

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ:
ΦΥΛΛΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. ΚΟΡΩΠΙ ΚΑΙ ΠΛΑΚΑ (ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50.000)

Πτυχιακή Εργασία του Λιώση Νικολάου

Αθήνα, Μάρτιος 2013

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ:
ΦΥΛΛΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. ΚΟΡΩΠΙ ΚΑΙ ΠΛΑΚΑ (ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50.000)

Πτυχιακή Εργασία του Λιώση Νικολάου
Επιβλέπων Καθηγητής: Παυλόπουλος Κοσμάς

Αθήνα, Μάρτιος 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	9
3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	13
3.1 Γενικά	13
3.2 Σύγχρονες Μέθοδοι	14
3.3 Συλλογή Χαρτογραφικών Υποβάθρων	14
3.4 Συλλογή Αεροφωτογραφιών και Δορυφορικών Εικόνων	15
3.5 Εξαγωγή Δεδομένων	16
3.6 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους	16
3.7 Χαρτογράφηση Γεωμορφών	18
3.8 Εργασία Υπαίθρου	18
3.9 Δημιουργία και Σύνθεση Γεωμορφολογικού Χάρτη	19
4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	21
4.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	21
4.1.1 Εντοπισμός	21
4.1.2 Πεδιάδα Μεσογείων	22
4.1.3 Ορεινός Όγκος Υμηττού	25
4.1.4 Ανατολικές Ακτές	26
4.1.5 Πάνειο - Όλυμπος	27
4.1.6 Ακτές Σαρωνικού	28
4.1.7 Λεκανοπέδιο Αθηνών	29
4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	30
4.3 ΚΛΙΜΑ	32
4.3.1 Γενικά Στοιχεία	32
4.3.2 Κλιματικά και Μετεωρολογικά Δεδομένα	33
4.3.3 Βιοκλιματικές συνθήκες	37
5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ	39
5.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	39
5.1.1 Γενικά Στοιχεία	39
5.1.2 Εκρηξιγενή Πετρώματα	41
5.1.3 Κερατίτες - Πλακίτες	41
5.1.4 Αλπικοί σχηματισμοί	42
5.1.5 Μεταλπικοί σχηματισμοί	47
5.1.6 Τεκτονική	49
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	51
5.2.1 Υπόβαθρα	51
5.2.2 Δημιουργία Διανυσματικών Επιπέδων	53
5.2.3 Ανάλυση Αναγλύφου	59
5.2.4 Αναγνώριση Γεωμορφών	63
5.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ	76
5.3.1 Γενίκευση	76
5.3.2 Γεωμορφές	77
5.3.3 Τοπογραφία	82
5.3.4 Υδρογραφία	83
5.3.5 Λιθολογία	84

5.3.6 Τεκτονική	86
5.3.7 Οικισμοί – Δρόμοι – Ανθρωπογενείς Κατασκευές.....	86
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	88
6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΜΟΡΦΩΝ.....	88
6.1.1 Γεωμορφές Διάβρωσης	88
6.1.2 Γεωμορφές Απόθεσης	92
6.1.3 Καρστικές Γεωμορφές	93
6.1.4 Παράκτιες Γεωμορφές	94
6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ.....	95
6.2.1 Ορεινός Όγκος Υμηττού	95
6.2.2 Πεδιάδα Μεσογείων.....	99
6.3 Ανατολικές Ακτές	102
6.4 Αδάμι - Ποτάμι.....	106
6.5 Ορεινοί Όγκοι Πανείου – Ολύμπου – Μερέντας	107
6.6 Ακτές Σαρωνικού	108
6.7 Λεκανοπέδιο Αθηνών.....	111
7. ΣΥΝΘΕΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	112
7.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	112
7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	115
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση της περιοχής που περιλαμβάνεται στα φύλλα χάρτη Κορωπί και Πλάκα της διανομής της Γ.Υ.Σ. σε κλίμακα 1:50.000. Πρόκειται για μια εκτεταμένη περιοχή της Ανατολικής Αττικής η οποία παρουσιάζει σύνθετο ανάγλυφο και μεγάλη ποικιλία γεωμορφών, λόγω του έντονου τεκτονισμού της και των φυσικών διεργασιών που διαμόρφωσαν τη μορφολογία της.

Για τη δημιουργία του χάρτη χρησιμοποιήθηκαν κυρίως γεωλογικοί και τοπογραφικοί χάρτες, από τους οποίους κατασκευάστηκαν μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών τα θεματικά επίπεδα της τοπογραφίας, της υδρογραφίας και της γεωλογίας, ενώ κατασκευάστηκε επίσης και το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, από το οποίο προέκυψαν οι χάρτες κλίσεων και έκθεσης. Οι θεματικοί χάρτες των κλίσεων και της λιθολογίας ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες οι οποίες συνδυάστηκαν αποτελώντας κριτήρια εντοπισμού γεωμορφών.

Στη χαρτογράφηση συνέβαλλαν καθοριστικά οι διαθέσιμοι ορθοφωτοχάρτες και αεροφωτογραφίες, όπως επίσης η εργασία υπαίθρου. Στη συνέχεια, με τον κατάλληλο συνδυασμό χρωμάτων και συμβολισμών δημιουργήθηκε ο γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης, η οποία αποτελείται από τμήματα διαφοροποιημένων μορφολογικών χαρακτηριστικών του αναγλύφου.

ABSTRACT

This study concerns the geomorphological mapping of the area included in the map sheets Koropi and Plaka of the Hellenic Military Geographical Service map distribution in scale 1:50.000. This is an extensive area of East Attica which presents a complex terrain and a wide variety of landforms, due to its intense tectonism and the natural processes that shaped its morphology.

The primary data that were used in the creation of the map mainly included geological and topographic maps, from which thematic layers of the topography, hydrography and geology were constructed through GIS processes. A Digital Elevation Model was also constructed, from which the slope and aspect maps were created. The thematic maps of slope and lithology were classified into categories, which were combined to constitute detection criteria of landforms.

Decisive contribution in mapping was provided by the available orthophotomaps and aerial photographs, as well as the field work. Finally, with the appropriate combination of colors and symbols the geomorphological map of the study area was produced. The mapped area consists of sub-areas with different morphological characteristics of their terrains.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωμορφολογία ανήκει στις γεωεπιστήμες και ασχολείται με τη μελέτη των διαδικασιών που διαμορφώνουν το γήινο ανάγλυφο. Καθώς οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών διαβίωσης ή εργασίας, είναι εφικτός ο συσχετισμός της με πλήθος διαφορετικών επιστημονικών πεδίων και ειδικοτήτων που αποσκοπούν με οποιοδήποτε τρόπο στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση αφορά τον εντοπισμό και την αποτύπωση των γεωμορφών και των χαρακτηριστικών τους και αποτελεί τμήμα της γεωμορφολογικής έρευνας. Η περιγραφή, η ανάλυση και η συσχέτιση των γεωμορφών αυτών μπορούν να δώσουν απαντήσεις σε θέματα που αφορούν τις φυσικές διεργασίες που διαμορφώνουν το ανάγλυφο. Επιπλέον, είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη του αναγλύφου κατά το παρελθόν.

Η παρούσα μελέτη συντάχθηκε με σκοπό την αναγνώριση και χαρτογράφηση των γεωμορφών που συνθέτουν το ανάγλυφο μιας εκτεταμένης περιοχής στην Ανατολική Αττική. Αναλύονται λεπτομερώς οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του χάρτη και αναφέρονται τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν. Με τον τρόπο αυτό αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθοδολογίας με στόχο την αξιολόγησή της. Αναπτύσσονται ακόμα οι φόρμες απεικόνισης των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών και οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή των συμβολισμών του υπομνήματος.

Επίσης, περιγράφεται και αναλύεται η μορφολογία και τα χαρακτηριστικά της, ενώ επιχειρείται ο συσχετισμός μεταξύ τους και με τα αίτια δημιουργίας τους. Έτσι, η μελέτη αυτή αποτελεί μια ολοκληρωμένη γεωμορφολογική έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας βασίζονται στο χάρτη που κατασκευάστηκε, καθώς επίσης και σε προηγούμενες μελέτες. Τέλος, παρατίθενται γεωλογικά, κλιματικά και πλήθος άλλων χρήσιμα στοιχεία για την περιοχή αυτή.

Ο γεωμορφολογικός χάρτης που δημιουργήθηκε παρουσιάζει την περιοχή που απεικονίζεται σε δυο γειτονικά φύλλα χαρτών κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.). Τα όρια του είναι σύμφωνα με τα όρια των χαρτών αυτών διότι η διανομή της Γ.Υ.Σ. έχει ουσιαστικά καθιερωθεί στην Ελλάδα, καθώς τα χαρτογραφικά προϊόντα της αποτελούν κύριες πηγές υποβάθρων για πολλών ειδών αποτυπώσεις σε επαγγελματικό και ερευνητικό επίπεδο. Επιπλέον, η ίδια διανομή χρησιμοποιείται και στους γεωλογικούς χάρτες

της Ελλάδας που έχει εκδώσει το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) και χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρα στην παρούσα μελέτη.

Η κλίμακα χαρτογράφησης είναι 1:50.000 και θεωρήθηκε ως η πιο κατάλληλη διότι είναι αρκετά μεγάλη ώστε να απεικονιστούν εποπτικά αλλά και με ικανοποιητική λεπτομέρεια τα σημαντικότερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά. Είναι η κλίμακα των φύλλων χαρτών της συγκεκριμένης διανομής της Γ.Υ.Σ. αλλά και του Ι.Γ.Μ.Ε., τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρα.

Η χαρτογραφική προβολή που χρησιμοποιήθηκε είναι το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87, το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο στις σύγχρονες ελληνικές χαρτογραφήσεις. Η μετατροπή του στο παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα WGS αποτελεί εύκολη διαδικασία μέσω των σύγχρονων τεχνολογιών χαρτογράφησης που χρησιμοποιήθηκαν στη διεξαγωγή της έρευνας.

Η μελέτη περίπτωσης αφορά τα φύλλα χαρτών «Κορωπί» και «Πλάκα» της παραπάνω διανομής. Τα συγκεκριμένα φύλλα γειτνιάζουν μεταξύ τους, με το δεύτερο να εντοπίζεται ανατολικά του πρώτου, συνεπώς παρουσιάζονται ως ένα ενιαίο και συνεχές φύλλο γεωμορφολογικού χάρτη, καθώς απεικονίζονται με τον ίδιο τρόπο και στο γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. Η επιλογή χαρτογράφησης και των δυο φύλλων έγκειται στη μικρή έκταση του φύλλου «Πλάκα», όπως επίσης και στο γεγονός ότι τα ανατολικά τμήματα του φύλλου «Κορωπί» είναι ουσιαστικά ενιαίες και αδιαίρετες περιοχές από μορφολογικής απόψεως με τα δυτικά τμήματα του φύλλου «Πλάκα».

Η περιοχή μελέτης επιλέχθηκε διότι παρουσιάζει ένα σύνθετο ανάγλυφο, υποδιαιρούμενη σε μικρότερες αλλά εκτεταμένες περιοχές με έντονη ποικιλία γεωμορφών. Έτσι, ο γεωμορφολογικός χάρτης περιλαμβάνει ορεινούς όγκους, πεδιάδες, λοφώδεις εκτάσεις και παράκτιες περιοχές. Με τον τρόπο αυτό αξιολογούνται καλύτερα η μέθοδος χαρτογράφησης και οι τεχνικές συμβολισμού των γεωμορφών, καθώς εφαρμόζονται σε ποικιλία διαφορετικών χαρακτηριστικών του αναγλύφου. Επίσης, η περιγραφή και ο συσχετισμός περιοχών διαφορετικής μορφολογίας οδηγεί σε πληρέστερες αναλύσεις και πιο τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

Άλλος ένας λόγος που συνέβαλε στην επιλογή της περιοχής μελέτης ήταν η πληθώρα των διαθέσιμων δεδομένων για τη διεξαγωγή της έρευνας, όπως χαρτογραφικά υπόβαθρα, τηλεπισκοπικά δεδομένα και προηγούμενες μελέτες. Ο εντοπισμός της περιοχής στην Αττική και η γειτνίαση της με το λεκανοπέδιο Αθηνών κατέστησε εύκολη και την πρόσβαση σε αυτή, κάτι που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην υλοποίηση μελετών χαρτογράφησης.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) έχουν αποκτήσει εξέχουσα θέση στις σύγχρονες τεχνικές και μεθόδους κατασκευής γεωμορφολογικών χαρτών, όπως και στα περισσότερα είδη χαρτογραφήσεων. Στην Ελλάδα η γεωμορφολογική χαρτογράφηση δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα και η ερευνητική δραστηριότητα προς αυτή την κατεύθυνση είναι μικρή και χωρίς ιδιαίτερη υποστήριξη. Παρόλα αυτά ένας μικρός αριθμός Ελλήνων γεωμορφολόγων ασχολήθηκε συστηματικά με τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση.¹ Οι έρευνες που αναφέρονται παρακάτω υπήρξαν σημαντικά βοηθήματα στην υλοποίηση της παρούσας μελέτης.

Ο Παυλόπουλος Κ. (1992) παρουσίασε και εξέδωσε τον πρώτο έγχρωμο γεωμορφολογικό χάρτη της νότιας Αττικής σε κλίμακα 1:25000 σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική συμβόλων και μεθοδολογίας στα πλαίσια της διατριβής του “Γεωμορφολογική εξέλιξη της Νότιας Αττικής”. Η έρευνα αυτή παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την γεωλογία και την γεωμορφολογία της περιοχής, αναλύοντας εκτενώς την προέλευση των γεωμορφών της Λαυρεωτικής. Τμήμα της περιοχής αυτής συμπεριλαμβάνεται και στην περιοχή μελέτης, αποτελώντας το νοτιοανατολικό της τμήμα, και γι’ αυτό το λόγο τυγχάνουν πολλές αναφορές σε αυτή.

Σύγχρονες μελέτες γεωμορφολογικής χαρτογράφησης στην Ελλάδα οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση GIS και συνεισέφεραν στην παρούσα έρευνα αποτελούν η “Γεωμορφολογική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου των Αθηνών” (2005) και η “Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση της Υδρολογικής Λεκάνης της Λίμνης Καστοριάς” (2008) από τους Παυλόπουλο Κ., Σκέντο Α., Κοτάμπαση Χ. Μια μικρή περιοχή της πρώτης από της δυο μελέτες συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα έρευνα, αποτελώντας το βορειοδυτικό της άκρο. Έπειτα από την ανάλυση των γεωμορφών εξάγονται συμπεράσματα για την παλαιογεωγραφία και την εξέλιξη της περιοχής του Λεκανοπεδίου Αττικής. Η δεύτερη μελέτη παρουσιάζει πολλά κοινά με την παρούσα, κυρίως όσον αφορά τη μεθοδολογία και την τεχνική υλοποίησής της.

Επίσης, υπάρχει μια σειρά από μελέτες και δημοσιεύσεις ξένων ερευνητών οι οποίες διεξήχθησαν με τη χρήση ΓΣΠ για διάφορες περιοχές ακολουθώντας σύγχρονες και ημι-αυτοματοποιημένες μεθόδους γεωμορφολογικής χαρτογράφησης. Τμήματα των τεχνικών και των μεθόδων τους χρησιμοποιήθηκαν στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση των τοπογραφικών φύλλων Κορωπίου και Πλάκας. Από αυτές αναφέρονται οι σημαντικότερες.

¹ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλόπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 509

Η διατριβή του Gustavsson M. με τίτλο “Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden” (2005) αναλύει παλαιότερες και νεότερες μεθόδους και συστήματα γεωμορφολογικής χαρτογράφησης εξακριβώνοντας ομοιότητες και διαφορές. Κυρίως όμως προτείνει ένα νέο σύστημα λεπτομερούς χαρτογράφησης που περιλαμβάνει τη δημιουργία Βάσης Δεδομένων για την πλήρη περιγραφή των χαρακτηριστικών των γεωμορφών.

Στο σύστημα αυτό υπάρχει μεγάλος βαθμός ακρίβειας και λεπτομέρειας για όλα τα χαρακτηριστικά του χάρτη, το οποίο επιτρέπει την αποτύπωσή τους ακόμα και στις μεγαλύτερες κλίμακες. Το υπόμνημα που χρησιμοποιείται συνδυάζει συμβολισμούς για την υδρογραφία, την μορφογραφία, την μορφομετρία, τη λιθολογία και τη δομή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών καθώς επίσης και για τις μορφογενετικές διαδικασίες και τη γεωλογική τους ηλικία. Έτσι, παρέχεται μια πληθώρα πληροφοριών για τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, λεπτομερέστερες περιγραφές των οποίων υπάρχουν καταχωρημένες στη βάση δεδομένων.

Η σχετική δημοσίευση των Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C. “Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden” (2007) αποτελεί εφαρμοσμένο παράδειγμα του προτεινόμενου συστήματος σε συγκεκριμένη περιοχή μελέτης στη Σουηδία. Περιγράφει επιπλέον την κατασκευή και τη δομή της Βάσης Δεδομένων στην οποία έχουν καταχωρηθεί με λεπτομέρεια τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που απεικονίζονται.

Επίσης, μια άλλη εφαρμογή του νέου συστήματος χαρτογράφησης και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων του περιγράφεται και στη δημοσίευση των Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C. “A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development” (2005), όπου εισάγονται νέοι συμβολισμοί σε μια προσπάθεια αποτύπωσης περισσότερων πληροφοριών για τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου και την γεωμορφολογική του εξέλιξη.

Το άρθρο των Gustavsson M., Kolstrup E. “New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area” (2006) περιγράφει την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος χαρτογράφησης και τη χρήση των νέων συμβολισμών σε διαφορετικές κλίμακες. Η απόπειρα διατήρησης της ακρίβειας και της λεπτομέρειας των πληροφοριών που αφορούν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κατά τη μετάβαση από μεγαλύτερες σε μικρότερες κλίμακες επιτυγχάνεται ως ένα βαθμό σε συγκεκριμένες όμως περιπτώσεις έρευνας, καθώς προέκυψαν προβλήματα στην απεικόνιση, καθιστώντας απαραίτητη τη γενίκευση πολλών χαρακτηριστικών του χάρτη.

Η μελέτη περίπτωσης που αναλύεται στη δημοσίευση των Gustavsson M., Seijmonsbergen A. C., Kolstrup E., “Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete” (2007) αναφέρεται στη συνδυασμένη χρήση τηλεπισκόπησης και GIS στη χαρτογράφηση συγκεκριμένων γεωμορφών. Αναλύονται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της τεχνικής για τη συγκεκριμένη εφαρμογή της μεθόδου.

Η έρευνα αυτή αφορά την ημιαυτοματοποιημένη μέθοδο αναγνώρισης και χαρτογράφησης καρστικών γεωμορφών σε περιοχή της Κρήτης. Στη διεξαγωγή της χρησιμοποιήθηκαν Ψηφιακά Μοντέλα Αναγλύφου προερχόμενα από δορυφορικές εικόνες ASTER, υψηλής ανάλυσης δορυφορικές εικόνες Quickbird και τεχνικές εντοπισμού των γεωμορφών μέσω ΓΣΠ. Στη δημοσίευση τονίζεται ότι η αποκλειστική χρήση των δεδομένων και των τεχνικών αυτών είναι ανεπαρκής και αναλύονται οι παράγοντες που συντελούν σ’ αυτό.

Στη δημοσίευση των van Asselen S., Seijmonsbergen A.C. “Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM” (2006), παρουσιάζεται η ημι-αυτόματη μέθοδος γεωμορφολογικής χαρτογράφησης μέσω GIS σε μια περιοχή με έντονο ανάγλυφο με τη χρήση ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους υψηλής ακρίβειας. Αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας και τονίζεται η χρησιμότητα μιας λεπτομερούς αναπαράστασης του αναγλύφου στη διεξαγωγή της έρευνας.

Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε μια δασωμένη ορεινή περιοχή της Αυστρίας με τη χρήση ενός laser Ψηφιακού Μοντέλου Αναγλύφου, από το οποίο προέκυψε ο χάρτης κλίσεων. Οι κλίσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε κλάσεις οι οποίες αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες κατηγορίες γεωμορφών. Τα ποσοστά επιτυχίας ήταν ικανοποιητικά για τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά κυρίως λόγω της ακρίβειας του Ψηφιακού Μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε.

Από την υπόλοιπη βιβλιογραφία αξίζει να αναφερθούν σε αυτό το σημείο τα βιβλία “Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες” (Παυλόπουλος Κ., 2008) και “Mapping Geomorphological Systems” (Pavlopoulos K., Evelpidou N., Vassilopoulos A., 2009). Σε αυτά περιγράφονται σύγχρονες μέθοδοι και τεχνικές γεωμορφολογικής χαρτογράφησης που περιλαμβάνουν τη χρήση ΓΣΠ και τηλεπισκοπικών δεδομένων. Αναλύονται επίσης οι γεωμορφολογικές διεργασίες και τα γεωμορφολογικά περιβάλλοντα.

Τέλος, αναφέρεται η διατριβή του Αντωνίου Β. “Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής” (2010). Η μελέτη αυτή αφορά την ίδια περιοχή και προσέφερε αρκετές χρήσιμες πληροφορίες στη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας όσον αφορά το ανάγλυφο, την υδρογραφία και τη γεωλογία της Ανατολικής Αττικής, καθώς επίσης και στοιχεία μεθοδολογίας.

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

3.1 Γενικά

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων γεωμορφολογικής χαρτογράφησης², ανάλογα με τον τύπο και την κλίμακα του υπό κατασκευή χάρτη.³ Ένας πλήρης γεωμορφολογικός χάρτης μεγάλης κλίμακας θα πρέπει να περιλαμβάνει μια σειρά πληροφοριών και στοιχείων τα οποία συνοψίζονται παρακάτω:^{4 5}

- **Πληροφορίες τοπογραφικού υποβάθρου**, οι οποίες εξάγονται από έναν τοπογραφικό χάρτη.
- **Μορφολογικές πληροφορίες**, οι οποίες αφορούν τη μορφή του αναγλύφου. Μπορούν να διακριθούν σε **μορφογραφικές**, οι οποίες αναφέρονται σε ποιοτικά και γεωμετρικά στοιχεία των γεωμορφών και σε **μορφομετρικές**, οι οποίες αναφέρονται στην μέτρηση και την ποσοτική περιγραφή των μορφολογικών στοιχείων.
- **Πληροφορίες υδρολογίας και υδρογραφίας**, που αφορούν τα επιφανειακά ύδατα μιας περιοχής.
- **Πληροφορίες γεωλογικού υποβάθρου και τεκτονικής**, οι οποίες αναφέρονται κυρίως στη λιθολογία και στην τεκτονική.
- **Μορφογενετικές πληροφορίες**, όσον αφορά τις γενετικές διεργασίες που διαμορφώνουν το ανάγλυφο.
- **Μορφοχρονολογικές πληροφορίες**, αναφερόμενες στην ηλικία των γεωμορφών.
- **Μορφοδυναμικές πληροφορίες**, οι οποίες αναφέρονται στις δυναμικές διεργασίες που διαμορφώνουν το ανάγλυφο.

² Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλόπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 510

³ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλόπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 514

⁴ Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση και Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής Δισπηλιού – Λίμνης Καστοριάς, Παυλόπουλος Κ., Σκέντος Α., Κοτάμπαση Χ., 2008, σελ. 6

⁵ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2006, σελ.92

3.2 Σύγχρονες Μέθοδοι

Οι σύγχρονες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Η εξέλιξη των ΓΣΠ όπως επίσης και η χρήση της τηλεπισκόπησης είχαν ως αποτέλεσμα την ευρεία τους εφαρμογή στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση. Η εφαρμογή τους αποσκοπεί στην βελτιστοποίηση της ανάλυσης του αναγλύφου και των γεωμορφών, στη διευκόλυνση των ερευνητών και στην εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων.⁶

Για τη δημιουργία ενός λεπτομερούς γεωμορφολογικού χάρτη θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τόσο τα ΓΣΠ και η Τηλεπισκόπηση όσο και η εργασία υπαίθρου, η οποία δεν μπορεί να υποκατασταθεί από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να οδηγήσει σε λανθασμένα ερμηνεία των γεωμορφών, καθώς οι ψηφιακοί και αναλογικοί χάρτες ή οι αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικές εικόνες δεν εξάγουν όλες τις πληροφορίες που μπορούν να εξαχθούν από την επιτόπια παρατήρηση.⁷

3.3 Συλλογή Χαρτογραφικών Υποβάθρων

Το πρώτο στάδιο στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση είναι η συλλογή τοπογραφικών χαρτών και διαγραμμάτων που θα χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα για τη δημιουργία του χάρτη. Αυτά πρέπει να είναι ακριβή, ανάλογα με την κλίμακά τους, αξιόπιστα και σύγχρονα, ώστε να αντιπροσωπεύουν την παρούσα κατάσταση όλων των απεικονιζόμενων χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης. Οι κλίμακες των υποβάθρων είναι συνήθως μεγαλύτερες από την κλίμακα του υπό κατασκευή χάρτη ή τουλάχιστον ίσες (σε περιπτώσεις όπου δεν είναι διαθέσιμα υπόβαθρα μεγαλύτερης κλίμακας), και σε καμία περίπτωση μικρότερες. Αν τα υπόβαθρα είναι μικρότερης κλίμακας θα πρέπει να αλλάξει και η κλίμακα του γεωμορφολογικού χάρτη. Η ακρίβεια των πληροφοριών τοπογραφικού υποβάθρου μεταβάλλεται ανάλογα με την κλίμακά του⁸ λόγω της γενίκευσης τους, συνεπώς σε περίπτωση χρήσης χαρτών μικρότερης κλίμακας ως υπόβαθρα υπάρχει ο κίνδυνος σφαλμάτων στην απόδοση του ανάγλυφου, των γεωμορφών και των χαρακτηριστικών προσανατολισμού σε μια περιοχή, με ό,τι συνεπάγεται αυτό για την εξέλιξη της γεωμορφολογικής έρευνας.

⁶ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005, σελ. 30-31

⁷ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπούλου Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 516

⁸ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεω τεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 29

Ανάλογα ισχύουν και για τα γεωλογικά υπόβαθρα από τα οποία πρόκειται να εξαχθούν γεωλογικά και τεκτονικά στοιχεία. Οι χάρτες και τα διαγράμματα αυτά σαρώνονται μέσω ηλεκτρονικού σαρωτή (scanner); ώστε να αποκτήσουν ψηφιακή μορφή και να εξαχθούν τα απαραίτητα δεδομένα για τη χαρτογράφηση. Κατά τη σάρωση πραγματοποιείται η ψηφιακή μετατροπή τους σε αρχεία τύπου TIFF, JPEG ή μορφοτύπων (format) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα ΓΣΠ.

3.4 Συλλογή Αεροφωτογραφιών και Δορυφορικών Εικόνων

Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα (αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, εικόνες radar) δίνουν άμεσες πληροφορίες για το τοπίο και το ανάγλυφο και διευκολύνουν τις γεωμορφολογικές έρευνες. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του εδάφους μπορούν να μελετηθούν καλύτερα σε μια περιφερειακή κλίμακα χρησιμοποιώντας τις συνοπτικές καλύψεις που παρέχονται από τα τηλεπισκοπικά δεδομένα παρά από το πεδίο.⁹ Η αναγνώριση και χαρτογράφηση των γεωμορφών με τη χρήση στερεοζευγών αεροφωτογραφιών είναι γενικά από τα πρώτα βήματα στη σύγχρονη γεωμορφολογική έρευνα. Η στερεοσκοπική δυνατότητα μπορεί να βοηθήσει στην ερμηνεία μορφογενετικών διαδικασιών, καθώς επίσης και στην εκτίμηση των κλίσεων του εδάφους και της μορφής του ανάγλυφου με αποδεκτή ακρίβεια.¹⁰

Όπως οι τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες έτσι και οι εικόνες πρέπει να είναι πρόσφατες, ώστε να απεικονίζουν την παρούσα μορφή των χαρακτηριστικών του εδάφους. Στη συνέχεια σαρώνονται στην καλύτερη δυνατή ανάλυση ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν και από τα ΓΣΠ. Τα δημιουργηθέντα αρχεία έχουν πλεγματική ή ψηφιδωτή (raster) μορφή. Για την εξαγωγή δεδομένων από αυτά, πρέπει αυτά να υποστούν γεωμετρική διόρθωση ώστε να εισέλθουν στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων με τον γεωμορφολογικό χάρτη και να αποκτήσουν την ορθότερη δυνατή γεωαναφορά με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα.¹¹ Σε περιοχές στις οποίες έχει αναπτυχθεί τα τελευταία έτη έντονη αστική δόμηση είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν και παλαιότερων χρονολογιών εικόνες, οι οποίες μπορούν να αποδώσουν γεωλογικούς σχηματισμούς και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που έχουν πλέον καλυφθεί από την οικιστική δραστηριότητα.

⁹ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπούλου Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 537

¹⁰ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 29

¹¹ Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS, Μηλιαρέσης Γ.Χ., εκδ. ΙΩΝ, 2006, σελ. 88

3.5 Εξαγωγή Δεδομένων

Από τους τοπογραφικούς χάρτες εξάγονται δεδομένα όπως ισοϋψείς, υδρογραφικά δίκτυα και άλλα στοιχεία τα οποία μπορούν να αποδώσουν την εικόνα του τοπίου (ανάγλυφο). Τα χαρακτηριστικά αυτά ψηφιοποιούνται σε διανυσματική μορφή, όπως επίσης και εκείνα που εξάγονται από τους γεωλογικούς χάρτες. Από αυτούς δημιουργούνται διανυσματικά (vector) αρχεία τα οποία περιέχουν πληροφορίες για τους γεωλογικούς σχηματισμούς του εδάφους, τα ρήγματα, τις επωθήσεις κ.α.

Τα διανυσματικά αυτά επίπεδα θα είναι γραμμικά για τα γραμμικά στοιχεία όπως ισοϋψείς, ποτάμια ή ρήγματα, πολυγωνικά για τις επιφάνειες όπως γεωλογικό υπόβαθρο ή λίμνες, και σημειακά για στοιχεία όπως οι κορυφές των υψωμάτων. Ο πίνακας των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (attribute table) των οντοτήτων ενημερώνεται με τα βασικά τους περιγραφικά στοιχεία, όπως τα υψόμετρα των ισοϋψών ή οι ονομασίες των γεωλογικών σχηματισμών (στα αντίστοιχα επίπεδα). Επίσης, ψηφιοποιούνται στοιχεία όπως κύριοι δρόμοι και οικισμοί που υπάρχουν στα υπόβαθρα και μπορεί να συνεισφέρουν στην έρευνα ή να αποτελέσουν στοιχεία του χάρτη ως οντότητες αναφοράς.

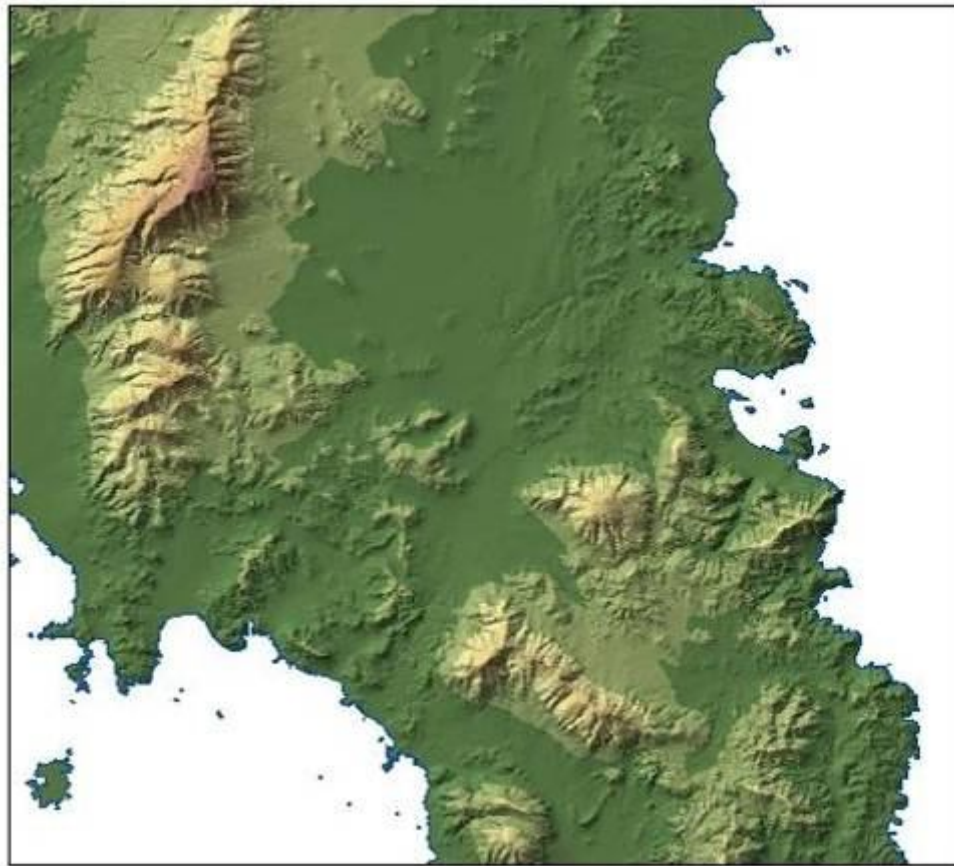
Η ψηφιοποίηση πραγματοποιείται συνήθως χειροκίνητα από τους χάρτες, όταν πρόκειται για την εξαγωγή μικρού αριθμού στοιχείων. Στη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται επίσης και τα τηλεπισκοπικά δεδομένα, ενώ οι ισοϋψείς μπορούν να παραχθούν και από ζεύγη αεροφωτογραφιών. Σε περίπτωση που πρόκειται να ψηφιοποιηθεί μεγάλος αριθμός δεδομένων σε κάποιο διανυσματικό επίπεδο, όπως αυτό των ισοϋψών, η ψηφιοποίησή του πραγματοποιείται μέσω τεχνικών αυτόματης διανυσματοποίησης από τα raster αρχεία (vectorization).¹²

3.6 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους

Τα Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Terrain Models- DTM ή Digital Elevation Models-DEM) είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις διαδικασίες ανάλυσης, επεξεργασίας και παρουσίασης γεωγραφικών πληροφοριών που σχετίζονται με το ανάγλυφο. Παρότι έχουν χρησιμοποιηθεί ήδη από τη δεκαετία του '50, η αναβάθμιση της επιστήμης της Πληροφορικής αναβάθμισε το ρόλο τους στις μέρες μας και τα κατέστησε ιδιαίτερα αξιόπιστα και

¹² Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS, Μηλιαρέσης Γ.Χ., εκδ. ΙΩΝ, 2006, σελ. 103

αποτελεσματικά. Για τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση η χρήση Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (ΨΜΕ) έχει γενικότερο χαρακτήρα καθώς περιέχουν πληροφορίες για όλα τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας.¹³



Εικόνα 3.1: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους της περιοχής των Μεσογείων,

Ένα ΨΜΕ αποτελεί μια τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανάγλυφου, και από αυτό μπορούν να παραχθούν άλλα δεδομένα χρήσιμα στη γεωμορφολογική έρευνα, όπως χάρτες κλίσεων (slope), έκθεσης (aspect), υδροκρίτες και λεκάνες απορροής, υδρογραφικό δίκτυο (προσεγγιστικά), κ.ά. Η κατασκευή του ΨΜΕ πραγματοποιείται από τα στοιχεία του τοπογραφικού υποβάθρου που περιγράφουν το ανάγλυφο, όπως ισοϋψείς και σημεία γνωστού υψομέτρου.¹⁴ Οι χάρτες κλίσεων απεικονίζουν τις τιμές των κλίσεων σε κάθε σημείο της περιοχής μελέτης οι οποίες μπορούν να ομαδοποιηθούν αναδεικνύοντας διαφορετικές γεωμορφές, ενώ οι χάρτες έκθεσής απεικονίζουν τον προσανατολισμό των περιοχών. Το μέγεθος των κελιών (pixel) των αρχείων αυτών¹⁵ επιλέγεται ανάλογα με την κλίμακα του υπό κατασκευή χάρτη, ώστε να υπάρχει ικανοποιητική ακρίβεια.

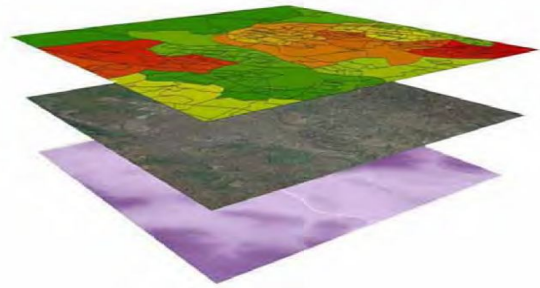
¹³ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 535-536

¹⁴ Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS, Μηλιαρέσης Γ.Χ., εκδ. ΙΩΝ, 2006, σελ. 161-162

¹⁵ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 23

3.7 Χαρτογράφηση Γεωμορφών

Από τα ψηφιακά αρχεία που έχουν δημιουργηθεί, είτε είναι σε raster είτε σε vector μορφή, παράγονται θεματικοί χάρτες λιθολογίας, κλίσεων αναγλύφου, έκθεσης, υδρογραφικών χαρακτηριστικών κ.ά.. Έπειτα,



ακολουθεί η συσχέτισή τους με τον τρόπο που αναπαριστά η εικόνα για την διαπίστωση παρουσίας κρημνών, επιφανειών επιπέδωσης και άλλων γεωμορφών.¹⁶ Η διαδικασία για την αναγνώριση και χαρτογράφησή τους περιλαμβάνει τη χρήση πολλών κριτηρίων τα οποία έχουν δημιουργηθεί από την ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών των παραπάνω θεματικών χαρτών και το συνδυασμό τους. Άλλωστε οι περισσότερες γεωμορφές δεν προκύπτουν από ένα και μοναδικό χαρακτηριστικό του αναγλύφου ή του γεωλογικού υποβάθρου.

Με αυτή τη μέθοδο εξάγονται αυτόματα πολλές πιθανές γεωμορφές. Στη συνέχεια θα πρέπει αυτές να επαληθευτούν, κάτι στο οποίο συμβάλλουν τα τηλεπισκοπικά δεδομένα με τη φωτοερμηνεία και τη στερεοσκοπική παρατήρηση, αλλά και οι επιτόπιες παρατηρήσεις. Γι' αυτό το λόγο η μέθοδος είναι ημι-αυτόματη, αφού η επαλήθευση είναι απαραίτητη για τη σωστή διεξαγωγή της έρευνας και την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων.

3.8 Εργασία Υπαίθρου

Με οδηγό τα αποτελέσματα αναγνώρισης σε χάρτες και εικόνες, πραγματοποιείται συλλογή γεωμορφολογικών παρατηρήσεων στην ύπαιθρο. Κατά την εργασία υπαίθρου ελέγχονται καταρχήν οι παρατηρήσεις που έγιναν σε χάρτες και τηλεπισκοπικές εικόνες τηλεανίχνευσης, ενώ χαρτογραφούνται και δευτερεύουσες γεωμορφές οι οποίες δεν είναι αναγνωρίσιμες ή είναι αμφίσημες στην κλίμακα των διαθέσιμων εικόνων, των χαρτογραφικών υποβάθρων, του ΨΜΕ και θεματικών χαρτών που δημιουργήθηκαν. Η εργασία πεδίου περιλαμβάνει επίσης παρατηρήσεις για την εσωτερική δομή των γεωμορφών (γεωμορφών που οφείλονται σε απόθεση υλικών), το είδος των επιφανειακών υλικών σε κάθε περιοχή,

¹⁶ Γεωμορφολογική Χαρτογράφιση και Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής Δισπηλιού – Λίμνης Καστοριάς, Παυλοπούλος Κ., Σκέντος Α., Κοτάμπαση Χ., 2008, σελ. 8

δειγματοληψία υλικών για απόλυτη χρονολόγηση με εργαστηριακές μεθόδους προκειμένου να διαπιστωθεί η ηλικία συγκεκριμένων γεωμορφών.¹⁷

Η εργασία στο ύπαιθρο απαιτεί τη χρήση Διαφορικών Συσκευών Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης (DGPS) με σκοπό την ακριβέστερη και λεπτομερέστερη αποτύπωση των γεωμορφών και των χαρακτηριστικών τους¹⁸. Επίσης, με τη χρήση GPS επιτυγχάνεται ο ακριβής προσδιορισμός των θέσεων δειγματοληψίας και των χαρακτηριστικών τους, ο οποίος είναι απαραίτητος για τη διεξαγωγή της επιστημονικής έρευνας¹⁹.

3.9 Δημιουργία και Σύνθεση Γεωμορφολογικού Χάρτη

Έπειτα από τις εργασίες αυτές είναι πλέον δυνατή η δημιουργία ενός γεωμορφολογικού χάρτη. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την οριστική αποτύπωση των γεωμορφών και των πληροφοριών που συνοδεύουν την περιγραφή τους. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά αποτελούν νέα θεματικά επίπεδα τα οποία θα είναι, όπως και τα υπόλοιπα δεδομένα του χάρτη (τοπογραφία, υδρογραφία, λιθολογία κ.ά.), σημειακά, γραμμικά ή πολυγωνικά. Γεωμορφές όπως οι επιφάνειες επιπέδωσης θα είναι πολύγωνα, τα οποία θα περιλαμβάνουν την επιφάνειά τους, ενώ χαρακτηριστικά όπως οι κρημνοί θα είναι γραμμές, με την αποτύπωση των χειλών και των βάσεων τους.

Η σύνθεση όλων αυτών των επιπέδων είναι εξαιρετικά επίπονη διαδικασία, καθώς θα πρέπει να εξασφαλιστεί η ορθότητα της απεικόνισης και η αναγνωσιμότητα του χάρτη, ανάλογα με την κλίμακα που έχει επιλεγεί και τα χαρακτηριστικά που απεικονίζονται.²⁰ Η επιλογή των συμβόλων του υπομνήματος επίσης εξαρτάται από τα παραπάνω στοιχεία, καθώς δεν υπάρχει ακόμα παγκοσμίως αποδεκτό “ενιαίο πρότυπο” γεωμορφολογικού χάρτη και συστήματος συμβολισμών παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα.²¹

Εφόσον ξεπεραστούν όλες αυτές οι δυσκολίες και τα προβλήματα τα οποία ανακύπτουν, μπορεί πλέον ολοκληρωθεί και να παρουσιαστεί ο γεωμορφολογικός χάρτης. Η μελέτη και αξιολόγησή του, καθώς επίσης και ο συσχετισμός με δεδομένα άλλων επιστημονικών

¹⁷ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 516

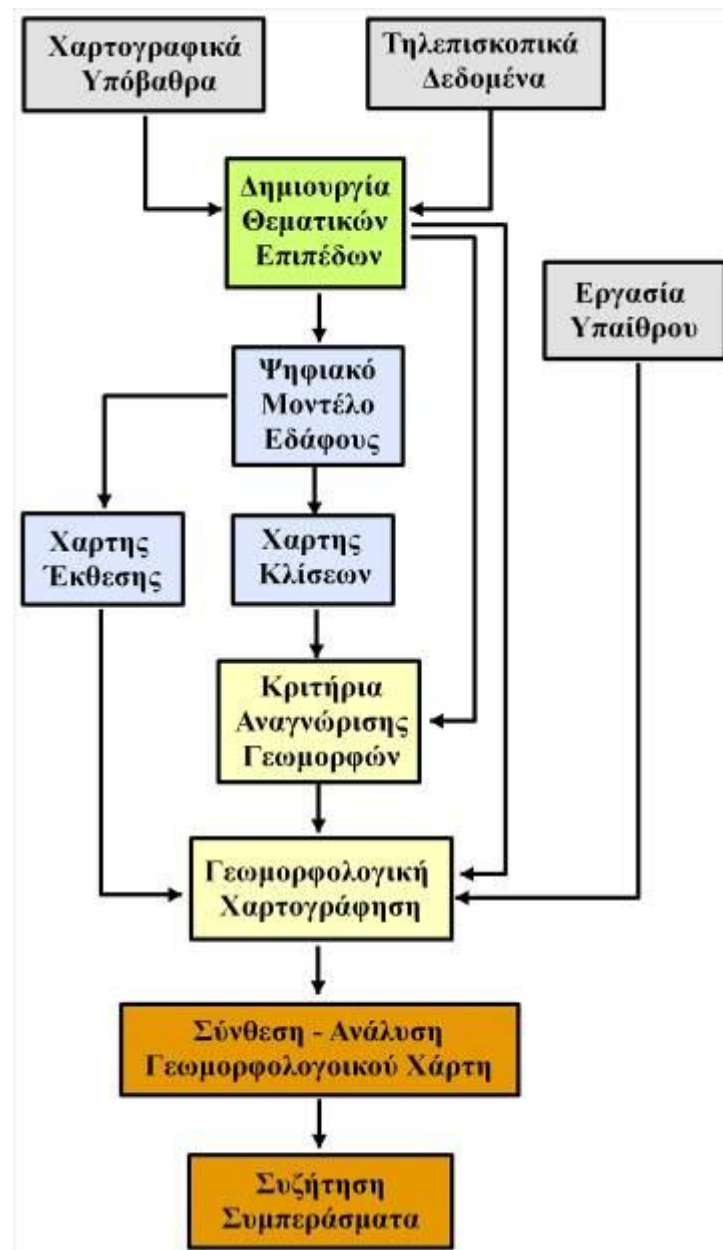
¹⁸ Γεωμορφολογική Χαρτογραφήση και Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής Δισπηλιού – Λίμνης Καστοριάς, Παυλοπουλος Κ., Σκέντος Α., Κοτάμπαση Χ., 2008, σελ. 7

¹⁹ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 15

²⁰ New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Gustavsson M., Kolstrup E., Geomorphology, 2009 σελ. 39-40

²¹ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 509

ειδικοτήτων μπορούν να οδηγήσουν στην ολοκλήρωση της γεωμορφολογικής έρευνας. Έπειτα προκύπτουν συμπεράσματα, συζητήσεις και διαπιστώσεις από τις γεωμορφολογικές αναλύσεις και προσεγγίσεις. Από αυτές τις διαπιστώσεις μπορούν να διατυπωθούν προτάσεις για την επίλυση των προβλημάτων εφαρμογών, κατασκευών και διαχειριστικών προγραμμάτων, καθώς επίσης και προβλέψεις αντιμετώπισης και τακτικές πρόληψης από γεωμορφολογική θεώρηση, αν υπάρχει θέμα φυσικών καταστροφών.²²



Εικόνα 3.2: Διάγραμμα εργασιών για την κατασκευή και ανάλυση ενός Γεωμορφολογικού χάρτη,

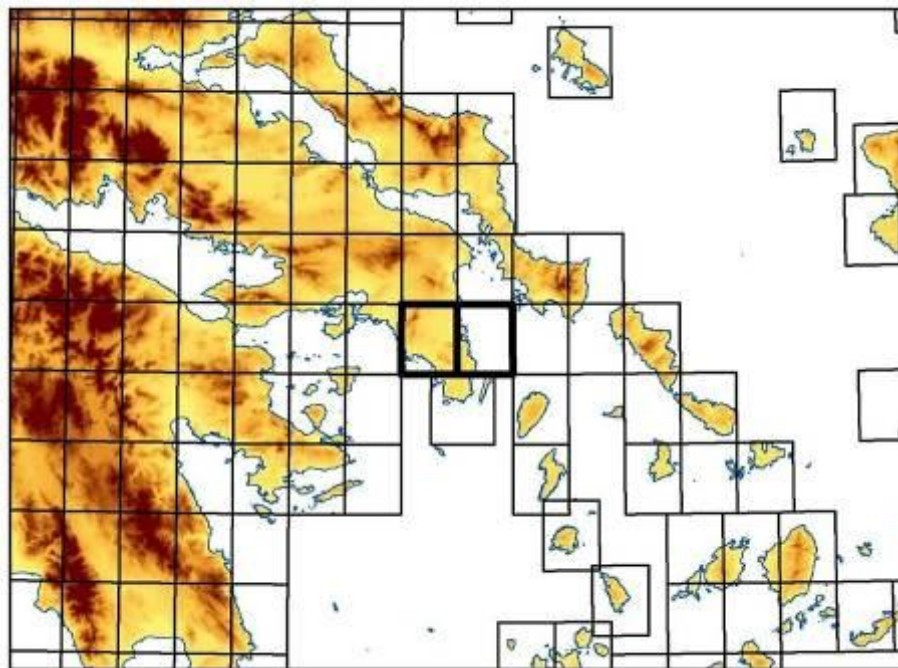
²² Γεωμορφολογική Χαρτογραφήση και Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής Δισπηλιού – Λίμνης Καστοριάς, Παυλοπουλος Κ., Σκέντος Α., Κοτάμπαση Χ., 2008, σελ. 3

4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.1.1 Εντοπισμός

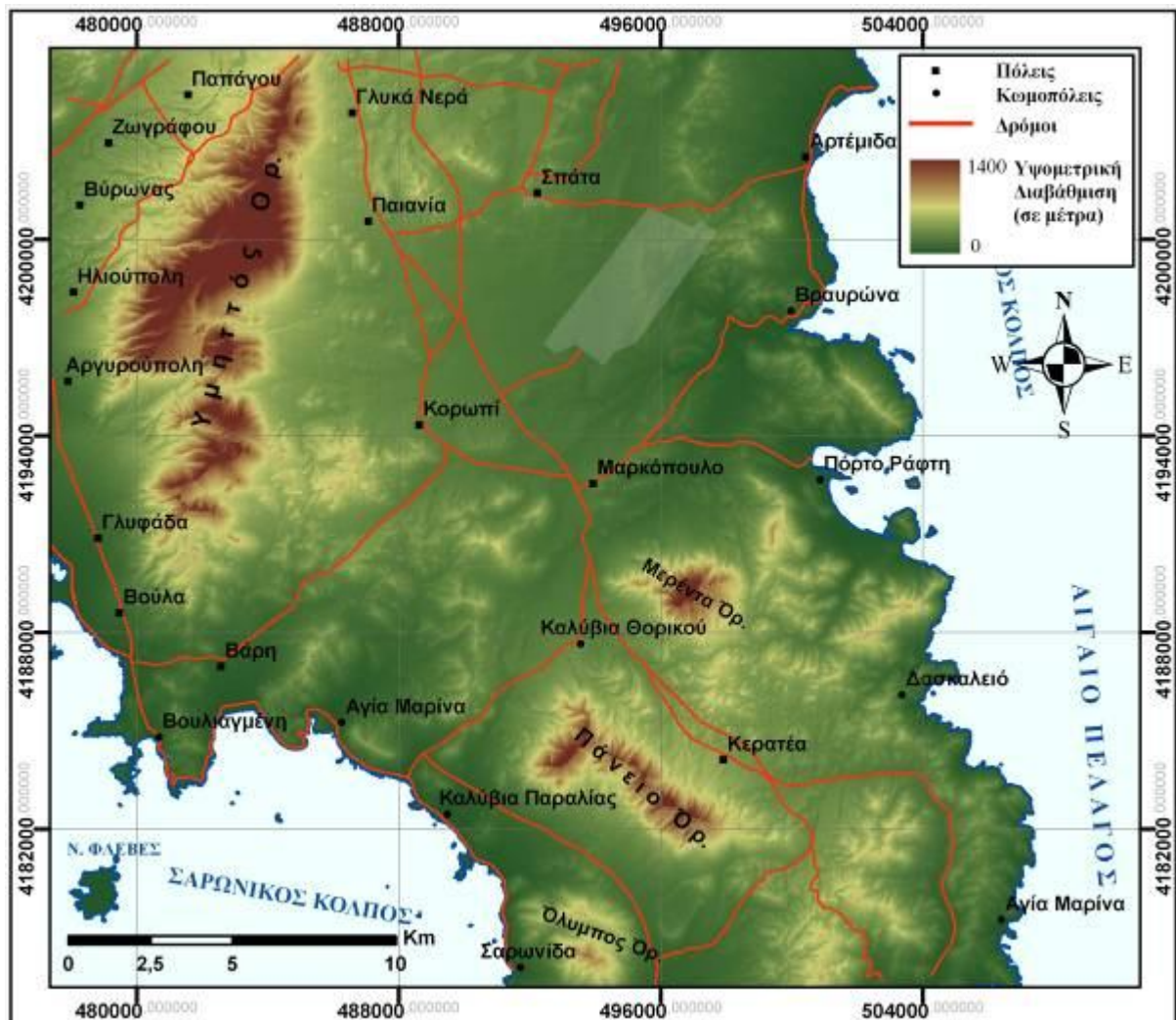
Η περιοχή μελέτης είναι εκείνη η οποία περιλαμβάνεται στα τοπογραφικά φύλλα Κορωπίου και Πλάκας κλίμακας 1:50.000 της Γ.Υ.Σ. και αποτελεί το κεντρικό τμήμα της Ανατολικής Αττικής, η οποία βρίσκεται στη νοτιοανατολική απόληξη της ηπειρωτικής Ελλάδας. Οριοθετείται στα βόρεια από τα βορειοανατολικά προάστια της Αθήνας περιλαμβάνοντας κάποια από αυτά και από τις περιοχές της Παλλήνης, του Πικερμίου και της Ραφήνας χωρίς να περιλαμβάνει τους εν λόγω οικισμούς. Στα ανατολικά βρέχεται από τον Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο και το Αιγαίο Πέλαγος ενώ στα νότια βρίσκονται οι ευρύτερες περιοχές του Λαυρίου και της Αναβύσσου χωρίς να περιλαμβάνονται οι οικισμοί αυτοί. Στο νοτιοδυτικό της τμήμα βρέχεται από τον Σαρωνικό και στα βορειοδυτικά της όρια βρίσκονται τα ανατολικά προάστια της Αθήνας.



