



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών
National and Kapodistrian
University of Athens

Τμήμα Γεωλογίας
και Γεωπεριβάλλοντος
Faculty of Geology
and Geoenvironment



ΠΜΣ Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Γεωλογία

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΤΖΑΝΝΙΝΗ ΑΡΙΣΤΕΑ Α.Μ. 2908
Γεωλόγος Ε.Κ.Π.Α.

«ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ
ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ»

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Δρ. ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΛΟΖΙΟΣ
Δρ. Ευθύμιος Λέκκας
Δρ. Σεραφείμ Πούλος

Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)
Καθηγητής
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2014



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ.....	2
A. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	3
A.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	4
A.1.1 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ	4
A.1.2 ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ.....	5
A.1.3 ΣΧΙΝΙΑΣ.....	8
A.1.3.1 ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΧΙΝΙΑ.....	9
A.1.3.2 ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΣΗ.....	15
A.1.4 ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ.....	17
A.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	18
A.2.1 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	18
A.2.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	19
A.2.3 ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ.....	25
A.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ (ΡΗΓΜΑΤΑ & ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΖΩΝΕΣ).....	27
A.4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	34
A.4.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	34
B. ΜΕΡΟΣ.....	40
B.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ.....	41
B.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ.....	41
B.1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ.....	42
B.1.3 ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ.....	45
B.1.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ.....	46
B.2 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΑΚΤΩΝ.....	48
B.2.1 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	48
B.2.2 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	48
B.2.3 ΑΝΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΛΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	49

Γ. ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	56
Γ.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ.....	57
Γ.1.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	57
Γ.1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	57
Γ.1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	62
Γ.1.4 ΕΠΑΝΑΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΧΑΡΤΕΣ.....	83
Γ.1.5 ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	86
Γ.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ	87
Γ.2.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ (ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ – ΑΝΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ)	87
Γ.2.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ (CVI).....	128
Γ.2.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΠΙΣΘΟΧΩΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΧΟΙΝΙΑΣ-ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ.....	137
Γ.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ.....	136
Δ. ΣΥΜΠΕΡΣΜΑΤΑ	145
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	146

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης με τίτλο «Χαρτογράφηση Γεωπεριβαλλοντικών Προβλημάτων και Εκτίμηση Επικινδυνότητας και Τρωτότητας στην Ευρύτερη Παραλιακή ζώνη Νέας Μάκρης-Σχοινιά-Μαραθώνα» πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών Εφαρμοσμένης Περιβαλλοντικής Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η τριμελής συμβουλευτική / εξεταστική επιτροπή απαρτίζεται από τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Στέλιο Λόζιο, ο οποίος ήταν και ο επιστημονικός υπεύθυνος της εργασίας, τον Αναπλ. Καθηγητή κ. Σεραφείμ Πούλο και τον Καθηγητή κ. Ευθύμιο Λέκκα.

Αρχικά, Θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές τους στη συλλογή δεδομένων ,που υπήρξαν θεμελιώδη για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Ιδιαίτερη μνεία θα ήθελα να κάνω , στον επιβλέποντα Επίκ. Καθηγητή, κ. Στέλιο Λόζιο, αγαπητό Διδάσκαλό κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στη σχολή, ο οποίος με τις καίριες επισημάνσεις και τις εύστοχες παρατηρήσεις του, υπήρξε ανεκτίμητος αρωγός στην εκπόνηση της εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Υποψήφιο Διδάκτορα και σύζυγο μου , Παύλο Χατζηπαύλου ο οποίος στάθηκε κοντά μου, σαν ακούραστος συνεργάτης ιδιαίτερα στις εργασίες υπαίθρου αλλά και ως ωφέλιμος βοηθός προσφέροντάς μου χρήσιμες γνώσεις, απαραίτητες για τη συγγραφή της εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω και στον Υποψήφιο Διδάκτορα κ.Στέλιο Πετράκη για την αδιάκοπη συνδρομή του σε οποιαδήποτε ανάγκη προέκυψε καθ όλη τη διάρκεια συγγραφής της διατριβής μου.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην αναφερθώ στην οικογένεια μου, τον πατέρα μου ,τη μητέρα μου και την αδερφή μου, που όλα αυτά τα χρόνια υπήρξαν αφοσιωμένοι υποστηρικτές μου, δίνοντας μου ενθάρρυνση σε κάθε δυσκολία με την ηθική και ενίοτε οικονομική τους ενίσχυση όποτε το χρειαζόμουν. Το ευχαριστώ είναι «μικρή» λέξη για να εκφράσω την ευγνωμοσύνη που νιώθω..

Ελπίζω ο εκάστοτε αναγνώστης της εργασίας μου να θεωρήσει ενδιαφέροντα όλα όσα κατέγραψα στην παρούσα διατριβή και να απαντηθούν σε ένα βαθμό τυχόν προβληματισμοί και απορίες που προέκυπταν έως τώρα από το εν λόγω θέμα..

Σας ευχαριστώ πολύ.....

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η περιοχή έρευνας της παρούσας εργασίας τοποθετείται στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη Μαραθώνα -Σχοινιά -Νέα Μάκρη που ανήκει στην περιφέρεια Αττικής και βρίσκεται στα ΒΑ παράλια του Νομού.

Σκοπός της εργασίας ήταν η εκτίμηση της επικινδυνότητας από κατολισθήσεις αλλά και της παράκτιας τρωτότητας της εν λόγω περιοχής μελέτης.

Η εκτίμηση της κατολισθητικής επικινδυνότητας διερευνήθηκε με ζωνοποίηση του κινδύνου εμφάνισης κατολισθήσεων στην περιοχή ,σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, εστιάζοντας στα ποιοτικά κριτήρια που επηρεάζουν το φαινόμενο (κλίση, καμπυλότητα και προσανατολισμός πρανών, γεωλογία, βάθος εδαφών, υψόμετρο, μέσο ετήσιο ύψος βροχής, απόσταση από οδικό και υδρογραφικό δίκτυο καθώς και χρήσεις γης).

Η μελέτη στηρίχθηκε στην υπέρθεση χαρτών που περιγράφουν τον κάθε ένα από τους παραπάνω παράγοντες, χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα τα κατάλληλα βάρη ως προς την επιρροή τους στο φαινόμενο των κατολισθήσεων. Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκαν πληροφορίες που αφορούν στους παραπάνω παράγοντες και αποδόθηκαν σε χάρτες ψηφιδωτής μορφής (raster). Η πληροφορία κάθε χάρτη οργανώθηκε σε κατάλληλο αριθμό κατηγοριών. Κάθε μία απ' αυτές βαθμολογήθηκε διαφορετικά βάσει μιας κλίμακας στην οποία ο μεγαλύτερος βαθμός αντιστοιχεί σ' εκείνη την κατηγορία της πληροφορίας που επηρεάζει περισσότερο το φαινόμενο των κατολισθήσεων. Ο χάρτης που προκύπτει από την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας αποδίδει ικανοποιητικά τη διαβάθμιση του κινδύνου εμφάνισης κατολισθήσεων στην περιοχή μελέτης.

Η παράκτια τρωτότητα εκτιμήθηκε με βάση τρεις βασικούς παράγοντες. Την επιτόπια παρατήρηση και καταγραφή των ανθρωπογενών παρεμβάσεων κατά μήκος της παραλιακής ζώνης, την μελέτη οπισθοχώρησης της ακτογραμμής μέσα από την λεπτομερή αποτύπωση του «προφίλ» της παραλιακής ζώνης και τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας τρωτότητας (CVI). Η αποτύπωση του «προφίλ» πραγματοποιήθηκε με 10 τομές εγκάρσιες στην ακτογραμμή ενώ η οπισθοχώρηση με την χρήση στατικών μοντέλων συγκεκριμένα με τις Μεθόδους Dean και Kriebel and Dean.

Η μελέτη της μεταβολής της ακτογραμμής γίνεται για να διερευνηθεί εάν βρίσκεται σε φάση διάβρωσης, ενώ με τη χρήση υδροδυναμικών μοντέλων προσεγγίζονται ποσοτικά οι μεταβολές της παράλιας ζώνης ως προς τον ακραίο κυματισμό αλλά και η αναμενόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης τις προσεχείς δεκαετίες.

A ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

A.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

A.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

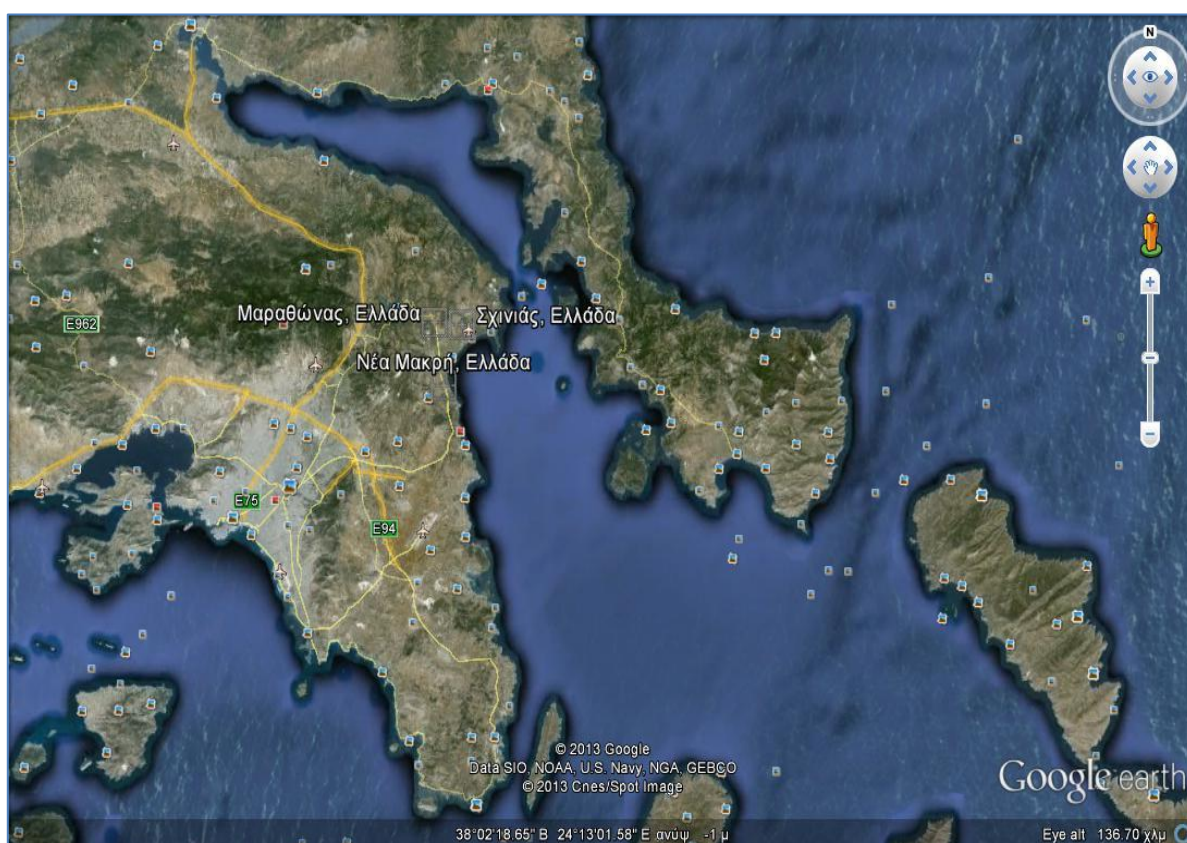
A.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

A.4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Α.1.ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Α.1.1 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η περιοχή έρευνας της παρούσας εργασίας τοποθετείται στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη Μαραθώνα -Σχινιά –Νέα Μάκρη που ανήκει στην περιφέρεια Αττικής και βρίσκεται στα ΒΑ παράλια του Νομού.



Εικόνα Α.1.1: Εικόνα της Αττικής από το google earth στην οποία σηματοδοτούνται οι περιοχές Μαραθώνας , Σχινιάς και Νέας Μάκρης.(ΠΗΓΗ: google earth)



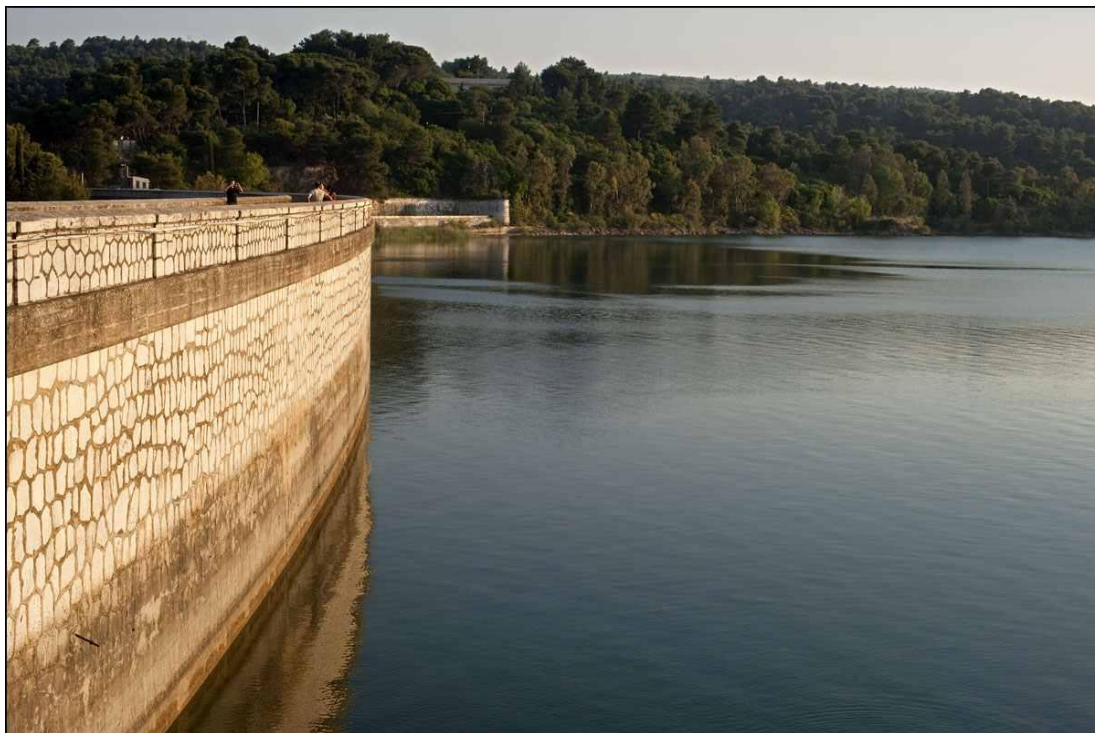
Εικόνα Α.1.2 : Χάρτης που απεικονίζει την περιοχή μελέτης.

(ΠΗΓΗ: <http://el.wikipedia.org/>)

Δημογραφικά η περιοχή εντάσσεται στο Δήμο Μαραθώνα , σύμφωνα με το νέο αυτοδιοικητικό Νόμο, με το κωδικό όνομα «ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ» (ακριβέστερα *Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης*). Από την 1η Ιανουαρίου 2011 οι Δήμοι Νέας Μάκρης και Μαραθώνα καθώς και οι Κοινότητες Γραμματικού και Βαρνάβα ενοποιήθηκαν σε ένα νέο Δήμο με το ιστορικό όνομα του Μαραθώνα. Ο νέος Δήμος Μαραθώνα, πέμπτος σε έκταση Δήμος της Αττικής και από τους μεγαλύτερους σε έκταση Δήμους στη χώρα, έχει συνολική έκταση 222.170 στρέμματα και σύμφωνα με την απογραφή του 2011 έχει συνολικό πληθυσμό 33.560 κατοίκους.

A.1.2 ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ

Ο Μαραθώνας παρουσιάζει ένα εξαιρετικό φυσικό τοπίο. Έχει τη μοναδική τεχνητή λίμνη της Αττικής (φράγμα Μαραθώνος), πλούσιο πράσινο, εύφορο κάμπο και 12 χιλιόμετρα αμμόδους παραλίας στον ιστορικό όρμο του Μαραθώνα.



Εικόνα Α.1.3 : Φράγμα Μαραθώνα. (ΠΗΓΗ: <http://site.marathon.gr>)

Η φύση προίκισε πλούσια τον Μαραθώνα και είναι αξιοσημείωτη η ποικιλία των φυσικών καλλονών, όπως το φαράγγι της Οινόης και το μοναδικό πευκόδασος με κουκουναριές, ένα από τα ελάχιστα της Μεσογείου και ο υδροβιότοπος του Σχοινιά (Εθνικό Πάρκο). Η τεχνητή Λίμνη του Μαραθώνα είναι μία λίμνη που δημιουργήθηκε με σκοπό τη συγκέντρωση νερού για την ύδρευση της Αθήνας. Σχηματίστηκε από την ανέγερση του Φράγματος του Μαραθώνα στη συμβολή των χειμάρρων Χαράδρου και Βαρνάβα και σε απόσταση μερικών χιλιομέτρων από την κωμόπολη Μαραθώνας Αττικής. Η Λίμνη του Μαραθώνα ήταν το κυριότερο απόθεμα νερού για την ύδρευση της Αθήνας από το 1931, οπότε άρχισε να δίνει νερό, μέχρι το 1959. Το 1959 άρχισε να λειτουργεί σύνδεση παροχής από τη λίμνη Υλίκη, ενώ από το 1981 το περισσότερο νερό για την ύδρευση της ελληνικής πρωτεύουσας προέρχεται από την τεχνητή Λίμνη του Μόρνου.

Σήμερα πλέον όλο το νερό της Λίμνης Μαραθώνα δεν θα επαρκούσε παρά μόνο για λίγες ημέρες υδροδοτήσεως της Αθήνας. Το όνομα του Μαραθώνα - μοναδικό τοπωνύμιο που φέρει Ολυμπιακό αγώνισμα, είναι γνωστό στα πέρατα της οικουμένης. Η γεωγραφική του θέση και το εύφορο έδαφος, έκαναν τον Μαραθώνα ιδανικό τόπο για την ανάπτυξη της ειρηνικής ανθρώπινης δραστηριότητας και τον ανέδειξαν σε σκαλοπάτι της Αττικής, για την υποδοχή του πολιτισμού από τους προϊστορικούς χρόνους. Κορυφαία στιγμή στην ιστορία του, η μάχη του 490 π.χ., κατά την οποία οι Αθηναίοι υπέρμαχοι όλων των Ελλήνων, απέτρεψαν τον ανατολικό δεσποτισμό και διαφύλαξαν όχι μόνο τον Ελληνικό, αλλά και τον Ευρωπαϊκό πολιτισμό.



Εικόνα Α.1.4 : Λίμνη Μαραθώνα. (ΠΗΓΗ: EcoView.gr.)

A.1.3 ΣΧΙΝΙΑΣ

Ο Σχινιάς (και Σχοινιάς) είναι παραθαλάσσια περιοχή και βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο του κάμπου του Μαραθώνα, στην παράκτια ζώνη και διαθέτει μία από τις μεγαλύτερες παραλίες της Αττικής. Στην περιοχή του Σχινιά διαμορφώνονται έλη τα οποία αποτελούν σημαντικό υδροβιότοπο, ενώ ακόμα υπάρχει ένα από τα μεγαλύτερα δάση Κουκουναριάς στην Ελλάδα (Ο Σχινιάς μαζί με το δάσος της Στροφυλιάς στην Αχαΐας και το δάσος Κουκουναριάς στην Σκιάθο είναι τα σημαντικότερα δάση Κουκουναριάς στην Ελλάδα^[1]) . Λόγω της μεγάλης οικολογικής αξίας της περιοχής, η περιοχή του σήμερα χαρακτηρίζεται εθνικό πάρκο και ανήκει στο δίκτυο Natura 2000. Η παραλία του Σχινιά είναι δημοφιλής για καλοκαιρινά μπάνια. Στην περιοχή του Σχινιά δημιουργήθηκε το κωπηλατοδρόμιο για τους Ολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας, χωρητικότητας 14.000 θέσεων. Στο δυτικότερο άκρο της παραλίας του Σχινιά τοποθετείται το μέρος που διεξήχθη η μάχη του Μαραθώνα, ενώ κοντά σε αυτή την περιοχή βρίσκεται ο τύμβος του Μαραθώνα.



Εικόνα A.1.5 :: Παραλία και πευκοδάσος Σχινιά.(ΠΗΓΗ : <http://www.ethnos.gr>).

A.1.3.1 ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΧΙΝΙΑ

Η περιοχή του Εθνικού Πάρκου Σχινιά Μαραθώνα συνδυάζει διαφορετικά οικοσυστήματα: τον υγροβιότοπο, το παράλιο πευκοδάσος, τη Μακαρία Πηγή, τη χερσόνησο Κυνοσούρας τον λόφο της Δρακονέρας και τη θαλάσσια περιοχή του όρμου του Μαραθώνα. Το ανάγλυφο του τοπίου και η γεωλογία της περιοχής έχουν δημιουργήσει στο Σχινιά μεγάλη ποικιλία ξεχωριστών βιοτόπων. Η έκταση του είναι 13,84 Km (συμπεριλαμβάνεται ο θαλάσσιος χώρος).



Εικόνα A.1.6 : Εθνικό πάρκο Σχινιά.

(ΠΗΓΗ: http://3sek-an-attik.att.sch.gr/sxinias_site/index.html).

Βόρεια και ανατολικά του δάσους εκτείνεται το έλος του Μαραθώνα και πέρα από το έλος υπάρχουν καλλιέργειες και λοφοειδείς ασβεστολιθικοί σχηματισμοί καλυπτόμενοι από θάμνους και φρύγανα. Δυτικά εκτείνεται η πεδιάδα του Μαραθώνα. Η περιοχή περιλαμβάνει μία ποικιλία βιοτόπων και υγροβιοτόπων οι οποίοι είναι μοναδικοί για την Αττική και σπάνιοι για τον Ελλαδικό χώρο. Σε μικρή σχετικά έκταση συνυπάρχουν η βλάστηση των αμμωδών παραλίων, το δάσος της Pinus pinea - P . halepensis , η βλάστηση των υγροβιοτόπων (με γλυκά και υφάλμυρα νερά) και η θαμνώδεις βλάστηση των γύρωθεν λόφων , αξίζει να σημειώσουμε την ύπαρξη στην περιοχή μιας πλούσιας πανίδας (κυρίως ορνιθοπανίδα).



Εικόνα Α.1.7: Πευκοδάσος Σχινιά. (ΠΗΓΗ: EcoView.gr).

◆ Φυσιογραφία-Μορφολογία

Η περιοχή του δάσους του Σχινιά έχει πεδινό χαρακτήρα. Οι κλίσεις είναι μικρές 0-2% και μόνο η αμμώδης γυμνή παραλιακή ζώνη παρουσιάζει μία μεγαλύτερη κλίση προς την θάλασσα. Η περιοχή αυτή του δάσους εμφανίζεται ομαλότερη στο ανατολικό της τμήμα, το οποίο στο μεγαλύτερο μέρος του είναι σχεδόν επίπεδο και διακόπτεται από περιορισμένες χαμηλές εξάρσεις θινών μέχρι ένα μέτρο περίπου. Αντίθετα στο δυτικό τμήμα του δάσους και κυρίως προς την παραλία οι εξάρσεις γίνονται πιο συχνές και είναι μεγαλύτερου ύψους. Η παρατηρούμενη διαφορά μεταξύ των δύο τμημάτων συνδέεται κυρίως με το γεγονός ότι το ανατολικό τμήμα το προστατεύει από τους ανέμους η επιμήκης προέκταση του Μύτικα-Κυνόσουρας και επιπλέον το τμήμα αυτό δέχεται ανέκαθεν πιο έντονη την 'ισοπεδωτική' ανθρώπινη παρουσία.

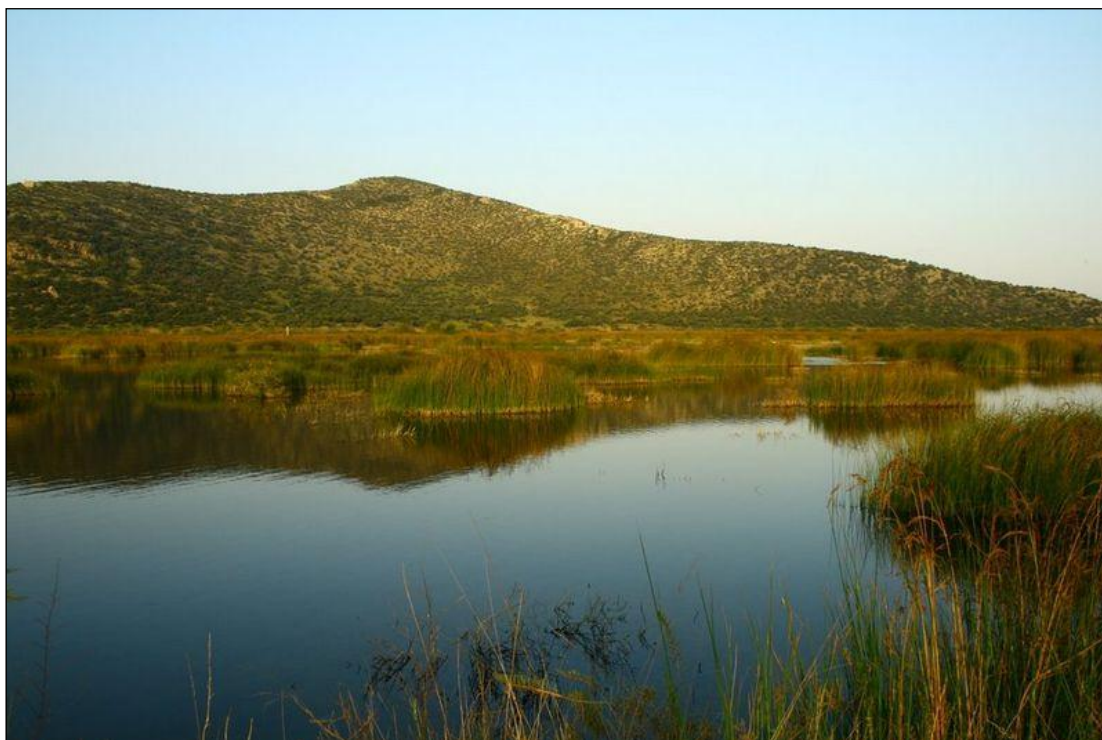


Εικόνα Α.1.8: Ανθρωπογενής παρέμβαση στην παραλία Σχινιά.

(ΠΗΓΗ: <http://el.wikipedia.org/>)

Εκτός από τις εξάρσεις των θινών η έκταση του δάσους διακόπτεται επίσης από τις κοίτες κάποιων παλαιών μικρών ρεμάτων οι οποίες τείνουν σταδιακά να εξαφανιστούν σταδιακά αφού η δράση τους διακόπηκε από την κατασκευή του δρόμου κατά μήκος όλης της βόρειας πλευράς και από την διάνοιξη των αποστραγγιστικών τάφρων εκατέρωθεν του δάσους. Βόρεια και ανατολικά του πευκοδάσους του Σχινιά υπάρχουν χαμηλότερες θέσεις που κατακλύζονται με νερά και δημιουργούν το άλλοτε μεγάλο έλος του Μαραθώνα. Σήμερα ένα μέρος της έκτασης του έλους, με τα αποστραγγιστικά έργα και της επικωματώσεις που έγιναν, έχει μετατραπεί σε γεωργική έκταση και ζώνη παραθεριστικής κατοικίας ενώ ένα άλλο μέρος καταλαμβάνεται από το κωπηλατοδρόμιο και κάποιες τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις .

Η ελώδης έκταση που απέμεινε κομματιάζεται με ένα δίκτυο δρόμων και ένα δίκτυο καναλιών που καταλήγει με δύο αποστραγγιστικούς αγωγούς εκατέρωθεν του δάσους στη θάλασσα. Το έλος αυτό κατακλύζεται τον χειμώνα από νερά ενώ το καλοκαίρι σχεδόν αποξηραίνεται ,ιδιαίτερα τα εξαιρετικώς ξηρά και θερμά χρόνια. Ανατολικά του δάσους και του έλους υψώνεται ο στενόμακρος λοφώδεις ασβεστολιθικός σχηματισμός του Μύτικα που καταλήγει στο ακρωτήριο Κυνόσουρα, με αρκετά απότομες κλίσεις.



Εικόνα Α.1.9 : Έλος του Μαραθώνα. (ΠΗΓΗ: <http://el.wikipedia.org/>).

Ο υγρότοπος λειτουργεί ως ένα σύνθετο υδρολογικό σύστημα με διαφορετική αλατότητα κατά θέσεις, ανάλογα με τις εισροές που δέχεται από τη Μακαρία πηγή, τη βροχή και τη θάλασσα. Η βλάστηση στον υγρότοπο ακολουθεί την αλατότητα. Έτσι, σε γλυκά έως υφάλμυρα νερά αναπτύσσονται κυρίως καλαμιώνες και βλάστηση με αρμυρίκια, ενώ σε πιο αλμυρά νερά εμφανίζονται λιβάδια με βούρλα αλλά και αλόφιλη βλάστηση από μονοετή φυτά, όπως η αλμυρίδα. Στα ρέοντα και στάσιμα νερά του υγροτόπου ζουν χέλια και ψάρια των γλυκών νερών.



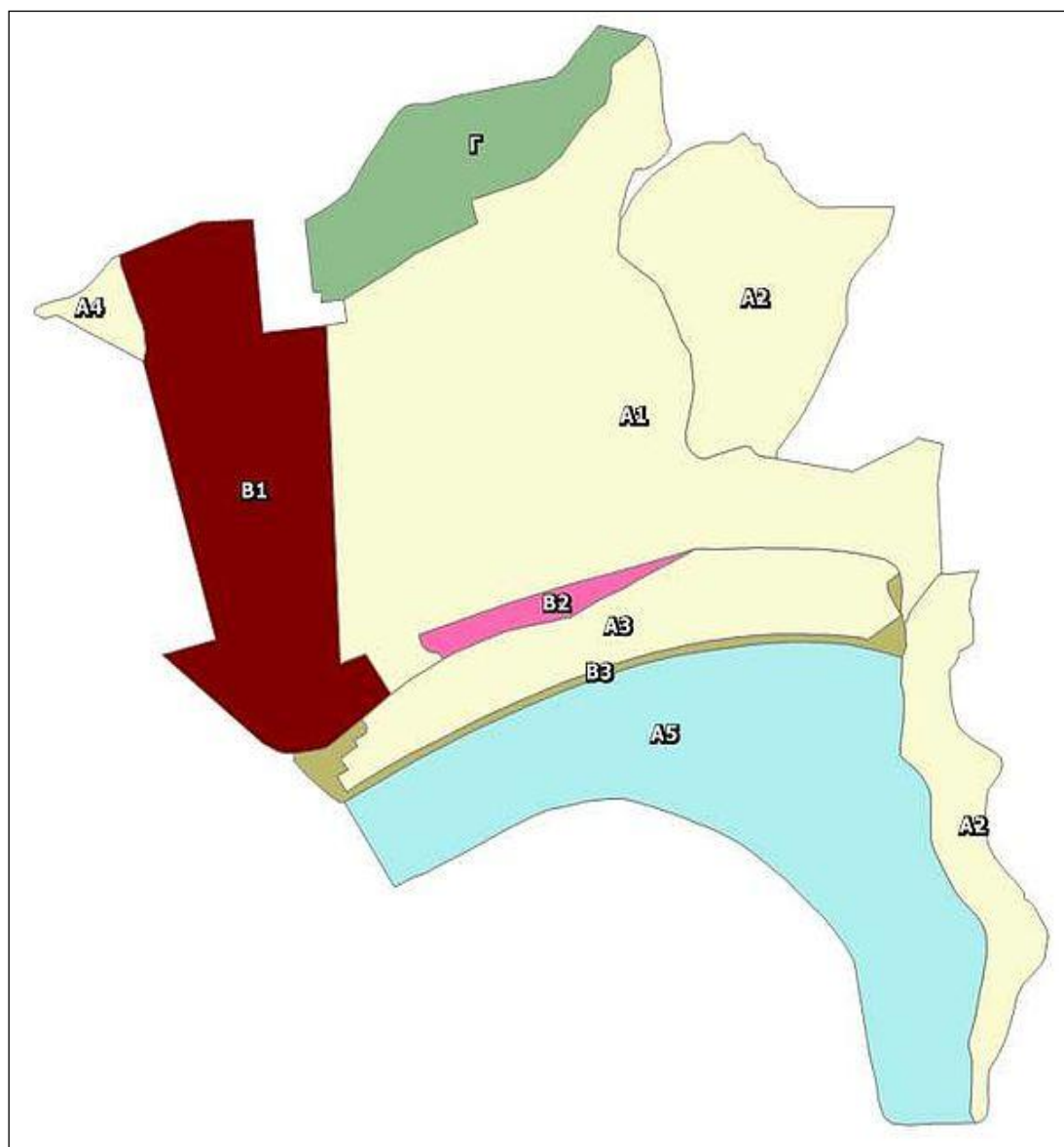
Εικόνα Α.1.10 : Κωπηλατοδρόμιο Μαραθώνα. (ΠΗΓΗ: <http://site.marathon.gr>).

◈ Κλίμα

Στο Σχινιά δεν υπάρχει κανένας μετεωρολογικός σταθμός. Τα στοιχεία για την εκτίμηση των κλιματικών συνθηκών της περιοχής προέρχονται από τους βιοκλιματικούς χάρτες ,τη μελέτη της βλάστησης και τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Ραφήνας που βρίσκεται σε απόσταση 12χιλ.από τον Σχινιά. Σύμφωνα με τα δεδομένα του σταθμού της Ραφήνας και το ομβροθερμικό διάγραμμα BAGNOULIS - GAOUSSEN 1957,η ξηροθερμική περίοδος διαρκεί περισσότερο από πέντε μήνες (Απρίλιος-Σεπτέμβριος),το ετήσιο ύψος βροχής είναι 387 εκ , το δε μέγιστο των βροχοπτώσεων εμφανίζεται τον χειμώνα και ακολουθεί το φθινόπωρο, η άνοιξη και το καλοκαίρι. Από τον αριθμό των βιολογικά ξηρών ημερών που κυμαίνεται μεταξύ 125 και 150 προκύπτει ότι ο χαρακτήρας του βιοκλίματος της περιοχής είναι ο έντονος θερμομεσογειακός, από δε το βροχοθερμικό πηλίκο (Q) συνάγεται ότι η περιοχή ανήκει στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ($Q = 61,45$, $m = 6,2$) σπάνιους παγετούς και χιόνια. Γενικά οι άνεμοι που κυριαρχούν στην περιοχή είναι βόρειοι ,ενώ την καλοκαιρινή περίοδο, βορειοανατολικοί. Από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τέλος Οκτωβρίου ,οι άνεμοι γίνονται περισσότερο ασταθείς ,πιο συχνοί και πιο ισχυροί. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ξερό και θερμό καλοκαίρι δημιουργεί ισχυρούς κινδύνους για πυρκαγιές. Ως προς την σχετική υγρασία, η μέση ετήσια ανέρχεται σε 67%, με ξηρότερο μήνα τον Ιούλιο (57%) και υγρότερο τον Φεβρουάριο με 75%.

A.1.3.2 ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΣΗ

Το 2000 με το 22-6/3-7-2007 Προεδρικό Διάταγμα (ΦΕΚ 395 Δ 2000) χαρακτηρίστηκαν οι θαλάσσιες και χερσαίες περιοχές του Σχινιά, ως Εθνικού Πάρκου και καθορίστηκαν οι ζώνες και οι επιτρεπόμενες δραστηριότητες ανά ζώνη. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται οι εν λόγω ζώνες του Εθνικού Πάρκου Σχοινιά :



Εικόνα A.1.11 : Χρήσεις γης Εθνικού Πάρκου Σχινιά. (ΠΗΓΗ: <http://el.wikipedia.org/>).

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

ΖΩΝΗ Α1. Υγροτοπική Περιοχή Προστασίας της Φύσης

ΖΩΝΗ Α2. Λοφώδης Περιοχή στη Χερσόνησο Κυνοσοῦρας – Λόφος Δρακονέρας. Περιοχή Προστασίας της Φύσης.

ΖΩΝΗ Α3. Περιοχή Δάσους Χαλεπίου Πεύκης και κουκουναριάς. Περιοχή Προστασίας της Φύσης.

ΖΩΝΗ Α4. Περιοχή Μακαρίας Πηγής. Περιοχή Προστασίας της Φύσης.

ΖΩΝΗ Α5. Θαλάσσια Περιοχή Όρμου Μαραθώνα.

ΖΩΝΗ Β1. Περιοχή Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

ΖΩΝΗ Β2. Περιοχή Αναψυχής, Τουρισμού & Κατοικίας.

ΖΩΝΗ Β3. Περιοχή παραλίας όρμου Μαραθώνα.

ΖΩΝΗ Γ. Περιοχή ελεγχόμενης γεωργικής χρήσης.

A.1.4 ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ

Η Νέα Μάκρη Ιδρύθηκε το 1924, όταν έφθασαν οι πρώτοι κάτοικοί της, πρόσφυγες από τα παράλια της Λυκίας της Μικράς Ασίας από τις ιωνικές κωμοπόλεις Μάκρη και Λιβίσι. Συνορεύει βόρεια με τον Μαραθώνα, νότια με τη Ραφήνα, δυτικά με τον ορεινό όγκο του Πεντελικού ενώ βρέχεται ανατολικά από το Νότιο Ευβοϊκό σε μήκος ακτών 10 χλμ. περίπου. Το κέντρο της πόλης απέχει από την Αθήνα 32 χλμ. μέσω των Λεωφόρων Μεσογείων και Μαραθώνος. Η οικιστική, οικονομική και τουριστική ανάπτυξη της Νέας Μάκρης τα τελευταία χρόνια υπήρξε ραγδαία και η έκτασή της φτάνει τα 36.662 στρέμματα.



Εικόνα A.1.12 : Η πόλη της Νέας Μάκρης. (ΠΗΓΗ: <http://site.marathon.gr>).

A.2.ΓΕΩΛΟΓΙΑ

A.2.1 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης από γεωτεκτονική άποψη ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και ιδιαίτερα στα σύνορα αυτής με την Αττικοκυκλαδική ζώνη προς τα ανατολικά (Ι.Γ.Μ.Ε., 1982 Μουντράκης, 1985). Η γεωλογική συγκρότηση της περιοχής είναι πολύπλοκη, όπως προκύπτει από στοιχεία γεωερευνητών (Bodechtel & Papadeas, 1968, Katsikatsos et al, 1986, Λόζιος, 1993). Πιο συγκεκριμένα οι σχηματισμοί που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή από τα κατώτερα προς τα ανώτερα μέλη διακρίνονται στους:

➤ Οι **σχηματισμοί της Αυτόχθονης Ενότητας Αλμυροποτάμου Αττικής** οι οποίοι ανήκουν παλαιογεωγραφικά στη ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως και προβάλλουν μέσα από τεκτονικά παράθυρα. Περιλαμβάνουν ποικιλίες σχιστολίθων, αμφιβολιτών και μαρμάρων Κάτω – Μέσου Τριαδικού, μαρμάρων με παρεμβολές πυριτιολίθων, δολομιτών και ασβεστολίθων Μεσοζωικού - Μέσου Ηωκαίνου, καθώς και μεταφλύσχη με ενστρώσεις μαρμάρων ηλικίας Μέσου Ηωκαίνου.

➤ Οι **Ενδιάμεσες ενότητες**, οι οποίοι ανήκουν στις Εξωτερικές Ελληνίδες και αποτελούνται από δύο επιμέρους ενότητες:

Την **ενότητα του νεοελληνικού καλύμματος**, η οποία αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα κυρίως σχιστόλιθους με παρεμβολές μαρμάρων, σιπολινών, σερπεντινών και κρυσταλλικών ασβεστολίθων.

Την **ενότητα των Αφιδνών**, η οποία αποτελείται από μη μεταμορφωμένα φλυσχοειδή ηλικίας Κρητιδικού – Παλαιοκαίνου, τα οποία επωθούνται επί των σχηματισμών της ενότητας του νεοτεκτονικού καλύμματος.

➤ Οι **σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης**, οι οποίοι αποτελούνται από αργιλοψαμμιτικά ιζήματα με ενστρώσεις ασβεστολίθων, ηλικίας Λιθανθρακοφόρου – Αν. Κρητιδικού, καθώς επίσης και φλύσχη του Αν Μαιστριχτίου – Παλαιοκαίνου. Έχουν επωθηθεί επί των ενδιάμεσων σχηματισμών.

➤ Οι **σχηματισμοί του Νεογενούς**, οι οποίοι περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία τόσο κλαστικών ιζημάτων (κροκαλοπαγών, λατυποπαγών, άμμων, αργίλων), όσο και μη κλαστικών ιζημάτων (μαργαϊκών και τραβερτινοειδών ασβεστολίθων), τα οποία αποτέθηκαν σε χερσοποτάμιο, ποταμολιμναίο και λιμναίο περιβάλλον.

➤ Οι **σχηματισμοί του Τεταρτογενούς**, κυρίως χονδροκλαστικά ιζήματα στις ψηλότερες και περιθωριακές ζώνες και λεπτοκλαστικά ιζήματα στις χαμηλότερες περιοχές.

A.2.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην περιοχή μελέτης, η οποία εντοπίζεται στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη Νέας Μάκρης - Σχοινιά - Μαραθώνα, απαντούν αλπικοί σχηματισμοί που ανήκουν στην αυτόχθονη ενότητα Αλμυροποτάμου - Αττικής και μεταλπικοί σχηματισμοί του νεογενούς και τεταρτογενούς.

Α. Αλπικοί σχηματισμοί

Οι Αλπικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης είναι οι ακόλουθοι:

α) Μάρμαρα Αγ.Μαρίνας K_s. mr (Αν. Κρητιδικό)

Πρόκειται για μάρμαρα τεφρά, υπόλευκα έως λευκά, μεσοστρωματώδη έως παχυστρωματώδη. Στη βάση τους, κατά θέσεις, παρατηρούνται silex με ενίοτε σημαντικό πάχος, τα οποία συνοδεύονται και από παρεμβολές λατυποπαγών μαρμάρων. Προς τα βόρεια μεταβαίνουν σε κυανά ταινιωτά μάρμαρα έντονα σχιστοποιημένα. Είναι παχυστρωματώδη και ολοκρυσταλλικά έως μεσοκρυσταλλικά. Η διαφορά αυτή στην κρυσταλλικότητά τους δημιουργεί στα μάρμαρα χαρακτηριστικές αποχρώσεις. Εμφανίζονται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, στην παραλιακή ζώνη της Αγ. Μαρίνας και στο νότιο περιθώριο του Ευβοϊκού κόλπου (Μάρμαρα Παναγίας) και αποτελούν τα ανώτερα μέλη της αυτόχθονης σειράς μεταμορφωμένων σχηματισμών της ΒΑκής Αττικής. Πρόκειται για τα γνωστά μάρμαρα Αγίας Μαρίνας τα οποία παλιότερα έτυχαν έντονης εκμετάλλευσης. Το ορατό πάχος του σχηματισμού είναι περίπου 1000m.

β) Σχιστόλιθοι Ραμνούντας K_m.sch (Μέσο Κρητιδικό)

Πρόκειται για μοσχοβιτικούς, χλωριτικούς, χαλαζιακούς και ασβεστιτικούς σχιστολίθους με μερικές ενστρώσεις σιπολινικών και κλαστικών μαρμάρων. Εμφανίζονται με μορφή συνεχούς παρεμβολής μεταξύ των μαρμάρων Αγ. Μαρίνας και των μαρμάρων Μαραθώνα -Γραμματικού και καλύπτονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους από νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς. Στην παραλιακή περιοχή της αρχαίας Ραμνούντας, οι σχιστόλιθοι αυτοί εγκλείουν μεγάλες ανθρακικές κροκάλες, που είναι προσανατολισμένες σχεδόν παράλληλα προς τα επίπεδα σχιστότητας των παραπετρωμάτων του ορίζοντα αυτού. Οι σχιστόλιθοι Ραμνούντας αντιστοιχούν στρωματογραφικά με τα κατώτερα μέλη των γνωστής ηλικίας μαρμάρων Παναγίας της Νότιας Εύβοιας και από την συσχέτιση αυτή συνάγεται η μεσοκρητιδική ηλικία τους.

