



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ ΤΣΩΝΗ

ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2024





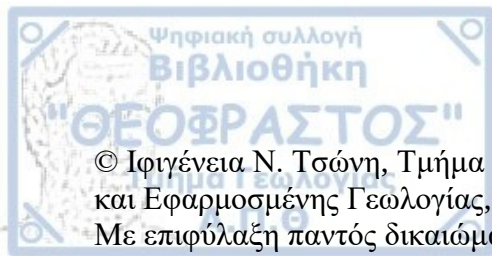
Ιφιγένεια Τσώνη
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 6114

ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής
και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Επιβλέπων

Κατριβάνος Εμμανουήλ



© Ιφιγένεια Ν. Τσώνη, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ – *Διπλωματική Εργασία*

© Ifigeneia N. Tsoni, School of Geology, Dept. of Structural, Historical & Applied Geology, 2024

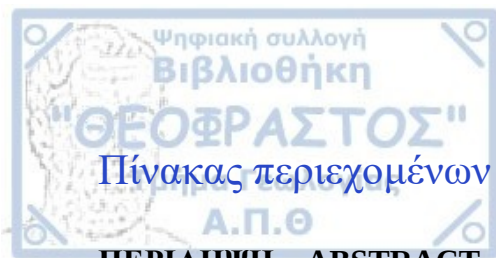
All rights reserved.

Georoutes in the wider area of eastern Thessaloniki – *Bachelor Thesis*

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

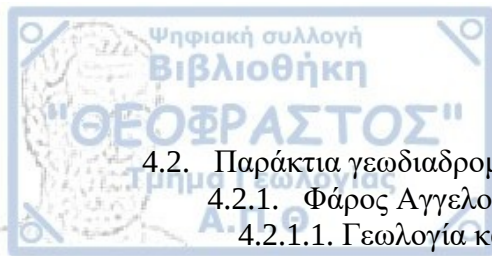
Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: Πτυχές σε φυλλίτες της Περιοδοπικής ζώνης



ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ABSTRACT ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1. Βασικές έννοιες	
1.1.1. Γεώτοπος	
1.1.2. Γεωποικιλότητα	
1.1.3. Γεωκληρονομιά	
1.1.4. Γεωδιατήρηση	
1.1.5. Γεωτουρισμός	
1.1.6. Ποσοτική αξιολόγηση γεωτόπων	
2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	19
2.1. Γεωγραφική θέση	
2.2. Γεωτεκτονικό περιβάλλον	
2.3. Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών και τεκτονικής	
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗΣ ΚΟΜΒΩΝ ΓΕΩΤΟΠΟΥ	23
3.1. Εύρεση πληροφοριών	
3.2. Συλλογή χαρτών	
4. ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	29
4.1. Ορεινή γεωδιαδρομή (εντός Δ. Πυλαίας-Χορτιάτη)	
4.1.1. Λατομείο Ασβεστοχωρίου «Αργυρώ»	
4.1.1.1. Γεωλογική αξία του λατομείου	
4.1.1.2. Χαρτογράφηση σπηλαίων ως γεωμορφές	
4.1.1.3. Ρήγμα Ασβεστοχωρίου	
4.1.2. Λατομείο Ασβεστοχωρίου: παρεκκλήσι Προφήτη Ηλία	
4.1.2.1. Γεωλογική ιστορία της περιοχής	
4.1.2.2. Τεκτονική περιοχής (καθρέπτης ρήγματος)	
4.1.2.3. Ασβεστοκάμινοι	
4.1.3. Κόμβοι γεωμορφών στην ευρύτερη περιοχή του Χορτιάτη	
4.1.3.1. Γεωλογία και τεκτονική	
4.1.3.2. Σπήλαιο «Αρκουδότρυπα»	
4.1.3.3. Πτυχές Φυλλιτών (προς Άγιο Βασίλειο)	
4.1.3.4. Ρωμαϊκό Υδραγωγείο (τα qanat του Χορτιάτη)	



4.2. Παράκτια γεωδιαδρομή (εντός Δ. Θερμαϊκού)	
4.2.1. Φάρος Αγγελοχωρίου	
4.2.1.1. Γεωλογία και τεκτονική Αγγελοχωρίου	
4.2.1.2. Απολιθωματοφόρα θέση χελώνας	
4.2.1.3. Διασταυρούμενη στρώση ιζηματογενών αποθέσεων	
4.2.2. Λιμνοθάλασσα Αλυκής Αγγελοχωρίου	
4.2.2.1. Γεωλογία της λιμνοθάλασσας	
4.2.2.2. Παράκτιες διεργασίες δημιουργίας της Αλυκής Αγγελοχωρίου	
4.2.2.3. Βιοποικιλότητα Αλυκής Αγγελοχωρίου (Natura 2000)	
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	61
ΠΙΝΑΚΕΣ	63
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι γεωδιαδρομές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία διακρίνονται σε αυτή των ορεινών περιοχών της βορειοανατολικής Θεσσαλονίκης και στην παράκτια ζώνη αυτής, νοτιοανατολικά της πόλης. Οι περιοχές μελέτης της ορεινής γεωδιαδρομής εκτείνονται από το Ασβεστοχώρι έως τον Χορτιάτη, με τα επικρατούντα πετρώματα να είναι κυρίως ασβεστόλιθοι και φυλλίτες. Κομβικά σημεία που αναφέρονται και αξιολογούνται ως σημεία υψηλής γεωλογικής σημασίας, αποτελούν τα λατομεία του Ασβεστοχωρίου, σπήλαια και καρστικές δομές και χαρακτηριστικές εμφανίσεις θέσεων ρηγμάτων και πτυχώσεων. Στην παράκτια γεωδιαδρομή, κατά μήκος του Θερμαϊκού κόλπου, με σημεία ενδιαφέροντος την περιοχή του Αγγελοχωρίου και της Μηχανιώνας, καταγράφεται μία ποικιλία γεωμορφών όπως απολιθωματοφόρες θέσεις, ορυκτά αξίας, καθώς επίσης και θέση υγροτόπου λιμνοθάλασσας του Αγγελοχωρίου. Η ιδιαιτερότητα και σπανιότητα των μορφών που χαρτογραφούνται στις θέσεις μελέτης της εργασίας, αποτελούν βασικό κριτήριο για τη χάραξη των συγκεκριμένων προτεινόμενων γεωδιαδρομών, οι οποίες αποσκοπούν στην ανάδειξη των χώρων με σπουδαίο γεωλογικό ενδιαφέρον. Με την παρουσίαση αυτών στην γεωλογική και ευρύτερη επιστημονική κοινότητα, κρίνεται σπουδαία η μέριμνα των χώρων ανάδειξης και η προστασία αυτών από την εντατική εκμετάλλευση και παραμέληση.



Abstract

The georoutes that have been studied in this paper are distinguished between the mountainous areas of northeastern Thessaloniki and the coastal zone, southeast of the city center. The study areas of the mountainous georoute extend from Asvestochori to Chortiatis, with the predominant rocks being mainly limestone and phyllites. Key points that are mentioned and evaluated as points of high geological importance are the quarries of Asvestochori, caves and karstic structures and characteristic occurrences of fault locations. In the coastal geodistrict, along the Thermaikos Gulf, with points of interest in the area of Angelochori and Michaniona, a variety of geomorphs such as fossiliferous sites, minerals of value and a wetland lagoon site of Angelochori, are recorded. The peculiarity and rarity of the morphs mapped at the study sites in this paper constitute a key element for the proposed georoutes that are intended to highlight sites of significant geological interest. By presenting these to the geological and wider scientific community, it is considered important to take care of the sites for highlighting and protecting them from the intense exploitation and neglect.



Η παρούσα μελέτη αποτελεί διπλωματική εργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών, στο τμήμα Γεωλογίας, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η ερευνητική προσπάθεια στοχεύει στην εύρεση σημαντικής γεωκληρονομιάς στην ευρύτερη περιοχή της ανατολικής Θεσσαλονίκης εντός του Δήμου Πυλαίας-Χορτιάτης και του Δήμου Θερμαϊκού. Αποσκοπεί στην χαρτογράφηση πιθανών γεωδιαδρομών και προϋπόθεση είναι η έρευνα στην ύπαιθρο. Η μελέτη των κόμβων μίας γεωδιαδρομής, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την διατήρηση περιοχών υψηλής γεωλογικής αξίας. Η ανάδειξη των πολυπληθών γεωμορφών που στεγάζονται τόσο στην ορεινή όσο και στην παράκτια γεωδιαδρομή της ανατολικής Θεσσαλονίκης, θα αποτελέσει πρόσφορο έδαφος στην προστασία και διατήρησή τους. Οι κόμβοι επιλογής και μελέτης συγκεντρώνονται σε μία ενιαία μονάδα χαρτογράφησης, η οποία αφορά κατά κύριο λόγο την γεωλογική επιστημονική κοινότητα με ενασχόληση στην ανάδειξη γεωτόπων.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Επιβλέποντα της Πτυχιακής Διπλωματικής εργασίας, Δρ. Εμμανουήλ Κατριβάνο, ΕΔΙΠ τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ., για την σταθερή και εξαιρετική συνεργασία. Ευχαριστώ επίσης τον Δρ. Γεώργιο Λαζαρίδη, ΕΔΙΠ τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ., για την προθυμία, υπόδειξη θέσεων και ευκαιρία να εργαστώ μαζί του στο πεδίο, καθώς και την συνάδελφο και φίλη Μιχαέλα Βρεττού, για την συμμετοχή της στην μελέτη υπαίθρου. Ευχαριστώ επίσης, τον Δρ. Χρήστο Στεργίου, για την υπόδειξη θέσεων και την συνεργασία. Σε αυτή την ερευνητική προσπάθεια πρέπει να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που διευκόλυναν την πραγμάτωση της μελέτης μου, παρέχοντας πρόσβαση σε δύσβατα σημεία εργασίας. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια και τους φίλους μου που αγκάλιασαν και ενθάρρυναν το έργο μου μέχρι το τέλος.



Αφιερωμένο στη γιαγιά μου.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

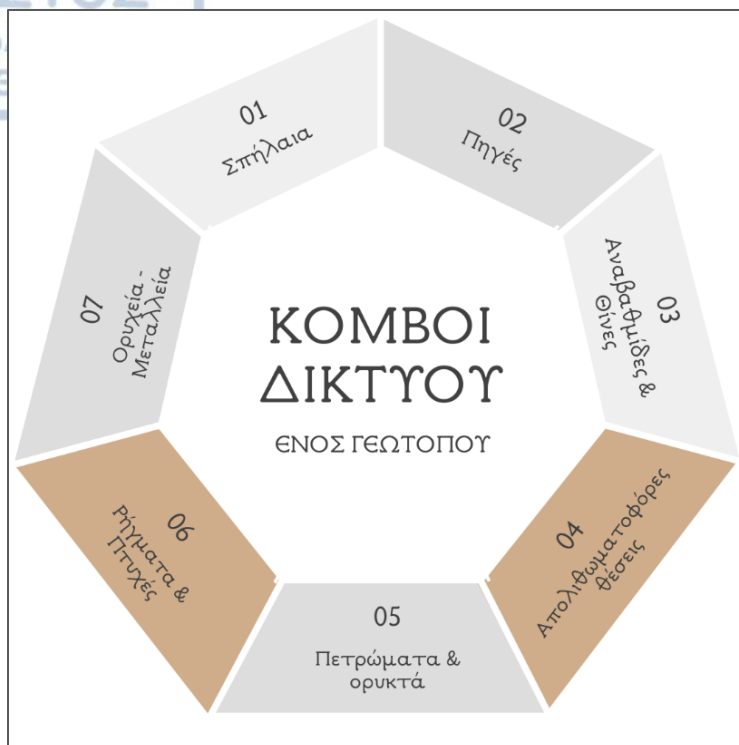
1.1. Βασικές έννοιες

1.1.1. Γεώτοπος (geosite)

Ο πλανήτης μας μεταβάλλεται διαρκώς. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται σε φυσικές διεργασίες και αποτυπώνονται στην υψηλότερη βαθμίδα της Γης, την επιφάνεια. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν θέσεις που σηματοδοτούν σημαντικές μεταβάσεις (από μία συνθήκη σε μια άλλη) που εξελίχθηκαν ανά τους γεωλογικούς αιώνες. Οι θέσεις αυτές έχουν σπουδαία γεωλογική ιστορία και εξέλιξη και ονομάζονται *γεώτοποι* (Brilha, 2016) .

Η παλαιογεωγραφία μίας περιοχής καταγράφεται στους γεώτοπους μέσω χαρακτηριστικών μορφών, γνωστών ως γεωμορφές. Τα γεωλογικά γεγονότα αφήνουν ίχνη στην επιφάνεια της περιοχής και τα ίχνη που διατηρούνται μέχρι την εύρεσή τους λαμβάνουν την έννοια μία γεωμορφής. Ανάλογα με το μέγεθος της μεταβολής που δέχεται μία περιοχή, οι γεωμορφές εμφανίζονται είτε σε μεγάλη κλίμακα, που συναντάται κυρίως σε ενδογενείς διεργασίες, είτε σε εξωγενείς. Στην πρώτη περίπτωση συναντώνται *γεωμορφές* όπως τεκτονικά πρηνή, πτυχές, κα., ενώ στην τελευταία παρατηρούμε δημιουργία σπηλαίων, αναβαθμίδων, θινών, κλπ.

Οι γεωμορφές σε ένα ερευνητικό πλαίσιο, μπορούν να θεωρηθούν ως *κόμβοι* ενός δικτύου γεωτόπων (Εικόνα 1.1.). Οι κόμβοι ενός δικτύου γεωτόπων αφορούν και μπορεί να είναι σπήλαια, λουτρά-πηγές, παράκτιες θίνες, παλαιοακτές, απολιθωματοφόρες θέσεις, αναβαθμίδες, πετρώματα γεωλογικής σημασίας ή ορυκτά, θέσεις ρηγμάτων και πτυχών, ύπαρξη ορυχείων-μεταλλείων, κλπ. Αντιλαμβανόμαστε, λοιπόν, πως θέσεις σαν και αυτές (έπειτα από αξιολόγηση και καταγραφή), μπορούν να χαρακτηρίσουν έναν τόπο ως «γεώτοπο».

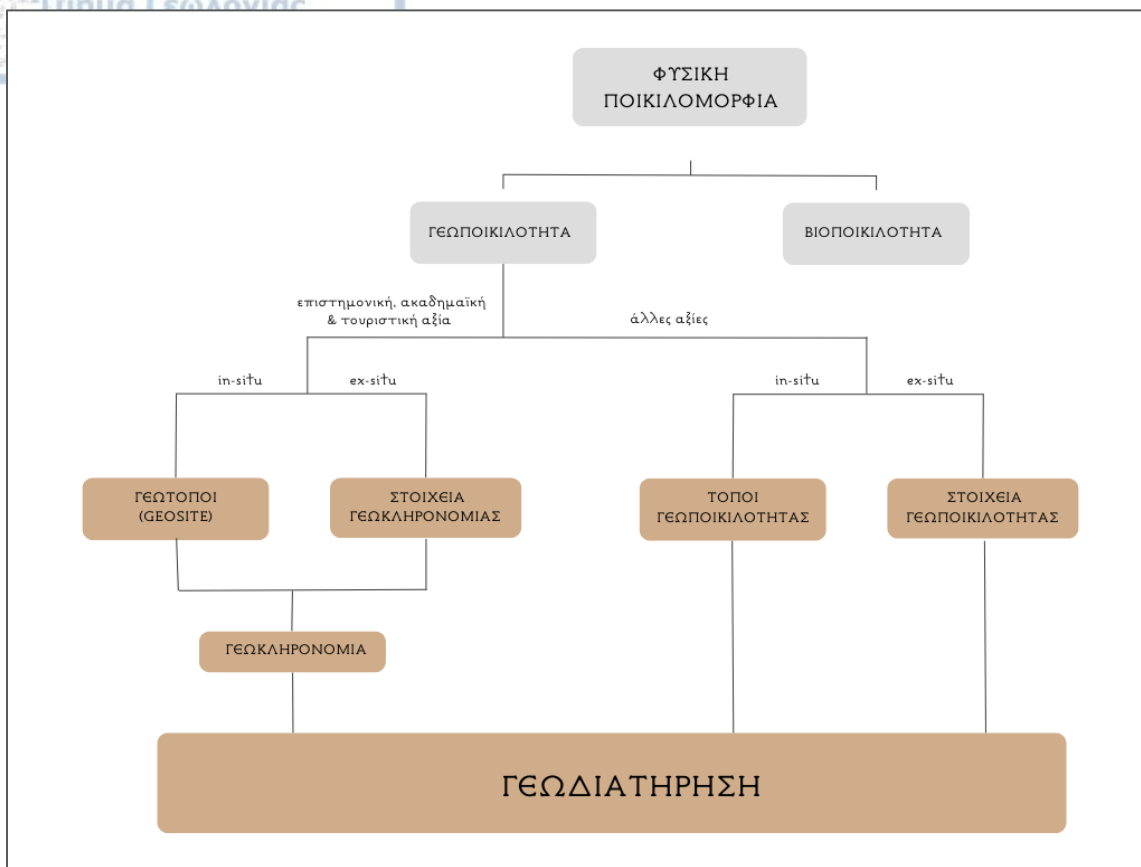


Εικόνα 1.1. Γεωμορφές ως κόμβοι ενός γεωτόπου

1.1.2. Γεωποικιλότητα (geodiversity)

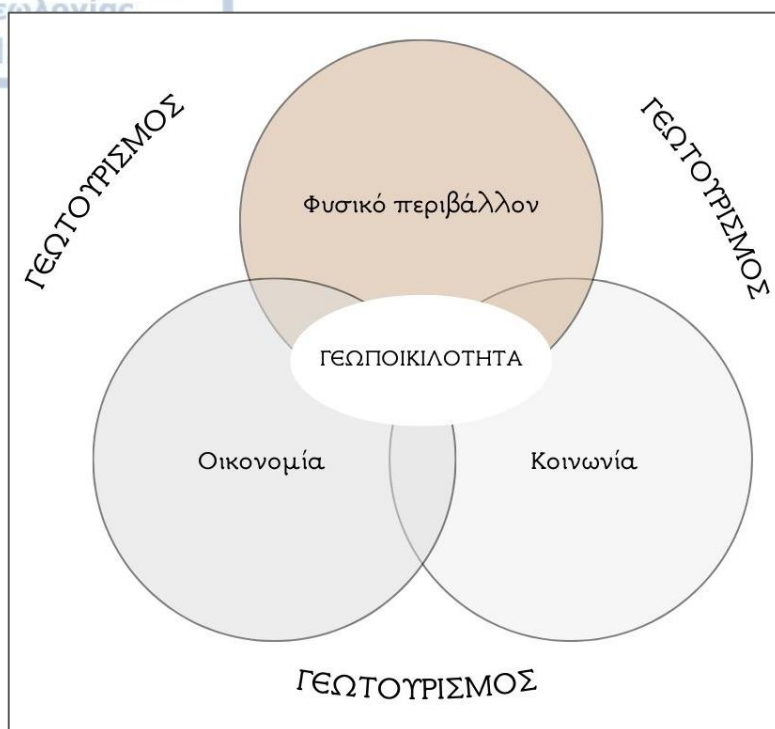
Ο όρος *γεωποικιλότητα* εντάχθηκε ενεργά στη χάραξη γεωδιαδρομών τη δεκαετία του 1990. Αναφέρεται στην ποικιλομορφία αβιοτικών στοιχείων (Gray, 2004), όπως γεωλογικές δομές και περιβάλλοντα της επιφάνειας της Γης, αντικείμενα που συνιστούν τις, προαναφερθείσες, γεωμορφές (Εικόνα 1.2.). Δεδομένης της υπέρογκης γεωλογικής ποικιλομορφίας, η αξιολόγηση οφείλει να είναι λεπτομερής, με απώτερο στόχο την προστασία και την διατήρηση.

