



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

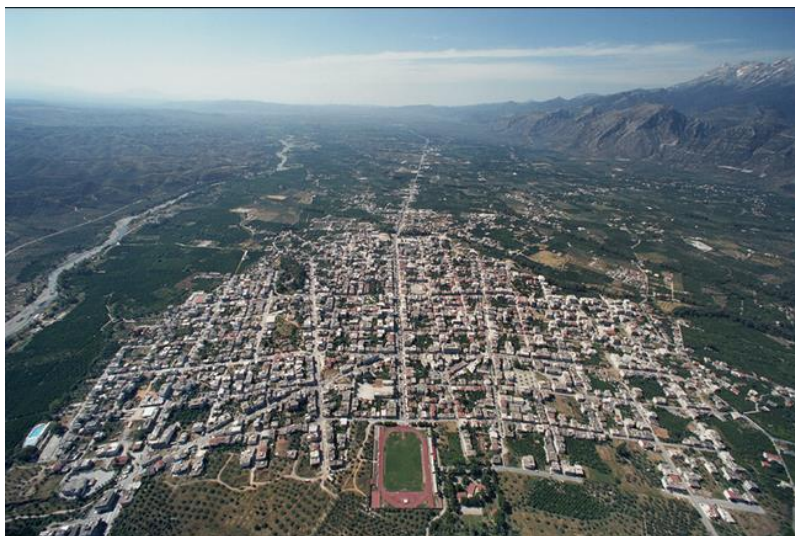
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας



Διπλωματική Εργασία

**«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΡΟΥ
ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΑΡΤΙΑΤΩΝ»**



ΛΙΑΚΑΚΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ, ΑΕΜ: 6093

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Θεσσαλονίκη 2024





ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ Σ. ΛΙΑΚΑΚΟΣ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 6093

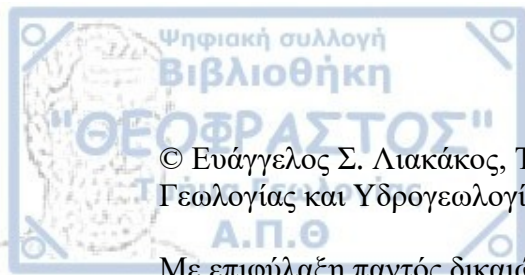
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ
ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
ΣΠΑΡΤΙΑΤΩΝ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Γεωλογίας,
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας

Επιβλέπων

ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Θεσσαλονίκη, 2024



© Ευάγγελος Σ. Λιακάκος, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας, 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΑΡΤΙΑΤΩΝ – *Διπλωματική Εργασία*

© Evangelos S. Liakakos, School of Geology, Laboratory of Engineering Geology and Hydrogeology, 2024

All rights reserved.

HYDROGEOLOGICAL SURVEY OF THE LOWER EUROTA RIVER BASIN AND IRRIGATION CONDITIONS OF THE MUNICIPAL UNIT OF SPARTANS – *Bachelor Thesis*

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

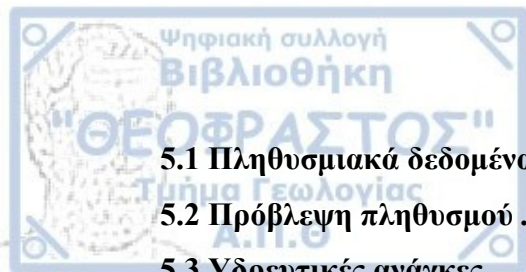
Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: Αποψη της πόλης της Σπάρτης από Βορρά,

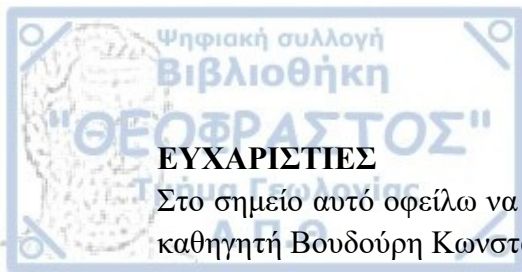
Πηγή: <https://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/6125-sparti-h-yperdynamiths-kalokairinhs-zesths-stin-ellada>



Περιεχόμενα	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	20
2.1 Γενικά	20
2.2 Ανάγλυφο και χρήσεις γης	22
2.3 Περιβαλλοντικά προβλήματα	24
2.3.1 Ρύποι στην Λεκάνη Απορροής Ευρώτα	25
2.4 Υδρογραφικό δίκτυο	26
2.4.1 Υδρόρεμα Μαγουλίτσα (Κνακίωνα) και διαμόρφωση της σημερινής Σπάρτης	36
2.4.2 Βαρυτική έρευνα και απόδειξη της δράσης του υδρορέματος Μαγουλίτσα (Κνακίωνα) στην σημερινή διαμόρφωση της Σπάρτης	36
2.5 Κλίμα	41
3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	42
3.1 Γενικά	42
3.2 Γεωλογία στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα	46
	48
3.3 Γεωλογία της περιοχής Σπάρτης	49
3.4 Γεωλογία της περιοχής με στοιχεία από ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	52
4. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	58
4.1 Γενικά	58
4.2 Υδρολιθολογία της περιοχής	59
4.2.1 Εφαρμογή γεωφυσικής μεθόδου Crosshole για τον προσδιορισμό της λιθολογίας και της στάθμης του υδροφόρου	66
4.2.2 Υδρομετρήσεις για τον προσδιορισμό της μεταβολής της στάθμης σε υδρογεωτρήσεις και πηγές με παραδείγματα από υδροφορείς (διάφορα είδη) της Λακωνίας	74
4.3 Υδρευτικές γεωτρήσεις	80
4.3.1 Μέτρηση στάθμης ηρεμίας στην περιοχή της Σπάρτης (αστική περιοχή)	83
4.3.2 Ερευνητικές Γεωτρήσεις	88
5. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	90



5.1 Πληθυσμιακά δεδομένα.....	90
5.2 Πρόβλεψη πληθυσμού	92
5.3 Υδρευτικές ανάγκες	93
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό οφείλω να αναγνωρίσω την αστείρευτη βοήθεια που έλαβα από τον καθηγητή Βουδούρη Κωνσταντίνο επιβλέπων της εργασίας και τον ευχαριστώ.

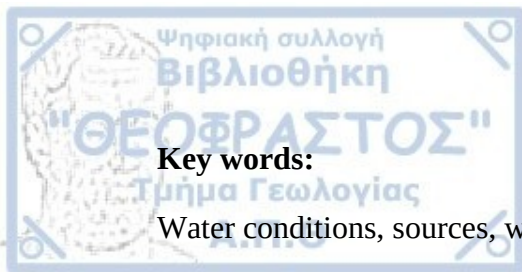
Εκτιμώ, ακόμα, όσους συμπαραστάθηκαν και συμβούλευσαν για την εκπόνηση της εργασίας, οικογένεια, φίλους, γνωστούς και άγνωστους.

Λέξεις κλειδιά:

Υδατικές συνθήκες, πηγές, υδρευτικές ανάγκες, υπόγειοι υδοφορείς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός τον οποίον συγγράφηκε η πτυχιακή αυτή εργασία είναι η κατανόηση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής των γεωτρήσεων της Δημοτικής Ενότητας Σπαρτιατών καθώς και την μελέτη της Λεκάνης απορροής του Ευρώτα ποταμού κυρίως για τον κάτω ρου του. Διερευνώνται οι υδρευτικές ανάγκες των κατοίκων με τους υπάρχοντες υδρολήπτες (γεωτρήσεις, πηγές). Ουσιαστικά υδρεύεται από 8 γεωτρήσεις και 4 πηγές. Σημαντικός τροφοδότης νερού για την πόλη είναι η πηγή της Τρύπης συνεισφέροντας το 42% της ετήσιας παροχής χρήσης. Το υπόγειο υδατικό σύστημα **Σύστημα Ανατολικού Ταυγέτου – Αγίας Μαρίνας GR0300220** αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους της Ιονίου και Τρίπολης με μέση ετήσια τροφοδοσία 120 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ($120.000.000 \text{ m}^3$) και είναι αυτό που χρησιμοποιεί η περιοχή για την άντληση νερού είτε για άρδευση είτε για ύδρευση. Όσον αφορά την εκπόνηση της εργασίας λήφθηκαν υπόψη ορισμένα δεδομένα στοιχεία για την περιοχή όπως η γεωλογία, η υδρολιθολογία, το κλίμα, τα περιβαλλοντικά προβλήματα, η μορφολογία – τοπογραφία. Όπου κρινόταν εύλογο, προσθέτονταν στοιχεία από γεωφυσικές έρευνες στην περιοχή για ενίσχυση της εκάστοτε αναφοράς. Εφαρμόστηκαν ακόμα και προβλέψεις πληθυσμού για τις ακόλουθες δύο δεκαετίες με στοιχεία από προηγούμενες απογραφές. Αυτό για τον λόγο ότι έπρεπε να υπολογιστούν οι υδρευτικές ανάγκες της περιοχής που βασικός παράγοντας είναι ο αριθμός των κατοίκων. Όλα τα δεδομένα που στάθηκαν αρωγοί στην περάτωση της εργασίας αντλήθηκαν από προηγούμενες έρευνες στην περιοχή και κυρίως σε αυτές από το ΙΓΜΕ. Προφανώς και ιδιαίτερο ζήλο για βοήθεια έδειξαν η Δ.Ε.Υ.Α. Σπάρτης, η ΕΛΣΤΑΤ και η τοπική Εφορεία Αρχαιοτήτων. Η συγκρότηση και κατανόηση των όσων λέγονται στην βιβλιογραφία όμως συνέβαλε καθοριστικά η προσωπική μου υπαίθρια έρευνα. Τέλος, παρατίθενται και προτάσεις για την ορθή διαχείριση των υδάτινων πόρων για την περιοχή.



Key words:

Water conditions, sources, water needs, underground aquifers

ABSTRACT

The purpose for which this thesis was written is to understand the hydrogeological conditions of the drilling area of the Municipal Unit of Spartiaton as well as the study of the Evrotas River Basin mainly for its lower reaches. The water needs of the residents with the existing water intakes (boreholes, springs) are investigated. It is essentially watered by 8 boreholes and 4 springs. An important water supplier for the city is the source of the Trypi contributing 42% of the annual usage supply. The underground water system Eastern Taygetus - Agia Marina GR0300220 is developed in limestones of Ionian and Tripoli with an average annual supply of 120 million cubic meters (120,000,000 m³) and is what the area uses to pump water for either irrigation or water supply. Regarding the preparation of the work, certain facts about the area were taken into account such as geology, hydrolithology, climate, environmental problems, morphology - topography. Where it was deemed reasonable, evidence from geophysical surveys in the area was proposed to support each reference. Population projections for the next two decades were even applied using data from previous censuses. This is because the water needs of the area had to be calculated, the main factor being the number of inhabitants. All the data that helped in the completion of the work were drawn from previous surveys in the area and mainly from those by the IGME. Obviously, D.E.Y.A. Sparta, ELSTAT and the local Ephorate of Antiquities showed a special zeal for help. However, my personal outdoor research made a decisive contribution to the construction and understanding of what was said in the literature. Finally, suggestions for the proper management of water resources for the region are also presented.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

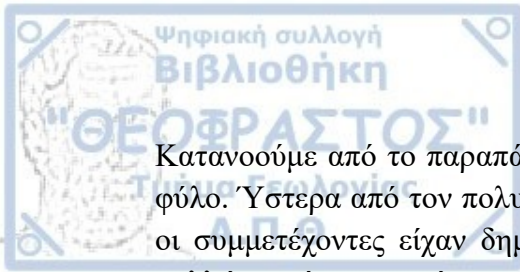
Η εργασία αυτή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του κύκλου σπουδών στο τμήμα Γεωλογίας και αφορά την Λεκάνη Απορροής του Ευρώτα ποταμού καθώς και τις συνθήκες ύδρευσης της Δημοτικής Ενότητας Σπαρτιατών. Η Σπάρτη είναι πρωτεύουσα του νομού Λακωνίας και μία από τις εφτά πρωτεύουσες των νομών της Πελοποννήσου. Αποτελεί την νοτιότερη περιοχή της ηπειρωτικής Ελλάδας. Γενικά δεν είναι ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένη αφού η μετανάστευση έχει τραβήξει τον κόσμο στα μεγάλα αστικά κέντρα.

Ο νομός Λακωνίας κατοικείται αδιαλλειπώς από τα πανάρχαια χρόνια τουλάχιστον 210.000 χρόνια πριν. Στο σπήλαιο Απήδημα στην Μάνη βρέθηκε κρανίο που φέρει χαρακτηριστικά σύγχρονου ανθρώπου (210.000 χρόνια από σήμερα) και αδιαμφισβήτητα αποτελεί Homo Sapiens ώστε να μιλάμε για το παλαιότερο δείγμα που έχει βρεθεί στην Ευρώπη. Αναφέρεται και ως Ταινάριος Άνθρωπος (Homo Sapiens). Δεν λείπουν προφανώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνταν τότε χρονολογημένα και αυτά 150.000 χρόνια από σήμερα καθώς και πλήθος μεταγενέστερων (20.000 – 5.000 χρόνια). Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί και η προέλευση του ονόματος Λακωνία και Λακεδαίμονα που αν μη τι άλλο έχει σχέση με την Γεωλογία. Συγκεκριμένα προέρχονται από τρεις αρχαίες λέξεις, λας, κώνος και δαίμων. Λας σημαίνει λίθος - πέτρα, κώνος εννοείται κωνικό σχήμα (πυραμίδα) και δαίμων = θεός, σεβαστός, το θείον. Δηλαδή «ο θείος κωνικός λίθος». Πρόκειται δηλαδή για την κωνική μορφή που έχει η κορυφή του Ταϋγέτου η οποία είχε λατρευτεί από την αρχαιότητα με ναό του Ήλιου στην κορυφή. Με την μετάβαση από την Ελληνική στην Χριστιανική θρησκεία ο ναός μετατράπηκε σε αυτό του Προφήτη Ηλία και λατρεύεται μέχρι και σήμερα με πλήθος επισκεπτών στις 20 Ιουλίου όπου και γιορτάζει. Η κορυφή στην αρχαιότητα ονομαζόταν Ταλετόν που έμεινε στους ντόπιους με την λέξη ο ντάλε - ο ψηλός, και ντάλια μεσημέρι (λανθασμένα αναφέρεται ότι προέρχεται από τούρκικη λέξη η έκφραση ντάλια μεσημέρι), όταν ο ήλιος μεσουρανεί. Εξάλλου ο Ησύχιος ο Αλεξανδρεύς αναφέρει ότι ταλώς σημαίνει ήλιος.

Γενικά για τον αποικισμό πολλά έχουν ειπωθεί αλλά τι ακριβώς ισχύει πραγματικά. Παρακάτω παραθέτονται στοιχεία που θα μας οδηγήσουν στην απάντηση.

Άθηναϊος (Πλάτων): ούκοῦν ἐν τούτῳ τῷ χρόνῳ, ὄντι δεκέτει, ὃν τὸ Ἴλιον ἐπολιορκεῖτο, τὰ τῶν πολιορκούντων ἐκάστων οἴκοι κακὰ πολλὰ συνέβαινεν γιγνόμενα περὶ τὰς στάσεις τῶν νέων, οἳ καὶ ἀφικομένους τοὺς στρατιώτας εἰς τὰς αὐτῶν πόλεις τε καὶ οἰκίας οὐ καλῶς οὐδ' ἐν δίκῃ ὑπεδέξαντο, ἀλλ' ὥστε θανάτους τε καὶ σφαγὰς καὶ φυγὰς γενέσθαι παμπόλλας: οἳ πάλιν ἐκπεσόντες κατῆλθον μεταβαλόντες ὄνομα, Δωριῆς ἀντ' Ἀχαιῶν κληθέντες διὰ τὸ τὸν συλλέξαντα εἶναι τὰς τότε φυγὰς Δωριᾶ. καὶ δὴ ταῦτά γε ἤδη πάνθ' ὑμεῖς, ὧ Λακεδαιμόνιοι, τάντεῦθεν μυθολογεῖτε τε καὶ διαπεραίνετε.

Μέγилλος (Σπαρτιάτης): τί μήν; (Απόσπασμα από το βιβλίο Γ του Πλάτωνα Νόμοι)



Κατανοούμε από το παραπάνω αρχαίο κείμενο πως Δωριείς και Αχαιοί είναι το ίδιο φύλο. Ύστερα από τον πολυετή πόλεμο στην Τροία στις χώρες που κατάγονταν όλοι οι συμμετέχοντες είχαν δημιουργηθεί ανακατατάξεις με αποτέλεσμα τον εξορισμό πολλών πρώην τοπικών αρχόντων. Έτσι λοιπόν επειδή ο άνθρωπος που συγκρότησε όλους αυτούς και αποφάσισαν να επανέλθουν στις πατρίδες τους ήταν από την Δωρίδα, εξ ου και Δωριείς. Ορθά πλέον μιλάμε για Επάνοδο των Ηρακλειδών (Δωριέων) και όχι για Κάθοδο.

Σύμφωνα με των Κυριάκο Δ. Κάσση στην Λακωνία κατοικούσαν, από τα προκατακλυσμιαία χρόνια πριν τον καταποντισμό της Αιγιίδας, Μινύες (στην περιοχή λεγόntonσαν Μανούες εξ ου και σήμερα Μάνη) και Λέλεγες. Ανάλογα τα κυρίαρχα υποέθνοι της εποχής έχουμε μετέπειτα ονομασίες όπως Αχαιοί, Δωριείς κλπ. Αυτός ο τόπος γέννησε τα πρόσωπα του Τρωικού πολέμου Μενέλαος και Ωραία Ελένη, μετέπειτα τον μέγα νομοθέτη Λυκούργο που θέσπισε το πολίτευμα της Σπάρτης (Σπάρτα στα Δωρικά), τον μέγιστο από τους Σοφούς της αρχαιότητας Χείλων με τα γνωστά ρητά του που κοσμούσαν το μαντείο των Δελφών, τον Λεωνίδα που έμεινε στην ιστορία ως το απαραμίλητο πρότυπο αυτοθυσίας για υπέρτατες αρετές όπως της ελευθερίας και άλλα σημαντικά πρόσωπα της αρχαιότητας ώσπου να φτάσουμε στις μέρες μας στους σύγχρονους ήρωες της Ελληνικής Επανάστασης του 1821 που πρώτοι σήκωσαν το λάβαρο στις 17 Μάρτη 1821 στην Αρεόπολη, μέχρι τον μέγα ποιητή Γιάννη Ρίτσο και τον Νικηφόρο Βρεττάκο.



Εικόνα 1 Ναός Γαιήχου – Ναός Ήλιου- Ναός Ποσειδώνα- Ναός Ασωμάτων στο Ταίναρο. Οι διασωθέντες του κατακλυσμού άρχισαν να αποικούν βορειότερα τον Ελλαδικό χώρο. Οι περισσότεροι είχαν διασωθεί στον νότο στην περιοχή του Ταϊνάρου. Ο ναός του Γαιήχου αποτελούσε τον οδηγό τους.

<https://manimou.gr/%CE%BD%CE%B1%CF%8C%CF%82%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%8E%CE%BD%CE%B1/>



Εικόνα 2 Γάμος Μενελάου και Ελένης, https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/mythology/lexicon/atreides/page_014.html



Εικόνα 3 Λεωνίδα, <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82>

Ο νομός Λακωνίας με την χαρακτηριστική γεωμορφολογία του και την πολύπλοκη τεκτονική του, αναπτύσσεται μεταξύ των οροσειρών Ταϋγέτου από τα δυτικά και Πάρνωνα από τα ανατολικά, συγκροτημένος από τα τεκτονικά βυθίσματα όπου εκεί αναπτύχθηκαν από την αρχαιότητα τα μεγάλα κέντρα της περιοχής και δεν είναι άλλα από της Σπάρτης, Πελλάνας, Αιγίων. Η κύρια περιοχή μελέτης που είναι η Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών είναι πεδινή κατά κόρον αλλά περιφερειακά αυτής έχουμε ημιορεινό – ορεινό ανάγλυφο. Όσον αφορά την μελέτη του ρου του Ευρώτα, τα πράγματα αλλάζουν, αφού η Λεκάνη Απορροής του περιλαμβάνει διάφορα υψόμετρα. Στην περιοχή ακόμα σώζονται αρχαίες ονομασίες του ποταμού όπως Ίμερος και Ίρις. Χαρακτηριστικά, για μνήμες του παρελθόντος ότι ο ποταμός ήταν ιδιαίτερα ορμητικός και όχι ξεροπόταμος όπως έχει καταντήσει σήμερα, θα αναφέρω την έκφραση της ίδιας της γιαγιάς μου 'Θα σε περάσω πέρα από τον Ίρη'. Λεγόταν όταν κάποιος είχε μανία κάποιον για διάφορους λόγους και σήμαινε ουσιαστικά 'Θα σου πω τόσα άσχημα ή τόσα πολλά που εξαναγκαστικά ακόμα και με δυσκολία θα περνούσες τον ποταμό'. Δεν γινόταν δηλαδή να περάσεις το ποτάμι αλλά λεγόταν μεταφορικά ώστε να δειχθεί την δυσμενή κατάσταση που θα έφερνε τον άλλον με τα λόγια που θα του έλεγε.

Η κοιλάδα αυτή λοιπόν της Σπάρτης συγκροτείται από Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς, με προέλευση από τον γειτονικό Ταϋγετο. Τα υλικά αυτά καθιστούν την περιοχή ιδιαίτερα εύφορη κατάφυτη από ελιές, πορτοκαλιές, αμπέλια και διάφορα άλλα δέντρα. Το γεγονός αυτό έχει κάνει τους κατοίκους να ασχολούνται αν όχι αποκλειστικά αλλά κατά πλειονότητα με τον αγροτικό τομέα. Στην ανάπτυξη του πρωτογενή τομέα προφανώς έχει συμβάλει και η ύπαρξη του υπόγειου υδατικού συστήματος **Σύστημα Ανατολικού Ταϋγέτου – Αγίας Μαρίνας GR0300220** όπου αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους της Ιονίου και Τρίπολης με μέση ετήσια τροφοδοσία 120 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ($120.000.000 \text{ m}^3$). Αναπόφευκτα λοιπόν για την περεταίρω γνώση σχετικά με την γεωλογία της περιοχής, την τεκτονική, την γεωμορφολογία, την υδρολιθολογία, κρίθηκε εύλογο να δημιουργηθεί μια συνοπτική και συνάμα συγκεντρωτική μελέτη για την περιοχή, εστιάζοντας στα παραπάνω καθώς και στις συνθήκες ύδρευσης της πόλης της Σπάρτης που συνεπάγει της κατανόηση των αναφερθέντων.

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι τόσο η κατανόηση της υδρολογικής κατάστασης της πόλης των Σπαρτιατών δηλαδή συνθήκες ύδρευσης, κατάσταση πληθυσμού σε σχέση με την δυναμικότητα των υδροφορέων, όσο και η σημαντικότητα ύπαρξης του Ευρώτα πλησίον αυτής ειδικά όταν μιλάμε για μια περιοχή της νοτίου Ελλάδος με τις υψηλότερες θερμοκρασίες το καλοκαίρι. Στοιχεία για την εκπόνηση της εργασίας συλλέχθηκαν από την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Σπάρτης (ΔΕΥΑΣ), από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή από το Ι.Γ.Μ.Ε. , από μελέτες προηγούμενων στην περιοχή, την Ελληνική στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ) καθώς και την προσωπική μου υπαίθρια έρευνα για την κατανόηση και την εποπτική επαφή με όσα αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Τις απαραίτητες επιστημονικές έννοιες και τον τρόπο

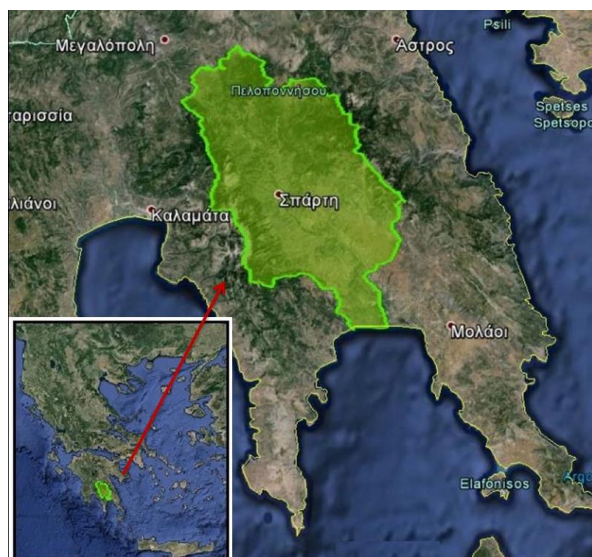
μεθοδικότητας της έρευνας, αρωγοί στάθηκαν τα συγγράμματα – εγχειρίδια του καθηγητή Βουδούρη Κωνσταντίνου που είναι και ο επιβλέπων της εργασίας.

Εφόσον συλλέχθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες ακολούθησε η συγγραφή της εργασίας με σειρά τέτοια που κρίθηκε εύλογη στην κατανόηση και στην γνωστική συνάφεια. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως την θέση στον χάρτη, στο ανάγλυφο με τις χρήσεις γης, τα περιβαλλοντικά προβλήματα, το υδρογραφικό δίκτυο και το κλίμα. Ακολουθεί η γεωλογία τόσο της Σπάρτης και της λεκάνης του Ευρώτα όσο και εν συντομία όλης της Λακωνίας καθώς και εκτενείς αναφορά στην υδρολιθολογία. Αναφέρονται συμπληρωματικά και αποτελέσματα γεωφυσικών μεθόδων στην περιοχή για απόδειξη κάθε φορά των αναφερθέντων στα κεφάλαια. Εν συνεχεία, παραθέτονται στοιχεία από τις υδρευτικές γεωτρήσεις της Σπάρτης αντιπαραβάλλοντας αυτά με πληθυσμιακά δεδομένα και τις υδρευτικές ανάγκες ανάλογα με την εποχή και την γεωγραφική κατανομή του πληθυσμού. Τέλος, στα συμπεράσματα εξηγούνται συνοπτικά οι βασικές πτυχές της εργασίας καθώς και προτείνονται έργα – κινήσεις για την ορθότερη διαχείριση των υδάτων του τόπου.



Εικόνα 4 Άποψη της Σπάρτης και του Ταΰγέτου,

<https://www.visitgreece.gr/el/mainland/peloponnese/sparta/>



Εικόνα 5 Η θέση της Λεκάνης Απορροής του Ευρώτα ποταμού σε σχέση με την οριοθέτησή της στην Λακωνία, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

Το υπόγειο νερό είναι ένας εν κινήσει πόρος που φυλάσσεται κάτω στο υπέδαφος και η άντλησή του καλύπτει τις ανάγκες μας για νερό και αποτελεί μέρος του συνόλου των υδατικών πόρων της γης που συσχετίζεται αδιάρρηκτα με το επιφανειακό νερό και την ατμόσφαιρα. Αυτή η διττή φύση του νερού το κάνει και το σημαντικότερο στοιχείο στον πλανήτη μας (ζωογόνο) καθώς αυτό συνδέεται και με τον κύκλο του νερού στην γη.

Το υπόγειο νερό πλεονεκτεί σε σχέση με το επιφανειακό νερό καθώς προστατεύεται από την ρύπανση των επιφανειακών στρωμάτων του υπεδάφους και έρχεται έτσι κατάλληλο να αξιοποιηθεί για την βιωσιμότητά μας. Για τον λόγο αυτόν, το υπόγειο νερό έπαιξε σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη των κοινωνιών και των πολιτισμών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Στην μελέτη του υπόγειου νερού δεν πρέπει να παραληφθεί και ότι αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα του υδατικού ισοζυγίου μιας περιοχής καθώς και σπουδαίος δείκτης του περιβάλλοντος.

Υδροδότηση στα παλαιότερα χρόνια

Από πληροφορίες του Ηροδότου οι Πέρσες ζητούσαν γῆν καὶ ὕδωρ απ' τις περιοχές και τους λαούς που κατακτούσαν. Η απαίτηση για γην και ύδωρ σήμαινε ότι αυτοί που παραδίδονταν στους Πέρσες δεν όριζαν πλέον ούτε την γῆ τους, ούτε την ελευθερία τους ούτε και την ίδια τους την ζωή. Όταν οι Πέρσες αγγελιαφόροι απαίτησαν από την Σπάρτη γη και ύδωρ, οι Σπαρτιάτες τους έριξαν σε ένα βαθύτατο πηγάδι, λέγοντάς τους πως εκεί θα τα βρουν. Κατανοούμε, λοιπόν εκτός από την γενναιότητα και το ισχυρό ηθικό για αξίες όπως η ελευθερία των αρχαίων Σπαρτιατών, ότι υπήρχαν πηγάδια από όπου προφανώς θα εκμεταλλευόντουσαν το υπόγειο νερό για τις διάφορες ανάγκες του.

Ισχυρά στοιχεία όμως για την ύδρευση της πόλης έχουμε από τα αρχαιολογικά τεκμήρια και προέρχονται από το ρωμαϊκό υδραγωγείο. Το υδραγωγείο είχε την υδρομάστευσή του στην θέση Βιβάρι και στις πηγές της Τρύπης. Από εκεί διένυε 20 χιλιόμετρα περίπου ώσπου να φτάσει μέσα στην πόλη της Σπάρτης. Είχαν κατασκευάσει υδαταγωγούς που περνούσε μέσα το νερό. Τα πλευρικά τοιχώματα του υδαταγωγού είχαν κατασκευαστεί από μικρούς αργούς λίθους και συνδετικό κονίαμα, σε όρνυγμα που είχε διανοιχθεί στο φυσικό σχιστολιθικό βράχο. Ακόμα για την ομαλή μεταφορά του νερού είχαν χτίσει και υδατογέφυρες ώστε να αντιμετωπίσουν τις υψομετρικές διαφορές. Η λειτουργία αυτού του υδραγωγείου υπάρχουν ενδείξεις ότι λειτουργούσε μέχρι και τα βυζαντινά χρόνια.

Σε γενικές γραμμές ο νομός Λακωνίας υδρευόταν από πηγές, ποτάμια (τα παλιά χρόνια ήταν καθαρά τα ύδατα) και πηγάδια. Ιδιαίτερη εντύπωση κάνει το πώς υδρεύοντας στην περιοχή της Μάνης και ιδιαίτερα της Μέσα Μάνης που δεν υπήρχαν πηγές ούτε πηγάδια στην μεγαλύτερη έκτασή της. Εδώ λοιπόν σε αυτό το άγονο ξηρό μέρος ο άνθρωπος κατάφερε να επιβιώσει, να δαμάσει την πέτρα που του στερούσε την υδροφορία επειδή δεν μπορούσε να κρατήσει νερό και τελικά να την διαμορφώσει ανάλογα ώστε να της δώσει ζωή δηλαδή νερό. Οι γνωστές σε όλη την

Μάνη 'γιστέρνες' ήταν δεξαμενές στο υπέδαφος χτισμένες από πέτρα και αποθήκευαν το βρόχινο νερό. Όλα τα βουνά της Μάνης είναι διάτρητα από γιστέρνες για την εξυπηρέτηση των αναγκών άρδευσης και πόσης των ζώων (οι στέρνες που χρησιμοποιούνταν για άρδευση λέγονται χαμογιστέρνες ή κωλογιστέρνες). Ακόμα γιστέρνες έφτιαχναν και στις κατοικίες τους τα Πυργόσπιτα. Όταν έβρεχε έπεφτε στους Λιακούς (ταράτσες) κάθε Πυργόσπιτου και μέσω των 'Αυλών' (πέτρινοι οδηγοί) που υπήρχαν σε κάθε Λιακό κατέληγε στον "Αβγάτη" και τον τελευταίο Αυλό της Στέρνας όπου ήταν τοποθετημένη "Φάνα"(για να μη μπορεί να μπει τίποτα μέσα). Η γιστέρνα έχει βάθος 2-3 μέτρα, είναι στρογγυλή ή μακρουλή στο σχήμα και πάνω στην σκεπή της έχει μικρή τρύπα την 'τρουπητήρα'. Έχει μικρές τρύπες στο πλάι της τρουπητήρας για να μπαίνει το νερό. Μπροστά στη γιστέρνα υπάρχει πάντα μία ή περισσότερες πετροπελεκημένες 'ζγούρνες' που οφείλουν να είναι πάντα γεμάτες για ζώα ή ερπετό ή πουλί ή έντομο (μέλισσα). Για την μεταφορά του νερού χρησιμοποιούσαν το «σιγκλάκι» ή «σίγκλο». Ο «σίγκλος» ήταν ένας κουβάς μεταλλικός στον οποίο επάνω στο χερούλι του ήταν δεμένο ένα Βαρίδι και ένα σχοινί τόσο όσο ρίχνοντάς το από το στόμιο της στέρνας να φθάνει στον πάτο. Αυτός ο τρόπος ήταν και κάτι σαν μονάδα μέτρησης του νερού διότι ανάλογα ως που βρεχόταν το σχοινί γνώριζαν και πόση ποσότητα σε νερό είχε η στέρνα. Στέρνες σώζονται ακόμα και είναι ενεργές καθώς και με την έλευση σωλήνων νερού χρησιμεύουν ακόμα ως αποθηκευτικοί χώροι για τη λάτρα (καθαριότητα) κυρίως του σπιτιού.



Εικόνα 6 Γιστέρνα, Πηγή:
Γαρδένιτσα Μάνης
διαδικτυακή ιστοσελίδα

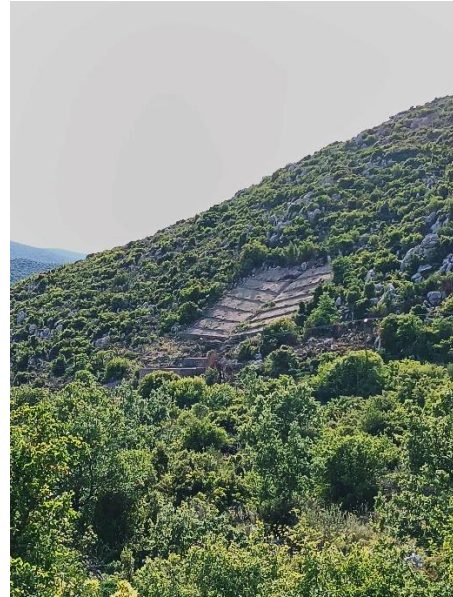


Εικόνα 7 Υδραγωγείο Σπάρτης, θέση Πίττα Καραβά. Ο πεσσός της υδατογέφυρας, (Θέμος Α. & Κουλογεωργίου Ν., 2012)

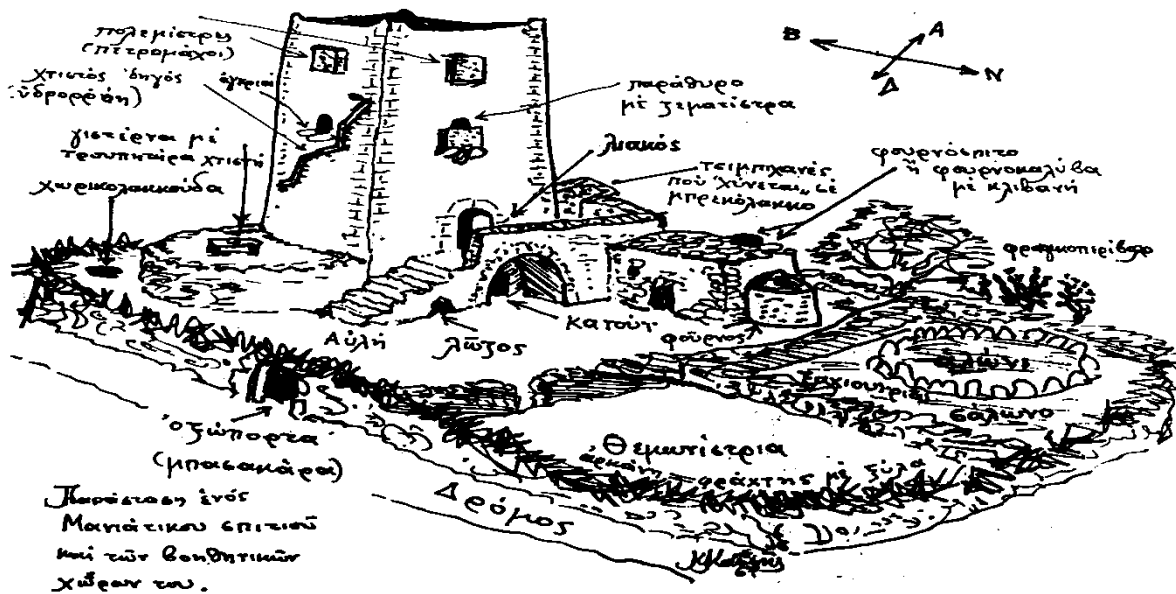


Εικόνα 8 Ζγούρνα,

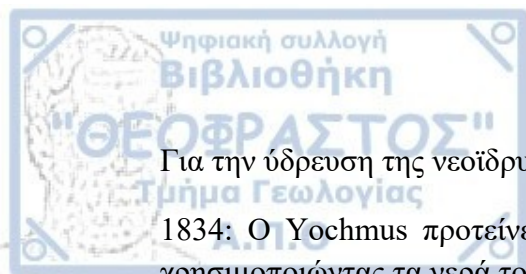
<https://www.greece.com/photos/destination/s/Peloponnese/Laconia/Village/Dryalos/%CE%A3%CE%B3%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%85%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%94%CE%A1%CE%A5%CE%91%CE%9B%CE%9F/41363978>,



Εικόνα 9 Τρόπος συλλογής βρόχινου νερού στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Λακωνίας την δεκαετία του 60' – 70'. Το πρανές είναι τσιμεντωμένο και με κατάλληλους οδηγούς διοχετεύεται το νερό σε μια τσιμεντένια δεξαμενή συλλογής. Στο κάτω μέρος έχει και ποτίστρες για τα ζώα. Χρησιμοποιούνταν κυρίως για την κάλυψη των αναγκών της κτηνοτροφίας.



Εικόνα 10 Γιστέρνα σε Πυργόσπιτο, (Κάσσης Δ. Κυριάκος, 1980).



Για την ύδρευση της νεοϊδρυθείσας Σπάρτης :

1834: Ο Yochmus προτείνει την αλλαγή του ρου του μικρού ποταμού Κνακίωνα χρησιμοποιώντας τα νερά του για την υδροδότηση της πόλης. (Σχέδιο 1)

1834: Ο Stauffert θεώρησε ουσιαστικότερο την κατασκευή πηγαδιών για την ύδρευση και η θέση που πρότεινε φαίνεται στο σχέδιο. (Σχέδιο 2)

1834 (Νοέμβριος): Εγκρίνεται η διάνοιξη τριών πηγαδιών.

1837 (Σεπτέμβριος) Βρέθηκε στη Σπάρτη «αρχαίον φρέαρ ποσίμου ύδατος αφθόνου» και έγιναν εργασίες συντήρησής του με την βοήθεια κυρίως του Συνταγματάρχη Γιατράκου.

1839: Αποφασίζεται η διοχέτευση νερού από τον ποταμό Κνακίωνα, με το νερό να οδηγείται σε μικρή πέτρινη δεξαμενή και σε μία δημόσια κρήνη, που βρισκόταν επί της οδού Κωνσταντίνου Παλαιολόγου, στο κέντρο της πλατείας. (Σχέδιο 3, Σχέδιο 4)

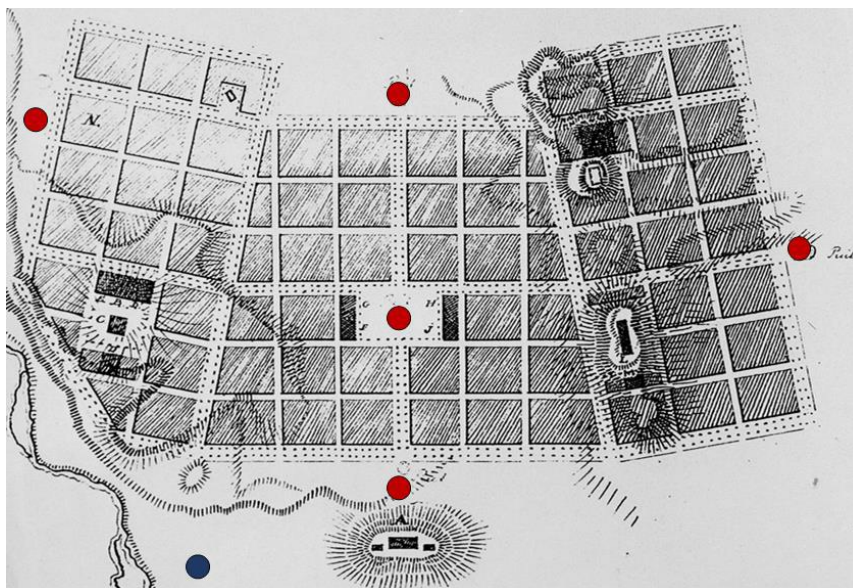
1844: Προτείνεται η παροχέτευση νερού από τις πηγές της Τρύπης. Το έργο δεν υλοποιήθηκε.

1867: Κατασκευή υδραγωγείου Σπάρτης.

1930: Το θέμα της ύδρευσης λύθηκε πολύ αργότερα, από τον τότε Δήμαρχο Ηλία Γκορτσολόγο.



Σχέδιο 1 Σχέδιο του August Giacomo Jochmus για την υδροδότηση από τον ποταμό Κνακίωνα, (Γιαζόγλου, 2023).



Σχέδιο 2 Σκαρίφημα του σχεδίου της πόλης του Stauffert με την θέση των πηγαδιών, (Γιαζόγλου, 2023).

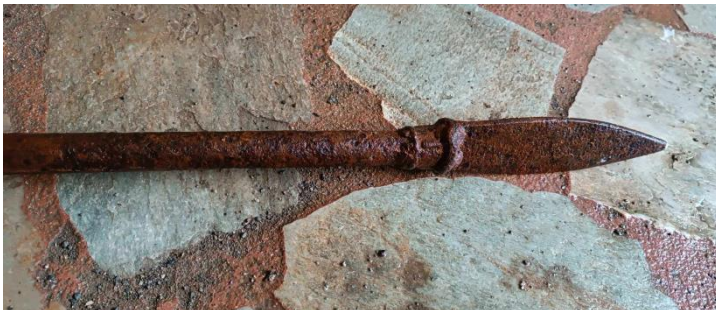


Σχέδιο 3 Φωτογραφία του 1865 από Paul des Granges όπου φαίνεται η δημόσια κρήνη, (Γιαζόγλου, 2023).



