



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

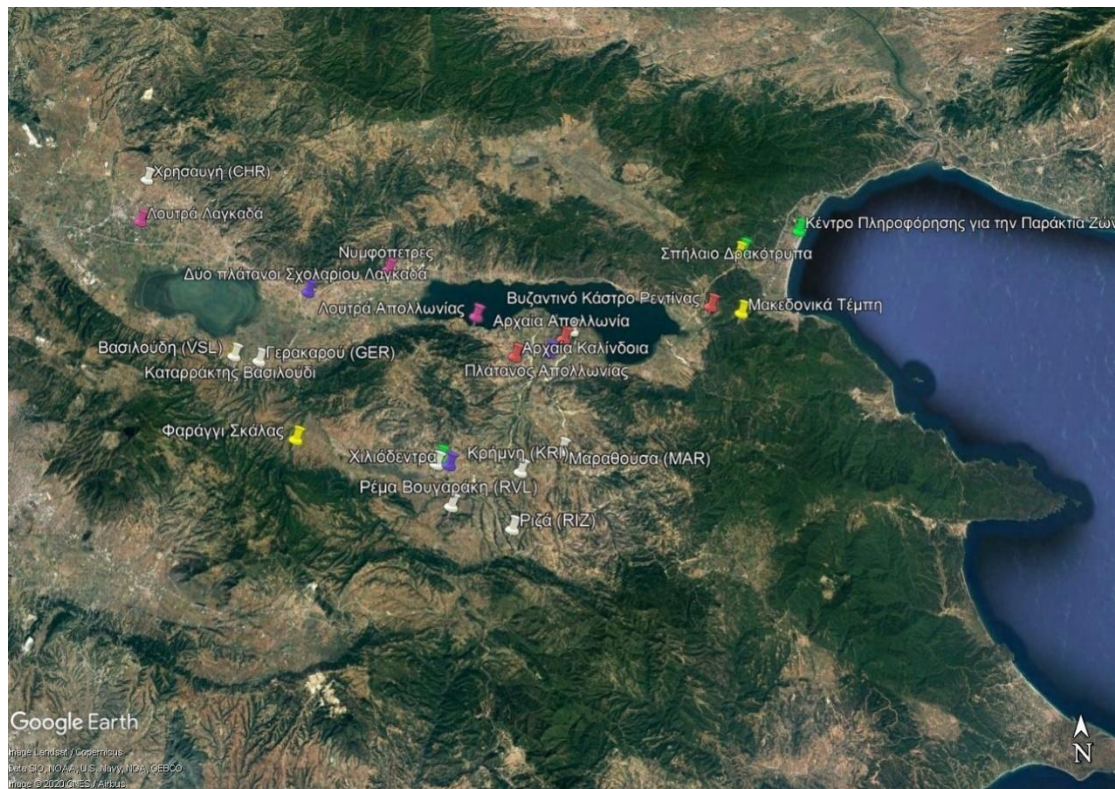


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ

ΓΕΩΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΚΤΩΡ ΚΑΜΝΙΑΤΣΟΣ

Δ.Π.Μ.Σ. ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

ΜΥΤΙΑΗΝΗ 2020

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Φωτογραφία Εξωφύλλου: Δορυφορική Εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά που τη χαρακτηρίζουν ως γεώτοπο.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας
Λεκάνης

ΒΙΚΤΩΡ ΚΑΜΝΙΑΤΣΟΣ

ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΓΕΩΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ
ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΩΣ ΓΕΩΤΟΠΙΟ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωγραφίας στα πλαίσια του Προγράμματος
Μεταπτυχιακών Σπουδών Φυσικοί Κίνδυνοι και Αντιμετώπιση Καταστροφών,
Τμήμα Γεωγραφίας

Τριμελής Επιτροπή:

Παυλίδης Σπυρίδων, Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

Ζούρος Νικόλαος, Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Φασουλάς Χαράλαμπος, Καθηγητής, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης

* Επιβλέπων Καθηγητής

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

© Βίκτωρ Καμνιάτσος, Γεωλόγος, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΓΕΩΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ
ΛΕΚΑΝΗΣ - *Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

© Viktor Kamniatsos, Geologist, 2020

All rights reserved.

GEODIVERSITY AND SEISMOTECTONIC STUDY OF MYGDONIA BASIN -
Master Thesis

Citation:

Βίκτωρ Καμνιάτσος, 2020. –Γεωποικιλότητα και σεισμοτεκτονική μελέτη της Μυγδονίας λεκάνης. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 141 σελ.

ViktorKamniatsos, 2020. – GeodiversityandseismotectonicstudyofMygdoniabasin. MasterThesis, SchoolofGeography, UniversityofAegean, 141pp.

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 Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
Βασικοί Ορισμοί.....	9
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
2.1 Γεωμορφολογική τοποθέτηση της Μυγδονίας λεκάνης.....	12
2.2 Ιστορικά και κλιματικά στοιχεία	13
2.3 Γεωλογία και Τεκτονική της Μυγδονίας.....	14
2.4 Δημιουργία και γεωλογική εξέλιξη της Μυγδονίας λίμνης (Παλαιογεωγραφία).....	17
2.5 Γεώτοποι.....	21
3. ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	26
3.1 Νεοτεκτονική της περιοχής	26
3.2 Σεισμικά ρήγματα.....	27
3.2 Ενεργά σεισμικά ρήγματα	31
Ρήγμα Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα	32
Ο σεισμός της Θεσσαλονίκης	39
Ρήγμα Λουτρών Βόλβης – Νέας Απολλωνίας	44
Σεισμική ρηξιγενής ζώνη Σχολαρίου – Ανάληψης - Ασσήρου	46
Ρήγμα Λητής – Λαγυνών – Αγ. Βασιλείου –Βασιλουδίου.....	46
4.ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ	47
4.1Τραβερτίνες.....	47
4.2 Γεωθερμικά πεδία.....	51
Γεωθερμικό πεδίο Λαγκαδά	52
Γεωθερμικό πεδίο Νυμφόπετρας.....	57
Γεωθερμικό πεδίο Νέας Απολλωνίας.....	58
4.3Απολιθωματοφόρες θέσεις	62
4.4 Μουσεία - Κέντρο Πληροφόρησης	75
Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος.....	75
Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων.....	82
Το Κέντρο Πληροφόρησης για την Παράκτια Ζώνη του Στρυμονικού & του Κόλπου της Ιερισσού.....	91

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	93
Φαράγγι Σκάλας	93
Μακεδονικά Τέμπεη	95
Καταρράκτης Βασιλούδι	97
Δρακότρυπα	98
6. Δασολογικά	104
Οι δύο πλάτανοι του Σχολαρίου Λαγκαδά	104
Παραλήμνιο δάσος Απολλωνίας	108
Χιλιόδενδρα	109
7. Αρχαιολογικά	111
Αρχαία Καλίνδοια	111
Αρχαία Απολλωνία	115
Κάστρο Ρεντίνας	117
8. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	123
9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	131
10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	135
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	137

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Παυλίδη Σπυρίδων, Ομότιμο Καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης για την ουσιαστική καθοδήγηση και βοήθειά του για την εκπόνηση της εργασίας, τους καθηγητές και μέλη της τριμελούς επιτροπής Ζούρο Νικόλαο και Φασουλά Χαράλαμπο, τους κυρίους Κυριαζίδη Νικόλαο, Γάκη Ιωάννη κατοίκους των Καλινδοίων για την ουσιαστική τους βοήθεια παρέχοντάς μου πληροφορίες για το μουσείο των Καλινδοίων και για τα ευρύματα της περιοχής και Βλάχο Μιχάλη για το μουσείο των Βρασμών. Ευγνωμοσύνη και θερμές ευχαριστίες οφείλω και στους γονείς Θεόδωρο και Στέλλα και τον αδερφό μου Γιώργο που με στήριξαν ψυχολογικά και οικονομικά σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος αλλά και στη Μ.Sc. Δασολόγο Αναστασία Πέτση η οποία συμμετείχε στη συλλογή των φωτογραφιών και με βοήθησε με τα δασολογικά κριτήρια

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καθώς ο άνθρωπος έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί αλόγιστα τους φυσικούς πόρους και το γεωπεριβάλλον, κρίνεται πλέον απαραίτητη η προστασία του αλλά και τη διατήρησή του. Η περιοχή της Μυγδονίας στην Κεντρική Μακεδονία που εξετάζεται στην παρούσα εργασία έχει ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον, από γεωμορφολογικής, παλαιοντολογικής, σεισμοτεκτονικής, φυσικού περιβάλλοντος, αρχαιολογίας, αλλά και φυσικών καταστροφών, κυρίως σεισμών, αφού είναι από τις πλέον ενεργές περιοχές της Βόρειας Ελλάδος. Τα ρήγματα που έδρασαν στο παρελθόν διαμόρφωσαν το σημερινό ανάγλυφο της, ενώ κάποια από τα ρήγματα που επαναδραστηριοποιήθηκαν προκάλεσαν σεισμούς με υλικές ζημιές, ανθρώπινες απώλειες και επηρέασαν τις καθημερινές δραστηριότητες των κατοίκων της. Επιπλέον οι απολιθωματοφόρες θέσεις και το ανασκαφικό έργο που συντελείται εδώ και δεκαετίες στην περιοχή, μας δίνουν πληροφορίες για την γεωλογική εξέλιξη και το παλαιοπεριβάλλον της. Το γεωθερμικό πεδίο, το οποίο ήταν γνωστό από την αρχαιότητα, είναι υπεύθυνο για την παρουσία ιαματικών λουτρών και θερμών πηγών με την ταυτόχρονη παρουσία εντυπωσιακών γεωλογικών σχηματισμών (Νυμφόπετρες).

Υπάρχουν σημαντικά κριτήρια ένταξης της περιοχής σε δίκτυο γεωτόπων καθώς η περιοχή έχει μεγάλη περιβαλλοντική αξία:

- επιστημονική, λόγω του γεωλογικού - σεισμοτεκτονικού ενδιαφέροντος,
- εκπαιδευτική, καθώς θα ήταν εφικτή η οργάνωση δράσεων ενημέρωσης του κοινού για το γεω-περιβάλλον και τους φυσικούς κινδύνους που εγκυμονεί η περιοχή,
- οικολογική, καθώς υπάρχει καταφύγιο άγριας ζωής και υγροβιότοπος,
- αισθητική, λόγω της παρουσίας τοπίων φυσικού κάλλους και της ύπαρξης δάσους, φαραγγιού, καταρράκτη,
- αρχαιολογική, καθώς οι ανασκαφές που έχουν γίνει, έχουν αναδείξει αρκετά ευρήματα (π.χ. Καλίνδοια).

Η ένταξη της περιοχής (που έχει αρκετές προσβάσιμες θέσεις ενδιαφέροντος) σε ένα δίκτυο περιφερειακών ή εθνικών γεωτόπων θα μπορούσε να συνεισφέρει στην

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής μέσω του εναλλακτικού τουρισμού αναδεικνύοντας ταυτόχρονα στο ευρύ κοινό την αξία της.

Λέξεις κλειδιά: Κεντρική Μακεδονία, Βόλβη, Λαγκαδά, Φυσικό Περιβάλλον, Γεωποικιλότητα, Φυσικές Καταστροφές, Σεισμικά Ρήγματα.

ABSTRACT

As man has begun to use natural resources recklessly and the geoenvironment, their protection and preservation are now considered necessary. The region of Central Macedonia, which is under consideration in this study, is also of particular scientific interest as past faults have shaped its current terrain, while some of the faults that have been reactivated have caused material damage, human losses and affected the daily activities of its inhabitants. In addition, the fossil sites and the excavation work that has been going on in the area for decades, provide information on the geological development and the old environment of the area. The geothermal field, which has been known since antiquity, is responsible for the presence of thermal baths and hot springs with the simultaneous presence of impressive geological formations (Nymphopetres).

There are important criteria for the integration of the region into a network of agronomists as the region has great environmental value:

- scientific, due to the geological-seismic interest,
- educational, as it would be possible to organize public information activities for the geo-environment and the natural hazards that the area carries,
- ecological, as there is a wildlife refuge and a wetland,
- aesthetics, due to the presence of natural landscapes and the existence of forest, gorge, waterfall,
- Archaeological, as the excavations that have been done have revealed several findings (eg Kalindoia).

The inclusion of the region (which has several accessible places of interest) in a network of regional or national geotopes could contribute to the sustainable development of the region through alternative tourism while at the same time highlighting its value to the general public.

Keywords: Central Macedonia, Volvi, Lagkada, Natural Environment, Geodiversity, Natural Disasters, Seismic Faults.

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Δι-Π.Μ.Σ. Φυσικοί Κίνδυνοι και Αντιμετώπιση Καταστροφών. Η περιοχή της Μυγδονίας αποτελεί αντικείμενο μελέτης πολλών επιστημονικών κλάδων εδώ και αρκετά χρόνια. Η καταγωγή μου και η γνώση μου για την περιοχή, οι ιστορικές, επιστημονικές πηγές και οι εμπειρίες των κατοίκων από καταστροφές ακραίων φυσικών φαινομένων, όπως σεισμοί και πλημμύρες, αποτέλεσαν το έναυσμα ώστε να ασχοληθώ με τη μελέτη των κριτηρίων ένταξής της στα δίκτυα των γεωπάρκων με στόχο την περαιτέρω ανάπτυξη και την αξιοποίησή της αναδεικνύοντας την μεγάλη σημασία της.

Βασικοί Ορισμοί

Γεωποικιλότητα: Η ποικιλία των δομών, μορφών και των διαφόρων γεωλογικών περιβαλλόντων της επιφάνειας της γης. Είναι το φυσικό εύρος (ποικιλία) των γεωλογικών (πετρώματα, ορυκτά, απολιθώματα), γεωμορφολογικών (τοπία και φυσικές διεργασίες) και εδαφικών μορφών. Επίσης ο όρος γεωποικιλότητα χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την ποικιλία των μορφών και συστημάτων της γης (the diversity of earth features and systems), τόσο στη σημερινή δομή και επιφανειακή μορφολογία του γήινου φλοιού, όσο και διαχρονικά, δηλαδή στη διάρκεια της αλλαγής των γεωπεριβαλλόντων. Ακόμη ο όρος γεωποικιλότητα χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την ποικιλία των γεωλογικών (μητρικό πέτρωμα), γεωμορφολογικών (γεωμορφές) και εδαφικών δομών και των χαρακτηριστικών τους και γεωλογικών διεργασιών. Η γεωποικιλότητα περιλαμβάνει τεκμήρια για την ιστορία της γης (απολιθώματα, παλαιο-οικοσυστήματα) και μια ποικιλία διεργασιών (γεωλογικών, βιογεωλογικών, υδρολογικών και ατμοσφαιρικών) που ενεργούν στα πετρώματα, τις γεωμορφές και τα εδάφη, που παρέχουν το πλαίσιο για τη ζωή στη Γη. Η γεωποικιλότητα αποτελεί το συνδετικό κρίκο μέσω της αλληλεπίδρασης με τη βιοποικιλότητα, τα εδάφη, τα ορυκτά, τις διεργασίες διάβρωσης, απόθεσης ιζημάτων και το δομημένο ανθρωπογενές περιβάλλον, γιατί η ανθρώπινη δραστηριότητα και πρόοδος συνδέονται πάντα στενά με το

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

γεωπεριβάλλον. Οι γεωλογικές διεργασίες μεταβάλλουν συνεχώς την επιφάνεια της Γης. Οι συνεχείς μεταβολές κατά τη μακρόχρονη εξέλιξη της Γης έχουν καταγραφεί στο περιβάλλον μας και στα υλικά που το συνθέτουν. Προϋπόθεση της βιοποικιλότητας είναι η γεωποικιλότητα, δηλαδή τα διάφορα γεωλογικά-κλιματικά περιβάλλοντα του πλανήτη μας, καθώς και εκείνα της διαχρονικής γεωλογικής εξέλιξης, που διαμορφώθηκαν και μεταβλήθηκαν κατά τη διάρκεια των γεωλογικών χρόνων (Παυλίδης και Χατζηπέτρος 2018).

Βιοποικιλότητα: ή βιολογική ποικιλότητα, ονομάζεται το σύνολο των βιολογικών ειδών που υπάρχουν σήμερα στον πλανήτη μας και τα οικοσυστήματα που συγκροτούν. Η βιοποικιλότητα, επεκτείνεται, με τη μελέτη των απολιθωμάτων, και σε παλιότερες γεωλογικές εποχές, στα είδη που έχουν εξαφανιστεί και στα παλαιοπεριβάλλοντα τους. Ο μεγάλος αριθμός και η ποικιλομορφία των μορφών ζωής στη γη είναι το αποτέλεσμα εκατοντάδων εκατομμυρίων χρόνων εξελικτικής ιστορίας.

Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία: *«Βιολογική ποικιλότητα ή βιοποικιλότητα είναι η ποικιλία των ζώντων οργανισμών πάσης προελεύσεως, περιλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, των χερσαίων, θαλασσίων και άλλων υδατικών οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν μέρος. Επίσης, περιλαμβάνεται η ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων (άρθρο 2 του ν. 2204/1994, ΦΕΚ 59 Α΄). Στη βιολογική ποικιλότητα περιλαμβάνεται, τέλος, η ποικιλότητα των γονιδίων μέσα και μεταξύ των ειδών».*(Παυλίδης και Χατζηπέτρος 2018).

Γεωπάρκο: Περιοχή που στοχεύει στη διατήρηση και προώθηση της σημαντικής γεωποικιλότητας και της φυσικής του κληρονομιάς προς όφελος της επιστήμης και των τοπικών κοινοτήτων. Ο όρος παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 90' από την UNESCO, και όπου και καθιερώθηκε ο όρος UNESCO Geoparks (Fassoulas and Zouros 2010).

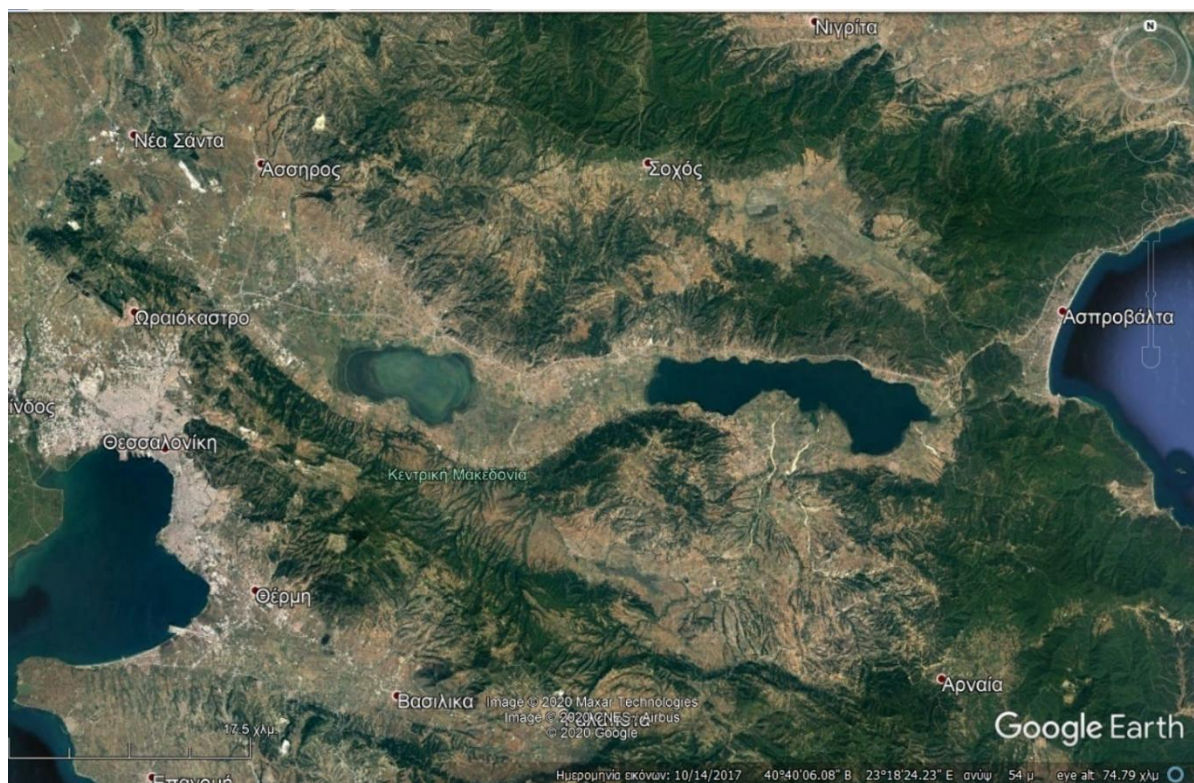
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Ενεργό Σεισμικό ρήγμα: Ρήγμα το οποίο έχει μετακινηθεί στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, ή υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να μετακινηθεί στο εγγύς μέλλον (Παυλίδης 2016).

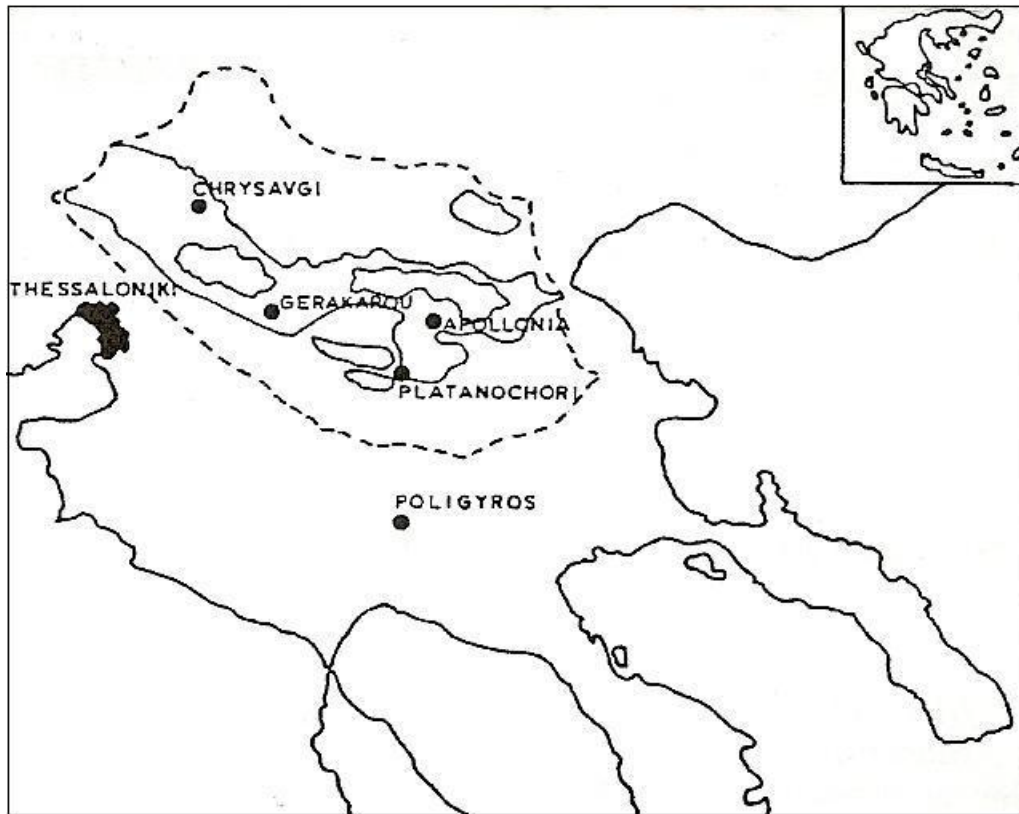
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 Γεωμορφολογική τοποθέτηση της Μυγδονίας λεκάνης

Η ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης βρίσκεται 30 km BBA από την πόλη της Θεσσαλονίκης και καταλαμβάνει έκταση 2115 km² (Εικ. 2.1). Αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα, το οποίο εκτείνεται κατά μήκος του άξονα Α – Δ και τα ρήγματα τα οποία το οριοθετούν είναι σεισμικά ενεργά. Το τεκτονικό βύθισμα της Μυγδονίας ανήκει στο ευρύτερο βύθισμα που ονομάζεται Μυγδονιακό, το οποίο χωρίζει τη χερσόνησο Χαλκιδικής από τη Μακεδονία (Εικ. 2.2). Η διεύθυνση της λεκάνης είναι Α-Δ, και ειδικότερα από το Όρος Καμήλας έως τη Ρεντίνα. Ως όρια της λεκάνης θεωρείται ο υδροκρίτης των ορέων: Βερτίσκου και Βόλβης στα Βόρεια, Στρατονίκου και Κερδυλλίων στα Ανατολικά, Χολομώντα και Χορτιάτη στα Νότια, ενώ για το δυτικό όριο υπάρχει έλλειψη σαφών φυσικών ορίων.



Εικόνα 2.1: Δορυφορική εικόνα της περιοχής της Μυγδονίας λεκάνης (πηγή: GoogleEarth).



Εικόνα 2.2: Χάρτης Μυγδονίας λεκάνης (Koufos et al. 1995).

2.2 Ιστορικά και κλιματικά στοιχεία

Η λέξη Μυγδονία δημιουργήθηκε κατά την αρχαιότητα για να υποδηλώσει την εύφορη περιοχή των πρώτων κατοίκων, η οποία συνδυάζει την αφθονία νερού, εδάφους και παραγωγικότητας της γης. Αποτελείται από δύο μέρη: το πρώτο συνθετικό είναι η λέξη Μύγδων, που αντιστοιχεί στο γράμμα Μ του ελληνικού αλφαβήτου, το οποίο προήλθε από το γράμμα μεμ του φοινικού αλφαβήτου, που σημαίνει νερό, ενώ το δεύτερο συνθετικό είναι η λέξη γδων, η οποία προέρχεται από τη λέξη χθων και σημαίνει έδαφος (<http://history-of-macedonia.com/2011/04/19/mygdonia-mygdones/>). Το άφθονο νερό στην περιοχή της Μυγδονίας εκδηλώνεται από την παρουσία δύο μεγάλων ποταμών στα όριά της, του Στρυμόνα στα ανατολικά και του Αξιού στα δυτικά, καθώς και των παραποτάμων τους που διασχίζουν τις εύφορες πεδιάδες της. Στην περιοχή κατοικούσε το θρακικό φύλο Μύγδονες.

Σύμφωνα με το Θουκυδίδη (Θουκυδίδης 1.58.2), Μυγδονία ονομαζόταν η περιοχή που εκτεινόταν γύρω από τη λίμνη Βόλβη, βόρεια της χερσονήσου της

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Χαλκιδικής και νότια των Κρηστώνια και Βισαλτία. Ακόμη, ο Όμηρος αναφέρει τον Παίονα ευγενή Μύδων, ο οποίος σκοτώνεται από τον Αχιλλέα στον Τρωικό πόλεμο (Ηλιάς XXI 209-211), ενώ ο Ηρόδοτος περιγράφει τη Μυγδονία ως μια ιδιαίτερα ξεχωριστή περιοχή της Μακεδονίας, κατά τα χρόνια της βασιλείας του Αλεξάνδρου Ι (495-452 π.χ.). Σύμφωνα και πάλι με τον Ηρόδοτο (VIII123.3), κατά τη διάρκεια των Περσικών πολέμων και της εκστρατείας του Ξέρξη εναντίον της Ελλάδας, το 480 π.χ., αναφέρεται πως το Περσικό Ναυτικό εισήλθε στο Θερμαϊκό κόλπο, καθώς έπλεε κατά μήκος της Μυγδονίας. Ο Θουκυδίδης (Θουκυδίδης II, 99) περιγράφει αναλυτικά την εξάπλωση της Μακεδονίας σε εδάφη άλλων λαών και αναφέρει ότι οι Έδωνες της Μυγδονίας εκδιώχθηκαν από τους Αργεάδες βασιλείς. Κατά την αρχαιότητα, οι κυριότερες πόλεις της Μυγδονίας ήταν οι εξής: Απολλωνία, Αρέθουσα, Βρομίσκος ή Βορμίσκος, Χαλάστρη ή Χαλέστρη, Ηράκλεια, Λητή, Σίνδος και Θέρμη.

Από κλιματική άποψη, το κλίμα της Μυγδονίας θεωρείται Μεσόθερμου τύπου (ένας ενδιάμεσος τύπος ανάμεσα σε Μεσογειακό και Ηπειρωτικό κλίμα), όπου οι θερινοί μήνες είναι ξηροί και οι χειμερινοί είναι ήπιοι και υγροί. Σε μεγαλύτερα ύψόμετρα επικρατούν δριμύτερες κλιματικές συνθήκες, ενώ το ύψος βροχής δεν ξεπερνάει τα 650mm στις ημιορεινές και τα 600mm στις πεδινές περιοχές αντίστοιχα. Όσον αφορά τη μέση θερμοκρασία του αέρα ανέρχεται στους 15°C περίπου (Μυλόπουλος κ. άλ. 2001). Οι λίμνες Λαγκαδά και Βόλβης λειτουργούν για την περιοχή της Μυγδονίας ως αποθήκες θερμότητας, και αποτελούν ρυθμιστικό παράγοντα του κλίματος της περιοχής καθώς επηρεάζουν τη θερμοκρασία και τα επίπεδα υγρασίας. Γύρω από τις λίμνες παρατηρείται εμφάνιση βλάστησης μεσογειακού τύπου.

2.3 Γεωλογία και Τεκτονική της Μυγδονίας

Από γεωτεκτονική άποψη, η Μυγδονία λεκάνη βρίσκεται στο όριο της Σερβομακεδονικής μάζας και της Περιοδοπικής ζώνης (Εικ. 2.3), και πιο συγκεκριμένα το κεντρικό και ανατολικό τμήμα του υποβάθρου της αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας (ενότητα Βερτίσκου), ενώ το δυτικό τμήμα του υποβάθρου της αποτελείται από ελαφρώς μεταμορφωμένα ιζήματα της Περιοδοπικής ζώνης (Kockel and Mollat 1979, Μουντράκης 2010).

Η Σερβομακεδονική μάζα αποτελεί μέρος της ενδοχώρας της Ελλάδας και αποτελείται από μεταμορφωμένα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα Παλαιοζωικής

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

ηλικίας. Διαιρείται σε δύο υποενότητες: την ενότητα Κερδυλλίων στο ανατολικό μέρος και την ενότητα Βερτίσκου στο δυτικό (Kockel et al. 1971, Himmerkus et al. 2009). Σύμφωνα με τους Kiliias et al. (1999), η Σερβομακεδονική μάζα συνορεύει στα ανατολικά με τη μάζα της Ροδόπης, όριο των οποίων αποτελεί η λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα, το οποίο θεωρείται ένα μικρής γωνίας ρήγμα αποκόλλησης, ηλικίας Άνω Ολιγοκαίνου – Μέσω Μειοκαίνου.

Η ενότητα των Κερδυλλίων, η κατώτερη από τις δύο υποενότητες που συνιστούν τη Σερβομακεδονική μάζα, αποτελείται από μεγαλύτερου βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα από αυτά της ενότητας Βερτίσκου. Επικρατούν κατά κύριο λόγο ορίζοντες μαρμάρων σε εναλλαγή με ορίζοντες βιοτιτικών γνευσίων. Μέσα στα μάρμαρα συχνά εντοπίζονται παρεμβολές βιοτικών γνευσίων, βιοτιτικών – κεροστιλβικών γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, επιδοτιτικών – ακτινολιθικών σχιστολίθων και αμφιβολιτών.

Η ενότητα του Βερτίσκου, χαρακτηρίζεται από χαμηλότερο βαθμό μεταμόρφωσης, ο οποίος φθάνει έως την πρασινοσχιστολιθική φάση. Αποτελείται κυρίως από ορθογνεύσιους, μαρμαρυγιακούς γνευσίους και λεπτές στρώσεις μαρμάρων. Στους ανώτερους ορίζοντες συναντώνται μεταβασικά πετρώματα όπως μεταγάββροι, μεταδιαβάσες και ορθοαμφιβολίτες, οι οποίοι προήλθαν από τη μεταμόρφωση βασικών πυριγενών πετρωμάτων και συναντώνται ως ενδιαστρώσεις και φακοί εντός των γνευσίων.

Ραδιοχρονολογήσεις με ισότοπα K/Ar και Rb/Sr σε πετρώματα του Βερτίσκου και των Κερδυλλίων έδωσαν ηλικίες από 130 έως 110 My για τα πετρώματα του Βερτίσκου και 80 έως 32 My για τα πετρώματα των Κερδυλλίων αντίστοιχα (Borsi et al. 1964, Harre et al. 1968, Papadopoulos and Kiliias 1985).

Η Περιοδοπική ζώνη βρίσκεται στα δυτικά της Σερβομακεδονικής μάζας και ως όριο τους θεωρείται η γραμμή επαφής των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων της Σερβομακεδονικής μάζας με τα Περιμοτριάδικα μεταϊζήματα της Περιοδοπικής ζώνης. Αποτελείται όπως έχει ήδη αναφερθεί, από μεταϊζήματα, γεγονός το οποίο την καθιστά ως την ηπειρωτική κατώφεια της ηπειρωτικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας. Η κατώφεια αυτή κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα, η οποία σύμφωνα με διάφορους συγγραφείς θεωρείται ως η θέση υποβύθισης του ωκεανού του Αξιού κάτω από την ηπειρωτική πλάκα (Χατζηδημητριάδης κ. άλ. 1995, Tranos et al. 1999). Η Περιοδοπική ζώνη αποτελεί την πιο εσωτερική ζώνη των

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Ελληνίδων και διαιρείται στις εξής τρεις ενότητες από τα ανατολικά προς τα δυτικά: Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά, Μελισσοχωρίου – Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη.

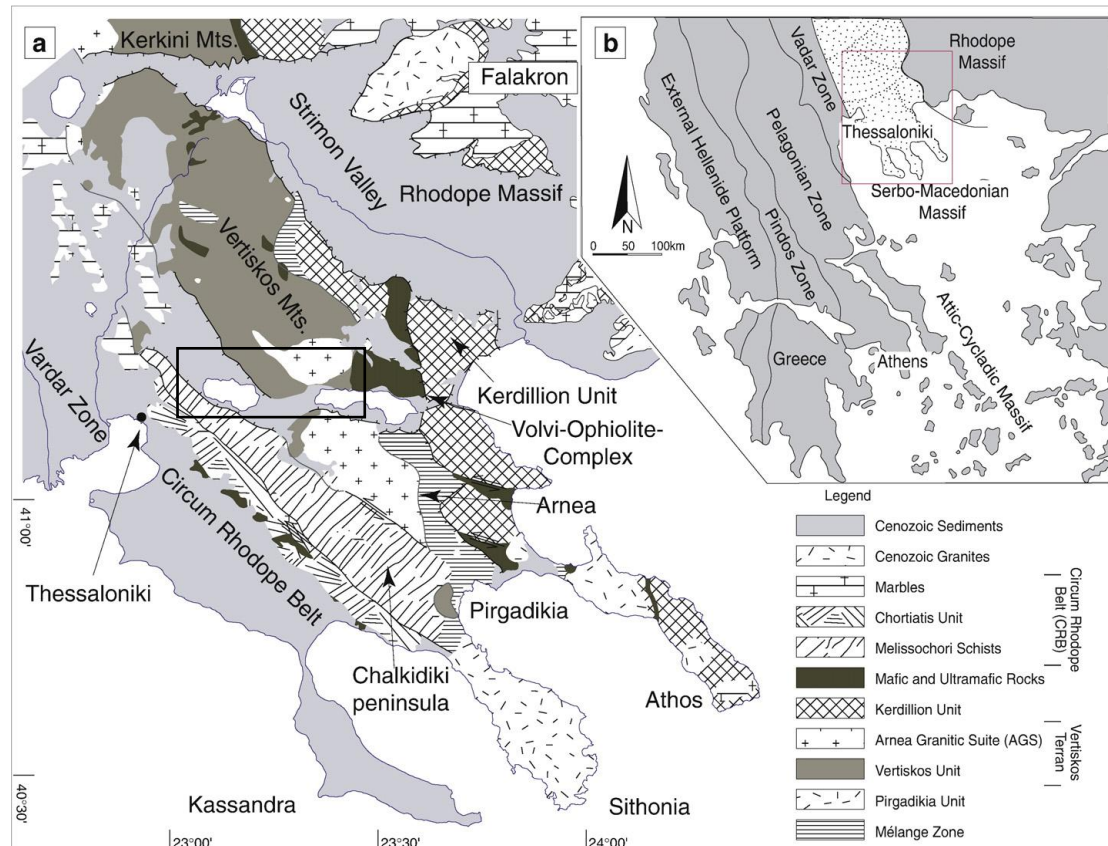
Η ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά, αποτελείται από μετακλαστικά ιζήματα, μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, χαλαζιακούς σχιστολίθους ηλικίας Περμίου. Αυτά τα μεταϊζήματα απαρτίζουν το σχηματισμό Εξαμιλίου, ο οποίος βρίσκεται στη βάση της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά. Πάνω από το σχηματισμό Εξαμιλίου συναντάμε μια ηφαιστειοϊζηματογενή σειρά ηλικίας Περμίου – Κάτω Τριαδικού, η οποία αποτελείται από εναλλαγές ηφαιστειακών και ιζηματογενών υλικών και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη όξινων κυρίως μαγματικών πετρωμάτων και λιγότερων βασικών (Ασβεστά 1991). Ο ανώτερος ορίζοντας της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη νηριτικής ιζηματογένεσης καθώς εντοπίζονται κυρίως ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι οι οποίοι μερικές φορές χαρακτηρίζονται ως ψαμμιτικοί ή/και μαργαϊκοί.

Η ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα είναι η μεγαλύτερη σε έκταση από τις τρεις ενότητες της Περιοδοπικής ζώνης. Απαρτίζεται από δύο σχηματισμούς. Ο κατώτερος σχηματισμός είναι μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι ηλικίας Μέσω – Άνω Τριαδικού, με παρεμβολές από γραφιτικούς φυλλίτες και σερικιτικούς σχιστολίθους. Προς τα πάνω ο σχηματισμός μεταπίπτει σε καθαρά φυλλιτικό χαρακτήρα. Ο ανώτερος σχηματισμός είναι ένας φλύσχος με τουρβιδικές εναλλαγές μεταϊζημάτων, ηλικίας Κάτω – Μέσου Ιουρασικού, μέσα στα οποία εντοπίζονται μεγάλοι όγκοι των υποκείμενων μαρμάρων. Ο σχηματισμός αυτός του φλύσχη χαρακτηρίζεται ως «φλύσχος της Σβούλας» και υποδηλώνει το ρόλο της Περιοδοπικής ζώνης ως ηπειρωτική κατώφλεια της ηπείρου.

Η ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη αποτελείται από Περμο – Τριαδικά μετακλαστικά, ηφαιστειοκλαστικά και νηριτικά ιζήματα παρόμοια με αυτά της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά στα κατώτερα τμήματα της, ενώ στα ανώτερα αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως κερατόλιθοι, αργιλικοί και χαλαζιού σχιστόλιθοι, φυλλίτες και μάργες. Μέσα στον ανώτερο ορίζοντα συναντώνται μεταμορφωμένα πετρώματα όπως ακτινολιθικοί, επιδοτιτικοί, χλωριτικοί γνεύσιοι, αμφιβολιτικοί, βιοτιτικοί γνεύσιοι και πρασινίτες, τα οποία χαρακτηρίζονται ως «Μαγματική σειρά Χορτιάτη» και είναι παλιοί διορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες που μεταμορφώθηκαν έως το πρασινοσχιτολιθικό στάδιο (Σαπουντζής 1969), οι

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

οποίοι ανήκουν σε ένα νησιωτικό μαγματικό τόξο που δημιουργήθηκε κατά το Μέσο Ιουρασικό (Michard et al. 1998).



Εικόνα 2.3: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Σερβομακεδονικής μάζας και της Περιοδοπικής ζώνης. Με το μαύρο πλαίσιο σημειώνεται η περιοχή μελέτης. (τροποποιημένος από Kockel et al. 1977, Himmerkus et al. 2009).