Όπως αναφέραμε, οι γεωλογικές διεργασίες μεταβάλλουν διαρκώς τις επιφανειακές δομές, με αποτέλεσμα να καταγράφονται στο περιβάλλον. Η έννοια της γεωποικιλότητας συνδέει τις φυσικές δομές (όπως το έδαφος) και τις διεργασίες της επιφάνειας (π.χ. διάβρωση και απόθεση ιζημάτων), με τον ανθρωπογενή παράγοντα.



Εικόνα 1.2. Φυσική ποικιλομορφία και γεωδιατήρηση (τροποποιημένο από [Brilha, 2016](#))

Η φυσική ποικιλομορφία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την έννοια της γεωποικιλότητας, που χαρακτηρίζει έναν τόπο ως ξεχωριστό σημείο αναφοράς (Εικόνα 1.3.). Η ιδιαιτερότητά του, σε συνδυασμό με την ευχέρεια προσέγγισης του φυσικού σημείου, την κατανόηση (από τους επισκέπτες) της μοναδικότητάς του και την αξία του (τόσο αισθητικά όσο και επιστημονικά), δημιουργούν πρόσφορο έδαφος στην προσέγγιση τουριστικού κοινού.



Εικόνα 1.3. : Η βιώσιμη ανάπτυξη της Γεωποικιλότητας μέσα από τον Γεωτουρισμό (τροποποιημένο από Kuleta, 2018)

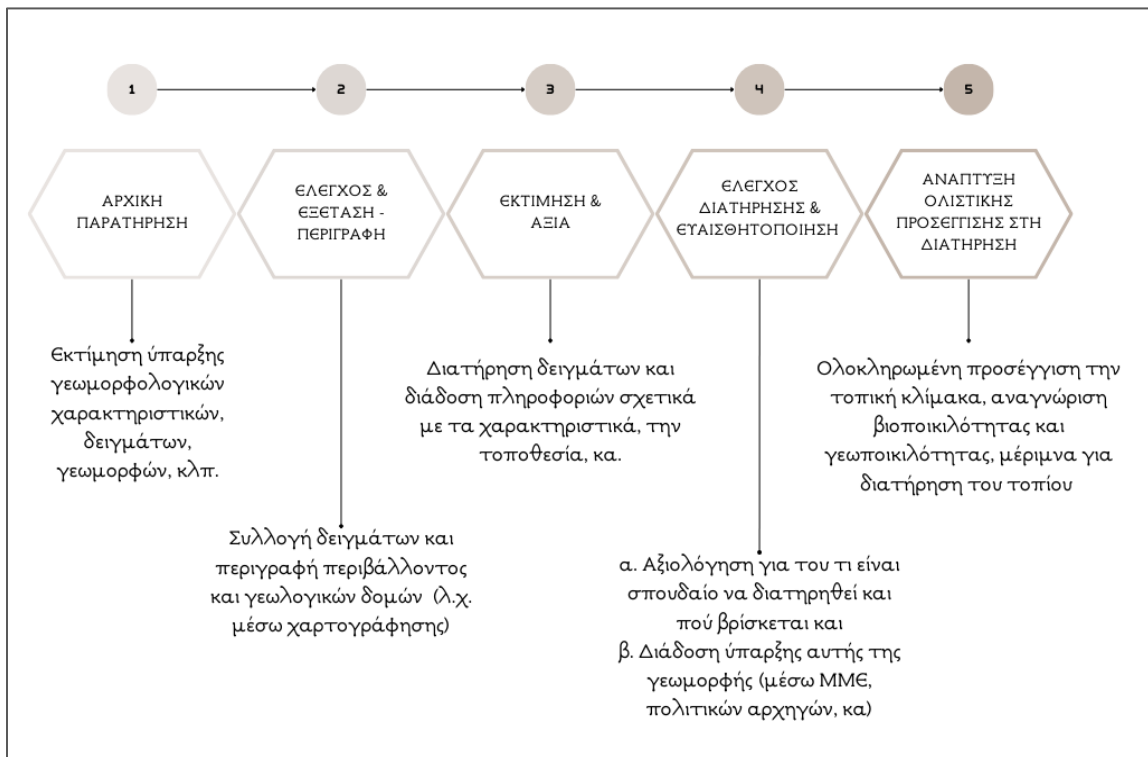
1.1.3. Γεωκληρονομιά (geoheritage)

Ο όρος *γεωκληρονομιά* αναφέρεται στην αξία της γεωποικιλότητας στην επιστήμη, αλλά και στον παγκόσμιο πολιτισμό. Η Γη αποτελεί τη γενέτειρα της γεωποικιλότητας, με τους φυσικούς πόρους και τους γεωτόπους να εκτιμώνται από την ανθρωπότητα ως γεωκληρονομιά. Γνωρίζοντας πως η γεωλογική κληρονομιά κρίνεται από την επιστημονική της αξία, μπορεί να είναι είτε διεθνής είτε εθνική (Brilha, 2016).

Η γεωκληρονομιά, αναφέρεται σε (i.) in-situ εμφανίσεις στοιχείων γεωποικιλότητας με υψηλή επιστημονική αξία, όπως είναι οι γεωτόποι και (ii.) στοιχεία γεωποικιλότητας ex-situ που, παρά το γεγονός ότι εκτοπίζονται από τη φυσική τους τοποθεσία, διατηρούν υψηλή επιστημονική αξία (π.χ. ορυκτά, απολιθώματα).

1.1.4. Γεωδιατήρηση (geoconservation)

Η γεωδιατήρηση είναι πλέον μια αυξανόμενη και ευρέως διαδεδομένη δραστηριότητα που έχει καθιερωθεί σε πολλά μέρη του κόσμου, τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Ασχολείται με την προστασία και τη διαχείριση τόπων γεωλογικής κληρονομιάς και αποβλέπει στο μέλλον και όχι σε ιστορικές αναδρομές. Αποσκοπεί στην ευαισθητοποίηση της επιστημονικής κοινότητας ως προς στην διαφύλαξη σπάνιων γεωμορφολογικά τόπων και υλοποιείται, σύμφωνα με τον [Burek & Prosser \(2008\)](#), μέσω ενός απλού διαγράμματος ροής (Εικόνα 1.4.).



Εικόνα 1.4. : Γεωδιατήρηση: τα βήματα που οδηγούν σε αυτή (τροποποιημένο από [Burek & Prosser, 2008](#))

Μέσα από μία αρχική παρατήρηση στη θέση μελέτης, μπορεί να γίνει η εξέταση αυτής και ο έλεγχος της αξίας της. Με την αξιοποίηση των δειγμάτων πρόσληψης από την μελέτη της περιοχής, προκύπτει η εκτίμηση του κόμβου που αποσκοπεί στην διατήρησή του.



Με τη δυνητική θέση να αποτελεί σημείο αυξημένου γεωλογικού ενδιαφέροντος, η επιστημονική γεωλογική κοινότητα οφείλει να προσεγγίσει την ευρύτερη περιοχή ολιστικά, με την δημιουργία αναγνώρισης και προφύλαξης της θέσης αξίας αυτής.

1.1.5. Γεωτουρισμός (geotourism)

Στις αρχές του 20ου αιώνα, είχε εδραιωθεί η άποψη πως ο γεωτουρισμός είναι μία μορφή τουρισμού που βασίζεται στην γεωλογία και το τοπίο (Dowling & Newsome, 2006). Λίγα χρόνια αργότερα, η έννοια αυτή απέκτησε νόημα όχι μόνο σε φυσικά περιβάλλοντα, αλλά οπουδήποτε εδρεύει γεωλογικό ενδιαφέρον και σπάνιες γεωμορφές. Ο πρώτος ορισμός του γεωτουρισμού, τον χαρακτήριζε με την δυνατότητα των τουριστών να αποκτήσουν γνώση και κατανόηση της γεωλογίας και της γεωμορφολογίας μιας τοποθεσίας, συμπεριλαμβανομένης της συμβολής της στην ανάπτυξη της Γης (Hose et. al., 1996).

Η ανάπτυξη του γεωτουρισμού έκανε φανερή την αξία του τόσο σε επιστημονικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Με την έλξη ολοένα και περισσότερων επισκεπτών σε τόπους με σημαντική γεωποικιλότητα, η τοπική κοινωνία επωφελείται άμεσα, μέσω της οικονομικής της ανάπτυξης. Η εναλλακτική αυτή μορφή τουρισμού, αποσκοπεί στην ανάδειξη και διαφύλαξη γεωτόπων, καθώς και ευνοεί την ευρύτερη περιοχή του γεωτόπου με την αυξημένη παρουσία επισκεπτών.

1.1.6. Ποσοτική αξιολόγηση γεωτόπων

Για να κριθεί μία περιοχή ως γεώτοπος, είναι αναγκαία η αξιολόγησή της με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Η εφαρμογή των κριτηρίων μπορεί να απορρίψει ορισμένους δυνητικούς τόπους από κόμβους ενός γεωτόπου (Brilha, 2016). Τα τελευταία χρόνια, έχει ενταχθεί στο ερευνητικό πρόγραμμα, η προσπάθεια για ποσοτική αξιολόγηση των γεωτόπων (Zouros & Valiakos, 2017). Βάση της είναι η απόδοση μίας αριθμητικής τιμής στα στοιχεία που κρίνουν έναν τόπο ως γεώτοπο και περιλαμβάνει πέντε κριτήρια με διαφορετική ισχύ (Εικόνα 1.5.). Τα κριτήρια αναφοράς, έχουν μία διαφορετική ποσοτική αξιολόγηση, με το άθροισμα όλων να αποτελεί την ιδανική θέση ενός γεωτόπου.

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (%)
I.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ I.1. Περιοχή I.2. Γεωδιατήρηση I.3. Γεωκληρονομιά	5 20 10
II.	ΔΟΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	25
III.	ΕΡΜΗΝΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	15
IV.	ΓΕΩΤΟΥΡΙΣΜΟΣ	15
V.	ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	10
	Σύνολο	100

Εικόνα 1.5. : Διαχείριση και αξιολόγηση γεωτόπων (τροποποιημένο από Zouros & Valiakos, 2017)



Ως πρώτο κριτήριο (Εικόνα 1.5.), εκτός από την αναφορά και μελέτη της γεωλογίας της ευρύτερης περιοχής μελέτης, αποτελεί και η αξιολόγηση των σημείων μελέτης με βάση τα ποιοτικά της χαρακτηριστικά, όπως τους δείκτες *γεωποικιλότητας* και γεωλογικής ή και πολιτιστικής κληρονομιάς. Ισόποση αξία δίνεται στο δεύτερο κριτήριο που αφορά την δομή διαχείρισης και του έργου που αυτή δύναται να τελέσει (σχέδιο δράσης και προστασίας με επιστημονική υποστήριξη). Με μικρότερο ποσοστό βαρύτητας, ακολουθούν τα κριτήρια εκπαίδευσης για ευαισθητοποίηση στο θέμα των *γεωπάρκων*, ο επερχόμενος- από το προηγούμενο κριτήριο- *γεωτουρισμός* και τέλος, η συνεργασία των φορέων με στόχο τη δόμηση ενός *γεωπάρκου*.

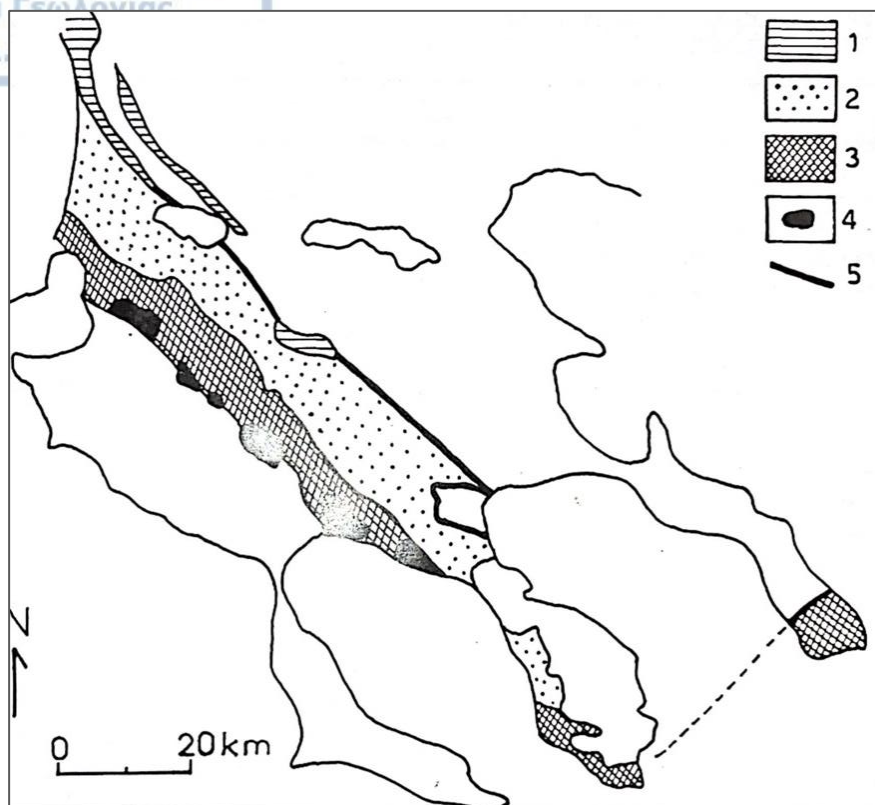
2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

2.1. Γεωγραφική θέση

Η θέση της πόλης βρίσκεται στο δυτικό κομμάτι της περιφέρειας της Θεσσαλονίκης, στο εσωτερικό τμήμα του Θερμαϊκού κόλπου. Στο ανατολικό της μέρος, στεγάζεται η ορεινή περιοχή του Χορτιάτη (Δ. Πυλαίας-Χορτιάτη), καθώς και νότια αυτού, η παράκτια ζώνη, με περιοχές όπως η Μιχανιώνα, το Αγγελοχώρι, κα. (Δ. Θερμαϊκού). Η πόλη προσφέρει έναν πλούτο γεωλογικών θέσεων, με την αρμονική συμβίωση της ορεινής πλευράς με την παράκτια φύση.

2.2. Γεωτεκτονικό περιβάλλον

Η Θεσσαλονίκη και η ευρύτερη περιοχή που μελετάμε στην παρούσα εργασία, ανήκει γεωτεκτονικά στην Περιοδοπική ζώνη και σε μικρή έκταση στη Σερβομακεδονική (Εικόνα 2.1.). Η μαγματική σειρά Χορτιάτη -που θα μας απασχολήσει παρακάτω- εμφανίζεται στην πρώτη ζώνη (Περιοδοπική). Στην επιφάνεια, ως επικάλυψη του υποβάθρου, έχουμε την παρουσία Νεογενών - Τεταρτογενών αποθέσεων που “κρύβουν” τα γνευσιακά και σχιστολιθικά πετρώματα χαμηλότερων επιπέδων, ηλικίας Μειοκαίνου - Πλειόκαινου. Μαζί με τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι (της ενότητας Χολομώντα-Μελισσοχωρίου) ανάμεσα στους οποίους παρεμβάλλονται οφειολιθικά πετρώματα (Μουντράκης, 2020).

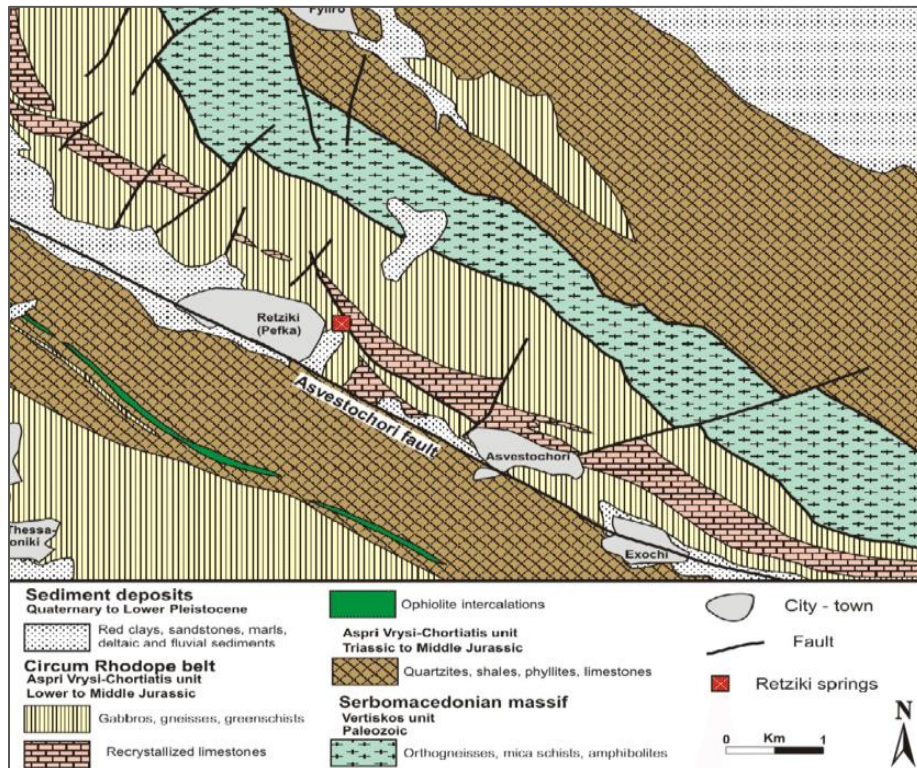


Εικόνα 2.1. : Χάρτης της Περιοδοπικής ζώνης με τις τρεις ενότητες της, τις οφειολιθικές εμφανίσεις και την επαφή με της Σερβομακεδονική (Μουντράκης, 2020)

2.3. Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών και τεκτονικής

Στο ορεινό τμήμα των γεωδιαδρομών, στην ευρύτερη περιοχή του Ασβεστοχωρίου, συναντώνται σε εναλλαγές μεταμορφωμένοι σχηματισμοί με ασβεστολιθικά πετρώματα (Εικόνα 2.2.). Τα τελευταία, συγκροτούν την μαγματική σειρά Χορτιάτη η οποία έρχεται σε επαφή με τους φυλλίτες και τους αργιλικούς/χαλαζιακούς σχιστόλιθους. Η ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο γάββρους και διορίτες, μέσα στους οποίους εμφανίζονται ασβεστολιθικά πετρώματα με τη μορφή φακών.