Η Μαρμαρένια Βρύση, 10ετία 1940

Σχέδιο 4 Η Μαρμαρένια Βρύση τοπόσημο μια Σπάρτης προηγούμενων εποχών. Γκρεμίστηκε την 10ετία του '80. Βρισκόταν στην συμβολή των οδών Αγησιλάου και Μενελάου. Πηγή : Λακωνική Βιβλιοθήκη στο Facebook.



Εικόνα 11 Το εργαλείο αυτό τοποθετούνταν κατά την διάνοιξη πηγαδιών στα τοιχώματα του πηγαδιού. Αποτελούνταν από ένα αιχμηρό μέρος που συνδεόταν με σωλήνα περατό ώστε να μπορεί να περνά το νερό από μέσα και ένα σωλήνα σε σχήμα σταυρού ώστε να είναι ευκολότερο στους εργαζομένους να βαρούν με σφυριά και να εισέρχεται σιγά σιγά ο σωλήνας μέσα στο έδαφος. Αυτό το έκαναν για να ενώσουν γειτονικούς υδροφορείς ώστε να αυξηθεί η στάθμη του πηγαδιού τους.



2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Γενικά

Ο νομός Λακωνίας είναι ένας από τους 51 νομούς της Ελλάδας και συνορεύει με αυτόν της Αρκαδίας στα βόρεια, ενώ με τον νομό Μεσσηνίας στα δυτικά. Οριοθετείται στο νότιο μέρος της Πελοποννήσου και αποτελεί έναν (1) από τους επτά (7) νομούς της. Ο νομός Λακωνίας αριθμοί 442 χωριά ενώ από το 2011 διαιρείται σε 5 δήμους εκείνου της Σπάρτης, του Ευρώτα, της Ανατολικής Μάνης, της Μονεμβάσιας και της Ελαφονήσου.



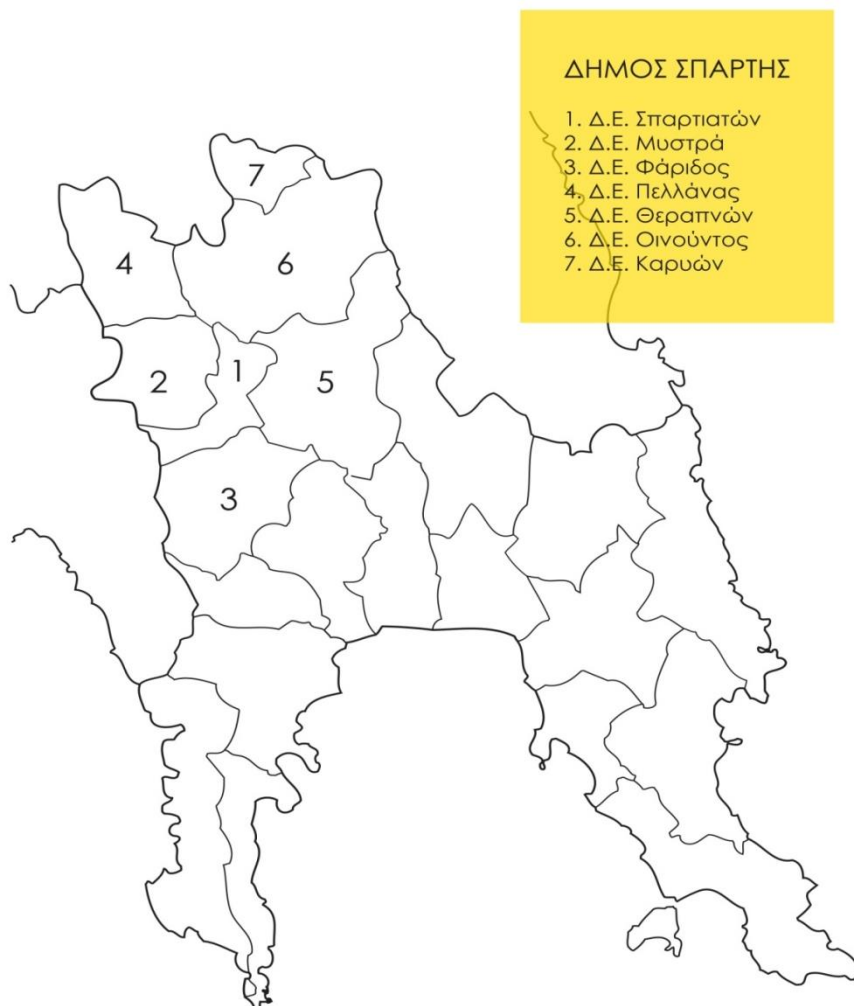
Εικόνα 12 Νομός Λακωνίας, χάρτης, πηγή: Βικιπαίδεια :

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%9B%CE%B1%CE%BA%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82

Αναλυτικότερα, η πόλη της Σπάρτης, η οποία αποτελεί την περιοχή έρευνας, είναι πρωτεύουσα του νομού Λακωνίας και συνάμα αποτελεί την μικρότερη πόλη της Πελοποννήσου. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη απογραφή πληθυσμού το 2021, αριθμεί 19.865 κατοίκους. Βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού και η σημερινή Σπάρτη είναι οικοδομημένη στους ανατολικούς πρόποδες του Ταΰγετου, νότια από το κέντρο της αρχαίας Σπάρτης, κοντά στις όχθες του ποταμού Ευρώτα και το υψόμετρό της είναι 210 μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας.

Η πόλη της Σπάρτης πέρα από πρωτεύουσα του νομού Λακωνίας αποτελεί και την έδρα του Δήμου Σπάρτης. Με την μετάβαση από το <<Σχέδιο Καποδίστρια>> στο <<Σχέδιο Καλλικράτη>> το 2011, οι 20 Δήμοι και οι δύο κοινότητες (Καρυών και

Ελαφονήσου) του νομού συγχωνεύθηκαν και προέκυψαν 5 δήμοι, από τους οποίους ο ένας είναι ο Δήμος Σπάρτης. Έτσι λοιπόν κατανέμεται σε επτά δημοτικές ενότητες, οι οποίες είναι των Σπαρτιατών, της Φάριδος, του Μυστρά, του Οινούντα, της Πελλάνας, των Καρυών και των Θεραπνών.



Εικόνα 13 Δήμος Σπάρτης και Δημοτικές Ενότητες

<https://lakonikos.gr/epikairothta/item/140938-i-geografia-ton-psifon-ston-dimo-spartis>

2.2 Ανάγλυφο και χρήσεις γης

Όπως αναφερθήκαμε και προηγούμενα, η Σπάρτη είναι χτισμένη στα ανατολικά ριζώματα του Ταϋγету, νότια από το κέντρο της αρχαίας πόλης, κοντά στον ποταμό Ευρώτα και σε υψόμετρο 210 μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας. Η πεδιάδα που εκτείνεται γύρω από την πόλη είναι κατάφυτη από καλλιέργειες όπως της ελιάς, πορτοκαλιάς, λεμονιάς και λιγότερο σε αμπέλια, μουριές και άλλα δέντρα.

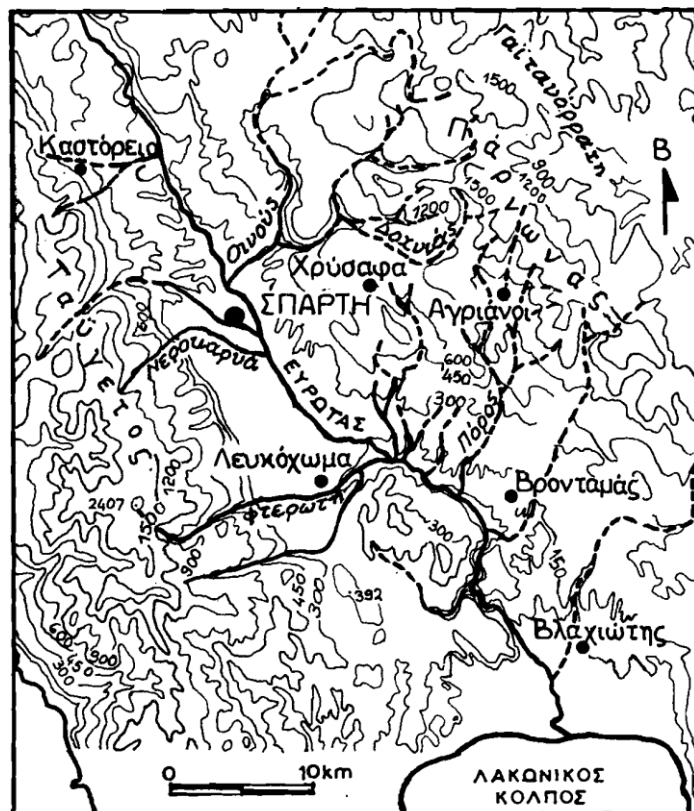
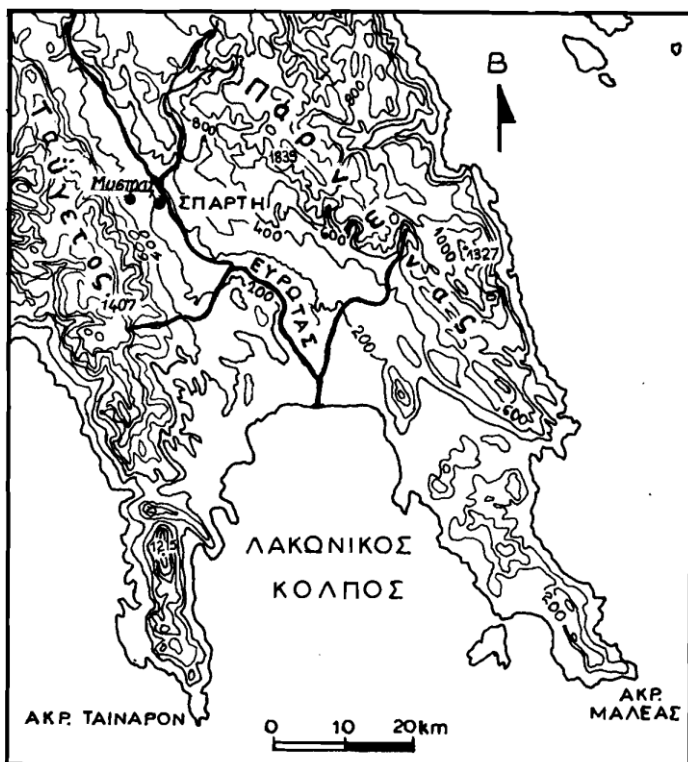
Φυσιογραφικά αποτελεί μια επιμήκης κοιλάδα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Κεντρικά της λεκάνης αυτής τοποθετούνται λοφώδεις εξάρσεις, οι οποίες προσδιορίζονται γραμμικά, παράλληλα με τη γενική διεύθυνση της. Κατά πλάτος ρέει ο ποταμός Ευρώτας (κύριος ποταμός) και κατά μήκος από δευτερεύον υδρογραφικό δίκτυο δηλαδή παραπόταμοι, χείμαρροι, ρέματα, εποχικής ή διαρκής ροής, με γενική διεύθυνση κάθετη στον Ευρώτα, όπου και εκβάλλουν. Ανατολικά έχουμε την οροσειρά του Πάρνωνα και δυτικά του Ταϋγету, στις οποίες οριοθετείται μέσα η κοιλάδα. Η Λεκάνη Ευρώτα έχει έκταση 1738 km² της οποίας τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά είναι: Περίμετρος 241 km, Άξονας Μήκους 32,5 km, Άξονας Πλάτους 17,1 km.

Στα νοτιοδυτικά υψώνεται ο Ταϋγетος με υψηλότερη κορυφή τον Προφήτη Ηλία στα 2.407 μέτρα ευρέως γνωστή για την πυραμιδοειδή μορφή της, ενώ στα ανατολικά της πόλης βρίσκεται η οροσειρά του Πάρνωνα, με την κορυφή του Μεγάλη Τούρλα στα 1.934 μέτρα, που είναι κατάφυτη από ψηλά έλατα και το γνωστό τσάι Πάρνωνα.

Ο νομός Λακωνίας κατατάσσεται στους ημιορεινούς νομούς της Ελλάδος, ωστόσο μεγάλο ποσοστό του χώρου του να χαρακτηρίζεται ορεινό-ημιορεινό. Το γεγονός αυτό έχει ευδοκιμήσει την άνθηση του πρωτογενή τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία) καθιστώντας τον την 'βαριά βιομηχανία' της Λακωνίας. Μιλώντας με αριθμούς, οι γεωργικές εκτάσεις καταλαμβάνουν περίπου το 37,6 % επί του συνόλου του νομού, ενώ οι βοσκότοποι το 5,6 %. Τα δάση αποτελούν το συντριπτικό ποσοστό του 50,63 % της έκτασης του νομού. Αντιθέτως, μόλις 1,03 % καλύπτεται από οικισμούς, ενώ αρκετά μικρότερο ποσοστό, 0,21 %, καλύπτουν οι υδάτινες επιφάνειες του νομού.

Οι χρήσεις γης της περιοχής ασχολίας εκτείνονται στην οικιστική χωροθέτηση, στους υδάτινους αποδέκτες, στις αγροτικές καλλιέργειες και ειδικότερα στις ελιές, πορτοκαλιές και διάφορες άλλες καλλιέργειες. Η ανάπτυξη της πόλης των Σπαρτιατών ξεκίνησε με την ανέγερση της τωρινής πόλης πάνω στα θεμέλια της αρχαίας Σπάρτης. Η πόλη επανασυστάθηκε ύστερα από την απελευθέρωση της Ελλάδας, το 1834, και ήταν η πρώτη στην χώρα με ολοκληρωμένο πολεοδομικό σχεδιασμό. Σημείο κατατεθέν είναι οι μεγάλες πλατείες και οι δεντροφυτεμένοι δρόμοι, τα νεοκλασικά κτήρια και η πλούσια ύδρευση. Τα σχέδια υλοποίησε ο Βαυαρός Friedrich Stauffert, σύμφωνα τις αρχές του νεοκλασικού πολεοδομικού σχεδιασμού που κυριαρχούσαν στις μεγάλες Ευρωπαϊκές χώρες τότε. Κατά τη δεκαετία του 1930 διαμορφώθηκε σε σύγχρονο αστικό κέντρο αφού πραγματοποιήθηκαν μεγάλα έργα όπως η ασφαλτόστρωση και η υδροδότησή της. Σήμερα η Σπάρτη χαρακτηρίζεται ως μια επαρχιακή πόλη που η βασική της

οικονομία στηρίζεται στην γεωργική παραγωγή κατά κόρον και στην μεταποίηση αυτής και στον τουρισμό κατά τους θερινούς μήνες κυρίως. Με λίγα λόγια αποτελεί το οικονομικό, διοικητικό και πολιτιστικό κέντρο του νομού Λακωνίας.



Εικόνα 14 Τοπογραφικοί χάρτες περιοχής, (Gaki – Papanastasiou et al., 1995)

2.3 Περιβαλλοντικά προβλήματα

Αποτελεί κοινή διαπίστωση πως τα περισσότερα περιβαλλοντικά προβλήματα γεννιούνται στα μεγάλα αστικά κέντρα των χωρών, λόγω της υπερσυσσώρευσης των ανθρώπων στις πόλεις (αστικοποίηση) και των δραστηριοτήτων τους σε αυτές. Ο νομός Λακωνίας δεν διακρίνεται από τεταμένη αστικοποίηση, παρόλα αυτά δεν τον καθιστά απαλλαγμένο από περιβαλλοντολογικά προβλήματα.

Συγκεκριμένα, το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του νομού έγκειται στην ρύπανση των υδάτων προερχόμενη της απόπλυσης χημικών παρασκευασμάτων που γίνονται χρήση στη γεωργία, της διοχέτευσης των λυμάτων από τις βιομηχανίες στα ρέματα, την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων, στην ανυπαρξία αποχετευτικού συστήματος στα μικρότερα αστικά κέντρα (χωριά, κωμοπόλεις), την άσωτη υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων από αυθαίρετες γεωτρήσεις κ.λπ.

Συγκεκριμένα, στην πόλη των Σπαρτιατών οι αιτίες των προβλημάτων άγουν την προέλευσή τους στα εξής:

- Ανεπαρκής κατανόηση από τους πολίτες της σημασίας της ανακύκλωσης, με συνέπεια την χρήση μη ανακυκλώσιμων υλικών
- Απουσία ορθολογικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (κυρίως για αυτά που ρίπτονται από ιδιώτες οπουδήποτε), η οποία οδηγεί στη μόλυνση του εδάφους και κατ' επέκταση των υδάτων είτε είναι αυτά επιφανειακά ή υπόγεια.
- ανυπαρξία χώρων στάθμευσης, η οποία έχει ως συνέπεια την κυκλοφοριακή συμφόρηση, την αύξηση της ηχορύπανσης, την έκλυση μεγάλων ποσών καυσαερίων.
- Ατιμωρησία των ρυπαντών των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. (Λανθασμένη ή μάλλον σκόπιμη πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης: Ο ρυπαίνων πληρώνει)

Κατανοούμε λοιπόν πως η περιοχή μελέτης εμφανίζει περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία δεν πρέπει να παραβληθούν, διότι έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο φυσικό περιβάλλον, στη ζωή, στην υγεία των ανθρώπων και την αισθητική της πόλης.

2.3.1 Ρύποι στην Λεκάνη Απορροής Ευρώτα

Η μελέτη που διεξήχθη αναφερόταν στα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής (01) και Ανατολικής (03) Πελοποννήσου.

Στην παρούσα φάση θα ασχοληθούμε μόνο με την Ανατολική Πελοπόννησο (03) αφού σε αυτή εντάσσεται η λεκάνη απορροής του Ευρώτα και κατ' επέκταση η Σπάρτη.

Συνολικά απογράφηκαν 543 ρυπογόνες εστίες στο Υδατικό Διαμέρισμα 01 και 320 στο Υδατικό Διαμέρισμα 03.

Με βάση το συνολικό αριθμό των εστιών ρύπανσης στα δύο υδατικά διαμερίσματα και την κατηγοριοποίησή τους, διακρίθηκαν οι παρακάτω ομάδες ρυπογόνων δραστηριοτήτων:

- I. Ενεργειακές Βιομηχανίες : 13 (Υ.Δ. 01) και 1 (Υ.Δ. 03)
- II. Παραγωγή και επεξεργασία μετάλλων: 15 (Υ.Δ. 01) και 2 (Υ.Δ. 03)
- III. Βιομηχανίες ορυκτών προϊόντων (εξόρυξη, επεξεργασία): 16 (Υ.Δ. 01) και 4 (Υ.Δ. 03)
- IV. Χημική βιομηχανία και χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής: 2 (Υ.Δ. 01)
- V. Διαχείριση αποβλήτων: 5 (Υ.Δ. 01) και 27 (Υ.Δ. 03)
- VI. Άλλες δραστηριότητες: 486 (Υ.Δ. 01) και 286 (Υ.Δ. 03)

Χωρική κατανομή των ρυπογόνων εστιών

Υδατικό Διαμέρισμα 03: Εκατέρωθεν του οδικού άξονα Σπάρτης - Σκάλας στη Λακωνία παρατηρείται η μεγαλύτερη συγκέντρωση των Δραστηριοτήτων της VI κατηγορίας (Άλλες δραστηριότητες). Επίσης αυτή η κατηγορία παρουσιάζει γεωγραφική διασπορά, η οποία συνδέεται με τις μικρές αστικές ζώνες.

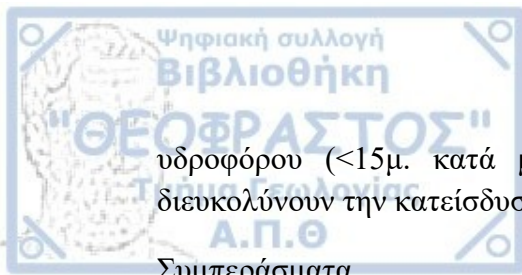
Ρυπαντικές πιέσεις στα επιφανειακά νερά

Υδατικό Διαμέρισμα 03: Η μεγαλύτερη συγκέντρωση ρυπογόνων εστιών παρατηρείται σε τρεις λεκάνες απορροής της Λακωνίας και σε μία στην Αργολίδα.

- Λεκάνη Ευρώτα ποταμού, στην οποία είναι χαρακτηριστική η «πίεση» των ρυπογόνων εστιών στην Λεκάνη Απορροής του Ευρώτα και ιδιαίτερα στην ζώνη του Μέσου και Άνω Ρου, από την κατηγορία VI «Άλλες Δραστηριότητες».
- Λεκάνη Σμήνου ή Πλατύ ή Βαρδούνια χειμάρρου, παρουσιάζει διασπορά της κατηγορίας VI (Άλλες Δραστηριότητες) που συνδέονται με τα μικρά αστικά κέντρα.

Ρυπαντικές πιέσεις στα υπόγεια νερά

Υδατικό Διαμέρισμα (03): Υδρογεωλογικό Σύστημα Ευρώτα, κοκκώδες υψηλής περατότητας. Δέχεται μεγάλη «πίεση» στο κεντρικό τμήμα του (περιοχή Δήμου Σπάρτης) από δραστηριότητες της κατηγορίας VI. Το μικρό βάθος της στάθμης του



υδροφόρου (<15μ. κατά μέσο όρο) αλλά και το πυκνό υδρογραφικό δίκτυο διευκολύνουν την κατείσδυση των ρύπων μέχρι τη στάθμη του υδροφόρου.

Συμπεράσματα

Οι εκτεταμένες ορεινές δομές στην Ανατολική Πελοπόννησο (Αρκαδία και Λακωνία) δημιουργούν μη ευνοϊκές συνθήκες για ανθρώπινες δραστηριότητες σε εκτεταμένο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος 03.

Αντίθετα οι ήπιες γεωμορφολογικές συνθήκες στην Δυτική Πελοπόννησο ευνοούν την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα.

Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι το γεγονός ότι σε έκταση περίπου 23 km² εντός του Υδρογεωλογικού Συστήματος Ευρώτα συγκεντρώνεται >60% των ρυπογόνων δραστηριοτήτων της Λακωνίας (3.636 km).

2.4 Υδρογραφικό δίκτυο

Ο όρος <<υδρογραφικό δίκτυο>> περιγράφει τον δίαυλο μεταφοράς με τον οποίο κινούνται τα επιφανειακά ύδατα μαζί με τα υλικά μιας υδρολογικής λεκάνης. Ο νομός Λακωνίας διαθέτει ένα σημαντικό υδρογραφικό δίκτυο, με τον Ευρώτα να αποτελεί τον κατεξοχήν κλάδο αυτού και έναν μικρότερο ποταμό τον Σμήνο ή Πλατύ που κατατάσσεται και αυτός στην Λεκάνη απορροής του Ευρώτα. Ο Ευρώτας έχει έκταση 1680 Km², ο Σμήνος 177 Km² και τα υπόλοιπα 563 Km², ώστε η συνολική έκταση της Λεκάνης Απορροής να είναι 2420 Km².

Ποταμοί, χείμαρροι, ρέματα που απαντώνται σε περιοχές με Μεσογειακό κλίμα φιλοξενούν ιδιαίτερα σπουδαία και συγχρόνως ευάλωτα οικοσυστήματα για το λόγο ότι έχουν ξηροθερμικό κλίμα. Χαρακτηρίζονται από έντονες εποχιακές μεταβολές στην ροή τους, με ξηρασία της κοίτης κατά την ξηρή περίοδο, με ανύπαρκτη ή αρκετά χαμηλή ροή, και από πλημμύρες την διάρκεια της υγρής περιόδου. Ακόμα, στη Μεσογειακή λεκάνη, την καλοκαιρινή περίοδο επικρατεί ο έντονος ανταγωνισμός του ανθρώπου για το νερό, κάτι που έρχεται να συμπληρώσει συνεργατικά με τη φυσική κλιματική μεταβλητότητα Ως συνέπεια της υπεράντλησης να αλλάζει η περιβαλλοντική πίεση αυξάνοντάς την, με αντίκτυπο σε εκείνους τους οργανισμούς (υδρόβιους) που ο βιότοπός τους είναι το νερό.

Η ιδιαίτερα ξηρή περιοχή που βρίσκεται ο ποταμός Ευρώτας (νότια Ελλάδα), προκαλεί την ξήρανση μεγάλων τμημάτων του κύριου ρου του κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Επιπρόσθετα, στην πλειονότητά τους οι παραπόταμοι του Ευρώτα σημειώνουν έναν εφήμερο χαρακτήρα ενώ λίγοι είναι αυτοί που έχουν αδιάκοπη ροή όλο το έτος. Αυτοί αφυδατώνονται κυρίως στα μεσαία και χαμηλά τμήματα τους και διατηρούν νερό μόνο κοντά στις πηγές τους.

Ουσιαστικά ο Ευρώτας τροφοδοτείται από παραπόταμους, χείμαρρους, ρέματα και πηγές (εικόνα 21, εικόνα 22), με σημαντικό τροφοδότη νερού πηγών τα ανατολικά πρανή του Ταϋγέτου. Οι πηγές που εκφορτίζονται από τον Ταϋγετο προέρχονται από υδροφορείς που αναπτύσσονται σε ανθρακικά πετρώματα με στεγανό υπόβαθρο φυλλίτες - χαλαζίτες ή και φλύσχη.

Κύριοι παραπόταμοι και ρέματα: Αρδεολαγάκαδο, Οινούντας, Κολλινιώτικο, Βαθύρεμα, Βουτικιότης, Γερακάρης, Κελεφίνα, Κάκαρης, Κοκόρεμα, Καστανιότης, Βρυσιώτικο, Κερασιώτικο, Κάρδαρης, Κοττσάνης, Μαγουλίτσα, Μυλοπόταμος, Μαριόρεμα, Νίκοβα, Ξερίλας, Οινούς, Παρορίτης, Ρασίνα, Βεριάς, Σκατιάς, Τζιτζινιώτικο, Τυφλό, Φτερωτή.

Το αναφερθέν υδρογραφικό δίκτυο μεταφέρει μεγάλες ποσότητες ιλύος και υλικών από τον Ταϋγετο με αποτέλεσμα ο Ευρώτας να είναι ιδιαίτερα προσχωματικός. Ως εκ τούτου οι εκβολές του να επεκτείνονται συνεχώς στην θάλασσα διαφοροποιώντας κατ' έτος την γραμμή του αιγιαλού και το πλάτος της παραλίας στον μυχό του Λακωνικού Κόλπου.

Πηγάζει από το οροπέδιο της Μεγαλόπολης του νομού Αρκαδίας. Συγκεκριμένα οι πηγές του τοποθετούνται στην περιοχή Λογαρά στο χωριού Σκορτσινού. Ύστερα από λίγα χιλιόμετρα ροής χάνεται στο έδαφος από καταβόθρες και επανεμφανίζεται νοτιότερα στην περιοχή Βελεμινατίδα μέσω των πηγών Πελλανίτιδα και Λαγκεία. Μετά από μεγάλη διαδρομή 90 χιλιομέτρων περίπου, ανάμεσα στην κοιλάδα που ορίζουν ο Ταϋγετος και ο Πάρνωνας, στην πορεία της οποίας εκβάλουν τα νερά των παραπόταμων του, καταλήγει στον Λακωνικό Κόλπο με μορφή εκβολών δέλτα. Τα νερά του χρησιμοποιούν πολλοί οικισμοί για ύδρευση αλλά και για να καλύψουν την άρδευση των καλλιεργειών τους.

Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής του καλύπτει εμβαδόν έκτασης 1.680 Km^2 , η μέση ετήσιας βροχόπτωση είναι 900 mm ύψος βροχής, ο όγκος νετού ετησίως $1.444 \times 10^6 \text{ m}^3$ και το μέσο συνολικό ετήσιο δυναμικό των υδάτων του υπολογίζεται σε $360 \times 10^6 \text{ m}^3$. Μέγιστο στις βροχοπτώσεις παρατηρείται στους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο, με ιδιαίτερα υγρό εκείνο του Νοεμβρίου και ξηρότερο τον Ιούνιο. Συνάμα, η εξατμισοδιαπνοή (πραγματική) ετησίως (μέση τιμή) προσδιορίζεται σε 500 mm ανά έτος.

Η λεκάνη απορροής του Ευρώτα έχει τυπικό μεσογειακό κλίμα με θερμούς καλοκαιρινούς και ψυχρούς χειμωνιάτικους μήνες και με την ετήσια μέση θερμοκρασία να κυμαίνεται στους $17,7^\circ\text{C}$ περίπου. Η ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία του Ιανουαρίου είναι $4,4^\circ\text{C}$, ενώ η μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία του Αυγούστου υπολογίστηκε στους $35,5^\circ\text{C}$. Η περιοχή είναι πλούσια σε βροχοπτώσεις.

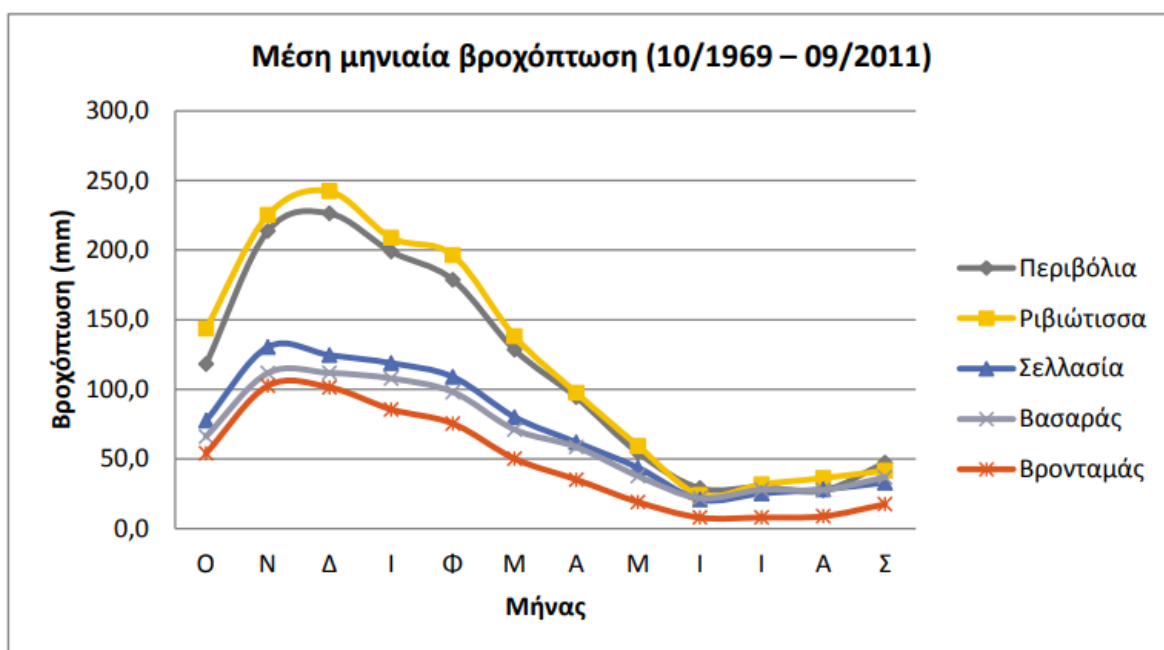
Για τις ορεινές περιοχές ο χειμώνας είναι βαρύτερος με ευρύς διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ θερμής και ψυχρής περιόδου ακόμα και μεταξύ ημέρας και νύχτας. Δεν λείπουν και οι παγετώνες όπου δρουν από Οκτώβριο ως Απρίλιο καθώς

και οι βροχοπτώσεις όπου είναι κατανεμημένες σε όλη τη διάρκεια του έτους. Για τους ανέμους, επικρατούν βορειοανατολικοί και ελάχιστες φορές νοτιοδυτικοί στην ευρύτερη περιοχή. Συναντώνται ακόμα φαινόμενα ομίχλης και παγετού στα πεδινά, κυρίως το φθινόπωρο και τον χειμώνα.

Τα στοιχεία για την βροχόπτωση έχουν ληφθεί από τους βροχομετρικούς σταθμούς: στα Περιβόλια, τον Βασαρά, την Σελλασία, της Ριβιώτισσας και του Βρονταμά, η θέση των οποίων φαίνεται στην εικόνα 16. Πρόκειται για καταγραφές της περιόδου 10/1969 – 09/2011. Παρακάτω στην εικόνα 15 φαίνονται οι μηνιαίες μέσες βροχοπτώσεις για κάθε σταθμό για την ίδια περίοδο.

Κατά τον Πausανία, το όνομα του ποταμού πάρθηκε από τον βασιλιά Ευρώτα, πατέρα της Σπάρτης. Η Λακωνική πεδιάδα ως τότε καλυπτόταν από νερό, ώσπου ο Ευρώτας διέταξε να ανοιχτεί διώρυγα και να κατευθυνθούν τα νερά προς την θάλασσα.

Μύλητος δὲ τελευτήσαντος παρέλαβεν ὁ παῖς Εὐρώτας τὴν ἀρχήν. οὗτος τὸ ὕδωρ τὸ λιμνάζον ἐν τῷ πεδίῳ διώρυγι κατήγαγεν ἐπὶ θάλασσαν, ἀπορρυέντος δὲ--ἦν γὰρ δὴ τὸ ὑπόλοιπον ποταμοῦ ῥεῦμα-- ὠνόμασεν Εὐρώταν. (Πausανίας, Λακωνικά Ι)



Εικόνα 15 Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για τους σταθμούς Περιβόλια, Ριβιώτισσα, Βασαράς, Σελλασία και Βρονταμάς, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

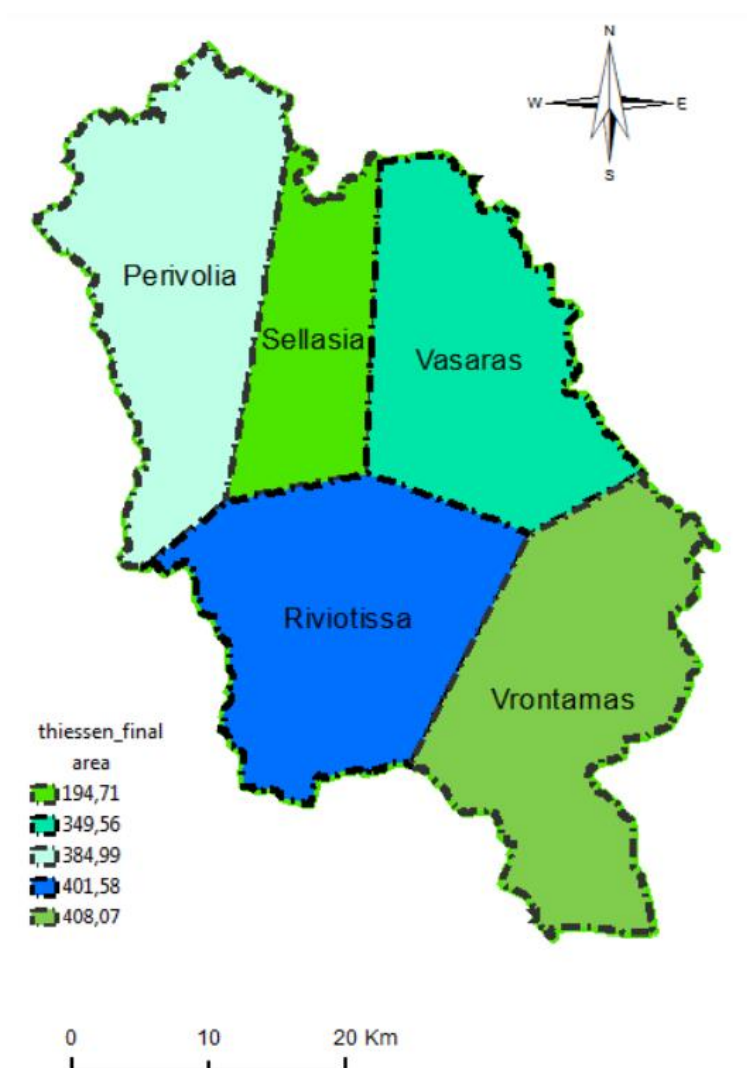


Εικόνα 16 Δίκτυο μετεωρολογικών (κόκκινο τρίγωνο) και υδρομετρικών σταθμών (μπλε κύκλος) της Λεκάνης Απορροής του Ευρώτα, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

Όσον αφορά το υψόμετρο των σταθμών, ο σταθμός της Ριβιώτισσας έχει υψόμετρο 163,5 m, του Βρονταμά 280 m, των Περιβολιών 490 m, της Σελλασίας 590 m και του Βασαρά 646 m. Η μέση υπερετήσια βροχόπτωση στους σταθμούς αυτούς κυμαίνεται μεταξύ 1341 mm (Περιβόλια) και 565 mm (Βρονταμάς) 1969-2011.(εικόνα 17)

A/A	Σταθμός	Μέσο υψόμετρο (m)	Μέση υπερετήσια P_i (mm)
1	Περιβόλια	490	1340,54
2	Σελλασία	590	1444,07
3	Βασαράς	646	852,77
4	Ριβιώτισσα	163,5	776,71
5	Βρονταμάς	280	564,97

Εικόνα 17 Μέσο υψόμετρο & μέση υπερετήσια βροχόπτωση για κάθε μετεωρολογικό σταθμό, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).



Εικόνα 18 Πολύγωνα Thiessen βροχομετρικών σταθμών περιοχής μελέτης, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

Τα πολύγωνα του Thiessen (εικόνα 18) δημιουργήσαν 5 υπολεκάνες μία για κάθε βροχόμετρο, με σκοπό την αξιοποίηση της μεθόδου για τον υπολογισμό του μέσου ύψους βροχής ανά υπολεκάνη. Αναγάγουμε ουσιαστικά την βροχόπτωση που έπεσε σε κάθε λεκάνη, όπως καταγράφηκε σε κάθε σταθμό, σε επιφανειακή βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης.

Μέσο υψόμετρο λεκάνης (m)	619,86
Ε_{λεκάνης} (km²)	1738,91

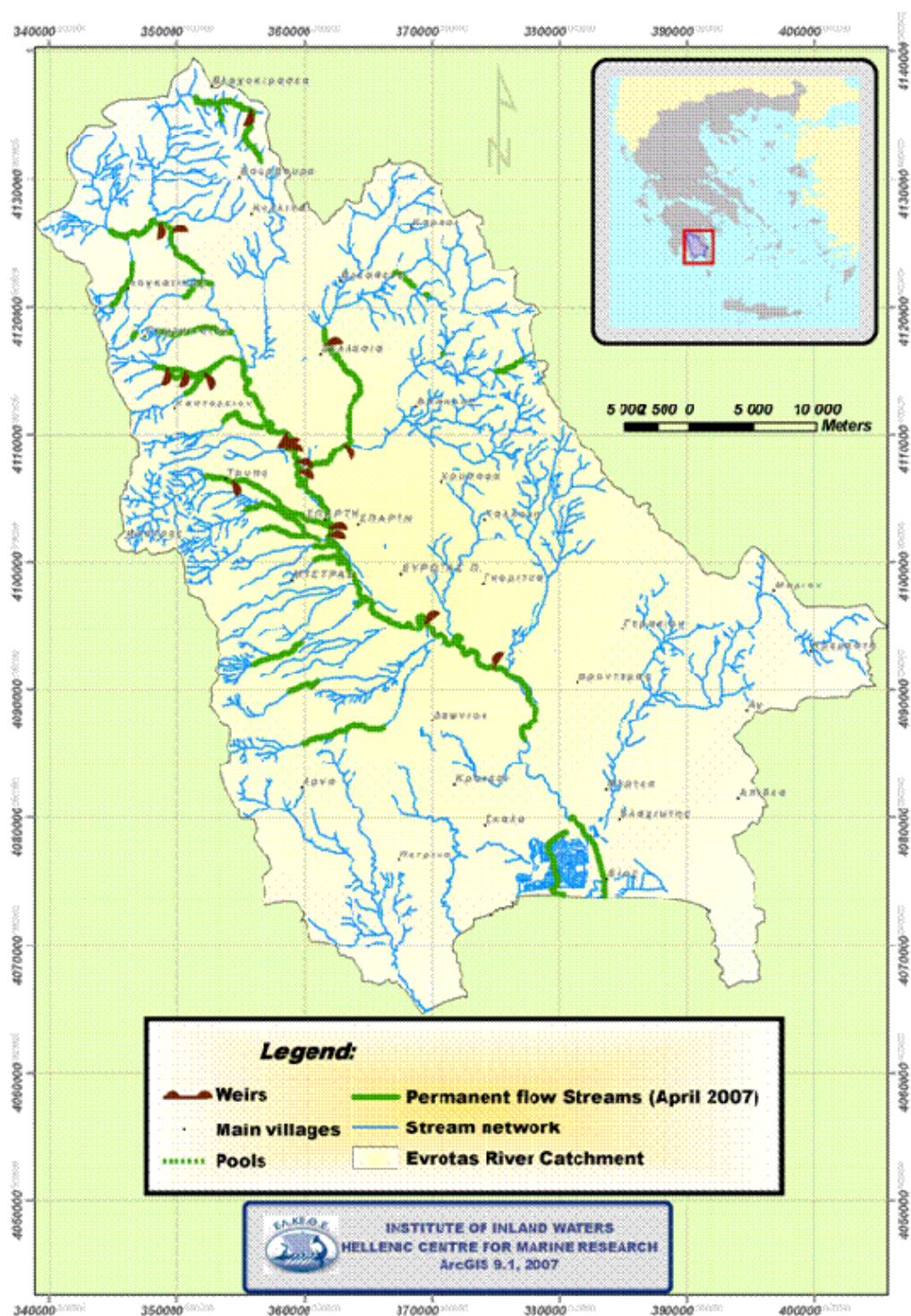
ΣΤΑΘΜΟΣ	Εμβαδόν Thiessen (km²)	W_i
Περιβόλια	384,99	0,221
Σελλασία	194,71	0,112
Βασαράς	349,56	0,201
Ριβιώτισσα	401,58	0,231
Βρονταμάς	408,07	0,235
ΣΥΝΟΛΟ	2672,83	1,00

Εικόνα 19 Συντελεστές βάρους σταθμών μεθόδου Thiessen, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

Πίνακας 7: Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης π. Ευρώτα για τα υδρολογικά έτη 1998 – 2000
1998-2000

	Μήνες												
Mm	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΣΥΝΟΛΟ
P	24,3	210,11	108,49	69,79	129,45	53,81	46,25	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	727,12
E	130,71	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	112,8	155	195,98	228,33	220,1	163,31	1585,69
P-E	-106,41	117,36	39,03	5,98	63,72	-33,9	-66,55	-128,47	-185,68	-225,4	-207,51	-130,74	-858,57
ST	0	64,8	64,8	64,8	64,8	30,9							290,1
DST	0	64,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,8
AE	24,3	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	77,15	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	565,83
S	0	52,56	39,03	5,98	63,72	0	0	0	0	0	0	0	161,29
Mm													
Αρδευση							2,38	21,40	22,59	30,91	28,54	14,27	
Υδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,28	
Αρδευση + Υδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	2,85	21,87	23,06	31,38	29,01	14,55	
Εναπομείναν νερό	-0,19	52,37	38,84	5,79	63,53	-0,19	-2,85	-21,87	-23,06	-31,38	-29,01	-14,55	
Εναπομείναν νερό (αθροισ.)	37,62	52,56	91,40	97,19	160,72	160,54	157,69	135,81	112,75	81,37	52,36	37,81	

Εικόνα 20 Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο λεκάνης Ευρώτα για τα έτη 1998 – 2000, (Skoulikidis et al., 2008).



