

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ
ΕΙΚΟΝΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΙΜΒΡΟΣ (GOKCEADA) - ΤΟΥΡΚΙΑ

Πτυχιακή εργασία της Παπαδογάμβρου Αγγελικής

Αθήνα, Μάρτιος 2010

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ
ΕΙΚΟΝΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΙΜΒΡΟΣ (GOKCEADA) - ΤΟΥΡΚΙΑ

Πτυχιακή εργασία της Παπαδογάμβρου Αγγελικής

Τριμελής επιτροπή:

κ. Παυλόπουλος Κοσμάς (Επιβλέπων καθηγητής)

κ. Κατσαφάδος Πέτρος

κ. Χαλκιάς Χρίστος

Αθήνα, Μάρτιος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u>	3
<u>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</u>	5
<u>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</u>	7
<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	8
<u>ABSTRACT</u>	9
<u>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	10
<u>1.1 Σκοπός</u>	10
<u>1.2 Μεθοδολογία</u>	10
<u>1.3 Τοπογραφικό υπόβαθρο 1:50.000</u>	11
<u>1.4 Λογισμικό Arc Map</u>	11
<u>1.5 Λογισμικό Erdas</u>	12
<u>1.6 Σχεδιαστικά Προγράμματα</u>	12
<u>2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ</u>	
<u>2.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών</u>	13
<u>2.2 Δορυφορικές εικόνες Aster</u>	15
<u>2.3 Χαρακτηριστικά του δορυφόρου Terra</u>	16
<u>2.4 Χαρακτηριστικά των δορυφορικών εικόνων Aster</u>	16
<u>2.5 Δορυφορικό σύστημα Quickbird</u>	17
<u>2.6 Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Elevation Models)</u>	18
<u>2.7 Γεωμορφολογικός χάρτης</u>	19
<u>2.8 Γεωμορφολογική έρευνα</u>	22
<u>3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ – ΙΜΒΡΟΣ</u>	
<u>3.1 Γενικά στοιχεία</u>	24

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1.1 Γεωγραφία.....	24
3.1.2 Δημογραφικά στοιχεία.....	27
3.1.3 Γεωλογία και τεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	29
3.1.4 Παράκτια μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	32
3.1.5 Σεισμικότητα.....	32
<u>3.2</u> Εφαρμογή προγραμμάτων.....	35
3.2.1 Λογισμικό Arc Map 9.2.....	35
3.2.2 Λογισμικό Erdas 9.1.....	37
3.2.3 Σχεδιαστικά προγράμματα.....	41
<u>3.3</u> Αναγνώριση γεωμορφών.....	41
<u>3.4</u> Γεωμορφολογικός Χάρτης.....	48
<u>3.5</u> Σύνθεση αποτελεσμάτων.....	53
<u>3.6</u> Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	54
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	56

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήματα

Σχήμα 1. Χωροθέτηση του νησιού Ίμβρος (Gökçeada).....	24
Σχήμα 2. Ελληνικές ονομασίες περιοχών της Ίμβρου (Gökçeada).....	26
Σχήμα 3. Τουρκικές ονομασίες περιοχών της Ίμβρου (Gökçeada).....	27
Σχήμα 4. Νεοτεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Τουρκίας και των βορειοδυτικών περιοχών της.....	29
Σχήμα 5. Ρήγματα που εμφανίζονται στο βόρειο μέρος του νησιού.....	30
Σχήμα 6. Ρήγματα που εμφανίζονται στο βόρειο μέρος του νησιού.....	31
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΙΜΒΡΟΥ (GOKCEADA)	
Σχήμα 7: Μοντέλο TIN.....	36
Σχήμα 8: Μοντέλο DEM.....	36
Σχήμα 9. Χάρτης κλίσεων της Ίμβρου (Gökçeada).....	37
Σχήμα 10. Αποκομμένο τμήμα φασματικής ζώνης 2 της δορυφορικής εικόνας Aster.....	38
Σχήμα 11. Ψευδέγχρωμη εικόνα Aster RGB-321 με προβολικό σύστημα UTM WGS 1984.....	39
Σχήμα 12. Δορυφορική εικόνα Aster έπειτα από τη διαδικασία ανάλυσης κυρίων συνιστωσών. RGB-222.....	40
Σχήμα 13. Δορυφορική εικόνα Aster έπειτα από τη διαδικασία ανάλυσης κυρίων συνιστωσών. RGB-333.....	40
Σχήμα 14. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη - Τεχνητή λίμνη.....	41
Σχήμα 15. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη - Λιμνοθάλασσα Tuzla.....	42
Σχήμα 16. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Υδρογραφικό δίκτυο και κοιλάδες σχήματος V.....	43
Σχήμα 17. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Ρήγματα, φαράγγια και επιφάνειες επιπέδωσης.....	44

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 18. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Αλλουβιακό ριπίδιο.....45

Σχήμα 19. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Τόμπολο, παράκτιοι κρημνοί, κρημνοί με ίζημα, ακτές με μικρή κλίση και ίζημα.....47

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΙΜΒΡΟΥ (GÖKÇEADA)

Σχήμα 20. Τοπογραφικός χάρτης της Ίμβρου (Gökçeada).....48

Σχήμα 21. Τεκτονικό πρότυπο της Ίμβρου (Gökçeada).....55

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακες

Πίνακας 1. Κύρια χαρακτηριστικά δορυφορικού συστήματος Terra.....	16
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των φασματικών ζωνών του δορυφορικού οργάνου Aster.....	17
Πίνακας 3. Κύρια χαρακτηριστικά δορυφορικού συστήματος Quickbird.....	18
Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά των φασματικών ζωνών του δορυφόρου Quickbird.....	18
Πίνακας 5. Αναλογία πληθυσμού (Τούρκων – Ελλήνων) της Ίμβρου (Gökçeada) ανά περιοχή 1927-2000.....	28

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ίμβρος είναι νησί με έκταση 285,5 Km². Βρίσκεται στο Αιγαίο πέλαγος και συγκεκριμένα, 21 Km βορειανατολικά της Λήμνου και 24 Km νοτιανατολικά της Σαμοθράκης. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η χαρτογράφηση των γεωμορφών του νησιού με χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας, καθώς επίσης και η εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τη τοπογραφία, την υδρογραφία, τη λιθολογία, τη τεκτονική, τη μορφολογία και τη παράκτια μορφολογία.

Η γεωμορφολογική μελέτη της Ίμβρου, περιλαμβάνει την γεωμορφολογική χαρτογράφηση του νησιού και την εξέλιξη του αναγλύφου του. Αρχικά, έγινε η αγκίστρωση (γεωαναφορά) του χάρτη έτσι ώστε να τοποθετηθούν οι συντεταγμένες οι οποίες είναι σε προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση των μορφών του αναγλύφου που αφορούν την τοπογραφία και την υδρογραφία. Στη συνέχεια, για την αναγνώριση και την αποτύπωση των γεωμορφών και των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, αναλύθηκαν οι δορυφορικές εικόνες Quickbird και Aster οι οποίες είναι υψηλής και μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας αντίστοιχα. Η απεικόνιση των γεωμορφών της Ίμβρου, έγινε μέσω των λογισμικών Arc Map 9.2 και Erdas 9.1 και η απόδοση του γεωμορφολογικού χάρτη έγινε σε σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ακολούθησε η απεικόνιση της λιθολογίας και η δημιουργία του γεωλογικού χάρτη μέσω του λογισμικού Arc Map 9.2 και τέλος τα υπομνήματα των χαρτών.

Με βάση τον γεωμορφολογικό χάρτη που δημιουργήθηκε, και τα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την τεκτονική και τη γεωλογία του νησιού οδηγηθήκαμε σε συμπεράσματα που αφορούν τις γεωμορφές του νησιού και την εξέλιξή τους στη διάρκεια του Τεταρτογενούς.

ABSTRACT

Imvros, an island totalling 285,5 square kilometers (285,5 Km²), is located in the Aegean Sea 21 Km north-east of Limnos Island and 24 Km south-east of Samothrace Island. This research aims to map the island's landforms utilizing satellite images of high spatial ability, as well as to make conclusions on the following: topography, hydrography, lithology, tectonics, morphology and coastal morphology.

The study of the island's geomorphology includes its geomorphological mapping as well as its landscape's development during Quaternary. Firstly done was the map's georegistration georeference in order to insert the coordinates which are in UTM WGS 1984 projecting system. Secondly, was the digitization of the landscape's landforms concerning its topography and hydrography. Lastly, in order to recognize and imprint the island's geomorphological characteristics, Quickbird's (of high spatial ability) and Aster's (of medium spatial ability) satellite images have been analyzed. For the representation of Imvros's landforms, GIS Arc Map 9.2 and Erdas 9.1 software was used, as well as designing programmes for creating the geomorphological map. To conclude, the representation the lithology's and the geological's map's creation was accomplished via the software Arc map 9.2 as well as the maps' legends.

Based on the geomorphological map that has been created and the geological and tectonic data of references, conclusions were drawn on the island's geomorphs and their development during Quaternary.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή εργασία αυτή, έχει σαν στόχο τη γεωμορφολογική χαρτογράφηση της Ίμβρου. Η αναγνώριση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών έγινε με βάση τις δορυφορικές εικόνες Aster και Quickbird καθώς επίσης και την επεξεργασία των γεωμορφολογικών πληροφοριών με τεχνικές GIS. Η αποτύπωση του γεωμορφολογικού και του γεωλογικού χάρτη έγινε μέσω του λογισμικού Arc Map 9.2 και των σχεδιαστικών προγραμμάτων. Οι δορυφορικές εικόνες όπως και μέρος της βιβλιογραφίας δόθηκαν από τον κ. Ι. Παρχαρίδη και πολύ σημαντική ήταν η βοήθεια του κ. Κ. Παυλόπουλου όπως και οι παρατηρήσεις των κ. Π. Κατσαφάδου και Χ. Χαλκιά.

1.1 Σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι η αναγνώριση και η χαρτογράφηση των γεωμορφών που εμφανίζονται στο νησί της Ίμβρου, με στόχο τον προσδιορισμό των διεργασιών που διαμόρφωσαν το ανάγλυφο κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς. Για την μελέτη αυτή, έγινε η ανάλυση των δορυφορικών εικόνων Quickbird και Aster, οι οποίες είναι υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας. Με βάση τις πληροφορίες των δορυφορικών εικόνων, έγινε η εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τη τοπογραφία, την υδρογραφία, τη λιθολογία, τη τεκτονική, τη μορφολογία και τη παράκτια μορφολογία.

1.2 Μεθοδολογία

Η γεωμορφολογική μελέτη της Ίμβρου, περιλαμβάνει την γεωμορφολογική χαρτογράφηση του νησιού και την εξέλιξη του αναγλύφου του. Αρχικά χρειάστηκε ένας τοπογραφικός χάρτης¹ της περιοχής κλίμακας 1:50.000 σαν υπόβαθρο έτσι ώστε να γίνει η ψηφιοποίηση της γεωμορφολογίας. Ως πρώτο βήμα, έγινε η αγκίστρωση (γεωαναφορά) του χάρτη έτσι ώστε να τοποθετηθούν οι συντεταγμένες σε προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση των μορφών του αναγλύφου που αφορούν την τοπογραφία και την υδρογραφία. Στη συνέχεια, για την αναγνώριση και την αποτύπωση των γεωμορφών και των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, αναλύθηκαν οι δορυφορικές εικόνες Quickbird και Aster οι οποίες είναι υψηλής και μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας αντίστοιχα. Η απεικόνιση των γεωμορφών της Ίμβρου, έγινε μέσω των λογισμικών Arc Map 9.2 και Erdas 9.1 και η απόδοση του γεωμορφολογικού χάρτη έγινε σε σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ακολούθησε η απεικόνιση της λιθολογίας, η δημιουργία του γεωλογικού χάρτη μέσω του

¹ Ο χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι από την ιστοσελίδα: www.poeali.net

λογισμικού Arc Map 9.2 και τα υπομνήματα των χαρτών. Τέλος, με βάση την βιβλιογραφία, έγινε η σύνθεση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

1.3 Τοπογραφικό υπόβαθρο 1:50.000

Η κλίμακα 1:50.000 έχει τη δυνατότητα να απεικονίζει γνωρίσματα εδάφους όπως μεγάλες κλίσεις, διαβρωμένες κοιλάδες και μαιάνδρους, περιοχές εναπόθεσης ιζημάτων, θίνες, μορφές του αναγλύφου, του υδρογραφικού δικτύου και ακτογραμμές.² Επιπλέον, είναι δυνατόν να απεικονιστούν κάποια μεγάλα χαρακτηριστικά της ανθρωπογενούς επιρροής στο τοπίο. Αυτά μπορεί να είναι κάποια μεγάλα ορυχεία καθώς επίσης και οι αστικές περιοχές.

Σε έναν τοπογραφικό χάρτη, αξίζει να σημειώσουμε πως καθώς μεταβάλλεται η κλίμακα, είναι απαραίτητο να γίνεται αλλαγή στην απεικόνιση των συμβόλων.² Κατά αυτόν τον τρόπο υπάρχει αλλαγή στις μορφές που μπορούν να εμφανιστούν στην μικρή κλίμακα και από την παρουσίασή τους ως πληροφορίες περιγραφικού χαρακτήρα σε πιο γενικευμένες και συμβολικές ερμηνείες. Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση το βασικό υπόμνημα προσαρμόζεται σε τέτοιες αλλαγές της κλίμακας. Σε αυτή την κλίμακα, 1:50.000, στον χάρτη, το χρώμα (η γενικευμένη ερμηνευτική εποπτεία) πιάνει το μάτι πρώτα, ενώ οι περιγραφικές πληροφορίες είναι δευτεροβάθμιες.

1.4 Λογισμικό Arc Map

Το λογισμικό Arc Map 9.2 είναι αυτό με το οποίο έγινε η χαρτογράφηση της Ίμβρου. Με βάση αυτό, έγινε αρχικά η αγκίστρωση (γεωαναφορά) του χάρτη για την εισαγωγή των συντεταγμένων σε προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση των μορφών του αναγλύφου. Επιπλέον, με βάση το λογισμικό αυτό, έγινε και η εισαγωγή των ονομάτων των περιοχών σε τουρκική και ελληνική ονομασία. Στη συνέχεια, έγινε η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, του τριγωνικού ακανόνιστου δικτύου και ο χάρτης κλίσεων. Τέλος, με το λογισμικό Arc Map 9.2 έγινε η ψηφιοποίηση των γεωμορφών και της λιθολογίας και σχεδιάστηκαν τα υπομνήματα. Αξίζει να σημειωθεί πως η πλειοψηφία των συμβόλων που απεικονίζονται στους εκάστοτε χάρτες είναι μέσω του λογισμικού Arc Map 9.2., ενώ τα υπόλοιπα που απεικονίζονται είναι μέσω των σχεδιαστικών προγραμμάτων.

² Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, (2006), New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 43.

² Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, (2006), New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 43.

1.5 Λογισμικό Erdas

Για την χαρτογράφηση των γεωμορφών και της λιθολογίας, απαραίτητη ήταν η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων αποθηκεύοντας τις φασματικές ζώνες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξάγουν τις κατάλληλες πληροφορίες. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργήθηκαν ψευδέγχρωμες εικόνες από τις οποίες η καθεμία εικόνα απεικονίζει και διαφορετικούς γεωμορφολογικούς σχηματισμούς ή παράγοντες που οφείλουν την δημιουργία τους χάρη στην ανθρώπινη παρέμβαση. Οι δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Aster και Quickbird οι οποίες είναι υψηλής και μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας αντίστοιχα και η επεξεργασία έγινε μέσω του λογισμικού Erdas 9.1.

1.6 Σχεδιαστικά Προγράμματα

Τα σχεδιαστικά προγράμματα, βοήθησαν στην απεικόνιση των γεωμορφών των οποίων το σχήμα είναι ιδιαίτερο και δεν έδινε καλαίσθητο αποτέλεσμα στην τελική παρουσίαση αν απεικονίζονταν μέσω των συμβόλων του λογισμικού Arc Map 9.2. Οι γεωμορφές που σχεδιάστηκαν με βάση τα σχεδιαστικά προγράμματα, αφορούν τον γεωμορφολογικό χάρτη και συγκεκριμένα την ενότητα της παράκτιας μορφολογίας.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

2.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών δίνουν έμφαση στην σημασία της υποκειμενικότητας του ψηφιακού μετασχηματισμού, με την διατήρηση των ανεπεξέργαστων δεδομένων και, επομένως, παρέχουν τη δυνατότητα για περαιτέρω ερμηνεία και την διερεύνηση του τοπίου από διαφορετικές οπτικές.

Η βάση δεδομένων μπορεί να περιέχει τέσσερις τύπους γεωγραφικών στοιχείων: (1) διανυσματικά στοιχεία για την αντιπροσώπευση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (2) ψηφιακά στοιχεία για τις εικόνες (3) τριγωνισμένα ακανόνιστα δίκτυα (TINs) για τις επιφάνειες και (4) διευθύνσεις και εντοπιστές για τον καθορισμό των γεωγραφικών θέσεων.³

Σε μια βάση δεδομένων GIS, υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους τα στοιχεία μπορούν να δομηθούν: σαν επίπεδα (layers) ή ως αντικείμενα (objects). Η προσέγγιση σε επίπεδα είναι η πιο κοινή και έχει μια μακρά ιστορία που κληρονομείται από τους θεματικούς χάρτες που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα για μια περιοχή. Σε αυτή τη δομή, τα στοιχεία είναι χωρισμένα σε θεματικά επίπεδα, κάθε ένα από τα οποία παρουσιάζει ένα χαρακτηριστικό της ίδιας περιοχής. Η προσέγγιση αντικειμένου, κτίζει τα στοιχεία ως αντικείμενα και ομάδες αντικειμένων. Εδώ το στοιχείο δεν είναι χωρισμένο σε επίπεδα αλλά ομαδοποιημένο στις κατηγορίες και τις ιεραρχίες των αντικειμένων. Το πλεονέκτημα της προσέγγισης είναι ότι αυτή, απεικονίζει καλύτερα το πραγματικό κόσμο αλλά μειονεκτεί στο ότι υπάρχουν προβλήματα κατασκευής ενός λειτουργικού GIS.³

Ανάλογα με το σκοπό και τις επιλεγμένες πληροφορίες στο χάρτη GIS μπορεί να επιλεγθεί και να επεξεργαστεί η εμφάνιση χρώματος μέσα στους θεματικούς χάρτες, οι οποίοι καλύπτουν τους συγκεκριμένους τύπους στοιχείων, π.χ. φυσικοί χάρτες κινδύνου. Εντούτοις, όταν έρχεται στην αναπαραγωγή αναγνώσιμων γεωμορφολογικών χαρτών που καλύπτουν ολόκληρο το επιστημονικό εύρος της γεωμορφολογίας, το λογισμικό GIS του σήμερα έχει περιορισμούς στην εξαγόμενη γραφική απεικόνιση. Ο λόγος είναι ότι η γραφική απεικόνιση

³ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 102.

³ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 102.

είναι κυρίως βασισμένη στη χρήση των χρωμάτων, αλλά ακόμα και ποικίλες γραμμές και σύμβολα μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Τα διανυσματικά στοιχεία στο χάρτη GIS είναι σε συμφωνία με τα πολύγωνα που αντιπροσωπεύουν τα γνωρίσματα του εδάφους. Εντούτοις, απαιτούνται κάποιες προσαρμογές. Τα σύμβολα και οι γραμμές που αντιπροσωπεύουν τις γεωμορφολογικές διαδικασίες στο χάρτη πρέπει να μετατραπούν σε περιοχές. Οι περιοχές περιέχουν έπειτα τις πληροφορίες διαδικασίας και αφορούν μερικά γνωρίσματα του εδάφους και τις διαδικασίες που παρουσιάζονται από τα σύμβολα στον αρχικό χάρτη, π.χ. μικροί χείμαρροι μπορούν να μετατραπούν σε πολυγωνικά δεδομένα.³

Άλλα σύμβολα μπορούν να ψηφιοποιηθούν ως σημειακά δεδομένα ή ακόμα και να αποκλειστούν. Όσον αφορά την υδρογραφία και τις πληροφορίες υποδομής, ψηφιοποιούνται και αυτά ως διανυσματικά πολύγωνα, γραμμές και σημεία. Μια άλλη προσαρμογή είναι ότι ευδιάκριτα όρια του εδάφους πάντα απεικονίζονται. Κάθε πολύγωνο, γραμμή ή σημείο συνδέεται έπειτα με τους πίνακες στοιχείων που παρουσιάζουν πρόσθετα στοιχεία όσον αφορά τα συγκεκριμένα φαινόμενα.

Από τον αρχικό χάρτη, στο νέο σύστημα χαρτογράφησης χωρίζονται οι πληροφορίες για τη μορφομετρία, τη λιθολογία, της δημιουργίας και της προόδου, και την υδρογραφία. Η μετατροπή στη βάση δεδομένων GIS γίνεται εύκολα και στο χάρτη τα δεδομένα ομαδοποιούνται σε χωριστά θέματα όσον αφορά τη μορφολογία, τη δημιουργία και την υδρογραφία. Έτσι, η μετατροπή στο GIS περιλαμβάνει ένα ελάχιστο της αλλαγής σε σύγκριση με το βασικό πεδίο στο σύστημα χαρτογράφησης. Επιπλέον, τα θέματα που κληρονομούνται από τα πεδία των θεματικών χαρτών προστίθενται για τη δομή, την υποδομή και το ψηφιακό πρότυπο ανύψωσης (DEM), το οποίο συμπεριλαμβάνεται ως ψηφιακές γραμμές περιγράμματος ή ως λεπτομερή ψηφιακά στοιχεία. Το DEM επιτρέπει εύκολα τη δημιουργία τριγωνικού ακανόνιστου δικτύου (TIN), το οποίο παρουσιάζει μια καλή επισκόπηση της επιφάνειας εδάφους: ακόμα παρουσιάζει και λεπτομερή απεικόνιση και ανάλυση της τοπογραφίας και παρέχει συχνά τις πολύ γενικευμένες προσεγγίσεις και άλλες παρεμβολές της επιφάνειας. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη ότι διαφορετικοί τύποι τοπίων απαιτούν και διαφορετικές παρεμβολές.

³ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 102.

Εκτός από τις πληροφορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, η βάση δεδομένων GIS αποθηκεύει τις πληροφορίες για τις ιδιότητες του υπεδάφους όπως η στρωματογραφία η λιθολογία. Αυτές οι προστιθέμενες πληροφορίες στη βάση δεδομένων συνδέονται με τις γεωγραφικές θέσεις δειγματοληψίας και εμφανίζονται σαν σύνολα πινάκων για τους ψηφιακούς χάρτες. Για να δώσει στο χρήστη μια πλήρη επισκόπηση των στοιχείων του τοπίου, ο αρχικός γεωμορφολογικός χάρτης συμπεριλαμβάνει μια ψηφιακή εικόνα και επιπλέον ψηφιακές εικόνες όπως ορθογραφικές αεροφωτογραφίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάλυση, τους συσχετισμούς και τον προσανατολισμό.⁴

2.2 Δορυφορικές εικόνες Aster

Ο Aster είναι ένα από τα πέντε αισθητήρια όργανα του δορυφόρου Terra της NASA, ο οποίος εκτοξεύθηκε στις 18 Δεκεμβρίου 1999 από τη Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών. Κατασκευάστηκε από μια κοινοπραξία της ιαπωνικής κυβέρνησης, της βιομηχανίας, και των ερευνητικών ομάδων. Σκοπός του Aster είναι να ελέγχει την κάλυψη νέφους, τους παγετώνες, τη θερμοκρασία εδάφους, την κάλυψη γης, τους πάγους, την κάλυψη χιονιού και τη βλάστηση με χωρική διακριτική ικανότητα από 15 έως 90 μέτρα. Λόγω αυτής της υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας, ο Aster είναι το μόνο όργανο του δορυφόρου Terra που είναι σημαντικό για την ανίχνευση αλλαγών και τις μελέτες στην επιφάνεια του εδάφους. Αναμένεται να συμβάλλει σε μια ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης της βλάστησης, στην εκτίμηση των κινδύνων, στη γεωλογία, στη πετρολογία και στη χαρτογράφηση της λιθολογίας, στη κλιματολογία, στην υδρολογία, στην αλλαγή κάλυψης εδάφους και στο Ψηφιακό Μοντέλου Εδάφους (DEM).⁵

Το αισθητήριο όργανο, καλύπτει μια ευρεία φασματική περιοχή με 14 φασματικές ζώνες από το ορατό στο θερμικό υπέρυθρο με υψηλή χωρική, φασματική και ραδιομετρική ικανότητα. Η χωρική διακριτική ικανότητα ποικίλλει με το μήκος κύματος. Έτσι, 15 μέτρα είναι στο ορατό και στο κοντινό υπέρυθρο (VNIR), 30 μέτρα στο κοντινό και μέσο υπέρυθρο (SWIR), και 90 μέτρα στο θερμικό υπέρυθρο (TIR). Κάθε λήψη εικόνας Aster καλύπτει μια έκταση 60 x 60 χλμ.⁶

⁴ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 103.

⁵ Εύρεση στις 14 Απριλίου 2009 στην ιστοσελίδα: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/aster.html>

⁶ Εύρεση στις 14 Απριλίου 2009 στην ιστοσελίδα:

http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/technical/aster_user_guide_v2.pdf

2.3 Χαρακτηριστικά του δορυφόρου Terra

Ο δορυφόρος Terra είναι ο πρώτος μιας σειράς διαστημικού σκάφους πολυ-οργάνων που διαμορφώνει τη περιοχή με βάση το σύστημα (EOS). Περιστρέφεται γύρω από τη γη σε χρόνο 98.88 min, δηλαδή εκτελεί 16 περιστροφές την ημέρα. Η τροχιά είναι σχεδόν πολική, ηλιοσύγχρονη και τέμνει τον ισημερινό υπό γωνία $98,3^\circ$. Βρίσκεται σε ύψος 705 χλμ και 30 λεπτά πίσω από τον βελτιωμένο θεματικό χαρτογράφο Landsat. Διασχίζει τον ισημερινό σε τοπικό χρόνο στις 10:30 π.μ. Οι παράμετροι τροχιάς είναι οι ίδιες με εκείνους του Landsat 7, εκτός από τον τοπικό χρόνο που διασχίζει τον ισημερινό.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ	18 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1999, ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑ
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΡΟΧΙΑΣ	705 χλμ
ΕΙΔΟΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	ΠΟΛΙΚΗ, ΗΛΙΟΣΥΓΧΡΟΝΗ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	98.88 min
ΚΛΙΣΗ	$98,3^\circ$
ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗ ΚΑΛΥΨΗ ΣΗΜΕΙΟΥ	16 ΗΜΕΡΕΣ
ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΜΙΑΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΙΚΟΝΑΣ	60 x 60 χλμ
ΠΕΡΑΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΙΣΗΜΕΡΙΝΟ	10:30 π.μ.

Πίνακας 1. Κύρια χαρακτηριστικά δορυφορικού συστήματος Terra
(www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/aster.html)

2.4 Χαρακτηριστικά των δορυφορικών εικόνων Aster

Ο Aster κάνει περίπου 650 λήψεις την ημέρα. Αποτελείται από τρία διαφορετικά υποσυστήματα:⁶

- 1) Το ορατό και το κοντινό υπέρυθρο (VNIR) έχει 3 φασματικές ζώνες με χωρική διακριτική ικανότητα 15 μέτρα. Αποτελείται από ένα επιπλέον οπίσθιο τηλεσκόπιο, που χρησιμοποιείται για τη λήψη προς τα πίσω στη φασματική ζώνη του κοντινού υπέρυθρου (ζώνη 3B) μόνο για να αποκτήσει μια στερεοσκοπική εικόνα.
- 2) Το κοντινό και μέσο υπέρυθρο (SWIR) έχει 6 φασματικές ζώνες με χωρική διακριτική ικανότητα 30 μέτρα και αποτελείται από ένα ενιαίο σταθερό ασφαιρικό τηλεσκόπιο διάθλασης.
- 3) Και το θερμικό υπέρυθρο (TIR) έχει 5 φασματικές ζώνες με χωρική διακριτική ικανότητα 90 μέτρα.

⁶ Εύρεση στις 14 Απριλίου 2009 στην ιστοσελίδα:
http://glcf.umd.edu/data/guide/technical/aster_user_guide_v2.pdf

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ	ΦΑΣΜΑΤΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ	ΕΥΡΟΣ (μm)	ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΠΕΔΟ
NVIR	1	0,52-0,60	15μ	8bits
	2	0,63-0,69		
	3N	0,78-0,86		
	3B	0,78-0,86		
SWIR	4	1,60-1,70	30μ	8bits
	5	2,145-2,185		
	6	2,185-2,225		
	7	2,235-2,285		
	8	2,295-2,365		
	9	2,360-2,430		
TIR	10	8,125-8,475	90μ	12bits
	11	8,475-8,825		
	12	8,925-9,275		
	13	10,25-10,95		
	14	10,95-11,65		

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των φασματικών ζωνών του δορυφορικού οργάνου Aster (http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/technical/aster_user_guide_v2.pdf)

2.5 Δορυφορικό σύστημα Quickbird

Ο δορυφόρος Quickbird εκτοξεύτηκε στις 18 Οκτωβρίου 2001 και άρχισε να πραγματοποιεί λήψεις στα μέσα του 2002. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του επιτρέπουν τη λήψη δορυφορικών δεδομένων με την υψηλότερη ανάλυση στην αγορά. Το δορυφορικό σύστημα Quickbird έχει υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα 0.7 μέτρα. Ακόμα, έχει υψηλό βάθος τόνου και συγκεκριμένα 11 bit, το οποίο σημαίνει πως τα παγχρωματικά δεδομένα Quickbird είναι ικανά να καλύψουν απαιτήσεις εφαρμογών που δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν με παλαιότερα δορυφορικά δεδομένα. Στη συνέχεια, λόγω της υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας, μπορεί να επιτευχθεί για περιβαλλοντικές εφαρμογές, εξαγωγή χρήσεων γης και καταγραφή φυσικών καταστροφών. Τέλος, λόγω της δυνατότητας λήψης στερεοζευγών εντός τροχιάς, είναι δυνατή η επεξεργασία και η παραγωγή DEM με μεγάλη ανάλυση και ακρίβεια.⁷

Ο δορυφόρος Quickbird περιστρέφεται γύρω από τη γη σε χρόνο 98 min. Η τροχιά του δορυφόρου είναι σχεδόν πολική ηλιοσύγχρονη και τέμνει τον Ισημερινό υπό γωνία 97.5°. Βρίσκεται σε ύψος 450 χλμ και διασχίζει τον ισημερινό σε τοπικό χρόνο στις 10:30 π.μ.

⁷ Παρχαρίδης, (2003), Τηλεπισκόπηση Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες. Αθήνα, σελ.133.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ	18 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2001, ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑ
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΡΟΧΙΑΣ	450 χλμ
ΕΙΔΟΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	ΣΧΕΔΟΝ ΠΟΛΙΚΗ, ΗΛΙΟΣΥΓΧΡΟΝΗ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	98 min
ΚΛΙΣΗ	97.5°
ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗ ΚΑΛΥΨΗ ΣΗΜΕΙΟΥ	1-3.5 ΗΜΕΡΕΣ
ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΜΙΑΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΙΚΟΝΑΣ	16.5 x 16.5
ΠΕΡΑΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΙΣΗΜΕΡΙΝΟ	10:30 π.μ.
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΛΗΨΗΣ ΥΠΟ ΓΩΝΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΡΕΟΖΕΥΓΟΥΣ	ΝΑΙ
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	7.1 Km/sec

Πίνακας 3. Κύρια χαρακτηριστικά δορυφορικού συστήματος Quickbird

(www.satimagingcorp.com/satellite-sensos/quickbird..html)

Επίσης, αξίζει να σημειώσουμε πως ο δορυφόρος αυτός περιέχει τέσσερα φασματικά κανάλια και το παγχρωματικό με εύρος 450-900 nm και έχει την υψηλότερη χωρική διακριτική ικανότητα 0.7 μέτρα. Τα τέσσερα κανάλια έχουν εύρος 450-890 nm αλλά μικρότερη χωρική διακριτική ικανότητα από το παγχρωματικό. Συγκεκριμένα είναι 2.8 μέτρα.

ΦΑΣΜΑΤΙΚΑ ΚΑΝΑΛΙΑ ΠΟΥ ΦΕΡΕΙ Ο ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ	ΦΑΣΜΑΤΙΚΟ ΕΥΡΟΣ	ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ
PAN	450-900 nm	0.7 μέτρα
1	450-520 nm	2,8 μέτρα
2	520-600 nm	2,8 μέτρα
3	630-690 nm	2,8 μέτρα
4	760-890 nm	2,8 μέτρα

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά των φασματικών ζωνών του δορυφόρου Quickbird (Παρχαρίδης, 2003)

2.6 Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Elevation Models)

Τα Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους, (Digital Terrain Models – DTM ή Digital Elevation Models - DEM) είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις διαδικασίες ανάλυσης, επεξεργασίας και παρουσίασης των γεωγραφικών πληροφοριών που σχετίζονται με το ανάγλυφο. Από τη δεκαετία το 1950 έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται τα μοντέλα αυτά και με τη πάροδο του χρόνου και

την ανάπτυξη της επιστήμης, ο ρόλος τους σήμερα έχει αναβαθμιστεί και θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστα και αποτελεσματικά.⁸

Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους θεωρείται κάθε «ψηφιακή αναπαράσταση της συνεχούς μεταβολής του αναγλύφου στον χώρο».⁸ Η διαφορά του DEM από του DTM είναι ότι το πρώτο αναφέρεται μόνο στη ψηφιακή αναπαράσταση του αναγλύφου, είναι δηλαδή πιο ειδικό, ενώ το δεύτερο χρησιμοποιείται και για οποιαδήποτε άλλη αναπαράσταση ενός χαρακτηριστικού συνεχούς μεταβολής. Με λίγα λόγια είναι πιο γενικός ο όρος.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους ξεφεύγουν από τη λογική της απεικόνισης θεματικών επιπέδων πληροφορίας σε 2 διαστάσεις, η οποία έχει αναπτυχθεί μέχρι τώρα στο πλαίσιο της δόμησης ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Παρόλα αυτά, οι δυνατότητες που προσφέρουν στην παρουσίαση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων για το ανάγλυφο τα καθιστούν απαραίτητο συστατικό ενός ενοποιημένου Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Τα βασικά δεδομένα εισαγωγής τους, είναι οι καταγραφές του συνεχούς φαινομένου που περιγράφεται το μοντέλο. Οι καταγραφές αυτές συνήθως αφορούν στο υψόμετρο και προέρχονται είτε από ψηφιακά δεδομένα, είτε από δεδομένα τηλεανίχνευσης από μετρήσεις πεδίου. Εκτός από τα υψομετρικά δεδομένα, ο ακριβής υπολογισμός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους απαιτεί και περιγραφές άλλων πρόσθετων δεδομένων, όπως για παράδειγμα ανωμαλίες συνεχούς επιφάνειας όπως το υδρογραφικό δίκτυο, τα ρήγματα όρια λιμνών κ.τ.λ.⁸

2.7 Γεωμορφολογικός χάρτης

Οι γεωμορφολογικοί χάρτες παρουσιάζουν το γήινο ανάγλυφο και το ανάγλυφο των πυθμένων των ωκεανών, περιγράφουν στοιχεία της λιθόσφαιρας, της υδρόσφαιρας και της ατμόσφαιρας και ενδέχεται να εμπεριέχουν ποσοτικές πληροφορίες και δεδομένα.⁹

Λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη ποικιλία των κλιμάκων και των μεθόδων της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης είναι φανερό ότι μια σειρά από στοιχεία θα πρέπει να παρουσιάζονται σε έναν γεωμορφολογικό χάρτη, τα οποία αναφέρονται παρακάτω.⁹

Έτσι, ένας γεωμορφολογικός χάρτης πρέπει να περιέχει πληροφορίες για το τοπογραφικό υπόβαθρο, τις γεωμορφές, την υδρογραφία και την υδρολογία, το γεωλογικό υπόβαθρο και την

⁸ Χαλκιάς Χ.,(2005), Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών 2, Αθήνα, σελ. 48.

⁸ Χαλκιάς Χ.,(2005), Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών 2, Αθήνα, σελ. 48.

⁸ Χαλκιάς Χ.,(2005), Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών 2, Αθήνα, σελ. 48.

⁹ Παυλόπουλος Κ, (2008), Σημειώσεις του μαθήματος της εφαρμοσμένης γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 11.

⁹ Παυλόπουλος Κ, (2008), Σημειώσεις του μαθήματος της εφαρμοσμένης γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 11.

τεκτονική, τη λιθολογία, τη δομή, τη μορφο-χρονολόγηση και τη διαδικασία/γένεση. Όλα αυτά όμως, έχουν αποδειχθεί δύσκολο να επιτευχθούν με συνέπεια οι γεωμορφολογικοί χάρτες να έχουν γίνει αποτέλεσμα ενός αριθμού επιλογών σχετικά με την έκταση, την ιστορία της περιοχής, την κλίμακα χαρτογράφησης και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα παρουσιάζονται διάφορα χρώματα σε κάθε χάρτη.¹⁰

Μέχρι σήμερα, έχουν υπάρξει πολλές προσπάθειες σε διάφορες χώρες για τη δημιουργία χαρτών οι οποίοι καλύπτουν διάφορες γεωμορφολογικές πτυχές αλλά, όπως αναφέρεται παραπάνω, παρά προσπάθειες για την ομοιογένεια των χαρτών, τα αποτελέσματα διαφέρουν γιατί εξαρτώνται από τα τοπία και τις παραδόσεις που αντιπροσωπεύουν.

Η εύκολη αναγνωσιμότητα της κάθε πληροφορίας, είναι μια ποιότητα την οποία οποιοσδήποτε χάρτης πρέπει να έχει. Οι δομικές μονάδες που χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τα δεδομένα για τους γεωμορφολογικούς χάρτες, περιλαμβάνουν χρώματα, σύμβολα, χάραξη γραμμών, γράμματα, και αριθμούς. Για τον εύκολο προσανατολισμό στην έκταση, πρέπει ο γεωμορφολογικός χάρτης να είναι βασισμένος επάνω σε έναν γεωαναφερμένο τοπογραφικό χάρτη, ο οποίος να παρουσιάζει επιλεγμένη υποδομή και να δίνει επίσης ισοϋψείς γραμμές.¹⁰

Το χρώμα είναι το πιο ευδιάκριτο γραφικό και, επομένως, χρησιμοποιείται για να αναδείξει το γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό με την υψηλότερη σημασία. Παρόλο που το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διαφοροποιήσει πολλά χρώματα τα οποία ωφελούν την αναγνωσιμότητα του χάρτη, ο αριθμός των χρωμάτων πρέπει να παραμένει όσο το δυνατόν μικρότερος, με λίγους βαθμούς έντασης. Το χρώμα μπορεί να παρουσιάσει πληροφορίες με δύο κυρίως τρόπους: (1) διαφορετικά χρώματα χρησιμοποιούνται για να αναδείξουν τις παραλλαγές μέσα σε ένα υπόμνημα, το οποίο είναι το πιο κοινό και χρησιμοποιείται συχνά για να δείξει τις διαφορές της γένεσης/των διαδικασιών με διαφορετικά χρώματα και (2) στα διαφορετικά σύνολα δίνονται διαφορετικά χρώματα, όπως για παράδειγμα, τα χρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους συνδυασμούς λιθολογίας και χρονολόγησης. Κάποιοι συνδυασμοί χρώματος είναι γενικά αναγνωρισμένοι, όμως μερικοί επικρατούν άλλων σε σχέση με τις ιδιαίτερες πληροφορίες: το μπλε χρησιμοποιείται για να αναδείξει την υδρογραφία, το μαύρο για τις ανθρωπογενείς μορφές και το κίτρινο για τις αιολικές αποθέσεις. Οι περισσότεροι χάρτες,

¹⁰ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 92.

¹⁰ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 92.

χρησιμοποιούν τα χρώματα που καλύπτουν ολόκληρες τις περιοχές, μερικές φορές συνδυασμένα με ετικέτες, διαγράμμιση και άλλες παρουσιάσεις συμβόλων, αλλά υπάρχουν και εξαιρέσεις.

Η σκίαση, η υπογράμμιση και η ζωγραφική, χρησιμοποιούνται συχνά μαζί με την περιγραφή της λιθολογίας, της κλίσης και της ηλικίας. Για άλλα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, τα σύμβολα μπορούν να υποδηλώσουν τύπους διαδικασίας ή/και κατεύθυνση, ενώ η χάραξη γραμμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τις δομές ή να περιγράψει τις μορφολογικές ασυνέχειες.

Η λίστα γεωμορφολογικών παραμέτρων της μορφομετρίας, της υδρογραφίας, της λιθολογίας, της δομής του εδάφους, της ηλικίας και της γένεσης/διαδικασίας, απ' ενός τα χρώματα, τα σύμβολα, η χάραξη γραμμών, χρησιμοποιούνται ως εργαλεία για τη παρουσίαση στο χάρτη, αφετέρου δίνουν πολυάριθμες δυνατότητες του συνδυασμού. Αυτό σημαίνει ότι κάθε σημείο του υπομνήματος μπορεί να είναι απλό, και εκφρασμένο σε μια ή ελάχιστες λέξεις, αλλά οι συνδυασμοί αυτοί είναι που δίνουν την εξήγηση. Αυτό δίνει έναν εύκαμπτο και μεγάλο σε έκταση υπόμνημα, καθιστά μερικούς συνδυασμούς αυτονόητους. Για παράδειγμα, τα κίτρινα σημεία δείχνουν την αιολική άμμο. Αξίζει να σημειώσουμε πως καμία διάκριση του υπομνήματος δεν γίνεται με άθροισμα και αφαίρεση μεταξύ των μορφών.

Σε έναν νέο χάρτη, το γραφικό σύστημα σημείων είναι απλό και η αντίληψη για το χάρτη συσχετίζεται με τις διάφορες μεταβλητές και τις αρχές που περιγράφεται. Συγχρόνως, τα σημεία και η χρήση τους διατηρούνται με βάση τα προηγούμενα γεωμορφολογικά συστήματα χαρτογράφησης. Για να ολοκληρωθεί το υπόμνημα, κάποια γραμμικά σύμβολα σχεδιάστηκαν εκ νέου και οι γραμμικοί κώδικες χρώματος προστέθηκαν. Στο χάρτη, η παραλλαγή στη γραφική έκφραση όπως η κατεύθυνση, το πάχος των γραμμών και το μέγεθος των αντικειμένων βοηθά στο να του δώσει νόημα.