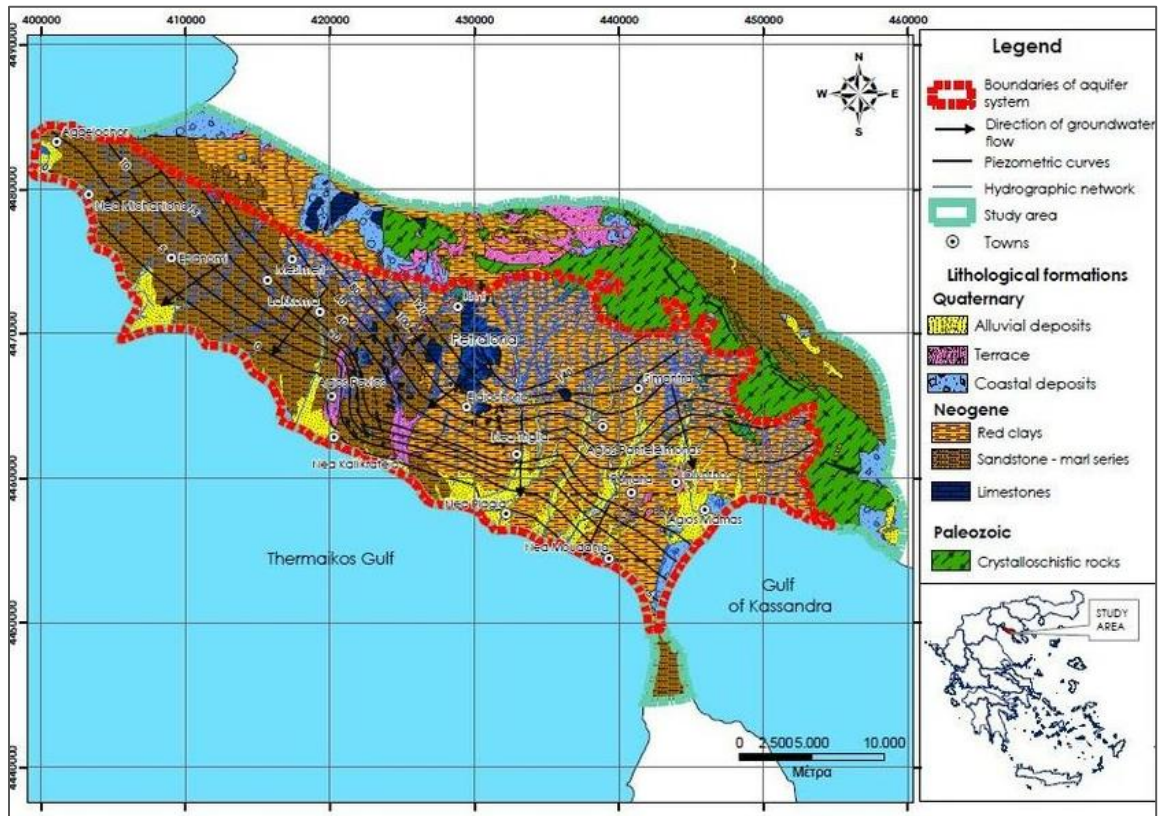
Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, τα επικρατούντα ανάστροφα ρήγματα, που λεπιώνουν τους σχηματισμούς και είναι κατεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ, ανήκουν στη φάση συμπίεσης του κάτω Τριτογενούς. Ακολούθως, όλοι οι γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν ρηγματωθεί από τα κανονικά ρήγματα που περιγράφουν την τεκτονική της περιοχής της ανατολικής Θεσσαλονίκης (Εικόνα 2.2.).



Εικόνα 2.2. : Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής των Πεύκων, με την ένδειξη του ρήγματος Ασβεστοχωρίου (Kockel et al., 1978)

Το γεωτεκτονικό υπόβαθρο της παράκτιας περιοχής μελέτης, που αποτελεί το Αγγελοχώρι και την νέα Μηχανιώνα, αποτελείται από οφιολιθικά πετρώματα και την μαγματική σειρά Χορτιάτη. Υπερκείμενα του υποβάθρου είναι οριζόντια στρώματα (Ανώτερου Πλειόκαινου) άμμου και βότσαλων, συνιστώντας κανάλια παλαιών ποταμών και πλυμμηρικών πεδιάδων (Εικόνα 2.3). Η ιζηματογένεση είναι κατά κύριο λόγο αργιλώδης

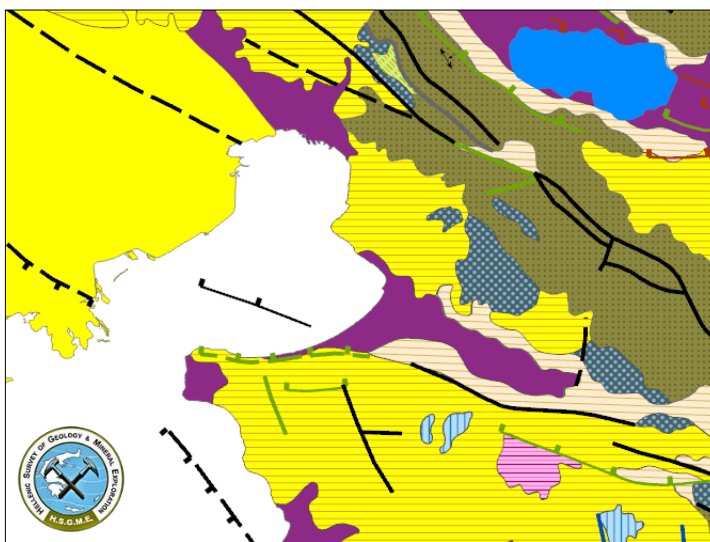
έως και μαργαϊκή, ενώ καλύπτεται από έναν ερυθρό σχηματισμό Πλειστοκαίνου, αποτέλεσμα διάβρωσης. Μέσα σε αυτούς τους σχηματισμούς, έχουν βρεθεί σπουδαία απολιθώματα χερσαίων χελωνών, μικροθλαστικών και πρωτευνόντων, που επαληθεύουν την ηλικία των ιζημάτων (άνω Πλειόκαινο).



Εικόνα 2.3. : Απλοποιημένος γεωλογικός και υδρολογικός χάρτης της δυτικής Χαλκιδικής (Veranis et al., 2017)

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗΣ ΚΟΜΒΩΝ ΓΕΩΤΟΠΩΝ

Η συλλογή δεδομένων αποτελεί μία απαιτητική ερευνητική εργασία τόσο στο ύπαιθρο όσο και στο γραφείο. Σήμερα, η ηλεκτρονική μορφή πληροφοριών, καθώς όμως και η ψηφιακή μοντελοποίηση χαρτογραφικών μονάδων και δεδομένων, εξυπηρετεί γρήγορα και άμεσα τον ερευνητή, ώστε να συγκεντρώσει τις αναγκαίες πληροφορίες για την πραγμάτωση μίας μελέτης. Διάφοροι χάρτες προσφέρονται σε ψηφιακή μορφή βιβλιοθήκης (Εικόνα 3.1.) απευθυνόμενοι σε συγκεκριμένο κοινό, μέσω του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), από το 1993.



Εικόνα 3.1. : Σεισμοτεκτονικός χάρτης Ελλάδας 1:500.000 (ΙΓΜΕ) στην περιοχή της παράκτιας ζώνης γεωδιαδρομών

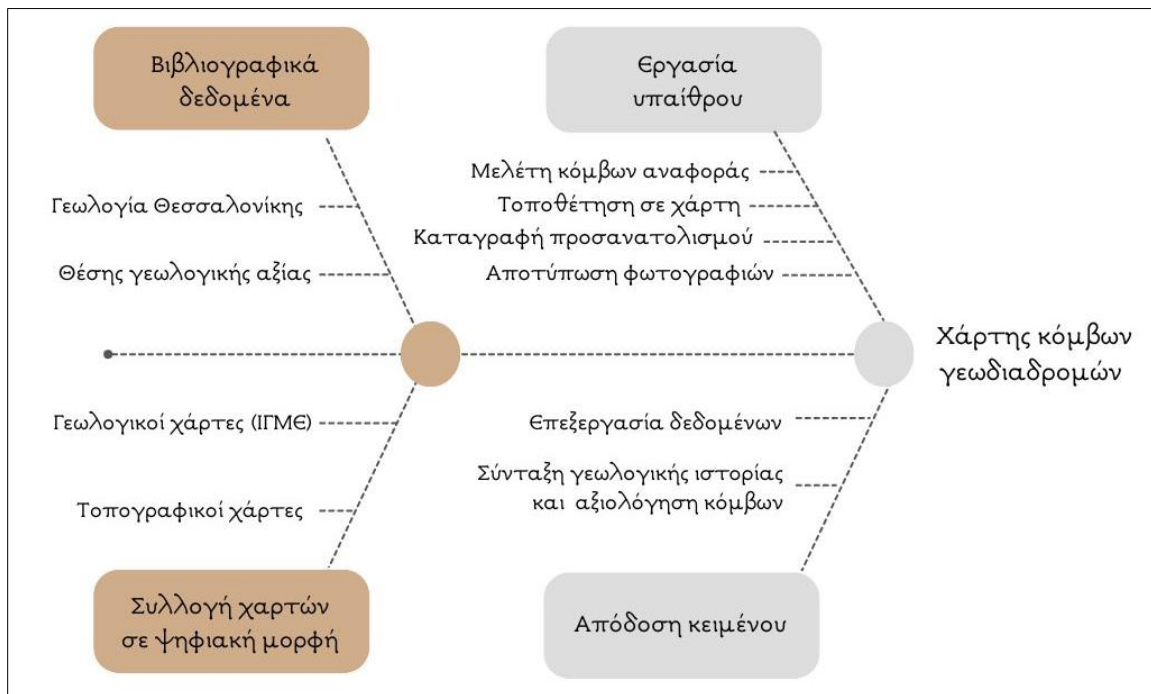
Στην εργασία θα αναφερθούν περιοχές που έχουν μελετηθεί για την καταλληλότητα ως προς την αξιοποίησή τους σαν γεώτοπους. Στο εύρος της ανατολικής περιοχής της Θεσσαλονίκης θα μελετηθούν τόσο ορεινές όσο και παράκτιες γεωμορφές που προτείνονται ως κόμβοι των εν λόγω γεωδιαδρομών. Η ποικιλομορφία στις δομές που συναντάμε, καθώς και η γεωλογική αξία των σημείων αναφοράς, μπορούν να αποτελέσουν σπουδαίες θέσεις για τις διαδρομές που προτείνονται.



Κατά την πραγμάτωση της εργασίας, έγινε χρήση διαφόρων εφαρμογών όπως το Google Earth (<https://earth.google.com/web/>) για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση των περιοχών, το Gaia GPS (<https://www.gaiagps.com/>) για την ανίχνευση της τοποθεσίας και την απόδοση συντεταγμένων, της Clino (για μέτρηση προσανατολισμού και τεκτονικών δεδομένων) και της γραφιστικής πλατφόρμας Canva (<https://www.canva.com/>) για την δημιουργία διαγραμμάτων και πινάκων. Επίσης, σημαντική πηγή πληροφορίας αποτέλεσαν οι ιστοσελίδες της NATURA 2000 (<https://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=GR1220005>) και της Virtual Speleological field trip in Greece (διάθεση από Δρ. Γεώργιο Λαζαρίδη <https://speleology8.wordpress.com/>) για την δημιουργία 3D μοντέλου των σπηλαίων. Για την απόδοση των χαρτών της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης, χρησιμοποιήθηκαν τα Φύλλα Θεσσαλονίκης και Θέρμης από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ).

3.1. Εύρεση πληροφοριών

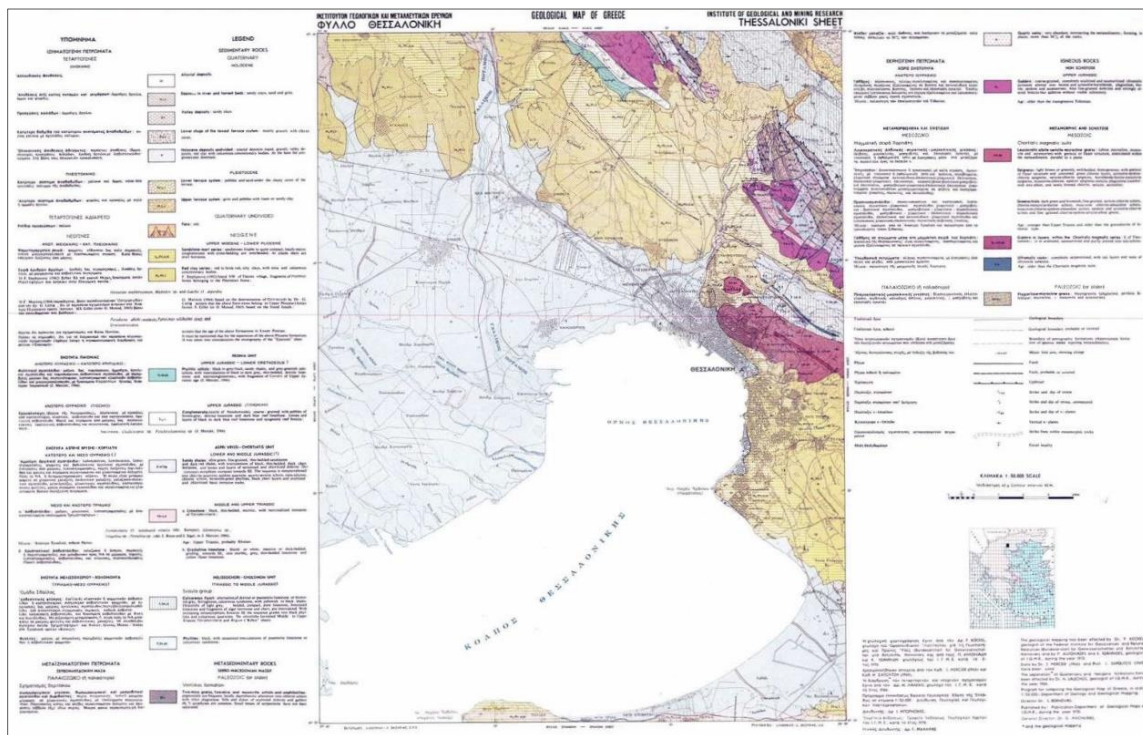
Για την εύρεση πληροφοριών ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω στο διάγραμμα ροής αποτελούμενο από στάδια μελέτης και έρευνας στο ύπαιθρο (Εικόνα 3.2.). Η πρώτη φάση αποτελείται από την εργασία γραφείου, με τα βιβλιογραφικά δεδομένα να σχηματίζουν ένα αρχικό πλαίσιο πληροφορίας. Έπεται μία διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων σε ψηφιακή μορφή, με την διαδικασία της χωροθέτησης των κόμβων σε χαρτογραφικές μονάδες. Με την ολοκλήρωση συλλογής των κόμβων που συνιστούν τη γεωδιαδρομή, διαμορφώνεται μια τελική εικόνα της ορεινής και της παράκτιας γεωδιαδρομής. Η εικόνα αυτή αποδίδεται σε μία ενιαία χαρτογραφική μονάδα.



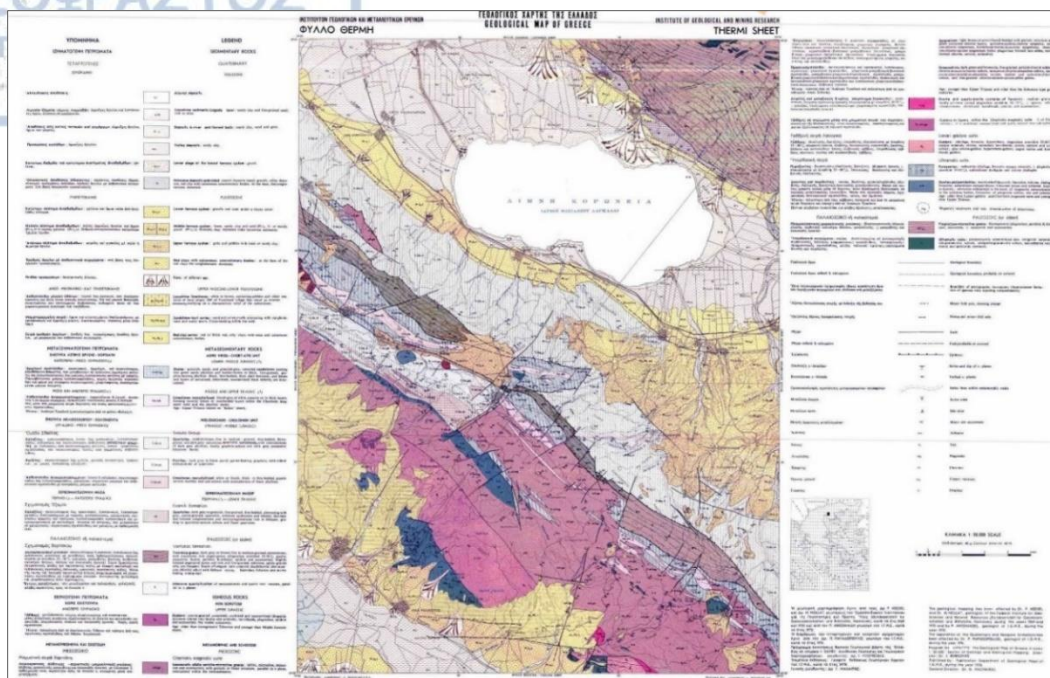
Εικόνα 3.2. : Στάδια μελέτης των πιθανών κόμβων (σε διάγραμμα ροής)

3.2. Συλλογή χαρτών

Η δημιουργία γεωδιαδρομών στην περιοχή της ανατολικής Θεσσαλονίκης, απαιτεί (βλ. Εικόνα 3.2.) την απεικόνιση των γεωμορφών σε χωρική διάσταση. Η χρήση, λοιπόν, γεωλογικών και τοπογραφικών χαρτών κρίνεται αναγκαία τόσο για την γνώση γεωλογικών σχηματισμών, όσο και για την τοποθέτηση σημείων στη θέση εύρεσης στο ύπαιθρο. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν γεωλογικοί (Φύλλα *ΠΜΕ*) και τοπογραφικοί (*Γ.Υ.Σ*) χάρτες που φαίνονται παρακάτω (Εικόνες 3.3, 3.4., 3.5., 3.6.).



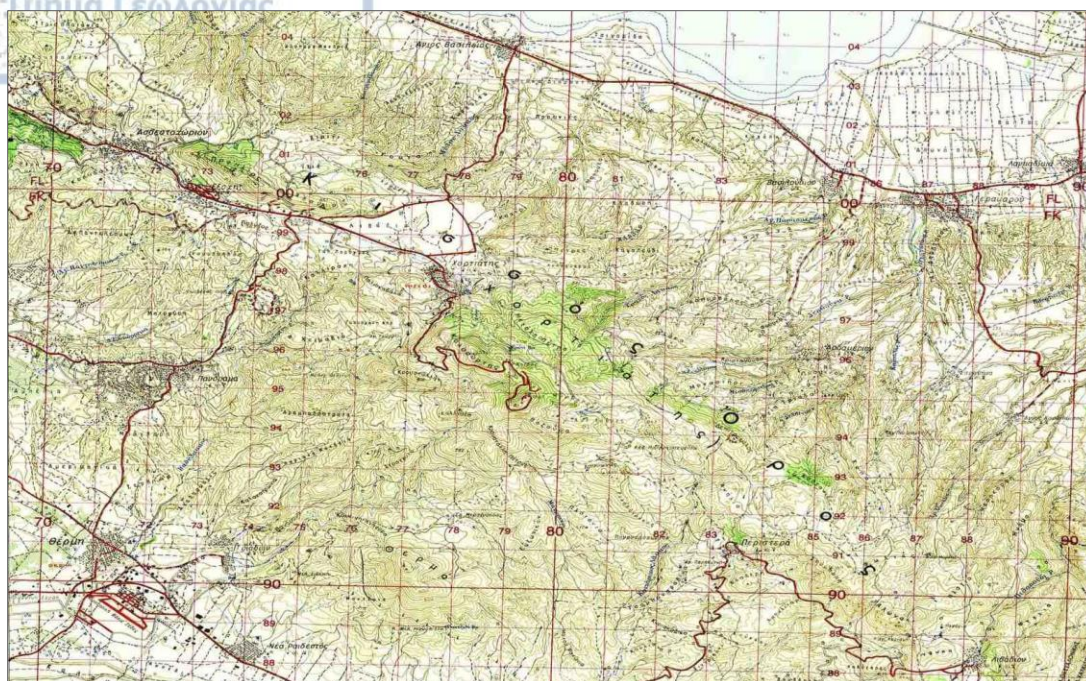
Εικόνα 3.3. : Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θεσσαλονίκη», *I.G.M.E.*, Αθήνα (*Kockel et al., 1978*)



Εικόνα 3.4. : Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θέρμη», Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα (Kockel et al., 1978)



Εικόνα 3.5. : Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θεσσαλονίκη», Γ.Υ.Σ.