Εικόνα 21 Το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα κατά την υγρή περίοδο (Άνοιξη 2007), (Skoulikidis et al., 2008).



Εικόνα 22 Πηγές στη λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα, (Nikolaidis et al., 2009).



Εικόνα 23 Μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτουργούν εντός της λεκάνης απορροής του Ευρώτα, (Nikolaidis et al., 2009).

Χρονικό διάστημα 2000-2008		
Μετεωρολογικοί Σταθμοί	Μέση Τιμή Θερμοκρασίας	Μέσο Ύψος Εξάτμισης
	°C	mm
Σελλασία	16	1126
Ριβιώτισσα	16	822
Έλους	17	949

Χρονικό διάστημα 2000-2008	
Βροχομετρικοί Σταθμοί	Μέσο Ύψος Βροχής
	mm
Περιβόλια	1382
Βασαράς	776
Έλους	539
Ριβιώτισσα	878
Σελλασία	727
Βρονταμάς	618
Πετρίνα	782

Εικόνα 24 Εντός της υπολεκάνης λειτουργούν 3 μετεωρολογικοί/βροχομετρικοί σταθμοί και 3 βροχομετρικοί σταθμοί σε ημερήσια βάση και καταγράφουν δεδομένα θερμοκρασίας, εξάτμισης και ύψους βροχής.

Εδώ έχουμε δεδομένα για τα έτη 2000 – 2008 συμπεριλαμβανομένου και τους σταθμούς Έλους και Πετρίνας και έτσι έχουμε εικόνα για όλη την Λεκάνη Απορροής (εικόνα 23).

Πετρίνα: υψόμετρο 280 μέτρα, Έλος: υψόμετρο 4,5 μέτρα, (Nikolaidis et al., 2009).

2.4.1 Υδρορέμα Μαγουλίτσα (Κνακίωνα) και διαμόρφωση της σημερινής Σπάρτης

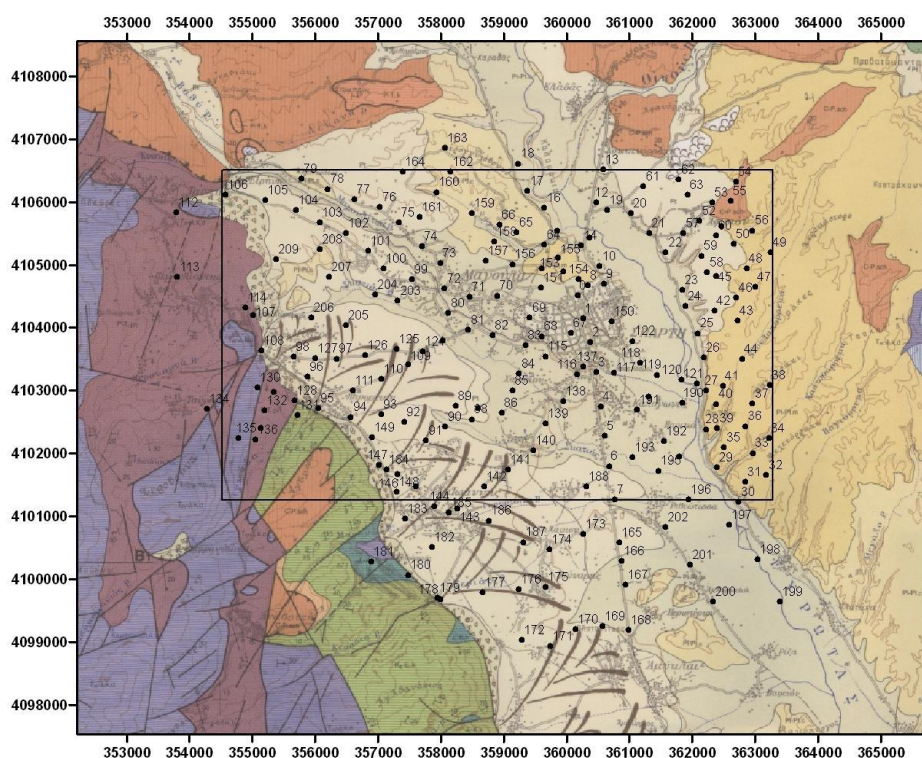
Η Αστική και Περιαστική ζώνη της Σπάρτης οριοθετείται, βόρεια και νότια από δύο υδρορέματα, Μούσγας και Μαγουλίτσας αντίστοιχα. Ανατολικά από τον Ευρώτα και προς τα δυτικά από την πεδινή έκταση Μαγούλας. Η γεωμορφολογική δομή της περιοχής χαρακτηρίζεται από την δράση Απόθεσης και Διάβρωσης του υδρορέματος Μαγουλίτσας του ποταμού, Ευρώτα. Οι γεωμορφολογικές αναβολώσεις που χαρακτηρίζονται από Πλειστοκαινικές αποθέσεις προσδιορίζουν μαρτυρούν ότι η διαβρωτική και αποθετική δράση του υδρορέματος Μαγουλίτσα που διαμόρφωσε το σημερινό ανάγλυφο της νεότερης περιοχής της Σπάρτης, δεν επηρέασε όλη την περιοχή.

Η αποθετική δράση κατά το Ολόκαινο του υδρορέματος Μαγουλίτσα, το οποίο αποτελεί την πλησιέστερη απορροή που επηρέασε το ανάγλυφο του όπου εκτείνεται το σημερινό πολεοδομικό συγκρότημα Σπάρτης, έχει σταδιακά «απωθήσει» ανατολικότερα την κοίτη του Ευρώτα. Η δράση αυτή συνεχίζεται και σήμερα αφού τόσο η ικανότητα μεταφοράς φερτών υλικών και απόθεσή τους δεν έχει σταματήσει στην περιοχή της εκβολής και εισροής του υδρορέματος στον Ευρώτα.

2.4.2 Βαρυτική έρευνα και απόδειξη της δράσης του υδρορέματος Μαγουλίτσα (Κνακίωνα) στην σημερινή διαμόρφωση της Σπάρτης.

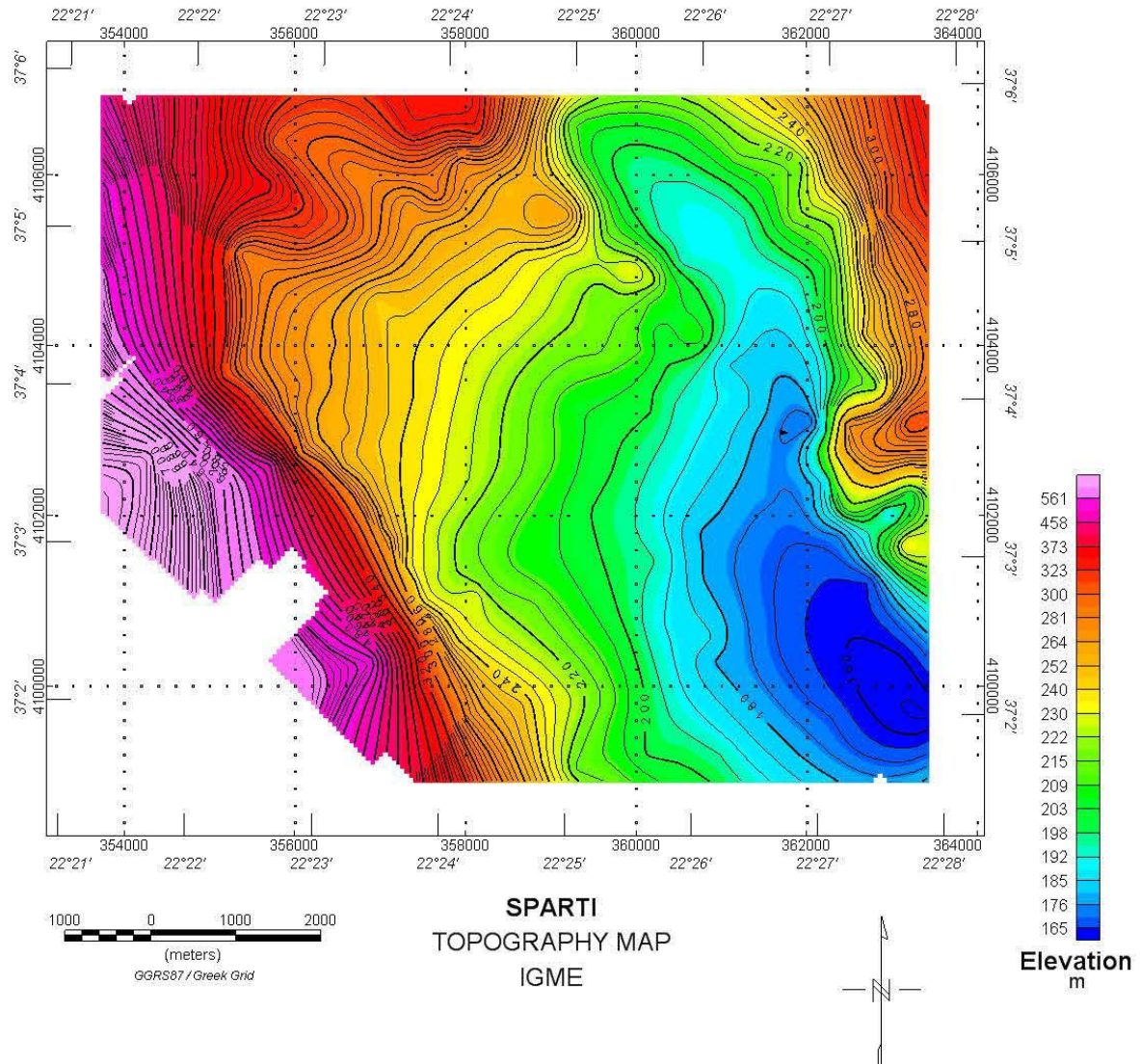
Ο κύριος σκοπός της έρευνας ήταν να προσδιορισθούν ποσοτικά στοιχεία της γεωλογικής δομής της περιοχής, του υποβάθρου, και των κύριων τεκτονικών στοιχείων. Για τον σκοπό αυτό η περιοχή καλύφθηκε με 209 βαρυτικούς σταθμούς με μια μέση κάλυψη μεταξύ των σταθμών μέτρησης της τάξης των 400 μέτρων περίπου. Οι βαρυτικές μετρήσεις περιλαμβάνουν επίσης και την ταυτόχρονη μέτρηση των γεωγραφικών συντεταγμένων και του υψομέτρου σε κάθε σταθμό.

Στην εικόνα 25 παρουσιάζεται η κάλυψη της περιοχής με βαρυτικούς σταθμούς που περιχαράκωνεται με ορθογώνιο περίγραμμα.



Εικόνα 25 Κάλυψη βαρυτικών σταθμών περιοχής έρευνας, (Κάρμης Πέτρος, 2009).

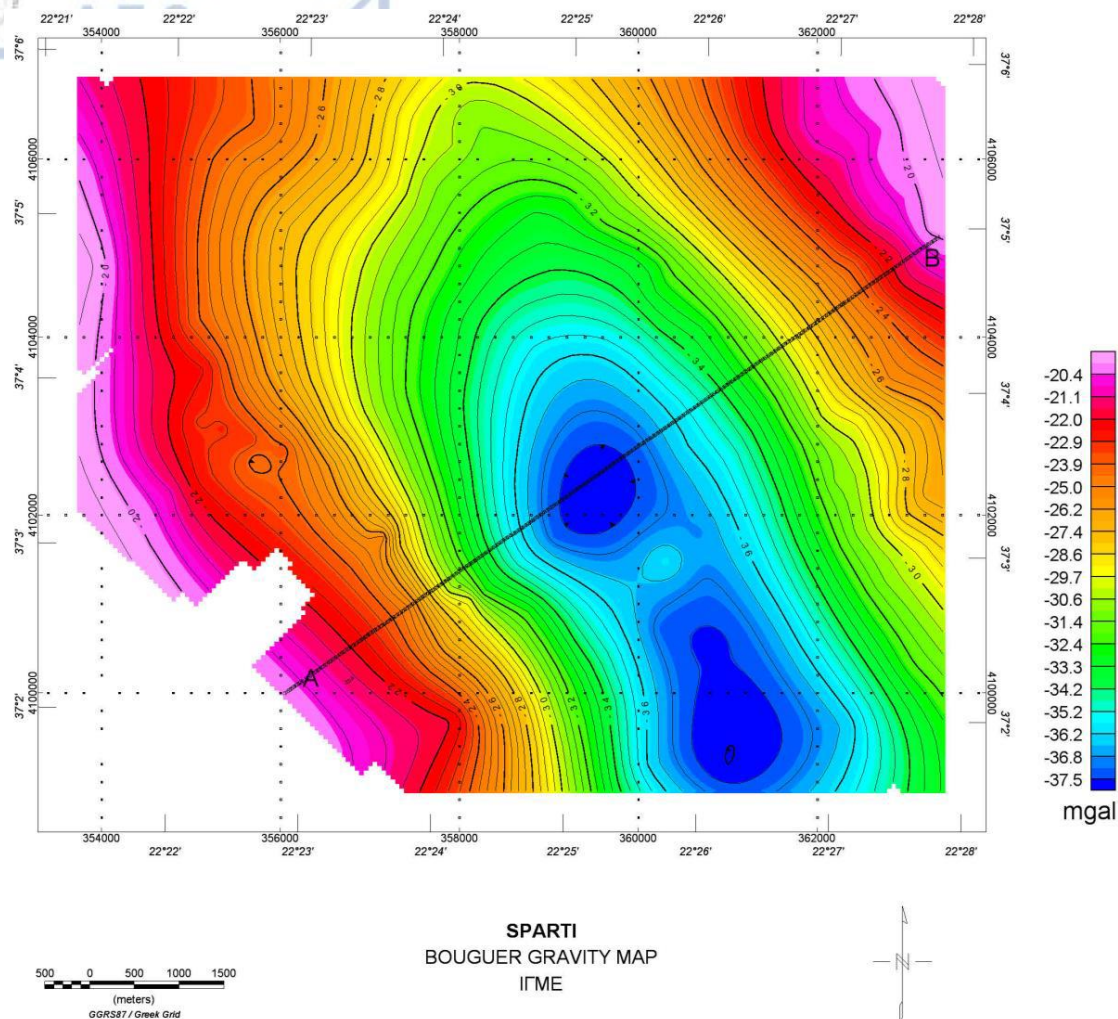
Στην εικόνα 26 παρουσιάζεται ο τοπογραφικός χάρτης της περιοχής που κατασκευάστηκε από τις τοπογραφικές μετρήσεις που έγιναν παράλληλα με την βαρυτική έρευνα.



Εικόνα 26 Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής έρευνας, (Κάρμης Πέτρος, 2009).

ΒΑΡΥΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

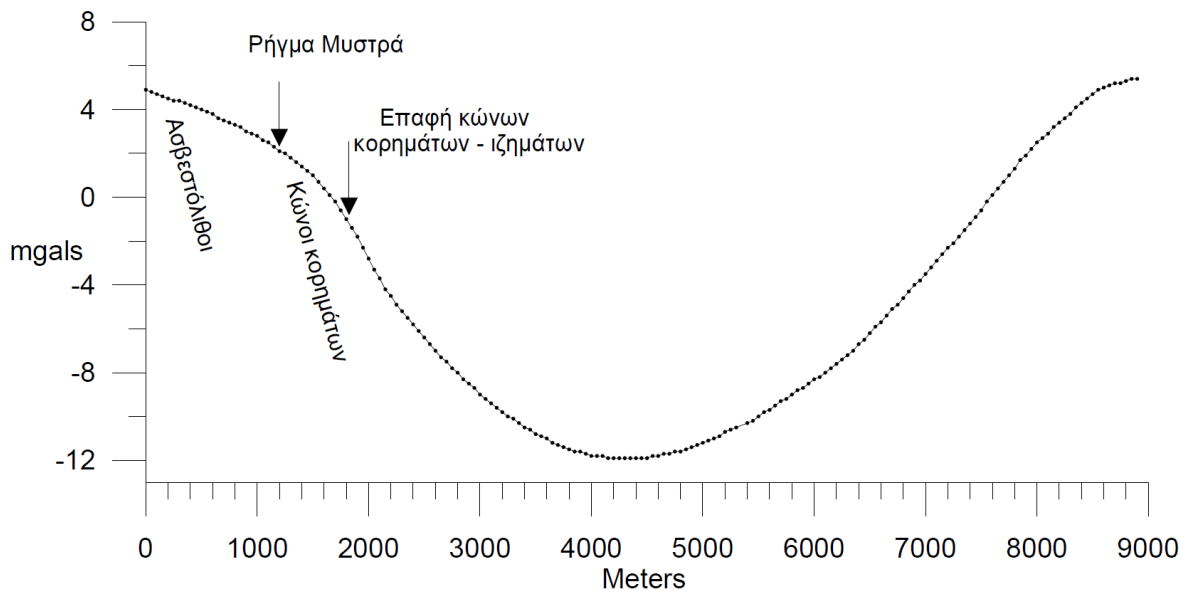
Μετά την εφαρμογή όλων των αναγκαίων διορθώσεων στις σχετικές βαρυτικές μετρήσεις και την αναγωγή των τιμών σε απόλυτες μετρήσεις, υπολογίστηκε ο χάρτης Bouguer με χρήση πυκνότητας 2.67 gr/cm^3 . Στην εικόνα 27 παρουσιάζεται ο χάρτης Bouguer για την περιοχή έρευνας



Εικόνα 27 Βαρυτικός χάρτης Bouguer περιοχής Σπάρτης, (Κάρμης Πέτρος, 2009).

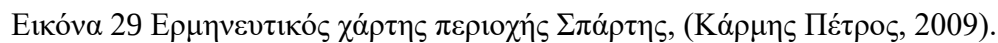
Διαγράφεται μεγάλων διαστάσεων επιμήκους σχήματος αρνητική βαρυτική ανωμαλία, η οποία και περιγράφει τα όρια της λεκάνης της Σπάρτης, η οποία προκαλείται από το ιζηματογενές κάλυμμα της λεκάνης. Η αρνητική ανωμαλία προκαλείται από την διαφορά πυκνότητας των ιζημάτων και του μεταμορφωμένου υποβάθρου. Η ανωμαλία αυτή αποτελεί την έκφραση του Βόρειου μέρους της Λακωνικής λεκάνης, η οποία εκτείνεται μέχρι του Λακωνικού κόλπου. Η αρνητική βαρυτική ανωμαλία φαίνεται να μην ακολουθεί την κοίτη του ποταμού Ευρώτα, αλλά αναπτύσσεται προς τα Δυτικά. Η ανάπτυξη της λεκάνης ακολουθεί την βαρυτική ανωμαλία, με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Περιχαράκονται προς Δυσμάς από το ρήγμα του Μυστρά και προς Ανατολάς από ρήγματα που ακολουθούν την κοίτη του Ευρώτα. Η αρνητική βαρυτική ανωμαλία χωρίζεται σε δύο υποπεριοχές, δημιουργώντας δυο τοπικές λεκάνες, κάτω από την επίδραση πιθανού ρήγματος διεύθυνσης ΒΑΑ.

Στην εικόνα 28 διαγράφεται η ανωμαλία της γραμμής A-B η οποία διασχίζει το μέγιστο της αρνητικής βαρυτικής ανωμαλίας της υπό έρευνα περιοχής.



Εικόνα 28 Βαρυτικό πεδίο τομής A – B, (Κάρμης Πέτρος, 2009).

Στην κάτωθι εικόνα 28 παρουσιάζεται ο τελικός χάρτης της ολικής οριζόντιας βαθμίδας με τις θέσεις των ασυνεχειών πάνω στον γεωλογικό χάρτη. Παρατηρείται ότι Δυτικά και Νότιο-Δυτικά της πόλης της Σπάρτης αναπτύσσεται λεκάνη καλυμμένη με ιζήματα, που αποτελεί τμήμα της ευρύτερης λεκάνης της Λακωνίας. Οι κύριες τεκτονικές ασυνέχειες ακολουθούν διεύθυνση BBA-NNA, με κυριότερο το ρήγμα του Μυστρά. Στα Ανατολικά αναπτύσσονται παράλληλες επάλληλες ασυνέχειες της ίδιας διεύθυνσης που οριοθετούν την επέκταση των νεογενών αποθέσεων. Μια δεύτερη οικογένεια τεκτονικών ασυνεχειών ακολουθεί διεύθυνση Δ-Α έως ΝΔΔ- ΒΑΑ. Μια τέτοια ασυνέχεια παρατηρείται στην περιοχή του Αγίου Ιωάννη και δημιουργεί τεκτονικό κέρα νεογενών ιζημάτων, που οριοθετεί προς Νότο την τοπική λεκάνη της Σπάρτης. Το μεγαλύτερο πάχος των ιζημάτων αναπτύσσεται Νότιο- Ανατολικά της πόλης της Σπάρτης.



- Διαγράφεται μεγάλων διαστάσεων επιμήκους σχήματος αρνητική βαρυτική ανωμαλία, η οποία και περιγράφει τα όρια της λεκάνης της Σπάρτης, η οποία προκαλείται από το ιζηματογενές κάλυμμα της λεκάνης. Η ανωμαλία αυτή αποτελεί την έκφραση του Βόρειου μέρους της Λακωνικής λεκάνης, η οποία εκτείνεται μέχρι του Λακωνικού κόλπου.
- Το μεγαλύτερο πάχος των ιζημάτων αναπτύσσεται Νότιο-Ανατολικά της πόλης της Σπάρτης, όπου και αναπτύσσεται το μέγιστο της αρνητικής βαρυτικής ανωμαλίας με πλάτος ίσο με 16 mgal.

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1 Γενικά

Ο J. Brunh (1956) διέκρινε τις γεωτεκτονικές ζώνες σε Εξωτερικές και Εσωτερικές (εικόνα 35). Ο νομός Λακωνίας και συγκεκριμένα η Σπάρτη ανήκουν στις Εξωτερικές. Οι Εξωτερικές Ελληνικές ζώνες γεωγραφικά συναντώνται στην Δυτική Ελλάδα, δηλαδή στα νησιά του Ιονίου, την Ήπειρο, την Δυτική Στερεά Ελλάδα, ολόκληρη σχεδόν η Πελοπόννησος (εκτός της Αργολίδας) και στην Κρήτη, Κάρπαθο και Ρόδο.

Η διάκριση μεταξύ των Εξωτερικών ζωνών από τις Εσωτερικές ζώνες άγεται στο γεγονός ότι οι Εξωτερικές δεν υπέστησαν τη δράση της πρώιμης ορογένεσης κατά το Άνω Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό, αλλά η περιοχή τους είχε συνεχώς αδιάκοπη ιζηματογένεση από το Τριαδικό μέχρι το Τριτογενές (Αλπικοί χρόνοι).

Στις Εξωτερικές Ελληνίδες υπάγονται οι ζώνες Παρνασσού – Γκιώνας, Ωλονού - Πίνδου, Γαβρόβου - Τρίπολης, Ιόνιος και Παξών.

Στην Λακωνία εμφανίζονται κατά κόρον η ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης, η Ενότητα Μάνης (Ενότητα των Plattenkalk, δηλαδή των πλακώδων ασβεστολίθων ή μαρμάρων), η Ενότητα Άρνας (Φυλλιτών – Χαλαζιτών) και τα στρώματα Τυρού.

Παλαιογεωγραφική και Γεωτεκτονική θέση

Η ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης οριοθετείται δυτικά της ζώνης Πίνδου και ανατολικά της Ιόνιος ζώνης. Η διεύθυνσή της είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ και εκτείνεται από την Ήπειρο έως την Πελοπόννησο όπου και εμφανίζεται να περιβάλλεται τεκτονικά από τη ζώνη Ωλονού - Πίνδου. Στην Πελοπόννησο η έκταση της παρουσίας της ζώνης είναι πολύ μεγάλη.

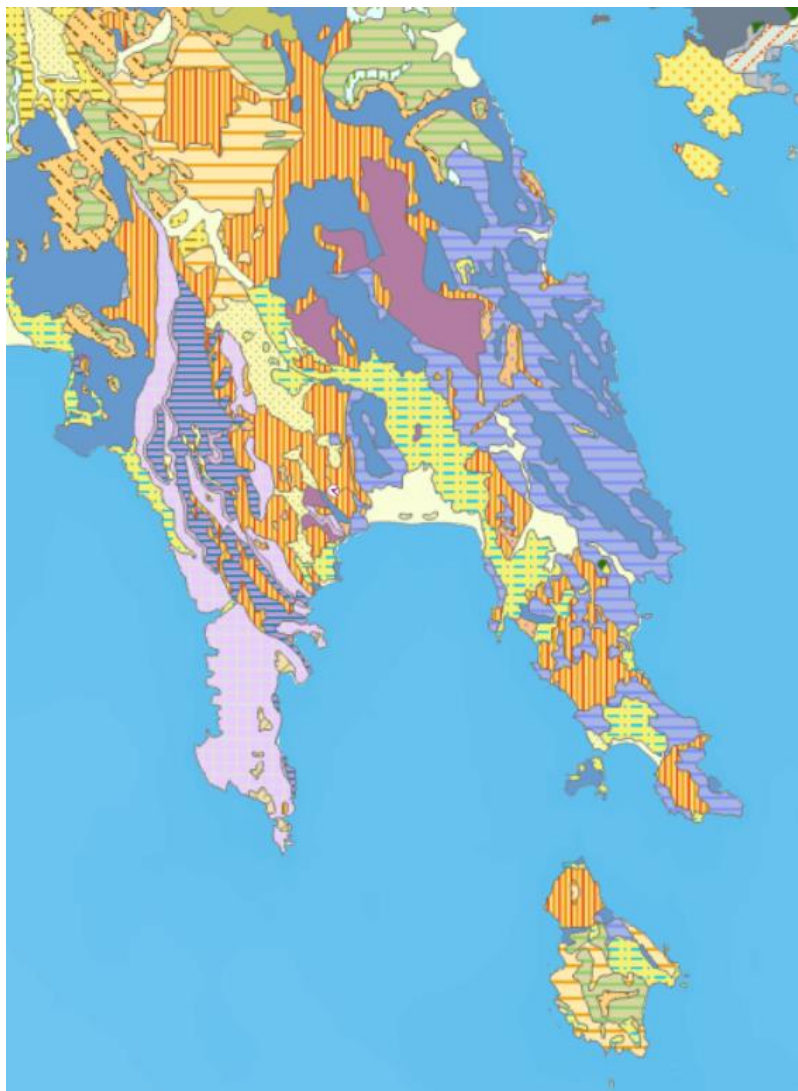
Στην Πελοπόννησο εμφανίζεται κυρίως με τεκτονικά παράθυρα κάτω από την επωθημένη ζώνη Πίνδου. Χαρακτηριστικές τέτοιες μορφές συναντάμε στα βουνά Χελμός, Μαίναλο, Πάρνωνας, Ταΰγετος και φυσικά στο μεγάλο παράθυρο της Τρίπολης.

Η ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης αρχικά προσδιορίστηκε σαν ύβωμα, με συνεχή νηριτική ιζηματογένεση, που χώριζε το ευγεωσύγκλινο (βαθιά αύλακα) της ζώνης Ωλονού – Πίνδου από το μειογεωσύγκλινο της Αδριατικοϊόνιου ζώνης.

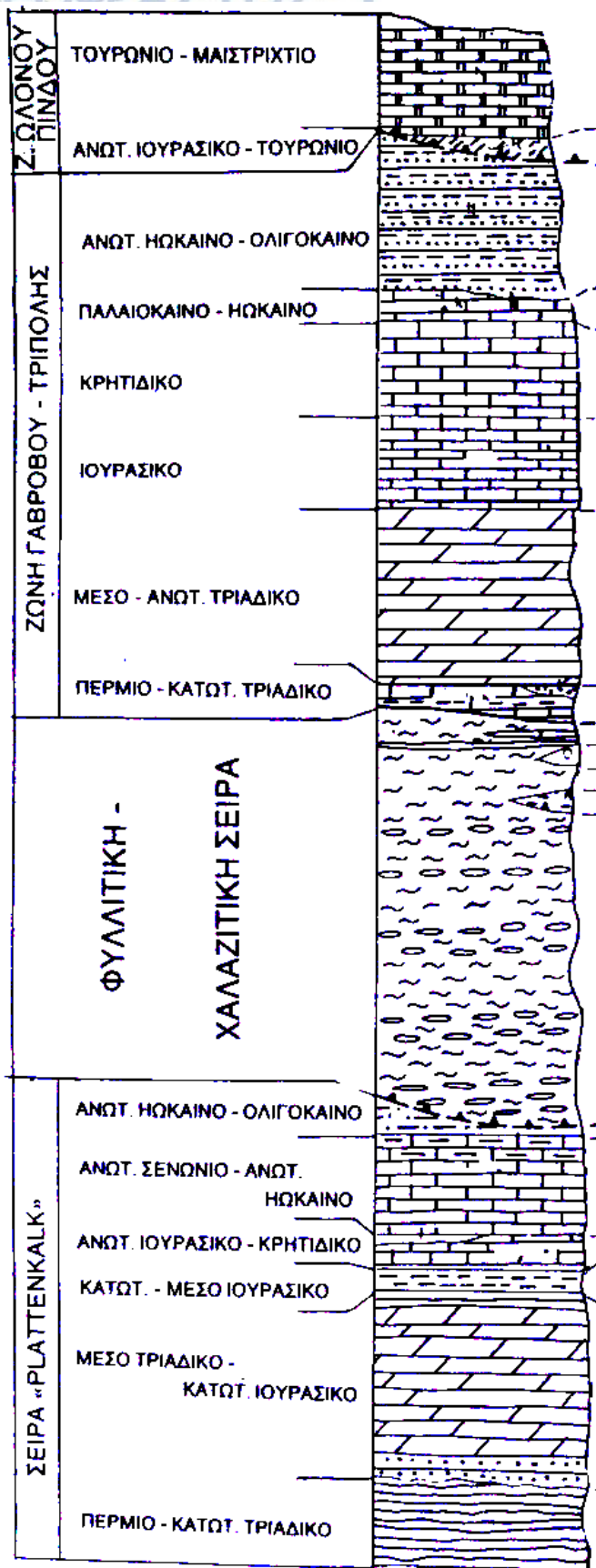
Την παραπάνω άποψη ήρθε να ανατρέψει η παγκόσμια τεκτονική θεωρώντας πως η ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης αντιπροσωπεύει τμήμα της παλιάς αλπικής ηπειρωτικής πλατφόρμας με νηριτική ανθρακική ιζηματογένεση. Έτσι η Απουλία πλάκα (πλατφόρμα) αποσπάστηκε από την Γκοντβάνα και επάνω της έχουμε νηριτική αλπική ιζηματογένεση.

Η ενότητα της Μάνης, ουσιαστικά είναι η μεταμορφωμένη Ιόνια Ενότητα. Βασική διαφορά τους είναι η απουσία των εβαποριτών από την ενότητα Μάνης. Γενικά έχει

μεταμορφωθεί σε χαμηλές συνθήκες. Από τεκτονικής άποψης αποτελεί το βαθύτερο σημείο ως τώρα που γνωρίζουμε στην Πελοπόννησο και βρίσκεται από κάτω από την ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών (Άρνας). Κατανοούμε λοιπόν πως αν κάναμε μία τομή στην Πελοπόννησο θα χαρτογραφούσαμε από πάνω προς τα κάτω (βαθύτερα) την ζώνη Πίνδου που υπέρκειται της Γαβρόβου – Τρίπολης, στην συνέχεια την Τρίπολη που υπέρκειται της Μάνης και ανάμεσα απ' αυτές τις δύο με μορφή σφήνας θα συναντούσαμε την ζώνη Άρνας.

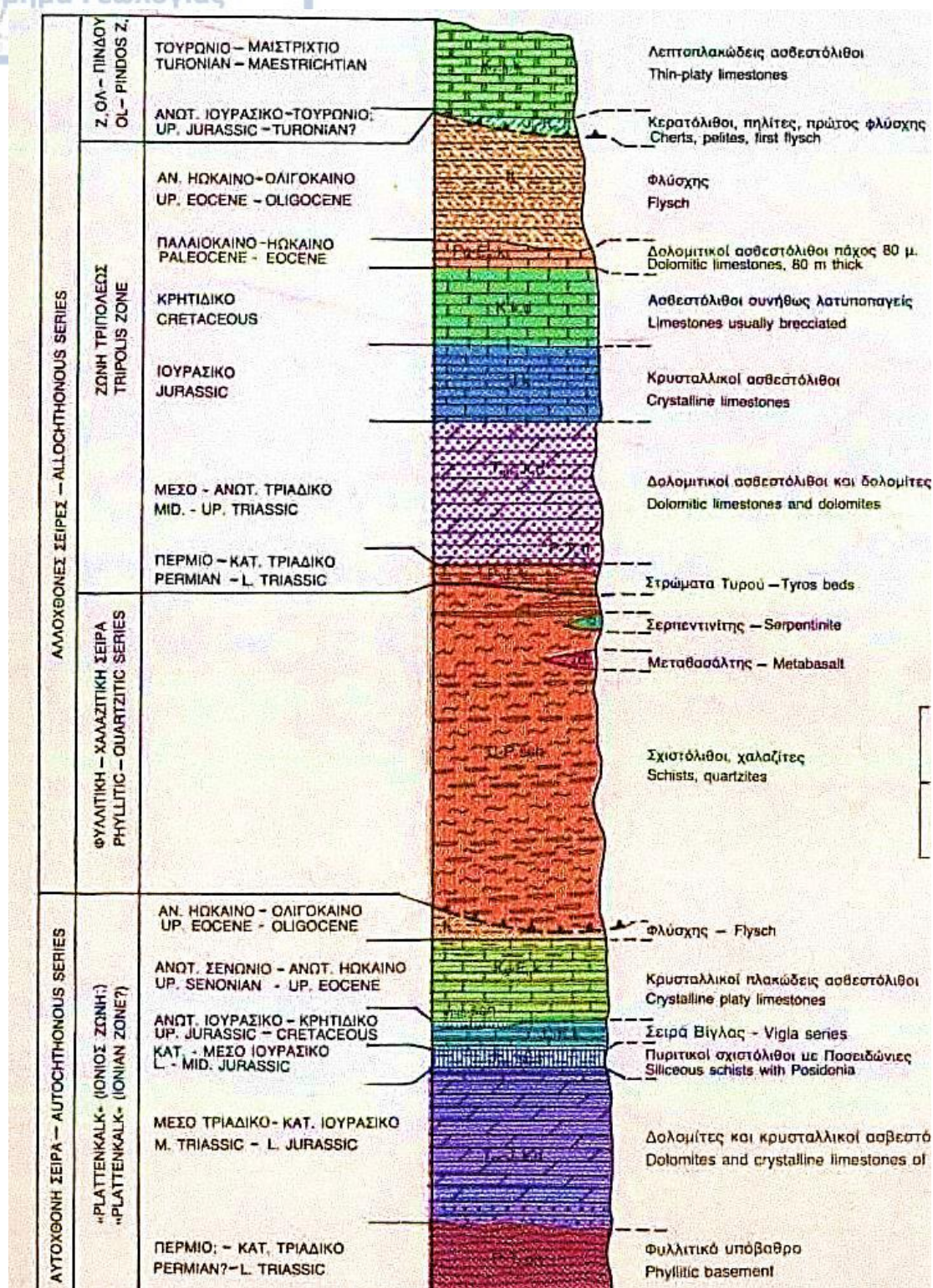


Εικόνα 31 Πετρώματα νομού
Λακωνίας, χάρτες ΓΜΕ.



Εικόνα 32 Στρωματοτεκτονικές Ενότητες ΝΔ Πελοποννήσου, φύλλου χάρτη «Σπάρτη», ΙΓΜΕ, 1990, (Καλαματιανού - Δημητροπούλου Ευθυμία, 2017).

Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη



Εικόνα 33 Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη, εικόνα από παρουσίαση μαθήματος Γεωλογία Ελλάδας

3.2 Γεωλογία στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα

Στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα ποταμού συναντώνται οι ζώνες Πίνδος, Τρίπολη, η ενότητα Μάνης, τα Στρώματα Τυρού, η ενότητα Άρνας (Φυλλιτών – Χαλαζιτών) και τα μεταλλικά ιζήματα (εικόνα 34). Αναλυτικότερα όσον αφορά την περιοχή του Ταϋγέτου εμφανίζεται όλη η στρωματογραφία της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης εκτός από τον φλύσχη. Τα σημεία εκείνα τα οποία υπέρκεινται των Φυλλιτών - Χαλαζιτών (Ενότητα Άρνας), πάνω από την τεκτονική επαφή, απαρτίζονται είτε από το ανθρακικό τμήμα της στρωματογραφικής στήλης της Τρίπολης, είτε από τα στρώματα Τυρού.

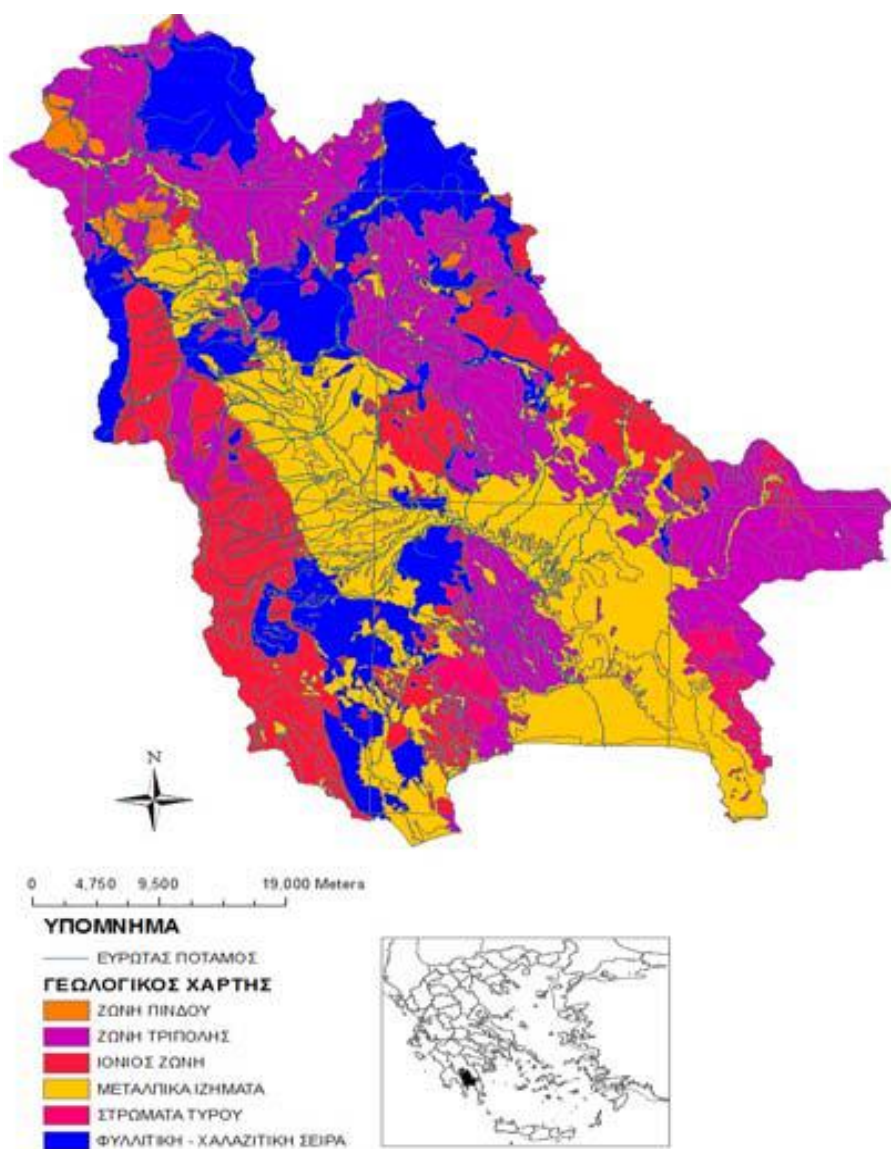
Γίνεται εμφανές επίσης ένα τμήμα της στρωματογραφικής στήλης της ζώνης Πίνδου. Ο ορίζοντας που συναντάμε στα κατώτερα σημεία, κενομάνιας ηλικίας, αποτελεί μια κλαστική σειρά εναλλαγών ψαμμιτών, πηλιτών και Ραδιολαριτών με ενδιαστρώσεις λατυποπαγών ασβεστόλιθων η οποία βιβλιογραφικά αναφέρεται ως «Πρώτος Φλύσχος». Στην συνέχεια παρατηρούμε τους «πλακώδους ασβεστόλιθους» με Globotruncanidae, οι οποίοι αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα της νότιας Πελοποννήσου.

