



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



ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΛΕΟΝΤΙΑΔΟΥ

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕΡΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2024





ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΛΕΟΝΤΙΑΔΟΥ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5859

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕΡΡΩΝ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέα Τεκτονική, Ιστορικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Επιβλέπων

Κακλής Τριαντάφυλλος ΕΔΙΠ



© Αγγελική Λεοντιάδου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΣΙΝΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕΡΡΩΝ– Διπλωματική Εργασία

© Angeliki Leontiadou, School of Geology, Dept. of Structural, Historical & Applied Geology, 2023

All rights reserved.

WATER SUPPLY CONDITIONS OF THE MUNICIPALITY OF SINTIKI
REGIONAL UNIT OF SERRES

– Bachelor Thesis

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

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



Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εστιάζει την μελέτη της για την περιοχή του Δήμου Σιντικής, ο οποίος αποτελεί έναν από τους επτά δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Σερρών στην Κεντρική Μακεδονία. Βρίσκεται στο βορειότερο τμήμα του Νομού και συνορεύει με την Βουλγαρία και τη Βόρεια Μακεδονία.

Η μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής καθώς και η ανάλυση των συνθηκών ύδρευσης αποτελούν τον κύριο σκοπό της παρούσας εργασίας. Μέσω των πληροφοριών που συλλέχτηκαν από τις γεωτρήσεις των οικισμών της περιοχής μελέτης, ο συνολικός αριθμός των οποίων είναι δεκαέξι (16), σχεδιάστηκαν γεωλογικές τομές για την βαθύτερη κατανόηση του γεωλογικού υποβάθρου. Παράλληλα, προκειμένου να επιτευχθεί αυτή η κατηγοριοποίηση, συγκεντρώθηκαν στοιχεία για την γεωτεκτονική εξέλιξη της γεωγραφικής έκτασης τα οποία αφορούν τους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα πετρώματα της αλλά και μετεωρολογικά και κλιματικά δεδομένα από το έτος 2015 έως το 2022 με τις μετρήσεις του Μετεωρολογικού Σταθμού Κερκίνης, τα οποία εξετάστηκαν και αναλύθηκαν.

Επιπρόσθετα, η χρήση πληροφοριών απογραφής για τα τελευταία σαράντα (40) έτη, από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, συνέβαλε στην πρόβλεψη μέσω υπολογισμών, τόσο για τους μελλοντικούς πληθυσμούς του Δήμου Σιντικής για τα έτη 2040 και 2050, όσο και για τις υδατικές ανάγκες και τις καταναλώσεις των κατοίκων σε καθημερινή και ετήσια βάση ενισχύοντας την εν λόγω εργασία.

Τέλος, τονίζονται τα κυριότερα συμπεράσματα από την επεξεργασία των δεδομένων της περιοχής μελέτης και περιλαμβάνουν την συσχέτιση της γεωλογίας με τους υδατικούς πόρους.



Abstract

The senior thesis project focuses on the area of the municipality of Sintiki, one of the seven municipalities in the administrative district of Serres in Central Macedonia. It is located in the northernmost part of the district and borders Bulgaria and North Macedonia.

The study of the hydrogeologic conditions of the area as well as the analysis of the conditions of the area's water supply comprise the main goals of this project.

Through the information collected from the boreholes of the settlements of the study area, the total number of which is sixteen (16), geological sections were designed for a deeper understanding of the geological background. At the same time, in order to achieve this categorization, data on the geotectonic evolution of the geographical area concerning its geological formations and rocks were collected, as well as meteorological and climatic data from the year 2015 to 2022 with the measurements of the Kerkini Meteorological Station, which were examined and analyzed.

In addition, the use of census information for the last forty (40) years, from the Hellenic Statistical Service, contributed to the prediction through calculations, both of the future populations of the Municipality of Sintiki for the years 2040 and 2050, as well as of the water needs and consumption of the inhabitants on a daily and annual basis enhancing this work.

Finally, the main conclusions from the data processing of the study area are highlighted and include the correlation between geology and water resources.



Πίνακας Περιεχομένων

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	6
Πρόλογος.....	11
Εισαγωγή.....	12
1.Γεωγραφικά - Γεωμορφολογικά Στοιχεία.....	13
1.1 Πληθυσμιακά στοιχεία	14
1.2 Γεωγραφία – Μορφολογία.....	16
1.3 Χρήσεις Γης	17
2. Γεωλογία περιοχής μελέτης.....	18
2.1 Σερβομακεδονική Μάζα.....	19
2.1.1 Συνθήκες μεταμόρφωσης της Σερβομακεδονικής Μάζας.....	21
2.1.2. Γεωτεκτονική εξέλιξη.....	22
2.2 Μάζα Ροδόπης.....	23
2.2.1 Μαγματισμός.....	26
2.2.2. Συνθήκες μεταμόρφωσης.....	26
2.2.3. Τεκτοορογενετική εξέλιξη.....	27
3.Υδρογεωλογικές συνθήκες περιοχής έρευνας.....	31
3.1 Τεχνητή Λίμνη Κερκίνη	33
3.2 Υπόγεια Υδατικά Συστήματα της περιοχής μελέτης	35
4.Μετεωρολογικά στοιχεία περιοχής μελέτης	37
5.ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Δ ΣΙΝΤΙΚΗΣ.....	47
5.1 Περιοχή Άγκιστρο	48
5.2 Περιοχή Ανατολή	49
5.3. Περιοχή Αχλαδοχωρίου.....	50
5.4 Περιοχή Βυρώνειας και Γονίμου - Μεγαλοχωρίου.....	53
5.5 Περιοχή Θεοδώρειο.....	56
5.6 Περιοχή Θρακικό	57
5.7 Περιοχή Κερκίνη	58
5.8 Περιοχή Λιβάδια	59
5.9 Περιοχή Μοναστηράκι	60
5.10 Περιοχή Πετρίτσι.....	61
5.11. Περιοχή Ροδόπολη.....	62
5.12. Περιοχή Σιδηρόκαστρο.....	63

5.13. Περιοχή Σιδηροχώρι.....	64
5.14. Περιοχή Χορτερό	65
5.15 Λιθολογική Συσχέτιση Γεωτρήσεων	66
6. Πληθυσμός και Υδατικές Ανάγκες.....	70
6.1. Γραμμική Μέθοδος.....	70
6.2. Γεωμετρική Μέθοδος	71
6.3 Εκτίμηση Υδρευτικών αναγκών	72
7. Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	73
8. Βιβλιογραφία.....	74

Πίνακας Περιεχομένων Γραφημάτων

Γράφημα 1: Πληθυσμός Δήμου Σιντικής ανά δεκαετία.....	15
Γράφημα 2: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2015	38
Γράφημα 3: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2016	39
Γράφημα 4: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2017	40
Γράφημα 5: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2018	41
Γράφημα 6: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2019	42
Γράφημα 7: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2020	43
Γράφημα 8: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2022	45
Γράφημα 9: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για τα έτη 2015-2022.....	46

Πίνακας Περιεχομένων Σχημάτων

Σχήμα 1: Όρια της περιοχής μελέτης.....	13
Σχήμα 2: Χάρτης κατανομής υψομέτρων του Δήμου Σιντικής.....	16
Σχήμα 3: Χάρτης ανάγλυφων Δήμου Σιντικής	17
Σχήμα 4: Χρήσεις Γης της Περιοχής Μελέτης (Πηγή: Copernicus	17
Σχήμα 5: Γεωτεκτονικό σχήμα με τις Ελληνίδες Ζώνες (Κατά Moutrakis et al. 1983)	18
Σχήμα 6: Τεκτονικό σκαρίφημα Σερβομακεδονικής Μάζας 1: μεταλλικά ιζήματα της κοιλιάδας του Στρυμόνα, 2: ενότητα του Βερτίσκου, 3: ενότητα των Κερδυλλίων, 4: μάζα της Ροδόπης, 5: Περιφοδοτική ζώνη, 6: ανατολικό όριο της Σερβομακεδονικής (Γραμμή Στρυμόνα), 7: δυτικό όριο της Σερβομακεδονικής	19
Σχήμα 7: Χάρτης Σερβομακεδονικής Μάζας με τις Ενότητες Βερτίσκου και Κερδυλλίου	21

Σχήμα 8: Σκαρίφημα ευρύτερου χώρου της μάζας Ροδόπης με τις κυριότερες πλουτωνικές και ηφαιστειακές εμφανίσεις μαζί με τις αντίστοιχες ηλικίες των ραδιοχρονολογήσεων

(Eleftheriadis & Lippolt, 1984, Vlachou et al., 2006)..... 23

Σχήμα 9: Τεκτονικό σκαρίφημα της μάζας Ροδόπης με τις δύο Ενότητες..... 24

Σχήμα 10: Τεκτονική θέση και λιθοστρωματογραφική διαδοχή των δύο Ενοτήτων 25

Σχήμα 11: Σχηματική τομή Ροδόπης με την εφελκυστική παραμόρφωση (Kilias & Moutrakis, 1998) 27

Σχήμα 12: Γεωλογικός Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας
(Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) 28

Σχήμα 13: Υπόμνημα γεωλογικού χάρτη σχήματος 12 29

Σχήμα 14: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας και Λεκανών Απορροής
Ποταμών 31

Σχήμα 15: Υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής μελέτης 32

Σχήμα 16: Το φράγμα Λιθοτόπου στην έξοδο της Λίμνης Κερκίνης 33

Σχήμα 17: Φωτογραφία της Λίμνης Κερκίνης με το Όρος Μπέλλες 34

Σχήμα 18: Σχηματική απεικόνιση του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος Σερρών (χρώμα
γαλάζιο) εντός των ορίων της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα (χρώμα κόκκινο).
..... 35

Σχήμα 19: Σχηματική απεικόνιση του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος Αγκίστρου (χρώμα
ιώδες) εντός των ορίων υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα (χρώμα κόκκινο) 36

Σχήμα 20: Μετεωρολογικός Σταθμός Κερκίνης στον Λιθότοπο 37

Σχήμα 21: Θέσεις γεωτρήσεων περιοχής μελέτης 47

Σχήμα 22: Θέση Γεώτρησης Αγκίστρου..... 48

Σχήμα 23: Άγκιστρο 48

Σχήμα 24: Θέση Γεώτρησης Ανατολής..... 49

Σχήμα 25: Ανατολή 49

Σχήμα 26: Αχλαδοχώρι Βενιζέλου 50

Σχήμα 27: Αχλαδοχώρι Μουσχάς..... 51

Σχήμα 28: Θέση Γεωτρήσεων Αχλαδοχώρι Βενιζέλου και Αχλαδοχώρι Μουσχάς..... 52

Σχήμα 29: Βυρώνεια..... 53

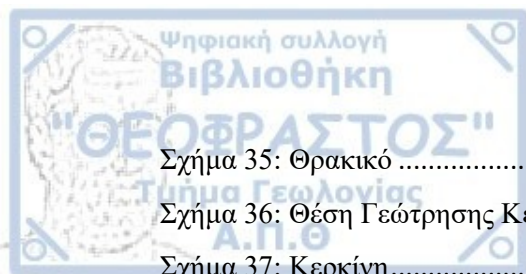
Σχήμα 30: Γόνιμο - Μεγαλοχώρι..... 54

Σχήμα 31: Θέση Γεωτρήσεων Βυρώνειας και Γονίμου – Μεγαλοχωρίου 55

Σχήμα 32: Θέση Γεώτρησης Θεοδώρειο 56

Σχήμα 33: Θεοδώρειο..... 56

Σχήμα 34: Θέση Γεώτρησης Θρακικό 57



Σχήμα 35: Θρακικό	57
Σχήμα 36: Θέση Γεώτρησης Κερκίνης.....	58
Σχήμα 37: Κερκίνη.....	58
Σχήμα 38: Θέση Γεώτρησης Λιβάδια.....	59
Σχήμα 39: Λιβάδια	59
Σχήμα 40: Θέση Γεώτρησης Μοναστηράκι.....	60
Σχήμα 41: Μοναστηράκι	60
Σχήμα 42: Θέση Γεώτρησης Πετρίτσι.....	61
Σχήμα 43: Νέο Πετρίτσι.....	61
Σχήμα 44: Ροδόπολη	62
Σχήμα 45: Θέση Γεώτρησης Σιδηρόκαστρο	63
Σχήμα 46: Σιδηρόκαστρο	63
Σχήμα 47: Θέση Γεώτρησης Σιδηροχώρι	64
Σχήμα 48: Σιδηροχώρι.....	64
Σχήμα 49: Χορτερό	65
Σχήμα 50: Ταξινόμηση γεωτρήσεων των τομών	67

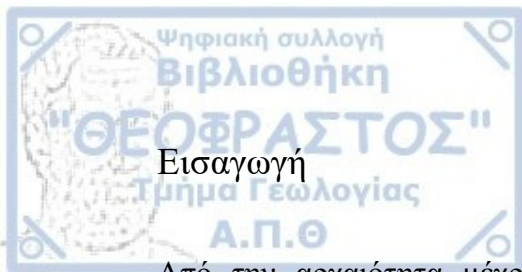


Πρόλογος

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε με τη βοήθεια του κ. Τριαντάφυλλου Κακλή (ΕΔΙΠ) του Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ο οποίος, γνωρίζοντας πως μεγάλωσα στις Σέρρες, πρότεινε το συγκεκριμένο θέμα πτυχιακής. Η καθοδήγηση του και η συμβολή του για την συγκέντρωση πληροφοριών καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία εστιάζει στην μελέτη των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Σιντικής, της Περιφερειακή Ενότητας Σερρών. Η μελέτη δίνει μια εκτίμηση των υδάτινων αναγκών των μόνιμων κατοίκων του Δήμου αναγνωρίζοντας τον ρόλο της γεωλογίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Γεωλόγο Κωνσταντίνο Τσουτσούρα της ΔΕΥΑ Σιντικής, ο οποίος αφιέρωσε χρόνο για να βεβαιωθεί πως έχω λάβει τις κατάλληλες πληροφορίες και τομές γεωτρήσεων ώστε να πραγματοποιηθεί η μελέτη στην περιοχή.



Εισαγωγή

Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, ο άνθρωπος και οι μικρές κοινωνίες που αναπτύσσονταν εστίαζαν σε έναν βασικό παράγοντα επιβίωσης: το πόσιμο νερό. Η αναζήτηση του πολλές φορές επηρέαζε την γεωγραφία των πόλεων που σχηματίζονταν, διότι έπρεπε να εξασφαλίσουν την πρόσβασή τους σε αυτό και την διανομή του στους κατοίκους.

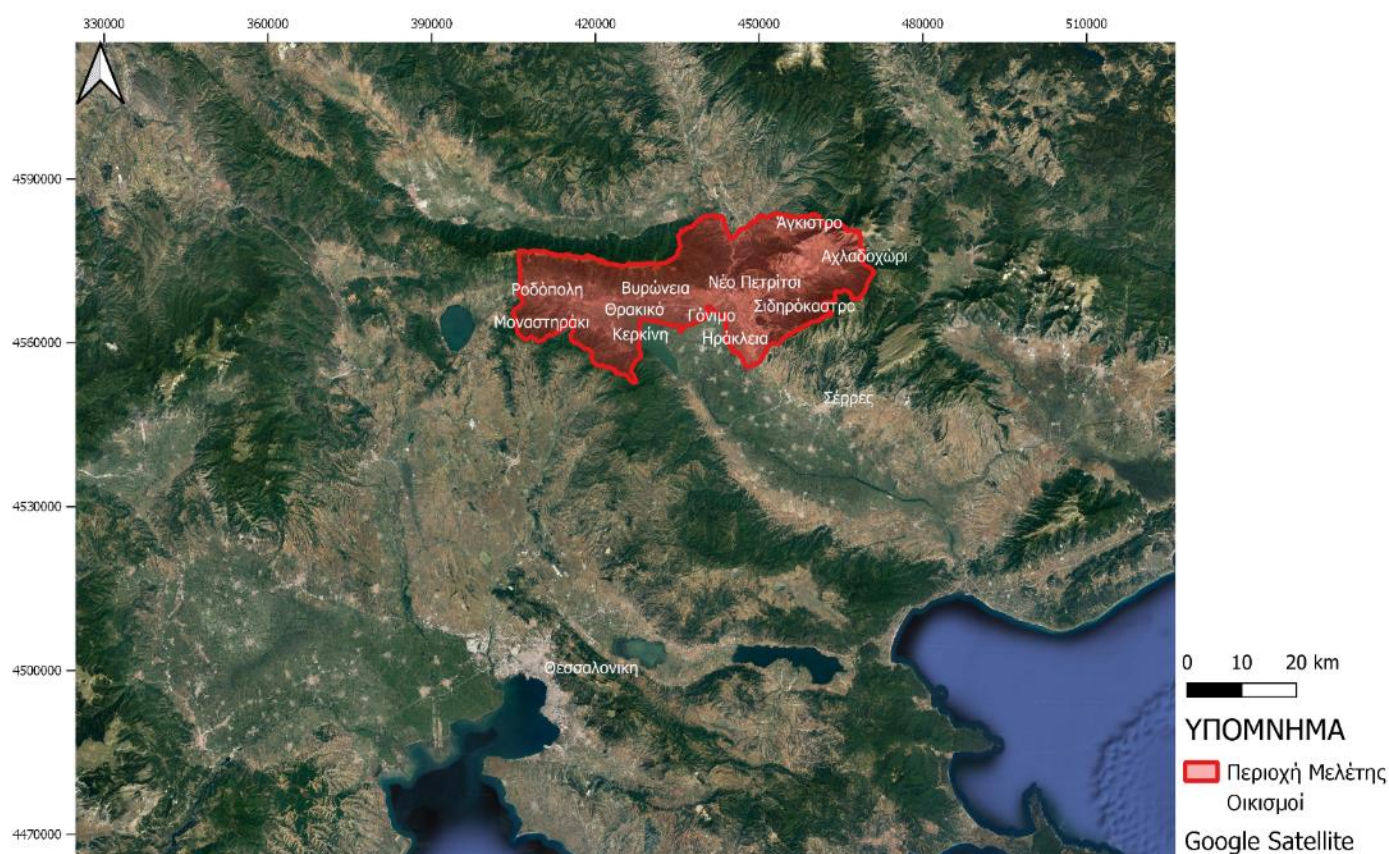
Στη σύγχρονη εποχή, η εξέλιξη της τεχνολογίας και κατ' επέκταση του συστήματος ύδρευσης αλλά και άρδευσης, εξυπηρετούν καθημερινά τις ανάγκες των ανθρώπων. Το νερό διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στην υγεία και ευημερία όσο και σε άλλους τομείς όπως είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία. Συνεπώς, οι ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και η βιοποριστική ανάγκη των ανθρώπων απαιτούν βασικές υποδομές με τη συνεχή συντήρησή τους.

Η μελέτη αυτή, αποτελεί ένα εγχείρημα για την κατανόηση της ύδρευσης τόσο σε επιστημονικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο για την περιοχή του Δήμου Σιντικής. Πρόκειται για μία περιοχή ενεργά καλλιεργήσιμη και με σημαντικό αριθμό βασικού πληθυσμού. Επομένως, οι ανάγκες κρίνονται θεμιτά αυξημένες, γεγονός που κέντρισε το ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα.

Μέσω των γεωτρήσεων ύδρευσης και των παροχών νερού σε συνδυασμό με την γεωλογική εικόνα που σχηματίστηκε από την σχεδίαση των λιθολογικών τομών υπολογίζονται οι υδατικές ανάγκες για την μελλοντική χρήση στην περιοχή μελέτης.

1. Γεωγραφικά - Γεωμορφολογικά Στοιχεία

Ο Δήμος Σιντικής βρίσκεται στην Περιφερειακή Ενότητα Σερρών της Περιφέρειας της Κεντρικής Μακεδονίας (όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1). Συνορεύει κυρίως με την Βουλγαρία ενώ ένα μικρό τμήμα του με την Βόρεια Μακεδονία. Σύμφωνα με την Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης-Πρόγραμμα Καλλικράτη, από την 1^η Ιανουαρίου 2011, πραγματοποιήθηκε συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Κερκίνης, Πετριτίου και Σιδηροκάστρου καθώς και των κοινοτήτων Αχλαδοχωρίου, Αγκίστρου και Προμαχώνος.



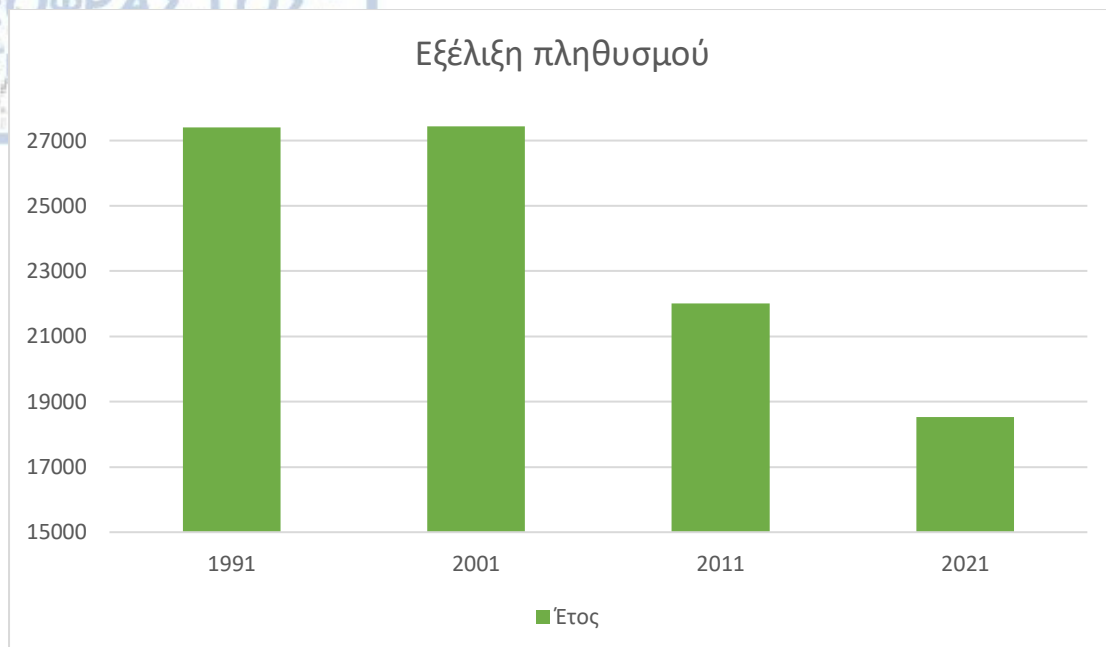
Σχήμα 1: Όρια της περιοχής μελέτης

1.1 Πληθυσμιακά στοιχεία

Ο Δήμος Σιντικής διαιρείται σε 6 δημοτικές ενότητες. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει την Δημοτική Ενότητα Κερκίνης, Πετριτσίου, Σιδηροκάστρου, Αχλαδοχωρίου, Αγκίστρου και Προμαχώνα. Με βάση τα δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) σχηματίστηκε ο παρακάτω πίνακας. Είναι φανερό πως τα τελευταία 30 χρόνια υπήρξε σοβαρή μείωση του πληθυσμού του Δήμου με κάθε δεκαετία να απέχει σημαντικά αριθμικά από την προηγούμενη. Η περιοχή γενικότερα δεν έχει αξιοποιηθεί δυστυχώς τουριστικά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει κάποια σοβαρή πληθυσμιακή διαφορά σε κάποια περίοδο του χρόνου. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια τόσο της ανάδειξης των όμορφων φυσικών τοπίων όσο και της ανάπτυξης του αγροτικού τουρισμού.