Εικόνα 3.6. : Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Ασβεστοχώρι», Γ.Υ.Σ.

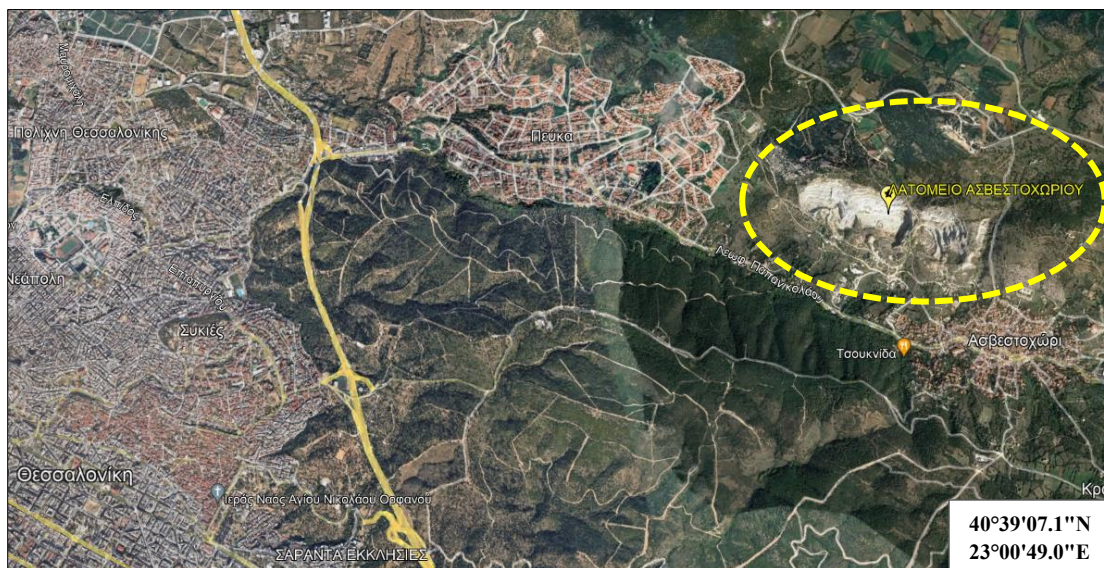
4. ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

4.1. Ορεινή γεωδιαδρομή (εντός Δ. Πυλαίας-Χορτιάτη)

4.1.1. Λατομείο Ασβεστοχωρίου «Αργυρώ»

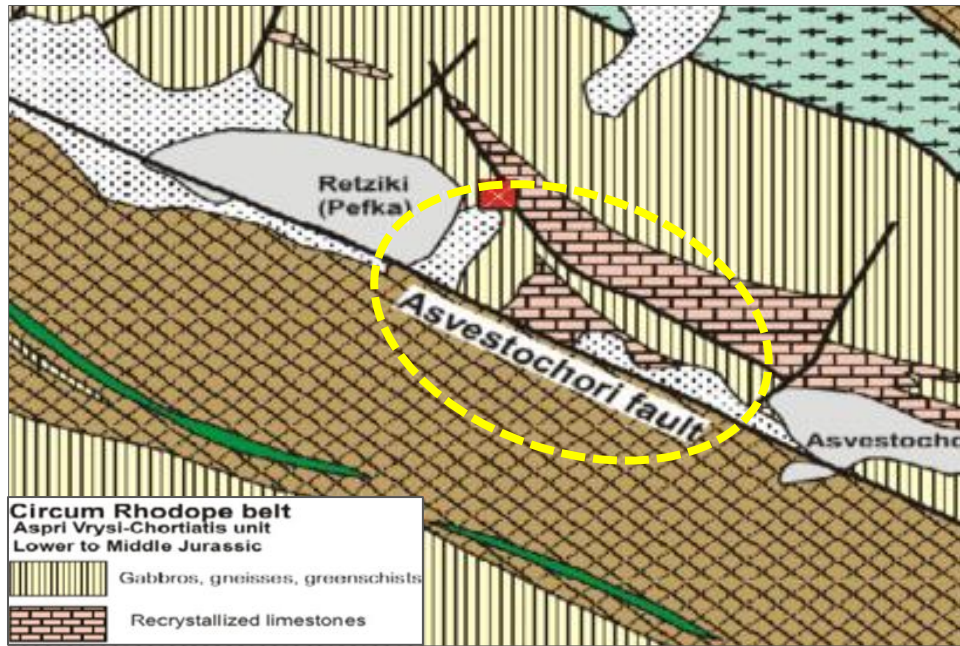
4.1.1.1. Γεωλογική αξία του λατομείου

Η περιοχή του Ασβεστοχωρίου βρίσκεται ανατολικά του κέντρου της Θεσσαλονίκης. Υπάγεται στον Δ. Πυλαίας-Χορτιάτη και υπήρξε για χρόνια μία από τις πλουσιότερες περιοχές της βόρειας Ελλάδας εξαιτίας της ύπαρξης λατομείων στην ευρύτερη περιοχή. Έχει σημαντική ιστορική και επιστημονική αξία και χαρακτηρίζεται ως μία σπουδαία θέση παραγωγής ασβέστη, από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, με τα γνωστά *πετροκάμινα*. Σήμερα, η εκμετάλλευση του ασβεστόλιθου στο λατομείο είναι ανενεργή, ενώ ο ευρύτερος χώρος της περιοχής έχει εγκαταλειφθεί (Εικόνα 4.1.). Η κληρονομιά αυτού του μέρους, όμως, ώθησε αρκετούς ερευνητές στην αξιολόγηση του χώρου και τον σχεδιασμό διαφόρων έργων γεωδιατήρησης της περιοχής των λατομείων.



Εικόνα 4.1. : Πανοραμική εικόνα ανατολικής Θεσσαλονίκης στην περιοχή του Ασβεστοχωρίου: βορειοανατολικά χαρτογραφείται το λατομείο μελέτης (Google Earth Pro)

Από γεωτεκτονικής άποψης η περιοχή που μελετάται εντάσσεται στην Περιοδοπική ζώνη, Ασπρη Βρύση -Χορτιάτη. Οι σχηματισμοί που χαρτογραφούνται είναι κυρίως ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι ηλικίας Τριαδικού και αργιλικοί σχιστόλιθοι Ιουρασικού (Εικόνα 4.2.).



Εικόνα 4.2. : Περιοχή λατομείου «Αργυρώ» σε γεωλογικό χάρτη
(Kockel et al., 1978)

Τέτοιοι χώροι μεγάλης οικονομικής, ιστορικής αλλά κυρίως γεωλογικής αξίας, είναι αναπόσπαστοι κόμβοι μίας γεωδιαδρομής. Σε ένα λατομείο μπορεί κανείς να μελετήσει τόσο το γεωλογικό υπόβαθρο μίας περιοχής, όσο και την τεκτονική του εξέλιξη (Εικόνα 4.3.).

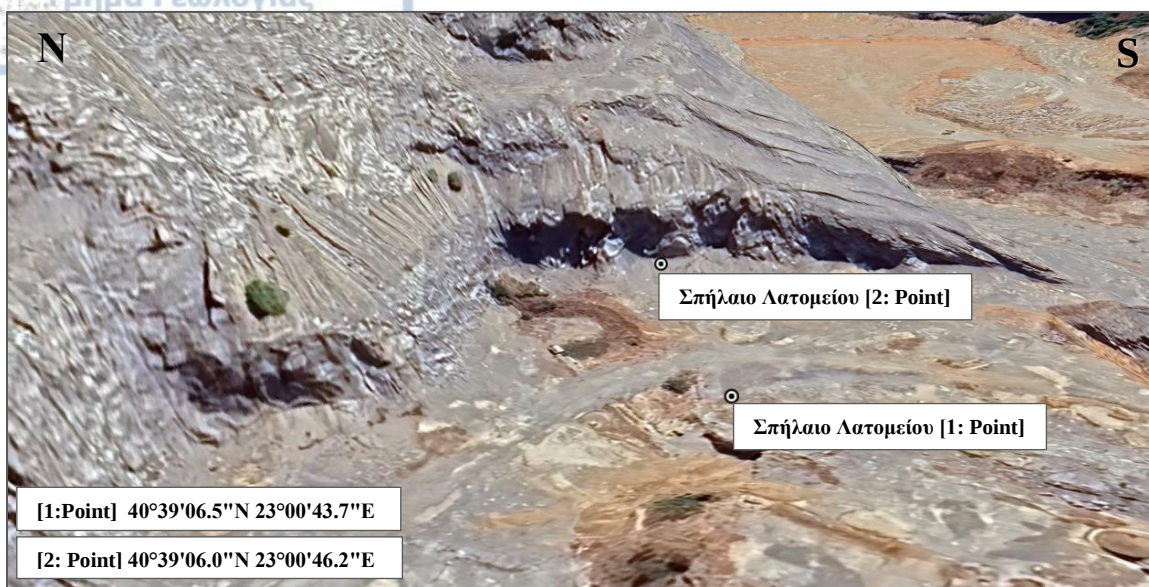


Εικόνα 4.3. : Πρόσωση λατομείου «Αργυρώ» σε γεωλογικό χάρτη (Google Earth Pro)

Η Θεσσαλονίκη στεγάζει έναν μεγάλο αριθμό αυτού του γεωλογικού πλούτου στα βορειοανατολικά, θέσεις που όμως σήμερα έχουν εγκαταλειφθεί. Η αποκατάσταση αυτών των χώρων, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στην γεωδιατήρηση ενός τέτοιου κόμβου, που όμως προϋποθέτει την δημιουργία ενός πλαισίου, τόσο από την επιστημονική κοινότητα όσο και από την πολιτεία. Με την κατάλληλη γνώση και την συνεργασία διαφόρων κλάδων της επιστήμης, δύναται ένας τέτοιος χώρος να αποκτήσει εκ νέου οντότητα, δίχως απαραίτητα να είναι εν λειτουργία. Με μία πληθώρα γεωδιαδρομών που αγκαλιάζουν κόμβους όπως τα λατομεία, θα υπάρξει πληροφόρηση για τις γεωμορφές που αυτοί στεγάζουν και ενδιαφέρον για την επίσκεψή τους.

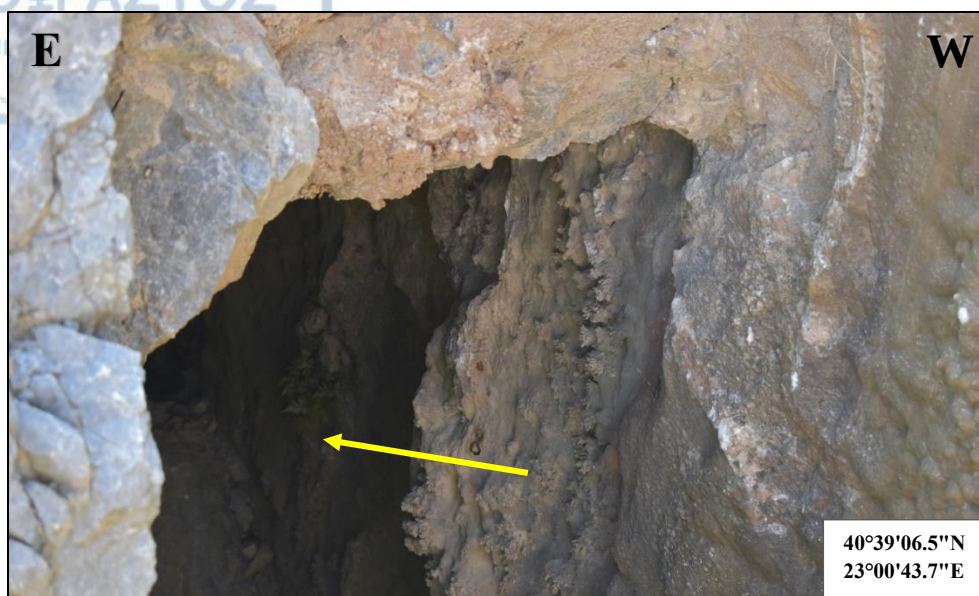
4.1.1.2. Χαρτογράφηση σπηλαίων ως γεωμορφές

Στην θέση του ανενεργού λατομείου, χαρτογραφήθηκαν *καρστικά έγκοιλα*, αποτέλεσμα της κατακόρυφης διαδρομής του υδάτινου όγκου και της διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων. Οι άνω Τριαδικοί ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι (Kockel et.al, 1978) εμφανίζουν εικόνες σπηλαιομορφών, λόγω της καρστικοποίησης που υπόκεινται (Εικόνα 4.4.).



Εικόνα 4.4. : Θέσεις σπηλαίων στο λατομείου «Αργυρώ» σε γεωλογικό χάρτη (Google Earth Pro)

Το σπήλαιο (Εικόνα 4.5.) που μελετήθηκε ενδελεχώς (με τη χρήση LiDAR) ονομάζεται «Τρύπα του Φούρναρη» (Lazaridis, 2024) και ανήκει στο σημείο 1 (1:Point). Έχει βάθος ίσο με, περίπου, 20 μέτρα και εμφανίζει διαδρόμους, σαν στενά περάσματα προς δύο διαφορετικές κατευθύνσεις, δύσης και ανατολής. Από την είσοδο του σπηλαίου, φανερώνεται ένα πλήθος ασβεστιτικών ορυκτών, καθώς και σπηλαιοθέματα (Εικόνα 4.6.) που επιδεικνύουν την ύπαρξη αυξημένων υδροθερμικών υγρών σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (HT).



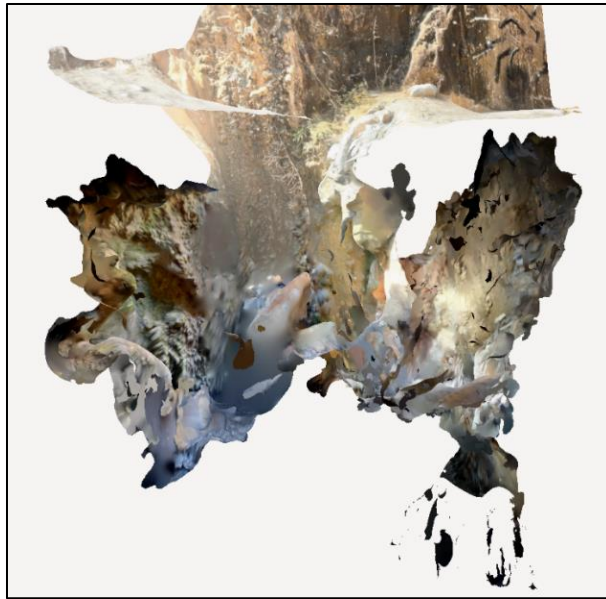
Εικόνα 4.5. : Είσοδος σπηλαίου [1: Point] «Τρύπα του Φούρναρη» με χαρακτηριστικές δομές που επιδεικνύουν την ύπαρξης υδροθερμικών υγρών (δομές κρούστας ασβεστίτη)



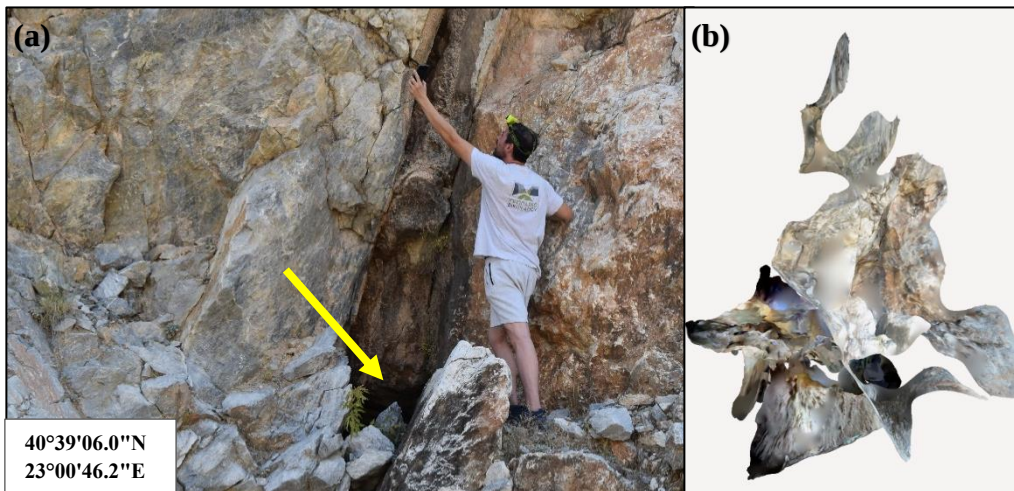
Εικόνα 4.6. : Εικόνα από «κοράλλια» σπηλαίου [1:Point] ως δείγμα σπηλαιοθέματος

Είναι σύνηθες φαινόμενο σε χώρους λατομείων να συναντώνται θέσεις σπηλαίων είτε λόγω τεκτονικής είτε λόγω καρστικοποίησης των ασβεστολίθων. Τα σπήλαια ανέκαθεν αποτελούσαν σημεία υψηλού γεωλογικού και γεωχημικού ενδιαφέροντος, με την

κορύφωση της μελέτης τους να γίνεται τα τελευταία χρόνια. Με την αξιοποίηση των τρισδιάστατων μοντέλων απεικόνισης, είναι πλέον εφικτή η οπτικοποίηση των μορφών (Εικόνα 4.7. - 4.8.), που συνήθως είναι αδύνατον να καταγραφούν με ακρίβεια, λόγω της δύσκολης προσβασιμότητάς τους.