Η εμφάνιση των μεταλλικών σχηματισμών της περιοχή εστιάζεται στην Σπάρτη, Πελλάνα και στις Αιγίες (βόρεια του Γυθείου), όπου και αποτελούν τεκτονικά βυθίσματα. Τα βυθίσματα Πελλάνα και Σπάρτη βρίσκονται δυτικά από το περιθωριακό ρήγμα του Ταϋγέτου και ως εκ τούτου είναι πληρωμένα με κώνους κορημάτων μεγάλου πάχους και εκτενείς, πλειστοκαινικής ηλικίας, όπου δημιουργούνται ύστερα από διάβρωση του Ταϋγέτου λόγω της ανύψωσής του (το κέρασ του Ταϋγέτου ανυψώνεται). Από κάτω από τα κορήματα βρίσκονται λιμναίες αποθέσεις πλειο πλειστοκαινικής ηλικίας, παρουσιάζοντας διάφορη λιθολογία, ενώ πάνω από όλους τους σχηματισμούς έχουμε σχηματισμούς νεογενούς ηλικίας χερσαίου τύπου, που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση για τον λόγο ότι ο ποταμός Ευρώτας φέρει στην ροή του πάρα πολύ υλικό με συνάμα και την συνεισφορά των παραποτάμων του. Αυτοί χωρίζονται (αναφορικά με τους νεογενείς σχηματισμούς) σε αποθέσεις πλημμύρας, αλλουβιακά ριπίδια, κώνοι κορημάτων, λιμναίες αποθέσεις και συναντώνται μέχρι το Δαφνί Λακωνίας. Νοτίως των περιοχών Χάνια Τάραψας - Δαφνί, οι λιμναίοι σχηματισμοί σταματούν και στην θέση τους εμφανίζονται παράκτιοι και θαλάσσιοι σχηματισμοί. Συγχρόνως, διακόπτεται η εξάπλωση των κώνων κορημάτων, επικρατώντας πλέον παράκτιοι και θαλάσσιοι σχηματισμοί, των οποίων η λιθολογία περιλαμβάνει αργίλους αμιγείς και ασβεστοψαμμιτικούς, τέφρες μάργες και λεπτές στρώσεις οργανογενών ψαμμιτικών ασβεστολίθων πλειοκαινικής ηλικίας.

Περιοχή Σκάλας

Το γεωλογικό υπόβαθρο απαρτίζεται από τα Στρώματα Τυρού Παλαιοζωικής ηλικίας, μαζί με πορφυρούς και ηφαιστειογενείς σχηματισμούς σε λεπτά στρωματά. Οι ασβεστόλιθοι των στρωμάτων Τυρού έχουν μικρό πάχος, με εξαίρεση στην περιοχή της Άνω Γλυκόβρυσης που το πάχος τους αγγίζει τα δέκα

μέτρα. Ουσιαστικά το σημείο αυτό δείχνει τη μετάβαση από τα Στρώματα Τυρού στους ασβεστόλιθους της ζώνης Τρίπολης. Ζώνη μετάβασης συναντάμε και βορειότερα στην περιοχή των Κροκεών, όπου εδώ τα πετρώματα της ζώνης Τρίπολης (μεσοζωική ηλικία) επικαλύπτουν τα στρώματα Τυρού. Στην Σκάλα και τους Μολάους η ζώνη Τρίπολης εμφανίζει μόνο ασβεστόλιθους (δεν εντοπίζεται Φλύσχης) μεγάλου πάχους (500 μέτρα στην Σκάλα), χονδρόκοκκου κρυσταλλικού τύπου και μεγάλου πορώδους εξαιτίας υψηλής καρστικοποίησης. Επάνω από τους Προαλπικούς σχηματισμούς εκτείνονται αποθέσεις νεογενών ιζημάτων, προερχόμενες από την μεταφορά και την απόθεση υλικών πλημμύρας και θαλάσσιες αποθέσεις ιλύος και αργίλου. Το πάχος αυτού του στρώματος διαμορφώνεται ανάλογα από 50 έως και 600 μέτρα. Κατά μήκος της ακτογραμμής έχει δημιουργηθεί μια ζώνη με αμμοθίνες με σημαντικό πλάτος.



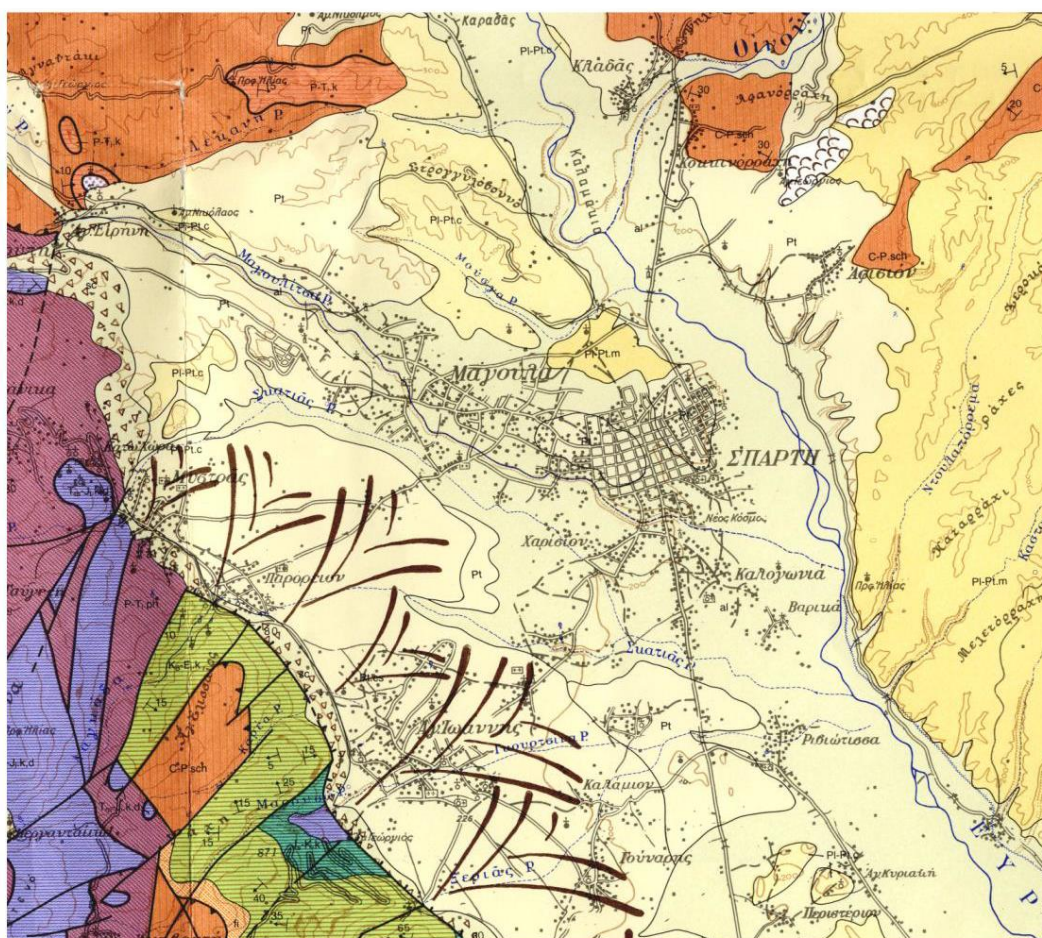
Εικόνα 34 Ζώνες στην Λεκάνη Απορροής Ευρώτα, (Nikolaidis et al., 2009).



Εικόνα 35 Γεωτεκτονικές ζώνες Ελλάδας, <https://www.orykta.gr/geologia-oryktologia/geologia-elladas>

3.3 Γεωλογία της περιοχής Σπάρτης

Η περιοχή έρευνας αφορά την πόλη των Σπαρτιατών και ευρύτερα την δημοτική ενότητα Σπαρτιατών που περιλαμβάνει τις κοινότητες Σπαρτιατών, Αμυκλών, Αφισίου, Καλυβίων Σοχάς και Κλαδά. Η γεωλογία της παρουσιάζεται στον παρακάτω χάρτη (εικόνες 36, 37, 38). Συγκεκριμένα, στην πόλη της Σπάρτης συναντάμε την ζώνη Μετατεκτονικά και Βραδυτεκτονικά ιζήματα ηλικίας Πλειστοκαίνου. Με μια σύντομη περιγραφή είναι λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: άργιλοι, πηλοί, άμμοι, κροκαλοπαγή και κοκκινοχώματα. Τα ίδια χαρακτηριστικά έχει και η κοινότητα Αμυκλών. Στο βόρειο τμήμα της Σπάρτης συναντάμε την ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως ηλικίας Παλαιόκαινο – Μέσο Ηώκαινο και ουσιαστικά έχουμε ασβεστόλιθους. Για την κοινότητα Αφισίου έχουμε την ίδια ζώνη με ηλικία Πλειόκαινο. Περιγραφικά αποτελείται από θαλάσσιες αποθέσεις: τα προηγούμενα κλαστικά ιζήματα (κροκαλοπαγή, άμμοι, άργιλοι), ενίοτε και στρώματα γύψου. Περιλαμβάνονται και αποθέσεις υφάλμυρης φάσεως. Συνεχίζοντας στην κοινότητα Καλυβίων Σοχάς, έχουμε την ζώνη Ημιμεταμορφωμένη σειρά Πελοποννήσου – Κρήτης ηλικίας Σενώνιο – Ηώκαινο. Εδώ ουσιαστικά συναντάμε την σειρά "πλακώδων ασβεστολίθων". Στην κοινότητα Κλαδά έχουμε την ζώνη Προαλπικές Σειρές ηλικίας Περμοτριάδικό. Δηλαδή παρουσιάζεται η φυλλιτική σειρά Πελοποννήσου – Κρήτης. Ακόμα στην ίδια κοινότητα έχουμε και την ζώνη Μετατεκτονικά και Βραδυτεκτονικά ιζήματα ηλικίας Ολοκαίνου και περιγράφονται ως σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις.



ΟΛΟΚΑΙΝΟ	
	αλλουβιακές αποθέσεις
	πλευρικά κορήματα
ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	
	παλαιοί κώνοι κορημάτων
	πλειστοκαινικές αποθέσεις
ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤΩΤ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	
	λιμναίες αποθέσεις: α) μάργες και ερυθρές άργιλοι και β) συνεκτικά κροκαλοπαγή
ΑΛΛΟΧΘΟΝΗ ΣΕΙΡΑ - ΖΩΝΗ ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ	
ΜΕΣΟ - ΑΝΩΤ. ΤΡΙΑΔΙΚΟ	
	δολομιτικοί ασβεστόλιθοι - δολομίτες
ΠΕΡΜΙΟ - ΚΑΤΩΤ. ΤΡΙΑΔΙΚΟ	
	στρώματα Τυρού

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΦΥΛΛΙΤΙΚΗ - ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

	σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, μεταβασάλτες, σερπεντινίτες, κ.ά.
--	---

ΑΥΤΟΧΘΟΝΗ ΣΕΙΡΑ "PLATTENKALK"

ΑΝΩΤ. ΣΕΝΩΝΙΟ - ΑΝΩΤ. ΗΩΚΑΙΝΟ

	κρυσταλλικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι
--	-------------------------------------

ΑΝΩΤ. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ - ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

	σειρά Βίγλας
--	--------------

ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΚΑΤΩΤ. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

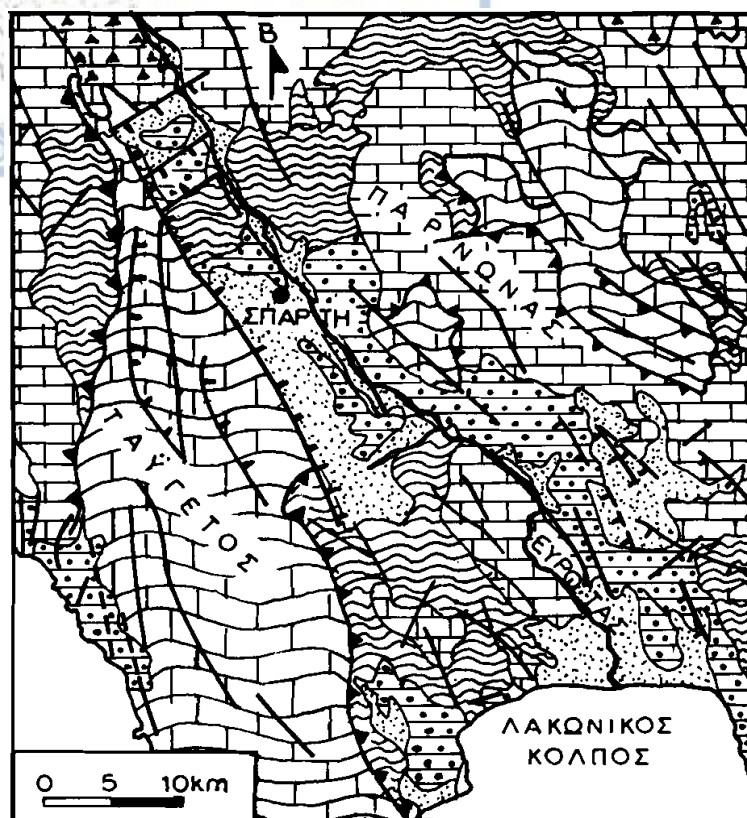
	δολομίτες και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα
--	--

ΠΕΡΜΙΟ - ΚΑΤΩΤ. ΤΡΙΑΔΙΚΟ

	φυλλίτικο υπόβαθρο
--	--------------------

	Γεωλογικό όριο και πιθανή προέκτασή του
	Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του
	Επώθηση και πιθανή προέκτασή της
	Τεκτονική επαφή
	Άξονας πτυχής με ή χωρίς το μέγεθος της βύθισης
	Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων

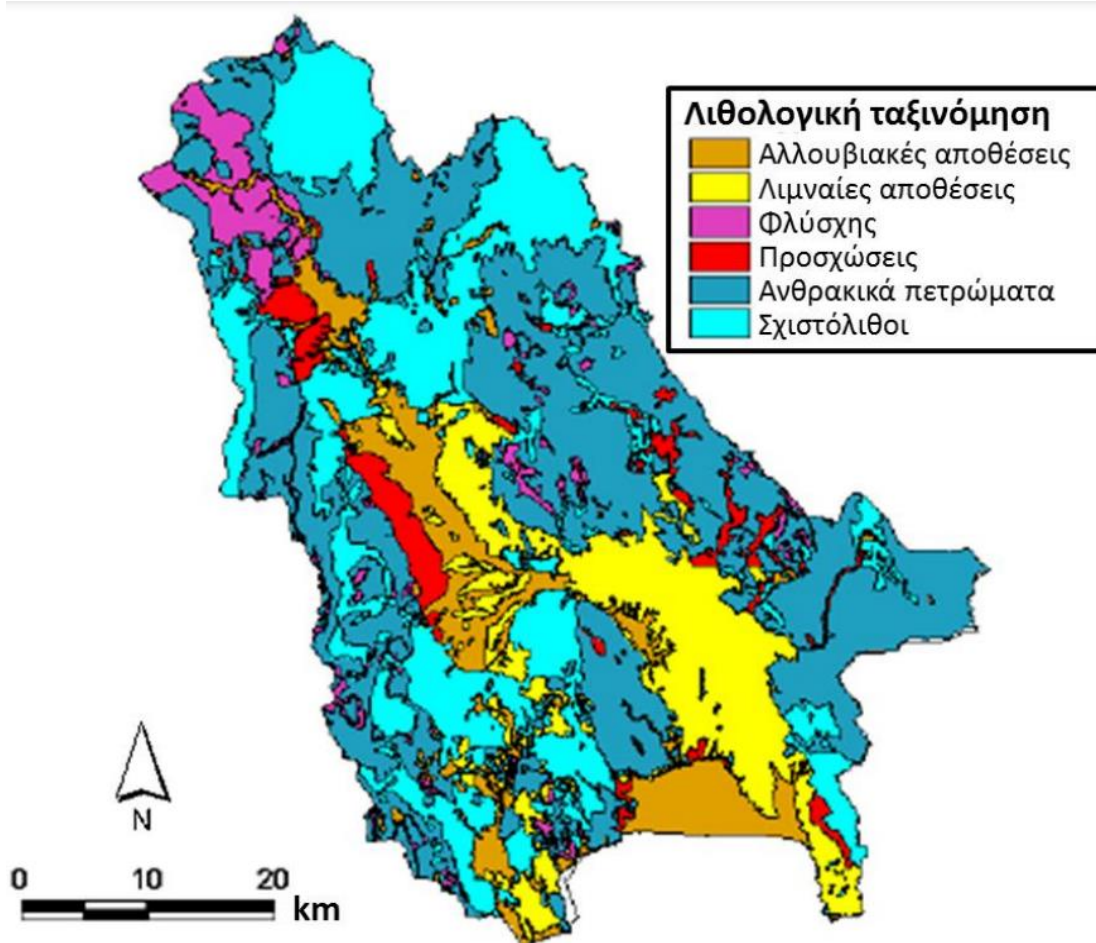
Εικόνα 36 Γεωλογία της περιοχής μελέτης (Φύλλο "ΣΠΑΡΤΗ") κλίμακας 1:50.000, (Κ. ΨΩΝΗ, 1990, από Κάρμη Πέτρο, 2009).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Κώνιοι κορημάτων-ριπίδια.
Αλλουβιακές αποθέσεις (Τεταρτογενές)
- Λιμναίες αποθέσεις-Ριπίδια
Μάργες, άμμοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή.
(Πλειόκαινο-Κάτω Πλειστόκαινο)
- Ασβεστόλιθοι της ζώνης Ωλονού Πίνδου
(Κρητιδικό)
- Ασβεστόλιθοι και δολομίτες της Ζώνης Τριπόλεως
(Μεσοζωϊκό)
- Ουλλίτες
(Πέρμιο-Κατ. Τριαδικό)
- Μάρμαρα-κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι
(Μεσοζωϊκό)
- Επώθηση ή εφίπνευση
- Ρήγμα κανονικό
- Ρήγμα κανονικό-Ενεργό

Εικόνα 37 Γεωτεκτονικός χάρτης, (Gaki – Papanastasiou et al., 1995).



Λιθολογική ταξινόμηση

- Αλλουβιακές αποθέσεις
- Λιμναίες αποθέσεις
- Φλύσχης
- Προσχώσεις
- Ανθρακικά πετρώματα
- Σχιστόλιθοι

Εικόνα 38 Λιθολογική Ταξινόμηση, (Μαρίνου Παρασκευή, 2015).

3.4 Γεωλογία της περιοχής με στοιχεία από ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η έρευνα που διεξήχθη από το Ι.Γ.Μ.Ε έγινε με σκοπό να συλλεχθούν ποσοτικά στοιχεία της γεωλογικής δομής της περιοχής, του υποβάθρου, και των κύριων τεκτονικών στοιχείων.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στην περιοχή της Λακωνίας απαντούν οι οροσειρές του Ταυγέτου στα δυτικά και του Πάρνωννα στα ανατολικά και μεταξύ των δύο αυτών ορεινών όγκων αναπτύσσεται η κοιλάδα του Λακωνικού κάμπου όπου ρέει ο ποταμός Ευρώτας, Δυτικά του οποίου είναι κτισμένη η πόλη της Σπάρτης. Η κοιλάδα του Λακωνικού κάμπου είναι ένα επίμηκες τεκτονικό βύθισμα με μήκος μεγαλύτερο των 30 χλμ και διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Η περιοχή της έρευνας καταλαμβάνει την αστική και περιαστική περιοχή της Σπάρτης και οριοθετείται προσεγγιστικά από τις συντεταγμένες Χ[354000, 363400] και Υ[4098900, 4106900].

Αρχικά θα αναφερθούμε στην λιθολογία των μεταλλικών σχηματισμών (σύμφωνα με την εικόνα 35) και ύστερα θα τεκμηριώσουμε αυτά με την γεωφυσική έρευνα.

Πλειο-τεταρτογενείς σχηματισμοί:

Αποτελούνται από λιμναίες αποθέσεις:

- α) μάργες και ερυθρές άργιλοι σε εναλλαγές με κροκαλοπαγή ποικίλης σύστασης και
- β) συνεκτικά κροκαλοπαγή ως επί το πλείστον ανθρακικά
- γ) εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, ψαμμούχων μαργών χρώματος και
- δ) ενστρώσεις κροκαλοπαγών.

Πλειστοκαινικές αποθέσεις: ερυθρές άργιλοι, αργιλούχες άμμοι, με διάσπαρτες λατύπες. Στη βάση επικρατούν εναλλαγές κροκαλοπαγών με κοκκινοχρώματα. Παλαιοί κώνοι κορημάτων: χαλαρά, αδιαβάθμητα υλικά τοπικής κυρίως προέλευσης, λατυποκροκαλοπαγή με λατύπες και κροκάλες ανθρακικών και σχιστολιθικών πετρωμάτων.

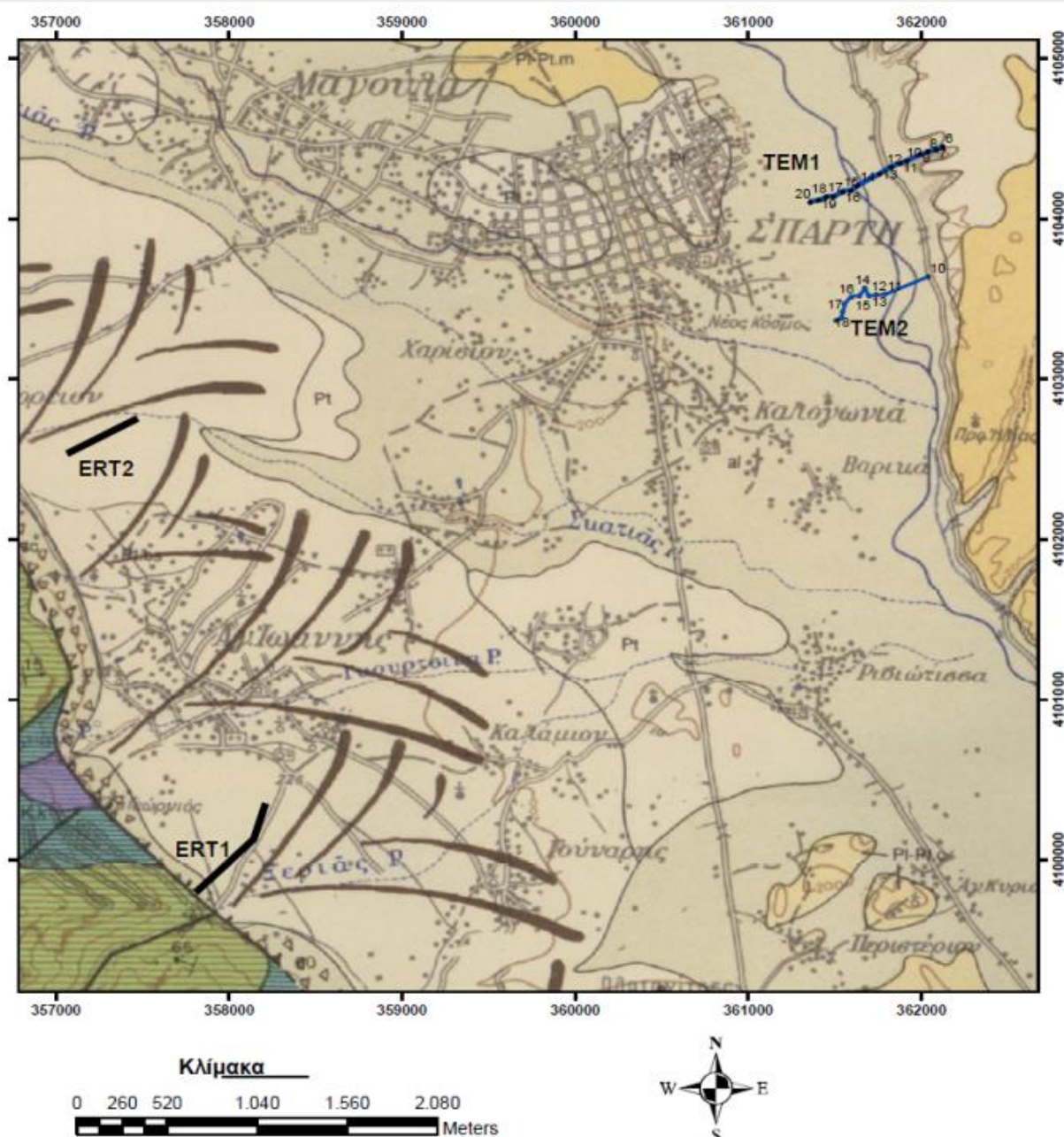
Πλευρικά κορήματα: χαλαρά έως λίγο συνεκτικά, με ανθρακικό συνδετικό υλικό. Αποτελούνται από λατύπες κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Επίσης, σε μικρότερη αναλογία απαντούν ερυθρές άργιλοι.

Αλλουβιακές αποθέσεις: κυρίως κροκάλες, χαλίκια και κατά θέσεις αμμούχους αργίλους.

ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Εφαρμόστηκαν δύο μέθοδοι γεωφυσικής έρευνας, η μέθοδος της Ηλεκτρικής Τομογραφίας και των Ηλεκτρομαγνητικών διασκοπήσεων Transient. Στην εικόνα 39 φαίνονται οι θέσεις των γραμμών Ηλεκτρικής Τομογραφίας ERT1 και ERT2, και οι

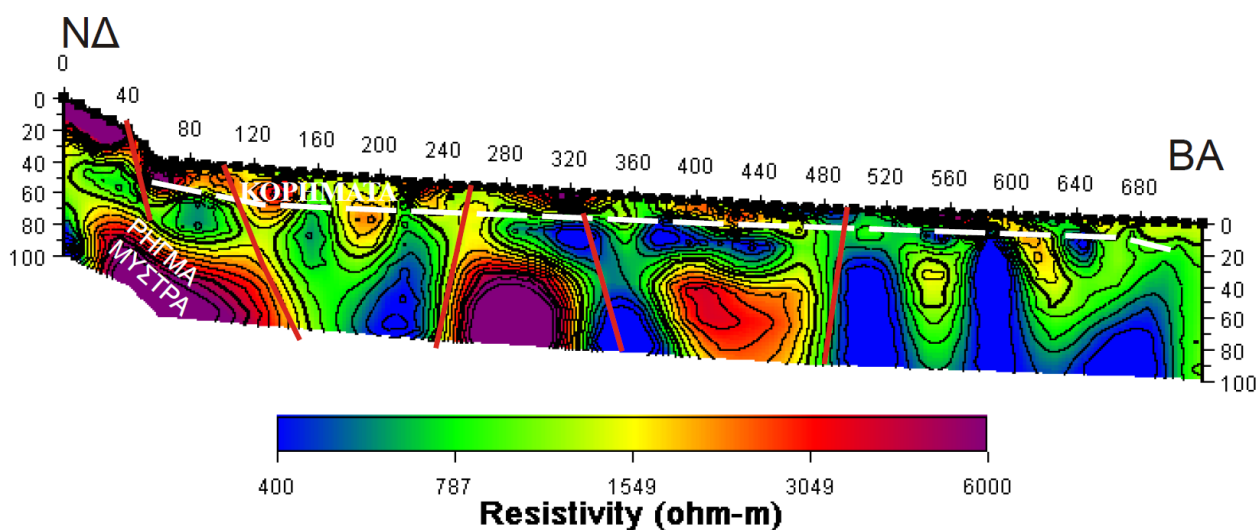
θέσεις των Ηλεκτρομαγνητικών διασκοπήσεων, TEM1 και TEM2. Να σημειωθεί ότι οι θέσεις των γραμμών επιλέχθηκαν με σκοπό να μελετηθεί η θέση και η γεωμετρία των ρηγμάτων που οριοθετούν την λεκάνη της Σπάρτης. Ωστόσο μας δίνουν πληροφορίες για την στρωματογραφία – λιθολογία της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 39 Χάρτης θέσεων γεωφυσικής έρευνας επί του γεωλογικού χάρτη της περιοχής έρευνας, (Κάρμης 2009).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ERT

ΓΡΑΜΜΗ ERT1: Η γραμμή ERT1 τοποθετήθηκε Νότια του Αγίου Ιωάννη, όσο το δυνατόν πλησιέστερα του ρήγματος του Μυστρά και αποτελείται από 2 γραμμές των 48 ηλεκτροδίων συνολικού μήκους 720 μέτρων. Χρησιμοποιήθηκε ανάπτυγμα ηλεκτροδίων 10 μέτρων πετυχαίνοντας βάθος διερεύνησης 100 μέτρων. Εφαρμόστηκε η διάταξη Διπόλου-Διπόλου με την τεχνική Roll-along. Τα δεδομένα των 2 γραμμών ενοποιήθηκαν και έγινε κοινή αντιστροφή τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στο σχήμα.

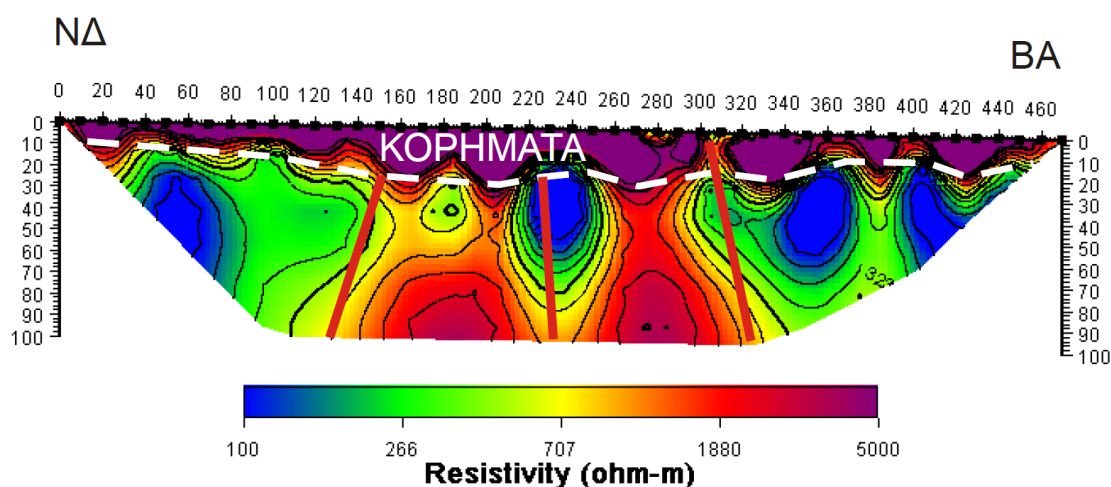


Εικόνα 40 Αποτελέσματα αντιστροφής γραμμής ERT 1. ΝΔ-ΒΑ, (Κάρμης 2009).

Η τομή σε όλο το μήκος της εμφανίζει επιφανειακό κάλυμμα κορημάτων με μεγάλες τιμές ειδικής αντίστασης. Στο Νότιο-Δυτικό τμήμα της εμφανίζεται στην θέση 40 ζώνη διάρρηξης με κανονικά ρήγματα σχετίζονται με το ρήγμα του Μυστρά. Άλλες ζώνες διάρρηξης εντοπίζονται στις θέσεις 240, 320 και 500. Αποτέλεσμα της τεκτονικής είναι να εμφανίζονται θέσεις 280 και 400 σώματα μεγάλης ειδικής αντίστασης που έχουν την μορφή τεκτονικών κεράτων και τιμή ειδικής αντίστασης που αποδίδεται σε ασβεστολιθικά σώματα. Στο υπόλοιπο μέρος της τομής πέρα τα επιφανειακά κορήματα συνεχίζουν προς ΒΑ με μειούμενο πάχος που κυμαίνεται από 10 έως 30 μέτρα. Ο υπόλοιπος χώρος καλύπτεται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών με ασβεστολιθικά τεμάχη.

ΓΡΑΜΜΗ ERT2: Η γραμμή ERT2 έχει μήκος 480 μέτρων και μετρήθηκε με ανάπτυγμα ηλεκτροδίων 10 μέτρων στη διάταξη Διπόλου-Διπόλου. Σε όλο το μήκος της τομής παρατηρείται αυξημένο πάχος κορημάτων που κατά θέσεις φθάνουν τα 30 μέτρα. Το υπόλοιπο μέρος της τομής παρουσιάζει εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών και ασβεστολιθικών τεμαχών. Στις θέσεις 160, 220 και 300 εντοπίζονται ζώνες διάρρηξης που μας δίνουν πληροφορίες παρόμοιες με αυτές που εντοπίστηκαν στην τομή ERT1.

Συμπεραίνεται από τις 2 γραμμές Ηλεκτρικής Τομογραφίας ότι η δομή της λεκάνης αποτελείται από ρηξιγενείς δομές με ρήγματα διεύθυνσης παράλληλης προς το κύριο ρήγμα του Μυστρά, που έχουν αποτέλεσμα την τοπική ανύψωση και ταπείνωση του υποβάθρου.



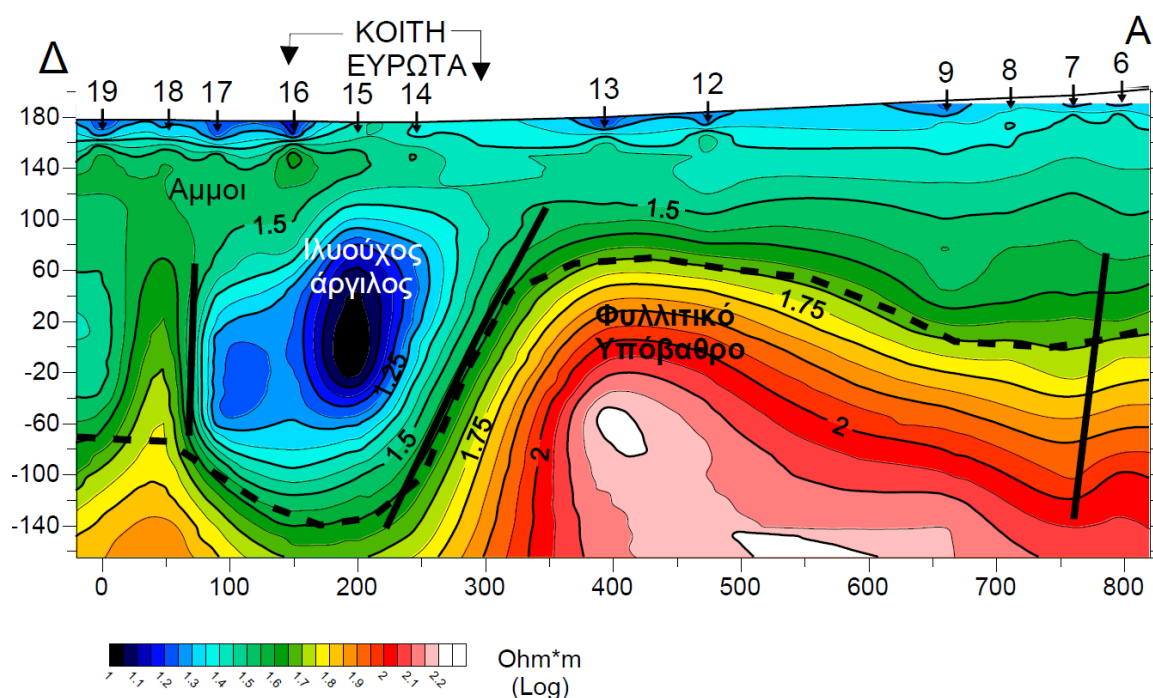
Εικόνα 41 Αποτελέσματα αντιστροφής γραμμής ERT 2, (Κάρμης 2009).

TRANSIENT ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ (TEM)

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΙΤΗΣ ΕΥΡΩΤΑ

Στην περιοχή εκτελέστηκαν μετρήσεις TEM κατά μήκος 2 γραμμών (S1, S2) με διεύθυνση εγκάρσια προς την κοίτη του ποταμού Ευρώτα. Οι γραμμές τοποθετήθηκαν σε σχετική μεταξύ τους απόσταση 700 περίπου μέτρων. Οι μετρήσεις έγιναν με χρήση βρόχου διαστάσεων 50 x 50 μέτρων και βήμα 50 μέτρων, δηλαδή γινόταν φυσική μετακίνηση του βρόχου κατά 50 μέτρα σε κάθε σταθμό μέτρησης. Σκοπός της έρευνας ήταν να προσδιορισθεί η γεωηλεκτρική στρωματογραφία, η τεκτονική και το πάχος των μεταλλικών ιζημάτων στην περιοχή της κοίτης του ποταμού. Να σημειωθεί ότι οι εργασίες εκτελούνται σε αστικό περιβάλλον με επακόλουθο αυξημένα επίπεδα θορύβου και φυσικά εμπόδια πρόσβασης από φράχτες – όρια ιδιοκτησιών, δεν ήταν δυνατή η χρήση μεγάλων διαστάσεων βρόχου. Έτσι χρησιμοποιήθηκε το μέγεθος των 50 μέτρων για την διασκόπηση 150-200 μέτρων βάθους. Αυτό ωστόσο δεν ήταν αρκετό ώστε να δοθεί η δυνατότητα για περαιτέρω διερεύνηση εις βάθος της λεκάνης της Σπάρτης. Ήταν αδύνατο πρακτικά να χρησιμοποιηθεί βρόχος διαστάσεων 100 x 100 μέτρων ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερο βάθος διασκόπησης για τους παραπάνω λόγους που αναφέρθηκαν.

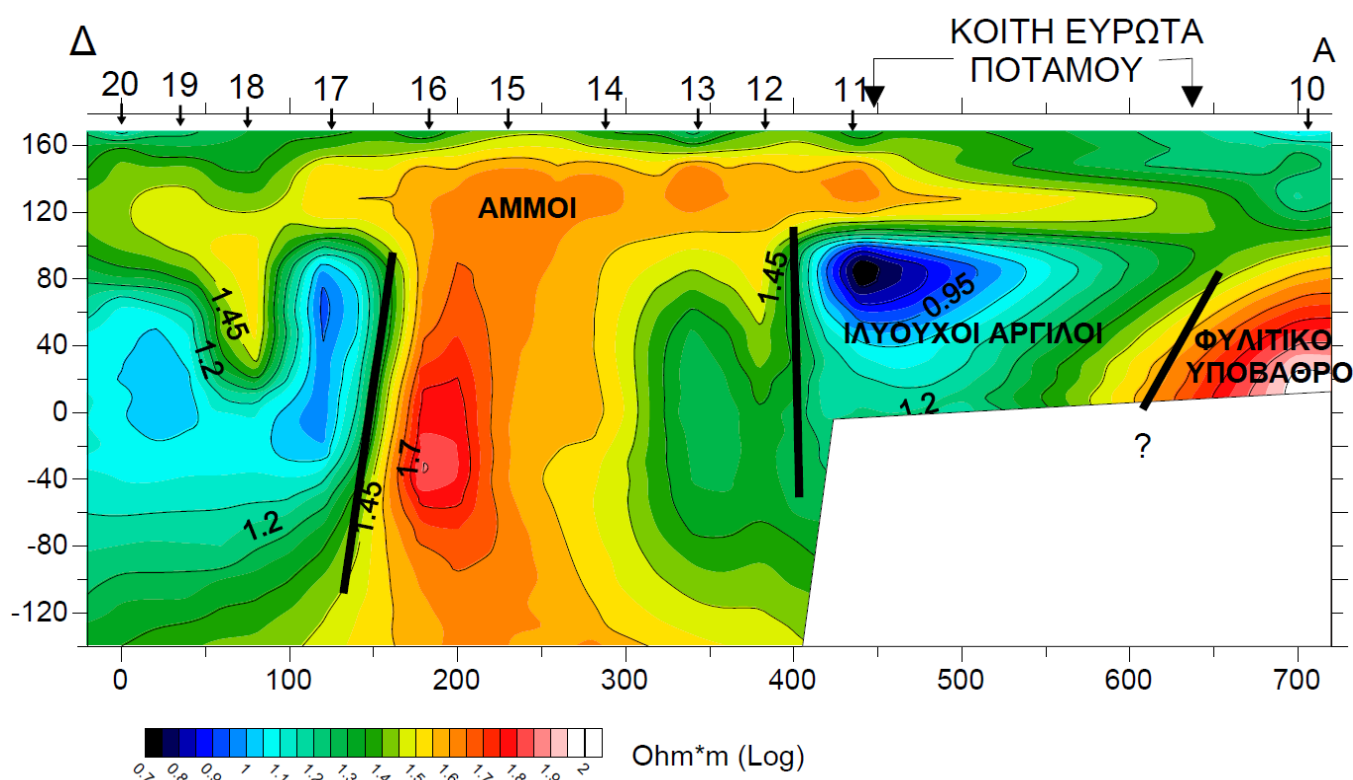
Περιοχή γραμμής TEM1: Η γραμμή TEM1 βρίσκεται στο Βορειοδυτικό άκρο της περιοχής έρευνας και έχει ΝΔ-ΒΑ διεύθυνση. Εκτελέστηκαν 14 διασκοπήσεις (6 έως 20), με διαστάσεις βρόχου 50 x 50 μέτρα. Το βήμα της μετακίνησης των βρόχων ήταν 50 μέτρα. Σκοπός της έρευνας της συγκεκριμένης γραμμής ήταν να μελετηθεί η γεωλογική στρωματογραφία και η τεκτονική εκατέρωθεν της κοίτης του Ευρώτα ποταμού. Από τα στοιχεία της προσεγγιστικής ερμηνείας της ειδικής αντίστασης κατασκευάστηκε γεωηλεκτρική τομή της γραμμής S1 που παρουσιάζεται στο σχήμα.



Εικόνα 42 Τομή ειδικής αντίστασης γραμμής TEM1, (Κάρμης 2009).

ΤΟΜΗ TEM2: Η γραμμή TEM2 βρίσκεται επίσης στο Βορειοδυτικό άκρο της περιοχής έρευνας, βρίσκεται σε απόσταση 650 μέτρα Νότια της TEM1 και έχει ΝΔ-ΒΑ διεύθυνση. Εκτελέστηκαν 11 διασκοπήσεις (10 έως 20), με διαστάσεις βρόχου 50 x 50 μέτρα. Το βήμα της μετακίνησης των βρόχων ήταν 50 μέτρα. Σκοπός της έρευνας της συγκεκριμένης γραμμής ήταν να μελετηθεί η γεωλογική στρωματογραφία και η τεκτονική εκατέρωθεν της κοίτης του Ευρώτα ποταμού.