Πίνακας 1: Απογραφές ανά έτος (ΕΛΣΤΑΤ)

Δημοτική Ενότητα	Πληθυσμός			
Έτος	1991	2001	2011	2021
Αγκίστρου	388	393	373	
Αχλαδοχωρίου	1.033	1.109	680	
Κερκίνης	8.979	9.574	6.695	
Πετριτσίου	6.650	5.692	4.832	
Προμαχώνα	270	178	140	
Σιδηροκάστρου	10.087	10.486	9.294	
Σύνολο	27.407	27.432	22.014	18.532



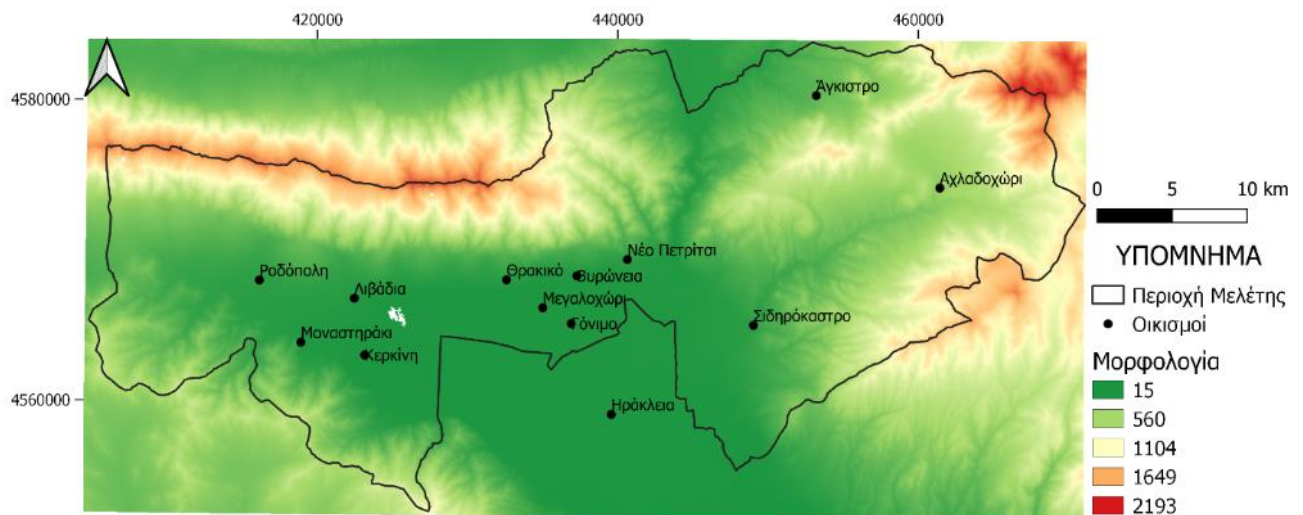
Γράφημα 1: Πληθυσμός Δήμου Σιντικής ανά δεκαετία

1.2 Γεωγραφία – Μορφολογία

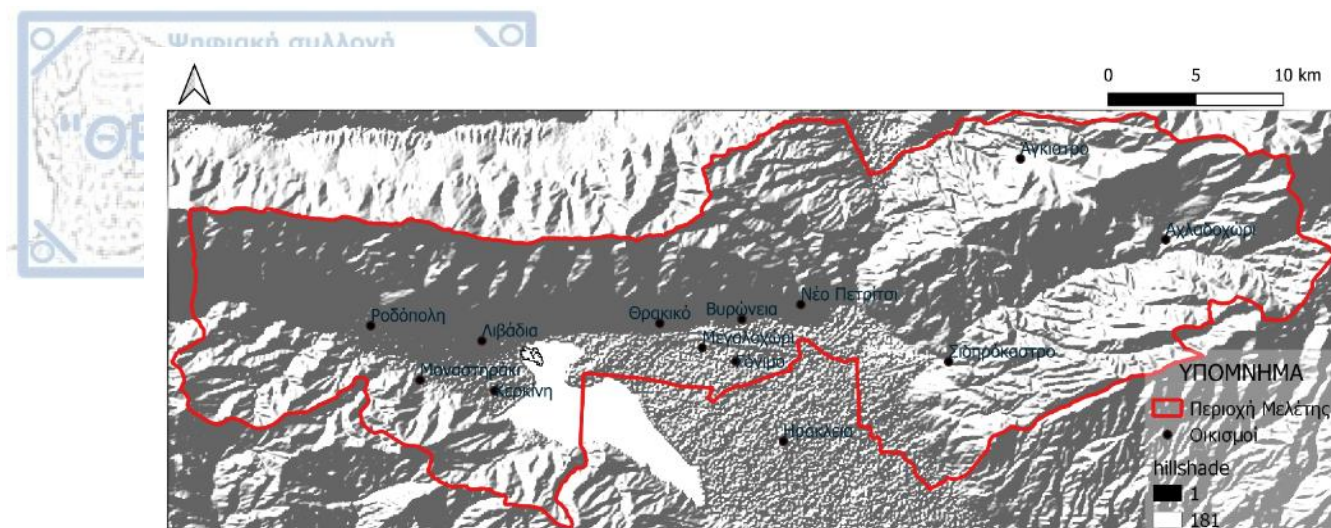
Ο Δήμος Σιντικής εντοπίζεται στο βορειότερο σημείο της Περιφερειακής Ενότητας Σερρών, συνορεύει με τους δήμους Ηράκλειας και Σερρών στα νότια, με τον δήμο Κιλκίς στα δυτικά και με τον δήμο Νευροκοπίου - Δράμας στα ανατολικά.

Η οροσειρά της Κερκίνης, γνωστότερη ως Μπέλλες, αποτελεί το φυσικό σύνορο με την Βουλγαρία. Από αυτή και την οροσειρά Αγγίστρου διέρχεται ο ποταμός Στρυμόνας ο οποίος εκβάλλει στον Στρυμονικό κόλπο σχηματίζοντας την Λεκάνη του Στρυμόνα ενώ στην περιοχή των χωριών Κερκίνης και Λιθοτόπου εντοπίζεται η τεχνητή λίμνη Κερκίνη η οποία δημιουργήθηκε με το φράγμα του Λιθοτόπου το 1932 για λόγους άρδευσης.

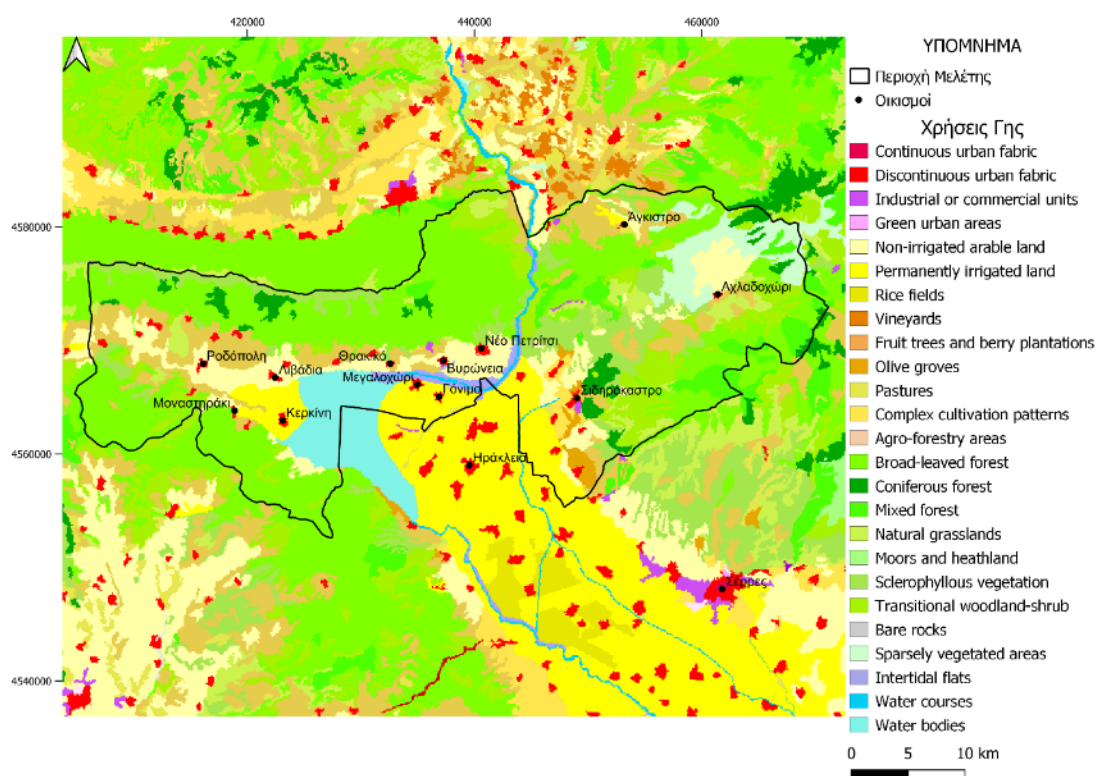
Από μορφολογική άποψης η περιοχή κρίνεται ως πεδινή καθώς στην μεγαλύτερη της έκταση το υψόμετρο βρέθηκε μικρότερο των 150 μέτρων αλλά και ως λοφώδη σε ορισμένα σημεία (Σχήμα 2 και Σχήμα 3). Το μέγιστο υψόμετρο του Δήμου βρίσκεται στα σύνορα με Βουλγαρία στις κορυφές του όρους Όρβηλος στα 2193 m.



Σχήμα 2: Χάρτης κατανομής υψομέτρων του Δήμου Σιντικής



Σχήμα 3: Χάρτης ανάγλυφων Δήμου Σιντικής



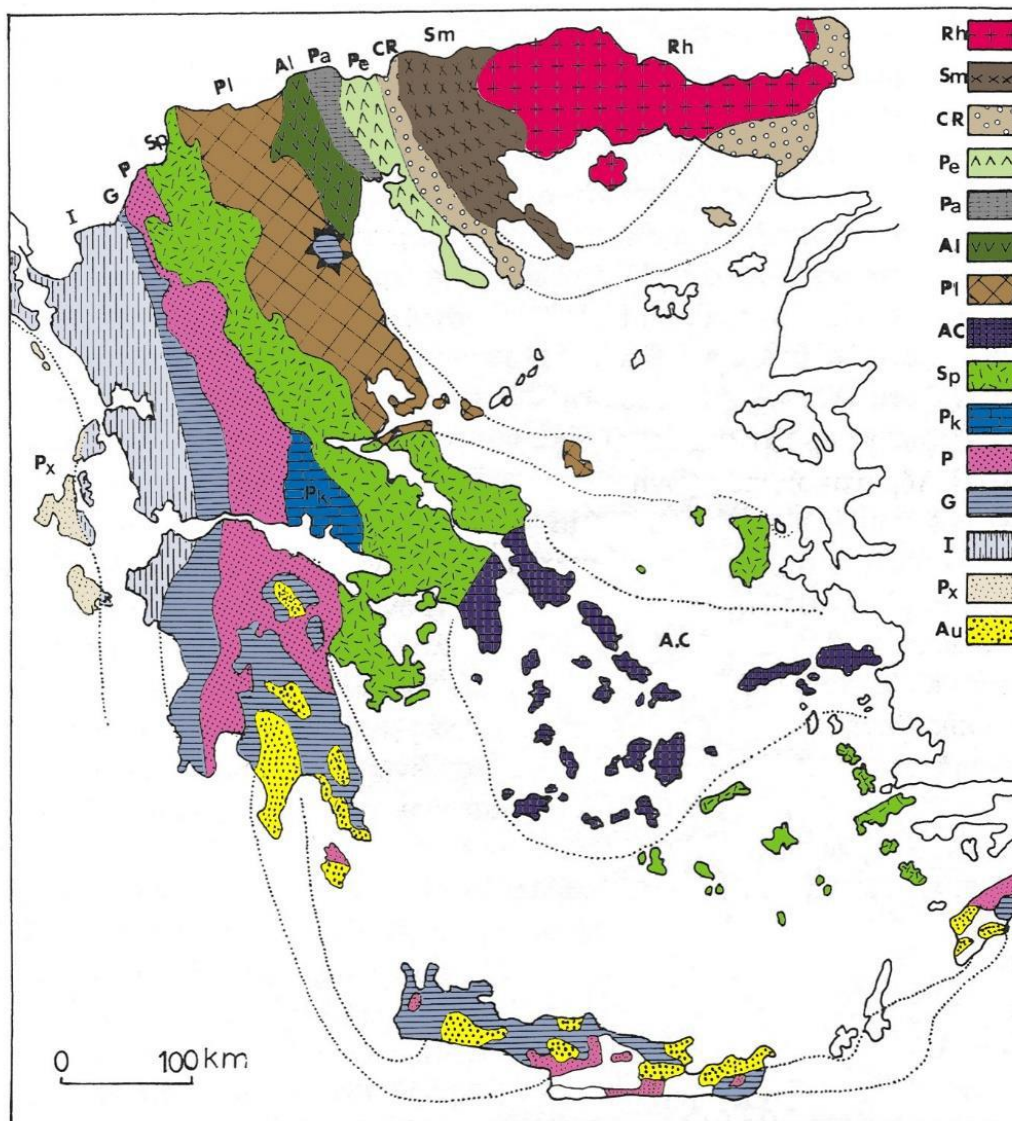
Σχήμα 4: Χρήσεις Γης της Περιοχής Μελέτης (Πηγή: Copernicus)

1.3 Χρήσεις Γης

Ο Δήμος Σιντικής, λόγω της πεδινής μορφολογίας του και σε συνδυασμό με την ανάγκη των κατοίκων του για οικονομική ανάπτυξη και για βιοποριστικούς σκοπούς, ανέπτυξε την αγροτική καλλιέργεια (όπως φαίνεται στο Σχήμα 4). Από την εποχή που συγκροτήθηκαν οι κοινότητες αυτές αλλά μέχρι και σήμερα, μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού ασχολείται με τη γεωργία και την κτηνοτροφία συνεισφέροντας σημαντικά στον πρωτογενή τομέα της οικονομίας της χώρας, με την παραγωγή αγροτικών προϊόντων.

2. Γεωλογία περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης από γεωλογικής άποψης ανήκει στις Εσωτερικές Ελληνίδες Ζώνες και πιο συγκεκριμένα συναντούνται πετρώματα τόσο από την Μάζα της Ροδόπης όσο και την Σερβομακεδονική Μάζα (Σχήμα 5).



Σχήμα 3: Γεωτεκτονικό σχήμα με τις Ελληνίδες Ζώνες (Κατά Moutrakis et al. 1983)

2.1 Σερβομακεδονική Μάζα

Η Σερβομακεδονική Μάζα διαιρείται σε δύο γεωλογικές ενότητες, στην Ενότητα των Κερδυλλίων και την Ενότητα του Βερτίσκου (Σχήμα 6). Η πρώτη ενότητα είναι κατώτερη και πιο παλιά και βρίσκεται σε συμφωνία με την νεότερη και ανώτερη δεύτερη.



Σχήμα 4: Τεκτονικό σκαρίφημα Σερβομακεδονικής Μάζας 1: μεταλικά ιζήματα της κοιλάδας του Στρυμόνα, 2: ενότητα του Βερτίσκου, 3: ενότητα των Κερδυλλίων, 4: μάζα της Ροδόπης, 5: Περιφοδοπική ζώνη, 6: ανατολικό όριο της Σερβομακεδονικής (Γραμμή Στρυμόνα), 7: δυτικό όριο της Σερβομακεδονικής

A) Ενότητα Κερδυλλίων

Η ενότητα αυτή καλύπτει την Ανατολική Χαλκιδική, πιο συγκεκριμένα από τις εκβολές του Στρυμόνα έως του Στρατωνίου. Το πάχος της φτάνει τα 3 χιλιόμετρα με πετρώματα της να συνιστούν τους βαθύτερους ορίζοντες των κρυσταλλοσχιστώδων πετρωμάτων της Ζώνης.

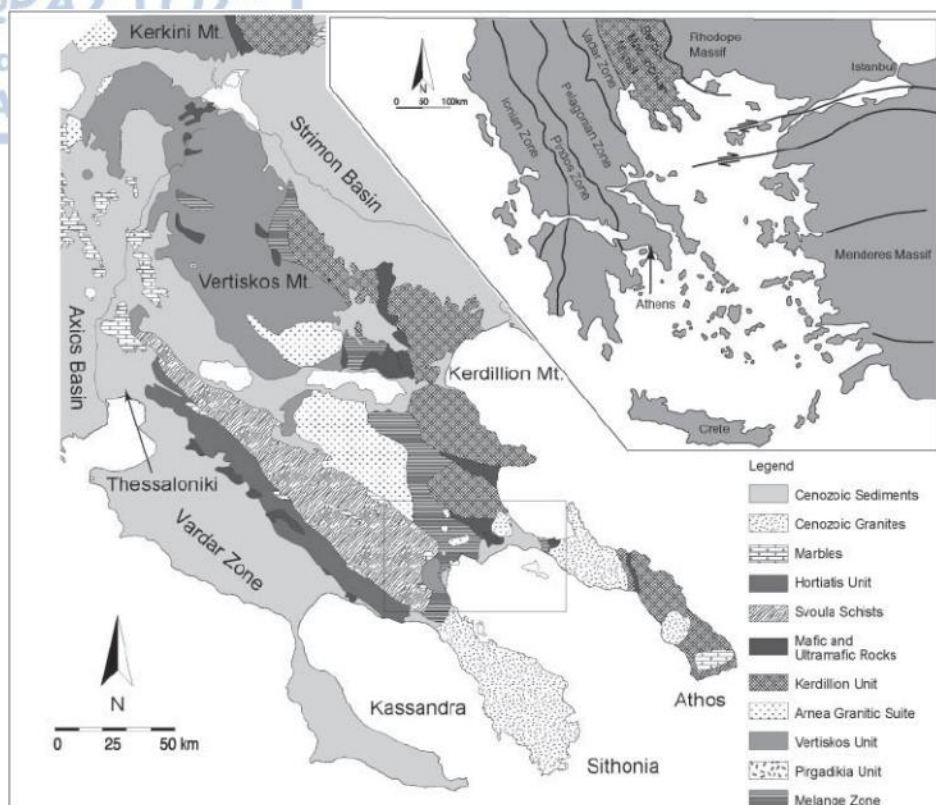
Η σύσταση της Ενότητας αποτελείται από μιγματιτικούς βιοτιτικούς γνευσίους, αμφιβολίτες, αμφιβολιτωμένους εκλογίτες και μάρμαρα και γρανατούχους διμαρμαρυγιακούς γνευσίους (Σχήμα 7). Πιο συγκεκριμένα, η λιθολογία από τον ανώτερο προς τον κατώτερο ορίζοντα δομείται ως εξής:

- Ορίζοντας Ανώτερου Μαρμάρου, με παρεμβολές βιοτιτικών -κεροσιλβικών γνευσίων, βιοτιτικών γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, επιδοιτιτικών-ακτινολιθικών σχιστολίθων και αμφιβολιτών. Πάχος στα 30-300m.
- Ορίζοντας Βιοτιτικών γνευσίων, με παρεμβολές βιοτιτικών-κεροσιλβικών γνευσίων, λεπτών ενστρώσεων μαρμάρων και αμφιβολιτών. Πάχος στα 700-1000m.
- Ορίζοντας Ενδιάμεσου Μαρμάρου, με παρεμβολές γνευσίων και αμφιβολιτών. Πάχος στα 10-200m.
- Ορίζοντας Βιοτιτικών Γνευσίων, με παρεμβολές αμφιβολιτών και ασβεστοπυριτικών πετρωμάτων. Πάχος στα 1000 m.
- Ορίζοντας Κατώτερου Μαρμάρου. Πάχος στα 150m.
- Ορίζοντας Βιοτιτικών Γνευσίων, με μιγματιτικούς γνευσίους και ορθοαμφιβολίτες. Πάχος 700m.

B) Ενότητα Βερτίσκου

Η Ενότητα Βερτίσκου εκτείνεται από την Χαλκιδική έως και τα σύνορα με την Βουλγαρία και τη Βόρεια Μακεδονία. Η σύσταση της αποτελείται κυρίως από μιγματίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και λεπτά στρώματα μαρμάρων. Στα ανώτερα στρώματα εντοπίζονται μεταγάββροι – μεταδιαβάσες και ορθοαμφιβολίτες τα οποία σχηματίστηκαν από μεταμόρφωση βασικών πυριγενών τοποθετημένα μέσα στους γνεύσιους ως ενδιαστρώσεις και φακοειδή.

Η ηλικία του κρυσταλλοσχιστώδους της Ζώνης βρέθηκε να είναι από τις παλαιότερες στον Ελληνικό χώρο. Σε έρευνες που έγιναν μέσω ραδιοχρονολόγησης σε μαρμαρυγίες των πηγματιτών (Kockel et al 1971) η ηλικία των πετρωμάτων αυτών χρονολογήθηκε στην περίοδο του Παλαιοζωικού με την πρώτη μεταμόρφωση να λαμβάνει χώρα κατά τα Ερκύνια (275-337 Ma). Ωστόσο, νέες έρευνες έχουν αποδώσει την ηλικία του σχηματισμού αυτού να είναι Προκάμβρια (555-587 Ma) και οι διεισδύσεις γρανιτών-ορθογνευσίων να ανήκουν στο Σιλούριο (428-433 Ma).



Σχήμα 5: Χάρτης Σερβομακεδονικής Μάζας με τις Ενότητες Βερτίσκου και Κερδυλλίου

2.1.1 Συνθήκες μεταμόρφωσης της Σερβομακεδονικής Μάζας

Από τις χρόνιες έρευνες (Δημητριάδης 1974, Κασώλη 1981, Σακελαρίου 1989, Κούρου 1991, Σιδηρόπουλος 1991, Dimitriadis & Godelitsas 1991, Himmercus et al 2006) κατέληξαν σε ορισμένα συμπεράσματα που αναλύονται παρακάτω.

Μέσα στους οφθαμφιβολίτες του κρυσταλλοσχιστώδους της Ζώνης παρατηρήθηκαν κρύσταλλοι που παραπέμπουν σε εκλογιτική φάση μεταμόρφωσης ηλικίας Παλαιοζωικού προ-Ερκύνιας, η οποία επηρέασε τα πυριγενή βασικά πετρώματα σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης ($T=700-1000$, $P=13-14$ kbars). Από την αμφιβολιτική φάση μεταμόρφωσης που ακολούθησε αλλοιώθηκαν οι εκλογίτες σε αμφιβολιτιωμένους. Αυτή αποτέλεσε την κύρια μεταμόρφωση της Σερβομακεδονικής με συνθήκες μέσης πίεσης και θερμοκρασίας ($T=650-750$, $P=3,5-8,5$ kbars). Επηρέασε στην ανάπτυξη της κύριας σχιστότητας των πετρωμάτων αλλά και στη μερική ανάτξη αυτών που οδήγησε στο σχηματισμό μιγματίτων. Η ηλικία της μεταμόρφωσης αποδόθηκε στο Άνω Παλαιοζωικό ενώ για άλλους ερευνητές στο Ιουρασικό. Η τελευταία μεταμόρφωση χαρακτηρίστηκε ανάδρομη πρασινοσχιστολιθική με τις απόψεις να δίστανται για την ηλικία της από το Κρητιδικό έως το Τριτογενές.

Γενικότερα, στην Ζώνη αυτή, τα πυριγενή πετρώματα που εντοπίστηκαν μέσα στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα των δύο ενοτήτων Κερδυλλίου και Βερτίσκου, ανήκουν στην πρώτη φάση βασικού-υπερβασικού μαγματισμού. Η δεύτερη μαγματική φάση που ακολούθησε ήταν γρανιτικής σύστασης με ηλικία Άνω Παλαιοζωικού λόγω της Ερκύνιας ορογένεσης. Οι πλαγιокλαστικοί - μικροκλινικοί γνεύσιοι είναι το αποτέλεσμα αυτής και εντοπίζονται στα Κερδύλλια και στον Βερτίσκο. Η επόμενη μαγματική φάση χρονολογείται κατά το Μεσοζωικό (212-135 Ma) δημιουργώντας μεγάλους γρανιτικούς όγκους. Η τέταρτη μαγματική φάση κατά το Τριτογενές (Ηώκαινο-Ολιγόκαινο) σχημάτισε γρανίτες, γρανοδιορίτες και χαλαζιακούς διορίτες.

2.1.2. Γεωτεκτονική εξέλιξη

Η Σερβομακεδονική Μάζα κατέληξε στην σημερινή της μορφή ύστερα από πολλές τεκτονικές επιδράσεις. Η πρώτη τεκτονική δράση που υπέστη ήταν η Ερκύνια ορογένεση (300 Ma) κατά το Άνω Παλαιοζωικό. Αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη πτύχωση και μεταμόρφωση των πετρωμάτων.

Η δεύτερη τεκτονική δράση έλαβε χώρα κατά το Ιουρασικό με κύριο χαρακτηριστικό της να είναι αμφιβολιτική μεταμορφώση η οποία προκάλεσε την σχιστότητα των πετρωμάτων, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε και η Μεσοζωική φάση μαγματισμού.

Στη συνέχεια, μετά το τέλος του Κρητιδικού, η τελική σύγκρουση της Απουλίας πλάκας με την Ευρασιατική και λόγω της συμπίεστικής τεκτονικής προκάλεσε τις Τριτογενείς Αλπικές φάσεις πτύχωσης. Ως αποτέλεσμα, δημιουργήθηκαν επωθήσεις και αναστροφές των στρωμάτων στο δυτικό περιθώριο καθώς και λεπιώσεις των πετρωμάτων.

Ακολούθησε κατά το Άνω Κρητιδικό έως και το Παλαιόκαινο εφελκυστική τεκτονική σε πλαστικές συνθήκες αλλά κατά το Ηώκαινο με Κάτω Μειόκαινο σε ημι-πλαστικές συνθήκες. Κατά την περίοδο του Μέσου Μειοκαίνου μέχρι και το Πλειόκαινο η εφελκυστική τεκτονική συνεχίστηκε σε θραυστικές συνθήκες, πράγμα το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία πραγματικών ρηγμάτων σε μεγάλες κλίσεις.