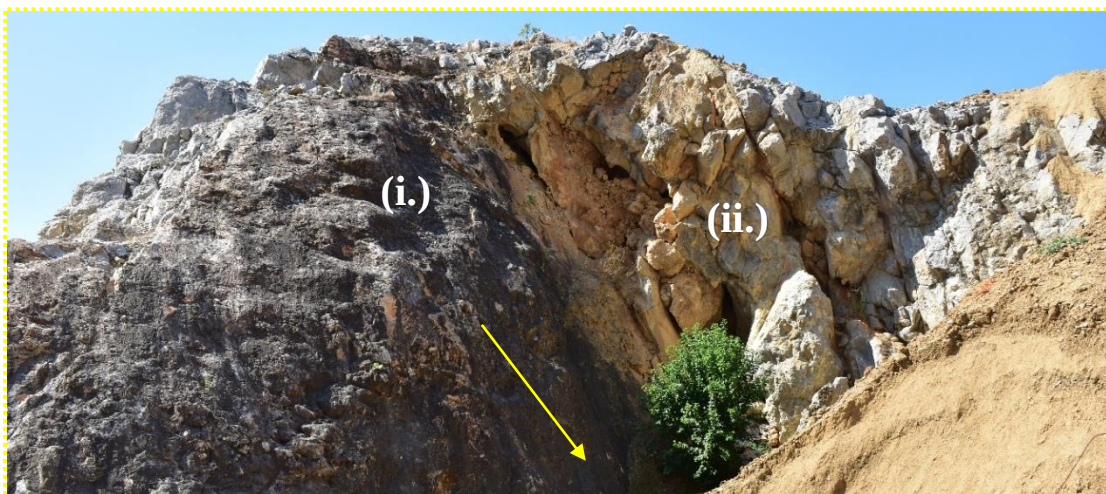
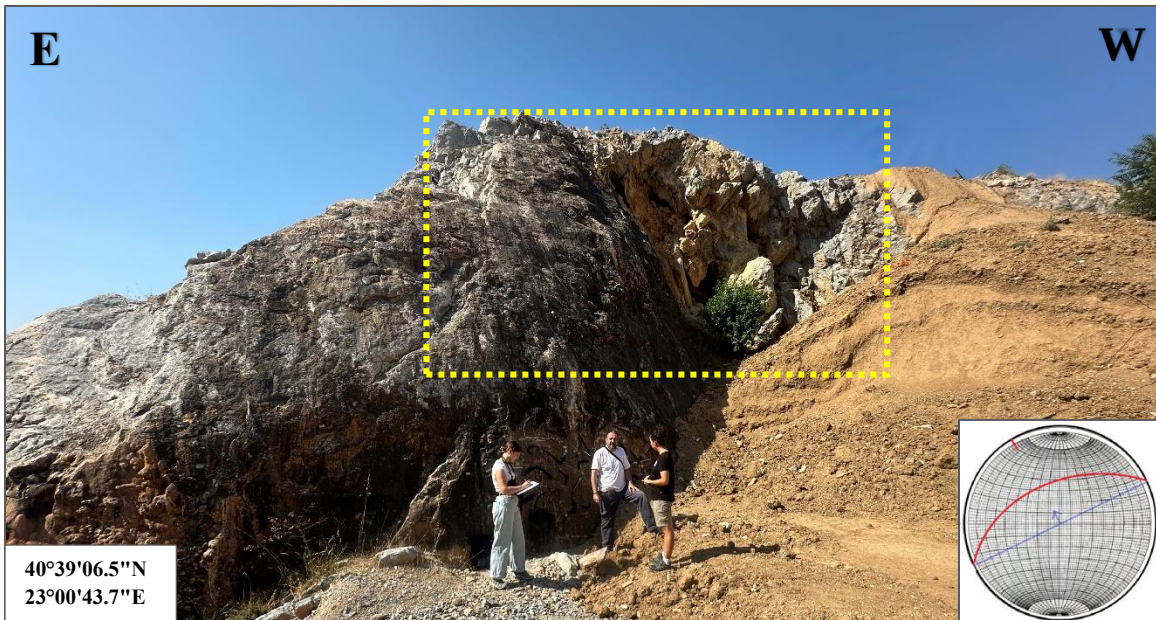
Εικόνα 4.7. : Δημιουργία τρισδιάστατης μορφής σπηλαίου [1: Point] από το πάτωμα του (διάθεση από Δρ. Λαζαρίδη Γεώργιο <https://speleology8.wordpress.com/>)



Εικόνα 4.8. : Είσοδος σπηλαίου [2: Point] στην ζώνη ρήγματος (a) και η μορφολογία αυτού σε τρισδιάστατη απεικόνιση (b) μέσω LiDAR (διάθεση από Δρ. Λαζαρίδη Γεώργιο <https://speleology8.wordpress.com/>)

4.1.1.3. Ρήγμα Ασβεστοχωρίου

Στην περιοχή κυριαρχεί το ρήγμα Ασβεστοχωρίου με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ (Εικόνα 4.2.) το οποίο εμφανίζεται σε πολλά σημεία εντός του λατομείου. Δυτικότερα της «Τρύπας του Φούρναρη», κάνει την εμφάνισή του ένας καθρέπτης του ρήγματος που ακολουθεί την επικρατούσα τεκτονική του χώρου (Εικόνα 4.9.).

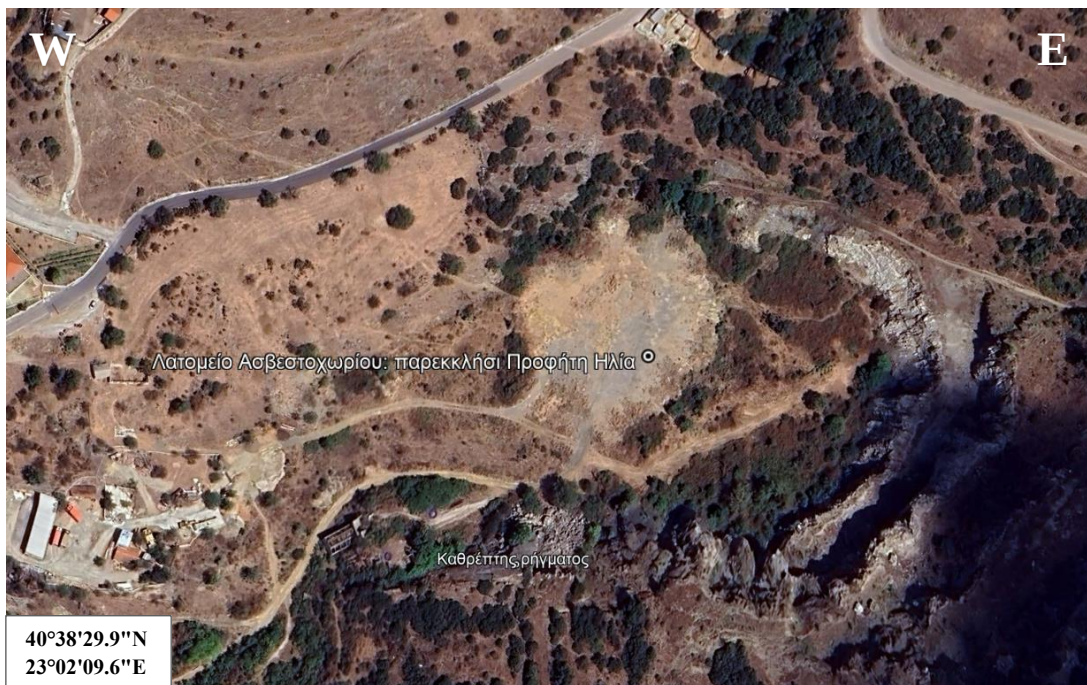


Εικόνα 4.9. : Θέση εισόδου σπηλαίου [1: Point] και (i.) καθρέπτη ρήγματος ($330^{\circ}/75^{\circ}$). Βορειοδυτικά βρίσκονται οι κατακερματισμένες δομές ασβεστολίθου (ii.), χαρακτηριστικές μορφές διάλυσης του πετρώματος που οδηγεί σταδιακά σε καρστικοποίηση και συνέχεια του σπηλαίου.

4.1.2. Λατομείο Ασβεστοχωρίου: παρεκκλήσι Προφήτη Ηλία

4.1.2.1. Γεωλογική ιστορία της περιοχής

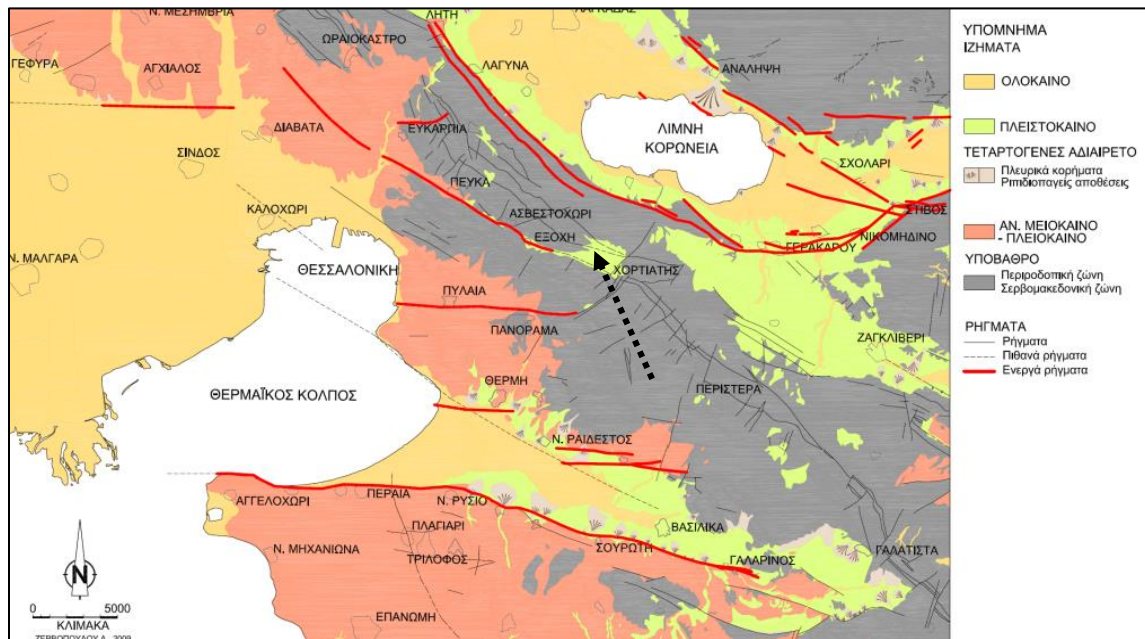
Στην περιοχή «Κουρί», της βορειοανατολικής Θεσσαλονίκης, στεγάζεται το παρεκκλήσι του Προφήτη Ηλία, στο υψηλότερο σημείο του βουνού. Ως υπόβαθρο του ναού, σηματοδοτείται ένα από τα λατομεία του Ασβεστοχωρίου, που πλέον βρίσκεται ανενεργό (Εικόνα 4.10.). Όπως έχει προαναφερθεί, τα λατομεία της περιοχής αποτέλεσαν σημεία υψηλού οικονομικού και ιστορικού ενδιαφέροντος. Η γεωλογική τους αξία, όμως είναι αυτή που θέτει τα μέρη αυτά ως κόμβους στις γεωδιαδρομές της παρούσας εργασίας.



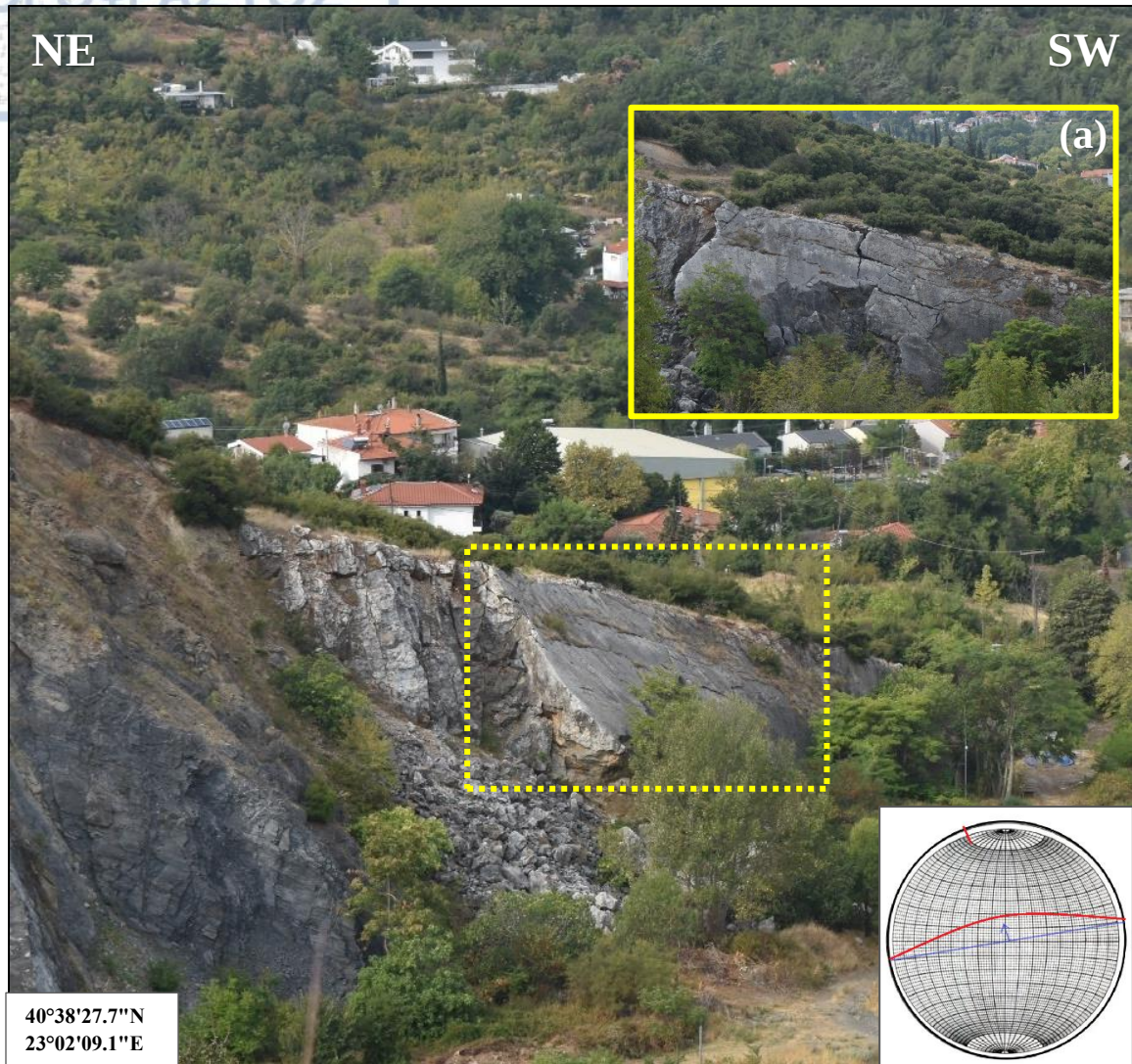
Εικόνα 4.10. : Θέση λατομείου Ασβεστοχωρίου: παρεκκλήσι Προφήτη Ηλία (Google Earth Pro)

4.1.2.2. Τεκτονική περιοχή (καθρέπτης ρήγματος)

Η νεοτεκτονική περίοδος του Νεογενούς είχε ως αποτέλεσμα την δράση ενός εφελκυστικού πεδίου τάσεων στην περιοχή μελέτης (Εικόνα 4.11.). Έτσι, δημιουργήθηκαν πολλά κανονικά και πλάγιο-κανονικά ρήγματα, τόσο εντός των νεογενών αποθέσεων, όσο και σε βάθος, στους σχηματισμούς του υποβάθρου (Μουντράκης, 2020). Η περιοχή της βορειοανατολικής Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται από μία επικρατούσα κατεύθυνση ρηγμάτων ανατολής-δύσης (E-W) η οποία στηρίχθηκε στο προϋπάρχον σύστημα ΒΑ-ΝΔ κατεύθυνσης (Εικόνα 4.12.). Οι περιοχές των λατομείων αποτελούν σημεία εμφάνισης των πρώτων, με τη μορφή καθρεπτών, που αντικατοπτρίζουν την γωνία βύθισης των τεκτονικών δομών. Στην περιοχή του παρεκκλησίου, υπάρχει χαρακτηριστική η εμφάνιση ενός καθρέπτη του ρήγματος που δεσπόζει στη θέση του λατομείου. Το ρήγμα θεωρείται πλέον ανενεργό (Zervopoulou, 2010).



Εικόνα 4.11. : Χάρτης ευρύτερης περιοχής μελέτης με ανάδειξη τεκτονικής και γεωλογίας (τροποποιημένο από Zervopoulou, 2010)

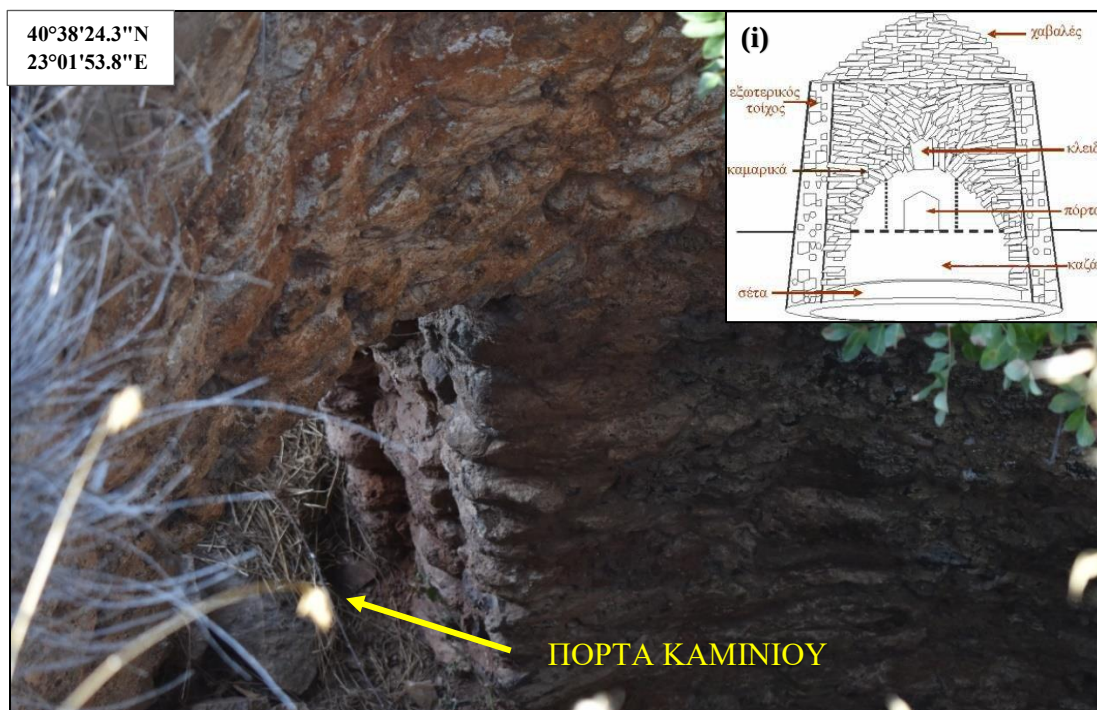


Εικόνα 4.12.. : Μέτωπο λατομείου με τον καθρέπτη του ρήγματος (a) με στοιχεία $340^{\circ}/70^{\circ}$

Σε μία μελέτη για χάραξη γεωδιαδρομών, οι γεωτεκτονικοί κόμβοι όπου μελετώνται σπουδαίες επιφάνειες τεκτονικής δράσης, οφείλουν να αποτελούν χώρο ενδιαφέροντος και προσοχής. Με εμφανίσεις ρηγμάτων, όπως οι καθρέπτες αυτών, μπορεί να διερευνηθεί η τεκτονική της περιοχής, καθώς και να φανερωθεί μια ευρύτερη γεωτεκτονική κατάσταση της ζώνης μελέτης. Επιφάνειες και δομές με σπουδαία γεωλογική αξίας, όπως και αυτή (4.1.1.2.) συνιστούν σημείο αναφοράς της γεωδιαδρομής που ερευνάται και αποτελούν μέρος ενός γεω-κόμβου.

4.1.2.3. Ασβεστοκάμινοι

Η περιοχή του Ασβεστοχωρίου, με την πληθώρα λατομείων παραγωγής ασβεστολίθου, χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη των γνωστών, από τα ιστορικά κιόλας χρόνια, *ασβεστοκάμινων*. Η εικόνα αυτών είναι όμοια με πέτρινα σπίτια (Εικόνα 4.13.), χτισμένα υπό μία τριγωνική μορφή, που διαμορφώνει τις κατάλληλες συνθήκες παραγωγής *ασβέστη*. Ο εξωτερικός τοίχος δόμησης, αποτελείται από οφειολιθικά πετρώματα (της μαγματικής σειράς Χορτιάτη) που χαρακτηρίζονται από την αντοχή τους σε υψηλές θερμοκρασίες.