Εικόνα 4.1.1: Η διανομή των χαρτών κλίμακας 1:50.000 της ΓΥΣ με τα φύλλα της περιοχής μελέτης

Στον χάρτη λοιπόν περιλαμβάνονται το βόρειο τμήμα της Λαυρεωτικής, τα Μεσόγεια, οι ορεινοί όγκοι του Υμηττού και του Πανείου, ένα μικρό μέρος του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, το κεντρικό τμήμα των Ανατολικών παραλίων και τμήμα των ακτών του Σαρωνικού. Επίσης

στον Σαρωνικό βρίσκονται η νήσος Φλέβες καθώς και πλήθος άλλων μικρότερων κοντά στις δύο ακτές, οι οποίες είναι όλες ακατοίκητες.

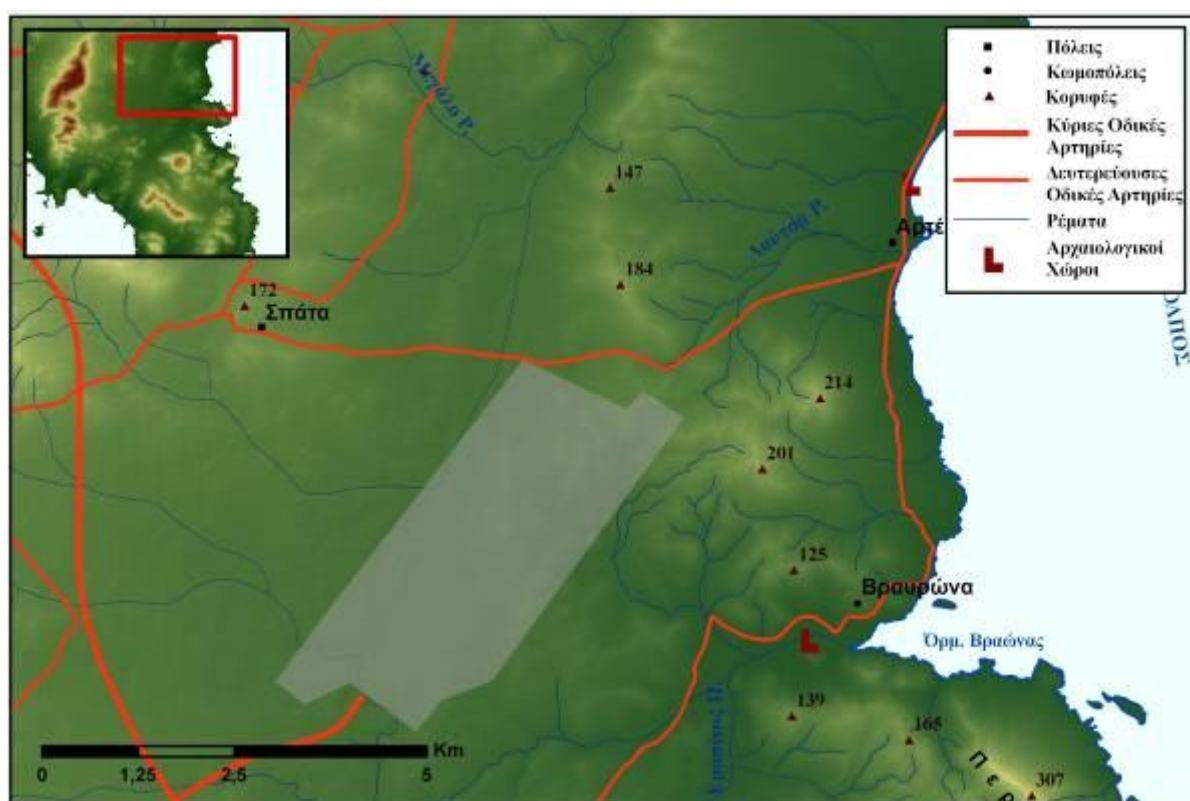


Εικόνα 4.1.2: Εποπτικός χάρτης της περιοχής μελέτης

4.1.2 Πεδιάδα Μεσογείων

Η πεδιάδα των Μεσογείων καταλαμβάνει το κεντρικό και το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης, αποτελώντας το μεγαλύτερο ίσως τμήμα της. Οριοθετείται χονδρικά από το Πεντελικό στα βόρεια (δεν συμπεριλαμβάνεται στο χάρτη), τους λόφους της ανατολικής παράκτιας περιοχής και μια λοφώδη έκταση που ανήκει στον “όρεινό όγκο Λαυρίου” στα νοτιοανατολικά, τις υπώρειες του Πανείου στα νότια και του Υμηττού στα δυτικά, ενώ ανάμεσα στα δυο αυτά όρη εκτείνεται μια λοφώδης περιοχή νοτιοδυτικά της πεδιάδας ως τις ακτές του Σαρωνικού.

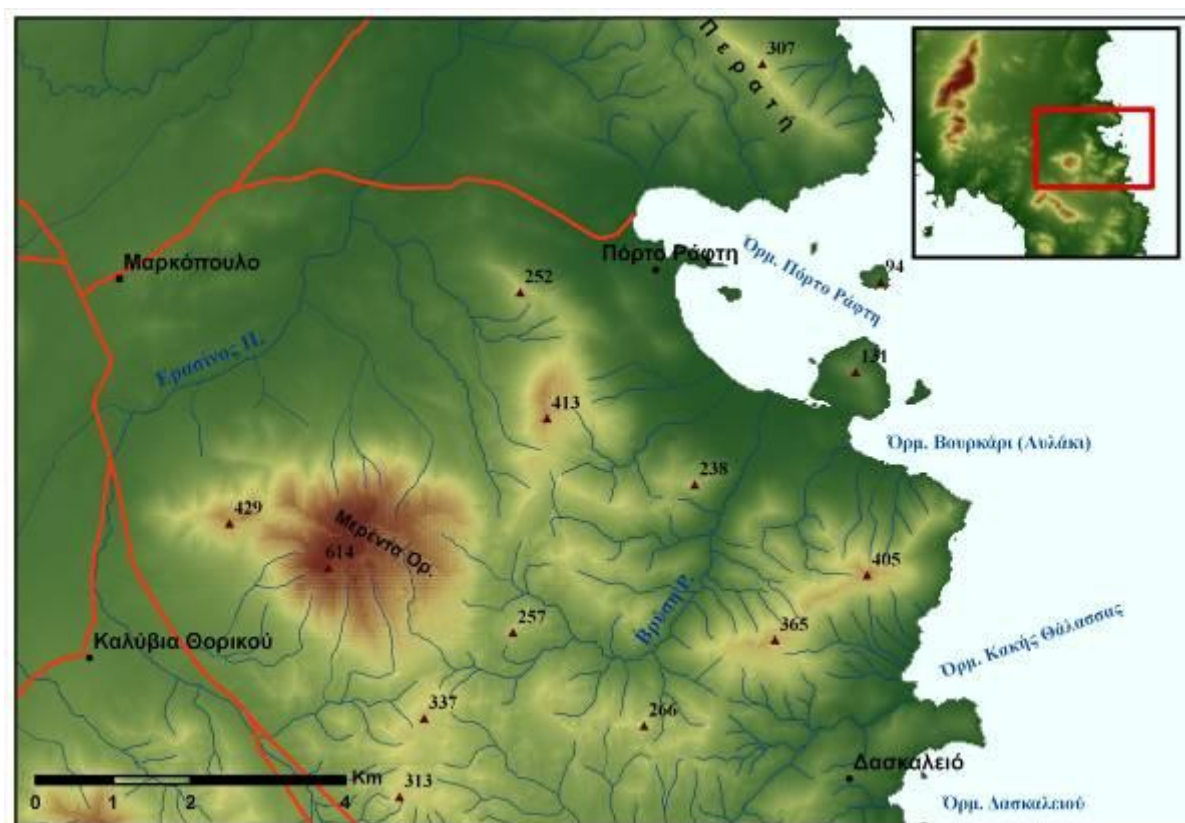
Τα Μεσόγεια είναι μια περιοχή χαμηλών υψομέτρων από 50 έως 200 μ. στους πρόποδες των ορεινών όγκων, με μερικές τοπικές λοφώδεις εξάρσεις του ανάγλυφου που όμως δεν ξεπερνούν τα 325 μ. Η πεδιάδα αποστραγγίζεται από ρέματα εποχικής ροής, όπως το Μεγάλο Ρέμα στα βόρεια κατευθυνόμενο από τα Δυτικά προς τα Ανατολικά, ενώ τα κύρια ρέματα που αποστραγγίζουν το κεντρικό και το νότιο τμήμα είναι η Κοπρισιά Τζιώτη, η Χαλιδού και ο Ερασίνος. Τα δυο πρώτα σε μεγάλο τους μήκος δεν είναι εμφανή και συνεχίζονται μέσα από αρδευτικά και αποχετευτικά δίκτυα η αγωγούς και παρόδια τεχνικά έργα απομάκρυνσης ομβρίων υδάτων. Κατευθύνονται κυρίως από δυτικά προς ανατολικά οι βόρειοι κλάδοι και από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά οι νότιοι. Το Μεγάλο Ρέμα εκβάλλει στον Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο στην περιοχή της Ραφήνας εκτός της περιοχής μελέτης και τα άλλα δύο ενώνονται στην περιοχή της Βραυρώνας κοντά στην ακτή και καταλήγουν στο Αιγαίο. Στο νότιο άκρο η περιοχή της Κερατέας διασχίζεται από το Αδάμι Ποτάμι και τα μικρότερα ρέματα που καταλήγουν σε αυτό, το οποίο εκβάλλει στο Αιγαίο κοντά στο Λαύριο, το οποίο είναι κι αυτό εκτός χάρτη.



Εικόνα 4.1.3: Χάρτης του βορειοανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης. Με γκρίζο διαφανές το αεροδρόμιο των Σπάτων.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ιδιαίτερα έντονες στην περιοχή των Μεσογείων στην οποία παρατηρείται έντονη οικιστική ανάπτυξη και θεωρείται πυκνοκατοικημένη. Στα βόρεια βρίσκονται οι κωμοπόλεις των Σπάτων (9.839 κάτοικοι), Παιανίας (12.137 κατ.) και Γλυκών Νερών (6.971 κάτοικοι) και αρκετοί μικρότεροι οικισμοί. Στο κεντρικό τμήμα

εντοπίζονται οι πόλεις Κορωπί (19.475 κατ.) και Μαρκόπουλο (13.134 κατ.), ενώ στα νότια υπάρχουν οι πόλεις Κερατέα (10.642 κατ.) και Καλύβια Θορικού (9.477 κάτ.).²³ Στην περιοχή αυτή υπάρχουν αρκετοί οικισμοί με εξοχικές κυρίως κατοικίες, πολλές από τις οποίες είναι αυθαίρετες. Η οικιστική δραστηριότητα έχει σε μεγάλο βαθμό επεκταθεί χωρίς σχεδιασμό με όλα τα περιβαλλοντικά και χωροταξικά προβλήματα που συνεπάγεται αυτό.



Εικόνα 4.1.4: Χάρτης του κεντροανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης..

Κυριότερος συγκοινωνιακός άξονας στην περιοχή των Μεσογείων είναι η Αττική Οδός που διασχίζει την πεδιάδα από το βόρειο της τμήμα στα βορειοανατολικά προάστια της πρωτεύουσας ως το κεντρικό τμήμα στο Μαρκόπουλο, με δευτερεύουσες αρτηρίες να τη συνδέουν με τους οικισμούς του βόρειου τμήματος και της ανατολικής ακτής. Στο Μαρκόπουλο ενώνεται με τη Λεωφόρο Λαυρίου, η οποία διασχίζει το νότιο τμήμα καταλήγοντας τελικά στο Λαύριο. Άλλες δευτερεύουσες αρτηρίες συνδέουν την Λαυρίου με την περιοχή του Σαρωνικού. Επίσης, παράλληλα με την Αττική οδό έχει κατασκευαστεί ο προαστιακός σιδηρόδρομος, που καταλήγει όπως και μια διακλάδωση της στο αεροδρόμιο των Σπάτων, το οποίο καταλαμβάνει έκταση 11 τ. χλμ. στα νοτιοανατολικά της ομώνυμης πόλης και δεσπόζει στην περιοχή.

²³ Ελληνική Στατιστική Αρχή, Απογραφή 2011

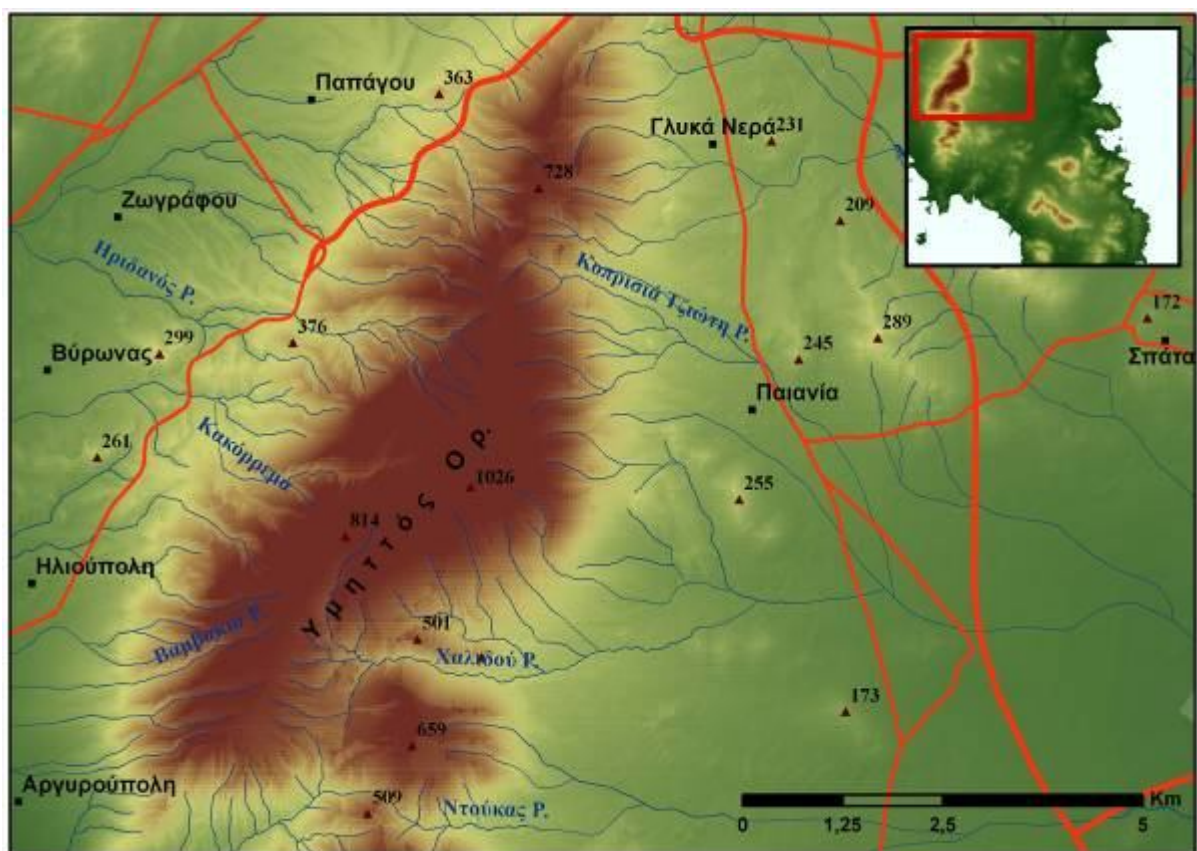
http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/General/NWS_CENSUS_310712_GR.pdf

Οι αριθμοί αφορούν τους πληθυσμούς ολόκληρων των Δημοτικών Ενοτήτων, των οποίων οι οικισμοί αποτελούν κέντρα. Το ισχύει για όλους τους πληθυσμούς που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4.1

Ένα μεγάλο τμήμα της πεδιάδας καλύπτεται από γεωργικές εκτάσεις. Σε αυτές περιλαμβάνονται αροτραίες καλλιέργειες, τεχνητά αρδευόμενες η μη, και δενδρώδεις, κυρίως ελαιώνες. Στην περιοχή υπάρχουν επίσης πολλές βιομηχανικές και βιοτεχνικές δραστηριότητες, όπως επίσης και λατομεία. Η δασική βλάστηση είναι περιορισμένη κυρίως σε κάποιους λόφους, σε παραρεμάτιες περιοχές ή σε μικρά άλση περιαστικών περιοχών.

4.1.3 Ορεινός Όγκος Υμηττού

Ο Υμηττός είναι ο πιο εκτεταμένος ορεινός όγκος της περιοχής μελέτης και κατέχει τα μεγαλύτερα υψόμετρα, ξεπερνώντας τοπικά τα 1000 μ. Βρίσκεται στο δυτικό της τμήμα, καταλαμβάνοντας το μεγαλύτερο μέρος του. Είναι επιμήκης με γενική διεύθυνση Β.ΒΑ-Ν.ΝΔ αποτελώντας το φυσικό όριο ανάμεσα στην πεδιάδα των Μεσογείων και το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Η υψηλότερη του κορυφή, ο Εύζωνας (1026 μ.) εντοπίζεται στα βορειοκεντρικά, ενώ προς τα νότια τα υψόμετρα γενικά μειώνονται.



Εικόνα 4.1.5: Χάρτης του βορειοδυτικού τμήματος της περιοχής μελέτης..

Η βλάστηση είναι κυρίως θαμνώδης, ενώ έχουν απομείνει κάποια δασωμένα τμήματα, παρά τις πυρκαγιές των τελευταίων ετών και τις ανθρώπινες δραστηριότητες που αλλοίωσαν την αισθητική του εμφάνιση. Τέτοιες είναι μεταξύ άλλων η διάνοιξη της Περιφερειακής Αττικής Οδού, κάποια λατομεία και η αστική επέκταση κάποιων προαστίων της Αθήνας στις δυτικές υπώρειες του όρους.

4.1.4 Ανατολικές Ακτές

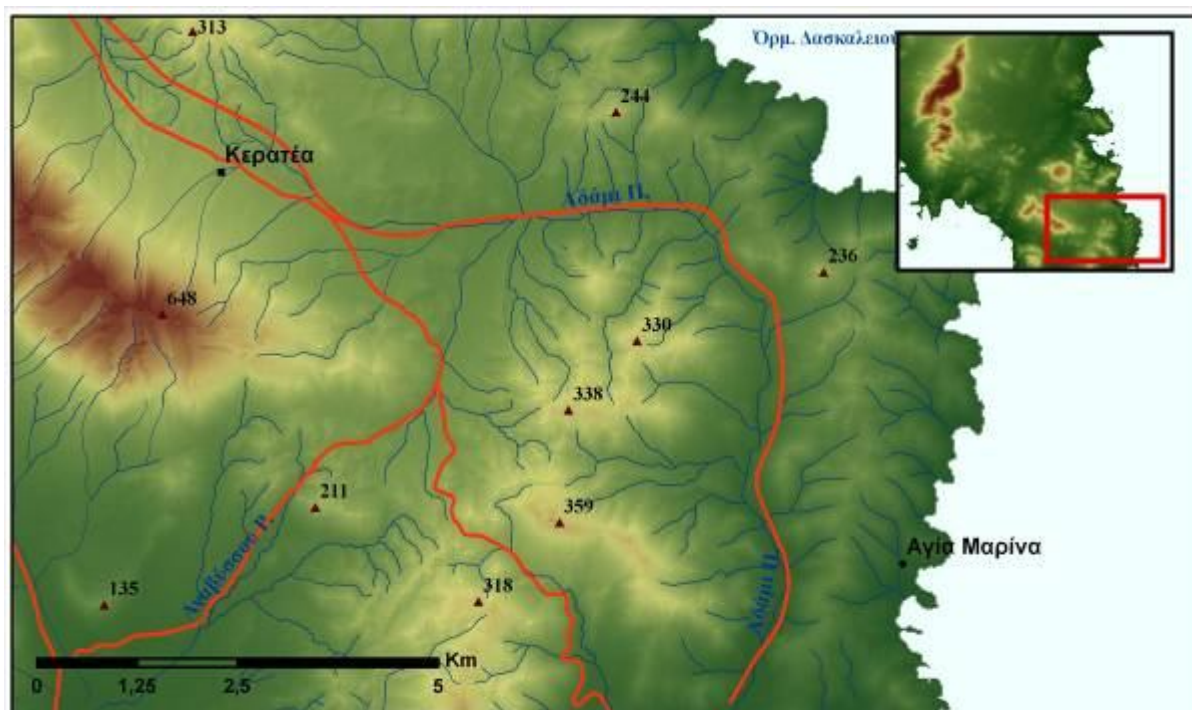
Η ανατολική παράκτια περιοχή είναι μια ζώνη ανάμεσα στα Μεσόγεια και τα παράλια του Αιγαίου. Το βόρειο τμήμα της έχει σχετικά ομαλό ανάγλυφο με υψόμετρα μέχρι 80-100 μ., ενώ στα δυτικά της υψώνονται οι λόφοι που διαχωρίζουν την περιοχή αυτή από την πεδιάδα των Μεσογείων με υψόμετρα όχι μεγαλύτερα από 214 μ. Στην περιοχή αυτή εκτείνεται η κωμόπολη της Αρτέμιδας (Λούτσα, 13.664 κάτ.) και οι γειτονικοί της οικισμοί που αποτελούνται κυρίως από παραθεριστικές ή δευτερεύουσες κατοικίες. Αποστραγγίζεται από μικρά ρέματα εποχικής ροής, ενώ στα βόρεια βρίσκεται το παράκτιο έλος της Αρτέμιδας.

Στο κεντρικό τμήμα το ανάγλυφο είναι πιο έντονο με τις εξάρσεις του ορεινού όγκου Λαυρίου να δεσπόζουν προς τα νότια, όπως η Μερέντα (614 μ.) και αρκετές άλλες που φτάνουν τα 400 μ., ενώ στα βόρεια βρίσκεται ο λόφος της Περατής (307 μ.). Ο διαμελισμός των ακτών είναι επίσης εντονότερος με μικρές χερσονήσους και εγκολπώσεις όπως οι όρμοι Βραυρώνας, Πόρτο Ράφτη και Βουρκάρι αλλά και αρκετές βραχονησίδες κοντά στην ακτή.

Μικρά πεδινά τμήματα υπάρχουν στους κόλπους κοντά στην ακτή όπου βρίσκονται οι οικισμοί Βραυρώνα και Πόρτο Ράφτη. Οι οικισμοί είναι σε μεγάλο ποσοστό παραθεριστικοί, ενώ στην Βραυρώνα βρίσκεται ο ομώνυμος υγρότοπος αλλά και ο αρχαιολογικός χώρος με το ιερό της Αρτέμιδος. Η περιοχή διαρρέεται από μικρά ρέματα εποχικής ροής από τα οποία άλλα καταλήγουν κατευθείαν στη θάλασσα και μερικά στα κύρια ρέματα της πεδιάδας των Μεσογείων, που εκβάλλουν κι αυτά στο Αιγαίο κοντά στη Βραυρώνα.

Το νότιο τμήμα της ανατολικής περιοχής καταλαμβάνεται κυρίως από τον ορεινό όγκο Λαυρίου, με λοφώδες ανάγλυφο και υψόμετρα μέχρι 400 μ. Οι ακτές παρουσιάζουν μικρότερο διαμελισμό αλλά και πάλι αρκετά έντονο, ενώ μικρά σε μήκος ρέματα εποχικής ροής καταλήγουν στο Αιγαίο ή στο Αδάμι Ποτάμι, το οποίο ξεκινά από την περιοχή της Κερατέας και καταλήγει κοντά στο Λαύριο διασχίζοντας όλο αυτό το τμήμα ανάμεσα στους λόφους αρχικά με κατεύθυνση Δ-Α στον άνω ρου και στη συνέχεια Β-Ν στον κάτω ρου. Υπάρχουν αρκετοί μικροί

οικισμοί στην περιοχή και παραθεριστικές κατοικίες. Από την περιοχή διέρχεται η Λεωφόρος Λαυρίου που τη συνδέει με την Κερατέα και το Λαύριο.



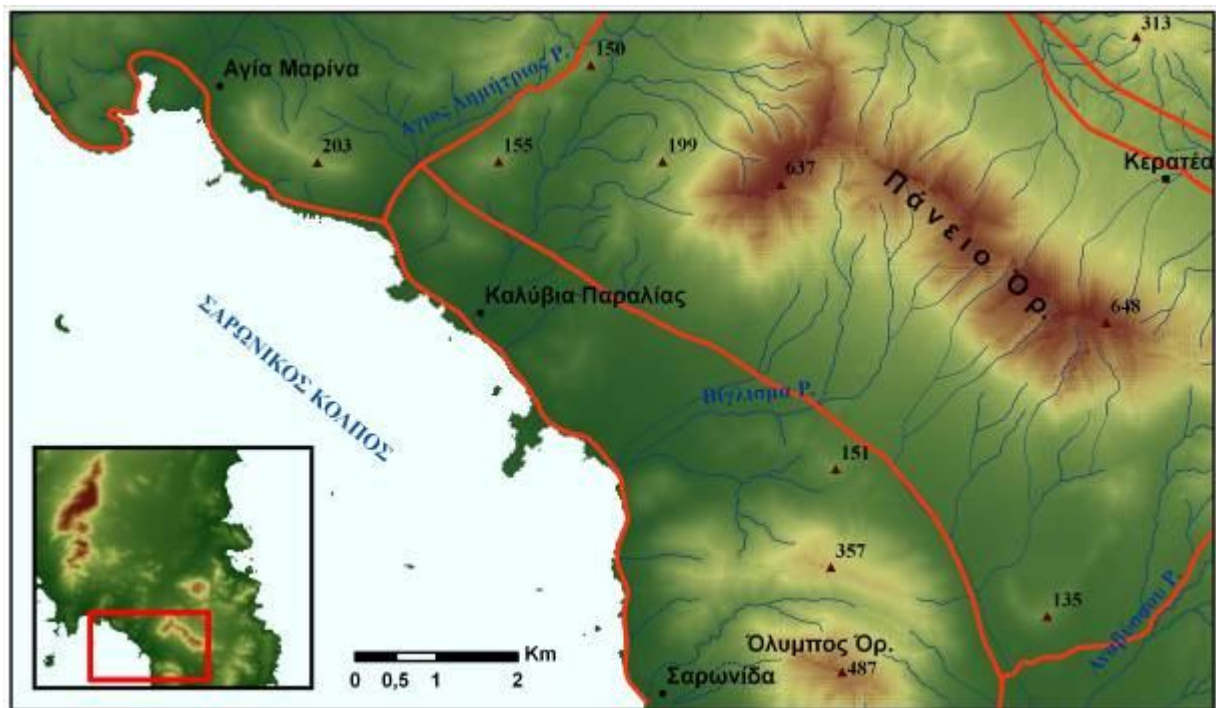
Εικόνα 4.1.6: Χάρτης του νοτιοανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης..

Η βλάστηση στην ανατολική περιοχή είναι κυρίως θαμνώδης, ενώ υπάρχουν και δασικές εκτάσεις σε λόφους της περιοχής Αρτέμιδας, του ορεινού όγκου Λαυρίου, σε κοιλάδες ρεμάτων καθώς επίσης και σε ορισμένες παράκτιες περιοχές.

4.1.5 Πάνειο - Όλυμπος

Το Πάνειο Όρος δεσπόζει στα νότια της περιοχής μελέτης, και αποτελεί έναν μικρό ορεινό όγκο επιμηκυμένο με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και μέγιστο υψόμετρο 648 μ. Καλύπτεται από θαμνώδη κυρίως βλάστηση, καθώς μεγάλο τμήμα του δάσους που υπήρχε καταστράφηκε πρόσφατα από πυρκαγιά, ενώ έχουν ήδη ξεκινήσει προσπάθειες αναδάσωσης. Διαχωρίζει την περιοχή της Κερατέας από τις περιοχές της Σαρωνίδας και της Αναβύσσου στις ακτές του Σαρωνικού. Στην ευρύτερη αυτή περιοχή εκτείνεται στα νοτιοανατολικά μια μικρή πεδιάδα ήπιου ανάγλυφου σε υψόμετρο 40 έως 80 μέτρα, που συνεχίζεται προς την Αναβύσσο και αποστραγγίζεται από μικρά ρέματα που εκβάλλουν στον ομώνυμο όρμο εκτός της περιοχής μελέτης.

Στα νότια υψώνεται το όρος Όλυμπος (487 μ.) στους δυτικούς πρόποδες του οποίου βρίσκεται, στις ακτές του Σαρωνικού, η κωμόπολη Σαρωνίδα με πληθυσμό 2.584 κάτ. Τέλος, στο βόρειο τμήμα βρίσκεται μια μικρή παράκτια πεδιάδα και το Λαγονήσι, μια μικρή χερσόνησος.

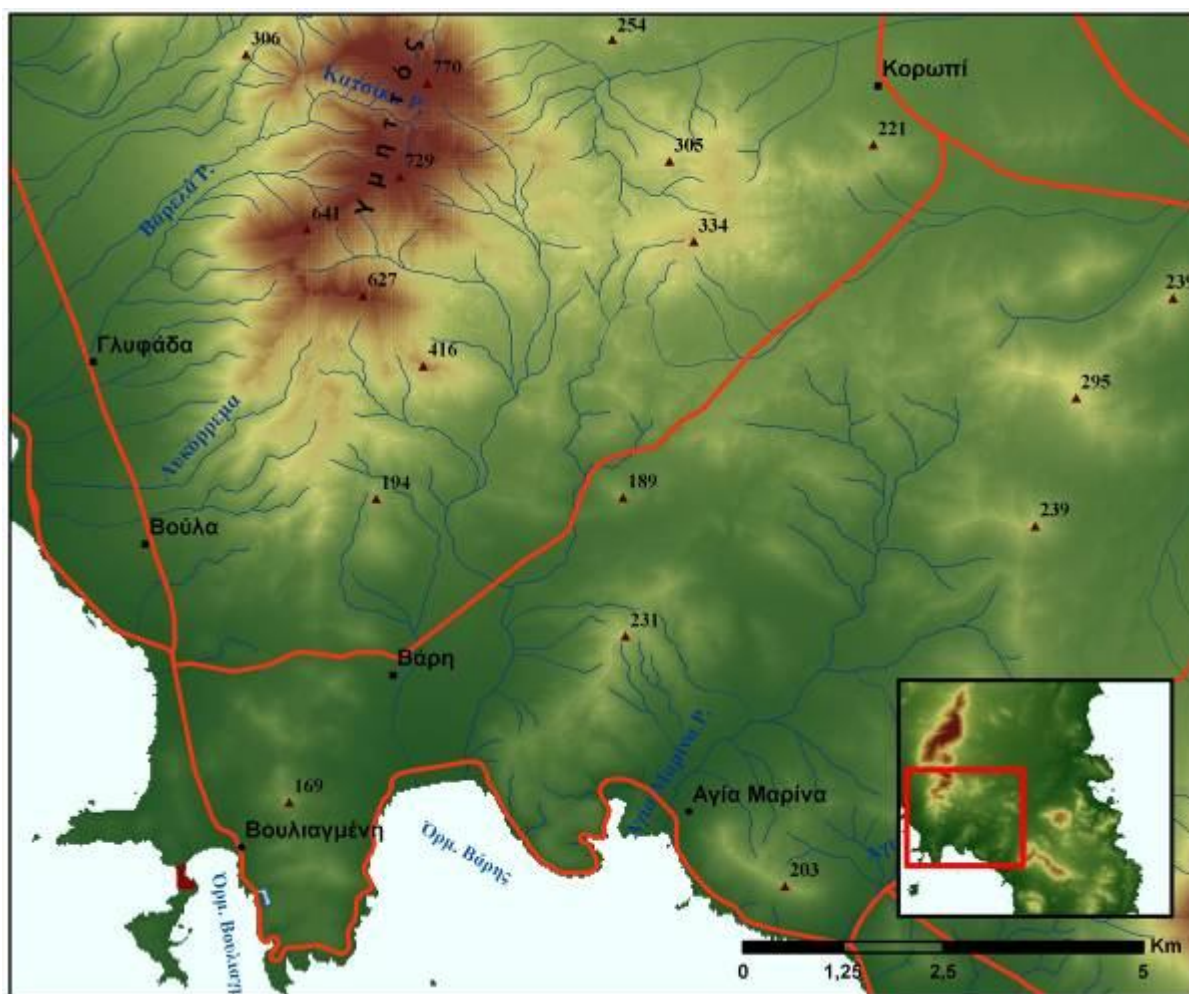


Εικόνα 4.1.7: Χάρτης του νότιου τμήματος της περιοχής μελέτης..

4.1.6 Ακτές Σαρωνικού

Βορειότερα συνεχίζονται οι ακτές του Σαρωνικού και εντοπίζεται μια λοφώδης περιοχή ανάμεσα σε αυτές και την πεδιάδα των Μεσογείων. Υπάρχουν μικρά πεδινά τμήματα, τα κύρια ρέματα των οποίων κατευθύνονται κυρίως από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά και εκβάλλουν στο Σαρωνικό. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν αρκετοί οικισμοί, ιδιαίτερα κοντά στην παραλία όπως η πόλη Βάρη (10.563 κάτ.), η Αγία Μαρίνα και τα Καλύβια Παραλίας. Κατά μήκος των ακτών διέρχεται η παραλιακή οδός που συνδέει την Αθήνα με το Σούνιο. Προς τα βόρεια της περιοχής υπάρχουν εγκαταστάσεις εξόρυξης μαρμάρου.

Δυτικά της Βάρης και νότια του Υμηττού εντοπίζεται η Βουλιαγμένη, μια περιοχή με δαντελωτές ακτές που αποτελεί τη νοτιότερη απόληξη του όρους. Εκεί βρίσκεται η ομώνυμη λίμνη και ο οικισμός, με πληθυσμό 5.361 κάτ.



Χάρτης 4.1.8: Χάρτης του δυτικού τμήματος της περιοχής μελέτης..

4.1.7 Λεκανοπέδιο Αθηνών

Στο δυτικό άκρο της περιοχής μελέτης βρίσκεται το ανατολικό τμήμα του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας, με τα νότια και βορειοανατολικά του προάστια και τους ανατολικούς του δήμους. Πρόκειται για πυκνοκατοικημένη και πυκνοδομημένη περιοχή, με το φυσικό έδαφος να εμφανίζεται ελάχιστα λόγω της αστικής δόμησης η οποία τοπικά έχει αλλοιώσει το ανάγλυφο. Οι κοίτες πολλών ρεμάτων που κατέρχονται από τον Υμηττό εξαφανίζονται στον αστικό ιστό είτε διότι φράζονται, είτε διότι διέρχονται υπογείως μέσω τεχνικών έργων. Στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνονται από τα βόρεια προς τα νότια τμήματα του Δήμου Χολαργού, ο Δήμος Παπάγου, μικρό τμήμα του Δήμου Αθηναίων, οι Δήμοι Ζωγράφου και Καισαριανής, τμήματα των Δήμων Ηλιούπολης, Αργυρούπολης και Γλυφάδας, καθώς επίσης και η Βούλα.

4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σε γενικές γραμμές η ιστορία της περιοχής μελέτης είναι ανάλογη της ιστορίας της υπόλοιπης Αττικής, της οποίας αποτελεί τμήμα. Ιδιαίτερα η περιοχή του ανατολικού λεκανοπεδίου των Αθηνών εξελίχθηκε ιστορικά όπως και η υπόλοιπη πρωτεύουσα.

Όπως προκύπτει από τα μέχρι στιγμής ευρήματα, ο άνθρωπος έκανε την εμφάνιση του στην περιοχή μελέτης γύρω στο 40.000 π.χ. Οικισμοί της Νεολιθικής Εποχής στην περιοχή των Μεσογείων αναφέρονται κυρίως κοντά στη Μερέντα (6000 π.Χ.),²⁴ στη Βραυρώνα, στην Παιανία, στην Αρτέμιδα, στα Σπάτα,²⁵ στη Βουλιαγμένη²⁶ και στην Κερατέα (5000 – 3000 π.Χ.).²⁷ Κατά την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (2800 – 2000 π.Χ.) εμφανίζονται ακόμα περισσότεροι οικισμοί στην περιοχή, ενώ η ανθρώπινη παρουσία συνεχίζει να αυξάνεται και στη Μυκηναϊκή Εποχή.²⁸



Εικ. 4.2.1: Το Ιερό της Αρτέμιδος στη Βραυρώνα²⁹

Στη Γεωμετρική (1100-700 π.Χ.) και την Αρχαϊκή Εποχή (700 -508 π.Χ.) δημιουργούνται τόποι λατρείας όπως το ιερό της Αρτέμιδος στη Βραυρώνα.³⁰ Κατά την Κλασσική Εποχή (5^{ος} και 4^{ος} αι. π.Χ) η Αθήνα και η ευρύτερη περιοχή της χωρίστηκε διοικητικά

²⁴ <http://www.markopoulo-mesogeia.com/istoria>

²⁵ <http://www.ektp.gr>

²⁶ <http://www.filoumenos.com/forum/viewtopic.php?f=31&t=8784&p=39598>

²⁷ <http://www.forkeratea.com/2010/04/keratea-hellas.html>

²⁸ <http://www.markopoulo-mesogeia.com/istoria>

²⁹ <http://www.culture.gr>

³⁰ <http://www.culture.gr>

σε δήμους από τον Κλεισθένη (508 π.Χ.) και δημιουργήθηκαν οδικά δίκτυα.^{31 32} Η περιοχή ακολούθησε την ανάπτυξη και την οικονομική άνθηση της Αθήνας και οι δήμοι είχαν αγροτικό χαρακτήρα παράγοντας όλα τα απαραίτητα αγαθά. Κατά την εισβολή των Περσών στην Αττική (480 και 490 π.Χ.) και κατά την διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου (431-404 π.Χ.) υπέστησαν αρκετές καταστροφές. Αργότερα, η περιοχή έγινε υποτελής στο Μακεδονικό βασίλειο (338 π.Χ.) και το 146 π.Χ. υποτάχτηκε στη Ρωμαϊκή κυριαρχία, ενώ είχε ήδη ξεκινήσει η παρακμή της περιοχής και η σταδιακή εγκατάλειψη των αρχαίων δήμων.

Κατά την Βυζαντινή περίοδο οι περισσότεροι από τους εναπομείναντες οικισμούς εξαφανίστηκαν και η παρακμή συνεχίστηκε. Το 1204 η Αττική υποτάχτηκε στους Φράγκους και το 1456 στους Τούρκους. Κατά τις περιόδους αυτές η περιοχή μελέτης είχε αγροτικό χαρακτήρα και συμμετείχε στα Ορλωφικά το 1770 και στην επανάσταση του 1821.³³ Μετά την ανεξαρτησία το 1830 η περιοχή απελευθερώθηκε από τον Οθωμανικό ζυγό εντάχθηκε στο αρτισύστατο Ελληνικό κράτος ακολουθώντας την πορεία του μέχρι σήμερα.

Γύρω στο 1860 ξεκίνησε εκ νέου η εκμετάλλευση των μεταλλείων Λαυρίου και η περιοχή της Κερατέας και ολόκληρης της Λαυρεωτικής συγκλονίστηκε από το «Λαυρεωτικό Ζήτημα».^{34 35} Ο σιδηρόδρομος Ηρακλείου – Λαυρίου που λειτουργούσε από το 1885 διέσχισε την πεδιάδα των Μεσογείων ως το 1962, οπότε και ανεστάλη οριστικά η λειτουργία του.³⁶ Από τα χρόνια του Μεσοπολέμου κι έπειτα εντάθηκε η οικιστική δραστηριότητα στο λεκανοπέδιο των Αθηνών, ενώ μετά τον Εμφύλιο αναπτύχθηκε και η περιοχή των Μεσογείων, καθώς παρουσίασε αξιοσημείωτη βιοτεχνική και αγροτική δραστηριότητα.

Από τη δεκαετία του 1970 κι έπειτα άρχισαν να δημιουργούνται αρκετά περιβαλλοντικά και χωροταξικά προβλήματα από την άνοδο της οικιστικής ανάπτυξης εξαιτίας της άναρχης επέκτασης των κωμοπόλεων, της εκτός σχεδίου δόμησης των παραθεριστικών κατοικιών, των πυρκαγιών και της υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος σε πολλά τμήματα της περιοχής μελέτης. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάστηκε στην περιοχή μελέτης ο Διεθνής Αερολιμένας των Σπάτων και αρκετά άλλα συγκοινωνιακά έργα όπως η Αττική Οδός και ο προαστιακός σιδηρόδρομος.

³¹ <http://www.ektp.gr>

³² <http://www.forkeratea.com/2010/04/keratea-hellas.html>

³³ <http://www.markopoulo-mesogeia.com/istoria>

³⁴ <http://www.pare-dose.net/?p=3999>

³⁵ <http://www.forkeratea.com/2010/04/keratea-hellas.html>

³⁶ <http://www.gkmagazine.gr/en/index.php?about=5&id=65#.URbGTR37h-g>

4.3 ΚΛΙΜΑ

4.3.1 Γενικά Στοιχεία

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής της Αττικής ανήκει στον ξηρό μεσογειακό τύπο και εμφανίζει κατά τη χειμερινή κυρίως περίοδο τα χαρακτηριστικά του κλίματος των εύκρατων ζωνών, με ήπιους και υγρούς χειμώνες, και κατά τη θερινή τα χαρακτηριστικά του κλίματος των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων, με θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Οι δυναμικοί παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση του κλίματος της περιοχής είναι τα συστήματα χαμηλών πιέσεων (υφέσεις) του Ατλαντικού και της Δυτικής Μεσογείου, ο σιβηρικός αντικυκλώνας, ο αντικυκλώνας των Αζορών και οι κινητοί αντικυκλώνες της Βόρειας Ευρώπης, οι οποίοι προκαλούν αστάθεια στον καιρό της ψυχρής κυρίως περιόδου.³⁷

Οι γενικές αυτές κλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης εμφανίζουν τοπικές διαφοροποιήσεις και εναλλαγές που οφείλονται σε φυσικούς και γεωγραφικούς παράγοντες. Το ανάγλυφο είναι κατά τόπους αρκετά έντονο, εμφανίζοντας σημαντικές διαφοροποιήσεις των μορφολογικών του χαρακτηριστικών, όπως είναι το υψόμετρο, η κλίση και ο προσανατολισμός. Τα χαρακτηριστικά αυτά των ορεινών και ημιορεινών τμημάτων επιδρούν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό στο μικροκλίμα των διάφορων περιοχών της χαρτογραφηθείσας έκτασης. Επιπλέον η απόσταση από τη θάλασσα και το όρος Πεντέλη, το οποίο υψώνεται βόρεια της περιοχής μελέτης, επηρεάζουν ποικιλότροπα τη διαμόρφωση των μεσοκλιματικών συνθηκών.

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας που επιδρά στη διαμόρφωση του κλίματος, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με τους προηγούμενους, είναι η βλάστηση και η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το 45% των πευκοδασών και των μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων της Αττικής έχουν καεί από το διάστημα 1965 μέχρι το 1985,³⁸ ενώ την περίοδο 1987 - 2007 εξαφανίστηκαν περισσότερα από 180.000 στρέμματα πευκοδάσους.³⁹

³⁷ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 31-32

³⁸ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 30

³⁹ Μελέτη WWF και ΑΠΘ http://www.wwf.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=579%3A184000-&Itemid=90

4.3.2 Κλιματικά και Μετεωρολογικά Δεδομένα

4.3.2.1 Θερμοκρασία

Σύμφωνα με χάρτη κατανομής των μέσων ετήσιων θερμοκρασιών στην Ελλάδα που προέκυψε από δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών της χώρας για την περίοδο 1990 – 2007, η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης είναι 16,1°C - 17°C, με εξαίρεση τα νοτιοανατολικά παράλια όπου είναι 17,1°C - 18°C.⁴⁰ Η διακύμανση της είναι σχετικά απλή όπως έχει καταγραφεί στους μετεωρολογικούς σταθμούς των Σπάτων και του Ελληνικού, με τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται το καλοκαίρι και τις μικρότερες το χειμώνα.

Στον μετεωρολογικό σταθμό του Ελληνικού από στοιχεία της περιόδου 1920 – 2013 η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 18,64°C με μέση μηνιαία τιμή του θερμότερου μήνα 28,34°C τον Ιούλιο και μέση μηνιαία τιμή του ψυχρότερου μήνα 10,27°C τον Ιανουάριο.

Στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων από στοιχεία της περιόδου 1974 – 2013 η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 17,26°C με μέση μηνιαία τιμή του θερμότερου μήνα 27,41°C τον Ιούλιο και μέση μηνιαία τιμή του ψυχρότερου μήνα 4,20°C τον Ιανουάριο. Οι παρακάτω πίνακες παραθέτουν αναλυτικά στοιχεία και για τους δυο σταθμούς.⁴¹

Μήνες	Μέση Μηνιαία	Μέση Μεγιστη	Μέση Ελάχιστη	Απολύτως Μεγιστη	Απολύτως Ελάχιστη
Ιαν	10.27	13.56	7.02	22.1	-2.9
Φεβ	10.62	14.14	7.12	22	-4.2
Μαρ	12.45	15.95	8.52	27	-1.8
Απρ	16.07	19.57	11.54	42	0.6
Μαι	20.87	24.42	15.83	35.6	8
Ιουν	25.56	29.17	20.27	37.8	11.5
Ιουλ	28.34	32.22	23.01	42	15.5
Αυγ	28.21	32.23	23.08	41.9	16
Σεπ	24.33	28.32	19.64	37.6	10.4
Οκτ	19.58	23.33	15.64	33.8	5.4
Νοεμ	15.37	18.82	11.98	27	1.4
Δεκ	11.97	15.1	8.85	22.5	-1.8
Έτος	18.64	22.24	14.37	42	-4.2

Πίνακας 4.3.1: Αναλυτικά στοιχεία της διακύμανσης της θερμοκρασίας για τον σταθμό του Ελληνικού σε °C (EM Y)

⁴⁰ Mapping Long term Atmospheric Variables over Greece, Katsafados P., Kalogirou S., Papadopoulos A., Korres G., Journal Of Maps, 2012

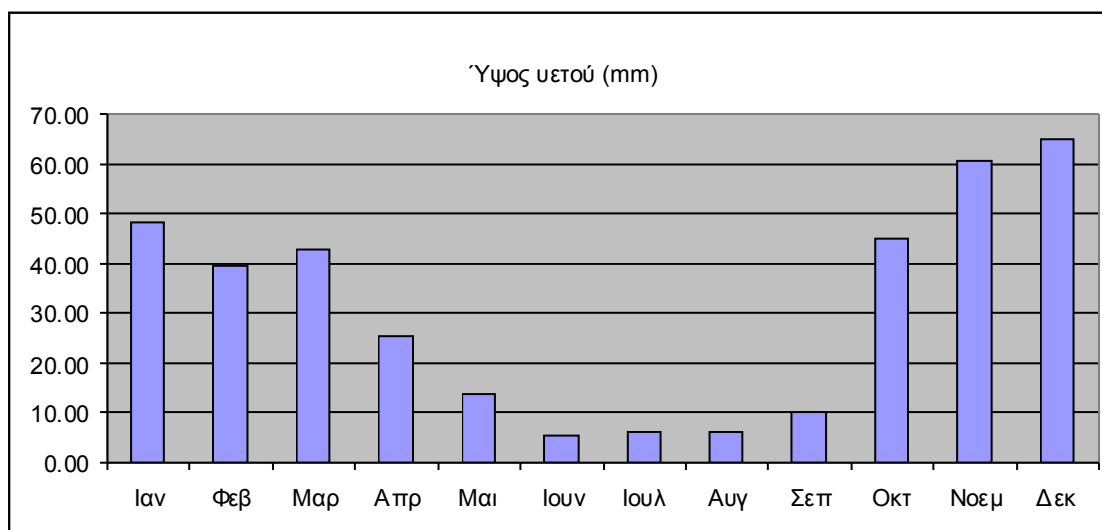
⁴¹ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

Μήνες	Μέση Μηνιαία	Μέση Μεγιστη	Μέση Ελάχιστη	Απολύτως Μεγιστη	Απολύτως Ελάχιστη
Ιαν	8.32	12.37	4.2	19.9	-6
Φεβ	8.84	12.85	4.38	21.4	-6.8
Μαρ	11.12	15.24	6.16	24	-3.6
Απρ	14.8	18.91	8.9	28	-3
Μαι	19.74	24.2	13.21	36.2	1.6
Ιουν	25.2	29.62	17.64	42	5
Ιουλ	27.41	31.49	20.49	40	11
Αυγ	26.67	30.92	20.47	42	11
Σεπ	22.99	28	16.88	37.2	4.8
Οκτ	18.44	22.96	13.11	38.4	0
Νοεμ	13.63	17.66	9.36	30.2	-3.3
Δεκ	9.93	13.73	5.93	21.8	-4.4
Έτος	17.26	21.5	11.73	42	-6.8

Πίνακας 4.3.2: Αναλυτικά στοιχεία της διακύμανσης της θερμοκρασίας για τον σταθμό των Σπάτων σε οC (ΕΜΥ)

4.3.2.2 Κατακρημνίσματα

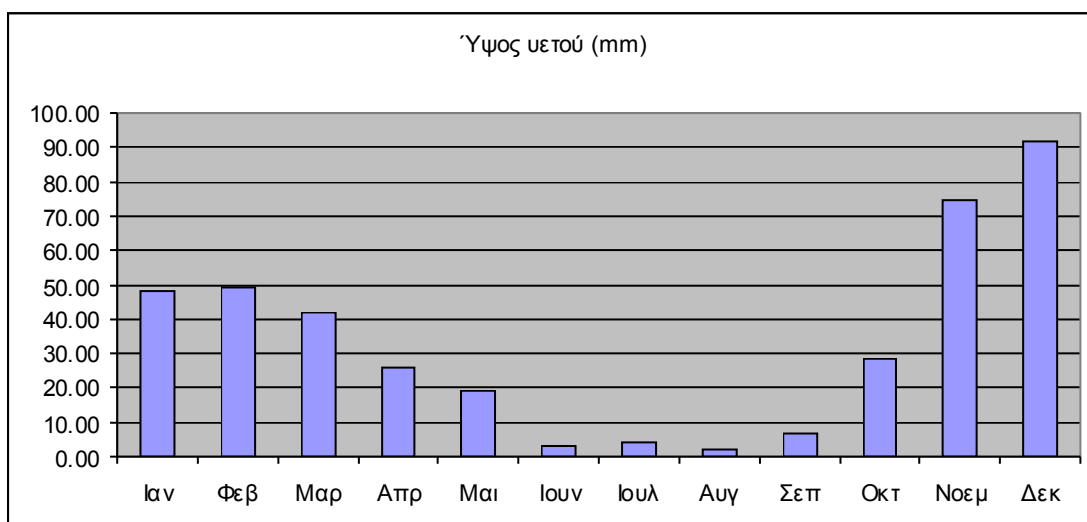
Η περιοχή μελέτης είναι από τις πιο ξηρές του Ελληνικού χώρου, καθώς η μέση ετήσια συγκέντρωση των κατακρημνισμάτων δεν υπερβαίνει τα 400 kg/m², όπως προκύπτει από σχετικό χάρτη κατανομής τους στον Ελλαδικό χώρο.⁴² Τα μέσα ετήσια ύψη υετού που καταγράφονται στους μετεωρολογικούς σταθμούς Ελληνικού και Σπάτων είναι 368,11 mm και 395.25 mm αντίστοιχα.⁴³



Διάγραμμα 4.3.3: Η διακύμανση του μέσου ύψους των κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια του έτους στον σταθμό του Ελληνικού σε mm

⁴² Mapping Long term Atmospheric Variables over Greece, Katsafados P., Kalogirou S., Papadopoulos A., Korres G., Journal Of Maps, 2012

⁴³ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία



Διάγραμμα 4.3.4: Η διακύμανση του μέσου ύψους των κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια του έτους στον σταθμό των Σπάτων σε mm

Βροχερότερος μήνας του έτους είναι ο Δεκέμβριος, με μέσο ύψος κατακρημνισμάτων 65,03 mm στο Ελληνικό και 91,82 mm στα Σπάτα. Πιο άνομβρος μήνας για τον σταθμό του Ελληνικού είναι ο Ιούνιος, με ελάχιστο ύψος υετού 5,51 mm, ενώ για τον σταθμό των Σπάτων είναι ο Αύγουστος, με ελάχιστο ύψος υετού 1,83 mm. Τα περισσότερα κατακρημνίσματα πέφτουν με τη μορφή βροχών και καταιγίδων, ενώ οι χιονοπτώσεις και οι χαλαζοπτώσεις είναι συγκριτικά ελάχιστες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των βροχοπτώσεων παρατηρείται την ψυχρή περίοδο, με ένα πολύ μικρότερο ποσοστό να καταγράφεται τη θερμή, αντιπροσωπεύοντας το Μεσογειακό χαρακτήρα του κλίματος.

4.3.2.3 Σχετική υγρασία αέρος

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία στον σταθμό του Ελληνικού είναι 60,41% και κυμαίνεται από 46,73% έως 70,37%, με τη μέγιστη τιμή της να εμφανίζεται τον Δεκέμβριο και την ελάχιστη τον Ιούλιο. Στον σταθμό των Σπάτων η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 57,68% και κυμαίνεται από 42,87% τον Ιούλιο έως 68,59% τον Δεκέμβριο.⁴⁴ Γενικότερα στην περιοχή μελέτης οι χαμηλότερες τιμές της μέσης ετήσιας σχετικής υγρασίας εμφανίζονται στην περιοχή του Λεκανοπεδίου των Αθηνών και οι υψηλότερες στην ανατολική παράκτια ζώνη.⁴⁵

⁴⁴ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

⁴⁵ Mapping Long term Atmospheric Variables over Greece, Katsafados P., Kalogirou S., Papadopoulos A., Korres G., Journal Of Maps, 2012

4.3.2.4 Άνεμοι – Ατμοσφαιρική Πίεση

Στην περιοχή μελέτης επικρατούν άνεμοι βόρειων διευθύνσεων την περισσότερη διάρκεια του έτους. Στον μετεωρολογικό σταθμό του Ελληνικού οι βόρειοι άνεμοι υπερισχύουν σε όλη τη διάρκεια του έτους, εκτός από τον Μάιο που επικρατούν οι νότιοι, ενώ η μέση ετήσια ένταση είναι 6,58 κόμβοι. Στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων επικρατούν οι βόρειοι άνεμοι την περίοδο Σεπτεμβρίου - Απριλίου και οι βορειοανατολικοί την περίοδο από Μάιο έως Αύγουστο, με μέση ετήσια ένταση 7,02 κόμβους.⁴⁶ Η διαμόρφωση των νοτιοανατολικών ακτών της περιοχής μελέτης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τον κυματισμό που δημιουργείται από τους βόρειους και βορειοανατολικούς ανέμους που επικρατούν με τις μεγαλύτερες εντάσεις σε όλη τη διάρκεια του έτους.⁴⁷ Η μέση ετήσια ατμοσφαιρική πίεση αναγόμενη στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 1015,14 mbar στον σταθμό του Ελληνικού και 1015,26 mbar στον σταθμό των Σπάτων.

4.3.2.5 Ηλιοφάνεια – Νέφωση - Ομίχλη

Η περιοχή μελέτης θεωρείται μια από τις πιο ηλιόλουστες περιοχές της Ελλάδας και ως εκ τούτου μια σημαντικά ευνοημένη περιοχή από πλευράς κλίματος. Ο μέσος συνολικός αριθμός ωρών πραγματικής ηλιοφάνειας σε όλη την περιοχή μελέτης είναι τον Ιανουάριο 115 ώρες και τον Ιούλιο 370 ώρες.⁴⁸

Η νέφωση που καταγράφεται στους σταθμούς του Ελληνικού και των Σπάτων υπολογίζεται σε όγδοα. Στο σταθμό του Ελληνικού νέφωση 6,5/8 – 8/8 παρατηρείται σε μέσο συνολικό αριθμό 42,05 ημερών εκ των οποίων οι περισσότερες τη χειμερινή περίοδο, ενώ νέφωση 1,6/8 – 6,4/8 παρατηρείται σε μέσο συνολικό αριθμό 198,78 ημερών με τις περισσότερες την περίοδο Νοεμβρίου – Μαΐου. Νέφωση έως 1,5/8 παρατηρείται σε μέσο συνολικό αριθμό 124,19 ημερών με τις περισσότερες να ανήκουν στη θερινή περίοδο. Οι αντίστοιχοι αριθμοί στα Σπάτα είναι 58,95, 169,81 και 134,44 ημέρες, με τις περισσότερες της κάθε κατηγορίας να ανήκουν σε παρόμοιες περιόδους του έτους. Ο μέσος συνολικός αριθμός ημερών ομίχλης είναι 0,68 ημέρες στο Ελληνικό και 3,34 στα Σπάτα.⁴⁹

⁴⁶ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

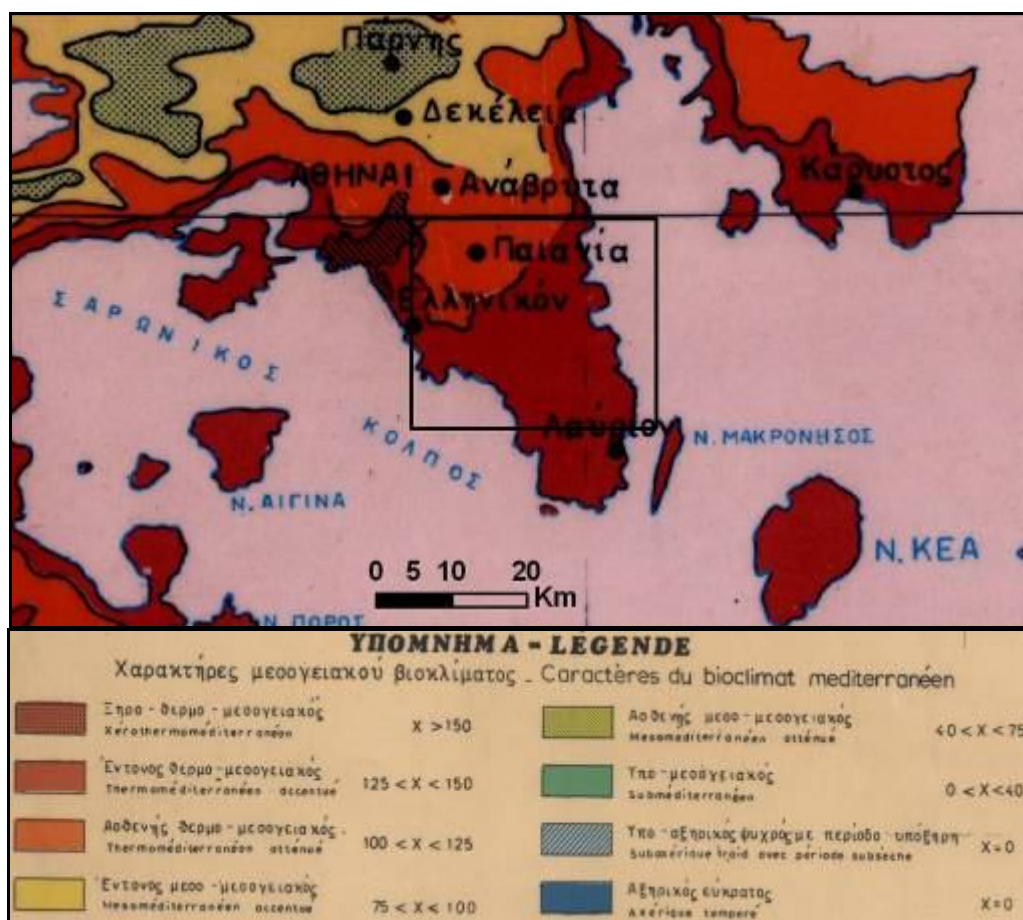
⁴⁷ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο 2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 42

⁴⁸ Κλίμα και Δασική Βλάστηση της Ελλάδας, Γκούβα Μ., Σακελαρίου Ν., Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, 2011, σελ. 26

⁴⁹ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

4.3.3 Βιοκλιματικές συνθήκες

Με βάση τον Βιοκλιματικό χάρτη της Ελλάδας⁵⁰ όπου απεικονίζεται ο χαρακτήρας του μεσογειακού βιοκλίματος το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης έχει «Έντονο θερμο – μεσογειακό» τύπο με $125 < X < 150$, όπου X = Αριθμός βιολογικών ξηρών ημερών κατά τη θερμή περίοδο. Το βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής, το οποίο περιλαμβάνει τον Υμηττό και ένα τμήμα της πεδιάδας των Μεσογείων κατατάσσεται στον «Ασθενή θερμο – μεσογειακό» χαρακτήρα με $100 < X < 125$.



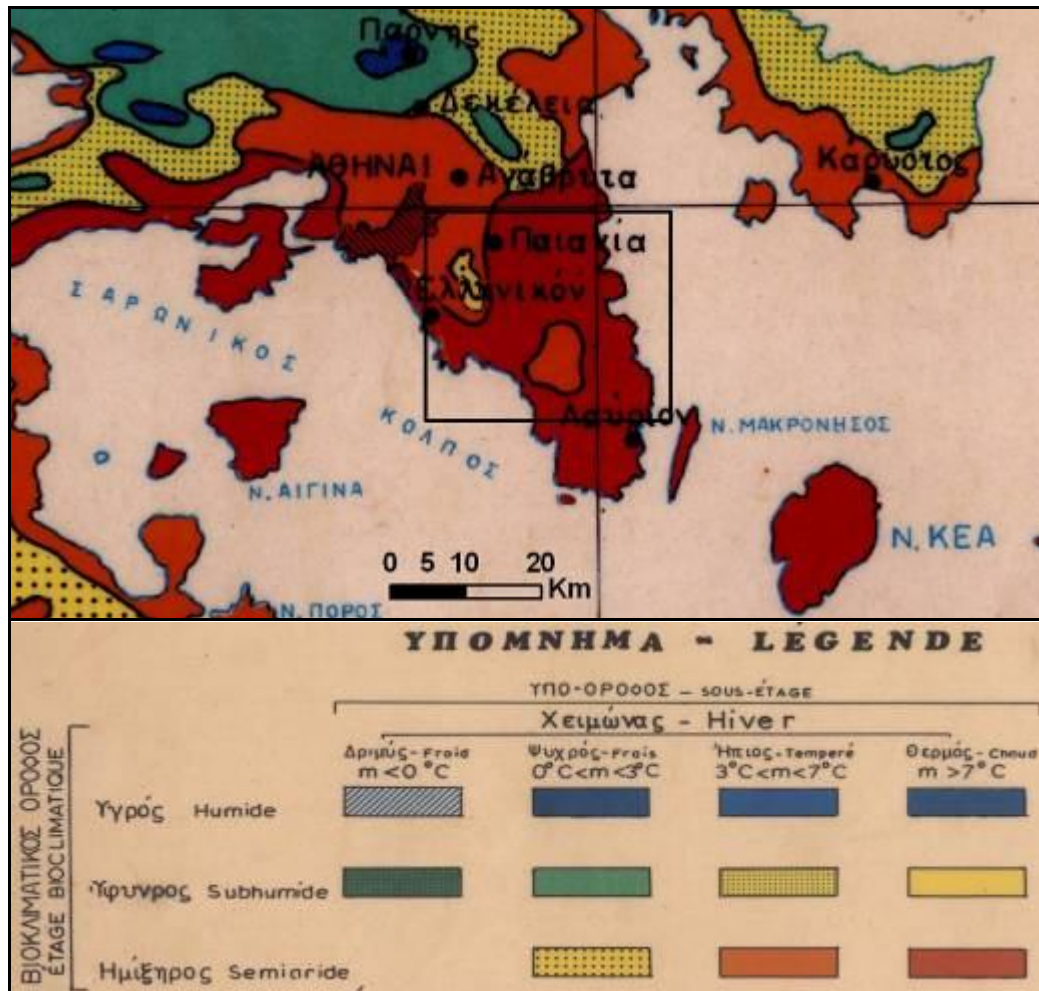
Εικόνα 4.3.5: Απόσπασμα του Βιοκλιματικού Χάρτη της Ελλάδας (Μαυρομάτης Γ., 1978)

Στο χάρτη των Βιοκλιματικών Ορόφων⁵¹ ολόκληρη η περιοχή μελέτης εντάσσεται στον «Ημίξηρο Βιοκλιματικό Όροφο». Το μεγαλύτερο τμήμα ανήκει στον υπόροφο «Χειμώνας

⁵⁰ Βιοκλιματικός χάρτης της Ελλάδας, Υπουργείο Γεωργίας, Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών, Τομέας Δασικής Σταθμολογίας, Μαυρομάτης Γ., 1978

⁵¹ Χάρτης των Βιοκλιματικών Ορόφων της Ελλάδας, Υπουργείο Γεωργίας, Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών, Τομέας Δασικής Σταθμολογίας, Μαυρομάτης Γ., 1978

Θερμός», με $m > 7^{\circ}\text{C}$, όπου m = μέση ελάχιστη θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα σε $^{\circ}\text{C}$. Το βορειοδυτικό τμήμα και η περιοχή Πανείου – Μερέντας ανήκουν στον υπόροφο «Χειμώνας Ήπιος», με $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$, ενώ η περιοχή του κεντρικού Υμηττού ανήκει στον υπόροφο «Χειμώνας Ψυχρός», με $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$.



Εικόνα 4.3.6: Απόσπασμα του Χάρτη των Βιοκλιματικών Ορόφων της Ελλάδας (Μαυρομάτης Γ., 1978)

5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

5.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

5.1.1 Γενικά Στοιχεία

Στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται αλπικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί, με τους μεταλπικούς να υπέρκεινται των αλπικών. Τα αλπικά πετρώματα εμφανίζονται κυρίως στους ορεινούς όγκους και τους λόφους⁵² και ανήκουν στην Πελαγονική Ζώνη. Πρόκειται για ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σχιστόλιθους, φυλλίτες, δολομίτες και οφιόλιθους. Οι μεταλπικοί σχηματισμοί είναι αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς, ενώ υπάρχει περιορισμένη εμφάνιση μαγματικής διείσδυσης. Διακρίνονται τέσσερις κύριες λιθοστρωματογραφικές ενότητες οι οποίες είναι οι παρακάτω, από τις αρχαιότερες προς τις νεότερες:⁵³

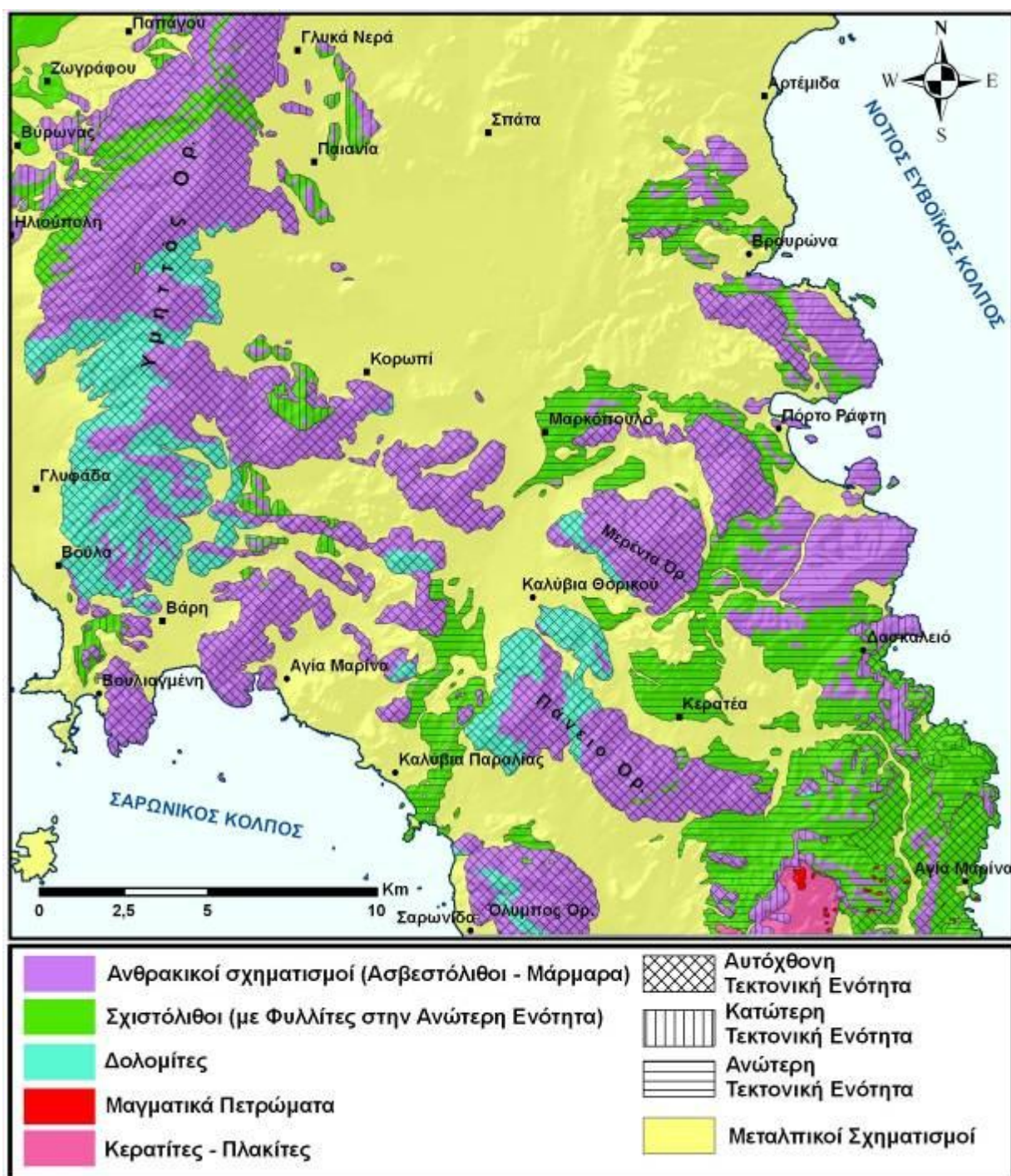
- Η Αυτόχθονη Ενότητα, η οποία περιλαμβάνει σχηματισμούς του Τριαδικού και του Ιουρασικού. Αναπτύσσεται με ευρύτατη εξάπλωση στους ορεινούς όγκους και τα κυριότερα υψώματα σε όλη την περιοχή μελέτης
- Η Κατώτερη Τεκτονική Ενότητα, στην οποία ανήκουν πετρώματα του Κατώτερου και του Ανώτερου Κρητιδικού. Εμφανίζεται με μικρή εξάπλωση σε υψώματα περιφερειακά του Υμηττού και στην περιοχή της Πλάκας
- Η Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα, στην οποία περιλαμβάνονται σχηματισμοί του Ανώτερου Κρητιδικού. Παρουσιάζεται με ευρεία εξάπλωση στα ανατολικά κυρίως τμήματα της περιοχής μελέτης, αποτελώντας το επωθημένο φυλλιτικό σύστημα.
- Η ακολουθία των Νεογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών που επίκεινται ασύμφωνα στις προηγούμενες.⁵⁴

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικότερα και ανά κατηγορία πετρώματος η λιθολογία της περιοχής μελέτης. όπως περιγράφεται στον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Κορωπίου – Πλάκας, κλίμακας 1 : 50.000)

⁵² Γεωμορφολογική εξέλιξη του λεκανοπεδίου των Αθηνών, Παυλοπουλος Κ., Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Α., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005 σελ. 2-3

⁵³ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ Λατσούδας Χ., 1992.

⁵⁴ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 20



Εικόνα 5.1.1: Εποπτικός γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης⁵⁵

⁵⁵ Οι γεωλογικοί σχηματισμοί και οι ενότητες ψηφιοποιήθηκαν από τον Γεωλογικό Χάρτη της Ελλάδας, Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

5.1.2 Εκρηξιγενή Πετρώματα

5.1.2.1 Γρανοδιορίτες

Στην περιοχή της Πλάκας εμφανίζεται μια κύρια γρανιτική διείσδυση η οποία διαπερνά τα αλπικά πετρώματα παρουσιάζοντας περιορισμένη ανάπτυξη.⁵⁶ Πρόκειται για γρανοδιορίτη, ενώ άλλες απόψεις τείνουν στον προσδιορισμό της διείσδυσης αυτής ως τοναλίτη.⁵⁷ Έχει πορφυρικό ιστό που αποτελείται κυρίως από οστρίους, χαλαζία, βιοτίτη, κεροστίλβη και μαγνητίτη,⁵⁸ Παρουσιάζει πυκνό σύστημα διακλάσεων όπου κατά μήκος αυτών παρατηρείται εξαλλοίωση βιοτίτη προς χλωρίτη. Στην ευρεία περιοχή της Λαυρεωτικής συναντώνται φλέβες και κοίτες που χαρακτηρίζονται σαν γρανιτικοί και γρανοδιοριτικοί πορφύρες ρυολιθικής μέχρι δακτιτικής σύστασης.

5.1.3 Κερατίτες - Πλακίτες

Οι κερατίτες – πλακίτες εντοπίζονται με μεγάλες εμφανίσεις περιφερειακά του μαγματικού σώματος του Γρανοδιορίτη στην Πλάκα.⁵⁹ Είναι μεταμορφωμένα πετρώματα τα οποία δημιουργήθηκαν λόγω της παρουσίας των μαγματικών. Πρόκειται για υποπράσινα, συμπαγή άστρωτα ή πλακώδη, υψηλού βαθμού ανθεκτικότητας και σκληρότητας ασβεστοκερατιτικά πετρώματα. Προήλθαν από μεταμόρφωση επαφής των σχιστολίθων Καισαριανής με τις όξινες διεισδύσεις της περιοχής.⁶⁰ Η εμφάνιση και ανάπτυξη των πετρωμάτων αυτών είναι ανεξάρτητη από τις προαναφερθείσες ενότητες

⁵⁶ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 19

⁵⁷ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 16

⁵⁸ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 19

⁵⁹ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 12

⁶⁰ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

5.1.4 Αλπικοί σχηματισμοί

5.1.4.1 Ανθρακικοί σχηματισμοί

Στους ανθρακικούς σχηματισμούς περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα. Εμφανίζονται στα περισσότερα τμήματα της περιοχής μελέτης κυρίως σε βουνά (όπου απαντώνται σε μεγάλη έκταση) και σε λόφους, απουσιάζοντας μόνο από τα χαμηλότερα υψόμετρα της πεδιάδας των Μεσογείων. Υδρογεωλογικά ανήκουν στους πλέον περατούς σχηματισμούς και αποτελούν τους σημαντικότερους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής.⁶¹

Οι ασβεστόλιθοι του Κατώτερου Τριαδικού ανήκουν στην Αυτόχθονη Ενότητα και εντοπίζονται στην περιοχή Ολύμπου – Σαρωνίδας, στο βορειοανατολικό Πάνειο, στα νοτιότερα υψώματα του Υμηττού και σε λόφους στην περιοχή που εκτείνεται ανάμεσα στα Καλύβια Θορικού, το Κορωπί και το Μαρκόπουλο. Είναι πολύχρωμοι, πλακώδεις και ανακρυσταλλωμένοι. Εν μέρει εμφανίζονται δολομιτωμένοι, εναλλασσόμενοι με μαρμαρυγιακούς, χλωριτικούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους.⁶²

Τα μάρμαρα του Ιουρασικού αποτελούν ένα σύστημα μεγάλου πάχους που παρουσιάζει ευρύτατη εξάπλωση στην περιοχή μελέτης. Η αλληλουχία του συστήματος αυτού υποδιαιρείται σε ένα ανώτερο και ένα κατώτερο μαρμαρικό σύστημα το οποίο διαχωρίζεται από ένα σχιστολιθικό ορίζοντα (σχιστόλιθοι Καισαριανής).⁶³ Το κατώτερο μάρμαρο εμφανίζεται σε μεγάλα τμήματα του Υμηττού, του Ολύμπου, του Πανείου, των λόφων των ακτών του Σαρωνικού και νοτιοδυτικά του Κοροπίου, καθώς επίσης στη Μερέντα και τα υψώματα γύρω από το Πόρτο Ράφτη. Η Ιουρασική ηλικία των μαρμάρων του Υμηττού έχει προσδιοριστεί από απολιθώματα που έχουν βρεθεί κατά καιρούς.⁶⁴ Μικρότερες εμφανίσεις εντοπίζονται σε λόφους της ευρύτερης περιοχής του Πανείου και της Αρτέμιδας.

Πρόκειται για λευκά ως τεφρόλευκα, υποκίτρινα ως ερυθρωπά, και τεφροπράσινα ως κυανά, μεσοκρυσταλλικά έως αδροκρυσταλλικά μάρμαρα, με μερικές μικρές ενστρώσεις σχιστολίθων. Στη βάση τους είναι κατά θέσεις λατυποπαγή. Συνήθως είναι μεσοστρωματώδη έως παχυστρωματώδη, σπανιότερα άστρωτα και καρστικά ενώ στην κορυφή τους γίνονται

⁶¹ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 58

⁶² Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁶³ Origin of metabasites from upper tectonic unit of the Lavrion area (SE Attica, Greece): Geochemical implications for dual origin with distinct provenance of blueschist and greenschist's protoliths, Baziotis I., Mposkos E., Lithos, 2011, σελ. 162

⁶⁴ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 36

λεπτοπλακώδη έως μεσοπλακώδη. Η μετάβαση προς τους υποκείμενους δολομίτες Πιρναρής είναι άλλοτε ομαλή και άλλοτε ασύμφωνη.⁶⁵

Ανώτερο μάρμαρο εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα του Υμηττού με μεγάλη εξάπλωση καθώς επίσης και στην περιοχή της Πλάκας. Αποτελείται από τεφρόλευκα ως λευκά, ελαφρά ερυθρίζοντα κρυσταλλικά ως ζαχαρώδη μάρμαρα, μεσοστρωματώδη και παχυστρωματώδη ως άστρωτα και καρστικά με δολομιτικά μάρμαρα κατά θέσεις και ενστρώσεις μαρμαρυγιακών σχιστολίθων μικρού πάχους. Τα μάρμαρα μεταπίπτουν κανονικά προς τα κάτω σε σχιστόλιθους. Επίσης, φακοειδείς ενστρώσεις μαρμάρων του Ιουρασικού απαντώνται εντός των σχιστόλιθων Καισαριανής.⁶⁶

Ασβεστόλιθοι της Κατώτερης Τεκτονικής Ενότητας εντοπίζονται με μικρότερη εξάπλωση κυρίως σε περιοχές του ανατολικού Λεκανοπεδίου, σε λόφους της δυτικής πεδιάδας των Μεσογείων και στην περιοχή της Πλάκας. Ανήκουν στο Ανώτερο Κρητιδικό (Κενομάνιο), όπως έχει προσδιοριστεί από απολιθώματα που έχουν βρεθεί σε αυτούς, και τα ανώτερα μέλη τους είναι πολύχρωμοι και ανακρυσταλλωμένοι πλακώδεις ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους. Τα μεσαία μέλη τους είναι λευκοί ως τεφροί, κιτρινόχρωμοι ως καστανόχρωμοι, κρυπτοκρυσταλλικοί ή μικροκρυσταλλικοί, στρωματώδεις ως άστρωτοι, καρστικοί, δολομιτωμένοι ως αγεριτωμένοι ασβεστόλιθοι που κατά θέσεις (Αλεποβούνι) περιέχουν διαστρώσεις ή κονδύλους πυριτολίθων. Είναι έντονα διαρρηγμένοι και διασχίζονται από πυκνό και χαώδες δίκτυο φλεβιδίων δευτερογενούς ασβεστίτη εμποτισμένων με οξείδια σιδήρου. Τα κατώτερα μέλη τους αποτελούν κιτρινόχρωμοι μαργαϊκοί λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και κιτρινόχρωμες λεπτομερείς ή μικρολατυποπαγείς σκληρές σχιστοποιημένες ασβεστιτικές μάργες.⁶⁷

Ασβεστόλιθοι του Ανώτερου Κρητιδικού περιλαμβάνονται επίσης και στην Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα και εμφανίζονται με μεγάλη εξάπλωση στους λόφους νότια του Πόρτο Ράφτη. Πρόκειται για πλακώδεις, υπόλευκους ως τεφρόλευκους κατά θέσεις ερυθρίζοντες ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους με διαστρώσεις πυριτολίθων. Στα κατώτερα και εν μέρει στα ανώτερα μέλη είναι αδροκρυσταλλικοί και κλαστικοί, εναλλασσόμενοι με ασβεστιτικούς και με μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους. Φακοειδείς ενστρώσεις τεφρών, λεπτοστρωματωδών και εν μέρει κλαστικών ασβεστολίθων εντοπίζονται και στο επωθημένο φυλλιτικό σύστημα της ίδιας ηλικίας.⁶⁸

⁶⁵ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁶⁶ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁶⁷ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁶⁸ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

Στο Ανώτερο Κρητιδικό ανήκουν επίσης και ασβεστόλιθοι με ρουδιστές (απολιθώματα) που απαντώνται ελάχιστα στην περιοχή του ανατολικού Λεκανοπεδίου επιπλεγμένοι επάνω στους Αθηναϊκούς σχιστολίθους. Είναι τεφρόλευκοι, κοκκώδεις και άστρωτοι. Στα ανώτερα μέλη τους είναι μεσοστρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις και ανακρυσταλλομένοι.⁶⁹

5.1.4.2 Σχιστόλιθοι

Οι σχιστόλιθοι παρουσιάζουν ευρεία εξάπλωση στην περιοχή μελέτης, απαντώμενοι σε μεγάλες εκτάσεις εναλλασσόμενοι συνήθως με τους ανθρακικούς σχηματισμούς. Οι μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι αποτελούν το σύστημα των κατώτερων σχιστολίθων το οποίο ανήκει στην Αυτόχθονη Ενότητα. Το σύστημα των ανώτερων σχιστολίθων ανήκει στο Κρητιδικό και παρουσιάζεται επωθημένο από το στρώμα των μαρμάρων της Αυτόχθονης Ενότητας, αποτελούμενο κυρίως από φυλλίτες.⁷⁰ Οι σχιστόλιθοι του Κατώτερου Τριαδικού είναι μαρμαρυγικοί, χλωριτικοί και ασβεστιτικοί Εναλλάσσονται με ασβεστόλιθους της ίδιας ηλικίας και εντοπίζονται στις ίδιες περιοχές μ' αυτούς τους σχηματισμούς.⁷¹

Στην Αυτόχθονη Ενότητα ανήκουν και οι σχιστόλιθοι Καισαριανής Ιουρασικής ηλικίας οι οποίοι εντοπίζονται στην περιοχή του Υμηττού σε μια λωρίδα με κύρια δομή διεύθυνσης ΝΑ-ΒΔ σε μία λωρίδα η οποία ξεκινά από την περιοχή των υπωρειών του Υμηττού και καταλήγει στην περιοχή της Ηλιούπολης στο Λεκανοπέδιο, αναπτυσσόμενοι πάνω από τα μάρμαρα του Υμηττού.⁷² Επίσης, εντοπίζονται με μεγάλες εμφανίσεις στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, κοντά στις ακτές. Πρόκειται για μαρμαρυγικούς ασβεστιτικούς γραφιτικούς και χλωριτικούς σχιστολίθους οι οποίοι περιέχουν σώματα σχιστοποιημένων και εξαλειωμένων οφιολίθων καθώς και φακοειδείς ενστρώσεις μαρμάρων. Οι σχιστόλιθοι αυτοί μεταβαίνουν κανονικά στο κατώτερο μάρμαρο.

Στο Κατώτερο Κρητιδικό ανήκουν οι σχιστόλιθοι της Κατώτερης Τεκτονικής Ενότητας, παρόμοιοι με τους σχιστόλιθους Καισαριανής, οι οποίοι εντοπίζονται σε λόφους της πεδιάδας των Μεσογείων, της παράκτιας περιοχής του Σαρωνικού και στο ανατολικό λεκανοπέδιο. Είναι τεφροί ως τεφρόμαυροι, φαιοί, μαρμαρυγικοί και ασβεστιτικοί. Στα κατώτερα μέλη τους απαντούν ασβεστιτικοί λεπτοστρωματώδεις ψαμίτες και χαλαζίτες.⁷³

⁶⁹ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁷⁰ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 18

⁷¹ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁷² Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 39

⁷³ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

Το επωθημένο κάλυμμα σχιστόλιθων και φυλλιτών⁷⁴ του Ανώτερου Κρητιδικού εντοπίζεται σε μεγάλες εκτάσεις στην περιοχή της Πλάκας, της Κερατέας, του Μαρκοπούλου, και του Πόρτο Ράφτη, καθώς επίσης και στην περιοχή η οποία εκτείνεται ανάμεσα στα Καλύβια Θορικού και τις ακτές του Σαρωνικού. Κατατάσσεται στην Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα και πρόκειται για τεφρούς ως τεφρόμαυρους πρασινωπούς χλωριτικούς σχιστόλιθους και φυλλίτες με διαστρώσεις χαλαζιακών σχιστολίθων και χαλαζιτών.^{75 76} Υπάρχουν επίσης λέπη και παρεμβολές από μάρμαρα, ασβεστόλιθους και πρασινίτες (μεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα).^{77 78} Αποτελούν την προς τα κάτω κανονική εξέλιξη των σχιστολίθων της Ενότητας αυτής. Σποραδικά απαντούν μικρά σώματα μεταμορφωμένων βασικών πετρωμάτων. Κατά θέσεις διαπιστώθηκε στους φυλλίτες η παρουσία γλαυκοφανούς.⁷⁹

Οι Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι και τα στρώματα μετάβασης εντοπίζονται στην περιοχή του ανατολικού λεκανοπεδίου και δεν ανήκουν στα δυο προηγούμενα σχιστολιθικά συστήματα και τις προαναφερθείσες ενότητες. Η ηλικία αυτού του σχηματισμού ανάγεται στο Παλαιόκαινο και έχει πιστοποιηθεί από απολιθώματα. Στα ανώτερα μέλη τους αποτελούνται από τεφρούς, φαιούς, μυλωνιτωμένους μεσόκοπους έως αδρόκοπους και ψηφιδοπαγείς στρωματώδεις έως άστρωτους και έντονα διαρρηγμένους μεταψαμμίτες οι οποίοι εναλλάσσονται ακανόνιστα με του ίδιου χρώματος λεπτοστρωματώδεις και σχιστοποιημένους πηλίτες. Στα κατώτερα μέλη τους συνίστανται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές τεφρών, φαιών, λιμωνιτωμένων λεπτόκοκκων έως μεσόκοκκων λεπτοστρωματωδών μεταψαμιτών και του ίδιου χρώματος λεπτοστρωματωδών σχιστοποιημένων πηλιτών. Τα στρώματα μετάβασης αποτελούνται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές πολύχρωμων λιμωνιτωμένων ανακρυσταλωμένων λεπτοστρωματωδών ασβεστόλιθων με πυριτόλιθους μαργών και αργιλοπηλιτών.⁸⁰

⁷⁴ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 261

⁷⁵ Origin of metabasites from upper tectonic unit of the Lavrion area (SE Attica, Greece): Geochemical implications for dual origin with distinct provenance of blueschist and greenschist's protoliths, Baziotis I., Mposkos E., Lithos, 2011, σελ. 162

⁷⁶ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁷⁷ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 19

⁷⁸ Origin of metabasites from upper tectonic unit of the Lavrion area (SE Attica, Greece): Geochemical implications for dual origin with distinct provenance of blueschist and greenschist's protoliths, Baziotis I., Mposkos E., Lithos, 2011, σελ. 171

⁷⁹ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁸⁰ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

5.1.4.3 Δολομίτες

Οι «Δολομίτες Πιρναρής» της Αυτόχθονης Ενότητας ανήκουν στον Νόριο-Λιάσειο και απαντώνται σε μεγάλες εκτάσεις στις περιοχές του Υμηττού και του Πανείου με τις εμφανίσεις των κατώτερων μαρμάρων του Ιουρασικού και των ασβεστολίθων και σχιστολίθων του Κατώτερου Τριαδικού. Εμφανίζονται επίσης στην περιοχή Ολύμπου-Σαρωνίδας και στο όρος Μερέντα. Οι δολομίτες είναι υπόλευκοι έως τεφρολευκοί, κιτρινωποί έως ερυθρωποί, τεφρόμαυροι, μεσόκοκκοι ως αδρόκοκοι, ανακρυσταλωμένοι, μεσοστρωματώδεις και παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι και κυψελώδεις κατά θέσεις (περιοχή Βάρης). Στη βάση τους γίνονται λεπτοστρωματώδεις και κλαστικοί εναλλασσόμενοι με μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους.⁸¹

5.1.4.4 Οφιόλιθοι

Οι οφιόλιθοι του Κατώτερου Κρητιδικού είναι ακανόνιστα και συνήθως έντονα τεκτονισμένα σώματα βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων, κυρίως σερπεντινιτών, στη βάση των ασβεστολίθων και μέσα σε τεκτονισμένους σχιστόλιθους. Απαντώνται με μεγάλες εμφανίσεις στην περιοχή βορειοανατολικά της Πλάκας όπου ανήκουν στο επωθημένο φυλλιτικό και με μικρότερες εμφανίσεις σε λόφους των Μεσογείων και του ανατολικού λεκανοπεδίου ενθυλακωμένοι σε στρώματα σχιστόλιθων και ασβεστολίθων Κρητιδικής ηλικίας.⁸²

⁸¹ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁸² Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

5.1.5 Μεταλπικοί σχηματισμοί

5.1.5.1 Νεογενή Ιζήματα

Κατά τη διάρκεια των εκτεταμένων πλευρικών πιέσεων και του κατακερματισμού των πετρωμάτων, αρχίζουν οι διεργασίες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης κλαστικών ιζημάτων στις λεκάνες.⁸³ Τα ποταμολιμναία ιζήματα του Ανώτερου Μειοκαίνου αποτελούνται από μάργες, πηλούς, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή και εντοπίζονται σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα στα Μεσόγεια και τους γειτονικούς λόφους και σε μικρά υψώματα στην περιοχή των ακτών του Σαρωνικού και της πεδιάδας της Αναβύσου. Πρόκειται για εναλλασσόμενες αποθέσεις από τα παραπάνω υλικά, λιμναίας φύσης, κατά κανόνα στρωμένες και μέτριας συνεκτικότητας με παρεμβολές από ερυθροχρώματα και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους. Στις παρυφές των λιμναίων αυτών αποθέσεων απαντούν σημαντικού πάχους πολύμεικτα και ετερομετρικά κροκαλοπαγή. Στις αποθέσεις αυτές στην περιοχή του Πικερμίου και της Ραφήνας έχουν βρεθεί απολιθώματα⁸⁴ της πανίδας των σπονδυλωτών Πικερμικής ηλικίας.⁸⁵

Ιζήματα του Ανώτερου Πλειόκαινου αποτελούν οι θαλάσσιοι και παράκτιοι σχηματισμοί των παράλιων του λεκανοπεδίου των Αθηνών και της περιοχής της Ραφήνας. Είναι ψαμμούχες μάργες, ψαμμίτες, κροκαλολατυποπαγή και τεφρόλευκοι, άστρωτοι και κλαστικοί τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι, που πολλές φορές περιέχουν απολιθώματα οργανισμών του Ανώτερου Πλειόκαινου.⁸⁶

5.1.5.2 Τεταρτογενή Ιζήματα

Καστανόχρωμες χερσαίες και ποταμοχερσαίες αποθέσεις του Πλειστόκαινου απαντούν σε όλα σχεδόν τα πεδινά τμήματα της περιοχής μελέτης. Αποτελούνται από συνεκτικούς αργιλοπηλούς ποικίλης λιθολογικής σύστασης και καλύπτουν τοπικά παλαιότερους σχηματισμούς. Περιέχουν διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες προερχόμενες κυρίως από την

⁸³ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 47

⁸⁴ Νεογενή και Τεταρτογενή Ιζήματα του Βόρειου Τμήματος της Λεκάνης των Αθηνών και της Ευρύτερης Περιοχής Καπανδριτίου. Συμβολή στην Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο ως σήμερα, Μπόσκος Ε., Ορυκτό Πλούτος 149'2008, σελ. 14

⁸⁵ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁸⁶ Γεωλογικές Έρευνες στην Αττική, Παπαδέας Γ., εκδ. ΕΚΠΑ, 2002, σελ. 48

αποσάθρωση των νεογενών σχηματισμών ενώ υπάρχουν και συνεκτικά κροκαλολατυποπαγή από αλπικά πετρώματα.⁸⁷

Παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων του τεταρτογενούς εντοπίζονται σε εκτεταμένες περιοχές κυρίως στους πρόποδες των βουνών και των λόφων της περιοχής μελέτης. Αποτελούνται από αδρομερή, ανομοιογενή και γωνιώδη υλικά μεγαλύτερης συνεκτικότητας για τα παλαιά και μικρότερης για τα νεότερα κορήματα.⁸⁸

Οι αποθέσεις στις κοίτες των χειμάρων είναι Ολοκαινικά ιζήματα και αποτελούνται από πρόσφατα ασύνδετα αργίλοαμμώδη υλικά και κροκάλες και λατύπες ποικίλης σύστασης, σχήματος και μεγέθους. Συμπεριλαμβάνονται σ' αυτές υλικά χειμαρωδών αναβαθμίδων μικρού ύψους. Ολοκαινικής προέλευσης είναι επίσης οι άμμοι ακτών και οι μικρές θίνες που εντοπίζονται κυρίως στα παράλια της περιοχής της Βουλιαγμένης, της Βάρκιζας, του Τουρκολίμανου Πλάκας και της Αρτέμιδας.⁸⁹

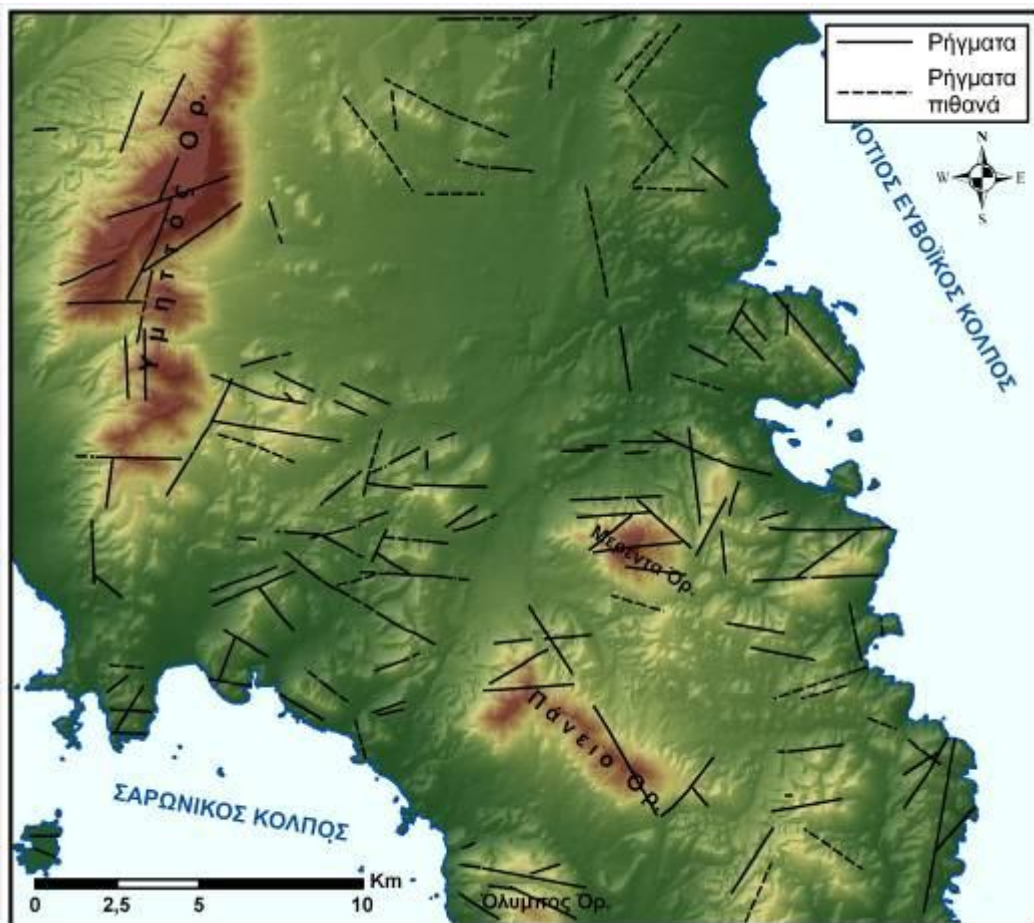
⁸⁷ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁸⁸ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο 2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ.26

⁸⁹ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

5.1.6 Τεκτονική

Η περιοχή μελέτης έχει υποστεί έντονο τεκτονισμό, κάτι το οποίο είναι εμφανές από την έντονη ρηγμάτωσή της. Τα διάφορα τμήματα της περιοχής παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στην τεκτονική τους. Τα ρήγματα καθορίζουν τη διαμόρφωση των πτυχώσεων του αναγλύφου και διευθετούν τους ορεινούς όγκους οριοθετώντας και τις πεδινές λεκάνες, με κύρια τη λεκάνη των Μεσογείων.⁹⁰



Εικόνα 5.1.2: Χάρτης με τα ρήγματα της περιοχής μελέτης⁹¹

Τα ρήγματα της περιοχής του Υμηττού, η οποία καταλαμβάνεται κυρίως από σχηματισμούς της Αυτόχθονης Ενότητας έχουν κύριες διευθύνσεις Β.ΒΑ.-Ν.ΝΔ και Α.ΒΑ.-Δ.ΝΔ στο βόρειο τμήμα. ενώ στο κεντρικό γίνονται Β-Ν και Β.ΒΑ.-Ν.ΝΔ, εμφανίζοντας μια μικρή αλλαγή διεύθυνσης αριστερόστροφα, ενώ υπάρχουν και δευτερεύουσες διευθύνσεις Α-Δ.

