



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΜΠΕΛΕΣΗ ΜΑΡΙΑ

AEM: 5013

«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΜΟΥΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2018





MARIA ΜΠΕΛΕΣΗ

Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5013

**«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΑΜΟΥΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ»**

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Βουδούρης Κωνσταντίνος



Μπέλεση Μαρία

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

**«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΑΜΟΥΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ»**

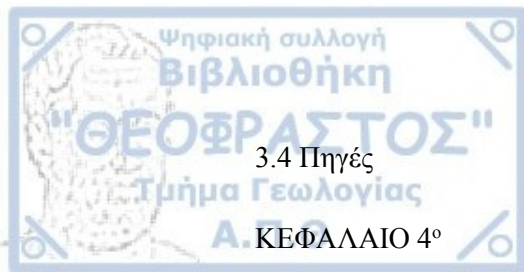
Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται 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.



ΠΕΡΙΟΧΟΜΕΝΑ

Α. ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
SUMMARY	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	9
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	9
1.1 Οριοθέτηση περιοχής μελέτης	9
1.2 Γεωμορφολογία	10
1.3 Ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου	11
1.4 Γεωλογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής	13
1.5 Γεωλογική δομή της εξεταζόμενης περιοχής- στρωματογραφικά στοιχεία	16
1.6 Τεκτονική	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	19
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ	19
2.1 Θερμοκρασία	19
2.2 Βροχή – Καταιγίδες – Χιόνι	21
2.3 Προσεγγιστικό Υδρολογικό Ισοζύγιο	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	28
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	28
3.1 Υδρολιθολογική κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών	28
3.2 Ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας	30
3.3 Υπόγεια Υδροφορία	31



3.4 Πηγές

36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

39

ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΥΔΑΤΟΣ

39

4.1 Παρουσίαση Στοιχείων Απογραφής

39

4.2 Υφιστάμενη διαχείριση υδατικών πόρων

41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

43

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΩΝ

43

5.1 Δίκτυο δειγματοληψιών νερού – Συλλογή δειγμάτων

43

5.2 Υδροχημικές αναλύσεις

44

5.3 Φυσικές και Χημικές ιδιότητες των υπόγειων νερών

44

5.4 Υδροχημικός τύπος νερών

51

5.5 Καταλληλότητα νερών για χρήση

53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

54

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ- ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

54

6.1 Εκτίμηση των αναγκών σε νερό

54

6.2. Εκτίμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων του Υ.Υ.Σ. Ποταμιάς

56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°

59

ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°

63

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

63

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

65

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

68



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία με τίτλο «ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΜΟΥΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ» εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των προϋποθέσεων, για τη λήψη του πτυχίου του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Σκοπός της υλοποίησης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν τόσο η σωστή όσο και η πληρέστερη ανάλυση του θέματος. Η χρήση διαγραμμάτων, πινάκων, γραφημάτων και η ύπαρξη παραρτήματος με φωτογραφίες από την περιοχή, με τομές και χάρτες βοηθά να γίνει το περιεχόμενο της διπλωματικής εργασίας πιο κατανοητό.

Θα ήθελα εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Κωνσταντίνο Βουδούρη, για την πολύ καλή συνεργασία, τις χρήσιμες ιδέες του και την πολύτιμη βοήθεια του, που συνέβαλαν στην βελτίωση της διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές της σχολής που συνέβαλαν στην απόκτηση των απαραίτητων θεωρητικών και πρακτικών γνώσεων για την επιτυχή φοίτησή μου και την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και θετική σκέψη με την οποία με εξόπλισα, διότι χωρίς εκείνους η απόκτηση του δεύτερου πτυχίου μου θα ήταν ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα.

Μπέλεση Μαρία

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2018



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο οικισμός Αμουρίου υδρεύεται από τις πηγές Βρυζόστη για το διάστημα που έχει νερό και από γεώτρηση που έχει ανορυχθεί το 1976. Η γεώτρηση λόγω παλαιότητας και συγκέντρωσης νιτρικών $>50 \text{ mg/L}$ δεν χρησιμοποιείται σήμερα. Από το έτος 2005 χρησιμοποιείται αρδευτική γεώτρηση που παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση νιτρικών.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έγινε διερεύνηση και μελέτη όλων εκείνων των στοιχείων που αφορούν τις λεπτομερείς γεωλογικές - υδρογεωλογικές συνθήκες και συμπεριφορά του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος (Υ.Υ.Σ.) της περιοχής. Γενικά, η εργασία αποβλέπει στην μελέτη της Γεωλογικής δομής, στην διάκριση και ταξινόμηση των προσχωματικών υδροφορέων, στη σύνταξη υδρογεωλογικών ισοζυγίων και στην υφιστάμενη κατάσταση εκμετάλλευσης του προσχωματικού υδροφορέα και την χημική κατάσταση του Υ.Υ.Σ.

Παράλληλα, έγινε απογραφή Σημείων Εμφάνισης νερού (Σ.Ε.Ν.) αρδευτικές και υδρευτικές γεωτρήσεις με τις παροχές νερού για εκμετάλλευση. Τα σημεία εμφάνισης νερού (γεωτρήσεις, πηγάδια και πηγές) απογράφηκαν με στόχο τη γνώση των συνθηκών εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων της περιοχής μελέτης και τη συνεισφορά των υπόγειων υδροφορέων στην κάλυψη των υδατικών αναγκών. Απογράφηκαν συνολικά 7 υδροσημεία τα οποία τοποθετήθηκαν σε τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:5.000.

Τέλος, έγινε διερεύνηση της τρωτότητας του Υ.Υ.Σ. και εκτιμήθηκαν τα διαθέσιμα αποθέματα (ποιότητα και ποσότητα) του υπόγειου νερού του προσχωματικού υδροφορέα.

Τα στοιχεία της διπλωματικής εργασίας στηρίχθηκαν σε στοιχεία χημικών αναλύσεων της ΔΕΥΑΕΛ από νερά γεωτρήσεων της Λεκάνης Ποταμιάς.



SUMMARY

The Amouri settlement is supplied with water from the sources of Vryzosti and from the water drilling that was blasted in 1976. The drilling due to aging and nitrate concentration > 50 mg /L is not used today. Since 2005, an irrigation drilling with a high concentration of nitrates has been used.

In this diploma thesis all the data concerning the detailed geological - hydrogeological conditions and the behaviour of the underground water system of the area have been investigated and studied. In general, the thesis aims at the study of the Geological structure, the distinction and classification of alluvial aquifers, the hydrogeological balances and the existing state of exploitation of the alluvial aquifer and the chemical status of the groundwater body.

At the same time, water supply and sewage drilling points were inventoried with water supplies for exploitation. The water emergencies (drillings, wells and springs) were recorded in order to know the conditions of exploitation of the water resources of the study area and the contribution of the groundwater aquifers to meeting the water needs. A total of 7 hydrazides were recorded and placed on topographic maps of a scale of 1: 5,000.

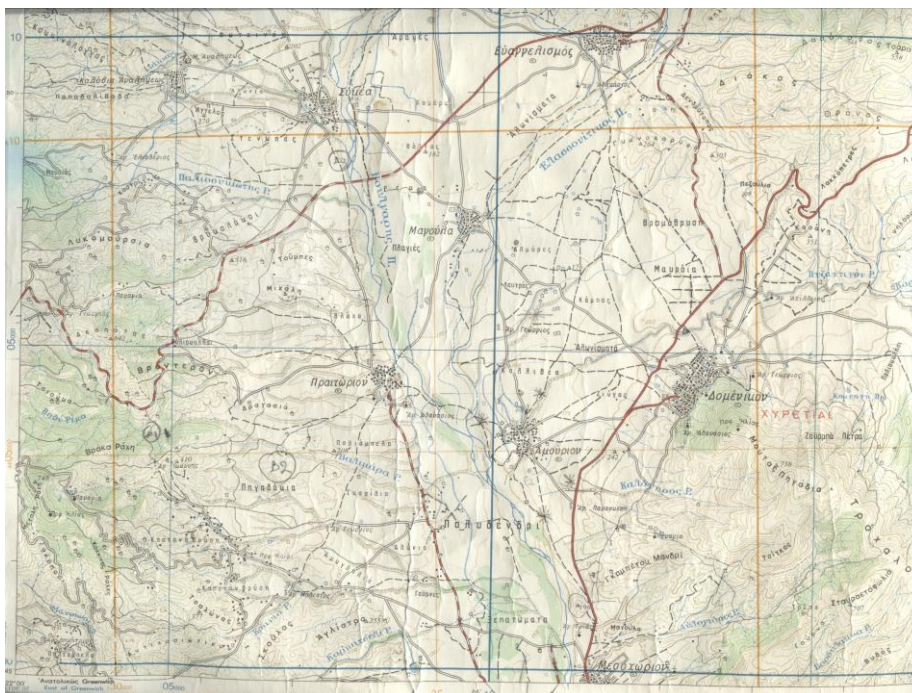
Finally, an investigation was made of the vulnerability of the groundwater body and the available reserves (quality and quantity) of the underground aquifers were assessed.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1.1 Οριοθέτηση περιοχής μελέτης

Η περιοχή έρευνας ανήκει στο Νομό Λάρισας, βρίσκεται στο βορειοδυτικό μέρος και ανήκει στη λεκάνη Ποταμιάς (εικόνα 1.1, φωτ. 1,2,3). Η πεδινή περιοχή της λεκάνης Ποταμιάς Ελασσόνας βρίσκεται σε απόσταση 10 περίπου Km ΝΔ της Ελασσόνας. Εκτείνεται από Βορρά προς Νότο σε μία λωρίδα μήκους 12 Km και πλάτους που κυμαίνεται από 3 έως 6 Km. Το ανώτερο υψόμετρο της ορεινής ζώνης της λεκάνης εντοπίζεται ΝΔ της Βερδικούσας (1.416 m).



Εικόνα 1.1: Τοπογραφικός Χάρτης ευρύτερης περιοχής, φύλλο Γ.Υ.Σ Ελασσόνα Κλίμακα 1:50.000

Το ανώτερο υψόμετρο της πεδινής ζώνης της λεκάνης είναι 220 m (πλησίον κοινότητας Παλαιοκάστρου). Η μέση κλίση του εδάφους της πεδινής ζώνης είναι 0,7% περίπου. Η ευρύτερη περιοχή μελέτης συμπεριλαμβάνει μια επιμήκη λεκάνη, η οποία διαρρέεται από τους ποταμούς Βούλγαρη και Ελασσονίτικο που συμβάλλουν στο χωρίο Αμούρι και σχηματίζουν τον Τιταρήσιο.

Η στενή περιοχή έρευνας συμπεριλαμβάνει την περιοχή του Αμουρίου που αποτελεί το νότιο τμήμα της λεκάνης Ποταμιάς (εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2: Χάρτης Περιοχής Αμουρίου

1.2 Γεωμορφολογία

Η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος αποτελεί τμήμα των κεντρικών βυθισμάτων του "Πελαγονικού τεμάχους". Τα κεντρικά βυθίσματα αποτελούνται από τις έξι ψηλές ενδοορεινές ταφρο-λεκάνες Φλώρινας, Αμύνταιου, Πτολεμαΐδας, Κοζάνης-Σερβίων, Σαρανταπόρου και Ελασσόνας, τις πεδιάδες Λάρισας-Κάρλας και τον Παγασητικό κόλπο. Μεταξύ των επί μέρους βυθισμάτων βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι της Κέλλης, του Σκοπού, του Τίταρου, του Κάτω Ολύμπου, ή άλλοι λόφοι - ράχες που καλύπτουν την κλιμακωτή διάταξη των βυθισμάτων.

Η περιοχή ενδιαφέροντος ανήκει στη λεκάνη Ελασσόνας που είναι τμήμα του "Πελαγονικού τεμάχους" και αποτελείται ουσιαστικά από δυο υπολεκάνες: 1) Τη **Βόρειο-Ανατολική ή Γαλανόβρυσης-Τσαριτσάνης** και 2) τη **Νότιο-Δυτική ή**

Ποταμιάς. Η Β-Ανατολική εκτείνεται μεταξύ της πόλης της Ελασσόνας, Αγιονερίου, Γαλανόβρυσης-Στεφανόβουνου και Τσαριτσάνης. Η ΝΔυτική ή Ποταμιάς, εκτείνεται μεταξύ των οικισμών Ευαγγελισμός, Βλαχογιάννη, κατά τον άξονα Β-Ν και Πραιτώρι, Αμούρι, Δομένικο, Λεύκη κατά τον άξονα Δ-Α. Η λεκάνη της Ποταμιάς χαρακτηρίζεται από ήπιο έως σχετικά έντονο ανάγλυφο. Ουσιαστικά μπορεί να διακριθεί σε τρία τμήματα: την πεδινή ζώνη του αναπτύγματος της λεκάνης, τη λοφώδη ζώνη και την ημιορεινή ζώνη η οποία περιβάλλει τη λεκάνη. Οι δύο υπολεκάνες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω των στενών του Αγιονερίου. Η λεκάνη Ελασσόνας αποτελεί ένα μεταλπικό τεκτονικό βύθισμα, δηλ. μια μεταλπική λεκάνη, που δημιουργήθηκε με τη δράση των νεοτεκτονικών δυνάμεων. Η λεκάνη είναι πληρωμένη με κλαστικά ιζήματα από το Πλειόκαινο μέχρι σήμερα, που έχουν αποθεθεί σε ποικιλία παλαιογεωγραφικών χώρων, γι' αυτό το λόγο υπάρχουν διάφοροι κύκλοι ιζηματογένεσης.

1.3 Ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου

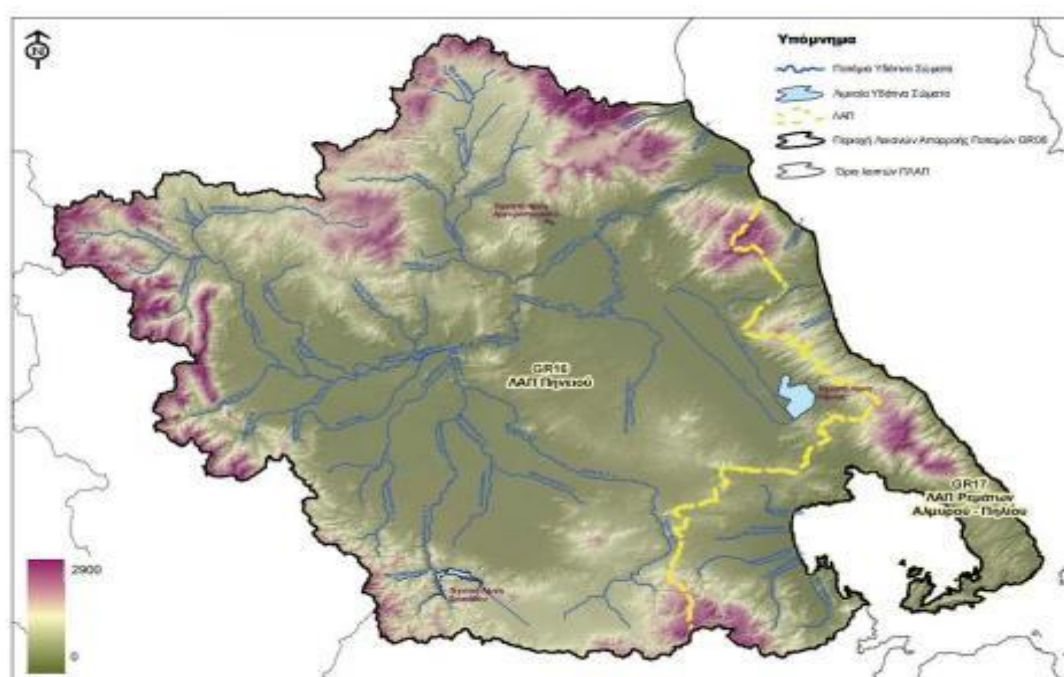
Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας για τα επιφανειακά υδάτινα σώματα που διαρρέουν το υδατικό διαμέρισμα της περιοχής αποτελείται κυρίως από τον Ελασσονίτικο, όπου καταλήγουν όλα τα ρέματα, και το Βούλγαρη ποταμό, που ο κύριος όγκος της παροχής του προέρχεται από το Κεφαλόβρυσο με τις ομώνυμες πηγές και το ρέμα Βυζαντινό που αποστραγγίζει τα ανατολικά της λεκάνης (Λεύκη, Δομένικο).

Ο Ελασσονίτικος (GR0816R000202310N) και ο Βούλγαρης (GR0816R000202007N - Τιταρήσιος Π.2) αποτελούν κλάδο του Τιταρήσιου (GR0816R000202006N - Τιταρήσιος Π.1) (φωτ. 7-12) και δημιουργούν δύο κύριες λεκάνες απορροής. Παράλληλα, άλλα μεγάλα ρέματα είναι ο Ξεριάς (GR0816R000202411N), Παλιοσυκιώτης, Βαλιμάρα, Καρκατσέλι (GR0816R000202209N) από Δυτικά και Αυλογυάρες και Καλόγηρο από τα Ανατολικά.

Γενικότερα, το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται ως πυκνό, λεπτής υφής και δενδριτικού τύπου, από ασύμμετρη ανάπτυξη των κλάδων καθώς και από απότομες

αλλαγές στη διεύθυνση αυτών. Χαρακτηριστική είναι η υπέρμετρη ανάπτυξη συγκεκριμένων κλάδων και η συμβολή σε συγκεκριμένα σημεία ή ζώνες παραποτάμων καθώς και η έντονη κατά βάθος διάβρωση συνήθως στις απότομες κλιτύς. Στις ορεινές κυρίως περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι περισσότερες και πάνω στους υδροστεγανούς σχιστόλιθους όπου το νερό της βροχής ρέει επιφανειακά, δημιουργούνται περισσότεροι κλάδοι και σε σχέση με τις πεδινές περιοχές αλλά και σε σχέση με τα τμήματα των ορεινών περιοχών όπου βρίσκονται τα υδροπερατά μάρμαρα (εικόνα 1.3, 1.4).

Τέλος, η περιοχή χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, ΔΒΔ-ΑΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου ακολουθούν αυτές τις τεκτονικές γραμμές διότι κατά τη δημιουργία του δικτύου το νερό είναι ευκολότερο να κινηθεί κατά μήκος μιας ήδη υπάρχουσας τεκτονικής γραμμής.



Εικόνα 1.3: Υδρογραφικό Δίκτυο



Εικόνα 1.4: Υδρογραφικό Δίκτυο

1.4 Γεωλογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή που εξετάζεται ανήκει στην ενότητα της Πελαγονικής ζώνης που συγκροτείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, τους γενεσιωμένους γρανίτες, τα ημιμεταμορφωμένα Περμιο-Τριαδικά πετρώματα, τα δύο ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού-Ιουρασικού, τους οφιόλιθους και τα Ανωκρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα. Στην περιοχή αναπτύσσονται οι παρακάτω σχηματισμοί (Σχήμα 1.1, Εικόνα 1.5):

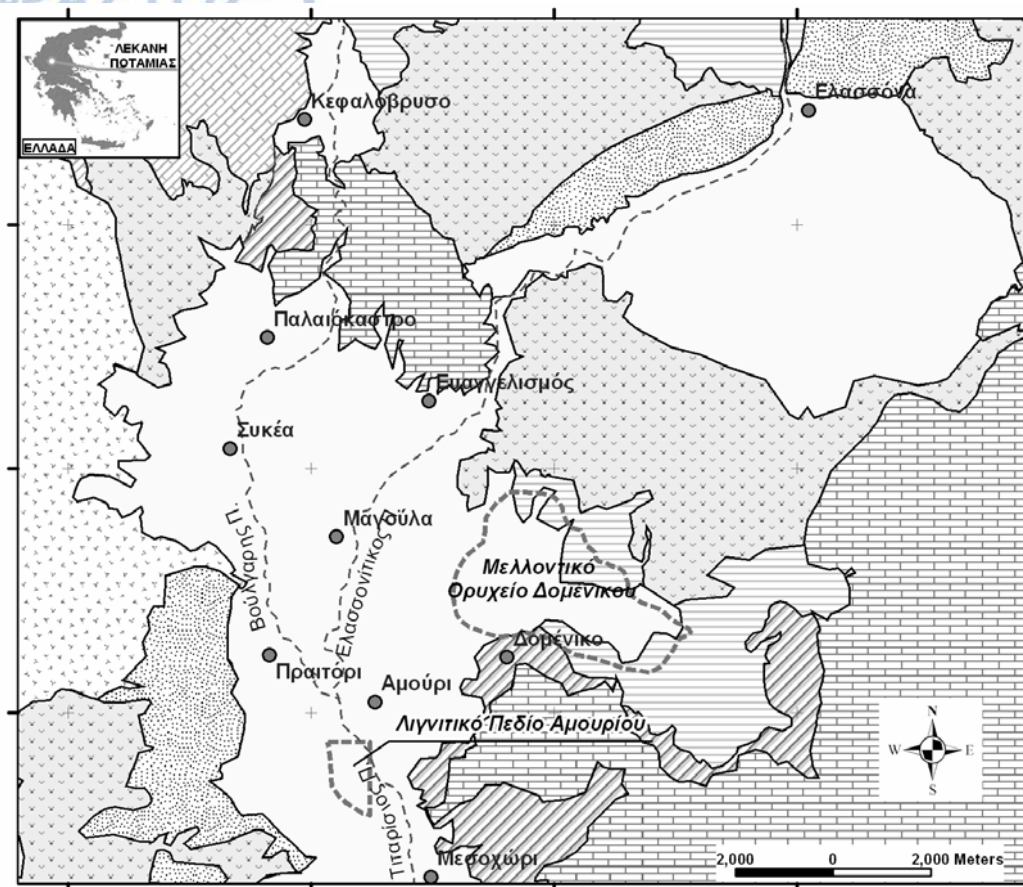
- Νεογενείς -Τεταρτογενείς Μεταλικοί σχηματισμοί,
- Αλπικοί σχηματισμοί, οι οποίοι ανήκουν στην Πελαγονική Ενότητα.



