



Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Σχολή Κοινωνικών Επιστημών
Τμήμα Γεωγραφίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Συμβολή στη μελέτη προστασίας, ανάδειξης και διαχείρισης ενός γεώτοπου.
Μελέτη περίπτωσης: Κοιλάδα Λιγώνας, Νήσου Λέσβου»*

*«Contribution to studying protection, enhancement and management of a geotope.
A case study: Ligona Valley on Lesvos Island»*



Παλιοπάνης Ραφαήλ
ΑΜ: 1612015121

Επιβλέπων Καθηγητής: Ζούρος Νικόλαος, Καθηγητής

Μυτιλήνη, 2019



Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Σχολή Κοινωνικών Επιστημών
Τμήμα Γεωγραφίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Συμβολή στη μελέτη προστασίας, ανάδειξης και διαχείρισης ενός γεώτοπου.
Μελέτη περίπτωσης: Κοιλάδα, Αιγώνας Νήσου Λέσβου»*

*«Contribution to studying protection, enhancement and management of a
geotope. A case study: Ligona Valley on Lesvos Island»*



Παλαιοπάνης Ραφαήλ
ΑΜ: 1612015121

Επιβλέπων Καθηγητής: Ζούρος Νικόλαος, Καθηγητής

Μυτιλήνη, 2019

Παλαιοπάνης Ραφαήλ
Copyright © Παλαιοπάνης Ραφαήλ, 2019
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	11
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ	13
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	14
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	20
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	20
<i>Γεώτοπος (geotope, geosite)</i>	20
<i>Γεωποικιλότητα (geodiversity)</i>	21
<i>Γεωκληρονομιά ή Φυσική κληρονομιά (geoheritage or natural heritage)</i>	21
<i>Γεωδιατήρηση (geoconservation)</i>	22
<i>Γεωπάρκο</i>	22
<i>Γεωγραφική σκέψη</i>	22
<i>Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ)</i>	23
<i>Μελέτη περίπτωσης</i>	26
ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ – ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ.....	26
<i>Η θεωρία των Λιθοσφαιρικών ή Τεκτονικών πλακών</i>	26
Ο ΕΛΛΑΔΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ.....	29
Το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΟΞΟ.....	31
ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	32
ΝΗΣΟΣ ΛΕΣΒΟΣ.....	34
<i>Εισαγωγικά</i>	34
<i>Μορφοτεκτονική - Ηφαιστειότητα - Γεωλογία</i>	35
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΚΟΙΛΑΔΑ ΛΙΓΩΝΑΣ.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	40
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	40
ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	42
ΓΕΝΙΚΑ.....	43
ΓΕΩΔΑΦΟΡΑ.....	44
<i>Προδιαγραφές Ακρίβειας</i>	47
<i>Προβλήματα</i>	49
ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ.....	50
<i>Προβλήματα</i>	51
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΡΙΓΩΝΙΚΩΝ ΑΚΑΝΟΝΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ (ΤΙΝ).....	55
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΦΥΣΙΚΟ - ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	70
ΗΦΑΙΣΤΕΙΟ ΛΕΠΕΤΥΜΝΟΥ.....	70
ΓΕΩΤΟΠΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΛΙΓΩΝΑΣ.....	72
<i>Οριοθέτηση περιοχής</i>	72

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	72
ΔΕΛΤΙΑ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΕΩΤΟΠΟΥ (ΒΛ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ).....	73
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ - ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΙΛΑΔΑΣ.....	76
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ - ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ – ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ.....	77
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	82
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΓΕΩΤΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ	
ΓΕΩΤΟΠΟΥ.....	88
ΓΕΝΙΚΑ.....	88
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ.....	88
ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ.....	89
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ.....	89
ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ - ΑΝΑΨΥΧΗ.....	90
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	92
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ.....	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	98

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας ένα ταξίδι που ξεκίνησε πριν από πέντε χρόνια, με την εγγραφή μου στο Εσπερινό Γυμνάσιο – Λυκειακές Τάξεις Μυτιλήνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω, κατ' αρχάς, όλους/ες τους/τις καθηγητές/τριες και τους/τις συμμαθητές/τριες μου, οι οποίοι/ες με ώθησαν να ξεκινήσω αυτή την προσπάθεια, έτσι ώστε να εκπληρώσω ένα όνειρο ζωής.

Ένα ταξίδι με πολλές δυσκολίες αλλά και πολλές όμορφες στιγμές, με πυξίδα τις γνώσεις, τις υποδείξεις και το παράδειγμα όλων των καθηγητών/τριών του Τμήματος. Φυσικά, απαραίτητη ήταν και η συμπαράσταση των συμφοιτητών/τριών με τους/τις οποίους/ες συνεργάστηκα και θα ήθελα να ευχαριστήσω – ιδιαίτερα τον Μιχάλη Κύργινα – ευχόμενος από τα βάθη της καρδιάς μου να πραγματοποιήσουν όλα τα όνειρά τους.

Φτάνοντας στο τέλος του ταξιδιού, απαραίτητος ο φάρος. Και τι φωτεινότερο από μια τριμελή επιτροπή η οποία με βοήθησε να αποτυπώσω μέρος των γνώσεων που κατέκτησα όλα αυτά τα χρόνια, σε αυτή την εργασία. Ιδιαίτερες λοιπόν οι ευχαριστίες μου προς τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, την Καθηγήτρια, κ. Κλωνάρη Αικατερίνη και τον Καθηγητή κ. Σουλακέλλη Νικόλαο αλλά και στον επιβλέποντα την εργασία μου κ. Ζούρο Νικόλαο για τις ιδέες, τις συμβουλές, την υπομονή και συμπαράστασή τους. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Τάταρη για τη βοήθεια και τις γενικότερες καθοριστικές συμβουλές και παραινέσεις του!

Όμως, ξεκινώντας ένα ταξίδι πάντα αφήνεις πίσω σου κάποιους... Μερικοί περιμένουν την επιστροφή σου, κάποιοι άλλοι ίσως όχι. Όπως και να έχει, μετά από ένα ταξίδι, έχεις αλλάξει, έχουν αλλάξει και όσοι ξανασυναντάς... Παρ' όλα αυτά το ταξίδι πάντα αξίζει! Και το συγκεκριμένο αφιερώνεται στη σύζυγό μου Αυγή για την ανοχή και την αντοχή της, καθώς και στα παιδιά μας, τη Δήμητρα, τη Μαρία καθώς και στον πολυαναμενόμενο γιο μας, με την ευχή να κάνουν πολλά και όμορφα ταξίδια στη ζωή τους...

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια ολιστικής προσέγγισης για την προστασία, ανάδειξη και διαχείριση ενός γεώτοπου. Οι γεώτοποι αποτελούν τεκμήρια της δημιουργίας και εξέλιξης της γης, στοιχεία της γεωκληρονομιάς και χρήζουν προστασίας, διατήρησης και ανάδειξης. Η γνώση και κατανόηση των φυσικών λειτουργιών, της αλληλεπίδρασης τους με το ανθρωπογενές περιβάλλον και η προστασία των ανθρώπων και των δραστηριοτήτων από φυσικούς κινδύνους, αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την επιβίωση του ανθρώπου στον πλανήτη. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας και της γεωποικιλότητας, όπως και η αειφόρος διαχείριση των φυσικών πόρων αποτελούν μείζονα ζητήματα που καλείται να διαχειριστεί η ανθρωπότητα. Επιπλέον, ένας γεώτοπος μέσα ή κοντά στον οποίο ζει, δραστηριοποιείται και αναπτύσσεται μία τοπική κοινωνία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο κατανόησης και εκπαίδευσης σε θέματα που σχετίζονται με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον αλλά και ως μοχλός τοπικής ανάπτυξης με την ένταξη του γεώτοπου στον κοινωνικό και οικονομικό ιστό της περιοχής. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν αυτά τα ζητήματα με ολιστικό τρόπο και να παρουσιαστούν μέσα από την οπτική της μεγάλης κλίμακας - με τη χρήση ενός γεώτοπου.

Σκοπό αυτής της εργασίας αποτελεί η καταγραφή, αποτύπωση, χαρτογραφική απόδοση και οπτικοποίηση λειτουργιών και φαινομένων και η ανάδειξη σχέσεων, συνδέσεων, συσχετίσεων, αλληλεπιδράσεων, αλλαγών και διαφοροποιήσεων στο χώρο και το χρόνο, σε ένα συγκεκριμένο γεώτοπο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται η κοιλάδα της Λιγώνας της νήσου Λέσβου, έκτασης 8,77 τ. χλμ., σε περιοχή που πληροί συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Η αποτύπωση των πληροφοριών γίνεται σε μεγάλη κλίμακα, με τη χρήση νέων τεχνολογιών (NT) και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Η καταγραφή αφορά τη δημιουργία και γεωλογική εξέλιξη του γεώτοπου, των φυσικών λειτουργιών και των αποτελεσμάτων τους στο περιβάλλον καθώς και των ανθρωπογενών φαινομένων που εξελίσσονται στον συγκεκριμένο χώρο.

Τέλος, προτείνονται τρόποι χρήσης και αξιοποίησης του υλικού και του γεώτοπου, με βασική στόχευση αυτά να χρησιμοποιηθούν ως μέσα ενημέρωσης, επιμόρφωσης, εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης της εκπαιδευτικής κοινότητας και της τοπικής κοινωνίας αλλά και ως μοχλοί που μπορούν να συμβάλλουν στην τοπική ανάπτυξη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: γεώτοπος, γεωγραφική σκέψη, εκπαίδευση, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, τοπική ανάπτυξη

Abstract

The present study consists of a holistic approach towards the protection, enhancement and management of a geotope. Geotopes are considered proof of the creation and evolution of the earth, elements of geochemistry and constant protection, preservation and enhancement are needed. Learning and understanding of physical functions, their interaction with the human environment, the protection of people and their activities from natural hazards, are essential prerequisites for human survival on the planet. The preservation of biodiversity and geodiversity, as well as the sustainable management of natural resources, are major issues that need to be managed by humanity. In addition, a geotope where a local community lives, works and grows, can be used as a tool for understanding and educating on issues related to the natural and anthropogenic environment, but also as a tool for development through integrating this geotope into the social and economic sector of the region. Moreover, it was considered appropriate to explore these issues in a holistic way and to present them through a large-scale perspective – using a geotope.

The purpose of this study is to record, map, visualize concepts, functions, phenomena and to highlight relationships, connections, interactions, changes and variations in space and time concerning a specific geotope. In order for this to succeed, the valley of Lígona located on Lesbos island, 8.77 Km², is used in an area that meets specific characteristics. Information was collected on a large scale, using new technologies and Geographic Information Systems (GIS). Recording concerns the creation and geological evolution of the geotope, its physical features and environmental impacts, as well as the anthropogenic phenomena evolving in the area.

Finally, various ways of exploiting the material obtained from the geotope itself, recommended to be used for educational purposes, training and raising awareness of the educational and local community as well as leverage that can be contributed to local development.

KEYWORDS: geotope, geographical thinking, geographic information systems, mapping, local development

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	Γεωλογική Χρονική Κλίμακα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από (Παυλίδης, 2007) και wikipedia).....	3
Πίνακας 2	Λεπτομέρεια του Καινοζωικού Αιώνα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από (Παυλίδης, 2007) και wikipedia).....	4
Πίνακας 3	Διεθνές Χρονοστρωματογραφικό Διάγραμμα (Πηγή: (athinodromio.gr/, χ.χ.)).....	4
Πίνακας 2.1	Συντεταγμένες σημείων ελέγχου και αποτελέσματα ελέγχου ακρίβειας...29	
Πίνακας 2.2	Ρυθμίσεις ψηφιοποίησης.....	31

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1	Φάσεις πολυκριτηριακής ανάλυσης με τη χρήση ΓΣΠ (Πηγή: Ίδια επεξεργασία).....	10
Σχήμα 2.1	Τριγωνισμός Delaunay (Πηγή:By Gjacquenot - Own work, File:Delaunay circumcircles.png (Nü es), CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30370476).....	24

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 1.1	Νήσος Λέσβος – Περιοχή Μελέτης.....	17
Χάρτης 1.2	Χάρτης ενεργών ρηγμάτων και σεισμικότητας νήσου (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από Χάρτη Ενεργών Ρηγμάτων και σεισμικότητας Περιφέρειας Β. Αιγαίου, Εργαστήριο Χαρτογραφίας και Γεωπληροφορικής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2008).....	18
Χάρτης 1.3	Γεωλογικός χάρτης της Λέσβου (Πηγή: Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, χ.χ.).....	19
Χάρτης 1.4	Χάρτης ένταξης της περιοχής μελέτης.....	21
Χάρτης 2.1	Σημεία γεωαναφοράς και ελέγχου φύλλων χάρτη κοιλάδας Λιγώνας.....	27
Χάρτης 2.2	Ισοϋψείς καμπύλες κοιλάδας Λιγώνας.....	38
Χάρτης 2.3	Μοντέλο τριγωνικών ακανόνιστων δικτύων κοιλάδας Λιγώνας.....	39
Χάρτης 2.4	Ψηφιακό μοντέλο εδάφους κοιλάδας Λιγώνας.....	40

Χάρτης 2.5	Χάρτης έκθεσης – προσανατολισμού κοιλάδας Λιγώνας.....	41
Χάρτης 2.6	Χάρτης κλίσεων κοιλάδας Λιγώνας.....	42
Χάρτης 2.7	Χάρτης ορατότητας κοιλάδας Λιγώνας.....	43
Χάρτης 3.1	Χάρτης ενεργών ρηγμάτων και σεισμικότητας νήσου Λέσβου (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από Χάρτη Ενεργών Ρηγμάτων και σεισμικότητας Περιφέρειας Β. Αιγαίου, Εργαστήριο Χαρτογραφίας και Γεωπληροφορικής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2008).....	50
Χάρτης 3.2	Γεωμορφολογικός χάρτης περιοχής Λιγώνας.....	53
Χάρτης 3.3	Χάρτης λεκάνης απορροής κοιλάδας Λιγώνας.....	54
Χάρτης 3.4	Διαφορές μεταξύ μεθόδων υπολογισμού του υδρογραφικού δικτύου.....	55
Χάρτης 3.5	Διαφορές μεταξύ μεθόδων υπολογισμού των λεκανών απορροής.....	57
Χάρτης 3.6	Χάρτης περιοχής υδρόμυλων κοιλάδας Λιγώνας.....	60
Χάρτης 3.7	Χάρτης ασκούμενων πιέσεων στην κοιλάδα Λιγώνας.....	61
Χάρτης 3.8	Χάρτης επιμέρους γεώτοπων κοιλάδας Λιγώνας.....	63

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα Εξώφυλλου	Άποψη της Κοιλάδας Λιγώνας.....	Εξώφυλλο
Εικόνα 1	Διάγραμμα ροής εργασιών.....	5
Εικόνα 1.1	Κυριότερες λιθοσφαιρικές πλάκες (Πηγή: http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B106/370/2471,9458/images/6_3.jpg).....	12
Εικόνα 1.2	Παλαιογεωγραφία (Πηγή: http://media.pathfinder.gr/cman_img_f/9635158752282137401.jpg).....	13
Εικόνα 1.3	Γεωτεκτονικές ζώνες (Πηγή: https://www.orykta.gr/images/geologia-tis-elladas/sxima-geotektonikon-zonon-ellados.png).....	14
Εικόνα 1.4	Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών στην περιοχή του Αιγαίου (Πηγή: (Μουντράκης, χ.χ.).....	15
Εικόνα 1.5	Διαδοχικές μετατοπίσεις της ηφαιστειακής δραστηριότητας (Πηγή: (Μουντράκης, 2010)).....	16
Εικόνα 2.1	Τρισδιάστατη απεικόνιση της Κοιλάδας Λιγώνας (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από Google Earth).....	25
Εικόνα 2.2	Δυσανάγνωστες συντεταγμένες σημείων ελέγχου.....	30
Εικόνα 2.3	Λανθασμένος τρόπος αναγραφής συντεταγμένων.....	30

Εικόνα 2.4	Απουσία πληροφορίας.....	32
Εικόνα 2.5	Σημείο τομής Φύλλων Χάρτη.....	32
Εικόνα 2.6	Πυκνότητα πληροφορίας.....	32
Εικόνα 2.7	Δυσκολία ανάγνωσης πληροφορίας.....	32
Εικόνα 2.8	Λάθη καταχώρησης.....	33
Εικόνα 2.9	Αποτελέσματα.....	33
Εικόνα 2.10	Έλεγχος ψηφιοποίησης.....	33
Εικόνα 2.11	Αλλαγές στην ακτογραμμή.....	34
Εικόνα 2.12	Αλλαγές στην πορεία των ρεμάτων.....	34
Εικόνα 2.13	Δημιουργία TIN χωρίς όρια.....	35
Εικόνα 2.14	Δημιουργία TIN με τη χρήση της λεκάνης απορροής.....	36
Εικόνα 2.15	Δημιουργία TIN με τη χρήση ορίων πέραν της λεκάνης απορροής.....	36
Εικόνα 2.16	ΨΜΕ με τιμή κελιού 25,66.....	37
Εικόνα 2.17	ΨΜΕ με τιμή κελιού 2.....	37
Εικόνα 2.18	Προοπτική όψη της κοιλάδας από δυτικά.....	44
Εικόνα 2.19	Προοπτική όψη της κοιλάδας από ανατολικά.....	45
Εικόνα 2.20	Προοπτική όψη της κοιλάδας από βορειοδυτικά.....	46
Εικόνα 2.21	Προοπτική όψη της κοιλάδας από νοτιοδυτικά.....	47

Σημ.: Όταν δεν αναφέρεται ρητά η πηγή σε πίνακα, σχήμα, χάρτη ή εικόνα, νοείται ότι προέρχεται από ίδια επεξεργασία ή το προσωπικό μου αρχείο.

Συντομεύσεις

cm	Εκατοστά
DEM	Digital Elevation Model
DSM	Digital Surface Model
dpi	Dots per inch
Hatt	Παλαιό προβολικό σύστημα Ελλάδας
Km ²	Τετραγωνικά χιλιόμετρα
m	Μέτρα
Raster data models	Μοντέλα Πλεγματικών Δεδομένων
SiO ₂	Διοξείδιο του πυριτίου
TIN	Triangulated Irregular Network
TRMS	Total Root Mean Square
USGS	Αμερικανική Γεωλογική Υπηρεσία
ΓΣΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
ΓΥΣ	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
ΔΑΤ	Δίκτυο Ακανόνιστων Τριγώνων
ΕΓΣΑ '87	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987
εκ.	Εκατομμύρια
NT	Νέες Τεχνολογίες
τ. χλμ.	Τετραγωνικά χιλιόμετρα
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΦΧ	Φύλλο Χάρτη
χλμ.	Χιλιόμετρα
ΨΜΕ	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας

Πρόλογος

Η διαφύλαξη σημαντικών γεωλογικών ή γεωμορφολογικών θέσεων που αποτυπώνουν σημαντικά γεγονότα στην ιστορία της εξέλιξης του πλανήτη (γεώτοποι, geotopes) αποτελεί βασικό σκοπό της διεθνούς κοινότητας τις τελευταίες δεκαετίες. Στα πλαίσια της διατήρησης της γεωποικιλότητας (geodiversity) εφαρμόζονται πολλά προγράμματα με σκοπό την διατήρηση της γεωκληρονομιάς (geoh heritage) σε συνδυασμό με την τόνωση των τοπικών οικονομιών μέσω της ανάπτυξης ήπιων μορφών τουρισμού. Σημαντικό ρόλο για την επιτυχία τέτοιων προγραμμάτων αποτελεί ο βαθμός κατανόησης και αποδοχής από τις τοπικές κοινωνίες. Όμως, αυτές οι έννοιες και προσεγγίσεις είναι σχετικά νέες και άγνωστες στο ευρύ κοινό. Επιπλέον, σημαντικό ζήτημα αποτελεί η ολοένα αυξανόμενη αποξένωση του ανθρώπου από το φυσικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα την έλλειψη γνώσης σε θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές λειτουργίες, τις αλληλεπιδράσεις και τα αποτελέσματα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο φυσικό περιβάλλον καθώς και την προστασία από φυσικούς κινδύνους. Σημαντική παράμετρο για όλα αυτά τα φαινόμενα αποτελεί ο γεωγραφικός χώρος και γι' αυτόν τον λόγο επιχειρείται η διερεύνησή τους μέσα από την ολιστική οπτική και τα μεθοδολογικά εργαλεία που προσφέρει η επιστήμη της Γεωγραφίας. Έτσι, μέσω της παρούσας εργασίας καταβάλλεται η προσπάθεια ανάδειξης της σημαντικότητας της τοπικής κλίμακας ως μεθόδου προσέγγισης, αποτύπωσης και ανάλυσης φαινομένων και λειτουργιών έτσι ώστε αυτά να γίνονται ευκολότερα αντιληπτά, αφού σχετίζονται άμεσα με τον φυσικό χώρο δραστηριοποίησης μιας τοπικής κοινωνίας.

Βασικό σκοπό της εργασίας αποτελεί η δημιουργία υλικού που θα αφορά έναν συγκεκριμένο γεώτοπο, που θα μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα ως εργαλείο ενημέρωσης και επιμόρφωσης της τοπικής κοινωνίας για τα ζητήματα που προαναφέρθηκαν. Επιμέρους στόχους αποτελούν η διερεύνηση, καταγραφή, αποτύπωση, ψηφιοποίηση, χαρτογραφική απόδοση και οπτικοποίηση εννοιών, λειτουργιών, φαινομένων και η ανάδειξη σχέσεων, συνδέσεων, συσχετίσεων, αλληλεπιδράσεων, αλλαγών και διαφοροποιήσεων που εξελίσσονται χωρικά και χρονικά. Ως πεδίο έρευνας χρησιμοποιείται ο γεώτοπος Κοιλάδα Λιγώνας της νήσου Λέσβου, έκτασης 8,77 τ. χλμ., σε περιοχή που πληροί συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Η αποτύπωση των πληροφοριών γίνεται σε μεγάλη κλίμακα, με τη χρήση νέων τεχνολογιών (NT) και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Η καταγραφή αφορά τη δημιουργία και γεωλογική εξέλιξη του γεώτοπου, των φυσικών λειτουργιών και των αποτελεσμάτων τους στο περιβάλλον καθώς και των ανθρωπογενών φαινομένων που εξελίσσονται στον συγκεκριμένο γεώτοπο.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι, κατ' αρχάς, η επιλογή, κατάλληλου γεώτοπου, ο οποίος να συνδυάζει με σχετική ποικιλία, πληρότητα και σαφήνεια, χαρακτηριστικά του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Επίσης, σημαντικό κριτήριο αποτελεί η εγγύτητα του γεώτοπου με περιοχές μικτών χρήσεων και σχετικής δυναμικότητας σε τοπικό και μαθητικό πληθυσμό. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται συλλογή πληροφοριών, αποτύπωση και χαρτογράφηση λειτουργιών και φαινομένων που εμφανίζονται στην περιοχή του γεώτοπου. Τέλος, γίνεται κριτική επισκόπηση και καταγραφή βασικών αξόνων χρήσης και αξιοποίησης του γεώτοπου και του υλικού της εργασίας.

Η εργασία δομείται σε πέντε κεφάλαια, ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο ορίζεται το θεωρητικό πλαίσιο και γίνεται αναφορά σε βασικές έννοιες, που διαπραγματεύεται η εργασία, όπως, γεώτοπος, γεωποικιλότητα, γεωδιατήρηση κλπ. Επίσης, αναφέρονται εισαγωγικές πληροφορίες που σχετίζονται με την παλαιογεωγραφία και τη γεωτεκτονική εξέλιξη σε παγκόσμια, εθνική και τοπική κλίμακα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαδικασίες δημιουργίας του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (ΨΜΕ) του γεώτοπου και αναλύονται θέματα ακρίβειας και αξιοπιστίας αυτού.

Στο τρίτο κεφάλαιο, καταγράφονται, αποτυπώνονται και χαρτογραφούνται στοιχεία και σημεία ενδιαφέροντος του φυσικού περιβάλλοντος και παρουσιάζονται βασικά χαρακτηριστικά του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, διερευνώνται και προτείνονται τρόποι και μέθοδοι αξιοποίησης του γεώτοπου και του υλικού της εργασίας για εκπαιδευτικούς, επιμορφωτικούς, ενημερωτικούς και τουριστικούς σκοπούς.

Τέλος, στα Συμπεράσματα καταγράφονται συνοπτικά και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας ενώ στο Παράρτημα προσαρτώνται το Δελτίο Απογραφής και η Φόρμα Αξιολόγησης του γεώτοπου.

Γεωλογική Χρονική Κλίμακα

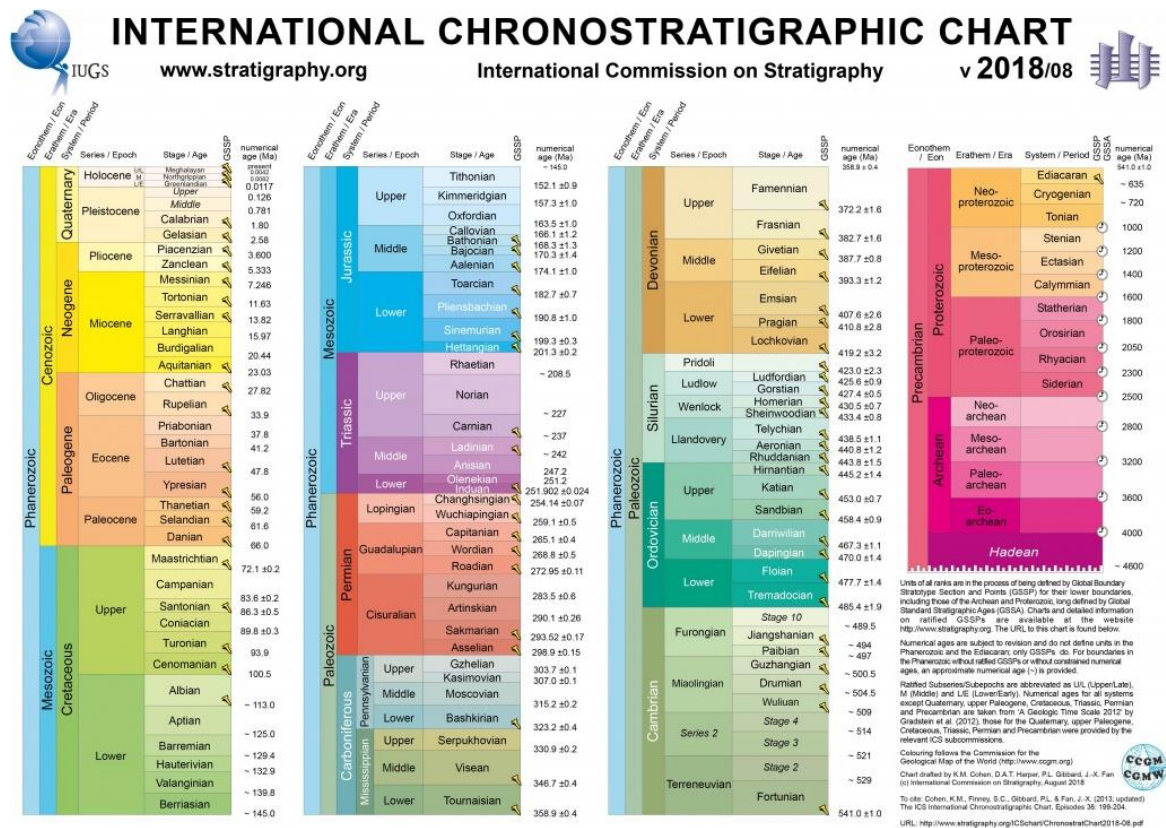
Πίνακας 1 Γεωλογική Χρονική Κλίμακα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από (Παυλίδης, 2007) και wikipedia)

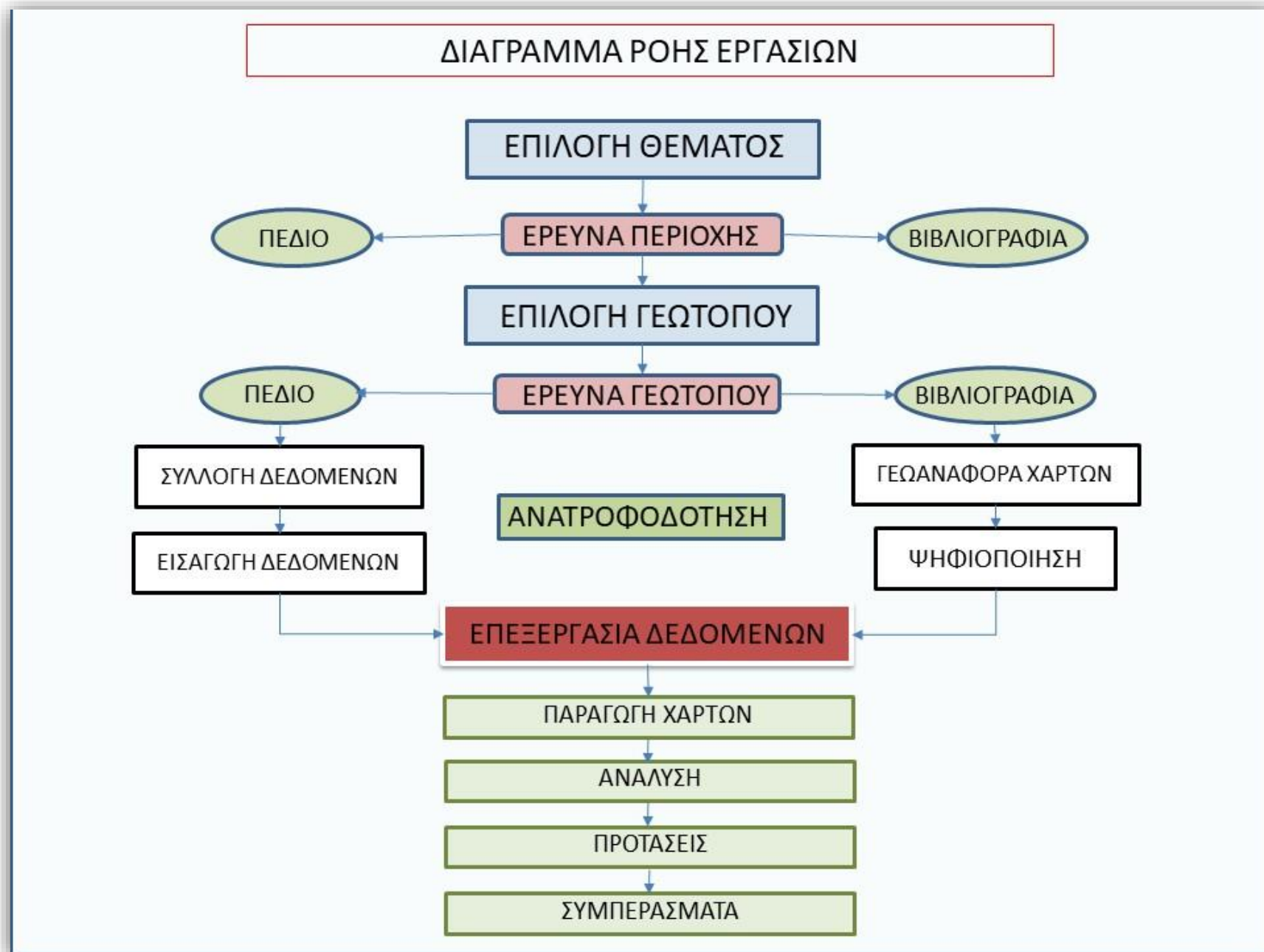
ΑΙΩΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (εκ. έτη πριν)	ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΙΝΟ-ΖΩΙΚΟΣ	ΤΕΤΑΡ ΤΟΓΕΝΗΣ	1,6-Σήμερα	Αρχική περίοδος πλειστόκαινος (παλαιολιθική) μεγάλη εξάπλωση των παγετώνων, μετανάστευση μεγάλων ομάδων θηλαστικών και εμφάνιση ειδών. Εμφάνιση του ανθρώπου. Έπειτα η ολόκαινος (σύγχρονη περίοδος). Σταματούν οι κατακόρυφες μετακινήσεις του φλοιού και η ξηρά με την χλωρίδα και την πανίδα παίρνουν την οριστική τους διαμόρφωση. Ο άνθρωπος περνά από την νεολιθική εποχή στην εποχή του χαλκού , του ορείχαλκου και στην σημερινή του σιδήρου.
	ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ	66-1,6	Έντονες ορογενετικές διαδικασίες. Δημιουργία Πυρηναίων, Ιμαλίων, Καρπάθιων κ.α. οροσειρών. Σχηματισμός ασβεστολιθικών και ηφαιστειογενών πετρωμάτων. Αποδήμηση θηλαστικών από την Αφρική και την Ασία προς την Ευρώπη. Δημιουργία της Ερυθράς Θάλασσας και εμφάνιση του συγγενέστερου προς τον άνθρωπο ζώου, του αυστραλοπίθηκου.
ΜΕΣΟ-ΖΩΙΚΟΣ	ΚΡΗΤΙΔΙΚΗ	135-66	Περιορισμός της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Απέραντες λιμνοθάλασσες, μεγάλες συγκεντρώσεις ασβεστολιθικών αποθεμάτων ριζόποδων και φυτών. Χλωρίδα: φοίνικες, ιτιές, βελανιδιές και λεύκες. Πανίδα: έντονη παρουσία ερπετών και εμφάνιση μαρσιποφόρων.
	ΙΟΥΡΑΣΙΚΗ	205-135	Στο νότιο τμήμα της Γκοντβάνα, ρηγμάτωση και απαρχή της δημιουργίας του Ινδικού Ωκεανού. Κυριαρχία των δεινοσαύρων και άλλων ερπετών. Εμφάνιση μικρών μαστοφόρων και πρώτων πτηνών «αρχαιοπτέρυξ», «αρχαιοόρνις».
	ΤΡΙΑΣΙΚΗ	250-205	Τρία διαφορετικά στρώματα κοιτασμάτων. Φάση ξηράς, φάση λιμναία, φάση βαθιών θαλασσών. Εξαφάνιση πολλών ειδών, εμφάνιση νέων όπως τα θηλαστικά, οι χελώνες, τα κοραλλιογενή.
ΠΑΛΑΙΟ-ΖΩΙΚΟΣ	ΠΕΡΜΙΑ	290-250	Επέκταση της ξηράς λόγω της ανύψωσης και υποχώρησης των νερών στη Β. Αμερική. Ανεξαρτητοποίηση της χερσαίας ζωής. Πολλά είδη αποκτούν πνεύμονες και διαβίου αποκλειστικά στην ξηρά.
	ΛΙΘΑΝΘΡΑ-ΚΟΦΟΡΟΣ	355-290	Τεράστια ανάπτυξη της χλωρίδας. Εμφάνιση κωνοφόρων και ψηλών φτερών. Παρουσία πρώτων ερπετών και εντόμων.
	ΔΕΒΟΝΙΟΣ	410-355	Τεράστιες ανυψώσεις στις περιοχές Κίνας, Καναδά, Γροιλανδίας και Νορβηγίας. Αλλοίωση του περιγράμματος της Τιθύς. Εμφάνιση ψαριών με είδος πνεύμονα που επιτρέπει την έρπηση στην ξηρά. Πλούσια βλάστηση από φτέρες, μύκητες και βρύα.
	ΣΙΛΟΥΡΙΟΣ	510-410	Σημαντικές γεωλογικές κινήσεις. Δημιουργία τεράστιων πεδιάδων και τμημάτων της Ευρώπης και της Αφρικής. Ανάπτυξη της ζωής στην ξηρά φυτών (λυκόποδες) και ζώων (σκορπιοί). Ζώα με σπονδυλική στήλη (ιχθυόμορφα όπως τα χέλια). Διαφοροποίηση ειδών στη θάλασσα και ανάπτυξη φυκιών.
	ΚΑΜΒΡΙΟΣ	570-510	Έλλειψη ορογενετικής και ηφαιστειακής δραστηριότητας. Ανύψωση τμημάτων ξηράς γύρω από την Μεσόγειο. Κάλυψη με νερά μεγάλων τμημάτων της Αμερικής. Ύπαρξη φυκιών με ασβεστώδη δομή και διάφορα ζώα μέσα στη θάλασσα (μαλάκια, εχινόδερμα, γαστερόποδα). Χαρακτηριστικό είδος οι «τριλοβίτες» που το σώμα τους χωριζόταν σε τρεις λοβούς από δύο επιμήκεις ραβδώσεις.
ΑΡΧΑΪΚΟΣ		3800-570	Από τον σχηματισμό του φλοιού μέχρι την εμφάνιση των πρώτων τύπων ζωής οι οποίοι άφησαν απολιθώματα. Ήπειρος Γκοντβάνα, Τηθύς Θάλασσα. Εμφάνιση ζωής μέσα στο νερό. Προς το τέλος εμφάνιση σχετικά εξελιγμένης χλωρίδας και πανίδας. Απολιθώματα από υδρόβια είδη.
ΚΟΣΜΙΚΟΣ		4.567-3800	Από τη γένεση της γης μέχρι τον πιθανό σχηματισμό του φλοιού. Απουσία γεωλογικών δεδομένων. Προς το τέλος δημιουργία πρώτων ηπείρων και ωκεανών, απουσία ζωής.

Πίνακας 2 Λεπτομέρεια του Καινοζωικού Αιώνα (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από (Παυλίδης, 2007) και wikipedia)

ΑΙΩΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΕΠΟΧΗ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (εκ. έτη πριν)	ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΣ	ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗΣ	ΟΛΟΚΑΙΝΗ	0,01	Εμφάνιση του homo sapiens
		ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΗ	1,8	Εξάλειψη πολλών θηλαστικών λόγω παγετωνικών επεισοδίων
	ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ	ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΗ	5,3	Εξάπλωση λιβαδιών. Εμφάνιση μεγάλων θηλαστικών
		ΜΕΙΟΚΑΙΝΗ	23,8	
		ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΗ	33,7	
		ΗΩΚΑΙΝΗ	54,8	
		ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΗ	65	

Πίνακας 3 Διεθνές Χρονοστρωματογραφικό Διάγραμμα (Πηγή: (athinodromio.gr/, χ.χ.))





Εικόνα 1 Διάγραμμα ροής εργασιών

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Θεωρητικό πλαίσιο

Οριοθετώντας, σε αδρές γραμμές, το περίγραμμα της εργασίας, κρίθηκε σκόπιμο να αποσαφηνιστούν, εξ' αρχής, βασικές έννοιες και όροι που θα χρησιμοποιηθούν. Η αναγκαιότητα αυτή προέκυψε τόσο από το γεγονός ότι αρκετές έννοιες είναι σχετικά πρόσφατες αλλά και από την έλλειψη επαρκούς γνώσης που σχετίζεται με αυτές. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν έγινε εξαντλητική διερεύνηση και πλήρης παράθεση όλης της βιβλιογραφίας, που αφορά στην ορολογία, αφού ο σκοπός ήταν η επισκόπηση αυτής και η παράθεση σύντομων επιστημονικών όρων.