⁹⁰ Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., Earth-Science Reviews, 2010, σελ. 92

⁹¹ Τα ρήγματα ψηφιοποιήθηκαν από τον Γεωλογικό Χάρτη της Ελλάδας, Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

Συνεχίζοντας νοτιοανατολικά προς τη Λαυρεωτική, στην περιοχή μεταξύ Υμηττού και Πανείου οι κύριες διευθύνσεις των ρηγμάτων μεταπίπτουν σε ΒΔ-ΝΑ και οι δευτερεύουσες σε ΒΑ-ΝΔ. Στην περιοχή του Πανείου και του Ολύμπου οι κύριες διευθύνσεις είναι ΒΔ-ΝΑ και οι δευτερεύουσες ΒΑ-ΝΔ με την ύπαρξη και κάποιων Α-Δ στο βόρειο Πάνειο.⁹²

Στα κεντρικά της ανατολικής παράκτιας περιοχής (Μερέντα - Πόρτο Ράφτη) μεταβάλλονται σε Α-Δ οι κύριες διευθύνσεις με τα δευτερεύοντα ρήγματα να τέμνουν υπό διάφορες γωνίες τα κύρια, μεταπίπτοντας σταδιακά δεξιόστροφα λίγο βορειότερα, στην περιοχή της Βραυρώνας, όπου τα περισσότερα έχουν διευθύνσεις ΒΔ – ΝΑ. Στην νοτιοανατολική ακτή (περιοχή Πλάκας) μεταβάλλονται μάλλον απότομα αποκτώντας κύριες διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ,⁹³

Στη σημερινή διαμόρφωση του αναγλύφου της περιοχής μελέτης συνέβαλαν οι εφελκυστικές τάσεις που άρχισαν να εμφανίζονται στην περιοχή της Ανατολικής Αττικής κατά το Μειόκαινο και οφείλονται κατά κύριο λόγο στον εφελκυσμό του κεντρικού Αιγαίου.⁹⁴ Αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης ήταν η δημιουργία και ενεργοποίηση ρηγμάτων⁹⁵ τα οποία επηρεάζουν έκτοτε την γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής.

Κατά το Μειόκαινο η λεκάνη των Μεσογείων ήταν ενιαία με αυτή των Αθηνών, και ο διαχωρισμός τους πιθανολογείται κατά το Ανώτερο Μειόκαινο⁹⁶ ή το Ανώτερο Πλειόκαινο – Πλειστόκαινο⁹⁷ εξαιτίας της δράσης των ρηγμάτων αποκόλλησης.⁹⁸ Οι εφελκυστικές τάσεις που κυριαρχούν συνέβαλλαν στη σχετική υποβύθιση των λεκανών της περιοχής μελέτης,⁹⁹ καθώς οι προϋπάρχουσες πτυχώσεις του αναγλύφου παρέμειναν υψωμένες ανάμεσά τους, με αποτέλεσμα οι ανθρακικοί ορεινοί όγκοι να παρουσιάζουν σχετική ανύψωση.

⁹² Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁹³ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Λατσούδας Χ., 1992.

⁹⁴ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 280

⁹⁵ Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., Earth-Science Reviews, 2010, σελ. 96

⁹⁶ Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο έως σήμερα, Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ., Δανάμος Γ., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. XXXVI, 2004, σελ. 821

⁹⁷ Νεογενή και Τεταρτογενή Ιζήματα του Βόρειου Τμήματος της Λεκάνης των Αθηνών και της Ευρύτερης Περιοχής Καπανδριτίου. Συμβολή στην Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο ως σήμερα, Μπόσκος Ε., Ορυκτό Πλούτος 149'2008, σελ. 16

⁹⁸ Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., Earth-Science Reviews, 2010, σελ. 92

⁹⁹ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 285

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.2.1 Υπόβαθρα

5.2.1.1 Χάρτες

Το πρώτο στάδιο της έρευνας ήταν η συλλογή χαρτών, διαγραμμάτων, ορθοφωτοχαρτών και αεροφωτογραφιών της περιοχής μελέτης. Αποτελεί πλεονέκτημα για ένα γεωμορφολογικό χάρτη να είναι βασισμένος σε έναν τοπογραφικό λόγω των πληροφοριών που διαθέτει για το ανάγλυφο.¹⁰⁰ Συγκεντρώθηκαν λοιπόν οι τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) που αφορούν την περιοχή μελέτης. Αυτοί σαρώθηκαν σε ανάλυση 300 dpi και στη συνέχεια ακολούθησε η γεωμετρική τους διόρθωση στο υποπρόγραμμα ArcMap του πακέτου προγραμμάτων ArcGIS. Για τη γεωαναφορά τους χρησιμοποιήθηκαν τα τέσσερα ακραία σημεία των χαρτών. Το σφάλμα ήταν πολύ μικρό και το RMS γύρω στο 0,2.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και τα τοπογραφικά φύλλα της ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000 Κορωπί και Πλάκα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν επικουρικά για πιο γενικευμένες αναγνωρίσεις γεωμορφών, αποσαφήνιση της συνολικής εικόνας εκτεταμένων περιοχών και γρήγορους εντοπισμούς κατά τη χαρτογράφηση λόγω της πληρότητας των γενικευμένων περιγραφικών τους στοιχείων. Η γεωαναφορά τους έγινε με τον ίδιο τρόπο, χρησιμοποιώντας εκτός από τα τέσσερα ακραία σημεία των χαρτών και τον κάναβο που διαθέτουν σε ΕΓΣΑ 87 και σε WGS. Η μετατροπή των συντεταγμένων όλων των χαρτογραφικών υποβάθρων από WGS σε ΕΓΣΑ 87 έγινε μέσω του λογισμικού coordgr¹⁰¹ το οποίο είναι ελεύθερα διατιθέμενο.

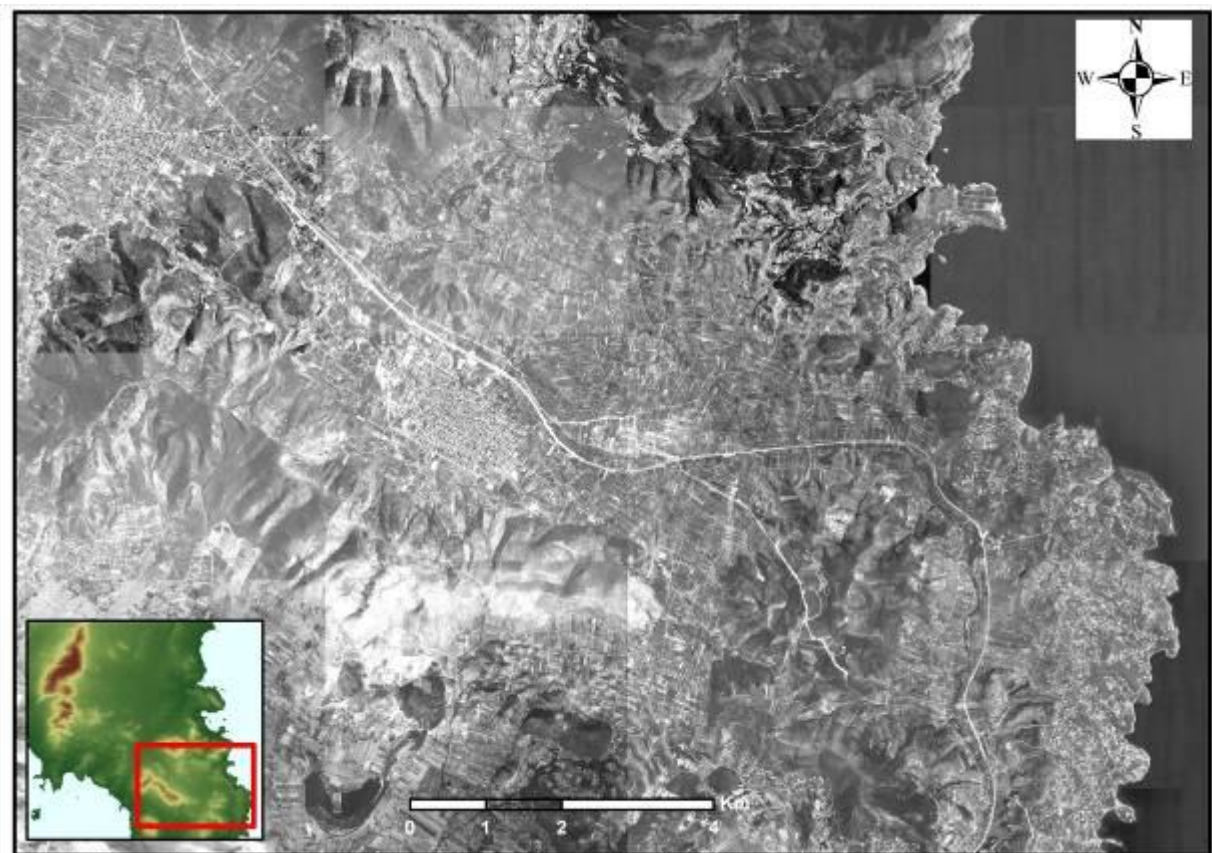
Για τις πληροφορίες που αφορούν τη γεωλογία και την τεκτονική της περιοχής μελέτης αποκτήθηκε σε ψηφιακή μορφή γεωμετρικά διορθωμένο και σε καλή ανάλυση το γεωλογικό φύλλο χάρτη Κορωπί-Πλάκα του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) κλίμακας 1:50.000.

¹⁰⁰ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.92

¹⁰¹ Λογισμικό ανοιχτού κώδικα του Ι. Συγγρού για τη μετατροπή συντεταγμένων. Καλύπτει όλα τα ελληνικά γεωδαιτικά συστήματα.

5.2.1.2 Τηλεπισκοπικά Δεδομένα

Οι ορθοφωτοχάρτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι ορθοφωτοχάρτες του Εθνικού Κτηματολογίου, έτους 2010 και κλίμακας 1:2.500, οι οποίοι διατίθενται ελεύθερα στο διαδίκτυο, στον ηλεκτρονικό ιστότοπο της υπηρεσίας,¹⁰² σε ψηφιακή μορφή και καλή ανάλυση για όλη σχεδόν την περιοχή μελέτης. Επίσης αποκτήθηκαν από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων σε ψηφιακή μορφή και γεωμετρικά διορθωμένοι ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1:5.000 των ετών 1996 έως 1998. Αυτοί διατέθηκαν για το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης εκτός από τις περιοχές που βρίσκονται εντός του λεκανοπεδίου, οι οποίες αποτελούν το δυτικό της τμήμα.



Εικόνα 5.2.1: Η περιοχή της Κερατέας σε ορθοφωτοχάρτες του 1997.

Επιπλέον, αποκτήθηκαν κάποια ζεύγη αεροφωτογραφιών σε επιλεγμένες περιοχές σε αναλογική μορφή από την ΓΥΣ και τον Οργανισμό Κτηματογράφησης και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας (ΟΚΧΕ). Αυτές χρησίμευσαν για τον προσδιορισμό γεωμορφών οι οποίες δεν απεικονίζονται ικανοποιητικά στις προηγούμενες εικόνες, οπότε το πρόβλημα αυτό λύθηκε από τη στερεοσκοπική τους παρατήρηση. Επίσης, κάποιες γεωμορφές που ήταν λιγότερο ευδιάκριτες

¹⁰² Εθνικό Κτηματολόγιο <http://www.ktimatologio.gr>

και σαφείς αναγνωρίστηκαν σε αεροφωτογραφίες παλαιότερων ετών, ιδίως σε περιοχές όπου παρουσίασαν έντονη οικιστική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Μετά την αναγνώριση των γεωμορφών στερεοσκοπικά πραγματοποιήθηκε η ψηφιακή σάρωση των αεροφωτογραφιών σε ανάλυση 1200 dpi για τη χαρτογράφησή τους (σε επόμενο στάδιο). Έπειτα ακολούθησε η γεωμετρική τους διόρθωση στο ArcMap με τη χρήση 20 – 30 σταθερών σημείων ελέγχου. Οι γεωμετρικές διορθώσεις ήταν δευτεροβάθμιες και τριτοβάθμιες πολυωνμικές με RMS μικρότερο από 2 στις περισσότερες περιπτώσεις, συνεπώς το σφάλμα της γεωαναφοράς θεωρείται πολύ μικρό.

5.2.2 Δημιουργία Διανυσματικών Επιπέδων

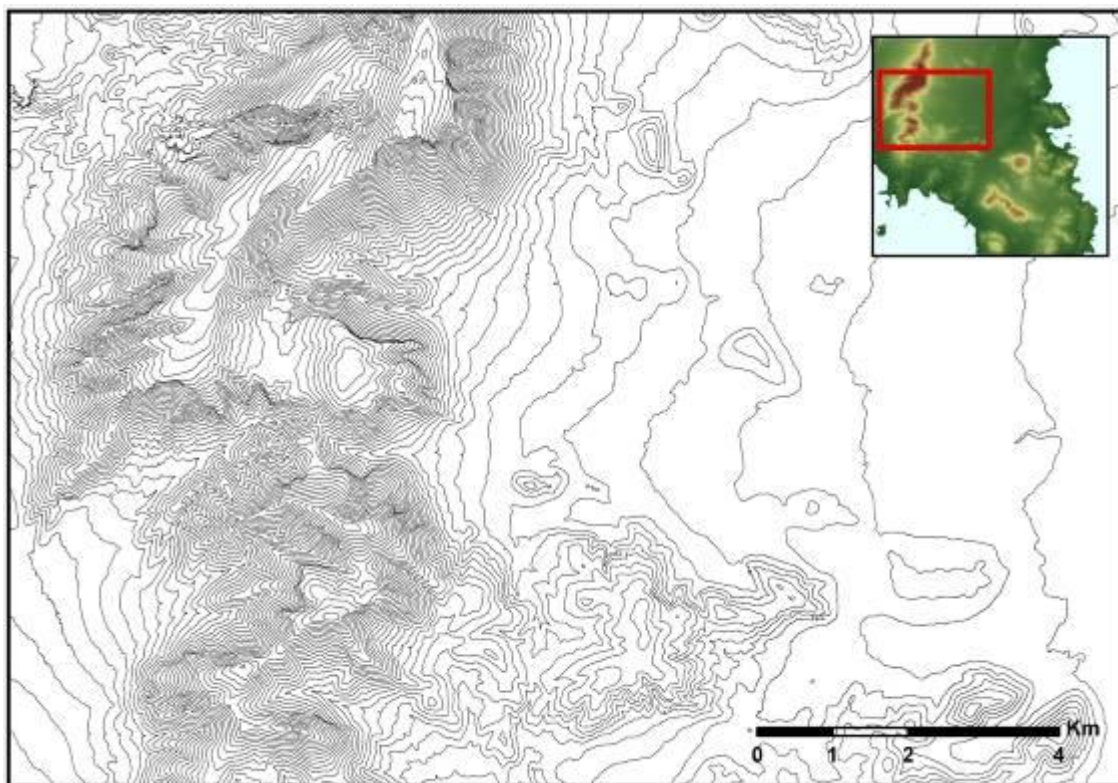
5.2.2.1 Γενικά

Μετά τη συγκέντρωση όλων των απαραίτητων υποβάθρων ξεκίνησε η ψηφιοποίηση των χαρακτηριστικών που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του γεωμορφολογικού χάρτη. Για την ψηφιοποίηση χρησιμοποιήθηκαν το υποπρόγραμμα ArcMap του πακέτου προγραμμάτων ArcGIS εκδόσεων 9.2 και 9.3, καθώς επίσης και το πρόγραμμα AutoCAD Map 2004. Το επίπεδο των ισοϋψών διανυσματοποιήθηκε με τις αυτόματες τεχνικές που περιλαμβάνει η επέκταση ArcScan του ArcMap (vectorization)¹⁰³ και διορθώθηκε χειροκίνητα σε AutoCAD, ενώ τα υπόλοιπα διανυσματικά επίπεδα ψηφιοποιήθηκαν χειροκίνητα στο ArcMap.

5.2.2.2 Τοπογραφία

Οι ισοϋψείς καμπύλες ψηφιοποιήθηκαν σε γραμμική μορφή (polyline) σε ArcMap και AutoCAD από τους τοπογραφικούς χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:5000. Στο διανυσματικό αρχείο (shapefile) γραμμικού τύπου (Feature type: Polyline) που δημιουργήθηκε περιλαμβάνονται όλες οι ισοϋψείς της περιοχής μελέτης με ισοδιάσταση 20 μ. Στις παράκτιες ζώνες καθώς επίσης και σε περιοχές ήπιων κλίσεων συμπεριλήφθηκαν και οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση 4 μ. Αυτό συνέβη για τον ευκολότερο και ασφαλέστερο προσδιορισμό ορισμένων παράκτιων γεωμορφών όπως επίσης επιφανειών επιπέδωσης και περιοχών απόθεσης ιζημάτων. Στον πίνακα των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του αρχείου (attribute table) προστέθηκε ένα νέο πεδίου (field) ακέραιου αριθμητικού τύπου (Short Integer) το οποίο ενημερώθηκε με τα υψόμετρα των ισοϋψών.

¹⁰³ Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS, Μηλιαρέσης Γ.Χ., εκδ. ΙΩΝ, 2006, σελ. 103



Εικόνα 5.2.2: Τμήμα του αρχείου των ισοϋψών με ισοδιάσταση 20μ.

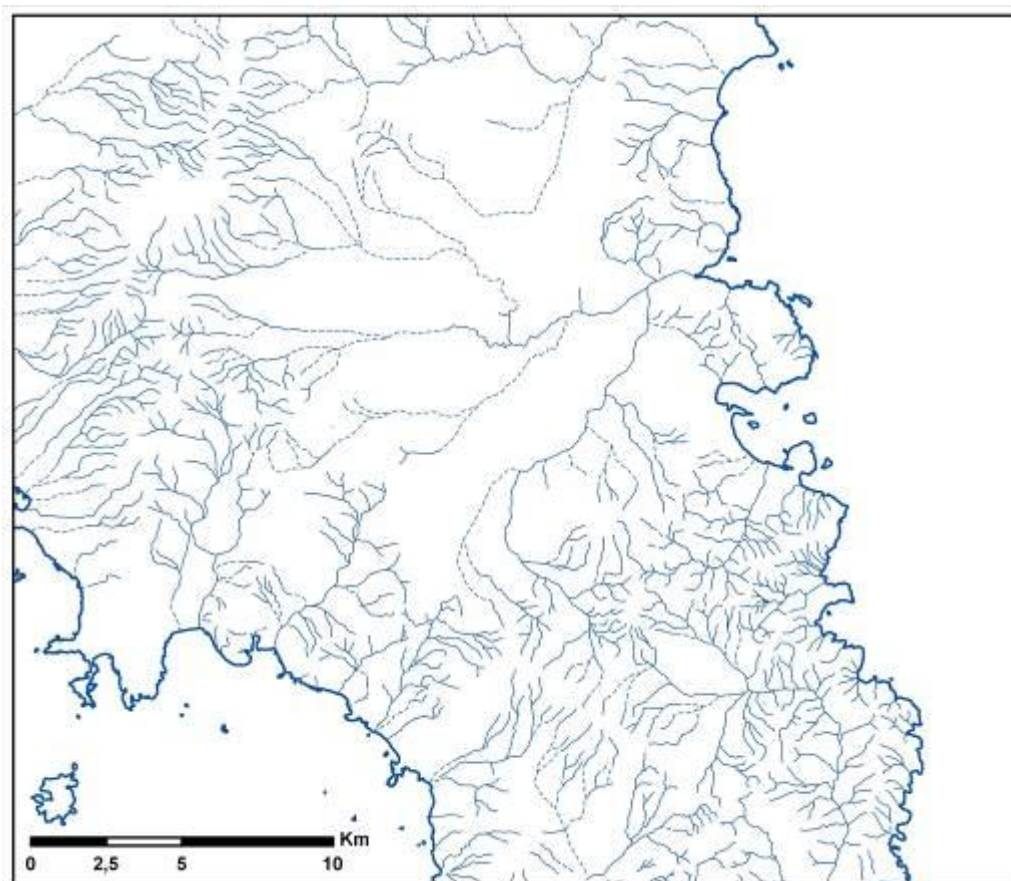
Η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης ψηφιοποιήθηκε σε διανυσματικό επίπεδο γραμμικού τύπου από τους πρόσφατους ορθοφωτοχάρτες. Συμπεριλήφθηκε και στο επίπεδο των ισοϋψών, ενώ μαζί με τα όρια των τοπογραφικών φύλλων Κορωπίου και Πλάκας αποτέλεσε ένα πολυγωνικό επίπεδο το οποίο αποτελεί την περιοχή μελέτης.

Από τους χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:5000 ψηφιοποιήθηκαν στο ArcMap τα περισσότερα σημεία γνωστού υψομέτρου που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του Ψφιακού Μοντέλου Εδάφους (ΨΜΕ) σε διανυσματικό αρχείο σημειακού τύπου (Point shapefile). Ο πίνακας περιγραφών ενημερώθηκε με το πεδίο στο οποίο καταχωρήθηκαν τα υψόμετρα των σημείων με 2 δεκαδικά ψηφία. Επιπλέον, αποκτήθηκαν από τη ΓΥΣ τα τριγωνομετρικά των τοπογραφικών Φύλλων Κορωπίου και Πλάκας σε μορφή λογιστικού φύλλου (Excel) και ακολούθησε η μετατροπή τους σε διανυσματικό αρχείο, οπότε απέκτησαν και αξιοποιήσιμη χωρική διάσταση. Από αυτά αφαιρέθηκαν τα σημεία των οποίων τα υψόμετρα είναι εσφαλμένα για την αποφυγή σφαλμάτων στην κατασκευή του ΨΜΕ σε επόμενο στάδιο. Τέτοια θεωρήθηκαν τα τριγωνομετρικά των οποίων τα υψόμετρα δεν αντιστοιχούν σε αυτά του εδάφους, όπως σταυροί τρούλων εκκλησιών, κορυφές κεραιών και οροφές κτιρίων (βάθρο επί ταράτσας).¹⁰⁴

¹⁰⁴ Η αντιστοίχιση των υψομέτρων στα χαρακτηριστικά των σημείων της επιφάνειας περιγράφεται για κάθε τριγωνομετρικό στα αρχεία Excel που παρέδωσε η ΓΥΣ

5.2.2.3 Υδρογραφία

Η υδρογραφία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη του αναγλύφου και οι περισσότεροι γεωμορφολογικοί χάρτες συμπεριλαμβάνουν υδρογραφικές πληροφορίες. Το υδρογραφικό δίκτυο ψηφιοποιήθηκε και αυτό από τους τοπογραφικούς χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:5000 σε διανυσματικό επίπεδο γραμμικού τύπου. Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν ποτάμια με ροή όλο το χρόνο, παρά μόνο ρέματα με εποχική ροή. Όπου οι χάρτες αυτοί δεν απεικόνιζαν την κοίτη των ρεμάτων χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο οι ορθοφωτοχάρτες για να διαπιστωθεί αν η κοίτη είναι εμφανής, αν υπογειοποιείται λόγω τεχνικών έργων ή φράζεται και εξαφανίζεται. Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει περιοχές με έντονη και εκτεταμένη οικιστική ανάπτυξη, οπότε ήταν αναμενόμενη η εμφάνιση αυτού του φαινομένου.



Εικόνα 5.2.3: Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.

Στην εξακρίβωση της ύπαρξης κοίτης συνέβαλλαν και οι επιτόπιες παρατηρήσεις, στις περιοχές όπου υπήρχε η αμφιβολία αυτή. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες παλαιότερων ετών ώστε να ψηφιοποιηθεί η κοίτη που υπήρχε τότε, εφόσον σήμερα δεν είναι εμφανής, ενώ σε περιπτώσεις υπογειοποίησης η παροχέτευσης της ροής της σε

παρόδια έργα απομάκρυνσης ομβρίων ψηφιοποιήθηκαν οι κατευθύνσεις των έργων αυτών προς μικρότερα υψόμετρα.

Είναι βέβαια απαραίτητη η επαλήθευση της ορθότητας της μεθόδου από την εργασία πεδίου. Όπου οι κοίτες των ρεμάτων δεν υφίστανται σήμερα ψηφιοποιήθηκαν σε ξεχωριστό αρχείο και εμφανίζονται με διαφοροποιημένο συμβολισμό στο γεωμορφολογικό χάρτη που κατασκευάστηκε. Οι πίνακες περιγραφών ενημερώθηκαν με πεδία τύπου κειμένου (Text) που περιλαμβάνουν τις ονομασίες των κύριων ρεμάτων, όπως αναφέρονται στους χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000 και στα χαρτογραφικά διαγράμματα της διδακτορικής διατριβής του Αντωνίου Β. «Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής» (ΓΠΑ, 2010).

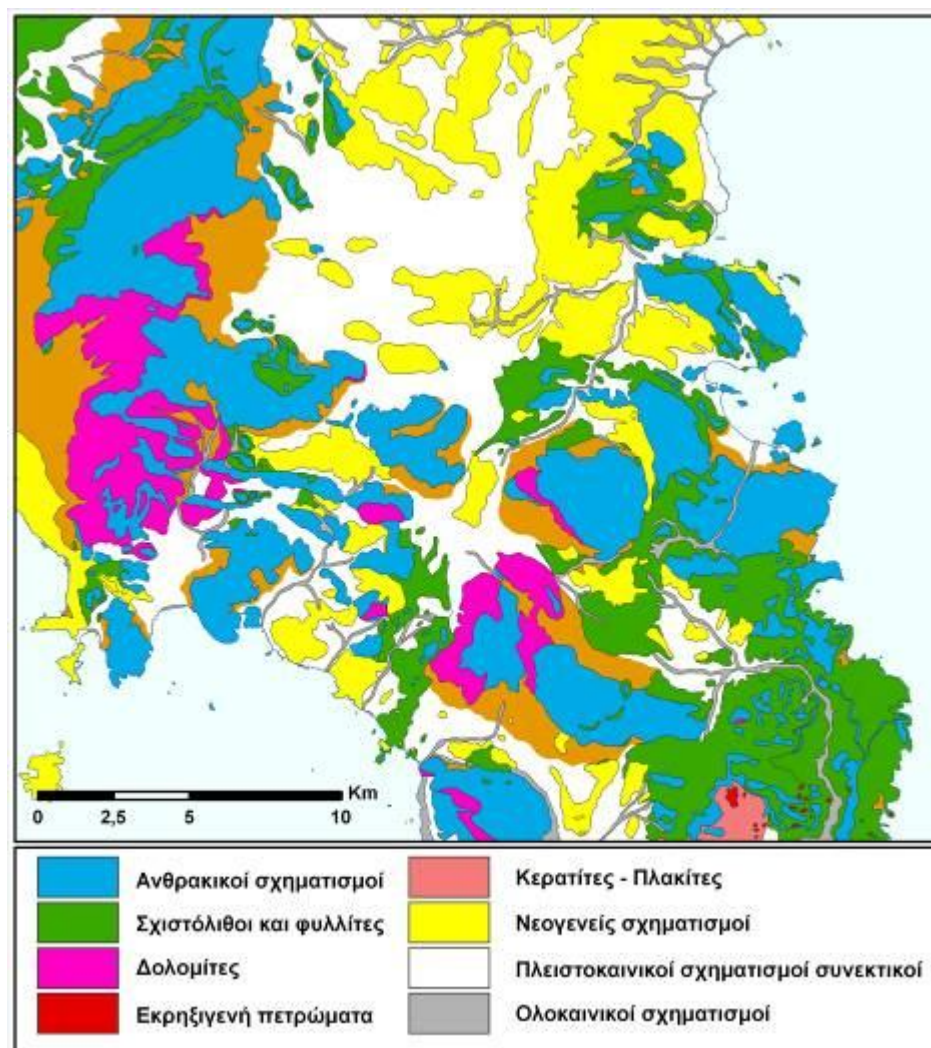
5.2.2.4 Γεωλογία

Η γεωλογία της περιοχής μελέτης ψηφιοποιήθηκε από τον Γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50.000 σε διανυσματική μορφή σε πολυγωνικό επίπεδο (polygon). Ο πίνακας περιγραφών ενημερώθηκε με πεδία τύπου κειμένου όπου καταχωρήθηκαν οι ονομασίες και οι γεωλογικοί κωδικοί ηλικίας και τύπου για κάθε σχηματισμό. Επιπλέον, δημιουργήθηκε και ένα πεδίο με κωδικοποίηση ταξινόμησης των σχηματισμών σε ευρύτερες κατηγορίες. Οι σχηματισμοί που αποτελούν το εδαφικό υπόβαθρο μιας γεωμορφής συμβάλλουν στην εξέλιξη της επηρεάζοντας τη σταθερότητα ή την αστάθειά της σε συνδυασμό με τις άλλες συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή.¹⁰⁵ Καθορίστηκαν λοιπόν κατηγορίες γεωλογικών σχηματισμών οι οποίες παρουσιάζουν ομοιότητες όσον αφορά τη συμπεριφορά τους στις γεωμορφολογικές διεργασίες, λόγω παρόμοιας ηλικίας, εσωτερικής δομής, σύστασης κ.ά. Άλλωστε, αυτή είναι η πιο χρήσιμη πληροφορία του γεωλογικού υποβάθρου σε ένα γεωμορφολογικό χάρτη, γιατί αυτοί είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη των γεομορφών μιας περιοχής. Η ταξινόμηση της λιθολογίας καθορίστηκε ως εξής:

- Ανθρακικοί σχηματισμοί, στους οποίους περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα.
- Σχιστόλιθοι, στους οποίους συγκαταλέγονται οι σχιστόλιθοι και οι φυλλίτες, καθώς επίσης και οι οφιόλιθοι, οι οποίοι εμφανίζονται σε θύλακες στη βάση ασβεστολιθικών και σχιστολιθικών σχηματισμών.

¹⁰⁵ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.93

- Δολομίτες, που αφορούν τους Δολομίτες Πιρναρής
- Κερατίτες, που περιλαμβάνουν τους Κερατίτες – Πλακίτες
- Εκρηξιγενή πετρώματα, τα οποία αφορούν τις γρανιτικές και γρανοδιοριτικές διεισδύσεις στην περιοχή της Πλάκας
- Νεογενή Ιζήματα, τα οποία αποτελούν τις αποθέσεις του Νεογενούς
- Πλειστοκαινικές αποθέσεις, στις οποίες περιλαμβάνονται χερσαίες και ποταμοχερσαίες αποθέσεις του Πλειστόκαινου, καθώς επίσης παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων .
- Ολοκαινικά Ιζήματα, που αφορούν χειμάριες αποθέσεις σε κοίτες και αναβαθμίδες ρεμάτων, καθώς επίσης άμμους και μικρές θίνες των ακτών.



Εικόνα 5.2.4: Το θεματικό επίπεδο της λιθολογίας.

Επίσης, από τον χάρτη του ΙΓΜΕ ψηφιοποιήθηκε η τεκτονική της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν ξεχωριστά διανυσματικά αρχεία γραμμικού τύπου για τις επωθήσεις, τα ορατά ρήγματα και τα πιθανά ρήγματα. Μπορούν βέβαια να καταχωρηθούν όλα τα ίχνη των τεκτονικών ασυνεχειών στο ίδιο επίπεδο με ταυτόχρονη ομαδοποίησή τους μέσω

νέου πεδίου στον πίνακα περιγραφών, ενώ η απομόνωση κάποιων στοιχείων και η δημιουργία νέων επιπέδων από αυτό αποτελεί εύκολη διαδικασία.¹⁰⁶

5.2.2.5 Οικισμοί - Συγκοινωνία

Σε σημειακό επίπεδο ψηφιοποιήθηκαν τα κέντρα των πόλεων και των σπουδαιότερων οικισμών της περιοχής, από τους τοπογραφικούς χάρτες και τους ορθοφωτοχάρτες. Παρά την έντονη και εκτεταμένη οικιστική ανάπτυξη μεγάλων τμημάτων της περιοχής μελέτης, όπως είναι το Λεκανοπέδιο, οι οικισμοί δεν αποτέλεσαν πολυγωνικό επίπεδο με τα όριά τους. Κύριος λόγος που συνέβαλε στην απόφαση αυτή ήταν η επιθυμία να απεικονιστεί η γεωμορφολογία και σε αυτές τις περιοχές, παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει η χαρτογράφηση της στα αστικά περιβάλλοντα λόγω της πλήρους κάλυψης του αναγλύφου από την πυκνή δόμηση.¹⁰⁷

Ένας άλλος λόγος ήταν η αντικειμενική δυσκολία να χαρτογραφηθούν τα όρια των οικισμών καθώς αυτά δεν είναι ιδιαίτερα σαφή σε περιοχές των Μεσογείων και των παράκτιων περιοχών όπου η δόμηση είναι άναρχη, ενώ υπάρχουν και περιοχές που μπορούν να χαρακτηριστούν «ημιδομημένες», με αραιή δηλαδή δόμηση, οι οποίες καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Τέτοιες περιοχές εντοπίζονται κοντά στα παράλια και αφορούν κυρίως οικισμούς παραθεριστικού χαρακτήρα.

Επιπλέον, η κλίμακα χαρτογράφησης είναι πολύ μικρή ώστε να υπάρξει ικανοποιητική απεικόνιση των πολύπλοκων ορίων σε αστικές περιοχές οι οποίες συνεχώς επεκτείνονται άναρχα χωρίς ουσιαστικό σχεδιασμό. Η δυνατότητα της σημειακής απεικόνισης συμβάλλει στη μικρότερη «επιβάρυνση» του χάρτη με λεπτομέρειες χωρίς να απουσιάζει η πληροφόρηση για τα στοιχεία αυτά, εφόσον πραγματοποιήθηκε η αποτύπωσή τους (βλ. παρακάτω). Ο πίνακας περιγραφών ενημερώθηκε με νέο πεδίο το οποίο περιέλαβε τις ονομασίες των οικισμών.

Οι σπουδαιότεροι οδικοί συγκοινωνιακοί άξονες της περιοχής μελέτης ψηφιοποιήθηκαν από τους πρόσφατους ορθοφωτοχάρτες του Εθνικού Κτηματολογίου σε γραμμικό επίπεδο, με κύρια κατηγορία την Αττική Οδό και δευτερεύουσα τους μικρότερους άξονες, όπως η Λεωφόρος Λαυρίου και η παραλιακή που οδηγεί στο Σούνιο. Οι πληροφορίες αυτές απεικονίζονται κυρίως για λόγους προσανατολισμού στο χάρτη. Το αεροδρόμιο των Σπάτων, που αποτελεί τη μεγαλύτερη ανθρώπινη κατασκευή στην περιοχή ψηφιοποιήθηκε σε πολυγωνικό επίπεδο.

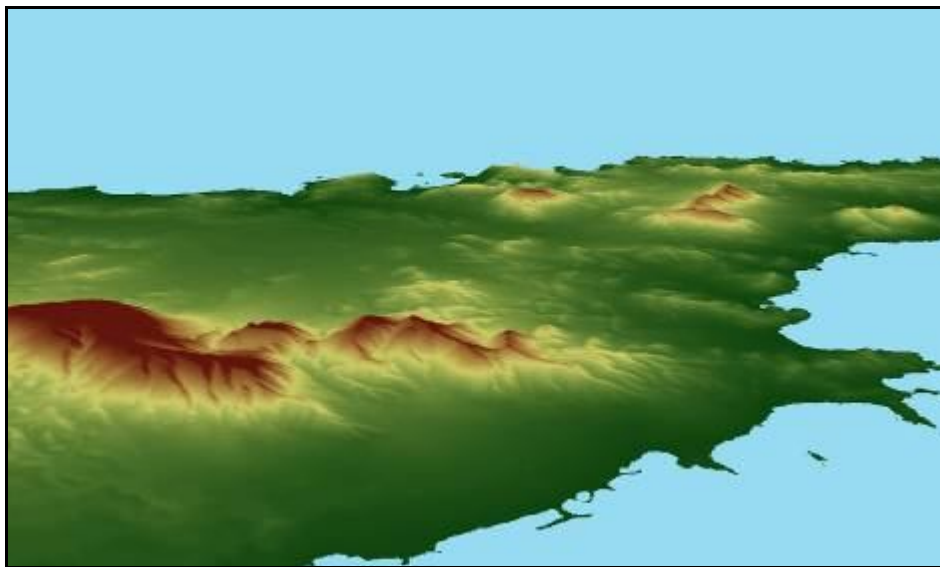
¹⁰⁶ Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής, Αντωνίου Β., ΓΠΑ, 2010, σελ. 29

¹⁰⁷ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005 σελ. 42

5.2.3 Ανάλυση Αναγλύφου

5.2.3.1 Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Τα χαρακτηριστικά του αναγλύφου που προκύπτουν από τα ΨΜΕ και οι αυτοματοποιημένες αναλύσεις του αναγλύφου που προκύπτουν από αυτά χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στη γεωμορφολογική έρευνα. Από αυτές μπορούν να υπολογιστούν διάφορες χρήσιμες μορφομετρικές παράμετροι όπως η κλίση και η έκθεση, ενώ μπορούν να προσδιοριστούν το υδρογραφικό δίκτυο, οι λεκάνες απορροής κ.ά.¹⁰⁸ Για την ορθή διεξαγωγή της έρευνας, θα πρέπει να θεωρείται μείζονος σημασίας η λεπτομέρεια και η ακρίβεια της απεικόνισης του αναγλύφου.¹⁰⁹



Εικόνα 5.2.5: Η περιοχή μελέτης σε τρισδιάστατη απεικόνιση (όψη από δυτικά).

Το ΨΜΕ δημιουργήθηκε από όλες τις ισοϋψείς που ψηφιοποιήθηκαν, τα σημεία γνωστού υψομέτρου και την ακτογραμμή για την οριοθέτησή του. Η αρχική του μορφή ήταν Τριγωνικό Ακανόνιστο Δίκτυο (Triangle Irregular Network - TIN) το οποίο αποτελεί ένα ημιδιανυσματικό επίπεδο. Στη συνέχεια μετατράπηκε σε πλεγματοεικό επίπεδο (raster), με μέγεθος κελιού (cell size) 25m, ώστε να υλοποιηθούν οι απαραίτητες διαδικασίες χωρικής ανάλυσης.

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του εξήχθησαν από αυτό εκ νέου οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση 20 μ. και το υδρογραφικό δίκτυο (Hydrography). Η πιστότητά του και η ταύτισή

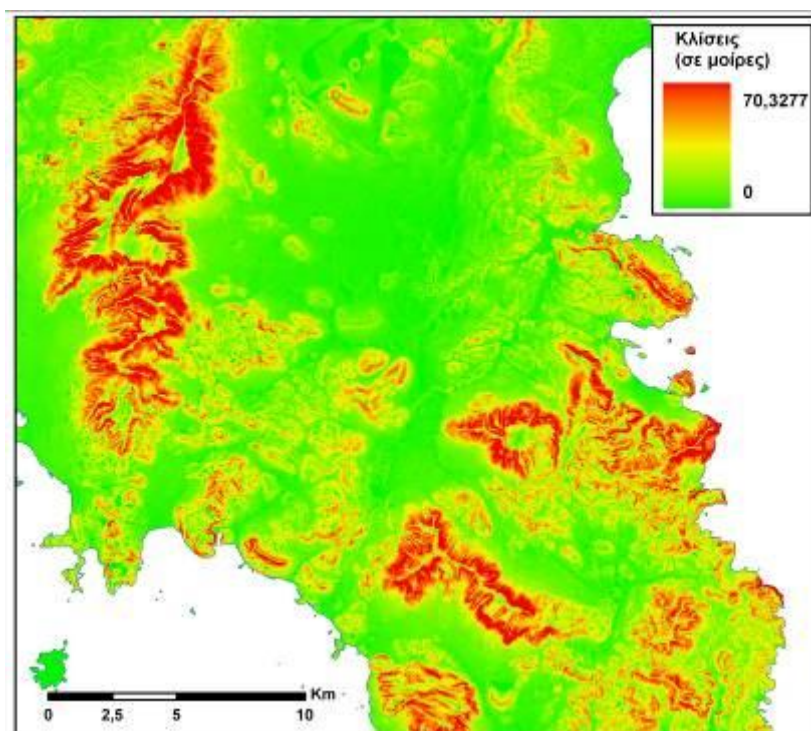
¹⁰⁸ Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, Van Asselen S., Seijmonsbergen A.C., *Geomorphology*, 2006, σελ. 310

¹⁰⁹ Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete, *Geomorphology*, 2009, σελ. 119

του με το πραγματικό ανάγλυφο της περιοχής μελέτης ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητική για την επιλεγμένη κλίμακα χαρτογράφησης, γεγονός στο οποίο συνέβαλε η χρήση της πληθώρας λεπτομερών στοιχείων, όπως η μικρή ισοδιάσταση των ισοϋψών, η λεπτομέρειά τους (κλίμακα υποβάθρων 1:5.000) και ο μεγάλος αριθμός των σημείων γνωστού υψομέτρου που χρησιμοποιήθηκαν.

5.2.3.2 Χάρτης Κλίσεων

Ο χάρτης κλίσεων θεωρείται το σημαντικότερο θεματικό επίπεδο που παράγεται από το ΨΜΕ, όσον αφορά τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση, και το μέγεθος των κελιών του ήταν 25 μ. Η κλίση του εδάφους αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των γεωμορφών, καθώς διαφορετικές γεωμορφές απαντώνται σε διαφορετικές κλίσεις. Οι τιμές των κελιών του επιπέδου αποδόθηκαν σε μοίρες (degrees) και ομαδοποιήθηκαν σε 6 κατηγορίες. Το νέο επίπεδο που δημιουργήθηκε απεικονίζει με περισσότερη σαφήνεια διαφοροποιημένες μορφολογικά περιοχές.



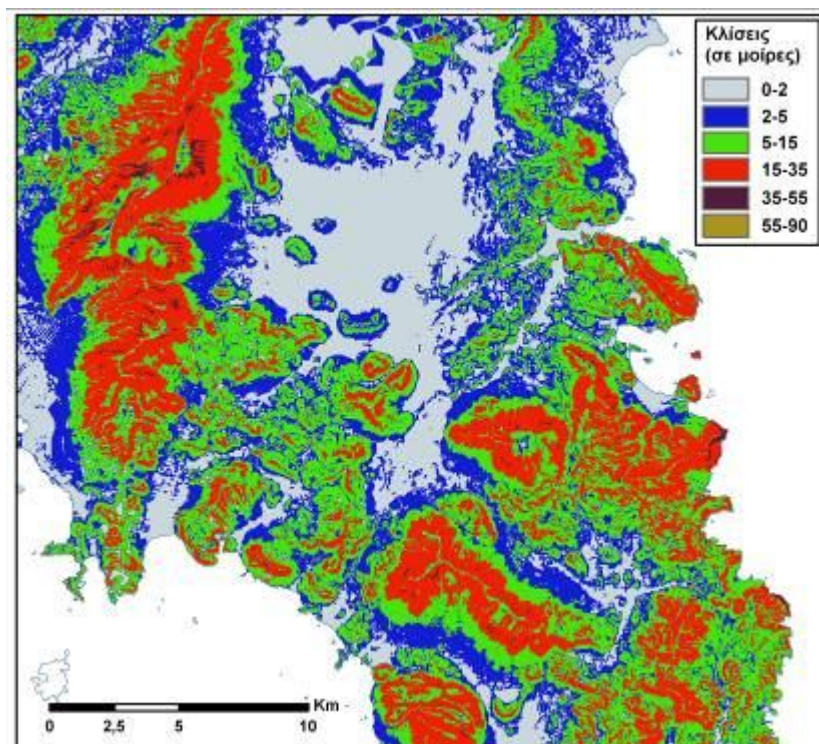
Εικόνα 5.2.6: Ο χάρτης κλίσεων της περιοχής.

Η κατηγοριοποίηση των κλίσεων είναι σύμφωνη με αυτήν που προτείνεται στο ενιαίο σύστημα συμβολισμών («Unified Key») που θεσπίστηκε από την IGU Commission on Geomorphological Survey and Mapping κατά τη δεκαετία του 1970 σε μια προσπάθεια καθιέρωσης ενός ενιαίου προτύπου γεωμορφολογικής χαρτογράφησης και ομογενοποίησης των γεωμορφολογικών χαρτών.^{110 111 112} Επίσης, η IGU Commission on Geomorphological Survey

¹¹⁰ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005, σελ. 20

and Mapping προτείνει ότι σε ορισμένες περιοχές η κατηγοριοποίηση αυτή μπορεί να διαφοροποιείται,¹¹³ όπως επίσης ότι οι κατηγορίες αυτές μπορεί να υποδιαιρεθούν περαιτέρω σε κλάσεις με μικρότερο εύρος όπου κρίνεται απαραίτητο.¹¹⁴ Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, το ταξινομημένο θεματικό επίπεδο των κλίσεων περιλαμβάνει τις εξής βασικές κατηγορίες:

- 0°-2°, για τον προσδιορισμό περιοχών ελάχιστων κλίσεων.
- 2°-5°, για περιοχές με πολύ μικρές κλίσεις.
- 5°-15°, για περιοχές μικρών σχετικά κλίσεων.
- 15°-35°, όπου περιλαμβάνονται οι περιοχές μεσαίων κλίσεων.
- 35°-55°, για περιοχές μεγάλων κλίσεων.
- >55°, για την απεικόνιση περιοχών πολύ μεγάλων κλίσεων.



Εικόνα 5.2.7: Ο χάρτης κλίσεων ταξινομημένος σε 6 κλάσεις.

¹¹¹ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2006, σελ.97

¹¹² Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 509

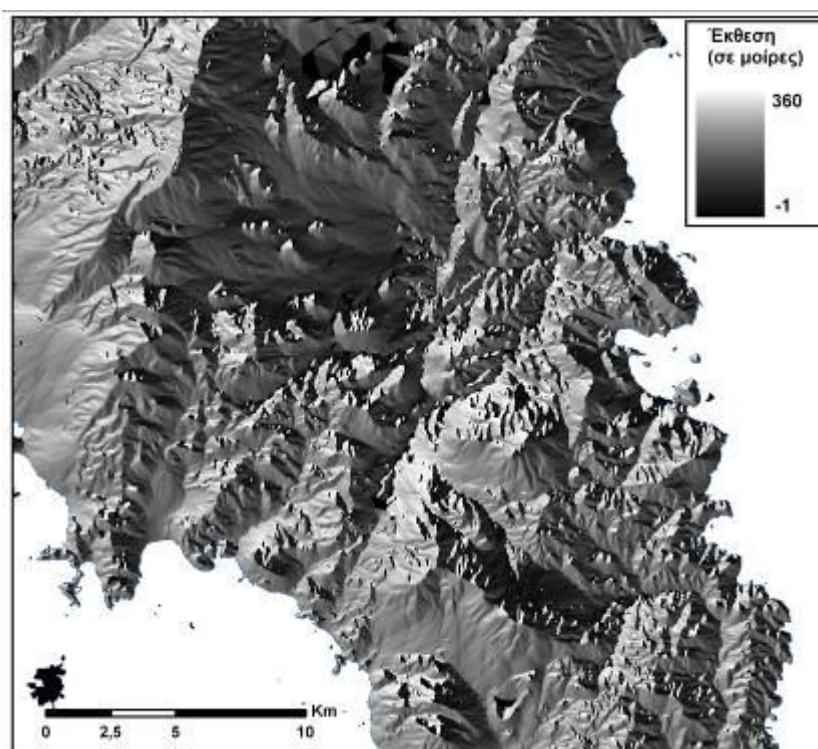
¹¹³ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005, σελ. 20

¹¹⁴ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2006, σελ.97

Το επίπεδο αυτό χρησιμεύει στον προσδιορισμό των γεωμορφών με τις κατηγορίες των κλίσεων να αντιπροσωπεύουν ένα από τα κριτήρια αναγνώρισής τους.¹¹⁵ Στη συνέχεια απέκτησε διανυσματική μορφή πολυγωνικού τύπου, και η κάθε κατηγορία συνδυάστηκε με άλλα κριτήρια τα οποία αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την ύπαρξη συγκεκριμένων γεωμορφών.

5.2.3.3 Χάρτης Έκθεσης

Ο χάρτης έκθεσης της περιοχής μελέτης δημιουργήθηκε από το ΨΜΕ με σκοπό τον προσδιορισμό της έκθεσης των γεωμορφών και της κατεύθυνσης προς την οποία κλίνουν. Τα κελιά του επιπέδου περιέχουν τον προσανατολισμό των σημείων του χάρτη σε μοίρες. Ακολούθησε η ταξινόμηση του επιπέδου σε 16 κλάσεις εύρους $22,5^\circ$ και μια κλάση που συμβολίζει τις επίπεδες περιοχές (τιμή -1) ώστε να διαπιστωθεί η γενική έκθεση του εδάφους στις περιοχές όπου εντοπίστηκαν οι γεωμορφές και να είναι δυνατή η περιγραφή περισσότερων χαρακτηριστικών τους.