γ)Μάρμαρα Μαραθώνα - Γραμματικού - ΒΑ Αττικής Ki.mr με ενστρώσεις σχιστολίθων Ki.sch (Κατ. Κρητιδικό)

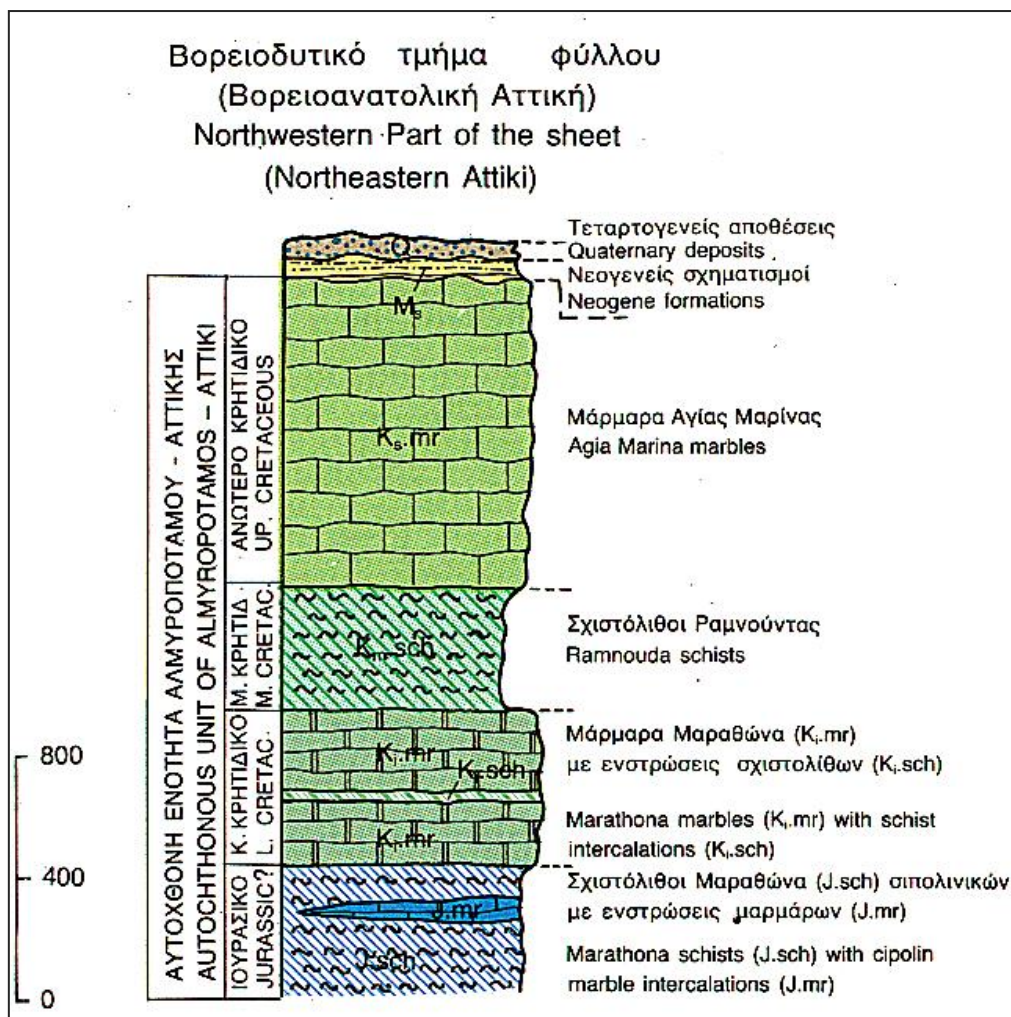
Πρόκειται για κυανά ή λευκά μικροκρυσταλλικά ή λεπτοστρωματώδη έως μεσοστρωματώδη μάρμαρα, τα οποία πολλές φορές μεταπίπτουν σε περισσότερο σκουρόχρωμα ταινιωτά ή έντονα σχιστοποιημένα λευκά με διάσπαρτα στίγματα οξειδίων του σιδήρου. Σε αρκετές περιπτώσεις και κυρίως

κοντά στις επαφές με το σύστημα των σχιστολίθων ή γενικά στους κατώτερους στρωματογραφικούς ορίζοντες, εμφανίζονται μάρμαρα με silex, τα οποία κατά θέσεις αποκτούν σημαντικό πάχος, που πολλές φορές φτάνει μέχρι και τα 100m. Αυτό παρατηρείται στις περιοχές Στράτης, Τεροκορυφής, Αγριλιάς, με τα silex να σχηματίζουν ρυθμικές ενδιαστρώσεις από ερυθρωπούς ορίζοντες με μεταβαλλόμενη συχνότητα και πάχος που κυμαίνεται από λίγα mm έως 5-10cm ή σπανιότερα και περισσότερα. Πολλές φορές εναλλάσσονται με τις υπόλοιπες φάσεις των μαρμάρων ενώ παρατηρούνται και πλευρικές μεταβάσεις από τον έναν τύπο στον άλλο. Οι σχιστόλιθοι των ενστρώσεων αυτών είναι κυρίως μοσχοβιτικοί και μερικές από τις ενστρώσεις αυτές φαίνεται ότι συνοδεύονται από μικρά σώματα υπερβασικών σωμάτων (σι). Σε ελάχιστες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν και ορίζοντες λατυποπαγών μαρμάρων να εμπλέκονται κυρίως με τα ανώτερα τμήματα των μαρμάρων με silex. Τα λατυποπαγή αυτά μάρμαρα βρίσκονται κοντά στο αντλιοστάσιο της ΔΕΗ του Κάτω Σουλίου. Στα ανώτερα μέλη των μαρμάρων αυτών βρέθηκαν , παλιότερα, απολιθώματα της υπερκογενείας των Nerineacea (Παπαδέας, Γ.,1970) και δόθηκε σε αυτά κατωκρητιδική ηλικία , η οποία, γενικά , συμφωνεί με την στρωματογραφική επαλληλία της σειράς Αλμυροποτάμου της Νότιας Εύβοιας και της προέκτασής της στην ΒΑ/κή Αττική (Σειρά Αττικής).

δ)Σχιστόλιθοι Μαραθώνα J.sch με ενστρώσεις μαρμάρων J.mr (Ιουρασικό)

Το σύστημα αποτελείται από χλωριτικούς, μαρμαρυγιακούς, ασβεστιτικούς, και επιδοιτικούς σχιστόλιθους καθώς και από χαλαζιοστριούχα πετρώματα ποικίλης σύστασης και μεταβασίτες. Οι σχιστόλιθοι Μαραθώνα χαρακτηρίζονται από ενστρώσεις μαρμάρων (J.mr) μικρού πάχους που υπόκεινται με ασυμφωνία των μαρμάρων Μαραθώνα (Ki.mr). Τα χαλαζιοστριούχα πετρώματα και οι μεταβασίτες δεν παρουσιάζουν καλή γεωμετρική ανάπτυξη, με αποτέλεσμα να εντοπίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές, με κύρια ανάπτυξη στη βόρεια απόληξη του σχηματισμού προς την περιοχή της παραλίας Βαρνάβα. Νοτιότερα απαντώνται πολύ μικρότερες εμφανίσεις, οι οποίες αναπτύσσονται κυρίως στο ανατολικό περιθώριο κοντά στην επαφή με τα «Μάρμαρα Μαραθώνα - Γραμματικού»

Η εμφάνιση του σχιστολίθου καταλαμβάνει μία σημαντική έκταση από το κεντρικό και βόρειο τμήμα της περιοχής και εξαπλώνεται από την περιοχή του Μαραθώνα στα νότια, μέχρι το δρόμο που οδηγεί στην παραλία Βαρνάβα στα βόρεια. Αποτελούν το υπόβαθρο των «Μαρμάρων Μαραθώνα - Γραμματικού».



Εικόνα Α.2.1 : Στρωματογραφική στήλη των σχηματισμών που δομούν την περιοχή μελέτης
(ΠΗΓΗ : απόσπασμα από γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, φύλλο Ραφήνα)

ε) Μάρμαρα Ραφήνας Mz.mr (Μεσοζωϊκό αδιαίρετο)

Μάρμαρα κατά κανόνα σκουρότεφρου χρώματος , αδροκρυσταλλικά , μεσοστρωματώδη έως παχυστρωματώδη, έντονα καρστικά και πολλές φορές, μεταπίπτουν σε δολομιτικά μάρμαρα. Ορατό πάχος 50 m περίπου.

❧ Μεταλπικοί σχηματισμοί

Στους Μεταλπικούς σχηματισμούς ανήκουν τα σχετικά πρόσφατα ιζήματα του Νεογενούς και Τεταρτογενούς τα οποία επικάθονται ασύμφωνα πάνω σε επιφάνειες διάβρωσης των υποκείμενων σχηματισμών. Οι σχηματισμοί αυτοί παρουσιάζουν ποικιλομορφία φάσεων, παρατηρείται δηλαδή μια γρήγορη λιθολογική εναλλαγή τόσο ως προς την οριζόντια όσο και προς την κατακόρυφη εξάπλωσή τους, με συχνές εναλλαγές θαλάσσιων, λιμναίων και χερσαίων φάσεων. Οι μεταλπικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης είναι οι ακόλουθοι:

◆ Τεταρτογενείς αποθέσεις

❶ **Παράκτιοι σχηματισμοί H.cd (Ολόκαινο)**

Περιλαμβάνουν κυρίως θίνες, συνεκτικούς ψαμμίτες (beach rocks) και αποθέσεις από άμμους ή κροκάλες.

❷ **Αλλουβιακές αποθέσεις al (Ολόκαινο)**

Οι αποθέσεις αυτές εμφανίζονται σε ποταμοκοιλιάδες ανοικτές προς την θάλασσα και σε μικρές εσωτερικές λεκάνες αποτελούμενες κυρίως από χαλαρά και ασύνδετα μεταξύ τους υλικά, τα οποία συνίστανται κυρίως από ερυθρογή : καστανέρυθρα λεπτομερή υλικά με διάσπαρτες κροκαλολατύπες, υλικά χειμαρρωδών αναβαθμίδων : μικρού ύψους , ασύνδετα υλικά : από άμμους και κροκαλολατύπες στις κοίτες των χειμάρρων και παράκτιοι σχηματισμοί : από άμμους , κροκάλες και συνεκτικούς ψαμμίτες.

❸ **Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων H.sc,cs (Ολόκαινο)**

Πρόκειται για νέα ασύνδετα υλικά, κατά κανόνα αδρομερή και γωνιώδη που καλύπτουν τις κλιτείες των ορεινών όγκων.

❹ **Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων, μη διαχωρισμένα Pt-H.sc,cs (Πλειστόκαινο-Ολόκαινο)**

Πρόκειται για παλιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων από αδρομερή υλικά, πολύ συνεκτικά και πάνω σε αυτά ασύνδετα υλικά νέων κώνων και πλευρικών κορημάτων H.sc,cs.

5 Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων, Pt.sc,cs (Πλειστόκαινο)

Πρόκειται για παλιά ασύνδετα υλικά που καλύπτουν τις κλιείς των ορεινών όγκων.

6 Λεπτομερείς Χερσαίες αποθέσεις Pt.tr (Πλειστόκαινο)

Αποτελούνται κυρίως από ερυθρογή με περιορισμένες προσμίξεις από κροκάλες και κροκαλολατύπες ανθρακικής σύστασης και μικρού μεγέθους. Είναι καστανέρυθρου συνήθως χρώματος.

7 Ποταμοθαλάσσιοι σχηματισμοί PI-Pt (Αν.Πλειόκαινο-Κατ.Πλειστόκαινο)

Πρόκειται για συνεκτικά κροκαλολατυποπαγοί με παρεμβολές αργιλοαμμούχων υλικών που βαθμιαία μεταβαίνουν προς τους θαλάσσιους σχηματισμούς της Ραφήνας (PI) με την γνωστή πλούσια μακροπανίδα ανωπλειοκαινικής-κατωπλειστοκαινικής ηλικίας (φάση Αστίου). Στην περιοχή Μάτι βρέθηκαν πολλά όστρακα θαλάσσιων απολιθωμάτων κυρίως *Ostrea*. Πάχος ορατό: 15 m περίπου.

◆ Νεογενείς αποθέσεις

1 Σχηματισμός Καπανδριτίου M_s.c (Αν.Μειόκαινο)

Συνίσταται κυρίως από ποικίλου μεγέθους χαλαρά κροκαλολατυποπαγή, με συμμετοχή μεγάλων τεμαχών, παρουσιάζοντας ένα χαοτικό χαρακτήρα με έντονες μεταβολές των χαρακτηριστικών τους από περιοχή σε περιοχή και από θέση σε θέση, με φάσεις που παρουσιάζουν απότομες μεταβάσεις, τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα. Οι κροκάλες, που συνήθως παρουσιάζουν μεγάλο μέγεθος, αποτελούνται αποκλειστικά από μεταμορφωμένα πετρώματα, γεγονός που προϋποθέτει έντονη μεταφορική ικανότητα και έντονο ανάγλυφο από το περιθώριο των μεταμορφωμένων για την περίοδο του Αν. Μειόκαινου, οπότε και αποτέθηκαν. Αντίθετα, η σημερινή εικόνα του μορφοαναγλύφου και οι συνθήκες είναι εντελώς διαφορετικές. Επίσης κατά θέσεις απαντώνται παρεμβολές στρωμάτων Μαργαϊκών – Τραβερτινοειδών Ασβεστολίθων (M_s.m.k.tv). Ηλικία Ανώτερο Μειόκαινο (Βαλλέσιο) , από παλυνολογική ανάλυση σχηματισμών των λιγνιτικών κοιτασμάτων Μαυροσουβάλης-Μπαφίου, που αποτελούν πλευρική μετάβαση των εν λόγω σχηματισμών (Α.ΜΕΤΤΟΣ. 1992). Πάχος έως και 200 m.

② Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πάρνηθας και Πεντελικού (Ms.c .1.m) (Αν.Μειόκαινο)

Κυρίως παλαιοί σχηματισμοί δέλτα , ριπιδίων και κώνων κορημάτων. Είναι λατυποπαγείς και κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμοί στις περιοχές που γειτνιάζουν με τους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και του Πεντελικού και εναλλασσόμενοι με λεπτομερέστερους σχηματισμούς στις απομακρυσμένες από τους όγκους αυτούς περιοχές. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ερυθροί πηλοί και μαργαϊκά υλικά καθώς και ενστρώσεις Μαργαϊκών –Τραβερτινοειδών Ασβεστολίθων ($M_s.m_k.tv$) των οποίων οι μεγάλες εμφανίσεις έχουν διαχωριστεί.

③ Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου ($M_s.m.c$) (Αν.Μειόκαινο)

Περιοχή Πικερμίου: οι εν λόγω σχηματισμοί αποτελούν τμήμα της λιμναίας λεκάνης των Μεσογείων καθώς και την προς ανατολή προέκταση των λιμναίων σχηματισμών της περιοχής Καλογρέζας. Επίσης συχνά απαντώνται ενστρώσεις Μαργαϊκών – Τραβερτινοειδών Ασβεστολίθων ($M_s.m_k.tv$), συνήθως λατυποπαγών , οι μεγαλύτερες των οποίων έχουν διαχωριστεί. Τα βαθύτερα μέλη των σχηματισμών αυτών στην περιοχή Ραφήνας εγκλείουν λιγνιτικά κοιτάσματα, τα οποία, παλαιότερα, έτυχαν εκτεταμένης εξόρυξης.

④ Λιμναίες αποθέσεις περιοχής Ραμνούντας M_{m-s} (Μέσο-Αν.Μειόκαινο)

Αποτελείται από κιτρινόφαιες ψαμμούχες μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, που εμφανίζονται με τη μορφή μικρών ενδιαστρώσεων πάχους όχι μεγαλύτερο από 2-3cm. Οι κροκάλες προέρχονται αποκλειστικά από μεταμορφωμένα πετρώματα και το μέγεθος τους δεν υπερβαίνει τα 5cm. Το συνολικό πάχος του σχηματισμού δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50m και αντιπροσωπεύει λιμναίες αποθέσεις.

A.2.3 ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Για την εκπόνηση της εν λόγω εργασίας κατασκευάστηκε απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης με χρήση του προγράμματος ArcGIS 10. Στην γεωλογική δομή της περιοχής απαντούν αλπικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί.

Για τις ανάγκες της εργασίας οι αλπικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης διαχωρίστηκαν σε δύο κύριες κατηγορίες:

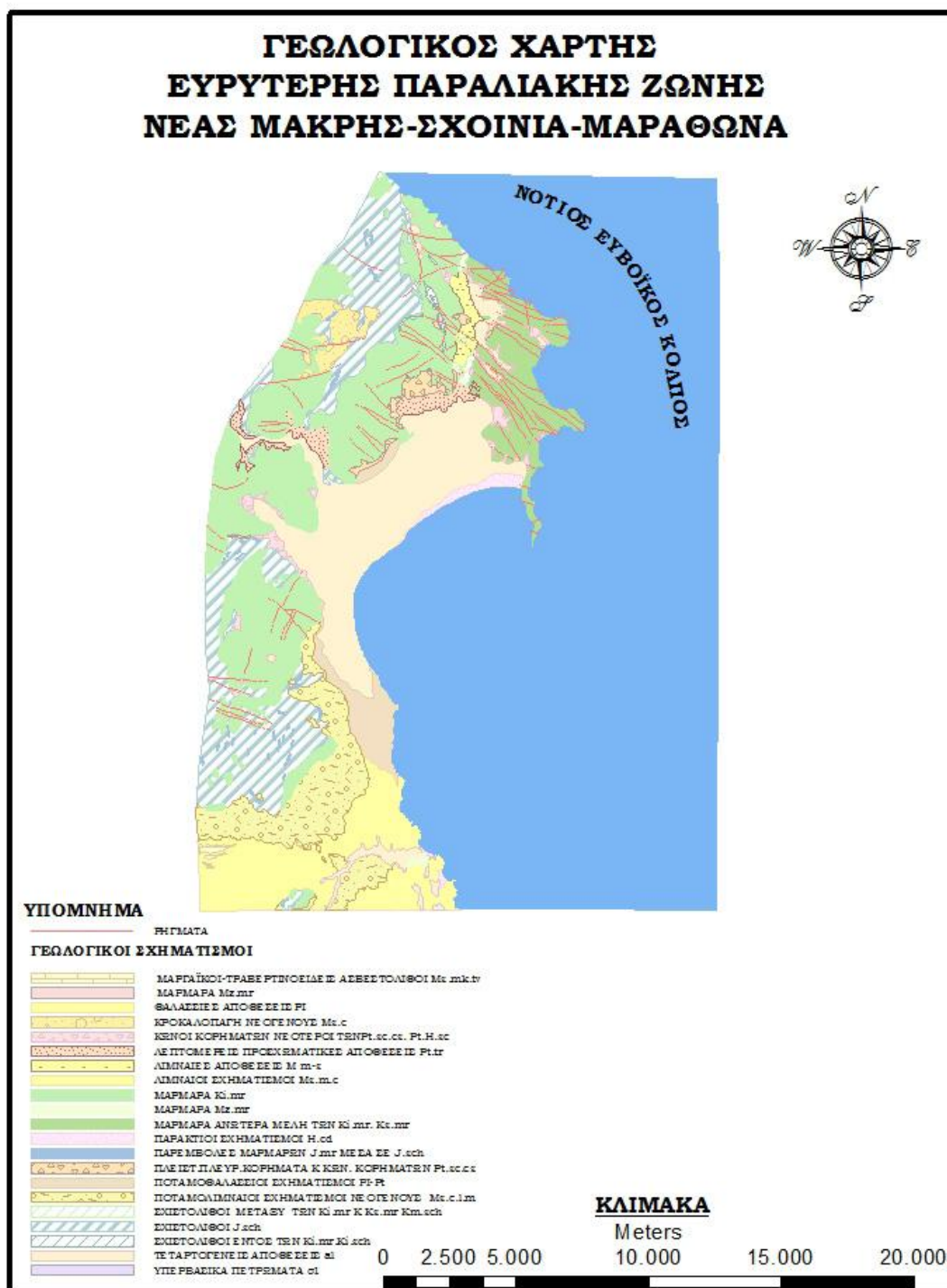
Ανθρακικά

Σχιστόλιθοι

Στα ανθρακικά, περιλαμβάνονται: α) τα Μάρμαρα Αγ. Μαρίνας $K_s.mr$ (Αν. Κρητιδικό) β) τα Μάρμαρα Μαραθώνα - Γραμματικού - ΒΑ Αττικής $K_i.mr$ (Κατ. Κρητιδικό γ) οι ενστρώσεις μαρμάρων $J.mr$ (Ιουρασικό) μέσα στους σχιστόλιθους Μαραθώνα $J.sch$ και τέλος δ) τα Μάρμαρα Ραφήνας $Mz.mr$ (Μεσοζωϊκό αδιαίρετο).

Στους σχιστόλιθους περιλαμβάνονται: α) Οι σχιστόλιθοι Ραμνούντας $K_m.sch$ (Μέσο Κρητιδικό) β) οι ενστρώσεις σχιστολίθων $K_i.sch$ (Κατ. Κρητιδικό) μέσα στα Μάρμαρα Μαραθώνα - Γραμματικού - ΒΑ Αττικής $K_i.mr$ γ) οι σχιστόλιθοι Μαραθώνα $J.sch$.

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί, περιλαμβάνουν τις τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις όπως περιγράφονται αναλυτικά στα παραπάνω κεφάλαια.



Χάρτης Α.2.1: Απλοποιημένος Γεωλογικός χάρτης παραλιακής ζώνης
Νέας Μάκρης Σχοινιά -Μαραθώνα

A.3.ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ (ΡΗΓΜΑΤΑ & ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΖΩΝΕΣ)

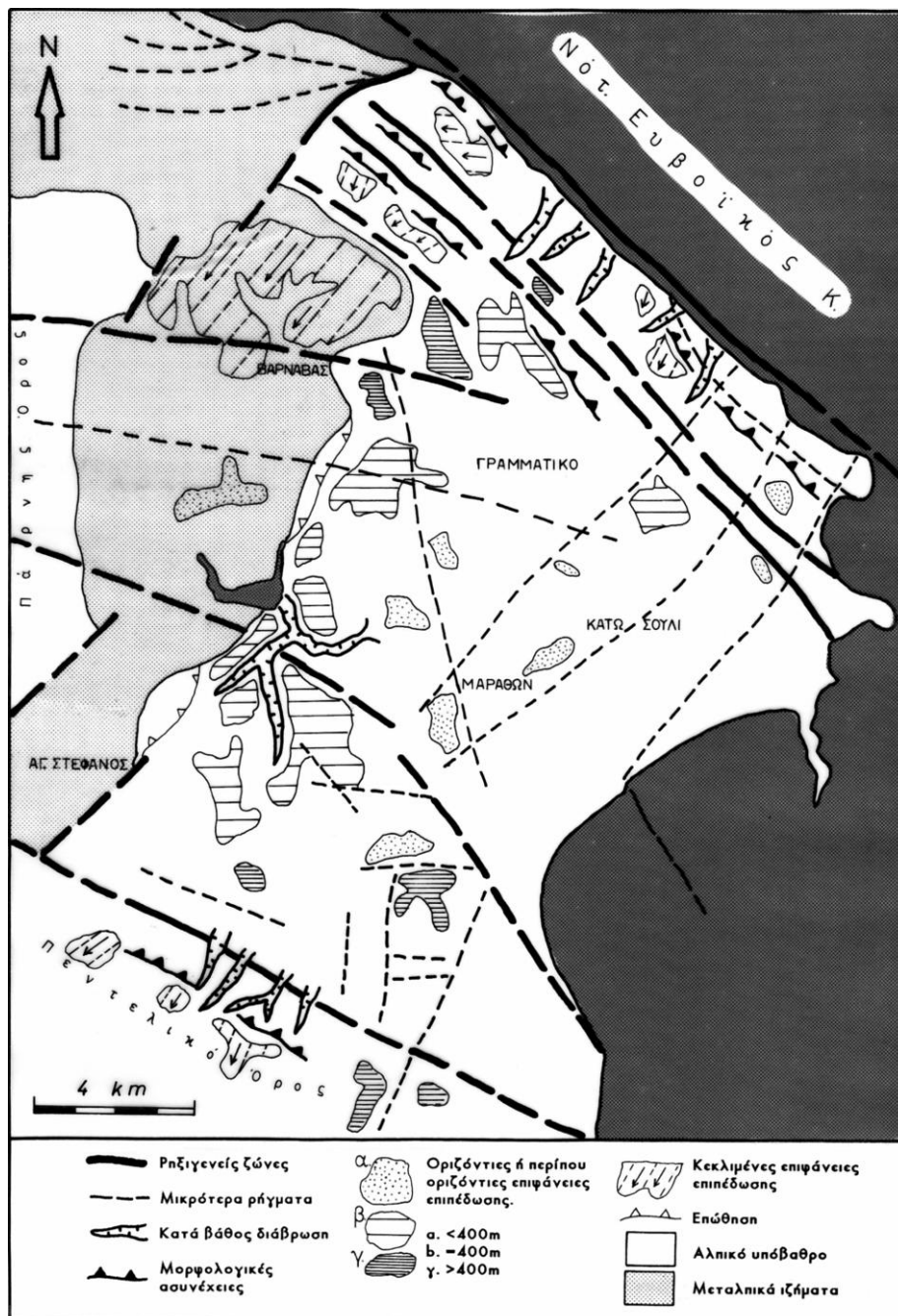
Οι νεοαλπικές ορογενετικές κινήσεις αρχίζουν προς το τέλος του ανω κρητιδικού, μέσω των οποίων πτυχώνονται οι παλαιοζωικοί και μεσοζωικοί σχηματισμοί, με συνέπεια την μετατόπιση των βαρίσκων και προαλπικών δομών. Η επίδραση της νεοτεκτονικής αυτής παραμόρφωσης παρουσιάζεται ως η κύρια υπεύθυνη για τη διαμόρφωση των περιθωρίων των μεταμορφωμένων σχηματισμών της ΒΑ Αττικής, όπως αυτοί καθορίζονται και οριοθετούνται από τα μεταλπικά ιζήματα της λεκάνης, που αναπτύσσεται ανάμεσα στους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και του Πεντελικού από τη μια μεριά και από το θαλάσσιο χώρο του Νότιου Ευβοϊκού από την άλλη (Ε. Χατζηελευθερίου 2008, σελ. 59).

Με άλλα λόγια δηλαδή, η παραπάνω διαπίστωση αποκαλύπτει ότι η νεοτεκτονική δραστηριότητα επικεντρώνεται σχεδόν αποκλειστικά στα περιθώρια αυτά, προσδίδοντας στο καθένα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Μάλιστα, η παραπάνω τεκτονική γραμμή διαχωρίζει δύο τελείως διαφορετικές περιοχές από μορφολογική άποψη, με το νοτιότερο τμήμα, που περιλαμβάνει το Πεντελικό όρος, να χαρακτηρίζεται από τα μεγαλύτερα υψόμετρα, που φτάνουν τα 1.108 m, σε αντίθεση με το κεντρικό και βόρειο τμήμα το οποίο αντιπροσωπεύει στην ουσία μία λοφώδη περιοχή με υψόμετρα όχι μεγαλύτερα από 600 m περίπου. Τα δύο αυτά περιθώρια, το βορειοδυτικό με τη λεκάνη Πάρνηθας / Πεντέλης και το βορειοανατολικό με το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο, δεν παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά, αλλά σημαντικές διαφορές, που εστιάζονται τόσο στα εμφανιζόμενα ή όχι ρήγματα όσο και στη μορφή του αναγλύφου, τη γεωμετρία των λεκανών αλλά και τις φάσεις ή την ηλικία των μεταλπικών ιζημάτων που οριοθετούν, γεγονός που μας φανερώνει την πολύπλοκη νεοτεκτονική εξέλιξη από τα τελευταία στάδια των πτυχογόνων φάσεων μέχρι σήμερα (Εικ. Α.3.1).

Το βορειοδυτικό περιθώριο των μεταμορφωμένων παρουσιάζει μία διεύθυνση NE-SW, αντίστοιχη με αυτή της λεκάνης Πάρνηθας / Πεντέλης, χαρακτηρίζεται από ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο, ενώ ρηξιγενείς επιφάνειες αποκαλύπτονται πολύ σπάνια, κυρίως στην περιοχή του δυτικού Πεντελικού αλλά και βορειότερα στην περιοχή των Αγίων Αποστόλων, όπου στην περιοχή αυτή εκτός των άλλων εντοπίζονται και από την απότομη, σχεδόν κατακόρυφη επαφή του μεταμορφωμένου υποβάθρου με τα χερσαία ως επί το πλείστον μεσο (?) - ανω μειοκαινικής ηλικίας μεταλπικά ιζήματα (Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003).

Η ρηξιγενής ζώνη του Βόρειου Πεντελικού (Εικόνα Α.3.1) με διαφορετική διεύθυνση NW-SE, χαρακτηρίζεται από σχετικά πιο έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, το οποίο διαμορφώνεται κυρίως από τις απότομες κλιτύς του Β. Πεντελικού, στη βάση των οποίων διέρχεται και το

ίκνος της ρηξιγενούς επιφάνειας. Κατά θέσεις εκφράζεται με τη μορφή κατοπτρικών επιφανειών που κλίνουν προς τα ΝΕ οριοθετώντας τα μάρμαρα και τους σχιστολίθους του υποβάθρου από τα χαλαρά μεταλπηκά ιζήματα της μικρής λεκάνης του Διονύσου.



Εικόνα Α.3.1: Μορφοτεκτονικά στοιχεία της περιοχής μελέτης. (ΠΗΓΗ Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003)

Πάνω στις κατοπτρικές επιφάνειες, όπως άλλωστε προαναφέρθηκε, παρατηρούνται συχνά κρούστες και πολύ συνεκτικά τεκτονικά μικρολατυποπαγή, όπως και οριζόντιες ή κατά κλίση γραμμές προστριβής. Οι επιφάνειες της κύριας σχιστότητας, αλλά και της στρώσης στα μάρμαρα πλησίον της ρηξιγενούς ζώνης κάμπτονται και παραμορφώνονται, με αποτέλεσμα να γίνονται υποπαράλληλες με την επιφάνεια του ρήγματος ως αποτέλεσμα μιας τύπου "πάρελξης" παραμόρφωσης, που υφίστανται εξ' αιτίας τόσο της οριζόντιας όσο και της κατακόρυφης κίνησης που παρουσιάζεται (Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003).

Τα παρακάτω στοιχεία, όπως:

α) οι μεγαλύτερες μορφολογικές κλίσεις και οι έντονες μορφολογικές ασυνέχειες με την έντονη κατά βάθος διάβρωση της βόρειας πλευράς του Πεντελικού σε σχέση με τη νότια, που παρουσιάζει πολύ ηπιότερες κλίσεις

β) η ασυμμετρία της ανάπτυξης των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου εκατέρωθεν του υδροκρίτη του Πεντελικού και γ) η προς τα SW κλίση των επιφανειών επιπέδωσης φανερώνουν μια περιστροφική προς τα SW κίνηση του ρηξιτεμάχους του Πεντελικού, με οριζόντιο άξονα περιστροφής NW-SE διεύθυνσης, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της ρηξιγενούς επιφάνειας του Β. Πεντελικού ως κανονικού ρήγματος.

Στο κεντρικό τμήμα της περιοχής, το οποίο αποτελεί και την περιοχική μελέτης της εν λόγω εργασίας, χαρακτηρίζεται από:

α) ήπιο λοφώδες ανάγλυφο χωρίς ιδιαίτερα έντονες μορφολογικές μεταβολές, β) ομαλή σχετικά ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου και γ) οριζόντιες ή περίπου οριζόντιες επιφάνειες επιπέδωσης, δεν εντοπίζονται παρά μόνο από τις αεροφωτογραφίες και τις δορυφορικές εικόνες ορισμένες μεγάλης κλίμακας τεκτονικές γραμμές NW-SE διεύθυνσης (Εικόνα Α.3.1) όπως αυτή που διασχίζει τις βόρειες κλιτύς του λόφου Λύκαινα της Ανατολικής Πάρνηθας, διέρχεται περίπου από το ύψος της λίμνης του Μαραθώνα για να καταλήξει στην παραλιακή ζώνη της Νέας Μάκρης, αλλά και αυτή βορειότερα, που οριοθετεί το ΒΑ τμήμα της Πάρνηθας στο ύψος του όρους Φελλεύς (Μπελέτσι), για να χαθεί ανατολικότερα προς το Γραμματικό. Οι ζώνες αυτές δεν αποτελούν στην ουσία παρά την προς τα ανατολικά προέκταση της μεγάλης "Ρηξιγενούς Ζώνης της Αυλώνας", όπως αυτή περιγράφηκε από τους ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α. (1988α). Είναι επίσης εντυπωσιακό ότι μόνο κατά μήκος των γραμμών αυτών εντοπίζονται κάποιες μορφολογικές ανωμαλίες, όπως απότομες αλλαγές της διεύθυνσης μικρής τάξης κλάδων, έντονη κατά βάθος διάβρωση (π.χ. Χάραδρος ποταμός από το ύψος του φράγματος της λίμνης του Μαραθώνα και μέχρι την ομώνυμη κωμόπολη), κ.λπ., όπως και μεταβολές είτε στην εμφάνιση ορισμένων χαρακτηριστικών οριζόντων είτε στη γεωμετρία των αλπικών δομών.

Με την πολύπλοκη αυτή κινηματική δραστηριότητα, που συνοδεύεται από περιστροφές των επί μέρους ρηξιτεμαχών, που οριοθετούν οι παραπάνω ζώνες, φαίνεται ότι συνδέεται και η παρατηρούμενη μεταβολή του προσανατολισμού των τεκτονικών στοιχείων (εκφράζεται κυρίως με την αλλαγή της διεύθυνσης τηςκυρίαρχης εφελκυστικής γράμμωσης) στο κεντρικό και δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης νοτιοανατολικά της λίμνης του Μαραθώνα. Μικρότερης κλίμακας ρηξιγενείς ζώνες στην περιοχή αυτή παρατηρούνται είτε στην ύπαιθρο, είτε από αεροφωτογραφίες, παρουσιάζουν διάφορες διευθύνσεις, όπως N-S (Αγριλίκι - Παλαιό Μοναστήρι), E-W (Αγριλίκι - Άγιος Λουκάς), αλλά και NE-SW (περιοχή ανάμεσα Γραμματικό - Όρμο Μαραθώνα) και εντοπίζονται κυρίως από τις έντονες μορφολογικές ασυνέχειες και τα πλευρικά κορήματα που αναπτύσσονται παράλληλα με αυτές (π.χ. Αγριλίκι, Βουνοκορυφή, Στράτη, κ.λπ.)

Το βόρειο περιθώριο της περιοχής, που αναπτύσσεται παράλληλα με τη NW-SE διεύθυνσης παραλιακή ζώνη του Ν. Ευβοϊκού και εκτείνεται από την Αγία Μαρίνα μέχρι τους Αγίους Αποστόλους (Εικόνα Α.3.1-1), αντιπροσωπεύει το πιο ενεργό από νεοτεκτονική άποψη τμήμα και χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων ρηξιγενών ζωνών ίδιας NW-SE διεύθυνσης, που διατάσσονται κλιμακωτά δημιουργώντας το βύθισμα και τις απότομες ακτές του Νότιου Ευβοϊκού μέσα από μια απότομη μορφολογικά ζώνη, όπου από το υψόμετρο των 650 m περίπου πέφτουμε απότομα στο επίπεδο της θάλασσας. Η ζώνη αυτή αποτελεί συνέχεια των αντίστοιχων ρηξιγενών ζωνών Μαλακάσσας - Ωρωπού και Αγίων Αποστόλων που αναπτύσσονται δυτικότερα και έχουν περιγραφεί παλαιότερα από τους ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α (1988a).

Τα γενικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η ζώνη αυτή είναι τα ακόλουθα (Εικόνα Α.3-1): Οι μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες έχουν διεύθυνση NW-SE, διατάσσονται παράλληλα με την ακτογραμμή του Ν. Ευβοϊκού, αλλά και τις υποθαλάσσιες ζώνες, που έχουν εντοπισθεί από τους ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α. (1989). Γενικά παρατηρείται μια μεταβολή κατά μήκος της διεύθυνσης αυτής, με τις περισσότερο έντονες μορφές να εμφανίζονται προς την περιοχή των Αγίων Αποστόλων και τις πιο ήπιες προς την περιοχή της Αγίας Μαρίας. Η κλίση των ρηξιγενών επιφανειών παρουσιάζει συνήθως φορά προς τα NE δημιουργώντας μια σταδιακή κλιμακωτή καταβύθιση προς τα NE, δηλαδή προς την πλευρά του Ν. Ευβοϊκού κόλπου. Η κατάσταση αυτή επικρατεί κυρίως από το κεντρικό τμήμα της ζώνης μέχρι την Αγία Μαρίνα, ενώ αντίθετα δυτικότερα προς τους Αγίους Αποστόλους παρατηρούνται και ρηξιγενείς ζώνες με φορά κλίσης προς τα SW με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διαδοχικές μορφές από τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα, όπως χαρακτηριστικά μπορεί να παρακολουθήσει κανείς στην ευρύτερη περιοχή Κακοτοπιάς - Μαυροκορυφής. Μικρότερα ρήγματα, είτε ίδιας

διεύθυνσης είτε NE-SW, αναπτύσσονται ανάμεσα στις μεγαλύτερες ζώνες τεμαχίζοντας την περιοχή σε ακόμη μικρότερα ρηξιτεμάχια.

Μια αντίστοιχης περίπου διεύθυνσης υποθαλάσσια ρηξιγενής ζώνη (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ κ.α 1989), που συνεχίζει σε μικρή απόσταση και προς την πλευρά της ξηράς, τέμνει την παραλιακή ζώνη στην περιοχή του δάσους του Σχινιά μεταθέτοντας για μερικά μέτρα την ακτογραμμή (Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003)

Τα NW-SE διεύθυνσης ρήγματα συνήθως παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά των λιστρωτών ρηγμάτων, ενώ οι ρηξιγενείς επιφάνειες και οι μορφολογικές ασυνέχειες είναι πιο καλά εκπεφρασμένες, όταν στους λιθολογικούς τύπους συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό και μάρμαρα σε αντίθεση με την περίπτωση, όπου επικρατούν οι σχιστόλιθοι, όπου η συνέχεια των ρηξιγενών ζωνών εντοπίζεται κυρίως από τις αεροφωτογραφίες.

Οι μεταβολές, που προκαλούνται στα παλαιότερα τεκτονικά στοιχεία του πτυχωσιγενούς ιστού είναι πολύ έντονες με αποτέλεσμα να επικρατεί μία χαοτική κατάσταση όπου είναι πολύ δύσκολο να παρακολουθήσει κανείς τη συνέχεια των λιθοστρωματογραφικών οριζόντων εκατέρωθεν των ρηξιγενών ζωνών, ενώ η γεωμετρία των μικρής και μεγάλης κλίμακας πτυχών δεν παρουσιάζει σε καμία περίπτωση την κανονικότητα του κεντρικού και νοτίου τμήματος.

Τα υδρογραφικά δίκτυα των επί μέρους λεκανών χαρακτηρίζονται:

- (i) από ασύμμετρη ανάπτυξη των κλάδων τους,
- ii) από απότομες αλλαγές στη διεύθυνση των κλάδων,
- iii) από επιλεγμένες κατευθύνσεις κλάδων σε ορισμένες μόνο διευθύνσεις,
- (iv) από υπέρμετρη ανάπτυξη συγκεκριμένων κλάδων και
- (v) συμβολή σε συγκεκριμένα σημεία ή ζώνες περισσότερων παραποτάμων.

Όλα τα παραπάνω φανερώνουν έντονη επίδραση από τη νεοτεκτονική ρηξιγενή δραστηριότητα, που συνοδεύεται, όπως φαίνεται και από τις παρατηρούμενες ασυμμετρίες, με ταυτόχρονη περιστροφή των επί μέρους ρηξιτεμαχών τόσο περί οριζόντιο άξονα NW-SE διεύθυνσης και φοράς κυρίως προς τα NW και σπανιότερα προς NE, όσο και περί κατακόρυφο άξονα με δεξιόστροφη ως επί το πλείστον περιστροφή, που πρέπει εν μέρει να συνδέεται και με την αρχική οριζόντια ολίσθηση. Η έντονη κατά βάθος διάβρωση αναπτύσσεται συνήθως στις απότομες κλιτύς προς την πλευρά του ανερχόμενου ρηξιτεμάχους, με ανάπτυξη εγκάρσια προς τις ρηξιγενείς ζώνες και τις έντονες μορφολογικές

αουνέχειες. Οι επιφάνειες επιπέδωσης παρουσιάζουν μια σταδιακή μείωση του υψομέτρου τους, όσο προχωράμε προς την πλευρά του Ευβοϊκού, φανερώνοντας και αυτές την κλιμακωτή καταβύθιση, αφού συνήθως αντιπροσωπεύουν τα υψηλότερα σημεία των επί μέρους ρηξιτεμαχών, που οριοθετούνται από τα ρήγματα. Σε αντίθεση με το κεντρικό τμήμα της περιοχής οι παραπάνω επιφάνειες δεν παρουσιάζονται οριζόντιες, αλλά κεκλιμένες με κλίση συνήθως προς τα SW και σπανιότερα προς τα NE, φανερώνοντας έτσι και αυτές αντίστοιχη προς SW ή NE περιστροφή των επί μέρους ρηξιτεμαχών περί οριζόντιο άξονα NW-SE διεύθυνσης.

Η "Λογική" αυτή με τις κλιμακωτές κεκλιμένες επιφάνειες σταματάει περίπου στο ύψος της περιοχής βόρεια από το Μικροχώρι, το Βαρνάβα και το Γραμματικό, όπου εμφανίζεται μια μεγάλης έκτασης επιφάνεια επιπέδωσης με πολύ μικρή κλίση προς τα SSW. Η επιφάνεια αυτή δεσπόζει στην τοπική διαμόρφωση του αναγλύφου της περιοχής, και νότια από αυτή μεταβάλλονται τα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά παίρνοντας την ήπια μορφή, που περιγράψαμε για το κεντρικό τμήμα. Η περιοχή αυτή αντιπροσωπεύει στην ουσία τη μεταβατική ζώνη, που οριοθετεί το βόρειο νεοτεκτονικά ενεργό τμήμα της περιοχής μελέτης από το ανενεργό κεντρικό και νότιο. Η διαμόρφωση της νεοτεκτονικής μακροδομής παρουσιάζεται περισσότερο πολύπλοκη στην ευρύτερη περιοχή Καλάμου - Αγίων Αποστόλων, όπου διασταυρώνονται οι δύο κύριες ρηξιγενείς διευθύνσεις, NE-SW και NW-SE, όπως και τα αντίστοιχα διεύθυνσης τεκτονικά βυθίσματα της λεκάνης ανάμεσα στην Πάρνηθα και το Πεντελικό και του Ν. Ευβοϊκού αντίστοιχα (Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003).

Στην παραπάνω περιοχή παρουσιάζεται εντυπωσιακή η ανάπτυξη των τραβερτινωδών ασβεστόλιθων του "Σχηματισμού Καλάμου", οι οποίοι παρουσιάζονται κατατεμαχισμένοι από τα ρήγματα (βλπ. "Γεωλογικό Χάρτη") αποκτώντας δευτερογενείς κλίσεις, που μας υποδεικνύουν τις περιστροφές των επί μέρους ρηξιτεμαχών, με κινηματικά στοιχεία αντίστοιχα με αυτά που έχουν περιγραφεί μέχρι τώρα. Λεπτομερής χαρτογράφηση και μελέτη του παραπάνω σχηματισμού, κάτι το οποίο δεν αποτελεί βέβαια στόχο της παρούσας διατριβής, θα μας απεκάλυπτε πολύτιμα στοιχεία για την κινηματική και δυναμική εξέλιξη του νεοτεκτονικού ρηξιγενούς ιστού, που χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι παραπάνω δομές χαρακτηρίζουν και τη σημερινή τεκτονική δραστηριότητα στην περιοχή μελέτης, κάτω από την επίδραση του σύγχρονου εντατικού πεδίου, αποτελώντας ότι νεότερο γνωρίζουμε από άποψη ηλικίας τεκτονικών δομών, όπως φανερώνει άλλωστε και η σεισμική δραστηριότητα, που παρουσιάζουν, και η οποία χαρακτηρίζεται από τους σεισμούς, που λαμβάνουν χώρα στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη του Ωρωπού (Σ. ΛΟΖΙΟΣ, 2003).