2.2 Μάζα Ροδόπης

Η Μάζα Ροδόπης αποτελεί την πρώτη ανατολική γεωτεκτονική ζώνη της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, η μάζα αυτή καταλαμβάνει τον ορεινό όγκο της Ροδόπης στην περιοχή της Θράκης και κομμάτι της Νότιας Βουλγαρίας και της Ανατολικής Μακεδονίας με το όριο στα δυτικά να είναι ο ποταμός Στρυμόνας και το νησί της Θάσου.

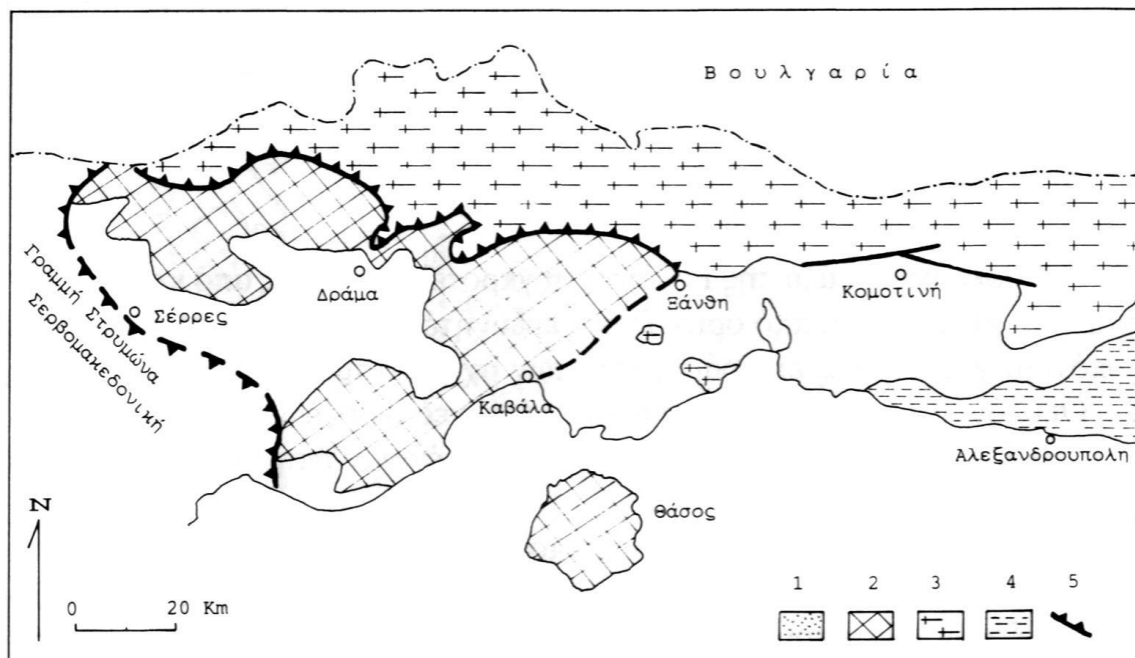
Η λιθοστρωματογραφία της Μάζας Ροδόπης χαρακτηρίζεται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη και πυριγενή πετρώματα (Σχήμα 8). Ύστερα από πολλές έρευνες η μάζα αυτή χωρίστηκε σε δύο βασικές τεκτονικές ενότητες, την ανώτερη ενότητα του Σιδηρόνερου και την κατώτερη ενότητα του Παγγαίου, με την πρώτη να εκτείνεται κατά μήκος των ελληνοβουλγαρικών συνόρων και την δεύτερη να καταλαμβάνει την δυτική και νοτιοδυτική Ροδόπη (Papanikolaou & Panagopoulos 1981).



Σχήμα 6: Σκαρίφημα ευρύτερου χώρου της μάζας Ροδόπης με τις κυριότερες πλουτωνικές και ηφαιστιακές εμφανίσεις μαζί με τις αντίστοιχες ηλικίες των ραδιοχρονολογήσεων (Eleftheriadis & Lippolt, 1984, Vlachou et al., 2006)

1. Ενότητα Σιδηρόνερου

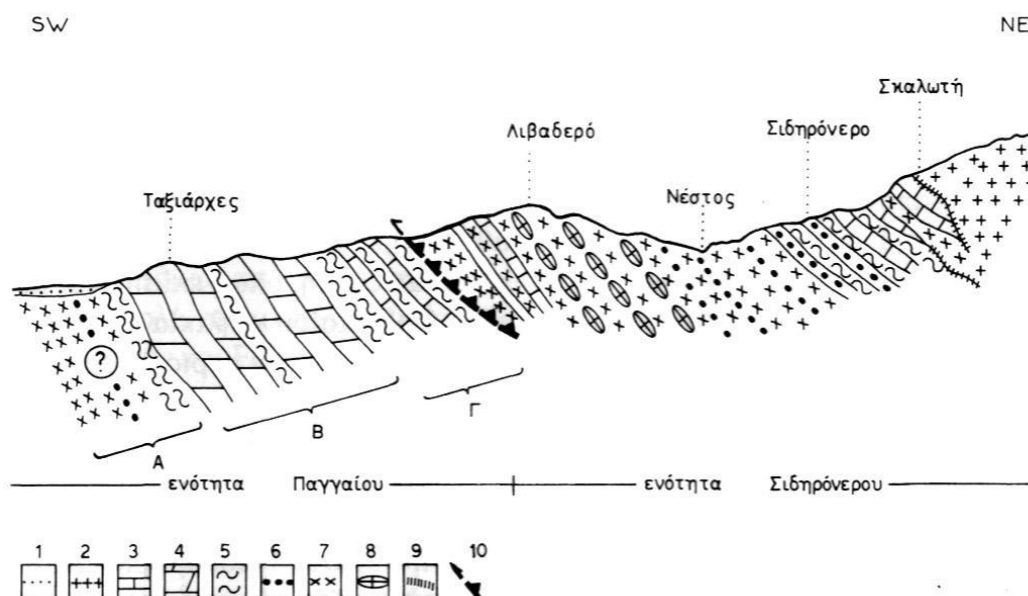
Η ενότητα αυτή συγκροτείται από ορθογενείς, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες, λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων και μιγματιτών, παραγνεύσιους, μεταπηλίτες και εκλογίτες (Σχήμα 9). Αν και χαρακτηρίζεται «ανώτερη», τα πετρώματά της έχουν παλαιότερη ηλικία από αυτά του Παγγαίου.



Σχήμα 7: Τεκτονικό σκαρίφημα της μάζας Ροδόπης με τις δύο Ενότητες

2. Ενότητα Παγγαίου

Η ενότητα του Παγγαίου αποτελείται από έναν κατώτερο ορίζοντα από ορθογνεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, έναν μεσαίο ορίζοντα μαρμάρων μεγάλου πάχους και έναν ανώτερο ορίζοντα με εναλλαγές σχιστολίθων και μαρμάρων. Τα πετρώματά της έχουν νεότερη ηλικία από αυτά του Σιδηρόνερου.



Σχήμα 8: Τεκτονική θέση και λιθοστρωματογραφική διαδοχή των δύο Ενότητων

Από έρευνες που εκτελέστηκαν (Krohe & Mroskos 2002) η Ενότητα του Σιδηρόνερου διαιρέθηκε σε 4 μικρότερες υποενότητες με βάση τα πετρολογικά - μεταμορφικά στοιχεία (Σχήμα 10).

Από δυτικά προς τα ανατολικά:

- «Ενότητα Σιδηρόνερου» με την παρουσία κυρίως από μιγματίτες, ορθογνεύσιους, παραγνεύσιους, αμφιβολίτες, μεταπηλίτες και εκλογίτες. Περιοχή βόρεια των Νομών Ξάνθης και Δράμας.
- «Ενότητα Καρδάμου» αποτελούμενη από γνευσίους, μεταπηλίτες, παραγνεύσιους, μεταβασίτες και ενστρώσεις μαρμάρων. Περιοχή βόρεια του Νομού Κομοτηνής.
- «Ενότητα Κεχρίου» αποτελείται από ορθογνεύσιους, μεταπηλίτες, μιγματίτες, εκλογίτες, αμφιβολίτες και υπερβασικά σώματα που παρεμβάλλονται τεκτονικά. Περιοχή ανατολικής Ροδόπης έως Ελληνοβουλγαρικά σύνορα.
- «Ενότητα Κίμης» παρατηρούνται κυρίως από μετα - ιζήματα και μετα - πυριγενή πετρώματα πολύ υψηλής μεταμόρφωσης, αμφιβολιτωμένους

εκλογίτες, γρανιτικούς ορθογνεύσιους και υπερβασικά πετρώματα μανδυακής προέλευσης πχ. περιδοτίτες, πυροξενίτες. Περιοχή ανατολικό άκρο της Ροδόπης στην περιοχή του Έβρου και της Ορεστιάδας και με μια μικρή εμφάνιση βορειοδυτικά της Κομοτηνής.

2.2.1 Μαγματισμός

Στη Μάζα Ροδόπης τα πυριγενή πετρώματα που συναντώνται είναι κυρίως πλουτωνικά και ηφαιστειακά. Τα πλουτωνικά πετρώματα που εντοπίζονται είναι οι γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες, τοναλίτες και οι διορίτες οι οποίοι μέσω ραδιοχρονολογήσεων υπολογίστηκε η ηλικία τους ως Τριτογενής (50-14 Ma). Οι σημαντικότεροι πλουτωνίτες κρίθηκαν του Παγγαίου, του Συμβόλου, της Καβάλας, της Βροντούς, του Παρανεστίου, της Ξάνθης και της Ελατιάς. Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ροδόπης εμφανίζονται σε δύο περιοχές: σε αυτή των Φερρών-Σάπες του Έβρου και βόρεια της Κομοτηνής και Ξάνθης προς τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η σύσταση αυτών χαρακτηρίζεται βασαλτική έως ρυολιθική με ηλικία κυρίως Ολιγόκαινη (35-25 Ma). Δυστυχώς, δεν επαρκούν οι πληροφορίες για να γνωρίζουμε αν το φαινόμενο συναντάται στην περιοχή μελέτης.

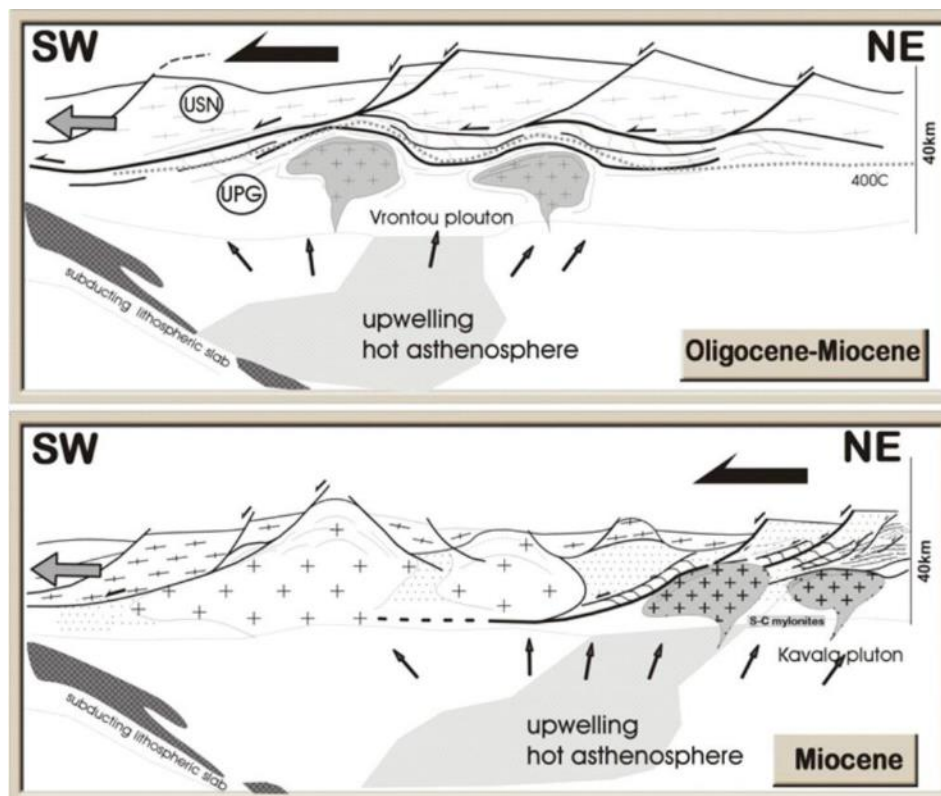
2.2.2. Συνθήκες μεταμόρφωσης

Η πρώτη μεταμόρφωση της Μάζας Ροδόπης τοποθετείται κατά το Παλαιοζωικό ως αμφιβολιτικής φάσης, η οποία δημιούργησε την κρυσταλλοσχιστώδη μάζα. Η επόμενη μεταμόρφωση κρίθηκε εκλογιτικής φάσης που συνέβη κατά το Κρητιδικό - Τριτογενές (119 Ma) υπό συνθήκες πίεσης ($P=15-25$ kbars) και θερμοκρασίας ($T=700-750$ °C) κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης (Mroskos 2002, Liati & Seidel 1996). Η τρίτη μεταμόρφωση αμφιβολιτικής φάσης έλαβε χώρα κατά το Ηώκαινο και αποτέλεσε την κυριότερη μεταμόρφωση της Μάζας της Ροδόπης διότι προκάλεσε την κύρια σχιστότητα των πετρωμάτων. Η τέταρτη και τελευταία ανάδρομη μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης με συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας αλλά και πίεσης έλαβε χώρα κατά το Ολιγόκαινο.

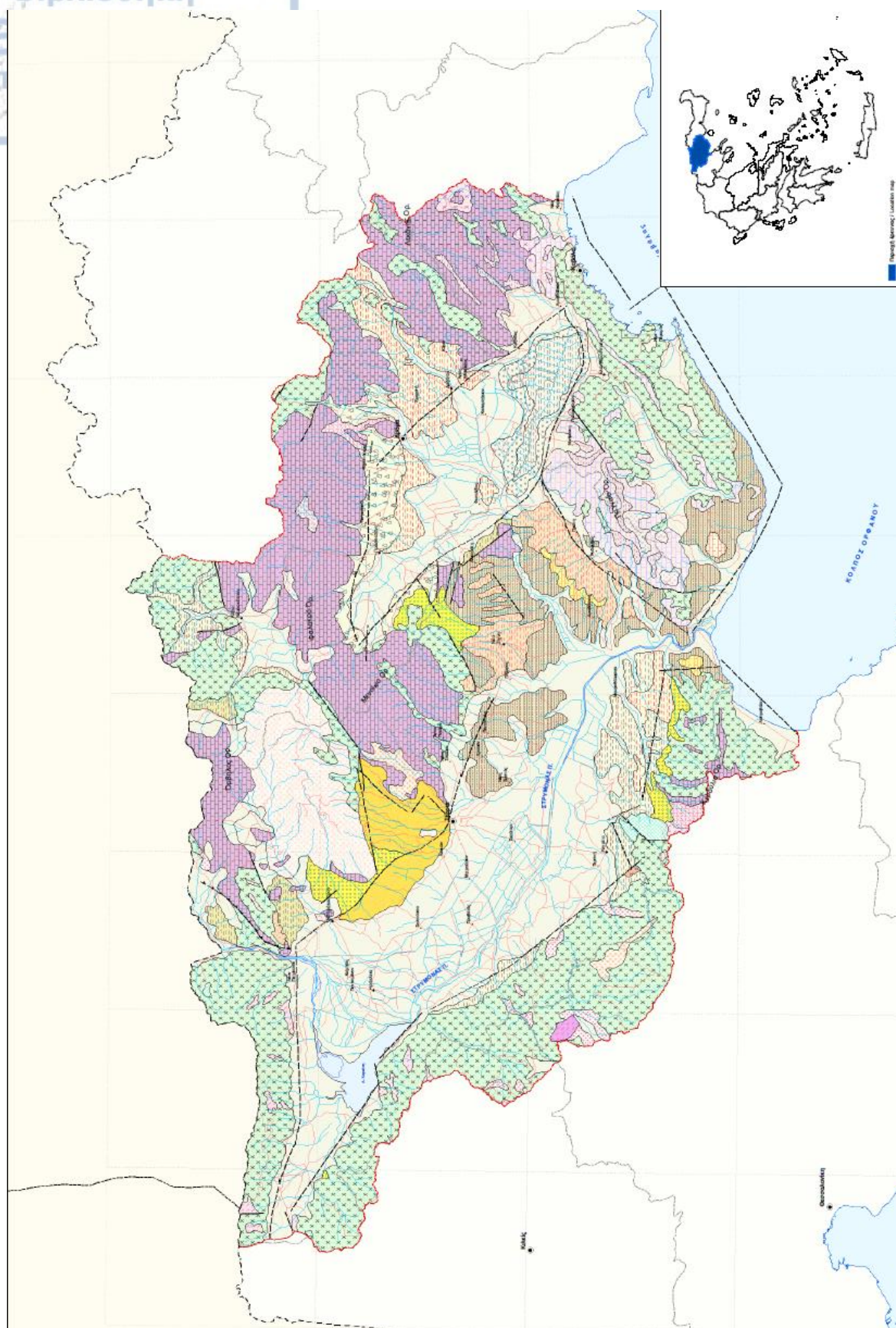
2.2.3. Τεκτοορογενετική εξέλιξη

Η εικόνα που έχουμε σήμερα για την Μάζα Ροδόπης είναι ως ένα σύμπλεγμα τεκτονικών καλυμμάτων, το οποίο προέκυψε λόγω της συμπιεστικής τεκτονικής μεταξύ της ηπειρωτικής σύγκρουσης της Απουλίας πλάκας με την Ευρασία κατά το Κρητιδικό – Τριτογενές. Ακολούθησε, κατά το Νεογενές, εφελκυσμός, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα στην κατάρρευση των τεκτονικών καλυμμάτων και λεπίων με ρήγματα αποκόλλησης μικρής γωνίας κλίσης. Αυτό οδήγησε στην εκταφή των βαθύτερων μεταμορφικών οριζόντων.

Η εκταφή των βαθύτερων τεκτονικών καλυμμάτων έγινε σε στάδια διαδοχικά κατά το Τριτογενές στα 65 Ma, 42-36 Ma και 23-12 Ma (Krohe & Mposkos 2002). Τον βαθύτερο μεταμορφωμένο ορίζοντα αποτελεί η Ενότητα Κίμης, η οποία ανυψώθηκε και εκτάφηκε στο Παλαιοζωικό. Κατά το Ηώκαινο – Ολιγόκαινο, οι Ενότητες που ακολούθησαν ήταν του Σιδηρόνερου, Καρδάμου και Κέχρου, οι οποίες, τεκτονικά τοποθετημένες πάνω από την Κίμη, λόγω της αμφιβολιτικής μεταμόρφωσης ανυψώθηκαν πολύ γρήγορα. Τέλος, κατά το Άνω Ολιγόκαινο – Κάτω Μειόκαινο, η Ενότητα του Παγγαίου εκτάφηκε με εφελκυστική παραμόρφωση και τοποθετήθηκε κάτω από την Ενότητα Σιδηρόνερου.



Σχήμα 9: Σχηματική τομή Ροδόπης με την εφελκυστική παραμόρφωση (Kilias & Moutrakis, 1998)



Σχήμα 10: Γεωλογικός Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας
(Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών)

K/IMA KA 1:250.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

NEΟΓΕΝΕΣ – ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

	Σύγχρονες πατάτες και πατάκες αποδόσεις, πλευρικά κομμάτια, κύβους κομμάτια
	Αποδόσεις αποδομένης λίγης : άρτοκο, κωδικο, άμμο
	Σύγχρονες πατάκες

	Μεγάλης αποδόσεως κοκκοζύματα
	Παταμοκρήνες αποθέσεις – αμύχες μάργες, άμμοι, ψαμίτες και κροκαλοπαγή
	Συνεκτική Αυτοκροκαλοπαγή
	Ασφαιτοκίτκοι τραφιερίτες

Μάρτες, αμμούχτες μάρτες, φαμίλιες, άμμοι, κροκαλοπαγή, άργιλοι με παρεμβολές λεγνιτών

Ποταμοκρήναιες αποθέσεις – αμμούχες μάργες, άμμοι, φαμμίτες και κοκκαλοπαγή

Ομοιογενή και μη ομοιογενή

 Θαλασσιό-λίμνες αποβλήσις, αμμούχες μάργες, μάργες, άργιλοι, άμμοι, ψαμμίτες

Amirhan, Muhammed

 Asbestskibei – ugakoyevic, klasicki, bioklasicki

Μάρτυς, άμμοι, ικεδόνες και φακοί κροκαλοπαγίων

Αντίτροπο Ιουρατικό – Καμίντρο Κρητικό

Τραδικό – Μέσο Ιουρτανικό

Φυλίες και αργελοί σχιστόλιθοι

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟ ΠΑΛΑΙΟΖΟΪΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Αμφιβολίες και αμφιβολικοί σχιστόλιθοι

Γραμμογένεση

ΣΕΡΟΜΑΚΕΦΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ

Σχηματισμός Βιολόγου

Διαμορφωτικοί γνώσεις με παρεμβολές μεταβλητών και μαθημάτων

Figure 1. Schematic representation of the experimental design. The first part of the experiment consisted of a 10-min habituation period, followed by a 10-min test period. The test period was divided into two 5-min blocks. The first block contained five trials, and the second block contained five trials. The second part of the experiment consisted of a 10-min habituation period, followed by a 10-min test period. The test period was divided into two 5-min blocks. The first block contained five trials, and the second block contained five trials.

 Mapa

 Μάρμαρο Παγγαίου – θαλασσινό, πετρό, λευκο-ανδρακρυσταλλικό, βιτουμεινολίχα

Полный текст статьи

 Γραμμές Αρσας

Γραφείο Γρηγορίου Καβάκας

Γρανθορίτης, χαλαζακός με

 Γνωστοποίηση χαλαζακού μονζωνίτης -

MEDIA

_____ Ρήγμα οριζό

Επιμέλεια έκδοσης: Έρινη Παπαδοπούλου

100

Δρ Γ. ΖΙΝΔΡΟΣ : Με βάση τους Γεωλογικούς Χάρτες :

SYNTACTIC:

Δα Γ. ΖΗΝΑΡΟΣ : Με βάση τους Γεωλογικούς Χάρτες κλίμακας 1 : 50.000 του ΓΜΕ, ΕΤΟΣ 2000

ISSN0013-788X/95/0005-0000\$10.00/0 © 1995 Scripta Publishing Co.

Copyright © International Foundation & Manufacturers Exporter
NLLA, incorporated and its TILAN / N 272/00

29



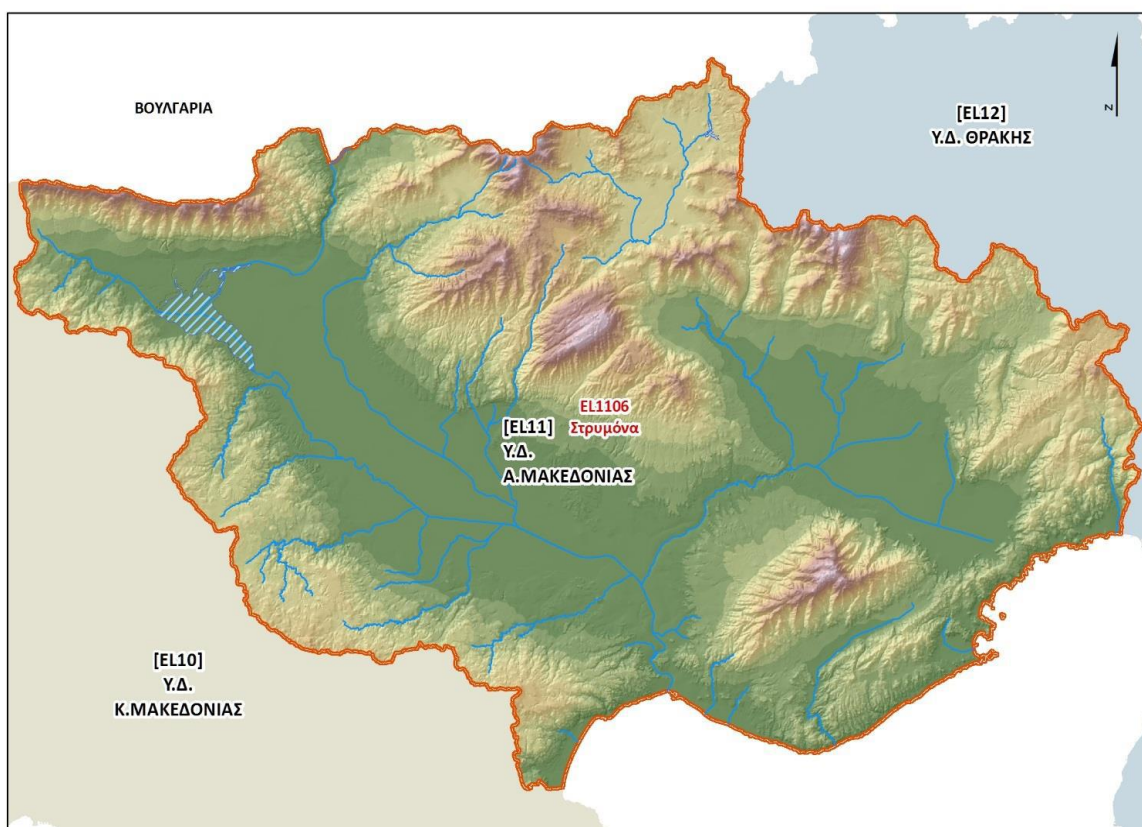
Ο παραπάνω γεωλογικός χάρτης (Σχήμα 12 & 13) περιγράφει αναλυτικά τα πετρώματα που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή του Υδατικού Διαμερίσματος της Ανατολικής Μακεδονίας. Επομένως, μέσω των πληροφοριών αυτών, αναγνωρίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί για την περιοχή μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, όπως αναλύθηκε προηγουμένως, η Σερβομακεδονική μάζα χωρίζεται σε δύο κύριες ενότητες, την Ενότητα Βερτίσκου και την Ενότητα των Κερδυλίων. Στο βόρειο – δυτικό τμήμα της περιοχής του Δήμου Σιντικής και για την μεγαλύτερη του έκταση εντοπίζονται πετρώματα από την Ενότητα του Βερτίσκου. Συγκεκριμένα, δυτικά του ποταμού Στρυμόνα, διμαρμαργιακοί γνεύσιοι με παρεμβολές ματαΐζημάτων και μαρμάρων καλύπτουν ένα μεγάλο τμήμα κοντά στις κοινότητες γύρω από τα σύνορα με την Βουλγαρία και στα δυτικά της Λίμνης Κερκίνης έως τα όρια με το Νομό Κιλκίς. Ακόμα, μέσα σε αυτόν τον σχηματισμό, παρουσιάζονται αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι με παρεμβολές μαρμάρων.