Μάργες-Αργίλοι
Κροκαλοαυτοπαγή
Μάρμαρα
Σχιστόλιθοι
Γνευσιοσχιστόλιθοι
Μάρμαρα
Γνεύσιοι
Γνεύσιοι
Γρανίτες (γ)
Οφιόλιθοι (σ)

Μάρμαρα

Σχήμα 1.1: Στρωματογραφική στήλη (Φύλλο Ελασσόνα, ΙΓΜΕ).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Αλλουβιακές αποθέσεις	Νεοπαλαιozoικοί-Κατώτεροι Τριαδικοί σχιστόλιθοι
Τεταρτογενείς μάργες	Μεσοζωικά μάρμαρα
Τεταρτογενείς ποταμοχερσαίες αποθέσεις	Νεοπαλαιozoικοί-Κατώτεροι Τριαδικοί γνευσιοσχιστόλιθοι
Τριαδικά μάρμαρα	Παλαιozoικοί γνεύσιοι

Εικόνα 1.5: Γεωλογικός χάρτης λεκάνης Ποταμίας (Φύλλο Ελασσόνας, ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:50.000)

1.5 Γεωλογική δομή της εξεταζόμενης περιοχής- στρωματογραφικά στοιχεία

Η εξεταζόμενη περιοχή περιλαμβάνει μόνο το νότιο τμήμα της λεκάνης της Ποταμιάς. Η γεωλογία της περιοχής αναφέρεται σε πρόσφατες / σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις της πεδιάδας, σε ανθρωπογενείς αποθέσεις που αφορούν αναχώματα αντιπλημμυρικής προστασίας, σε τεχνητές επιχωματώσεις, σε νεογενείς σχηματισμούς (μάργες – κροκαλοπαγή) και ασβεστολίθους/σχιστόλιθους που αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής. Οι πρόσφατες αποθέσεις καθορίζονται από την αποθετική δράση του Τιταρήσιου ποταμού και των μεγάλων ρεμάτων που καταλήγουν στο πεδινό τμήμα και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια και συχνές λιθολογικές εναλλαγές και μεταβάσεις, τόσο πλευρικές, όσο και κατακόρυφες.

Στην περιοχή εντοπίστηκαν τρεις ενότητες σχηματισμών που από τις νεότερες προς τις παλαιότερες έχουν ως εξής (φωτ. 13-22):

- Ανώτεροι χαλαροί ορίζοντες
- Σχηματισμοί της αλλουβιακής πεδιάδας
- Σχηματισμοί Άνω πλειο-πλειστοκαινικού υποβάθρου
- Σχηματισμοί του Νεογενούς - ενδιάμεση στοιβάδα (λιγνιτοφόρα)
- Σχηματισμοί του Προνεογενούς Υποβάθρου (Υπόβαθρο)
- Σχηματισμοί Αλπικοί (γενευσιοσχιστόλιθοι - μάρμαρα) (Υπόβαθρο)

Στην περιοχή του Αμουρίου από στοιχεία γεωτήσεων αναγνωρίστηκε η ακόλουθη λιθοστρωματογραφία:

Βάθος 0.00 – 50.00 m: ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ, Κροκάλες με άργιλο.

Βάθος 50.00 – 100.00 m: ΑΡΓΙΛΟΜΑΡΓΑ κίτρινη με κατά θέσεις λιγνίτη

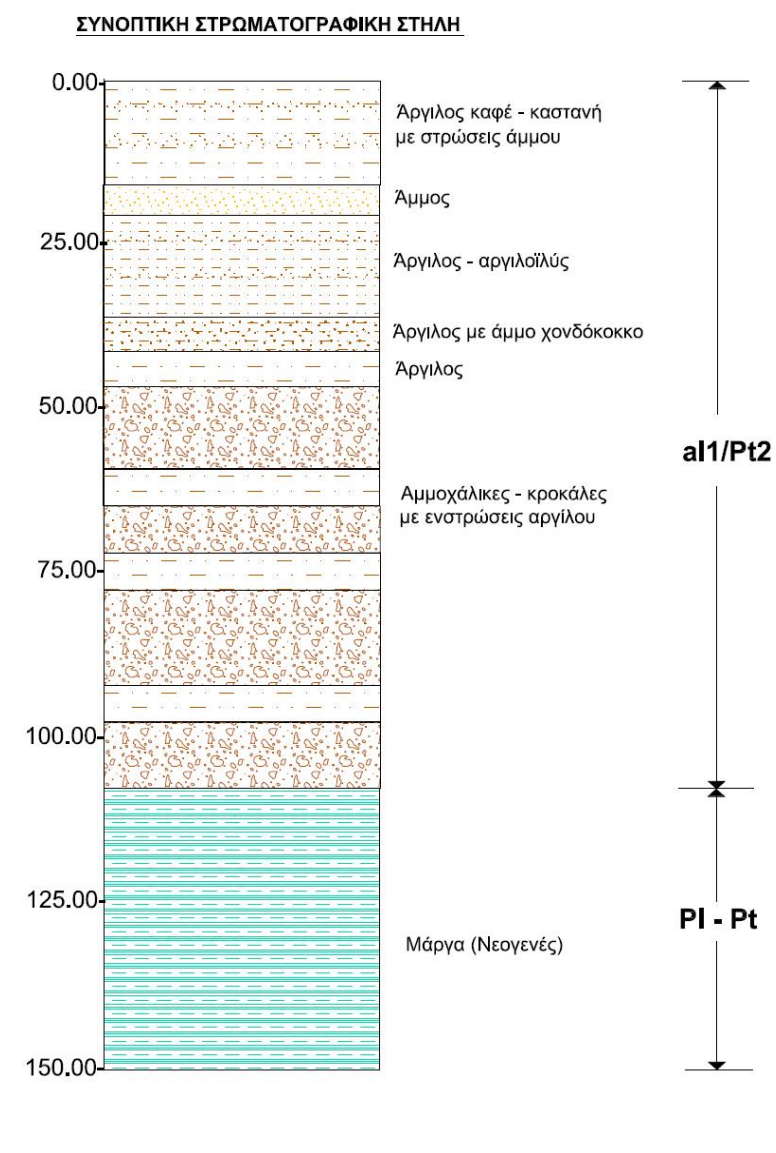
ΝΑ του Αμουρίου, αναγνωρίστηκε η ακόλουθη λιθοστρωματογραφία:

Βάθος 0.00 – 55.00 m: Εναλλαγές ΑΡΓΙΛΟΥ με ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ και κροκαλοπαγή.

Βάθος 55.00 – 95.00 m: ΑΡΓΙΛΟΣ μπλε χρώματος με τύρφη.

Βάθος 95.00 – 155.00 m: ΑΡΓΙΛΟΣ σε εναλλαγές με ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ

Βάθος 155.00–180.00 m: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ.



Σχήμα 1.2: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Αμουρίου

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι γεωλογικά η περιοχή δομείται από τους τεταρτογενείς σχηματισμούς της αλλουβιακής πεδιάδας πάχους 40-70 m υπόκειται η σειρά του Νεογενούς πάχους 60-120 m, όπου απαντάται η λιγνιτοφόρος στοιβάδα της περιοχής Αμουρίου (ΒΑ απαντάται η λιγνιτοφόρος στοιβάδα περιοχής Δομενίκου) και τέλος υπόκεινται οι σχηματισμοί του Αλπικού υποβάθρου, σε βάθος που ποικίλει από θέση σε θέση.

1.6 Τεκτονική

Η περιοχή Αμουρίου, βρίσκεται Νότια - Νοτιοδυτικά της περιοχής Δομενίκου και ανήκει και αυτή στην Ν-Δυτική Υπολεκάνη της Λεκάνης της Ελασσόνας και αποτελεί την προς νότο απόληξη της μεγάλης τεκτονικής τάφρου Μοναστηρίου - Φλώρινας - Πτολεμαΐδας - Κοζάνης - Σερβίων - Σαρανταπόρου. Η Τάφρος αυτή δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια του Μειοκαίνου μετά από την τεκτονική δράση μεγάλων και βαθιών κρασπεδικών ρηγμάτων κύριας διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ. Κατά την διάρκεια της ίδιας περιόδου, νεότερα όμως ρήγματα από τα προηγούμενα και της ίδιας διεύθυνσης με αυτά, δημιουργούν το τεκτονικό ύβωμα Γαλανόβρυσης - Ευαγγελισμός, το οποίο διαχωρίζει την λεκάνη της Ελασσόνας σε δύο υπολεκάνες: την ΒΑ και την ΝΔ οι οποίες λειτουργούν ταυτόχρονα σαν δύο ανεξάρτητες λεκάνες.

Νοτιότερα, με ίδιου μηχανισμού ρήγματα και πριν από την έναρξη της απόθεσης των νεογενών ιζημάτων, δημιουργούν το τεκτονικό ύβωμα του Δομενίκου. Μεταξύ των δύο αυτών υβωμάτων βρίσκεται ο χώρος που φιλοξενεί το κοίτασμα Δομενίκου.

Κατά την διάρκεια του Πλειστοκαίνου επαναδραστηριοποιούνται παλαιότερα ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ - ΝΔ, σχεδόν κάθετα προς τα αρχικά κρασπεδικά, όπου προς Βορρά οριστικοποιείται με την σημερινή του σχεδόν μορφολογία το έξαρμα Παλαιοκάστρου - Κεφαλόβρυσου - Δρυμού με το οποίο διαχωρίζει την λεκάνη της Ελασσόνας από την λεκάνη Σαρανταπόρου και προς Νότια - ΝΑ/κά το τεκτονικό έξαρμα με τα τοπωνύμια Τρόχαλος και Παπαλίβα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

2.1 Θερμοκρασία

Στον παρακάτω Πίνακα 2.1 διατίθενται στοιχεία μετρήσεων της θερμοκρασίας στο σταθμό Μαγούλας, που είναι ο πλησιέστερος σταθμός στην περιοχή μελέτης.

Πίνακας 2.1 Μηνιαίας Θερμοκρασίας (Σταθμός Μαγούλας)

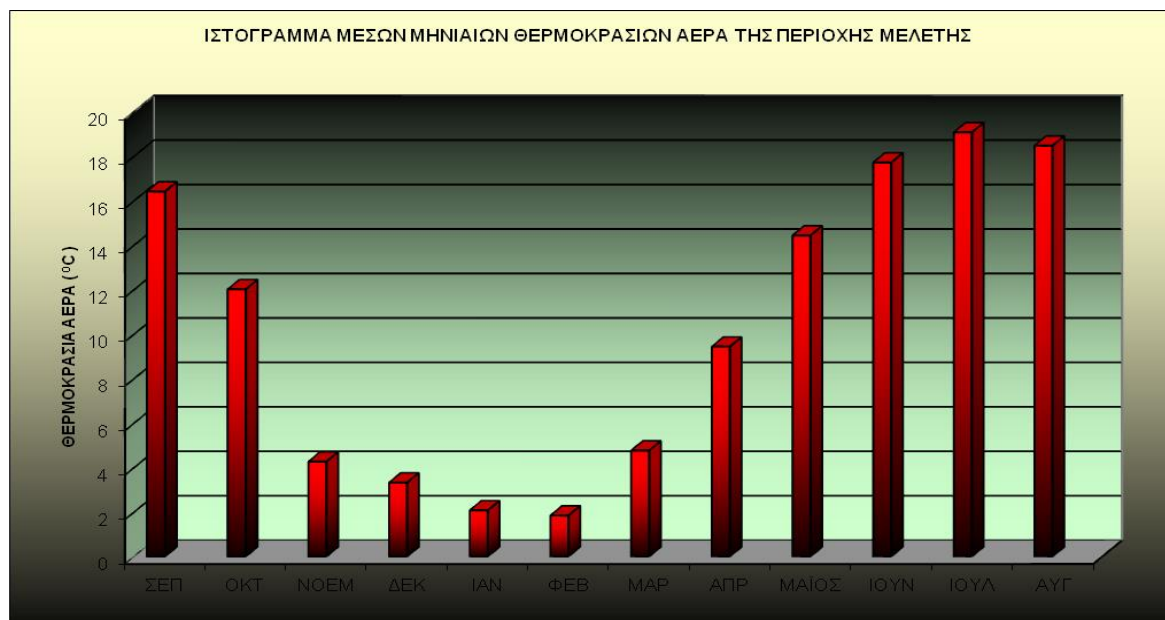
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ
1974 - 1975	14,1	10,1	5,2	3,2	1,04	-0,74	5,58	9,42	14,2	16,5	20	18,2
1975 - 1976	17,51	10,3	4,18	1,82	1,2	-0,93	2,28	8,75	12,9	16,6	18,6	16,2
1976 - 1977	14,4	11	5,39	1,17	0,68	5,7	5,63	9,11	15,4	17,7	19,3	18,2
1977 - 1978	13,5	10,1	7,58	-0,6	0,26	4,52	7,21	9,38	15,4	19,9	20,6	19,2
1978 - 1979	13,3	9,21	3,91	3,02	0,32	1,05	5,9	5,96	11	18,2	19,1	17
1979 - 1980	13,2	12	5,25	3,65	-1,37	-2,12	0,55	7,8	14,2	14,5	22	20,9
1980 - 1981	17,4	12,7	10,5	4,3	-0,85	1,89	7,74	9,53	12,3	9,53	20,2	19,9
1981 - 1982	18,03	14,73	6,26	4,67	3,7	0,28	3,63	8,03	13,9	20	20,4	21,3
1982 - 1983	18,9	12,32	7,85	4,84	3,57	0,3	5,52	11,65	21,58	16,35	20,89	19,66
1983 - 1984	16,68	11,94	6,28	4,5	4,08	1,36	2,78	6,23	14,17	16,3	19,6	18,33
1984 - 1985	7,72	15,73	7,85	4,84	3,57	0,3	5,52	11,65	21,58	16,35	20,89	19,66
1985 - 1986	16,91	10,36	8,29	5,9	4,84	2,08	3,19	11,09	12,68	17,41	19,47	20,02
1986 - 1987	18	11,32	5,15	2,42	1,95	2,37	4	7,92	11,1	17,65	22,18	20,14
1987 - 1988	19,6	10,36	6,1	1,1	1	2,86	3,39	7,95	14,11	18,43	23,24	21,43
1988 - 1989	17,36	10,9	2,91	2,83	1,69	3,63	7	12,6	12,06	15,94	17,76	20,06
1989 - 1990	16,48	10,46	5,2	4,5	1,2	0,2	9,48	10,61	14,01	18,26	22,08	20,52
1990 - 1991	17,14	13,27	8,95	2,36	2,04	0,76	6,64	6,87	10,45	19,53	19,64	19,16
1991 - 1992	17,17	13,1	7,11	-1,41	3,46	1,4	4,87	9,51	13,2	18,14	19,09	20,6
1992 - 1993	17,36	14,93	9,28	1,7	3,81	0,64	4,77	9,11	13,48	19,3	22	22,59
1993 - 1994	18,59	16,01	5,19	7,11	4,8	1,94	8,13	8,8	15,65	18,86	21,25	22,77
1994 - 1995	21,66	12	7,15	4	1,3	5,4	4,9	8,2	13,46	19,7	20,33	19,13
1995 - 1996	16,48	11,7	5,17	4,6	1,59	1,6	1	7,58	16,14	18,98	21,3	20,72
1996 - 1997	14,98	9,72	8,85	4,66	5,5	3,7	4,06	15,82	20,03	20,7	21,5	18,51
1997 - 1998	15,98	10,72	5,95	2,9	4,2	5,85	2,45	11,23	12,61	18,75	22,31	22,2
1998 - 1999	15,6	13,22	6,32	0,76	0,8	1,34	2,8	9,4	14,2	17,6	21,6	22,76
1999 - 2000	17,9	14,42	6,59	5,57	-2,63	3,22	6,3	11,91	16,4	19,35	24,4	21,89
2000 - 2001	17,67	12,25	11,2	5,88	4,55	1,58	3,8	9,1	13,9	18,2	20,8	21

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	16,43	12,03	4,28	3,34	2,09	1,86	4,78	9,45	14,45	17,73	19,09	18,49
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	2,58	1,85	1,95	2,00	2,03	1,97	2,13	2,09	2,76	2,16	1,32	1,67
ΜΕΓΙΣΤΟ	21,66	16,01	11,2	7,11	5,5	5,85	9,48	15,82	21,58	20,7	23,24	22,77
ΕΛΑΧΙΣΤΟ	7,72	9,21	2,91	-1,41	-2,63	-2,12	0,55	5,96	10,45	9,53	17,76	16,2

Πίνακας 2.2: Μέσες μηνιαίες και μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα (σε °C) για την περίοδο 1971-2001.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	Μέση τιμή έτους
ΜΑΓΟΥΛΑ (ΔΕΒ)	16,43	12,03	4,28	3,34	2,09	1,86	4,78	9,45	14,45	17,73	19,09	18,49	10,34

Όπως παρατηρείται η μέγιστη τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας εμφανίζεται τον Ιούλιο (19,09 °C), ενώ αντίθετα η ελάχιστη τιμή εμφανίζεται τον Ιανουάριο (2,09 °C). Οι διακυμάνσεις των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών παρουσιάζονται και στο ιστόγραμμα του Σχήματος 2.1.



Σχήμα 2.1: Ιστόγραμμα των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών αέρα της περιοχής μελέτης.



Τα συμπεράσματα που προκύπτουν για τον ευρύτερο χώρο της πεδινής και λοφώδους περιοχής της Θεσσαλίας, όπως προκύπτουν από τους παραπάνω πίνακες, είναι τα εξής:

- Η πεδινή και λοφώδης περιοχή της Θεσσαλίας εκτείνεται μεταξύ των ισόθερμων των 15°C και 17°C.
- Οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες παρατηρούνται κατά τον μήνα Ιανουάριο και στις πεδινές εκτάσεις της λεκάνης της Θεσσαλίας, κάτι που αναμένεται αφού η συγκεκριμένη περιοχή περιβάλλεται από ορεινούς όγκους.
- Οι υψηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες παρατηρούνται κατά τον μήνα Ιούλιο ή Ιούλιο και Αύγουστο.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 10,34 °C, με ελάχιστη ανά μήνα μεταξύ 2,09 και 4,78°C και μέγιστη μεταξύ 20,00 και 22,00 °C. Γενικά η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 1,86 °C τον Φεβρουάριο έως τους 19,09 °C τον Ιούλιο. Η διαφορά αυτή χαρακτηρίζει το κλίμα της περιοχής ως ηπειρωτικού τύπου. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία έχει φτάσει τους +42,2 °C και +45,5 °C και η απόλυτη ελάχιστη τους -12,4 °C τον Δεκέμβριο και -21,6 °C τον Ιανουάριο, με 31,6 και 52,9 ημέρες παγετού το χρόνο για τους σταθμούς Ελασσόνας και της Λάρισας αντίστοιχα .

2.2 Βροχή – Καταιγίδες – Χιόνι

Οι μέρες βροχής ανέρχονται από 59,6 έως 110,8 ημέρες ανά έτος στην περιοχή μελέτης. Η βροχή παρουσιάζεται γενικά ως υετός στρωματοφόρων νεφών, δηλ. ασθενής και συνεχής, επειδή επικρατεί η σφήνα των υψηλών βαρομετρικών πιέσεων της Βαλκανικής και της Κεντρικής Ευρώπης.

Κατά τον Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο εμφανίζονται βροχές βίαιης μορφής και καταιγίδες λόγω διέλευσης ψυχρών μετώπων με τιμές που κυμαίνονται από 2 έως 7 ημέρες/μήνα στην περιοχή κοντά στην πόλη της Λάρισας και από 4 έως 12 ημέρες/μήνα στην περιοχή κοντά στην πόλη της Ελασσόνας.

Οι θερμικές τοπικές καταιγίδες χαρακτηρίζονται από μεγάλη ένταση και μικρή διάρκεια (1-2 ωρών) και συμβαίνουν κυρίως τις απογευματινές ώρες. Οι μέρες καταιγίδας ανέρχονται ετησίως από 37 έως 49. Οι μέρες χιονιού ετησίως ανέρχονται από 14,8 έως 23,8 για τις περιοχές πλησίον της πόλης της Λάρισας και της Ελασσόνας αντίστοιχα.

Βροχομετρικοί σταθμοί

Για το γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας, υπάρχουν εγκατεστημένοι από διάφορες υπηρεσίες, όπως ΕΜΥ, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΔΕΗ, ΥΠ.ΓΕ, αρκετοί Βροχομετρικοί Σταθμοί. Συγκεντρώθηκαν μετρήσεις από τέσσερις (04) βροχομετρικούς σταθμούς, που βρίσκονται κατανεμημένοι στην ευρύτερη εξεταζόμενη περιοχή. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι βροχομετρικοί σταθμοί, καθώς και τα στοιχεία αυτών (συντεταγμένες, υψόμετρο, υπηρεσία).

Πίνακας 2.3: Διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί της περιοχής.

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	Παρατηρ. Περίοδος 1985-2012
1	Μαγούλα	170	ΔΕΒ	1985-2001	Βμ	Πλήρεις
2	Τσαριτσάνη	312	ΔΕΚΕ	2002-2012	Βμ	Πλήρεις
3	Βερδικούσα	863	ΔΕΚΕ	2002-2012	Βμ, Θα	Πλήρεις
4	Λιβάδι	1.179	ΔΕΒ - ΔΕΚΕ	2002-2012	Βμ, Θα, Εξ	Πλήρεις

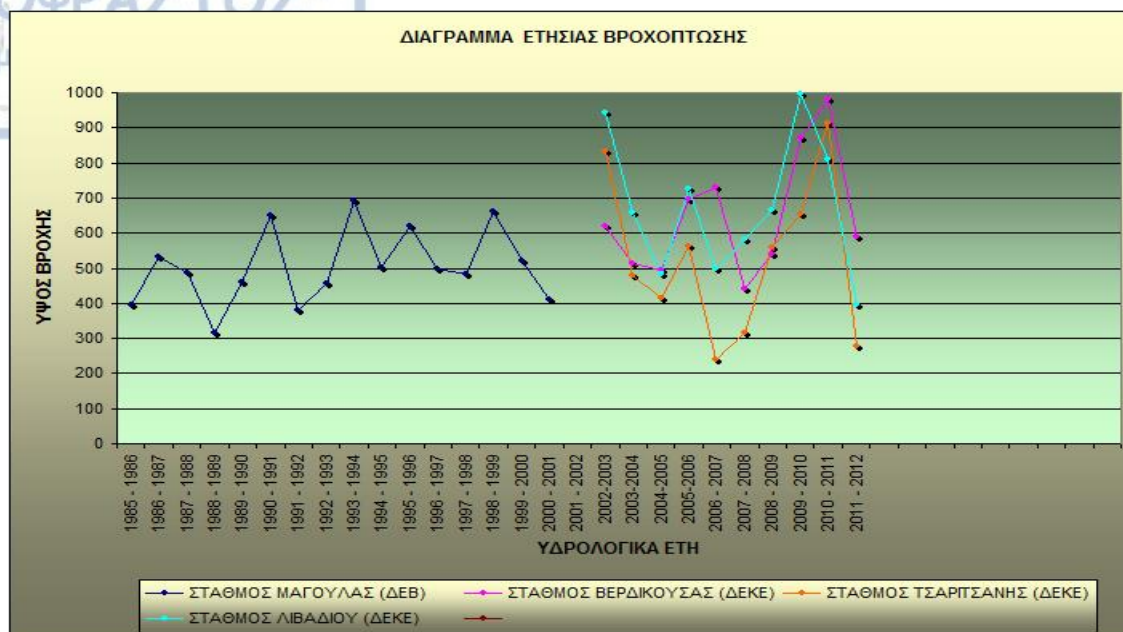
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3, οι περισσότεροι μετεωρολογικοί σταθμοί παρουσιάζουν μακροχρόνιες παρατηρήσεις χωρίς σημαντικές ελλείψεις. Παρακάτω δίνεται το ετήσιο ύψος βροχής των βροχομετρικών σταθμών Μαγούλας, Βερδικούσας, Τσαριτσάνης, Λιβαδίου της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Οι βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονται σε διάφορα υψόμετρα τα οποία κυμαίνονται μεταξύ 170 m – 1.179 m. Από αυτούς οι σταθμοί Μαγούλα (504 mm), Τσαριτσάνης (525 mm) βρίσκονται στη στενή περιοχή μελέτης, ο σταθμός Βερδικούσας (648 mm) βρίσκεται στο ΒΔ τμήμα της ευρύτερης περιοχής μελέτης, και ο σταθμός Λιβαδίου (676 mm) στο βόρειο. Παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος μέσος όρος ετήσιας βροχόπτωσης για τα υδρολογικά έτη 2002 – 2012 εμφανίζεται στο σταθμό Λιβαδίου, ο οποίος βρίσκεται στη βόρεια περιοχή μελέτης, σε μεγαλύτερο

υψόμετρο, σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς. Αυτό είναι αναμενόμενο διότι έχουμε μεγαλύτερο υψόμετρο και το ανάγλυφο είναι ορεινό (Πίνακα 2.4).