Για να επεξηγηθούν οι αρχές και οι λόγοι για τις γραφικές επιλογές, μερικά παραδείγματα του συμβολισμού και γραφημάτων στο υπόμνημα δίνονται ως εξής: η οπτική σχέση μεταξύ του συμβόλου και του αντικειμένου εκφράζεται, για παράδειγμα στα σύμβολα για τη διάβρωση του εδάφους και οι κοιλάδες σχήματος «V» απεικονίζονται στον προσανατολισμό των συμβόλων, ενώ το μέγεθος μορίων της άμμου και τα πιο χονδροειδή ιζήματα απεικονίζονται στο μέγεθος. Οι γραμμές για τις πτυχές του αναγλύφου, οι τροποποιημένες περιοχές και οι γραμμές κλίσεων είναι λεπτότερες από τις γραμμές που χρησιμοποιούνται για τις γεωμορφές και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα για να καταστήσουν τα πρώτα λιγότερο ευδιάκριτα: αλλά για να αποφευχθεί ο περαιτέρω τονισμός σε κάποιες γεωμορφές, οι περαιτέρω διαφοροποιήσεις του πάχους γραμμών παραλείπονται. Οι παραλλαγές στην ασυνέχεια γραμμών χρησιμοποιούνται

κυρίως για να εκφράσουν τα όρια και τα μη μόνιμα ρεύματα, προσθέτοντας κατά συνέπεια ένα συστατικό βεβαιότητας και ιεραρχίας στις πληροφορίες. Εκτός από αυτή τη χρήση των χρωμάτων, δίνεται μεγάλη σημασία στην παρουσίαση της διαδικασίας, στη γένεση περιοχών και των υλικών. Για να ενισχύσουν την αναγνωσιμότητα των χωρικών σχέσεων και των σχεδίων οι πληροφορίες για τα υλικά παρουσιάζονται με μια ένταση χρώματος 50%.¹¹

2.8 Γεωμορφολογική έρευνα

Η Γεωμορφολογία, είναι ένας από τους σημαντικότερους κλάδους της επιστήμης της Γεωγραφίας προσεγγίζοντας τις διαδικασίες διαμόρφωσης του γήινου αναγλύφου, αναγνωρίζοντας, ταξινομώντας και αναλύοντας τις γεωμορφές και τελικά προσδιορίζοντας τις συνθήκες που τις δημιουργούν και τις εξελίσσουν σε συνάρτηση με τον χρόνο.¹²

Με τον όρο «γεωμορφή», ορίζεται κάθε στοιχείο του αναγλύφου, το οποίο μπορεί να παρατηρηθεί εξ ολοκλήρου και να περιγραφεί λεπτομερώς, ανεξάρτητα αν αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη ή σταθερότητα.¹³

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αναγνώριση των γεωμορφών είναι η γνώση πάνω σε θέματα χαρτογραφίας, γεωμορφολογίας, συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), φωτοερμηνείας και τηλεπισκόπησης. Έτσι, τα στάδια μιας γεωμορφολογικής έρευνας είναι τα παρακάτω:¹⁴

➤ Αναγνώριση:

- α. Του προβλήματος που οριοθετείται στα ερευνητικά προγράμματα, στις διαχειριστικές εφαρμογές και σε διάφορα κατασκευαστικά έργα.
- β. Των γεωμορφολογικών συνθηκών που επικρατούν στην στενή και ευρύτερη περιοχή του προβλήματος.
- γ. Επιλογή και σχεδιασμός μεθοδολογίας προσέγγισης.

➤ Αποτύπωση:

- α. Επιλογή κλίμακας χαρτογράφησης.
- β. Επιλογή μεθόδου χαρτογράφησης.
- γ. Επιλογή αεροφωτογραφιών και τοπογραφικών χαρτών.
- δ. Επιλογή ψηφιακών υποβάθρων και δορυφορικών εικόνων.

¹¹ Marcus Gustavsson, Else Kolstrup, Arie C. Seijmonsbergen, (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden, page 93.

¹² Παυλόπουλος Κ, (2008), Σημειώσεις του μαθήματος της εφαρμοσμένης γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 1.

¹³ Παπαπέτρου – Ζαμάνη Α., (1995), Γεωμορφολογία, Αθήνα, σελ. 17.

¹⁴ Παυλόπουλος Κ, (2008), Σημειώσεις του μαθήματος της εφαρμοσμένης γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 8.

ε. Επιλογή συμβόλων και υπομνήματος.

στ. Γεωμορφολογική χαρτογράφηση των γεωμορφών που εμφανίζονται στην περιοχή.

ζ. Έκθεση των αποτελεσμάτων της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης.

η. Συλλογή και αποτύπωση στοιχείων (στάθμες υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, παροχές ρευμάτων, διατομές, χρήσεων γης κ.α.).

➤ Ανάλυση:

α. Περιγραφική γεωμορφολογική ανάλυση.

β. Ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση εφόσον απαιτείται (υδρογραφικών δικτύων, τεκτονικών ασυνεχειών, ριπιδίων κ.α.).

γ. Σχεδιασμός δειγματοληψίας και δειγματοληπτικών γεωτρήσεων εφόσον απαιτείται.

δ. Επιτόπου δοκιμές (π.χ. γεωτεχνικές) και δειγματοληψίες.

ε. Ανάλυση δειγμάτων στο εργαστήριο σε συνδυασμό με τις μεθοδολογίες που απαιτούνται.

στ. Ιζηματολογικές, στρωματογραφικές αναλύσεις.

ζ. Μικροσκοπικές αναλύσεις, μικροπαλαιοντολογικές, μικρομορφολογικές.

η. Ραδιοχρονολογήσεις.

➤ Συσχέτιση:

α. Με τις γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες της περιοχής.

β. Με το σεισμολογικό καθεστώς της περιοχής.

γ. Με τις υδρολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες.

δ. Με τις γεωτεχνικές ιδιότητες των γεωλογικών σχηματισμών.

ε. Με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

➤ Σύνθεση:

α. Αξιολόγηση και έλεγχος των δεδομένων των αναλύσεων των δειγμάτων.

β. Αξιολόγηση της γεωμορφολογικής χαρτογράφησης.

γ. Συσχέτιση με δεδομένα άλλων επιστημονικών ειδικοτήτων.

δ. Συμπεράσματα, συζήτηση και διαπιστώσεις από τις γεωμορφολογικές αναλύσεις και προσεγγίσεις.

ε. Προτάσεις για την επίλυση προβλημάτων εφαρμογών και διαχειριστικών προγραμμάτων.

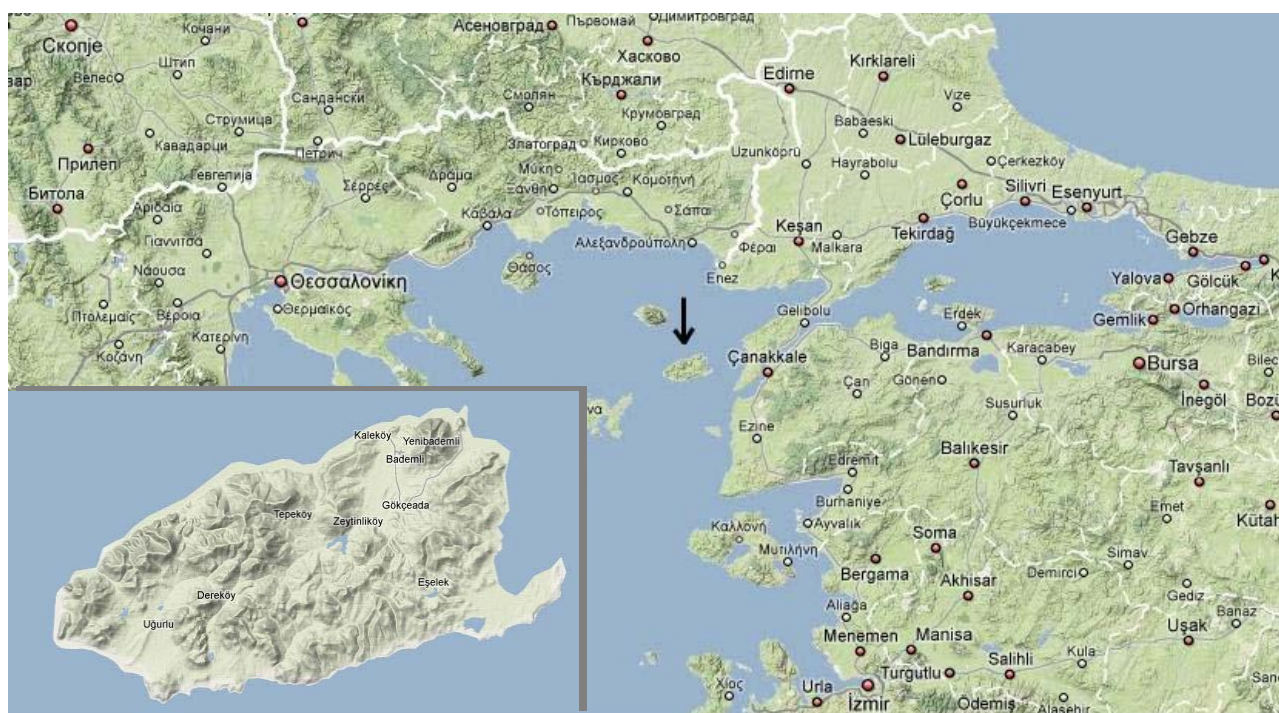
στ. Πρόβλεψη αντιμετώπισης και τακτικές πρόληψης από γεωμορφολογική θεώρηση, αν έχουμε θέμα φυσικών καταστροφών.

3. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ – ΙΜΒΡΟΣ

3.1 Γενικά στοιχεία

3.1.1 Γεωγραφία:

Η Ίμβρος, επίσημα καλούμενη Gökçeada στην Τουρκία, είναι νησί με έκταση 285,5 Km². Βρίσκεται στο Αιγαίο πέλαγος και συγκεκριμένα, 21 Km βορειανατολικά της Λήμνου και 24 Km νοτιανατολικά της Σαμοθράκης. Είναι το μεγαλύτερο νησί της Τουρκίας, μέρος της επαρχίας Çanakkale. Βρίσκεται στην είσοδο του κόλπου Saros στο βόρειο Αιγαίο πέλαγος και είναι επίσης το πιο δυτικό σημείο της Τουρκίας. Συγκεκριμένα η χερσόνησος Anlaka.¹⁵ Είναι καλυμμένη από χαμηλά βουνά (η υψηλότερη κορυφή της, ο Προφήτης Ηλίας, έχει ύψος 600 μέτρα) και μικρές κοιλάδες με άφθονα τρεχούμενα νερά.¹⁶



Σχήμα 1. Χωροθέτηση του νησιού Ίμβρος (Gökçeada) (www.googlemaps.com)

Ορισμένες σημαντικές τοποθεσίες της Ίμβρου ακολουθούν παρακάτω. Αξίζει να σημειώσουμε πως οι περισσότεροι οικισμοί του νησιού απέκτησαν τουρκική ονομασία το 1926.¹⁷

¹⁵ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: <http://en.wikipedia.org/wiki/Imvros>

¹⁶ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: www.imvrosisland.org

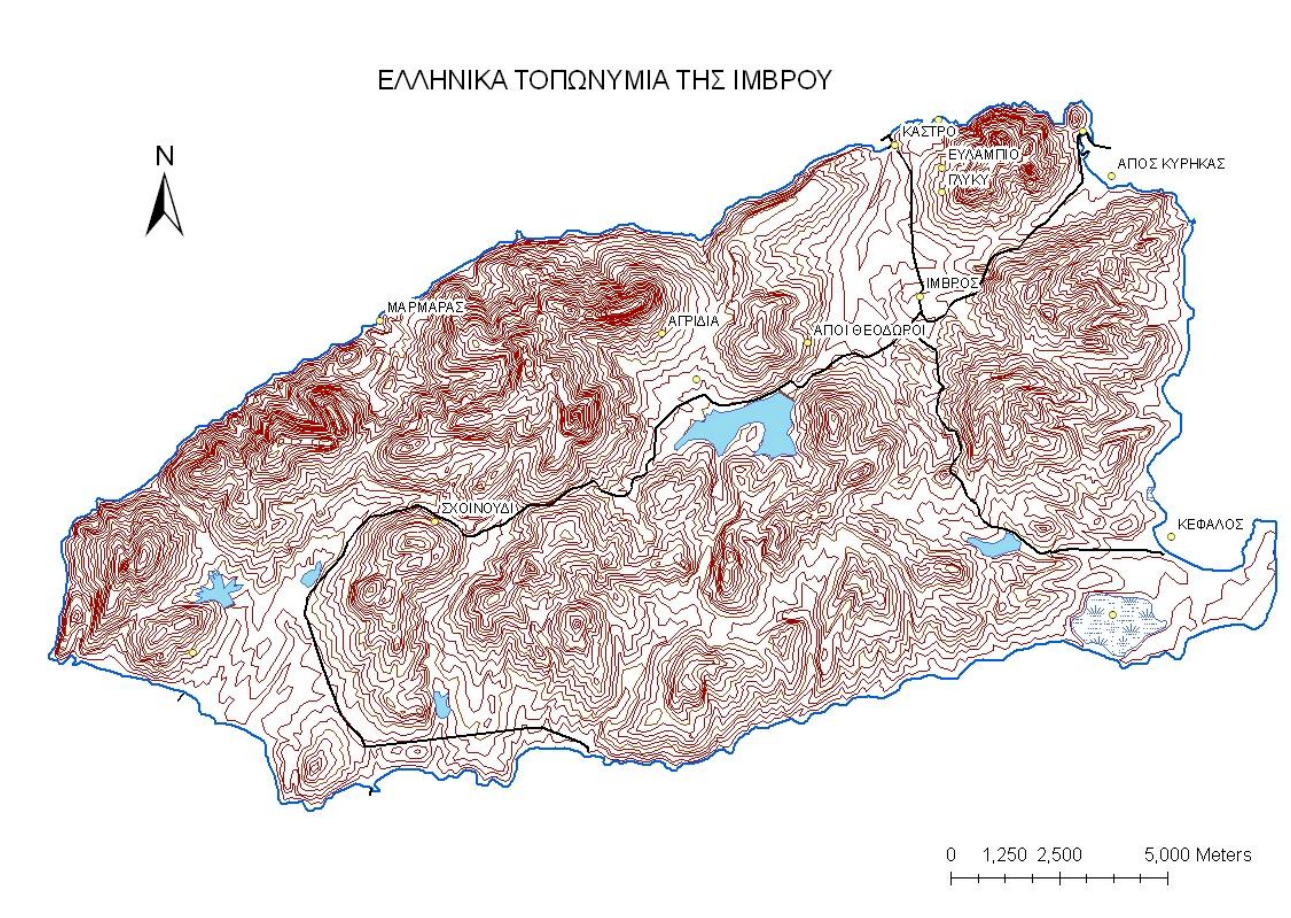
¹⁷ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: <http://en.wikipedia.org/wiki/Imvros>

- Η "χώρα" του νησιού είναι η Παναγία η Μπαλωμένη (σήμερα Çınarlı). Βρίσκεται στο κέντρο της Ίμβρου και δίπλα στον οικισμό υπάρχει ένα μικρό αεροδρόμιο.
- Σχοινούδι (σήμερα Dereköy =Λαγγαδοχώρι μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Βρίσκεται στο κέντρο της δυτικής πλευράς του νησιού. Ο οικισμός είναι σήμερα σχεδόν άδειος, λόγω της μετανάστευσης των Ελλήνων κατοίκων του στο εξωτερικό (Σχήμα 2).
- Κάστρο (σήμερα Kaleköy =Καστροχώρι ή Κάστρο μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο του νησιού και πήρε το όνομά του από παρακείμενο κάστρο. Έχει επίσης μικρό λιμάνι, που κατασκευάστηκε από τους Γάλλους που το κατείχαν στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (Σχήμα 2).
- Άγιοι Θεόδωροι (σήμερα Zeytinli köyü =Ελαιοχώρι ή Ελαιώνας μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Το χωριό του Οικουμενικού Πατριάρχη Βαρθολομαίου (Σχήμα 2).
- Αγριδιά (σήμερα Tepeköy =Κορφοβουνοχώρι μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Στα βόρεια του νησιού (Σχήμα 2).
- Γλυκύ (σήμερα Bademli köyü =Αμυγδαλώνας μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Βρίσκεται ανάμεσα από τη χώρα και το Κάστρο (Σχήμα 2).
- Ευλάμπιο (σήμερα Yenimahalle =Καινούργιος Μαχαλάς μεταφρασμένο από τα Τούρκικα). Είναι κοντά στη χώρα, προς το λιμάνι του Αγίου Κήρυκα (Kuzulimanı) (Σχήμα 2).
- Άλλες περιοχές είναι οι Yeni Bademli köyü, Eşelek / Karaca köyü, Şahinkaya köyü (=Βράχος του γέρακα μεταφρασμένο από τα Τουρκικά). Εκεί διαμένουν πόντιοι εξισλαμισθέντες/εκτουρκισθέντες.
- Şirinköy (=Χαριτωμένο Χωριό μεταφρασμένα από τα Τούρκικα). Εκεί βρίσκονται τα ερείπια των «ανοικτών αγροτικών φυλακών βαρυποινιτών». Στο χωριό σήμερα ζούνε εκδιωγμένοι Βούλγαροι (Τουρκική μειονότητα εκδιωγμένη από το καθεστώς Ζίβκοβ της Βουλγαρίας). Σήμερα τα ερείπια των φυλακών τα οποία βρίσκονται δίπλα στο χωριό, χρησιμοποιούνται ως στάβλοι.
- Uğurlu köyü (=Τυχερό χωριό μεταφρασμένο από τα Τούρκικα) (Σχήμα 3).¹⁷

Αν και νησί, οι οικισμοί της εμφανίζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τους γεωργοκτηνοτροφικούς οικισμούς των ορεινών περιοχών της Μακεδονίας και της Θράκης: τα κτίσματα, είναι κατά κανόνα μικρά και λιτά, με διάσπαρτους βοηθητικούς χώρους (αποθήκες, στάβλοι, φούρνοι, κ.ά.), ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες μιας αυτοσυντηρούμενης οικιακής

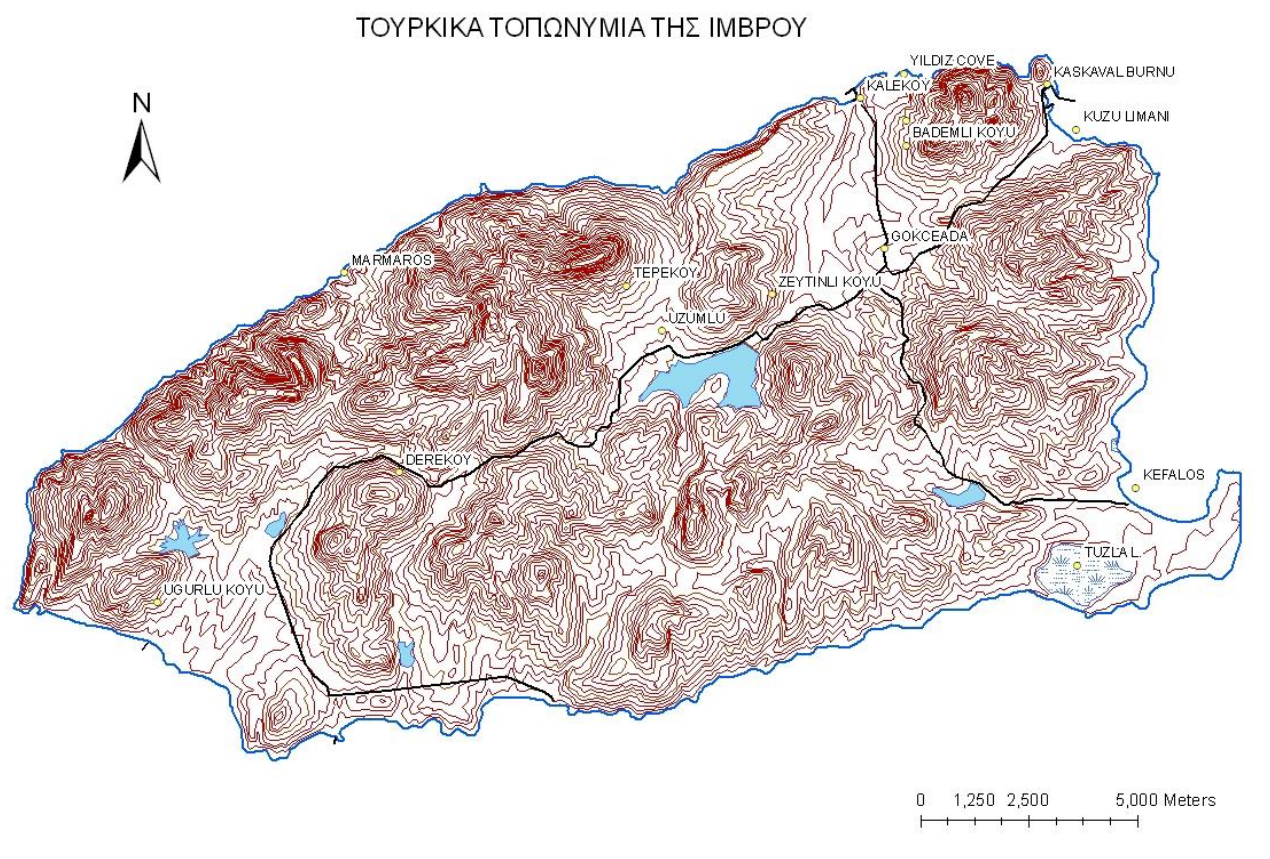
¹⁷ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: <http://en.wikipedia.org/wiki/Imvros>

οικονομίας. Κατασκευασμένα από πέτρα, λάσπη, ξύλο και κεραμίδι, έχουν αξιοποιήσει τη γεωμορφολογία του εδάφους, αναδεικνύοντας λειτουργικά στοιχεία της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του βορειανατολικού Αιγαίου. Οι δρόμοι στην Ίμβρο είναι λιθόστρωτοι (καλντερίμια), ενώ παραδοσιακά σημεία αναφοράς και κέντρα επικοινωνίας σε κάθε οικισμό είναι η εκκλησία, το σχολείο, οι απλές βρύσες, οι βρύσες-πλυσταριά, το τζάκι και η πλατεία με τα καφενεία και τα μαγαζιά. Σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή και στην οικονομία του νησιού έπαιζαν τα «ντάμια», οι βοηθητικές εξοχικές αγροκίες, μονώροφες ή διώροφες, που κάθε οικογένεια συντηρούσε στις διάφορες ξωμεριές του νησιού.¹⁸



Σχήμα 2. Ελληνικές ονομασίες περιοχών της Ίμβρου (Gökçeada) (Προσωπική επεξεργασία)

¹⁸ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: www.imvrosisland.org



Σχήμα 3. Τουρκικές ονομασίες περιοχών της Ίμβρου (Gökçeada) (Προσωπική επεξεργασία)

3.1.2 Δημογραφικά στοιχεία:

Το νησί κατοικήθηκε αρχικά από Έλληνες από τους αρχαίους χρόνους περίπου στα μέσα του 20ού αιώνα. Στοιχεία που χρονολογούνται από το 1922 και το 1927, παρουσίασαν μια ισχυρή πλειοψηφία των ελληνικών κατοίκων στη Ίμβρο και η ελληνική Ορθόδοξη Εκκλησία είχε μια ισχυρή παρουσία στο νησί.¹⁸ Κατά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, το 92% του πληθυσμού του νησιού ήταν Έλληνες. Λόγω της στρατηγικής θέσης της, δίπλα στα Δαρδανέλλια, η Ίμβρος παρέμεινε στην Οθωμανική Αυτοκρατορία, μαζί με την Τένεδο, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου, που παραχωρήθηκαν στην Ελλάδα. Το 1920, η Συνθήκη των Σεβρών παραχωρούσε τα δυο νησιά στην Ελλάδα. Μετά όμως την ήττα των Ελλήνων στη Μικρά Ασία και τη Μικρασιατική Καταστροφή, η Συνθήκη της Λωζάννης έδωσε τα δύο νησιά στην Τουρκία, διάδοχο πλέον της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας. Η ίδια συνθήκη όμως εξαιρέσε τους Έλληνες κατοίκους των δύο νησιών από την ανταλλαγή των πληθυσμών που ακολούθησε, και προέβλεψε

¹⁸ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: www.imvrosisland.org

γι' αυτούς εκτενή αυτονομία, πράγμα όπως που στη συνέχεια καταπατήθηκε σε μεγάλη έκταση.¹⁸

Όσον αφορά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, ο μόνιμος πληθυσμός της Ίμβρου σήμερα ανέρχεται σε 254 Έλληνες, υπερήλικες στην πλειοψηφία τους και σε 8.640 περίπου Τούρκους εποίκους. Η αναλογία, πριν το 1964, ήταν περίπου 6.100 Έλληνες και 200 Τούρκοι.¹⁸

ΤΟΥΡΚΟΙ																
ΕΛΛΗΝΕΣ																
ΧΩΡΙΑ	1927	1927	1970	1970	1975	1975	1980	1980	1985	1985	1990	1990	1997	1997	2000	2000
Çınarlı	-	-	3578	615	3806	342	4251	216	767	70	721	40	553	26	503	29
Bademli	-	-	66	144	1	57	40	1	13	34	29	22	15	15	15	13
Dereköy	-	-	73	672	391	378	319	214	380	106	99	68	82	40	68	42
Eşelek	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	-
Fatih	-	-	-	-	-	-	-	-	3962	45	4284	32	4135	21	4180	25
Kaleköy	-	-	38	36	24	-	-	128	94	-	105	-	90	-	89	-
Şahinkaya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	-	107	-	86	-
Şirinköy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	-
Tepeköy	-	-	3	504	4	273	2	193	1	110	75	2	2	39	2	42
Uğurlu	-	-	-	-	-	-	-	-	460	-	490	-	466	-	401	-
Yenibademli	-	-	-	-	-	-	-	-	416	-	660	-	628	-	581	-
Yenimahalle	-	-	182	143	162	121	231	81	359	59	970	27	2240	25	2362	27
Zeytinli	-	-	30	507	15	369	36	235	72	162	25	130	12	82	12	76
ΣΥΝΟΛΟ	157	6555	3970	2621	4403	1540	4879	1068	6524	586	7626	321	8330	248	8640	254

Πίνακας 5. Αναλογία πληθυσμού (Τούρκων – Ελλήνων) της Ίμβρου ανά περιοχή 1927-2000.

