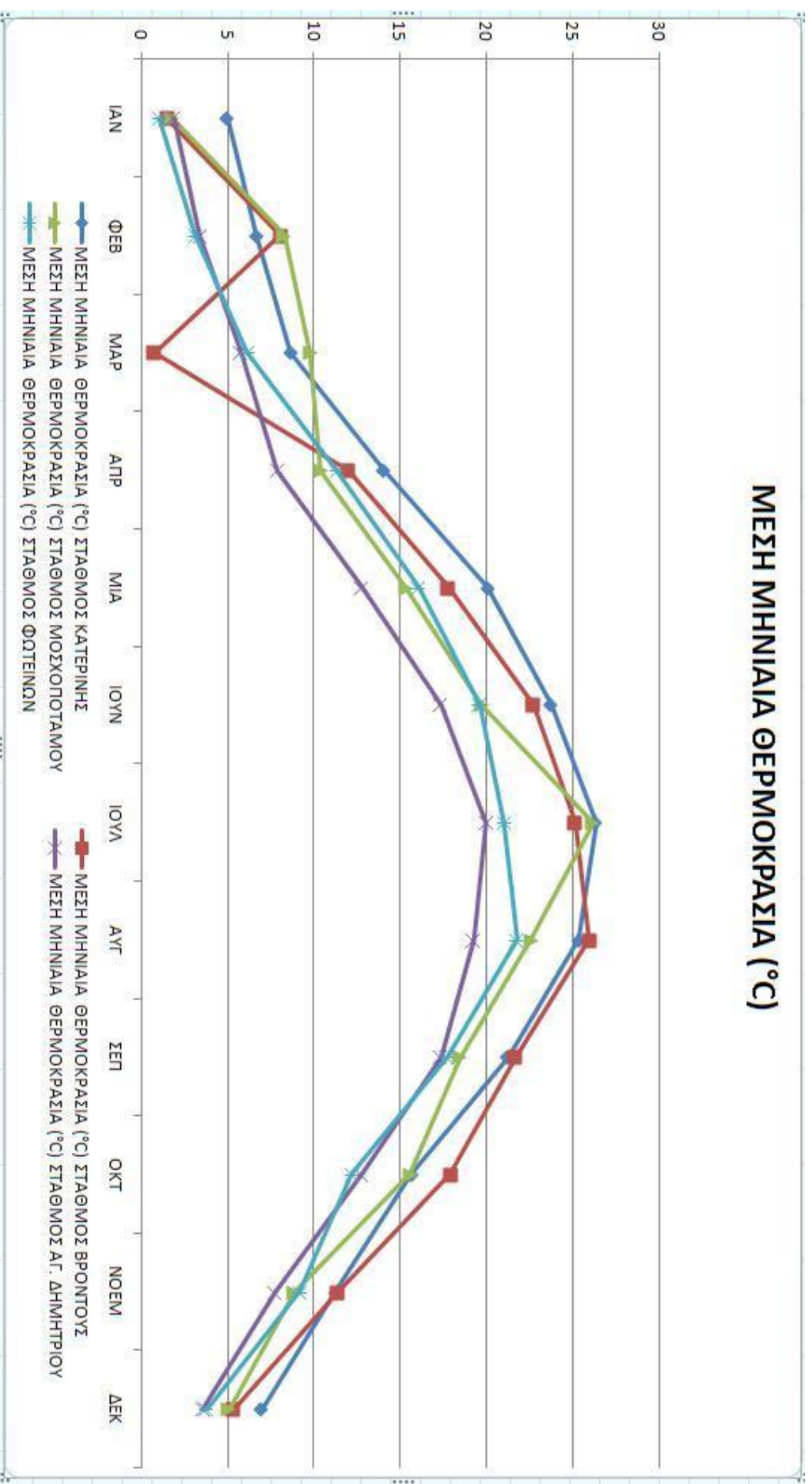
Στο ορεινό τμήμα του όρους Ολύμπου και από το υψόμετρο των 2.500m, υπάρχουν σε όλη τη διάρκεια του έτους, χιόνια που σε μερικές περιπτώσεις (βαθιές χαράδρες), χαρακτηρίζονται ως αιώνια. Στο παραπάνω υψόμετρο σημειώνονται χιονοπτώσεις και στη διάρκεια των θερινών μηνών. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί παρακολουθούνται ανελλιπώς από τις υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας (ΥΕΒ Κατερίνης, ΥΠΕΧΩΔΕ, Καπνικός Σταθμός Κατερίνης και Α.Π.Θ.).

Στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο επικρατεί το μεσογειακό κλίμα, ήπιος χειμώνας – θερμό καλοκαίρι. Στις περιοχές με μεγάλο υψόμετρο και στον ορεινό όγκο του Ολύμπου επικρατεί το ηπειρωτικό μεσοευρωπαϊκό κλίμα. Η πεδιάδα της Κατερίνης παρά του ότι κείται νοτιότερα της πεδιάδας Σερρών, Θεσσαλονίκης και επιπλέον διαβρέχεται σε όλο το μήκος της από το Θερμαϊκό κόλπο, είναι κατά 0,8° C ψυχρότερη αυτών. (Καραπιπέρης, 1974). Η άνοιξη εμφανίζεται στην πεδινή περιοχή με καθυστέρηση, λόγω της επίδρασης της μεγάλης ψυχρής περιόδου που προέρχεται από την χιονοκάλυψη του ορεινού όγκου του Ολύμπου.

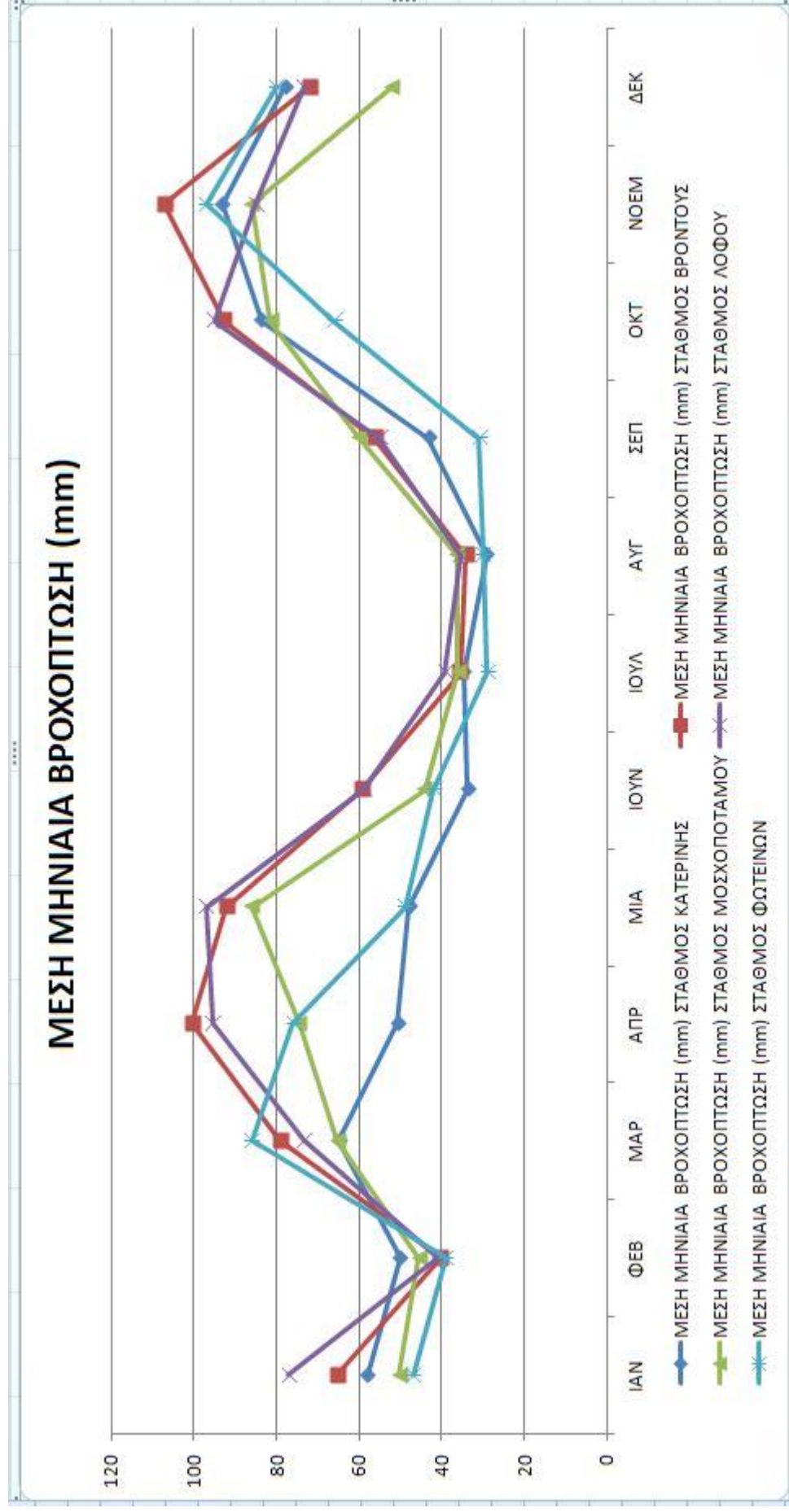
Συνεπώς, το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος ανάμεσα στο καθαρά μεσογειακό (θαλάσσιο και χερσαίο) μέχρι τον μεταβατικό μεσοευρωπαϊκό και ηπειρωτικό.

Ο ηπειρωτικός χαρακτήρας της κλιματικής περιοχής γίνεται εντονότερος, όσο απομακρυνόμαστε από τις ακτές της Πιερίας, ενώ καθοριστικός παράγοντας διαμόρφωσης του κλίματος της περιοχής αποτελεί ο επιβλητικός όγκος του Ολύμπου, καθώς ανακόπτει την πορεία των βροχών μεταφοράς που σχηματίζονται από ισχυρές ανοδικές κινήσεις ή από μεταφορά θερμών και υγρών αέριων μαζών, πάνω σε πιο ψυχρές περιοχές.

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)



Σχήμα 2.8 Μέση μηνιαία θερμοκρασία.



Σχήμα 2.9 Μέση μηνιαία βροχόπτωση.

Ο πλησιέστερος σταθμός της Ε.Μ.Υ. στην περιοχή βρίσκεται στο Φάρο του Μεγάλου Εμβόλου και μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικός για την περιοχή έρευνας .

Τα ανεμολογικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από παρατηρήσεις μεγάλης χρονικής διάρκειας (1950 – 1968) αναφέρονται στην κατεύθυνση και την ένταση των ανέμων (Κατσούλης, 1980) και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5 Ανεμολογικά δεδομένα Μ. Καραμπουρνού.

Ένταση / Διεύθυνση	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Νηνεμία
Ασθενείς	6,64	4,20	0,88	6,11	7,18	1,88	3,40	10,77	12,74
Μέτριοι	9,91	1,58	0,90	5,30	6,10	1,55	2,84	6,26	
Ισχυροί	3,66	0,15	0,16	0,44	0,55	0,28	0,54	1,17	
Ορμητικοί	2,76	0,04	0,06	0,12	0,19	0,44	0,55	0,67	
Σύνολο	22,97	5,97	2,00	11,97	14,02	4,15	7,33	18,87	

Από τα στοιχεία του παραπάνω Πίνακα 2.5, μπορούμε να αντιληφθούμε ότι οι ασθενείς και μέτριοι άνεμοι είναι σημαντικότεροι στη διαμόρφωση της δυναμικής ισορροπίας της ακτής.

2.3.2 Στοιχεία παλίρροιας

Το φαινόμενο της παλίρροιας σε ολόκληρη την Μεσογείου αξιολογείται πολύ μικρό, αν το συγκρίνουμε με άλλες περιοχές. Σημαντικός παράγοντας στην εξέλιξη του φαινομένου της παλίρροιας στις ελληνικές θάλασσες είναι η μορφολογία των ακτών και των νησιών με αποτέλεσμα το διαφορετικό εύρος της κατά περιοχές. Το μεγαλύτερο εύρος της παλίρροιας στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο παρατηρείται στα στενά του Ευρίππου, της Κορίνθου και στους κόλπους της Θεσσαλονίκης και της Β. Εύβοιας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του παλιρροιογράφου που βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη, που είναι ο πλησιέστερος στην περιοχή μελέτης (Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού, 1991) έχουμε τα εξής:

Μέσο πλάτος παλίρροιας	0,22μ
Μέγιστη πλήμμη	0,67μ πάνω από τη μέση στάθμη

Κατώτερη ρηχία	0,80μ κάτω από τη μέση στάθμη
Μέση πλήμμη	0,11 πάνω από τη μέση στάθμη
Μέση ρηχία	0,11μ κάτω από τη μέση στάθμη

Τα δεδομένα παλίρροιας (**Μέσο Παλιρροϊκό Εύρος**) για την περιοχή του Θερμαϊκού προήλθαν από ναυτικό χάρτη της Υδρογραφικής Υπηρεσίας Πολεμικού Ναυτικού (1974) και παρουσιάζονται παρακάτω, στον *Πίνακα 2.6*.

Πίνακας 2.6. Δεδομένα Μέσου Παλιρροϊκού Εύρους για την περιοχή του Θερμαϊκού
(από Δημητράκος, 2009, Υ.Υ.Π.Ν, 1974).

	Παλίρροιες Συζυγιών	Παλίρροιες Τετραγωνισμού
Μ.Π.Ε	43 cm	16 cm

Το μέσο παλιρροιακό εύρος στον Ελλαδικό χώρο είναι λιγότερο από 0,87 m. (Tsimplis et al., 1994). Σύμφωνα με το σύστημα Ποσειδών του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών το μέσο παλιρροιακό εύρος στην παράκτια ζώνης Πιερίας αγγίζει τα 0,15 m. (Poulos et al., 1996). Το θαλάσσιο υποσύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως μικροπαλιρροϊκό (microtidal).

2.4. Γεωμορφολογία –Φυσικό Περιβάλλον

2.4.1 Γενικά γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

Η ευρύτερη περιοχή της Πιερίας αποτελεί ένα τοπίο όπου συναντούνται ετερογενή γεωμορφολογικά περιβάλλοντα. Ο σχηματισμός και η εξέλιξη αυτών των γεωμορφολογικών περιβάλλοντων είναι το αποτέλεσμα αρχικά τεκτονικής δράσης σε συνδυασμό με εξωγενείς παράγοντες που έλαβαν χώρα από το κατώτατο Μειόκαινο έως σήμερα. (Tsanakas et al., 2019)

Η γεωμορφολογία της περιοχής έρευνας αποτελεί το συνδυασμό της γεωλογικής δομής, της πρόσφατης τεκτονικής εξέλιξης και τις πρόσφατες αποθετικές και διαβρωτικές διεργασίες που έλαβαν χώρα για τη διαμόρφωση του σημερινού αναγλύφου.

Η εικόνα που παρουσιάζει το όρος Όλυμπος και η πεδιάδα της Κατερίνης είναι το αποτέλεσμα της δράσης των ακόλουθων παραγόντων.

- Μιας συνεχούς τεκτονικής δράσης ευστατικών κάθετων κινήσεων (τεκτονικό παράθυρο).
- Στην παρουσία των παγετώνων και στις συχνές κλιματικές εναλλαγές από το Πλειστόκαινο μέχρι τέλος της Τεταρτογενούς εποχής.
- Στην ταχεία μεταφορά του υλικού που διαβρώνεται και η εναπόθεσή του στις κλιτύες του Ολύμπου μέχρι το Αιγαίο πέλαγος.

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης μπορεί να διακριθεί σε δύο διαφορετικές ενότητες αφού αναγνωρίζονται διαφορετικοί χαρακτήρες γεωμορφολογικών δομών.

Το βόρειο τμήμα της περιοχής έρευνας από το ακρωτήριο της Αθήριδας και τα Πιέρια Όρη στα βόρεια έως την κοίτη του ποταμού Μαυρονέρι στα νότια αποτελεί μια ενότητα με χαρακτηριστικά χαμηλό ανάγλυφο σε μεγάλη απόσταση από την παράκτια ζώνη, λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές.

Το νότιο τμήμα της περιοχής, από την κοίτη του Μαυρονερίου έως και το κάστρο του Πλαταμώνα στα νότια παρουσιάζει μια διαφορετική εικόνα με μεγαλύτερα υψόμετρα σε πολύ μικρή απόσταση από την παράκτια ζώνη, έντονο τεκτονισμό, χαραδρώσεις, εμφάνιση αλλουβιακών ριπιδίων σε όλη σχεδόν την έκταση γύρω από τον Όλυμπο.

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται πιο λεπτομερή περιγραφή των περιοχών αυτών με την μελέτη των επιμέρους διαφορετικών χαρακτήρων τους.

2.4.1.1 Βόρειο τμήμα περιοχής έρευνας – Πεδιάδα Κατερίνης και Πιέρια Όρη

Τα Πιέρια Όρη, ή το Φλάμπουρο αποτελούν ορεινό όγκο της Δυτικής Μακεδονίας, ο οποίος εκτείνεται στα όρια των νομών Πιερίας, Ημαθίας και Κοζάνης και αποτελεί βορειοδυτική προέκταση τού Ολύμπου. Ορίζεται από την πεδιάδα της Κατερίνης (ανατολικά), τον ποταμό Αλιάκμονα (βόρεια και δυτικά) και το Όρος Τίταρος (νότια), από το οποίο χωρίζεται με τον αυχένα της Γραμμένης Οξυάς και την κοιλάδα της Φτέρης, όπου κυλά το ρεύμα Μαυρονέρι.

Η ψηλότερη κορυφή του είναι το Φλάμπουρο (2.192 μέτρα), ενώ άλλες σημαντικές κορυφές είναι η Τούρλα (2.104), η Αβδέλα (2.049), η Θωμά Ράχη ή Αρβανίτης (2.023) και άλλες χαμηλότερες.

Τα Πιέρια αποτελούνται από μια βασική κορυφογραμμή με ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, από την οποία ξεκινούν μικρότεροι κλάδοι προς τα ανατολικά και τα δυτικά και απλώνεται ομαλά στην πεδιάδα της Κατερίνης. Το βόρειο τμήμα της περιοχής έρευνας οριοθετείται από τα Πιέρια Όρη στα δυτικά και την πεδιάδα της Κατερίνης έως τις ακτές στα ανατολικά προς τον Θερμαϊκό κόλπο. Βορειοδυτικά τού Φλάμπουρου, σχηματίζεται εκτεταμένο οροπέδιο, ενώ στα βορειοανατολικά χαρακτηριστική είναι η χαράδρα τού Μοσχοποτάμου.

Η ενδοχώρα αποτελείται από τις λεκάνες απορροής των ρευμάτων που καταλήγουν στο Θερμαϊκό κόλπο με κυριότερο χαρακτηριστικό της τα πολύ χαμηλά υψόμετρα σε μεγάλο εύρος της περιοχής δυτικά της ακτογραμμής.

Τα Πιέρια όρη, στα ανατολικά, καλύπτονται από πυκνά δάση βαλανιδιάς και οξιάς. Ενώ στο δυτικό τμήμα τους κυριαρχούν δάση πεύκων, σε υψόμετρο πάνω από 1.000, με θάμνους και φυλλοβόλα να εμφανίζονται πιο χαμηλά. Το πευκοδάσος τού Καταφυγίου, (24.000 στρέμματα) είναι από τα πυκνότερα και αποδοτικότερα σε ξυλεία της Δυτικής Μακεδονίας. Η ζώνη των αλπικών λιβαδιών έχει επεκταθεί προς τα χαμηλότερα, λόγω της υπερβόσκησης, αλλά τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται φυσική αναγέννηση των δασών ως αποτέλεσμα τού περιορισμού της ανθρώπινης δραστηριότητας. Στην πανίδα περιλαμβάνονται μόνο λύκοι και λίγα αγριογούρουνα.

2.4.1.2 Νότιο τμήμα περιοχής έρευνας – Αλλουβιακά ριπίδια στην περιοχή του Ολύμπου

Το νότιο τμήμα της περιοχής έρευνας και συγκεκριμένα το τμήμα που οριοθετείται από την κοίτη του ποταμού Μαυρονέρι και προς νότο μέχρι το κάστρο του Πλαταμώνα

αποτελεί μια δεύτερη ξεχωριστή ενότητα με διαφορετικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τη βόρεια πλευρά της περιοχής έρευνας.

Τα κυριότερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που προσδίνουν ταυτότητα σε αυτή τη ζώνη και τη διαφοροποιούν από τη βόρεια ενότητα είναι ο επιβλητικός όγκος του Ολύμπου, τα αλλουβιακά ριπίδια που έχουν σχηματιστεί προς τα ανατολικά, προς το Θερμαϊκό κόλπο και η έλλειψη σχεδόν της χαμηλής ζώνης αφού δεν υπάρχουν τόσο χαμηλά υψόμετρα σε μεγάλη απόσταση από την ακτή όπως βορειότερα.

Το όρος Όλυμπος συνιστά ένα έξαρμα αποτελούμενο από μια ενιαία ανθρακική μάζα με την ψηλότερη κορυφή των 2.917m στην περιοχή Μύτικας στον Ελλαδικό χώρο, ενώ αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα η μικρή απόσταση τόσο μεγάλου υψόμετρου από τη θάλασσα. Το 1875 οι Αυστριακοί γεωλόγοι M. Neumayr & D. Burgestein διενήργησαν τις πρώτες γεωλογικές έρευνες στον ανατολικό και νοτιοανατολικό Όλυμπο. Ακολούθησαν συστηματικότερες γεωλογικές μελέτες και το 1880 δημοσιεύθηκε στη Βιέννη ένας γεωλογικός χάρτης του όρους.

Γενικά, ο Όλυμπος θεωρείται σχετικά «νέο» βουνό με τα πετρώματα του να μην ξεπερνούν τα 200.000.000 χρόνια. Πριν από 200.000.000 έτη αποτελούσε τον πυθμένα μιας ρηχής θάλασσας. Σημαντικά είναι τα αποτελέσματα ερευνών που υποδηλώνουν ανύψωση του ορεινού όγκου του Ολύμπου με θαλάσσια ευρήματα Άνω Πλειστοκαινικής ηλικίας σε ύψος 15 περίπου μέτρων σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της ακτής. (Stiros *et al.*, 1994). Σήμερα είναι υπό συζήτηση η ανυψωτική τάση του Ολύμπου ενώ το υψόμετρο της ψηλότερης κορυφής του υπολογίζεται πλέον στα 2.919m. (URL4)

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από τις ψηλότερες κορυφές του Ολύμπου με απότομες πλαγιές, βαθιές χαραδρώσεις και καλά σχηματισμένο υδρογραφικό δίκτυο. Ο τεκτονισμός είναι έντονα φανερός με αρκετές διακλαδώσεις, ρωγμώσεις και ασυνέχειες, γεγονός που δηλώνει έντονη τάσεις διάβρωσης και αποσάθρωσης.

Από μορφογενετικά στοιχεία και σύμφωνα με τον *Ψιλοβίκο, 1981*, στον Όλυμπο σχηματίστηκαν τρεις επιφάνειες πανεπιπέδωσης με υψόμετρο 2.300 – 2.700m, 1.400 – 1.700m και 900 – 1.300m και μια επιφάνεια εμφάνισης πετροπροπόδων με υψόμετρο 350 – 700m, από Κ. Μειόκαινο μέχρι το Τεταρτογενές.

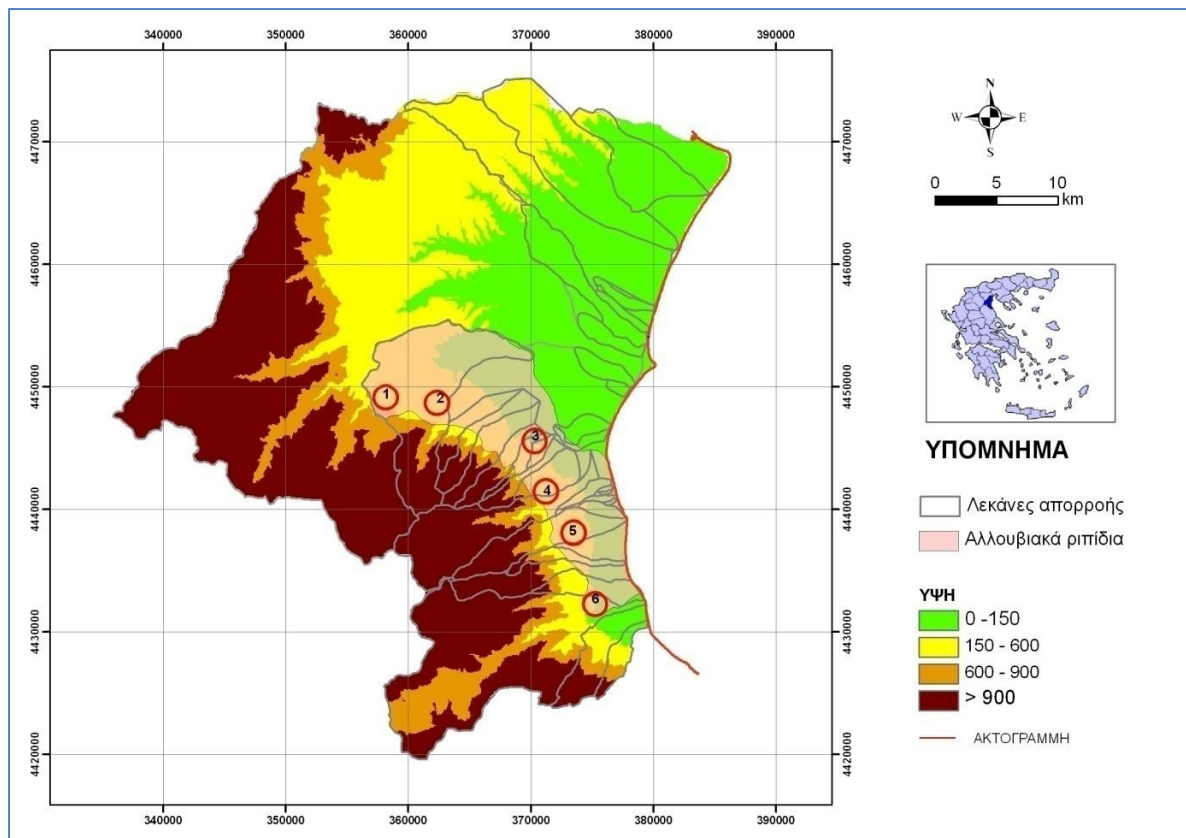
Μορφολογικά παρατηρούνται τα εξής φαινόμενα:

- Διαμόρφωση οροπεδίων σε υψόμετρο άνω των 2500m όπως αυτά των Μουσών, Προφήτης Ηλίας, Μπάρας.
- Βαθιές και απότομες χαράδρες όπου η μορφολογία του ανταποκρίνεται σε φαινόμενα σύνθετα και επαναλαμβανόμενα, επομένως δραστηριότητα παγετώνων, τεκτονική και ταχεία ποτάμια διάβρωση.
- Εναπόθεση των υλικών υπό μικτή μορφή μοραίνων και ταχείας ποταμοχειμάρριας μεταφοράς. Εμφανή φαινόμενα αυτής της μορφής εναπόθεσης των υλικών βρίσκονται στην περιοχή Μαυρόλογγου.

Ο Ψιλοβίκος, το 1981 μελέτησε τα αλλουβιακά ριπίδια στην περιοχή του Ολύμπου και οδηγήθηκε στην διάκρισή τους σε 3 γενιές ανάλογα με τις γεωμορφολογικές, μορφογενετικές, τεκτονικές, ιζηματολογικές και κλιματικές διεργασίες που οδήγησαν στο σχηματισμό και την εξέλιξή τους.

Ο σχηματισμός σύνθετων αλλουβιακών ριπιδίων στην περιθωριακή ζώνη του Ολύμπου (Σχήμα 2.10), οφείλεται στην ταυτόχρονη δράση ευνοϊκών τεκτονικών και κλιματικών παραγόντων που έλαβαν χώρα κατά το Βίλλαφράγκιο και το Τεταρτογενές.

Τα αλλουβιακά ριπίδια της πρώτης γενιάς, σχηματίστηκαν στο Κατ. Βίλλαφράγκιο – Κατ. Πλειστόκαινο, σε κλίμα θερμό – ξηρό – ημίξηρο (πάχος υλικών >600m) και εντοπίζονται στις περιοχές Πέτρας και Λιτοχώρου. Αυτά τα ριπίδια χαρακτηρίζονται ως συμπαγή ασβεστολιθικά ριπιδιοπαγή με παρεμβολές ερυθροστρωμάτων, και εμφανίζονται σε λοφώδεις περιοχές που έχουν υποστεί έντονη τεκτονική δράση. Ρήγματα και μεταπτώσεις έχουν διακόψει τη μορφολογική τους συνέχεια. Παρουσιάζουν αποκάρσωση με επιφανειακές και υπόγειες καρστικές μορφές (δολίνες και πόλγες στην περιοχή της Πέτρας – με σημαντικότερη πόλγη στην περιοχή Έλος ΝΔ από το χωριό Πέτρα, σε υψόμετρο 700m) και χειμάρρεια διάβρωση με διάνοιξη κλάδων.



Σχήμα 2.10. Ζώνη αλλουβιακών ριπιδίων σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο, (1981). Αλλουβιακά ριπίδια: 1. Πέτρα, 2. Βροντού, 3. Δίον, 4. Λιτόχωρο, 5. Τοπόλιανη, 6. Λεπτοκαρυά.

Τα δεύτερης γενιάς αλλουβιακά ριπίδια σχηματίστηκαν στο Κατ. – Μέσο Πλειστόκαινο, σε κλίμα με χαρακτήρες περιπαγετώδους ζώνης (με πάχος υλικών <200m), έχουν αποτεθεί πάνω από τα ριπίδια της πρώτης γενιάς και εντοπίζονται στις περιοχές Βροντούς, Δίου, Λιτοχώρου, Τοπόλιανης και Λεπτοκαρυάς. Χαρακτηρίζονται από εναλλασσόμενα στρώματα από συμπαγή και χαλαρά ριπιδιοπαγή με κλίση προς τη θάλασσα και εμφανίζονται σε επιφάνειες με ομαλή κλίση από το υπόβαθρο του Ολύμπου προς τη θάλασσα και το Θερμαϊκό κόλπο. Και εδώ έχουμε δράση ρηγμάτων κατά περιοχές και μετακίνηση τεμαχών. Η έντονη διάβρωση των χειμάρρων σχημάτισε κοιλάδες και αναβαθμίδες μέσα στα υλικά στην ψηλότερη ζώνη των ριπιδίων.

Τα τρίτης γενιάς αλλουβιακά ριπίδια έχουν ηλικία σχηματισμού το Μέσο – Ανώτ. Πλειστόκαινο, σε κλίμα παγετώδες – περιπαγετώδες (με πάχος υλικών <300m), καλύπτουν τα υλικά των ριπιδίων της δεύτερης γενιάς και εντοπίζονται στις περιοχές Βροντούς, Δίου, Ενιπέα, Τοπόλιανης και Λεπτοκαρυάς. Η απόθεση των ριπιδίων της τρίτης γενιάς άρχισε

μετά τον εγκιβωτισμό των χειμάρρων μέσα στα υλικά των ριπιδίων της δεύτερης και της πρώτης γενιάς. Παρατηρείται δηλαδή, σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο, διάβρωση των ριπιδιοπαγών στο ψηλότερο τμήμα των ριπιδίων και απόθεση χαλαρών υλικών χαμηλότερα, επάνω στα παλαιότερα ριπίδια. Στα ριπίδια Λιτοχώρου, Δίου, Τοπόλιανης και Βροντούς είναι έντονη η τεκτονική δράση γεγονός που δείχνει ότι η δράση των ρηγμάτων και η μετακίνηση τεμαχών έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των ριπιδίων της τρίτης γενιάς και στις μεταποθετικές διεργασίες. Χαρακτηρίζονται ως χαλαρές αποθέσεις από ασβεστολιθικά ριπιδιοπαγή χωρίς αργιλικό υλικό - υλικά που προήλθαν από διάβρωση στο υπόβαθρο του Ολύμπου και στα ριπιδιοπαγή των δυο προηγούμενων γενιών - και εμφανίζονται σε ομαλές επιφάνειες στη χαμηλότερη ζώνη των ριπιδίων. Η διάβρωση των χειμάρρων στα αλλουβιακά ριπίδια της τρίτης γενιάς έχει σχηματίσει βαθιές κοιλάδες και αναβαθμίδες μέσα στις χαλαρές αποθέσεις της χαμηλότερης ζώνης αυτών.

Σε ολόκληρη την περιοχή γύρω από την οροσειρά του Ολύμπου εμφανίζονται έντονες χαραδρώσεις. Η διεύθυνση των χαραδρώσεων στην πλειονότητά τους είναι Β, ΒΔ με κύρια βαθιά υδρορέματα του Ενιπέα, τον Ξηρόλακκο και Μαυρόλακκο. Πληθώρα άλλων μικρότερων χαραδρών βρίσκονται περιμετρικά του όρους. Τα ρέματα προεκτείνονται έχοντας διαβρώσει τα εναποτεθέντα περιμετρικά υλικά μέχρι τη θάλασσα και την επίπεδη περιοχή της λεκάνης Κατερίνης.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικοί πάνω στα αλλουβιακά ριπίδια εμφανίζονται ολισθόλιοι μεγάλης διαμέτρου σαν τεράστιοι βράχοι οι οποίοι έχουν αποτεθεί στις κλυτύες του Ολύμπου ακανόνιστα πιθανότατα μέσω λασπορροών, μετά την εποχή των παγετώνων. Μύθοι αναφέρουν ότι αποτελούν τα βράχια που πέταξε ο Δίας στους Τιτάνες.

2.4.2 Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά - Γενικά στοιχεία φυσικού περιβάλλοντος.

Στην ευρύτερη περιοχή έρευνας σύμφωνα με στοιχεία από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, εμφανίζονται κατά κύριο λόγο τα οικοσυστήματα:

A. Παραμεσογειακή Ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*)

Η ζώνη αυτή καλύπτει κυρίως τα χαμηλά υψόμετρα των νότιων περιοχών της Ελλάδας και τις παραλιακές περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Διακρίνεται σε δυο υποζώνες, την *Ostryo Carpinion* (στα χαμηλότερα σημεία) και την *Quercion confertae*.

B. Ζώνη Δασών Οξιάς – Ελάτης & Ορεινών Παραμεσόγειων Κωνοφόρων (*Fagetalia*)

Εδώ επικρατεί η οξιά (*Fagus moesiaca*) και η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) που είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό είδος των Πιερίων.

Σύμφωνα με το ΕΚΒΥ, άλλα είδη που απαντώνται στη ζώνη αυτή είναι η καστανιά, η αγριοφουντουκιά, ο σφένδαμος, η τρέμουσα λεύκη κ.α..

Γ. Ζώνη των Ψυχρόβιων κωνοφόρων

Η ζώνη αυτή αναπτύσσεται από υψόμετρο περίπου 1200m και φθάνει έως τις ψηλές κορυφές των βουνών. Το κυρίαρχο είδος είναι η δασική πεύκη (*Pinus silvestris*).

Δ. Εξωδασική Ζώνη των Υψηλών Ορέων

Η ζώνη εμφανίζεται στα υψηλά βουνά της Ελλάδας. Αποτελείται κυρίως από θαμνώδη και ποώδη βλάστηση υποβαθμισμένη εξαιτίας της υπερβόσκησης.

2.4.3 Η πανίδα στην ευρύτερη περιοχή

Στην πανίδα του Ολύμπου, η οποία περιλαμβάνει σημαντική ποικιλία ειδών, έχουν καταγραφεί τριάντα δύο (32) είδη θηλαστικών, όπως το αγριοκάτσικο, το ζαρκάδι, το αγριογούρουνο κ.α.. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί εκατόν τέσσερα (104) είδη πουλιών ορισμένα από τα οποία είναι σπάνια. Ακόμη, παρουσιάζεται μία σπάνια ερπετοπανίδα (φίδια, χελώνες, σαύρες, κ.λ.π.), αμφίβια και μια μεγάλη ποικιλία εντόμων, κυρίως πεταλούδες.

Η πανίδα στα Πιέρια Όρη αποτελείται κυρίως από αλεπούδες, κουνάβια, λύκους, κ.α. Επίσης ζουν ερπετά, καθώς και έντομα.

2.4.4 Περιοχές φυσικού περιβάλλοντος.

Περιοχές φυσικού περιβάλλοντος στο νομό Πιερίας είναι:

Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου: καταλαμβάνει έκταση 445.000Km².

Το φαράγγι του Ολύμπου και η διαδρομή προς τα στενά της Πέτρας στην τοποθεσία Άγιος Δημήτριος.

Ο υγροβιότοπος στο Δέλτα των ποταμών Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα που περιλαμβάνεται στον κατάλογο των δέκα ελληνικών υγροβιότοπων που προστατεύονται από τη συνθήκη Ραμσάρ ή Συνθήκη για τους Υγροτόπους. Η περιοχή χωροθετείται στη Βόρειο Ελλάδα, στην Κεντρική Μακεδονία, περίπου 20km νοτιοδυτικά της Θεσσαλονίκης. Η μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων καθιστά τον υγροβιότοπο υψηλής σημασίας.

Η Αλυκή Κίτρους με υδροβιότοπο διεθνούς σημασίας και σπάνια орνιθοπανίδα, η οποία σύμφωνα με την Οδηγία 92/43 της ΕΟΚ, εντάχθηκε στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000.



Φώτο 2.1. Αλυκές στην περιοχή του Κίτρους.

Στην περιοχή εμφανίζεται το φυτό κρίνος της θάλασσας (*Pancratium maritimum*), και παλαιότερα φώλιαζαν σπάνιοι μαυροκέφαλοι γλάροι (*Larus melanocephalus*).

Οι αλυκές του Κίτρους αποτελούν εγκαταστάσεις παραγωγής άλατος (Φώτο 2.1, 2.2). Μάλιστα κατέχουν την 5^η θέση στην Ελλάδα σε παραγωγή αλατιού. Η έκταση τους αγγίζει τα 10.000 στρέμματα.



Φώτο 2.2 Αλυκές Κίτρους.

Άλλοι σημαντικοί υγρότοποι στην Πιερία είναι:

- Ο υγροβιότοπος στην παραθαλάσσια περιοχή της Νέας Αγαθούπολης.
- Οι καλαμιώνες της περιοχής Κορινού, Καλλιθέας, Σκάλας, Βαρικού κλπ.
- Η κοίτη και οι εκβολές του ποταμού Μαυρονέρι.
- Το Πλατανόδασος.
- Η κοίτη του ποταμού Χελοπόταμος (Βαφύρας).
- Η περιοχή του Πέλεκα..
- Η περιοχή του Δίου.
- Η περιοχή του Πλαταμώνα.

Η μεγάλη οικολογική σημασία των υγροβιότοπων οφείλεται στην ποικιλία των ειδών και στο μεγάλο αριθμό πληθυσμών που κατοικούν σε αυτούς, στην υψηλή βιολογική τους παραγωγικότητα και στις μεγάλες εκτάσεις παρθένων βιοτόπων που περικλείουν.

2.5 Χαρακτήρες παράκτιας ζώνης

2.5.1 Εισαγωγή - Ταξινόμηση ακτών

Γενικότερα οι ακτές είναι από τις γεωμορφές που εμφανίζουν γρήγορες και ευδιάκριτες αλλαγές αφού παρουσιάζουν τα άμεσα αποτελέσματα των αποθετικών και διαβρωτικών διεργασιών. Πολλές είναι οι προσπάθειες επιστημόνων για ταξινόμηση των

ακτών χωρίς όμως κάποια από αυτές να θεωρείται απόλυτα επιτυχής. Αυτό οφείλεται κυρίως στο σημαντικό αριθμό των παραγόντων που στηρίζεται κάθε φορά η κατάταξη των ακτών. Ανάλογα με το είδος των παραγόντων που χρησιμοποιούνται κάθε φορά υπάρχουν διάφορα είδη ταξινομήσεων.

Έτσι, έχουμε ακτές που ταξινομούνται ανάλογα με τα *τεκτονικά* χαρακτηριστικά της περιοχής, τα *μορφολογικά* και *δυναμικά* χαρακτηριστικά, τους *γενετικούς* παράγοντες που επιδρούν στις ακτές, τα χαρακτηριστικά του *θαλάσσιου κυματισμού*, οι *κλιματολογικές συνθήκες*, η *παρέμβαση του ανθρώπου* κ.τ.λ.

Μια από τις πιο πρόσφατες και σύγχρονες εκδοχές για την ταξινόμηση των ακτών αποτελεί αυτή του Shepard, 1976 (*Καρύμπαλης, 2010*), που χρησιμοποιείται και σήμερα από πολλούς ερευνητές. Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή οι ακτές διακρίνονται ανάλογα με τον κυρίαρχο παράγοντα που επιδρά στη διαμόρφωσή τους σε τρεις κύριες ομάδες:

1. Πρωτογενείς ακτές
2. Δευτερογενείς ακτές
3. Ανθρωπογενείς ακτές

Ως πρωτογενείς χαρακτηρίζονται οι ακτές εκείνες που η διαμόρφωσή τους οφείλεται στην επίδραση του χερσαίου παράγοντα.

Ως δευτερογενείς χαρακτηρίζονται οι ακτές που είναι αποτέλεσμα των σύγχρονων θαλάσσιων διεργασιών.

Η τρίτη κατηγορία αναφέρεται σε αυτές που προέρχονται από τις ανθρώπινες κατασκευές.

Σε γενικές γραμμές η ταξινόμηση του Shepard, 1976, είναι χρήσιμη αλλά εμφανίζει ορισμένες αδυναμίες, όπως άλλωστε και άλλες ταξινομήσεις. Για παράδειγμα οι διαδικασίες της διάβρωσης και της απόθεσης είναι διεργασίες που συχνά δρουν ταυτόχρονα και δυσκολεύει το χαρακτηρισμό της ακτής, αφού μια θαλάσσια διεργασία μπορεί να είναι η αιτία μιας χερσαίας μεταβολής.

2.5.2 Μεταβολή της Μέσης Θαλάσσιας Στάθμης (Μ.Θ.Σ)

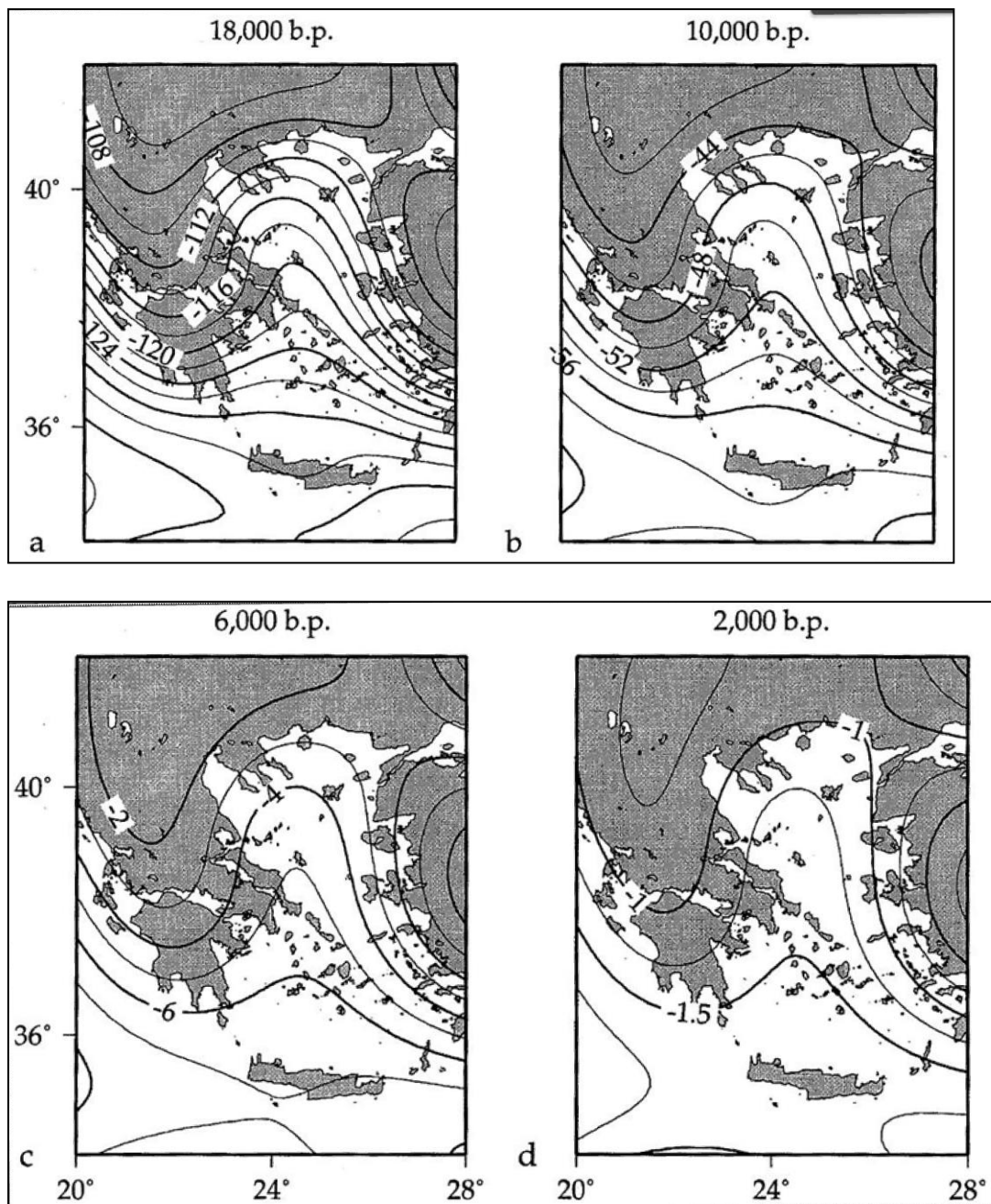
Όταν αναφερόμαστε στη θαλάσσια στάθμη εννοούμε το μέσο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας. Ωστόσο ο ορισμός της θαλάσσιας στάθμης (sea- level) είναι πολύ δύσκολο να αποδοθεί.

Ο όρος σχετική θαλάσσια στάθμη (relative sea – level) αναφέρεται στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας σε σχέση με την ξηρά

Η μεταβολή της Μέσης Θαλάσσιας Στάθμης (Μ.Θ.Σ) παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στη διαμόρφωση των παράκτιων σχηματισμών όσο και των μορφολογικών στοιχείων της. Τα αίτια που προκαλούν την αλλαγή του σχετικού θαλάσσιου επιπέδου μπορούν να είναι οι μεγάλης κλίμακας τεκτονικές μεταβολές, η παγετώδης ισοστασία (glacial isostasy), η υδροϊσοστασία (hydro – isostasy), οι αλλαγές στο γεωειδές (geoidal changes), η εναλλαγή παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων με αντίστοιχες αποσύρσεις και επικλύσεις της θάλασσας (*Kraft, C.J and Chrzastowsk, J.M., 1985*), οι μεταβολές θερμοκρασίας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η συμπίεση των ιζημάτων σε δελταϊκό χώρο, οι εδαφικές παραμορφώσεις και μετατοπίσεις που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των ισχυρών σεισμών και οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις (*Lambeck & Purcell, 2005*).

Η περίοδος, από το μέγιστο της τελευταίας παγετώδους περιόδου (Last Glacial Maximum, L.G.M) έως το σύγχρονο μεσοπαγετώδες Ολόκαινο, με χρονική διάρκεια 22 - 20.000 χρόνια, αντιπροσωπεύει τα δύο ακρότατα σημεία της ευστατικής Μ.Θ.Σ μέσα σε έναν παγετώδη κύκλο. Στο διάστημα αυτό η Μ.Θ.Σ ανέβηκε παγκοσμίως 120 – 125 m περίπου, και προσέγγισε τα σημερινά της επίπεδα πριν από 6 – 5.000 χρόνια. Ο ρυθμός και το γενικό μοτίβο ανόδου της Μ.Θ.Σ κατά το Ολόκαινο δεν είχε ομοιόμορφη χωρική κατανομή, αλλά διαφοροποιήθηκε γεωγραφικά, ως ανταπόκριση στις διαδικασίες ισοστατικής αντίδρασης (isostatic rebound) του φλοιού της γης και τις κατά τόπους τεκτονικές και κλιματικές συνθήκες (*Murray – Wallace, 2007; Δημητράκος, 2009*).

Σύμφωνα με *Chronis, 1986; Δημητράκος, 2009*, αναφέρεται ότι στα 8.360 ± 130 y.B.P το επίπεδο της θάλασσας στην περιοχή της Επανομής βρισκόταν 28 m χαμηλότερα.

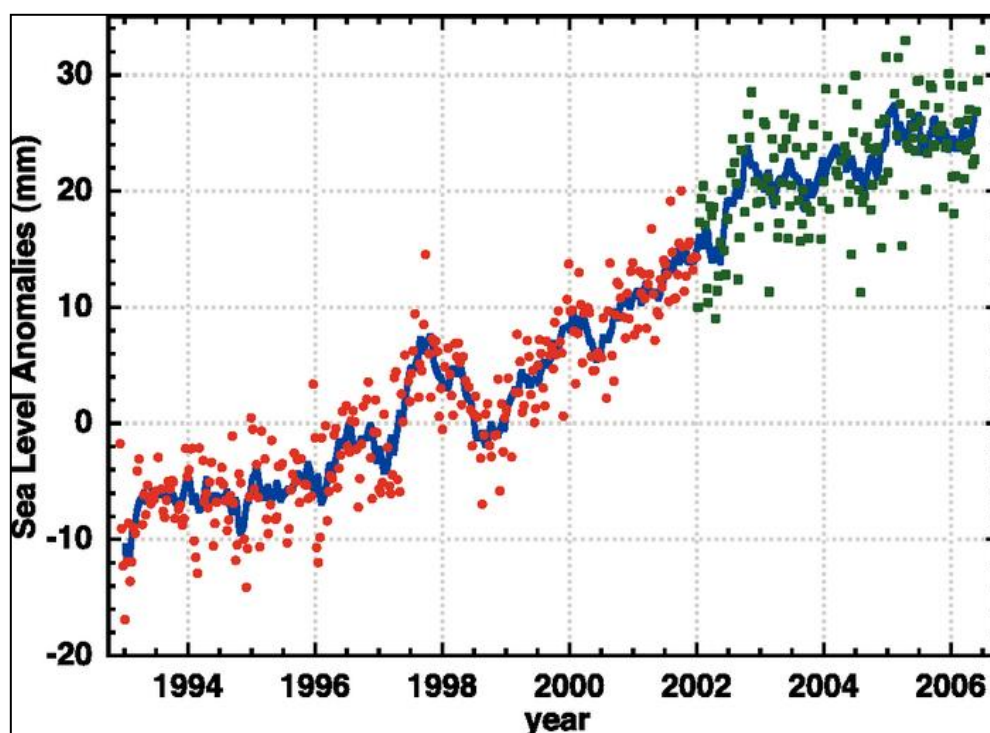


Σχήμα 2.11. Η εκτίμηση της θαλάσσιας στάθμης για την ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας. Οι καμπύλες αντιστοιχούν στη θέση της μέσης στάθμης σε μέτρα σε σχέση με τη σημερινή για 18.000, 10.000, 6.000 και 2.000 έτη πριν από σήμερα (τροποποιημένο από Lambeck, 1996, από Καρύμπαλη, 2010).

Στις παραπάνω καμπύλες (Σχήμα 2.11) απεικονίζεται η εκτίμηση της θαλάσσιας στάθμης για την ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας. Οι καμπύλες αντιστοιχούν στη θέση της μέσης στάθμης σε μέτρα σε σχέση με τη σημερινή για 18.000, 10.000, 6.000 και 2.000 έτη πριν από σήμερα. Για όλες τις περιόδους αυτές παρουσιάζεται αύξηση στις τιμές των καμπύλων όσο μεγαλώνει η απόσταση από την ηπειρωτική χώρα. Αυτό φανερώνει βύθιση

των θαλάσσιων περιοχών του Αιγαίου, του Ιονίου και ευρύτερα της Μεσογείου σε σχέση με τις ηπειρωτικές περιοχές με τη συνεχώς αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας. Ο ρυθμός ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης είναι διαφορετικός κατά την πάροδο του χρόνου, αφού αρχικά η ανύψωση ήταν ταχύτατη ενώ μειώθηκε κατά τα τελευταία 6.000 έτη. Αρκετά αρχαιολογικά και βιολογικά σε όλη τη Μεσόγειο μπορούν μας δώσουν στοιχεία για τη στάθμη της θάλασσας με μεγάλη ακρίβεια στα (+/-)10cm. (Lichter *et al.*, 2010). Οι Poulos *et al* το 2009 ανέφερε ότι η κύρια περίοδος της ραγδαίας αύξησης της μέσης θαλάσσιας στάθμης στο κεντρικό Αιγαίο έληξε περίπου το 5.500 BP με τη στάθμη να βρίσκεται 4 -5m κάτω από τη σημερινή της θέση. Το επίπεδο της θάλασσας συνέχισε να ανεβαίνει αργά με ρυθμό περίπου 0,9mm /y μέχρι σήμερα, χωρίς να τον υπερβαίνει.

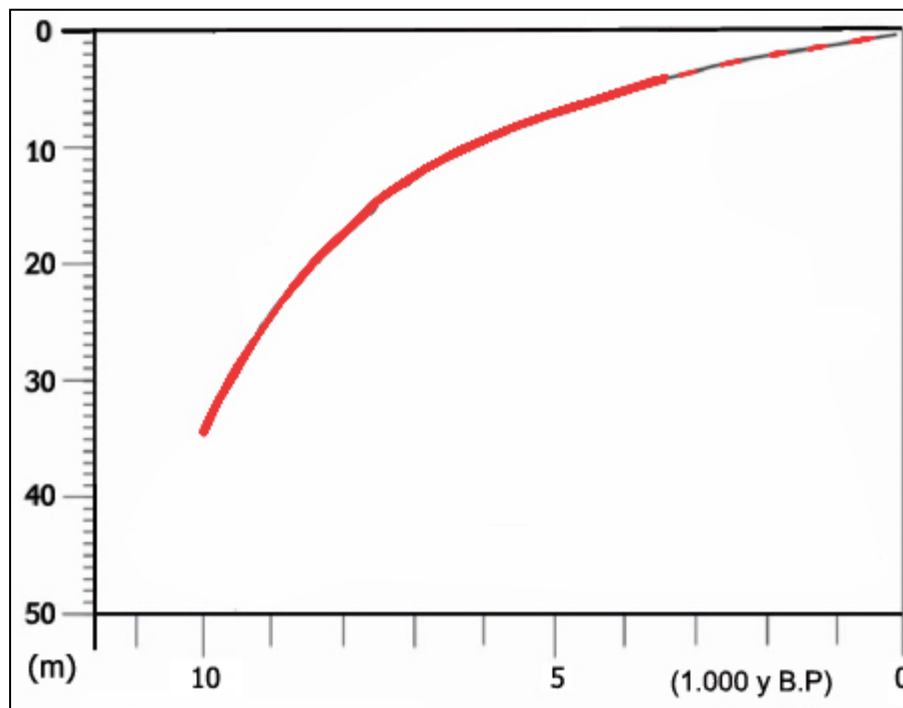
Η συστηματική παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε ολόκληρο τον πλανήτη από τα μέσα του 19ου αιώνα αποδεικνύει ότι η μέση τιμή της έχει αυξηθεί κατά 0,6° C τα τελευταία 100 χρόνια (Δουκάκης, 2005).



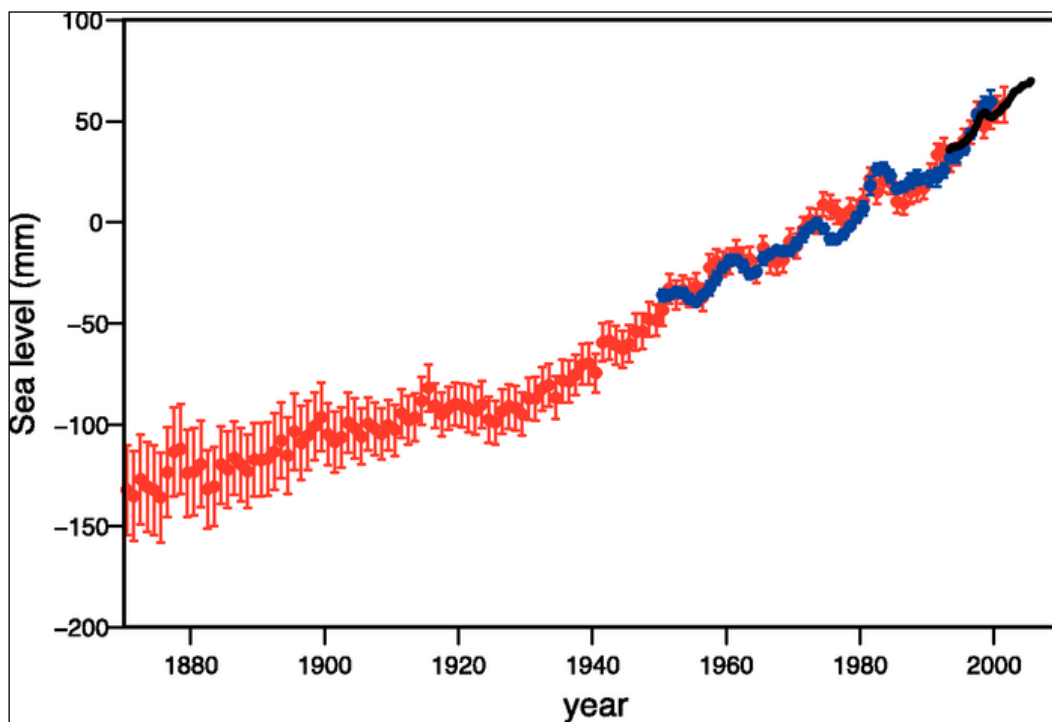
Σχήμα 2.12. Variations in global mean sea level (difference to the mean 1993 to mid-2001) computed from satellite altimetry from January 1993 to October 2005, averaged over 65°S to 65°N. Dots are 10-day estimates (from the TOPEX/Poseidon satellite in red and from the Jason satellite in green). The blue solid curve corresponds to 60-day smoothing. Updated from Cazenave and Nerem (2004) and Leuliette *et al.* (2004)-(IPCC,2007).

Στα Σχήματα 2.12 και 2.14 απεικονίζεται η διαφοροποίηση της μέση στάθμης της θάλασσας για τα τελευταία χρόνια (από το 1994 έως και το 2006 για το σχήμα 2.12 και για τα έτη 1870 – 2001 για το σχήμα 2.14) έτσι όπως υπολογίστηκε και εκδόθηκε από το IPCC, 2007. Παρουσιάζεται μεταβολή της στάθμης αυτό το χρονικό διάστημα κατά περίπου 4cm

Το 2005 οι Vouvalidis *et al.*, χρησιμοποιώντας δεδομένα από 17 γεωτρήσεις στον παράκτιο χώρο της Θεσσαλονίκης, πρότειναν την καμπύλη ανόδου της Μ.Θ.Σ στην ευρύτερη περιοχή για τα τελευταία 10.000 χρόνια, Σχήμα 2.13 Απεικονίζεται μια ομαλή και μη ταλαντευόμενη καμπύλη ανόδου που παρουσιάζει σημείο καμπής στα 6.000 y.B.P περίπου, όπου από κει και μετά ο ρυθμός ανόδου μειώνεται αισθητά. Πράγματι, στα 10.000 y.B.P η Μ.Θ.Σ βρισκόταν 30 m χαμηλότερα από τη σημερινή της θέση και ανήλθε απότομα στα -5 m με έναν μέσο ρυθμό ανόδου τα 4 m/1.000y (transgression). Τα τελευταία 4.000 χρόνια ο ρυθμός αυτός μειώθηκε στα 1 m/1.000y (highstand).



Σχήμα 2.13. Καμπύλη Μ.Θ.Σ για την περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (από Vouvalidis *et al.*, 2005).



Σχήμα 2.14. Μεταβολές από το 1870 έως το 2001 της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας. (IPCC, 2007 –Καρύμπαλης, 2010)

Τα παγκόσμια κλιματικά δεδομένα της U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.) (Titus & Narayanan, 1995, Καρύμπαλης, 2010), (Cecile C., et al., 2001) και η χρήση μαθηματικών μοντέλων από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (I.P.C.C “Intergovernmental Panel on Climate Change”, 2007, Καρύμπαλης, 2010), (Nicholls R. J. & Hoozemans F. M., 1996), φανερώνουν ότι μέχρι το έτος 2050, η μέση θερμοκρασία του αέρα θα παρουσιάσει αύξηση κατά 1° C, ενώ το έτος 2100 η θερμοκρασία θα είναι κατά 2° C υψηλότερη από τη σημερινή. Η πιο σημαντική αιτία της αύξησης αυτής θεωρείται η επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Ωστόσο, σύμφωνα με Bonaduce, 2016, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή της Μεσογείου αγγίζει τα 2,44 (+/-0,55mm /y). Οι Bonaduce et al. μελέτησαν τη δυναμική του επιπέδου της θάλασσας στη Μεσόγειο θάλασσα χρησιμοποιώντας παλιρροιογράφους και δορυφορικά δεδομένα πάνω από δύο δεκαετίες (από το 1993 έως το 2012). Στην ίδια εργασία εντοπίζουμε μηνιαίες διαφορές στην τιμή της μέσης στάθμης της θάλασσας που υπολογίζεται κάτι που αν όντως ισχύει χρίζει περεταίρω διερεύνησης αφού δίνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ένα τόσο σημαντικό θέμα.

Η άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας, ως μία από τις βασικότερες επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών για την Ελλάδα, θα επηρεάσει την κατάσταση πολλών περιοχών της χώρας.

Σύμφωνα με τον *Καρύμπαλη*, 2010, εκτιμάται ότι η στάθμη της θάλασσας θα είναι υψηλότερη κατά 15 cm μέχρι το έτος 2050 ενώ θα έχει αυξηθεί κατά περίπου 50 cm έως το έτος 2100. Φανερόνεται δηλαδή ρυθμός ανόδου 5,5 mm / έτος μέχρι το 2100.

Σύμφωνα με τον *Δουκάκη* (2005), η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στη λεκάνη της Μεσογείου μέχρι το 2100, εκτιμάται να είναι της τάξης των 50 cm ή και μεγαλύτερη. Οι περιοχές που αναμένεται να αντιμετωπίσουν σοβαρά προβλήματα είναι η περιοχή της Θεσσαλονίκης, τα δέλτα των ποταμών Έβρου, Στρυμόνα, Νέστου και Αξιού, ορισμένες περιοχές χαμηλού υψομέτρου γύρω από το Μεσολόγγι και δυτικά της Πάτρας, πολλοί παράκτιοι οικισμοί της Θράκης, η Κρήτη καθώς και πολλά νησιά. Σοβαρές επιπτώσεις της ανόδου της θάλασσας αποτελούν η αυξανόμενη διάβρωση των ακτών, οι έντονες πλημμύρες, ο κατακλυσμός των παράκτιων περιοχών χαμηλών κλίσεων, η καταστροφή των υγροτόπων καθώς και η υφαλμύρωση των λιμνοθαλασσών και των παράκτιων λιμνών. Οι παράγοντες που θα καθορίσουν αυτές τις επιπτώσεις είναι η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η μείωση των υδάτων, η μεταφορά ιζημάτων από τους ποταμούς και η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση των φαινομένων καταιγίδας και των μεγάλων κυμάτων .

2.5.3 Θαλάσσια κυκλοφορία – Κύματα

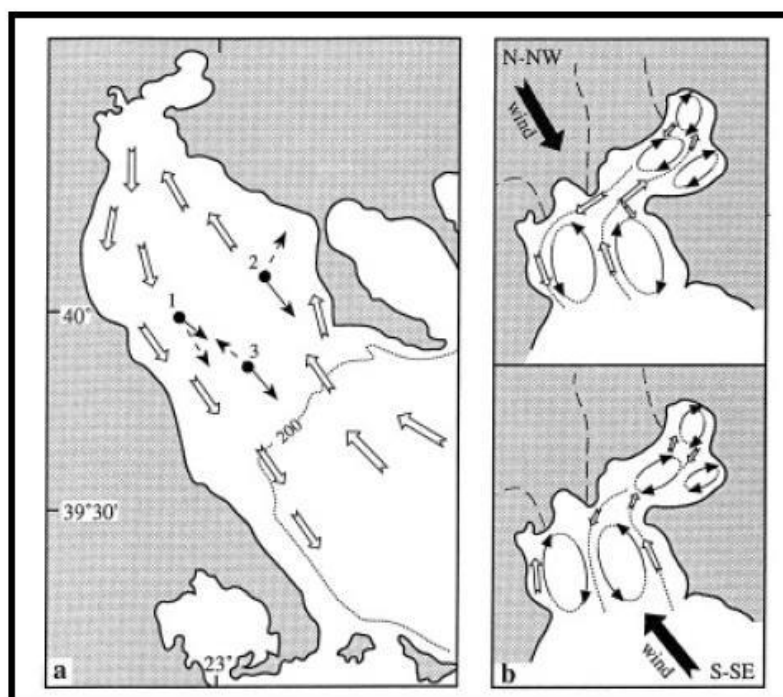
Η θαλάσσια περιοχή στα ανατολικά και κατά μήκος της περιοχής έρευνας αποτελεί ουσιαστικά την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα του Θερμαϊκού κόλπου. Νοτιότερα αρχίζει η ηπειρωτική κατωφέρεια, που οδηγεί σε βάθη 1.200 – 1.500 m μέχρι την τάφρο του Αγίου Όρους (μέγιστο βάθος 1.980m)

Η δράση της παλίρροιας είναι ελάχιστη στη περιοχή του Ελλαδικού χώρου, άρα μπορούμε να πούμε ότι η κίνηση των θαλάσσιων ρευμάτων ρυθμίζεται από την θερμοαλατική κυκλοφορία, την ανάμιξη διαφορετικών θαλάσσιων μαζών, και το καθεστώς των ανέμων.

Σύμφωνα με *Balopoulos et al.*, 1986, πυκνές θαλάσσιες μάζες με υψηλή αλατότητα, προερχόμενες από τα βαθιά ανοιχτά νερά του Β. Αιγαίου, εισέρχονται στα κεντρικά τμήματα του εξωτερικού ηπειρωτικού περιθωρίου και στρίβοντας προς τα ανατολικά, ρέουν παράλληλα με τη Χαλκιδική έως ότου φτάσουν στον κόλπο της Θεσσαλονίκης. Από την

άλλη πλευρά, γλυκές (μικρότερης αλατότητας) υδάτινες μάζες με λεπτόκοκκο αιωρούμενο φορτίο, προερχόμενες από τα ποτάμια Αξιό (κυρίως) και Αλιάκμονα, κινούνται προς νότο παράλληλα με τη δυτική ακτογραμμή.

Ειδικότερα, η επιφανειακή κυκλοφορία στην εσωτερική υφαλοκρηπίδα επηρεάζεται ισχυρά από τους τοπικούς ανέμους. Όταν πνέουν Β – ΒΔ άνεμοι, η κυκλοφορία έχει κατεύθυνση προς Ν, κατά μήκος της δυτικής και της ανατολικής ακτογραμμής. Αντιθέτα, όταν έχουμε Ν-ΝΔ ανέμους η κυκλοφορία αντιστρέφεται. (Σχήμα 2.15).



Σχήμα 2.15. Γενική κυκλοφορία στο Θερμαϊκό κόλπο (χειμερινή κυκλοφορία πάνω, καλοκαιρινή κυκλοφορία κάτω) (α) στο εξωτερικό ηπειρωτικό περιθώριο του Θερμαϊκού κόλπου (από Balopoulos et al., 1987), και β) στο εσωτερικό ηπειρωτικό περιθώριο του Θερμαϊκού κόλπου (από Ganoulis et al., 1987). (Ακ. Αθερίδα και Ακ. Επανομή) (Ganoulis, 1987), (Αλμπανάκης, 1999), (Πούλος, 2000).

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι διαταραχές που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στις παράκτιες διεργασίες αυτές, έχουν μεγάλα μήκη κύματος L και ύψη H , δημιουργούνται από ανέμους Ν γενικά διευθύνσεων και έχουν μεγάλο ενεργό μήκος αναπτύγματος κυματισμού (wave fetch) (Poulos et al. , 1993).

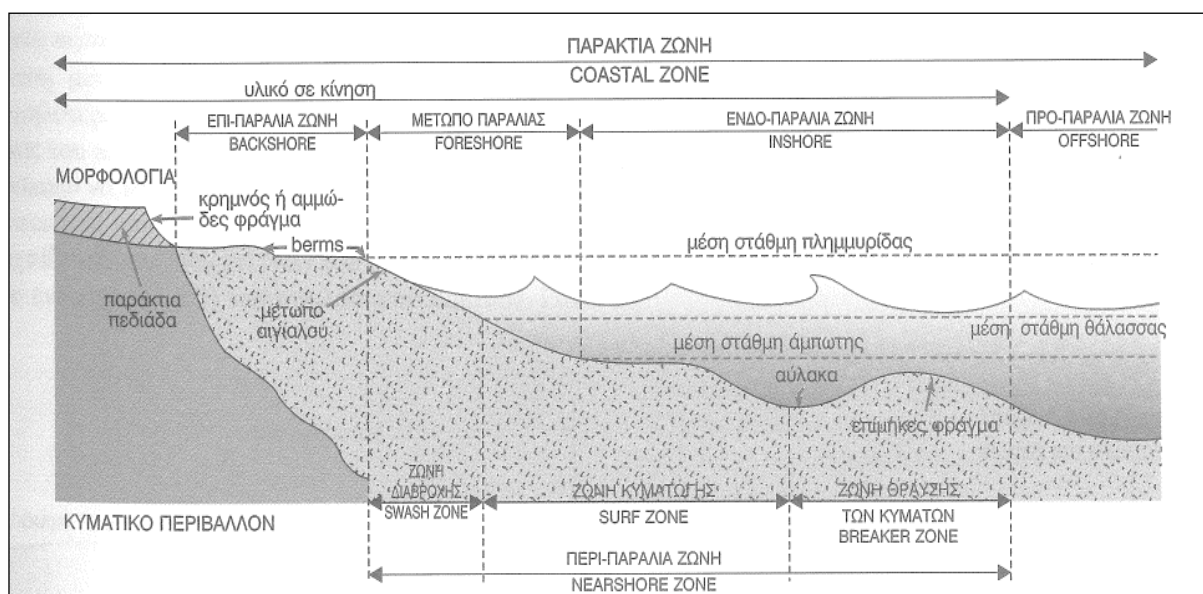
Το μήκος και η διεύθυνση της θαλάσσιας έκτασης στην οποία αναπτύσσονται τα κύματα (fetch direction), τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της ακτής, (λιθολογία πετρωμάτων και γεωμορφές), τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, η κλίση των παράκτιων κλιτύων και η βαθυμετρία της υποθαλάσσιας περιοχής, αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες από του οποίους εξαρτάται η διαβρωτική ικανότητα των κυμάτων.

2.5.4 Ορισμός παράκτιας ζώνης

Σχετικά με το τι είναι παράκτια ζώνη μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει ένας γενικά αποδεκτός ορισμός. Σύμφωνα με *Stanners D. & Bourdeau P., (1995)*, η παράκτια ζώνη αποτελεί «το μέρος της ξηράς που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με τη θάλασσα, και το μέρος της θάλασσας που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με την ξηρά, μέχρι του σημείου στο οποίο οι χερσαίες δραστηριότητες του ανθρώπου έχουν μια μετρήσιμη επίδραση στην χημεία του νερού και στην θαλάσσια οικολογία».

Σύμφωνα με τον *Καρύμπαλη, 2010*, ακτογραμμή ονομάζεται η γραμμή που ορίζεται από την τομή της θαλάσσιας επιφάνειας με την ξηρά. Πρόκειται για μια φυσική περιοχή που βρίσκεται σε συνεχή δυναμική ισορροπία και παρουσιάζει διαρκείς μορφολογικές μεταβολές διαμέσου του χρόνου. Οι μεταβολές αυτές αφορούν τόσο βραχέα χρονικά διαστήματα, όπως ένα εικοσιτετράωρο, όσο και πολύ μεγαλύτερα διαστήματα εκατοντάδων ετών. Οι ημερήσιες μεταβολές οφείλονται σε αιτίες όπως η παλίρροια, η επίδραση από τις μετεωρολογικές συνθήκες, τα κύματα κ.α.. Αντίθετα, οι μεγάλης χρονικής κλίμακας μεταβολές οφείλονται κυρίως σε ευστατικά, ισοστατικών και τεκτονικά αίτια.

Η παράκτια ζώνη περιλαμβάνει ένα υποθαλάσσιο και ένα χερσαίο τμήμα. Το υποθαλάσσιο τμήμα εκτείνεται από την ακτογραμμή μέχρι περίπου την ισοβαθή καμπύλη των -10m.



Σχήμα 2.16. Υποδιαίρεση παράκτιας ζώνης ανάλογα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τον τύπο των κυματικών διεργασιών (Briggs et al., 1997, Καρύμπαλης 2010).

Σύμφωνα με το Σχήμα.2.16, και τον Καρύμπαλη, 2010, ανάλογα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των τμημάτων της, η παράκτια ζώνη διαιρείται στην επιπαραλία (backshore), μέτωπο παραλίας (foreshore), ενδοπαραλία (inshore), προπαραλία (offshore).

Ανάλογα με τον τύπο των κυματικών διεργασιών η παράκτια ζώνη μπορεί να διαιρεθεί σε ζώνη διαβροχής, (swash zone), ζώνη κυματογής (surf zone) και τη ζώνη θραύσης κυμάτων (breaker zone), οι οποίες όλες μαζί αποτελούν την περι-παραλία ζώνη (nearshore zone).

Το μήκος των ακτών της Ευρώπης ξεπερνά τα 140.000 km (Stanners D. & Bourdeau P., 1995) συμπεριλαμβανόμενων και των νησιών. Περίπου 200 εκατομμύρια κάτοικοι της Ευρωπαϊκής ηπείρου ζουν στα 50 km από τη θάλασσα, αφού οι ακτές προσφέρονται για εγκατάσταση λόγω ευνοϊκότερης τροφής και επιβίωσης. Η δημιουργία λιμανιών από την άλλη, οδήγησε σε βιομηχανική δραστηριότητα.

2.5.5 Παράκτια διάβρωση -Επιπτώσεις από τη διάβρωση των ακτών

Ως διάβρωση χαρακτηρίζεται η σταδιακή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής. Είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο όμως επιδεινώνεται από την ανθρώπινη παρέμβαση.

Όσον αφορά τις φυσικές διεργασίες, ο κυματισμός, τα παράκτια ρεύματα, η μεγάλη συχνότητα καταιγίδων και πλημμύρων και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στην ανάπτυξη του φαινομένου της διάβρωσης.

Η παράκτια διάβρωση προκαλείται σε μεγάλο βαθμό και από την ανθρώπινη παρέμβαση, κυρίως από τις κατασκευαστικές και άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες (οικιστικές και τουριστικές, αλιευτικές και γεωργικές) που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της στερεοπαροχής και την υποχώρηση των ακτογραμμών.

Περίπου το ένα τέταρτο των Ευρωπαϊκών ακτών απειλούνται από διάβρωση. Οι τιμές υποχώρησης των ακτών αγγίζουν τα 0,5 έως 2 μέτρα ετησίως ενώ μπορεί να φτάσουν και τα 15 μέτρα.

Πλέον, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των ακτών στον κόσμο απειλούνται από διάβρωση. Μια απογραφή της εξέλιξης των ακτών από το πρόγραμμα CORINE έδειξε ότι το 55% της ακτογραμμής είναι σταθερό, 19% υπόκειται σε διάβρωση και 8% βρίσκεται σε φάση εναπόθεσης. Σχετικά με την Ελλάδα αναφέρεται υποχώρηση της ακτογραμμής σε ποσοστό 32%, ποσοστό τρομακτικά σημαντικό. (Καρύμπαλης, 2010, European Commisison, 2004).

2.5.6 Θίνες

Θίνα χαρακτηρίζεται ο λόφος από άμμο που σχηματίζεται λόγω του αέρα ή του θαλασσινού νερού και αποτελεί το φυσικό φράγμα που προστατεύει την ενδοχώρα από το νερό και τον άνεμο. Οι περισσότερες θίνες είναι μακρύτερες στην προσήνεμη πλευρά και είναι πιο απότομες στην απάνεμη πλευρά. Εξαπλώνονται συνήθως σε ερήμους αλλά είναι χαρακτηριστική η παρουσία τους και κατά μήκος των ακτών. Οι παράκτιες θίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία της ξηράς από τα κύματα που προκαλούν οι καταιγίδες. (URL13).

Η δημιουργία τους βασίζεται στις διεργασίες της διάβρωσης και της απόθεσης της άμμου στην παράκτια ζώνη. Αποτελούν εξαιρετικά εύθραυστα συστήματα. Έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται στις αλλαγές που προκαλούν οι φυσικές δυνάμεις αλλά ανίσχυρα απέναντι στην ανθρώπινη κατάχρηση. Η αξία τους είναι πλέον δεδομένη και προστατεύονται σε όλη την Ευρώπη ενώ γίνονται εκτεταμένες προσπάθειες για την διατήρηση ή και αναδημιουργία τους. (URL 13)

Οι θίνες επίσης αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό για το οικοσύστημα, αφού αποτελεί βίοτοπο για παράκτιους ζωντανούς οργανισμούς και παρέχει προστασία για τόσο για το φυσικό όσο και για το έμβιο περιβάλλον. Απλώνονται κατά μήκος των ακτών σε όλο τον κόσμο και ποικίλουν σε μέγεθος από περιορισμένους σωρούς άμμου έως εκτάσεις 900 πόδια ύψος όπως αυτές στο νησί Moreton στην Αυστραλία. (Wootton, 2016).

2.5.7 Ποτάμια Δέλτα

Το δέλτα του ποταμού είναι μια συσσώρευση ιζημάτων που προέρχεται από από τη ροή που σχηματίζεται γύρω από τις εκβολές του ποταμού, όπου το νερό του ποταμού επιβραδύνεται καθώς εισέρχεται σε ένα όρθιο σώμα νερού. (Crender, 1878).

Το σχήμα των εκβολών ενός ποταμού, η μορφολογία ενός δέλτα, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι παλίρροιες, τα κύματα, ο όγκος των ιζημάτων αλλά και ο χώρος στον οποίο αναπτύσσεται το δέλτα αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά. Το 1975, ο Galloway πρότεινε ότι η μορφολογία ενός δέλτα εξαρτάται από τον συνδυασμό τριών κυρίως παραγόντων που επιδρούν, δηλαδή από τη ροή του ποταμού, τα κύματα και τις παλίρροιες

και πρότείνει η ταξινόμηση των Δέλτα να γίνεται σε ένα τριγωνικό διάγραμμα, στις κορυφές του οποίου βρίσκονται οι προαναφερθέντες παράγοντες (Σχ. 2.17).



Σχ.2.17 . Το τριγωνικό διάγραμμα της μορφολογίας του δέλτα που δείχνει τους παράγοντες που επιδρούν στη μορφολογία ενός Δέλτα (Galloway, 1975).

Ως Δέλτα λοιπόν μπορούν να χαρακτηριστούν και περιοχές οι οποίες βρίσκονται στο κάτω αριστερό άκρο του τριγώνου με σχήμα “cusplate” δηλαδή μιας γωνιακής προβολής με παραβολικού σχήματος πλευρικές απολήξεις τα οποία δεν έχουν το τυπικό σχήμα ενός Δέλτα.

2.6 Ανθρώπινη παρουσία στη περιοχή της Πιερίας – Χρήσεις γης.

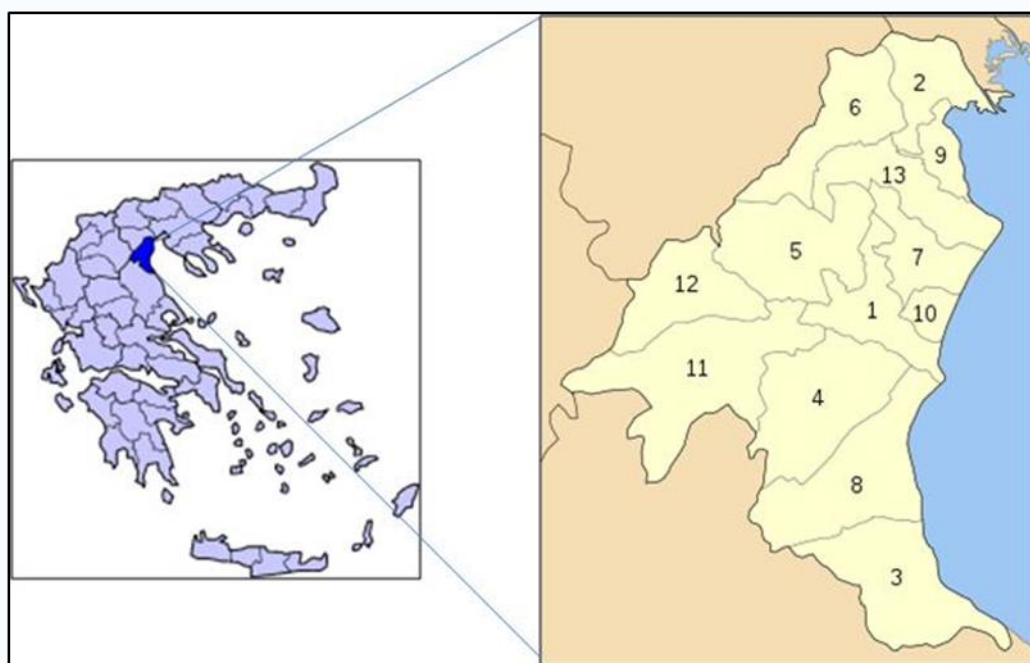
Σύμφωνα με το πρόγραμμα Καλλικράτης ο νομός Πιερίας χωρίζεται σε τρεις δήμους (URL3) και υπάγεται διοικητικά στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας.

- Δ. Δίου – Ολύμπου (με έδρα το Λιτόχωρο)
- Δ. Κατερίνης (με έδρα την Κατερίνη)
- Δ. Πύδνας – Κολινδρού (με έδρα το Αιγίνιο)

Σύμφωνα με το νόμο Καποδίστρια ο νομός Πιερίας απαρτιζόταν από 13 δήμους (Πίνακας 2.7 και Σχήμα 2.18) ενώ παλαιότερα, ο νομός αποτελούνταν από 4 δήμους (Αιγινίου, Κατερίνης, Κολινδρού και Λιτοχώρου) και 50 κοινότητες.

Πίνακας 2.7. Δήμοι – Έδρες σύμφωνα με το νόμο Καποδίστρια (URL3).

Α/α	Δήμος	Έδρα
1	Κατερίνης	Κατερίνη
2	Αιγινίου	Αιγίνιο
3	Ανατολικού Ολύμπου	Λεπτοκαρυά
4	Δίου	Κονταριώτισσα
5	Ελαφίνας	Παλιό Κεραμίδι
6	Κολινδρού	Κολινδρός
7	Κορινού	Κορινός
8	Λιτοχώρου	Λιτόχωρο
9	Μεθώνης	Μεθώνη
10	Παραλίας	Καλλιθέα
11	Πέτρας	Κάτω Μηλιά
12	Πιερίων	Ρητίνη
13	Πύδνας	Κίτρος



Σχήμα 2.18 Απεικονίζεται οι δήμοι του Νομού Πιερίας σύμφωνα με το νόμο Καποδίστρια (URL4).

Σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού του 2001, ο νομός της Πιερίας ξεπερνάει τους 125.000 κατοίκους, παρουσιάζοντας αύξηση κατά 10,1% σε σχέση με την απογραφή του 1991.

Η αναλογία μαθητών είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο για τη Ελλάδα.

Οι κάτοικοι ασχολούνταν κυρίως με τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Υπήρχαν όμως και άλλα επαγγέλματα, όπως: σαμαράδες, κουρείς, τσαγκάρηδες, μαραγκοί, χτίστες, σιδεράδες (χαλκιάδες) κ.ά.

Είναι η δεύτερη καπνοπαραγωγός περιοχή της χώρας, με 12% της συνολικής παραγωγής και η πέμπτη στην παραγωγή ροδάκινων.

Η περιοχή έρευνας καθώς και η ευρύτερη περιοχή διαθέτουν όλες τις πάγιες και βασικές υποδομές (ύδρευση, ηλεκτροδότηση, κλπ).

Το οδικό δίκτυο είναι εκτενές και καλύπτει σε μεγάλο βαθμό τις επικοινωνιακές και μεταφορικές ανάγκες της περιοχής.

Ακολουθούν Πίνακες (Πίνακας 2.8, 2.9), με βασικά χαρακτηριστικά για το νομό Πιερίας.