Πίνακας 2.4: Ετήσιο ύψος βροχής (mm) των βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής μελέτης για τα υδρολογικά έτη 1971-72 έως 2006-07.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ	ΜΑΓΟΥΛΑ (ΔΕΒ)	ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΑ (ΔΕΚΕ)	ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ (ΔΕΚΕ)	ΛΙΒΑΔΙ (ΔΕΒ - ΔΕΚΕ)
1985 - 1986	393,6			
1986 - 1987	532,3			
1987 - 1988	488,4			
1988 - 1989	316,1			
1989 - 1990	460,4			
1990 - 1991	651,4			
1991 - 1992	382			
1992 - 1993	454,9			
1993 - 1994	691,3			
1994 - 1995	501,1			
1995 - 1996	619,1			
1996 - 1997	499			
1997 - 1998	483			
1998 - 1999	660,5			
1999 - 2000	520,1			
2000 - 2001	409,2			
2001 - 2002				
2002-2003		620,4	833,3	941,5
2003-2004		513,4	478,9	658,2
2004-2005		495,4	413,2	482,2
2005-2006		696,9	562,2	728,1
2006 - 2007		731,8	238,4	500
2007 - 2008		440,5	315,7	583,3
2008 - 2009		539	559,6	664,2
2009 - 2010		869,9	653,1	994,7
2010 - 2011		979,5	912,2	809,6
2011 - 2012		590,7	278	395,7



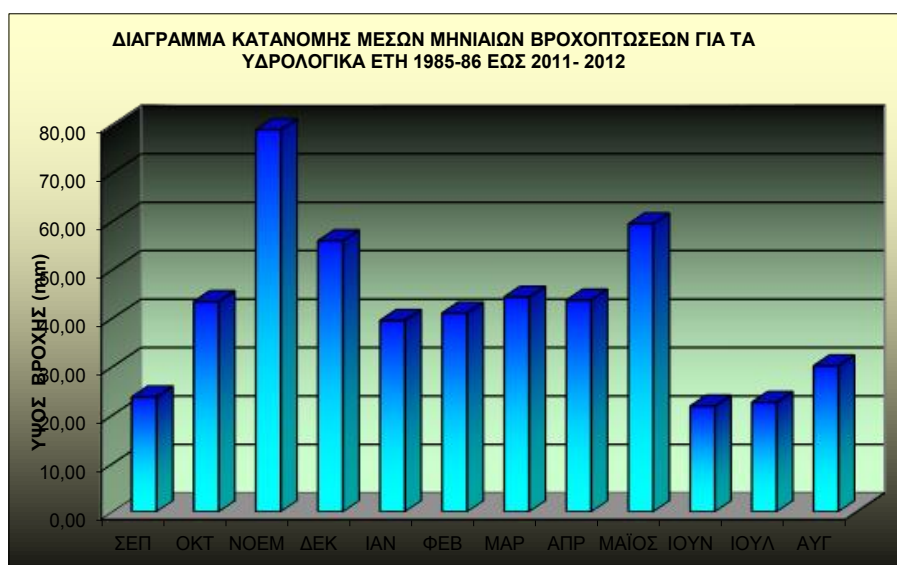
Σχήμα 2.2 : Διάγραμμα κατανομής των μέσων ετήσιων βροχοπτώσεων για τα υδρολογικά έτη 1985-2001 έως 2002-2012.

Από το διάγραμμα κατανομής (Σχήμα 2.2) και από τον πίνακα 2.5 των μέσων ετήσιων βροχοπτώσεων παρατηρείται ότι στη χρονική περίοδο 1970 - 1980 εμφανίζονται περισσότερα υδρολογικά έτη με έντονη βροχόπτωση και λιγότερα με ήπια, εξαιρουμένου του έτους 1976-1977 που ήταν το πιο ξηρό έτος (<300mm), σε σχέση με τη χρονική περίοδο 1980 –1990, στην οποία γίνεται έντονη η εμφάνιση υδρολογικών ετών με πολύ χαμηλό ετήσιο ύψος βροχής. Τη δεκαετία 1990-2000 γίνεται εντονότερη η εμφάνιση υδρολογικών ετών με πολύ χαμηλό ετήσιο ύψος βροχής, και η εμφάνιση περίπου ανά πενταετία έντονων βροχοπτώσεων, τη δεκαετία 2000-2010 γίνεται εντονότερη η εμφάνιση υδρολογικών ετών με πολύ χαμηλό ετήσιο ύψος βροχής και σε συνεχόμενες χρονιές 1999 – 2002 και 2004-2005 και 2006-2007. Αυτό είναι ένα φαινόμενο ιδιαίτερα ανησυχητικό , διότι σχετίζεται με τις κλιματικές αλλαγές. Οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον άρχισαν να ξεφεύγουν από τα στενά τοπικά πλαίσια και να αφορούν μεγάλα τμήματα της Γης ή και ολόκληρο τον πλανήτη. Πρόκειται για τα αποτελέσματα της βιομηχανικής και τεχνολογικής επανάστασης του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα.

Η μηνιαία κατανομή και το ποσοστό των βροχοπτώσεων, παρατίθεται στον Πίνακα 2.5 και στο διάγραμμα κατανομής του Σχήματος 2.3.

Πίνακας 2.5: Μηνιαία κατανομή βροχοπτώσεων (σε mm ύψους βροχής) για τα υδρολογικά έτη 1985-1986 έως 2011-2012.

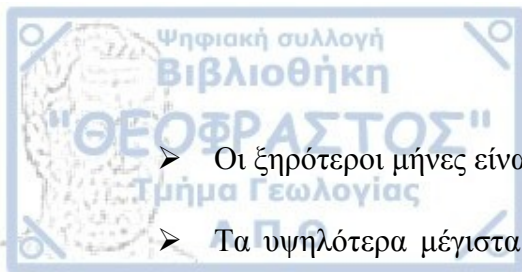
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ
ΜΑΓΟΥΛΑ	23,65	43,34	78,83	55,90	39,44	40,99	44,29	43,64	59,4	21,79	22,56	30,08
ΠΟΣΟΣΤΟ %	4,69	8,6	15,64	11,1	7,8	8,1	8,8	8,7	11,8	4,3	4,5	6,0
ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ	56,82	68,99	47,68	53,72	44,17	45,92	44,17	39,57	49,08	40,15	17,55	17,34
ΠΟΣΟΣΤΟ %	10,8	13,1	9,1	10,2	8,4	8,7	8,4	7,5	9,3	7,6	3,3	3,3



Σχήμα 2.3 :Διάγραμμα κατανομής των μέσων μηνιαίων βροχοπτώσεων για τα υδρολογικά έτη 1985-1986 έως 2011-2012.

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των βροχομετρικών στοιχείων της περιοχής σχετικά με το γεωγραφικό καθεστώς των βροχοπτώσεων, είναι τα ακόλουθα:

- Η Θεσσαλία συνιστά την Ομβροσκιά της Πίνδου.
- πιο υετοφόρος μήνας είναι ο Δεκέμβριος στην Ανατολική Θεσσαλία.



- Οι ξηρότεροι μήνες είναι οι θερινοί και ως επί το πλείστον ο Αύγουστος.
- Τα υψηλότερα μέγιστα ύψη υετού 24ώρου σημειώνονται κατά κανόνα κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και περισσότερο το Σεπτέμβριο και κατά δεύτερο λόγο τους χειμερινούς και περισσότερο το Δεκέμβριο.
- Αύξηση του μέσου ετήσιου ύψους υετού με το υψόμετρο παρατηρείται σε όλη την έκταση της Θεσσαλίας.
- Η ελάχιστη τιμή βροχοπτώσεων παρουσιάστηκε το υδρολογικό έτος 1976-1977 με 202 mm βροχής.
- Η μέγιστη τιμή το υδρολογικό έτος 2002-2003 με 833 mm βροχής.
- Ο γενικός ετήσιος μέσος όρος της 10ετίας είναι 500-550 mm βροχής.
- Η μείωση των βροχοπτώσεων λαμβάνοντας υπόψη όλους τους σταθμούς είναι της τάξης του 10 -11%.

2.3 Προσεγγιστικό Υδρολογικό Ισοζύγιο

Για τον υπολογισμό των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου με τη χρησιμοποίηση προσεγγιστικών μεθόδων. Η τιμή της εξατμισοδιαπνοής υπολογίσθηκε από την εφαρμογή απλών εμπειρικών σχέσεων, η τιμή της κατείδδυσης με την εφαρμογή θεωρητικών συντελεστών και από τις πηγαίες παροχές της πηγής Βρυσιών των ετών 1972 έως 1979 και ο υπολογισμός των επιφανειακών απορροών προέκυψε από τη διαφορά, σύμφωνα με την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου. Η τελικά εκτιμηθείσα προσέγγιση των μεγεθών του υδρολογικού ισοζυγίου της περιοχής λεκάνης Ποταμιάς (Υ.Υ.Σ. Ποταμιάς GR0800060) έχει ως εξής (Πίνακας 2.6):

Πίνακας 2.6: Παράμετροι Υδρολογικού Ισοζυγίου

	Βροχόπτωση	Εξατμισοδιαπνοή	Κατείσδυση	Απορροή
Ύψος σε mm	504	292	100,62	111,38
Ποσοστό%	100,0	57,9	20	22,1
Όγκος νερού m ³	50,4x10 ⁶	29,18x10 ⁶	10,08x10 ⁶	11,14x10 ⁶

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1 Υδρολιθολογική κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών

Οι υδρογεωολογικοί χαρακτήρες προσδιορίζονται από την ιδιότητα των πετρωμάτων και τον βαθμό της ικανότητάς να επιτρέπουν την κυκλοφορία και τη αποθήκευση του νερού στα πρωτογενή ή δευτερογενή διάκενα που υπάρχουν στη μάζα τους. Η ιδιότητα αυτή προσδιορίζεται από δύο παραμέτρους το **πορώδες** και την **υδροπερατότητα**.

Όσον αφορά το **πορώδες**, υδρογεωολογικά ενδιαφέρον είναι το ενεργό πορώδες, το οποίο αντιστοιχεί σε τμήμα του ολικού πορώδους στο οποίο ο όγκος του ελεύθερου νερού μπορεί να αποληφθεί με άντληση.

Υδροπερατότητα είναι η ιδιότητα των πετρωμάτων και των γεωλογικών σχηματισμών να επιτρέπουν την διακίνηση του νερού δια μέσω αυτών. Στα κοκκώδη πετρώματα και σχηματισμούς η περατότητα οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες δηλ. στους κενούς χώρους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων των πετρωμάτων. Το πρωτογενές πορώδες ρυθμίζεται κυρίως από το σχήμα και τη διάταξη των κόκκων. Στα συμπαγή ή ρωγμώδη πετρώματα η περατότητα οφείλεται στο δευτερογενές πορώδες τους το οποίο είναι συνάρτηση του μεγέθους των τεκτονικών και στρωματογραφικών ασυνεχειών τους (ρωγμές, διαρρήξεις, μεσοστρωματικά διάκενα, στρώσεις κ.ά.), καθώς και της πυκνότητας και του μεγέθους των καρστικών εγκοίλων στα ανθρακικά πετρώματα.

Οι γεωολογικοί σχηματισμοί ανάλογα με τη δυνατότητα που παρέχουν στο νερό να διηθηθεί και να αποθηκευθεί στα διάκενα τους, διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και υδροστεγανούς. Οι υδροπερατοί σχηματισμοί παρουσιάζουν τιμές του συντελεστή υδροπερατότητας $K > 10^{-5}$ m/s. Οι υδροστεγανοί $K < 10^{-7}$ m/s και οι ημιπερατοί σχηματισμοί (επιτρέπουν περιορισμένη κυκλοφορία του νερού δια μέσω αυτών) $10^{-7} < K < 10^{-5}$ m/s.

Στην περιοχή μελέτης η κατάταξη των γεωλογικών σχηματισμών που συμμετέχουν στη δομή της όσον αφορά το πορώδες μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες σχηματισμών: κοκκώδεις σχηματισμοί, ρωγμώδεις σχηματισμοί και αδιαπέρατοι σχηματισμοί και ως προς την υδροπερατότητα μπορούν να διακριθούν οι ακόλουθοι υδρολιθολογικοί τύποι: υδροπερατοί σχηματισμοί, ημιπερατοί σχηματισμοί, υδροστεγανοί σχηματισμοί (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1: Ομαδοποίηση των εδαφικών και βραχωδών σχηματισμών σχετικά με την υδροπερατότητα τους.

Κυρίαρχος χαρακτήρας Υδροπερατότητας				
Σχηματισμός	Σύμβολο	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή
Ελλουβιακός μανδύας	el		*	*
Ποτάμιες αποθέσεις	Ht2			*
Τεταρτογενείς Αλλουβιακές αποθέσεις λεκάνης Ποταμιάς	al		*	*
Ποταμολιμναίες αποθέσεις	Pt2		*	*
Πλευρικά κορήματα – κώνοι κορημάτων	Pt.cs,sc		*	*
Ποταμοχερσαίοι πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί	Pl-Lt		*	
Μάρμαρα Μέσο Τριαδικής –Ιουρασικής ηλικίας	T _{m-s} .mr			*
Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι	Pz-Tim.sch	*		
Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, γενευσισχιστόλιθοι και αμφιβολίτες	Pzn-Tm.sch.mi	*		
Γνεύσιοι - γενευσισχιστόλιθοι	Pz.gn	*		

3.2 Ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας

Η ανάπτυξη της υπόγειας υδροφορίας στους γεωλογικούς σχηματισμούς αποδίδεται στην ιδιότητά τους να επιτρέπουν την αποθήκευση νερού στα πρωτογενή και δευτερογενή διάκενά τους.

Στην περιοχή μελέτης της λεκάνης Ποταμιάς με βάση την μελέτη «Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Νόμου 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007» αναπτύσσεται ένας τύπος υπόγειων υδροφορέων και αυτός είναι οι προσχωματικοί υδροφορείς.

Οι προσχωματικοί υδροφορείς που αναπτύσσονται στο πεδινό τμήμα της λεκάνης Ποταμιάς είναι γενικά μέσου πάχους και εναλλάσσονται με ιλυούχους σχηματισμούς. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περιοχή Αμουρίου – Πραιτωρίου - Μαγούλας, η οποία βρίσκεται υπό την άμεση επίδραση του Ελασσονίτικου και Βούλγαρη. Στην περιοχή αυτή μεγάλο μέρος της οποίας αντιστοιχεί στον κώνο του Βούλγαρη και Ελασσονίτικου, αναπτύσσεται γενικώς υδροφόρο αδρομερές σύναγμα σημαντικό πάχους και ειδικής παροχής $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$. Αντίθετα, στις περιοχές που απομακρυνόμαστε από το Τιταρήσιο, επικρατούν λεπτομερή υλικά.

Τα υλικά δομής των υδροφόρων στρωμάτων είναι κατά περίπτωση άμμοι, χαλίκια και κροκάλες. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση τους παίζει η ύπαρξη αργιλικών ενστρώσεων που μεταβάλλει το είδος του υδροφορέα από ελεύθερο σε μερικώς υπό πίεση ή υπό πίεση. Ανάλογες συνθήκες δημιουργεί, σχεδόν σε όλη την έκταση του υδροφορέα, και η ύπαρξη στρώματος τύρφης, η δημιουργία της οποίας οφείλεται σε παλαιογεωγραφικά γεγονότα. Στον υδροφορέα αναπτύσσονται επάλληλα ελεύθερης επιφάνειας και υπό πίεση υδροφόρα στρώματα. Τα στρώματα αυτά, προς τα βαθύτερα τμήματα της λεκάνης, διακόπτονται από αντίστοιχους αργιλικούς.

Η τροφοδοσία των προσχωματικών υδροφόρων στρωμάτων πραγματοποιείται κύρια από ΒΔ και Β διεύθυνση και εξασφαλίζεται:

- με απ' ευθείας κατείσδυση των κατακρημνισμάτων,



- με διήθηση νερού από τον Ελασσονίτικο ποταμό και τους χείμαρρους με μετάγγιση καρστικών νερών από τα μάρμαρα της περιοχής Ευαγγελισμού-Παλαιοκάστρου και
- με τροφοδοσία από τις τεκτονικές δομές των μεταμορφωμένων πετρωμάτων που δομούν το δυτικό, βορειοδυτικό και βόρειο ημιορεινό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης.

3.3 Υπόγεια Υδροφορία

Η υδροφορία στην πεδινή αυτή περιοχή είναι διαφοροποιημένη και άμεσα εξαρτημένη από το πάχος των αμμοχαλικών οι οποίοι συνιστούν τους υδροφόρους σχηματισμούς όπως επίσης και την κοκκομετρική τους διαβάθμιση.

Έτσι, καλή υδροφορία υπάρχει στο κεντρικό τμήμα, Μεσοχώρι, Αμούρι, Πραιτώρι, Μαγούλα με μεγάλη ανάπτυξη των αμμοχαλικών, και κατά μήκος του Τιταρήσιου, Βούλγαρι, Ελασσονίτικου και σε μικρή απόσταση από την κοίτη. Αντίθετα στο ΒΑ - Α τμήμα της λεκάνης και ειδικότερα οι περιοχές που εφάπτονται με το λοφώδες τμήμα (Μάργες νεογενών) η υδροφορία είναι μικρή έως ελάχιστη.

Επίσης στο δυτικό τμήμα της λεκάνης Αμπέλια - Συκέα - Ανάληψη επικρατούν μικρού πάχους ενστρώσεις άμμων με υπόβαθρο σε μικρό βάθος γνευσιοσχιστόλιθο και η υδροφορία χαρακτηρίζεται μικρής δυναμικότητας, μάλλον μικρή με ενδιαφέρον μόνο στο γνευσιοσχιστολιθικό υπόβαθρο, με προνομιακή υδροφορία σε ζώνες έντονου τεκτονισμού.

Πιεζομετρία

Από τις χρονικές μεταβολές της στάθμης των υδροφόρων στρωμάτων παρατηρείται ότι σε ετήσιο κύκλο η στάθμη των υδροφόρων στρωμάτων παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις, δηλαδή μια γενική πτώση του υδροφόρου ορίζοντα κατά τους θερινούς μήνες του χρόνου και μια άνοδο κατά τους χειμερινούς, γεγονός που δηλώνει μια ομαλή λειτουργία του υδροφόρου συστήματος της λεκάνης. Η πιεζομετρική στάθμη του υδροφορέα, σε απόλυτο υψόμετρο, κυμαίνεται από +159,00 m έως +180,00 m.

Αρδευτικό καθεστώς

Οι συνολικές αρδευόμενες εκτάσεις είναι 29.847 στρέμματα. Η πηγή νερού είναι σχεδόν το υπόγειο υδάτινο δυναμικό και η πηγή Αμουρίου. Η κατανομή των αρδευόμενων εκτάσεων είναι ως εξής (Πίνακας 3.2):

Πίνακας 3.2: Σύνολο Αρδευόμενων εκτάσεων

Δ.Δ.	Είδος καλλιεργειών ανά μονάδα στρέμματος									ΣΥΝΟΛΟ
	Βαμβάκι	Τεύτλα	Μηδική	Καπνός	Καλαμπόκι	Δένδρα	Αμπέλι	Κηπευτικά	Λαχανικά	
Δαμάσι/ Δαμασούλι	478	193	287	0	361	630	5963	192	113	8.217
Μεσοχώρι	0	0	25	650	2200	0	5	5	5	3.115
Βερδικούσια	29	0	300	300	2000	250	50	50	0	2.975
Πραιώρι	0	0	0	280	800	0	0	0	0	1.080
Συκιά	0	0	400	800	560	400	40	150	0	2.350
Παληόκαστρο	0	0	60	655	225	15	0	10	10	975
Ευαγγελισμός	0	150	850	800	1900	450	50	50	40	4.290
Δομένικο	0	0	40	400	90	3140	100	0	0	3.770
Μαγούλα	0	0	1100	0	1200	600	0	100	0	3.000
Αμμούρι	0	0	400	450	750	150	10	50	20	1.830
							ΣΥΝΟΛΟ			29.847

Κατάσταση εκμετάλλευσης

Η εκμετάλλευση του αλλουβιακού υδροφορέα γίνεται με σημαντικό αριθμό αρδευτικών υδρογεωτρήσεων αξιόλογης παροχής και ημιαρτεσιανών, που έχουν ανορυχθεί στην ευρύτερη πεδινή περιοχή της λεκάνης Ποταμιάς.