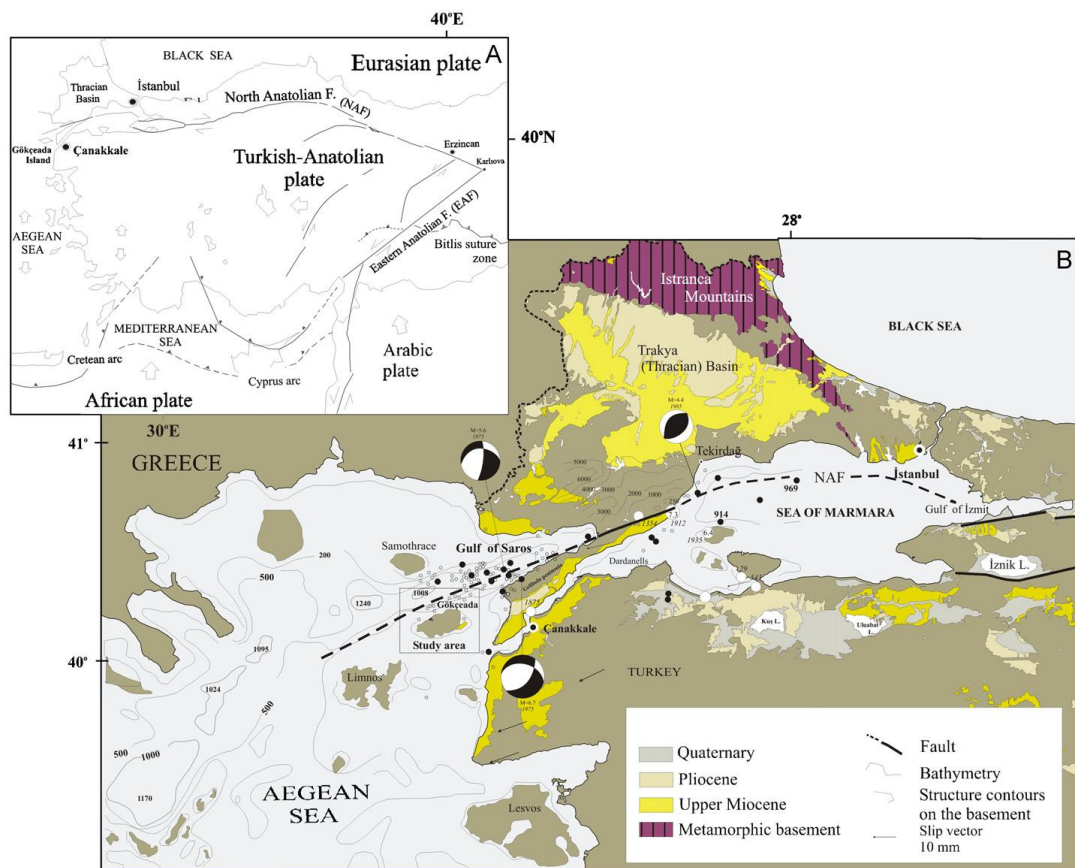
(www.wikipedia.com)

Σύμφωνα με τον πίνακα 5, η Ίμβρος το έτος 2000 είχε έναν συνολικό πληθυσμό 8.875 κατοίκους. Συγκεκριμένα, από αυτούς, οι 7.254 κατοικούσαν στην μεγαλύτερη πόλη του νησιού, και μόνο οι 1.621 στα υπόλοιπα χωριά. Οι κάτοικοι ασχολούνται κυρίως με την αλιεία, τον τουρισμό, την παραγωγή αμπελώνων και κρασιού. Ο πληθυσμός του νησιού είναι κυρίως Τούρκοι υπήκοοι και υπάρχουν μόνο 250 Έλληνες κάτοικοι γιατί οι περισσότεροι έχουν μεταναστεύσει. Τα δεδομένα αυτά όμως αλλάζουν κάνοντας μια αναδρομή σε παλαιότερα έτη. Έτσι λοιπόν, παρατηρείται το έτος 1927 να κατοικούν στο νησί 157 Τούρκοι υπήκοοι και 6.555 Έλληνες. Μετά από 50 χρόνια, υπάρχει μια εξισορρόπηση των αναλογιών με αποτέλεσμα να είναι καταγεγραμμένοι 3.970 Τούρκοι υπήκοοι και 2.621 Έλληνες υπήκοοι. Από κει και πέρα, με βάση τα δεδομένα του πίνακα 5, ανά πενταετία μειώνονται ο ελληνικός πληθυσμός ανά 500 περίπου κατοίκους, ενώ ο Τούρκικος πληθυσμός αυξάνεται ραγδαία ανά 1.000 κατοίκους περίπου.

¹⁸ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: www.imvrosisland.org

¹⁸ Εύρεση στις 30 Ιουνίου 2009 στην ιστοσελίδα: www.imvrosisland.org

3.1.3 Γεωλογία και τεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα:



Σχήμα 4. Νεοτεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Τουρκίας και των βορειοδυτικών περιοχών της.¹⁹ (Koral, H., et al., 2008)

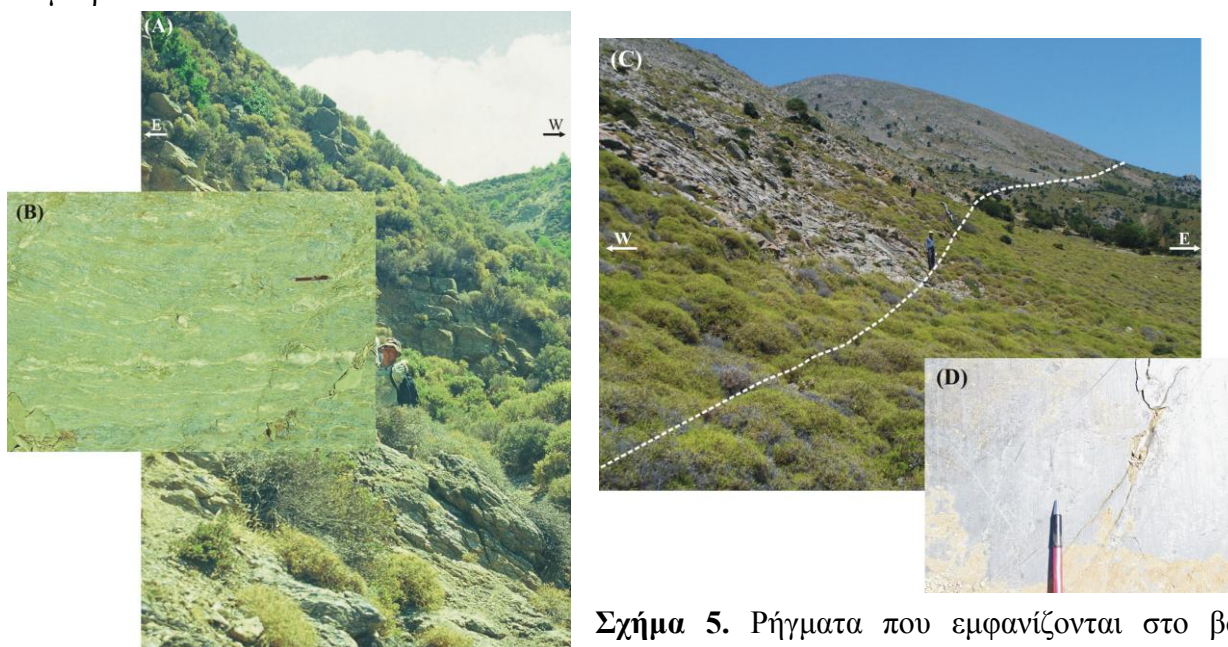
Το νησί της Ίμβρου, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4, βρίσκεται στη νοτιοανατολική επέκταση της λεκάνης της Θράκης, όπου στη περιοχή αυτή υπάρχει μια πλήρης ιζηματογενής ακολουθία πάχους 2 χιλιομέτρων περίπου.²⁰ Η ακολουθία αυτή, εμφανίζεται στη δυτική ακτή της Ίμβρου και κάτω από αυτήν υπόκεινται μεταμορφωμένα πετρώματα, παρόμοια με εκείνα που εμφανίζονται βόρεια, στα βουνά της Ροδόπης, 170 χιλιόμετρα. Επίσης, παρουσιάζει φθίνουσα ηλικία από τη δυτική στην ανατολική ακτή και περιλαμβάνει Ηωκαινικούς τουρβιδίτες που επικάθονται σε (πλούσιους σε απολιθώματα) ασβεστόλιθους τριτογενούς ηλικίας, Ολιγοκαινικούς – Μειοκαινικούς ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ηφαιστιογενή, άνω Μειοκαινικούς –

¹⁹ Οι 2 χάρτες δείχνουν τα σημαντικότερα νεοτεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Τουρκίας και των βορειοδυτικών περιοχών της: (α) Τη ζώνη του βόρειου κλάδους του ρήγματος της Ανατολίας και (β) Η περιοχή μελέτης της Ίμβρου στο βορειοανατολικό Αιγαίο πέλαγος. Τα επίκεντρα των μεγάλων σεισμικών γεγονότων αναπαριστούν οι άσπροι κύκλοι και τα σεισμικά γεγονότα $M > 4$, αναπαρίστανται με μαύρους κύκλους. Ρήγματα τα οποία είναι αποτέλεσμα σεισμικών γεγονότων, αναπαρίστανται από τους δίχρωμους κύκλους.

²⁰ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 2.

Πλειοκαινικούς ιλυόλιθους και κροκαλοπαγή. Τα βυθίσματα έχουν πληρωθεί με Ολοκαινικές και άνω Πλειστοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις.²⁰

Η βάση της ιζηματολογικής ακολουθίας που υπάρχει στο Uğurlu köyü και στις περιοχές Dereköy και Marmaros περιλαμβάνουν τουρβιδιτικές αποθέσεις αντιπροσωπεύοντας τις σχετικά βαθιές λεκάνες απορροής και τους ασβεστόλιθους που δημιουργούνται στις ρηχές, θερμές και ήρεμες θαλάσσιες συνθήκες (Γεωλογικός Χάρτης). Τα υπερκείμενα κλαστικά ιζήματα αποτελούνται κυρίως από εναλλαγές αργιλο-μαργών, ασβεστόλιθων, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών και εμφανίζονται κοντά στα Yıldız Cove, Kuzulimanı, και Uzumlu (Γεωλογικός Χάρτης). Το πάχος αυτών που φθάνει μέχρι και 1000 μέτρα περίπου, πρόκειται για δελταϊκές και ποτάμιες αποθέσεις. Η ηλικία αυτών θεωρείται Ολιγοκαινική/κάτω Μειοκαινική βάσει του συσχετισμού που παρατηρείται στη Θρακική λεκάνη.²¹ Τα ηφαιστιογενή πετρώματα του νησιού, εμφανίζονται σε μορφές ως φλέβες/φλεβίδια, ή ως ηφαιστειακά – κλαστικά ιζήματα. Όσον αφορά τις τοπογραφικά υψηλές περιοχές του νησιού, η σύνθεσή τους αποτελείται συνήθως από ανδεσίτες και σύμφωνα με ραδιομετρικούς προσδιορισμούς ηλικίας με τη μέθοδο K/Ar, η ηλικία τους υπολογίζεται στο κάτω Ολιγόκαινο. Τα κλαστικά ιζήματα του ανώτερου Μειόκαινου – Πλειόκαινου εμφανίζονται κατά μήκος της νοτιοανατολικής ακτής του νησιού κοντά στη λιμνοθάλασσα Tuzla και κλίνουν προς νότια. Οι στρώσεις των ιλυολίθων έχουν πάχη από 1-2 μέτρα.²¹



Σχήμα 5. Ρήγματα που εμφανίζονται στο βόρειο

μέρος του νησιού (Koral, H., et al., 2008)

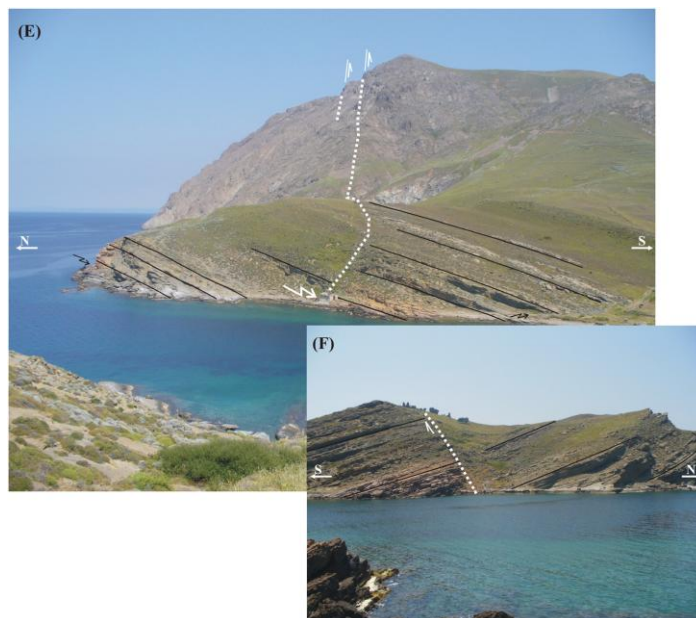
²⁰ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 2.

²¹ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 4.

²¹ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 4.

Στο νησί εμφανίζονται ρήγματα BA-ΝΔ προσανατολισμού σχεδόν παράλληλα με ένα σεισμικά ενεργό ρήγμα στο βόρειο κλάδος του ρήγματος της Ανατολίας. Το δυτικότερο όριο αυτής της ρηξιγενούς ζώνης εμφανίζεται στη βόρεια ακτή του νησιού (Γεωλογικός Χάρτης). Μια άλλη ρηξιγενούς ζώνη, όπως φαίνεται στο σχήμα 5(C και D), εμφανίζεται κατά μήκος του μεγαλύτερου άξονα του νησιού και πέρα από το νησί. Το ρήγμα αυτό καλύπτεται από τις αλλουβιακές και κολλουβιακές αποθέσεις κοντά στις περιοχές Kuzulimanı, Gökçeada και Uğurlu köyü. Ακόμα, οριοθετεί και το βύθισμα της λιμνοθάλασσας Tuzla στο νοτιοανατολικό μέρος του νησιού και αναφέρεται ως Kefalos, όπου και σε αυτή τη περιοχή υπάρχουν αλλουβιακές και κολλουβιακές αποθέσεις. Επίσης, χωρίζει τα ανώτερα Μειοκαινικά – Πλειοκαινικά ιζήματα από τα Ολιγοκαινικά ηφαιστιογενή και οριοθετείται από τις αλλουβιακές αποθέσεις. Αυτά τα ρήγματα αναγνωρίζονται στη περιοχή από την απότομη «εξαφάνιση» μιας λιθολογικής ενότητας (ή την εμφάνιση μιας διαφορετικής μονάδας) και από τα μορφολογικά στοιχεία όπως οι κρημνοί, οι καταρράκτες και τις αναβλύσεις πάγων. Εμφανίζονται στην σωστή διάταξη και είναι σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα πλάγιας ολίσθησης όπως φαίνεται και στον γεωλογικό χάρτη.²²

Πλάγια σε αυτά, υπάρχουν αντίθετα ρήγματα που κλίνουν προς τα ΒΔ. Ένα τέτοιο ρήγμα εμφανίζεται μερικά χιλιόμετρα δυτικά του Kuzulimanı ανυψώνοντας τους Ηωκαινικής ηλικίας σχηματισμούς. Άλλα εμφανίζονται στο κέντρο του νησιού με ένα προεξέχον τμήμα βύθισης – ολίσθησης.



Σχήμα 6. Ρήγματα που εμφανίζονται στο βόρειο μέρος του νησιού (Koral, H., et al., 2008)

²² Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 5.

Ένα τρίτο σύνολο ρηγμάτων, βρίσκονται ΒΑ του νησιού. Ένα τέτοιο ρήγμα όπως παρατηρείται στον γεωλογικό χάρτη και στο σχήμα 6, είναι κοντά στο Kalekoy κατά μήκος της βόρειας ακτής, δημιουργώντας μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά τεκτονικών αναβαθμίδων. Η ρηξιγενής αυτή ζώνη επεκτείνεται από δυτικά προς το Kuzulimanı με μορφή κανονικών ρηγμάτων με συνισταμένη αριστεροστροφική οριζόντια ολίσθησης.²³

3.1.4 Παράκτια μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

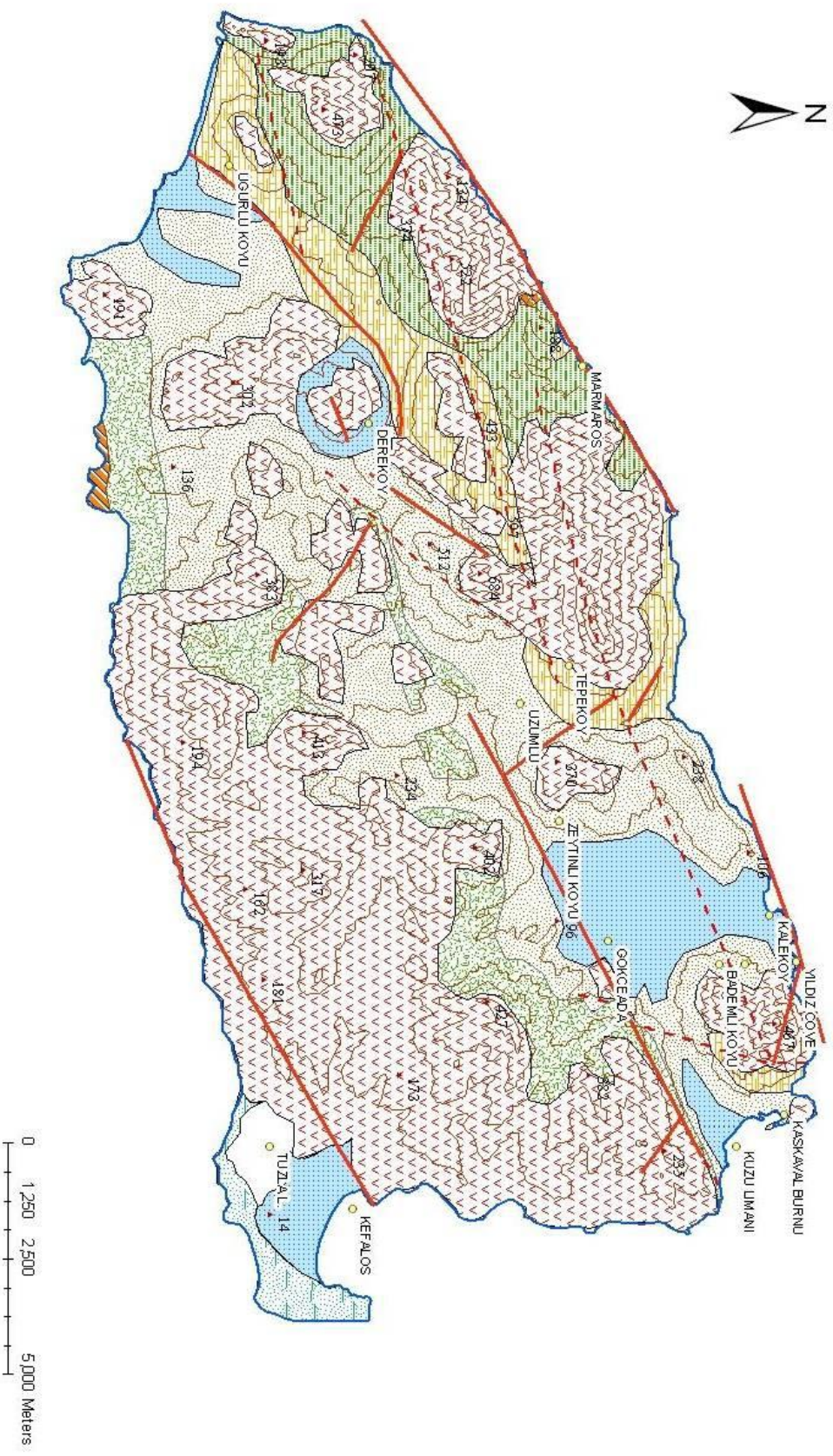
Η Ίμβρος έχει ένα ασύμμετρο ανάγλυφο που εκτείνεται σε έναν κύριο άξονα 28 χιλιομέτρων διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και έναν μικρό άξονα 12 χιλιομέτρων. Έχει μια υψηλή και έντονη μορφολογία κατά μήκος της βόρειας ακτής που γίνεται πιο ομαλή προς τα νότια και στα ανατολικά με ένα βύθισμα στη μέση (Γεωλογικός Χάρτης). Η βόρεια ακτή του νησιού που βρίσκεται κοντά στον βόρειο κλάδο του ρήγματος της Ανατολίας, φθάνει μέχρι 673 μέτρα υψόμετρο με απότομες κλίσεις στη τάφρο του βόρειου Αιγαίου. Η νότια ακτή είναι πιο ομαλή με ένα μέσο υψόμετρο 150 μέτρων και μια λιμνοθάλασσα που διαταράσσεται συχνά από τα κύματα της θάλασσας κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι κύριες παράκτιες διαδικασίες οφείλονται στην παράκτια διάβρωση κυρίως στον κόλπο Kefalos, και στη σχετικά σταθερότερη ακτή στη λιμνοθάλασσα Tuzla. Το νησί, κατέχει πολλά μορφολογικά και παράκτια χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως παράκτιες εγκοπές, κοιλάδες και καταρράκτες.