Πίνακας 2.8. Βασικά χαρακτηριστικά για το νομό Πιερίας. (URL3)

Περιφέρεια	Κεντρικής Μακεδονίας
Νομός	Πιερίας
Πληθυσμός	6.246,00
Έκταση (στρ)	219.318,00
Δημοτικά διαμερίσματα	5
Κάτοικοι ανά τμ	28



Πίνακας 2.9. Κοινωνικές Υποδομές. (URL3)

Παιδικοί σταθμοί	1
Φιλοξενούμενα παιδιά	50
Διοικητικό προσωπικό	2
Εκπαιδευτικό προσωπικό	0
Βοηθητικό προσωπικό	3
Αθλητικές εγκαταστάσεις	
Κλειστά γυμναστήρια	0
Κολυμβητήρια	0
Γήπεδα ποδοσφαίρου	5
Γήπεδα μπάσκετ	0
Γήπεδα τένις	0
Άλλες αθλητικές εγκαταστάσεις	0
Αθλούμενοι	500
Διοικητικό προσωπικό	0
Εκπαιδευτικό προσωπικό	0
Βοηθητικό προσωπικό	0
Σχολικές μονάδες	9
Αίθουσες σχολικών μονάδων	48
Λειτουργούντα τμήματα	32

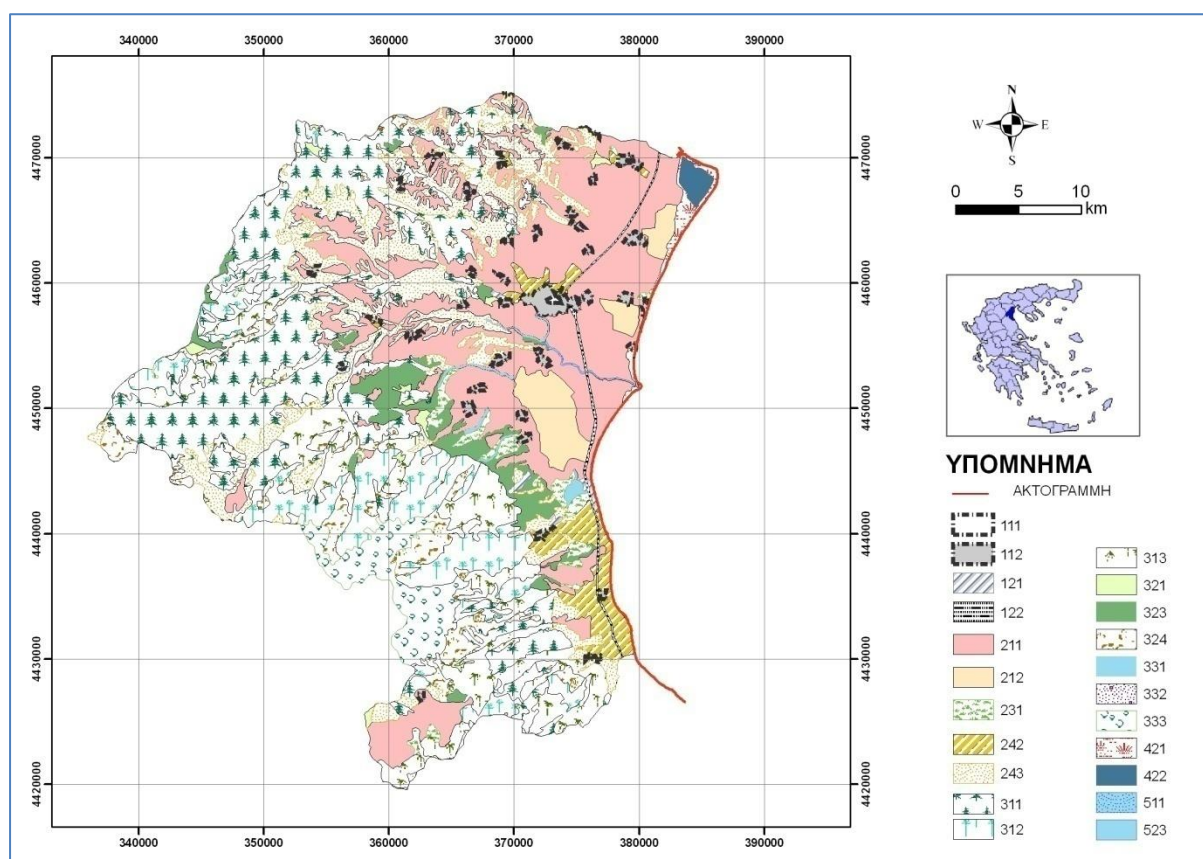
2.6.1 Κάλυψη γης

Με βάση τον χάρτη κάλυψης γης (*Κάλυψη γης για την Ελλάδα και το έτος 2000*, σύμφωνα με τα παραδοτέα του προγράμματος CORINE της Ευρωπαϊκής Ένωσης) (URL5) προκύπτει ο ακόλουθος Πίνακας (Πίνακας 2.10) για την περιοχή έρευνας. Ο Πίνακας αυτός παρουσιάζει το είδος κάλυψης γης (και τον κωδικό του), την έκταση καθώς επίσης και το ποσοστό της έκτασης που καλύπτει το κάθε είδος.

Πίνακας 2.10 Κατανομή των ειδών της κάλυψης γης, έκταση και ποσοστό έκτασης που καλύπτουν.

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	ΕΚΤΑΣΗ (%)
111	Συνεχής αστική δόμηση	473.120	0,03
112	Διακεκομμένη αστική δόμηση	23.517.095	1,59
121	Βιομηχανική – εμπορική ζώνη	3.269.411	0,22
122	Δρόμοι – σιδηρόδρομοι	6.152.187	0,42
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	368.854.195	24,98
212	Μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη	40.287.732	2,73
231	Βοσκότοποι	18.237.975	1,24
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	41.617.161	2,82
243	Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	186.264.351	12,61
311	Πλατύφυλλα δάση	296.206.846	20,06
312	Δάση κωνοφόρων	120.291.565	8,15
313	Μικτά δάση	148.492.589	10,05
321	Φυσικοί βοσκότοποι	8.261.331	0,56
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	53.375.613	3,61
324	Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	82.313.042	5,57
331	Παραλίες-αμμόλοφοι-αμμουδιές	7.028.355	0,48
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	79.354	0,005

333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	54.426.481	3,69
421	Έλη	9.119.141	0,62
422	Παράκτιες αλατούχες περιοχές	6.371.589	0,43
511	Κοίτες ποταμών	1.155.600	0,08
523	Θαλάσσια περιοχή	1.075.248	0,07

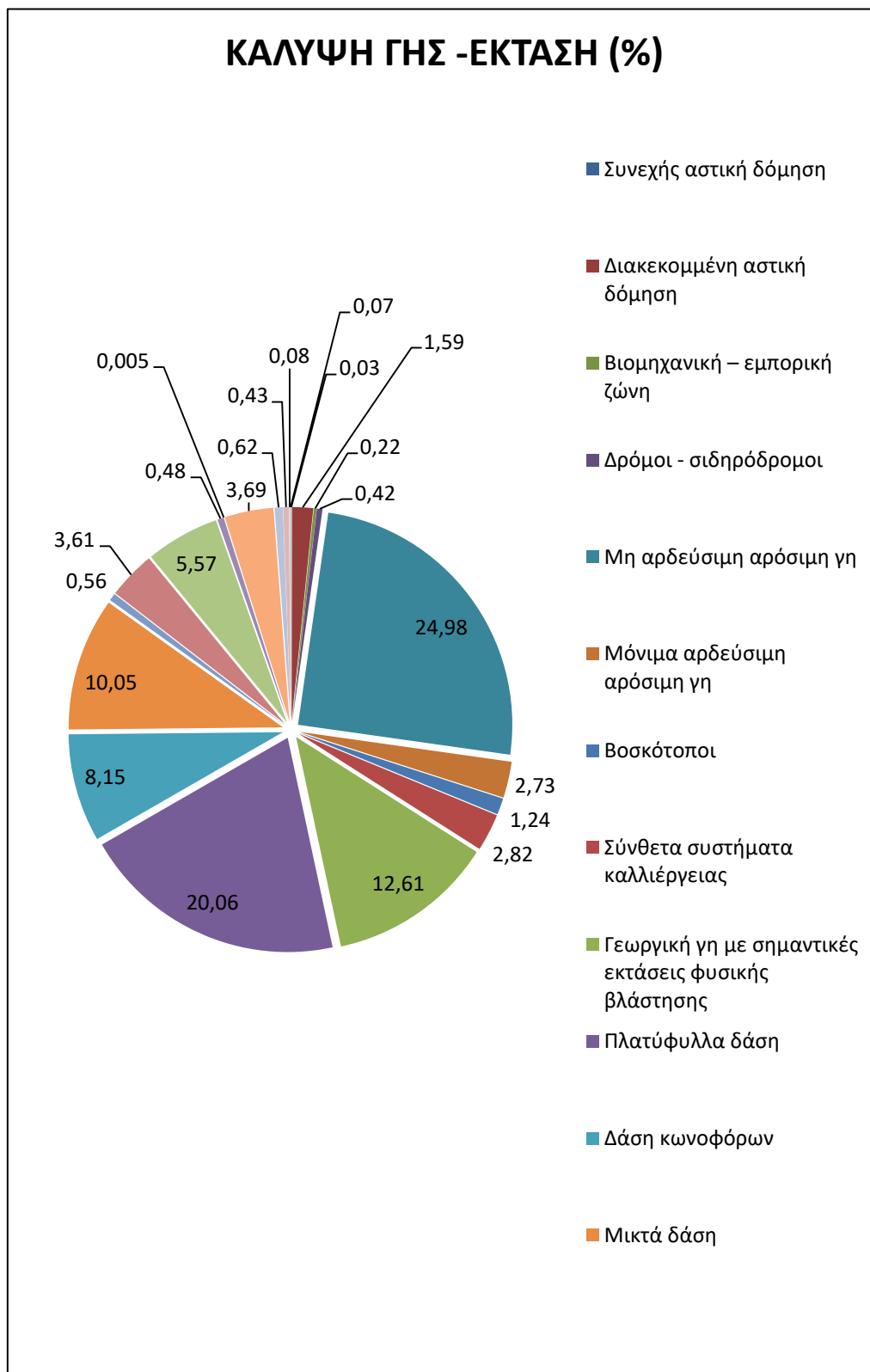


Σχήμα 2.19. Κάλυψη γης από Corine2000 (URL5).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.10 και τα Σχήματα 2.19 και 2.20 το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής έρευνας καλύπτεται από μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη (24,98%), πλατύφυλλα δάση (20,06%), Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης (12,61%) και μικτά δάση (10,05%) ενώ το υπόλοιπο 32% περίπου καλύπτεται από τις λοιπές κατηγορίες.

Η περιοχή που χαρακτηρίζεται ως μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη εμφανίζεται στην χαμηλή έως λοφώδης ζώνη, με ελάχιστες εμφανίσεις στην ορεινή ζώνη. Οι περιοχές που καλύπτονται από πλατύφυλλα δάση καλύπτουν κυρίως ορεινές περιοχές. Η γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης βρίσκεται σε λοφώδης περιοχές και τα μικτά δάση

σε ημιορεινές – ορεινές περιοχές. Η κατανομή των παραπάνω κατηγοριών κάλυψης γης εμφανίζεται στο Σχήμα 2.19.



Σχήμα.2.20 Κάλυψη γης στην περιοχή έρευνας και ποσοστά % της έκτασης που καλύπτει το κάθε είδος.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται πίνακες χωροταξικού σχεδιασμού / χρήσεων γης σχετικά με το νομό Πιερίας και συγκριτικά με το σύνολο του Ελλαδικού χώρου.(ΕΣΥΕ, URL12)

Αμπελουργικά προϊόντα κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Μούστος	Επιτραπέζια σταφύλια	Σταφίδα Κορινθιακή	Σταφίδα Σουλτανίνα
Σύνολο Ελλάδας	437.178	200.788	42.319	28.875
Πιερίας	458	1593	0	0

Αροτραίες καλλιέργειες κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

α. Βρώσιμα όσπρια

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Φασόλια	Κουκιά	Λαθούρια	Ρεβύθια	Μπιζέλια	Φακή
Σύνολο Ελλάδας	19.617	3.083	260	2.618	649	1.565
Πιερίας	26	16	1	15	6	2

Αροτραίες καλλιέργειες κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

β. Κτηνοτροφικά φυτά

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Κτηνοτροφικοί καρποί /Σύνολο	Κτηνοτροφικοί καρποί/ μπιζέλια	Σανά/ χόρτα	Σανά/ Αραβόσιτος	Μηδική / τριφύλλια
Σύνολο Ελλάδας	23.893	7.027	344.925	284.608	1.284.077
Πιερίας	89	5	2.125	9.750	20.905

Αροτραίες καλλιέργειες κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

γ. Πεπονοειδή και πατάτες

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Καρπούζια	Πεπόνια	Πατάτες
Σύνολο Ελλάδας	680.956	164.209	818.727
Πιερίας	20.949	1.163	3.521

Αροτραίες καλλιέργειες κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

δ. Βιομηχανικά φυτά

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Καπνός	Βαμβάκι	Σουσάμι	Ηλίανθος	Φιστίκι αράπικο	Σόγια	Ζαχαρότευτλα
Σύνολο Ελλάδας	123.729	1.231.597	46	8.875	1.733	6	2.573.393
Πιερίας	16.507	16.161	0	0	0	0	35.755

Αροτραίες καλλιέργειες κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)
ε. Σιτηρά για καρπό

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Σιτάρι μαλακό	Σιτάρι σκληρό	Κριθάρι	Βρώμη	Σίκαλη	Αραβόσιτος	Ρύζι
Σύνολο Ελλάδας	346.750	1.697.399	233.551	84.105	32.620	2.534.077	167.247
Πιερίας	9.718	47.491	3.576	613	5	33.709	9.850

Λαχανικά κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Λάχανα, κουνουπίδια	Τομάτες / Βιομηχανικές	Τομάτες / Νωπής χρήσης	Πράσα	Κρεμμύδια ξερά	Μπάμιες	Μελιτζάνες
Σύνολο Ελλάδας	260.913	1.048.242	665.338	42.633	186.175	12.859	68.595
Πιερίας	3.094	11.242	6.470	1.342	1.344	246	1.603

Δενδροκομικά προϊόντα κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Λεμόνια	Πορτοκάλια	Μανταρίνια	Αχλάδια	Μήλα	Ροδάκινα	Βερίκοκα
Σύνολο Ελλάδας	84.412	958.387	126.440	81.796	259.621	817.341	84.135
Πιερίας	3	2	1	557	3.784	11.101	1.570

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Κεράσια	Αμύγδαλα	Καρύδια	Βρώσιμες ελιές	Ελιές ελαιοποιήσεως	Ελαιόλαδο 2004 /2005
Σύνολο Ελλάδας	46.352	49.154	21.643	291.716	2.291.469	411.983
Πιερίας	2.278	253	204	281	9.267	1.128

Κτηνοτροφικά προϊόντα κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό. Έτος 2005.(Σε τόννους)

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Γάλα	Κρέας (ζώων και πουλερικών)	Τυρί μαλακό	Τυρί σκληρό	Βούτυρο νωπό	Βούτυρο λειωμένο
Σύνολο Ελλάδας	1.987.280	462.276	116.915	38.979	2.434	852
Πιερίας	25.202	17.847	2.513	312	20	0

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός	Λίπος χοιρινό	Μαλλιά προβάτων	Μέλι	Αυγά (χιλ. τεμάχια)	Ψάρια εσ.υδάτων
Σύνολο Ελλάδας	1.396	8.647	15.639	1.961.994	28.200
Πιερίας	207	122	92	41.568	0

2.7 Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με το Θουκυδίδη η Πιερία, έδρα των Ελληνικών θεοτήτων και των Μουσών, αντλεί το όνομά της από τους αρχαίους Πιερείες, οι οποίοι κατοίκησαν την περιοχή ήδη από την Εποχή του Χαλκού, στη συνέχεια όμως, κατά τη μακεδονική κατάκτηση, μετανάστευσαν βορειότερα. Καταλάμβανε την έκταση κατά μήκος της θάλασσας νοτίως της Ημαθίας και του ποταμού Αλιάκμονα μέχρι το όρος Όλυμπος και τον ποταμό Πηνειό. (Ηρόδοτος Z 128-129, 173) (Στράβων Απόσπ. 12,14,15 και Θ' 429) (Κλαύδιος Πτολεμαίος Γ' 13,15 κλπ). Σήμερα θεωρείται ότι το όνομα του νομού οφείλεται στα Πιέρια Όρη και αυτο ξεκίνησε για πρώτη φορά κατά την πρώτη χιλιετία π.Χ. Οι Πίερεις Θράκες ήταν οι πρώτοι κάτοικοι, εμπνευστές της λατρείας του Δωδεκάθεου και των Πιερίδων Μουσών.

Πολλοί λαοί προσπάθησαν επανειλημμένως να κατακτήσουν την Πιερία κατά τους βυζαντινούς και μεσαιωνικούς χρόνους, όπως Ούννοι, Σλάβοι, Νορμανδοί και Άβαροι, ενώ κατά τη Φραγκοκρατία αυτή υπαγόταν στο φραγκικό βασίλειο της Θεσσαλονίκης.

Παρά το γεγονός ότι δεν είχε αίσια έκβαση, σταθμό στην ένδοξη ιστορία του νομού κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας αποτελεί η εξέγερση το 1878 στο Λιτόχωρο. Η Κατερίνη απελευθερώθηκε το 1912.

2.7.1 Κάστρο Πλαταμώνα

Το ενετικό Κάστρο του Πλαταμώνα θεωρείται αρχαιολογικός χώρος μεγάλης σπουδαιότητας που ξεχώρισε κατά τη διάρκεια της βυζαντινής εποχής.

Ανήκει στην κατηγορία των οχυρωμένων μεσοβυζαντινών πόλεων (10^{ος} – 11^{ος} αι.) που είναι κτισμένες σε φυσικά οχυρές θέσεις και ελέγχουν οδικές αρτηρίες.

Το Κάστρο ήταν χτισμένο στη θέση της αρχαίας Ηράκλειας (ή Ηράκλειο). "Πρώτη πόλις Μακεδονίαν Ηράκλειον" γράφει ο Σκύλας το 360 π. Χ. Κτίστηκε από Λομβαρδούς Σταυροφόρους το 1204 και εξυπηρετούσε τον έλεγχο του περάσματος από τη Μακεδονία στη Θεσσαλία. Μετά την κατάληψή του από τους Βυζαντινούς, το 14ο αιώνα το κατέλαβαν οι Τούρκοι. Το 1770 καταλήφθηκε για μικρό χρονικό διάστημα από τους Έλληνες. Βομβαρδίστηκε από τον πλοίαρχο Σαχτούρη το 1897 και από τότε εγκαταλείφθηκε από τους Τούρκους.

Σήμερα το Κάστρο (Φώτο 2.3), διατηρεί την πολυγωνικού σχήματος τείχισή του, που ενισχύεται από οκτώ τετράπλευρους πύργους.



Φώτο 2.3. Άποψη του Κάστρου του Πλαταμώνα (URL6).

2.7.2 Αρχαιολογικός χώρος του Δίον

Το Δίον ήταν μια αρχαιότατη πόλη στρατηγικής σημασίας και μια από τις πιο φημισμένες μακεδονικές πολιτείες. Η γεωγραφική θέση της τοποθετείται στις ανατολικές πλαγιές Ολύμπου, κοντά στην περιοχή του Λιτόχωρου. Όπως μαρτυρούν ο Στράβωνας και ο Λίβιος, το Δίον «πόλις ουκ εν τω αιγιαλώ του Θερμαϊκού Κόλπου εστίν εν ταις υπωρείαις του Ολύμπου, αλλ' όσον επτά απέχει σταδίους». Φράση, που φανερώνει ότι στην αρχαιότητα η πόλη του Δίον απείχε λιγότερο από 1,5 Km από την ακτή του Θερμαϊκού κόλπου, ενώ σήμερα απέχει 5 περίπου Km από την περική ακτή (URL7).

Ο Θουκυδίδης πρώτα αναφέρεται στην ύπαρξη μικρού οικισμού το 424 π.Χ. Ο βασιλιάς Αρχέλαος στα τέλη του 5^{ου} αιώνα π.Χ. καθιέρωσε ολυμπιακούς αγώνες (URL7) των «εν Δίω Ολυμπίων» προς τιμή του Διός και των Μουσών. Στο χώρο του ιερού προσέφερε

μεγαλοπρεπείς θυσίες ο Μ. Αλέξανδρος πριν ξεκινήσει την εκστρατεία του στην Ασία. Το 219 π.Χ. η περιοχή καταστράφηκε από τους Αιτωλούς αλλά ανασυγκροτήθηκε αμέσως από το Φίλιππο Ε΄. Το 169 π.Χ. καταλήφθηκε από τους Ρωμαίους και γνώρισε οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη. Μετά τα μέσα του 3^{ου} αιώνα μ.Χ. η πόλη οδηγήθηκε σε παρακμή λόγω βαρβάρων, σεισμών και πλημμυρών, ενώ από τα μέσα του 5^{ου} αιώνα μ.Χ. οι κάτοικοι μετοίκησαν στα ορεινά.

Στα σημαντικότερα ευρήματα συγκαταλέγονται: το ιερό του Ασκληπιού, της Δήμητρας, της Ίσιδας, του «Υψίστου Διός», του «Ολυμπίου Διός», το ρωμαϊκό θέατρο, οι «μεγάλες θέρμες», η «έπαυλη Διονύσου», η «οικία Λήδας», το ελληνιστικό και ρωμαϊκό τοίχος, το παλαιοχριστιανικό τοίχος και ο «τομέας υδράλευως».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

3.1. Έρευνα πεδίου

3.1.1 Συλλογή δειγμάτων

Στην περιοχή έρευνας συλλέχθηκαν επιφανειακά δείγματα κατά μήκος 23 τομών κάθετων στην ακτογραμμή. Για την κοκκομετρική σύσταση της παραλιακής ζώνης συλλέχθηκαν 75 επιφανειακά δείγματα ιζήματος. Σε κάθε θέση (κάθετη προς την ακτογραμμή τομή), παίρναμε δείγμα σε 3 σημεία. Αρχικά, στη ζώνη θραύσης κυμάτων, στην ανώτερη ζώνη θραύσης κυμάτων και στη ζώνη των θινών (εκτός από τις θέσεις όπου δεν υπήρχε θέση θινών). Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και ακολούθησε η ανάλυσή τους. Συλλέχθηκαν επίσης και δείγματα από ποτάμια στην περιοχή. Συνολικά συλλέχθηκαν 73 δείγματα τα οποία καλύπτουν 45 περίπου Km της ακτογραμμής. Η ποσότητα των δειγμάτων που συλλέχθηκε ήταν περίπου 200gr ανά δείγμα.

Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας σημειώθηκε και το στίγμα του, οι γεωγραφικές συντεταγμένες σε WGS84 με GPS Garmin. Η δειγματοληψία έλαβε χώρα τον Μάιο του 2011 σε παρόμοιες συνθήκες καιρού, θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου.

3.1.2 Προφίλ ακτής

Στην περιοχή έρευνας ακολούθησε κατασκευή μορφολογικών προφίλ παραλίας με ακόντια. Η μέθοδος αυτή αποτελεί τον απλούστερο τρόπο να αποτυπώσουμε μορφολογικά προφίλ σε παραλίες. Η μέθοδος αυτή παρά την απλότητά της έχει επαρκή ακρίβεια. Έχει προταθεί από τον Komar, (1998) και βασίζεται στο γεγονός ότι σε μια ακτή βλέπουμε τον ορίζοντα της θάλασσας, επομένως το μάτι μας με τον ορίζοντα προσδιορίζουν με επαρκή ακρίβεια ένα οριζόντιο επίπεδο.

Χρησιμοποιήθηκαν ακόντια (όπως φαίνονται στη *Φώτο 3.1*) από το εργαστήριο του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας τα οποία δέθηκαν με ένα σκοινί έτσι ώστε η οριζόντια απόστασή τους να βρίσκεται πάντα στα 2m.

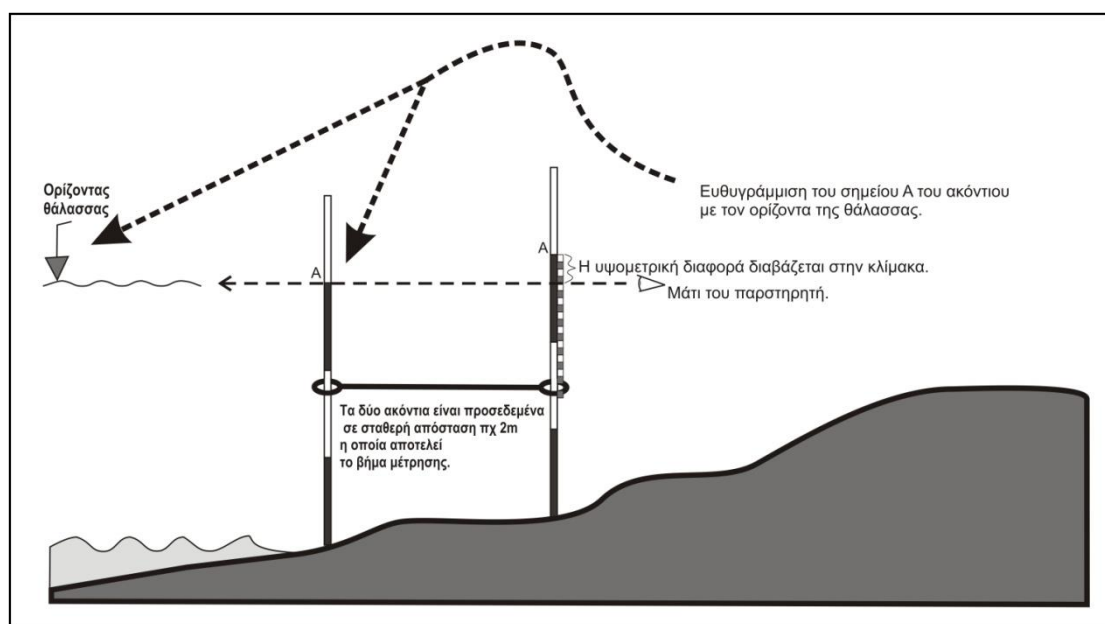
Σε κάθε προφίλ χρησιμοποιήθηκε ένα δελτίο, όπου καταγράφηκαν τα αποτελέσματα. Στο δελτίο αυτό δεν παραλείπαμε να γράφουμε την ονομασία της τομής, το αζιμούθιο, τις συντεταγμένες στην ζώνη παλινδρόμησης και τις συντεταγμένες στη ζώνη θινών ή ελών.

Το πρώτο ακόντιο τοποθετούνταν στο επίπεδο της θάλασσας και το δεύτερο, προσδεμένο στην σταθερή απόσταση των 2 μέτρων (αποτελεί το βήμα της μέτρησης),



Φώτο 3.1 Η διάταξη με τα ακόντια έτσι όπως χρησιμοποιήθηκε για της έρευνα πεδίου.

τοποθετούνταν (στο ίδιο πάντα βάθος με το πρώτο) σε σημείο κάθετα προς τις θίνες. Ο παρατηρητής αφού ευθυγράμμιζε ένα σταθερό σημείο του αρχικού ακοντίου (Α) με τον ορίζοντα της θάλασσας και το δεύτερο ακόντιο (Β), μετρούσε την υψομετρική διαφορά μεταξύ των σημείων Α και Β (Σχήμα.3.1).



Σχήμα 3.1. Χρήση ακοντίων στην ακτή για κατασκευή μορφολογικού προφίλ.

Ακολουθώντας με το σταθερό βήμα των 2 μέτρων και προχωρώντας προς τη ζώνη θινών / ελών καταγράφηκαν η υψομετρική διαφορά σε κάθε μέτρηση.

Έπειτα σε γραφική παράσταση σχηματίστηκαν τα μορφολογικά προφίλ, χρησιμοποιώντας για τον άξονα των x τα αθροιστικά κάθε φορά βήματα και στον άξονα των y τις αθροιστικές υψομετρικές διαφορές.

Τα μορφολογικά προφίλ που κατασκευάστηκαν σε όλο το εύρος της υπό έρευνα περιοχής, χρησιμοποιήθηκαν είτε στην μορφολογική περιγραφή της κάθε θέσης της παράκτιας ζώνης σχετικά με τις κλίσεις και τα πλάτη της παραλίας, είτε σαν αναπόσπαστος παράγοντας για την εφαρμογή του κανόνα του Brunh και την εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με την πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής.

3.1.3 Βυθομέτρηση - προφίλ

Το καλοκαίρι του 2010 έλαβε χώρα χαρτογράφηση της παραλιακής ζώνης για καταγραφή των ισοβαθών καμπυλών και εντοπισμό των διαφορών στη μορφολογία του πυθμένα. Για την πραγματοποίηση αυτής της χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκε το GARMING GPSMAP 276C. Η καταγραφή των βαθών εξακολούθησε έως τα 20m.

Το GPSMap 276C της Garmin (Φώτο 3.2) είναι μοντέλο τέταρτης γενιάς. Έχει την ικανότητα να συνδυάζει έγχρωμη οθόνη με δυνατότητες υποστήριξης ναυτικών, συμβατικών και χαρτών αστικής πλοήγησης, ενώ στην οθόνη μπορούν να υπάρχουν ενδείξεις διαδρομών. Το GPSMap 276C μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πλοήγηση στην θάλασσα, μέσα στις πόλεις, το βουνό και άλλες εφαρμογές. Λειτουργεί με σύνδεση 12V, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες λιθίου, ή απλές αλκαλικές μπαταρίες. Ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά του GPSMap 276C της Garmin είναι η έγχρωμη οθόνη TFT 256 χρωμάτων, 3.8 ιντσών, ανάλυσης 480X320 Pixels. Διαθέτει 12κάναλο παράλληλο δέκτη GPS με υποστήριξη WAAS/EGNOS για ακρίβεια στίγματος 3m. Ο εγκατεστημένος εξελιγμένος μικροεπεξεργαστής επιτρέπει την δυνατότητα πλοήγησης, με οπτικές ενδείξεις επί της οθόνης. Στην οθόνη εμφανίζονται ενδείξεις ποικίλων πληροφοριών από άλλες μονάδες (π.χ. βάθος, θερμοκρασία).



Φώτο 3.2. Καταγραφή βαθών περιοχής έρευνας με τη χρήση GARMING GPSMAP 276C.

3.2 Εργαστηριακές αναλύσεις

Τα 75 δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, όπου ακολούθησαν τα απαραίτητα βήματα για τη μηχανική ανάλυσή τους. Τα δείγματα στέγνωσαν για να φύγει η υγρασία τους, τα 20 περίπου δείγματα ήταν από τη ζώνη της παλινδρόμησης και βρέχονταν από τη θάλασσα. Έπειτα, επετεύχθη η αποσυσσωμάτωση των κόκκων με επεξεργασία σε γουδί, αφαιρέθηκαν τα ξένα σώματα (ξύλαράκια, φύκια κτλ) και ζυγίστηκαν τα δείγματα σε ζυγό ακριβείας.

Εν συνεχεία, ακολούθησε η μέθοδος του κοσκινίσματος στα δείγματα που αποτελούνταν από χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες, άμμος). Σχετικά με τη μέθοδο του κοσκινίσματος ακολουθήθηκε η μεθοδολογία του *Ψιλοβίκου (1985)* χρησιμοποιώντας δονητή με μια σειρά από κόσκινα, ανά 0,5Φ, ξεκινώντας από το -5Φ (για τη μεγαλύτερη διάμετρο κόκκων) έως το +4Φ. Τα δείγματα κοσκινίστηκαν για 20' περίπου και ζυγίστηκε το βάρος των υλικών που παρέμενε σε κάθε κόσκινο. Στο τέλος ζυγίστηκε και το περιεχόμενο του δίσκου που βρίσκεται κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιείχε τα λεπτόκοκκα υλικά (ιλύ + άργιλο). Αν το βάρος των υλικών αυτών είναι μεγαλύτερο από το 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε χρειάζεται να γίνει πιο λεπτομερής ανάλυσή του με τη μέθοδο της μικροπιπέτας. Ακολουθώς υπολογίζονται τα ποσοστά % κατά βάρος για κάθε κλάσμα μεγέθους κόκκων και για το αθροιστικό ποσοστό %.

Επιπρόσθετα εφαρμόστηκε υπολογισμός για την κοκκομετρία της άμμου σε σωλήνα καθίζησης (*Αλμπανάκης κ.α., 2011*). Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε, όπως φαίνεται στη *Φώτο 3.3* αποτελεί μια διάταξη σωλήνα καθίζησης ύψους 1,30m, στον οποίο ρίχνεται μια μικρή ποσότητα άμμου 10gr στην κορυφή του και ανιχνεύονται ηλεκτρονικά οι διαφορές στην πυκνότητα καθώς γίνεται καθίζηση των διαφόρων κλασμάτων της άμμου. Η μεταβολή της πίεσης με τον χρόνο, προσδιορίζει την κοκκομετρία, σύμφωνα με τους νόμους καθίζησης. Η μεθοδολογία είναι κατά πολύ λιγότερο χρονοβόρα αφού σε διάστημα λίγων μόλις δευτερολέπτων μπορεί να περάσει ένα δείγμα των 10gr από το σωλήνα καθίζησης ενώ καταγράφοντας τη διαδικασία με ψηφιακή κάμερα μπορούμε να με κατάλληλη επεξεργασία να γνωρίζουμε την στιγμιαία καθίζηση βάρους των υλικών του δείγματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



Φώτο 3.3 Διάταξη σωλήνα καθίζησης που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό κοκκομετρίας της άμμου.

Οι τύποι που εφαρμόζονται για τον υπολογισμό των παραμέτρων με τη γραφική μέθοδο κατά *Folk και Ward (1957)* σε μονάδες Φ , είτε χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του κοσκινίσματος είτε η διάταξη του σωλήνα καθίζησης είναι οι παρακάτω:

$$\text{Ο Μέσος όρος (M), } M = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}) / 3$$

$$\text{Η Ταξινόμηση (σ), } \sigma = (\Phi_{84} - \Phi_{16}) / 4 + (\Phi_{95} - \Phi_5) / 6,6$$

$$\text{Η Λοξότητα (Sk), } Sk = (\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{84} - \Phi_{16}) + (\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}) / 2(\Phi_{95} - \Phi_5)$$

$$\text{Η Κύρτωση (Ku), } Ku = (\Phi_{95} - \Phi_5) / 2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})$$

Η Ταξινόμηση είναι δείκτης της ανομοιογένειας του υλικού. Η Λοξότητα δείχνει την ασυμμετρία της κατανομής των κόκκων σε μια καμπύλη συχνότητας. Έχει τιμή μηδέν όταν οι περισσότεροι κόκκοι συγκεντρώνονται γύρο από έναν μέσο όρο. Λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές. Η Κύρτωση περιγράφει ασυμμετρία των κόκκων στο κορυφαίο τμήμα της καμπύλης συχνότητας η οποία χαρακτηρίζεται ως λεπτόκυρτη ή πλατύκυρτη ανάλογα αν η κορυφή της καμπύλης είναι λεπτή ή πλατιά αντίστοιχα.

Από τις τιμές των παραμέτρων του μεγέθους (M, σ, Sk, Ku) που βρέθηκαν με τη γραφική μέθοδο θα πρέπει να γίνει ο πλήρης χαρακτηρισμός των δειγμάτων, με βάση τον Πίνακα 3.1.

Πίνακας.3.1. Χαρακτηρισμοί των παραμέτρων του μεγέθους των ιζημάτων. (Ψιλοβίκος, 1984)

Ταξινόμηση (σ)	Λοξότητα (Sk)	Κύρτωση (Ku)
<0.35φ πολύ καλή	+1.0 +0.3 έντονα θετική	Ku < 0.67φ πολύ πλατύκυρτη
0.35-0.50 καλή	+0.3 +0.1 θετική	0.67 - 0.90 πλατύκυρτη
0.50-0.71 μέτρια καλή	+0.1 -0.1 συμμετρική	0.90 - 1.11 μεσόκυρτη
0.71-1.0 μέτρια	-0.1 -0.3 αρνητική	1.11 - 1.50 λεπτόκυρτη
1.0-2.0 κακή	-0.3 -1.0 έντονα αρνητική	1.50 - 3.00 πολύ λεπτόκυρτη
2.0-4.0 πολύ κακή		Ku > 3.00φ εξαιρετικά λεπτόκυρτη
>4.0φ εξαιρετικά κακή		

Για τις παραπάνω επεξεργασίες έλαβε χώρα στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με χρήση του προγράμματος Gradistat version 6.0, σύμφωνα με *dr Simon j. Blott (Krumbein, W.C. and Pettijohn, F.J. 1938, Folk, R.L. and Ward, W.C. 1957, Wentworth, C.K. 1922, Udden, J.A., 1914, Folk, R.L. 1954)* (“a grain size distribution and statistic package for the analysis of unconsolidated sediments bi sieving or lazer granulometer”).

Το πρόγραμμα αναλύει δεδομένα κοκκομετρίας. Ο χρήστης εισάγει το βάρος του ιζήματος κάθε χρονική στιγμή. Υπολογίζονται έτσι στη συνέχεια στατιστικά στοιχεία του κάθε δείγματος (sample statistics) χρησιμοποιώντας τη «μέθοδο των στιγμών» (Method of Moments), σε γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual Basic (μέσος όρος, ταξινόμηση, λοξότητα κύρτωση). Οι παράμετροι του μεγέθους των κόκκων υπολογίζονται σε αριθμητική, γεωμετρική (σε μικρά) και λογαριθμική (σε μονάδες Φ) κλίμακα (*Krumbein and Pettijohn, 1938*). Για τον υπολογισμό στατιστικών παραμέτρων χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παρεμβολής σύμφωνα με τη γραφική μέθοδο κατά Folk and Ward και την απόδοση φυσικής περιγραφής (όπως «χονδρόκοκκο», και «καλή ταξινόμηση»). Το πρόγραμμα επίσης παρέχει γενική περιγραφή του δείγματος (π.χ. «πολύ χονδρόκοκκη άμμος») σύμφωνα με τον *Folk (1954)*. Στα πλαίσια των γραφικών αποτελεσμάτων, το πρόγραμμα εξάγει γραφήματα της διασποράς της διαμέτρου κόκκων (grain size distribution) και συγκεντρωτικής διασποράς (cumulative distribution) των δεδομένων για το χαρακτηρισμό των ιζημάτων

3.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

3.3.1 Υλικό – πηγές δεδομένων

Για την ποσοτική γεωμορφολογική έρευνα της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν οι εξής πηγές δεδομένων:

- Τα τοπογραφικά φύλλα χάρτη «Κατερίνη», «Κολινδρός», «Λιτόχωρο – Κονταριώτισσα», «Ραψάνη», «Γόννοι», «Λιβιάδιον», από τη Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000, χρονολογίας 1970, με ισοδιάσταση 20 m.
- Οι γεωλογικοί χάρτες φύλλα «Κατερίνη», «Κολινδρός», «Λιτόχωρο – Κονταριώτισσα», «Ραψάνη», «Γόννοι», «Λιβιάδιον» από τη Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000, χρονολογίας αντίστοιχα, 1970, 1972, 1970, 1972, 1969, 1969, με ισοδιάσταση 20 m.
- Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο S.R.T.M. (Shuttle Radar Topography Mission) της USGS (United States Geological Survey). Τα δεδομένα αυτά είναι σε ψηφιδωτή (raster) μορφή σε ορθοκανονική διάταξη (grid), με διάσταση ψηφίδας 3 arcsec (που για το γεωγραφικό πλάτος της υπό μελέτη περιοχής αντιστοιχούν σε περίπου 70 x90m. Το Φεβρουάριο του 2000 έλαβε χώρα η διαστημική αποστολή με την κωδική ονομασία S.R.T.M (Shuttle Radar Topography Mission), η οποία είχε ως αποτέλεσμα την έκδοση του πρώτου και πιο λεπτομερούς μέχρι τότε παγκοσμίου υψομετρικού μοντέλου με πλέγμα διάστασης 3" x 3" και ονομαστικής υψομετρικής ακρίβειας 16m σε παγκόσμιο επίπεδο, χρησιμοποιώντας την τεχνική της συμβολομετρίας. Τα δεδομένα, τα οποία αποκτήθηκαν μέσα σε 11 μέρες (από 11 έως 22 Φεβρουαρίου του 2000), καλύπτουν τη γη μεταξύ γεωγραφικού πλάτους 60°N, 57°S, ενώ σε τοπικό επίπεδο η υψομετρική τους ακρίβεια είναι σημαντικά καλύτερη (*Mouratidis et al. 2010, Farr & Kobrick 2000, Werner M. 2001, Rabus et al. 2003, Farr et al. 2000*).
- Δορυφορικές εικόνες από το «φωτομωσαϊκό» LANDSAT - 7/ ETM + της περιοχής έρευνας, μετασχηματισμένες στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ87), χρονολογίας 1984, 1990, 2003, 2010.
- Χάρτης χρήσεων γης 1990 (Corine 1990) (URL5)
- Χάρτης χρήσεων γης 2000 (Corine 2000) (URL5).

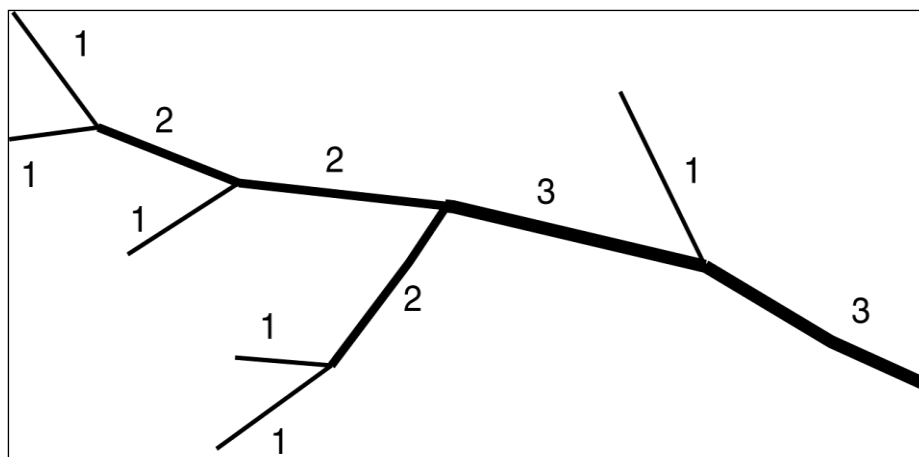
3.3.2 Επίπεδα γεωγραφικών πληροφοριών

Από τις πηγές αυτές, με τη χρήση του λογισμικού G.I.S MapInfo Professional v.8.0, και ArcGis v.9.3.1 παράχθηκαν δευτερογενή δεδομένα - επίπεδα πληροφοριών - διανυσματικής μορφής. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν οι εξής εργασίες:

- Με υπόβαθρο δορυφορικές εικόνες ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή.
- Με υπόβαθρο τα τοπογραφικά διαγράμματα της Γ.Υ.Σ, κλίμακας 1:5.000 ψηφιοποιήθηκαν στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ87) ψηφιοποιήθηκαν: i.Το υδρογραφικό δίκτυο και ii. Οι λεκάνες απορροής των ρευμάτων του υδρογραφικού δικτύου.
- Τα Ψηφιακά Υψομετρικά Μοντέλα (Digital Terrain Model/DTM, ή Digital Elevation Model/DEM) είναι επίπεδα γεωγραφικών πληροφοριών, μορφής καννάβου (raster) και αποτέλεσαν ένα πρόσθετο εργαλείο, για την ανάλυση των χαρακτηριστικών του εδάφους και την ποσοτική γεωμορφολογία της περιοχής. Ένα Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο αποτελεί ένα σύνολο διακεκριμένων σημείων με γνωστή οριζοντιογραφική θέση και υψόμετρο, στοιχεία τα οποία με τη χρήση μαθηματικής συνάρτησης συνθέτουν αξιόπιστα το ανάγλυφο της επιφάνειας του εδάφους (Χατζόπουλος, 2006). Αντίθετα, το Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας (Digital Surface Model/DSM) περιλαμβάνει επιπλέον στην απεικόνισή του τα δέντρα, τα κτίσματα και τα υπόλοιπα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω στο ανάγλυφο. Θα ήταν καλό να διευκρινιστεί ότι αυτό που συνήθως παράγεται καταρχάς είναι ένα DSM, καθώς το εκάστοτε λογισμικό δεν θα μπορούσε αρχικά να αναγνωρίζει εάν τα σημεία βρίσκονται πάνω σε δέντρα / κτήρια ή πάνω στο έδαφος. Έτσι λοιπόν, αυτό που χρησιμοποιείται για την ανάλυση / επεξεργασία της υπό έρευνα περιοχής είναι πρακτικά ένα DSM (Μουρατίδης 2010).

Υδρογραφικό δίκτυο – Λεκάνες απορροής

Έλαβε χώρα αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου με τη μέθοδο του Strahler, 1952. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο ρεύματα τα οποία δεν δέχονται τα ύδατα μικρότερων κλάδων ρευμάτων ονομάζονται 1^{ης} τάξης. Η σύνδεση δύο κλάδων 1^{ης} τάξης δημιουργεί ένα ρεύμα 2^{ης} τάξης. Η σύνδεση δύο κλάδων 2^{ης} τάξης δημιουργεί ένα ρεύμα 3^{ης} τάξης κ.ο.κ. Στην περίπτωση σύνδεσης δύο κλάδων διαφορετικής τάξης, ο νέος κλάδος που προκύπτει χαρακτηρίζεται από την τιμή της μεγαλύτερης τάξης των δυο συνδεόμενων κλάδων (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Αρίθμηση κλάδων σύμφωνα με Strahler, 1952.

Ακολούθησε: ο υπολογισμός των μορφομετρικών δεικτών:

- Υδρογραφική πυκνότητα
- Υδρογραφική συχνότητα
- Κυκλικότητα C_u
- Λόγος Αναγλύφου R_h
- Δείκτης SL (stream length)

3.3.3 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου

Στη συνέχεια ακολούθησε ανάλυση αναγλύφου της περιοχής έρευνας, με τη βοήθεια υψομετρικών δεδομένων. Για το λόγο αυτό έλαβε χώρα επεξεργασία του ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου (DEM) και παράχθηκαν οι εξής χάρτες:

- Χάρτης Λεκανών Απορροής.
- Χάρτης Υδρογραφικού Δικτύου.
- Χάρτης Σκιασμένου Αναγλύφου.
- Χάρτης κατανομής Υψομέτρων (κατά Dikau, 1989).
- Χάρτης κατανομής Κλίσεων (κατά Demek, 1972).
- Εφαρμογή υψομετρικής καμπύλης και υψομετρικού ολοκληρώματος

- Ακολουθώντας με την επιλογή των κατάλληλων συντελεστών εφαρμόστηκε η παγκόσμια εξίσωση εδαφικής διάβρωσης (Π.Ε.Ε.Α) και εξήχθη ο αντίστοιχος χάρτης εδαφικής απώλειας.
- Χάρτης μεταβολών ακτογραμμής σε διάρκεια δεκαετιών με βάση τοπογραφικούς χάρτες και δορυφορικές εικόνες για εντοπισμό θέσεων διάβρωσης / απόθεσης.
- Χάρτης βαθυμετρίας.
- Επεξεργασμένος χάρτης κάλυψης γης 2000.
- Χάρτης μεταβολών κάλυψης γης 1990 – 2000.

Συμπερασματικά,

Αυτά που περιλαμβάνει η έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβής για την παράκτια ζώνη της Πιερίας είναι:

- η μελέτη των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών της παράκτιας ζώνης,
- η έρευνα της γεωμορφολογίας,
- ο υπολογισμός της εδαφικής απώλειας της ακτής,
- η διαχρονική παρακολούθηση της ακτογραμμής,
- η βυθομετρία του θαλάσσιου πυθμένα σε συνδυασμό με τη θαλάσσια κυκλοφορία, ο χαρακτηρισμός του δελταικού τύπου του ποταμού Μαυρονέρι
- η καταγραφή, επεξεργασία και συσχέτιση των ανθρωπογενών επεμβάσεων με τα παραπάνω,
- στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας της υπό μελέτης περιοχής σε μια προσπάθεια να δοθούν πιθανές εξηγήσεις για το γενικότερο σύστημα ισορροπίας της ακτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 . ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΡΙΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Αναπόσπαστο κομμάτι για την υπό έρευνα περιοχή αποτελεί ο καθορισμός των ιζηματολογικών χαρακτήρων των υλικών της παράκτιας ζώνης της Πιερίας. Η κατανόηση των μηχανισμών της μεταφοράς και απόθεσης των ιζημάτων σε διαφορετικές φυσικογεωγραφικές και κλιματολογικές συνθήκες έχει μελετηθεί εκτενέστερα τις τελευταίες δεκαετίες και κυρίως η γνώσεις μας για τις ιζηματολογικές συνθήκες εξάγεται από τη μελέτη ιζημάτων συνηθέστερα κοντά στην ακτή και κυρίως σε ανενεργές λεκάνες. (Πούλος, 1999). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων που έλαβαν χώρα με σκοπό τη μελέτη των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των υλικών της παράκτιας ζώνης της Πιερίας παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια.

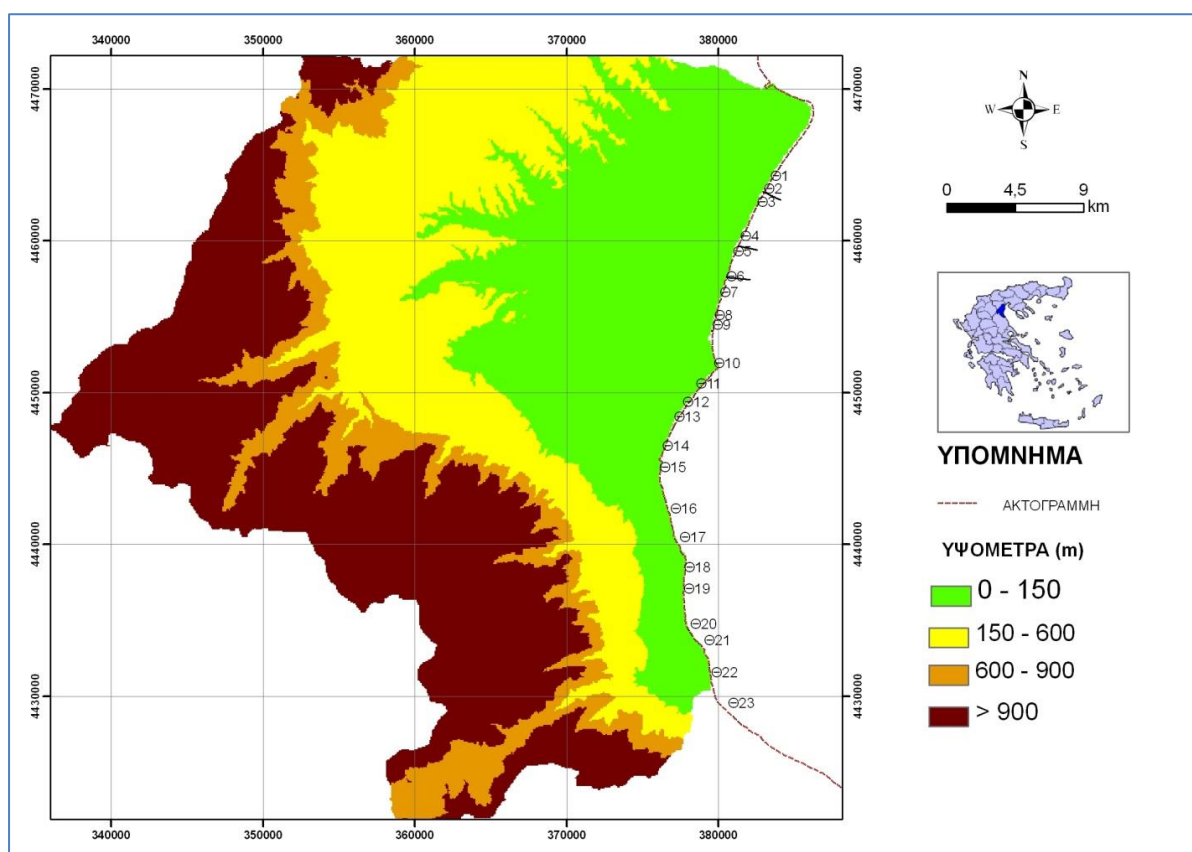
4.2 Θέσεις δειγματοληψίας

Στον Πίνακα που ακολουθεί (*Πίνακας 4.1*), αναφέρονται οι 23 θέσεις της περιοχής έρευνας που μελετήθηκαν. Οι συντεταγμένες όλων των σημείων των θέσεων και των σημείων δειγματοληψίας βρίσκονται στο Παράρτημα.

Πίνακας 4.1. Εμφανίζονται οι 23 Θέσεις της περιοχής έρευνας.

ΑΡ. ΘΕΣΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ
1	Βόρεια του Κορινού – εκκλησία Αγίας Παρασκευής
2	Παραλία Κορινού
3	Νότια του Κορινού
4	Μεταξύ Κορινού και Παραλίας
5	Βόρεια του χωριού Παραλία
6	Νότια του χωριού Παραλία
7	Μεταξύ Παραλίας και Ολυμπιακής Ακτής
8	Νότια της Ολυμπιακής Ακτής
9	Εκβολές Μοσχοπόταμου, βόρεια Μαυρονερίου
10	Νότιες εκβολές Μαυρονερίου
11	Μετόχι Αγ. Διονυσίου
12	Σκάλα Βαρικού
13	Χελοπόταμος
14	Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιτοχώρου
15	Βόρεια Λιτοχώρου –βόρεια εκβολών Ενιπέα

16	Γκρέμια
17	Παραλία Λιτοχώρου
18	Πλάκα Λιτοχώρου
19	Βόρεια Λεπτοκαρυάς-Ξενοδοχείο Olympian Bay
20	Νότια Λεπτοκαρυάς
21	Ξενοδοχείο Ποσειδών Παλάς - εκβολές ποταμού Ζηλιάνα
22	Σκοτίνη
23	Κάστρο Πλαταμώνα



Σχήμα 4.1. Απεικονίζονται οι 23 θέσεις δειγματοληψίας.

Στο Σχήμα 4.1 απεικονίζονται οι 23 θέσεις δειγματοληψίας σε όλο το εύρος της παράκτιας περιοχής έρευνας ξεκινώντας από Βορρά με τη Θέση 1στα Βόρεια του χωριού Κορινός, προς Νότο στη Θέση 23 κάτω ακριβώς από το Κάστρο του Πλαταμώνα.

4.3 Αποτελέσματα ιζηματολογικών αναλύσεων των παράκτιων υλικών της ζώνης Πιερίας

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από το ύπαιθρο οδηγήθηκαν στο εργαστήριο ιζηματολογίας του τμήματος Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας και επεξεργάστηκαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο αντίστοιχο Κεφάλαιο (παράγραφος 3.2). Παρακάτω, στον Πίνακα (Πίνακας 4.2) παρατίθενται οι 23 θέσεις δειγματοληψίας και παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων σε κάθε θέση και κάθε σημείο δειγματοληψίας.. Τα αποτελέσματα αναφέρονται στην περιγραφή του υλικού που μελετήθηκε σχετικά με το Μέσο όρο, την Ταξινόμηση (σ), Λοξότητα (Sk) και Κύρτωση (Ku) των ιζημάτων για όλα τα σημεία όπου ελήφθησαν δείγματα.

Σημειώνεται ότι σε κάθε θέση ελήφθη δείγμα σε 3 διαφορετικά σημεία. Αρχικά στη ζώνη θραύσης κυμάτων, στην ανώτερη ζώνη θραύσης κυμάτων και στη ζώνη των θινών (όπου αυτό ήταν δυνατόν).

Πίνακας 4.2. Αποτελέσματα ιζηματολογικών αναλύσεων (με τη μεθοδολογία του σωλήνα καθίζησης).

ΘΕΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ		MEAN (χ)	SORTING (σ)	SKEWNESS (Sk)	KURTOSIS (K)
ΘΕΣΗ 1	a1	Geometric (μm)	381,8	1,433	0,004	1,053
		Logarithmic ϕ	1,389	0,519	-0,004	1,053
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
	a2	Geometric (μm)	606,2	1,571	-0,251	0,836
		Logarithmic ϕ	0,722	0,652	0,251	0,836
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a3	Geometric (μm)	352,8	1,58	0,169	0,863
		Logarithmic ϕ	1,503	0,66	-0,169	0,863
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 2	a4	Geometric (μm)	446,5	1,559	-0,055	0,77
		Logarithmic ϕ	1,163	0,641	0,055	0,77
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a5	Geometric (μm)	382,5	1,564	0,246	0,941
		Logarithmic ϕ	1,387	0,645	-0,246	0,941
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	a6	Geometric (μm)	391,7	1,434	-0,034	0,873
		Logarithmic ϕ	1,352	0,52	0,034	0,873
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη

ΘΕΣΗ 3	a7	Geometric (μm)	696,6	1,727	-0,202	0,754
		Logarithmic φ	0,522	0,789	0,202	0,754
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρία ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a8	Geometric (μm)	604,2	1,667	0,06	0,883
		Logarithmic φ	0,727	0,738	-0,06	0,883
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μετρία ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a9	Geometric (μm)	539,3	1,435	-0,241	0,805
		Logarithmic φ	0,891	0,521	0,241	0,805
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 4	a10	Geometric (μm)	352,8	1,383	0,022	0,846
		Logarithmic φ	1,503	0,468	-0,022	0,846
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a11	Geometric (μm)	470,6	1,511	-0,077	0,838
		Logarithmic φ	1,087	0,596	0,077	0,838
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a12	Geometric (μm)	524,6	1,497	-0,359	0,731
		Logarithmic φ	0,931	0,582	0,359	0,731
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 5	a13	Geometric (μm)	453,6	1,297	-0,08	0,86
		Logarithmic φ	1,14	0,376	0,08	0,86
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a14	Geometric (μm)	422,5	1,391	0,004	0,859
		Logarithmic φ	1,243	0,476	-0,004	0,859
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	a15	Geometric (μm)	510,2	1,568	-0,059	0,802
		Logarithmic φ	0,971	0,649	0,059	0,802
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 6	a16	Geometric (μm)	431,2	1,691	0,264	0,741
		Logarithmic φ	1,214	0,758	-0,264	0,741
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a17	Geometric (μm)	410,4	1,612	0,169	0,818
		Logarithmic φ	1,285	0,689	-0,169	0,818
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a18	Geometric (μm)	576,7	1,638	-0,385	0,801
		Logarithmic φ	0,794	0,712	0,385	0,801
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 7	a19	Geometric (μm)	926,3	1,888	-0,536	0,737
		Logarithmic φ	0,11	0,917	0,536	0,737

		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a20	Geometric (μm)	443	1,376	-0,257	0,804
		Logarithmic φ	1,175	0,46	0,257	0,804
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a21	Geometric (μm)	746,1	1,681	-0,292	0,831
		Logarithmic φ	0,423	0,749	0,292	0,831
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 8	a22	Geometric (μm)	532,5	1,404	-0,291	0,886
		Logarithmic φ	0,909	0,489	0,291	0,886
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a23	Geometric (μm)	563,8	1,347	-0,162	0,973
		Logarithmic φ	0,827	0,429	0,162	0,973
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	a24	Geometric (μm)	762	1,436	-0,255	0,882
		Logarithmic φ	0,392	0,522	0,255	0,882
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 9	a25	Geometric (μm)	590,2	1,435	-0,165	0,853
		Logarithmic φ	0,761	0,521	0,165	0,853
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a26	Geometric (μm)	510,4	1,391	-0,149	0,866
		Logarithmic φ	0,97	0,476	0,149	0,866
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	a27	Geometric (μm)	587,2	1,42	-0,113	0,858
		Logarithmic φ	0,768	0,506	0,113	0,858
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 10	b1	Geometric (μm)	962,6	1,53	-0,469	0,917
		Logarithmic φ	0,055	0,614	0,469	0,917
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	b2	Geometric (μm)	373,4	1,476	0,049	0,968
		Logarithmic φ	1,421	0,562	-0,049	0,968
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
	b3	Geometric (μm)	392,4	1,443	-0,01	0,844
		Logarithmic φ	1,349	0,529	0,01	0,844
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 11	b4	Geometric (μm)	443,4	1,378	-0,185	0,997
		Logarithmic φ	1,173	0,462	0,185	0,997
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	b5	Geometric	368,1	1,359	-0,06	0,873

		(μm)				
		Logarithmic φ	1,442	0,442	0,06	0,873
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	b6	Geometric (μm)	309,1	1,324	-0,017	0,912
		Logarithmic φ	1,694	0,405	0,017	0,912
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
ΘΕΣΗ 12	b7	Geometric (μm)	490,8	1,623	-0,547	0,713
		Logarithmic φ	1,027	0,698	0,547	0,713
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	b8	Geometric (μm)	242,2	1,309	0,087	0,953
		Logarithmic φ	2,046	0,388	-0,087	0,953
		Περιγραφή	Λεπτόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
	b9	Geometric (μm)	370,1	1,656	0,177	0,768
		Logarithmic φ	1,434	0,728	-0,177	0,768
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 13	b10	Geometric (μm)	382,9	1,576	0,097	0,8
		Logarithmic φ	1,385	0,657	-0,097	0,8
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	b11	Geometric (μm)	327,7	1,486	0,141	0,861
		Logarithmic φ	1,61	0,571	-0,141	0,861
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	b12	Geometric (μm)	536,5	1,687	-0,177	0,738
		Logarithmic φ	0,898	0,754	0,177	0,738
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 14	b13	Geometric (μm)	865,8	3,211	-0,182	0,988
		Logarithmic φ	0,208	1,683	0,182	0,988
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	b14	Geometric (μm)	410,3	1,486	0,027	0,851
		Logarithmic φ	1,285	0,572	-0,027	0,851
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	b15	Geometric (μm)	111,1	1,306	-0,075	0,714
		Logarithmic φ	3,17	0,385	0,075	0,714
		Περιγραφή	Πολύ λεπτόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 15	b16	Geometric (μm)	879,6	2,344	-0,052	1,039
		Logarithmic φ	0,185	1,229	0,052	1,039
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
	b17	Geometric (μm)	493,3	1,445	-0,017	0,815
		Logarithmic φ	1,02	0,531	0,017	0,815
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη

	b18	Geometric (μm)	514	1,35	-0,113	0,878
		Logarithmic φ	0,96	0,433	0,113	0,878
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 16	b19	Geometric (μm)	2430	1,819	0,059	1,031
		Logarithmic φ	-1,281	0,863	-0,059	1,031
		Περιγραφή	Πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι	μέτρια ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
	b20	Geometric (μm)	1637,1	4,27	0,054	0,804
		Logarithmic φ	-0,711	2,094	-0,054	0,804
		Περιγραφή	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	b21	Geometric (μm)	642,7	1,34	-0,299	1,024
		Logarithmic φ	0,638	0,422	0,299	1,024
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
ΘΕΣΗ 18	b22	Geometric (μm)	1264,1	2,516	0,188	1,078
		Logarithmic φ	-0,338	1,331	-0,188	1,078
		Περιγραφή	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	b23	Geometric (μm)	815	3,169	0,43	1,579
		Logarithmic φ	0,295	1,664	-0,43	1,579
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	έντονα αρνητική λοξότητα	Πολύ λεπτόκυρτη
	b24	Geometric (μm)	596,7	1,445	-0,191	1,051
		Logarithmic φ	0,745	0,531	0,191	1,051
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
ΘΕΣΗ 19	d5	Geometric (μm)	1579,5	4,688	0,117	0,824
		Logarithmic φ	-0,659	2,229	-0,117	0,824
		Περιγραφή	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Πολύ κακή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	d6	Geometric (μm)	1063,2	2,158	0,102	1,222
		Logarithmic φ	-0,088	1,11	-0,102	1,222
		Περιγραφή	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Λεπτόκυρτη
ΘΕΣΗ 20	d3	Geometric (μm)	6621,1	4,941	-0,246	0,63
		Logarithmic φ	-2,727	2,305	0,246	0,63
		Περιγραφή	Λεπτόκοκκο χαλίκι	Πολύ κακή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Πολύ πλατύκυρτη
	d4	Geometric (μm)	2006,4	4,654	0,286	0,613
		Logarithmic φ	-1,005	2,219	-0,286	0,613
		Περιγραφή	Πολύ λεπτόκοκκη χαλίκι	Πολύ κακή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πολύ πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 21	d1	Geometric (μm)	710,1	2,313	0,32	1,563
		Logarithmic φ	0,494	1,21	-0,32	1,563
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	έντονα αρνητική λοξότητα	Πολύ λεπτόκυρτη
ΘΕΣΗ 22	1_1	Geometric (μm)	591,4	1,503	-0,183	0,886
		Logarithmic φ	0,758	0,588	0,183	0,886

ΘΕΣΗ 23		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	1_2	Geometric (μm)	666,5	1,476	-0,047	0,876
		Logarithmic φ	0,585	0,561	0,047	0,876
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
	1_3	Geometric (μm)	777,2	1,446	-0,392	0,934
		Logarithmic φ	0,364	0,532	0,392	0,934
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_4	Geometric (μm)	660	1,385	-0,261	0,911
		Logarithmic φ	0,599	0,47	0,261	0,911
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_5	Geometric (μm)	708	1,435	-0,347	1,106
		Logarithmic φ	0,498	0,521	0,347	1,106
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_6	Geometric (μm)	585,1	1,472	-0,288	0,858
		Logarithmic φ	0,773	0,558	0,288	0,858
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	1_7	Geometric (μm)	935,5	1,621	-0,696	1,089
		Logarithmic φ	0,096	0,697	0,696	1,089
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_8	Geometric (μm)	764	1,412	-0,246	1,004
		Logarithmic φ	0,388	0,498	0,246	1,004
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_9	Geometric (μm)	710,5	1,585	0,149	0,993
		Logarithmic φ	0,493	0,665	-0,149	0,993
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	1_10	Geometric (μm)	841,4	2,405	0,219	1,548
		Logarithmic φ	0,249	1,266	-0,219	1,548
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Πολύ λεπτόκυρτη
	0-1	Geometric (μm)	2874	2,63	-0,099	1,693
		Logarithmic φ	-1,523	1,395	0,099	1,693
		Περιγραφή	Πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πολύ λεπτόκυρτη
	(0)2	Geometric (μm)	661,6	1,508	-0,385	0,934
		Logarithmic φ	0,596	0,592	0,385	0,934
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	(0)3	Geometric (μm)	524,3	1,518	-0,102	0,876
		Logarithmic φ	0,931	0,602	0,102	0,876
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	Θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη

Πίνακας 4.3. Αποτελέσματα ιζηματολογικών αναλύσεων άμμου με τη μέθοδο του κοσκινίσματος (αφορούν δείγματα με πιο χονδρόκοκκο υλικό).

ΔΕΙΓΜΑ			MEAN (χ)	SORTING (σ)	SKEWNESS (Sk)	KURTOSIS (K)
ΘΕΣΗ 7	a19	Geometric (μm)	599	2,365	0,098	0,796
		Logarithmic ϕ	0,739	1,242	-0,098	0,796
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
ΘΕΣΗ 10	b1	Geometric (μm)	638	1,967	0,115	1,077
		Logarithmic ϕ	0,648	0,976	-0,115	1,077
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Μεσόκυρτη
ΘΕΣΗ 16	b21	Geometric (μm)	456,1	1,473	0,073	1,038
		Logarithmic ϕ	1,133	0,802	-0,073	1,038
		Περιγραφή	Μεσόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
ΘΕΣΗ 22	1_7	Geometric (μm)	773	2,386	-0,056	1,219
		Logarithmic ϕ	0,371	1,255	0,056	1,219
		Περιγραφή	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Λεπτόκυρτη

Τα δείγματα a19, b1, b21 και 1_7 αναλύθηκαν και με τις δυο μεθόδους. Τα αποτελέσματά τους με τη μέθοδο της διάταξης του σωλήνα καθίζησης εντοπίζονται στον Πίνακα 4.2, ενώ τα αποτελέσματα που είχε σε αυτά τα δείγματα η μεθοδολογία του κοσκινίσματος αποτελούν τον Πίνακα 4.3. Για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις δυο μεθοδολογίες δημιουργήθηκε ο Πίνακας 4.4. Έτσι, αν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν και από τις δυο μεθοδολογίες για αυτά τα δείγματα (a19, b1, b21 και 1_7) συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις όσο πιο χονδρόκοκκο είναι το δείγμα. Π.χ., για το δείγμα 7.21, τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών τόσο με τη μεθοδολογία των κοσκίνων όσο και με τη μεθοδολογία της διάταξης του σωλήνα καθίζησης είναι πολύ κοντινά, αφού η άμμος σε αυτό το δείγμα χαρακτηρίζεται έως μεσόκοκκη και με τις δυο μεθοδολογίες. Αντίστοιχα και τα υπόλοιπα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά μπορούμε να πούμε ότι δεν εμφανίζουν διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματά τους. Παρόλα αυτά, στα υπόλοιπα δείγματα, τα οποία χαρακτηρίζονται χονδρόκοκκα (και από τις δυο μεθόδους) εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις στους χαρακτηρισμούς των υπόλοιπων ιζηματολογικών χαρακτηριστικών. (π.χ. το δείγμα 1_7 στη Θέση 22 παρουσιάζει μετρίως καλή ταξινόμηση, έντονα θετική λοξότητα και μεσόκυρτη καμπύλη κύρτωσης με τη μέθοδο της διάταξης του σωλήνα καθίζησης, ενώ η μεθοδολογία των κοσκίνων έδειξε κακή ταξινόμηση, συμμετρική λοξότητα και λεπτόκυρτη καμπύλη κύρτωσης). Γενικότερα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η

μεθοδολογία με τη διάταξη του σωλήνα καθίζησης παρουσιάζει το μεγάλο πλεονέκτημα της ευκολίας και της εξοικονόμησης χρόνου, παρόλα αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σε λεπτόκοκκα δείγματα άμμου για να έχει αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.

Πίνακας 4.4 Συγκριτικά αποτελέσματα των δυο μεθοδολογιών για δείγματα άμμου.

a19	ΣΩΛΗΝΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Πλατύκυρτη
	ΚΟΣΚΙΝΑ	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Πλατύκυρτη
b1	ΣΩΛΗΝΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	ΚΟΣΚΙΝΑ	Χονδρόκοκκη άμμος	μέτρια ταξινόμηση	αρνητική λοξότητα	Μεσόκυρτη
b21	ΣΩΛΗΝΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	Χονδρόκοκκη άμμος	Καλή ταξινόμηση	θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	ΚΟΣΚΙΝΑ		μέτρια ταξινόμηση	Συμμετρική	Μεσόκυρτη
1_7	ΩΛΗΝΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	Χονδρόκοκκη άμμος	Μετρίως καλή ταξινόμηση	έντονα θετική λοξότητα	Μεσόκυρτη
	ΚΟΣΚΙΝΑ	Χονδρόκοκκη άμμος	Κακή ταξινόμηση	Συμμετρική	Λεπτόκυρτη

Εξαιτίας των παραπάνω συμπερασμάτων τα δείγματα b13, b16, b19, b20, b22, b23, d1, d3, d4, d5, d6, 1_9, 1_10 και 0_1 αναλύθηκαν μόνο με τη μέθοδο των κοσκίνων καθότι ήταν πιο χονδρόκοκκα και θα ήταν εσφαλμένα τα αποτελέσματά τους με τη μέθοδο του σωλήνα καθίζησης. Τα αποτελέσματά τους συμπεριλαμβάνονται στον Πίνακα 4.2.

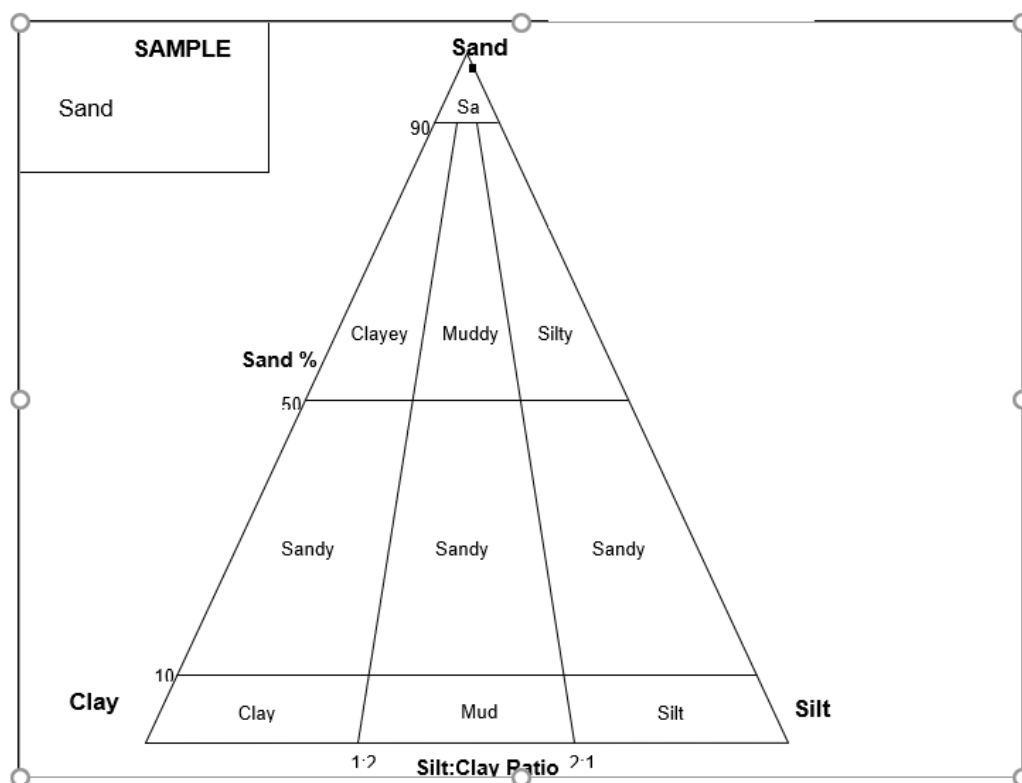
Από τα αποτελέσματα των ιζηματολογικών αναλύσεων που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μεγαλύτερο πλήθος των δειγμάτων (36 δείγματα) χαρακτηρίζονται ως χονδρόκοκκη άμμος και (23 δείγματα) ως μεσόκοκκη άμμος. Σε όλο το μήκος της υπό έρευνα περιοχής επεκτείνεται αμμώδης παραλία. Αξιοσημείωτο συμπέρασμα αποτελεί το γεγονός ότι η μέση διάμετρος του αμμώδους υλικού είναι μικρότερη στο βόρειο τμήμα της περιοχής και μεγαλώνει - βαθμιαία θα μπορούσαμε να πούμε - στο νότιο τμήμα αυτής. Έτσι, ενώ στο βόρειο τμήμα το μεγαλύτερο πλήθος των ιζημάτων χαρακτηρίζεται ως μεσόκοκκη άμμος, ενώ, κατεβαίνοντας νοτιότερα το πλήθος των δειγμάτων χαρακτηρίζεται ως χονδρόκοκκη άμμος, για να καταλήξει και σε χαλίκι στα νότια (Κάστρο Πλαταμόνα). Φυσικά υπάρχουν ενδιάμεσες μεταβολές ιδιαίτερα σε θέσεις όπως εκβολές ποταμών (εκβολές ποταμού Ζηλιάνα).

Σχετικά με την ταξινόμηση (σ), τα περισσότερα δείγματα (32) χαρακτηρίζονται με μετρίως καλή ταξινόμηση, τα 17 δείγματα με καλή ταξινόμηση και 10 δείγματα χαρακτηρίζονται με κακή ταξινόμηση. Η καλή διαβάθμιση που παρουσιάζεται στην τιμή της ταξινόμησης των ιζημάτων μπορεί πιθανώς να σημαίνει σχετικά σταθερό υδρονομικό καθεστώς, ενώ η ταξινόμηση γίνεται μέτρια προς κακή σε θέσεις κοντά σε ρέματα και οικισμούς που δηλώνουν την ανθρώπινη παρέμβαση (βλ. θέσεις εκβολές Ζηλίου, εκβολές Χελοποτάμου, Λεπτοκαρυά).

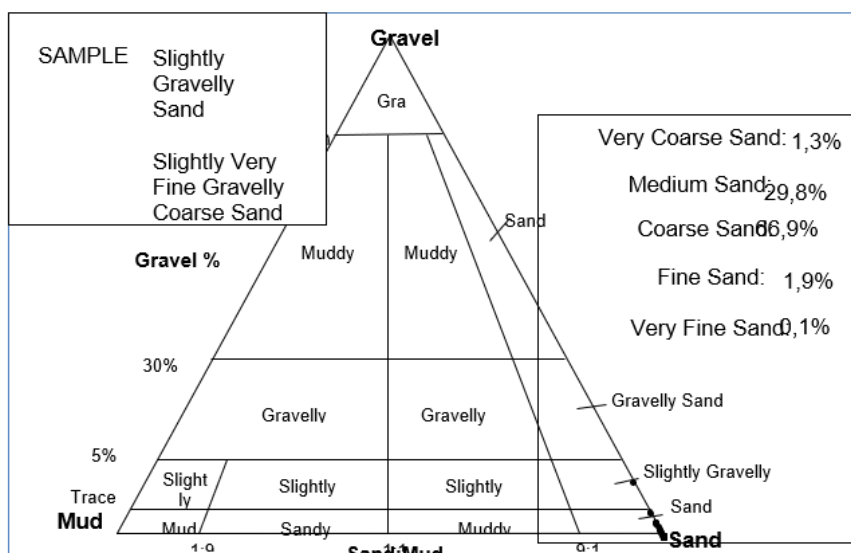
Η λοξότητα (Sk) των παράκτιων δειγμάτων ποικίλλει σε αρκετά μεγάλο βαθμό, αφού 26 δείγματα παρουσιάζουν συμμετρική λοξότητα, 23 θετική, 13 αρνητική, 13 έντονα θετική λοξότητα. Η θετική λοξότητα που παρουσιάζεται στα περισσότερα δείγματα μπορεί να σημαίνει πως η άμμος είναι λεπτόκοκκη σε μεγάλο εύρος περιοχής με εξαίρεση τις περιοχές κοντά σε εκβολές ρεμάτων (εκβολές Χελοποτάμου, εκβολές Ζηλίου,)

Όσον αφορά την κύρτωση (K), τα δείγματα χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Το μεγαλύτερο πλήθος των δειγμάτων παρουσιάζουν πλατύκυρτες καμπύλες (42 δείγματα), και 23 δείγματα μεσόκυρτες, ενώ είναι μικρός ο αριθμός των δειγμάτων που ανήκουν σε άλλη κατηγορία. Αναλυτικότερα, στις πρώτες 10 θέσεις επικρατούν τα ιζήματα με πλατύκυρτες καμπύλες, ενώ στις υπόλοιπες προς νότο θέσεις οι χαρακτηρισμοί ποικίλλουν. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στον διαφορετικό τύπο του μητρικού πετρώματος που διαβρώνονται, μεταφέρονται και αποτίθενται μέσω των ρεμάτων.

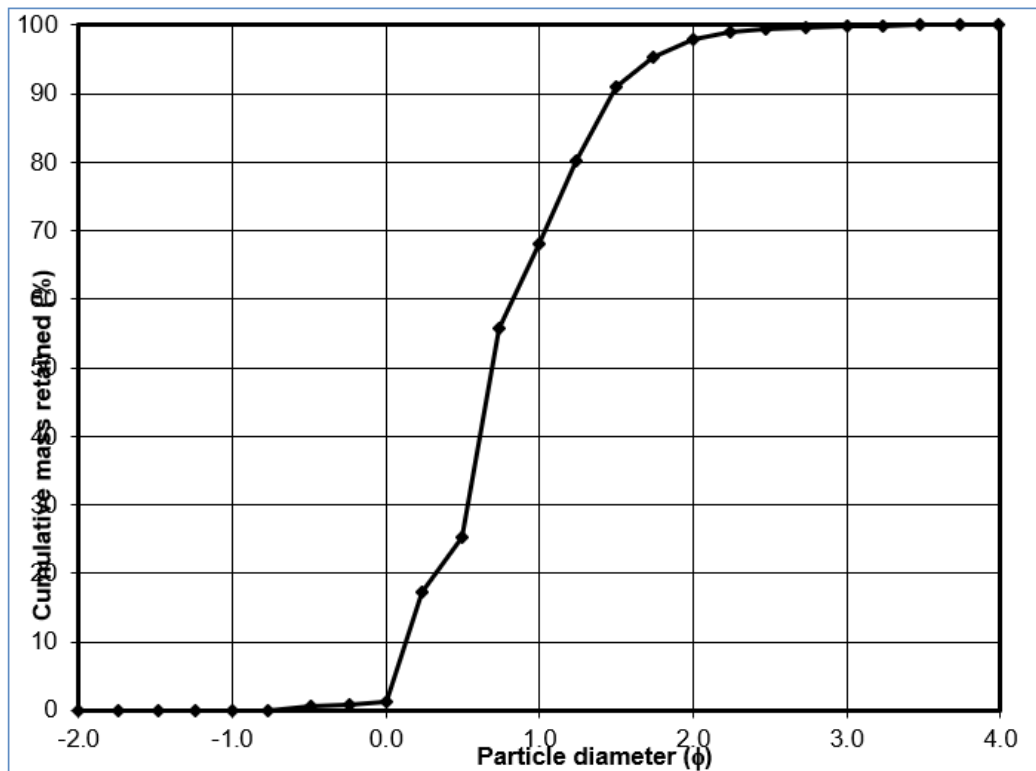
Παρακάτω παρατίθενται τα τριγωνικά διαγράμματα *Άμμου*, *Ιλύος*, *Αργίλου* και *Χαλίκι*, *λάσπη*, *άμμου* (σχήματα 4.2 και 4.3) και η κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας κατανομής μεγέθους κόκκων (σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.2. Τριγωνικό διάγραμμα Άμμος, Ιλύς, Αργίλου



Σχήμα 4.3. Τριγωνικό διάγραμμα Gravel, Mud, Sand.



Σχήμα 4.4. Κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας κατανομής μεγέθους κόκκων.

Το 2019 σύμφωνα με τους Αποστολόπουλος κ.α. (2019) πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και ιζηματολογικές αναλύσεις κατά μήκος της παράκτιας ζώνης του νομού Πιερίας σε παρόμοιες με τις προαναφερθέντες Θέσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ των αποτελεσμάτων των δυο εργασιών δεν είναι άξιο λόγου και μπορούν να δικαιολογηθούν είτε από τη πιθανή διαφορετική εποχή της δειγματοληψίας, είτε και από τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες - καιρικά φαινόμενα που προηγήθηκαν της δειγματοληψίας.

4.4 Συμπεράσματα

Οι σύγχρονες συνθήκες ιζηματογένεσης της παράκτιας ζώνης της Πιερίας φανερώουν τις ανθρώπινες επεμβάσεις που έχουν συμβεί στην περιοχή και έχουν επηρεάσει τη φυσική εξέλιξη του παράκτιου συστήματος.

Σε όλο το μήκος της περιοχής έρευνας επεκτείνεται αμμώδης παραλία. Γενικά επικρατεί η τάση στο βόρειο τμήμα το μεγαλύτερο πλήθος των ιζημάτων να χαρακτηρίζεται ως μεσόκοκκη άμμος, ενώ, κατεβαίνοντας νοτιότερα το πλήθος των δειγμάτων χαρακτηρίζεται ως χονδρόκοκκη άμμος, για να καταλήξει και σε χαλίκι στα νότια (Κάστρο Πλαταμών). Εξαιρέσεις αποτελούν οι θέσεις των εκβολών ποταμών.

Η ταξινόμηση γίνεται μέτρια προς κακή σε θέσεις κοντά σε ρέματα και οικισμούς που δηλώνουν την ανθρώπινη παρέμβαση.

Η θετική λοξότητα που παρουσιάζεται στα περισσότερα δείγματα μπορεί να σημαίνει πως η άμμος είναι λεπτόκοκκη σε μεγάλο εύρος περιοχής με εξαίρεση τις περιοχές κοντά σε εκβολές ρεμάτων

Το μεγαλύτερο πλήθος των δειγμάτων παρουσιάζονται ως πλατύκυρτα (42 δείγματα), και 23 δείγματα ως μεσόκυρτα. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στον διαφορετικό τύπο του μητρικού πετρώματος που διαβρώνονται, μεταφέρονται και αποτίθενται μέσω των ρεμάτων.

Από την *κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας κατανομής μεγέθους κόκκων* φαίνεται ότι η μεγαλύτερη κατανομή των κόκκων περιλαμβάνεται από τα 0 έως τα 2 Φ .