2.4 Δημιουργία και γεωλογική εξέλιξη της Μυγδονίας λίμνης (Παλαιογεωγραφία)

Η Μυγδονία λεκάνη καθώς και μερικές άλλες μικρότερες λεκάνες της ευρύτερης περιοχής (Ζαγκλιβερίου, Μαραθούσας, Δουμπιών) αποτελούν τα απομεινάρια μίας μεγαλύτερης αρχικής λεκάνης, της Προμυγδονίας. Η αρχική λεκάνη σχηματίστηκε από τεκτονικές διεργασίες που έλαβαν χώρα κατά το Άνω Παλαιογενές – Κάτω Νεογενές. Κατά το Άνω Νεογενές – Κάτω Πλειστόκαινο αποτέθηκαν στη λεκάνη μία σειρά από ποταμοχειμάρρια και λιμναία ιζήματα πάχους 350 – 400μ. Μία τεκτονική δράση που έλαβε χώρα στο Κάτω Πλειστόκαινο

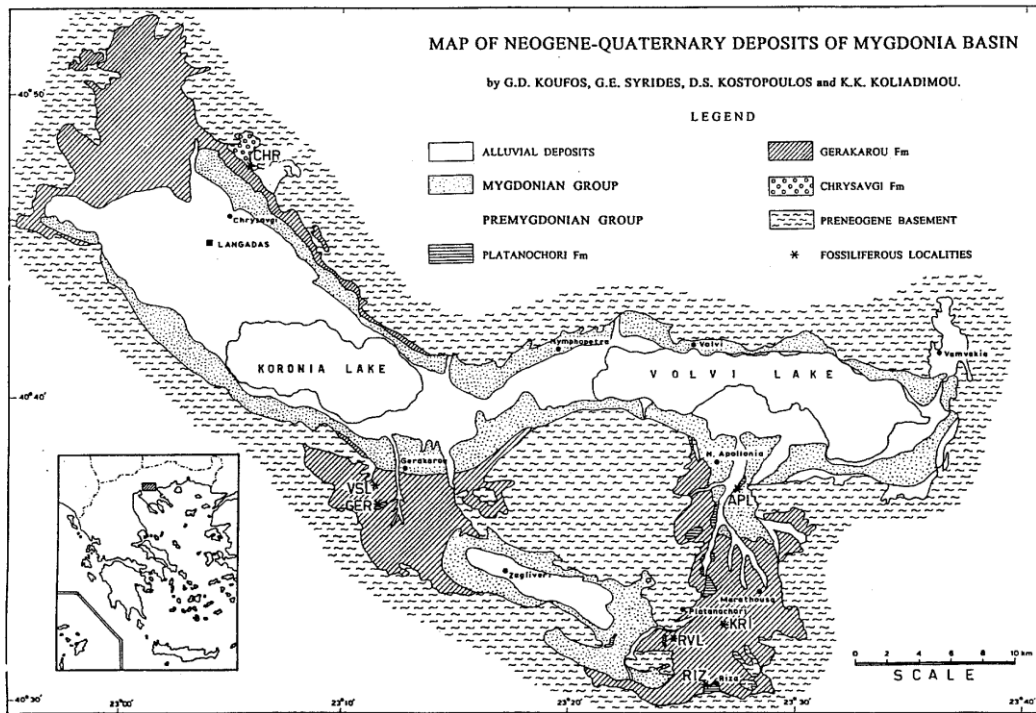
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

ρηγμάτωσε την Προμυγδονία λεκάνη και είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρότερων λεκανών (Μυγδονίας, Ζαγκλιβερίου, Μαραθούσας, Δουμπιών). Η μεγαλύτερη από αυτές τις λεκάνες ήταν η Μυγδονία, η οποία γέμισε με νερό σχηματίζοντας τη Μυγδονία λίμνη. Η Μυγδονία λίμνη άρχισε να στερεύει σταδιακά κατά το Μέσω – Άνω Πλειστόκαινο ενώ η ιζηματογένεσή της συνεχίστηκε με λιμναία πλέον ιζήματα (Ψιλοβίκος 1977, Psilonikos and Sotiriadis 1983). Τα κύρια ρήγματα από τα οποία οριοθετείται η Προμυγδονία λεκάνη είναι το Α -Δ παράταξης ρήγμα Σοχού στα βόρεια και τα ΒΔ – ΝΑ ρήγματα νότια του Ζαγκλιβερίου και των Δουμπιών (Χατζηπέτρος 1998). Αρκετές διαδοχικές παραθαλάσσιες αναβαθμίδες παρατηρούνται σε διαφορετικά υψόμετρα που αντικατοπτρίζουν τα διαδοχικά επεισόδια ξήρανσης της Μυγδονίας λίμνης. Η ανώτερη αναβαθμίδα δείχνει ότι το μέγιστο επίπεδο της Μυγδονίας λίμνης εκτιμάται στα 135μ. Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη που συναντάμε σήμερα είναι τα απομεινάρια της αρχικής Μυγδονίας λίμνης.

Τα ιζήματα της Μυγδονίας λεκάνης διακρίνονται σε δύο διαφορετικές ομάδες: την Προμυγδονιακή και τη Μυγδονιακή (Ψιλοβίκος 1977) (Εικ. 2.4). Η Προμυγδονιακή ομάδα διακρίνεται σε τρεις σχηματισμούς: Χρυσανγής, Γερακαρούς, Πλατανοχωρίου. Ο σχηματισμός Χρυσανγής είναι ο κατώτερος από τους τρεις, έχει πάχος περίπου 40 – 50 μ., αποτελείται κυρίως από κροκαλοπαγή σε εναλλαγή με άμμους, ιλείς και αργίλους, και εντοπίζεται σε μικρή έκταση βόρεια του χωριού Χρυσανγή. Ο σχηματισμός Γερακαρούς εκτείνεται στο μεγαλύτερο μέρος της Μυγδονίας λεκάνης και αποτελείται κυρίως από ερυθροστρώματα, πάχους πάνω από 100μ. Ο σχηματισμός Πλατανοχωρίου υπέρκειται του σχηματισμού Γερακαρούς, αποτελείται κυρίως από ποτάμια και ποταμολιμναία ιζήματα πάχους 10 – 20 μ. και εντοπίζεται κατά θέσεις γύρω από τα χωριά Πλατανοχώρι, Ριζά και Απολλωνία.

Η Μυγδονιακή ομάδα αποτελείται από λιμναία ιζήματα τα οποία αποτέθηκαν κατά το Μέσω – Άνω Πλειστόκαινο και υπέρκεινται ασύμφωνα της Προμυγδονιακής ομάδας. Στα κατώτερα επίπεδα αποτελείται από αδρόκοκκα κλαστικά ιζήματα με μικρό ποσοστό λεπτόκοκκων. Όσο μεταβαίνουμε στα ανώτερα επίπεδα κυριαρχούν τα ιλυο-αργιλώδη και αμμώδη ιζήματα, καθώς και μερικές εμφανίσεις μικρής έκτασης ψαμμιτών, κροκαλών, αμμών και τραβερτινών.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



ικόνα 2.4: Γεωλογικός χάρτης της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφονται οι κυριότεροι λιθοστρωματογραφικοί τύποι και απολιθωματοφόρες θέσεις (από Koufos et al. 1995)

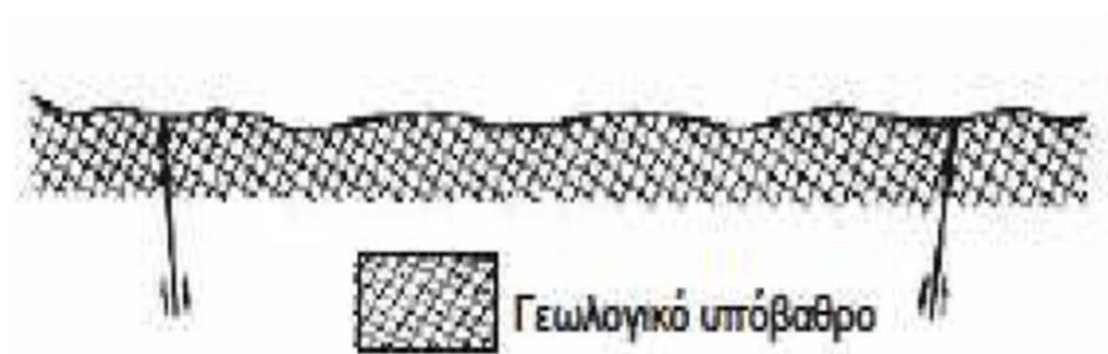
Σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο (1977), στην περιοχή της Προμυγδονιακής λεκάνης έλαβαν χώρα δύο κύρια τεκτονικά στάδια που συνηγόρησαν στην εξέλιξη της λεκάνης έως τη σημερινή της μορφή. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου εμφανίστηκαν εφελκυστικές τάσεις στην περιοχή, οι οποίες δημιούργησαν ρηξιγενείς ζώνες με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ στο υπόβαθρο της λεκάνης και είχαν ως αποτέλεσμα την καταβύθιση της περιοχής εντός των ρηξιγενών ζωνών (Εικ. 2.5). Δεν υπάρχουν ακριβείς πληροφορίες αναφορικά με τη χρονολόγηση αυτού του γεγονότος, καθώς δεν έχουν βρεθεί απολιθώματα στα παλαιότερα ιζήματα της λεκάνης. Πιθανόν να σχετίζεται με τον εφελκυσμό που έλαβε χώρα στην περιοχή κατά το Ηώκαινο – Ολιγόκαινο (Mountrakis et al. 1983). Πάνω και ασύμφωνα στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής έλαβε χώρα η ιζηματογένεση της Προμυγδονιακής λεκάνης, ενώ κατά το Μέσο Μειόκαινο και λόγω της δράσης των ρηξιγενών δομών δημιουργήθηκε η Προμυγδονιακή λεκάνη (Εικ. 2.6). Η περιοχή συνέχισε να καταβυθίζεται λόγω των ρηξιγενών δομών με αποτέλεσμα τη δημιουργία της Μυγδονίας λεκάνης. Μεταφερόμενα ύδατα συγκεντρώθηκαν στη Μυγδονία λεκάνη, καθώς διεκόπη η επικοινωνία με το Στρυμονικό κόλπο και έτσι δημιουργήθηκε η

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

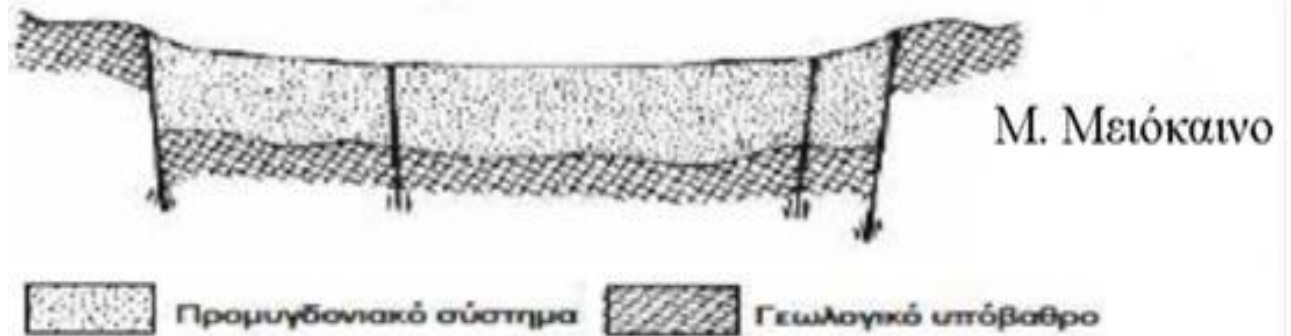
Μυγδονία λίμνη, έκτασης 500km².

Κατά το δεύτερο τεκτονικό στάδιο, ηλικίας Κάτω Πλειστοκαίνου, υπήρξε καταβύθιση της Μυγδονίας λεκάνης και απόθεση των ιζημάτων της Μυγδονιακής ακολουθίας (Εικ. 2.7). Ακολουθεί η ταπείνωση της στάθμης της θάλασσας, λόγω διαφυγής των μεταφερόμενων υδάτων προς τη λεκάνη του Στρυμόνα, με αποτέλεσμα το διαχωρισμό της στις δύο σημερινές υπολεκάνες (Λαγκαδά και Βόλβης).

Σύμφωνα με γεωφυσικές διασκοπήσεις που έγιναν στην περιοχή, εντοπίστηκε ένα εξάρμα ράχων και αναβαθμίδων ανάμεσα στις δύο λίμνες, ανάμεσα στα χωριά Σχολάρι και Στίβο, το οποίο ήταν υπεύθυνο για το διαχωρισμό των δύο λιμνών. Η προέλευση αυτού του εξάρματος οφείλεται στη μεταφορά κλαστικών ιζημάτων και υλικών μέσω ποτάμιας δράσης και απόθεσή τους στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης (Ψιλοβίκος 1977, Sotiriadis et al. 1983, Δασκάλου 2015). Ακολούθησε έντονη διάβρωση στην περιοχή, με αποτέλεσμα τη μείωση του ύψους του εξάρματος και αποκατάσταση της επικοινωνίας των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης, καθώς και την πτώση της στάθμης των λιμνών.



Εικόνα 2.5: Το πρώτο τεκτονικό στάδιο εξέλιξης της Προμυγδονιακής λεκάνης (από Ψιλοβίκος 1977).



Εικόνα 2.6: Ιζηματογένεση Προμυγδονιακής ακολουθίας (από Ψιλοβίκος 1977).



Εικόνα 2.7: Το δεύτερο τεκτονικό στάδιο εξέλιξης της Προμυγδονιακής λεκάνης (από Ψιλοβίκος 1977).

2.5 Γεώτοποι

Σύμφωνα με τον Βαλιάκο (2018), με τον όρο «γεώτοπος» χαρακτηρίζεται η βασική μονάδα της γεωλογικής και γεωμορφολογικής κληρονομιάς. Ο όρος αυτός προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «Γη» και «τόπος», και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη γερμανική βιβλιογραφία, σε αναλογία με τον όρο «βιότοπος». Ένας γεώτοπος περιλαμβάνει τη γεωλογική δομή μιας περιοχής, την εμφάνιση πετρωμάτων, χαρακτηριστικών ή σπάνιων μεταλλοφοριών, ορυκτολογικών παραγενέσεων, ιδιαίτερων ιζηματογενών δομών, σπάνιων ή χαρακτηριστικών απολιθωμάτων, στρωματότυπων, χαρακτηριστικών τεκτονικών δομών, θέσεις σύγχρονων γεωμορφολογικών διεργασιών, ιδιαίτερους γεωμορφολογικούς σχηματισμούς και τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλους. Θεωρείται ότι συνθέτουν τη γεωλογική ιστορία κάθε περιοχής, και αποτελούν αποδείξεις της γεωιστορικής εξέλιξης του φλοιού της Γης από τη στερεοποίηση του πριν από 4,28By. Οι

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

αποδείξεις αυτές αφορούν τις γεωλογικές διεργασίες που ευθύνονται για τη διαμόρφωση της λιθόσφαιρας, των τεκτονικών κινήσεων, του κλίματος, της χλωρίδας, της πανίδας, του παλαιοπεριβάλλοντος και της παλαιογεωγραφίας. Οι γεώτοποι είναι δυνατό να εντοπιστούν σε βουνά, πεδιάδες, ποτάμια, ακτές καθώς και μέσα στις πόλεις.

Στην ελληνική νομοθεσία ο όρος «γεώτοποι» περιγράφηκε πρώτη φορά με τον Ν. 3937/2011 ο οποίος αναφέρει το εξής “ *Γεώτοποι ονομάζονται 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* ” .

Οι γεώτοποι με βάση το είδος τους διακρίνονται στις παρακάτω ομάδες:

- 1) **υλικά της λιθόσφαιρας:** i) ορυκτά, ii) πετρώματα και ιζήματα, iii) εδαφικοί σχηματισμοί, iv) απολιθώματα
- 2) **γεωμορφές και διεργασίες της λιθόσφαιρας:** i) πυριγενείς, ii) τεκτονικές (ρήγματα, επωθήσεις, πτυχές, καλύμματα, τεκτονικά παράθυρα), iii) γεωμορφές που προκαλεί η μετακίνηση των μαζών, iv) ποτάμια (κοιλιάδες, ποτάμια αναβαθμίδες, φαράγγια, καταρράκτες, δέλτα), v) παράκτιες, vi) παγετώδεις (παγετώδεις κοιλιάδες, φιόρδ, μοραίνες, εσκέρ, ντρούμλιν), vii) περιπαγετώδεις, viii) γεωμορφές και διεργασίες σε ερημικό και ξηρό περιβάλλον (θίνες, yarding), ix) καρστικές (σπήλαια, υπόγειες και επιφανειακές καρστικές δομές), x) γεωμορφές και διεργασίες μηχανικής αποσάθρωσης
- 3) **τοπία:** i) οροσειρές, ii) πεδιάδες, iii) τάφροι, iv) νησιά, v) έρημοι, vi) υγρότοποι – λίμνες, vii) ακτές, viii) παγετώνες
- 4) **ανθρωπογενείς γεώτοποι:** i) θέσεις μεταλλευτικής δραστηριότητας, ii) θέσεις λατομικής δραστηριότητας, iii) ορύγματα, τεχνητά πρηνή, διώρυγες, iv) μεγάλες τεχνικές κατασκευές.

2.6 Κριτήρια ένταξης περιοχών στο πρόγραμμα «Παγκόσμια Γεωπάρκα UNESCO»

Στις 15 Νοεμβρίου 2015 Η γενική διάσκεψη της UNESCO καθόρισε τα κριτήρια ένταξης μια περιοχής στο πρόγραμμα «Παγκόσμια Γεωπάρκα UNESCO» τα οποία είναι τα εξής:

1. Τα Παγκόσμια Γεωπάρκα UNESCO είναι μεμονωμένες, ενιαίες γεωγραφικές περιοχές όπου θέσεις και τοπία διεθνούς γεωλογικής σημασίας διαχειρίζονται μέσα από ένα ολιστικό σχέδιο προστασίας, εκπαίδευσης και βιώσιμης ανάπτυξης. Η διεθνής σημασία της γεωλογικής κληρονομιάς τους πιστοποιείται από ειδικούς επιστήμονες που αποτελούν μέλη της «Ομάδας αξιολογητών των Παγκόσμιων Γεωπάρκων της UNESCO», οι οποίοι κάνουν μια συγκριτική διεθνή αξιολόγηση που βασίζεται σε μελέτη των δημοσιευμένων ερευνητικών δεδομένων για τις γεωλογικές θέσεις της περιοχής. Ένα Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO πρέπει να έχει ξεκάθαρα όρια, κατάλληλη έκταση ώστε να μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους του και να περιέχει γεωλογική κληρονομιά διεθνούς σημασίας που θα πιστοποιείται από ανεξάρτητους ειδικούς επιστήμονες.
2. Τα Παγκόσμια Γεωπάρκα της UNESCO πρέπει να χρησιμοποιούν αυτή την κληρονομιά σε συνδυασμό με όλα τα άλλα στοιχεία του φυσικού και πολιτισμικού περιβάλλοντος για να προωθούν την ευαισθητοποίηση βασικών εννοιών αυτού του δυναμικού πλανήτη στον οποίο ζούμε, συμπεριλαμβάνοντας χωρίς να περιορίζονται σε αυτά, την αύξηση της γνώσης και της κατανόησης των γεωλογικών διεργασιών, των γεωλογικών κινδύνων, της κλιματικής αλλαγής, της αναγκαιότητας για βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων της Γης, της εξέλιξης της ζωής και της χειραφέτησης των αυτόχθονων κοινοτήτων.
3. Τα Παγκόσμια Γεωπάρκα της UNESCO θα πρέπει να είναι περιοχές των οποίων ο φορέας διαχείρισης έχει νομική υπόσταση που αναγνωρίζεται από την εθνική νομοθεσία. Οι φορείς διαχείρισης θα πρέπει να είναι κατάλληλα εφοδιασμένοι ώστε να διαχειρίζονται επαρκώς το σύνολο της περιοχής του Παγκόσμιου Γεωπάρκου της UNESCO.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

4. Στην περίπτωση που μια υποψήφια προς ένταξη περιοχή επικαλύπτεται με μια άλλη αναγνωρισμένη από την UNESCO περιοχή, όπως τα Μνημεία Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς, ή τα Βιοσφαιρικά Αποθέματα, θα πρέπει η αίτηση να τεκμηριώνεται πλήρως και να παρέχονται αποδείξεις για το πώς η αναγνώριση ως Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO θα προσθέσει αξία ως ανεξάρτητα αναγνωρισμένη περιοχή και από κοινού με τις άλλες αναγνωρίσεις.
5. Τα Παγκόσμια Γεωπάρκα της UNESCO πρέπει να εμπλέκουν ενεργά τις τοπικές κοινότητες και τους αυτόχθονες κατοίκους ως κύριους εταίρους του γεωπάρκου. Με τη συνεργασία των τοπικών κοινοτήτων πρέπει να παραχθεί και να εφαρμοστεί ένα συν-διαχειριστικό σχέδιο που να συμβάλει στις κοινωνικές και οικονομικές ανάγκες των τοπικών πληθυσμών, να προστατεύει το τοπίο στο οποίο ζουν και να διατηρεί την πολιτισμική τους ταυτότητα. Συστήνεται όλοι οι σχετικοί και περιφερειακοί παράγοντες και αρχές να αντιπροσωπεύονται στη διαχείριση του Παγκόσμιου Γεωπάρκου της UNESCO. Οι τοπικές και αυτόχθονες γνώσεις, πρακτικές και διαχειριστικά συστήματα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, μαζί με την επιστημονική γνώση, στο σχεδιασμό και τη διαχείριση της περιοχής.
6. Τα Παγκόσμια Γεωπάρκα της UNESCO ενθαρρύνονται να μοιράζονται τις εμπειρίες τους και να αναπτύσσουν κοινά προγράμματα μέσα στο Δίκτυο των Παγκόσμιων Γεωπάρκων. Η συμμετοχή τους στο Παγκόσμιο Δίκτυο Γεωπάρκων είναι υποχρεωτική.
7. Ένα Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO πρέπει να σέβεται την τοπική και εθνική νομοθεσία που σχετίζεται με την προστασία της γεωλογικής κληρονομιάς. Οι καθορισμένες θέσεις της γεωλογικής κληρονομιάς μέσα σε ένα Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO πρέπει να είναι θεσμικά προστατευμένες πριν την αίτηση ένταξης. Ταυτόχρονα, ένα Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μοχλός για την προστασία της γεωλογικής κληρονομιάς σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Ο φορέας διαχείρισης θα πρέπει να μην εμπλέκεται άμεσα στην πώληση γεωλογικών αντικειμένων, όπως απολιθώματα, ορυκτά, επεξεργασμένα δείγματα και διακοσμητικά πετρώματα τα οποία βρίσκονται συχνά σε καταστήματα πώλησης ορυκτών μέσα σε ένα Παγκόσμιο Γεωπάρκο της

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

UNESCO (ανεξάρτητα της προέλευσής τους) και πρέπει ενεργά να αποθαρρύνει τη μη αιεφόρο εμπορία γεωλογικών αντικειμένων συνολικά. Όπου μπορεί να τεκμηριωθεί μια αιεφόρος δραστηριότητα ή ότι αποτελεί την πιο αποτελεσματική και βιώσιμη πρακτική διαχείριση θέσης, μπορεί να επιτραπεί η αιεφόρος συλλογή γεωλογικού υλικού για επιστημονικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες από φυσικά ανανεώσιμες πηγές τροφοδοσίας μέσα στο Παγκόσμιο Γεωπάρκο της UNESCO. Εμπόριο υλικών για τέτοιες χρήσεις μπορεί να επιτραπεί κάτω από ειδικές περιπτώσεις, με δεδομένο ότι αυτό εξηγείται ξεκάθαρα και δημόσια, παρακολουθείται και τεκμηριώνεται ως η καλύτερη λύση με βάση τις τοπικές συνθήκες του Παγκόσμιου Γεωπάρκου. Αυτές οι ειδικές συνθήκες θα εξετάζονται και θα εγκρίνονται από το Συμβούλιο των Παγκόσμιων Γεωπάρκων κατά περίπτωση.

8. Τα παραπάνω κριτήρια πιστοποιούνται μέσα από τις φόρμες αξιολόγησης και επαναξιολόγησης.

3. ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

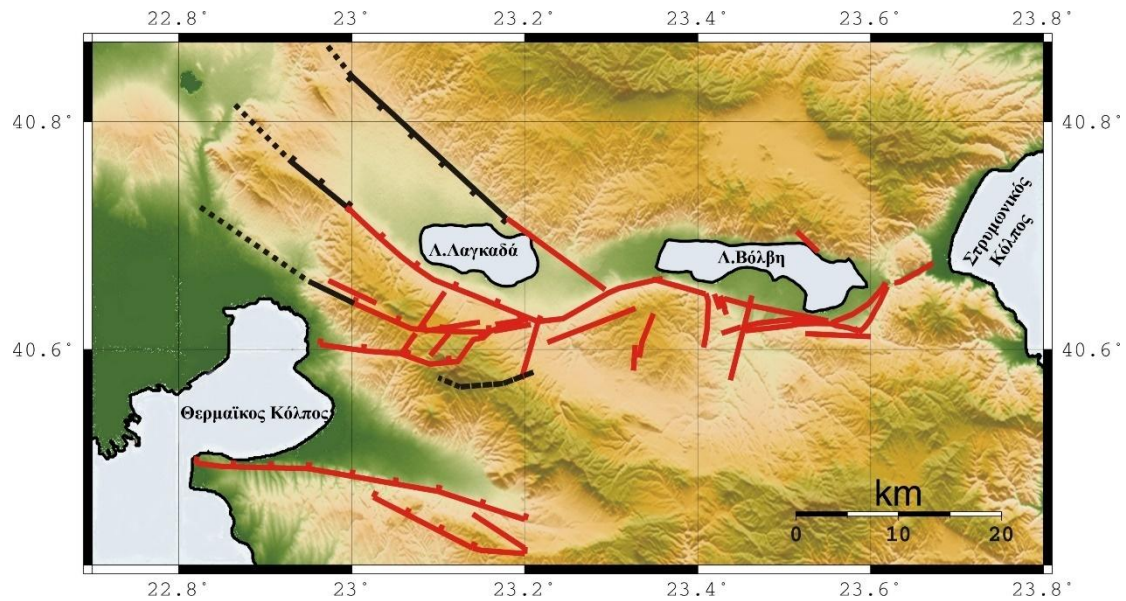
3.1 Νεοτεκτονική της περιοχής

Στη Μυγδονια λεκάνη κατά τον 20^ο αιώνα συνέβησαν δύο ισχυροί σεισμοί (1902 Άσσηρος και 1978 Στίβος - Γερακαρού), οι οποίοι είχαν καταστροφικές συνέπειες, τόσο για την περιοχή, όσο κυρίως για το αστικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης. Η περιοχή γενικά θεωρείται ως ο σεισμογόνος χώρος, όλων γενικά των γνωστών ιστορικών καταστροφικών σεισμών που έπληξαν την Θεσσαλονίκη.

Η περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης εμφανίζει έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα από το Μειόκαινο έως και σήμερα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η δημιουργία της Μυγδονίας λεκάνης ήταν αποτέλεσμα της δράσης κανονικών ρηγμάτων που δημιουργήθηκαν στην περιοχή λόγω φαινομένων εφελκυσμού που λαμβάνει χώρα έως σήμερα. Τα κυρίαρχα ρήγματα της περιοχής έχουν διευθύνσεις Α- Δ, ΒΔ - ΝΑ και ΒΑ - ΝΔ. Πολλά από αυτά τα ρήγματα υπήρξαν υπεύθυνα για την πρόκληση ισχυρών σεισμών. Στην εικόνα 3.1 παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά ρήγματα της Μυγδονίας λεκάνης.

Στην ευρύτερη περιοχή έχουν συμβεί δύο ισχυροί σεισμοί κατά την πρόσφατη εποχή (1932 Ιερισσός, 1978 Θεσσαλονίκη). Ωστόσο, αρκετά γεγονότα αναφέρονται ως προηγούμενα έως τον 20ο αιώνα στους ιστορικούς καταλόγους (Παπαζάχος και Παπαζάχου 1997, Ambraseys 2009). Για παράδειγμα, στη Δυτική λεκάνη της Μυγδονίας έχουν αναφερθεί τα ακόλουθα γεγονότα (Παπαζάχος και Παπαζάχου 1997: (i) το 700 μ.Χ. με $M_e = 6.5$, (ii) τον Ιούλιο του 1420 ($M_e = 6.0$), υπήρξε ένα αρκετά καταστροφικό γεγονός για την πόλη της Θεσσαλονίκης (Ambraseys 2009) και (iii) στις 26 Μαρτίου 1430 ($M_e = 6.0$), υπήρξε ένα γεγονός που προκάλεσε κάποια ζημιά στα τείχη της πόλης της Θεσσαλονίκης (Ambraseys 2009). Για το ανατολικό τμήμα της λεκάνης, μόνο ένα συμβάν μεγέθους 6,4 αναφέρθηκε στον κατάλογο του Παπαζάχου και Παπαζάχου (1997), το 677 μ.Χ. Η περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης είναι έντονα σεισμικά ενεργή και έχουν καταγραφεί αρκετοί σεισμοί μεγάλου μεγέθους.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 3.1:Μορφολογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης με τα σημαντικότερα ρήγματα. Κόκκινες γραμμές: κύρια ρήγματα (Tranos et al., 2003), μαύρες συνεχείς γραμμές: προεκτάσεις κυρίων ρηγμάτων, μαύρες στικτές: πιθανές προεκτάσεις κυρίων ρηγμάτων (Τρανός, 1998).

3.2 Σεισμικά ρήγματα

Η περιοχή του Βορείου Αιγαίου ανήκει στις πιο σεισμικά ενεργές περιοχές της Μεσογείου (Εικ. 3.2). Το τεκτονικό καθεστώς είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο, και έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σεισμών με διαφορετικές διευθύνσεις των P/T αξόνων τους (Parazachos and Kiratzi 1996, Hatzfeld 1999, Kiratzi and Louvari 2003), και τεκτονικών ρηγμάτων με πληθώρα διαστάσεων και κινηματικών χαρακτηριστικών. Η πρόσφατη γεωδυναμική εξέλιξη της περιοχής του Αιγαίου, και ιδιαίτερα του βόρειου τομέα, χαρακτηρίζεται από τον κυρίαρχο εφελκυσμό του φλοιού και την κίνηση της πλάκας της Ανατολίας από τα δυτικά, κατά μήκος της ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Αυτή η κίνηση σχετίζεται ταυτόχρονα με το λιθοσφαιρική υποβύθιση της υποχωρούμενης Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ελληνική τάφρο τουλάχιστον από την περίοδο του Ολιγοκαίνου (Le Pichon and Angelier 1979, Gautier et al. 1999). Ειδικότερα, και σύμφωνα με γεωλογικές, γεωδαιτικές, σεισμολογικές και παλαιομαγνητικές έρευνες η τεκτονική της περιοχής του Αιγαίου είναι αρκετά περίπλοκη, καθώς το εσωτερικό μέρος υφίσταται έντονη εσωτερική παραμόρφωση (Mercier 1981, Χατζηπέτρος 1988, Hatzfeld 1999, Parazachos 1999, Kondopoulou 2000, Parazachos 2002). Σύμφωνα με τους παραπάνω, η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμικότητα όσον αφορά το μέγεθος και τη συχνότητα.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Η ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης ανήκει στο σύστημα ενεργών ρηγμάτων που επηρεάζονται από τη δράση της τάφρου του Βορείου Αιγαίου (Papazachos Pavlides et al. 1990, Pavlides 1993, Koykoyvelas & Aydin, Sboras et al. 2014, 2017a, b), και πιο συγκεκριμένα το Σύστημα ρηγμάτων της Χαλκιδικής (Pavlides & Kiliass 1987, Pavlides and Soulakellis 1990). Τα ενεργά ρήγματα που επηρεάζουν τη χερσόνησο της Χαλκιδικής ομαδοποιούνται ξεχωριστά από τη βόρεια ζώνη ρηγμάτων διεύθυνσης Α-Δ, λόγω του ελαφρώς διαφορετικού τους μέσου ΑΝΑ-ΔΒΔ προσανατολισμού, αλλά κυρίως επειδή σχηματίζουν δύο συστήματα ρηγμάτων που αποτελούνται από κοντινά, υποπαράλληλα, συνθετικά, πολύ βαθειά κανονικά ρήγματα, τα οποία συνδέονται ενδεχομένως σε βάθος με ζώνη διάτμησης χαμηλής γωνίας (Sboras and Caputo 2010). Το ανατολικό σύστημα ρηγμάτων είναι κυρίως ΝΝΔ βύθισης, ενώ το δυτικό είναι ΒΒΑ βύθισης. Και τα δύο συστήματα ρηγμάτων οριοθετούνται από μια αντιθετική δομή, προς τα νότια και τα βόρεια, αντίστοιχα (Pavlides et al. 2010, Sboras et al. 2011, Caputo et al. 2012). Το ανατολικό σύστημα σχηματίζεται από τα ρήγματα Στρατωνίου - Βαρβάρας, Γομαριού, Συγκριτικού κόλπου και Κουλουρούς, ενώ το δυτικό σύστημα ρηγμάτων σχηματίζεται από τα ρήγματα Σοχού-Μαρούδας, Μυγδονίας, Ασβεστοχωρίου, Πυλαίας και Ανθεμούντα.

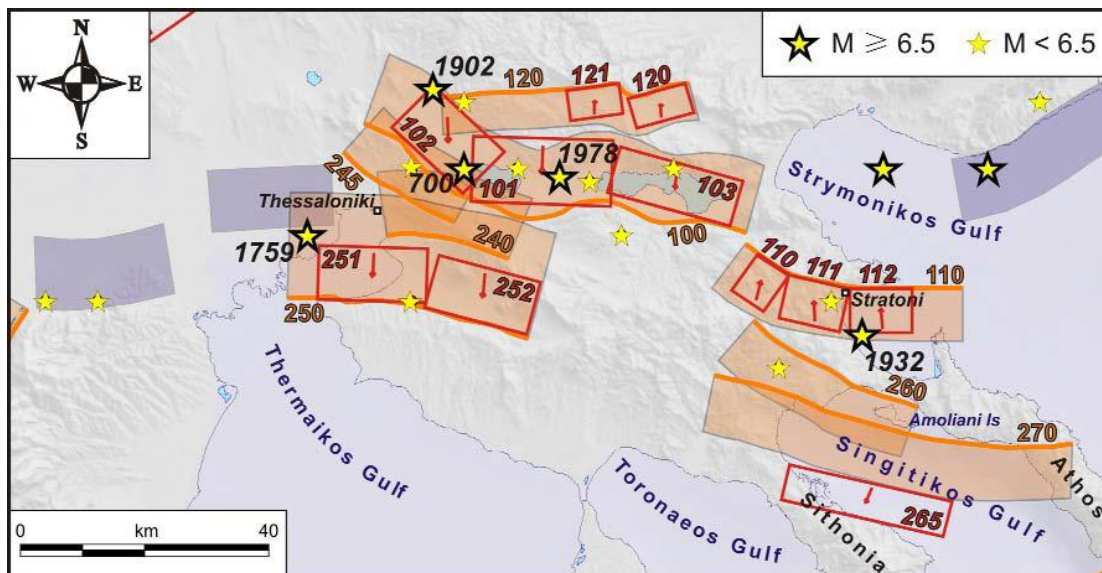
Τα κύρια ρήγματα της περιοχής της Μυγδονίας γίνονται διακριτά στο ύπαιθρο λόγω της χαρακτηριστικής τους γεωμορφολογικής εικόνας. Σύμφωνα με τους Pavlides and Kiliass (1987), το σύστημα ρηγμάτων της Μυγδονίας λεκάνης συνδέεται με το αντίστοιχο σύστημα ρηγμάτων της Ανατολικής Χαλκιδικής (ρήγματα Στρατωνίου και Γοματιού) (Εικ. 3.3), μέσω ρηξιγενών δομών που δε γίνονται διακριτά στην επιφάνεια και χαρακτηρίζονται ως «τυφλές» ρηξιγενείς ζώνες.

Όσον αφορά την εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής του Βορείου Αιγαίου, έλαβαν χώρα τρεις περίοδοι εξέλιξης, σύμφωνα με νεοτεκτονικές παρατηρήσεις.

- i) Μέσο – Άνω Μειόκαινο: Σε αυτή την περίοδο, σύμφωνα με τους Dewey et al. (1986), δεν υπήρχε επίδραση του ρήματος της βόρειας Ανατολίας. Ο μέσος εφελκυσμός αυτής της περιόδου ήταν ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης (Mercier et al. 1983, 1987), ενώ τα ρήματα της περιοχής ήταν κυρίως κανονικά με μικρή αριστερόστροφη συνιστώσα και διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ (Lyberis 1984).

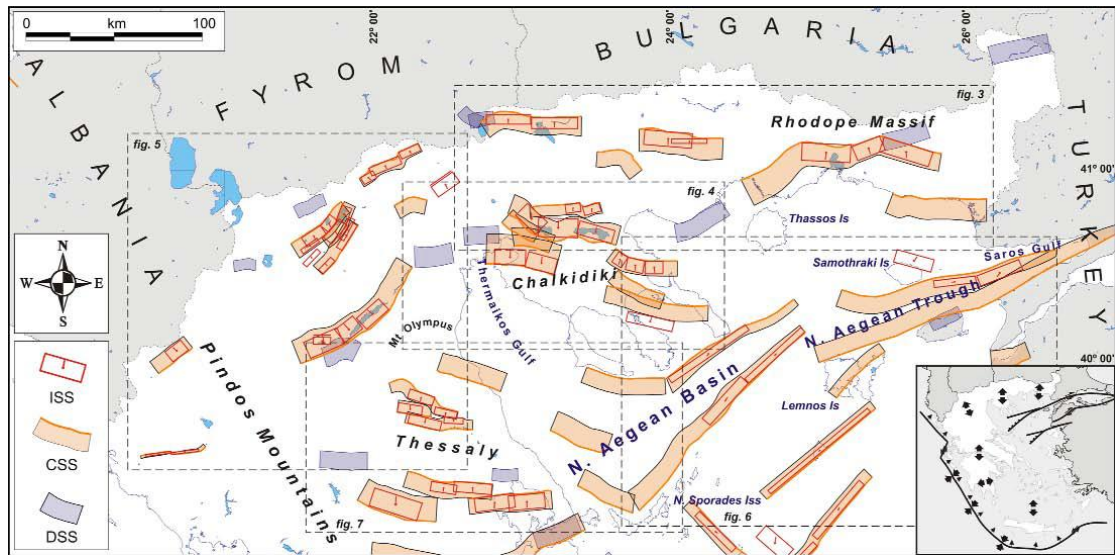
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- ii) Πλειόκαινο – Κατώτερο Πλειστόκαινο: Άρχισε η επίδραση του ρήγματος της Ανατολίας στην περιοχή, που είχε ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του εφελκυστικού άξονα σ_3 σε μία ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, τη δημιουργία κανονικών ρηγμάτων ΒΔ-ΝΑ παράταξης, αλλά και την επαναδραστηριοποίηση παλαιότερων (Mercier et al. 1983, 1987).
- iii) Μέσο Πλειστόκαινο - Σήμερα: Κυριαρχεί η διεύθυνση Β-Ν στο τεκτονικό πεδίο της περιοχής με μικρές αποκλίσεις από ΒΒΑ-ΝΝΔ έως ΒΒΔ-ΝΝΑ (Εικ. 3.3), με αποτέλεσμα τη δημιουργία κανονικών ρηγμάτων με παράταξη Α-Δ, τα οποία είναι ενεργά έως σήμερα.