Εικόνα 5.2.8: Ο χάρτης έκθεσης της περιοχής μελέτης.

¹¹⁵ Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, Van Asselen S., Seijmonsbergen A.C., *Geomorphology*, 2006, σελ. 314

5.2.4 Αναγνώριση Γεωμορφών

5.2.4.1 Ημιαυτοματοποιημένες Προσεγγίσεις

Βασικά κριτήρια αναγνώρισης γεωμορφών αποτέλεσαν η κλίση του εδάφους και η λιθολογία. Στον καθορισμό τους συνέβαλαν η επαγγελματική και ερευνητική εμπειρία και η ανάγνωση των πληροφοριών του τοπογραφικού υποβάθρου.¹¹⁶ Διάφοροι συνδυασμοί κατηγοριών των επιπέδων κριτηρίων χρησιμοποιήθηκαν και αναλύονται παρακάτω, ενώ αναφέρονται και τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την εφαρμογή των μεθόδων αυτών.

Γεωμορφές	Κριτήρια	Επιτυχία
Κρημνοί	<ul style="list-style-type: none">• Κλίσεις $> 35^\circ$• Αλπικοί σχηματισμοί	Μεγάλη
Επιφάνειες Επιπέδωσης	<ul style="list-style-type: none">• Κλίσεις $< 5^\circ$• Αλπικοί σχηματισμοί	Μεγάλη
Αλλουβιακοί Κώνοι & Πλευρικά Κορήματα	<ul style="list-style-type: none">• $35^\circ > \text{κλίσεις} > 5^\circ$• Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί συνεκτικοί	Μέτρια
Αναβαθμίδες	<ul style="list-style-type: none">• κλίσεις $< 5^\circ$• Μεταλπικοί σχηματισμοί• Ζώνη απόστασης από ρέματα 100 μ.	Μέτρια
Κατά Βάθος Διάβρωση	<ul style="list-style-type: none">• Κλίσεις $> 35^\circ$• Ζώνη απόστασης από ρέματα 50 μ.	Μικρή

Πίνακας 5.2.9: Οι γεωμορφές που προσδιορίστηκαν με τη χρήση πολλαπλών κριτηρίων, τα κριτήρια αυτά και η σχετική επιτυχία των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Η επιτυχία των πολυκριτηριακών προσεγγίσεων ήταν διαφορετική για κάθε περίπτωση γεωμορφών και αναφέρεται στο ποσοστό επιτυχίας αναγνώρισης τους με τη χρήση των συγκεκριμένων κριτηρίων. Μεγάλη επιτυχία παρατηρήθηκε στην αναγνώριση των κρημνών και των επιφανειών επιπέδωσης, καθώς η χρήση των κριτηρίων ήταν ορθή σε ποσοστό περίπου 90% των περιπτώσεων για τους κρημούς και 85% για τις επιφάνειες επιπέδωσης. Οι αλλουβιακοί κώνοι και τα πλευρικά κορήματα αναγνωρίστηκαν επιτυχώς σε ποσοστό 75%, ενώ οι ποτάμιες αναβαθμίδες αναγνωρίστηκαν επιτυχώς σε ποσοστό περίπου 65%. Τέλος, η αναγνώριση της

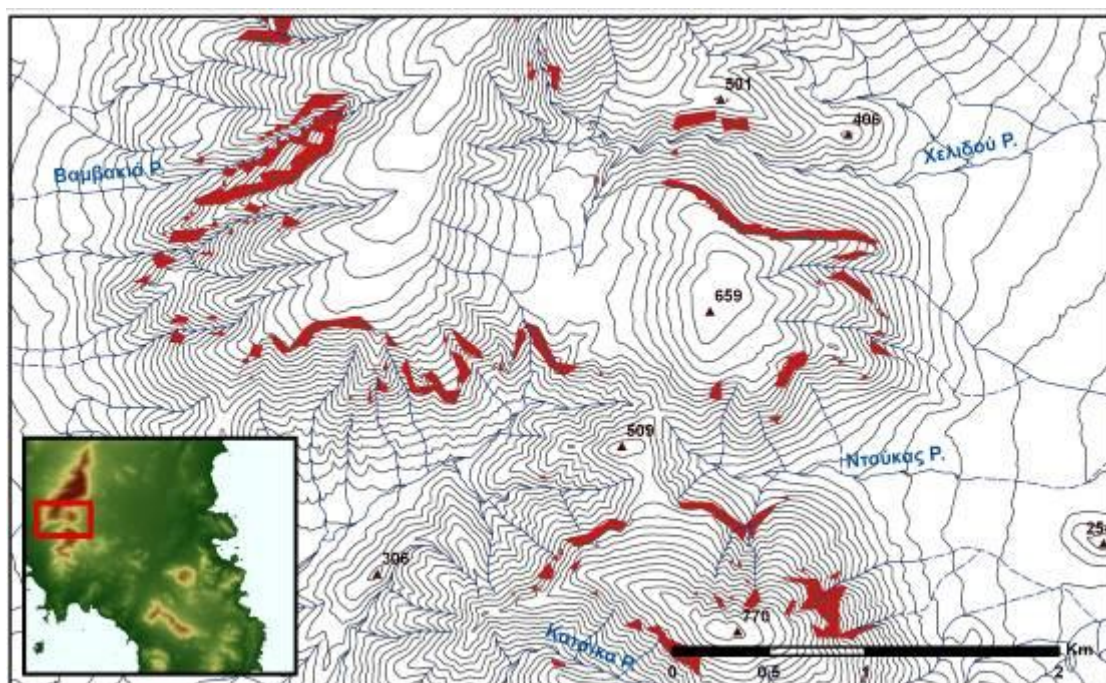
¹¹⁶ Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, Van Asselen S., Seijmonsbergen A.C., Geomorphology, 2006, σελ. 316

κατά βάθος διάβρωσης των κοιτών των ρεμάτων είχε το μικρότερο ποσοστό επιτυχίας με τη χρήση των επιλεχθέντων κριτηρίων, το οποίο δεν ξεπέρασε το 20%.

Υπάρχουν και κάποιες γεωμορφές οι οποίες αναγνωρίστηκαν τελικά δίχως την εφαρμογή αυτοματοποιημένων προσεγγίσεων, η απλά με τη συμβολή τους. Κύριοι λόγοι που συνέβαλαν σ' αυτό ήταν η δυσκολία στην εφαρμογή κάποιας αξιόπιστης τεχνικής πολυκριτηριακού προσδιορισμού από την ανάλυση του αναγλύφου και τα άλλα θεματικά επίπεδα που δημιουργήθηκαν. Παρόλα αυτά εφαρμόστηκαν κάποιες προσεγγίσεις οι οποίες ήταν είτε ανεπιτυχείς είτε η επιτυχία τους ήταν τοπική. Στις περιπτώσεις αυτές μια αυτόματη προσέγγιση είναι εφικτή με τη συμμετοχή λεπτομερέστερων κι ακριβέστερων ΨΜΕ και της ανάλυσης δορυφορικών εικόνων υψηλής ακρίβειας,¹¹⁷ δεδομένα που όμως δεν διατίθεντο για την διεξαγωγή της έρευνας.

5.2.4.2 Κρηνοί - Φαράγγια

Για την αναγνώριση των κρημών της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν ως πρωτεύοντα κριτήρια αυτό της μεγάλης εδαφικής κλίσης σε συνδυασμό με την κατηγορία των αλπικών σχηματισμών από το επίπεδο της λιθολογίας. Οι κατηγορίες κλίσεων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι δύο ανώτερες καθώς θεωρείται ότι οι κλίσεις άνω των 35° καθιστούν τα πρανή ασταθή. Άλλωστε κλίσεις τόσο μεγάλες σημαίνει ότι πρόκειται για κλίσεις ανώτερες του 80%.

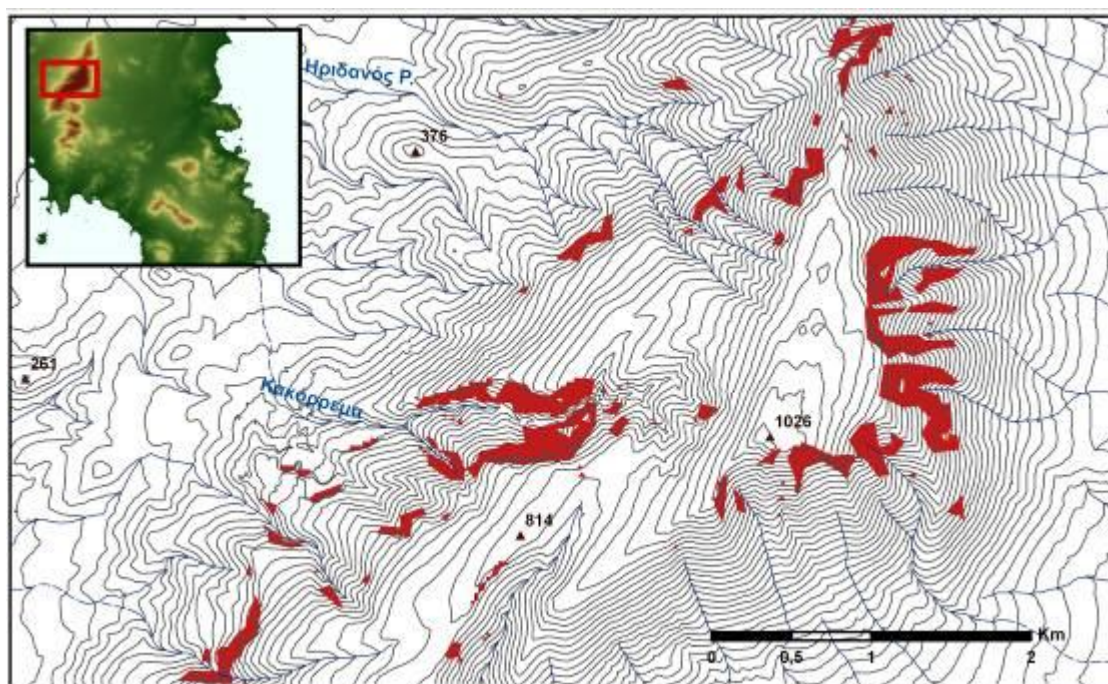


Εικόνα 5.2.10: Τμήμα της περιοχής μελέτης στον κεντρικό Υμηττό. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές αλπικών πετρωμάτων με κλίσεις μεγαλύτερες από 35°. Η ισοδιάσταση των ισοϋψών είναι 20μ.

¹¹⁷ Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete, *Geomorphology*, 2009, σελ. 106

Οι κρημνοί εμφανίζονται συνήθως σε περιοχές όπου αναπτύσσονται αλπικοί σχηματισμοί, ή τουλάχιστον αυτό ισχύει στην περιοχή μελέτης. Έτσι αποφεύχθηκε η χαρτογράφηση περιοχών μεταλπικού υποβάθρου στις οποίες τόσο μεγάλες κλίσεις ήταν κατά κύριο λόγο τεχνητές λόγω ανθρώπινων κατασκευών, ή υπήρξε κάποιο σφάλμα του ΨΜΕ, όπως απέδειξε η συνδυασμένη μελέτη του επιπέδου των μεγάλων κλίσεων με τους ορθοφωτοχάρτες και τα τοπογραφικά υπόβαθρα. Ο συνδυασμός των κριτηρίων των μεγάλων κλίσεων και των αλπικών σχηματισμών αποτέλεσε το νέο επίπεδο των κρημνών, και η μελέτη των ορθοφωτοχαρτών στις περιοχές που συμπεριλήφθηκαν σ' αυτό επαλήθευσε την ορθότητα της επιλογής των κριτηρίων αυτών.

Οι κρημνοί εντοπίστηκαν κυρίως σε περιοχές όπου το υπόβαθρο καλύπτεται από ανθρακικούς σχηματισμούς. Έτσι, από το επίπεδο της λιθολογίας επιλέχθηκαν σε συνδυασμό με το προηγούμενο αποτέλεσμα οι ανθρακικοί σχηματισμοί ως εναλλακτική προσέγγιση. Το νέο επίπεδο που δημιουργήθηκε συμπεριέλαβε τις περισσότερες περιοχές του προηγούμενου συνδυασμού, υποδεικνύοντας ότι η χρήση της κατηγορίας των ανθρακικών σχηματισμών ως κριτήριο λιθολογίας θα είχε κι αυτή μεγάλο ποσοστό επιτυχίας, αφού οι επιφάνειες με κλίσεις μεγαλύτερες των 35° σε μη ανθρακικούς σχηματισμούς ήταν πολύ λίγες.

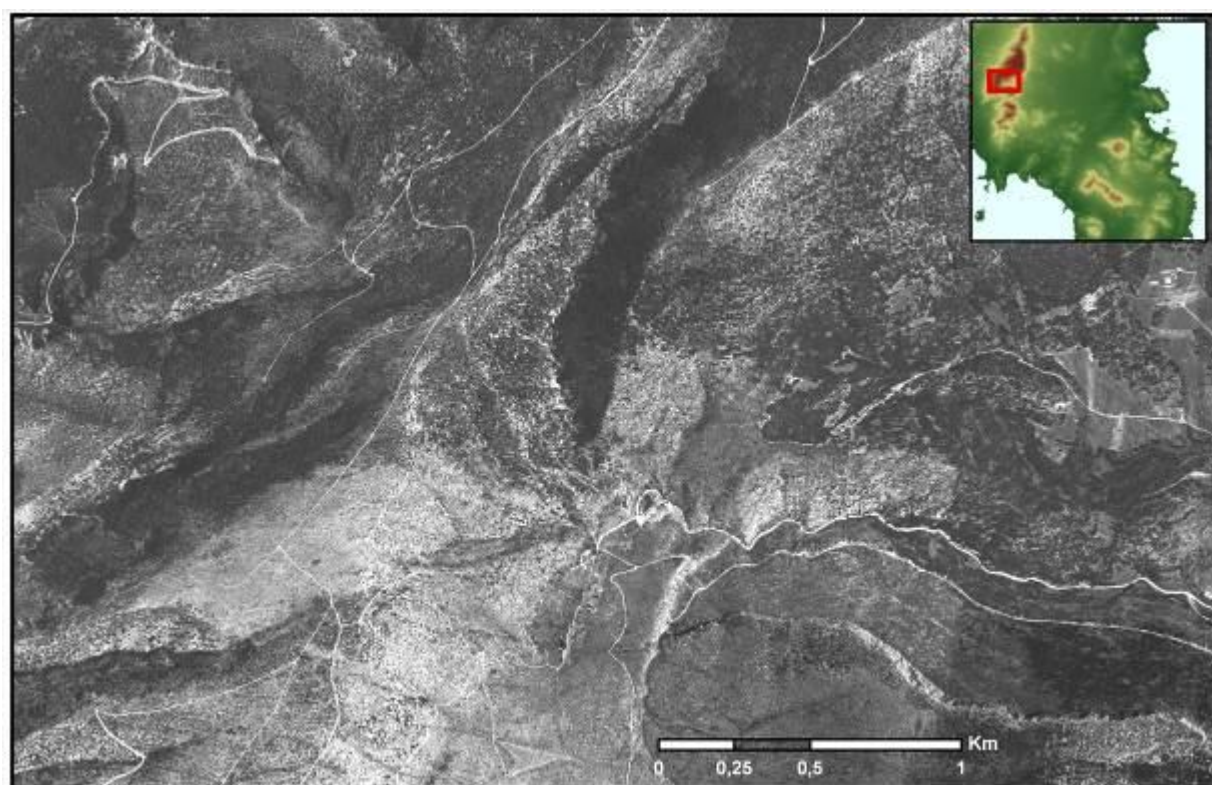


Εικόνα 5.2.11: Τμήμα της περιοχής μελέτης στον βόρειο Υμηττό. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές αλπικών πετρωμάτων με κλίσεις μεγαλύτερες από 35° . Η ισοδιάσταση των ισοϋψών είναι 20μ.

Ακολούθησε ο έλεγχος των περιοχών που έμειναν εκτός του δεύτερου συνδυασμού κριτηρίων στους ορθοφωτοχάρτες και τα τοπογραφικά υπόβαθρα ώστε να εξακριβωθεί αν όντως

εμφανίζονται κρημνοί σε αυτές, κάτι το οποίο επαλήθευσε τον πρώτο συνδυασμό, δηλαδή ότι υπάρχουν κρημνώδεις επιφάνειες σε δολομίτες και σχιστόλιθους. Από τη συνδυαστική μελέτη του γεωλογικού και του τοπογραφικού χάρτη προέκυψε ότι η ύπαρξη των κρημνών αυτών συνδυάζεται συνήθως με την ύπαρξη τεκτονικών ασυνεχειών ή επαφών μεταξύ διαφορετικών σχηματισμών.

Σε κάποιες περιπτώσεις όπου οι κλίσεις των πρανών ήταν μεγάλες και υπήρχαν ροές ρεμάτων ανάμεσα τους εντοπίστηκαν κάποια φαράγγια, μεγαλύτερα η μικρότερα, κυρίως στις περιοχές των ορεινών όγκων σε ανθρακικούς σχηματισμούς, καθώς επίσης και σε περιοχές επαφών μεταξύ ανθρακικών πετρωμάτων και σχιστόλιθων ή μεταξύ ανθρακικών και δολομίτων.



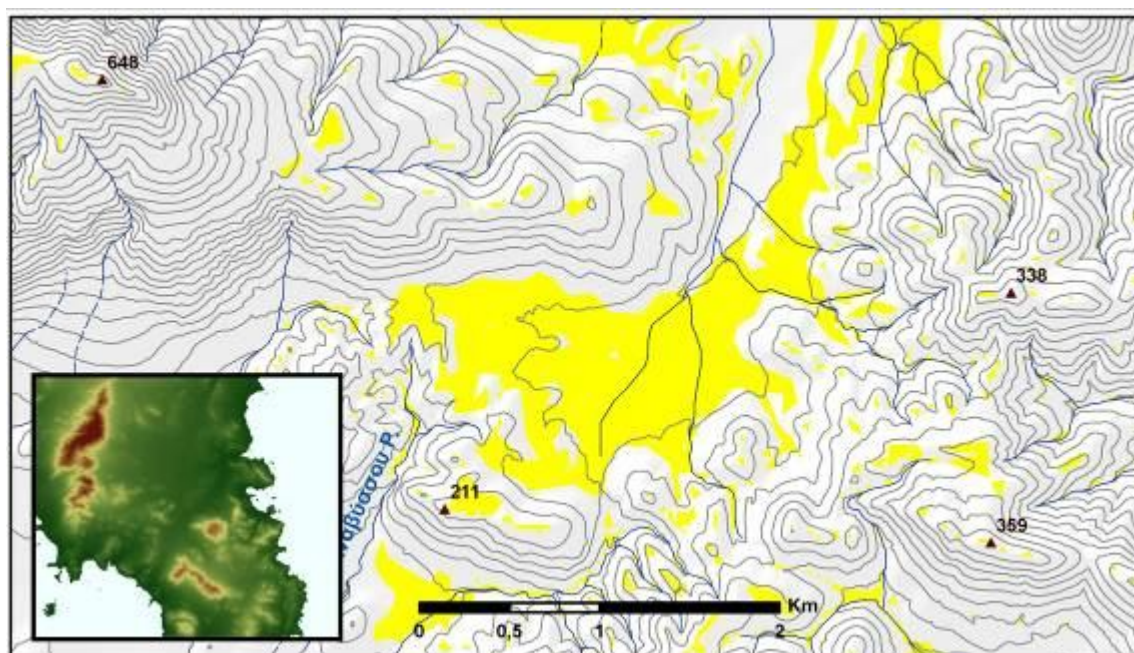
Εικόνα 5.2.12: Τμήμα της περιοχής μελέτης στον Υμηττό. Οι μορφολογικές ασυνέχειες είναι συνήθως ορατές στα τηλεπισκοπικά δεδομένα (ορθοφωτοχάρτες 1997).

Ένα πρόβλημα που προέκυψε σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν η ύπαρξη μικρών τμημάτων στις κρημνώδεις περιοχές με κλίση μικρότερη των 35° οι οποίες διέκοπταν την ομαλή συνέχειά τους. Οι περιοχές αυτές ελέγχθηκαν ώστε να διαπιστωθούν το γεωλογικό τους υπόβαθρο και η πραγματική τους κλίση από την συνδυασμένη μελέτη του χάρτη κλίσεων, των τοπογραφικών και γεωλογικών χαρτών με τη βοήθεια της στερεοσκοπικής παρατήρησης των αεροφωτογραφιών. Διαπιστώθηκε ότι αυτές οι περιοχές εκτείνονταν σε αλπικούς σχηματισμούς και είχαν κλίσεις πολύ κοντά στις 35° , οι οποίες μειώνονταν τοπικά, ενώ συνέχιζαν να αποτελούν τμήμα της ίδιας μορφολογικής ασυνέχειας. Σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκαν

μικρά σφάλματα του ΨΜΕ, λόγω του μεγέθους κελιού που επιλέχθηκε, τα οποία ήταν αμελητέα σε κλίμακα 1:50.000. Οι περιοχές αυτές θεωρήθηκαν τμήματα των κρημνών και ως τέτοια χαρτογραφήθηκαν στη συνέχεια.

5.2.4.3 Επιφάνειες Επιπέδωσης

Για τον προσδιορισμό των επιφανειών επιπέδωσης χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήριο οι κλίσεις μικρότερες των 5° . Θα πρέπει όμως να εντοπίζονται σε περιοχές αλπικών σχηματισμών, οπότε ο συνδυασμός των κριτηρίων ήταν οι κλίσεις $< 5^\circ$ από το ταξινομημένο τους επίπεδο και οι αλπικοί σχηματισμοί.¹¹⁸ Επιπλέον κριτήριο για την περιγραφή όμως των επιφανειών αυτών χρησιμοποιήθηκε όσον αφορά την υψομετρική τους διαβάθμιση ένα επίπεδο ομαδοποιημένων υψομέτρων που παράγεται από το ΨΜΕ, ώστε να κατηγοριοποιηθούν οι επιφάνειες ισοπέδωσης ανάλογα με τα υψομετρά τους.¹¹⁹ Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε το θεματικό επίπεδο του χάρτη έκθεσης (aspect) για τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης προς την οποία κλίνουν οι επιφάνειες επιπέδωσης.



Εικόνα 5.2.13: Μεγάλης έκτασης επιφάνεια επιπέδωσης νότια της Κερατέας, όπου με κίτρινο χρώμα απεικονίζονται περιοχές αλπικών πετρωμάτων με κλίσεις μικρότερες από 5° .

Η εφαρμογή του συνδυασμού είχε μεγάλη επιτυχία καθώς ανέδειξε τις περισσότερες επιφάνειες επιπέδωσης. Το πρόβλημα που προέκυψε αφορούσε την ανάδειξη περιοχών όπως οι

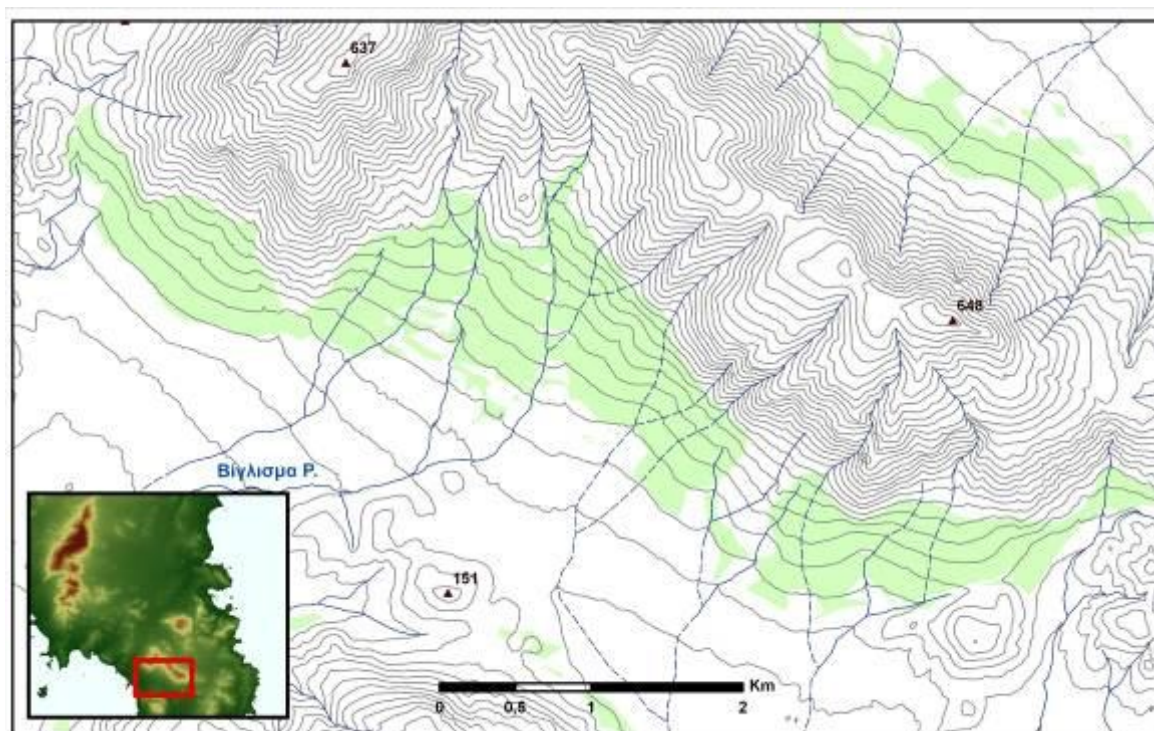
¹¹⁸ Σε αυτό το κριτήριο συμπεριλήφθηκαν οι προ-αλπικοί, δηλαδή τα μαγματικά πετρώματα, και οι κερατίτες.

¹¹⁹ Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, Van Asselen S., Seijmonsbergen A.C., *Geomorphology*, 2006, σελ. 316

αυχένες κάποιων ορεινών και ημιορεινών περιοχών, όπου οι κλίσεις ήταν μικρές, ή περιοχών στις οποίες υπήρχαν μικρά σφάλματα του ΨΜΕ. Αυτά τα σφάλματα εντοπίστηκαν κυρίως από τη μελέτη του τοπογραφικού υποβάθρου και δεν χαρτογραφήθηκαν ως επιφάνειες επιπέδωσης, αφού άλλωστε ήταν πολύ μικρά για να χαρτογραφηθούν στην επιλεγμένη κλίμακα. Επίσης, όπως συνέβη και με το επίπεδο των κρημνών, υπήρχαν κάποια κενά στις επιφάνειες του επιπέδου. Αυτό οφείλεται κυρίως σε τοπικές μικροαυξήσεις των κλίσεων που δεν ξεπερνούν κατά πολύ τις 5° , συνεπώς οι επιφάνειες αυτές θεωρήθηκαν τμήματα των επιφανειών επιπέδωσης και ως τέτοια χαρτογραφήθηκαν στη συνέχεια.

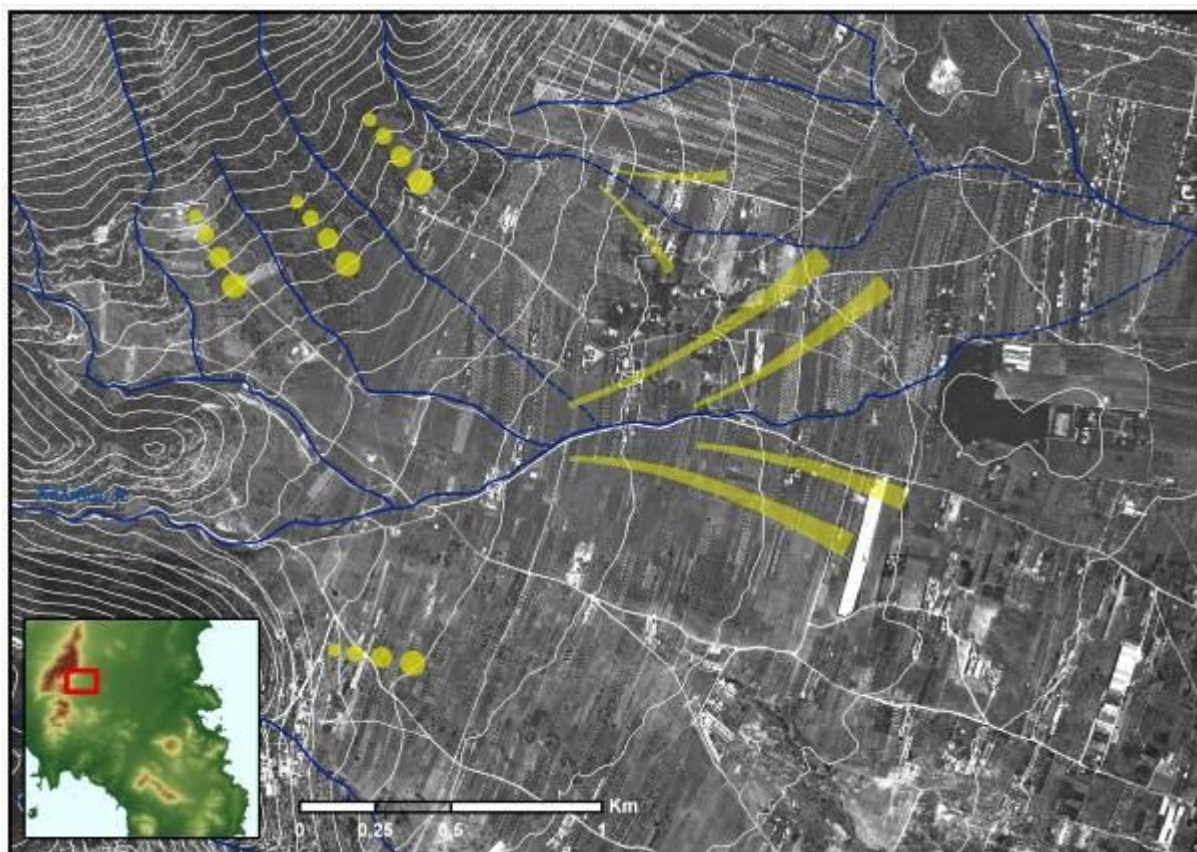
5.2.4.4 Κορήματα - Κώνοι Απόθεσης

Σε κλίσεις 5° έως 35° σε Πλειστοκαινικά ιζήματα θεωρήθηκε πιθανή η ύπαρξη πλευρικών κορημάτων. Αυτά έχουν κατεύθυνση προς τις μικρότερες κλίσεις των κλιτύων και πολύ πιθανόν προς τις μεγαλύτερες κλίσεις να γειτνιάζουν με αλπικά πετρώματα. Οι δύο πρώτες παράμετροι αποτελούν κριτήρια αναγνώρισης της γεωμορφής και προσδιορίζονται αυτόματα μέσω του ArcMap ενώ οι δύο άλλες χρησιμοποιούνται προς επαλήθευση με τη συνδυασμένη μελέτη του επιπέδου που δημιουργήθηκε με τους ορθοφωτοχάρτες και τα τοπογραφικά και γεωλογικά υπόβαθρα.



Εικόνα 5.2.14: Οι νότιες κλιτείες του Πανείου όρους, όπου σε περιοχές με κλίσεις 5° - 35° και Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς (ανοιχτό πράσινο χρώμα) εντοπίζονται γεωμορφές απόθεσης.

Σε κλίσεις επίσης 5° έως 35° και σε Πλειστοκαινικά ιζήματα αναπτύσσονται αλλουβιακοί κώνοι απόθεσης. Η μελέτη των υποβάθρων είναι απαραίτητη ώστε να προσδιοριστούν η κατεύθυνσή τους και να διαχωριστούν από τις αποθέσεις των κλιτύων. Ο προσδιορισμός των γεωμορφών αυτών δεν ήταν απόλυτα επιτυχής, καθώς υπήρξαν κάποια προβλήματα στις κλίσεις ανάλογα με αυτά που αντιμετωπίστηκαν στις δυο πρώτες περιπτώσεις, των κρημνών και των επιφανειών επιπέδωσης, λόγω μικρών διαφοροποιήσεων των κλίσεων τοπικά. Επιπλέον, αλλουβιακές αποθέσεις απαντώνται και σε μικρότερες κλίσεις στην περιοχή μελέτης.

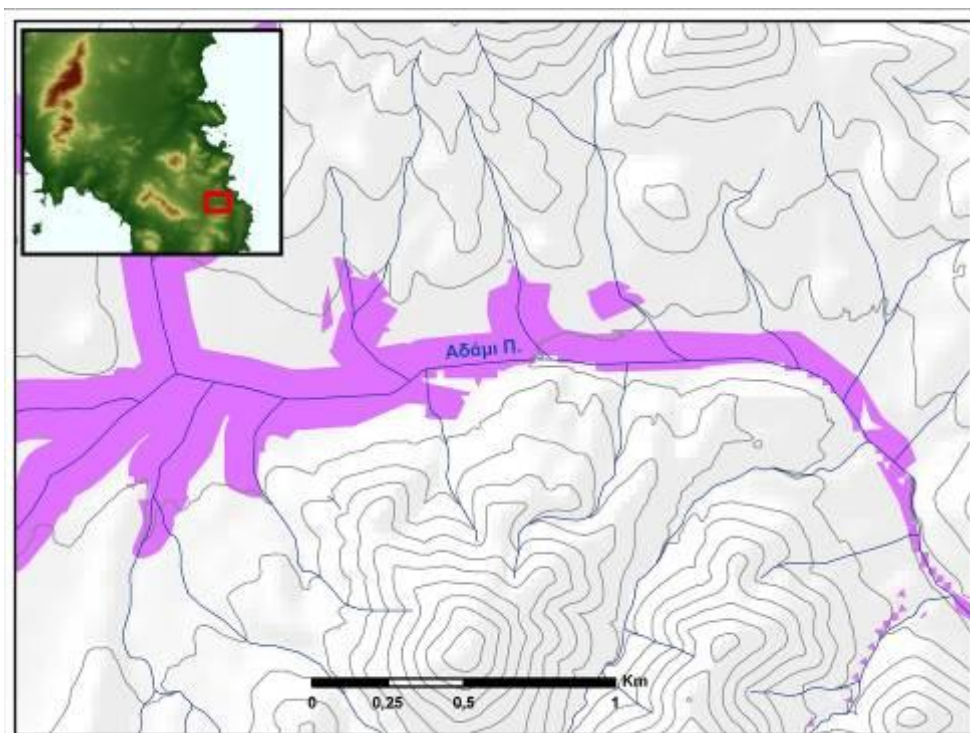


Εικόνα 5.2.15: Σε πολλές περιπτώσεις η συνδυασμένη μελέτη των υποβάθρων βοήθησε στην αναγνώριση κάποιων γεωμορφών. Με τόξα αυξανόμενου πάχους απεικονίζονται οι αλλουβιακές αποθέσεις, ενώ με κύκλους οι κολουβιακές αποθέσεις. Η ισοδιάσταση των ισοϋψών είναι 20 μ. (ορθοφωτοχάρτες 1997).

5.2.4.5 Ποτάμια Αναβαθμίδες

Πολυκριτηριακός ήταν και ο προσδιορισμός των ποτάμιων αναβαθμίδων. Για την αναγνώριση αυτής της γεωμορφής χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια των κλίσεων έως 5°, οι μεταλπικές αποθέσεις και ένα επίπεδο μιας ζώνης επιρροής (buffer) η οποία εφαρμόστηκε στα 50 και στα 100 μέτρα. Γενικά ο προσδιορισμός τους ήταν επιτυχής περισσότερο στη δεύτερη εφαρμογή του κριτηρίου της ζώνης επιρροής, πέρα από κάποια μικρά σφάλματα ανάλογα των προηγούμενων περιπτώσεων.

Κατά την αναγνώριση των αναβαθμίδων όμως προέκυψαν κάποια προβλήματα, καθώς περιοχές μικρής κλίσης σε μεταλπικούς σχηματισμούς κοντά σε ρέματα δεν αποτελούν πάντοτε τμήματα αναβαθμίδων. Έτσι, αναδείχθηκαν και περιοχές που δεν αποτελούν τμήματα τέτοιων γεωμορφών. Τελικά, με τη βοήθεια των τηλεπισκοπικών δεδομένων και των επιτόπιων παρατηρήσεων έγινε ο ακριβής προσδιορισμός των αναβαθμίδων, αλλά δεν συμπεριλήφθηκαν στο χάρτη κυρίως διότι δεν μπορούσαν να απεικονιστούν με σαφήνεια σε τόσο μικρή κλίμακα.



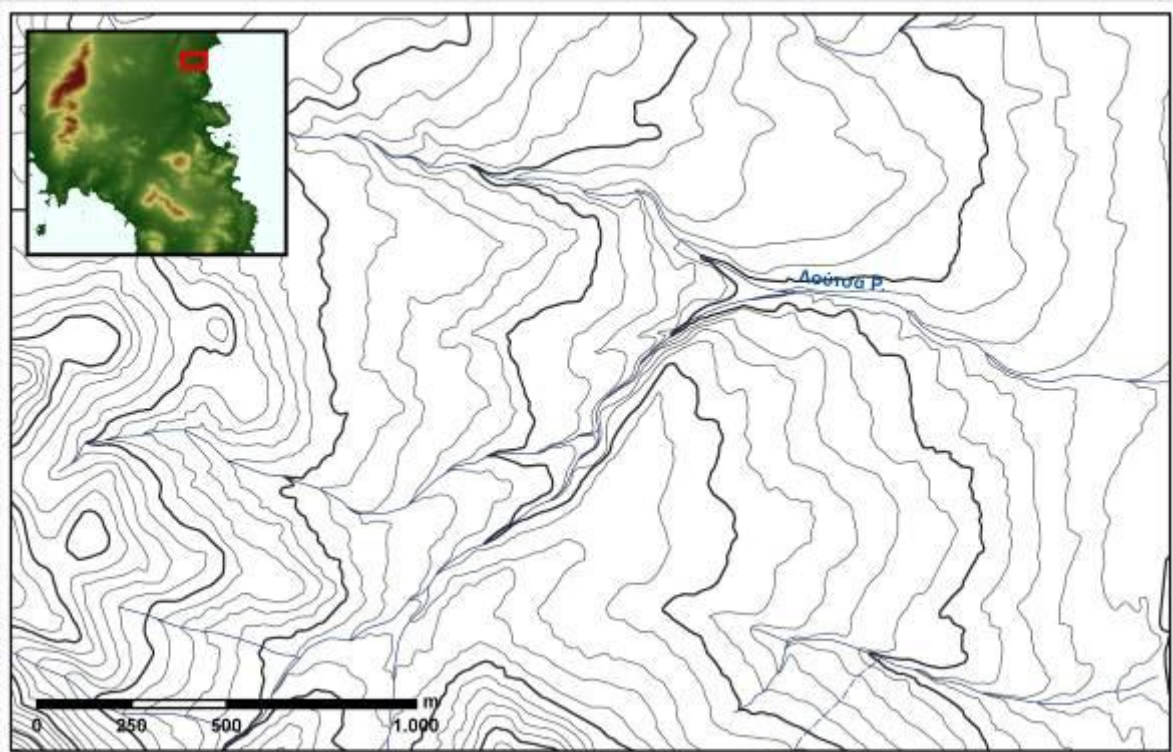
Εικόνα 5.2.16: Σε περιοχές με κλίσεις μικρότερες από 5° σε μεταλπικούς σχηματισμούς εντοπίζονται αναβαθμίδες κατά μήκος των μεγαλύτερων ρεμάτων, όπως στο Αδάμι ποτάμι, ανατολικά της Κερατέας. Με μώβ χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές εντός των οποίων είναι πιθανή η ύπαρξη αναβαθμίδων.

Σε κάποιες περιοχές όπου εμφανίζονται ποτάμια αναβαθμίδες απεικονίζονται ως ένα βαθμό από το επίπεδο της λιθολογίας με την κατηγορία που αφορά τις Ολοκαινικές αποθέσεις. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούν αναβαθμίδες σε ορισμένες από τις περιοχές όπου εντοπίζονται κατά μήκος των ρεμάτων.

5.2.4.6 Κατά Βάθος Διάβρωση Κοιτών

Μια ανεπιτυχής αυτοματοποιημένη προσέγγιση γεωμορφής που υλοποιήθηκε αφορούσε τον εντοπισμό κοιτών ρεμάτων με κατά βάθος διάβρωση. Χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια κλίσεις άνω των 35° και μια ζώνη σταθερής απόστασης από τα ποτάμια έως 50 μ. Ήταν η λιγότερο επιτυχής προσέγγιση, καθώς εμφανίστηκαν πολύ λίγες περιοχές στο επίπεδο που

δημιουργήθηκε, κάποιες από τις οποίες αφορούσαν φαράγγια. Αυτό οφείλεται σε σφάλματα του ΨΜΕ στην περιοχή κοντά στις κοίτες, στο μέγεθος κελιού του επιπέδου κλίσεων που χρησιμοποιήθηκε (είναι μεγάλο για μια τέτοια προσέγγιση) και στην απουσία ισοϋψών 4 μ. σε πολλά τμήματα της περιοχής μελέτης.



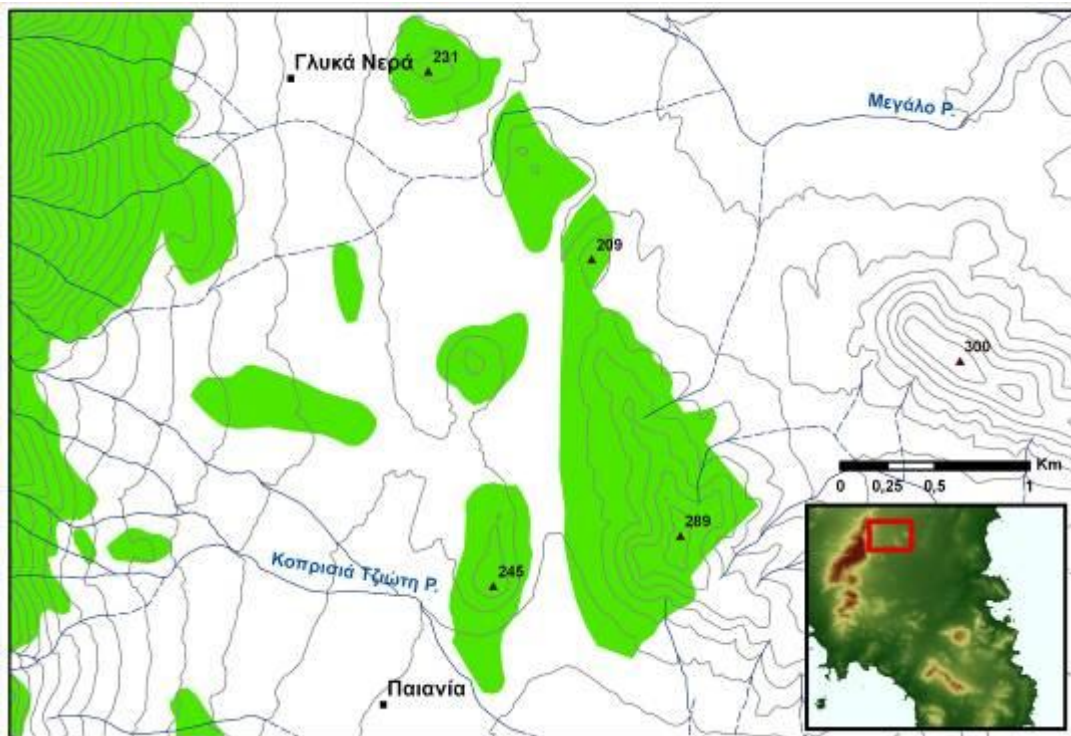
Εικόνα 5.2.17: Η κατά βάθος διάβρωση στις κοίτες των ρεμάτων είναι εμφανής στους τοπογραφικούς χάρτες.
Η ισοδιάσταση των ισοϋψών στο συγκεκριμένο χάρτη είναι 4 μ..

Μια τέτοια προσέγγιση θα ήταν εφικτή αν το ΨΜΕ ήταν λεπτομερέστερο με τη χρήση ισοϋψών με ισοδιάσταση 1 μέτρου και μέγεθος κελιού μικρότερο από 5 μέτρα. Τελικά η κατά βάθος διάβρωση διαπιστώθηκε με τη βοήθεια των τηλεπισκοπικών δεδομένων (ορθοφωτοχάρτες) και των τοπογραφικών χαρτών, ενώ όπου δεν εξάγονταν ασφαλή συμπεράσματα πραγματοποιήθηκαν σε αρκετά ρέματα επιτόπιοι έλεγχοι.

5.2.4.7 Λόφοι Μάρτυρες

Οι λόφοι μάρτυρες της περιοχής μελέτης αναγνωρίστηκαν από τη συνδυασμένη μελέτη του γεωλογικού και του τοπογραφικού χάρτη. Πρόκειται για μικρούς λόφους αλπικού υποβάθρου σε πεδινές περιοχές οι οποίες καταλαμβάνονται από μεταλπικούς σχηματισμούς. Κριτήριο εντοπισμού τους ήταν οι περιοχές αλπικών πετρωμάτων του επιπέδου της λιθολογίας οι οποίες περικλείονται από περιοχές μεταλπικών ιζημάτων. Μετά τον προσδιορισμό των περιοχών αυτών χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο της τοπογραφίας για να εξακριβωθεί αν αυτές

αποτελούν υψώματα. Δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη κάποιας μεθόδου μέσω του ArcGIS η οποία θα αναδείκνυε αυτόματα τις γεωμορφές αυτές με αξιοπιστία.



Εικόνα 5.2.18: Λόφοι Μάρτυρες στην περιοχή Παιανίας – Γλυκών Νερών. Με πράσινο χρώμα εμφανίζονται οι αλπικοί σχηματισμοί και με λευκό οι μεταλπικοί.. Η ισοδιάσταση των ισοϋψών είναι 20 μ..

5.2.4.8 Κοιλαδικές Μορφές

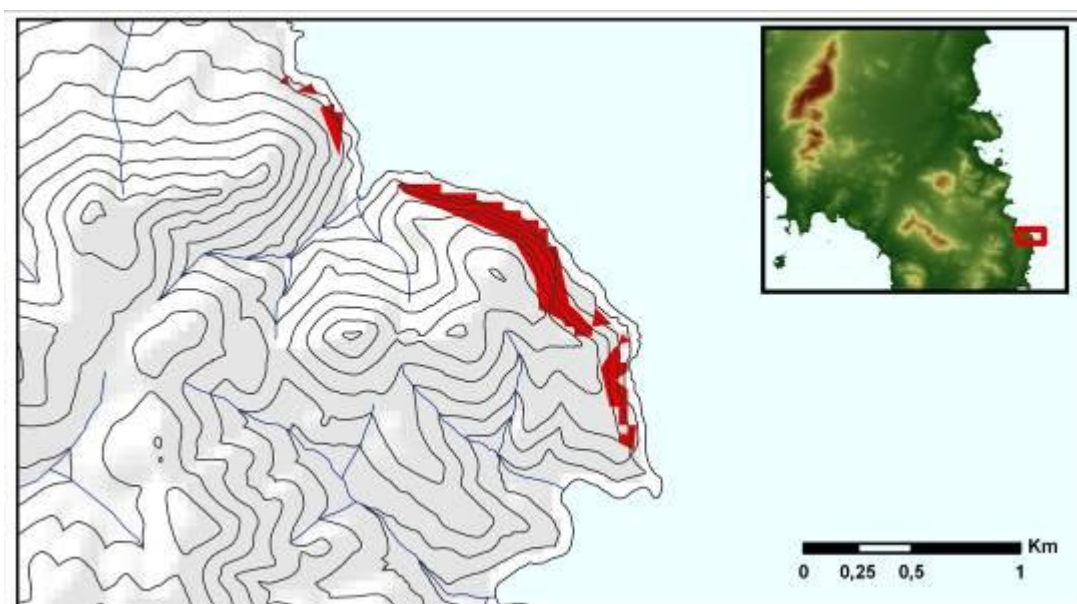
Ο προσδιορισμός της μορφής των κοιλάδων των ρεμάτων δεν πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή κάποιας αυτοματοποιημένης προσέγγισης, καθώς δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη κάποιας που θα μπορούσε να αποφέρει αξιόπιστα συμπεράσματα. Οι κοιλαδικές μορφές αναγνωρίστηκαν κυρίως από τη μελέτη του τοπογραφικού χάρτη.

5.2.4.9 Παράκτιες Γεωμορφές

Ο προσδιορισμός των παράκτιων γεωμορφών πραγματοποιήθηκε περισσότερο από τη συνδυαστική μελέτη τοπογραφικών υποβάθρων, γεωλογικών χαρτών και τηλεπισκοπικών δεδομένων, παρά από τις αυτοματοποιημένες επεξεργασίες των θεματικών επιπέδων που προσφέρει το ArcGIS. Όμως και σε αυτή την περίπτωση η συμβολή τους ήταν σημαντική, ενώ η μεθοδολογία αυτών των αναγνωρίσεων εμπεριέχει σε μεγάλο βαθμό ανάλογες αλγόριθμικές προσεγγίσεις.

Παράκτιοι κρημνοί

Πολλές από τις ακτές μεγάλης κλίσης που χαρτογραφήθηκαν ως παράκτιοι κρημνοί αναγνωρίστηκαν κατά τη διαδικασία αναγνώρισης των κρημνών της περιοχής μελέτης και αφορούν ακτές με αλπικό κυρίως υπόβαθρο. Σε πολλές περιπτώσεις όμως οι μεγάλες κλίσεις δεν αποδόθηκαν από το αντίστοιχο ομαδοποιημένο επίπεδο. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι αρκετές φορές το χείλος ενός παράκτιου κρημνού δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλη υψομετρική διαφορά από τη θαλάσσια στάθμη ή μεγάλη οριζόντια απόσταση από τον αιγιαλό. Έτσι, το μέγεθος κελιού που επιλέχθηκε (25 μέτρα) αποδεικνύεται πολύ μεγάλο για τη συγκεκριμένη περίπτωση, καθώς υπολογίζεται σε μια τέτοια επιφάνεια τη μέση κλίση της. Και ενώ οι κλίσεις στην ακτογραμμή μπορεί να υπερβαίνουν τις 60° λόγω της έντονης κυματικής δραστηριότητας και της επικράτησης των θαλάσσιων διεργασιών,¹²⁰ οι κλίσεις στην υπόλοιπη επιφάνεια των 25 μ.² μπορεί να είναι πολύ μικρότερες, οπότε η μέση κλίση ταξινομείται στην αμέσως μικρότερη κατηγορία, με κλίσεις 15° έως 35° .