Τέλος, καλό θα ήταν να αναφερθεί ότι τα χρώματα των υλικών σκουραίνουν σημαντικά και βαθμιαία από Βορά προς Νότο. Γενικότερα, νότια από τον ποταμό Μαυρονέρι και ιδίως προς τις τελευταίες Θέσεις της υπό έρευνας περιοχής τα χρώματα που επικρατούν στην παράκτια περιοχή είναι πράσινα σκούρα, σημάδι που φανερώνει την ύπαρξη στην περιοχή, του μητρικού υλικού της περιοχής του Ολύμπου (δείγματα Δ1, Δ3, Δ4, 1_1 έως και 1_10 και 0(1) έως και 0(3)).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ

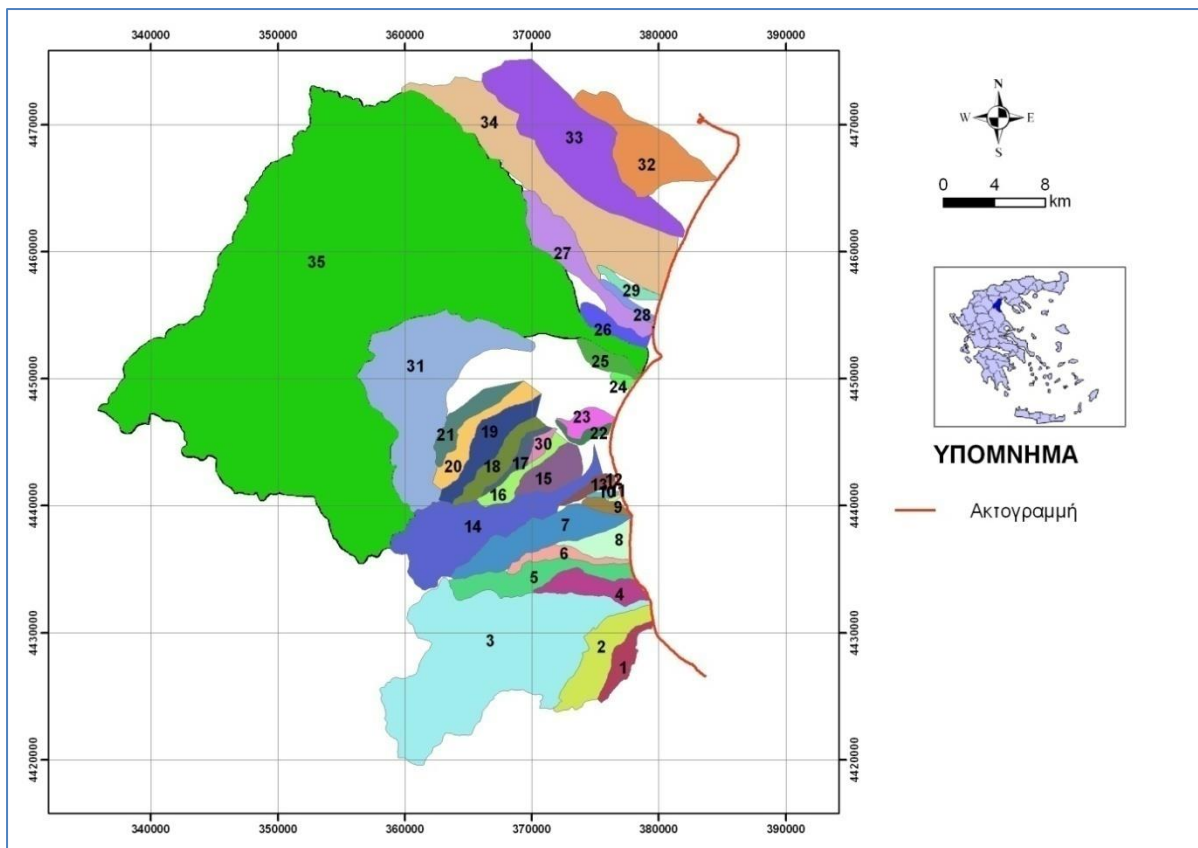
5.1 Εισαγωγή

Για να μελετήσουμε τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης της Πιερίας αρχικά οριοθετήσαμε την περιοχή και τις λεκάνες απορροής που την αποστραγγίζουν και μελετήσαμε αρχικά τις βασικές μορφομετρικές παραμέτρους που τη χαρακτηρίζουν. Στη συνέχεια και με υπόβαθρο το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM) ακολουθήθηκαν επεξεργασίες για εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ανάγλυφο, τα υψόμετρα, τις κλίσεις, το υδρογραφικό δίκτυο των λεκανών απορροής και γενικότερα των μορφολογικών χαρακτηριστικών.

Στον *Πίνακα 5.1* παρουσιάζονται οι λεκάνες, η έκταση που καλύπτει η καθεμία και η περίμετρος τους. Στο *Σχήμα 5.1* απεικονίζεται η θέση όλων των λεκανών απορροής που ανήκουν στην υπό έρευνα περιοχή.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η αρίθμηση των λεκανών ξεκινάει από νότο, από το κάστρο του Πλαταμώνα και συνεχίζει προς βορρά. Οι 24 πρώτες λεκάνες είναι αυτές νοτιότερα του Μαυρονερίου εκτός από τη λεκάνη νο 31 που αποτελεί τη λεκάνη απορροής του ρέματος Ξηρολάκκι. Οι υπόλοιπες λεκάνες βρίσκονται βορειότερα από το Μαυρονέρι. (*Σχήμα 5.1*).

Η λεκάνη του Μαυρονερίου (λεκάνη νο. 35) σαν κυριότερη και μεγαλύτερη λεκάνη της υπό έρευνα περιοχής, εξετάστηκε ξεχωριστά. Έτσι υπολογίστηκε: περίμετρος λεκάνης: 157,2 Km, εμβαδόν λεκάνης: 649,2Km², αριθμός κλάδων: 3717, μήκος κλάδων: 1846,3Km.



Σχήμα 5.1: Αρίθμηση λεκανών απορροής στην περιοχή έρευνας.

Πίνακας 5.1. Μετρούμενα μεγέθη της λεκάνης απορροής.

Λεκάνη	Εμβαδόν (Km ²)	Περίμετρος (Km)
1	8,13	17,37
2	22,00	27,00
3	143,95	69,41
4	13,19	20,90
5	21,13	34,42
6	6,82	21,71
7	28,59	32,72
8	3,16	8,59
9	0,29	2,48
10	1,01	5,63
11	0,26	2,65
12	0,39	2,86
13	3,27	10,76
14	51,87	47,40
15	12,35	15,23
16	7,40	19,72
17	4,99	17,12
18	11,36	21,93
19	17,09	25,91
20	13,34	26,40
21	11,02	21,81
22	2,92	12,17
23	5,58	11,61
24	1,62	5,12
25	6,82	12,79
26	7,17	14,90
27	24,81	33,52
28	3,18	11,52
29	4,06	12,30
30	2,56	8,20
31	88,32	53,51
32	36,13	31,59
33	71,54	46,81
34	71,29	60,79
35	649,20	157,20

5.2 Μορφομετρικές παράμετροι λεκανών απορροής

Για την εξαγωγή των μορφομετρικών παραμέτρων μετρήθηκαν τα εξής γεωμετρικά μεγέθη των λεκανών απορροής (από *Ασάρα, 1980*).

- **Εμβαδόν** επιφάνειας αποστράγγισης των λεκανών, **A** (σε Km²): (*Πίνακας 5.1*)
- **Περίμετρος P** των λεκανών απορροής (σε Km): είναι το μήκος της υδροκριτικής γραμμής των λεκανών. (*Πίνακας 5.1*)
- **Μήκος** των λεκανών απορροής **Lb max** (σε Km): είναι το μήκος του κλάδου μεγαλύτερης τάξης στη λεκάνη (αρίθμηση κατά Strahler) προεκτεινόμενου μέχρι το σημείο του υδροκρίτη με το μέγιστο υψόμετρο **Z max**.
- **Υδρογραφική πυκνότητα Du** (ή πυκνότητα αποστραγγίσεως) που εκφράζει το λόγο του συνολικού μήκους των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μια λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής. (*Horton, 1945, από Ασάρα, 1980*). Η υδρογραφική πυκνότητα συμβολίζεται με **D** και έχει μαθηματικό τύπο:

$$Du = (\Sigma L)u / Au$$

και μετριέται σε Km⁻¹ (ή m⁻¹). Η διαφοροποίηση στην τιμή της υδρογραφικής πυκνότητας μπορεί να δηλώνει διαφοροποίηση στη μορφολογία του εδάφους, στη λιθολογία αλλά και στις χρήσεις γης.

- **Υδρογραφική συχνότητα**, εκφράζει το λόγο του συνολικού αριθμού των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μια λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής. (*Horton, 1945, από Ασάρα, 1980*). Συμβολίζεται με **Fu**, μετριέται σε Km⁻² και ο μαθηματικός τύπος της είναι:

$$Fu = (\Sigma N)u / Au$$

Η υδρογραφική πυκνότητα μαζί την υδρογραφική πυκνότητα δηλώνουν χαρακτήρες σχετικά με την υφή του αναγλύφου μιας λεκάνης απορροής. Οι τιμές τους κυμαίνονται από 0 έως κάποιες δεκάδες.

- **Κυκλικότητα (Cu)**. Ο δείκτης αυτός ορίστηκε, ως ο λόγος του εμβαδού της επιφάνειας της λεκάνης προς το εμβαδόν κύκλου με περίμετρο ίση με την

περίμετρο της λεκάνης. (Αστάρας 1980) Η μαθηματική έκφραση του δείκτη δίνεται ως :

$$Cu = 4\pi Au / Pu^2$$

- **Λόγος επιμήκυνσης (Er).** Εκφράζει το λόγο της διαμέτρου κύκλου (d) που έχει εμβαδόν ίσο με το εμβαδόν της λεκάνης απορροής, προς τη μέγιστη διάσταση της λεκάνης L_{bmax} με μαθηματικό τύπο :

$$Er = d / L_{bmax}$$

Μαζί με το δείκτη της κυκλικότητας δίνει πληροφορίες σχετικά με το σχήμα της λεκάνης.

- **Δείκτης SL (Stream Length).** Προσδιορίζεται από τον τύπο:

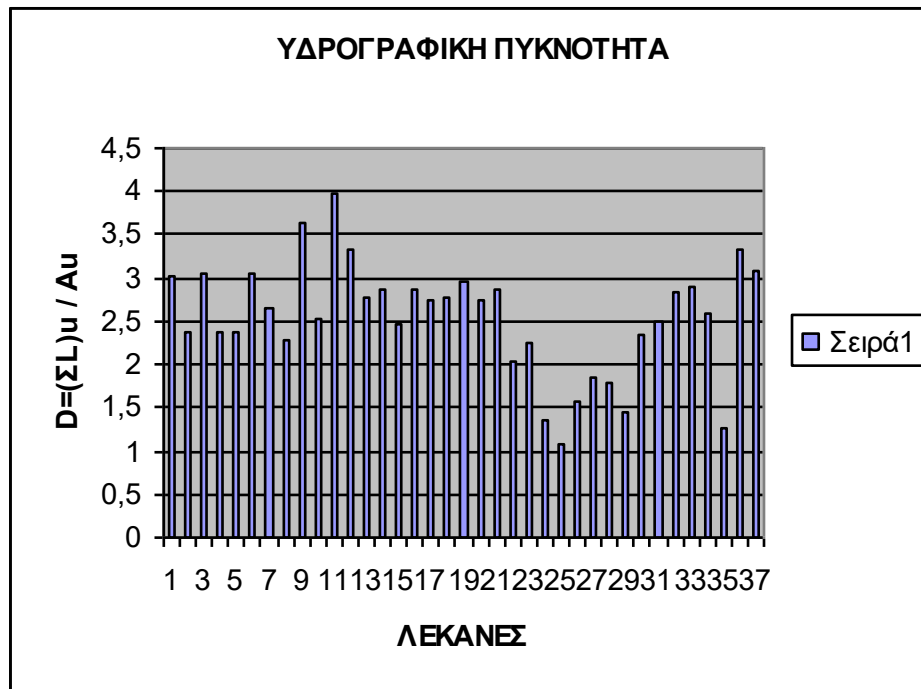
$$SL = (\Delta H / \Delta L) L, (Keller \& Pinter, 2001),$$

όπου $\Delta H / \Delta L$ είναι η κλίση του τμήματος της κοίτης και L είναι η απόσταση του κέντρου του υπό μελέτη τμήματος της κοίτης από το ακρότατο σημείο του υδρογραφικού δικτύου στον υδροκρίτη. Η παράμετρος L αναφέρεται στον κλάδο με το μεγαλύτερο μήκος, ο οποίος σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Horton, 1945, είναι ο κλάδος μέγιστης τάξης.

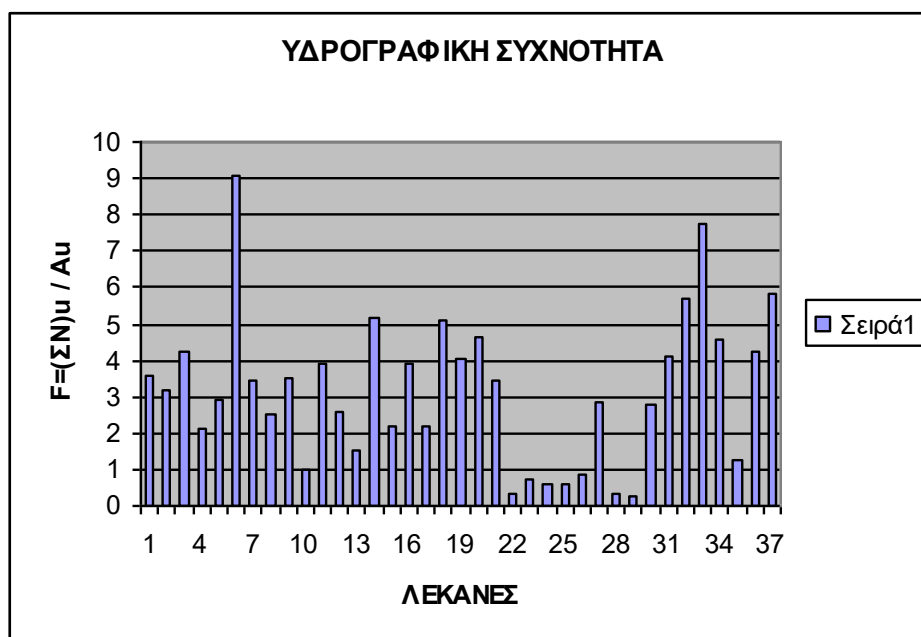
Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι της υδρογραφικής πυκνότητας και υδρογραφικής συχνότητας. Σύμφωνα με τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.2, 5.3), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται από:

- χαμηλή υδρογραφική πυκνότητα ($D < 4$)
- Χαμηλή υδρογραφική συχνότητα ($F < 5$)

Οι παραπάνω τιμές χαρακτηρίζουν περιοχές αποτελούμενες από σκληρά πετρώματα-ανθεκτικές σε διάβρωση, καλυπτόμενες από πυκνή βλάστηση και υγρό κλίμα. Το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται αδρομερές $D < 8$.



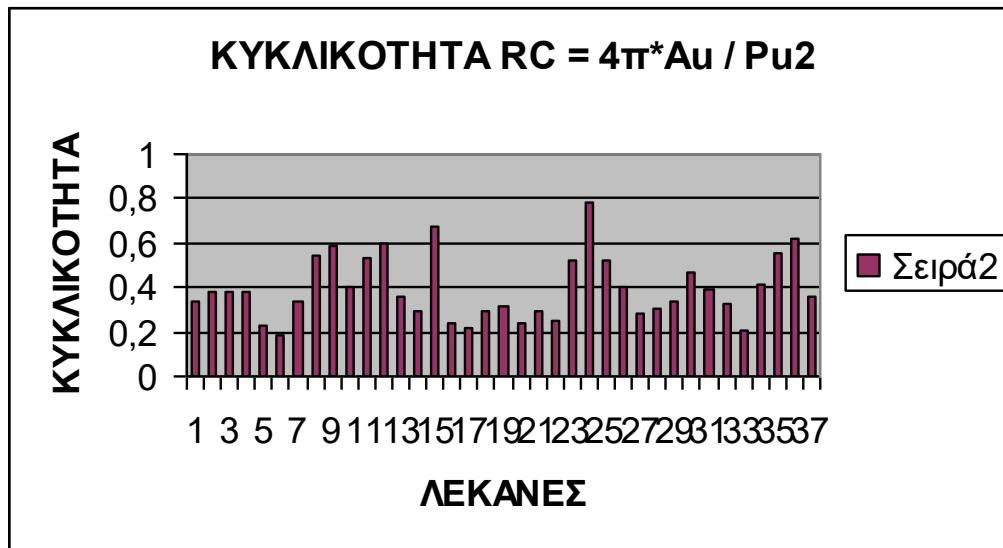
Σχήμα 5.2. Υδρογραφική πυκνότητα λεκανών περιοχής έρευνας.



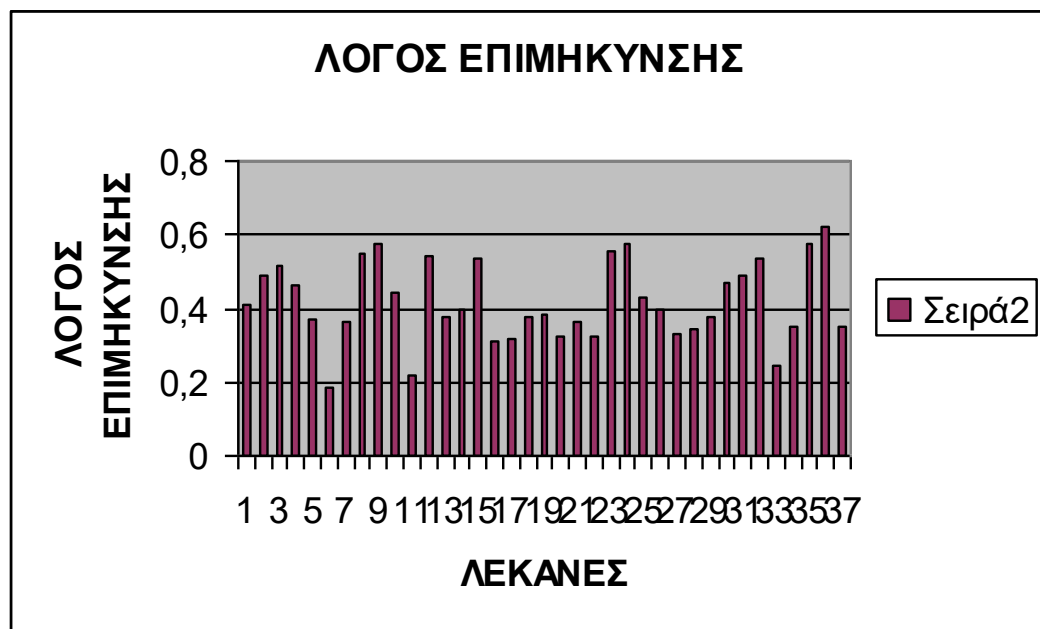
Σχήμα 5.3. Υδρογραφική συχνότητα λεκανών περιοχής έρευνας.

Κατόπιν υπολογίστηκε ο μορφομετρικός δείκτης της **κυκλικότητας**, **Cu** και ο **λόγος επιμύκνσης**, **Er** της λεκάνης (Σχήματα 5.4, 5.5). Η τιμή της κυκλικότητας φανρώνει τη μορφή και το σχήμα που αποκτά η λεκάνη λόγω της δράσης του νερού κι να αναγνωριστεί τυχόν τεκτονική ανύψωση. Η κυκλικότητα λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Τιμές κοντά στο 1 δείχνουν λεκάνες κυκλικές, αποτέλεσμα μακρόχρονης δράσης του νερού και ασθενή

τεκτονική δραστηριότητα. Τιμές που τείνουν στο 0 (όπως στις περισσότερες λεκάνες που ανήκουν στην υπό έρευνα περιοχή) δείχνουν επιμήκεις λεκάνες, αποτέλεσμα πρόσφατης τεκτονικής δράσης (Reddy et al., 2004).

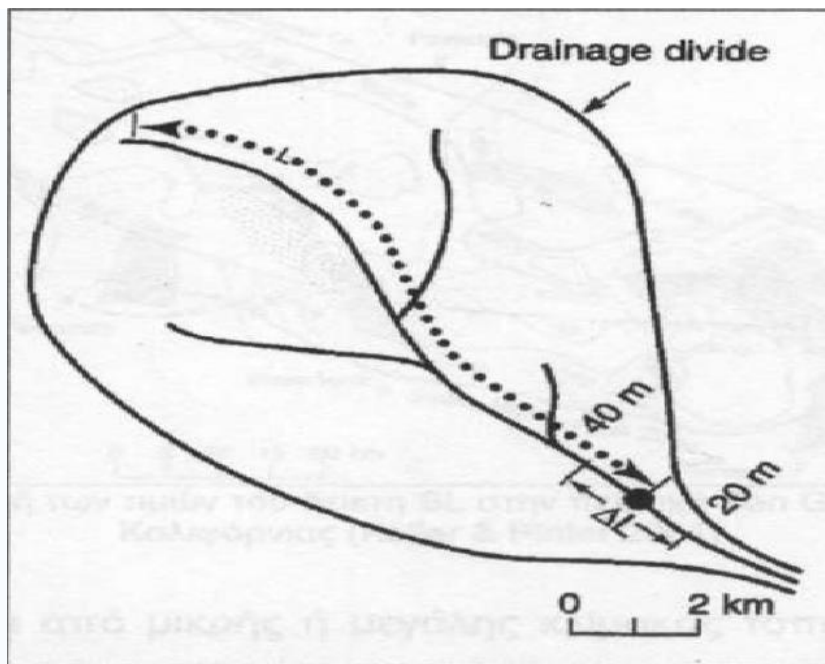


Σχήμα 5.4. Κυκλικότητα λεκανών περιοχής έρευνας.



Σχήμα 5.5. Λόγος επιμήκυνσης λεκανών περιοχής έρευνας.

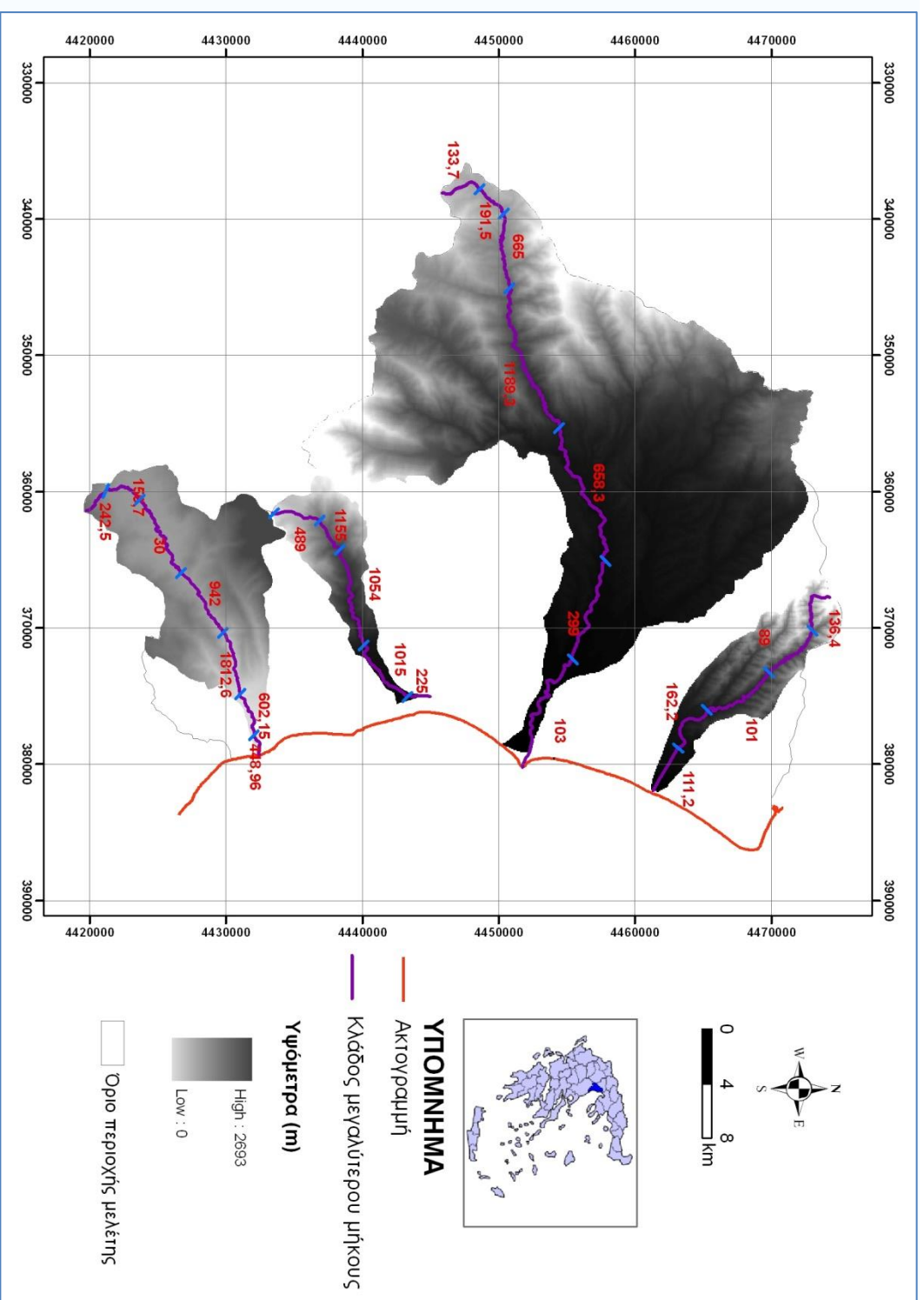
Ακολούθως, υπολογίστηκε ο δείκτης **SL (STREAM LENGTH)** σύμφωνα με το Σχήμα 5.6



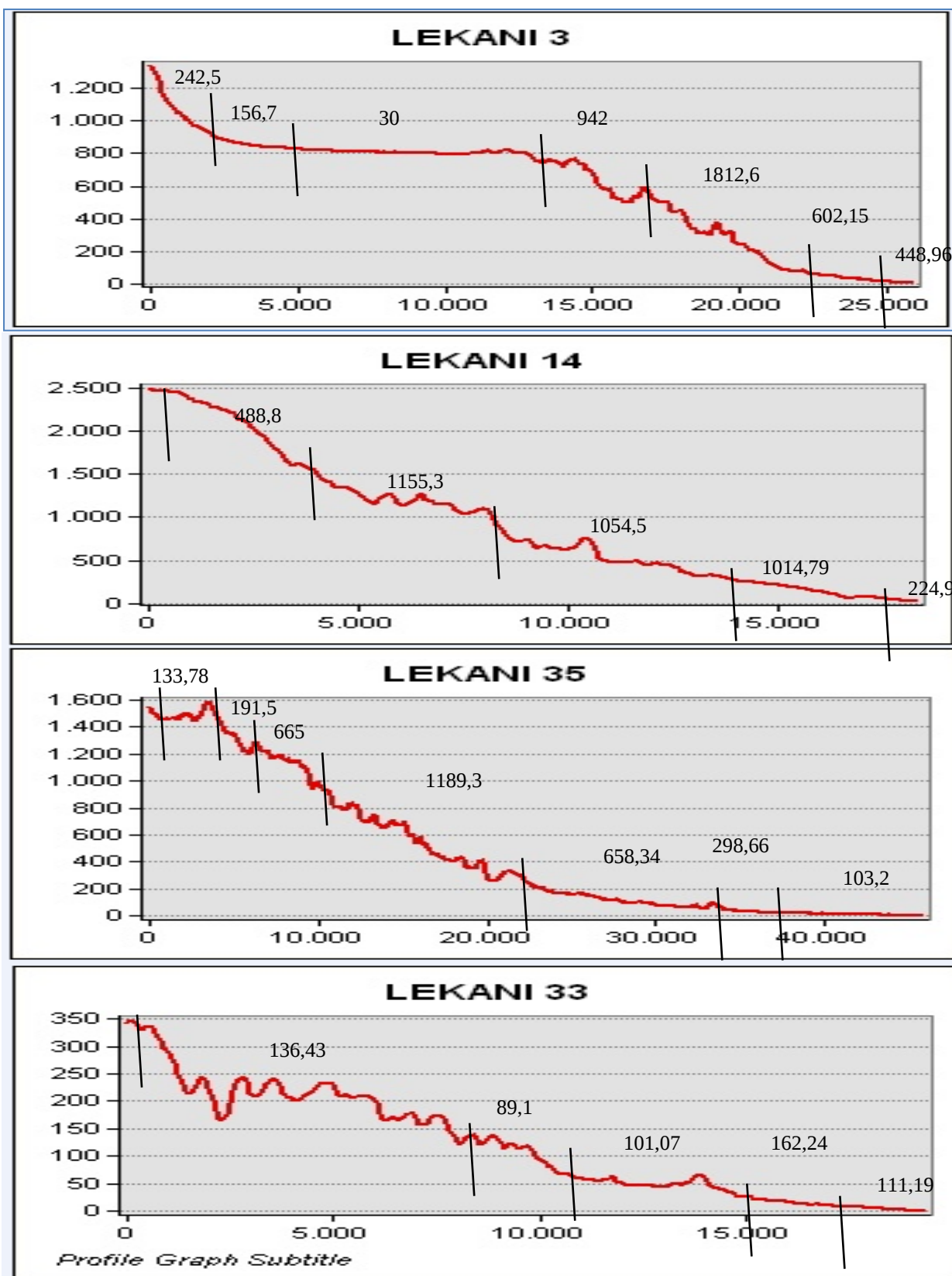
Σχήμα.5.6 Υπολογισμός του δείκτη SL (Τροποποιημένο από Keller & Pinter, 2001).

Ο δείκτης SL φανερώνει την ποτάμια δράση. Αποτελεί μια υδρολογική μεταβλητή, μεγ'σλης σπουδαιότητας γιατί σχετίζεται με την ικανότητα ενός ποταμού να διαβρώσει τον πυθμένα του και να μεταφέρει ιζήματα. Ο δείκτης SL επιλέχθηκε γιατί είναι ευαίσθητος στις μεταβολές κλίσεις του πυθμένα του ποταμού. Αντανακλά άμεσα την ικανότητα διαμόρφωσης ενός προφίλ ισορροπίας από τον ποταμό και σχετίζεται άμεσα με την τεκτονική δράση και τη γεωμορφολογική εξέλιξη της λεκάνης απορροής (Παυλίδης 2003, Βουβαλίδης κ.α., 2005).

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 5.7) απεικονίζονται οι τέσσερις λεκάνες στις οποίες εφαρμόστηκε ο δείκτης SL καθώς και η τιμή του δείκτη τοπικά. Οι λεκάνες αυτές είναι η λεκάνη 3 (ποταμός Ζηλιάνα, στα νότια), λεκάνη 14 (ποταμός Ενιπέας), λεκάνη 33 (στα βόρεια της περιοχής έρευνας) και λεκάνη 35 (ποταμός Μαυρονέρι). Επιλέχθηκαν αυτές οι λεκάνες γιατί αποτελούν τις μεγαλύτερες και σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής και μας αρκούν για να βγάλουμε αξιόπιστα συμπεράσματα αρκούν για να βγάλουμε αξιόπιστα συμπεράσματα.



Σχήμα 5.7 Απεικονίζονται οι λεκάνες στις οποίες εφαρμόστηκε ο δείκτης SL καθώς και η τιμή του δείκτη σε κάθε σημείο.



Σχήμα 5.8. Απεικονίζονται μορφολογικά προφίλ των λεκανών 3, 14, 35 και 33, όπου φαίνονται οι μεταβολές του δείκτη SL.

Στο Σχήμα 5.8 παρουσιάζονται οι μεταβολές στην τιμή του δείκτη SL κατά μήκος του κλάδου με το μεγαλύτερο μήκος (σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Horton). Παρατηρείται ότι, κατά θέσεις, η τιμή του δείκτη αυξάνεται σημαντικά, γεγονός που μπορεί να υποδεικνύει την επίδραση της τεκτονικής δραστηριότητας αλλά και της γεωμορφολογίας στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου.

Σχετικά με τη λεκάνη 3 που είναι η λεκάνη απορροής του ποταμού Ζηλιάνα, στα νότια της υπό έρευνα περιοχής μπορούμε να πούμε τα εξής για τις τιμές του SL που υπολογίστηκαν. Η πρώτη μεταβολή που παρουσιάζεται στην τιμή του δείκτη SL ($SL = 450$) δηλώνει το όριο μεταξύ της ζώνης των Τεταρτογενών παράκτιων αποθέσεων και στη ζώνη των αλλουβιακών ριπιδίων. Ενώ, η επόμενη μεταβολή του SL ($SL = 602$) φανερώνει τη μετάβαση σε ασβεστολιθικά πετρώματα αλλά και σε μεγαλύτερες κλίσεις. Στη συνέχεια οι τιμές του δείκτη SL είναι ακόμα πιο υψηλές ($SL = 1812$ και $SL = 942$) γεγονός που φανερώνει ομοίως σημαντικές κλίσεις ($15 - 25^\circ$), σε ασβεστολιθικά πετρώματα και σχιστολίθους που διαβρώνονται εύκολα. Γενικότερα, οι μεγάλες τιμές του δείκτη SL δηλώνουν τάσεις απογύμνωσης και μεγάλους ρυθμούς διάβρωσης που οφείλονται στο τεκτονικό καθεστώς του Ολύμπου, στις έντονες κλίσεις και τα μεγάλα υψόμετρα αλλά και στα υλικά μεγάλης διαβρωσιμότητας. Στα δυτικά της λεκάνης απορροής, σε υψόμετρο από 808 έως 828m περίπου και σε μήκος κλάδου 7,8 Km περίπου υπολογίστηκε πολύ χαμηλή τιμή του δείκτη SL ($SL = 30$). Η τιμή αυτή μας οδηγεί σε χαμηλού υψόμετρου αποθετικές δράσεις παλιάς λεκάνης, ενώ παρατηρώντας τον τοπογραφικό χάρτη «Φύλλο Γόννοι», εντοπίστηκαν στην συγκεκριμένη θέση οι αποθέσεις κλειστής λεκάνης Συκαμινέας – Καρυάς. Δυτικότερα και προς τα όρια του υδροκρίτη οι τιμές του δείκτη SL κυμαίνονται σχετικά ομαλές ($SL = 157$, $SL = 240$).

Για τη λεκάνη 14, που αφορά τη λεκάνη απορροής του ποταμού Εννιπέα, υπολογίστηκε τιμή για τον δείκτη SL ($SL = 225$) μεταξύ των Τεταρτογενών αποθέσεων και των αλλουβιακών ριπιδίων ενώ δυτικότερα και μέχρι το τέλος σχεδόν της λεκάνης οι τιμές του δείκτη SL έχουν πολύ υψηλή τιμή. Η πολύ μικρή διαφορά μεταξύ του δείκτη της ζώνης των αλλουβιακών ριπιδίων και των ασβεστολίθων του Ολύμπου ($SL = 1015$, 1055 , 1155 αντίστοιχα), θα μπορούσε να φανερώνει ότι δεν υπάρχει όριο μεταξύ τους, αλλά ότι το σύστημα του τεκτονικού παραθύρου (ασβεστόλιθοι του Ολύμπου) και των αλλουβιακών ριπιδίων συμπεριφέρεται ως ενιαίο, οπότε και ανυψώνεται όλο σύμφωνα με τις συνθήκες ανύψωσης του Ολύμπου.

Στη συνέχεια, για τη λεκάνη 35 που είναι η λεκάνη απορροής του ποταμού Μαυρονέρι, χωρίστηκε ο μέγιστος κλάδος σε επτά τμήματα και υπολογίστηκε για κάθε ένα από αυτά ο δείκτης SL. Οι τιμές του δείκτη SL βρέθηκαν αρκετά χαμηλές στο μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού (SL = 103 SL = 660 και SL = 300) που πιθανόν σχετίζεται με το όριο των Τεταρτογενών αποθέσεων – Νεογενών αλλά και με βαθμιαία αύξηση των κλίσεων. (0 – 2°, 2° -8°, >8° αντίστοιχα). Ακολούθως, εμφανίζεται σημαντική αύξηση του δείκτη (SL = 1190) σε τμήμα της λεκάνης όπου το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ως απότομο και εξαιρετικά απότομο, ενώ η γεωλογία μεταβαίνει σε εύθρυπτα ασβεστολιθικά υλικά των Περίων Ορέων.

Τέλος, για τη λεκάνη 33 στα βόρεια της υπό έρευνα περιοχής, χωρίσαμε τον μέγιστο κλάδο σε πέντε τμήματα και υπολογίστηκε ο δείκτης SL για κάθε ένα από αυτά. Οι τιμές που υπολογίστηκαν είναι χαμηλές για όλο το μήκος του μέγιστου κλάδους (δείκτης SL = από 90 έως 140). Έχουμε λοιπόν τιμές χαμηλές με ομαλή διακύμανση. Αυτό συνάγει με τα χαμηλά υψόμετρα και κλίσεις που εμφανίζονται στη συγκεκριμένη λεκάνη (υψόμετρα από 0 έως 350m περίπου και κλίσεις από 0 έως 14° περίπου σε όλο το εύρος της λεκάνης), καθώς επίσης και με την αποθετική τάση του ποταμού (Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός των πολύ χαμηλών υψομέτρων σε μεγάλη απόσταση από την ακτή).

5.3 Ταξινόμηση αναγλύφου – κλίσεων

Για να περιγραφεί το ανάγλυφο στην ευρύτερη περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε μέθοδος ταξινόμησης των υψομέτρων σύμφωνα με Dikau1989. Έτσι η λεκάνη απορροής χωρίστηκε σε περιοχές με συγκεκριμένο εύρος υψομέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, και δόθηκε χαρακτηρισμό σε κάθε μια απ' αυτές. Στον Πίνακα 5.2 δίνεται ο τύπος του αναγλύφου ανάλογα με το εύρος υψομέτρων, σύμφωνα με Dikau, 1989.

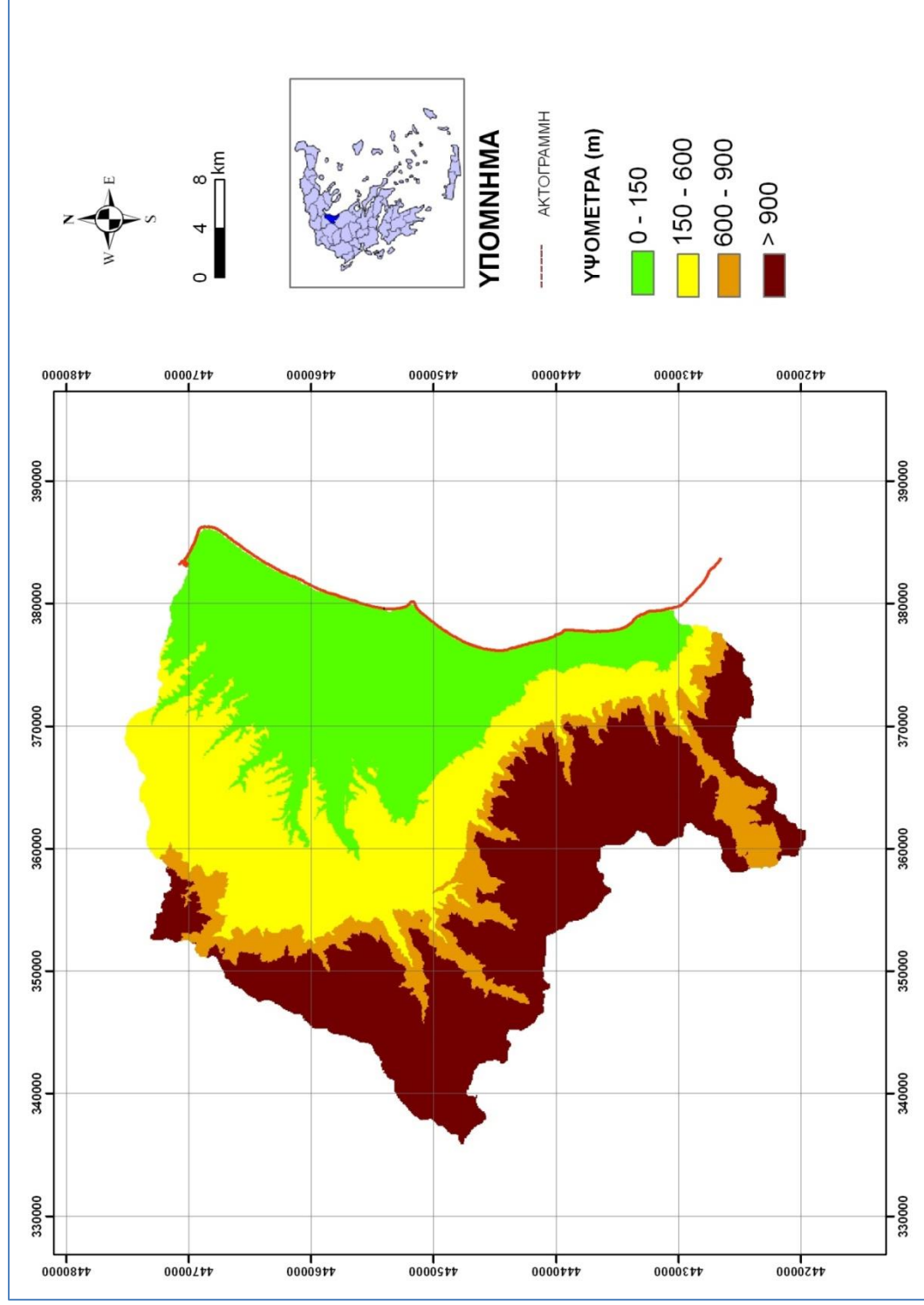
Πίνακας 5.2 .Χαρακτηρισμός αναγλύφου σύμφωνα με Dikau, 1989.

Εύρος υψομέτρων (m)	Τύπος αναγλύφου
<150	Πεδινό
150 – 600	Λοφώδες
600 – 900	Ημιορεινό
>900	Ορεινό

Χρησιμοποιώντας το εύρος υψομέτρων της ταξινόμησης, καθώς και το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM), κατασκευάστηκε ο χάρτης υψομέτρων της περιοχής. Ο χάρτης υψομέτρων, παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.9, ενώ στο Σχήμα 5.9.1 απεικονίζονται οι ισουψείς καμπύλες από 1 έως 10m. Ακόμη, υπολογίστηκε το ποσοστό της έκτασης που καταλαμβάνει η κάθε περιοχή, ανάλογα με το χαρακτηρισμό που της έχει αποδοθεί (Πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.3. Επιφάνεια (Km²) και ποσοστό (%) κάλυψης σε κάθε εύρος υψομέτρων.

Υψόμετρο (m)	Τύπος αναγλύφου	Επιφάνεια (Km ²)	Ποσοστά(%)
0-150	Πεδινό	430.199.647	29,22
150-600	Λοφώδεις	394.536.771	26,80
600-900	Ημιορεινό	160.719.274	10,92
>900	Ορεινό	486.700.727	33,00



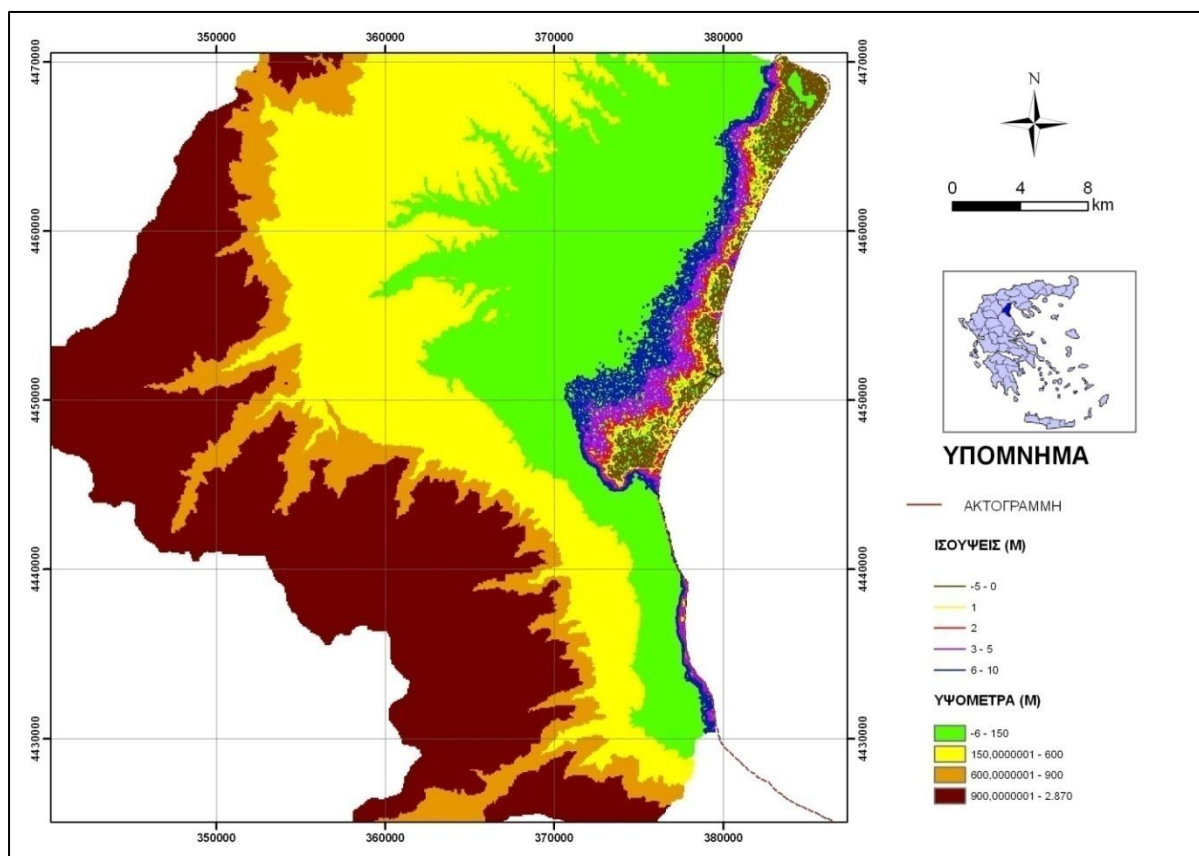
Σχήμα 5.9. Ταξινόμηση υψομέτρων, κατά Dikai, 1989, του αναγλύφου της περιοχής.

Όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 5.3, η κατανομή των υψομέτρων και το ανάγλυφο σε όλο το εύρος της περιοχής έρευνας παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις καλύπτοντας μεγάλες επιφάνειες σε όλους σχεδόν τις κατηγορίες αναγλύφου. Οι πεδινές περιοχές με υψόμετρο <150 m εμφανίζονται σε ολόκληρη την παράκτια ζώνη του νομού Πιερίας. Εκτείνονται δε σε αξιόλογο βαθμό και σε απόσταση πάνω από 10 -20 Km από την ακτογραμμή. Η τελευταία επισήμανση σημειώνεται μόνο για το κεντρικό και βόρειο τμήμα της περιοχής έρευνας δηλαδή, από το ύψος της κοίτης του Μαυρονερίου και προς Βορρά. Αντίθετα, στα νότια της υπό έρευνας περιοχή γίνεται φανερό ότι η κατανομή των υψομέτρων διαφοροποιείται αισθητά, αφού το πλάτος των πεδινών περιοχών με υψόμετρο <150m καλύπτει απόσταση το πολύ 5-10Km από την ακτογραμμή και προς Δυτικά, προς τον Όλυμπο.

Η λοφώδης ζώνη, με υψόμετρο 150 – 600m καλύπτει κάθετα ολόκληρη την περιοχή έρευνας με πλάτος που φτάνει τα 20Km στο βόρειο τμήμα της περιοχής και λιγότερο από 5 Km στα νότια της περιοχής, νότια από το ρέμα του Ενιπέα.

Η ζώνη που χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή (με υψόμετρο 600-900m), καλύπτει το μικρότερο ποσοστό του αναγλύφου σε σχέση με τις υπόλοιπες ζώνες, χωρίς να έχει ιδιαίτερη διακύμανση στο πλάτος της.

Τέλος, το ορεινό τμήμα της περιοχής, με υψόμετρο >900m, καλύπτει το σημαντικό ποσοστό των 33% του αναγλύφου και εκτείνεται στα δυτικά της περιοχής έρευνας φανερώνοντας τον όγκο της οροσειράς του Ολύμπου. Το έντονο ανάγλυφο που παρουσιάζεται στο νότιο τμήμα της περιοχής που ερευνάται συνδέεται άρρηκτα με τον ορεινό όγκο του Ολύμπου και την ρηξιγενή δομή του. Τα παραπάνω είναι στοιχεία που φανερώνουν την τάση απογύμνωσης της περιοχής και τον έντονο ρυθμό διάβρωσης και μεταφοράς των ιζημάτων προς τα ανατολικά στο Θερμαϊκό κόλπο.



Σχήμα 5.9.1 Απεικονίζεται η κατανομή των ισοϋψών καμπυλών 1 -10m.

Η ανάλυση της κλίσης του αναγλύφου μπορεί επίσης να μας να οδηγήσει σε συμπεράσματα για το βαθμό διάβρωσης στην εκάστοτε περιοχή. Για την ταξινόμηση των κλίσεων της περιοχής έρευνας, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ταξινόμησης σύμφωνα με Demek (1972), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.5. Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, οι τιμές της μέσης κλίσης του αναγλύφου χωρίστηκαν σε έξι ομάδες, οι οποίες χαρακτηρίζουν διαφορετικές επιφάνειες καθώς και διαφορετικό τρόπο διάβρωσής τους (Demek, 1972).

Χρησιμοποιώντας την κλίση ως την 1η παράγωγο της επιφάνειας του εδάφους, κατασκευάστηκε με βάση το DEM, ο χάρτης κλίσεων της περιοχής (βλ. Σχήμα 5.10) με εύρος τιμών κλίσης κατ' αναλογία με την ταξινόμηση του Demek. Υπολογίστηκε ακόμα το ποσοστό % έκτασης που αντιστοιχεί σε κάθε εύρος τιμών κλίσης, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4. Επιφάνεια (Km²) και ποσοστό κάλυψης (%) για κάθε εύρος κλίσεων.

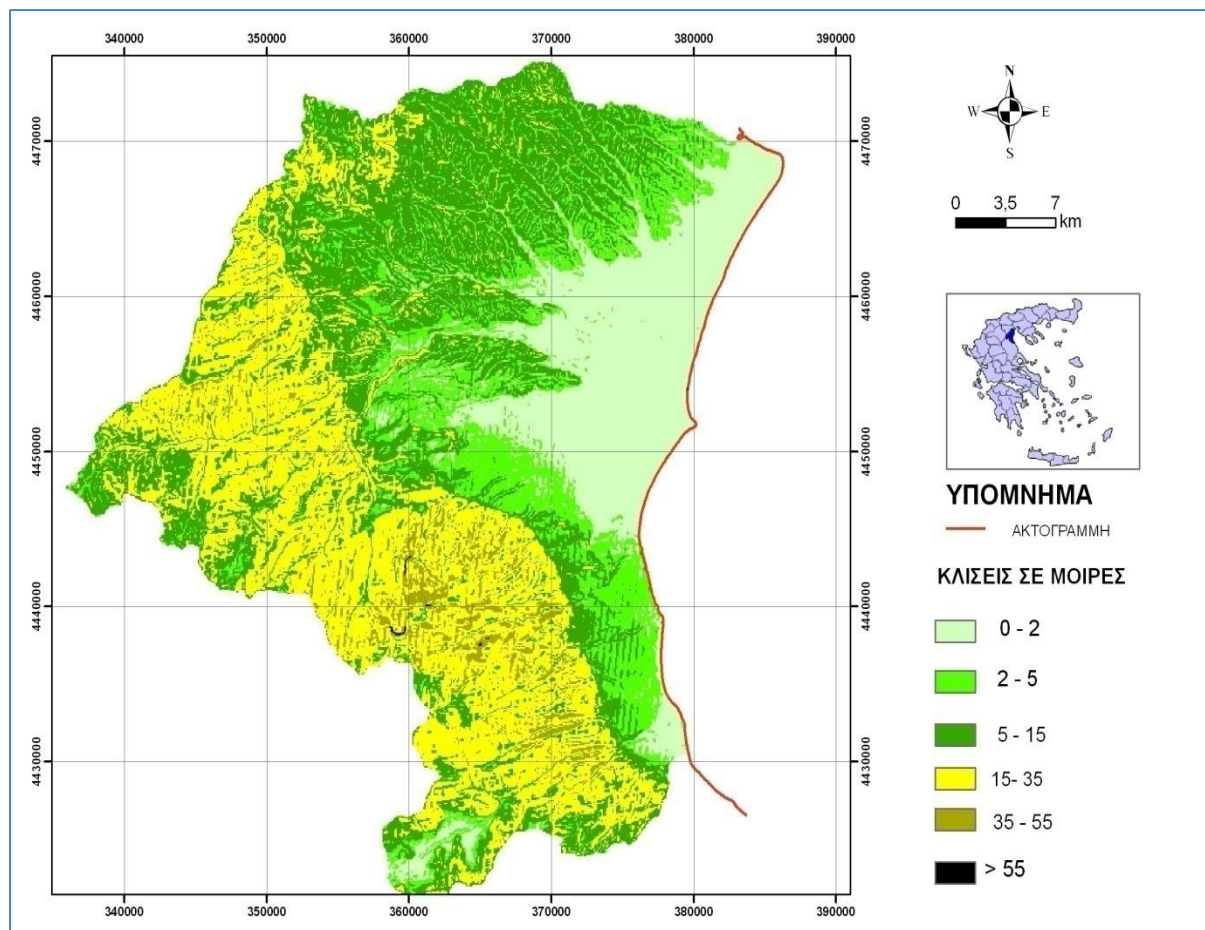
Κλίσεις °	Επιφάνεια (Km ²)	Ποσοστό %
0-2	276.189.929	18,76
2-5	220.975.722	15,01
5-15	473.346.064	32,15
15-35	451.139.396	30,65
35-55	49.892.812	3,39
>55	538.414	0,04

Πίνακας 5.5. Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek, 1972 (από Φουρνιάδης, 2002).

Κλίση	Χαρακτηρισμός
0-2°	Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πλημμυρικά πεδία, επιφάνειες επιπέδωσης, αναβαθμίδες). Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.
2-5°	Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πρόποδες κοιλάδων, περιοχές τελικών μοραίνων, κλιτύς θινών). Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης.
5-15°	Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (κλιτύς κοιλάδων, τεκτονικές αναβαθμίδες). Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, έντονες διαβρωτικές διεργασίες σε περιοχές μειωμένης φυτοκάλυψης αλλά έναρξη τους και σε περιοχές έντονης φυτοκάλυψης. Πιθανές ολισθήσεις εδάφους και ερπυσμός.
15-35°	Απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο (κλιτύς κοιλάδων μεσαίων ορέων). Έντονες διεργασίες απογύμνωσης πάσης φύσεως, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, πολύ έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση τόσο σε γυμνές όσο και σε καλυμμένες (δάση) περιοχές.
35-55°	Απόκρημνο ανάγλυφο (απότομες κλιτύς κοιλάδων υψηλών ορέων). Πολύ λεπτό, ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος, ισχυρότατη έκθεση στους παράγοντες της διάβρωσης και της βαρύτητας.
>55°	Κάθετο ανάγλυφο (κάθεται κλιτύς σε περιοχές ψαμμιτικών και ασβεστολιθικών ορέων). Απουσία εδάφους. Απογύμνωση των εκτεθειμένων πετρωμάτων, κατάρρευση βραχών.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 5.4 αντιλαμβανόμαστε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνειας χαρακτηρίζεται από κλίσεις 5 -15° και 15-35°. Αναλυτικότερα, το 32,15% της επιφάνειας της υπό έρευνας περιοχή καλύπτεται από κλίσεις 5-15°, ενώ το 30,65% από

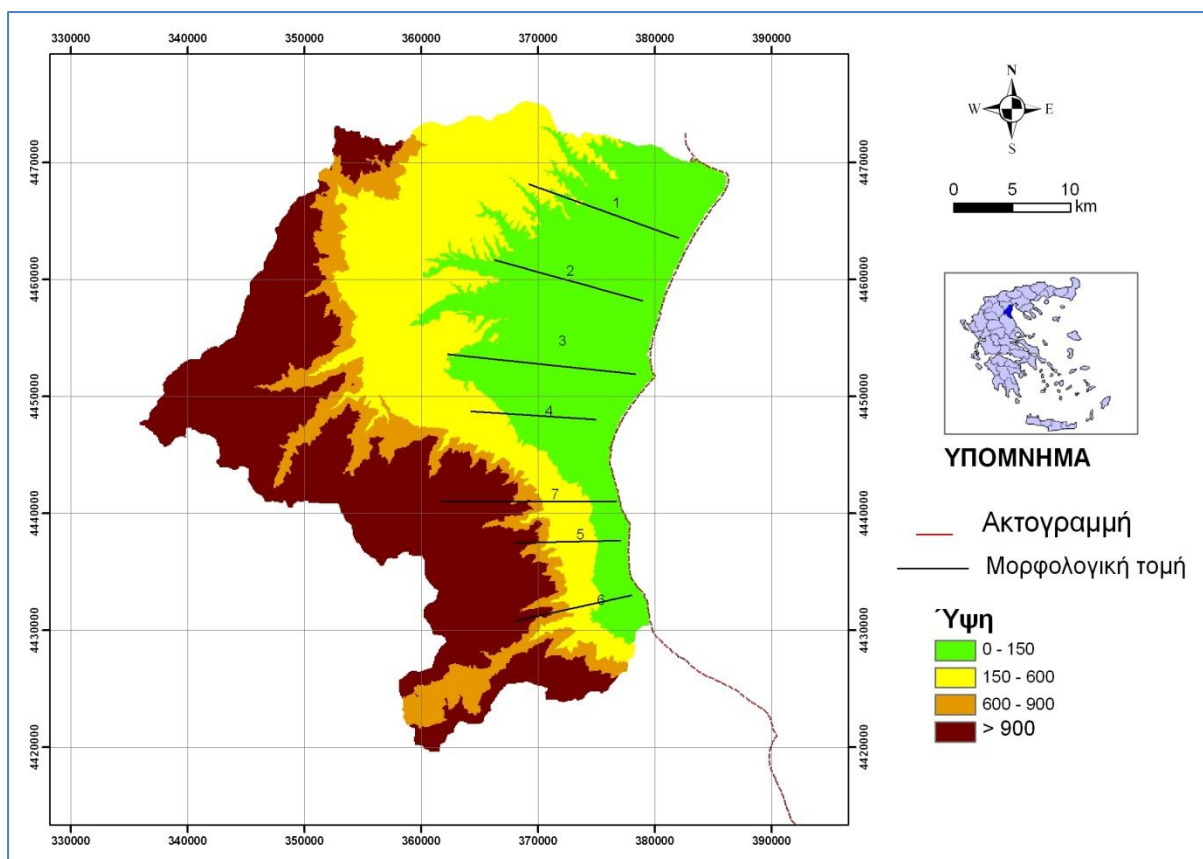
κλίσεις 15-35°. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι το ανάγλυφο κατά κύριο λόγο χαρακτηρίζεται από ισχυρό έως απότομο και εξαιρετικά απότομο, αποτελούμενο από κλιτύες κοιλάδων οι οποίες υπόκεινται σε κινήσεις μαζών και διαβρωτικές διεργασίες.



Σχήμα 5.10 Ταξινόμηση των κλίσεων κατά Demek, 1972.

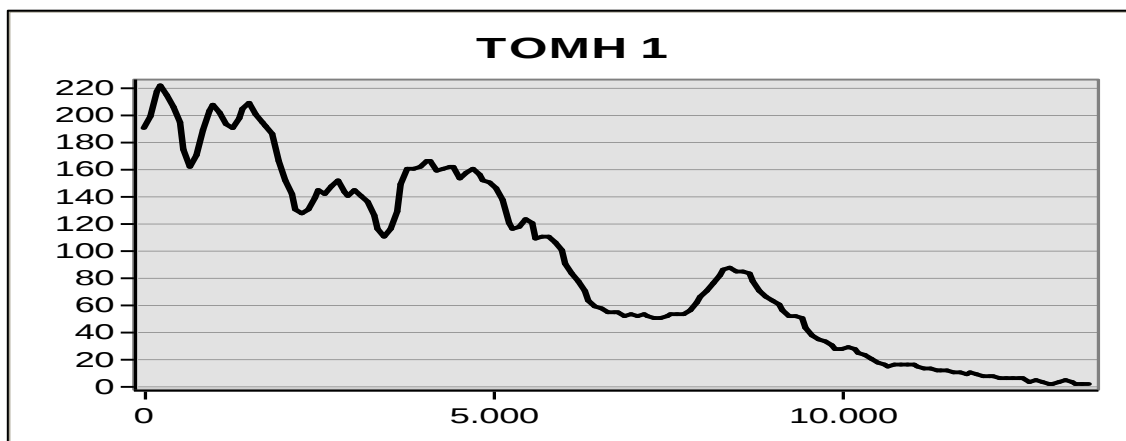
Στα πλαίσια της γεωμορφολογικής μελέτης της περιοχής που εξετάζουμε κατασκευάστηκαν μορφολογικές τομές σε όλο το μήκος της περιοχής, και με διεύθυνση Δύση – Ανατολή, κάθετη δηλαδή προς την ακτογραμμή.

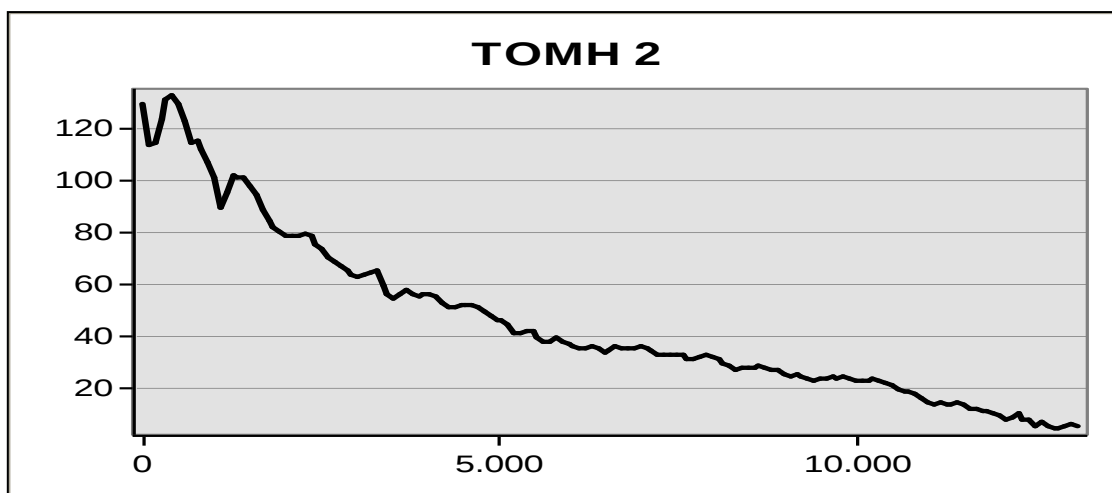
Οι μορφολογικές τομές παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.11.



Σχήμα 5.11. Θέσεις κατασκευής μορφολογικών τομών.

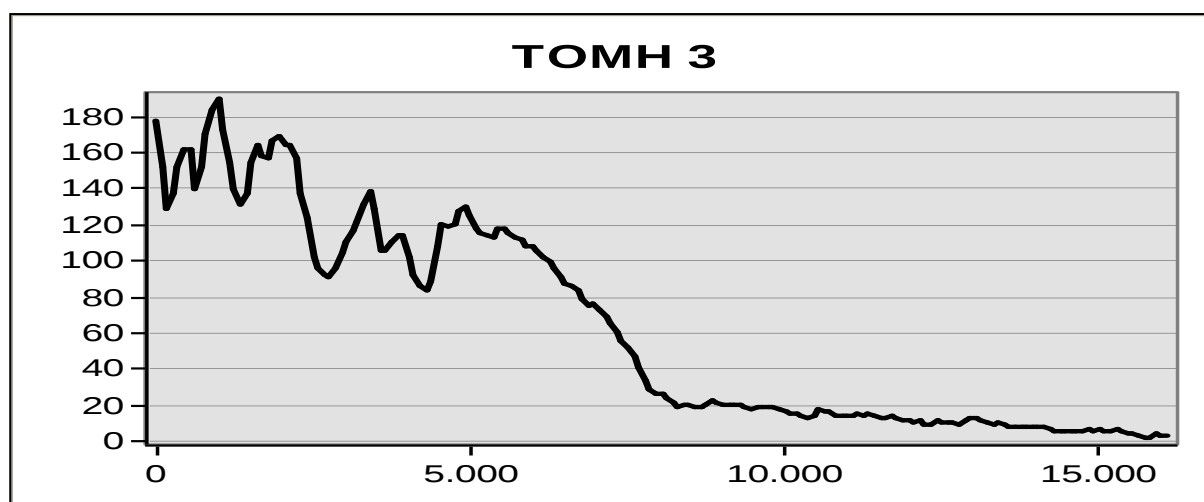
Κατασκευάστηκαν επτά μορφολογικές τομές σε αντίστοιχες θέσεις κατά μήκος της περιοχής έρευνας κατασκευασμένες μέσω Γ.Σ.Π. και του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1. με χρήση του DEM της περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του χάρτη αναγλύφου. Οι τομές κατασκευάστηκαν με προσανατολισμό Δ –Α με φορά προς Α δηλαδή προς την ακτογραμμή και μάλιστα λίγα μέτρα μακριά από αυτήν.

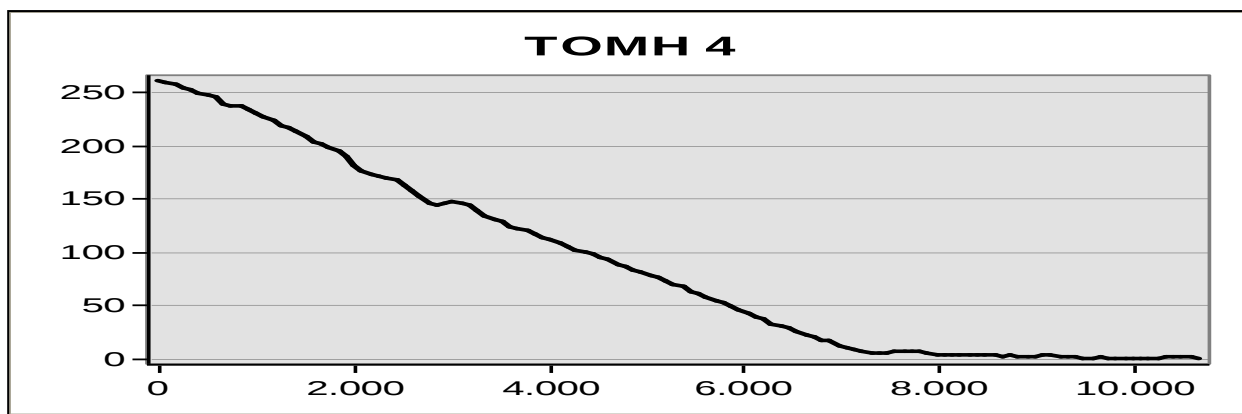




Σχήμα 5.12. Μορφολογικές τομές 1 και 2 στο βόρειο τμήμα της περιοχής έρευνας κατασκευασμένες μέσω Γ.Σ.Π. (κατεύθυνση Δύση- Ανατολή).

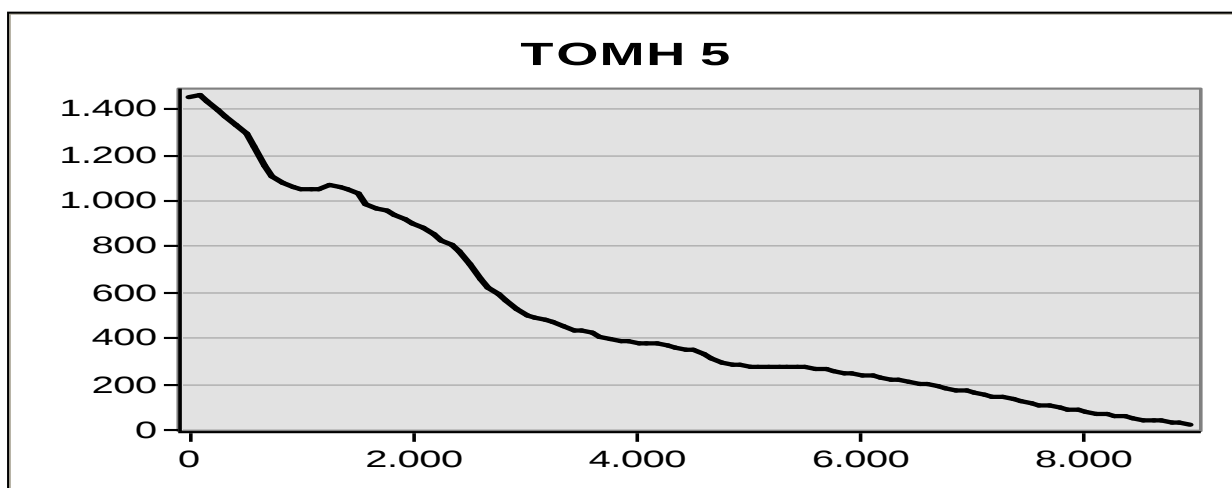
Οι δύο πρώτες τομές (Σχήμα 5.12), δείχνουν την πορεία του αναγλύφου στο βόρειο τμήμα τα περιοχής και μπορούμε να διακρίνουμε τα χαμηλά υψόμετρα σε σχέση με την απόσταση από την ακτογραμμή. Έτσι, τα υψόμετρα παραμένουν αρκετά χαμηλά και μόλις σε απόσταση πάνω από 10.000m από την θάλασσα δεν ξεπερνούν τα 200 – 220m.

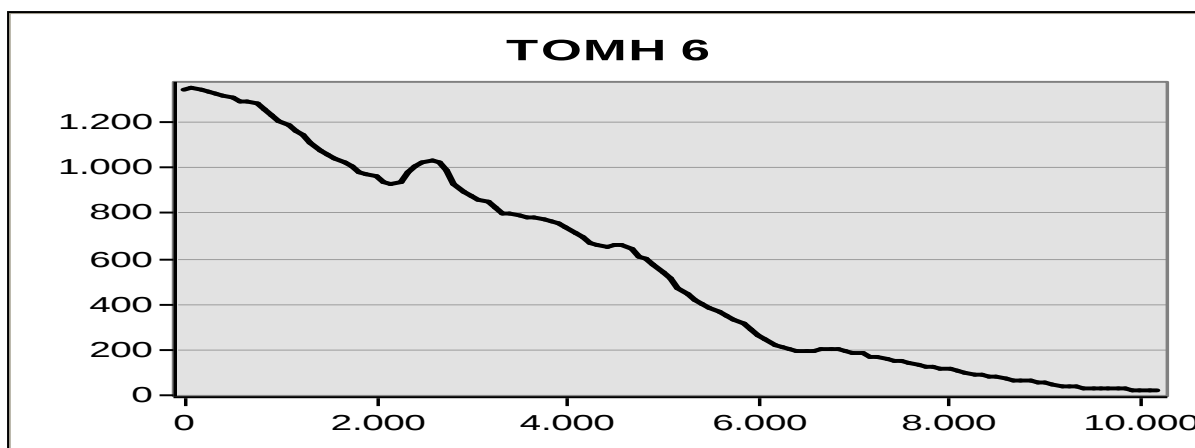




Σχήμα 5.13. Μορφολογικές τομές 3 και 4 στο μεσαίο τμήμα της περιοχής έρευνας κατασκευασμένες μέσω Γ.Σ.Π. (κατεύθυνση Δύση- Ανατολή).

Στο μεσαίο τμήμα της περιοχής που ερευνάται κατασκευάστηκαν οι μορφολογικές τομές 3 και 4 (Σχήμα 5.13). Και σε αυτές τις τομές μπορούμε να διακρίνουμε τα χαμηλά υψόμετρα και το σχετικά ομαλό ανάγλυφο που από τα 180 – 200m υψόμετρα καταλήγει στη θάλασσα μετά από 10 – 15.000m. Οι κλίσεις είναι αρκετά ομαλές αφού για αρκετές χιλιάδες μέτρα το υψόμετρο παραμένει σε σταθερή τιμή. Χαρακτηριστική είναι η σταθερότητα του υψομέτρου ιδίως σε κοντινή απόσταση από την ακτογραμμή αφού για τουλάχιστον 5 km το υψόμετρο δεν έχει ξεπεράσει τα 20m. Οι κάποιες διακυμάνσεις που παρουσιάζονται στην τομή 3 έχουν σίγουρα σχέση με το ρέμα του Μαυρονερίου αφού η τομή έχει κατασκευαστεί κατά μήκος αυτού.

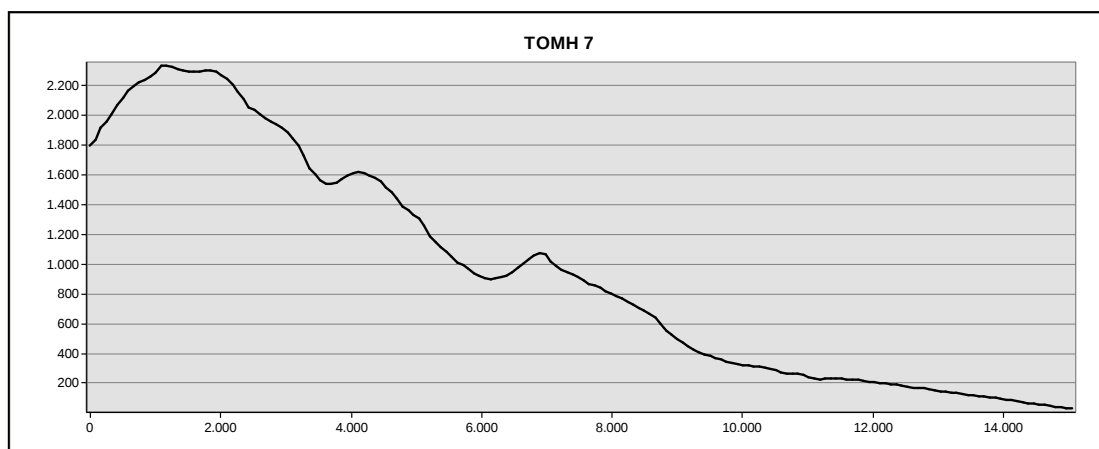




Σχήμα 5.14. Μορφολογικές τομές 5 και 6 στο νότιο τμήμα της περιοχής έρευνας κατασκευασμένες (κατεύθυνση Δύση- Ανατολή).

Τέλος, κατασκευάστηκαν στο νότιο τμήμα της περιοχής έρευνας οι μορφολογικές τομές 5 και 6 (Σχήμα 5.14). Σε αυτές τις τομές μπορούμε να διακρίνουμε έντονες διαφορές σε σχέση με τις παραπάνω (τομές 1, 2, 3, 4). Έτσι τα υψόμετρα διαφοροποιούνται και αντί των 200m που βλέπαμε παραπάνω τώρα σε απόσταση 10.000m από την ακτογραμμή φτάνουμε τα 1.200 και 1.400m. Οι κλίσεις είναι σίγουρα πιο απότομες αφού σε απόσταση για παράδειγμα 200m το υψόμετρο πέφτει 200m.

Στην τομή 7 (Σχήμα 5.15), απεικονίζεται η μορφή του αναγλύφου από Δύση προς Ανατολή, έτσι όπως φαίνεται στο σχ. Στο σχήμα φαίνονται επιφάνειες επιπέδωσης. Συγκεκριμένα, σε υψόμετρο περίπου 900m, 1500m και 2300m εμφανίζονται 3 επιφάνειες επιπέδωσης, υψόμετρα που συμπίπτουν με τα υψόμετρα που είχαν υποδειχθεί και από Ψιλοβίκο, 1981, ενώ στα 350m περίπου φαίνεται ίσως και η επιφάνεια των πετροπροπόδων. (βλ. κεφ. 2.4.1.2)



Σχήμα.5.15. Μορφολογική τομή 7 στο νότιο τμήμα της περιοχής κατασκευασμένη μέσω Γ.Σ.Π. (κατεύθυνση Δύση- Ανατολή).

5.4 Υψομετρικό Ολοκλήρωμα και Υψομετρική Καμπύλη

Για να προσδιοριστεί η κατανομή του μορφολογικού αναγλύφου και για να διαπιστωθεί το στάδιο απογύμνωσης στο οποίο ανήκουν οι λεκάνες της υπό έρευνα περιοχής έλαβε χώρα η κατασκευή της υψομετρικής καμπύλης και ο υπολογισμός του υψομετρικού ολοκληρώματος.

Η τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος εκφράζει την κατανομή των υψομέτρων σε μια περιοχή και προκύπτει από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο των *Keller & Pinter, 2001*:

$$Hi = \frac{\bar{h} - h_{\min}}{h_{\max} - h_{\min}}$$

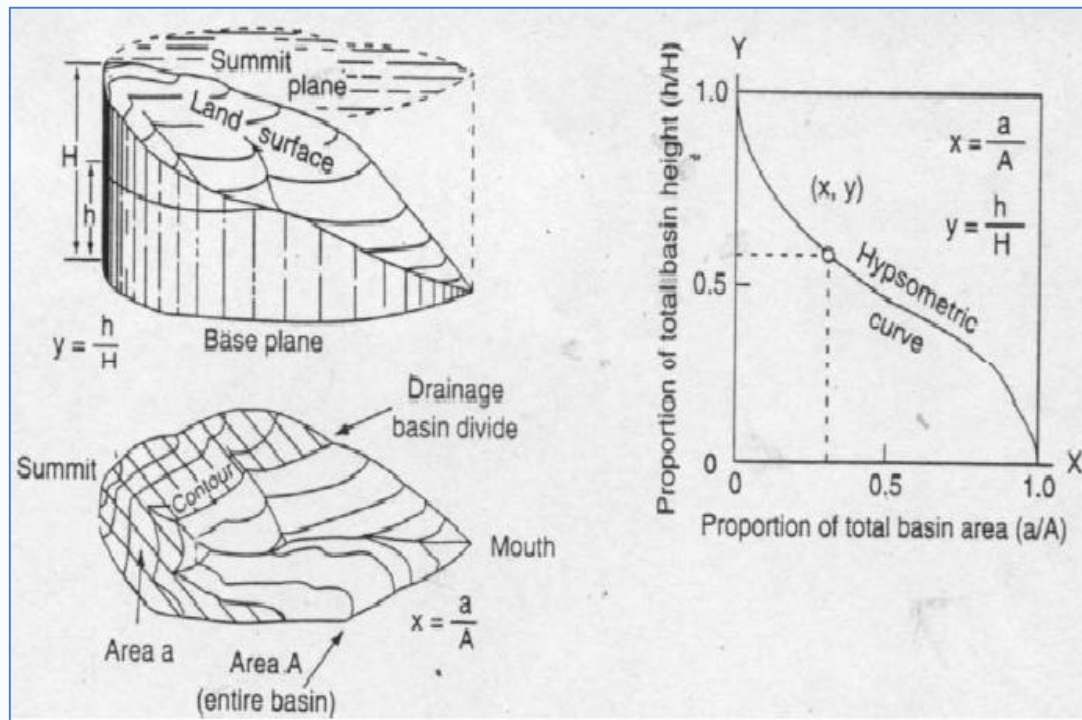
Όπου, $\bar{h}$ είναι το μέσο υψόμετρο, $h_{\min}$ το ελάχιστο και $h_{\max}$ το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης. Οι τιμές του υψομετρικού ολοκληρώματος παίρνει τιμές από 0 έως 1 (Αστάρας, 1980).

Οι τιμές του μέγιστου και ελάχιστου υψομέτρου μπορούν εύκολα να υπολογιστούν είτε από τους τοπογραφικούς χάρτες ή από το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο που καλύπτει την περιοχή έρευνας, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και στη δική μας περίπτωση.

Υψηλές τιμές υψομετρικού ολοκληρώματος φανερώνουν υψηλή τοπογραφία σε σχέση με τη μέση τιμή υψομέτρου της περιοχής. Αντίστοιχα, μέσες και χαμηλές τιμές σχετίζονται με περισσότερο ομαλές τιμές. Η τιμή που μας δίνει το υψομετρικό ολοκλήρωμα αποτελεί δείκτη για τον προσδιορισμό του σταδίου του Κύκλου Απογύμνωσης στο οποίο ανήκει η κάθε λεκάνη. (δηλαδή στο στάδιο νεότητας, ωριμότητας ή γήρατος). Η υψομετρική Ανάλυση μπορεί να προσδιορίσει τις τεκτονικά ενεργές και μη ενεργές περιοχές (*Keller & Pinter, 2001, Παυλίδης, 2003*).

Το στάδιο νεότητας μιας λεκάνης, χαρακτηρίζεται από τραχύ ανάγλυφο με απότομες και βαθιές κοιλάδες σχήματος V και αντιστοιχίζεται με υψηλές τιμές υψομετρικού ολοκληρώματος >60%. Το ενδιάμεσο στάδιο της ωριμότητας μια λεκάνης χαρακτηρίζεται από σχετική ισορροπία στις γεωμορφολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα και αντιστοιχίζεται με τιμές υψομετρικού ολοκληρώματος 35 - 60%.

Τέλος, στο στάδιο γήρατος, (κυριαρχούν οι πεπλατυσμένες κοιλάδες, ενώ χαρακτηρίζεται από τεκτονική αδράνεια, αφού οι διεργασίες διάβρωσης υπερισχύουν για μεγάλο χρονικό διάστημα των διαδικασιών ανύψωσης) όπου το ανάγλυφο είναι πολύ πιο ήπιο και τείνει στο βασικό επίπεδο, οι τιμές του υψομετρικού ολοκληρώματος κυμαίνονται χαμηλές και $< 35\%$. (Strahler 1952, 1957, 1964, από Αστάρα, 1980).



Σχήμα 5.16. Υδρολογική λεκάνη, Υψομετρικό Ολοκλήρωμα και υψομετρική καμπύλη κατά Strahler 1952.

Στον Πίνακα 5.6 απεικονίζονται τα αποτελέσματα για το υψομετρικό ολοκλήρωμα που προκύπτουν για κάθε μια από τις 35 λεκάνες που καλύπτουν της περιοχής έρευνας. Επίσης, σύμφωνα με τα παραπάνω, στην τελευταία στήλη του Πίνακα 5.6 δίνεται χαρακτηρισμός για το Στάδιο του Κύκλου Διάβρωσης που βρίσκεται η κάθε λεκάνη σε σχέση με τη κάθε τιμή του Υψομετρικού Ολοκληρώματος.

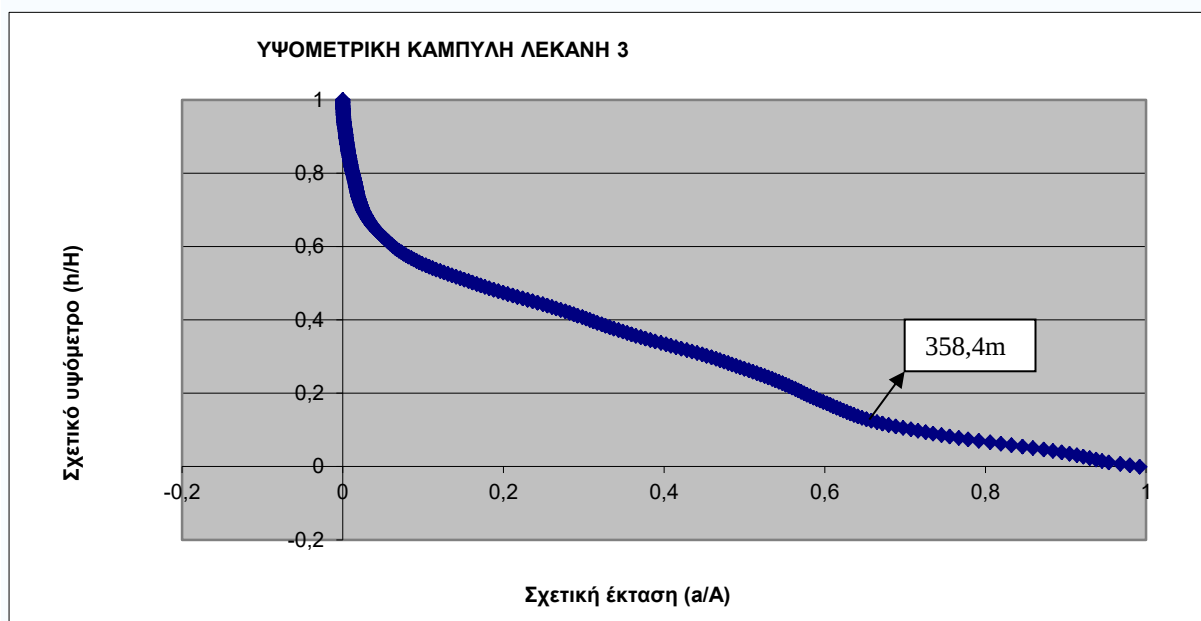
Πίνακας 5.6. Αριθμός λεκάνης, μέγιστο υψόμετρο, ελάχιστο υψόμετρο, μέσο υψόμετρο και τιμές υψομετρικού ολοκληρώματος.