Από τα στοιχεία των TEM διασκοπήσεων κατασκευάστηκε η ερμηνευτική τομή (εικόνα 43). Επιφανειακά οι τιμές ειδικής αντίστασης κυμαίνονται μεταξύ 20 και 30 Ω.μ που αντιστοιχούν σε χαλαρές αλουβιακές αποθέσεις. Βαθύτερα και σε όλο σχεδόν το μήκος της τομής οι τιμές ειδικής αντίστασης κυμαίνονται μεταξύ 30 έως 50 Ω.μ που αντιστοιχούν σε άμμους και αμμούχους αργίλους. Μεταξύ των θέσεων 11 και 12 εντοπίζεται ασυνέχεια που οριοθετεί στα Ανατολικά την κοίτη του Ευρώτα. Άλλη ασυνέχεια εντοπίζεται προς τα Δυτικά μεταξύ των θέσεων 16 και 17. Τα δύο αυτά ρήγματα οριοθετούν περιοχή με αυξημένη συγκέντρωση αμμούχων σχηματισμών και αδρομερών υλικών (ψηφίδων) στα Ανατολικά της κοίτης του ποταμού. Στην περιοχή της κοίτης και κάτω από τους άμμους εντοπίζεται στρώμα ιλυούχων αργίλων με ίδια χαρακτηριστικά όπως και στη τομή TEM1. Στη θέση της διασκόπησης 10 εντοπίζεται το φυλλιτικό υπόβαθρο, με τιμές ειδικής αντίστασης άνω των 50 Ω.μ.



Εικόνα 43 Τομή ειδικής αντίστασης γραμμής TEM2, (Κάρμης 2009).

4. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

4.1 Γενικά

Η κίνηση του υπόγειου νερού έχει να κάνει αδιαμφισβήτητα με τις ιδιότητες που παρουσιάζουν οι γεωλογικοί σχηματισμοί και γενικά αποτελεί κομμάτι ασχολίας της υδρολιθολογίας. Οι χαρακτηριστικές αυτές ιδιότητες (πορώδες, περατότητα, ετερογένεια, ισοτροπία, κ.λπ.) άγουν την ύπαρξή τους στον τρόπο δημιουργίας των γεωλογικών σχηματισμών και της εξέλιξής τους.

Στην επιστήμη της Υδρογεωλογίας μία από τις πιο κρίσιμες ιδιότητες που καθορίζει τη συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών είναι το πορώδες, το οποίο έχει αποφανθεί ότι είναι κρίσιμο για την κίνηση και την αποθήκευση του υπόγειου νερού. Το πορώδες, γνωστό και ως ολικό πορώδες (n), μετρά την ποσότητα των κενών χώρων (πόρων, κενών, ρωγμών) που υπάρχουν σε ένα πέτρωμα ή έδαφος. Υπολογίζεται ως ο λόγος του συνολικού όγκου των κενών (V_k) προς τον συνολικό όγκο του πετρώματος ή εδάφους ($V_{ολ}$) (Βουδούρης, 2013). Υπάρχουν δύο είδη πορώδους, το πρωτογενές και το δευτερογενές. Το πρωτογενές οφείλεται στα διάκενα που δημιουργούνται κατά τον σχηματισμό του πετρώματος ενώ το δευτερογενές πορώδες στα διάκενα που προκύπτουν λόγω τεκτονισμού, αποσάθρωσης, διάλυσης, δράσης του έμβιου κόσμου κ.λπ. Εάν ένα πέτρωμα έχει μόνο ένα είδους πορώδους τότε κάνουμε λόγο για απλό πορώδες, ενώ αν έχει και τα δύο είδη τότε αναφερόμαστε σε διπλό πορώδες. Σημαντική ωστόσο είναι και η περατότητα καθώς, εκφράζει την ευκολία ή δυσκολία με την οποία το ρευστό κινείται μέσα στο πέτρωμα. Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται από το σχήμα, το μέγεθος και τη διάταξη των κόκκων του γεωλογικού σχηματισμού. Να σημειωθεί εδώ ότι αυτή η παράμετρος αφορά μόνο τον γεωλογικό σχηματισμό και όχι το ρευστό. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει και στις έννοιες ομοιογένεια και η ισοτροπία των πετρωμάτων ή εδαφών. Ομοιογενής είναι ένας σχηματισμός όταν μια ανυσματική του παράμετρος έχει την ίδια τιμή σε παράλληλες διευθύνσεις ενώ ισότροπος όταν έχει την ίδια τιμή σε όλες τις διευθύνσεις. Παρ' όλ' αυτά στη φύση ισχύει ότι όλοι οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι ετερογενείς και ανισότροποι. (Βουδούρης, 2013)

Το νερό όταν κινείται σε βάθος συναντά γεωλογικούς σχηματισμούς. Η συμπεριφορά αυτών θα καθορίσει και αν θα διέλθει το νερό από μέσα τους. Για τον λόγο αυτό οι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με την ικανότητα να επιτρέπουν την διείσδυση και την κυκλοφορία του νερού μέσα τους διακρίνονται σε: α) υδροπερατούς και β) αδιαπέρατους. Συγκεκριμένα, ως υδροπερατός ορίζεται ο σχηματισμός εκείνος που επιτρέπει την εισχώρηση και την κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό του και διακρίνεται: α) σε μικροπερατό, δηλαδή τα χαλαρά υλικά ή συνεκτικά πετρώματα που η περατότητά τους προκύπτει από το πρωτογενές πορώδες και β) σε μακροπερατό του οποίου η περατότητα οφείλεται στο δευτερογενές πορώδες. Εν αντιθέσει, αδιαπέρατος ορίζεται ο σχηματισμός αρκετά περιορισμένης περατότητας, που δεν επιτρέπει την είσοδο και την κίνηση των ρευστών στο εσωτερικό του και συνάμα αποτελεί το άνω ή κάτω όριο ενός υδροφόρου στρώματος (Βουδούρης, 2013).

Υδροφορέας είναι ένας γεωλογικός σχηματισμός γεμάτος (κορεσμένος) με νερό, με ικανότητα να παροχετεύει μέσω γεωτρήσεων και πηγών μεγάλες ποσότητες νερού. Μπορούμε να τον φανταστούμε ως έναν αγωγό, με δυνατότητα να αποθηκεύει και να μεταφέρει νερό. Στελεχώνεται από τον υδροπερατό σχηματισμό, το ακόρεστο τμήμα του και το αποθηκευμένο νερό. Το όριο ανάμεσα στο υδροφόρο στρώμα και του ακόρεστου τμήματός του ονομάζεται υδροφόρος ορίζοντας ή υδροστατική στάθμη. Οι σημαντικότεροι τύποι αναφέρονται ευθύς ακολούθως:

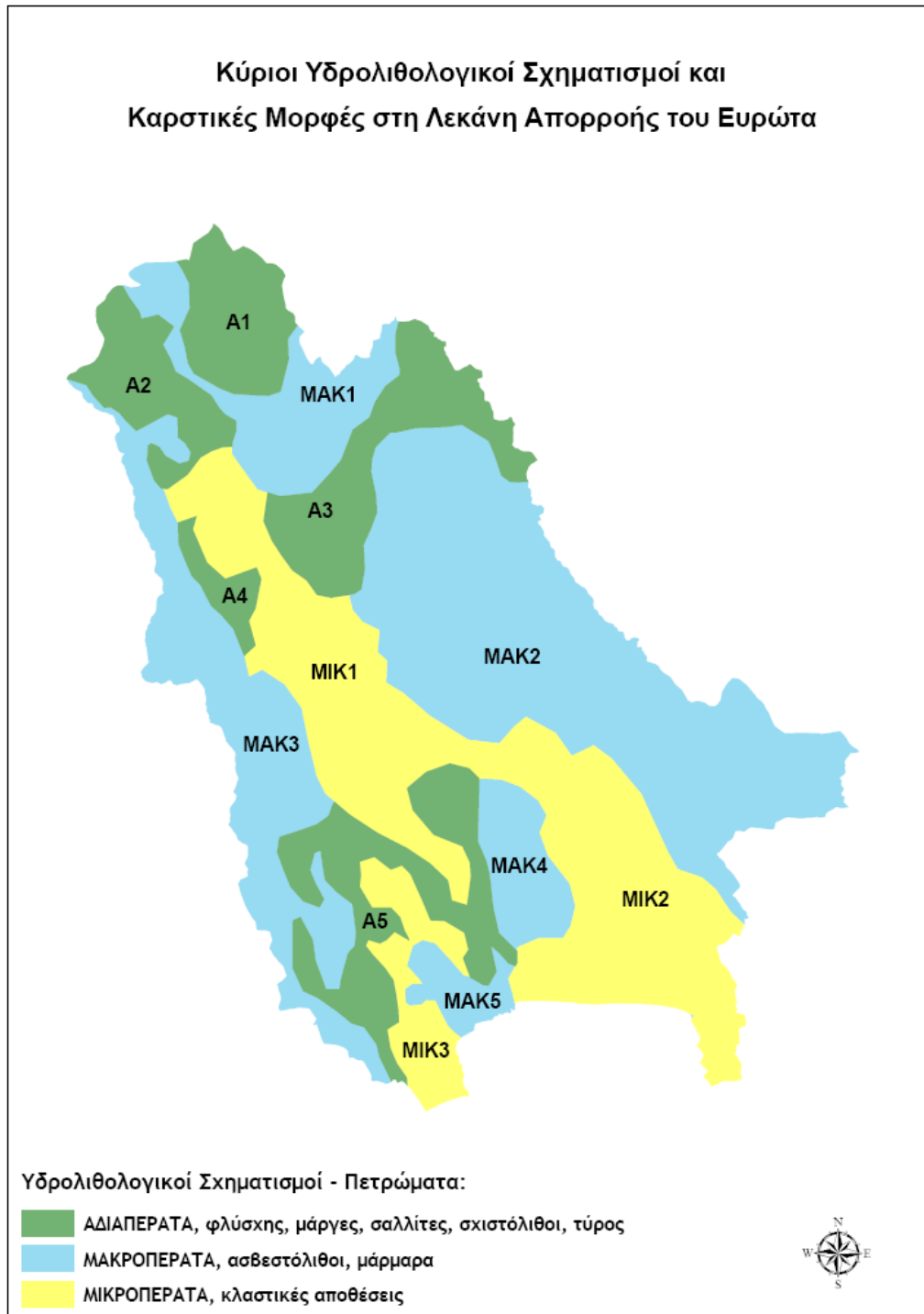
- ελεύθεροι ή φρεάτιοι: για δάπεδο ο υδροφόρος έχει στεγανό στρώμα και στην οροφή δεν παρατηρείται αδιαπέρατο γεωλογικό στρώμα. Για τον λόγο αυτό η υδροστατική στάθμη συμπίπτει με την άνω επιφάνεια της κορεσμένης ζώνης και η υδροστατική πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική.
- υπό πίεση: δάπεδο και οροφή είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί και το νερό συναντάται αποθηκευμένο ανάμεσά τους. Η υδροστατική πίεση και η πιεζομετρική επιφάνεια διαμορφώνονται ως εξής, η πρώτη λαμβάνει τιμή μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής και η δεύτερη βρίσκεται υψηλότερα από την βάση της οροφής. Στους υπό πίεση υδροφορείς κατατάσσεται και το φαινόμενο του αρτεσιανισμού. Η ροή νερού από το έδαφος με μορφή πίδακα είναι χαρακτηριστική εικόνα αυτού του τύπου και αυτό διότι η πιεζομετρική επιφάνεια βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.
- ημιεγκλωβισμένοι: είναι υδροφορείς παρόμοιοι με τους υπό πίεση, μόνο που η οροφή τους αποτελείται από ημιπερατό στρώμα, μικρής υδροπερατότητας.
- ημιελεύθεροι: υπόκεινται από στρώμα μεγάλης υδροπερατότητας, όχι όμως μεγαλύτερης από του υδροφορέα.

4.2 Υδρολιθολογία της περιοχής

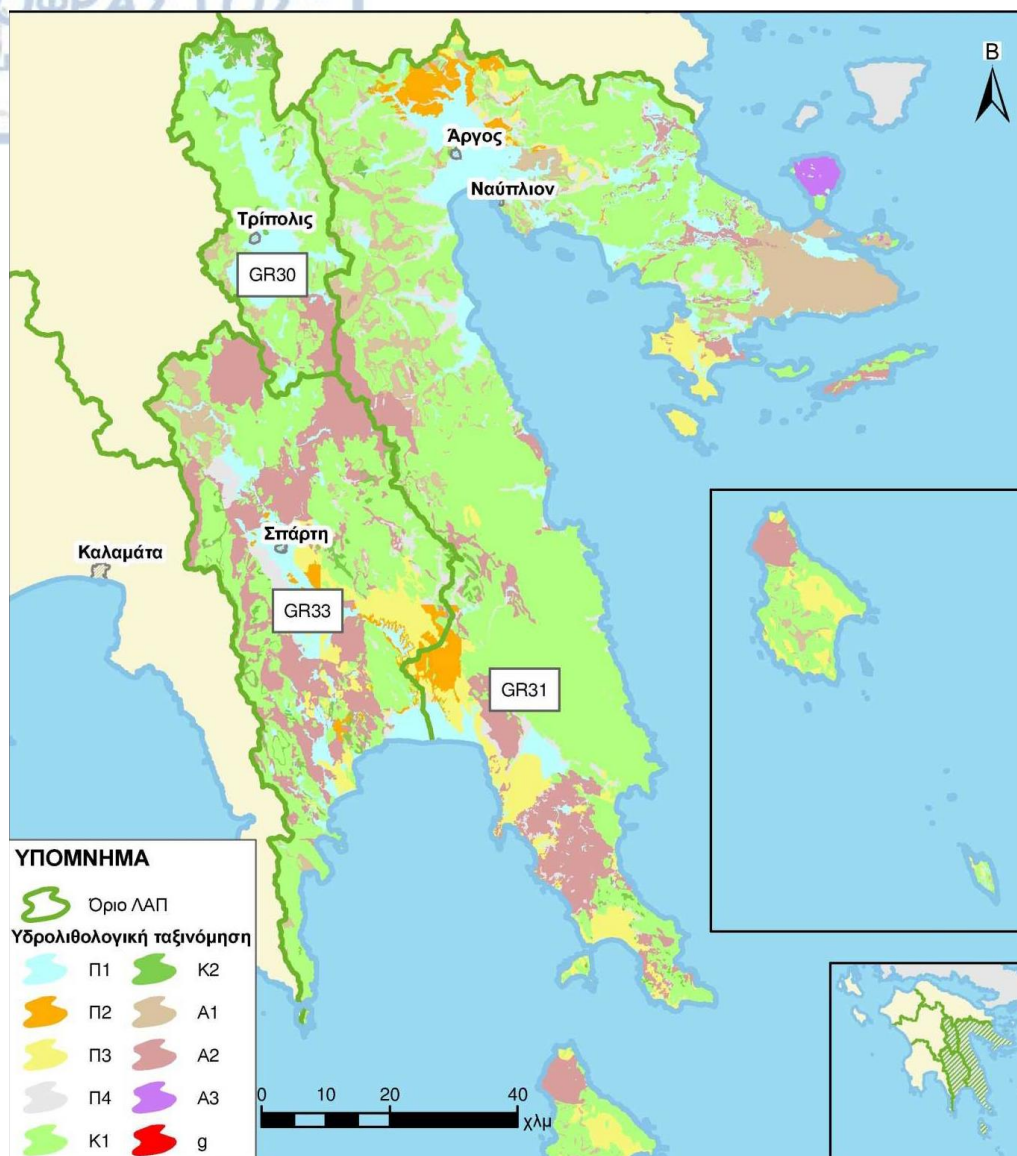
Ο διαχωρισμός των υπόγειων υδατικών συστημάτων με κριτήριο την πετρογραφία των σχηματισμών ταξινομείται ως εξής:

- Καρστικά συστήματα υπογείων υδάτων: Εδώ σημαντικό ρόλο παίζει το δευτερογενές πορώδες (ρωγμές, καρστικά κενά) αφού μέσω αυτού ευνοείται η κυκλοφορία του υπόγειου νερού και προέρχεται από τη διάλυση των ανθρακικών σχηματισμών. Στα συστήματα αυτά περιλαμβάνονται οι υπόγειες υδροφορίες που φιλοξενούνται στους ασβεστολίθους και τα μάρμαρα.
- Κοκκώδη συστήματα υπογείων υδάτων: Για να κυκλοφορήσει το υπόγειο νερό, το πρωτογενές πορώδες παίζει τον πρωτεύοντα ρόλο (πορώδες κόκκων). Περιλαμβάνονται οι υπόγειες υδροφορίες που φιλοξενούνται στις σύγχρονες και νεογενείς αποθέσεις.
- Ρωγματώδη συστήματα υπογείων υδάτων: Η κυκλοφορία του νερού κάτω από το έδαφος χαίρει της ύπαρξης του δευτερογενούς πορώδους (ρωγμές, διακλάσεις, τεκτονισμένες ζώνες κλπ). Περιλαμβάνονται εδώ οι ασθενείς υπόγειες υδροφορίες τοπικού χαρακτήρα που φιλοξενούνται στο μανδύα αποσάθρωσης και στις ζώνες τεκτονισμού των στρωμάτων του φλύσχι, των φυλλιτών χαλαζιτών, των σχιστολίθων και των στρωμάτων Τυρού.

Πολλά υπόγεια υδατικά συστήματα συνδιάζουν περισσότερους του ενός τύπους υδροφοριών (καρστικός, κοκκώδης, ρωγματώδης). (Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου, 2013)



Εικόνα 44 Υπολεκάνες υπόγειων υδάτινων σωμάτων της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα, (Nikolaidis et al., 2009).



Υδρολιθολογική ταξινόμηση

Κοκκώδεις σχηματισμοί

Π1 Προσχωματικές κυρίως αποθέσεις, κυμαινόμενης υδροπερατότητας

Π2 Νεογενείς και Πλειστοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας

Π3 Μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας

Π4 Κορήματα κυμαινόμενης υδροπερατότητας

Καρστικοί σχηματισμοί

Κ1 Ανθρακικοί σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας

Κ2 Ανθρακικοί σχηματισμοί μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας

Ρωγματώδεις σχηματισμοί

Α1 Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φλύσχης)

Α2 Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φυλλίτες-χαλαζίτες-σχιστάλιθοι)

Α3 Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (τυριγενή)

Γύψοι

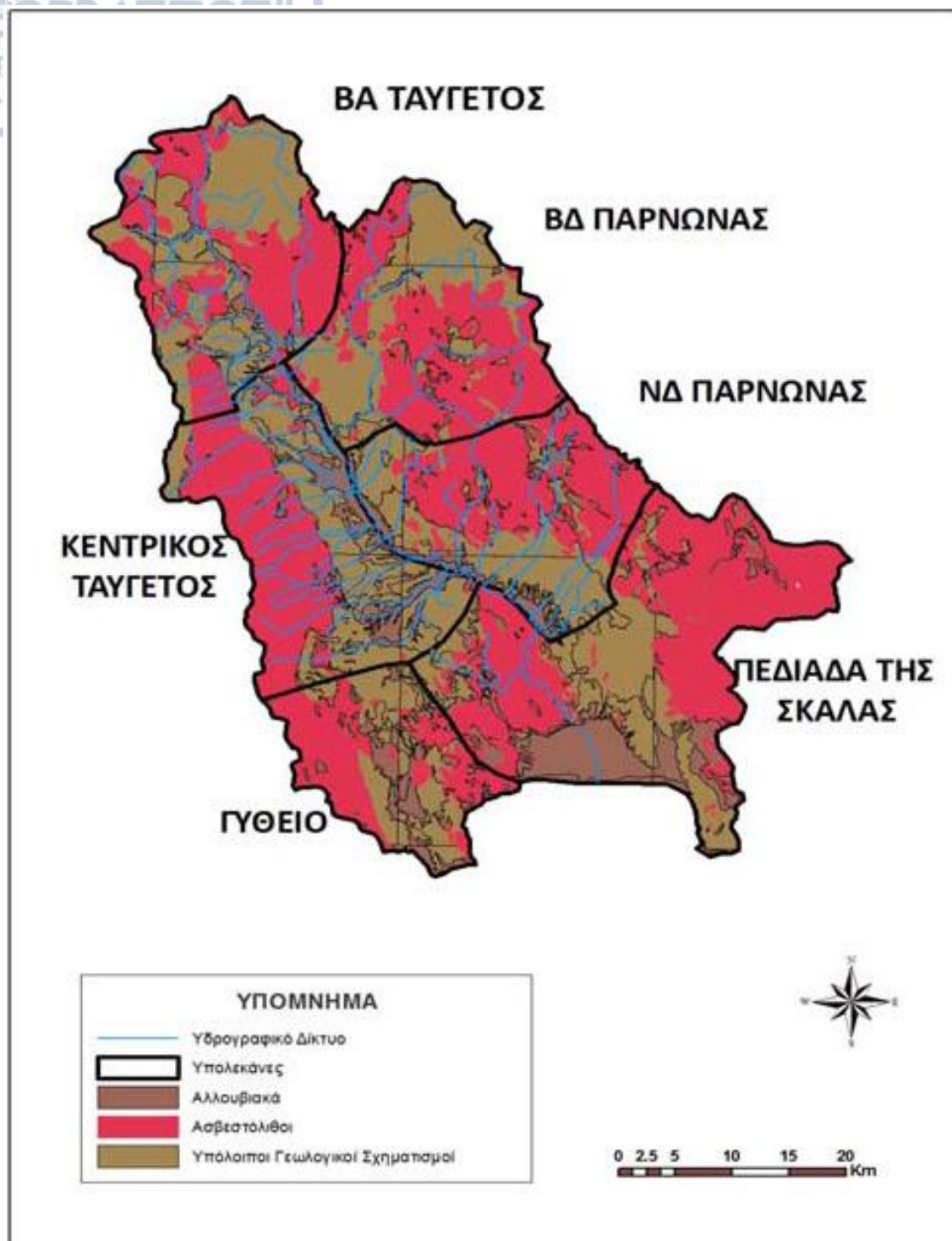
g Γύψοι

Εικόνα 45 Υδρολιθολογική ταξινόμηση, (ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ, 2013).

Στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα λειτουργούν πολλές γεωτρήσεις που καλύπτουν ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης. Στην πλειονότητα τους είναι ιδιωτικές (ξεπερνούν τις 2000), καλύπτουν ανάγκες άρδευσης στον κάμπο της Σπάρτης και της Σκάλας. Δεν είναι γνωστός ο όγκος νερού που αντλούν από τις απολήψεις, ο χρόνος άντλησης, η στάθμη ηρεμίας κ.α. Ωστόσο στο νομό Λακωνίας λειτουργούν και δημόσιες γεωτρήσεις από τους τοπικούς ΤΟΕΒ και δήμους που καλύπτουν τόσο ανάγκες ύδρευσης όσο και άρδευσης αυτών.



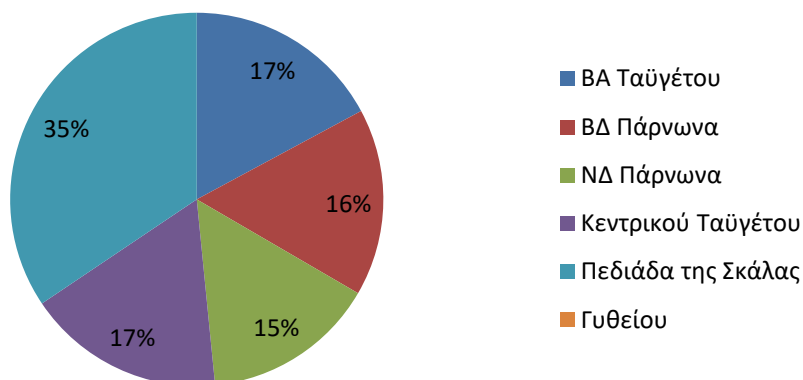
Εικόνα 46 Κύριες δημόσιες γεωτρήσεις της περιοχής, (Nikolaidis et al., 2009).



Εικόνα 47 Υπολεκάνες και καρστικοί σχηματισμοί (κόκκινο χρώμα) της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης του ποταμού Ευρώτα συναντάται περίπου 1194km² καρστικών σχηματισμών που αντιστοιχούν σχεδόν στο 50% της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής, (Nikolaidis et al., 2009).

Υπολεκάνες	Έκταση (Km ²)	Έκταση καρστικής επιφάνειας (Km ²)
ΒΑ Ταυγέτου	415	145
ΒΔ Πάρνωνα	393	131
ΝΔ Πάρνωνα	364	157
Κεντρικού Ταυγέτου	415	178
Πεδιάδα της Σκάλας	833	584
Γυθείου		
Σύνολο	2420	1194

Έκταση καρστικής επιφάνειας (Km²)



Εικόνα 48 Έκταση καρστικής επιφάνειας. Η υπολεκάνη της Σκάλας αποτελεί ένα πολύ σύνθετο σύστημα από υδρογεωλογική άποψη.

Η υπολεκάνη Γυθείου εκτείνεται νοτιοδυτικά της λεκάνης του Ευρώτα. Περιέχει το καρστικό σύστημα του νοτίου Ταυγέτου, ωστόσο δεν συνεισφέρει στην λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα και γι' αυτό δεν επηρεάζει το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα.

Ποσοστό καρστικής επιφάνειας (%)	Ποσοστό (%) με βάση το σύνολο δηλαδή 2420 km ²
34,93975904	5,991735537
33,33333333	5,41322314
43,13186813	6,487603306
42,89156627	7,355371901
70,10804322	24,1322314

Λεκάνη Απορροής Ποταμού Ευρώτα

Η έκταση της λεκάνης απορροής του Ευρώτα συγκροτείται από δύση προς ανατολή από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της μεταμορφωμένης μορφής της Ιονίου ζώνης που είναι η ενότητα Μάνης, της ζώνης Τρίπολης και της σειράς Φυλιτών – Χαλαζιτών (Άρνας) καθώς και από τις σύγχρονες και νεογενείς αποθέσεις που σταδιακά έχουν γεμίσει τα βυθίσματα (είτε είναι αυτά τεκτονικά είτε μορφολογικά). Συναντώνται έτσι εδώ:

- Ιόνιος ζώνη (Ενότητα Μάνης): Καταλαμβάνει έκταση που οριοθετείται από την οροσειρά του Ταϋγέτου μέχρι το Ακρωτήριο Ταίναρο ενώ συναντάται συγχρόνως σε μικρότερες εμφανίσεις στα ανατολικά της λεκάνης στην οροσειρά Πάρνωνα και αποτελούμενη κυρίως από ασβεστόλιθους Ηωκαινικής – Τριαδικής ηλικίας και μικρές εμφανίσεις στρωμάτων του φλύσχη.
- Ζώνη Τρίπολης: Εκτείνεται βορειοδυτικά και ανατολικά στην λεκάνη (Πάρνωνας) και με μικρές εμφανίσεις στο βόρειο Ταϋγετο επωημένο στα πετρώματα της Ιονίου ζώνης. Χαρακτηριστικοί είναι οι μεγάλοι πάχους ασβεστόλιθους και δολομίτες Τριαδικής – Ηωκαινικής ηλικίας με υπόβαθρο τα στρώματα Τυρού.
- Σειρά Φυλιτών – Χαλαζιτών (Ενότητα Άρνας): Εμφανίζεται σε μεγάλη έκταση στο κέντρο της λεκάνης, μία έκταση περίπου από το Γύθειο έως τα Β και ΒΑ όρια της λεκάνης, αποτελούμενη από εναλλαγές σχιστολίθων και φυλιτών, μέσα στους οποίους εμφανίζονται ορίζοντες μαρμάρων να παρεμβάλλονται.

Όσον αφορά τα τεκτονικά βυθίσματα της Σπάρτης, της Πελλάνας-Καστορείου και της Σκάλας έχουν αποτεθεί σύγχρονα υλικά άμμων, κροκάλων, αργίλων, μαργών, κροκαλοπαγών και μαργαϊκών ασβεστολίθων πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας, ενώ στην περιοχή της Σπάρτης και της Πελλάνας εμφανίζονται μεγάλοι κώνοι κορημάτων.

Γενικά, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που κυριαρχούν και προσδιορίζουν την γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής, είναι μέλη τεσσάρων τεκτονικών ενοτήτων, οι οποίες παραθέτονται παρακάτω :

1. Η ενότητα των «πλακωδών ασβεστόλιθων» (Plattenkalk ή Μάνης), η οποία αποτελεί την κατώτερη ενότητα (αυτόχθονη ή παραυτόχθονη), πάνω στην οποία έχουν τοποθετηθεί με τη μορφή τεκτονικών καλυμμάτων οι υπόλοιπες ενότητες.
2. Η ενότητα των Φυλιτών – Χαλαζιτών (Ενότητα Άρνας).
3. Η ενότητα της ζώνης Τρίπολης («Στρώματα Τυρού», Ασβεστόλιθοι και φλύσχη της Τρίπολης).
4. Η ενότητα της ζώνης Πίνδου.

Η γεωλογία της άμεσης περιοχής μελέτης, αποτελείται στα ανάντη τμήματα όπως στην περιοχή της δεξαμενής από παλαιούς και νέους κώνους κορημάτων με χαλαρά, αδιαβάθμητα και ασύνδετα υλικά τοπικής κυρίως προέλευσης του Πλειστόκαινου. Στα χαμηλότερα πεδινά τμήματα, όπως στην περιοχή των Αμυκλών, επικρατούν οι χερσαίες πλειστοκαινικές αποθέσεις και τέλος στις χαμηλές παραποτάμιες περιοχές επικρατούν οι αλλουβιακές αποθέσεις ποταμοχειμάρρειας προέλευσης, αποτελούμενες από κροκάλες, χαλίκια και κατά θέσεις αμμούχες αργίλους.

Οι παραπάνω γεωολογικοί σχηματισμοί έχουν υποστεί επανειλημμένες τεκτονικές δραστηριότητες με αποτέλεσμα την πτύχωση, διάρρηξη και την οριζόντια μετακίνησή τους από ανατολικά προς δυτικά. Τεκτονικά λοιπόν η ζώνη Τρίπολης θεωρείται επωθημένη στην Ιόνιο ζώνη.

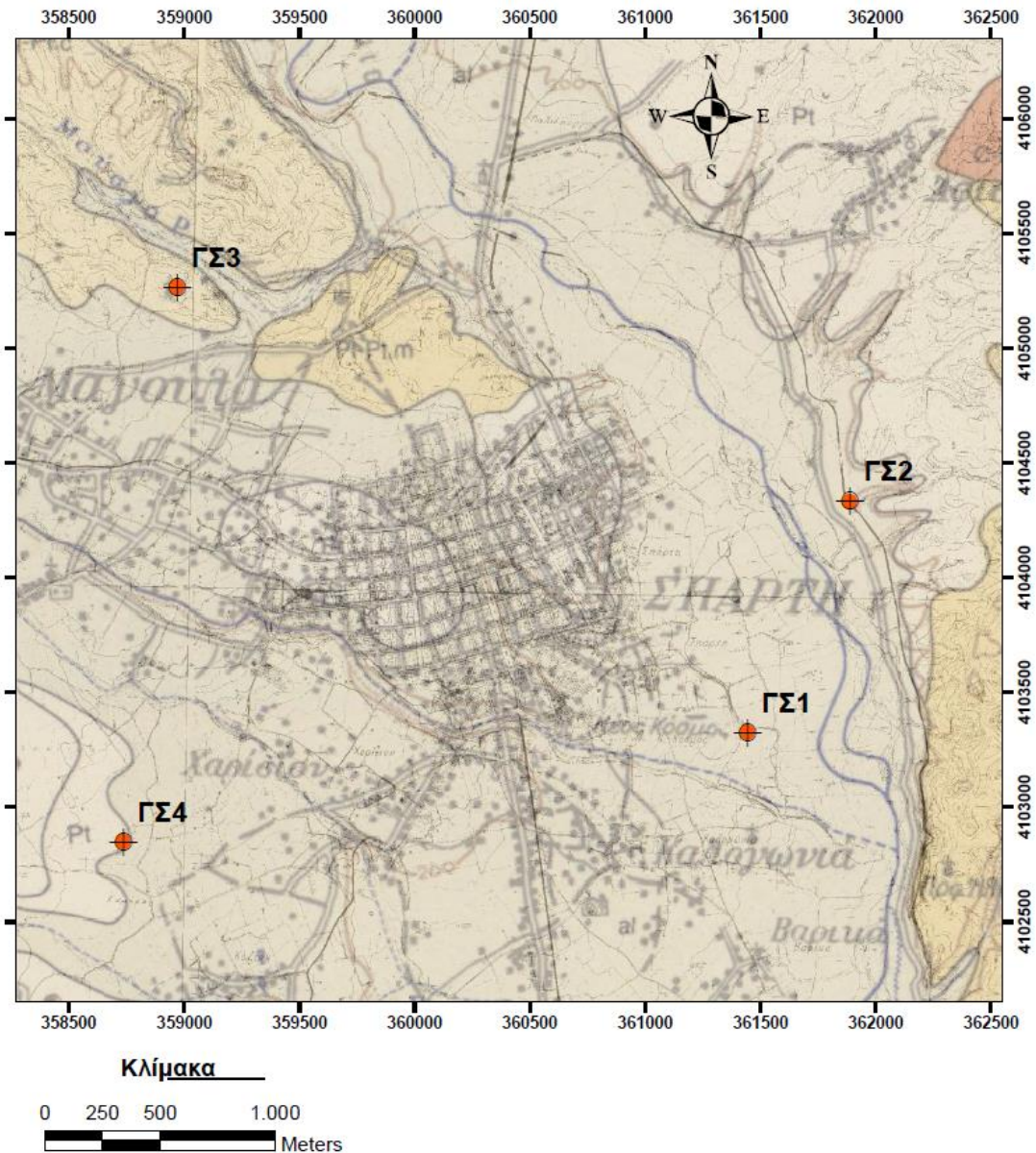
4.2.1 Εφαρμογή γεωφυσικής μεθόδου Crosshole για τον προσδιορισμό της λιθολογίας και της στάθμης του υδροφόρου

Οι γεωφυσικές μέθοδοι όπως είναι το Crosshole βασίζονται στη διάδοση σεισμικών κυμάτων και στη μέτρηση της ταχύτητάς τους για τον προσδιορισμό της στρωματογραφίας, των ελαστικών σταθερών και των παραμέτρων απόσβεσης. Οι βασικές κυματομορφές που δημιουργούνται είναι: Επιμήκη κύματα (P), διατμητικά (S), Rayleigh (R) και Love waves (L). Τα P και S κύματα είναι τα πλέον πιο διαδεδομένα στον χώρο της έρευνας.

Το μέγεθος της ταχύτητας των P κυμάτων σε εδαφικούς σχηματισμούς κυμαίνεται από 400 έως 2500 m/s, ενώ τα πετρώματα χαρακτηρίζονται από υψηλότερες ταχύτητες μεταξύ των 2000 και 7000 m/s, ανάλογα με το βαθμό αποσάθρωσης και ρωγμάτωσης. Τα S κύματα έχουν ταχύτητες σε εδάφη που κυμαίνονται μεταξύ 100 και 600 m/s.

Η Crosshole μέθοδος στηρίζεται στην δημιουργία και καταγραφή σεισμικών κυμάτων P και S, σε συγκεκριμένα διαστήματα βάθους, με την πηγή και τον δέκτη διατηρημένα σε σταθερό βάθος σε κάθε μέτρηση. Οι μετρήσεις γίνονται συνήθως με βήμα 2 μέτρων εντός των γεωτρήσεων που κατασκευάζονται σε μικρή σχετικά απόσταση 3-6 μέτρων.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εντός σε δυο γεωτρήσεις για κάθε μια θέση έρευνας. Απείχαν 5-6 μέτρα μεταξύ τους και είχαν βάθος 40 μέτρα. Οι μετρήσεις ολοκληρώνονταν με βήμα μέτρησης 2 μέτρα και σε κάθε βάθος γινόταν καταγραφή των αντίστοιχων κυματομορφών, από τις οποίες προσδιορίστηκαν οι χρόνοι άφιξης των P και S κυμάτων.



Εικόνα 49 Θέσεις έρευνας Crosshole στην περιοχή της Σπάρτης, (Κάρμης 2009).

Όπως θα παρατηρήσουμε πιο κάτω η στάθμη του υδροφόρου κυμαίνεται στα 6 – 8 μέτρα εκεί ουσιαστικά που αρχίζουμε να έχουμε μεγαλύτερο ποσοστό άμμου, υλικό στο οποίο εύκολα κινείται το νερό.

Ακόμα μπορούμε να παρατηρήσουμε τα σημεία εκείνα που η ταχύτητα των P κυμάτων αυξάνεται απότομα και μας δείχνουν την παρουσία του νερού (ο σχηματισμός είναι κορεσμένος).

Θέση ΓΣ-1: Η περιοχή καλύπτεται από αλουβιακές αποθέσεις, αποτελούμενες από άμμους, ιλύ και κροκάλες. Απόσταση γεωτρήσεων 5.1 m. Οι συντεταγμένες της θέσης είναι X: 361444, Y : 4103324 (ΕΓΣΑ 87).

Βάθος μ.	V _p m/sec	V _s m/sec	Λόγος Poisson
2	906	437	0.348
4	797	393	0.322
6	1106	304	0.459
8	990	310	0.446
10	1969	418	0.476
12	1759	456	0.464
14	1875	495	0.463
16	2179	378	0.485
18	1753	398	0.473
20	1796	504	0.457
22	1789	560	0.446
24	1717	531	0.447
26	1809	528	0.453
28	1783	562	0.445
30	2189	569	0.464
32	1783	586	0.440
34	1711	586	0.434
36	1809	613	0.435
38	1640	605	0.421
39	1756	600	0.434

Διθλοογία	Depth m	Density Kg/m ³	Poisson's Ratio	Shear modulus G GPa	Young's modulus E GPa	Bulk modulus K GPa
Αργιλοίλος έως αμμοίλος	0 – 4.2	1920	0.34	0.33	0.89	0.91
Ιλοούχος άμμος	4.2 – 6.5	1920	0.45	0.18	0.52	2.11
Αργιλοίλος έως ιλοούχος άμμος	6.5 – 9.8	1920	0.45	0.18	0.53	1.64
Ιλοούχος άμμος με αυξημένο ποσοστό ψηφίδων – χαλίκων	9.8- 12.2	1970	0.47	0.38	1.11	6.36
Ιλύς με μικρό ποσοστό από ψηφίδες - χάλικες στα 16-17 μ	12 –18	1970	0.47	0.39	1.15	6.94
	18 - 21	2060	0.46	0.5	1.44	5.83
Ιλύς	21- 29.2	2030	0.45	0.61	1.77	6.39
Ιλοούχος άμμος με αυξημένο ποσοστό ψηφίδων – χαλίκων	29.2 - 31.6	2030	0.45	0.65	1.89	7.23
Αργιλοίλος με μικρό ποσοστό άμμου	31.6 – 40	1970	0.43	0.7	2.02	5.03

Θέση ΓΣ-2: Η περιοχή καλύπτεται από αλουβιακές αποθέσεις αποτελούμενες από άμμους, ιλύ, κροκάλες. Οι συντεταγμένες της θέσης είναι : X: 361887 , Y : 4104335. Απόσταση γεωτρήσεων 5.4 m. Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα, μετρήθηκαν αντίστοιχες τιμές ταχυτήτων με την θέση ΓΣ-1 με αυξημένες τιμές των P κυμάτων και λόγο Poisson που κυμαίνεται μεταξύ 0.44 και 0.47 για τα βάθη μεγαλύτερα από τα 8 μέτρα. Το βάθος αυτό αντιστοιχεί στο ύψος στάθμης του νερού. Επιβεβαιώνεται έτσι ο υψηλός βαθμός κορεσμού των γεωλογικών σχηματισμών.

Βάθος μ.	V _p m/sec	V _s m/sec	Λόγος Poisson
2	748	413	0.281
4	862	542	0.175
6	952	460	0.348
8	1888	535	0.456
10	1688	454	0.461
12	2253	513	0.473
14	1818	557	0.448
16	1727	466	0.461
18	1888	566	0.451
20	1812	528	0.454
22	1788	575	0.442
24	1957	550	0.457
26	1800	524	0.454
28	1736	519	0.451
30	1662	482	0.454
32	1869	544	0.454
34	1882	600	0.443
36	1782	555	0.446
38	1782	562	0.445
39	1830	510	0.458

Λιθολογία	Depth m	Density Kg/m ³	Poisson's Ratio	Shear modulus G GPa	Young's modulus E GPa	Bulk modulus K GPa
Χάλκες – Κροκάλες	0 – 2.7	1920	0.28	0.33	0.84	0.64
Αμμοῦλός	2.7-7.7	2020	0.26	0.51	1.27	0.99
Αργιλοῦλός έως Αμμοῦλός με αυξημένο ποσοστό χαλίκων	7.7 –12.5	2040	0.46	0.51	1.50	7.11
Ιλύς	12.5 - 40	1990	0.45	0.58	1.68	5.75

Θέση ΓΣ-3: Η περιοχή δομείται από λιμναίες αποθέσεις αποτελούμενες από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, ψαμμούχων μαργών και ενστρώσεων κροκαλοπαγών από συνεκτικά κροκαλοπαγή ως επί το πλείστον ανθρακικά. Απόσταση γεωτρήσεων 4.8 m. Οι συντεταγμένες της θέσης είναι X: 358969, Y : 4105267.