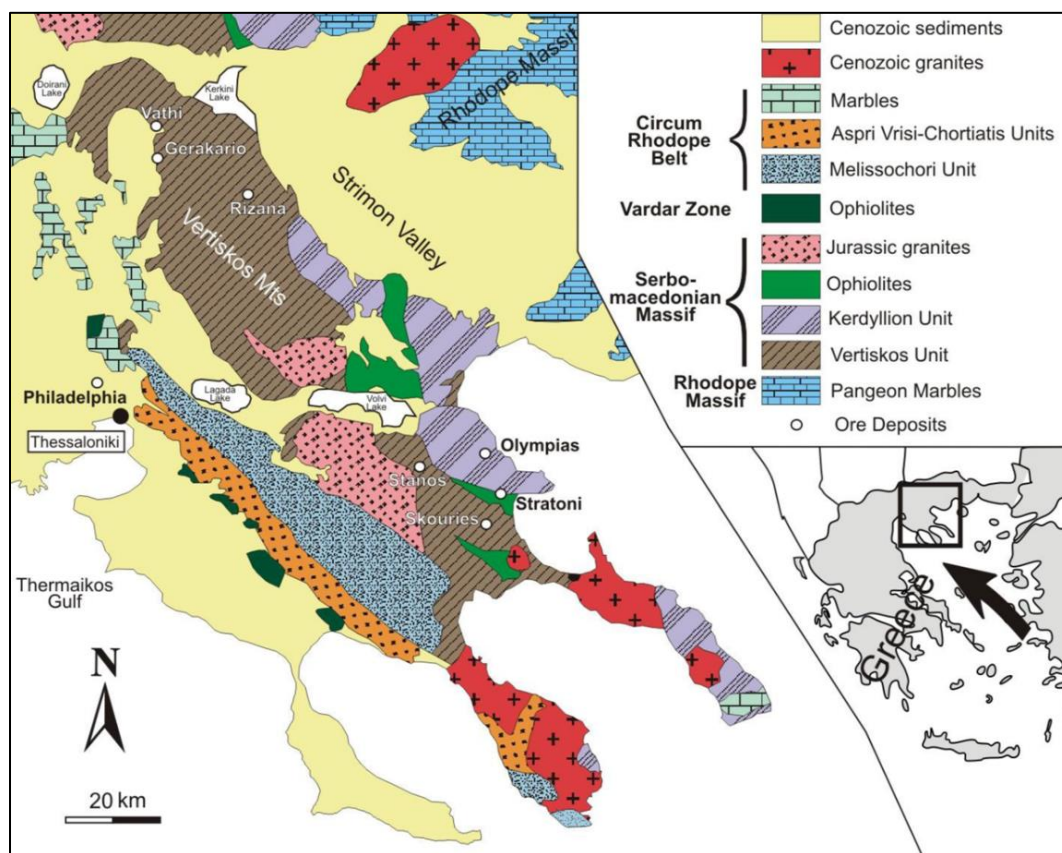
Εικόνα 4.13. : Ασβεστοκάμινος στην περιοχή του Ασβεστοχωρίου, εντός του οικισμού με ενδεικτική απεικόνιση (i) της δομής του (https://solygeia.blogspot.com/2018/08/blog-post_67.html)

Σήμερα, οι δομές έχουν διατηρηθεί στους οικισμούς, δίχως όμως να βρίσκονται προστατευμένες από τον ανθρωπογενή παράγοντα. Η γεωδιατήρηση αυτής της ιστορικής κληρονομιάς που προκύπτει από την Γεωλογία της περιοχής, οφείλει να αποτελέσει μέλημα της επιστημονικής και πολιτικής κοινότητας, ώστε να μη χαθεί η ιδιαιτερότητα και αξία των γεωμορφών παραγωγής ασβέστου (Zacharopoulou, 2018).

4.1.3. Κόμβοι γεωμορφών στην ευρύτερη περιοχή του Χορτιάτη

4.1.3.1. Γεωλογία και τεκτονική

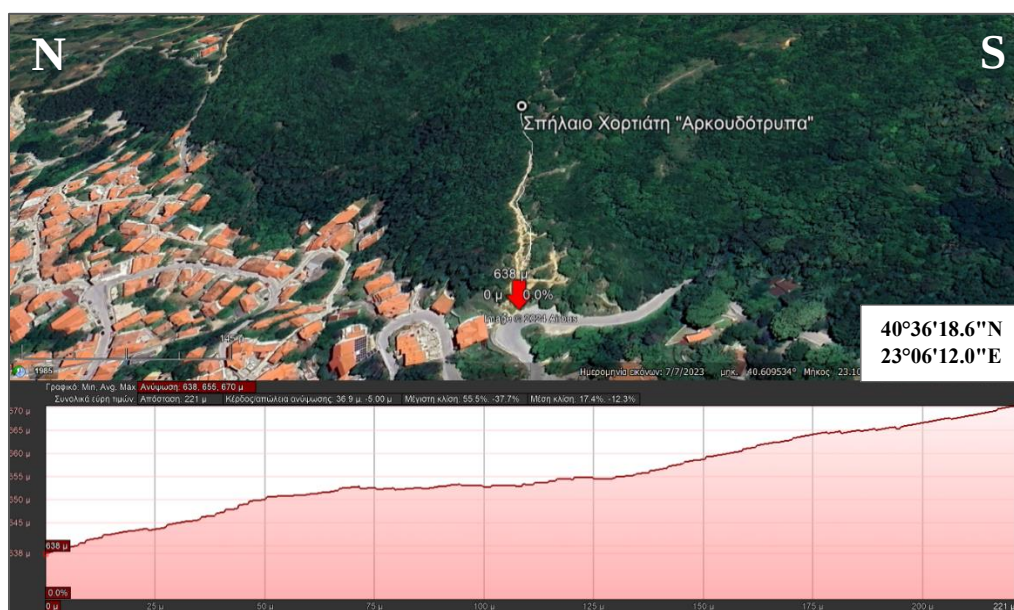
Η ορεινή γεωδιαδρομή συναντάει κυρίως πετρώματα και σχηματισμούς από την λεγόμενη «μαγματική σειρά Χορτιάτη», η οποία ανήκει στην Περιοδοπική ζώνη με δυτικό της σύνορο την Σερβομακεδονική (Εικόνα 4.14.). Έχει συνολικό πάχος 5 χιλιόμετρα (Kockel and Mollat, 1977) και ήρθε κατά το άνω Ιουρασικό με τεκτονική τοποθέτηση δίπλα στους οφιολίθους της Θεσσαλονίκης και στον φλύσχη της Σβούλας (Μέσου Ιουρασικού).



Χάρτης 4.14. : Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Περιοδοπικής ζώνης και της μαγματικής σειράς Χορτιάτη (Melfos and Voudouris, 2012)

4.1.3.2. Σπήλαιο «Αρκουδότρυπα»

Διασχίζοντας τα πρώτα διακόσια μέτρα (200 m) του μονοπατιού για το καταφύγιο του Χορτιάτη, με κατεύθυνση προς τα ανατολικά (Εικόνα 4.15.), χαρτογραφήθηκε το σπήλαιο «Αρκουδότρυπα». Η είσοδος του σπηλαίου έχει προσανατολισμό προς τον Βορρά, όπου και βρίσκεται η λίμνη Κορώνεια. Υψομετρικά, βρίσκεται στα 668(m) και λόγω της ύπαρξης αποσπασθέντων, βραχωδών τεμαχών είναι σκεπασμένη, δίχως την δυνατότητα άμεσης εύρεσής της.



Εικόνα 4.15. : Δορυφορική εικόνα με κατεύθυνση προς τα ανατολικά, στη θέση του σπηλαίου «Αρκουδότρυπα» με απεικόνιση της υψομετρίας (Google Earth Pro>Elevation graphic)

Η δημιουργία του σπηλαίου οφείλεται στην καρστικοποίηση του ασβεστολίθου, όπως στην περιοχή του λατομείου Ασβεστοχωρίου (4.1.1.2.). Στα πρώτα μέτρα συναντάται ένας θάλαμος, με το υπόβαθρο-πάτωμα αυτού να αποτελείται από τα υλικά που αποκολλώνται από τα βραχώδη τεμάχια λόγω αποσάθρωσης. Η θέση του σπηλαίου χαρτογραφείται γεωλογικά στην επαφή των ασβεστολίθων με τους σχηματισμούς της Περιοδοπικής ζώνης, δηλαδή τα πρασινισχιστολιθικά και τα φυλλιτικά πετρώματα.

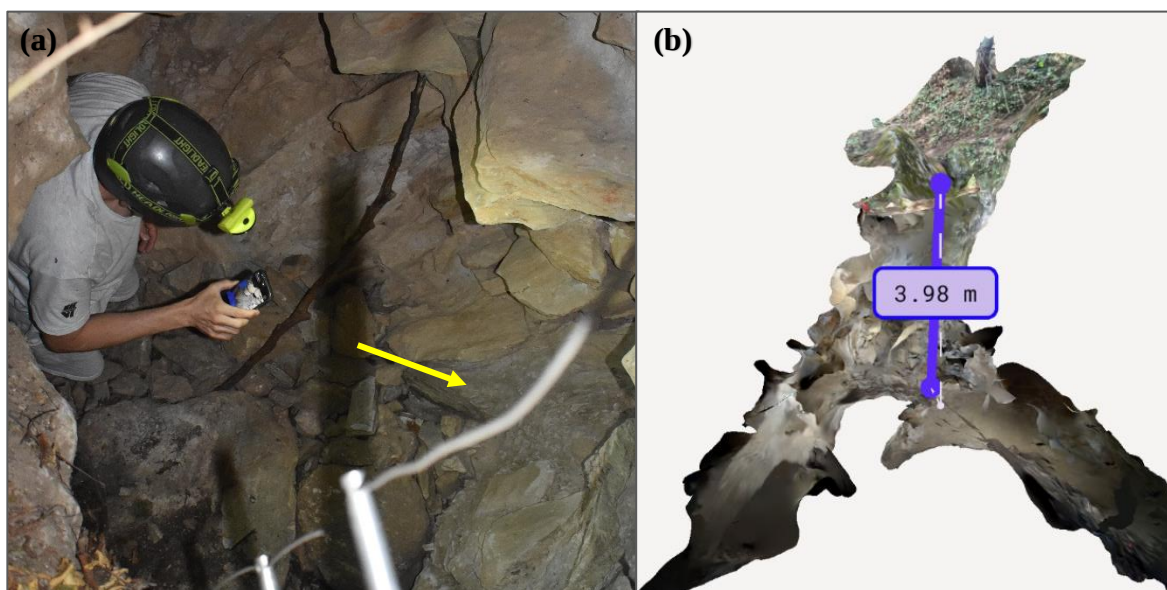
Συγκεκριμένα, εντός του θαλάμου (Εικόνα 4.16) που μελετήθηκε, βρέθηκε η επαφή του επικρατούντος ασβεστολίθου με τους φυλλίτες με στοιχεία $260^{\circ}/63^{\circ}$. Μία ακόμα μέτρηση που πάρθηκε κατά την είσοδο του σπηλαίου από μία επιφάνεια βράχου ασβεστολίθου, είναι ίδια με αυτή της επαφής, εντός του σπηλαίου. Είναι πιθανόν, λοιπόν, η επιφάνεια αυτή (Εικόνα 4.17) να είναι είτε η επιφάνεια επαφής των φυλλιτών με τους ασβεστόλιθους, είτε μία επιφάνεια ρήγματος που διαμορφώνει το σπήλαιο και εξηγεί την ύπαρξή του. Σε αρκετές επιφάνειες εντός του σπηλαίου, βρέθηκαν αποτυπώματα αρκούδων όπως χαρακτηριστικά σημάδια από τα νύχια τους. Από τις ενδείξεις αυτές, δόθηκε το όνομα του σπηλαίου «Αρκουδότρυπα», δηλώνοντας την ύπαρξη αυτών κατά τα γεωλογικά χρόνια (Εικόνα 4.18.).



Εικόνα 4.16. : Πανοραμική εικόνα του σπηλαίου «Αρκουδότρυπα» με την απεικόνιση του πρώτου θαλάμου (κύρια είσοδος του σπηλαίου)



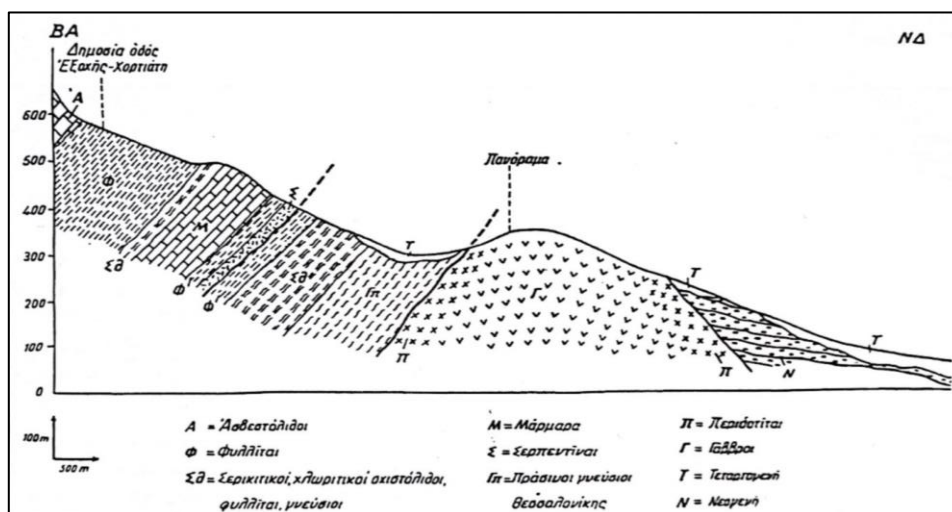
Εικόνα 4.17. : Επιφάνεια βράχου στην κεντρική είσοδο του σπηλαίου με στοιχεία 260°/63°



Εικόνα 4.18. (a) & (b) : Κατεύθυνση κίνησης του διαδρόμου (a) που συνδέεται με τον κεντρικό θάλαμο του σπηλαίου (με το βέλος υποδεικνύεται η "διαδρομή" του σπηλαίου) και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση (b) του σπηλαίου «Αρκουδότρυπα» (διάθεση από Δρ. Λαζαρίδη Γεώργιο <https://speleology8.wordpress.com/>)

4.1.3.3. Πτυχές Φυλλιτών (προς Άγιο Βασίλειο)

Γεωλογικά βρισκόμαστε στην Περιοδοπική ζώνη. Η ενότητα εκτείνεται από τη βόρεια Θεσσαλονίκη, διερχόμενη του Χορτιάτη, καταλήγοντας στην Σιθωνία, και κατά το Μέσο-Κάτω Ιουρασικό χαρακτηρίζεται από μία ευγεωσυγκλινική ανάπτυξη (Μουντράκης, 2020). Οι σχηματισμοί που συναντώνται στην ενότητα αυτή, ποικίλουν (Εικόνα 4.19.) . Στο κατώτερο επίπεδο βρίσκονται μετακλαστικά και ηφαιστιοκλαστικά πετρώματα ΠερμοΤριαδικής ηλικίας και ορισμένα ανθρακικά ιζήματα (όμοια της ενότητας Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά). Στον ανώτερο ορίζοντα βρίσκονται ιζήματα βαθιάς θάλασσας καθώς όμως και φυλλίτες με σχιστόλιθους.



Εικόνα 4.19. : Γεωλογική τομή της ανατολικής Θεσσαλονίκης (Μουντράκης, 2020)

Τα φυλλιτικά πετρώματα εμφανίζονται στην ορεινή γεωδιαδρομή, στην πορεία μου από τη διασταύρωση Χορτιάτη προς τον Άγιο Βασίλειο (Εικόνα 4.20.). Η έκταση αυτών υπολογίζεται περίπου στο 1,5 χιλιόμετρο, με την έκθεση του σχηματισμού να πραγματώνεται ως ένα πρανές του δρόμου. Οι φυλλίτες, βρίσκονται εξαιρετικά πτυχωμένοι, με τις πτυχές τους να είναι κλειστές έως υπο-ισοκλινείς (Εικόνα 4.21.).



Εικόνα 4.20. : Πτυχωμένοι Φυλλίτες Περιοδοπικής ζώνης στο πρανές του δρόμου



Εικόνα 4.21. : Πτυχές φυλλιτών (λεπτομέρεια Εικόνας 4.20.)

4.1.3.4. Ρωμαϊκό Υδραγωγείο (τα qanats του Χορτιάτη)

Από τα αρχαία χρόνια το πρόβλημα της υδρομετανάστευσης, κυρίως σε άγονες περιοχές, έφερε στο προσκήνιο μία πρωτοποριακή μέθοδο μεταφοράς του υδάτινου όγκου. Τα Qanats, αποτελούν υπόγειες δομές όμοιες με σήραγγες που λειτουργούν με την δράση της βαρύτητας, δίχως αντλητικά μέσα. Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο σε μήκος και το μεγαλύτερης αξίας qanat βρίσκεται στην περιοχή της ανατολικής Θεσσαλονίκης και συγκεκριμένα στον Χορτιάτη (Εικόνα 4.22.). Με την πλούσια παροχή νερού από το βουνό του Χορτιάτη (Tamiolakis, 1985), εξασφαλίζεται η υδροδότηση της πόλης από την Ρωμαϊκή, κιόλας, εποχή (4^{ος} αιώνας μ.Χ.). Το qanat του Χορτιάτη εκτείνεται σε μήκος 20 χιλιομέτρων και αποτελείται από ένα πυκνό σύστημα αγωγών και υπόγειων σηράγγων, που ευνοείται από την Γεωλογία της περιοχής. Τα ανακρυσταλλωμένα ασβεστολιθικά πετρώματα (του Μέσω-Άνω Τριαδικού) δημιουργούν μία ευνοϊκή συνθήκη ροής του υδάτινου όγκου, ενώ το αδιαπέρατο υπόβαθρο αυτών, οι φυλλίτες (Τριαδικό-Ιουρασικό), αποτελούν το «πάτωμα» του qanat (Manoledakis, 2007). Η τεκτονική της περιοχής με την παρουσία ρήγματος- και κατά συνέπεια διακλάσεων και ρωγμών- συνεισφέρει στην άμβλυνση του όγκου που διέρχεται και απορρέει εντός του υπόγειου έργου.



Εικόνα 4.22. : Ρωμαϊκό Υδραγωγείο Χορτιάτη

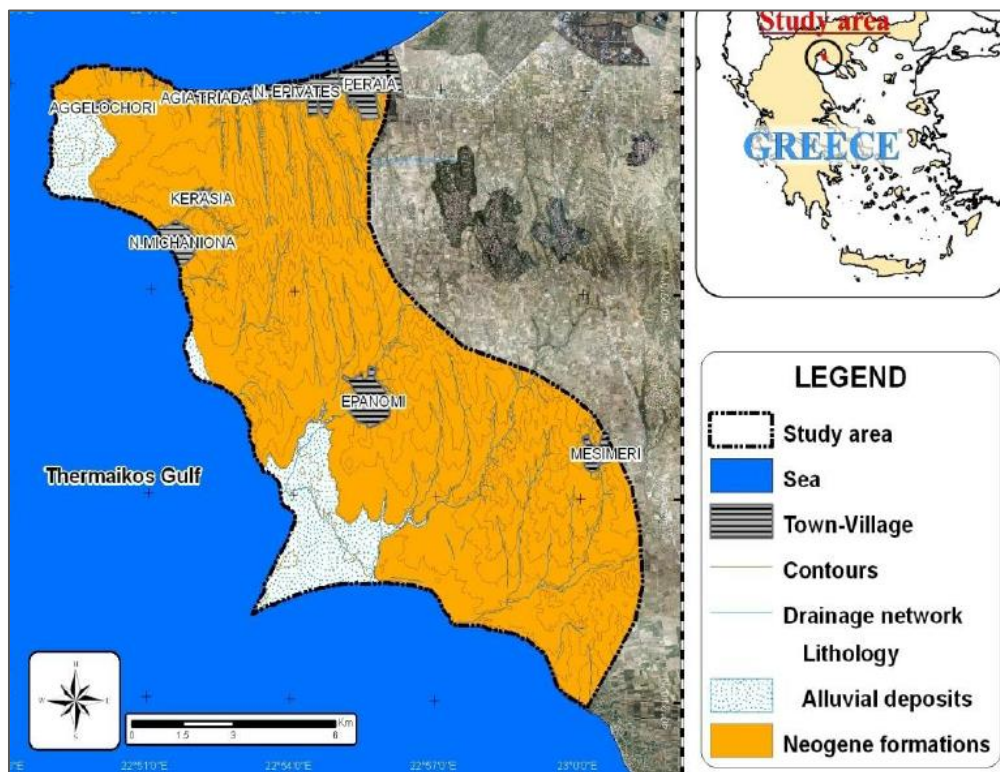
Η ανθρώπινη επέμβαση στην περιβάλλουσα περιοχή του Υδραγωγείου, με την αυξανόμενη ρύπανσή της, καθιστά κίνδυνο για την διατήρηση αυτού του μνημείου. Η αξία της γεωδιατήρησης των κόμβων σαν και το qanat του Χορτιάτη αποτελεί σπουδαία αρχή για την ανάδειξη της σπουδαιότητας της γεωκληρονομιάς της Ελλάδας.