Με βάση το παραπάνω και σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα,, είναι πολύ σημαντικό ότι τα ρήγματα και οι ρηξιγενείς ζώνες με διεύθυνση NW-SE αντιπροσωπεύουν τόσο παλαιές τεκτονικές δομές, που συνδέονται με τα τελευταία στάδια της πρώτης πτυχογόνου Dp μετα-μεταμορφικής φάσης (π.χ. περιοχή Πεντελικού), όσο και τις νεότερες σύγχρονες δομές, που συνεχίζουν, επαναδραστηριοποιούμενες σε τοπική βέβαια κλίμακα, να λειτουργούν μέχρι σήμερα (νότιο περιθώριο Ν. Ευβοϊκού), οριοθετώντας έτσι τόσο παλαιά Μέσο(?) - Άνω Μειοκαινικά ιζήματα (π.χ. "Σχηματισμός Μαλακάσας" και "Καλάμου"), όσο και πολύ νεότερα (σύγχρονα ιζήματα Ν. Ευβοϊκού, ΠΕΡΙΣΣΟΡΑΤΗΣ κ.α. 1989).

A.4. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

A.4.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τμήμα της πεδιάδας του Μαραθώνα – Ν. Μάκρης που βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της Αττικής και τμήμα των χαμηλών λόφων της περιοχής Μαραθώνα- Κάτω Σουλίου- Γραμματικού. Η πεδινή αυτή έκταση είναι ανοικτή, στο νότιο τμήμα της, προς την θάλασσα και διαβρέχεται από τον όρμο του Μαραθώνα που αποτελεί τμήμα του Νότιου Ευβοϊκού Κόλπου.

Το μεγαλύτερο πλάτος της πεδινής έκτασης (περί τα 4 Km) συναντάται στο ανατολικό και κεντρικό τμήμα ενώ αντίστοιχα στο δυτικό τμήμα, περιοχή Ν.Μάκρης, ο ορεινός όγκος της Πεντέλης προσεγγίζει την ακτογραμμή δημιουργώντας μόνο μια στενή πεδινή περιοχή πλάτους 1,2-2 Km. Το ανάπτυγμα της πεδινής ζώνης οριοθετείται ανατολικά από την ακτογραμμή του όρμου του Μαραθώνα, ενώ στην δυτική πλευρά της ακολουθεί σχεδόν την υψομετρική γραμμή των 50 m.

Η πεδινή αυτή έκταση διαχωρίζεται στα τμήματα (Σ. Μαργώνη, 2006):

Πεδινό τμήμα πόλης Μαραθώνα. Εκτείνεται κατά μήκος της κοίτης του χειμάρρου Οινόης και διακρίνεται σε 2 υποτμήματα. Στο πρώτο, με διεύθυνση ΝΝΑ – ΒΒΔ, μήκος 2 Km και πλάτος 0,5 Km περίπου, αναπτύσσονται καλλιέργειες ανθοκομικών και κηπευτικών.

Ανάπτυγμα του κάμπου του Μαραθώνα. Το κυρίως ανάπτυγμα του κάμπου Μαραθώνα οριοθετείται νότια από την περιοχή Καμίνια, μετά την οποία αρχίζει η ανάπτυξη της ζώνης της Ν. Μάκρης, δυτικά – βορειοδυτικά από τις απολήξεις των λόφων Αγριλίκη, Κοτρώνη και Στράτη, Βορειοανατολικά από την αποστραγγιστική τάφρο των πηγών Κάτω Σουλίου και Ανατολικά από την παράκτια ζώνη του όρμου του Μαραθώνα. Ο κύριος άξονας της πεδιάδας έχει διεύθυνση ΝΔ- ΒΑ με μέσο μήκος 6 Km και μέσο πλάτος 3 Km περίπου. Στο κεντρικό της τμήμα η πεδιάδα διασχίζεται από την κοίτη του χειμάρρου Οινόης και ειδικότερα από το καινούργιο ρέμα, που αποτελεί την σημερινή κοίτη του και το Σεχρή ρέμα, που είναι η παλιά και ανενεργή πλέον κοίτη του χειμάρρου. Κατά το μέγιστο τμήμα της η πεδιάδα αναπτύσσεται σε υψόμετρα από 0,5-1 m έως 15-18 m.

Τα τελευταία χρόνια σημαντικές εκτάσεις της πεδιάδας έχουν οικοπεδοποιηθεί, κυρίως με οικιστική ανάπτυξη παραθεριστικών κατοικιών και τουριστικών εκμεταλλεύσεων, ιδιαίτερα στις περιοχές Τύμβου Μαραθώνα, Αγίου Παντελεήμονα και όλης της παράκτιας ζώνης. Στο υπόλοιπο τμήμα της πεδιάδας αναπτύσσονται αγροτικές εκμεταλλεύσεις με καλλιέργειες κηπευτικών και ανθοκομικών, είτε με την συμβατική μορφή είτε με μικρά θερμοκήπια.

Υγρότοπος Σχινιά. Αναπτύσσεται στο ΒΑ τμήμα της ευρύτερης περιοχής της πεδιάδας του Μαραθώνα.

Πεδινό τμήμα Κ. Σουλίου- Πάτημα. Αποτελεί το Β-ΒΑ άκρο της πεδιάδας του Μαραθώνα. Αναπτύσσεται με διεύθυνση Α-Δ και έχει μήκος 3,5 km περίπου και μέσο πλάτος 0,5 km. Οριοθετείται Νότια από τον δρόμο Μαραθώνα-Κάτω Σουλίου-Αγίου Μόδεστου και δυτικά, βόρεια και ανατολικά από τους λόφους Σταυροκοράκι, Λιγκοβούνι, Αγριλιά και Μεγάλη Κορυφή. Υψομετρικά οριοθετείται από την ισοϋψή γραμμή των 8 m νότια και περικλείεται από την ισοϋψή γραμμή των 50 m περίπου. Πρόκειται για την περιοχή, στην οποία τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί έντονες αγροτικές εκμεταλλεύσεις αποτελούμενες κυρίως από μικρές έως πολύ μεγάλες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις καλλιέργειας κηπευτικών και ανθοκομικών ειδών.

Η πεδινή έκταση προς τα Νοτιοδυτικά περιβάλλεται από το Πεντελικό όρος (1108 m) ενώ προς τα Βόρεια και Ανατολικά από τα χαμηλά βουνά (650 m) της περιοχής Βαρνάβα-Γραμματικού.

Έντονο ανάγλυφο παρουσιάζει η περίμετρος της πεδινής έκτασης που χαρακτηρίζεται τόσο από την παρουσία του Πεντελικού όρους στο Νότιο Δυτικό τμήμα, όσο και από την παρουσία των υψηλών λόφων του Βορείου και Ανατολικού τμήματος που απότομα καταλήγουν στην θάλασσα διαμορφώνοντας απότομες και βραχώδεις ακτές σε αντίθεση με τις αμμώδεις ακτές, που συναντώνται στην περιοχή Σχινιά -Ν. Μάκρης. Η ανάπτυξη των μικρών αποστρογγυλοποιημένων λόφων στην περιοχή είναι χαρακτηριστική μορφολογία που αναπτύσσεται από την διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων (καρστικοποίηση).

Στην λοφώδη-ημιορεινή αυτή περιοχή διακρίνονται:

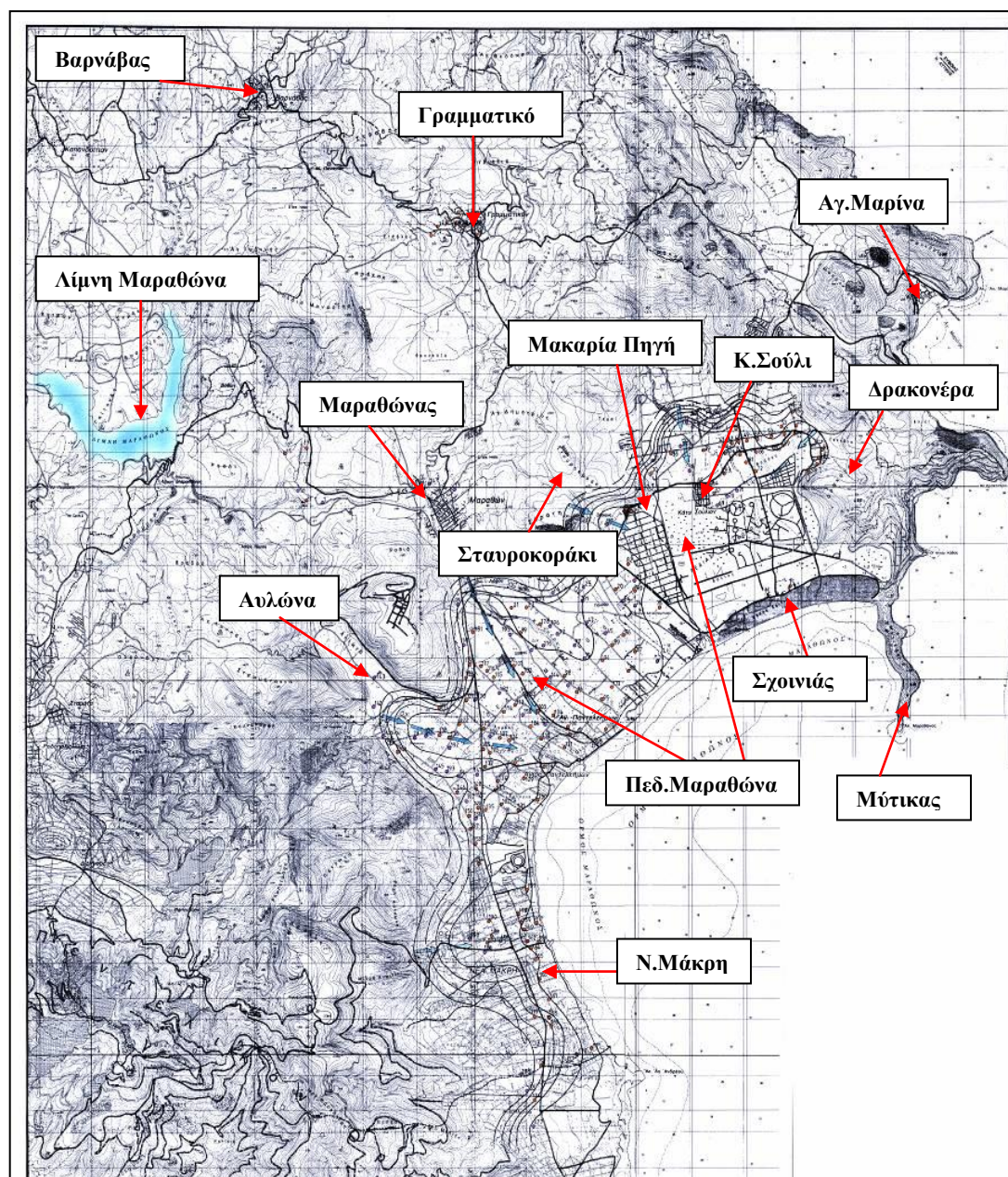
Το βορειοδυτικό τμήμα όπου παρατηρείται η κύρια ανάπτυξη της Ημιλοφώδους- Λοφώδους ζώνης. Αναπτύσσεται σε διεύθυνση ΑΔ και τα κυριότερα υψώματα που περιλαμβάνει είναι το Κοκκίνη (υψ.266 m), Σπιθάρη (υψ.232 m), Αγ.Δημήτριος (υψ. 332 m), Μεγάλη Κορυφή (υψ.264 m) και Καρούμπαλο (υψ.242 m). Τα πρηνή γενικά παρουσιάζουν μέτριες κλίσεις ($13^{\circ} - 19^{\circ}$), εκτός ορισμένων περιπτώσεων που είναι απότομα και βραχώδη, όπως στην Νότια πλευρά του λόφου Στράτη.

Το βόρειο τμήμα που περιλαμβάνει την ημιορεινή ζώνη, Δ-Β-Α, σχεδόν περιμετρικά του Γραμματικού. Τα κυριότερα υψώματα είναι το Παλαιό Μοναστήρι (υψ. 424m), ο Βράχος (υψ.427 m) η Μέγα Παναγιά (υψ.518 m), ο Στραβαετός (υψ.591 m) και ο Αγ.Θεόδωρος (υψ.489 m). Οι κλίσεις των πρηνών είναι γενικά μέτριες ($16^{\circ} - 22^{\circ}$), ενώ βραχώδη και απότομα πρηνή καταγράφονται στην θέση Βράχος (52°).

Ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής του έλους Σχινιά είναι όσο η ύπαρξη της μικρής χερσονήσου Κυνοσούρα ή του Μύτικα με 3 μικρές κορυφές μεγίστου ύψους 92 m, στο ανατολικό όριο της πεδινής έκτασης, όσο και η ανάπτυξη παράλληλα προς την ακτή, παράκτιων αμμιολόφων μήκους περί τα 3 km αι πλάτους περί τα 450 m όπου και

αναπτύσσεται το προστατευόμενο δάσος της Κουκουναριάς και της Χαλέπιας Πεύκης.

Στο ανατολικό επίσης εσωτερικό τμήμα των λόφων συναντώνται αρνητικά υψόμετρα όπου και αναπτύσσεται περιοδικά η μικρή υφάλμυρη λίμνη Στόλμη. Η πεδινή περιοχή του παλαιού έλους περιβάλλεται από τα μεν ανατολικά από τους λόφους της Δρακονέρας με κορυφές το Καρούμπαλο (υψ.242 m) και τις μικρότερες Πούντα, Μεγάλη Κορυφή και Μαυροκορφή. Προς τα βόρεια και βορειδυτικά αναπτύσσονται επίσης οι λόφοι Σταυροκοράκι, Στρατή, Τεροκορυφή υψομέτρου 300-330 m. Προς τα δυτικά συνεχίζεται η πεδινή περιοχή της πεδιάδας του Μαραθώνα με χαμηλά υψόμετρα.



Εικόνα Α.4.1: Τοπογραφικός χάρτης περιοχής μελέτης.

Στην ευρύτερη περιοχή το κύριο ρέμα είναι αυτό του Μαραθώνα (Σέχρη ή Οινόης) που αποστραγγίζει την ευρύτερη έκταση. Μετά την κατασκευή του φράγματος Μαραθώνα το 1925 άλλαξε ριζικά το υδρολογικό καθεστώς της περιοχής, που είχε ως αποτέλεσμα τον έντονο περιορισμό της τροφοδοσίας της προσχωματικής υδροφορίας από νερά της απορροής.

Ο χειμάρρος Οινόης αποτελεί επέκταση προς τα κατάντη του χειμάρρου Χαράνδρου, η κοίτη

του οποίου διακόπηκε το 1925 σε θέση 5 Km περίπου δυτικά του φράγματος της λίμνης του Μαραθώνα. Το κατάντη του φράγματος υδατόρευμα είναι ξηρό, αρχίζει από μηδενική λεκάνη και αποτελεί μια μικρή απόφυση μήκους 0,1km σε ένα από τα κύρια υδατορεύματα της Οινόης, το Πετρώρεμα. Ο χείμαρρος Οινόης στη θέση της διασταυρώσεως Λεωφόρου Μαραθώνα με την Οδό Κάτω Σουλίου, έχει λεκάνη απορροής 64 Km² ενώ μέχρι την θάλασσα 71,3 Km². Η εκβολή στην θάλασσα γίνεται από δυο υδατορεύματα, το Σέχρι μήκος 2,8 Km που διασχίζει την πεδιάδα του Μαραθώνα και κατέληγε 500 m περίπου ΒΑ του Αγ. Παντελεήμονα και το καινούριο ρέμα το οποίο διακλαδίζεται και ακολουθεί κατεύθυνση σχεδόν παράλληλη εκβάλουν δε 700 m περίπου ΒΑ του Σέχρι.

Το Καινούργιο Ρέμα διάνοιξε «πρόσφατα» την κοιτή του μέσα στο αλλουβιακό ριπίδιο του χειμάρρου. Στο 4^ο Km από την εκβολή, ο χείμαρρος διέρχεται την οδό προς Κ. Σούλι και επί 1,7Km έχει ενιαία κοίτη παράλληλη προς την λεωφόρο Μαραθώνος. Στο 5,7^ο Km από την εκβολή, συμβάλλει από Βορά ο χείμαρρος Γραμματικού με δυο κύριους κλάδους, το χείμαρρο Αγίας Τριάδος Ανατολικά και το χείμαρρο Στραβαετού Δυτικά. Ο χείμαρρος Γραμματικού έχει λεκάνη απορροής 49,5 Km².

Η ευρύτερη περιοχή του Σχοινιά πριν το 1923 ήταν ένα έλος που είχε δημιουργηθεί από την τροφοδοσία με νερά κυρίως την Μακαρίας Πηγής, που εμφανίζεται και σήμερα στο βορειοδυτικό πεδινό τμήμα, σε συνδυασμό με τα πολύ μικρά υψόμετρα της πεδινής περιοχής και την ύπαρξη παράκτιου φραγμού από τις αμμοθίνες της παραθαλάσσιας έκτασης.

Στο χώρο ανάπτυξης των αμμοθινών παλιότερα γινόταν αμμοληψία για τις οικοδομικές ανάγκες των Αθηνών. Η αμμοληψία αυτή έχει περιορίσει τον όγκο των αμμοθινών και τοπικά έχει δημιουργήσει περιοχές με αρνητικά υψόμετρα (ανατολικό τμήμα δάσους), όπως επίσης και απόκαλυψη του κύριου ριζικού συστήματος των πεύκων και της κουκουναριάς.

Στο ανατολικό τμήμα η μικρή πηγή Δρακονέρας τροφοδοτούσε επίσης το έλος. Το 1923 με σκοπό την απόδοση καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε ακτήμονες κατασκευάστηκε το κύριο αποχετευτικό- αποστραγγιστικό κανάλι που απάγει τα νερά της Μακαρίας πηγής προς την θάλασσα και ήταν η κύρια αιτία αποστράγγισης του έργου εξαιτίας της διακοπής επιφανειακής σταθερής τροφοδοσίας με νερό. Υπάρχει επίσης, στο βόρειο τμήμα του υγροβιότοπου το ρέμα Μυρτιάς μήκους περί τα 4Km που δε καταλήγει στη θάλασσα αλλά εκβάλλει στην πεδινή έκταση του Σχινιά και τροφοδοτούσε παλιότερα το έλος με επιφανειακό νερό και θρεπτικά συστατικά.

Οι απορροές του ρέματος Μυρτιάς μετά την κατασκευή αναχώματος στις αρχές του αιώνα στο βόρειο τμήμα της πεδινής έκτασης απάγονται περιμετρικά προς τη θάλασσα χωρίς να διοχετεύονται πλέον στο παλιό έλος.

Η περιοχή του έλους Σχοινιά, με βάση μελέτες παλαιογεωγραφικής εξέλιξης, αποτελούσε τα τελευταία 5000 χρόνια ένα περιβάλλον αβαθούς λιμνοθάλασσας, που κατά περιόδους εναλλασσόταν με ελώδεις- τεναγώδεις περιβάλλον με θαλάσσια επίδραση. Η θαλάσσια αυτή επίδραση παρουσιάζεται σήμερα κατά θέσεις εντός του έλους με χαρακτηριστικές υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων.

Στην συνέχεια και μέχρι σήμερα η περιοχή δέχτηκε και δέχεται ισχυρές οικιστικές πιέσεις (αεροδρόμιο, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, οικισμοί κτλ.). Στη θέση των στρατιωτικών εγκαταστάσεων και αεροδρομίου έχει κατασκευαστεί το Ολυμπιακό Κέντρο κωπηλασίας – κανό – καγιάκ. Έχει κατασκευαστεί ανοικτός αγωγός από τη Μακαρία πηγή μέχρι το κωπηλατοδρόμιο, ο οποίος συνεχώς τροφοδοτεί το Ολυμπιακό κέντρο κωπηλασίας από την ανάντη πλευρά του. Στα κατόντη του κωπηλατοδρομίου υπάρχει υπερχειλιστής, οποίος διατηρεί σταθερή στάθμη στην τεχνητή λίμνη και διοχετεύει το νερό υπερχειλίσσης στον υγροβιότοπο.

B ΜΕΡΟΣ

B.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

B.2 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΑΚΤΩΝ

B.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

B.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Ο πρώτος ορισμός του όρου προτάθηκε από τον Terzaghi (1950), σύμφωνα με τον οποίον η κατολίσθηση αποτελεί μια γρήγορη κίνηση μάζας πετρώματος, υπολειμματικού εδάφους ή ιζήματος ενός πρανούς, της οποίας το κέντρο βάρους μετακινείται προς τα κάτω και προς τα έξω. Ακολούθως, οι Zaruba και Mencl (1969) όρισαν την κατολίσθηση σαν μια γρήγορη κίνηση πετρωμάτων που οφείλεται στην ολίσθηση ενός τμήματος πρανούς, το οποίο διαχωρίζεται από το υπόλοιπο σταθερό τμήμα με μια καλά καθορισμένη επιφάνεια.

Στη συνέχεια, ο Coates (1977) καθιέρωσε συγκεκριμένες προϋποθέσεις για την ταξινόμηση μιας εδαφικής μάζας στις κατολισθήσεις. Αυτές ήταν οι εξής:

- ☐ Η βαρύτητα είναι η δύναμη που κατέχει πρωτεύοντα ρόλο.
- ☐ Η ταχύτητα της κίνησης πρέπει να είναι σχετικά μεγάλη.
- ☐ Η κίνηση μπορεί να εκδηλώνεται με διάφορες μορφές (πτώση, ολίσθηση ή ροή).
- ☐ Η ζώνη ή το επίπεδο της κίνησης δεν ταυτίζεται με γεωλογικό ρήγμα.
- ☐ Η κίνηση πρέπει να γίνεται προς τα κάτω και προς τα έξω με τη δημιουργία ελεύθερης επιφάνειας.
- ☐ Το μετακινούμενο υλικό έχει καθορισμένα όρια και αποτελεί συνήθως περιορισμένο τμήμα μιας ορεινής ή λοφώδους έκτασης.
- ☐ Το μετακινούμενο υλικό περιλαμβάνει μέρος του μανδύα αποσάθρωσης των πετρωμάτων ή μέρος του μητρικού πετρώματος ή και τα δύο.

Τέλος, ο Varnes (1978) χρησιμοποίησε τον όρο μετακίνηση μαζών στον οποίον περιλαμβάνει κάθε μετακίνηση τμήματος πρανούς που οφείλεται σε ολίσθηση, πτώση ανατροπή, ροή και ερπυσμό και διαχώρισε από την έννοια της κατολίσθησης την καθίζηση και την κατάρρευση.

Ο ορισμός του Varnes είναι αυτός που έχει επικρατήσει από το 1978 έως στις μέρες μας.

Συνεπώς, σήμερα, με την ευρύτερη έννοια του όρου, κατολίσθηση είναι κάθε αλλαγή της επιφάνειας μιας κλιτύς (μεγάλη ή μικρή) που συνοδεύεται με μετακίνηση υλικού και με αργή ή απότομη ρήξη (ή όχι) της συνέχειας της (Παυλόπουλος, 2008) . Αποτελεί ένα γεωλογικό φαινόμενο που περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα μετακινήσεων της μάζας του εδάφους, όπως πτώσεις, ολισθήσεις, ανατροπές και ροές οι οποίες μπορούν να κάνουν την εμφάνισή τους σε ξηρά, παράκτια και υγρά περιβάλλοντα (θάλασσες, λίμνες και ταμιευτήρες). Αν η εδαφική ή βραχώδης μάζα κινηθεί μόνο προς την κατακόρυφη διεύθυνση, το φαινόμενο δεν ονομάζεται κατολίσθηση αλλά καθίζηση, κατάρρευση ή κατάπτωση.

Αν υπάρχει κίνηση και κατά την οριζόντια διεύθυνση, τότε χρησιμοποιείται ο γενικός όρος κατολίσθησης.

B.1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Η ταξινόμηση κατολίσθησεων, σε αντίθεση με άλλα φυσικά φαινόμενα, θεωρείται ένα αρκετά δύσκολο έργο εξαιτίας του γεγονότος ότι οι κατολίσθησεις δεν αποτελούν τέλεια επαναλαμβανόμενα φαινόμενα και συνήθως χαρακτηρίζονται από διαφορετικές αιτίες, μετακινήσεις, μορφολογία και γενικά συμμετοχή διαφορετικών υλικών. Γι' αυτό τον λόγο, κατά καιρούς, διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι έχουν προτείνει και αναπτύξει έναν σχετικά μεγάλο αριθμό ταξινομήσεων για την περιγραφή των κατολίσθησεων, οι οποίες στηρίζονται σε ποικίλα κριτήρια με αποτέλεσμα την ύπαρξη πολλών διαφοροποιημένων συστημάτων ταξινόμησης. Μερικά από τα κυριότερα κριτήρια είναι (Cruden and Varnes, 1996):

α) Ο τύπος της μετακίνησης. Αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο, παρά τις αβεβαιότητες που μπορούν να προκύψουν λόγω της εκδήλωσης συχνά σύνθετων μετακινήσεων. Οι κυριότεροι τύποι είναι οι πτώσεις, οι ολισθήσεις και οι ροές αλλά συνήθως σ' αυτά προστίθενται και οι ανατροπές, οι πλευρικές διαδόσεις και οι σύνθετες μετακινήσεις.

β) Το είδος του μετακινούμενου υλικού. Οι βράχοι, οι γαίες και τα κορήματα είναι οι όροι που χρησιμοποιούνται ευρέως για να διαχωρίσουν τα υλικά που περιλαμβάνονται σε μια κατολίσθηση. Για παράδειγμα, η διάκριση μεταξύ των γαιών και των κορημάτων πραγματοποιείται συνήθως με τη σύγκριση του ποσοστού των σωματιδίων του υλικού που έχουν μέγεθος χονδροειδούς κόκκου. Δηλαδή, εάν το ποσοστό των σωματιδίων με διάμετρο μεγαλύτερη των 2 χιλιοστών είναι μικρότερο από 20%, τότε το υλικό της κατολίσθησης ορίζεται ως γαία. Στην αντίθετη περίπτωση ορίζεται ως κορήματα.

γ) Η δραστηριότητα της κατολίσθησης. Η ταξινόμηση μιας κατολίσθησης ανάλογα με τη δραστηριότητά της είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την αξιολόγηση των μελλοντικών γεγονότων και προτάθηκε από την Ομάδα Εργασίας της UNESCO για την Παγκόσμια Καταγραφή των Κατολίσθησεων (UNESCO Working Party on World Landslide Inventory ή WP /WLI) το 1993 (αναλυτικότερη αναφορά στη συνέχεια). Οι συστάσεις της WP /WLI ορίζουν την έννοια της δραστηριότητας σε σχέση με τις χωρικές και χρονικές συνθήκες, καθορίζοντας την κατάσταση, την κατανομή και την μορφή μιας κατολίσθησης. Ο πρώτος όρος, η κατάσταση της δραστηριότητας των κατολίσθησεων, παρουσιάζει τις πληροφορίες σχετικά με τον χρόνο στον οποίο πραγματοποιήθηκε η μετακίνηση, επιτρέποντας τη διάθεση των πληροφοριών για τη μελλοντική εξέλιξη του φαινομένου

δ) Η ταχύτητα της κατολίσθησης. Η ταχύτητα της κατολίσθησης είναι μια παράμετρος που σχετίζεται άμεσα με τις επιπτώσεις που έχει μια κατολίσθηση σε ανθρώπινες ζωές, βλάβες κτιρίων και τεχνικών έργων, κ.ά. Η πρώτη ταξινόμηση των κατολισθήσεων ανάλογα με την ταχύτητας τους προτάθηκε από τον Varnes (1978).

ε) Η ηλικία της κατολίσθησης. Ο προσδιορισμός της ηλικίας της κατολίσθησης αποτελεί σημαντικό θέμα για την αποτίμηση του κινδύνου καθώς επιτρέπει τη συσχέτιση της εκδήλωσης μιας κατολίσθησης με συγκεκριμένες φυσικές συνθήκες, όπως οι σεισμοί και οι έντονες βροχοπτώσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι είναι πολύ πιθανό, φαινόμενα κατολισθήσεων που συνέβησαν σε παρελθοντικούς γεωλογικούς χρόνους κάτω από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες, να μην είναι πλέον ενεργά (π.χ. σε μερικές αλπικές περιοχές οι κατολισθήσεις της πλειστοκαινής ηλικίας συνδέονται με συγκεκριμένες τεκτονικές, γεωμορφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες).

στ) Η γεωλογία. Αποτελεί σημαντικό παράγοντα της μορφολογικής εξέλιξης μιας κλιτύς (π.χ. η παρουσία ρηγμάτων).

ζ) Η μορφολογία. Δεδομένου ότι το μετατοπισμένο υλικό μιας κατολίσθησης είναι ένας γεωλογικό όγκος με μια «κρυμμένη πλευρά», τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι εξαιρετικά σημαντικά για την ανασυγκρότηση του τεχνικού μοντέλου αξιολόγησης του.

η) Το κλίμα. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία για το κλίμα που επικρατεί κατά την εκδήλωση του φαινομένου της κατολίσθησης καθώς είναι δυνατόν, παρόμοιες γεωλογικές συνθήκες, κάτω από διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, να οδηγήσουν σε τελείως διαφορετική μορφολογική εξέλιξη.

θ) Η γεωγραφική θέση της κατολίσθησης. Το κριτήριο αυτό περιγράφει, γενικά, τη θέση των κατολισθήσεων σε μια περιοχή. Έτσι, μερικοί συντάκτες εργασιών, που ασχολούνται με το συγκεκριμένο φαινόμενο, έχουν προσδιορίσει τις «αλπικές κατολισθήσεις», τις «πεδινές κατολισθήσεις», τις «λοφώδεις κατολισθήσεις», κ.ά.

Τα πρώτα συστήματα ταξινόμησης των κατολισθήσεων προτάθηκαν από τον Sharpe (1938) και τον Varnes (1958) βασισμένα στον τύπο και την ταχύτητα της μετακίνησης, στο είδος του υλικού και στην περιεχόμενη σ' αυτό υγρασία, καθώς και από τον Hutchinson (1968)⁵ ο οποίος προσέγγισε το θέμα της ταξινόμησης από μια πιο μηχανική πλευρά. Στη συνέχεια, ο Crozier (1973) ταξινόμησε τις κατολισθήσεις με βάση τον τύπο της μετακίνησης και την μορφολογία, ενώ οι Zaruba και Mencl (1976) διέκριναν τέσσερις κύριες κατηγορίες μετακινήσεων λαμβάνοντας υπόψη τους τις ιδιαίτερες γεωλογικές συνθήκες των χωρών τους.

Επιπλέον, Coates (1977) πρότεινε την ταξινόμηση των κατολισθήσεων ανάλογα με τον τύπο της μετακίνησης και το είδος του μετακινούμενου υλικού. Παρόλα αυτά, οι σημαντικότερες ταξινομήσεις που εμφανίζονται πιο συχνά στη βιβλιογραφία σήμερα, είναι αυτές που προτάθηκαν από τον Varnes (1978) κυρίως, και από τον Hutchinson (1988).

Τα χαρακτηριστικά (Varnes 1978, IAEG 1990) και η ταξινόμηση (Varnes 1978) των κατολισθήσεων που αναφέρονται παραπάνω, έχουν αποκτήσει «επίσημο χαρακτήρα» εδώ και μερικά χρόνια καθώς έγιναν αποδεκτά από την WP /WLI (την Ομάδα Εργασίας της UNESCO για την Παγκόσμια Καταγραφή των Κατολισθήσεων) η οποία, επιπλέον, τα καθιέρωσε ως τους καταλληλότερους όρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ερευνητές-συντάκτες εργασιών που ασχολούνται με το θέμα των κατολισθήσεων.

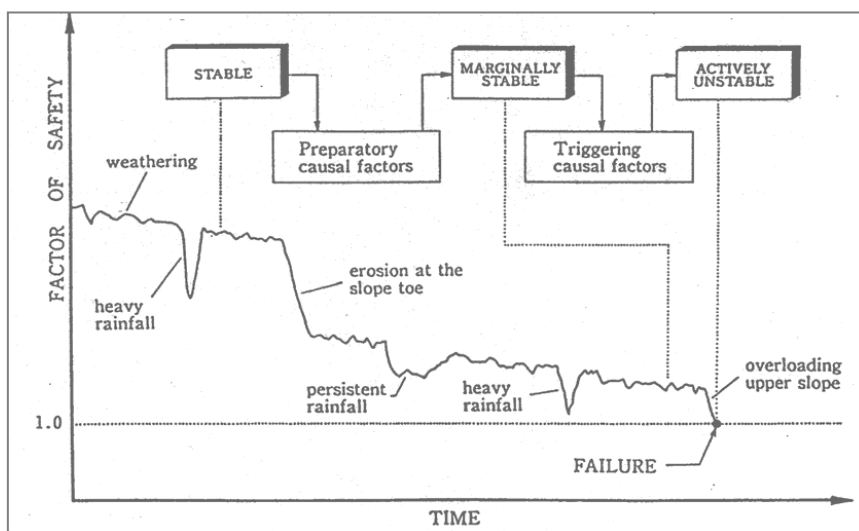
Η WP /WLI της UNESCO (ή UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) αποτελεί μια ομάδα εργασίας η οποία ουσιαστικά δημιουργήθηκε από διάφορες ενώσεις και επιτροπές σχετικές με το φαινόμενο των κατολισθήσεων, όπως η Επιτροπή Κατολισθήσεων και Άλλων Κινήσεων Μαζών της Διεθνής Ένωσης Τεχνικής Γεωλογίας και Περιβάλλοντος (IAEG), η Τεχνική Επιτροπή Κατολισθήσεων της Διεθνής Ένωση Εδαφομηχανικής και Θεμελιώσεων (ISSMFE) και οι Εθνικές Ομάδες της Διεθνής Ένωσης Βραχομηχανικής (ISRM). Αφορμή της δημιουργίας της στάθηκε το γεγονός ότι η δεκαετία 1990-2000 ανακηρύχθηκε από την UNESCO ως η "Διεθνής Δεκαετία για την Μείωση των Φυσικών Καταστροφών (Decade for Natural Disaster Reduction)".

Ωστόσο, η δραστηριοποίηση της επισήμως τοποθετείται από το 1988 όπου και πραγματοποιήθηκε το 5ο Διεθνές Συμπόσιο για τις Κατολισθήσεις στην Λοζάννη, ενώ το 1994 συνδέθηκε με τη Διεθνής Ένωση Γεωλογικών Επιστημών (IUGS) δημιουργώντας την Ομάδα Εργασίας της IUGS για τις Κατολισθήσεις (IUGS Working Group on Landslides ή WG /L). Σκοπός της WP /WLI είναι η δημιουργία μιας κοινής βάσης δεδομένων των κατολισθήσεων σε διεθνές επίπεδο μέσω ενός πρότυπου δελτίου απογραφής και μιας πρότυπης ορολογίας για την περιγραφή των φαινομένων αυτών. Για την ορολογία αυτή, μάλιστα, η WP /WLI εξέδωσε στο Συμπόσιο της Λοζάννης το "Γλωσσάριο των Κατολισθήσεων (Landslide Glossary)" το οποίο αργότερα μεταφράστηκε από την αγγλική γλώσσα και σε άλλες, όπως την γαλλική, την γερμανική, την ισπανική, την κινέζικη και την ρώσικη..

B.1.3 ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Αν και οι δυνάμεις της βαρύτητας είναι οι πρωταρχικές και κύριες κατευθυντήριες δυνάμεις για να εκδηλωθεί μια κατολίσθηση, το φαινόμενο αυτό προκαλείται από την συνδυασμένη δράση πολλών και διαφορετικών μεταξύ τους παραγόντων. Μερικοί απ' αυτούς επιδρούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ άλλοι επιδρούν περιοδικά και αποτελούν το έναυσμα για την εκδήλωση του φαινομένου.

Σύμφωνα με την WP /WLI της UNESCO (Ομάδα Εργασίας της UNESCO για την Παγκόσμια Καταγραφή των Κατολισθήσεων) , η χρήση του όρου "αίτια κατολισθήσεων" δεν είναι σωστή. Θεωρεί ότι περισσότερο ακριβής είναι η χρήση των όρων "συνθήκες και διεργασίες που οδηγούν στην αλλαγή της σταθερότητας του πρανούς". Για να γίνει ευκολότερα αντιληπτό αυτό, παρατίθεται παρακάτω η εικόνα B.1.1 η οποία δείχνει ένα παράδειγμα της μεταβολής του συντελεστή ασφάλειας ως συνάρτηση του χρόνου για ένα δεδομένο πρανές.



Εικόνα B.1.1: Παράδειγμα με τις μεταβολές του συντελεστή ασφάλειας σε σχέση με τον χρόνο (Πηγή: Popescu, 2002).

Παρατηρούμε ότι από άποψη σταθερότητας, το πρανές διέρχεται από τρία στάδια: **σταθερό (stable)**, το οποίο μπορεί και αντιστέκεται σε όλες τις δυνάμεις αποσταθεροποίησης, **οριακά σταθερό (marginally stable)**, που κάποια στιγμή αναμένεται η εκδήλωση αστάθειας από την επίδραση των δυνάμεων αποσταθεροποίησης και **ενεργά ασταθές (actively unstable)**, όπου οι δυνάμεις αποσταθεροποίησης προκαλούν συνεχείς ή περιοδικές μετακινήσεις.

Τα τρία στάδια σταθερότητας παρέχουν ένα χρήσιμο πλαίσιο για την κατανόηση των γενεσιουργών παραγόντων των κατολισθήσεων και την κατάταξη τους σε δύο ομάδες με βάση τη λειτουργία τους: **οι προκαταρκτικοί παράγοντες** (στα δύο πρώτα στάδια) οι οποίοι

καθιστούν το πρυνές ευάλωτο στην μετακίνηση (χωρίς αυτή να έχει ξεκινήσει) και τείνουν μ' αυτόν τον τρόπο να το οδηγήσουν σε μια οριακά σταθερή κατάσταση και **οι παράγοντες εναύσματος ή ενεργοποίησης** (στο τρίτο στάδιο) οι οποίοι προκαλούν την μετακίνηση. Αυτοί οι παράγοντες μεταβάλλουν την κατάσταση τους πρυνούς από μια οριακά σταθερή σε μια ενεργά ασταθής κατάσταση.

Ανάλογα με την προέλευση τους οι παράγοντες αυτοί ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες (Popescu, 2002):

- ❖ **Εδαφικές συνθήκες**, οι οποίες αναφέρονται στα γενικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών του εδάφους.
- ❖ **Γεωμορφολογικές διεργασίες**, που αναφέρονται στις μεταβολές της γεωμορφολογίας του εδάφους.
- ❖ **Φυσικές διεργασίες**, οι οποίες αναφέρονται στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον και μπορούν να υπολογισθούν με τη χρήση ειδικών οργάνων, όπως σεισμογράφοι, βροχόμετρα, κ.ά.
- ❖ **Ανθρωπογενείς διεργασίες**, που αφορούν τις επιδράσεις-παρεμβάσεις του ανθρώπου στην ευρύτερη περιοχή.

B.1.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Όπως όλοι οι φυσικοί κίνδυνοι, έτσι και οι κατολισθήσεις προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στην ευρύτερη περιοχή εκδήλωσης τους, επηρεάζοντας (αρνητικά) σε πολύ μεγάλο βαθμό τους διάφορους τομείς που την απαρτίζουν (κοινωνικός, οικονομικός, περιβαλλοντικός τομέας, κ.ά.). Πιο συγκεκριμένα, οι κυριότερες επιπτώσεις του φαινομένου των κατολισθήσεων είναι οι εξής:

- ⊗ Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και φθορές σε περιουσίες.
- ⊗ Απώλειες βιομηχανικών, αγροτικών και τουριστικών οικονομικών πόρων ως αποτέλεσμα των ζημιών στη γη, στις εγκαταστάσεις ή στο οδικό δίκτυο.
- ⊗ Μείωση της αγοραστικής αξίας της γης σε περιοχές που απειλούνται από κατολισθήσεις.
- ⊗ Απώλεια φορολογικών πόρων από υποτίμηση της αξίας ιδιοκτησιών λόγω κατολισθήσεων.
- ⊗ Μέτρα για την αποφυγή ή μείωση επιπρόσθετων ζημιών από κατολισθήσεις.

Υποβάθμιση της ποιότητας του νερού σε ρέματα και αρδευτικές εγκαταστάσεις στην ευρύτερη περιοχή.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

- ⊗ Μείωση της παραγωγικότητας και αποδοτικότητας ανθρώπων και ζώων λόγω τραυματισμού, θανάτου ή ψυχολογικών τραυμάτων.
- ⊗ Δευτερεύοντες επιδράσεις, όπως πλημμύρες οι οποίες πολλές φορές αποτελούν αποτέλεσμα των κατολισθήσεων.
- ⊗ Ανάγκη για σταθερό έδαφος, κατάλληλο για καλλιέργεια και ανέγερση κτιρίων.

B.2 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΑΚΤΩΝ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα των ακτών, ανάλογα με την πηγή προέλευσης τους, μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες. Η μια κατηγορία αφορά παράγοντες που είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας, οι ανθρωπογενείς παράγοντες και αυτοί που οφείλουν την ύπαρξή τους στην φύση, οι φυσικοί παράγοντες.

B.2.1 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι επιδράσεις του ανθρώπινου παράγοντα στο περιβάλλον παρόλο που είναι επιβεβλημένες για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των σύγχρονων κοινωνιών, δεν παύουν πολλές φορές να είναι ζημιογόνες για την διατήρηση του φυσικού τοπίου. Η καταγραφή των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην παραλιακή ζώνη Σχοινιάς-Νέα Μάκρη περιγράφεται αναλυτικά στο τελευταίο κεφάλαιο μαζί με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία υπαίθρου που πραγματοποιήθηκε στην εν λόγω περιοχή.

B.2.2 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι φυσικοί παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν την προέλαση ή τη διάβρωση της ακτής είναι οι παρακάτω:

1. Ο φυσικός ανεφοδιασμός σε ιζήματα (η αύξηση της παροχής οδηγεί σε προέλαση ενώ η μείωση σε διάβρωση)
2. Η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας (προκαλεί διάβρωση).
3. Μεγάλο ύψος κυμάτων από θύελλες ή εποχιακούς ανέμους (διάβρωση)
4. Κύματα μικρής κλίσης σε καλοκαιρινές περιόδους προκαλούν την προέλαση της ακτής.
5. Η ύπαρξη παράκτιων ρευμάτων προκαλεί διάβρωση.
6. Η ύπαρξη κολπίσκων δίπλα σε ακτές έχει διαβρωτική επίδραση.
7. Οι υψηλές παλίρροιες προκαλούν διάβρωση.
8. Άνεμοι μεγάλης έντασης προκαλούν διάβρωση.
9. Καθίζηση λόγω συμπίεσης των ιζημάτων και απομάκρυνση του νερού των πόρων.
10. Τεκτονικές κινήσεις (ανύψωση ή βύθιση της ακτής) προκαλούν προέλαση ή διάβρωση.

Πρωτίστης σημασίας για μια χώρα είναι να λάβει υπόψη της τις βιοφυσικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών που συντελούνται (υπερθέρμανση του πλανήτη, διάβρωση κλπ.), συμπεριλαμβανομένης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, για τη βελτίωση της διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. Το 1988, το IPCC, στην προσπάθεια της να συλλέξει πληροφορίες για τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές και να διαμορφώσει στρατηγικές αντιμετώπισης του προβλήματος, όρισε την τρωτότητα ως «το βαθμό στον οποίο το παράκτιο σύστημα επηρεάζεται από τους διάφορους παράγοντες κλιματικών αλλαγών». Η πρόβλεψη βέβαια της παράκτιας εξέλιξης δεν είναι απλή υπόθεση, καθώς αποτελεί τη συνισταμένη πολλών παραγόντων. Διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιήσει την ιστορική οπισθοχώρηση, τη στατική πλημμύρα, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τη διάβρωση των ακτών, κλπ.

B.2.3 ΑΝΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΛΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο B.2.2 ένας από τους φυσικούς παράγοντες που επηρεάζουν την τρωτότητα των ακτών αποτελεί και η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας. Η αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης καθώς και η μεταβολή των κυματικών συνθηκών οδηγούν την ακτογραμμή σε μια νέα ισορροπία καθορίζοντας έτσι το προφίλ της παραλιακής ζώνης.