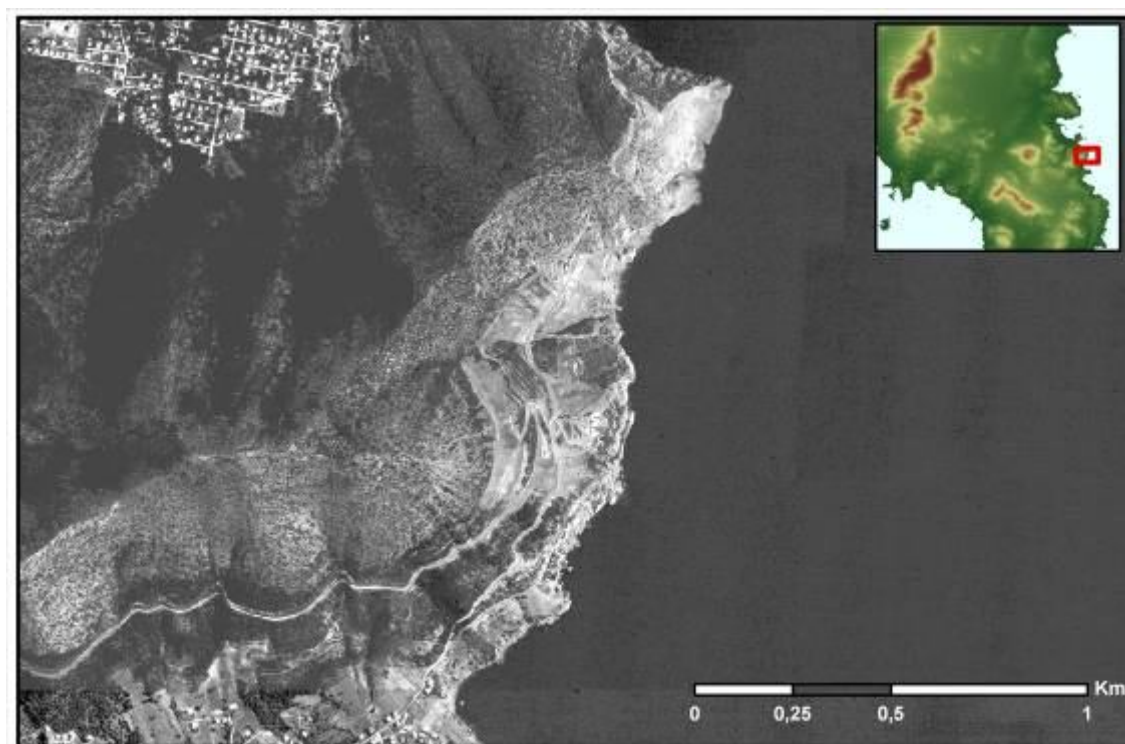


Εικόνα 5.2.19: Σε ορισμένες περιπτώσεις οι παράκτιοι κρημνοί αναγνωρίστηκαν με την εφαρμογή των κριτηρίων των μεγάλων κλίσεων σε αλπικούς σχηματισμούς. Η ισοδιάσταση των ισοϋψών είναι 20 μ..

Επίσης, σε περιπτώσεις κρημνώδων ακτών όπου επικρατούν οι χερσαίες διεργασίες με την απόθεση ιζήματος μπροστά από αυτές αυξάνεται η οριζόντια απόσταση του χείλους από τον αιγιαλό, με την εμφάνιση των προηγούμενων επιπτώσεων στον αυτόματο προσδιορισμό των γεωμορφών αυτών. Σε όλες όμως τις παραπάνω περιπτώσεις η ακτή παραμένει απροσπέλαστη ή δύσκολα προσπελάσιμη και ως τέτοια πρέπει να χαρτογραφηθεί.

¹²⁰ Παράκτια Γεωμορφολογία, Καρύμπαλης Ε., εκδ. ΙΩΝ, 2010, σελ. 99

Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε η συνδυασμένη μελέτη του τοπογραφικού χάρτη και των ορθοφωτοχαρτών. Στον προσδιορισμό των παράκτιων κρημνών συνέβαλε το ομαδοποιημένο επίπεδο των κλίσεων, καθώς παράκτιες περιοχές που εντάσσονται σε κλίσεις 15° έως 35° για τους παραπάνω λόγους μπορεί στην πραγματικότητα να έχουν μεγαλύτερες κλίσεις στην περιοχή της ακτογραμμής. Η ύπαρξη αλπικών σχηματισμών σε τέτοιες περιπτώσεις ενισχύει το παραπάνω επιχείρημα και καθιστά απαραίτητη και την ανάγνωση του γεωλογικού χάρτη. Παρόλα αυτά, παράκτιοι κρημνοί εντοπίστηκαν και σε ακτές που συνίστανται από Νεογενείς σχηματισμούς.



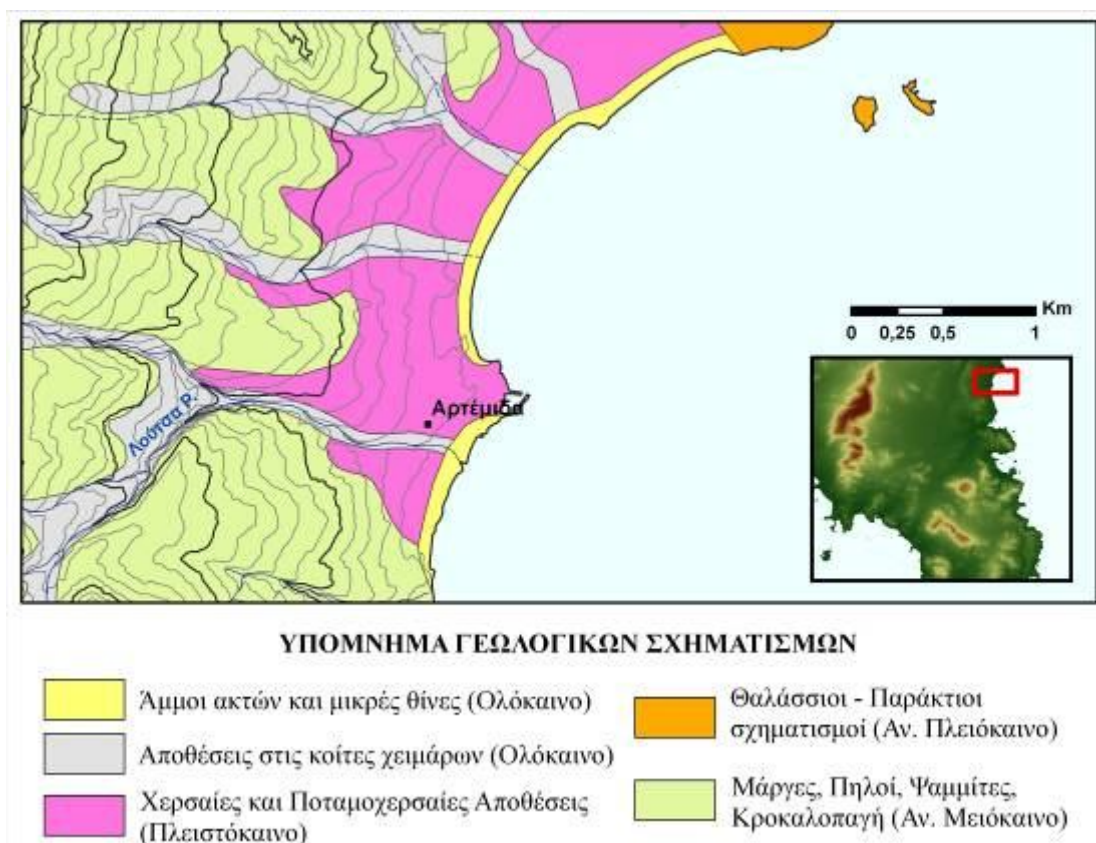
Εικόνα 5.2.20: Αποκρημνες ακτές και κλιτείς στην ανατολική παράκτια περιοχή (ορθοφωτοχάρτες 1997).

Με τη μέθοδο αυτή χαρτογραφήθηκαν οι ακτές με κλίσεις άνω των 30° , καθώς σε τέτοιες κλίσεις αρχίζουν τα προβλήματα προσπελασιμότητας. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες παρατηρήσεις σε περιοχές με μεγάλο βαθμό αμφιβολίας που αποσκοπούσαν στην μέτρηση της κλίσης τους και την καταγραφή των υπόλοιπων μορφολογικών τους χαρακτηριστικών.

Γεωμορφές Ακτών Ήπιων Κλίσεων

Από τις ακτές με μικρή ή μέση κλίση καταγράφηκαν οι αμμώδεις ακτές, οι ακτές με κροκάλες και οι ακτές στις οποίες υπάρχουν ανάμεικτα τα προηγούμενα υλικά. Η πρώτη κατηγορία προσδιορίστηκε πολύ εύκολα, αφού η σχετική κατηγορία του υπομνήματος του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ παρέχει την πληροφορία αυτή με ελάχιστο ποσοστό σφάλματος.

Οι άλλες δύο κατηγορίες προσδιορίστηκαν αρχικά ως παράκτιες περιοχές μικρών κλίσεων (0° - 5°) σε Τεταρτογενείς σχηματισμούς. Το επίπεδο που δημιουργήθηκε όμως περιελάμβανε σχεδόν όλες τις ακτές μικρής κλίσης. Έτσι, από αυτές αποκλείστηκαν οι περιοχές όπου εντοπιζόταν το επίπεδο των αμμώδων ακτών και μελετήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες και το Google Earth στις υπόλοιπες περιοχές για επαλήθευση. Αφού προσδιορίστηκαν οι ακτές αυτές, οι επιτόπιες παρατηρήσεις καθόρισαν το διαχωρισμό τους σε δύο κατηγορίες, όπως απεικονίζονται στο γεωμορφολογικό χάρτη.



Εικόνα 5.2.21: Οι αμμώδεις ακτές συμπεριλαμβάνονται στο υπόμνημα του Γεωλογικού Χάρτη του ΙΓΜΕ.

5.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

5.3.1 Γενίκευση

Ο ευκολότερος και δημοφιλέστερος τρόπος κατασκευής ενός αναγνώσιμου γεωμορφολογικού χάρτη είναι ο περιορισμός των πληροφοριών για τη γεωμορφολογία. Όλοι οι γεωμορφολογικοί χάρτες έχουν με διάφορους τρόπους περιορίσει τις πληροφορίες αυτές λόγω γενίκευσης.¹²¹ Επιπλέον, το υπόμνημα θα πρέπει να δίνει επαρκείς πληροφορίες για επιστημονικές και πρακτικές εφαρμογές¹²² και να είναι κατά κάποιο τρόπο αυτοεπεξηγηματικό¹²³ για την εύκολη κατανόηση του αλλά και την ανάγνωση του χάρτη.

Η εξαγωγή των τοπογραφικών και των υδρογραφικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε από χάρτες κλίμακας 1:5.000. Συνεπώς, όλες οι πληροφορίες που αφορούν τα χαρακτηριστικά αυτά αλλά και τις γεωμορφές που αναγνωρίστηκαν βάσει του ΨΜΕ και των παραγώγων του εμπεριέχουν μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας, παρά το μεγάλο μέγεθος κελιού που επιλέχθηκε (25 μέτρα) για την ανάλυση του αναγλύφου. Κατά την διαδικασία της απόδοσης και απεικόνισης των λεπτομερών αυτών χαρακτηριστικών σε μια κλίμακα 10 φορές μικρότερη αποδείχτηκε ότι ήταν απαραίτητη η γενίκευσή τους εις βάρος των περιγραφικών λεπτομερειών τους. Κατά τη μεταφορά των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών σε μικρότερες κλίμακες αυξάνεται η εποπτική απεικόνιση της περιοχής μελέτης και αποδίδονται περισσότερες μορφογενετικές πληροφορίες.¹²⁴

Η γενίκευση αυτή είναι ευκολότερη για ορισμένα στοιχεία σε σχέση με κάποια άλλα,¹²⁵ ενώ δεν μπορεί να εφαρμοστεί μια ενοποιημένη προσέγγιση της ούτε για διαφορετικές γεωμορφές στην ίδια κλίμακα, ούτε για τη μεταφορά τους σε διαφορετικές κλίμακες. Αυτό συμβαίνει διότι τα περιθώρια χρήσης των συμβολισμών εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως το μέγεθος και ο τύπος των γεωμορφών και του λιθολογικού υποβάθρου. Τα διαφορετικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά χρειάζονται διαφορετικούς βαθμούς γενίκευσης οι οποίοι

¹²¹ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005 σελ. 39

¹²² Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005 σελ. 39

¹²³ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2006, σελ.93

¹²⁴ New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Gustavsson M., Kolstrup E., Geomorphology, 2009 σελ. 37

¹²⁵ Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2007, σελ.346

εξαρτώνται από το μέγεθός τους και τις περιγραφικές πληροφορίες που εμπεριέχουν.¹²⁶ Οι γενικεύσεις στους γεωμορφολογικούς χάρτες βασίζονται κυρίως σε δύο κριτήρια:¹²⁷

- Η γραφική διάταξη και αναγνωσιμότητα του χάρτη.
- Η σημαντικότητα των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών.

Η εύκολη αναγνωσιμότητα είναι στοιχείο που πρέπει να διαθέτει κάθε χάρτης. Τα χαρακτηριστικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αναπαράσταση των πληροφοριών περιλαμβάνουν διάφορα χρώματα με διαφορετική ένταση και απόχρωση, σύμβολα, γραμμές διαφορετικού πάχους, γραμμοσκιάσεις και γεμίσματα, γράμματα και αριθμοί τα οποία χρησιμοποιούνται μόνα τους ή σε συνδυασμούς.¹²⁸ Οι συμβολισμοί αυτοί και ο χρωματισμός τους επιλέγονται συνήθως ανάλογα με τη σπουδαιότητα του απεικονιζόμενου χαρακτηριστικού.¹²⁹

5.3.2 Γεωμορφές

5.3.2.1 Κρημνοί

Το επίπεδο των κρημνών αποδόθηκε σε γραμμική μορφή και περιλαμβάνει τις περισσότερες απότομες αλλαγές στην κλίση που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης. Για τις ανάγκες της απεικόνισης των γραμμών αυτών σε τέτοια κλίμακα πραγματοποιήθηκε η απλοποίησή τους, η οποία αποτελεί βασικό στοιχείο της γενίκευσης.¹³⁰ Έτσι, περιορίστηκαν οι απότομες και πυκνές αλλαγές διεύθυνσης τους με χειροκίνητες και αυτόματες τεχνικές γενίκευσης που διαθέτει το ArcGIS.

Επειδή πολλές φορές οι κρημνώδεις επιφάνειες δεν έχουν πολύ μεγάλη οριζόντια απόσταση από το χείλος ως τη βάση τους θεωρήθηκε κατάλληλη η χαρτογράφηση μόνο του χείλους τους, τονίζοντας έτσι τις σημαντικότερες μορφολογικές ασυνέχειες του αναγλύφου. Η

¹²⁶ New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Gustavsson M., Kolstrup E., *Geomorphology*, 2009 σελ. 37

¹²⁷ New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Gustavsson M., Kolstrup E., *Geomorphology*, 2009 σελ. 39-40

¹²⁸ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.93

¹²⁹ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., *Licentiate Thesis*, 2005 σελ. 44

¹³⁰ Στοιχεία Χαρτογραφίας, Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimerling A. J., Guptill S. C., εκδ. ΕΜΠ, 2002, σελ.568

χαρτογράφηση και της βάσης τους καθιστούσε την ανάγνωση του χάρτη προβληματική, καθώς δημιουργήθηκε το πρόβλημα της σύγκρουσης των συμβολισμών, οπότε παραλήφθηκε.

Επιπλέον, υπήρξαν περιπτώσεις στις οποίες η κλίση είναι ομαλά μεταβαλλόμενη στη βάση κάποιων κρημνών, όπως στην περιοχή των ανατολικών υπωρειών του Υμηττού, οπότε αυτή δεν μπορούσε να χαρτογραφηθεί με ασφάλεια, εκτός αν οριζόταν ως η γραμμή κατά μήκος της οποίας η κλίση γίνεται μικρότερη από 35° . Η μεταβολή όμως σε εκείνα τα σημεία είναι πολύ ομαλή ώστε να αποτελεί η βάση ένδειξη ασυνέχειας, παρά μόνο ελάχιστης μεταβολής της κλίσης.

Η απόδοση χαρακτηριστικών πολύ μικρών για να απεικονιστούν συχνά αποτελεί πρόβλημα στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση.¹³¹ Έτσι, χείλη κρημνών με πολύ μικρό μήκος δεν συμπεριλήφθηκαν στον χάρτη κλίμακας 1:50.000. Σε περιπτώσεις όπου υπήρχαν πολλά τέτοια χαρακτηριστικά συνεχόμενα χαρτογραφήθηκαν ως ένα ενιαίο χείλος, με την επιμήκυνση τους, τεχνική η οποία επαληθεύτηκε διότι τονίστηκαν με αυτόν τον τρόπο ευρύτερες και εκτεταμένες ασυνέχειες ορατές κατά την επιτόπια παρατήρηση.

Ως σύμβολο απεικόνισης επιλέχθηκε συνεχής γραμμή μεγάλου πάχους με πυκνή τετραγωνική οδόντωση. Η επιλογή του οφείλεται στο γεγονός ότι τόσο ο συγκεκριμένος συμβολισμός όσο και οι παραλλαγές του είναι συνηθισμένες στην απεικόνιση ασυνεχειών και εμφανίζονται σε πολλούς γεωμορφολογικούς χάρτες. Οι σημαντικότερες πληροφορίες ενός χάρτη πρέπει να απεικονίζονται με έντονα χρώματα,¹³² οπότε οι κρημνοί απεικονίστηκαν με σκούρο κόκκινο.

5.3.2.2 Φαράγγια

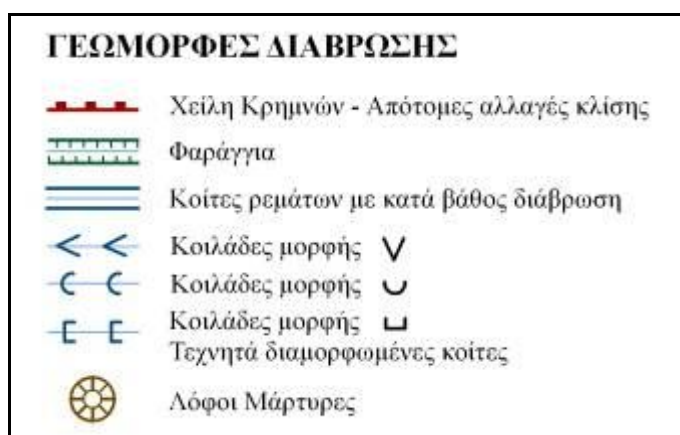
Τα φαράγγια συμβολίζονται με δυο σκούρες πράσινες γραμμές εκατέρωθεν των ρεμάτων, οι οποίες έχουν μέσο πάχος και πυκνή οδόντωση κάθετων γραμμών ίδιου χρώματος. Ο σχεδιασμός τους έχει συμπεριλάβει ένα βαθμό υπερβολής.

¹³¹ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.93

¹³² A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.92

5.3.2.3 Κατά Βάθος Διάβρωση

Η κατά βάθος διάβρωση των κοιτών των ρεμάτων συμβολίστηκε με δύο παράλληλες γραμμές εκατέρωθεν της κοίτης. Για τον καθορισμό της σωστής απόστασης από τα ρέματα, χρησιμοποιήθηκε μια ζώνη επιρροής που δημιουργήθηκε σε αρκετή απόσταση από αυτές ώστε να είναι το χαρακτηριστικό αυτό αναγνώσιμο, εύκολα αντιληπτό και κυρίως να μη συγχέεται με άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν τα ρέματα, όπως οι κοιλαδικές μορφές. Οι γραμμές αυτές ψηφιοποιήθηκαν στα όρια της ζώνης επιρροής και έχουν μέσο πάχος και μπλε χρώμα.



Εικόνα 5.3.1: Τμήμα του υπομνήματος των γεωμορφών διάβρωσης.

5.3.2.6 Κοιλαδικές Μορφές

Στις κοιλαδικές μορφές χρησιμοποιείται τα αντίστοιχα σύμβολα U, V ή Π με μπλε χρωματισμό και μέσο πάχος. Το μέγεθος τους είναι ίσο με το μέγεθος των μικρότερων γραμμμάτων που περιγράφουν στοιχεία του χάρτη ώστε να είναι ευδιάκριτα.

5.3.2.5 Λόφοι Μάρτυρες












Οι λόφοι μάρτυρες απεικονίστηκαν με σύμβολο στο κέντρο περίπου του κάθε υψώματος. Πρόκειται για δύο καφέ ομόκεντρους κύκλους που συνδέονται με γραμμές κάθετες στις εφαπτόμενες τους.

5.3.2.6 Επιφάνειες Επιπέδωσης

Από τις επιφάνειες επιπέδωσης απεικονίστηκαν στο χάρτη μόνο οι μεγαλύτερες, καθώς επιφάνειες με έκταση μικρότερη των 150 στρεμμάτων ήταν δυσδιάκριτες σε μια τόσο μικρή κλίμακα. Παρατηρήθηκε επίσης ότι σε αρκετές περιοχές υπήρχαν πολλές τέτοιες γεωμορφές σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, οι περισσότερες από τις οποίες άνηκαν στην ίδια υψομετρική τάξη, με τη μέση υψομετρική διαφορά τους να είναι μικρότερη των 20 μ. Αφού ορίστηκαν τα υψομετρικά όρια ομαδοποίησής τους αποκαλύφτηκε ότι πολλές επιφάνειες επιπέδωσης ίδιας τάξης υψομέτρου βρίσκονταν σε πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Τα όρια τους και οι μεταξύ τους αποστάσεις ήταν δυσδιάκριτα και ασαφή στην κλίμακα του χάρτη

Για το λόγο αυτό οι επιφάνειες αυτές ενοποιήθηκαν αποδίδοντας στο χάρτη πολύ καλύτερη εποπτική εμφάνιση. Απαραίτητες προϋποθέσεις της γενίκευσης αυτής ήταν η μεταξύ τους απόσταση να είναι μικρότερη από 50 μέτρα, δηλαδή ένα χιλιοστό στο χάρτη, και κυρίως να εντάσσονται στην ίδια υψομετρική κατηγορία. Γεωμορφές που πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις θεωρήθηκε ότι αποτελούν τμήματα παρόμοιων μορφογενετικών διεργασιών που έλαβαν χώρα τις ίδιες γεωλογικές περιόδους, συνεπώς ήταν εφικτή μια γενικευμένη και εποπτική περιγραφή τους.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΩΣΗΣ

	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 60 - 100 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 100 - 150 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 150 - 200 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 200 - 240 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 240 - 280 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 280 - 340 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 480 - 520 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 560 - 600 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 680 - 720 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 740 - 800 μ.
	Επιφάνειες επιπέδωσης σε υψόμετρο 960 - 1020 μ.

Εικόνα 5.3.2: Υπομνήμα των επιφανειών επιπέδωσης.

Για την απεικόνιση των υψομετρικών διαφοροποιήσεων των επιφανειών επιπέδωσης χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά χρώματα,¹³³ με διαβαθμίσεις αποχρώσεων ανάλογα με την υψομετρική τάξη των επιφανειών αυτών. Για την καλύτερη απόδοση των επιφανειών αυτών αλλά και των στοιχείων που συνυπάρχουν στις ίδιες τοποθεσίες χρησιμοποιήθηκε ένα ποσοστό

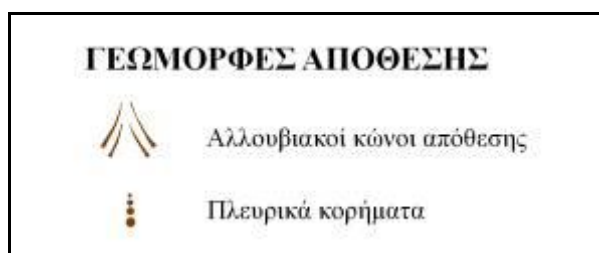
¹³³ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., *Geomorphology*, 2006, σελ.92

διαφάνειας (transparency). Δεν χρησιμοποιήθηκε περίγραμμα για την οριοθέτησή τους ώστε να μην υπάρχει σύγχυση με άλλα γραμμικά στοιχεία του χάρτη.

5.3.2.7 Αλλουβιακοί Κώνοι - Κορήματα

Οι αλλουβιακοί κώνοι συμβολίστηκαν στις περιοχές όπου εντοπίστηκαν με σύμβολο παρεμφερές με αυτό που χρησιμοποιείται στους περισσότερους γεωμορφολογικούς χάρτες για την απεικόνισή τους. Το μέγεθος του συμβόλου διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος των γεωμορφών και φέρει έντονο καφέ χρώμα.

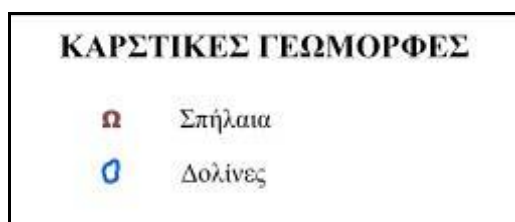
Τα πλευρικά κορήματα απεικονίζονται με κύκλους αυξανόμενης διαμέτρου διατεταγμένους κατά μήκος μιας κατεύθυνσης, η οποία είναι η πορεία από τα υψηλότερα στα χαμηλότερα υψόμετρα όπου αποτίθενται τα υλικά αυτά. Επιλέχθηκε το ίδιο χρώμα με τους αλλουβιακούς κώνους απόθεσης, καταδεικνύοντας την ηλικιακή και λιθολογική ομοιότητα των δυο γεωμορφών.



Εικόνα 5.3.3: Υπομνήμα των γεωμορφών απόθεσης.

5.3.2.8 Καρστικές Γεωμορφές

Τα σημαντικότερα σπήλαια της περιοχής μελέτης εντοπίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν στις συντεταγμένες των στομιών τους. Για τον συμβολισμό τους χρησιμοποιείται το γράμμα Ω που παραπέμπει σε στοά και φέρει σκούρο καφέ – καστανό χρώμα. Οι δολίνες συμβολίζονται με γραμμή μέσου πάχους μπλε χρώματος.



Εικόνα 5.3.4: Το υπομνήμα των καρστικών γεωμορφών.

5.3.2.9 Παράκτιες Γεωμορφές

Οι απότομες ακτές και οι παράκτιοι κρημνοί χρησιμοποιούν για το συμβολισμό τους γραμμή μικρού πάχους με μικρή τριγωνική οδόντωση. Το χρώμα τους είναι μπλε, όπως της ακτογραμμής, παραπέποντας στο φυσικό χρώμα της θάλασσας. Οι αμμώδεις ακτές συμβολίζονται με μικρές μπλε τελείες μπροστά από την ακτή και οι ακτές με άμμο και κροκάλες με μεγαλύτερες. Οι ακτές με κροκάλες συμβολίζονται με μικρούς κύκλους μπροστά από την ακτή. Τα σύμβολα αυτά επιλέχτηκαν καθώς κρίθηκε ότι επεξηγούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις γεωμορφές αυτές. Για τις ακτές μέσης κλίσης χρησιμοποιείται ο συμβολισμός της ακτογραμμής.

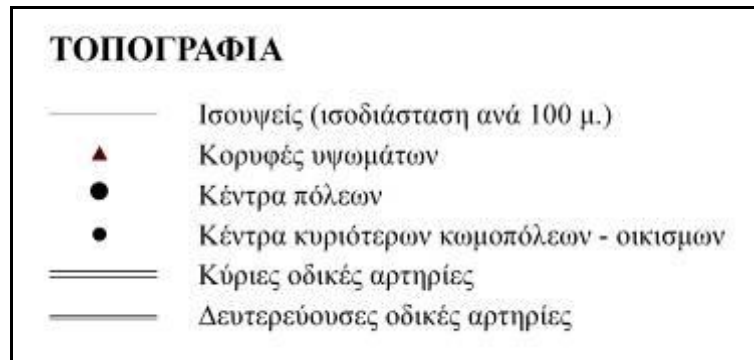


Εικόνα 5.3.5: Το υπομνήμα των παράκτιων γεωμορφών.

5.3.3 Τοπογραφία

Οι ισοϋψείς απεικονίζονται με γκρι χρώμα και γραμμή μικρού πάχους, ενώ με μικρά γράμματα ίδιου χρώματος αναγράφεται το υψόμετρό τους. Παρά τη λεπτομέρεια με την οποία ψηφιοποιήθηκαν, δεν υπέστησαν απλοποίηση, καθώς δεν κρίθηκε απαραίτητο. Απεικονίζονται όμως μόνο οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση 100 μέτρων, καθώς η χρήση μικρότερης ισοδιάστασης θα καθιστούσε κουραστική την ανάγνωση του χάρτη, αφού θα είχε πάρα πολλές πληροφορίες για την τοπογραφία που θα εμποδίζαν την κατανόηση των υπόλοιπων χαρακτηριστικών του.

Από όλα τα σημεία γνωστού υψομέτρου που χρησιμοποιήθηκαν στη δημιουργία τη ΨΜΕ απεικονίζονται μόνο οι κορυφές των σημαντικότερων υψωμάτων. Χρησιμοποιείται ως σύμβολο ένα μικρό σκούρο καστανό τρίγωνο, ενώ αναγράφεται το υψόμετρο της κορυφής σε μέτρα. Η αναπαράσταση αυτών των ισοϋψών και κορυφών θεωρήθηκε επαρκής για την απόδοση των πληροφοριών της τοπογραφίας του αναγλύφου, ενώ η ελαχιστοποίηση τους σε τέτοιο βαθμό συντελεί στην εύκολη ανάγνωση των υπόλοιπων στοιχείων του χάρτη.



Εικόνα 5.3.6: Το υπόμνημα της τοπογραφίας.

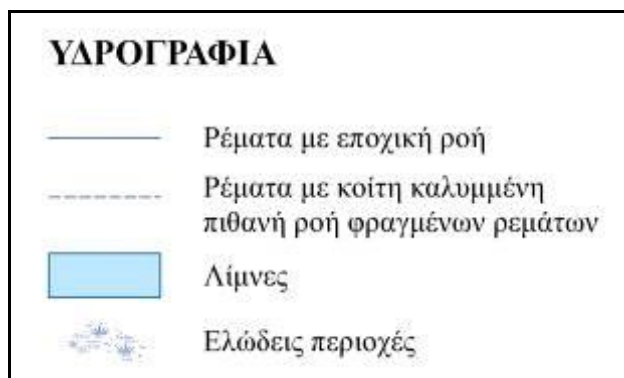
Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ένα επίπεδο σκιασμένου αναγλύφου που προέκυψε από το ΨΜΕ (hillshade). Ο κυριότερος λόγος είναι ότι με τη χρήση του αυξάνονται οι πληροφορίες για την τοπογραφία και τη μορφή του αναγλύφου, καθώς τα στοιχεία τοπογραφίας που απεικονίζονται είναι ελλιπή. Η χρήση όμως ενός τέτοιου επιπέδου πρέπει να είναι διακριτική ώστε να είναι εμφανείς οι υπόλοιπες πληροφορίες του χάρτη. Το επίπεδο αυτό φέρει τις διαβαθμίσεις του γκριζού με την εφαρμογή μεγάλου ποσοστού αντίθεσης (contrast) και διαφάνειας (transparency).

5.3.4 Υδρογραφία

Ο συμβολισμός της υδρογραφίας είναι από τους λίγους που είναι κατά κανόνα σταθεροί στις χαρτογραφήσεις. Το υδρογραφικό δίκτυο συμβολίζεται με μπλε χρώμα για δύο λόγους. Πρώτον, είναι το φυσικό χρώμα του χαρακτηριστικού, συνεπώς ο συμβολισμός είναι αυτοεπεξηγηματικός, και δεύτερον λόγω παράδοσης, καθώς με αυτό το χρώμα απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο σε παλαιότερους χάρτες¹³⁴ κάθε κατηγορίας.

Έτσι, τα ρέματα συμβολίστηκαν με λεπτή γραμμή σκούρου μπλε χρώματος. Η γραμμή αυτή εμφανίζεται διακεκομμένη στις περιπτώσεις όπου η ροή δεν είναι ξεκάθαρη στα υπόβαθρα ή είναι υπόγεια λόγω τεχνικών έργων. Οι λίμνες απεικονίζονται σε πολυγωνική μορφή με συνεχές γέμισμα ανοιχτού γαλάζιου χρώματος και σκούρο μπλε περίγραμμα, ενώ στα έλη χρησιμοποιείται ο προκαθορισμένος συμβολισμός του ArcGIS.

¹³⁴ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005 σελ. 44



Εικόνα 5.3.7: Το υπόμνημα της υδρογραφίας.

Παρόλο που το υδρογραφικό δίκτυο αποτυπώθηκε με απόλυτη ακρίβεια και μεγάλη λεπτομέρεια, δεν εφαρμόστηκε κάποια μορφή γενίκευσης για την απεικόνιση του σε κλίμακα 1:50.000. Σε αυτό συνέβαλε κυρίως επιλογή του μικρού πάχους της γραμμής που απεικονίζει τα ρέματα. Μόνο σε λίγες περιπτώσεις απαλείφθηκαν κάποιοι μικροί κλάδοι 1^{ης} τάξης (ταξινόμηση κατά Strahler) η απεικόνιση των οποίων καθιστούσε προβληματική την απεικόνιση ορισμένων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών όπως την κατά βάθος διάβρωση και την κοιλαδική μορφή κυριότερων γειτονικών ρεμάτων. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι κλάδοι που αφαιρέθηκαν ήταν ελάχιστοι και μικρής σημαντικότητας. Η ονομασία των κυριότερων ρεμάτων αναγράφεται με μικρά μπλε γράμματα.

5.3.5 Λιθολογία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί αποδόθηκαν με γεμίσματα και χρωματισμούς που χρησιμοποιούνται και σε αρκετούς άλλους γεωμορφολογικούς και γεωλογικούς χάρτες, καθώς δεν υπάρχει κάποιο καθορισμένο πρότυπο συμβολισμού τους στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση.¹³⁵ Έγινε μια προσπάθεια διατήρησης των συμβολισμών των γεωλογικών χαρτών, η οποία ήταν εφικτή για τις περισσότερες κατηγορίες της λιθολογίας.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί, οι οποίοι περιλαμβάνουν τα μάρμαρα και τους ασβεστόλιθους, συμβολίζονται με το χαρακτηριστικό γέμισμα των παραλληλογράμμων που χρησιμοποιείται συνήθως για τους ασβεστόλιθους και θυμίζουν «τοίχο από τούβλα». Το χρώμα του γεμίματος αυτού είναι μαύρο, αλλά καθώς οι ανθρακικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στην περιοχή μελέτης εφαρμόστηκε σε αυτούς στο επίπεδο της λιθολογίας ένα

¹³⁵ A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., Geomorphology, 2006, σελ.92

ποσοστό διαφάνειας (transparency) ώστε να διακρίνονται με σαφήνεια και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του χάρτη.

Οι σχιστόλιθοι και οι φυλλίτες αποδίδονται με ένα γέμισμα οριζόντιων γραμμών μικρού πάχους και μαύρου χρώματος. Οι δολομίτες της Αυτόχθονης Ενότητας απεικονίζονται με ένα πλέγμα πλάγιων γραμμών κάθετων μεταξύ τους με μικρό πάχος και μαύρο χρώμα. Οι κερατίτες συμβολίζονται με ένα φολιδωτό γέμισμα μικρών αλληλεπικαλυπτόμενων κύκλων ασαφούς περιγράμματος μικρού πάχους και μαύρου χρώματος. Το γέμισμα αυτό θυμίζει ίσως αυτό που χρησιμοποιείται για τους δολομίτες, αλλά οι διαφορετικές περιοχές εμφάνισης των σχηματισμών δεν επιτρέπει την παρερμηνεία. Οι γρανοδιορίτες της περιοχής της Πλάκας εμφανίζονται με έντονο κόκκινο χρώμα το οποίο αντιστοιχίζεται σε ηφαιστειακά και εκρηξιγενή πετρώματα σε αρκετούς γεωλογικούς χάρτες.

Τα Νεογενή ιζήματα απεικονίζονται με ελαφρύ κίτρινο χρώμα, συμβολισμός κοινότυπος για τους σχηματισμούς αυτούς. Οι συνεκτικοί σχηματισμοί του Πλειστόκαινου συμβολίζονται με λευκό χρώμα. καθώς δεν υπάρχει καθορισμένο πρότυπο συμβολισμού για αυτή την κατηγορία, η επιλογή αυτή έγινε για την πιο ξεκούραστη ανάγνωση του χάρτη. Ακριβώς επειδή οι σχηματισμοί αυτοί απαντώνται σε μεγάλη έκταση, κρίθηκε σκόπιμο να μην προστεθεί κάποιο χρώμα ή γέμισμα που καθιστά ακόμα πιο περίπλοκη την απεικόνιση. Οι σχηματισμοί του Ολόκαινου απεικονίζονται με την πιο ελαφριά γκριζα απόχρωση.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	
	Ολοκαινικές αποθέσεις
	Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί
	Νεογενείς σχηματισμοί
	Ανθρακικοί σχηματισμοί
	Σχιστόλιθοι και Φυλλίτες
	Δολομίτες
	Κερατίτες - Πλακίτες
	Γρανοδιορίτες
	Ρήγματα
	Ρήγματα πιθανά
	Επωθήσεις
	Επιπλεύσεις

Εικόνα 5.3.8: Το υπόμνημα της λιθολογίας και της τεκτονικής..

Οι επαφές των σχηματισμών εμφανίζονται με μαύρες συνεχείς γραμμές μέσου πάχους ώστε να τονίζουν τη διαφοροποίηση τους σε περιοχές όπου υπάρχει πληθώρα αναπαραστάσεων διαφορετικού τύπου πληροφοριών.

5.3.6 Τεκτονική

Τα ίχνη των ορατών ρηγμάτων συμβολίζονται με συνεχείς μαύρες γραμμές μέσου πάχους και τα πιθανά ρήγματα με διακεκομμένες. Οι επωθήσεις της περιοχής μελέτης αποτελούν επίσης πολύ σημαντική τεκτονική πληροφορία. Απεικονίζονται με μαύρες γραμμές μέσου πάχους με αραιή μαύρη τριγωνική οδόντωση μέσου μεγέθους, όπως και στους περισσότερους γεωλογικούς χάρτες.

5.3.7 Οικισμοί – Δρόμοι – Ανθρωπογενείς Κατασκευές

Τα κέντρα των οικισμών συμβολίστηκαν με σημειακά μαύρα σύμβολα για λόγους που έχουν προαναφερθεί. Με μαύρα τετράγωνα μικρού μεγέθους συμβολίζονται οι μεγαλύτεροι σε μέγεθος οικισμοί και οι πόλεις, ενώ οι μικρότεροι με ένα μικρό κυκλικό δίσκο, ενώ με μικρά γράμματα αναγράφονται οι ονομασίες τους.

Οι δρόμοι συμβολίζονται με παράλληλες μαύρες λεπτές γραμμές σε κοντινή μεταξύ τους απόσταση. Η απόσταση αυτή είναι λίγο μεγαλύτερη όσον αφορά την Αττική Οδό, που αποτελεί τον κυριότερο συγκοινωνιακό άξονα. Επιλέχτηκε να μην αποδοθεί κάποιο χρώμα στο οδικό δίκτυο, καθώς αυτό θα παρέπεμπε σε κάποιο πολύ σημαντικό στοιχείο του χάρτη προκαλώντας το ανθρώπινο μάτι.



Εικόνα 5.3.9: Το υπόμνημα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Οι ανθρωπογενείς κατασκευές συμβολίζονται με μαύρα περιγράμματα και γεμίσματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τις απεικονίσεις τέτοιων χαρακτηριστικών στους περισσότερους χάρτες του είδους.¹³⁶ Εξαίρεση αποτελούν οι μώλοι και τα αγκυροβόλια των παραθαλάσσιων περιοχών, για τους οποίους χρησιμοποιούνται μπλε σύμβολα, παραπέμποντας έτσι σε παράκτιες κατασκευές. Τέλος, απεικονίζονται οι κυριότεροι αρχαιολογικοί χώροι της περιοχής με σύμβολο σκούρου κόκκινου χρώματος που παραπέμπει στο λατινικό γράμμα L.

¹³⁶ Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden, Gustavsson M., Licentiate Thesis, 2005 σελ. 44

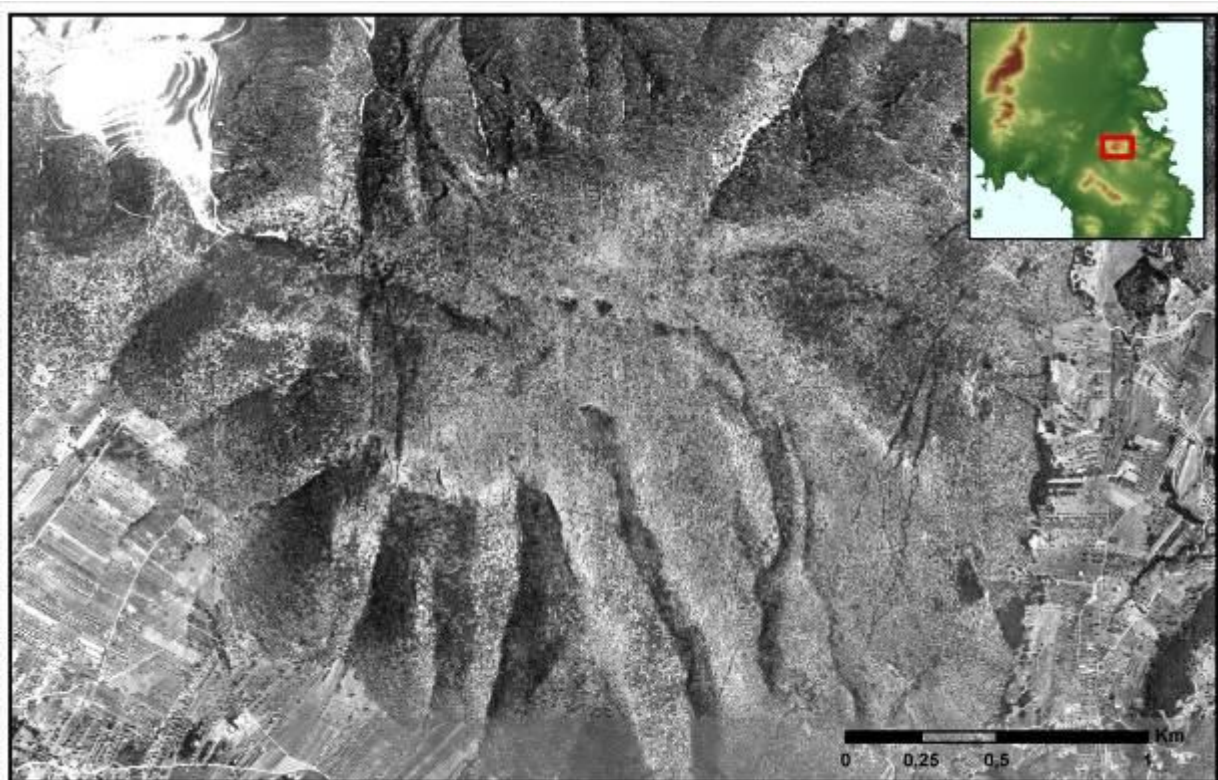
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΜΟΡΦΩΝ

6.1.1 Γεωμορφές Διάβρωσης

6.1.1.1 Κρημνοί

Οι κρημνοί αποτελούν μορφολογικές ασυνέχειες με κύριο χαρακτηριστικό τους τις μεγάλες κλίσεις. Παρουσιάζονται κυρίως σε σκληρά και ανθεκτικά στη διάβρωση πετρώματα, και πολλές φορές ακολουθούν ρήγματα, επωθήσεις και γενικότερα επιφάνειες ασυνέχειας πετρωμάτων.¹³⁷ Τέτοιες ασυνέχειες στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται κυρίως σε ορεινούς και ημιορεινούς όγκους που συνίστανται από αλπικούς σχηματισμούς και συνήθως ανθρακικούς. Κυριότερη αιτία δημιουργίας τους αποτελεί η τεκτονική, ενώ η παρουσία τους είναι ένα από τα στοιχεία που συνθέτουν ένα έντονο ανάγλυφο.



Εικόνα 6.1.1: Έντονες μορφές διάβρωσης στην περιοχή όρους Μερέντα (ορθοφωτοχάρτες 1997)

¹³⁷ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαia Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 53

6.1.1.2 Φαράγγια

Τα φαράγγια δημιουργούνται λόγω της έντονης κατά βάθος διάβρωσης σε κοιλάδες ποταμών και ρεμάτων και αποτελούν ενδείξεις νέου ή αναγεννημένου αναγλύφου.¹³⁸ Το βασικότερο χαρακτηριστικό τους είναι τα απόκρημνα τοιχώματα των κοιλάδων των ρεμάτων. Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν αρκετές τέτοιες γεωμορφές, και πρόκειται κυρίως για φαράγγια μικρού βάθους και μήκους. Εντοπίζονται κυρίως στους ανθρακικούς σχηματισμούς και τους δολομίτες των ορεινών όγκων της περιοχής μελέτης.

6.1.1.3 Επιφάνειες Επιπέδωσης

Οι επιφάνειες επιπέδωσης αποτελούν μορφές διάβρωσης και είναι σχετικά ομαλές και επίπεδες επιφάνειες. Η δημιουργία τους οφείλεται στη διεργασία της μηχανικής ή χημικής διάβρωσης και προϋποθέτει μακρές χρονικές περιόδους τεκτονικής ηρεμίας. Η μελέτη και ο συσχετισμός των επιφανειών αυτών όπως επίσης και των υδρογραφικών δικτύων που τις περιβάλλουν μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα σχετικά με την τεκτονική εξέλιξη της περιοχής και τους κύκλους διάβρωσης του παρελθόντος.¹³⁹ Οι επιφάνειες επιπέδωσης που εμφανίζονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα είναι παλαιότερες χρονολογικά από εκείνες των χαμηλότερων υψομέτρων.¹⁴⁰

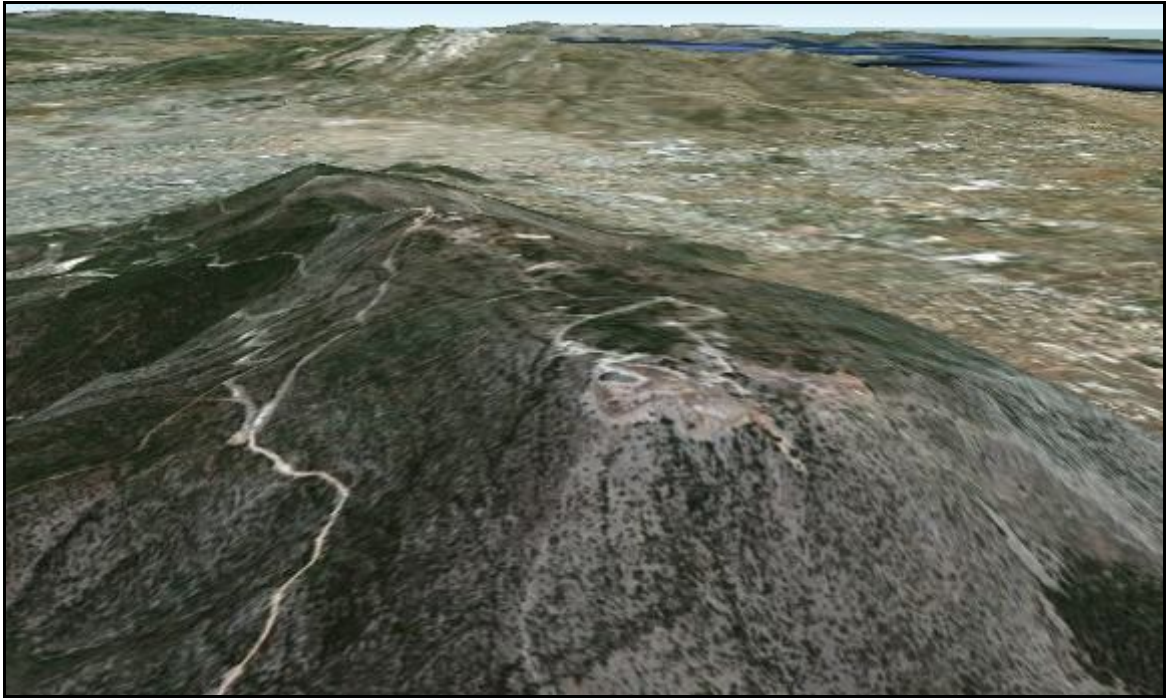
Οι επιφάνειες αυτές αναπτύσσονται σε αλπικούς κυρίως σχηματισμούς και ανάλογα με την υψομετρική τους διαβάθμιση κατηγοριοποιήθηκαν σε 11 ομάδες, οι οποίες περιλαμβάνονται στο υπόμνημα του γεωμορφολογικού χάρτη. Οι τρεις ανώτερες υψομετρικά κατηγορίες (940 – 1000 μ., 740 – 800 μ. 680 – 720 μ., 480 – 520 μ.) εξαπλώνονται στον βόρειο και τον κεντρικό Υμηττό. Σε υψόμετρο 560 – 600 μ. εντοπίζεται επιφάνεια επιπέδωσης στο όρος Μερέντα.

Οι χαμηλότερες υψομετρικά κατηγορίες αντιπροσωπεύονται από περισσότερες από μια τέτοιες γεωμορφές. Οι κατηγορίες 100 – 150 μ., 150 – 200 μ., 200 – 240 μ., 240 – 280 μ. και 280 – 340 μ., εξαπλώνονται στο νότιο Υμηττό και τα ανατολικά και νοτιοανατολικά τμήματα της περιοχής μελέτης. Η κατηγορία 60 – 100 μ. αντιπροσωπεύεται από μια επιφάνεια στα νοτιοανατολικά της περιοχής μελέτης.