Γεώτοπος (geotope, geosite)

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2016) ως γεώτοποι νοούνται *οι γεωλογικές-γεωμορφολογικές δομές που συνιστούν φυσικούς σχηματισμούς και αντιπροσωπεύουν σημαντικές στιγμές της γεωλογικής ιστορίας της γης, είναι σημαντικοί μάρτυρες της μακράς εξέλιξής της ή δείχνουν σύγχρονες φυσικές, γεωλογικές διεργασίες που συνεχίζουν να εξελίσσονται στην επιφάνεια της Γης*. Επιπρόσθετα, η έννοια του γεώτοπου περιλαμβάνει όλες τις γεωλογικές, γεωμορφολογικές και εδαφολογικές εμφανίσεις που αξίζει να διατηρηθούν λόγω της αντιπροσωπευτικότητας ή της μοναδικότητάς τους αλλά και για επιστημονικούς, εκπαιδευτικούς, πολιτιστικούς και αισθητικούς λόγους.

Ως γεώτοποι μπορεί να χαρακτηριστούν σημαντικές γεωλογικές δομές, χαρακτηριστικές ή σπάνιες μεταλλοφόρες εμφανίσεις, σπάνιες ορυκτολογικές παραγενέσεις, σημαντικές πετρολογικές εμφανίσεις, ιδιαίτερες ιζηματογενείς δομές, σπάνια ή χαρακτηριστικά απολιθώματα, στρωματότυποι, χαρακτηριστικές τεκτονικές δομές, θέσεις σύγχρονων γεωμορφολογικών και γεωλογικών εργασιών, ιδιαίτεροι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί και τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Επίσης, κάθε γεώτοπος έχει και τις βιολογικές συνιστώσες του. Οι εξελικτικές διαδικασίες έχουν οδηγήσει στη δημιουργία ολοένα και πιο εξειδικευμένων μορφών ζωής που προσαρμόζονται ακόμα και σε ακραία περιβάλλοντα. Επειδή ακριβώς οι γεώτοποι μπορεί να αντιπροσωπεύουν ακραίες γεωλογικές ή γεωμορφολογικές συνθήκες μπορεί να αναπτυχθεί και φιλοξενηθεί μια διακριτή βιοκοινότητα, οπότε οι γεώτοποι αποκτούν και βιολογικό ενδιαφέρον (Ζούρος, κ.α., 1999).

Συνοψίζοντας, οι γεώτοποι αποτελούν ένα δίκτυο πληροφοριών που αφορούν το παρελθόν της γης. Πληροφοριών που σχετίζονται με το κλίμα, τη χλωρίδα, την πανίδα, το

παλαιοπεριβάλλον, την παλαιογεωγραφία, τις τεκτονικές κινήσεις, τις αλλαγές στο μορφοανάγλυφο, κ.λπ. Ουσιαστικά, αντιπροσωπεύουν σημαντικές στιγμές στην ιστορία της Γης και είναι μάρτυρες της μακράς εξέλιξης της ή δείχνουν σύγχρονες φυσικές διεργασίες που εξελίσσονται στην επιφάνεια της, σχετικά ανεπηρέαστες από την ανθρώπινη παρέμβαση (Ζούρος, 2018). Θα προσθέταμε, επίσης, ότι αρκετοί γεώτοποι βρίσκονται πλησίον ή/και εντός του δομημένου περιβάλλοντος, ενώ πολλές φορές καθορίζουν, διαμορφώνουν και σχετίζονται άμεσα με ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Οι παραπάνω λόγοι τεκμαίρουν την αναγκαιότητα διατήρησης, προστασίας και διαχείρισης των γεώτοπων έτσι ώστε να αξιοποιηθούν και να λειτουργήσουν ως μοχλοί/εργαλεία τοπικής ανάπτυξης αλλά και εκπαίδευσης.

Γεωποικιλότητα (geodiversity)

Αναφέρεται στο φυσικό εύρος (ποικιλότητα) των γεωλογικών (πετρώματα, ορυκτά, απολιθώματα), γεωμορφολογικών (τοπία, φυσικές διεργασίες), και εδαφικών χαρακτηριστικών και περιέχει φυσικούς σχηματισμούς, ιδιότητες, συσχετίσεις και συστήματα (Gray, 2005). Επίσης, αποτελεί τον συνδυασμό ανάμεσα στους ανθρώπους, στα τοπία και τον πολιτισμό: δηλαδή είναι η ποικιλία των γεωλογικών περιβαλλόντων (αλλά και των διεργασιών που δημιουργούν αυτά τα περιβάλλοντα), τα πετρώματα, τα ορυκτά, τα απολιθώματα και τα εδάφη που προσφέρουν τις προϋποθέσεις για τη ζωή στη γη (Stanley, 2000).

Γεωκληρονομιά ή Φυσική κληρονομιά (geoheritage or natural heritage)

Όλα τα παραπάνω στοιχεία, αναφέρονται ως γεωλογική ή φυσική κληρονομιά, σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση των Παρισίων (1972), η οποία κυρώθηκε από τη χώρας μας με τον Ν. 1126 (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 1981). Με αυτή τη Σύμβαση αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα προστασίας της φυσικής κληρονομιάς, όχι μόνο λόγω των συνήθων αιτιών φθοράς αλλά και εξαιτίας της εξέλιξης της κοινωνικής και οικονομικής ζωής. Επίσης καθορίζονται τα στοιχεία της φυσικής κληρονομιάς που μπορεί να είναι:

- i. Φυσικά μνημεία, φυσικών ή βιολογικών σχηματισμών ή από ομάδες αυτών.
- ii. Γεωλογικοί και γεωμορφολογικοί σχηματισμοί και εκτάσεις που αποτελούν ενδιαίτημα απειλούμενων ζωικών και φυτικών ειδών.
- iii. Φυσικά τοπία ή φυσικές εκτάσεις παγκόσμιας αξίας από επιστημονικής άποψης, ανάγκης διατήρησης ή φυσικού κάλλους.

Γεωδιατήρηση (geoconservation)

Ορίζεται ως η προσπάθεια διατήρησης της ποικιλίας των γεωλογικών, γεωμορφολογικών, και εδαφικών χαρακτηριστικών της γης, λόγω της αυταξίας τους, της οικολογικής τους σημασίας και της επιστημονικής, εκπαιδευτικής και αισθητικής αξίας τους. Οι προτεραιότητες της γεωδιατήρησης καθορίζονται από μια σειρά κριτηρίων έτσι ώστε να αναδεικνύονται ποια στοιχεία πρέπει να διατηρηθούν και ποια μπορούν να μεταβληθούν έτσι ώστε να καλυφθούν θεμιτές ανάγκες της κοινωνίας (Ζούρος, κ.α., 1999).

Γεωπάрко

Ως γεωπάрко χαρακτηρίζεται μια σαφώς οριοθετημένη περιοχή, η οποία συνδυάζει μνημεία σημαντικής γεωλογικής αξίας, τα οποία προστατεύονται από την εθνική νομοθεσία καθώς και στοιχεία οικολογικής, πολιτιστικής και αισθητικής σημασίας, που διαχειρίζονται και αξιοποιούνται για την επιστημονική έρευνα, την εκπαίδευση και την αναψυχή. Ένα γεωπάрко, μπορεί να συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής, με την προβολή της ιδιαίτερης τοπικής ταυτότητας συνδεδεμένης με τα στοιχεία της γεωλογικής κληρονομιάς, έχοντας ως στόχο την ανάπτυξη ήπιας μορφής τουρισμού. Επίσης, θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλες υποδομές για την προστασία των θέσεων ενδιαφέροντος και την ασφαλή και άνετη πρόσβαση των επισκεπτών. Τέλος, θα πρέπει να έχει εκπονήσει και να εφαρμόζει σχέδιο ολοκληρωμένης διαχείρισης που θα συνδυάζει την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική συνοχή και την αειφορία (Ζούρος, κ.α., 2015, σ. 15). Το νησί της Λέσβου, μετά από συνεχείς προσπάθειες του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους και τοπικών φορέων (Αναγνώριση Γεωπάρκου Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, 2000), (Αναγνώριση Γεωπάρκου Λέσβου, 2012) έχει αναγνωριστεί ολόκληρο ως Νήσος Λέσβος – Παγκόσμιο Γεωπάрко UNESCO το 2015.

Γεωγραφική σκέψη

Η επιστήμη της Γεωγραφίας αποτελεί την τομή μεταξύ των φυσικών και κοινωνικών επιστημών και εξετάζει τα θέματά της μέσα από μια χωρική αντίληψη και διάσταση και οι αναλύσεις, εφαρμογές και λύσεις που προτείνει έχουν πάντα σχέση με τη χωρική κατανομή, τη χωρική διαφοροποίηση, τη χωρική αλληλοσυσχέτιση και αλληλεξάρτηση φαινομένων, γεγονότων και δράσεων (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011). Τα ερωτήματα που καλείται να απαντήσει είναι:

- i. Τι και που; (ποια είναι τα φαινόμενα, οι διεργασίες ή τα θέματα που μελετώνται και πώς είναι κατανομημένα στον χώρο).

- ii. Πώς και γιατί; (πώς εξηγείται αυτή η κατανομή, με ποιον τρόπο αναπτύχθηκε και γιατί σ' αυτήν ειδικά τη θέση).
- iii. Με ποια επίδραση; (στους ανθρώπους και στο περιβάλλον).

Έτσι, προκύπτει η ανάγκη να μελετηθούν οι θέσεις, τα χαρακτηριστικά των τόπων, οι σχέσεις ανθρώπου και περιβάλλοντος, οι χωρικές αλληλεπιδράσεις και οι περιφέρειες (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2003).

Επιπλέον, ο χωρικός εγγραμματισμός, η ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων και γενικότερα η ανάπτυξη της χωρικής νοημοσύνης αποτελούν σημαντικές ικανότητες για την καθημερινή ζωή. Η δυνατότητα αναγνώρισης και χειρισμού μοτίβων, πλοήγησης στο χώρο, εκτίμησης απόστασης, κατανόησης της έννοιας της κλίμακας κ.λπ., αποτελούν βασικές ικανότητες που απαιτούνται για την επίλυση απλών καθημερινών προβλημάτων. Ιδιαίτερα δε, στις μέρες μας, ο καθένας καλείται να κατανοήσει ή/και να διαχειριστεί σημαντικά ζητήματα με έντονη γεωγραφική διάσταση (μετακινήσεις πολιτισμών, γεωπολιτική, ασθένειες, περιβαλλοντική υποβάθμιση, διαχείριση φυσικών πόρων, κλιματική αλλαγή, ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, αειφόρος ανάπτυξη, κ.α.).

Εν κατακλείδι, η γεωγραφική σκέψη είναι σημαντική γιατί αναπτύσσει τη διερευνητική και κριτική προσέγγιση για θέματα που επηρεάζουν το περιβάλλον και τις ζωές των ανθρώπων, τόσο τοπικά όσο και σε παγκόσμια κλίμακα. Επίσης, οδηγεί στην αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών με τη χρήση νέων τεχνολογιών, συμβάλλει στην προσαρμογή σε νέες καταστάσεις, βοηθά στην κατανόηση της διαφορετικότητας και της πολυπολιτισμικότητας και – εν τέλει – προάγει την ελεύθερη, δημιουργική και επαγωγική σκέψη (Κλωνάρη, 2018).

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ορίζεται ως η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνολογία για τη διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων και πληροφοριών. Απαρτίζεται από το σύστημα του ηλεκτρονικού υπολογιστή (εξοπλισμός, προγράμματα), τα γεωχωρικά δεδομένα (χάρτες, δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, πίνακες πληροφοριών) και τους χρήστες (καθορισμός προδιαγραφών, επικαιροποίηση, ανάλυση και χρήση). Τα γεωχωρικά δεδομένα είναι δείγματα από φαινόμενα του πραγματικού κόσμου, ταξινομούνται σε γραφικά ή γεωμετρικά και σε ιδιότητες ή θεματικά και οργανώνονται σε πολλαπλά επίπεδα πάνω από τον γεωγραφικό χώρο. Η ανάπτυξη ενός ΓΣΠ συμβάλλει στην οργάνωση και τον αυτοματισμό εφαρμογών όπως:

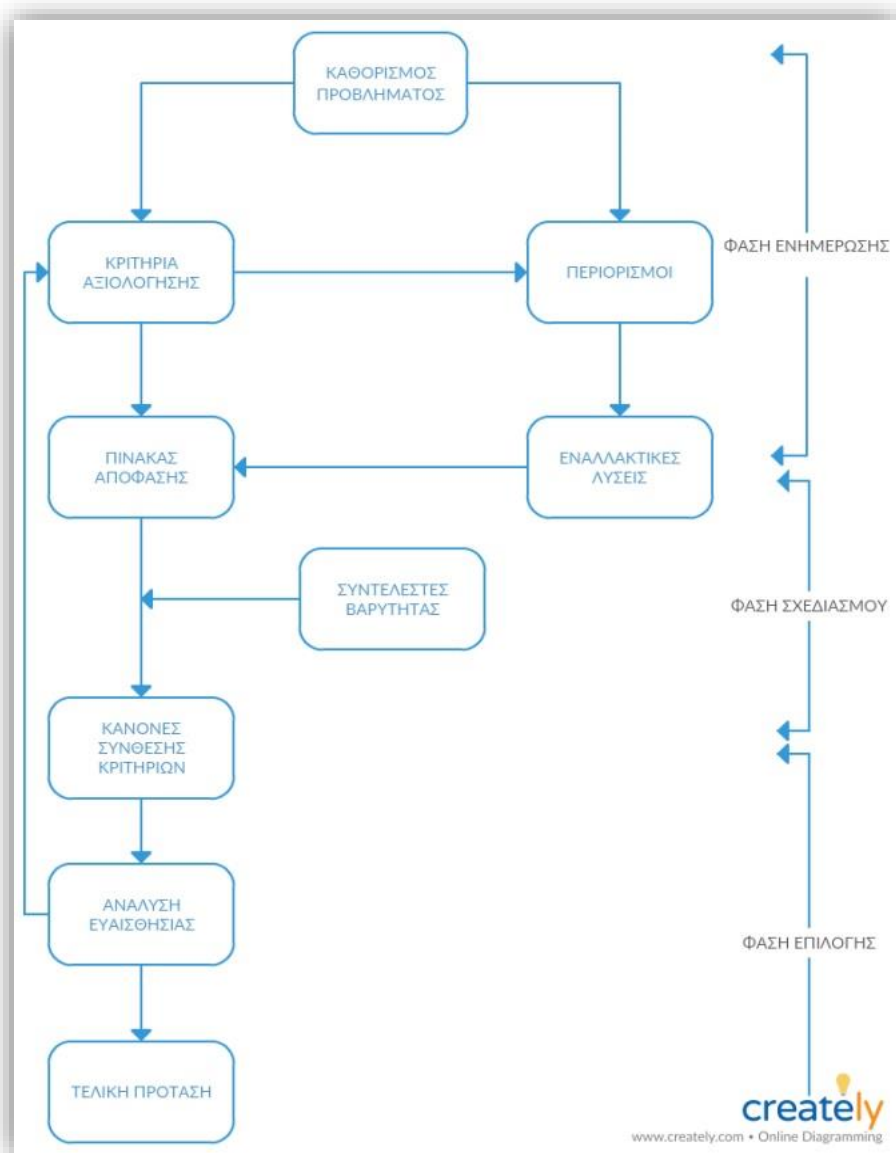
- i. Διαχείριση υπηρεσιών ΟΤΑ όπως ύδρευσης, αποχέτευσης, γενικότερα δικτύων, αστυνομία, πυροσβεστική, κ.λπ.
- ii. Διαχείριση περιβαλλοντικών και φυσικών πόρων, περιβαλλοντικές μελέτες.
- iii. Διαχείριση κυκλοφοριακών προβλημάτων και ανάλυση δικτύων μεταφορών.
- iv. Διαχείριση λεκανών απορροής και υδατικών πόρων.
- v. Κτηματολόγιο και συστήματα πληροφοριών γης.
- vi. Συστήματα ανάπτυξης και διαχείρισης χαρτογραφικού υλικού.
- vii. Διαχείριση πολεοδομικών εφαρμογών.
- viii. Άλλες εφαρμογές (αρχαιολογία, γεωλογία, γεωργία, κ.λπ.) (Χατζόπουλος, 2012, σ. 296)

Εξίσου σημαντική, όμως, είναι και η χρήση του ΓΣΠ ως εργαλείου για τη λήψη αποφάσεων. Για πολλά ζητήματα, οι παράμετροι, τα κριτήρια καθώς και οι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι αρκετοί. Επίσης, απαραίτητη είναι και η ανίχνευση πιθανών συσχετίσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφορετικών κριτηρίων και των παραγόντων που επηρεάζουν συνολικά το εκάστοτε πρόβλημα. Σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης που σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν πολλές δυνατότητες όπως: έλεγχο και συσχέτιση πολλών κριτηρίων, τροποποίηση ή αλλαγή των κριτηρίων, καθορισμό συντελεστών βαρύτητας για κάθε κριτήριο, μοντελοποίηση των διαδικασιών, έλεγχο συνέπειας και ευαισθησίας του μοντέλου, τυποποίηση διαδικασιών, εμπλοκή πολλών συμμετεχόντων στα διάφορα στάδια λήψης της απόφασης, ανατροφοδότηση του μοντέλου και τελικά αντικειμενικοποίηση του τρόπου λήψης αποφάσεων.

Επιπλέον, εάν πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα που σχετίζονται και με τις χωρικές διαστάσεις του προβλήματος απαιτείται η χρήση και επιπρόσθετων εργαλείων. Αυτή την ανάγκη καλύπτει η ανάπτυξη των ΓΣΠ τα οποία, έχουν τη δυνατότητα να διαχειρίζονται μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία χωρικής ανάλυσης και αποτελούν αποτελεσματικούς μηχανισμούς επίλυσης χωρικών προβλημάτων (Κουτσόπουλος, 2017).

Οι φάσεις που ακολουθούνται για την λήψη απόφασης με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης και ΓΣΠ αποτυπώνονται αδρά στο Σχήμα 1.1. Στην πρώτη φάση, αφού έχει γίνει μια αρχική προεπεξεργασία, καθορίζεται με σαφήνεια, ακρίβεια και πληρότητα το πρόβλημα και εξετάζονται ζητήματα που αφορούν θέματα προσδιορισμού της κλίμακας εργασίας, δεδομένων κλπ. Επίσης, επιλέγονται και διαμορφώνονται τα κριτήρια αξιολόγησης σε φυσικές κλίμακες ή κλίμακες βαθμολόγησης (π.χ. απόσταση οικισμών είτε

σε ευκλείδεια είτε σε ζώνες). Αντίστοιχα, διαμορφώνονται και τα κριτήρια περιορισμού και απαγορεύσεων (π.χ. νομοθετικό πλαίσιο). Η συγκεκριμένη φάση αφορά αποκλειστικά στη χρήση ΓΣΠ. Στην επόμενη φάση συμμετέχουν όλοι όσοι εμπλέκονται στη λήψη της απόφασης μέσω της ποσοτικοποίησης των προτιμήσεων τους και τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας για κάθε κριτήριο. Εδώ μπορούν να ληφθούν υπόψη και οι απόψεις της τοπικής κοινωνίας μέσω της επιλογής και αξιολόγησης κάθε κριτηρίου. Στην τελική φάση γίνεται καθορισμός των κανόνων σύνθεσης των κριτηρίων και πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας για τον έλεγχο της σταθερότητας του μοντέλου σε πιθανές μικρομεταβολές των κριτηρίων. Κατόπιν, εάν απαιτείται γίνονται διορθώσεις και τροποποιήσεις για τη βελτίωση του μοντέλου και προκύπτει η τελική πρόταση. Θα πρέπει να επισημανθεί, ότι αυτή η πρόταση είναι η προτεινόμενη βέλτιστη, βάση των



Σχήμα 1.1 Φάσεις πολυκριτηριακής ανάλυσης με τη χρήση ΓΣΠ (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

συγκεκριμένων κριτηρίων που ορίστηκαν εξ' αρχής, και προφανώς έχει συμβουλευτικό χαρακτήρα καθώς την τελική απόφαση λαμβάνουν οι αρμόδιοι φορείς.

Μελέτη περίπτωσης

Στις κοινωνικές επιστήμες, η μελέτη περίπτωσης (case study) συνίσταται στην ανάλυση ενός γενικού κοινωνικού φαινομένου μέσα από μια συγκεκριμένη – ειδικότερη - μορφή εκδήλωσής του, δηλαδή μέσα από μια συγκεκριμένη περίπτωση (Ιωσηφίδης, 2008, σ. 167). Προσφέρει εμβάθυνση στις παραμέτρους του φαινομένου, αναλυτική έρευνα σε αυτές, μπορεί να οδηγήσει σε γενικότερα συμπεράσματα ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως διδακτικό εργαλείο. Προφανώς, τα φαινόμενα που εξετάζονται δεν είναι στο σύνολό τους κοινωνικά, αλλά οι στόχοι της αναλυτικής διερεύνησης και κατανόησης της πραγματικότητας, της αποτύπωσης σχέσεων και αλληλεπιδράσεων σε μικρή χωρική κλίμακα, οδήγησαν στην υιοθέτηση της περιπτώσιολογικής μελέτης ως ερευνητικής στρατηγικής.

Παλαιογεωγραφία – Γεωτεκτονική Εξέλιξη

Η θεωρία των Λιθοσφαιρικών ή Τεκτονικών πλακών

Το επιφανειακό σκληρό στρώμα της Γης, θεωρείται ότι αποτελείται από έναν αριθμό μεγάλων και μικρότερων τεμαχών που ονομάζονται τεκτονικές ή λιθοσφαιρικές πλάκες

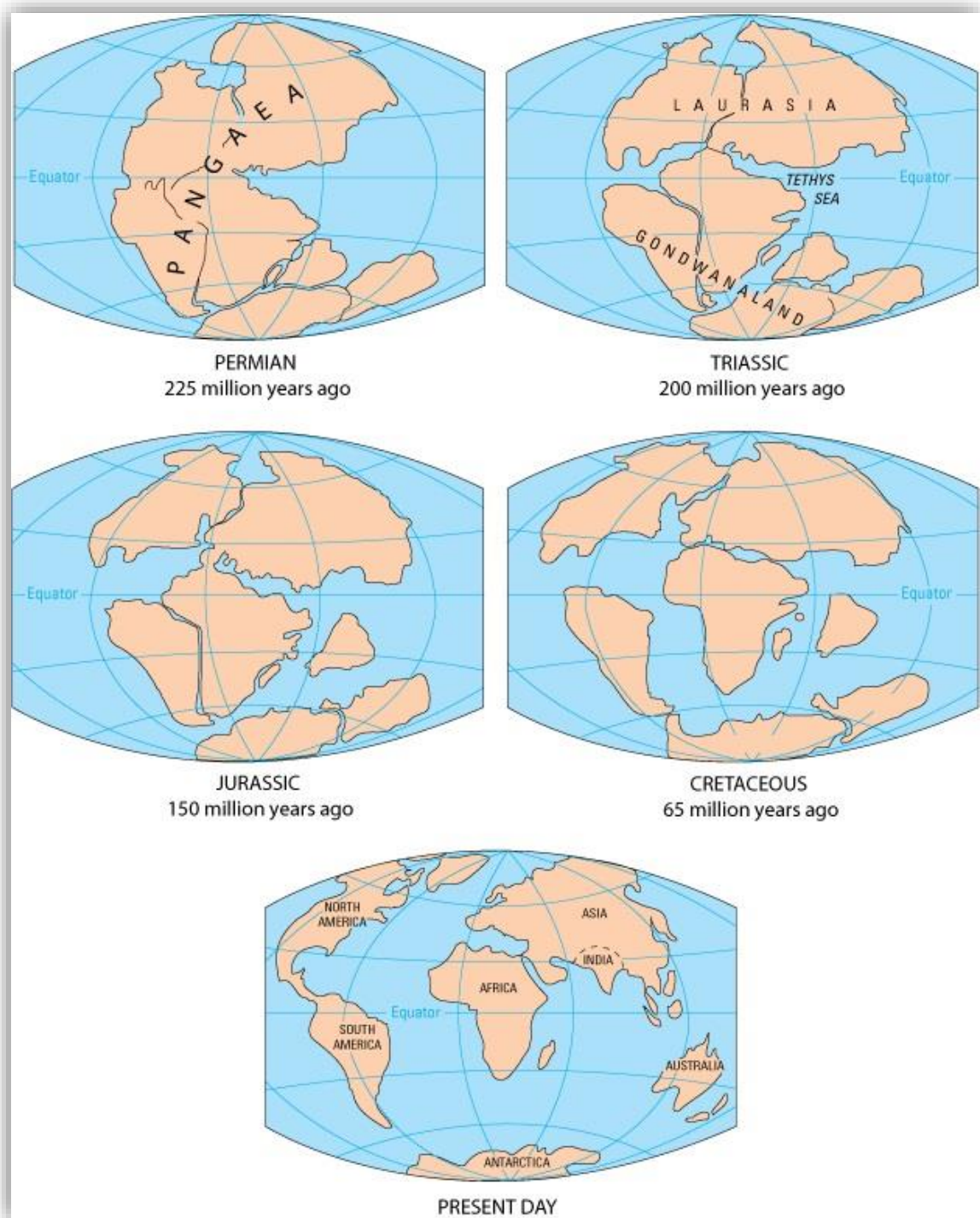


Εικόνα 1.1 Κυριότερες λιθοσφαιρικές πλάκες (Πηγή: http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-B106/370/2471,9458/images/6_3.jpg)

και αποτελούν το εξωτερικό κέλυφος του πλανήτη, τη λιθόσφαιρα (Εικόνα 1.1). Αυτό το κέλυφος, ολισθαίνει πάνω σε ένα εύκαμπτο στρώμα, σχεδόν «λιωμένου πετρώματος» που

ονομάζεται ασθενόσφαιρα. Οι πλάκες, ωθούμενες από τον μηχανισμό μεταφοράς θερμότητας από το εσωτερικό της γης, μετακινούνται συγκλίνοντας, αποκλίνοντας ή ολισθαίνοντας η μία παράλληλα με την άλλη. Σύμφωνα με τη θεωρία των Πλακών, αυτή η αλληλεπίδραση έχει ως αποτέλεσμα τη διάνοιξη νέων ωκεανών και την καταστροφή παλαιών, τη δημιουργία οροσειρών, σεισμών, ηφαιστειών και γενικότερα την εκδήλωση διάφορων γεωλογικών φαινομένων (Παυλίδης, 2007, σ. 167).

Κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου (Πίνακας 1 και 2) οι αλλαγές στη μορφή και το σχήμα του γήινου φλοιού ήταν διαρκείς με σημαντικές επιπτώσεις. Πριν περίπου 250 εκατομμύρια χρόνια, υπήρξε σύγκλιση των πλακών σε μια ενιαία ξηρά, την Παγγαία που διήρκεσε περίπου 130 εκ. χρόνια. Σταδιακά, ξεκίνησε ο διαμελισμός της σε δύο τεμάχια, τη Λαυρασία και την Γκοντβάνα και παράλληλα η δημιουργία του ωκεανού της Τηθύος. Η συνεχιζόμενη απομάκρυνση των πλακών, μέσα από συνεχείς ανακατατάξεις οδήγησαν στη σημερινή μορφή και θέση των ηπείρων (Εικόνα 2.1). Πρόκειται για μια αργή, διαρκή και δυναμική διαδικασία που θα συνεχίζεται, με εκδηλώσεις - αντιληπτές στον ανθρώπινο χρόνο - όπως η σεισμική και η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Ειδικότερα, η περιοχή της Μεσογείου θεωρείται ότι διαμορφώθηκε από τις τεκτονικές διεργασίες στα όρια των πλακών της Ευρασίας και της Γκοντβάνας, σε ένα ευρύτερο σύστημα που ονομάζεται Αλπικό ορογενετικό σύστημα της Τηθύος και περιλαμβάνει τις οροσειρές του Άτλαντα, τα Απέννινα Όρη και τις Άλπεις, τα Καρπάθια, τη Βαλκανική Χερσόνησο, τις οροσειρές του Ταύρου και του Καυκάσου και φτάνει μέχρι τα Όρη Ζάγκρος στο Ιράν (Μουντράκης, 2010, σ. 19). Μέσα από τις συμπιεστικές αυτές τάσεις προκλήθηκε η δημιουργία αυτών των οροσειρών και η σταδιακή εξαφάνιση του ωκεανού της Τηθύος, υπολείμματα του οποίου αποτελούν τα μεγάλα βάθη της Μεσογείου νότια της Πελοποννήσου (Φρέαρ των Οινουσσών) και νότια της Κρήτης και νοτιοδυτικά της Κύπρου (Λεκάνη του Ηροδότου).

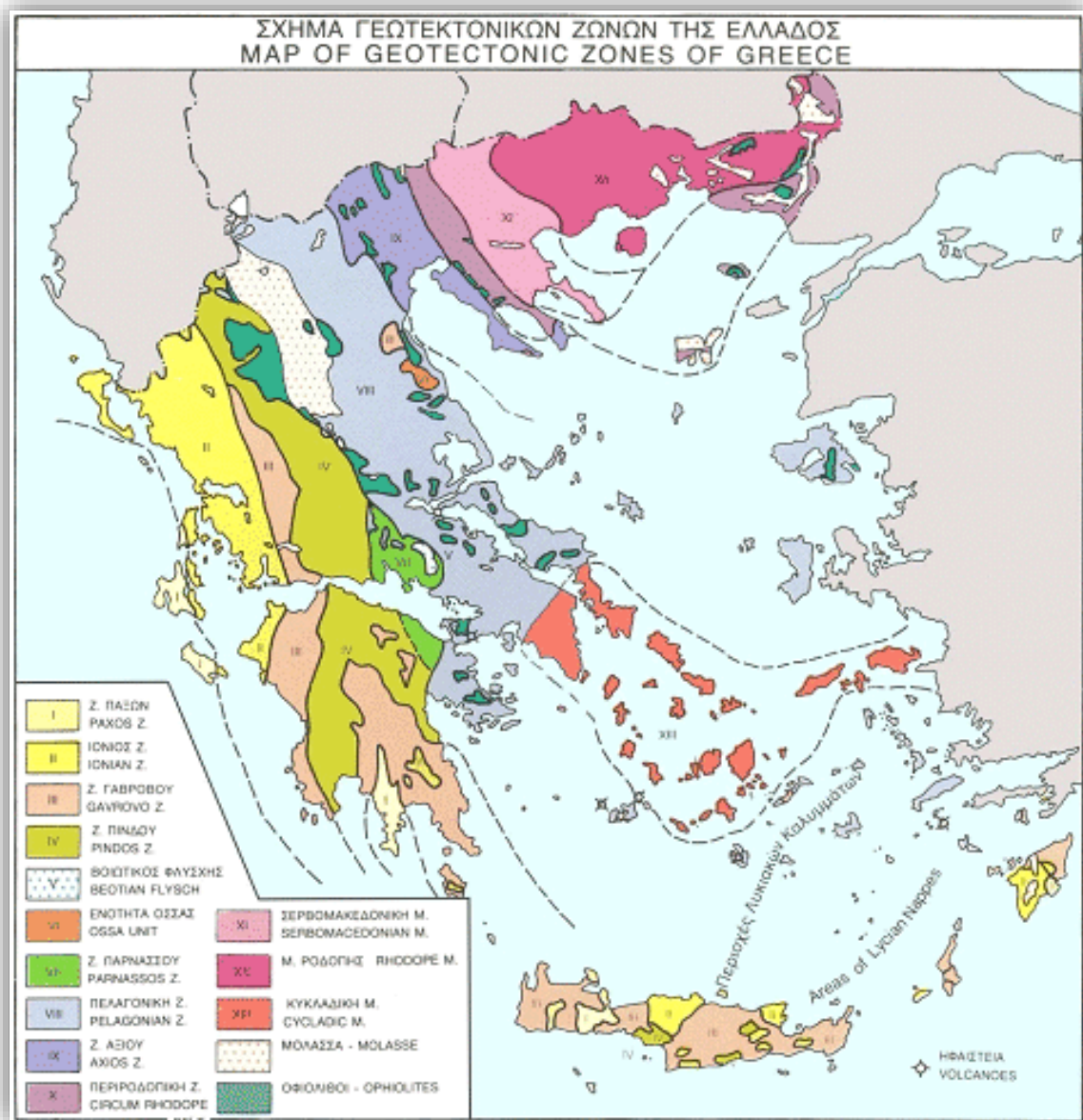


Εικόνα 1.2 Παλαιογεωγραφία (Πηγή: http://media.pathfinder.grman_img_f/9635158752282137401.jpg)

Ο Ελλαδικός χώρος

Η δημιουργία του Ελλαδικού χώρου, εντάσσεται μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο της λειτουργίας του Αλπικού ορογενετικού συστήματος. Εμφανίζει εξαιρετική πολυπλοκότητα καθότι έχει προέλθει από συνεχείς συγκρούσεις της ευρασιατικής πλάκας με τμήματα της Γκοντβάνα (Κιμμερική και Απουλία ήπειρος) με παράλληλη διάνοιξη και καταστροφή ωκεάνιων περιοχών (Παλαιο-Τηθύς, Νέο-Τηθύς). Οι ελληνικές οροσειρές υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες οι οποίες αναφέρονται ως «ελληνίδες ζώνες». Σύμφωνα με τις επικρατούσες απόψεις, κάθε γεωτεκτονική ζώνη συνίσταται από μια ορισμένη στρωματογραφική αλληλουχία, από τους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από την ιδιαίτερη τεκτονική συμπεριφορά της. Συνοπτικά, αναφέρονται 12 ζώνες από τα ανατολικά προς τα δυτικά (Εικόνα 1.3) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- i. Μάζα Ροδόπης: ήταν το νοτιότερο χερσαίο άκρο της ευρασιατικής πλάκας και αποτέλεσε τον πυρήνα πάνω στον οποίο δομήθηκε ο ελλαδικός χώρος. Τα πετρώματα είναι ηλικίας άνω των 200 εκ. ετών και εμφανίζουν σχετικά χαμηλό υψόμετρο και ομαλό ανάγλυφο λόγω έντονης διάβρωσης.
- ii. Σερβομακεδονική μάζα: αποτελούσε την ηπειρωτική κατωφέρεια και λόγω της σύγκρουσης παρουσιάζει έντονη θραύση και ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου (Στρυμόνας ποταμός).
- iii. Περιοδοπική ζώνη: αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας.
- iv. Ζώνη Αξιού (υποδιαιρούμενη σε Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας): δομείται κυρίως από οφειολιθικά πετρώματα (περιδοτίτες) που δημιουργούνται στον πυθμένα των ωκεανών.
- v. Πελαγονική ζώνη: Προήλθε από ηπειρωτικό τέμαχος της Κιμμερικής ηπείρου που προήλθε από απόσπαση από την Γκοντβάνα. Λόγω των υψηλών πιέσεων δημιουργήθηκαν τα εξαιρετικά λεπτόκοκκα μάρμαρα των περιοχών Πεντέλης και Κοζάνης.
- vi. Αττικο – Κυκλαδική Ζώνη: αποτελεί συνέχεια της πελαγονικής, ετερογενούς σύστασης αλλά με τεκτονικές σχέσεις.
- vii. Υποπελαγονική Ζώνη: αποτελείται από περιδοτίτες και ιζήματα. Θεωρείται ότι αποτελεί συρραφή του δυτικού τμήματος του πελαγονικού ηπειρωτικού τεμάχους



Εικόνα 1.3 Γεωτεκτονικές ζώνες (Πηγή: <https://www.orykta.gr/images/geologia-tis-elladas/sxima-geotektonikon-zonon-ellados.png>)

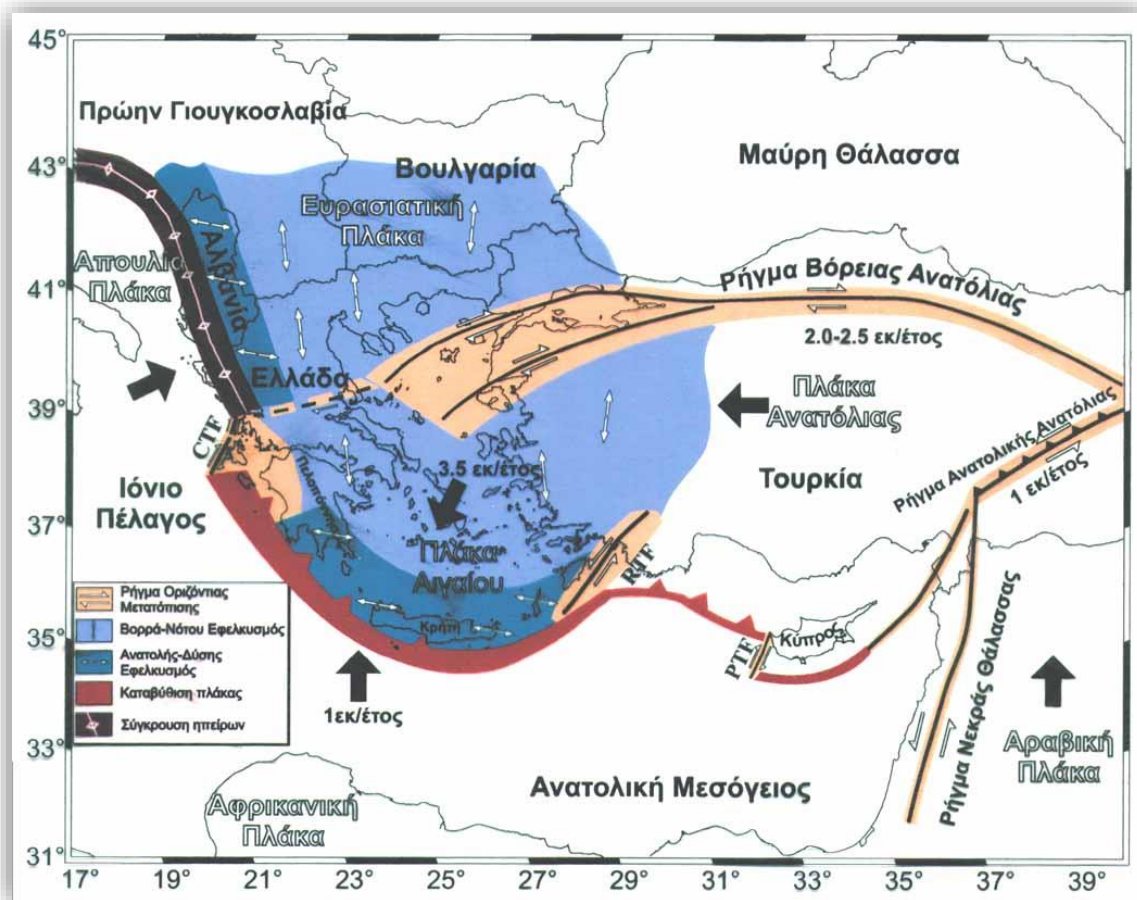
- viii. Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας: βασικό γνώρισμα αποτελούν οι βωξίτες και θεωρείται ότι ήταν μια μικρή πλατφόρμα στον ωκεανό της Νέο-Τηθύος.
- ix. Ζώνη Ωλονού – Πίνδου: χαρακτηρίζεται από ωκεάνια ιζήματα και αντιπροσωπεύει – μαζί με την Υποπελαγονική – τον ωκεανό της Νέο-Τηθύος.
- x. Ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης: αντιπροσωπεύει τμήμα της Απουλίας με ανθρακική ιζηματογένεση.
- xi. Ιόνιος ζώνη: αποτελεί μια ηπειρωτική λεκάνη με πελαγική ιζηματογένεση.
- xii. Ζώνη Παξών: αποτελεί το εσωτερικό (ανατολικό) τμήμα της Απουλίας πλατφόρμας και χαρακτηρίζεται από θαλάσσια ιζηματογένεση που συνεχίζεται έως

και σήμερα στις περιοχές που βρίσκονται κάτω από τη θάλασσα (Μουντράκης, 2010, Ζούρος & Κίζος, 2017).