3.1.5 Σεισμικότητα:

Η περιοχή έχει φιλοξενήσει ισχυρούς σεισμούς. Ιστορικοί είναι οι σεισμοί όπως το 1354 και το 1875 των οποίων τα γεγονότα είναι περιορισμένα στην περιοχή (Σχήμα 4). Ένας από τους πιο πρόσφατους ισχυρούς σεισμούς της περιοχής είναι ο σεισμός της 7ης Αυγούστου 1912 (7.5 ρίχτερ). Εμφανίστηκε βόρειο-ανατολικά του Κόλπου Saros στη χερσόνησο Gelibolu (Gallipoli) και είχε επιπτώσεις στο 70°-100° χιλιόμετρο μακρύ τμήμα του βόρειου τμήματος του ρήγματος της Ανατολίας και επεκτάθηκε από την ακτή του Marmara μέχρι τον κόλπο (Σχήμα 4). Η περιοχή είναι επίσης εστία των πολυάριθμων δονήσεων μεσαίου μεγέθους, όπως για παράδειγμα το έτος 1975 (5.6 ρίχτερ στον Κόλπο Saros). Κάποιες από αυτές τις δονήσεις εμφανίζονται κοντά στο νησί Ίμβρος. Οι διαδικασίες ρήξης είναι αμετάβλητα πλάγια ολίσθηση.

²³ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 6.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΙΜΒΡΟΥ (GOKCEADA)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

-  ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ
-  ΑΣΒΕΣΤΙΚΟΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΘΙΝΕΣ
-  ΜΕΙΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΑΝΔΕΣΙΤΕΣ ΚΑΙ ΤΟΦΦΟΙ
-  ΜΕΙΟΚΑΙΝΙΚΑ - ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΙΚΑ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ
-  ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ
-  ΜΑΡΓΑΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ ΜΕ ΕΝΔΙΑΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΩΝ - ΝΗΡΗΤΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΑΝΩ ΗΩΚΑΙΝΟ)
-  ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ, ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ - ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ)
-  ΦΥΛΛΙΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ)

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

-  ΡΗΓΜΑ ΟΡΑΤΟ
-  ΡΗΓΜΑ ΠΙΘΑΝΟ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

-  ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ
-  ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ
-  ΤΟΠΩΝΥΜΙΑ

3.2 Εφαρμογή προγραμμάτων

3.2.1 Λογισμικό Arc Map 9.2:

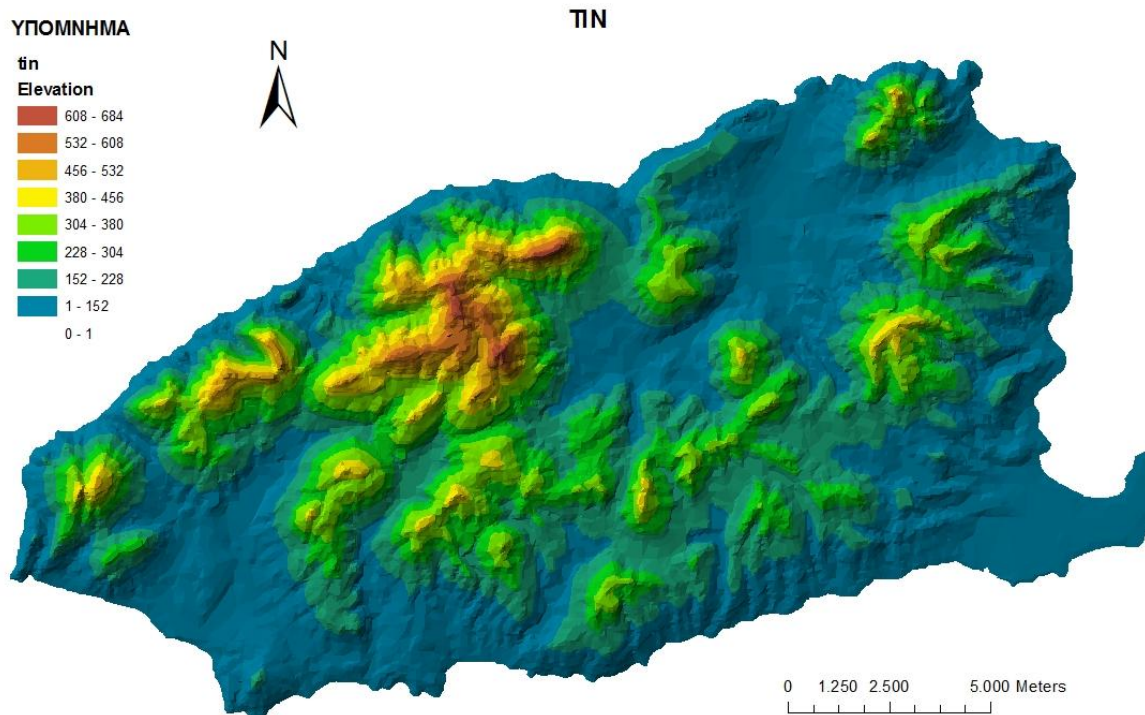
Ως πρώτο βήμα για τη χαρτογράφηση του νησιού της Ίμβρου, χρειάστηκε ένας τοπογραφικός χάρτης της περιοχής. Ο χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι ρώσικος²⁴, κλίμακας 1:50.000.

Αρχικά, μέσω του λογισμικού Arc Map 9.2 έγινε η αγκίστρωση (γεωαναφορά) του χάρτη αυτού με προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση της τοπογραφίας του νησιού και συγκεκριμένα η ψηφιοποίηση των υψομετρικών σημείων, των υψομετρικών καμπυλών, της ακτογραμμής και του οδικού δικτύου. Επίσης, έγινε και η εισαγωγή των τοπωνυμίων του νησιού. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια των δορυφορικών εικόνων έγιναν ευδιάκριτες οι γεωμορφές με αποτέλεσμα την ψηφιοποίησή τους. Συγκεκριμένα, ακολούθησε η ψηφιοποίηση της υδρογραφίας, της μορφολογίας και κάποιες από τις γεωμορφές της παράκτιας μορφολογίας. Για την απεικόνιση της λιθολογίας και της τεκτονικής απαραίτητες ήταν οι αναφορές στη βιβλιογραφία του συγγραφέα (Koral, H., et al., 2008). Έπειτα έγινε μέσω του λογισμικού Arc Map 9.2 η ψηφιοποίησή τους.

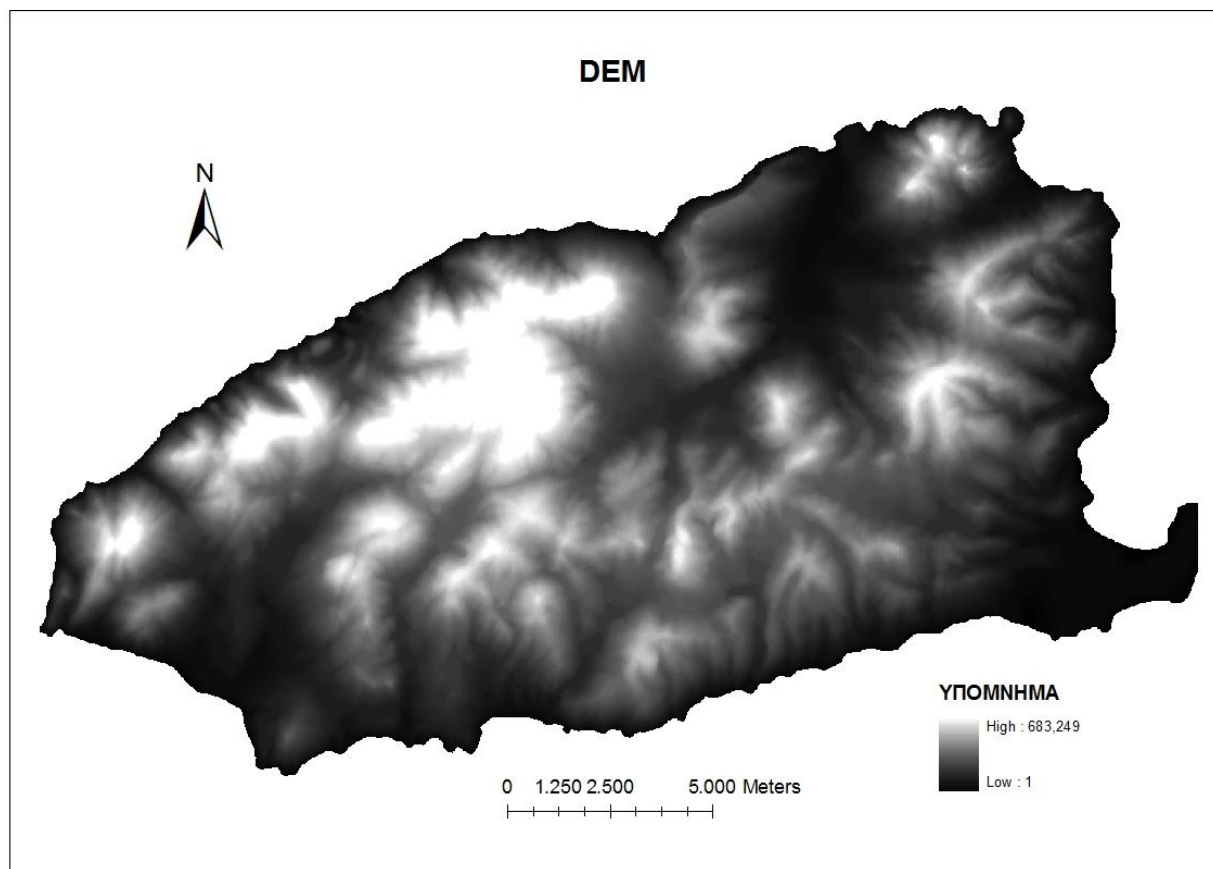
Στη συνέχεια, μέσω της λειτουργίας 3D Analyst δημιουργήθηκε τριγωνικό ακανόνιστο δίκτυο (TIN) το οποίο έχει σαν λειτουργία να παριστά τη συνεχή επιφάνεια σαν ένα σύνολο από τρίγωνα.²⁵ Τα τρίγωνα αυτά έχουν για κορυφές σημεία με καθορισμένη τιμή της μεταβλητής z (υψόμετρο) και συντεταγμένες x, y. Μετά τη δημιουργία του μοντέλου TIN, ακολούθησε η δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) με συντεταγμένες x, y = 20, 20 (Σχήματα 7,8 αντίστοιχα).

²⁴ Ο χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι από την ιστοσελίδα: www.poehali.net

²⁵ Χαλκιάς Χ.,(2005), Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών 2, Αθήνα, σελ. 50.

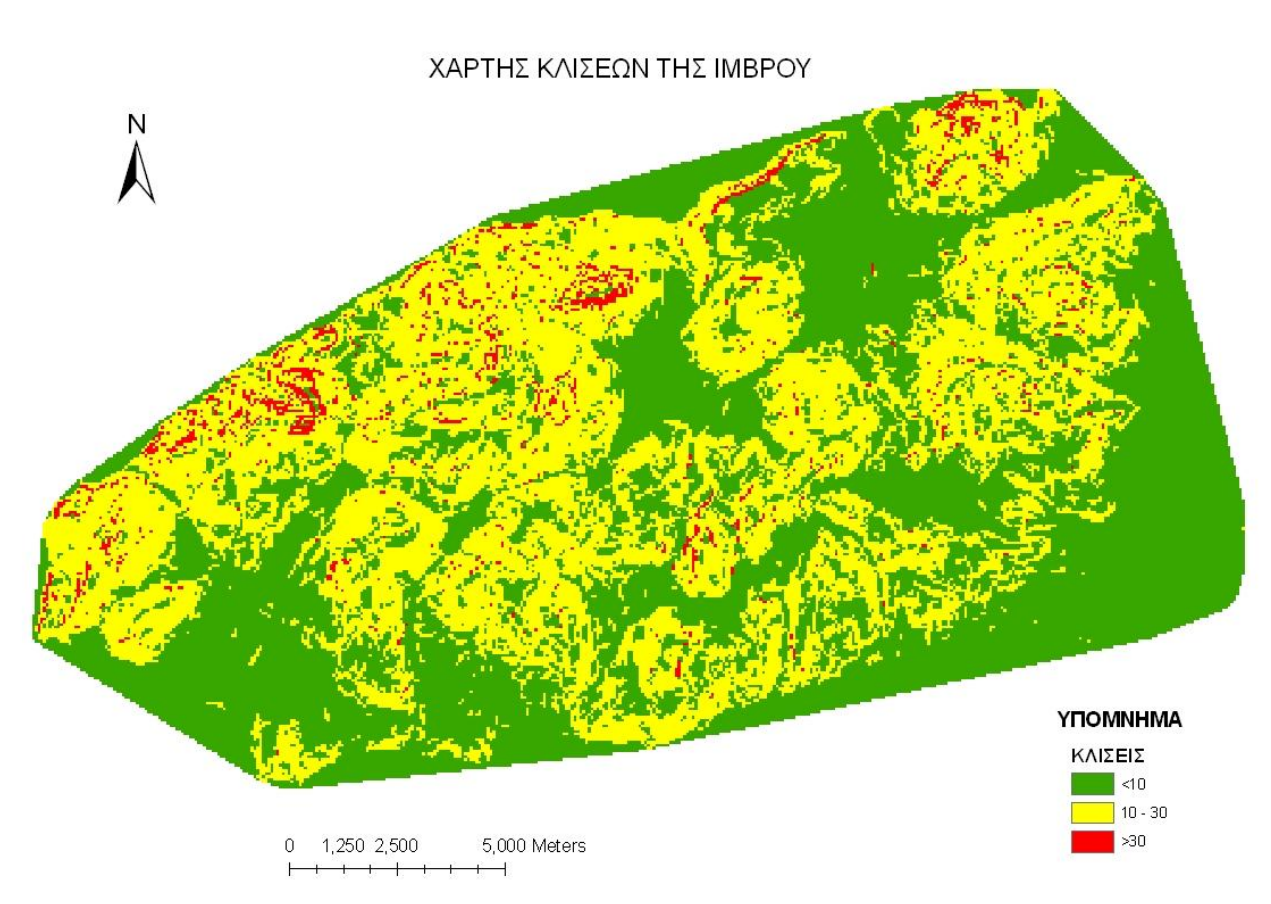


Σχήμα 7: Μοντέλο TIN (Προσωπική επεξεργασία)



Σχήμα 8: Μοντέλο DEM (Προσωπική επεξεργασία)

Για την αναγνώριση των κλίσεων του εδάφους, απαραίτητη ήταν η δημιουργία χάρτη κλίσεων με στόχο την ανάδειξη του αναγλύφου ήπιων, μέτριων ή μεγάλων κλίσεων.



Σχήμα 9. Χάρτης κλίσεων της Ίμβρου (Gökçeada) (Προσωπική επεξεργασία)

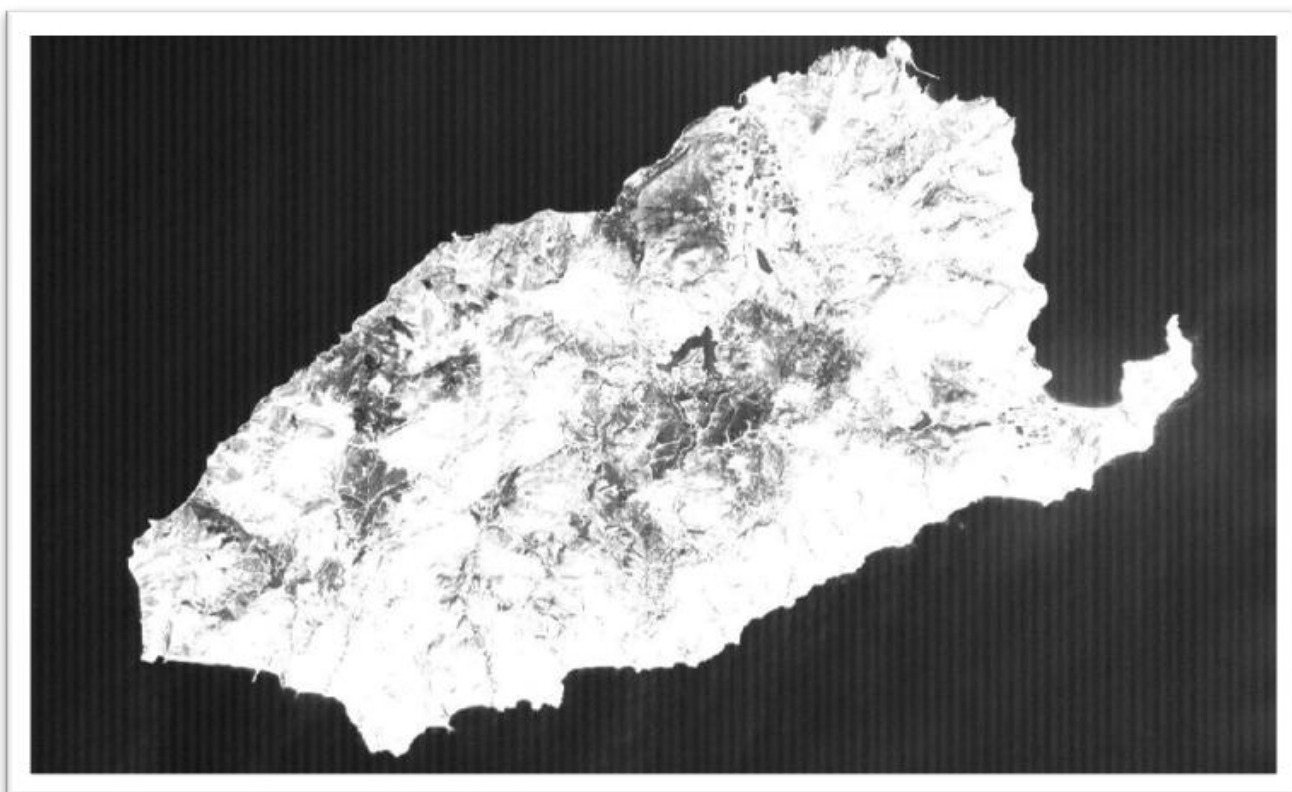
Μετά τη δημιουργία του γεωμορφολογικού χάρτη, μέσω του ίδιου προγράμματος έγινε και η δημιουργία του γεωλογικού χάρτη. Τα υπόβαθρα που χρειάζεται ο γεωλογικός αυτός χάρτης για την απεικόνισή του είναι αυτά της λιθολογίας και της τοπογραφίας, τα οποία απεικονίστηκαν και στον παραπάνω γεωμορφολογικό χάρτη.

Στο τέλος, έγινε και η δημιουργία των υπομνημάτων, μέσω της λειτουργίας insert>legend του λογισμικού Arc Map 9.2, και οι κατάλληλες διαμορφώσεις όσον αφορά την εκτύπωση των χαρτών.