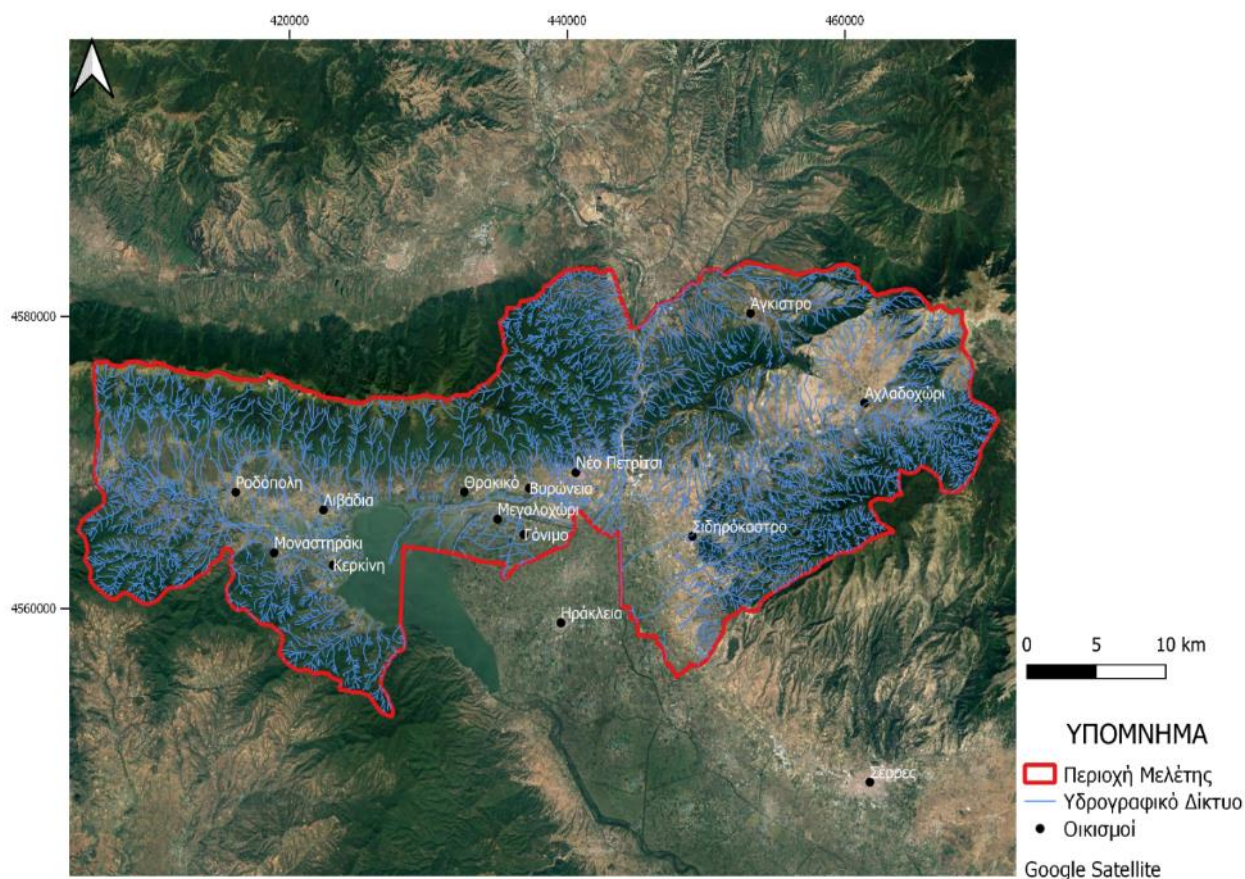
Ανατολικά του ποταμού Στρυμόνα, υπάρχει μεγάλη παρουσία μαρμάρων της Ενότητας Κερδυλίων στο Όρος Όρβηλο, σε συνδυασμό με την εμφάνιση πυριγενών πετρωμάτων τα οποία αποτελούν σε μικρό ποσοστό ο Γρανίτης Άρνας αλλά σε εκτενέστερη εμφάνιση ο γρανοδιορίτης με χαλαζιακό μονζονίτη. Επιπρόσθετα, μάργες, αμμούχες μάργες, ψαμμίτες, άμμοι, κροκαλοπαγή, άργιλοι με παρεμβολές λιγνιτών, ηλικίας Πλειοκαίνου - Πλειστοκαίνου, εμφανίζονται κοντά στις ακτές του Στρυμόνα και βόρεια του Σιδηροκάστρου. Νότια του Σιδηροκάστρου κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ψαμμιτομάργες, άμμοι και μάργες, ηλικίας Πλειοκαίνου, χωρίζονται λόγω της παρουσίας πιθανού ρήγματος με έναν σχηματισμό αποτελούμενο από μάργες, άμμους, ιλυόλιθους και φακούς κροκαλοπαγών. Πέριξ του ποταμού Στρυμόνα και στην περιοχή της τεχνητής λίμνης συναντώνται ποτάμιες και παράκτιες αποθέσεις με πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, τα οποία σχηματίζουν την λεκάνη του Στρυμόνα συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της καλλιέργειας της περιοχής με τα γόνιμα εδάφη της.

3. Υδρογεωλογικές συνθήκες περιοχής έρευνας

Η περιοχή του δήμου Σιντικής ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Ανατολικής Μακεδονίας (EL11) που απεικονίζεται στο Σχήμα 14 και αποτελείται από την λεκάνη απορροής του Στρυμόνα (EL1106). Τα όρια του υδατικού διαμερίσματος διαμορφώνονται από τα όρη Μπέλες, Κρούσια, Βερτίσκοι και Κερδύλια όπως φαίνεται στα δυτικά του χάρτη, ενώ στα ανατολικά και νότια συνορεύει με τα όρη Φαλακρό, Λεκάνης και τους κόλπους του Ορφανού και της Καβάλας. Οι κύριοι ποταμοί του αποτελούν ο ποταμός Στρυμόνας και ο παραπόταμός του ο ποταμός Αγγίτης. Τα λιμναία υδάτινα συστήματα είναι η λίμνη Κερκίνη και ο ταμιευτήρας Λευκογείων, κοντά στο χωριό Λευκόγεια του Νομού Δράμας.



Σχήμα 12: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας και Λεκανών Απορροής Ποταμών



Σχήμα 13: Υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής μελέτης

Όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 15, στον Δήμο Σιντικής λόγω της Τεχνητής Λίμνης Κερκίνης και του Ποταμού Στρυμόνα αλλά και του ανάγλυφου, παρατηρείται ένα εκτεταμένο υδρογραφικό δίκτυο. Σύμφωνα με τον διαχωρισμό της μορφής του υδρογραφικού δικτύου, το συγκεκριμένο δίκτυο της περιοχής μελέτης κρίνεται ως δενδριτικής μορφής. Η μέθοδος του Strahler χρησιμοποιείται για την αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται ρεύματα της 1^{ης} τάξης ορίζοντα τα ρεύματα τα οποία δεν δέχονται νερά μικρότερων κλάδων, ενώ η παραγωγή ενός νέου κλάδου ακριβώς επόμενης τάξης, απαιτεί την σύνδεση δύο κλάδων ίσης τάξης. Τα ρέματα αυτά εκμεταλλεύονται από τους κατοίκους με την παροχή νερού για αρδευτικούς σκοπούς.

3.1 Τεχνητή Λίμνη Κερκίνη

Το 1932 σχηματίστηκε η τεχνητή λίμνη της Κερκίνης με την δημιουργία φράγματος στον ποταμό Στρυμόνα κοντά στο χωριό του Λιθοτόπου (Σχήμα 16). Με την κατασκευή αυτή η λίμνη ευνοούσε την συγκράτηση των πλημμυρικών παροχών και των φερτών υλών και στη συνέχεια συνέβαλε στην άρδευση της πεδιάδας των Σερρών.

Το 1982 ολοκληρώνονται οι παρεμβάσεις που έλαβαν χώρα και η κατασκευή αναχωμάτων και έργων ρύθμισης της εκροής οδήγησε στο σταδιακή αύξηση του βάθους και της έκτασης της.

Πίνακας 2: Στοιχεία Λίμνης Κερκίνης

Στοιχεία λίμνης	Στάθμη (m)	Όγκος (hm ³)
Κατώτερη χειμερινή στάθμη	32.00	102.21
Ανώτερη στάθμη άρδευσης	35.70	343.59
Κατώτερη στάθμη άρδευσης	31.70	86.67



Σχήμα 14: Το φράγμα Λιθοτόπου στην έξοδο της Λίμνης Κερκίνης

Η Κερκίνη αποτελεί ένας από τους σπουδαιότερους υδροβιότοπους της χώρας αλλά και διεθνώς με την Σύμβαση RAMSAR, με την οποία προστατεύεται. Στην περιοχή βρίσκουν καταφύγιο πολλά είδη πουλιών κάποια από τα οποία αποτελούν ήδη προς εξαφάνιση. Έχουν καταγραφεί γύρω στα 58 είδη θηλαστικών όπως το τσακάλι, τη βίδρα, τη νυφίτσα, τον λύκο, το αγριογούρουνο κ.α.. Επιπλέον, συναντώνται 12 είδη ερπετών, 30 είδη ψαριών, με κυριότερα τα χέλια και τα γριβάδια και 300 είδη πουλιών καθιστώντας τη ιδανική για την παρατήρηση τους. Η ορνιθολογική της αξία αποτελεί πόλο έλξης για τουρίστες και φυσιολάτρες παγκοσμίως.



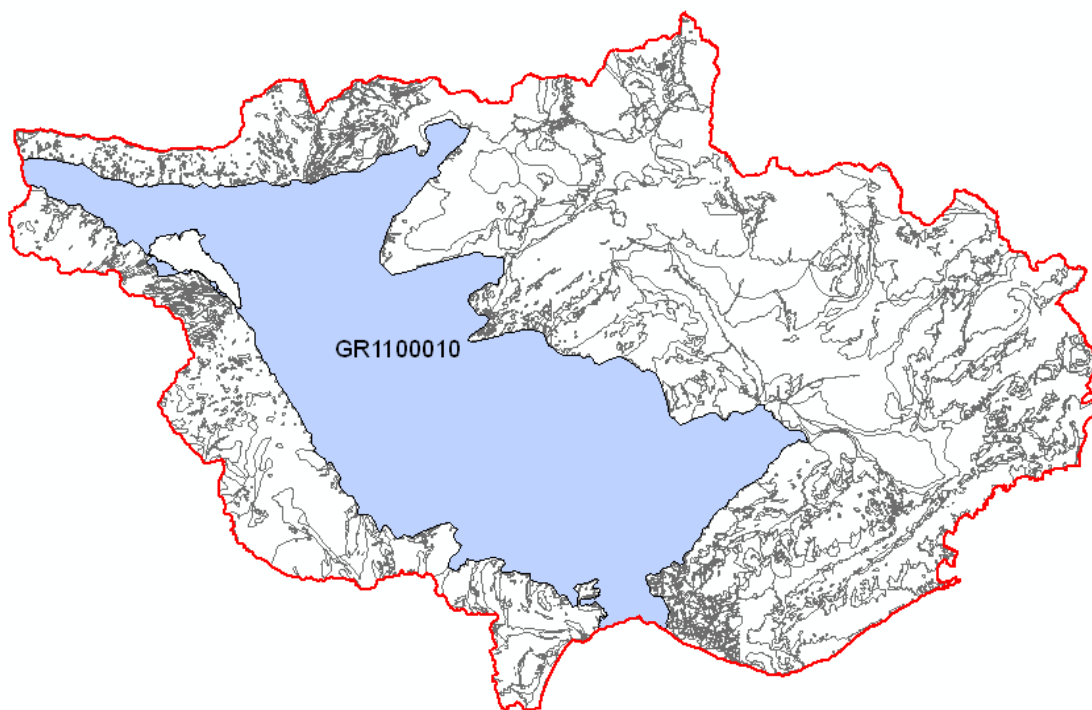
Σχήμα 15: Φωτογραφία της Λίμνης Κερκίνης με το Όρος Μπέλλες

3.2 Υπόγεια Υδατικά Συστήματα της περιοχής μελέτης

Δύο κύρια υπόγεια υδατικά συστήματα του υδατικού διαμερίσματος και της περιοχής μελέτης αποτελούν το Σύστημα Σερρών (GR1100010) και το Σύστημα Αγκίστρου (GR110B020).

- Σύστημα Σερρών - GR1100010

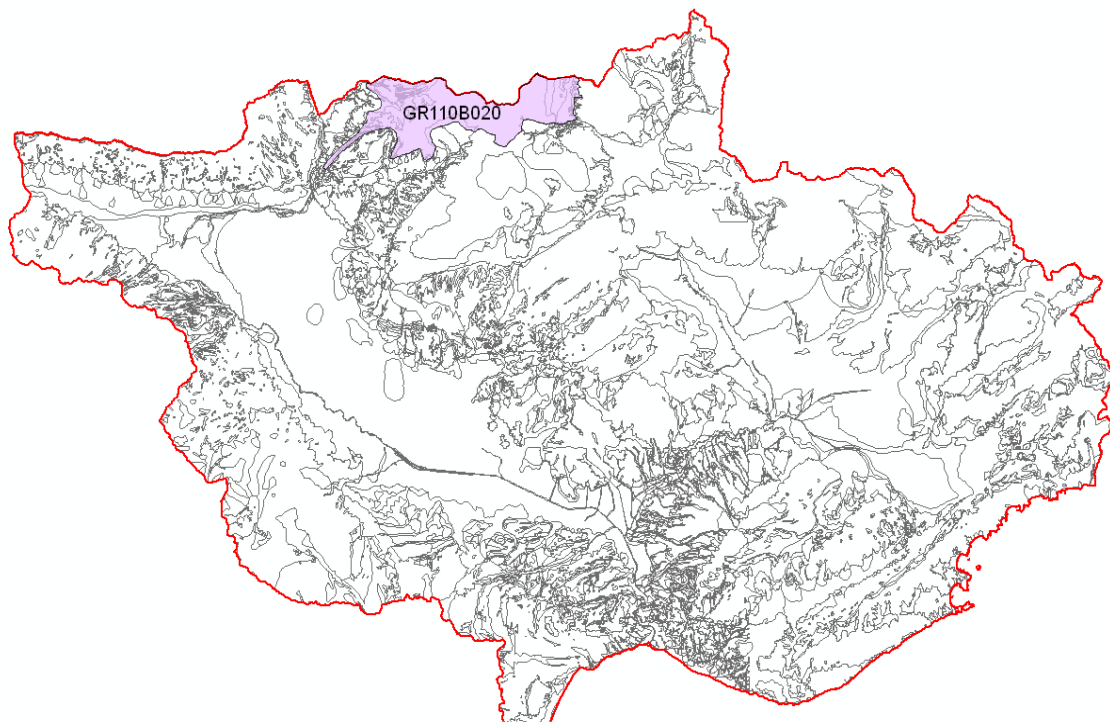
Πρόκειται για ένα προσχωματικό υδροφόρο σύστημα το οποίο ανήκει στην λεκάνη απορροής του ποταμού Στρυμόνα (ΛΑΠ GR06). Η έκταση του φτάνει τα 2.245,50 km² με μήκος 100 km, μέγιστο πλάτος 35 km και το πάχος του κυμαίνεται από 10 μέχρι 120 m. Συσχετίζεται μέσω των επιφανειακών υδάτων με τον ποταμό Στρυμόνα, Αγγίτη αλλά και τη λίμνη Κερκίνη. Ακόμα, σχετίζεται με τις προστατευόμενες κοντινές περιοχές γεωγραφικά όπως οι Εκβολές του Ποταμού Στρυμόνα, οι Κορυφές Όρους Μπέλες, οι Κοιλάδα Τιμίου Προδρόμου – Μενοίκιον (Σχήμα 18).



Σχήμα 16: Σχηματική απεικόνιση του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος Σερρών (χρώμα γαλάζιο) εντός των ορίων της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα (χρώμα κόκκινο).

- Σύστημα Αγκίστρου - GR110B020

Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελεί ένα καρστικό υδροφόρο σύστημα με το πάχος του να υπολογίζεται στα 1500 m. Ανήκει και αυτό στην λεκάνη απορροής του ποταμού Στρυμόνα (ΛΑΠ GR06) με έκταση 153,58 km², μέγιστο μήκος 9 km και μέγιστο πλάτος 25 km. Βρίσκεται στα σύνορα με Βουλγαρία στην περιοχή της κοινότητας Αγκίστρου και Ρούπελ από τα δυτικά έως την κοινότητα της Άνω Βροντού στα ανατολικά. Σχετίζεται με τις προστατευόμενες κοντινές περιοχές γεωγραφικά όπως η Λίμνη Κερκίνη, το Όρος Κρούσια, οι Κορυφές Όρους Όρβηλος, οι Κορυφές Όρους Μπέλες κ.α. (Σχήμα 19)



Σχήμα 17: Σχηματική απεικόνιση του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος Αγκίστρου (χρώμα ιώδες) εντός των ορίων υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα (χρώμα κόκκινο)

4.Μετεωρολογικά στοιχεία περιοχής μελέτης

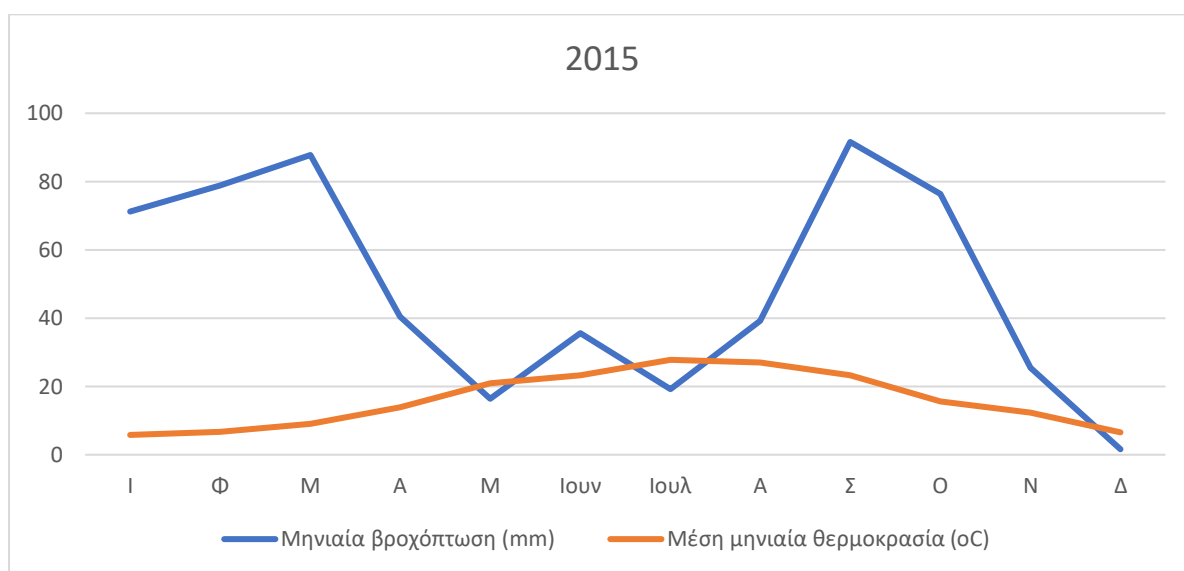
Προκειμένου να προσδιοριστούν οι κλιματικές – μετεωρολογικές συνθήκες της ερευνητικής περιοχής λήφθηκαν δεδομένα από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Κερκίνης, ο οποίος ανήκει στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, στην περιοχή του Λιθοτόπου. Η τοποθεσία του σταθμού φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 20. Αρχικά βρισκόταν σε υψόμετρο 50m πάνω σε οροφή κτηρίου με το ύψος των αισθητήρων και της θερμοκρασίας και της υγρασίας να είναι στα 2m και το ύψος του ανεμομέτρου στα 3m. Ωστόσο στις 28/06/2010 ο σταθμός μεταφέρθηκε σε ίδιο υψόμετρο στο έδαφος με ίδιο ύψος αισθητήρων θερμοκρασίας και της υγρασίας αλλά το ύψος του ανεμομέτρου πλέον να είναι στα 5m. Η παροχή πληροφοριών από τον σταθμό ξεκίνησε τον Αύγουστο του 2008.



Σχήμα 18: Μετεωρολογικός Σταθμός Κερκίνης στον Λιθότοπο

Πίνακας 3: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2015

2015	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	71.2	78.8	87.8	40.4	16.4	35.6	19.2	39.2	91.6	76.4	25.4	1.6	583.6
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	5.8	6.7	9.0	13.9	21.0	23.2	27.8	27.0	23.3	15.6	12.3	6.5	16

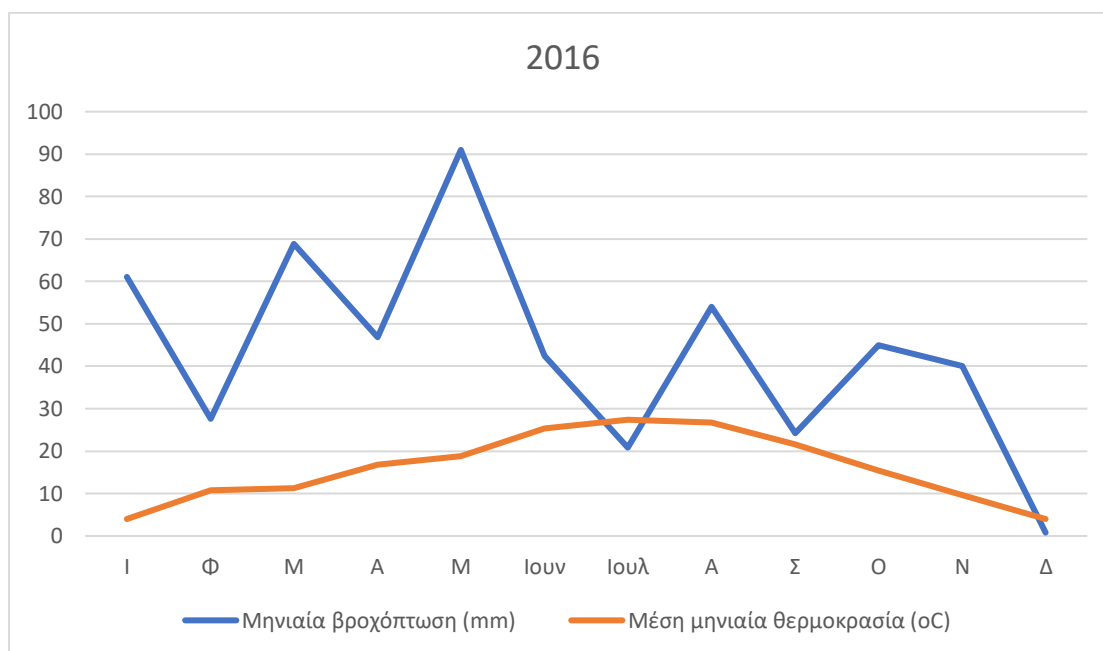


Γράφημα 2: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2015

Κατά το έτος 2015, η μέγιστη μηνιαία βροχόπτωση παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με 91.6 mm ενώ η υψηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκε τον μήνα Αύγουστο με 27 °C. Γενικότερα, αυτή τη χρονιά δεν υπήρξαν απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας σε αντίθεση με την βροχόπτωση, η οποία την άνοιξη μετά τον μήνα Μάρτιο παρουσίασε σοβαρή μείωση καθώς και μετά τις βροχοπτώσεις του Οκτώβρη. Τέλος, η μέση ετήσια θερμοκρασία φτάνει στους 16 °C ενώ το συνολικό ύψος βροχής υπολογίστηκε στα 583.6 mm.