Η εκδηλωμένη, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, κλιματική αλλαγή έχει αποδοθεί εάν όχι πλήρως, τουλάχιστον μερικώς, στην παρέμβαση του ανθρώπου στην σύνθεση της ατμόσφαιρας, μέσω της αυξημένης εκπομπής των λεγομένων αερίων του «θερμοκηπίου». Τα αέρια αυτά, με πρωτεύον το διοξείδιο του άνθρακα, παγιδεύουν τη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία στην ανώτερη ατμόσφαιρα, προκαλώντας έτσι αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, η οποία με τη σειρά της προκαλεί λιώσιμο των πάγων και αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξήθηκε λιγότερο από 1 βαθμό Κελσίου (0C) με την αύξηση κατά 0,4 0C να λαμβάνει χώρα μετά το 1960 (IPCC, 2007). Για την εκτίμηση της κύμανσης της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας κατά τον 21ο αιώνα (μέχρι το 2099), η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC: Intergovernmental Panel on

Climatic Change) έχει διαμορφώσει στην ειδική αναφορά της για διαφορετικά σενάρια εκπομπών (SRES: Special Report on Emissions Scenarios) των αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία συνοπτικά παραθέτονται στον Πίνακα Β.2.1. Τα σενάρια αυτά διαμορφώνονται με βάση διαφορετικές παραδοχές περί της χρήσης ενέργειας, αύξηση του πληθυσμού, οικονομική δραστηριότητα αλλά με την κοινή παραδοχή ότι δεν θα υπάρξει κοινή παγκόσμια συμφωνία για τη δραστική μείωση των εκπεμπόμενων αερίων που προκαλούν την κλιματική αλλαγή.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.2.1.

	Παγκόσμια Ολοκλήρωση (Global interaction) (1)	Περιοχικότητα (Regionalism) (2)
Οικονομία (Α)	A1B, A1FI, A1T	A2
Περιβάλλον (Β)	B1	B2

Στον πίνακα Β.2.1 αναφέρονται τα διαφορετικά σενάρια εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου χωρικά για παγκόσμια και περιοχική διάσταση και ανάλογα με την οικονομική ή περιβαλλοντική τους έμφαση, βάση των οποίων γίνονται οι προβλέψεις της κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2007).

Το σενάριο Α1 αναφέρεται σε μια πολύ γρήγορη παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη μέχρι το μέσον της εκατονταετίας (2050), μειούμενη ακολούθως. Η οικονομική ανάπτυξη θα είναι συγκλίνουσα και θα συνδυάζεται με αποτελεσματικότερες τεχνολογίες. Τα επιμέρους σενάρια (Α1Β, Α1F1 & Α1Τ) διαμορφώνονται με βάση το είδος (τις μορφές) της ενέργειας που αναμένεται θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι, το Α1Β (Balanced energy) προϋποθέτει ισορροπία στη χρήση μεταξύ των ορυκτών πρώτων υλών και των υπολοίπων πηγών ενέργειας, το Α1F1 (Fossil-fuel Intensive) υιοθετεί την αποκλειστική χρήση των ορυκτών πρώτων υλών (πετρέλαιο, κάρβουνο, φυσικό αέριο), ενώ το Α1Τ (high Tech-renewables) αναφέρεται στη χρήση νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σε βάρος των ορυκτών πρώτων υλών. Το σενάριο Α2, που είναι ανάλογο του Α1, αναφέρεται σε ένα απολύτως ετερογενή κόσμο, όπου η οικονομική και η τεχνολογική ανάπτυξη έχουν περισσότερο τοπικό (περιφερειακό) χαρακτήρα και μικρότερης έντασης από ότι στο παγκοσμιοποιημένο σενάριο Α1, ενώ συνεχίζεται η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού.

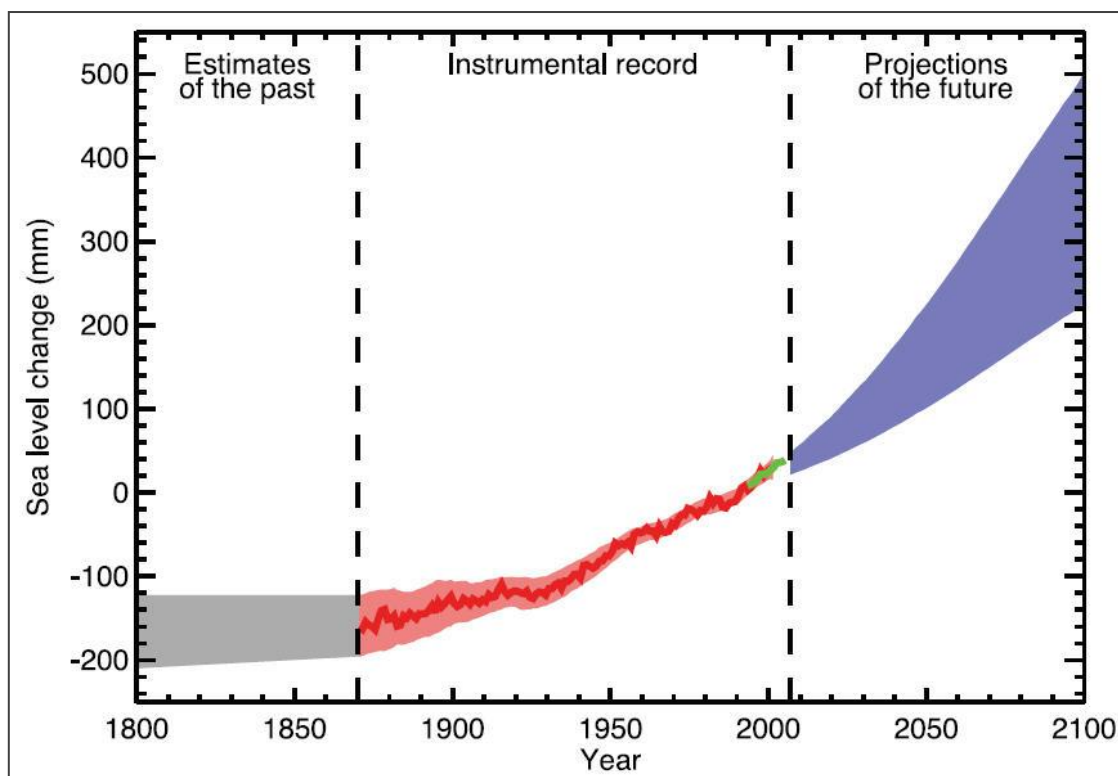
Το σενάριο Β1 αναφέρεται σε μια συγκλίνουσα παγκόσμια οικονομία, με έμφαση στη προστασία του περιβάλλοντος, όπου ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογη με αυτή του σεναρίου Α1, αλλά η οικονομία στρέφεται περισσότερο στην οικονομία της πληροφορίας και των υπηρεσιών, με παράλληλη μείωση της κατασκευαστικής βιομηχανίας και την αυξημένη εισαγωγή νέων καθαρών πηγών ενέργειας. Στο Β2 σενάριο, η έμφαση δίνεται σε περιφερειακές οικονομικές και κοινωνικές λύσεις, όπως και σε πολιτικές τοπικού χαρακτήρα για τη διατηρησιμότητα του περιβάλλοντος (sustainability) και τη κοινωνική ισότητα. Σύμφωνα με το σενάριο Β2 αναμένεται η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού να είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή του σεναρίου Α2, μια μέση οικονομική ανάπτυξη, με πιο αργούς ρυθμούς αλλά και περισσότερο αποκλίνουσα τεχνολογικά από ότι στα σενάρια Β1 και Α1.

Σύμφωνα λοιπόν με το πιο συντηρητικό σενάριο (Β1), η θερμοκρασία του αέρα θα αυξηθεί από 1.1 οC έως και 2.9 οC, ενώ με βάση το δυσμενέστερο σενάριο Α1F1, η αύξηση πιθανόν είναι 2.4-6.4 οC (Πίνακας Β.2.2). Αντίστοιχα, η προβλεπόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης για το 2090-2099, σε σχέση με αυτήν της περιόδου 1980-1999, σύμφωνα με το σενάριο Β1 αναμένεται να κυμανθεί μεταξύ 0.18 m και 0.38 m και για το Α1F1 σενάριο στα 0.26-0.59 m (Πίνακας Β.2.2 και Εικόνα Β.2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.2.2

	ΑΘ (°C)		Ανύψωση ΘΑ (m)
Σενάρια	Καλύτερη πρόβλεψη	Εύρος κύμανσης	Εύρος κύμανσης
A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59
A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43

Στον Πίνακα Β.2.2.αναφέρονται οι εκτιμήσεις για την αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας (ΑΘ) και της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (ΘΣ)για τη περίοδο 2090-99 σε σχέση με τη περίοδο 1980-99, για τα διαφορετικά σενάρια εκπομπών (SRES) των αερίων του θερμοκηπίου (IPCC, 2007).



Εικόνα Β.2.1: Γραφική περιγραφή της πορείας ανόδου της μέσης θαλάσσιας στάθμης από το 1800 μέχρι το 2100, βασισμένη σε μετρήσεις και προσομοιώσεις, για την περίοδο 1800-1870, με βάση μετρήσεις σταθμηγράφων και από το 1870 μέχρι σήμερα (γκρι σκιαγράφηση) σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των SRES σεναρίων (Bindoff et al., 2007).

Στον Πίνακα Β.2.3 δίνονται οι επιμέρους κλιματικές συνιστώσες του ρυθμού ανόδου της θαλάσσιας στάθμης (ΘΣ), όπως διαμορφώνονται στην αναφορά του IPCC το 2007, για τις περιόδους 1961-2003 και για τη πιο πρόσφατη περίοδο 1993-2003.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.2.3

	Ρυθμός αύξησης θαλάσσιας στάθμης (mm/year)	
	<u>1961-2003</u>	<u>1993-2003</u>
Θερμική διαστολή	0,42±0,12	1,60±0,50
Παγετώνες και παγετώδη καλύμματα	0,50±0,18	0,77±0,22
Παγετώδες κάλυμμα Γροιλανδίας	0,05±0,12	0,21±0,07
Παγετώδες κάλυμμα Ανταρκτικής	0,14±0,41	0,21±0,35
Σύνολο κλιματικών συνιστωσών	1,10±0,55	2,80±0,70
Παρατηρούμενος (ενόργανος)	1,80±0,50	3,10±0,70

Στον πίνακα Β.2.3 . φαίνονται οι επιμέρους κλιματικές συνιστώσες (σε mm) του ρυθμού μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης και οι αντίστοιχες τιμές από παρατηρήσεις για τις περιόδους 1961-2003 και 1993-2003 με βάση την αναφορά του IPCC το 2007 (Bindoff et al., 2007).

Όπως χαρακτηριστικά φαίνεται, ο ρυθμός ανόδου (ως σύνολο των επιμέρους κλιματικών συνιστωσών) έχει υπερδιπλασιαστεί για το πιο πρόσφατο διάστημα 1993-2003, σε σχέση με το διάστημα 1961-2003. Ακόμη προκύπτει ότι η συνεισφορά της κλιματικής συνιστώσας της θερμικής διαστολής σχεδόν τετραπλασιάζεται, ενώ σχεδόν διπλασιάζεται και η συνεισφορά από το λιώσιμο των πάγων κατά τη πιο πρόσφατη χρονική περίοδο 1993-2003. Με βάση μετρήσεις σταθμηγράφων (παλιρροιογράφων) μέχρι το 1993 και δορυφορικές μετρήσεις υψομετρίας (satellite altimetry) ο καταγεγραμμένος ρυθμός ανόδου της μέσης στάθμης της παγκόσμιας θάλασσας για μεν τη περίοδο 1961-1993 είναι της τάξης των $1,8 \pm 0,5$ mm/year, για δε τη δεκαετία 1993-2003 είναι σχεδόν διπλάσια όντας $3,1 \pm 0,7$ mm/year. Οι τιμές αυτές είναι λίγο μεγαλύτερες από τις τιμές ανόδου που αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή (Πίνακας Β.2.2.) Οι διαφορές αυτές αποδίδονται μερικώς στην ακρίβεια των ενόργανων μετρήσεων και της ομογενοποίησης των καταγραφών ιδίως για τη περίοδο πριν το 1993, ενώ

υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα για τις μετρήσεις της θερμικής διαστολής, καθώς δεν είναι διαθέσιμες για το σύνολο του παγκόσμιου ωκεανού, αλλά και για τη μέτρηση μείωσης των παγετωδών καλυμμάτων, ενώ διερευνώνται ακόμη και διαδραστικές σχέσεις μεταξύ των επιμέρους συνιστωσών αλλά και του ρόλου των ποτάμιων εισροών και της βροχόπτωσης, καθώς αναμένεται να έχει επηρεαστεί και ο υδρολογικός κύκλος από τη κλιματική αλλαγή. Μεταγενέστερες μελέτες της αναφοράς της διακυβερνητική επιτροπής (IPCC) (Φεβρουάριος του 2007) αναφέρουν ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης για το 2100, η οποία ξεπερνά το 1,5 m. Σύμφωνα λοιπόν με την ημι-εμπειρική σχέση μεταξύ της ανόδου της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και της αντίστοιχης της θαλάσσιας στάθμης του Rahmstorf (2007), προκύπτει ότι για κάθε 1 °C, ή άνοδος της ΘΣ είναι της τάξης των 10-30 cm. Έτσι, υιοθετώντας τις προβλέψεις των SRES σεναρίων (IPCC, 2007) για την ατμοσφαιρική θερμοκρασία (1,4-5,8 °C), η άνοδος της ΘΣ ανέρχεται σε 0,5-1,4 m. Ακόμη, δυσμενέστερη εξέλιξη προβλέπει η μελέτη των Pfeffer et al (2008) που έχει δημοσιευτεί στο περιοδικό Science, όπου θεωρεί μια πιθανή άνοδο μεταξύ 0,8 m και 2 m, υποστηρίζοντας ότι στην αναφορά του IPCC (2007) δεν έχει επιτυχώς προσομοιωθεί (modeled) η δυναμική εξέλιξη (η μείωση) των παγετώνων της Γροιλανδίας και Ανταρκτικής. Σε ανάλογο συμπέρασμα κατέληξε και η Διάγνωση της Κοπεγχάγης (The Copenhagen Diagnosis –των Richardson et al., 2009), στην οποία αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι, μόνο το λιώσιμο του θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική ζώνη το διάστημα 2007-2009 ήταν κατά ≈40% μεγαλύτερο από τη τιμή που περιέλαβε στη πρόβλεψη της η αναφορά του IPCC (2007), ενώ και η αύξηση της μέσης θαλάσσιας στάθμης τη τελευταία 15αετία ξεπέρασε τα 5 cm, όντας μεγαλύτερη κατά 80%, σε σχέση με τη τιμή πρόβλεψης της αναφοράς του IPCC το 2001 (Church et al., 2001). Εκτός από την επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, οι κλιματολογικές μεταβολές που αφορούν την διεπιφάνεια κατώτερης ατμόσφαιρας – θάλασσας συμπεριλαμβάνουν πέραν της θερμικής διαστολής, αλλαγές στη προσφορά εισροής γλυκού νερού (μεταβολή των ατμοσφαιρικά κατακρημνισμάτων), αλλαγή στην ένταση και διεύθυνση των ανέμων, αλλαγές στην κατατομή της βαρομετρικής πίεσης, όπως και μεταβολές στα μεγάλα θαλάσσια ρεύματα. Μάλιστα ως συνέπια των προαναφερόμενων παραγόντων είναι και η μη ισόποση κατανομή της αύξησης της ΘΑ στον παγκόσμιο ωκεανό, διαφορές που φθάνουν ακόμη και τα 22,5 εκατοστά, ενώ υπάρχουν και περιοχές που παρατηρείται ακόμη και μικρή πτώση στάθμης (www.wunderground.co./climate/SeaLevelRise.asp). Για παράδειγμα, στη περίπτωση της Μεσογείου, οι Brochier and Ramieri (2001) έχουν αναφέρει ρυθμό ανόδου της τάξης των 1-1,5 mm/yr για τα προηγούμενα 100 χρόνια, όταν παγκόσμια ο ρυθμός εκτιμάται σε >2 mm/yr.

Γ ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Γ.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Γ.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Γ.1 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Γ.1.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας σε κατολισθήσεις της παραλιακής ζώνης Νέας Μάκρης -Σχοινιά -Μαραθώνα με τη συνδυασμένη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και Πολυκριτηριακών Μεθόδων Στήριξης Αποφάσεων. Εφαρμόστηκε η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία και με τη διαδικασία του Σταθμισμένου Γραμμικού Συνδυασμού κατασκευάστηκε ένας χάρτης κατολισθητικής επικινδυνότητας ο οποίος παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τις συνθήκες ευστάθειας της περιοχής και μπορεί να χρησιμεύσει σαν ένα πρώτο βήμα στο σχεδιασμό για την αντιμετώπιση των καταστροφών από κατολισθήσεις στην περιοχή.

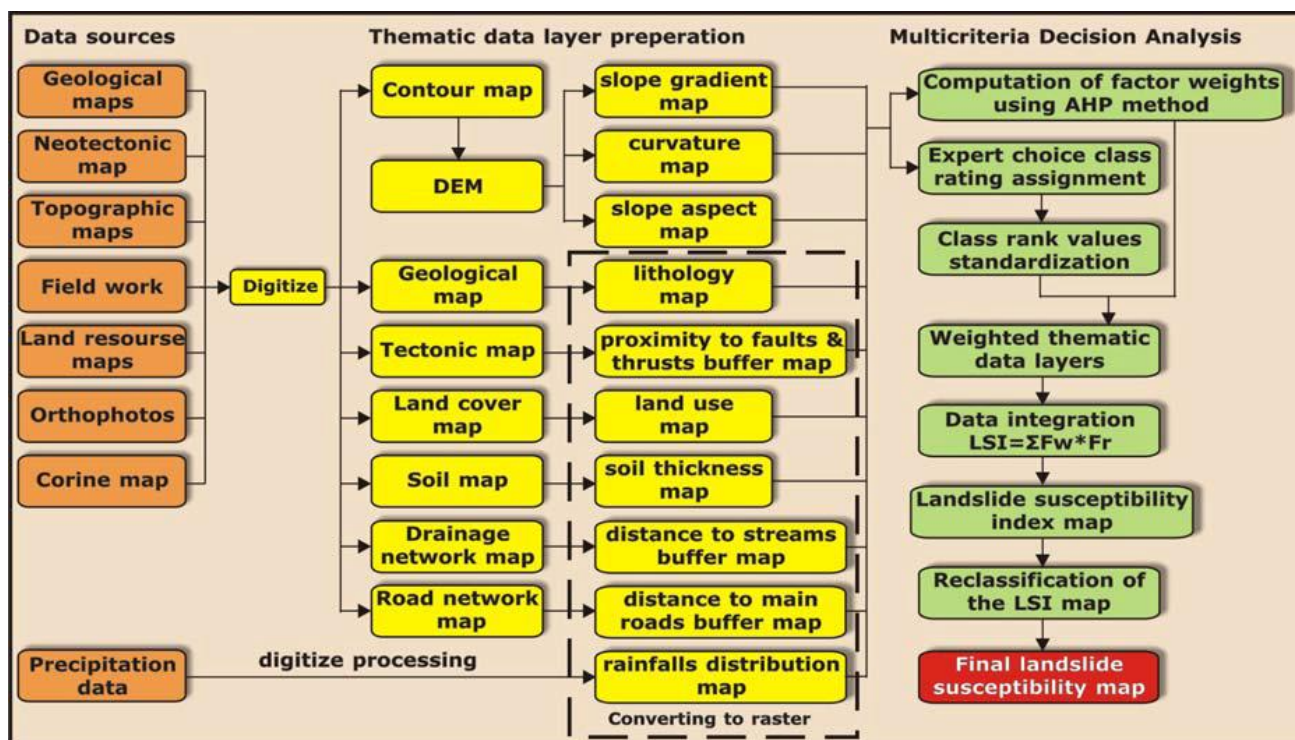
Γ.1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας στην περιοχή μελέτης απαραίτητη ήταν η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM) αφού αυτό ήταν το βασικό δεδομένο για την εξαγωγή των τοπογραφικών παραμέτρων. Το DEM αυτό κατασκευάστηκε με την βοήθεια του προγράμματος GIS 10.1.όπου χρησιμοποιήθηκαν τα όρια της περιοχής μελέτης, οι ψηφιοποιημένες ανά 20m ισοϋψείς (από τα φύλλα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, 1:50.000) και τα τριγωνομετρικά σημεία (με το απόλυτο υψόμετρό τους). Η προβολή έγινε στο Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν δέκα παράμετροι ως αντιπροσωπευτικοί παράγοντες βασικής επιρροής στην κατολίσθηση. Οι παράγοντες αυτοί είναι : **1)** Κλίση εδάφους σε μοίρες (Slope Gradient) **2)** Κυρτότητα **3)** Slope aspect **4)** Λιθολογία **5)** Χρήσεις γης **6)** Χάρτες γαιών **7)** Μέση ετήσια βροχόπτωση **8)** Απόσταση από το οδικό δίκτυο **9)** Απόσταση από κλάδους υδρογραφικού δικτύου **10)** Απόσταση από ρηξιγενείς ζώνες, .Για κάθε ένα από τους 10 παραπάνω παράγοντες κατασκευάστηκαν αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες οι οποίοι στην συνέχεια επανακατηγοριοποιήθηκαν βάση συγκεκριμένων συντελεστών βαρύτητας για την εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Η κατασκευή των χαρτών αυτών στηρίχθηκε σε ένα λογικό αναλυτικό μοντέλο το οποίο παρουσιάζει συγκρίσεις μεταξύ δεδομένων-κριτηρίων και είναι ευρέως γνωστό ως AHP (Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης ,Analytical Hierarchy Process ή AHP). Η AHP είναι μια αναλυτική μέθοδος απόδοσης βαρών για την λήψη αποφάσεων η οποία μπορεί να ιεραρχεί και να «ποσοτικοποιεί» τη διαδικασία σκέψης του ατόμου (ποιοτικά δεδομένα) με βάση τα χαρακτηριστικά της γραμμικής άλγεβρας έτσι ώστε ένα περίπλοκο πολλών-κριτηρίων πρόβλημα να μπορεί να επιλυθεί. Αποτελεί την πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την

μελέτη της βαρύτητας και σημασίας των κριτηρίων που επηρεάζουν το φαινόμενο των κατολισθήσεων και γενικά τους διάφορους φυσικούς κινδύνους.



Εικόνα Γ.1.1: Απεικόνιση της μεθοδολογίας που ακολουθείται για την κατασκευή χάρτη επικινδυνότητας. (ΠΗΓΗ : ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΓΣΠ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ – ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΜΕΣΣΗΝΙΑ (ΝΔ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ,ΕΛΛΑΔΑ) **Λαδάς Ι.1, Φουντούλης Ι.1, και Μαριολάκος Η.11**Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας).

Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των κατολισθήσεων, η διαδικασία ιεραρχεί τα κριτήρια που τις επηρεάζουν (π.χ. κάλυψη γης, γεωλογικοί σχηματισμοί, υψόμετρο, κλίση πρανών, κ.ά.) και μέσω της ανά ζεύγη σύγκρισης κάθε πιθανού ζευγαριού κριτηρίων αποδίδεται ένα σχετικό βάρος σε κάθε ένα απ' αυτά. Η ανά ζεύγη σύγκριση πραγματοποιείται για δύο κριτήρια κάθε φορά. Κάθε τέτοια σύγκριση είναι μια διμερής ερώτηση που καθορίζει ποιο κριτήριο είναι σημαντικότερο και πόσο σημαντικότερο, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα με τιμές από το σύνολο:

{ 1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}.

Στο σύνολο αυτό οι τιμές κυμαίνονται από 1/9, που αντιπροσωπεύει το λιγότερο σημαντικό κριτήριο, έως 1 για ίσης σημασίας κριτήρια, και έως 9 για το σημαντικότερο κριτήριο. Οι τιμές αυτές καταγράφονται σ' έναν πίνακα με ίσο αριθμό σειρών και στηλών όπως φαίνεται και στο παράδειγμα του πίνακα Γ.1.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.1.1

Less important					More important								
				Equally important									
Extremely	Very Strongly	Strongly	Moderately		Moderately	Strongly	Very. Strongly	Extremely					
1/9	1/7	1/5	1/3		1	3	5	7	9				
1/8, 1/6, 1/4, 1/2, 2, 4, 6, 8, Intermediate values													
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	Weights
	Lithology (a)		1	2	3	4	5	5	5	5	5	6	0.269
	Slope gradient (b)		1/2	1	3	3	4	3	5	5	5	5	0.209
	Proximity to thrusts (c)		1/3	1/3	1	3	3	3	3	3	3	5	0.137
	Land use (d)		1/4	1/3	1/3	1	3	3	3	3	3	5	0.107
	Soil thickness (e)		1/5	1/4	1/3	1/3	1	2	2	2	3	5	0.070
	Curvature (f)		1/5	1/3	1/3	1/3	1/2	1	2	2	2	2	0.055
	Distance from streams		1/5	1/5	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	3	5	0.050
	Distance from roads (h)		1/5	1/5	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	3	5	0.050
	Rainfalls (i)		1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/2	1/3	1/3	1	3	0.033
	Aspect (j)		1/6	1/5	1/5	1/5	1/5	1/2	1/5	1/5	1/3	1	0.021
													CR=0.07

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.1.1: Παράδειγμα ανά-ζεύγη σύγκρισης για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας.(ΠΗΓΗ : ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΓΣΠ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ – ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΜΕΣΣΗΝΙΑ (ΝΔ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ,ΕΛΛΑΔΑ) **Λαδός Ι.1, Φουντούλης Ι.1, και Μαριολάκος Η.1**Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας)

Οι τιμές 1 (ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.1.1) που προκύπτουν από τις ανά ζεύγη συγκρίσεις τοποθετούνται στη διαγώνιο του πίνακα, ενώ οι υπόλοιπες τιμές τοποθετούνται στην αριστερή πλευρά της διαγωνίου. Στη συνέχεια, καθορίζονται τα βάρη των κριτηρίων από τον ειδικό, μέσω των διαδικασιών επίλυσης πραγματικών αριθμών της γραμμικής άλγεβρας. Δεδομένου, όμως, ότι ο ανθρώπινος παράγοντας μπορεί να προκαλέσει ασυμφωνία, υπολογίζεται ο Λόγος Συνοχής (Consistency Rate ή CR) με σκοπό να ελέγξει τη συνοχή των διεξαγόμενων συγκρίσεων. Σε περίπτωση υψηλής ασυμφωνίας, οι προβληματικές τιμές βαρύτητας μπορούν να αναθεωρηθούν.

Τέλος, αφού επιτευχθεί και η συμφωνία, οι τελικές τιμές βαρύτητας που έχουν προκύψει, χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των κριτηρίων απόφασης (από τα περισσότερο στα λιγότερο επιθυμητά) στα οποία θα βασιστεί ο προσδιορισμός του κινδύνου κατολισθήσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι συντελεστές βαρύτητας μπορούν να υπολογιστούν και με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Expert Choice 11, καθώς υπολογίζει τις δυαδικές αυτές συγκρίσεις μεταξύ των παραγόντων του μοντέλου.

Αν και η μέθοδος της AHP έχει ως μοναδικό του πλεονέκτημα την πολλών-κριτηρίων εκτίμηση του κινδύνου, χαρακτηρίζεται και από πολλές ανεπάρκειες δεδομένου ότι δεν μπορεί να απεικονίσει αποτελεσματικά τη χωρική κατανομή των αποτελεσμάτων που παράγει. Ωστόσο, τις ανεπάρκειες αυτές καλύπτει η τεχνολογία των ΣΓΠ με τις ισχυρές ικανότητες χωρικής ανάλυσης που διαθέτει. Ο συνδυασμός αυτός της AHP και των ΣΓΠ έχει εφαρμοσθεί σε πολλές μελέτες προσδιορισμού της επιδεκτικότητας κατολισθήσεων. Βάσει του παρακάτω πίνακα (Γ.1.2), εξήχθησαν χάρτες όλων των παραγόντων ανακατηγοριοποιημένοι βάσει της κλάσης και του rank value.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.1.2. Βάρη παραγόντων (LADAS ET AL.2007)

Factors	Weights	Classes	Rank Values	Standardized ratings
Λιθολογία	0.2690	Φλυσικοί σχηματισμοί και ραδιολαρίτες	6	100
		Λεπτόκοκκα μεταλικά	5	83
		Ενδιάμεσοι κόκκοι μεταλικών	4	67
		Αδρόκοκκα μεταλικά	3	50
		Σχιστόλιθοι	2	33
		Μαργαϊκοί τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι	1	17
		Μάρμαρα	0	0
Χρήσεις γής	0.107	Λειβάδια και ποώδης βλάστηση	6	100
		Μεταβατικές περιοχές δάσους πόας	5	83
		Μίξη πόας και γεωργικών περιοχών	4	67
		Δάση	3	50
		Καλλιέργειες	2	33
		Κατοικημένες περιοχές	1	17
		Αρόσιμη γή	0	0

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

Slope gradient	0.209	>35	5	100
		25-35	4	80
		15-25	3	60
		5-15	2	40
		<5	1	20
Curvature	0.,055	<-1,5	5	100
		-1,5- -0,5	4	75
		-0,5- 0	3	50
		=0	2	25
		>0	1	0
Aspect	0.021	N & NW facing slopes	3	100
			2	67
		W & SW facing slopes	1	33
			0	0
		All other directions		
Βάθος εδάφους	0.070	flats		
		Βαθύ έδαφος	4	100
		Αβαθές και βαθύ έδαφος	3	75
		Βράχος και βαθύ έδαφος	2	50
		Αβαθές	1	25
Μέση ετήσια βροχόπτωση	0.033	Βράχος	0	0
		>1000 mm	2	100
		<1000 mm	1	50
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	0.050	<50 m	2	100
		>50 m	1	1
Απόσταση από οδικό δίκτυο	0.050	<50 m	1	100
		>50 m	0	1
Απόσταση από ρήγματα	0.137	<150 m	2	100
		150-300 m	1	50
		Όλες οι άλλες περιοχές	0	0

Γ.1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Ι) ΚΛΙΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ (SLOPE GRADIENT)

Όσον αφορά στην ευστάθεια των πρανών η κλίση τους παίζει καθοριστικό ρόλο, σε συνδυασμό πάντα με την αντοχή και τη διάρρηξη των υλικών που τα δομούν. Έτσι είναι δυνατόν πολύ απότομα πρανή από υγιείς βραχομάζες να παρουσιάζουν ευστάθεια ενώ αντίθετα ομαλές κλιτύες που καταλαμβάνονται από ευαίσθητες αργίλους να είναι προβληματικές. Επίσης η κλίση αποτελεί πολύ κρίσιμη παράμετρο για την επιφανειακή απορροή καθώς και την κατείσδυση του νερού μετά από βροχοπτώσεις. Συγκέντρωση νερού σε μια κοίλη πλαγιά οδηγεί στην αύξηση της τάσης του νερού των πόρων, είναι ένας πιθανός μηχανισμός κατολισθήσεων (Pierson, 1980).

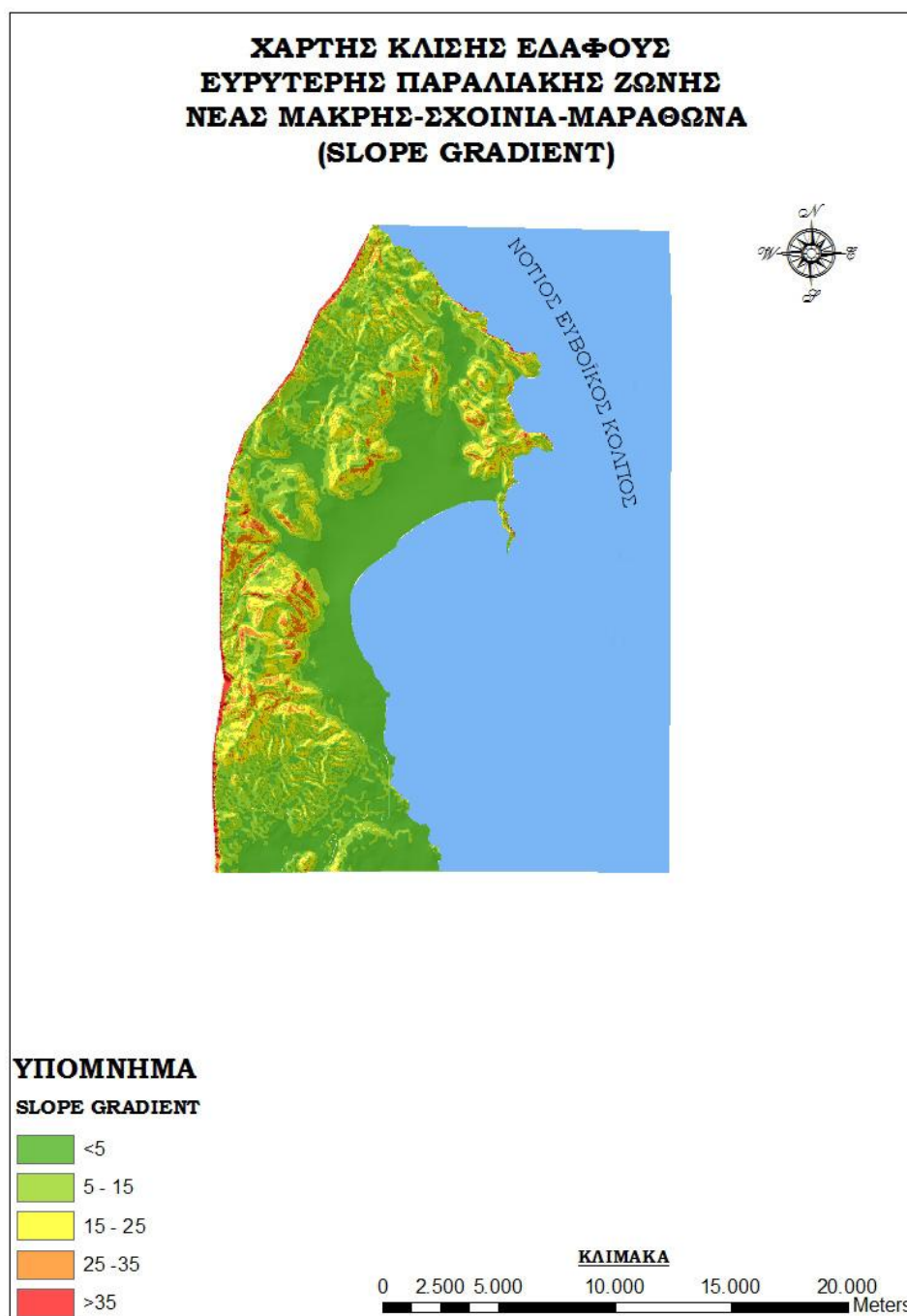
Ο χάρτης απεικόνισης των κλίσεων του εδάφους δημιουργήθηκε με δεδομένο το προαναφερθέν ψηφιακό μοντέλο εδάφους και με τη χρήση του εργαλείου **SLOPE** του arcmap

Ο τρόπος που το πρόγραμμα υπολογίζει την κλίση του εδάφους αναφέρεται συνοπτικά παρακάτω :

Για κάθε φατνίο (pixel) η εντολή **SLOPE** υπολογίζει το μέγιστο ποσοστό αλλαγής στην τιμή του υψομέτρου σε σχέση με την τιμή των γειτονικών (φατνίων) και την απόσταση τους από αυτό. Πιο συγκεκριμένα η μέγιστη μεταβολή στο ύψος στην απόσταση μεταξύ αυτού του φατνίου και των οκτώ γειτονικών του προσδιορίζει το πιο απότομο πρανές από το φατνίο. Εννοιολογικά η λειτουργία *slope* εφαρμόζει ένα επίπεδο στις τιμές του υψομέτρου του εκάστοτε φατνίου και των οκτώ γειτονικών του. Η διεύθυνση του προσαρμοσμένου επιπέδου είναι και ο προσανατολισμός του φατνίου για το οποίο υπολογίζεται η κλίση.

Για να γίνει η ομαδοποίηση των κλίσεων χωρίστηκαν σε 5 κλάσεις, οι οποίες είναι:

- α) Πολύ ήπιες κλίσεις έως 5° ($<5^{\circ}$)
- β) Ομαλές κλίσεις 5° - 15°
- γ) Οριακά απότομες κλίσεις 15° - 30°
- δ) Απότομες κλίσεις 30° - 45°
- ε) Κρημνοί $> 45^{\circ}$



Χάρτης Γ.1.1 : Κλίση εδάφους περιοχής μελέτης

Όπως παρατηρείται από τον χάρτη η περιοχή γενικά χαρακτηρίζεται από ήπιας κλίσης μορφολογία. Στο δυτικό τμήμα παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες κλίσεις καθώς και σε κάποια σημεία στο βορειοανατολικό άκρο της περιοχής.

II) ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ (SLOPE ASPECT)

Ο προσανατολισμός (ή αλλιώς αζιμούθιο) των πρανών παίζει καθοριστικό ρόλο στο είδος της βλάστησης που αναπτύσσεται σ' αυτά μιας και από αυτόν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η ποσότητα ηλιακής ενέργειας που δέχονται. Έτσι τα πρανή με νοτιοδυτικό προσανατολισμό (στο Β. ημισφαίριο) είναι αυτά που ευνοούνται από την ηλιακή ενέργεια, σε σχέση με τα βόρειου προσανατολισμού, όσον αφορά στην ανάπτυξη της βλάστησης και της καλλιέργειας .

Δεδομένου πως το είδος της βλάστησης ενός πρανούς επηρεάζει το φαινόμενο της κατολίσθησης (μεταξύ άλλων) είναι φανερό πως η απεικόνιση του προσανατολισμού των επιφανειών είναι απαραίτητη

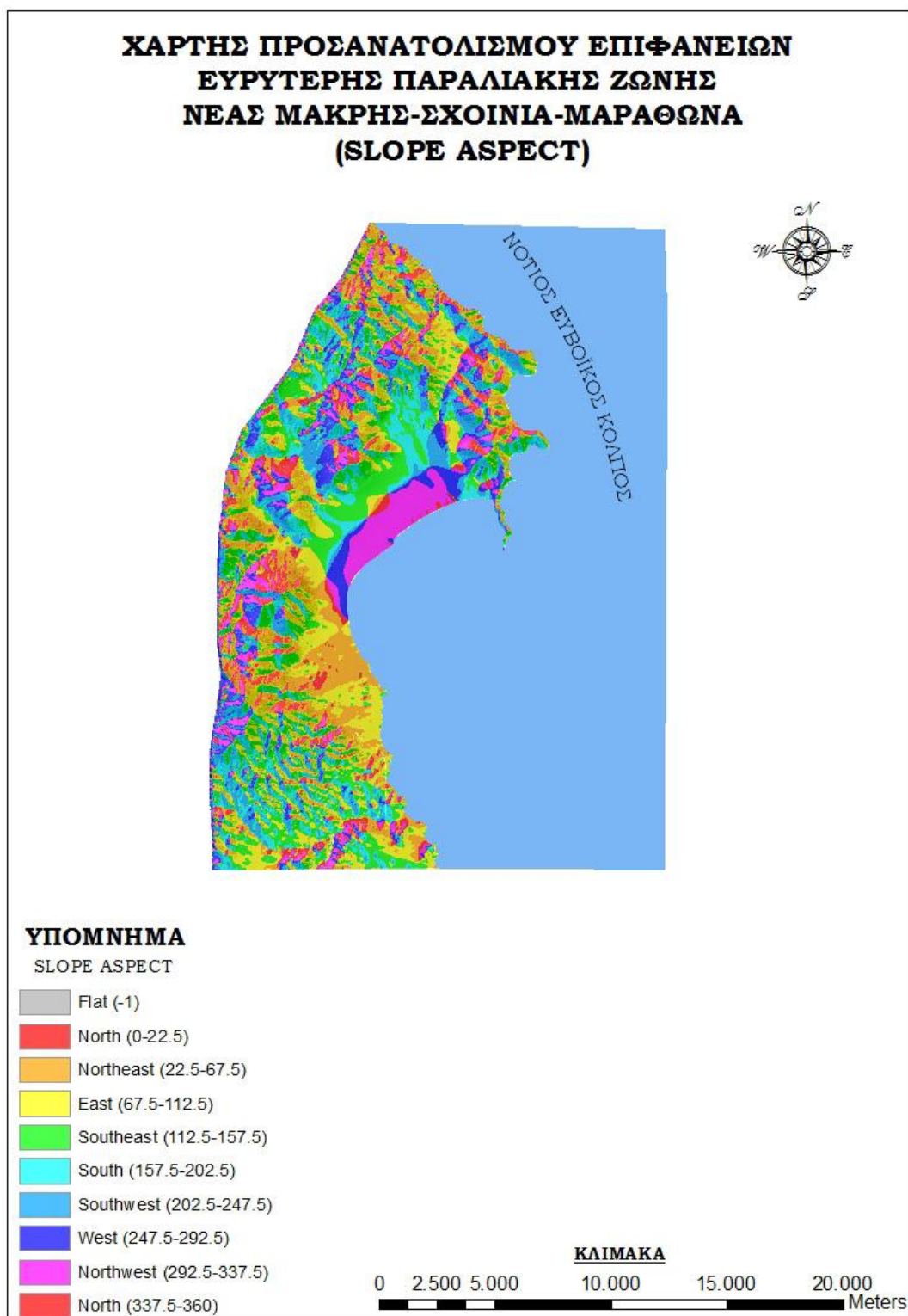
Η συχνότητα των κατολισθήσεων είναι αυξημένη σε εδάφη με προσανατολισμό Β και ΒΔ λόγω της συσσώρευσης νερού και μικρότερη σε περιοχές με προσανατολισμό Α και ΝΑ λόγω της μειωμένης υγρασίας του εδάφους.

Ο χάρτης που αποδίδει τον προσανατολισμό των πρανών στην περιοχή μελέτης δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του εργαλείου aspect του arcmap.

Η λειτουργία **aspect** ουσιαστικά υπολογίζει την διεύθυνση της κλίσης. Οι τιμές του αρχείου που προκύπτει με την εφαρμογή του είναι ο προσανατολισμός της κεκλιμένης επιφάνειας εκφρασμένος σε μοίρες.

Εννοιολογικά η λειτουργία aspect εφαρμόζει ένα επίπεδο στις τιμές του υψομέτρου του εκάστοτε φατνίου και των οκτώ γειτονικών του. Η διεύθυνση του προσαρμοσμένου επιπέδου είναι και ο προσανατολισμός του φατνίου. Για τις επίπεδες περιοχές του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (κλίση = 0⁰) όπου και προσανατολισμός δεν ορίζεται το aspect παίρνει την τιμή - 1

Σύμφωνα με τους Guzzetti et al., στο γεωγραφικό πλάτους του βόρειου ημισφαιρίου που είναι η Ελλάδα, οι πλαγιές που έχουν προσανατολισμό Β και ΒΔ είναι πιο επικίνδυνες για κατολίσθηση λόγω των ψυχρότερων συνθηκών και της περισσότερης σκιάς που ευνοούν τη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους.