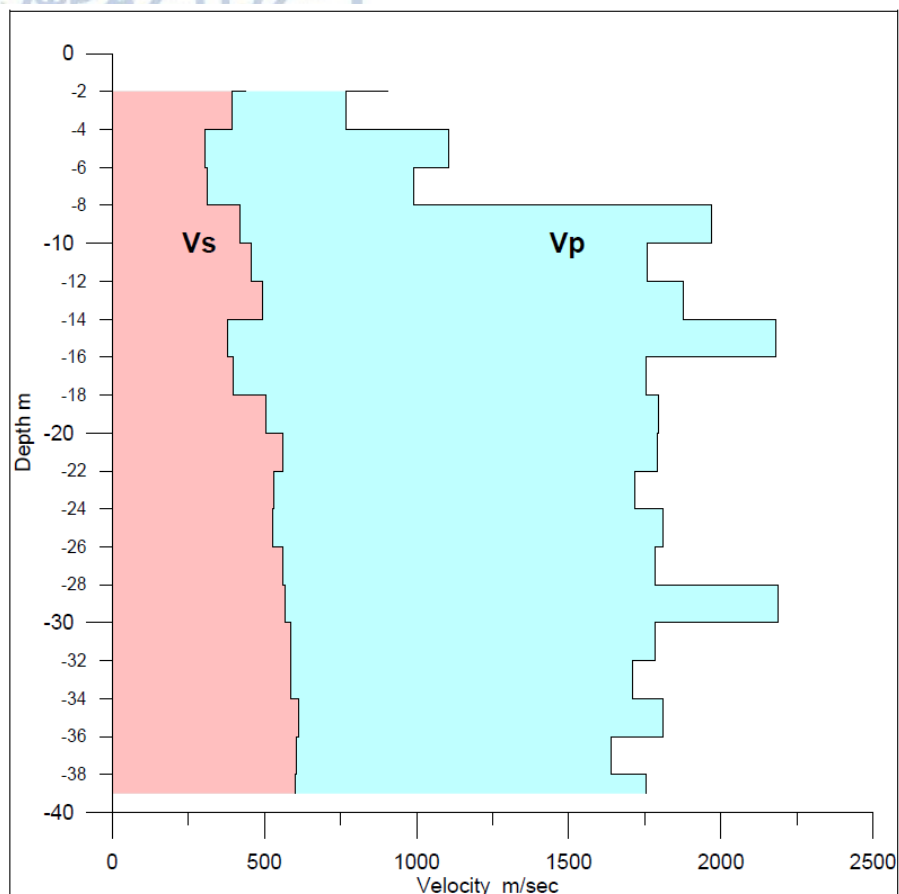
Βάθος μ.	V _p m/sec	V _s m/sec	Λόγος Poisson
2	916	341	0.42
4	1121	393	0.43
6	1206	336	0.46
8	1459	350	0.47
10	1129	403	0.43
12	1191	471	0.41
14	896	434	0.35
16	950	492	0.32
18	1106	428	0.41
20	859	484	0.27
22	1218	560	0.37
24	1119	502	0.37
26	1506	437	0.45
28	1234	517	0.39
30	1540	662	0.39
32	2069	775	0.42
34	1672	454	0.46
36	2212	552	0.47
38	2143	519	0.47
39	2286	550	0.48

Λιθολογία	Depth m	Density Kg/m ³	Poisson's Ratio	Shear Modulus G GPa	Young's modulus E GPa	Bulk modulus K GPa
Καρστικοποιημένο ασβεστολιθικά λατυποπαγές	0 - 2.4	2120	0.42	0.25	0.70	1.45
Αργιλοΐλυσ έως αμμοΐλυσ	2.4 – 6.4	2120	0.44	0.28	0.82	2.50
ΐλυσ με άμμους και ψηφίδες – χάλικες	6.4 – 13.7	2040	0.35	0.41	1.0	2.4
Αργιλοΐλυσ έως αμμοΐλυσ. Κατά θέσεις ψηφίδες – χάλικες και ασβεστίτικα συγκρίματα	13.7 - 20	1970	0.33	0.43	1.15	1.3
	20 - 22	2080	0.37	0.65	1.78	2.22
	22-28	2160	0.41	0.51	1.43	2.95
	28 - 40	2160	0.45	0.74	2.12	7.71

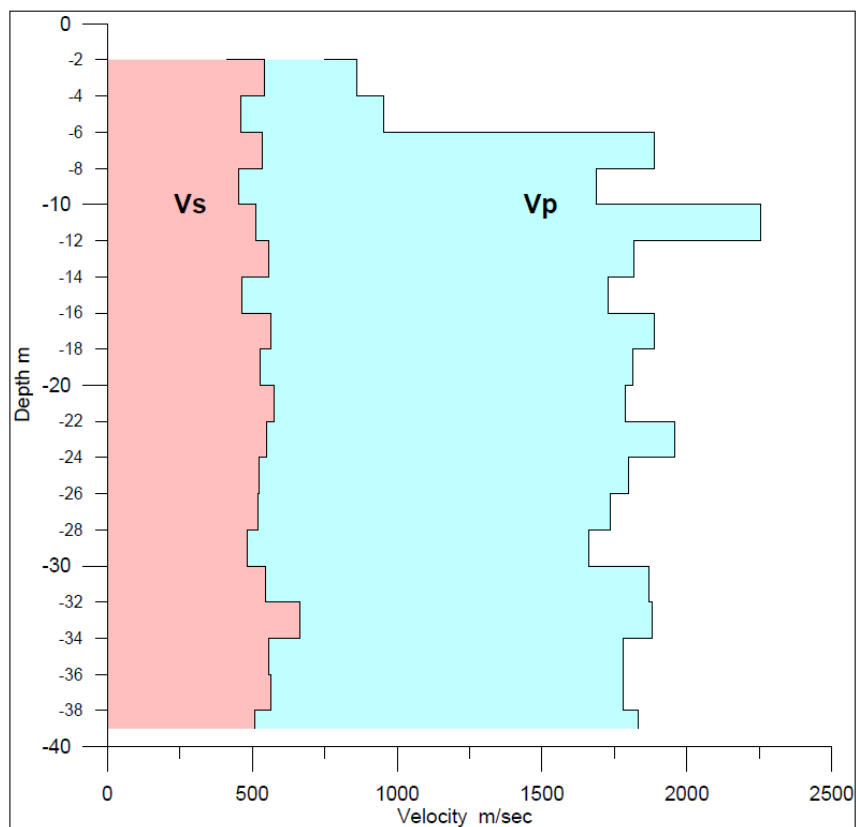
Θέση ΓΣ-4: Στην περιοχή συναντούνται Πλειστοκαινικές αποθέσεις αποτελούμενες από : ερυθρές αργίλους και αργιλούχες άμμους με διάσπαρτες λατύπες. Απόσταση γεωτρήσεων 4.8m - 5m. Οι συντεταγμένες της θέσης είναι X: 358737, Y : 4102849.

Βάθος μ.	V _p m/sec	V _s m/sec	Λόγος Poisson
2	985	279	0.46
4	1597	254	0.49
6	1608	268	0.49
8	1613	307	0.48
10	2174	406	0.48
12	1894	396	0.48
14	1812	318	0.48
16	1736	267	0.49
18	1667	300	0.48
20	1592	310	0.48
22	1425	368	0.46
24	1852	375	0.48
26	2404	476	0.48
28	2146	472	0.47
30	2326	462	0.48
32	2500	494	0.48
34	2404	452	0.48
36	2304	552	0.47
38	1800	487	0.46

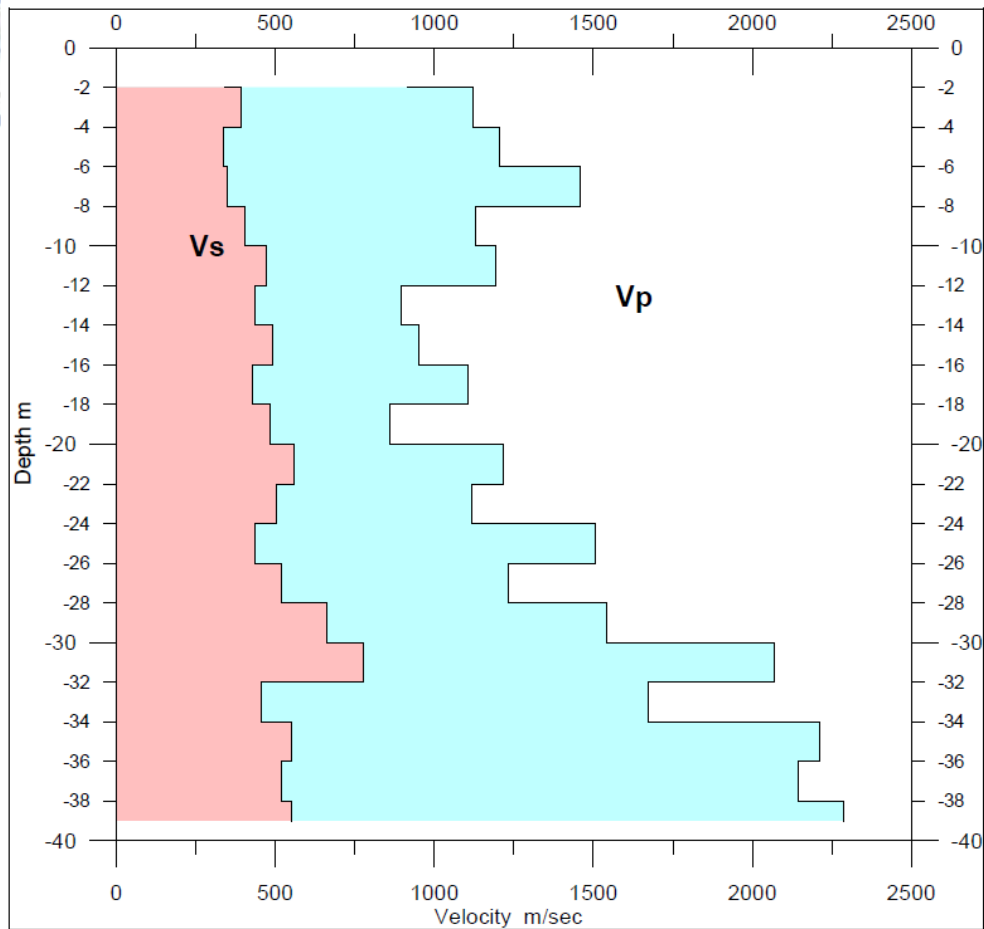
<u>Λιθολογία</u>	Depth m	Density Kg/m ³	Poisson's Ratio	Shear Modulus G GPa	Young's modulus E GPa	Bulk modulus K GPa
Αμμοίλιν	0 – 2.4	1900	0.46	0.15	0.43	1.6
Αμμοίλιν με μικρό ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων	2.4 – 7.2	2080	0.48	0.38	0.44	4.9
Αμμοίλιν έως ύψους άμμος	7.2 - 9	1760	0.48	0.38	1.11	10.3
Αμμοίλιν με αρκετό ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων	9 - 15	2280	0.48	0.24	0.72	6.9
Αργιλοίλιν	15 – 20.4	2000	0.48	0.19	0.55	5.1
Αμμοίλιν με αρκετό ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων	20.4 – 40	2280	0.47	0.49	1.44	9.9



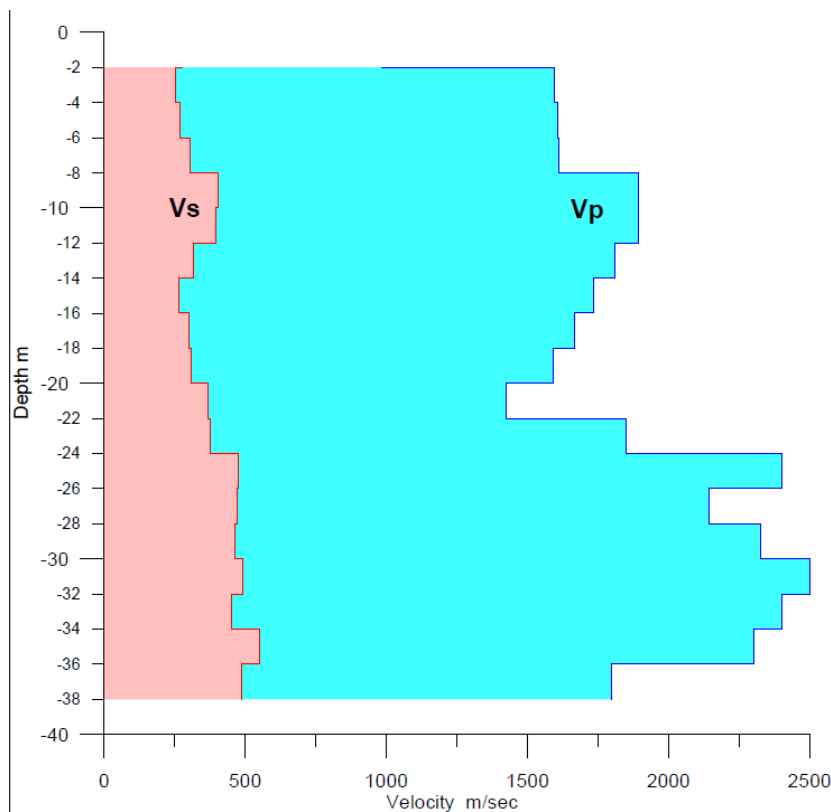
Εικόνα 50 Γράφημα ταχυτήτων P και S κυμάτων συναρτήσει του βάθους. Θέση ΓΣ-1, (Κάρμης 2009)



Εικόνα 51 Γράφημα ταχυτήτων P και S κυμάτων συναρτήσει του βάθους. Θέση ΓΣ-2, (Κάρμης 2009).



Εικόνα 52 Γράφημα ταχυτήτων P και S κυμάτων συναρτήσει του βάθους. Θέση ΓΣ-3, (Κάρμης 2009)



Εικόνα 53 Γράφημα ταχυτήτων P και S κυμάτων συναρτήσει του βάθους. Θέση ΓΣ-4, (Κάρμης 2009).

4.2.2 Υδρομετρήσεις για τον προσδιορισμό της μεταβολής της στάθμης σε υδρογεωτρήσεις και πηγές με παραδείγματα από υδροφορείς (διάφορα είδη) της Λακωνίας

Από τα υδροσημεία στα οποία πραγματοποιήθηκαν υδρομετρήσεις επιλέχθηκαν τα αντιπροσωπευτικότερα ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την μεταβολή της στάθμης σε υδρογεωτρήσεις και πηγές.

Γεωτρήσεις:

1. Καρστικοί υδροφορείς που έχουν ανοιχτό υδραυλικό μέτωπο με την θάλασσα: Γύθειο Γ437 (Ασβεστόλιθοι Ζώνης Τρίπολης): $S_{max}=3,6$ μέτρα, $S_a=3,6$ μέτρα, όπου S_{max} η μέγιστη μεταβολή της στάθμης και S_a η ετήσια μεταβολή της στάθμης.
2. Καρστικοί υδροφορείς ηπειρωτικοί που δεν επικοινωνούν με την θάλασσα: Γύθειο Γ473 (Ασβεστόλιθοι Ζώνης Ιόνιου): $S_{max}=11,9$ μέτρα, $S_a=10,3$ μέτρα.
3. Κοκκώδεις υδροφορείς: Νεάπολη Γ375 (Τεταρτογενή –Νεογενή): $S_{max}=1,86$ μέτρα, $S_a=0,67$ μέτρα.
4. Κοκκώδεις υδροφορείς: Ασωπού Γ404 (Νεογενή): $S_{max}=1,24$ μέτρα, $S_a=1,13$ μέτρα.
5. Κοκκώδεις υδροφορείς: Μολάοι Γ406 (Νεογενή): $S_{max}=7,10$ μέτρα, $S_a=7,10$ μέτρα.
6. Κοκκώδεις υδροφορείς: Μολάοι Γ416 (Νεογενή): $S_{max}=7,10$ μέτρα, $S_a=7,10$ μέτρα.

Πηγές:

Από τα υδρογραφήματα των παροχών προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Σε όλες τις πηγές η περίοδος των υψηλότερων παροχών είναι το δεύτερο 15μερο του Φεβρουαρίου μέχρι και το πρώτο 15μερο Μαΐου.
- Η κορύφωση των μεγαλύτερων παροχών και η πορεία στείρευσής τους δεν συμπίπτουν σε όλες τις πηγές.
- Τα βασικά στοιχεία διαφορετικότητας που «αναγνωρίζονται» από τα εν λόγω υδρογραφήματα είναι η έκταση, η κλίση του στεγανού υποβάθρου και η περατότητα των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την υδρογεωλογική λεκάνη κάθε πηγής.

Βάση των υδρογραφημάτων οι πηγές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες:

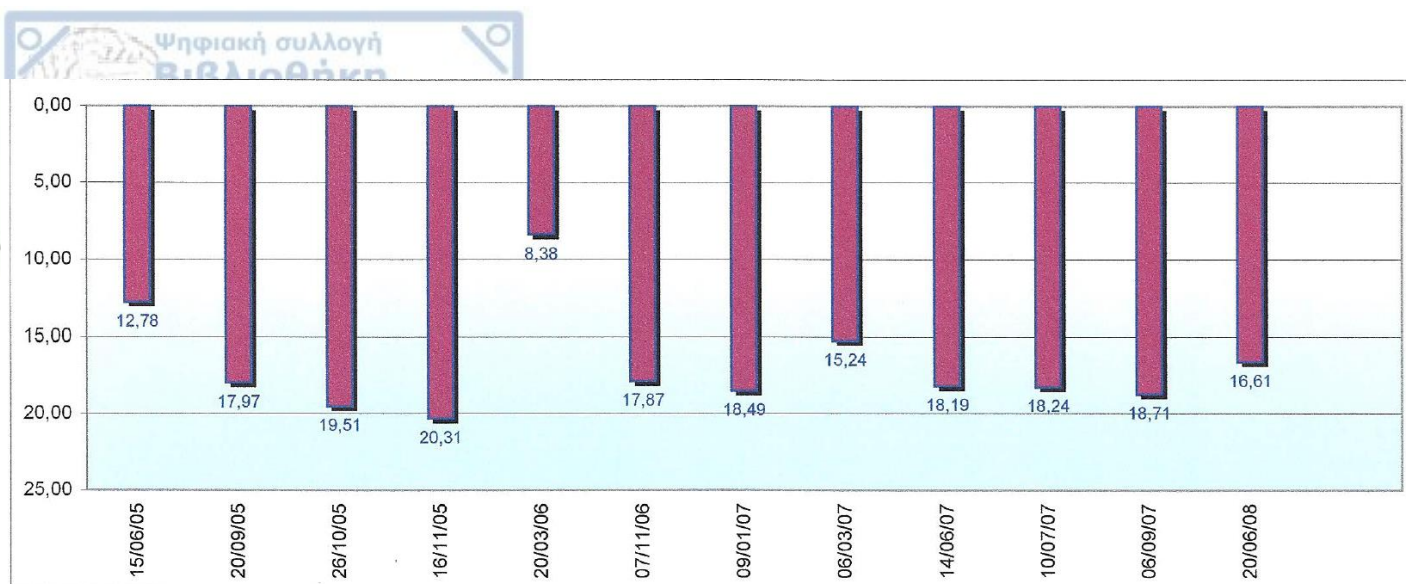
- Πηγές με υδρογεωλογικές λεκάνες το «στεγανό υπόβαθρο» των οποίων έχει αρκετή κλίση με αποτέλεσμα $>70\%$ περίπου των παροχών να εκφορτίζει το διάστημα μεταξύ αρχών Ιανουαρίου και πρώτου 15ημέρου Ιουνίου. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πηγές, Π450 Κροκεών Λακωνίας, Π481 Γκοριτσάς Λακωνίας.

- Πηγές οι οποίες επηρεάζονται άμεσα από επιφανειακές απορροές (ποτάμια, χειμάρρους). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πηγές Π460 Σκάλας Λακωνίας, Π509 Παρορίου Λακωνίας, Π518 Βιβαρίου Λακωνίας.

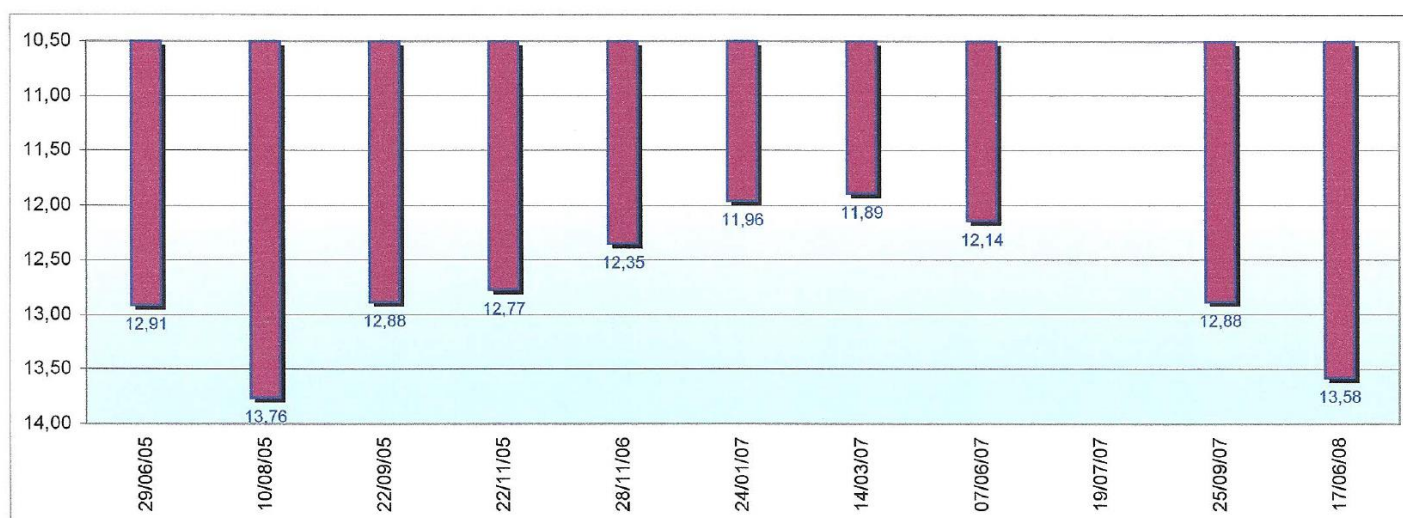
Από τη συνολική επισκόπηση των παραπάνω δεδομένων προκύπτει ότι σε όλα τα υδροφόρα συστήματα την περίοδο Φεβρουαρίου, Μαρτίου, μέχρι και το πρώτο 15πενθήμερο Απριλίου, παρουσιάζουν την μεγαλύτερη υδροαποθεματικότητα. Ενώ ο Σεπτέμβριος είναι η περίοδος με τα λιγότερα αποθέματα υπόγειου νερού.



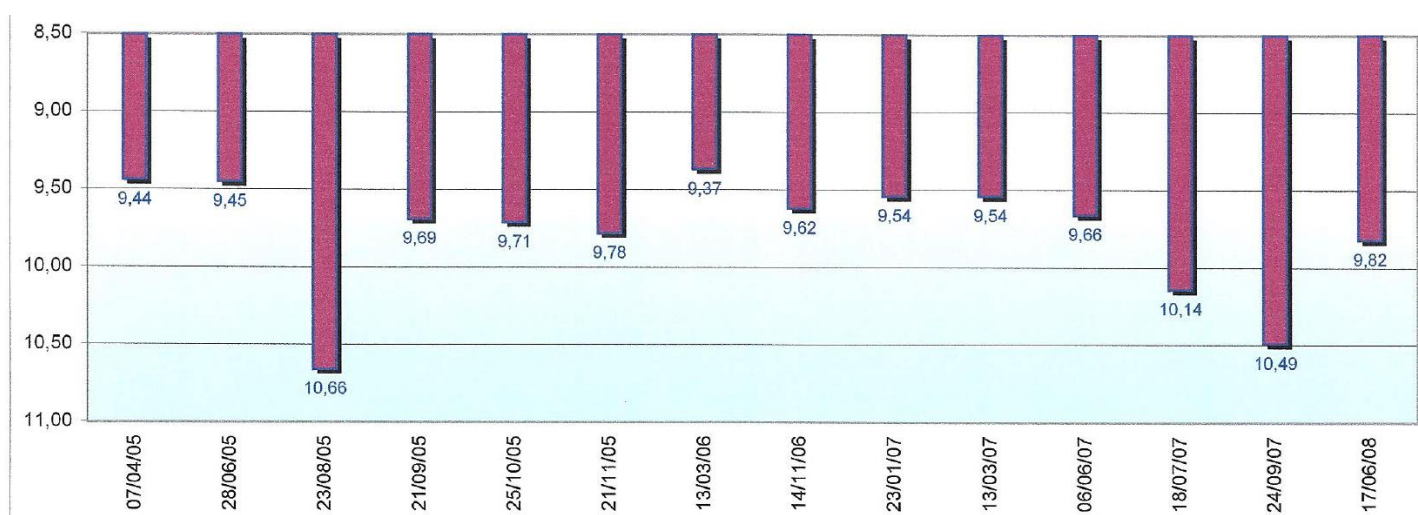
Εικόνα 54 Πηγές Βιβάρι



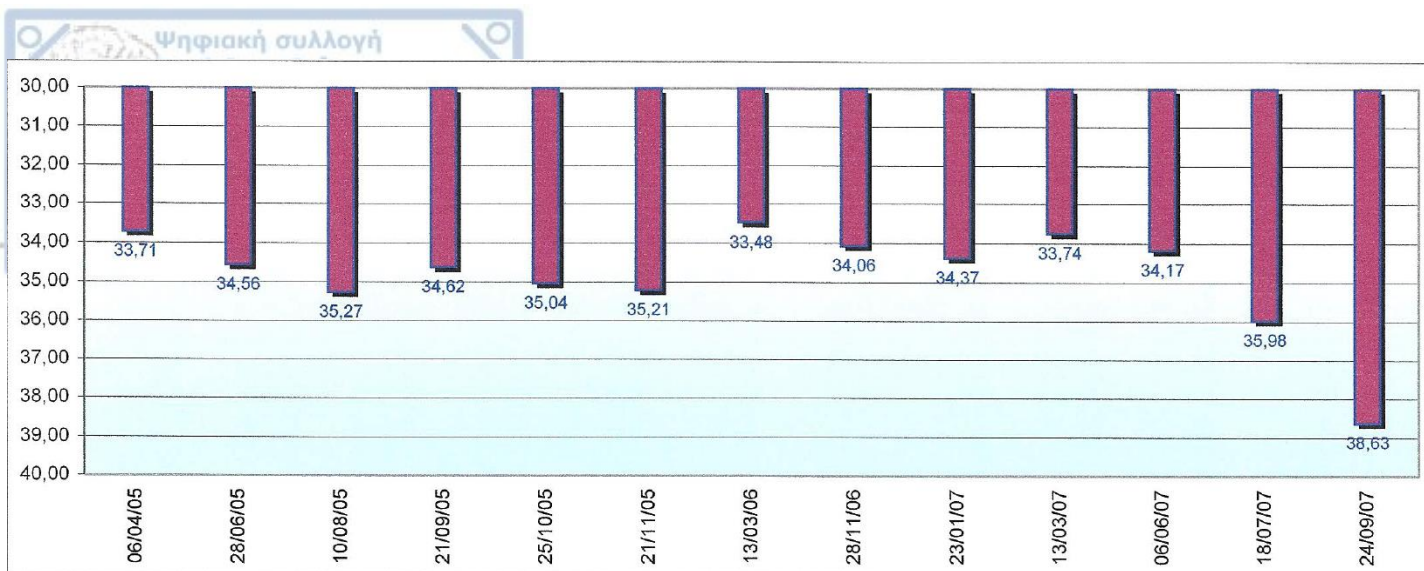
Εικόνα 55 Γ473, $x=364830$, $y=4062246$, $z=70,9$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



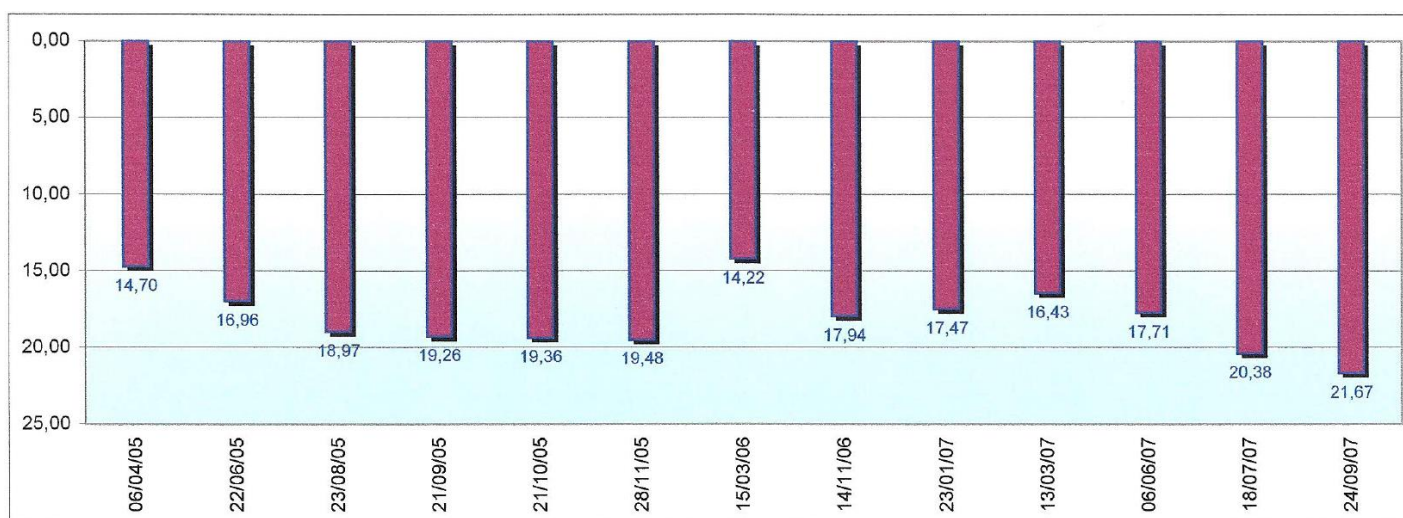
Εικόνα 56 Γ375, $x=412225$, $y=4043985$, $z=14,4$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



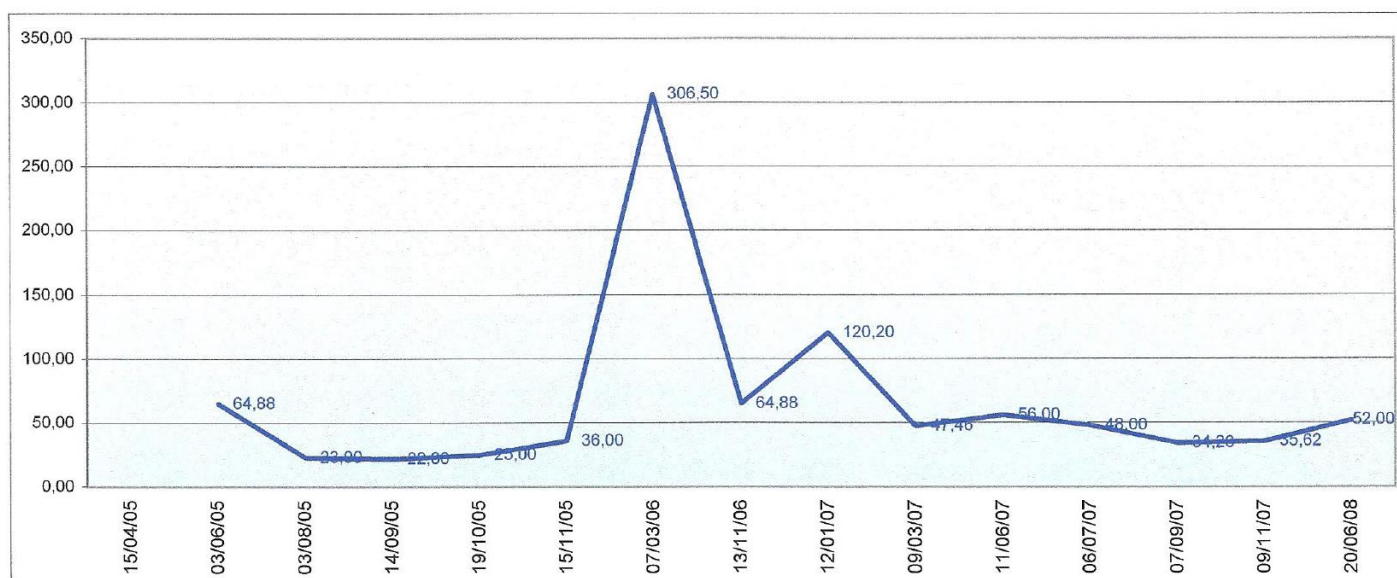
Εικόνα 57 Γ404, $x=397582$, $y=4064310$, $z=38,4$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



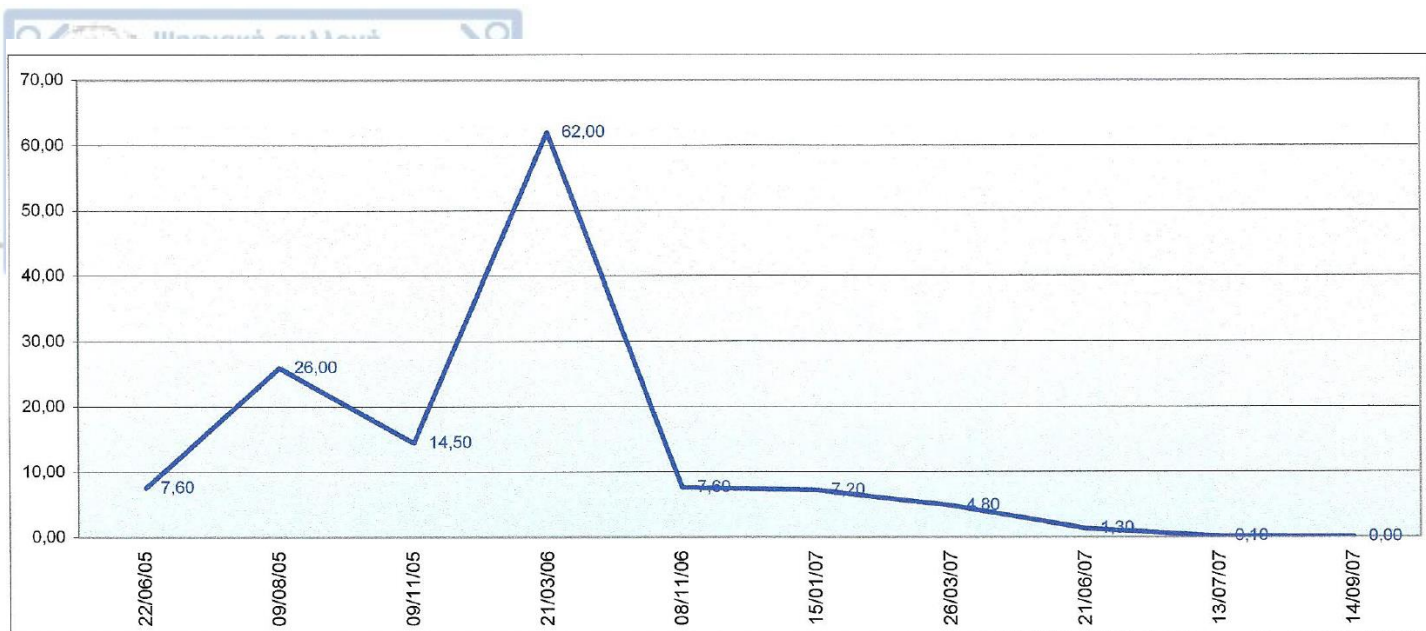
Εικόνα 58 Γ406, $x=394090$, $y=4067815$, $z=43,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



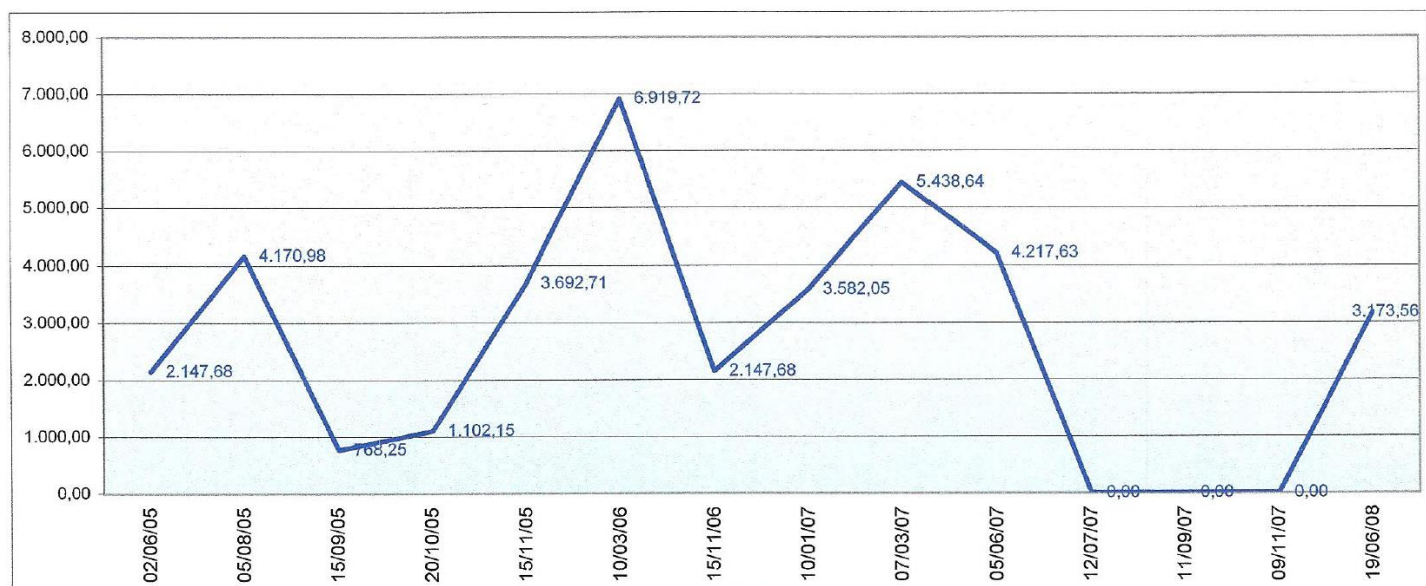
Εικόνα 59 Γ416, $x=389581$, $y=4075698$, $z=15,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



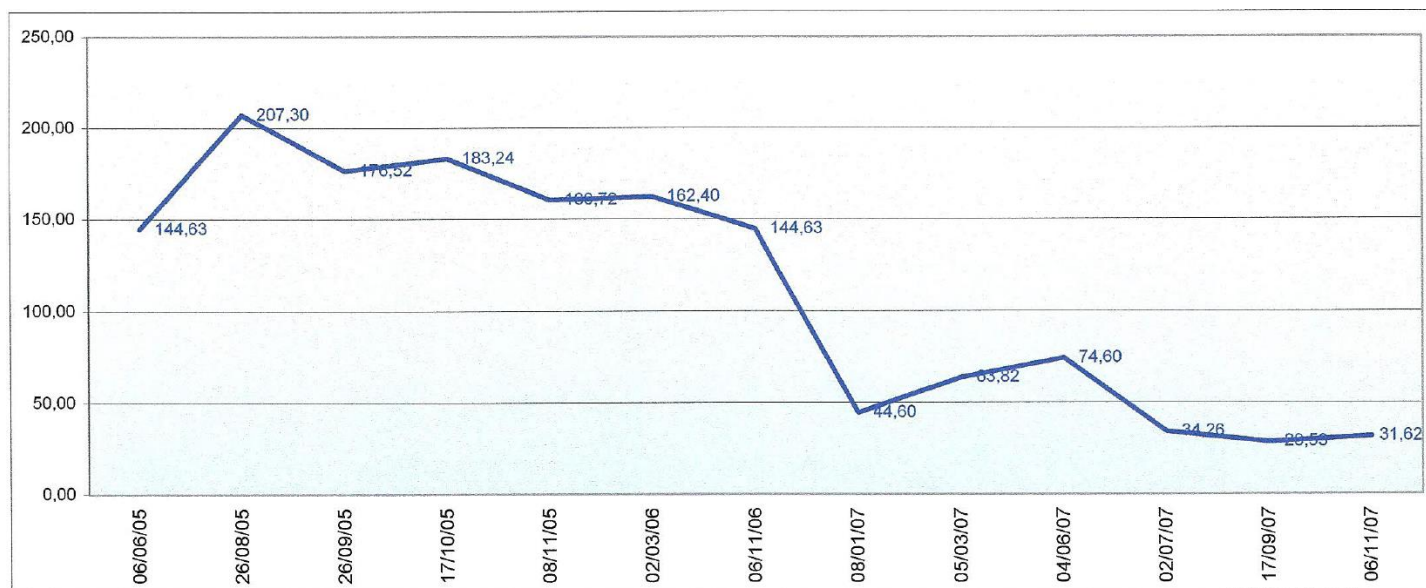
Εικόνα 60 Π450, $x=372523$, $y=4085446$, $z=200,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



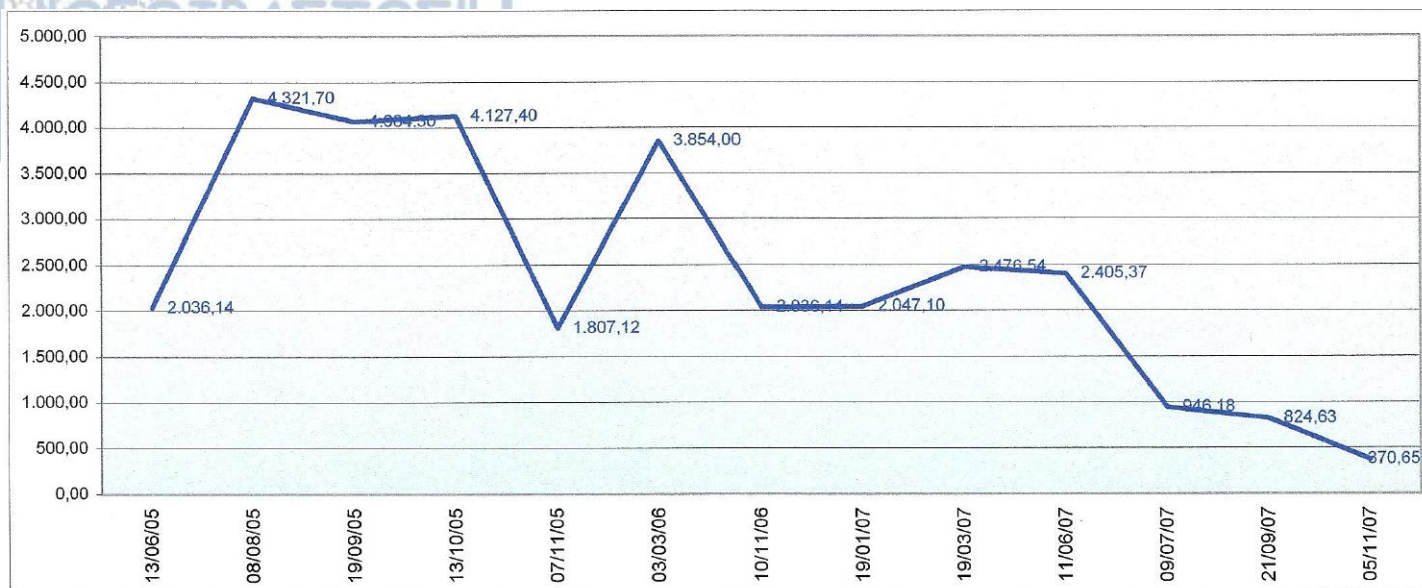
Εικόνα 61 Π481, $x=373668$, $y=4097086$, $z=360,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



Εικόνα 62 Π460, $x=380800$, $y=4078913$, $z=7,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



Εικόνα 63 Π509, $x=356045$, $y=4102513$, $z=400,0$, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



Εικόνα 64 Π518 x=355350, y=4114898, (Σαμπατακάκης & Μαραβέγιας, 2010).