Λεκάνη	H max(m)	H min(m)	H mean(m)	Υ. Ο.	%	ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΚΛΟΥ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ
1	1181	3	490,6	0,41	41,39	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
2	1497	0	631,72	0,42	42,2	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
3	2693	0	1052,2	0,39	39,07	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
4	1237	0	256,5	0,21	20,74	ΓΗΡΑΤΟΣ
5	2618	0	1143	0,44	43,66	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
6	1498	2	547	0,36	36,43	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
7	2675	0	868,6	0,32	32,47	ΓΗΡΑΤΟΣ
8	184	0	77	0,42	41,85	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
9	59	4	29	0,45	45,45	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
10	168	9	78,2	0,44	43,52	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
11	74	9	40	0,48	47,69	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
12	75	5	37	0,46	45,71	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
13	302	7	130	0,42	41,69	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
14	2876	5	1502	0,52	52,14	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
15	1024	2	266	0,26	25,83	ΓΗΡΑΤΟΣ
16	1650	9	694	0,42	41,74	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
17	1574	15	495	0,31	30,79	ΓΗΡΑΤΟΣ
18	2255	36	824,3	0,36	35,53	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
19	2402	12	712,5	0,29	29,31	ΓΗΡΑΤΟΣ
20	2116	12	718,7	0,34	33,59	ΓΗΡΑΤΟΣ
21	1584	42	507,8	0,3	30,21	ΓΗΡΑΤΟΣ
22	16	1	4	0,2	20	ΓΗΡΑΤΟΣ
23	14	0	2,9	0,21	20,71	ΓΗΡΑΤΟΣ
24	12	0	3,7	0,31	30,83	ΓΗΡΑΤΟΣ
25	15	0	5,4	0,36	36	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
26	16	0	5,6	0,35	35	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
27	175	0	38,23	0,22	21,85	ΓΗΡΑΤΟΣ
28	17	0	5,45	0,32	32,06	ΓΗΡΑΤΟΣ
29	19	0	5,6	0,29	29,47	ΓΗΡΑΤΟΣ
30	350	7	152,6	0,42	42,45	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
31	2760	12	538	0,19	19,14	ΓΗΡΑΤΟΣ
32	251	-4	62,46	0,26	26,06	ΓΗΡΑΤΟΣ
33	398	-1	145,38	0,37	36,69	ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ
34	537	-3	136,7	0,26	25,87	ΓΗΡΑΤΟΣ
35	2870	-2	808,62	0,28	28,22	ΓΗΡΑΤΟΣ

Αν παρατηρήσουμε τον πίνακα (Πίνακας 5.6) γίνεται αντιληπτό ότι οι λεκάνες που χαρακτηρίζονται ως ωριμότητας είναι οι λεκάνες που βρίσκονται στα νότια της περιοχής ενώ οι περισσότερες λεκάνες που βρίσκονται στα βόρεια χαρακτηρίζονται ως λεκάνες γήρατος, αποτελούν παλιές λεκάνες.

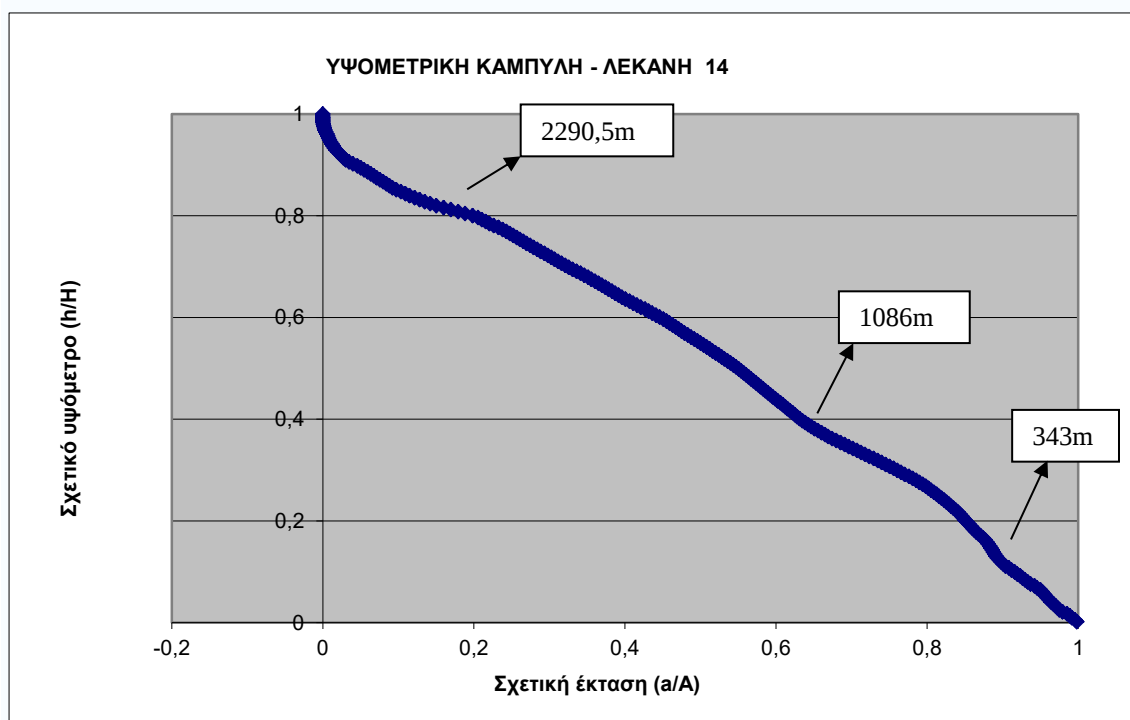
Η υψομετρική καμπύλη σχηματίζεται με τον υπολογισμό των λόγων υψομέτρου ($h / H =$ σχετικό υψόμετρο) και των λόγων εμβαδού ($a / A =$ σχετικό εμβαδόν) της δεδομένης λεκάνης. Το ολικό υψόμετρο (H) αποτελεί το τοπικό ανάγλυφο της λεκάνης (δηλαδή τη διαφορά υψηλότερου σημείου της λεκάνης από το χαμηλότερο σημείο αυτής.) Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης (A) είναι το άθροισμα των επιφανειών μεταξύ συνεχόμενων ισοϋψών καμπυλών. Η έκταση (a) αποτελεί το εμβαδόν της επιφάνειας που βρίσκεται πάνω από το υψόμετρο h , μέχρι το ανώτατο σημείο της λεκάνης (βλ. Σχήμα 5.16).

Τα υψομετρικά δεδομένα της περιοχής έρευνας εξήχθησαν από τα ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου και έτσι κατασκευάσαμε τις υψομετρικές καμπύλες των λεκανών 3 (ποταμός Ζηλιάνα, στα νότια), 14 (ποταμός Ενιπέας), 33 (στα βόρεια της περιοχής έρευνας) και 35 (ποταμός Μαυρονέρι) (Σχήματα 5.17 ως και 5.20). Κατασκευάστηκαν υψομετρικές καμπύλες μόνο για αυτές τις λεκάνες γιατί αποτελούν τις μεγαλύτερες και σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής και μας αρκούν για να βγάλουμε αξιόπιστα συμπεράσματα. Όλες οι λεκάνες της περιοχής έρευνας απεικονίζονται στο Σχήμα 5.1.



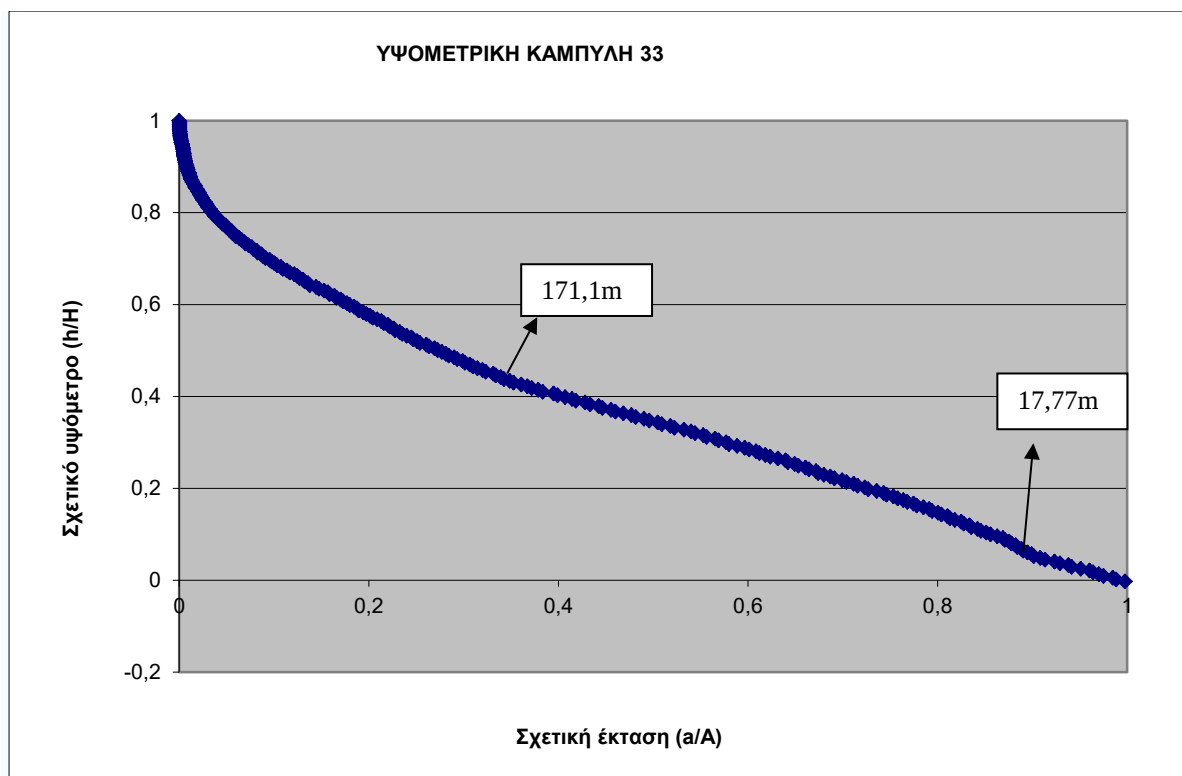
Σχήμα 5.17 Υψομετρική καμπύλη για τη λεκάνη 3 (αφορά τη λεκάνη του ποταμού Ζηλιάνα, στα νότια της περιοχής).

Στο Σχήμα 5.17 απεικονίζεται η Υψομετρική Καμπύλη για τη λεκάνη 3, για τη λεκάνη του ποταμού Ζηλιάνα, στα νότια της περιοχής. Σύμφωνα με την Υψομετρική Καμπύλη, το τμήμα της λεκάνης με υψόμετρο από 300 έως 800m περίπου παρουσιάζει ανυψωτικούς χαρακτήρες, Έτσι, το τμήμα αυτό που καλύπτεται από ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους και χαρακτηρίζεται από έντονες κλίσεις, πιθανότατα έχει επηρεαστεί από το τεκτονικό καθεστώς ανύψωσης του Ολύμπου.



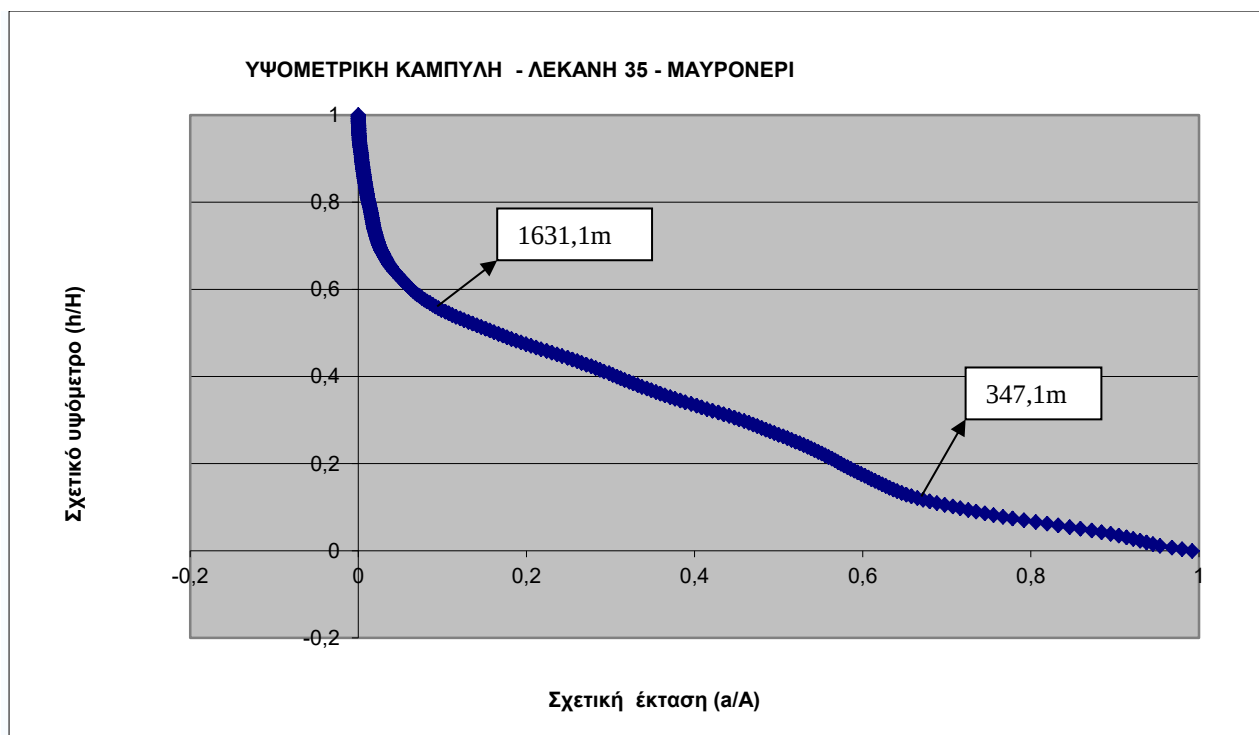
Σχήμα 5.18 Υψομετρική καμπύλη για τη λεκάνη 14 (αφορά τη λεκάνη του ποταμού Ενιπέα).

Στη συνέχεια και σύμφωνα με την Υψομετρική Καμπύλη του Σχήματος 5.18 γίνεται φανερό ότι τμήμα της λεκάνης έχει πιθανότατα υποστεί ανύψωση. Συγκεκριμένα, η λεκάνη και από τα αρκετά χαμηλά υψόμετά της ακόμα μέχρι όλο σχεδόν το εύρος της έχει επηρεαστεί από τις ανυψωτικές τάσεις του τεκτονικού παραθύρου του Ολύμπου.



Σχήμα 5.19 Υψομετρική καμπύλη για τη λεκάνη 33 (στα βόρεια της υπό έρευνα περιοχής).

Για τη λεκάνη 33 στα βόρεια της υπό έρευνα περιοχής και σύμφωνα με την Υψομετρική Καμπύλη στο Σχήμα 5.19 μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει κάποιο τμήμα της που να παρουσιάζει ανύψωση. Είναι μια παλιά λεκάνη που δείχνει ότι δεν έχει επηρεαστεί από ανυψωτικές τάσεις.



Σχήμα 5.20 Υψομετρική καμπύλη για τη λεκάνη 35 (αφορά τη λεκάνη του ποταμού Μαυρονέρι).

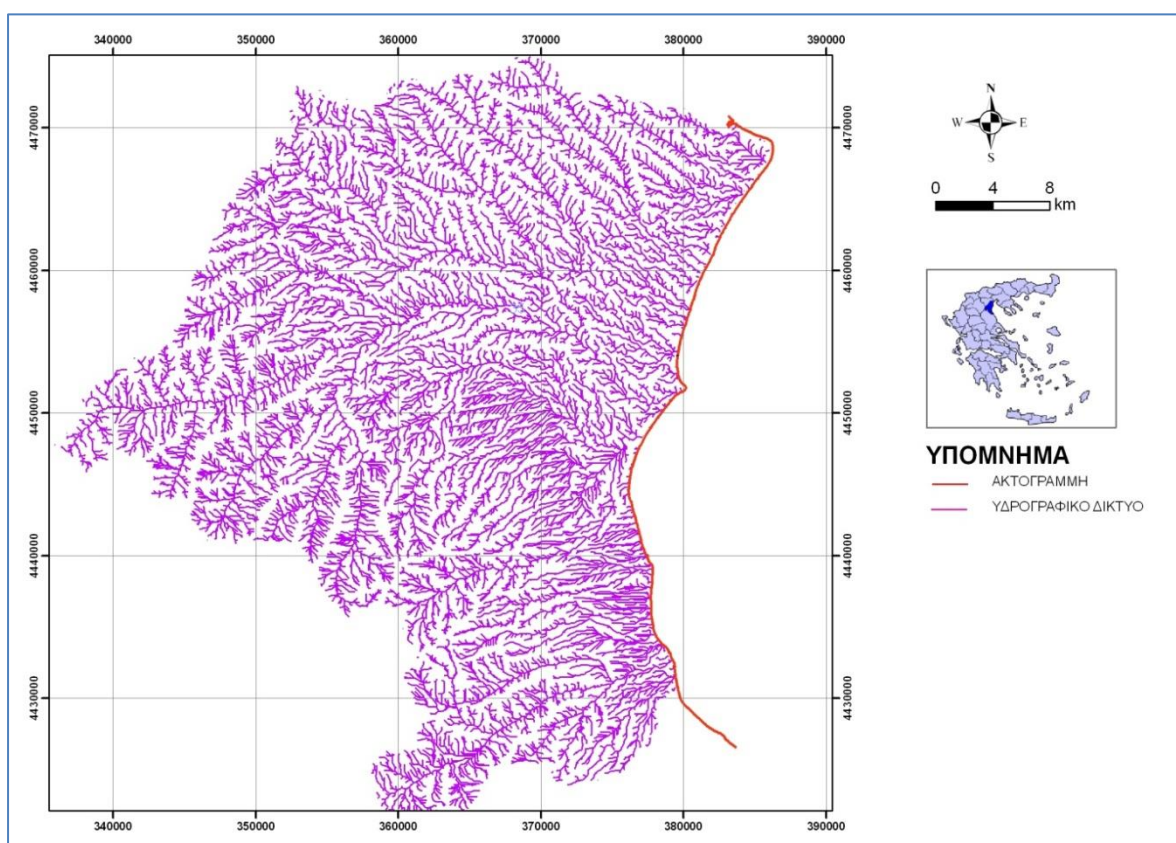
Τέλος, όσον αφορά τη λεκάνη 35, που είναι η λεκάνη του ποταμού Μαυρονέρι, στο Σχήμα 5.20 παρουσιάζεται η Υψομετρική Καμπύλη της λεκάνης αυτής. Εδώ γίνεται αντιληπτό ότι από υψόμετρα 350m περίπου και σχεδόν μέχρι την άκρη του υδροκρίτη παρουσιάζεται η λεκάνη ως ανυψωμένη σύμφωνα με τις τάσεις ανύψωσης των Πιερίων Ορέων.

5.5 Υδρογραφικό δίκτυο

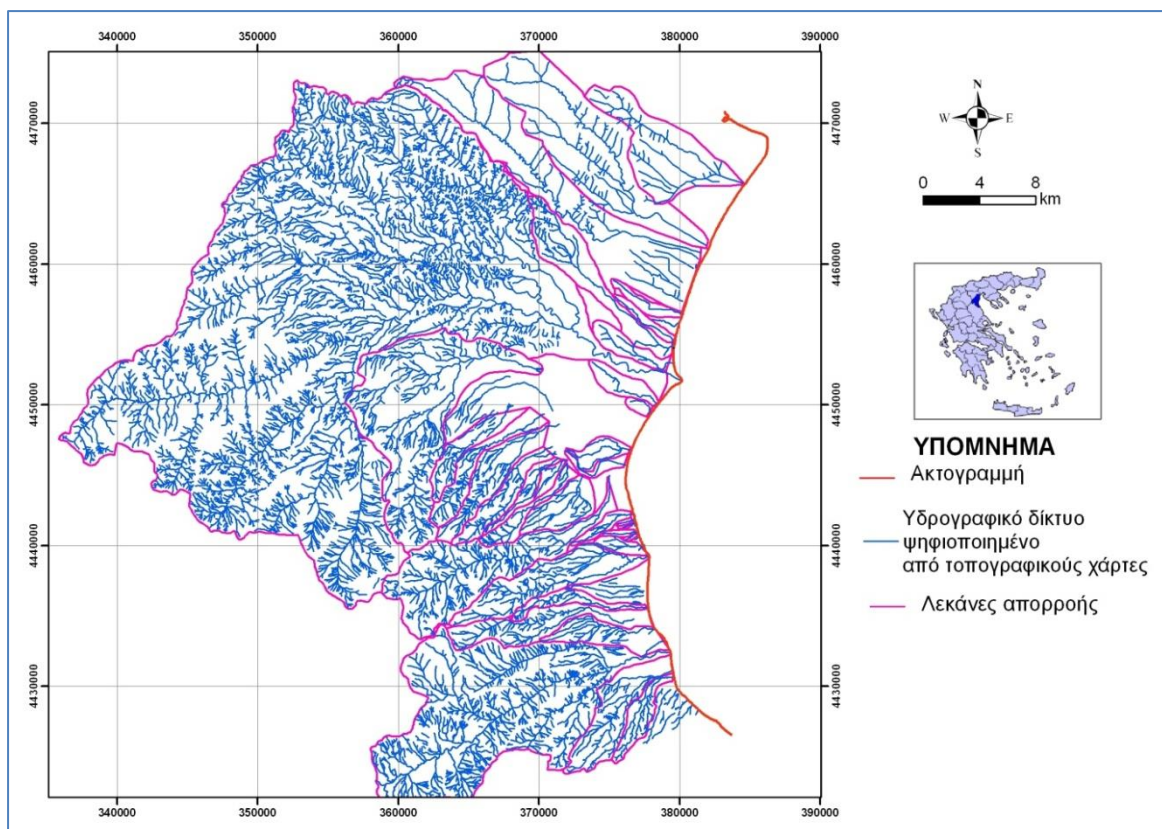
Με τη βοήθεια Γ.Σ.Π. και του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1., και μέσω της εργαλειοθήκης Hydrology προσπαθήσαμε στη συνέχεια να εξάγουμε το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας μέσα από τους τοπογραφικούς χάρτες που καλύπτουν τα όρια του νομού Πιερίας.

Για την εξαγωγή του χάρτη του υδρογραφικού δικτύου, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.13 ακολουθήσαμε την παρακάτω σειρά εντολών:

Μέσω του ArcToolbox, επιλέγουμε *Spatial Analyst* και *Hydrology*. Έπειτα, χρησιμοποιούμε τις εντολές *Fill*, *flow direction*, *flow accumulation*, *watershed* με τη σειρά που αναφέρονται. Στη συνέχεια και μέσω της εντολής *stream order* εκτελείται η ταξινόμηση των κλάδων κατά Strahler και τέλος με την εντολή *stream to features* το υδρογραφικό δίκτυο είναι διαθέσιμο προς απεικόνιση. Θα ήταν καλό επίσης να αναφερθεί ότι κατά την εξαγωγή του υδρογραφικού δικτύου έγινε επιλεκτική αφαίρεση των κλάδων που χαρακτηρίζονταν ως 1^{ης} και 2ας τάξης για να εξαχθεί τελικά το αποτέλεσμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.21.



Σχήμα.5.21 Εξαγωγή υδρογραφικού δικτύου μέσα από το λογισμικό πρόγραμμα ArcGis v. 9.3.1.



Σχήμα 5.22 Υδρογραφικό δίκτυο στην ευρύτερη περιοχή έρευνας ψηφιοποιημένο μέσω του προγράμματος ArcGis v. 9.3.1 με υπόβαθρο τους αντίστοιχους τοπογραφικούς χάρτες.

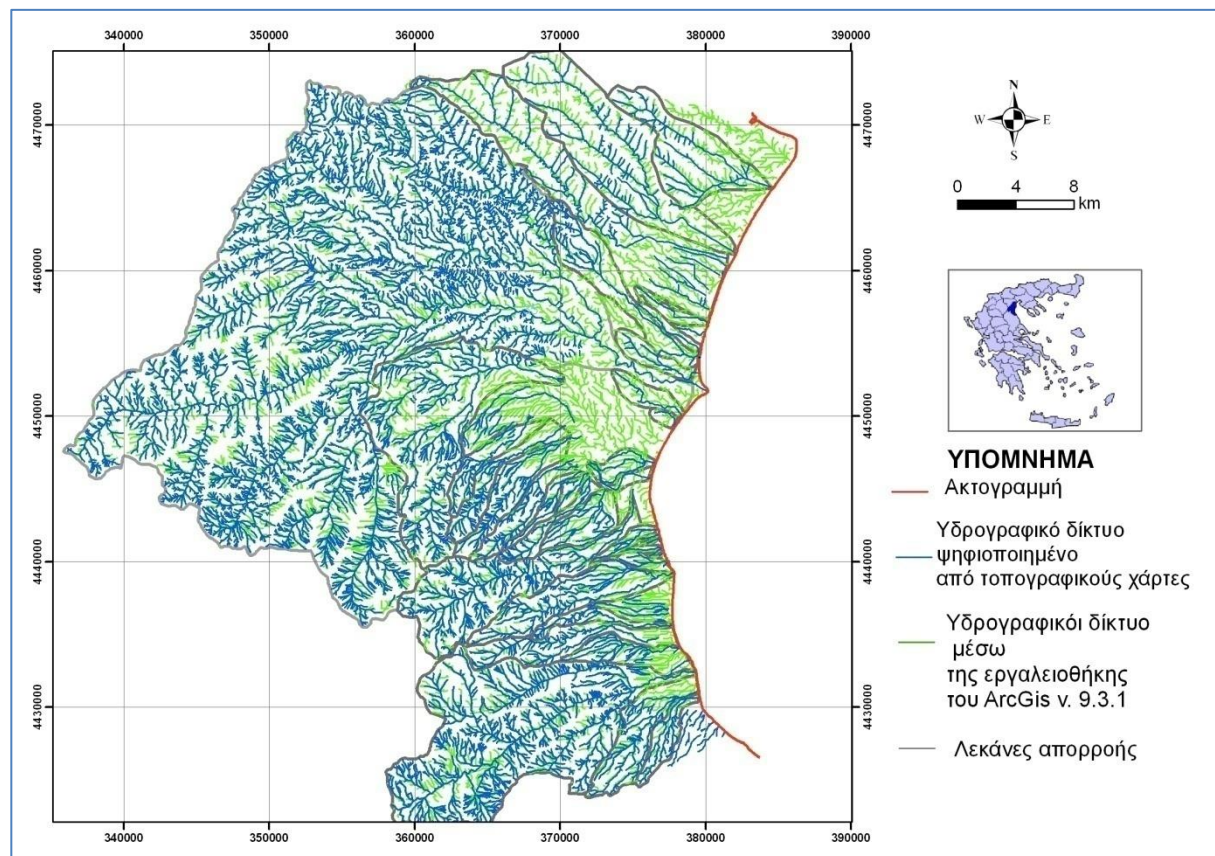
Στο Σχήμα 5.22 από την άλλη, απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο της υπό έρευνα περιοχής το οποίο ψηφιοποιήθηκε μέσω του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1 και με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες ΓΥΣ χρονολογίας 1975 που καλύπτουν την περιοχή έρευνας.

Συγκριτικά, και αν παρατηρήσουμε τα εξαγόμενα σχήματα που απεικονίζουν το υδρογραφικό δίκτυο:

1. Μέσω εντολών από το λογισμικό πρόγραμμα ArcGis v. 9.3.1.(Σχήμα. 5.21)
2. Από τους τοπογραφικούς χάρτες που απεικονίζουν την περιοχή έρευνας (Σχήμα 5.22),

μπορούμε σαφώς να διακρίνουμε διαφορές, αρκετά έντονες σε κάποια σημεία. Γι' αυτό και προσπαθήσαμε να κατασκευάσουμε ένα συνδυασμό των δυο σχημάτων, τοποθετώντας το ένα πάνω στο άλλο για να μπορούμε με μεγαλύτερη ευκολία να παρατηρήσουμε τις διαφοροποιήσεις. (Σχήμα 5.23). Από ότι γίνεται κατανοητό, το λογισμικό πρόγραμμα ArcGis v. 9.3.1. μας παρέχει έναν γρήγορο και αρκετά εύκολο τρόπο εξαγωγής

του υδρογραφικού δικτύου, όμως παρόλα αυτά δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε την υπέρμετρη «ευαισθησία» του στο να αναγνωρίζει πολύ μικρές εκβαθύνσεις του αναγλύφου και να τις συγγέει με κλάδους υδρογραφικού δικτύου. Γι' αυτό το λόγο και το αποτέλεσμα που μας δίνει είναι μεγαλύτερης τάξης λεκάνες από ότι οι αποτυπωμένες κατευθείαν από τους τοπογραφικούς χάρτες. Πάντως, η ακρίβεια και λεπτομέρειά του δεν μπορεί να μας αφήνει αδιάφορους, δεδομένου ότι και οι τοπογραφικοί χάρτες με ημερομηνία έκδοσης 35 τουλάχιστον χρόνια πριν, παρουσιάζουν αρκετές αλλαγές και σφάλματα με την σημερινή πραγματική κατάσταση. Σαφώς, το καλύτερο είναι να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε και τα δύο εξαγόμενα δεδομένα και με τις κατάλληλες διορθώσεις να καταφέρουμε να προσεγγίσουμε την πιο ρεαλιστική εικόνα της κάθε περιοχής.



Σχήμα 5.23. Απεικονίζεται με μπλε χρώμα το υδρογραφικό δίκτυο έτσι όπως ψηφιοποιήθηκε μέσω του λογισμικού ArcGis v. 9.3.1, και με πράσινο χρώμα το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας που εξήχθη μέσω της εργαλειοθήκης του ArcGis v. 9.3.1.

Σε όλο το νομό Πιερίας υπάρχουν μικρά ποτάμια και χείμαρροι, που ξεκινούν από τον Όλυμπο και τα Πιέρια όρη και εκβάλλουν στο Θερμαϊκό κόλπο. Το ποτάμι Μαυρονέρι (Αίσωνας) είναι το σημαντικότερο ποτάμι στη λεκάνη της Πιερίας. Άλλα ποτάμια στην περιοχή είναι ο Ενιπέας, η Ζηλιάνα, η Παλιορουμάνα, ο Γερακάρης και η Τοπινίτσα. Χείμαρροι στην περιοχή είναι ο Μίτυς, ο Βαφύρας, ο Ελικών, ο Πέλεκας και το ρέμα Ουρλιά. Στα βόρεια βρίσκεται ο ποταμός Αλιάκμονας και στα νότια ο Πηνειός. Στην περιοχή των εκβολών του Αλιάκμονα σχηματίζεται ο όρμος της Μεθώνης και το ακρωτήριο της Αθέριδος, όπου βρίσκονται οι αλυκές του Κίτρους.

Το δίκτυο που διαμορφώνεται στο ορεινό τμήμα της περιοχής είναι δενδριτικής μορφής με ασύμμετρη ανάπτυξη στα περισσότερα τμήματα.. Τα ρέματα που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής παρουσιάζουν μαιανδρισμούς στην κοίτη τους και είναι φανερή η εξάπλωση τους σε μεγαλύτερη έκταση. Σε αντίθεση, τα ρέματα στη νότια περιοχής έρευνας ξεκινούν από πολύ μεγαλύτερα υψόμετρα και χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες κλίσεις που έχει σαν συνέπεια να αποκτούν πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα στη ροή και επομένως στη διάβρωση, μεταφορά και απόθεση των υλικών. Γενικότερα τα ρέματα στα νότια της περιοχής παρουσιάζουν μια διεύθυνση Δύση – Ανατολή με παράλληλη διάταξη με όριο τον Ενιπέα, ενώ βορειότερα εμφανίζεται στροφή στους κύριους κλάδους των λεκανών.

Οι περισσότερες λεκάνες απορροής εμφανίζονται στενόμακρες με πλατύ ανάπτυγμα κεφαλής που στα χαμηλότερα ενώ, αμέσως μετά την περιθωριακή ζώνη υποβάθρου – ριπιδίων στενεύουν σημαντικά (Σχήμα 5.19).

Αναλυτικότερα, από τη μελέτη και επεξεργασία των τοπογραφικών χαρτών του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έρευνας στις 35 λεκάνες υπολογίστηκε ότι ο αριθμός των κλάδων είναι συνολικά 2.076 κλάδοι, εκ των οποίων 1600 κλάδοι 1^{ης} τάξης, 376 κλάδοι δεύτερης τάξης, 80 κλάδοι 3^{ης} τάξης, 19 κλάδοι 4^{ης} τάξης και 1 κλάδος 5^{ης} τάξης.

Για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Ξηρολάκκι ψηφιοποιήθηκαν 253 κλάδοι 1^{ης} τάξης, 64 κλάδοι 2^{ης} τάξης, 18 κλάδοι 3^{ης} τάξης, 5 κλάδοι 4^{ης} τάξης και 1 κλάδος 5^{ης} τάξης.

Τέλος, για τη λεκάνη απορροής του Μαυρονερίου, που αποτελεί και την κυριότερη λεκάνη της περιοχής έρευνας ψηφιοποιήθηκαν 3.717 κλάδοι με 3 κλάδους 6^{ης} τάξης και 1 κλάδο 7^{ης} τάξης.

- Είναι το μεγαλύτερο ποτάμι στην Πιερία κι έχει τις εκβολές του στον Θερμαϊκό κόλπο, νότια της Κατερίνης .
- Στο Μαυρονέρι ενώνονται τα νερά αρκετών ρεμάτων της περιοχής
- Πηγάζει από το όρος Τίταρος και από τον Όλυμπο και το σκούρο χρώμα του μπορεί να οφείλεται σε χαλίκια από σκούρα πετρώματα .
- Στην πορεία του δημιουργεί φαράγγι 10 χλμ. γνωστά ως στενά της Πέτρας.
- Μετά το φαράγγι ενώνεται με άλλα μικρότερα ποτάμια τον Μορνώτικο κι τον Μπριαζιώτικο, ενώ πριν την Νέα Έφεσο ενώνεται με τον ποταμό Πέλεκα.
- Το Μαυρονέρι στο τμήμα πριν την ένωση του με τον Πέλεκα, συναντάται και με άλλες ονομασίες κατά το πέρασμα των χρόνων: Στην αρχαιότητα ονομαζόταν Αίσων και Μίτυς, στους μέσους χρόνους ποτάμι της Πέτρας και Φίδαρης και στην Τουρκοκρατία karasy =Μαυρονέρι.
- Πολλές φορές, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες το ποτάμι δεν έχει καθόλου νερό, λόγω τόσο της ξηρασίας, όσο και της χρήσης του νερού στην άρδευση.

Αναφορικά με το Μαυρονέρι:

- Το Μαυρονέρι αποτελείται από 3 κλάδους 6^{ης} τάξης και έναν 7^{ης}.
- Τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του είναι τα εξής: περίμετρος λεκάνης: 157,2 Km, εμβαδόν λεκάνης: 649,2Km², αριθμός κλάδων: 3717, μήκος κλάδων: 1846,3Km.



Σχήμα 5.24 Εκβολές Μαυρονερίου, από Google earth, 2020.

Ο Ψιλοβίκος, (1981), εντοπίζει και αναφέρει ότι το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας παρουσιάζει παράλληλη διάταξη σε δυο ομάδες με όριο τον Ενιπέα. Στα νότια της περιοχής από τον Πλαταμώνα προς τα βόρεια έως τον Ενιπέα οι κύριοι κλάδοι προσανατολίζονται $65^{\circ} - 75^{\circ}$ ΒΑ, ενώ βόρεια απόν Ενιπέα ο προσανατολισμός των κυρίων κλάδων αλλάζει σε $25^{\circ} - 45^{\circ}$ ΒΑ.

Σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο, 1981, οι καρστικές μορφές που αναπτύχθηκαν είχαν σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή του αναγλύφου. Για παράδειγμα η ανάπτυξη της πόλγης στη περιοχή Έλος (ΝΔ του χωριού Πέτρα) είχε σαν αποτέλεσμα να διακοπεί η επιφανειακή συνέχεια του ριπιδίου της Πέτρας στην περιοχή της κεφαλής του. Για το λόγο αυτό ο χειμάρρος Ξηρολάκκι, που τροφοδοτούσε το ριπίδιο της Πέτρας σε κλαστικό υλικό από τα ανθρακικά πετρώματα της ΒΑ πλευράς του Ολύμπου, αναγκάστηκε όταν έφτασε στο βύθισμα του έλους να αλλάξει πορεία προς τα βόρεια και να ενωθεί με τον ποταμό Πετριώτικο. Η αλλαγή αυτή στέρησε για το παλιό ριπίδιο της Πέτρας τη τροφοδοσία του σε νεώτερα υλικά από τον Όλυμπο.

Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι το νερό από πολλά από τα υδατορέματα της περιοχής έρευνας χάνεται υπόγεια και δεν κατορθώνει να φτάσει μέχρι τη θάλασσα, γεγονός που υποδηλώνει την έντονη παρουσία υπόγειων καρστικών μορφών. Η υπόγεια αυτή διαφυγή του νερού από τις κοίτες των χειμάρρων μέσα στα χαλαρά υλικά μείωσε κατά πολύ τη διαβρωτική ικανότητα των χειμάρρων και δεν επέτρεψε να ανοιχτούν οι κοιλάδες και να σχηματιστούν αναβαθμίδες μέχρι τη θάλασσα.

5.6 Συμπεράσματα

Στην περιοχή έρευνας ανήκουν 35 μεγάλες και μικρότερες λεκάνες απορροής με μεγαλύτερη και κυριότερη αυτή του ποταμού Μαυρονέρι. Άλλες σημαντικές λεκάνες είναι η λεκάνη του ποταμού Ζηλιάννα (λεκάνη νο.3) στα νότια της περιοχής έρευνας, η λεκάνη ποταμού Ενιπέα (λεκάνη νο.14) και στα βόρεια της περιοχής οι λεκάνες 33 και 34 (βλ. Σχήμα 5.1)

Οι χαμηλές τιμές που υπολογίστηκαν για την υδρογραφική πυκνότητα D_u και την υδρογραφική συχνότητα F_u για τις περισσότερες από το σύνολο των λεκανών χαρακτηρίζουν περιοχές αποτελούμενες από σκληρά πετρώματα, καλυπτόμενες από πυκνή βλάστηση και υγρό κλίμα.

Σύμφωνα με το δείκτη κυκλικότητας C_u και το λόγο επιμήκυνσης E_r , οι περισσότερες λεκάνες που ανήκουν στην υπό έρευνα περιοχή χαρακτηρίζονται ως επιμήκεις και δηλώνουν πιθανή πρόσφατη τεκτονική δράση.

Σχετικά με το δείκτη SL , κατά θέσεις υπολογίστηκαν σημαντικές μεταβολές στην τιμή του, γεγονός που μπορεί να υποδεικνύει την επίδραση της τεκτονικής δραστηριότητας αλλά και της γεωμορφολογίας στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου.

Έτσι, στα νότια της υπό έρευνα περιοχής, για τη λεκάνη 3 (λεκάνη απορροής του ποταμού Ζηλιάννα) υπολογίστηκαν εξαιρετικά μεγάλες τιμές του δείκτη SL που οφείλονται πιθανόν στο τεκτονικό καθεστώς του Ολύμπου, στις έντονες κλίσεις τα υλικά μεγάλης διαβρωσιμότητας και δηλώνουν τάσεις απογύμνωσης και μεγάλους βαθμούς διάβρωσης. Κατά τη διάρκεια της έρευνας υπολογίστηκε πολύ χαμηλή τιμή του δείκτη SL , που εξηγήθηκε από την ύπαρξη της κλειστής λεκάνης Συκαμινέας – Καρυάς. Για τη λεκάνη 14 (λεκάνη απορροής του ποταμού Ενιπέα) οι τιμές του δείκτη SL που υπολογίστηκαν μας οδηγούν στο γεγονός ότι δεν υπάρχει όριο μεταξύ των αλλουβιακών ριπιδίων και των ασβεστολίθων του Ολύμπου αλλά το σύστημα αυτό συμπεριφέρεται ως ενιαίο, οπότε και ανυψώνεται όλο σύμφωνα με τις συνθήκες ανύψωσης του Ολύμπου. Για τη λεκάνη 35 (λεκάνη απορροής του ποταμού Μαυρονερίου) στο κέντρο της υπό έρευνα περιοχής, εντοπίστηκε η επιρροή των Πιερίων Ορέων, ενώ τέλος στα βόρεια της περιοχής για τη λεκάνη 33 υπολογίστηκαν χαμηλές τιμές του δείκτη SL με ομαλές διακυμάνσεις σε όλο το εύρος της λεκάνης, που οδηγεί σε αποθετικές τάσεις.

Σχετικά με την κατανομή των υψόμετρων, χαρακτηριστική είναι η έκταση των περιοχών με υψόμετρο από 0 έως 150m, σε απόσταση πάνω από 10 – 20 Km από την

ακτογραμμή στο βόρειο τμήμα της περιοχής. Αντίθετα, στα νότια, το πλάτος των πεδινών περιοχών με υψόμετρο $< 150\text{m}$ καλύπτει απόσταση μόλις 5 – 10 Km από την ακτογραμμή και προς τα Δυτικά, προς τον Όλυμπο. Το 33% του αναγλύφου χαρακτηρίζεται ως ορεινό και συνδέεται άρρηκτα με τον όγκο του Ολύμπου φανερώνοντας την τάση απογύμνωσης της περιοχής.

Το ανάγλυφο κατά κύριο λόγο χαρακτηρίζεται από ισχυρό έως απότομο και εξαιρετικά απότομο, αποτελούμενο από κλιτύες κοιλάδων, οι οποίες υπόκεινται σε κινήσεις μαζών και διαβρωτικές διεργασίες.

Σύμφωνα με την εφαρμογή του Υψομετρικού Ολοκληρώματος οι περισσότερες λεκάνες απορροής της υπό έρευνα περιοχής βρίσκονται στο στάδιο ωριμότητας και στο στάδιο γήρατος. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε γενικότερο πλαίσιο, οι περισσότερες λεκάνες στα νότια της περιοχής βρίσκονται στο στάδιο ωριμότητας, ενώ αυτές στα βόρεια της περιοχής βρίσκονται στο στάδιο του γήρατος, λεκάνες δηλαδή τεκτονικά αδρανείς με ήπιο ανάγλυφο.

Σχετικά με την εφαρμογή της Υψομετρικής Καμπύλης, στις λεκάνες όπου επιλέχθηκαν, θα μπορούσε πιθανόν να ειπωθεί ότι στα νότια παρουσιάζονται ανυψωτικοί χαρακτήρες, επηρεασμένοι από το τεκτονικό καθεστώς ανύψωσης του Ολύμπου. Στα Βόρεια, δεν εντοπίστηκε περιοχή που να έχει επηρεαστεί από ανυψωτικές δράσεις, ενώ στο κέντρο, στα δυτικά της λεκάνης απορροής του Μαυρονερίου εντοπίστηκε ανυψωμένο τμήμα σύμφωνα με τις τάσεις ανύψωσης των Πιερίων Ορέων.

Τα ρέματα που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής παρουσιάζουν μαιανδρισμούς στην κοίτη τους και εξαπλώνονται σε μεγαλύτερη έκταση. Σε αντίθεση, τα ρέματα στην νότια περιοχή ξεκινούν από πολύ μεγαλύτερα υψόμετρα και κλίσεις, επομένως ενισχύει τον έντονο ρυθμό διάβρωσης και μεταφοράς των ιζημάτων προς τα ανατολικά στο Θερμαϊκό κόλπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΕΔΑΦΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ

6.1 Εισαγωγή

Η εδαφική διάβρωση είναι ένα ζήτημα που συνεχώς αμβλύνεται. Όχι μόνο μειώνει την αγροτική παραγωγή αλλά μειώνει και τα αποθέματα νερού. Η εδαφική απώλεια είναι μια φυσική διαδικασία κατά την οποία αποτιθέμενα εδαφικά υλικά μεταφέρονται κατά μήκος δεδομένης επιφάνειας. Αναφέρεται ως το σημαντικότερο και πιο ευρύ είδος εδαφικής υποβάθμισης. Το έδαφος μπορεί να διαβρωθεί κυρίως από τον άνεμο και το νερό. Μεγάλης έντασης άνεμοι μπορούν να μεταφέρουν χαλαρά υλικά από επίπεδα ή και λοφώδη ανάγλυφα, ενώ διάβρωση λόγω της ενέργειας του νερού συμβαίνει όταν αυτό πέφτει προς τη γη και ρέει πάνω στην επιφάνεια. Η ανάγκη της πρόβλεψης και εκτιμής φερτών υλών όσο δυνατόν με ακρίβεια σε λεκάνες απορροής, συνετέλεσε στο να δημιουργηθούν μοντέλα σχετικά με τη διάβρωση των λεκανών ανάλογα με την επικινδυνότητα που χαρακτηρίζει η κάθε λεκάνη απέναντι στη διάβρωση.

Ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις, καθώς και από την ακρίβεια, τα μοντέλα διαβρώσεως ταξινομούνται σε δυο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα εμπειρικά (empirical) μοντέλα, τα οποία υπολογίζουν τη μέση τιμή εδαφικής απώλειας (soil loss) (σε t/ha/έτος ή t/km²/έτος). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα μοντέλα του *Musgrave (1974)*, το *USLE (Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας)* των *Wischmeier και Smith (1978)*, κ.ά..

Η δεύτερη κατηγορία μοντέλων είναι τα γενικής συνθέσεως (conceptual), που βασίζονται στην περιγραφή του συνόλου σχεδόν των συνιστωσών του φυσικού προβλήματος, (αποκόλληση και μεταφορά στερεών σωματιδίων από τη βροχή και την επιφανειακή απορροή, κ.ά.). Τα μοντέλα αυτά συνήθως χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση των συνεπειών ενός γεγονότος βροχής, στη επιφάνεια του εδάφους μιας περιοχής (αγρός, υδρολογική λεκάνη), και περικλείουν το μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σε επιφανειακή απορροή. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται τα μοντέλα *SEM, ANSWERS, MODANSW, EUROSEM*, κ.ά.. Μια τρίτη κατηγορία ταξινόμησης των μοντέλων διάβρωσης των λεκανών είναι αυτά της γενικής σύνθεσης, τα οποία σχετίζονται σε μέση τιμή χρονικής κλίμακας (μήνα, έτος), όπως τα εμπειρικά και όχι σε στιγμιαίες χρονικές συνθήκες (πρώτα, λεπτά, ώρες). Σε αυτή την κατηγορία ανήκει πχ το μοντέλο *MO – SEM (Γιακουμάκης κ.α., 1992)*, που ουσιαστικά αποτελεί μια τροποποιημένη μορφή του *SEM* για μέσες χρονικές συνθήκες (μήνας, έτος).

Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης, επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των λεκανών της ευρύτερης περιοχής της Πιερίας, το μοντέλο της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ). Ο λόγος που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο μοντέλο δεν είναι άλλος από το γεγονός ότι χρησιμοποιεί συντελεστές που διαφοροποιούνται και επηρεάζουν σε κάθε σημείο τη λεκάνη έρευνας, αλλά επίσης οι τιμές των συντελεστών αυτών είναι σε θέση είτε να υπολογιστούν είτε να εκτιμηθούν, οπότε και μπορούν να οδηγήσουν τόσο σε ποιοτικά όσο και σε ποσοτικά συμπεράσματα.

6.2 Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (ΠΕΕΑ)

Ο *Zingg* το 1940 εκτίμησε την εδαφική απώλεια συνδυάζοντας τη διάβρωση με την κλίση και το μήκος του πρανούς σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση 6.1 :

$$E=\tan(\theta L^{0.6})^{1.4} \quad (6.1)$$

Όπου:

E, η εδαφική απώλεια ανά μονάδα επιφάνειας,

θ, η γωνία κλίσης του πρανούς και

L, το μήκος του πρανούς.

Κατόπιν, η εξέλιξη της παραπάνω εξίσωσης οδήγησε στην προσθήκη ενός κλιματικού δείκτη που βασίζεται στη μέγιστη 30-λεπτη βροχόπτωση, με περίοδο επαναφοράς δύο ετών (*Musgrave, 1947*), ενός παράγοντα φυτοκάλυψης, για τον συνυπολογισμό της προστασίας – επίδρασης διαφορετικών τύπων σοδειάς (*Smith, 1958*), έναν παράγοντα προστασίας του περιβάλλοντος και έναν συντελεστή εδαφικής διαβρωσιμότητας. Μετατρέποντας τον κλιματικό παράγοντα σε δείκτη διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης (R), δημιουργήθηκε η τελική μορφή της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας (*Wischmeier & Smith, 1978*). Η εξίσωση είναι η εξής:

$$E = R * K * L * S * C * P \quad (6.2)$$

όπου:

E, η εδαφική απώλεια ανά μονάδα επιφάνειας (t/ha*y),

R, ο δείκτης διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹),

K, ο συντελεστής εδαφικής διαβρωσιμότητας (t h MJ⁻¹ mm⁻¹),

L, ο συντελεστής μήκους κλιτύος (-),

S, ο συντελεστής κλίσης κλιτύος (-),

C, ο συντελεστής φυτοκάλυψης (-), και

P, ο συντελεστής ελέγχου της διάβρωσης (-)

Το R ορίζει την αποτελεσματικότητα της βροχής ως προς τη διάβρωση. Η τιμή του είναι το άθροισμα όλων των συντελεστών EI₃₀ για όλες τις ισχυρές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους, όπου E είναι η κινητική ενέργεια της βροχόπτωσης και I₃₀ η μέγιστη 30 –λεπτη ένταση βροχόπτωσης σε κάθε καταιγίδα.

Το K δίνει τη μέση ετήσια εδαφική απώλεια ανά μονάδα του R, σε πρότυπες συνθήκες αποψιλωμένου εδάφους, πρόσφατα οργωμένου, χωρίς να υπάρχουν μέτρα αντιμετώπισης της διάβρωσης και για μία κλιτύ μήκους 22 μέτρων και κλίσεως 5°. Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται είναι η κοκκομετρική καμπύλη, η περιεκτικότητα σε άμμο, ιλύ, άργιλο, και οργανικό υλικό καθώς και η διαπερατότητα του εδάφους. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι εμπειρικοί τύποι υπολογισμού της τιμής του K. Η χρήση πινάκων αλλά και νομογραφημάτων είναι συνηθέστεροι για την εκτίμηση του συντελεστή K σε κάθε σημείο της εκάστοτε λεκάνης (Σχήμα 6.1). (Mitchell and Bubenzer, 1980; Χρυσάνθου και Πυλιώτης, 1995, Baskan & Dengiz, 2008, Μπαθρέλλος, 2010, Ξανθάκης, 2010).

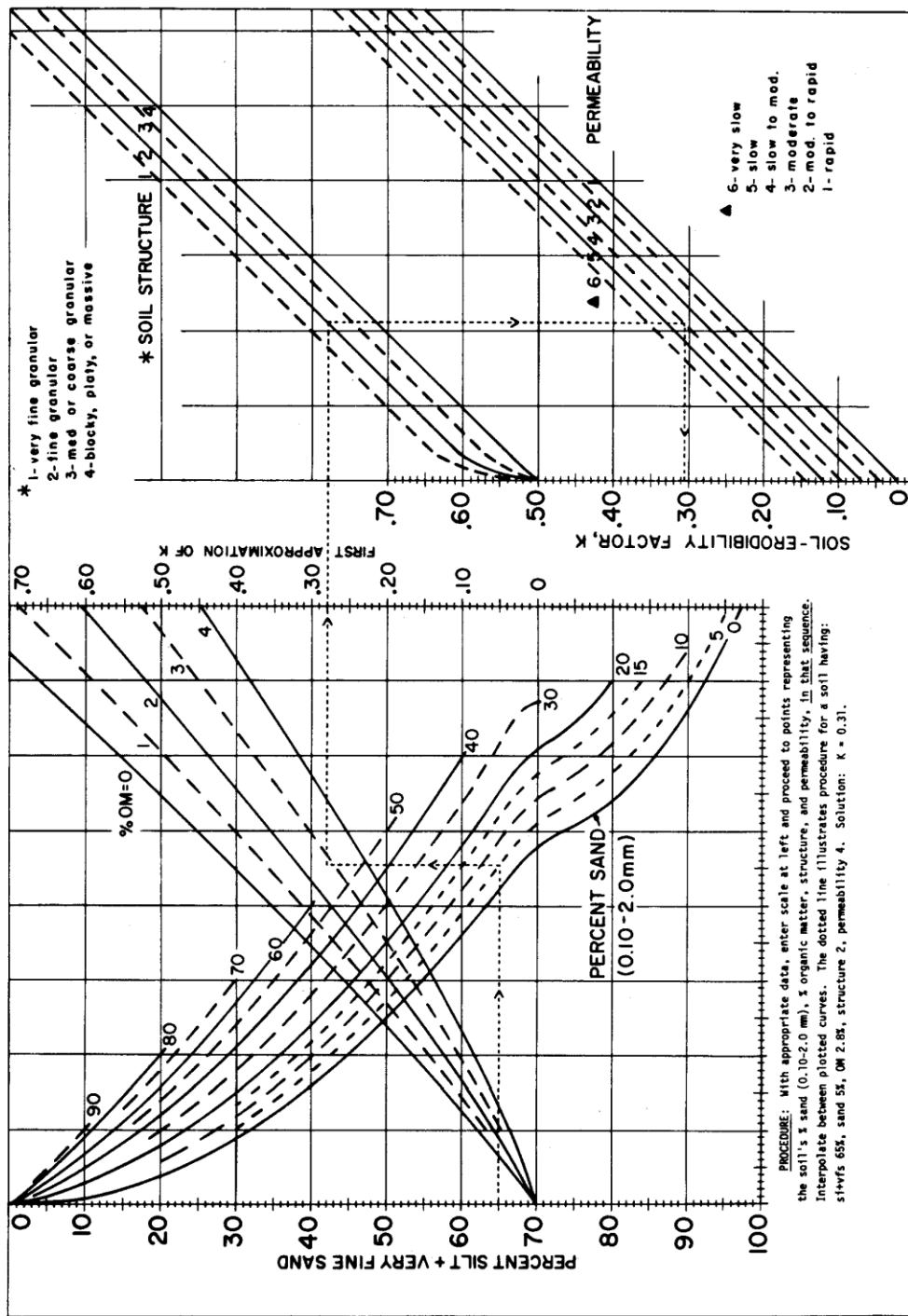


FIGURE 3.—The soil-erodibility nomograph. Where the silt fraction does not exceed 70 percent, the equation is $100 K = 2.1 M^{.14} (10^{-4}) (12 - a) + 3.25 (b - 2) + 2.5 (c - 3)$ where $M = (\text{percent silt} + \text{percent sand}) (100 - \text{percent organic matter})$, $a = \text{percent organic matter}$, $b = \text{structure code}$, and $c = \text{profile permeability class}$.

Σχήμα 6.1. Νομογράφημα υπολογισμού του συντελεστή K (Wischmeier & Smith, 1978).

Οι συντελεστές του μήκους κλιτύος (L) και της κλίσης κλιτύος (S) μπορούν να συνδυαστούν σε ένα δείκτη (τοπογραφικός συντελεστής, LS), ο οποίος φανερώνει την αναλογία της εδαφικής απώλειας σε δεδομένες συνθήκες μήκους και κλίσης κλιτύος με τις πρότυπες συνθήκες των 5° κλίσης και μήκους 22 μέτρων, στις οποίες ο δείκτης LS παίρνει

τιμή ίση με τη μονάδα. Οι τιμές του δείκτη για κάθε σημείο της εκάστοτε λεκάνης απορροής συνήθως εξάγονται από νομογραφήματα (Σχήμα 6.2) (Wischmeier & Smith, 1978), ή από την παρακάτω εξίσωση (6.3):

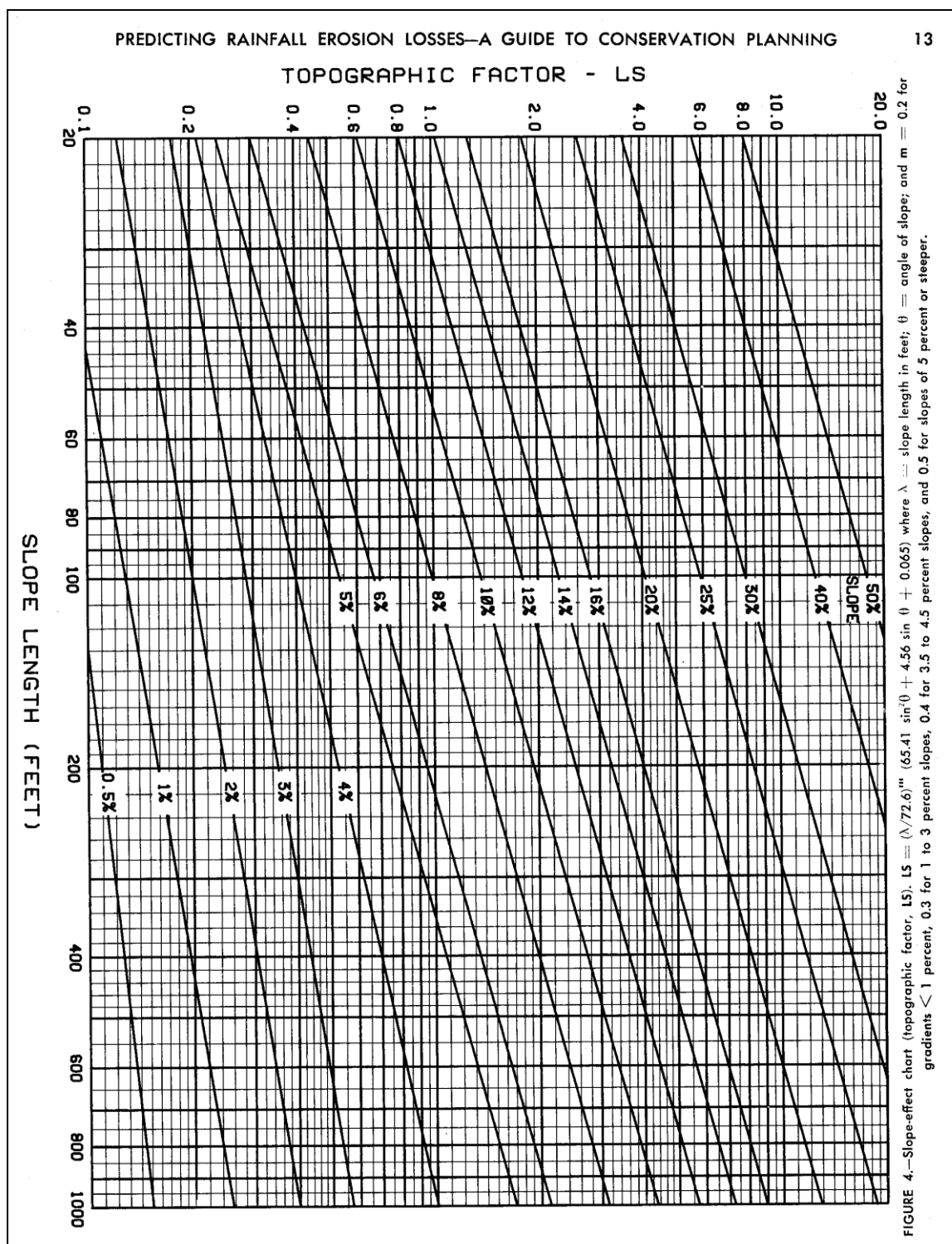
$$LS = (x/22.13)^n (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2) \quad (6.3)$$

όπου:

x, το μήκος κλιτύος (m),

s, η κλίση κλιτύος εκφρασμένη σε ποσοστό %, και

n, συντελεστής που ισούται με 0.1 για κλίσεις μικρότερες από 1°, με 0.2 για κλίσεις 1°, με 0.3 για κλίσεις 2°, και με 0.4 για κλίσεις 3°. Για τον υπολογισμό του συντελεστή LS, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και το νομογράφημα του σχήματος .2 . Σύμφωνα με το σχήμα αυτό, η τιμή του LS προκύπτει εάν είναι γνωστά η κλίση s (%) και το μήκος κλιτύος χ (m).



Σχήμα 6.2. Νομογράφημα υπολογισμού του συντελεστή LS (Wischmeier & Smith, 1978).

Είναι απαραίτητο να αναφέρουμε ότι η εξίσωση 6.3 αλλά και το νομογράφημα στο Σχήμα 6.2 μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο στην περίπτωση που το συνολικό μήκος κλιτύος χ αντιστοιχεί σε ενιαία κλίση. Αν δεν ισχύει το παραπάνω, θα χρειαστεί να ακολουθήσει χωρισμός του συνολικού μήκους χ σε τμήματα ίσου μήκους τα οποία έχουν ίδια

τιμή κλίσης το καθένα και τότε ο συντελεστής LS υπολογίζεται με τη βοήθεια του Σχήματος 6.2 και του Πίνακα 6.1, όταν είναι γνωστή η κλίση για το κάθε τμήμα. Στον Πίνακα 6.1 δίνονται (ανάλογα με τον αριθμό των ισομηκών τμημάτων και την τιμή του n), οι τιμές των διορθωτικών συντελεστών με τους οποίους πολλαπλασιάζονται οι τιμές LS όπως προκύπτουν από το Σχήμα 6.2, για ενιαίο μήκος κλιτύος με διαφορετική όμως κλίση. Στο Σχήμα 6.2, απεικονίζεται το νομογράφημα για το συντελεστή LS.

Πίνακας 6.1. Διορθωτικοί συντελεστές του LS.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ	ΣΕΙΡΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	ΕΚΘΕΤΗΣ (n)		
2		0.5	0.4	0.3
	1	0.35	0.38	0.41
	2	0.65	0.62	0.59
3	1	0.19	0.22	0.24
	2	0.35	0.35	0.35
	3	0.46	0.43	0.41
4	1	0.12	0.14	0.17
	2	0.23	0.24	0.24
	3	0.30	0.29	0.28
	4	0.35	0.33	0.31
5	1	0.09	0.11	0.12
	2	0.16	0.17	0.18
	3	0.21	0.21	0.21
	4	0.25	0.24	0.23
	5	0.28	0.27	0.25

Ο συντελεστής φυτοκάλυψης (C) εκφράζει την αναλογία της εδαφικής απώλειας σε μία λεκάνη για ένα δεδομένο είδος καλλιέργειας. Ο δείκτης C, ορίζει το μέτρο της μείωσης της εδαφικής απώλειας λόγω της βλάστησης (φυσική ή καλλιέργειες) και μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους ανάλογα με την ανάπτυξη του φυλλώματος των φυτών. Στον Πίνακα 6.2, δίνονται τιμές που μπορεί να πάρει ο συντελεστής αυτός για τα διάφορα ήδη καλλιέργειας και φυσικής βλάστησης. (Wischmeier & Smith, 1978; Roose, 1977; Singh et al., 1981; El-Swaify et al., 1982; Hurni, 1987; Hashim & Wong, 1988;).

Πίνακας 6.2. Τιμές του C για διάφορα είδη καλλιέργειας. (Wischmeier & Smith, 1978; Roose, 1977; Singh et al., 1981; El-Swaify et al., 1982; Hurni, 1987; Hashim & Wong, 1988;)

Χρήση γης	Κωδ.	C
Διακεκομμένη αστική δόμηση	112	0.001
Ζώνες λιμένων	123	0.0
Αεροδρόμια	124	0.0
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	211	0.3
Αμπελώνες	221	0.2
Ελαιώνες	223	0.1
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	242	0.18
Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	243	0.07
Δάσος κωνοφόρων	312	0.001
Φυσικοί βοσκότοποι	321	0.3
Σκληροφυλλική βλάστηση	323	0.03
Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	324	0.02
Παραλίες-αμμόλοφοι-αμμουδιές	331	0.6
Απογυμνωμένοι βράχοι	332	0.02
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	333	0.45
Αποτεφρωμένες εκτάσεις	334	0.55

Τέλος, ο συντελεστής ελέγχου της διάβρωσης (P), εκφράζει το μέτρο της ανθρώπινης παρέμβασης για την προστασία από τη διάβρωση. Σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν μέτρα αντιμετώπισης της διάβρωσης, ο συντελεστής παίρνει τιμή ίση με τη μονάδα.

Η εξίσωση αυτή έχει προκύψει από βάσεις δεδομένων μικρών υδρολογικών λεκανών απορροής των ΗΠΑ. Έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί και για τις ελληνικές συνθήκες από τους Χρυσάνθου & Πυλιώτης, 1995, και τους Ζαρρή κ.α., 2001.

6.3 Υπολογισμός των Συντελεστών στην ΠΕΕΑ

Για τη διαχείριση και εφαρμογή της τροποποιημένης παγκόσμιας εξίσωσης εδαφικής απώλειας χρησιμοποιήθηκαν Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Π.Σ.). Η τοπική εδαφική απώλεια υπολογίζεται για κάθε ψηφιδωτό τμήμα (grid cell) της λεκάνης απορροής. Έτσι καταφέρνουμε να εξάγουμε χάρτες που να απεικονίζουν την κατανομή κάθε φορά των συντελεστών που επηρεάζουν την εξέλιξη της λεκάνης. Στο τέλος, συνεκτιμώντας όλους τους παράγοντες μπορέσαμε να εξάγουμε έναν τελικό χάρτη πολλαπλασιάζοντας στην ουσία τους επί μέρους παράγοντες που λαμβάνουν χώρα στην εξίσωση αυτή. Το αποτέλεσμα ήταν η εξαγωγή του χάρτη που μας δείχνει την εδαφική απώλεια σε κάθε σημείο της υπό έρευνα λεκάνης και μας βοηθά στο να συμπεράνουμε και να εκτιμήσουμε τις τάσεις απογύμνωσης αλλά και απόθεσης σε όλο το εύρος της περιοχής.

6.3.1 Δείκτης Διαβρωτικότητας της Βροχόπτωσης (R)

Η τιμή του συντελεστή R είναι το άθροισμα των συντελεστών EI_{30} για όλες τις ισχυρές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους, όπου E είναι η κινητική ενέργεια της βροχόπτωσης και I_{30} είναι η μέγιστη 30-λεπτη ένταση βροχόπτωσης σε κάθε καταιγίδα. Λόγω έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων η εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί είναι [van der Knijff et al., 2000]:

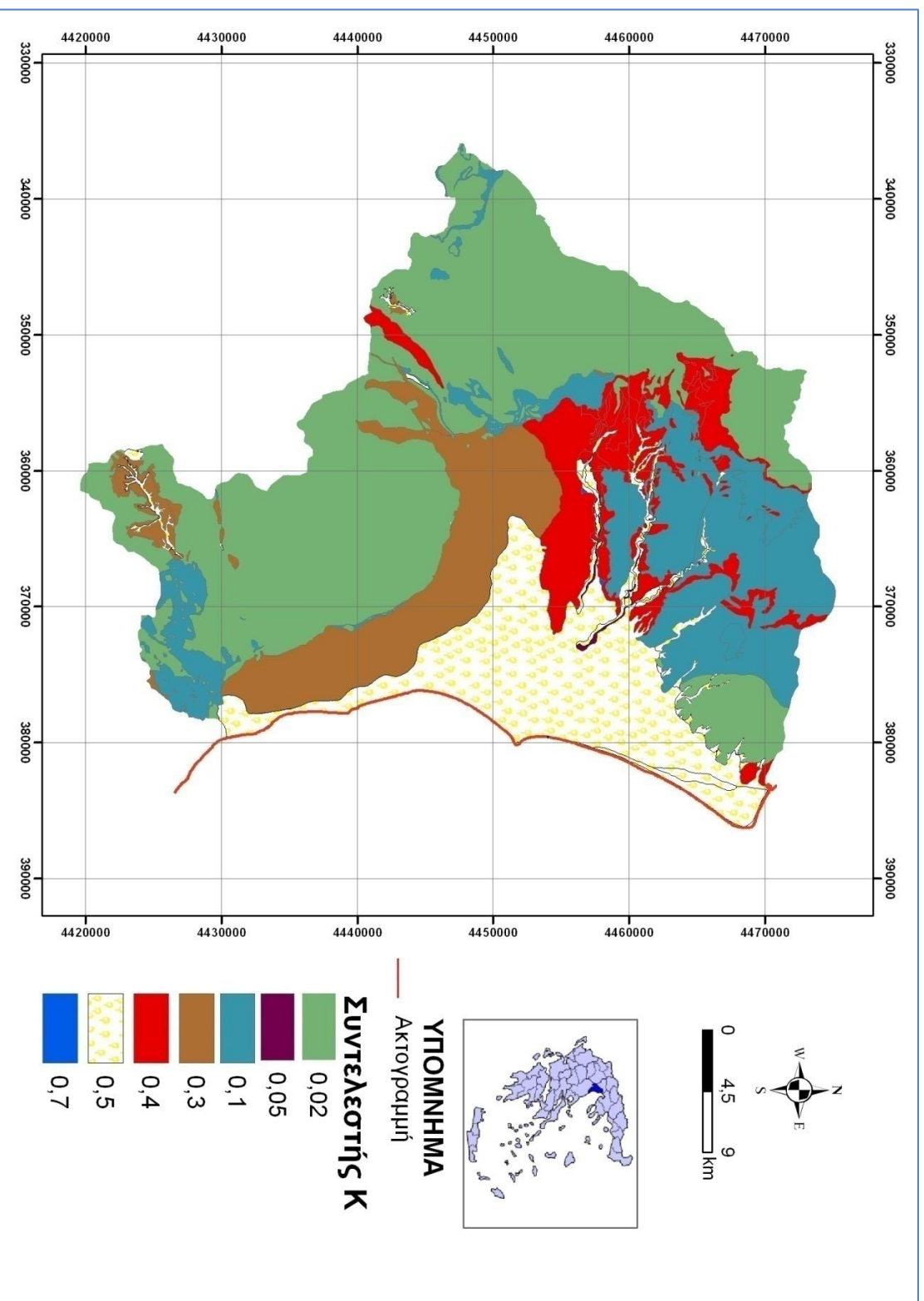
$$R = \alpha * P_j$$

όπου P_j [mm] η μέση ετήσια βροχόπτωση και $\alpha = 1.3$.

Η αριθμητική τιμή του συντελεστή α προέκυψε από απλή γραμμική εξίσωση μεταξύ του συντελεστή R και της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για τα υδρολογικά έτη 1936-37 έως 1987-88, με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY) για το βροχομετρικό σταθμό του, υπολογίστηκε ίση με 984.4 mm.

6.3.2 Συντελεστής εδαφικής διαβρωσιμότητας (K)

Στην παρούσα εργασία ο συντελεστής εδαφικής διαβρωσιμότητας (K) για κάθε ένα γεωλογικό σχηματισμό προκύπτει από την συνεκτικότητα, την αντίσταση του σχηματισμού στην αποσάθρωση καθώς και την υδροπερατότητα και διηθητικότητα. (*European soil bureau, 2000*). Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν συνεκτιμώντας βιβλιογραφικά δεδομένα και στοιχεία από υπαίθριες παρατηρήσεις και έτσι προέκυψε το Σχήμα 6.3.



Σχήμα 6.3. Κατανομή των τιμών του συντελεστή Κ στην περιοχή έρευνας.

Οι τιμές του συντελεστή της εδαφικής διαβρωσιμότητας που χρησιμοποιήθηκαν για να κατατάξουμε τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής έρευνάς μας (*K*) εμφανίζονται στον Πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3. Τιμές του συντελεστή *K* με βάση τους γεωλογικούς σχηματισμούς.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ <i>K</i>
Τεταρτογενείς – Ολοκαινικές αποθέσεις	0,5
Αμφιβολίτες (Νεοπαλαιοζωικό – Μ. Τριαδικό)	0,1
Μεταμορφωμένα – οφιολιθικά (Ανωτ. Κρητιδικό)	0,1
Φλύσχης (Μέσο – Ανωτ. Ηώκαινο)	0,3
Κατολισθήσεις – χαλαρές αποθέσεις	0,4
Ασβεστόλιθοι, δολομίτες Ιουρασικού	0,02
Φυλλίτες (Ιουρασικό – Μ. Ηώκαινο)	0,2
Φλυσχοφυλλιτική σειρά	0,1
Ασβεστολιθικές ενστρώσεις	0,02
Μάρμαρα	0,02
Κροκαλοπαγή	0,4
Ψαμμίτες, άργιλοι (τριτογενές – νεογενές)	0,1
Αιολικές αποθέσεις Πλειστοκαίνου	0,5
Κώνοι κορημάτων Πλειστοκαίνου	0,3
Γνεύσιοι	0,02
Σερπεντινίτες	0,02
Γρανίτες	0,02

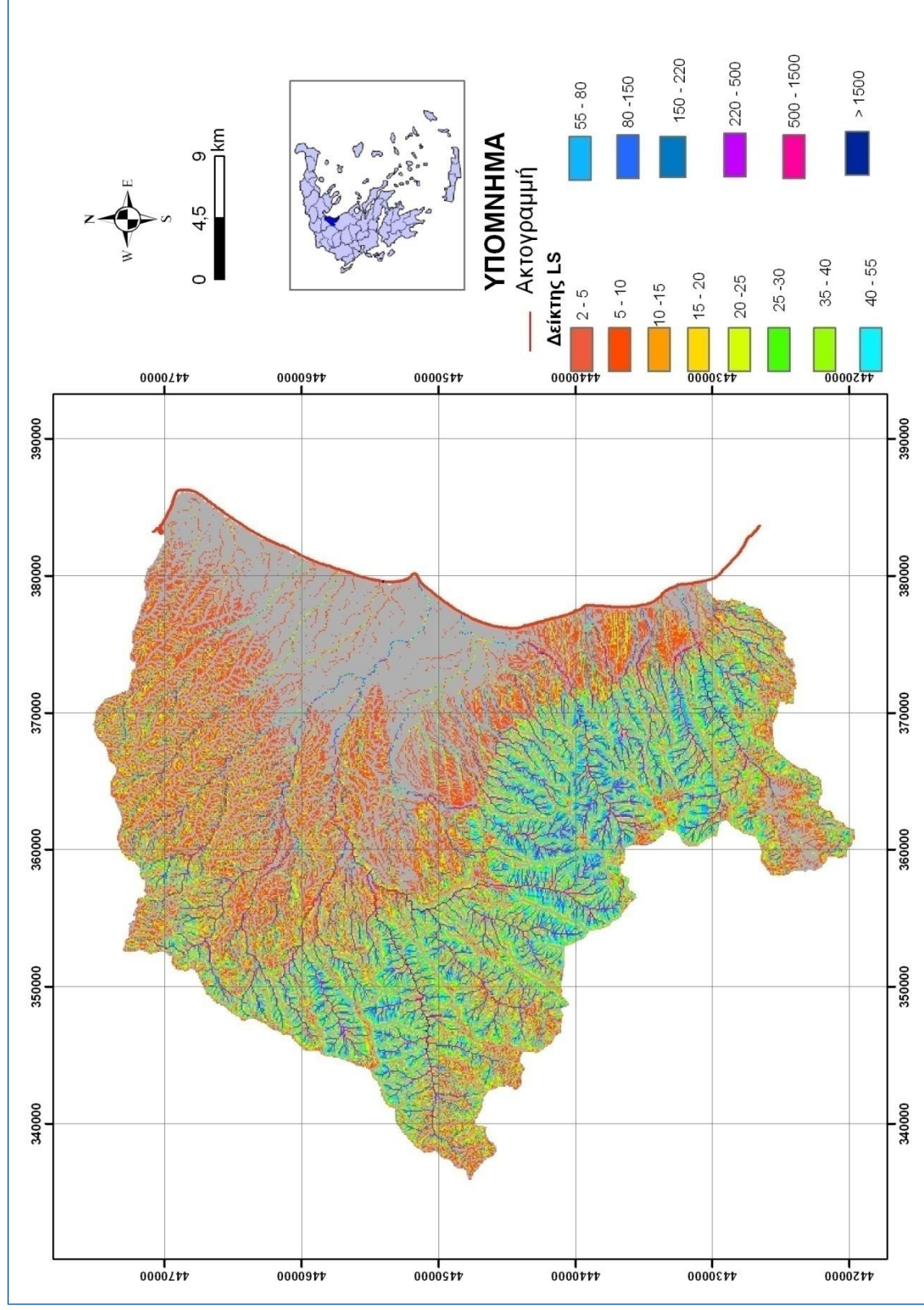
6.3.3 Τοπογραφικός συντελεστής (LS)

Ο τοπογραφικός συντελεστής (*LS*), όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι ο συνδυασμός του συντελεστή μήκους κλιτύος *L* (slope-length factor) και του συντελεστή της κλίσης κλιτύος *S* (slope-gradient factor). Κατά συνέπεια η αύξηση και των δύο συντελεστών συμβάλουν στην αυξανόμενη δυνατότητα εδαφικής διάβρωσης (*Stefano, et al., 2000*).

Αυτοί οι συντελεστές προκύπτουν από το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM) της περιοχής έρευνας *Σχήμα 6.4*. Το DEM προήλθε από την ψηφιοποίηση των χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) σε κλίμακα 1:50.000.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή *LS* έγινε χρήση του λογισμικού προγράμματος *ArcGis* v. 9.3.1. και του παρακάτω τύπου (*Jianguo Ma, 2001*):

$$LS = (\text{Flow Accumulation} \cdot \text{Cell Size} / 22, 13)^{0,4} \cdot (\text{Sin Slope} / 0, 0896)^{1,3} \quad 6.4$$



Σχήμα 6.4. Χάρτης κατανομής του τοπογραφικού συντελεστή LS.

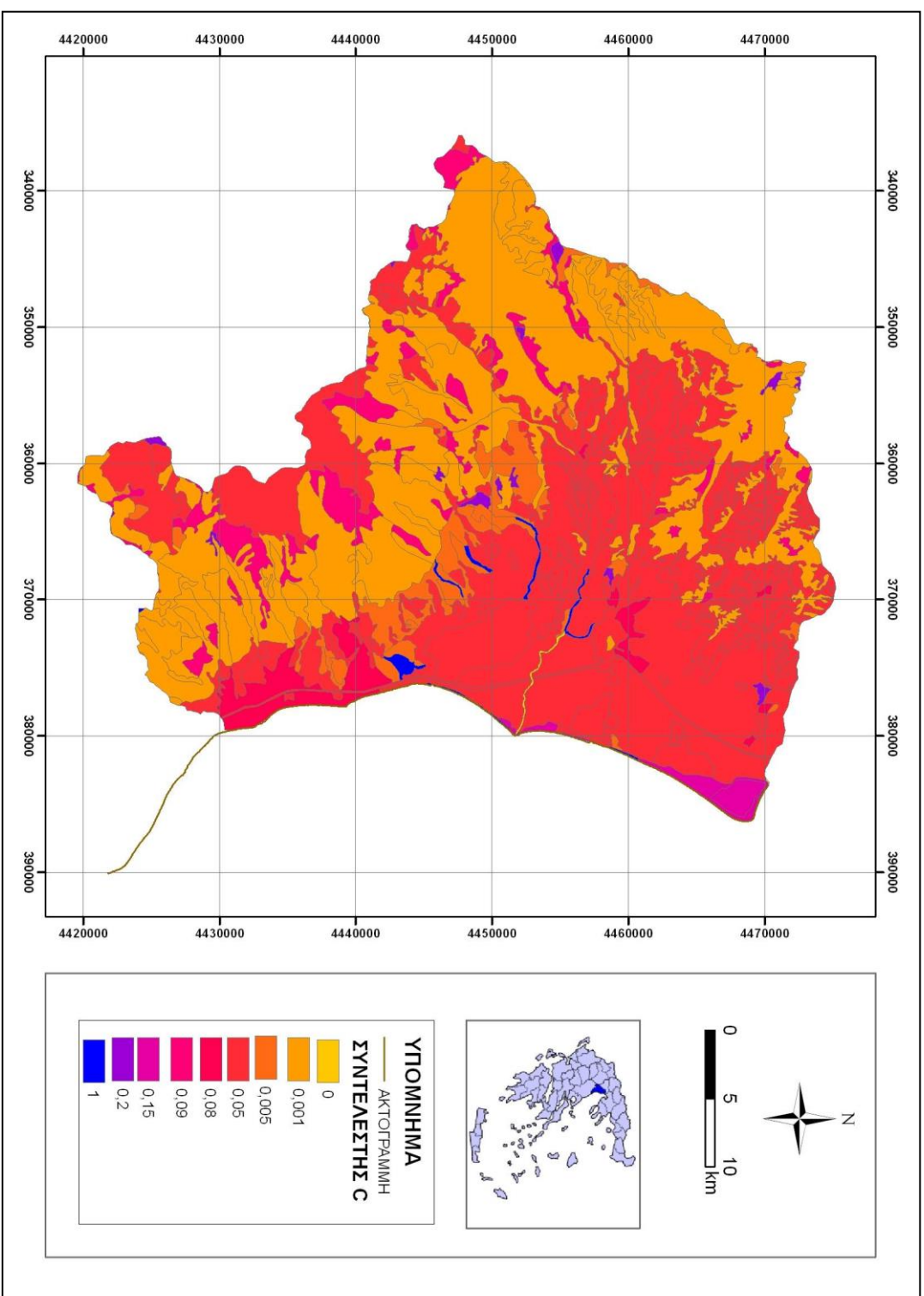
6.3.4 Συντελεστής φυτοκάλυψης (C)

Για τον υπολογισμό του συντελεστή φυτοκάλυψης (C) χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα χρήσεων γης από το πρόγραμμα CORINE σε κλίμακα 1:100.00. Αναλυτικότερα, σε κάθε κωδικοποιημένη χρήση γης που απαντάται στην υπό έρευνα περιοχή, αντιστοιχίζεται μια τιμή του συντελεστή (C), η οποία προέκυψε είτε αξιοποιώντας τιμές από τη διεθνή βιβλιογραφία, προσαρμοσμένες στην περιγραφή των συγκεκριμένων χρήσεων γης (Wischmeier and Smith, 1978, Schwertmann et al., 1990, Χρυσάνθου και Πυλιώτης, 1995, Μυρωνίδης, 2010, Μπαθρέλλος, 2010), είτε εκτιμώντας νέες εμπειρικές τιμές για τις χρήσεις γης. (Σχήμα 6.5, Πίνακας 6.4).

Πίνακας 6.4: Συντελεστής φυτοκάλυψης με βάση την κατάταξη των χρήσεων γης κατά CORINE.

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	ΕΚΤΑΣΗ (%)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ C
111	Συνεχής αστική δόμηση	473.120	0,03	0,001
112	Διακεκομμένη αστική δόμηση	23.517.095	1,59	0,05
121	Βιομηχανική – εμπορική ζώνη	3.269.411	0,22	0,05
122	Δρόμοι - σιδηρόδρομοι	6.152.187	0,42	0,05
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	368.854.195	24,98	0,05
212	Μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη	40.287.732	2,73	0,05
231	Βοσκότοποι	18.237.975	1,24	0,005
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	41.617.161	2,82	0,08
243	Γεωργική γη με σημαντικές	186.264.351	12,61	0,05

	εκτάσεις φυσικής βλάστησης			
311	Πλατύφυλλα δάση	296.206.846	20,06	0,001
312	Δάσος κωνοφόρων	120.291.565	8,15	0,001
313	Μικτά δάση	148.492.589	10,05	0,001
321	Φυσικοί βοσκότοποι	8.261.331	0,56	0,2
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	53.375.613	3,61	0,005
324	Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις	82.313.042	5,57	0,09
331	Παραλίες-αμμόλοφοι-αμμουδιές	7.028.355	0,48	1
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	79.354	0,005	1
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	54.426.481	3,69	0,05
421	Έλη	9.119.141	0,62	0,15
422	Παράκτιες αλατούχες περιοχές	6.371.589	0,43	0,15
511	Κοίτες ποταμών	1.155.600	0,08	0
523	Θαλάσσια περιοχή	1.075.248	0,07	0



Σχήμα 6.5 Χάρτης κατανομής του συντελεστή φωτοκάλυψης με βάση τις χρήσεις γης.