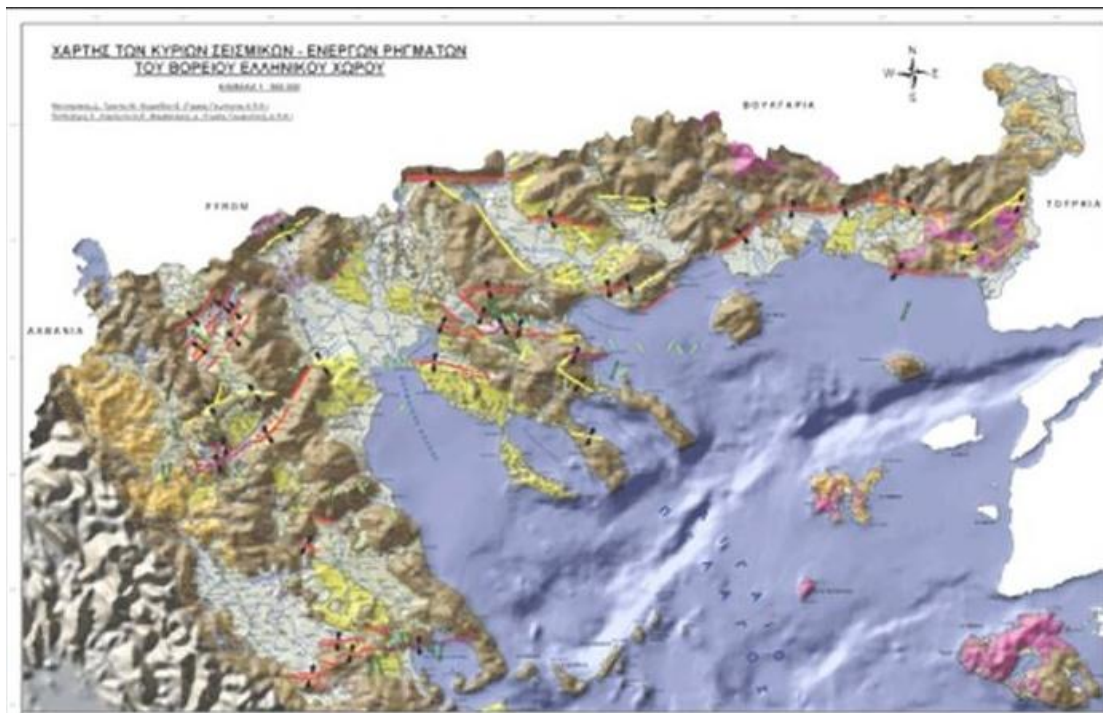


Εικόνα 3.2 Χάρτης των σεισμικών πηγών που αναγνωρίζονται στην περιοχή του Βορείου Αιγαίου και συμπεριλαμβάνονται μέχρι σήμερα στο GreDaSS. Ένθετο: Επισκόπηση της περιοχής. ISS: μεμονωμένες σεισμικές πηγές, CSS: σύνθετες σεισμικές πηγές, DSS: συζητημένες σεισμικές πηγές (από Caputo et al. 2012).»

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 3.3: Λεπτομέρεια χάρτη των σεισμικών πηγών που ανήκουν στο «Σύστημα ρηγμάτων της Χαλκιδικής» (από Caruto et al. 2012).



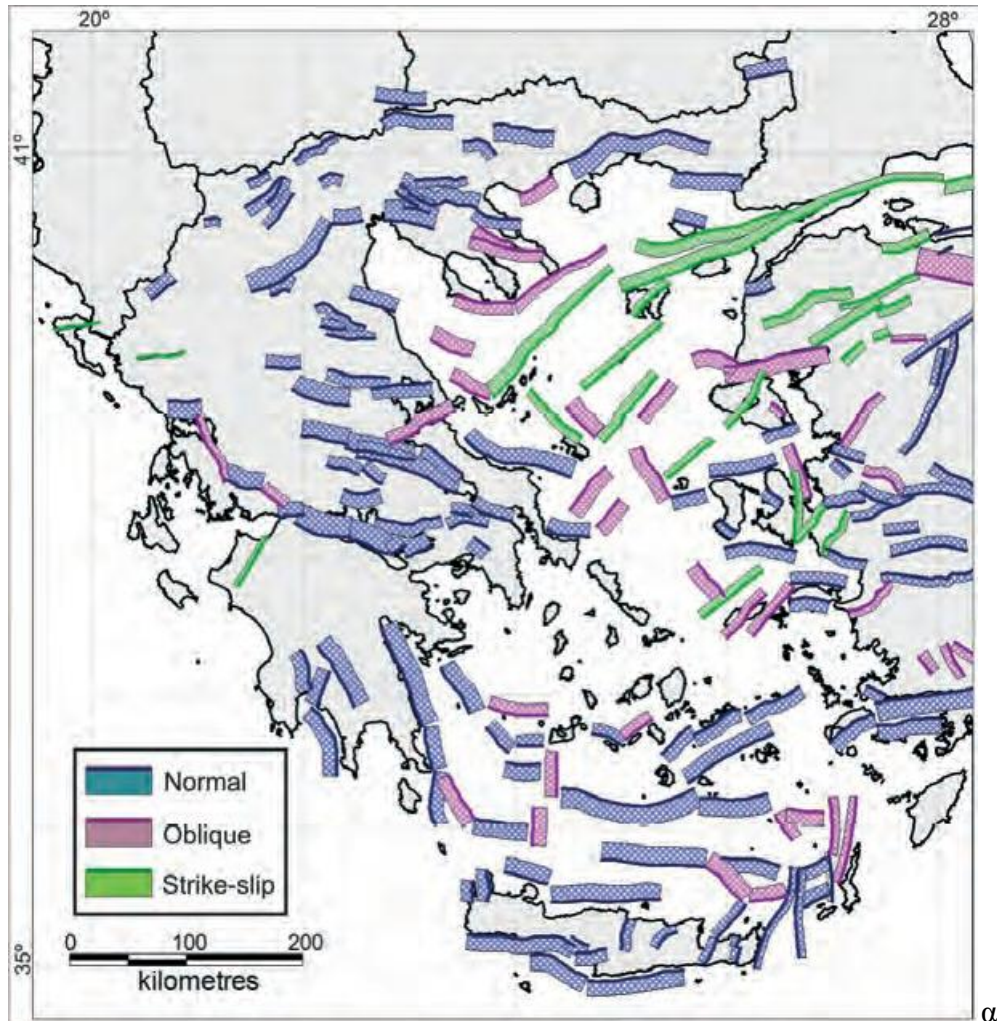
Εικόνα 3.4: Χάρτης των κύριων σεισμικών - ενεργών ρηγμάτων του βόρειου Ελληνικού χώρου (από Μουντράκης et al. 2003)

3.2 Ενεργά σεισμικά ρήγματα

Ως ενεργά σεισμικά ρήγματα ορίζονται τα νεότερης γεωλογικής ηλικίας ρήγματα του γήινου φλοιού (μερικών χιλιάδων ή εκατοντάδων χιλιάδων ετών), τα οποία επαναδραστηριοποιούνται κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα (κανονικά ή μη) και προκαλούν σεισμούς.

Όπως είναι γνωστό, ο φλοιός της Γης, όσο ο ηπειρωτικός όσο και ο ωκεάνιος, έχει υποστεί αρκετές μεγάλες καταπονήσεις στα 4,5 δισεκατομμύρια έτη ζωής του. Αυτές οι καταπονήσεις, λόγω των κινήσεων των λιθосφαιρικών πλακών, έχουν δημιουργήσει μικρά ή και μεγάλα «σπασίματα» στο φλοιό, τα οποία ονομάζονται ρήγματα. Πολλά από τα ρήγματα παρουσίασαν κάποια δραστηριότητα στο παρελθόν και σήμερα θεωρούνται νεκρά ή ανενεργά. Άλλα όμως είτε είναι νεότερης ηλικίας είτε επαναδραστηριοποιήθηκαν και θεωρούνται σήμερα ενεργά.

Στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν πολλά ρήγματα τόσο ανενεργά όσο και ενεργά, λόγω των συγκρούσεων της Ευρασιατικής και Αφρικανικής πλάκας. Πολλά από τα γνωστά ρήγματα της Ελλάδας, τα οποία βρίσκονται κοντά σε πόλεις και οικισμούς, είναι μεγάλου μήκους (8 – 15 km) και εκτείνονται μέσα στο φλοιό σε βάθη από 5 έως 15 km. Δυνητικά αυτά τα ρήγματα μπορούν να είναι υπεύθυνα για την πρόκληση σεισμών μεγέθους 6 έως 7 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ.



Εικόνα 3.5: Χάρτης της Ελλάδας με τα ενεργά ρήγματα. Με μπλε χρώμα περιγράφονται τα κανονικά, με ροζ τα ανάστροφα και με πράσινο οριζόντιας μετατόπισης ρήγματα (από Sboras et al. 2011).

Ρήγμα Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα

Το ρήγμα Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα βρίσκεται στο νότιο άκρο της Μυγδονίας λεκάνης και ανήκει στη σεισμική ζώνη Βόλβης, η οποία είναι η σημαντικότερη ρηξιγενής δομή της ευρύτερης περιοχής. Σύμφωνα με τους Papazachos et al. (1979a , b, Mercier et al. 1983, 1987, Μουντράκης κ. ά. 1996α, β, Chatzipetros 1994, Chatzipetros and Pavlides 1994, 1998, Χατζηπέτρος 1998), το ρήγμα είναι ενεργό και μάλιστα θεωρείται υπεύθυνο για το μεγάλο σεισμό που έλαβε χώρα στην πόλη της Θεσσαλονίκης το 1978.

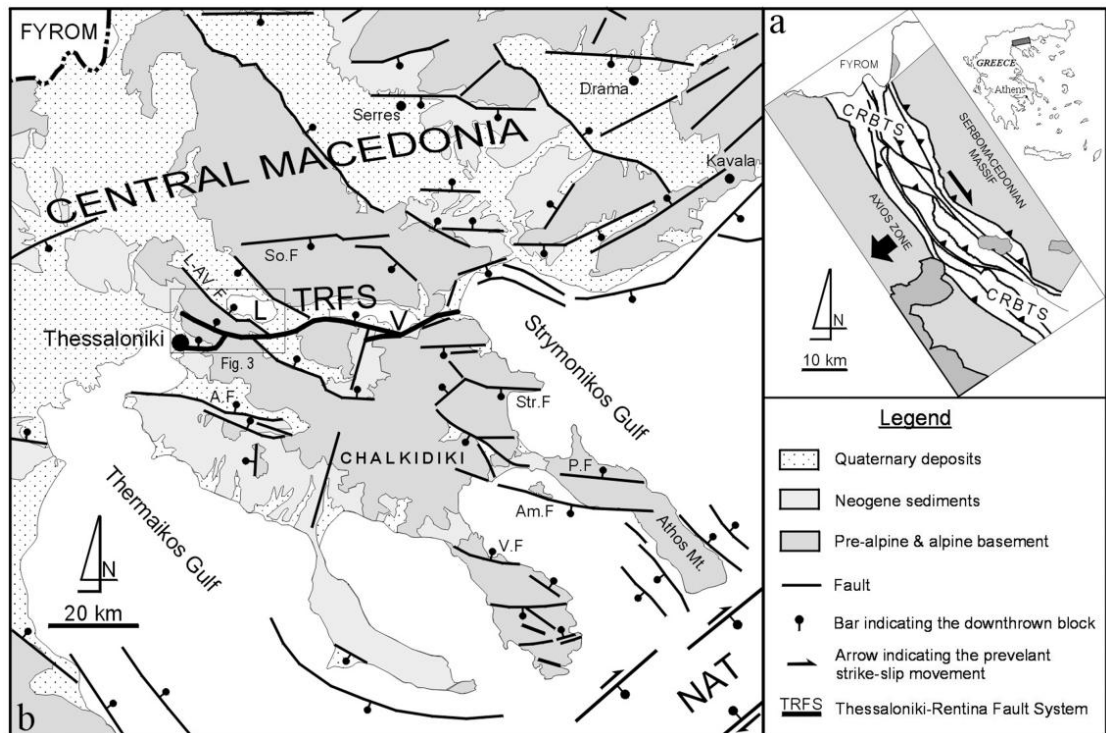
Η διεύθυνση κλίσης του είναι Α-Δ, ενώ κατά θέσεις μεταβάλλεται από ΔΒΔ-

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

ΑΝΑ έως ΑΒΑ-ΔΝΔ. Επιφανειακά εμφανίζονται μεγάλες κλίσεις προς Βορρά (75°-85°), όμως όσο αυξάνεται το βάθος τόσο η κλίση μειώνεται μέχρι τις 35°. Το ρήγμα γίνεται ορατό στην επιφάνεια καθώς φαίνεται να παρεμβάλλεται μεταξύ των κρυσταλλοσχιστώδων πετρωμάτων του υποβάθρου και των αναβαθμίδων των ιζημάτων Νεογενούς – Τεταρτογενούς ηλικίας. Με βάση τις ιζηματολογικές ενδείξεις, το άλμα του ρήγματος υπολογίζεται στα 250m, καθ'όλη τη διάρκεια του Τεταρτογενούς.

Προέκταση του ρήγματος Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα προς τα δυτικά, θεωρείται η ρηξιγενής δομή, Θεσσαλονίκης – Γερακαρούς. Σύμφωνα με τους Tranos et al. 2003, το ρήγμα Θεσσαλονίκης - Γερακαρούς εμφανίζει μία βύθιση προς Βορρά και χαρακτηρίζεται από πολύπλοκη γεωμετρία που αποτελείται από παλαιότερα ρήγματα με κλίση 100°, που σχηματίζουν πολυεπίπεδη διακλάδωση (δενδροειδής γεωμετρία ρηγμάτων) μαζί με ρήγματα διεύθυνσης ΒΒΑ προς ΒΑ. Το ρήγμα Θεσσαλονίκης – Γερακαρούς σχετίζεται με το επεκτατικό πεδίο διεύθυνσης Β-Ν που λαμβάνει χώρα στην ορεινή περιοχή της Θεσσαλονίκης σήμερα και τείνει να τροποποιήσει το ήδη υπάρχον τεκτονικό πεδίο διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.

Τόσο το ρήγμα Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα όσο και το ρήγμα Θεσσαλονίκης - Γερακαρούς ανήκουν στο σύστημα ρηγμάτων με μήκος περίπου 65km και διεύθυνσης Α-Δ, το οποίο διαπερνά το νότιο τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης και καταλήγει μέχρι το Στρυμωνικό κόλπο ρήξης Ε-Ψ με τάση 65 χλμ. Αυτό το ευρύτερο σύστημα ρηγμάτων ονομάζεται ρήγμα Θεσσαλονίκης – Ρεντίνας.

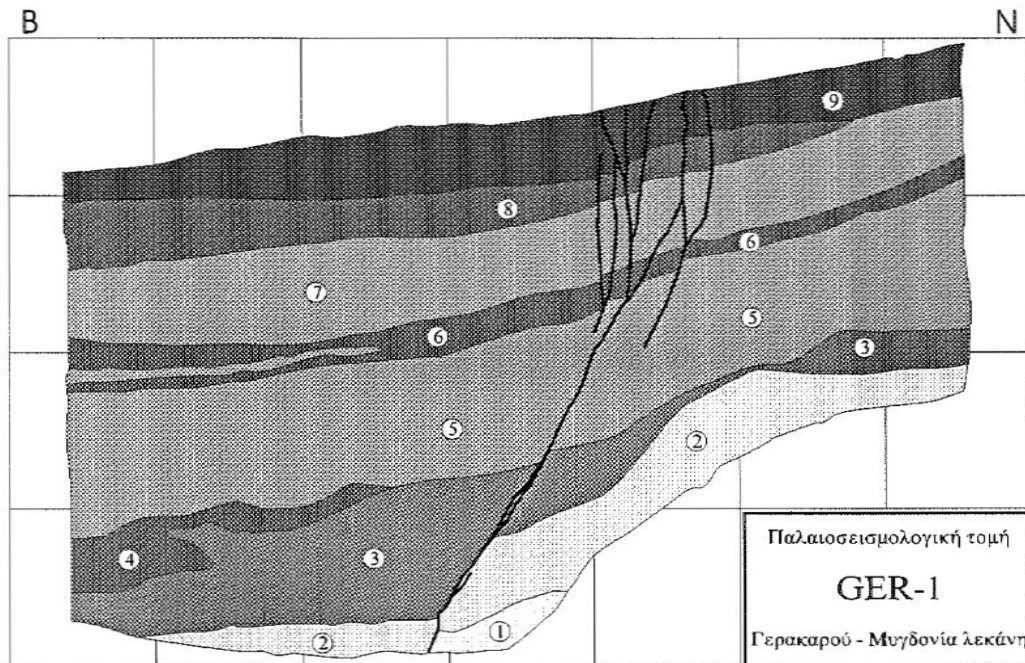


Εικόνα 3.6: Γενικευμένος γεωλογικός χάρτης όπου προβάλλονται το σύστημα ρηγμάτων Θεσσαλονίκης – Ρεντίνας (Thessaloniki–Rentina Fault System (TRFS)) και η προέκτασή του προς δυτικά, το ρήγμα Θεσσαλονίκης – Γερακαρούς (Thessaloniki–Gerakarou Fault), τα οποία κυριαρχούν στην κεντρική Μακεδονία. Am. F: Ρήγμα Ανθεμούντα, L – AV. F: Ρήγμα Λαγυνών – Αγ. Βασιλείου, P. F: Ρήγμα Πύργου, So. F: Ρήγμα Σοχού, Str. F: Ρήγμα Στρατωνίου, V. F.: Ρήγμα Βουρβουρούς, L: Λίμνη Λαγκαδά, V: Λίμνη Βόλβη (από Tranos et al. 2003, τροποποιημένος από Tranos et al. 1999).

Ο Χατζηπέτρος (1998), στο πλαίσιο της Διδακτορικής του Διατριβής μελέτησε έξι παλαιοσεισμολογικές τομές από το νότιο περιθώριο της Μυγδονίας λεκάνης. Η πρώτη τομή από τη θέση της Γερακαρούς είναι τεχνητή. Προηγήθηκε μία πάλι τεχνητή τομή, η οποία ήταν δοκιμαστική και είχε ως σκοπό τη διαπίστωση ύπαρξης του ρήγματος Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα. Αυτές οι τομές έδωσαν σημαντικές ενδείξεις για τη ρηξιγενή δομή Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα. Η ρηξιγενής ζώνη φαίνεται να αποτελείται από μία μεταπτωτική ρηξιγενή επιφάνεια με παράταξη ΒΑ – ΝΔ (72°) και κλίση από 65° έως 74° προς τα ΒΔ. Στα ανώτερα τμήματα της τομής, φαίνεται η επιφάνεια να διακλαδίζεται σε τουλάχιστον 8 μικρότερους κλάδους, οι οποίοι φτάνουν την επιφάνεια. Το μέγιστο άλμα ρήγματος που παρατηρήθηκε σε αυτή την τομή είναι 63 ± 2 cm στον πυθμένα της τομής, ενώ σταδιακά το άλμα γίνεται μικρότερο προς την

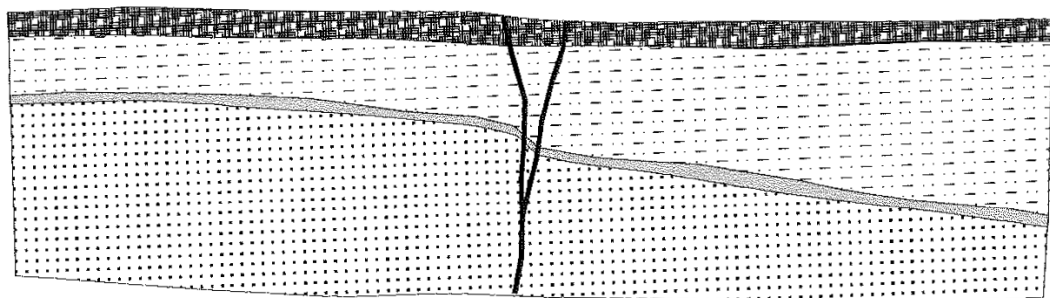
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

επιφάνεια και φτάνει τις τιμές των 2 – 5 cm (Εικ. 3.7). Αυτές οι μικρές μετατοπίσεις στην επιφάνεια θεωρείται ότι είναι αποτέλεσμα του σεισμικού γεγονότος του 1978.



Εικόνα 3.7: Καταγραφή του ανατολικού τοιχώματος της πρώτης παλαιοσεισμολογικής τομής από τη Γερακαρού (από Cheng et al 1994, Παυλίδης 1996, Χατζηπέτρος 1998).

Η δεύτερη παλαιοσεισμολογική τομή κατασκευάστηκε κοντά στην πρώτη με σκοπό να βρεθεί στη συνέχεια του ρήγματος. Σε αυτή τη τομή εντοπίστηκε μόνο ένα μικρό ρήγμα με άλμα 10cm, το οποίο αποδίδεται στο σεισμικό γεγονός του 1978 (Εικ. 3.8).

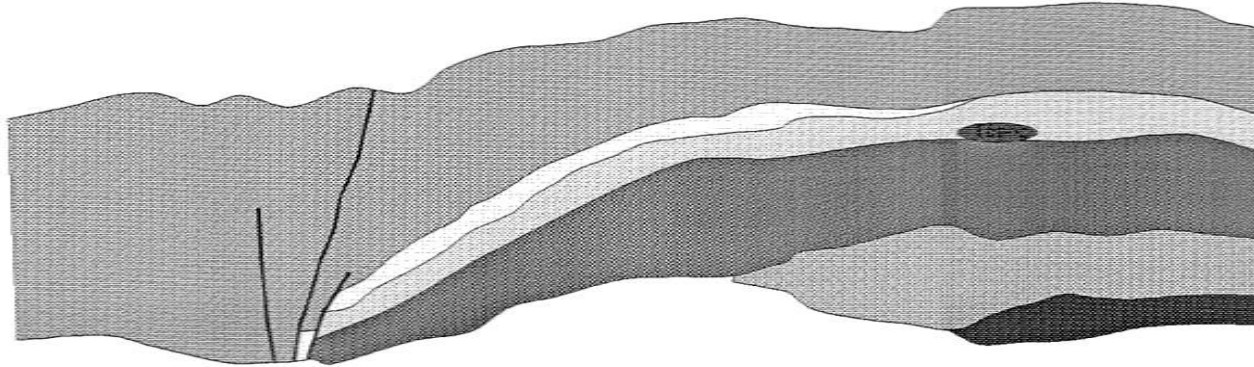


Εικόνα 3.8: Καταγραφή του δυτικού τοιχώματος της δεύτερης παλαιοσεισμολογικής τομής από τη Γερακαρού (Χατζηπέτρος 1998).

Η τρίτη παλαιοσεισμολογική τομή στη Γερακαρού είναι φυσική, καθώς μελετήθηκαν τα τοιχώματα ενός ρέματος (Εικ. 3.9). Σε αυτή τη θέση παρατηρήθηκε

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

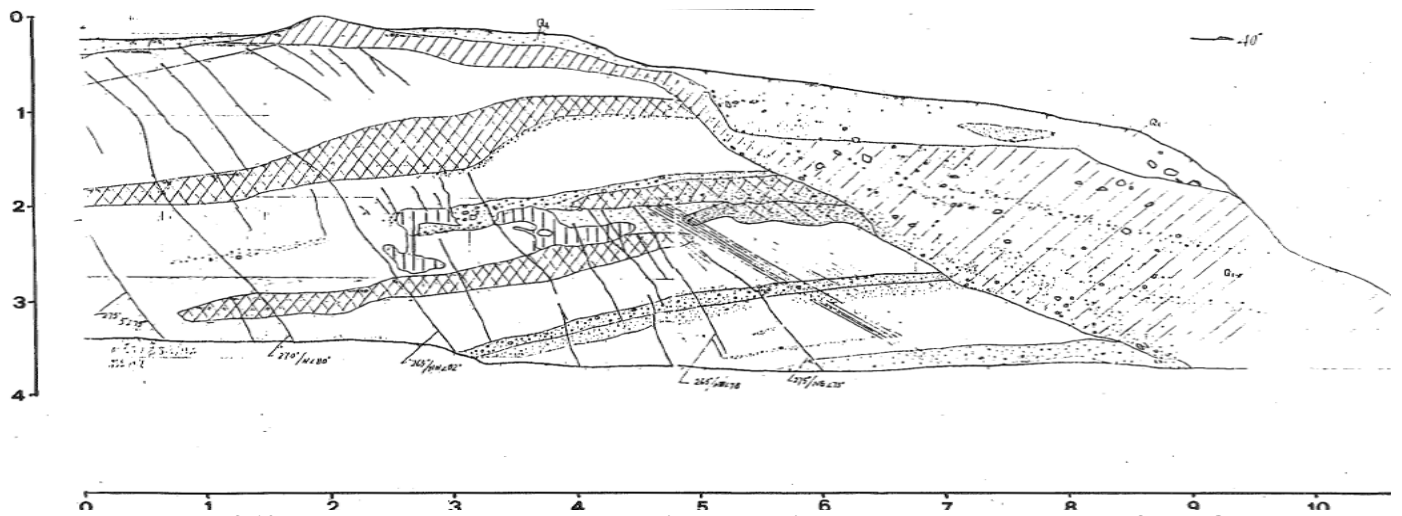
παραμόρφωση των στρωμάτων από τη δράση των ρηγμάτων με παράταξη ΒΔ - ΝΑ και κάμψη των στρωμάτων λόγω τεκτονικής δραστηριότητας που προκλήθηκε στην περιοχή. Το άλμα του ρήγματος υπολογίστηκε περίπου στα 3,5 m. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια της παλαιοσεισμολογικής μελέτης από τον Χατζηπέτρο βρέθηκαν δύο προϊστορικοί τάφοι βόρεια του ρήγματος, του 3.000 π.Χ.



Εικόνα 3.9: Καταγραφή του ανατολικού τοιχώματος του ρέματος της τρίτης τομής από τη Γερακαρού. Το έντονα σκιασμένο ελλειπτικό σχήμα αντιπροσωπεύει τη θέση των δύο τάφων (από Χατζηπέτρος 1998).

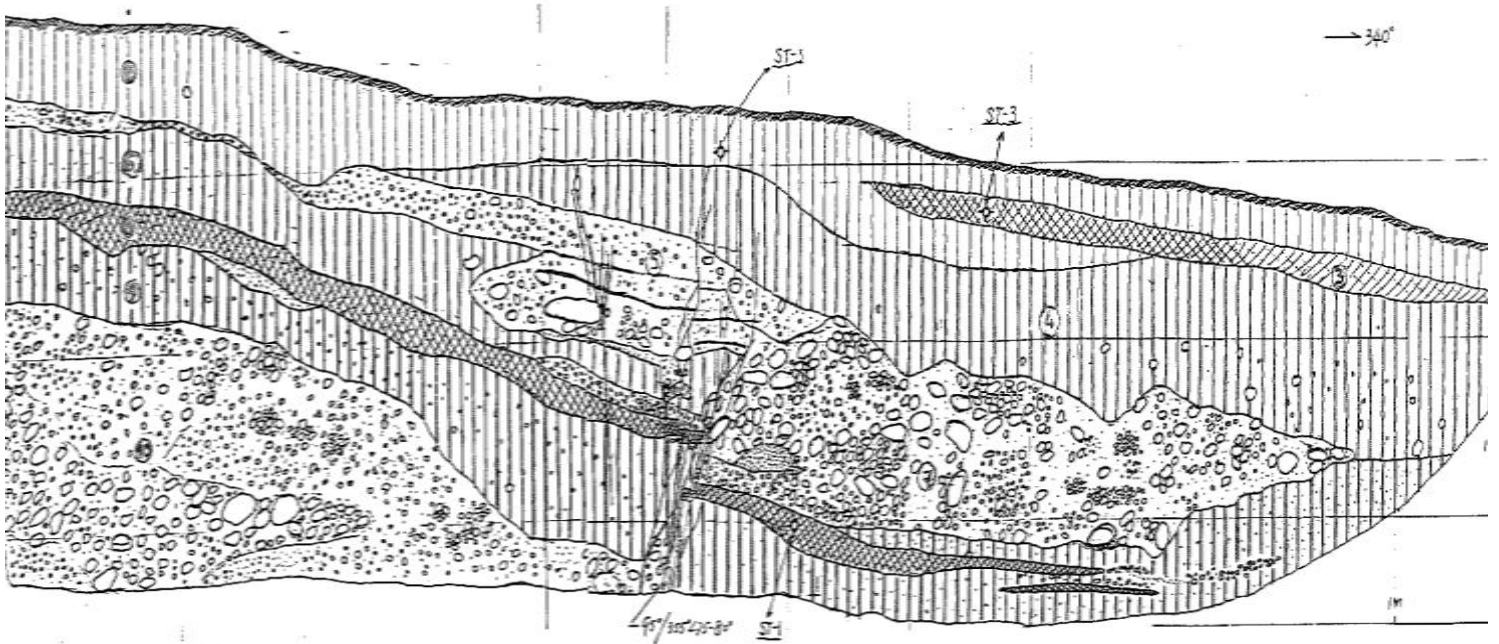
Η παλαιοσεισμολογική τομή στο Νικομηδινό, είναι μία φυσική τομή, στο πρηνές ακριβώς στο όριο του χωριού. Παρατηρήθηκε ένα σύστημα εφελκυστικών διακλάσεων, οι οποίες είναι παράλληλες με την κύρια ρηξιγενή ζώνη, παράταξης Α – Δ. Οι διακλάσεις φαίνονται πυκνές και πληρωμένες με ασβεστιτικό υλικό (Εικ.3.10).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 3.10: Καταγραφή της φυσικής παλαιοσεισμολογικής τομής στο Νικομηδινό. Οι διακλάσεις φαίνονται να είναι παράλληλες με την κύρια ρηξιγενή ζώνη (A – Δ) (από Χατζηπέτρος 1998).

Η μελέτη παλαιοσεισμολογικής τομής στο χωριό του Στίβου έγινε γιατί ο Στίβος βρίσκεται στο ανατολικό όριο του τμήματος Νικομηδινού – Στίβου του κύριου ενεργού ρήγματος, και ήταν λογικό ότι η δραστηριότητα θα ήταν μικρότερη σε αυτό το σημείο. Σύμφωνα με την εικόνα 3.11, φαίνεται ότι στο μέσο της τομής υπάρχει μία ρηξιγενής ζώνη, η οποία αποτελείται από 7 κλάδους, και μετατοπίζει κάποια από τα υπερκείμενα στρώματα. Όχι όμως μέχρι αυτά που φτάνουν στην επιφάνεια. Αυτό σημαίνει ότι η μετατόπιση δεν προκλήθηκε από το σεισμικό γεγονός του 1978, αλλά από κάποιο άλλο γεγονός, παλαιότερης ηλικίας. Βρέθηκε ότι έλαβε χώρα κατά το χρονικό διάστημα 15.300 (± 1.200) – 4.400 (± 360) έτη πριν από σήμερα. Το ρήγμα έχει διεύθυνση κλίσης προς N, ενώ θεωρείται ότι στο βάθος ενώνεται με την κύρια μεταπτωτική ζώνη με διεύθυνση κλίσης προς B. Η παράταξη του είναι σχεδόν A – Δ και η γωνία κλίσης του είναι μεγάλη ($75^\circ - 80^\circ$).

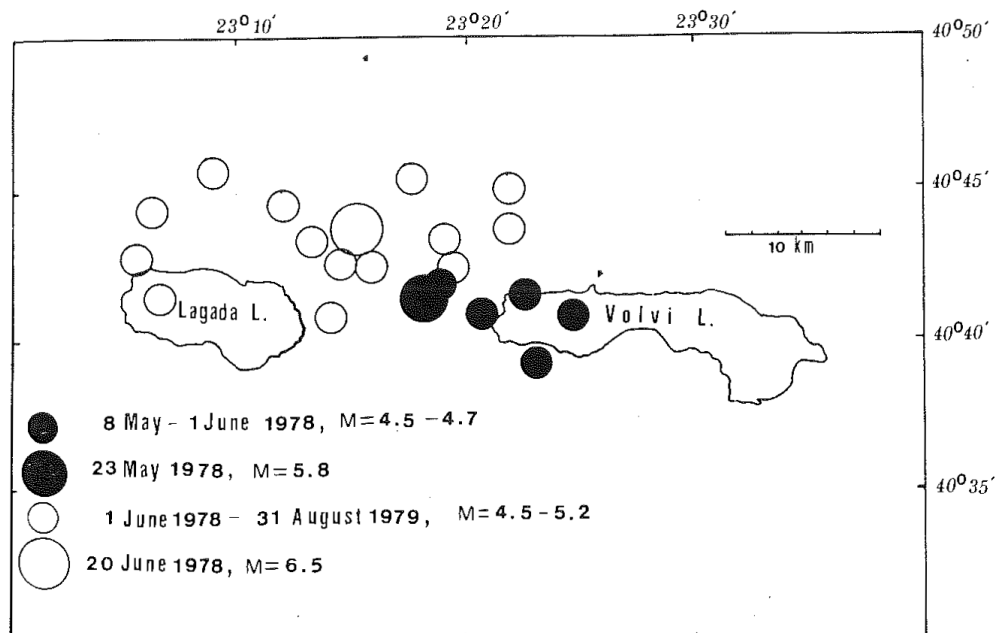


Εικόνα 3.11: Καταγραφή του δυτικού τοιχώματος της παλαιοσεισμολογικής τομής στο Στίβο (από Χατζηπέτρος 1998).

Η μελέτη παλαιοσεισμολογικών τομών συντελεί στον εντοπισμό των ενεργών ρηγμάτων που προκάλεσαν σεισμικά γεγονότα. Για αυτό και πολλές φορές χρησιμοποιούνται ως εκθέματα σε μουσεία όπως τα Ikebukuro Earthquake Museum Tokyo και Kobe Earthquake Memorial Museum στην Ιαπωνία, το 1921 Earthquake Museum of Taiwan στην Ταϊβάν, κ.ά.

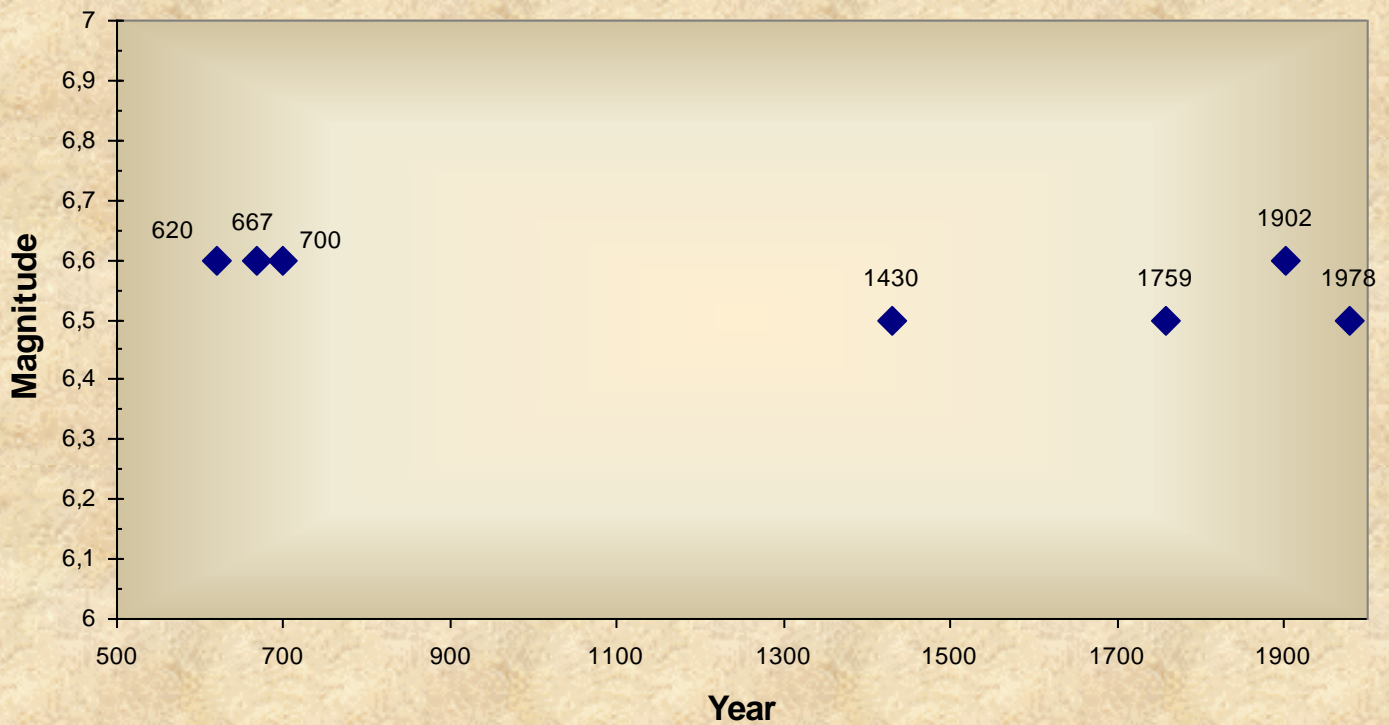
Ο σεισμός της Θεσσαλονίκης

Στις 20 Ιουνίου 1978, ημέρα Τρίτη και ώρα 23:03, εκδηλώθηκε ο ισχυρός σεισμός που έπληξε την πόλη της Θεσσαλονίκης. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν το χωριό Στίβος, που βρίσκεται 35 km ΑΒΑ της Θεσσαλονίκης. Η σεισμική ακολουθία είχε ξεκινήσει στις 8 Μαΐου 1978, με ισχυρούς σεισμούς να εκδηλώνονται στις 24 Μαΐου (5.8) και 19 Ιουνίου (5.3). Ο κύριος σεισμός στις 20 Ιουνίου ήταν μεγέθους 6.5 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ, είχε εστιακό βάθος 10km, ήταν διάρκειας 10" και έγινε αισθητός σε όλη τη βόρεια Ελλάδα, Αλβανία, Βουλγαρία και Βόρεια Μακεδονία (Εικ. 3.12 – 3.14) (Papazachos et al. 1980, Mountrakis et al. 1983).



Εικόνα 3.12: Χάρτης κατανομής επικέντρων των κυριότερων γεγονότων της σεισμικής ακολουθίας του 1978 στην περιοχή της Μυγδονίας (από Χατζηπέτρος 1998).

**Major historical earthquakes in Mygdonia basin
(Papazachos and Papazachou, 1997)**



Εικόνα 3.13: Διάγραμμα κυριότερων σεισμών που έλαβα χώρα στη Μυγδονία λεκάνη (από Papazachos and Papazachou 1997).



Εικόνα 3.14: Επιφανειακές διαρρήξεις στο χωριό Στίβος που προκλήθηκαν από το σεισμό του 1978 (από προσωπική συλλογή κ. Γ. Συρίδη)

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Αποτέλεσε ένα πολύ σημαντικό κοινωνικοοικονομικό και επιστημονικό γεγονός και ένα σημαντικό σταθμό στην εξέλιξη των σχετικών με τους σεισμούς επιστημών στον Ελληνικό χώρο. Η επικεντρική περιοχή του σεισμού αυτού ήταν η περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, η οποία έκτοτε έγινε ένα φυσικό εργαστήριο μελέτης του σεισμικού φαινομένου.

Οι καταστροφές που προκάλεσε ο σεισμός ήταν μεγάλες, καθώς κατέρρευσε οκταόροφη πολυκατοικία στην περιοχή της πλατείας Ιπποδρομίου στην πόλη της Θεσσαλονίκης (Εικ. 3.13). Το μέγεθος των καταστροφών εκτιμήθηκε στο επίπεδο VIII της 12-βάθμιας κλίμακας Μερκάλι, και χαρακτηρίζεται ως «καταστροφικός» σεισμός. Προκλήθηκε ο θάνατος 49 ανθρώπων, εκ των οποίων οι 37 ήταν ένοικοι της πολυκατοικίας που κατέρρευσε. Ακόμη 220 άνθρωποι τραυματίστηκαν, ενώ χιλιάδες άνθρωποι έμειναν άστεγοι σε όλο το νομό Θεσσαλονίκης, λόγω καταστροφών ή ακαταλληλότητας των οικίων τους. Καταστροφές ακόμη εντοπίστηκαν και στους νομούς Χαλκιδικής, Σερρών και Κιλκίς (Παπαζάχος και Παπαζάχου 1989).