Το Ελληνικό Τόξο

Το σύγχρονο γεωτεκτονικό καθεστώς της περιοχής καθορίζεται από τη σύγκλιση της ευρασιατικής με την αφρικανική πλάκα (Εικόνα 1.4) με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ζώνης καταβύθισης, τη διαμόρφωση μιας αμφιθεατρικής επιφάνειας, της Ελληνικής Αύλακας και τη συγκρότηση ενός νησιωτικού τόξου (Δούτσος, 2014, σ. 368). Η υποβύθιση μιας ωκεάνιας πλάκας (αφρικανικής) κάτω από μια ηπειρωτική (ευρασιατική) συγκροτεί μια τυπική διάταξη που στην περιοχή του Αιγαίου έχει διαμορφωθεί ως εξής (διεύθυνση N-B):

- i. Δημιουργία τάφρων: Ελληνική Τάφρος, σύστημα υποθαλάσσιων τάφρων από το Ν. Ιόνιο έως τα Μικρασιατικά παράλια νότια της Ρόδου.
- ii. Δημιουργία ανυψώσεων: Δημιουργία νησιών, Ιόνια νησιά, Κρήτη, Δωδεκάνησα.



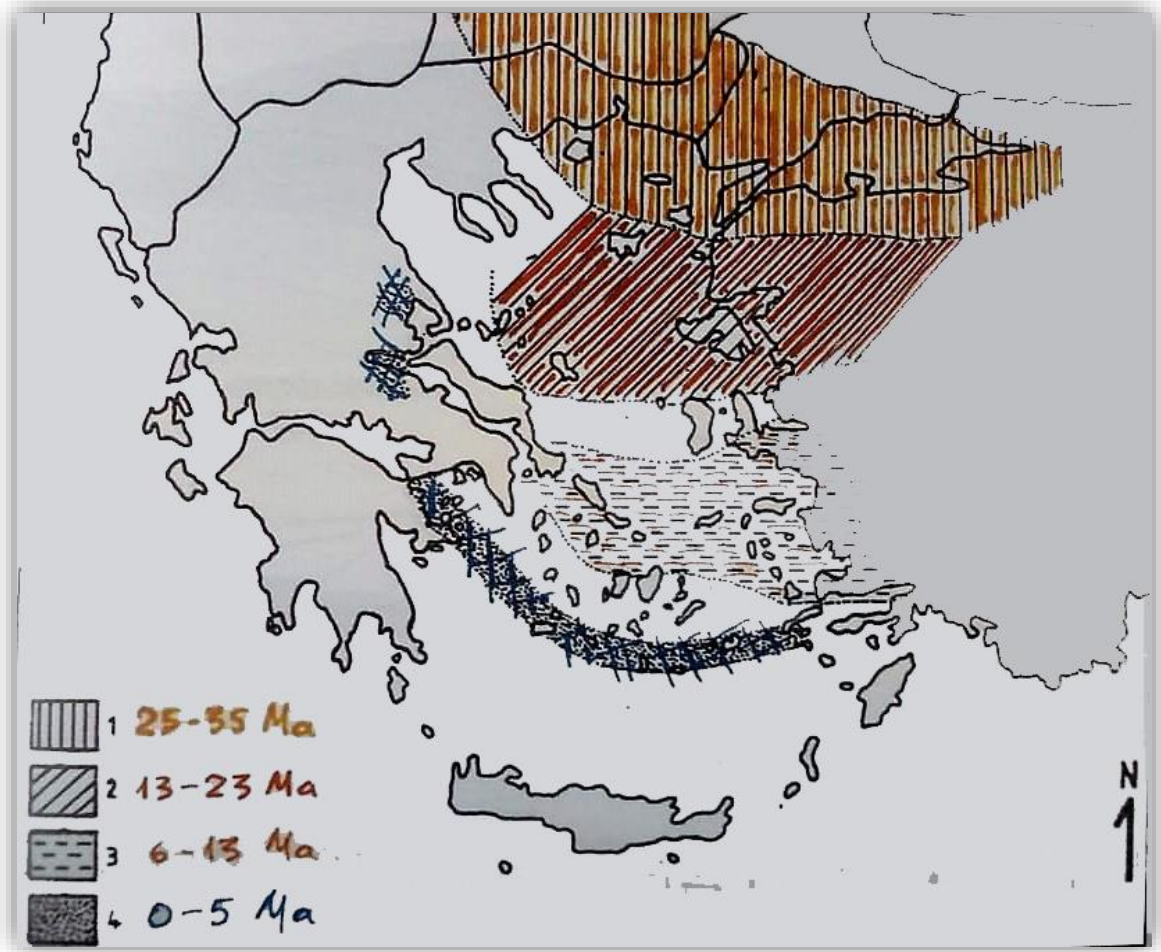
Εικόνα 1.4 Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών στην περιοχή του Αιγαίου (Πηγή: (Μουντράκης, χ.χ.)

- iii. Δημιουργία οπισθόταφρου: αβαθής λεκάνη που αντιστοιχεί στο Κρητικό και Καρπάθιο Πέλαγος.
- iv. Δημιουργία ηφαιστειακού τόξου: απαρτίζεται από τα ηφαιστειακά κέντρα στο Σουσάκι, στα Μέθανα, στη Μήλο, στη Σαντορίνη και στη Νίσυρο.
- v. Ζώνη Benioff: είναι η επιφάνεια επαφής των δύο πλακών και σε αυτή αποτυπώνονται τα επίκεντρα των σεισμών.

Επίσης, πιέσεις προς τα δυτικά ασκεί και η μικροπλάκα της Ανατολίας, η οποία συμπιέζει την μικροπλάκα του Αιγαίου και δημιουργεί ρήγματα οριζόντιας κατεύθυνσης. Η ταχύτητα σύγκλισης Αφρικής προς Ευρώπη είναι περίπου 1 cm/έτος ενώ της μικροπλάκας του Αιγαίου προς την Αφρική 4 cm/έτος. Η σημαντική αυτή ταχύτητα προκαλεί και την έντονη σεισμικότητα στην περιοχή για την εκτόνωση όλων αυτών των πιέσεων και καθιστά το ελληνικό τόξο ως την πιο ενεργή γεωλογική δομή της Ευρώπης. Τέλος, το ελληνικό τόξο έχει παγκόσμια σημασία αφού στο χώρο αυτό έχει ολοκληρωθεί το στάδιο της ολικής συμπίεσης του ωκεανού της Τηθύος και προχωρούν οι πρώτες φάσεις της τελικής σύγκρουσης των δύο ηπείρων (Παπανικολάου & Σίδηρης, 2015).

Ηφαιστειότητα στον ελλαδικό χώρο

Η καταβύθιση της βαρύτερης ωκεάνιας πλάκας έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή τήξη των πετρωμάτων και την άνοδο τους μέσα από ρήγματα ή άλλες ασυνέχειες, με τη μορφή μάγματος πίσω από τη ζώνη σύγκλισης. Επίσης, η συγκρότηση του ελλαδικού χώρου από ανατολικά προς δυτικά, όπως καταδεικνύεται από τη διάταξη των γεωτεκτονικών ζωνών, οδηγεί στο συμπέρασμα της διαρκούς μετατόπισης του ορογενετικού συστήματος και της ζώνης σύγκλισης προς τα εξωτερικά των ζωνών. Συνακόλουθα, όμοια πορεία ακολουθούν και τα συνοδά φαινόμενα (δημιουργία νησιωτικού τόξου, ηφαιστειότητα, σεισμικότητα). Κατ' αυτόν τον τρόπο, τεκμηριώνεται η χρονική ακολουθία δημιουργίας αλλά και σταδιακής μετατόπισης των παλαιότερων ηφαιστειακών κέντρων στις περιοχές της Ροδόπης, της Λέσβου – Λήμνου, του κεντρικού Αιγαίου και τέλος την εμφάνιση στη σημερινή τους θέση (Μουντράκης, 2010, σ. 327), (Εικόνα 1.5).

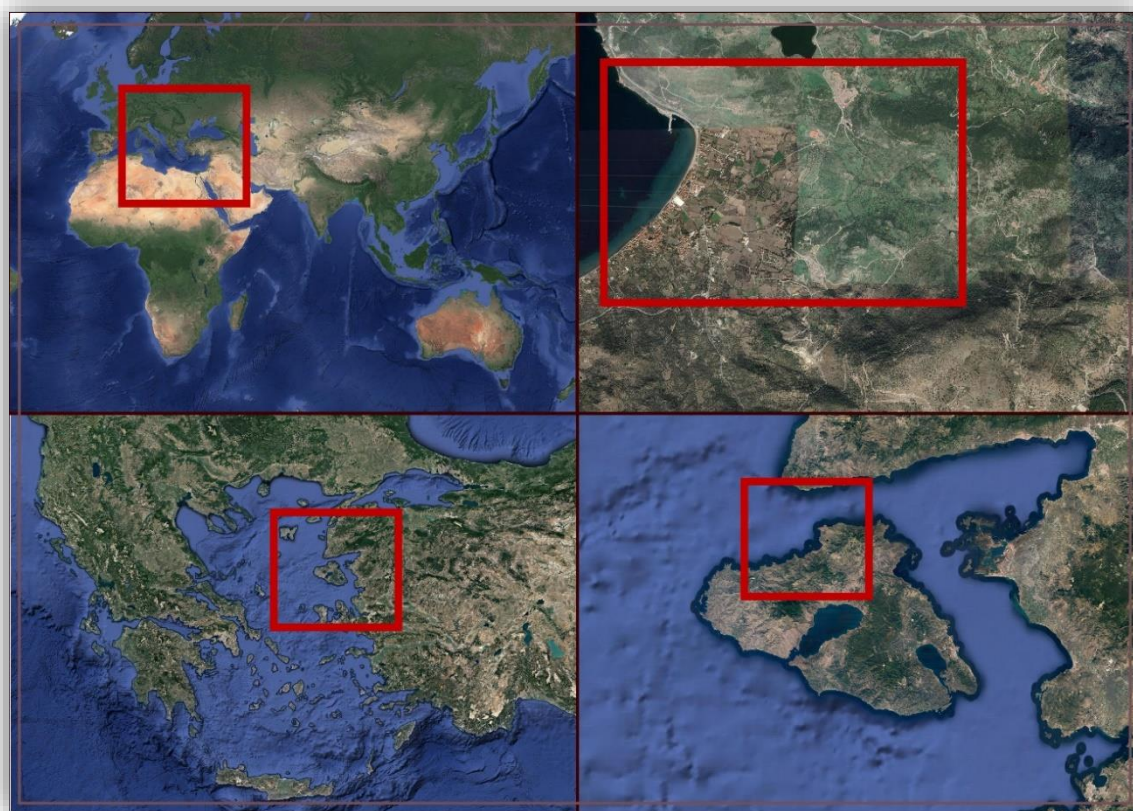


Εικόνα 1.5 Διαδοχικές μετατοπίσεις της ηφαιστειακής δραστηριότητας (Πηγή: (Μουντράκης, 2010))

Νήσος Λέσβος

Εισαγωγικά

Το νησί της Λέσβου βρίσκεται στην περιοχή του βορειοανατολικού Αιγαίου και περιβρέχεται από αυτό. Είναι το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας καταλαμβάνοντας έκταση 1.636 τ. χλμ. και έχει μήκος ακτογραμμής 382 χλμ. Βρίσκεται πλησίον των μικρασιατικών ακτών και προστατεύεται εν μέρει από τον κόλπο του Αδραμυτίου (Χάρτης 1.1). Ο μόνιμος πληθυσμός του ανέρχεται στους 86.436 κατοίκους (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2014) και η πρωτεύουσά του, Μυτιλήνη, αποτελεί έδρα της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου. Διαιρείται σε δύο Δήμους, τον Δήμο Δυτικής Λέσβου με έδρα την Καλλονή και τον Δήμο Μυτιλήνης με έδρα τη Μυτιλήνη. Μορφολογικά, χαρακτηρίζεται από την παρουσία δύο μεγάλων κόλπων, της Καλλονής και της Γέρας και δύο ορεινών

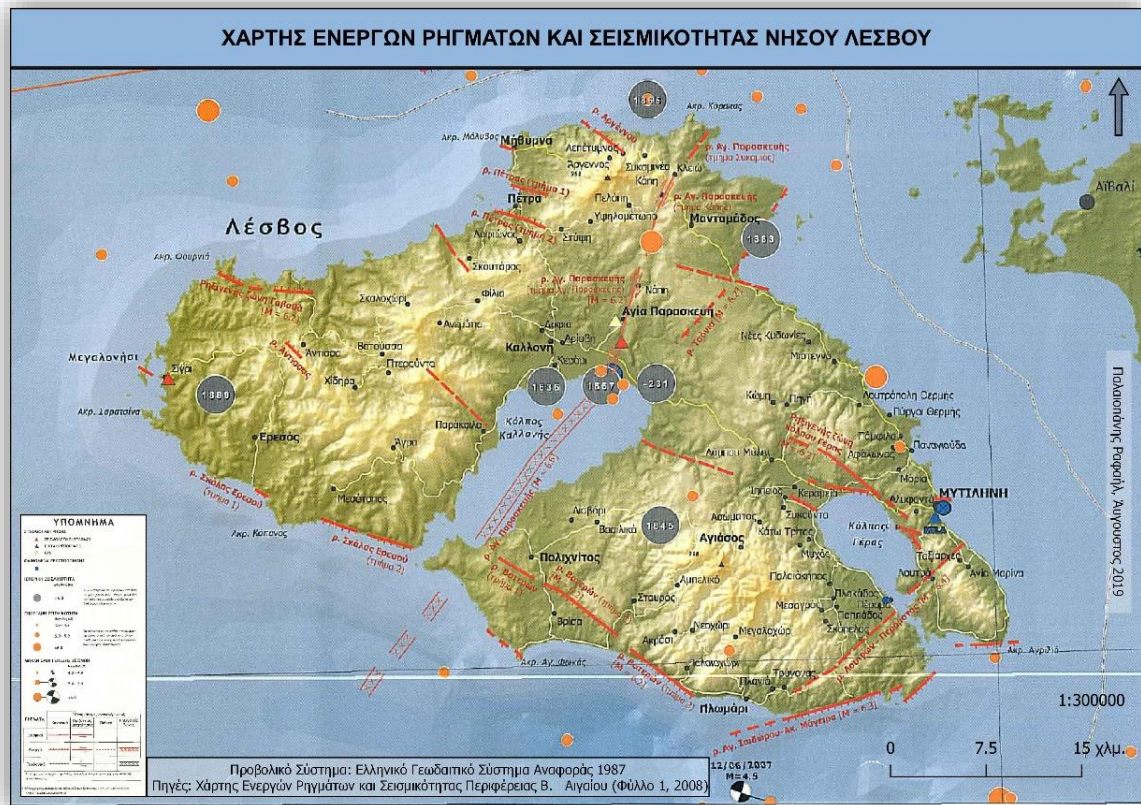


Χάρτης 1.1 Νήσος Λέσβος – Περιοχή Μελέτης

όγκων (Λεπέτυμνος, υψ. 968 μ. και Όλυμπος, υψ. 967 μ.). Το υδρογραφικό δίκτυο είναι αρκετά πυκνό, όχι όμως συνεχούς ροής, με κυριότερα υδατορέματα τους χειμάρρους του Τσικνιά και του Ευεργέτουλα. Υπάρχει πληθώρα μικρών πεδιάδων και πλούσιων υδροβιότοπων στους οποίους φιλοξενούνται σημαντικά είδη ορνιθοπανίδας.

Μορφοτεκτονική - Ηφαιστειότητα - Γεωλογία

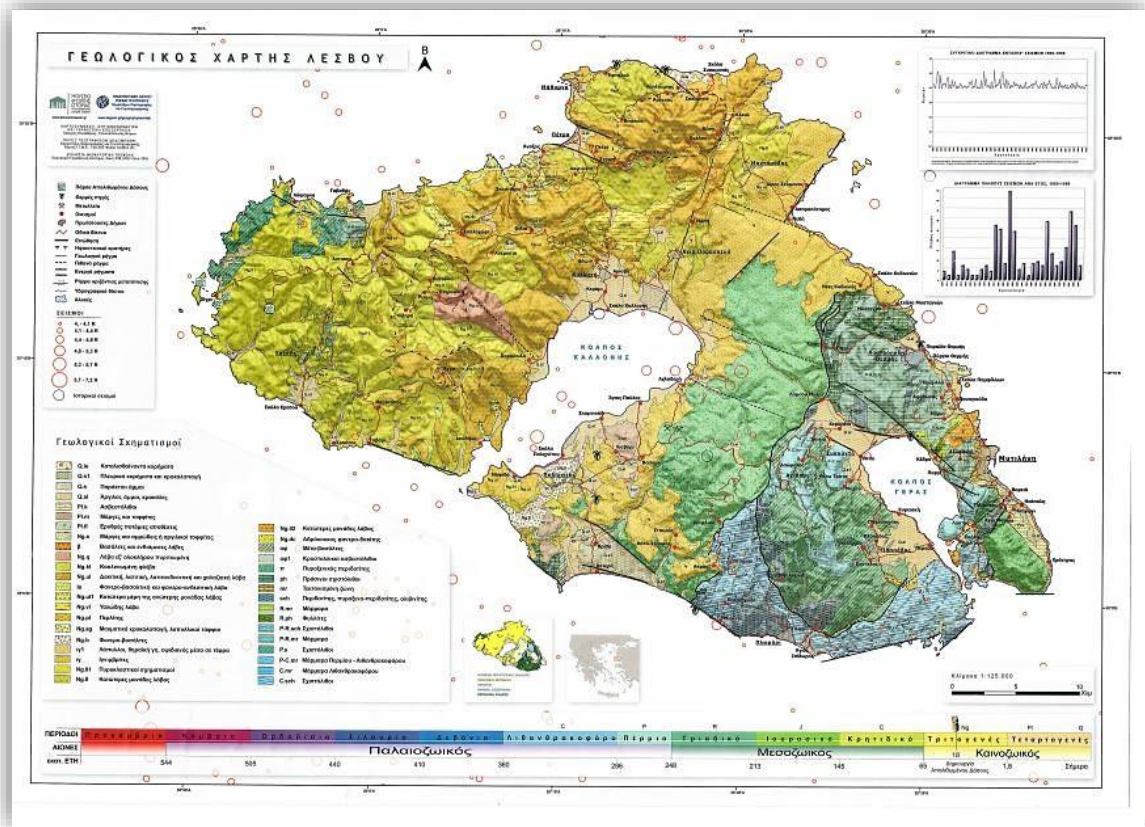
Η περιοχή του Αιγαίου βρίσκεται σε διαρκή κινητικότητα αφού πιέζεται από την μικροπλάκα της Ανατολίας προς τα ΝΔ. Ειδικά η περιοχή της Λέσβου, επηρεάζεται από τον νότιο κλάδο του ρήγματος της Ανατολίας που διέρχεται από τον κόλπο του Αδραμυτίου. Επίσης, ενεργά ρήγματα που έχουν χαρτογραφηθεί πάνω στο νησί αποδεικνύουν την ενεργό τεκτονική που έχει καθορίσει και τη μορφολογία του νησιού (Χάρτης 1.2). Εξίσου, σημαντικός παράγοντας που επίδρασε στη διαμόρφωση της



Χάρτης 1.2 Χάρτης ενεργών ρηγμάτων και σεισμικότητας νήσου Λέσβου (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από Χάρτη Ενεργών Ρηγμάτων και σεισμικότητας Περιφέρειας Β. Αιγαίου, Εργαστήριο Χαρτογραφίας και Γεωπληροφορικής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2008)

μορφολογίας του νησιού ήταν και η έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα που λειτούργησε πριν από 21,5 έως και 16,5 εκ. χρόνια πριν. Τα κυριότερα ηφαιστειακά κέντρα βρίσκονται στον άξονα ΒΑ – ΝΔ, με μεγαλύτερο το στρωματοηφαίστειο του Λεπέτυμνου, της Βατούσας, που σχετίζεται με τη δημιουργία του Απολιθωμένου Δάσους στην περιοχή του Σιγρίου και τα μικρότερα ηφαίστεια του Μεσότοπου, της Άγρας και της Ανεμότιας. Συνοπτικά, η Λέσβος πριν 20 εκ χρόνια δεν ήταν νησί αλλά αποτελούσε προέκταση της μικρασιατικής ξηράς. Η δημιουργία του νησιού οφείλεται αφενός στη δράση του συμπλέγματος ρηγμάτων της Ανατολίας και τη σταδιακή αποκόλλησή του στα βόρεια από τον κόλπο του Αδραμυτίου και αφετέρου στον κατακλυσμό από θάλασσα, την

μεσοπαγετώδη περίοδο, της περιοχής του Στενού της Μυτιλήνης από νοτιοανατολικά, που οδήγησε και στον τελικό διαχωρισμό του από την ξηρά. Η τελική μορφή του νησιού προέκυψε από συνεχείς ηφαιστειακές εκρήξεις που προέρχονταν από το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, το οποίο πριν 20 εκ. χρόνια βρισκόταν αρκετά βορειότερα στην περιοχή της Λέσβου.



Χάρτης 1.3 Γεωλογικός χάρτης της Λέσβου (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, χ.χ.)

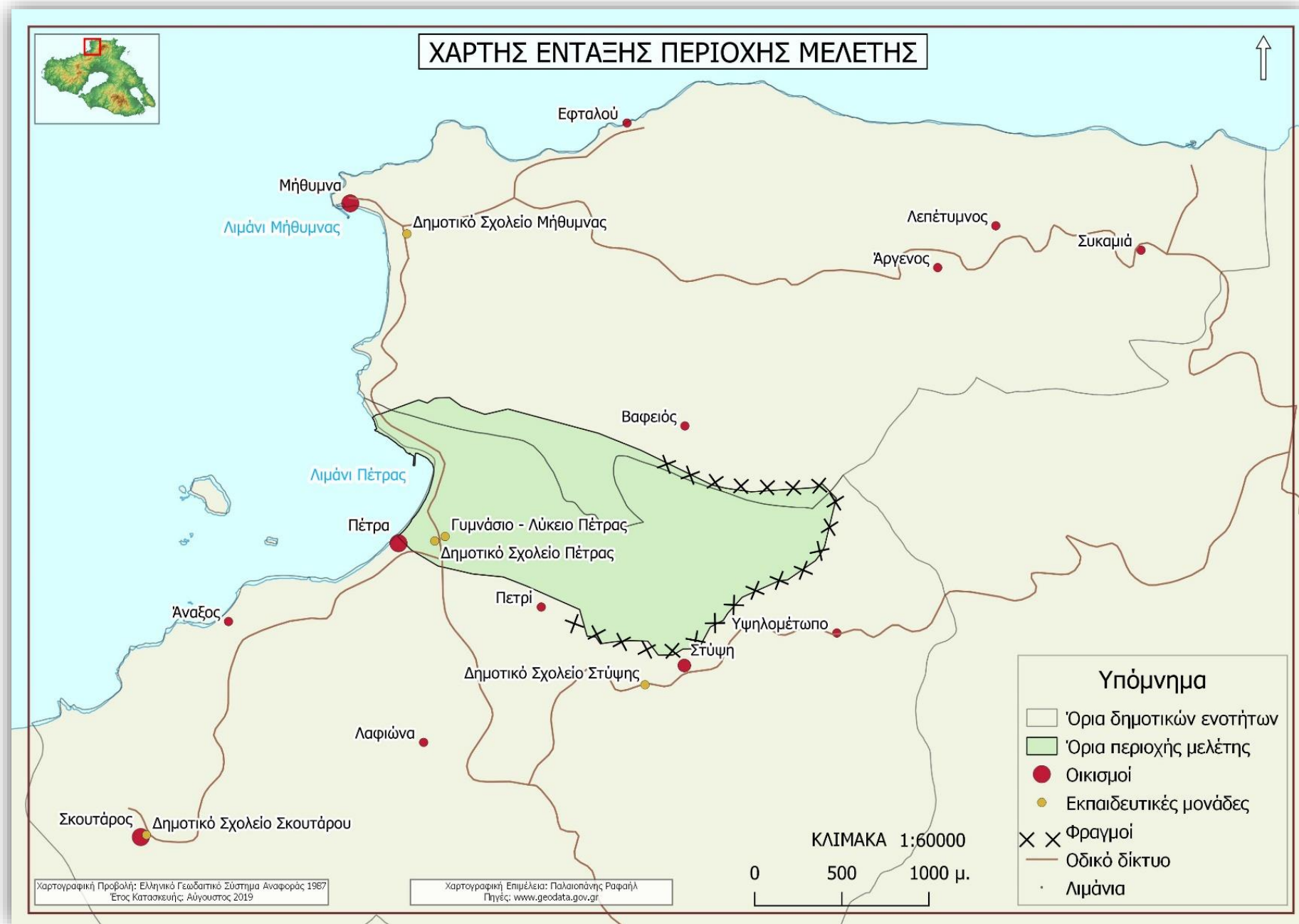
Τα πετρώματα που κυριαρχούν στο νησί μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις σαφώς καθορισμένες κατηγορίες (Χάρτης 1.3). Στο νοτιοανατολικό άκρο κυριαρχούν τα παλαιότερα πετρώματα -μεταμορφωσιγενούς προέλευσης που ανήκουν στην πελαγονική ζώνη- ηλικίας περίπου 300 εκ. ετών. Στο κεντρικό τμήμα επικρατούν κυρίως οφιόλιθοι - μάγμα το οποίο έχει ψυχθεί στα βάθη των ωκεανών- ενώ το δυτικό και βόρειο τμήμα κατακλύζεται από λάβες και πυροκλαστικά πετρώματα τα οποία προέκυψαν από τα ηφαίστεια του νησιού. Επίσης σε διάφορες περιοχές υπάρχουν και αλλουβιακά -λιμναία κυρίως- πετρώματα. Ουσιαστικά πρόκειται για έναν συνδυασμό που δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να μελετήσει σε μια διαδρομή 90 χλμ. όλες σχεδόν τις χαρακτηριστικές φάσεις δημιουργίας των πετρωμάτων καθώς και της γεωμορφολογικής εξέλιξης όλου του Β. Αιγαίου, οδηγώντας στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τη διαδικασία σχηματισμού και διαμόρφωσης του στερεού φλοιού της γης συνολικά.

Περιοχή Μελέτης – Κοιλιάδα Λιγώνας

Η κοιλάδα της Λιγώνας βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Λέσβου, στις δυτικές υπώρειες του ηφαιστείου του Λεπέτυμνου, μεταξύ των οικισμών Πέτρας και Μήθυμνας (Χάρτης 1.4). Επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης επειδή:

- i. συνδυάζει με ποικιλία, πληρότητα και σαφήνεια, λειτουργίες, διεργασίες και φαινόμενα που μπορεί να παρατηρηθούν στο πεδίο, τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον.
- ii. Οι τομείς μελέτης παρουσιάζουν μεγάλη συνδυαστικότητα και σχετίζονται με πλήθος επιστημών: γεωλογία, ιστορία, γεωμορφολογία, τεκτονική, αρχαιολογία, οικονομική γεωγραφία, ανθρωπογεωγραφία, υδρογεωγραφία, τεχνολογία, κ.λπ.
- iii. Βρίσκεται πλησίον οικισμών σχετικά υψηλής φέρουσας ικανότητας (περίπου 6.000 κατοίκων) και σχολικών μονάδων όλων των βαθμίδων της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.
- iv. Η περιοχή Άναξος – Πέτρα - Μήθυμνα αποτελεί τουριστικό κέντρο και τον σημαντικότερο πόλο έλξης μαζικού τουρισμού στο νησί της Λέσβου.
- v. Γειτνιάζει με τον λιμένα της Πέτρας που αποτελεί προσωρινή πύλη εισόδου Σένγκεν (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2019) προσφέροντας μεγάλες αναπτυξιακές δυνατότητες στην περιοχή.
- vi. Στην περιοχή δραστηριοποιούνται πλήθος φορέων, συλλόγων και εθελοντικών ομάδων.
- vii. Έχει σχετικά καλή προσβασιμότητα από όλους τους οικισμούς της περιοχής.
- viii. Φέρει ισχυρές μνήμες και πλούσιο πολιτισμικό φορτίο καθώς αποτελούσε κέντρο της περιοχής λόγω των υδρόμυλων που λειτουργούσαν μέχρι και το 1960.
- ix. Ως γεώτοπος περιλαμβάνει αρκετά σημεία ενδιαφέροντος που σχετίζονται με τη δημιουργία και την εξέλιξη της κοιλάδας (ηφαιστειότητα, ρήγματα, πηγή, ρέμα, στηλοειδείς κατατμήσεις, κ.λπ.).
- x. Φέρει φυσικό πόρο (νερό) που η αειφόρος διαχείρισή του σχετίζεται με τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής.
- xi. Η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει γεωμυθολογικό ενδιαφέρον ενώ η επιστημονική, εκπαιδευτική και πολιτισμική αξία του γεώτοπου είναι σημαντική.
- xii. Λόγω των διαφορετικών χρήσεων γης (οικιστική, καλλιέργειες, κτηνοτροφία) οι πιέσεις που ασκούνται στον γεώτοπο είναι μεγάλες και χρήζει προστασίας.

- xiii. Οι φραγμοί που παρατηρούνται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής αφορούν γεωμορφολογικούς παράγοντες (απότομη αύξηση υψομέτρου) και έλλειψη καλού οδικού δικτύου. Όμως, με ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης αυτοί οι περιοριστικοί παράγοντες μπορούν να αρθούν και να υπάρξει διάχυση της ανάπτυξης και προς την ενδοχώρα της περιοχής.
- xiv. Τέλος, η διοικητική υπαγωγή της περιοχής σε δύο διαφορετικές δημοτικές ενότητες μπορεί να λειτουργήσει θετικά στην ανάπτυξη πνεύματος συνεργασίας για την επίλυση τοπικών θεμάτων και προώθησης κοινών αναπτυξιακών προγραμμάτων.



Χάρτης 1.4 Χάρτης ένταξης της περιοχής μελέτης

Κεφάλαιο 2: Κατασκευή Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Εισαγωγή

Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ) - Digital Elevation Model (DEM) - αποτελεί μια γενικευμένη μορφή απεικόνισης της γήινης επιφάνειας με τις συνέχειες και ασυνέχειες που υπάρχουν σε αυτή. Ορίζεται ως ένα σύνολο διακεκριμένων σημείων με γνωστή οριζοντιογραφική θέση και γνωστό υψόμετρο (υψομετρικά σημεία) τα οποία με την χρήση μαθηματικής συνάρτησης (μαθηματικό μοντέλο) συνθέτουν αξιόπιστα το ανάγλυφο της επιφάνειας του εδάφους. Αυτά τα σημεία μπορεί να έχουν ακανόνιστη μορφή πάνω στην επιφάνεια του εδάφους οπότε ονομάζονται Δίκτυο Ακανόνιστων Τριγώνων (ΔΑΤ) ή TIN (Triangulated Irregular Network) ή μπορεί να έχουν κατανομή σε κορυφές κανάβου οπότε ονομάζονται GRID (πλέγμα ή κανάβος) (Χατζόπουλος, 2012, σ. 357)

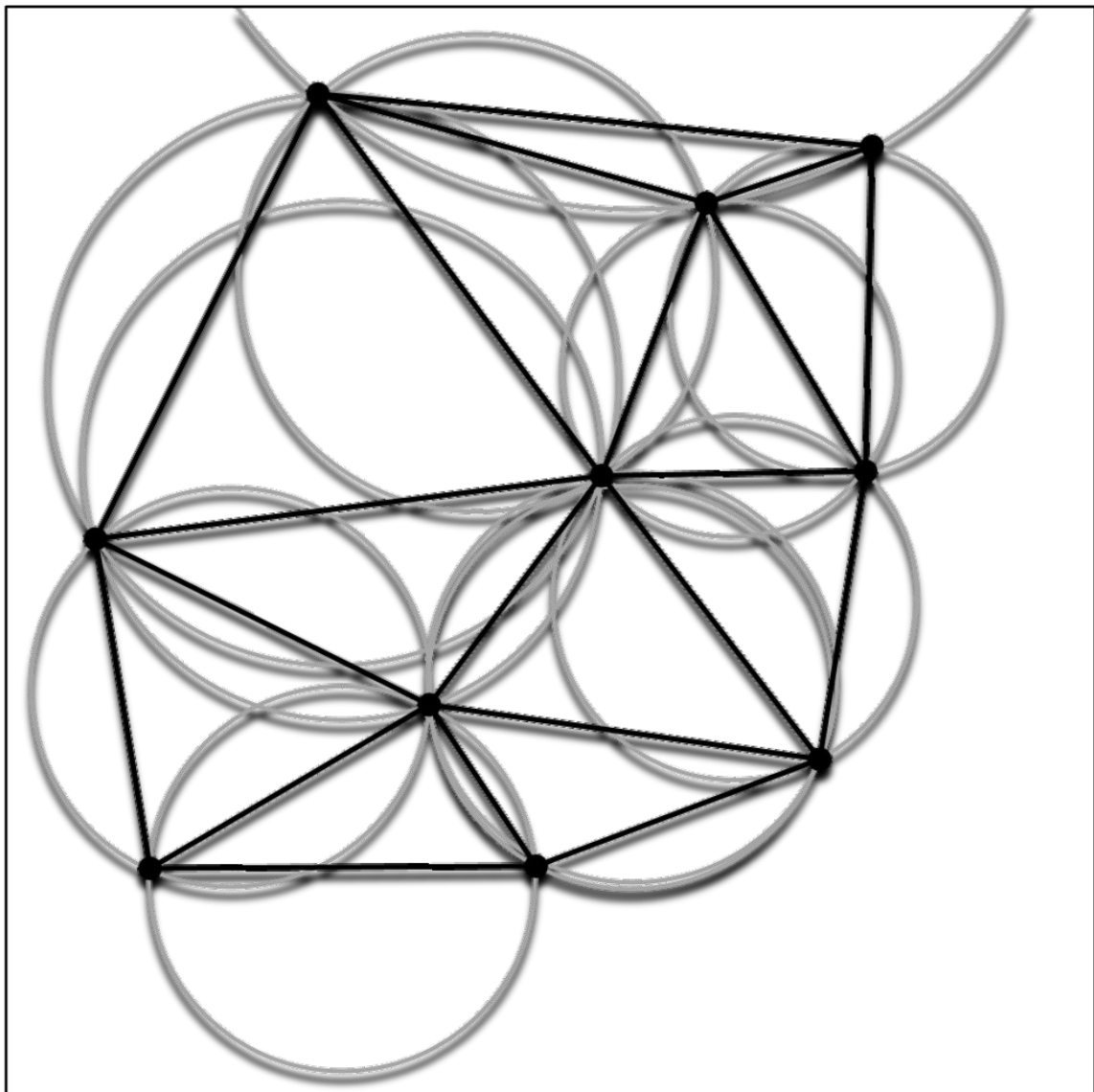
Τα δεδομένα για τη δημιουργία του ΨΜΕ μπορεί να συλλεχθούν με διάφορους τρόπους όπως με τοπογραφικές μετρήσεις, φωτογραμμετρική απόδοση στερεομοντέλου, με τη χρήση νέων τεχνολογιών (LIDAR, IFSAR) καθώς και με την ψηφιοποίηση ισοϋψών καμπυλών από αναλογικούς χάρτες (Χατζόπουλος, 2012, σ. 359)

Το πλέον κατάλληλο μοντέλο για τη δημιουργία ΨΜΕ είναι η ακανόνιστη επίπεδη τριγωνική μορφή, (TIN). Τα υψομετρικά σημεία (σημεία ελέγχου, control points) συνδυάζονται ανά τρία έτσι ώστε να σχηματίζουν μη επικαλυπτόμενα τρίγωνα. Για τη βέλτιστη επιλογή των τριγώνων εφαρμόζονται διάφορα κριτήρια που ικανοποιούνται από το κριτήριο του Delaunay ώστε να ισχύει η συνθήκη: ο περιγεγραμμένος στο επιλεγόμενο τρίγωνο κύκλος δεν πρέπει να περιέχει κανένα άλλο γειτονικό σημείο (Σχήμα 2.1).

Αυτά τα κριτήρια απαιτούν τη μη ύπαρξη επικάλυψης μεταξύ των τριγώνων, το άθροισμα των πλευρών ενός τριγώνου να είναι το ελάχιστο και το σχήμα του να ομοιάζει κατά το δυνατόν προς το ισόπλευρο τρίγωνο. (Χατζόπουλος, 2012, σ. 361)

Μετά την εκτέλεση του αλγορίθμου σχηματίζεται ένα συνεχές πλέγμα τριγώνων που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του ΨΜΕ. Το υψόμετρο Z μέσα σε κάθε τρίγωνο υπολογίζεται μέσω συνάρτησης (μαθηματικού μοντέλου) από τα υψόμετρα των κορυφών του αντίστοιχου τριγώνου. Τέλος οι ισοϋψείς που προκύπτουν από αυτό το μοντέλο ομαλοποιούνται με τη χρήση καμπυλόγραμμων συναρτήσεων έτσι ώστε να απαλειφθούν οι γωνίες που παρουσιάζονται στα σημεία τομής των ισοϋψών με τις πλευρές του τριγώνου (Χατζόπουλος, 2012, σ. 362).

Εκτός από τα DEM υπάρχουν και τα Ψηφιακά Μοντέλα Επιφάνειας ή Digital Surface Model (DSM). Η διαφορά τους, σύμφωνα με την Αμερικανική Γεωλογική Υπηρεσία (USGS), είναι ότι στα μοντέλα ανύψωσης (DEM's) αποτυπώνεται το ανάγλυφο γυμνού εδάφους, ενώ στα μοντέλα επιφάνειας (DSM's) αποτυπώνονται όλες οι εξάρσεις και ανυψώσεις της γήινης επιφάνειας, που μπορεί να σχετίζονται με γυμνό έδαφος, βλάστηση και τεχνικές κατασκευές (USGS, 2019).