¹³⁸ Σημειώσεις Γεωμορφολογίας, , τεύχος 2, Παυλόπουλος Κ., Τμήμα Γεωγραφίας – Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2008, σελ. 25

¹³⁹ Σημειώσεις Γεωμορφολογίας, τεύχος 2, Παυλόπουλος Κ., Τμήμα Γεωγραφίας – Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2008, σελ. 26-27

¹⁴⁰ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ.179



Εικόνα 6.1.2: Επιφάνεια επιπέδωσης στη βόρεια κορυφογραμμή του Υμηττού σε τρισδιάστατη απεικόνιση από το Google Earth. (όψη από νοτιοδυτικά)

6.1.1.4 Λόφοι Μάρτυρες

Οι λόφοι μάρτυρες είναι χαμηλά υψώματα σε περιοχές ομαλού αναγλύφου καλυπτόμενες από μεταλπικούς σχηματισμούς τα οποία δημιουργούνται όταν λόγω διαβρωτικών διεργασιών αποκαλύπτεται το αλπικό τους υπόβαθρο. Η παρουσία τους αποτελεί μαρτυρία ενός παλαιότερου αναγλύφου,¹⁴¹ καθώς πρόκειται για υπολειμματικές μορφές οι οποίες εντοπίζονται στο ανάγλυφο περιοχών που διανύουν το στάδιο γήρατος του κύκλου διάβρωσης.¹⁴² Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν αρκετοί τέτοιοι λόφοι εντοπισμένοι χωρικά σε συγκεκριμένα τμήματα της περιοχής μελέτης, κυρίως στην πεδιάδα των Μεσογείων.

6.1.1.5 Κοιλαδικές Μορφές

Οι μορφές των κοιλάδων προκύπτουν από το σχήμα της εγκάρσιας διατομής τους. Είναι συνήθως U, V και ανάποδο Π και λαμβάνουν τις μορφές αυτές ανάλογα με την ένταση των διαβρωτικών διεργασιών που τις διαμορφώνουν. Οι κοιλάδες με μορφή V είναι οξύληκτες και ο

¹⁴¹ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 176

¹⁴² Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 255

πυθμένας τους αποτελεί το σημείο συνάντησης των πρηνών της. Πρόκειται για νέες συνήθως κοιλαδικές μορφές και η ανάπτυξή τους καθορίζεται από την κατά βάθος διάβρωση. Επικρατούν συνήθως σε κλάδους πρώτης και δεύτερης τάξης που παρουσιάζουν μικρότερη στερεοπαροχή σε σχέση με τους κλάδους μεγαλύτερων τάξεων.¹⁴³ Στην περιοχή μελέτης εντοπίζονται συνήθως στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές αλπικού υποβάθρου.

Οι κλιτείς των κοιλάδων σχήματος U είναι κυρτές ως κοίλες και καλύπτονται συνήθως από κολλουβιακά ιζήματα, ενώ ο πυθμένας τους είναι αποστρογγυλωμένος. Παρουσιάζονται σε ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο με μικρές μέχρι μέσες κλίσεις και βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης. Εμφανίζονται συνήθως σε σχιστόλιθους και περιοχές μεταλλικών ιζημάτων, με μικρότερη γενικά συχνότητα και σε χαμηλότερα υψόμετρα από τις κοιλάδες τύπου V.

Στις κοιλάδες με μορφή Π ο πυθμένας είναι επίπεδος¹⁴⁴ και παρουσιάζουν κατά βάθος διάβρωση και απότομα πρηνή. Η δημιουργία τους οφείλεται κυρίως στην περιστασιακή και χειμαρρώδη ροή τους, η οποία συμβάλλει στην απόθεση ιζημάτων στον πυθμένα τους υπερχειλίζοντας την ενεργό τους κοίτη. Οι απότομες κλιτείς τους οφείλονται στην υποσκαφή τους από το νερό σε περιόδους αυξημένων παροχών. Εμφανίζονται στους κύριους κλάδους των ρεμάτων στα πεδινά κυρίως τμήματα της περιοχής μελέτης όπου οι κατά μήκος τομές τους παρουσιάζουν μικρότερη κλίση.

6.1.1.6 Κατά Βάθος Διάβρωση Κοιτών Ρεμάτων

Στην περιοχή μελέτης τα περισσότερα ρέματα παρουσιάζουν κατά βάθος διάβρωση στις κοίτες τους. Συνεπώς το χαρακτηριστικό αυτό χαρτογραφήθηκε στις περιπτώσεις όπου εμφανίζεται με μεγαλύτερη ένταση. Τα φαινόμενο είναι έντονο στα ορεινά ρέματα των μεγαλύτερων ανθρακικών ορεινών όγκων και ορισμένων λόφων χαμηλότερου υψομέτρου καθώς επίσης και στις κοίτες των περισσότερων πεδινών ρεμάτων με εγκιβωτισμένη κοίτη.

¹⁴³ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ.

55

¹⁴⁴ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 66

6.1.2 Γεωμορφές Απόθεσης

6.1.2.1 Αλλουβιακοί Κώνοι

Οι αλλουβιακοί κώνοι αποτελούν αποθέσεις που προέρχονται από τη μεταφορά ιζημάτων μέσω ποταμών και ρεμάτων και εμφανίζονται σε περιοχές μετάβασης των ρεμάτων σε ηπιότερες κλίσεις του αναγλύφου,¹⁴⁵ όπου η μεταφορική ικανότητα τους ικανότητα μειώνεται απότομα.¹⁴⁶ Στην περιοχή μελέτης χαρτογραφήθηκαν οι μεγαλύτεροι σε έκταση κώνοι οι οποίοι εντοπίστηκαν στις περιοχές όπου τα ρέματα κατερχόμενα από τις ορεινές πλαγιές εισέρχονται στις πεδινές περιοχές και είναι κατά κανόνα Πλειστοκαινικής ηλικίας. Απαντώνται κυρίως στις υπώρειες των ορεινών όγκων και των λόφων της περιοχής μελέτης.

6.1.2.2 Πλευρικά κορήματα

Τα πλευρικά κορήματα είναι αποθέσεις κλιτύων και εμφανίζονται στα χαμηλά τμήματα των κλιτύων των ορεινών όγκων και η συσσώρευσή τους εκεί οφείλεται στη συνδυασμένη δράση του νερού και της βαρύτητας.¹⁴⁷ Οι Τεταρτογενείς αυτές αποθέσεις είναι συνήθως μικρής ως μέτριας συνεκτικότητας Πλειστοκαινικής και Ολοκαινικής ηλικίας, με τις δεύτερες να υπερκαλύπτουν τις πρώτες. Σε ορισμένες περιοχές η συγκέντρωσή τους είναι αρκετά μεγάλη και οι αποθέσεις αυτές έχουν αποκτήσει κωνική μορφή. Στην περιοχή μελέτης πλευρικά κορήματα εμφανίζονται στις βάσεις των πρανών των ανθρακικών ορεινών όγκων, όπως επίσης και στις βάσεις χαμηλότερων υψομετρικά λόφων της περιοχής μελέτης.

6.1.2.3 Ποτάμιες αναβαθμίδες

Οι ποτάμιες αναβαθμίδες αποτελούν τα υπολείμματα παλαιότερων πεδιάδων οι οποίες διαβρώθηκαν λόγω της ροής των ποταμών. Σε μερικές κοιλάδες εμφανίζονται περισσότερες από μια αναβαθμίδες, αντανakλώντας τα διαφορετικά στάδια διάβρωσης της περιοχής, με τις παλαιότερες να εντοπίζονται υψηλότερα από τις νεότερες.¹⁴⁸ Δεν απεικονίζονται στο χάρτη

¹⁴⁵ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 62

¹⁴⁶ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 252

¹⁴⁷ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 219

¹⁴⁸ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 60

λόγω της μικρής του κλίμακας, αλλά αναπτύσσονται σε κάποια από τα κυριότερα ρέματα της περιοχής μελέτης.

6.1.3 Καρστικές Γεωμορφές

Οι καρστικές γεωμορφές είναι μορφολογικοί σχηματισμοί που προκύπτουν από τη διαλυτική δράση του νερού σε ευδιάλυτα στο νερό πετρώματα, όπως είναι οι ασβεστόλιθοι κι οι δολομίτες.¹⁴⁹ Τα σπήλαια είναι υπόγειες κυρίως καρστικές μορφές με μεγάλη βιολογική, υδρολογική, οικονομική και ερευνητική αξία. Στην περιοχή μελέτης εντοπίστηκε και χαρτογραφήθηκε το σπήλαιο της Παιανίας.



Εικόνα 6.1.3: Φωτογραφία από το εσωτερικό του σπηλαίου της Παιανίας.¹⁵⁰

Οι επιφανειακές καρστικές μορφές είναι κυρίως κοιλότητες και αυλακώσεις που προκαλούνται στην επιφάνεια των ανθρακικών πετρωμάτων από τη δράση του νερού της βροχής. Τέτοιες μορφές είναι οι δολίνες, κλειστές κυκλικές ή ελλειψοειδείς λεκάνες μικρών σχετικά διαστάσεων με βάθος μικρότερο από το πλάτος τους. Εντοπίζονται στην περιοχή μελέτης στα μεγαλύτερα υψόμετρα του Υμηττού, όπου χαρτογραφήθηκαν οι μεγαλύτερες σε διαστάσεις δολίνες.

¹⁴⁹ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 279

¹⁵⁰ <http://lyk-paian.att.sch.gr>

6.1.4 Παράκτιες Γεωμορφές

6.1.4.2 Ακτές Μεγάλης Κλίσης

Στην ανατολική παράκτια περιοχή απαντώνται απόκρημνες ακτές και ακτές με κλίσεις μεγαλύτερες των 30° κυρίως στα νοτιοανατολικά, που αναπτύσσονται φυλλίτες και μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, αλλά και στις κεντρικές ανατολικές ακτές, όπου εμφανίζονται ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού. Οι ακτές αυτές επηρεάζονται κύρια από τον κυματισμό που δημιουργείται από τους ανέμους βόρειας και βορειοανατολικής διεύθυνσης, που επικρατούν με τις μεγαλύτερες εντάσεις σε όλη τη διάρκεια του έτους.¹⁵¹ Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζεται ίζημα μπροστά από αυτές.

Στην περιοχή του Σαρωνικού εμφανίζονται κρημνώδεις ακτές στην σε ορισμένες περιοχές οι οποίες αποτελούνται από Ιουρασικά μάρμαρα. Εδώ η εμφάνισή τους είναι περιορισμένη, καθώς η ακτογραμμή αυτή επηρεάζεται από κυματισμούς που δημιουργούνται από ανέμους μικρότερης έντασης νότιων έως δυτικών διευθύνσεων.

6.1.4.2 Ακτές Μέσης Κλίσης

Ακτές μέσης κλίσης $10^\circ - 30^\circ$ απαντώνται σε αρκετά τμήματα της περιοχής μελέτης, είτε σε περιοχές με αλπικό υπόβαθρο είτε σε περιοχές που καταλαμβάνονται από Νεογενή ή και νεότερα ιζήματα. Εμφανίζονται με ή χωρίς την παρουσία ιζήματος μπροστά από αυτές και παρουσιάζουν μικρότερη ανάπτυξη από τις ακτές μεγάλης κλίσης.

6.1.4.2 Ακτές Μικρής Κλίσης

Οι ακτές μικρής κλίσης καταλαμβάνονται κυρίως από Ολοκαινικούς και Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς μεγάλης ποικιλομορφίας. Αυτοί μπορεί να είναι αιολικές αποθέσεις άμμων και μικρών θινών, θαλάσσιες αποθέσεις με κροκάλες, ενώ υπάρχουν και ακτές με κροκάλες και άμμο. Παρουσιάζουν εξάπλωση ανάλογη των ακτών μέσων κλίσεων, κυρίως στις περιοχές της Αρτέμιδας, του Πόρτο Ράφτη και του Σαρωνικού.

¹⁵¹ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαia Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 42

6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

6.2.1 Ορεινός Όγκος Υμηττού

Ο Υμηττός εντοπίζεται στο δυτικό και το βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και είναι ένας επιμήκης ορεινός όγκος με γενική διεύθυνση Β.ΒΑ-Ν.ΝΔ. Η συνέχεια του διακόπτεται περίπου στο κέντρο του, διαχωρίζοντας το βόρειο από το νότιο τμήμα, το οποίο δείχνει «μετατοπισμένο» προς τα ανατολικά, παρουσιάζοντας χαμηλότερα υψόμετρα.¹⁵² Στον Υμηττό εμφανίζονται κυρίως γεωμορφές διάβρωσης, καθώς είναι η περιοχή με το πιο έντονο ανάγλυφο στο συγκεκριμένο φύλλο χάρτη.

Η επιφάνεια επιπέδωσης που αναπτύσσεται βόρεια της υψηλότερης κορυφής του όρους (Εύζωνας, 1026 μ.) στα Ιουρασικά μάρμαρα παρουσιάζει μέση κλίση 3° - 4° και γενική έκθεση Β-ΒΑ. Οι δολίνες που εμφανίζονται στο υψίπεδο αυτό πιθανόν να αποστραγγίζονται μέσω υπόγειων καρστικών αγωγών¹⁵³ στο σπήλαιο της Παιανίας, το οποίο εντοπίζεται στα ανατολικά του υψιπέδου, στις κλιτείς του όρους.

Οι βορειοανατολικές κλιτείς συνίστανται κυρίως από Ιουρασικά μάρμαρα (οι σχιστόλιθοι Καισαριανής εμφανίζονται σε μικρό τμήμα) και είναι οι πιο απότομες του όρους, με κλίσεις οι οποίες ξεπερνούν τις 35° σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 500 μ., σχηματίζοντας κρημνούς γενικής διεύθυνσης Β-Ν στα δυτικά και βορειοδυτικά της Παιανίας με τα μήκη των χειλών τους να ξεπερνούν το 1 χιλιόμετρο. Νοτιότερα, προς το ρέμα της Χαλιδούς, οι κρημνώδεις επιφάνειες διευθύνονται ΝΔ-ΒΑ κατά μήκος τεκτονικής ασυνέχειας.

Στα χαμηλότερα υψόμετρα (300 – 500 μ.) όπου οι κλίσεις σταδιακά μειώνονται έχουν αποθεθεί πλευρικά κορήματα Πλειστοκαινικής και Ολοκαινικής ηλικίας, με τα νεότερα να υπέρκεινται των παλαιότερων. Τα ρέματα των κλιτύων αυτών παρουσιάζουν έντονη κατά βάθος διάβρωση (κοιλιάδες σχήματος V) σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 300 μ., σχηματίζοντας σε κάποιες περιπτώσεις φαράγγια μικρού βάθους σε υψόμετρα 500 – 700 μ. Οι κατά μήκος τομές των ρεμάτων αυτών ακολουθούν τις κλίσεις του αναγλύφου, καθώς η ανάπτυξη των διαβρωτικών φαινομένων βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο.

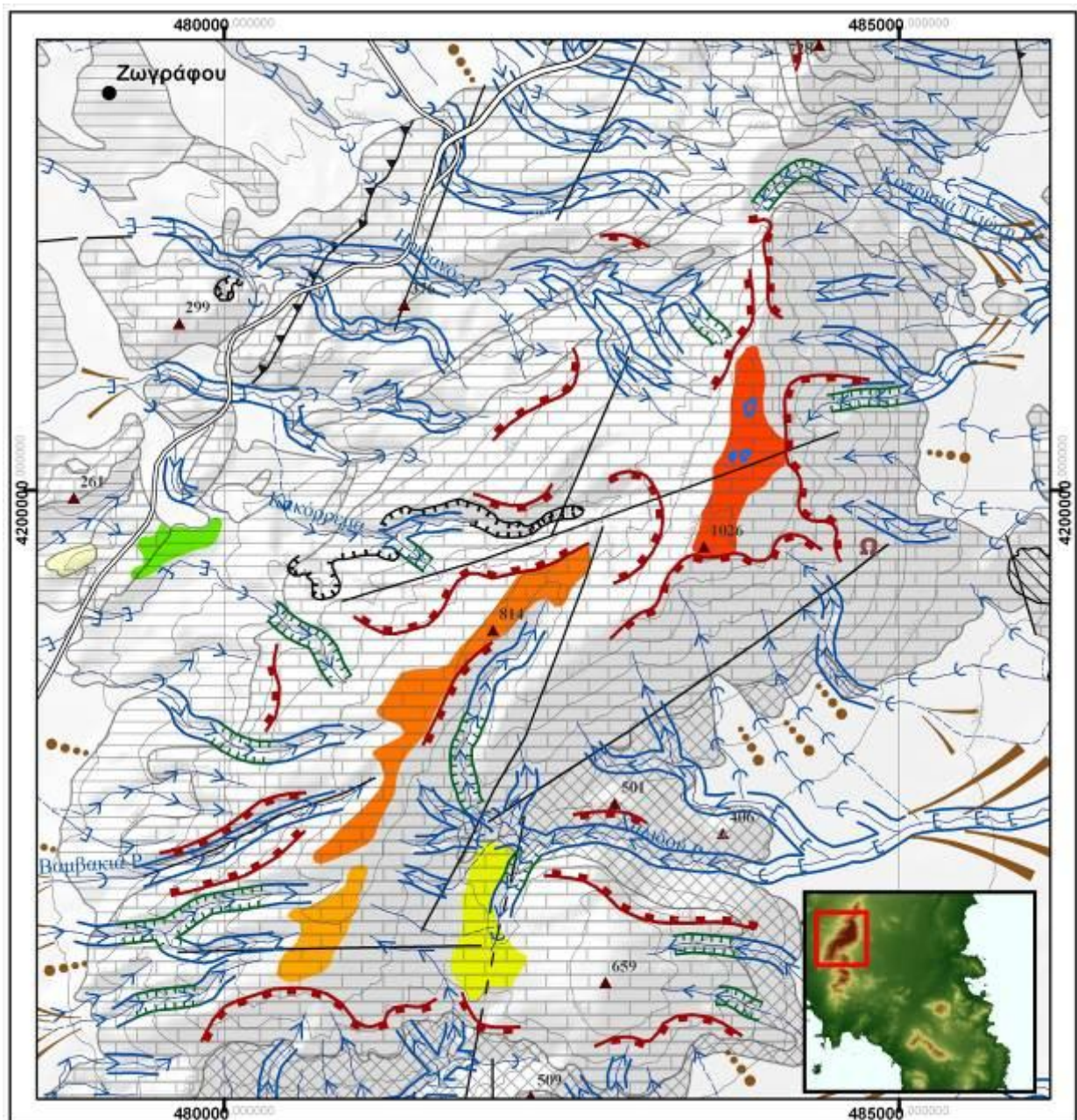
Οι επιφάνειες επιπέδωσης που αναπτύσσονται σε υψόμετρα 740 – 800 μ. και 680 – 720 μ. κατά μήκος της κορυφογραμμής του κεντρικού Υμηττού κλίνουν κατά 2° - 4° προς Ν.ΝΔ. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα ενιαίο εκτεταμένο οροπέδιο με κατά θέσεις διακοπτόμενη

¹⁵² Γεωμορφολογική εξέλιξη του λεκανοπεδίου των Αθηνών, Παυλοπουλος Κ., Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Α., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005, σελ. 3

¹⁵³ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 276

εξέλιξη. Σε κάποια τμήματά του οριοθετείται από τις μορφολογικές ασυνέχειες που διευθετούν τα πρηνή του όρους.

Στην περιοχή αυτή διακόπτεται η συνέχεια του ορεινού όγκου, ο οποίος μεταπίπτει προς τα ανατολικά σε χαμηλότερα υψόμετρα. Η επιφάνεια επιπέδωσης που εντοπίζεται νοτιοανατολικά των προηγούμενων οριοθετείται από τις τεκτονικές και μορφολογικές ασυνέχειες της περιοχής και παρουσιάζει κλίση 4° - 5° προς ΒΑ. Οι διευθύνσεις των κρημών μεταβάλλονται σε Α-Δ κατά μήκος της επαφής των Ιουρασικών μαρμάρων και των δολομιτών με μήκη ανάλογα των βορειοανατολικών κλιτύων αλλά μικρότερα ύψη.



Εικόνα 6.2.1: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (κεντρικός & βόρειος Υμηττός).

Τα ρέματα της περιοχής αυτής εμφανίζουν έντονες μορφές διάβρωσης τύπου V και δημιουργούν βαθύτερες χαραδρώσεις από τα αντίστοιχα των βορειοανατολικών κλιτύων. Πολλά από αυτά καταλήγουν στη Χαλιδού, σε μεγάλο τμήμα της οποίας το υπόβαθρο συνίσταται από δολομίτες. Η κοιλάδα του ρέματος αυτού εμφανίζει απότομες κλιτείς, που πιθανόν οφείλεται σε σταδιακές ανοδικές τεκτονικές κινήσεις της ευρύτερης περιοχής.¹⁵⁴

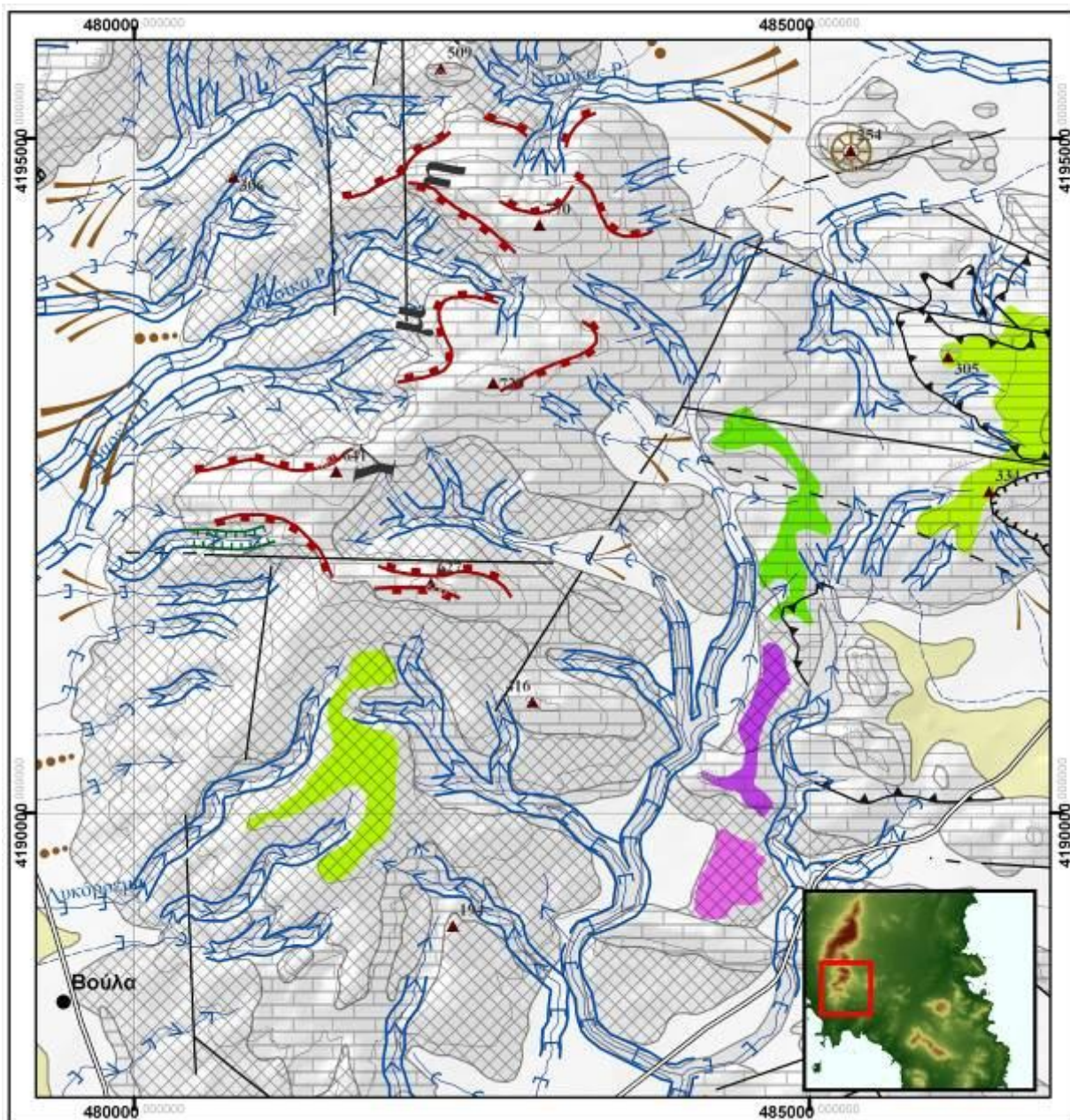
Οι δυτικές κλιτείς του Υμηττού είναι σχετικά ομαλότερες από τις ανατολικές, με τις κλίσεις τους να αυξάνονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 400 μ., και συνήθως ξεπερνούν αυτές της ανατολικής πλευράς του όρους σε τιμές και έκταση. Τα απόκρημνα πρηνή της κοιλάδας του Κακορέματος σχετίζονται με το ρήγμα διεύθυνσης Α.ΒΑ-Δ.ΝΔ που εντοπίζεται νότια της ροής του. Η Βαμβακιά ρέει κατά μήκος ενός ρήγματος ανάλογης διεύθυνσης, το οποίο ευθύνεται για τη διαμόρφωση των επίσης απότομων κλιτύων της κοιλάδας της και την έντονη κατά βάθος διάβρωση της κοίτης της.

Στην περιοχή αυτή επικρατούν οι κοιλαδικές μορφές τύπου V με έντονη κατά βάθος διάβρωση, κυρίως στα μάρμαρα, ενώ υπάρχουν αρκετές χαραδρώσεις σε υψόμετρα 400 – 600 μ. Στις περιοχές του Παπάγου, της Ηλιούπολης και της Αργυρούπολης εντοπίζονται πλευρικά κορήματα σε υψόμετρα 150 – 300 μ., και σε αρκετές περιπτώσεις οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν έχουν δομηθεί. Η επιφάνεια επιπέδωσης στην περιοχή Βύρωνα – Ηλιούπολης εντοπίζεται σε υψόμετρο 240 – 280 μ. με μέση κλίση 3° - 4° και έκθεση Δ-ΝΔ. (Εικ. 6.2.1)

Το νότιο τμήμα του όρους δομείται από μάρμαρα και δολομίτες του Ιουρασικού, στις επαφές των οποίων εμφανίζονται αρκετές μορφολογικές ασυνέχειες μικρότερων μορφομετρικών μεγεθών από εκείνες του βόρειου τμήματος. Κύρια χαρακτηριστικά των υδρογραφικών κλάδων αποτελούν η έντονη κατά βάθος διάβρωση και οι κοιλάδες σχήματος V οι οποίες εντοπίζονται και σε υψόμετρα μικρότερα των 200 μ., ενώ εντοπίζεται ένα φαράγγι στην περιοχή της Γλυφάδας σε υψόμετρο 300 – 400 μ. Η επιφάνεια επιπέδωσης ανατολικά της Γλυφάδας εκτείνεται σε υψόμετρο 280 – 340 μ., παρουσιάζοντας γενική έκθεση Ν-ΝΔ και μέση κλίση 3°. (Εικ. 6.2.2)

Στα ανατολικά του νότιου τμήματος του Υμηττού βρίσκεται μια λοφώδης περιοχή με ηπιότερο ανάγλυφο, συνιστώντας μια ομαλή μετάπτωση του αναγλύφου προς την κοιλάδα των Μεσογειών. Συνίσταται κυρίως από δολομίτες, μάρμαρα και επωθημένους σε αυτά Κατωκρητιδικούς σχιστόλιθους. Το όριο μεταξύ του νότιου τμήματος του Υμηττού και της περιοχής αυτής αποτελεί ένα ρήγμα διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ, ανατολικά του οποίου οι κλίσεις εξομαλύνονται.

¹⁵⁴ Σημειώσεις Γεωμορφολογίας, τεύχος 2, Παυλόπουλος Κ., Τμήμα Γεωγραφίας – Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2008, σελ. 26



Εικόνα 6.2.2: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (νότιος Υμηττός).

Κατά μήκος αυτού του ορίου σε υψόμετρο 300 μ. εντοπίζονται Πλειστοκαινικοί και Ολοκαινικοί κώνοι απόθεσης των ρεμάτων που κατέρχονται τις απότομες κλιτείς στα δυτικά του. Οι μικρές σε έκταση αλλουβιακές αυτές αποθέσεις δημιουργήθηκαν λόγω αυτής της εξομάλυνσης των κλίσεων, αποκαλύπτοντας τον ενεργό τεκτονισμό της περιοχής.¹⁵⁵ Οι κοιλάδες των ρεμάτων είναι κυρίως τύπου V στις περιοχές των αλπικών πετρωμάτων, ενώ στις κοιλάδες των κύριων κλάδων όπου αναπτύσσονται Τεταρτογενείς αποθέσεις επικρατούν οι αποστρογγυλωμένοι και οι εγκιβωτισμένοι τύποι.

¹⁵⁵ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 62

Οι επιφάνειες επιπέδωσης των υψομετρικών κατηγοριών 100 – 150 μ., 150 – 200 μ. και 240 – 280 μ. που απαντώνται στην περιοχή που εντοπίζεται παρουσιάζουν γενικά έκθεση N-NΔ και κλίσεις 3° - 4°. Η επιφάνεια που εντοπίζεται βορειοανατολικά τους σε υψόμετρο 280 – 340 μ. κλίνει προς Δ κατά 3°, ενώ η επιφάνεια στα ανατολικά της τελευταίας σε υψόμετρο 200 – 240 μ. κλίνει προς ΒΑ.

6.2.2 Πεδιάδα Μεσογείων

Η πεδιάδα των Μεσογείων εκτείνεται από την περιοχή της Κερατέας ως τις υπώρειες της Πεντέλης, οι οποίες βρίσκονται εκτός χάρτη, και από τις υπώρειες του Υμηττού ως τους λόφους της Αρτέμιδας. Περιλαμβάνει τις πεδινές περιοχές της υδρολογικής λεκάνης του Μεγάλου Ρέματος και της ενιαίας λεκάνης των ρεμάτων Ερασίνου, Χαλιδούς και Κοπρισιάς Τζιώτη, οριοθετούμενη σε μεγάλο τμήμα από τεκτονικές ασυνέχειες.

Το μεγαλύτερό της τμήμα παρουσιάζει ομαλό ανάγλυφο, με κλίσεις που δεν υπερβαίνουν τις 5° και υψόμετρα έως 200 μ. περίπου. Οι κλίσεις αυξάνονται μέχρι 20° στις βάσεις των ορεινών όγκων και μέχρι 25° στους λόφους του βόρειου και του δυτικού της τμήματος, ενώ τα υψόμετρα των περιοχών αυτών δεν ξεπερνούν τα 300 μ.

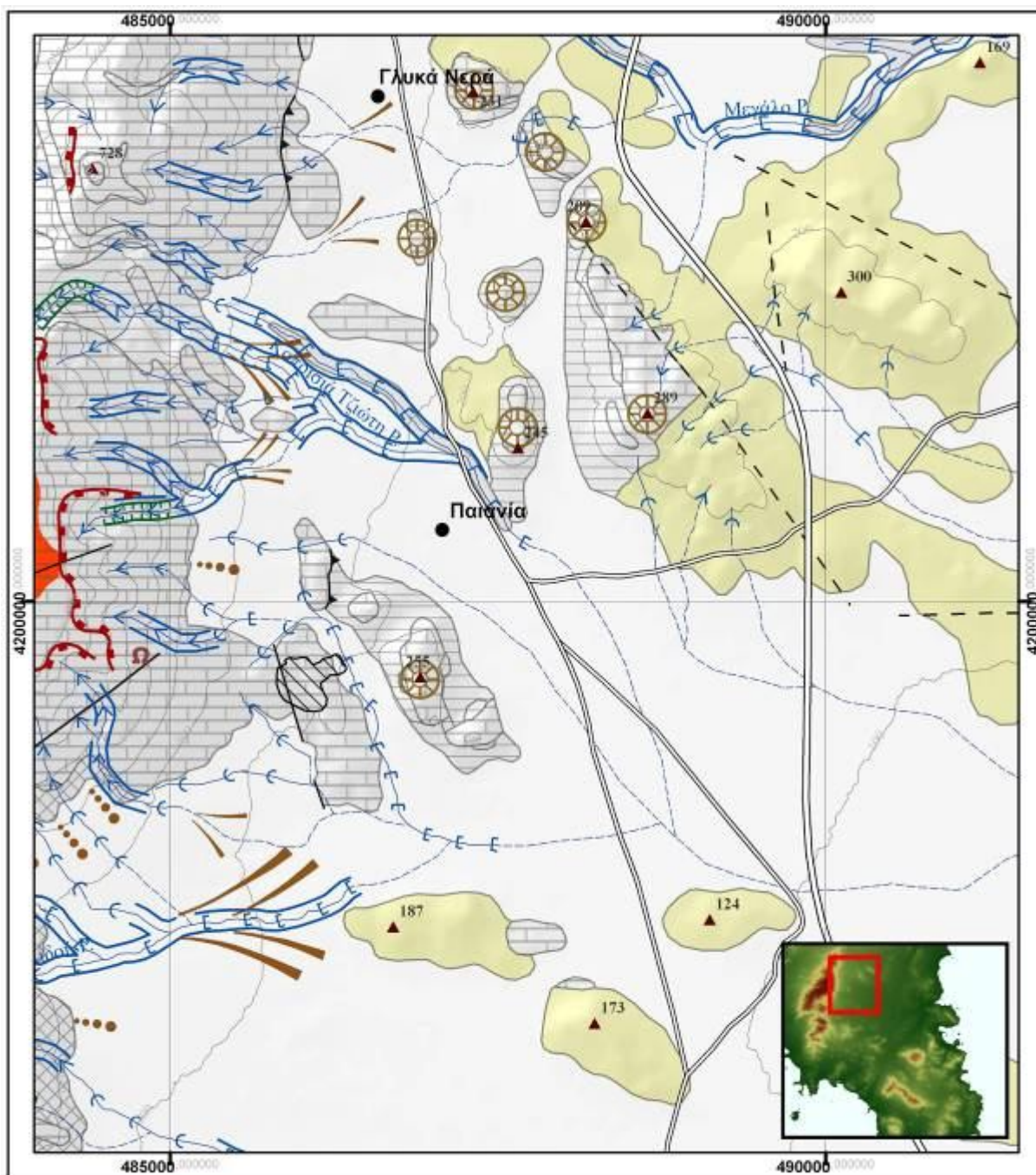
Κοντά στις υπώρειες του Υμηττού, του Πανείου και της Μερέντας απαντώνται αλλουβιακοί κώνοι απόθεσης των ρεμάτων που εξέρχονται από τις ορεινές κλιτείς στην πεδιάδα, και πρόκειται για αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας. Καθώς τα ρέματα μεταβαίνουν από μεγαλύτερες σε μικρότερες κλίσεις μειώνεται η μεταφορική τους ικανότητα με αποτέλεσμα τα φερτά τους ιζήματα να εναποτίθενται γύρω από τις κοίτες τους σε μορφή κώνου.¹⁵⁶

Οι εξάρσεις του αναγλύφου στην περιοχή Παιανίας - Γλυκών Νερών συνίστανται από αλπικά πετρώματα και πρόκειται για λόφους μάρτυρες, κατάλοιπα ενός παλαιότερου αναγλύφου της ευρύτερης περιοχής.¹⁵⁷ Τα υψόμετά τους κυμαίνονται από 200 – 300 μ. με τους υψηλότερους να εντοπίζονται νοτιότερα των χαμηλότερων. Οι ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού που εμφανίζονται στα ανώτερα τμήματά τους ήταν πιο ανθεκτικοί στη διάβρωση από τους σχιστόλιθους των κατώτερων τμημάτων, οι οποίοι διαβρώθηκαν ταχύτερα,¹⁵⁸ και διατηρήθηκαν στις μεγαλύτερες υψομετρικά περιοχές τους. (Εικ. 6.2.3)

¹⁵⁶ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 62

¹⁵⁷ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ.179

¹⁵⁸ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ. 63

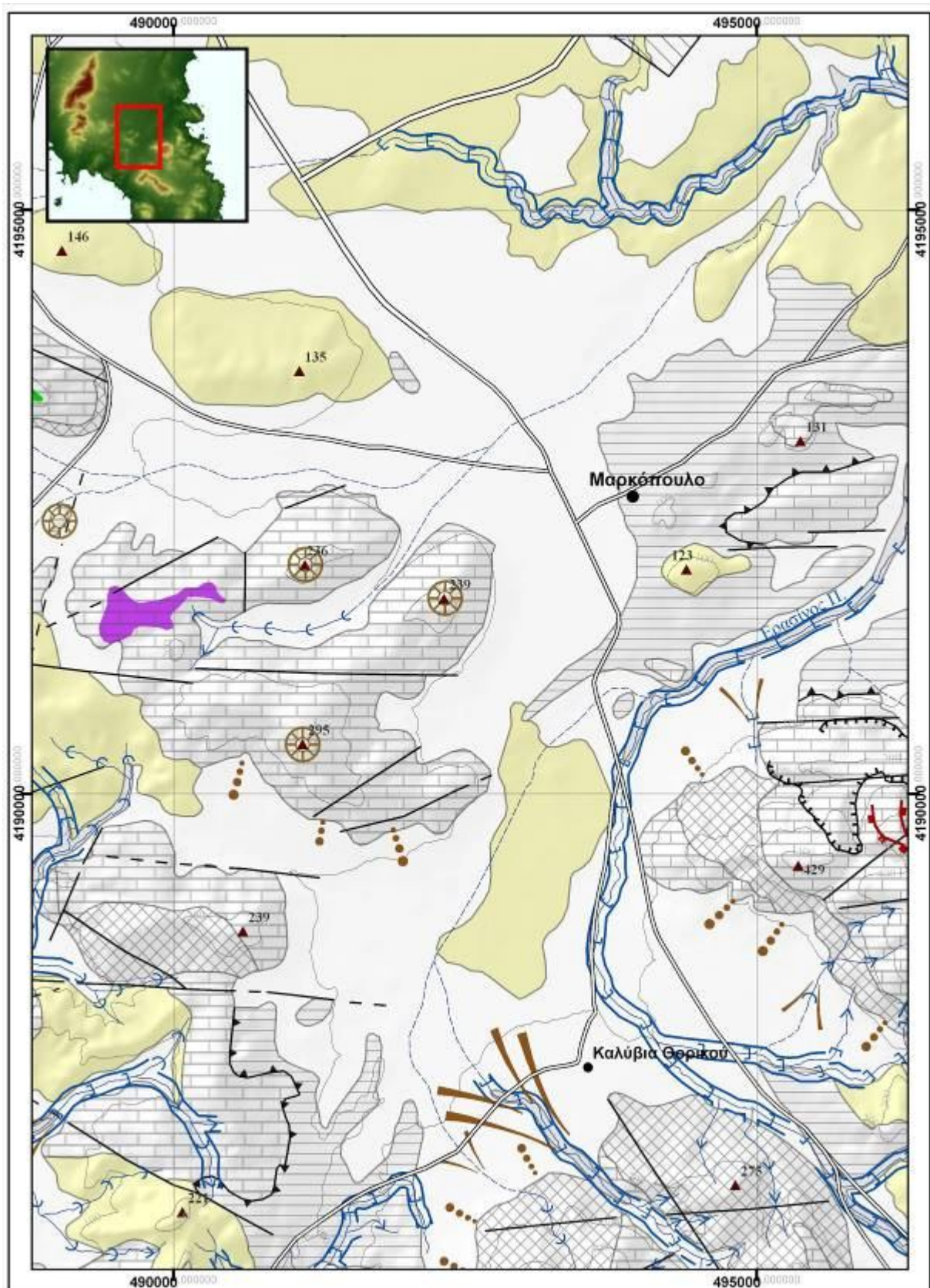


Εικόνα 6.2.3: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (βορειοδυτικά Μεσόγεια).

Στα ανατολικά τμήματα του λοφώδους αυτού συστήματος εμφανίζονται Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί, ενώ όλο το σύστημα περιβάλλεται από χερσαίες και ποταμοχερσαίες Πλειστοκαινικές αποθέσεις. Ανάλογη μορφή και υψόμετρο εμφανίζει το ύψωμα εντοπίζεται δυτικά του Κορωπίου, ανατολικά του αλλουβιακού κώνου της Χαλιδούς.

Ανάλογες γεωμορφές εντοπίζονται επίσης δυτικά του Μαρκοπούλου και νότια του Κορωπίου, όπου υψώνονται 3 απομονωμένοι λόφοι με ανάλογα υψόμετρα. Οι λόφοι αυτοί δομούνται από Τριαδικούς ασβεστόλιθους και παρουσιάζονται τεκτονισμένοι, ενώ στις βάσεις

των νότιων κλιτύων τους έχουν αποτεθεί πλευρικά κορήματα. Στα δυτικά τους εκτείνεται μια επιφάνεια επιπέδωσης σε υψόμετρο 150 – 200 μ. η οποία κλίνει προς Δ. (Εικ. 6.2.4)



Εικόνα 6.2.4: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (νότια Μεσόγεια).

Βορειοδυτικά των λόφων αυτών εντοπίζεται ένα χαμηλότερο ύψωμα με υψόμετρο 120 μ., όπου τα μάρμαρα του Ιουρασικού ξεπροβάλλουν από τους Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς. Υπάρχουν και άλλες μικρές περιοχές όπου εμφανίζεται το αλπικό υπόβαθρο λόγω διαβρωτικών φαινομένων, χωρίς να αποτελούν υψώματα, κυρίως κοντά στις υπώρειες του Υμηττού.

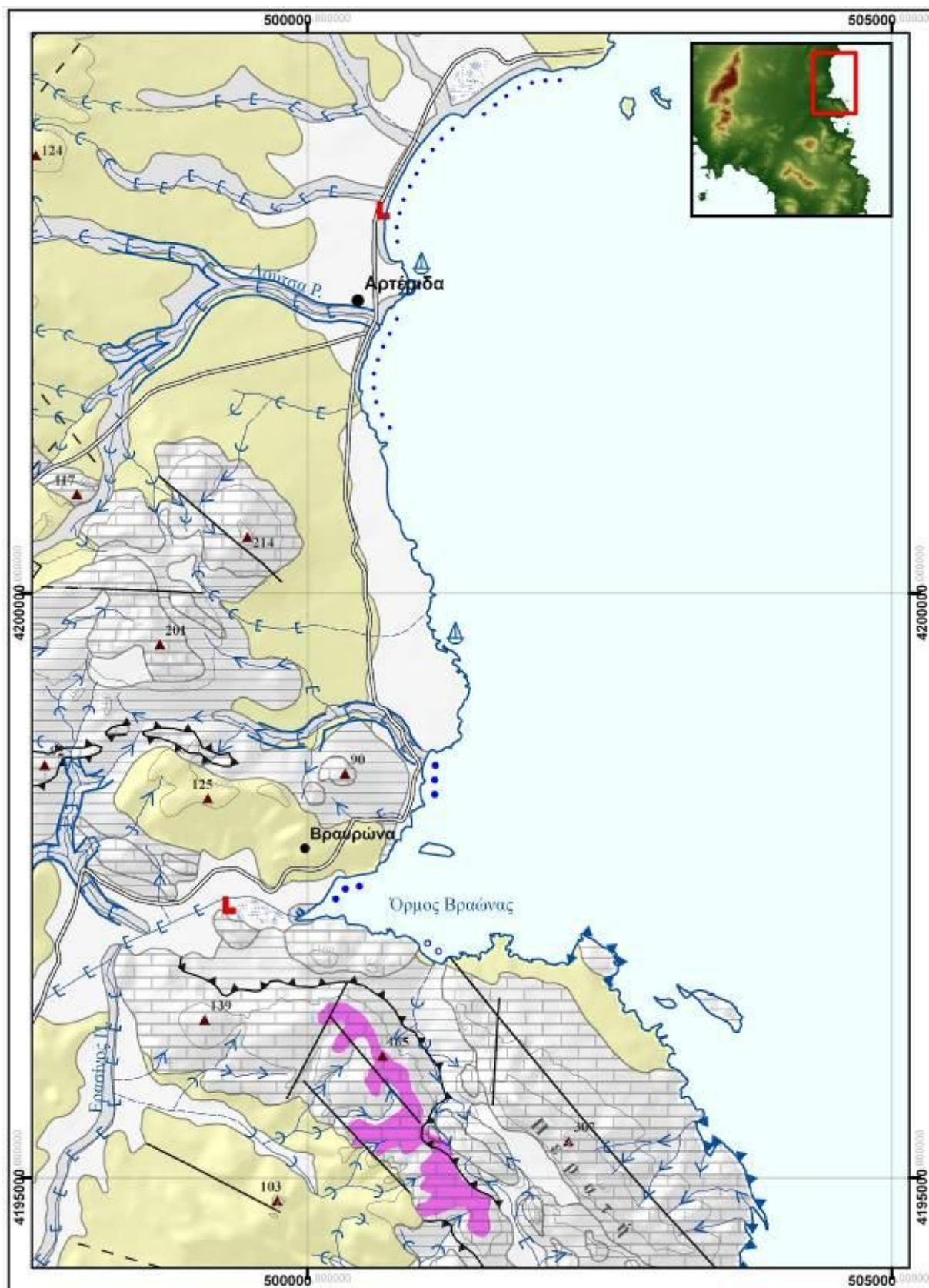
Τα υψώματα της περιοχής των Σπάτων και οι λοφίσκοι της περιοχής του Κορωπίου αποτελούνται από Νεογενείς αποθέσεις. Στα βόρεια των Σπάτων και στην περιοχή των λόφων της Αρτέμιδας τα ανώτερα τμήματα των Νεογενών υψωμάτων καλύπτονται από ερυθροχώματα και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους. Ο σχηματισμός των λόφων αυτών θα πρέπει να αποδοθεί και σε τεκτονικά αίτια.

Τα ομαλότερα τμήματα της λεκάνης των Μεσογείων αποτελούνται από Πλειστοκαινικούς κυρίως και Νεογενείς σχηματισμούς. Στο κέντρο της λεκάνης η περιοχή είναι σχεδόν επίπεδη και κυριαρχούν οι Πλειστοκαινικές αποθέσεις. Η απορροή είναι περιορισμένη, καθώς οι κοίτες πολλών ρεμάτων ουσιαστικά εξαφανίζονται ως αποτέλεσμα ανθρωπογενών κυρίως παρεμβάσεων, όπως η κατασκευή του αεροδρομίου και η επέκταση των οικισμών, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της πεδιάδας καταλαμβάνεται από καλλιέργειες.

Οι κοιλάδες των κυριότερων κλάδων των ρεμάτων έχουν εγκιβωτισμένη μορφή, ενώ οι μικρότεροι κλάδοι στους λόφους και τις υπώρειες των ορεινών όγκων εμφανίζουν κοιλαδικές μορφές σχήματος U. Το Μεγάλο Ρέμα και ο Ερασίνοσ εμφανίζουν έντονη κατά βάθος διάβρωση, όπως επίσης και η Χαλιδού σε περιοχές όπου τείνει να μεταβληθεί το υψόμετρο του βασικού επιπέδου, λόγω των τεκτονικών ασυνεχειών που οριοθετούν την πεδιάδα. Στα τμήματα αυτά των ρεμάτων εμφανίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις οι νεότερες αναβαθμίδες τους.

6.3 Ανατολικές Ακτές

Η περιοχή της Αρτέμιδας εμφανίζει γενικά ήπιο ανάγλυφο, καθώς οι λόφοι που τη διαχωρίζουν από τη λεκάνη των Μεσογείων εμφανίζουν ηπιότερες κλίσεις προς τις ακτές. Οι λόφοι αυτοί παρουσιάζουν ανώτερα υψόμετρα 200 μ. περίπου και συνίστανται από Νεογενείς σχηματισμούς, ενώ στα νότια, όπου το ανάγλυφο γίνεται σταδιακά πιο έντονο, εμφανίζονται οι αλπικοί σχηματισμοί. Οι κοιλάδες της περιοχής αυτής έχουν κυρίως μορφή U στους λόφους και αποκτούν μορφή Π στα χαμηλότερα υψόμετρα, όπου επικρατούν Ολοκαινικές ποταμοχειμάρειες αποθέσεις στις κοίτες τους, ενώ το ρέμα της Λούτσας εμφανίζει εντονότερη κατά βάθος διάβρωση. Οι ακτές της Αρτέμιδας συνίστανται από αιολικές αποθέσεις άμμων και μικρών θινών. Νοτιότερα παρατηρείται μικρή σταδιακή αύξηση των κλίσεων των ακτών, στις οποίες υπάρχουν κατά θέσεις ιζήματα, ενώ στις εκβολές των ρεμάτων οι παραλίες αποτελούνται από κροκάλες και άμμο.



Εικόνα 6.2.5: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (βορειοανατολικές ακτές).