Πίνακας 4: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2016

2016	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	61.0	27.6	68.8	46.8	91.6	42.4	20.8	54.0	24.2	45.0	40.0	0.8	523
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	4.0	10.8	11.3	16.8	18.8	25.4	27.4	26.7	21.6	15.4	9.7	4.0	15.9

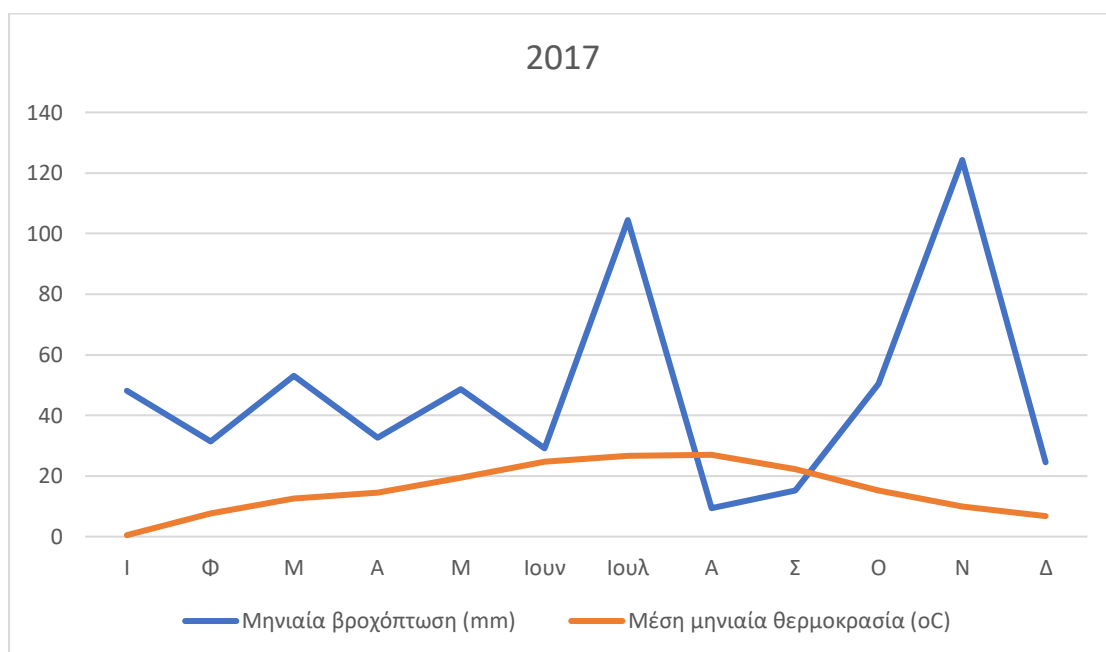


Γράφημα 3: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2016

Κατά το έτος 2016, η μέγιστη μηνιαία βροχόπτωση σημειώθηκε τον μήνα Μάιο με 91.6 mm ενώ η μηνιαία βροχόπτωση έφτασε στο ελάχιστο τον μήνα Δεκέμβριο με 0.8 mm. Αντίστοιχα, η μέση μηνιαία θερμοκρασία παρατηρήθηκε ως μέγιστη τον μήνα Ιούλιο με 27.4 °C ενώ κατά τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο η τιμή της έφτασε στο ελάχιστο στους 4.0 °C. Οι μεταβολές των βροχοπτώσεων κρίθηκαν αρκετά απότομες ειδικά κατά την περίοδο Μαΐου – Αυγούστου. Οι τιμές της θερμοκρασίας κυλάνε ομαλά με τις υψηλότερες να εντοπίζονται τους καλοκαιρινούς μήνες. Η μέση ετήσια θερμοκρασία βρίσκεται στους 15.9 °C και το συνολικό ύψος βροχής στα 523 mm.

Πίνακας 5: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2017

2017	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	48.2	31.4	53.0	32.6	48.6	29.2	104.4	9.4	15.2	50.4	124.3	24.6	571.3
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	0.5	7.6	12.6	14.5	19.4	24.7	26.6	27.0	22.2	15.3	9.9	6.8	15.6

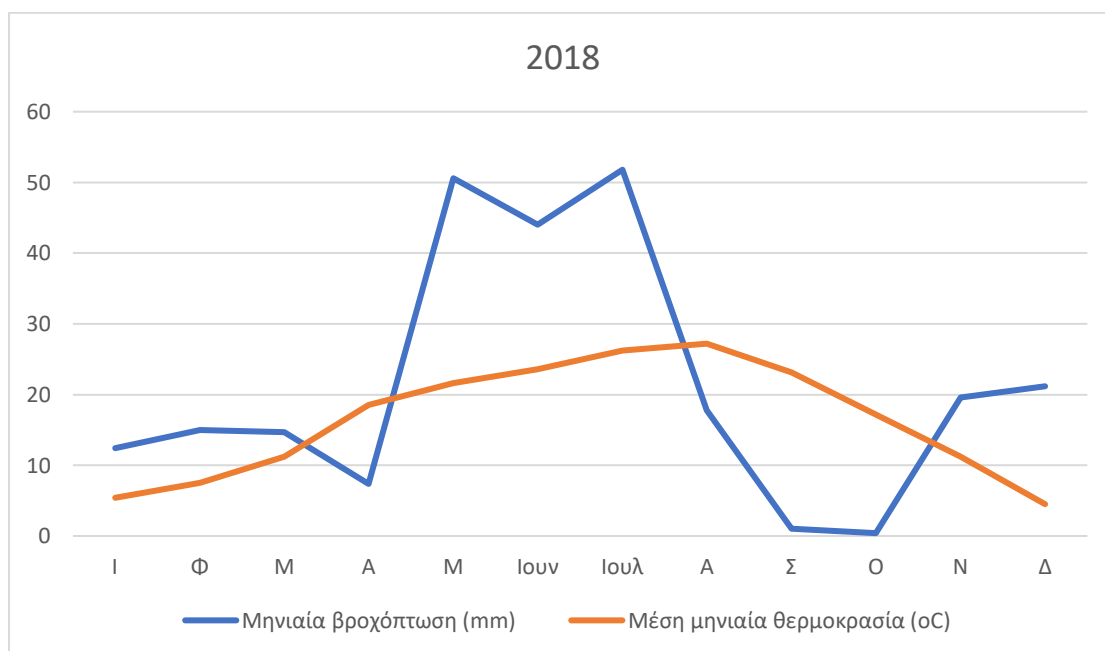


Γράφημα 4: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2017

Κατά το έτος 2017, παρατηρήθηκαν τον μήνα Ιούλιο και Νοέμβριο μεγάλα ποσά κατακρημνισμάτων 104.4 mm και 124.3 mm αντίστοιχα, ενώ την υπόλοιπη χρονιά η βροχόπτωση είχε μέσες τιμές μεταξύ 20-50 mm. Οι τιμές της θερμοκρασίας είχαν σταδιακή αύξηση τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση τους χειμερινούς. Η υψηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκε τον μήνα Αύγουστο με τιμή 27.0 °C με τον ίδιο μήνα να αποτελεί το ελάχιστο ποσό βροχόπτωσης 9.4 mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίστηκε στα 15.6 °C και η ετήσια βροχόπτωση στα 571.3 mm.

Πίνακας 6: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2018

2018	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	12.4	15.0	14.7	7.4	50.6	44.0	51.8	17.8	1.0	0.4	19.6	21.2	255.9
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	5.4	7.5	11.2	18.5	21.6	23.6	26.2	27.2	23.1	17.2	11.2	4.5	16.4

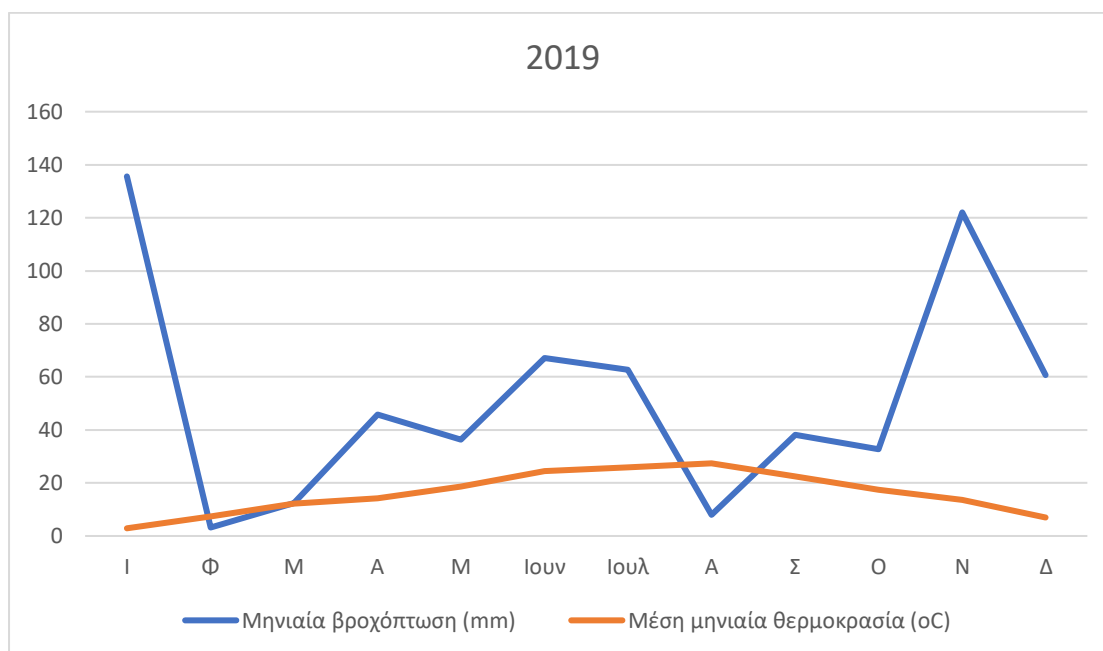


Γράφημα 5: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2018

Κατά το έτος 2018, παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες μηνιαίες βροχοπτώσεις την περίοδο Μαΐου – Ιουλίου γύρω στα 48 mm ενώ τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο οι τιμές ήταν σχεδόν μηδενικές. Η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας έφτασε την τιμή των 27.2 °C τον μήνα Αύγουστο ενώ η χαμηλότερη τον μήνα Δεκέμβριο με 4.5 °C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίζεται στους 16.4 °C και το συνολικό ποσό κατακρημνισμάτων στα 255.9 mm, ποσό σημαντικά χαμηλότερο από τις άλλες χρονιές.

Πίνακας 7: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2019

2019	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	135.6	3.2	12.4	45.8	36.3	67.2	62.6	8.0	38.2	32.8	122.0	60.6	624.7
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	2.9	7.4	12.2	14.3	18.6	24.5	25.9	27.4	22.5	17.4	13.6	6.9	16.1

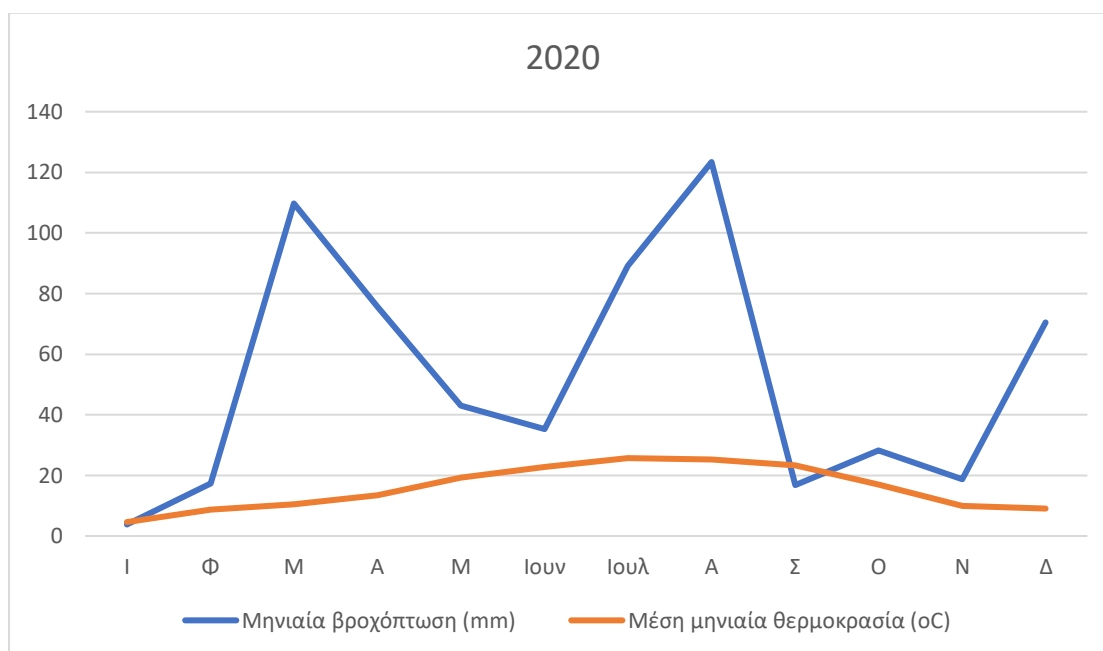


Γράφημα 6: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2019

Το έτος 2019 η πορεία της βροχόπτωσης παρουσίασε αρκετές αυξομειώσεις σε αντίθεση με άλλα έτη. Τον Ιανουάριο σημείωσε τη μέγιστη τιμή της στα 135.6 mm με τον Φεβρουάριο να έχει την χαμηλότερη στα 3.2 mm. Τον Ιανουάριο παρατηρήθηκε η χαμηλότερη τιμή της θερμοκρασίας στα 2.9 °C ενώ η υψηλότερη ήταν στα 27.4 °C τον μήνα Αύγουστο. Το συνολικό ποσό κατακρημνισμάτων μετρήθηκε στα 624.7 mm και η μέση ετησία θερμοκρασία να κυμαίνεται στην τιμή των 16.1 °C.

Πίνακας 8: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2020

2020	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	3.8	17.4	109.8	75.6	43.0	35.2	89.2	123.4	16.8	28.2	18.8	70.4	631.6
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	4.6	8.7	10.5	13.5	19.2	22.8	25.7	25.3	23.3	16.9	9.9	9.0	15.8

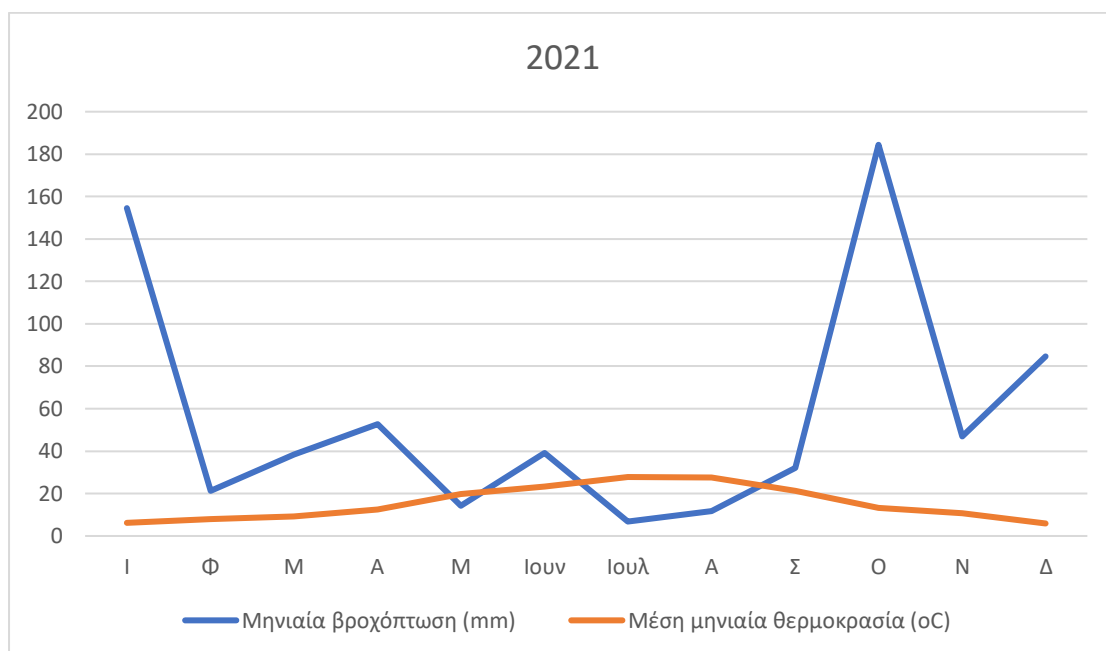


Γράφημα 7: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2020

Κατά το έτος 2020, η θερμοκρασία παρουσίασε ελάχιστο τον μήνα Ιανουάριο με τιμή 4.6 °C και μέγιστο τον μήνα Ιούλιο με 25.7 °C. Στους μήνες Μάρτιο και Αύγουστο παρατηρήθηκαν τα μεγαλύτερα ποσοστά βροχής με 109.8 mm και 123.4 mm αντίστοιχα ενώ ο Ιανουάριος αποτέλεσε τον πιο ξηρό μήνα με 3.8 mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίστηκε στους 15.8 °C και η ετήσια βροχόπτωση στα 631.6 mm.

Πίνακας 9: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2021

2021	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	154.6	21.4	38.4	52.8	14.2	39.2	6.8	11.8	32.0	184.4	47.0	84.6	687.2
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	6.1	7.9	9.1	12.6	19.9	23.2	27.8	27.5	21.3	13.3	10.6	5.9	15.4

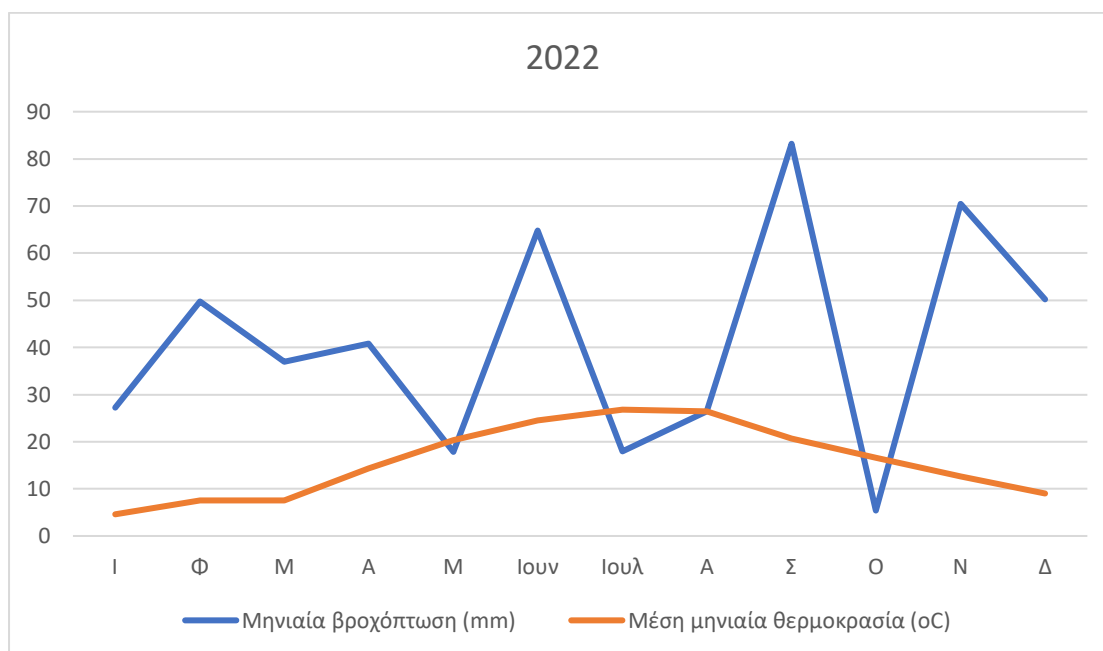


Γράφημα 7: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2021

Κατά το έτος 2021, το ύψος της βροχής έφτασε στο μέγιστο με τιμή 184.4 mm τον μήνα του Οκτώβρη και τον μήνα Ιούλιο στο ελάχιστο με μόλις 6.8 mm. Η θερμοκρασία σημείωσε υψηλές τιμές τους καλοκαιρινούς μήνες κυρίως τον Ιούλιο και Αύγουστο με τιμές 27.8 °C και 27.5 °C αντίστοιχα καθιστώντας τον Ιούλιο τον πιο ξηρό μήνα του έτους. Ο Δεκέμβριος παρουσίασε την χαμηλότερη θερμοκρασία στην τιμή των 5.9 °C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμάνθηκε στα 15.4 °C ενώ το σύνολο των κατακρημνισμάτων ετήσια υπολογίστηκε 687.2 mm.

Πίνακας 10: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2022

2022	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	27.2	49.8	37.0	40.8	17.8	64.8	18.0	26.4	83.2	5.4	70.4	50.2	491.1
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	4.6	7.5	7.5	14.3	20.3	24.5	26.8	26.4	20.7	16.6	12.6	9.0	16.0

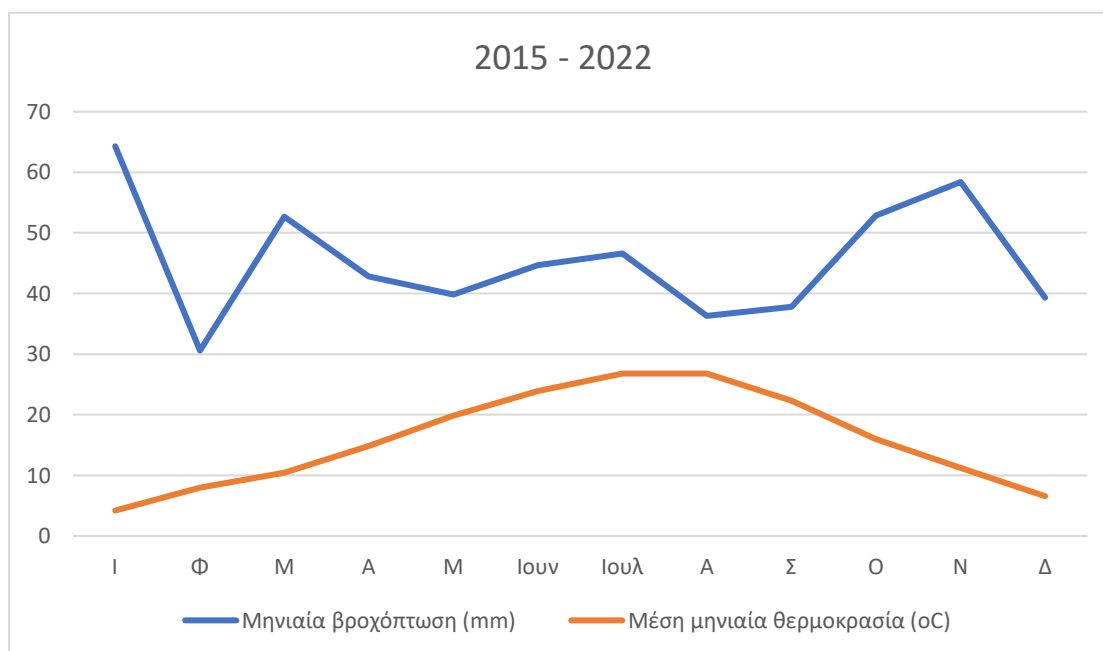


Γράφημα 8: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2022

Το έτος 2022, όπως φαίνεται και στο γράφημα, η πορεία της βροχόπτωσης δεν μπορεί να θεωρηθεί ομαλή. Τον μήνα Σεπτέμβριο το ύψος της βροχής έφτασε στην υψηλότερη τιμή της στα 83.2 mm, ενώ όπως βλέπουμε τον αμέσως επόμενο μήνα, η τιμή της ήταν στα χαμηλότερα του έτος με 5.4 mm. Η υψηλότερη θερμοκρασία τον μήνα Ιούλιο ήταν στους 26.8 °C ενώ η χαμηλότερη τιμή τον μήνα Ιανουάριο με 4.6 °C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμάνθηκε στα 16.0 °C ενώ το ετήσιο ύψος βροχής υπολογίστηκε στα 491.1 mm.