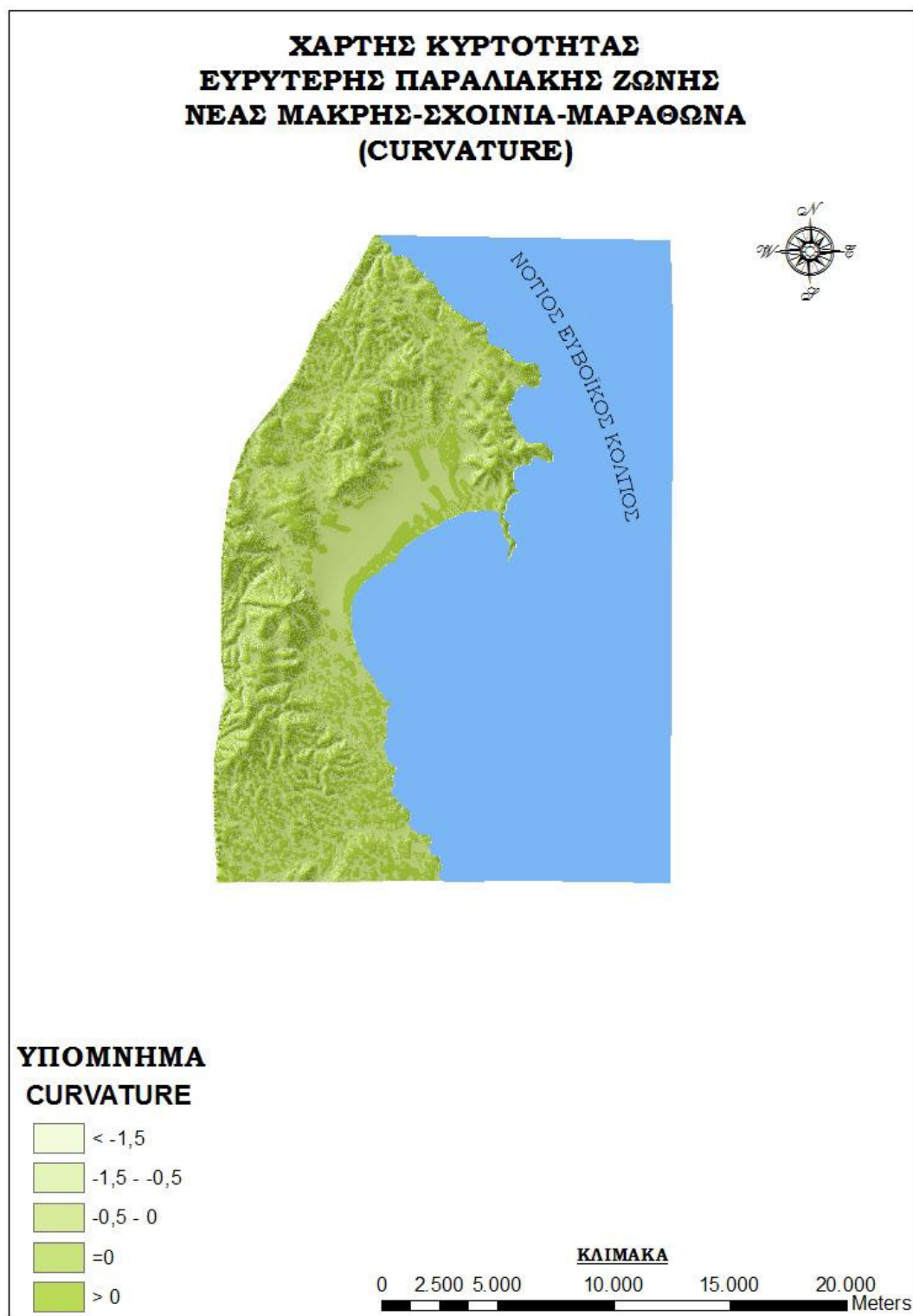
Χάρτης Γ.1.2: Προσανατολισμός επιφανειών περιοχής μελέτης.

III) ΚΥΡΤΟΤΗΤΑ (CURVATURE)

Η κυρτότητα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, σε αυτή που είναι κάθετη προς την διεύθυνση της μέγιστης κλίσης και εκείνη κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης. Για τη παρούσα εργασία επιλέχτηκε η κυρτότητα που είναι κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης (causal factor), καθώς επηρεάζει τις υδρολογικές συνθήκες του επιφανειακού στρώματος του εδάφους.

Μια κοίλη επιφάνεια του εδάφους έχει περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάσει φαινόμενα κατολίσθησης. Μετά από βροχόπτωση, μια κοίλη επιφάνεια μπορεί να διατηρήσει και να "αποθηκεύσει" το νερό της βροχής για περισσότερο χρόνο σε αντίθεση με μια κυρτή επιφάνεια. Μια κυρτή πλαγιά μπορεί να οριοθετήσει το βραχώδες υπόβαθρο που πιθανόν να υπάρχει στην περιοχή.

Στο χάρτη καμπυλότητας που ακολουθεί, οι επιφάνειες με θετικές τιμές καμπυλότητας είναι κυρτές επιφάνειες. Οι αρνητικές τιμές καμπυλότητας δείχνουν κοίλες επιφάνειες στο συγκεκριμένο cell. Μηδενική τιμή καμπυλότητας υποδεικνύει επίπεδη επιφάνεια. Όσο πιο αρνητική είναι μια τιμή, τόσο υψηλότερη είναι η πιθανότητα κατολίσθησης. Μια επιφάνεια με θετική τιμή καμπυλότητας (κυρτή επιφάνεια) έχει πολύ λίγες πιθανότητες να παρουσιάσει φαινόμενα κατολίσθησης. Συνεπώς, όσο πιο αρνητική είναι η τιμή της καμπυλότητας, τόσο περισσότερες πιθανότητες υπάρχουν για κατολίσθηση, και αντίστροφα όσο πιο θετική είναι η τιμή τόσο λιγοστεύουν και οι πιθανότητες κατολίσθησης.



Χάρτης Γ.1.3:Κυρτότητα επιφανειών περιοχής μελέτης

IV) ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Οι γεωλογικές τεκτονικές δομές στον ελληνικό χώρο που κατά κύριο λόγο ευνοούν την εκδήλωση κατολισθήσεων είναι οι εξής (Κούκης 1980, Κούκης Ρόζος 1982):

- Μάζες πετρωμάτων μεγαλύτερης αντοχής που καλύπτουν σχηματισμούς με μικρότερη αντοχή.
- Στρώματα με διαφορετικές φυσικές – μηχανικές ιδιότητες σε εναλλαγές
- Ζώνες που χαρακτηρίζονται για την έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα.

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο Α.2.2 οι λιθολογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης αποτελούνται από αλπικούς σχηματισμούς που είναι κυρίως μάρμαρα και ο σχιστόλιθοι και από μεταλπικούς που είναι οι τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η μηχανική τους συμπεριφορά ανάλογα με την κατηγορία σχηματισμών στην οποία ανήκουν.

◈ Τεταρτογενείς αποθέσεις

Εμφανίζονται κυρίως στις χαμηλές περιοχές (αλλουβιακές αποθέσεις) σε παράκτιες αποθέσεις και στα πρηνή (κορήματα κλυτύων, υλικά αναβαθμίδων). Είναι ποταμοχειμάρια ή δελταϊκά κροκαλοπαγή, άμμοι, χαλίκια, άργιλοι, τραβερτίνες και κώνοι κορημάτων. Είναι χαλαροί σχηματισμοί με πάχος και σύσταση που ποικίλλει. Λόγω της χαλαρότητας, είναι εύκολη η κατείδυση και κυκλοφορία του νερού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία κατολισθήσεων (συνήθως στρωματοειδείς, ρεύματα γαιών ή κορημάτων). Όταν τα αμμοχάλικα είναι στρώματα μεγάλου πάχους είναι ασταθή και παρουσιάζουν ολισθήσεις ή μικροκαταπτώσεις με τη μορφή ροής υλικού.

◈ Νεογενή ιζήματα

Διαχωρίζονται σε τρεις φάσεις : λεπτομερή , αδρομερή και μικτές φάσεις. Η μηχανική τους συμπεριφορά εξαρτάται από τη φάση που επικρατεί , τον τεκτονισμό , τη μορφολογία και τις υδρογεωλογικές συνθήκες. Γενικά χαρακτηρίζονται από μικρή πυκνότητα και μικρή αντοχή που εξαρτάται από το βαθμό κορεσμού και τον τρόπο φορτίσεως. Λόγω της παρουσίας πολλές φορές διογκούμενων αργιλικών ορυκτών, εμφανίζουν φαινόμενα διογκώσεως και συρρικνώσεως σε συχνή επανάληψη, με τελικό αποτέλεσμα την χαλάρωση ή και την καταστροφή της δομής του πετρώματος. Η σεισμική επικινδυνότητα σ' αυτά εξαρτάται από το πάχος, τη σύσταση και τις επιμέρους φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.

Οι μολασσικοί σχηματισμοί συνήθως παρουσιάζουν δύο λιθοφασικές μορφές την πρώτη που αναφέρεται στα μεγάλου πάχους συνεκτικά ψηφιοκροκαλοπαγή και σ' αυτά από εναλλαγές ψαμμίτων , μαργών ψηφιοκροκαλοπαγών και ασβεστόλιθων.

Η μηχανική τους συμπεριφορά είναι συνάρτηση της φάσεως που επικρατεί και της εξελίξεως αυτής πλευρικά και κατακόρυφα, του τεκτονισμού, της μορφολογίας και των υδρογεωλογικών

Γενικά οποιουδήποτε είδους δραστηριότητα στους εδαφικούς αυτούς σχηματισμούς, διαταράσσει το καθεστώς των τάσεων και δημιουργεί αστάθεια πρανών, εάν η κλίση είναι σχετικά μεγάλη (15° - 20°). Οι κλειστές νεογενείς (παχιά στρώματα Νεογενών ιζημάτων και Τεταρτογενών αποθέσεων επηρεάζονται από τις νεοτεκτονικές κινήσεις, τις υδρογεωλογικές και προκαλείται αστάθεια πρανών ακόμα και σε περιοχές με μικρές κλίσεις 10° - 12° .

◆ Ανθρακικά

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ασβεστόλιθοι, τα μάρμαρα , και μερικές φορές και οι ψαμμίτες με ασβεστιτικό συνδετικό υλικό. Από γεωτεχνικής πλευράς, σαν σχηματισμοί, έχουν αυξημένη υδατοπερατότητα που εποχικά διαφέρει και μπορούν στο εσωτερικό τους να δημιουργηθεί καρστ. Το νερό της βροχής κατεισδύει και τροφοδοτεί τους υδροφόρους ορίζοντες των ανθρακικών πετρωμάτων. Σε εποχές που η στάθμη είναι αυξημένη, μπορούν να παρουσιαστούν κατολισθήσεις σε σχηματισμούς που είναι σε επαφή με τους ανθρακικούς σχηματισμούς.

Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η ύπαρξη ασυνεχειών στο εσωτερικό των σχηματισμών και η παρουσία εγκοίλων, η ύπαρξη των οποίων σε μικρό βάθος από την επιφάνεια είναι υπεύθυνη για καθιζήσεις. Ο κίνδυνος είναι πιο μεγάλος όταν οι ανθρακικοί σχηματισμοί καλύπτονται από ελλομβιακό ή αλλομβιακό μανδύα μικρού πάχους, καθώς είναι δύσκολο να διαπιστωθεί η παρουσία εγκοίλων από επιτόπου.

Σε περιοχές που οι ανθρακικοί σχηματισμοί (ιδιαίτερα όταν είναι μικρούς πάχους) είναι επωθημένοι σε νεότερους ηλικιακά σχηματισμούς παρατηρούνται καταπτώσεις βράχων και το ανάγλυφο γίνεται απότομο. Οι σχηματισμοί αυτοί παρουσιάζουν ισχυρή τεκτονική διάρρηξη και επηρεάζονται από σεισμικά φαινόμενα. Τεχνικογεωλογικά, διακρίνονται στους ασβεστόλιθους Κρητιδικού (έντονα τεκτονισμένοι, παραμορφωμένοι και τέμνονται ή διαρρηγνύονται από πλήθος ασυνεχειών), ασβεστόλιθους Ιουραϊκού - Τριαδικού και σε δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες. Από σεισμικής πλευράς θεωρούνται στατικά και μηχανικά σταθεροί και οι περιπτώσεις αστάθειας αποτελούν συνήθως δευτερογενή αποτελέσματα των σεισμών (ολισθήσεις ή αποκολλήσεις βράχων).

V) ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

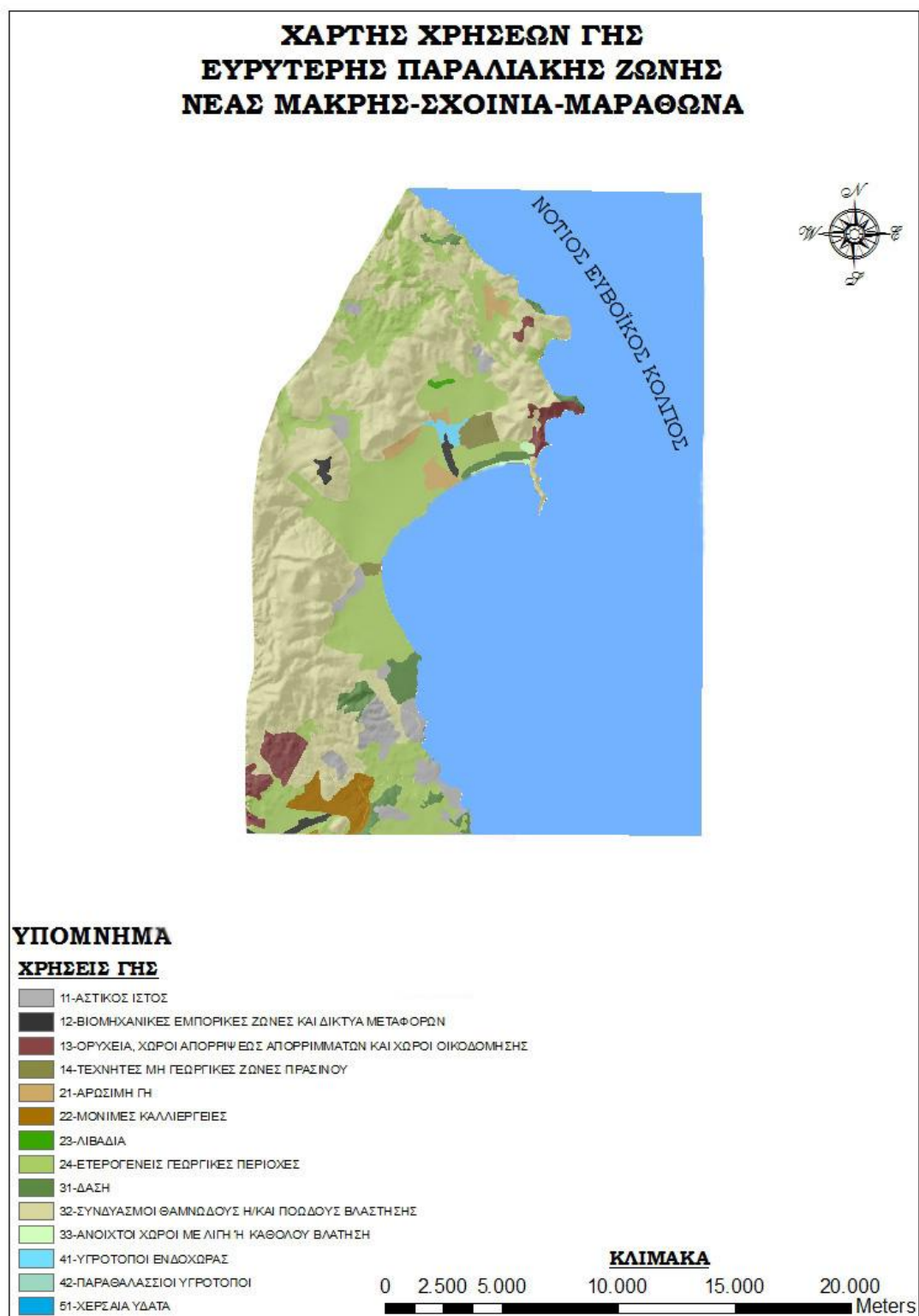
Η αύξηση του πληθυσμού, η αναζήτηση νέων ορυκτών πρώτων υλών, η δημιουργία νέων αστικών κέντρων και η κατασκευή τεχνικών έργων που συνδέονται με αυτά, οι αγροκαλλιέργειες και ζωοκαλλιέργειες, η ανθρώπινη παρουσία και δράση είναι από τους κύριους παράγοντες που εντείνουν το φαινόμενο των κατολισθήσεων.

Επίσης καθοριστική είναι και η επίδραση της κατά τόπους βλάστησης. Σε πολλές περιπτώσεις ευνοεί την ευστάθεια των πρανών συμβάλλοντας στην αποστράγγιση μέρους του νερού μέσω του ριζικού συστήματος των δέντρων. και περιορίζοντας τη διαβρωτική δράση των επιφανειακών νερών. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου η παρουσία της βλάστησης μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες. Στα απότομα πρανή από ημισυνεκτικά ή και συνεκτικά πετρώματα με έντονη και δυσμενή διάρρηξη π.χ η απολέπιση τους επιταχύνεται με τη δημιουργία από το ριζικό σύστημα εφελκυστικών τάσεων κατά μήκος των επιφανειών ασυνέχειας. Γίνεται κατανοητό λοιπόν πως η γνώση των χρήσεων γης στη περιοχή μελέτης κρίνεται απαραίτητη.

Ο χάρτης χρήσεων γης αντλήθηκε από το **Corine Land Cover**. Το corine land cover είναι μια πανευρωπαϊκή βάση δεδομένων χρήσεων γης. Για τη δημιουργία της χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί και θεματικοί χάρτες χρήσεων γης, στατιστικά στοιχεία χρήσεων γης, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές φωτογραφίες .

Μετά από ομαδοποίηση προέκυψαν οι εξής κατηγορίες περιοχών:

- ⊙ Αστικός ιστός
- ⊙ Βιομηχανικές εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών
- ⊙ Ορυχεία ,χώροι απορρίψεως απορριμάτων και χώροι οικοδόμησης
- ⊙ Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πρασίνου
- ⊙ Αρόσιμη γή
- ⊙ Μόνιμες καλλιέργειες
- ⊙ Λιβάδεια
- ⊙ Ετερογενείς γεωργικές περιοχές
- ⊙ Δάση
- ⊙ Συνδιασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης
- ⊙ Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση
- ⊙ Υγρότοποι ενδοχώρας
- ⊙ Παραθαλάσσιοι υγρότοποι
- ⊙ Χερσαία ύδατα



Χάρτης Γ.1.5:Χρήσεις γης περιοχής μελέτης

VI) ΧΑΡΤΗΣ ΓΑΙΩΝ

Τα δεδομένα για την κατασκευή του εδαφολογικού χάρτη προέκυψαν από την ψηφιοποίηση των εδαφολογικών χαρτών του Υπουργείου Γεωργίας, του τμήματος Δασικής Υπηρεσίας με κλίμακα 1:50.000 στο Ελληνικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87

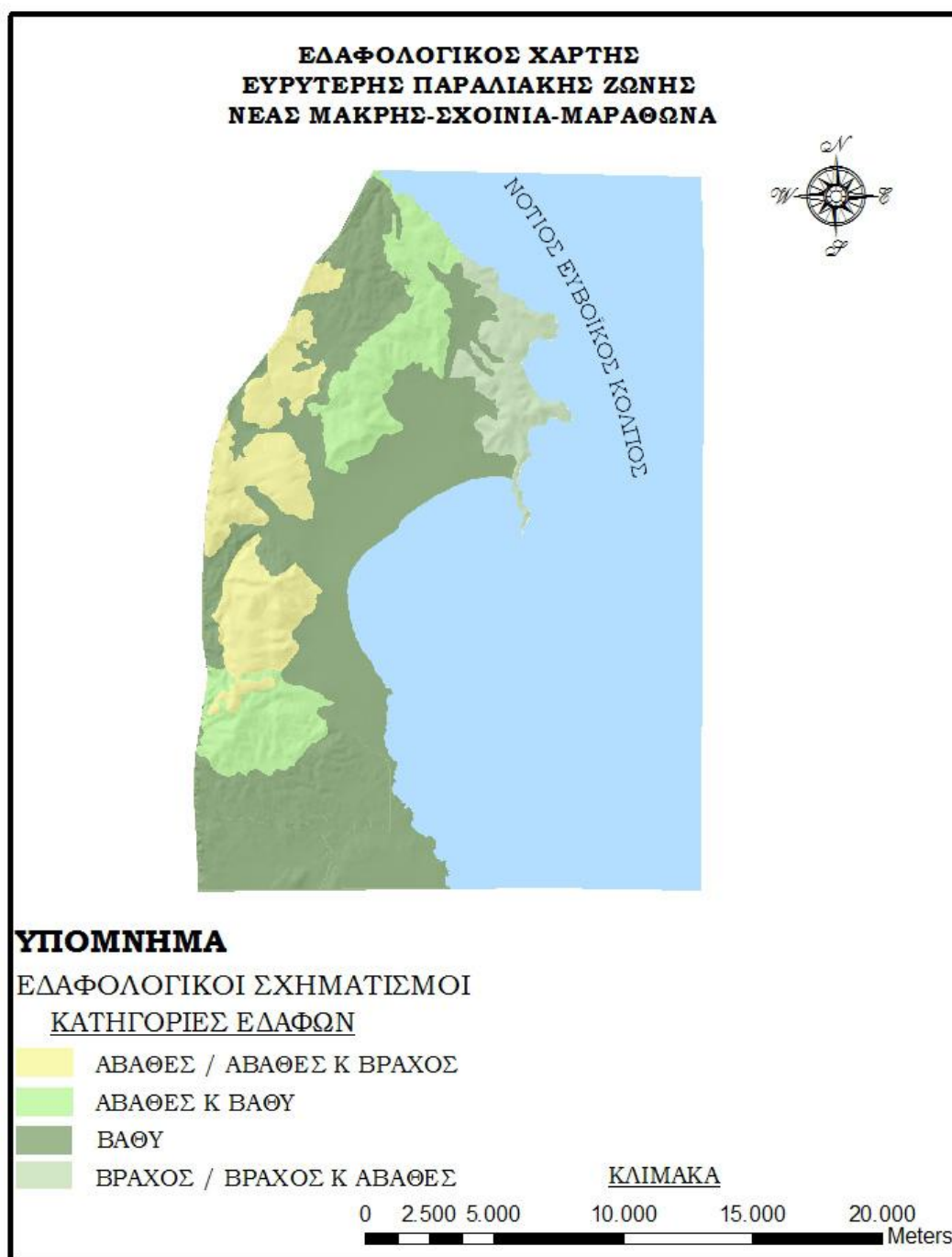
Ο τρόπος χαρακτηρισμού του βάθους του εδάφους των χαρτογραφικών μονάδων από την δασική υπηρεσία έχει ως εξής

1. Βαθύ
2. Βαθύ και αβαθές
3. Βαθύ και βράχος
4. Αβαθές και βαθύ
5. Αβαθές
6. Αβαθές και βράχος
7. Βράχος και βαθύ
8. Βράχος και αβαθές
9. Βράχος

Μετά από ομαδοποίηση των κατηγοριών αυτών προέκυψαν οι εξής κατηγορίες:

- A. Αβαθές / Αβαθές και Βράχος
- B. Αβαθές και βαθύ
- C. Βαθύ
- D. Βράχος / Βράχος και Αβαθές

Ο χαρακτηρισμός και η διάκριση σε αυτές τις κατηγορίες συνδέεται με την ικανότητα δημιουργίας πιέσεων του νερού των πόρων και την παρουσία του σχηματισμού που έχει επικινδυνότητα για κατολίσθηση. Αύξηση του πάχους μπορεί να δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για κατολίσθηση λόγω της μετατροπής της επιφάνειας επαφής του υποβάθρου με τους υπερκείμενους σχηματισμούς σε επιφάνεια ολίσθησης.



Χάρτης Γ.1.6: Κατηγορίες εδαφών περιοχής μελέτης.

VII) ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ

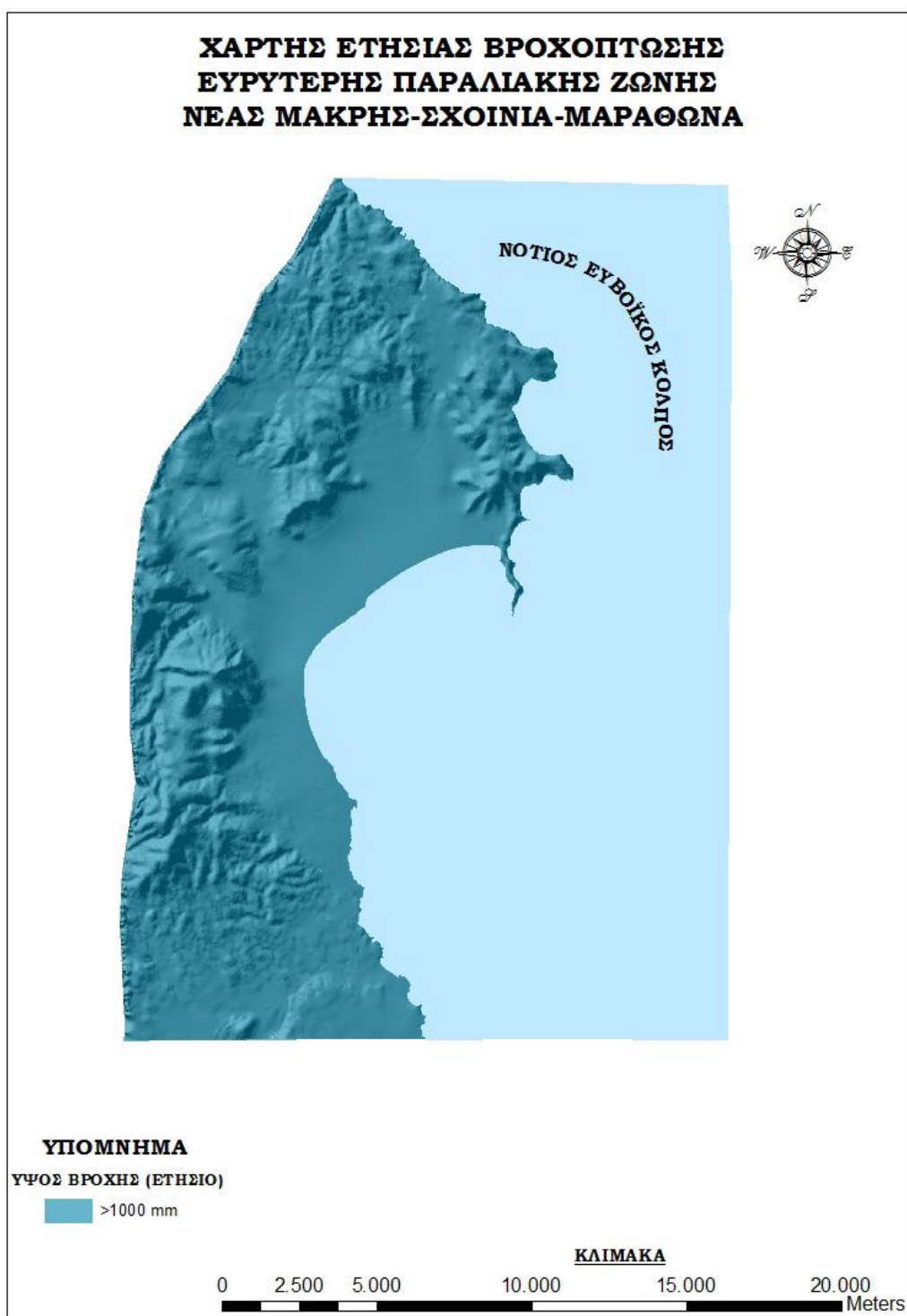
Το νερό επιφανειακό και υπόγειο, παίζει καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση κατολισθήσεων. Ο κορεσμός και η φόρτιση των υλικών, η δημιουργία υδροστατικών πιέσεων, η αυξομείωση της πίεσης των πόρων, η εσωτερική διάβρωση από τις υποσκαφές, οι διαβρωτικές – αποσθρωτικές διεργασίες, η χαλάρωση των πετρωμάτων κατά μήκος των επιφανειών ασυνέχειας οδηγούν στη συνεχή διεύρυνση και μεταβολή του όγκου στην περίπτωση δημιουργίας παγετού κλπ. Σε μεγάλο ποσοστό οι έντονες βροχοπτώσεις δίνουν το έναυσμα κατολισθήσεων.

Οι Beniston και Douglas (1996) υποστηρίζουν ότι μια ενδεχόμενη αύξηση στη συχνότητα ακραίων γεγονότων βροχόπτωσης οδηγεί σε αύξηση των υδραυλικών πιέσεων των πόρων στα πετρώματα και κατά συνέπεια στην εμφάνιση περισσότερων κατολισθητικών γεγονότων.

Η κλιματική αλλαγή και οι αλλαγές στη συχνότητα και το μέγεθος ακραίων γεγονότων θα μπορούσε να επηρεάσει τη συχνότητα της εκδήλωσης κατολισθήσεων σύμφωνα με τους Buma και Dehn (1998), Dehn και Buma (1999), Dikau και Schrott (1999), και Dehn et al (2000). Μάλιστα, οι Dehn και Buma (1999) ισχυρίζονται ότι μια αλλαγή στο καθεστώς της βροχόπτωσης μπορεί να αλλάξει σημαντικά την συχνότητα εκδήλωσης κατολισθήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι Αναγνωστόπουλος και Γεωργιάδης (1997) συνδυάζοντας τις κατολισθήσεις του νομού Πιερίας με τις αντίστοιχες βροχοπτώσεις 40 ετών διαπίστωσαν ότι η πιθανότητα εκδήλωσης μιας κατολίσθησης αυξάνεται σημαντικά πάνω από ένα όριο βροχόπτωσης (600mm συνολικού ύψους βροχόπτωσης από το Σεπτέμβρη έως τον Μάρτη ενός έτους για τη μελέτη τους).

Για την κατασκευή του χάρτη βροχοπτώσεων, ως παράγοντας ορίστηκε η μέση ετήσια βροχόπτωση. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι ο πλησιέστερος στην περιοχή μελέτης βροχομετρικός σταθμός είναι αυτός που βρίσκεται στην περιοχή του Ελληνικού. Από τα στοιχεία που δίνονται η περίοδος αναφοράς είναι από το 1971 έως το 2000 όπου η μέση ετήσια βροχόπτωση υπολογίζεται στα 377,35 mm ενώ για το έτος 2012 μετρήθηκε στα 329,8 mm. Επομένως όλη η περιοχή εντάσσεται σε μέση ετήσια βροχόπτωση μικρότερη από 1000 mm.



Χάρτης Γ.1.7:Ετήσια βροχόπτωση περιοχής μελέτης.

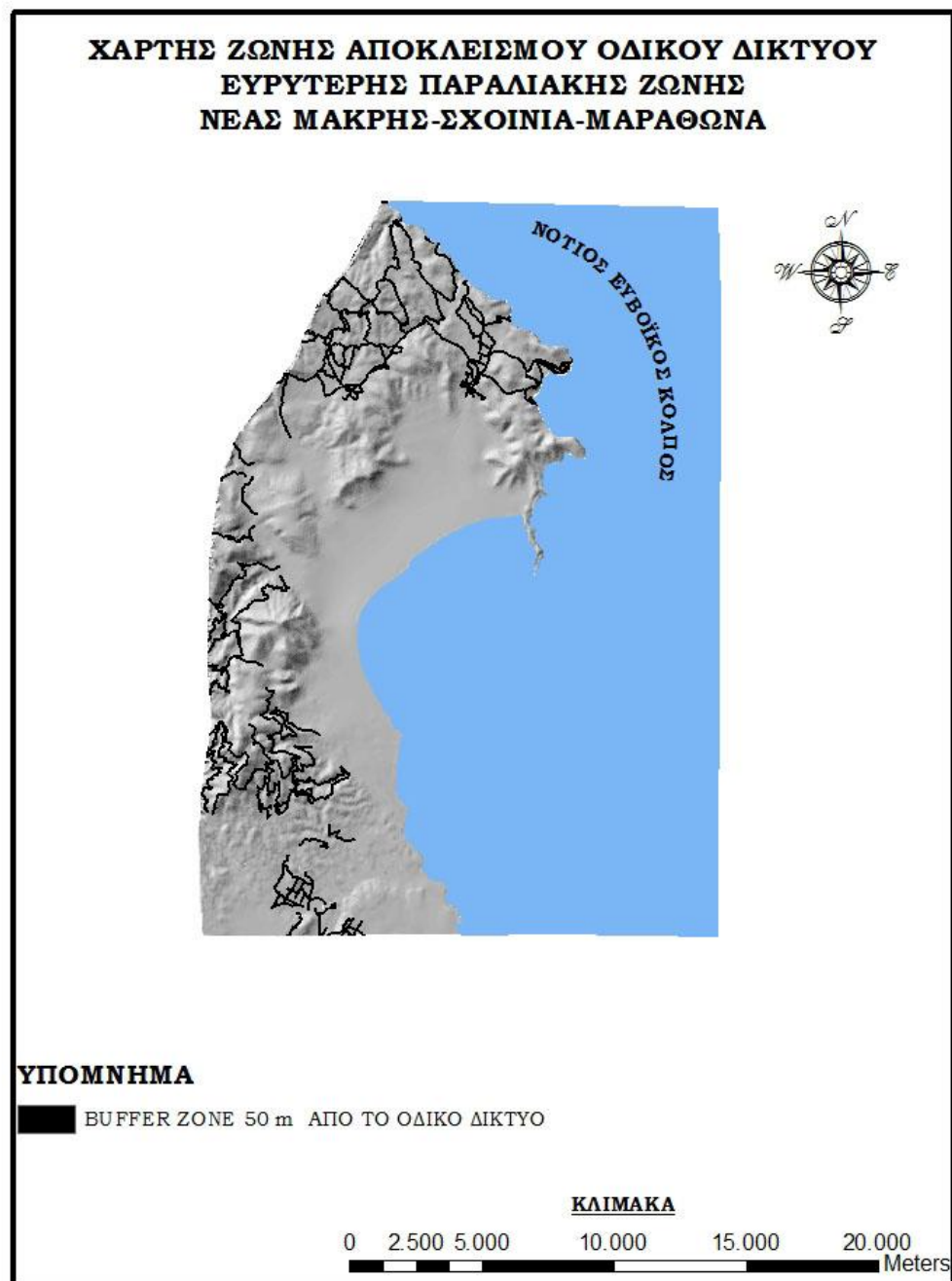
VIII) ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Λόγω της κακής αποστράγγισης και της ακαταλληλότητας των δρόμων, οι κατολισθήσεις είναι πιο συχνό φαινόμενο κοντά στο οδικό δίκτυο. Με την αύξηση της απόστασης από τους κεντρικούς δρόμους και γενικότερα από το οδικό δίκτυο μειώνεται η επικινδυνότητα για κατολίσθηση σε μια περιοχή.

Η ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου πραγματοποιήθηκε από τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) με κλίμακα 1:50.000. Ο θεματικός χάρτης προέκυψε από τη ζωνοποίηση (buffer zones).

Στο χάρτη διακρίνονται δύο κλάσεις:

- α. περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση 50 m από το οδικό δίκτυο
- β. όλες οι υπόλοιπες περιοχές



Χάρτης Γ.1.8 : Ζώνη αποκλεισμού οδικού δικτύου περιοχής μελέτης.

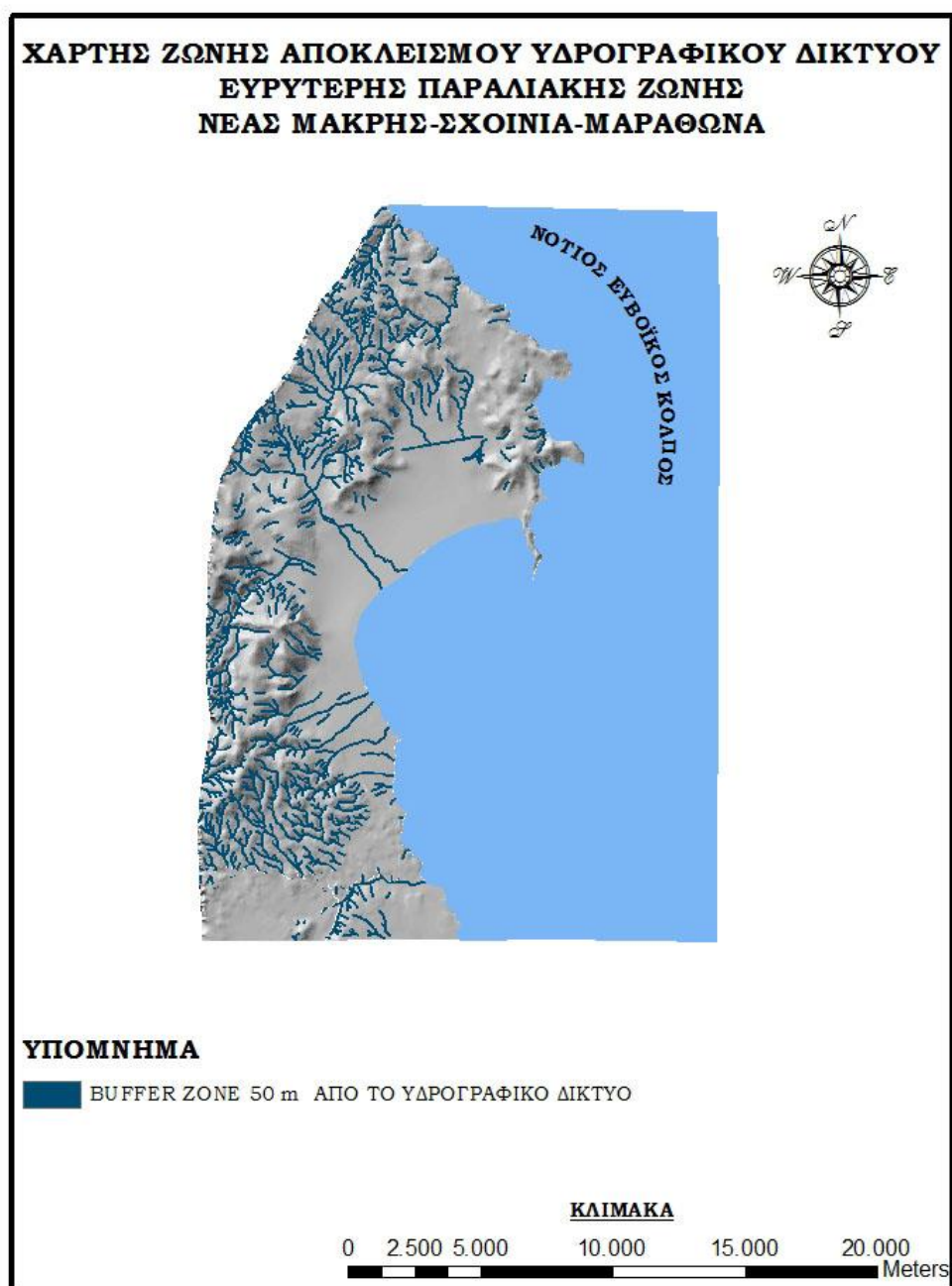
ΙΧ) ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το υδρογραφικό δίκτυο μπορεί να επηρεάσει την πιθανότητα εκδήλωσης ενός κατολισθητικού φαινομένου, καθώς συμβάλλει στη διάβρωση. Όσο αυξάνεται η απόσταση από τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου, τόσο μειώνεται η πιθανότητα εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων.

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής δόθηκε σε ήδη ψηφιοποιημένη μορφή και χρησιμοποιήθηκε απευθείας για τη δημιουργία των ζωνών επιρροής.

Στο χάρτη διακρίνονται δύο κλάσεις:

- α. περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση 50 m από το υδρογραφικό δίκτυο
- β. όλες οι υπόλοιπες περιοχές



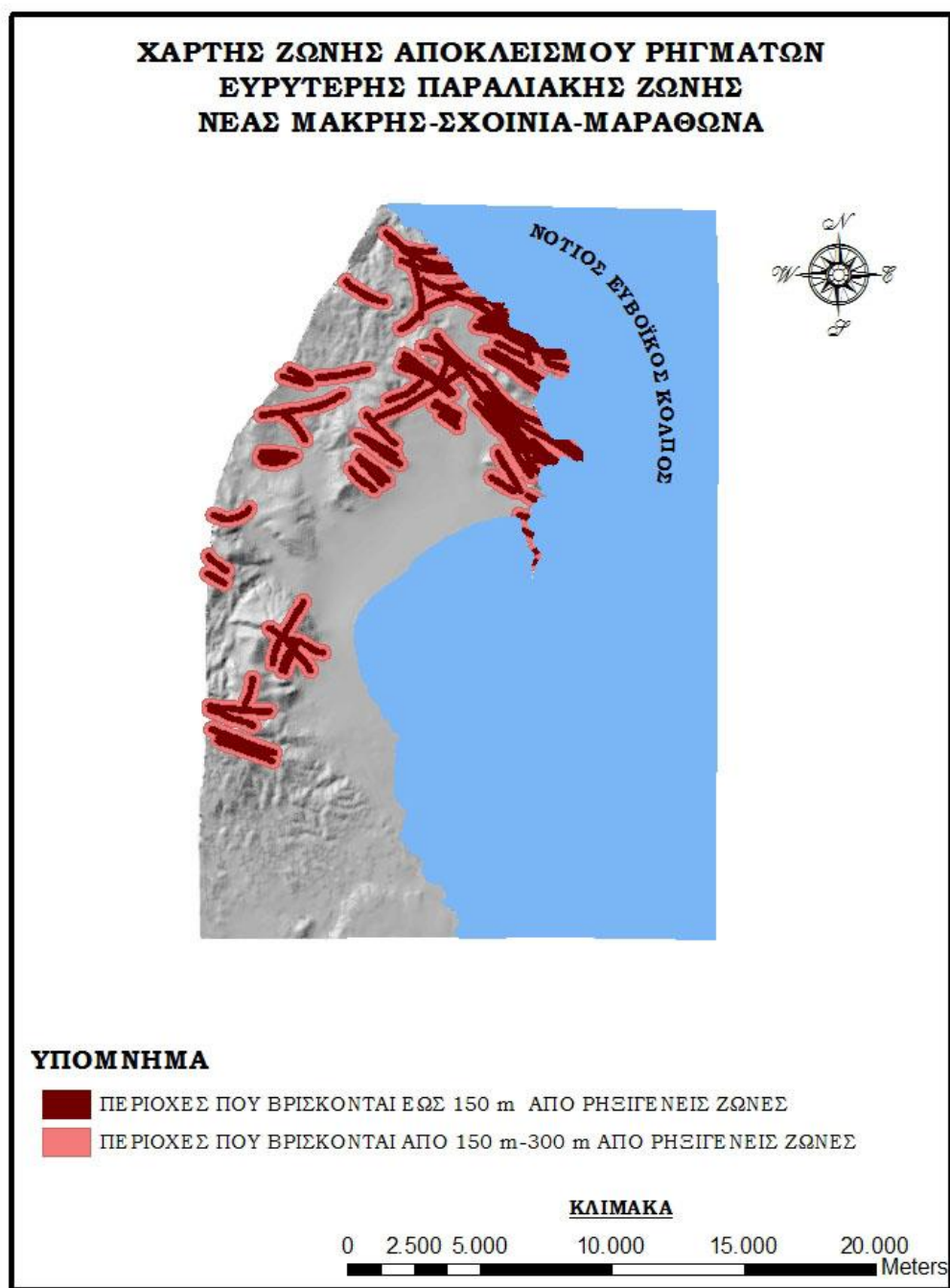
Χάρτης Γ.1.9 : Ζώνη αποκλεισμού υδρογραφικού δικτύου περιοχής μελέτης.

Χ) ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΖΩΝΕΣ

Τα κατολισθητικά φαινόμενα είναι πιο συχνά κατά μήκος των ρηξιγενών ζωνών. Λόγω των τελευταίων, πολλές φορές διαμορφώνεται το ανάγλυφο και δημιουργούνται απότομα πρηνή.

Στο χάρτη διακρίνονται δύο κλάσεις που αντιπροσωπεύουν τη διαφορετική επίδραση των ζωνών αυτών στην εμφάνιση κατολισθητικών φαινομένων:

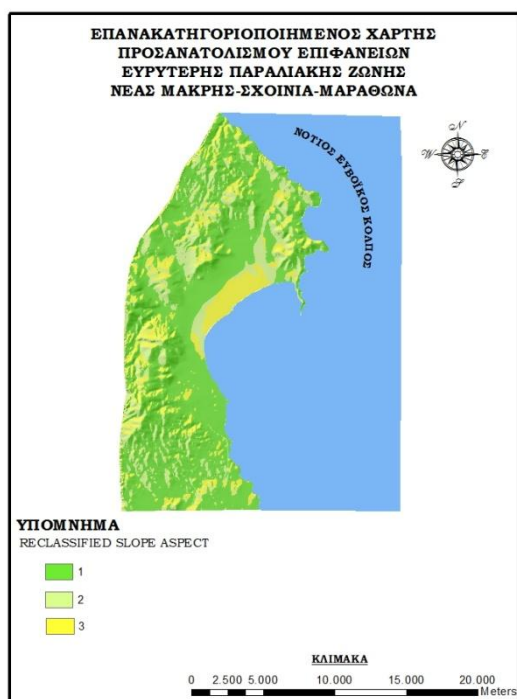
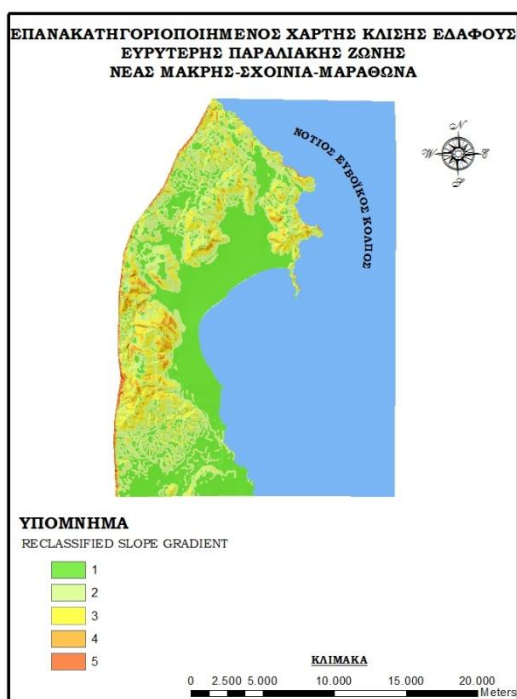
- α. περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση έως 150 m από τις ρηξιγενείς ζώνες
- β. περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση από 150 m έως 300m από τις ρηξιγενείς ζώνες.