Προκειμένου να διαχειριστεί κανείς ένα υδροφόρο στρώμα ή σύστημα, είναι απαραίτητα η γνώση της ποσότητας του υπόγειου νερού που μπορεί να αξιοποιηθεί. Ο καθορισμός των ποσοτήτων νερού που πρόκειται να διατεθούν απαιτεί γνώση του υδρολογικού ισοζυγίου. Αυτό σημαίνει, ότι πρέπει να υπάρχει ένα ισοζύγιο ανάμεσα στις ποσότητες του νερού που εισρέουν στο υδροφόρο στρώμα και αυτών που εκρέουν από αυτό, μας ενδιαφέρει δηλαδή το Υδρογεωλογικό Ισοζύγιο:

$$T = A \pm \Delta W \quad [1]$$

T: Τροφοδοσία πάσης φύσεως

A: Απώλειες πάσης φύσεως

ΔW : Μεταβολή αποθεμάτων

Ως τροφοδοσία στον αλλουβιακό υδροφόρο ορίζοντα Ποταμιάς είναι, η απευθείας κατείσδυση (V_I), η πλευρική τροφοδοσία των επιφανειακών (Βούλγαρης, Ελασσονίτικος, Τιταρήσιος) νερών που εμπλουτίζουν το αλλουβιακό σύστημα ($V_{E,N}$) και οι πλευρικές διαφυγές προς τον προσχωματικό υδροφορέα από τα μάρμαρα που περιβάλλουν βόρεια τη λεκάνη ($V_{II,\Delta}$).

Ως απώλειες από τον υδροφόρο ορίζοντα είναι, ο εκφορτιζόμενος όγκος νερού της πεδινής ζώνης προς το καρστικό σύστημα Δαμασίου - Τυρνάβου διότι έχουμε μία λεκάνη ανοικτή προς το καρστικό σύστημα (V_{II}), ο συνολικός όγκος νερού της εκφόρτισης της πηγής Γιαλί Αμουρίου (V_S) και όγκος νερού που εκφορτίζεται από τον υδροφόρο ορίζοντα με τις αντλήσεις ($V_{Y,A}$), άρα η εξίσωση [1] γίνεται:

$$V_I + V_{E,N} + V_{II,\Delta} = V_{II} + V_{A,Y} + V_S \pm \Delta W \quad [2]$$

Από το Υδρολογικό ισοζύγιο έχουμε:

$$P = I + E + R \quad [3]$$

Στην κατάρτιση του υδατικού ισοζυγίου αλλουβιακού υδροφορέα παίρνουν μέρος τα ακόλουθα μέρη:

- ο όγκος των κατακρημνισμάτων που δέχεται η πεδινή ζώνη (V_P).
- ο συνολικός όγκος της παροχής νερού υπό μορφή πλευρικών διαφυγών προς το καρστικό σύστημα Δαμασίου - Τυρνάβου (V_{II})
- ο συνολικός όγκος νερού της εκφόρτισης της πηγής Γιαλί Αμουρίου (V_S)

- ο συνολικός όγκος του νερού, ο οποίος προέρχεται από την απευθείας κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων πάνω στην επιφάνεια της πεδινής ζώνης (V_I).
- οι απώλειες νερού από την εξάτμιση και τη διαπνοή (V_E) πάνω στην επιφάνεια της πεδινής ζώνης.
- οι υδροληψίες νερού από τον κοκκώδη υδροφορέα για ύδρευση και άρδευση ($V_{Y,A}$) και
- ο συνολικός όγκος των επιφανειακών νερών (υδατορρέματα Βούλγαρης, Ελασσονίτικος και Τιταρήσιος), που εμπλουτίζουν τον αλλουβιακό υδροφορέα ($V_{E,N}$).
- ο συνολικός όγκος νερού των υπόγειων διαφυγών προς τα αλλούβια από τα μάρμαρα ($V_{Π,Δ}$)

Η σχέση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη από τις εξισώσεις του Υδρολογικού και Υδρογεωλογικού Ισοζυγίου [2] και [3] είναι η ακόλουθη:

$$V_P = V_{Π} + V_{Y,A} + V_S - V_{E,N} - V_{Π,Δ} + V_E + V_R \pm \Delta W \quad [4]$$

Ετήσιος όγκος κατακρημνισμάτων (V_P)

Για ετήσιο ύψος βροχής 504 mm και επιφάνεια της πεδινής έκτασης 100.000στρ. έχουμε:

$$\text{Όγκος κατακρημνισμάτων : } V_P = E \cdot P = 100 \times 10^6 \text{ m}^2 \cdot 0,504 \text{ m} = 50,4 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Οι υδροληψίες νερού από τον αλλουβιακό υδροφορέα για ύδρευση και άρδευση ($V_{Y,A}$)

Συνολικές ανάγκες νερού για άρδευση είναι: 30.000 στρ. x 550 m³/στρ.=**16,5x10⁶m³**.

$$V_{\text{νερού άρδευσης}} = 16,55 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

Η συνολική κατανάλωση νερού για ύδρευση είναι: 4.089 άτομο · 0,30 m³/ατομο · 365 ημ. = 0,45x10⁶ m³ προσάυξηση λόγω απωλειών 20% = 0,54x10⁶ m³.

Η συνολική κατανάλωση νερού για βιοτεχνία είναι: 0,1x10⁶ m³.

Η συνολική κατανάλωση νερού για κτηνοτροφία είναι: $0,5 \times 10^6 \text{ m}^3$

$$\text{Άρα: } V_{Y,A} = 17,64 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Κατείσδυση

Η Sogreah Grenoble το 1974 στην τελική έκθεση της μελέτης: «Μελέτη Αναπτύξεως Υπόγειων Υδάτων Πεδιάδος Θεσσαλίας», υπολογίζει για σχηματικούς αλλουβιακών λεκανών το $I=0,20$ ή 20%.

$$V_I = V_P \cdot 20\% = 50,4 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot 0,2 = 10,08 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Υπολογισμός πλευρικών διαφυγών προς τον προσχωματικό υδροφορέα από τα μάρμαρα ($V_{Π,Δ}$): Η παροχή του καρστικού νερού που τροφοδοτεί πλευρικά τους προσχωματικούς υδροφόρους θα υπολογισθεί, σύμφωνα με τον νόμο του DARCY, από τη διατομή του υδροφόρου, μήκους L και πάχους υδροφόρου H , πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα του υπόγειου νερού, η οποία ισούται με το γινόμενο του συντελεστή περατότητας K και της υδραυλικής κλίσεως i , δηλαδή:

$$V_{\text{πλευρικές διαφυγές}} = L \cdot H \cdot K \cdot I = 600 \text{ m} \cdot 20 \text{ m} \cdot 0,0008 \text{ m/sec} \cdot 0,005 = 0,048 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3.600 \text{ sec} = 172,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 24 \text{ h} = 4.147,2 \text{ m}^3/\text{ημ.} \cdot 365 \text{ ημ.} = 1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Υπολογισμός συνολικού όγκου των επιφανειακών νερών (υδατορρέματα Βούλγαρη, Ελασσονίτικος και Τιταρήσιος), που εμπλουτίζουν τον αλλουβιακό υδροφορέα ($V_{E,N}$): Η παροχή των επιφανειακών νερών που τροφοδοτεί πλευρικά τους προσχωματικούς υδροφόρους θα υπολογισθεί, σύμφωνα με τον νόμο του DARCY, από τη διατομή του ρέματος, μήκους L και πλάτους διαβροχής H , πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα κατείσδυσης, η οποία ισούται με το γινόμενο του συντελεστή περατότητας K και της υδραυλικής κλίσεως i , δηλαδή:

$$V_{E,N} = L \cdot H \cdot K \cdot I = 18.000 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 0,000006 \text{ m/sec} \cdot 1 = 0,54 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3.600 \text{ sec} = 1.944 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 24 \text{ h} = 46.656 \text{ m}^3/\text{ημ.} \cdot 365 \text{ ημ.} = 17,03 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Ο συνολικός όγκος της παροχής νερού υπό μορφή πλευρικών διαφυγών προς το καρστικό σύστημα Δαμασίου - Τυρνάβου $V_{Π} = L \cdot H \cdot K \cdot I =$

$$1.200\text{m} \cdot 20\text{ m} \cdot 0,0008\text{ m/sec} \cdot 0,005 = 0,096\text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3.600\text{ sec} = 345,6\text{ m}^3/\text{h} \cdot 24\text{h} = 8.294,4\text{ m}^3/\text{ημ.} \cdot 365\text{ημ.} = 3 \times 10^6\text{ m}^3.$$

Ο συνολικός όγκος νερού της εκφόρτισης της πηγής Γιαλί Αμουρίου $V_s = 0,25\text{ m}^3/\text{sec} \cdot 3.600\text{ sec} = 889,2\text{ m}^3/\text{h} \cdot 24\text{h} = 21.340,80\text{ m}^3/\text{ημ.} \cdot 365\text{ ημ.} = 7,8 \times 10^6\text{ m}^3$.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι οι **τροφοδοσίες πάσης φύσεως είναι οριακά μικρότερες από τις απώλειες πάσης φύσεως**, άρα **ΔW : Μεταβολή αποθεμάτων = $0,17 \times 10^6\text{ m}^3$** .

Ο προσχωματικός υδροφορέας Ποταμιάς παρουσιάζει **ισοσκελισμένο ισοζύγιο** υπόγειων νερών και αρνητικό μόνο κατά τα έτη με μικρότερη βροχόπτωση. Ο μέσος ετήσιος εμπλουτισμός κυμαίνεται μεταξύ **$26-28 \times 10^6\text{ m}^3$** , ενώ η ετήσια φυσική εκφόρτιση και εκμετάλλευση του υδροφορέα ανέρχεται σε **$26-28,14 \times 10^6\text{ m}^3$** .

Αξιοσημείωτο είναι ότι το αρνητικό υδατικό ισοζύγιο ισοσκελίζεται και μετατρέπεται σε θετικό όταν μια φτωχή σε βροχοπτώσεις χρονιά ακολουθεί μία πλούσια σε βροχοπτώσεις. Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 504 mm.

3.4 Πηγές

Οι πηγές και οι αναβλύσεις συνδέονται στενά με τον κύκλο του νερού στη φύση, την υδρολογική ισορροπία και το υδρολογικό ισοζύγιο του υπόγειου νερού. Αποτελούν επίσης μια σημαντική ένδειξη για το είδος της υδροφορίας μιας περιοχής. Κατά το παρελθόν η παρουσία τους ήταν σημαντική για τη δημιουργία οικισμών. Ο Todd και ο Larry (2005) δίνουν για τις πηγές τον εξής ορισμό: «είναι μια συγκεντρωμένη εκροή υπόγειου νερού που εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ως ένα ρεύμα νερού που ρέει ελεύθερα».

Οι πηγές που καταγράφονται για την περιοχή μελέτης είναι οι πηγές Γιαλί Αμουρίου (φωτ.5,6) και Βρυζόστη. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά η μέση ετήσια παροχή των πηγών Γιαλί Αμουρίου (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3 : Υδρομετρήσεις πηγής – Εκκενώσιμος όγκος νερού.

Α/Α	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec)	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /min)	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΠΗΓΗΣ (m ³ /έτος)
1.	1974-75	0,587	35,22	2.113,20	18.511.632
2.	1975-76	0,365	21,90	1.314	11.510.640
3.	1986-87	0,667	40,02	2.401,20	21.034.512
4.	2005-06	0,364	21,84	1310,40	11.479.104
5.	2006-07	0,247	14,82	889,20	7.789.392
6.	2007-08	0,208	12,48	748,80	6.559.488
7.	2008-09	0,238	14,28	856,80	7.505.568
8.	2012-13	0,178	10,68	640,80	5.613.408

Η εκφόρτιση της πηγής διαρκεί σχεδόν 365 ημέρες και ο μέσος ετήσιος εκκενώσιμος όγκος τα τελευταία χρόνια ήταν $7,8 \times 10^6 \text{m}^3$. Η τροφοδοσία των πηγών πρέπει να οφείλεται σε διηθήσεις της επιφανειακής απορροής του Ελασσονίτικου ποταμού, στην είσοδο του στον κάμπο της Ποταμιάς και σε υπόγειες μεταγίσεις νερού από τα μάρμαρα της περιοχής Ευαγγελισμού-Παλαιοκάστρου. Τα μάρμαρα αυτά, σε σχέση με τα μάρμαρα που δομούν το καρστικό σύστημα Κρανιάς Ελασσόνας και εκφορτίζονται από την πηγή Κεφαλόβρυσου, εμφανίζονται αποκομμένα και ανεξάρτητα τόσο από γεωλογική όσο και από υδρογεωλογική άποψη (Μανάκος, 1999). Η μη εμφάνιση πηγών στα χαμηλά όρια αυτών των ανθρακικών πετρωμάτων με τις προσχώσεις της λεκάνης Ποταμιάς δηλώνει υπόγειες μεταγίσεις καρστικών νερών προς τις προσχώσεις της λεκάνης Ποταμιάς και κατ' επέκταση προς τις πηγές Αμουρίου. Η κίνηση νερού προς τις πηγές, πρέπει να λαμβάνει χώρα σε επίπεδα κάτω από την κοίτη του Ελασσονίτικου ποταμού, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την απουσία πηγών μέσα σε αυτή.



Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι για να είναι δυνατές οι μεταγγίσεις νερού από τα μάρμαρα προς τις προσχώσεις, χωρίς την εκδήλωση πηγών, πρέπει να υπάρχει μικρή διαφορά σε ότι αφορά στις περατότητες των αδρομερών υλικών των προσχώσεων και των μαρμάρων. Με δεδομένο όμως ότι τα μάρμαρα εμφανίζουν συνήθως περατότητες πολύ πιο υψηλές από τις αδρομερείς προσχώσεις των λεκανών σημαίνει ότι ή τα μάρμαρα δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό καρστικοποίησης (χαμηλό ποσοστό ενεργής κατείδυσης) ή τα υδροφόρα στρώματα της λεκάνης εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλές περατότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΥΔΑΤΟΣ

4.1 Παρουσίαση Στοιχείων Απογραφής

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας απογράφηκαν συνολικά 8 σημεία εμφάνισης νερού (Σ.Ε.Υ.) στην περιοχή Αμουρίου. Οι εκτιμήσεις και η εικόνα που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια των εργασιών της απογραφής καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο συνολικός αριθμός των υπαρχόντων σημείων ύδατος στην περιοχή λεκάνης Ποταμιάς είναι 75 Δημοτικές γεωτρήσεις και ο αριθμός ιδιωτικών γεωτρήσεων ανέρχεται στις 100.

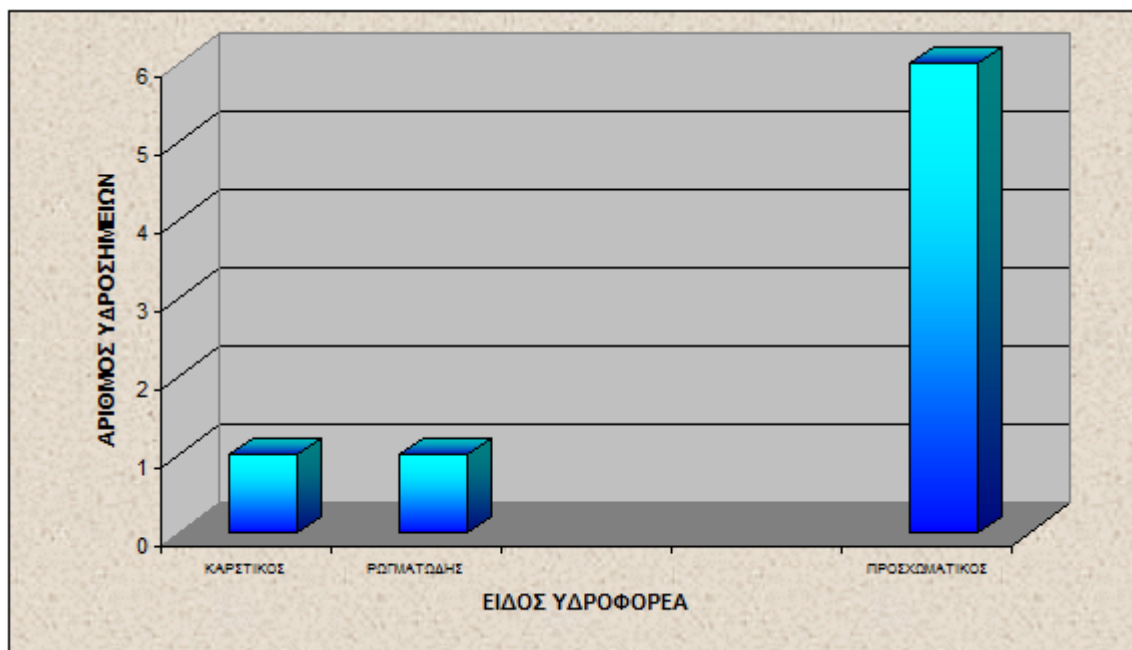
Από τη σχέση μεταξύ του τύπου του υδροφορέα και του είδους των σημείων ύδατος παρατηρούνται τα εξής:

- 63 γεωτρήσεις εκμεταλλεύονται υπόγεια νερά που προέρχονται από προσχωματικούς υδροφόρους.
- 6 γεωτρήσεις εκμεταλλεύονται υπόγεια νερά που προέρχονται από καρστικούς υδροφόρους.
- 2 πηγές που απογράφηκαν προέρχονται από κοκκώδη και καρστικούς υδροφορείς.
- 6 γεωτρήσεις εκμεταλλεύονται υπόγεια νερά που προέρχονται από ρωγμώδεις υδροφόρους, συνήθως εντός των σχιστολίθων.

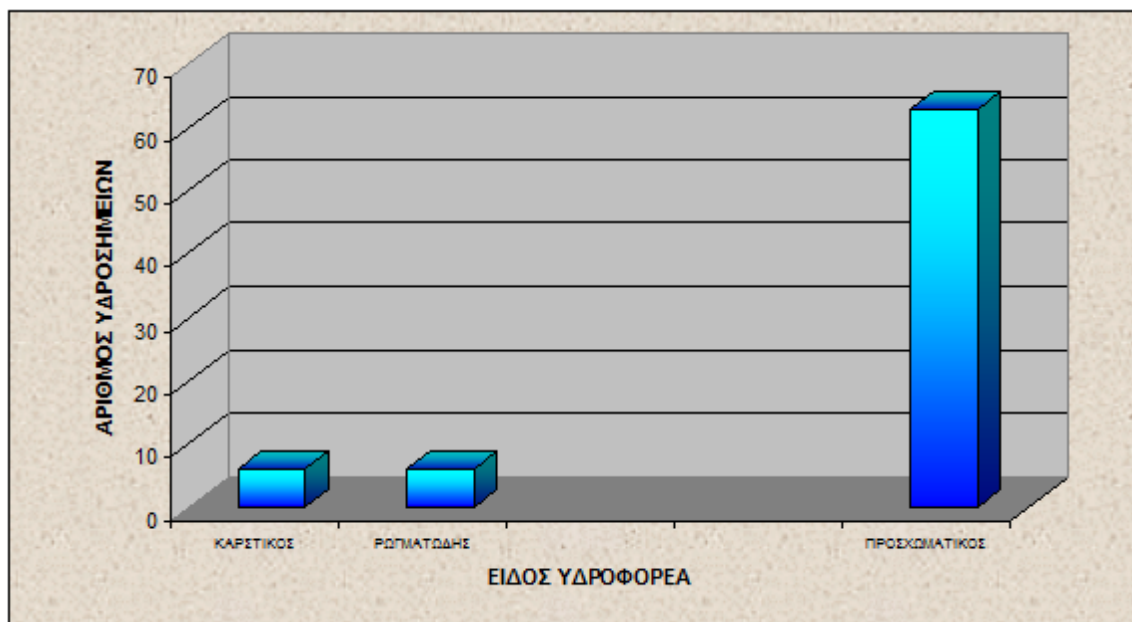
Η εκμετάλλευση του νερού για άρδευση, των προσχωματικών υδροφορέων, άρχισε στα τέλη της 10ετίας 1970 και μέχρι το 1995 το όλο σύστημα λειτουργούσε χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα λειτουργικότητας τόσο αρδευτικών γεωτρήσεων όσο και των πηγών.

Η κατανομή των σημείων ύδατος σύμφωνα με τον τύπο του υδροφόρου δίνεται από τα ιστογράμματα των παρακάτω σχημάτων 4.1,2, από τα οποία καταδεικνύεται ότι το μέγιστο ποσοστό (84%) των απογραφέντων υδροληπτικών έργων εκμεταλλεύεται υπόγεια νερά προερχόμενα από κοκκώδεις υδροφόρους. Η σαφής επιλεκτικότητα προς

την εκμετάλλευση της υδροφορίας των προσχωματικών υδροφόρων έχει σχέση με τις καλύτερες υδρογεωλογικές συνθήκες που παρέχουν.



Σχήμα 4.1: Ιστόγραμμα κατανομής σημείων ύδατος σύμφωνα με τον τύπο του υδροφορέα στην περιοχή Αμουρίου.



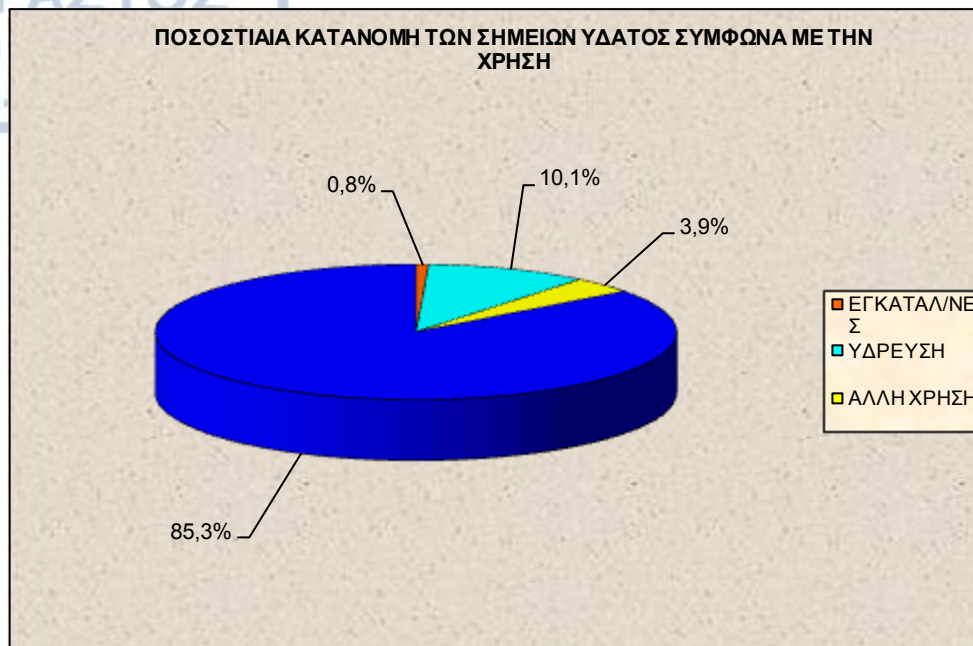
Σχήμα 4.2 : Ιστόγραμμα κατανομής σημείων ύδατος σύμφωνα με τον τύπο του υδροφορέα στην περιοχή λεκάνης Ποταμιάς.