6.3.5 Συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης (P)

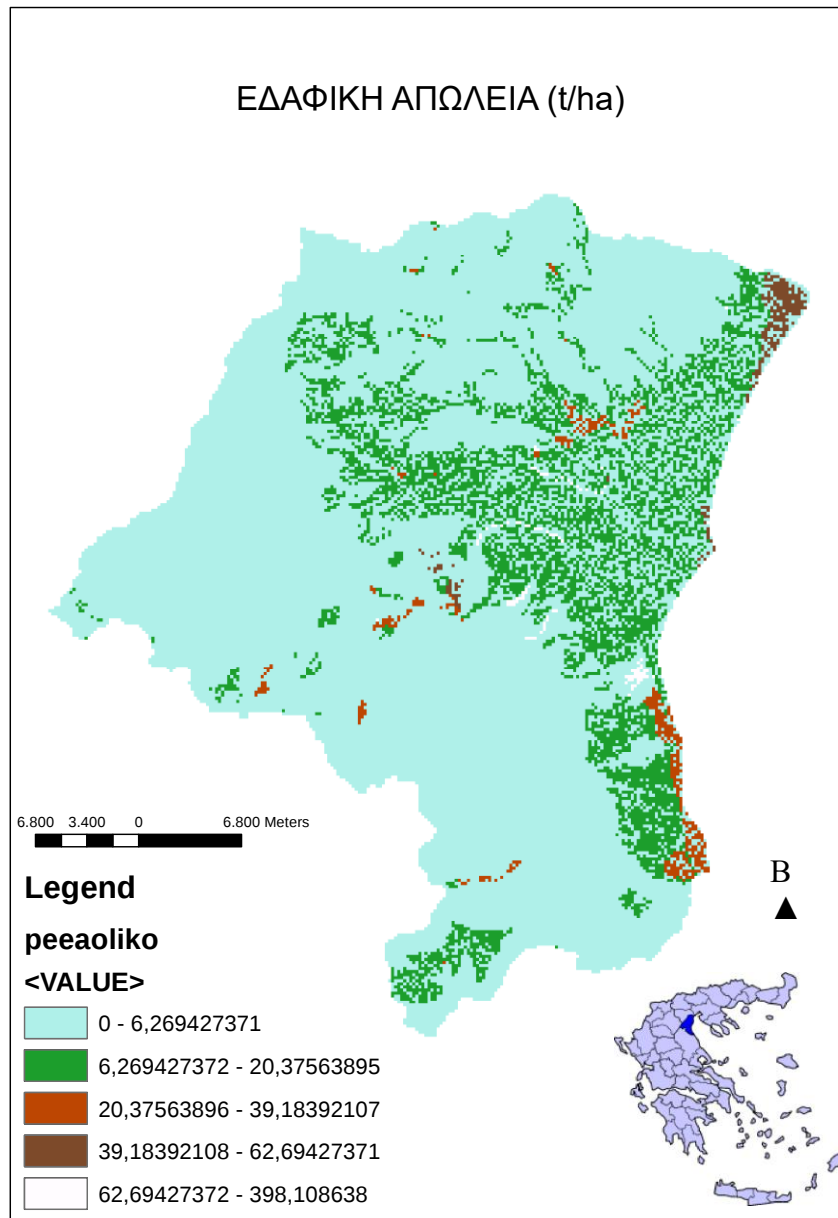
Στη ευρύτερη λεκάνη της Πιερίας δεν λαμβάνονται ουσιαστικά μέτρα προστασίας απέναντι στην διάβρωση. Για αυτό το λόγο ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P , έχει παντού την τιμή $P=1$.

6.4 Εδαφική Απώλεια - Αποτελέσματα

Η εφαρμογή της ΠΕΕΑ σε περιβάλλον ΓΣΠ και με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGis9.3.1., έλαβε χώρα με τον πολλαπλασιασμό των προαναφερθέντων πέντε παραγόντων. Με τον τρόπο αυτό παρήχθη ο χάρτης (Σχήμα 6.6) της χωρικής κατανομής της μέσης ετήσιας εδαφικής απώλειας ανά εκτάριο για την υπό έρευνα περιοχή.

Η μέση (χωρικά ανηγμένη) ετήσια τιμή εδαφικής απώλειας στην περιοχή έρευνας υπολογίστηκε ίση με 4,53 t/ha. Η τιμή αυτή είναι αρκετά ρεαλιστική και συγκρίσιμη με τιμές άλλων περιοχών στην Ελλάδα, όπως στη λεκάνη απορροής του Αχελώου όπου η εδαφική απώλεια υπολογίστηκε 47,26 t/ha, (Ζαρρής κ.ά., 2001). Ο Μάρης, το 2005, εφαρμόζοντας την παγκόσμια εξίσωση της εδαφικής απώλειας εκτίμησε τους κινδύνους για τον ταμιευτήρα στην περιοχή του Προβατώνα Έβρου και υπολόγισε μέση τιμή εδαφικής απώλειας 2,22 t/ha. Ο Ξανθάκης, 2010 υπολόγισε όγκο φερτών υλικών που έχουν εισρεύσει στον ταμιευτήρα Μαραθώνα ίσο με 7,52 t/ha για τον ποταμό Οινόη με την εφαρμογή του μοντέλου RUSLE. Ο Παγώνας, 2010, υπολόγισε μέση τιμή εδαφικής διάβρωσης για λεκάνες απορροής της ΒΔ Πελοποννήσου από 24 έως 35 t/ha. Η Παπαπέτρου, 2017, υπολόγισε τιμή εδαφικής απώλειας για τον ταμιευτήρα των Κρεμαστών 6,54t/ha.

Οι τιμές της εδαφικής απώλειας που υπολογίστηκαν σε κάθε σημείο της υπό έρευνα περιοχής κατηγοριοποιήθηκαν σε έξι κατηγορίες και χαρακτηρίστηκαν ως προς την επικινδυνότητά τους στη διάβρωση με τον ακόλουθο τρόπο όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.5



***Σχήμα 6.6.** Χωρική κατανομή μέσων τιμών εδαφικής απώλειας στην περιοχή έρευνας.*

Πίνακας 6.5. Χαρακτηρισμός περιοχής έρευνας σύμφωνα με το ρυθμό διάβρωσης.

Ρυθμός διάβρωσης t/ha/y	Χαρακτηρισμός	Εμβαδόν (Km ²)	Ποσοστό%
<6	πολύ χαμηλός	1190,88	81,15
6 -20	χαμηλός	247,16	16,8
20 -40	μέτριος	17,76	1,21
40 - 63	σοβαρός	9,64	0,65
>63	πολύ σοβαρός	2	0,14
		1467,44	100

Συγκεκριμένα, το 81,15% της περιοχής έρευνας μπορεί να χαρακτηριστεί με πολύ χαμηλό ρυθμό διάβρωσης. Το 16,8% με χαμηλό, το 1,21% με μέτριο, το 0,65% με σοβαρό και το 0,14% με πολύ σοβαρό ρυθμό διάβρωσης. Όπως γίνεται φανερό από τους υπολογισμούς, το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έρευνας παρουσιάζει πολύ χαμηλό ρυθμό διάβρωσης. Θα ήταν χρήσιμο να συγκεντρωθούμε στις περιοχές εκείνες που χαρακτηρίζονται με εξαιρετικά σοβαρό ρυθμό διάβρωσης. Αυτές είναι κυρίως περιοχές που εντοπίζονται κυρίως στις κοίτες των ρευμάτων, σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλα υψόμετρα ή πολύ χαμηλά υψόμετρα

Πιο συγκεκριμένα, οι σημαντικότερο αυξημένες τιμές της εδαφικής απώλειας συναντούνται στον κύριο κλάδο του ποταμού που εκβάλλει στο χωριό Παραλία, σε όλο το μήκος του κύριου κλάδου του ποταμού Μαυρονέρι, στον κύριο κλάδο του ποταμού Χελιοπόταμος, στο χαμηλό τμήμα του ρέματος Τοπόλιανη και σε κάποια σημεία της λεκάνης του ποταμού Ζηλιάνα.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση στις εκβολές του ποταμού Ενιπέας. Αποτελεί μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλά υψόμετρα, κάτω του 1m σε πολλά σημεία, η εδαφική διάβρωση υπολογίστηκε πολύ υψηλή και γενικά αποτελεί μια υποβαθμισμένη περιοχή.

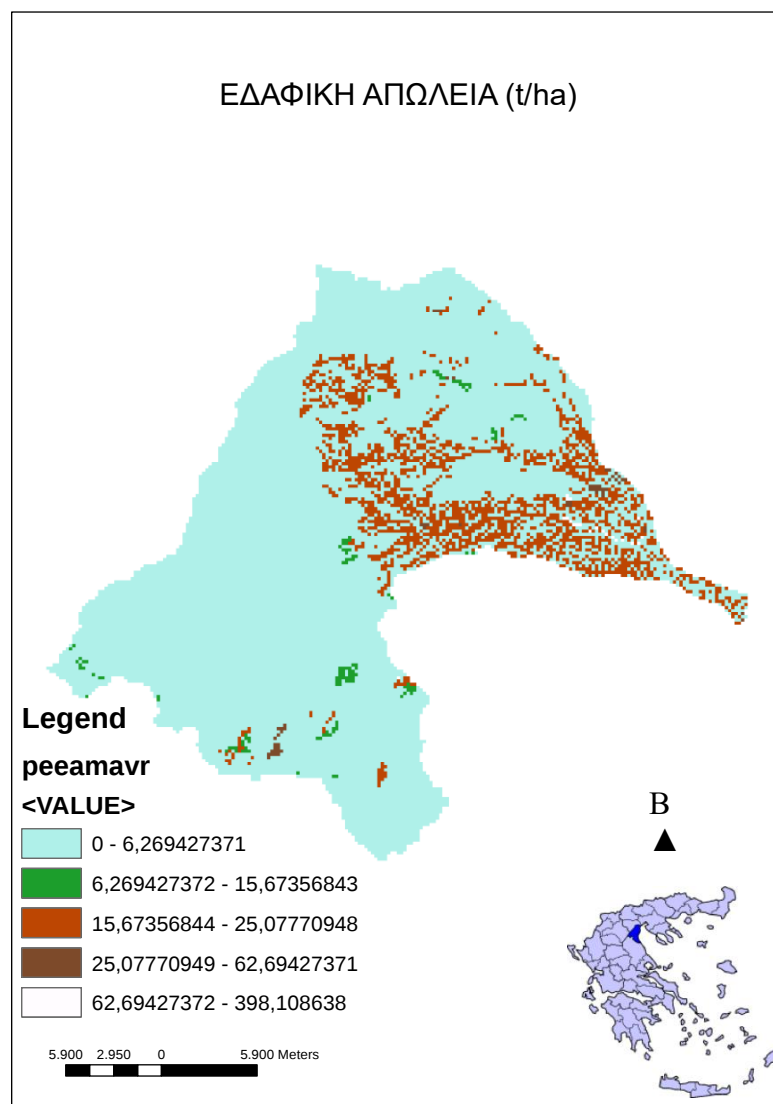
Πιθανότατα, θα μπορούσε κανείς να περιμένει τη μεταφορά των φερτών υλικών από την πιθανή διάβρωση σε αυτά τα σημεία στους προαναφερόμενους κλάδους προς τις εκβολές τους και να επηρεάσει αυτό το γεγονός την θέση της εκάστοτε παράκτιας ζώνης (βλ. επόμενα κεφάλαια). Κυριότερα στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής έχουμε υψηλές τιμές εδαφικής απώλειας σε κύριους κλάδους οι οποίοι είναι πολύ μεγαλύτεροι σε μήκος από ότι οι

αντίστοιχοι κλάδοι στη νότια πλευρά της περιοχής. Έτσι, λογικά αναμένουμε μεγαλύτερη μεταφορά φερτών υλικών στην ανατολική (προς τη θάλασσα) πλευρά, από τις αλυκές του Κίτρους και μέχρι τον ποταμό Μαυρονέρι. Νοτιότερα, οι κύριοι κλάδοι είναι τόσο μικρότεροι με αποτέλεσμα να είναι μειωμένη και η προσφορά του υλικού. Και όπως φαίνεται και από το Σχήμα 6.6 τα υλικά που θα μπορούσαν να μεταφέρουν είναι μόνο αυτά των αλλουβιακών ριπιδίων.

Έτσι λοιπόν, θα μπορούσαμε να αναμένουμε αντίστοιχη τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης (στις θέσεις όπου αντιστοιχούν οι εκβολές των προαναφερόμενων ρεμάτων με υλικά) και να εξηγηθεί σύνδεση εδαφικής απώλειας με αποθετικές τάσεις ακτής.

Επίσης, σε πιθανό συνδυασμό με την κυματική δράση και γενικότερα τη θαλάσσια κυκλοφορία στο εξωτερικό περιθώριο του Θερμαϊκού Κόλπου που επηρεάζει την παράκτια στερεομεταφορά (βλ παράγραφο 2.5.3) θα δοθούν στα παρακάτω κεφάλαια πιθανές εξηγήσεις για το σύστημα ισορροπίας της ακτή.

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας για τη λεκάνη του ποταμού Μαυρονέρι (Σχ. 6.7). Η μέση τιμή της εδαφικής απώλειας υπολογίστηκε στην τελευταία λεκάνη υπολογίστηκε ίση με 2.9 t/ ha. Η μέγιστη τιμή εδαφικής απώλειας είναι 398 t/h ενώ η τυπική απόκλιση 14. Φαίνεται καθαρά και από το σχ. 6.7 ότι οι μεγαλύτερες τιμές της εδαφικής απώλειας εμφανίζονται στην κοίτη του ποταμού και κυρίως στον κύριο κλάδο του και σε όλο το μήκος του μέχρι και τις εκβολές του.



Σχήμα 6.7 Χωρική κατανομή εδαφικής απώλειας στη λεκάνη του ποταμού Μαυρονέρι.

6.5 Στερεοπαροχή και συσχέτιση με εδαφική απώλεια

Η στερεομεταφορά του ποταμού Μαυρονέρι μπορεί να υπολογιστεί βάσει της εδαφικής απώλειας μέσω της Παγκόσμιας Εξίσωσης της Εδαφικής Απώλειας και στην συνέχεια μέσω της εκτίμησης του συντελεστή στερεοαπορροής (SDR) με την χρήση της εξίσωσης σύμφωνα με Renfro (1972), (Ξηρού, 2014), Η τελευταία έχει χρησιμοποιηθεί σε πολυάριθμες μελέτες σχετικές με εδαφική απώλεια στις ΗΠΑ και γράφεται ως:

$$\log(\text{SDR})=1,877-0,1419\log(25,9xA)$$

Με τον όρο συντελεστής απορροής εννοείται το ποσοστό της εδαφικής διάβρωσης που μεταφέρεται ως την θάλασσα με την στερεοπαροχή. Έχει τιμή πάνω από τη μονάδα και μειώνεται όσο αυξάνεται η επιφάνεια της εκάστοτε λεκάνης απορροής.

Η εξίσωση εδαφικής απώλειας για τη λεκάνη του Μαυρονερίου υπολογίστηκε ίση με 2,9 t/ha. (ή 290t/ km²)

Χρησιμοποιώντας τη γενικευμένη σχέση του Vanoni, 1975 (από Παπαπέτρου, 2017), καθώς προέκυψε από δεδομένα στερεοαπορροής σε λεκάνες παγκοσμίως:

$$\text{SDR} = 0.42 * A^{-0.125}, \text{ όπου } A \text{ η έκταση σε mi}^2$$

$$\text{και SDR}=0.21.$$

Τέλος, πολλαπλασιάζοντας το συντελεστή στερεοαπορροής SDR με την υπολογισμένη ετήσια γενική διάβρωση A, (SDR = Q/A) (όπου Q σε t/ha, A σε t/ha) υπολογίζεται η συνολική στερεοπαροχή για τη λεκάνη του Μαυρονερίου:

$$Q = 0,21*2,9 = 0,61\text{t/ha} = 61\text{t/km}^2$$

Οι Poulos and Chronis το 1997 υποστήριξαν ότι η μέση τιμή ετήσιας παροχής σε ίζημα υπό αιώρηση ανά km² των ελληνικών ποταμών κυμαίνεται μεταξύ 65t/km² και 3650t/km². Συμπερασματικά, η λεκάνη απορροής του ποταμού Μαυρονέρι σχετικά με την εδαφική απώλεια έχει λίγο μικρότερη τιμή από αυτό το εύρος .

6.6 Συμπεράσματα

Η εκτίμηση της εδαφικής απώλειας με την χρήση της εξίσωσης RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) πραγματοποιήθηκε τόσο στο σύνολο της περιοχής μελέτης όσο και ειδικότερα στην λεκάνη του Μαυρονερίου. Πρέπει να τονιστεί ότι το παραγόμενο ψηφιακό προϊόν αποτελεί μια προσπάθεια σχετικής εκτίμησης και χωρικής αποτύπωσης της γενικότερης τάσης που παρατηρείται στον μέσο ετήσιο ρυθμό διάβρωσης στην περιοχή μελέτης. Η έλλειψη χρονοσειράς δεδομένων βροχόπτωσης

(τουλάχιστον ημερήσιου βήματος από ικανοποιητικό αριθμό μετεωρολογικών σταθμών - για εκτίμηση του συντελεστή διαβρωτικότητας βροχόπτωσης (R)) καθιστά δύσκολη την εκτίμηση της απόλυτης τιμής εδαφικής απώλειας. Σε κάθε περίπτωση όμως το παραγόμενο προϊόν απεικονίζει με ακρίβεια την χωρική κατανομή των περιοχών στις οποίες παρατηρούνται εντονότερα φαινόμενα εδαφικής διάβρωσης. Γενικότερα, ο εντοπισμός των περιοχών που χαρακτηρίζονται με αυξημένες τιμές διαβρωσιμότητας, μας βοηθά να λαμβάνουμε τα κατάλληλα μέτρα για τον έλεγχο των προβλημάτων που προκύπτουν από τις έντονες διαβρωτικές διεργασίες.

Σημαντικά καταστροφικά αποτελέσματα έχουν επέλθει μετά από έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή έρευνας. Χαρακτηριστικά αναφέρονται στην περιοχή της Κατερίνης και στο ρέμα Μοσχοπόταμος στις 5/10/1982 η πλημμύρα είχε σαν επακόλουθο ανθρώπινα θύματα, κατάκλιση πολλών εκτάσεων, οικιών κτισμάτων και οδών. Στις 28/11/1998 έχει επίσης καταγραφεί ότι στην περιοχή της Πιερίας πλημμύρισε ο χείμαρρος Ζηλιάνα με αποτέλεσμα την καθίζηση της γέφυρας της Λεπτοκαρυάς. (Κωτούλας, 2001)

Έντονα πλημμυρικά φαινόμενα έλαβαν χώρα στις 24-26 Οκτωβρίου 2009 στην περιοχή του Δίου όπου επέφερε καταστροφή σε γεωργικές καλλιέργειες, σε έργα υποδομής, προβλήματα σε αρδευτικά δίκτυα και δίκτυα ύδρευσης, κατολισθήσεις στο φράγμα των πηγών ύδρευσης Ολύμπου (βλ. Φώτο 6.1, 6.2). Επίσης πιο πρόσφατα, το Νοέμβρη του 2019 αρκετά έντονα ήταν τα προβλήματα σε τοπικά οδικά δίκτυα, αφού δρόμοι πλημμύρισαν με αποτέλεσμα την δύσκολη διάβαση των οχημάτων. Κτίσματα και οικίες κινδύνεψαν, σπάσανε αναχώματα, ενώ αυτοκίνητα παρασύρθηκαν.

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα εκτός από τις καταστροφικές συνέπειες που επιφέρει η έντονη εδαφική διάβρωση σε τεχνικά έργα, δομημένες περιοχές κ.ά., είναι και η απογύμνωση των εύφορων καλλιεργήσιμων εδαφών, η οποία πολλές φορές γίνεται αντιληπτή όταν τα αποτελέσματα είναι πλέον μη αναστρέψιμα.



Φώτο 6.1 Πλημμυρισμένες γεωργικές εκτάσεις στο Δήμο Δίου (Οκτ. 2009)(www.pieria.gr).



Φώτο 6.2 Προβλήματα σε πλημμυρισμένο δρόμο στην διάβαση Ξερολακκίου Κονταρριώτισσας – Αγ.Σπυρίδωνα(Οκτ, 2009) (www.pieria.gr).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

7.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η παράκτια ζώνη της περιοχής έρευνας σε όλο της το μήκος, να εντοπιστούν οι γεωμορφές και να συνδυασθούν τα αποτελέσματα τόσο της ιζηματολογικής ανάλυσης που προηγήθηκε όσο και της επιτόπου έρευνας, κατασκευής προφίλ ακτής και άλλων πρωτογενών δεδομένων. Στη συνέχεια μελετάται η εκάστοτε θέση της παράκτιας ζώνης στην πάροδο των τελευταίων δεκαετιών και γίνεται συζήτηση – σύνδεση με τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας που εξήχθησαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στο *Σχήμα 4.1* απεικονίζονται οι 23 Θέσεις έρευνας της περιοχής. Στη συνέχεια ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή για κάθε θέση που μελετήσαμε. Στα *Σχήματα* που ακολουθούν (*Σχήμα 7.1 έως 7.17*) απεικονίζονται τα μορφολογικά προφίλ που κατασκευάστηκαν στην κάθε θέση σύμφωνα με τη μεθοδολογία του *Komar, 1998* (βλ. Κεφ. 3.1.2)

7.2 Συνδυασμένοι χαρακτήρες παράκτιας ζώνης - Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Οι ονομασίες των δειγμάτων που αναφέρονται, απεικονίζονται συγκεντρωτικά στον *Πίνακα 4.1* μαζί με τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Οι συντεταγμένες της δειγματοληψίας παρατίθενται στο παράρτημα. Για να γίνει κατανοητή η αρίθμηση – ονοματολογία των δειγμάτων καλό θα ήταν να αναφέρουμε ότι σε όλες τις θέσεις λαμβάναμε τα δείγματα με την εξής σειρά: το πρώτο δείγμα στη ζώνη θραύσης των κυμάτων, το δεύτερο στην ανώτερη ζώνη θραύσης των κυμάτων και το τρίτο στη ζώνη των θινών (όπου ήταν δυνατόν).

Θέση 1. Βόρεια του Κορινού – εκκλησιάκι Αγίας Παρασκευής

Η Θέση 1 βρίσκεται στα βόρεια του χωριού Κορινός (*Σχήμα 7.1*). Στα βόρεια της περιοχής έρευνας υπάρχει ένα εκκλησιάκι της Αγίας Παρασκευής και ξεκινήσαμε από κει την έρευνά μας. Το πλάτος της ακτής εκτείνεται περίπου στα 30m και το χρώμα της άμμου είναι ανοιχτόχρωμο έως ανοιχτό γκρι. Στην περιοχή υπάρχουν ενεργές θίνες, όπως φαίνεται στη *Φώτο 7.1* αφού δεν υπάρχει ανθρωπογενής παρέμβαση και το ύψος των θινών έτσι όπως υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια κατασκευής του προφίλ ακτής φτάνει τα 115cm. Πίσω από τις θίνες υπάρχει περιοχή ελών και πέρα από τα 30m προς το εσωτερικό υπάρχει

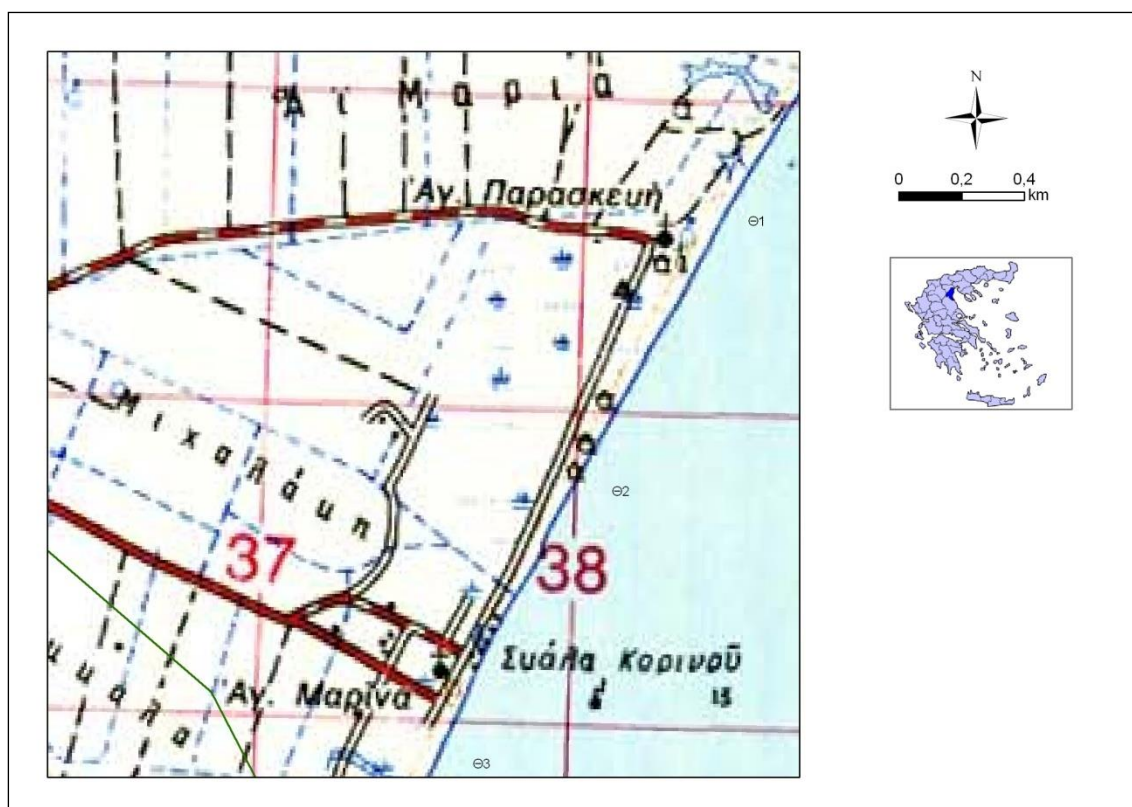
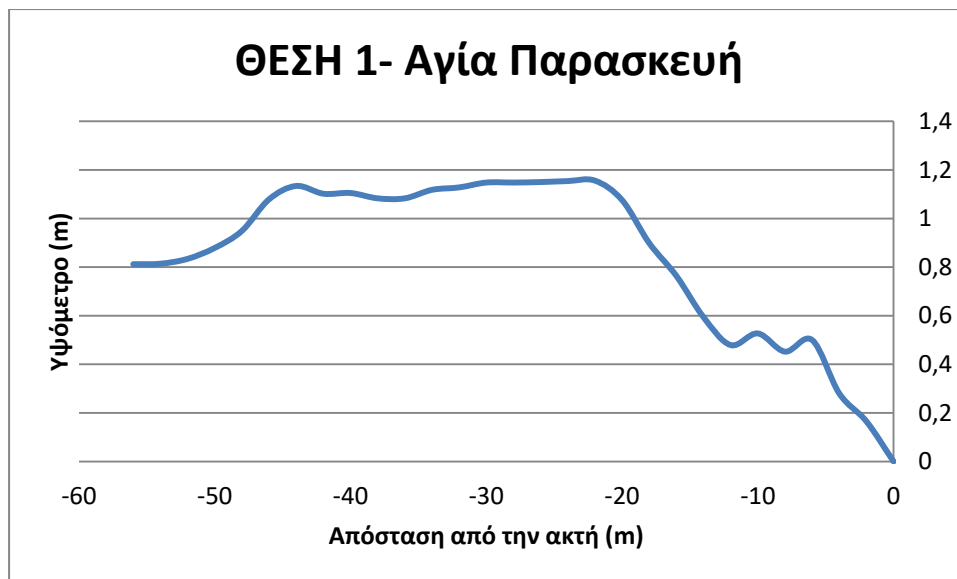
χωματόδρομος. Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχει μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη και για αρκετά χιλιόμετρα μέχρι το ύψος της ΠΑΘΕ περίπου η περιοχή χαρακτηρίζεται με υπερβολικά ομαλό ανάγλυφο με πολύ χαμηλές κλίσεις και υψόμετρο που δεν ξεπερνά τα 5m.

Στην περιοχή κατασκευάστηκε το μορφολογικό προφίλ ακτής που ακολουθεί (Σχήμα 7.1a). Το συνολικό πλάτος της παραλιακής ζώνης φτάνει τα 55m περίπου ενώ η ζώνη των θινών ξεκινά στα 20m περίπου από τη θάλασσα. Η ακτή χαρακτηρίζεται με ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο της τάξης των 5% περίπου.



Φώτο 7.1. Θέση Ι.Βόρεια του χωριού Κορινός. Προσανατολισμός προς Βορρά.

Τα δείγματα που ελήφθησαν (Α1, Α2, Α3), αναλύθηκαν και τα αποτελέσματα ήταν η περιοχή να καλύπτεται από μεσόκκοκη άμμο -στην ανώτερη ζώνη θραύσης χονδρόκοκη άμμος, η ταξινόμηση είναι μετρίως καλή, ενώ η καμπύλη της λοξότητας χαρακτηρίζεται συμμετρική στη ζώνη παλινδρόμησης, θετική στην ανώτερη ζώνη και αρνητική στη ζώνη των θινών. Η καμπύλη της κύρτωσης στα δείγματα από τη ζώνης παλινδρόμησης χαρακτηρίζεται μέση ενώ στην υπόλοιπη περιοχή έως πλατιά.



Σχήμα 7.1 α και β. Προφίλ ακτής (επάνω) και τοπογραφικό διάγραμμα (κάτω) στη Θέση 1.

Θέση 2 παραλία Κορινού

Στην περιοχή της παραλίας Κορινού υπάρχει παραθαλάσσιος χώρος αναψυχής με ομπρέλες και ξαπλώστρες για τους λουόμενους κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών σε μήκος 100m περίπου. Το πλάτος της ακτής είναι περίπου 50m (από τα μεγαλύτερα πλάτη που εκτείνονται σε όλο το νομό). Οι θίνες είναι ενεργές αφού η ανθρώπινη δραστηριότητα

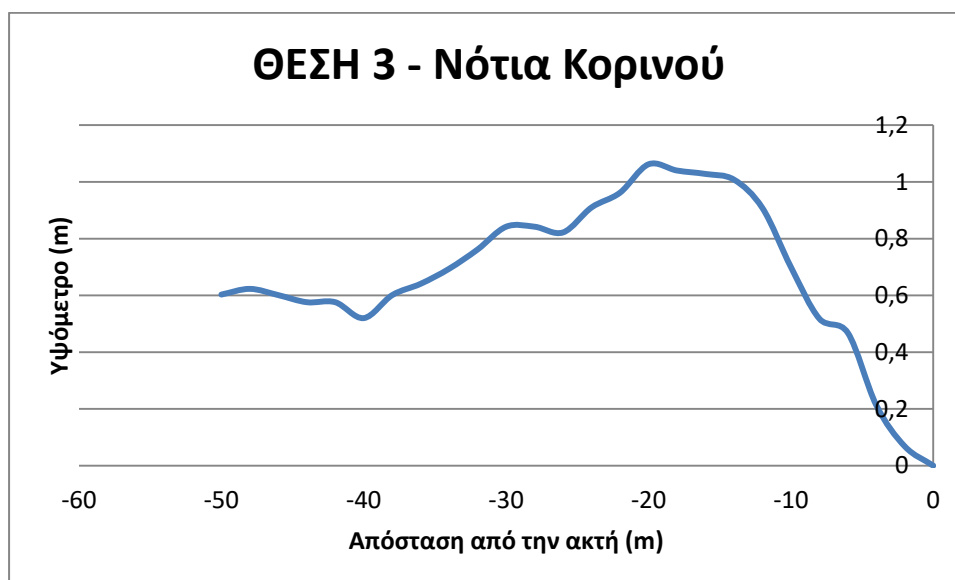
και οικιστική ανάπτυξη περιορίζεται σε έναν μόνο χώρο αναψυχής. Παρομοίως, βορειότερα από την ακτή υπάρχει μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από μεσόκκοκη άμμο, ανοιχτόχρωμη, με μετρίως καλή ταξινόμηση, συμμετρική λοξότητα και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης αρνητική λοξότητα και μεσόκυρτη καμπύλη κύρτωσης στην ανώτερη ζώνη θραύσης. (δείγματα A4, A5, A6)

Θέση 3 Νότια του χωριού Κορινός

Στην περιοχή νότια του χωριού Κορινός παραμένει περιορισμένη η οικιστική ανάπτυξη με αραιές κατοικίες και χωματόδρομο περίπου στα 30m από την ακτή. Οι θίνες υπάρχουν και στο εσωτερικό εμφανίζεται μη αρδεύσιμη και μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη. Στην ακτή εκβάλλουν κοίτες μικρών ποταμών, που έχουν υποστεί διευθέτηση για τις αρδευτικές ανάγκες.

Οι αναλύσεις των δειγμάτων (A7, A8, A9) έδωσαν αποτελέσματα χονδρόκοκκης άμμου, με μέτρια ταξινόμηση, θετική λοξότητα – μετρίως καλή ταξινόμηση και συμμετρική καμπύλη λοξότητας στην ανώτερη ζώνη θραύσης κυμάτων - και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης στο σύνολο της περιοχής. Το χρώμα των υλικών παραμένει ανοιχτόχρωμο όπως στις περισσότερες ακτές της βόρειας πλευράς του Νομού Πιερίας.

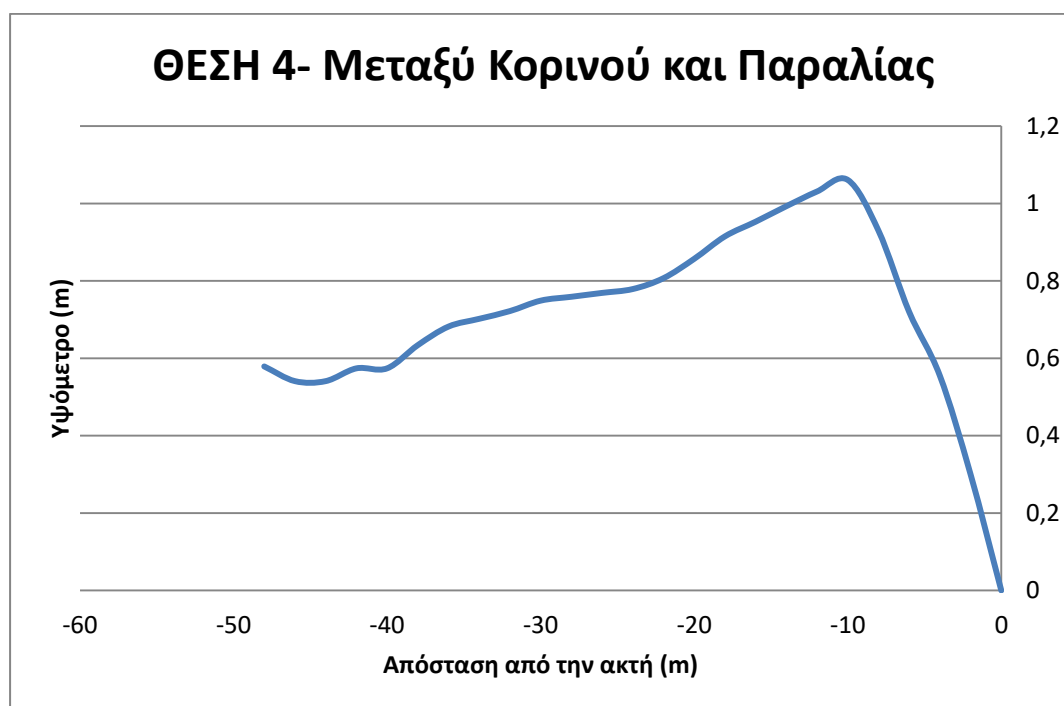


Σχήμα 7.2. Προφίλ ακτής στη Θέση 3.

Θέση 4 μεταξύ των χωριών Παραλία και Κορινός

Στη Θέση αυτή εκτείνεται αμμώδης παραλία με μήκος 50m περίπου, με χαμηλή κλίση.

Τα δείγματα (A10, A11, A12) χαρακτηρίζονται ως μεσόκοκκη άμμος – χονδρόκοκκη στη ζώνη των θινών, καλή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, συμμετρική λοξότητα – έντονα θετική στη ζώνη των θινών και πλατύκυρτη καμπύλη. Χρωματικά τα δείγματα είναι σκουρότερα αφού εντοπίστηκαν φυλλάρια μοσχοβίτη.



Σχήμα 7.3 Προφίλ ακτής στη Θέση 4.

Θέση 5 Βόρεια του χωριού Παραλία

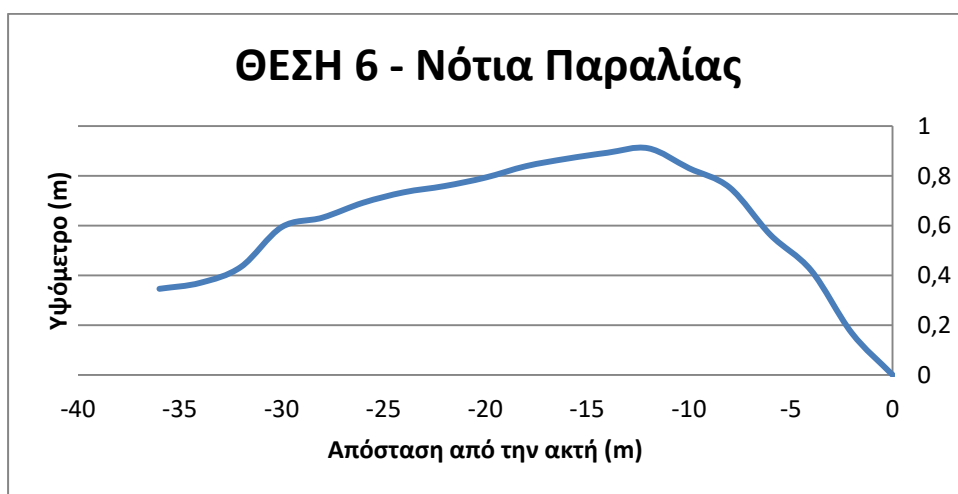
Στη Θέση αυτή βρίσκεται η αρχή του οικισμού με έντονη οικιστική και τουριστική ανάπτυξη. Ανθρωπογενείς επεμβάσεις σε όλη την έκταση κατά μήκος της ακτής με οικισμούς, ξενοδοχεία και παραθαλάσσιους χώρους αναψυχής. Οι θίνες είναι εξαφανισμένες.

Η άμμος είναι μεσόκοκκη έως χονδρόκοκκη στη ζώνη των θινών, με καλή έως μέτρια ταξινόμηση, συμμετρική και πλατύκυρτη καμπύλη στη θέση αυτή. (δείγματα A13, A14, A15).

Θέση 6 Νότια του χωριού Παραλία

Στο τέλος του χωριού υπάρχει λιμάνι (Φώτο 7.2), (βλ κεφ.9.5 εξέλιξη ακτογραμμής – η περίπτωση Παραλίας Κατερίνης). Το πλάτος της ακτής δεν ξεπερνά τα 20m αφού κόβεται από παραλιακό δρόμο που συνδέει τα παραλιακά χωριά. Στο εσωτερικό υπάρχει μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη.

Οι αναλύσεις των δειγμάτων (A16, A17, A18), μας έδειξαν μεσόκοκκη (έως χονδρόκοκκη άμμο στη ζώνη των θινών), μέτρια έως μετρίως καλή ταξινόμηση, αρνητική λοξότητα -έντονα θετική όμως στις θίνες, και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης.



Σχήμα 7.4. Προφίλ ακτής στη Θέση 6.



Φώτο 7.2. Θέση 6 Παραλία Πιερίας (από Google earth.)

Θέση 7 μεταξύ Παραλίας και Ολυμπιακής Ακτής

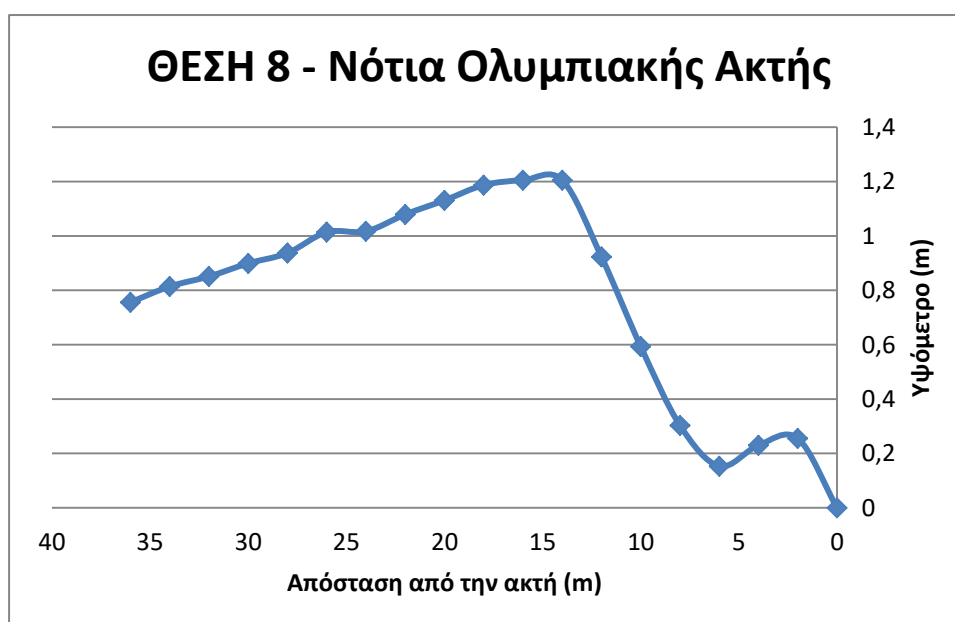
Ομοίως η ακτή (πλάτους 30m περίπου) κόβεται από τον παραλιακό δρόμο ενώ οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις περιορίζουν την ύπαρξη αμμόλοφων. Στο εσωτερικό λαμβάνει χώρα μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη.

Η άμμος χαρακτηρίζεται χονδρόκοκκη με μέτρια ταξινόμηση, (έως μεσόκοκκη άμμος με καλή ταξινόμηση στην ανώτερη ζώνη θραύσης), θετική – έντονα θετική λοξότητα και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης (δείγματα A19, A20, A21).

Θέση 8 Νότια της Ολυμπιακής Ακτής

Στα νότια ακριβώς από το νεοσύστατο συγκρότημα του 5άστερου ξενοδοχείου στην περιοχή της Ολυμπιακής ακτής εμφανίζεται αμμώδης ακτή πλάτους 40m περίπου. Εκατέρωθεν της ξενοδοχειακής μονάδας υπάρχει ελάχιστη έως μηδαμινή οικιστική ανάπτυξη ενώ παρουσιάζονται αμμόλοφοι. Στο εσωτερικό εκτείνονται βοσκότοποι και μόνιμα αρδεύσιμη αρόσιμη γη.

Στη θέση αυτή τα δείγματα (A22, A23, A24) χαρακτηρίζονται με χονδρόκοκκη άμμο, καλή ταξινόμηση, θετική λοξότητα και πλατύκυρτη – έως μεσόκυρτη καμπύλη στην ανώτερη ζώνη θραύσης των κυμάτων.

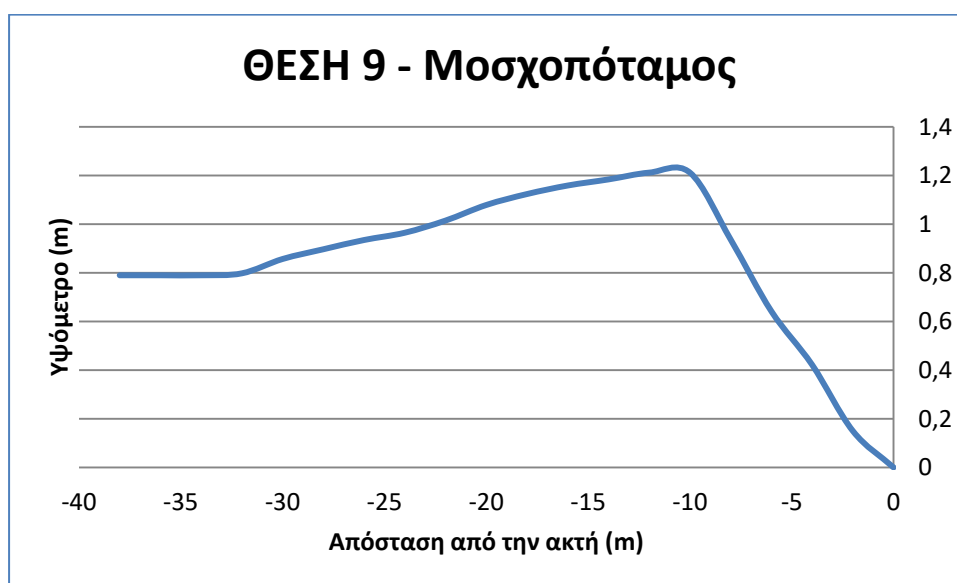


Σχήμα 7.5. Προφίλ ακτής στη Θέση 8.

Θέση 9 Εκβολές Μοσχοπόταμου, Βόρεια Μαυρονερίου

Η άμμος είναι χονδρόκοκκη, με καλή έως μετρίως καλή ταξινόμηση, θετική λοξότητα και πλατύκυρτη καμπύλη στην θέση αυτή. Τα δείγματα έχουν ονομασίες A25 στη ζώνη παλινδρόμησης, A26 στην ανώτερη ζώνη θραύσης των κυμάτων και A27 στη ζώνη των θινών. Το χρώμα των υλικών αρχίζει να σκουραίνει σε σχέση με αυτά που μελετήσαμε βορειότερα.

Ο προσανατολισμός της ακτής παραμένει στις 110° ANA.

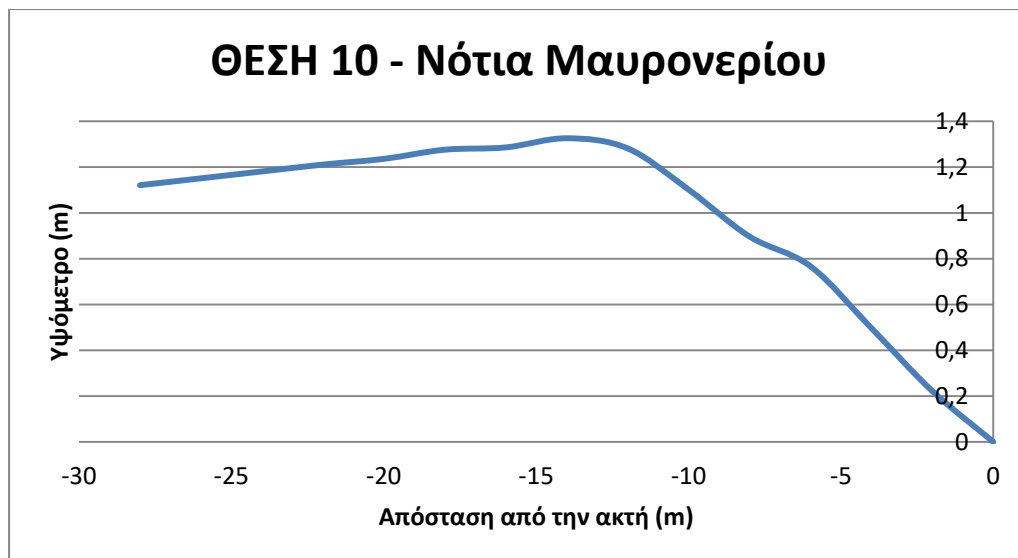


Σχήμα 7.6. Προφίλ ακτής στη Θέση 9.

Θέση 10 Νότιες εκβολές Μαυρονερίου

Στη ζώνη θραύσης των κυμάτων η άμμος είναι χονδρόκοκκη ενώ προς τα πάνω χαρακτηρίζεται έως μεσόκοκκη. Η ταξινόμηση είναι μετρίως καλή σε όλο το πλάτος της παραλίας που αποδεικνύεται από την ύπαρξη αρκετών κροκάλων που εντοπίσαμε στην περιοχή. Η λοξότητα είναι έντονα θετική στη ζώνη παλινδρόμησης και συμμετρική όσο ανεβαίνουμε προς τις θίνες. Στη θέση αυτή η καμπύλη κύρτωσης χαρακτηρίζεται από μεσόκυρτη έως πλατύκυρτη στη ζώνη των θινών. (δείγματα B1, B2, B3).

Το μήκος της ακτής μειώνεται στα 25 περίπου m. και η κλίση της φτάνει το 10% περίπου. Ο προσανατολισμός της ακτής είναι 14° ANA.



Σχήμα 7.7. Προφίλ ακτής στη θέση 10.

Θέση 11 Μετόχι Αγ. Διονυσίου

Στην θέση αυτή η άμμος είναι μεσόκοκκη, με καλή ταξινόμηση, θετική λοξότητα στην ζώνη παλινδρόμησης και συμμετρική όσο προχωράμε προς τις θίνες και μεσόκυρτη καμπύλη (πλατύκυρτη στην ανώτερη ζώνη θραύσης των κυμάτων). (δείγματα B4, B5, B6). Το πλάτος της παράκτιας ζώνης ξεπερνά τα 20m.

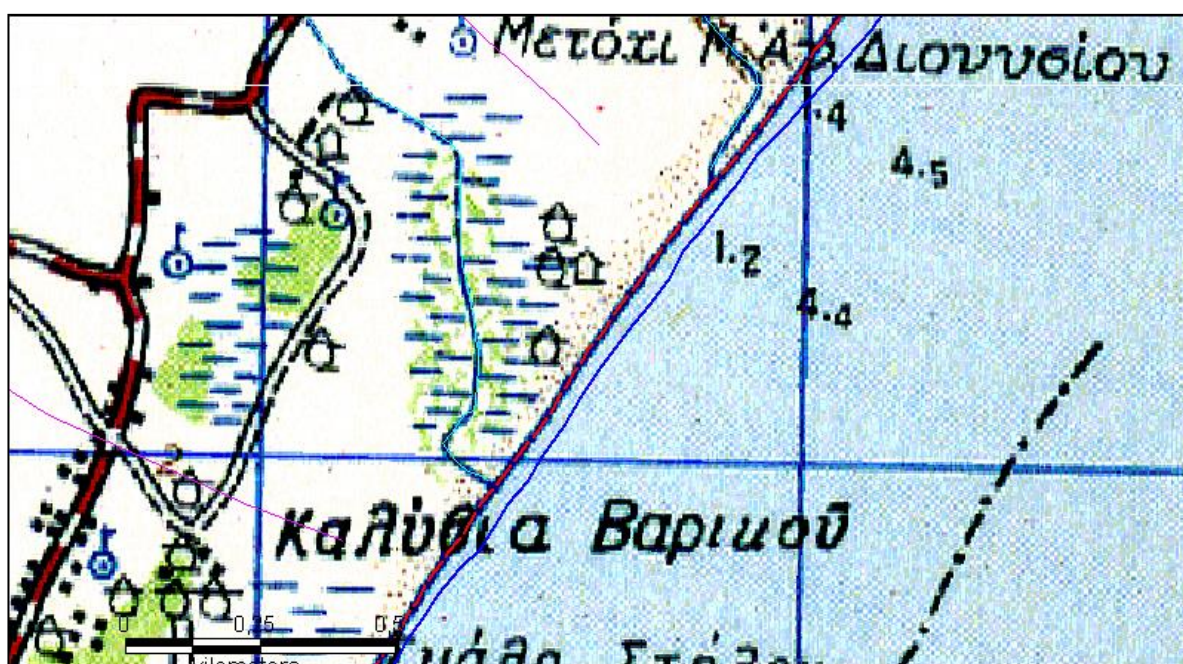
Θέση 12 Σκάλα Βαρικού

Ένα χιλιόμετρο περίπου νοτιότερα, βρίσκεται η θέση 12 στην περιοχή Σκάλα Βαρικού(βλ. Σχήμα 7.8 και 7.9). Στη θέση αυτή η άμμος είναι μεσόκοκκη, με μέτρια έως καλή ταξινόμηση, ενώ η λοξότητα διαφοροποιείται από έντονα θετική, συμμετρική έως αρνητική από τη ζώνη παλινδρόμησης έως τη ζώνη των θινών. Η καμπύλη της κύρτωσης χαρακτηρίζεται πλατύκυρτη (μεσόκυρτη στην ανώτερη ζώνη θραύσης). (δείγματα B7, B8, B9). Ο προσανατολισμός της ακτής είναι 10° ANA και το πλάτος της ακτής ξεπερνά τα 25m.



Σχήμα 7.8 Προφίλ ακτής στη θέση 12.

Θέση 13 Χελοπόταμος

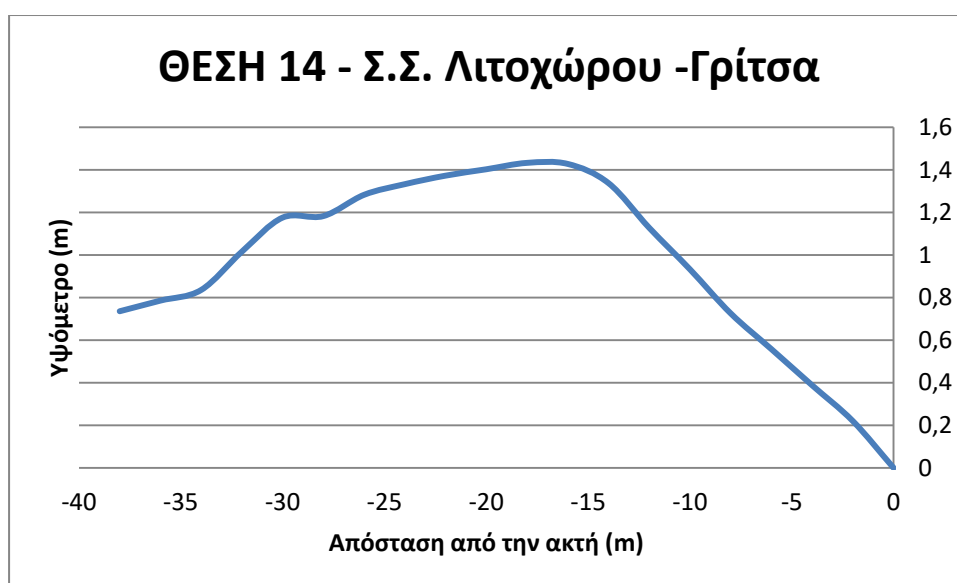


Σχήμα 7.9. Θέση 13 Βόρεια Χελοποτάμου.

Στη θέση των εκβολών του Χελοποτάμου (Θέση 13), η άμμος χαρακτηρίζεται ως μεσόκοκκη, με μετρίως καλή ταξινόμηση και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης. Η ταξινόμηση διαφοροποιείται από συμμετρική στη ζώνη παλινδρόμησης έως αρνητική στην ανώτερη ζώνη θραύσης και θετική στη ζώνη των θινών. (δείγματα B10, B11, B12).

Θέση 14 Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιτοχώρου

Στη Θέση 14 στεγάζεται ο παλιός Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιτοχώρου. Οι ανθρώπινες επεμβάσεις δείχνουν να έχουν αφήσει το στίγμα τους αφού και στις αναλύσεις των δειγμάτων τα αποτελέσματα της άμμου ποικίλουν τόσο στο μέγεθος όσο και στην ταξινόμηση και λοξότητα. (δείγματα B13, B14, Δ15). Εντοπίστηκαν και αρκετές κροκάλες διαμέτρου πάνω από 1cm. Στη Θέση αυτή λαμβάνει χώρα και το λιμάνι της Γρίτσας ενώ, χαρακτηριστικό είναι ότι αυτή η θέση ότι αποτελεί περιοχή λήψης υλικού για μεταφορά στην κατασκευή της επέκτασης του αεροδρομίου «ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ», γεγονός που υποδεικνύει την ανθρώπινη παρέμβαση και αλλοίωση των φυσικών χαρακτηριστικών της περιοχής.



Σχήμα 7.10. Προφίλ ακτής στη θέση 14.

Θέση 15 Παραλία βόρεια του χωριού Λιτοχώρο –Βόρεια εκβολών Ενιπέα

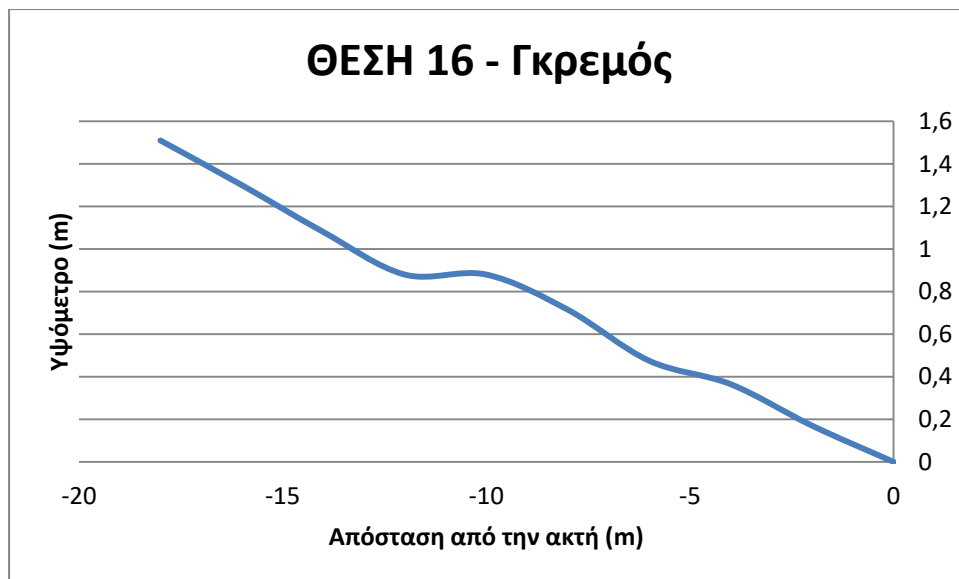
Η άμμος στη Θέση αυτή (δείγματα B16, B17, B18) χαρακτηρίζεται ως χονδρόκοκκη, αφού δεν ήταν λίγες οι κροκάλες >2mm με ταξινόμηση που διαφοροποιείται από κακή στη ζώνη παλινδρόμησης έως μετρίως καλή και καλή στη ζώνη των θινών, συμμετρική έως θετική λοξότητα και μεσόκυρτη στη ζώνη παλινδρόμησης και πλατύκυρτη καμπύλη κύρτωσης, όσο απομακρυνόμαστε από την ακτή. Χρωματικά το υλικό είναι ιδιαίτερα σκούρο.



*Φώτο 7.3. θέση 15. Απεικονίζεται διαφοροποίηση στο υλικό της παραλίας.
Προσανατολισμός προς Β.*

Θέση 16 Γκρέμια

Σε αυτή τη θέση (Θέση 16) οι χαρακτήρες αλλάζουν. Η ομαλή και εκτεταμένη παράκτια ζώνη δεν υφίσταται ούτε επίσης και η ζώνη θινών αφού μετά από 20m περίπου ξεκινούν οι απόκρημνοι βράχοι μεγάλου ύψους που κόβουν την επέκταση της παράκτιας ζώνης (Φώτο 7.4), ενώ υπάρχει μόνο ένας δρόμος που να καταλήγει στην παραλία. Αυτός είναι και ο λόγος που οι ντόπιοι έχουν ονομάσει την περιοχή αυτή ως «Γκρέμια». Τα δείγματά μας (B19, B20, B21) χαρακτηρίζονται από πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι στο όριο της ακτής με τη θάλασσα και χονδρόκοκκη άμμος προς τα επάνω. Η ταξινόμηση είναι μέτρια, η λοξότητα συμμετρική και η καμπύλη της κύρτωσης μπορεί να ονομαστεί μεσόκυρτη.



Σχήμα 7.11. Προφίλ ακτής στη θέση 16.

Οι κλίσεις είναι αρκετά έντονες αφού σύμφωνα και με το προφίλ μας αφού βρισκόμαστε σε ύψος 1,50m από την επιφάνεια της θάλασσας στα 20m μακριά από την ακτή. Ο προσανατολισμός της ακτής είναι 6° ANA.



Φώτο.7.4. Θέση 16. Προς Β. Διαβάθμιση υλικού. - Απότομοι βράχοι περικυκλώνουν την παραλία.

Θέση 17 Παραλία Λιτοχώρου

Στη θέση αυτή (Θέση 17) δεν έγινε δειγματοληψία αφού η ακτή είναι ολόκληρη καλυμμένη από μεταφερόμενο χαλίκι. Στη Φώτο 7.5 και 7.6 φαίνεται η έκταση της κάλυψης της ακτής με το χαλίκι καθώς και στιγμιότυπο της ρήξης υλικού α3 για τη χρήση της διαμόρφωσης της περιοχής.



Φώτο 7.5. Θέση 17. Μεταφερόμενο χαλίκι για διαμόρφωση ακτής. Προσανατολισμός προς Ν.



***Φώτο.7.6.** στιγμιότυπο από τη ρήξη υλικού α3 στη θέση17, στην παραλία Λιτοχώρου.*

Θέση 18 Πλάκα Λιτοχώρου

Στη Θέση 23, οι χαρακτήρες των ιζημάτων (δείγματα B22, B23, B24) σαφώς διαφοροποιούνται πλέον σε σχέση με αυτούς στη βόρεια πλευρά του Νομού Πιερίας. Η άμμος είναι χονδρόκοκκη μετρίως καλή έως κακή, με αρνητική λοξότητα και μεσόκυρτη καμπύλη κύρτωσης. Ο προσανατολισμός της ακτής παραμένει στα 10° ANA και το πλάτος της ζώνης της ακτής αγγίζει τα 25m.

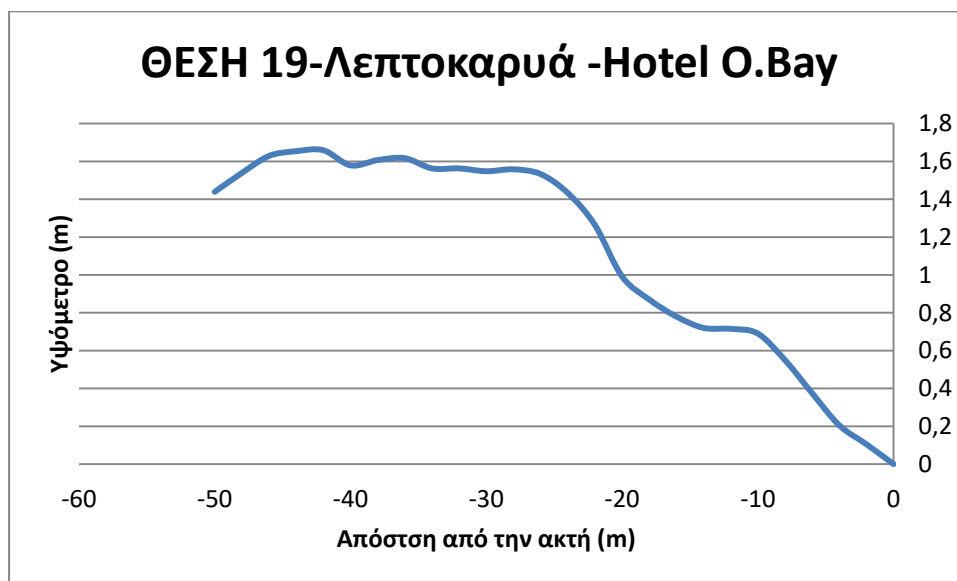


Σχήμα 7.12 Προφίλ ακτής στη θέση 18.

Θέση 19 Βόρεια Λεπτοκαρυάς-Ξενοδοχείο Olympian Bay

Και σε αυτή τη θέση (Θέση 19) έχουμε πολύ χονδρόκοκκη άμμο, με κακή και πολύ κακή ταξινόμηση, αρνητική λοξότητα, ενώ η καμπύλη κύρτωσης είναι πλατύκυρτη κοντά στην ακτή και λεπτόκυρτη όσο απομακρυνόμαστε προς τα επάνω. (δείγματα Δ5, Δ6, Δ7).

Αποτελεί μια από τις πιο πλατιές παραλίες του Νομού Πιερίας με πλάτος που ξεπερνά τα 50m. Οι θίνες έχουν εξαφανιστεί λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων αφού έχουν χτιστεί ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις και ο χώρος ιδίως κατά τους θερινούς μήνες γεμίζει από λουόμενους.

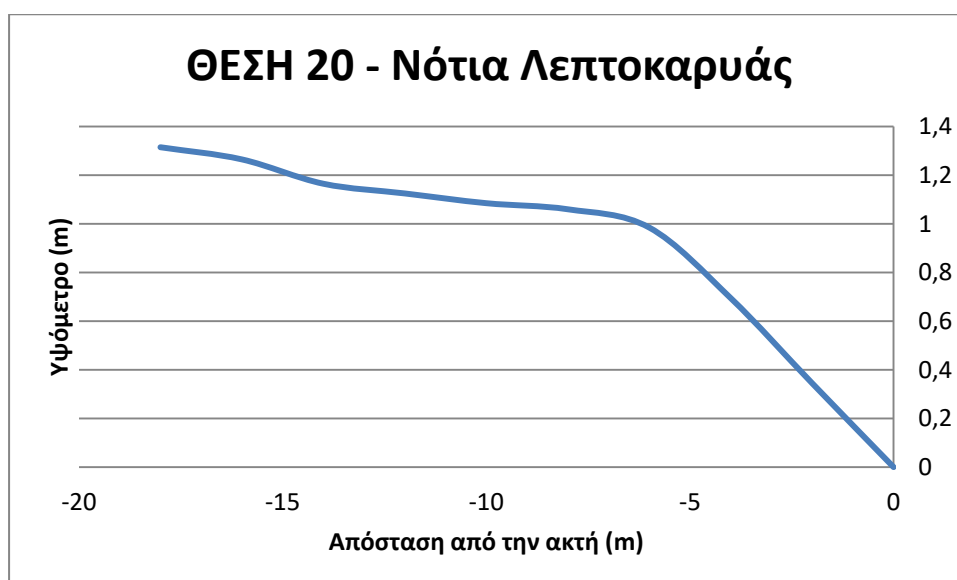


Σχήμα 7.13 Προφίλ ακτής στη θέση 19.

Θέση 20 Νότια Λεπτοκαρυάς

Νοτιότερα και όσο η ακτή πλησιάζει τα υψηλά απότομα ανάγλυφα των ορεινών πλευρών του Ολύμπου τα δείγματά αποτελούνται από λεπτόκοκκο και πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, με πολύ κακή ταξινόμηση, αρνητική λοξότητα και πολύ πλατύκυρτη ως προς την καμπύλη κύρτωσης. Τα χρώματα των υλικών σκουραίνουν σημαντικά, σημάδι που φανερώνει την ύπαρξη στην περιοχή, του μητρικού υλικού της περιοχής του Ολύμπου. Τα χρώματα που επικρατούν είναι πλέον σκούρα πράσινα (δείγματα Δ3, Δ4)

Ο προσανατολισμός της ακτής είναι BBA και οι κλίσεις δηλώνουν ισχυρά κεκλιμένο ανάγλυφο (Σχήμα 7.14)



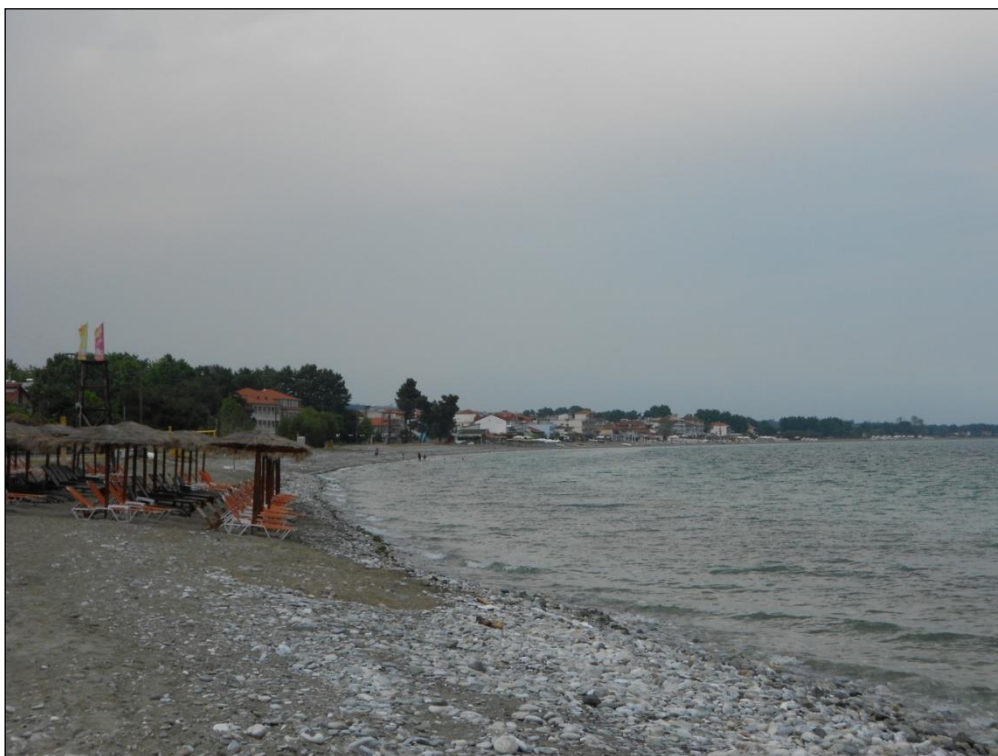
Σχήμα 7.14 Προφίλ ακτής στη Θέση 20.

Θέση 21 Ξενοδοχείο Ποσειδών Παλάς –εκβολές ποταμού Ζηλιάννα

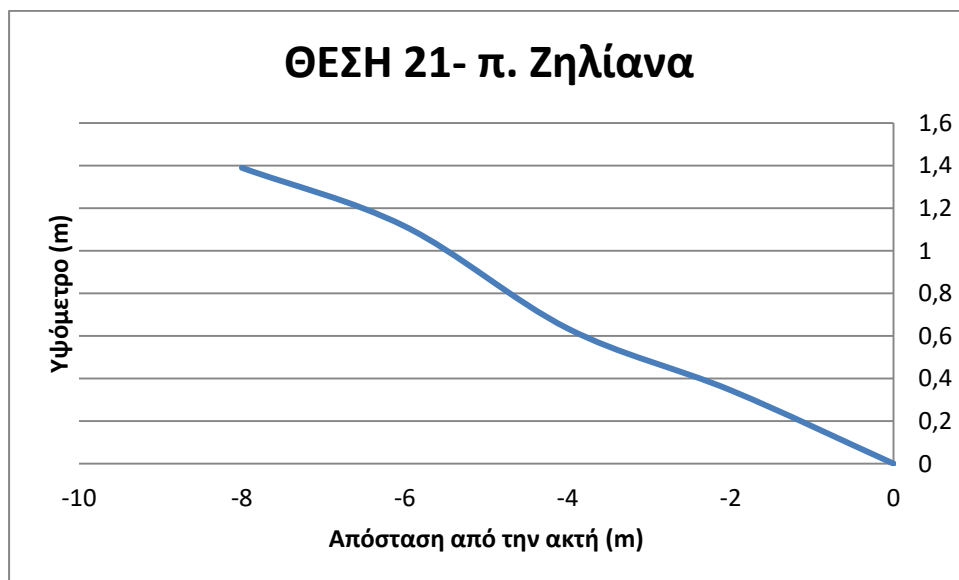
Ομοίως, όπως και παραπάνω, στη Θέση 21 τα υλικά φανερώουν πια διαστάσεις από λεπτόκοκκο χαλίκι έως χονδρόκοκκη άμμο, με κακή έως πολύ κακή ταξινόμηση, ενώ η κύρτωση και η λοξότητα ποικίλουν. (δείγματα Δ1, Δ2)

Το εύρος της παράκτιας ζώνης είναι πολύ μικρό, ενώ στα 10m περίπου που κόβεται η ακτή το ύψος πάνω από τη θάλασσα αγγίζει τα 1,4m.

Η ανθρώπινη παρέμβαση είναι επίσης αισθητή όπως γίνεται φανερό και από τη Φώτο 7.7



Φώτο 7.7. Θέση 21. Απεικονίζεται το ανομοιογενές υλικό στην παραλία. Ανθρωπογενείς επεμβάσεις –ξαπλώστρες και ομπρέλες. Προσανατολισμός προς Β.



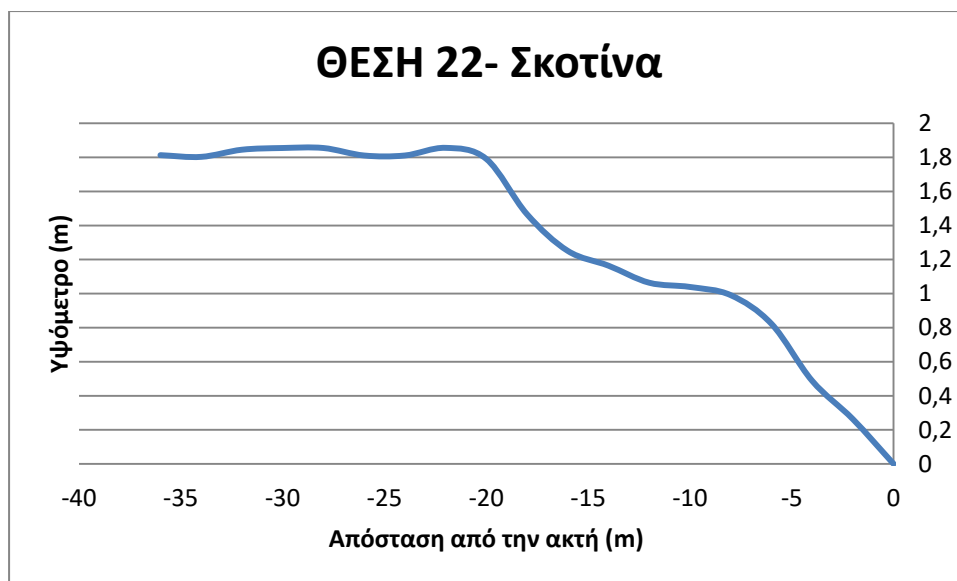
Σχήμα 7.15. Προφίλ ακτής στη Θέση 21.

Θέση 22 Σκοτίνα

1,3 Km περίπου νοτιότερα από τις εκβολές του ποταμού Ζηλιάνα βρίσκεται η Θέση 22 στην παραλία της Σκοτίνας (Φώτο 7.8), (ακριβώς στο νότιο τμήμα του χωριού). Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών (δείγματα 1_1 έως 1_10) φανερώνουν χαρακτήρες χονδρόκοκκης άμμου, με μετρίως καλή ταξινόμηση, η λοξότητα είναι από θετική έως συμμετρική, ενώ η καμπύλη κύρτωσης ποικίλει από μεσόκυρτη έως και πλατύκυρτη κατά θέσεις. Ο προσανατολισμός της ακτής είναι 6° ABA.



Φώτο 7.8. Θέση 22. βόρεια της Σκοτίνας.



Σχήμα 7.16. Προφίλ ακτής στη Θέση 22.

Θέση 23 Κάστρο Πλαταμώννα

Στη Θέση 23 κάτω ακριβώς από το κάστρο του Πλαταμώννα, βρίσκεται η νοτιότερη και τελευταία θέση της περιοχής έρευνας. Σε αυτή τη θέση, το χαρακτηριστικό είναι ότι το πλάτος της ακτής μειώνεται δραματικά και αγγίζει μόλις τα 5 -10m. Το υλικό (Δείγματα (0)1, (0)2, (0)3) είναι σαφώς διαφοροποιημένο από τις βορειότερες περιοχές, αφού περιέχει σε μεγάλα ποσοστά κροκάλες που ξεπερνούν τα 10cm διάμετρο. Στα 20m περίπου από την ακτή βρίσκεται τμήμα της παλιάς σιδηροδρομικής γραμμής ενώ και στις Φώτο (Φώτο.7.9, 7.10) που ακολουθούν εμφανίζονται τα έντονα φαινόμενα διάβρωσης.

Ο προσανατολισμός της ακτής είναι 4° ΒΑ.



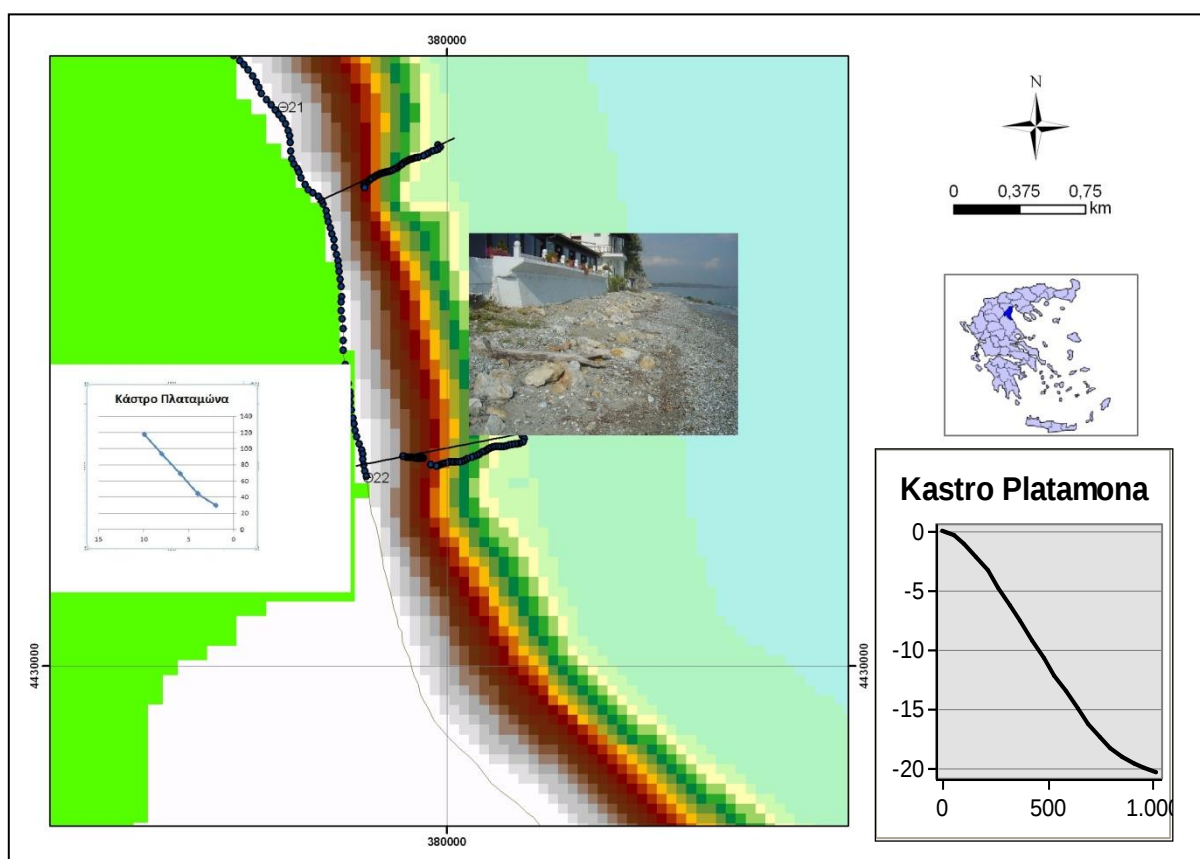
Φώτο 7.9. Θέση 23. Διάβρωση κάτω από το κάστρο του Πλαταμώνα.



Φώτο 7.10 Θέση 23. Διάβρωση κάτω από το κάστρο του Πλαταμώνα.



*Σχήμα 7.17. α και β Προφίλ ακτής (πάνω) και τοπογραφικό διάγραμμα (κάτω) στη Θέση 23.
Κάστρο Πλαταμώνα.*



Σχήμα 7.18. Θέση 23.

7.3 Διαχρονικές μεταβολές της ακτογραμμής της παράκτιας ζώνης Πιερίας

Ακτογραμμή ονομάζεται η «γραμμή που ορίζεται από τη τομή της θαλάσσιας επιφάνειας με την ξηρά» (Καρύμπαλης, 2010). Η ακτογραμμή δεν παραμένει σταθερή αλλά μεταβάλλεται με του χρόνου. Οι μεταβολές αυτές αφορούν τόσο μικρά χρονικά διαστήματα, όπως λίγες ώρες, όσο και μεγαλύτερα που μπορεί να είναι και εκατοντάδες ετη.

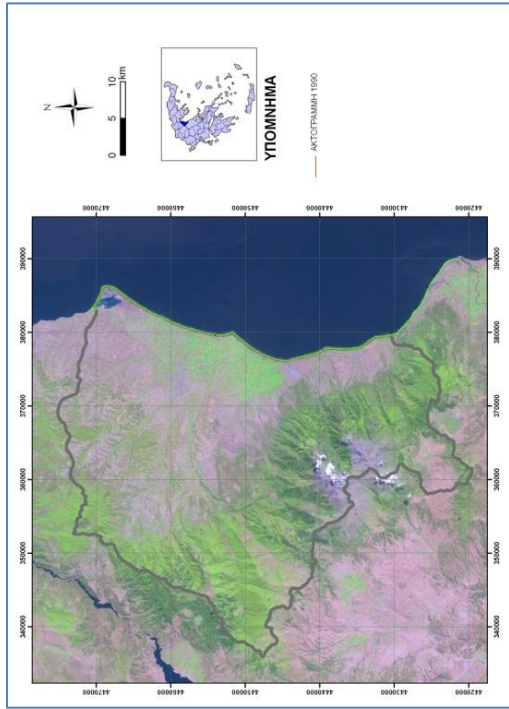
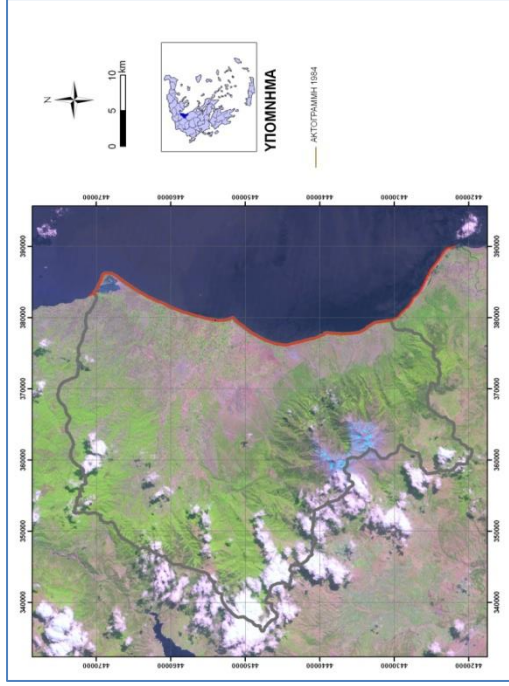
Με τη βοήθεια των τοπογραφικών χαρτών 1976, φύλλα «ΚΑΤΕΡΙΝΗ», «ΛΙΤΟΧΩΡΟ –ΚΟΝΤΑΡΙΩΤΙΣΣΑ», «ΡΑΨΑΝΗ», «ΓΟΝΝΟΙ», «ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ» και «ΛΙΒΑΔΙΟΝ» καθώς και με βάση δορυφορική εικόνα LANDSAT2000 κατέστη δυνατόν να αναγνωριστούν περιοχές στις οποίες εμφανίζεται διάβρωση ή και απόθεση τα τελευταία αυτά 30 περίπου χρόνια.

Έτσι, αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα MapInfo Professional 10. Ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή έτσι όπως απεικονίζεται στα φύλλα των τοπογραφικών χαρτών του 1976 (με κόκκινο χρώμα) και αντίστοιχα η ακτογραμμή στη δορυφορική εικόνα LANDSAT2000 (με μπλε χρώμα). Η γεωαναφορά των αρχείων έγινε στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87) και χρησιμοποιήθηκε κοινό προβολικό σύστημα.

Η συγκριτική παρατήρηση της εκάστοτε ακτογραμμής οδήγησε στον εντοπισμό των περιοχών όπου εμφανίζεται υποχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής καθώς και τον υπολογισμό των αντίστοιχων ρυθμών υποχώρησης / προέλασης. Ο Πίνακας 7.1 περιλαμβάνει το ρυθμό προέλασης και υποχώρησης της ακτογραμμής, όπως υπολογίστηκε στις επιλεγμένες θέσεις. Οι θέσεις αυτές αντιστοιχούν σε περιοχές κατά μήκος της ακτογραμμής που εμφανίζεται η μεγαλύτερη μεταβολή ξεκινώντας από τα νότια στο κάστρο του Πλαταμώνα προς τα βόρεια στις Αλυκές του Κίτρου.