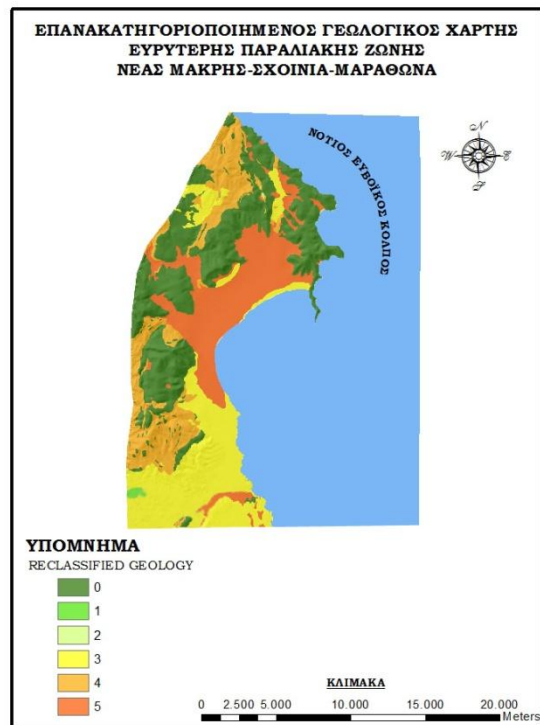
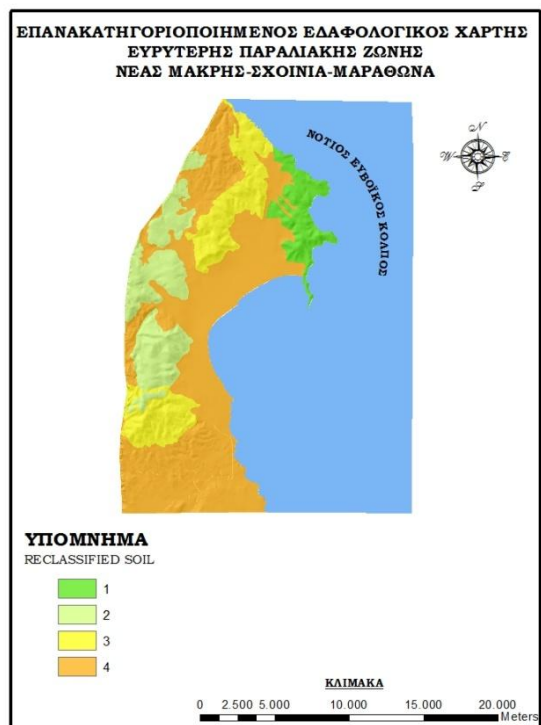
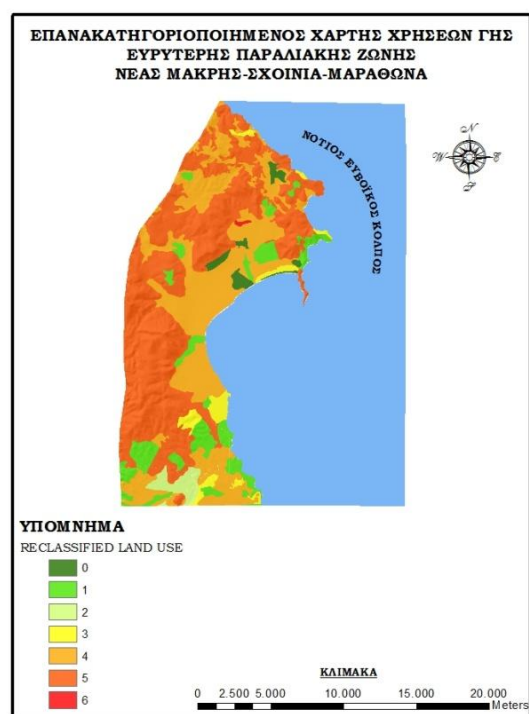
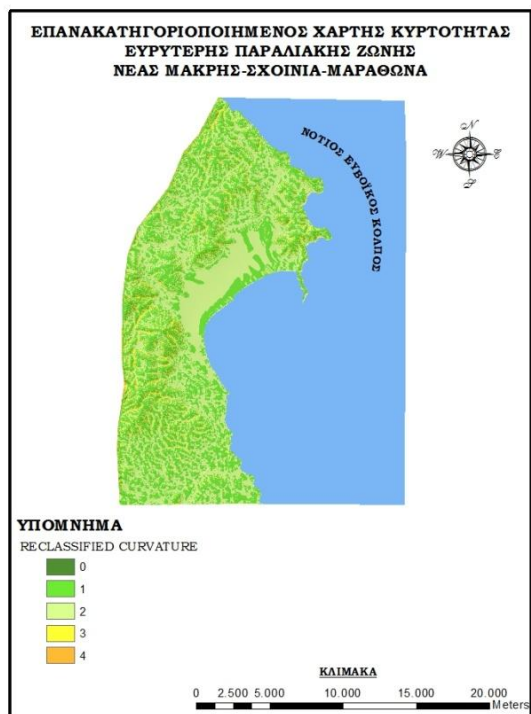
Χάρτης Γ.1.10 : Ζώνη αποκλεισμού ρηγμάτων περιοχής μελέτης

Γ.1.4 ΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

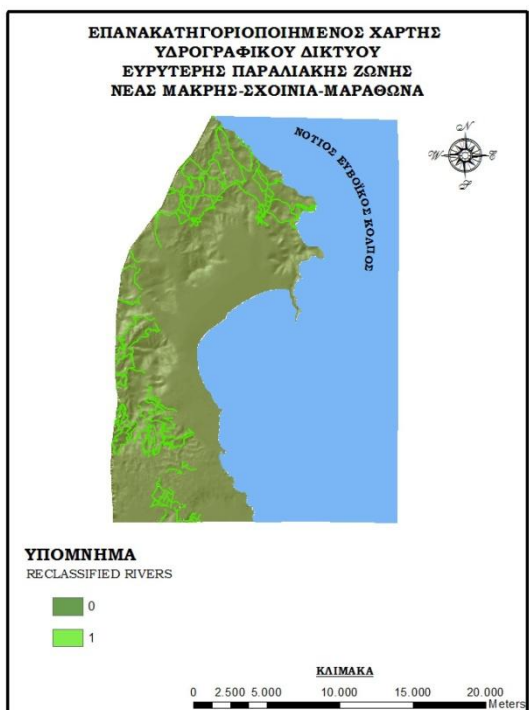
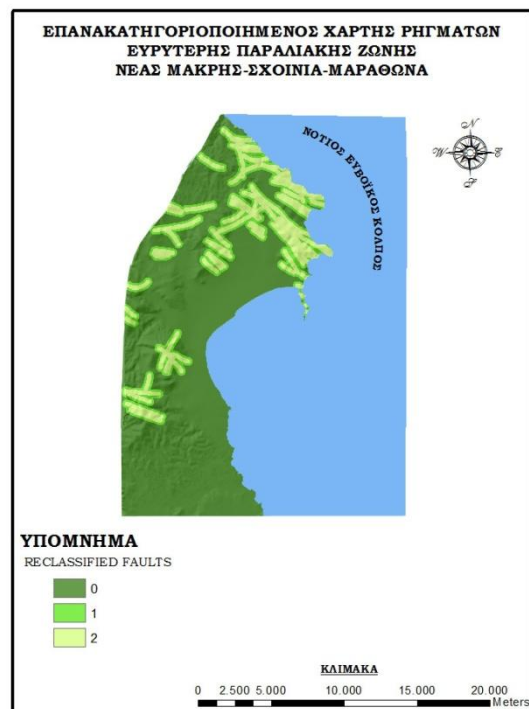
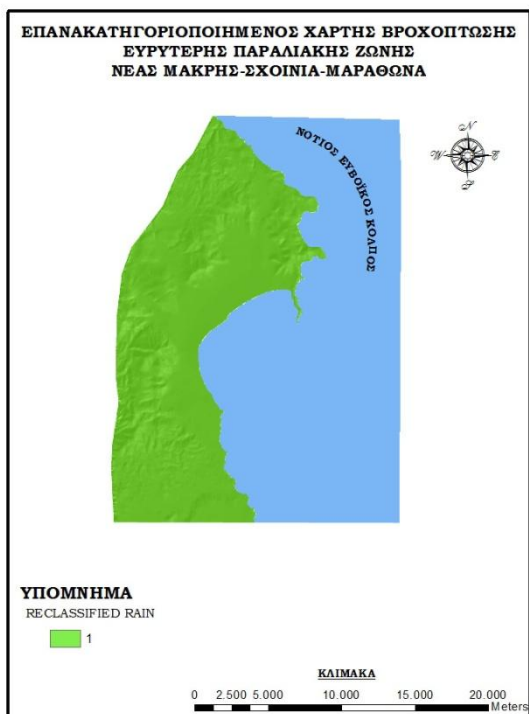
Όλοι οι χάρτες που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια επανακατηγοριοποιήθηκαν με την χρήση του προγράμματος GIS 10.1 (reclassify). Για κάθε παράγοντα υπάρχει ένας συντελεστής βαρύτητας και για κάθε στοιχείο του παράγοντα αντιστοιχεί μια τιμή εκτίμησης της επικινδυνότητας. Με βάση τον πίνακα Γ.1.2 εξήχθησαν χάρτες όλων των παραγόντων επανακατηγοριοποιημένοι βάσει της κλάσης και του rank value. Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω χάρτες:



ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.



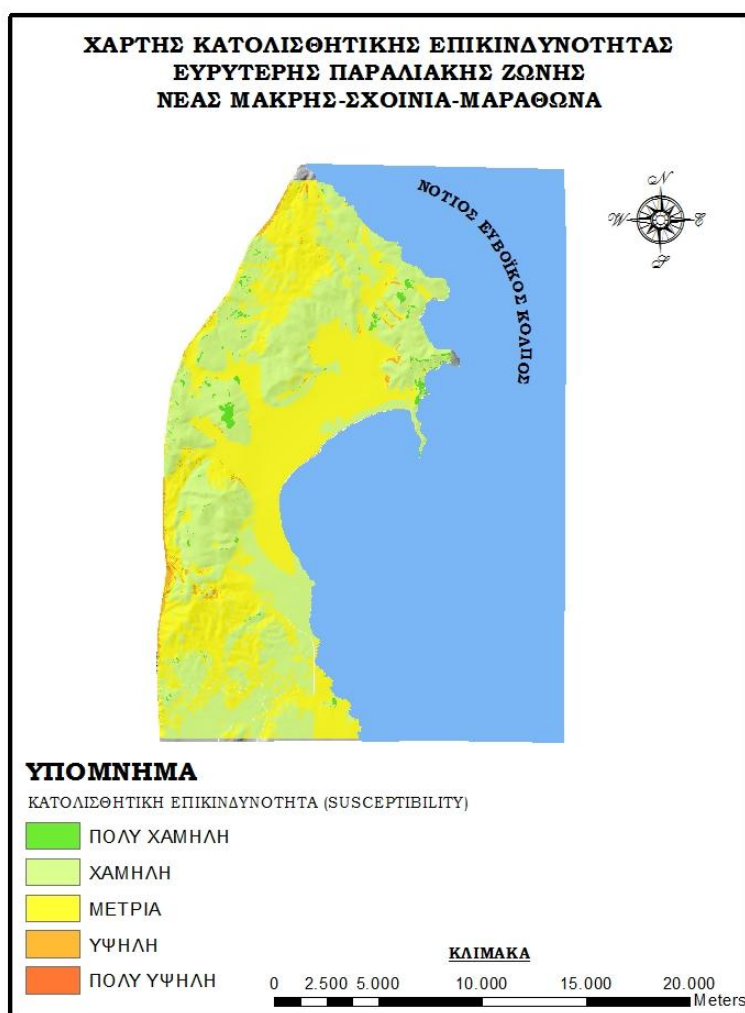
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.



Γ.1.5 ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Παρακάτω παρατίθεται ο τελικός χάρτης κατολισθητικής επικινδυνότητας. Όσο πιο μεγάλο LSI (Landslide Susceptibility Index) έχει το κάθε pixel, τόσο πιο επιρρεπής είναι μια περιοχή σε κατολίσθηση.

Το μεγαλύτερο κομμάτι της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το μοντέλο κατολισθητικής επικινδυνότητας χαρακτηρίζεται ως μέτριας και χαμηλής κατολισθητικής επικινδυνότητας. Γενικά από τις πληροφορίες που δίνονται από τον χάρτη εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο βαθμός επικινδυνότητας δεν ξεπερνά την υψηλή τιμή, αφού στην εξετάζουσα περιοχή δεν εμφανίζονται τμήματα πολύ υψηλής κατολισθητικής επικινδυνότητας .



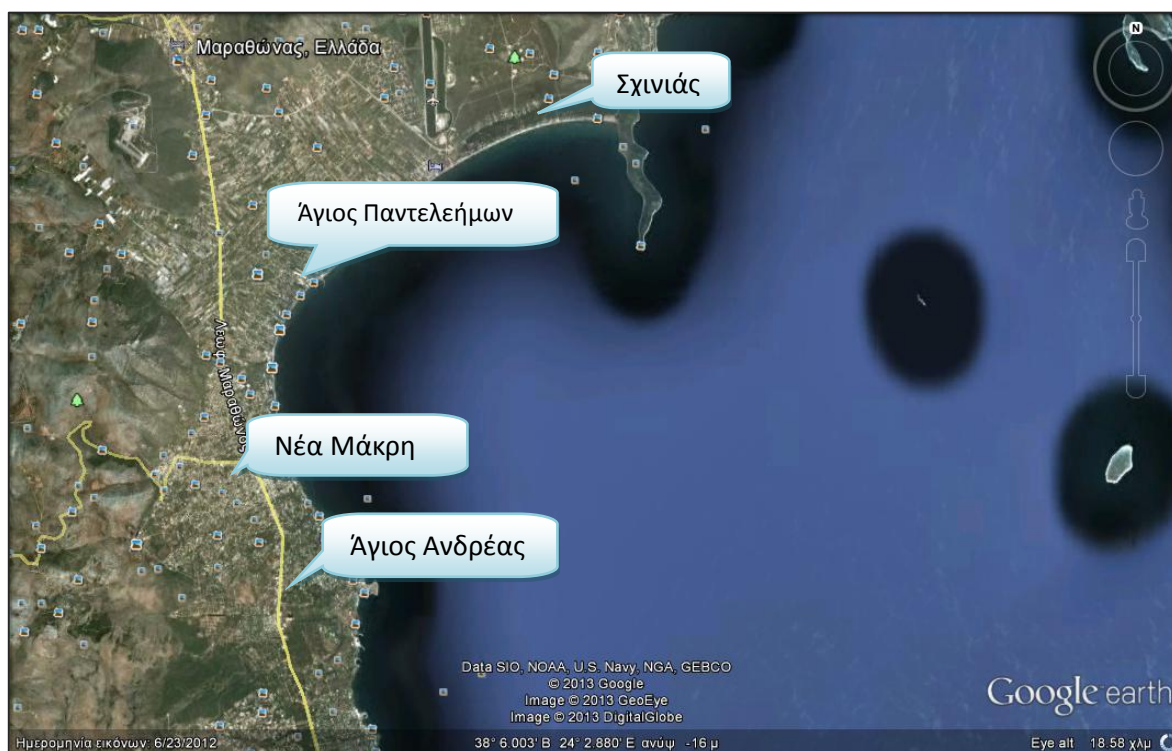
Χάρτης Γ.1.11 : Κατολισθητική επικινδυνότητα περιοχής μελέτης

Γ.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Γ.2.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ (ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ – ΑΝΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ)

Ακολουθώντας, την παραλιακή ζώνη από την αρχή του όρμου του Μαραθώνα έως και την Νέα Μάκρη, πιο συγκεκριμένα έως την περιοχή του Αγίου Ανδρέα η οποία αποτελεί το νότιο άκρο του κόλπου του Μαραθώνα και ύστερα από επιτόπια έρευνα των ανθρωπινων παρεμβάσεων στην περιοχή αναφέρονται οι ακόλουθες παρατηρήσεις.

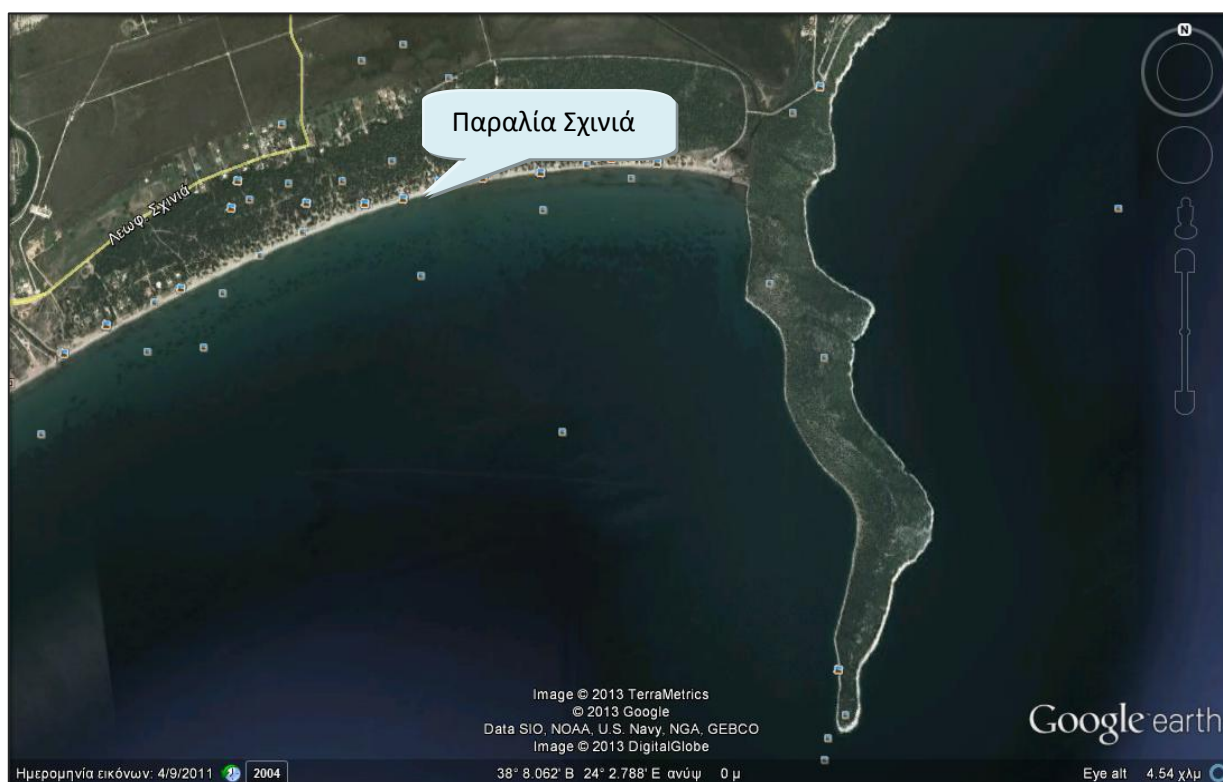
Να σημειωθεί ότι για την πληρέστερη κατανόηση της παρούσας εργασίας, η παραλιακή ζώνη χωρίστηκε σε τρία τμήματα, όπως διαπιστώνεται παρακάτω:



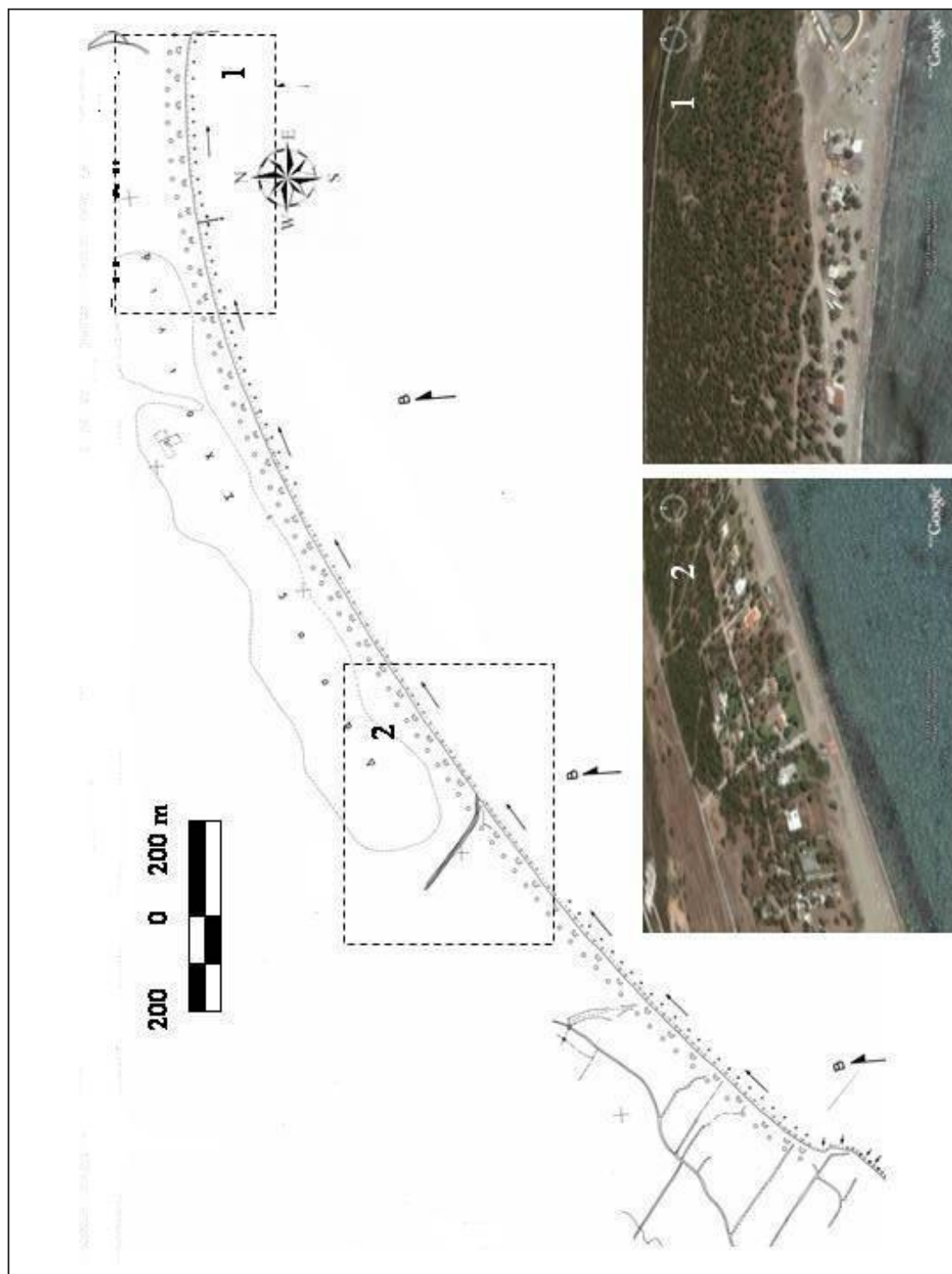
Εικόνα Γ.2.1: Χάρτης στον οποίο διαφαίνεται η περιοχή μελέτης. (ΠΗΓΗ: google earth).

ΤΜΗΜΑ 1: ΠΑΡΑΛΙΑ ΣΧΙΝΙΑ

Η παρατήρηση ξεκινάει από το βόρειο άκρο της παραλίας του Σχινιά από την πλευρά που βρίσκεται το ακρωτήριο Κυνοσούρας.



Εικόνα Γ.2.2: Παραλία Σχοινιά. (ΠΗΓΗ: google earth).



Εικόνα Γ.2.3: Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης του Σχοινιά (Χατζηελευθερίου, 2008).

Πρόκειται για παραλία με αμμουδιά. Κατά μήκος της παραλίας υπάρχουν ταβέρνες και καφετέριες οι οποίες έχουν τοποθετήσει τραπέζια και καρέκλες πάνω στην άμμο.



Εικόνα Γ.2.4: Αναψυκτήριο στην παραλία του Σχινιά που έχει εγκατασταθεί πάνω στην άμμο.



Εικόνα Γ.2.5 : Εστιατόριο επί της παραλίας του Σχινιά.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

Στην παραλία εκτός από τις υπαίθριες ταβέρνες και τα αναψυκτήρια παρατηρούνται και ξύλινες ομπρέλες.



Εικόνα Γ.2.6 : Ομπρέλες και εστιατόριο στην παραλία.



Εικόνα Γ.2.7: Ομπρέλες επί της παραλίας.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

Κατά την περίοδο των εργασιών υπαίθρου, σε κάποια σημεία της παραλίας ,μετά το μέτωπο της ακτογραμμής, παρατηρήθηκαν αφροί .



Εικόνα Γ.2.8: Αφροί στην ακτογραμμή.



Εικόνα Γ.2.9: Αφροί στην ακτογραμμή.



Εικόνα Γ.2.10: Στύλοι τοποθετημένοι στην άμμο για ομπρέλες.

Η παρατήρηση συνεχίζεται κατά μήκος της παραλίας με κατεύθυνση τον Άγιο Παντελεήμονα που αποτελεί το επόμενο τμήμα. Η παραλία αποτελείται από άμμο με εμφάνιση περισσότερων και μεγαλύτερων κροκαλών. Η κατάσταση όσον αφορά τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις εντοπίζεται με εμφάνιση κατοικιών καθώς και υπαίθριων ξύλινων κατασκευών που λειτουργούν ως κέντρα διασκέδασης κατά τους θερινούς μήνες.



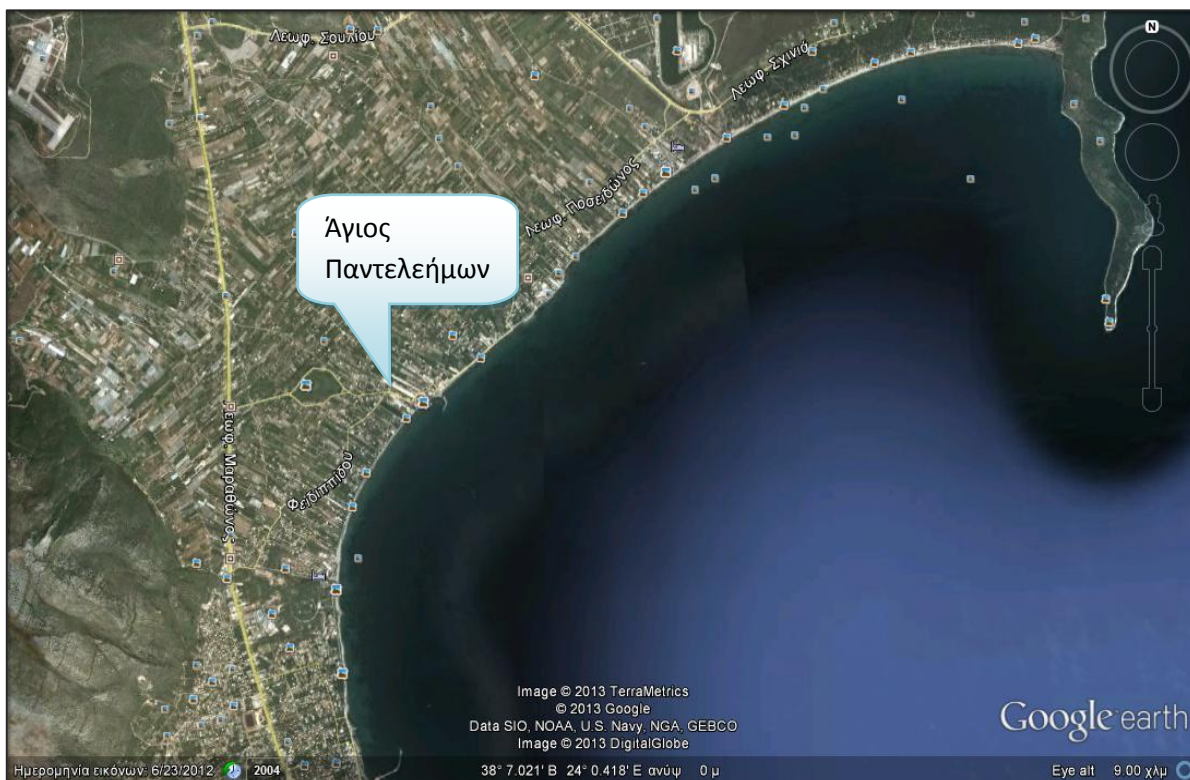
Εικόνα Γ.2.11: Ξύλινη κατασκευή-Κέντρο διασκέδασης.



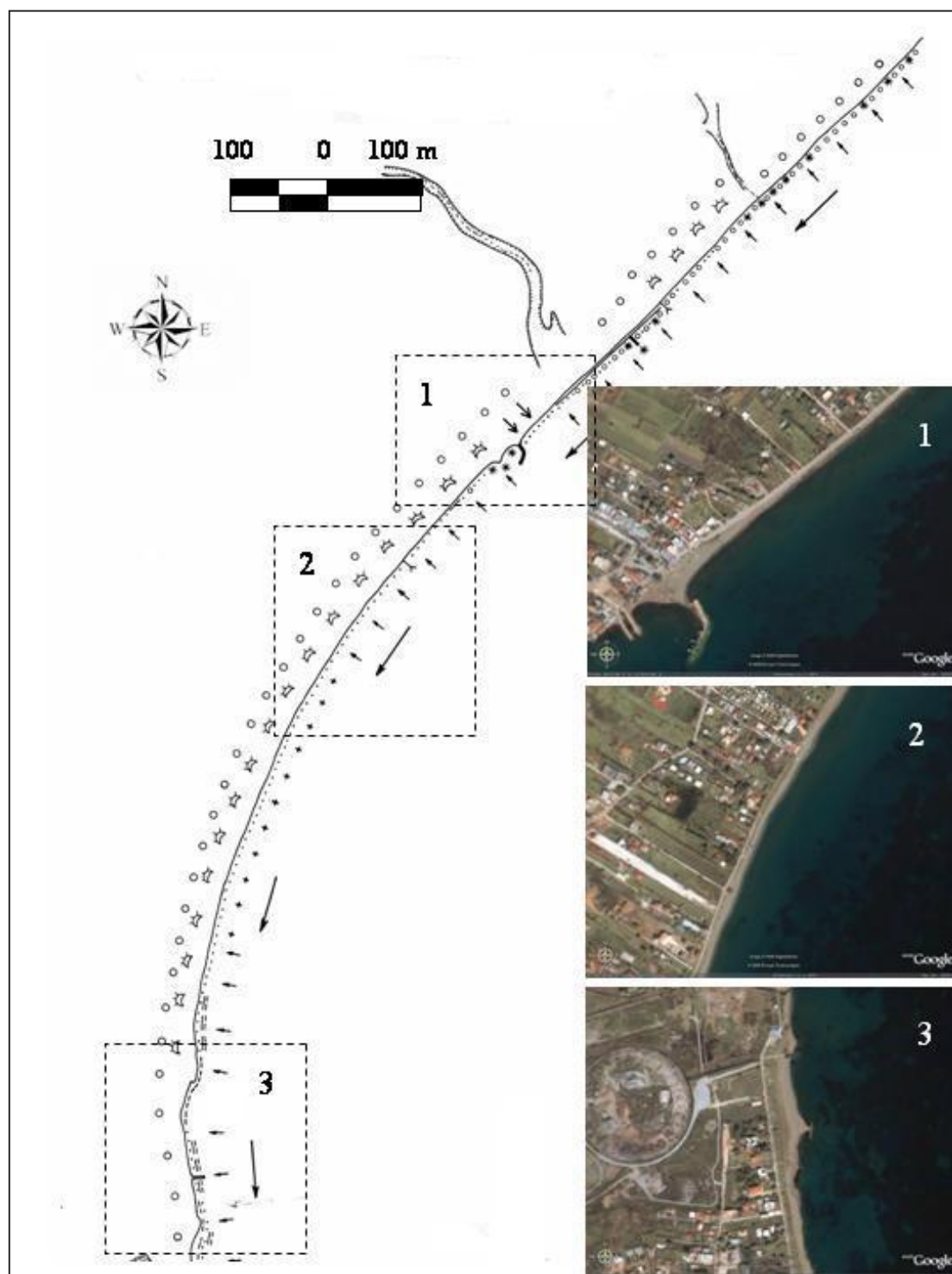
Εικόνα Γ.2.12: Κατοικίες πάνω στην άμμο.

ΤΜΗΜΑ 2 ΑΓΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ

Η παραλία στην περιοχή του Αγίου Παντελεήμονα χαρακτηρίζεται από άμμο με λίγες κροκάλες. Κατά μήκος της παραλίας παρατηρούνται εστιατόρια, αναψυκτήρια καθώς και μια παιδική χαρά.



Εικόνα Γ.2.13 : Η περιοχή του Αγίου Παντελεήμονα. (ΠΗΓΗ: google earth)



Εικόνα Γ.2.14 Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής του Αγίου Παντελεήμονα (Χατζηλευθερίου, 2008).



Εικόνα Γ.2.15: Παραλία στην περιοχή του Αγίου Παντελεήμονα.



Εικόνα Γ.2.16: Εστιατόρια και αναψυκτήρια επί της παραλίας.



Εικόνα Γ.2.17: Παιδική χαρά στην παραλία του Άγιου Παντελεήμονα.

Στην θέση αυτή παρατηρείται ένα στόμιο ποταμού που είναι εγκιβωτισμένο και τα νερά του καταλήγουν στην θάλασσα.



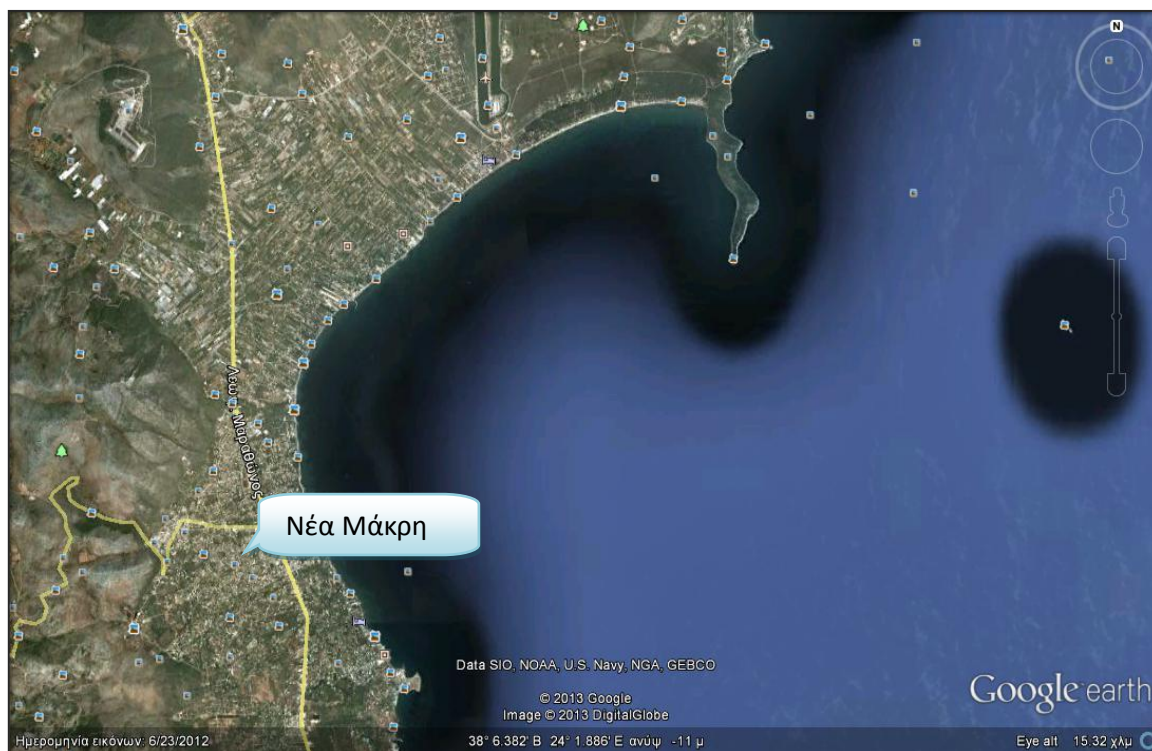
Εικόνα Γ.2.18: Στόμιο ποταμού.



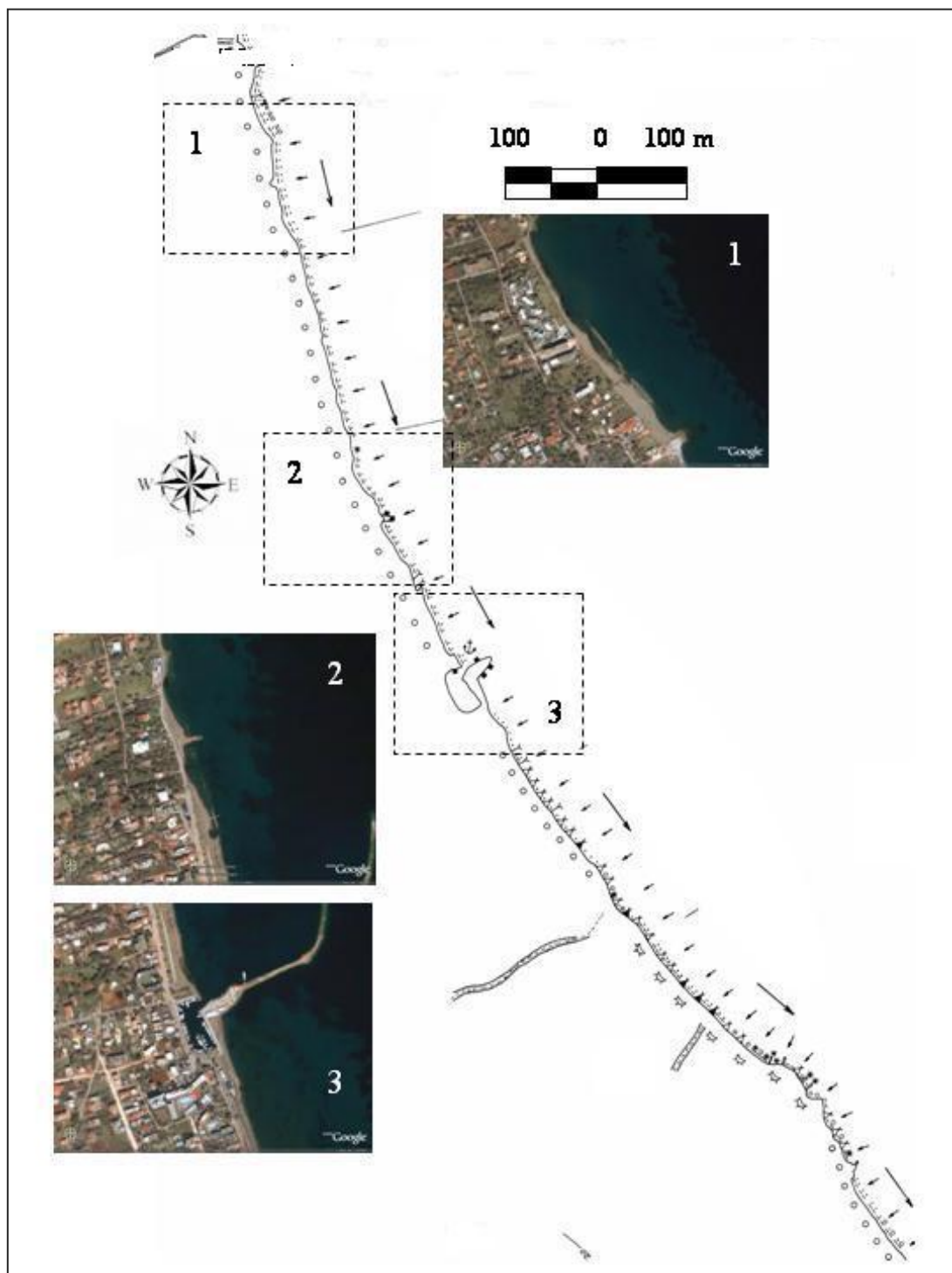
Εικόνα Γ.2.19: Τα νερά του στομίου καταλήγουν στην θάλασσα.

ΤΜΗΜΑ 3 ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ

Η παραλία της Νέας Μάκρης χαρακτηρίζεται από άμμο με λίγες κροκάλες. Η πόλη έχει αναπτυχθεί λίγα μόλις μέτρα από την παραλία με αποτέλεσμα η ανθρωπογενής παρέμβαση να είναι εμφανής σε όλο σχεδόν το μήκος της.



Εικόνα Γ.2.20: Η περιοχή της Νέας Μάκρης. (ΠΗΓΗ: google earth)



Εικόνα Γ.2.21: Παράκτιος γεωμορφολογικός χάρτης περιοχής Νέας Μάκρης (Χατζηλευθερίου, 2008).

Η παρατήρηση ξεκινά εκεί όπου αρχίζει ο παραλιακός πεζόδρομος-ποδηλατόδρομος που ενώνει τον Σχινιά με την Νέα Μάκρη. Στο σημείο εκείνο παρατηρούνται: ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, ένας περιφραγμένος αρχαιολογικός χώρος, και μια εκκλησία σε μικρή απόσταση από την παραλία. Αξιοσημείωτο σε αυτή την παραλία είναι ότι παρατηρούνται δύο εγκιβωτισμένα στόμια.



Εικόνα Γ.2.22: Παρατηρητήριο ναυαγοσώστη επί της παραλίας.



Εικόνα Γ.2.23: Εκκλησία Αγίας Κυριακής λίγα μέτρα πιο μακριά από την ακτογραμμή.

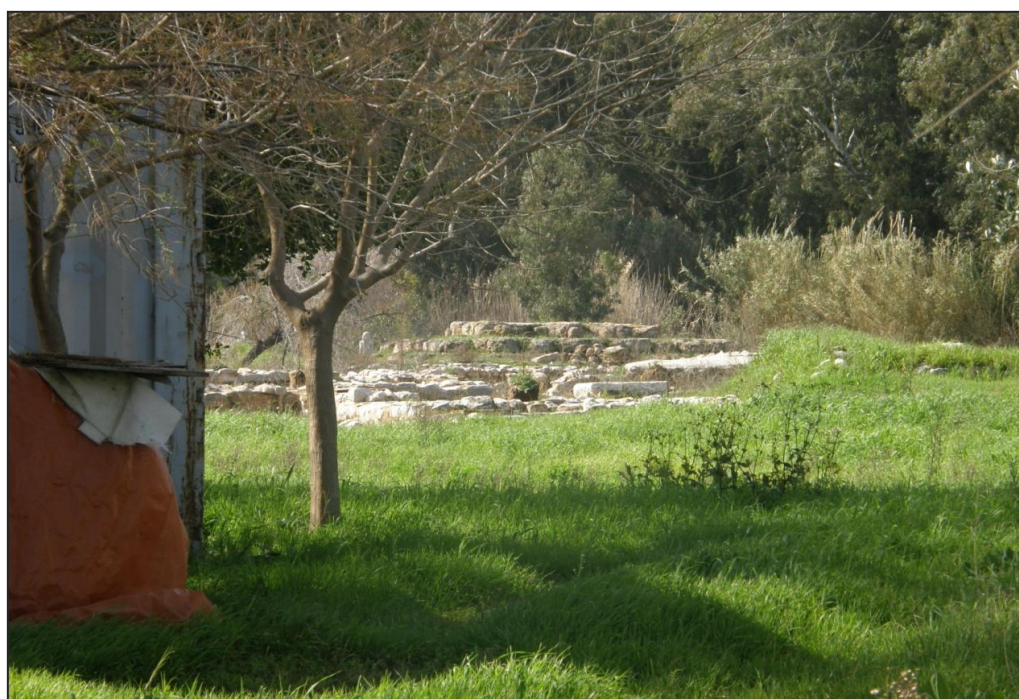


Εικόνα Γ.2.24: Σε αυτό το σημείο ο Πεζόδρομος μετατρέπεται σε γέφυρα διάβασης πεζών χωρίς να παύει να αποτελεί και το στόμιο του ποταμού.-Στόμιο ποταμού-Γέφυρα.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.