Το βάθος των υδροληπτικών έργων της περιοχής παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση αρχίζοντας από 50 m και φθάνοντας 250 m. Στοιχεία και πληροφορίες σχετικής αξιοπιστίας για το έτος κατασκευής συγκεντρώθηκαν μόνο για 110 υδροληπτικά έργα, ενώ για τα υπόλοιπα 12 δεν ήταν δυνατή η καταγραφή αξιόπιστης πληροφορίας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία ο μεγαλύτερος αριθμός γεωτρήσεων κατασκευάστηκε την περίοδο 1975-1995, ενώ από το 2000 και μετά κατασκευάστηκαν πολύ λιγότερες γεωτρήσεις. Οι παροχές των υδροληπτικών έργων της περιοχής παρουσιάζουν μεγάλο εύρος τιμών και κυμαίνονται από 25 m³/h έως 250 m³/h.

4.2 Υφιστάμενη διαχείριση υδατικών πόρων

Σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 4.3 της κατανομής των υδροληπτικών έργων προκύπτει ότι το 85,3% (110 σημεία) χρησιμοποιείται για άρδευση, το 0,8% (1 σημείο) είναι εγκαταλελειμμένα, το 3,9% χρησιμοποιείται για άλλες χρήσεις (βενζινάδικα, οικοδομικά υλικά) και μόνο το 10,1% (13 σημεία) χρησιμοποιείται για ύδρευση (φωτ.4). Συμπερασματικά, αυτό που προκύπτει είναι ότι το μέγιστο ποσοστό των απαιτήσεων και των καταναλώσεων νερού αφορά την αγροτική χρήση του (Πίνακας 4.4).



Σχήμα 4.3 : Διάγραμμα ποσοστιαίας κατανομής των σημείων ύδατος σύμφωνα με τη χρήση.



Σχήμα 4.4.: Διάγραμμα ποσοστιαίας κατανομής κατανάλωσης νερού σύμφωνα με τη χρήση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΩΝ

5.1 Δίκτυο δειγματοληψιών νερού – Συλλογή δειγμάτων

Η χημική σύσταση των υπόγειων νερών καθορίζεται κυρίως από τη σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών με τους οποίους έρχονται σε επαφή κατά τη διαδρομή τους από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι τον υδροφορέα, καθώς και κατά την κίνησή τους μέσα στον ίδιο τον υδροφορέα. Άλλος ένας παράγοντας που καθορίζει την χημική σύσταση του υδροφορέα είναι η χρονική διάρκεια της επαφής του υπόγειου νερού με κάθε πέτρωμα, την ταχύτητα κίνησης κ.λ.π. Δευτερογενώς, η χημική σύσταση των υπόγειων νερών επηρεάζεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό από παράγοντες ανθρωπογενούς προέλευσης, όπως η ρύπανση από άμεση ή έμμεση απόρριψη ρύπων στο έδαφος ή στο υπέδαφος και από τη θαλάσσια διείσδυση στα πετρώματα.

Το δίκτυο δειγματοληψιών νερού είχε ως στόχο να καλύψει όλη την περιοχή ενδιαφέροντος έτσι ώστε τα σημεία λήψης των δειγμάτων να είναι αντιπροσωπευτικά των διαφορετικών τύπων υπόγειας υδροφορίας και να παρουσιάζουν καλή γεωγραφική κατανομή .

Το σύνολο των 5 σημείων ύδατος πραγματοποίησης δειγματοληψιών, ως προς το είδος του σημείου κατανέμεται ως εξής :

-Πηγές : 1 σημείο

-Επιφανειακή απορροή : 1 σημείο

-Γεωτρήσεις : 3 σημείο

Ως προς τον τύπο του υδροφόρου η κατανομή των σημείων ύδατος έχει ως εξής :

-Καρστική υδροφορία : 1 σημείο

-Προσχωματική υδροφορία : 3 σημεία

-Επιφανειακή απορροή : 1 σημείο

Τα δείγματα νερού λήφθηκαν από γεωτρήσεις κατά την διάρκεια της άντλησης τους 50 ώρες από την έναρξη της άντλησης. Τα δείγματα από τη πηγή Βρυζόστη ελήφθησαν από δίκτυο ύδρευσης του Αμουρίου, ενώ στα ρέματα στο μέσο βάθος της κοίτης τους.

5.2 Υδροχημικές αναλύσεις

Οι υδροχημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Δ.Ε.Υ.Α. Λάρισας. Κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας γινόταν επί τόπου μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού σε °C.

Στο εργαστήριο της Δ.Ε.Υ.Α.Λ. για κάθε περίοδο μετρήθηκαν, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το pH, τα κύρια ανιόντα και κατιόντα: Ασβέστιο (Ca^{2+}), Μαγνήσιο (Mg^{2+}), Νάτριο (Na^{+}), Κάλιο (K^{+}), Διττανθρακικά (HCO_3^{-}), Χλωριούχα (Cl^{-}), Θειικά (SO_4^{2-}) και τα Νιτρικά (NO_3^{-}) και προσδιορίστηκαν το SAR ο βαθμός αλκαλίωσης και η σκληρότητα. Επίσης στο σύνολο των δειγμάτων μετρήθηκαν και τα νιτρικά (NO_3^{-}), καθώς και ιχνοστοιχεία Νιτρώδη (NO_2^{-}), Σίδηρος (Fe^{2+}) και βαρέα μέταλλα, προκειμένου να αποκτηθεί συνολική εικόνα και να προσδιορισθεί ο βαθμός νιτρορύπανσης των υπόγειων νερών.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των κύριων στοιχείων δίνονταν από το εργαστήριο σε χιλιοστοϊσοδύναμα /λίτρο (meq/L) και mg/L.

5.3 Φυσικές και Χημικές ιδιότητες των υπόγειων νερών

Οι υδροχημικές αναλύσεις περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία: Ασβέστιο (Ca^{2+}), Μαγνήσιο (Mg^{2+}), Νάτριο (Na^{+}), Κάλιο (K^{+}), Διττανθρακικά (HCO_3^{-}), Χλωριούχα (Cl^{-}), Θειικά (SO_4^{2-}) και τα Νιτρικά (NO_3^{-}). Τα αποτελέσματά τους μετά την επεξεργασία και τον υπολογισμό ορισμένων συντελεστών και ιοντικών σχέσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 5.1 και 5.2.

Το υδροχημικό καθεστώς των υπόγειων νερών της περιοχής αξιολογείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που εκτελέστηκαν την χρονική περίοδο 2005-2007 και των υδροχημικών αναλύσεων που ακολούθησαν (Πίνακας 5.3, 5.4).

Πίνακας 5.1: Χημικές αναλύσεις υπόγειων νερών

A/A	Δείγμα νερού	Ημερ/ν ία Δείγμα τ.	pH	E.C. (μS/cm)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻ mg/L	NO ₃ mg/L
1.	Γεώτρηση Αμουρίου	04/06/14	7,8	454	62,2	18,0	1,7	1,26		8,9	29	32
2.	Γεώτρηση Αμουρίου	24-06-14	7,6	421	35,3	17	1,5	11		6,8	20	
3.	Γεώτρηση Αμουρίου	18/9/14	7,5	506	81	21,8	2,7	5,1		3,7	18	37
4.	Γεώτρηση Αμούρι (κέντρο)	10/6/15	7,4	540	95,9	6,1	0,39	3,1		4,4	13	4,6
5.	Γεώτρηση Παλαιχωρί Αμούρι Ελασσόνας	24/2/15	7,7	410	53,7	21,4	2,6	15		7,7	19	12
6.	Γεώτρηση Αρδευτική Αμουρίου θέση Παλαοχωρίου	28/7/15	7,9	409	55,13	19,58	1,59	11,8	195	6,9	18	13
7.	Γεώτρηση Ξυλογέφυρο Αμούρι Ελασσόνας	3/8/15	7,8	403								16
8.	Γεώτρηση υδρευτική εφεδρική θέση ποταμιά Δ.Κ. Αμουρίου	11/9/15										35
9.	Αρδευτική γεώτρηση θέση Παλαιοχώρι Δ.Κ. Αμουρίου	11/9/15										11
10.	Αρδευτική γεώτρηση θέση Ξυλογέφυρο Δ.Κ. Αμουρίου	11/9/15										15

Πίνακας 5.2 : Χημικές αναλύσεις επιφανειακών νερών

A/A	Δείγμα νερού	Ημερ/νία Δειγματ.	pH	E.C. (μS/cm)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L
1.	Ποταμός Ελασσονίτικος	28/07/15	7,8	549	65,45	24,06	3,98	20,6	230	14	32	17

Πίνακας 5.3. Υδροχημικές παράμετροι – ιοντικές σχέσεις υπόγειων νερών.

A/A	Ημερ/νία Δειγματολ.	T.D.S. mg/L	Σκληρ, Ολική ως CaCO ₃ mg/L	Ca/Mg	S.A.R.
1.	04/06/14		230	3,45	0,05
2.	24-06-14		158	2,07	0,06
3.	18/9/14		217	3,72	0,09
4.	10/6/15		265	15,72	0,08
5.	24/2/15		222	2,51	0,32
6.	28/7/15		218	2,81	0,34

Πίνακας 5.4. Υδροχημικές παράμετροι – ιοντικές σχέσεις επιφανειακών νερών.

A/A	Ημερ/νία Δειγματολ.	T.D.S. mg/L	Σκληρ. Ολική ως CaCO ₃ mg/L	Ca/Mg	S.A.R.
1.	28/07/15		263	2,72	0,78

Το ασβέστιο (Ca²⁺) σε πολλά φυσικά νερά αποτελεί το κύριο κατιόν και η παρουσία του οφείλεται στην επαφή του νερού κυρίως με ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα. Οι συνήθεις συγκεντρώσεις του στα φυσικά νερά είναι μικρότερες των 100 mg/Lt. Οι συγκεντρώσεις του στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 55,00 mg/L έως 95,00 mg/L με μέση τιμή 73,55 mg/L.

Το μαγνήσιο (Mg^{2+}) προέρχεται κυρίως από την διάλυση ανθρακικών πετρωμάτων που περιέχουν άφθονο μαγνησίτη ($MgCO_3$) και δολομίτη ($CaCO_3 - MgCO_3$) αλλά και από ορισμένα πυριτικά ορυκτά όπως ο ολιβίνης και ο χλωρίτης καθώς και από αργιλικά πετρώματα. Οι συνήθεις συγκεντρώσεις του στα φυσικά υπόγεια νερά είναι γενικά μικρότερες από 50 mg/L. Οι συγκεντρώσεις του στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 6,10 mg/L έως 21,80 mg/L με μέση τιμή 16,37 mg/L.

Το (Na^+) και το (K^+) προέρχεται το μεν κάλιο από τη διάλυση πετρωμάτων που περιέχουν ορθόκλαστο το δε νάτριο από τη διάλυση πετρωμάτων που περιέχουν πλαγιόκλαστα. Τέτοια πετρώματα είναι κυρίως οι σχιστόλιθοι και οι άργιλοι. Οι συνήθεις συγκεντρώσεις τους στα φυσικά υπόγεια νερά είναι για το νάτριο μικρότερες των 200,00 mg/L και για το κάλιο μικρότερες των 10 mg/L. Οι συγκεντρώσεις που καταγράφηκαν στην περιοχή μελέτης για το μεν νάτριο κυμαίνονται από 1,26 mg/L έως 11,8 mg/L με μέση τιμή 5,31 mg/L και για το δε κάλιο κυμαίνονται από 0,39 mg/L έως 2,70 mg/L με μέση τιμή 1,59 mg/L.

Τα χλωρίοντα (Cl) στις συνηθισμένες περιπτώσεις των φυσικών υπόγειων νερών απαντούν σε μικρές συγκεντρώσεις της τάξης των 10-37 mg/L. Οι πιο σημαντικές πηγές προέλευσής τους, όταν απαντούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι κυρίως η ρύπανση των υπόγειων νερών συνήθως από οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα. Οι συγκεντρώσεις τους στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 3,70 mg/L έως 8,09 mg/L με μέση τιμή 5,97 mg/L.

Τα θειικά (SO_4^{2-}) προέρχονται κυρίως από την οξείδωση των πυριτικών και αργιλικών πετρωμάτων. Στα φυσικά υπόγεια νερά οι συγκεντρώσεις τους είναι γενικά μικρότερες των 300 mg/L. Οι συγκεντρώσεις τους στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 13,00 mg/L έως 29,00 mg/L με μέση τιμή 19,50 mg/L.

Τα νιτρικά (NO_3) προέρχονται από αζωτούχες ενώσεις μέσα από πολύπλοκες διαδικασίες όπως η αμμωνιοποίηση και η αζωτοποίηση. Η νιτρική ρίζα είναι μία από τις μορφές διαλυμένου αζώτου που παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα στο υπόγειο νερό. Οι συνήθεις συγκεντρώσεις τους στα φυσικά υπόγεια νερά είναι μικρότερες των 10 mg/Lt. Είναι ο πιο διαδομένος ρυπαντής και η μεγάλη διάδοσή τους οφείλεται σε γεωργικές δραστηριότητες όπως τα αζωτούχα και νιτρικά λιπάσματα καθώς και στην επιφανειακή

και υπόγεια απόρριψη οικιστικών λυμμάτων. Οι συγκεντρώσεις τους στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 13 mg/L έως 37,00 mg/L με αυτή την ανώτατη εμφάνιση στην εφεδρική Υδρευτική γεώτρηση που βρίσκεται κατάντη του οικισμού. Το ανώτατο όριο ποσιμότητας των νερών είναι τα 50 mg/L με μικρότερες εμφανίσεις στις γεωτρήσεις στη θέση Παλιοχώρι και Ξηλογέφυρο που είναι ανάντη του οικισμού.

Η ολική σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία στο νερό διασθενών κατιόντων και κυρίως ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Έχει καθοριστική σημασία διότι αποτελεί κριτήριο ακαταλληλότητας του νερού για πολλές χρήσεις. Οι τιμές της στην περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 158,00 mg/L έως 265,00 mg/L. Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τις ισχύουσες κατατάξεις, νερά με τιμή ολικής σκληρότητας μεγαλύτερης των 300 mg/L, θεωρούνται πολύ σκληρά. Τα επιτρεπόμενα όρια σκληρότητας για το πόσιμο νερό είναι από 100,00-500,00 mg/L.

Η ιοντική σχέση Ca/Mg ανάλογα με τις τιμές που παίρνει υποδηλώνει εάν τα νερά έχουν κινηθεί σε ανθρακικά πετρώματα και ειδικότερα εάν έχουν κινηθεί σε ασβεστολιθικά ή δολομιτικά πετρώματα. Για τιμές μεγαλύτερες του 2 έχουν κινηθεί σε ασβεστολιθικά πετρώματα. για τιμές 1-1,5 έχουν κινηθεί σε δολομιτικά και τιμές μικρότερες της μονάδας σε πυριτικά πετρώματα. Οι τιμές της ιοντικής σχέσης κυμαίνονται από 2,81 έως 15,72 με μέση τιμή 6,42.

Η ιοντική σχέση (Ca+Mg)/(K+Na) εάν παίρνει τιμές μεγαλύτερες του 1, υποδηλώνει περιοχές εμπλουτισμού των υδροφόρων και εάν παίρνει τιμές μικρότερες του 1 υποδηλώνει περιοχές κατάντη των ζωνών εμπλουτισμού. Οι τιμές της ιοντικής σχέσης κυμαίνονται από 5,58 έως 29,22 με μέση τιμή 18,76. Σύμφωνα με την ερμηνεία προκύπτει σε όλη την έκταση της περιοχής της μελέτης **συντελείται εμπλουτισμός**.

Η ιοντική σχέση SO_4/Cl δίνει ενδείξεις για την εξέλιξη της αλατότητας του εδάφους διότι η τιμή της μειώνεται κατά την διεύθυνση μεταφοράς των αλάτων και κατά την διεύθυνση ροής των υπόγειων νερών. Οι τιμές της ιοντικής σχέσης κυμαίνονται από 2,6 έως 4,86 με μέση τιμή 3,4.

Υπολειπόμενο Νάτριο ο χαρακτηρισμός του νερού με βάση το υπολειπόμενο Na γίνεται σύμφωνα με τον πίνακα 5.5.

Πίνακας 5.5: Χαρακτηρισμός με βάση το υπολειπόμενο νάτριο

Υπολειπόμενο Νάτριο	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
<< 1,25	Χωρίς κίνδυνο υπολειπόμενου νατρίου
< 1,25	Με λίγο υπολειπόμενο νάτριο
1,25-2,50	Με μέτριο υπολειπόμενο νάτριο
> 2,50	Με πολύ υπολειπόμενο νάτριο

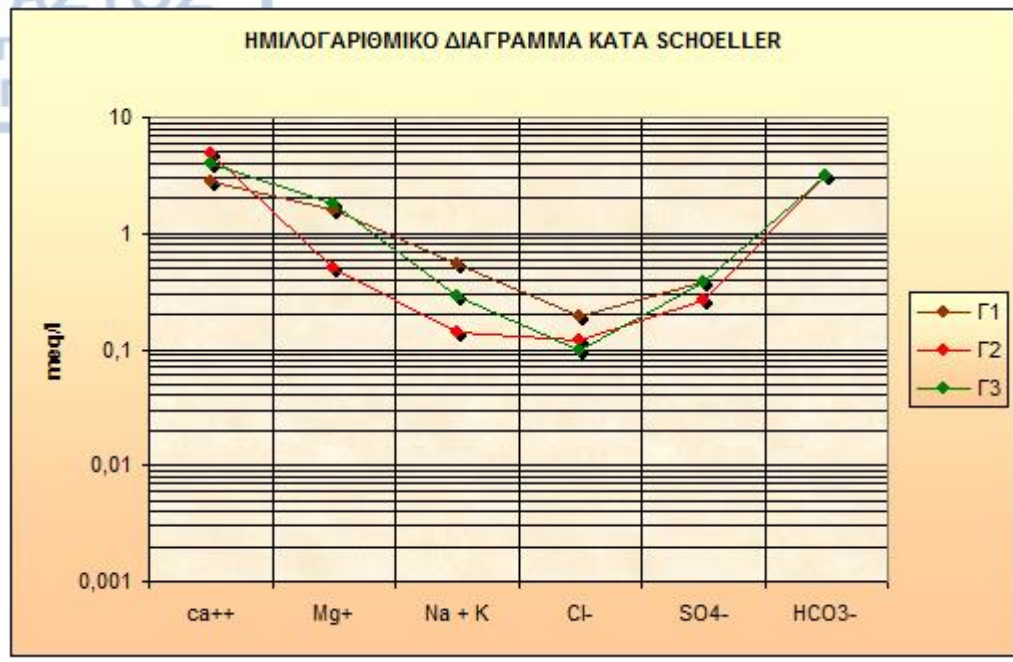
Η επίδραση των όξινων ανθρακικών και των ανθρακικών στη ποιότητα ενός αρδευτικού νερού εκφράζεται σαν υπολειπόμενο νάτριο R.S.C. (Residual Sodium Carbonate) και δίνεται από την σχέση :

Υπολειπόμενο νάτριο $= ([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]) - ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$ όλες οι συγκεντρώσεις είναι σε meq/L και από τις ιοντικές σχέσεις έχουμε σε όλα τα δείγματα των γεωτρήσεων χωρίς κίνδυνο υπολειπόμενου νατρίου.

Ημιλογαριθμικό διάγραμμα ή διάγραμμα Scholler

Πρόκειται για ένα διάγραμμα (Σχήμα 5.1) που στον κατακόρυφο άξονα έχει τις τιμές διαφόρων ιόντων σε meq/L σε ημιλογαριθμική κλίμακα και στον οριζόντιο σε δεκαδική κλίμακα τα διάφορα ιόντα. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η εφαρμογή του διαγράμματος Scholler για τρία διαφορετικά νερά Γ1, Γ2, Γ3.

Είναι σαφές ότι όταν η καμπύλη έχει το κυρτό μέρος προς τα επάνω το νερό είναι υφάλμυρο, ενώ όταν έχει το κοίλο είναι γλυκό νερό.



Σχήμα 5.2 : Ημιλογαριθμικό διάγραμμα κατά Scholler

Ο συντελεστής S.A.R. (Sodium Absorption Ratio) δηλ. ο συντελεστής προσρόφησης νατρίου ή κίνδυνος νατρίου εκφράζει την τάση του νατρίου να προσροφάτε στις ανταλλάξιμες θέσεις κατιόντων και να αυξάνει την αναλογία του κυρίως σε βάρος των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Έμμεσα ο συντελεστής εκφράζει την καταλληλότητα χρήσης του νερού για άρδευση και υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Οι τιμές του S.A.R. κυμαίνονται από 0,08 έως 0,34. Τιμές μικρότερες του 1 υποδηλώνουν υπόγεια νερά κατάλληλα για άρδευση και ύδρευση. Από την προβολή τους στο διάγραμμα τα 5 δείγματα είναι κατηγορία νερών τύπου $C_1 - S_1$ δηλαδή νερά με μικρό κίνδυνο νατρίου. Με βάση τις τιμές του S.A.R έχει προταθεί η πιο κάτω ταξινόμηση των αρδευτικών νερών (Todd, 1967)

S.A.R	Ποιότητα αρδευτικού νερού
0-10	Εξαιρετική
10-18	Καλή
18-26	Μέτρια
26>	Κακή

5.4 Υδροχημικός τύπος νερών

Με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από τη γενική θεώρηση του υδροχημικού τύπου των υπόγειων νερών, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 2 τμήματα. Ο χωρισμός στα τμήματα αυτά τα οποία αποτελούν και γεωγραφικές ενότητες έγινε προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη αξιοποίηση της υδροχημικής έρευνας.

Τα κριτήρια με βάση τα οποία έγινε ο χωρισμός των γεωγραφικών ενοτήτων είναι η στοιχειώδης ομοιογένεια των ποιοτικών χαρακτήρων των υπόγειων νερών και οι συνθήκες διαμόρφωσης του ποιοτικού καθεστώτος των νερών όπως οι υδρογεωλογικές συνθήκες και το καθεστώς εκμετάλλευσής τους. Οι γεωγραφικές ενότητες που προέκυψαν από τον διαχωρισμό της περιοχής μελέτης κατά τμήματα με διαφορετικά υδροχημικά χαρακτηριστικά με παράθεσή τους από βορρά προς νότο έχει ως εξής:

A . Περιοχή ανάντη του οικισμού Αμούρι

B. Περιοχή κατάντη του οικισμού Αμούρι

Στη συνέχεια γίνεται αναλυτική παρουσία των υδροχημικών χαρακτηριστικών των υπογείων νερών για κάθε γεωγραφική ενότητα και με βάση τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων ετών 2005-2006-2007.