Εικόνα 3.15: Φωτογραφία από την επόμενη μέρα του σεισμού του 1978, όπου φαίνεται η πολυκατοικία της πλατείας Ιπποδρομίου που έχει καταρρεύσει (πηγή: <https://www.cnn.gr>).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Υπήρξε ο πρώτος μεγάλος σεισμός που έπληξε μία σύγχρονη ελληνική πόλη, με εξαιρετικές οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Το υλικό κόστος των ζημιών έφτασε τα 1,2 δισεκατομμύρια ευρώ σε σημερινές τιμές. Σύμφωνα με την νεοϊδρυθείσα Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων Βορείου Ελλάδας (Υ.Α.Σ.Β.Ε.) 3.170 (4,5%) κτήρια καταμετρήθηκαν με σοβαρές και επικίνδυνες βλάβες (χαρακτηρίστηκαν κόκκινα), 13.918 (21,0%) με μέσης ή και μικρής κλίμακας βλάβες (κίτρινα) και 49.071 (74,5%) κτήρια χωρίς βλάβες (πράσινα). Ο σεισμός της Θεσσαλονίκης ήταν ο πρώτος που έπληξε μεγάλο αστικό κέντρο στην Ελλάδα και θεωρείται η μεγαλύτερη σεισμική δραστηριότητα στη γύρω περιοχή από το 1932, όταν και σημειώθηκε οι ισχυρότατοι σεισμοί της Ιερισσού στη Χαλκιδική (ρήγμα Στρατωνίου), Valantono –Δοϊράνη (1931) και Ασσήρου –Λαγκαδά 1902..

Με αφορμή το σεισμό της Θεσσαλονίκης και τον κατοπινό της Αθήνας (1981), ιδρύθηκε το 1983 ο ΟΑΣΠ (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας), που είναι ο αρμόδιος φορέας της πολιτείας για το σχεδιασμό της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας.

Αμέσως μετά το σεισμό, η πολιτεία αφυπνίστηκε και κατέβαλε εργώδεις προσπάθειες για την επούλωση των πληγών. Οι υλικές ζημιές αποκαταστάθηκαν σχετικά σύντομα μέσα και από την ειδική φορολογία που επέβαλε η κυβέρνηση του Κωνσταντίνου Καραμανλή. Την αποκατάσταση των σεισμοπαθών ανέλαβε ΥΑΣΒΕ, που αποτέλεσε το πρότυπο για την κατοπινή Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων. Ο ίδιος ο Κωνσταντίνος Καραμανλής αναγκάστηκε να περάσει τρεις μέρες στη Θεσσαλονίκη για να διασκεδάσει τις φήμες, που έκαναν λόγο για νέους καταστροφικούς σεισμούς.

Από σεισμοτεκτονική άποψη, ο σεισμός του 1978 προκλήθηκε από τη δράση του ρήγματος Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα, το οποίο έχει περιγραφεί προηγουμένως. Από την τεκτονική δράση που προκάλεσε τον κύριο σεισμό προκλήθηκε και επαναδραστηριοποίηση του παλιότερου ΒΔ-ΝΑ ρήγματος μεταξύ των χωριών Στίβος – Σχολάρι – Ευαγγελισμός ως αριστερόστροφου πλαγιοκανονικού ρήγματος, καθώς επίσης δευτερογενής δραστηριοποίησης άλλων μικρότερων ρηγμάτων της πλειόσειστης περιοχής που έδωσαν μικρότερες εδαφικές διαρρήξεις.

Ο σεισμός της Θεσσαλονίκης του 1978, όπως έχει ονομαστεί αυτό το σεισμικό γεγονός, υπήρξε σταθμός στην εξέλιξη της μελέτης του νεοτεκτονικού

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

καθεστώς που ίσχυε στη λεκάνη της Μυγδονίας. Από το σεισμό προέκυψαν σαφείς επιφανειακές διαρρήξεις και άλλες εδαφικές παραμορφώσεις, οι οποίες υπήρξαν αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών, και συνδυάστηκαν με τις ενόργανες σεισμολογικές καταγραφές και συνδεθήκαν με γνωστά ή άγνωστα προϋπάρχοντα νεοτεκτονικά ρήγματα. Έτσι προέκυψε ο προσδιορισμός του πολύπλοκου γεωμετρικού μοντέλου των ρηξιγενών διαρρήξεων της Μυγδονίας λεκάνης. Περιγράφηκαν επίσης με λεπτομέρεια η διαδικασία διάρρηξης ενός συστήματος αβαθών γεωλογικών ρηγμάτων (έως 10 km), το σεισμογενετικό στρώμα του ανώτερου φλοιού και οι σεισμογενετικές εκφράσεις του μορφοαναγλύφου.

Ο Χατζηπέτρος (1998) μετά από μελέτη παλαιοσεισμολογικών τομών, οι οποίες έχουν περιγραφεί σε προηγούμενη ενότητα, θεωρεί ότι ο ρυθμός ολίσθησης των ρηγμάτων της Μυγδονίας ποικίλει, καθώς η λεκάνη εμφανίζει πολυρηγματομένο χαρακτήρα. Ο μέσος ρυθμός ολίσθησης από τον ίδιο ερευνητή υπολογίστηκε ότι είναι της τάξης των 0,7 mm/yr. Το μέγεθος των σεισμών που προκάλεσαν τις μετατοπίσεις που ανιχνεύθηκαν στις παλαιοσεισμολογικές τομές φαίνεται πως είναι της τάξης του σεισμού του 1978, δηλαδή μεγέθους 6.5, κρίνοντας από τη σύγκριση της μετατόπισης που προκάλεσε αυτός ο σεισμός με τις μετρηθείσες μετατοπίσεις ανά παλαιό σεισμικό γεγονός.

Το σύστημα ρηγμάτων της Μυγδονίας φαίνεται ότι συνδέεται με το αντίστοιχο της Ανατολικής Χαλκιδικής (ρήγματα Στρατωνίου και Γοματίου) μέσω «τυφλών» ρηξιγενών ζωνών, ρηγμάτων δηλαδή που δεν εκδηλώνονται στην επιφάνεια και να επηρεάζεται από τις τεκτονικές κινήσεις των μεγάλων ρηγμάτων της θαλάσσιας Τάφρου του Βορείου Αιγαίου.

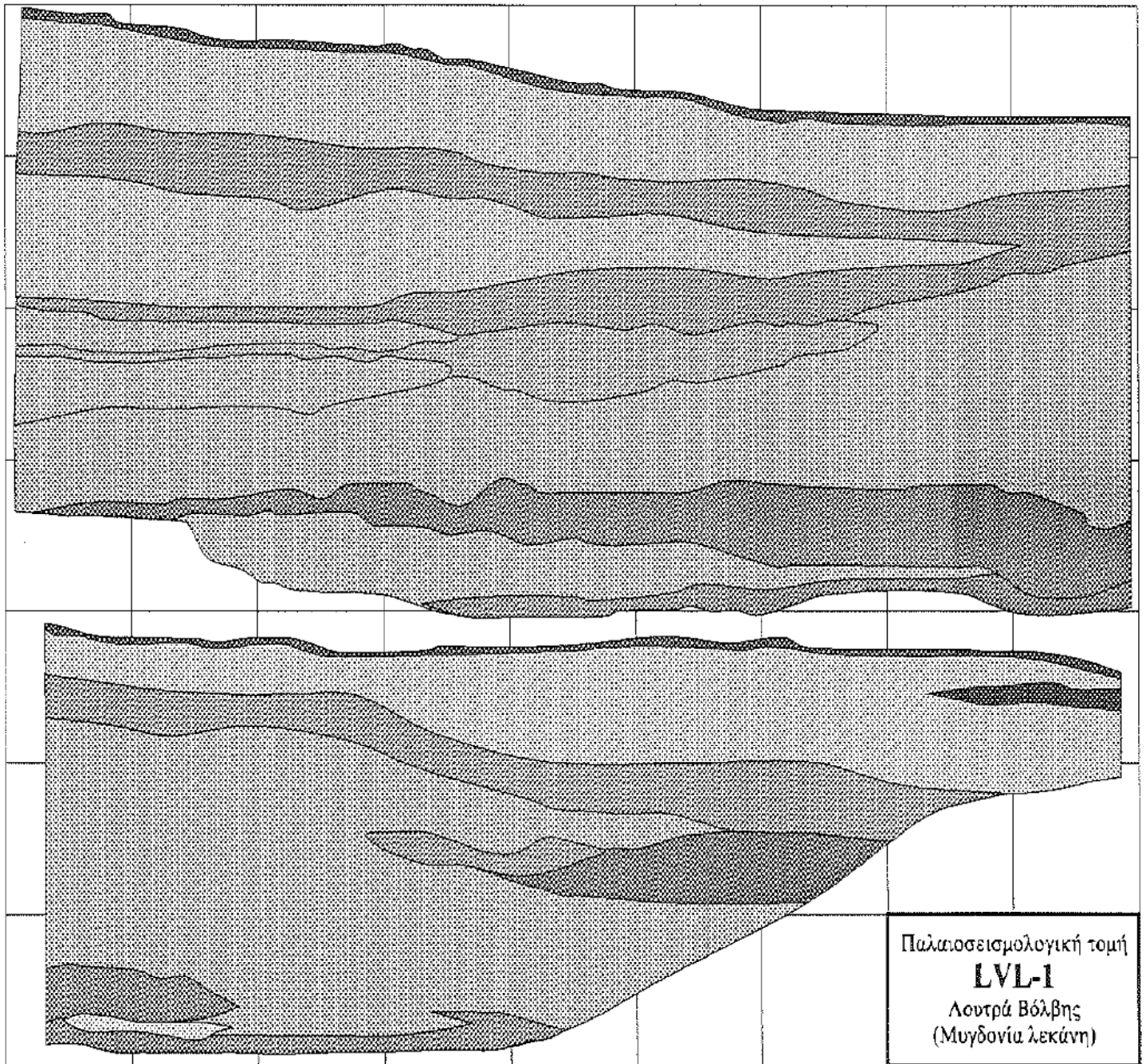
Ακόμη, ο σεισμός του 1978 έδωσε πληροφορίες για την κατανόηση της νεοτεκτονικής συμπεριφοράς του ευρύτερου χώρου του Βορείου Αιγαίου. Η τεκτονική δομή του Βορείου Αιγαίου επηρεάζεται τόσο από την προς τα δυτικά προέκταση του μεγάλου δεξιόστροφου ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας που ελέγχει την κίνηση της Τουρκίας, όσο και από τον εφελκυσμό που οφείλεται στη χαλάρωση των τάσεων πίσω από το Ελληνικό τόξο, όπου η Αφρικανική πλάκα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική.

Ρήγμα Λουτρών Βόλβης – Νέας Απολλωνίας

Το ρήγμα Λουτρών Βόλβης – Νέας Απολλωνίας αποτελεί την προς τα Ανατολικά προέκταση του σεισμικού ρήγματος Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα, από τον Περιστερώνα προς τη Νέα Απολλωνία δια μέσου των Λουτρών Βόλβης (Μουντράκης και συνεργάτες, 1996α, β). Το μήκος του είναι περίπου 10km, έχει γενική διεύθυνση ΔΒΔ – ΑΝΑ, εμφανίζει μετάπτωση προς τα ΒΒΑ και το άλμα κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς είναι 250m. Γίνεται φανερό στην ύπαιθρο και συνδέεται με τις θερμές πηγές στην περιοχή της Βόλβης, καθώς στο σημείο διασταύρωσης με δύο μικρότερα ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ, εκδηλώνονται θερμές πηγές.

Ο Χατζηπέτρος το 1998 μελέτησε μία παλαιοσεισμολογική τομή στην περιοχή των Λουτρών Βόλβης, και πιο συγκεκριμένα στην θέση των λουτρών του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Στη μελέτη αυτή όμως δεν εντοπίστηκε κάποια ρηξιγενής δομή, είτε γιατί δεν υπήρχε κάποιο ρήγμα σε αυτή τη θέση είτε υπήρχε ρήγμα το οποίο σταμάτησε να λειτουργεί πριν αποτεθούν οι λιμναίες άμμοι. Καταγραφή της τομής βλέπουμε στην εικόνα 3.16.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 3.16: Καταγραφή του δυτικού τοιχώματος της παλαιοσεισμολογικής τομής στα Λουτρά Βόλβης (από Χατζηπέτρο 1998).

Σεισμική ρηξιγενής ζώνη Σχολαρίου – Ανάληψης - Ασσήρου

Η ρηξιγενής ζώνη Σχολαρίου – Ανάληψης – Ασσήρου οριοθετεί τη βορειοανατολική πλευρά του βυθίσματος του Λαγκαδά από το Σχολάρι έως την Ασσηρο και έχει μήκος πάνω από 30km. Τμήμα της ρηξιγενούς αυτής ζώνης αποτελεί το Σεισμικό ρήγμα Σχολαρίου (Parazachosetal., 1979a, b, Mountrakis et al., 1983), το οποίο ενεργοποιήθηκε στο σεισμικό γεγονός της Θεσσαλονίκης το 1978, ως ένας κλάδος του συστήματος ρηγμάτων, που εμφανίζουν επιφανειακά ίχνη ανάμεσα στα χωριά Ευαγγελισμός – Σχολάρι – Στίβος. Είναι διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ με μετάπτωση προς τα ΝΔ με σημαντική αριστερόστροφη συνιστώσα. Το μήκος της επιφανειακής του διάρρηξης στο σεισμό ήταν 8km.

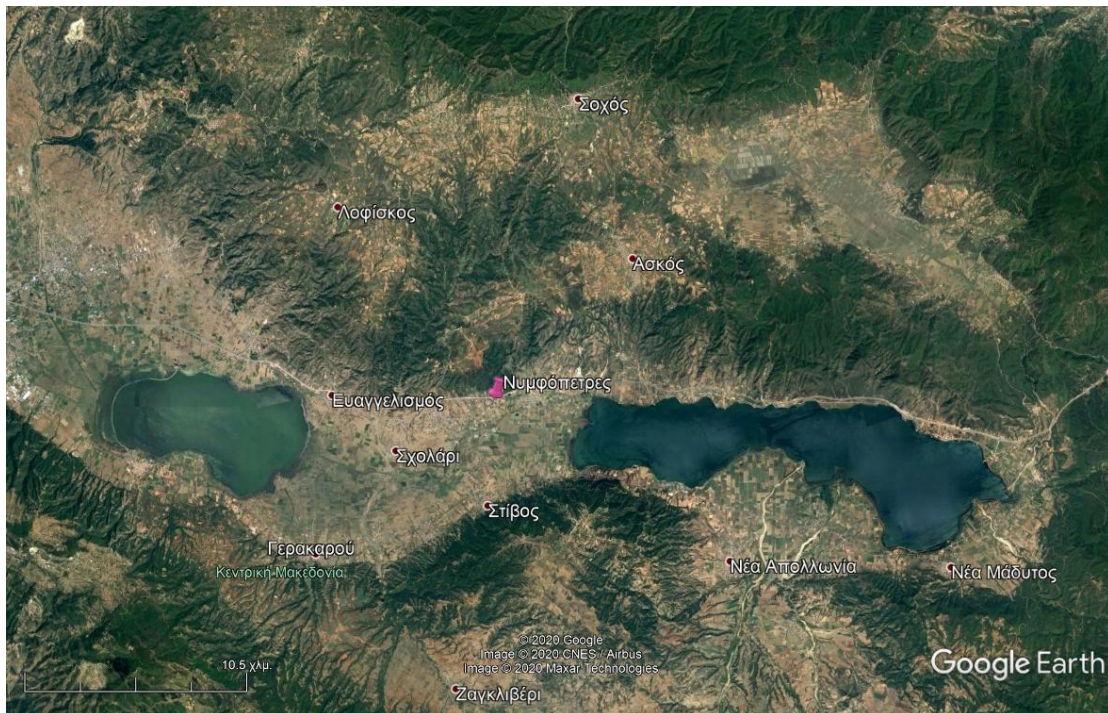
Ρήγμα Λητής – Λαγυνών – Αγ. Βασιλείου – Βασιλουδίου

Το ρήγμα Λητής – Λαγυνών – Αγ. Βασιλείου – Βασιλουδίου αποτελεί τη συνέχεια του ρήγματος Γερακαρούς – Νικομηδινού – Στίβου – Περιστερώνα προς τα ΔΒΔ (Μουντράκης και συνεργάτες 1996α, β). Είναι διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, μήκους πάνω από 20km και αποτελείται από δύο παράλληλους κλάδους ρηγμάτων με μετάπτωση προς τα ΒΑ. Το άλμα του κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς εκτιμάται στα 220m. Αν και το ρήγμα είναι σήμερα ενεργό, δεν έχει καταγραφεί κάποιο σεισμικό γεγονός κατά το παρελθόν, και δεν εμφανίζονται στοιχεία κατά μήκος του που να υποδηλώνουν κάποια σεισμική δράση.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

4.1 Τραβερίνες

Στην περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Λουτρών, εντοπίζονται εμφανίσεις τραβερίνη (Εικ. 4.1). Ο τραβερίτης είναι ένα χημικό ίζημα, το οποίο δημιουργείται από τη ραγδαία απόθεση ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3), γύρω από κάποιον οργανικό ή ανόργανο πυρήνα. Το CaCO_3 βρίσκεται διαλυμένο σε επιφανειακά ή υπεδάφια νερά. Το χρώμα τους κυμαίνεται από λευκό έως καστανό και συνήθως εμφανίζονται σκληροί, λεπτοκρυσταλλικοί, συμπαγείς ή μαζώδεις. Όταν το ανθρακικό υλικό που αποτίθεται είναι σαθρό και πορώδες τότες ονομάζεται «τούφα» (Hancock et al. 1999, Τσιραμπίδης 2008).



Εικόνα 4.1: Δορυφορική εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφεται η θέση των Νυμφόπετρων (πηγή: GoogleEarth).

Σε περιοχές ρηγών λιμνών, θερμών πηγών καθώς και παρόχθιων ζωνών, υπάρχουν πολλά υδρόβια φυτά και φυτικά λείψανα (κλαδιά, φύλλα) που διαβρέχονται συνεχώς από το νερό, με αποτέλεσμα με την πάροδο του χρόνου να περιασβεστούνται, δηλαδή να αποτίθεται γύρω τους ανθρακικό ασβέστιο. Η απόθεση ανθρακικών αλάτων γίνεται ταυτόχρονα με απελευθέρωση CO_2 , πτώση θερμοκρασίας και άρα πτώση της διαλυτότητας των νερών.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Οι τραβερτίνες της Μυγδονίας αποτέθηκαν απευθείας πάνω στο γρανίτη, με πάχος που φτάνει έως τα 130m. Αποτελούν τους κύριους ταμιευτήρες των γεωθερμικών ρευστών στην περιοχή. Στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Βόλβης, τα ανθρακικά ιζήματα που συναντούμε στη θέση των Λουτρών, χαρακτηρίζονται από τους Hancock et al. (1999) ως τούφες, εντοπίζονται κατά μήκος της παρόχθιας ζώνης αλλά και μέσα στο έδαφος, σε βάθη μέχρι 40m από την επιφάνεια (Εικ. 4.2). Η απόθεσή τους σχετίζεται άμεσα με τη δράση των θερμών πηγών. Μάλιστα θεωρείται ότι βρίσκονται στη θέση παλιών θερμών πηγών, των οποίων η λειτουργία διεκόπη λόγω (νεότερης) τεκτονικής δράσης (ρήγματα ΒΑ-ΝΔ που «κόβουν» τους τραβερτίνες). Έχουν χρώμα συνήθως κιτρινωπό και μάζα με κυψελώδη - σπογγώδη υφή με κενά σε μορφή σωληνίσκων, πόρων κλπ. (Εικ. 4.3). Η θέση, διατήρηση και στρωματογραφική τοποθέτησή τους, υποδεικνύουν Ολοκαινική ηλικία.

Σύμφωνα με τους Gurk et al. 2007, τα υπερκορεσμένα σε ανθρακικό ασβέστιο θερμά νερά των λουτρών (το ανθρακικό ασβέστιο πιθανώς προέρχεται από τα υποκείμενα μάρμαρα της ενότητας Κερδυλλίων) έχουν ακολουθήσει διακλάσεις και ρήγματα του υποβάθρου και των μη συμπαγών λιμναίων ιζημάτων ώστε να δημιουργήσουν στην επιφάνεια κώνους και εξάρματα τούφας. Μία γραφική απεικόνιση της κίνησης αυτής των θερμών υδάτων δίνεται στην εικόνα 4.4. Επανειλημμένα, καλύφθηκαν από νέα λιμναία ή / και αλλουβιακά ιζήματα. Λόγω ενός νεοτεκτονικού σεισμικού συμβάντος, το γεωθερμικό καθεστώς άλλαξε και τα ρήγματα που επέτρεψαν την αυξημένη ροή του ζεστού νερού στην επιφάνεια κατά το παρελθόν έγινε πλέον δίοδοι για την επανατροφοδότηση των υπόγειων υδάτων.

Όσον αφορά τη μορφολογία των εξαρμάτων τούφας, συμπεραίνουμε ότι καλύπτουν περιοχές ως στρωματοποιημένες αποθέσεις πάνω από τις διακλάσεις και μέχρι σε βάθος που τους επιτρέπει να διατηρούνται αναλλοίωτες παρόλες τις διαδικασίες διάβρωσης. Το βάθος τους σήμερα είναι περίπου από 0 έως -10m. Η παρουσία των εξαρμάτων τούφας υποδηλώνει περιοχές με αυξημένες υπόγειες διακλάσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οριοθετήσει τεκτονικές δομές σε βάθος. Είναι πιθανό ότι τα επόμενα στρώματα τραβερτίνη ή τούφας στην περιοχή της Μυγδονίας να δηλώνουν περιστρεφόμενες αλλαγές στο γεωθερμικό καθεστώς της περιοχής, οι οποίες προκαλούνται από σεισμικά γεγονότα.

Το πάρκο της Νυμφόπετρας βρίσκεται στα βόρεια της λίμνης Βόλβης. Αποτελεί έναν ιδιόμορφο γεωλογικό σχηματισμό που έχει ανακηρυχθεί μνημείο της

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

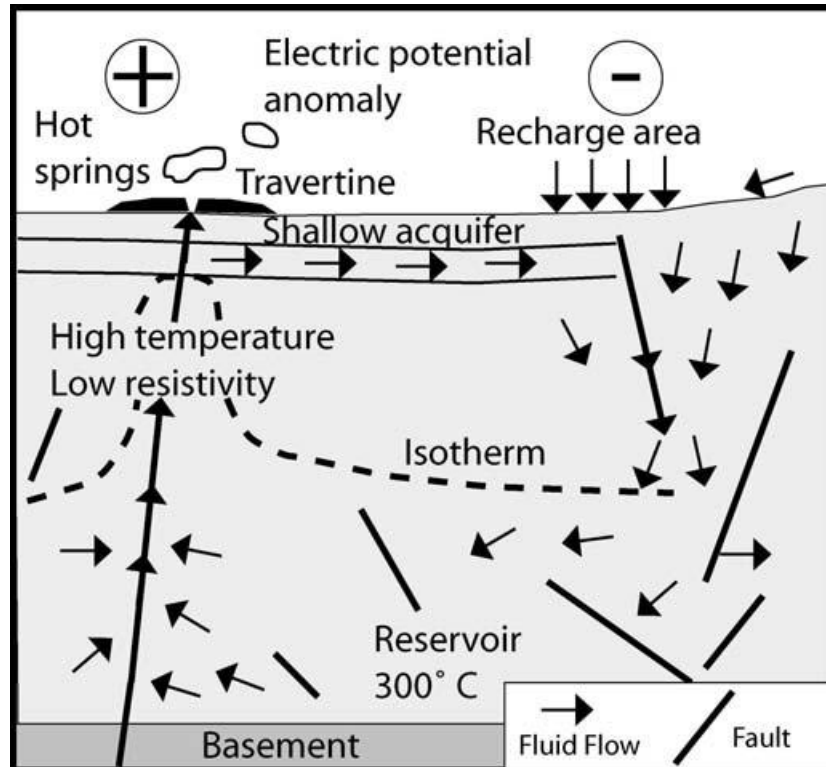
φύσης. Σύμφωνα με τη λαογραφική παράδοση, οι Νυμφόπετρες ήταν μια ομάδα από κωνηγούς, οι οποίοι, ενώ αναζητούσαν θηράματα, συνάντησαν τυχαία μια παρέα από νύμφες του δάσους που λούζονταν στα κρυστάλλινα νερά μιας πηγής. Ο μύθος αναφέρει ότι η θεά Άρτεμις που τους αντιλήφθηκε εξοργίστηκε με την ασέβειά τους, ώστε τους πέτρωσε στο σημείο που στέκονταν. Άλλος μύθος αναφέρει ότι οι βράχοι προήλθαν από μια γαμήλια πομπή συνοδείας μελλονύμφων προς την εκκλησία. Η νύφη, γεμάτη πλεονεξία, πήρε όλα τα πράγματα από το σπίτι της μάνας της και το απογύμνωσε εντελώς. Στο δρόμο θυμήθηκε ότι ξέχασε το αδράχτι με το σφοντύλι και έστειλε ανθρώπους να τα πάρουν. Η οργή της μάνας μετατράπηκε σε κατάρα και η νύφη με τη συνοδεία της έγιναν πέτρες.



Εικόνα4.2: Κώνοι τούφας / τραβερτίνη στο βόρειο τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης (από προσωπική συλλογή).



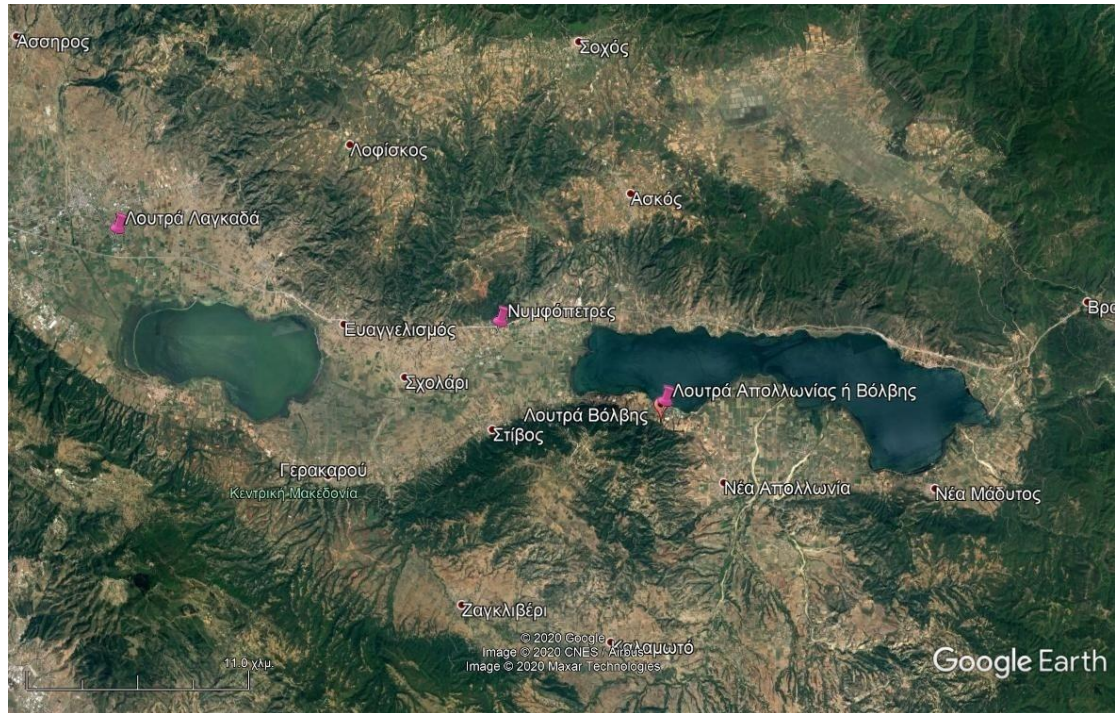
Εικόνα 4.3: Κώνοι τούφας / τραβερτίνη στο βόρειο τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.4: Γράφημα της κίνησης των θερμών νερών με τη χρήση θερμο-ηλεκτρικής μπαταρίας (από Gurk et al. 2007, τροποποιημένος από Revil and Pezard 1998).

4.2 Γεωθερμικά πεδία

Η ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης εμφανίζει τοπικό γεωθερμικό ενδιαφέρον, λόγω της παρουσίας ρευστών χαμηλής θερμοκρασίας (<90°C). Οι τρεις περιοχές στις οποίες εντοπίζεται γεωθερμικό πεδίο είναι οι εξής: Λαγκαδάς, Νυμφόπετρα και Νέα Απολλωνία (Τραγανός 1982, 1987, Τραγανός και Μπίμπου 1992, Κουτσινός κ. άλ. 2006) (Εικ. 4.5). Στην περιοχή έχουν γίνει γεωτρήσεις και μελέτες από το ΙΓΜΕ.



Εικόνα 4.5: Δορυφορική εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφεται η θέση των τριών εμφανίσεων γεωθερμικών πεδίων: Λουτρά Λαγκαδά, Νυμφόπετρες και Λουτρά Απολλωνίας ή Βόλβης (πηγή: GoogleEarth).

Γεωθερμικό πεδίο Λαγκαδά

Το γεωθερμικό πεδίο Λαγκαδά εντοπίζεται νότια της κωμόπολης του Λαγκαδά και φτάνει μέχρι το ΒΔ τμήμα της λίμνης Αγ. Βασιλείου, με έκταση 6km^2 . Τα γεωθερμικά ρευστά εντοπίζονται σε βάθος 100 – 230m και οι θερμοκρασίες τους κυμαίνονται από 33°C έως 40°C . Η γεωθερμική ανωμαλία έχει διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ, η οποία ταυτίζεται με τη διεύθυνση των κύριων ρηγμάτων και των διαρρήξεων της περιοχής. Εκατέρωθεν του άξονα διεύθυνσης της γεωθερμικής ανωμαλίας παρατηρείται σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας των ρευστών. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών των γεωθερμικών ρευστών στην περιοχή του Λαγκαδά, η χρήση του γεωθερμικού πεδίου περιορίζεται κυρίως σε ιαματικούς σκοπούς καθώς και στη μονάδα λουτροθεραπείας της περιοχής (Εικ. 4.6 – 4.7). Παλαιότερα η γεωθερμία χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση θερμοκηπιακών μονάδων.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Οι εγκαταστάσεις των Λουτρών του Λαγκαδά σήμερα αποτελούνται από τους εξής λουτήρες:

- **Ιουστινιανός** Βυζαντινός ομαδικός λουτήρας του 900 μ.Χ με θόλο και μαρμάρινες βρύσες.
- **Μυγδονία** Βυζαντινός ομαδικός λουτήρας του 1.400 μ.Χ.

Ο Βυζαντινός λουτήρας Ιουστινιανός (Εικ. 4.8) και ο Βυζαντινός λουτήρας Μυγδονία είναι συγκρότημα με ιδιαίτερη σημασία, ως μνημείο γιατί είναι το πιο σημαντικό βυζαντινό κτίσμα με χρήση λουτήρα παρόμοιας φύσεως στη Βόρειο Ελλάδα, διαφέροντας ως προς τη μορφή και τη λειτουργία από παρεμφερή κτίρια με χρήση χαμάμ όπως τα Λουτρά Παράδεισος και το Λουτρό της Αγοράς στη Θεσσαλονίκη.

Παράλληλα, με εξαίρεση τους Βυζαντινούς Ναούς, είναι ένα από τα ελάχιστα μνημεία που διατηρούν μέχρι σήμερα την αρχική τους χρήση. Οι γραπτές πηγές με τα λουτρά είναι ελάχιστες. Μια παράδοση αναφέρει ότι τα λουτρά ήταν γνωστά από την εποχή του Μέγα Κωνσταντίνου όπου ο αυτοκράτορας με τη μητέρα του Αγία Ελένη, λούστηκαν στις πηγές για αρκετό χρόνο για να θεραπευτούν. Σε λεύκωμα της λουτροπόλεως του Λαγκαδά, το 1936 αναφέρεται ότι κατά τον 9ο μ.Χ. αιώνα, ο Ρωμαίος στρατηγός Ιουστινιανός, ανέγειρε τους λουτήρες των θερμοπηγών. Μια δεύτερη παράδοση λέει πως τα λουτρά χτίστηκαν γύρο στο 900 μ.Χ., από τον στρατιωτικό ιατρό Ιουστινιανό. Σε κάθε περίπτωση η βυζαντινή καταγωγή των λουτρών επιβεβαιώνεται από το ίδιο το μνημείο, όπου διακρίνονται ακόμη τμήματα της αρχικής βυζαντινής τοιχοποιίας.

Η οθωμανική αρχιτεκτονική μορφή των οξυκόρυφων τόξων στο εσωτερικό των δύο λουτήρων, φανερώνει τις επεμβάσεις κατά την εποχή της Τουρκοκρατίας και αποτελεί ένδειξη για την διαρκή χρήση των λουτρών από την εποχή που κατασκευάστηκαν. Σχετική μαρτυρία παραθέτει ο Τούρκος περιηγητής Εβλιά Τσελεμπί που το 1670 επισκέφθηκε τα λουτρά. Κατά τον 20ο αιώνα, λόγω της συγκοινωνιακής σύνδεσης του Λαγκαδά με την Θεσσαλονίκη, αλλά και χάρη στις θεραπευτικές ιδιότητες των πηγών, αυξήθηκε κατακόρυφα η επισκεψιμότητα και κατασκευάστηκαν συμπληρωματικές κτιριακές εγκαταστάσεις στον ευρύτερο χώρο των λουτρών. Οι νέες εγκαταστάσεις έχουν επαφή με τα βυζαντινά κτίσματα, τα

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

οποία το 1984 κηρύχθηκαν διατηρητέα μνημεία και προστατεύονται από την αρχαιολογική νομοθεσία.

- **Θερμιά Άρτεμις**. Ομαδικός λουτήρας (Εικ. 4.9).
- **Κορώνεια**. Σύγχρονος ομαδικός λουτήρας.



Εικόνα 4.6: Εξωτερικό χώρος Λουτρών Λαγκαδά (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.7: Σημερινή φωτογραφία του εξωτερικού χώρου των Λουτρών Λαγκαδά (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.8: Λουτήρας Ιουστινιανός(900 μ. Χ.) (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.9: Λουτήρας Θερμή Άρτεμις (από προσωπική συλλογή).

Γεωθερμικό πεδίο Νυμφόπετρας

Το γεωθερμικό πεδίο στην περιοχή της Νυμφόπετρας εκτείνεται ΝΑ του ομώνυμου οικισμού και ΒΔ της λίμνης Βόλβης. Η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών κυμαίνεται από 25 – 45°C, τα οποία εντοπίστηκαν σε μικρός βάθος ~140m και η έκταση της γεωθερμικής ανωμαλίας είναι 6.7 km². Τα τελευταία χρόνια, τα δικαιώματα αξιοποίησης του γεωθερμικού πεδίου Νυμφόπετρας ανήκουν σε ιδιώτη, ο οποίος θα χρησιμοποιήσει τη γεωθερμία σε αγροτικές εφαρμογές. Παλαιότερα η γεωθερμία αξιοποιήθηκε στην περιοχή για την υπεδάφια θέρμανση φυτείας σπαραγγιών.



Εικόνα 4.10: Νυμφόπετρες (από προσωπική συλλογή).

Γεωθερμικό πεδίο Νέας Απολλωνίας

Το γεωθερμικό πεδίο της Νέας Απολλωνίας εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Βόλβης, 52km ανατολικά της πόλης της Θεσσαλονίκης, και αποτελεί ένα γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας, με θερμοκρασίες ρευστών από 38 έως 57°C. Τα ρευστά χαρακτηρίζονται ως υπέρθερμα, με χαμηλές περιεκτικότητες σε Na – K – SO₄– HCO₃– F – Br, υδροθειούχα, υποτονικά, ασθενώς ραδιενεργά ιαματικά νερά δήμου Βόλβης. Το βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο καταλαμβάνει έκταση 2km² και εκτείνεται 1,5km ανατολικά μέχρι 500m δυτικά των Λουτρών Βόλβης. Οι ιαματικές πηγές στη Νέα Απολλωνία βρίσκονται στα Ν – ΝΔ της λίμνης Βόλβης και αποτελούν την επιφανειακή εμφάνιση του υπόγειου γεωθερμικού πεδίου που λειτουργεί στην περιοχή.

Στην περιοχή εντοπίζονται και άλλες μικρότερες πηγές, όπως αυτή στις όχθες της λίμνης Βόλβης (Λουτρά Μ. Αλεξάνδρου), που βρίσκεται σε απόσταση 1400m από τα Λουτρά Βόλβης και 60m από την ακτή, και σήμερα δεν παρουσιάζει επιφανειακή ροή. Η παροχή των γεωθερμικών ρευστών στη Νέα Απολλωνία είναι πολύ περιορισμένη. Η λειτουργία των λουτρών έχει σταματήσει τα τελευταία χρόνια

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

(Εικ. 4.11 – 4.14) .

Στην ευρύτερη περιοχή της Νέας Απολλωνίας οι ανασκαφές αποκάλυψαν μακεδονική πόλη που, σύμφωνα με το Στράβωνα, οικίστηκε από το βασιλιά της Μακεδονίας Φίλιππο Α' και χτίστηκε τον 5^ο αιώνα π.Χ. Η πόλη αυτή αναπτύχθηκε ιδιαίτερα την εποχή του Μ. Αλεξάνδρου και κατοικήθηκε έως τους Βυζαντινούς χρόνους. Απόδειξη αποτελούν τα ερείπια ενός μεγάλου ιαματικού λουτρού, του οποίου τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά ανάγονται στο 16^ο αιώνα.

Η ανακήρυξη των πηγών της Νέας Απολλωνίας επίσημα από το Ελληνικό κράτος έγινε το 1920 και παραχωρήθηκαν στην τότε κοινότητα Νέας Απολλωνίας. Η λίμνη Βόλβη και η παραλίμνια περιοχή ανήκουν στην Α' Ζώνη Προστασίας του Εθνικού Πάρκου των λιμνών Κορώνειας Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών.



Εικόνα 4.11: Εξωτερικός χώρος των εγκαταλελειμμένων εγκαταστάσεων των Λουτρών Νέας Απολλωνίας (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.12: Εξωτερικός χώρος των εγκαταλελειμμένων εγκαταστάσεων των Λουτρών Νέας Απολλωνίας (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.13: Εξωτερικός χώρος των εγκαταλελειμμένων εγκαταστάσεων των Λουτρών Νέας Απολλωνίας (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.14: Επιγραφή με τις σημαντικές πληροφορίες έξω από τις εγκαταστάσεις των Λουτρών Νέας Απολλωνίας (από προσωπική συλλογή).