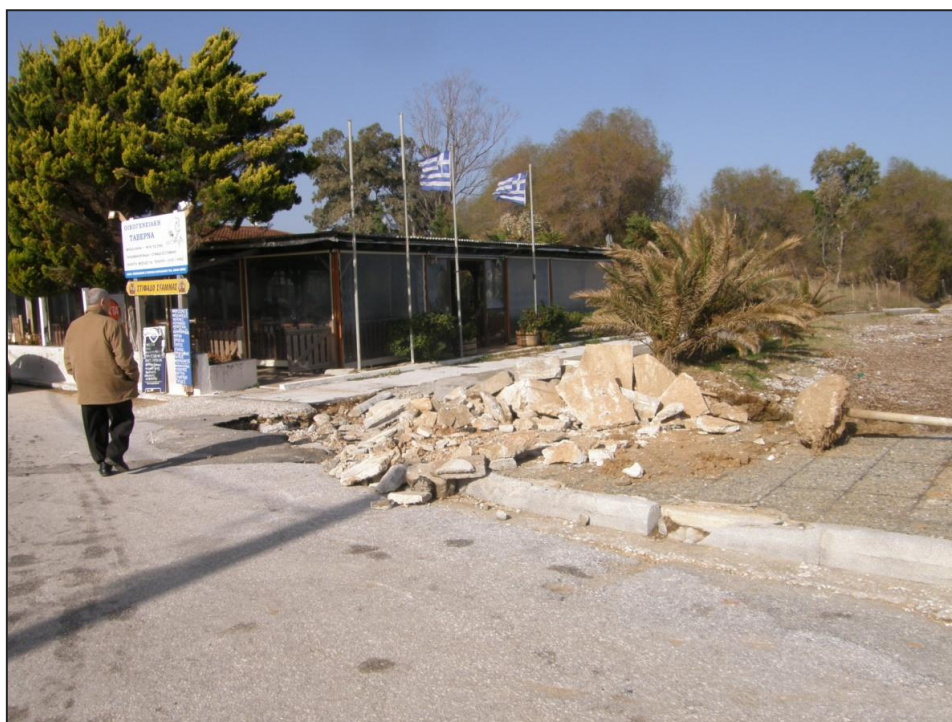
Εικόνα Γ.2.25: Αρχαιολογικός χώρος.



Εικόνα Γ.2.26: Εντός του αρχαιολογικού χώρου, πρωτελλαδικό νεκροταφείο.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ Κ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ-ΣΧΟΙΝΙΑ-ΜΑΡΑΘΩΝΑ.

Η παρατήρηση συνεχίζεται κατά μήκος του πεζόδρομου λίγα μέτρα από τον οποίο συναντώνται ταβέρνες σε τακτά διαστήματα.



Εικόνα Γ.2.27: Εστιατόριο δίπλα από τον πεζόδρομο. Καταστροφές επί του δρόμου.



Εικόνα Γ.2.28: Πεζόδρομος ακριβώς πάνω στην ακτή.



Εικόνα Γ.2.29: Εστιατόρια επί του πεζόδρομου.

Καταλήγοντας στην πόλη της Νέας Μάκρης εκτός από τις κατοικίες ,οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις εστιάζονται στο λιμάνι όπου υπάρχει ένας μώλος, στην παιδική χαρά ,καθώς και στο υπαίθριο γυμναστήριο. Αξίζει να σημειωθεί ότι και εδώ υπάρχουν στόμια ποταμών τα οποία είναι εγκιβωτισμένα.



Εικόνα Γ.2.30 : Κατοικίες στην πόλη της Νέας Μάκρης λίγα μέτρα από την παραλία.



Εικόνα Γ.2.31: Λιμάνι Νέας Μάκρης.



Εικόνα Γ.2.32 : Παιδική χαρά.



Εικόνα Γ.2.33: Υπαίθριο γυμναστήριο.



Εικόνα Γ.2.34: Εγκιβωτισμένο στόμιο ποταμού.



Εικόνα Γ.2.35: Μεγάλο περιφραγμένο στόμιο ποταμού.

Στην παραλία, που συνεχίζει προς την έξοδο της πόλης, πέρα από τις ξύλινες ομπρέλες που είναι τοποθετημένες στην άμμο και κάποια κατασκευή που πιθανόν λειτουργεί τους θερινούς μήνες ως αναψυκτήριο, εντοπίστηκαν σωλίνες που καταλήγουν μέσα στην θάλασσα. Η χρήση τους πιθανόν να έγκειται είτε στην διοχέτευση αποβλήτων είτε στην άντληση νερού από την θάλασσα.



Εικόνα Γ.2.36 : Ομπρέλα επί της παραλίας.



Εικόνα Γ.2.37: Σωλήνας που καταλήγει μέσα στην θάλασσα πιθανόν για διοχέτευση αποβλήτων.



Εικόνα Γ.2.38: Σωλήνας που καταλήγει μέσα στην θάλασσα πιθανόν για άντληση νερού.

Ανά διαστήματα παρατηρούνται ανοίγματα από τον δρόμο προς την παραλία τα οποία έχουν σκάλες για τη διέλευση του κόσμου.



Εικόνα Γ.2.39: Κατασκευή που λειτουργεί πιθανόν ως αναψυκτήριο τους θερινούς μήνες.

Η παρατήρηση συνεχίζεται αφήνοντας πίσω την πόλη της Νέας Μάκρης με κατεύθυνση την περιοχή του Αγίου Ανδρέα. Η παραλία συνεχίζει με άμμο, και κροκάλες. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι περίπου οι ίδιες, εντοπίστηκε ένα εγκιβωτισμένο στόμιο, κατοικίες, εστιατόρια, ξενοδοχειακές μονάδες με γήπεδο, καφετέριες, ξύλινες κατασκευές που λειτουργούν ως αναψυκτήρια το καλοκαίρι καθώς και ένα σχολείο εκεί όπου τελειώνει ο μεγάλος κόλπος του Μαραθώνα.



Εικόνα Γ.2.40 : Σημείο παραλίας όπου εντοπίστηκε εγκιβωτισμένο στόμιο ποταμού.



Εικόνα Γ.2.41 : Εγκιβωτισμένο στόμιο ποταμού.



Εικόνα Γ.2.42 :Κατοικίες και καφετέριες στην παραλία, ομπρέλες τοποθετημένες στην αμμουδιά.



Εικόνα Γ.2.43: Ξενοδοχειακή μονάδα με καφετέρια επί της παραλίας και τοποθετημένες ομπρέλες στην αμμουδιά.



Εικόνα Γ.2.44 : Γήπεδο μπάσκετ της ξενοδοχειακής μονάδας πολύ κοντά στην αμμουδιά.



Εικόνα Γ.2.45 : Αναψυκτήρια και ομπρέλες πάνω στην αμμουδιά.



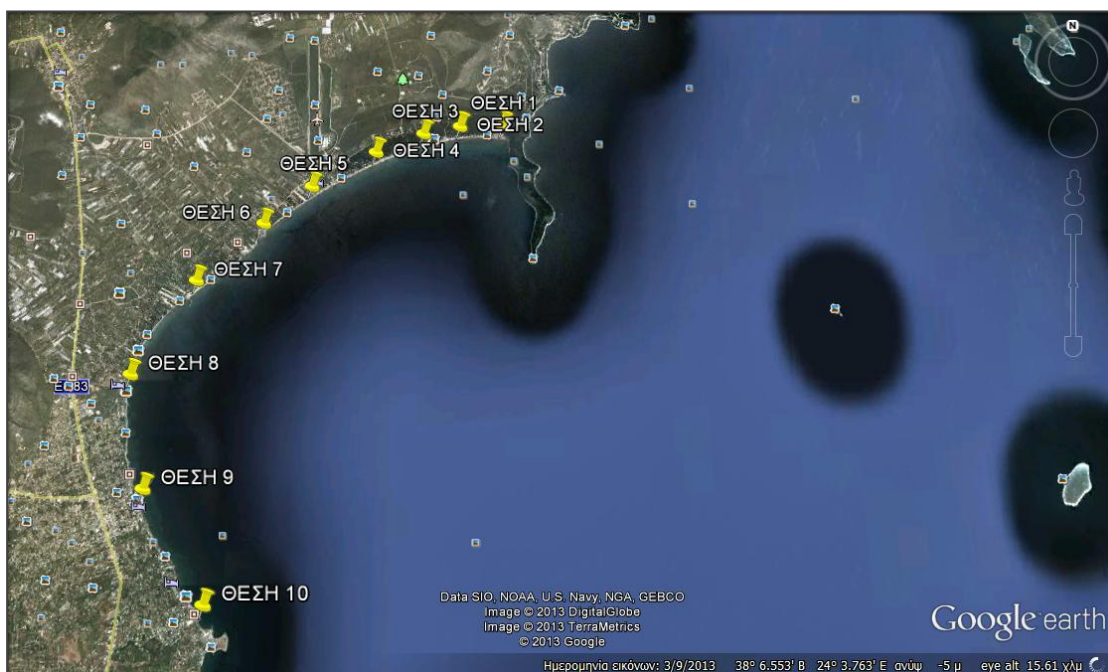
Εικόνα Γ.2.46 : Σχολείο λίγα μέτρα από την αμμουδιά.



Εικόνα Γ.2.47 : Μόλος από τσιμέντο, Εκκλησία πολύ κοντά στην αμμουδιά. Εμφάνιση ακτολίθου (beach rock)

- **ΠΡΟΦΙΛ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΘΕΣΗ**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω η περιοχή μελέτης εκτείνεται από την παραλία του Σχοινιά μέχρι την Νέα Μάκρη .Η εν λόγω περιοχή χωρίστηκε σε 10 θέσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκαν τοπογραφικές τομές για την εκτίμηση του προφίλ της παραλίας σε κάθε μία από αυτές (Εικ. Γ.2.48).



Εικόνα Γ.2.48 : θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις για το προφίλ της παραλίας.
(ΠΗΓΗ: google earth)

ΘΕΣΗ 1

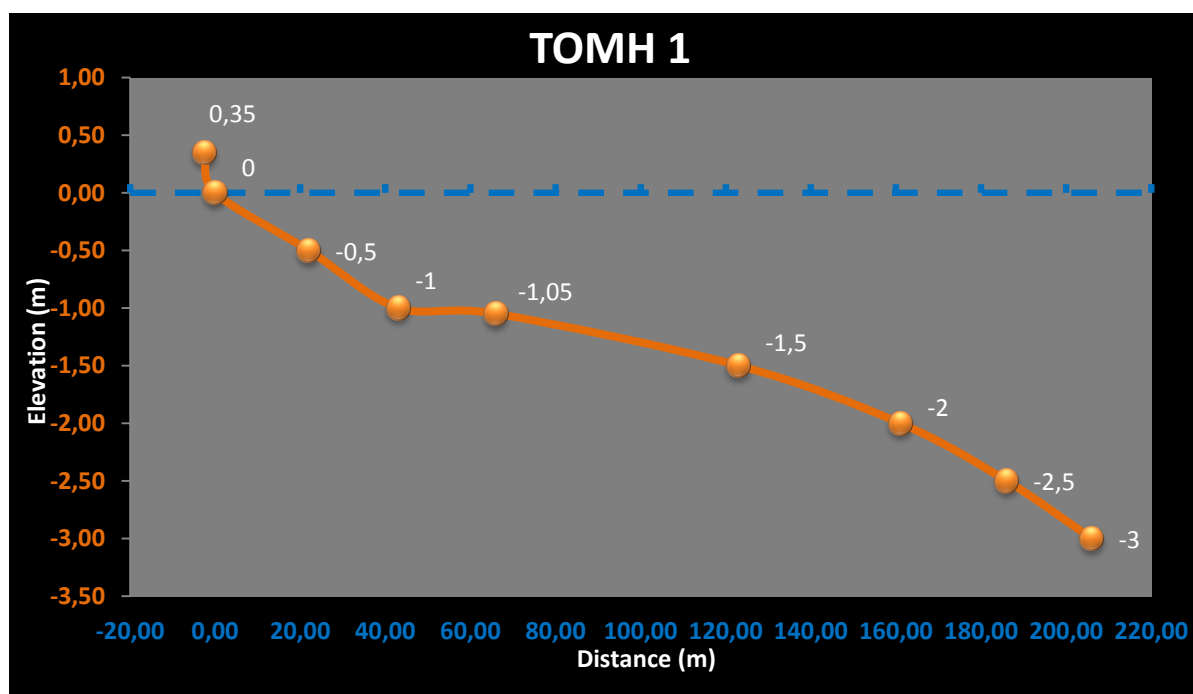
Η θέση 1 βρίσκεται στον όρμο του Σχοινιά από την πλευρά του ακρωτηρίου Κυνοσούρα.

Παρατηρείται μια "βαλτώδη" κατάσταση σε μικρό όμως βαθμό ακριβώς πίσω από το μέτωπο της παραλίας με συσσώρευση φυκιών, πίσω από τα φύκη αρχίζει και το πευκοδάσος του Σχοινιά.



Εικόνα Γ.2.49 : Άποψη της παραλίας στην θέση 1.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα Γ.2.1 της τοπογραφικής τομής στη Θέση 1, η κλίση του υποθαλάσσιου μετώπου της παραλίας είναι $>2,5\%$, ενώ το βάθος αυξάνεται προοδευτικά από το 1 μέχρι τα 3 μέτρα με κλίση 1-3%.



Σχήμα Γ.2.1 Τοπογραφική τομή στην θέση 1.

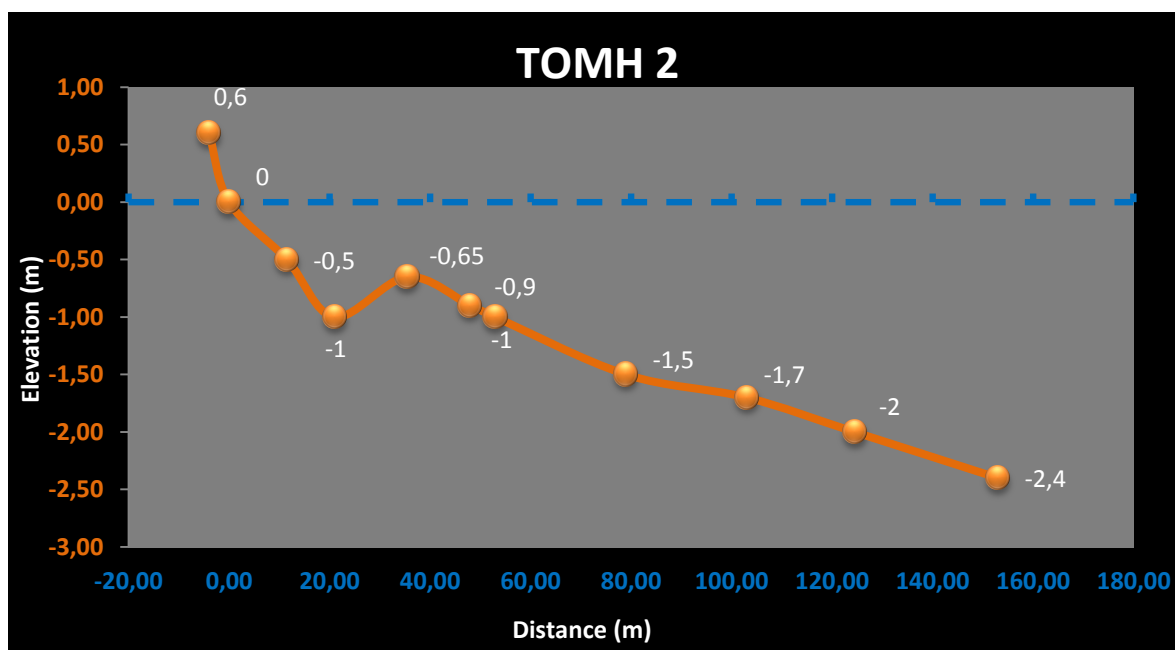
ΘΕΣΗ 2

Η θέση 2 (Εικ. Γ.2.50) απέχει από την θέση 1 περίπου 750 m. Στην συγκεκριμένη θέση το εύρος της παραλίας είναι αισθητά μεγαλύτερο (περίπου 12m) . Η κλίση του μετώπου της παραλίας είναι 4.3%, η πρώτη berm βρίσκεται στα 3m, η χαμηλή βλάστηση (το πεδίο των θινών) στα 12m, τα πρώτα δέντρα αρχίζουν στα 15m και η οπισθοχώρα στα 16m από την ακτογραμμή.



Εικόνα Γ.2.50 : Άποψη της παραλίας στην θέση 2.

Το προφίλ κατά μήκος της τομής (Σχήμα Γ.2.2) μας δείχνει ότι έχουμε το μέτωπο με κλίση 4.3% η οποία φτάνει μέχρι και τα 20m από την ακτή(σε βάθος περίπου 1m). μετά ακολουθεί ένας αναβαθμός μέχρι τα 40 m από την ακτή (βάθος 0,65m) από όπου τα βάθη μεγαλώνουν ομαλά μέχρι τα 160m από την ακτή (βάθος 2,4m) με μέση κλίση 1,5%.



Σχήμα Γ.2.2: Τοπογραφική τομή στην θέση 2.

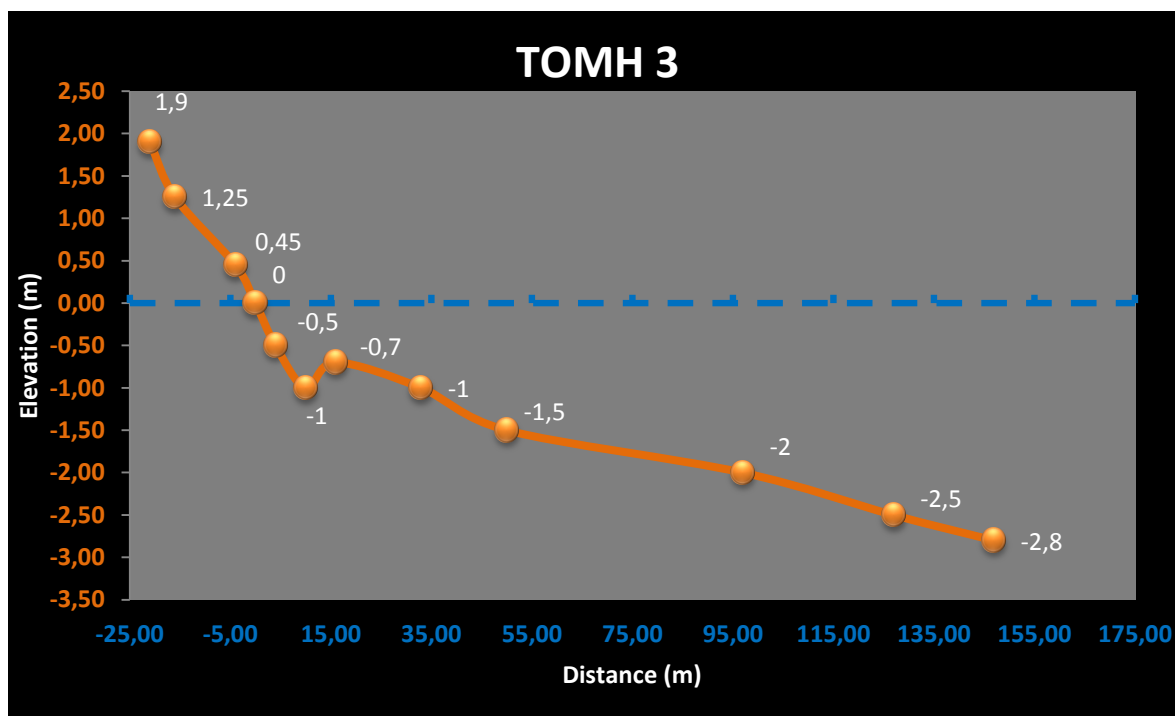
ΘΕΣΗ 3

Η απόσταση της θέσης 3 (Εικ. Γ.2.51) από την προηγούμενη είναι περίπου 650 m. Τα πρώτα δέντρα απέχουν από την ακτογραμμή 29m . το εύρος της παραλίας ανέρχεται στα 16m.ενώ στα 3m από την ακτογραμμή συναντάμε την πρώτη berm.



Εικόνα Γ.2.51: Άποψη της παραλίας στην θέση 3.

Από το Σχήμα Γ.2.3 παρατηρείται ότι υποθαλάσσια το μέτωπο παρουσιάζει κλίση 12.5% και φτάνει περίπου την ισοβαθή του 1m. Σε απόσταση περίπου 10m από την ακτογραμμή και μέχρι τα 18m από αυτή παρατηρούμε μια αναθόλωση του αναγλύφου της τάξης των 0,4m. Από εκεί και για μεγαλύτερα βάθη η κλίση είναι της τάξης του 2%.



Σχήμα Γ.2.3 : Τοπογραφική τομή στην θέση 3.

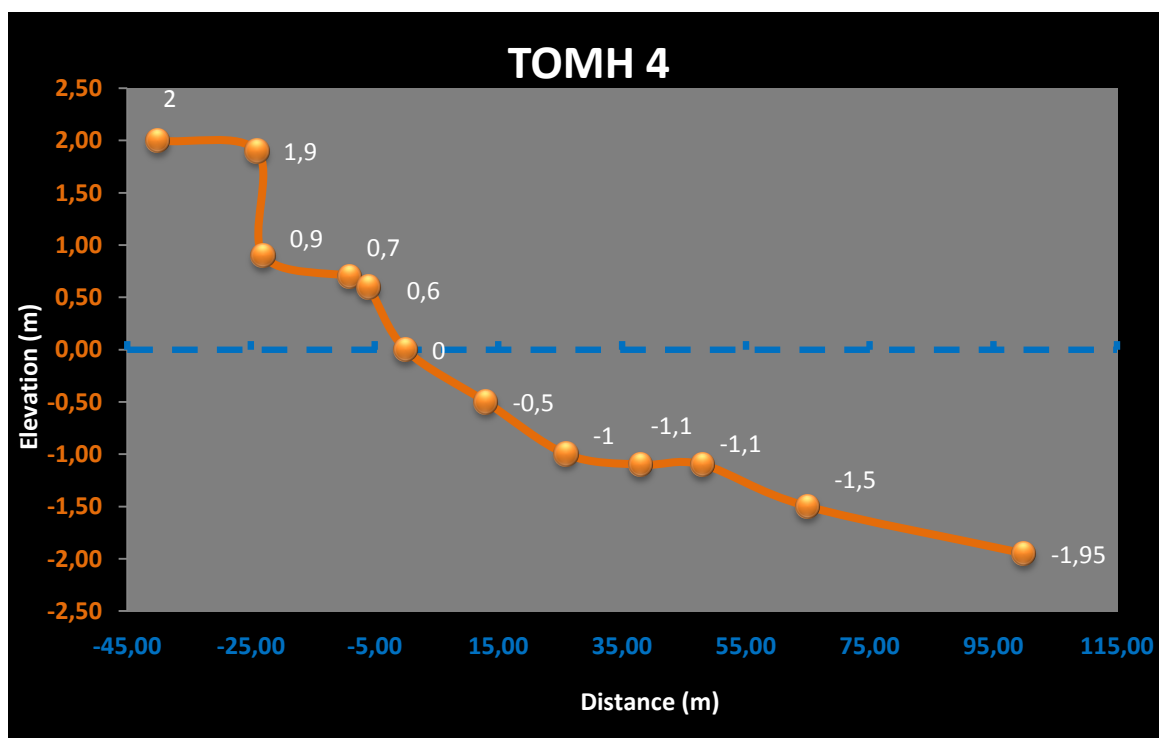
ΘΕΣΗ 4

Η θέση 4 (Εικ. Γ.2.52) βρίσκεται περίπου 900 m πιο κάτω, από την προηγούμενη. Στο σημείο αυτό παρατηρούνται κάποιες αποκομμένες αμμοθίνες καθώς επίσης και beach cusps στο μέτωπο της παραλίας. Η πρώτη berm απέχει 6m(και έχει πλάτος 3m), η βλάστηση 23m, η οπισθοχώρα 24m και τα δέντρα αρχίζουν στα 40m από την ακτογραμμή.



Εικόνα Γ.2.52: Άποψη της παραλίας στην θέση 4.

Από το Σχήμα Γ.2.4 εξάγεται το συμπέρασμα ότι το υποθαλάσσιο μέτωπο παρουσιάζει κλίση 3,8% , μέχρι το βάθος του 1m (απόσταση από την ακτή 30m). Σε βάθος 1.5m και σε απόσταση 50m από την ακτή παρατηρούμε ένα μικρό αναβαθμό, ενώ από εκεί μέχρι και το βάθος των 2m (100m από την ακτή) η κλίση είναι 2%.



Σχήμα Γ.2.4 : Τοπογραφική τομή στην θέση 4.

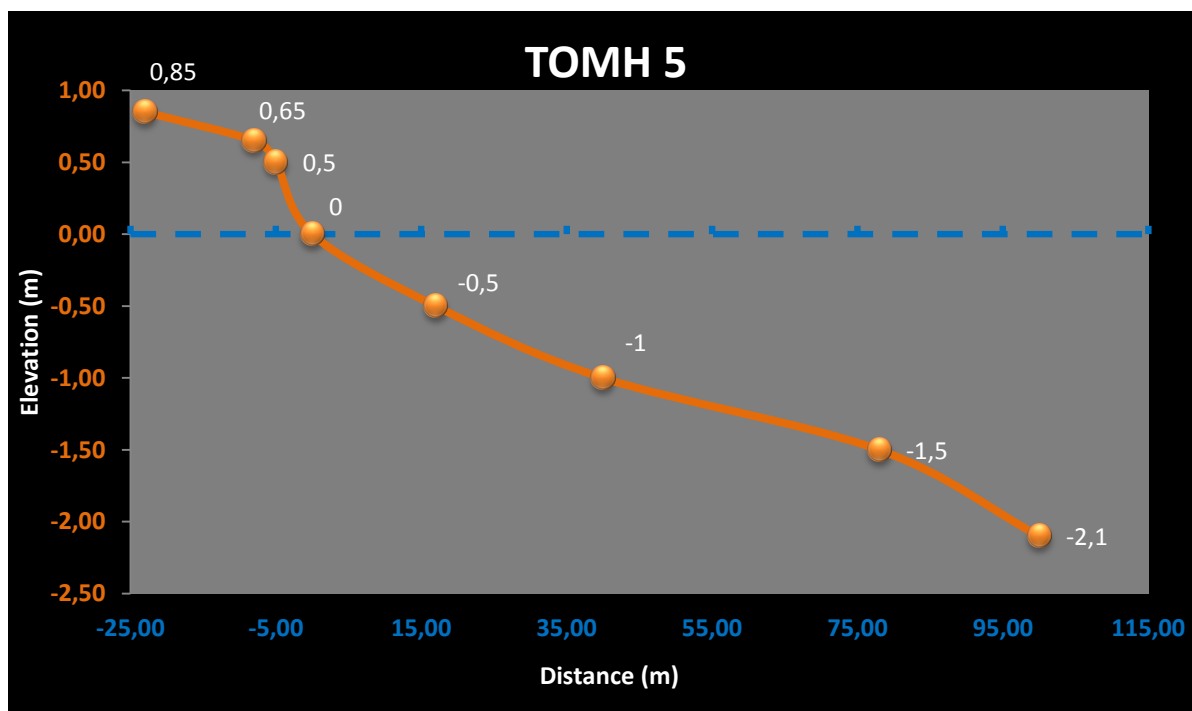
ΘΕΣΗ 5

Στην θέση 5 (Εικ. Γ.2.53) που βρίσκεται γύρω στα 1200 m πιο κάτω από την θέση 4 η κλίση του μετώπου της παραλίας υπολογίζεται να είναι 4%.



Εικόνα Γ.2.53 : Άποψη της παραλίας στην θέση 5.

Στο Σχήμα της θέσης 5 το υποθαλάσσιο μέτωπο παρουσιάζει κλίση 2,9% μέχρι το βάθος των 0,5m. Από το βάθος των 0,5m μέχρι και τα 2m βάθος (απόσταση 80m από της ακτή) η κλίση ομαλοποιείται και γίνεται 2%. Στη συνέχεια τα βάθη μεγαλώνουν ομαλά με κλίση πάλι περίπου 3% μέχρι το βάθος των 2,5m (100m από την ακτή).



Σχήμα Γ.2.5 : Τοπογραφική τομή στην θέση 5.

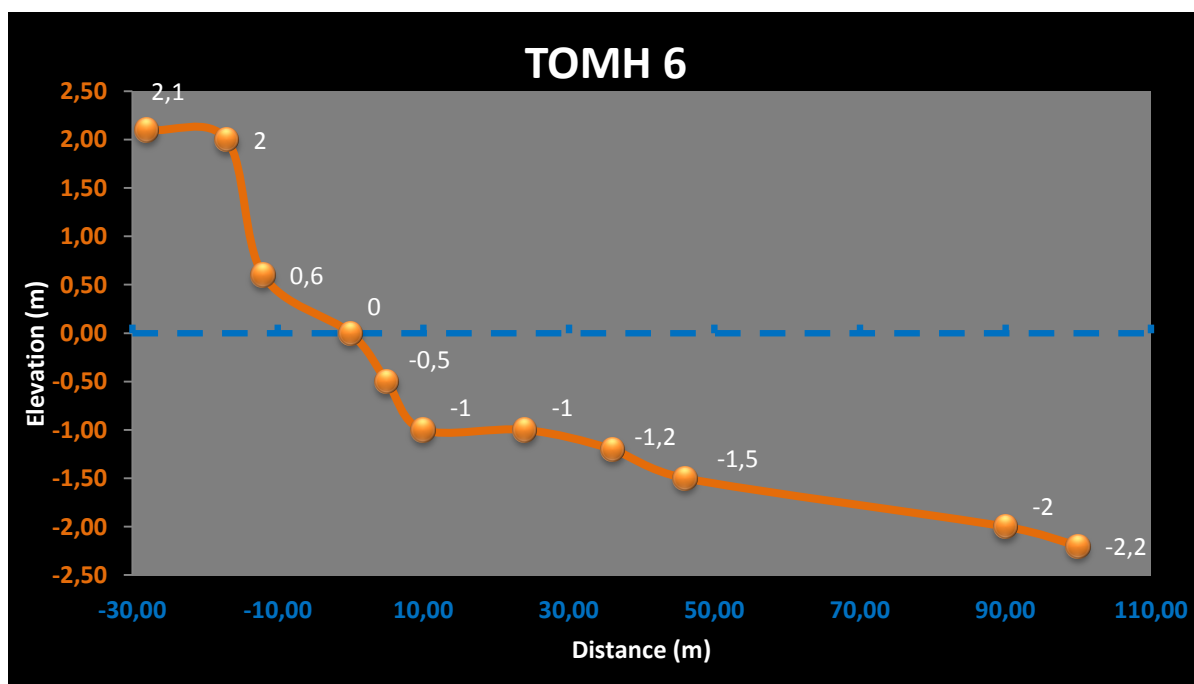
ΘΕΣΗ 6

Στη Θέση 6 (Εικ. Γ.2.54) 1000 m περίπου από την προηγούμενη θέση η κατάσταση του αιγιαλού δεν είναι τόσο καλή (κατάσταση βούρκου) όσο στις προηγούμενες θέσεις, το υλικό της παραλίας είναι σαφώς αδρομερέστερο, ενώ εντονότερα είναι και τα φαινόμενα της διάβρωσης στην συγκεκριμένη θέση. Η κλίση της παραλίας μέχρι τα 12m από το μέτωπο αυτής είναι 5%, ενώ από τα 12 μέχρι τα 18m η κλίση της είναι 25%.



Εικόνα Γ.2.54 : Άποψη της παραλίας στην θέση 6.

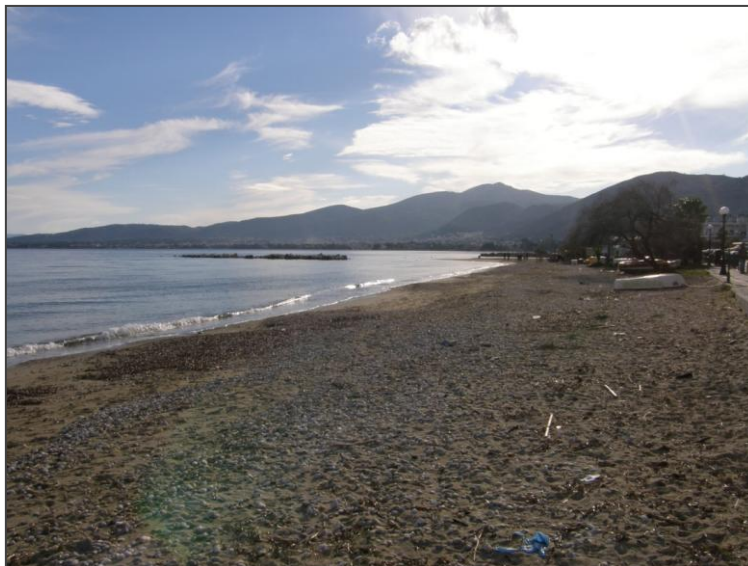
Από το Σχήμα Γ.2.6 παρατηρείται ότι το υποθαλάσσιο μέτωπο είναι απότομο μέχρι το βάθος του 1m παρουσιάζοντας μια κλίση της τάξης του 10%. Στην συνέχεια και σε απόσταση 25m από την ακτή παρουσιάζεται μια σχεδόν επίπεδη επιφάνεια του υποθαλάσσιου αναγλύφου. Από το σημείο αυτό και μετά έχουμε μια προοδευτικά αύξηση του βάθους μέχρι τα 2,2m (110m από την ακτογραμμή) με κλίση 2%.



Σχήμα Γ.2.6 : Τοπογραφική τομή στην θέση 6.

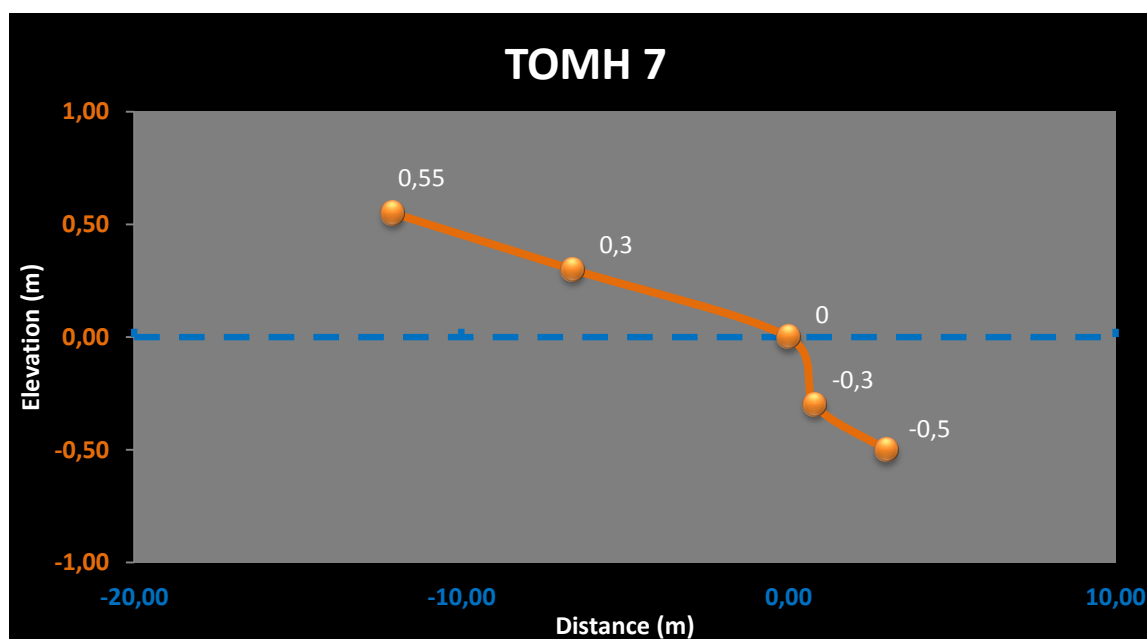
ΘΕΣΗ 7

Η θέση 7 (Εικ. Γ.2.55) απέχει από την θέση 6 1500 m περίπου. Η παραλία συνίσταται από άμμο και ένα μικρό ποσοστό κροκαλών.



Εικόνα Γ.2.55 : Άποψη της παραλίας στην θέση 7.

Από το Σχήμα που απεικονίζει την τοπογραφική τομή στην θέση 7 (Σχ. Γ.2.7) παρατηρείται ότι το υποθαλάσσιο μέτωπο είναι πολύ απότομο με κλίση 37,5% και σε απόσταση περίπου 1m από την ακτή. Σε 13m από την ακτή η κατάσταση ομαλοποιείται με εμφάνιση μιας σχεδόν επίπεδης επιφάνειας του υποθαλάσσιου αναγλύφου.



Σχήμα Γ.2.7 : Τοπογραφική τομή στην θέση 7.

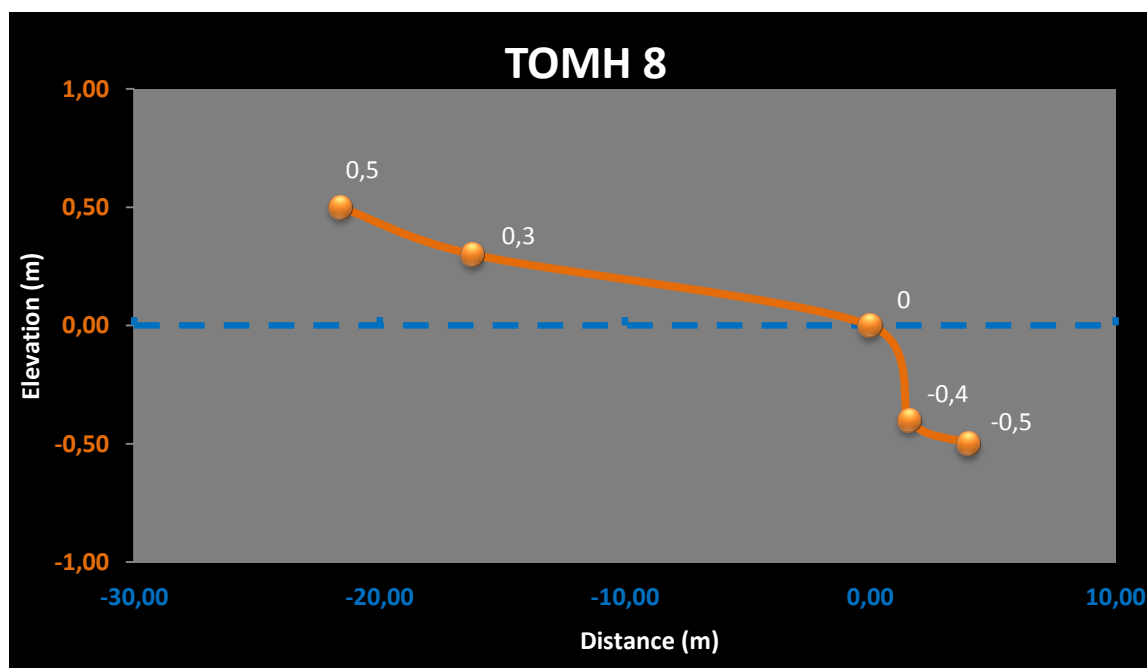
ΘΕΣΗ 8

Η θέση 8 (Εικ. Γ.2.56) απέχει από την προηγούμενη περίπου 2 Km .Η κατάσταση της παραλίας παραμένει ίδια με την θέση 7 δηλαδή άμμος με λίγες μικρές κροκάλες.



Εικόνα Γ.2.56: Άποψη της παραλίας στην θέση 8.

Στη θέση αυτή από την τοπογραφική τομή του σχήματος παρατηρείται ότι το υποθαλάσσιο μέτωπο είναι αρκετά απότομο με κλίση 25% σε απόσταση περίπου 2m από την ακτή. Σε 4m από την ακτή παρουσιάζεται μία σχεδόν οριζόντια επιφάνεια με κλίση περίπου 2% (Σχήμα Γ.2.8).



Σχήμα Γ.2.8: Τοπογραφική τομή στην θέση 8.

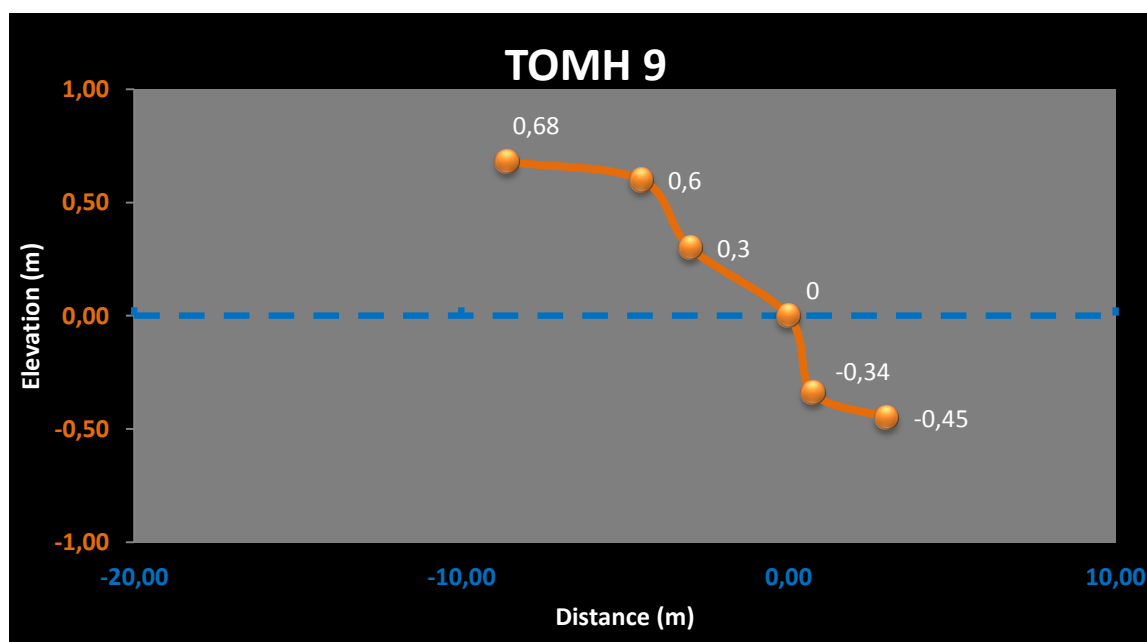
ΘΕΣΗ 9

Στη θέση 9 (Εικ. Γ.2.57) που βρίσκεται περίπου 2 Km πιο κάτω από την θέση 8 επικρατούν τα ίδια δηλαδή το υλικό της παραλίας είναι άμμος με λίγες κροκάλες μικρού μεγέθους.



Εικόνα Γ.2.57: Άποψη της παραλίας στην θέση 9.

Από το Σχήμα Γ.2.9 παρατηρείται ότι το υποθαλάσσιο μέτωπο είναι πολύ απότομο με κλίση 45,3% και σε απόσταση περίπου 1 m από την ακτογραμμή. Ενώ από το 1 m και μέχρι τα 3m από την ακτή η κατάσταση ομαλοποιείται με εμφάνιση μιας σχεδόν επίπεδης επιφάνειας του υποθαλάσσιου αναγλύφου με κλίση περίπου 3%.



Σχήμα Γ.2.9 : Τοπογραφική τομή στην θέση 9.

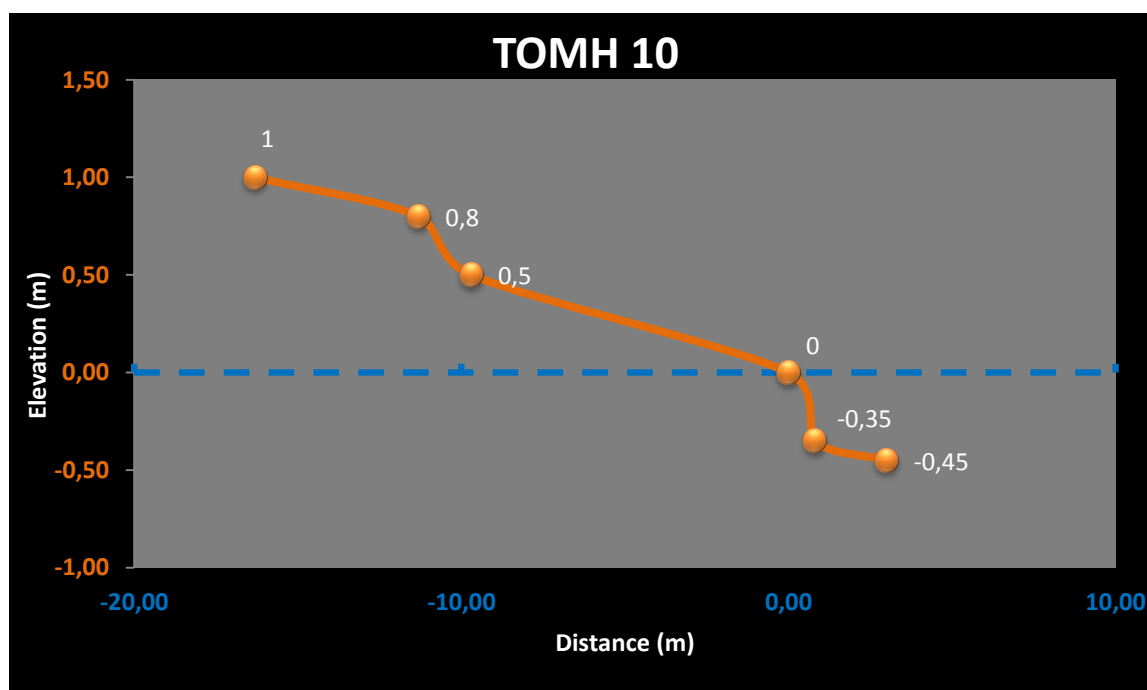
ΘΕΣΗ 10

Η θέση 10 (Εικ. Γ.2.58) αποτελεί την τελευταία θέση που πραγματοποιήθηκε τοπογραφική τομή . Στο σημείο εκείνο κλείνει ο κόλπος του Μαραθώνα και τελειώνει η περιοχή μελέτης. Η απόσταση από την προηγούμενη θέση είναι περίπου 2 Km και η παραλία από άποψη υλικού συνεχίζει να είναι άμμος με λίγες κροκάλες.