A) Η περιοχή ανάντη του οικισμού Αμουρίου.

Δειγματοληψίες και χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε 2 επιλεγμένα σημεία ύδατος τα οποία είναι όλα γεωτρήσεις βάθους 60 μ έως 80 μ. σε κοκκώδη υδροφορέα.

Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζουν τιμές από 400,00 $\mu\text{S/cm}$ έως 410,00 $\mu\text{S/cm}$ με μέση τιμή 405,00 $\mu\text{S/cm}$ που υποδηλώνουν νερά καλής ποιότητας και μικρό βαθμό ρύπανσης.

Στις συγκεντρώσεις των κυρίων κατιόντων επικρατεί το ασβέστιο Ca με μέση τιμή 55,00 mg/L, ακολουθεί το Na, K με μέση τιμή 12 mg/L και 1,5 mg/L, αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις αυτές και η μικρή διακύμανση των τιμών τους δικαιολογούνται από τον

τύπο του υδροφόρου ορίζοντα που είναι προσχωματικός και η κίνηση των νερών σε ανθρακικά πετρώματα με πιθανά μικρό χρόνο παραμονής στο υπέδαφος (όπου οι συγκεντρώσεις σε ασβέστιο είναι μικρότερες από 100 mg/L). Οι συγκεντρώσεις του μαγνησίου Mg παρουσιάζουν μια μέση τιμή των 19 mg/L και εκφράζουν ότι ο προσχωματικός υδροφορέας αναπτύσσεται σε λιθολογίες με έντονη επικράτηση των ασβεστιτικών ορυκτών.

Οι συγκεντρώσεις των κύριων ανιόντων όπως τα όξινα ανθρακικά με τιμές 195,00 mg/L που εκφράζουν φυσικά υπόγεια νερά αναπτύσσεται σε προσχωματικό υδροφόρο με ποικίλη λιθολογική σύσταση και χλωρίου Cl απαντούν σε μικρές συγκεντρώσεις 6,90 mg/L. Τα θειικά SO₄ με μικρές συγκεντρώσεις με μέση τιμή των 18,00 mg/L. Στα νιτρικά NO₃ έχουμε μικρές εμφανίσεις από 13-16 mg/L μέχρι 50,00 mg/L που είναι και το όριο ποσιμότητας του νερών.

Η μέση τιμή της ιοντικής σχέσης Ca/Mg είναι 5,70 mg/L και υποδηλώνει νερά που έχουν κινηθεί σε καρστικούς υδροφόρους με μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών ορυκτών.

Η μέση τιμή της ιοντικής σχέσης (Ca+Mg)/(K+Na) είναι 5,57, ενώ η ιοντική σχέση SO₄/Cl παίρνει μια μέση τιμή 2,6 και υποδηλώνει **νερά καλής τροφοδοσίας και ανανέωσης των υπόγειων νερών** με μικρή εξέλιξη αλατότητας κατά την διεύθυνση ροής των νερών. Σύμφωνα με την ερμηνεία προκύπτει στο **100%** της περιοχής της μελέτης **συντελείται εμπλουτισμός**.

Τα υπόγεια νερά είναι γενικά καλής ποιότητας και για ύδρευση δηλαδή είναι νερά ασβεστούχα-οξυανθρακούχα είναι νερά με ιόντα ασβεστίου και ιόντα όξινων ανθρακικών (ασβεστούχα-οξυανθρακούχα), υποδηλώνοντας νερά καλής τροφοδοσίας και φρέσκων νερών από προσχωματικούς υδροφόρους, δείχνουν καλή τροφοδοσία και ταχεία απορροή από τους ασβεστολιθικούς υδροφόρους.

Β) Η περιοχή κατάντη του οικισμού Αμουρίου. Τα νερά της κατάντη περιοχής του Αμουρίου από χημική άποψη είναι παρόμοια με την ανάντη περιοχή, διότι είναι νερά από τον ίδιο υδροφόρο ορίζοντα. Στα νιτρικά NO₃ έχουμε μεγάλες εμφανίσεις από 37 mg/L μέχρι 50 mg/L, που είναι και το όριο ποσιμότητας του νερών. Αυτό δηλώνει ότι επηρεάζεται από τον οικισμό (βόθροι - σημειακές εστίες ρύπανσης).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΥΛΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ- ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΥΛΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

6.1 Εκτίμηση των αναγκών σε νερό

Η εκτίμηση των αναγκών σε νερό μπορεί να βασιστεί σε τρεις μεγάλες κατηγορίες χρήσης. Τις ανάγκες ύδρευσης, τις ανάγκες άρδευσης και τις ανάγκες λοιπών χρήσεων. Μια ποσότητα νερού που αθροίζεται στις ανάγκες ύδρευσης αφορά τις πιθανές απώλειες και διαρροές από το σύστημα διανομής νερού που σε ορισμένες περιπτώσεις και ανάλογα με την παλαιότητα του δικτύου ύδρευσης μπορεί να φθάσει σε ποσοστά 30-35% της διατιθέμενης ποσότητας νερού ύδρευσης.

Η πολυπλοκότητα των παραγόντων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό των αναγκών ύδρευσης έχουν οδηγήσει στην εκτίμηση της κατανάλωσης νερού με κριτήριο τον πληθυσμό και την αποδοχή ορισμένης ποσότητας νερού ανά κάτοικο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιοχή μελέτης είναι κατά κύριο λόγο αγροτική και οι κάτοικοι χρησιμοποιούν το νερό ύδρευσης και για την κάλυψη δευτερεύουσων αναγκών όπως η άρδευση μικρών κήπων και οπωροφόρων δέντρων.

Στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτική κατάσταση του πληθυσμού της περιοχής μελέτης σύμφωνα με την απογραφή του 2011 κατά Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Πίνακας 6.1: Απογραφή πληθυσμού της περιοχής μελέτης το 2011

Ο.Τ.Α.	Κάτοικοι
Τ.Κ. Βλαχογιαννίου	849
Τ.Κ. Αμουρίου	308
Τ.Κ. Δομένικου	631
Τ.Κ. Μαγούλας	243
Τ.Κ. Μεσοχωρίου	548
Τ.Κ. Πραιτωρίου	363
Τ.Κ. Συκέας	526
Οικ. Καλύβια Ανάληψης	99
Τ.Κ. Ευαγγελισμού	716
Τ.Κ. Παλαιοκάστρου	266
ΣΥΝΟΛΟ	4.549



Οι ανάγκες σε νερό ύδρευσης ανέρχονται σε:

$$\underline{4.549 \cdot 300 \text{ λίτρα} / \text{ημέρα} = 1.431 \text{ m}^3 / \text{ημ. ή } 520.00 \text{ m}^3 / \text{έτος}}$$

Όσον αφορά τις ανάγκες για νερό άρδευσης έχουμε:

- Άρδευόμενη έκταση από τον προσχωματικό υδροφορέα 30.000

στρέμματα.

Με βάση το είδος των καλλιεργειών κλπ., προκύπτει ότι οι συνολικές ετήσιες ανάγκες σε νερό είναι $550 \text{ m}^3 / \text{στρέμμα}$.

Άρα οι συνολικές ετήσιες ανάγκες της περιοχής μελέτης για αρδευτικό νερό από το καρστικό σύστημα είναι είναι:

$$\underline{550 \text{ m}^3 / \text{έτος} \times 30.000 \text{ στρέμ.} = 16.500.000 \text{ m}^3 / \text{έτος}}$$

Εκτός των αναγκών ύδρευσης και άρδευσης υπάρχουν και δευτερεύουσες χρήσεις νερού οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στις δύο αυτές κατηγορίες όπως η χρήση νερού σε βενζινάδικα – πλυντήρια αυτοκινήτων, μικρές βιοτεχνίες κλπ. Οι δευτερεύουσες αυτές χρήσεις = $600.000 \text{ m}^3 / \text{έτος}$.

Πίνακας 6.2: Ετήσιες ανάγκες νερού για διάφορες χρήσεις

Ανάγκες νερού ύδρευσης	520.000 $\text{m}^3 / \text{έτος}$
Ανάγκες νερού άρδευσης	16.500.000 $\text{m}^3 / \text{έτος}$
Ανάγκες νερού άλλων χρήσεων	600.000 $\text{m}^3 / \text{έτος}$
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΝΕΡΟΥ	17.620.000 $\text{m}^3 / \text{έτος}$

6.2. Εκτίμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων του Υ.Υ.Σ. Ποταμιάς

Για των υπολογισμό των διαθεσίμων υδατικών πόρων μιας περιοχής απαιτείται η γνώση μιας σειράς παραμέτρων μέσω των οποίων υπολογίζονται τα αποθέματα νερού ενός υδροφορέα, τα οποία διακρίνονται σε ρυθμιστικά, μόνιμα και εκμεταλλεύσιμα. Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα αντιπροσωπεύουν τον όγκο νερού ο οποίος μπορεί να ληφθεί ετησίως από τον συνολικό όγκο των αποθεμάτων, χωρίς να προκληθούν επιπτώσεις στην διαίτα και την ποσότητα των υπογείων νερών. Για τον υπολογισμό των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων είναι απαραίτητη η γνώση των ρυθμιστικών και μόνιμων αποθεμάτων.

Στη συνέχεια δίνεται η ελάχιστη δυνατή προσέγγιση των διαθεσίμων υδατικών πόρων από τον υπολογισμό των νερών που ετησίως κατεισδύουν και εμπλουτίζουν τους υπόγειους προσχωματικούς υδροφόρους της περιοχής μελέτης, για το μέσο ύψος βροχής (Πίνακας 6.3).

Πίνακας 6.3: Κατείσδυση νερού της Λεκάνης Ποταμιάς

Προσχωματικός σχηματισμός	Έκταση σε km ²	Κατείσδυση νερού σε m ³ /έτος
Λεκάνη Ποταμιάς	100	10.008.000

Προκειμένου να δοθεί η εικόνα της ετήσιας αναπλήρωσης των υπόγειων νερών των υδροφόρων που είναι εκμεταλλεύσιμοι θα πρέπει να υπολογισθούν οι κατεισδύσεις νερού και οι πλευρικές τροφοδοσίες από τον Τιταρήσιο και τους ασβεστολίθους Παλαιοκάστρου (Πίνακας 6.4)

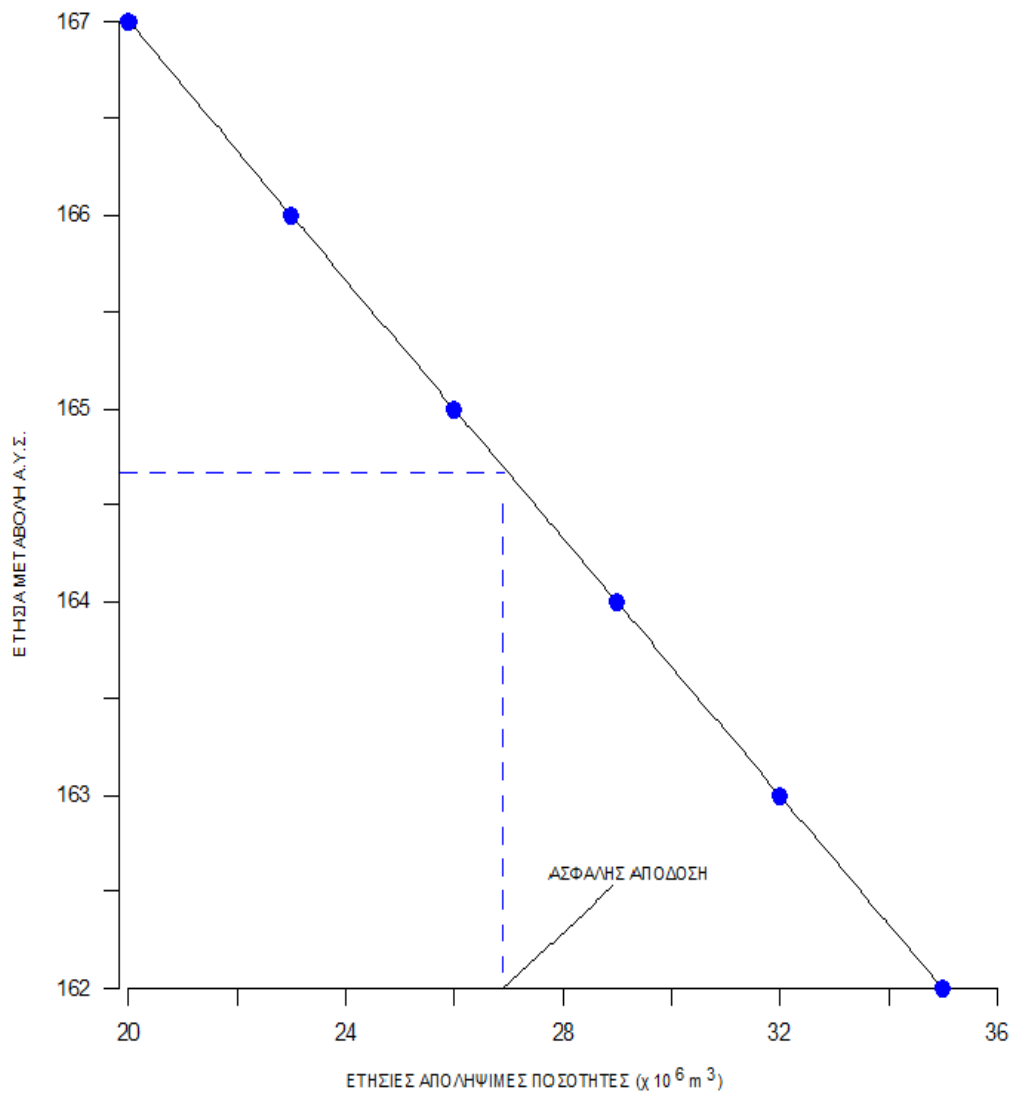
Πίνακας 6.4: Ετήσια αναπλήρωση νερού των εκμεταλλεύσιμων προσχωματικών υδροφόρων

	Ετήσια αναπλήρωση του υπόγειου νερού των εκμεταλλεύσιμων υδροφόρων
Λεκάνη Ποταμιάς	28.500.000 m ³ /έτος

Στη διαχείριση μιας λεκάνης υπόγειων νερών, ένας από τους βασικούς σκοπούς είναι η εκτίμηση μιας *μέγιστης ετήσιας απόδοσης* των υπόγειων νερών η οποία μπορεί να αντληθεί και να χρησιμοποιηθεί, χωρίς να προκαλέσει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Οποιαδήποτε άντληση νερού που υπερβαίνει την ετήσια διαρκή απόδοση είναι γνωστή σαν «υπεράντληση», η οποία όταν συνεχίζεται θα προκαλέσει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις πάνω στις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες.

Ο βασικός στόχος της αξιοποίησης του υδροφορέα της λεκάνης Ποταμιάς πρέπει να είναι η εκμετάλλευσή του για ένα απεριόριστο χρονικό διάστημα, χωρίς την πρόκληση «ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων» (Καλλέργης, 1999). Σαν ρεαλιστική απόδοση της έκφρασης «απεριόριστο χρονικό διάστημα» μπορεί να θεωρηθεί κατά τους Mandel & Shiftan (1981) το χρονικό διάστημα που ξεπερνά κάθε κανονικό ορίζοντα σχεδιασμού, δηλαδή 100 χρόνια και πάνω. Κατά την αξιοποίηση ενός υδροφόρου μέσου, οι ποσότητες νερού που προγραμματίζεται να αντληθούν δεν πρέπει να ξεπερνούν τη μέση αναπλήρωσή του. Αυτό αποτελεί μια άλλη θεώρηση της «ασφαλούς απόδοσης» (Καλλέργης, 1999). Η ασφαλής απόδοση προσδιορίζει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα νερού που είναι διαθέσιμη σε έναν υδροφορέα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί χωρίς να προκληθούν ανεπιθύμητα αρνητικά αποτελέσματα.

Πρόταση, που μπορεί να συμβάλλει στην ορθολογική εκμετάλλευση του κοκκώδη υδροφορέα, είναι ο καθορισμός της χαμηλότερης στάθμης στο σύνολό του, και έτσι θα προσδιορίσουμε την αυξημένη διαρκή απόδοση με κριτήριο να μην έχουμε πτώση στάθμης κάτω από την απόλυτο Υδροστατική Στάθμη (Α.Υ.Σ.) + 165m (επίπεδο ανάβλυσης πηγής Γιαλί Αμουρίου) μέθοδος Hill (Σχήμα 6.1), προσδιορίστηκε η ασφαλής του απόδοση στα $26 \times 10^6 \text{m}^3$.



Σχήμα 6.1: Υπολογισμός Ασφαλούς απόδοσης (Μέθοδος Hill)

Στην περιοχή μελέτης υπάρχει επέμβαση του ανθρώπου με αντλήσεις, αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση των ρυθμιστικών αποθεμάτων τα οποία σήμερα έχουν την μέγιστη τιμή και ισούται με τον συνολικό όγκο ανανέωσης των αποθεμάτων, δηλαδή τον όγκο της ενεργής κατείσδυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει εκτίμηση της τρωτότητας του υπόγειου υδροφορέα της περιοχής Αμουρίου που αποτελεί τμήμα κοκκώδη υδροφορέα της λεκάνης Ποταμιάς, με στόχο τον προσδιορισμό θέσης ανόρυξης γεώτρησης για την ύδρευση του Αμουρίου.

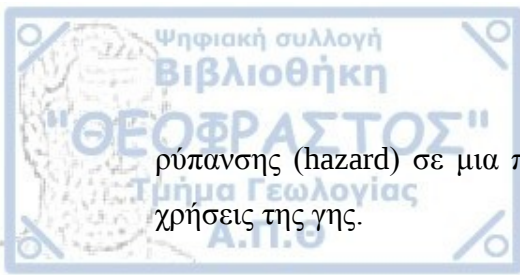
Τρωτότητα ή ρυπαντική επιδεκτικότητα ή ευαλωσιμότητα (vulnerability) υπόγειων νερών ή υδροφορέων είναι η ευαισθησία ή η επιδεκτικότητα σε εξωτερικούς ρύπους. Η έννοια της τρωτότητας βασίζεται στην άποψη ότι το φυσικό περιβάλλον μπορεί να προστατεύσει το υπόγειο νερό, γι' αυτό ορισμένες περιοχές είναι πιο ευάλωτες από άλλες (Βουδούρης, 2009). Ευαισθησία του υδροφορέα (aquifer sensitivity) είναι το πόσο εύκολα ένας ρύπος μπορεί να περάσει από την επιφάνεια του εδάφους στον υδροφορέα και αποτελεί χαρακτηριστικό των γεωλογικών συνθηκών, της ακόρεστης και κορεσμένης ζώνης και δεν εξαρτάται από τις χρήσεις της γης και των χαρακτηριστικών του ρύπου (Βουδούρης, 2009).

Η τρωτότητα του υπόγειου νερού είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών του υδροφορέα, της απόστασης από την πηγή ρύπανσης, των χαρακτηριστικών του ρύπου.

Η έννοια της τρωτότητας αντιμετωπίζεται σε τρία στάδια (Στουρνάρας 1997, όπως αναφέρεται στο Βουδούρης, 2009):

1. Το στάδιο της δυνητικής εισόδου του ρύπου στο υδατικό σύστημα, που συνδέεται με τις υδρογεωλογίες συνθήκες και τη συμπεριφορά του ρύπου.
2. Το στάδιο της παραμονής του ρύπου στο υδατικό σύστημα που συνδέεται με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του ρύπου και τις υδρογεωλογίες και υδραυλικές συνθήκες του υδροφορέα.
3. Το στάδιο της άφιξης του ρύπου στο υδροληπτικό έργο, αν γίνεται εκμετάλλευση του υδροφορέα.

Η διακινδύνευση ενός υδροφορέα (pollution risk) R στη ρύπανση είναι συνάρτηση της τρωτότητας του και της πιθανότητας εκδήλωσης ενός επεισοδίου



ρύπανσης (hazard) σε μια περιοχή, το οποίο σχετίζεται με τις πηγές ρύπανσης και τις χρήσεις της γης.

$$R=V \cdot H$$

Όπου: R= η διακινδύνευση,

V= η τρωτότητα του υδροφορέα και

H= η πιθανότητα να συμβεί ένα ρυπαντικό επεισόδιο σε μια περιοχή κάποια χρονική περίοδο.

Εκτίμηση τρωτότητας

Για την περιοχή μελέτης για την εκτίμηση της τρωτότητας θα χρησιμοποιήσουμε το πρότυπο LeGrand (1964).