4.2. Παράκτια γεωδιαδρομή (εντός Δ. Θερμαϊκού)

4.2.1 Φάρος Αγγελοχωρίου

4.2.1.1. Γεωλογία και τεκτονική Αγγελοχωρίου

Στην νότια πλευρά του νομού Θεσσαλονίκης, το παράκτιο τμήμα οριοθετείται από τον κόλπο του Θερμαϊκού (Εικόνα 4.23.). Μία από τις παράκτιες περιοχές μελέτης είναι αυτή του Αγγελοχωρίου, η οποία ανήκει στον δήμο Θερμαϊκού. Είναι ημι-λοφώδης και αποτελείται από οριζόντια έως ελαφρώς κεκλιμένα στρώματα ιζηματογενών σχηματισμών. Οι χαρακτηριστικές επίπεδες ακτές, σχηματίζονται εξαιτίας της δράσης ποταμών που εκβάλουν στη θάλασσα, φέροντας αλλούβιες αποθέσεις.



Εικόνα 4.23. Μορφολογικός και γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης Αγγελοχωρίου (Venetsanou, et. a., 2015)

Γεωτεκτονικά βρισκόμαστε στις εσωτερικές Ελληνίδες στην ζώνη της Παιονίας (Μουντράκης, 2020). Στο υπόβαθρο, το οποίο καλύπτεται από νεότερα ιζήματα, έχουν μελετηθεί γρανιτικά πετρώματα ύστερου Ιουρασικού και ασβεστόλιθοι (Ιουρασικού). Τα νεογενή ιζήματα που επικάθονται το παλαιό υπόβαθρο, αφορούν χαλικώδη και αμμώδη συσσωματώματα (κατώτερου Μειοκαίνου), ιλυώδη πηλό με αργιλώδη άμμο σε διασταυρωτές στρώσεις (άνω Μειοκαίνου) και εναλλασσόμενα στρώματα άμμου με μάργα/άργιλο (Εικόνα 4.24.).



Εικόνα 4.24. : Μελέτη παράκτιας περιοχής Αγγελοχωρίου (κάτω από τον φάρο του Αγγελοχωρίου)

4.2.1.2. Απολιθωματοφόρα θέση χελώνας

Η ακτογραμμή του Θερμαϊκού κόλπου (Εικόνα 4.25.) αποτελείται από Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις που στεγάζουν μία πληθώρα απολιθωμάτων. Στο ανατολικό τμήμα μελέτης, στην περιοχή του Αγγελοχωρίου έως την Επανομή, μελετητές χαρτογράφησαν μεμονωμένες αλλά αρκετές θέσεις σπονδυλωτών απολιθωμάτων, όπως χαυλιόδοντα και αστράγαλο ιπποειδούς (Athanassiou A. and Kostopoulos D.S., 2010), καθώς όμως και απολιθώματα χελωνών, εγκλεισμένα εντός της αργιλώδους άμμου. Από τις λιθοστρωματογραφικές τομές του Αγγελοχωρίου (Koufos et al., 1991) παρατηρούμε πως το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας βρίσκεται στο ύψος αργλικού στρώματος, με τον υπερκείμενο σχηματισμό να είναι συνδυασμός άμμου, αργίλου και ιλύος με συγκρίματα ασβεστιτικού υλικού. Εντός της διαχωριστικής επιφάνειας των οριζόντιων στρωμάτων, εντοπίζεται απολίθωμα μίας γιγάντιας χελώνας σε μία θέση άρτιας διατήρησης από τη κυματική διάβρωση. Αυτό πιθανολογείται πως οφείλεται στην δυσκολία διάβρωσης της γκρίζας αργίλου που αποτελεί το “δάπεδο” της χελώνας.



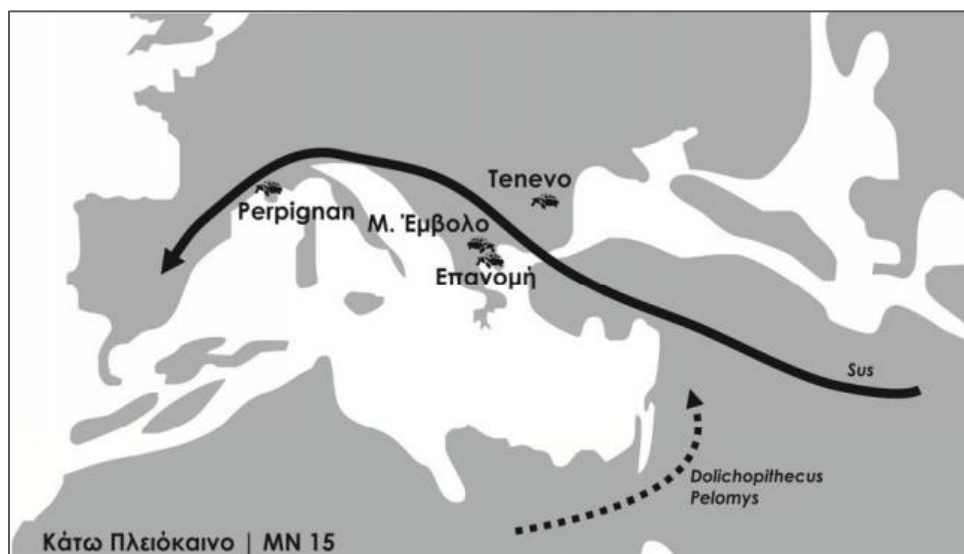
Εικόνα 4.25.: Γεωμορφές που συναντώνται στην περιοχή του Αγγελοχωρίου

Η παρουσία του απολιθώματος προϋποθέτει την ανάπτυξη προστασίας της χελώνας, από μία οστέινη μορφή (Εικόνα 4.26.), το λεγόμενο *χελώνιο* (ή *θώρακα χελώνας*). Με την δημιουργία αυτού, σήμερα μπορούν να εντοπιστούν πρώην ζώντες οργανισμοί και να προσφέρουν γνώσεις παλαιογεωγραφίας και παλαιοπεριβάλλοντος (Εικόνα 4.27.). Οι μεταβολές της κλιματικής και γεωγραφικής συνθήκης στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου (κατά το Νεογενές/Τεταρτογενές), επέφεραν μεγάλα ποσοστά μετανάστευσης αρκετών ειδών πανίδας (Koufos, 2005). Η μετανάστευση θηλαστικών, όπως των χελωνών που μελετώνται στην παρούσα εργασία, ήταν αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών και της ενοποίησης των ηπείρων της Αφρικής και της Ευρασίας (Koufos, 2005).



Εικόνα 4.26. : Τμήματα σκελετού (χελώνιο) που βρέθηκαν στην περιοχή του Αγγελοχωρίου

Το χελώνιο αυτό αποτελείται από κεράτινες πλάκες που συνεισφέρουν στην συντήρηση και την ανάπτυξη της χελώνας και διατηρούν τη μορφή και το μέγεθός της. Μία τέτοια μορφή πιστοποιείται στη παραπάνω θέση, όπως και πιο δυτικά την περιοχή της Επανομής, με την ανακάλυψη της γιγάντιας χελώνας Νεογενούς του είδους *Cheirogaster bacharidisi* n.sp. (Vlachos, 2011). Είναι ηλικίας Μειοκαίνου έως Πλειοκαίνου (5.3 MyA) με την εξαφάνιση αυτών να πραγματώνεται κατά τη διάρκεια ψύξης.



Εικόνα 4.27. Αναπαράσταση παλαιογεωγραφίας της Μεσογείου (κάτω Πλειόκαινο) και των μεταναστευτικών διαδρομών των θηλαστικών είδους *Cheirogaster* (τροποποιημένο από Koufos, 2005)

Ερευνητικές μελέτες (Vlachos, 2011) έφεραν στο προσκήνιο τα χαρακτηριστικά του σκελετού της χελώνας του Αγγελοχωρίου, αναφέροντας αναλυτικά τη δομή και την παρουσία (ή απουσία) οστέινων μελών (Εικόνα 4.28.). Η εξελικτική διαδικασία που βρίσκεται στην ηλικία Πλειοκαίνου (MN 14-16) δίνει το ολότυπο δείγμα της Επανομής (EPN I, AUTH) και επιπρόσθετο υλικό στην περιοχή μελέτης, το Αγγελοχώρι.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΕΙΓΜΑ ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙΟΥ (AGG)
Ραχιαίος Θυρεός	-
Κρανίο	-
Κάτω Γνάθος	-
Σπόνδυλοι	-
Ωμοπλάτη	-
Ζώνη Λεκάνης	-
Βραχίονας	+
Κερκίδα	+
Καρπικά	+
Περώνη	+
Οστεόδερμα	+
Φάλαγγες	+
Αστράγαλος-Πτέρνα	-

Εικόνα 4.28. :
Χαρακτηριστικά σκελετού
Cheirogaster bacharidisi n.sp
με την παρουσία (+) ή
απουσία (-) αυτών
(τροποποιημένο από
Vlachos,2011)

Η θέση του Αγγελοχωρίου (4.2.1.2), αποτελεί έναν σπουδαίο κόμβο στην παράκτια γεωδιαδρομή. Οι απολιθωματοφόρες θέσεις των χελωνών, είναι σημαντικές σε παγκόσμιο επίπεδο στην επιστήμη της Γεωλογίας, καθώς ταυτοποιούν ένα μοναδικό είδος. Κόμβοι σαν και αυτούς, οφείλουν να διατηρηθούν με σκοπό την ανάδειξη της παλαιιοστορίας του Μεσογειακού χώρου σε ένα ευρύτερο κοινό, όντας σε όλους προσβάσιμο και κατανοητό. Σήμερα, η παλαιοντολογική αξία των ευρημάτων έχει ευνοήσει την ερευνητική κοινότητα στο έργο της, αλλά παράλληλα, στεγάζεται σε μουσεία έκθεσης (ex-situ), με το κοινό να μπορεί να προσεγγίσει την σπουδαιότητα των δειγμάτων.

4.2.1.3. Διασταυρούμενη στρώση ιζηματογενών αποθέσεων

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή του Αγγελοχωρίου έφεραν στο προσκήνιο ιζηματογενείς δομές με σπουδαία αξία τόσο σε γεωλογικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Μέσα από γεωχημικές και ορυκτολογικές αναλύσεις, βρέθηκαν ορίζοντες ιζημάτων (Εικόνα 4.29.), πλούσιους σε βαριά ορυκτά, όπως μαγνητίτη, ζιρκόνιο, αιματίτη, κα. (Papadopoulos et al., 2021). Η μελέτη των συγκεκριμένων ορυκτών εξυπηρετεί στην διερεύνηση των ιζηματογενών δομών, καθώς η παρουσία τέτοιων ορυκτών οφείλεται στην διαδικασία διάβρωσης των μητρικών πετρωμάτων.



Εικόνα 4.29. : Περιοχή δειγμάτων (Papadopoulos et al., 2021) με ορίζοντα εμπλουτισμένο σε ορυκτά μελέτης.

Τα ιζημάτα που επικρατούν είναι Πλειοκαινικά και προέρχονται από χερσαίες και ποτάμιες αποθέσεις. Η συνεκτική άργιλος που στεγάζει την ύπαρξη της απολιθωματοφόρας θέσης της χελώνας (4.2.1.2) παρουσιάζει δομές με *διασταυρούμενη στρώση* (Εικόνα 4.30.), σε εναλλαγές με ασβεστιτικές ενστρώσεις. Οι δομές αυτές βρίσκονται σε μεγάλη κλίμακα στο οριζόντιο στρώμα, υποδηλώνοντας μετανάστευση των θινών. Η παρουσία νερού και αέρα, με ύπαρξη παλιρροιακών γεγονότων, οδηγεί σταδιακά στην απόθεση ιζημάτων σε μία ασταθή συνθήκη, με αποτέλεσμα την δημιουργία διασταυρούμενων μορφών. Τέτοιες δομές που αφορούν την ιζηματολογική αξία της περιοχής, αξίζει να αναφέρονται ως κόμβοι της παράκτιας ζώνης μελέτης, καθώς πιστοποιούν θέσεις παλαιογεωγραφίας και ταυτόχρονα μελετώνται για την ορυκτολογική τους αξία.



Εικόνα 4.30. : Διασταυρούμενη στρώση σε συνεκτικό αργιλικό και ψαμμιτικό υλικό

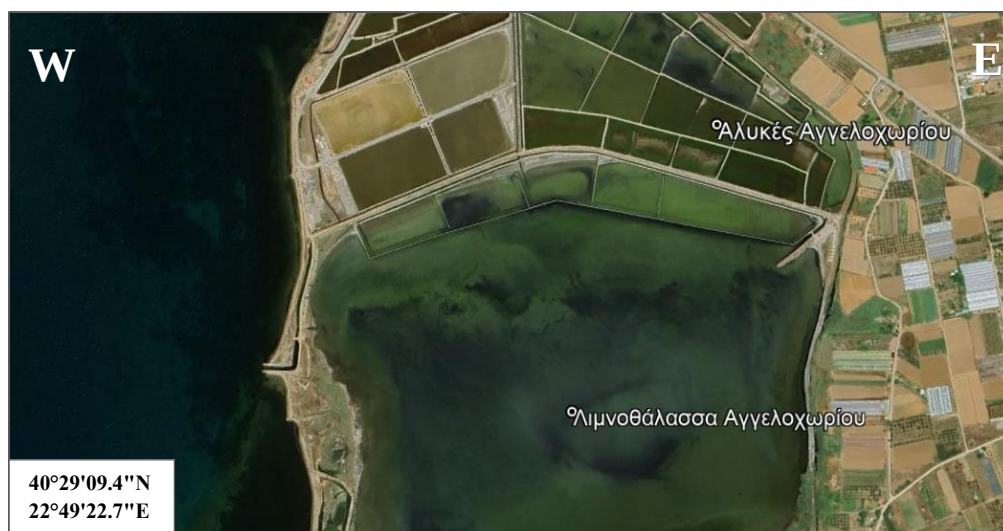
Στη θέση αυτή συναντώνται σπουδαία για γεωλογική μελέτη ορυκτά (Papadopoulos et al., 2021) τα οποία προκύπτουν από τις παράκτιες συνθήκες της περιοχής. Με την Στρωματογραφία να προσφέρει ξεχωριστές εικόνες ιζηματογένεσης και απόθεσης, καθώς

και την εμφάνιση ιδιαίτερων ορυκτών εντός των οριζόντων που αποτελούν τη Στρωματογραφική στήλη, η θέση (4.2.1.3.) αποτελεί έναν κόμβο της παράκτιας γεωδιαδρομής.

4.2.2 Λιμνοθάλασσα Αλυκής Αγγελοχωρίου

4.2.2.1. Γεωλογία της λιμνοθάλασσας

Η λιμνοθάλασσα του Αγγελοχωρίου ή Μεγάλου Εμβόλου (Εικόνα 4.31.) χαρακτηρίζεται από Νεογενείς αλλουβιακές αποθέσεις, αποτέλεσμα μίας δυναμικής διεργασίας της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου. Αναφερόμενοι στην παλαιογεωγραφία της περιοχής (Angelakou, 2009), συναντάμε μία πρωταρχική κοιλάδα που μεταβατικά, δια μέσω των κυματισμών της θάλασσας, καλύφθηκε με ενός μικρού πάχους αποθέσεις άμμου, ιλύος, αργίλου και κροκάλων. Σταδιακά, δημιουργήθηκε μία μικρού βάθους λιμνοθάλασσα (Εικόνα 4.32.), που στεγάζει στην έκτασή της γεωλογικές δομές όπως παράκτιες θίνες και αναβαθμίδες, την αμμόδη παραλία κατά μήκος της ακτογραμμής και έλη (Albanakis et al., 1999).



Εικόνα 4.31. : Αποτύπωση των θέσεων της λιμνοθάλασσας Αγγελοχωρίου και της Αλυκής Αγγελοχωρίου (Google Earth Pro)



Εικόνα 4.32. : Φωτογραφία από την περιοχή της λιμνοθάλασσας (Αλυκή Αγγελοχωρίου)

4.2.2.2. Διεργασίες δημιουργίας της Αλυκής Αγγελοχωρίου

Στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας, σημείο υψηλού γεωλογικού και οικονομικού ενδιαφέροντος αποτελεί η Αλυκή του Αγγελοχωρίου, με την πρωταρχική της λειτουργία να χρονολογείται το 1902. Με την παρουσία του θαλασσινού όγκου από τον Θερμαϊκό κόλπο υπάρχει μια διαρκής σύνδεση της λιμνάζουσας περιοχής με την θάλασσα. Για την δημιουργία των αλυκών, προϋπόθεση αποτελεί η τεχνητή κατασκευή χώρων-δεξαμενών, μέσω αναχωμάτων (Εικόνα 4.33.) που τα συνιστούν χωμάτινα υλικά. Οι χώροι αποταμίευσης του υδάτινου όγκου, υπό συγκεκριμένες συνθήκες συμπίκνωσης και θερμοκρασίας, λειτουργούν ως «θερμάστρες» (Εικόνα 4.34.), εξατμίζοντας το θαλασσινό νερό. Η εξάτμιση οδηγεί με τη σειρά της στην κρυστάλλωση του αλατιού.



Εικόνα 4.33. : Αναχώματα μεταξύ των τάφρων Αλυκής Αγγελοχωρίου

Η ύπαρξη αλυκών, είναι τεχνητό αποτέλεσμα μίας φυσικής διεργασίας του οικοσυστήματος. Για τη δημιουργία μιας *Λαγκούνας*, όπως αυτή του Αγγελοχωρίου, απαιτείται ένα μοντέλο χαμηλής ακτής (Psilovikos & Zarkadas 2006) με κλαστικού τύπου ιζήματα ακτής χαμηλής απόθεσης (Εικόνα 4.35.).



Εικόνα 4.34. : Χώρος θέρμανσης θαλασσινού όγκου (στις φυσικές θερμάστρες της Αλυκής)



Εικόνα 4.35. : Ανάδειξη γνωρισμάτων μοντέλου χαμηλής αποθετικής ακτής στην περιοχή μελέτης (τροποποιημένο από *Psilovikos & Zarkadas, 2006*)

4.2.2.3. Βιοποικιλότητα Αλυκής Αγγελοχωρίου (Natura 2000)

Ο χώρος της λιμνοθάλασσας στεγάζει έναν σπουδαίο βιότοπο (Εικόνα 4.36.) στον οποίο προστατεύονται τόσο θαλάσσιοι οργανισμοί, όσο και σπάνια είδη πτηνών (Natura 2000). Με τις συνθήκες να είναι ιδανικές για την εύρεση τροφής, μετανάστευσης και αναπαραγωγής των διαφόρων ειδών πουλιών (καταγράφονται περίπου 178 διαφορετικά είδη), ο φυσικός υγρότοπος της περιοχής ανέλαβε τον χαρακτήρα μίας προστατευόμενης περιοχής του δικτύου Natura 2000 (<https://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=GR1220005>).