3.2.2 Λογισμικό Erdas 9.1

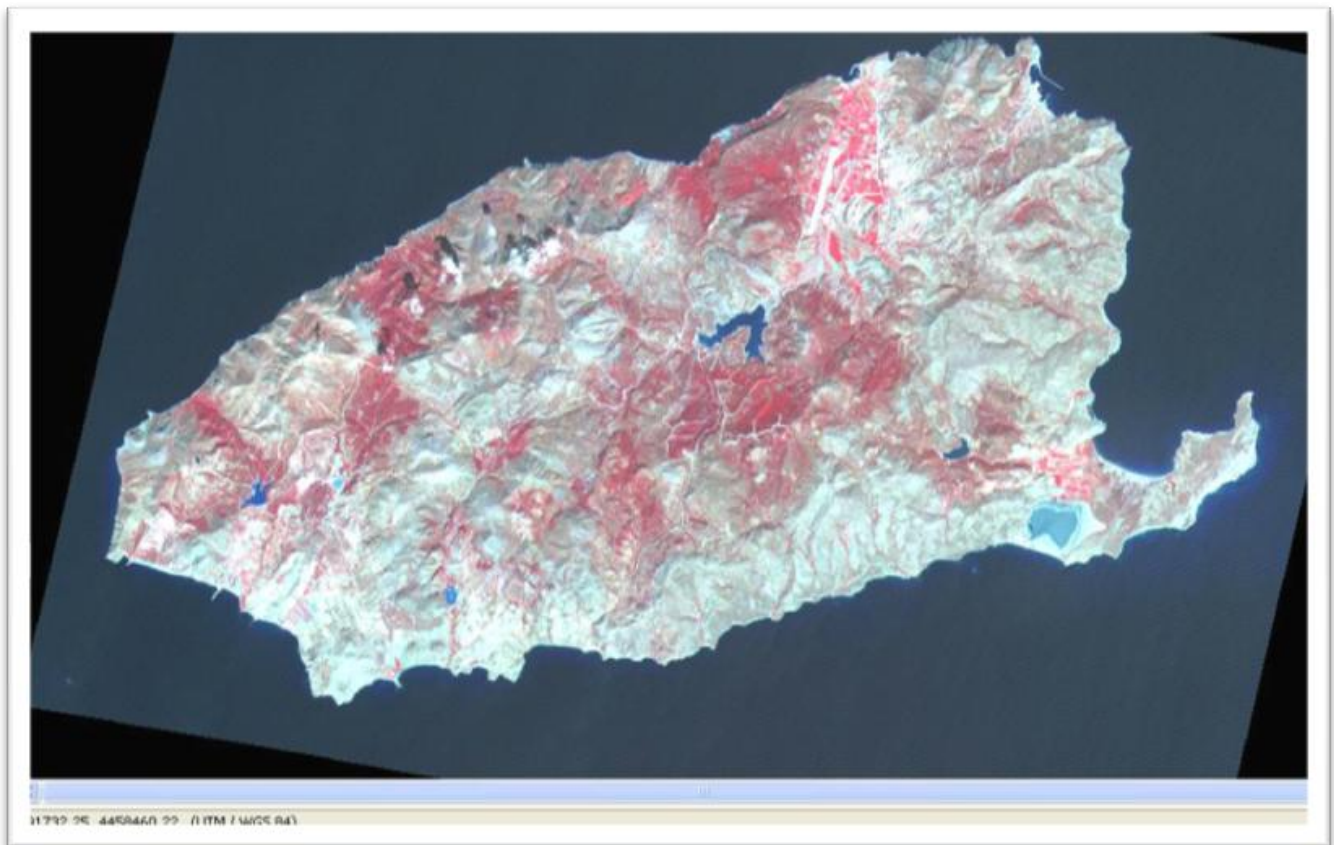
Όπως ειπώθηκε και παραπάνω, για την χαρτογράφηση των γεωμορφών και της λιθολογίας, απαραίτητες ήταν οι πληροφορίες των δορυφορικών εικόνων. Έτσι, με την εφαρμογή του λογισμικού Erdas 9.1 έγινε η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων.

Σαν πρώτο βήμα, έγινε η αποκοπή του τμήματος ενδιαφέροντος μελέτης των εικόνων Aster, περιμετρικά του νησιού με σκοπό την εύκολη επεξεργασία τους. Αυτό, επιτεύχθηκε μέσω της λειτουργίας inquire box και subset για την αποθήκευσή τους (Σχήμα 10).



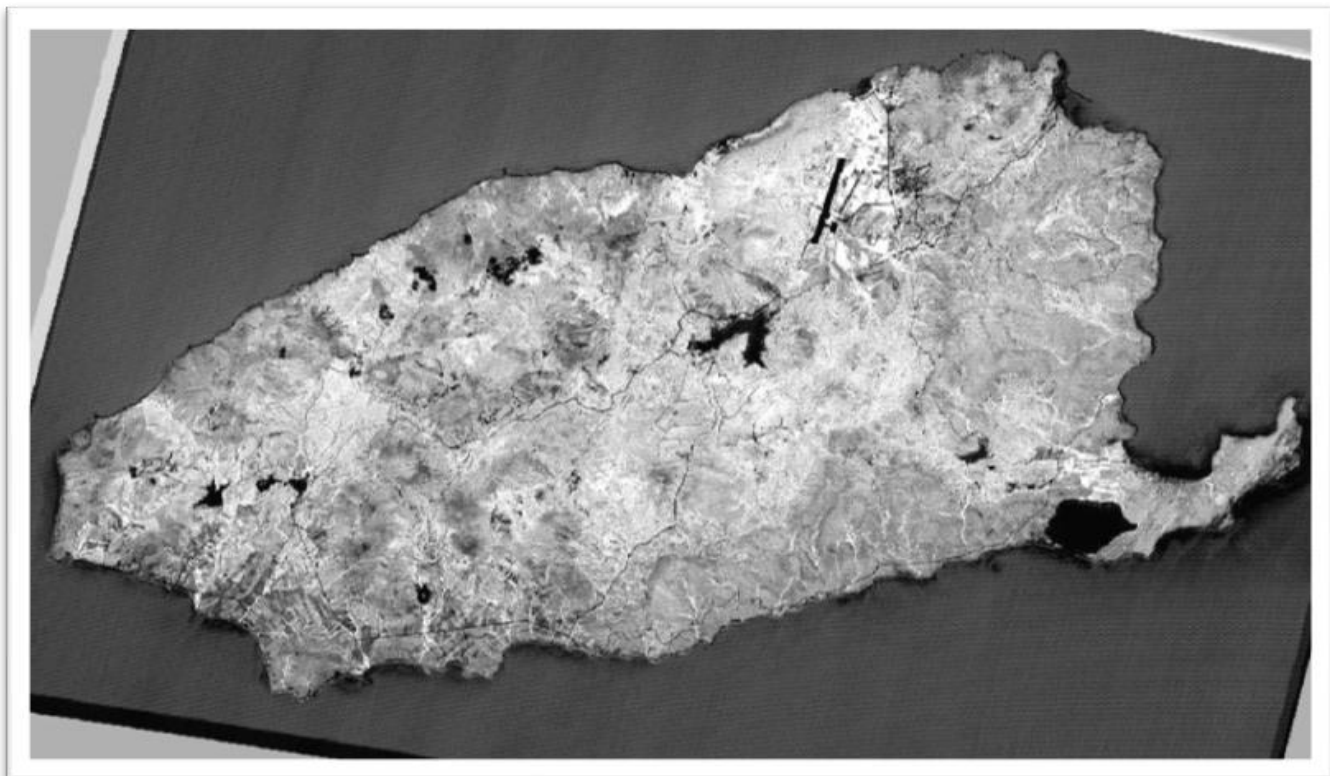
Σχήμα 10. Αποκομμένο τμήμα φασματικής ζώνης 2 της δορυφορικής εικόνας Aster (Προσωπική επεξεργασία)

Στη συνέχεια, έγινε η γεωαναφορά των δορυφορικών εικόνων αυτών, με σκοπό την απόδοση γεωγραφικών συντεταγμένων από τον τοπογραφικό χάρτη της Ίμβρου στις δορυφορικές εικόνες Aster. Η διαδικασία αυτή επιτεύχθηκε μέσω της λειτουργίας Geometric Correction και με τον τρόπο αυτό έγινε εισαγωγή σε όλες τις δορυφορικές εικόνες Aster, το προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Έπειτα, έγινε συνδιασμός διάφορων φασματικών καναλιών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξάγουν τις κατάλληλες πληροφορίες. Η διαδικασία αυτή, έγινε μέσω της λειτουργίας Interpreter>Utilities>Layer stack (Σχήμα 11). Με τον τρόπο αυτό, δημιουργήθηκαν πολυφασματικές εικόνες με βελτιωμένη ευαισθησία στη φασματική ανάκλαση μεταξύ των επιφανειακών αντικειμένων, οι οποίες απεικονίζουν ανάλογα με το χρώμα διαφορετικούς γεωμορφολογικούς σχηματισμούς ή παράγοντες που οφείλουν την δημιουργία τους χάρη στην ανθρώπινη παρέμβαση.

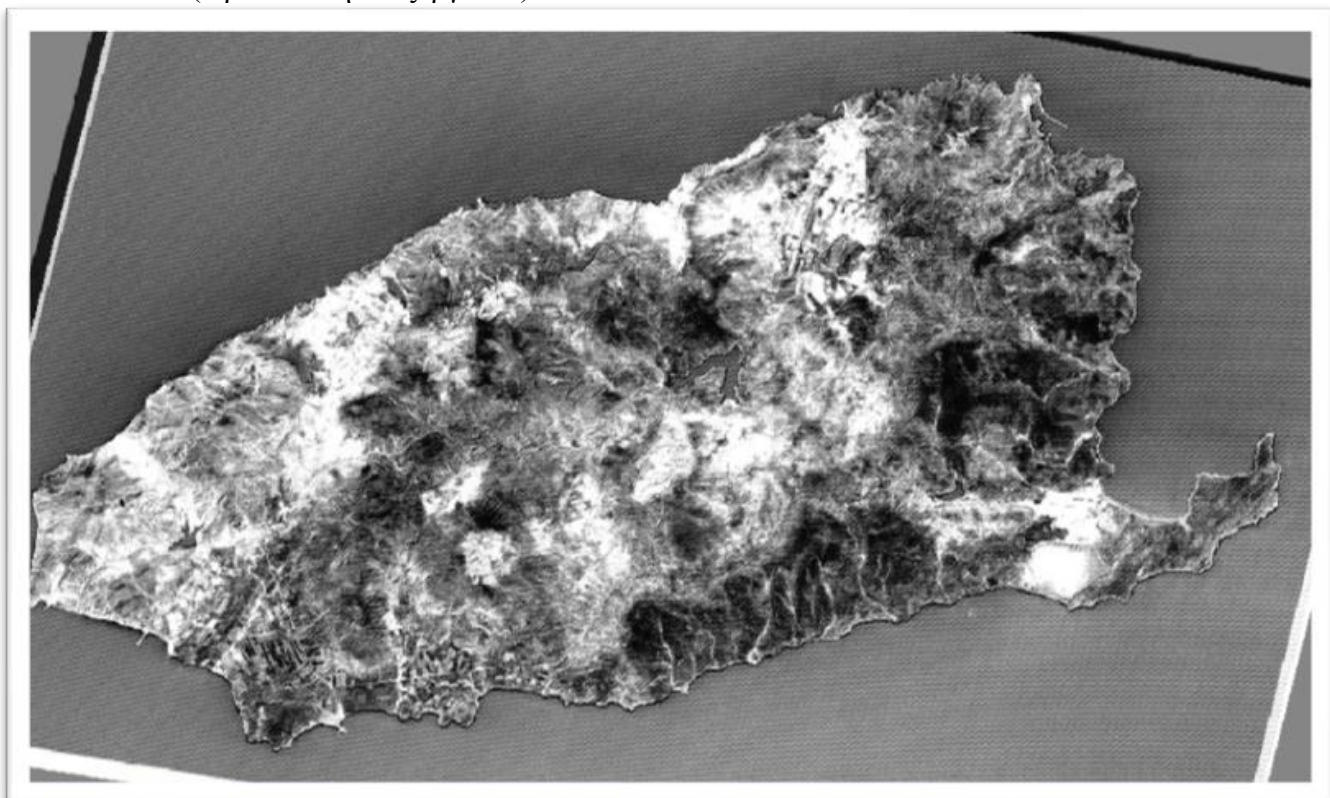


Σχήμα 11. Ψευδέγχρωμη εικόνα Aster RGB-321 με προβολικό σύστημα UTM WGS 1984.
(Προσωπική επεξεργασία)

Στο τέλος, έγινε ανάλυση κυρίων συνιστωσών για τη μετατροπή των δεδομένων με υψηλό βαθμό συσχέτισης σε νέα δεδομένα μη συσχετισμένα. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω της λειτουργίας `interpreter>spectral enhancement>principal components` και έγινε εισαγωγή των φασματικών καναλιών 1,2,3,5,6 (Σχήματα 12,13).



Σχήμα 12. Δορυφορική εικόνα Aster έπειτα από τη διαδικασία ανάλυσης κυρίων συνιστωσών.
RGB-222 (Προσωπική επεξεργασία)



Σχήμα 13. Δορυφορική εικόνα Aster έπειτα από τη διαδικασία ανάλυσης κυρίων συνιστωσών.
RGB-333 (Προσωπική επεξεργασία)

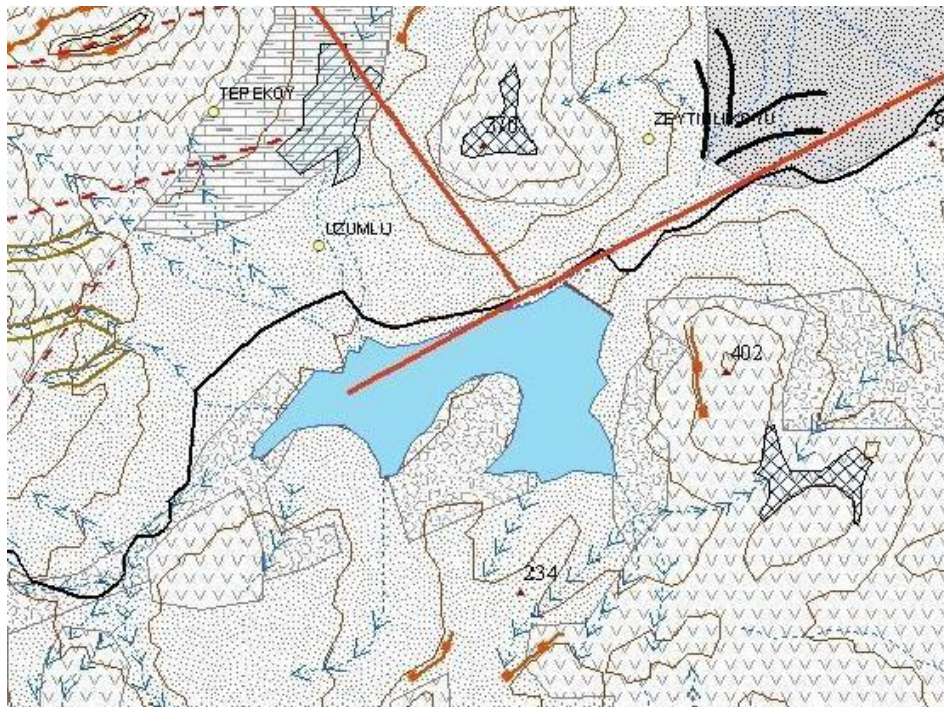
3.2.3 Σχεδιαστικά Προγράμματα:

Τα σχεδιαστικά προγράμματα βοήθησαν στην απεικόνιση των γεωμορφών των οποίων το σχήμα είναι ιδιαίτερο και δεν έδινε καλαίσθητο αποτέλεσμα στην τελική παρουσίαση αν απεικονίζονταν μέσω των συμβόλων του λογισμικού Arc Map 9.2. Οι γεωμορφές που καταγράφηκαν με βάση τα σχεδιαστικά αυτά προγράμματα, αφορούν τον γεωμορφολογικό χάρτη και συγκεκριμένα την ενότητα της παράκτιας μορφολογίας. Έτσι, οι παράκτιοι κρημνοί, οι κρημνοί με ίζημα και οι ακτές με μικρή κλίση και ίζημα απεικονίστηκαν μέσω αυτών. Τέλος, τα σχεδιαστικά προγράμματα χρειάστηκαν στη διόρθωση κάποιων λεπτομερειών στο υπόμνημα του γεωμορφολογικού χάρτη.

3.3 Αναγνώριση γεωμορφών

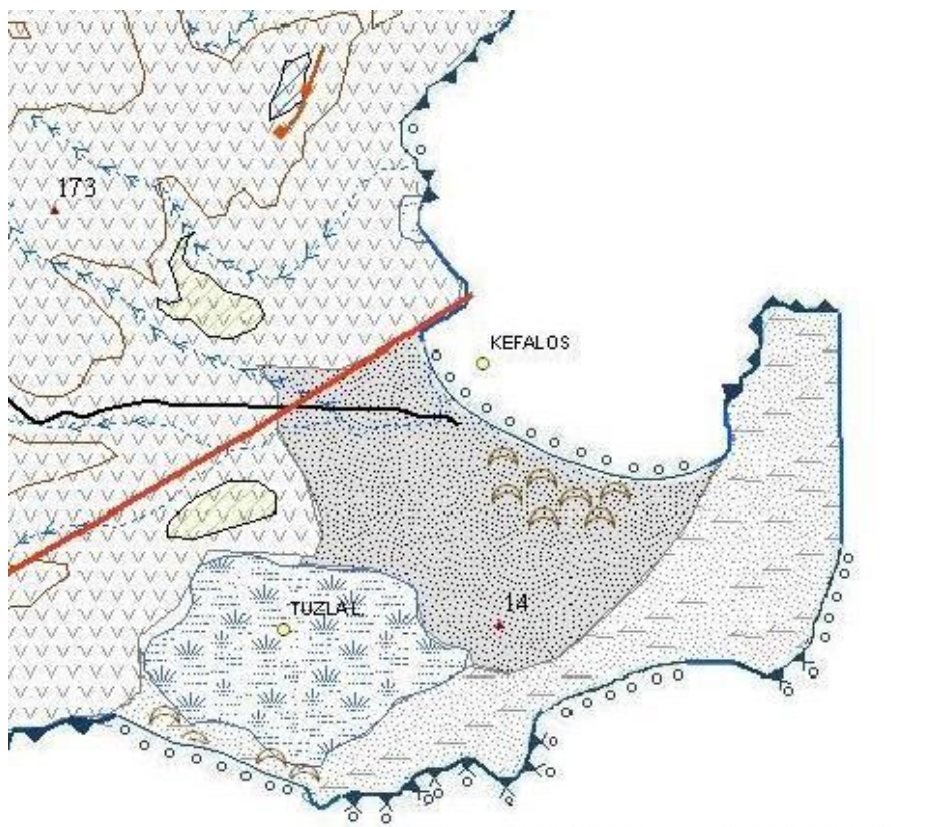
Οι γεωμορφές της Ίμβρου χωρίζονται στις επιμέρους ενότητες που βασίζονται στα υδρογραφικά, στα τεκτονικά, στα μορφολογικά και στα παράκτια μορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου.

Όσον αφορά τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά, εκεί απεικονίζονται οι τεχνητές λίμνες του νησιού τρεις από τις οποίες βρίσκονται στο δυτικό τμήμα, μία στο κεντρικό και μία στο νοτιοανατολικό τμήμα (Γεωμορφολογικός Χάρτης).



Σχήμα 14. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη - Τεχνητή λίμνη

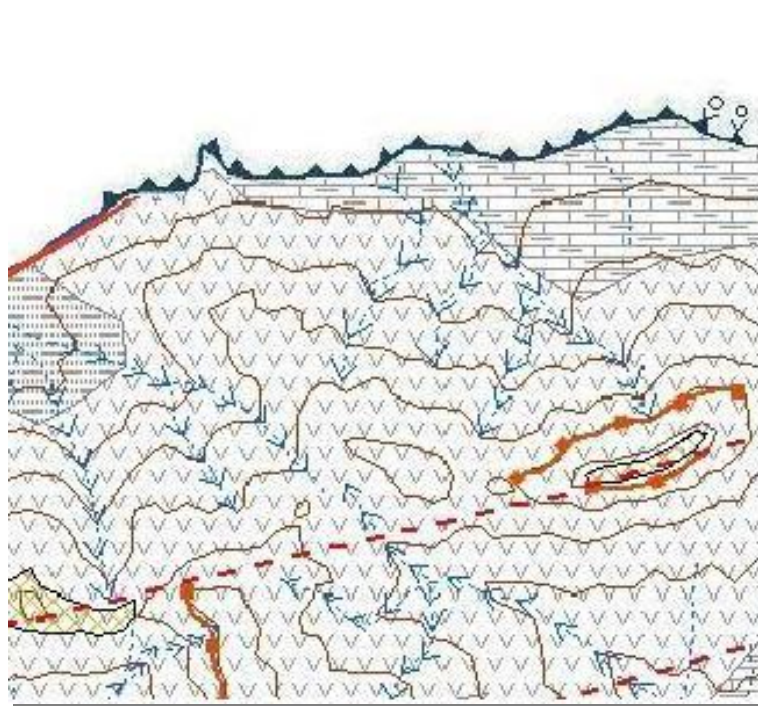
Επίσης οι δύο λιμνοθάλασσες οι οποίες βρίσκονται νοτιοανατολικά του νησιού και συγκεκριμένα η Tusla Lake και η κατά πολύ μικρότερή της η οποία βρίσκεται λίγα μέτρα βορειότερα (Σχήμα 15). Οι λιμνοθάλασσες συνήθως δημιουργούνται πίσω από φυσικά φράγματα και τόμπολα. Ο σχηματισμός τους ευνοείται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, όπου οι πλημμύρες τροφοδοτούν τις λιμνοθάλασσες με θαλασσινό νερό. Όταν στη συνέχεια χαμηλώσει η στάθμη της θάλασσας, αυτή η σύνδεση αποκόπτεται και τα αμμώδη φράγματα που οριοθετούν τη λιμνοθάλασσα σταθεροποιούνται.²⁶



Σχήμα 15. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη - Λιμνοθάλασσα Tuzla

Ακολουθούν τα υδρογραφικά δίκτυα εποχικής ροής τα οποία βρίσκονται σε όλο το νησί και τροφοδοτούν τις τεχνητές λίμνες. Σε πολλά από τα υδρογραφικά δίκτυα, υπάρχουν κοιλάδες σχήματος «V» οι οποίες είναι στενές κοιλάδες, οι κοίτες των οποίων η μορφή μοιάζει με το γράμμα «V». Η μισγάγγεια της κοιλάδας βρίσκεται στο σημείο σύγκλισης των πρηνών της. Η διάβρωση που υφίστανται στο κάτω μέρος της κοιλάδας, καθορίζει την περαιτέρω ανάπτυξή της.

²⁶ Pavlopoulos K., Evalpidou N., Vassilopoulos A., (2009), Mapping geomorphological environments, Springer – Verlag, Berlin. Page 235.