Σχήμα 2.1 Τριγωνισμός Delaunay (Πηγή:By Gjacquenot - Own work, File:Delaunay circumcircles.png (Nü es), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30370476>)

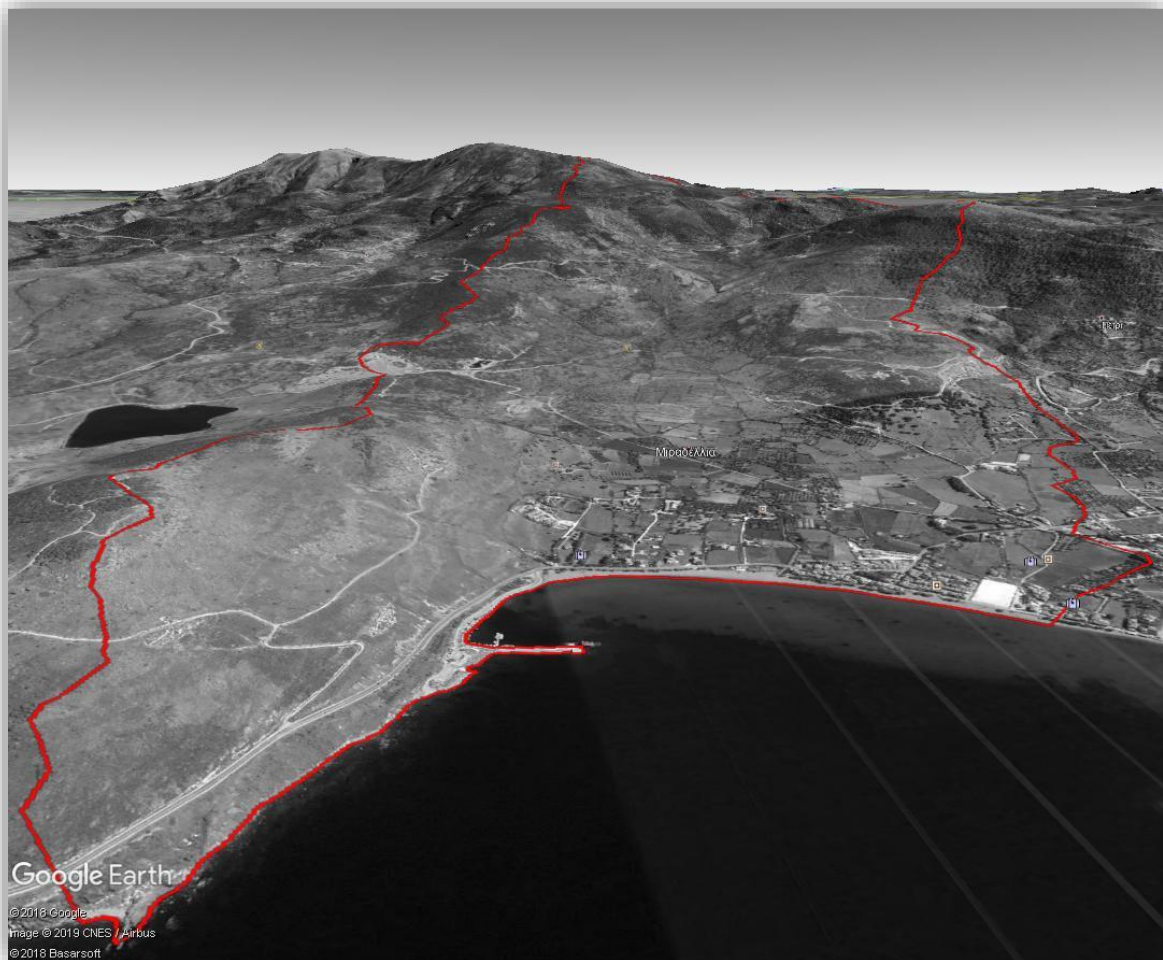
Χρήσεις των Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους

Οι σημαντικότερες χρήσεις των ΨΜΕ είναι οι παρακάτω:

- i. Υπολογισμός του υψομέτρου Z για οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- ii. Υπολογισμός της κλίσης για οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- iii. Υπολογισμός του προσανατολισμού της επιφάνειας του κελιού για οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- iv. Αναλυτική κατασκευή μηκοτομών σε οποιαδήποτε κατεύθυνση, οι οποίες είναι χρήσιμες σε έργα διαμόρφωσης χώρων, έργα οδοποιίας κ.α.
- v. Αναλυτική κατασκευή κατά πλάτος τομών που βοηθούν στον υπολογισμό του όγκου εκσκαφών από έργα εκχωματώσεων/επιχωματώσεων.
- vi. Αναλυτική κατασκευή ισοϋψών καμπυλών.
- vii. Αναλυτική κατασκευή τρισδιάστατης προοπτικής θέασης της περιοχής.
- viii. Αναλυτική κατασκευή σκιάς σε προοπτικό ή τοπογραφικό περιοχής.
- ix. Καθοδήγηση μη επανδρωμένων οχημάτων, αεροπλάνων και πυραύλων
- x. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής όμβριων υδάτων και μελέτη και προσδιορισμός : (α) της ταχύτητας και παροχής του νερού από τη βροχόπτωση, (β) της διάβρωσης, (γ) των τοποθεσιών εναπόθεσης φερτών υλικών, (δ) της πλημμύρας, κλπ.
- xi. Αναλυτικός προσδιορισμός ανθρωπογενών παρεμβάσεων στο τοπίο, οπτικοποίηση και απεικόνιση της εξέλιξης τους στο χρόνο πριν καν αυτές εκτελεστούν. Π.χ. εξέλιξη μιας χωματερής μέχρι και την αποκατάσταση του τοπίου.
- xii. Ανάλυση ορατότητας σε περιπτώσεις τηλεπικοινωνιακών κεραιών.
- xiii. Αυτοκαθοδήγηση μη επανδρωμένων επίγειων, ιπτάμενων και υποβρύχιων οχημάτων. (Χατζόπουλος, 2012, σ. 368).

Γενικά

Πέρα από τις χρήσεις που προαναφέρθηκαν, το ΨΜΕ, ως αποτύπωση του γυμνού εδάφους, εκτιμάται ότι μπορεί να συμβάλει στην πληρέστερη αποτύπωση δομών του ανάγλυφου ή/και στην αποκάλυψη νέων, ειδικά σε δυσπρόσιτες και πυκνόφυτες περιοχές. Επίσης, η διακριτική ικανότητα των υπαρχόντων ΨΜΕ δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών της εργασίας καθ' όσον έχουν προκύψει από τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας μικρότερης του 1:50.000. Γι' αυτούς τους λόγους, κατασκευάστηκε ΨΜΕ με τη χρήση τοπογραφικών διαγραμμάτων 1:5.000. Η περιοχή μελέτης, ορίζεται από τον γεώτοπο της Κοιλιάδας Λιγώνας στην περιοχή της Πέτρας Λέσβου ($39^{\circ} 19' B$, $26^{\circ} 12' A$). Χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά διαγράμματα 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ), (Φύλλα Χάρτη: 5619/6, 5619/8, 5710/5, 5710/7). Αναλύονται όλα τα στάδια που ακολουθήθηκαν (γεωαναφορά, ψηφιοποίηση, κατασκευή ΨΜΕ) και καταγράφονται όλα τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διαδικασία καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους. Τα ΦΧ γεωαναφέρθηκαν και στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς της περιοχής μελέτης



Εικόνα 2.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση της Κοιλιάδας Λιγώνας (Πηγή: Ίδια επεξεργασία από Google Earth)

(κύριες, δευτερεύουσες, ενδιάμεσες) και - όπου υπήρχαν - τα γνωστά υψόμετρα φυσικών κορυφών. Δημιουργήθηκαν, ένα αρχείο 228 σημείων και ένα 506 ισοϋψών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του ΨΜΕ. Όσον αφορά τα προβλήματα που προέκυψαν, καταγράφηκαν αναλυτικά και αναφέρονται εκτενώς η μεθοδολογία και οι λύσεις για την αντιμετώπισή τους. Τέλος γίνεται κριτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων και της ακρίβειας του ΨΜΕ.

Γεωαναφορά

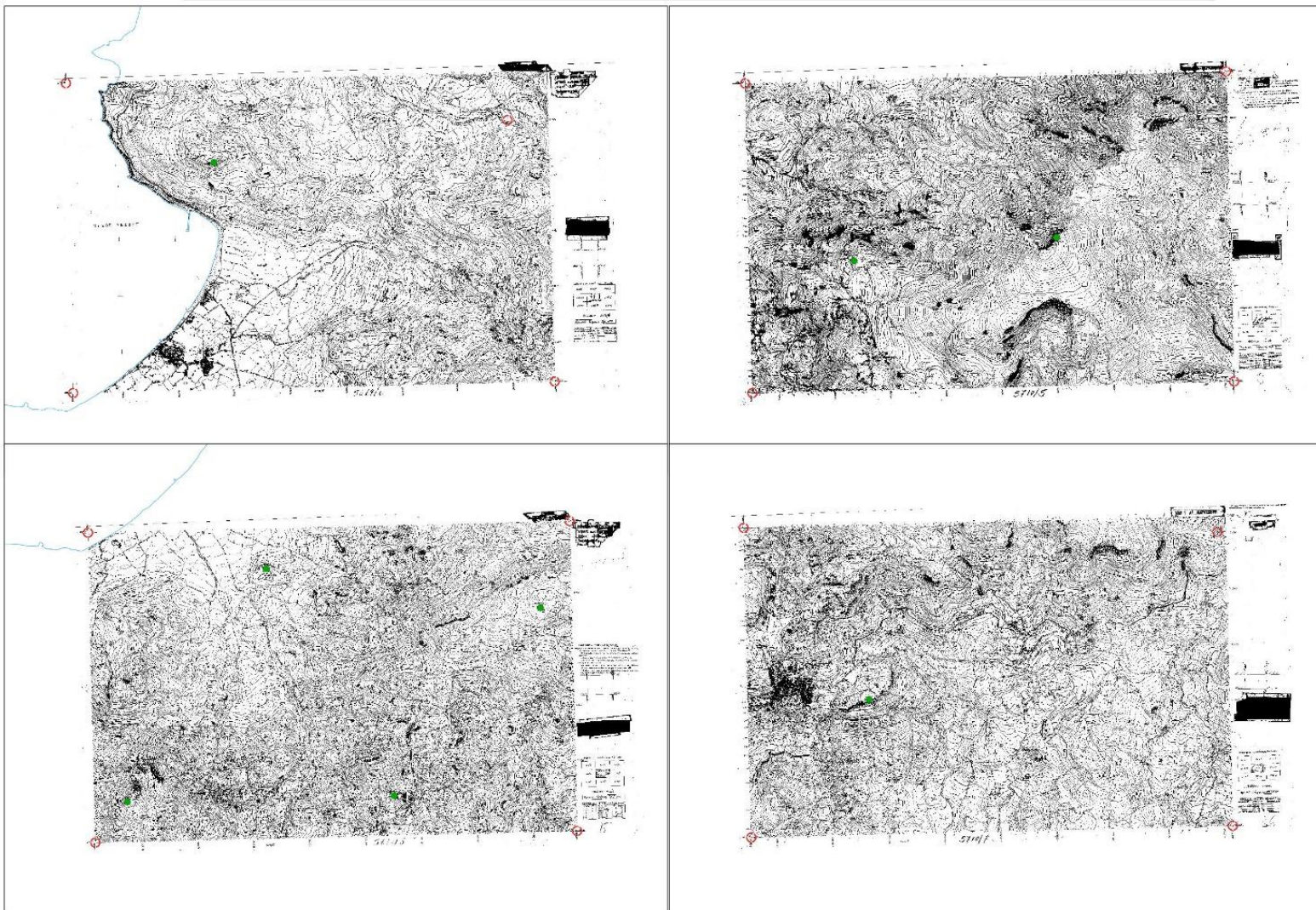
Κάθε σημείο μιας ψηφιακής εικόνας, που έχει προέλθει από σάρωση αναλογικού χάρτη ή αεροφωτογραφίας, αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο ζεύγος συντεταγμένων που αναφέρεται σε ένα τοπικό σύστημα αναφοράς και εξαρτάται από το μέσο ψηφιοποίησης. Για να αποδοθεί συγκεκριμένη γεωγραφική έννοια σε αυτές τις συντεταγμένες, θα πρέπει αυτές να μετατραπούν από το σύστημα αναφοράς του μέσου ψηφιοποίησης στο αντίστοιχο σύστημα απεικόνισης του ψηφιοποιούμενου χάρτη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται γεωαναφορά ή γεωγραφική προσαρμογή (Tsoulos, et al., 2015). Κατά τη διαδικασία της γεωαναφοράς προκύπτουν ζητήματα που σχετίζονται με την αλλαγή κλίμακας, στροφής και μετάθεσης του χάρτη, όπως και θέματα παραμορφώσεων του χάρτη λόγω παλαιότητας υλικού, υγρασίας, αλλαγών θερμοκρασίας, κ.λπ. Γενικά, για την μετατροπή συντεταγμένων από ένα σύστημα αναφοράς σε κάποιο άλλο έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα. Σύμφωνα με τον Χατζόπουλο Ι. (2012, σ. 66) για την ψηφιοποίηση χάρτη προτείνεται ο αφινικός ή ομοπαράλληλος μετασχηματισμός αφού κάνει διορθώσεις στις μετασχηματισμένες συντεταγμένες σχετικά με τη μη καθετότητα των αξόνων και με τη διαφορά της κλίμακας στους άξονες x και y. Λαμβάνονται υπόψη συνολικά έξι παράμετροι, οι οποίες διαιρούνται σε δύο ανεξάρτητες ομάδες, τριών παραμέτρων, μια για το x και μια για το y, βάση των παρακάτω εξισώσεων:

$$\begin{aligned}u &= a_1 + a_2 x + a_3 y \\v &= b_1 + b_2 x + b_3 y\end{aligned}\tag{2.1}$$

Προϋπόθεση αποτελεί, η ύπαρξη τουλάχιστον τριών – μη συνευθειακών - σημείων με γνωστές συντεταγμένες και στα δύο συστήματα αναφοράς (μέσου ψηφιοποίησης, συστήματος απεικόνισης) έτσι ώστε να υπολογιστούν οι συντελεστές a_1 και b_1 και να γίνει και έλεγχος ακρίβειας. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι επειδή οι εξισώσεις είναι γραμμικές, εάν τα σημεία ελέγχου έχουν γεωγραφικές συντεταγμένες, αυτές θα πρέπει, πριν τη γεωμετρική προσαρμογή, να μετατραπούν σε ορθογώνιο καρτεσιανό σύστημα.

Το παραπάνω μοντέλο ακολουθήθηκε και για τη γεωαναφορά των χαρτών της περιοχής μελέτης. Η προσαρμογή των τεσσάρων ΦΧ έγινε με τη χρήση του λογισμικού πακέτου ArcMap (έκδοση 10.2.2). Επειδή η επιλογή και ο αριθμός των σημείων αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την αξιοπιστία του αποτελέσματος, αφού η χωροθέτηση τους ορίζει και την περιοχή του χάρτη που πραγματοποιείται ο μετασχηματισμός (Tsoulos, et al., 2015), μετά από διάφορες δοκιμές και ελέγχους, επιλέχθηκαν ως σημεία ελέγχου οι τέσσερις κορυφές των γραμμών του κανάβου (Χάρτης 2.1). Όπου οι συντεταγμένες ήταν δυσανάγνωστες, επιλέχθηκαν άλλα καταλληλότερα σημεία. Επειδή τα τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ είναι στο καρτεσιανό σύστημα Hatt οι συντεταγμένες μετατράπηκαν σε συντεταγμένες του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87) (Σολιδάκης, χ.χ.). Η διόρθωση έγινε για κάθε ΦΧ ξεχωριστά, χωρίς αρχικό σύστημα αναφοράς. Η απόδοση συστήματος αναφοράς έγινε μετά την διόρθωση μέσω της εντολής Define Projection. Το αρχικό σημείο αγκιστρώθηκε στη ΝΔ κορυφή κάθε ΦΧ και τα υπόλοιπα στις αντίστοιχες κορυφές με δεξιόστροφη κατεύθυνση.

ΣΗΜΕΙΑ ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΥΛΛΩΝ ΧΑΡΤΗ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΛΙΓΩΝΑΣ



Παλαιομένης Ραφαήλ, Αύγουστος 2019

Προβολικό Σύστημα: Ελληνικό Γεωδαιτικό
Σύστημα Αναφοράς 1987
Πηγές: Φύλλα Χάρτη Γεωγραφικής
Υπηρεσίας Στρατού

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

○ Σημεία Γεωαναφοράς ● Σημεία Ελέγχου (Βάθρα ΓΥΣ) □ Ακτογραμμή

0 500 1000 μ. 1:20000

Χάρτης 2.1 Σημεία γεωαναφοράς και ελέγχου φύλλων χάρτη κοιλάδας Λιγώνας

Προδιαγραφές Ακρίβειας

Σημαντική παράμετρος για την γεωμετρική προσαρμογή αλλά και την ψηφιοποίηση των πληροφοριών ενός χάρτη είναι η ακρίβεια. Οι προδιαγραφές βασίζονται είτε σε στατιστικές είτε σε εμπειρικές μεθόδους. Η εμπειρική μέθοδος σχετίζεται με την άμεση αντίληψη που υπάρχει στην πράξη και βασίζεται στην κλίμακα του υπό κατασκευή χάρτη. Η ακρίβεια μέτρησης του μήκους μεταξύ δύο γραμμικών στοιχείων εξαρτάται από το πόσο καλά μπορεί να κεντρωθεί το υποδεκάμετρο πάνω σε κάθε στοιχείο. Επίσης, σημαντικό παράγοντα αποτελεί και το ελάχιστο πάχος γραμμής που είναι ορατό στο χάρτη - περίπου 0,15 mm-, το οποίο μπορεί – συνδυαστικά - να οδηγήσει σε πολλαπλάσιο σφάλμα κέντρωσης (Χατζόπουλος, 2012, σ. 79). Οι προδιαγραφές που ακολουθούνται από τη ΓΥΣ και το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ) εκτιμούν συνολικά το πάχος της γραμμής και το σφάλμα κέντρωσης στα 0,3 mm, το εθνικό κτηματολόγιο στα 0,4 mm ενώ οι προδιαγραφές ΗΠΑ σε 0,5 mm. Για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιείται ο συντελεστής των 0,3 mm. Η οριζοντιογραφική ακρίβεια σ_{xy} και υψομετρική ακρίβεια σ_z τοπογραφικού χάρτη δίνονται από τους παρακάτω τύπους:

$$\sigma_{xy} = (0,3 \times K) / 1000 \quad (2.2)$$

όπου K ο παρονομαστής της κλίμακας του χάρτη και

$$\sigma_z = 0,3 \times I_\delta \quad (2.3)$$

όπου I_δ η ισοδιάσταση του χάρτη (υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες). Οι μονάδες μέτρησης του σ_{xy} εκφράζονται σε μέτρα (m) ενώ του σ_z στις μονάδες μέτρησης της ισοδιάστασης. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει:

$$\sigma_{xy} = (0,3 \times 5000) / 1000 = 1,5 \text{ m} \quad (2.4)$$

$$\sigma_z = 0,3 \times 4 \text{ m} = 1,2 \text{ m} \quad (2.5)$$

Για προδιαγραφές ΗΠΑ αντίστοιχα: $\sigma_{xy} = 2,5 \text{ m}$ και $\sigma_z = 2 \text{ m}$.

Επιπλέον, όσον αφορά τα μοντέλα ψηφιακής προσομοίωσης του γεωγραφικού χώρου και ειδικότερα αυτά των Πλεγματικών Δεδομένων (Raster data models), ψηφιδωτής μορφής, που σχετίζονται με την αναπαράσταση συνεχών γεωγραφικών μεταβλητών (π.χ. θερμοκρασία, υψόμετρο, πίεση, κ.λπ.) η έννοια της ακρίβειας σχετίζεται με τη μικρότερη δομική μονάδα που είναι το εικονοστοιχείο (pixel). Στους σαρωμένους χάρτες το μέγεθος του εικονοστοιχείου αντιστοιχεί στην ανάλυση της σάρωσης και αποδίδεται σε κουκίδες ανά ίντσα (dpi, dots per inch) (Κάτσιος & Τσάτσαρης, 2014, σ. 72). Τα τοπογραφικά

διαγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία είχαν ανάλυση 300 dpi, που σημαίνει ότι μια γραμμή μήκους μιας ίντσας έχει απεικονιστεί με 300 εικονοστοιχεία. Προφανές είναι, ότι όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του εικονοστοιχείου, τόσο καλύτερη είναι η απεικόνιση της πληροφορίας.

Όμως, επειδή το μέγεθος της ακρίβειας σχετίζεται και με την διακριτική ικανότητα του χάρτη και την πυκνότητα της απεικονιζόμενης πληροφορίας, η μέγιστη ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί, δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από αυτήν του χάρτη, ήτοι 1,5 m. Οπότε, το συνολικό μέσο τετραγωνικό σφάλμα (TRMS Error, Total Root Mean Square Error) που προκύπτει από τον αφινικό μετασχηματισμό δεν μπορεί να είναι ανεκτό εφ' όσον είναι μεγαλύτερο της διακριτικής ικανότητας του χάρτη, δηλ. για την συγκεκριμένη περίπτωση άνω του 1,5 m. Στον Πίνακα 2.1 παρατίθενται όλα τα σημεία και το συνολικό σφάλμα για κάθε ΦΧ. Επίσης, επιπρόσθετος έλεγχος, για την σύμπτωση σημείων, έγινε με τη χρήση ήδη γεωαναφερμένων βάθρων της ΓΥΣ που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης.

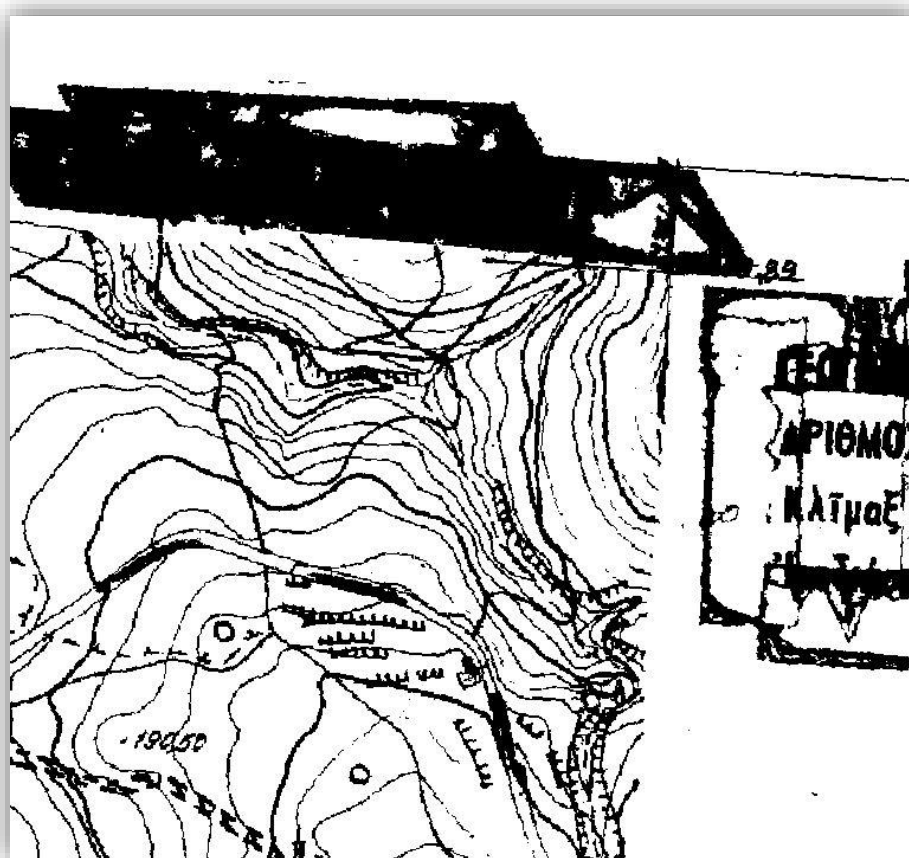
Πίνακας 2.1 Συντεταγμένες σημείων ελέγχου και αποτελέσματα ελέγχου ακρίβειας

ΦΥΛΛΟ ΧΑΡΤΗ	ΣΗΜΕΙΟ	X ΑΡΧΙΚΟ	Y ΑΡΧΙΚΟ	X ΧΑΡΤΗ	Y ΧΑΡΤΗ
5619/8	1	1.125198	1.067464	686616.00	4351904.00
	2	1.097638	23.018852	686550.00	4354679.00
	3	35.381000	23.017862	690861.12	4354783.41
	4	35.422839	1.066366	690929.01	4352008.48
TRMS	0.0235462				
5710/7	1	1.136065	0.918287	690929.13	4352007.97
	2	1.127305	22.844224	690861.26	4354783.36
	3	34.832396	21.731628	695101.78	4354744.57
	4	35.424516	0.913794	695241.18	4352115.14
TRMS	1.07553				
5710/5	1	0.929295	0.841902	690861.26	4354783.36
	2	0.933932	22.745519	690793.29	4357558.23
	3	35.175046	22.757370	695102.32	4357664.94
	4	35.206323	0.826209	695171.77	4354890.04
TRMS	1.14395				
5619/6	1	1.164386	0.908173	686550.61	4354679.10
	2	1.151454	22.837414	686484.21	4357454.02
	3	32.480359	19.477751	690437.99	4357121.61
	4	35.405800	0.900241	690861.12	4354783.41
TRMS	1.022477				

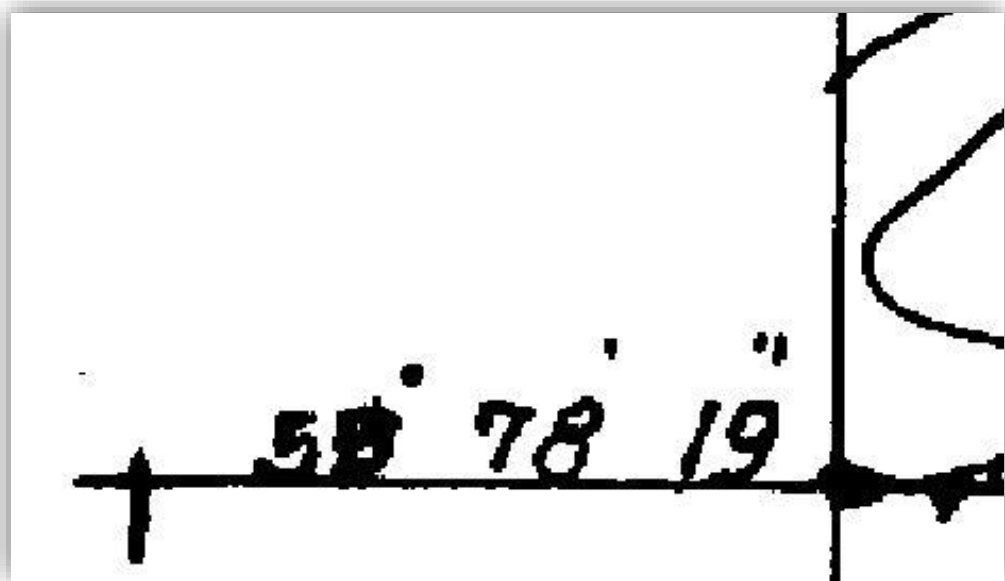
Προβλήματα

Το πρώτο πρόβλημα που διαπιστώθηκε ήταν ότι, μετά την γεωμετρική προσαρμογή, σε δευτερογενή έλεγχο με τα βάθρα της ΓΥΣ, διαπιστωνόταν συστηματικό σφάλμα απόκλισης μερικών μέτρων που ήταν εκτός των ανεκτών ορίων. Τελικώς διαπιστώθηκε ότι τα σκαναρισμένα αρχεία των χαρτών εμπειρείχαν γεωγραφική διόρθωση στο σύστημα αναφοράς WGS 84, που όπως προαναφέρθηκε, επειδή είναι γεωγραφικών συντεταγμένων ο αφινικός μετασχηματισμός δεν γίνεται σωστά. Το πρόβλημα επιλύθηκε με την απόδοση του επιθυμητού συστήματος αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) μετά από την ολοκλήρωση της γεωαναφοράς.

Τα υπόλοιπα προβλήματα αφορούσαν σημεία που είχαν δυσανάγνωστες συντεταγμένες (Εικόνα 2.2) ή αυτές δεν ήταν ορθά γραμμένες στο ΦΧ (Εικόνα 2.2), (π.χ. καρτεσιανές συστήματος Hatt αναγράφονταν ως γεωγραφικές σε μοίρες, λεπτά, δευτερόλεπτα) με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σύγχυση στον χειριστή και ενδεχόμενα σφάλματα. Η άρση αυτών πραγματοποιήθηκε με την επιλογή καταλληλότερων σημείων και την προσεκτική ανάγνωση και σύγκριση των συντεταγμένων με τα υπόλοιπα φύλλα ή άλλες πληροφορίες του χάρτη και την κατάλληλη μετατροπή των γεωγραφικών συντεταγμένων.



Εικόνα 2.2 Δυσανάγνωστες συντεταγμένες σημείων ελέγχου



Εικόνα 2.3 Λανθασμένος τρόπος αναγραφής συντεταγμένων

Ψηφιοποίηση

Εκτός, από τις συνεχείς μεταβλητές, στον χώρο παρουσιάζονται και διακριτές χωρικές οντότητες που η κάθε μια ορίζεται από μια σειρά συντεταγμένων. Διακρίνονται σε αδιάστατα δεδομένα (σημειακά, ζεύγος συντεταγμένων), μονοδιάστατα (γραμμικά, ακολουθία ζευγών συντεταγμένων) και δισδιάστατα (επιφανειακά, κλειστή ακολουθία συντεταγμένων) και αποτυπώνονται με διανυσματική μορφή (vector) (Κάτσιοι & Τσάτσαρης, 2014, σ. 39). Η ψηφιοποίηση αυτών των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί χειροκίνητα, ημιαυτόματα ή αυτόματα με την κατάλληλη επεξεργασία του χάρτη. Αν και δοκιμάστηκαν ο αυτόματος και ημιαυτόματος τρόπος, λόγω της χαμηλής ανάλυσης των ΦΧ, της πυκνότητας της πληροφορίας (σημειακά, γραμμικά και πληροφοριακά χαρακτηριστικά) και του υψηλού οπτικού θορύβου διαπιστώθηκε ότι απαιτείται σημαντικός χρόνος καθαρισμού και διόρθωσης των λαθών με αμφίβολα αποτελέσματα. Γι' αυτούς τους λόγους επιλέχθηκε η χειροκίνητη διαδικασία η οποία είναι, βέβαια, εξαιρετικά χρονοβόρα, επίπονη και επιρρεπής σε λάθη (ψηφιοποίησης, καταχώρησης, κ.λπ.) τα οποία όμως με κατάλληλους ελέγχους μπορούν να περιοριστούν. Η ψηφιοποίηση των χωρικών οντοτήτων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό ανοικτού κώδικα QGIS (έκδοση Madeira 3.4). Οι ρυθμίσεις ψηφιοποίησης έγιναν με κριτήριο το μέγιστο ανεκτό σφάλμα και ορίστηκαν στις 1,5 μονάδες χάρτη. Η κλίμακα ψηφιοποίησης ήταν 1:500 για λόγους καλύτερης απεικόνισης και ευκολίας στην ψηφιοποίηση. Αυτό

βεβαίως, σε καμία περίπτωση δεν αυξάνει την ανάλυση του χάρτη η οποία εξαρτάται από την κλίμακα του αναλογικού χάρτη. Ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς - ισοδιάστασης 4 m - (κύριες, δευτερεύουσες, ενδιάμεσες), το υδρογραφικό δίκτυο και η λεκάνη απορροής.

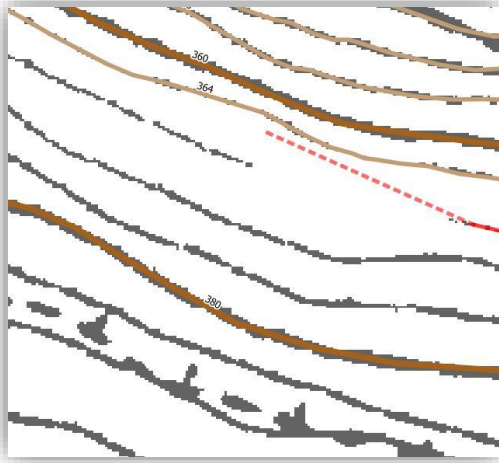
Πίνακας 2.2 Ρυθμίσεις ψηφιοποίησης

Ρυθμίσεις Ψηφιοποίησης	
Προεπιλεγμένος τρόπος αρπάγης:	Vertex and segment
Προεπιλεγμένη ανοχή αρπάγης:	1,5 μονάδες χάρτη
Ακτίνα εύρεσης επεξεργασμένων κορυφών:	1,5 μονάδες χάρτη

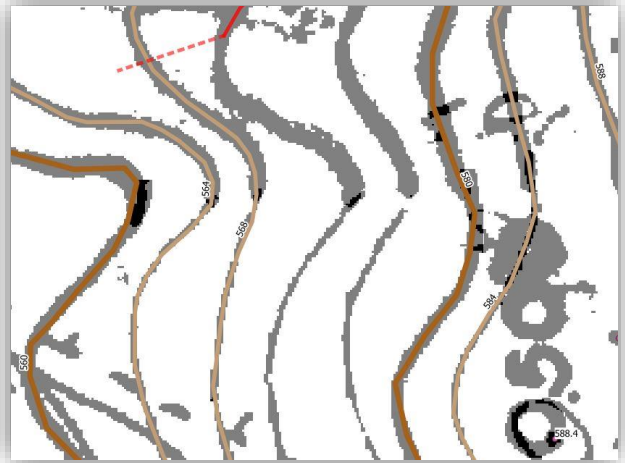
Προβλήματα

Τα σημαντικότερα προβλήματα ψηφιοποίησης αφορούσαν (Εικόνες 2.6 – 2.10):

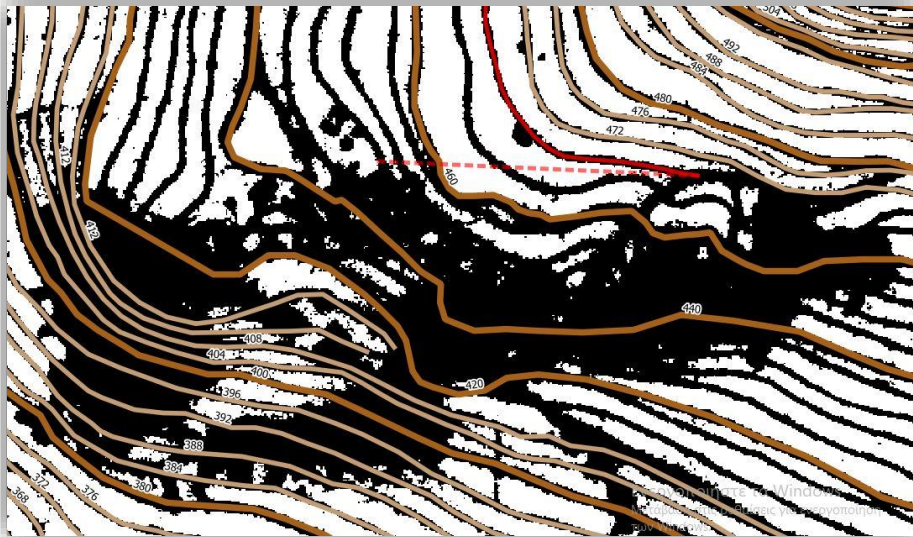
- i. Δυσδιάκριτη πληροφορία: Η μετατροπή αναλογικού χάρτη σε ψηφιακό μέσω σκαναρίσματος μετατρέπει την πληροφορία σε κυψελωτή μορφή (raster) Το κάθε εικονίδιο (pixel) περιέχει την πληροφορία σε μορφή συγκεκριμένης τιμής, π.χ. λευκό 0 , μαύρο 1. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την ενσωμάτωση της πληροφορίας σε ένα επίπεδο και την απώλεια της φυσικότητας της σχεδίασης. Οπότε σε πολλές περιπτώσεις (πυκνές ισοϋψείς σε γκρεμούς, επικαλύψεις σημειακών, γραμμικών ή πληροφοριακών στοιχείων του χάρτη) γίνεται δύσκολη η αναγνώριση αυτών των χαρακτηριστικών. Σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία η χρήση και του αναλογικού χάρτη ως εργαλείου ελέγχου.
- ii. Απουσία πληροφορίας: Σε κάποια σημεία, πιθανόν λόγω φθοράς του χάρτη, κακής εκτύπωσης κλπ., η πληροφορία δεν ήταν εμφανής Σε αυτές τις περιπτώσεις ακολουθήθηκε η μέση απόσταση από τις γειτονικές ισοϋψείς, έγινε επισκόπηση του εδάφους με τη χρήση του Google Earth Pro καθώς και επιτόπιες επισκέψεις στην περιοχή μελέτης για την απόκτηση σαφούς εικόνας του ανάγλυφου.