Εικόνα 4.36. : Ύπαρξη σπουδαίας βιοποικιλότητας στον χώρο της Αλυκής

Μία τέτοια προστατευόμενη περιοχή αδιαμφισβήτητα θεωρείται κόμβος της παράκτιας γεωδιαδρομής. Οι θέσεις θινών και αναβαθμίδων, καθώς και μία σπουδαία οικολογική κληρονομιά, θέτουν ένα τέτοιο σημείο πολύτιμο προς διατήρηση και ανάδειξη. Η βιοποικιλότητα της λιμνοθάλασσας και η σπουδαιότητα της Αλυκής, κρίνεται αναγκαίο να διατηρήσουν τον χαρακτήρα τους με τον ανθρώπινο παράγοντα να μην ζημιώνει αλλά να εκτιμά και να προστατεύει την ιδιαίτερη αξία της περιοχής. Ένας χώρος με παγκόσμια αναγνώριση για την ποικιλομορφία του οφείλει να ευαισθητοποιεί τόσο την γεωλογική και επιστημονική κοινότητα, όσο και τους ανθρώπους εκτός αυτών. Μέσα από μία γεωδιαδρομή, προσιτή σε ένα ευρύ κοινό, άνθρωποι διαφόρων επιστημών θα έχουν την δυνατότητα να γνωρίσουν την αξία της περιοχής του Αγγελοχωρίου και να συμμετέχουν σε μία διαρκή προσπάθεια διατήρησης αυτής της μοναδικής γεωκληρονομιάς.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα τελευταία χρόνια οι έννοιες *γεώτοπος* και *γεωτουρισμός*, έχουν ενταχθεί στην επιστημονική κοινότητα του κλάδου Γεωλογίας και όχι μόνο. Επιστήμες όπως η Βιολογία, η Γεωγραφία, η Ωκεανογραφία, κα., στρέφουν το βλέμμα και ερευνούν την αξία γεωμορφών (1.1.1.), δίνοντας έμφαση στην διατήρηση της σπουδαιότητάς τους. Η Ελλάδα αποτελείται από μία φυσική ποικιλομορφία, με χώρους σημαντικής γεωλογικής ισχύος. Υπάρχουν ακόμη, όμως, ανεξερεύνητες περιοχές που οφείλουν να διατηρήσουν τον ιδιαίτερο χαρακτήρα τους. Κάτι τέτοιο, όχι μόνο θα προστατέψει τους χώρους στέγασης, αλλά θα μπορέσει να αποτελέσει την αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής μέσω του εναλλακτικού τρόπου τουρισμού, του *γεωτουρισμού*. Οι γεωδιαδρομές, με την εύκολη προσβασιμότητα στα μέρη ενδιαφέροντος, μπορούν να αποτελέσουν κινητήριο δύναμη ώστε να προσελκύσουν το κοινό και έμμεσα να το μυήσουν στην ευρύτερη έννοια της Γεωλογίας και της *γεωδιατήρησης*. Λαμβάνοντας υπόψη την σπουδαιότητα των παραπάνω προτείνεται:

- Μία δυναμική προσπάθεια προστασίας των γεωκόμβων, με αναπόσπαστο κομμάτι αυτής να αποτελεί η καθαριότητα και συντήρηση των θέσεων
- Η δημιουργία (από την πολιτεία) ενός εκπαιδευτικού πλαισίου που εντάσσει και ενημερώνει από νεαρή ηλικία τους ανθρώπους για την αξία της γεωποικιλότητας και της γεωδιατήρησης αυτής, μέσω ημερίδων ή εκπαιδευτικών εκδρομών σε σημεία γεωλογικού ενδιαφέροντος στην περιοχή της Θεσσαλονίκης
- Η προβολή των προστατευόμενων περιοχών (όπως η λιμνοθάλασσα Αγγελοχωρίου) με την αξιοποίηση των μέσων μαζικής ενημέρωσης με στόχο την ευαισθητοποίηση της κοινωνίας και της ευρύτερης παγκόσμιας κοινότητας
- Η κατάλληλη μέριμνα των αρμόδιων για την χάραξη γεωδιαδρομών που να είναι προσιτές σε κάθε κοινωνική ομάδα (λ.χ. κατασκευή ειδικού δρόμου για ανθρώπους που κινούνται με αμαξίδια ή δημιουργία κατάλληλου μονοπατιού με τη χρήση ειδικών πλακακιών για ανθρώπους με δυσκολία στην όραση)



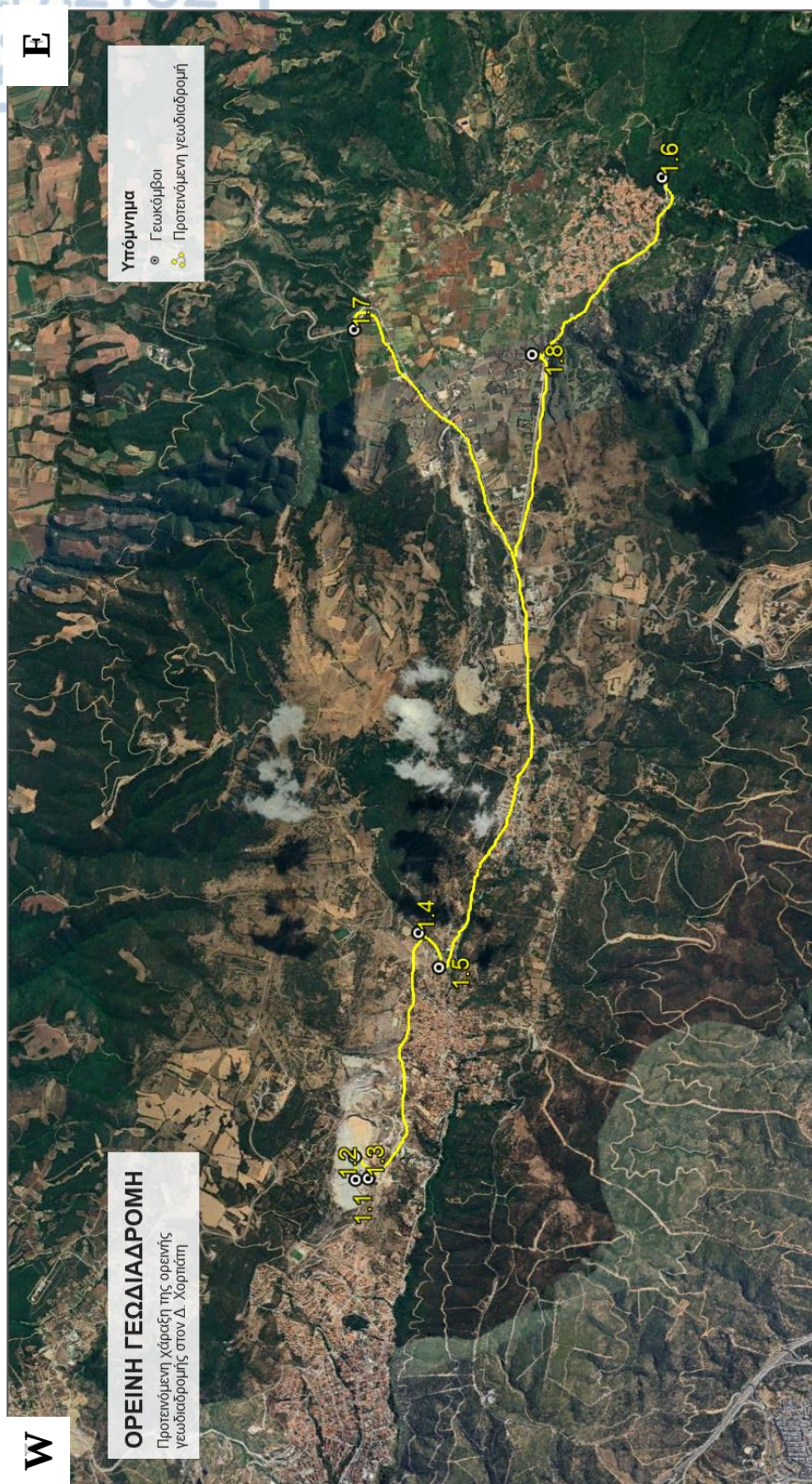
Τέλος, για την οπτικοποίηση των πιθανών γεωδιαδρομών, που προτείνονται στην παρούσα εργασία, απαιτήθηκε η δημιουργία συγκεντρωτικών Πινάκων (Πίνακας 1. - Πίνακας 2.) με την αναφορά στους γεωκόμβους της περιοχής και την αναγραφή των θέσεων-συντεταγμένων. Δίνονται οι χαράξεις των γεωδιαδρομών (Εικόνα 5.1. - Εικόνα 5.2.) με την απόδοση των σημείων των γεωκόμβων στο χώρο.

1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΕΩΚΟΜΒΩΝ ΟΡΕΙΝΗΣ ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

A/A	ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΓΕΩΚΟΜΒΟΣ	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ
1.1	Λατομείο Ασβεστοχωρίου «Αργυρώ»	Σπήλαιο [1:Point] «Τρύπα του Φούρναρη»	40°39'06.5"N 23°00'43.7"E
1.2	Λατομείο Ασβεστοχωρίου «Αργυρώ»	Σπήλαιο [2:Point]	40°39'06.0"N 23°00'46.2"E
1.3	Λατομείο Ασβεστοχωρίου «Αργυρώ»	Ρήγμα Ασβεστοχωρίου	40°39'06.5"N 23°00'43.7"E
1.4	Λατομείο Ασβεστοχωρίου: Προφήτης Ηλίας	Καθρέπτης ρήγματος λατομείου	40°38'27.7"N 23°02'09.1"E
1.5	Λατομείο Ασβεστοχωρίου: Προφήτης Ηλίας	Ασβεστοκάμινι	40°38'24.3"N 23°01'53.8"E
1.6	Ευρύτερη περιοχή του Χορτιάτη	Σπήλαιο «Αρκουδότρυπα»	40°36'18.6"N 23°06'12.0"E
1.7	Ευρύτερη περιοχή του Χορτιάτη	Πτυχές Φυλλιτών	40°37'53.7"N 23°05'56.9"E
1.8	Ευρύτερη περιοχή του Χορτιάτη	Ρωμαϊκό Υδραγωγείο	40°37'01.1"N 23°05'25.7"E

2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΕΩΚΟΜΒΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

A/A	ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΓΕΩΚΟΜΒΟΣ	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ
2.1	Φάρος Αγγελοχωρίου	Απολίθωμα χελώνας	40°30'01.8"N 22°49'01.6"E
2.2	Φάρος Αγγελοχωρίου	Διασταυρούμενη στρώση	40°30'00.5"N 22°49'02.0"E
2.3	Φάρος Αγγελοχωρίου	Ορυκτά υψηλής γεωλογικής αξίας	40°30'00.5"N 22°49'02.0"E
2.4	Λιμνοθάλασσα Αγγελοχωρίου	Λιμνοθάλασσα & Αλυκές	40°29'09.4"N 22°49'22.7"E



Εικόνα 5.1. : Απεικόνιση προτεινόμενης ορεινής γεωδιαδρομής στον Δ. Χορτιάτη, με τις θέσεις ενδιαφέροντος που αναγράφονται στον Πίνακα (1.)



Εικόνα 5.2. : Απεικόνιση προτεινόμενης παράκτιας γεωδιαδρομής στον Δ. Θερμαϊκού, με τις θέσεις ενδιαφέροντος που αναγράφονται στον Πίνακα (2.)



Angelakou A. Galateia, 2009. Contemporary physicogeographic changes and ecological quality of the Angelochori coastal zone, Thessaloniki Prefecture (NE Thermaikos Bay), Master Thesis, pp. 23-29. <https://ikee.lib.auth.gr/record/124542/files/GRI-2010-5776.pdf>

Athanassiou Athanassios, Kostopoulos Dimitris, (2010). On mammal remains in the area of Epanomi (Macedonia, Greece), Special volume 99, pp. 63-68. <https://www.researchgate.net/publication/237049953> On mammal remains in the area of Epanomi Macedonia Greece

Brilha, J., 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage* 8, pp.119–134.

Burek Cynthia, Prosser Colin, 2008. The history of geoconservation: An introduction. Geological Society, London, Special Publications. 300. pp. 1-5. <https://doi.org/10.1144/sp300.1>

Dowling, Newsome, 2018. Handbook of Geotourism: Geotourism: definition, characteristics and international perspectives, Chapter 1, pp.1-22. <https://doi.org/10.4337/9781785368868>

Gray Murray, 2004. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. <https://www.researchgate.net/publication/235864115> Geodiversity Valuing and Conserving Abiotic Nature

Hose Thomas, Markovic Slobodan, Komac Blaž, Zorn, Matija, 2011. Geotourism – a short introduction. *Acta geographica Slovenica*, 51, pp. 339-342. <https://doi.org/10.3986/AGS51301>

Kockel & Mollat ,1977. Simplified geological map of the Serbo-Macedonian Massif from the Chalkidiki Peninsula in the south to the Kerkini Mountains in the north. https://www.researchgate.net/figure/Simplified-geological-map-of-the-Serbo-Macedonian-Massif-from-the-Chalkidiki-Peninsula-in_fig1_249551935

Kockel F., Mollat H., Αντωνιάδης Π., Παπαδόπουλος Π., 1978. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θέρμη», Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα

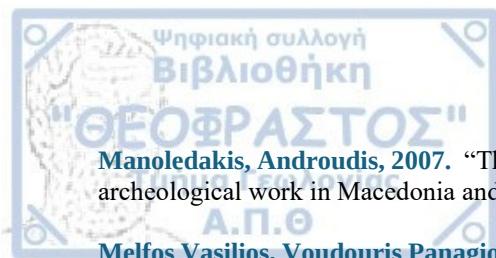
Kockel F., Αντωνιάδης Π., Ιωαννίδης Κ. και Λαλέχος Ν., 1978. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θεσσαλονίκη», Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα

Koufos G.D., Syrides E.G, Koliadimou K.K., 1991. A Pliocene primate from Macedonia (Greece), *J. Hum. Ev.*, 21, pp.283-294.

Koufos, George, 2005. Neogene/Quaternary mammalian migrations in eastern Mediterranean., *Belg. J. Zool.*, 135 (2): pp. 181-190

Kuleta, 2018. Geosciences, Geodiversity Research Methods in Geotourism, 8(6), pp.197. <https://doi.org/10.3390/geosciences8060197>

Lazaridis, Th. Georgios, 2024. Georgios Th. Lazaridis, Ph. D Thesis, Formation conditions of hypogene caves in the Hellenic orogen: mineralogy, geochemistry, stable isotopes (c, o, s), fluid inclusions. <https://ikee.lib.auth.gr/record/354379/files/GRI-2024-42990.pdf>



Manoledakis, Androudis, 2007. “The water – collection system (qanat) of Agia Paraskevi in Hortiatiss. The archeological work in Macedonia and Thrace”.

Melfos Vasilios, Voudouris Panagiotis Ch., 2012. Geological, Mineralogical and Geochemical Aspects for Critical and Rare Metals in Greece, Minerals 2(4), pp.300-317. <https://doi.org/10.3390/min2040300>

Mountrakis Demosthenis, Pavlides Spyros, Zouros Nikolas, Chatzipetros Alexandros, Kostopoulos Dimitris, 1995. The 13 May 1995 Western Macedonia (Greece) earthquake. Preliminary results on the seismic fault geometry and kinematics. Special Publications of the Geological Society of Greece, 6, pp. 112-121.

<https://www.researchgate.net/publication/284032003> The 13 May 1995 Western Macedonia Greece earthquake Preliminary results on the seismic fault geometry and kinematics

Papadopoulos, Lazaridis, Kipourou-Panagiotou, Kantiranis, Koroneos, Almpanakis, 2021. Mineralogy, Geochemistry and Provenance of Coastal Sands from Greece: New Insights on the REE Content of Black Coastal Sands from Aggelochori Area, N.-Greece. Minerals, 11(7), 693, pp. 1-13, (2021). <https://doi.org/10.3390/min11070693>

Psilovikos Aris, Zarkadas Pavlos, 2006.

WATER BALANCE SIMULATION MODEL IN THE WATERSHED OF KASTORIA LAKE. <https://www.researchgate.net/publication/320445202> WATER BALANCE SIMULATION MODEL IN THE WATERSHED OF KASTORIA LAKE

Tamiolakis Giannis. 1985. “The history of Thessaloniki Water Supply”, University Studio Press, Thessaloniki.

Venetsanou Panagiota, Voudouris K., Kazakis Nerantzis, 2015. Impacts of Urbanization, Agriculture and Touristic Development on Groundwater Resources in the Eastern Part of Thermaikos Gulf, North Greece, pp.1-10.

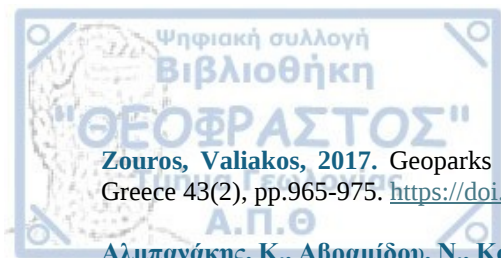
<https://www.researchgate.net/publication/279203638> Impacts of Urbanization Agriculture and Touristic Development on Groundwater Resources in the Eastern Part of Thermaikos Gulf North Greece

Veranis Nikos, Nimfopoulos Miltiadis, Christidis Christos, Chrysafi A., 2017. GRANULAR AQUIFER SYSTEM OF WEST CHALKIDIKI AREA, REGION OF CENTRAL MACEDONIA, NORTHERN GREECE. Bulletin of the Geological Society of Greece. <https://doi.org/10.12681/bgsg.11806>

Vlachos, Ch. Evangelos, 2011. Contribution of the study of Gigantic Tortoises in the Stratigraphy and Palaeogeography of the Neogene of Macedonia, Greece, pp. 14-63. <https://ikee.lib.auth.gr/record/126539/files/GRI-2011-6692.pdf>

Zacharopoulou Georgia, 2018. Ζητήματα διαχείρισης της προστασίας της ιστορικής περιοχής παραγωγής ασβέστου στο Ασβεστοχώρι Θεσσαλονίκης, μετά την τεκμηρίωση και αξιολόγησή της: μια ενδιαφέρουσα προβληματική διαδικασία 25 χρόνων, σ. 1-12. <https://www.researchgate.net/publication/342312798> Zetemata diacheirises tes prostasias tes istorikes perioches paragoges asbestou sto Asbestochori Thessalonikes meta ten tekmeriose kai axiologese tes mia endiapherousa problematike diadikasia 25 chron?channel=doi&linkId=5eeeb41c92851ce9e7f09d4f&showFulltext=true

Zervopoulou Anna, 2010. ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΕΛΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ. <https://ikee.lib.auth.gr/record/124424/files/ZERVOPOULOU.pdf>



Zouros, Valiakos, 2017. Geoparks management and assessment, Bulletin of the Geological Society of Greece 43(2), pp.965-975. <https://doi.org/10.12681/bgsg.11262>

Αλμπανάκης, Κ., Αβραμίδου, Ν., Κόρου, Θ., και Βουβαλίδης, Κ., 1999. Η παράκτια γεωμορφολογία των ανατολικών ακτών του Θερμαϊκού Κόλπου στο Νομό Θεσσαλονίκης και οι διαταραχές της ισορροπίας από ανθρωπογενείς παράγοντες. Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Αθήνα, σελ.190-200.

Μουντράκης, Δ., 2020. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, Β'ΕΚΔΟΣΗ, UNIVERSITY STUDIO PRESS, σελ. 57-60.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.), Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Ασβεστοχώρι»

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.), Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, φύλλο «Θεσσαλονίκη»

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Ασβεστοκάμνηνα, https://solygeia.blogspot.com/2018/08/blog-post_67.html

Google Earth Pro, <https://earth.google.com/web/>

Canva (Graphic design platform), <https://www.canva.com/>

Virtual Speleological field trip in Greece, <https://speleology8.wordpress.com/about/>

Gaia GPS, <https://www.gaiagps.com/>

Natura 2000, <https://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=GR1220005>