Σχήμα 16. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Υδρογραφικό δίκτυο και κοιλάδες σχήματος «V»

Στην ενότητα της τεκτονικής, οι γεωμορφές που παρατηρήθηκαν είναι τα ρήγματα, τα οποία είναι ασυνέχειες σε ένα πέτρωμα με μεγάλη σχετικά μετατόπιση. Το ρήγμα αποτελεί μία διάρρηξη (σπάσιμο) στο φλοιό της Γης, κατά μήκος της οποίας μπορεί να αναγνωρισθεί κίνηση των εκατέρωθεν τεμαχίων. Υπάρχουν τρία είδη ρηγμάτων: (1) κανονικά ρήγματα, (2) ανάστροφα ρήγματα και (3) ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Στα κανονικά και στα ανάστροφα ρήγματα, η διάρρηξη του πετρώματος κλίνει προς τα κάτω, και το πέτρωμα μετακινείται προς τα πάνω ή προς τα κάτω κατά μήκος της διάρρηξης. Στο κανονικό ρήγμα, το τέμαχος της ανώτερης πλευράς της διάρρηξης ολισθαίνει προς τα κάτω. Στο ανάστροφο ρήγμα, το πέτρωμα και στις δύο πλευρές του ρήματος συμπιέζεται ισχυρά. Οι συμπιεστικές δυνάμεις ωθούν το πάνω τέμαχος να ολισθήσει προς τα πάνω και το κατώτερο τέμαχος ωθείται προς τα κάτω. Στο οριζόντιας μετατόπισης ρήγμα, η διάρρηξη εκτείνεται κατακόρυφα μέσα στο πέτρωμα και τα τεμάχη των πετρωμάτων κατά μήκος του ρήματος ολισθαίνουν το ένα ως προς το άλλο οριζόντια.²⁷ Τα ρήγματα που καταγράφηκαν στην Ίμβρο είναι αρκετά, λόγω του ότι είναι μια σεισμογενής περιοχή.

²⁷ Εύρεση στις 30 Νοεμβρίου 2009 στην ιστοσελίδα: <http://www.earthquakenet.gr/seismikhorologia.htm>



Σχήμα 17. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Ρήγματα, φαράγγια και επιφάνειες επιπέδωσης

Συγκεκριμένα εμφανίζονται ρήγματα ΒΑ-ΝΔ προσανατολισμού σχεδόν παράλληλα με ένα σεισμικά ενεργό ρήγμα στο βόρειο κλάδος του ρήματος της Ανατολίας. Το δυτικότερο όριο αυτής της ρηξιγενούς ζώνης εμφανίζεται στη βόρεια ακτή του νησιού. Ακόμα, ένα δεύτερο ρήγμα βρίσκεται κοντά στις περιοχές Kuzulimani, Gökçeada και Uğurlu köyü. Κοινό τους στοιχείο είναι ότι εμφανίζονται στην σωστή διάταξη και είναι σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα πλάγιας ολίσθησης.²⁸ Πλάγια σε αυτά, υπάρχουν αντίθετα ρήγματα που κλίνουν προς τα ΒΔ. Ένα τέτοιο ρήγμα εμφανίζεται μερικά χιλιόμετρα δυτικά του Kuzulimani. Άλλα εμφανίζονται στο κέντρο του νησιού με ένα προεξέχον τμήμα βύθισης – ολίσθησης. Ένα τρίτο σύνολο ρηγμάτων, βρίσκονται ΒΑ του νησιού κοντά στο Kalekoy κατά μήκος της βόρειας ακτής. Η ρηξιγενής αυτή ζώνη επεκτείνεται από δυτικά προς το Kuzulimani με μορφή κανονικών ρηγμάτων με συνισταμένη αριστεροστροφική οριζόντια ολίσθησης.²⁹

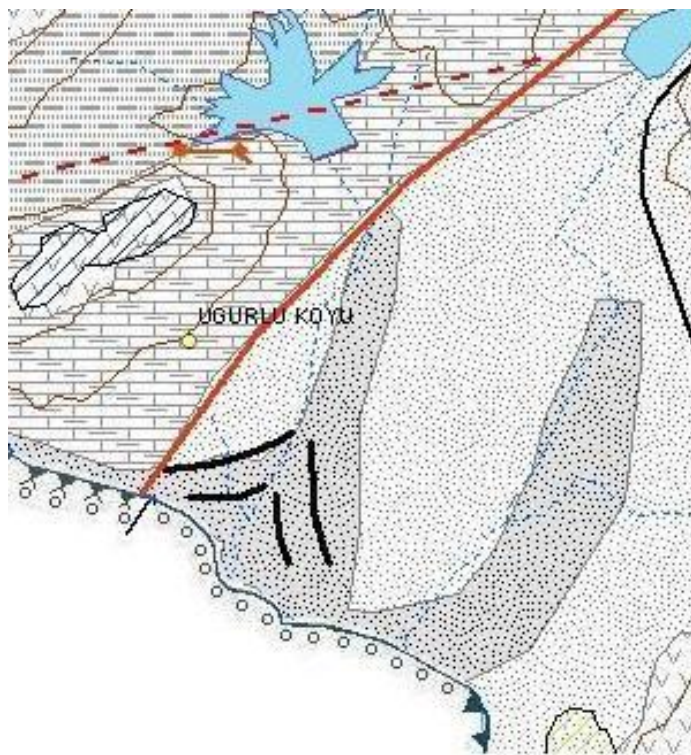
Στις γεωμορφές της μορφολογίας του αναγλύφου ανήκουν τα φαράγγια, τα οποία είναι πολύ στενές και βαθιές κοιλάδες, με σχεδόν τις κάθετες πλαγιές και ύψος μεγαλύτερο από το πλάτος τους. Ο σχηματισμός τους οφείλεται κυρίως στη διαβρωτική δραστηριότητα του νερού

²⁸ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 5.

²⁹ Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey, page 6.

και την ύπαρξη ρηγμάτων ή τις ενώσεις τους, τα οποία διευκολύνουν τη διάβρωσή τους. Γενετικά, ο σχηματισμός τους εξαρτάται από την αλλαγή της στάθμης της θάλασσας, την τεκτονική άνοδο και την διάβρωση.³⁰ Συγκεκριμένα στην περίπτωση της Ίμβρου, φαράγγια αλλά και πολλές κοιλάδες με έντονη κατά βάθος διάβρωση βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού και δυτικά της περιοχής Marmaros (Σχήμα 17). Άλλη μια ομάδα φαραγγιών βρίσκεται δίπλα από τη περιοχή Derekoy και τέλος, κοιλάδες με έντονη κατά βάθος διάβρωση βρίσκονται κεντρικά του νησιού, βορειοδυτικά της μεγαλύτερης τεχνητής λίμνης της Ίμβρου, κοντά στη περιοχή Uzumlu. Επίσης, στην μορφολογία συγκαταλέγονται και οι κρημνοί οι οποίοι βρίσκονται διάσπαρτοι στους περισσότερους ορεινούς όγκους του νησιού και είναι υψομετρικές κλίσεις μεγαλύτερες από 30°.

Όπως παρατηρείται και στο σχήμα 9, η Ίμβρος χαρακτηρίζεται από ήπιες και μικρές κλίσεις ακόμα και στους ορεινούς όγκους. Ελάχιστες όμως μεγάλες κλίσεις εμφανίζονται στο βόρειο τμήμα του νησιού, κυρίως στα υψηλά υψόμετρα. Επίσης, αξίζει να σημειώσουμε πως κρημνοί σε μεγάλο ποσοστό, βρίσκονται στην βορειοδυτική περιοχή της Ίμβρου, εκεί όπου υπάρχουν τα φαράγγια και οι κοιλάδες με έντονη κατά βάθος διάβρωση. Στη συνέχεια ακολουθούν τα αλλουβιακά ριπίδια τα οποία είναι αποθέσεις που μοιάζουν με «βεντάλια» έτσι όπως επεκτείνονται οι κώνοι απόθεσης των φερτών υλικών (Σχήμα 18).



Σχήμα 18. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Αλλουβιακό ριπίδιο

³⁰ Pavlopoulos K., Evalpidou N., Vassilopoulos A., (2009), Mapping geomorphological environments, Springer – Verlag, Berlin. Page 106.

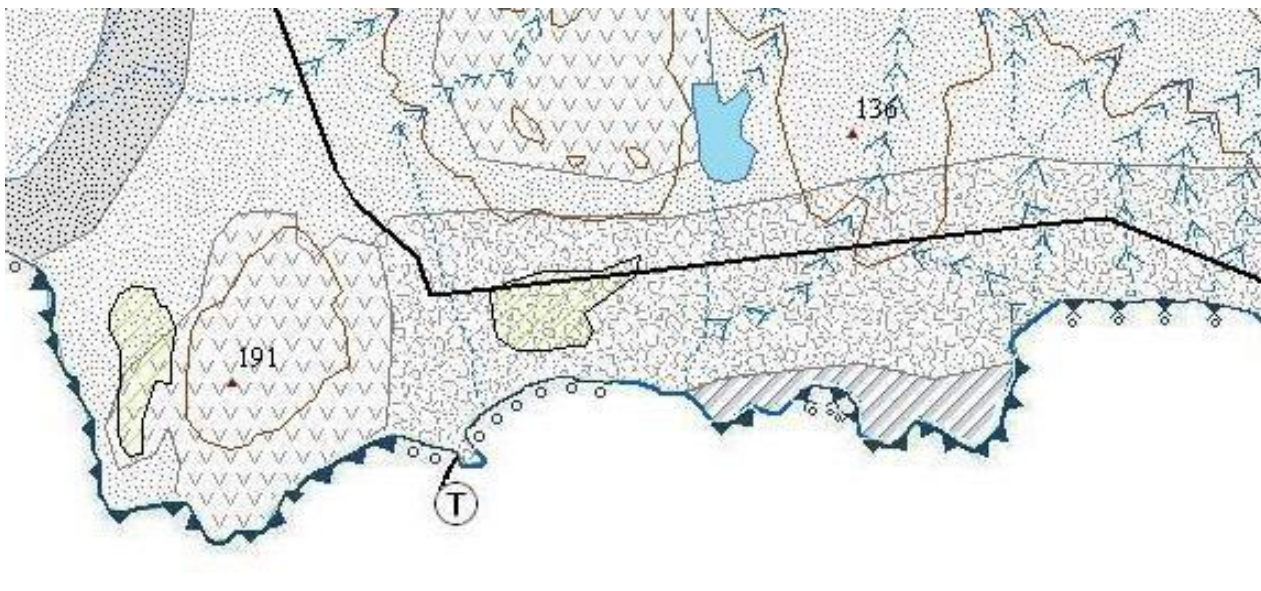
Αρχίζουν όπου ο κλάδος των υδρογραφικών δικτύων αφήνει την ορεινή περιοχή και αρχίζει η πεδινή περιοχή με μικρές τιμές κλίσεων. Η δημιουργία αυτών των σχηματισμών οφείλεται στο γεγονός ότι η προσφορά ιζήματος από το ποτάμι επηρεάζεται από τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο της λεκάνης απορροής. Με λίγα λόγια, το είδος και η ποσότητα που καταλήγει στην λεκάνη απορροής εξαρτάται από την έκταση της λεκάνης απορροής και την τραχύτητα του αναγλύφου της, τη λιθολογία και τον τεκτονισμό της λεκάνης, τις κλιματικές συνθήκες, τη βλάστηση εντός της λεκάνης απορροής και τέλος, το είδος και την ένταση των ανθρώπινων επεμβάσεων.³¹ Έτσι, τα μεγάλα αλλουβιακά ριπίδια που παρατηρούνται στη Ίμβρο είναι τέσσερα. Το πρώτο βρίσκεται στο δυτικό μέρος του νησιού στη περιοχή Uğurlu köyü, το δεύτερο κεντρικά στη περιοχή Zeytinli köyü, το τρίτο βρίσκεται βορειότερα του Zeytinli köyü, στην περιοχή Kaleköy και το τέταρτο στο βορειοανατολικό τμήμα, στην περιοχή Kuzulimanı (Γεωμορφολογικός Χάρτης). Τέλος, οι επιφάνειες επιπέδωσης οι οποίες αποτελούν μορφές διάβρωσης και είναι σχετικά επίπεδες, ομαλές επιφάνειες των οποίων η δημιουργία οφείλεται στη διεργασία της μηχανικής ή χημικής αποσάθρωσης (Σχήμα 16). Οι επιφάνειες επιπέδωσης αποτελούν χαρακτηριστικό του σταδίου ωριμότητας και η δημιουργία τους προϋποθέτει μακρά διάρκεια σε χρονικές περιόδους σχετικής τεκτονικής ηρεμίας.³² Στην Ίμβρο, οι επιφάνειες επιπέδωσης ξεκινούν από 0 – 70 μέτρα υψόμετρο και φτάνουν μέχρι τα 640 μέτρα. Διακρίνουμε έξι κατηγορίες οι οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους. Νεότερες είναι εκείνες που βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο ενώ παλαιότερες είναι εκείνες που βρίσκονται σε υψηλότερο.

Όσον αφορά την τελευταία ενότητα, την παράκτια μορφολογία, μια από τις γεωμορφές που παρατηρείται είναι το τόμπολο. Αυτό, βρίσκεται νοτιοδυτικά του νησιού και είναι μορφή θαλάσσιας απόθεσης (Σχήμα 19). Αποτελείται από χαλαρά υλικά παράκτιων ιζημάτων (άμμους, κροκάλες) που σχηματίζουν μια ζώνη ξηράς που ενώνει μια βραχονησίδα με την γειτονική στεριά.³³

³¹ Καρύμπαλης, Ε., (2007), Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 97.

³² Παυλόπουλος, Κ., (2006), Σημειώσεις του μαθήματος της γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 61.

³³ Καρύμπαλης, Ε., (2007), Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 89.



Σχήμα 19. Αποκομμένο τμήμα του γεωμορφολογικού χάρτη – Τόμπολο, παράκτιοι κρημνοί, κρημνοί με ίζημα, ακτές με μικρή κλίση και ίζημα.

Ακολουθούν οι θίνες, οι οποίες βρίσκονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Ίμβρου και συγκεκριμένα στον κόλπο Kefalos, καθώς επίσης εμφανίζονται και παράκτια της λιμνοθάλασσας Tuzla. Οι θίνες, αποτελούν αιολικές αποθέσεις άμμου που μοιάζουν με ράχες ή μικρούς λόφους (Σχήμα 15). Στη συνέχεια, οι παράκτιες γεωμορφές που εμφανίζονται στην Ίμβρο είναι οι παράκτιοι κρημνοί, οι οποίοι είναι απόκρημνες προς τη μεριά της θάλασσας παράκτιες πλαγιές, που επηρεάζονται από τις θαλάσσιες διεργασίες. Αξίζει να σημειώσουμε πως σε αρκετές περιπτώσεις στον σχηματισμό των παράκτιων κρημών, εκτός από τις θαλάσσιες διεργασίες σημαντικό ρόλο παίζει η δράση των χερσαίων εξωγενών διεργασιών όπως η μηχανική και χημική αποσάθρωση και οι κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας (κατολισθήσεις, ερπυσμοί εδαφών κ.α.).³⁴ Οι παράκτιοι κρημνοί, εμφανίζονται στην Ίμβρο κατά μήκος του μεγαλύτερου ποσοστού της ακτογραμμής (Σχήμα 19). Αυτό το δημιουργούν οι ορεινοί όγκοι του νησιού. Στα σημεία όμως που διαπερνούν ποτάμια παροδικής ροής, οι παράκτιοι αυτοί κρημνοί εμφανίζονται με ίζημα λόγω της εκβολής φερτών υλικών και ιζήματος από τα ποτάμια. Στα σημεία όμως στα οποία υπάρχουν μικρές κλίσεις όπως για παράδειγμα στον κόλπο Kefalos, στο παράκτιο κομμάτι της λιμνοθάλασσας Tuzla και στις εκβολές των αλλουβιακών ριπιδίων (Kuzulimanı και Uğurlu köyü), έχουν δημιουργηθεί παραλίες με ίζημα. Εκτός από αυτές τις τοποθεσίες, ακτές με μικρή κλίση και ίζημα συναντάμε νοτιοδυτικά του νησιού στο σημείο που βρίσκεται το τόμπολο και βορειοανατολικά του νησιού, εκεί όπου εκβάλλει το φαράγγι.

³⁴ Καρύμπαλης, Ε., (2007), Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας, Αθήνα, σελ. 74.

3.4 Γεωμορφολογικός Χάρτης

Όπως ειπώθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, για την δημιουργία του γεωμορφολογικού χάρτη αρχικά χρειάστηκε ένας τοπογραφικός χάρτης της περιοχής κλίμακας 1:50.000 σαν υπόβαθρο έτσι ώστε να γίνει η ψηφιοποίηση της τοπογραφίας (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. Τοπογραφικός χάρτης της Ίμβρου (Gökçeada) (www.poehali.net)

Σαν πρώτο βήμα έγινε η γεωαναφορά του τοπογραφικού αυτού χάρτη έτσι ώστε να τοποθετηθούν οι συντεταγμένες οι οποίες είναι σε προβολικό σύστημα UTM WGS 1984. Στη συνέχεια ακολούθησε η ψηφιοποίηση των μορφών του αναγλύφου που αφορούν την τοπογραφία και την υδρογραφία. Συγκεκριμένα, όσον αφορά την τοπογραφία, έγινε η ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου, των υψομετρικών καμπυλών και της ακτογραμμής. Ακολούθησε η εισαγωγή των τοπωνυμίων και των υψομετρικών σημείων. Με την εισαγωγή της υδρογραφίας και συγκεκριμένα με την εισαγωγή των λιμνών, των ποταμών, των κοιλάδων και των φραγμάτων, ολοκληρώθηκε η «πρώτη εικόνα του νησιού» και αναδείχθηκε το ανάγλυφο της Ίμβρου.

Στο δεύτερο βήμα έγινε η ψηφιοποίηση της μορφολογίας. Στο σημείο αυτό, σημαντικό ρόλο έπαιξαν οι δορυφορικές εικόνες Quickbird και Aster³⁵ οι οποίες είναι υψηλής και μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας αντίστοιχα. Χάρη στην ανάλυση των εικόνων αυτών έγινε η

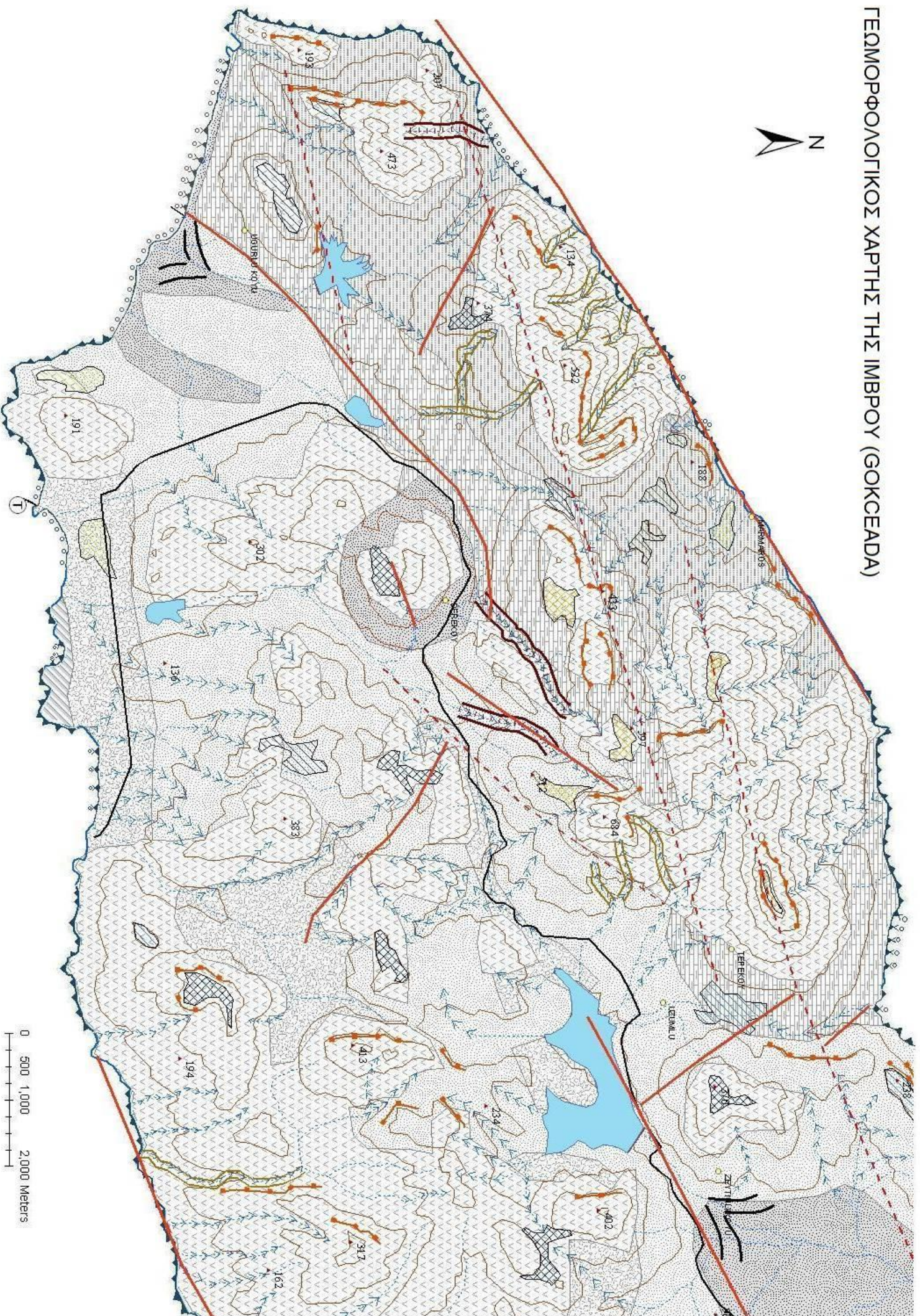
³⁵ Οι δορυφορικές εικόνες Quickbird και Aster δόθηκαν από τον κ. Ι. Παρχαρίδη, καθηγητή του τμήματος γεωγραφίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

αναγνώριση και η αποτύπωση των γεωμορφών και των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών. Συγκεκριμένα, με βάση τις δορυφορικές εικόνες Quickbird και τις ψευδέγχρωμες εικόνες Aster έγινε η αναγνώριση των φαραγγίων, των κοιλάδων με έντονη κατά βάθος διάβρωση και των αλλουβιακών ριπιδίων. Όσον αφορά όμως τους κρημνούς και τις επιφάνειες επιπέδωσης, πέρα από τις δορυφορικές εικόνες, σημαντικές πληροφορίες λήφθηκαν από τον χάρτη κλίσεων της Ίμβρου (Σχήμα 9).