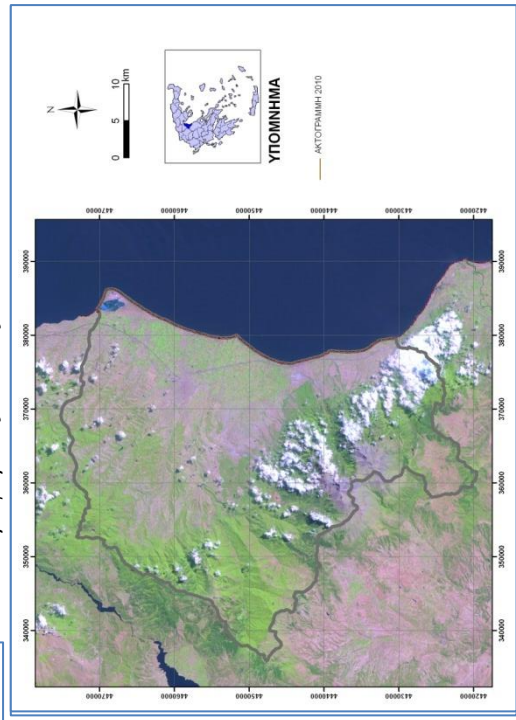
Με παρόμοιο τρόπο ακολούθησε αποτύπωση και σύγκριση της ακτογραμμής τα χρόνια 1984, 1990, 2003 και 2010 με τη βοήθεια των δορυφορικών εικόνων Landsat 5. μέσα από την ιστοσελίδα του USGS Global Visualization Viewer (URL9) και τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1. Έτσι, αφού ελήφθησαν οι δορυφορικές εικόνες (WGS 84 και UTM zone 34N και SPHEROID "WGS 84", 6378137, 298.257223563, με τρεις φασματικές ζώνες band 1, band 2, band 3 και με διάσταση pixel 30m*30m) από την παραπάνω ιστοσελίδα και έγινε η γεωαναφορά τους στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ87), αποτυπώθηκε η ακτογραμμή από τις αλυκές του Κίτρου στα βόρεια έως και την περιοχή του κάστρου του Πλαταμώνα στα νότια (Σχήμα 7.19). Τα

αποτελέσματα ήταν αρκετά ικανοποιητικά αφού οι διαφορές αυτών των γραμμικών στοιχείων ήταν στις περισσότερες περιοχές μηδαμινές ενώ οι πιο έντονες διαφορές τους ακολουθούν τη χρονική πορεία (1984, 1990, 2003 και 2010). Φυσικά, πρέπει να γίνει αντιληπτό, ότι παρόλο που η σύγκριση έγινε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για όλες τις θέσεις στις ίδιες χρονολογίες, καλό θα είναι να υπάρχει κάθε επιφύλαξη για σφάλματα που βασίζονται στις διαστάσεις των pixels των δορυφορικών εικόνων. Για αυτό το λόγο μελετήθηκαν κατά κύριο λόγο οι τάσεις που επικρατούν σε κάθε περιοχή και κατά δεύτερο λόγο υπολογίστηκαν σε μέτρα. Στο *Σχήμα 7.27* απεικονίζονται συγκεντρωτικά όλες οι Θέσεις προέλασης / υποχώρησης της ακτογραμμής που εντοπίστηκαν.

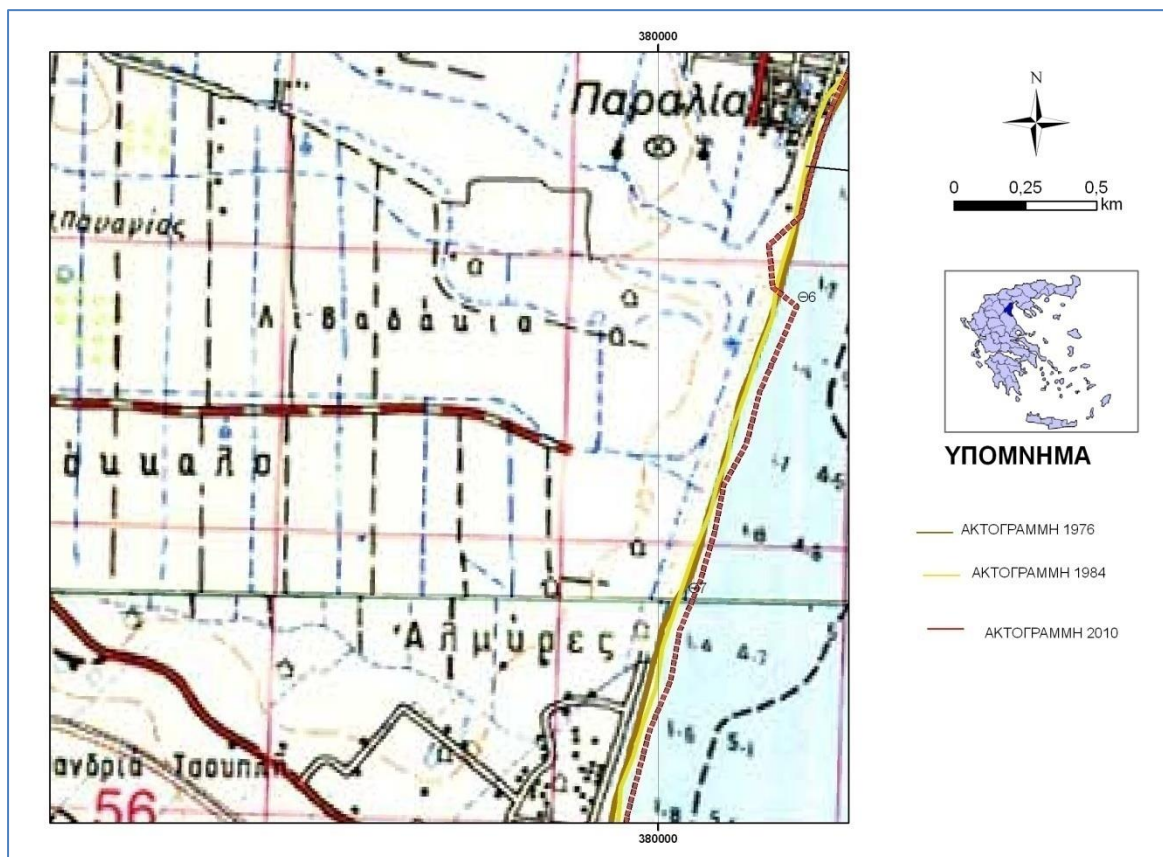


1984, 1990, 2003 και 2010 με αποτυπωμένη την ακτογραμμή. Οι δορυφορικές εικόνες ελήφθησαν από(URL9).

Σχήμα 7.19 α,β,γ,δ Απεικονίζονται οι δορυφορικές εικόνες Landsat



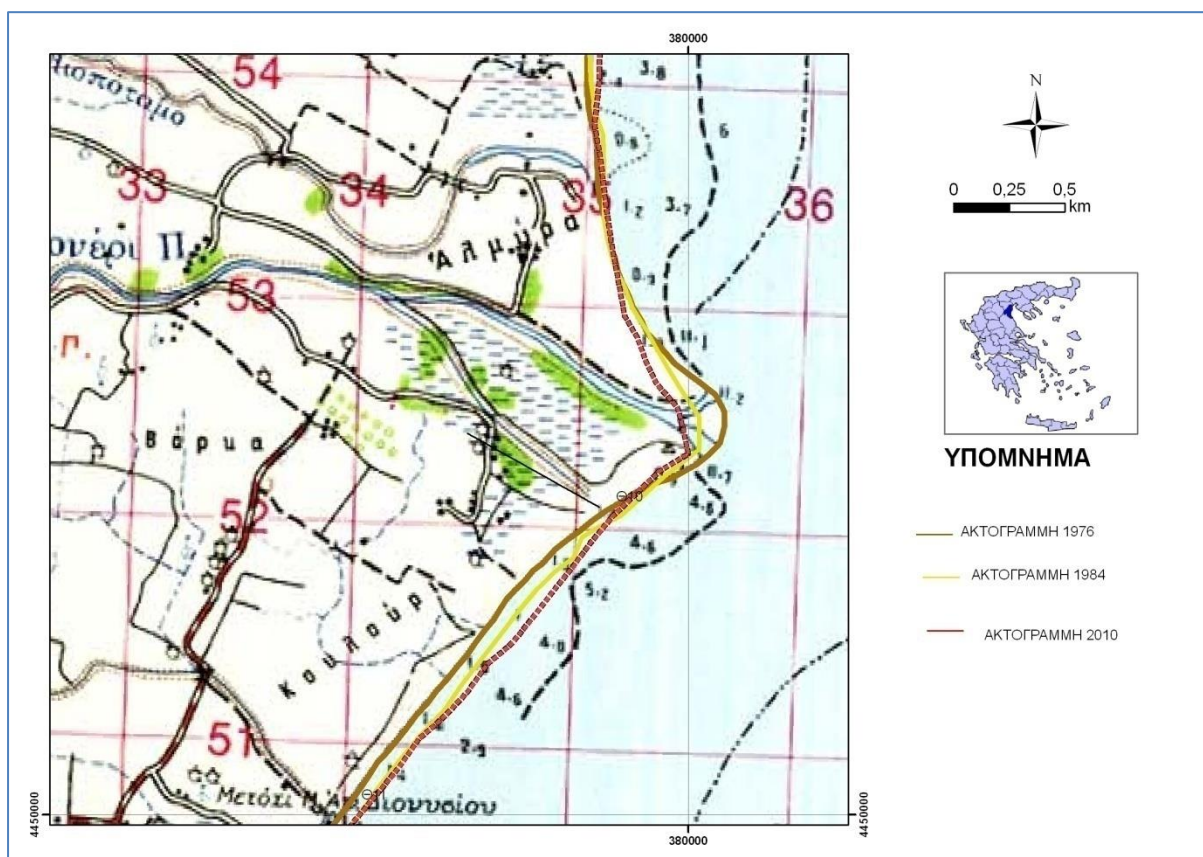
Αρχικά στη Θέση 6, (Σχήμα. 7.20), νότια από το χωριό Παραλία Κατερίνης, παρουσιάζεται προέλαση της ξηράς έναντι της θάλασσας. Η κατασκευή του λιμανιού στη χωριό Παραλία Κατερίνη, είχε σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση υλικού νότια από τη θέση αυτή. Με κόκκινο χρώμα εμφανίζεται η ακτογραμμή ψηφιοποιημένη από τη δορυφορική εικόνα του 2010 και με κίτρινο χρώμα η ακτογραμμή του 1984. Στα νότια του χωριού Παραλία έως τη σκάλα Κατερίνης οι αποθετικές τάσεις που εντοπίζονται είναι της τάξης των 20 – 40m, σε ένα μήκος ακτής περίπου 2,2Km. Η συσσώρευση υλικού λόγω ποτάμιων διεργασιών θα μπορούσε να οδηγήσει στην προέλαση της ξηράς έναντι της θάλασσας. Αν συνδυάσουμε και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας θα μπορούσαμε να αναμένουμε μεταφορά υλικού από τα ρέματα που εκβάλλουν στο χωριό Παραλία και στη Θέση αυτή (Θέση 6) γεγονός που ισχυροποιεί τα αποτελέσματα αυτά.



Σχήμα 7.20. Θέση 6. Απόθεση νότια του λιμανιού Παραλίας Κατερίνης.

Η έντονη ιζηματογένεση στις εκβολές του Μαυρονερίου (θέση 9 & 10), σε συνδυασμό με τις χαμηλές κυματικές διεργασίες διευκολύνουν την προέλαση προς το μέρος

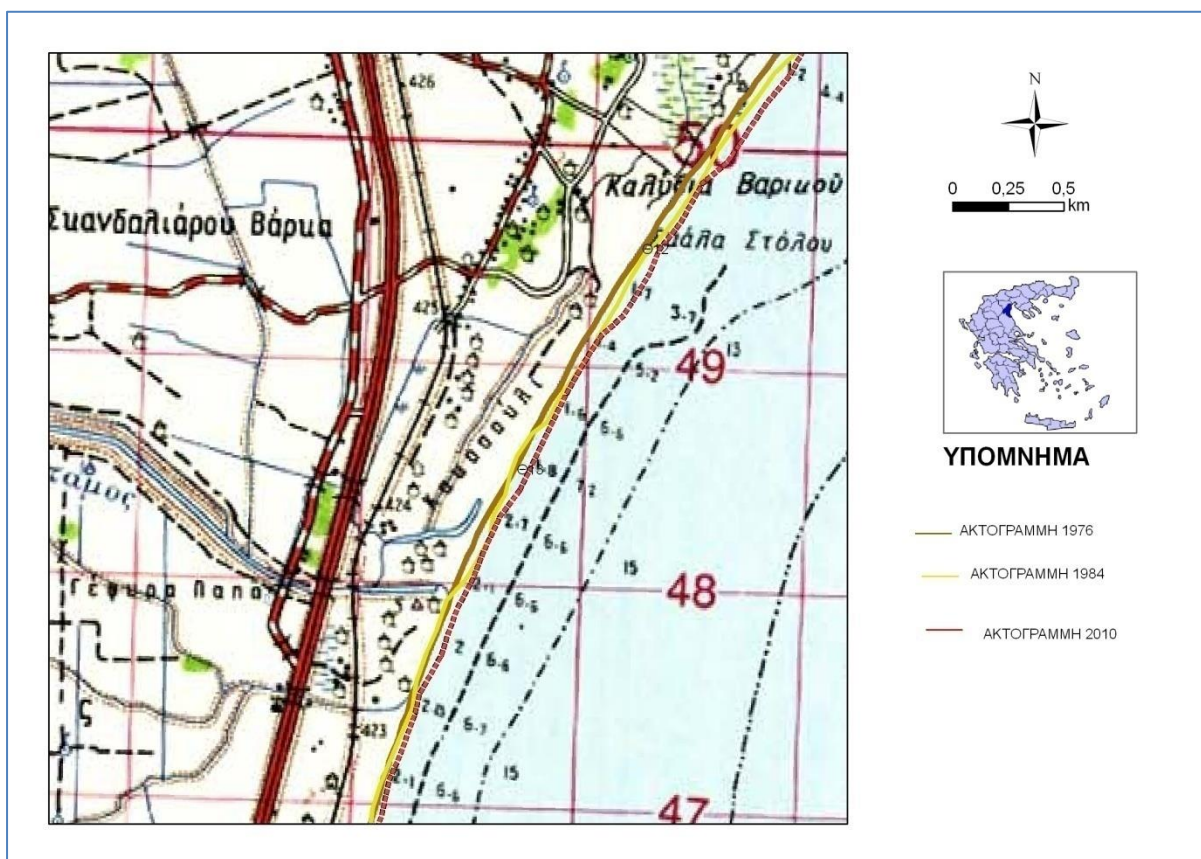
της θάλασσας του στομίου εκβολής δημιουργώντας έτσι ήπια φαινόμενα προσχωματικής δράσης ιδιαίτερα νότια του στομίου εκβολής του ποταμού και για 1,8 περίπου Km. Βόρεια της εκβολής του Μαυρονερίου επικρατούν διαβρωτικές τάσεις όπως φαίνεται και από την σύγκριση της ψηφιοποιημένης ακτογραμμής των δορυφορικών εικόνων χρονολογίας 1984 και 2010. (Σχήμα 7.21).



Σχήμα 7.21 Θέση 9 και 10. Διαφοροποιήσεις- διάβρωση στην ακτογραμμή στην εκβολή του ποταμού Μαυρονέρι κατά τη διάρκεια των ετών 1976 (καφέ γραμμή), 1984, (κίτρινη γραμμή), 2010 (κόκκινη γραμμή).

Βόρεια των εκβολών του διευθετημένου ποταμού Χελόποταμος, στη Θέση 13, εντοπίζουμε περιοχή στην οποία εμφανίζεται μετακίνηση της ακτογραμμής το 2010 σε σχέση με το 1976. Εδώ έχουμε απόθεση 20-60m και σε ένα εύρος ακτογραμμής περίπου 8,1Km. (Σχήμα 7.22) Η σημαντική αυτή προέλαση βασίζεται στην επικράτηση των μηχανισμών ποτάμιας μεταφοράς και απόθεσης των φερτών υλών του χείμαρρου Χελόποταμος κυρίως κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου (Οκτώβριος – Απρίλιος), οπότε η στερεοπαροχή αναμένεται να είναι ιδιαίτερα αυξημένη. Έτσι, συγκεντρώνεται υλικό στις εκβολές με μεγαλύτερους 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. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προέλαση της ξηράς έναντι της θάλασσας.

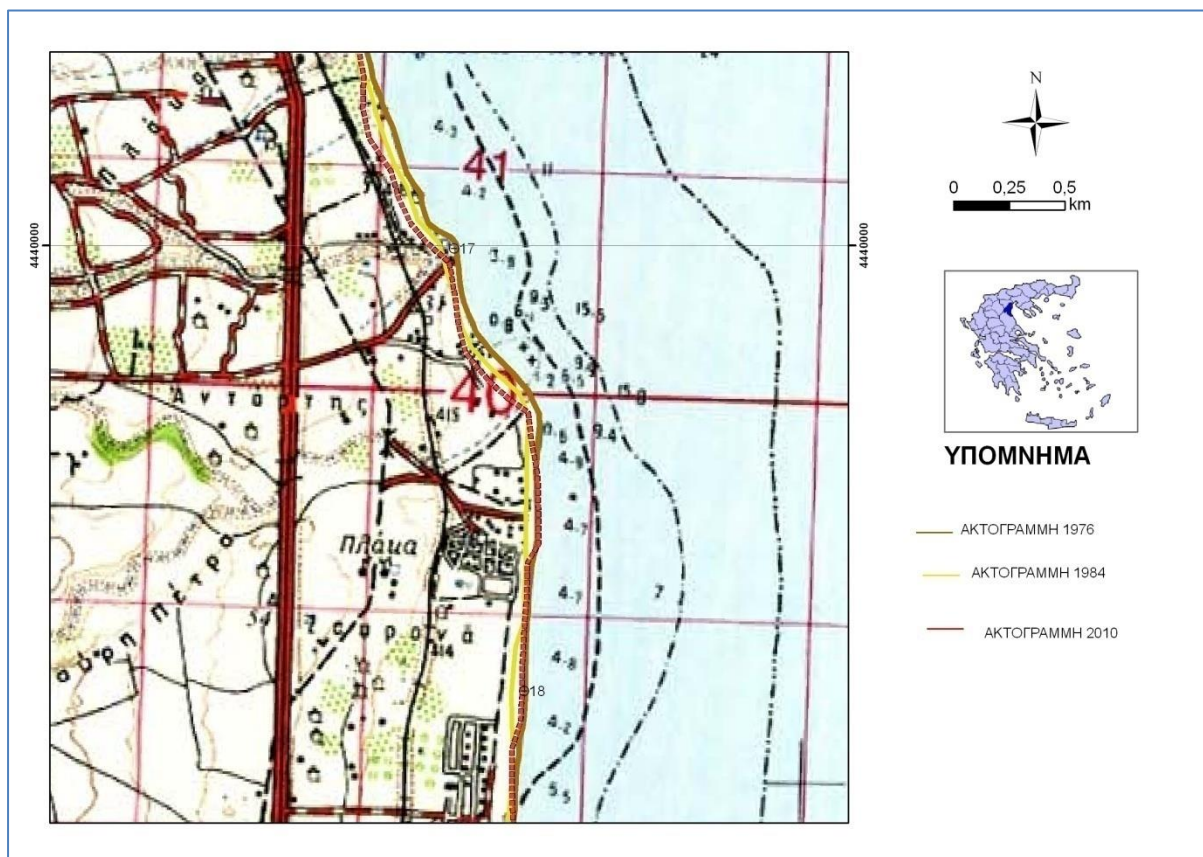


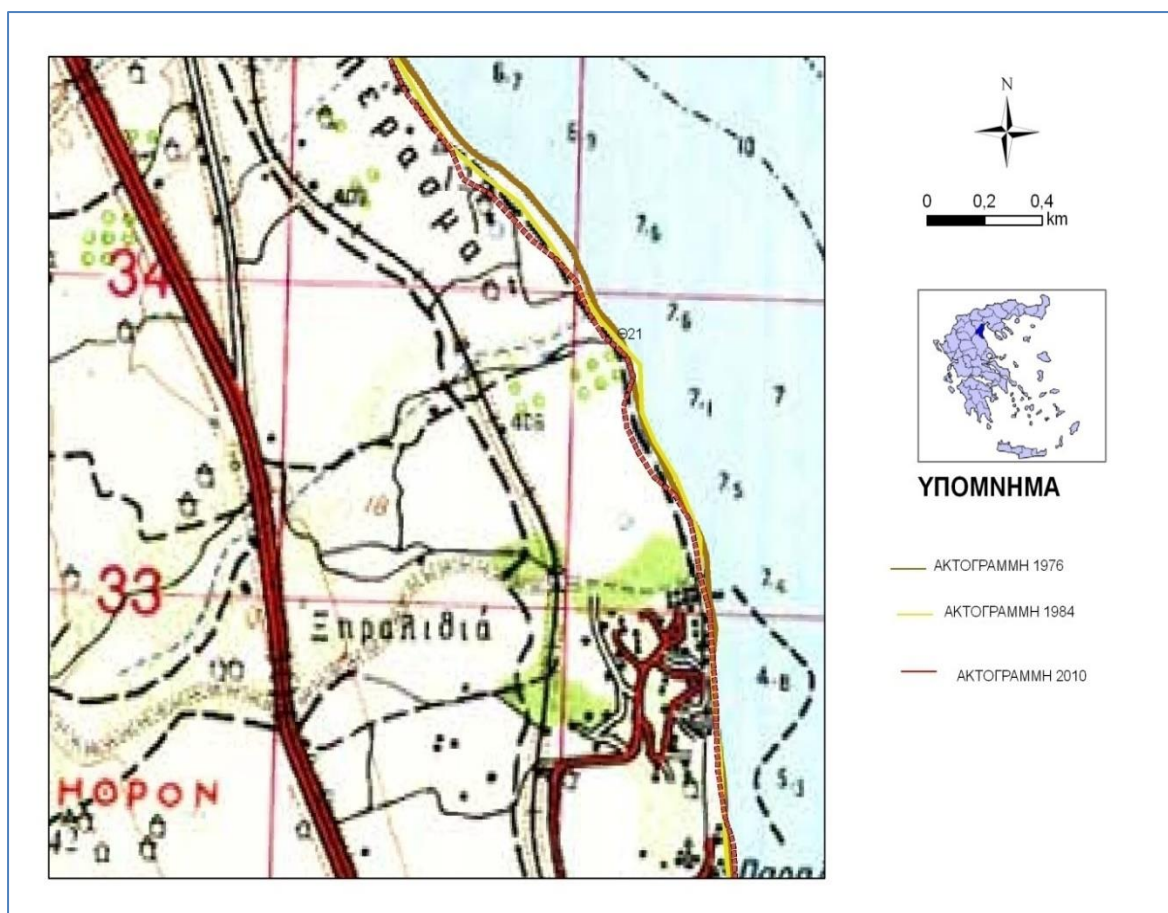
Σχήμα 7.22. Αποθετικές τάσεις στη Θέση 13 –εκβολές διευθετημένου ρέματος Χελopotamos.

1976 (καφέ γραμμή), 1984, (κίτρινη γραμμή), 2010 (κόκκινη γραμμή).

Στην έξοδο του ρέματος Τοπόλιανη (Θέσεις 16, 17 & 18), εμφανίζονται διαβρωτικές τάσεις βόρεια των εκβολών ενώ στη νότια πλευρά αυτών παρουσιάζεται απόθεση γεγονός που υποδεικνύει και σε αυτήν θέση την στερεομεταφορά των υλικών προς νότο. (Σχήμα 7.23). Η διάβρωση που εντοπίζεται στην περιοχή ξεκινάει στα βόρεια από την περιοχή «Γκρέμια» και παραλία Λιτοχώρου και είναι της τάξης των 20-60m σε ένα εύρος ακτογραμμής περίπου 3,5Km. Αυτή η έντονη διαβρωτική τάση εξηγείται λόγω της σημαντικής μείωσης της στερεοπαροχής των ποταμών και των χειμάρρων. Η περιορισμένη τροφοδοσία της παραλίας με ίζημα οδήγησε στην αναστροφή της δράσης των παράκτιων διεργασιών και την επικράτηση των μηχανισμών θαλάσσιας διάβρωσης. Αποτέλεσμα αυτού

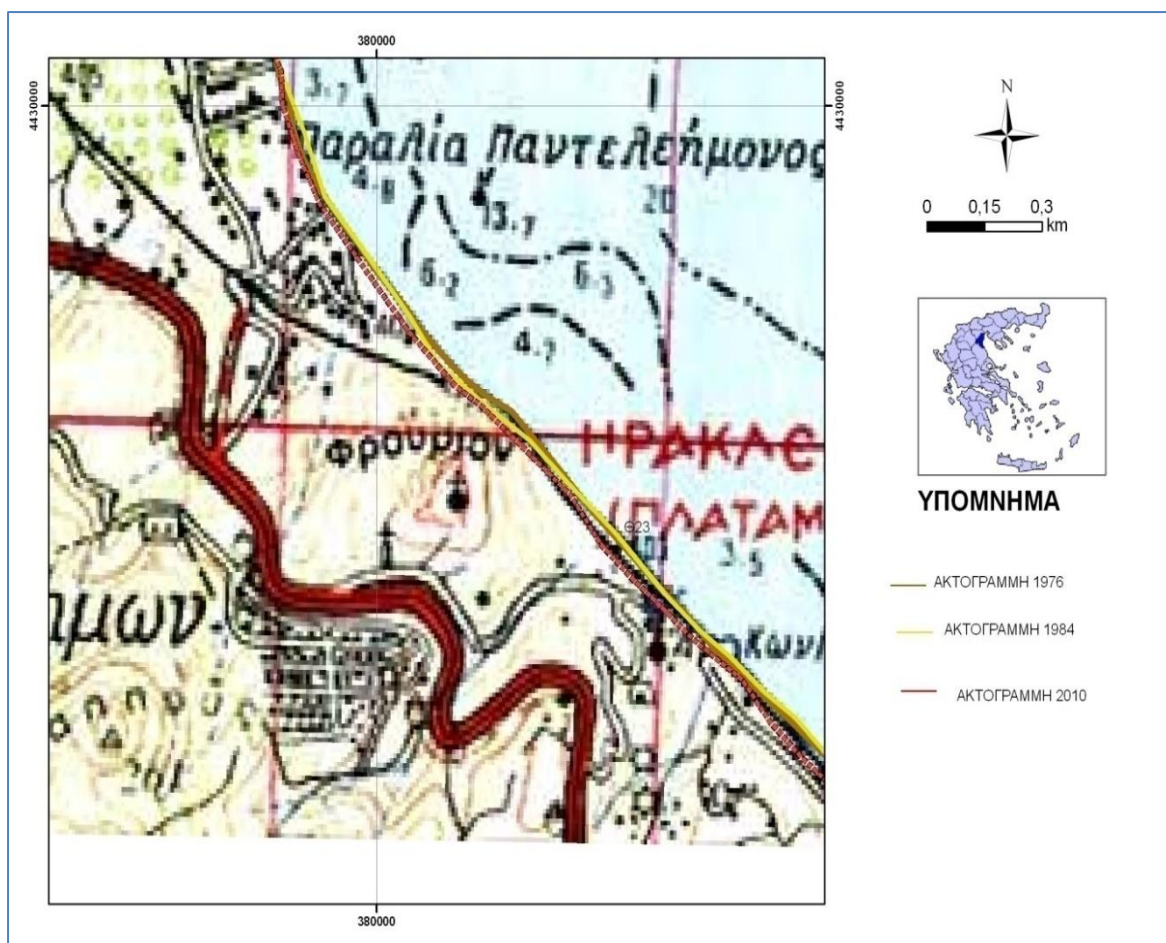
του αρνητικού ισοζυγίου στην παραλία ήταν η διάβρωση από τις θαλάσσιες διεργασίες και η υποχώρηση της ακτογραμμής κατά το χρονικό διάστημα των 27 αυτών ετών.





Σχήμα 7.24. Θέση 21. Διάβρωση ακτογραμμής στη Λεπτοκαρνά-Σκοτίνα, στην εκβολή του ποταμού Ζηλιάνα. 1976 (καφέ γραμμή), 1984, (κίτρινη γραμμή), 2010 (κόκκινη γραμμή).

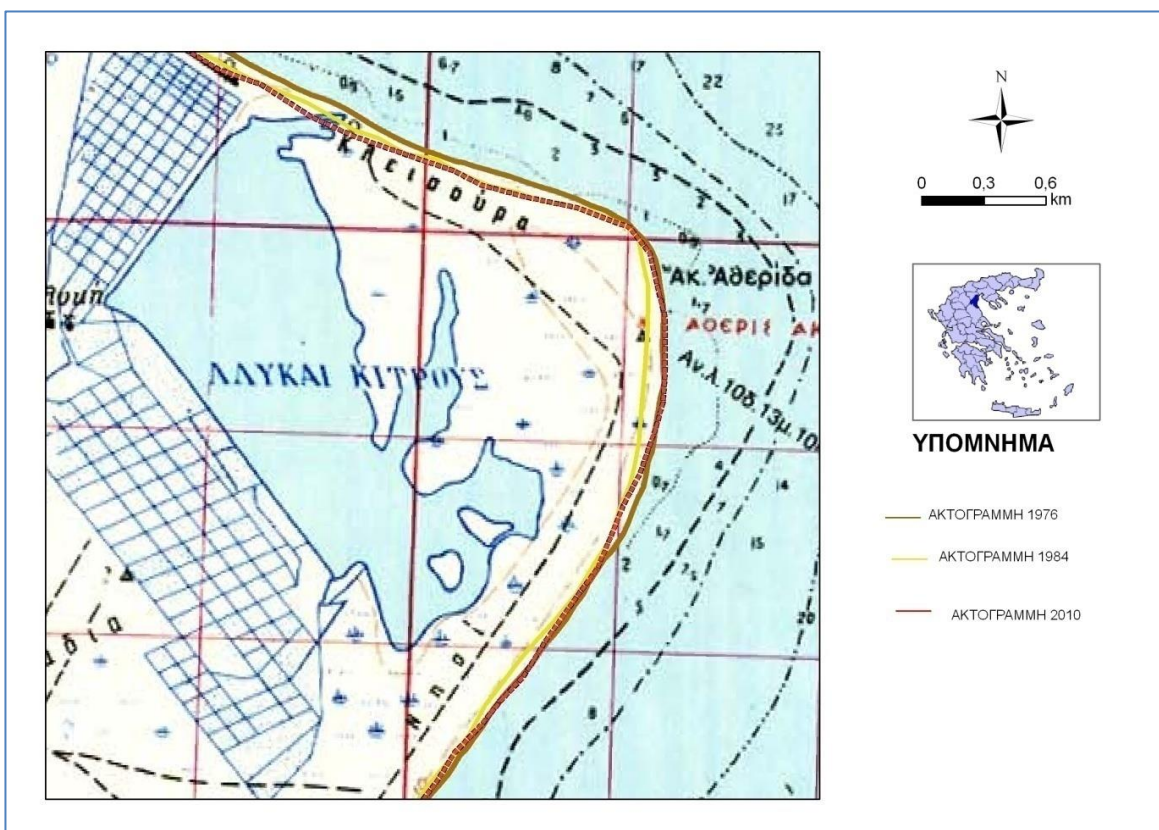
Όπως υπολογίστηκε μέσα από το πρόγραμμα MapInfo 10 αλλά και την επεξεργασία μέσω του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1 στην περιοχή του Κάστρου του Πλαταμώνα –στη Θέση 23 - εντοπίζεται διάβρωση περίπου 20 – 40 m σε ένα μήκος παραλίας περίπου 1.8Km (Σχήμα 7.25). Η Θέση αυτή αποτελεί από τις πιο σημαντικές θέσεις όπου λαμβάνει χώρα διάβρωση της ακτής και αυτό γίνεται φανερό και από τις Φώτο 7.9 και 7.10, όπου απεικονίζεται το μέγεθος της υποχώρησης της ακτογραμμής που σε ορισμένα σημεία έχει περιορίσει τόσο το πλάτος της παραλίας που οριακά έχει φτάσει σε οικισμούς αλλά και ακριβώς στο σημείο που κάποτε διερχόταν η σιδηροδρομική γραμμή.



Σχήμα 7.25. Θέση 23. Κάστρο Πλαταμόνα : εμφανίζεται διάβρωση. 1976 (καφέ γραμμή), 1984, (κίτρινη γραμμή), 2010 (κόκκινη γραμμή).

Τέλος, στην περιοχή των αλυκών Κίτρους έχουμε διαφοροποίηση αφού φαίνεται διάβρωση 25-60m, σε περίπου 9,1 Km μήκους ακτής (Σχήμα 7.26). Τα φαινόμενα σε αυτήν την περιοχή οφείλονται στο γενικότερο κυματικό καθεστώς της περιοχής αυτής και οι διεργασίες που συμβαίνουν στο χώρο αυτό έχουν μελετηθεί από πολλούς επιστήμονες.

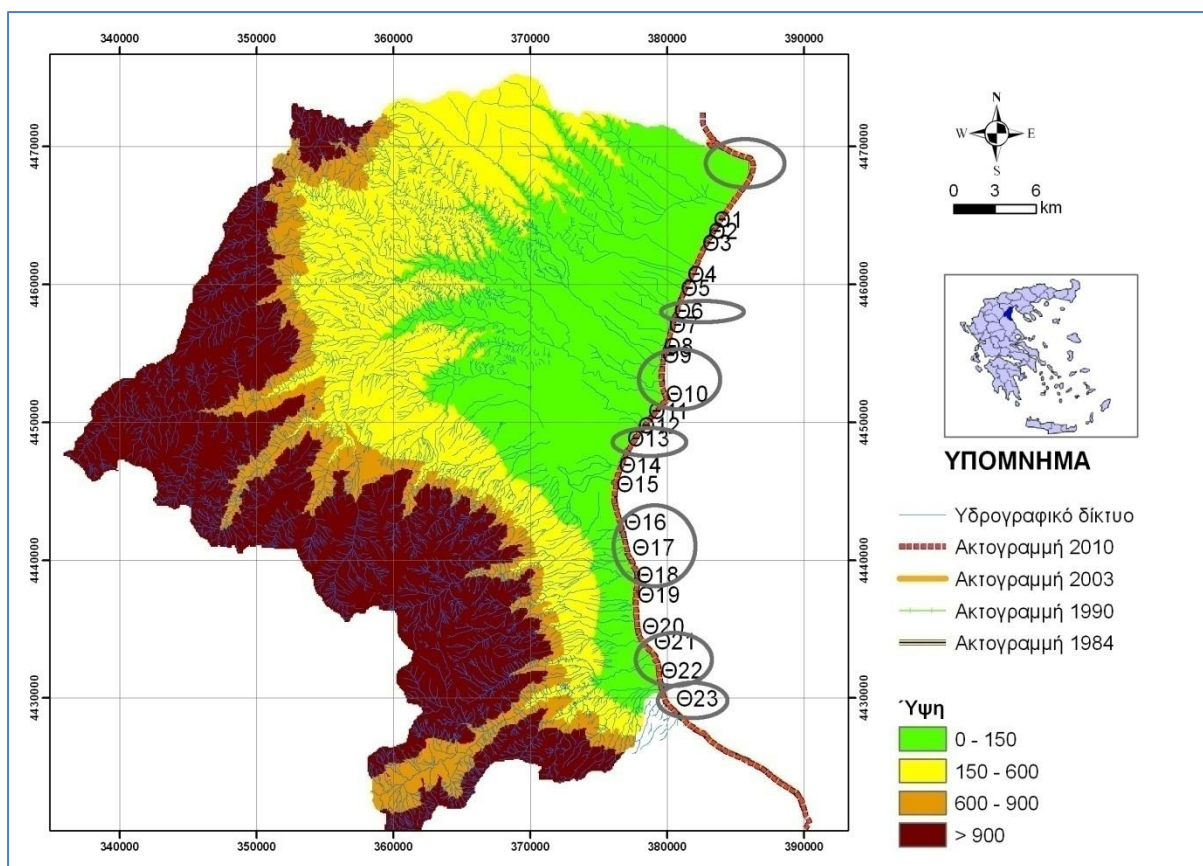
Τον Φεβρουάριο του 2020 ακολούθησε η αποτύπωση της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης μέσω του προγράμματος *Google Earth 2020*. Μπορούμε να πούμε ότι από τη σύγκριση αυτής της τελευταίας ακτογραμμής σε σχέση με την ακτογραμμή στα παρελθόντα έτη, οι τάσεις διάβρωσης και απόθεσης που υπολογίστηκαν παραπάνω ακολουθούνται και ενισχύονται ταυτόχρονα.



Σχήμα 7.26. Μεταβολή ακτογραμμής στις αλυκές Κίτρος ακτογραμμή 2010 (με κόκκινο χρώμα) και ακτογραμμή 1984(με κίτρινο χρώμα).

Πίνακας 7.1. Εμφανίζεται συγκεντρωτικά η προέλαση (με πράσινο χρώμα) / υποχώρηση (με κόκκινο χρώμα) της ακτογραμμής και το μήκος αυτής.

	Προέλαση / υποχώρηση (m)	Μήκος ακτής(Km)
Θέση 6	20-45	4,2
Θέση 9,10	30-70	1,8
Θέση 13	35-65	2,2
Θέση 16,17-18	30-60 30-65	1,2 2,2
Θέση 21 -22	30-60	2,8
Θέση 23	20-40	1,8
Θέση αλυκές	25-60	9



Σχήμα 7.27. Εμφανίζονται οι θέσεις όπου έχει μεταβληθεί η ακτογραμμή.

7.4 Συμπεράσματα

Από τη μελέτη που προηγήθηκε, παρατηρώντας την ακτογραμμή της Πιερίας κατά τα έτη 1976, 1984, 1990, 200, 2003 και 2010 εντοπίστηκαν αλλαγές σε όλο σχεδόν το μήκος της ακτής. Οι διαφοροποιήσεις αυτές σε ορισμένες θέσεις εμφανίζονται εντονότερα και αυτές είναι που θελήσαμε να επισημάνουμε ώστε να βρούμε τους χαρακτήρες τους καθώς και τις πηγές που οδηγούν στην εκάστοτε διάβρωση ή απόθεσή τους.

Οι εκβολές των κυριότερων ποταμών ως επί το πλείστον αποτελούν θέσεις στις οποίες εμφανίζονται τόσο διαβρωτικές όσο και αποθετικές τάσεις. Στις εκβολές των ποταμών Μαυρονερί, Χελοπόταμος, Τοπόλιανη, Ζηλιάνα παρουσιάζεται αποθετική τάση στο στόμιο της κάθε εκβολής, ενώ χαρακτηριστική είναι η στροφή των στομίων προς νότο με χαρακτηριστικότερη αυτή του ποταμού Μαυρονερί. Πιθανότατα και σύμφωνα με τη γενική θαλάσσια κυκλοφορία που επικρατεί στο εξωτερικό περιθώριο του Θερμαϊκού κόλπου η στροφή αυτή των στομίων θα μπορούσε να καταστεί αναμενόμενη. Στα νότια των εκβολών επικρατούν αποθετικές τάσεις. Αντίθετα, στα βόρεια των εκβολών επικρατούν τάσεις διάβρωσης.

Εάν συνδυαστούν και τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την εφαρμογή της Παγκόσμιας Εξίσωσης της Εδαφικής Απώλειας στη παράγραφο 6.4 ήταν αναμενόμενη η τροφοδοσία των εκβολών των παραπάνω ρεμάτων με υλικά που έχουν διαβρωθεί και μεταφερθεί. Συγκεκριμένα είχαν υπολογιστεί μεγάλες τιμές εδαφικής απώλειας στους κύριους κλάδους που εκβάλλουν στο χωριό Παραλία Κατερίνης, στις εκβολές του ποταμού Μαυρονερί, του ρέματος Χελοπόταμος, του ρέματος Τοπόλιανη, σε όλες τις θέσεις δηλαδή όπου παρουσιάζεται αποθετική τάση με τη διαχρονική σύγκριση της ακτογραμμής κατά την πάροδο των δεκαετιών. Η αύξηση της αποθετικής δράση προς τα νότια των εκάστοτε εκβολών συνδυάζεται πιθανότατα και με τις συνθήκες της παράκτιας στερεομεταφοράς που επηρεάζεται από τη θαλάσσια κυκλοφορία και τις κυματικές δράσεις.

Στο χωριό Παραλία Κατερίνης (και συγκεκριμένα στην παράκτια ζώνη του οικισμού) στα βόρεια της περιοχής έρευνας παρουσιάστηκαν έντονα φαινόμενα διάβρωσης κατά τη διάρκεια των ετών, που προβλημάτισαν τους κατοίκους της περιοχής όπου και έλαβαν χώρα σειρά δραστικών μέτρων για την προφύλαξη της παράκτιας ζώνης. Στην παράγραφο 9.5 αναφέρεται αναλυτικότερα το ιστορικό των δράσεων που έλαβαν χώρα για την προστασία της ακτής.

Σχετικά με το κάστρο του Πλαταμώνα οι διαβρωτικές τάσεις είναι εντονότερες. Σίγουρα σημαντικό ρόλο σε αυτό το καθεστώς της διάβρωσης παίζει η γεωλογία της ακτής η οποία είναι βραχώδης και φυσικά η μορφολογία της ακτής που χαρακτηρίζεται από έντονες κλίσεις.

Συνοπτικά, στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής έχουν επικρατήσει κυρίως αποθετικές τάσεις, ενώ νοτιότερα, από τις εκβολές του ποταμού Μαυρονέρι έως και το Κάστρο του Πλαταμώνα διακρίνεται υποχώρηση της ακτής με ελάχιστες φυσικά εξαιρέσεις.

Γενικότερα, στις περιοχές όπου υπάρχουν θίνες, το υλικό της ακτής είναι λεπτότερο από το μέσο μέγεθος των υλικών της παραλίας και αναμειγνυόμενο ελαττώνει το μέσο μέγεθος των υλικών στην ενεργή ζώνη δράσης των κυμάτων, έτσι έχουμε και απόσβεση της κυματικής ενέργειας. Σε περιοχές με έντονη οικιστική ανάπτυξη όπου οι θίνες έχουν καταπατηθεί, το πλάτος της ενεργούς παραλίας έχει μειωθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΦΙΛ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑΪΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΜΑΥΡΟΝΕΡΙ

8.1. Εισαγωγή

Η περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου χαρακτηρίζεται ως μια εκτεταμένη υφαλοκρηπίδα, που τα επιφανειακά της ιζήματα κυριαρχούνται από από τα ιζήματα των ποταμών Αξιού, Λουδία, Γαλλικού και Αλιάκμονα καθώς και από μικρότερα ποτάμια όπως το Μαυρονέρι, ο Ενιπέας, ο Χελοπόταμος και το Ξερολάκκι. Σύμφωνα με *Kapsimalis et al., 2005, Lykousis et al., 1989*, από εφαρμογή σεισμικών προφίλ που έλαβαν χώρα στο εσωτερικό πλατό του Θερμαϊκού κόλπου, υπολόγισαν το πάχος των Ολοκαινικών ιζημάτων περίπου 20m κοντά στις εκβολές των ποταμών (Γαλλικού, Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα), ενώ μειώνεται στα <4m προς την ανατολική πλευρά του κόλπου.

Στο παρόν κεφάλαιο μελετάται το υποθαλάσσιο καθεστώς της παράκτιας ζώνης της Πιερίας, έτσι όπως αποτυπώθηκε και επεξεργάστηκε μετά τη βυθομετρική χαρτογράφηση του πυθμένα της περιοχής. Για την πραγματοποίηση αυτής της χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκε το GARMING GPSMAP 276C, ενώ σκοπός ήταν η καταγραφή των ισοβαθών καμπυλών (έως τα βάθη των 20m) και ο εντοπισμός των διαφορετικών χαρακτηριστικών στη μορφολογία του πυθμένα κατά μήκος της υποθαλάσσιας ζώνης.

Επιπρόσθετα, εφαρμόζεται μοντέλο διάβρωσης με τα δεδομένα της περιοχής έρευνας ούτως ώστε να μπορέσουμε να διακρίνουμε τις εξελικτικές τάσεις που επικρατούν για την σταθερότητα των ακτών σε σχέση με πιθανή μελλοντική άνοδο στάθμης της θάλασσας. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα κυριότερα μοντέλα διάβρωσης που χρησιμοποιούνται συνήθως και στα αμέσως επόμενα κεφάλαια γίνεται η εφαρμογή τους.

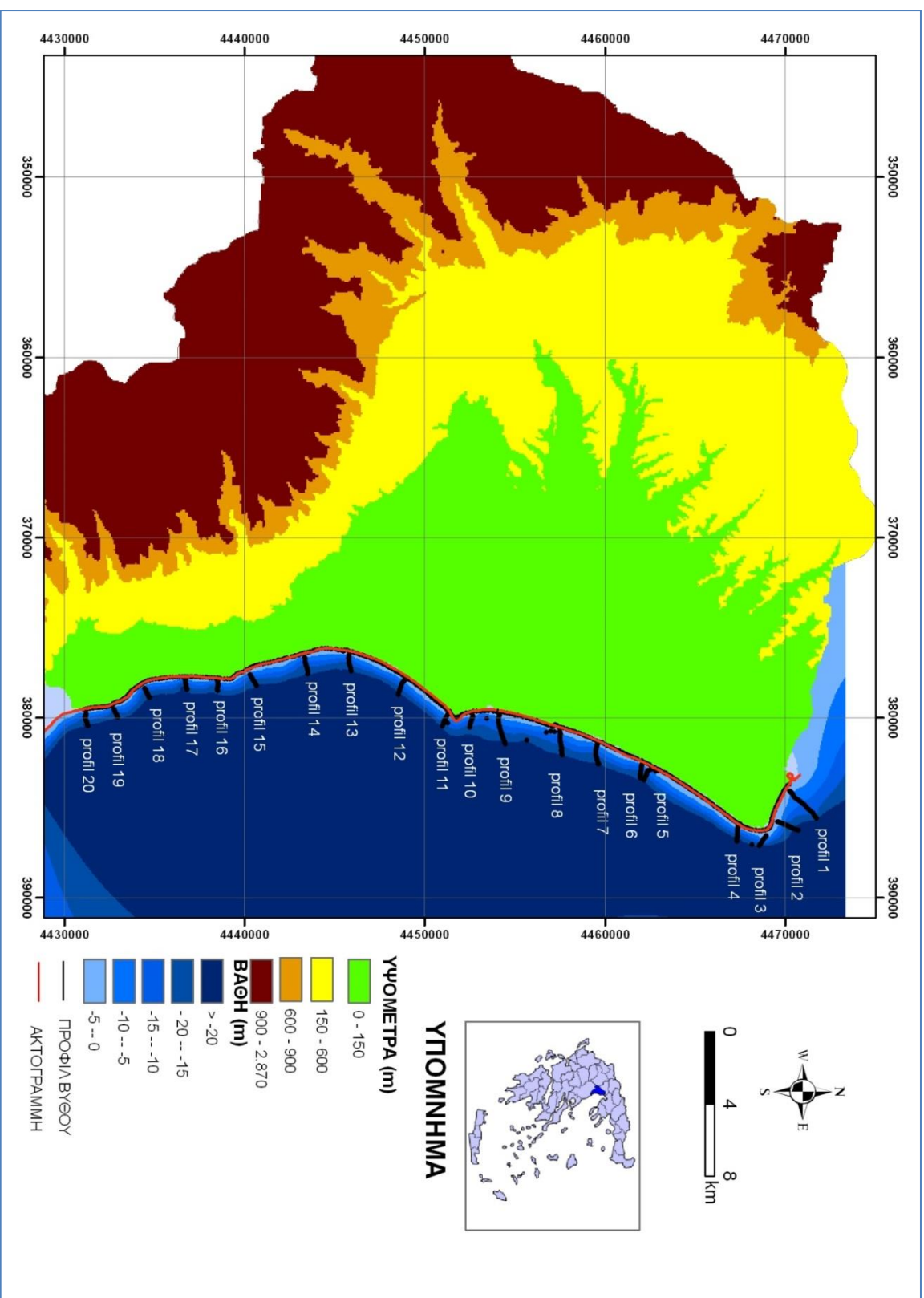
Κατόπιν εξετάζεται με ποσοτικό προσδιορισμό ο τύπος του Δελτα του ποταμού Μαυρονέρι που κυριαρχεί στο βόριο τμήμα της περιοχής έρευνας.

8.2 Βυθομέτρηση και χαρακτήρες υποθαλάσσιας ζώνης

Το καλοκαίρι του 2010 έλαβε χώρα χαρτογράφηση της υποθαλάσσιας ζώνης κατά μήκος των ακτών της Πιερίας, για καταγραφή των ισοβαθών καμπυλών και εντοπισμό των διαφορών στη μορφολογία του πυθμένα. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν 20 τομές κάθετες προς την ακτή και με τη χρήση του GARMING GPSMAP 276C κατά μήκος των τομών αυτών μετρούσαμε το βάθος έως 20m.. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια των Γ.Σ.Π. και του λογισμικού προγράμματος ArcGis v.9.3.1 και παρήχθη χάρτης χωρικής κατανομής των βαθών (Σχήμα.8.1).

Ακολούθως, κατασκευάστηκαν μορφολογικά προφίλ που φανερώνουν το βάθος του θαλάσσιου πυθμένα σε σχέση με την κάθετη απόσταση από την ακτή και μας βοήθησαν στη εξαγωγή επιμέρους συμπερασμάτων.

Από την κατασκευή των βυθομετρικών καμπύλων στον θαλάσσιο χώρο της περιοχής έρευνας γίνεται αρχικά αντιληπτό το γεγονός ότι η ανάπτυξη των ισοβαθών ακολουθεί ομαλή πορεία κατά μήκος της παράκτιας ζώνης.



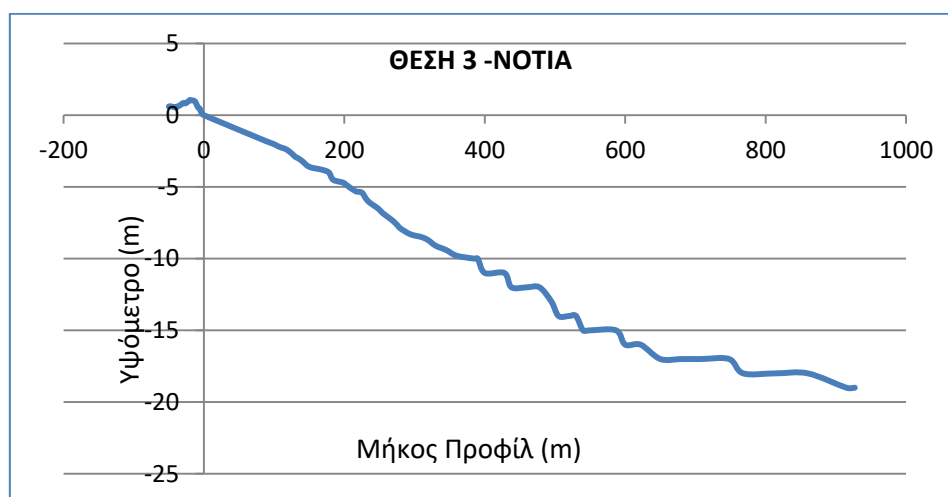
Σχήμα 8.1.
 Απεικονίζεται η
 εξάγωγή του
 βοθρομετρικού
 χάρτη της
 περιοχής έρευνας
 καθώς και οι
 θέσεις των είκοσι
 – κάθεται ως
 προς την ακτή –
 τομών.

Υπολογίζοντας τις οριζόντιες αποστάσεις από την ακτή έως τα σημεία που έχουν βάθος 20m μπορούμε να πούμε τα εξής:

Στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής, μπορούμε να αναγνωρίσουμε ότι ο θαλάσσιος πυθμένας βαθιάνει σε μεγαλύτερη απόσταση από την ακτή σε σχέση με το νότιο τμήμα της περιοχής. Έτσι, γύρω από το ακρωτήριο της Αθήριδος το βάθος των 20m εμφανίζεται περίπου στα 1200 με 1500 m περίπου. Νοτιότερα, επίσης μετά από 1000 – 1500 m φτάνουμε τα 20m βάθος, ενώ νότια και από τις εκβολές του ποταμού Ενιπέα το βάθος των 20m βρίσκεται σε μικρότερη κάθετη απόσταση από την ακτή περίπου 900m.

Βέβαια, το παραπάνω συμπέρασμα δεν είναι απόλυτο αφού υπάρχουν διακυμάνσεις των τιμών. Εν προκειμένω, παρατηρήθηκε ότι στις εκβολές των μεγαλύτερων ποταμών (Μαυρονέρι, Ξερολάκκι, Ζηλιάνα) τα βάθη των 20m εντοπίζονται σε κάθετη απόσταση από την ακτή της τάξης των 1200 – 1500m. Σαφώς, μοχλός για το παραπάνω αποτελεί η ποτάμια εκφόρτιση χερσογενών ιζημάτων που μεταφέρονται και διασπείρονται στον υποθαλάσσιο χώρο.

Ο σχηματισμός του Θερμαϊκού κόλπου γενικότερα συνδέεται με τη θαλάσσια επέκταση τεταρτογενών παράκτιων αλλουβιακών πεδιάδων, όπου οι μεγάλοι ποταμοί εκβάλουν μεγάλες ποσότητες κλαστικών χερσογενών ιζημάτων.



Σχήμα 8.2. Διάγραμμα βυθόμετρησης με τη βοήθεια των κάθετων τομών και του προγράμματος ArcGis v.9.3.1.

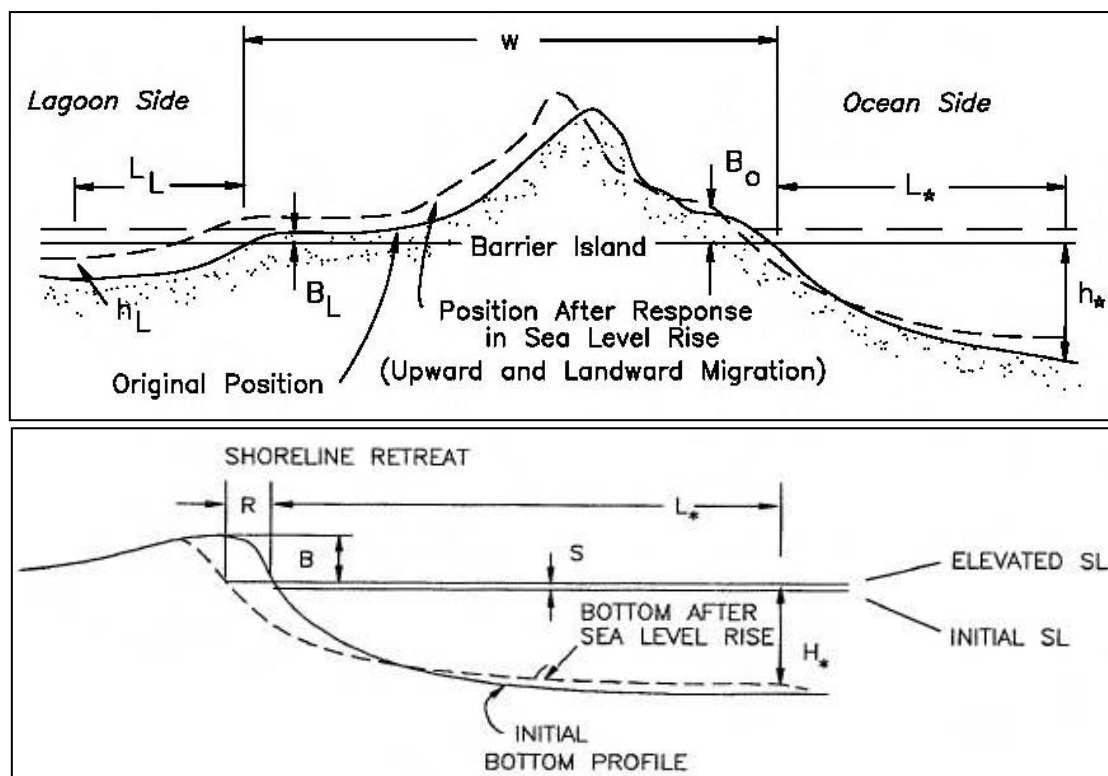
8.3 Μοντέλα διάβρωσης ακτής

Όλα τα παρακάτω μονέλα διάβρωσης της ακτής τα οποία υπολογίζουν πιθανή οπισθοχώρηση της ακτής για άνοδο της στάθμης της θάλασσας και εφαρμόζονται στην περίπτωση ύπαρξης ισορροπίας στην ροή που παράκτιου ιζήματος. Η ποσοτική εκτίμηση μπορεί να εκληφθεί σαν μία παράμετρος που προτίθεται ή αφαιρείται ανάλογα αν υπάρχει θετικό ή αρνητικό ισοζύγιο παράκτιας στερεομεταφοράς.

8.3.1 Το μοντέλο διάβρωσης του Bruun

Όσον αφορά την αντίδραση της ακτής σε μια δεδομένη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ένα από τα πιο γνωστά μοντέλα είναι αυτό που προτάθηκε από τον *Bruun* (1962). Η θεωρία του *Bruun* στηρίχθηκε στο ότι οι ακτές προσαρμόζονται στις επικρατούσες κυματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Και αυτό αποδεικνύεται, όσο απλό και αν ακούγεται, από το ότι οι ακτές προσαρμόστηκαν και εξελίχθηκαν ιστορικά καθώς η στάθμη της θάλασσας ανέβαινε αργά και σταθερά στο πέρασμα των αιώνων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την πιθανή μετακίνηση της ακτογραμμής.

Προηγούμενες μελέτες για τη μορφολογία των ακτών στις περιόδους καλοκαιριού και χειμώνα έδειχναν ότι η παραλία ανταποκρίνεται ακόμη και στις εποχιακές μεταβολές των κυμάτων. Η βασική υπόθεση πίσω από το μοντέλο του *Bruun* είναι, ότι με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η ζώνη της ακτής και ο πυθμένας στα αβαθή κινούνται προς τα πάνω και προς την ξηρά (Σχήμα 8.3).



Σχήμα 8.3. α, β. Ο κανόνας του Bruun: Στη γενική περίπτωση (επάνω σχήμα) η άνοδος (s) της στάθμης της θάλασσας προκαλεί οπισθοχώρηση (R) της ακτογραμμής. Η βέλτιστη εφαρμογή του κανόνα είναι στην περίπτωση των νησιών προστασίας (κάτω σχήμα), όπου η άνοδος της στάθμης του ωκεανού προκαλεί ανύψωση και μετατόπιση του νησιού προς την ξηρά. Εννοείται ότι και η λιμνοθάλασσα στενεύει.

Ο κανόνας του Bruun παρουσιάζεται στο σχήμα 8.3 και 8.4 και μπορεί να εκφραστεί με τον εξής τύπο (8.1):

$$R = L / (B + H) * S \quad (8.1)$$

όπου:

R , η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής

S , η άνοδος της στάθμης της θάλασσας

H , το βάθος εναπόθεσης

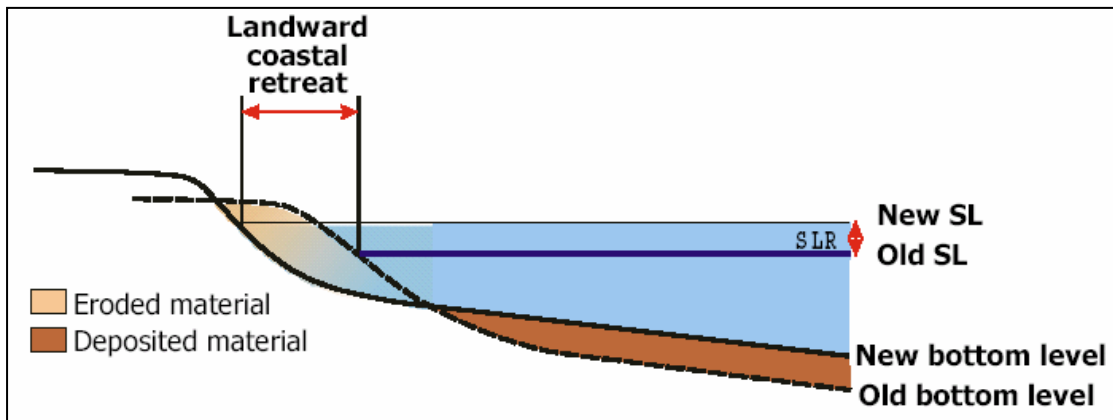
L , η οριζόντια απόσταση από τον αναβαθμό μέχρι το βάθος εναπόθεσης

B , το ύψος του αναβαθμού (Berm)

Βέβαια, ο Bruun έκανε τις εξής υποθέσεις στη ανάλυσή του:

- Το επάνω μέρος της παράκτιας ζώνης διαβρώνεται λόγω της μετατόπισης της προς την ξηρά.

- Τα ιζημάτα που διαβρώθηκαν από το επάνω μέρος της παραλίας αποτίθενται στα εγγύς αβαθή. Δηλαδή, ο όγκος των ιζημάτων που διαβρώνονται ισούται με τον όγκο των ιζημάτων που επικάθονται στο βυθό (Σχήμα 8.4). Η θεώρηση αυτή θα ήταν απόλυτα σωστή και σύμφωνη με την αρχή διατήρησης της μάζας, αλλά το μοντέλο δεν λαμβάνει υπόψη του τη μεταφορά των ιζημάτων κατά μήκος της ακτής.
- Η ανύψωση του πυθμένα (λόγω της εναπόθεσης των διαβρωμένων ιζημάτων) είναι ίση με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Κατά συνέπεια, το βάθος του νερού παραμένει σταθερό.



Σχήμα 8.4. Ο Bruun θεώρησε ότι το υλικό που διαβρώνεται ισούται με το υλικό που αποτίθεται στο βυθό.

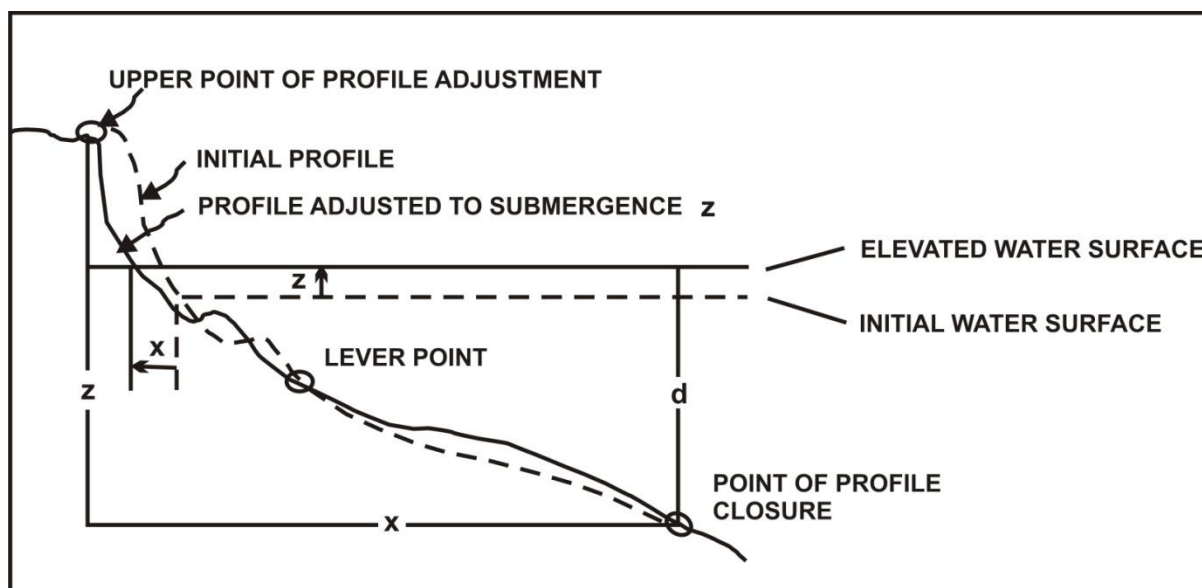
8.3.2 Το μοντέλο διάβρωσης του Hands

Ο Hands το 1983 διατύπωσε τον κανόνα του Bruun σε πιο απλή μορφή (τύπος 8.2)

$$x = zX / Z \quad (8.2)$$

όπου:

- x , η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής
- z , η άνοδος της στάθμης της θάλασσας
- X , η οριζόντια απόσταση από την κορυφή του αναβαθμού της παραλίας μέχρι το βάθος εναπόθεσης
- Z , η κατακόρυφη απόσταση από την κορυφή του αναβαθμού της παραλίας μέχρι το βάθος εναπόθεσης



Σχήμα 8.5. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου του Hands. Η ύπαρξη του υποθαλάσσιου αναβαθμού υποδηλώνει τη χρήση του μοντέλου και σε πιο πολύπλοκες διατομές.

8.3.3 Η αξιοπιστία των μοντέλων πρόβλεψης

Γενικότερα, οι μελέτες έχουν επιβεβαιώσει τις υποθέσεις που γίνονται από τον Bruun και άλλους, όσον αφορά τη μετατόπιση της ακτογραμμής. Παρόλα αυτά υπάρχουν λόγοι που αμφισβητούν την αξιοπιστία τους.

Σύμφωνα με τον Δουκάκη, 2005 μερικοί λόγοι για την αδυναμία χρησιμοποίησης των μοντέλων ως μέσων πρόβλεψης αποτελούν:

- Η ύπαρξη μιας σημαντικής χρονικής καθυστέρησης στην ανταπόκριση της ακτής σε μια συνεχή άνοδο της στάθμης του νερού.
- Η αβεβαιότητα στην επιλογή των παραμέτρων των εξισώσεων οπισθοχώρησης (και ιδιαίτερα στην τιμή του βάθους εναπόθεσης των ιζημάτων).
- Οι τοπικές πολυπλοκότητες στην εκτίμηση των αποθεμάτων άμμου στο ισοζύγιο ιζημάτων της περιοχής.

Παρά την ευρεία χρήση του μοντέλου του Bruun, υπήρξε περιορισμένη χρήση του για σκοπούς πρόβλεψης. Ο Hands, 1983 (Δουκάκης, 2005) αναφέρει μερικούς πιθανούς λόγους για την ασυμβατότητα του μοντέλου του Bruun:

- Προβληματισμός όσον αφορά στη δυνατότητα του μοντέλου ισορροπίας να περιγράψει τις επεισοδιακές δυναμικές αλλαγές.

- Δυσκολίες στη μέτρηση της απώλειας της ποσότητας των ιζημάτων που χάνονται στην ενεργό ζώνη της ακτής (κατά μήκος αυτής, κατά την κατάδυση και κατά την υπερχείλιση λόγω των κυμάτων).

- Δυσκολία στον καθορισμό ενός ρεαλιστικού βάθους εναπόθεσης κάτω από το οποίο οι αλλαγές της στάθμης του νερού δεν θα έχουν καμιά μετρήσιμη επίδραση στην ανύψωση ή την κλίση του πυθμένα.

- Η σύγχυση που προκαλείται από μια ασυνέχεια της διατομής στο βάθος εναπόθεσης, η οποία συναντάται στα διαγράμματα και σχήματα που περιγράφουν τις συνέπειες του κανόνα.

Ένας πρόσθετος, και αναπόφευκτος, περιορισμός σε αυτή την προσέγγιση του *Bruun* για το ισοζύγιο των ιζημάτων είναι ότι δεν απαντά στο *πότε* θα συμβεί η προβλεπόμενη αλλαγή της ακτογραμμής (*Hands, 1983*). Απλά, δίνει την οριζόντια απόσταση κατά την οποία η ακτογραμμή τελικά θα μετατοπιστεί, προκειμένου να επανακαθοριστεί η νέα διατομή ισορροπίας.

Ωστόσο, σύμφωνα με το *Λουκάκη, 2005*, τα ισχυρά σημεία του κανόνα του *Bruun* είναι

- οι εξισώσεις ισχύουν ανεξαρτήτως της μορφής της διατομής, όπως για παράδειγμα, όταν υπάρχουν υποθαλάσσιοι αναβαθμοί άμμου κοντά στην παραλία λόγω των κυματισμών.

- επιλέγονται μια οριζόντια απόσταση και ένα βάθος εναπόθεσης των ιζημάτων, τα οποία στην ουσία αντιπροσωπεύουν την ενεργό ζώνη μεταφοράς των ιζημάτων.

Κατά αυτό τον τρόπο, τα ιζήματα διατηρούνται πάντα και εντός αυτής, παρά τις σύνθετες τοπικές διαδικασίες διάβρωσης – απόθεσης, καθώς οι υποθαλάσσιοι αναβαθμοί μετατοπίζονται.

- πρόκειται για μια απλή μαθηματική σχέση, ένα γεωμετρικό συμπέρασμα βασισμένο μόνο στη μεταβολή της στάθμης του νερού.

- παρά την απλότητα και τις αρκετές υποθέσεις του λειτουργεί εντυπωσιακά καλά σε πολλές περιπτώσεις.

Ακόμη και με τις ανεπάρκειές του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της μεταβολής των παραλιών που οφείλεται σε αλλαγές της στάθμης της θάλασσας.

8.4 Εφαρμογή μοντέλου

Ο κανόνας του *Bruun* στα πλαίσια αυτής της διδακτορικής διατριβής χρησιμοποιήθηκε τόσο για τον εντοπισμό όσο και για την ποσοτικοποίηση τάσεων διάβρωσης. Επιπρόσθετα, η χρήση της εξίσωσης έχει σαν σκοπό να εκτιμήσει την επιρροή που θα μπορούσε να έχει πιθανή άνοδος της θαλάσσιας στάθμης στην ακτή.

Ο κανόνας του *Bruun* μπορεί να δηλώσει ότι για S m άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής R , θα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$R=L / (B+H) *S,$$

όπου

$$H=6,675 H_s$$

$$H_s=5.112*10^{-4} *W*F^{0.5}$$

$$W =0.71*U^{1.23}$$

$$U =U_z*(10/z)^{1/7}$$

όπου W είναι η ένταση του ανέμου, U η ταχύτητα του ανέμου στα 10m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, F είναι το ανάπτυγμα κύματος (fetch) και U_z είναι η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η ετήσια μέση τιμή ανόδου στάθμης θάλασσας στην περιοχή S εκτιμήθηκε ίσο με 9 mm /yr.

Σε ένα τυπικό προφίλ ακτής το L είναι το μήκος του προφίλ, B είναι το ύψος του αναβαθμού (Berm), και το H είναι το βάθος εναποθέσης ιζημάτων, το βάθος δηλαδή στη βάση του προφίλ, πέρα από το οποίο δεν συμβαίνει σημαντική μεταφορά ιζήματος (depth of closure).

Για τον υπολογισμό των μεγεθών L (μήκος του προφίλ) και B (ύψος του αναβαθμού – Berm) κατασκευάστηκαν προφίλ ακτής σύμφωνα με μεθοδολογία από *Komar, 1998* (βλ παράγραφο 3.1.2)

Οι καιρικές συνθήκες και συγκεκριμένα η ταχύτητα των ανέμων παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιρροή της ποτάμιας εκφόρτησης και διασποράς των ιζημάτων. Οι *Balopoulos et al., 1986* υπολόγισαν με τη βοήθεια δορυφορικών εικόνων παράκτιες διαδικασίες στις περιοχές εκβολών ποτάμιων συστημάτων στην περιοχή του βόρειου Θερμαϊκού κόλπου και αναγνώρισαν διαφορές στη διασπορά ιζήματος κατά τη διάρκεια διαφορετικών

ανεμολογικών συνθηκών. Πάντως, στο δυτικό τμήμα του κόλπου αναπτύσσεται περιστροφή επιφανειακών νερών αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού.

Για την καλύτερη περιγραφή της ακτογραμμής και εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με την πιθανή οπισθοχώρηση αυτής ακολουθούμε τη διαίρεση αυτής σε ζώνες ώστε η μελέτη να γίνει τμηματικά και να υπάρχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Ο διαχωρισμός αυτός έλαβε χώρα ομαδοποιώντας τις περιοχές που παρουσιάζουν ομοιόμορφα ιζηματολογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα, με σκοπό να υπολογιστούν παράμετροι σε περιοχές με παραπλήσιους χαρακτήρες. Παράλληλα λήφθηκε υπόψη η διεύθυνση της ακτής και το ανάπτυγμα των κυμάτων σε κάθε σημείο της παράκτιας ζώνης, αλλά και τα εξαγόμενα αποτελέσματα από τα προφίλ που κατασκευάστηκαν στην ακτή. (π.χ. υπολογισμός Berm, κλίση ακτής, κ.τ.λ.).

Το πλάτος ανάπτυξης των κυματισμών προέρχονται κυριότερα από τη δράση ανατολικών και νοτιοανατολικών ανέμων. Έτσι για κάθε μια από τις έξι περιοχές που εξετάσαμε υπολογίστηκε οπισθοχώρηση ακτογραμμής για δυο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση υπολογίστηκε οπισθοχώρηση ακτογραμμής σε σχέση με ανατολικούς ανέμους και ανάπτυγμα κυμάτων προς τα ανατολικά, ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπολογίστηκε η υποχώρηση της ακτογραμμής σε σχέση με νοτιοανατολικό ανάπτυγμα κυμάτων.

Αρχικά, ξεκινώντας από τα βόρεια της περιοχής έρευνας, η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει τις περιοχές Αγ. Παρασκευή, Κορινός, Νότια Κορινού.

Στη συνέχεια, η δεύτερη ζώνη περιλαμβάνει τις περιοχές Νότια Παραλίας, Σκάλα Κατερίνης, Μοσχοπόταμος.

Στην τρίτη ζώνη βρίσκονται οι περιοχές Νότια Μαυρονερίου, Σκάλα Βαρικού.

Νοτιότερα, στην τέταρτη ζώνη χωρίσαμε τις περιοχές Σ. Σ. Λιτοχώρου, Γκρεμός, Πλάκα Λιτοχώρου.

Ακολούθως, στην πέμπτη ζώνη περιλαμβάνονται οι θέσεις Λεπτοκαρυά, Νότια Λεπτοκαρυάς.

Και τέλος στα νότια της περιοχής που ερευνάται χωρίσαμε την έκτη ζώνη και τις περιοχές Ζηλιάνα, Σκοτίνα, Κάστρο Πλαταμώνα.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.1) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της εξίσωσης του κανόνα του Bruhn κατά μήκος της παράκτιας ζώνης της περιοχής έρευνας.

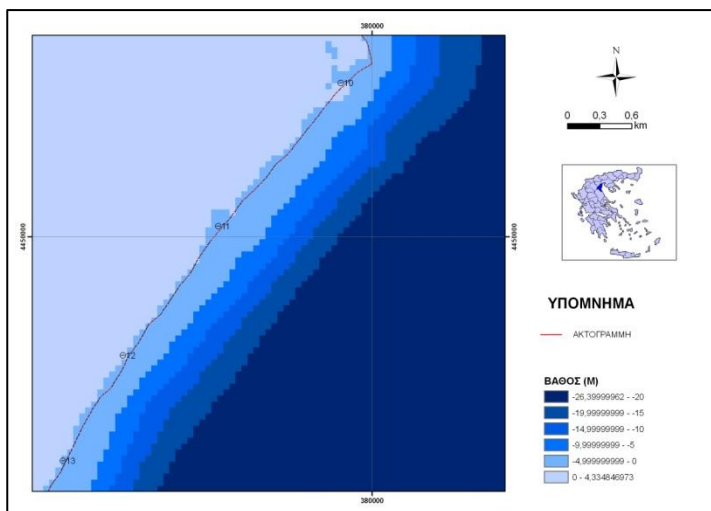
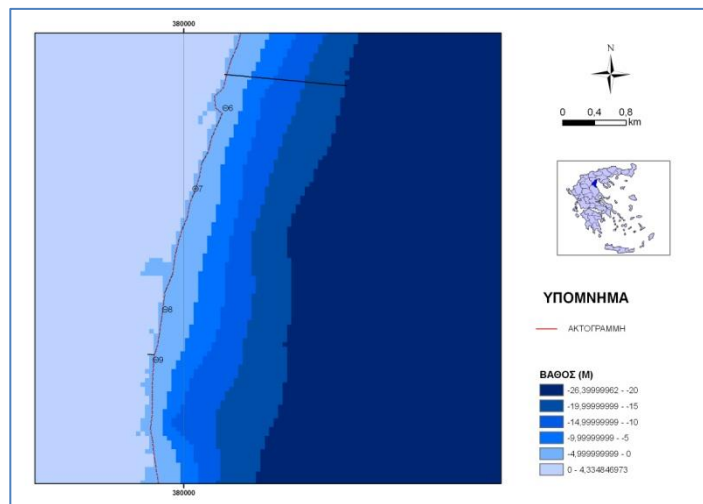
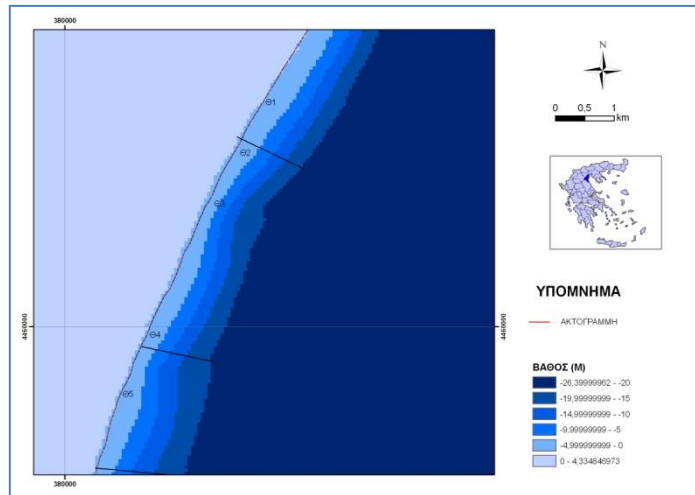
Πίνακας 8.1 Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κανόνα του Brunn

Αγ. Παρασκευή, Κορινός, Νότια Κορινού Θέσεις 1-5										
	F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	R(t=15yr)
E	40000	2,5	2,191	0,224	1,512	59	0,6	0,0009	0,0251	0,3771
E	40000	3,0	2,742	0,280	1,893	78	0,6	0,0009	0,0280	0,4203
SE	340000	2,5	2,191	0,653	4,409	186	0,6	0,0009	0,0334	0,5013
SE	340000	3,0	2,742	0,817	5,518	226	0,6	0,0009	0,0332	0,4987
Νότια Παραλίας, Σκάλα Κατερίνης, Μοσχοπόταμος Θέσεις 6-9										
	F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	R(t=15yr)
E	60000	2,5	2,191	0,274	1,852	45	0,6	0,0009	0,0165	0,2477
E	60000	3,0	2,742	0,343	2,318	56	0,6	0,0009	0,0173	0,2591
SE	370000	2,5	2,191	0,681	4,600	178	0,6	0,0009	0,0308	0,4622
SE	370000	3,0	2,742	0,853	5,756	220	0,6	0,0009	0,0312	0,4673
Νότια Μαυρονερίου, Σκάλα Βαρικού Θέσεις 10-13										
	F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	R(t=15yr)
E	63000	2,5	2,191	0,281	1,898	45	0,68	0,0009	0,0157	0,2357
E	63000	3,0	2,742	0,352	2,375	62	0,68	0,0009	0,0183	0,2740
SE	390000	2,5	2,191	0,700	4,722	162	0,68	0,0009	0,0270	0,4048
SE	390000	3,0	2,742	0,875	5,909	240	0,68	0,0009	0,0328	0,4917

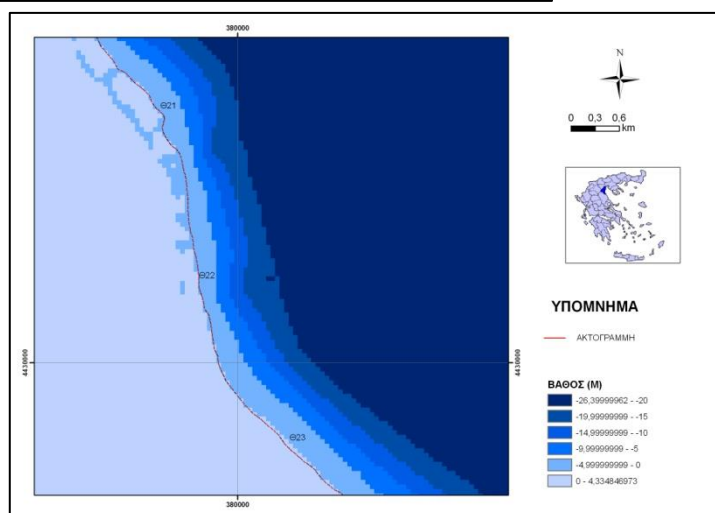
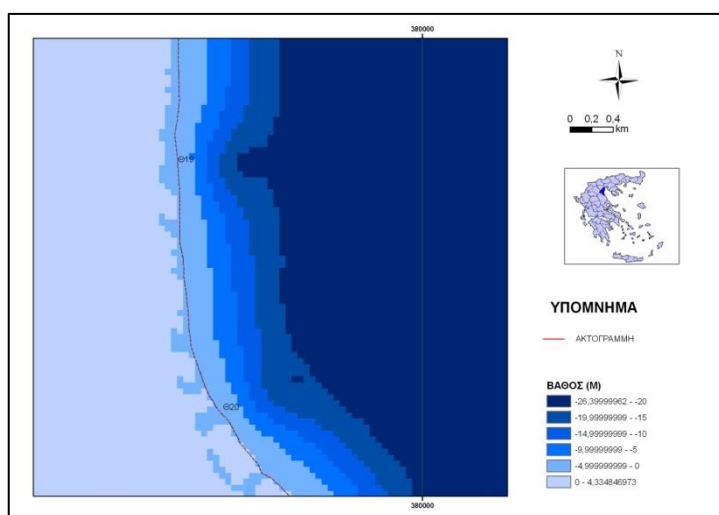
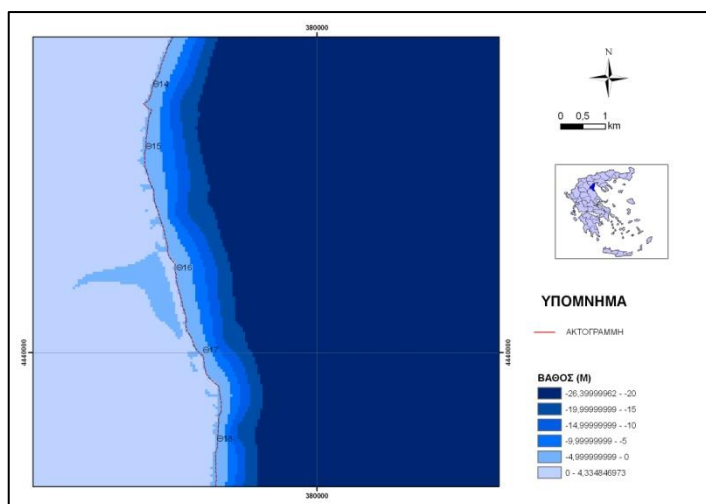
Σ. Σ. Αυτοχώρου, Γκρεμός, Πλάκα Αυτοχώρου Θέσεις 14 - 18											
	F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	Rt(t=15yr)	
E	65000	2.5	2.191	0.286	1.928	280	0.75	0.0009	0.0941	1.4116	
E	65000	3.0	2.742	0.357	2.413	335	0.75	0.0009	0.0953	1.4300	
SE	390000	2.5	2.191	0.700	4.722	348	0.75	0.0009	0.0572	0.8585	
SE	390000	3.0	2.742	0.875	5.909	425	0.75	0.0009	0.0574	0.8616	

Λεπτοκαρύ, Νότια Λεπτοκαρύδας, Θέσεις 19-20		F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	Rt(t=15yr)
	E	65000	2.5	2.191	0.286	1.928	174	0.68	0.0009	0.0600	0.9007
	E	65000	3.0	2.742	0.357	2.413	184	0.68	0.0009	0.0535	0.8032
	SE	380000	2.5	2.191	0.691	4.661	282	0.68	0.0009	0.0475	0.7127
	SE	380000	3.0	2.742	0.864	5.833	315	0.68	0.0009	0.0435	0.6529

Ζηλιδάνα, Σκορίνα, Κάστρο Παταμώνα Θέσεις 21 -23											
	F(m)	U(m/s)	W(m)	Hs(m)	H(m)	L(m)	B(m)	S(m)	R(m)	Rt(t=15yr)	
E	66000	2.5	2.191	0.288	1.943	292	0.9	0.0009	0.0924	1.3867	
E	66000	3.0	2.742	0.360	2.431	307	0.9	0.0009	0.0829	1.2442	
SE	385000	2.5	2.191	0.695	4.692	370	0.9	0.0009	0.0596	0.8933	
SE	385000	3.0	2.742	0.870	5.871	392	0.9	0.0009	0.0521	0.7815	



Σχήμα.8.6 α, β, γ. Βυθομετρία στις θέσεις 1 -5, 6 -9 και 10-13.



Σχήμα 8.7 d, e, f. Βυθομετρία στις θέσεις 14-18, 19-20, 21-23.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του *Πίνακα 8.1* στο βορειότερο τμήμα της περιοχής έρευνάς μας η τιμή για πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής για τα επόμενα 15 χρόνια είναι της τάξης από 0,3m έως 0,5m αρκετά χαμηλή θα μπορούσαμε να πούμε.

Αμέσως πιο νότια, στο δεύτερο τμήμα που εφαρμόστηκε ο κανόνας του Brunh και στις Θέσεις από Νότια του χωριού Παραλία έως και τις εκβολές του ποταμού Μοσχοπόταμος, η πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής για τα επόμενα 15 χρόνια είναι επίσης χαμηλή, από 0,2m έως 0,45m.

Στο τρίτο τμήμα και στις Θέσεις 10 – 13 από τις νότιες εκβολές του ποταμού Μαυρονέρι έως και τη Σκάλα Βαρικού η πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής για τα επόμενα 15 χρόνια παραμένει σε χαμηλά επίπεδα από 0,2m έως 0,49m.

Όσο κατεβαίνουμε νοτιότερα το τοπίο αλλάζει. Έτσι, στις Θέσεις 14 -18 από το Σιδηροδρομικό Σταθμό Λιτοχώρου έως και την Πλάκα Λιτοχώρου η πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής για 15 έτη υπολογίστηκε από 0,8m έως 1,4m. Θα πρέπει να θυμηθούμε την έντονη διάβρωση που εντοπίσαμε σε αυτή τη Θέση κατά την διάρκεια της έρευνας πεδίου μας. Βρέθηκε ειδικό όχημα που άδειαζε υλικό Α3 για την διαμόρφωση της ακτής (βλ. *Φώτο 7.5, 7.6*). Επίσης εδώ βρίσκεται και η περιοχή «Γκρέμια – ή Γκρεμός», που χαρακτηρίζεται από υψηλά υψόμετρα σε απόσταση αναπνοής από την ακτή. (βλ. *Φώτο 7.4*).