Κριτήρια του προτύπου LeGrand είναι:

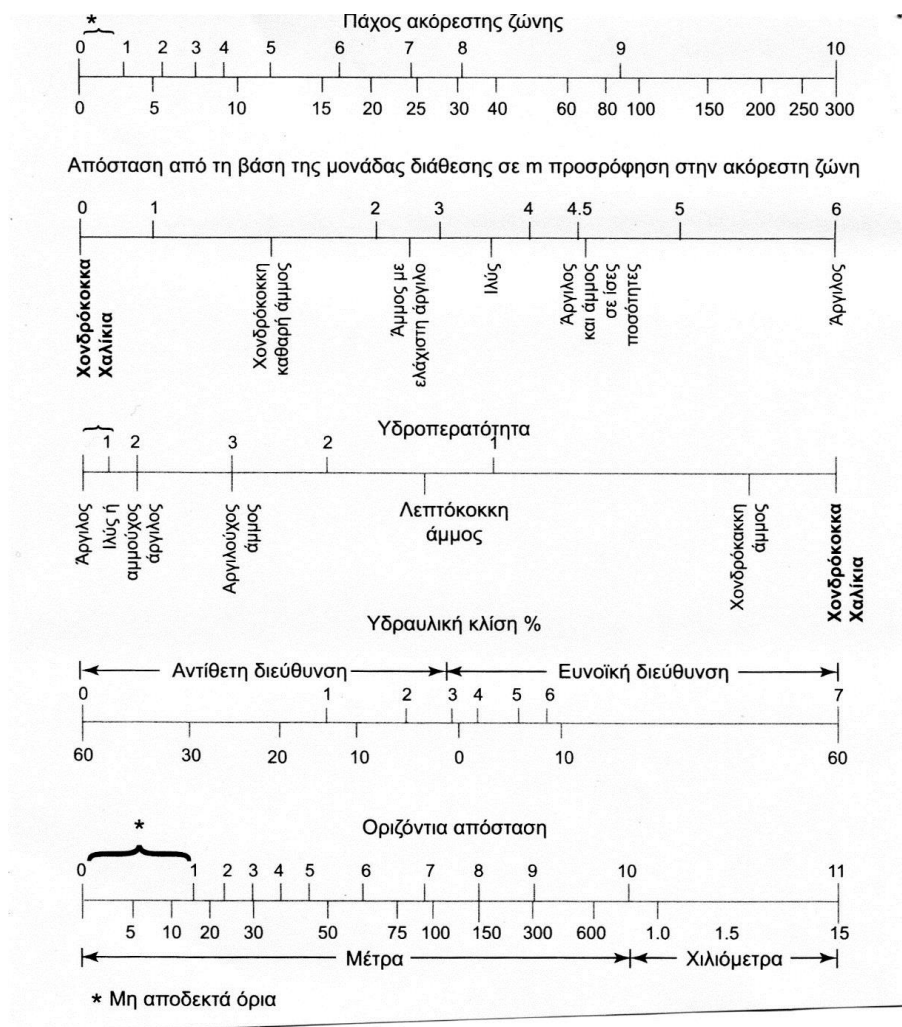
- Πάχος ακόρεστης ζώνης
- Υδροπερατότητα
- Υδραυλική κλίση της πιεζομετρικής επιφάνειας
- Οριζόντια απόσταση από την πηγή ρύπανσης
- Προσρόφηση και απορρόφηση στην ακόρεστη ζώνη

Σύμφωνα με το διάγραμμα LeGrand στο παρακάτω σχήμα 7.1, καθώς και το σύνολο της βαθμολογίας σε μια κρινόμενη θέση, αυτή χαρακτηρίζεται:

- πολύ χαμηλής τρωτότητας (>12 βαθμοί)
- μέτριας τρωτότητας (8-12 βαθμοί)
- μεγάλης τρωτότητας (4-8 βαθμοί)
- πολύ μεγάλης τρωτότητας (<4 βαθμοί)

Αναφορικά δε με την πιθανότητα μόλυνσης του υδροφόρου από εξωτερική πηγή ρύπανσης, σύμφωνα πάντα με τα ποιο πάντα, αυτή θα πρέπει να θεωρείται:

- ως επικείμενη (<4 βαθμοί)
- πιθανή ως δυνατή (4-8 βαθμοί)
- δυνατή όχι όμως πιθανή (8-12 βαθμοί)
- Απίθανη (12-25 βαθμοί)
- Αδύνατη (25-35 βαθμοί)



Σχήμα 7.1 : Διάγραμμα εκτίμησης της τρωτότητας ελευθερων αλλουβιακών υδροφορέων (LeGrand, 1964, από Βουδούρης, 2009)

A/A	Κριτήρια	Περιοχή 1	Περιοχή 2
1	Πάχος ακόρεστης ζώνης	3	3
2	Προσρόφηση και απορρόφηση στην ακόρεστη ζώνη	2	2
3	Υδροπερατότητα	1	1
4	Υδραυλική κλίση της πιεζομετρικής επιφάνειας	2	4
5	Οριζόντια απόσταση από την πηγή ρύπανσης	2	10
	Συνολική βαθμολογία	10	20

Ως περιοχή 1 και περιοχή 2 είναι η περιοχή Νότια και Βόρεια του Αμουρίου αντιστοίχως. Στην περιοχή μελέτης καταγράφηκαν οι σημειακές και διάχυτες πιέσεις του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος.

Οι διάχυτες πιέσεις είναι οι αρόσιμες εκτάσεις και οι οικισμοί.

Οι σημειακές πιέσεις είναι οι μικρές βιοτεχνίες (υδροτριβεία, αλευρόμυλος, πρατήρια καυσίμων), το νεκροταφείο και οι κτηνοτροφικές μονάδες.

Η περιοχή 1 επηρεάζεται από όλους αυτούς τους παράγοντες, εν αντιθέσει με την περιοχή 2 που επηρεάζεται μόνο από τις διάχυτες πιέσεις που είναι οι αρόσιμες εκτάσεις.

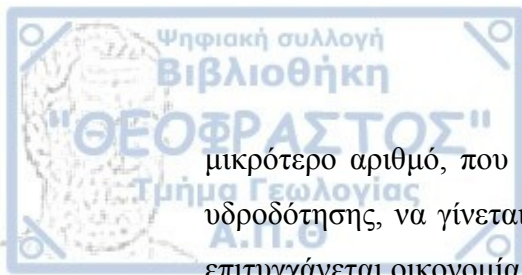
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν παρατεθεί παραπάνω αυτά που συνάγονται ως συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Οι αντλήσεις υπόγειου νερού από το Υ.Υ. Σύστημα Ποταμιάς γίνεται για αρδευτικούς κυρίως σκοπούς λόγω των απαιτήσεων για αγροτική χρήση. Πάνω από το 90% (93,8%) του ετήσιου υδατικού δυναμικού του υδροφορέα χρησιμοποιείται για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών.
- Οι αντλήσεις για ύδρευση οικισμών της περιοχής είναι μεγάλης έκτασης και μη ελεγχόμενες.
- Ο ετήσιος εμπλουτισμός του προσχωματικού υδροφορέα Ποταμιάς κάτω από το μέσο υδρολογικό έτος βροχόπτωσης (504 mm) υπολογίστηκε σε $28,5 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Η ετήσια αναπλήρωση νερού των εκμεταλλεύσιμων υδροφόρων της περιοχής ανέρχεται σε $18 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Η ασφαλής απόδοσή του υπολογίστηκε με τη μέθοδο Hill σε $26 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, η ποσότητα αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί χωρίς να προκληθούν ανεπιθύμητες ποσοτικά και ποιοτικά συνέπειες στο υδροφόρο σύστημα.
- Η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση νερού για τις ανάγκες των οικισμών της λεκάνης Ποταμιάς ανέρχεται σε **$2.050 \text{ m}^3/\text{ημέρα}/18\text{ώρες}$** λειτουργίας
- Η παροχή της υδροληψίας είναι **$115 \text{ m}^3/\text{h}$**

Η Λεκάνη Ποταμιάς αποτελείται από δέκα (10) οικισμούς ο κάθε ένας από αυτούς έχει τη δική του υδρευτική γεώτρηση. Η παρουσία σημειακών πηγών ρύπανσης έχει ως επίπτωση κάποιες γεωτρήσεις να παρουσιάσουν νιτρικά σε ποσότητα μεγαλύτερη από τα επιτρεπτά όρια δηλαδή 50 mg/L χαρακτηρίζοντας τες ακατάλληλες για ύδρευση. Προτείνεται η ομαδοποίηση των πηγών υδροδότησης σε



μικρότερο αριθμό, που θα έχει ως αποτέλεσμα να είναι πιο διαχειρίσιμες οι πηγές υδροδότησης, να γίνεται καλύτερη εφαρμογή των σχεδίων ασφάλειας νερού και να επιτυγχάνεται οικονομία μεγαλύτερης κλίμακας.

Όσον αφορά τις προτάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών και των υδρευτικών αναγκών του Δήμου Ελασσόνας είναι η λήψη μέτρων και εκτέλεση έργων άμεσης προτεραιότητας και άμεσης απόδοσης. Οι προτάσεις θα έχουν ως σχεδιασμό:

- ✓ Τη δημιουργία ενός συστήματος παρακολούθησης.
- ✓ Ύδρευση των οικισμών της λεκάνης Ποταμιάς από ένα σημείο Υδροληψίας.
- ✓ Ενέργειες που αποσκοπούν στο μακροχρόνιο σχεδιασμό της αξιοποίησης, προστασίας και διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής.

Η πρόταση κατασκευής νεών υδροληπτικών έργων αποσκοπεί στην απόκτηση πρόσθετων ποσοτήτων νερού για την κάλυψη των υπαρχουσών και των αναγκών για ύδρευση του άμεσου μέλλοντος των οικισμών της λεκάνης Ποταμιάς. Προτεινόμενη θέση ανόρυξης γεώτρησης για την εκμετάλλευση του υπόγειου νερού είναι ανάντη του οικισμού Αμουρίου και κατάντη της ομώνυμης πηγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Todd D.K. & Larry W.M. (2005). *Groundwater Hydrology*. John Wiley & Sons, Inc.

Mandel, S. & Shiftan, Z.L.(1981). *Groundwater Resources: Investigation and Development*. New York, Academic Press.

Mantz, A.P. (2004): *Visual Hydrology*. U.K.: IWA Publishing, Alliance House.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλείου, Ε., Κουμαντάκης, Ι., Δημητρακόπουλος, Δ. & Γρηγοράκου, Ε. (2004). Οι Υδρογεωλογικές συνθήκες στην Λεκάνη Ποταμιάς και η αλληλοεπίδραση του υδατικού καθεστώτος με τη μελλοντική λιγνιτική εκμετάλλευση στην Ελασσόνα. 10^ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 15-17 Απριλίου 2004(σ. 1944-1951). Θεσσαλονίκη.

Βουδούρης, Κ. (2009). *Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, Υπόγεια Νερά & Περιβάλλον*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Βουδούρης, Κ. (2013). *Τεχνική Υδρογεωλογία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Βουδούρης, Κ. (2015). *Εκμετάλλευση και διαχείριση υπόγειου νερού*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Ευαγγελόπουλος, Α. (2005). *Διαχειριστική μελέτη του υπόγειου υδάτινου δυναμικού περιοχών δικαιοδοσίας των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.) Νομού Λάρισας (Κατάσταση Εκμετάλλευσης Υπόγειων Υδροφορέων – Βιωσιμότητα Τ.Ο.Ε.Β.)*. Λάρισα Μάιος.

Ι.Γ.Μ.Ε., (1999). *Κοιτασματολογική Έρευνα Λιγνιτικών Κοιτασμάτων Ελασσόνας, Υπόεργο: Αμούρι Ελασσόνας*. ΙΓΜΕ Κοζάνη.

Ι.Γ.Μ.Ε., (2008). *Καταγραφή και αποτίμηση των Υδρογεωλογικών χαρακτήρων των Υπόγειων Νερών και των Υδροφόρων Συστημάτων της Χώρας, Υποέργο 6: Υπόγειο Υδατικό Δυναμικό Θεσσαλίας.*

Καλλέργης, Γ.Α. (1999). *Εφαρμοσμένη – Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.

Καλλέργης, Γ.Α. (2001). *Εφαρμοσμένη – Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.

Μανάκος, Α. (1999). *Υδρογεωλογική συμπεριφορά και στοχαστική προσομοίωση του καρστικού υδροφόρου συστήματος Κρανιάς Ελασσόνας*. Διδακτορική Διατριβή, τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Σούλιος, Γ.Χ. (1986). *Γενική Υδρογεωλογία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις University Studio Press.

Σούλιος, Γ.Χ. (2006). *Γενική Υδρογεωλογία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις University Studio Press.

Σούλιος, Γ. Χ. (2004). *Γενική Υδρογεωλογία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Αφοι Κυριακίδη Α.Ε.

Τσακίρης, Γ. (1995). *Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία

Τσόγκας, Χ. Ε. (1999). *ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, Γενική Δ/ση Γεωργικής Αναπτύξεως & Ερευνών (1974). *Μελέτη Αναπτύξεως Υπόγειων Υδάτων Πεδιάδος Θεσσαλίας, Τελική Έκθεση, R11971*. Μελετητής: Γαλλική Εταιρία SOGREAH.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, Γενική Δ/ση Γεωργικής Αναπτύξεως & Ερευνών (1974). *Έργο Αναπτύξεως Υπόγειων Υδάτων Θεσσαλίας, Μαθηματικά Ομοιώματα*. Μελετητής: Γαλλική Εταιρία SOGREAH.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, Γενική Δ/ση Εγγ. Έργων & Γ.Δ., Δ/ση Γεωλογίας - Υδρολογίας (2000). *Ερευνητικό πρόγραμμα: Υδρογεωλογική Μελέτη τεχνητού εμπλουτισμού καρστικών υδροφορέων περιοχής Ορφανών (Ν.*



Καρδίτσας) – Υπέρειας (Ν. Λάρισας). Επιστημονικός Υπεύθυνος – Συντονιστής Μαριολάκος Η., Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής – Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Αθήνα, Ιούλιος.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΕΘΙΑΓΕ – ΙΧΤΕΛ (2000). *Η Νιτρορύπανση στους Υπόγειους Υδροφορείς της Θεσσαλίας*. Ομάδα Μελέτης: Θ. Καρυώτης, Α. Ευαγγελόπουλος, Α. Μπέλεσης.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

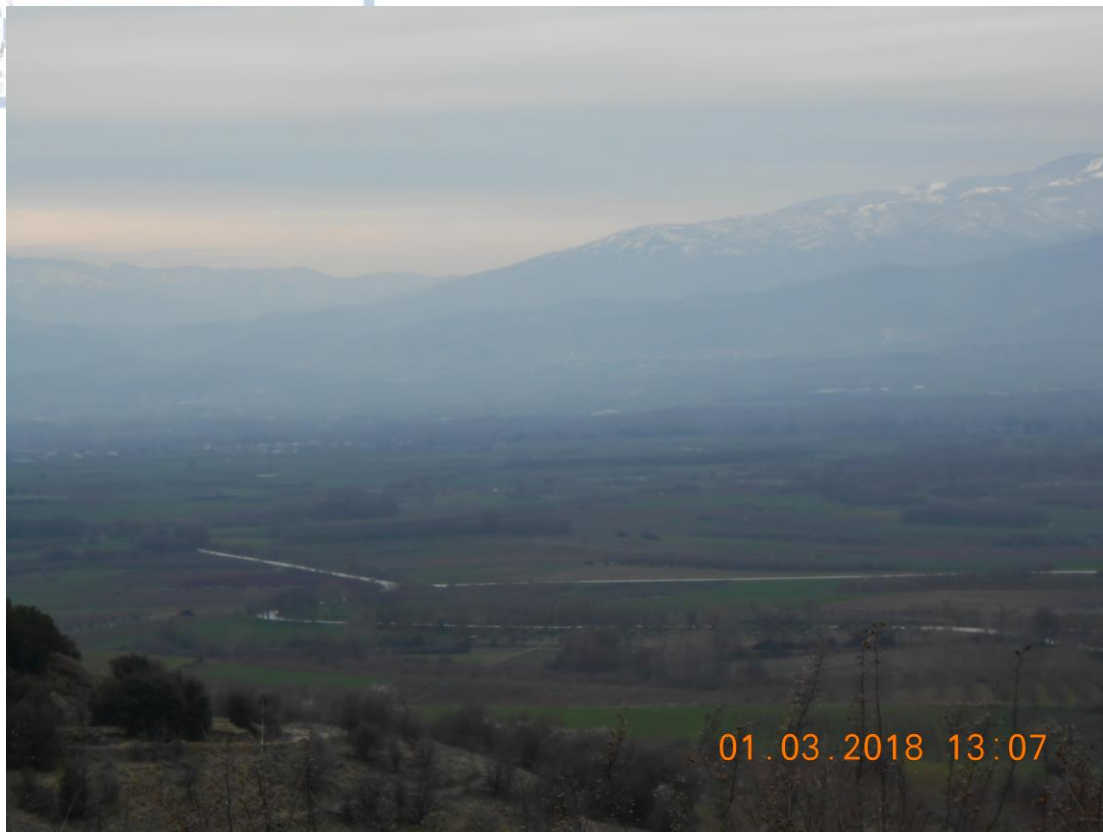
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Φωτ. 1: Αποψη περιοχής Τ.Κ. Αμουρίου.



Φωτ. 2: Αποψη λεκάνης Ποταμιάς ανάντη Τ.Κ. Αμουρίου



01.03.2018 13:07

Φωτ. 3: Άποψη λεκάνης Ποταμιάς.



13.07.2015 12:52

Φωτ. 4: Απόβλητα κτηνοτροφικής μονάδας.



Φωτ. 5: Πηγή Γυαλί Αμουρίου.



Φωτ. 6: Αρδευτική τάφος με νερό της πηγής Αμουρίου.



Φωτ. 7: Άποψη ποταμού Τιταρήσιου (Γέφυρα Βλαχογιαννίου).



Φωτ. 8: Άποψη ποταμού Τιταρήσιου (Περιοχή ανάντη της γέφυρας).



Φωτ. 9: Άποψη ευρείας κοίτης Ελασσονίτικου εντός της λεκάνης Ποταμιάς (Ανάντη Αμουρίου).



Φωτ. 10: Άποψη Ελασσονίτικου στην είσοδο του στην λεκάνη Ποταμιάς (Ευαγγελισμός).



Φωτ. 11: Άποψη ποταμού Βούλγαρη (Περιοχή ανάντη της γέφυρας της Ε.Ο. Ελασσόνας - Βερδικούσιας).



Φωτ. 12: Άποψη ποταμού Βούλγαρη (Περιοχή κατάντη της γέφυρας της Ε.Ο. Ελασσόνας - Βερδικούσιας).



Φωτ. 13: Ποτάμιες αποθέσεις (αμμοχάλικα και κροκάλες) - Υλικά κοίτης.



Φωτ. 14: Ποτάμιες αποθέσεις (αμμοχάλικα και κροκάλες).



Φωτ. 15: Ποτάμιες αποθέσεις (αμμοχάλικα και κροκάλες).



Φωτ. 16: Ποταμοχερσαίες αποθέσεις - Πλευρικά κορήματα.



Φωτ. 17: Παλαιοί κώνοι κορημάτων.



Φωτ. 18: Μάργες (Νεογενές).



Φωτ. 19: Γενύσιοι σχιστόλιθοι.



Φωτ. 20: Γενύσιος.



Φωτ. 21: Τριαδικά Μάρμαρα.

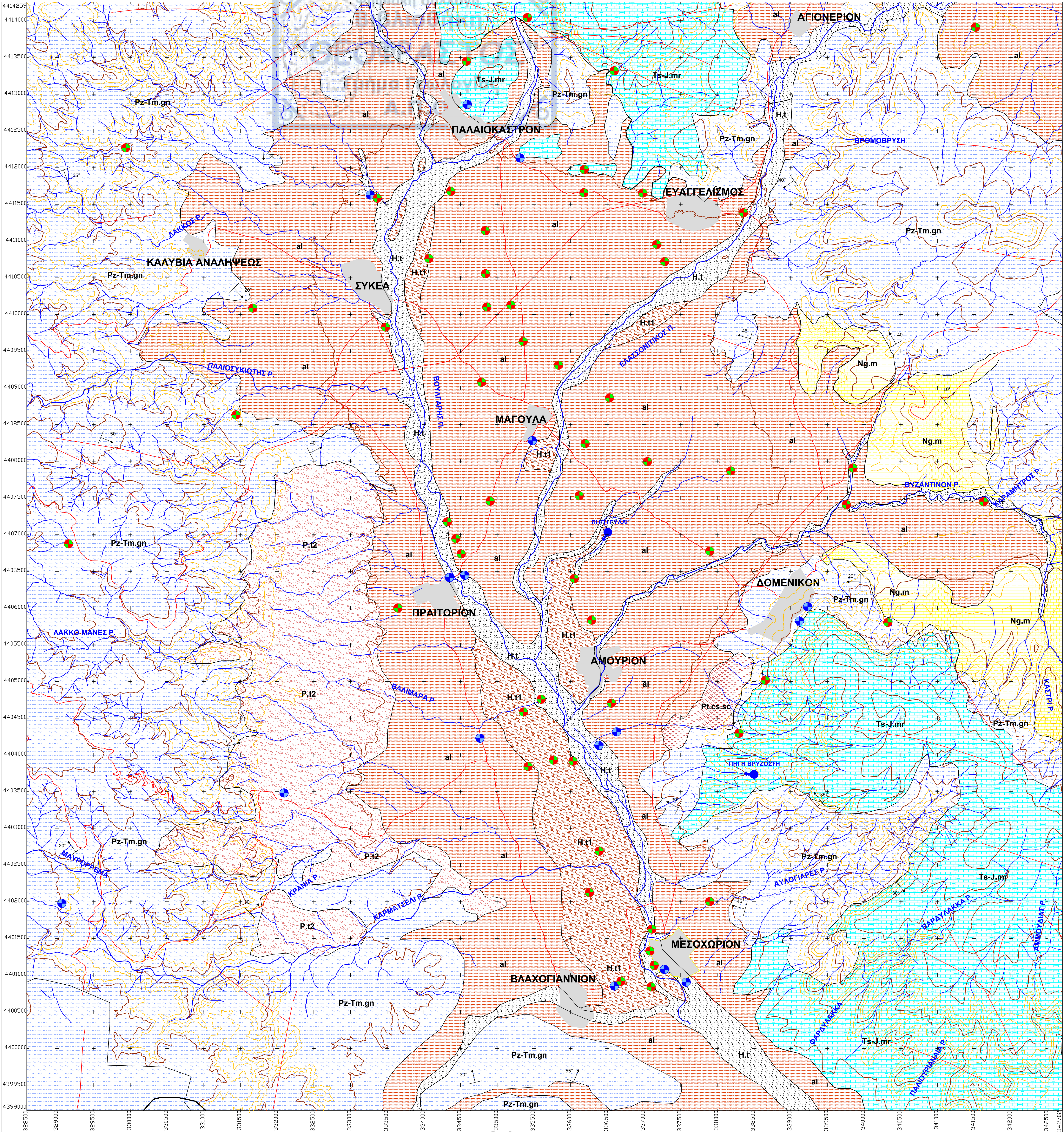


Φωτ. 22: Τριαδικά Μάρμαρα.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

H.t	Συγχρονές αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών και χερσαίων που αποτελούντα κροακίες, κοπύρες και αμυχάκια		Υδρογραφικό δίκτυο
al	Συγχρονές πρόσφατες αποτιλούμενες από αμυχάκια, λίμνες, θάλασσες και χερσάκιες		Οδικό δίκτυο
H.t1	Ποταμίες αναθεωρήσεις (αδρυμένη υλικά από αμυχάκια, κροακίες και λεπτωμένους υλικά)		Γεωλογικό Όριο
Pt.cs.sc	Κόκκινα κορμίστην, πύκνωμα κορμίστην, αδρυμένη υλικά από κροακίες και λεπτιές, αναμειγμένα με σφαιρικό και αργιλέα υλικά		Διεύθυνση κλίσης, γωνία κλίσης στρώματος
P.t2	Παλαιολιθικές πύκνωμακοινές αποθέσεις που αποτελούντα από θάλασσες, θάλασσες με πύκνωμακοινές		Ρήγμα
Ng.m	Λιμνικές και λιμνοστατικές αποθέσεις, αποτιλούμενες από μάργες, μαργακούς, κροακίες και κροακίες		Ανάστροφο ρήγμα με πύκνωμα μετατόπιση
Ts-J.mr	Μεσοσυναρθεβία - Ιουρακικά μάρμαρα		Επιώθηση
Pz-Tm.gn	Σχηματίζονται, γεωσυναρθεβία, γεωσύν		Οκτακίς Συγκέντρωσης