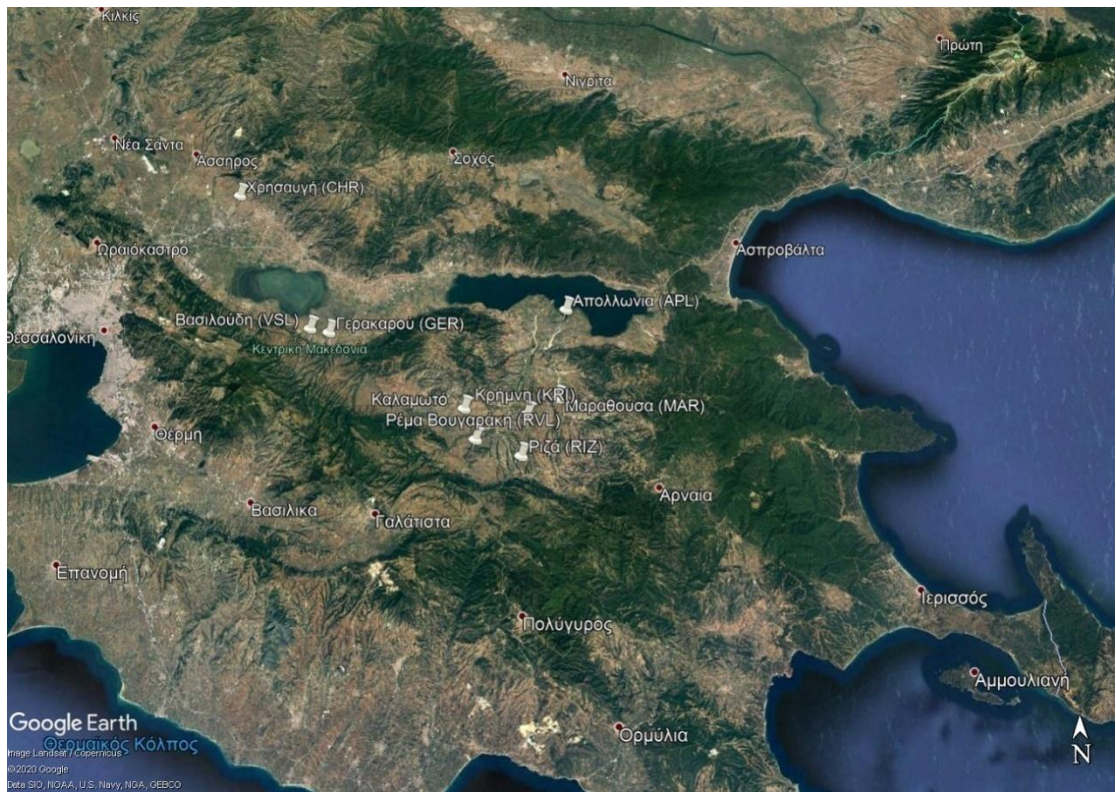
4.3 Απολιθωματοφόρες θέσεις

Η ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης εμφανίζει σημαντικό παλαιοντολογικό ενδιαφέρον (Εικ. 4.15), καθώς ήδη από το 1977 γίνονται ανασκαφές απολιθωμάτων θηλαστικών που βρέθηκαν στην περιοχή της Κρήμνης (Sakellariou et al. 1979). Το 1978, ένα χρόνο αργότερα εντοπίστηκαν απολιθώματα στην περιοχή Γερακαρούς (Zamanis et al. 1980, Koufos and Melentis 1983). Από το 1988 έως και σήμερα, η ομάδα του ομότιμου καθηγητή Παλαιοντολογίας Α.Π.Θ. κ. Γ. Κουφού, πραγματοποιεί εκτεταμένες ανασκαφές σε διάφορες περιοχές της Μυγδονίας λεκάνης, όπως:

- Χρυσανγή (CHR), ηλικία απολιθωμάτων: Κάτω – Μέσο Μειόκαινο,
- Γερακαρού (GER), ηλικία απολιθωμάτων: Κάτω Βιλλαφράγκιο,
- Βασιλούδι (VSL),
- Κρήμη (KRI),
- Ρέμα Βουλγαράκη “Ravin of Voulgarakis” (RVL), ηλικία απολιθωμάτων: Κάτω Βιλλαφράγκιο,

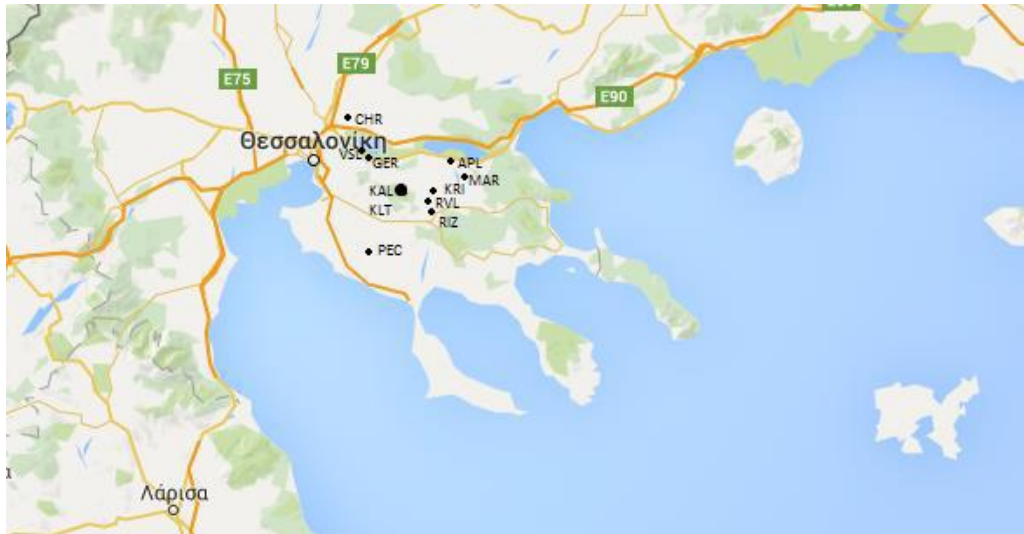
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Μαραθούσα (MAR),
- Ριζά (RIZ),
- Απολλωνία (APL)
- Καλαμωτό (Εικ. 4.16)



Εικόνα 4.15: Δορυφορική εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφεται η θέση των απολιθοματοφόρων θέσεων (πηγή: GoogleEarth).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

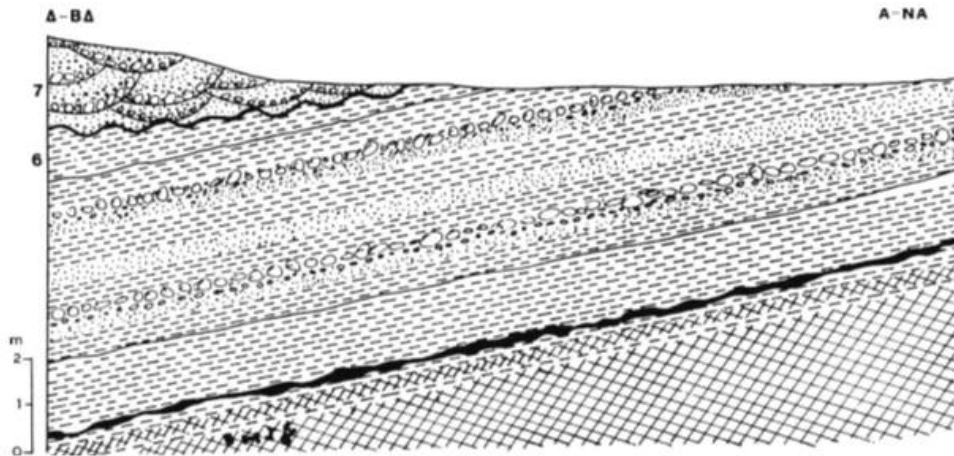


Εικόν

α 4.16: Χάρτης της Μυγδονίας λεκάνης με τις απολιθωματοφόρες θέσεις: Χρυσσαγή (CHR), Γερακαρού (GER), Βασιλοῦδι (VSL), Κρήμη (KRI), “RavinofVoulgarakis” (RVL), Μαραθούσα (MAR), Ριζά (RIZ), Πετράλωνα (PEC), Απολλωνία (APL), Καλαμωτό (KAL, KLT) που ανασκάφηκαν από τον καθηγητή Γ. Κουφό και την ομάδα του. (από Βασιλειάδης 2015, τροποποιημένος από Tsoukala&Chatzopoulou 2005).

Η απολιθωματοφόρα θέση της Χρυσσαγής εντοπίζεται στα παλιά αργιλορυχεία της περιοχής Παλαιά Χρυσσαγή, 2 km βόρεια του χωριού Χρυσσαγή, και μέσα σε ένα στρώμα καστανότεφρης αργίλου του σχηματισμού Χρυσσαγής της Προμυγδονιακής ενότητας. Τα ιζήματα της τομής ανήκουν στα αργιλοσαμμιτικά ιζήματα του Σχηματισμού Χρυσσαγής και έχουν κλίση 25° ΝΔ (Εικ. 4.17). Τα απολιθώματα εντοπίζονται στο ανώτερο τμήμα της ενότητας Χρυσσαγής. Βρέθηκε περιορισμένος αριθμός απολιθωμάτων κυρίως μικροθηλαστικών, όπως εντομοφάγα, λαγόμορφα και τρωκτικά (Κολιαδήμου 1996).

Πανίδα: *Megacricetodon* sp., *Byzantinia* sp., *Prolagus* sp., *Crocidurinae* indet.



Εικόνα 4.17: Γεωλογικό σκαρίφημα της τομής στην οποία εντοπίζεται η θέση Χρυσανγή. 1. Σκληρή καστανότεφρη άργιλος με απολιθώματα, 2. καφέ-ιώδης ιλυούχος άργιλος με πολυγωνικό θραυσμό, 3. καστανότεφρα ψαμμίτικα συγκρίματα με σιδηροξειδία και μαγγανιοξειδία, 4. εναλλαγές φαιοπράσινης ιλύος και καφέ ιλυούχου αργίλου με ελασματοειδή στρώση, 5. εναλλαγές φαιοκάστανης λεπτοστρωματώδους ιλύος, ιλυούχου άμμου και άμμων με χαλίκια, 6. φαιοπράσινη ιλύς με φακούς ιώδους ιλύος και ελασματοειδή στρώση, 7. καστανοκόκκινοι άμμοι με χαλίκια και διασταυρωτή στρώση (από Κολιαδήμου 1996).

Η απολιθωματοφόρα θέση Γερακαρού βρίσκεται 2 km νοτιοδυτικά του ομόνυμου χωριού και μέσα στα ιζήματα του σχηματισμού Γερακαρούς εντοπίζεται η ομώνυμη απολιθωματοφόρα θέση (Koufos and Melentis 1983). Πιο συγκεκριμένα, τα απολιθώματα εντοπίζονται με τη μορφή φακού και μέσα στα ερυθροστρώματα του σχηματισμού Γερακαρούς. Η συγκεκριμένη θέση θεωρείται πλούσια τόσο σε μικρο- όσο και σε μακρο-απολιθώματα ενώ ένας μεγάλος αριθμός απολιθωμάτων δεν έχει ανασκαφεί ακόμα (Koufos 1986a, 1986b, 1987, 1992, 1993, Kostopoulos and Koufos 1994, Κολιαδήμου 1996).

Πανίδα: *Mimomyssp.*, *Microtussp.*, *Apodemuscf. mystacinus*, *Hystrixmajor*, *Canisetruscus*, *Canisarnensis*, *Melesdimitrius*, *Pliohyaenabrevirostris*, *Pantheragombaszoegensis*, *Equusstenonismygdoniensis*, *Susstrozzi*, *Croizetocerosramosusn. ssp.*, *Eucladocerosenezensis*cf. *senezensis*, *cervusep.*, *Leptobossp.*, *Gazellasp.*, *Gazellospirasp.*, *Antilopinaeindet.*

Η απολιθωματοφόρα περιοχή Βασιλούδι, βρίσκεται 2 km ανατολικά του χωριού Βασιλούδι και μέσα στα αργιλορυχεία, που βρίσκονται ανατολικά της οδού

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

που συνδέει την εθνική οδό Θεσσαλονίκης – Καβάλας με το χωριό Αρδαμέρι, και ανήκει και αυτή γεωλογικά στο σχηματισμό Γερακαρούς. Ο φακός των απολιθωμάτων εντοπίζεται στο κατώτερο αργιλορυχείο. Στην περιοχή αυτή βρέθηκαν λίγα απολιθώματα θηλαστικών, καθώς από ότι φαίνεται το μεγαλύτερο μέρος του απολιθωματοφόρου φακού καταστράφηκε λόγω των εργασιών εκσκαφής του ορυχείου (Kostopoulos and Koufos 1994, Κωστόπουλος 1996).

Πανίδα: *Sus strozzi*, *Leptobos* cf. *etruscus*, *Procampoceras* sp., *Equus stenorhinus*.

Η θέση Κρήμνη, βρίσκεται στη λεκάνη της Μαραθούσας (υπολεκάνη της Προμυγδονίας) και εντοπίστηκε για πρώτη φορά από ένα βοσκό της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, αποτελείται από δύο επιμέρους απολιθωματοφόρες θέσεις: την αρχική που εντοπίστηκε τυχαία από το βοσκό, και μία δεύτερη, σε απόσταση 500 μέτρων από την πρώτη, η οποία εντοπίστηκε μετά από συστηματικές ανασκαφές του Εργαστηρίου Γεωλογίας – Παλαιοντολογίας Α.Π.Θ. Η αρχική θέση απολιθωμάτων βρίσκεται ΝΑ του χωριού Κρήμνη, κοντά στο δρόμο Κρήμνης – Παλαιοχώρας και στα αντερίσματα του ρέματος Λειβαδάκι. Στρωματογραφικά, η θέση ανήκει στο σχηματισμό Γερακαρούς, και ειδικότερα στα ανώτερα τμήματα των ερυθροστρωμάτων. Τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί στην περιοχή είναι ολιγάριθμα (Koufos 1992, 1993, Kostopoulos and Koufos 1994, Koufos et al. 1995, Κωστόπουλος 1996).

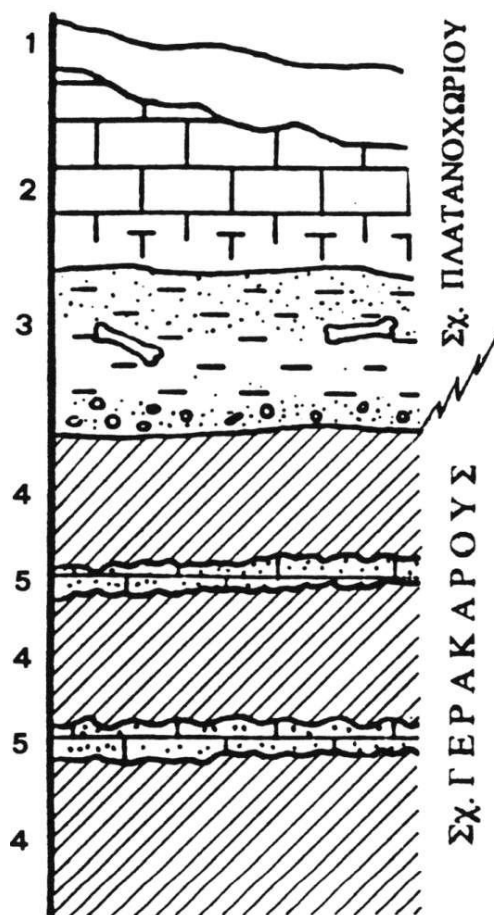
Πανίδα: *Equus stenorhinus* cf. *mygdoniensis*, *Dicerorhinus etruscus*, *Eucladoceros* sp., *Leptobos* sp., *Gazellospirax* cf. *torticornis*.

Η απολιθωματοφόρα θέση Ρέμα Βουλγαράκη (Ravin of Voulgarakis) βρίσκεται 1.5 km νοτιοδυτικά του χωριού Πλατανοχώρι, στη δυτική πλαγιά ενός μικρού παραποτάμου, του Μεγάλου Ρέματος διεύθυνσης Ν – Β και γεωτεκτονικά βρίσκεται στο δυτικό άκρο της λεκάνης της Μαραθούσας. Ανακαλύφθηκε το 1987 από την ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Γεωλογίας – Παλαιοντολογίας Α.Π.Θ., μετά από υπόδειξη του ιδιοκτήτη της περιοχής κ. Βουλγαράκη, για αυτό και πήρε η θέση το όνομά του (Koufos et al. 1989). Η παρούσα θέση έδωσε μία πληθώρα μικροθηλαστικών (Κολιαδήμου 1996), καθώς και μερικά δείγματα μακροθηλαστικών. Ο φακός των απολιθωμάτων εντοπίζεται μέσα στην

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

γκριζοπράσινη ιλύ (Εικ. 4.18). Ο ορίζοντας αυτός είναι ο κατώτερος ορίζοντας του σχηματισμού Πλατανοχωρίου.

Πανίδα: *Mimomyssavini*, *Lagurodonarankae*, *Microtussp.*, *Spalaxsp.*, *Cricetulusp.*, *Apodemuscf. sylvaticus*, *Apodemussp.*, *Sciuridaeind.*, *Gliridaeind.*, *Leporidaeind.*, *Soricidaeind.*, *Canisarnensis*, *Equusstenonis*, *Hippopotamusmajor*.



Εικόνα 4.18: Γεωλογική τομή της θέσης Ρέμα Βουλγαράκη (RVL). 1. Έδαφος. 2. Μαζώδεις-τοφώδεις ασβεστόλιθοι με κοιλότητες, ρωγμές ξήρανσης και ίχνη ριζών· η βάση αποτελείται από αργιούχο κονδυλώδη μάργα. 3. Γκριζοπράσινη ιλύς-άργιλος πλούσια σε άμμο και κροκάλες στη βάση της. 4. Καστανέρυθη λεπτο- μεσόκοκκη άμμος με λεπτή στρώση· αντιπροσωπεύει τα τελευταία στρώματα του Σχηματισμού Γερακαρούς (ερυθροστρώματα). 5. Ασβεστοψαμμιτικά στρώματα με κονδυλώδη επιφάνεια (από Koufos et al. 1989).

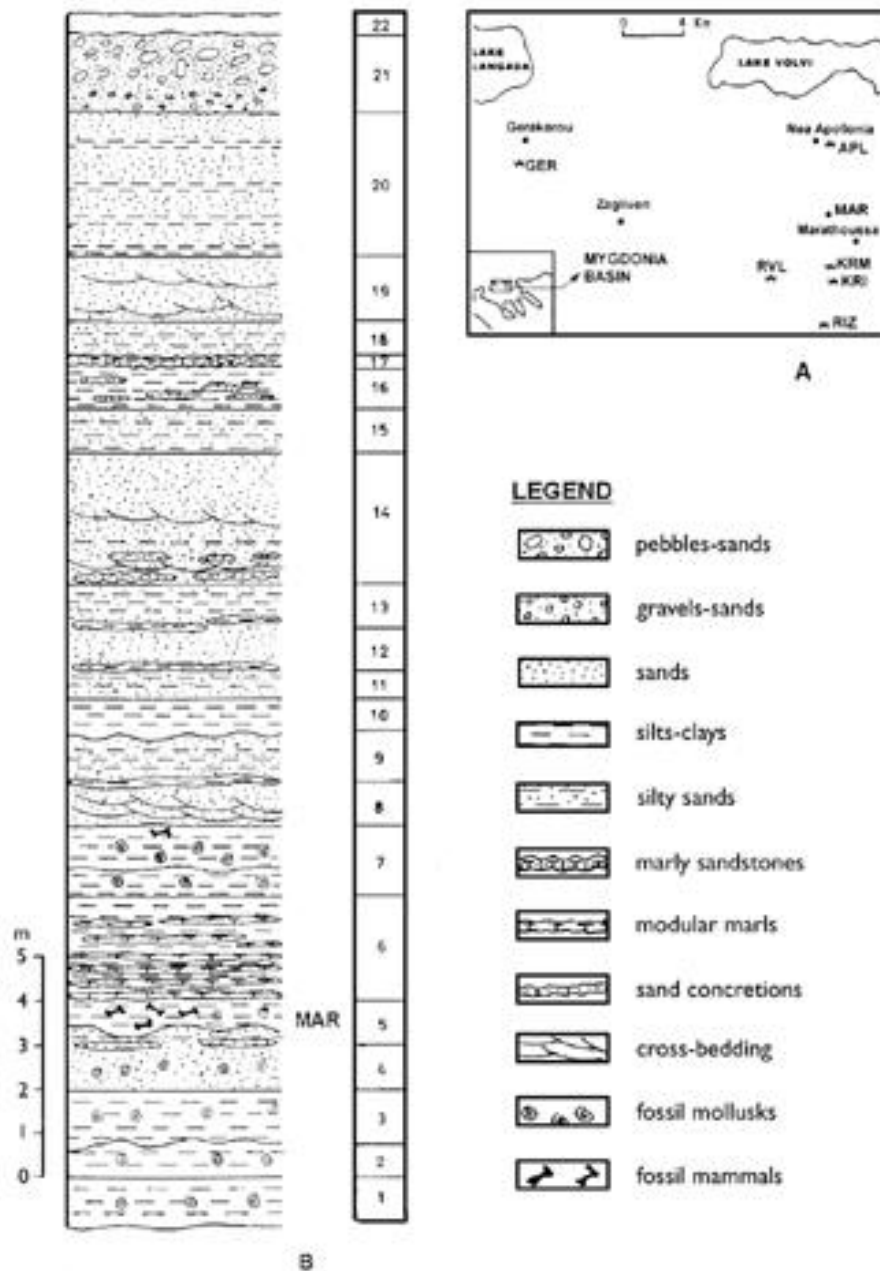
Η απολιθωματοφόρα θέση της Μαραθούσας βρίσκεται 3 km βορειοδυτικά του χωριού Μαραθούσα, και κοντά στην απολιθωματοφόρα θέση Απολλωνία. Εντοπίζεται εντός των λιμναίων ιζημάτων του σχηματισμού Πλατανοχωρίου, όπου

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

συναντάται ένας φακός μικροαπολιθωμάτων στο στρώμα 5 της εικόνας 4.19. Σε αρκετά στρώματα συναντώνται και απολιθώματα μαλακίων.

Πανίδα Θηλαστικών: *Desmaninae*indet., *Crocidurakornfeldi*, *Sorex minutus*, *Sorex (Drepanosorex) praeraneus*, *Asoriculus gibberodon*, *Beremendia fissidens*, *Spermophilus* sp., *Sicista* cf. *subtilis*, *Apodemus sylvaticus/flavicollis*, *Cricetinus koufosi*, *Mimomys* sp., *Microtus (Allophaiomys) pliocaenicus*, *Lagurodon arankae*.

Πανίδα Μαλακίων: *Valvata* sp., *Bithynia* sp., *Lymnaea* sp., *Planorbis* cf. *Planorbis*, *Planorbis* sp., *Armiger aff. Crista*, *Gyraulus aff. Albus*, *Segmentina* sp., *Acroloxus* sp., *Pisidium* sp., *Unionidae*indet., *Ostracodes* ind., *Charophytes* indet.



Εικόνα 4.19: Στρωματογραφική στήλη από τη θέση της Μαραθούσας (από Koufos et al. 2001).

Η θέση Ριζά, βρίσκεται έξω από το χωριό Ριζά, 65km από την πόλη της Θεσσαλονίκης και εντοπίζεται και αυτή εντός των ιζημάτων του σχηματισμού Πλατανοχωρίου. Τα απολιθώματα που βρέθηκαν στη συγκεκριμένη θέση είναι πολύ λίγα (Koufos et al. 1995).

Πανίδα: Equusstenonis, Bovinaeind., Antilopinaeindet.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Μέσα στο σχηματισμό Πλατανοχωρίου εντοπίζεται και η απολιθωματοφόρα θέση Απολλωνία, 2 km νοτιοδυτικά του χωριού Νέα Απολλωνία, στο κεντροανατολικό τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης και 60 km νοτιοανατολικά της πόλης της Θεσσαλονίκης. Στην περιοχή εκτός από τα ιζήματα του σχηματισμού Πλατανοχωρίου συναντώνται και ιζήματα της Μυγδονιακής Ομάδας (Koufos et al. 1992, 1995). Η απολιθωματοφόρα θέση Απολλωνία βρίσκεται ως φακός μέσα σε ένα αμμώδες-ιλώδες στρώμα φαιοκίτρινου χρώματος και πάχους περίπου 2 μέτρων. Η θέση Απολλωνία εντοπίστηκε το 1991 από την ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Γεωλογίας – Παλαιοντολογίας Α.Π.Θ. Στη θέση αυτή εντοπίστηκε μία πληθώρα απολιθωμάτων μεγάλων θηλαστικών, μικρού πλήθους απολιθώματα μικροθηλαστικών, καθώς και τα πρώτα απολιθώματα ασπονδύλων στην περιοχή της Μυγδονίας λεκάνη (Koufos et al. 1992).

Πανίδα Θηλαστικών: *Leporidae* indet., *Erinaceidae* indet., *Lagurodon* rankae, *Canis* sarnensis, *Vulpes* alopecoides, *Meles* dimitrius, *Lynx* issiodorensis, *Meganthereon* cultridens, *Rhinocerotidae* indet., *Elephantidae* indet., *Equus* stenonis, *Megaloceros* (*Megaceroides*) sp., *Bison* sp., *Pontoceros* ambiguous, *Soergelia* sp., *Caprinae* indet.

Πανίδα Ασπονδύλων: *Valvata* sp., *Bithynia* sp., *Lymnaea* cf. *stagnalis*, *Lymnaea* sp., *Planorbis* cf. *planorbis*, *Gyraulus* sp.

Η απολιθωματοφόρα περιοχή του Καλαμωτού αποτελείται από δύο θέσεις: Καλαμωτό 1 και Καλαμωτό 2 και τεκτονικά ανήκει στην τάφρο Ζαγκλιβερίου, που αποτελεί τμήμα της ευρύτερης Προμυγδονιακής λεκάνης. Η θέση Καλαμωτό 1 ανήκει στον ευρύτερο αρχαιολογικό χώρο της περιοχής Χιλιόδεντρα. Τα απολιθώματα του Καλαμωτού 1 απαντώνται μέσα σε λευκές έως πρασινωπές λιμναίες αποθέσεις από μάργες και ιλύ, οι οποίες φιλοξενούν απολιθώματα μαλακίων, και ανήκουν στο σχηματισμό Πλατανοχωρίου. Η θέση Καλαμωτό 2 βρίσκεται 2 km νοτιοδυτικά του χωριού Καλαμωτό, κοντά στον αρχαιολογικό χώρο «Τούμπες», ο οποίος διασχίζεται από τον ποταμό Βασμούρα. Τα απολιθώματα εντοπίζονται πάνω από τα ερυθροστρώματα του σχηματισμού Γερακαρούς, και μέσα σε κοκκινωπά, καστανά και κίτρινα ιζήματα (Εικ. 4.20). Τα ερυθροστρώματα στο Καλαμωτό 2 είναι όμοια με αυτά στην περιοχή της Κρήμνης, η οποία τοποθετείται γεωτεκτονικά στο ανατολικό άκρο της τάφρου Ζαγκλιβερίου. Η

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

ομοιότητα αυτή υποδηλώνει την απόθεση των σχηματισμών των δύο ενοτήτων σε παρόμοιο περιβάλλον, καθώς εμφανίζονται να διαφέρουν από τα τυπικά ερυθροστρώματα της Γερακαρούς. Στην περιοχή Καλαμοτού εκτός από απολιθώματα ασπονδύλων εντοπίστηκαν και απολιθώματα θηλαστικών, κάποια από τα οποία ανήκουν σε πολύ μεγάλα θηλαστικά (Tsoukala and Chatzopoulou 2005, Βασιλειάδης 2015).

Πανίδα Θηλαστικών: *Mammuthus meridionalis*, *Stephanorinus truscus*, *Hippopotamus antiquus*, *Mimomyssavini*, *Bison (Eobison) sp.*, *Canis sp.*, *Cervus sp.*, *Damas sp.*, *Equus stenonis*, *Pachycrocuta brevirostris*, *Praemegaceros pliotarandoides*, *Caprine sp.*, *Homotherium*

Πανίδα Ασπονδύλων: *Planorbis sp.*, *Unio sp.*



Εικόνα 4.20: Φωτογραφία ενός φυσικού τμήματος στο ρέμα Βασμούρας, όπου φαίνεται το απολιθωματοφόρο στρώμα με μικρά και μεγάλα θηλαστικά. Με μαύρη γραμμή φαίνεται η κυματοειδής επιφάνεια διάβρωσης ανάμεσα στις υποκείμενες Προμυγδονιακές λιμναίες αποθέσεις και στα υπερκείμενα ποταμοχερσαία ιζήματα (από Βασιλειάδης 2015).

Σύμφωνα με τους Konidaris et al. 2015, δύο νέες απολιθωματοφόρες θέσεις σπονδυλωτών εντοπίστηκαν στην περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης: Τσιότρα Βρύση και Πλατανοχώρι (Εικ. 4.21).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

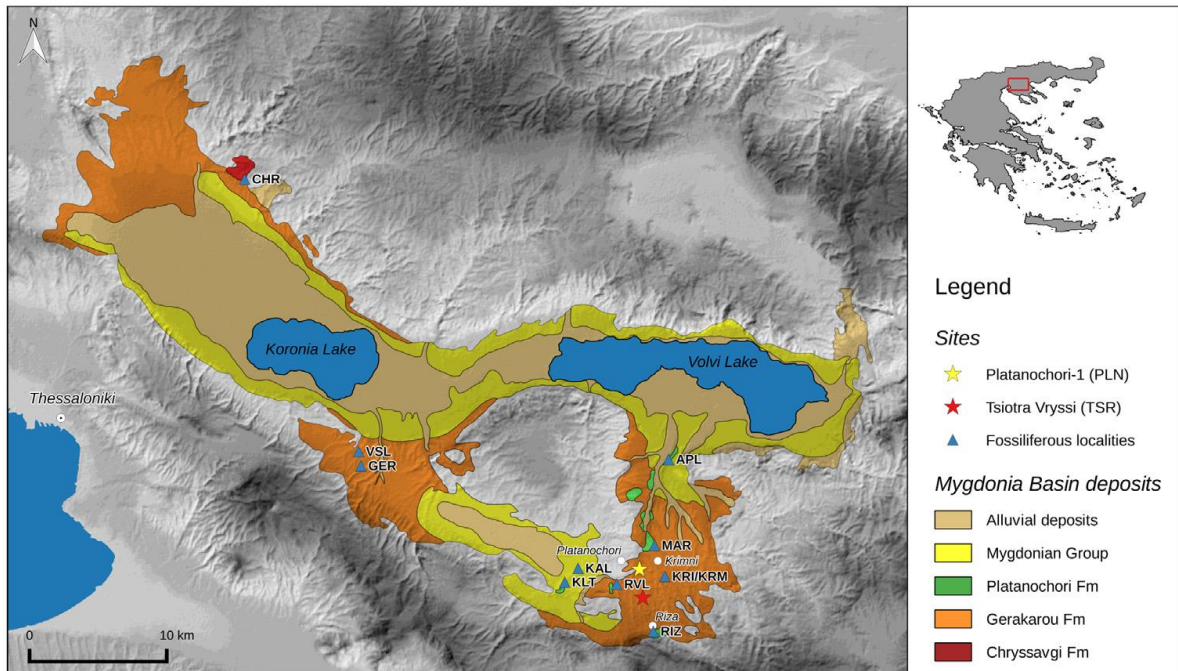
Η απολιθωματοφόρα θέση Τσιότρα Βρύση ανακαλύφθηκε το 2014. Βρίσκεται και αυτή στην υπολεκάνη Μαραθούσας, νοτιοδυτικά της Κρήμνης και βόρεια των Ριζών. Εντοπίζεται μέσα στο ανώτερο τμήμα του σχηματισμού Γερακαρούς, και κυρίως μέσα εναλλαγές στρωμάτων από μη συμπαγοποιημένα κροκαλοπαγή, αδρόκκοκες άμμους, κοκκινοκαστάνινη ιλύ και άργιλο (Εικ. 4.22 – 4.23). Βρέθηκαν απολιθώματα θηλαστικών, ερπετών και πτηνών.

Πανίδα: *Cheloniindet.*, *Corvuspiocaenus*, *Canisetruscus*,
Pachycrocutabrevirostris, *Equussp.*, *Stephanorhinussp.*, *Palaotragussp.*,
Metacervocerusrhenanus, *Cervidaeindet.*, *Bisonsp.*

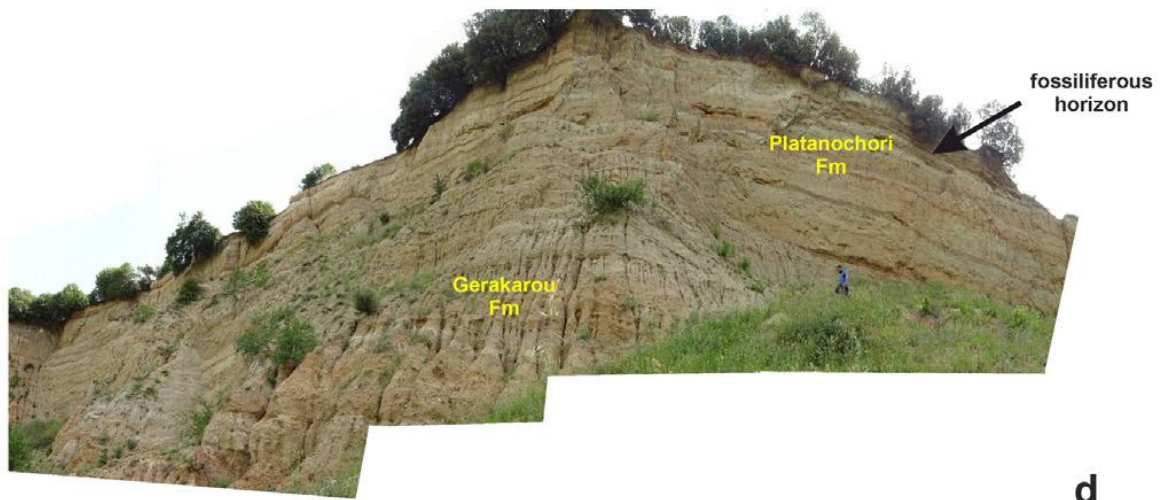
Η απολιθωματοφόρα θέση Πλατανοχώρι ανακαλύφθηκε το 2013, βρίσκεται και αυτή στην υπολεκάνη της Μαραθούσας, 60 km ανατολικά – νοτιοανατολικά της Θεσσαλονίκης, κοντά στα χωριά Πλατανοχώρι και Κρήμη. Καθώς η συγκέντρωση των απολιθωμάτων βρίσκεται στο ανώτερο τμήμα ενός κάθετου πρανούς, δεν ήταν εύκολη η συστηματική ανασκαφή τους. Στο κατώτερο τμήμα του πρανούς εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά ερυθροστρώματα του σχηματισμού Γερακαρούς, ενώ στο ανώτερο τμήμα εμφανίζονται πρασινόλευκοι και πρασινότεφροι ψαμμίτες, ιλυώδεις άμμοι και ιλυώδεις άργιλοι, τυπικά ιζήματα του σχηματισμού Πλατανοχωρίου. Τα απολιθώματα που βρέθηκαν στην περιοχή ανήκουν σε θηλαστικά.

Πανίδα: *Proboscideaindet.*, *Equusapolloniensis*,
Stephanorhinushundsheimensis, *Cervidaeindet.*, *Pontocerosambiguous*, *Bisonsp.*

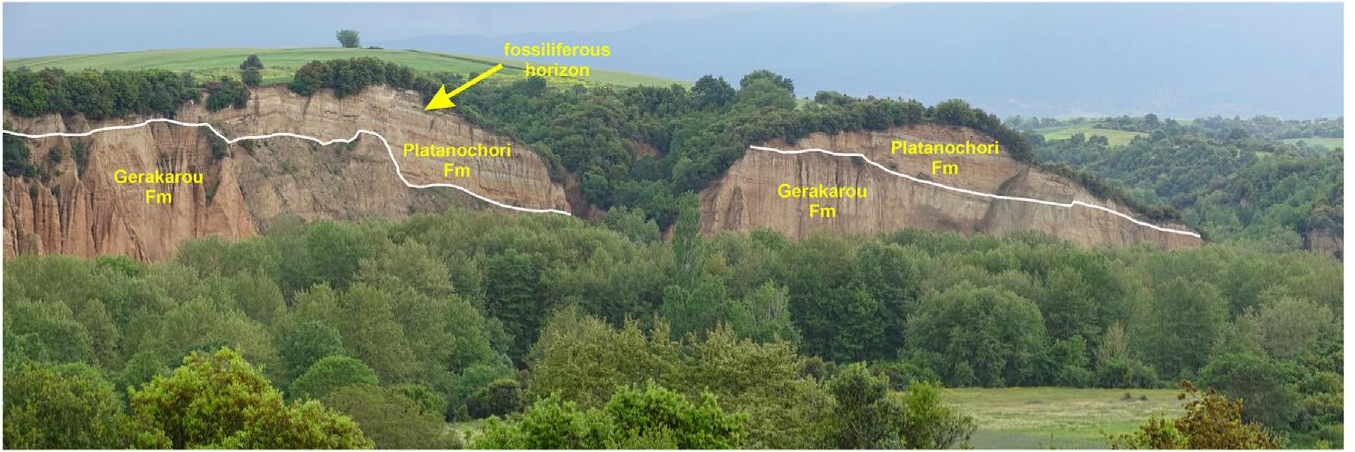
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.21: Γεωλογικός χάρτης των Νεογενών και Τεταρτογενών λιγostrωματογραφικών ενότητων της Μυγδονίας λεκάνης (από Konidaris et al. 2015, τροποποιημένος από Koufos et al. 1995).



Εικόνα 4.22: Πανοραμική φωτογραφία ενός τμήματος πρανούς στο οποίο είναι σαφής η επαφή ανάμεσα στον κατώτερο σχηματισμό Γερακαρούς με τον υπερκείμενο σχηματισμό Πλατανοχωρίου. Με βέλος σημειώνεται η περιοχή εμφάνισης των απολιθωμάτων (από Konidaris et al. 2015).

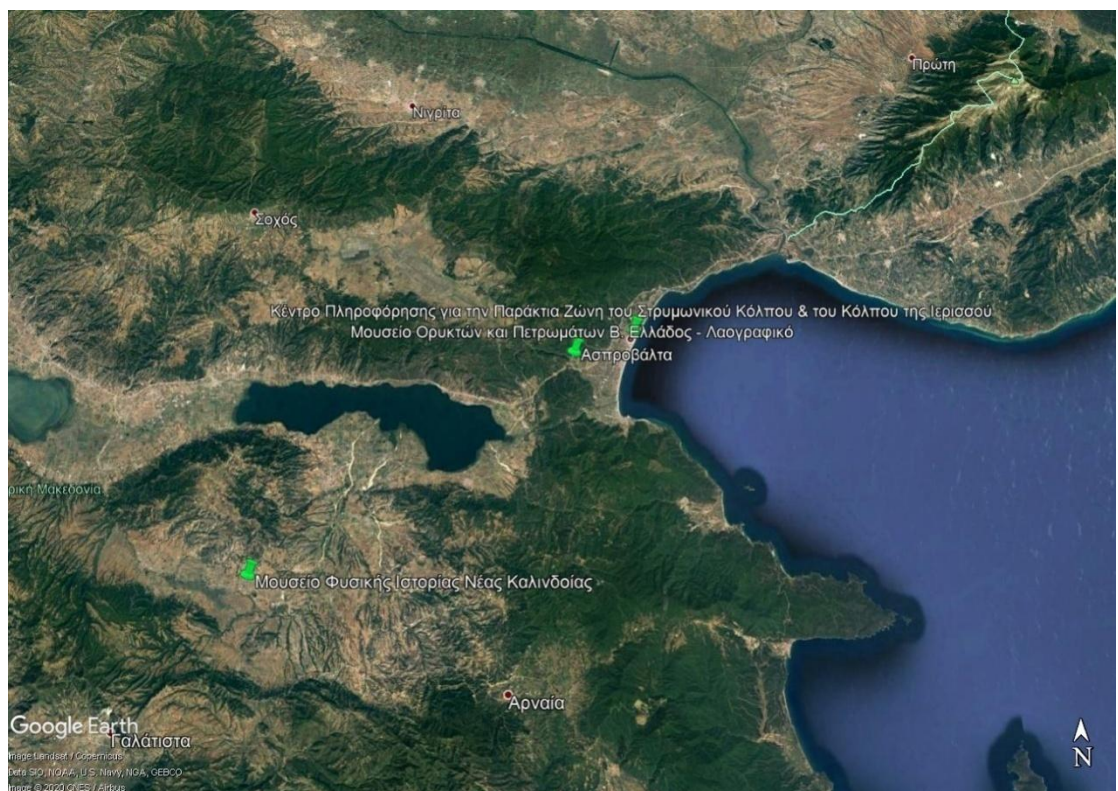


Εικόνα 4.23: Φωτογραφία ενός τμήματος πρανούς στο οποίο είναι σαφής η επαφή ανάμεσα στον κατώτερο σχηματισμό Γερακαρούς με τον υπερκείμενο σχηματισμό Πλατανοχωρίου. Με βέλος σημειώνεται η περιοχή εμφάνισης των απολιθωμάτων (από Konidaris et al. 2015).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

4.4 Μουσεία - Κέντρο Πληροφόρησης

Στην ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης βρίσκονται και δύο μουσεία που σχετίζονται με τον φυσικό πλούτο της περιοχής: το Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος, με ορυκτά, πετρώματα και διάφορα λαογραφικά αντικείμενα, και το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων, με απολιθώματα που βρέθηκαν σε ανασκαφές στην περιοχή του Καλαμωτού (Εικ. 4.24). Επιπλέον υπάρχει και το Κέντρο Πληροφόρησης για την Παράκτια Ζώνη του Στρυμωνικού & του Κόλπου της Ιερισσού.



Εικόνα 4.24: Δορυφορική εικόνα του ανατολικού τμήματος της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφονται τα 2 μουσεία: Λαογραφικό Μουσείο Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδας και Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων (πηγή: GoogleEarth).

Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος

Το Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδας ιδρύθηκε το 2012 και φιλοξενεί δύο βασικές συλλογές: i) Ορυκτών και πετρωμάτων από περιοχές της Β. Ελλάδας (Εικ. 4.25 – 4.28) και ii) Λαογραφικού υλικού της περιοχής (Εικ. 4.29 – 4.30). Βρίσκεται στο ομώνυμο χωριό Βρασνά και προσφέρει

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

3ωρο εκπαιδευτικό πρόγραμμα επίσκεψης μαθητών τόσο στο μουσείο όσο και στο σπήλαιο Δρακότρυπας. Το Μουσείο απαριθμεί πάνω από 30.000 επισκέπτες το χρόνο. Βάση του Μουσείου αποτέλεσε μια συλλογή λαογραφικού υλικού από μαθητές του Δημοτικού Σχολείου Βρασνών, η οποία δεκαετίες αργότερα εμπλουτίστηκε με τη συστηματική συλλογή αντικειμένων. Τα ορυκτά και τα πετρώματα προστέθηκαν το 2012, με τη δωρεά του ζεύγους Βλάχου.

Στόχος του Μουσείου είναι να φανερώσει στον επισκέπτη την άρρηκτη σύνδεση των πρωτογενών υλικών (ορυκτών και πετρωμάτων), τα οποία μπορούν να βρεθούν σε σπάνιες και μη μορφές στη φύση, με τη χρήση τους για την κατασκευή εργαλείων και κοσμημάτων.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.25: Προθήκη πετρωμάτων από το Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή)



Εικόνα 4.26: Προθήκη πετρωμάτων από το Λαογραφικό Μουσείο Βρασών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.27: Προθήκες πετρωμάτων από το Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.28: Δείγμα Τραβερίνη Νυμφόπετρας από το Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.29: Λαογραφικά αντικείμενα που φιλοξενούνται στο Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα4.30: Λαογραφικά αντικείμενα που φιλοξενούνται στο Λαογραφικό Μουσείο Βρασνών Ορυκτών και Πετρωμάτων Β. Ελλάδος (από προσωπική συλλογή).

Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων

Το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων ιδρύθηκε το 2001, μετά από αρχαιολογική και παλαιοντολογική έρευνα που ξεκίνησε το 2000, μετά από υπόδειξη των ευρημάτων που βρήκε στην περιοχή ο κ. Γιάννης Γάκης, κάτοικος Καλαμωτού. Οι παλαιοντολογικές έρευνες πραγματοποιήθηκαν από την Καθηγήτρια Παλαιοντολογίας Α.Π.Θ., κα Ευαγγελία Τσουκαλά, και την ομάδα της (Εικ. 4.31 – 4.33). Το 2003 η ίδρυση του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων θεσμοθετήθηκε με αντίστοιχο ΦΕΚ (ΦΕΚ 524/5-5-2003), και ως χώρος φιλοξενίας του μουσείου ορίστηκε ο πρώην χώρος της κοινότητας Καλαμωτού (Εικ. 4.34).

Το 2003 και 2004 έγινε η ανάδειξη σε γύψινη βάση με πλεξιγκλάς του κρανίου της ύαινας, το πόδι του αλόγου και του κρανίου με τα κέρατα του μεγαλόκερου αντίστοιχα (Εικ. 4.35 – 4.37).



Εικόνα 4.31: Ανασκαφικές εργασίες στην απολιθωματοφόρα θέση Καλαμωτού, τα ευρήματα των οποίων εκτίθενται στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων (από προσωπική συλλογή κ. Γιάννη Γάκη).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.32: Ανασκαφικές εργασίες στην απολιθωματοφόρα θέση Καλαμωτού, τα ευρήματα των οποίων εκτίθενται στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων (από προσωπική συλλογή κ. Γιάννη Γάκη).



Εικόνα 4.33: Ανασκαφικές εργασίες στην απολιθωματοφόρα θέση Καλαμωτού, τα ευρήματα των οποίων εκτίθενται στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων (από προσωπική συλλογή κ. Γιάννη Γάκη).



Εικόνα 4.34: Επιγραφή Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων έξω από το χώρο του μουσείου (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.35: Ανάδειξη σε γύψινη βάση με πλεξιγκλάς του κρανίου της ύαινας *Pachycrocutabrevirostis* (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.36: Ανάδειξη σε γύψινη βάση με πλεξιγκλάς του ποδιού από το άλογο *Equus stenonis* (από Βασιλειάδης 2015).



Εικόνα 4.37: Ανάδειξη σε γύψινη βάση το κρανίο και με πλεξιγκλάς τα κέρατα του Μεγαλόκερου *Praemegaceros pliotarandoides* (*verticornis*) (από προσωπική συλλογή).

Το 2005, 2006, 2008 έγινε η ενημέρωση των κατοίκων της περιοχής για τα πολυάριθμα απολιθώματα που βρέθηκαν στον τόπο τους και το 2009 έγινε η συντήρηση και η καταγραφή του αρχείου των απολιθωμάτων που βρέθηκαν από το 2000 μέχρι το 2008 (Εικ. 4.38 – 4.42).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.38: Οστά αστραγάλου, κνήμης και πτέρνας Μεγαλόκερου *Praemegaceros pliotarandoides* (*verticornis*) (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.39: Ανάδειξη κρανίου με κέρατα Μεγαλόκερου *Praemegacerospiotarandoides* (*verticornis*) (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.40: Καλοδιατηρημένο κρανίο Βίσωνα *Bison* (*Eobison*) sp. (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 4.41: Οστά πρώτης φάλαγγας και πτέρνας Βίσωνα *Bison (Eobison) sp.* (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 4.42: Χαυλιόδοντας Μαμούθ (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Έπειτα από οκτώ σημαντικές περιόδους ανασκαφής (2000 – 2008), βρέθηκαν αρκετά απολιθώματα τα οποία εκτίθενται για το κοινό στο «Δημοτικό Μουσείο Φυσικής Ιστορίας» του χωριού (Εικ. 4.43)



Εικόνα 4.43: Το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων. Επάνω εικόνα: Εξωτερική άποψη του χώρου, Κάτω εικόνα: Εσωτερικός χώρος του μουσείου (από Βασιλειάδης 2015).

Τέλος, το 2015 έγινε εκ νέου καταγραφή στο αρχείο απολιθωμάτων που βρέθηκαν από τον κ. Γ. Γάκη, κάτοικο της περιοχής, αποκατάσταση των απολιθωμάτων και έρευνα για νέες απολιθωματοφόρες θέσεις στην περιοχή στα πλαίσια της πρακτικής τους άσκησης από τους φοιτητές γεωλογίας Κυριακίδου Άννα και Βασιλειάδη Νικόλαο σε συνεργασία με τον κ. Γιάννη Γάκη, τον κ. Νίκο Κυριαζίδη και τον κ. Νίκο Μπαχαρίδη.

Το Κέντρο Πληροφόρησης για την Παράκτια Ζώνη του Στρυμωνικού & του Κόλπου της Ιερισσού.

Στον παραλιακό δρόμο που συνδέει την ασπροβάλτα με την παραλία των Βρασνών, μόλις 100μ από την πλατεία στο χώρο του σχολείου στεγάζεται το Κέντρο Πληροφόρησης για την Παράκτια Ζώνη του Στρυμωνικού & του Κόλπου της Ιερισσού. Ο ρόλος του είναι να συμβάλει στην ενημέρωση και της ευαισθητοποίηση του κοινού για τις αξίες της παράκτιας ζώνης μέσα από το παράδειγμα του Στρυμωνικού Κόλπου και του Κόλπου της Ιερισσού που αποτελούν χαρακτηριστικό δείγμα της ποικιλομορφίας της παράκτιας ζώνης στην Ελλάδα. Ιδρύθηκε τον Σεπτέμβρη του 1998 και είναι το πρώτο Κέντρο Πληροφόρησης που λειτουργεί στη Ελλάδα αποκλειστικά για την παράκτια ζώνη.

Στο Κέντρο Πληροφόρησης ο επισκέπτης έχει την ευκαιρία μέσα από ποικίλες προσεγγίσεις να κατανοήσει τη δομή, τις λειτουργίες και τις αξίες της παράκτιας ζώνης. Η φωτογραφική έκθεση αναπτύσσεται σε 10 θεματικές ενότητες, με εύληπτα κείμενα και πλούσιο φωτογραφικό υλικό, οι οποίες διευκρινίζουν τον όρο παράκτια ζώνη, αποκαλύπτουν τα μυστικά της ζωής στη θάλασσα, δίνουν πληροφορίες για τα φυτά και τα ζώα της περιοχής, αναδεικνύουν την ιστορική και πολιτιστική αξία της και επισημαίνουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που τυχόν προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στα τρία ενυδρεία φιλοξενούνται τοπικά είδη ψαριών, ενώ στην έκθεση κοχυλιών (Εικ. 4.44) αναδεικνύεται η ποικιλότητα των κοχυλιών της περιοχής και του Ελλαδικού χώρου. Στο κέντρο της αίθουσας τρισδιάστατες απεικονίσεις (μακέτες) (Εικ. 4.45) παρουσιάζουν το ανάγλυφο της περιοχής, το εκβολικό σύστημα του ποταμού Στρυμόνα και μια χαρακτηριστική βραχώδη ακτή. Παράλληλα, στην αίθουσα προβολής, χωρητικότητας 20 ατόμων, ο επισκέπτης μπορεί να παρακολουθήσει ταινία για την παράκτια ζώνη του Στρυμωνικού Κόλπου και του Κόλπου της Ιερισσού διάρκειας 25 λεπτών (παραγωγή 1998).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



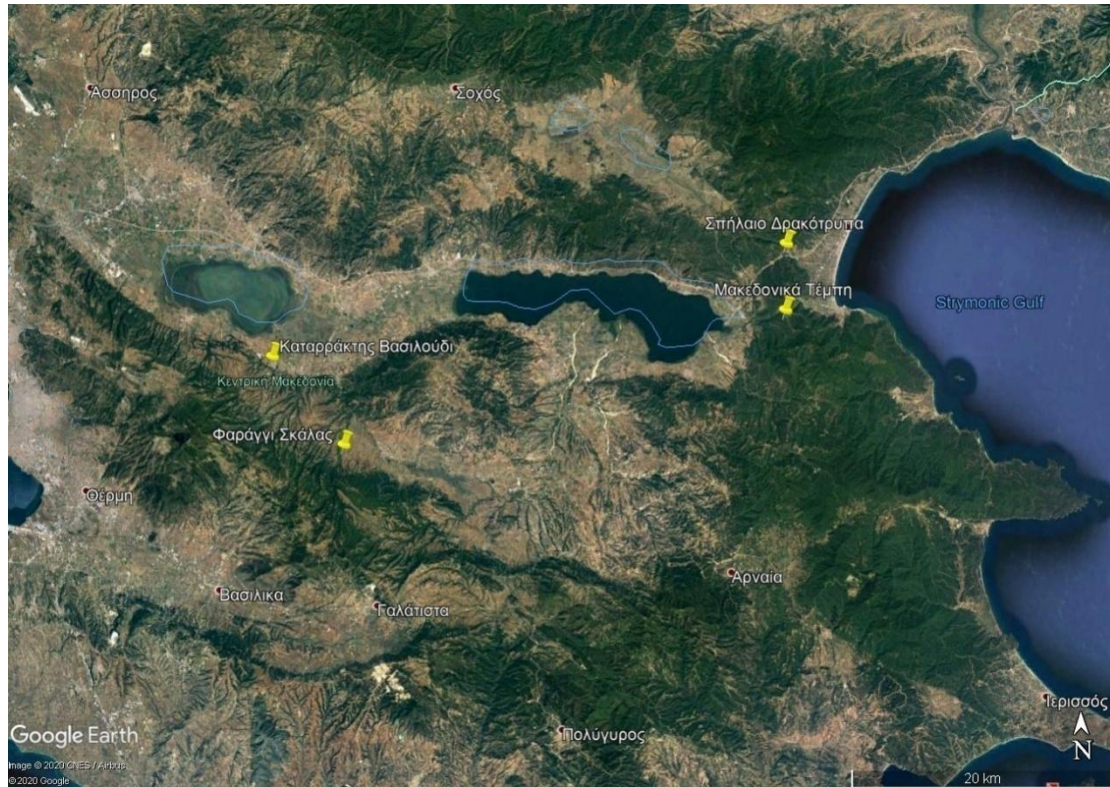
Εικόνα 4.44: Έκθεση κοχυλιών (πηγή: <http://strymonikos.net>)



Εικόνα 4.45: Μακέτα που απεικονίζει το ανάγλυφο της περιοχής (πηγή: <http://strymonikos.net>)

5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Στην περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης υπάρχουν γεωμορφολογικές δομές, οι οποίες αποτελούν μάρτυρες της μορφοποίησης και της εξέλιξης του γήινου αναγλύφου στη διάρκεια του χρόνου.



Εικόνα 5.1: Δορυφορική εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφεται η θέση των σημαντικότερων γεωμορφολογικών δομών (πηγή: GoogleEarth).

Φαράγγι Σκάλας

Η είσοδος του φαραγγιού της Σκάλας βρίσκεται περίπου 4 χλμ δυτικά από το χωριό Ζαγκλιβέρι και η πρόσβαση στο φαράγγι είναι εύκολη μέσω ενός αγροτικού δρόμου μήκους 1600 περίπου μέτρων. Το μήκος του φαραγγιού είναι περίπου 5 χλμ. ξεκινώντας από υψόμετρο 820 μέτρων και σβήνοντας στην υψομετρική των 220 μέτρων του υπιπέδου του Ζαγκλιβερίου, με την έξοδό του που μετονομάζεται σε Πλατανόρεμα να απέχει 4,5 χλμ. βορειοδυτικά του οικισμού Ζαγκλιβερίου και 1,5 χλμ. ανατολικά του οικισμού Άγιος Χαράλαμπος. Η βλάστηση στο εσωτερικό του φαραγγιού αποτελείται από θεόρατα πλατάνια ενώ όσο ανεβαίνει κανείς υψομετρικά

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

η βλάστηση αλλάζει σε πιο χαμηλόκορμα είδη όπως πουρνάρια, φιλύρες κτλ. (Εικ. 5.1 – 5.2). Το χειμαρρικό υδατόρεμα που διασχίζει το φαράγγι παρουσιάζει ροή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους η οποία παρόλο που μειώνεται δραστικά την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου είναι εμφανής μέχρι το σημείο εξόδου του φαραγγιού. Το χειμώνα το επίμηκες της λεκάνης απορροής και οι εντονότερες υψομετρικές διαφορές σε συνδυασμό με τις υψηλές σχετικά βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις στα υψίπεδα του Λιβαδίου και των Πετροκέρασων δημιουργούν υψηλές παροχές με υψηλές ταχύτητες ροής που δίνουν χαρακτηριστικά χειμάρρου στο ρέμα.



Εικόνα 5.2: Φαράγγι Σκάλας (από προσωπική συλλογή Αργύρη Μανωλά).



Εικόνα 5.3: Φαράγγι Σκάλας (από προσωπική συλλογή Αργύρη Μανωλά).

Μακεδονικά Τέμνη

Τα Μακεδονικά Τέμνη είναι ένα παραποτάμιο δάσος με συνολική έκταση 650.000 τμ. Το δυτικό του όριο είναι η Ρεντίνα και το ανατολικό του όριο ο Σταυρός. Είναι μια περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, η οποία προστατεύεται από τη διεθνή σύμβαση Ramsar. Το δάσος διασχίζεται από τον ποταμό Ρήχειο. Η κοιλάδα των Μακεδονικών Τεμπών χαρακτηρίζεται από πλούσια βλάστηση η οποία οφείλεται στο έδαφος που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία και νερό. Περιλαμβάνει πλατάνια, ιτιές, φλαμουριές, φράξους, φτελιές, πεύκα αλλά και αναρριχητικά φυτά όπως είναι ο κισσός (Εικ. 5.4).



Εικόνα 5.4: Φωτογραφία των Μακεδονικών Τεμπών (από προσωπική συλλογή).

Στους λόφους που υψώνονται δεξιά και αριστερά από την κοιλάδα ο επισκέπτης μπορεί να θαυμάσει τον τύπο βλάστησης «μακία» που χαρακτηρίζεται από πυκνή, θαμνώδη μορφή και μεγάλη ποικιλία ειδών.

Η περιοχή έχει και πλούσια орνιθοπανίδα καθώς έχουν καταγραφεί 87 είδη ανάμεσα στα οποία κότσυφας, κοκκινολαίμης, κίσσα, δρυκολάπτες και καρδρίνες. Τα Μακεδονικά Τέμπη έχουν συμπεριληφθεί στις σημαντικές για τα πουλιά περιοχές της Ελλάδας καθώς αποτελούν καταφύγιο για αρπακτικά όπως ο φιδαιτός, η αετογερακίνα, ο μπούφος και η γερακίνα. Επίσης έχει και αρχαιολογικό ενδιαφέρον καθώς εκεί βρίσκεται το κάστρο της Ρεντίνας το οποίο θα αναφερθεί στα αρχαιολογικά κριτήρια.

Καταρράκτης Βασιλούδι

Λίγο έξω από το ομώνυμο χωριό που ανήκει στο δήμο Λαγκαδά υπάρχει ο καταρράκτης του Βασιλουδίου (Εικ. 5.5). Η πρόσβασή του είναι εύκολη καθώς υπάρχει ασφαλτοστρωμένος δρόμος. Ο καταρράκτης βρίσκεται μέσα σε πλούσια βλάστηση στο μέσον μιας επιβλητικής χαράδρας.

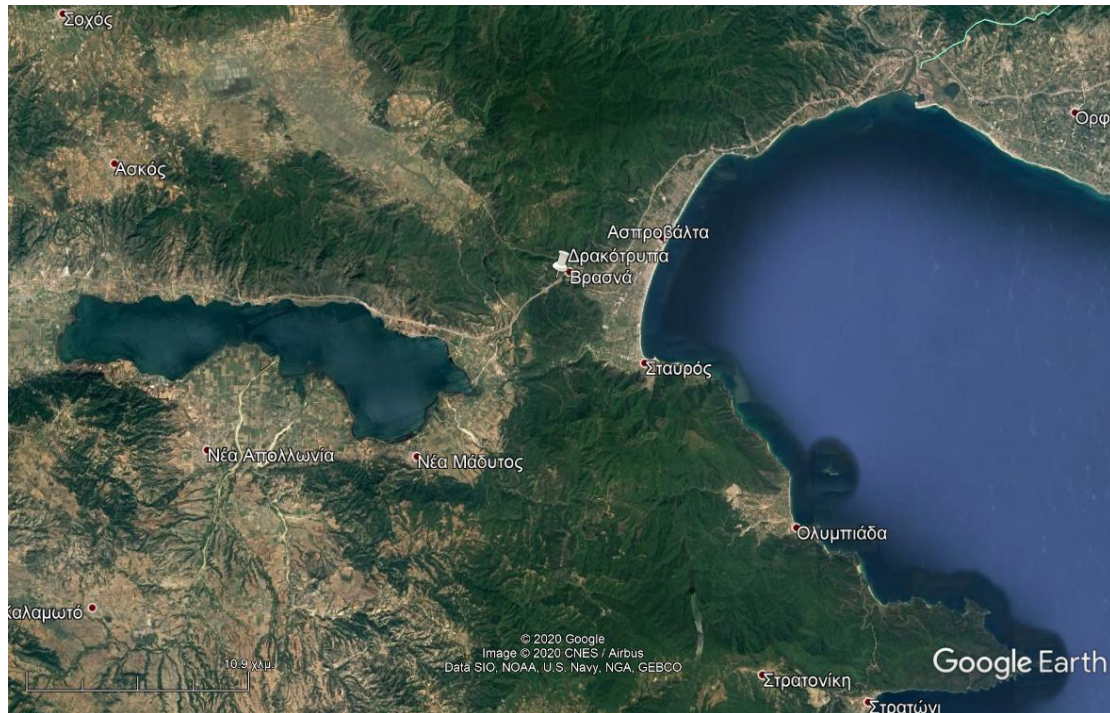


Εικόνα 5.5: Ο καταρράκτης του Βασιλουδίου (πηγή: <http://lagadas.net>).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Δρακότρυπα

Το σπήλαιο της Δρακότρυπας γεωγραφικά τοποθετείται στην Δημοτική Κοινότητα Βρασών, της Δημοτικής Ενότητας Αγ. Γεωργίου του Δήμου Βόλβης, Νομού Θεσσαλονίκης. Μάλιστα βρίσκεται πολύ κοντά στην Εγνατία Οδό η οποία διανοίχθηκε μόλις 65 μ. περίπου μακριά προς τα νότια (Εικ. 5.6).



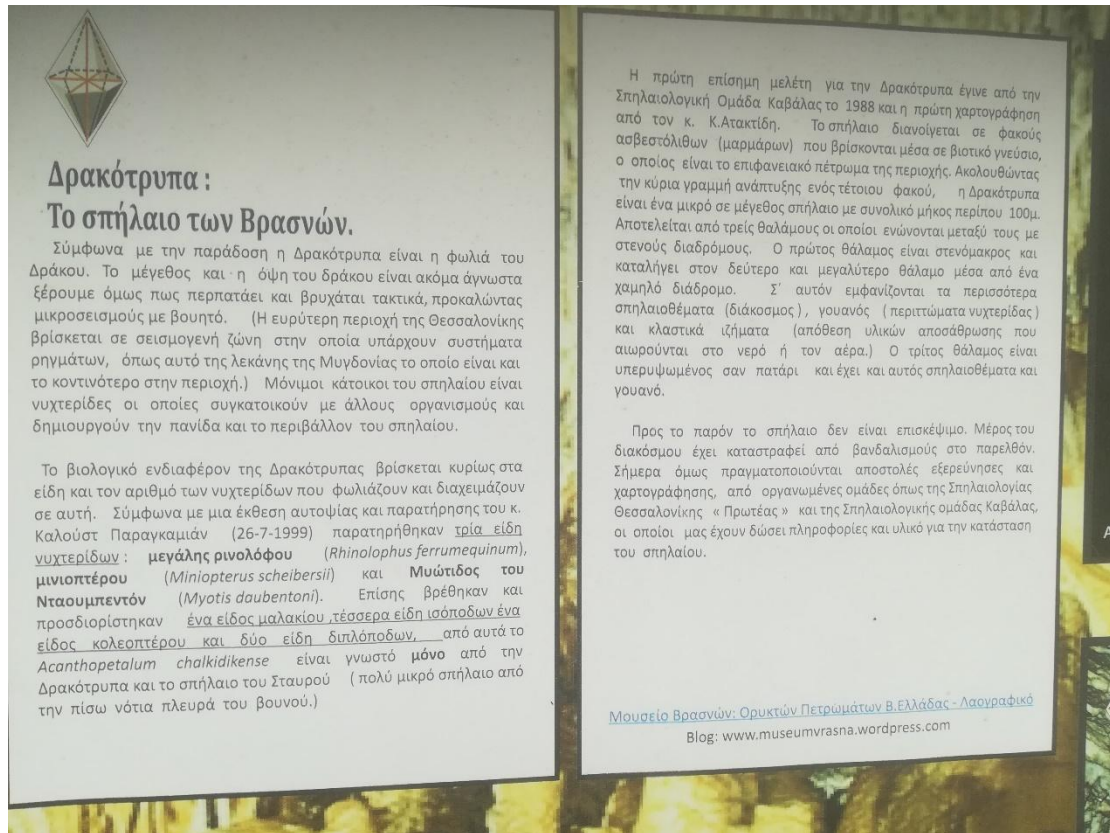
Εικόνα 5.6: Δορυφορική εικόνα του ανατολικού τμήματος της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφεται η θέση του σπηλαίου της Δρακότρυπας (πηγή: GoogleEarth).

Το σπήλαιο περιγράφηκε και χαρτογραφήθηκε για πρώτη φορά από την Σπηλαιολογική Ομάδα Καβάλας το 1988. Έχει μελετηθεί κυρίως για τις αποικίες νυχτερίδων από βιολόγους επιστήμονες. Τα τελευταία χρόνια έχει εξερευνηθεί και χαρτογραφηθεί από την Σπηλαιολογία Θεσσαλονίκης ΠΡΩΤΕΑΣ, ενώ χρησιμοποιείται και για εκπαιδευτικά σεμινάρια Α΄ Βαθμού που πραγματοποιεί ο σύλλογος κάθε χρόνο (Εικ. 5.7 - 5.8).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 5.7: Επιγραφή με τις βασικές πληροφορίες για το σπήλαιο Αρακώτρυπας έξω από το σπήλαιο (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 5.8: Λεπτομέρεια επιγραφής με τις βασικές πληροφορίες για το σπήλαιο Δρακότρυπας έξω από το σπήλαιο (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Το σπήλαιο της Δρακότρυπας είναι ένα μικρό σε μέγεθος σπήλαιο το οποίο παρουσιάζει ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον σχετικά με τον τρόπο σχηματισμού και εξέλιξής του (Εικ. 5,9). Τα σπήλαια, συνήθως, δημιουργούνται μέσα σε ασβεστόλιθους ή μάρμαρα (ανθρακικά δηλαδή πετρώματα). Στη συγκεκριμένη περίπτωση το σπήλαιο διανοίγεται σε μάρμαρο που βρίσκεται σαν φακός μέσα στο βιοτικό γενέσιο της Σερβομακεδονικής, ο οποίος συχνά διακόπτεται από πηγματιτικές φλέβες και φακούς ή ενστρώσεις μαρμάρου. Το σπήλαιο ακολουθεί την κύρια γραμμή ανάπτυξης ενός τέτοιου φακού. Ακόμη, το σπήλαιο ακολουθεί την κύρια γραμμή ανάπτυξης του συστήματος των πηγματικών φλεβών. Η δημιουργία του είναι αποτέλεσμα κυρίως των τεκτονικών αιτιών, της διάβρωσης και της χημικής αποσάθρωσης των μαρμάρων. Οι αργιλικές επιχώσεις του σπηλαίου θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα της εξαλλοίωσης των αργιλοπυριτικών ορυκτών των γενέσιων και πηγματιτών.



Εικόνα 5.9: Η είσοδος του σπηλαίου Δρακότρυπας (από προσωπική συλλογή).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Το σπήλαιο χαρακτηρίζεται από τέσσερις θαλάμους. Ο πρώτος είναι ένας στενόμακρος που μέσω ενός στενού και χαμηλού διαδρόμου καταλήγει στον δεύτερο και μεγαλύτερο θάλαμο του σπηλαίου. Εμφανίζει τα περισσότερα σπηλαιοαποθέματα και γκουανό (Εικ. 5.10). Στην συνέχεια από ένα ακόμα πιο στενό πέρασμα (Εικ. 5.11) βρίσκουμε το τρίτο θάλαμο που είναι μικρός και εμφανίζει κυρίως κλαστικά ιζήματα. Ο τελευταίος θάλαμος είναι προσιτός μέσω μιας αφημένης σκάλας και επίσης εμφανίζει αρκετά σπηλαιοθέματα και γουανό. Από άποψης βιολογίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού αποτελεί χώρο φωλιάσματος νυχτερίδων και πιθανόν χρησιμοποιείται και σαν χώρος διαχείμασης.

Στο εσωτερικό του σπηλαίου βρίσκουν καταφύγιο, αιώνες τώρα, μεγάλο πλήθος νυχτερίδων, στις οποίες οφείλεται το παχύ στρώμα γουανό που υπάρχει στο δάπεδο. Σύμφωνα με μια έκθεση αυτοψίας και παρατήρησης του κ. Καλούστ Παραγκαμιάν (26 – 7 – 1999) παρατηρήθηκαν τα τρία είδη νυχτερίδων: μεγάλης ρινόλοφου (*Rhinolophus ferrumequinum*), μινιοπτέρου (*Miniopterus scheibersii*) και Μυώτιδος του Νταουμπεντόν (*Myotis daubentoni*). Επίσης βρέθηκαν και προσδιορίστηκαν ένα είδος μαλάκιου, τέσσερα είδη ισόποδων, ένα είδος κολεοπτέρου και δύο είδη διπλόποδων. Από αυτά το *Acanthopetalum chalkidikense* είναι γνωστό μόνο από τη Δρακότρυπα και το σπήλαιο του Σταυρού. Τα οστά που βρέθηκαν μέσα στο σπήλαιο είναι σκελετικά υπολείμματα, πιθανώς ιστορικών χρόνων. Στον πρώτο θάλαμο βρέθηκαν οστά ανθρώπου, ενώ στον δεύτερο θάλαμο βρέθηκαν οστά κατσίκας και περιασβεστωμένα οστά χοίρου.



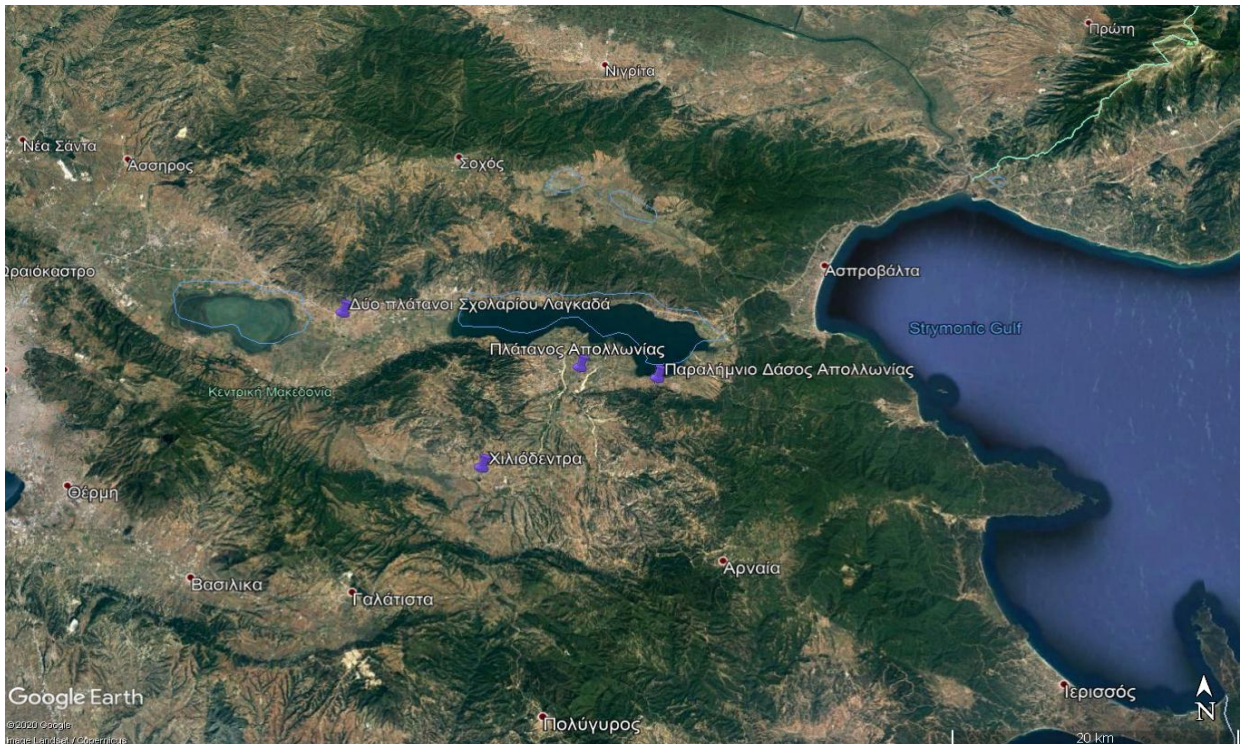
Εικόνα 5.10: Λεπτομέρεια τοιχώματος σπηλαίου (πηγή: <https://parallaximag.gr/taxidi/ellada-taxidi/katavasi-sti-drakotripa>).



Εικόνα 5.11: Στενό πέρασμα ανάμεσα στους θαλάμους του σπηλαίου (πηγή: <https://parallaximag.gr/taxidi/ellada-taxidi/katavasi-sti-drakotripa>).

6. Δασολογικά

Στην περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης υπάρχει ένα πλούσιο φυσικό τοπίο με διατηρητέα μνημεία της φύσης και αναγνωρισμένα τοπία φυσικού κάλλους. Ουσιαστικά πρόκειται για προστατευόμενες φυσικές περιοχές (δημόσιες είτε ιδιωτικές) που έχουν φυσικά χαρακτηριστικά μεγάλης οικολογικής αξίας. Μπορεί να είναι μεμονωμένα δέντρα, τμήματα δάσους, περιοχές με σπάνια είδη φυτών που παρουσιάζουν μεγάλη βοτανική, αισθητική ή ιστορική αξία.



Εικόνα 6.1: Δορυφορική εικόνα της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναφέρονται μερικές δασολογικές περιοχές (πηγή: GoogleEarth).

Οι δύο πλάτανοι του Σχολαρίου Λαγκαδά

Ανάμεσα στις λίμνες Βόλβη και Κορώνεια, βρίσκεται το χωριό Σχολάρι. Στη δυτική του άκρη μπορεί κανείς να θαυμάσει δύο υπεραιωνόβια πλατάνια που από το 1975 έχουν ανακηρυχθεί διατηρητέα μνημεία της φύσης. Χρονολογούνται από την εποχή της τουρκοκρατίας και έχουν περίμετρο 10,5 και 8 μέτρα αντίστοιχα. Ένα ακόμα γεγονός που τα καθιστά ξεχωριστά είναι πως κάθε χρόνο πανέμορφα ζευγάρια Ερωδιών κάνουν τις φωλιές τους στις κορυφές των 2 πλαταनिών.

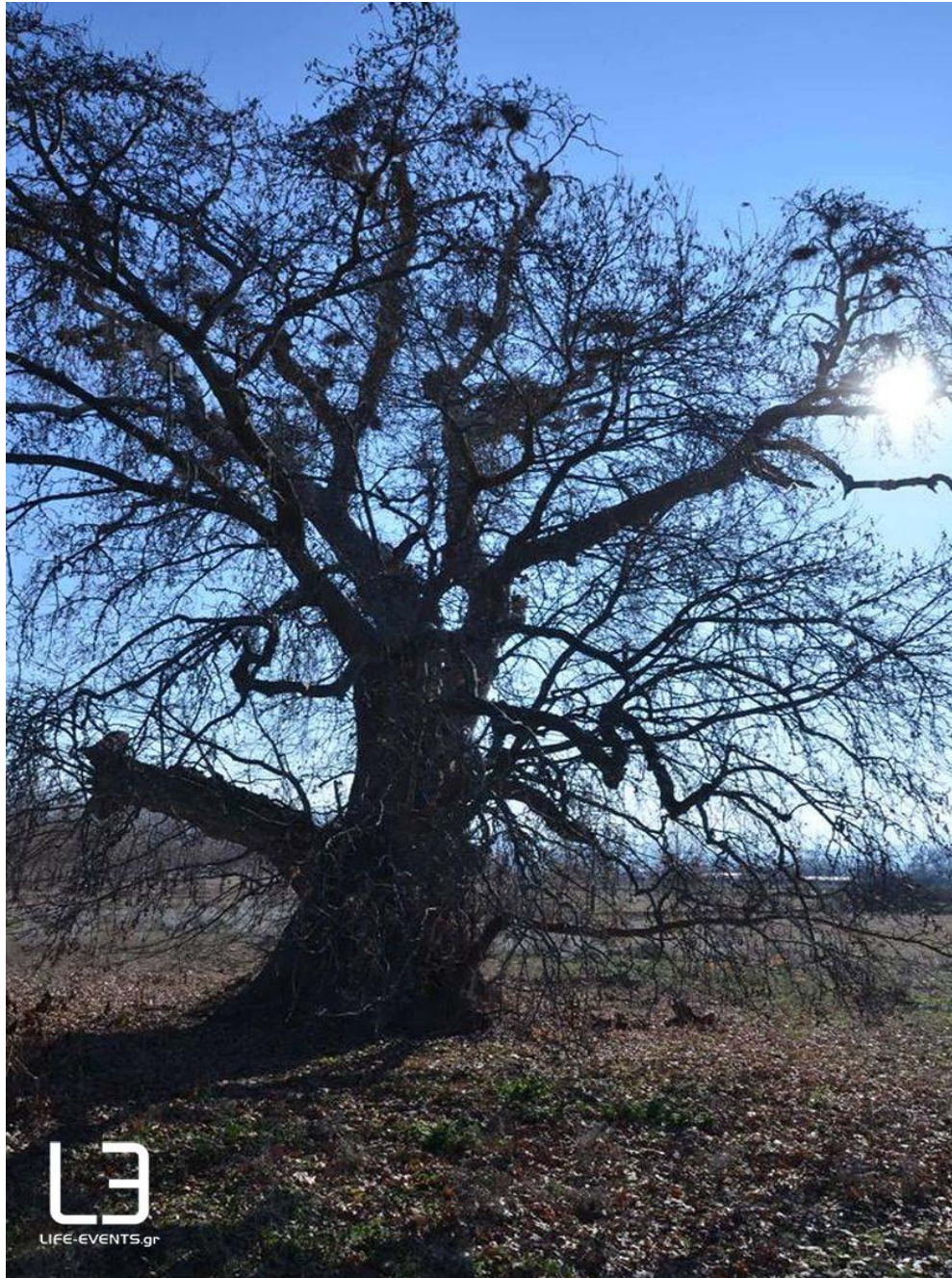
Μεταξύ αυτών το είδος του Σταχτοτσικνιά (*Ardeacinerea*). Πρόκειται για τον μεγαλύτερο ερωδιό στην Ευρώπη και από τους μεγαλύτερους στον κόσμο, που

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

επιλέγει να φωλιάσει σε μεγάλα δένδρα (Εικ. 6.2 – 6.3). Είναι από τα ελάχιστα είδη που έρχονται και τον χειμώνα για διαχείμαση.



Εικόνα 6.2: Φωτογραφία του πλάτανου με τις φωλιές των Ερωδιών (πηγή: <http://life-events.gr>).



Εικόνα 6.3: Φωτογραφία του πλάτανου (πηγή: <http://life-events.gr>).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Ο πλάτανος της Απολλωνίας Θεσσαλονίκης

Πρόκειται για έναν εντυπωσιακό υπεραιώνιο Πλάτανο με ιδιαίτερα ιστορική και θρησκευτική αξία. Βρίσκεται δίπλα σε επιβλητικό βράχο, από τον οποίο κήρυξε σύμφωνα με την παράδοση ο Απόστολος Παύλος κατευθυνόμενος από την Αμφίπολη στη Θεσσαλονίκη (Εικ. 6.4).



Εικόνα 6.4: Φωτογραφία του πλάτανου της Απολλωνίας (πηγή: <http://life-events.gr>).

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Παραλήμνιο δάσος Απολλωνίας

Στη νότια όχθη της Βόλβης, βρίσκεται ένα από τα τελευταία εναπομείναντα παραλίμνια δάση της Ευρώπης: το παραλήμνιο Δάσος της Απολλωνίας (Εικ. 6.5) -το βασίλειο των γκρίζων ερωδιών- το οποίο έχει τεράστια οικολογική αξία, αφού είναι η μοναδική περιοχή στην Ελλάδα που φιλοξενεί μεικτές αποικίες γκρίζων ερωδιών και λευκοπελαργών. Επιπλέον, εδώ απαντάται ο μοναδικός συνδυασμός σκλήθρου και λευκας (φυτοκοινωνία *Alnoporuletum*). Τέτοιες φυτοκοινωνίες που άλλοτε υπήρχαν σε πολλά ποτάμια της χώρας μας, σήμερα θεωρούνται πολύ σπάνιες.



Εικόνα

6.5: Φωτογραφία του Παραλήμνιου Δάσους Απολλωνίας (από προσωπική συλλογή).