Πίνακας 11: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για το έτος 2015- 2022

2015-2022	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ιουν	Ιουλ	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	64.3	30.6	52.7	42.8	39.8	44.7	46.6	36.3	37.8	52.9	58.4	39.3	546
Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	4.2	8.0	10.4	14.8	19.9	23.9	26.8	26.8	22.3	16	11.2	6.6	15.9



Γράφημα 9: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία για τα έτη 2015-2022

Με βάση το συγκεκριμένο γράφημα και τα βροχομετρικά του στοιχεία μπορούμε να εισάγουμε ορισμένα συμπεράσματα για την πορεία των τιμών της θερμοκρασίας και το ύψος των κατακρημνισμάτων κατά τα έτη 2015 μέχρι και το 2022. Συνεπώς, παρατηρώντας το γράφημα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο με μέσο όρο 26.8 °C ενώ αντίστοιχα οι χαμηλότερες τιμές τον μήνα Ιανουάριο με μέσο όρο 4.2 °C. Τον Ιανουάριο σημειώθηκαν, επίσης, οι μέγιστες τιμές στα βροχομετρικά, πιο συγκεκριμένα στα 64.3 mm ενώ τον μήνα Φεβρουάριο παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές για το ύψος της βροχής φτάνοντας τα 30.6 mm. Γενικότερα, η πορεία της θερμοκρασίας κυμάνθηκε ομαλά κατά τη διάρκεια του κάθε έτους σε σχέση με το σύνολο των κατακρημνισμάτων τα οποία παρουσίαζαν αυξομειώσεις με την αλλαγή του μήνα τόσο στη χειμερινή όσο και στην θερινή περίοδο.

5.ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Δ ΣΙΝΤΙΚΗΣ

Στον Δήμο Σιντικής του Νομού Σερρών υπάρχουν 16 συνολικά γεωτρήσεις ύδρευσης όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 21 παρακάτω. Μέσω αυτών επιτυγχάνεται η ύδρευση της περιοχής με σχεδόν κάθε χωριό του δήμου να έχει τη δική του γεώτρηση για να καλύπτει τις ανάγκες των κατοίκων. Για τους σκοπούς της εργασίας, συλλέχτηκαν όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με αυτές.



Σχήμα 19: Θέσεις γεωτρήσεων περιοχής μελέτης

5.1 Περιοχή Αγκίστρο



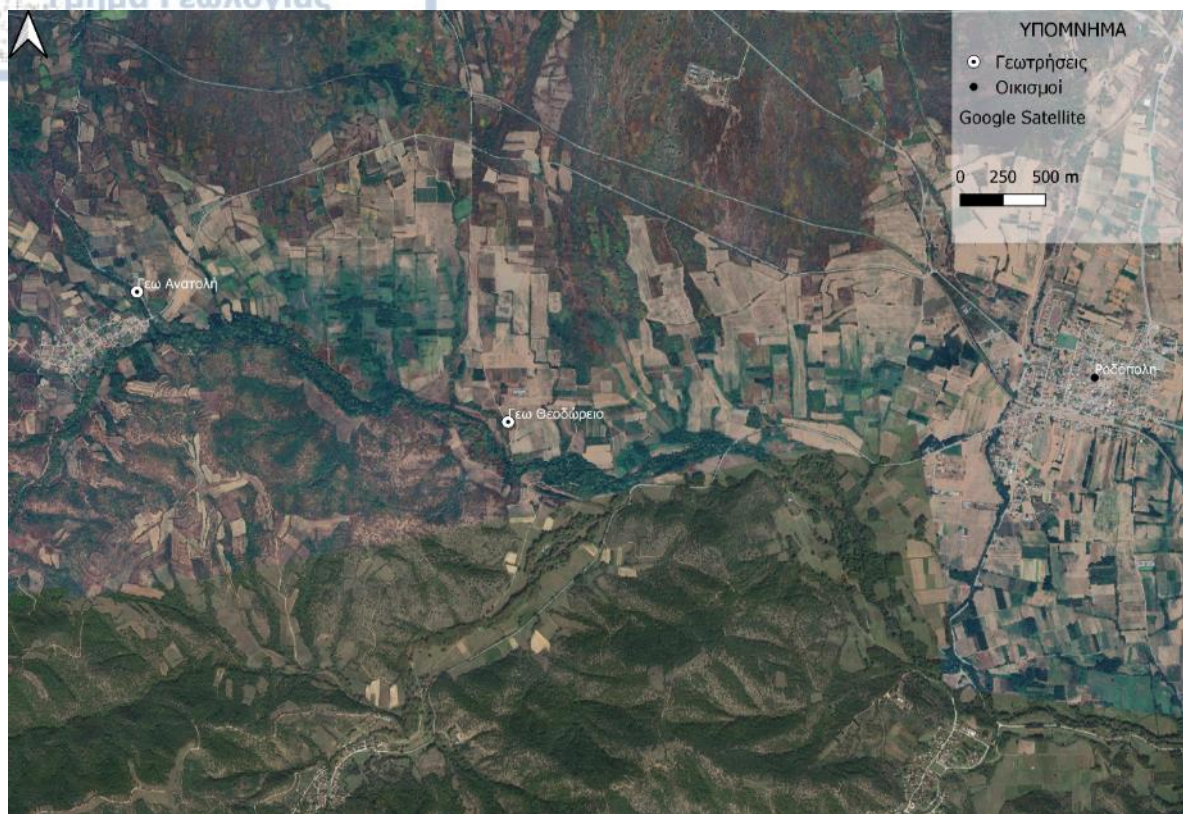
Σχήμα 20: Θέση Γεώτρησης Αγκίστρου



Σχήμα 21: Αγκίστρο

Η γεώτρηση στο Σχήμα 23 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Αγκίστρου της Δημοτικής Ενότητας Αγκίστρου με συντεταγμένες E=41.3701 και N=23.4503 και η τοποθεσία της βρίσκεται στις Βρύσες. Το βάθος της σωλήνωσης βρίσκεται στα 53 m με την εκμεταλλεύσιμη παροχή να είναι στα 40 m³/h. Από άποψη λιθολογίας στα πρώτα 14 m από την επιφάνεια συναντάμε κροκαλοπαγή μαζί με ερυθρή αργίλου ενώ από τα 14 m έως τα 58 m συνεχίζει μόνο με κροκαλοπαγή.

5.2 Περιοχή Ανατολή



Σχήμα 22: Θέση Γεώτρησης Ανατολής

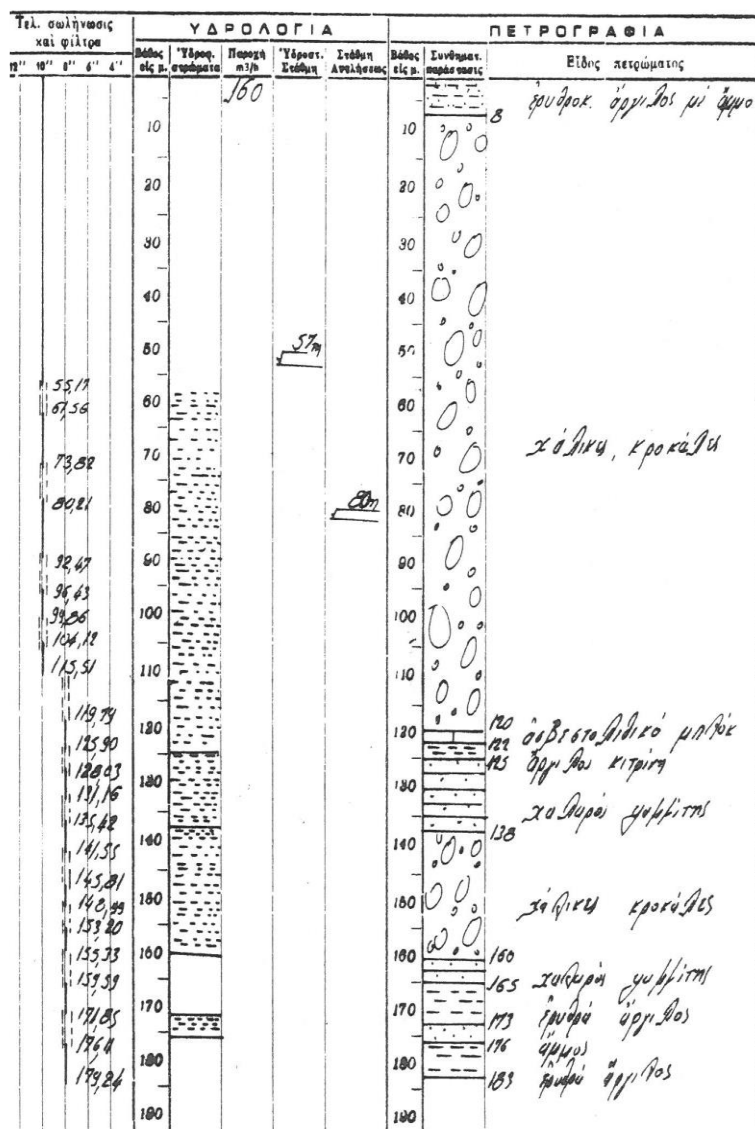
ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ				ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	
Βάθος εις μ. στομάτιο	Υψόμετ. m/μ	Υδροστ. Στάθμη	Στάθμη Ασφάλτου	Βάθος εις μ. στομάτιο	Συμπλ. εις μ. στομάτιο
	50m/h	20m		0-4	κροκάλες με άργιλο
10				0-10	
20			20m	0-20	κροκάλες χιμωρ. αποθέσεις κοιλοτήτων
30				0-30	
40				0-40	
50				0-47	γαμμήτης
60				0-60	

Σχήμα 23: Ανατολή

Η γεώτρηση στο Σχήμα 25 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Ανατολής της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2654 και N=22.9335 και βρίσκεται στην τοποθεσία Ποτάμι. Από την επιφάνεια της γης, η γεώτρηση έχει βάθος σωλήνωσης 48 m ενώ η εκμεταλλεύσιμη παροχή της να υπολογίζεται στα 50 m³/h. Από τις πληροφορίες για τη λιθολογία φαίνεται ότι στα πρώτα 4 m συναντώνται κροκάλες με άργιλο, στα 4 με 47 m κυριαρχούν κροκάλες με χειμάρριες αποθέσεις ενώ στο βάθος της γεώτρησης παρατηρήθηκε ψαμμίτης.

5.3. Περιοχή Αχλαδοχωρίου

Η γεώτρηση στο Σχήμα 26 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Αχλαδοχωρίου της Δημοτικής Ενότητας Αχλαδοχωρίου με συντεταγμένες E=41.3410 και N=23.5331 και η τοποθεσία της βρίσκεται στα Παλιά Αμπέλια. Το βάθος της σωλήνωσης φτάνει τα 183 m ενώ η εκμεταλλεύσιμη παροχή υπολογίστηκε στα 160 m³/h. Σύμφωνα με τις πληροφορίες για τη λιθολογία στα πρώτα 8 m εντοπίζεται ερυθρή άργιλος με άμμο. Στη συνέχεια και μέχρι το βάθος των 120 m με 122 m υπάρχει μια αστεστολιθική ενότητα που την ακολουθεί μέχρι και τα 125 m μια στρώση κίτρινης αργίλου. Από εκεί έως και τα 138 m συναντάται στρώμα χαλαρού ψαμμίτη και συνεχίζεται με μια δομή κροκαλών και χαλικών έως τα 160 m. Στα 160 με 165 m εμφανίζεται πάλι χαλαρός ψαμμίτης. Μέχρι τα 173 m παρατηρείται ερυθρή άργιλος με μια στρώση άμμου έως τα 176 m όπου να ξανασυναντήσει την ερυθρή άργιλο μέχρι το βάθος της. Η συγκεκριμένη γεώτρηση χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς.

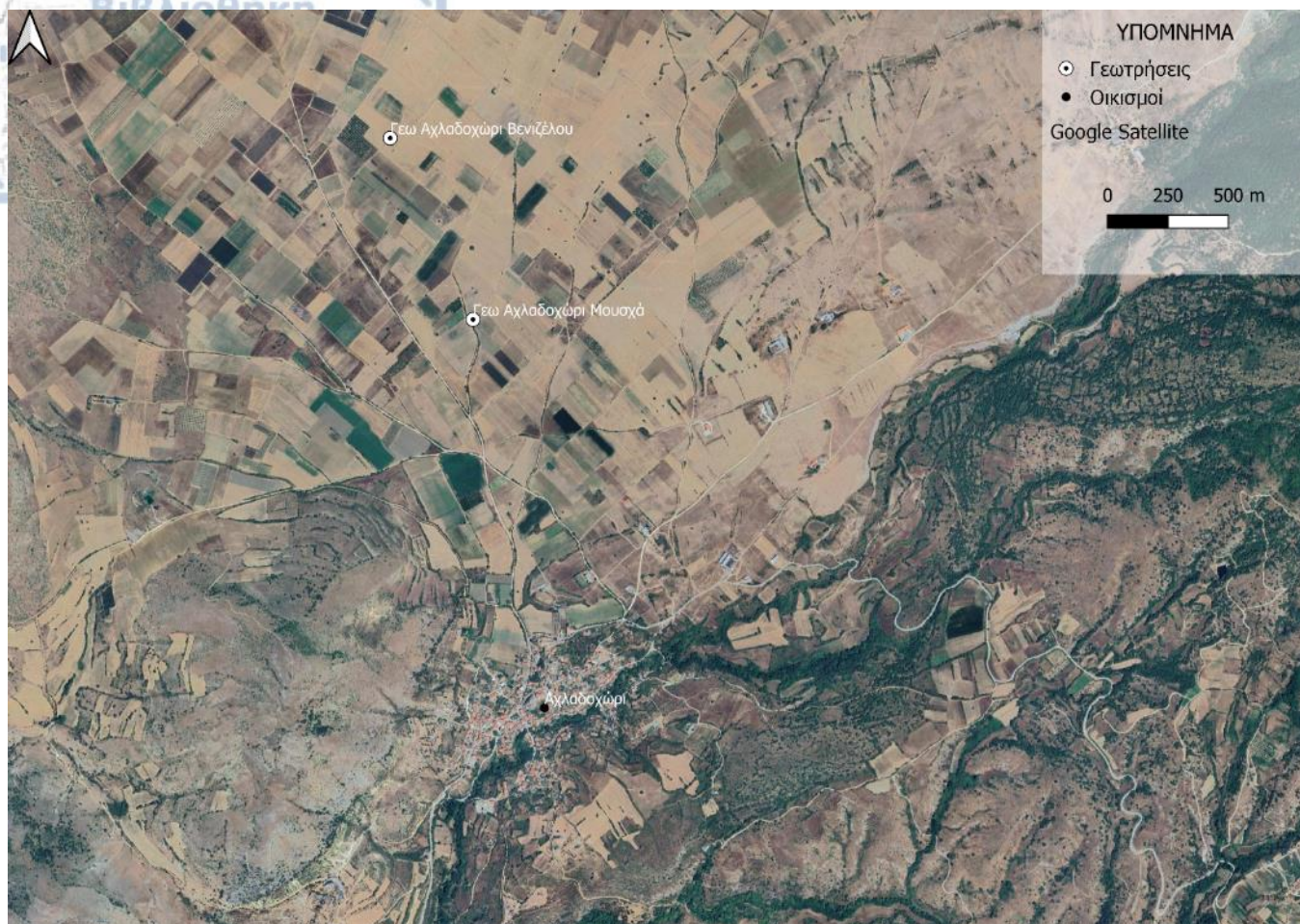


Σχήμα 24: Αχλαδοχώρι Βενιζέλου

Η γεώτρηση στο Σχήμα 27 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Αχλαδοχωρίου της Δημοτικής Ενότητας Αχλαδοχωρίου με συντεταγμένες E=41.3342 και N=23.5373 και η τοποθεσία της βρίσκεται στα Μουσκά. Το βάθος της σωλήνωσης φτάνει τα 182 m ενώ η εκμεταλλεύσιμη παροχή υπολογίστηκε στα 120 m³/h. Με βάση τα δεδομένα για τη λιθολογία στα πρώτα 2 m εντοπίζεται ερυθρή άργιλος ενώ από εκεί μέχρι και τα 182 m παρατηρούνται πλευρικά κορήματα άλλοτε κολλημένα άλλοτε πιο χαλαρά. Επίσης και αυτή η γεώτρηση χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ				ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	
Βάθος εις μ.	Υδροσ. αποθήματα	Παροχή m ³ /h	Υδροστ. στάθμη	Βάθος εις μ.	Συνθήκες από το υδροστ.
		120			Είδος πετρώματος
10				10	2 άσπρα άργιλος
20				20	
30				30	
40				40	
50			60m	50	
60				60	
70			70m	70	
80				80	πλευρικά κορήματα
90				90	κολλημένα ή σαλαρά
100				100	κατά ζώνες
110				110	
120				120	
130				130	
140				140	
150				150	
160				160	
170				170	
180				180	182

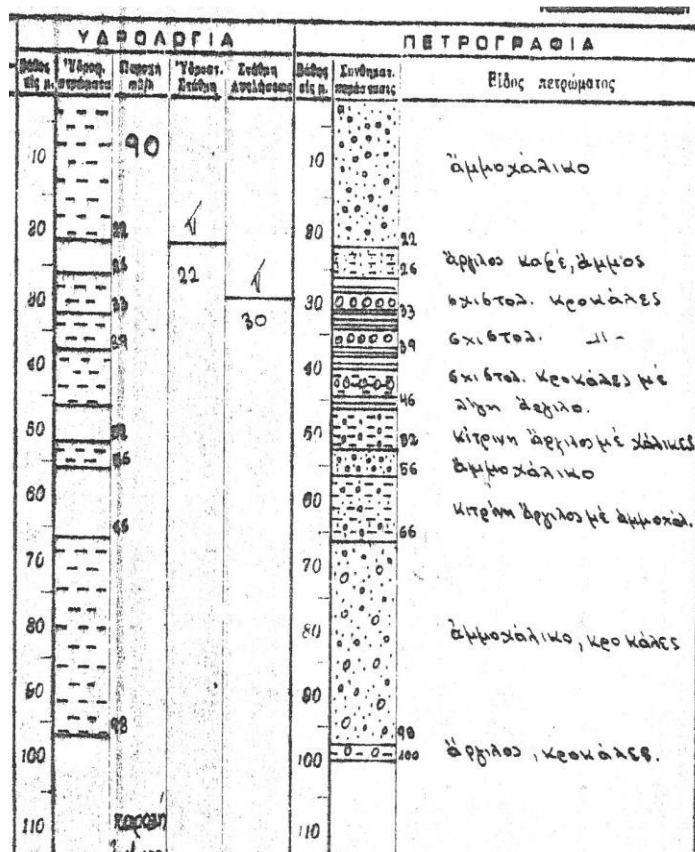
Σχήμα 25: Αχλαδοχώρι Μουσκάς



Σχήμα 26: Θέση Γεωτρήσεων Αχλαδοχώρι Βενιζέλου και Αχλαδοχώρι Μουσάκι

5.4 Περιοχή Βυρώνειας και Γονίμου - Μεγαλοχωρίου

Η γεώτρηση στο Σχήμα 29 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Βυρώνειας της Δημοτικής Ενότητας Πετριτίου με συντεταγμένες E=41.2664 και N=23.2378 και η τοποθεσία της βρίσκεται στη Λιβαδιά. Η συγκεκριμένη γεώτρηση φτάνει στο βάθος των 100 m ενώ η εκμεταλλεύσιμη παροχή υπολογίστηκε στα 90 m³/h. Από λιθολογική άποψη συναντώνται από την επιφάνεια μέχρι και τα 66 m αμμοχάλικο σε εναλλαγές με άργιλο και σχιστόλιθους με παρουσία κροκάλων. Στη συνέχεια, ακολουθούν για 32 μέτρα κροκάλες και αμμοχάλικο και στα τελευταία δυο μέτρα, άργιλος με κροκάλες.



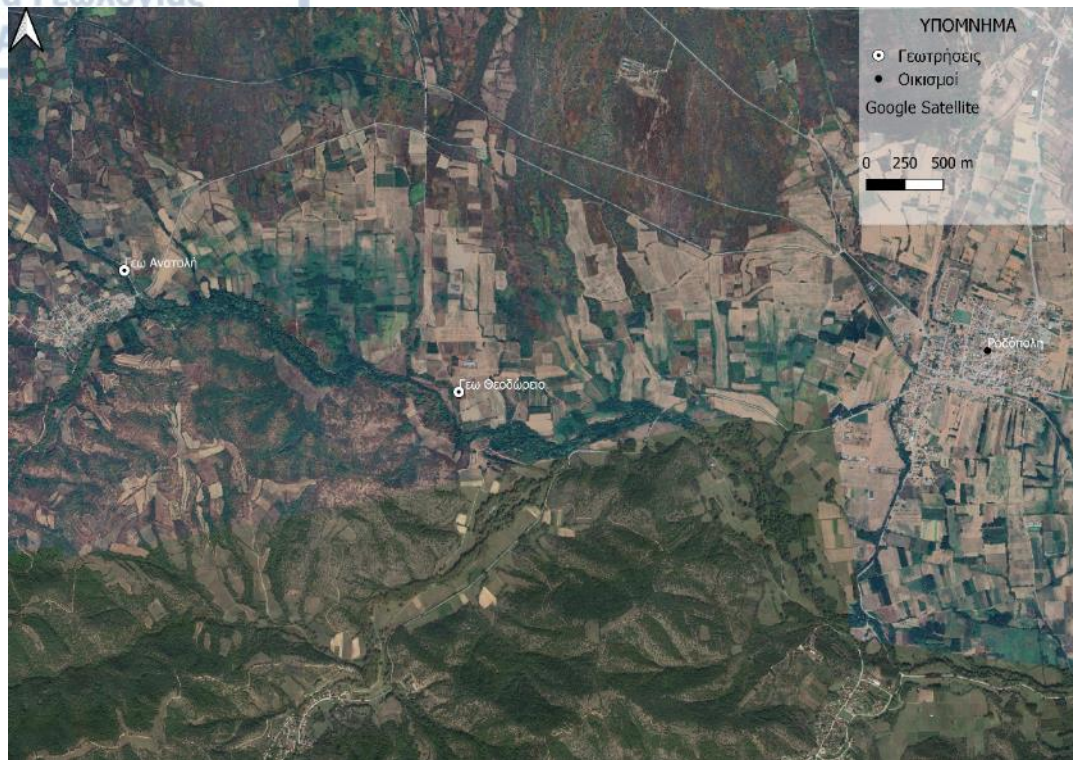
Σχήμα 27: Βυρώνεια

Η γεώτρηση στο Σχήμα 30 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Γονίμου - Μεγαλοχωρίου της Δημοτικής Ενότητας Πετριτσίου με συντεταγμένες E=41.2399 και N=23.2612 και η τοποθεσία της βρίσκεται εντός οικισμού. Το βάθος της σωλήνωσης φτάνει τα 150 m ενώ η εκμεταλλεύσιμη παροχή υπολογίστηκε στα 40 m³/h. Με βάση τα δεδομένα για τη λιθολογία, όπως φαίνεται και στην τομή, παρατηρείται μια συνεχής εναλλαγή στρωμάτων άμμου με χάλικες και αργιλικών υλικών. Ωστόσο η παρουσία των λεπτών αυτών άμμων είχε ως αποτέλεσμα την απόφαση να κριθεί ως αποτυχία η γεώτρηση για χρήσεις ύδρευσης.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ					ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ		
Βάθος εις μ.	Υδροστ. στρώματα	Παροχή m ³ /h	Υδροστ. Στάθμη	Σταθμη Αντίληψη	Βάθος εις μ.	Συνδυασμ. παράστασης	Είδος πετρώματος
10					10		Άμμος λεπτόκοκκος υδρος
20					20		Άρχιλος φαιά
30					30		Άμμος μετ' άρχιλου
40					40		Άμμος υδρος.
50					50		Άμμος υδρος.
60					60		Χάλικες υδρος.
70					70		Άρχιλος μετ' άνθρακομιγών ευστατικών
80					80		Άμμος χαλκόκοκκος χάλικες υδρος
90					90		Άρχιλος μετ' άνθρακομιγών ευστα- τικών
100					100		Χάλικες υδρος.
110					110		Άρχιλος μετ' άνθρακομιγών ευστατικών.
120					120		
130					130		
140					140		
150					150		

Σχήμα 28: Γόνιμο - Μεγαλοχώρι

5.5 Περιοχή Θεοδώρειο



Σχήμα 30: Θέση Γεώτρησης Θεοδώρειο

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ				ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	
Βάθος σε μέτρα	Υδροπαραγωγή m ³ /h	Βάθος σε μέτρα	Βάθος σε μέτρα	Ολιγοκόννη πετρώματα	ΕΙΔΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ
10	60	6	13	10	Αμμο-κίτρινο
20				20	Χαλίκια με αμμο-τεφρό
30				30	Ψαμμίτης-καφέ
40				40	Κίτρινο
50				50	Γράνιτο
60				60	

Σχήμα 31: Θεοδώρειο

Η γεώτρηση στο Σχήμα 33 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Θεοδώρειο του Δήμου Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2585 και N=22.9595 και τοποθεσία της αποτελεί τα Τσαίρια . Η γεώτρηση φτάνει στο βάθος των 53 m και η παροχή της μετρήθηκε στα 60 m³/h. Από λιθολογική άποψη, συναντώνται από την επιφάνεια έως τα 12 m λεπτόκοκκη άμμος καφέ – κίτρινου χρώματος και συνεχίζει με τεφρή άμμο και χαλίκια μέχρι τα 24 m βάθος. Ακολουθεί μια στρώση ψαμμίτη χρώματος καφέ – κίτρινου πάχους 24 μέτρων και από τα 48 m έως τα 53 συναντάται γνεύσιος.