Εικόνα Γ.2.58 : Άποψη της παραλίας στην θέση 10.

Το υποθαλάσσιο μέτωπο είναι αρκετά απότομο, με κλίση 43,7% και σε απόσταση 1 m περίπου από την ακτή ενώ σε 17m από την ακτή παρατηρείται μια σχεδόν επίπεδη επιφάνεια του υποθαλάσσιου αναγλύφου με κλίση περίπου 3% (Σχ. Γ.2.10).



Σχήμα Γ.2.10 : Τοπογραφική τομή στην θέση 10.

Γ.2.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ (CVI)

Μέθοδος προσδιορισμού της παράκτιας τρωτότητας αποτελεί το μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας (CVI). Ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας αποτελεί ένα δυναμικό, απλό, αντικειμενικό και εύχρηστο μοντέλο προσδιορισμού της τρωτότητας των παράκτιων τμημάτων ή ζωνών σε σχέση με μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει την «ευαισθησία» του παράκτιου συστήματος σε μεταβολές (διαφοροποίηση ακτογραμμής λόγω ανόδου της στάθμης της θάλασσας) με τη φυσική δυνατότητά του για προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η βασική ιδέα του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας είναι η ταξινόμηση της τρωτότητας παράκτιων περιοχών ανάλογα με την τιμή του δείκτη αυτού σε σχέση με ορισμένες μεταβλητές ή παραμέτρους. Ο πρωταρχικός σκοπός της πρόβλεψης της μεταβολής της ακτογραμμής λόγω ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι η ποσοτικοποίηση των σημαντικών μεταβλητών που συμβάλλουν στην παράκτια εξέλιξη μιας περιοχής. Η μεθοδολογία του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας που αναλύεται παρακάτω, έχει βασικό σκοπό τον εντοπισμό περιοχών που ενδέχεται να είναι περισσότερο ευάλωτες σε μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Στην περιοχή μελέτης είχε ήδη εφαρμοστεί ο δείκτης παράκτιας τρωτότητας (CVI).

Για να υπολογιστεί ο δείκτης τρωτότητας χρησιμοποιούνται οι εξής παράμετροι:

- Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής που μελετάται, συμπεριλαμβανομένης και των γεωλογικών σχηματισμών που καταλήγουν στην ακτογραμμή,
- οι παράκτιες κλίσεις,
- οι οριζόντιες ιστορικές αλλαγές της θέσης της ακτογραμμής,
- ο ρυθμός της σχετικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας,
- το εύρος της παλίρροιας,
- το μέσο σημαντικό ύψος των κυμάτων που προσπίπτουν στην ακτογραμμή.

Οι παραπάνω μεταβλητές του δείκτη τρωτότητας μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο κατηγορίες: στις φυσικογεωγραφικές μεταβλητές και στις μεταβλητές των φυσικών διεργασιών. Οι φυσικογεωγραφικές μεταβλητές περιλαμβάνουν την γεωμορφολογία, την ιστορική αλλαγή της ακτογραμμής και την παράκτια κλίση της ακτογραμμής ενώ οι φυσικές διεργασίες περιλαμβάνουν την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, το μέσο ύψος κύματος και το μέσο εύρος παλίρροιας.

Σπουδαίο και βασικό ρόλο στον δείκτη τρωτότητας διαδραματίζει **το υψόμετρο της εκάστοτε περιοχής**. Η μεγαλύτερη πιθανότητα παρατήρησης επίκλησης διαπιστώνεται σε παράκτιες περιοχές σε υψόμετρα μέχρι ύψος 1 m πάνω από την μέση στάθμη της θάλασσας. Αντίθετα, οι παράκτιες περιοχές με υψόμετρα μέχρι και 4 m από την μέση στάθμη της θάλασσας διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο από την κατάκλιση λόγω παλίρροιων ή σοβαρών κυμάτων θύελλας. Σε μεγαλύτερα μέσα υψόμετρα μειώνεται σταδιακά ο κίνδυνος κατάκλισης για κάθε παράκτια περιοχή.

Σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας. Η εκτίμηση της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας σε μια περιοχή γίνεται με την χρήση δικτύων παλιρροιογράφων εφόσον βέβαια υπάρχουν. Η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σε κάθε τοποθεσία είναι αποτέλεσμα της ευστατικής (1,5 mm/year) και άλλων κατακόρυφων ανοδικών ή καθοδικών κινήσεων της ξηράς. Οι περιοχές που υποχωρούν ή εκείνες με σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας μεγαλύτερη από αυτήν λόγω ευστατισμού (περισσότερο από 1,5 mm/year), ανεξάρτητα από την αρχική αιτία, αντιμετωπίζουν τους μεγαλύτερους κινδύνους κατάκλυσης και ταξινομούνται βάσει αυτής της προϋπόθεσης στον πίνακα Γ.2.1.

Πίνακας Γ.2.1. Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας με βάση τους Pentleton et al. (2004).

Τρωτότητα (παράμετροι)	Πολύ χαμηλή 1	Χαμηλή 2	Μέση 3	Υψηλή 4	Πολύ υψηλή 5	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ
Γεωμορφολογία	Βραχώδης κρημνώδης ακτές, Φιόρδ	Μέσου ύψους κρημνοί, δαντελωτές ακτές	Χαμηλοί κρημνοί, ακτές παγετώδους προέλευσης, αλλουβιακές πεδιάδες	Παραλίες με κροκάλες, Estuary, Lagoon	Παραλίες νησιωτικών φραγμάτων ενδοπαλιρροιακής ζώνης (Mangrove, Salt marsh, Mud flats) αμμώδης παραλίες, δέλτα, κοραλλιογενής ύφαλοι	5
Μεταβολή Ακτογραμμής (m / yr)	> 2,0	1,0 - 2,0	-1,0 – 1,0	-2,0 – 1,0	<- 2,0	4
Παράκτια κλίση (%)	> 1,20	1,2 - 0,9	0,9 – 0,6	0,6 – 0,3	< 0,3	5
Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης (mm / yr)	< 1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,4	> 3,4	1 ή 4 (>3μμ/ετος) λόγω κλιματικής αλλαγής
Σημαντικό Ύψος κύματος (m)	< 0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	> 1,25	1
Εύρος παλίρροιας (m)	> 6,0	4,0 – 6,0	2,0 – 4,0	1,0 – 2,0	< 1,0	5
C.V.I.	< 0,4	0,4 – 3,3	3,3 - 11	11 - 26	> 26	9,13 ή 18,26 με κλιματική αλλαγή

Η ιστορική μετατόπιση μιας ακτογραμμής αποτελεί ένα μέτρο της τάσης μιας ακτής να υποχωρεί ή να προελαύνει. Σε αυτή τη μεταβλητή οι αλλαγές που συντελούνται στην ακτογραμμή με ρυθμό + 1,0 m/year βρίσκονται μέσα στο λάθος μέτρησης και δεν θεωρούνται σημαντικές. Ακτές με ρυθμούς διάβρωσης - 1 m / year ή λιγότερο υποχωρούν λόγω διάβρωσης και διατρέχουν σχετικά μεγαλύτερο κίνδυνο. Αντιθέτως, οι ακτές με ρυθμούς μεγαλύτερους από 1,0 m / year προελαύνουν και διατρέχουν αντίστοιχα χαμηλό κίνδυνο.

Η γεωλογία και οι παράκτιες γεωμορφές αποτελούν μεταβλητές που συνδέονται με τον κίνδυνο διάβρωσης μιας περιοχής. Εξαιτίας της δυσκολίας στην ποσοτικοποίηση της σχετικής αντίστασης στην διάβρωση για κάθε γεωμορφή ή του τύπου και της φύσης του υλικού από το οποίο αποτελείται, αυτές οι δύο μεταβλητές ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες αυξανόμενης επιδεκτικότητας πετρώματος ή γεωμορφής.

Το ύψος κύματος και τα παράκτια ρεύματα που παράγονται από αυτά μετασχηματίζουν ενεργά την ακτή μέσω της μεταφοράς της απόθεσης και της απομάκρυνσης ιζημάτων.

Το μέσο παλιρροιακό εύρος συνδέεται με τους μόνιμους και τους επεισοδιακούς κινδύνους κατάκλισης. Ένα μεγάλο παλιρροιακό εύρος καθορίζει τη χωρική έκταση της ακτής που ενεργεί επάνω της ο κυματισμός. Οι περιοχές που υφίστανται διάβρωση ποικίλουν και αυτό εξαρτάται από την ώρα της ημέρας και τις παλιρροιακές συνθήκες. Οι περιοχές με μεγάλα παλιρροιακά εύρη έχουν διαπαλιρροιακές ζώνες πολύ λιγότερο ευαίσθητες σε μόνιμο κατακλυσμό. Είναι επίσης ιδιαίτερα ευαίσθητες στην επεισοδιακή πλημμύρα που συνδέεται με κύματα θύελλας, ιδιαίτερα εάν αυτά συμπίπτουν με μεγάλη παλίρροια.

Σε μελέτες του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας, οι 6 μεταβλητές κάθε δεδομένου τμήματος μίας ακτογραμμής λαμβάνουν μία τιμή τρωτότητας από 1 μέχρι 5 (από πολύ μικρή τρωτότητα μέχρι πολύ υψηλή) βάσει του πίνακα κατηγοριοποίησής τους. Με δεδομένες τις τιμές των 6 μεταβλητών από 1 μέχρι 5 μπορεί να προκύψει για ορισμένο τμήμα μιας ακτογραμμής ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (Coastal Vulnerability Index-CVI) με τη βοήθεια του εξής τύπου:

$$CVI = \frac{\sqrt{a * b * c * d * e * f}}{\sqrt{6}}$$

όπου οι παράγοντες a, b, c, d, e, f, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, λαμβάνουν ακέραιες τιμές από 1 μέχρι 5 βάσει του πίνακα Γ.2.1 χαρακτηρισμού τρωτότητας των 6 μεταβλητών που έχει

προηγηθεί. Οι παραπάνω παράγοντες του τύπου του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας αντιστοιχούν:

a: στη γεωμορφολογία

b: στην παράκτια κλίση

c: στο ρυθμό σχετικών μεταβολών της στάθμης της θάλασσας

d: στο ρυθμό διάβρωσης/προέλασης της ακτογραμμής

e: στο μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων

f: στο μέσο εύρος παλίρροιας

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ CVI

Ουσιαστικά, ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του γεωμετρικού μέσου ή η τετραγωνική ρίζα του γινομένου των κατηγοριοποιημένων μεταβλητών παράκτιας επικινδυνότητας διαιρουμένου με το πλήθος των μεταβλητών αυτών.

Ο δείκτης τρωτότητας των παράκτιων περιοχών (coastal vulnerability index-CVI) χρησιμοποιήθηκε για να ποσοτικοποιήσει τις επιπτώσεις μιας επικείμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά μήκος των ακτών των ΗΠΑ στον Ειρηνικό και Ατλαντικό ωκεανό (Gornitz et. al. 1992; Thieler & Hammar-Klose, 1999; Hammar-Klose & Thieler, 2001).

α)Γεωμορφολογία

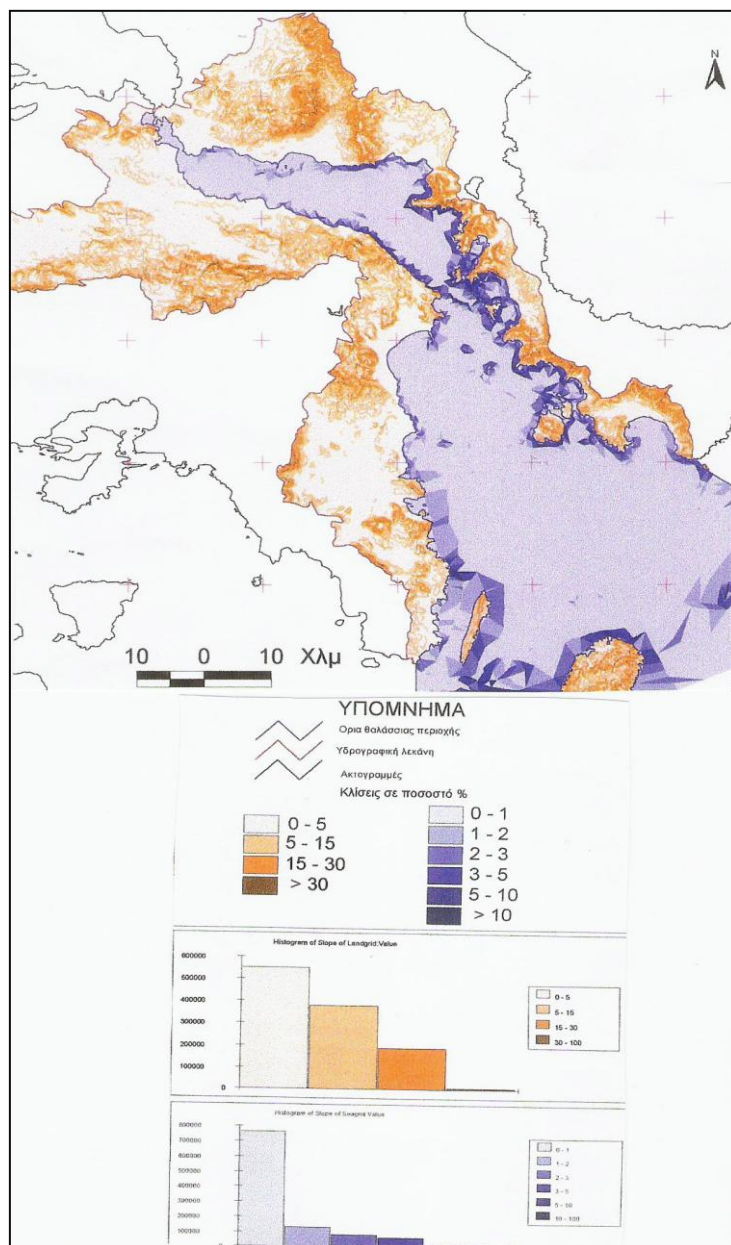
Όπως έχει ήδη αναφερθεί η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις ΒΑ ακτές της Αττικής από το ακρωτήριο του Μαραθώνα έως και τη Νέα Μάκρη. Η παράκτια αυτή ζώνη βρέχεται από τον Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο, ο οποίος είναι μια μικρού εύρους επιμήκης θαλάσσια λωρίδα μεταξύ των ανατολικών ακτών της Αττικής και και των δυτικών ακτών της νότιας Εύβοιας. Η γενική του διεύθυνση είναι ΒΔ-ΝΑ και συνδέεται βόρεια με τον βόρειο Ευβοϊκό κόλπο μέσω του στενού της Χαλκίδος και νότια με τον κόλπο των Πεταλιών, μέσω του διαύλου Αγ. Μαρίνας - Στύρων. Το μέγιστο πλάτος του είναι 18-20 χλμ. στο ύψος του Μαρμαρίου, ενώ το ελάχιστο είναι 500-600 μ. στο στενό της Αυλίδας. αποτελεί μια μικρή επιμήκη θαλάσσια λεκάνη προστατευμένη γενικά από έντονο κυματισμό.

Όσον αφορά την κοκκομετρία της παραλιακής αυτής περιοχής συνίσταται ως επι το πλείστον από άμμο και έτσι χαρακτηρίζεται σαν αμμώδης ακτή. Η μεταβλητή λοιπόν της γεωμορφολογίας στον δείκτη παράκτιας τρωτότητας θα λάβει την τιμή **5 (πολύ υψηλή)**

β)Παράκτια κλίση

Για την μεταβλητή που αντιστοιχεί στην τρωτότητα λόγω της κλίσης της παράκτιας ζώνης υπολογίστηκε με βάση τον χάρτη της εικόνας Γ.2.59.

Στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται οι μικρότερες κλίσεις και έτσι αξιολογείται ως πολύ υψηλής τρωτότητας και συμμετέχει στον υπολογισμό του συντελεστή τρωτότητας με την τιμή **5 (πολύ υψηλή)**.



Εικόνα Γ.2.59 Χάρτης κλίσεων αναγλύφου ευρύτερης περιοχής μελέτης (Χατζηελευθερίου, 2008)

c) Ρυθμός σχετικών μεταβολών της στάθμης της θάλασσας

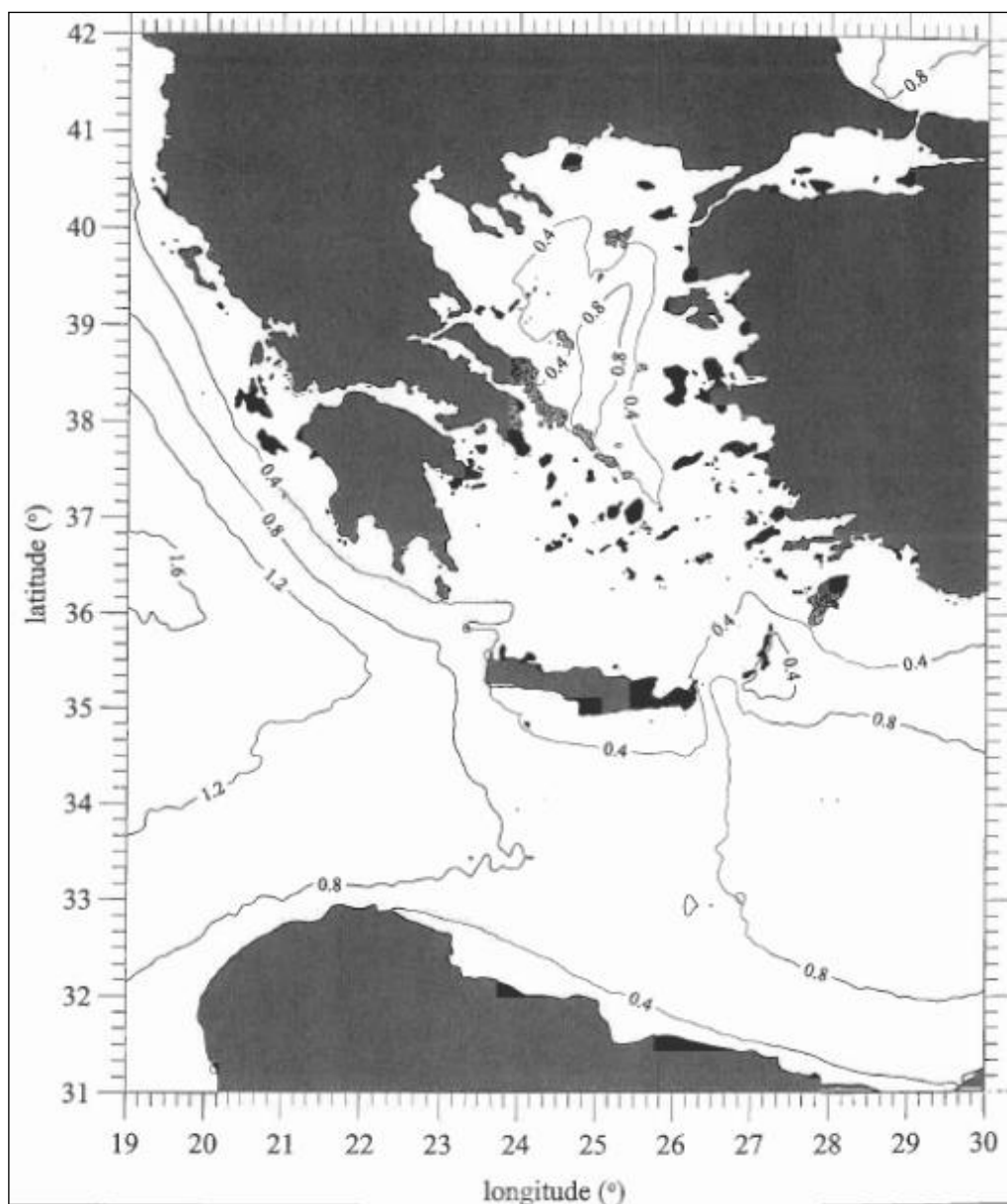
Το ποσοστό σχετικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας, με βάση το σύγχρονο ποσοστό της ευστατικής ανόδου όπως έχουν δείξει πρόσφατες μελέτες για τον Ελληνικό χώρο (Lambeck, 1996, Fouache et al., 2005, Vouvalidis et al., 2005,) υπολογίζεται περίπου σε 1 mm/yr αξιολογείται ως παράγων πολύ χαμηλής τρωτότητας. Δεδομένου ότι αυτό είναι ένα περιφερειακό ποσοστό κοινό για τις ακτές, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας απεικονίζει αρχικά τόσο την ευστατική όσο και την τεκτονική μεταβολή της στάθμης. Για τη μεταβλητή του δείκτη σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας η τιμή που προκύπτει για την περιοχή μελέτης είναι **1 (πολύ χαμηλή)**

d) Διάβρωση και προέλαση ακτής

Για την μεταβλητή που αναφέρεται στην διάβρωση ή προέλαση της ακτογραμμής, λόγω έλλειψης στοιχείων που να στηρίζονται σε αριθμητικά δεδομένα, η εκτίμηση της τρωτότητας έγινε με βάση μακροσκοπικές παρατηρήσεις των παράκτιων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, όπως είναι η καταστροφή παράκτιων κατασκευών, η παρουσία ακτόλιθων κ.ά. Με βάση τις παρατηρήσεις αυτές η περιοχή μελέτης παρουσιάζει υψηλή οπισθοχώρηση και για τον λόγο αυτόν λαμβάνει την τιμή **4 (υψηλή)**.

ε) Ύψος κύματος

Με βάση την εικόνα Γ.2.60 των ισοπληθών του ετήσιου σημαντικού ύψους κύματος, το ύψος κύματος για την περιοχή μελέτης εκτιμάται στα 0,5 m.



Εικόνα Γ.2.60 : Ισοπληθείς σημαντικού ύψους κύματος (Σουκισιάν κ. ά., 2007).

f) Μέσο εύρος παλίρροιας

Τα στοιχεία παλίρροιας και ανόδου της στάθμης της θάλασσας προέρχονται από τις μετρήσεις των παλιρροιογράφων της Υδρογραφικής υπηρεσίας του ΠΝ για τους λιμένες Χαλκίδας και Σύρου (Στοιχεία Παλίρροιας Ελληνικών Λιμένων, 2005). Στις μετρήσεις περιλαμβάνεται το εύρος της παλίρροιας για κάθε λιμένα κατά την διάρκεια των παρατηρήσεων. Για το ρυθμό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και για την παλίρροια χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία από την εργασία των Tsimplis and Blackman (1996). Γνωρίζοντας ότι η περιοχή μελέτης είναι μικροπαλιρροιακή παρουσιάζει ένα εύρος περί τα 10 cm λαμβάνει την τιμή **5 (πολύ υψηλή)**.

Με βάση τις τιμές των παραμέτρων του πίνακα Γ.2.1 **ο δείκτης CVI** στην περιοχή μελέτης υπολογίστηκε **9,13** ή **18,26** σε περίπτωση κλιματικής αλλαγής.

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις και βιβλιογραφικές αναφορές στην περιοχή μελέτης (Χατζηελευθερίου, 2008).

Γ.2.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΠΙΣΘΟΧΩΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΧΟΙΝΙΑΣ-ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ

Για τη εκτίμηση της μεταβολής της ακτογραμμής σε σχέση με τη μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης και την επίδραση των καταιγίδων έχουν αναπτυχτεί ορισμένα στατικά μοντέλα τα οποία, για μεταβολές που συμβαίνουν με αργό ρυθμό δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα (CEM 2008).

Για τον υπολογισμό της οπισθοχώρησης της ακτογραμμής της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκαν η Μέθοδος του Dean (1991) και του Kriebel and Dean (1993) που αναλύονται παρακάτω :

1. Μέθοδος του Dean

Ο Dean το 1991 βασίστηκε στο ότι η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης είναι ομοιόμορφη και ότι τα κύματα δημιουργούν επιπλέον ανύψωσή της θαλάσσιας στάθμης στη ζώνη κυματώγης. Περιλαμβάνει με αυτό τον τρόπο την επίδραση των κυμάτων θυέλλης στη μεταβολή του προφίλ. Η εξίσωση αυτή δίνει καλά αποτελέσματα για περιπτώσεις όπου η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης είναι συνδυασμός του «storm surge» και του «wave set up» λόγω κυματισμού, με το storm surge να έχει μεγαλύτερη επίδραση. Η εξίσωσή του Dean παρουσιάζεται παρακάτω:

$$R_{\infty} = (S + 0.068H_b) \frac{W_b}{h_b + B}$$

όπου:

R_{∞} : η μεταβολή του προφίλ

B: το ύψος του Berm

H_b : το ύψος κύματός στην θραύση

S: η άνοδος της στάθμης της θάλασσας

W_b : το μήκος του προφίλ

h_b : το βάθος θραύσης των κυμάτων.

2. Μέθοδος Kriebel and Dean

Οι Kriebel and Dean (1993) εξέτασαν περιπτώσεις σε προφίλ με κάθετο μέτωπο και με μέτωπο με κλίση. Με βάση αυτές τις μελέτες τροποποίησαν την μέθοδο του Bruun εισάγοντας την κλίση του προφίλ πάνω στην ακτογραμμή (m_o). Η εξίσωση που παρήγαγαν για προφίλ με κλίση παρουσιάζεται παρακάτω.

$$R_{\infty} = S \frac{W_b - \frac{H_b}{m_o}}{h_b + B - \frac{S}{2}}$$

όπου:

R_{∞} : η μεταβολή του προφίλ

B: το ύψος του Berm

H_b : το ύψος κύματός στην θραύση

S: η άνοδος της στάθμης της θάλασσας

W_b : το μήκος του προφίλ

h_b : το βάθος θραύσης των κυμάτων.

m_o : η κλίση του προφίλ πάνω στην ακτογραμμή

Γ.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Στην περιοχή μελέτης, έγινε εφαρμογή των μεθόδων του Dean (1991) καθώς και του Kriebel and Dean (1993) για δύο πιθανά σενάρια ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με το συντηρητικό σενάριο όπως ορίζει η έκθεση του IPCC του 2007, για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή η τιμή ανόδου της στάθμης της θάλασσας που επιλέχθηκε είναι 0,38m, ενώ όπως υποστηρίζεται από άλλους ερευνητές (Pfeffer, 2008) είναι το 1m.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η μεταβολή του προφίλ της παραλίας R_{∞} ,για κάθε θέση, με πλήρη αναφορά στην τιμή όλων των παραγόντων που εξαρτώνται για τον υπολογισμό του.

Πίνακας Γ.2.2. Μέθοδος του Dean ($s=0,38m$)

	θέση 1	θέση 2	θέση 3	θέση 4	θέση 5	θέση 6	θέση 7	θέση 8	θέση 9	θέση 10
H_b	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
W_b	800	530	520	490	670	690	1180	1100	800	470
B	0,35	0,6	0,5	0,7	0,65	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3
h_b	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74
R_∞	89,94	57,23	57,05	52,09	71,79	75,71	138,33	128,96	90,68	53,27

Πίνακας Γ.2.3. Μέθοδος του Dean (s=1m)

	θέση 1	θέση 2	θέση 3	θέση 4	θέση 5	θέση 6	θέση 7	θέση 8	θέση 9	θέση 10
H_b	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
W_b	800	530	520	490	670	690	1180	1100	800	470
B	0,35	0,6	0,5	0,7	0,65	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3
h_b	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74
R_∞	171,38	109,06	108,72	99,27	136,79	144,26	263,61	245,74	172,80	101,52

Πίνακας Γ.2.4. Μέθοδος Kriebel and Dean ($s=0,38m$)

	θέση 1	θέση 2	θέση 3	θέση 4	θέση 5	θέση 6	θέση 7	θέση 8	θέση 9	θέση 10
m_0	0,023	0,043	0,125	0,038	0,029	0,1	0,375	0,25	0,453	0,437
Hb	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
Ws	800	530	520	490	670	690	1180	1100	800	470
B	0,35	0,6	0,5	0,7	0,65	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3
h_b	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74
R_{∞}	38,98	26,31	30,41	22,62	31,60	40,52	78,56	72,78	51,32	29,86

Πίνακας Γ.2.5. Μέθοδος Kriebel and Dean (s=1m)

	θέση 1	θέση 2	θέση 3	θέση 4	θέση 5	θέση 6	θέση 7	θέση 8	θέση 9	θέση 10
m_0	0,023	0,043	0,125	0,038	0,029	0,1	0,375	0,25	0,453	0,437
Hb	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
Ws	800	530	520	490	670	690	1180	1100	800	470
B	0,35	0,6	0,5	0,7	0,65	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3
h_b	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74	5,74
R_{∞}	108,27	72,91	84,35	62,64	87,52	112,40	218,74	202,64	142,62	82,99

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι οι παράγοντες που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες και που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του R_{∞} πέραν των B , W_b και m_0 πάρθηκαν ως δεδομένοι. Όσον αφορά τους B (ύψος του Berm) και m_0 (κλίση του προφίλ πάνω στην ακτογραμμή) υπολογίστηκαν με την βοήθεια των παράκτιων τοπογραφικών τομών (κεφ.Γ.2.2).Τέλος το W_b μετρήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος MapSend BlueNav (MAGELLAN 2002).

Όσον αφορά την μέθοδο του Dean το πρώτο σενάριο αναφέρεται σε άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (a) 0,38m στα επόμενα 100 χρόνια (IPCC, 2007). Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτό το σενάριο, παρατηρείται ότι η οριζόντια οπισθοχώρηση της ακτογραμμής θα είναι γύρω στα 81m. Αυτό σημαίνει ότι, εάν θεωρηθεί το μέσο πλάτος της παραλίας στην περιοχή μελέτης είναι περίπου 35-40m, σε 100 χρόνια θα έχει εξαφανιστεί η παραλία. Στο δεύτερο και πιο επικίνδυνο σενάριο για άνοδο (b)1m στα επόμενα 100 χρόνια, η οπισθοχώρηση υπολογίζεται σε περίπου 155 m, γεγονός που σημαίνει ότι και σε αυτήν την περίπτωση η παραλία θα εξαφανιστεί.

Όσον αφορά την μέθοδο του Kriebel and Dean ομοίως το πρώτο σενάριο αναφέρεται σε άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (a) 0,38m στα επόμενα 100 χρόνια (IPCC, 2007).Από αυτό το σενάριο η οριζόντια οπισθοχώρηση της ακτογραμμής εκτιμάται γύρω στα 42 m. Σε ένα μέσο πλάτος παραλίας 35-40m, σε 100 χρόνια θα έχει εξαφανιστεί η παραλία. Ενώ στο απαισιόδοξο σενάριο δηλαδή σε άνοδο της θαλάσσιας στάθμης σε (b) 1m στα επόμενα 100 χρόνια η οριζόντια η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής εκτιμάται γύρω στα 117 m. Και σε αυτό το σενάριο η παραλία θα εξαφανιστεί.

Στον Πίνακα Γ.2.6 που ακολουθεί δίνονται τα σημερινά πλάτη της παραλίας Σχοινιά-Νέας Μάκρης στις δέκα προαναφερθείσες θέσεις μαζί με την εκτίμηση της οπισθοχώρησης τους για τη περίπτωση ανόδου της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,38 και 1 μέτρο.

Πίνακας Γ.2.6. Πλάτος παραλίας στις θέσεις μετρήσεων και οπισθοχώρηση για τα δύο σενάρια.

ΘΕΣΗ	ΠΛΑΤΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ (m)	Οπισθοχώρηση για άνοδο Θ.Σ. 0,38 m	Οπισθοχώρηση για άνοδο Θ.Σ. 1 m
1	80	39,98 - 89,94	108,27 – 171,38
2	50	26,31 - 57,23	72,91 – 109,06
3	50	30,41 - 57,05	84,35 – 108,72
4	40	22,62 - 52,09	62,64 – 99,27
5	25	31,60 - 71,79	87,52 – 136,79
6	20	40,52 – 75,71	112,40 – 144,26
7	23	78,56 – 138,33	218,74 – 263,61
8	25	72,78 – 128,96	202,64 – 245,74
9	12	51,32 – 90,68	142,62 – 172,80
10	20	29,86 – 53,27	82,99 – 101,52

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

] Η περιοχή έρευνας της παρούσας εργασίας τοποθετείται στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη Μαραθώνα -Σχοινιά –Νέα Μάκρη που ανήκει στην περιφέρεια Αττικής και βρίσκεται στα ΒΑ παράλια του Νομού.

Το μεγαλύτερο κομμάτι της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το μοντέλο κατολισθήσεων χαρακτηρίζεται ως μέτριας και χαμηλής κατολισθητικής επικινδυνότητας. Γενικά από τις πληροφορίες που δίνονται από τον χάρτη εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο βαθμός επικινδυνότητας δεν ξεπερνά την υψηλή τιμή, αφού στην εξετάζουσα περιοχή δεν εμφανίζονται τμήματα πολύ υψηλής κατολισθητικής επικινδυνότητας.

Σε γενικές γραμμές και από το τελικό αποτέλεσμα του χάρτη θεωρείται πως τα βάρη (Πίνακας Γ.1.2 σελ 58) που χρησιμοποιήθηκαν αποδίδουν ορθά την αλληλεπίδραση των παραγόντων που συνδράμουν στο φαινόμενο της κατολίσθησης.

Μετά από επιτόπια παρατήρηση στην περιοχή μελέτης παρατηρείται ότι η παραλιακή ζώνη Νέας Μάκρης-Σχοινιά-Μαραθώνα παρουσιάζει ποικίλες και κατά θέσεις έντονες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Κάποιες από τις παρεμβάσεις που εντοπίστηκαν όπως αναψυκτήρια, εστιατόρια, παιδικές χαρές, κατασκευές σκίασης, παρόλο που εξυπηρετούν τις ανάγκες του κοινωνικού συνόλου, επεμβαίνουν στην διατήρηση του φυσικού τοπίου.

Με βάση την τιμή του δείκτη παράκτιας τρωτότητας CVI (9,13), καταλήγουμε ότι η περιοχή μελέτης εμφανίζει μέτρια τρωτότητα. Με άνοδο της θαλάσσιας στάθμης $>3.5 \text{ mm/gr}$, η τιμή του δείκτη γίνεται υψηλή (CVI=18,26). Οι εκτιμήσεις αυτές εξηγούνται από το γεγονός ότι πρόκειται για μια αμμώδη παραλιακή ζώνη με πολύ μικρές κλίσεις. Οι επιπτώσεις θα ήταν ακόμη μεγαλύτερες εάν ήταν εκτεθειμένη σε υψηλή κυματική ενέργεια, ενώ στη τρωτότητα συμβάλλει και η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα που συγκρατεί τα φερτά υλικά του ποταμού διακόπτοντας την τροφοδοσία της παραλίας.

Η εκτίμηση της οπισθοχώρησης της ακτογραμμής πραγματοποιήθηκε από την εφαρμογή στατικών μοντέλων για δύο σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης $s=0,38\text{m}$ και $s=1\text{m}$ στα επόμενα 100 χρόνια κατέδειξε ότι και για τα δύο εναλλακτικά σενάρια, η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής θα είναι τέτοιας τάξης μεγέθους που θα οδηγήσει στην εξαφάνιση της παραλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξανδράκης Γ.1, 2, Καρδισιά Α.1, 2, Πούλος Σ.1, Γκιώνης Γ.2,1, Καμπάνης Ν.2 Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης . 1.Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας 2009 - Πρακτικά, Τόμος Ι
- Αντωνίου, Α.Α & Λέκκας Ε. (2004). Έρευνα και αντιμετώπιση κατολισθήσεων ιδιαίτερα σε περιπτώσεις σεισμικής φόρτισης στην περιοχή της περιφερειακής οδού Λουτρακίου. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα. Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Βολιώτη Π. Κυριακή Γεωργία (2009) .Ζωνοποίηση της Επικινδυνότητας λόγω κατολισθήσεων στο χώρο της Ηπειρωτικής Ελλάδας με χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών Απεικόνιση σε χάρτη μικρής κλίμακας. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 116 σελίδες.
- Γάκη-Παπαναστασίου, Κ.(2003) - Ειδικά Κεφάλαια Παράκτιας Γεωμορφολογίας -Διαχείρισης Ακτών, Σημειώσεις Ζετών φοιτητών, Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Ε.Κ.Π.Α, Αθήνα.
- Γουρδούμπας Ι., Ιορδάνης Κ., Κιουρτίδης Χ. Φυσικές διεργασίες και ανθρώπινη παρέμβαση στην παράκτια ζώνη του όρμου Σχοινιά (Μαραθώνα-Αττικής)) Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Αθήνα.
- Γουρδούμπας Ι, Ιορδάνης Κ, Κιουρτίδης Χρ. (2004).Το Ιζηματολογικό Καθεστώς της Παράκτιας Ζώνης του Όρμου Σχοινιά (Μαραθώνα):Φυσικές Διεργασίες και Ανθρώπινη Παρέμβαση. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα 155 σελίδες.
- Λαδάς Ι., Φουντούλης Ι., Μαριολάκος Η.(2007). Μεγάλης κλίμακας χαρτογράφηση κατολισθητικής επικινδυνότητας με τη συνδυασμένη χρήση ΓΠΣ και μεθόδων πολυκριτηριακής στήριξης αποφάσεων – Ένα παράδειγμα στη Βόρεια Μεσσηνία (ΝΔ Πελοπόννησος, Ελλάδα).Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, τομέας δυναμικής τεκτονικής εφαρμοσμένης γεωλογίας.

- Λόζιος Σ. (1993). Τεκτονική ανάλυση μεταμορφωμένων σχηματισμών ΒΑ Αττικής .Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα 232 σελίδες.
- Μαργώνη Σ. (2006).Έρευνα των περιβαλλοντικών διεργασιών εξέλιξης των υγροτόπων και της πεδιάδας του Μαραθώνα κατά το Ολόκαινο με την χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών(GIS). Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, 165 σελίδες.
- Μαργώνη Σ. et al (2002).“Η Εξέλιξη του Φυσικού Περιβάλλοντος στην Περιοχή του Έλους Σχοινιά- Μαραθώνα από την Αρχαιότητα μέχρι Σήμερα”, 6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Πρακτικά – Τόμος Ι, σελ. 159–166, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Παπανικολάου Δ, Λέκκας Ε, Λόζιος Σ, Παπούλια Ι .& Βασιλοπούλου Σ. Νεοτεκτονικός χάρτης Ανατολικής Αττικής. Χρήση και εφαρμογή του με την βοήθεια γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών.
- Πετράκης Στέλιος (2010). Παράκτια Μορφοδυναμική Μελέτη της Παραλιακής Ζώνης του Όρμου Αλμυρού - Κρήτη. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα 131 σελίδες.
- Πολυκρέτης Χρήστος (2013). Ανάπτυξη μοντέλων εκτίμησης της επιδεκτικότητας για εκδήλωση κατολίσθησης με τη χρήση μεθόδων γεωπληροφορικής και τεχνητής νοημοσύνης .Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα 225 σελίδες.
- Πούλος Σ.(2011). Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Σημειώσεις Εφαρμοσμένης Ωκεανογραφίας και Περιβάλλον του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος.σελ.151.
- Πούλος Σ.(2001). Εφαρμοσμένη και Γεωπεριβαλλοντική ωκεανογραφία και περιβάλλον. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας Κλιματολογίας, Αθήνα.

Σενή Α, Καψιμάλης Β, Παυλόπουλος Κ. Προσδιορισμός των πρόσφατων μεταβολών στην παράκτια πεδιάδα του Μαραθώνα Αττικής, με χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας.

ΧΑΤΖΗΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ Μ., ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΚΗΣ Γ., ΠΟΥΛΟΣ Σ.Ε, ΓΑΚΗ-ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Κ. ΜΑΡΟΥΚΙΑΝ ΧΑΜ. Εκτίμηση της τρωτότητας της παράκτιας περιοχής των Α και ΒΑ ακτών της Αττικής σε σχέση με μία μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. 8ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο.

Χατζηελευθερίου Εμμανουήλ (2008). Διάβρωση ακτών Ανατολικής Αττικής από Σκάλα Ωροπού μέχρι Λαύριο. Μεταπτυχιακή διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα 159 σελίδες.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Bindoff N.L., Willebrand J., Artale V., Cazenave A., Gregory J., Gulev S., Hanawa K., Le Quere C., Levitus S., Nojiri Y., Shum C.K., Talley L.D., and Unnikrishnan A., 2007, Observations =: Oceanic Climate Change and Sea Level. (In:) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contributing of Working Group I to the Fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., and Miller H.L. (eds). Cambridge University press, UK.

Brochier, F., Ramieri, E., (2001). Climate change impacts on the Mediterranean coastal zones (April 2001). FEEM Working Paper No. 27.2001 (available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=277549>)

Chatzieleftheriou M., Alexandrakis G., Poulos S., Gaki-Papanastasiou K., Maroukian X., 2010. An assessment of coastal vulnerability of the north and northeastern coast of Attica to the anticipated sea-level rise. Proceedings of the 8th Panhellenic Geographical Congress, Athens, 5-8/10/2007, 298-305.

Church J.A., Gregory J.M., Huybrechts P., Kuhn M., Lambeck K., Nhuan M.T., Qin D., Woodworth P.L., 2001. Changes in sea Level. (In:) Climate Change 2001: The scientific Basis, J.T. Houghton et al (eds), Cambridge University press, New York, pp. 639-694.

IPCC, 2007. Summary for Policy Makers. (In:) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contributing of Working Group I to the Fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., and Miller H.L. (eds). Cambridge University Press, UK, pp. 7-22.

Koukis, G., Tsiabaos, G., Sabatakis, N. (1996). Landslides in Greece: Research, Evolution and Quantitative Analysis, Proceedings of 7th International Symposium on Landslides, 1935-1940. Trondheim, Norway, Balkema.

Ladas I., Fountoulis I., Mariolakos I. Using GIS and multicriteria decision analysis in landslide susceptibility mapping-a case study in messinia prefecture area (SW peloponnesus greece). National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Dynamic, Tectonic and Applied Geology.

Lambeck K., (1996). Sea level changes and shoreline evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic time. *Antiquity*, 70, 588-611.

Pendleton E., Williams S., 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 – 2010, electronic book 2004.

Pfeffer W.Y., Harper J.T. and O'Neel S., 2008. Kinematic constraints on Glacier Contributions to 21st – Century Sea-Level Rise. *Science*, 321 (no 5894), pp. 1340-1343.

Ritchardson K. , Steffen W., Schellnhuber H.J., Alcamo J., Barker T., Kammen D.M., Leemans R., Liverman D., Munasiglhe M., Osman-Elasha B., Stern L.N., and Waever O. (2009). Synthesis Report from Climate Change, University of Copenhagen, International Scientific Congress climate Change: Global Risks, Challenges & Decissions, Copenhagen, 10-12 March, 2009.

Soukisian T., Hatsinaki M., Korres G., Papadopoulou A., Kallos G., Anadranistakis E., (2007). Wind and Wave Atlas of the Hellenic Seas, Hellenic Centre for Marine Research Publ., 300 pp .

Thieler and Hammar-Klose (1999) Thieler, E.R., and Hammar-Klose, E.S., 1999, NationalAssessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, U.S. Atlantic Coast. U.S.Geological Survey, Open-File Report 99-593.