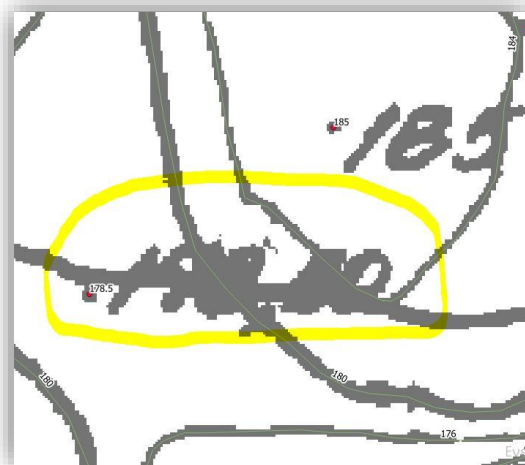
Εικόνα 2.4 Απουσία πληροφορίας



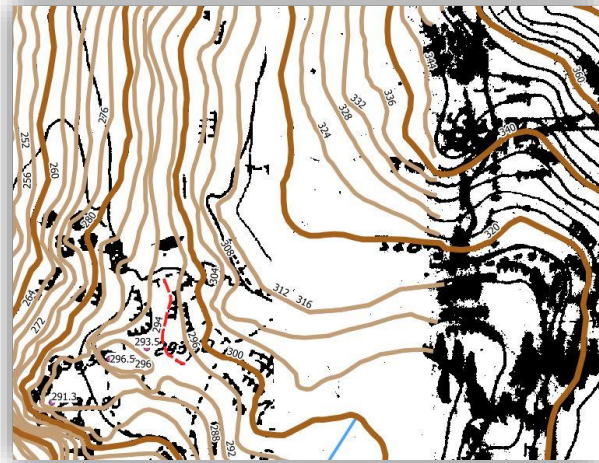
Εικόνα 2.5 Σημείο τομής Φύλλον Χάρτη



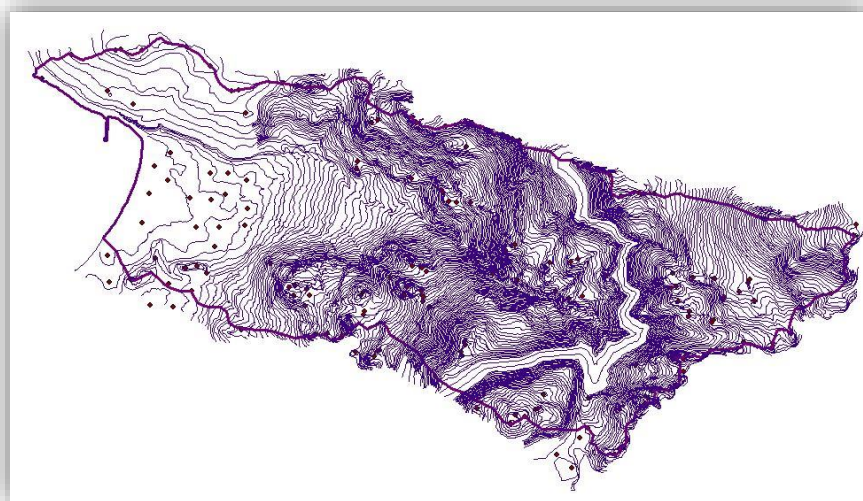
Εικόνα 2.6 Πυκνότητα πληροφορίας



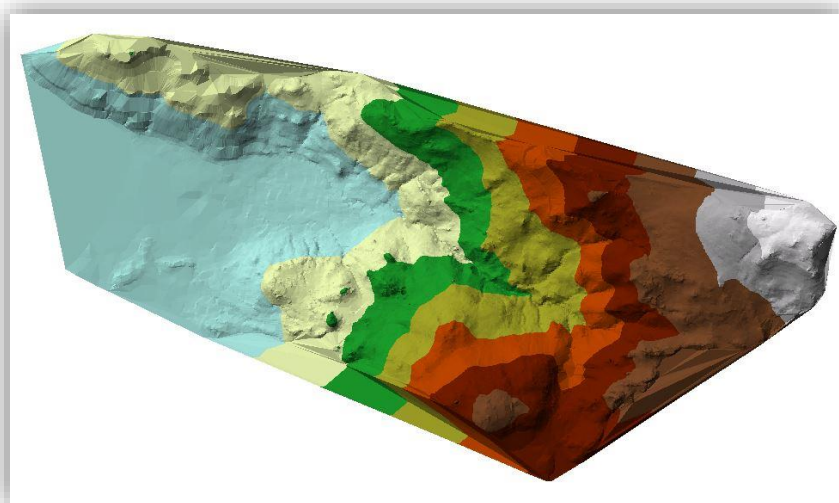
Εικόνα 2.7 Δυσκολία ανάγνωσης πληροφορίας



Εικόνα 2.8 Λάθη καταχώρησης



Εικόνα 2.9 Αποτελέσματα

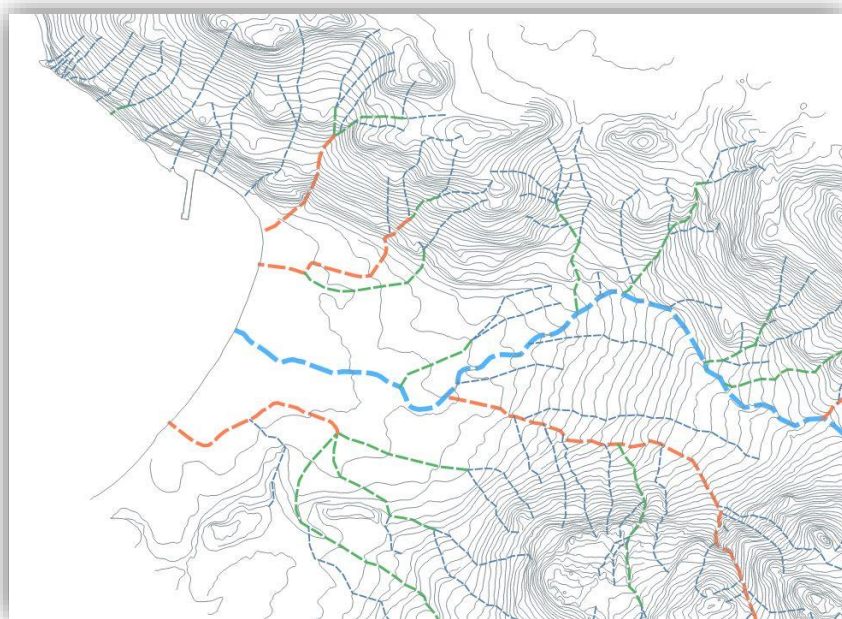


Εικόνα 2.10 Έλεγχος ψηφιοποίησης

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να επισημανθεί ότι λόγω παλαιότητας των χαρτών (έκδοση 1976) έχουν επέλθει σημαντικές μεταβολές στο ανάγλυφο κυρίως λόγω κατασκευής τεχνικών έργων (2.11, 2.12). Π.χ. παρατηρούνται αλλαγές στην ακτογραμμή λόγω προσχώσεων αλλά και επέκτασης του λιμένα της περιοχής ή αλλαγές στην πορεία των ρεμάτων λόγω εγκιβωτισμού τους κ.λπ.. Αυτές οι αλλαγές ψηφιοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας σύγχρονο υπόβαθρο (χάρτες Google Maps), αφού γεωαναφέρθηκε και αυτό σε σύστημα ΕΓΣΑ '87.



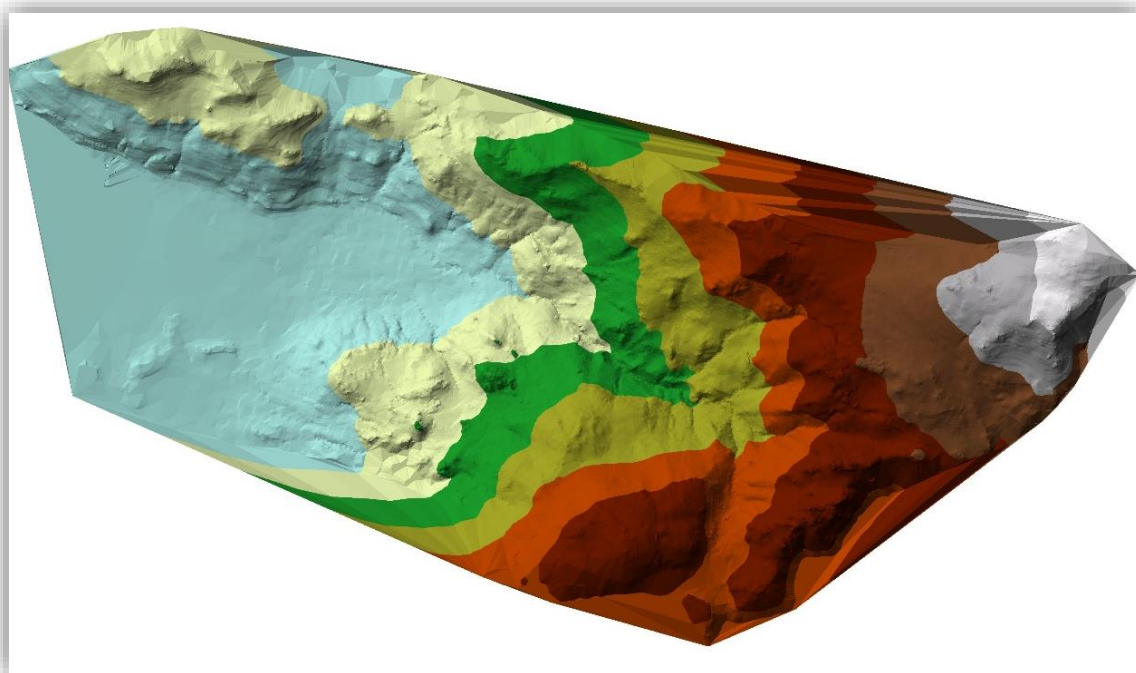
Εικόνα 2.11 Αλλαγές στην ακτογραμμή



Εικόνα 2.12 Αλλαγές στην πορεία των ρεμάτων

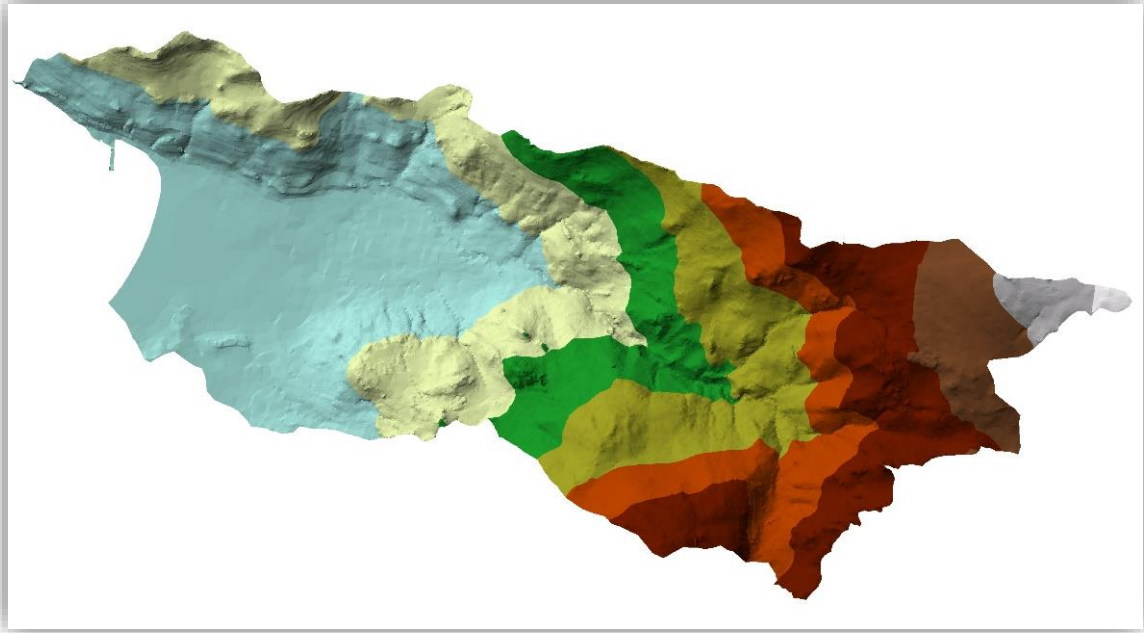
Κατασκευή Μοντέλου Τριγωνικών Ακανόνιστων Δικτύων (ΤΙΝ)

Όπως αναφέρθηκε ήδη, για την καλύτερη απεικόνιση του ανάγλυφου χρησιμοποιούνται τα Μοντέλα Τριγωνικών Ακανόνιστων Δικτύων. Για την κατασκευή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Τα σημεία προστίθενται ως μεμονωμένοι κόμβοι στο ΤΙΝ, οι γραμμές λαμβάνονται υπόψη για τον σχηματισμό των τριγώνων σύμφωνα με το κριτήριο του Delaunay ενώ τα πολύγωνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την οριοθέτηση της περιοχής. Επιπλέον, οι γραμμές και τα πολύγωνα μπορούν να οριστούν ως μαλακά ή σκληρά ανάλογα με τη χρήση τους. Οι σκληρές γραμμές ορίζονται εφόσον πρόκειται για ασυνέχειες του εδάφους, π.χ. υδρογραφικό δίκτυο, ακτές, κ.λπ. ενώ οι μαλακές όταν πρόκειται για την οριοθέτηση της περιοχής των δεδομένων του ΤΙΝ. Γενικά τα μαλακά χαρακτηριστικά δεν έχουν ιδιαίτερη γεωμορφολογική σημασία (ArcGis 10.2.2, 2014). Στις παρακάτω εικόνες- μετά από κατάλληλη επεξεργασία της κατηγοριοποίησης - φαίνονται οι διαφορές με τη χρήση ορίων ή χωρίς αυτή. Στην Εικόνα 2.13 δεν χρησιμοποιούνται κάποια όρια με αποτέλεσμα να δημιουργούνται «νεκρές» περιοχές ενώ στην περιοχή της θάλασσας τα εικονοστοιχεία λαμβάνουν τιμή z (υψόμετρο) 0 λόγω έλλειψης βυθομετρικών στοιχείων. Στην Εικόνα 2.14 το ΤΙΝ δημιουργήθηκε με τη χρήση των ορίων της λεκάνης απορροής ενώ στην Εικόνα 2.15 με τη χρήση ορίων που

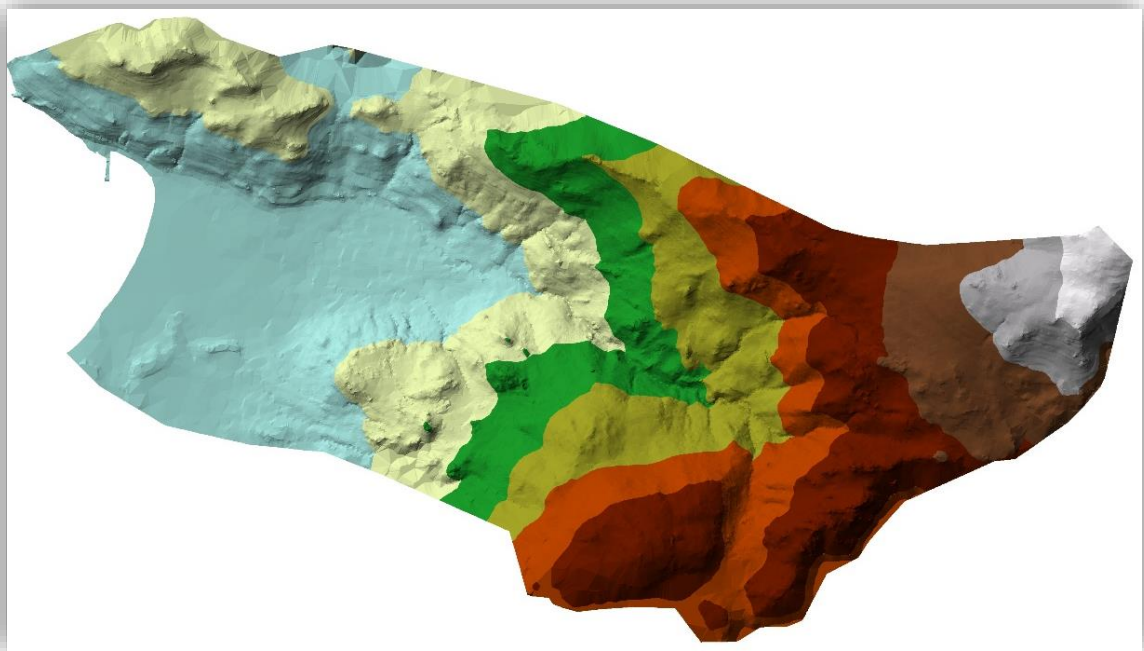


Εικόνα 2.13 Δημιουργία TIN χωρίς όρια

σχεδόν ταυτίζονται με την περιοχή ψηφιοποίησης των ισοϋψών. Η τρίτη περίπτωση είναι προτιμότερη, αφού σε τρισδιάστατη προβολή του μοντέλου οπτικοποιείται καλύτερα το μορφοανάγλυφο της περιοχής. Να σημειωθεί ότι η περιοχή εκτός των ορίων της λεκάνης έχει ψηφιοποιηθεί, λόγω περιορισμένου χρόνου, ανά κύρια και όχι ανά δευτερεύουσα ισοϋψή, γεγονός που δεν επηρεάζει όμως τα αποτελέσματα εντός της λεκάνης απορροής.



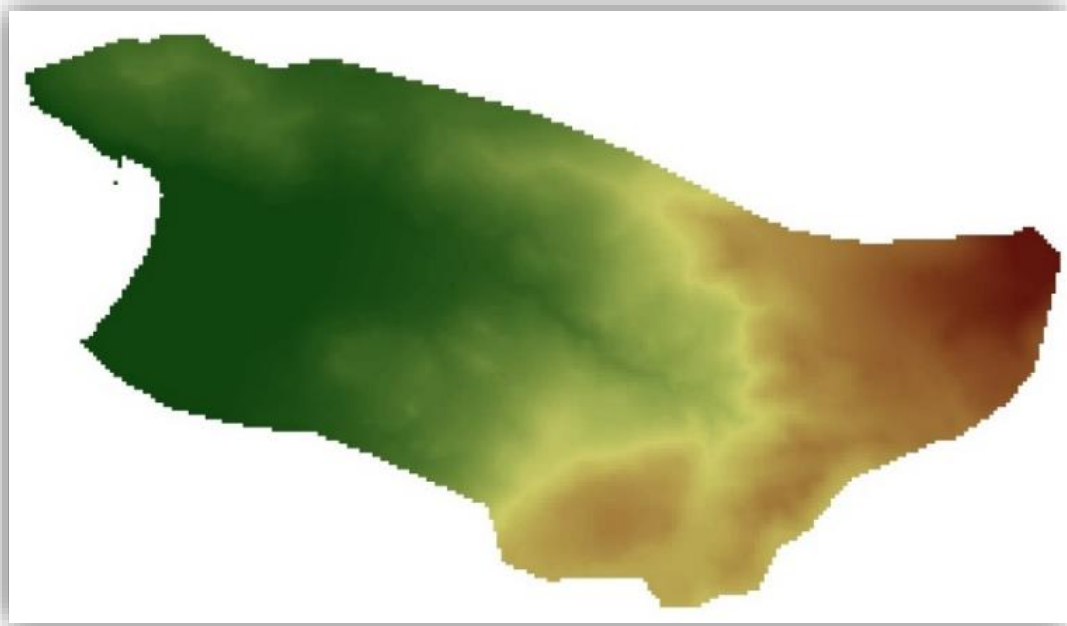
Εικόνα 2.14 Δημιουργία TIN με τη χρήση των ορίων της λεκάνης απορροής



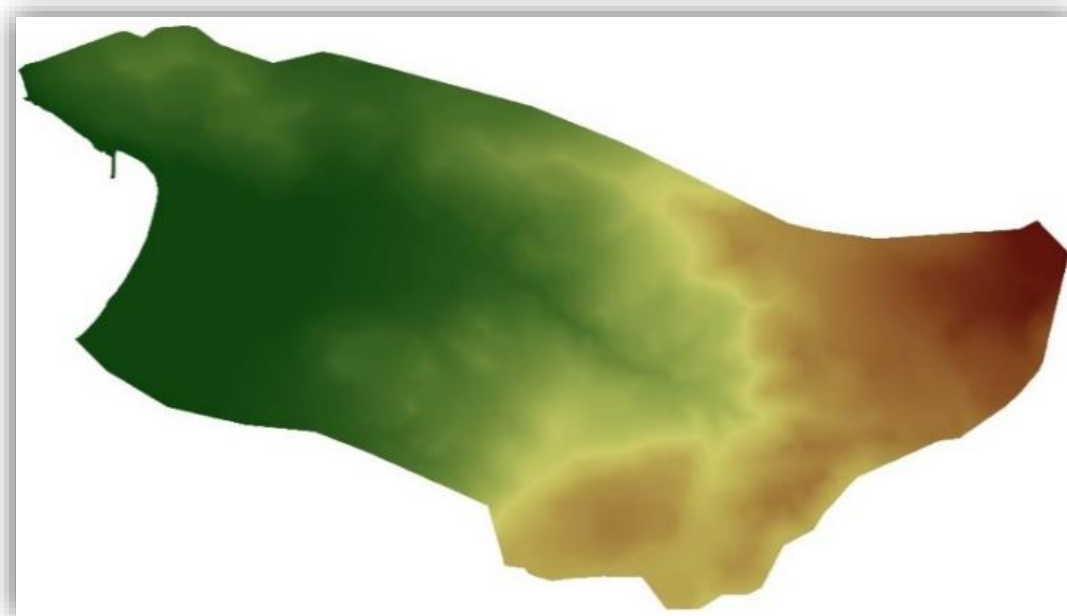
Εικόνα 2.15 Δημιουργία TIN με τη χρήση ορίων πέραν της λεκάνης απορροής

Κατασκευή Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Με τη χρήση του μοντέλου TIN μπορεί να παραχθεί το τελικό αρχείο κυψελωτής μορφής (raster) του ΨΜΕ καθώς και άλλα θεματικά επίπεδα. Κατά τη δημιουργία του αρχείου το κάθε κελί λαμβάνει αυτόματα τιμή (cell size) η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την έκταση της περιοχής που ψηφιοποιείται. Στο ΨΜΕ με τιμή 25,66 (Εικόνα 2.16) είναι εμφανής η χονδροειδής αποτύπωση των ορίων σε σχέση με το ΨΜΕ με τιμή 2 (Εικόνα 2.17). Αυτή η διαφοροποίηση αφορά το σύνολο της επιφάνειας και η τιμή 2 είναι η μικρότερη τιμή που μπορεί να πάρει το κελί σύμφωνα με τους περιορισμούς ακρίβειας που έχουν τεθεί.

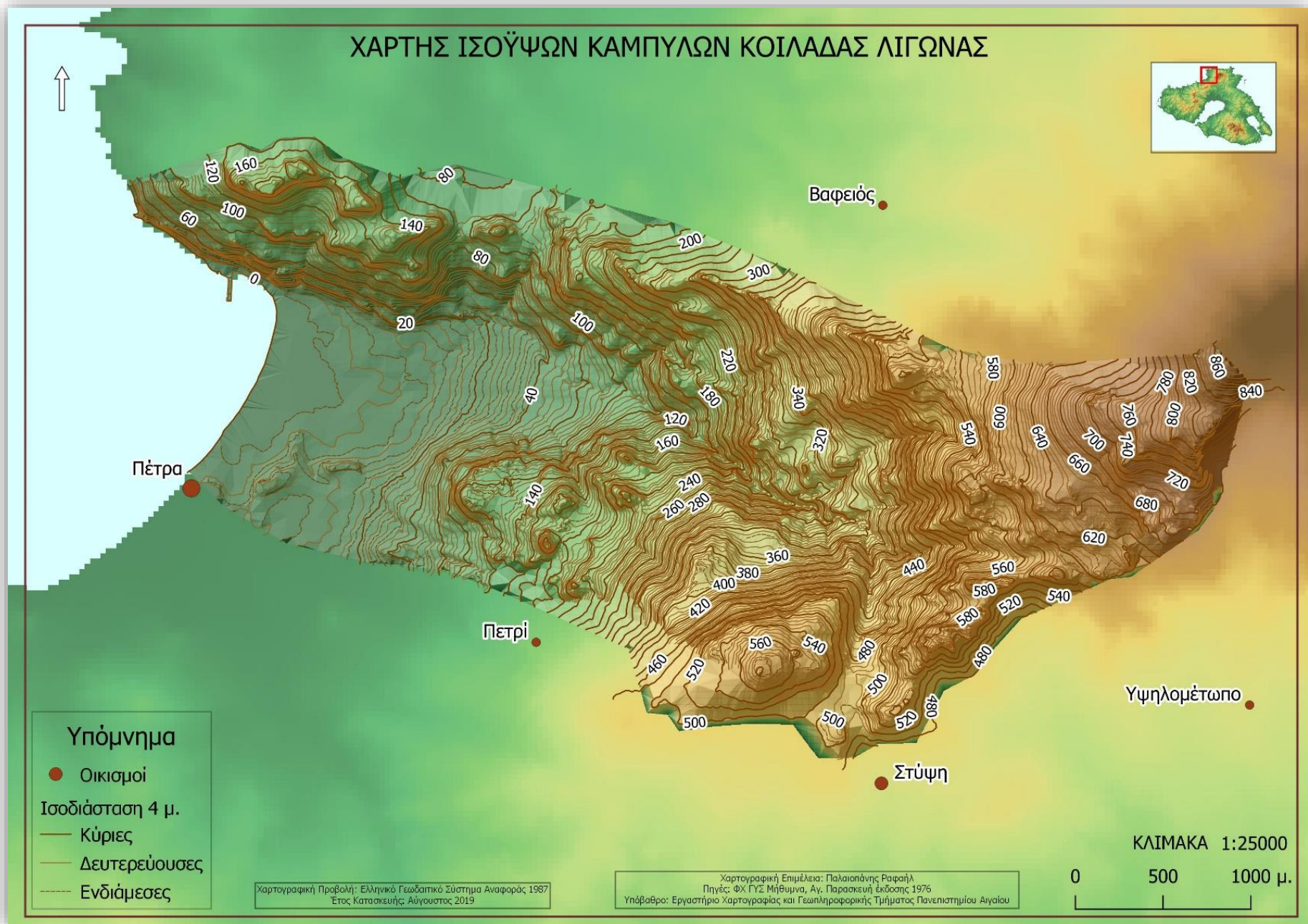


Εικόνα 2.16 ΨΜΕ με τιμή κελιού 25,66

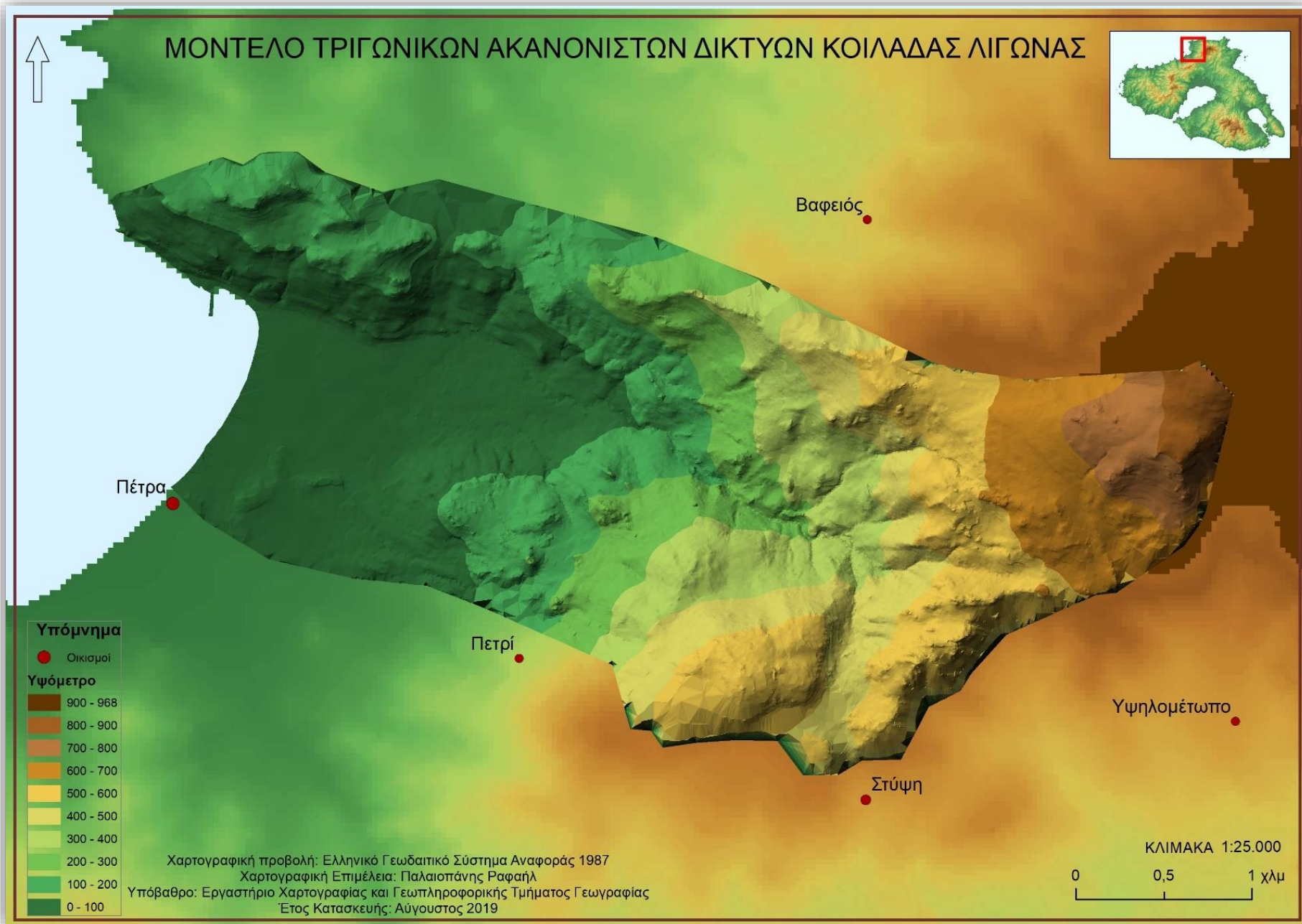


Εικόνα 2.17 ΨΜΕ με τιμή κελιού 2

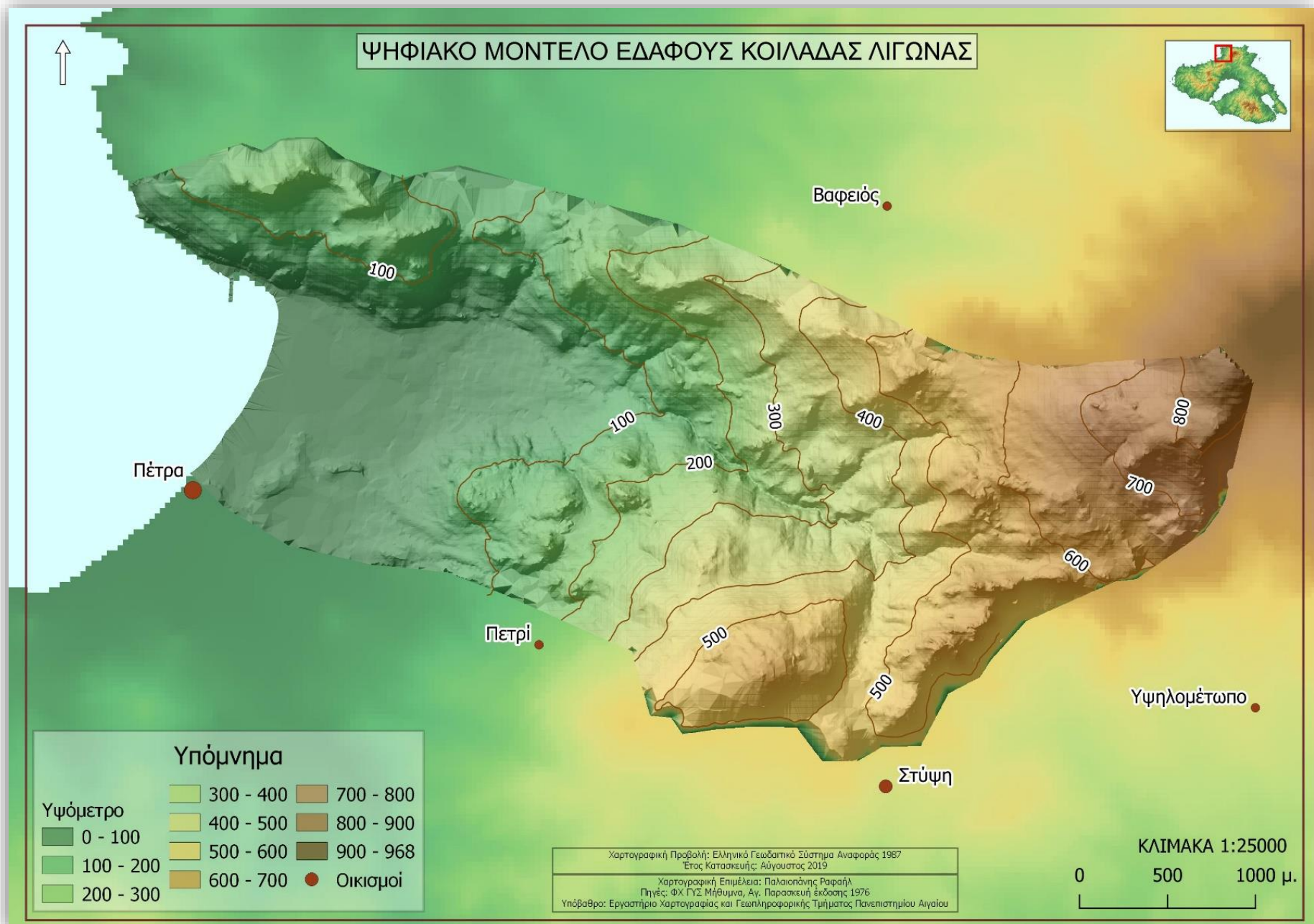
Εν κατακλείδι, στους παρακάτω χάρτες (Χάρτες 2.2, 2.3, 2.4) εμφανίζονται τα τελικά θεματικά επίπεδα που προέκυψαν από τις παραπάνω διαδικασίες και παράγωγα προϊόντα (Χάρτες 2.5, 2.6, 2.7). Για την απόδοση ολόκληρης της περιοχής, οι χάρτες, λόγω των τεχνικών περιορισμών εκτύπωσης σε μέγεθος Α4, κατασκευάζονται σε κλίμακα 1:25.000 ή μικρότερη, αλλά, εάν απαιτείται, μπορούν να παραχθούν χάρτες σε κλίμακα μέχρι και 1:5.000 από όλο το υλικό της εργασίας. Επίσης, στις Εικόνες 2.18, 2.19, 2.20 και 2.21 αναπαρίστανται διάφορες προβολικές όψεις του ΨΜΕ.



Χάρτης 2.2 Ισοψείς καμπύλες κοιλάδας Λιγώνας

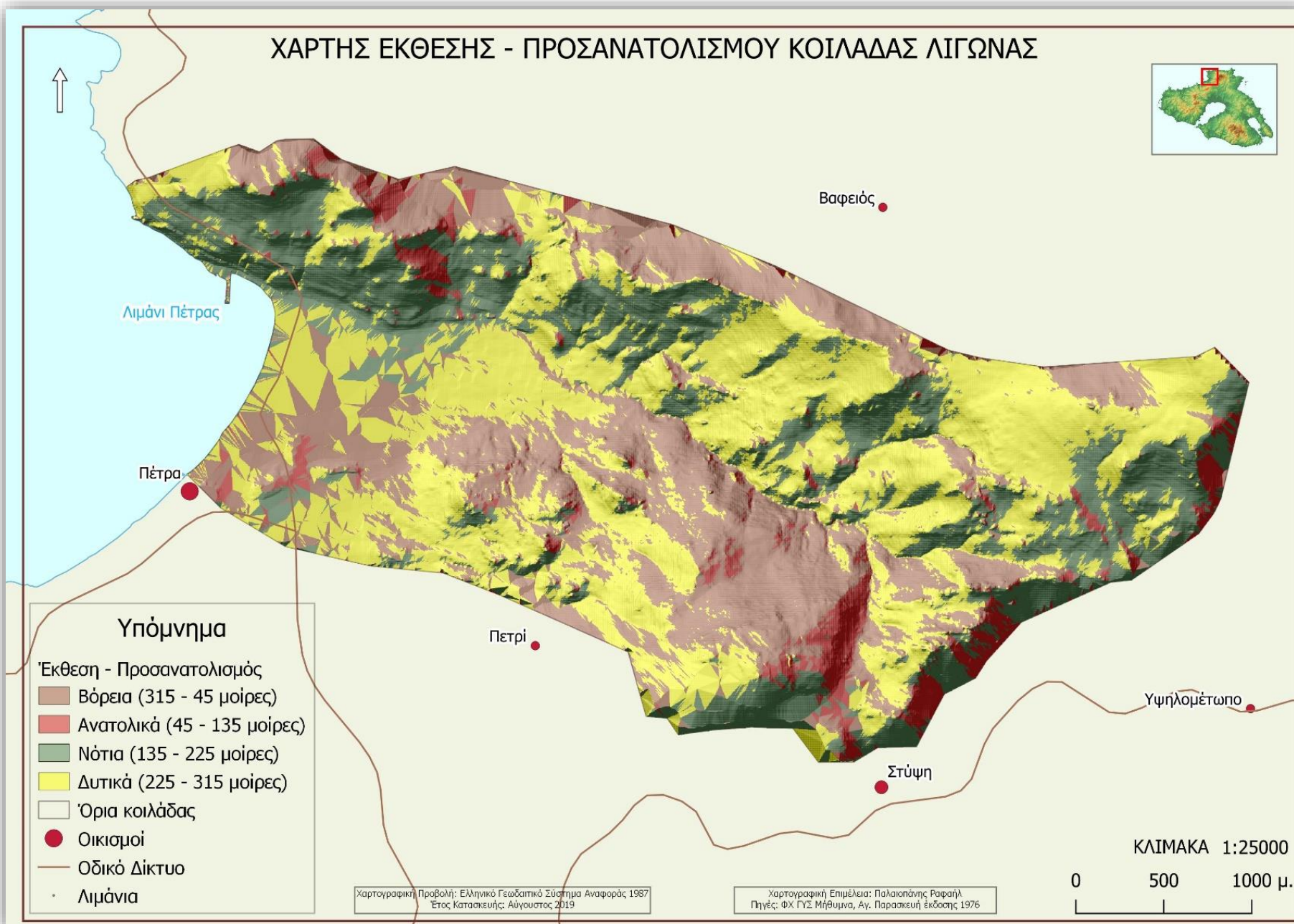


Χάρτης 2.3 Μοντέλο τριγωνικών ακανόνιστων δικτύων κοιλάδας Λιγώνας

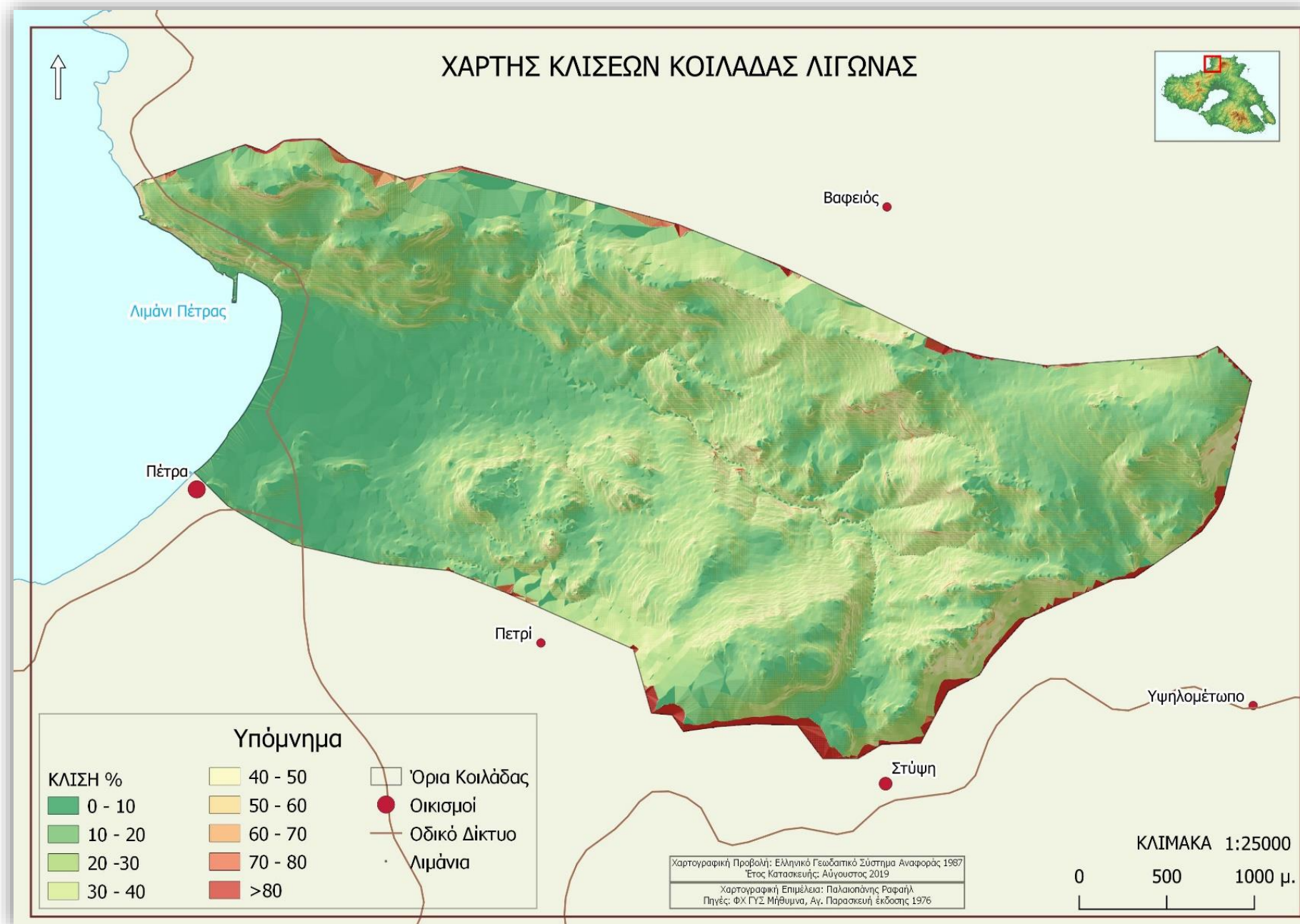


Χάρτης 2.4 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους κοιλάδας Λιγώνας