5.6 Περιοχή Θρακικό

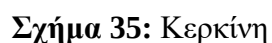


Σχήμα 32: Θέση Γεώτρησης Θρακικό

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ					ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	
Βάθος μέτρ.	Υπόγειο επίπεδο	Παροχή m³/h	Υπόγειο πίεση	Υπόγειο Αντίσταση	Βάθος μέτρ.	Συνθήκες απορρόφησης
10		80	Αρτ.	5	10	Χαλίκης κροκάλης με ερυθρ. αργ.
20					20	Άμμος χαλίκης κροκάλης
30					30	
40					40	
50					50	
60					60	

Σχήμα 33: Θρακικό

Η γεώτρηση στο Σχήμα 35 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Ακριτοχώρι της Δημοτικής Ενότητας Πετρίτσιου με συντεταγμένες E=41.2597 και N=23.1950 και τοποθεσία της αποτελεί το Θρακικό. Η γεώτρηση έχει χαμηλό βάθος, μόλις 28 m και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 80 m³/h. Τα είδη πετρώματος που καταγράφηκαν στα πρώτα 4 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους αποτελέσαν η ερυθρή άργιλος με χάλικες κροκάλες ενώ για τα υπόλοιπα 24 μέτρα δηλαδή μέχρι και το βάθος της γεώτρησης στα 28 m παρατηρήθηκε άμμος με παρουσία κροκάλων.



Η γεώτρηση στο Σχήμα 37 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Κερκίνης της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2289 και N=23.0836 και τοποθεσία της αποτελεί η Γέφυρα. Το βάθος της σωλήνωσης αγγίζει τα 150 μέτρα βάθους και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 100 m³/h. Από άποψη γεωλογίας η περιοχή καταλαμβάνεται από λιμναία ιζήματα του Πλειστοκαίνου με μια συνεχή εναλλαγή στρωμάτων άμμου, κροκάλων, χαλίκων και αργίλου από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το βάθος της γεώτρησης.

5.8 Περιοχή Λιβάδια



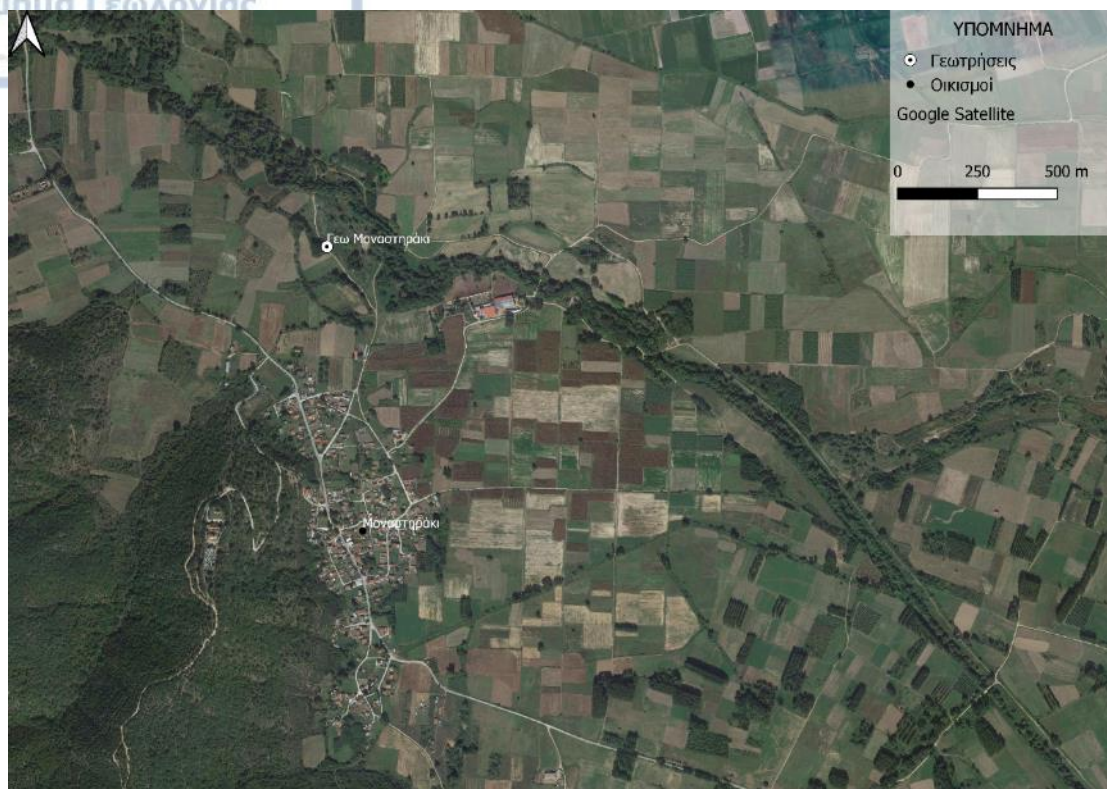
Σχήμα 36: Θέση Γεώτρησης Λιβάδια

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ				ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	
Βάθος εις μ.	Υδροσ. μετρήματα	Παροχή m ³ /h	Υδροστ. Στάθμη	Βάθος εις μ.	Συνδυασ. σφραγίσεων
			Ελεύθ. ροή		Είδος πετρώματος
10	120 m ³ /h		20 μ	10	3 άργιλος κίτρινη 6 αμμοχάλικα άργιλος κίτρινη με άμμο
20				20	15 άργιλος γκρι 23 άργιλος κίτρινη 29 άργιλος κίτρινη με άμμο
30				30	37 αμμοχάλικα 43 αμμοχάλικα με άργιλο μαύρι
40				40	51 άργιλος μαύρι
50				50	65 άργιλος κίτρινη με χαλίκια 74 αμμοχάλικα με άργιλο μαύρι
60				60	88 χαλίκια με άμμο 95 άμμος με άργιλο κίτρινοπράσινο
70				70	100 χαλίκια με άργιλο κίτρινοπράσινο 106 αμμοχάλικα
80				80	117 άργιλος καφέ με χαλίκια 121 αμμοχάλικα
90				90	124 άργιλος κίτρινοπράσινο 128 άργιλος κίτρινοπράσινο
100				100	
110				110	
120				120	
130				130	

Σχήμα 37: Λιβάδια

Η γεώτρηση στο Σχήμα 39 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Λιβάδια της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2572 και N=23.0734 και η τοποθεσία της γεώτρησης είναι στην Κεραμίδα. Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 128 μέτρα βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 120 m³/h με ελεύθερη ροή. Από τα δεδομένα που συλλέχτηκαν για την λιθολογία, όπως φαίνεται και στο σχήμα, παρατηρείται ότι κύριες στρώσεις πετρωμάτων αποτέλεσαν η άργιλος, η άμμος και τα χαλίκια τα οποία βρίσκονται όλα σε μία συνεχή εναλλαγή.

5.9 Περιοχή Μοναστηράκι



Σχήμα 38: Θέση Γεώτρησης Μοναστηράκι

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ					ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	
Βάθος εις μ.	Υδροφ. στρώματα	Παροχή m ³ /h	Υψοστ. στάθμη	Στάθμη Αντιστάσεως	Βάθος εις μ.	Συνθήματα παράστασις
		100	5m		3	άμμος
10	10				10	άμμοχαλίκι θ' άργιλος
15					15	άμμοχαλίκι
20	20		18m		20	άργιλος θ' άμμος
30					30	άμμοχαλίκι
33					33	άργιλος κατ' θ' λεπτή άμμο
40					45	άμμοχαλίκι
45					50	άμμος θ' άργιλος
50	50				55	άμμοχαλίκι
60					65	άμμοχαλίκι
70						

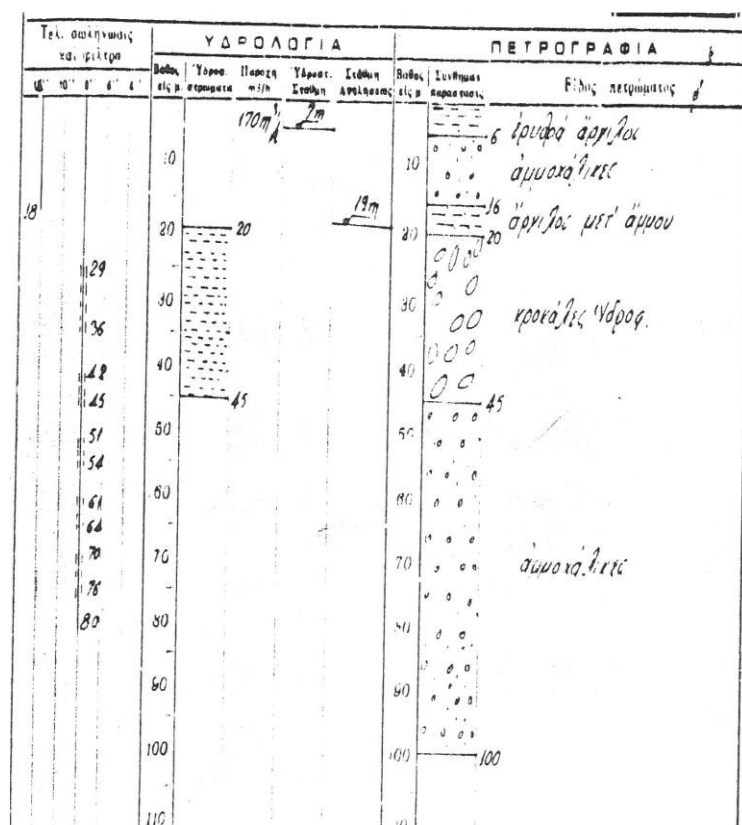
Σχήμα 39: Μοναστηράκι

Η γεώτρηση στο Σχήμα 41 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Μοναστηράκι της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2323 και N=23.0325 . Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 65 μέτρα βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 100 m³/h με ελεύθερη ροή. Με βάση τα δεδομένα για τη λιθολογία, όπως φαίνεται και στην τομή, παρατηρείται μια συνεχής εναλλαγή άμμου, αμμοχαλίκων και αργίλου σε όλη την έκταση της γεώτρησης.

5.10 Περιοχή Πετρίτσι



Σχήμα 40: Θέση Γεώτρησης Πετρίτσι



Σχήμα 41: Νέο Πετρίτσι

Η γεώτρηση στο Σχήμα 43 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Νέου Πετρίτσιου της Δημοτικής Ενότητας Πετρίτσιου με συντεταγμένες E=41.2626 και E=23.2993 και την τοποθεσία της αποτελεί ο Παλιός Σιδηροδρομικός Σταθμός. Η συνολική έκταση της γεώτρησης μετρήθηκε στα 100 μέτρα βάθους από την επιφάνεια του εδάφους και η παροχή της υπολογίστηκε στα 170 m³/h. Από λιθολογική άποψη, συναντώνται από την επιφάνεια μέχρι και τα 6 m ερυθρή άργιλος και ακολουθούν μέχρι το βάθος των 16 m αμμοχάλικες. Στα 16 m μέχρι τα 20 m εντοπίζεται άργιλος με άμμο και συνεχίζεται η τομή με στρώση κροκάλων πάχους 25 μέτρων. Τέλος, από τα 45 m έως το βάθος της γεώτρησης βρίσκονται αμμοχάλικες.

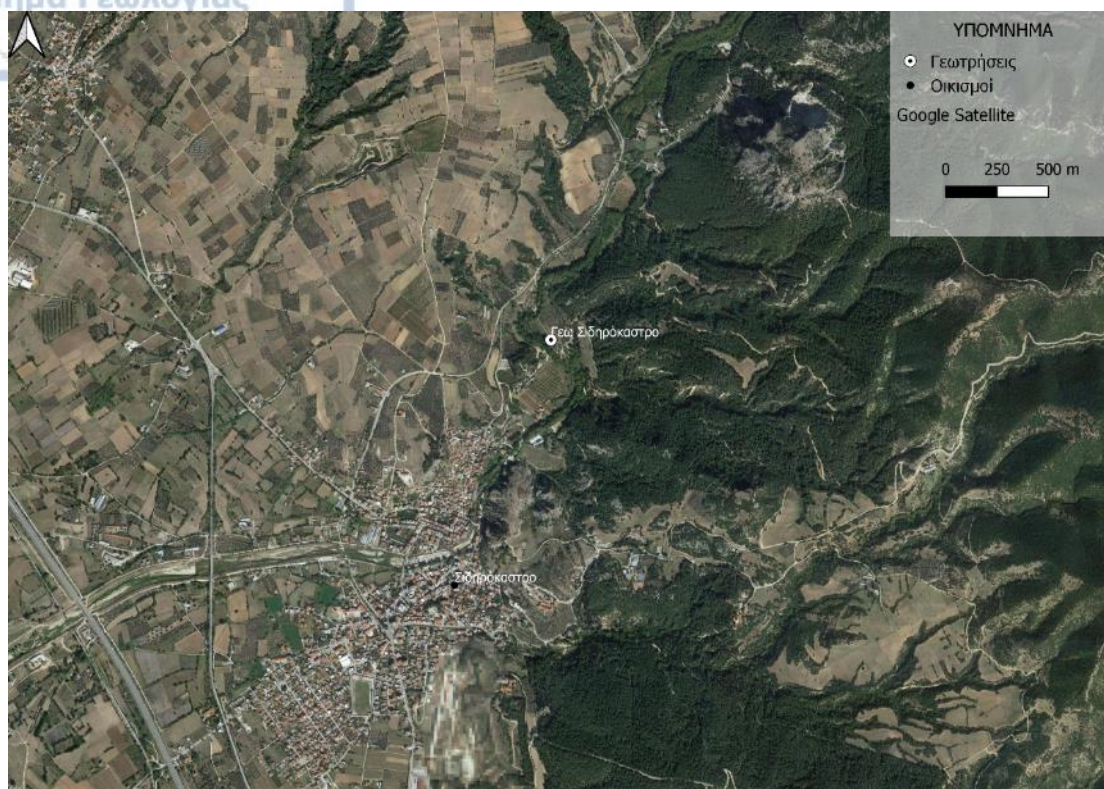
5.11. Περιοχή Ροδόπολη

Η γεώτρηση στο Σχήμα βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Ροδόπολη της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης και η τοποθεσία της βρίσκεται εντός οικισμού. Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 150 μέτρα βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 60 m³/h. Σύμφωνα με τις πληροφορίες για τη λιθολογία, παρατηρείται γενικότερα στην έκταση της γεώτρησης στρώσεις αργίλου, άμμου και χαλίκων τα οποία βρίσκονται σε εναλλαγή.

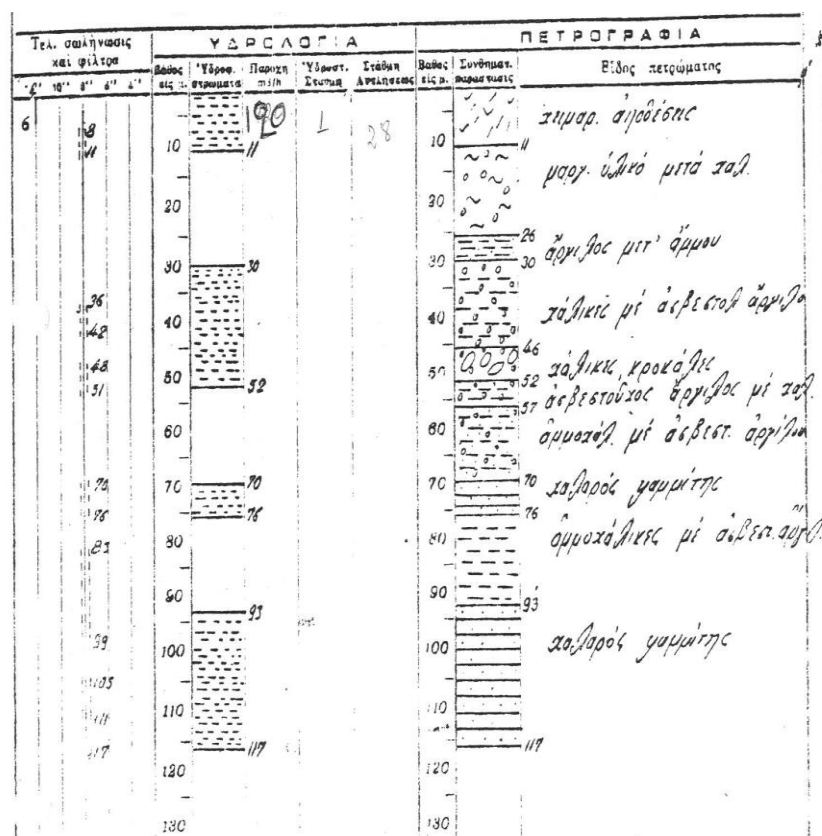
ΓΕΩΤΡΗΣΙΣ			ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ		ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΤΟΜΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΣ Διάμ. Σωλήνων και Φίλτρων			ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	
12"	44,34	38,21		1) ΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΑΘΗ μ. 6		ΕΙΣ ΤΡΥΗΝ
				2) ΣΤΑΘΗ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ μ. 47		1) Σωλήνας 12" μ. 39,21 39,21
				3) ΠΑΡΟΧΗ 60 m ³ /h		2) Σωλήνας 8" μ. 123,86 3) Φίλτρο 8" μ. 20,95 144,81
44,34	11,95	44				ΣΥΝΟΛΟΝ μ. 184,02
56,29		56				Εν (1) πύρμα 12"
	38,10					ΕΙΣ (1) εφευγέρ 12"
						ΕΙΣ (1) βινόςκος χρεώτος-δεξός
95,39	3	95				ΕΘΕΛΗΝΕΙΣ ΔΟΚΙ-
98,29		98				μαστικόν λαμπρικόν συγ- κροτήματα 24
	34,61					
133,00	15	133				
139,00	5,81	139				
8"	144,81					
	150,00					

Σχήμα 42: Ροδόπολη

5.12. Περιοχή Σιδηρόκαστρο



Σχήμα 43: Θέση Γεώτρησης Σιδηρόκαστρο



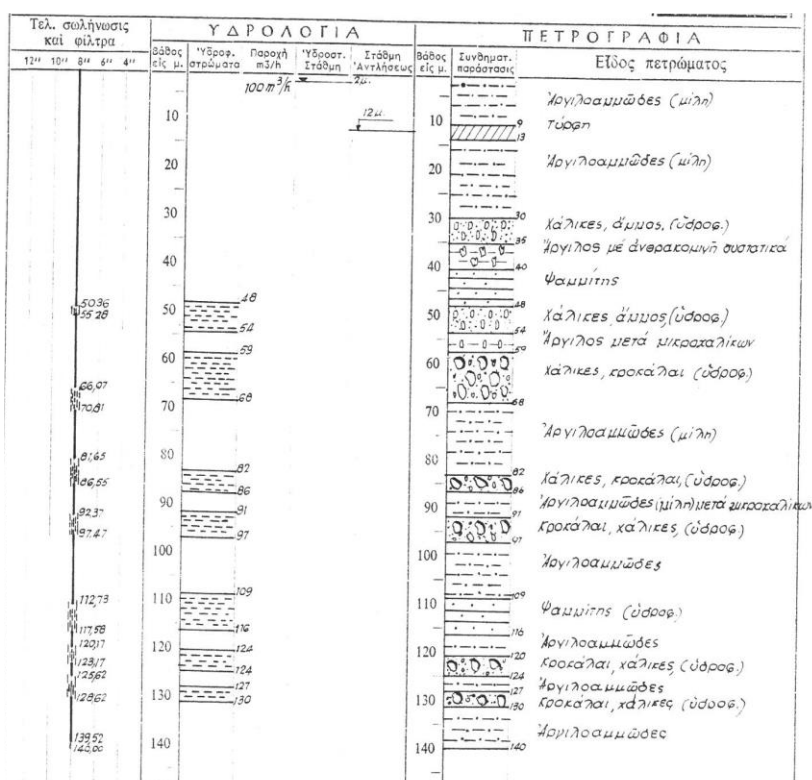
Σχήμα 44: Σιδηρόκαστρο

Η γεώτρηση στο Σχήμα 46 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Σιδηροκάστρου της Δημοτικής Ενότητας Σιδηροκάστρου με συντεταγμένες E=41.2476 και N=23.3989 και η τοποθεσία της είναι ο Ξηροπόταμος. Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 117 μέτρα βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 120 m³/h. Από λιθολογική άποψη, συναντώνται στα πρώτα 10 μέτρα χειμάρριες αποθέσεις και συνεχίζεται η τομή με μαργαϊκό υλικό έως το βάθος των 26 m. Στη συνέχεια, στρώσεις αργίλου, χαλίκων, άμμου και ψαμμιτών εντοπίζονται σε εναλλαγές μέχρι το βάθος των 117 m.

5.13. Περιοχή Σιδηροχώρι



Σχήμα 45: Θέση Γεώτρησης Σιδηροχώρι

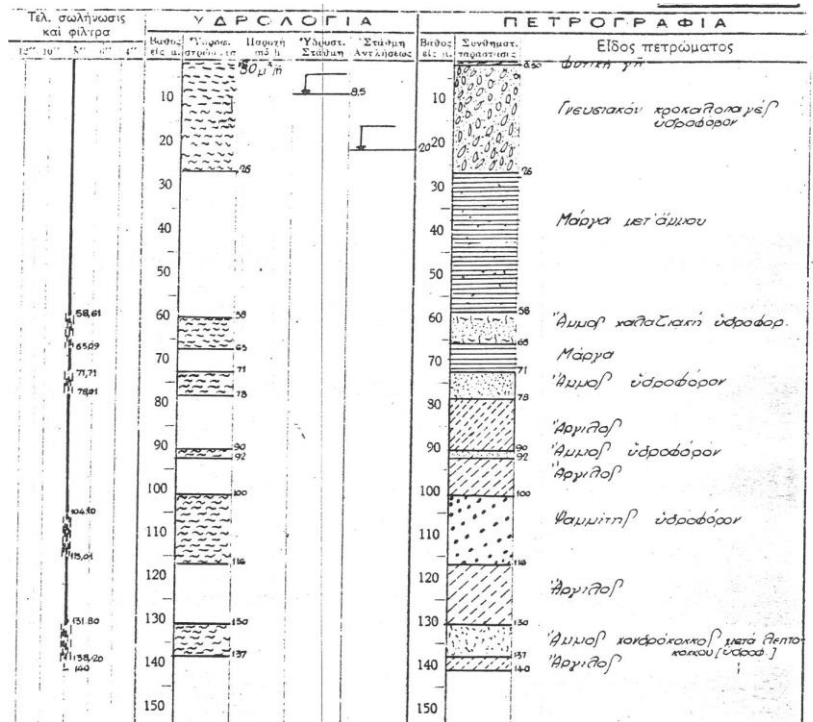


Σχήμα 46: Σιδηροχώρι

Η γεώτρηση στο Σχήμα 48 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Σιδηροχωρίου της Δημοτικής Ενότητας Κερκίνης με συντεταγμένες E=41.2436 και N=23.0204 και η τοποθεσία της βρίσκεται εντός οικισμού. Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 140 m βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 100 m³/h. Μέσω των πληροφοριών της τομής του σχήματος, παρατηρούνται άργιλος, άμμος, ψαμμίτης, χάλικες και κροκάλες καθ' όλη την έκταση της γεώτρησης, από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το βάθος της, να βρίσκονται σε εναλλαγή.

5.14. Περιοχή Χορτερό

Η γεώτρηση στο Σχήμα 49 βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Χορτερού της Δημοτικής Ενότητας Σιδηροκάστρου και η τοποθεσία της να βρίσκεται εντός οικισμού. Το βάθος της σωλήνωσης μετρήθηκε στα 140 μέτρα βάθος και η παροχή νερού υπολογίστηκε στα 80 m³/h. Από λιθολογική άποψη, στα πρώτα 26 μέτρα συναντάται γνευσιακό κροκαλοπαγές. Στη συνέχεια, στρώσεις μάργας, άμμου, αργίλου και ψαμμίτης εναλλάσσονται συνεχώς έως το βάθος της γεώτρησης.