Στις Θέσεις 19 και 20 στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς η τιμές για πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής για τα επόμενα 15 χρόνια υπολογίστηκαν από 0,6m έως και 0,9m. Τιμές που θα μπορούσαμε ίσως να χαρακτηρίσουμε ως μέσες.

Τέλος, στα νότια της περιοχής έρευνας, στις Θέσεις 21 – 23, από τις εκβολές του ποταμού Ζηλιάνα και ως το Κάστρο του Πλαταμώνα υπολογίστηκε πιθανή οπισθοχώρηση της ακτογραμμής από 0,8m έως και 1,4m περίπου. Τιμές αρκετά υψηλές που επίσης συνδυάζονται με τα φαινόμενα διάβρωσης που εντοπίσαμε επιτόπου στην περιοχή αυτή και κυρίως στη Θέση του Κάστρου του Πλαταμώνα (Βλ *Φώτο 7.9, 7.10*).

8.5 Χαρακτηρισμός του Δέλτα του Ποταμού Μαυρονερίου

Διαπιστώθηκε ότι μορφολογικά η Βόρεια περιοχή της περιοχής μελέτης αποτελεί ένα Δέλτα Κυματικής Κυριαρχίας «Wave Dominated Delta» του ποταμού Μαυρονέρι. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη την βιβλιογραφία έγινε προσπάθεια χαρακτηρισμού του Τύπου του Δέλτα του ποταμού Μαυρονέρι.

Ο *Nienhuis, 2015*, διαπίστωσε ότι τα δέλτα που κυριαρχούνται από την κυματική επίδραση επιτυγχάνουν το ιδανικό σχήμα, όταν η προσφορά ιζημάτων τα οποία μεταφέρονται ως στις εκβολές υπό μορφή πυθμένιου φορτίου ενός ποταμού, είναι μικρότερη από τη μέγιστη ποσότητα ιζημάτων, που μπορούν να μεταφέρουν τα κύματα με την παράκτια στερεομεταφορά κατά μήκος των δύο πλευρών του Δέλτα. Ποσοτικοποίησε τον τύπο του Δέλτα αυτής της κατηγορίας, συσχετίζοντας την παροχή της άμμου (Q_{river} σε kg / s) με την ικανότητα των κυμάτων να μετακινούν ιζήματα από τις εκβολές του ποταμού (Q_{wave} σε kg / s), καθορίζοντας μια αναλογία R ως ακολούθως:

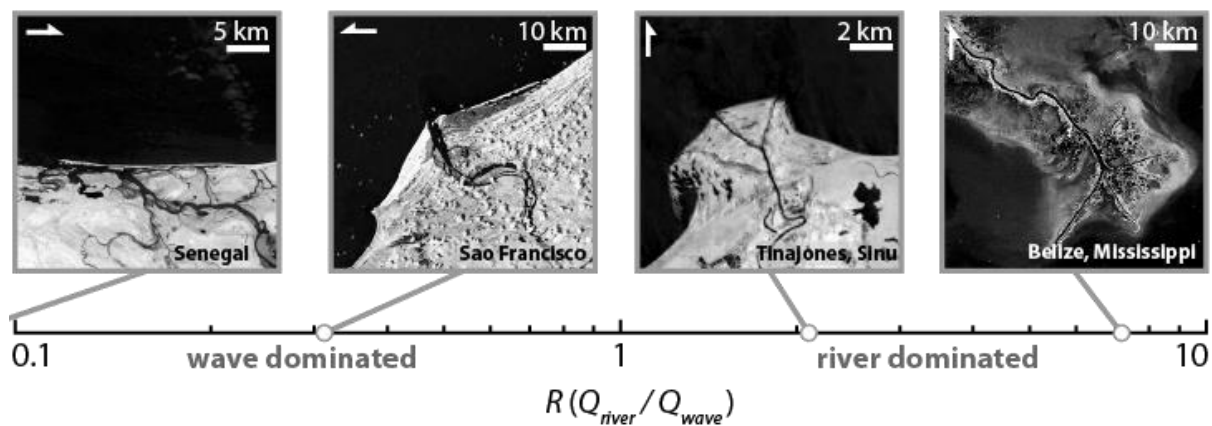
$$R = Q_{river} / Q_{wave} \text{ (Nienhuis, 2015)}$$

Για μια απλή περίπτωση όπου όλα τα κύματα πλησιάζουν στην ακτή κανονικά, το Q_{wave} (σε kg / s) μπορεί να προσεγγιστεί κατά προσέγγιση ως ακολούθως:

$$Q_{wave} = 90 \cdot H_s^{12/5} \cdot T_p^{1/5}, \text{ (Nienhuis, 2015)}$$

όπου H_s είναι το σημαντικό ύψος κύματος (m) και T_p (sec) είναι η περίοδος κύματος.

Εάν $R = 0$, το Δέλτα του ποταμού θα κυριαρχείται στο μέγιστο δυνατό από τις κυματικές διεργασίες. Όταν το R που πλησιάζει την μονάδα, οι πλευρές του δέλτα που κυριαρχείται από τα κύματα θα προεξέχουν σχηματίζοντας μια προεξοχή με καμπυλωμένες ομαλά πλευρές. Εάν $R > 1$, το δέλτα αρχίζει να κυριαρχείται από την ποτάμια επίδραση. (σχ 8.8)



Σχ. 8.8 Αναλογία κυριαρχίας ποταμού για πολλά δέλτα (Nienhuis, 2015)

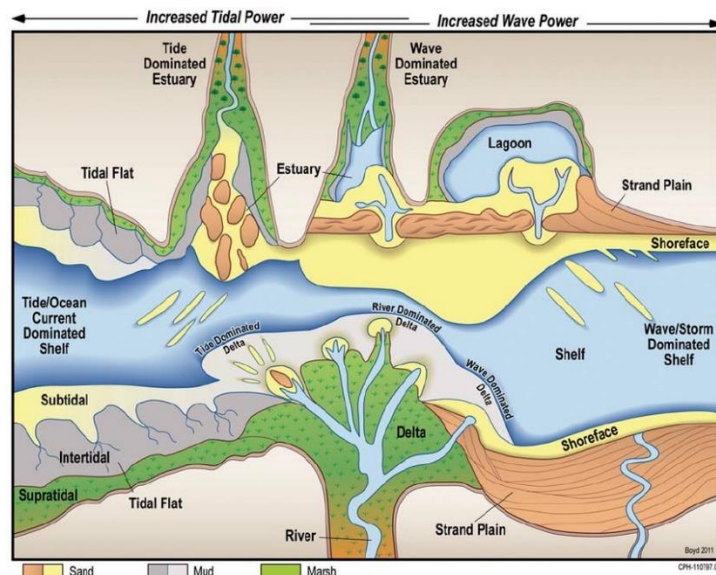
Συνοψίζοντας, τα Δέλτα που κυριαρχούνται από την *κυματική* επίδραση έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Το σχήμα τους είναι με μορφή “cusplate” δηλαδή παρουσιάζει μια αιχμηρή προεξοχή που αποσβένει με ομαλές παραβολικές καμπύλες εκατέρωθεν. Δεν βρέθηκε ακριβής μετάφραση για τον όρο “cusplate”, έτσι επιχειρείται να χαρακτηριστεί η καμπύλη που δημιουργεί η ακτογραμμή με μαθηματικό - γεωμετρικό προσδιορισμό. Από μαθηματικής δηλ άποψης το σχήμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημικυβική παραβολή (semicubal parabola, https://en.wikipedia.org/wiki/Semicubical_parabola).

2. Υπάρχει μια κύρια κοίτη και σπανίζουν οι πολλαπλές δευτερεύουσες κοίτες.

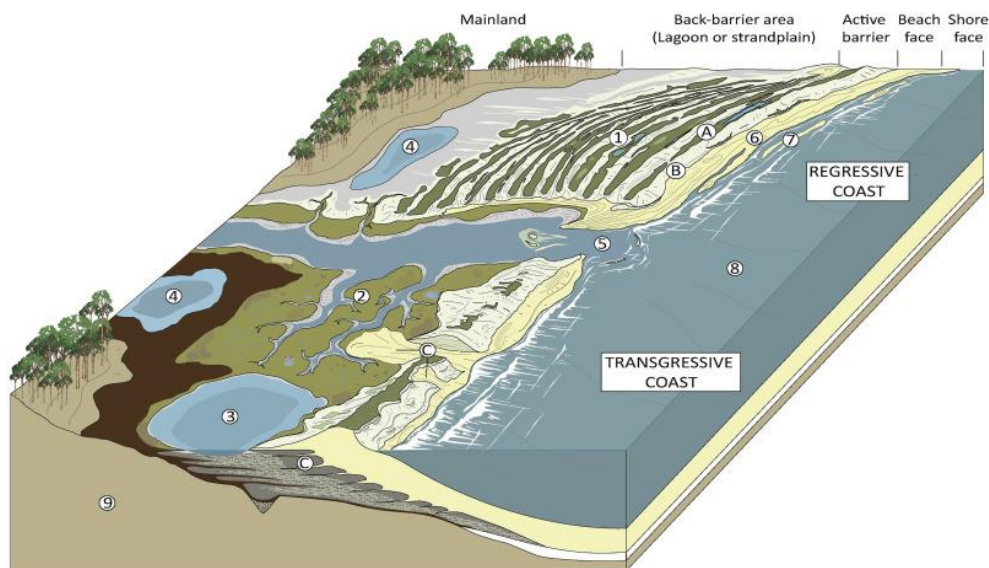
3. Στην κύρια κοίτη τα πλευρικά φράγματα προέκτασης έχουν πολύ μικρό χρόνο επιβίωσης και μετά από κάθε πλημυρικό επεισόδιο και καταστρέφονται από την κυματική δράση, τροφοδοτώντας με το υλικό τους την ακτή, μέσω της παράκτιας στεραιομεταφοράς.

4. Η παράκτια ζώνη αποκτά χαρακτηριστικά ‘strand plain’ δημιουργώντας μια επιμήκη χαμηλή περιοχή με παράλληλες αμμόδεις ράχες και κοιλώματα με έλη και βάλτους (Σχ 8.9).



Σχ. 8.9. Παράκτια ζώνη με χαρακτηριστικά strand plain. (Steel & Milliken 2013)

5. Η ζώνη αυτή με την πάροδο του χρόνου επεκτείνεται προς θάλασσα εφόσον το ισοζύγιο την στερεοπαροχής είναι τέτοιο που μπορεί να καλύψει τον διαθέσιμο χώρο απόθεσης από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. (Σε αντίθετη περίπτωση δεν υπάρχουν οι παράλληλες αμμώδεις ράχες και τα κοιλάματα, και στην ακτή, πίσω από τη ζώνη των θινών, εμφανίζονται έλη τα οποία επικοινωνούν με τη θάλασσα με ανοίγματα στα οποία κυριαρχούν τα “wash-over fans”.δηλαδή ριπίδια έκπλυσης από την θάλασσα προς τα έλη γεγονός που δεν παρατηρείται στην περιοχή μελέτης) Σχ.8.10.



Σχ. 8.10 Goslin et al (2017) - μορφολογία transgressive και regressive ακτής.

Αν συγκρίνουμε την εκβολή του ποταμού Μαυρονέρι με τα παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε τα εξής:

Το σχήμα της ακτογραμμής παρουσιάζει παρόμοια εικόνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά των δέλτα που έχουν κυρίαρχη την κυματική επίδραση, δηλαδή παρουσιάζει μια αιχμηρή προεξοχή που αποσβένει με ομαλές παραβολικές καμπύλες εκατέρωθεν “cuspatel landform”. Το ιχνος της ακτογραμμής δηλαδή ομοιάζει με ημικυβική παραβολή (semcubical parabola).

Η μορφολογία της παράκτιας ζώνης παρουσιάζεται σαν μια επιμήκη χαμηλή περιοχή με παράλληλες αμμώδεις ράχες και κοιλώματα με έλη και βαλτους παράκτια ζώνη αποκτά δηλαδή χαρακτηριστικά ‘strand plain’

Ποσοτικός υπολογισμός του βαθμού της κυματικής κυριαρχίας

Ο υπολογισμός γίνεται με τον λόγο $R=Q_{river}/Q_{wave}$ (Nienhuis, 2015) για τον χαρακτηρισμό βαθμού της κυματικής κυριαρχίας ως ακολούθως:

Υπολογίζεται η παροχή σε πυθμένιο φορτίο της λεκάνης απορροής του ποταμού Μαυρονέρι (Q_r) χρησιμοποιώντας την εξίσωση από Syvitski & Milliman, 2007

- $Q = 0,075 \cdot A^{0.8}$ (Q παροχή σε m^3/s και A εμβαδόν λεκάνης σε Km^2)

άρα $Q=13.35 m^3/s$ ή $0,42 km^3/y$.

Και

- $Q_s = \omega \cdot B \cdot Q^{0.31} \cdot A^{0.5} \cdot R \cdot T$ για $T \geq 2$

($\omega=0,02 kg/s$, $B=1$, Q σε km^3/y , A σε Km^2 , R σε Km , T σε $^{\circ}C$)

Η ικανότητα των κυμάτων να μετακινούν ιζήματα από τις εκβολές του ποταμού $Q_w=90 \cdot H_s^{12/5} \cdot T_p^{1/5}$ για τιμές $H_s=0.8m$ και $T_p=8sec$ (μέγιστοι κυματισμοί) υπολογίστηκε σε $Q_w=80kg/sec$,

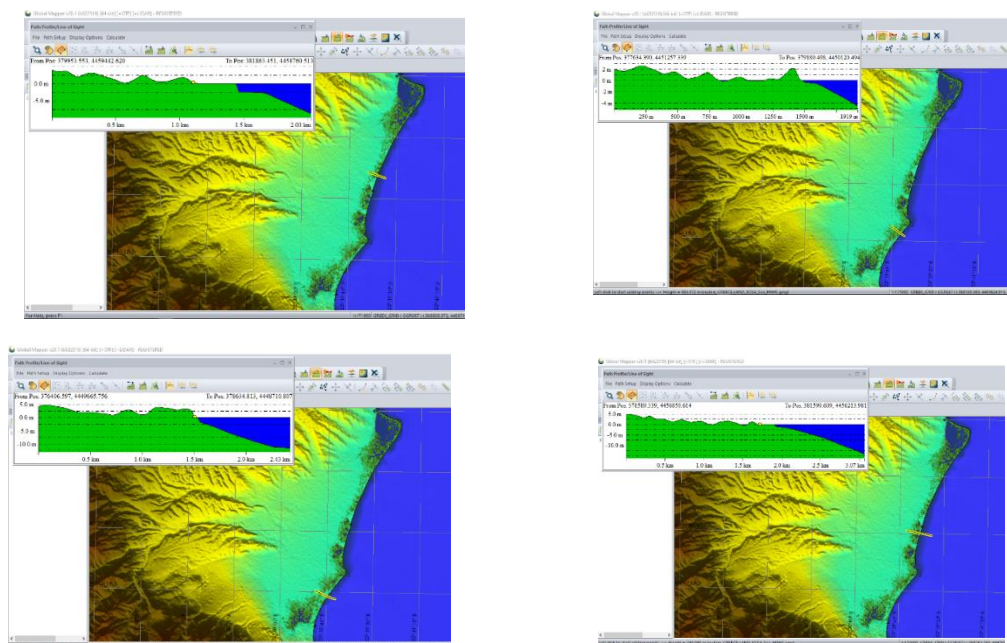
Ο υπολογισμός του R δίνει τιμές να κυμαίνονται από 0,29 ως 1,1 ανάλογα την εκτίμηση του ποσοστού του πυθμένιου φορτίου ως προς το αιωρούμενο. Οι τιμές βρίσκονται κάτω της μονάδας, γεγονός που συμφωνεί με Nienhuis, 2015 (Σχ. 8.8)

Επιπρόσθετα, το σχήμα του Δέλτα του Μαυρονερίου μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με το σχήμα που απεικονίζεται στο σχ 8.9, αλλά και στο σχήμα 8.11, έχει δηλαδή τυπική μορφή ενός δέλτα που επηρεάζεται από τα κύματα (Δέλτα Κυματικής Κυριαρχίας).



Σχ. 8.11 Το Δέλτα Rio Grijalva στο Μεξικό, παρουσιάζεται ένα ενεργό δέλτα που επηρεάζεται από τα κύματα (wave-dominated delta).εικόνα από NASA.

Τελικά, ο ποταμός Μαυρονέρι σχηματίζει ένα δέλτα κυριαρχούμενο από κυματικές διεργασίες και μοιάζει πολύ με το αρχέτυπο του Δέλτα Κυματικής Κυριαρχίας με $R < 1$ (Nienhuis, 2015) (σχ. 8.8, σχ. 8.11) στο οποίο η παράκτια ζώνη έχει πολύ χαμηλό ανάγλυφο και έχει σχηματιστεί από διαδοχικά, παράλληλα στην ακτή, παράκτια φράγματα αποτελούμενα από αμμόδεις ράχες και κοιλώματα με βάλτους και έλη. Η σημερινή παράκτια ζώνη αποτελείται από πλατιές αμμόδεις παραλίες με σημαντική ζώνη θινών, πίσω από τις οποίες εγκλωβίζονται οι χαμηλές ζώνες με βάλτους και έλη, με υψόμετρα στο όριο της θάλασσας ή και λίγο κάτω από αυτήν. Διαδοχικά κατά διαστήματα διακόπτεται η συνέχεια των ακτών από μικρά κανάλια επικοινωνίας των βάλτων με την θάλασσα, τα οποία συνήθως βρίσκονται στην προέκταση των εκβολών μικρών χειμάρρων με μικρή ικανότητα στερεομεταφοράς λόγω της σχεδόν μηδενικής κλίσης στο εκβολικό τμήμα τους και δεν επηρεάζουν την γεωμετρία της ακτογραμμής (Σχ. 8.12,α,β,γ,δ).



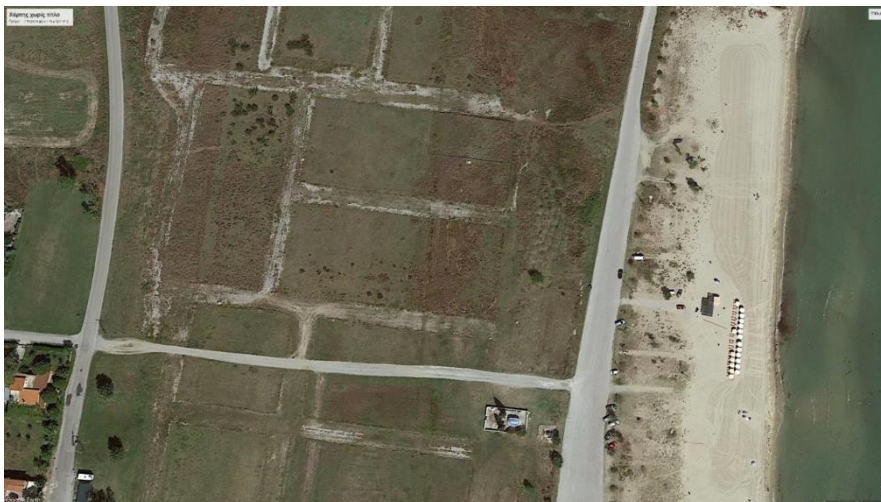
Σχ. 8.12. α,β,γ,δ. Ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου EDEM ενωμένο με την βαθυμετρία από την Υδραγραφική Υπηρεσία για το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης. Φαίνεται το Δέλτα Κυματικής Κυριαρχίας του ποταμού Μαυρονέρι με σχήμα 'cusprate' και στις μορφολογικές τομές φαίνονται οι ζώνες με τις χαμηλές ράχες και του βάλτους και τα έλη (που βρίσκονται ελάχιστα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας).



β



γ



γ

Σχ. 8.13. α,β,γ. Είκονες από το Google Earth2020 όπου φαίνονται: Στην (α) η οποία είναι σε πλάγια αποτύπωση το Δελτα του Ποταμού Μαυρονέρι και στις β και γ η ακτή με τα έλη από πίσω και την παράλληλες ζώνες επαύξεσης (εμφανίζονται μέσα στα χωράφια σαν περιοχές με μειωμένη βλάστηση γιατί υπάρχει περισσότερη άμμος).

8.6 Συμπεράσματα

Από τους πίνακες στο Κεφ. 8.4 γίνεται φανερό ότι οι μεγαλύτερες τιμές για πιθανή οπισθοχώρηση ακτογραμμής συμπίπτουν με τις περιοχές εκείνες στις οποίες έχουν παρατηρηθεί διαβρωτικές τάσεις.

Γενικότερα, η εικόνα που παρουσιάζεται είναι παρόμοια με τα συμπεράσματα και των προηγούμενων κεφαλαίων. Δηλαδή φαίνεται διακριτά η διαφορά στους χαρακτήρες του βόρειου και του νότιου τμήματος της υπό έρευνα περιοχής, με όριο το τέλος των ριπιδίων του Ολύμου (περιοχή Δίου).

Ειδικότερα, το βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής παρουσιάζει τιμές πιθανής οπισθοχώρησης για τα επόμενα δεκαπέντε έτη σχετικά χαμηλές, της τάξης των 0,2 με 0,5m.

Αντίθετα, στα νότια, από την περιοχή του Δίου έως και το Κάστρο του Πλαταμώνα οι τιμές αλλάζουν και αγγίζουν σε κάποιες περιπτώσεις και τα 1,4m. Συγκεκριμένα, στην περιοχή από το Σιδηροδρομικό Σταθμό Λιτοχώρου έως και την Πλάκα Λιτοχώρου όπου όπως φαίνεται και στις Φώτο 7.5 και 7.6 ο αυξημένος βαθμός διάβρωσης επηρεάζει την τουριστική αξιοποίηση των παραλιών και ο άνθρωπος προσπαθεί να επαναδιαμόρφωσε την διαβρωμένη ακτή με τεχνητή τροφοδότηση με ίζημα. Επίσης, κάτω από το Κάστρο του Πλαταμώνα η διάβρωση είναι εμφανής (βλ. Φώτο 7.9 και 7.10) και η εφαρμογή του κανόνα του Bruun έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές. Φαίνεται ότι σε αυτή την περιοχή η προσφορά παράκτιου υλικού δεν είναι ικανή να υπερκαλύψει την παράκτια στερεομεταφορά.

Τέλος, το βόρειο τμήμα της περιοχής έρευνας (βόρεια από το ύψος του Δίου) η επιμήκης παράκτια στερεομεταφορά σε συνδυασμό με το Δέλτα του του Ποταμού Μαυρονέρι φαίνεται να έχουν συντελέσει στην διαμόρφωσή της. Το Μαυρονέρι, παρότι δεν φαίνεται ότι είναι ένα κυρίαρχο χαρακτηριστικό εντούτοις έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην διαμόρφωση του παράκτιου χώρου. Το σχήμα, η μορφολογία του αλλά και η αναλογία $R=Q_{river}/Q_{wave} < 1$ συνηγορούν ότι πρόκειται για ένα δέλτα που κυριαρχείται από τα κύματα - wave dominates delta. Το R είναι αρκετά μικρότερο της μονάδας (0.29 ως 1.1) που επιτρέπει στα κύματα να κυριαρχήσουν και με την παράκτια στερεομεταφορά να διαμορφώσουν την παράκτια ζώνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

9.1 Εισαγωγή

Θα μπορούσε κανείς να αναφερθεί στην έννοια περιβάλλον ως «το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες».

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις πήραν μεγάλες διαστάσεις κατά τους τελευταίους αιώνες της γρήγορης τεχνολογικής ανάπτυξης. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του 20^ο αιώνα, που οι μηχανές έδωσαν στον άνθρωπο την δυνατότητα να επεμβαίνει άμεσα και αποτελεσματικά σε κάθε περίπτωση.

Οι επεμβάσεις του ανθρώπου αρχικά είναι ευνοϊκές για την ζωή (πρωτογενείς) γιατί δίνουν συνήθως τα μέσα (γη, νερό) για οικονομική ανάπτυξη, η οποία έρχεται σχετικά γρήγορα, μέσα σε λίγα χρόνια. Με την πάροδο του χρόνου όμως η φύση αρχίζει να προσαρμόζει τα στοιχεία της στη νέα κατάσταση και τελικά προκαλεί μεταβολές (δευτερογενείς) κατά κανόνα αρνητικές για τον άνθρωπο (αλλαγές στο μικροκλίμα, έλλειψη νερού, αύξηση διάβρωσης – απόθεσης, πλημμύρες, εγκατάσταση νέας πανίδας και χλωρίδας κλπ).

Ακόμα, ο άνθρωπος ενθουσιασμένος από τη δύναμή του να επεμβαίνει στη φύση και από την τάση του για συνεχή ανάπτυξη προκαλεί τεράστιες αλλαγές τις οποίες και δεν μπορεί εύκολα να ελέγξει. Γεωργική καλλιέργεια, επεξεργασία προϊόντων, βιομηχανία, μετακίνηση πληθυσμών, καταλήγουν σε σοβαρές επιβαρύνσεις του φυσικού περιβάλλοντος και τελικά δημιουργούν συνθήκες δύσκολες για την ζωή μας.

Μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο ακολούθησε περίοδος μεγάλης έκτασης επεμβάσεων στους υγροτόπους. Οι επεμβάσεις αυτές οδήγησαν στον αφανισμό ή στην δραστική μείωση της χλωρίδας και πανίδας της ξηράς, στη ρύπανση του περιβάλλοντος, στην αλλαγή του μικροκλίματος και στη μείωση των αποθεμάτων νερού, υλικών και άλλων πόρων. Για το λόγο αυτό ο Ο.Η.Ε. και πολλές άλλες διεθνείς οργανώσεις κινητοποιήθηκαν για την διατήρηση και προστασία των υγροτόπων (συνθήκη RAMSAR).

Στα κεφάλαια που ακολουθούν καταγράφονται και επεξεργάζονται τα στοιχεία που έχουν σχέση με το ανθρώπινο περιβάλλον της περιοχής έρευνας. Στοιχεία που σχετίζονται με το κοινωνικό, οικονομικό περιβάλλον, τα κυριότερα έργα που έχουν πραγματοποιηθεί, οι

μεταβολές στην κάλυψη γης αλλά και οι πιέσεις που έχει δεχθεί η περιοχή στην παράκτια ζώνη στη χαμηλή , λοφώδης και ορεινή περιοχή.

9.2 Κοινωνικό – οικονομικό περιβάλλον – Τεχνικές υποδομές.

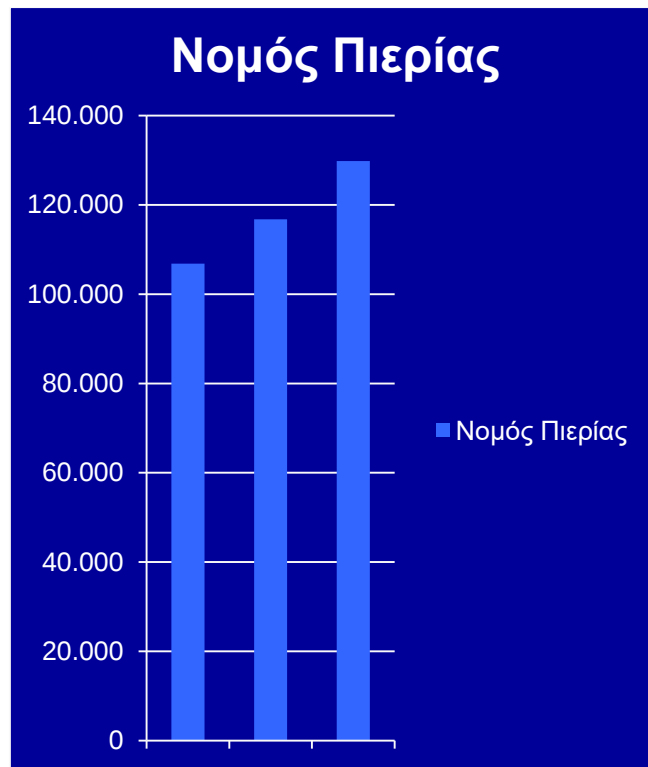
Στους επόμενους πίνακες (Πίνακας 9.1, 9.2 και 9.3) και στο Σχήμα 9.1, ακολουθεί η συσχέτιση στοιχείων σχετικά με τον πληθυσμό στο νομό Πιερίας κατά τα τελευταία 30 χρόνια. Παρουσιάζεται ο ρυθμός της αύξησης αυτού τόσο με γεωγραφική κατανομή όσο και με αλλά κριτήρια.

Πίνακας 9.1. Απογραφή πληθυσμού (URL3).

	Απογραφή πληθυσμού 1991			Απογραφή πληθυσμού 2001		
ΝΟΜΟΣ	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	Σύνολο	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	Σύνολο
ΣΥΝΟΛΟ	5.055.408	5.204.492	10.259.900	5.426.660	5.513.111	10.939.771
ΝΟΜΟΣ ΠΙΕΡΙΑΣ	57.947	58.816	116.763	64.271	64.679	128.950

Πίνακας 9.2. Πραγματικός και νόμιμος πληθυσμός της Ελλάδος 1981, 1991, 2001. (ΕΣΥΕ, 2008)

	Πραγματικός πληθυσμός 1981	Νόμιμος πληθυσμός 1981	Πραγματικός πληθυσμός 1991	Νόμιμος πληθυσμός 1991	Πραγματικός πληθυσμός 2001	Νόμιμος πληθυσμός 2001
Νομός Πιερίας	106.859	118.354	116.763	126.214	129.846	131.898
Σύνολο Ελλάδος	9.740.417	9.667.336	10.259.900	10.134.534	10.964.020	10.206.539



Σχήμα 9.1. Πραγματικός πληθυσμός νομού Πιερίας κατά τα έτη 1981, 1991, 2001. (ΕΣΥΕ, 2008)

Βάσει των πινάκων γίνεται αντιληπτή μια αυξητική τάση στις τιμές του πραγματικού πληθυσμού. Από το 1981 έως το 1991 : παρουσιάζεται αύξηση της τάξης των +9,3%, από το 1991 έως το 2001 αύξηση +11,2%, ενώ συνολικά από το 1981 έως το 2001 η αύξηση του πληθυσμού αγγίζει τα +20,9%.

Πίνακας 9.3. Πεδινός, ημιορεινός και ορεινός μόνιμος πληθυσμός της Ελλάδος. (ΕΣΥΕ, 2008)

	Πληθυσμός 1991				Κατανομή %		
	Σύνολο	Πεδινός	Ημιορεινός	Ορεινός	πεδινός	ημιορεινός	ορεινός
Νομός Πιερίας	126.412	94.716	25.686	6.010	74,9	20,3	4,8
Σύνολο Ελλάδος	10.934.097	7.858.224	2.285.884	789.989	71,9	20,9	7,2

Συγκεκριμένα για το χωριό Παραλία Πιερίας παρατίθενται στον Πίνακα που ακολουθεί, (Πίνακας 9.4) στοιχεία για την αύξηση στη δόμηση και για το μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της δόμησης για τα χρονικά διαστήματα 1969- 1987, 1987 – 2000.

Πίνακας 9.4. Ποσοστό (%) αύξησης της δόμησης για τα έτη 1969, 1987, 2000 και μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της δόμησης (Km^2 / έτος). (Τσανάκας, 2004).

Χρονική διάρκεια	1969-1987	1987-2000
Ποσοστό αύξησης δόμησης %	38,4	37,6
Μ.Ε. ρυθμός αύξησης δόμησης (Km^2 / έτος)	0,006475	0,014109

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του Πίνακα 9.4, συμπεραίνουμε ότι η δόμηση στον οικισμό Παραλία Κατερίνης έχει αυξηθεί και μάλιστα υπερδιπλασιαστεί από το 1969 έως το 2000. Ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης για τα έτη 1969- 1987 ήταν $0,006475\text{Km}^2$ / έτος. Από το 1987 έως το 2000 το ποσοστό αύξησης της δόμησης ανήλθε στο 37,6%. Αυτό σημαίνει ότι η έκταση του οικισμού το έτος 2000 έφτασε τα $0,486901\text{Km}^2$ ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός για το ίδιο διάστημα ήταν $0,014109\text{Km}^2/\text{έτος}$. Συμπερασματικά από το 1969 έως το 2000 παρατηρήθηκε σημαντική οικοδομική ανέγερση για την κάλυψη των τουριστικών κυρίως αναγκών.

Το ΑΕΠ (2001) του Νομού ανέρχεται στα 8.598,68€ με ποσοστό συμμετοχής σε επίπεδο χώρας 0,8%. Το εργατικό δυναμικό αποτελεί το 35% του συνολικού πληθυσμού του νομού. Οι σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας είναι ο Πρωτογενής, ο Δευτερογενής και Τριτογενής Τομέας.

Ο Πρωτογενής τομέας συμβάλλει στο Α.Ε.Π. του νομού κατά 15,7% και σε αυτό της χώρας κατά 7%. Τα κύρια παραγόμενα προϊόντα του τομέα αυτού είναι το σιτάρι, το βαμβάκι, ο καπνός, οι τομάτες, τα ροδάκινα τα ακτινίδια και το γάλα. (Πίνακας 9.5). Η συνολική έκταση της αγροτικής γης ανέρχεται στα 577,4 χιλιάδες στρέμματα.

Πίνακας 9.5. Κύρια παραγόμενα προϊόντα πρωτογενούς Τομέα (Νομαρχία Πιερίας, 2002).

ΠΡΟΪΟΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΤΟΝΟΙ)
Σιτάρι	55.241
Γάλα	24.414
Βαμβάκι	16.038
Καπνός	14.178
Τομάτες	13.759
Ροδάκινα	8.127

Πίνακας 9.6. Κύρια κλάδοι δευτερογενούς Τομέα (Νομαρχία Πιερίας, 2001).

ΚΛΑΔΟΣ	ΑΞΙΑ ΠΩΛΗΣΕΩΝ (ΕΚΑΤ. €)
Βιομηχανία τροφίμων & ποτών	64,04
Κατασκευή ειδών ένδυσης, κατεργασία και βαφή γουναρικών	22,98
Κατασκευή μεταλλικών προϊόντων, με εξαίρεση τα μηχανήματα & τα είδη εξοπλισμού	26,02
Κατασκευές	31,75

Ο Τριτογενής Τομέας είναι αυτός με τη μεγαλύτερη συμβολή στο Α.Ε.Π. (76,9% στο νομό, 70,80% στην χώρα). Οι κυριότεροι κάδοι είναι το εμπόριο και ο τουρισμός (Πίνακας 9.7).

Πίνακας 9.7. Κύρια κλάδοι τριτογενούς Τομέα (Νομαρχία Πιερίας, 2005).

ΚΛΑΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
Εμπορικές Επιχειρήσεις	2.252
Ξενοδοχεία	305
Επαγγελματικές επιχειρήσεις	4.916

Ο Δευτερογενής Τομέας συμβάλλει στο ΑΕΠ του νομού κατά 7,4% και σε αυτό της χώρας κατά 22,2%. Τα κύρια παραγόμενα προϊόντα είναι τα μάρμαρα, τρόφιμα και ποτά, κατεργασία γουναρικών, μεταλλικές κατασκευές (Πίνακας 9.6).

Η οικονομία του νομού βασίζεται στον πρωτογενή τομέα και στον τουρισμό. Στο νομό καλλιεργούνται σημαντικά γεωργικά προϊόντα, όπως δημητριακά, σταφύλια, καπνός, κτηνοτροφικά φυτά, κεράσια, βαμβάκι και ακτινίδια.

Πολύ αναπτυγμένη είναι και η κτηνοτροφία αλλά και η ξυλεία με σημαντικές βιομηχανικές μονάδες.

Τουριστικά αναπτυγμένες είναι πολλές περιοχές της Πιερίας, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι αφού οι περισσότερες παραλίες της Πιερίας ενδείκνυνται για καλοκαιρινές εξορμήσεις. Αξιόλογες επίσης περιοχές είναι αυτές του Εθνικού Δρυμού του Ολύμπου και του υδροβιότοπου του Αλιάκμονα.

Αυξητική τάση όμως παρουσιάζει και το ξενοδοχειακό δυναμικό αφού κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών η παράκτια περιοχή σχεδόν όλου του νομού της Κατερίνης χαρακτηρίζεται από σημαντική τουριστική ανάπτυξη. Στον Πίνακα 9.8 φαίνεται ότι ο αριθμός των κλινών των ξενοδοχείων έφτασε τις 18.044 ενώ το 1977 (Πίνακας 9.9) ήταν μόλις 3.535. Ομοίως, στον Πίνακα 9.9 φαίνεται ότι ο αριθμός των ξενοδοχειακών

μονάδων το 1977 στο νομό Πιερίας δεν ξεπερνούσε τις 80 ενώ το 1996 αγγίζει τις 242 μονάδες.

***Πίνακας 9.8.** Ξενοδοχειακό δυναμικό κατά διοικητική περιφέρεια και νομό 2009 (ΕΣΥΕ, 2010).*

	Κλίνες (2009)	5*****	4*****	3***	2**	1*
Νομός Πιερίας	18.044	862	1.360	2.717	6.686	6.419
Σύνολο χώρας	732.279	91.770	187.494	171.202	226.707	55.106

Πίνακας 9.9. Ξενοδοχειακό δυναμικό κατά διοικητική περιφέρεια και νομό 1977 -1996, (ΕΣΥΕ, 2008).

	1977		1978		1979		1994		1995		1996	
	Μονάδες	Κλίνες	Μονάδες	Κλίνες	Μονάδες	Κλίνες	Μονάδες	Κλίνες	Μονάδες	Κλίνες	Μονάδες	Κλίνες
Νομός Περίας	79	3.535	84	3.701	108	4.377	93	8.471	224	10.656	242	11.551
Σύνολο Ελλάδος	3.358	231.979	3.544	247.040	3.756	265.552	7.604	508.410	7.754	557.188	7.916	571.656

9.3 Μεταβολές κάλυψης γης 1990-2000 στη ζώνη Πιερίας

Με βάση τον χάρτη κάλυψης γης (Κάλυψη γης για την Ελλάδα και για τα έτη 1990 και 2000, σύμφωνα με τα παραδοτέα του προγράμματος CORINE της Ευρωπαϊκής Ένωσης) (URL5) παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στην κάλυψη γης που καλύπτει την περιοχή έρευνας από το 1990 έως το 2000. Η κατανομή αυτών των διαφοροποιήσεων - μετατροπών του είδους της κάλυψης γης από μια κατηγορία σε μια άλλη παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 9.10). Στον Πίνακα αυτόν φαίνονται επίσης τα εμβαδά σε Km² των εκτάσεων γης που μετατρέπονται από μια κατηγορία σε μια άλλη.

Έτσι, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι μεγαλύτερες μεταβολές σχετίζονται με την αντικατάσταση των περιοχών που χαρακτηρίζονται ως βοσκοτόπια σε περιοχές μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης (έκταση 11.262.797 Km²) καθώς επίσης και οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις και μετατρέπονται σε πλατύφυλλα δάση (έκταση 18.452.518 Km²).

Στο Σχήμα 9.2 απεικονίζονται γραφικά οι επί τις % αλλαγές στην κάλυψη γης από τη μια μορφή στην άλλη που αφορούν την περιοχής έρευνας. Σημαντικό είναι το ποσοστό των 38% που αφορά την μετατροπή μεταβατικών δασώδων - θαμνώδων εκτάσεων σε πλατύφυλλα δάση. Σε ποσοστό 23% ακολουθούν οι εκτάσεις των βοσκοτόπων που έχουν μετατραπεί σε αρόσιμη αρδεύσιμη γη. Ακολουθεί ποσοστό 16% με μετατροπή εκτάσεων που χαρακτηρίζονται ως μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις σε μικτά δάση. Σε ποσοστό 13% αντιστοιχεί μετατροπή πλατύφυλλων δασών σε μεταβατικές - δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις.

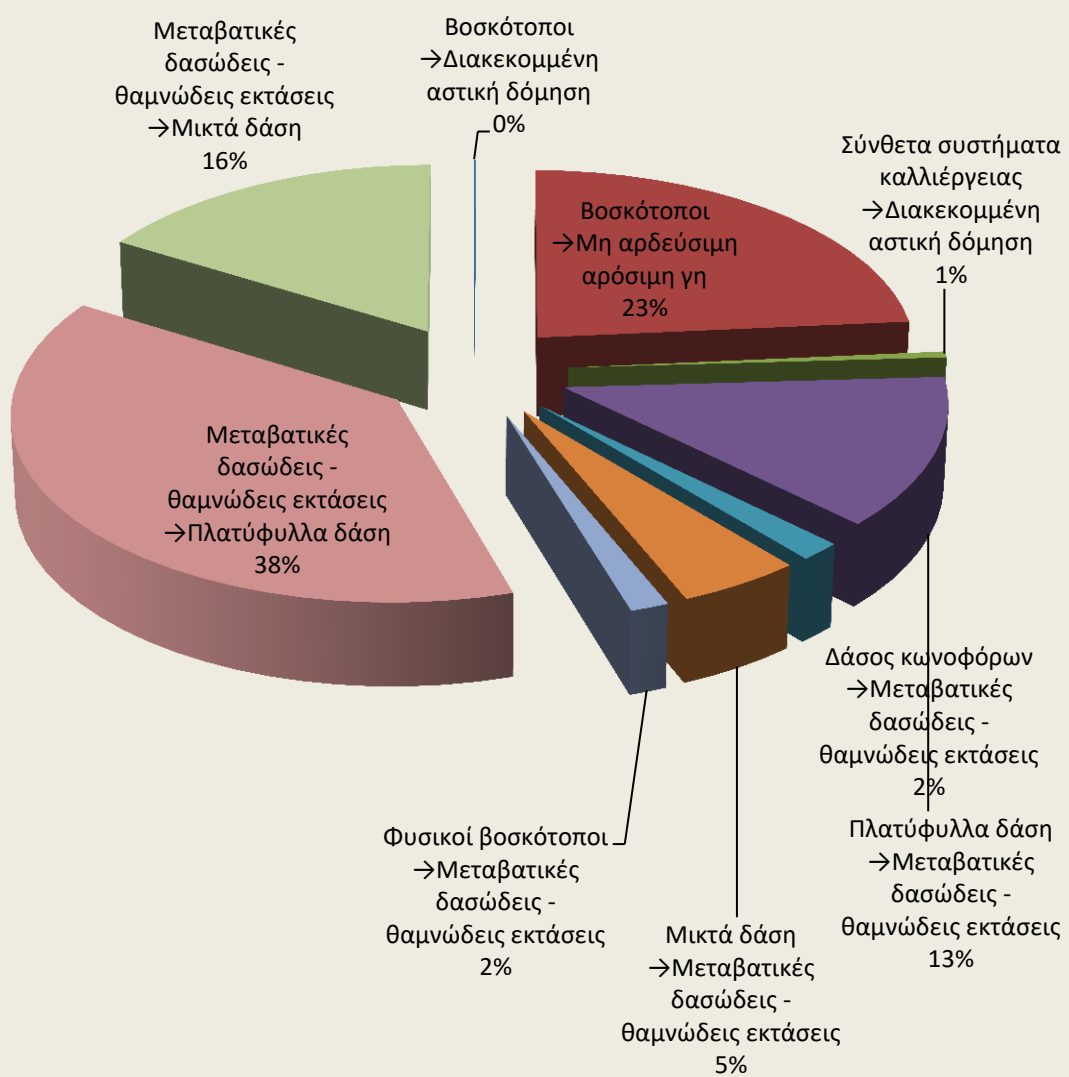
Ακολούθως, στο Σχήμα 9.3 παρουσιάζεται ο χάρτης της περιοχής έρευνας και οι θέσεις που λαμβάνουν χώρα οι αλλαγές αυτές της κάλυψης γης. Όπως γίνεται φανερό οι περισσότερες αλλαγές συμβαίνουν στην κεντρική ζώνη της περιοχής που ερευνάται και συγκεκριμένα στα Δυτικά, στις δυτικές πηγές του ποταμού Μαυρονερίου και σε θέσεις με μεγάλα υψόμετρα (Σχήμα 5.9). Στην περιοχή αυτή οι μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις έχουν μετατραπεί σε δάση, πλατύφυλλα και μικτά και μικρή περιοχή φυσικών βοσκοτόπων μετατράπηκε σε μεταβατική - δασώδη - θαμνώδη έκταση. Στη βόρεια πλευρά του ποταμού Μαυρονέρι και μάλιστα στις Βόρειες - Βόρειο - Δυτικές πηγές του εντοπίζονται τοπικές μεταβολές από πλατύφυλλα δάση σε μεταβατική - δασώδη - θαμνώδη έκταση αλλά και το αντίστροφο. Νοτιότερα, νότια της κοίτης του ποταμού Ξηρολάκκι κοντά στις περιοχές της Βροντούς και Δίων παρουσιάζεται σημαντική μετατροπή εκτάσεων από

βοσκοτόπια σε μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη. Θυμίζουμε ότι ο παραπάνω περιοχές έχουν πληγεί τα τελευταία χρόνια από έντονες, καταστροφικές πλημμύρες (βλ. παράγραφο 6.4 και *Φώτο 6.1* και 6.2) και αντιλαμβανόμαστε ότι η παραπάνω μετατροπή στην κάλυψη γης ενισχύει τα αποτελέσματα αντίστοιχων πλημμυρικών φαινομένων και γενικότερα οδηγεί προς φαινόμενα διάβρωσης. Τέλος, μια ακόμα μετατροπή που παρουσιάζεται σε σχετικά μεγάλη έκταση είναι περιοχές με μικτά δάση που μετατράπηκαν σε μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις. Σε πολύ μικρότερο ποσοστό εντοπίζονται αλλαγές που αφορούν την αντικατάσταση κωνοφόρων δασών σε μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις. Οι τελευταίες μετατροπές έλαβαν χώρα κατά τόπους, προς τα κεντρικά και νότια της περιοχής έρευνας (*Σχήμα 9.3*).

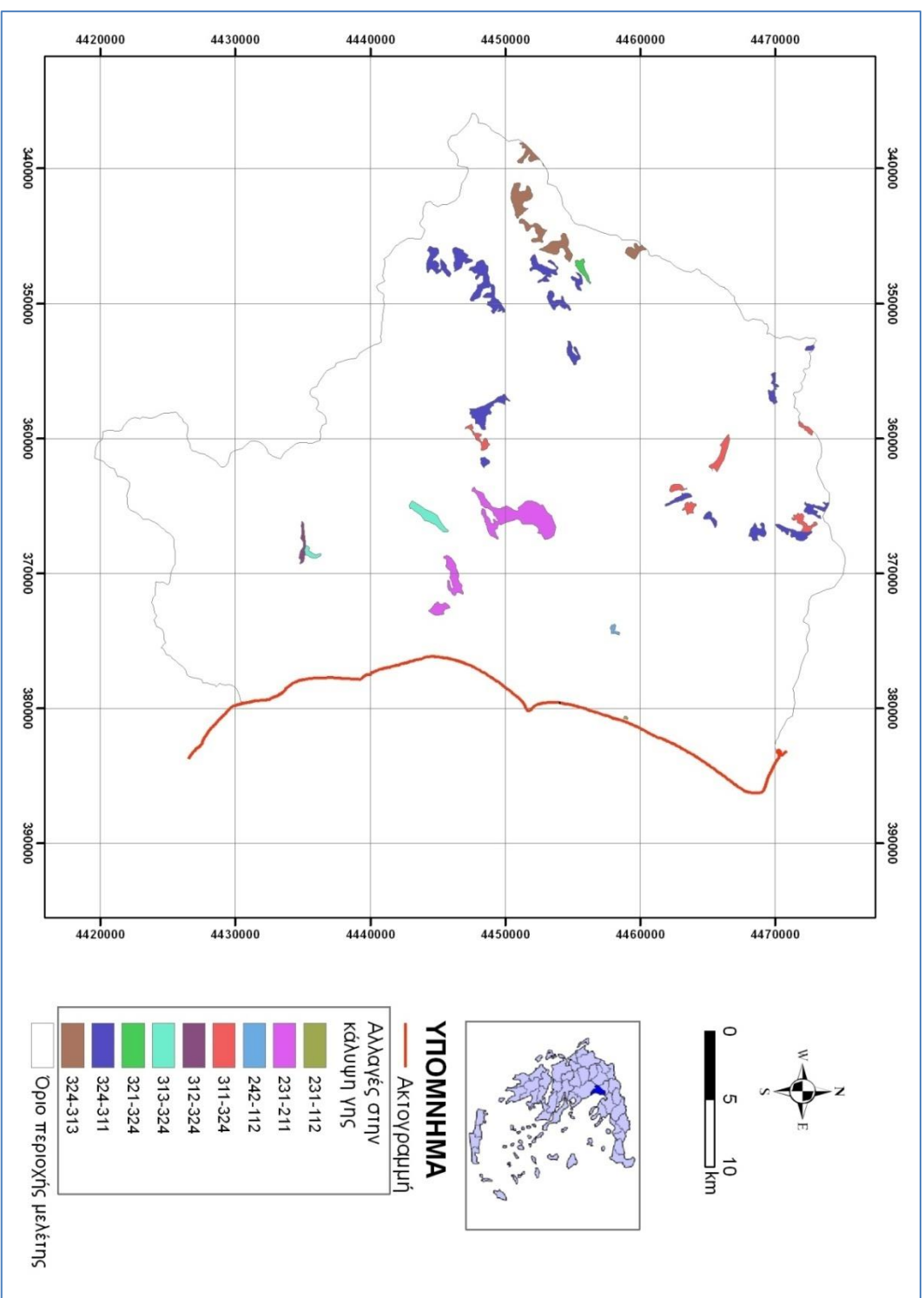
Πίνακας 9.10. Μεταβολή κάλυψης γης 1990 – 2000 ([URL5](#)).

ΚΩΔΙΚΟΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ		ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ		ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)
ΑΠΟ	ΣΕ	ΑΠΟ	ΣΕ	
231	112	Βοσκότοποι	Διακεκομμένη αστική δόμηση	52.420
231	211	Βοσκότοποι	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	11.262.797
242	112	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Διακεκομμένη αστική δόμηση	252.970
311	324	Πλατύφυλλα δάση	Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	6.323.872
312	324	Δάσος κωνοφόρων	Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	779.746
313	324	Μικτά δάση	Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	2.321.232
321	324	Φυσικοί βοσκότοποι	Μεταβατικές δασώδεις -θαμνώδεις εκτάσεις	727.404
324	311	Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις	Πλατύφυλλα δάση	18.452.518
324	313	Μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις	Μικτά δάση	7.821.664

Αλλαγές χρήσεις γης 1990-2000



Σχήμα 9.2. Οι μεταβολές στην κάλυψη γης από το 1990 έως το 2000 (URL5) σε ποσοστά.



Σχήμα 9.3. Εμφανίζονται οι περιοχές με αλλαγές στην κάλυψη γης (URL5).

9.4. Πιέσεις στο περιβάλλον από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Η περιοχή της Πιερίας είναι φυσικός, ιστορικός και πολιτιστικός τόπος με ιδιαίτερη αξία και χρίζει ανάλογου σεβασμού, της προστασίας και της ανάδειξης που πραγματικά αξίζει.

Οι κυριότερες τεχνικές υποδομές που υπάρχουν στο Νομό Πιερίας είναι:

- Τμήμα του Οδικού άξονα Αθήνας – Θεσσαλονίκης
- Νέα σιδηροδρομική γραμμή Αθήνας Θεσσαλονίκης
- Χιονοδρομικό Κέντρο Ελατοχωρίου
- Υπό κατασκευή φράγμα στο ρέμα Μορνιώτικο
- Ορεινό καταφύγιο Ολύμπου

Ως υφιστάμενες πιέσεις προς το περιβάλλον μπορούν να αναφερθούν οι εξής:

9.4.1 Επεμβάσεις στην παράκτια ζώνη

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο λιμάνια στην περιοχή του Πλαταμώνα, στη σκάλα Λιτοχώρου και στο χωριό Παραλία, τα οποία δεν εντοπίζονται σε στοιχεία και αεροφωτογραφίες του 1945.

Επίσης στις *Φώτο 7.5 και 7.6*, στη Θέση 17, στην παραλία του χωριού Λιτόχωρο φαίνεται καθαρά μια ανθρωπογενής επέμβαση. Απεικονίζεται η έντονα διαβρωμένη ακτή και η προσπάθεια του ανθρώπου για την επαναδιαμόρφωσή της με μεταφερόμενο χαλίκι.

Στο χωριό Παραλία είχε εντοπιστεί πρόβλημα διάβρωσης έτσι ο δήμος προχώρησε στην κατασκευή προστατευτικών έργων. Η κατασκευή των εξωτερικών μόλων του λιμένα επιδείνωσε την διάβρωση της αμμόδους ακτής στα Βόρεια με συσσώρευση άμμου νοτιότερα. (βλ. Παράγραφο 9.5) Επόμενη εφαρμογή-κατασκευή δώδεκα προσαμμωτικών προβόλων η οποία δεν λειτούργησε ικανοποιητικά. Σύμφωνα με τη *Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Πιερίας, 2004*, η κατεύθυνση της έρευνας βρίσκεται στην εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και μεθόδων για την προστασία και ανάπλαση των ακτών (με την εφαρμογή των κυματοθραυστών με χαμηλή στέψη) με στόχο την οικονομικότερη και

αρτιότερη τεχνικά λύση που θα επιφέρει και την ανάπλαση της αμμώδους ακτής αλλά και την λειτουργική και επιχειρησιακή αναβάθμιση του υφιστάμενου λιμένα.

Τη δεκαετία του 1980 κατασκευάστηκε το Αλιευτικό Καταφύγιο στο χωριό Παραλία Κατερίνης. Αμέσως μετά όμως την κατασκευή εμφανίστηκε έντονο πρόβλημα με χαρακτηριστική προσάμμωση στη νότια πλευρά του λιμανιού και σημαντική διάβρωση στη βόρεια.

9.4.2 Επεμβάσεις στη χαμηλή ζώνη

Από τα πιο σημαντικά προβλήματα που εμφανίζονται τα όρια της παράκτιας και χαμηλής ζώνης αποτελεί η εξαφάνιση θινών. Οι θίνες αποτελούν οικοσυστήματα που φιλοξενούν ανθεκτικά φυτά και ζώα. Η οικολογική τους αξία είναι τεράστιας σημασίας και οφείλεται στην αμμοθινική βλάστηση, που συντελεί στη δημιουργία και διατήρησή των θινών, καθώς έχει την ικανότητα να:

- συγκρατεί την άμμο,
- αντιστέκεται στη διαβρωτική δράση της θάλασσας και του ανέμου και
- δρα ως φυσικό φράγμα (θαλασσινό νερό, ένταση ανέμων) για την ενδοχώρα.

Οι παράκτιες θίνες παρέχουν φυσική προστασία από πλημμύρες και από την παράκτια διάβρωση κάτι που αξιολογείται ως εξαιρετικά αναγκαίο με την προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή.

Σύμφωνα με *Dahm et all. 2005*, οι θίνες αποτελούν ένα φυσικό "buffer" που μπορούν να απορροφούν τις επιπτώσεις της διάβρωσης προστατεύοντας την ενδοχώρα. Όσο μεγαλύτερες και ψηλότερες οι θίνες, τόσο μεγαλύτερη προστασία παρέχεται από τη διάβρωση. Οι θίνες δε σταματούν την διάβρωση από τα κύματα αλλά απορροφώντας κυματική ενεργεία μπορεί να επαναφέρει το σύστημα της ακτής σε ισορροπία. Αυτή η ικανότητα των φυσικών συστημάτων των θινών είναι πολύ σημαντική για τη μείωση της παράκτιας διάβρωσης.

Οι θίνες μπορούν επίσης να παρέχουν πολύτιμη προστασία ενάντια στις παράκτιες πλημμύρες κατά τη διάρκεια σοβαρού παράκτιου πλημμυρικού συμβάντος ακόμα και στην περίπτωση ενός τσουνάμι. (*Dahm et all. 2005*).

Όταν παράκτιες εγκαταστάσεις με αμμώδεις ακτές έχουν ανεπαρκή προστασία θινών, η παράκτια διάβρωση ή πλημμυρικά φαινόμενα στην ακτή είναι πολύ πιθανά. Επιπρόσθετα, όταν η φυσική προστασία των θινών είναι ανεπαρκής και οι παράκτιοι κίνδυνοι απειλούν

άμεσα την περιοχή τα πράγματα δεν είναι καθόλου εύκολα. Η ανάλυση της επικινδυνότητας και των προβλημάτων που απορρέουν είναι δύσκολη, επίμονη και ακριβή.

Η αξία των θινών σχετικά με τη σταθερότητα των ακτών αναγνωρίζεται παγκοσμίως ενώ ταυτόχρονα ποικίλες μελέτες λαμβάνουν χώρα για τον ανασχηματισμό και τη διατήρηση τους.

Οι νέες υποδομές τουριστικών εγκαταστάσεων ευθύνεται κατα κύριο λόγο για την καταπάτηση των θινών αφού νέες ξενοδοχειακές μονάδες έχουν αναπτυχθεί σε όλο σχεδόν το εύρος της παραλιακής ζώνης της Πιερίας με πιο σημαντικές τις εγκαταστάσεις στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς, στην Ολυμπιακή ακτή, στην Παραλία, νότια του Κορινού και Λιτοχώρου. (σχ. 9.4, 9.5)

Ο ρυθμός ανάπτυξης οικιστικής δραστηριότητας και ανθρώπινης παρέμβασης σε όλο το μήκος της παράκτιας ζώνης είναι κατακόρυφος. Κατοικίες, χώροι αναψυχής αλλά και ξενοδοχειακές μονάδες έχουν χτιστεί κατά μήκος της ακτής αλλά και πλευρικά στις κοίτες χειμάρρων.



Σχήμα 9.4 Βόρεια του χωριού Κορινός -Ανθρωπογενείς επεμβάσεις- Καταπάτηση θινών (εικόνα από Google Earth 2020).



Σχήμα 9.5 Ολυμπιακή ακτή - Ανθρωπογενείς επεμβάσεις- Καταπάτηση θινών (εικόνα από Google Earth 2020).

Βασική παράμετρος που οδηγεί και σε ρύπανση της περιοχής αποτελούν οι μεγάλες παραγωγικές μονάδες του νομού, που δραστηριοποιούνται στη γαλακτοκομία, την κτηνοτροφία, την ελαιοτριβεία και την κονσερβοποιεία και βρίσκονται σε απόσταση 5 – 7Km από την ακτή.

Σημαντική είναι η διευθέτηση κοιτών κυρίως της κοίτης του Χελοποτάμου η οποία σκοπό έχει την αντιπλημμυρική προστασία αλλά και την ενίσχυση της ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση. Την αδυναμία των αντιπλημμυρικών έργων στην Ελλάδα χωρίς την κατασκευή υδρονομικών έργων στα ορεινά, έχει τονιστεί από ερευνητές (Κωτούλας, 1980). Έτσι π.χ. ο Μουλόπουλος, καθηγητής της Ορεινής Υδρονομικής στο νεοσύστατο τότε (1932) Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσ/νίκης, τόνιζε κατά την εποχή της κατασκευής των έργων της πεδιάδας Θεσ/νίκης - Γιαννιτσών από την Αμερικάνικη Εταιρεία "The Foundation Company", ότι: "η βελτίωσις των πεδιάδων είναι, όθεν, αρρήκτως συνδεδεμένη με την βελτίωσιν των ορέων". Επίσης ο Σέττας (1961), για τις πεδινές διευθετήσεις χειμάρρων και την στράγγιση του έλους του Βαρυκόκου στην Κατερίνη γράφει τα εξής "Ως προς την αποδοτικότητα των αντιπλημμυρικών τούτων έργων τονίζομεν

αδιστάκτως, ότι, εφόσον δεν αποσβεσθούν ή περιορισθούν δια τεχνικών και φυτοκομικών έργων τα ορεινά ρεύματα που δημιουργούν τους εν λόγω χειμάρρους, η αποδοτική λειτουργία των αντιπλημμυρικών εν λόγω έργων είναι προσωρινή, διάρκειας ολίγων ετών, περίπου 20". Οι προβλέψεις αυτές επαληθεύθηκαν δυστυχώς με τις μεγάλες πλημμύρες του Νοέμβρη του 1979, που έπληξαν την πεδινή περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας (Νομοί Πιερίας – Ημαθίας και Πέλλης), λόγω υπερχειλίσης της περιφερειακής διώρυγας ή τάφρου 06, που καταλήγει στον Αλιάκμονα ποταμό, της υπερχειλίσης του ιδίου του Αλιάκμονα και των χειμαρρωδών ρευμάτων και αντιπλημμυρικών τάφρων στις πεδινές περιοχές της Κατερίνης - Λιτοχώρου.

Ανθρώπινο έργο και η κατασκευή σιδηροδρομικών και λοιπών τεχνικών έργων για τη διάνοιξη νέας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής μεταξύ Χ.Θ. 399+300 έως 411+300 της γραμμής Αθηνών – Θεσσαλονίκης (περιοχή Πλαταμών – Λεπτοκαρυάς) και έργων αποκατάστασης παράλληλου οδικού δικτύου (URL8). Το οδικό δίκτυο της ΠΑΘΕ και η κατασκευή της Εγνατίας οδού έχει ασκήσει πιέσεις στις χρήσεις γης. (Αγγελίδης, 2005).

Η σιδηροδρομική γραμμή που εξυπηρετεί τις συγκοινωνίες, διέρχεται κατά μήκος ολόκληρης της παράκτιας ζώνης του νομού. Η ηλικία των σιδηροδρομικών γραμμών είναι δεκάδων ετών και είναι φυσικό σε ορισμένα σημεία να έχουν γίνει αλλαγές – αναβαθμίσεις. Χαρακτηριστικός είναι ο σιδηρόδρομος στη θέση του Πλαταμών. Η γραμμή κατασκευάστηκε το 1916. Η γραμμή αυτή σύνδεε σιδηροδρομικά με την υπόλοιπη Ευρώπη ενώ έχει και ιστορική σημασία (URL10).

Για την κατασκευή των παραπάνω έργων λαμβάνουν χώρα αμμοληψίες από κοίτη ποταμών οι οποίες επηρεάζουν την υδραυλική των ποταμών κ τη διαίτα των ιζημάτων με αποτέλεσμα τοπικών φαινομένων οπισθοδρόμησης της ακτογραμμής.

Επίσης, τα τελευταία χρόνια έλαβαν χώρα αμμοληψίες για τη μεταφορά υλικού με σκοπό την επέκταση του αεροδρομίου «ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ» στη Θεσσαλονίκη.

Τα αποτελέσματα γεωτρήσεων, σύμφωνα με στοιχεία από την *Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Πιερίας, 2008*, μέσα στο χρονικό διάστημα 28-11-2007 έως 27-11-2008, φανέρωσαν σχετικά μεγάλες πτώσεις στάθμης που παρατηρούνται κατά τη θερινή αρδευτική περίοδο, οι οποίες αποκαθίστανται τον ακόλουθο χειμώνα και άνοιξη, τις περιόδους δηλαδή εμπλουτισμού του υδροφορέα. Γενικότερα παρατηρείται ότι υπάρχει μια γενική πτωτική τάση, μικρή αλλά εμμένουσα. Τονίζεται από την *Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Πιερίας* ότι κατά το δίμηνο Ιούλιος – Αύγουστος 2008, σε ορισμένες

γεωτρήσεις διάσπαρτες σε όλη την πεδιάδα Πιερίας παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες στάθμες που έχουν καταγραφεί από την Περιφέρεια, από τον Νοέμβριο του 1984. Επίσης, για την παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης του υπογείου νερού πραγματοποιούνται αναλύσεις από την Περιφέρεια Κεντρική Μακεδονίας, οι οποίες φανερώνουν αυξανόμενα προβλήματα διήθησης (μείωση της διηθητικότητας) που οδηγεί στην αποφυγή της υπεράρδευσης και κατάκλυσης των εδαφών.

9.4.3 Επεμβάσεις στη λοφώδη και ορεινή ζώνη

Οι κυριότερες ανθρώπινες επεμβάσεις που έλαβαν χώρα στη λοφώδη και ορεινή ζώνη του νομού Πιερίας είναι:

- **Ανεξέλεγκτη αυθαίρετη δόμηση.** Η λειτουργία του Χιονοδρομικού Κέντρου Ελατοχωρίου ενίσχυσε τον τουρισμό, ανέδειξε όμως έφερε και στοιχεία αυθαίρετης ανθρώπινης παρέμβασης στον φυσικό περιβάλλον. Αυθαιρεσίες στις κατασκευές είναι εμφανής σε πολλές κατασκευές. Παρατηρείται επίσης αυθαίρετη καταπάτηση δασικών εκτάσεων με σκοπό την οικοπεδοποίησή τους. Αντίστοιχα προβλήματα εντοπίζονται και στους παλιούς οικισμούς τουριστικό ενδιαφέρον.
- **Ανεξέλεγκτη υλοτομία στα Πιέρια.** Η Πιερία διαθέτει πρότυπα εργοστάσια επεξεργασίας ξύλου. (Γραίκος, 2010). Το δάσος των Πιερίων έχει υποστεί εντονότερες υλοτομίες οι οποίες συνεχώς οδηγούν σε αιμμοραγία του δασικού περιβάλλοντος.
- Στον δήμο Κατερίνης λειτουργεί μια μόνο μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων. Από τους ίδιους όμως αγωγούς διοχετεύονται απόβλητα εργαστηρίων, μικρών βιοτεχνικών μονάδων, με τραγικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής.
- Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί το ζήτημα της ρύπανσης από απόβλητα κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων. Ρέματα γίνονται αποδέκτες των αποβλήτων στα οποία δεν προηγείται καμιά επεξεργασία, μολύνονται επιφανειακά και υπόγεια νερά..
- Στην ευρύτερη περιοχή λαμβάνει χώρα παράνομο **κυνήγι**.
- Η **διάνοιξη δασικών δρόμων**, ευνοεί ενδεχόμενες δραστηριότητες επιζήμιες προς το περιβάλλον (κυνήγι, παράνομη υλοτομία, πρόκληση πυρκαγιών, κλπ).



Φώτο 9. 1 Κατάρρευση Γέφυρας στην Εθνική Οδό Αθηνών – Θεσ/νίκης, στο χείμαρρο Ζηλιάνα, κοντά στον Πλαταμώνα Πιερίας - Νοέμβριος 1998 (URL11).

Γενικότερα, η αύξηση του πληθυσμού και η εξέλιξη των οικονομικών δραστηριοτήτων απειλούν όλο και περισσότερο την παραγωγική και την περιβαλλοντική ισορροπία της περιοχής μελέτης. Η έντονη οικιστική και τουριστική ανάπτυξη, η μη επαρκής επεξεργασία λυμάτων, η ρύπανση των υδάτων, η μείωση της βιοποικιλότητας και η υπερεκμετάλλευση των παράκτιων υδροφόρων οριζόντων αποτελούν ορισμένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

9.5 Πρόβλημα διάβρωσης –η περίπτωση της Παραλίας Κατερίνης

Η ακτή στην περιοχή της Παραλίας Κατερίνης και ο λιμένας στο νότιο άκρο του, βρίσκονται εδώ και τέσσερεις περίπου δεκαετίες σε υποθετική αντιπαλότητα και ασυμβατότητα καθώς η κατασκευή των εξωτερικών μόλων του λιμένα επιδείνωσε τη διάβρωση της αμμώδους ακτής βόρεια του με συσσώρευση άμμου ανάντη του (νοτιότερα) και απομείωση του κοκκώδους υλικού κατάντη του.

Η κλασσική λύση που δόθηκε με την κατασκευή προσαμμοτικών βραχιόνων δεν ικανοποίησε λειτουργικά και αισθητικά την τοπική κοινωνία και η άποψη που επικρατεί είναι της επαναφοράς των πραγμάτων στην «πρότερη» (pristine) κατάσταση.

Η κατεύθυνση της έρευνας στράφηκε στην προστασία και ανάπλαση των ακτών με την εφαρμογή των κυματοθραυστών με χαμηλή στέψη, Low Crested Structures, με στόχο την οικονομικότερη και αρτιότερη τεχνικά λύση που θα επέφερε και την ανάπλαση της αμμώδους ακτής αλλά και τη λειτουργική και επιχειρησιακή αναβάθμιση του υφιστάμενου λιμενικού μορφώματος.

Γενικότερα, τα παράκτια τεχνικά έργα και κυρίως αυτά που λαμβάνουν χώρα χωρίς να ληφθούν υπόψη όλα τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας παράκτιας και θαλάσσιας ζώνης διαταράσσουν την προϋπάρχουσα δυναμική φυσική ισορροπία, επηρεάζουν την παράκτια κυκλοφορία και τελικά το ρυθμό της στερεομεταφορά με κυριότερες συνέπειες την προσάμμωση και αχρήστευση ενός έργου ή τη διάβρωση μιας οικιστικά αναπτυγμένης παραθαλάσσιας ζώνης.

Εξέλιξη της ακτογραμμής της Παραλίας Κατερίνης

Μέσα στην δεκαετία του 1980 κατασκευάστηκε το αλιευτικό καταφύγιο στην παραλία Κατερίνης. Μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε έντονη διάβρωση της ακτογραμμής 600 m περίπου βόρεια του λιμένα. Από την άλλη μεριά, ο νότιος βραχίονας του καταφυγίου έπαιξε ρόλο «εμποδίου» ως προς την παράκτια μεταφορά των ιζημάτων, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση του αμμώδους υλικού στην περιοχή που βρίσκεται νότια του λιμενοβραχίονα. Βόρεια του λιμανιού συνεχίζεται, λόγω της δράσης των κυματισμών, η παράκτια μετακίνηση του υλικού προς βορά. Το υλικό αυτό όμως δεν αναπληρώνεται αφού έχει διακοπεί η τροφοδοσία της περιοχής λόγω του καταφυγίου. Η σταδιακή μείωση του εύρους της παραλίας στα βόρεια του αλιευτικού καταφυγίου συμβάλει στην σημαντική διάβρωση της ακτής. Οι απειλές που εντοπίζει η παράκτια ζώνη της περιοχής οδήγησαν το

1988, στην εκπόνηση της «Προμελέτης προστασίας αλλοιούμενων ακτών Ν. Πιερίας» από το *Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ*. Η μελέτη αυτή προέβλεπε την κατασκευή 12 προβόλων και υλοποιήθηκε αργότερα εν μέρει (δεν κατασκευάστηκε ο πρόβολος Νο 6) ενώ υπήρξαν και διαφοροποιήσεις σχετικά με τα τεχνικά στοιχεία της υλοποιηθείσας διατομής.

Μετά την κατασκευή των προβόλων (Φώτο 7.2) – δηλαδή μετά το έτος 1990 – ακολούθησε περαιτέρω μεταβολή της παραλίας λόγω της επέμβασης σε αυτήν αλλά και της επιπρόσθετης ανοικοδόμησης. Σε επόμενη φάση προτάθηκε η κατασκευή πέντε νέων μικρών προβόλων καθώς και η καθαίρεση τμημάτων των υφιστάμενων προβόλων (Ρογκάν & Συνεργάτες, 1999), τροποποιήσεις όμως που δεν υλοποιήθηκαν.



Σχήμα 9.6 *Παράλια Πιερίας (εικόνα από Google Earth 2020).*



Σχήμα 9.7 Παραλία Πιερίας - ανθρωπογενείς επεμβάσεις (εικόνα από Google Earth 2020).

Επίσης, επέδρασε αρνητικά στην εξέλιξη της ακτογραμμής και η κατασκευή φραγμάτων σε υδατορέματα – ποτάμια ανάντη, τα οποία περιόρισαν σημαντικά την τροφοδοσία της θάλασσας με φερτά υλικά (Κώστογλου, 2003). Η ακτογραμμή παρουσίασε επιπλέον διάβρωση κυρίως στο βορειότερο άκρο της παραλίας αλλά και μικρότερες ανάμεσα στους προβόλους.

Στη συνέχεια η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας σε συνεργασία με τον Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος προχώρησε το 2004 σε μελέτη και αργότερα σε εφαρμογή της μεθόδου βυθισμένων κυματοθραυστών σε συνδυασμό με την τεχνητή ανάπλαση της ακτής με σκοπό να δώσει τα προσφορότερα αποτελέσματα στο πρόβλημα της διάβρωσης της ακτής της Παραλίας Κατερίνης. Η αντιμετώπιση του διαβρωτικού προβλήματος με αυτόν τρόπο είχε ως σκοπό να γίνει με φιλικότερο προς το περιβάλλον τρόπο και πιο αποτελεσματικό σε ότι αφορά τη διαμόρφωση και εξέλιξη της ακτογραμμής.

Έτσι, το 2011 ενώ ήταν σχεδιασμένο να κατασκευαστούν 4 κυματοθραύστες, τελικά κατασκευάστηκαν 3 βυθισμένοι κυματοθραύστες με μήκος 400m ο καθένας σε απόσταση 200 m από την ακτή και σε αποστάσεις 110m μεταξύ τους. (Σχ. 9.6, 9.7). Σύντομα, μετά την κατασκευή των υπόγειων κυματοθραυστών η πρώτη καταιγίδα που σημειώθηκε κατέδειξε τις αδυναμίες της παραπάνω λύσης, αφού φαινόμενα διάβρωσης απείλησαν τα κτήρια πλησίον της ακτογραμμής.

9.6 Συμπεράσματα

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις πήραν μεγάλες διαστάσεις κατά τους τελευταίους αιώνες της γρήγορης τεχνολογικής ανάπτυξης. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του 20^ο αιώνα, που οι μηχανές έδωσαν στον άνθρωπο την δυνατότητα να επεμβαίνει άμεσα και αποτελεσματικά σε κάθε περίπτωση.

Στην περιοχή μελέτης γίνεται αντιληπτή μια αυξητική τάση στις τιμές του πραγματικού πληθυσμού. Από το 1981 έως το 1991 : παρουσιάζεται αύξηση της τάξης των +9,3%, από το 1991 έως το 2001 αύξηση +11,2%, ενώ συνολικά από το 1981 έως το 2001 η αύξηση του πληθυσμού αγγίζει τα +20,9%.

Το ΑΕΠ (2001) του Νομού ανέρχεται στα 8.598,68€ με ποσοστό συμμετοχής σε επίπεδο χώρας 0,8%. Το εργατικό δυναμικό αποτελεί το 35% του συνολικού πληθυσμού του νομού.

Με βάση τον χάρτη κάλυψης γης (Κάλυψη γης για την Ελλάδα και για τα έτη 1990 και 2000, σύμφωνα με τα παραδοτέα του προγράμματος CORINE της Ευρωπαϊκής Ένωσης) (URL5) παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στην κάλυψη γης που καλύπτει την περιοχή έρευνας από το 1990 έως το 2000. Έτσι, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι μεγαλύτερες μεταβολές σχετίζονται με την αντικατάσταση των περιοχών που χαρακτηρίζονται ως βοσκοτόπια σε περιοχές μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης (έκταση 11.262.797 Km²) καθώς επίσης και οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως μεταβατικές δασώδεις - θαμνώδεις εκτάσεις και μετατρέπονται σε πλατύφυλλα δάση (έκταση 18.452.518 Km²). Οι περισσότερες αλλαγές συμβαίνουν στην κεντρική ζώνη της περιοχής που ερευνάται και συγκεκριμένα στα Δυτικά, στις δυτικές πηγές του ποταμού Μαυρονερίου και σε θέσεις με μεγάλα υψόμετρα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο λιμάνια στην περιοχή του Πλαταμώνα, στη σκάλα Λιτοχώρου και στο χωριό Παραλία, τα οποία δεν εντοπίζονται σε στοιχεία και αεροφωτογραφίες του 1945.

Από τα πιο σημαντικά προβλήματα που εμφανίζονται τα όρια της παράκτιας και χαμηλής ζώνης αποτελεί η εξαφάνιση θινών. Όταν παράκτιες εγκαταστάσεις με αμμόδεις ακτές έχουν ανεπαρκή προστασία θινών, η παράκτια διάβρωση ή πλημμυρικά φαινόμενα στην ακτή είναι πολύ πιθανά. Επιπρόσθετα, όταν η φυσική προστασία των θινών είναι ανεπαρκής και οι παράκτιοι κίνδυνοι απειλούν άμεσα την περιοχή τα πράγματα δεν είναι καθόλου εύκολα. Η ανάλυση της επικινδυνότητας και των προβλημάτων που απορρέουν

είναι δύσκολη, επίμονη και ακριβή. Για την καταπάτηση των θινών ο κυριότερος υπαίτιος είναι οι σημαντικές νέες ξενοδοχειακές μονάδες που έχουν αναπτυχθεί σε όλο σχεδόν το εύρος της παραλιακής ζώνης της Πιερίας με κυριότερες τις εγκαταστάσεις στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς, νότια του Κορινού, στην Ολυμπιακή ακτή, στον οικισμό Παραλία και Λιτοχώρου.

Οι κυριότερες ανθρώπινες επεμβάσεις που έλαβαν χώρα στη λοφώδη και ορεινή ζώνη του νομού Πιερίας είναι η ανεξέλεγκτη αυθαίρετη δόμηση, η ανεξέλεγκτη υλοτομία στα Πιέρια. η ρύπανση από τα απόβλητα χοιροστασίων, βουστασίων, πτηνοτροφείων, το παράνομο κυνήγι και η σχετικά πρόσφατη διάνοιξη δασικών δρόμων.

Συμπερασματικά, η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού σε συνδυασμό με την εξέλιξη των οικονομικών δραστηριοτήτων στην παράκτια ζώνη της ευρύτερης περιοχής μελέτης απειλούν όλο και περισσότερο την περιβαλλοντική ισορροπία της περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ – ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

10.1 Εισαγωγή - Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index - CVI)

Το μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI) αποτελεί μια μαθηματικό προσέγγιση για την εκτίμηση του κινδύνου κατάκλυσης που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες περιοχές σε μια πιθανή ανόδο της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με Δουκάκη 2005, αποτελεί μια από τις πιο συνηθισμένες προσεγγίσεις της παράκτιας τρωτότητας παγκοσμίως και χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να ποσοτικοποιήσει τις επιπτώσεις μιας επικείμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά μήκος των ακτών των ΗΠΑ (*Gornitz et al., 1994; Thieler and Hammar-Klose, 1999; Hammar-Klose and Thieler, 2001*). Στον υπολογισμό του δείκτη τρωτότητας συμπεριλαμβάνονται γεωμορφολογικοί και ωκεανογραφικοί παράμετροι και συνδυάζεται η επιρρέπεια της παράκτιας ζώνης να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (*Δουκάκης, 2005, από Γκαλά, 2014*).

Οι συνηθέστεροι συντελεστές που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της παράκτιας τρωτότητας είναι έξι: 1) η γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης, 2) οι ιστορικές μεταβολές της ακτογραμμής, 3), η κλίση της παράκτιας ζώνης, 4) το εύρος της παλίρροιας, 5) το σημαντικό ύψος κύματος και 6) η σχετική άνοδος της θάλασσας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η έρευνα εντείνεται ώστε να συμπεριληφθούν και άλλες παράμετροι που μπορεί να επηρεάζουν την παράκτια ισορροπία.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν της παράκτια τρωτότητα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Στις *γεωλογικές μεταβλητές*, όπου συμπεριλαμβάνονται η γεωλογία και παράκτιες γεωμορφές, η ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής και η παράκτια κλίση. Και στις *μεταβλητές των φυσικών διεργασιών* όπου μελετούνται το μέσο παλίρροιακό εύρος, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος, και η σχετική μεταβολή της στάθμης των υδάτων.

Για την ταξινόμηση των μεταβλητών αυτών σε σχέση με την τρωτότητα ακολουθείται η κατηγοριοποίηση των *Gornitz και White (1992)* και *Pendleton et al. (2004)* όπου κάθε μεταβλητή χαρακτηρίζεται ποιοτικά (περιγραφικά) ή ποσοτικά και χωρίς να χρησιμοποιηθούν μονάδες μέτρησης, ανάλογα με την επικινδυνότητα των ακτών σε σχέση με με αυτές τις μεταβλητές όσο ανέρχεται η στάθμη της θάλασσας. Έτσι, η κάθε μια από τις

μεταβλητές θα μπορεί να πάρει μια τιμή από το ένα έως το πέντε, με το ένα να θεωρείται η χαμηλότερη και το πέντε η υψηλότερη τρωτότητα.

Ένα μειονέκτημα του δείκτη, σύμφωνα με *Νασοπούλου (2012)* και *Γκαλά (2005)*, μπορεί να θεωρηθεί ότι όλοι αυτοί οι δείκτες χρησιμοποιούνται ισοβαρώς για να περιγράψουν την δυναμική της παράκτιας ζώνης σε σχέση με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Δεν χρησιμοποιείται δηλαδή κάποιος συντελεστής βαρύτητας και αυτό είναι κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα. Ωστόσο, η εφαρμογή του δείκτη CVI παρέχει μια πρώτη κατηγοριοποίηση των περιοχών που δύναται να αντιμετωπίσουν απειλή από πιθανή άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

10.2 Ανάλυση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)

Η ταξινόμηση των μεταβλητών διαμορφώθηκε σύμφωνα με *Pendleton et al. (2004)* και παρουσιάζεται στον *Πίνακα 10.1*, όπου η κάθε μεταβλητή χαρακτηρίζεται με τιμές από 1 έως το 5 και εισέρχεται στον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$CVI = \frac{\sqrt{a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \cdot f}}{6}$$

όπου a: Γεωλογία-Γεωμορφολογία, b: Παράκτια κλίση, c: ρυθμός προέλασης και διάβρωσης ακτογραμμής, d: Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, e: Μέσο σημαντικό ύψος κύματος, f: Μέσο παλιρροιακό εύρος.

Πίνακας 10.1: Ταξινόμηση των μεταβλητών όπως διαμορφώθηκε σύμφωνα με Pendleton et al. (2004).

CVI	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)
Γεωλογία και παράκτιες γεωμορφές	Βραχώδεις ακτές, υψηλοί κρημνοί	Μέσου ύψους κρημνοί	Χαμηλοί κρημνοί, αλλουβιακές πεδιάδες	Ακτές με κροκάλες, λιμνοθάλασσες	Νησιωτικά φράγματα, δέλτα, αμμώδεις ακτές
Ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής (m/y)	>(+2)	(+1) - (+2)	(-1) - (+1)	(-2) - (-1)	<(-2)
Παράκτια κλίση (%)	>1,2	1,2 - 0,9	0,9 - 0,6	0,6 - 0,3	<0,3
Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/y)	<1,8	1,8 - 2,5	2,5 – 3	3 - 3,4	>3,4
Μέσο σημαντικό ύψος κύματος (m)	<0,55	0,55 - 0,85	0,85 - 1,05	1,05 - 1,25	>1,25
Μέσο παλιρροιακό εύρος (m)	>6	4 - 6	2 – 4	1 - 2	<1

10.3. Οι μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)

Οι μεταβλητές που λαμβάνονται υπόψη προκειμένου να διαπιστωθεί η τρωτότητα ενός παράκτιου συστήματος και να προσδιοριστεί ποιοτικά ο βαθμός του κινδύνου που διατρέχει από μια ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης των υδάτων, είναι οι εξής (Σιαφάκας, 2003, από Γκαλά 2014):

10.3.1 Γεωλογία και Παράκτιες Γεωμορφές

Η γεωλογία και οι παράκτιες γεωμορφές είναι ένας περιγραφικός δείκτης και εκφράζει το βαθμό αντίστασης των γεωλογικών σχηματισμών της παράκτιας ζώνης στις διεργασίες της θαλάσσιας διάβρωσης (Karymbalis et al., 2012, από Γκαλά 2014). Ανάλογα με τη λιθολογία, τη συνοχή των πετρωμάτων, και την υπάρχουσα βλάστηση, οι παράκτιες

γεωμορφές παίζουν ρόλο στον τρόπο αντίδρασης των ακτών σε ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. (Σαρταμπάκου, 2013).

Τη μεγαλύτερη τρωτότητα παρουσιάζουν ακτές που είναι αμμώδης και αποτελούνται δηλαδή κυρίως από εύθρυπτα, λεπτόκοκκα υλικά. Υψηλή τρωτότητα παρουσιάζουν επίσης και οι ακτές κοντά στις εκβολές μεγάλων ποταμών, σε ποτάμια δέλτα, αλλά και λιμνοθάλασσες, κοντά σε λασπώδη αβαθή ύδατα. Αντίθετα, τη μικρότερη τρωτότητα παρουσιάζουν οι βραχώδεις ακτές, με παγετώδεις βράχους και οι ακτές των φιόρδ.