Χιλιόδενδρα

Χιλιόδενδρα ονομάζουν οι ντόπιοι το δάσος με τις υπέργηρες βελανιδιές (επιστημονική ονομασία: Δρυς, Quercus) νότια του Καλαμωτού (Εικ. 6.6 - 6.7). Η ηλικία τους σύμφωνα με δασολογικές μελέτες είναι 600 - 650 έτη. Πλέον έχουν μείνει περίπου 35 δένδρα καθώς μέχρι το 1990 περίπου τα χρησιμοποιούσαν για υλοτομία αγνοώντας την μεγάλη αξία του δάσους. Η είσοδος του δάσους έχει περιφραχτεί και πιθανόν χάρη σε ιδιωτική πρωτοβουλία υπάρχει ακόμα. Εκεί, στο δάσος των Καλίνδοιων, η παράδοση θέλει τον Μέγα Αλέξανδρο να στρατοπεδεύει και να δένει το άλογό του, τον περίφημο Βουκεφάλα, στην πιο επιβλητική βελανιδιά του, στη βελανιδιά που σήμερα οι ντόπιοι αποκαλούν «του βασιλιά το δένδρο». Το δάσος έχει και ιστορική σημασία αν αναλογιστεί κανείς πως η βελανιδιά ήταν το ιερό δέντρο του Δία. Να αναφερθεί επίσης πως στην αρχαία Μακεδονία πολλά στεφάνια που έχουν βρεθεί και τα χρησιμοποιούσαν σε τελετές και ως ταφικά κτερίσματα, ήταν στεφάνια βελανιδιάς με κορυφαίο το στεφάνι του βασιλιά Φιλίππου Β που βρέθηκε στη Βεργίνα.



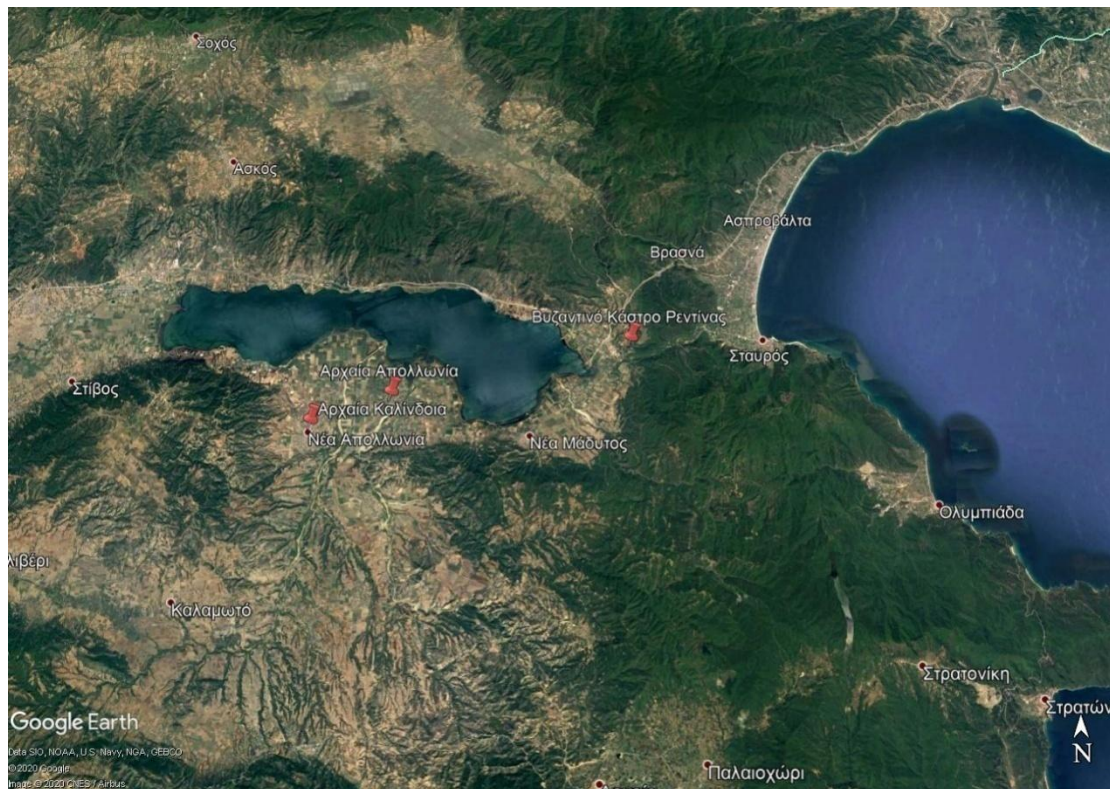
Εικόνα 6.6: Φωτογραφία υπέργηρης βελανιδιάς στα Χιλιόδενδρα (από προσωπική συλλογή).



Εικόνα 6.7: Φωτογραφία δεύτερης υπέργηρης βελανιδιάς στα Χιλιόδενδρα (από προσωπική συλλογή).

7. Αρχαιολογικά

Η περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, εκτός από πλούσιο φυσικό τοπίο, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, είναι πλούσια και σε χώρους αρχαιολογικούς ενδιαφέροντος. Δύο αρχαίες πόλεις, τα Αρχαία Καλίνδοια – Συγκρότημα Σεβαστείου και η Αρχαία Απολλωνία καθώς και το Βυζαντινό Κάστρο της Ρεντίνας ή Κάστρο Αρτεμίσιον (Εικ. 6.8), στο ανατολικό άκρο της λεκάνης, προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην θεώρησή της ως γεώτοπο.



Εικόνα 6.8: Δορυφορική εικόνα του ανατολικού τμήματος της Μυγδονίας λεκάνης όπου αναγράφονται οι 3 σημαντικοί αρχαιολογικοί χώροι: Αρχαία Καλίνδοια, Αρχαία Απολλωνία και Κάστρο Ρεντίνας.

Αρχαία Καλίνδοια

Η θέση των αρχαίων Καλινδοίων που είναι γνωστή με την ονομασία Τούμπες ή Καστέλλια, βρίσκεται 55χλμ ανατολικά της Θεσσαλονίκης, στην αγροτική περιοχή του Καλαμωτού. Στην αρχαιότητα ανήκε στην περιοχή της βόρειας Βοττικής. Η αρχαία πόλη εντοπίζεται σε δύο γειτονικούς λόφους αλλά και στην πεδινή έκταση γύρω από αυτούς. Ο μικρότερος από τους λόφους - τούμπα, δίπλα στον ποταμό Βασμούρα, κατοικούνταν ήδη από την προϊστορική εποχή. Ο μεγαλύτερος

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

τραπεζιόσχημος λόφος- τράπεζα, δυτικά του πρώτου, κατοικήθηκε από τα αρχαϊκά τουλάχιστον χρόνια. Στα κλασικά, ελληνιστικά και ρωμαϊκά χρόνια, η πόλη αυξήθηκε σημαντικά και επεκτάθηκε στην πεδινή έκταση γύρω από τους λόφους, κυρίως προς τα δυτικά τους (Εικ. 6.9 - 6.12) (Sismanidis 2005).

Δεν είναι γνωστό πότε ιδρύθηκαν τα αρχαία Καλίνδοια. Η πρώτη επιγραφική μαρτυρία για την πόλη, χρονολογείται το 422 π.Χ. Είναι τότε που κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου τα Καλίνδοια μαζί με άλλες πόλεις της Βοττικής συμάχησαν με τους Αθηναίους.

Σταθμό στην ιστορία της έρευνας της πόλης, αποτελεί η εύρεση της ενεπίγραφης στήλης των Καλινδοίων από την οποία για πρώτη φορά μαθαίνουμε για το όνομα της πόλης. Σύμφωνα με το κείμενο, ο ιερέας Αγαθάνωρ αφιερώνει στο Θεό Απόλλωνα, τη συγκεκριμένη στήλη, όπου αναγράφονται τα ονόματα 30 συνολικά ιερέων του Ασκληπιού. Με βάση την επιγραφή αυτή, που χρονολογείται στους χρόνους του Μεγάλου Αλεξάνδρου, έγινε η ταύτιση του αρχαιολογικού χώρου στο Καλαμωτό με την πόλη των Καλινδοίων.

Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους σημαντική αρχή ήταν εκείνη των πολιταρχών ενώ οι πολίτες ήταν χωρισμένοι κατά φυλές. Σε τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν γιορτές και αθλητικοί αγώνες προς τιμή του Δία και του αυτοκράτορα. Σε αυτές, κυρίαρχο ρόλο είχαν ο αγωνοθέτης, ο γυμνασίαρχος, ο εφήβαρχος και οι επιμελητές. Τα Καλίνδοια ήταν μία πόλη του αρχαίου Βασιλείου της Μακεδονίας.

Σε απόσταση μικρότερη των 100 μ. δυτικά από τις τούμπες, στο κέντρο δηλαδή της αρχαίας πόλης εντοπίστηκε και ερευνήθηκε το Σεβαστείο, ιερό στον Δία, τη Θεά Ρώμη και τον αυτοκράτορα. Η αυτοκρατορική περίοδος της ρωμαϊκής εποχής συνοδεύθηκε από την καθιέρωση της λατρείας των Ρωμαίων αυτοκρατόρων, η οποία απέκτησε οικουμενικές διαστάσεις και οι αυτοκράτορες λατρεύονταν στα «Σεβαστεία», όπως αυτό.

Το συγκρότημα του Σεβαστείου εντάσσεται στην αγορά της πόλης των Καλινδοίων. Ήρθαν στο φως δώδεκα συνεχόμενοι χώροι οι οποίοι αναπτύσσονται στο πίσω μέρος μιας στοάς. Μπροστά από την είσοδό τους υπάρχουν προσκολλημένες λίθινες ορθογώνιες βάσεις αγαλμάτων σε άνισα μεταξύ τους διαστήματα.

Οι τρεις πρώτοι χώροι αποτελούσαν αίθουσες αφιερωμένες στη λατρεία του

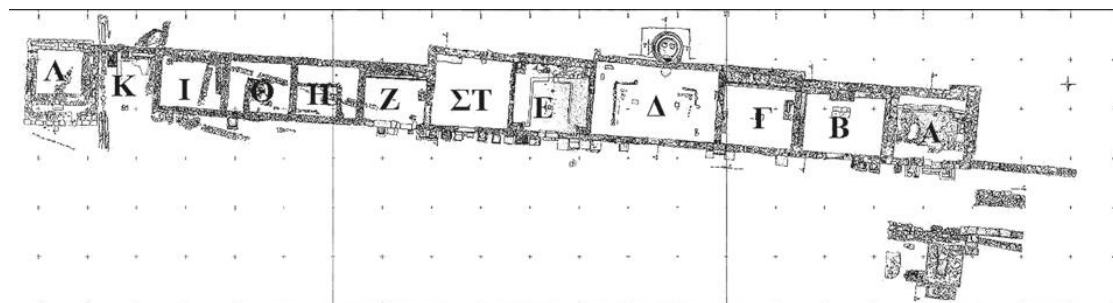
Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

αυτοκράτορα, της θεάς Ρώμης και του Δία, ο τέταρτος συνιστούσε αίθουσα συμποσίων και ο πέμπτος το βουλευτήριο της πόλης. Ο έκτος και ο έβδομος αποτελούσαν μία μακρόστενη και ιδιάζουσα κατασκευή. Πρόκειται για μία εξέδρα αγαλμάτων η οποία μπορεί να ταυτιστεί με την «εξέδρα» που, σύμφωνα με αναθηματική επιγραφή, είχαν χτίσει για τη πόλη ο Αρριδαίος, ο Κότυς και ο Σώπατρος. Ο όγδοος και ένατος χώρος είχαν επίσης συμποσιακό χαρακτήρα. Οι υπόλοιποι χώροι αποτελούσαν πιθανότατα καταστήματα εκτός από τον τελευταίο ο οποίος κατά πάσα πιθανότητα ήταν ηρώον, του ιδρυτή της πόλης.

Σύμφωνα με αναθηματική επιγραφή η Φλαβία Μύστα, μεγάλη ευεργέτρια των Καλινδοίων, κατασκεύασε εκ θεμελίων τον ναό της αυτοκρατορικής λατρείας ενώ σε μία δεύτερη επιγραφή αναφέρεται ότι η ίδια χορηγός προσέθεσε στον ναό και βωμό.

Το οικοδομικό συγκρότημα του Σεβαστείου καταστράφηκε οριστικά στα τέλη του 3ου μ.Χ. αιώνα, όταν σταμάτησε ξαφνικά και η ζωή της πόλης.

Στη συνέχεια πολλά από τα μαρμάρινα στοιχεία του συγκροτήματος ασβεστοποιήθηκαν σε κάμινο για να καλυφθούν οι νέες ανάγκες των κατοίκων. Ανακαλύφθηκε ήδη ανδριάντας του Οκταβιανού Αυγούστου από τα τέλη του 1ου αιώνα π.Χ.. Μέρος των ευρημάτων παρουσιάστηκε σε έκθεση στο Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης το 2008 (πηγή: Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού – Συγκρότημα Σεβαστείου (Αρχαία Καλίνδοια)).



Εικόνα 6.9: Κάτοψη του αρχαιολογικού χώρου Καλινδοίων(από Σισμανίδης και Κακαμανούδης 2010).



Εικόνα 6.10: Φωτογραφία εξωτερικού χώρου των ανασκαφών των αρχαίων Καλινδοίων (από προσωπική συλλογή κ. Γιάννη Γάκη)



Εικόνα 6.11: Φωτογραφία εσωτερικού του χώρου Κ των αρχαίων Καλινδοίων (από Σισμανίδης και Κακαμανούδης 2010).



Εικόνα 6.12: Φωτογραφία εσωτερικού του χώρου Α των αρχαίων Καλινδοίων (από Σισμανίδης και Κακαμανούδης 2010).

Αρχαία Απολλωνία

Η κοινότητα της Απολλωνίας βρίσκεται 80 km βορειοανατολικά της πόλης της Θεσσαλονίκης. Σύμφωνα με την Χατζητρύφωνος (1986), στην περιοχή εκτός από ερείπια της πόλης της Αρχαίας Απολλωνίας, βρέθηκε και οθωμανικό λουτρό (Εικ. 6.13), το οποίο βρίσκεται στα όρια του σημερινού χωριού Απολλωνία, λίγα χιλιόμετρα νοτιότερα από τη λίμνη Βόλβη, δίπλα στη θέση «Βήμα του Αποστόλου Παύλου» (Εικ. 6.14). Αυτή η τοποθεσία είναι γνωστή με αυτή την ονομασία λόγω ενός βράχου, που δεσπόζει στην επίπεδη επιφάνεια του εδάφους και που, σύμφωνα με την προφορική λαϊκή παράδοση, υπήρξε το βήμα ομιλίας του Αποστόλου Παύλου.

Η Αρχαία Απολλωνία στα τουρκικά γνωστή ως “Polina” λειτουργούσε ως επίγειο ή τόπος αναψυχής κοντά στη λίμνη, καθώς ήδη από τους αρχαίους χρόνους, όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, φημιζόταν για την αφθονία σε φυσικό πλούτο, όπως τα πολλά ψάρια και τα ιαματικά νερά στις όχθες της λίμνης.

Λίγο νοτιότερα, κοντά στην τοποθεσία «Βήμα του Αποστόλου Παύλου», εντοπίστηκαν και άλλα κτίρια της οθωμανικής περιόδου, που φαίνεται όλα μαζί να σχηματίζουν μια ενότητα. Τα κτήρια είναι τα εξής: Ένα χάνι, ένα τζαμί, μέρος οχυρωματικής περίφραξης – τείχους και το λουτρό. Κοντά στο λουτρό, συναντάμε

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

και άλλα υπολείμματα δομικών υλικών και τοιχοποιίας, τα οποία παραμένουν αδιευκρίνιστα λόγω έλλειψης εκτεταμένων αρχαιολογικών ανασκαφών. Δίπλα στο βράχο «Βήμα του Αποστόλου Παύλου», υπάρχει μία κοίτη ξεροπόταμου, όπου εμφανίζεται νερό στη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Στην περιοχή έχουν εντοπιστεί αναβλύσεις ζεστών νερών, λόγω της ύπαρξης γεωθερμικού πεδίου στην περιοχή, όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η περιοχή, όπου βρίσκονται τα μνημεία, βρίσκεται αρκετά κοντά στην αρχαία Εγνατία οδό. Δεν αποκλείεται λοιπόν, το συγκρότημα να χτίστηκε σκόπιμα κοντά σ' αυτήν.

Η Αρχαία Απολλωνία εμφανίζεται δίπλα στην Εγνατία οδό ήδη στην εποχή του Φιλίππου του Α'. Καταστράφηκε τον 5ο ή 6ο αιώνα, πριν από τον Ιουστινιανό. Αργότερα, εμφανίζεται ξανά στον πρώτο καιρό της οθωμανικής κυριαρχίας. Μέχρι το 1928 ήταν γνωστή ως Παζαρούδα ή Παζαργιά και ανήκε στο ναχιγιέ Παζαργιά.

Μερικά χιλιόμετρα δυτικότερα βρίσκεται η σημερινή Νέα Απολλωνία, γνωστή επί τουρκοκρατίας ως Eğri – Bucak ή Igi – Bucak. Υποθέτεται από τους αρχαιολόγους, ότι το τοπωνύμιο Eğri – Bucak (ελληνικά: στραβή γωνία) αντιπροσωπεύει κάποια απότομη στροφή ή κάποια διασταύρωση του δρόμου (πιθανά της Εγνατίας οδού), στο σημείο εκείνο, ενώ φαίνεται πολύ πιθανό, το σύνολο των μνημείων της Αρχαίας Απολλωνίας να αποτελεί απομεινάρια ενός από τους τρεις γνωστούς σταθμούς της Εγνατίας οδού στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης, που παρά την αποδυνάμωσή της παρέμεινε και κατά τη διάρκεια της τουρκοκρατίας διοικητικό και εμπορικό κέντρο.

Σήμερα το οικόπεδο όπου βρίσκεται το λουτρό, μαζί με το μνημείο, ανήκει στην εκκλησία, ενώ τα υπόλοιπα προαναφερμένα μνημεία ανήκουν σε ιδιώτες και εξυπηρετούν ως βοηθητικοί χώροι για τις αγροτικές τους δραστηριότητες. Το 1983 ζητήθηκε από την κοινότητα της Απολλωνίας να αξιοποιηθεί και να αναδειχτεί η περιοχή, πιστεύοντας ότι τουλάχιστον το λουτρό ήταν σίγουρα βυζαντινό.



Εικόνα 6.13: Το οθωμανικό λουτρό της Αρχαίας Απολλωνίας (<http://lagadas24.gr>)



Εικόνα 6.14: Το οθωμανικό λουτρό και το Βήμα του Αποστόλου Παύλου στην Αρχαία Απολλωνία (<http://volvi24.gr>)

Κάστρο Ρεντίνας

Το κάστρο βρίσκεται στην κορυφή ενός φυσικού λόφου που δεσπόζει στο σημείο που τα βουνά της Μυγδονίας λεκάνης συγκλίνουν και δημιουργούν ένα στενό πέρασμα που επιτρέπει τη διέλευση του Ρήχιου ποταμού και του πανάρχαιου δρόμου επικοινωνίας της Μακεδονίας με την θρακική περιοχή (Εικ. 6.15). Αυτός ο δρόμος

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

απέκτησε φήμη την ρωμαϊκή εποχή, γνωστός ως Εγνατία οδός και συνέχισε τη ζωή του και στα βυζαντινά χρόνια, αλλά και την εποχή της τουρκοκρατίας μέχρι και σήμερα. Οι δυο πλευρές του λόφου είναι απότομες και δυσκολοπροσπέλαστες και δημιουργούν μαζί με τα τείχη του έναν ιδιαίτερα ισχυρό οχυρωμένο χώρο που σκοπός του ήταν να διαφεντεύει και να ελέγχει το δρόμο αυτό. Το κάστρο της Ρεντίνας δεσπόζει σε κορυφή λόφου, στην είσοδο των κατάφυτων στενών της Ρεντίνας ή «Μακεδονικών Τεμπών». Το κάστρο που είναι χτισμένο σε ένα λοφίσκο πολύ κοντά στην παλιά Εθνική Οδό Θεσσαλονίκης Ασπροβάτας (71ο χλμ.), έλεγχε την πορεία της Εγνατίας οδού μέσω της κοιλάδας του Ρήχιου ποταμού και συνεπώς την κίνηση εμπορευμάτων και στρατευμάτων μεταξύ Θεσσαλονίκης και Κωνσταντινούπολης.

Οι ανασκαφές που έχουν διενεργηθεί στον λόφο και την τριγύρω περιοχή έχουν φέρει στο φως ίχνη ανθρώπινης παρουσίας, ήδη από τη Νεολιθική περίοδο. Στον ΝΔ τομέα του κάστρου έχουν αποκαλυφθεί τοίχοι κτισμάτων και αναλημμάτων που από την κατασκευή τους και τα συναφή ευρήματα έχουν χρονολογηθεί στην Ελληνιστική περίοδο. Η Ρεντίνα βρισκόταν κοντά στον οικισμό της Αρέθουσας, που παρήκμασε μετά τον 6ο μ.Χ. αιώνα, και σε μικρή απόσταση από τον παρόδιο σταθμό (mutatio) με το όνομα *Peripidis* (γεν. *Peripidinis*), από τον οποίο κατά μια ερμηνεία θα μπορούσε να κατάγεται το σημερινό όνομά της.

Η Ρεντίνα σήμερα διασώζει σε ικανό ύψος την οχύρωση και τα εντυπωσιακά οικοδομικά λείψανα οικισμού (Εικ. 5.19), που θα ήταν δυνατόν να ταυτιστεί με το αναφερόμενο από τον Προκόπιο στο έργο του Περί κτισμάτων κάστρο «Αρτεμίσιον», για το οποίο μαρτυρείται ότι τειχίστηκε την εποχή του Ιουστινιανού. Ωστόσο, σύμφωνα με τα πορίσματα των μέχρι σήμερα ερευνών, η πρώτη οχύρωση που περιλάμβανε δεξαμενές νερού για τις ανάγκες μιας μικρής φρουράς θα πρέπει να τοποθετηθεί χρονικά στα μέσα του 4ου αιώνα. Κατά την Ιουστινιάνεια περίοδο, το τείχος ενισχύθηκε με πύργους και εφοδιάστηκε με μια μεγάλη δεξαμενή στο πλάτωμα της ακρόπολης.

Κατά τη Μεσοβυζαντινή εποχή, το τείχος ανακατασκευάστηκε και χρησίμευσε ως οχύρωση για έναν οικισμό που ιδρύθηκε μέσα στην πρώτη πενήνταετία του 10ου αιώνα, όταν αποτέλεσε έδρα της επισκοπής Λητής και Ρεντίνας. Τότε στην ακρόπολη κτίστηκε εκκλησία πάνω στα ερείπια της παλιότερης δεξαμενής, που δεν λειτουργούσε πλέον, και οικήματα για τον επίσκοπο και τους

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

συνεργάτες του. Μέχρι τα τέλη του ίδιου αιώνα ιδρύθηκαν και αρκετές οικίες στην κάτω πόλη κατά μήκος του παλιού περιβόλου και σε επάλληλα άνδρα, ακολουθώντας την φυσική κλίση του εδάφους. Ένας τρίτος οχυρωματικός περίβολος περιέβαλε τότε τον οικισμό από το ανατολικό, το πλέον ευπρόσβλητο, τμήμα του και στην άκρη του ιδρύθηκε πύργος, ο οποίος διέσωσε στο εσωτερικό του λείψανα ξύλου, που χρονολογήθηκαν με την μέθοδο του άνθρακα 14 (C14) γύρω στο 980 μ.Χ.

Μετά το 1204, ο οικισμός παραδόθηκε στους Φράγκους του βασιλείου της Θεσσαλονίκης, οι οποίοι φαίνεται ότι εγκατέστησαν μόνιμη φρουρά, όπως δείχνουν τα πολλά νομίσματα αυτής της περιόδου που βρέθηκαν στην ανασκαφή, προφανώς για τον έλεγχο τόσο της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης όσο και του Στρυμονικού κόλπου. Το 1242, όμως, ο Ιωάννης Βατάτζης στην πορεία του προς τη Θεσσαλονίκη κατέλαβε το κάστρο, αφού, σύμφωνα τον Γεώργιο Ακροπολίτη, οι Φράγκοι εγκατέλειψαν τη θέση χωρίς να την υπερασπιστούν. Κατά τον 13ο και 14ο αιώνα, ειδήσεις για τους κατοίκους της Ρεντίνας περιέχουν τα δικαιοπρακτικά έγγραφα των μονών του Αγίου Όρους, που αναφέρουν κτήματα, μύλους και σπίτια στην περιφέρεια. Στην πρώτη πενηνταετία του 14ου αιώνα χρονολογείται και ένας μικρός σταυρόσχημος ναός, που κτίστηκε μέσα στον ανατολικό περίβολο, ίσως σε συνάφεια με βρεφικό και παιδικό νεκροταφείο.

Από τα μέσα του 14ου αιώνα, όμως, ο οικισμός φαίνεται ότι άρχισε να εγκαταλείπεται από τους κατοίκους του και περνά διαδοχικά στα χέρια Σέρβων, Ελλήνων και Τούρκων. Η εγκατάσταση Τούρκων Γιουρούκων στην περιοχή μάλλον οδήγησε το μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού σε ασφαλέστερα κέντρα, το σημαντικότερο από τα οποία ήταν η Βόλβη. Τα λίγα νομίσματα της ανασκαφής από την εποχή αυτή μέχρι και τα μέσα του 16ου αιώνα αποτυπώνουν τη φθίνουσα πορεία του άλλοτε ακμαίου οικισμού της Ρεντίνας και πιστοποιούν την ύπαρξη ισχνής αγροτοποικιμικής εγκατάστασης στη θέση.

Η πρώτη οχύρωση του οικισμού έχει τοποθετηθεί χρονικά στα μέσα του 4ου αιώνα και περιλάμβανε μια περίπου πεντάπλευρη ακρόπολη και έναν περίβολο που περιέκλειε το ΝΔ τμήμα του λόφου. Η προσπέλαση γινόταν μέσω δύο πυλών: η κύρια πύλη ήταν στο δυτικό τμήμα του τείχους και η δευτερεύουσα στο νότιο. Μια στενή πυλίδα ανοιγόταν δίπλα στη δυτική πύλη. Στο εσωτερικό του κάστρου ερευνήθηκαν δύο μικρές υπόγειες δεξαμενές, μία στη βάση πύργου δίπλα στη ΒΔ γωνία του τείχους και μία άλλη στην ακρόπολη, για την εξασφάλιση νερού στη μικρή φρουρά

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

των υπερασπιστών του φρουρίου.

Η αρχική αυτή οχύρωση ενισχύθηκε τουλάχιστον 4 ακόμη φορές σε ισάριθμες μεταγενέστερες περιόδους. Κατά την εποχή του Ιουστινιανού, η οχύρωση ενισχύθηκε σε ύψος και προστέθηκε ένας ημικυκλικός πύργος στο νότιο σκέλος του τείχους. Τότε κατασκευάστηκε και η μεγάλη δεξαμενή στο πλάτωμα της ακρόπολης. Κατά τον 10^ο αιώνα, με τη μεταφορά της έδρας της επισκοπής Λητής στη Ρεντίνα και με την ίδρυση του οικισμού, τα τείχη τόσο της ακρόπολης όσο και της κάτω πόλης ενισχύθηκαν με ορθογώνιους πύργους στις γωνίες και σε ευπαθή σημεία που χρειαζόνταν αντιστήριξη. Επιπλέον, τότε κατασκευάστηκε και ένα τριγωνικό τείχος που περιέκλεισε τμήμα του λόφου από την ανατολική πλευρά, πάνω στο φρύδι των απότομων βράχων. Στο εσωτερικό του ανατολικού τείχους δεν φαίνεται να υπήρξαν ποτέ κτίρια· πιθανότατα το τείχος αυτό χρησίμευε για τη συγκέντρωση των ποιμνίων των κατοίκων σε καιρούς πολιορκίας.

Ο ακρόπυργος αυτού του τείχους ήταν στο εσωτερικό του, γεμισμένος με επάλληλα ξύλινα πλαίσια μεταξύ επιχώσεων, τα ξύλα των οποίων χρονολογήθηκαν με τη μέθοδο του άνθρακα 14 (C14) γύρω στο 980 μ.Χ. Ένας ημιυπόγειος σκεπαστός διάδρομος από τη βάση του πύργου οδηγούσε σε υπόγεια δεξαμενή, με διπλό προθάλαμο, που στεγαζόταν με εκφορικά κτισμένους θόλους. Η δεξαμενή αυτή συγκέντρωνε νερό από γειτονικό χείμαρρο και χρησίμευε είτε για τη συγκέντρωση πόσιμου νερού είτε ως υπόγειο εργαστήριο για την παραγωγή ή τη συλλογή χρήσιμων ή πολύτιμων προϊόντων.

Ο πύργος αυτός δεν άντεξε για πολύ, επειδή το σημείο έδρασής του ήταν εξαιρετικά επικλινές (Εικ. 5.20). Τον 12ο αιώνα ο πύργος εγκαταλείφθηκε και μαζί του εγκαταλείφθηκαν και οι δύο κλάδοι του ανατολικού τείχους, οπότε ο λόφος από την ανατολική πλευρά προστατεύτηκε από δύο ισχυρούς τοίχους που κατέβαιναν προς τους πρόποδες του λόφου από το πίσω μέρος της ακρόπολης. Οι ισχυροί αυτοί τοίχοι ενισχύθηκαν εξωτερικά από επένδυση-επιδερμίδα σε λίγο μεταγενέστερη περίοδο. Τότε ίσως καταργήθηκε και η νότια πύλη του τείχους για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Οι Φράγκοι, μετά το 1204, ενίσχυσαν το τείχος της ακρόπολης με επιδιορθώσεις στο βόρειο ορθογώνιο πύργο και στο βόρειο εξωτερικό περίβολο, που είχε ιδρυθεί σε θέση σχετικά απρόσβλητη. Τον 13ον αιώνα, μάλλον μετά την κατάληψη του κάστρου από τις δυνάμεις του Ιωάννη Βατάτζη (1242), κτίστηκε νέος

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

ακρόπυργος, στο σημείο όπου οι δύο ισχυροί διπλοί τοίχοι που κατέβαιναν ως τους πλάγιους κλάδους του αρχικού ανατολικού περιβόλου, συναντιούνταν στα ανατολικά της ακρόπολης, για την εξασφάλιση της φρουράς και των κατοίκων. Τα τείχη, όπως και ολόκληρος ο οικισμός, εγκαταλείφθηκαν μετά τα μέσα του 14ου αιώνα (πηγή: Κάστρα της Ελλάδας).



Εικόνα 6.15: Πανοραμική φωτογραφία του κάστρου της Ρεντίνας(πηγή:<https://www.kastra.eu>).



Ει

κόνα 6.16: Τμήμα του κάστρου της Ρεντίνας (πηγή:<https://www.kastra.eu>).



Ει

κόνα 6.17: Τμήμα του πύργου της Ρεντίνας (πηγή:<https://www.kastra.eu>).

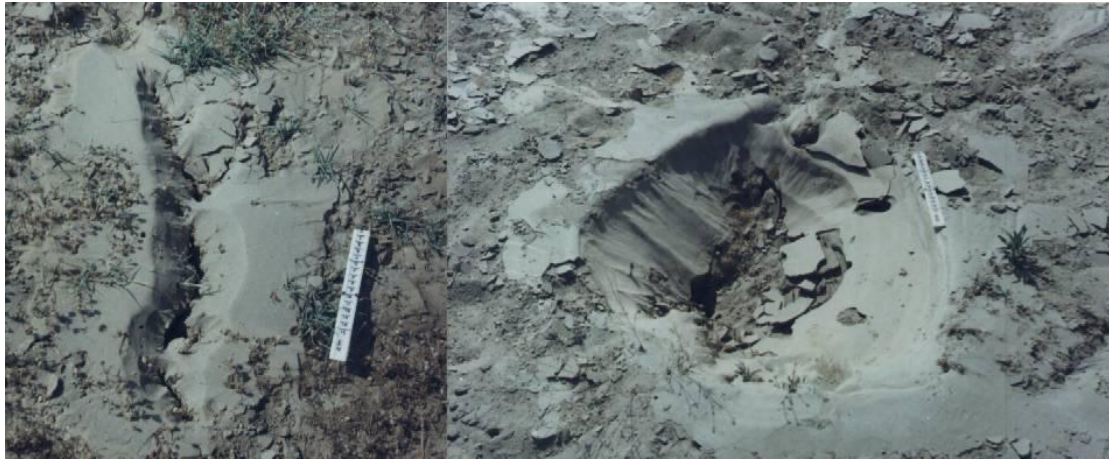
8. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με το United Nations University (UNU - EHS 2006) Κίνδυνος προκύπτει από την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός επικίνδυνου φυσικού παράγοντα και μιας τρωτής κοινότητας. Η εξίσωση κίνδυνος (Risk) = επικινδυνότητα (Hazard) x τρωτότητα (Vulnerability), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσει τη σχέση μεταξύ αυτών των εννοιών. Αυτή η προσέγγιση εμπεριέχει θεμελιωδώς μια σημαντική σχέση μεταξύ φυσικού περιβάλλοντος και ανθρώπων, και προσφέρει μια ολιστική αντίληψη στην εκτίμηση του κινδύνου. Καταστροφή είναι μια διαδικασία/συμβάν που συνδυάζει αφενός έναν ενδεχόμενο επικίνδυνο παράγοντα/ δύναμη που προέρχεται από το φυσικό, αλλαγμένο ή τεχνητό περιβάλλον και αφετέρου έναν πληθυσμό που έχει οδηγηθεί σε μια κατάσταση τρωτότητας με συνέπεια μια συνειδητοποιημένη διακοπή στη συνήθη ικανοποίηση των ατομικών και κοινωνικών αναγκών για φυσική επιβίωση, κοινωνική τάξη και σημασία.

Στην χώρα μας, μετά τους σεισμούς που έπληξαν τα δύο μεγάλα αστικά κέντρα (Θεσσαλονίκη 1902 και 1978 και Αθήνα 1981 και 1999) άρχισε να αναγνωρίζεται η σημασία των ενεργών γεωλογικών ρηγμάτων και η συστηματική μελέτη τους με μεθόδους και τεχνικές ανάλογες της διεθνούς επιστημονικής εμπειρίας.

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην επικεντρική περιοχή πολλών επιφανειακών σεισμών του Ελληνικού χώρου αποτελούν επιπλέον στοιχεία που επηρεάζουν σημαντικά τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής. Οι μεταβολές αυτές, κατά σειρά συχνότητας εμφάνισης, είναι: εδαφικές διαρρήξεις (πρωτογενείς ή δευτερογενείς), καταπτώσεις βράχων, κατολισθήσεις ή καθιζήσεις εδαφών, ανυψώσεις ή καταβυθίσεις ακτών και ρευστοποιήσεις εδαφών. Οι διαταραχές του νερού της ξηράς είναι συνήθως μεταβολές στην παροχή των πηγών και αλλαγές της κοίτης των ποταμών.

Η ρευστοποίηση του εδάφους αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα ο οποίος οδηγεί συχνά στη δημιουργία σημαντικών καταστροφών και εκδηλώνεται κυρίως κοντά στο σεισμογόνο ρήγμα και σε χαλαρά εδάφη.



Εικόνα 7.1: Ρευστοποίηση του εδάφους κατά μήκος του ρήγματος του σεισμού της Θεσσαλονίκης (Ms=6.5, 1978)

Οι πλημμύρες είναι η συχνότερη φυσική καταστροφή (75% των φυσικών καταστροφών). Η αιτία συνήθως είναι μεγάλες και έντονες καταιγίδες και η περιοχή της Μυγδονίας είναι αρκετά ευάλωτη στα πλημμυρικά φαινόμενα. Η τρωτότητα μιας περιοχής τουλάχιστον όσο αφορά τις πλημμύρες αυξάνεται όταν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα έργα υποδομής και επειδή η περιοχή μελέτης δεν είναι μεγάλο αστικό κέντρο υστερεί αρκετά σε αυτά. Τα σημαντικότερα καταγεγραμμένα προβλήματα παρουσιάστηκαν τον Οκτώβριου του 2006 όταν έπειτα από σφοδρές βροχοπτώσεις είχαμε εκδήλωση πλημμυρικών επεισοδίων οι οποίες προκάλεσαν καταστροφές σε αγροτικές και εκτάσεις, ιδιωτικές περιουσίες και έθεσαν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

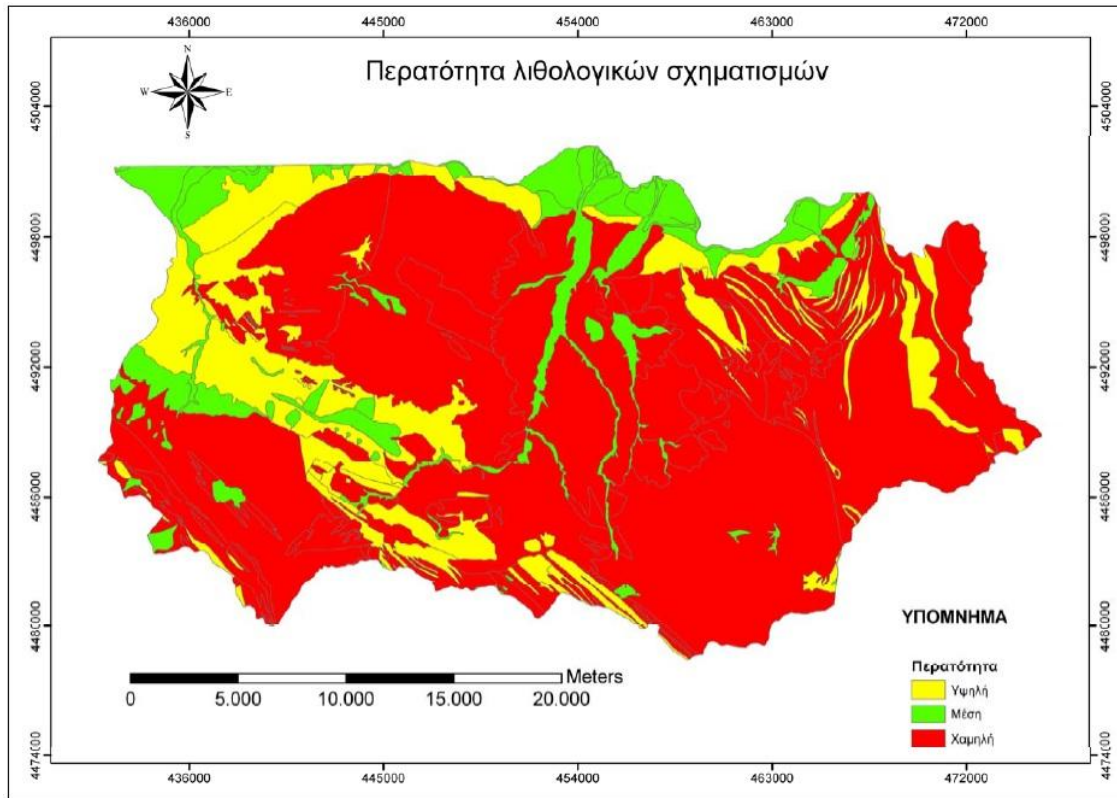


Εικόνα 7.2: Ζημιές από τις πλημμύρες στο οδικό δίκτυο και καταστροφές σε ιδιωτικές περιουσίες (πηγή: <https://www.esa.int>)

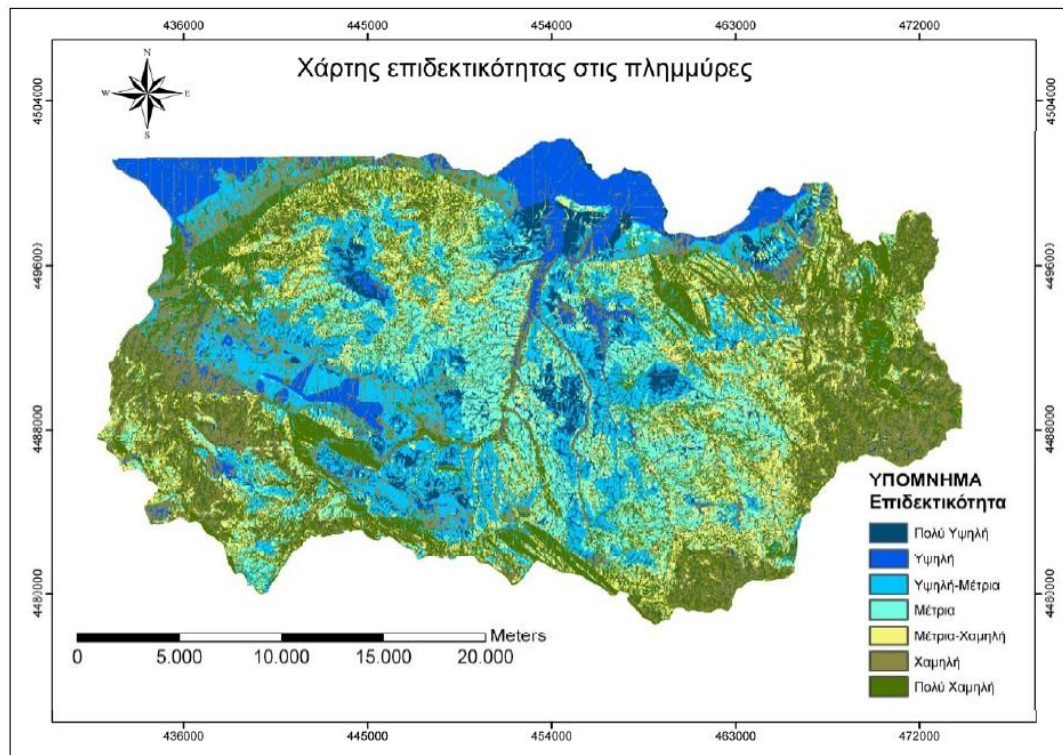
Ιδιαίτερα επλήγει η ΝΑ επιφάνεια της Μυγδονίας και πιο συγκεκριμένα οι δήμοι:

- Απολλωνίας
- Βασιλικών
- Καλινδοίων
- Κορώνιας
- Μαδύτου
- Ανθεμούντα
- Αρναίας
- Ζερβοχωρίων

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνα 7.3: Χάρτης περατότητας των πετρωμάτων της περιοχής (M. Nikolaidou et al. 2009)



Εικόνα 7.4: Χάρτης επιδεκτικότητας στις πλημμύρες (M. Nikolaidou et al 2009)

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Έκτοτε δεν παρατηρήθηκαν παρόμοια έντονα φαινόμενα ωστόσο ο κίνδυνος είναι υπαρκτός. Τελευταία φορά που υπήρξε κίνδυνος ήταν 22/05/2020 όταν λόγω έντονης βροχόπτωσης ένας οδηγός έχασε τον έλεγχο του αυτοκινήτου σε ιρλανδική διάβαση και παρασύρθηκε από τα ορμητικά νερά σε μεγάλη απόσταση. Η παρέμβαση της πυροσβεστικής ήταν άμεση, η οποία με 10 πυροσβέστες και 3 οχήματα ολοκλήρωσε τον απεγκλωβισμό του οδηγού με απόλυτη επιτυχία.