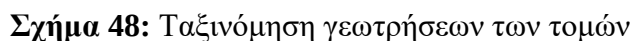
Σχήμα 47: Χορτερό

5.15 Λιθολογική Συσχέτιση Γεωτρήσεων

Οι γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης, από λιθολογικής άποψης, παρατηρείται πως φέρουν παρόμοια πετρώματα και ιζήματα. Όπως αναλύθηκε παραπάνω, κύρια χαρακτηριστικά τους πετρώματα φαίνεται να είναι οι άμμοι, η άργιλος, η μάργα, τα χαλίκια, οι κροκάλες, οι ψαμμίτες καθώς και σε ορισμένες περιπτώσεις εντοπίστηκε γνεύσιος. Στον παρακάτω πίνακα 15 αναγράφονται συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά τους. Τέλος, με βάση τη γεωγραφική τους θέση σχεδιάστηκαν 3 γεωλογικές τομές.

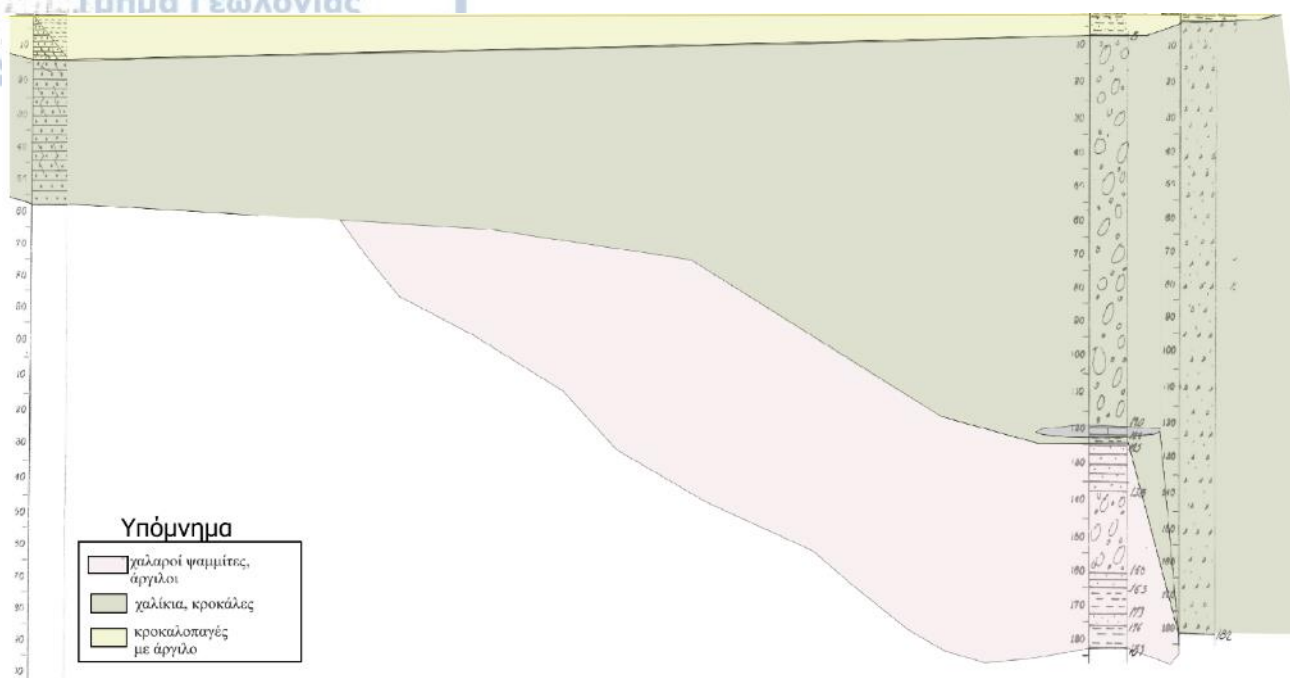
Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά γεωτρήσεων

Θέσεις και χαρακτηριστικά υφιστάμενων γεωτρήσεων				
Γεώτρηση	ΕΓΣΑ 87		Βάθος σωλήνωσης (m)	Παροχή (m ³ /h)
	E	N		
ΑΓΚΙΣΤΡΟ	41.3701	23.4503	53	40
ΑΝΑΤΟΛΗ	41.2654	22.9335	48	50
ΑΧΛΑΔΟΧΩΡΙ ΒΕΙΖΕΛΟΥ	41.3410	23.5331	183	160
ΑΧΛΑΔΟΧΩΡΙ ΜΟΥΣΧΑ	41.3342	23.5373	182	120
ΒΥΡΩΝΕΙΑ	41.2664	23.2378	100	90
ΓΟΝΙΜΟ – ΜΕΓΑΛΟΧΩΡΙ	41.2399	23.2612	150	40
ΘΕΟΔΩΡΕΙΟ	41.2585	22.9595	53	60
ΘΡΑΚΙΚΟ	41.2597	23.1950	28	80
ΚΕΡΚΙΝΗ	41.2289	23.0836	150	100
ΛΙΒΑΔΙΑ	41.2572	23.0734	128	120
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	41.2323	23.0325	65	100
ΠΕΤΡΙΤΣΙ	41.2626	23.2993	100	170
ΡΟΔΟΠΟΛΗ	-		150	60
ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟ	41.2476	23.3989	117	120
ΣΙΔΗΡΟΧΩΡΙ	41.2436	23.0204	140	100
ΧΟΡΤΕΡΟ	-		140	80



ΒΔ

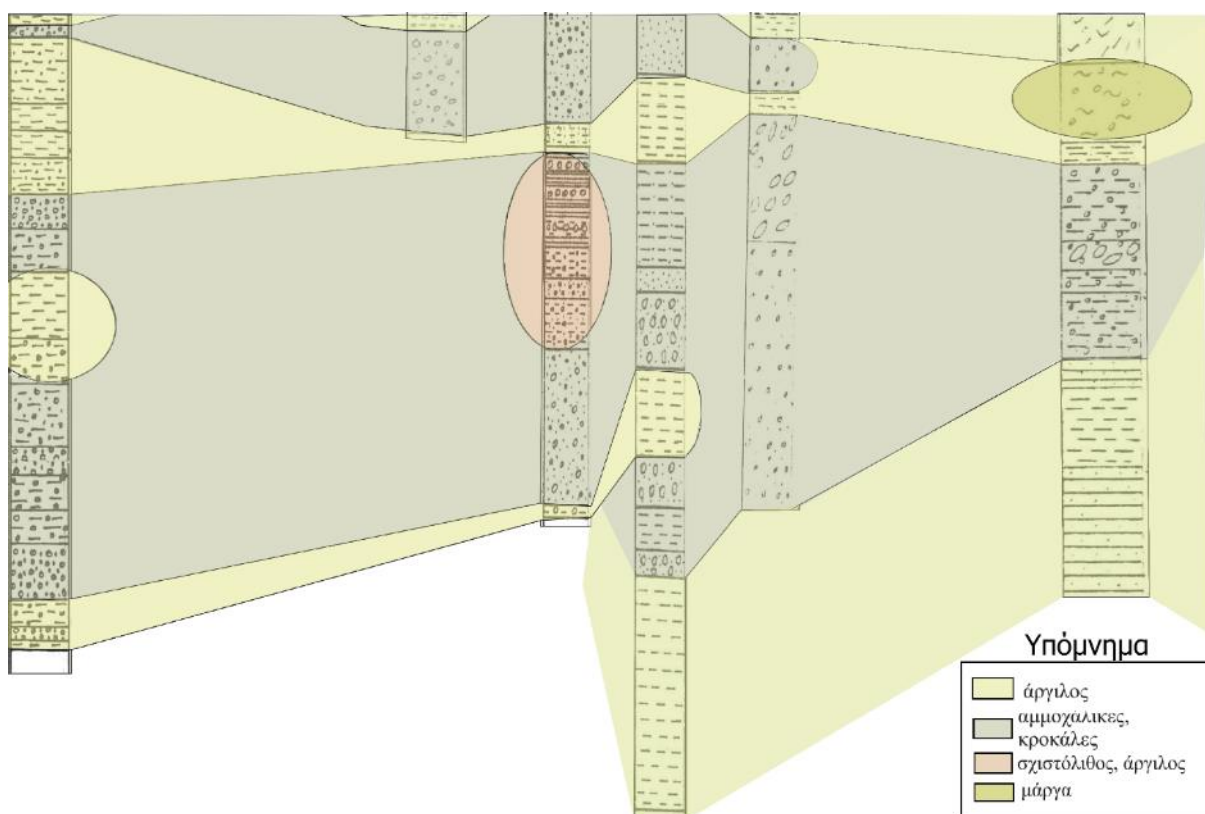
ΝΑ



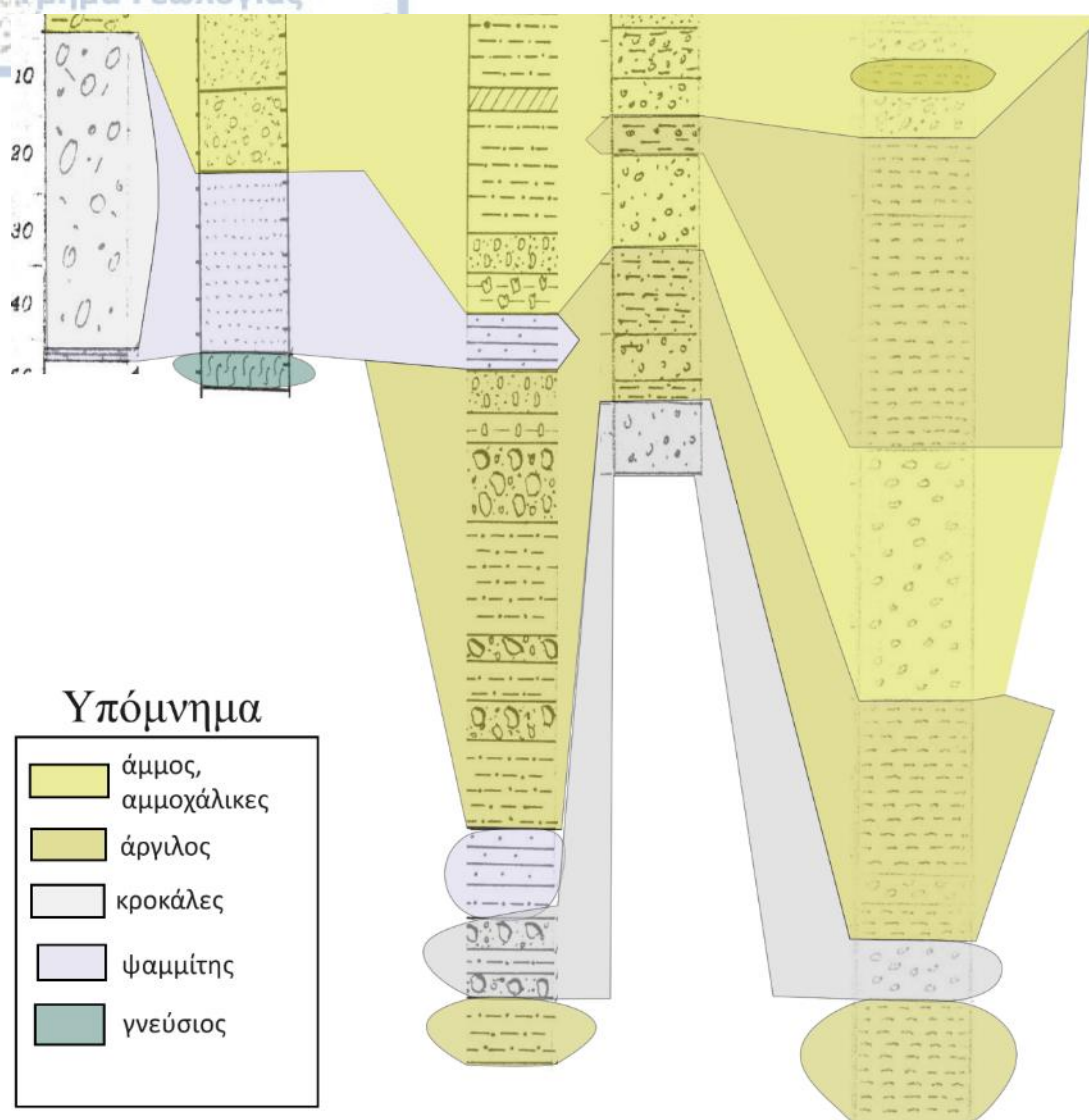
Τομή 1: Τομή Γεωτρήσεων Αγκίστρου – Αχλαδοχωρίου Βεν. – Αχλαδοχωρίου Μ. αντίστοιχα με κατεύθυνση ΒΔ – ΝΑ.

ΔΒΔ

ΑΝΑ



Τομή 2: Τομή Γεωτρήσεων Λιβάδια – Θρακικό – Βυρώνεια – Γόνιμο-Μεγαλοχώρι – Πετρίτσι – Σιδηρόκαστρο αντίστοιχα με κατεύθυνση ΔΒΔ – ΑΝΑ.



Τομή 3: Τομή Γεωτρήσεων Ανατολή – Θεοδώρειο – Σιδηροχώρι – Μοναστηράκι – Κερκίνης αντίστοιχα με κατεύθυνση ΒΔ - ΝΔ

6. Πληθυσμός και Υδατικές Ανάγκες

Υπολογισμοί μελλοντικού πληθυσμού.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι απογραφές των πληθυσμών του Δήμου Σιντικής τις τελευταίες τέσσερεις δεκαετίες, δηλαδή για τα έτη 1991, 2001, 2011, 2021.

Πίνακας 13: Πληθυσμοί ανά δεκαετία

Έτος	Πληθυσμός
1991	27.407
2001	27.432
2011	22.014
2021	18.532

Για την επίτευξη της εκτίμησης των υδρευτικών μελλοντικών αναγκών κρίνεται απαραίτητο, όπως είναι λογικό, ο υπολογισμός των μελλοντικών πληθυσμών της περιοχής. Συνεπώς, απαιτείται να γίνει πρόβλεψή του μέσω διαφόρων μεθοδών.

6.1. Γραμμική Μέθοδος

Ο υπολογισμός του πληθυσμού σύμφωνα με την αριθμητική αύξηση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο ρυθμός της πληθυσμιακής μεταβολής είναι σταθερός.

Τύπος:

$$\Pi_m = \frac{tm - t_2}{t_2 - t_1} (\Pi_2 - \Pi_1) + \Pi_2$$

Όπου:

Π_m : ο πληθυσμός μίας πόλης

t_m : το έτος

Π_1 και Π_2 : ο πληθυσμός τα αντίστοιχα έτη t_1 , t_2

6.2. Γεωμετρική Μέθοδος

Σε αυτή τη μέθοδο, ο ρυθμός της πληθυσμιακής μεταβολής δεν είναι σταθερός αλλά γεωμετρικός.

Τύπος:

$$\log \Pi_m = \frac{t_m - t_2}{t_2 - t_1} (\log \frac{\Pi_2}{\Pi_1}) + \log \Pi_m$$

Π_1 και Π_2 : ο πληθυσμός τα αντίστοιχα έτη t_1 , t_2

Π_m : ο πληθυσμός μίας πόλης

t_m : το έτος

Κατά τον νόμο Malthus ο μελλοντικός πληθυσμός Π_t μετά από t έτη με βάση τον πληθυσμό Π_o δίνεται από τον τύπο:

$$\Pi_t = \Pi_o \cdot e^k$$

Η σταθερά k δίνεται από τον τύπο:

$$k = \frac{1}{t_o - t'} \ln \frac{\Pi_o}{\Pi'}$$

όπου:

$t_o - t'$: ο χρόνος μεταξύ του έτους t_o μέχρι την προηγούμενη απογραφή

Π' : ο πληθυσμός σε αυτή την απογραφή

Για τον μελλοντικό πληθυσμό μετά από t έτη αξιοποιείται ο τύπος:

$$\Pi_t = \Pi_o (1 + \alpha)^t$$

Όπου:

Π_t : ο μελλοντικός πληθυσμός μετά από t έτη

Π_o : ο πληθυσμός σήμερα

α : το μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού

t : το πλήθος των ετών

Πίνακας 14: Πρόβλεψη Πληθυσμού για τα έτη 2040 & 2050

Μέθοδοι					Γραμμική Μέθοδος		Γεωμετρική Μέθοδος	
Έτος	1991	2001	2011	2021	2040	2050	2040	2050
Δήμος Σιντικής	27.407	27.432	22.014	18.532	11.916	8.435	13.789	11.271

6.3 Εκτίμηση Υδρευτικών αναγκών

Οι υδρευτικές ανάγκες εκτιμώνται με βάση τον αριθμό των κατοίκων της περιοχής καθώς και την ημερήσια κατανάλωσή τους ανά άτομο. Έχοντας προβλέψει τον μελλοντικό πληθυσμό με τις μεθόδους που αναφέρθηκαν, είναι εφικτό να υπολογιστούν οι υδρευτικές ανάγκες. Πιο συγκεκριμένα, αυτό γίνεται πολλαπλασιάζοντας τον πληθυσμό με την ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο, η οποία εξαρτάται από το επίπεδο ζωής, την εποχή του χρόνου, την διαθεσιμότητα του νερού στην περιοχή κ.ά. Με βάση την Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α.) Δ11/Φ16/8600/1991 (ΦΕΚ Β' 174), η οποία καθορίζει τα κατώτατα και ανώτερα όρια στην ύδρευση για την ορθολογική χρήση του νερού, στα συλλογικά δίκτυα, τα όρια αυτά είναι 100-250 l/άτομο/ημέρα (Βουδούρης, 2015).

Πίνακας 15: Εκτίμηση υδατικών αναγκών

Μέθοδοι		Γραμμική Μέθοδος		Γεωμετρική Μέθοδος	
Έτος	2021	2040	2050	2040	2050
Συνολικός Πληθυσμός	18.532	11.916	8.435	13.789	11.271
Υδατικές ανάγκες ανά μέρα (m ³)	4.633.000	2.979.000	2.108.750	3.447.250	2.817.750
Συνολικές Υδατικές ανάγκες ανά έτος (m ³)	1.691.045.000	1.087.335.000	769.693.750	1.258.246.250	1.028.478.750

7. Συμπεράσματα – Προτάσεις

- Ο Δήμος Σιντικής ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Σερρών στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου έχει μειωθεί σημαντικά με βάση την απογραφή του 2021 στους 18.532 κατοίκους συγκριτικά με τον αριθμό τους το 2011 στους 22.014.
- Στην μεγαλύτερη έκτασή του παρατηρείται ομαλό ανάγλυφο και χαμηλό υψόμετρο, παράγοντες οι οποίοι συνέβαλαν στην ανάπτυξη της καλλιέργειας της γης.
- Από γεωτεκτονικής άποψης, συναντώνται γεωλογικοί σχηματισμοί που ανήκουν στην Σερβομακεδονική Μάζα και τη Μάζα Ροδόπης, ενώ λόγω της έντονης δραστηριότητας των λεκανών απορροής, των ρεμάτων και της παρουσίας της Τεχνητής Λίμνης Κερκίνης, η περιοχή καλύπτεται από ιζήματα.
- Οι προβλέψεις που εξετάστηκαν για τα έτη 2040 και 2050 εκτιμούν ότι θα παρατηρηθεί σοβαρή μείωση του τοπικού πληθυσμού στα 12.500 και 9.500 κατά μέσο όρο σύμφωνα με τις μεθόδους που εκτελέστηκαν.
- Οι υδατικές ανάγκες, συνεπώς, θα μειωθούν για τα επόμενα έτη. Οι 16 γεωτρήσεις που μελετήθηκαν, ωστόσο, δε σημαίνει πως θα πρέπει να παραμεληθούν, αλλά αντιθέτως, οφείλεται να τηρείται η συντήρησή τους. Αν και τους καλοκαιρινούς μήνες ο Δήμος Σιντικής δεν παρουσιάζει σημαντική αύξηση του πληθυσμού λόγω τουρισμού, οι τιμές της θερμοκρασίας αυξάνονται και σε συνδυασμό με το χαμηλά ποσοστά κατακρημνισμάτων, το νερό αποτελεί αναγκαίο αγαθό για την υγεία των κατοίκων και την καθημερινή τους επιβίωση.

8. Βιβλιογραφία

Βάση Δεδομένων Γεωτρήσεων Δήμος Σιντικής: βάθος σωλήνωσης, παροχή, λιθολογία.

Βουδούρης Κ., (2015): «Εκμετάλλευση και Διαχείριση Υπόγειου Νερού», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.

Βουδούρης Κ., (2017): «Τεχνική Υδρογεωλογία, Υπόγεια Νερά», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.

Δημητριάδης, Σ. (1974): Πετρολογική μελέτη των μιγματιτικών γνευσίων και αμφιβολιτών των περιοχών Ρεντίνας – Ασπροβάλας, Σταυρού – Ολυμπιάδος. Διδ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης, 232p.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων: 1^η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας (EL11).

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2013): Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας Παράρτημα Α5.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2013): Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας Παράρτημα Α7.

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ): Απογραφές πληθυσμών 1991, 2001, 2011, 2021.

Ι.Γ.Μ.Ε.: γεωλογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος της Ανατολικής Μακεδονίας κλίμακας 1:250.000.

Κασώλη, Α. (1981): Συμβολή στην ορυκτολογική και πετρολογική μελέτη αμφιβολιτικών πετρωμάτων της Σερβομακεδονικής μάζας. Διδ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης, 231p.

Κούρου, Α. (1991): Λιθολογία, τεκτονική, γεωχημεία και μεταμόρφωση ενός τμήματος της ομάδας του Δ. Βερτίσκου. Η περιοχή ΒΑ από τη λίμνη Κορώνεια. Διδ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης, 461p.

Μουντράκης Δ., (2010): «Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις University Studio Press.

Σακελαρίου, Δ. (1989): Γεωλογία της Σερβομακεδονικής μάζας στη ΒΑ Χαλκιδική. Παραμόρφωση και Μεταμόρφωση. Διδ. Διατρ. Πανεπ. Αθηνών, 177p.

Σιδηρόπουλος, Ν. (1991): Λιθολογία, γεωχημεία, τεκτονική και μεταμόρφωση του ΒΔ τμήματος του Βερτίσκου. Η περιοχή του όρους Δύσωρο βόρεια από το Κιλκίς. Διδ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης, 592p.



Χατζοπούλου Μαρία (2017): Διπλωματική εργασία, «Μορφοτεκτονική Μελέτη του Α. Βορείου Ρηξιγενούς Περιθωρίου της Λεκάνης των Σερρών.

Ξενογλώσση Βιβλιογραφία

Dimitriadis, S. & Godelitsas, A. (1991): Evidence for high pressure metamorphism in the Vertiskos group of the Serbomacedonian massif. The eclogite of Nea Roda, Chalkidiki. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ. 25, 67-80.

Eleftheriadis, G. & Lippolt, Hl. (1984): Alterbestimmungen zum oligozänen vulcanismus der Süd – Rhodopen/Nord Griechenland. N. Jb. Geol. Pal, Mh. 179-191.

Himmerkus, F., Reischmann, T. & Kostopoulos, D. (2006): Late Proterozoic and Silurian basement units within the Serbomacedonian massif, northern Greece: the significance of terrane accretion in the Hellenides. In Robertson & Mountrakis (eds). Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geol. Soc. London, Sp. Publ. 260, 35-50.

Kockel, F. & Mollat, H., & Walther, H. (1971): Geologic des Serbo – Mazedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens. Geol. Jb. 89, 529-551.

Liati, A. & Seidel, E., (1996): Metamorphic evolution and geochemistry of kyanite eclogites in central Rhodope, northern Greece. Contribution to Mineralogy and Petrology, 123, 293-307.

Mountrakis, D., Sapountzis, E., Kiliass, A., Eleftheriadis, G. & Christoforides, G. (1983): Paleogeographic conditions in the western Pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area. Canadian Journal of Earth Sc., 20, 1673- 1681.

Mposkos, E. & Krohe, A., (2000): Petrological and structural evolution of continental high pressure (HP) metamorphic rocks in the Alpine Rhodope Domain (N. Greece). Proceedings of the 3rd Intern. Conf. Geol. East. Mediterranean (Nicosia Cyprus), 221-232.

Vlachou, M., Christoforides, G., Eleftheriadis, G., Pinarelli, L. & Koroneos, A. (2006): Tertiary volcanic rocks from Samothraki island: Sr and Nd isotope constrains on their evolution. Geol. Soc. Amer. Sp. Pap. 409, 283-304.

Διαδικτυακές Πηγές

Δήμος Σιντικής: <https://www.sintiki.gov.gr/>

Copernicus Land Monitoring Service, Corine Land Cover:
<https://land.copernicus.eu/en>



CorelDRAW: <https://www.coreldraw.com/>

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

Google Maps: <https://www.google.com/maps/>

Meteo: Μετεωρολογικός Σταθμός Κερκίνης: <https://meteosearch.meteo.gr/>

QGIS: <https://qgis.org/en/site/>