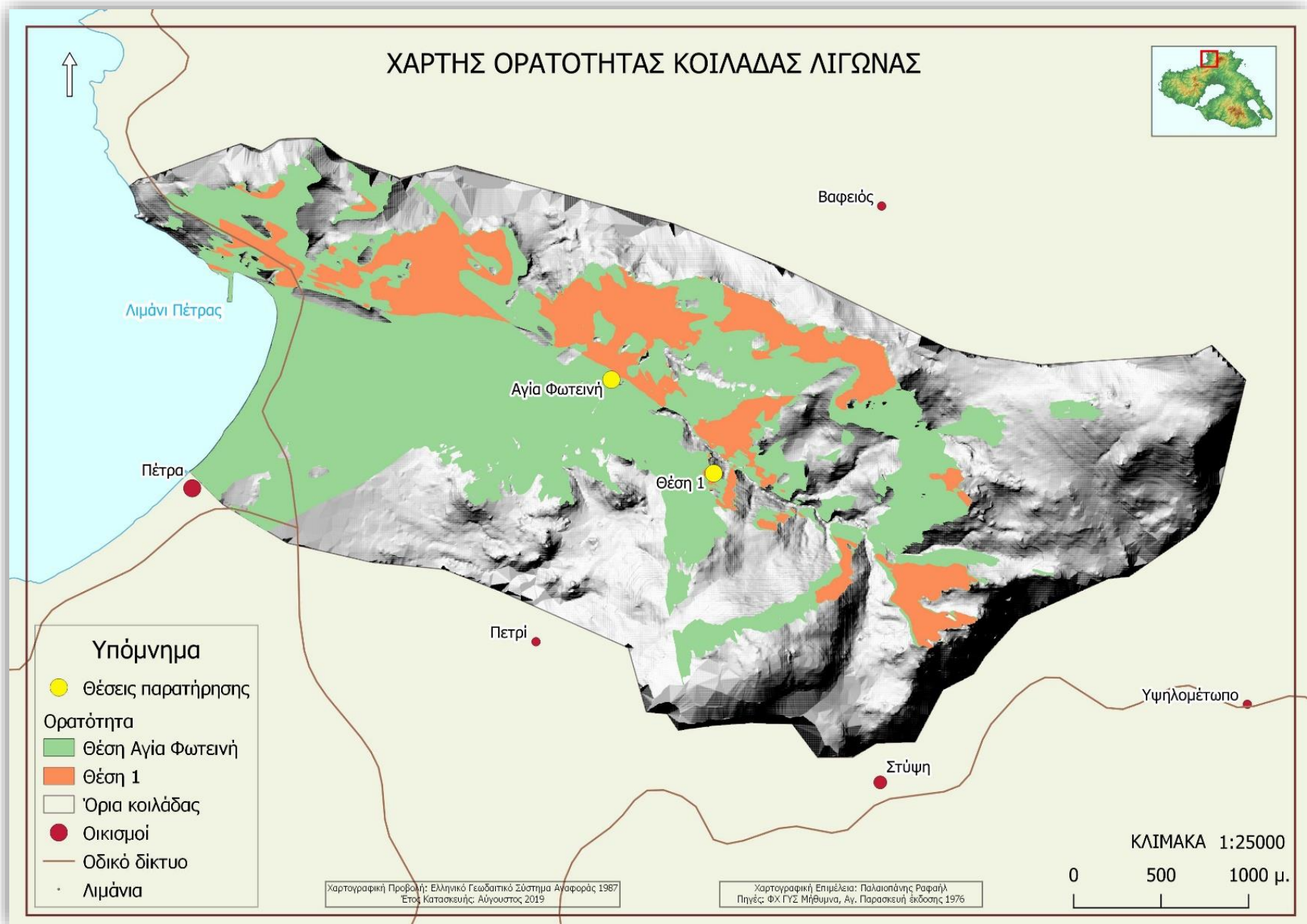
ΧΑΡΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΛΙΓΩΝΑΣ



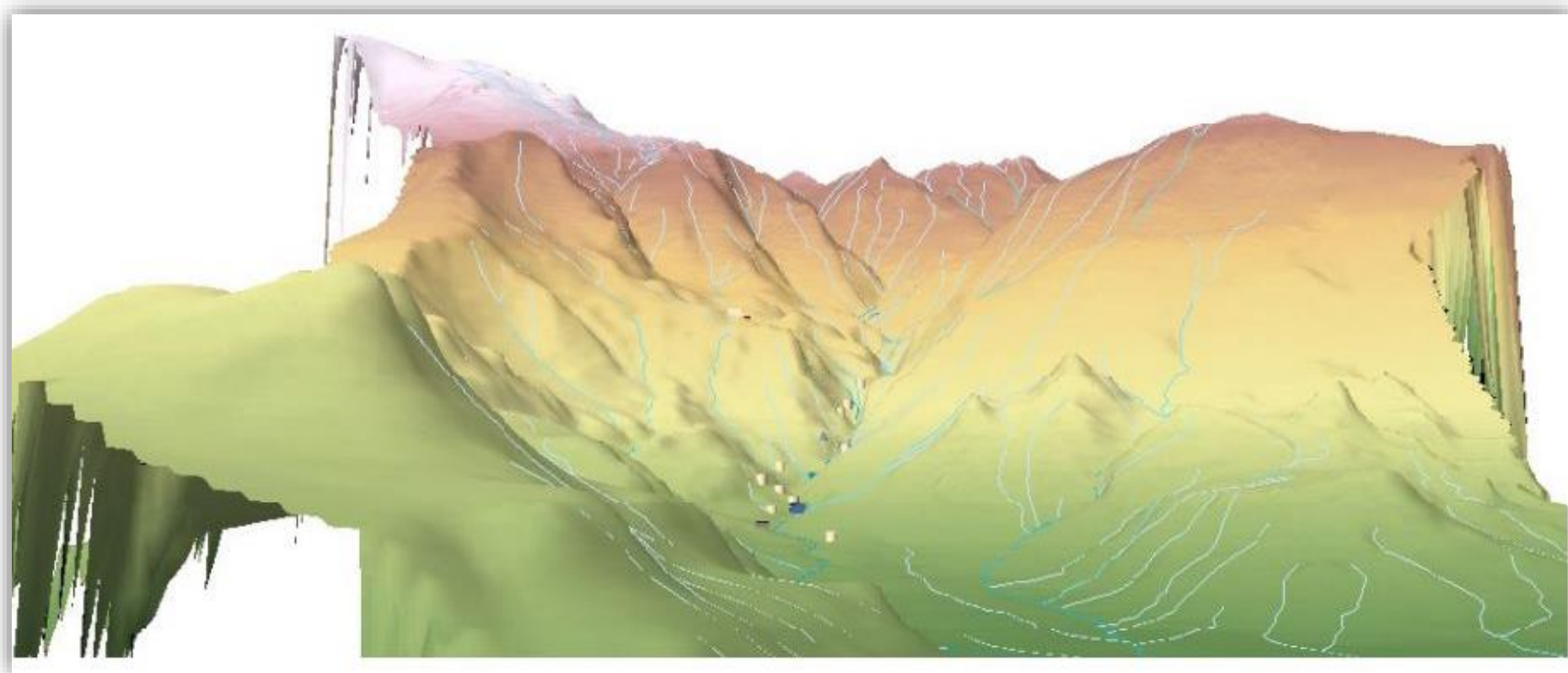
Χάρτης 2.5 Χάρτης έκθεσης – προσανατολισμού κοιλάδας Λιγώνας



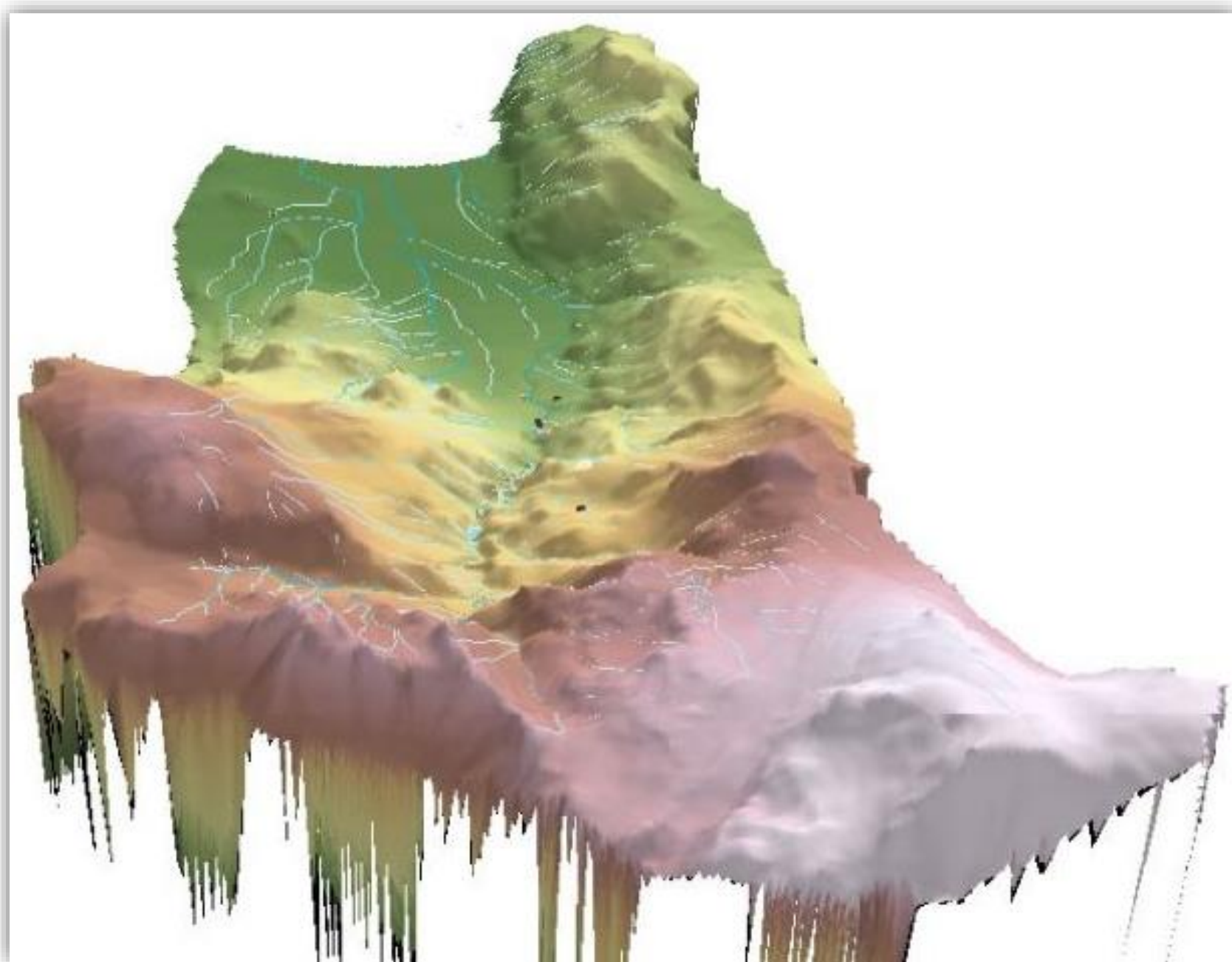
Χάρτης 2.6 Χάρτης κλίσεων κοιλάδας Λιγώνας



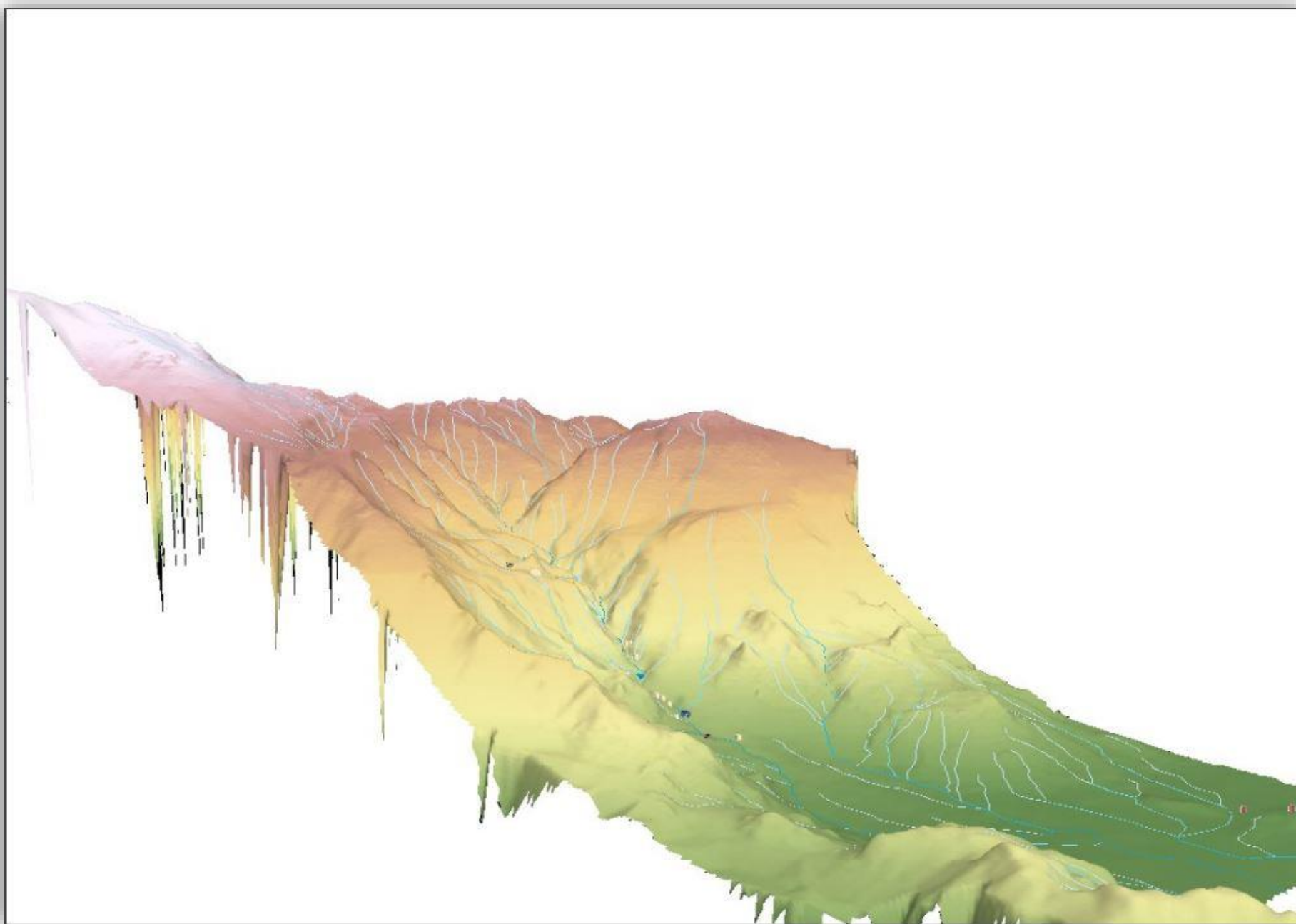
Χάρτης 2.7 Χάρτης ορατότητας κοιλάδας Λιγώνας



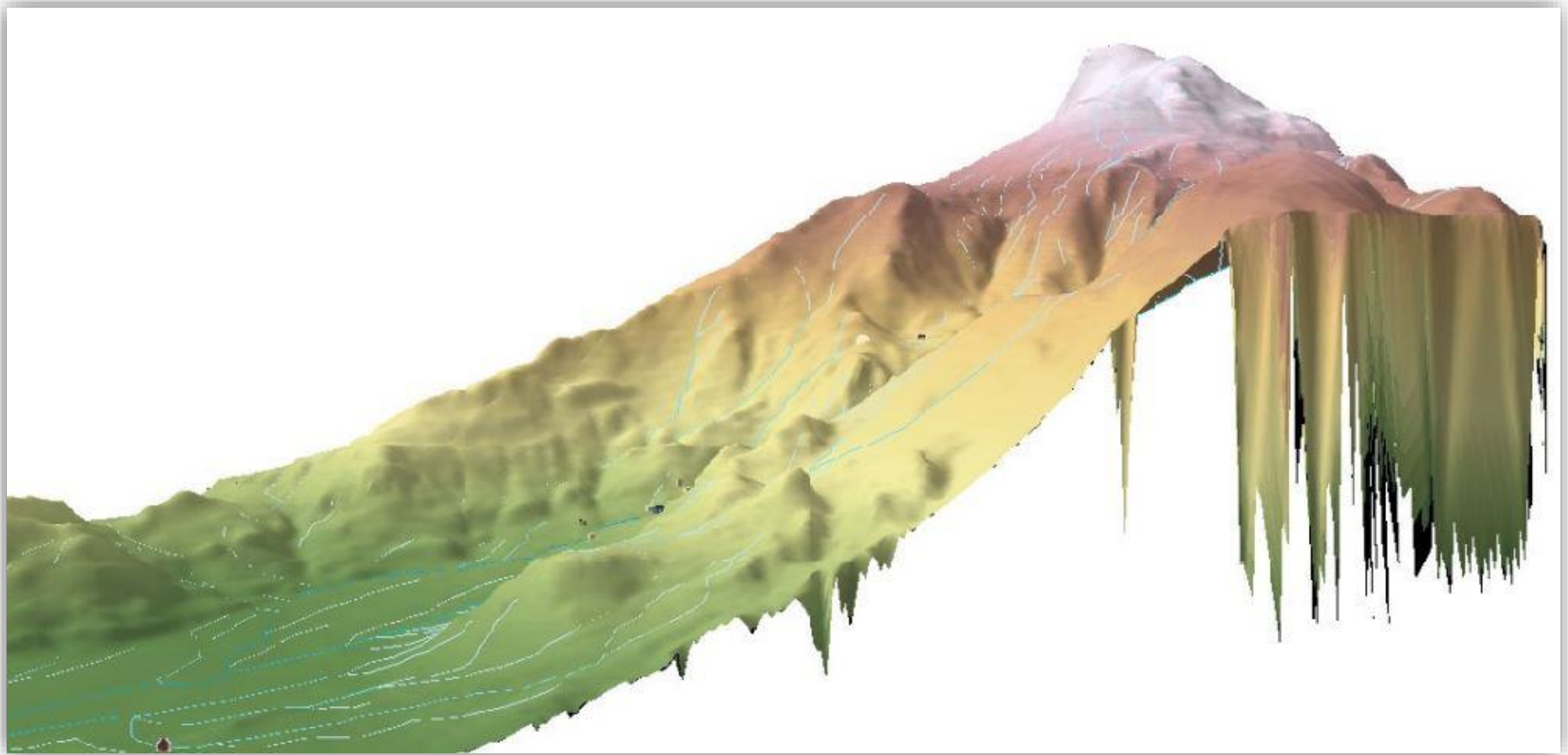
Εικόνα 2.18 Προοπτική όψη της κοιλάδας από δυτικά



Εικόνα 2.19 Προοπτική όψη της κοιλάδας από ανατολικά



Εικόνα 2.20 Προοπτική όψη της κοιλάδας από βορειοδυτικά



Εικόνα 2.21 Προοπτική όψη της κοιλάδας από νοτιοδυτικά

Κεφάλαιο 3: Φυσικό - Ανθρωπογενές Περιβάλλον

Ηφαίστειο Λεπέτυμνου

Το ηφαίστειο του Λεπέτυμνου βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Λέσβου και αποτελεί το μεγαλύτερο ηφαιστειακό κέντρο της νήσου. Η δράση του εντοπίζεται την περίοδο του Κάτω Μειόκαινου (18,5 – 17 εκ. χρόνια) όπου υπάρχει εκτεταμένη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην περιοχή (Ζούρος, κ.α., 2015). Το μέγεθος της καλδέρας (διάμετρος άνω των 12 χλμ.) πιστοποιεί και το μεγάλο μέγεθός του. Αυτού του τύπου τα ηφαίστεια - στρωματοηφαίστεια – συνδέονται με τη διαδικασία της υποβύθισης μιας ωκεάνιας πλάκας κάτω από μια άλλη ηπειρωτική ή ωκεάνια. Το μάγμα προέρχεται από την τήξη της υποβυθιζόμενης πλάκας και είναι σχετικά πλούσιο σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2). Οι ροές της λάβας - ανδευτικού τύπου – είναι σκουρόχρωμες, ενδιάμεσης θερμοκρασίας (περί τους 1000 °C), ενδιάμεσης ρευστότητας και έχουν σχετικά μεγάλο ποσοστό αερίων που τους προσδίδει υψηλό βαθμό εκρηκτικότητας (Παπανικολάου & Σίδερης, 2015, σ. 130). Κύρια χαρακτηριστικά αυτών των ηφαιστείων είναι η δημιουργία εντυπωσιακών δομών με έντονα πρηνή και συμμετρικούς κώνους που αποτελούνται από εναλλαγές ροών λάβας και πυροκλαστικών υλικών (Δούτσος, 2014, σ. 73). Στη συνέχεια, είτε λόγω βίαιων εκρήξεων είτε από το βάρος των πετρωμάτων ο κρατήρας καταρρέει και δημιουργείται η καλδέρα. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνεχίστηκε με αποτέλεσμα τη δημιουργία των ηφαιστειακών δόμων του Λεπέτυμνου με υψηλότερες κορυφές τον Προφήτη Ηλία (υψ. 944 μ.) και τη Βίγλα (υψ. 968 μ.). Οι δόμοι δημιουργούνται από μάγμα το οποίο ανερχόμενο με μικρή ταχύτητα ψύχεται, αναθλώνοντας τα υπερκείμενα πετρώματα, χωρίς να προκληθεί ηφαιστειακή έκρηξη. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα έχει δημιουργήσει και άλλες χαρακτηριστικές δομές στην περιοχή, όπως την ηφαιστειακή φλέβα στο Αυλάκι, τον ηφαιστειακό λαιμό της Πέτρας, τις στηλοειδείς κατατμήσεις στην κοιλάδα της Λιγώνας, μικρότερους ηφαιστειακούς δόμους, κ.α.

Άλλος σημαντικός παράγοντας διαμόρφωσης του ανάγλυφου είναι και η νεοτεκτονική δραστηριότητα που λειτούργησε στην περιοχή του Αιγαίου μέχρι και τα τελευταία 10.000 χρόνια και έδωσε περίπου το σημερινό σχήμα του νησιού. Η πεδιάδα της Πέτρας αποτελεί τεκτονικό βύθισμα και οριοθετείται από δύο ενεργά ρήγματα (Χάρτης 3.1). Επίσης, έχουν επισημανθεί ως σημεία ενδιαφέροντος για περαιτέρω μελέτη δύο πιθανά ρήγματα (Ρήγμα 1, Ρήγμα 2 στο Χάρτης 3.6).

Γεώτοπος Κοιλιάδας Λιγώνας

Οριοθέτηση περιοχής

Η κοιλάδα της Λιγώνας βρίσκεται στις δυτικές υπώρειες του ηφαιστείου του Λεπέτυμνου, και η διεύθυνση της είναι ΝΑ – ΒΔ. Οριοθετείται, βόρεια από τα υψώματα Ράχωνας και Μίξες, ανατολικά από τα Ξηρά Ράχτα, νότια από τα Ρούσσα και δυτικά βρέχεται από τη θάλασσα του Αιγαίου Πελάγους (Χάρτης 3.2). Αποτελεί το βόρειο τμήμα της ευρύτερης πεδιάδας της Πέτρας. Έχει έκταση 8,77 τ. χλμ., μήκος περίπου 6 χλμ. και πλάτος περίπου 2 χλμ. Εμφανίζει σχετικά έντονο ανάγλυφο με μέγιστο υψόμετρο τα 872 μ. Κυρίαρχα στοιχεία αποτελούν οι ηφαιστειακοί δόμοι που έχουν προέλθει από την ηφαιστειακή δραστηριότητα του ηφαιστείου καθώς και το ρέμα της Λιγώνας που αποστραγγίζει την περιοχή και έχει διαμορφώσει το τελικό μορφοανάγλυφο. Επιμέρους σημεία ενδιαφέροντος αποτελούν οι εμφανίσεις ρηγμάτων, οι στηλοειδείς κατατμήσεις, οι εμφανίσεις ιγνιμβρίτη, οι υδρόμυλοι και το σύστημα εκμετάλλευσης του φυσικού πόρου.

Στοιχεία φυσικού περιβάλλοντος

Κλίμα: Η περιοχή χαρακτηρίζεται από το τυπικό μεσογειακό κλίμα με θερμά άνυδρα καλοκαίρια και σχετικά ήπιους, υγρούς χειμώνες. Περισσότερη ανάλυση βάση κλιματολογικών δεικτών, δεν έγινε, αφού δεν υπάρχουν αντίστοιχης κλίμακας διαθέσιμα κλιματολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα με την κλίμακα της περιοχής μελέτης.

Χλωρίδα: Η χλωρίδα της περιοχής εμφανίζει έντονη ποικιλία αλλά και σαφή υψομετρική διάθρωση. Στα χαμηλά υψόμετρα κυριαρχούν οι καλλιέργειες (ετήσια φυτά, δεινόφυτα – κυρίως ελαιόδεντρα). Στα υψηλότερα υψόμετρα κυριαρχεί η μακία βλάστηση (χαμηλοί θάμνοι, πουρνάρια, κ.λπ.) καθώς και συστάδες βελανιδιών. Διακριτή είναι και η κατανομή της παρόχθιας βλάστησης σε όλη τη διαδρομή του υδατορέματος (πλατάνια, λεύκες κισσοί, φλισκούνη, κ.α.). Τέλος, στην περιοχή των υδρόμυλων διακρίνονται είδη τα οποία αποτελούσαν καλλιέργειες κατά την περίοδο λειτουργίας αυτών (συκιές, βυσσινιές, κορομηλιές, κ.α.)

Πανίδα: η κοιλάδα ανήκει στη Ζώνη Ειδικής Προστασίας GR4110012 Βόρεια Λέσβος. Στην περιοχή φιλοξενούνται είδη προτεραιότητας όπως: η καστανόπαπια, η αετογερακίνα, ο αιγαιοτσιροβάκος, το σμυρνοτσίχλονο, το φρυγανοτσίχλονο, η δενδροσταρήθρα και ο παρδαλοκεφαλός (Κακαλής, 2009). Επίσης, έχουν παρατηρηθεί διάφορα είδη θηλαστικών και ερπετών (νυχτερίδες, κροκοδειλάκι, γαλιά, κ.λπ.)

Δελτία Απογραφής – Αξιολόγησης Γεώτοπου (βλ. Παράρτημα)

Τα δελτία απογραφής και αξιολόγησης αποτελούν εργαλεία με τα οποία κάθε θέση απογράφεται, ταξινομείται και αξιολογείται σύμφωνα με διεθνή πρότυπα, έτσι ώστε να προκύπτει ένα ενιαίο επίπεδο προτεραιότητας για την προστασία και διαχείριση των γεώτοπων. Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι τα παρακάτω:

- i. Επιστημονική αξία: αξιολογείται η ακεραιότητα, η σπανιότητα, η αντιπροσωπευτικότητα και η σπουδαιότητα του γεώτοπου.
- ii. Εκπαιδευτική αξία: αξιολογείται η δυνατότητα χρήσης του γεώτοπου για την υλοποίηση εκπαιδευτικού προγράμματος.
- iii. Γεωποικιλότητα: αξιολογείται ο αριθμός των γεωλογικών - γεωμορφολογικών δομών.
- iv. Οικολογική αξία: αξιολογείται η αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο.
- v. Αισθητική αξία: αξιολογείται η αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο.
- vi. Πολιτιστική αξία: αξιολογούνται η αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο καθώς και η άυλη πολιτιστική κληρονομιά.
- vii. Πιθανοί κίνδυνοι και ανάγκες προστασίας: αξιολογούνται η ύπαρξη νομικής προστασίας και ο βαθμός τρωτότητας του γεώτοπου από διάφορους κινδύνους (διάβρωση, ανθρωπογενείς παρεμβάσεις κ.λπ.).
- viii. Δυναμικό αξιοποίησης: αξιολογούνται η αναγνωρισιμότητα, η γεωγραφική κατανομή, η προσβασιμότητα, η επισκεψιμότητα καθώς και το οικονομικό δυναμικό έτσι ώστε να εκτιμηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης του γεώτοπου.

Επισημαίνεται ότι στην αξιολόγηση και την κατάταξη σε επίπεδα προτεραιότητας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η χωρική κλίμακα αφού ένας γεώτοπος μπορεί μεν σε παγκόσμιο επίπεδο να κατατάσσεται σε χαμηλό επίπεδο αλλά σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο μπορεί να έχει υψηλότερη αξία (Ζούρος, 2018).

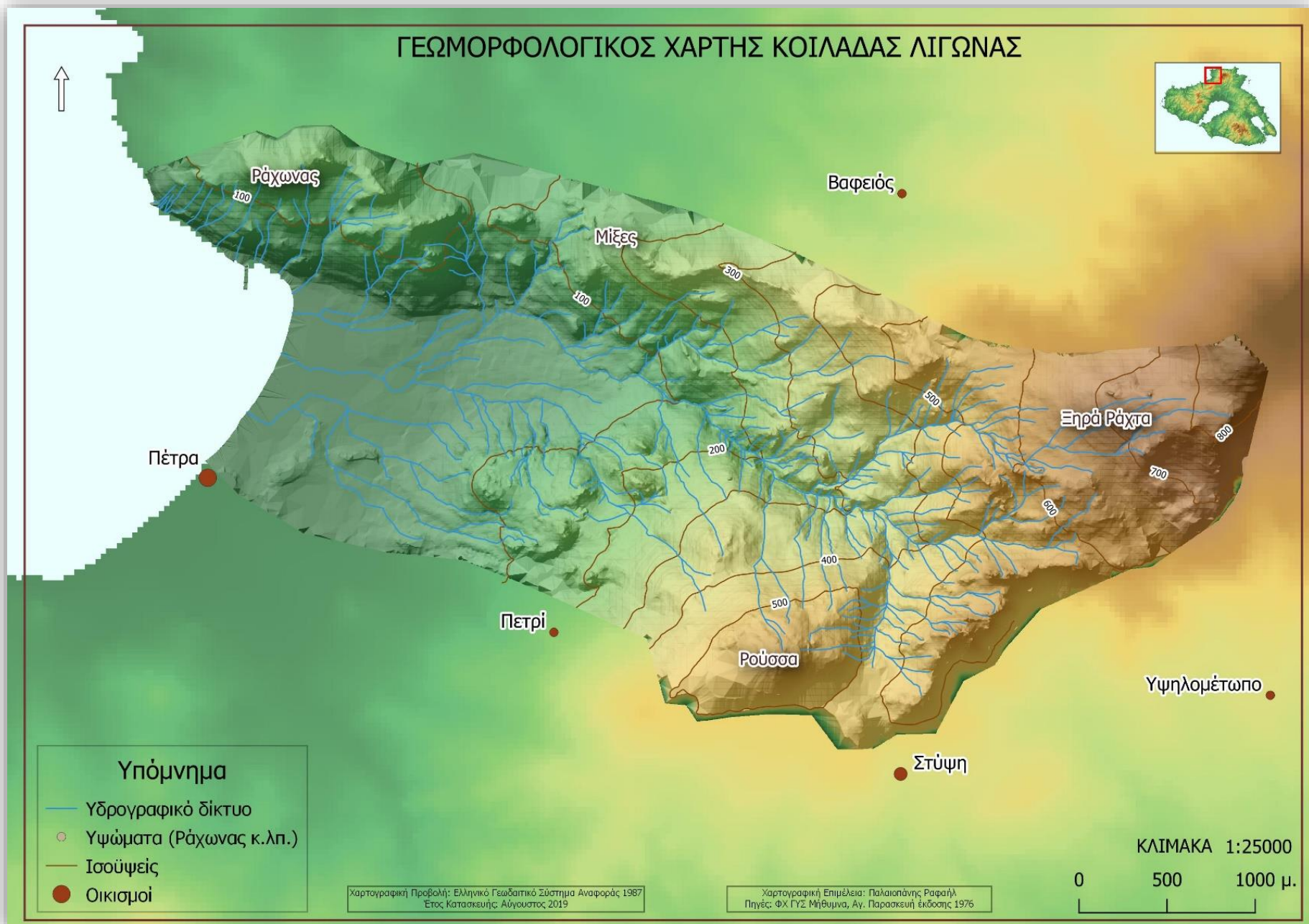
Επιπλέον, για την επιλογή εκπαιδευτικών γεώτοπων, σύμφωνα με την Μαρκοπούλου – Διακαντώνη, Α., από το Φέρμελη & Μαρκοπούλου - Διακαντώνη, (2004), αξιολογούνται τα παρακάτω κριτήρια:

- i. *Η σαφήνεια των γεωλογικών χαρακτηριστικών.*
- ii. *Η ορατότητα.*
- iii. *Η εύκολη πρόσβαση.*

- iv. *Η μικρή απόσταση από τα σχολεία.*
- v. *Η ασφάλεια.*
- vi. *Η δυνατότητα ανάπτυξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (κυρίως υπαίθριων) και σχεδίων διαθεματικής προσέγγισης, ιδιαίτερα όταν συνδέονται με σημαντικά στοιχεία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.*

Επίσης, η Φέρμελη, Γ. (2004) προτείνει να λαμβάνονται υπόψη και τα παρακάτω:

- i. *Οι γεώτοποι να καλύπτουν ποικίλα γεωλογικά αντικείμενα (οικονομική γεωλογία, πολιτιστικά τοπία, θέσεις ιδιαίτερου παλαιοντολογικού ενδιαφέροντος, ...).*
- ii. *Να βρίσκονται σε διαφορετικά περιβάλλοντα (αστικό, περιαστικό, αγροτικό).*
- iii. *Να εντάσσονται με διαφορετικό τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία*



Χάρτης 3.2 Γεωμορφολογικός χάρτης περιοχής Λιγώνας

Δημιουργία - Διαμόρφωση Κοιλάδας

Οι βασικοί παράγοντες που δημιούργησαν και διαμόρφωσαν το μορφοανάγλυφο της περιοχής, όπως αναφέρθηκε, ήταν η ηφαιστειότητα και η μικροτεκτονική που σχετίζονται με τις ενδογενείς δυνάμεις της γης. Με τη γένεση όμως του ανάγλυφου, παράλληλα ξεκινά και η δράση εξωγενών δυνάμεων που συνδιαμορφώνουν αλλά και έχουν ως τελικό αποτέλεσμα – με το πέρασμα εκατομμυρίων ετών – την καταστροφή και επιπέδωση του ανάγλυφου. Οι κύριοι παράγοντες που επιδρούν είναι η δράση του νερού, του αέρα, του πάγου, της θάλασσας και η εναλλαγή της θερμοκρασίας.

Η δημιουργία της κοιλάδας ξεκινά με την ανύψωση του εδάφους από τη δημιουργία των ηφαιστειακών δόμων και την καταβύθιση λόγω της τεκτονικής δραστηριότητας. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χαλάζι, χιόνι) με τη μορφή νερού οδηγούνται στον τελικό αποδέκτη που είναι η θάλασσα (*βασικό υπόβαθρο*). Μέσα από ένα σύμπλεγμα πολύπλοκων λειτουργιών και διεργασιών, το νερό μαζί με τους άλλους παράγοντες καταστρέφει, διαβρώνει, διαλύει, απογυμνώνει, εκβαθύνει, μεταφέρει και αποθέτει διάφορα υλικά και πετρώματα. Οι βασικές διεργασίες που συνδέονται με τη δημιουργία και διαμόρφωση της κοιλάδας είναι οι παρακάτω:

Αποσάθρωση: είναι το σύνολο των φαινομένων που προκαλούν την αποικοδόμηση και καταστροφή των πετρωμάτων και τη δημιουργία νέων υλικών και μορφών. Οι παράγοντες που επιδρούν μπορεί να είναι φυσικοί, χημικοί ή/και βιολογικοί. Τα πετρώματα εξαλλοιώνονται, χάνουν τη συνοχή τους και τελικά θρυμματίζονται.

Διάβρωση: είναι το σύνολο των διεργασιών κατά τις οποίες, με τη δράση του νερού, τα προϊόντα της αποσάθρωσης μεταφέρονται προς τον τελικό αποδέκτη που είναι η θάλασσα.

Απόθεση: η τελική κατάληξη των προϊόντων της αποσάθρωσης είναι απόθεση στο χαμηλότερο επίπεδο και η σταδιακή μετατροπή τους σε ιζήματα διαφόρων μορφών (Παυλόπουλος, 2011).