Ένας ακόμα κίνδυνος που αρκετές φορές συνδέεται με τις έντονες βροχοπτώσεις είναι καθίζηση στο οδικό δίκτυο. Αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε τελευταία φορά στις 2/04/2020 όταν οι έντονες βροχοπτώσεις προκάλεσαν καθίζηση του οδοστρώματος (όπως φαίνεται στις εικόνες 6.5 και 6.6) στο 5ο χλμ. της Κοινοτικής Οδού Βασιλουδίου - Αρδαμερίου (περίπου 1χλμ πριν το Αρδαμέρι) συνολικού πλάτους 4 μέτρων και μήκους περίπου 35 μέτρων. Η ανωτέρα θέση είναι η μοναδική οδός που συνδέει το Αρδαμέρι με το οδικό δίκτυο του Δήμου Λαγκαδά και η μοναδική συνδετήρια κοινοτική οδός μεταξύ των δύο οικισμών, Βασιλουδίου και Αρδαμερίου.





Εικόνες 7.5 και 7.6: Καθίζηση του οδοστρώματος (προσωπική συλλογή)

Οι εργασίες αποκατάστασης του οδοστρώματος στη περίπτωση αυτή ξεκίνησαν άμεσα μετά το τέλος των πλημμυρικών φαινομένων προκειμένου να υπάρξει και η επανασύνδεση του αποκλεισμένου χωριού με τον κύριο οδικό άξονα. Τα μέτρα που ελήφθησαν ήταν εκσκαφή και διαμόρφωση του πρανούς όπως και απομάκρυνση επικίνδυνων βράχων (εικόνες 7.7 και 7.8)

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης



Εικόνες 7.7 και 7.8: Προσωρινά μέτρα αποκατάστασης του οδικού δικτύου Βασιλούδη - Αρδραμέρι (πηγή προσωπική συλλογή)

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Εδώ θα πρέπει να επισυμάνουμε πως η λύση που δόθηκε είναι προσωρινή. Για να δοθεί μόνιμη λύση θα πρέπει να γίνει εκ νέου μελέτη και πιθανόν αλλαγή χάραξης του δρόμου προκειμένου να εγγυηθεί η ασφάλεια των διερχομένων οδηγών.

9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την μελέτη της βιβλιογραφίας και τις υπαίθριες διαδρομές που αφορά τους γεωτόπους μιας ιδιαίτερης περιοχής της Κεντρικής Μακεδονίας (σύστημα λιμνών Βόλβης- Κορώνειας ή Λαγκαδα και γύρω περιοχές), τα φυσικά φαινόμενα, τις φυσικές καταστροφές και τους κινδύνους που προκύπτουν από αυτούς, έγινε μια προσπάθεια να συγκεντρωθούν, ταξινομηθούν και αξιολογηθούν οι τοποθεσίες ειδικού ενδιαφέροντος της περιοχής (πίνακας 8.1) που θα μπορούσαν να την χαρακτηρίσουν και να την αναδείξουν ως γεωπάрко, στο πλαίσιο μιας νέας περιβαλλοντικής προσέγγισης των κοινωνιών ως προς τα ζητήματα αυτά.

Η λεκάνη της Μυγδονίας εντάσσεται στο εθνικό πάρκο λιμνών Κορώνειας - Βόλβης σύμφωνα με το ΚΥΑ 6919/2004 (ΦΕΚ 248/Δ/5.3.04) Τροποποίηση με την ΚΥΑ: 39542/9.10.08(ΦΕΚ 441/ΤΑΑΠΘ/9.10.08) Διαχειριστικό Σχέδιο ΥΑ 58481/2012(ΦΕΚ 3159/β/27-11-2012) και ανήκει στο δίκτυο Natura 2000

Σύμφωνα με τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν η περιοχή της Μυγδονίας θα μπορούσε υπό προϋποθέσεις να ενταχθεί στα Ευρωπαϊκά Γεωπάργκα καθώς αποτελεί σημείο αναφοράς για την περίοδο Μειοκαίνου - Πλειοκαίνου και να εξεταστεί για τα «Παγκόσμια Γεωπάργκα της UNESCO». Πληροί τα περισσότερα κριτήρια ένταξης όμως για να αρχίσει η προσπάθεια ένταξης θα πρέπει πρώτα να βρεθεί ένας φορέας διαχείρισης που να έχει νομική υπόσταση η οποία αναγνωρίζεται από την εθνική νομοθεσία. Φυσικά ο φορέας αυτός θα πρέπει να είναι κατάλληλα εφοδιασμένος ώστε να μπορεί να διαχειριστεί την περιοχή του Γεωπάρκου. Τον απαιτητικό αυτό ρόλο θα μπορούσε να αναλάβει ο Φορέας Διαχείρισης Κορώνειας - Βόλβης, ο οποίος είναι ο φορέας του εθνικού πάρκου και μέσα από ένα σύνολο δράσεων θα μπορούσε να αναδείξει την περιοχή και να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες για την ένταξή της στα γεωπάργκα. Μία ακόμη σημαντική παράμετρος είναι ότι θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα σχέδιο προστασίας, εκπαίδευσης και βιώσιμης ανάπτυξης.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Θέσεις τεκτονικού ενδιαφέροντος	Ρήγμα Γερακαρούς – Στίβου – Νικομιδηνού – Περιστερώνα
	Ρήγμα λουτρών Βόλβης - Νέας Απολλωνίας
	Σεισμική ριξηγενής ζώνη Σχολαρίου - Ανάληψης - Ασσήρου
	Ρήγμα Λητής - Λαγυνών - Αγ. Βασιλείου - Βασιλουδίου
Γεωθερμικά πεδία	Λαγκαδά
	Νυμφόπετρες - Τραβερτίνες
	Νέα Απολλωνία
Απολιθωματοφόρες θέσεις	Ριζά (RIZ)
	Χρυσαιγή (CHR)
	Γερακαρού (GER)
	Βασιλούδι (VSL)
	Κρήμη (KRI)
	Ρέμα Βουλγαράκη (RVL)
	Μαραθούσα (MAR)
	Απολλωνία (APL)
	Καλαμωτό
Γεωμορφολογικές Δομές	Σπήλαιο Δρακότρυπα
	Μακεδονικά Τέμπε
	Φαράγγι Σκάλας
	Καταρράκτης Βασιλούδι
Δασολογικά κριτήρια	Οι δύο πλάτανοι του Σχολαρίου Λαγκαδά
	Ο πλάτανος της Απολλωνίας Θεσσαλονίκης
	Παραλήμνιο δάσος Απολλωνίας
	Χιλιόδενδρα
Αρχαιολογικά κριτήρια	Αρχαία Καλίνδοια
	Αρχαία Απολλωνία
	Κάστρο Ρεντίνας

Πίνακας 8.1 Θέσεις ενδιαφέροντος της περιοχής

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Η ένταξη της περιοχής στο δίκτυο των Γεωπάρκων θα μπορούσε να συνεισφέρει στην αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής. Η αειφόρος ανάπτυξη πλέον είναι το ζητούμενο σε κάθε αναπτυγμένη κοινωνία καθώς από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα και τη βιομηχανική επανάσταση υπήρξε μια τεράστια υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων καθώς οι εξελίξεις αυτές προχώρησαν χωρίς καμία πρόβλεψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το κυριότερο μέσο για να επιτευχθεί αειφόρος ανάπτυξη είναι μέσω του οικοτουρισμού, δηλαδή του τουρισμού που αναπτύσσεται στη φύση, ο οποίος αντίθετα με το μαζικό τουρισμό, δεν υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα προωθεί τη προστασία του φυσικού, αρχικά, αλλά και του πολιτιστικού περιβάλλοντος και συμβάλει στην τοπική οικονομία και στη διατήρηση της συνοχής του κοινωνικού ιστού (Σβωρόνος 2003). Οι βασικές αρχές του οικοτουρισμού οι οποίες διατυπώθηκαν στο Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων εθνών από τον Wood στο 2002 είναι οι εξής:

- Ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στη φύση και τον πολιτισμό που μπορεί να βλάψουν έναν προορισμό,
- Εκπαίδευση του ταξιδιώτη για τη σημασία της προστασίας,
- Επιμονή στη σπουδαιότητα των υπεύθυνων επιχειρήσεων, που συνεργάζονται με τις τοπικές αρχές και τους ανθρώπους,
- Άμεσα έσοδα στην διατήρηση και διαχείριση των φυσικών και προστατευόμενων περιοχών,
- Έμφαση στην ανάγκη χωροταξικής κατανομής σε τουριστικές περιφέρειες και σχεδίων διαχείρισης επισκεπτών, τόσο για περιφέρειες όσο και για φυσικές περιοχές που προορίζονται να γίνουν οικοπροορισμοί,
- Έμφαση στη χρήση περιβαλλοντικά και κοινωνικά – βασισμένων ερευνών, καθώς και μακροπρόθεσμων προγραμμάτων, ώστε να εντοπίζονται και να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις,
- Προσπάθεια για τη μεγιστοποίηση του οικονομικού οφέλους για την φιλοξενούσα χώρα, τοπικές επιχειρήσεις και κοινότητες,
- Προσπάθεια εξασφάλισης ότι η τουριστική ανάπτυξη δεν ξεπερνά τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά όρια της αποδεκτής αλλαγής,

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Δημιουργία εγκαταστάσεων που συνάδουν με το περιβάλλον και αναμιγνύονται αρμονικά με το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον.

10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Καθώς τα Γεωπάρκα θα πρέπει να προωθούν την ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον και να αυξάνουν τη γνώση και τη κατανόηση των γεωλογικών διεργασιών, των γεωλογικών κινδύνων, της κλιματικής αλλαγής, της αναγκαιότητας για βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων της Γης, της εξέλιξης της ζωής και της χειραφέτησης των αυτόχθονων κοινοτήτων και λαμβάνοντας υπόψιν πως οι περισσότερες θέσεις ενδιαφέροντος είναι προσβάσιμες ακολουθεί μια λίστα προτάσεων προκείμενου να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω.

1. Στο Μουσείο των Καλλινδοίων μπορούν να δημιουργηθούν εκπαιδευτικά προγράμματα σύμφωνα με τα οποία
 - θα μαθαίνει ο επισκέπτης τη σημασία των απολιθωμάτων για την κατανόηση της γεωλογικής ιστορίας μέσω επίσκεψων στις κοντινές απολιθωματοφόρες θέσεις,
 - θα διδάσκει την ιστορική σημασία της περιοχής μέσω επίσκεψης στον αρχαιολογικό χώρο που βρίσκεται σε μικρή απόσταση.
 - θα ενθαρρύνει την οικολογική συνείδηση με επίσκεψη στα Χιλιόδενδρα και ανάδειξη της σημασίας τους
2. Στα γνωστά σεισμικά ρήγματα και στις παλαιοσεισμικές τομές, που θα διατηρηθούν, επαναχαραχθούν και συντηρηθούν, θα μπορούσε να γίνει ανάδειξη του σεισμικού κινδύνου της σεισμογενούς περιοχής, με τις ιδιαιτερότητες της, αλλά και της Ελλάδας γενικότερα. Ταυτόχρονα μπορεί να πραγματοποιηθεί πλήρης ενημέρωση για το πως μπορούμε να προετοιμαστούμε για έναν σεισμό αλλά και ποια πρέπει να είναι η αντίδρασή μας τόσο κατά τη διάρκεια ενός σεισμού όσο και μετά. Καθότι η πρόβλεψη ενός σεισμικού γεγονότος δεν είναι εφικτή, η σωστή ενημέρωση θα μπορούσε να αποβεί σωτήρια σε πολλές περιπτώσεις. Έπειτα επίσκεψη σε πληγείσα από πλημμύρα περιοχή ώστε να γίνει ενημέρωση για την αντιμετώπιση πλημμυρικών φαινομένων.
3. Καθώς η ιαματική ιατρική εφαρμόζεται από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα μπορεί να γίνει ανάδειξη και περεταίρω αξιοποίηση της λουτροθεραπείας. Τα λουτρά Λαγκαδά και Απολλωνίας μπορούν να αναβαθμίσουν τις εγκαταστάσεις τους και τις υπηρεσίες τους

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

προκειμένου να προσελκύσουν περισσότερους επισκέπτες και ταυτόχρονα να γίνει ανάδειξη της γεωθερμικής ενέργειας, ενός ανανεώσιμου φυσικού πόρου και επίσκεψη στο πάρκο της Νυμφόπετρας που η δημιουργία του οφείλεται στη γεωθερμία της περιοχής.

4. Οικοτουριστικές διαδρομές για την ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος ως εναλλακτικού τουρισμού. Φυσικά οι διαδρομές αυτές δεν αφορούν μία μόνο περιοχή αφού μπορούν να πραγματοποιηθούν πχ στην Απολλωνία με επίσκεψη στον πλάτανο της Απολλωνίας και το βήμα του Αποστόλου Παύλου και περίπατο στο παραλίμνιο δάσος, είτε στο φαράγγι της Σκάλας που έχει πλούσιο φυσικό τοπίο.
5. Επίσκεψη στη λίμνη Κορώνεια και ανάδειξη των προβλημάτων της λειψυδρίας και της υπεράντλησης, ενημέρωση για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση:

- Ambraseys, N. (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900*. Cambridge University Press.
- Angelier, J. (1979). Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. *Tectonophysics*, 56(3-4), T17-T26.
- Borsi, S., Ferrara, G. and Mercier, J. (1965). Determination de l'age des series metamorphiques du Massif Serbo-Macedonien au Nord Est de Thessalonique (Grece) par les methodes Rb/Sr et K/Ar, *Ann. Soc. Geol. Nord*, 84, 223-225.
- Caputo, R., Chatzipetros, A., Pavlides, S., & Sboras, S. (2013). The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS): state-of-the-art for northern Greece. *Annals of Geophysics*, 55(5).
- Chatzipetros A. (1994). Preliminary study of paleoseismicity of the southern Langada-Volvi basin margin fault zone, Thessaloniki, Greece, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 30, 1, 401-407.
- Chatzipetros A. and Pavlides S. (1994). Late Quaternary fault scarps and paleoseismology of the active basin of Mygdonia, Thessaloniki seismogenic area, northern Greece, *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 94-568, 35-37.
- Chatzipetros, A.A. and Pavlides S.B. (1998). A quantitative morphotectonic approach to the study of active faults; Mygdonia basin, northern Greece, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 32, 1, 155-164.
- Chatzipetros A. and Pavlides S. (2010). Liquefaction susceptibility map of Greece, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, XLIII (3), 1383-1392.
- Chatzipetros A. (1994). Preliminary study of paleoseismicity of the southern Langada-Volvi basin margin fault zone, Thessaloniki, Greece, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 30, 1, 401-407.
- Cheng S., Z. Fang, S. Pavlides and A. Chatzipetros (1994). Preliminary study of Palaeoseismicity of the southern Langada-Volvi basin margin fault zone, Thessaloniki Greece, in 7th Congr. Geol. Soc. Gr. Thess. May 1994, abstract 46-47
- Cheng S., Fang Z., Pavlides S. and Chatzipetros S., Zouros N. and Mountrakis D. (1996). Active fault features and palaeoseismology

- Thessaloniki 1978 ($M_s = 6.5$) and Kozani-Grevena ($M_s = 6.6$) earthquakes, Greece, 30th International Geological Congress, Beijing, China, 4-14 August 1996, 3, 158
- Fassoulas, C., and Zouros, N. (2010). Evaluating the influence of Greek geoparks to the local communities, Bulletin of the Geological Society of Greece, Proceedings of the 12th International Congress, XLIII, No 2, 896 – 906.
- Fytikas, M.D. and N.P. Kolios (1979). Preliminary heat flow map of Greece, in Terrestrial heat flow in Europe, Čermak, V. and L. Rybach (Editors), Springer, Berlin, Heidelberg, 197-205
- Gautier, P., Brun, J. P., Moriceau, R., Sokoutis, D., Martinod, J., & Jolivet, L. (1999). Timing, kinematics and cause of Aegean extension: a scenario based on a comparison with simple analogue experiments. Tectonophysics, 315(1-4), 31-72.
- Gurk, M., Savvaidis, A.S. and Bastani, M. (2007). Tufa Deposits in the Mygdonian Basin (Northern Greece) studied with RMT/CSTAMT, VLF & Self-Potential, Kolloquium Elektromagnetische Tiefenforschung, Hotel Maxicky, Decin, Czech Republic, October 1-5, 231-238.
- Hancock, P. L., R. M. L. Chalmes, E. Altunel and Z. Cakir, (1999). Travertines in active fault studies, Journal of Structural Geology, 21, 903-916.
- Harre, W., Kockel, F., Kreuzer, H., Lenz, H., Muller, P. and Walther, H.W. (1968). Uber rejuvenationen im Serbo-mazedonischen Massiv (Deutungs- und radiometrische Altersbestimmungen), 23. Intern. Geol. Congr., 6, 223-236.
- Hatzfeld, D. (1999). The present-day tectonics of the Aegean as deduced from seismicity. Geological Society, London, Special Publications, 156(1), 415-426.
- Himmerkus, F., Reischmann, T., & Kostopoulos, D. (2009). Serbo-Macedonian revisited: a Silurian basement terrane from northern Gondwana in the Internal Hellenides, Greece. Tectonophysics, 473(1-2), 20-35.
- Kilias, A., Falalakis, G., & Mountrakis, D. (1999). Cretaceous–Tertiary structures and kinematics of the Serbo-macedonian metamorphic rocks and their relation to the exhumation of the Hellenic hinterland (Macedonia, Greece). International Journal of Earth Sciences, 88(3), 513-531.

- Kiratzi, A., & Louvari, E. (2003). Focal mechanisms of shallow earthquakes in the Aegean Sea and the surrounding lands determined by waveform modelling: a new database. *Journal of Geodynamics*, 36(1-2), 251-274.
- Kissel, C., & Laj, C. (1988). The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction. *Tectonophysics*, 146(1-4), 183-201.
- Kockel F., Mollat H., & Walter H.W. (1971). Geologie des Serbo-Mazedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriechenland). *Geol. Jb.* 89: 529-551.
- Kockel, F. & Mollat, H. (1977). Erläuterung zur Geologischen Karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1:100.000.
- Kondopoulou, D. (2000). Palaeomagnetism in Greece: Cenozoic and Mesozoic components and their geodynamic implications. *Tectonophysics*, 326(1-2), 131-151.
- Konidaris, G. E., Turloukis, V., Kostopoulos, D. S., Thompson, N., Giusti, D., Michailidis, D., ... & Harvati, K. (2015). Two new vertebrate localities from the early Pleistocene of Mygdonia Basin (Macedonia, Greece): preliminary results. *Comptes Rendus Palevol*, 14(5), 353-362.
- Kostopoulos, D. S., & Koufos, G. D. (1994). The Plio-Pleistocene artiodactyls of Macedonia (Northern Greece) and their biostratigraphic significance; preliminary report. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*, 318(9), 1267-1272.
- Koufos, G. D. (1986a). The presence of *Gazellaborbonica* (Mammalia, Bovidae) in the Villafranchian (Villanyian) of Macedonia (Greece) and its significance to the stratigraphic distribution of the species. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Monatshefte*, 541-554.
- Koufos, G. D. (1986b). The presence of *Sus strozzii* in the Villafranchian (Villanyian) of Macedonia (Greece). *Paläontologische Zeitschrift*, 60(3-4), 341-351.
- Koufos, G. D. (1987). *Canis arvensis* DEL CAMPANA, 1913, from the Villafranchian. *Paleontologia e Evolucio*, 21, 3-10.
- Koufos, G. (1992). The Pleistocene carnivores of the Mygdonia basin (Macedonia, Greece). In *Annales de Paléontologie* (No. RefW-15-14475). Aristotle University of Thessaloniki.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Koufos, G. D. (1993). Lower Pleistocene equids from Mygdonia basin (Macedonia, Greece). *Palaeontologia Italica*, 79 : 167-199.
- Koufos, G., Kostopoulos, D., Koliadimou, K., & Syridis, G. (1992). *Apollonia, a New Vertebrate Site in the Pleistocene of the Mygdonia Basin (Macedonia, Greece)-the 1st Fossil Fresh-Water Mollusks in the Area* (No. RefW-15-13514). Aristotle University of Thessaloniki.
- Koufos, G. D., & Melentis, J. (1983). New data from the Villafranchian mammal locality of Gerakarou (Macedonia, Greece). *Proceedings of the Academy of Athens*, 58, 181-185.
- Koufos, G. D., Syrides, G. E., Kostopoulos, D. S., & Koliadimou, K. K. (1995). Preliminary results about the stratigraphy and the palaeoenvironment of Mygdonia Basin, Macedonia, Greece. *Geobios*, 28, 243-249.
- Koufos, G., Syrides, G. & Koliadimou, K. (1989). A new Pleistocene mammal locality from Macedonia (Greece). Contribution to the study of Villafranchian (Villanyan) in Central Macedonia. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 23 : 113-124.
- Koufos, G. D., Vassiliadou, K. V., Koliadimou, K. K., & Syrides, G. E. (2001). Early Pleistocene small mammals from Marathoussa, a new locality in the Mygdonia basin, Macedonia, Greece. *Deinsea*, 8(1), 49-102.
- Le Pichon, X., & Angelier, J. (1979). The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. *Tectonophysics*, 60(1-2), 1-42.
- Lyberis, N. (1984). Géodynamique du domaine égéen depuis le Miocène supérieur, *Thèse d'état*, Univ. Paris VI, 1 - 367.
- Mercier, J.-L. (1981). Extensional-compressional tectonics associated with the Aegean Arc: comparison with the Andean Cordillera of South Peru-North Bolivia, *Phil. Trans. R. Soc. London*, A300, 337-355.
- Mercier, J.-L., D. Sorel, P. Vergely and K. Simeakis (1989). Extensional tectonic regimes in the Aegean basins during the Cenozoic, *Basin Res.*, 2(1), 49-71
- Mercier J. L., E. Carey, C. Simeakis, D. Foundoulis, N. Mouyaris, I. Roundoyannis and C. Angelidhis (1983). Etude des failles neotectoniques et sismiques de la région centrale des séismes (Mai - Juin 1978) de Thessalonique (Grèce), *in*: The Thessaloniki northern Greece, earthquake of June 20, 1978 and its seismic

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- sequence, Papazachos B. C. and Carydis P.G., eds., *Technical Chamber of Greece, Section of central Macedonia*, Thessaloniki.
- Mercier, J. L., D. Sorel and K. Simeakis (1987). Changes in the state of stress in the overriding plate of a subduction zone: the Aegean Arc from the Pliocene to the present, *Annales Tectonicae*, 1, 20- 39.
- Michard, A., Feinberg, H., & Montigny, R. (1998). Supra-ophiolitic formations from the Thessaloniki nappe and associated magmatism: an intra-oceanic subduction predates the Vardar obduction. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 327, 493-499.
- Mountrakis, D., Psilovikos, A., Papazachos, B., (1983). The geotectonic regime of the Thessaloniki earthquakes. In: Papazachos, B. and Carydis, P. (Eds), *The Thessaloniki, Northern Greece, Earthquake of June 20, 1978 and its seismic sequence*, Technical Chamber of Greece. pp 11-27
- Mountrakis, D., Dimosthenis (2006). Tertiary and Quaternary tectonics of Greece. Special Paper of the Geological Society of America. (eds) Dilek, Y. and Pavlides, S. αρ.409 σ.125-136
- Papadopoulos, C. and Kiliass, A. (1985). Altersbeziehungen zwischen Metamorphose und Deformation im zentralen Teil des Serbomazedonischen Massivs (Vertiskos Gebirge, Nord-Griechenland), *Geologische Rundschau*, 74, 77-85.
- Papazachos, C.B. (1999). Seismological and GPS evidence for the Aegean-Anatolia interaction, *Geophys. Res. Lett.*, 26(17), 2653-2656.
- Papazachos, C.B. (2002). The active crustal deformation of the Aegean area inferred from seismicity and GPS data, 11th General Assembly of the Wegener Project, June 12-14, Athens, Proceedings.
- Papazachos, C. B., & Kiratzi, A. A. (1996). A detailed study of the active crustal deformation in the Aegean and surrounding area. *Tectonophysics*, 253(1-2), 129-153.
- Papazachos, B., Mountrakis, D., Psilovikos, A. & Leventakis, G. (1979a). Surface fault traces and fault plane solutions of May-June 1978 major shocks in the Thessaloniki area, Greece. *Tectonophysics* 53, 171-183.
- Papazachos, B.C., Mountrakis, D., Psilovikos, A. & G. Leventakis. (1979b). Focal properties of the 1978 earthquakes in the Thessaloniki area. *Bulgarian Geophys. J.*, 6, 72-80

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Papazachos K., Mountrakis D., Karagianni E., Tranos M., Vamvakaris D., Papazachos K. (2004). Stress-field and active tectonics in Northern Greece using seismological and neotectonic information. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. τόμ.36 αρ.1 σ.54
- Pavlides, S. and A. Kiliadis (1987). Neotectonic and active faults along the Serbomacedonian zone (SE Chalkidiki, N. Greece), *Ann. Tectonicae*, 1, 97- 104.
- Pavlides, S. and N. Soulakellis (1990). Multifractured seismogenic area of Thessaloniki 1978 earthquake (N. Greece), *in: Savascin and Eronat, Eds., IESCA-90 Proceedings*, 2, 64- 74.
- Pavlides, S., D. Mountrakis, A. Kiliadis and M. Tranos (1990). The role of strike-slip movements in the extensional area of Northern Aegean (Greece). A case of transtensional tectonics, *Annales Tectonicae*, 4, 196 - 211.
- Pavlides, S. (1993). Active faulting in multi-fractured seismogenic areas; examples from Greece. *Z. Geomorph. N. E.* 94: 57 – 72.
- Pavlides S. (1996) First palaeoseismological results from Greece, *Annali de geofisica*, vol. XXXIX N.3, May 1996
- Pavlides, S., Caputo, R., Sboras, R., Chatzipetros, A., Papathanasiou, G. and Valkaniotis, S. (2010). The Greek catalogue of active faults and database of seismogenic sources. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, Proceedings of the 12th International Congress, XLIII, No 1, 486 – 494.
- Psilovikos, A. & Sotiriadis, L. (1983). The neotectonic graben complex of the Serbomacedonian massif at the area of Promygdonia Basin in northern Greece. *Claust. Geol. Abh.*, 44: 22-52.
- Sakellariou-Mane, H., Psilovikos, A., & Koufos, G. D. (1979). Contribution to the study of Villafranchian in N. Chalkidiki-*Scientific Annals of the Faculty of Physics and Mathematics, Aristotelian University of Thessaloniki*, 19, 279-296.
- Sboras, S., and R. Caputo (2010). Possible occurrence of low-angle normal faults in central and northern Greece, 29 Convegno Nazionale di GNGTS, 26-28 October 2009, Prato, Italy, Extended Abstracts, 126-128.
- Sboras, S., Pavlides, S., Caputo, R., Chatzipetros, A., Michailidou, A., Valkaniotis, S., Papathanasiou, G. (2011). Improving the resolution of seismic hazard estimates

- for critical facilities: the database of the Greek crustal seismogenic sources in the frame of the share project, GNGTS, Sessione 2.1, 232 – 235.
- Sboras, S., Chatzipetros, A. and Pavlides, S. (2017). North Aegean Active Fault Pattern and the 24 May 2014, Mw 6.9 Earthquake. American Geophysical Union, 239 – 272.
- Sismanidis, K. (2003). Ναός αυτοκρατορικής λατρείας στα αρχαία Καλίνδουα. *To Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και Θράκη*, 17, 143-154.
- Sotiriadis, L., Psilovikos, A., Vavliakis, E., Syrides G., (1983). Some Tertiary and Quaternary Basins of Macedonia/Greece. Formation and Evolution. *Clausthaler Geologische Abhandlungen*.
- Tsoukala, E., & Chatzopoulou, K. (2005). A new Early Pleistocene (Latest Villafranchian) site with mammals in Kalamotó (Mygdonia Basin, Macedonia, Greece). Preliminary Report. *Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss*, 14, 213-233.
- Tranos, M., Kiliyas, A., & Mountrakis, D. (1999). Geometry and kinematics of the metamorphic Circum Rhodope Belt Thrust System (CRBTS), Northern Greece. *Bull. Geol. Soc. Gr.*, 33, 5-16.
- Tranos, M. D., Papadimitriou, E. E., & Kiliyas, A. A. (2003). Thessaloniki–Gerakarou Fault Zone (TGFZ): the western extension of the 1978 Thessaloniki earthquake fault (Northern Greece) and seismic hazard assessment. *Journal of Structural Geology*, 25(12), 2109-2123.
- Voidomatis, P., S. Pavlides and D. Kondopoulou (1987). Late Cenozoic geodynamics of northern Greece, *L'Ateneo Parmense*, 23, 163- 178.
- Zamanis, A.-Faugeres, L., Bonis De L., Fountoulis, D., Simcakis, C., Panayo-Tis, I., Dimitrakopoulos, R. & Mercier, J.L., 1980: Découverte d'une faune de Mammifères du Quaternaire ancien dans les formations du lac Langada (Macédoine centrale, Grèce). Implications néotectoniques.- C.R. Acad. Sci. Paris, D. 291 : 813-816.
- Zouros N, Pavlidis Spyridon, Soulakellis N, Chatzipetros Alexandros, Vasileiadou K, Valiakos I, Mpentana K (2011). Using Active Fault Studies for Raising Public Awareness and Sensitisation on Seismic Hazard: A Case Study from Lesvos Petrified Forest Geopark, NE Aegean Sea, Greece. *Geoheritage*. Springer-Verlag. τόμ.3 αρ.4 σ.317-327.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Ελληνική:

- Ασβεστά, Α. (1992). Ο μαγματισμός και η συνοδός του ιζηματογένεση κατά τα πρώτα στάδια ανοίγματος της ωκεάνιας λεκάνης του Αξιού στο Τριαδικό. (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. 439 σελ.
- Βαλιάκος, Χ. (2018). Γεωγραφία, Αξιολόγηση και Διαχείριση Γεωτόπων της Ελλάδας. Διδ. Διατρ., Παν. Αιγαίου, 787 σελ.
- Βασιλειάδης, Ν. (2015). Τα πολύ μεγάλα θηλαστικά της απολιθωματοφόρου θέσης στο Καλαμωτό και το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Νέων Καλινδοίων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας. Εργαστήριο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας).
- Δασκάλου, Μ. Γ. (2015). Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του ανατολικού περιθωρίου της Μυγδονίας λεκάνης στην περιοχή του Ρήχιου ποταμού. *Προ/Μεταπτυχιακές Διατριβές στη Βιβλιοθήκη Θεόφραστος του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ.*
- Δροσιάδης, Β. (2017) Πρόταση οικοτουριστικής ανάπτυξης στο εθνικό πάρκο των λιμνών Κορώνειας - Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών, Τμήμα μηχανικών χωροταξίας και ανάπτυξης ΑΠΘ
- Ηρόδοτος (Ιστορία (VII: Πολύμνια , 123.3).
- Θουκυδίδης Ιστορίαι.(1.58.2), (II,99).
- Κολιαδήμου, Κ. (1996). *Παλαιοντολογική και βιοστρωματογραφική μελέτη των απολιθωμένων μικροθηλαστικών της μυγδονίας λεκάνης* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας. Εργαστήριο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας).
- Κουτσινός Σ., Κολιός Ν., Αρβανίτης Α., Κουγκούλης Χ. (2006): Έρευνα και εντοπισμός γεωθερμικών πεδίων Βόλβης, Ν. Θεσσαλονίκης, Report, IGME.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Κωστόπουλος, Δ. (1996). *Τα αρτιοδάκτυλα του πλειο-πλειστοκαίνου της Μακεδονίας: Συστηματική-Παλαιοοικολογία-Βιοχρονολογία-Βιοστρωματογραφία* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας. Εργαστήριο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας).
- Μουντράκης, Δ. και συνεργάτες (1996α). «Ειδική έκδοση του νεοτεκτονικού χάρτη της Ελλάδας. Φύλλο Θεσσαλονίκη», κλίμακα 1:100.000, Ο.Α.Σ.Π.
- Μουντράκης, Δ. και συνεργάτες(1996β). «Ειδική έκδοση του νεοτεκτονικού χάρτη της Ελλάδας. Φύλλο Λαγκαδάς». κλίμακα 1:100.000, Ο.Α.Σ.Π.
- Μουντράκης Δ., Τρανός Μ., Θωμαΐδου Ε., Παπαζάχος Κ., Καραγιάννη Ε., Βαμβακάρης Δ. (2009). *Χάρτης των κύριων σεισμικών-ενεργών ρηγμάτων του Βόρειου Ελληνικού χώρου*
- Μουντράκης, Δ. (2010): Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. UniversityStudioPress, 374 σελ.
- Νικολαΐδου Μ (2009) Χρήση της τηλεπισκόπησης και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στη καταγραφή των πλημμυρών της ορεινής παριοχής νοτίως της λίμνης Βόλβης. Μια περιβαλλοντική προσέγγιση Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας.
- Μυλόπουλος, Γ., Μυλόπουλος, Ν., Τόλικας, Δ., Κολοκυθά, Ε., Μεντές, Α., (2001). Διερεύνηση των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης του βαθύτερου υδροφορέα της υπολεκάνης λίμνης Κορώνειας, Ν. Θεσσαλονίκης. Το Μαθηματικό μοντέλο προσομοίωσης – Σενάρια διαχείρισης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, ΑΠΘ.
- Παπαζάχος, Β. και Κ. Παπαζάχου (1989). Οι σεισμοί της Ελλάδας, *Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη*, 1-356.
- Παυλίδης, Σ. (2016). Γεωλογία των Σεισμών, UniversityStudio Press, 380 σελ.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

- Παυλίδης, Σ. και Χατζηπέτρος, Α. (2018). Γεωσύστημα «Γαία», Θεσσαλονίκη, LiberalBooks, 316 σελ.
- Σαπουντζής, Η. (1969). Πετρογραφία και γεωλογική τοποθέτησις των πράσινων γνευσίων της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ. 99 σελ.
- Σισμανίδης, Κ και Κακαμανούδης, Α. (2010). Καλίνδοια 2010. Η συνέχεια της έρευνας του Συγκροτήματος του Σεβαστείου και τα νέα ευρήματα πλαστικής, Το αρχαιολογικό έργο στη Μακεδονία και στη Θράκη, 389 – 397.
- Τραγανός Γ. (1982): Πρόδρομη Έκθεση επί της γεωθερμικής έρευνας της λεκάνης Μυγδονίας, ΙΓΜΕ, 1982.
- Τραγανός Γ. (1987): Πρώτη φάση της γεωθερμικής έρευνας για την επιβεβαίωση του γεωθερμικού ενδιαφέροντος των περιοχών Λαγκαδά-Βόλβης στη λεκάνη Μυγδονίας, ΙΓΜΕ, 1987.
- Τραγανός Γ., Μπίμπου Α. (1992): Η παρούσα κατάσταση και οι προοπτικές έρευνας στη λεκάνη Θεσσαλονίκης, Τεχνικά Χρονικά, 1992.
- Τρανός, Μ.Δ. (1998). Συμβολή στη μελέτη της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης στο χώρο του Βορείου Αιγαίου και της Κεντρικής Μακεδονίας. Διδακτ. Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Τσιραμπίδης, Α. (2008). Ιζηματογενή Πετρώματα. εκδ. Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- Φασουλάς, Χ. «Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης», του Χ. Φασούλα, Η έκδοση του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, το 2000. «ΑΤΛΑΝΤΑΣ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ», έκδοση του Υπουργείου Αιγαίου, 2002. Συνεργάστηκαν τα Πανεπιστήμια Αιγαίου, Αθηνών, Θεσσαλονίκης με συντονιστή το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους της Λέσβου
- Χατζηδημητριάδης, Ε., Εξιζόγλου, Ε., & Θεοδωρίκας, Δ. (1995). Επαναπροσδιορισμός του γεωτεκτονικού ορίου μεταξύ των ζωνών Αξιού, της αυτόχθονης σειράς της Σβούλας και της Σερβομακεδονικής μάζας στη Βόρεια Ελλάδα. Annal. Geol. PaysHellen., 36, 771-782.

Γεωποικιλότητα και Σεισμοτεκτονική Μελέτη της Μυγδονίας Λεκάνης

Χατζηπέτρος, Α. (1998). Παλαιοσεισμολογική-Μορφοτεκτονική μελέτη και μηχανική συμπεριφορά των συστημάτων ενεργών διαρρήξεων Μυγδονίας, ανατολικής Χαλκιδικής, Κοζάνης – Γρεβενών. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ. 354σελ.

Χατζητρύφωνος, Ε. (1986). Οθωμανικό λουτρό στην Απολλωνία της Βόλβης. Μακεδονικά, Τόμ. 26: Αφιερούται εις την μνήμην Χρίστου Ευαγγ. Λαμπρινού, Αθανασίου Ιω. Κωνσταντινίδου, 42 σελ.

Ψιλοβίκος, Α. (1977). Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά-Βόλβη). Διδ. Διατρ., Α.Π.Θ. 156 σελ.

Διαδικτυακές πηγές:

Ιστοσελίδα Επαρχίας Λαγκαδά <http://lagadas.net>

ΠΓΜΕ: Διαδραστικοί Χάρτες Γεωτόπων, Γεωδιαδρομών, Γεωπάρκων στην Ελλάδα

Κάστρα της Ελλάδας <https://www.kastra.eu>

Ξενάγηση στην Ελληνική φύση <http://www.oikoxenagos.gr/>

Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού <http://odysseus.culture.gr>

Σύνδεσμος Δήμων Ιαματικών Πηγών Ελλάδας

<https://www.thermalsprings.gr/index.php/el/kentrikis-makedonias/43-nea-apollonia>

Περιοχές Νατούρα της Ελλάδας <https://www.geogreece.gr/natura.php>

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

Parallaxi Magazine <https://parallaximag.gr/taxidi/ellada-taxidi/katavasi-sti-drakotripa>

<http://history-of-macedonia.com/2011/04/19/mygdonia-mygdones/>