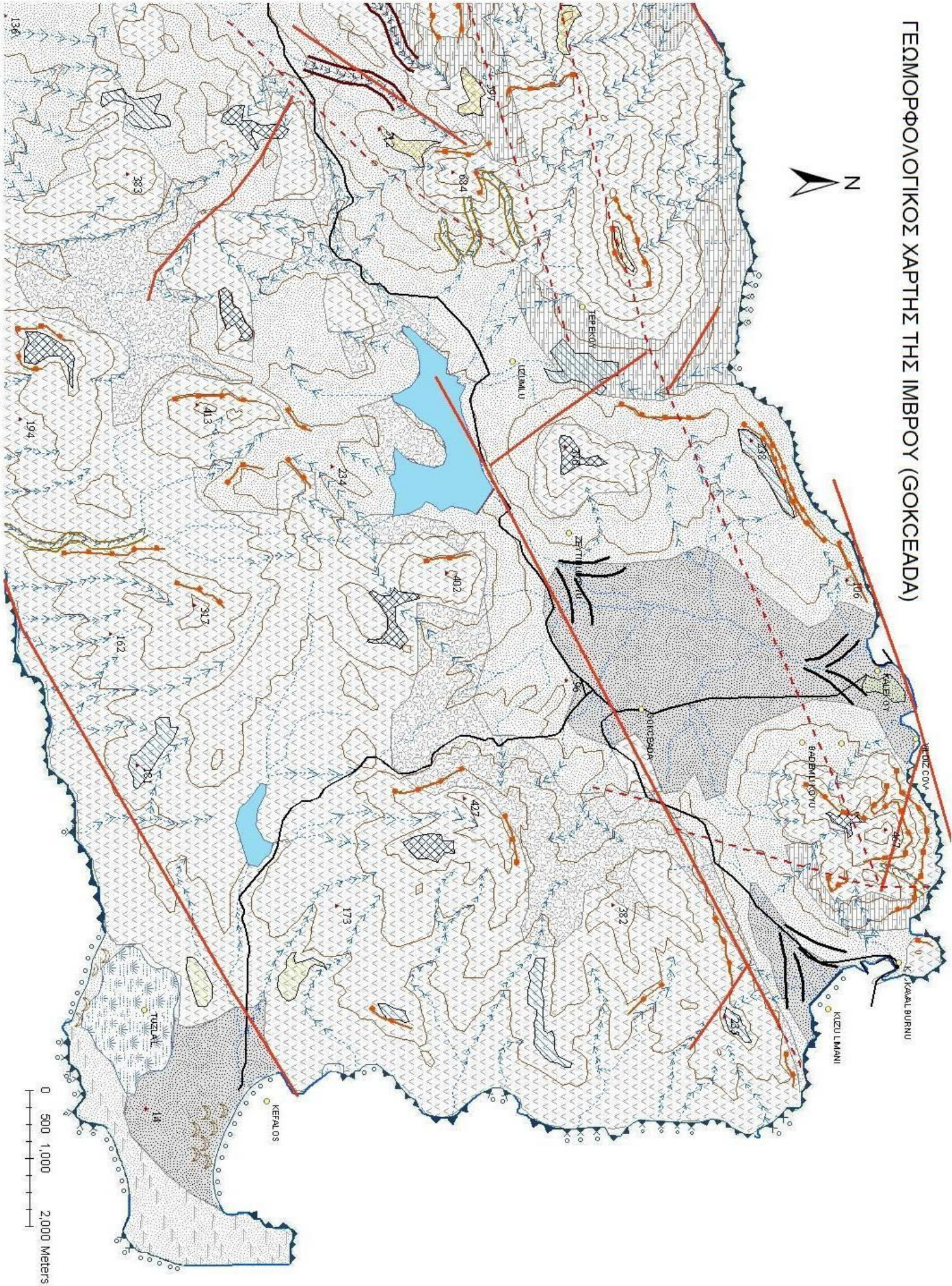
Επίσης, η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων βοήθησε και στην αναγνώριση των παράκτιων γεωμορφών. Έτσι, χάρη στις εικόνες Quickbird έγινε η διάκριση των παράκτιων κρημνών από τους κρημνούς με ίζημα, καθώς επίσης και των ακτών με μικρή κλίση και ίζημα. Επιπλέον, με τη βοήθεια του τοπογραφικού χάρτη και των εικόνων Aster ψηφιοποιήθηκαν οι θίνες, το τόμπολο και οι ανθρωπογενής επεμβάσεις όπως οι τεχνητά διαμορφωμένες ακτές και οι προβλήτες.

Όσον αφορά την απεικόνιση της λιθολογίας, αυτή έγινε με βάση την βιβλιογραφία (Koral, H., et al., 2008) και τέλος, στην ενότητα της τεκτονικής, τα ρήγματα ορατά και μη, οι πληροφορίες για την χωροθέτησή τους λήφθηκαν από τη βιβλιογραφία (Koral, H., et al., 2008) σε συνδυασμό με τις ψευδέγχρωμες δορυφορικές εικόνες Aster αλλά και τον γεωμορφολογικό χάρτη που δημιουργήθηκε.

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΙΜΒΡΟΥ (ΓΟΚΣΕΑΔΑ)



ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΙΜΒΡΟΥ (GOKCEADA)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

-  ΤΟΠΩΝΥΜΙΑ
-  ΥΨ ΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ
-  ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ
-  ΥΨ ΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ
-  ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΑ

-  ΚΟΙΛΑΔΕΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ V
-  ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ
-  ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ
-  ΠΟΤΑΜΙΑ ΠΑΡΟΔΙΚΗΣ ΡΟΗΣ
-  ΤΕΧΝΗΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

-  ΡΗΓΜΑ ΟΡΑΤΟ
-  ΡΗΓΜΑ ΠΙΘΑΝΟ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

-  ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΛΛΟΥΒΙΑΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ
-  ΑΣΒΕΣΤΙΚΟΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΘΙΝΕΣ
-  ΜΕΙΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΑΝΔΕΣΙΤΕΣ ΚΑΙ ΤΟΦΦΟΙ
-  ΜΕΙΟΚΑΙΝΙΚΑ - ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΙΚΑ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ
-  ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ
-  ΜΑΡΓΑΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ ΜΕ ΕΝΔΙΑΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΩΝ - ΝΗΡΗΤΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΑΝΩ ΗΩΚΑΙΝΟ)
-  ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ, ΨΑΜΜΙΤΕΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ - ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ)
-  ΦΥΛΛΙΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ (ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ)

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

-  ΦΑΡΑΓΓΙΑ
-  ΚΑΤΑ ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗ
-  ΚΡΗΜΝΟΣ
-  ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΑ ΡΙΠΙΔΙΑ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΩΣΗΣ

-  0 - 70 μ.
-  80 - 150 μ.
-  160 - 230 μ.
-  240 - 310 μ.
-  320 - 430 μ.
-  440 - 640 μ.

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

-  ΤΟΜΠΟΛΟ
-  ΘΙΝΕΣ
-  ΠΑΡΑΚΤΙΟΙ ΚΡΗΜΝΟΙ
-  ΚΡΗΜΝΟΙ ΜΕ ΙΖΗΜΑ
-  ΑΚΤΗ ΜΕ ΜΙΚΡΗ ΚΛΙΣΗ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑ
-  ΤΕΧΝΗΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΜΕΝΗ ΑΚΤΗ
-  ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ

3.5 Σύνθεση αποτελεσμάτων

Παρατηρώντας τον γεωμορφολογικό χάρτη, οδηγούμαστε στα εξής συμπεράσματα. Η Ίμβρος είναι ένα νησί του βορειοανατολικού Αιγαίου, διοικητικά ανήκει στην Τουρκία και είναι αραιοκατοικημένο με 8.900 κατοίκους περίπου. Αποτελείται λιθολογικά από ηφαιστιογενή πετρώματα και είναι μια σεισμικά ενεργή περιοχή με πολλά ρήγματα. Έτσι εξηγούνται και οι γεωμορφές που εμφανίζονται στο νησί όπως τα φαράγγια και οι κοιλάδες με έντονη κατά βάθος διάβρωση. Επίσης λόγω των σεισμών οφείλουν τη δημιουργία τους και οι κρημνοί οι οποίοι εμφανίζονται στους ορεινούς όγκους της Ίμβρου καθώς επίσης και οι παράκτιοι κρημνοί οι οποίοι εμφανίζονται σε μεγάλο βαθμό στο παράκτιο τμήμα. Συγκεκριμένα, η βόρεια ακτή του νησιού που βρίσκεται κοντά στον βόρειο κλάδο του ρήγματος της Ανατολίας, φθάνει μέχρι 673 μέτρα υψόμετρο με απότομες κλίσεις στη τάφρο του βόρειου Αιγαίου. Η νότια ακτή είναι πιο ομαλή με ένα μέσο υψόμετρο 150 μέτρων. Ελάχιστες είναι οι ακτές με μικρή κλίση και ίζημα οι οποίες βρίσκονται στον κόλπο Kefalos και νότια της λιμνοθάλασσας Tuzla. Επίσης, ακτές με μικρή κλίση και ίζημα παρατηρούνται στις εκβολές των Πλειστοκαινικών αλλουβιακών ριπιδίων και εκεί υπάρχουν αλλουβιακές και κολλουβιακές αποθέσεις.

Αξίζει να σημειώσουμε πως οι κύριες παράκτιες διαδικασίες οφείλονται στην παράκτια διάβρωση κυρίως στον κόλπο Kefalos, και στη σχετικά σταθερότερη ακτή στη λιμνοθάλασσα Tuzla (Γεωμορφολογικός Χάρτης). Η λιμνοθάλασσα χαρακτηρίζεται από τις εποχιακές αλλαγές της στάθμης της θάλασσας και από το επίπεδο υπόγειων νερών. Η ύπαρξη αμμώδους παράκτιου εμποδίου διαμορφώνεται κυρίως με τις θαλάσσιες διεργασίες όπως τα κύματα και περιοδικά η λιμνοθάλασσα επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω των μεταβάσεων στο μέρος του αμμώδους εμποδίου από τα μεγάλα κύματα θάλασσας. Η πεδιάδα στη βόρεια περιοχή της λιμνοθάλασσας Tuzla διαμορφώθηκε χάρη στη διαδικασία απόθεσης του ποταμού, η οποία πριν από τη δημιουργία του φράγματος ήταν εντονότερη. Η περιοχή αυτή είναι αποτέλεσμα της παλαιάς εγκαταλελειμμένης κοίτης του ποταμού και των παλαιών εκβολών του. Αυτό σημαίνει ότι ο ποταμός πλέον δεν εκβάλλει στην πρόσφατη περιοχή λιμνοθαλασσών και το ενεργό κύριο κανάλι του, έχει κατεύθυνση βόρεια και δημιουργεί τις νέες εκβολές ποταμού στον κόλπο Kefalos. Τουλάχιστον τρία παλαιά εγκαταλελειμμένα κανάλια ποταμών βρέθηκαν νότια της περιοχής του πρόσφατου ενεργού καναλιού ποταμών. Αυτά τα κανάλια είχαν πιθανώς τις εκβολές τους στη βόρεια περιοχή της λιμνοθάλασσας Tuzla πριν από ορισμένους αιώνες. Η διαφορά στο ανάγλυφο μεταξύ της δυτικής ημι-ορεινής περιοχής και της ανατολικής οφείλεται κυρίως στη διαφορετική λιθολογία και στην ύπαρξη των ενεργών γενικής διεύθυνσης Α-Δ. Η δυτική περιοχή αποτελείται από Ολιγοκαινικά ηφαιστειακά πετρώματα που είναι ανθεκτικότερα στις διεργασίες διάβρωσης, χαρακτηρίζονται από εντονότερο ανάγλυφο με μεγάλες τιμές

κλίσεων. Αντίθετα, τα Μειοκαινικά – Πλειοκαινικά ιζήματα των μαργαϊκών ασβεστόλιθων και των ψαμμιτών που είναι πιο διαβρωτά, διαμορφώνουν ανάγλυφο με τις μικρές τιμές κλίσεων. Η δυτική περιοχή της χερσονήσου Kefalos αποτελεί μια επιφάνεια επιπέδωσης με την κλίση στο νοτιοδυτικό σημείο.

Οι επιφάνειες επιπέδωσης, αποτελούν μορφές διάβρωσης και είναι σχετικά επίπεδες, ομαλές επιφάνειες με μερικές σχετικά κλίσεις 0-2°. Αποτελούν χαρακτηριστικό του σταδίου ωριμότητας και η δημιουργία τους προϋποθέτει μακρά διάρκεια σε χρονικές περιόδους σχετικής τεκτονικής ηρεμίας. Συγκεκριμένα, οι επιφάνειες επιπέδωσης της Ίμβρου διακρίνονται σε έξι κατηγορίες οι οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους. Σε υψόμετρο 0-70 μέτρων και 80-150 μέτρων είναι οι νεότερες και βρίσκονται περιμετρικά, παράκτια του νησιού κυρίως κοντά σε ρήγματα και πάνω σε πετρώματα Μειοκαινικών ανδεσίτων, Ολιγοκαινικών ψαμμιτών και σε ενδιαστρώσεις αργιλικών ασβεστόλιθων. Οι παλαιότερες από αυτές και σε υψόμετρο 160-230 μέτρων και 240-310 μέτρων τοποθετούνται πιο κεντρικά του νησιού και όχι τόσο παράκτια. Εξαίρεση αποτελεί μια ομάδα επιφανειών επιπέδωσης κοντά στη περιοχή Marmaros και διακρίνεται πάνω σε κροκαλοπαγή, σε ψαμμίτες και αργιλικούς σχιστόλιθους (Γεωμορφολογικός Χάρτης). Οι τελευταίες δύο ομάδες 320-430 και 440-640 μέτρων με τις παλαιότερες σε ηλικία επιφάνειες επιπέδωσης, βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού. Αξίζει να σημειώσουμε πως η πλειοψηφία των επιφανειών αυτών βρίσκεται κοντά σε ρήγματα και φαράγγια.

Όσον αφορά την ανθρώπινη παρέμβαση, αυτή είναι σε πολύ μικρό βαθμό λόγω της αραιοκατοίκησης του νησιού. Συγκεκριμένα τεχνητά διαμορφωμένες ακτές παρατηρούνται μόνο στα λιμάνια του νησιού όπως στο Kuzulimani και στο Kalekoy, ενώ προβλήτα κάθετη στην ακτή έχει τοποθετηθεί στη περιοχή Uğurlu köyü, στην εκβολή του αλλουβιακού ριπιδίου για την επιτάχυνση της δημιουργίας αιγιαλού.

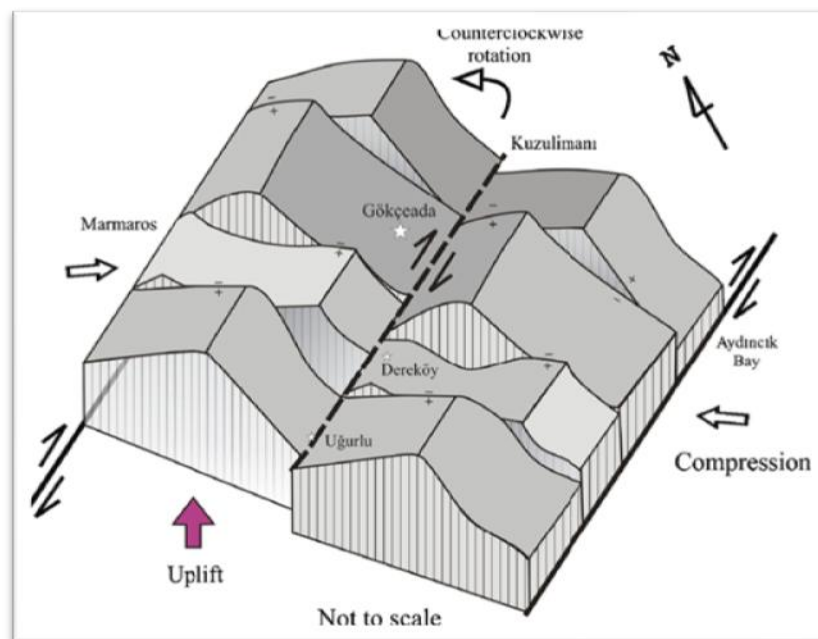
3.6 Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το νησί της Ίμβρου, έχει ευδιάκριτα μορφολογικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που περιλαμβάνει τις απότομες ακτογραμμές, τους κρημνούς, τις ανυψωμένες παράκτιες εγκοπές, κοιλάδες και καταρράκτες. Είναι στοιχεία της ενεργού τεκτονικής, και υπάρχουν σαφείς ενδείξεις τεκτονικής ανύψωσης εξαιτίας του βόρειου κλάδου του ρήγματος της Ανατολίας.

Η ανύψωση είναι εμφανής στις ανυψωμένες ακτογραμμές, στις ανυψωμένες πεζούλες, στις κοιλάδες και στους καταρράκτες. Επίσης, σημαντικό είναι ότι η παλαιο-ακτή παρατηρείται ότι είναι περίπου 12 μέτρα επάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Το φαινόμενο της διάβρωσης των ανδεσίτων δείχνει ότι προστατεύεται από τη δράση των κυμάτων. Αξίζει να σημειώσουμε

πως οι διαβρωτικές διαδικασίες είναι έντονες κατά μήκος της βόρειας ακτής, όπως φαίνεται από τους ογκόλιθους και τα κορήματα στη βάση του κρημνού.

Οι πολυάριθμες εμφανίσεις των ανυψωμένων θαλάσσιων Πλειστόκαινων νότια της θάλασσας του Marmara τεκμηριώνουν την τεκτονική ανύψωση των αναβαθμίδων.



Σχήμα 21. Τεκτονικό πρότυπο της Ίμβρου (Gökçeada) (Koral, H., et al., 2008)

Στην Ίμβρο και το μέρος της θάλασσας του βόρειου Αιγαίου, η άνοδος συνδέεται με την αλληλεπίδραση των ποικίλων ρηγμάτων οριζόντιας ολίσθησης (Σχήμα 21). Οι μορφοτεκτονικές δομές, η μετατόπιση και η επανάληψη των γεωλογικών ενοτήτων και των επιπέδων των ρηγμάτων έχουν γενική κατεύθυνση από τα ΒΑ προς τα ΒΔ. Αυτά τα ρήγματα είναι υπεύθυνα για την τεκτονική ανύψωση και τη μορφολογία του νησιού. Οι παλαιο-ακτές και οι αναβαθμίδες ανυψώθηκαν εξαιτίας του ανάστροφου ρήγματος. Επιπλέον, τα ρήγματα αυτά, προκαλώντας μια γενική ανύψωση, οδήγησαν στη δημιουργία βυθισμάτων εξαιτίας των εφελκυστικών τάσεων όπως το βύθισμα της λιμνοθάλασσας Tusla.

Ο ρυθμός ανύψωσης είναι άγνωστος, δεδομένου ότι η ηλικία έναρξης της ανύψωσης είναι διφορούμενη. Από τη χαρτογράφηση τομέων, είναι προφανής ότι η ανύψωση χρονολογείται από το άνω Μειόκαινο – Πλειόκαινο που εμφανίζεται στα ανατολικά του νησιού και παρατηρείται επίσης στη θαλάσσια ιζηματώδης ακολουθία κατά μήκος των περιθωρίων του νησιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

Καρύμπαλης, Ε., (2007), Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας. Αθήνα.

Παπαπέτρου – Ζαμάνη Α., (1995), Γεωμορφολογία, Αθήνα.

Παυλόπουλος, Κ., (2006), Σημειώσεις του μαθήματος της γεωμορφολογίας, Αθήνα.

Παυλόπουλος Κ., (2008), Σημειώσεις του μαθήματος της εφαρμοσμένης γεωμορφολογίας, Αθήνα.

Παρχαρίδης Ι., (2003), Τηλεπισκόπηση Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες. Αθήνα.

Χαλκιάς Χ.,(2005), Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών 2, Αθήνα.

Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A., (2005), A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden.

Gustavsson M., Kolstrup E., (2006), New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area, Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden.

Gustavsson M., Kolstrup E., Seijmonsbergen A., (2007), Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden, Department of Earth Sciences, Physical Geography, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Sweden.

Koral, H., et al., (2008), Tectonically induced uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey.

Pavlopoulos K., Evalpidou N., Vassilopoulos A., (2009), Mapping geomorphological environments, Springer – Verlag, Berlin.

Yaltrak C., Alpar B., (2002), Kinematics and evolution of the northern branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros, Turkey.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ergin M., Kapur S., Karakas Z., Akca E., Kangal O., Keskin S., (1999), Grain size and clay mineralogy of Late Quaternary sediments on a tectonically active shelf, the southern Sea of Marmara: clues to hydrographic, tectonic and climatic evolution, Turkey.

Bayhan E., Ergin M., Temel A., Keskin S., (2001), Sedimentology and mineralogy of surficial bottom deposits from the Aegean – Canakkale – Marmara transition (Eastern Mediterranean): effects of marine and terrestrial factors, Turkey.

Mascle J., Martin L., (1990), Shallow structure and recent evolution of the Aegean Sea: A synthesis based on continuous reflection profiles, Amsterdam.

Siart C., Bubenzer O., Eitel B., (2009), 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, Germany.

Asselen S., Seijmonsbergen A., (2006), Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM, The Netherlands.

Demek J., (1972), Manual of detailed geomorphological mapping, Prague

Bashenina N.V., Gellert J., Joly F., Klimazewski M., Scholz E., (1968), Project of the unified key the detailed geomorphological map of the world, Krakowie

Λιαδίκτυο

www.imvrosisland.org

<http://en.wikipedia.org/wiki/Imvros>

www.googlemaps.com

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/aster.html>

http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/technical/aster_user_guide_v2.pdf

www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/quickbird..html

www.poehali.net

<http://www.earthquakenet.gr/seismikhorologia.htm>