Όσον αφορά τη γεωμορφολογική εξέλιξη της κοιλάδας παρατηρείται ότι στα μεγαλύτερα υψόμετρα το σχήμα της κοιλάδας είναι κλειστό, τα υδατορέματα είναι σχετικά ευθύγραμμα και απότομης κλίσης. Η ταχύτητα διάβρωσης είναι σχετικά υψηλή, εξαιτίας και των μαλακών ηφαιστειακών πετρωμάτων και υπάρχουν μικροί καταρράκτες. Οι κύριες διεργασίες που παρατηρούνται είναι της διάβρωσης και της μεταφοράς. Όσο μειώνεται το υψόμετρο η επίδραση της βαρύτητας μειώνεται, το ανάγλυφο εξομαλύνεται, το πλάτος της κοιλάδας αυξάνεται ενώ διατηρούνται εδαφικές εξάρσεις σκληρότερων πετρωμάτων

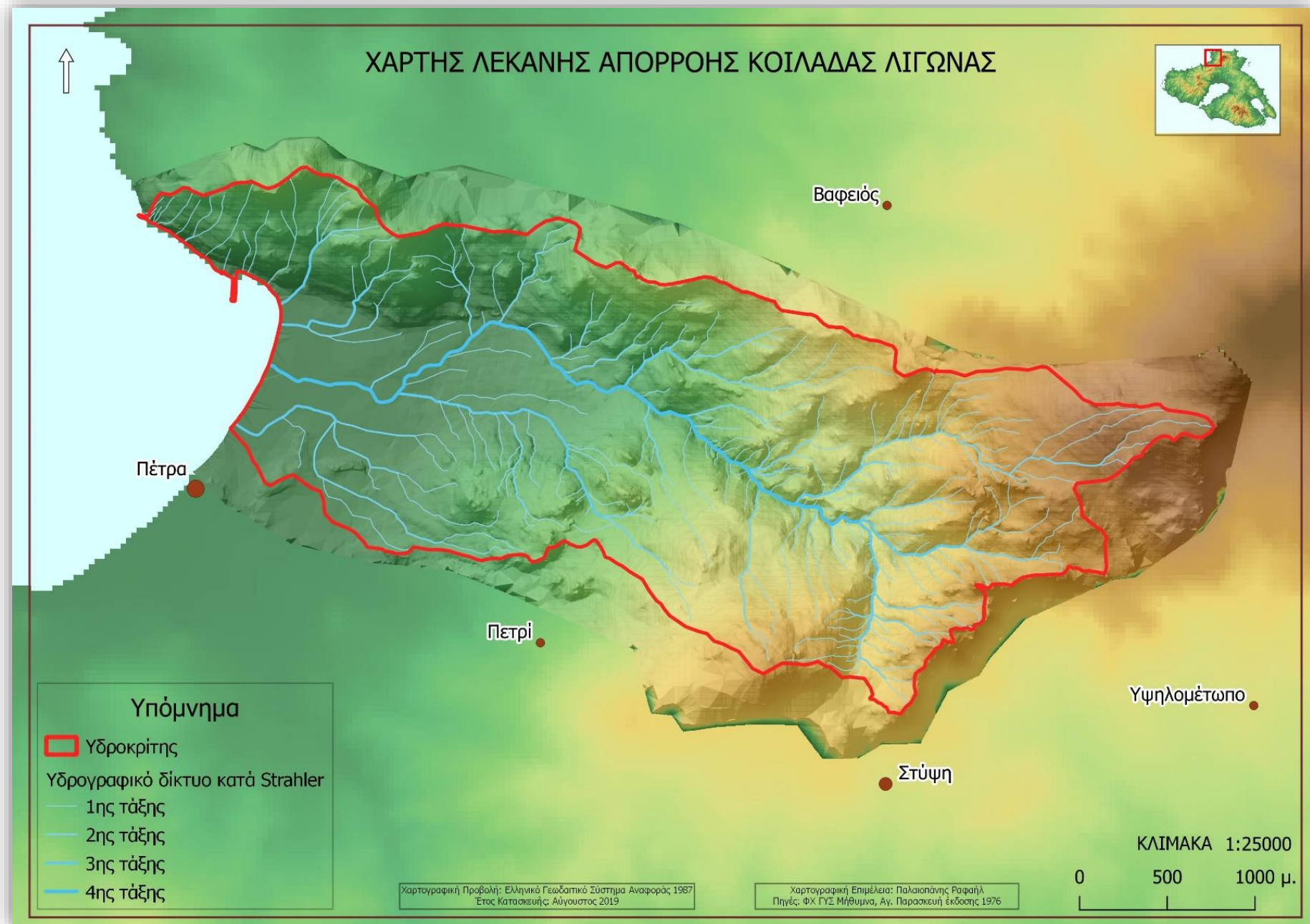
(μικροί ηφαιστειακοί δόμοι). Η διάβρωση παραμένει αλλά η κύρια λειτουργία είναι αυτή της απόθεσης.

Υδρογραφικό Δίκτυο - Λεκάνη Απορροής – Υδροκρίτης

Με την κάθε σταγόνα που πέφτει στο έδαφος ξεκινούν οι διεργασίες της διάβρωσης και μεταφοράς. Μια σταγόνα εκτινάσσει μόρια σκόνης και συμπυκνώνει το τμήμα του εδάφους που βρίσκεται κάτω από αυτή, εφόσον δεν απορροφηθεί, επιτρέποντας την έναρξη της κύλισης (απορροή). Ο λεπτός υμένας νερού που δημιουργείται από τη συνένωση των σταγόνων παρασύρει τη σκόνη και ξεκινά η επιφανειακή απορροή δημιουργώντας ρυάκια, χειμάρρους και ποτάμια που αποστραγγίζουν μια συγκεκριμένη περιοχή που ονομάζεται λεκάνη απορροής. Τα όρια απορροής μιας λεκάνης καθορίζονται από τον υδροκρίτη, μια νοητή γραμμή που διαχωρίζει την επιφανειακή απορροή μεταξύ δύο γειτονικών λεκανών. Ο υδροκρίτης και το υδρογραφικό δίκτυο της κοιλάδας, αρχικά ψηφιοποιήθηκαν από τα γεωαναφερμένα ΦΧ της ΓΥΣ (Χάρτης 3.3). Από την επεξεργασία προέκυψε ότι η λεκάνη απορροής έχει έκταση 8,77 τ. χλμ., και το υδρογραφικό δίκτυο είναι 4^{ης} τάξης αποτελούμενο από 298 κλάδους. Βόρεια και νότια του κυρίως ρέματος δημιουργούνται μικρότερα ρέματα που αποστραγγίζουν μικρότερες λεκάνες, αλλά συμβατικά της θεωρούμε ως ενιαία. Μετά την δημιουργία του ΨΜΕ, το υδρογραφικό δίκτυο και οι λεκάνες απορροής υπολογίστηκαν αυτόματα με κατάλληλο λογισμικό (ArcMap, Spatial Analyst, Hydrology). Το υδρογραφικό που προέκυψε είναι 4^{ης} τάξης, αποτελούμενο από 272 κλάδους.

Στους χάρτες 3.4 και 3.5 εμφανίζονται οι διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι όπου τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (κορυφογραμμές) είναι ευδιάκριτα υπάρχει σχεδόν ταύτιση των υδροκρίτων. Όπου όμως οι κλίσεις είναι ομαλότερες ή υπάρχουν προβλήματα στον αναλογικό χάρτη, τότε γίνονται εμφανείς οι διαφορές, που μπορεί να είναι και σημαντικές. Η χάραξη του υδροκρίτη και οι λεκάνες απορροής αποτυπώνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια από το ΨΜΕ σε σχέση με τη χάραξη μέσω της ψηφιοποίησης αφού η διεύθυνση ροής υπολογίζεται για κάθε κελί. Η μέθοδος όμως, δεν έχει σωστά αποτελέσματα προς τα κατόντη, ιδιαίτερα προς τα σημεία εκβολής προφανώς λόγω έλλειψης δεδομένων (αραιές ισουψείς καμπύλες, λίγα υψομετρικά σημεία). Επίσης, το μοντέλο δεν μπορεί να λάβει υπόψη μεταβολές που έχουν συμβεί ανεξάρτητα από την πορεία των ισουψών (π.χ. εγκιβωτισμός ρεμάτων, τεχνικά έργα, κ.λπ.).

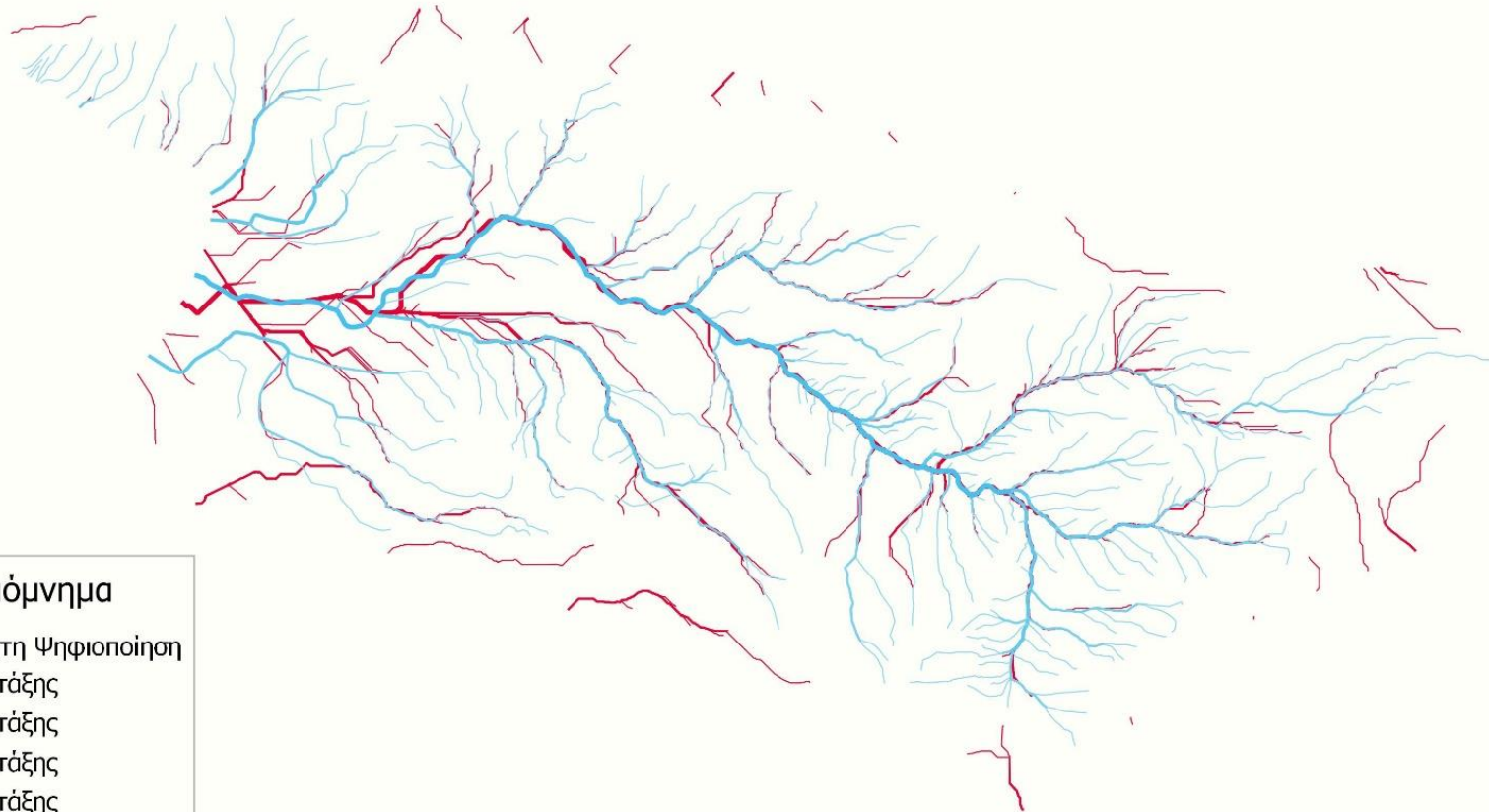
Εξαιτίας αυτών των περιορισμών η μελέτη των μορφοτεκτονικών δεικτών και των μορφομετρικών παραμέτρων της λεκάνης απορροής δεν συνεχίστηκε, έτσι ώστε να μην εξαχθούν λανθασμένα ή μη αξιοποιήσιμα στοιχεία. Τονίζεται, για άλλη μια φορά, η σημασία της κλίμακας, αφού η έλλειψη δεδομένων αντίστοιχης κλίμακας μπορεί να οδηγήσει σε μη αξιόπιστες πληροφορίες. Προτείνεται, για τη συνέχιση της έρευνας, να πραγματοποιηθεί πύκνωση των υψομετρικών σημείων με μετρήσεις στο πεδίο και μετά να ακολουθήσει ο υπολογισμός των λεκανών, των μορφομετρικών χαρακτηριστικών και των μορφοτεκτονικών δεικτών τους.



Χάρτης 3.3 Χάρτης λεκάνης απορροής κοιλάδας Λιγώνας



ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



Υπόμνημα

Χειροκίνητη Ψηφιοποίηση

- 1ης τάξης
- 2ης τάξης
- 3ης τάξης
- 4ης τάξης

Υπολογισμός από ΨΜΕ

- 1ης τάξης
- 2ης τάξης
- 3ης τάξης
- 4ης τάξης

Χαρτογραφική Προβολή: Ελληνικό Γεωδαπικό Σύστημα Αναφοράς 1987
Χαρτογραφική Επιμέλεια: Παλαισιάνης Ραφαήλ
Έτος Κατασκευής: Αύγουστος 2019

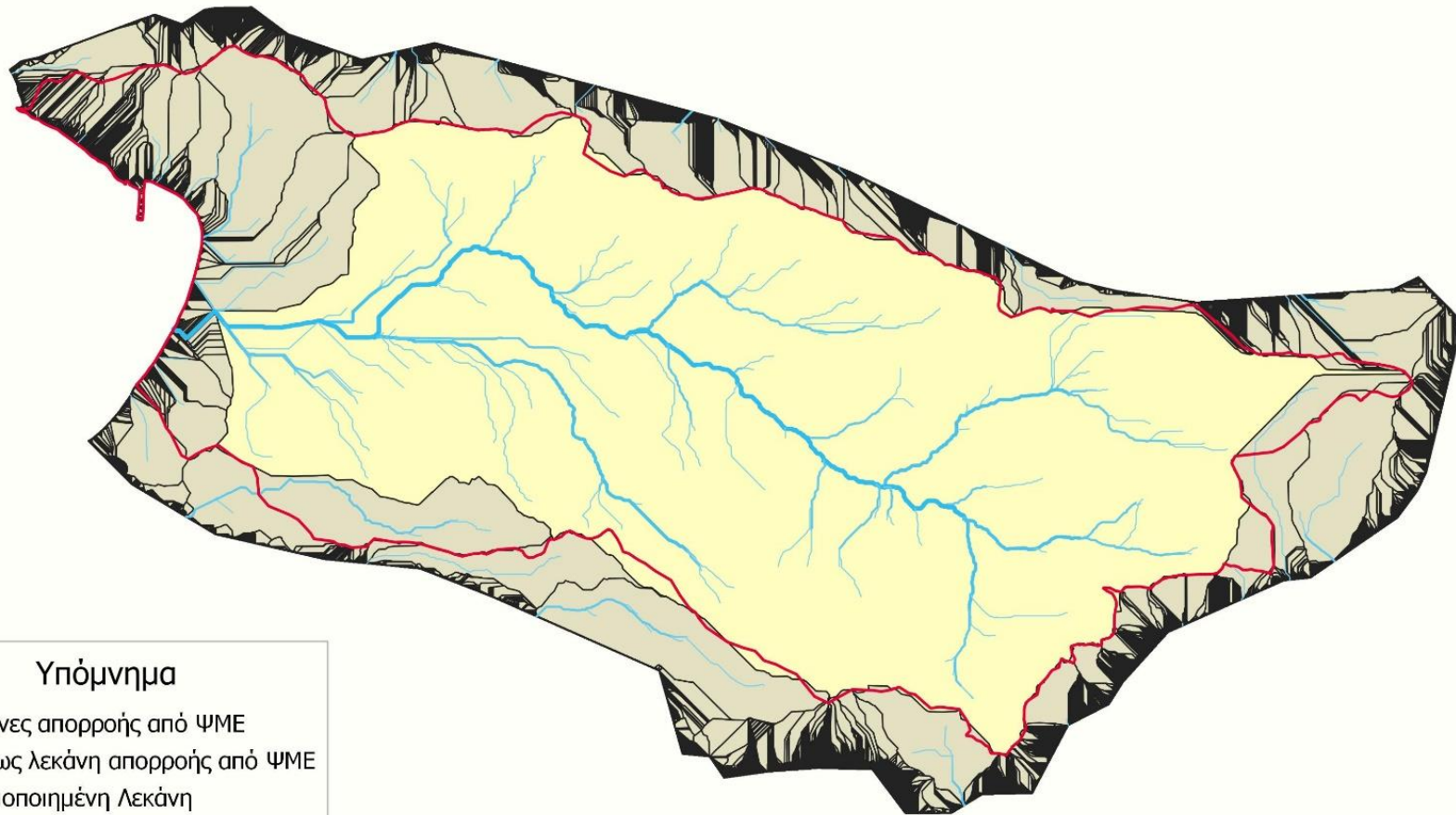
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:25000



Χάρτης 3.4 Διαφορές μεταξύ μεθόδων υπολογισμού του υδρογραφικού δικτύου



ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ



Υπόμνημα

- Λεκάνες απορροής από ΨΜΕ
- Κυρίως λεκάνη απορροής από ΨΜΕ
- Ψηφιοποιημένη Λεκάνη

Υδρογραφικό δίκτυο

- 1ης τάξης
- 2ης τάξης
- 3ης τάξης
- 4ης τάξης

Χαρτογραφική Προβολή: Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987
Χαρτογραφική Επιμέλεια: Παλαισιάνης Ραφάηλ
Έτος Κατασκευής: Αύγουστος 2019

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:25000
0 500 1000 μ.

Χάρτης 3.5 Διαφορές μεταξύ μεθόδων υπολογισμού των λεκανών απορροής

Στοιχεία Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος

Η κοιλάδα της Λιγώνας και η ευρύτερη περιοχή φαίνεται να έχει κατοικηθεί από πολύ ωρίς χωρίς να υπάρχουν όμως συγκεκριμένες αναφορές (Φραντζέσκος & Δήμος Πέτρας, 2005). Προφανώς, το εύφορο της πεδιάδας και η ύπαρξη του φυσικού πόρου του νερού συνέβαλαν στην εκμετάλλευση της περιοχής. Ιδιαίτερα στην περιοχή των υδρομυλων φαίνεται με παραστατικό τρόπο το πώς ο άνθρωπος αξιοποίησε τους φυσικούς πόρους, σε αρμονία με το περιβάλλον προκειμένου να επιβιώσει. Επίσης, η περιοχή λειτουργεί ως ένα ζωντανό μουσείο, στο οποίο μπορούν να παρατηρηθούν όλες οι μεταβολές σε συστήματα, δίκτυα, χρήσεις γης και εν μέρει τεχνολογίας που συνέβησαν τις τελευταίες εκατοντάδες χρόνια στην περιοχή (Χάρτης 3.6).

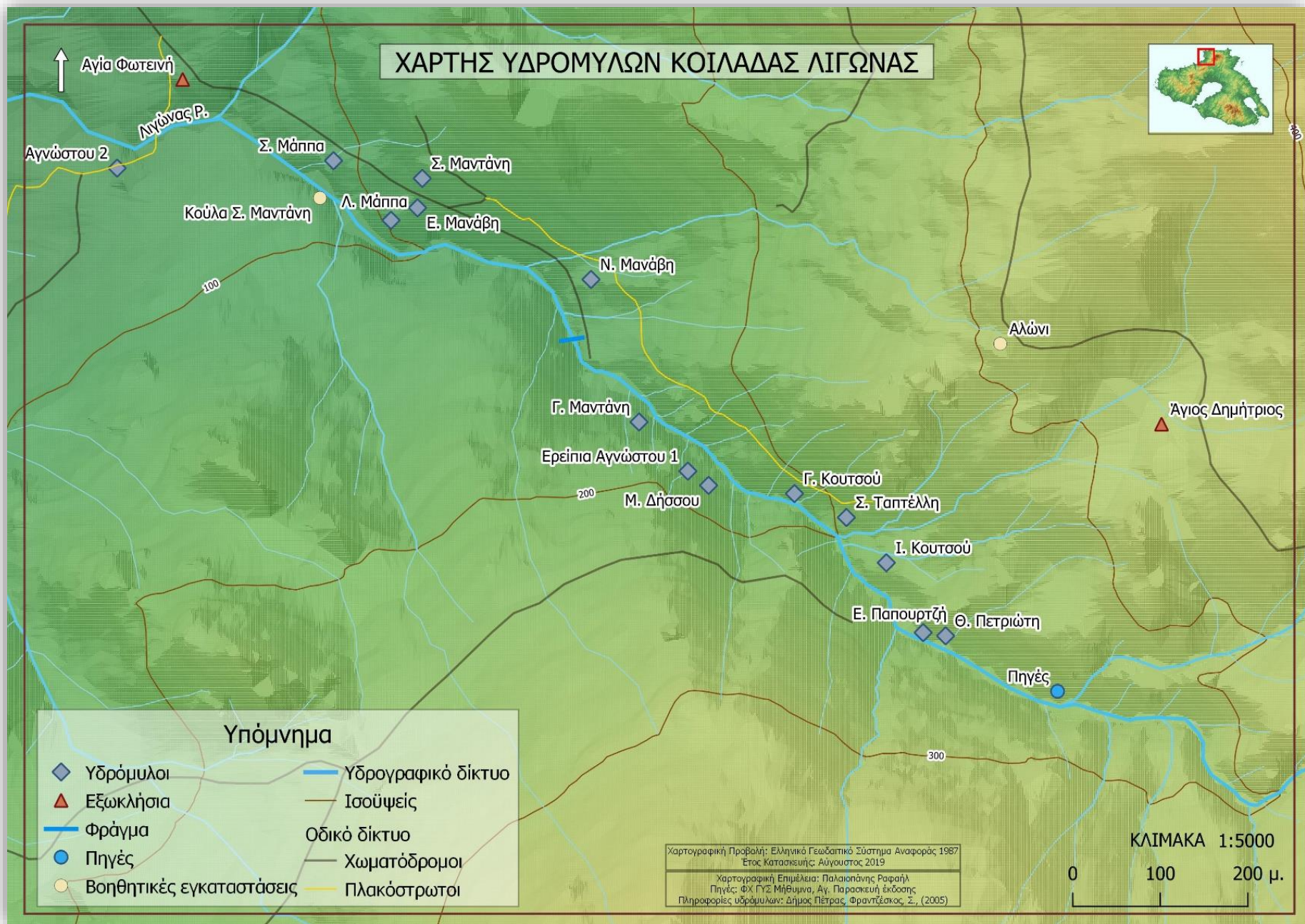
Σήμερα, στην περιοχή ασκούνται έντονες πιέσεις που σχετίζονται με το είδος και τα μεγέθη των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται αλλά και με τη χωρική κατανομή τους (Χάρτης 3.7). Ως μια πρώτη καταγραφή αναφέρονται τα παρακάτω:

Παρατηρείται αύξηση των κτηνοτροφικών μονάδων. Η αλλαγή της μορφής της κτηνοτροφίας από εκτατική σε σταυλισμένη και από την προβατοτροφία σε βοοειδή έχει αυξήσει τις ανάγκες σε ζωοτροφές και νερό. Η ρύπανση είναι φανερή εντός και γύρω από ορισμένες μονάδες που δεν ακολουθούν κανένα μέτρο αποκομιδής των απορριμμάτων. Η μόλυνση του υδροφόρου είναι πιθανή αφού οι μονάδες αναπτύσσονται περιμετρικά στα ανάντη της κοιλάδας και αναγκαστικά όλες οι ακαθαρσίες καταλήγουν στο ρέμα της Λιγώνας.

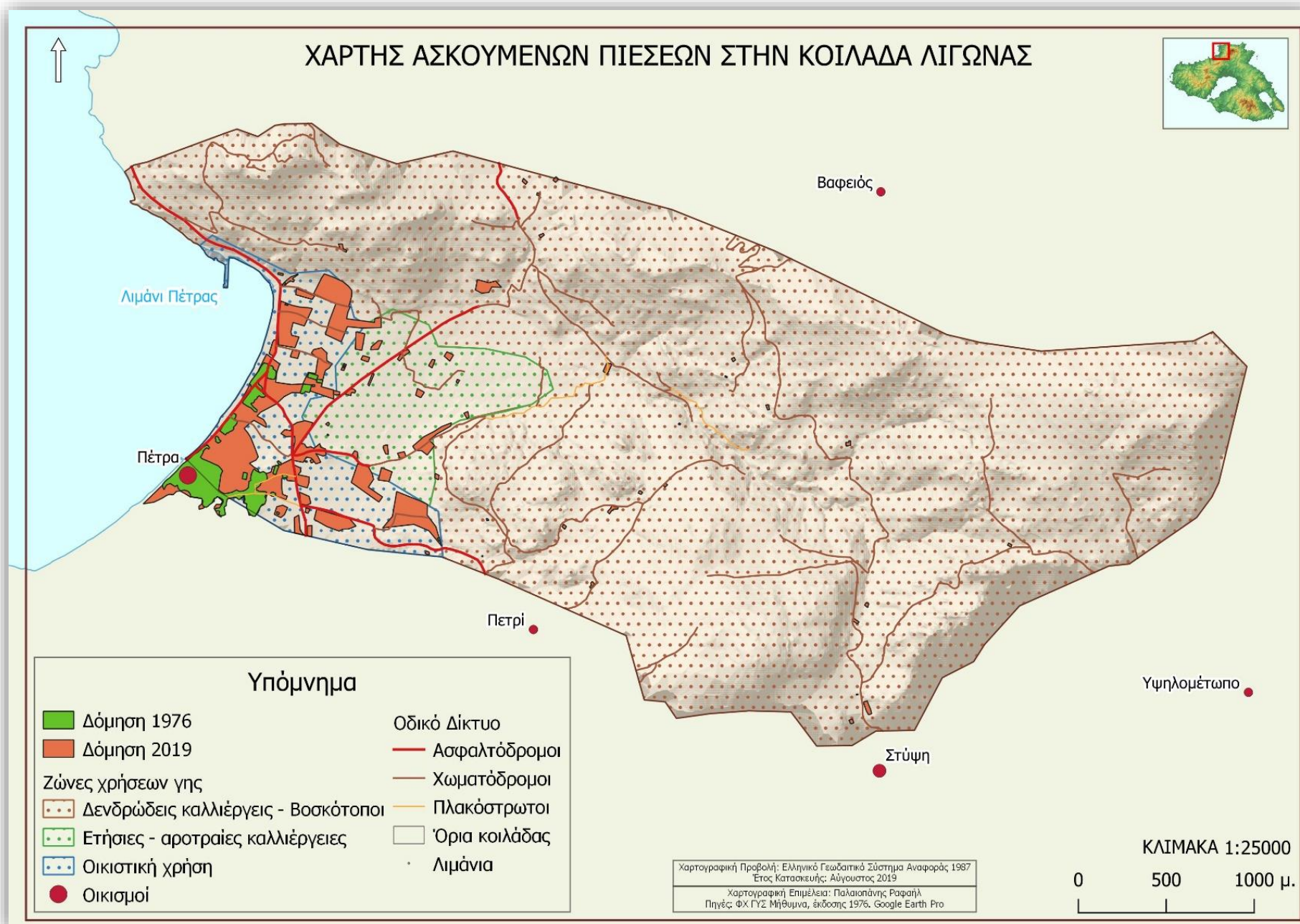
Γίνεται εντατική καλλιέργεια της πεδιάδας για παραγωγή ζωοτροφών (τριφύλλι, κ.λπ.) και μονοετών καλλιεργειών. Οι αυξημένες ανάγκες σε νερό οδηγούν σε πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και αυξάνουν τον κίνδυνο υφαλμύρωσης. Επίσης, η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων θέτει ζητήματα ρύπανσης και ευτροφισμού.

Οι μεγαλύτερες πιέσεις που ασκούνται στον γεώτοπο αφορούν την τουριστική ανάπτυξη και την οικιστική διάχυση που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία 30 χρόνια. Η επέκταση εμφανίζεται γραμμικά στο παραλιακό μέτωπο και κατά μήκος της επαρχιακής οδού Καλλονής – Μήθυμνας, αν και έχει ανασταλεί κατά την τελευταία δεκαετία εξαιτίας της δημοσιονομικής κρίσης. Όμως, οι ανάγκες σε νερό, η διαχείριση των απορριμμάτων, η εκτός σχεδίου δόμηση, η επέκταση δικτύων αλλά και γενικότερα η απαίτηση για περαιτέρω ανάπτυξη της περιοχής θα αυξήσουν περαιτέρω τις ασκούμενες πιέσεις και θα δημιουργήσουν πρόσθετη επιβάρυνση στον γεώτοπο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, εκτιμάται ότι η περιοχή χρήζει άμεσης προστασίας και ολοκληρωμένης διαχείρισης στο πλαίσιο ενός συνολικού σχεδιασμού αειφόρου ανάπτυξης με μεταστροφή σε ήπιες μορφές τουρισμού.



Χάρτης 3.6 Χάρτης περιοχής υδρόμυλων κοιλάδας Λιγώνας



Χάρτης 3.7 Χάρτης ασκούμενων πιέσεων στην κοιλάδα Λιγώνας

Επιμέρους γεώτοποι και σημεία ενδιαφέροντος

Στην περιοχή της κοιλάδας υπάρχουν σημαντικά στοιχεία που αποτελούν τεκμήρια της γεωμορφολογικής εξέλιξης, συνδέονται με την γεωμυθολογία της ευρύτερης περιοχής ή/και αποτελούν μνημεία που αναδεικνύουν την παρουσία του ανθρώπου και τη στενή του σχέση με το φυσικό περιβάλλον (Χάρτης 3.8 και Δελτίο Απογραφής Γεώτοπου).

i. Γεωμορφολογικά – Τεκτονικά

Εμφανίσεις ρηγμάτων

Εμφανίσεις Ιγνιμβρίτη

Στηλοειδείς κατατμήσεις

Πηγές

Μονοπάτι στηλοειδών κατατμήσεων

Ηφαιστειακοί δόμοι

Κρίκος του Αχιλλέα

ii. Ανθρωπογενή

Υδρόμυλοι

Παλιό λατομείο

Βοηθητικές εγκαταστάσεις

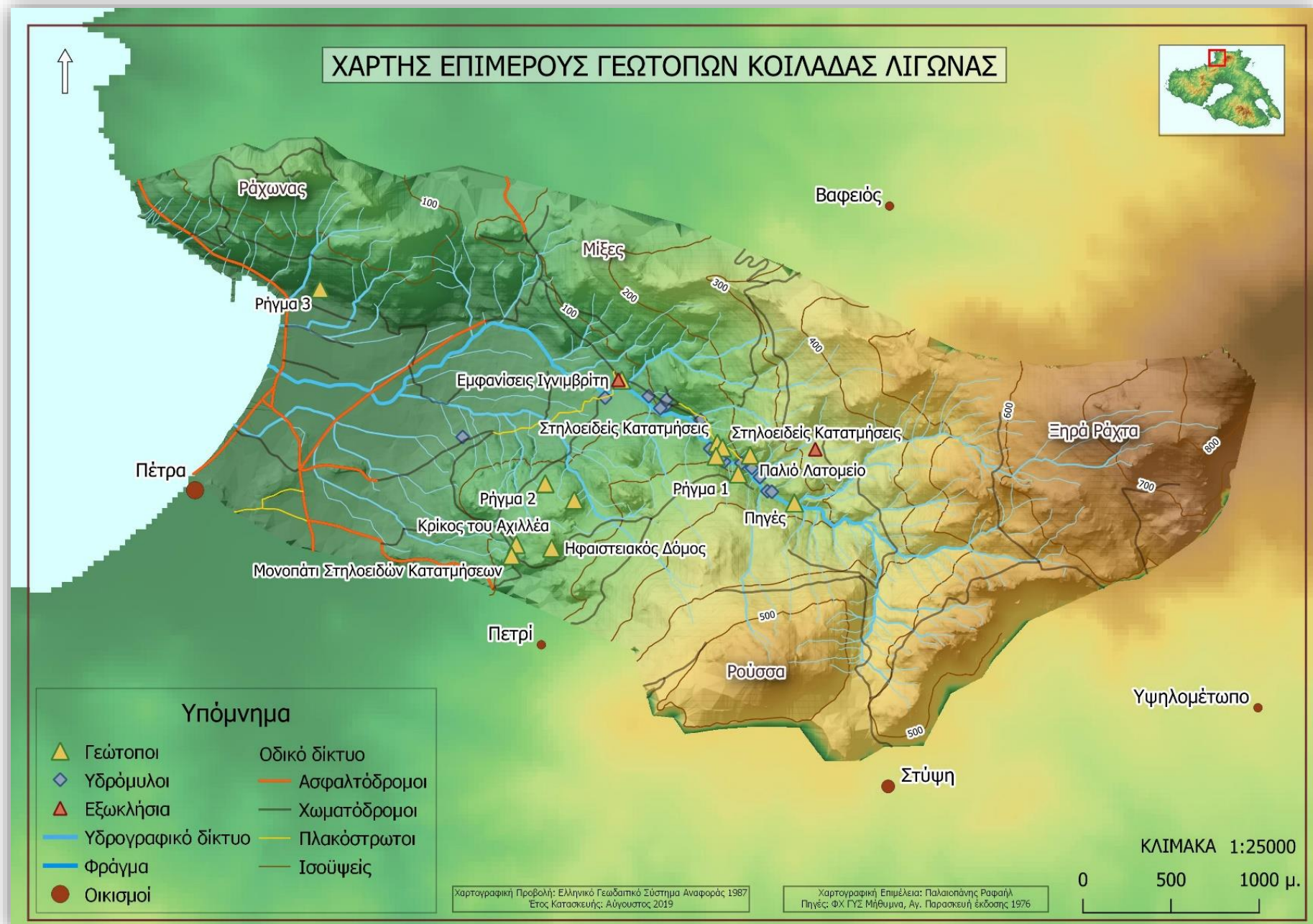
Μονοπάτια

Δίκτυα μεταφοράς νερού

Αναβαθμίδες

Εξωκλήσια

Προτείνεται για τα παραπάνω στοιχεία να συνεχιστεί η αναλυτική έρευνα, έτσι ώστε να αντληθούν επιπλέον πληροφορίες με σκοπό την πληρέστερη κατανόηση της δημιουργίας της κοιλάδας αλλά και των διαδοχικών φάσεων της εξέλιξής της καθώς και των δραστηριοτήτων και συστημάτων που αναπτύχθηκαν σε αυτή από τον άνθρωπο αλλά και των τρόπων με τους οποίους αυτά διαφοροποιήθηκαν με την πάροδο του χρόνου. Εν τέλει, όλα τα παραπάνω μπορούν, συνδυαστικά, να χρησιμοποιηθούν για τη συνολική ανάδειξη του γεώτοπου.



Χάρτης 3.8 Χάρτης επιμέρους γεωτόπων κοιλάδας Λιγώνας

Κεφάλαιο 4: Προτάσεις προστασίας, ανάδειξης και διαχείρισης του γεώτοπου

Η υλοποίηση των προτάσεων σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τη συμμετοχή και ενεργοποίηση της τοπικής κοινωνίας και βασική προϋπόθεση αποτελεί η ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και επιμόρφωση αυτής για τον γεώτοπο και τους τρόπους αξιοποίησής του. Οπότε, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό οι οποιεσδήποτε δράσεις να αφορούν σε πρώτο βαθμό αυτούς τους τομείς.

Γενικά

- i. Συντήρηση αγροτικής οδοποιίας και βελτίωση της προσβασιμότητας στην περιοχή των υδρόμυλων.
- ii. Καθαρισμός, συντήρηση μονοπατιών και πλακόστρωτων.
- iii. Βελτίωση σήμανσης περιπατητικών διαδρομών.
- iv. Σήμανση του μυλαύλακου.
- v. Σήμανση των σημείων ενδιαφέροντος.
- vi. Αναστήλωση υδρόμυλων.
- vii. Δημιουργία Μουσείου Υδροκίνησης (Φραντζέσκος & Δήμος Πέτρας, 2005) και περίπτερου ενημέρωσης των επισκεπτών.
- viii. Ειδική μέριμνα για την αύξηση της προσβασιμότητας σε άτομα με αναπηρίες με σκοπό την άρση του ιδιότυπου αποκλεισμού αυτών των ατόμων από την επαφή με το φυσικό περιβάλλον.

Εκπαιδευτικοί Σκοποί

- i. Δημιουργία αφήγησης (story map) με όλο το πληροφοριακό υλικό της εργασίας.
- ii. Διάθεση και χρήση του παραγόμενου story map στις σχολικές μονάδες της περιοχής για τη δημιουργία εικονικών ταξιδιών (virtual trips).
- iii. Τρισδιάστατη εκτύπωση του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους σε μικρή κλίμακα και χρήση του ως εκπαιδευτικού υλικού.
- iv. Οργάνωση εκπαιδευτικών σεναρίων.
- v. Σύνδεση με συγκεκριμένες θεματικές ενότητες των σχολικών βιβλίων.

- vi. Οργάνωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και σχεδίων διαθεματικής προσέγγισης (projects) με έμφαση στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και την ανάπτυξη της γεωγραφικής και χωρικής σκέψης.
- vii. Οργάνωση εκπαιδευτικών εκδρομών.
- viii. Προσέλκυση εκπαιδευτικών μονάδων και από άλλες περιοχές, ξενάγηση από τους μαθητές της περιοχής.

Επιμορφωτικοί σκοποί

- i. Διάθεση του παραγόμενου story map στην Τοπική Αυτοδιοίκηση, τοπικούς συλλόγους και φορείς για την κατά την κρίση τους χρήση.
- ii. Αξιοποίηση τοπικών φορέων για την προώθηση του γεώτοπου.
- iii. Διασύνδεση του story map με δημοφιλείς πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης με διακριτό τίτλο π.χ. Γεώτοπος Κοιλιάδας Λιγώνας.
- iv. Οργάνωση επιμορφωτικών σεμιναρίων, ομιλιών, διαλέξεων σε κάθε κοινότητα για την ενημέρωση του τοπικού πληθυσμού για τον γεώτοπο.
- v. Ενημέρωση τοπικού πληθυσμού για τις φυσικές διεργασίες και τη λήψη μέτρων προστασίας από την εκδήλωση πιθανών φυσικών κινδύνων.
- vi. Ενημέρωση επιχειρηματιών του πρωτογενούς τομέα για την αξία του γεώτοπου και την ανάγκη προστασίας και διατήρησής του.
- vii. Αξιοποίηση του κινήματος του Προσκοπισμού.
- viii. Χρήση του υλικού σε προγράμματα Δια βίου μάθησης.

Ερευνητικοί σκοποί

- i. Κατασκευή ΨΜΕ, μελέτη και ανάλυση για ολόκληρη την περιοχή του κόλπου της Πέτρας με σκοπό τη συνολική αξιοποίηση της περιοχής.
- ii. Χαρτογράφηση του γεώτοπου με τη χρήση μη επανδρωμένου αεροσκάφους – Σύγκριση μοντέλων.
- iii. Διάθεση ΨΜΕ και λοιπού υλικού για χρήση από ερευνητικούς φορείς, Τοπική Αυτοδιοίκηση, κ.λπ.
- iv. Περαιτέρω μελέτη του ανάγλυφου και των φυσικών διεργασιών που εξελίσσονται στον γεώτοπο.
- v. Καταγραφή στις αλλαγές χρήσεων γης.

- vi. Απογραφή και αξιολόγηση των σημείων ενδιαφέροντος.
- vii. Ψηφιοποίηση της πορείας του νερού και ψηφιακή αναπαράσταση αυτής.
- viii. Εκτίμηση φυσικών κινδύνων περιοχής (σεισμοί, πλημμύρες, τσουνάμι, πυρκαγιά) και εκπόνηση σχεδίων προστασίας.
- ix. Εκτίμηση οπτικής όχλησης χωροθέτησης δραστηριοτήτων κ.λπ.