4.3 Υδρευτικές γεωτρήσεις

Οι κάτοικοι της πόλης των Σπαρτιατών καλύπτουν τις υδρευτικές τους ανάγκες μέσω ενός συνόλου υδρευτικών γεωτρήσεων και πηγών. Οι υδρευτικές γεωτρήσεις αποτελούν ένα αναπόσπαστο τμήμα του υδρολογικού συστήματος της πόλης. Είναι ειδικά σχεδιασμένες για την άντληση υπόγειων υδάτων από τις υδροφόρες ζώνες του υπεδάφους. Η υδροδότηση από πηγές επίσης συμβάλλει στον εφοδιασμό με νερό, καθιστώντας το έναν αξιόπιστο πόρο υψηλής ποιότητας. Οι γεωτρήσεις είναι 8, ενώ οι πηγές 4. Το υπόγειο υδατικό σύστημα της περιοχής μελέτης ανήκει κατά κύριο λόγο στο **Σύστημα Ανατολικού Ταυγέτου – Αγίας Μαρίνας GR0300220** που αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους του Ιονίου και της Τρίπολης που χαρακτηρίζονται μέτριας έως υψηλής περατότητας. Τα κύρια χαρακτηριστικά του υπόγειου υδροφόρου συστήματος είναι:

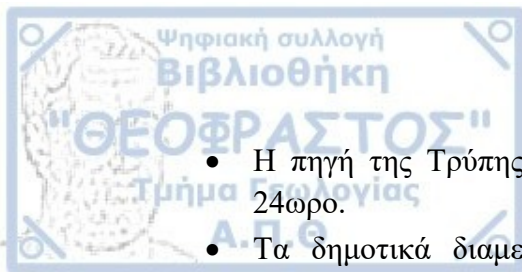
- Γεωλογία: Ασβεστόλιθοι Τρίπολης και Ιονίου
- Υπερκείμενα στρώματα: Ασβεστόλιθοι μέτριας έως υψηλής περατότητας
- Είδος: καρστικός
- Έκταση: 261,1 km²
- Μέση ετήσια τροφοδοσία: 120 εκατ. μ³
- Μέση ετήσια απόληψη: 10,0 εκατ. μ³
- Ρύπανση: όχι (ορεινή περιοχή)

		ΥΔΡΟΛΗΨΙΕΣ ΔΗΜΟΥ ΣΠΑΡΤΗΣ											
ΤΥΠΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ		ΓΕΩΤΡΗΣΗ								ΠΗΓΗ			
ΘΕΣΗ		ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ 1	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ 2	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ 3	ΑΜΥΚΛΕΣ	ΓΟΥΝΑΡΙ - ΚΑΛΑΜΙ	ΚΛΑΔΑ (ΓΕΛΑ-ΔΑΡΗ)	ΚΛΑΔΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΡΔΕΥΣΗΣ	ΚΛΑΔΑ ΜΠΑ-ΜΠΙΩΤΗ	ΤΡΥΠΗ	ΣΟΧΑ ΚΡΥΦΟ-ΝΕΡΙ	ΣΟΧΑ ΛΟΓΓΑ - ΒΡΑΧΟΣ	
ΣΤΙΓΜΑ (ΕΓΣΑ 87)	Χ	358295	358289	358131	358205	358793	359189	359728	359708	352126	357114	357014	357042
	Υ	4100269	4100274	4099844	4099678	4099243	4108943	4107280	4107277	4106371	4095639	4096010	4096002
ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ / ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ (m)		80	104	120	90	85	90	20	18/18	-	-	-	-
ΕΚΜΕΤΑΛΛ. ΠΑΡΟΧΗ (m³/ΩΡΑ)		80	200	150	35	40	60	80	120	150	20-25	5-8	
ΧΡΗΣΗ (m³/ΕΤΟΣ)		49881,6	1.534.800	208.800	125676,8	43216	56297,6			1.466.640	42048		

Οι γεωτρήσεις Άγιος Ιωάννης 1,2,3 και η πηγή Τρύπη καλύπτουν τις υδρευτικές ανάγκες της Τοπικής κοινότητας Αφυσσού (Αφίσιο) και της Δημοτικής Ενότητας Σπαρτιατών (Σπάρτη, Ριβιώτισσα, Κοκκινόραχη, Αγία Κυριακή). Οι τοπικές κοινότητες Αμυκλών, Καλυβίων Σοχάς και Κλαδά καθώς και οι οικισμοί Γούναρι – Καλάμι καλύπτονται από πηγές ή γεωτρήσεις όπως φαίνονται στον ανωτέρω πίνακα.

Ουσιαστικά το υδραγωγείο της Σπάρτης υδροδοτεί σήμερα την πόλη της Σπάρτης και τους οικισμούς της Κοκκινόραχης, Αφισίου, Αγίας Κυριακής και Ριβιώτισσας και έχει σήμερα την εξής μορφή:

- Δύο γεωτρήσεις στον Αϊ Γιάννη 1,2 σε υψόμετρο +230 μέτρα. Μία γεώτρηση δουλεύει το χειμώνα ενώ και οι δύο το καλοκαίρι.
- Η γεώτρηση στον Αϊ Γιάννη 3 καταλήγει στην κεντρική δεξαμενή.



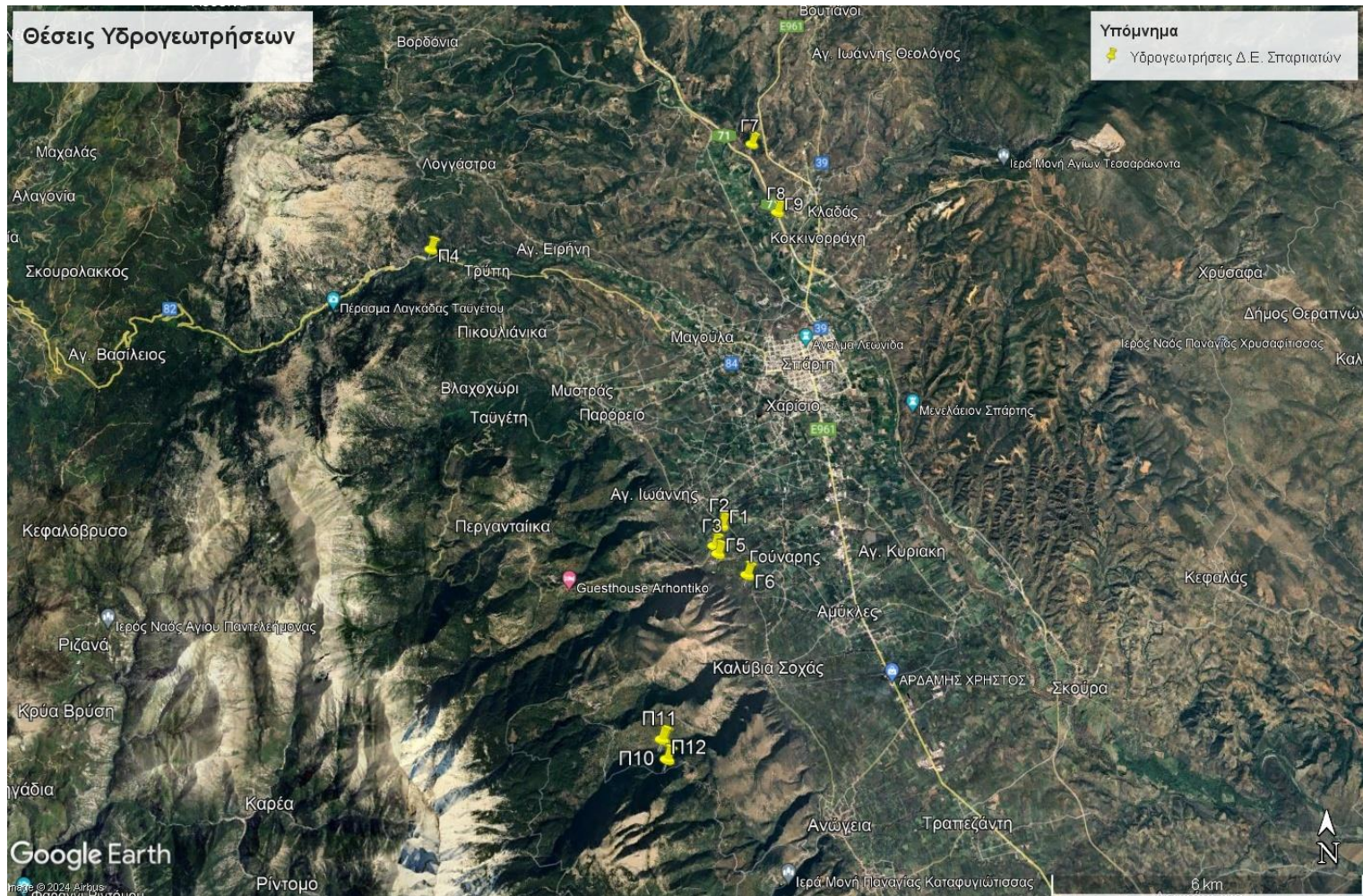
- Η πηγή της Τρύπης τροφοδοτεί την δεξαμενή με σταθερή παροχή όλο το 24ωρο.
- Τα δημοτικά διαμερίσματα του Κλαδά, Αμυκλών και Καλυβίων Σοχά υδροδοτούνται από ανεξάρτητα τοπικά υδραγωγεία με νερά από τοπικές γεωτρήσεις.

Από την χημική-ποιοτική αξιολόγηση των υπόγειων νερών του συστήματος προκύπτει ότι όλες οι τιμές είναι εντός των ορίων και δεν έχει πουθενά διαγνωστεί πρόβλημα ποιοτικής υποβάθμισης ούτε παρουσία τυχόν άλλων μικρορύπων. Δεν εντοπίζονται υπερβάσεις των τιμών των Ανώτερων Αποδεκτών Τιμών καθώς και του 75% της τιμής αυτών. Ανάλυση πιέσεων: Το μεγαλύτερο μέρος που αναπτύσσεται το υδατικό σύστημα είναι καλλιεργήσιμη και δασική έκταση. Δεν επισημάνθηκαν ιδιαίτερα προβλήματα διάχυτων ή σημειακών ρύπων στην επιφάνεια του υδατικού συστήματος. Το υπόγειο υδατικό σύστημα χρησιμοποιείται για άντληση νερού για ανθρώπινη κατανάλωση και για το λόγο αυτό πρέπει να προστατεύεται. Τέλος από άποψης ποσοτικής κατάστασης επίσης χαρακτηρίζεται ως καλή ενώ οι απολήψεις νερού δεν επηρεάζουν την ποσοτική κατάσταση ούτε τα οικοσυστήματα κατά μήκος των ρεμάτων.

Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών	
Κοινότητες Σπαρτιατών	Οικισμοί
	Σπάρτη
	Αγία Κυριακή
	Γούναρη
	Καλάμι
	Κοκκινόρραχη
	Ριβιώτισσα
Αμυκλών	Αμύκλες
	Βαφειό
	Κατσαρός
	Περιστέρι
	Ριζά
Αφισίου	Αφισσού
Καλυβίων Σοχάς	Καλύβια Σοχάς
	Σοχά
Κλαδά	Κλαδάς

Θέση Υδρογεωτρήσεων	Συμβολισμός
Αγίου Ιωάννη 1	Γ1
Αγίου Ιωάννη 2	Γ2
Αγίου Ιωάννη 3	Γ3
Εντός οικισμού Τρύπης	Π4
Αμύκλες	Γ5
Γούναρι- Καλάμι	Γ6
Κλαδά Γελαδάρη	Γ7
Κλαδά ύδρευσης-άρδευσης	Γ8
Κλαδά Μπαμπιώτη	Γ9
Σοχά Κρυφονέρι	Π10
Σοχά Λόγγα	Π11
Σοχά Βράχος	Π12

Εικόνα 65 Υπόμνημα ακόλουθου χάρτη,
Γ: Γεώτρηση, Π: Πηγή



Εικόνα 66 Θέσεις Υδρογεωτρήσεων - Πηγών Δημοτικής Ενότητας Σπαρτιατών.

4.3.1 Μέτρηση στάθμης ηρεμίας στην περιοχή της Σπάρτης (αστική περιοχή)

Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν κάθε μήνα το χρονικό διάστημα Μαρτίου 2006 έως Νοεμβρίου 2006.

Τα διαθέσιμα στοιχεία παρόλο που δεν είναι το "Δίκτυο" ικανοποιητικό αλλά "στοιχειώδες" για την ένταση της Σπάρτης, αποτυπώθηκαν σε ανάλογα γραφήματα και χάρτες, η ανάγνωση των οποίων οδηγεί στα απαραίτητα συμπεράσματα σχετικά με τις συνθήκες που επικρατούν στα υπόγεια νερά της περιοχής.

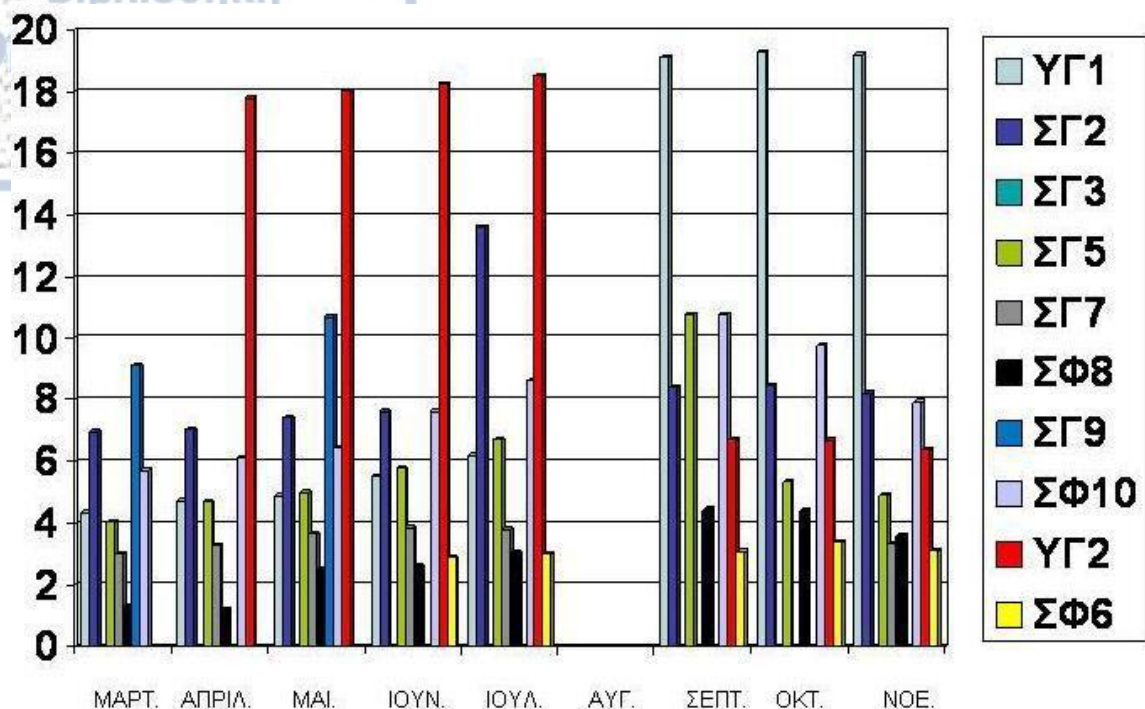
Γεωλογικά στοιχεία

Μελετώντας τον γεωλογικό χάρτη της περιοχής (Φύλλο Σπάρτη) και σε συνδυασμό με στοιχεία από γεωτρήσεις αλλά και γεωφυσικές διασκοπήσεις σε ότι αφορά τις υδρολιθολογικές δομές προκύπτουν τα εξής:

- A. Οι Αλλουβιακές αποθέσεις στις περισσότερες θέσεις εντός της περιοχής της Σπάρτης ξεπερνούν τα 20 μέτρα πάχους, με υλικά που αποτελούνται κυρίως από αμμούχους αργίλους, χαλίκια και κροκάλες.
- B. Οι Πλειστοκαινικές αποθέσεις διαμορφώνουν τοποθεσίες με ελαφρό κατά τόπους λοφώδες ανάγλυφο αποτελούνται κύρια από ερυθρές αργίλους, αργιλούχες άμμους με λεπτές ενστρώσεις λεπτομερών κροκαλοπαγών. Το πάχος τους εκτιμήθηκε τουλάχιστον στα 35 μέτρα.
- C. Οι Πλειοκαινικές αποθέσεις καλύπτουν ένα βόρειο τμήμα της περιαστικής ζώνης και αποτελούνται από μάργες, ερυθρές αργίλους με ενστρώσεις κροκαλοπαγών, καλά αποστρογγυλεμένων.

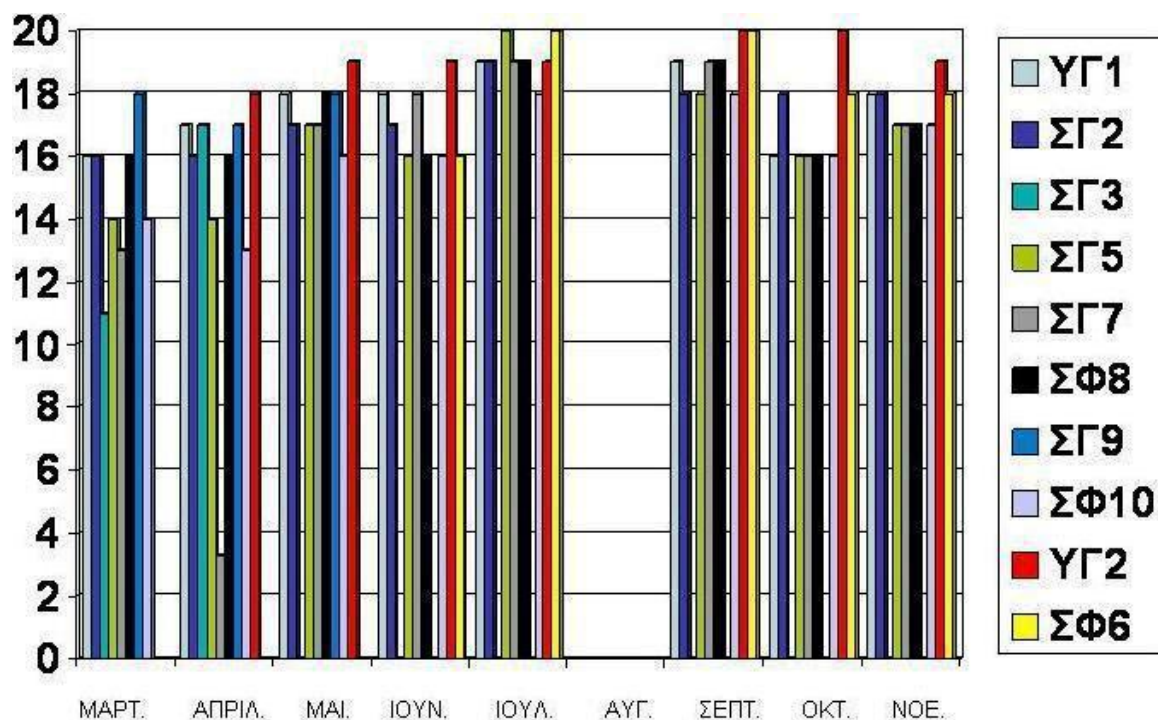
Υπόγεια νερά

Δημιουργήθηκε ένα "Δίκτυο Υδροσημείων" για τις απαραίτητες υδρομετρήσεις και δειγματοληψίες υπόγειου νερού. Το Δίκτυο αποτελείται από 10 υδροσημεία εκ των οποίων είναι υδρογεωτρήσεις και τα δύο πηγάδια. Σημειώνεται ότι δύο γεωτρήσεις διανοίχθηκαν εκείνη την περίοδο στα πλαίσια του προγράμματος, ενώ οι τα υπόλοιπα υδροσημεία ήταν ιδιωτικά. Πραγματοποιήθηκαν 8 χρονοσειρές υδρομετρήσεων (στάθμη υπόγειου νερού) τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο του 2006. Από την ανάγνωση των μετρήσεων και λαμβάνοντας υπ' όψη τις υψομετρικές διαφορές των σημείων, διαπιστώνεται ότι στην ευρύτερη περιοχή της Σπάρτης αναπτύσσεται ενιαία ρηχή υδροφορία "Ελεύθερου Τύπου".



Εικόνα 67 Ιστόγραμμα διακύμανση στάθμης υδροσημείων περιοχής Σπάρτης, (Sabatakakis et al. 2010).

Οι θερμοκρασίες που μετρήθηκαν, με την υπογράμμιση ότι όλα τα ιδιωτικά υδροσημεία δεν αντλούνται, παρατηρήθηκε ότι μεταξύ Ιουλίου – Σεπτεμβρίου η υδροφορία παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές. Από την ανάπτυξη των ισοσταθμικών καμπυλών προκύπτει ότι η κίνηση της υπόγειας ροής είναι “σύμφωνη” σε γενικές γραμμές με τις γενικότερες υδρολογικές συνθήκες απορροής. Δηλαδή κινείται από ΒΔ-ΝΑ, με αναφορά τον άξονα της κοίτης του Ευρώτα.



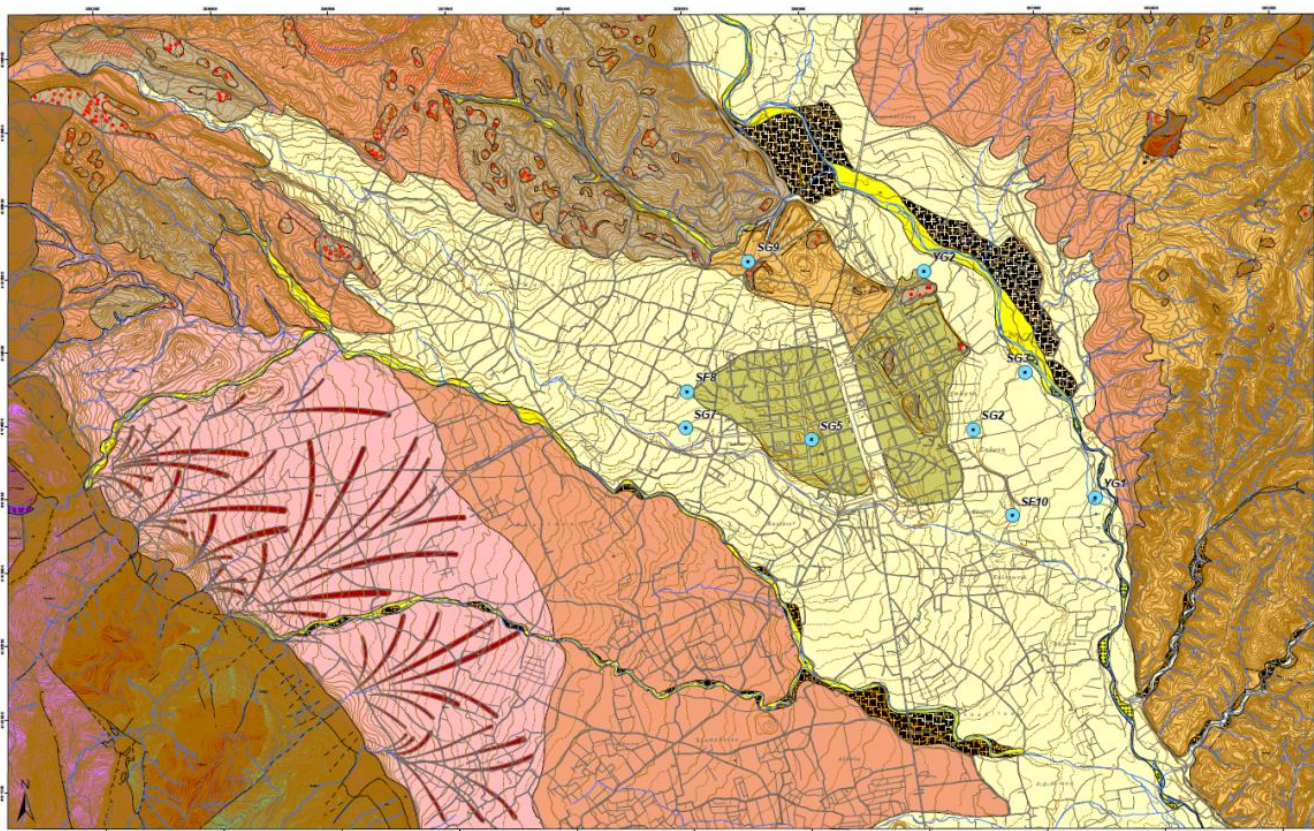
Εικόνα 68 Ιστόγραμμα θερμοκρασίας υδροσημείων περιοχής Σπάρτης, (Sabatakakis et al. 2010).

ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ									
στάθμη υπογείου νερού σε μ./θερμοκρασία °C									
Περιοχή Δήμου Σπάρτης									
Κωδικός	Μάρτιος 06	Απρίλιος 06	Μάιος 06	Ιούνιος 06	Ιούλιος 06	Αύγ. 06	Σεπτ.06	Οκτ.06	Νοέ.06
Υδροσημείου									
ΥΓ1	4,35 / 16°	4,72 / 17°	4,88 / 18°	5,51 / 18°	6,20 / 19°	/	19,10 / 19°	19,27 / 16°	19,20 / 18°
ΣΓ2	6,96 / 16°	7,02 / 16°	7,40 / 17°	7,60 / 17°	13,60 / 19°	/	8,40 / 18°	8,45 / 18°	8,20 / 18°
ΣΓ3	αδύνατη / 11°	αδύνατη / 17°	- / -	- / -	- / -	/	- / -	- / -	- / -
ΣΓ5	4,05 / 14°	4,70 / 14°	5,00 / 17°	5,80 / 16°	6,70 / 20°	/	10,80 / 18°	5,35 / 16°	4,90 / 17°
ΣΓ7	3,00 / 13°	3,28 / -	3,65 / 17°	3,85 / 18°	3,80 / 19°	/	- / 19°	- / 16°	3,35 / 17°
ΣΦ8	1,29 / 16°	1,20 / 16°	2,54 / 18°	2,62 / 16°	3,08 / 19°	/	4,45 / 19°	4,40 / 16°	3,60 / 17°
ΣΓ9	9,10 / 18°	- / 17°	10,70 / 18°	- / -	- / -	/	- / -	- / -	- / -
ΣΦ10	5,70 / 14°	6,10 / 13°	6,45 / 16°	7,60 / 16°	8,60 / 18°	/	10,80 / 18°	9,75 / 16°	7,93 / 17°
ΥΓ2		17,78 / 18°	18,02 / 19°	18,24 / 19°	18,50 / 19°	/	6,70 / 20°	6,69 / 20°	6,37 / 19°
ΣΦ6				2,90 / 16°	3,03 / 20°	/	3,10 / 20°	3,40 / 18°	3,12 / 18°

Συμπεράσματα

Στην ευρύτερη περιοχή του οικοδομικού συγκροτήματος Σπάρτης αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία η οποία στον κεντρικό άξονα της πόλης της Σπάρτης και συγκεκριμένα κατά μήκος και εκατέρωθεν του οδικού άξονα Κωνσταντίνου Παλαιολόγου, εντοπίζεται σε πολύ μικρό βάθος σε σχέση με το βάθος των κτιριακών θεμελιώσεων. Ειδικότερα με τις νέες οικοδομές οι οποίες συνήθως υπερβαίνουν τα 3 μέτρα εκσκαφής, για κάποια περίοδο του έτους θα πρέπει να βρίσκονται εντός της κορεσμένης ζώνης της υδροφορίας.

Από την μελέτη του ιστογράμματος διακύμανσης στάθμης παρατηρείται ότι όταν βρισκόμαστε στα 'υψηλά' των βροχοπτώσεων τότε η στάθμη έρχεται πιο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ απομακρύνεται την περίοδο των 'χαμηλών' του Θέρους δηλαδή καταλαμβάνοντας πιο χαμηλούς ορίζοντες.



Εικόνα 69 Θέση των σημείων μέτρησης στάθμης και θερμοκρασίας νερού, (Sabatakakis et al. 2010).

"ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ - ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ
ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΠΑΡΤΗΣ ΝΟΜΟΥ ΛΑΚΩΝΙΑΣ"

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

- ai** Αποθέσεις πεδιάδας, άμμοι, αμμούχες άργιλοι και διάσπαρτοι χαλίκες με κανάλια χαλαρών κροκαλοπαγών.
- Pl.cs** Αποθέσεις αλυβιακών ριπιδίων. Αδιαβάθμητα λατυποκροκαλοπαγή με εκτεταμένους φακούς άμμου και άργιλου. Πάχος 20-80μ.

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

ΑΝΩ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

- Pl.E2** Αναβαθμιδές νέες
- Pl.E1** Αναβαθμιδές παλαιές
- Ha** Χειμάρρυνδεις αποθέσεις
- Ha.a** Αμμούχες αποθέσεις χειμάρρων
- Sc** Παλαιοί κώνοι κορημάτων χαλαρά, αδιαβάθμητα υλικά τοπικής κυρίως προέλευσης, λατυποκροκαλοπαγή με λατύπες και κροκάλες ανθρακικών, σχιστολιθικών πετρωμάτων.
- Sc1** Πλευρικά κορήματα: αποτελούνται από μεγάλες κροκάλες ανθρακικών πετρωμάτων με ανθρακικό συνδετικό υλικό και χαρακτηρίζονται από μεγάλη σκληρότητα.
- Pl** Αμμούχες άργιλοι με σημαντικά ποσοστά κροκαλών και χαλίκων σε εναλλαγές με άμμους και αργιλούχες άμμους. Είναι χαλαροί σχηματισμοί χωρίς ανάγλυφο, ποτάμιας προέλευσης.

ΚΑΤΩ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

- Pl.s** Άργιλοι φαιού χρώματος καθώς και κροκαλοπαγή με έντονη παρουσία αργιλικού συνδετικού υλικού, ποτάμιας προέλευσης. Απαντώνται στο κέντρο της λεκάνης της Σπάρτης και δημιουργούν λοφώδεις εξάρσεις. Πάχος περίπου 50μ.

ΑΝΩ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

- Pl-Plc** Συνεκτικά κροκαλοπαγή ως επί το πλείστον ανθρακικά στη βάση, τα οποία διαδέχονται πλευρικά ή επικαλύπτονται με:
- Καστανοκίτρινη αμμούδη άργιλο με μικρό ποσοστό χαλίκων, ασβεστολιθικής σύστασης καθώς και κροκάλες ποικίλης σύστασης. Εμφανίζουν συνήθως φτωχή διαβάθμιση με αυξημένη περιεκτικότητα σε λατύπες. Το πάχος κυμαίνεται από 6 έως 11μ.
- Καστανοκίτρινη αμμούδη άργιλο και ψαμμιτική μάργα σε εναλλαγές με χαλαρά κροκαλοπαγή. Κατά θέσεις εμφανίζονται και παρεμβολές χαλαροψηφιδωταγούς. Το πάχος της ενότητας αυτής είναι περίπου 3μ. Οι μαργαϊκές στρώσεις ταξινομούνται ως αμμούχες άργιλοι και ιλύς.
- Τεφροκάστανη-καστανή αμμούδη άργιλο τοπικά ιλυώδης και με φυτικά υπολείμματα σε εναλλαγές με καστανοκίτρινη αργιλωδή άμμο. Πάχος 1,3 έως 2,6μ.
- Σπφρή έως σκληρή άργιλο υψηλής πλαστικότητας και τοπικά μέτρια πυκνή αργιλωδή άμμο. Πρόκειται πιθανώς για παλαιότερους εδαφικούς ορίζοντες. Αποτελούν αποθέσεις πλημμύρας του Ευρώτα και λιμναίες αποθέσεις. Πάχος 50-100μ.

ΚΑΤΩ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

- Pl-Pl.m** Κόκκινα Κροκαλοπαγή ποικίλης σύστασης, χαλκούχοι και αμμούχοι πηλοί και άργιλοι (Αποθέσεις αλυβιακών ριπιδίων και αποθέσεις ποταμού "braided river"). Εμφανίζονται στο ΒΑ τμήμα της περιοχής. Πάχος 50-100μ.

ΑΝΩΤΕΡΟ ΣΕΝΩΝΙΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΗΩΚΑΙΝΟ

- Kb-Ejk** Κρυσταλλικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι: τεφρόλευκοι μικροκοκκώδεις, βιτουμενιούχοι, μικρολατυποπαγείς λεπτο- έως μεσοπλακώδεις με λεπτές ενστρώσεις ή κονδύλους τυριπολίθων. (Plattenkalk)

ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ - ΚΑΤ. ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

- Tm-Jlk.d** Δολομίτες και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα: οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα είναι γκριζόλευκοι με σπλακώδεις έως παχυστρωματώδεις και στα ανώτερα μέλη τους με σπάνιες ενστρώσεις ή κονδύλους μαύρων ή λευκών τυριπολίθων. Προς τα ανώτερα μέλη δεν φαίνεται η μετάβαση λόγω τεκτονισμού, ενώ στα κατώτερα μεταβαίνουν κανονικά προς τους σχιστολίθους.

ΦΥΛΛΙΤΙΚΗ - ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

- C-Psch** Είναι έντονα πτυχωμένη και επωθημένη στη σειρά Plattenkalk. Αποτελείται κυρίως από σχιστολίθους που εναλλάσσονται με χαλαζίτες.

ΠΕΡΜΙΟ - ΚΑΤ.ΤΡΙΑΔΙΚΟ

- P-Tj.ph** Φυλλικό υπόβαθρο: αποτελείται κυρίως από μαύρους έως γκρι ανθρακούχους φυλλίτες έντονα πτυχωμένους με λίγες παρεμβολές ψαμπίων καθώς και μικρού πάχους χαλαζακίων ενστρώσεων.

- Γεωλογικό όριο
- — — Πιθανό γεωλογικό όριο
- Ρήγμα
- — — Πιθανό ρήγμα
- — — Ρήγμα με οδόντωση προς το κατερχόμενο τέμαχος
- — — Πιθανό ρήγμα με οδόντωση προς το κατερχόμενο τέμαχος
- ▲ — — — Επώθηση
- — — — Γεώτρηση

Η γεωλογική χαρτογράφηση έγινε από τους γεωλόγους
της ΔΓΓΧ / ΙΓΜΕ Ε. ΜΩΡΑΪΤΗ και Κ. ΨΩΝΗ
στο πλαίσιο του έργου 6920/05
"Αστικής και Περιαστικής Γεωλογίας της περιοχής Σπάρτης".

0 250 500 1.000
Meters

Σύστημα Αναφοράς: ΕΓΣΑ '87

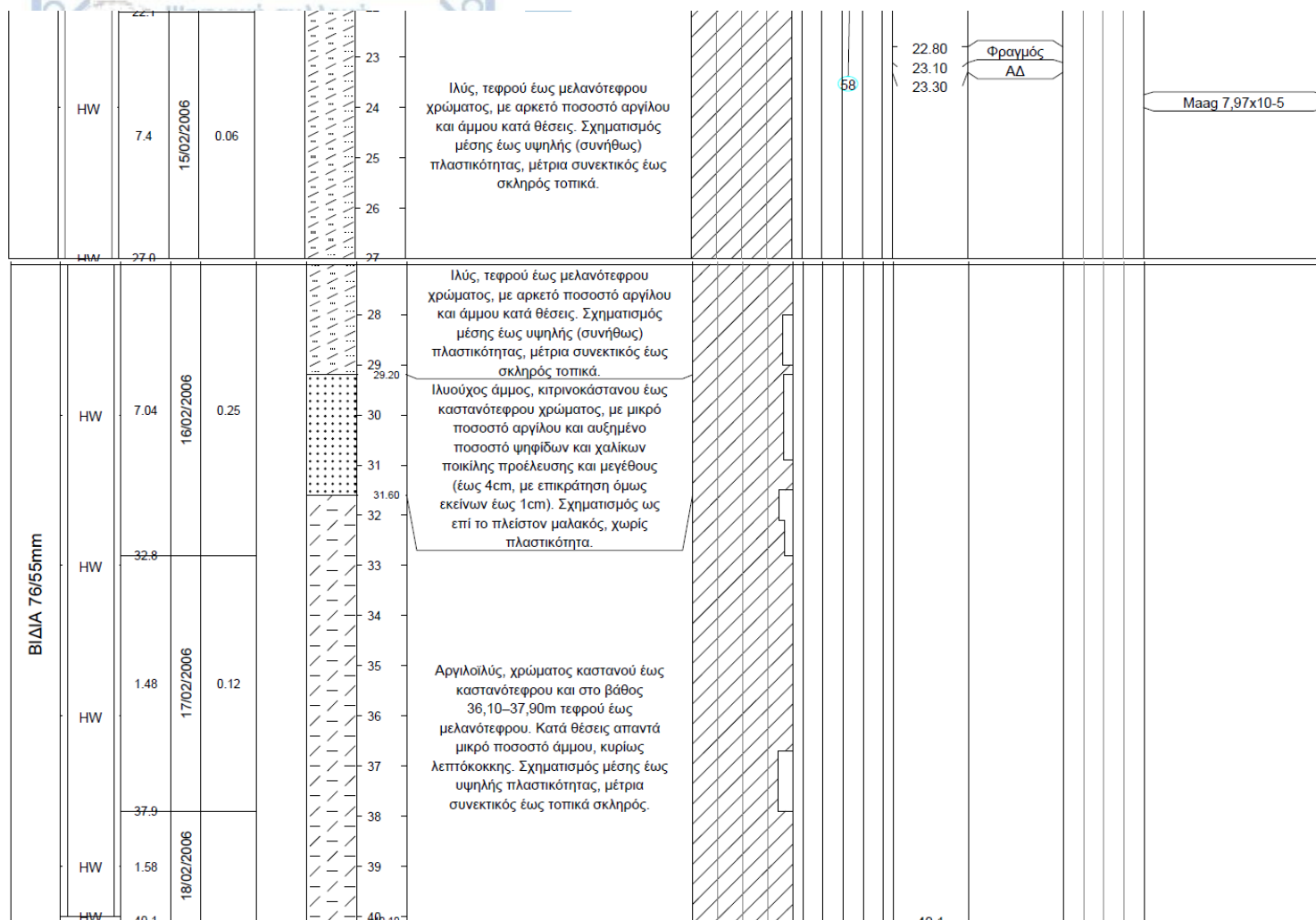
Το τοπογραφικό υπόβαθρο προέρχεται από τον τοπογραφικό χάρτη της
Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1:5.000.
Διατηρείται το συγγραφικό δικαίωμα της Γ.Υ.Σ.