Στους λόφους βόρεια του Πόρτο Ράφτη, οι οποίοι δομούνται από αλπικούς σχηματισμούς, εντοπίζεται επιφάνεια επιπέδωσης σε υψόμετρο 100 – 150 μ. Οι κοιλάδες της

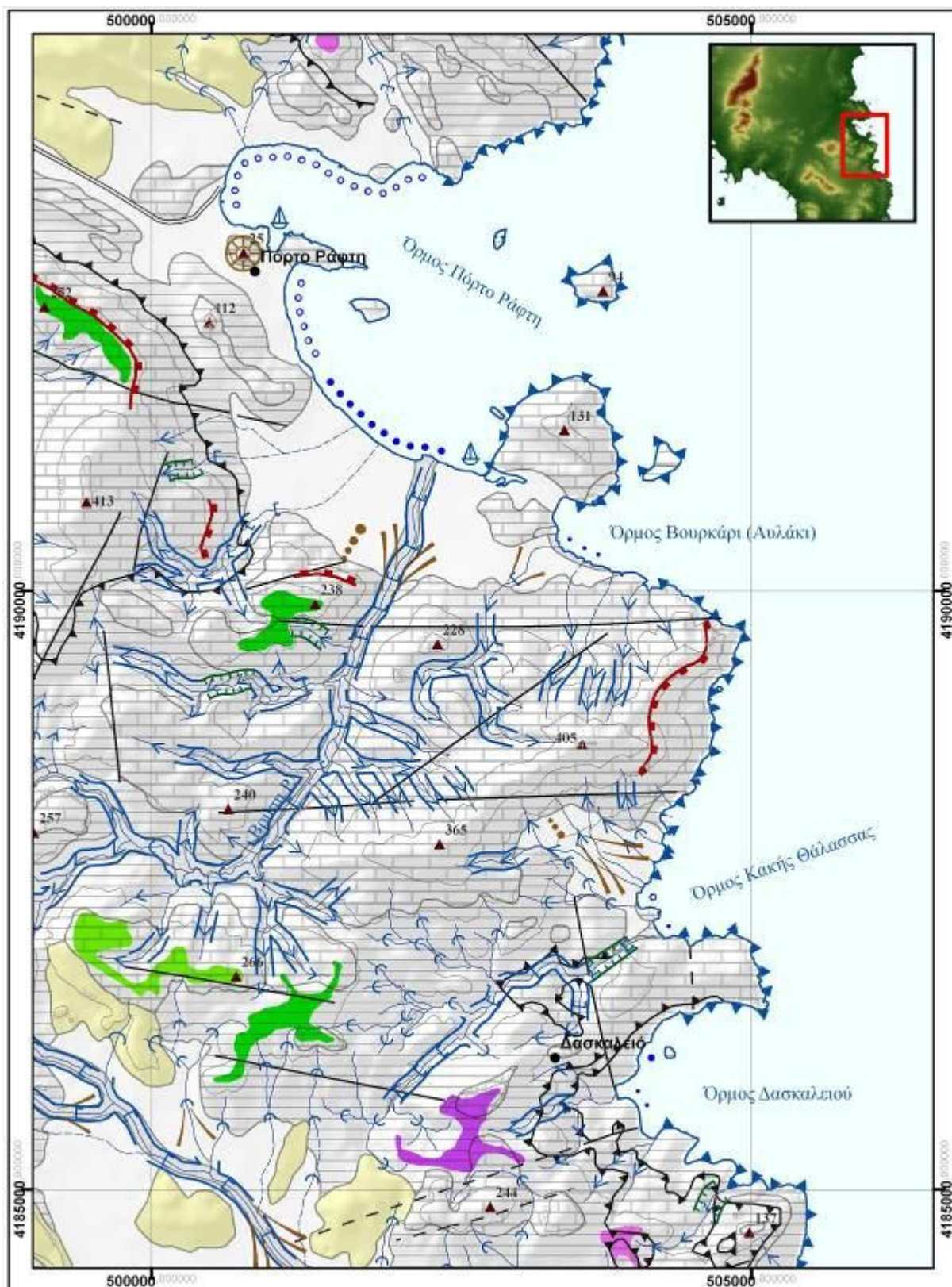
περιοχής αυτής έχουν κυρίως μορφή V και αποκτούν μορφή Π στα χαμηλότερα υψόμετρα, όπου επικρατούν Ολοκαινικές ποταμοχειμάρειες αποθέσεις στις κοίτες τους. Στην περιοχή αυτή οι ακτές έχουν μεγαλύτερες κλίσεις και γίνονται απόκρημνες σε κάποια τμήματά τους, δομούμενα κυρίως από αλπικούς σχηματισμούς (Εικ. 6.2.5). Στον όρμο του Πόρτο Ράφτη οι κλίσεις των ακτών εξομαλύνονται και αναπτύσσονται θαλάσσιες αποθέσεις κροκάλων, ενώ στο Αυλάκι είναι αμμώδεις.

Δυτικά του και νότια του Πόρτο Ράφτη οι κλίσεις των πρανών των ανθρακικών λόφων είναι αρκετά μεγάλες, σχηματίζοντας κρημνούς, ενώ η επιφάνεια επιπέδωσης που εντοπίζεται σε υψόμετρο 200 – 240 μ. οριοθετείται στα ανατολικά της από μορφολογική ασυνέχεια, και παρουσιάζει γενική κλίση προς τα ανατολικά, όπως η επιφάνεια της ίδιας υψομετρικής κατηγορίας που εντοπίζεται νότια της

Το ρέμα Βρύση αποκτά εγκιβωτισμένη μορφή Π στα χαμηλότερα υψόμετρα της ροής του, ενώ παρουσιάζει έντονη κατά βάθος διάβρωση σε όλο το μήκος της ροής του. Σε ορισμένα τμήματα εμφανίζονται οι Ολοκαινικές αναβαθμίδες του, ενώ κοντά στην έξοδό του από τους λόφους στην παράκτια πεδιάδα σχηματίζεται κώνος απόθεσης των φερτών υλικών του. Αλλουβιακές αποθέσεις εντοπίζονται και στην περιοχή του όρμου Αυλάκι, κοντά στην ακτή, όπου μειώνονται οι εδαφικές κλίσεις

Νότια της περιοχής του Πόρτο Ράφτη το ανάγλυφο γίνεται ακόμα πιο έντονο, ενώ οι λόφοι που σχηματίζονται αποτελούνται από αλπικούς σχηματισμούς, φτάνοντας σε υψόμετρο 400 μ.. Τα υψόμετρα εμφάνισης των επιφανειών επιπέδωσης της περιοχής που εκτείνεται κατά μήκος της ακτογραμμής ως τα όρια της λεκάνης του Αδάμι - Ποτάμι αυξάνονται σταδιακά καθώς αυξάνεται η απόσταση τους από τη θάλασσα. Οι επιφάνειες αυτές εντοπίζονται σε υψόμετρα 60 – 280 μ. και αντιπροσωπεύουν διαδοχικά στάδια τεκτονικής και κλιματικής ηρεμίας κατά τη διάρκεια διαμόρφωσης του αναγλύφου, ενώ η γενική τους έκθεση είναι προς βορειοανατολικά.

Σε περιοχές ήπιων κλίσεων όπου αναπτύσσεται το φυλλιτικό σύστημα οι κοιλάδες έχουν συνήθως μορφή U, η οποία μεταπίπτει περισσότερο σε V προς τα νότια, όπου οι κλίσεις αυξάνονται στις περιοχές ανάπτυξης του συστήματος αυτού. Στις περιοχές που δομούνται από μάρμαρα και σχιστόλιθους Καισαριανής κυριαρχούν οι κοιλάδες σχήματος V. Η κατά βάθος διάβρωση είναι αρκετά έντονη σε κάποια ρέματα, όπως στην περιοχή της Κακιάς Θάλασσας, όπου σχηματίζεται φαράγγι κοντά στην ακτή, η δημιουργία του οποίου σχετίζεται με τεκτονικά ή ευστατικά αίτια.



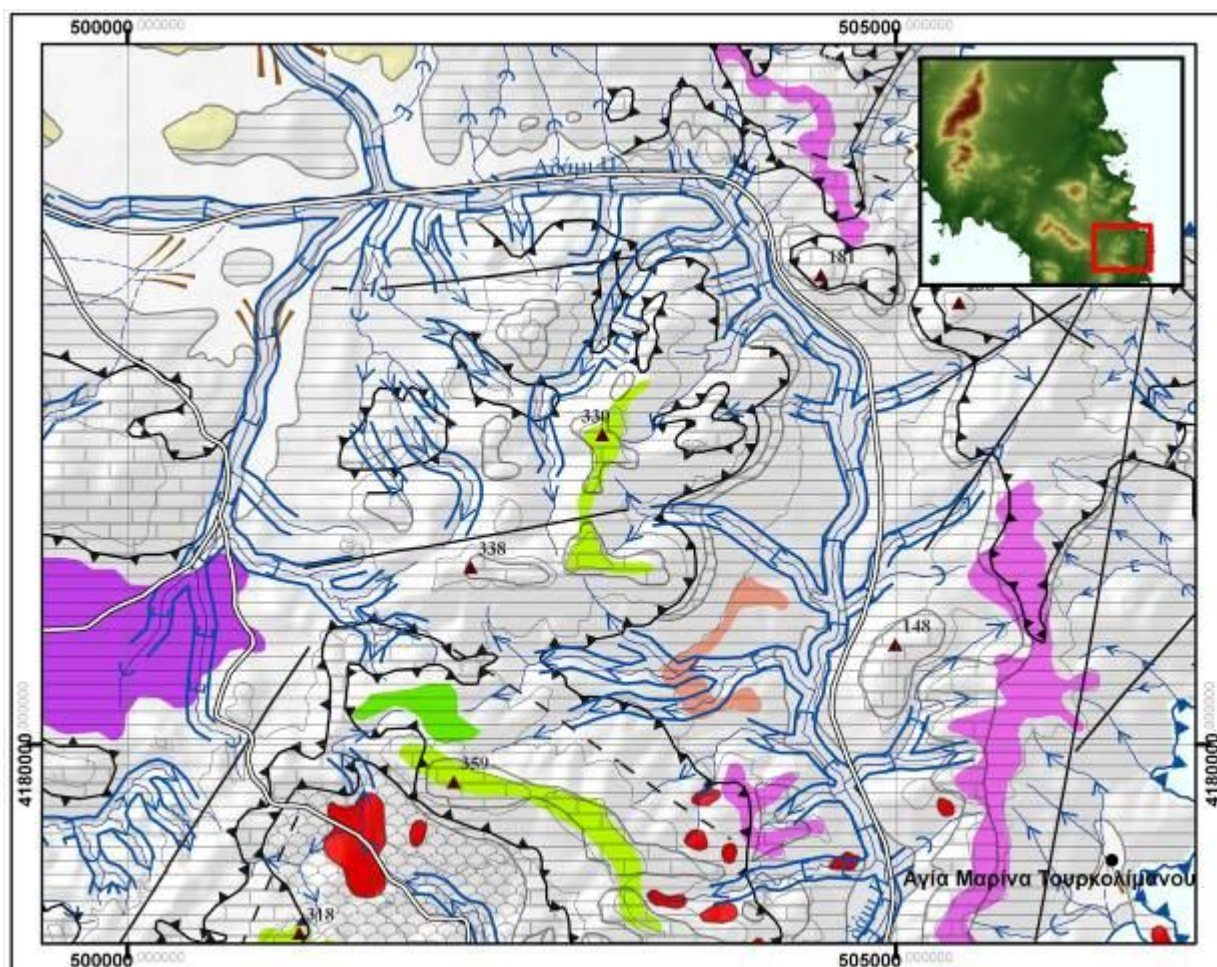
Εικόνα 6.2.6: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (ανατολικές ακτές).

Γενικά, οι ακτές νότια του Πόρτο Ράφτη ως την Αγία Μαρίνα είναι πιο απόκρημνες από τις βόρειες. Αυτό οφείλεται κυρίως στην κυματική διάβρωση, η οποία εντείνεται με τους ισχυρούς ανέμους, καθώς οι νότιες ακτές είναι λιγότερο προστατευμένες από τις καιρικές

συνθήκες. Οι κλίσεις γίνονται ηπιότερες στις περιοχές των εγκολπώσεων, όπου εντοπίζονται ακτές με κροκάλες και άμμο. Σε ορισμένες από αυτές εμφανίζονται κώνοι αποθέσεων από τα ρέματα που εκβάλλουν εκεί, καθώς επίσης και αποθέσεις κορημάτων στις βάσεις πρανών των οποίων οι κλίσεις εξομαλύνονται κοντά στις ακτές. (Εικ. 6.2.6)

6.4 Αδάμι - Ποτάμι

Η υδρολογική λεκάνη του ρεμάτιου συστήματος Αδάμι – Ποτάμι εντοπίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, ανάμεσα στους λόφους των ακτών του Αιγαίου Πελάγους και τον ορεινό όγκο του Πανείου. Στο βόρειο τμήμα της περιοχής αυτής εκτείνεται η πεδιάδα της Κερατέας σε υψόμετρο 100 – 200 μ. Στα όριά της αναπτύσσονται οι αλλουβιακοί κώνοι των ρεμάτων του Πανείου και των λόφων της γύρω περιοχής, τα οποία καταλήγουν στο Αδάμι – Ποτάμι.



Εικόνα 6.2.7: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (περιοχή υδρολογικής λεκάνης Αδάμι - Ποτάμι).

Στην περιοχή αυτή το ρέμα κατευθύνεται προς τα ανατολικά, αλλά στα όρια της πεδιάδας οι λόφοι της παράκτιας περιοχής το εξαναγκάζουν σε ξαφνική στροφή 90 μοιρών προς νότο, κατεύθυνση που διατηρεί ως τις εκβολές του στην περιοχή του Λαυρίου. Οι Ολοκαινικές αναβαθμίδες του ρέματος αυτού εμφανίζονται σε ολόκληρο το μήκος της ροής του, ενώ σε κάποια τμήματα εντοπίζονται και οι Πλειστοκαινικές, οι οποίες είναι και πιο συνεκτικές. Όπως όλα τα μεγάλα πεδινά ρέματα της περιοχής μελέτης το Αδάμι Ποτάμι εμφανίζει έντονη κατά βάθος διάβρωση σχήματος Π.

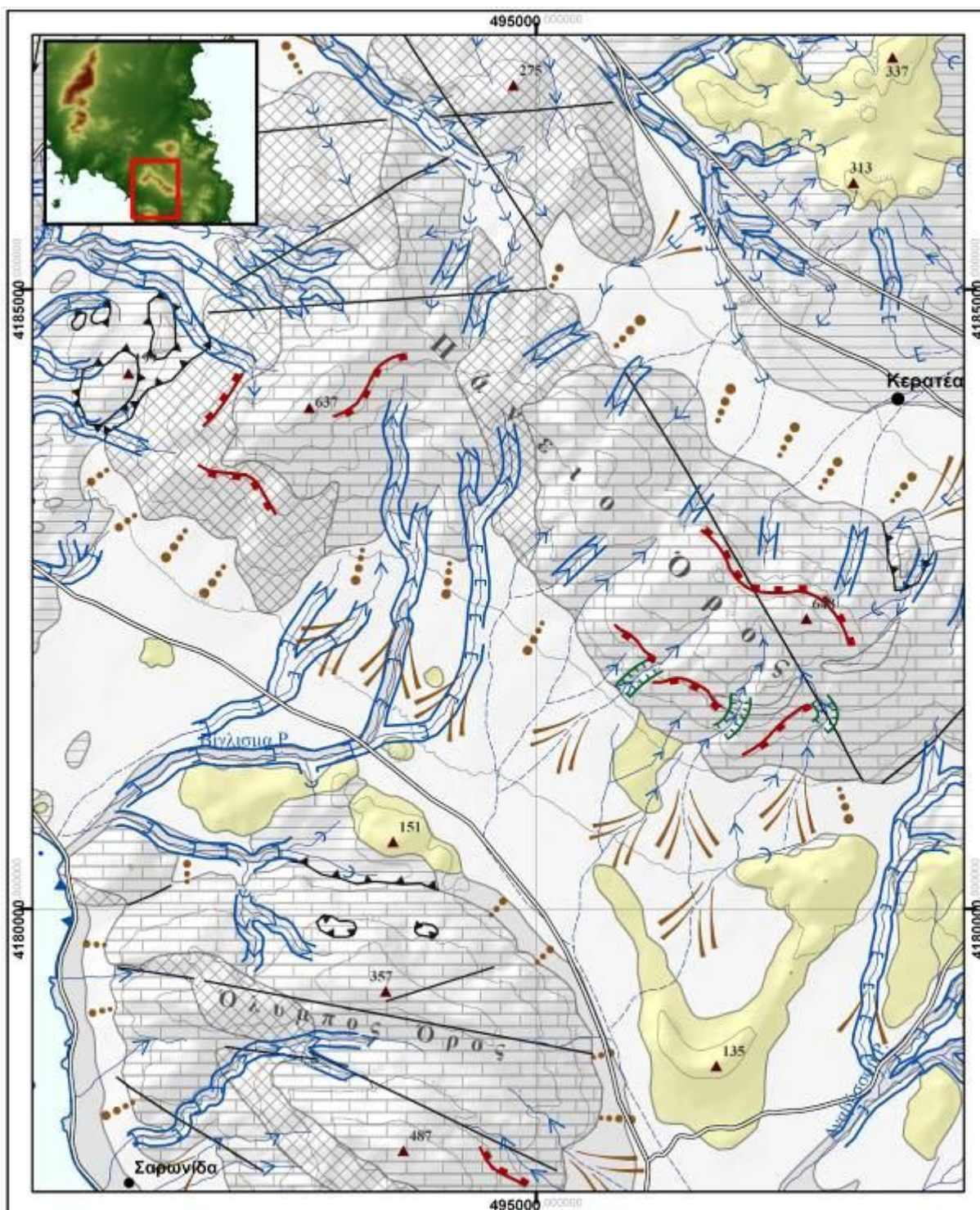
Η λοφώδης περιοχή νότια και δυτικά του Αδάμι Ποτάμι εμφανίζει υψόμετρα μέχρι 360 μ. και στις κοιλάδες των ρεμάτων της κυριαρχούν οι έντονες μορφές διάβρωσης τύπου V. Οι επιφάνειες επιπέδωσης που εμφανίζονται στην περιοχή παρουσιάζουν γενική έκθεση προς βόρεια, βορειοανατολικά και ανατολικά, με τις επιφάνειες της κατηγορίας 280 – 340 μ. να αποτελούν τις υψηλότερες τοπογραφικά περιοχές. Τα όρια των περισσότερων από τις επιφάνειες αυτές ακολουθούν τις διευθύνσεις μορφολογικών και τεκτονικών ασυνεχειών της περιοχής, και αναπτύσσονται κυρίως σε μάρμαρα οι ανατολικές και σε σχιστόλιθους και φυλλίτες οι δυτικές. (Εικ. 6.2.7)

6.5 Ορεινοί Όγκοι Πανείου – Ολύμπου – Μερέντας

Οι ανθρακικοί αυτοί ορεινοί όγκοι δεν αποτελούν ενιαίο σύστημα όσον αφορά τη χωρική τους τοποθέτηση, αλλά εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά όσον αφορά τη μορφολογία τους. Εμφανίζονται έντονα τεκτονισμένοι, ενώ οι κοιλάδες των ρεμάτων είναι οξύληκτες παρουσιάζοντας έντονες μορφές διάβρωσης στα πρηνή και αποστρογγυλωμένες κορυφές, ενώ στις βάσεις των κλιτύων τους παρατηρείται η συσσώρευση κορημάτων Ολοκαινικής και Πλειστοκαινικής προέλευσης.

Το Πάνειο εμφανίζει απόκρημνες κλιτείς κατά μήκος τεκτονικών ασυνεχειών και των επαφών μαρμάρων και δολομιτών, με μέση κλίση 30° που τοπικά ξεπερνά τις 35°, ενώ το όρος είναι επίμηκες με διεύθυνση ΝΑ – ΒΔ. Οι μορφολογικές ασυνέχειες εμφανίζουν τις διευθύνσεις των πτυχώσεων του όρους. Οι χαραδρώσεις των νότιων πρηνών του είναι σχετικά μικρού βάθους, και εμφανίζονται σε υψόμετρα 250 – 400 μ. (Εικ. 6.2.8)

Τα όρος Μερέντα παρουσιάζει ανάλογα υψόμετρα με το Πάνειο αλλά καταλαμβάνει μικρότερη έκταση, καθώς εμφανίζει μια περισσότερο κωνική μορφή. Τα πρηνή είναι εξίσου απόκρημνα με αυτά του Πανείου, ενώ η επιφάνεια επιπέδωσης που εντοπίζεται στην περιοχή της κορυφής της έχει γενική έκθεση ΒΑ. Ο Όλυμπος Σαρωνίδας εμφανίζει επίσης κωνική μορφή αλλά έχει χαμηλότερα υψόμετρα, ενώ οι μορφολογικές ασυνέχειες είναι λιγότερο έντονες, καθώς οι κλιτείς του παρουσιάζουν μέση κλίση 25°.

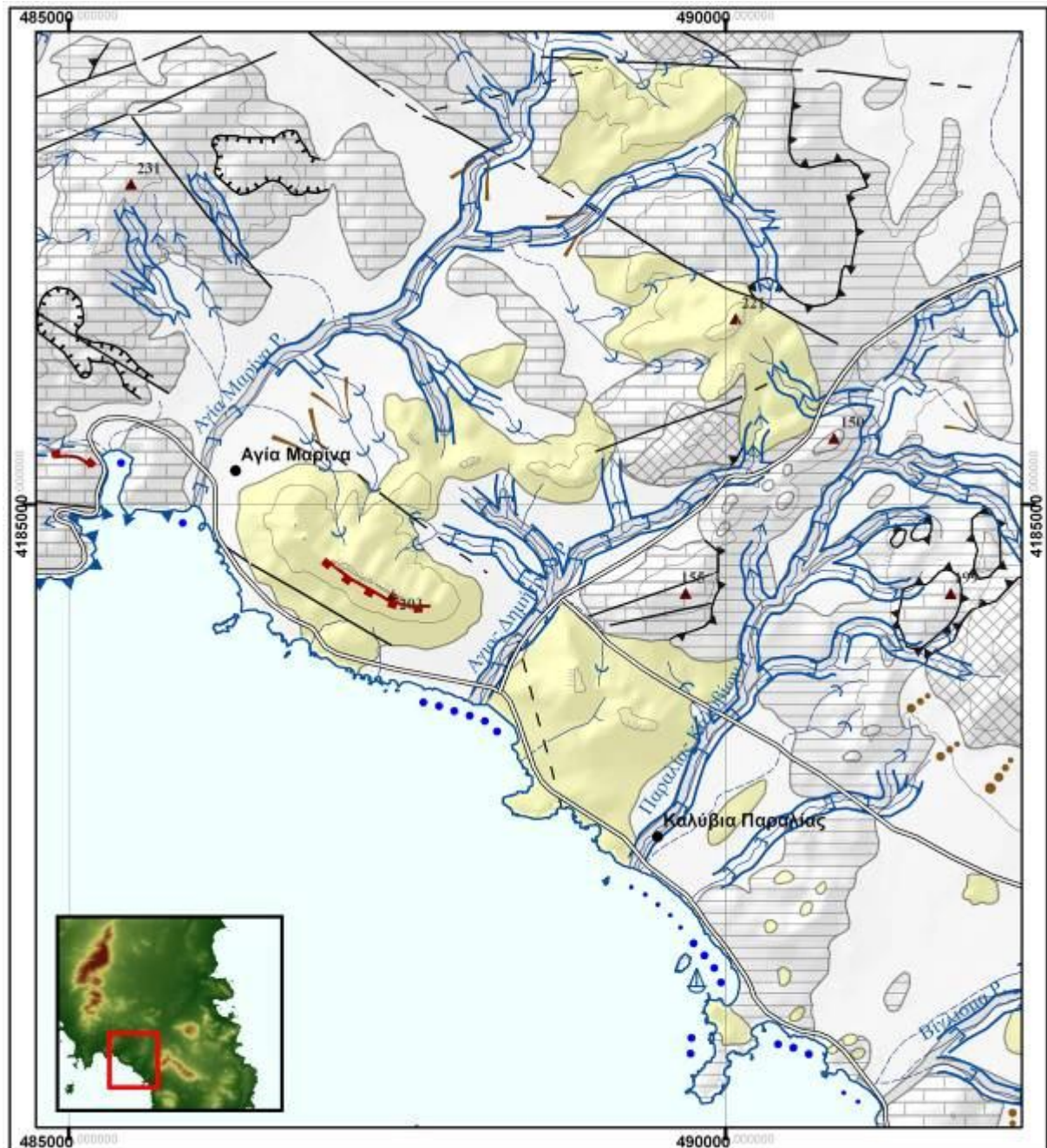


Εικόνα 6.2.8: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (Πάνιο - Όλυπος).

6.6 Ακτές Σαρωνικού

Στην περιοχή αυτή περιλαμβάνονται οι υδρολογικές λεκάνες των ρεμάτων της Αγίας Μαρίνας, του Αγίου Δημητρίου, του Βιγλίσματος, η περιοχή της Βάρης, τμήμα της λεκάνης της Αναβύσσου και η περιοχή της Βουλιαγμένης. Τα κύρια ρέματα εμφανίζουν εγκιβωτισμένες

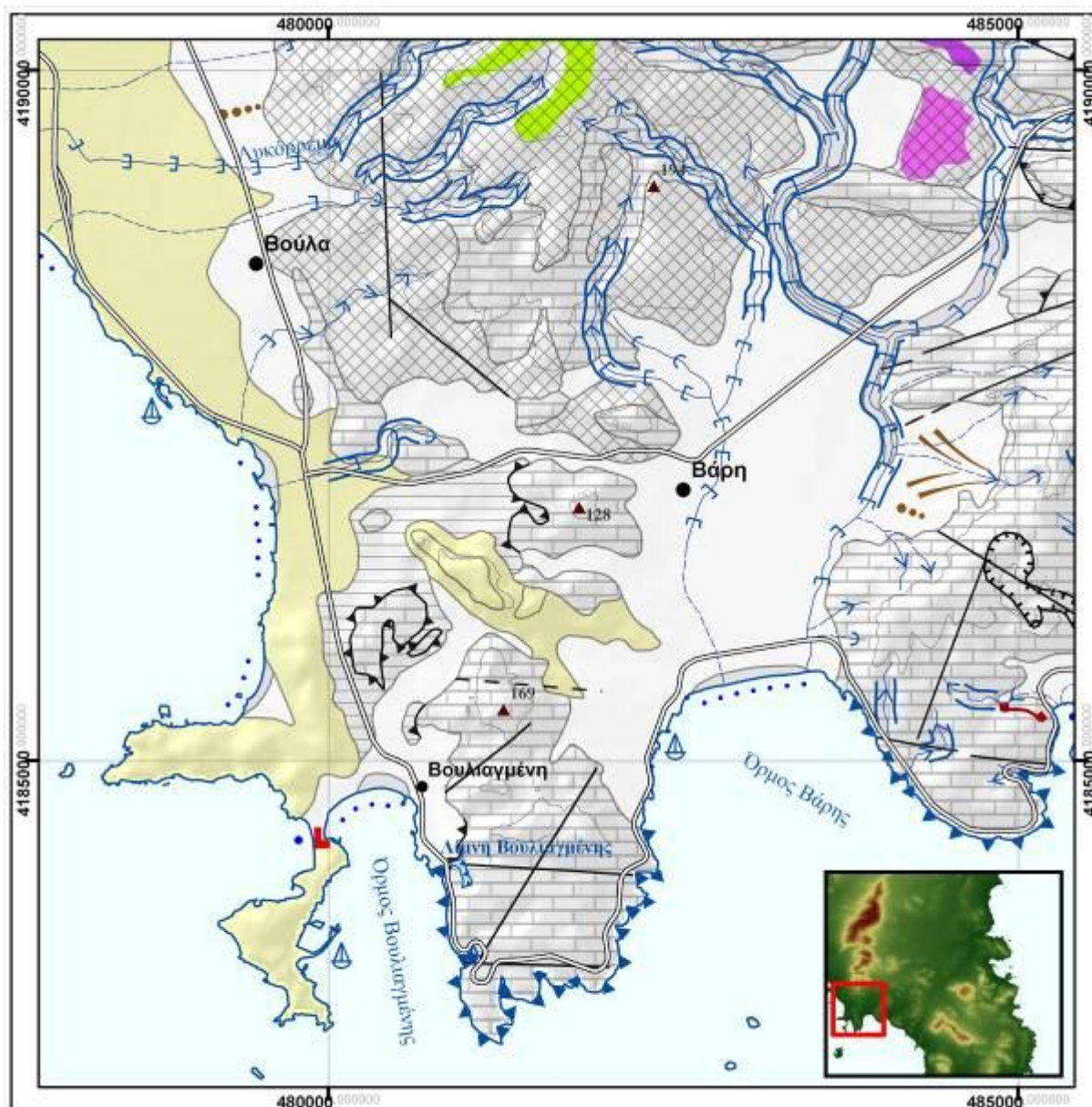
κοίτες με έντονη κατά βάθος διάβρωση, ενώ στους λόφους που συνίστανται από Νεογενείς σχηματισμούς επικρατεί κυρίως η μορφή U. Στους λόφους που δομούνται από αλπικούς σχηματισμούς οι κοιλάδες είναι οξύληκτες, ενώ η παρουσία των υψωμάτων αυτών οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της περιοχής, καθώς εμφανίζονται αρκετά ρήγματα τα οποία οριοθετούν και διαμορφώνουν τις πτυχώσεις αυτές. (Εικ. 6.2.9)



Εικόνα 6.2.9: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (ακτές Σαρωνικού).

Οι κλίσεις δεν ξεπερνούν γενικά τις 25° στους λόφους και τις 5° στα πεδινά τμήματα των λεκανών, εκτός από τον λόφο στα παράλια του Σαρωνικού νότια της Αγίας Μαρίνας, ο οποίος

εμφανίζει απόκρημνες κλιθείς προς την περιοχή των ακτών. Οι μεταβολές των κλίσεων στις υπώρειες των λόφων και των ορεινών όγκων που περιβάλλουν την περιοχή συνοδεύονται από την παρουσία μικρών κώνων απόθεσης των μεγαλύτερων κλάδων των υδρογραφικών δικτύων καθώς εξέρχονται από τους λόφους στις περιοχές ομαλού αναγλύφου. Μεγάλης έκτασης κώνοι αναπτύσσονται κυρίως στις υπώρειες του Πανείου, στις υδρολογικές λεκάνες του Βιγλίσματος και του ρέματος της Αναβύσσου. Μικρότεροι κώνοι εντοπίζονται στις λεκάνες της Αγίας Μαρίνας και της Βάρης.



Εικόνα 6.2.10: Απόσπασμα του γεωμορφολογικού χάρτη (περιοχή Βάρης - Βούλας).

Στη νοτιότερη απόληξη του Υμηττού, όπου βρίσκεται η περιοχή της Βουλιαγμένης, βρίσκεται η ομώνυμη λίμνη, η οποία αποτελεί ένα καρστικό βάραθρο με κατακόρυφα τοιχώματα. Οι ακτές της περιοχής αυτής εμφανίζουν γενικά μικρότερες κλίσεις από τις αντίστοιχες νοτιοανατολικές, εκτός από τις παράκτιες περιοχές που δομούνται από αλπικούς

σχηματισμούς. Οι ακτές ήπιων κλίσεων είναι κυρίως αμμώδεις, ενώ πολλές από αυτές αποτελούνται από ανάμεικτα υλικά κροκάλλων και άμμου.

6.7 Λεκανοπέδιο Αθηνών

Στο μικρό τμήμα του λεκανοπεδίου των Αθηνών που περιλαμβάνεται στο χάρτη η αστική δόμηση είναι ιδιαίτερα έντονη, κάτι το οποίο καθιστά δύσκολη τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση. Το τμήμα αυτό περιλαμβάνει κυρίως τις δυτικές υπώρειες του Υμηττού, στις οποίες αναπτύσσονται οι αλλουβιακές αποθέσεις των κυριότερων υδρογραφικών κλάδων στις περιοχές της Αργυρούπολης, της Γλυφάδας και του Παπάγου.

Οι κλίσεις είναι μικρότερες από $6-7^\circ$ και οι κοίτες των ρεμάτων είναι εγκλιβωτισμένες με έντονη κατά βάθος διάβρωση στις παρυφές του αστικού ιστού. Εντός του αστικού ιστού εμφανίζονται τεχνητά διαμορφωμένες, ενώ σε πολλές περιπτώσεις υπογειοποιούνται μέσω τεχνικών έργων κάτω από οδικές αρτηρίες του πολεοδομικού συγκροτήματος.

7. ΣΥΝΘΕΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η πεδιάδα των Μεσογείων παρουσιάζει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά ενός ήπιου αναγλύφου που διανύει το στάδιο ωριμότητας, με τις μικρές εδαφικές κλίσεις, τις εκτεταμένες προσχωσιγενείς περιοχές και την εμφάνιση των λόφων μαρτύρων.¹⁵⁹ Το βύθισμα της Μεσογαίας οφείλει τη γένεσή του στις μεγάλης έντασης τεκτονικές μετακινήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την Αλπική ορογένεση και ολοκληρώθηκαν κατά την περίοδο του Ανώτερου Πλειοκαίνου - Κατώτερου Πλειστοκαίνου με την ανύψωση των γειτονικών ορεινών όγκων που την περιβάλλουν.¹⁶⁰

Κατά το Ανώτερο Μειόκαινο εντοπίζονται λίμνες¹⁶¹ εποχικού χαρακτήρα στο βόρειο κυρίως τμήμα του βαθυπέδου, όπου αναπτύσσονται οι λιμναίες αποθέσεις εκείνης της περιόδου, οι οποίες είτε καλύφθηκαν από φερτά ιζήματα προερχόμενα από τους γειτονικούς ορεινούς όγκους¹⁶² που την εποχή εκείνη ανυψώνονταν, είτε αποξηράνθηκαν έπειτα από περιόδους έντονης ξηρασίας.¹⁶³ Επιπλέον, η θαλάσσια επίκλυση δεν κάλυψε ολόκληρη την περιοχή των Μεσογείων.¹⁶⁴

Οι αλλουβιακοί κώνοι στα περιθώρια της πεδινής περιοχής και οι αποθέσεις ιζημάτων στο εσωτερικό της είναι κυρίως Πλειστοκαινικής ηλικίας και υποδηλώνουν τον ενεργό τεκτονισμό και τις έντονες διεργασίες διάβρωσης και απόθεσης αυτής της περιόδου,¹⁶⁵ καθώς συνεχιζόταν η σχετική ανύψωση των παρακείμενων ορεινών όγκων και ο σχηματισμός της πεδιάδας.¹⁶⁶ Οι Ολοκαινικές αποθέσεις είναι μικρότερης έκτασης, λόγω της περιορισμένης απορροής και της εποχικής ροής των ρεμάτων, καθώς τα γύρω υψώματα δεν παρουσιάζουν

¹⁵⁹ Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες, Παυλοπουλος Κ., εκδ. ΙΩΝ, 2011, σελ. 210

¹⁶⁰ Μορφογενετικά Έρευναι του Βαθυπέδου των Μεσογείων Αττικής, Παπαχατζής Ν., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. V, 1953, σελ. 254

¹⁶¹ Μορφογενετικά Έρευναι του Βαθυπέδου των Μεσογείων Αττικής, Παπαχατζής Ν., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. V, 1953, σελ. 241

¹⁶² Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Ανώ Μειόκαινο έως σήμερα, Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ., Δανάμος Γ., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. XXXVI, 2004, σελ. 821

¹⁶³ Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κηφισιά, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Κατσικάτσος Γ., 1997.

¹⁶⁴ Μορφογενετικά Έρευναι του Βαθυπέδου των Μεσογείων Αττικής, Παπαχατζής Ν., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. V, 1953, σελ. 241

¹⁶⁵ Mapping Geomorphological Environments, Pavlopoulos K., Evelpidou N. Vassilopoulos A., Springer, 2009, σελ. 62

¹⁶⁶ Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., Earth-Science Reviews, 2010, σελ. 96

πολλά πηγαία νερά, και κυριαρχούν κυρίως οι κολλουβιακές αποθέσεις. Η έντονη κατά βάθος διάβρωση του Μεγάλου Ρέματος και τμημάτων της ροής του Ερασίνου και των άλλων ρεμάτων στα οποία εμφανίζεται κατά την περίοδο του Ανώτερου Πλειστοκαίνου πιθανόν να οφείλεται και αυτή σε τεκτονικά αίτια ή στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης αυτής της περιόδου.

Η ασύμμετρη μορφολογία του Υμηττού, όπου οι ανατολικές κλιτείς εμφανίζονται πιο απότομες από τις δυτικές οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της ευρύτερης περιοχής μετά το Κατώτερο Πλειόκαινο.¹⁶⁷ Από την περίοδο αυτή κι έπειτα εντάθηκε η κατά βάθος διάβρωση των κοιλάδων σχήματος V και δημιουργήθηκαν οι χαραδρώσεις του Υμηττού και των άλλων ανθρακικών ορεινών όγκων, καθώς η σχετική τους ανύψωση συνοδευόταν από την ταπείνωση του βασικού επιπέδου ροής των ρεμάτων. Οι μορφές διάβρωσης πήραν τη σημερινή τους μορφή καθώς οι διεργασίες που τις δημιούργησαν συνεχίστηκαν ακολουθώντας τις τεκτονικές και κλιματικές μεταβολές του Πλειστόκαινου.¹⁶⁸

Επιπλέον, σημαντική είναι και η παρουσία των επιφανειών επιπέδωσης στην περιοχή μελέτης. Οι επιφάνειες επιπέδωσης του Υμηττού σε υψόμετρα από 500 – 800 μ. είναι πιθανόν Μειοκαινικής ηλικίας ενώ η επιφάνεια σε υψόμετρο 940 – 1000 μ. μπορεί να θεωρηθεί παλαιότερη, και συσχετίζονται βάσει υψομέτρου και λιθολογίας με αντίστοιχες της Πεντέλης.¹⁶⁹

Οι επιφάνειες των χαμηλότερων υψομετρικών κατηγοριών του Υμηττού παρουσιάζουν έκθεση νότια και δυτικά και αντιπροσωπεύουν μεταγενέστερες εξελίξεις του παλαιοαναγλύφου. Οι επιφάνειες των κατηγοριών 200 – 240 μ. και 240 – 280 μ., πιθανόν να συσχετίζονται και με τους λόφους μάρτυρες αντίστοιχων υψομέτρων της πεδιάδας των Μεσογείων, των οποίων η δημιουργία σχετίζεται με την διαφορετική επιδεκτικότητα στην διάβρωση των λιθολογικών σχηματισμών και αντιστοιχούν στις επιφάνειες επιπέδωσης προ-Νεογενούς αναγλύφου

Ανάλογη έκθεση παρουσιάζουν και ορισμένες επιφάνειες επιπέδωσης της κεντρικής ανατολικής παράκτιας περιοχής σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 150 μ. Οι επιφάνειες όμως που εντοπίζονται στα νοτιοανατολικά παρουσιάζουν έκθεση και μορφολογική κλίση προς βορειοανατολικά, το οποίο σημαίνει ότι αυτό το τμήμα συμπεριφέρεται διαφορετικά από δυναμική και κινηματική άποψη, το οποίο τεκμηριώνεται κι από τη διαφοροποιημένη μορφολογία των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής.¹⁷⁰

¹⁶⁷ Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., Earth-Science Reviews, 2010, σελ. 101

¹⁶⁸ Γεωμορφολογική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, Παυλοπούλος Κ., Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Α., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005, σελ. 6

¹⁶⁹ Γεωμορφολογική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, Παυλοπούλος Κ., Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Α., Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII, 2005, σελ. 4-5

¹⁷⁰ Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Παυλόπουλος Κ., Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ, 1992, σελ.93

Γενικότερα, η γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής ελέγχεται κυρίως από την τεκτονική εξέλιξη και τις κλιματικές μεταβολές του Πλειστοκαίνου, ενώ στο Ανώτερο τμήμα του Ολοκαίνου επηρεάζεται έντονα και από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις. Η ανάπτυξη των αλλουβιακών αποθέσεων παρουσιάζει βραδεία εξέλιξη ή και στασιμότητα, καθώς η τεχνητή διευθέτηση των κοιτών των ρεμάτων και η ανθρωπογενής διαμόρφωση των ευρύτερων περιοχών τους παρεμποδίζει τις φυσικές διεργασίες απόθεσης.

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο γεωμορφολογικός χάρτης που κατασκευάστηκε απεικονίζει τις κυριότερες γεωμορφές της περιοχής μελέτης, αναδεικνύοντας με σαφήνεια τα χαρακτηριστικά του αναγλύφου στο βαθμό που επιτρέπει η επιλεγμένη κλίμακα. Η σύνθεση των θεματικών επιπέδων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του είναι αρκετά χρονοβόρα διαδικασία, καθώς πρέπει η ορθή απεικόνιση να συμβαδίζει με την ακρίβεια. Ο χάρτης μπορεί να συνδυαστεί με πολλούς χάρτες άλλων εφαρμογών, καθώς τα στοιχεία που απεικονίζονται παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους περισσότερους κλάδους των γεωεπιστημών. Καθώς η κλίμακα και τα όριά του είναι κοινά με αυτά των χαρτών της διανομής 1:50.000 της Γ.Υ.Σ., διευκολύνεται ο συσχετισμός με ήδη υπάρχοντες χάρτες, ενώ οι πληροφορίες που απεικονίζει μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή χαρτών ανάλογης ή διαφορετικής εξειδίκευσης.

Η αναγνώριση των γεωμορφών μέσω των σύγχρονων μεθόδων χαρτογράφησης που παρέχονται από τα ΓΣΠ πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο από την ανάλυση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του αναγλύφου. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η πιστότητα του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους προς το πραγματικό ανάγλυφο, καθώς η ακρίβεια και η λεπτομέρειά του διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διεξαγωγή της γεωμορφολογικής έρευνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας εξαρτώνται από την ακρίβεια της αναπαράστασης του αναγλύφου, συνεπώς δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στην κατασκευή του ΨΜΕ.

Εξίσου σημαντική στη γεωμορφολογική χαρτογράφηση είναι και η γεωλογία της περιοχής μελέτης, καθώς διαφορετικές γεωμορφές εντοπίζονται σε διαφορετικούς γεωλογικούς σχηματισμούς, ενώ η τεκτονική είναι επίσης πολύ σημαντική στη γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής μελέτης. Στην παρούσα έρευνα αποδόθηκε μεγάλη βαρύτητα στη γεωλογία και την τεκτονική, καθώς συσχετίζονται πολύ στενά με τη γεωμορφολογία.

Οι ημιαυτοματοποιημένες τεχνικές αναγνώρισης των κυριότερων γεωμορφών μέσω του πολυκριτηριακού προσδιορισμού τους απέδωσαν ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα, κάτι το οποίο διαπιστώθηκε από την μελέτη των χαρτογραφικών υποβάθρων και των τηλεπισκοπικών δεδομένων, καθώς επίσης και από τις επιτόπιες παρατηρήσεις. Η επαλήθευση των αποτελεσμάτων των κριτηρίων από τα παραπάνω δεδομένα ελαχιστοποιεί τα σφάλματα που μπορεί να προκύψουν από τις τεχνικές αυτές, γι' αυτό άλλωστε οι μέθοδοι αυτές καλούνται ημί – αυτοματοποιημένες.

Φυσικά τα κριτήρια αυτά δεν μπορεί να είναι τόσο απόλυτα, καθώς τα διαφορετικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά μπορεί να απαντώνται και σε περιοχές οι οποίες βρίσκονται εκτός του αυστηρά καθορισμένου εύρους κλίσεων, λιθολογίας και αποστάσεων που οριοθετούν οι συνδυασμοί των κριτηρίων αυτών. Για την απόδοση της γεωμορφολογίας σε μεγαλύτερες κλίμακες θα πρέπει να διευρυνθεί το εύρος των τιμών των κριτηρίων είτε αυτά αφορούν ποσοτικά μεγέθη, όπως οι αποστάσεις και οι κλίσεις, είτε ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως οι γεωλογικοί σχηματισμοί του υποβάθρου.

Η απεικόνιση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης σε κλίμακα 1:50.000 απαιτεί τη γενίκευσή τους, η οποία βασίστηκε κυρίως σε διαδικασίες απλοποίησης και αφαίρεσης. Ο βαθμός της γενίκευσης είναι διαφορετικός για κάθε χαρακτηριστικό της μορφολογίας και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ακρίβειας και οπτικοποίησης τα οποία επιλύονται βάσει της υποκειμενικής αξιολόγησης του ερευνητή. Σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόστηκε για την απεικόνιση ορισμένων μορφολογικών χαρακτηριστικών κάποιος βαθμός υπερβολής, ανάλογα με το μέγεθος και τη σημαντικότητά τους, με την ταυτόχρονη απλοποίηση και αφαίρεση κάποιων άλλων.

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια προσέγγιση χαρτογράφησης των γεωμορφών του κεντρικού τμήματος της Ανατολικής Αττικής. Η προσπάθεια αυτή μπορεί να συνεχιστεί με σκοπό την πρόσθεση και συμπλήρωση πληροφοριών (ιδιαίτερα μορφομετρικών) οι οποίες προς το παρόν απουσιάζουν από το χάρτη και τη βελτιστοποίηση της γενικής απεικόνισης του. Με αυτόν τον τρόπο θα καταστεί δυνατή η ολοκλήρωση του γεωμορφολογικού χάρτη και της έρευνας ώστε να αποτελέσουν εργαλεία για την υλοποίηση νέων μελετών διαφοροποιημένων κατευθύνσεων, όπως εξειδικευμένες χαρτογραφήσεις, κατασκευές τεχνικών έργων, μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων κ.ά.

Επιπλέον, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του χάρτη εμπεριέχουν μεγάλο βαθμό ακρίβειας και λεπτομέρειας και μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για χαρτογραφήσεις σε μεγαλύτερες κλίμακες. Τέλος, θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια πλήρης βάση δεδομένων η οποία θα περιλαμβάνει όλα τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των απεικονιζόμενων στοιχείων, η οποία θα είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί από εμπορικές και ερευνητικές εφαρμογές.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Baziotis I., Mposkos E., «Origin of metabasites from upper tectonic unit of the Lavrion area (SE Attica, Greece): Geochemical implications for dual origin with distinct provenance of blueschist and greenschist's protoliths» *Lithos* 126, (2011), σελ. 161 – 173.
2. Gustavsson M., (2005), *Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden*, Licentiate Thesis,
3. Gustavsson M., Kolstrup E., «New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area», *Geomorphology* 110, (2009), σελ. 37 – 44.
4. Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., «A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development», *Geomorphology* 77, (2006), σελ. 90 – 111.
5. Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A. C., «Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden», *Geomorphology* 95, (2007), σελ. 335 - 349.
6. Gustavsson M., Seijmonsbergen A. C., Kolstrup E., «Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete», *Geomorphology* 112, (2009), σελ. 106 - 121
7. Katsafados P., Kalogirou S., Papadopoulos A., Korres G., «Mapping Long term Atmospheric Variables over Greece», *Journal Of Maps*, (2012)
8. Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., «Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults», *Earth-Science Reviews* 98, (2010), σελ. 81 – 104.
9. Pavlopoulos K., Evelpidou N., Vassilopoulos A., (2009), *Mapping Geomorphological Environments*, Berlin, Springer.

10. Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimerling A. J., (2002), *Στοιχεία Χαρτογραφίας*, [μτφρ. Τσιαντούλας Τ.], Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
11. Van Asselen S., Seijmonsbergen A.C., «Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM», *Geomorphology* 78, (2006), σελ. 309 – 320.
12. Αντωνίου Β., (2010), *Ανάλυση Αναγλύφου και Γεωτεκτονική Δομή Ανατολικής Αττικής*, Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
13. Γκούβα Μ., Σακελαρίου Ν., (2011) *Κλίμα και Δασική Βλάστηση της Ελλάδας*. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
14. Καρύμπαλης Ε., (2010), *Παράκτια Γεωμορφολογία*, Αθήνα, εκδ. ΙΩΝ,
15. Κατσικάτσος Γ., (1997), *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας*, Φύλ. Κηφισιά, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ,
16. Λατσούδας Χ., (1992), *Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα*, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ.
17. Μαυρομάτης Γ., (1978), *Βιοκλιματικός χάρτης της Ελλάδας*, Υπουργείο Γεωργίας, Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών, Τομέας Δασικής Σταθμολογίας.
18. Μαυρομάτης Γ., (1978), *Χάρτης των Βιοκλιματικών Ορόφων της Ελλάδας*, Υπουργείο Γεωργίας, Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών, Τομέας Δασικής Σταθμολογίας,
19. Μηλιαρέσης Γ.Χ., (2006), *Ειδικές Εφαρμογές στο ArcGIS*, Αθήνα, εκδ. ΙΩΝ,
20. Μπόσκος Ε., «Νεογενή και Τεταρτογενή Ιζήματα του Βόρειου Τμήματος της Λεκάνης των Αθηνών και της Ευρύτερης Περιοχής Καπανδριτίου. Συμβολή στην Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο ως σήμερα», *Ορυκτός Πλούτος 149/2008*, (2008), σελ. 1 – 18.
21. Παπανικολάου Δ., Μπάση Ε.-Κ., Κράνης Χ., Δανάμος Γ., «Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο έως σήμερα», *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. XXXVI*, (2004), σελ. 816 - 825
22. Παπαχατζής Ν., «Μορφογενετικά Έρευναι του Βαθυπέδου των Μεσογείων Αττικής», *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας Τομ. V*, (1953), σελ. 236-258.
23. Παυλόπουλος Κ., (1992), *Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής*, Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ,
24. Παυλόπουλος Κ., (2008), *Σημειώσεις Γεωμορφολογίας, τεύχος 2*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωγραφίας.

25. Παυλόπουλος Κ., (2011), *Γεωμορφολογία – Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες*, Αθήνα, εκδ. ΙΩΝ.
26. Παυλοπουλος Κ., Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Α., «Γεωμορφολογική εξέλιξη του Λεκανοπεδίου των Αθηνών», *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVIII*, (2005), σελ. 1-13.
27. Παυλοπουλος Κ., Σκέντος Α., Κοτάμπαση Χ., (2008), «Γεωμορφολογική Χαρτογραφήση και Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής Δισπηλιού – Λίμνης Καστοριάς», περιοδικό *Ανάσκαμμα 10/2009*, σελ. 101 – 120,
http://anaskamma.files.wordpress.com/2009/10/pavlopoulos_etal.pdf,
28. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
29. Εθνικό Κτηματολόγιο <http://www.ktimatologio.gr>
30. Ελληνική Στατιστική Αρχή
http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/General/NWS_CE_NSUS_310712_GR.pdf
31. Ιστοσελίδα WWF
http://www.wwf.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=579%3A184000-&Itemid=90
32. <http://www.markopoulo-mesogeia.com/istoria>
33. <http://www.ektp.gr>
34. <http://www.filoumenos.com/forum/viewtopic.php?f=31&t=8784&p=39598>
35. <http://www.forkeratea.com/2010/04/keratea-hellas.html>
36. <http://www.culture.gr>
37. <http://www.pare-dose.net/?p=3999>
38. <http://www.gkmagazine.gr/en/index.php?about=5&id=65#.URbGTR37h-g>
39. <http://lyk-paia.att.sch.gr>