Τουρισμός - Αναψυχή

- i. Οργάνωση ενημέρωσης και επίσκεψης στην κοιλάδα τοπικών επιχειρηματιών που σχετίζονται με τον τουρισμό για τις δυνατότητες αξιοποίησης του γεώτοπου.
- ii. Δημιουργία πολύγλωσσου έντυπου υλικού και διανομή σε τοπικές επιχειρήσεις για ενημέρωση των παραθεριστών.
- iii. Κατασκευή διαδραστικής πολύγλωσσης εφαρμογής, διαφημιστικών κ.λπ. και τοποθέτηση τους σε κεντρικά σημεία των τουριστικών κέντρων της περιοχής (Αναξο – Πέτρα – Μήθυμα).
- iv. Αξιοποίηση δράσεων τοπικών φορέων: (διοργάνωση εκδηλώσεων που σχετίζονται με την ιστορία και την παράδοση του γεώτοπου, την παραγωγή τοπικών προϊόντων, διοργάνωση αθλητικών δραστηριοτήτων, κ.λπ.).
- v. Ανάδειξη και προβολή του Τοπίου του γεώτοπου.
- vi. Στόχευση στην ανάπτυξη ήπιων μορφών τουρισμού (γεωτουρισμού, γευσιγνωσίας, ευεξίας, ποδηλατικού, περπατητικού, ορειβατικού).
- vii. Παραγωγή συνολικού προϊόντος που θα αναδεικνύει τον γεωλογικό πλούτο, την ιστορία και την παράδοση, τα τοπικά προϊόντα αλλά και τις δυνατότητες της περιοχής.

Συμπεράσματα

- i. Η χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συνολική μελέτη ενός γεώτοπου και την αποτύπωση χωρικής πληροφορίας και την οπτικοποίηση αυτής. Προσφέρει ακρίβεια, ταχύτητα, δυνατότητα πολλαπλής επεξεργασίας του υλικού και διαρκούς ενημέρωσης των δεδομένων και επαναληψιμότητα των διαδικασιών. Επίσης, μπορούν να παραχθούν, σε ψηφιακή μορφή και με σχεδόν μηδενικό κόστος, πληθώρα θεματικών επιπέδων.
- ii. Κρίσιμο ζήτημα αποτελεί το μέγεθος της κλίμακας και η ακρίβεια της ψηφιοποίησης έτσι ώστε τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων να οδηγούν σε ασφαλή και αξιοποιήσιμα συμπεράσματα.
- iii. Η επιλογή μεγάλης κλίμακας οδηγεί σε αναλυτική μελέτη, αποτύπωση και διερεύνηση φαινομένων, λειτουργιών, διεργασιών, αλλαγών και μεταβολών που σχετίζονται με τον χώρο.
- iv. Η κατασκευή, μεγάλης διακριτικής ικανότητας, Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους ενός γεώτοπου, μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη οπτικοποίηση του γεωμορφολογικού ανάγλυφου, να αποκαλύψει σε δύσβατες ή/και πυκνόφυτες περιοχές δομές - η/και συστήματα αυτών - που δεν είναι ορατά και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θεματικής πληροφορίας υψηλής ακρίβειας.
- v. Η μέθοδος κατασκευής ΨΜΕ με τη χρήση ισοϋψών καμπυλών και υψομέτρων κρίνεται ακριβής και αξιόπιστη, πάντα μέσα στα ορισθέντα πλαίσια ακρίβειας. Μειονεκτήματα αυτής αποτελούν ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την ψηφιοποίηση των δεδομένων, το επίπονο και κουραστικό της διαδικασίας και η αυξημένη πιθανότητα λάθους. Επίσης, σε περιοχές απότομων αλλαγών του ανάγλυφου, σε δομημένες περιοχές ή σε περιοχές του χάρτη που δεν υπάρχει ή δεν φαίνεται η πληροφορία δεν μπορούν να καλυφθούν με πληρότητα οι ελάχιστες απαιτήσεις ακρίβειας. Για τον έλεγχο όλου του μοντέλου αλλά ειδικότερα αυτών των περιοχών προτείνεται η χαρτογράφηση και δημιουργία ΨΜΕ με τη χρήση μη επανδρωμένου αεροσκάφους και η σύγκρισή τους.
- vi. Για τον συγκεκριμένο γεώτοπο διαπιστώνεται ότι λόγω της οικιστικής και τουριστικής ανάπτυξης της περιοχής, ασκούνται πιέσεις οι οποίες χρήζουν περαιτέρω και αναλυτικότερης μελέτης. Επίσης, υπάρχουν επιμέρους σημεία ενδιαφέροντος που χρήζουν προστασίας.

- vii. Ο γεώτοπος φέρει ισχυρά χαρακτηριστικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς, επιμορφωτικούς, επιστημονικούς και τουριστικούς σκοπούς.
- viii. Προτείνεται η εκπόνηση ολοκληρωμένου σχεδίου προστασίας, διαχείρισης και ανάδειξης του γεώτοπου, στους άξονες που έχει περιγράψει η παρούσα εργασία.

Συνοψίζοντας, η κοιλάδα της Λιγώνας αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των τρόπων με τους οποίους η γεωμορφολογία μιας περιοχής και η διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων καθορίζει τις μορφές ανάπτυξης της, αλλά και των μεθόδων με τις οποίες ο άνθρωπος αξιοποιεί αυτές τις δομές στην πάροδο του χρόνου.

Οι φυσικές διεργασίες για τη δημιουργία και την εξέλιξη της κοιλάδας, η δράση και χρήση του νερού, οι στηλοειδείς λάβες και οι εμφανίσεις ιγνιμβρίτη καθώς και τα ρήγματα αποτελούν βασικά γεωλογικά, τεκτονικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που αποδίδουν με επάρκεια και σαφήνεια την γεω – ιστορική εξέλιξη της περιοχής.

Οι υδρόμυλοι, οι βοηθητικές κατασκευές (κούλες, ντάμια, αλώνια, εκκλησίες, νεκροταφείο), τα δίκτυα μεταφοράς νερού (ύδρευση, άρδευση, μυλαύλακο), το οδικό δίκτυο (μονοπάτια, ντουσεμέδες, χωματόδρομοι), οι αναβαθμίδες και οι καλλιέργειες στην περιοχή αλλά και η προφορική παράδοση, η γεωμυθολογία της ευρύτερης περιοχής (Λεπέτυμος, Πετρί) και τα καταγεγραμμένα ιστορικά τεκμήρια αναδεικνύουν ένα ολοκληρωμένο και οργανωμένο χώρο – οικονομικό -κοινωνικό σύστημα καθώς και τις αλλαγές που έχουν επισυμβεί σε αυτό με την πάροδο του χρόνου.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο διακριτά, όσο και συνδυαστικά μεταξύ τους για ερευνητικούς, εκπαιδευτικούς και τουριστικούς σκοπούς.

Όσον αφορά τους επιστημονικούς σκοπούς, πέρα των καθαρά τεχνικών ζητημάτων, προτείνεται η μελέτη και η εκπόνηση σχεδίων για την προστασία και θωράκιση των οικισμών έναντι των φυσικών κινδύνων αλλά και την ενημέρωση και εκπαίδευση των κατοίκων. Επίσης, αναγκαία είναι και η περαιτέρω έρευνα για τα πιθανά μακροπρόθεσμα αποτελέσματα των ασκούμενων πιέσεων στην περιοχή.

Εστιάζοντας στην εκπαίδευση, ο γεώτοπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις σχολικές μονάδες (σε πρώτη φάση της περιοχής) για την καταγραφή, ανάδειξη και εμπέδωση εννοιών και λειτουργιών του χώρου καθώς και την ανάπτυξη διαθεματικών δραστηριοτήτων (projects) μέσα από την οπτική του μαθήματος της Γεωγραφίας με στόχο την καλλιέργεια της γεωγραφικής σκέψης των μαθητών και την ευαισθητοποίησή τους για το περιβάλλον. Εκτός από τα πλαίσια της τυπικής εκπαίδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί

για την ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και επιμόρφωση των τοπικών κοινωνιών σε θέματα που σχετίζονται με το χώρο.

Όσον αφορά στον τουρισμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο γεώτοπος ακόμη και ως έχει, για τον εμπλουτισμό του τουριστικού προϊόντος της περιοχής. Περαιτέρω, με τη χρήση της κοιλάδας ως πύλης εισόδου (πρώτης επαφής αλλά και πρόσβασης) μπορεί να αναπτυχθούν ποικίλες μορφές εναλλακτικού τουρισμού ευρύτερα στην περιοχή του ηφαιστείου του Λεπέτυμνου.

Εν κατακλείδι, με όλους αυτούς τους τρόπους, η Κοιλάδα μπορεί να ενταχθεί οργανικά στον κοινωνικό και οικονομικό ιστό της περιοχής, να αποτελέσει πόρο ανάπτυξης για αυτήν με τελικό σκοπό ο γεώτοπος να αποτελέσει σημείο αναφοράς και διάχυσης της τοπικής ανάπτυξης προς την ενδοχώρα και τους γειτονικούς οικισμούς με κατάργηση των γεωμορφολογικών και άλλων φραγμών της περιοχής.

Βιβλιογραφικές Παραπομπές

ArcGis 10.2.2, 2014. *Help*. [Ηλεκτρονικό] [Πρόσβαση 24 Σεπτέμβριος 2019].

athinodromio.gr/, χ.χ. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο:http://athinodromio.gr/wordpress_a/wp-content/uploads/2019/01/ChronostratChart2018.jpg?x80432
[Πρόσβαση 24 Αύγουστος 2019].

Gray, M., 2005. Geodiversity and Geoconservation: What, Why and How?. *The George Right Forum*, Issue 22.

Stanley, M., 2000. Geodiversity. *Earth Heritage*, Issue 14, pp. 15-18.

Tsoulos, L., Skopeliti, A. & Stamou, L., 2015. Γεωαναφορά. Στο: *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον*. Athens: Hellenic Academic Libraries Link.

USGS, 2019. <https://www.usgs.gov/faqs/what-difference-between-a-dem-and-a-dsm>. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο:
<https://www.usgs.gov/faqs/what-difference-between-a-dem-and-a-dsm>
[Πρόσβαση 26 Αύγουστος 2019].

Δούτσος, Θ., 2014. *Γεωλογία: αρχές και εφαρμογές*. Αθήνα: Liberal Books.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 1981. Ν. 1126/1981. *Περί κυρώσεως της εις Παρισίους την 23ην Νοεμβρίου 1972 υπογραφείσης Διεθνούς Συμβάσεως δια την προστασίαν της Παγκοσμίου Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς (ΦΕΚ Α' 32 / 10.02.1981)*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2003. *Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών υποχρεωτικής εκπαίδευσης (ΦΕΚ Β' 1196 / 13.3.2003)*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2014. «*Αποτελέσματα της Απογραφής Πληθυσμού–Κατοικιών 2011 που αφορούν στο Μόνιμο Πληθυσμό της Χώρας (ΦΕΚ Β' 698/20-03-2014)*». Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2016. Ν. 4389/2016. *Επείγουσες διατάξεις για την εφαρμογή της συμφωνίας δημοσιονομικών στόχων και διαρθρωτικών μεταρρυθμίσεων και άλλες διατάξεις. (ΦΕΚ Α' 94 / 27.5.2016)*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2019. *Προσωρινή είσοδος - έξοδος ατόμων από τους λιμένες Καλύμνου, Πέτρας Λέσβου, Αγίας Μαρίνας Λέρου, Καρλοβασίου Σάμου και από τους αερολιμένες Χίου και Καρπάθου. (ΦΕΚ Β' 1559 / 08.05.2019)*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

Ζούρος, Ν., 2018. *Διδακτικές Σημειώσεις του Μαθήματος "Σχεδιασμός και αξιοποίηση γεωτόπων"*. Μυτιλήνη: Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ζούρος, Ν. & Κίζος, Α., 2017. *Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος "Γεωγραφία της Ελλάδας"*. Μυτιλήνη: Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ζούρος, Ν., Μουντράκης, Δ., Βελιτζέλος, Ε. & Σουλακέλλης, Ν., 1999. *Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Σίγρι, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, pp. 565-585.

Ζούρος, Ν. και συν., 2015. *Οδηγός Γεωπάρκου Λέσβου*. Μυτιλήνη: Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου.

Ιωσηφίδης, Θ., 2008. *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ.

Κακαλής, Ε., 2009. <http://www.ypeka.gr/>. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=28pvsqd%2BcBw%3D&tabid=572> [Πρόσβαση 30 Αύγουστος 2019].

Κάτσιος, Ι. & Τσάτσαρης, Α., 2014. *Διαλέξεις Θεματικής Χαρτογραφίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Δίσιγμα.

Κλωνάρη, Α., 2018. *Διδακτικές σημειώσεις του μαθήματος "Διδακτική της Γεωγραφίας"*. Μυτιλήνη: Τμήμα Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Κουτσόπουλος, Κ., 2017. *Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών & ανάλυση χώρου*. 2η επιμ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα.

Μουντράκης, Δ., 2010. *Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Μουντράκης, Δ., χ.χ. <http://www.geo.auth.gr/>. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο: <http://www.geo.auth.gr/871/ch5.htm> [Πρόσβαση 24 Σεπτέμβριος 2019].

Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, χ.χ. www.lesvosmuseum.gr/. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο: www.lesvosmuseum.gr/site/home/library/images/edition/ekpedeftikes_ekdosis/geologikos_xartis.csp [Πρόσβαση 24 Σεπτέμβριος 2019].

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011. *Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα Γεωλογία - Γεωγραφία του Γυμνασίου, Οδηγός εκπαιδευτικού*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Παπανικολάου, Δ. & Σίδερης, Χ., 2015. *Γεωλογία, η επιστήμη της Γης*. Αθήνα: Πατάκη.

Παυλίδης, Σ., 2007. *Παν-Γαία (Παγγαία) μια διαφορετική βιο-γεωλογική διαδρομή στον πλανήτη ΓΗ*. Αθήνα: Leader Books ΑΕ.

Παυλόπουλος, Κ., 2011. *Γεωμορφολογία, Εφαρμογές στις γεωεπιστήμες*. Περιστέρι: Ίων.

Σολιδάκης, Μ., χ.χ. <http://www.meleth.gr/Topo.html>. [Ηλεκτρονικό] Διαθέσιμο στο: <http://www.meleth.gr/Topo.html> [Πρόσβαση 29 Αύγουστος 2019].

Φραντζέσκος, Σ. & Δήμος Πέτρας, 2005. *Οι υδρόμυλοι της Λιγώνας*. Ν. Σμύρνη: Τοπίο.

Χατζόπουλος, Ι. Ν., 2012. *Γεωχωροπληροφορική Τοπογραφία*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.

Παράρτημα

ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΓΕΩΤΟΠΟΥ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ: 001

ΟΝΟΜΑ ΓΕΩΤΟΠΟΥ: Κοιλιάδα Λιγώνας

ΑΛΛΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΓΕΩΤΟΠΟΙ: Ηφαιστειακοί Λόμοι, Στηλοειδείς Λάβες, Πηγές Λιγώνας, Εμφανίσεις Ιγνιμβρίτη, Κρίκος του Αχιλλέα, Υδρόμυλοι, Εξοκλήσια

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Βορείου Αιγαίου
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	Λέσβου
ΔΗΜΟΣ	Δυτικής Λέσβου
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	Πέτρα
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	39° 19' 46.94'' 26° 12' 32.08''
ΦΥΛΛΟ ΧΑΡΤΗ	ΜΗΘΥΜΝΑ
ΥΨΟΜΕΤΡΟ	0 – 872 m
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (ΕΜΒΑΔΟΝ)	8,77 km ²
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (ΜΗΚΟΣ, ΠΛΑΤΟΣ)	Μήκος: 6 km, Πλάτος: 2km

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΓΕΩΤΟΠΟΥ

Διεθνούς ενδιαφέροντος	
Ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος	
Εθνικού ενδιαφέροντος	
Περιφερειακού ενδιαφέροντος	X
Τοπικού ενδιαφέροντος	

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ:

Δημόσιο, Δημοτικό, Ιδιωτικό

ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Γεωπάρκο Λέσβου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Ερευνητική Ομάδα	
Κέντρο Πληροφόρησης	
Μουσείο	Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Λάσους Λέσβου
Ερευνητικό Ίδρυμα	Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΠΡΟΣΒΑΣΗ

Άριστη	
Καλή	Η πρόσβαση στην κοιλάδα γίνεται μέχρι ενός σημείου από ασφαλτοστρωμένο δρόμο από

	τον οικισμό της Πέτρας. Επίσης υπάρχουν προσβάσεις από χωματόδρομους και από τους υπόλοιπους οικισμούς, που χρήζουν συντήρησης (Βαφειό, Στύψη, Πετρί)
Φτωχή	
Πολύ δύσκολη	
Μόνο με ειδική άδεια	

ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΤΟΠΟΥ

Επιστημονική	Πεδίο έρευνας για τις λειτουργίες ενός ηφαιστείου, τις συνθήκες δημιουργίας στηλοειδών λαβών και των διάφορων φάσεων γεωλογικής εξέλιξης της περιοχής καθώς και των υδρολογικών λειτουργιών.
Διδακτική	Χρήση από όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης για την κατανόηση της δημιουργίας και εξέλιξης μιας κοιλάδας, της γεωλογικής ιστορίας της περιοχής και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων σε αυτή.
Τουριστική	Ανάπτυξη ήπιων μορφών εναλλακτικού τουρισμού
Πολιτιστική	Ανάδειξη του πολιτισμικού τοπίου και τον παραγόμενων σε αυτό προϊόντων και υπηρεσιών.
Άλλη	-

ΒΙΟΤΙΚΑ – ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ – ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΤΟΠΟΥ

Τύπος Οικότοπου	-
Χλωρίδα	Ελαιώνες, παραποτάμια βλάστηση (φτέρη, πλατάνια, κισσοί), καρποφόρα (καρυδιές, συκιές, κορομηλιές, κερασιές)
Πανίδα	Περσικός σκίουρος (γαλιά), οθωμανική οχιά, αλεπούδες, πέρδικες, κροκοδειλάκι, νυχτερίδες, ενδιαίτημα μεταναστευτικών πουλιών
Μυθολογική σημασία	Σε γεωλογικό σχηματισμό έδεσε ο Αχιλλέας το πλοίο του. Ο Λεπέτυμος νυμφεύθηκε την κόρη του βασιλιά της Λέσβου Μάκαρα, Μήθυμα
Μνημεία	Υδρόμυλοι Λιγώνας, Εξοκλήσια Αγίας Φωτεινής, Αγίου Δημητρίου
Ιστορικός τόπος	-
Άλλα ανθρωπογενή στοιχεία	Δίκτυα μεταφοράς νερού, αλώνια, αγροτικά σπίτια

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ιστορία / Ημερομηνία αναγνώρισης	Νήσος Λέσβος – Παγκόσμιο Γεωπάρκο Unesco / 2015
----------------------------------	---

Φορέας Διαχείρισης	Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Α.Α.Α
Καθεστώς διαχείρισης	GR4110012 Βόρεια Λέσβος
Απειλές για τη διατήρηση	Μη ευαισθητοποίηση πληθυσμού σε θέματα διατήρησης της γεωποικιλότητας, πιέσεις από την τουριστική και οικιστική ανάπτυξη, ρύπανση από καλλιέργειες και κτηνοτροφία
Τεκμηρίωση	-
Συλλογές	-

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΚΥΡΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	Κοιλάδα
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	Ηφαιστειακά: Ιγνιμβρίτης, Ανδεσίτης Χερσαίες αποθέσεις
ΗΛΙΚΙΑ	17 Ma
ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ	Πελαγονική
ΠΑΛΑΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	-
ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ	-
ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΑ ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	-
ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ	Ρήγματα, τεκτονικές αναβαθμίδες
ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ	Χερσαίες αποθέσεις. Ηφαιστειακά πετρώματα
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	Αποσάθρωση, Διάβρωση, Μεταφορά, Απόθεση
ΘΕΣΕΙΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ	Παλιό λατομείο χρήση ανδεσιτικών λαβών για την κατασκευή των υδρόμυλων
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	Υδρόμυλοι, δίκτυα μεταφοράς νερού, φράγμα, πλακόστρωτα

ΣΥΝΟΛΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ

Η κοιλάδα της Λιγώνας αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των τρόπων με τους οποίους η γεωμορφολογία μιας περιοχής και η διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων καθορίζει τις μορφές ανάπτυξης μιας περιοχής αλλά και με ποιους τρόπους και μεθόδους ο άνθρωπος αξιοποιεί αυτές τις δομές στην πάροδο του χρόνου. Οι φυσικές διεργασίες για τη δημιουργία και την εξέλιξη της κοιλάδας, η δράση και χρήση του νερού, οι στηλοειδείς λάβες και οι εμφανίσεις ιγνιμβρίτη αποτελούν βασικά γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που αποδίδουν με επάρκεια και σαφήνεια την γεω – ιστορική εξέλιξη της περιοχής. Οι υδρόμυλοι, οι βοηθητικές κατασκευές (κούλες, ντάμια, αλώνια, εκκλησίες, νεκροταφείο), τα δίκτυα μεταφοράς νερού (ύδρευση, άρδευση, μυλάυλακο), το οδικό δίκτυο (μονοπάτια, ντουσεμέδες, χωματόδρομοι), οι αναβαθμίδες και οι καλλιέργειες στην περιοχή αλλά και η προφορική παράδοση, η γεωμυθολογία της ευρύτερης περιοχής (Λεπέτυμος, Πετρί) και τα καταγεγραμμένα ιστορικά τεκμήρια

αναδεικνύουν ένα ολοκληρωμένο και οργανωμένο χώρο – οικονομικό -κοινωνικό σύστημα καθώς και τις αλλαγές που έχουν επισυμβεί με την πάροδο του χρόνου.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο διακριτά, όσο και συνδυαστικά μεταξύ τους για ερευνητικούς, εκπαιδευτικούς και τουριστικούς σκοπούς. Εστιάζοντας στην Εκπαίδευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις σχολικές μονάδες (σε πρώτη φάση της περιοχής) για την καταγραφή, ανάδειξη και εμπέδωση εννοιών και λειτουργιών του χώρου καθώς και την ανάπτυξη διαθεματικών δραστηριοτήτων (projects) μέσα από την οπτική του μαθήματος της Γεωγραφίας με στόχο την καλλιέργεια της γεωγραφικής σκέψης των μαθητών. Εκτός από τα πλαίσια της τυπικής εκπαίδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και επιμόρφωση των τοπικών κοινωνιών σε θέματα που σχετίζονται με το χώρο.

Όσον αφορά τον Τουρισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο γεώτοπος, ακόμη και ως έχει, για τον εμπλουτισμό του τουριστικού προϊόντος της περιοχής. Περαιτέρω, με τη χρήση της κοιλάδας ως πύλης εισόδου (πρώτης επαφής αλλά και πρόσβασης) μπορεί να αναπτυχθούν ποικίλες μορφές εναλλακτικού τουρισμού ευρύτερα στην περιοχή του ηφαίστειου του Λεπέτυμνου.

Με όλους αυτούς τους τρόπους μπορεί η Κοιλάδα να ενταχθεί στον κοινωνικό ιστό της περιοχής και να αποτελέσει πόρο ανάπτυξης.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

--

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

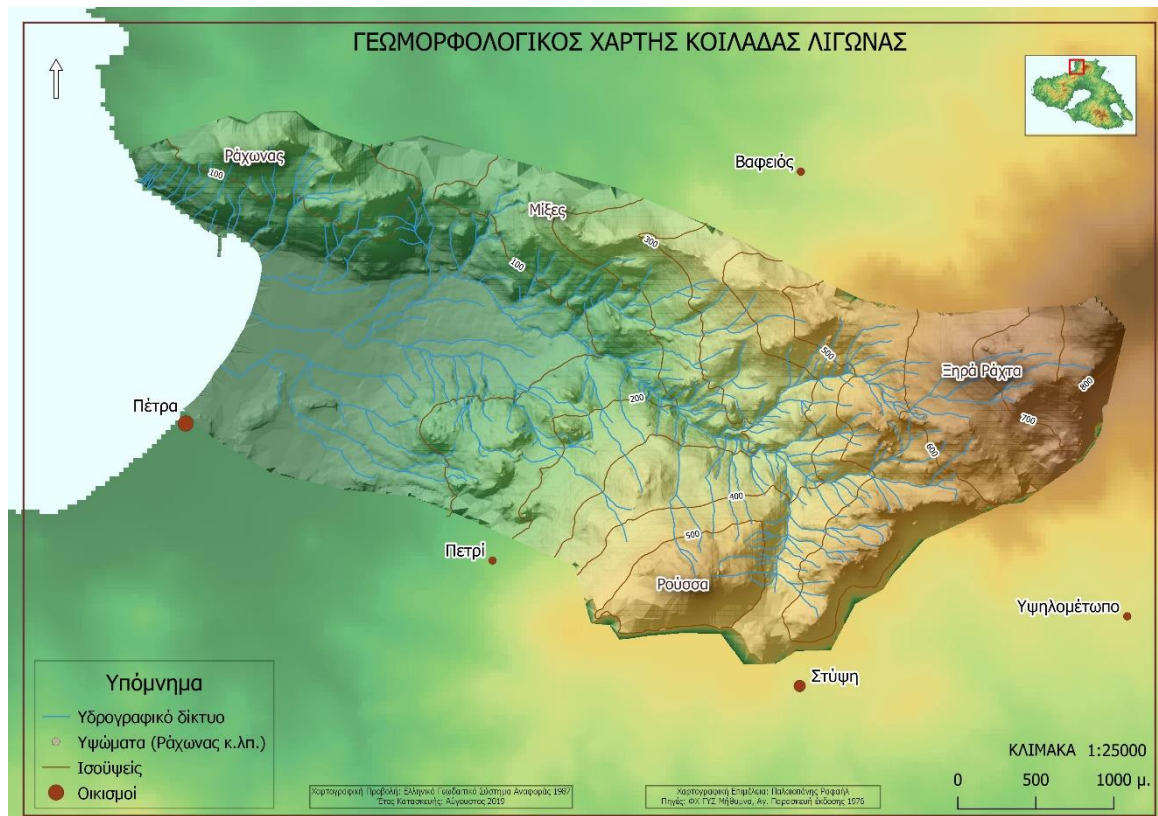
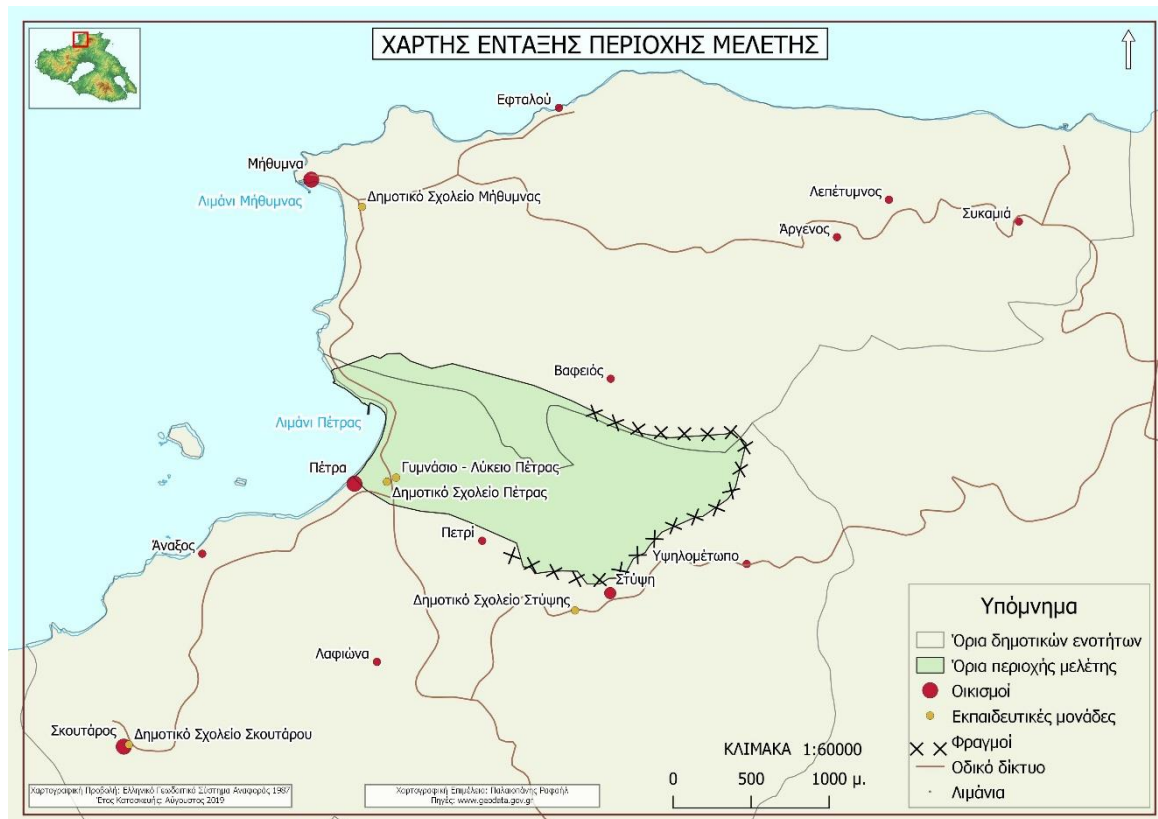
<http://www.mytilene.gr/wp-content/uploads/2016/07/%CE%A3%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%B7%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF%20%CE%94%CE%AE%CE%BC%CE%BF%CF%85%20%CE%9B%CE%AD%CF%83%CE%B2%CE%BF%CF%85.pdf> (ανακτήθηκε την 22/03/2019).

<https://filotis.itia.ntua.gr/biotopes/c/GR4110012/> (ανακτήθηκε την 20/03/2019)

Φραντζέσκος, Σ. & Δήμος Πέτρας, 2005. *Οι υδρόμυλοι της Λιγώνας*. Ν. Σμύρνη: Τοπίο.

Οι φωτογραφίες προέρχονται από το προσωπικό μου αρχείο

ΧΑΡΤΕΣ, ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ, ΣΚΙΤΣΑ





Εικόνα 1 Άποψη της κοιλάδας από δυτικά



Εικόνα 2 Άποψη της κοιλάδας από ανατολικά



Εικόνα 3 Αποψη της κοιλάδας από βορειοανατολικά



Εικόνα 4 Φράγμα



Εικόνα 5 Δίκτυο μεταφοράς νερού



Εικόνα 6 Συλλογή ομβρίων και αξιοποίηση για άρδευση



Εικόνα 7 Σηλοειδείς κατατιμήσεις



Εικόνα 8 Διάφορες φάσεις και κατευθύνσεις ανόδου του μάγματος και στερεοποίησής του



Εικόνα 9 Σηλοειδείς καταμήσεις



Εικόνα 10 Σηλοειδείς καταμήσεις



Εικόνα 11 Διαφορετικός βαθμός διάρρηξης των κατατιμήσεων



Εικόνα 12 Υδρόμωλοι



Εικόνα 13 Εντοιχισμένη πλάκα σε υδρόμυλο



Εικόνα 14 Αγροτική κατοικία (κούλα)



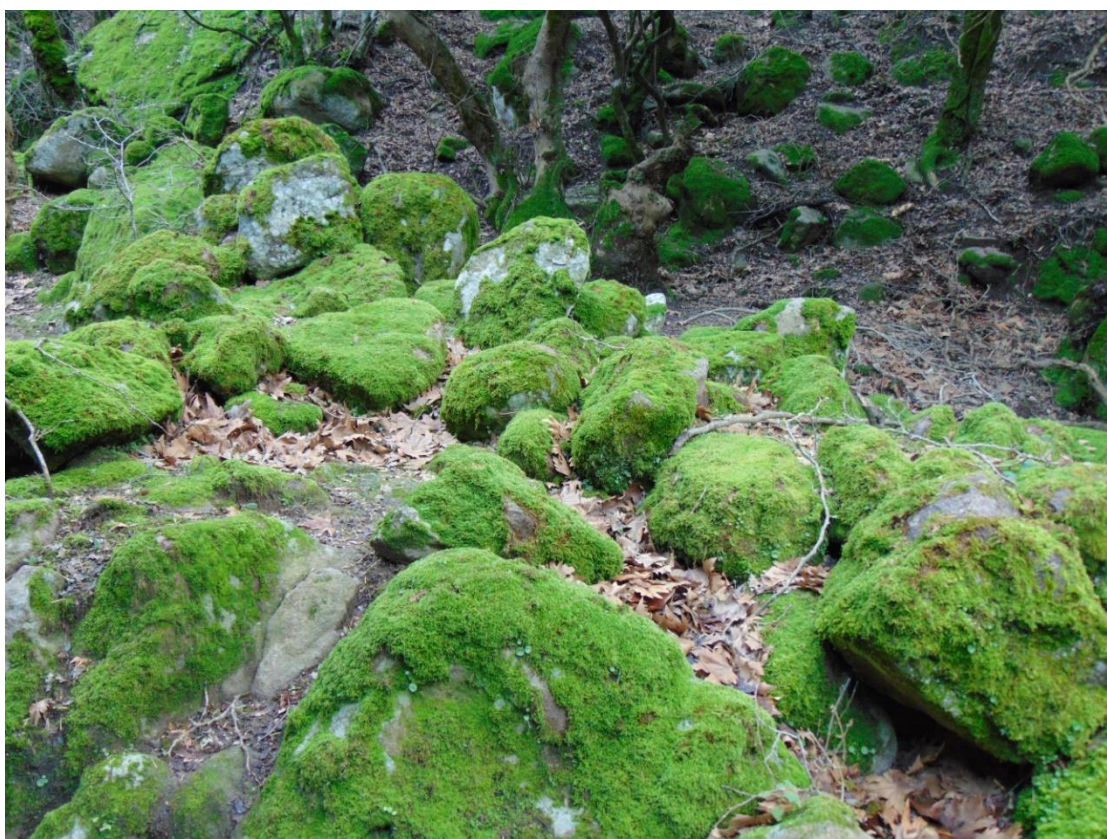
Εικόνα 15 Πλακόστρωτο (ντουσεμές)



Εικόνα 16 Παλιό λατομείο



Εικόνα 17 Βαθμός διάβρωσης (μεγάλα τεμάχια, ακμές)



Εικόνα 18 Βαθμός διάβρωσης (μικρά τεμάχια, αποστρογγυλεμένα)



Εικόνα 19 Ηφαιστειακός δόμος



Εικόνα 20 Ηφαιστειακός δόμος



Εικόνα 21 Ιγνιμβρίτης με τις χαρακτηριστικές φλόγες στρογγυλές και όχι πεπλατυσμένες



Εικόνα 22 Πηγές Λιγόνας



Εικόνα 23 Ρήγμα 1



Εικόνα 24 Ρήγμα 2



Εικόνα 25 Αγία Φωτεινή (Αγιά Φωτιά)



Εικόνα 26 Άγιος Δημήτριος (Μοναστηρέλια)



Εικόνα 27 Γεωμορφολογικός σχηματισμός (Κρίκος του Αχιλλέα)



Εικόνα 28 Μονοπάτι στηλοειδών κατατμήσεων



Εικόνα 29 Αναβαθμίδες (σέτια)



Εικόνα 30 Διάρθρωση βλάστησης



Εικόνα 31 Κροκοδειλάκι (Stellagama stellio)



Εικόνα 32 Νυχτερίδες μέσα στους υδατόπυργους



Εικόνα 33 Οικιστική διάχυση



Εικόνα 34 Ρύπανση από κτηνοτροφικές μονάδες



Εικόνα 35 Ρυπογόνες δραστηριότητες πλησίον του ρέματος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΞΙΑΣ ΓΕΩΤΟΠΟΥ

Κοιλάδα Λιγώνας

ΚΡΙΤΗΡΙΟ		Μέγιστη Βαθμο- λογία (Bmax)	ΒΑΘΜΟ- ΛΟΓΙΑ	Συντ/στής Βαρύτητας (S)	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
1. Επιστημονική αξία				40	1.1 Η δομή είναι ολοκληρωμένη, ενώ διατηρούνται ολοκληρωμένες οι επιμέρους ενότητες της κοιλάδας και του ρέματος. Επίσης, παρουσιάζει μικρές επιμέρους αλλοιώσεις και φθορές που σχετίζονται με την οικιστική πίεση.. 1.2, 1.3, 1.4 Για αυτά τα κριτήρια η δομή κατατάσσεται σε περιφερειακό επίπεδο αφού αντίστοιχες δομές υπάρχουν σε όλα τα ανώτερα επίπεδα κατάταξης
	1.1 Ακεραιότητα	10	8		
	1.2 Σπανιότητα	10	4		
	1.3 Αντιπροσωπευτικότητα	10	4		
	1.4 Σπουδαιότητα	10	4		
Σύνολο		40	20		
2. Εκπαιδευτική αξία				10	
	2.1. Χρήση γεώτοπου για την υλοποίηση εκπαιδευτικού προγράμματος	10	10		2.1 Είναι δυνατή η χρήση του γεώτοπου από όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες για την κατανόηση της δημιουργίας και εξέλιξη της κοιλάδας, των φυσικών διεργασιών καθώς και του κοινωνικο - οικονομικού συστήματος που αναπτύχθηκε από τον άνθρωπο.
Σύνολο		10	10		
3. Γεωποικιλότητα				10	
	3.1. Αριθμός γεωλογικών - γεωμορφολογικών δομών	10	5		3.1 Ύπαρξη επιμέρους γεωμορφών: Εμφανίσεις ιγνιμβρίτη, στηλοειδείς κατατμήσεις, ρήγματα, ηφαιστειακοί δόμοι
Σύνολο		10	5		
4. Οικολογική αξία				5	
	4.1. Αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο	10	5		4.1 Ζώνη Ειδικής Προστασίας

Σύνολο		10	5	GR4110012 Βόρεια Λέσβος
5. Αισθητική αξία				5
5.1. Αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο		10	0	5.1 Δεν υπάρχει
Σύνολο		10	0	
6. Πολιτιστική αξία				10
6.1. Αναγνώριση σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο		10	0	6.1 Δεν υπάρχει 6.2 Ύπαρξη αναβαθμιδών (σέτια)
6.2. Άυλη πολιτιστική κληρονομιά		10	5	
Σύνολο		5	5	
7. Πιθανοί κίνδυνοι και ανάγκες προστασίας				10
7.1. Νομική προστασία		10	4	7.1 Για όλο το τμήμα του γεώτοπου ως ΖΕΠ
7.2. Τρωτότητα		10	7	7.2 Παρουσιάζει σχετικά υψηλό βαθμό τρωτότητας κυρίως λόγω της οικιστικής επέκτασης, της τουριστικής ανάπτυξης και της ρύπανσης από τις καλλιέργειες και την κτηνοτροφία.
Σύνολο		20	11	
8. Δυναμικό αξιοποίησης				10
8.1. Αναγνωρισιμότητα		10	4	8.1 Παρουσιάζει χαμηλή αναγνωρισιμότητα
8.2. Γεωγραφική κατανομή		10	5	8.2 Ο γεώτοπος δεν καλύπτει σημαντική έκταση σε σχέση με την συνολική έκταση του νησιού (0,5%)
8.3. Προσβασιμότητα		10	8	8.3 Η πρόσβαση γίνεται μέσω επαρχιακών οδών και δικτύου χωματόδρομων.
8.4. Επισκεψιμότητα-Οικονομικό δυναμικό		10	9	8.4 Ο βαθμός επισκεψιμότητας είναι μικρός αλλά μπορεί να ενισχυθεί αφού η περιοχή αποτελεί έναν από τους πιο τουριστικούς προορισμούς του νησιού
Σύνολο		40	26	
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΟΠΟΥ				52