10.3.2 Ιστορική Μετατόπιση της ακτογραμμής

Ο δείκτης της ιστορικής μετατόπισης σχετίζεται με τη διαχρονική μεταβολή του ορίου μεταξύ ξηράς και θάλασσας και τις γενικότερες τάσεις προέλασης / διάβρωσης της ακτής. Στην περίπτωση της προέλασης η παράκτια περιοχή χαρακτηρίζεται με χαμηλή τρωτότητα, ενώ σε περίπτωση διάβρωσης χαρακτηρίζεται με υψηλή τρωτότητα (Doukakis, 2005).

Στην χώρα μας οι κυριότερες μετατοπίσεις ακτογραμμής αφορούν παράκτιες πεδινές περιοχές (συνήθως ποτάμια δέλτα), ενώ είναι μια μεταβλητή η οποία συνδέεται άρρηκτα με το χρόνο. (Karymbalis et al., 2012).

10.3.3 Παράκτια κλίση

Η μικρή ή μεγαλύτερη κλίση μιας παράκτιας περιοχής συνδέεται άμεσα με την ευαισθησία μιας ακτής και τον ρυθμό με τον οποίο η ακτογραμμή θα υποχωρήσει έναντι κατάκλυσης.

Σύμφωνα με αντίστοιχο ορισμό η περιοχή όπου μπορεί να εκτιμηθεί η παράκτια κλίση εκτείνεται από το όριο μεταξύ ξηράς και θάλασσας μέχρι το σημείο όπου καταλήγει η παράκτια υφαλοκρηπίδα. Συγκεκριμένα, η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα αποτελεί την φυσική υποθαλάσσια προέκταση της ακτής μέχρι το σημείο όπου το επικλινές του βυθού γίνεται απότομα έντονο, συνήθως σε μέγιστο βάθος 200 μέτρων και σε απόσταση περίπου 42 με 45 ναυτικά μίλια από την ακτή. (Σιαφάκας, 2003).

10.3.4 Σχετική μεταβολή της Στάθμης της Θάλασσας

Η κλιματική αλλαγή είναι κατα κύριο λόγο υπεύθυνη για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης αποτελεί το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα του ευστατισμού, της ισοστασίας και του τεκτονισμού (Lambeck, 1995; Lambeck & Purcell, 2005 από Παυλόπουλος, 2009).

10.3.5 Μέσο Σημαντικό Ύψος κύματος

Το μέσο σημαντικό ύψος κύματος συνδέεται άμεσα με τον κίνδυνο κατακλυσμού μιας παράκτιας περιοχής. Η κυματική ενέργεια παίζει κύριο ρόλο στη διαμόρφωση του παράκτιου αναγλύφου.

Το μέσο σημαντικό ύψος κύματος εκφράζει (σε m) τη μέση τιμή ύψους κύματος του 33% ή ισοδύναμα του ενός τρίτου των υψηλότερων παρατηρούμενων κυμάτων σε ένα σημείο κατά τη διάρκεια μιας δειγματοληψίας που διαρκεί 10 με 20 λεπτά.

Το μέσο σημαντικό ύψος και η περίοδος των κυματισμών επηρεάζονται από την χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου, όπως αυτή μετράται σε ύψος 10 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. (Κόφτης, 2009 από Σαρταμπάκου, 2013).

10.3.6 Μέσο Παλίρροιακό Εύρος

Συζητώντας για την παλίρροια (storm surge), την περιοδική δηλαδή ανύψωση και υποχώρηση της στάθμης των υδάτων σε μια θαλάσσια περιοχή που προκαλείται από τις δυνάμεις ανέμου και ατμοσφαιρικής πίεσης μιας έντονης καταιγίδας, ενός τυφώνα, κ.λπ. μπορεί να αναφερθεί ότι αυτή παρατηρείται σε κάθε παράκτια ζώνη. Είναι δηλαδή ένα παγκόσμιο φαινόμενο που επηρεάζει τη μορφολογία των ακτών της εκάστοτε περιοχής. (Ανδρουλιδάκης κ.ά., 2009).

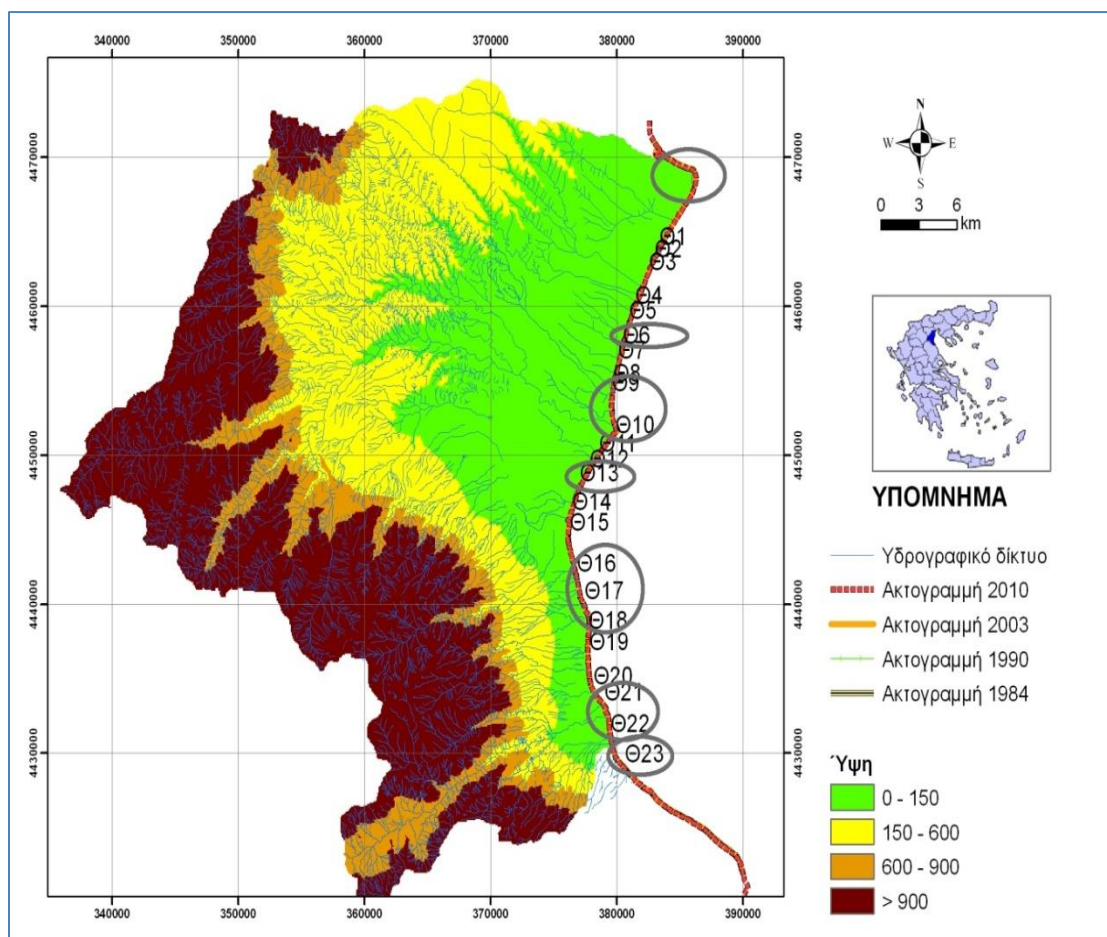
Συχνά η κίνηση αυτή της θαλάσσιας επιφάνειας είναι τόσο μικρή που επισκιάζεται από την επίδραση του ανέμου, αλλά είναι επίσης συχνές οι περιπτώσεις που η θαλάσσια στάθμη ξεπερνά σημαντικά ύψη της τάξης των 15 m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Η μεγάλη σημασία του φαινομένου της παλίρροιας είναι αδιαμφισβήτητη, καθώς οι εναλλαγές της θαλάσσιας στάθμης έχουν μια σημαντική επίδραση στη ζωή και την οικονομία των παράκτιων περιοχών (Δουκάκης, 1998).

10.4 Εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)

Για τον καλύτερο υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας στην παράκτια ζώνη του νομού Πιερίας αποφασίστηκε να χωριστεί η περιοχή και να εφαρμοστούν οι υπολογισμοί σε κάθε υποπεριοχή ανάλογα με τους διαφορετικούς χαρακτήρες της. Έτσι χωρίστηκε η περιοχή μελέτης σε επιμέρους 8 περιοχές και εφαρμόστηκε ο Δείκτης Τρωτότητας σε ζώνες, (Σχήμα 10.1) αφού ναι μεν αναφερόμαστε σε μια ενιαία εκτεταμένη παράκτια ζώνη με παρόμοια χαρακτηριστικά ωκεανογραφικών παραμέτρων (όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, το μέσο ύψος κύματος ή και το εύρος της παλίρροιας), αλλά κατά τόπους τόσο τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά όσο και η παράκτια κλίση είναι διαφορετικά κατά τόπους. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνουμε να έχουμε όσο περισσότερο αντιπροσωπευτικά και λεπτομερή αποτελέσματα βάσει των χαρακτήρων των διαφορετικών υποπεριοχών.

Οι θέσεις αυτές είναι η Θέση 6 (νότια του χωριού Παραλία), Θέσεις 9 και 10 (εκβολές Μοσχοπόταμου, βόρεια Μαυρονερίου - νότια εκβολών Μαυρονερίου), Θέση 13 (Χελοπόταμος), Θέση 16 (Γκρέμια), Θέσεις 17-18 (παραλία Λιτοχώρου - Πλάκα Λιτοχώρου), Θέσεις 21 και 22 (Ξενοδοχείο Ποσειδών Παλάς - εκβολές ποταμού Ζηλιάνα - Σκοτίνα), Θέση 23(Κάστρο Πλαταμώννα) και στις αλυκές Κίτρους.

Ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας υπολογίζεται από τις γεωλογικές μεταβλητές και τις μεταβλητές φυσικών διεργασιών, όπως αναλύονται παρακάτω.



Σχήμα 10.1: Θέσεις υπολογισμού του Δείκτη Τρωτότητας.

10.4.1. Γεωλογικές μεταβλητές

Γενικά, οι παραλίες της υπό έρευνα περιοχής αποτελούνται από μη συνεκτικά ιζήματα, άμεσα εκτεθειμένα στα θαλάσσια κύματα και θεωρούνται ευμετάβλητα στις επιδράσεις των φυσικών διεργασιών της θάλασσας και τη σχετική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Συνεπώς, οι παραλίες στις περισσότερες θέσεις χαρακτηρίζονται από υψηλή τρωτότητα και κατατάσσονται στην 5η κατηγορία, πολύ υψηλής διάβρωσης.

Στην περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα στη Θέση 16 (Γκρέμια) και στη Θέση 23 (Κάστρο Πλαταμώνα) υπάρχουν βραχώδεις ακτές με μέσου ύψους κρημνούς που αντιστοιχούν στην κατηγορία με βαθμό δύο (2), αυτή δηλαδή που παρουσιάζει χαμηλή τρωτότητα.

10.4.2 Ρυθμός προέλασης και διάβρωσης ακτογραμμής

Σχετικά με τον ρυθμό προέλασης και διάβρωσης της ακτογραμμής της περιοχής έρευνας και σύμφωνα με την παράγραφο 7.3 "Διαχρονικές μεταβολές της ακτογραμμής της παράκτιας ζώνης Πιερίας" και τον συγκεντρωτικό *Πίνακα 7.1*, όπου μελετήθηκαν αναλυτικά οι μεταβολές της ακτογραμμής, προκύπτουν τα παρακάτω:

Στο βόρειο τμήμα της υπό έρευνα περιοχής έχουν επικρατήσει κυρίως αποθετικές τάσεις, ενώ νοτιότερα, από τις εκβολές του ποταμού Μαυρονέρι έως και το Κάστρο του Πλαταμώνα διακρίνεται υποχώρηση της ακτής με ελάχιστες φυσικά εξαιρέσεις. Οι εκβολές των κυριότερων ποταμών ως επί το πλείστον αποτελούν θέσεις στις οποίες εμφανίζονται τόσο διαβρωτικές όσο και αποθετικές τάσεις. Στις εκβολές των ποταμών Μαυρονέρι, Χελοπόταμος, Τοπόλιανη, Ζηλιάνα παρουσιάζεται αποθετική τάση στο στόμιο της κάθε εκβολής, ενώ χαρακτηριστική είναι η στροφή των στομίων προς νότο με χαρακτηριστικότερη αυτή του ποταμού Μαυρονέρι. Στο χωριό Παραλία Κατερίνης (και συγκεκριμένα στην παράκτια ζώνη του οικισμού) στα βόρεια της περιοχής έρευνας παρουσιάστηκαν έντονα φαινόμενα διάβρωσης κατά τη διάρκεια των περασμένων ετών.

Σύμφωνα με τον *Πίνακα 4.4*, και τους *Pendleton et al. (2004)*, παρατηρείται ότι η περιοχή έρευνας βαθμονομείται στη μεσαία κατηγορία τρωτότητας (κατηγορία 3), καθώς οι τιμές μεταβολής της ακτογραμμής σε όλο το μήκος της κυμαίνονται από -1 m/yr έως +1 m/yr.

Ο ρυθμός μετατόπισης της ακτογραμμής υπολογίστηκε με τη σύγκριση των ακτογραμμών του 1976 και του 2010. Η ακτογραμμή του 1976 προέκυψε από την ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών του 1976 στο Arc Gis, ενώ η ακτογραμμή των ετών 1984, 1990, 2003 και 2010 αποτυπώθηκε με τη βοήθεια των δορυφορικών εικόνων Landsat 5 μέσα από την ιστοσελίδα του USGS Global Visualization Viewer (*URL9*) και τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος ArcGis v. 9.3.1.

10.4.3 Παράκτια κλίση

Σχετικά με την παράκτια κλίση στην παράκτια ζώνη της Πιερίας, στο κεφάλαιο 7 αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης και υπολογίστηκαν οι παράκτιες κλίσεις με την εφαρμογή προφίλ σε κάθε θέση της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, στη

Θέση 6 η κλίση της περιοχής υπολογίστηκε 0,09%, στις Θέσεις 9 και 10 0,12%, στη Θέση 13 0,09%, στις Θέσεις 16,17 και 18 0,075%, στις Θέσεις 21 και 22 0,17% και στη Θέση 23 αγγίζει το 0,125%. Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς και βάσει του Πίνακα 9.2.1 γίνεται αντιληπτό ότι όλες οι θέσεις χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή τρωτότητα και κατατάσσεται στην τελευταία (5η) κατηγορία. Σύμφωνα με τον πίνακα των *Pendleton et al. (2004)* η παράκτια κλίση χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 5) εκτός από τις Θέσεις 16 και 23 (Γρέμια και Κάστρο Πλαταμώνα) που χαρακτηρίζονται ως υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 4).

10.4.4 Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2.5.2, σύμφωνα με *Vouvalidis et al. (2005)*; *Kambouroglou et al. (1988)*; *Lambeck (1996)*; *Van Andel (1990)* υπολογίζεται ρυθμός ανύψωσης της τάξης περίπου του 1mm/a. Σύμφωνα με IPCC, 2007, κατά τη διάρκεια του 2090-2099 η εκτίμηση του ρυθμού αύξησης της θάλασσας είναι 3,8 mm/yr . Ωστόσο σύμφωνα με την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή της Μεσογείου αγγίζει τα 2,44 (+0,55mm/y) (*Bonaduce, 2016*) και σύμφωνα με αυτή την τιμή θα υπολογιστεί η τρωτότητα της περιοχής η οποία μας οδηγεί να την χαρακτηρίσουμε ως χαμηλή τρωτότητα (κατηγορία 2).

Στο *Σχήμα 2.6* απεικονίζεται Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας. Σύμφωνα με αυτό τον χάρτη η περιοχή του Νομού Πιερίας κατατάσσεται στην κατηγορία I, η περιοχή έρευνας δηλαδή χαρακτηρίζεται ως περιοχή χαμηλής επικινδυνότητας.

10.4.5 Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

Το μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος για τις Ελληνικές θάλασσες δεν ξεπερνά το 1,5 m (*Soukisian et al., 2007*), ενώ σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και το μοντέλο κυματικής πρόγνωσης το πρόγραμμα «ΠΟΣΕΙΔΩΝ» η τιμή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος της περιοχής μελέτης κυμαίνεται από 0,2 έως 0,8 m. Η τιμή αυτή, βάσει του *Πίνακα 9.2.1* βαθμονομείται στην δεύτερη κατηγορία (2), χαμηλής τρωτότητας.

10.4.6 Μέσο παλιρροιακό εύρος

Το μέσο παλιρροιακό εύρος στον Ελλαδικό χώρο, σύμφωνα με (Tsimplis *et al.*, 1994), δεν ξεπερνά τα 0,87 m. Σύμφωνα με (Poulos *et al.*, 1996) και δεδομένα από το σύστημα Ποσειδών του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών το μέσο παλιρροιακό εύρος στην παράκτια ζώνης Πιερίας είναι 0,15 m.

Έτσι, σχετικά με την τελευταία μεταβλητή και βάσει του Πίνακα 10.2.1, η παράκτια ζώνη της Πιερίας αντιστοιχείται στην κατηγορία πολύ υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 5).

10.5. Αποτελέσματα εφαρμογής του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI)

Για τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI) συνυπολογίστηκαν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των μεταβλητών που επηρεάζουν την παράκτια τρωτότητα (Γεωλογία-γεωμορφολογία, παράκτια κλίση, ρυθμός προέλασης και διάβρωσης ακτογραμμής, σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, μέσο σημαντικό ύψος κύματος, μέσο παλιρροιακό εύρος).

Στο Σχήμα 10.5.1 απεικονίζονται οι Θέσεις στις οποίες υπολογίστηκε ο Δείκτης Τρωτότητας.

Η τιμή της τρωτότητας για κάθε επιμέρους τμήμα της ακτογραμμής υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$CVI = \frac{\sqrt{a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \cdot f}}{6}$$

όπου a: Γεωλογία-Γεωμορφολογία, b: Παράκτια κλίση, c: ρυθμός προέλασης και διάβρωσης ακτογραμμής, d: Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, e: Μέσο σημαντικό ύψος κύματος, f: Μέσο παλιρροιακό εύρος.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την τιμή της τρωτότητας για κάθε θέση της υπό μελέτη περιοχής φαίνονται στον Πίνακα 10.2

Πίνακας 10.2: Αποτελέσματα υπολογισμού τρωτότητας.

Θέσεις	Γεωλογία και παράκτιες γεωμορφές	Ιστορική μετατόπισης της ακτογραμμής (m/y)	Παράκτια κλίση (%)	Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/y)	Μέσο σημαντικό ύψος κύματος (m)	Μέσο παλιρροιακό εύρος (m)	CVI
Θέση 6	5	3	5	2	2	5	15,8
Θέση 9-10	5	3	5	2	2	5	15,8
Θέση 13	5	3	5	2	2	5	15,8
Θέση 16	2	3	4	2	2	5	10
Θέση 17-18	5	3	5	2	2	5	15,8
Θέση 21-22	5	3	5	2	2	5	15,8
Θέση 23	2	3	4	2	2	5	10

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 10.2, στις περισσότερες θέσεις οι τιμές των μεταβλητών που επηρεάζουν την τρωτότητα συμπίπτουν, ενώ ελάχιστες είναι τελικά οι διαφοροποιήσεις των τιμών.

Συγκεκριμένα, σχετικά με τη μεταβλητή της γεωλογίας, αυτή χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλή (κατηγορία 5) σε όλες τις Θέσεις εκτός από τις Θέσεις 16 και 23 (Γρέμια και Κάστρο Πλαταμώνα) που χαρακτηρίζονται ως χαμηλής τρωτότητας (κατηγορία 2).

Σχετικά με την ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής αυτή χαρακτηρίζεται σε όλες τις Θέσεις μέσης τρωτότητας (κατηγορία 3), αφού οι κατά τόπους αποθέσεις - διαβρώσεις της ακτογραμμής δεν ξεπερνάνε το 1 m/y.

Η παράκτια κλίση χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 5) εκτός από τις Θέσεις 16 και 23 (Γρέμια και Κάστρο Πλαταμώνα) που χαρακτηρίζονται ως υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 4).

Η σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης χαρακτηρίζεται ως χαμηλής τρωτότητας (κατηγορία 2) με την τιμή της να αγγίζει τα όρια της μέσης τρωτότητας.

Σχετικά με το μέσο σημαντικό ύψος κύματος αυτό χαρακτηρίζεται ως χαμηλής τρωτότητας (κατηγορία 2), ενώ το μέσο παλιρροιακό εύρος χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλής τρωτότητας (κατηγορία 5), αφού η τιμή του για την παράκτια περιοχή έρευνας δεν ξεπερνά το 1 m.

Οι υπολογιζόμενες τιμές του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας για τις επιλεγόμενες Θέσεις της παράκτιας περιοχής που μελετήθηκαν έχουν αριθμητική τιμή CVI **15,8** σε όλες τις Θέσεις εκτός από τις Θέσεις 16 και 23 (Γκρέμια και Κάστρο Πλαταμώνα) που υπολογίστηκε με αριθμητική τιμή CVI **10**. Το γεγονός που κάνει τη διαφορά σε αυτές τις τιμές δεν είναι άλλο από τη ιδιαίτερη γεωμορφολογία και τη διαφοροποίηση στις τιμές της κλίσης των δύο αυτών παράκτιων περιοχών, που ως χαρακτηριστικό έχουν τους χαμηλούς κρημνούς που εμφανίζονται στην παράκτια περιοχή.

Για να γίνει πιθανόν καλύτερα αντιληπτό το μέγεθος της τρωτότητας στην οποία υπόκεινται οι περιοχές εφαρμόστηκε ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας σε συνθήκες λίγο διαφορετικές από τις υπάρχουσες. Εάν λοιπόν στους υπολογισμούς μεταβάλλουμε την τιμή μιας μεταβλητής μπορούμε άμεσα να δούμε πόσο μεγαλώνει ή μικραίνει η έκθεση της εκάστοτε περιοχής σε κίνδυνο. Για παράδειγμα αν μεταβληθεί η τιμή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος ορισμένα εκατοστά και από χαμηλή τρωτότητα που χαρακτηρίζεται τώρα οδηγηθεί σε μέση η υψηλή τότε ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας αυξάνεται και αυτός σημαντικά.

10.6 Τρωτότητα και ανθεκτικότητα

Οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Οι επιρροές είναι σημαντικότερες σε παράκτιες περιοχές. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα των παράκτιων πλημμύρων εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των καταιγίδων είναι εντονότερα στις παράκτιες αστικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται:

- 1) από υψηλή πυκνότητα στον πληθυσμό, και
- 2) από πληθώρα κοινωνικο - οικονομικών ενεργειών.

Αναγκαίες λοιπόν είναι η σωστή στρατηγική και οι ενέργειες για την προστασία των παράκτιων περιοχών. Παρόλο που ναι μεν το ενδιαφέρον είναι συνεχώς αυξανόμενο, η υποστήριξη με τα κατάλληλα εργαλεία για σχεδιασμό αστικής προσαρμοστικότητας είναι ακόμα φτωχή.

Οι *Pantusa et al.* (2018) προτείνουν ένα δείκτη CVI κατάλληλο για τις ακτές της Μεσογείου. Η μεθοδολογία βασίζεται σε 10 μεταβλητές που χωρίζονται σε τρεις τυπολογικές ομάδες ανάλογα με τον χαρακτήρα τους. Συγκεκριμένα, αυτές οι μεταβλητές χωρίζονται σε: 1) γεωλογικές, 2) φυσικές, και 3). βλάστηση. Χρησιμοποιούν δηλαδή τον Δείκτη Παράκτιας

Τρωτότητας (CVI) που εφαρμόστηκε παραπάνω προσθέτοντας άλλους τέσσερεις παράγοντες. Οι νέοι αυτοί τέσσερεις παράγοντες είναι: i. το πλάτος αναδυόμενης ακτής, ii. το πλάτος (εύρος) θινών, iii. το πλάτος βλάστησης πίσω από την ακτή και iv. η παρουσία *posidonia oceanica*.

Για τις χαμηλές ακτές της Μεσογείου (που αντιπροσωπεύουν το 46% της Μεσογείου) οι παράκτιες πλημμύρες εξαιτίας καταιγίδων και κυματικής ενέργειας αντιπροσωπεύουν τις κυριότερες καταστροφές στην περιοχή. Η επιλογή των νέων τεσσάρων αυτών παραμέτρων έγινε γιατί είναι αντιπροσωπευτικές για τις ακτές της Μεσογείου και μας επιτρέπουν να εκτιμήσουμε την ικανότητα των φυσικών συστημάτων να εκτονώσουν την κυματική ενέργεια. Η μεθοδολογία έχει ως σκοπό: i) να αναγνωρίσει τις περιοχές που είναι περισσότερο τρωτές στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, καταιγίδες και κυματική ενέργεια και ii) να γίνει χρήσιμο εργαλείο για ορθό σχεδιασμό στρατηγικής. Οι παράγοντες με τη μεγαλύτερη βαρύτητα είναι το εύρος των θινών και η γεωμορφολογία (παράγοντες που ανήκουν στην τυπολογική ομάδα της γεωλογίας). Αποτελεί μια διαδικασία που δεν είναι πολυσύνθετη, χρησιμοποιώντας τις σημαντικότερες μεταβλητές που μας επιτρέπουν να εκτιμήσουμε την ικανότητα των φυσικών συστημάτων να απομακρύνουν την κυματική ενέργεια. Ο υπολογισμός της παραμέτρου για την παρουσία / απουσία *Posedonia oceanica* δεν χαρακτηρίζεται με αριθμητική τιμή και έτσι δεν αξιολογείται αριθμητικά σε κάποια κατηγορία (π.χ. μέση τρωτότητα, υψηλή τρωτότητα).

Η πλειονότητα των δεικτών τρωτότητας δημιουργήθηκαν με βάση κοινωνικο - οικονομικούς και γεωμορφολογικούς παράγοντες. Οι *Gargiulo et al. (2020)* προτείνουν μια πιο ολιστική προσέγγιση (holistic approach) υποστηρίζοντας ότι μια τέτοιου είδους προσέγγιση είναι απαραίτητη για να αξιολογήσει την τρωτότητα των παράκτιων περιοχών. Έτσι, η μεθοδολογία του δείκτη CoRI χωρίζει το σύστημα σε τέσσερα υποσυστήματα (κοινωνικο - οικονομικό, φυσικό, λειτουργικό και γεωμορφολογικό). Εισάγει δηλαδή η μεθοδολογία αυτή και τον ανθρώπινο παράγοντα υπολογίζοντας και αξιολογώντας μεταβλητές όπως το επίπεδο εκπαίδευσης των κατοίκων, την ηλικία του πληθυσμού, την εργασία, τις μετακινήσεις, το δομημένο περιβάλλον. Σίγουρα, ένα μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι βασίζεται εξολοκλήρου στη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και μάλιστα με το πρόγραμμα του ARCGIs που είναι γνωστό και εύκολο στη χρήση από πολλούς. Αυτό σίγουρα του προσδίδει ευκολία, μεγάλη ανάλυση και ακρίβεια στα αποτελέσματα. Παρόλα αυτά φανερώνεται μια πολυπλοκότητα στις διεργασίες και στις ταξινομήσεις που χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 10.3 Δείκτες τρωτότητας στη βιβλιογραφία σύμφωνα με Gargiulo et al. (2020).

Index Name	Authors
Coastal Vulnerability Index (CVI)	Gornitz, 1991
Sensitivity Index (SI)	Shaw et al., 1998
Coastal Vulnerability Index (CVI)	Thieler and Hammar-Klose, 1999
N.A.	Wu et al., 2002
Social Vulnerability Index (SoVI)	Cutter et al., 2003
Place Vulnerability Index (PVI)	Boruff et al., 2005
N.A.	Kleinosky et al., 2007
N.A.	Preston et al., 2008
Coastal Sensitivity Index (CSI)	Abuodha and Woodroffe, 2010
Coastal Vulnerability Index (CVI)	McLaughlin and Cooper, 2010
N.A.	Tate et al., 2010
Coastal Vulnerability Index (CVI)	Li and Li, 2011
Coastal City Flood Vulnerability Index (CFFVI)	Balica et al., 2012
Coastal Sensitivity Index (CSI)	Karymbalis et al., 2012
Social Vulnerability Index (SoVI)	Guillard- Gonçaves et al., 2015
Socio-Environmental Vulnerability Index for a Coastal Areas (SEVICA)	Zanetti et al., 2016

Παρόλο που η ολιστική αυτή προσέγγιση που ακολουθείται φαίνεται πιο ολοκληρωμένη, όταν αναφερθούμε στη βαρύτητα που έχει ο κάθε παράγοντας του δείκτη, προκύπτει ότι σημαντικότερος παράγοντας είναι αυτός της γεωμορφολογίας (αυτός δηλαδή ο παράγοντας που χρησιμοποιείται συνηθέστερα στις περισσότερες μεθοδολογίες). Ενώ, η μικρότερη βαρύτητα συμπεραίνεται ότι είναι η εργασία και η ηλικία του πληθυσμού.

Επίσης, για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες αυτού του ολιστικού προγράμματος σίγουρα χρειάζονται πληθώρα εξειδικευμένων δεδομένων καθώς και συνεργασία πολλών επαγγελματικών ειδικοτήτων που καθιστά δύσκολη αλλά και χρονοβόρα την διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων.

Οι Bullard et al. (2019) εισάγουν την έννοια της **ανθεκτικότητας** (resilience) και την ορίζουν ως την ικανότητα ενός συστήματος να ανακάμψει σε συνθήκες προ- διαταραχής

μετά από διαταραχή. Η ανθεκτικότητα, σύμφωνα με *Bullard et al. (2019)* εξαρτάται από τους πρωταρχικούς παράγοντες ελέγχου της κατάστασης του συστήματος, καθώς και από το μέγεθος, τη συχνότητα και την ένταση της διαταραχής. Στην έρευνά τους αναφέρονται στην προστασία των ακτών με θίνες και συγκεκριμένα αναφέρονται σε σημαντική ανάκαμψη αμμολόφων - ταχεία επιστροφή στην κατάσταση προ καταιγίδας. Επίσης, αναφέρονται στο ότι η ανθεκτικότητα εξαρτάται από τους πρωταρχικούς παράγοντες ελέγχου της κατάστασης του συστήματος και από το μέγεθος, τη συχνότητα και την ένταση της διαταραχής. Όπου οι μακροπρόθεσμες τάσεις των ακτών ελέγχονται από ισχυρή μορφολογική σταθερότητα (τοπική βαθυμετρία, γεωμορφολογία και παροχή ιζήματος) ακόμα και τα γεγονότα θύελλας μεγάλου μεγέθους προκαλούν μόνο μια μικρή διαταραχή στο σύστημα το οποίο μπορεί να περιγραφεί ως εξαιρετικά ανθεκτικό. Την ίδια χρονιά, 2019, οι *Masselink & Lazarus* ορίζουν την ανθεκτικότητα ως την ικανότητα να αποτρέψουμε τη μετατροπή ενός συμβάντος βραχυπρόθεσμου κινδύνου σε μακροπρόθεσμη καταστροφή.

Το 2020 οι *Gargiulo et al.* προτείνουν ένα νέο δείκτη με ονομασία CoRI (Coastal Resilience Index) για να εντοπίσουν μέτρα προσαρμοστικότητας με σκοπό τη μείωση των αρνητικών αποτελεσμάτων από παράκτιες πλημμύρες εξαιτίας της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης και των καταιγίδων. Οι παραπάνω ερευνητές ορίζουν την έννοια της ανθεκτικότητας ως την ικανότητα κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων να αντιμετωπίσουν ένα επικίνδυνο γεγονός. Στόχος του CoRI είναι να μετρήσει σε τοπικό επίπεδο την ανθεκτικότητα. Συγκεκριμένα εκτιμά την ενδογενή ικανότητα που έχει το σύστημα να ανταπεξέλθει όταν αντιμετωπίσει επικίνδυνες καταστάσεις. Στον *Πίνακα 10.3* παρουσιάζονται από *Gargiulo et al. (2020)* δείκτες τρωτότητας που υπάρχουν στη βιβλιογραφία με τις ονομασίες τους και τους συγγραφείς τους.

Διαφορετικές απόψεις, αντιλήψεις και ορισμοί φαίνεται να συνυπάρχουν για την έννοια της ανθεκτικότητας ακόμα και μέσα στα ίδια πεδία (για παράδειγμα φυσική, οικολογία, γεωγραφία, ψυχολογία, οικονομία), ενώ οι διαφορές μεταξύ ίδιων πεδίων είναι επίσης σπουδαίες, σύμφωνα με *Kompiadou et al. (2019)*. Για παράδειγμα οι *Brand et al. (2007)* επισημαίνουν δέκα διαφορετικές προσεγγίσεις για την ανθεκτικότητα, τέσσερις από τις οποίες σχετίζονται με τις επιστήμες οικολογίας, με κάθε μια από αυτές να δίνει έμφαση σε διαφορετική άποψη της ανθεκτικότητας.

Σύμφωνα με *Kompiadou et al. (2019)*, οι *Thomas et al. (2018)* ορίζουν τρία κύρια θέματα που εγείρονται σε σχέση με την έννοια της ανθεκτικότητας στη γεωμορφολογία: 1) σύγχυση σχετικά με τον ορισμό της ανθεκτικότητας στις κοινωνικές και φυσικές επιστήμες,

2) το ρόλο του ανθρώπου σαν εξωτερικό παράγοντα ή σαν συμμετέχον στα γεωμορφικών συστημάτων και τι σημαίνει αυτό για το σύστημα της ανθεκτικότητας, και 3) γενικές ερωτήσεις που σχετίζονται με το πώς αλληλεπιδρά η ανθεκτικότητα σε κοινωνικο - οικονομικά συστήματα.

Γενικότερα, υπάρχει δυσκολία στο να εντοπιστούν ποιοί είναι αυτοί οι κατάλληλοι παράγοντες που επηρεάζουν την τρωτότητα και την ανθεκτικότητα των αστικών παράκτιων περιοχών (και μάλιστα σε ποιά βαρύτητα συμβαίνει αυτό), παρόλο που στη βιβλιογραφία είναι πολλοί. Ανθεκτικότητα και τρωτότητα είναι έννοιες που πρέπει να μελετηθούν εκτενέστερα, να υπάρχει συνεργασία μεταξύ τους ώστε να αποδοθεί αποτελεσματικότερη προσαρμοστικότητα σε παράκτιες περιοχές. Παρόλα αυτά γίνεται αντιληπτή η ανάγκη πλέον να συμπεριλαμβάνονται στο μέλλον στη μελέτη των δεικτών παράκτιας τρωτότητας και στοιχεία ανθρωπογενών επεμβάσεων, αφού η παρουσία και οι ενέργειες του ατόμου στην καθημερινή ζωή έχουν άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον που ζει και κινείται.

Σε κάθε περίπτωση η ποσοτικοποίηση της ανθρωπογενούς πίεσης είναι μία δουλειά μεγάλη από μόνη της για να ενταχθεί στη βάση ενός μοντέλου αξιολόγησης. Αυτό που έχει σημασία είναι η ανάδειξη των αναγκών επόμενων μελετών ώστε η τρωτότητα να συνδεθεί με την ανθεκτικότητα και κατ' επέκταση τα ολοκληρωμένα μέτρα διαχείρισης και προσαρμοστικότητας των παράκτιων συστημάτων.

Εν κατακλείδι, για να διασφαλισθεί καλύτερη ποιότητα ζωής σε αστικές περιοχές θα ήταν αναγκαίο:

- να εντοπισθούν και χαρτογραφηθούν οι περιοχές που είναι περισσότερο ευάλωτες στην τρωτότητα.
- να ενισχύσουμε με σωστή στρατηγική και κατάλληλα εργαλεία τις ενέργειες ώστε να έχουμε καταλληλότερη ανθεκτικότητα απέναντι στους κινδύνους.
- να επιλέξουμε ποιά θα είναι τα εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουμε για να αυξήσουμε την προσαρμοστικότητα των παράκτιων αστικών και μη περιοχών σε πλημμύρες και καταιγίδες.

10.7 Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα του υπολογισμού του δείκτη τρωτότητας της παράκτιας ζώνης της Πιερίας οι διαφορές στη γεωμορφολογία κατά μήκος των ακτών, αλλά και στην παράκτια κλίση είναι αυτή που παίζει το σημαντικότερο ρόλο στο πόσο εκτεθειμένες είναι οι ακτές σε μια επικείμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τη μεγαλύτερη τρωτότητα εμφανίζει η περιοχή στη θέση Γκρέμια και αυτή στο Κάστρο του Πλαταμώνα, λόγω κυρίως των χαμηλών απότομων κρημνών που φτάνουν να αγγίζουν τα όρια της ακτής. Επίσης γίνεται κατανοητό ότι εάν μελλοντικά αλλάξουν οι τιμές από ορισμένες μεταβλητές, όπως π.χ. το μέσο παλιρροιακό εύρος ή ακόμα και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, είναι πολύ εύκολο να ανατραπούν οι παραπάνω αξιολογήσεις και να αλλάξουν οι χαρακτηρισμοί για την ταξινόμηση της τρωτότητας.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (*Pantusa, 2018; Pendleton, 2004*) σχετικά με την αξιολόγηση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας οι συγγραφείς υπολογίζουν το μέσο όρο, τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση των τιμών του Δείκτη και αξιολογείται ο Δείκτης σε κάθε περιοχή. Στην περιοχή έρευνας έχουν υπολογιστεί μόνο δύο τιμές CVI κατά μήκος της παράκτιας ζώνης και συνεπώς δεν έχει ιδιαίτερο νόημα να ακολουθηθεί αυτή η στατιστική επεξεργασία για τον χαρακτηρισμό της τρωτότητας της κάθε θέσης αφού παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές στις μεταβλητές του CVI. Επομένως, συμπεραίνεται ότι η εφαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας αποκτά αξία σε περιοχές που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Ακόμα, γίνεται κατανοητό ότι είναι πολύ σημαντική η εισαγωγή περισσότερων μεταβλητών που θα συνυπολογίζονται στον Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας και θα καθορίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την περιγραφή της κάθε θέσης.

Επίσης, θα πρέπει να υπογραμμιστεί η σημασία της έρευνας σχετικά με την ανθεκτικότητα που βασίζεται στην ανάγκη εφαρμογής της μεθοδολογίας που επιτρέπει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων στο χρόνο και στο χώρο. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται να συνεχιστεί η έρευνα των μεθοδολογιών τόσο στη λήψη μέτρων, αλλά και στην πρόληψη. Αυτό που θα ήταν επιθυμητό, θα ήταν να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν κατάλληλες μεθοδολογίες βάσει των οποίων να εντοπισθούν οι περιοχές που είναι περισσότερο τρωτές στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας, σε καταιγίδες και κυματική δράση. Αυτό θα αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για τον αντιπλημμυρικό σχεδιασμό και την προστασία. Τέλος, για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα συνιστάται ο κατάλληλος σχεδιασμός για την ανθεκτικότητα της συγκεκριμένης περιοχής έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής επιλέχτηκε ως περιοχή έρευνας η παράκτια ζώνη της Πιερίας με την ευρύτερη λεκάνη της. Τα κύρια βήματα που ακολουθήθηκαν είναι η αναγνώριση, αποτύπωση, ανάλυση, συσχέτιση και σύνθεση των φυσικών και ανθρωπογενών δράσεων στη διαμόρφωση του χαρακτήρα της. Η εξαγωγή συμπερασμάτων αφορά το ιζηματολογικό καθεστώς της παράκτιας ζώνης, τη γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής, τις μεταβολές της ακτογραμμής σε βάθος δεκαετιών, τον χαρακτηρισμό του υποθαλάσσιου καθεστώτος καθώς και τον προσδιορισμό του τύπου του Δέλτα του ποταμού του Μαυρονερίου. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε καταγραφή, επεξεργασία και συσχέτιση στοιχείων που αφορούν στους κοινωνικοοικονομικούς τομείς της περιοχής μελέτης, στις μεταβολές στις χρήσεις γης, καθώς και στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην παράκτια, λοφώδη και ορεινή ζώνη. Τέλος, επιχειρήθηκε η αξιολόγηση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, η συστηματική παρακολούθηση της οποίας θα μπορούσε να συμβάλλει στη συντήρηση και προστασία της παράκτιας περιοχής.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι φυσικές διεργασίες που είναι κυρίαρχες στην περιοχή είναι η **προς βορρά παράκτια στερομεταφορά** σε συνδυασμό με την **προσφορά σε ίζημα** από το υδρογραφικό δίκτυο και εξειδικεύονται ως εξής:
- Στο **Νότιο** Τμήμα της περιοχής έρευνας, στα Ριπίδια του Ολύμπου ως το Λιμανάκι του Λιτοχώρου, παρουσιάζονται σημαντικές τάσεις υποχώρησης της ακτής οι οποίες συνδέονται με:

Την μεγαλύτερη κυματική ενέργεια που πλήττει τις ακτές από νοτιοανατολικής συνιστώσας ανέμους.

Από μεγάλες μεταβολές στην κάλυψη γης και στις ασχολίες των κατοίκων. Συγκεκριμένα ο περιορισμός της ελεύθερης κτηνοτροφίας και η ενασχόληση των κατοίκων με την τουριστική βιομηχανία μετέτρεψε τα βοσκοτόπια σε δάση φυλλοβόλων δένδρων (45% μεταβολή) περιορίζοντας την διάβρωση και την μεταφορά ιζημάτων στην ακτή καθώς ακόμα και οι κοίτες των χειμάρρων έχουν καλυφθεί από βλάστηση Πλατανιών.

- Δεν αποκλείεται και η ενεργός τεκτονική των περιθωρίων του Ολύμπου (διαφορική ανύψωση) να συμβάλλει στην κατάσταση της ύπαρξης ακτών με μεγάλους ή μικρούς κρημνούς.

- Επίσης, η χρήση μεθόδων ανάσχεσης της διάβρωσης με τεχνητή τροφοδοσία σε υλικά φαίνεται να επηρεάζει τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των παράκτιων ιζημάτων.

- Το **Βόρειο** Τμήμα της περιοχής έρευνας από το Λιμανάκι του Λιτοχώρου έως την Άκρα Αθήριδα (Κίτρος) στην ουσία αποτελεί ένα μεγάλο δέλτα κυματικής κυριαρχίας του Ποταμού Μαυρονέρι. Εκτείνεται σε όλο το παραλιακό μέτωπο και καταλαμβάνει μια πολύ στενή επιμήκη παράκτια ζώνη με παράλληλες αμμώδεις χαμηλές ράχες και βάλτους στο όριο ή λίγο κάτω από τη θαλάσσια στάθμη.

- Οι υπόλοιποι χείμαρροι της περιοχής φαίνεται ότι δεν έχουν την ικανότητα να αποθέσουν υπολογίσιμες ποσότητες άμμου, καθώς κανένας δεν διαταράσσει την καμπύλη ισορροπίας της ακτογραμμής. Αυτό υποστηρίζεται και από το γεγονός ότι γεωμορφολογικά βρίσκονται στο στάδιο γήρατος.

- Το δέλτα κυματικής κυριαρχίας του Ποταμού Μαυρονέρι έχει χαρακτηριστεί με βάση την σχέση ποτάμιας στερεοπαροχής και κυματικής στερεομεταφοράς ($R=Q_{river}/Q_{wave}$) (Nienhuis, 2015). Η περιγραφή του ίχνους της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται ως cusplate και προτείνεται η υιοθέτηση μαθηματικής περιγραφής ως **ημικυβική παραβολή** (semicubical parabola) που περιγράφεται και από συγκεκριμένη εξίσωση που στο μέλλον θα μπορούσαν να συσχετιστούν οι παράμετροι της εξίσωσης που διαμορφώνουν το σχήμα με την εξέλιξη του σχήματος της ακτογραμμής.

- Σχεδόν ολόκληρο το Βόρειο Τμήμα της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται από τάσεις επέκτασης προς τη θάλασσα, υπερκαλύπτοντας τις τάσεις υποχώρησης από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

- Η στερεοπαροχή του Μαυρονερίου έχει στηρίξει έως σήμερα το θετικό ισοζύγιο σε ίζημα στην παράκτια ζώνη και πρέπει να οφείλεται σε ανυψωτικές τάσεις που διαπιστώθηκαν με την γεωμορφολογική έρευνα στην κεντρική περιοχή της λεκάνης απορροής στα Πιέρια όρη.

- Η διαπίστωση ότι τα τελευταία χρόνια, ενώ επεκτείνονται οι ακτογραμμές βόρεια και νότια του στομίου εκβολής, το στόμιο εκβολή παρουσιάζει τάσεις υποχώρησης πρέπει να διερευνηθεί στο μέλλον και πρέπει να είναι συνέπεια των μεταβολών σε κάλυψη γης (40% μεταβολή από βοσκοτόπια σε φυλλοβόλα δάση) και άλλων ανθρωπογενών επεμβάσεων.

- Η μόνη διαφοροποίηση στις αποθετικές τάσεις με ισχυρή υποχώρηση της ακτογραμμής αποτελεί η παράκτια ζώνη του οικισμού Παραλία Κατερίνης όπου οφείλεται σε αστοχία της κατασκευής του Λιμένα που σήμερα έχει εν μέρει αποκατασταθεί με την κατασκευή παράλληλων υφάλων.

- Στην διατριβή εξετάστηκε επίσης η τρωτότητα των ακτών και διαπιστώθηκε ότι δεν καλύπτει πλήρως την περιγραφή της κατάστασης και πρέπει να εισαχθεί και η έννοια της ανθεκτικότητας (resilience) κατά την οποία οι θίνες ενισχύουν την ανθεκτικότητα σε ακραία κυματικά φαινόμενα.

- Η καταπάτηση των θινών που διαπιστώθηκε σε πολλές περιπτώσεις πρέπει να ληφθεί υπόψη σε μελλοντικές δράσεις για την παράκτια διαχείριση ώστε να αυξήσει την ανθεκτικότητα των ακτών στα ακραία φαινόμενα τα οποία αναμένονται στο μέλλον να είναι ενισχυμένα.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγγελίδης Μ., Οικονόμου Α.,** (2005). Χρήσεις γης και επιπτώσεις στον παράκτιο χώρο της Ελλάδας, Heleco, TEE, Αθήνα.
- Αλεξανδράκης, Γ., Καρδιτσά, Α., Πούλος, Σ., Γκιώνης, Γ., Καμπάνης, Ν.,** (2009) Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Πάτρα.
- Αλμπανάκης Κ., Βουβαλίδης Κ. , Κομματά Π., Σπανού Σ. και Ψιλοβίκος Αρ.,** (2004). Μορφολογική αποτύπωση του πυθμένα της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου με τη χρήση ΓΣΠ και διαστημικών φωτογραφιών, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη.
- Αλμπανάκης Κ.,** (1999). Μαθήματα Ωκεανογραφίας, University Studio press, Θεσσαλονίκη.
- Αλμπανάκης Κ., Παπαλαζάρου Α. και Λαόπουλος Θ.,** (2011). Μία αυτοματοποιημένη συσκευή για τη κοκκομετρία της άμμου, σε σωλήνα καθίζησης, με χαμηλού κόστους αισθητήρια πίεσης. Εφαρμογές και βελτιώσεις. Ημερίδα «Παράκτια γεωμορφολογία και δυναμική των ακτών του ελληνικού χώρου.», Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών.
- Ανδρουλιδάκης, Γ., Κοντός, Γ., Κρεστενίτης, Γ., Γεωργακόπουλος, Γ.,** (2009), Επικινδυνότητα πλημμύρων στην παράκτια ζώνη της ανατολικής Μεσόγειου, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Πάτρα.
- Αποστολόπουλος Γ., Κρητικόπουλος Β.,** (2019), Ιζηματολογία και γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης του νομού Πιερίας, Διπλωματική εργασία, Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη.
- Αστάρας Θ.,** (1980). Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του Βερτίσκου (Κ. Μακεδονία), διδακτορική διατριβή, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ 44 -54.
- Βουβαλίδης Κ.,** (2004). Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Α. Π. Θ., Θεσσαλονίκη., σελ 18 -21.
- Βουβαλίδης Κ., Παυλόπουλος Κ., Συρίδης Γ., Μούμου Χ.,** (2006). Η δυναμική εξέλιξη των ποτάμιων συστημάτων του Πηνειού και του Τιταρήσιου σε σχέση με τη μορφοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης της ανατολικής Θεσσαλίας. Δελτίο Ελλην. Γεωλ. Εταιρ. Τομ XXXIX / III.

- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1970), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΚΑΤΕΡΙΝΗ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1970), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΛΙΤΟΧΩΡΟ – ΚΟΝΤΑΡΙΩΤΙΣΣΑ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1972), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΡΑΨΑΝΗ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1969), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΓΟΝΝΟΙ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1969), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΛΙΒΑΔΙΟΝ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1972), Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**, (1976). Τοπογραφικά φύλλα «ΚΑΤΕΡΙΝΗ», «ΛΙΤΟΧΩΡΟ – ΚΟΝΤΑΡΙΩΤΙΣΣΑ», «ΡΑΨΑΝΗ», «ΓΟΝΝΟΙ», «ΛΙΒΑΔΙΟΝ», «ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ», κλίμακας 1: 50.000.
- Γιακουμάκης Σ. Τσακίρης Γ.**, (1992). Μοντελοποίηση της εδαφικής διάβρωσης στο βόρειο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Μόρνου. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, Λάρισα.
- Γκαλά Ελ.**, (2014), Εκτίμηση της τρωτότητας των βόρειων ακτών του Ανατολικού Κορινθιακού Κόλπου (Ερατεινή-Ισθμός Κορίνθου) ως προς την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, λόγω της κλιματικής αλλαγής., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Π.Μ.Σ «ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ».
- Γραίκος Ν., Περδίκης Γ.**, (2010). «Δάσος, Ξύλο και Βιομηχανία στην Πιερία», Αξιοποιώντας τη Βιομηχανική Αρχαιολογία για την Παραγωγή Εκπαιδευτικού Υλικού Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Εργασία 5^{ου} Συνεδρίου Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε..
- Δημητράκος Α.**, (2009). Παλαιογεωγραφική – Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη της λιμνοθάλασσας του Κίτρου Πιερίας, διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη, σελ 127-129.

Δουκάκης Ε., (1998), “Ωκεανογραφία”, Διδακτικές Σημειώσεις Μαθήματος, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Δουκάκης Ε., (2005), “Ανάπτυξη παράκτιας ζώνης”, Διδακτικές Σημειώσεις Μαθήματος, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας

Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας

Ζαρρής, Δ., Λυκούδη Ε., Κουτσογιάννης, Δ., (2001). Διερεύνηση των αποθέσεων φερτών υλικών σε υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες, Ερευνητικό πρόγραμμα, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας και Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σσ. 95-108, Αθήνα. Ιστοσελίδα: <http://www.itia.ntua.gr/e/docinfo/488/>

Καραπιέρης Λ., (1974). Η κατανομή των βροχοπτώσεων επί του Ελληνικού χώρου. Δελτ. Γεωλ. Εταιρίας. Τόμος XI, τεύχος I, Αθήνα.

Καρύμπαλης Ε., (2010). Παράκτια Γεωμορφολογία, εκδόσεις ίων, Αθήνα.

Κατσούλης, Σ., (1980) «Ανεμολογικές συνθήκες στο Αιγαίο», Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα.

Κωτούλας Δ., (2001., Ορεινή Υδρονομική Τόμος I : Τα ρέοντα ύδατα , Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ 108,113,155,211.

Λυκούδη Ε., Ζαρρής Δ., (2002). Πρόβλεψη περιοχών Υψηλού κινδύνου εδαφικής διάβρωσης στη νήσο Κεφαλληνία με χρήση της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας, Θεσσαλονίκη, δελτίο από το 6^ο Γεωγραφικό Συνέδριο.

Μάρης Φ., Βασιλείου Α., Παυλίδης Θ., (2005). Εκτίμηση στερεοπαροχής στη λεκάνη απορροής του φράγματος Προβατόνα Έβρου με την παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους με χρήση συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας, 12^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο.

Μαρουκιάν Χ. (2007), “Η στάθμη της θάλασσας χθες, σήμερα, αύριο”, Εκπαιδευτικό πρόγραμμα επιστημονικής και αθλητικής σπηλαιολογίας, Αθήνα.

Μουλόπουλος Χ., (1932). Η εξέλιξη της ορεινής υδρονομικής, Θεσσαλονίκη.

- Μουλόπουλος Χ.**, (1957). Μαθήματα Δασοπονικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Μουντράκη, Δ.**, (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σ.98-110.
- Μουρατίδης Α.**, (2010). Παραγωγή και Αξιολόγηση DTM από δορυφορικές εικόνες υψηλής χωρικής ανάλυσης (SPOT -5/ HRG) με τη χρήση κινηματικών δεδομένων GPS., διπλωματική εργασία, Τομέας Κτηματολογίου, Φωτογραμμετρίας, Χαρτογραφίας, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. σελ. 7 – 10.
- Μπαθρέλλος Γ., Σκυλοδήμου Χ., Χουσιανίτης Κ.**, (2010). Εκτίμηση της εδαφικής διάβρωσης στη νήσο Ζάκυνθο με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. 9^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Αθήνα.
- Μυρωνίδης Δ.**, (2010). Αποτίμηση του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της Ελλάδας ως εργαλείο για τη διαχείριση των λεκανών απορροής. 9^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Αθήνα.
- Νασοπούλου Ι., Πούλος Σ.Ε., Καρύμπαλης Ε., Γάκη-Παπαναστασίου Κ.**, (2012), Μελέτη της τρωτότητας των βόρειων ακτών (Αντίρριο-Ερατεινή) του δυτικού Κορινθιακού κόλπου ως προς την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, 10ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Αθήνα.
- Ξανθάκης Μ., Παυλόπουλος Κ., Αποστολόπουλος Γ., Καψιμάλης Β, Γκορεγια Α., Στεφανίδης Π και Μαρουκιάν Χ.**, (2010). Εφαρμογή μεθοδολογίας εκτίμησης φερτών υλών σε τεχνητούς ταμιευτήρες - μελέτη περίπτωσης Λίμνη Μαραθώνα, Αθήνα, , δελτίο από το 9^ο Γεωγραφικό Συνέδριο.
- Ξηρού Αικ.**, (2014) Μελέτη της επίπτωσης της κλιματικής αλλαγής στην απορροή και στερεοπαροχή του Σπερχειού ποταμού, Διπλωματική ειδίκευσης, Τομέας Γεωγραφίας και Κλιματολογίας, Τμήμα Γωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ.
- Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας**, (1993). Χάρτης Κάλυψης Γης Corine Land Cover 1990.
- Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας**, (2000). Χάρτης Κάλυψης Γης Corine Land Cover 2000.
- Παγώνας Μ.**, (2009). Γεωλογία και διαχείριση των σύγχρονων αποθέσεων και των υδατικών

- πόρων στους χειμάρρους της ΒΔ/κης Πελοποννήσου, διδακτορική διατριβή, Πάτρα, σελ 210 – 220.
- Παμπέρης Α.,** (1984). «Πιέρια και Τίταρος», Κορφές, τεύχ. 49, I «Πιέρια», Ενημερωτικό Δελτίο ΣΕΟ Κοζάνης, τεύχ. 1, Μάιος 1991.
- Παπαπέτρου Μ.,** (2017), Εκτίμηση της εδαφικής διάβρωσης και της στερεοπαροχής στον ελλαδικό χώρο, ΠΜΣ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Ε.Μ.Π.
- Παυλίδης Σ.,** (2003). Γεωλογία των Σεισμών.: Εισαγωγή στη Νεοτεκτονική, Μορφοτεκτονική και Παλαιοσεισμολογία., University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ 20, 93- 97.
- Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας,** (2008). Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Πιερίας, Έρευνα υδρολογικής κατάστασης νομού Πιερίας, σελ 6-9.
- Πεχλιβανίδου Σ.,** (2012) Ιζηματολογικά και φυσικογεωγραφικά μοντέλα ανάπτυξης ολοκαινικών δελταϊκών ακολουθιών στην κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού, διδακτορική διατριβή, Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. σελ. 43 – 45.
- Σαρταμπάκου Ε.Α.** (2013), Διερεύνηση της αξιολόγησης των παραμέτρων κίνδυνου του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εργαστήριο Ανώτερης Γεωδαισίας, ΕΜΠ.
- Σέττας Ν.,** (1961). Τα μεγάλα παραγωγικά έργα της Μακεδονίας, Τυπ. Πιγκουΐνος, Αθήνα.
- Σιαφάκας Β.** (2003), Επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στην παράκτια ζώνη της νήσου Κω, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Σούλιος Γ.,** (1979). Γενική Υδρογεωλογία Τομ 1 & 2. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ 290 και 230.
- Στύλλας Μ.,** (2010). Η εξέλιξη των δελταϊκών ιζηματογενών αποθέσεων του ποταμού Αλιάκμονα στο Θερμαϊκό κόλπο από φυσικού και ανθρωπογενείς παράγοντες κατά το Ολόκαινο. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
- Συλβέστρου Ι.,** (2002). Στρωματογραφική παλαιοντολογική και παλαιογεωγραφική μελέτη των νεογενών – τεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης Κατερίνης, διδακτορική διατριβή, τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ

- Τσανάκας Κ., Καρύμπαλης Ε., Παρχαρίδης Ι.,** (2004). Διαχρονική παρατήρηση των μεταβολών της ακτογραμμής τμήματος της παράκτιας ζώνης του Νομού Πιερίας και εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ XXXVI.
- Τζιμούρτας Στ.,** (2000). Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Υδρογεωλογική έρευνα ανθρακικών σχηματισμών Κ. Μακεδονίας περιοχής Όλυμπου Όρους.
- Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού,** (1991). Στοιχεία Παλίρροιας Ελληνικών Λιμένων.
- Φουρνιάδης Ι.,** (2002). Γεωμορφολογική και περιβαλλοντική εξέλιξη της κοιλάδας του Ανθεμούντα, με τη χρήση GIS και τηλεπισκόπησης. Διατριβή ειδίκευσης., Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Χατζηελευθερίου Μ., Αλεξανδράκης Γ., Πούλος Σ., Γάκη - Παπαναστασίου Κ., Μαρουκιάν Χ.,** (2007), Εκτίμηση της τρωτότητας της παράκτιας περιοχής των Α και ΒΑ ακτών της Αττικής σε σχέση με μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης., 8ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Αθήνα.
- Χατζόπουλος Ι.Ν.,** (2006). Τοπογραφία, Εκδοτική Β. Γκιούρδας, Αθήνα, σελ. 867.
- Χρόνης Γ. Θ.,** (1986). Η σύγχρονη δυναμική και η πρόσφατη ολοκαινική ιζηματογένεση στο εσωτερικό πλατώ του Θερμαϊκού κόλπου. Διδακτορική διατριβή, Τομέας Στρωματογραφίας – Γεωγραφίας – Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χρυσάνθου Β., Πυλιώτης Α.,** (1995). Εκτίμηση της εισροής φερτών υλών σε έναν ταμειευτήρα υπό κατασκευή. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΥΕ, Θεσσαλονίκη, σελ.355-362.
- Ψιλοβίκος Αντ.,** (1981). Γεωμορφολογικές, μορφογενετικές, τεκτονικές, ιζηματολογικές και κλιματικές διεργασίες που οδήγησαν στο σχηματισμό και στην εξέλιξη σύνθετων αλλουβιακών ριπιδίων στον Όλυμπο., πραγματεία για υφηγεσία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 12
- Ψιλοβίκος Αντ.,** (1985), Στοιχεία εφαρμοσμένης ιζηματολογίας, Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α. Π. Θ, σελ. 48.

ΕΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balopoulos E.T., Collins M.B., & James A.E.,** (1986). Satellite images and their use in the numerical modeling of coastal processes. *International Journal of Remote Sensing* 7, pp. 905 – 919.
- Barton C.M.,** (1975). Mount Olympus, Greece: New light on an old window. *Journal of the Geological Society* (London) v. 131, pp. 389-396.
- Baskan Oguz, Dengiz Orhan,** (2008). Comparison of traditional and geostatistical methods to estimate soil erodibility factor., *Arid Land Research and Management*, 22, pp. 29 - 45, Taylor and Francis Group LLC.
- Blott S. J.,** (2001). A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*. Volume: 26, Issue: 11, pp. 1237-1248.
- Bonaduce A, · Pinardi N., · Oddo P., · Spada G., · Larnicol G.,** (2016) "Sea-level variability in the Mediterranean Sea from altimetry and tide gauges." DOI 10.1007/s00382-016-3001-2 *Clim Dyn* (2016) 47:2851–2866
- Briggs D., Smithson P., Addison K. and Atkison K.,** (1997). Fundamentals of the physical environment. 2nd edition, Routledge, London.
- Bruun P.,** (1954). Coast erosion and the development of beach profiles. *Technical Memorandum, vol. 44. Beach Erosion Board, Corps of Engineers*, p. 82.
- Bullard J E, Ackerley D, Millett J, Chandler J H and Montreuil A-L,** (2019). Post-storm geomorphic recovery and resilience of a prograding coastal dune system, *Environmental Research Communications, Volume 1, Number 1*
- Cecile Cabanes, Anny Cazenave, Christian Le Provost,** (2001). Sea level Rise during past 40 years determined from satellite and in situ observations. Research library, www.sciencemag.org, vol 294, pp.
- Creder, GR,** (1878), *Die Ελλάς*, edited by A Peterman, Justus Perthes, Gotha.
- Dahm J, Jenks G, Bergin D,** (2005). Community-based Dune Management for the Mitigation of Coastal Hazards and Climate Change Effects: A Guide for Local Authorities

- Demek J.**, (1972). Manual of detailed geomorphological mapping. Academia, Prague, p 344.
- Dikau R.**, (1989). The application of a digital relief model to landform analysis. Taylor and Francis, London, pp. 51-77.
- Doukakis, E.**, (2005), "Coastal vulnerability and risk parameters", *EWRA European Water*, E.W. Publications 11/12, pp. 3-7.
- European commission - Life nature - Life and coastal habitats** (2017), Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Farr T. G. and Kobrick M.**, (2000). Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. *American Geophysical Union Eos* 81, pp. 583 – 585.
- Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E., Roth L., Seal D., Shaffer S., Shimada J., Umland J., Werner M., Oskin M., Burbank M. and Alsdorf D.**, (2007). The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45, RG2004, doi: 10.1029/ 2005 RG000183.
- Folk R.L. and Ward W.C.**, (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, pp. 3-26.
- Folk R.L.**, (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62, pp. 344-359.
- Galloway, W. D.** (1975), Process Framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems, in *Deltas, Models for Exploration*, edited by M. L. Broussard, pp. 86–98, Houston Geological Society, Houston, TX.
- Gargiuloa C., Battarrab R., Tremiterra M.**, (2020), "Coastal areas and climate change: A decision support tool for implementing adaptation measures", *elsevier, Land Use Policy*.
- Gorntiz V.M., Daniels R.C., White T.W., Bird Well K.R.**, (1994), The development of a coastal vulnerability assessment database, Vulnerability to sea-level rise in the US southeast, *Journal of coastal research*, special issue No 12, pp. 327-338.
- Hammar E.S., Thieler E.R.**, (2001), "Coastal vulnerability to sea-level rise, a preliminary database for the U.S. Atlantic, Pacific and Gulf of Mexico coasts", US Geological Survey, Digital data series, DDS-68.

- Hands E. B.**, (1980). Prediction of shore retreat and nearshore profile adjustments to rising water levels on the Great Lakes. *Coastal Engineering Research Center*, Vicksburg, Mississippi, Technical Memorandum No. 80-7, p. 119.
- Hands E. B.**, (1983). The Great Lakes as a Test Model for Profile Responses to Sea Level Rising. In Komar, P.D. (ed), *Handbook of Coastal Processes and Erosion*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.176-189.
- Horton R.**, (1945). Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 55, pp275 – 370.
- I.P.C.C** , (2007). “Intergovernmental Panel on Climate Change”, Fourth Assessment Report.
- Kapsimalis V., Poulos S., Karageorgis A., & Collins M.**, (2005). Recent Evolution of a Mediterranean deltaic coastal zone: human impacts on the Inner Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea. *Journal of the Geological Society*, London, 162, pp. 897 – 908.
- Karymbalis E., Chalkias C., Chalkias G., Grigoropoulou E., Manthos G., Ferentinou, M.**, (2012), “Assessment of the Sensitivity of the Southern Coast of the Gulf of Corinth (Peloponnese, Greece) to Sea-level Rise”, *Central European Journal of Geosciences*, Volume 4, Issue 4, pp.561-577. DOI: 10.2478/s13533-012-0101-3.
- Keller E. and Pinter N.**, (2001). Active tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape. *Earth Science Series*, Prentice – Hall, N. J.
- Komar, P.**, (1998). Beach Processes and Sedimentation, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey 07458, pp. 544.
- Kombiadou K., Costasa S., Carrascoa A., Plomaritisa T.A., Ferreira Ó., Matias A.**, (2019), Bridging the gap between resilience and geomorphology of complex coastal systems, *Earth-Science Reviews journal* homepage: www.elsevier.com/locate/earscirev.
- Kraft, C.J and Chrzastowski, J.M.**, (1985). Coastal Stratigraphic Sequences (reprint form) In DAVIS, A.R., 1985. *Coastal Sedimentary Environments Springer- Verlag*, New York inc. pp. 625-663.
- Krumbein, W.C. and Pettijohn, F.J.**, (1938). Manual of Sedimentary Petrography. Appleton-Century-Crofts, New York.

- Lambeck, K.**, (1996). Sea Level change and shore - line evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic Time. *Antiquity*, 70, pp. 588 – 611.
- Lambeck, K. & Purcell, A.**, (2005). Sea-level change in the Mediterranean sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. *Quaternary Science Reviews* 24, pp. 1969 – 1988.
- Lichter, M., Zviely, D., Klein, M., Sivan, D.**, (2010). Sea-level changes in the Mediterranean: Past, present and future - A review. In: Alvaro, I., Einav, R., Seckbach, J., (eds), *Seaweeds and their role in globally changing environments*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Lykousis V., Chronis G.**, (1988). Mechanisms of sediment transport and deposition: sediment sequences and accumulation during the Holocene on the Thermaikos plateau, the continental slope, and basin (Sporadhes Basin), *Northwestern Aegean Sea, Greece, Marine Geology*, 87 (1989) pp. 15-26, Elsevier Science Publishers, B., V., Amsterdam – printed in the Netherlands.
- Maroukian H., Gaki-Papanastassiou K., Karymbalis E., Vouvalidis K., Pavlopoulos K., Papanastassiou D., Albanakis K.**, (2008), “Morphotectonic control on drainage network evolution in the Perachora Peninsula, Greece”, *Geomorphology*, 102, pp. 81–92.
- Masselink G., Lazarus E. D.**, (2019), *Defining Coastal Resilience*, MDPI
- Morgan, R.P.C.**, (1991). Strategies for erosion control. In D.A. Davinson (ed.), *Soil erosion and Conservation*, Wiley New York, pp 162-185.
- Morgan RPC**, (1995). *Soil erosion and conservation*. England: Longman, Essex; 1995., pp. 198.
- Mouratidis A., Briole P., Katsambalos K.**, (2010). SRTM 3" DEM (versions 1,2,3,4) validations by means of extensive kinematic GPS measurements: a case study from North Greece. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 31, No 23,pp. 6205 – 6222.
- Musgrave G.W.**, (1947). The quantitative evolution of factors in water erosion. A first approximation. *J .Soil Water Conserv.* pp. 2. 133 - 138, 170.

- Nicholls R. J. & Hoozemans F. M.**, (1996). The Mediterranean: Vulnerability to coastal implications of climate change. *Ocean & Coastal Management* Vol 31, Elsevier. pp. 106, 107, 126, 127.
- Nienhuis, J. H., A. D. Ashton, and L. Giosan** (2015), What makes a delta wave-dominated?, *Geology*, 43(6), 511–514, doi:10.1130/G36518.1.
- Pantusa D., D'Alessandro F., Riefolo L. , Principato F. and Roberto G.**, (2018), Tomasicchio "Application of a Coastal Vulnerability Index. A Case Study along the Apulian Coastline", Italy.
- Pendleton E.A., Williams S.J, and Thieler E.R.**, (2004), Coastal vulnerability assessment of assateague island national seashore (asis) to sea-level rise, U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1020.
- Poulos S.E., Collins M.B., Pattiaratchi C., Cramp A., Gull W., Tsimplis M., Papatheodorou G.**, (1996), “Oceanography and sedimentation in the semi-enclosed, deep-water Gulf of Corinth (Greece)”, *Marine Geology*, 134, pp. 213-235.
- Poulos S., Chronis G., Collins M., Lykousis V.**, (2000). Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea : an overview of water / sediment fluxes in relation to air – land – ocean interactions and human activities.. Elsevier, *Journal of Marine Systems* 25,pp. 47-76.
- Poulos S., Lykousis V., Collins M., Rohling E., Pattiaratchi C.**, (1991). Sedimentation processes in a tectonically active environment: The Kerkyra – Kefalonia submarine valley system (NE Ionian Sea). Elsevier, *Journal of Marine Geology* 160,pp. 25-44.
- Poulos S., Ghronis G., Maroukian H.**, (2009). Sea - level rise trends in the Attico – Cycladic region (Aegean Sea) during the last 5000 years. Elsevier, *Geomorphology journal*, 107,pp. 10-17.
- Prospathopoulos A. M., Sotiropoulos A., Chatziopoulos E., and Anagnostou Ch.**, (2004). Cross-shore profile and coastline changes of a sandy beach in Pieria, Greece, basec on measurements and numerical simulations., *Mediterranean Marine Science, Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Oceanography*.
- Psomiadis D., Albanakis K., Tsourlos P.**, (2010). Evaluation of sea-level rise impact on cemented and uncemented coast. Case study from Thassos Island, Greece.

- Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece. *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki*, 99, pp. 483-489.
- Rabus B., Eineder M., Roth A. and Bamler R.,** (2003). The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57, pp. 241 – 262.
- Raquel Pérez-Rodríguez , Maria Jose Marques, Ramón Bienes,** (2007). Spatial variability of the soil erodibility parameters and their relation with the soil map at subgroup level, *Elsevier Journal*.
- Roose E.,** (1975). Use of the universal soil loss equation to predict erosion in west Africa. In: *Soil Erosion: Prediction and Control, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA*, pp. 60-74.
- Sigren J., Figlus G., Armitage A.,** (2014). Coastal sand dunes and dune vegetation: Restoration, erosion, and storm protection. Article in *Shore and Beach*, Vol. 82, No. 4 v
- Singh J.S., Singh S.P., and Shastri C.,** (1981). Science of rural development in mountains. Gyanodaya Prakashan, Nainital., India.
- Smith D. D.,** (1958). Factors affecting rainfall erosion and their evaluation. *International Association of Scientific Hydrology* Pub. 43, pp. 97-107.
- Soukisian T., Hatzinaki M., Korres G., Papadopoulos A., Kallos G., Anadranistakis E.,** (2007), Wave and wind atlas of the Hellenic seas, Hellenic center of Marine Research publ.
- Stanners D. & Bourdeau P. (ed),** (1995). Παράκτιες απειλές και διαχείριση, Europe's environment, The Dobris assessment, European Environment Agency, Copenhagen. Μετάφραση – Επιμέλεια Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών Δράσεις για την Ανάπτυξη Κριτικής Ευαισθητοποίησης ως προς το Περιβάλλον καθώς και για τη Διάδοση στους Πολίτες Πληροφοριών Έγκυρων Επιστημονικά ως προς την Περιβαλλοντική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Steel & Milliken,** (2013). Major advances in siliciclastic sedimentary geology, 1960–2012. The Geological Society of America Special Paper 500 2013

- Stefano C. D., V. Ferro, P. Porto, and G. Tusa**, (2000). Slope curvature influence on soil erosion and deposition processes, *Water Resour. Res.*, 36(2), pp. 607–617.
- Stiros S., Pirazzoili P., Pomoni – Papaioannou F., Laborel J., Laborel F., Arnold M.**, (1994). Late Quaternary uplift of the Olympus – Pelion range coasts (Macedonia – Thessaly, Greece)., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τόμος XXX/1, pp. 325 - 330, Πρακτικά 7^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη.
- Strahler A.**, (1952). Hypsometric (area – altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America, Bulletin* 63. pp. 1117 – 1142.
- Strahler A.**, (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. Am. Geophys. Union. Vol.*, 98, pp. 913 – 920.
- Strahler A.**, (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and channel Networks. *In CHOW , V. T., (Ed.) Handbook of Applied Hydrology, Section 14: 54*, New York.
- Syvitski J. P. M, Milliman1 J. D**, (2007), Geology Geography, and Humans Battle for Dominance over the Delivery of Fluvial Sediment to the Coastal Ocean, *Environmental Computation and Imaging Facility, Institute of Arctic and Alpine*.
- Syvitski J. P. M. and Kettner A.**, (2011), Sediment flux and the Anthropocene, *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol.369, No. 1938, The Anthropocene: a new epoch of geological time pp.957-975
Published by: Royal Society Stable URL:<https://www.jstor.org/stable/41061709>
- Thieler E.R., Hammar- Klose E.S.**, (1999), National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise U.S. Atlantic coast, U.S. Geological survey, Open-file report, pp. 99-593.
- Tsanakas K., Karymbalis E., Gaki - Papanastassiou K., Maroukian H.**, (2019), Geomorphology of the Pieria Mtns, Northern Greece., *Journal of Maps*, 15:2, 499-508, DOI:10.1080/17445647.2019.1619630
- Tsimplis M.N.**, (1994), “Tidal oscillations in the Aegean and Ionian seas”, *Estuarine, coastal and self science*, 39, pp. 201-208.
- Udden J.A.**, (1914). Mechanical composition of clastic sediments. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25, pp. 655-744.

- Van der Knijff J. M., R. J. A. Jones, L. Montanarella.,** (2000). *Soil Erosion risk Assessment in Europe*, European Commission, European Soil Bureau.
- Vouvalides K., Syrides G., Albanakis K.,** (2005), Holocene morphology of the Thessaloniki Bay: Impact of sea level rise, *Zeitschrift fur Geomorphologie, Supplementbande*, pp.147-158.
- Wentworth, C.K.,** (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, pp. 377-392.
- Werner M.,** (2001). Shuttle radar topography mission (SRTM), mission overview. *Journal of Telecommunication (Frequenz)*, 55, pp. 75-79.
- Wilding A.J. , Collins M.B., Ferentinos G.,** (1980). Analyses of water level fluctuations in Thermaikos Gulf and Salonika Bay, northwestern Aegean Sea. *Estuarine and Coastal Marine Science* 10., pp 325 – 334.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith,** (1965). Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains, *Agriculture Handbook* 282, U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith,** (1978). Predicting rainfall erosion losses, *Agriculture Handbook*.
- Wootton L., Miller J., Miller C., Peek M., Williams A., Rowe P.,** (2016). New Jersey Sea Grant Consortium - Dune Manual.
- Zingg A. W.,** (1940). Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff. *Agriculture. Engineering*. 21 pp. 59-64.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ :

URL1: www.urenio.org

URL2: www.oasp.gr

URL3: www.ypes.gr

URL4: www.pieria.gr

URL5: www.eea.europa.eu

URL6: www.east-olympus.gr

URL7: <http://www.ancientdion.org/>

URL8: www.atticat.gr

URL9: <http://glovis.usgs.gov/>

URL10: <http://el.wikipedia.org/>.

URL11: <http://users.auth.gr/~vmarios/courses/RiverEngineering/ZILIANA.pdf>

URL 12: www.minenv.gr

URL 13: <http://ornithologiki.gr>

www.erosion.org

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Σημεία δειγματοληψίας - Συντεταγμένες:

Στον Πίνακα που ακολουθεί είναι οι σημειωμένες οι 23 θέσεις της περιοχής έρευνας που μελετήθηκαν και αναφέρεται σε κάθε θέση εάν έλαβε χώρα δειγματοληψία, προφίλ ακτής και βυθομέτρηση.

ΑΡ. ΘΕΣΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΔΕΙΓΜ/ΗΨΙΑ	ΠΡΟΦΙΛ ΑΚΤΗΣ	ΒΥΘ/ΗΣΗ
1	Βόρεια του Κορινού – εκκλησία Αγίας Παρασκευής	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ
2	Παραλία Κορινού	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
3	Νότια του Κορινού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
4	Μεταξύ Κορινού και Παραλίας	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
5	Βόρεια του χωριού Παραλία	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
6	Νότια του χωριού Παραλία	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
7	Μεταξύ Παραλίας και Ολυμπιακής Ακτής	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
8	Νότια της Ολυμπιακής Ακτής	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ
9	Εκβολές Μοσχοπόταμου, Βόρεια Μαυρονερίου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
10	Νότιες εκβολές Μαυρονερίου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
11	Μετόχι Αγ. Διονυσίου	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
12	Σκάλα Βαρικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
13	Χελοπόταμος	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
14	Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιτοχώρου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
15	Βόρεια Λιτοχώρου –βόρεια εκβολών Ενιππέα	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
16	Γκρέμια	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
17	Παραλία Λιτοχώρου	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
18	Πλάκα Λιτοχώρου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
19	Βόρεια Λεπτοκαρυάς-Ξενοδοχείο Olympian Bay	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
20	Νότια Λεπτοκαρυάς	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
21	Ξενοδοχείο Ποσειδών Παλάς - εκβολές ποταμού Ζηλιάνα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
22	Σκοτίνα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
23	Κάστρο Πλαταμώνα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ

Το GPS που χρησιμοποιήθηκε είναι το GPSMap 276C της Garmin. Τεχνικά χαρακτηριστικά του GPSMap 276C της Garmin Έγχρωμη οθόνη TFT 256 χρωμάτων, 3.8 ιντσών, ανάλυσης 480X320 Pixels. Διαθέτει 12κάναλο παράλληλο δέκτη GPS με υποστήριξη WAAS/EGNOS για ακρίβεια στίγματος 3m. Έχει εγκατεστημένο εξελιγμένο μικροεπεξεργαστή που επιτρέπει την δυνατότητα πλοήγησης, με οπτικές ενδείξεις επί της

οθόνης. Ενδείξεις πληροφοριών από άλλες μονάδες (π.χ. βάθος, θερμοκρασία) επί της οθόνης.

Οι συντεταγμένες των σημείων δειγματοληψίας λήφθηκαν αρχικά σε μορφή WGS '84 και μετασχηματίστηκαν σε ΕΓΣΑ87. Συνολικά σε 23 θέσεις λάβαμε 73 παράκτια δείγματα, 3 δείγματα από κοίτη ποταμού και κατασκευάστηκαν 16 προφίλ ακτής.

Από Βορρά προς Νότο οι 23 Θέσεις:

ΑΡ. ΘΕΣΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΕΓΣΑ87)
1	Βόρεια του Κορινού – εκκλησία Αγίας Παρασκευής	Σημείο Α1 40° 19.112' - 22° 37.662'
		Σημείο Α2 40° 19.114' - 22° 37.657'
		Σημείο Α3 – ζώνη θινών 40° 19.119' - 22° 37.641'
2	Παραλία Κορινού	Σημείο Α4 40° 18'39.1'' - 22° 37'19.7''
		Σημείο Α5 40° 18'39.2'' - 22° 37'19.5''
		Σημείο Α6 – ζώνη θινών 40° 18'39.3'' - 22° 37'19.1''
3	Νότια του Κορινού	Σημείο Α7 40° 18'11.3'' - 22° 37'02.00''
		Σημείο Α8 40° 18'11.3'' - 22° 37'01.7''
		Σημείο Α9– ζώνη θινών 40° 18'11.5'' - 22° 37'01.00''

4	Μεταξύ Κορινού και Παραλίας	Σημείο A10 40° 16'55.7 – 22° 36'18.8''
		Σημείο A11 40° 16'55.8'' - 22°36'18.5''
		Σημείο A12– ζώνη θινών 40° 16'55.7'' - 22°36'17.7''
5	Βόρεια του χωριού Παραλία	Σημείο A13 40° 16'24.7'' - 22° 36'02.5''
		Σημείο A14 40° 16'24.8'' - 22° 36'02.2''
		Σημείο A15– ζώνη θινών 40° 16'24.9'' - 22° 36'01.0''
6	Νότια του χωριού Παραλία	Σημείο A16 40° 15'29.5'' - 22° 35'45.00''
		Σημείο A17 40° 15'29.6'' - 22° 35'44.9''
		Σημείο A18– ζώνη θινών 40° 15'29.7'' - 22° 35'44.4''
7	Μεταξύ Παραλίας και Ολυμπιακής Ακτής	Σημείο A19 40° 14'56.3'' - 22° 35'30.3''
		Σημείο A20 40° 14'56.4'' - 22° 35'29.9''

		Σημείο A21– ζώνη θινών 40° 14' 56.5'' - 22° 35' 29.4''
8	Νότια της Ολυμπιακής Ακτής	Σημείο A22 40° 14' 07.02'' - 22° 35' 15.3''
		Σημείο A23 40° 14' 07.2'' - 22° 35' 15.0''
		Σημείο A24– ζώνη θινών 40° 14' 07.4'' - 22° 35' 14.5''
9	Εκβολές Μοσχοπόταμου, Βόρεια Μαυρονερίου	Σημείο A25 40° 13' 46.00'' - 22° 35' 11.1''
		Σημείο A26 40° 13' 46.1'' - 22° 35' 11.0''
		Σημείο A27– ζώνη θινών 40° 13' 46.1'' - 22° 35' 10.7''
10	Νότιες εκβολές Μαυρονερίου	Σημείο B1 40° 12' 24.1'' - 22° 35' 13.9''
		Σημείο B2 40° 12' 24.2'' - 22° 35' 13.7''
		Σημείο B3 40° 12' 24.4'' - 22° 35' 13.5''
11	Μετόχι Αγ. Διονυσίου	Σημείο B4 40° 11' 39.9'' - 22° 34' 27.6''

		Σημείο B5 40° 11' 39.9'' - 22° 34' 27.5''
		Σημείο B6 40° 11' 40.1'' - 22° 34' 27.3''
12	Σκάλα Βαρικού	Σημείο B7 40° 11' 00.4'' - 22° 33' 51.7''
		Σημείο B8 40° 11' 00.4'' - 22° 33' 51.6''
		Σημείο B9 40° 11' 00.5'' - 22° 33' 51.3''
13	Χελοπόταμος	Σημείο B10 40° 10' 28.4'' - 22° 33' 28.0''
		Σημείο B11 40° 10' 28.5'' - 22° 33' 27.8''
		Σημείο B12 40° 10' 28.6'' - 22° 33' 27.4''
14	Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιτοχώρου	Σημείο B13 40° 09' 25.9'' - 22° 32' 57.0''
		Σημείο B14 40° 09' 25.9'' - 22° 32' 56.8''
		Σημείο B15 40° 09' 26.0'' - 22° 32' 56.5''

15	Βόρεια Λιτοχώρου –βόρεια εκβολών Ενιππέα	Σημείο B16 40° 08' 40.7'' - 22° 32' 50.8''
		Σημείο B17 40° 08' 40.8'' - 22° 32' 50.6''
		Σημείο B18 40° 08' 40.8'' - 22° 32' 50.1''
16	Γκρέμια	Σημείο B19 40° 07' 11.5'' - 22° 33' 21.7''
		Σημείο B20 40° 07' 11.4'' - 22° 33' 21.6''
		Σημείο B21 40° 07' 11.4'' - 22° 33' 21.3''
17	Παραλία Λιτοχώρου	40° 06' 12.2'' - 22° 33' 48.6''
18	Πλάκα Λιτοχώρου	Σημείο B22 40° 05' 08.05'' - 22° 34' 03.4''
		Σημείο B23 40° 05' 08.4'' - 22° 34' 03.2''
		Σημείο B24 40° 05' 08.4'' - 22° 34' 02.7''
19	Βόρεια Λεπτοκαρυάς-Ξενοδοχείο Olympian Bay	Σημείο Δ5 40° 04' 21.8'' - 22° 34' 03.2''
		Σημείο Δ6 40° 04' 21.7'' - 22° 34' 03.1''

		Σημείο Δ7 40° 04' 21.6'' - 22° 34' 02.3''
20	Νότια Λεπτοκαρυάς	Σημείο Δ3 40° 03' 07.4'' - 22° 34' 23.1''
		Σημείο Δ4 40° 03' 07.2'' - 22° 34' 23.0''
21	Ξενοδοχείο Ποσειδών Παλάς - εκβολές ποταμού Ζηλιάνα	Σημείο Δ1 40° 02' 32.6'' - 22° 35' 01.6''
		Σημείο Δ2 40° 02' 32.5'' - 22° 35' 01.6''
22	Σκοτίνα	Σημεία 1_1 έως 1_12 Από: 40° 01' 24.0'' - 22° 35' 23.9'' Έως: 40° 01' 24.2'' - 22° 35' 22.4''
23	Κάστρο Πλαταμώνα	Σημείο 01 40° 02' 19.4'' - 22° 35' 12.7''
		Σημείο 02 40° 02' 19.1'' - 22° 36' 12.5''