4.3.2 Ερευνητικές Γεωτρήσεις

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:  IGME ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ	ΕΡΓΟ: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ, ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΓΕΩΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ – ΠΙΛΟΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΟΕΡΓΟ: ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ, ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ, ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΗΣ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΠΑΡΤΗΣ Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΦΟΡΕΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ: Γ' ΚΠΣ – ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ", ΜΕΤΡΟ 7.3, ΔΡΑΣΗ 7.3.1
--	--	--

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΓΣ-1 (φύλλο 1/2)

ΠΕΡΙΟΧΗ: ΣΠΑΡΤΗ ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: LY 34				ΘΕΣΗ: ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ: Γ. ΦΙΛΟΣ		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ: ΕΡΓΟΔΗΓΟΣ: Α. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ		ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:								
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ		ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΚΛΙΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ		ΗΜΕΡ. ΕΝΑΡΞΗΣ	ΗΜΕΡ. ΛΗΞΗΣ								
X	Y				ΒΑΘΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ										
361444	4103324		⊥	40.10 m			6/2/2006	18/2/2006								
Είδος κοπτικού διαμ. οπίσθ/πυρήνα	Προσωρινή σωλήνωση	Πρωινή Στάθμη	Ημερομηνία	Βραδυνή στάθμη	ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΟ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	Λιθολογικός συμβολισμός	Βάθος (m)	Λιθολογική περιγραφή	RQD %	Απόσπηση πυρήνα %	Δοκιμή πρότυπης διάσχυσης SPT	Βάθος δειγματος (m)	ΔΕΙΓΜΑ	Κοκκομετρική Ανάλυση %	ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	
																0-25 25-50 50-75 75-100
ΒΙΔΙΑ 76/55mm	HW	3.4	09/02/2006	0.08			0.20	Φυτική γη Αργιλοίλος έως αμμοίλος καστανού χρώματος. Στο βάθος 1,40-1,80m σημειώνεται αυξημένο ποσοστό χαλίκων ποικίλης προέλευσης και μεγέθους (μέγιστο μέγεθος 1cm). Χαλαρός σχηματισμός.	0	25	50	75	100			
							1									
	2	2.00	5.10	Φραγμός	maag 1,8x10-5											
	3	και αρκετό ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων ποικίλης προέλευσης και μεγέθους (συνήθως έως 1cm) κατά θέσεις. Σχηματισμός ως επί το πλείστον μαλακός, χωρίς πλαστικότητα.				7.20	ΑΔ	Maag 6,32x10-5								
	4		4.20	11.50	Φραγμός				Maag 1,86x10-5							
	5	6.50	12.45			ΑΔ	Maag 5,14x10-5									
	6	Αργιλόχρος ιλύς και στους βαθύτερους ορίζοντες αμμοίλος έως ιλυούχος άμμος, με αυξημένο ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων ποικίλης προέλευσης και μεγέθους κατά θέσεις. Το χρώμα είναι μελανότεφρο στους ανώτερους ορίζοντες και καστανότεφρο στους βαθύτερους. Τοπικά περιέχει οργανικά σε σχετική αφθονία.		14.10	ΑΔ			Maag 1,53x10-4								
	7		Σχηματισμός κυμαινόμενης συνεκτικότητας και μέσης έως υψηλής πλαστικότητας (που μειώνεται με το βάθος).			18.80	Φραγμός									
	8	Ιλυούχος άμμος, καστανοκίτρινου χρώματος, με μικρό ποσοστό αργίλου (που είναι αυξημένο στο βάθος 10,80-11,00m). Κατά θέσεις απαντούν αραιές ψηφίδες και χάλικες ποικίλης προέλευσης και μεγέθους (συνήθως έως 1cm, που στο βάθος 9,75-10,10m φθάνει τα 2-4cm). Σχηματισμός ως επί το πλείστον μαλακός, χωρίς πλαστικότητα.		19.00	ΑΔ			Maag 6,89x10-5								
	9		Ιλύς, καστανού έως κιτρινοκάστανου χρώματος, με σημαντικό ποσοστό αργίλου και άμμου, καθώς επίσης μικρό ποσοστό ψηφίδων και χαλίκων ποικίλης προέλευσης και μεγέθους κατά θέσεις. Στο βάθος 16,20–17,20m είναι αυξημένο το ποσοστό της άμμου, των ψηφίδων και των χαλίκων, ενώ στο βάθος 17,20–21,05m είναι αυξημένο το ποσοστό της αργίλου. Σχηματισμός μέσης έως υψηλής πλαστικότητας, μέτρια συνεκτικός έως πολύ σφιγρός τοπικά.			19.40										
	10	9.75														
	11	10														
	12	12.15														
	13															
	14			14												
	15	15														
	16	16														
	17	17														
	18	18														
	19	19														
20	20															
21	21.05															
22	22															



ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΟΙ

ΕΜΜ. ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ – ΑΝΑΣΤ. ΚΟΥΤΣΟΥΒΕΛΗ

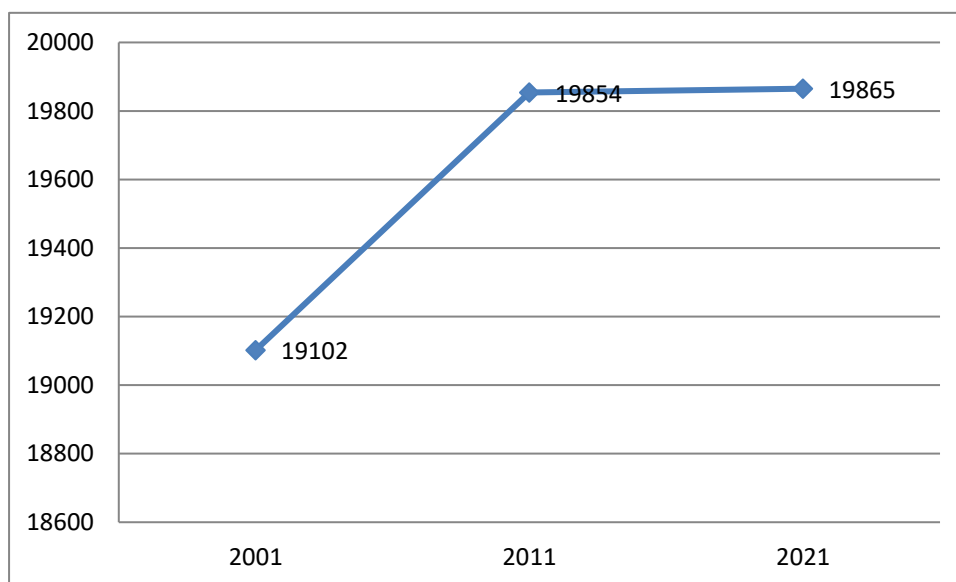
Εικόνα 70 Λιθολογική περιγραφή, (Αποστολίδης & Κουτσουνβέλης, 2008).

Το φύλλο αυτό το παραθέτω όχι για να αναλύσουμε τις μηχανικές ιδιότητες που προκύπτουν από την μελέτη των ερευνητικών γεωτρήσεων, αλλά να δούμε αναλυτικότερα την στρωματογραφία των 40 πρώτων μέτρων της περιοχής μελέτης. Για τον παραπάνω λόγω προσκομίζω μόνο ένα φύλλο ενώ θα μπορούσα κι άλλα. Την λιθολογία που μας ενδιαφέρει την κατανοούμε και από το άνωθι.

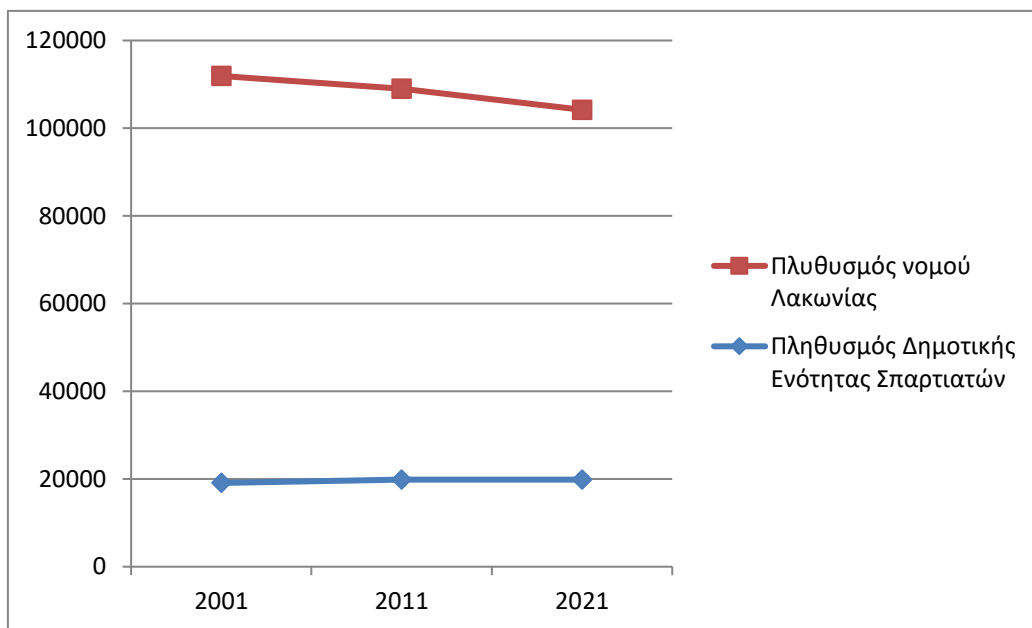
5. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

5.1 Πληθυσμιακά δεδομένα

Κατά την απογραφή του 2021 ο πληθυσμός της πόλη των Σπαρτιατών αριθμοί 19.865 κατοίκους. Μελετώντας πως εξελίσσεται ο πληθυσμός τα 30 τελευταία χρόνια γίνεται ευδιάκριτο στο διάγραμμα πως μεταξύ των ετών 2001 έως 2011 ο πληθυσμός κατέγραψε σημαντική αύξηση, ενώ από το 2011 μέχρι το 2021 αυξήθηκε ελάχιστα. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα, αριθμητικά προέκυψε ότι από το 2001 έως το 2011 ο πληθυσμός της πόλης αυξήθηκε κατά 3,78% φτάνοντας από τους 19102 στους 19854 κατοίκους, ενώ στην επόμενη δεκαετία (2011 – 2021) αυξήθηκε ελάχιστα δηλαδή μόλις κατά 0,0553%.



Αξιοσημείωτο είναι ότι με τις πρόσφατες έρευνές της η ΕΛΣΤΑΤ παρατήρησε επιταχυνόμενη συρρίκνωση του πληθυσμού της Ελλάδος, κατά 3,58% μεταξύ των ετών 2011 και 2019. Για να μιλήσουμε με αριθμητικούς υπολογισμούς, προσδιορίστηκε ο πληθυσμός της χώρας την 1η Ιανουαρίου του 2011 σε 11.123.392 κατοίκους, ενώ την 1η Ιανουαρίου του 2019 σημειώθηκε στους 10.724.599. Μείωση σημειώνει και η απογραφή του 2021 με τον μόνιμο πληθυσμό να ανέρχεται στους 10.482.487 κατοίκους. Σε τοπική κλίμακα, ο νομός Λακωνίας, που μας ενδιαφέρει άμεσα επειδή η περιοχή μελέτης εντάσσεται σε αυτόν, κατέγραψε μεγάλο ποσοστό μείωσης του πληθυσμού με αυτό να αγγίζει το 5,38%. Ενώ το 2011 αριθμούσε 89.138 κατοίκους, με την τελευταία απογραφή του 2021 διαμορφώθηκε στους 84.337.



Παρατηρώντας το διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι ο πληθυσμός του νομού ολοένα και μειώνεται, ενώ της πόλης αυξάνεται έστω και με ελάχιστο ρυθμό. Αυτό εν μέρει μπορεί να ερμηνευτεί από το ότι η Σπάρτη αποτελεί ουσιαστικό το κέντρο του νομού καθώς και της τάσης των ανθρώπων της επαρχίας να συσσωρεύονται στον αστικό ιστό για διάφορους λόγους κυρίως για διευκόλυνση της καθημερινότητας.

5.2 Πρόβλεψη πληθυσμού

Η πρόβλεψη πληθυσμού είναι ένα σημαντικό μέσο ώστε να μπορέσουμε να προβλέψουμε κατά κάποιο τρόπο 'τι μέλει γενέσθαι' αναφορικά με τον πληθυσμό και έπειτα να προβούμε σε διάφορους υπολογισμούς όπως στην παρούσα φάση των υδρευτικών αναγκών. Για τα έτη 2031 και 2041 έγινε εφαρμογή των μεθόδων πρόβλεψης, της γραμμικής ή αριθμητικής και της γεωμετρικής, αντλώντας τα δεδομένα των απογραφών του 2001, 2011 και 2021. Υπολογίστηκαν με τους κάτωθι τύπους:

$$\text{γραμμική μέθοδος: } \Pi_m = [(t_m - t_2) / (t_2 - t_1)](\Pi_2 - \Pi_1) + \Pi_2$$

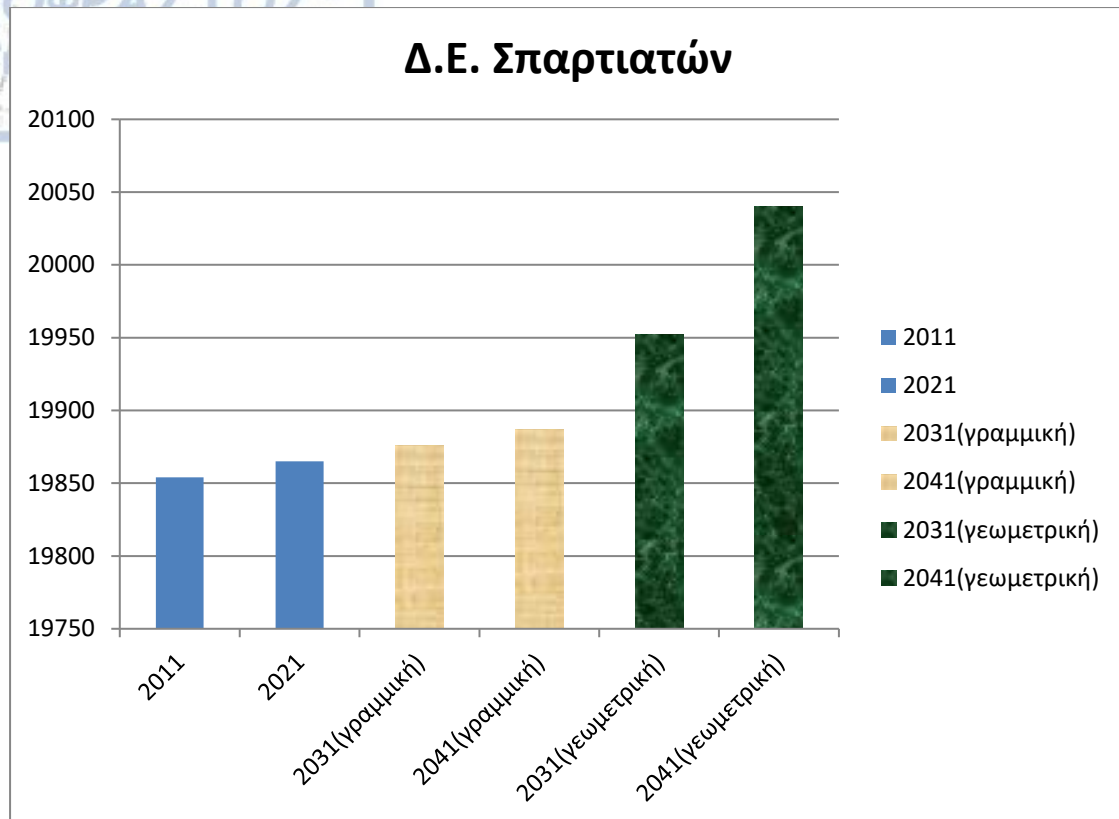
$$\text{γεωμετρική μέθοδος: } \log \Pi_m = [(t_m - t_2) / (t_2 - t_1)](\log \Pi_2 / \Pi_1) + \log \Pi_2$$

όπου: Π_m και t_m , ο προβλεπόμενος πληθυσμός και το αντίστοιχο έτος

Π_1 και Π_2 , οι πληθυσμοί της πόλης τα έτη t_1 και t_2 αντίστοιχα.

Χρησιμοποιώντας τους παραπάνω τύπους λάβαμε μια εικόνα για την πορεία του πληθυσμού της Δημοτικής Ενότητας Σπαρτιατών για τα επόμενα χρόνια. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Έτος	Πληθυσμός
	2001	19102
	2011	19854
	2021	19865
Γραμμική μέθοδος	2031	19876
	2041	19887
Γεωμετρική μέθοδος	2031	19952
	2041	20040



Συγκρίνοντας τις μεθόδους πρόβλεψης του πληθυσμού παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός με τους υπολογισμούς της γεωμετρικής μεθόδου είναι μεγαλύτερος από της γραμμικής για τα έτη 2031 και 2041.

5.3 Υδρευτικές ανάγκες

Το υπόγειο νερό είναι αυτό που αδιαμφισβήτητα παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην καθημερινότητά μας διότι μας ικανοποιεί τις υδρευτικές ανάγκες. Οι υδρευτικές ανάγκες αφορούν την χρήση του νερού για πόση και οικιακή χρήση των κατοίκων μιας περιοχής. Στον παγκόσμιο χάρτη οι ανάγκες αυτές καλύπτονται κατά 65% από το υπόγειο νερό. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 70% του πληθυσμού εκμεταλλεύεται τα υπόγεια ύδατα για να καλύψει τις υδρευτικές του ανάγκες, ενώ για την Ελλάδα το ποσοστό αυτό αγγίζει στο 63% (Βουδούρης, 2015).

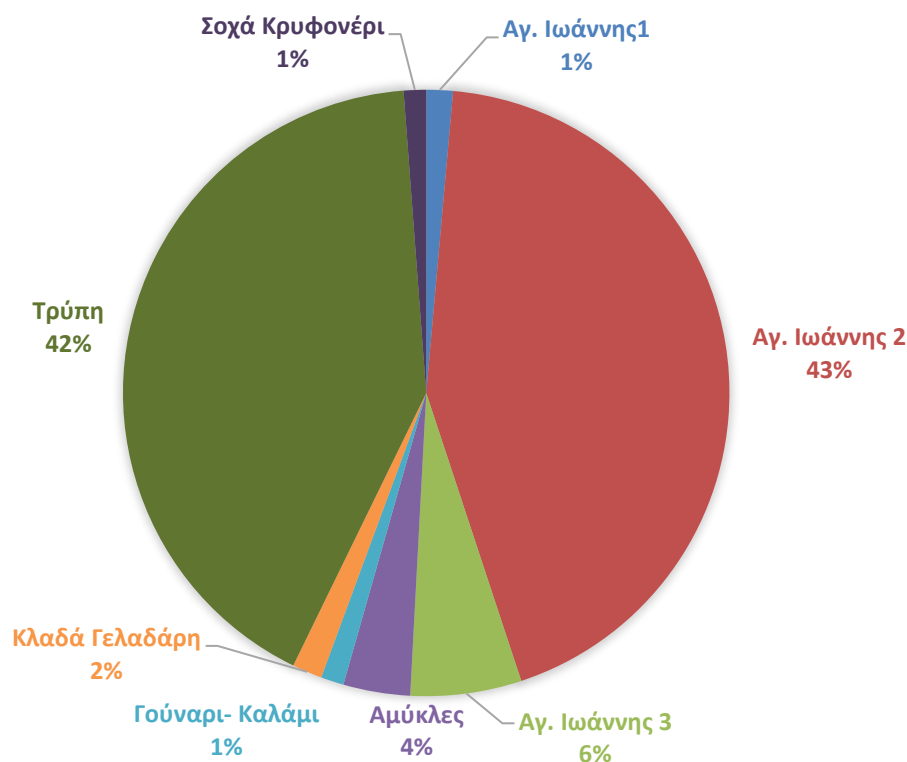
Για να εκτιμήσουμε τις υδρευτικές ανάγκες μιας περιοχής πρέπει να γνωρίζουμε τον πληθυσμό της. Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση ορίστηκε η μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο στα 100-250 litra. Συνάμα, για να εκτιμήσουμε τις υδρευτικές ανάγκες καίριο ρόλο διαδραματίζουν:

- το κορεσμένο πάχος σε νερό του υδροφορέα
- η εποχή, η οποία προκαλεί διακύμανση την ποσότητα του υπόγειου νερού
- η ενδεχόμενη τουριστική επισκεψιμότητα της περιοχής, με συνέπεια να αυξάνονται οι ανάγκες νερού

- οι υπολογισμένες απώλειες δικτύου που σε πολλές περιοχές σημειώνουν υψηλά ποσοστά. (Βουδούρης, 2015).

Γεωτρήσεις και πηγές	Χρήση (m3/έτος)	Παροχή (m3/ώρα)	Παροχή (m3/ημέρα)	Παροχή (m3/έτος)
Αγ. Ιωάννης1	49881,6	80	1920	700800
Αγ. Ιωάννης 2	1534800	200	4800	1752000
Αγ. Ιωάννης 3	208800	150	3600	1314000
Αμύκλες	125676,8	35	840	306600
Γούνναρι- Καλάμι	43216	40	960	350400
Κλαδά Γελαδάρη	56297,6	60	1440	525600
Κλαδά ύδρευσης- άρδευσης		80	1920	700800
Κλαδά Μπαμπιώτη		120	2880	1051200
Τρύπη	1466640	150	3600	1314000
Σοχά Κρυφονέρι	42048	25	600	219000
Σοχά Λόγγα- Βράχος		8	192	70080
Σύνολο	3527360			8304480

ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΚΑΘΕ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΗΓΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ



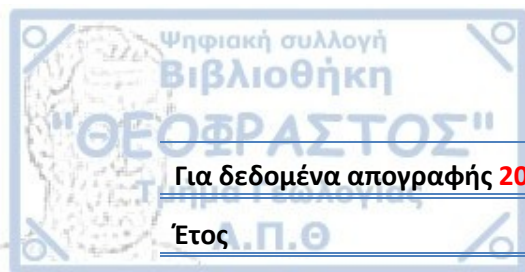
Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4.3, η Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών υδρεύεται από ένα σύνολο γεωτρήσεων και πηγών. Συγκεκριμένα από 8 γεωτρήσεις και 4 πηγές. Σημαντικός τροφοδότης νερού αποτελεί η πηγή στην Τρύπη καλύπτοντας μεγάλο μέρος των αναγκών της πόλης αγγίζοντας το 42%. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 3600 m³/ημέρα, αφού η παροχή της πηγής είναι 150 m³/ώρα. Η συνολική ετήσια παροχή των γεωτρήσεων και των πηγών είναι 8.304.480 m³/έτος, ενώ χρήση γίνεται μόνο στο 3.527.360 m³/έτος σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΥΑ Σπάρτης.

Για τον υπολογισμό των υδρευτικών αναγκών της περιοχής λάβαμε υπ' όψη ότι η περιοχή είναι αγροτική άρα χρησιμοποιήσαμε δεδομένα διαφορετικά για την πόλη της Σπάρτης και διαφορετικά για τα χωριά που υπάγονται στην Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών (πολλά χωριά χρησιμοποιούν το νερό ύδρευσης για καλοκαιρινούς κήπους), και ότι είναι τουριστική κατά την θερινή περίοδο κυρίως. Έτσι λοιπόν η κατανάλωση νερού κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο φαίνονται στον κάτωθι πίνακα.

Θέρος (90 μέρες) / Χειμώνας (275 μέρες)	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
ημερήσια κατανάλωση νερού ανά κάτοικο θέρος	250 λίτρα	340 λίτρα
ημερήσια κατανάλωση νερού ανά κάτοικο χειμώνα	200 λίτρα	290 λίτρα

Πληθυσμός	2011	2021	2031(γραμμική)	2041(γραμμική)	2031(γεωμετρική)	2041(γεωμετρική)
Σπαρτιατών	17408	17773	18138	18503	18197	18620
Χωριά	2446	2092	1738	1384	1778	1513

Τα στοιχεία που ακολουθούν μετρούν τις υδρευτικές ανάγκες m³/275 ημέρες και m³/90 ημέρες ανάλογα σε τι αναφέρονται. Οι υδρευτικές ανάγκες προκύπτουν πολλαπλασιάζοντας την τιμή της ημερήσιας κατανάλωσης νερού επί τον πληθυσμό επί τις ημέρες.



Για δεδομένα απογραφής 2021	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
Έτος	2021	2021
Πληθυσμός	17773	2092
Υδρευτικές ανάγκες χειμερινής περιόδου (275 ημέρες)	977515	166837
Υδρευτικές ανάγκες θερινής περιόδου (90 μέρες)	399892,5	64015,2
Για δεδομένα γραμμικής μεθόδου 2031	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
Έτος	2031	2031
Πληθυσμός	18138	1738
Υδρευτικές ανάγκες χειμερινής περιόδου (275 ημέρες)	997590	138606
Υδρευτικές ανάγκες θερινής περιόδου (90 μέρες)	408105	53182,8
Για δεδομένα γραμμικής μεθόδου 2041	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
Έτος	2041	2041
Πληθυσμός	18503	1384
Υδρευτικές ανάγκες χειμερινής περιόδου (275 ημέρες)	1017665	110374
Υδρευτικές ανάγκες θερινής περιόδου (90 μέρες)	416317,5	42350,4
Για δεδομένα γεωμετρικής μεθόδου 2031	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
Έτος	2031	2031
Πληθυσμός	18197	1778
Υδρευτικές ανάγκες χειμερινής περιόδου (275 ημέρες)	1000835	141796
Υδρευτικές ανάγκες θερινής περιόδου (90 μέρες)	409432,5	54406,8
Για δεδομένα γεωμετρικής μεθόδου 2041	Σπάρτη (πόλη)	Χωριά
Έτος	2041	2041
Πληθυσμός	18620	1513
Υδρευτικές ανάγκες χειμερινής περιόδου (275 ημέρες)	1024100	120662
Υδρευτικές ανάγκες θερινής περιόδου (90 μέρες)	418950	46297,8



Με βάση τα παραπάνω στοιχεία όπως προκύπτουν από τους υπολογισμούς, η Δημοτική ενότητα Σπαρτιατών δεν θα αντιμετωπίσει προβλήματα με την υδροδότηση αφού η μέγιστη παροχή των ήδη υπαρχουσών τροφοδοτών νερού έχει μέγιστη παροχή $8.304.480 \text{ m}^3/\text{έτος}$, ενώ η κατανάλωση είναι κατά πολύ λιγότερη.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με την ολοκλήρωση της υδρογεωλογικής έρευνας και της μελέτης των παραμέτρων εκείνων που απασχολούν τις υδρογεωλογικές συνθήκες του τόπου που μελετάμε δηλαδή των υδρευτικών γεωτρήσεων της Σπάρτης και την Λεκάνη του Ευρώτα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Γεωμορφολογικά η Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών χαρακτηρίζεται από πεδινό υψόμετρο αλλά και ορισμένοι οικισμοί ημιορεινό. Στην πόλη της Σπάρτης υπάρχουν μικροί λοφίσκοι όπως αυτός της Ευαγγελίστριας και του Ξενία αλλά γενικά αποτελούν μεμονωμένα σημεία σχετικά με την υπόλοιπη έκταση. Η Λεκάνη Απορροής του Ευρώτα είναι αναμενόμενο να περικλείει διάφορα υψόμετρα αφού ο κυρίως ποταμός Ευρώτας δέχεται νερά από του γύρω ορεινούς όγκους.

Όσον αφορά την χρήση γης, η περιοχή δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερο πρόβλημα τσιμεντοποίησης αφού ακόμα και μέσα στην πόλη της Σπάρτης υπάρχουν πληθώρα από δέντρα και θάμνους και συνεχώς φυτεύονται και νέα. Μόνο οι περίφημες νεραντζιές της πόλης αριθμούν της 800, κατανοώντας μάλιστα ότι την περίοδο της ανθοφορίας τους η Σπάρτη είναι γεμάτη αρώματα. Ακόμα οι φοίνικες στην κεντρική οδό Κωνσταντίνου Παλαιολόγου μαζί με τους θάμνους περιμετρικά τους συμβάλουν όχι μόνο στο αναγνωριστικό της πόλης αλλά και στο φυσικό τοπίο. Αν και βέβαια με κάποια ασθένεια ξέρανε αρκετούς, ο Δήμος μαζί με το πρόγραμμα ανάπτυξης της οδού ήδη έχει φυτέψει πλατάνια στην θέση τους που ως εκ τούτου θα αναπληρώσουν το φυσικό τοπίο αλλά και σύμφωνα με τα λεγόμενά του θα μειώσει και την θερμοκρασία το καλοκαίρι μέσα στην πόλη. Το κυρίως περιβαλλοντολογικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η περιοχή είναι αυτό της ρύπανσης του Ευρώτα.

Για το υδρογραφικό δίκτυο του Νομού Λακωνίας με κύριο εκείνο της Λεκάνης του Ευρώτα κατανοούμε ότι είναι ιδιαίτερα εκτενές αφού οι ορεινοί όγκοι δημιουργούν τους παραπόταμους και της πηγές που με την σειρά τους εκβάλουν στον κύριο ρου του Ευρώτα. Η αστική περιοχή της Σπάρτης οριοθετείται βόρεια από το υδρόρεμα Μούσγα και νότια από το υδρόρεμα Μαγουλίτσα. Όπως αναφέραμε και διεξοδικά στην αντίστοιχη ενότητα η δράση του υδρορέματος Μαγουλίτσα έχει διαμορφώσει το σημερινό ανάγλυφο της πόλης με της διαδικασία Διάβρωση – Απόθεση. Αυτό το αποδείξαμε και με τα αποτελέσματα των γεωφυσικών ερευνών στην περιοχή.

Τα χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής είναι ήπιοι χειμώνες και θερμά καλοκαίρια. Η Σπάρτη σημειώνει τις υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες από όλη την Ελλάδα την περίοδο του καλοκαιριού. Αυτό γιατί βρίσκεται στην νότια Ελλάδα καθώς και ότι βρίσκεται σχετικά μακριά από την θάλασσα και περικλείεται από τις οροσειρές Ταΰγετο και Πάρνωνα.

Από γεωλογικής σκοπιάς, η περιοχή της Σπάρτης αποτελεί τεκτονικό βύθισμα πληρωμένο με ιζήματα από τον ορεινό όγκο του Ταϋγέτου και εκεί έχει δημιουργηθεί και το υπόγειο υδατικό σύστημα. Αν κάνουμε μια τομή στην Λακωνία θα

συναντήσουμε από πάνω προς τα κάτω την ζώνη Πίνδου, Τρίπολης, Φυλλιτών – Χαλαζιτών ή Ενότητα Άρνας και τέλος Πλακωδών Ασβεστολίθων ή Ενότητα Μάνης.

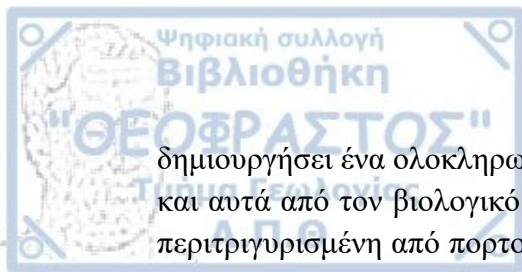
Το υπόγειο υδατικό σύστημα **Σύστημα Ανατολικού Ταυγέτου – Αγίας Μαρίνας GR0300220** το οποίο και χρησιμοποιεί η πόλη για την ύδρευσή της αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους του Ιονίου και της Τρίπολης που χαρακτηρίζονται μέτριας έως υψηλής περατότητας. Γενικά στα ανώτερα στρώματα αποτελείται κυρίως από αργίλους, ιλύς, άμμους, αργιλοάμμους, χαλίκια, ψηφίδες, κροκάλες.

Την υδροδότηση της πόλης καλύπτει ένα δίκτυο γεωτρήσεων και πηγών (8 και 4 αντίστοιχα). Σημαντικός τροφοδότης νερού είναι η πηγή της Τρύπης καλύπτοντας το 42%. Η μέγιστη παροχή τους είναι 8.304.480 m³/έτος.

Σχετικά με τον πληθυσμό, η Δημοτική Ενότητα Σπαρτιατών αριθμεί 19865 κατοίκους από τους οποίους οι 17773 μένουν στην πόλη, ενώ οι 2092 στα γύρο χωριά της ενότητας. Η απογραφή αυτή της ΕΛΣΤΑΤ του 2021 σε σύγκριση με την προηγούμενη του 2001 μας δείχνει την αύξηση του πληθυσμού στην πόλη και συρρίκνωση αυτού στα χωριά. Με τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν για την πρόβλεψη πληθυσμού συμπεραίνουμε ότι και με την γραμμική και με την γεωμετρική μέθοδο για τα έτη 2031 και 2041, ο πληθυσμός θα αυξάνεται στην πόλη ενώ στα χωριά θα μειώνεται ολοένα. Μιλάμε για σταδιακή ερήμωση της επαρχίας και συσσώρευση των πολλών στον αστικό ιστό. Η πολιτεία πρέπει να λάβει γρήγορα μέτρα ώστε να αποφευχθεί αυτό δίνοντας κίνητρα για να κρατήσει τον πληθυσμό στα χωριά. Η αστικοποίηση είναι γνωστό ότι μόνο προβλήματα δημιουργεί και όλα αυτά είναι πάντα εις βάρος του περιβάλλοντος με άμεσο επακόλουθο τον ίδιο τον άνθρωπο.

Οι υδρευτικές ανάγκες της Δημοτικής Ενότητας για το έτος 2021 υπολογίστηκαν σε 1.608.259,7 m³ σύμφωνα με τις τιμές των παραπάνω δεδομένων. Η ΔΕΥΑ Σπάρτης λαμβάνει διαφορετικό νούμερο λίτρων την ημέρα κατανάλωσης συμπεριλαμβανομένου μέσα σε αυτό τις απώλειες δικτύου που ανέρχονται σε 65% και διαμορφώνονται έτσι από το γεγονός ότι πολλοί κάτοικοι ποτίζουν τα κηπευτικά τους από το νερό της ύδρευσης, νεροκλοπή κλπ. Σύμφωνα λοιπόν με την ΔΕΥΑΣ η τιμή κατανάλωσης ανά άτομο ημερησίως είναι 525 λίτρα. Πολλαπλασιάζοντας το νούμερο αυτό με τον πληθυσμό το 2021 (19865) και τις ημέρες του έτους (365) προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση νερού είναι 3.806.630,625 m³ ετησίως. Δεχόμενοι αυτό το νούμερο παρατηρούμε ότι ,συγκριτικά με την ετήσια παροχή του δικτύου ύδρευσης που ανέρχεται σε 8.304.480 m³/έτος καθώς και το ότι ο πληθυσμός της πόλης αυξάνεται ελάχιστα ανά τα έτη, ελαττώνοντας συγχρόνως ο πληθυσμός των χωριών που κατά μεγάλο ποσοστό χρησιμοποιούν το νερό της ύδρευσης για τον κήπο, η περιοχή δεν θα αντιμετωπίσει πρόβλημα ύδρευσης στο άμεσο μέλλον. Όλα αυτά με κάθε επιφύλαξη εφόσον δεν υπάρχουν στοιχεία για τις υδραυλικές συνθήκες της περιοχής των γεωτρήσεων.

Ο Δήμος Σπάρτης οφείλει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα των απωλειών δικτύου που αγγίζει το τερατώδες ποσό των 65%. Συνάμα για την επίτευξη αυτού πρέπει να



δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα άρδευσης με ένταξη σε αυτών των υδάτων και αυτά από τον βιολογικό καθαρισμό. Η περιοχή που βρίσκεται ο βιολογικός είναι περιτριγυρισμένη από πορτοκαλιές κυρίως και ελιές. Με την σωστή επεξεργασία των αστικών λυμάτων μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες άρδευσης αυτών των καλλιεργειών και όχι να διοχετεύονται στον Ευρώτα που είναι και αυτός δίπλα. Κάθε σταγόνα μετρά και ιδιαίτερα στην περιοχή της Σπάρτης της νότιας Ελλάδας δηλαδή που το κλίμα είναι θερμό και με την μελλοντική κλιματική αλλαγή. Η αποθήκευση των επιφανειακών υδάτων με διάφορα έργα όπως φράγματα σε παραπόταμους, ταμιευτήρες κλπ και η αξιοποίηση των αστικών λυμάτων με τεχνητό εμπλουτισμό ή αν υφίσταται αυτό κατευθείαν παροχέτευση στις καλλιέργειες, μπορεί να φαίνονται εκ πρώτης όψεως (κοντόφθαλμης) ανούσια αλλά δεν είναι γιατί θα λύσουν προβλήματα που θα δημιουργηθούν στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 💧 Αποστολίδης Ε. & Κουτσουβέλης Α. (2008) *Γεωτεχνική μελέτη στην αστική και περιαστική περιοχή Σπάρτης, Ν. Λακωνίας παραρτήματα (1ο παραδοτέο του διακριτού τμήματος φ.α.: επιβαιωτικές εργασίες)*, Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/el> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Βουδούρης Κ. (2013), *Τεχνική Υδρογεωλογία*. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- 💧 Βουδούρης Κ. (2015), *Εκμετάλλευση και διαχείριση υπόγειου νερού*. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- 💧 Γάκη – Παπαναστασίου Κ., Παπαναστασίου Δ. & Μαρουκιάν Χ. (1995), *Γεωμορφολογικές και σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις στην ευρύτερη περιοχή της Σπάρτης*. Πρακτικά του 4ου πανελληνίου γεωγραφικού συνεδρίου, Αθήνα, 104-120
- 💧 Γιαξόγλου Γιώργος (2023), *Η γένεση της νέας πόλης της Σπάρτης, (Θεσμοί – Μνημεία & Κτίρια, Υποδομές, Οικονομία)*, Διοργάνωση: Πνευματική Εστία Σπάρτης, Σπάρτη
- 💧 Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Άρδευσης Σπάρτης (ΔΕΥΑΣ)
- 💧 Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2013), *ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου*, Αθήνα
- 💧 Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία <<ΦΕΚ αποτελεσμάτων ΜΟΝΙΜΟΥ πληθυσμού>>
- 💧 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, Πειραιάς, 31 Δεκεμβρίου 2019, ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ, Υπολογιζόμενος Πληθυσμός (1.1.2019) και Μεταναστευτικές Ροές της Χώρας (2018).
- 💧 Ζωγόπουλος Εμμανουήλ (2012), *Υδρολογική μελέτη της Λεκάνης Απορροής του Ευρώτα ποταμού με την χρήση του μοντέλου MIKE SHE*, Αθήνα, <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/5612> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Ηρόδοτος, Ιστορία
- 💧 Θέμος Α. & Κουλογεωργίου Ν. (2012) : Επιστημονική Επιμέλεια: Ζυμή Ε., Καραπαναγιώτου Α. & Ξανθοπούλου Μ. (2012), *Το αρχαιολογικό έργο στην Πελοπόννησο (ΑΕΠΕΛΙ)*, Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου, Τρίπολη
- 💧 Καλαματιανού-Δημητροπούλου Ε. (2017), *Ψηφιοποίηση και ενοποίηση γεωλογικών σχηματισμών ενοτήτων Παζών, Ιόνιας, Γαβρόβου-Τριπόλεως, Μάνης και Άρνας*, Αθήνα, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2073426/file.pdf> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Κάρμης Π., (2009), *Υπόεργο: Ολοκληρωμένη γεωλογική, τεχνικογεωλογική, υδρογεωλογική, γεωχημική και γεωφυσική έρευνα και μελέτη αστικής και περιαστικής περιοχής Σπάρτης Ν. Λακωνίας, Γεωφυσική βαρυτική έρευνα στην αστική και περιαστική περιοχή της Σπάρτης*, Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Κάρμης Π. (2009), *Υπόεργο: Ολοκληρωμένη γεωλογική, τεχνικογεωλογική, υδρογεωλογική, γεωχημική και γεωφυσική έρευνα και μελέτη αστικής και*

- περιαστικής περιοχής Σπάρτης Ν. Λακωνίας, Ηλεκτρική – Ηλεκτρομαγνητική έρευνα στην αστική και περιαστική περιοχή της Σπάρτης Ν. Λακωνίας, Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Κάρμης Π. (2009), Υπόεργο: Ολοκληρωμένη γεωλογική, τεχνικογεωλογική, υδρογεωλογική, γεωχημική και γεωφυσική έρευνα και μελέτη αστικής και περιαστικής περιοχής Σπάρτης Ν. Λακωνίας, Σεισμικές “crosshole” μετρήσεις στην αστική και περιαστική περιοχή της Σπάρτης, Ν. Λακωνίας, Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/> (τελευταία είσοδος: 30/05/2024)
- 💧 Κάσσης Κ. (1980), Λαογραφία της Μέσα Μάνης, Α΄ Υλική Ζωή, Αθήνα
- 💧 Κάσσης Κ. (2000), Προϊστορία της μεσογείου Ατλαντίδα αρχαίοι λαοί και Ελληνισμός, εκδόσεις ΙΧΩΡ, Μάνη – Αθήνα
- 💧 Μαρίνου Π. (2015), Εφαρμογή του υδρολογικού μοντέλου Thomas στη λεκάνη του ποταμού Ευρώτα, Αθήνα, <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/42432> (τελευταία είσοδος: 31/05/2024)
- 💧 Μουντράκης Δ. (2020), Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας, β΄ έκδοση, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
- 💧 Νικολαΐδης Ν., Σκουλικίδης Ν., Παπαδουλάκης Β., Τσακίρης Κ., & Καλογεράκης Ν. (2009), Διαχειριστικά Σχέδια Πιλοτικής Αγροτικής Λεκάνης Ευρώτα Ποταμού Τεχνική έκθεση 134, Στην Έκδοση: Νικολαΐδης Ν., Καλογεράκης Ν., Σκουλικίδης Ν., Τσακίρης Κ., 2005-2009. Τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον για αγροτική ανάπτυξη. Πρόγραμμα Life-περιβάλλον, LIFE05ENV/Gr/000245 EE (EnviFriendly)
- 💧 Ντάφου Β. (2015), Τα Επιχειρησιακά Σχέδια των Ο.Τ.Α. Σύνταξη Επιχειρησιακού Σχεδίου Δήμου Σπάρτης, <http://nestor.teipel.gr/xmlui/handle/123456789/14886> (τελευταία είσοδος: 31/05/2024)
- 💧 Πανσανίας, Λακωνικά
- 💧 Πλάτων, Νόμοι
- 💧 Σαμπατακάκης Π., Κούκης Γ. – Msc. Λάππας Ι. (2009), Υπόεργο 5: Ολοκληρωμένη γεωλογική, τεχνικογεωλογική, υδρογεωλογική, γεωχημική και γεωφυσική έρευνα και μελέτη, αστικής και περιαστικής πιλοτικής περιοχής Σπάρτης Ν. Λακωνίας, Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/el> (τελευταία είσοδος: 31/05/2024)
- 💧 Σαμπατακάκης Π. (2010) & Μαραβέγια Δ. (2010), Έργο: Καταγραφή και αποτίμηση των υδρογεωλογικών χαρακτήρων των υπόγειων νερών και των υδροφόρων συστημάτων της χώρας (7.3.2.1). Υπόεργο 13: Αποτίμηση υδατικού δυναμικού Κ. και Ν. Πελοποννήσου και ποιοτικός έλεγχος υδατικών πόρων (Υ.Δ. 01, 03), Υδρογεωλογική Μελέτη Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής & Ανατολικής Πελοποννήσου (01, 03), Αθήνα, <https://libraryigme.openabekt.gr/el> (τελευταία είσοδος: 31/05/2024)
- 💧 Σκουλικίδης Ν. (επιμέλεια έκδοσης), Οικονόμου Α., Δημητρίου Η., Βαρδάκας Α., Καραούζας Ι., Αμαξίδης Γ. & Οικονόμου Ε. (2008), Εκτίμηση κινδύνων από τη διαχείριση νερού στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα. Τελική Τεχνική



Εκθεση 2, LIFE - ENVIRONMENT: LIFE 05 ENV / GR / 000245 « ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGIES FOR RURAL DEVELOPMENT

- 💧 Στράβων, Γεωγραφικά βιβλίο Η'
- 💧 Meteoblue, καιρός για Σπάρτη, https://www.meteoblue.com/el/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82/historyclimate/climatemodelled/%CE%A3%CF%80%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1_253394, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 Εικόνα 8: https://www.greece.com/photos/destinations/Peloponnese/Laconia/Village/Dryalos/%CE%A3%CE%B3%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%85_%CF%83%CF%84%CE%BF_%CE%94%CE%A1%CE%A5%CE%91%CE%9B%CE%9F/41363978, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 <https://manimou.gr/%CE%BD%CE%B1%CF%8C%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%8E%CE%BD%CE%B1/>, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/mythology/lexicon/atreides/page_014.html, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82>, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 <https://www.visitgreece.gr/el/mainland/peloponnese/sparta/>, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)
- 💧 Εικόνα εξωφύλλου: <https://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/6125-sparti-h-yperdynami-ths-kalokairinhs-zesths-stin-ellada>, (τελευταία είσοδος: 1/06/2024)