	Όληση πηγής
	Αρδυστικές Διημετικές Γεωργίες
	Υδροτικές Διημετικές Γεωργίες

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρεωλογίας

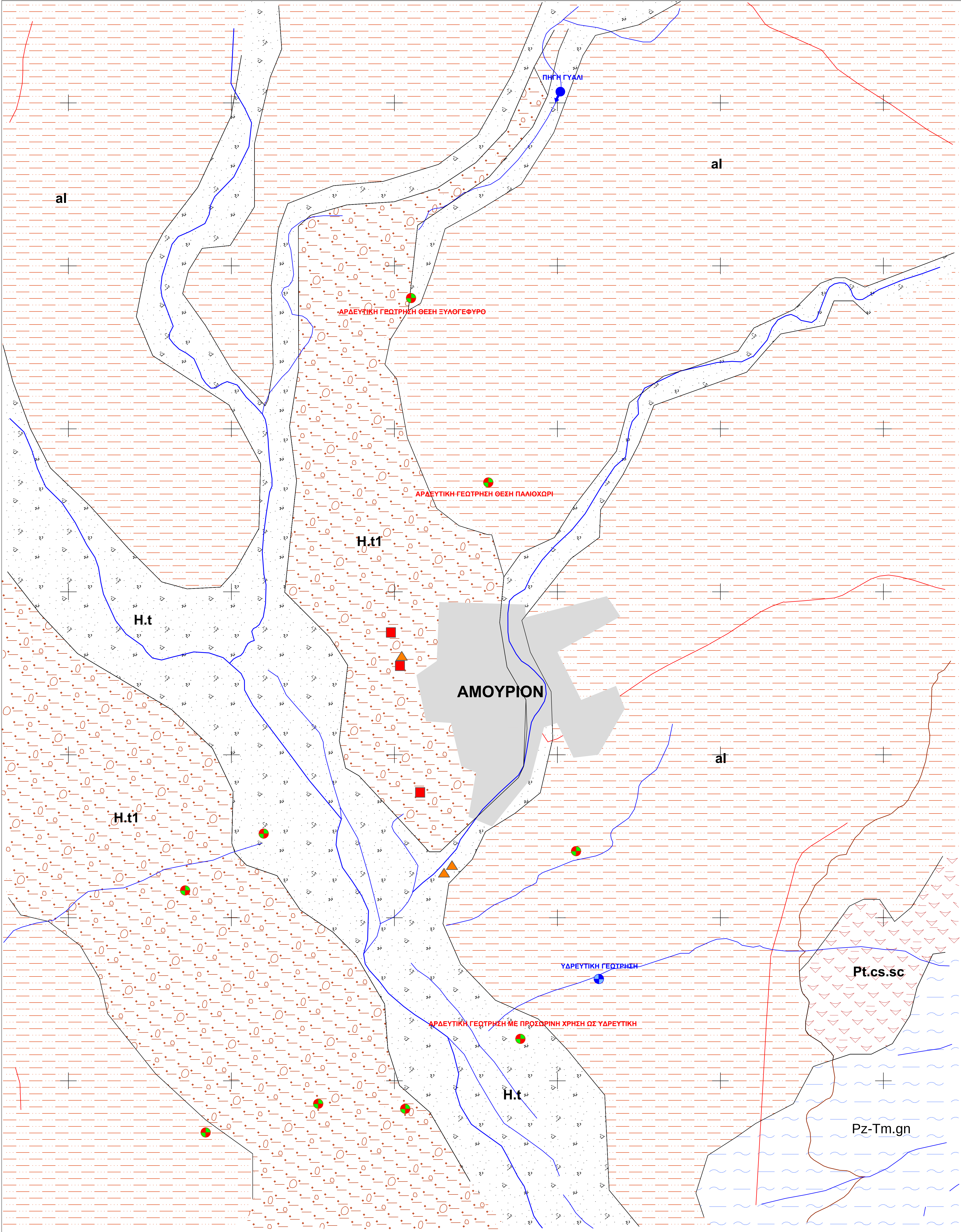
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΜΠΕΛΕΣΗ ΜΑΡΙΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:20.000

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2018



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Σύγχρονες αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών και χειμάρρων που αποτελούνται κυρίως από αργίλους, ιλύες, άμμος και χαλίκι		Υδρογραφικό δίκτυο
	Σύγχρονες προεραικές αποθέσεις από αργίλους, ιλύες, άμμος και χαλίκι		Οδικό δίκτυο
	Ποταμικές αναθεσμίες (απορροή υλικού από αργίλους, ιλύες, χαλίκι και λεπτομερές υλικό)		Γεωλογικό Όριο
	Κόκκινα κορμάρια, πικευρά κορμάρια, αβανταρί υλικού με κροκίους και λείπες συσσωματώσεις με ανθρακικό και αργίλο υλικό		Διαθέσιμη κλίση, γενική κλίση απόρροας
	Ποταμολογικές πλεονεκτικές αποθέσεις που αποτελούνται από αργίλους, άμμος με παραμόλη αργίλων		Ρήγμα
	Λιμνικές και λιμνοσταμικές αποθέσεις, αποτελούμενες από μόνες, μαργολιές, φασμαίτες και κροκίους		Ανίστροφο ρήγμα με πλάγια μετατόπιση
	Μεσοποταμικά - Ιουραρικά μάρμαρα		Επιβήση
	Σχηματισμοί, γενεοσχηματισμοί, γενεοσχηματισμοί		Οκετικές Συγκεντρώσεις
			Θέση πηγής
			Αρδευτικές Διημετικές Γεωτρήσεις
			Υδροτικές Διημετικές Γεωτρήσεις
			Κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις
			Μικρές βιοτεχνίες (αβανταρί, κλπ.)

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

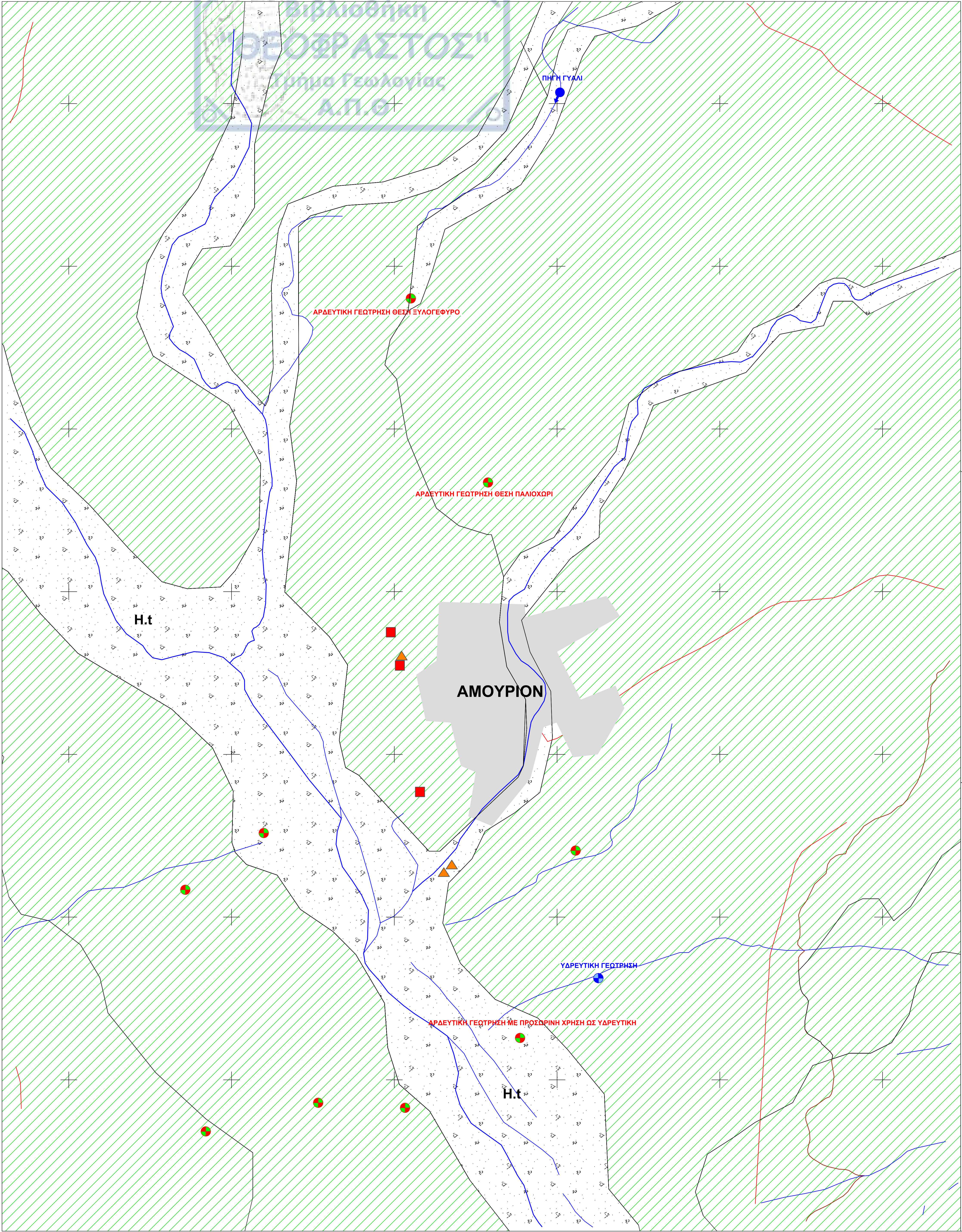
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

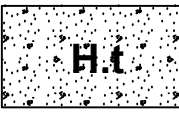
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΜΠΕΛΕΣΗ ΜΑΡΙΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2018



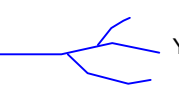
ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Συγγενικές αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών και χειμάρων που αποτελούνται χρονάλες, λάσπες και αμμοβάλλες



Αρόλιμες εκτάσεις



Υδρογραφικό δίκτυο



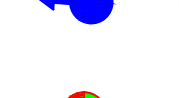
Οδός δικτύου



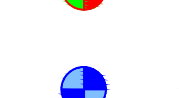
Όριο



Οικιστικές Συγκεντρώσεις



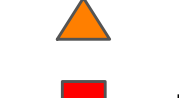
Πηγή γλυκή



Αρδευτικές δημοτικές Γεωτρήσεις



Υδροτικές δημοτικές Γεωτρήσεις



Κινητογραφικές εγκαταστάσεις



Μικρές βοστανίες (αβραμίδες, κλπ.)

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

ΧΑΡΤΗΣ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΤΩΝ
ΠΙΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΜΠΕΛΕΣΗ ΜΑΡΙΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2018

billο
αφην

ΝΟΜΟΣ ΛΑΡΙΔΑΣ Κοινότητα Αγοάρι Τοποθεσία

ΣΥΝΤΕΤΑΥΜΕΝΕΣ

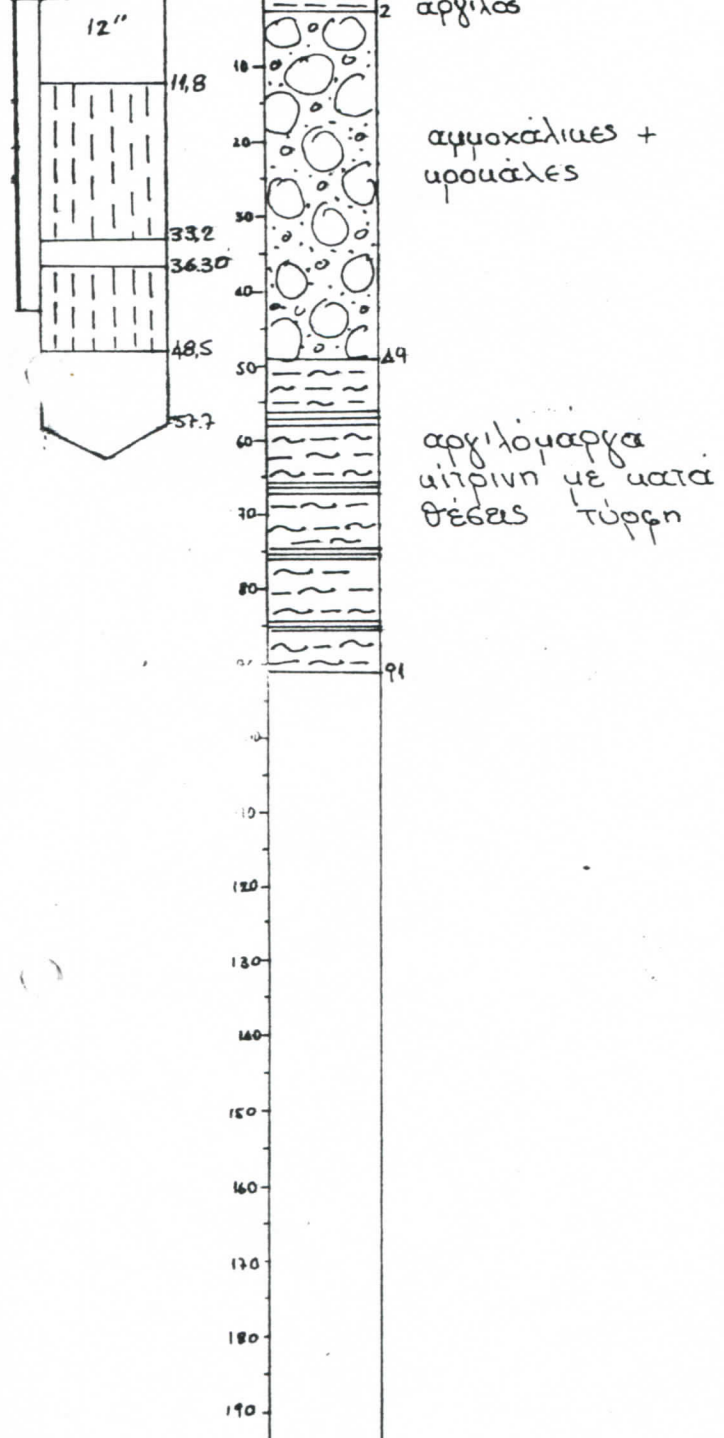
ματ' ευτίμηση Τοπογρ. αποτύπωση

1: 50.000 γ: 9.5 ψ: 9.5 z: 168 κ: ψ: z:

1: 20.000 κ: ψ: z: κ: ψ: z:

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ
ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ



Γεωλόγος μελετητής Αθ. Ευαγγελόπουλος

Γεωτρυπανιστής Χρ. Τριανταφύλλου

Τύπος Γεωτρυπανίου RANT

Έναρξη εργασιών 28-9-91. Λήξη εργασιών 1-10-91

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διαμ. κ βάθος διατήρησης: 8 1/2" 91 ψ

Διαμ. κ βάθος διεύρυνσης: 17 1/2" 62 ψ

Ημερομηνία πλευτ. διαβι:

Βάθος Διαμετρ. βωλήνωσης: 12' 58,10

Τύπος φίλτρων: Γεφύρας

Άνοιγμα οπής: 1,5 - 2 x λ.

Διάμετρος χαλίκου: 1,5 - 3 ... όγκος: 15 ... m³

Γειμέντωση:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Ημερομηνία 24-10-91 ... ΥΣ 3,80

ΒΑΘΜΙΔΑ	ΔΙΑΡ	Q m³/h	ΔS μετά			Διάρκεια επανόδου
			2h	5h		
1	2h	104	0,88	—	—	2h
2	2h	170	1,61	—	—	2h
3	2h	215	2,13	2,15	—	

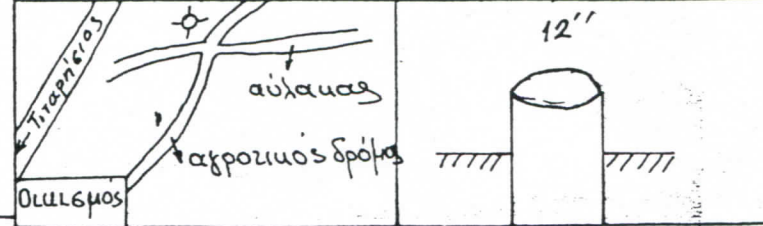
Υδαταγωγνιμότητα

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

ΥΣ Max	Q	ΔS μετά		Αλληλεπίδραση	ΣΑ ΤΕΛΙΩΗ
		5h	5000h		
8,30	150		1,50	10	25 → 35 μ

Ολικό κόστος κατασκευής:

Σκαριφήμα θέσης Σκαριφήμα REREZE



Ημερ/νια	Χημική ανάλυση					
	PH	Ηλ. αν.	PPm	HCO ₃	Cl	SO ₄
	Ca	Mg	Na	SAR	Tαξη	Ολ. Σκληρ.

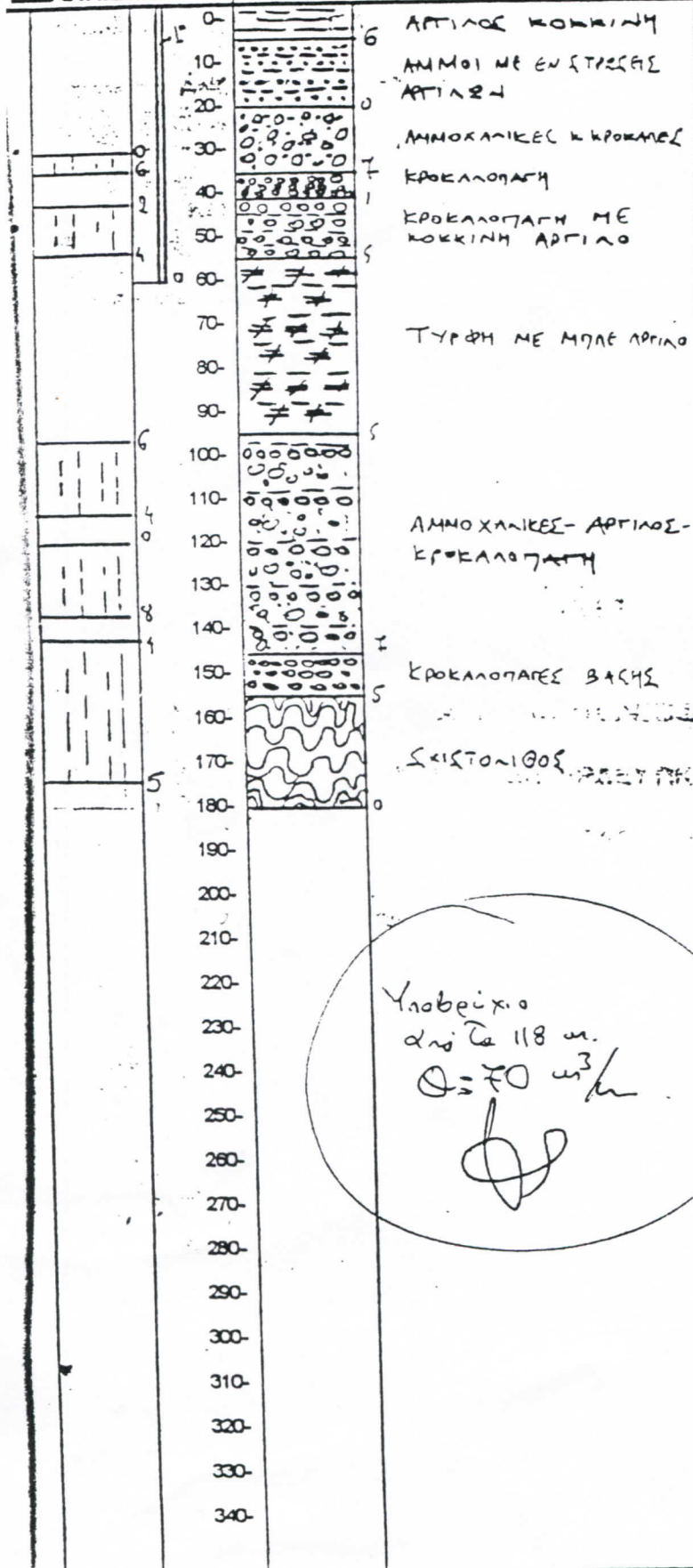
Ο επιβλέπων γεωλόγος

Αθ. Ευαγγελόπουλος

ΑΜΟΥΡΙ

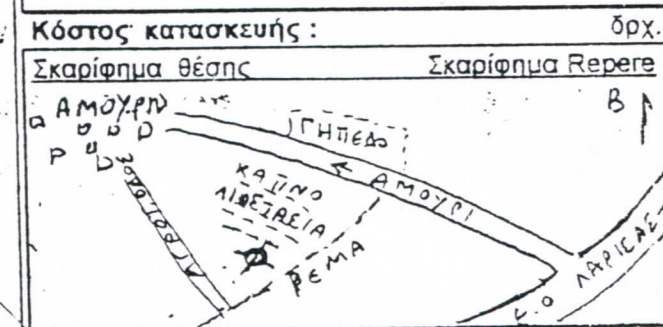
Φορέας	Γεώτρηση :	Σκοπός :
Νομός :	Κοινότητα : ΑΜΟΥΡΙΟΥ	Τοποθεσία : ΑΥΛΑΓΑΔΙΑ - ΓΗΠΕΔΟ
Συντεταγμένες κατ' εκτίμηση	Συντεταγμένες Τοπογρ. αποτύπωση	Γεωλογος μελετητής : ΒΟΡΒΗΣ Ν.
χ= ψ= ζ=	χ= ψ= ζ=	Γεωτρυπανιστής : ΓΕΩΤΕΡ
χ= ψ= ζ=	χ= ψ= ζ=	Τύπος γεωτρυπάνου : 12-Τ4 ΥΔΡ/ΚΟ - 700/ΜΕ
		Έναρξη εργασιών : 3/7
		Λήξη εργασιών : 8/7/96

ΣΩΛΗΝΟΣΗ - ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Διαμ & βάθος διάτρησης : 180
 Διαμ. & βάθος διεύρυνσης : 180
 Διαμ. & βάθος σωλήνωσης : 175
 Ημερομηνία ηλεκτ. διασκ. : 24/7/96
 Τύπος φίλτρων : ΓΕΦΥΡΩΤΑ
 Ανοιγμα οπής : 15-2 mm
 Διαμ. χαλικοφ. : 3-6 mm
 Όγκος 18 m³
 Τσιμέντωση :

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ				
Ημερομηνία : 22/7/96				
ΥΣ : 5,1 m				
ΒΑΘ ΜΙΔΑ	ΔΙΑΡ h	Q m³/h	Δs μετά 2h 5h	Διάρ. Επαν.
1				
2				
3				
ΣΠ :	8	80	12	4
ΥΔΑΤΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ 2.10 ⁻³ m²/sec				
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ				
ΥΣ	Q	Δs μετά 5h	ΑΥση	ΣΑ.
max	m³/h	5000h		ΤΕΛΙΚΗ
10	100	15	22	13 45→50

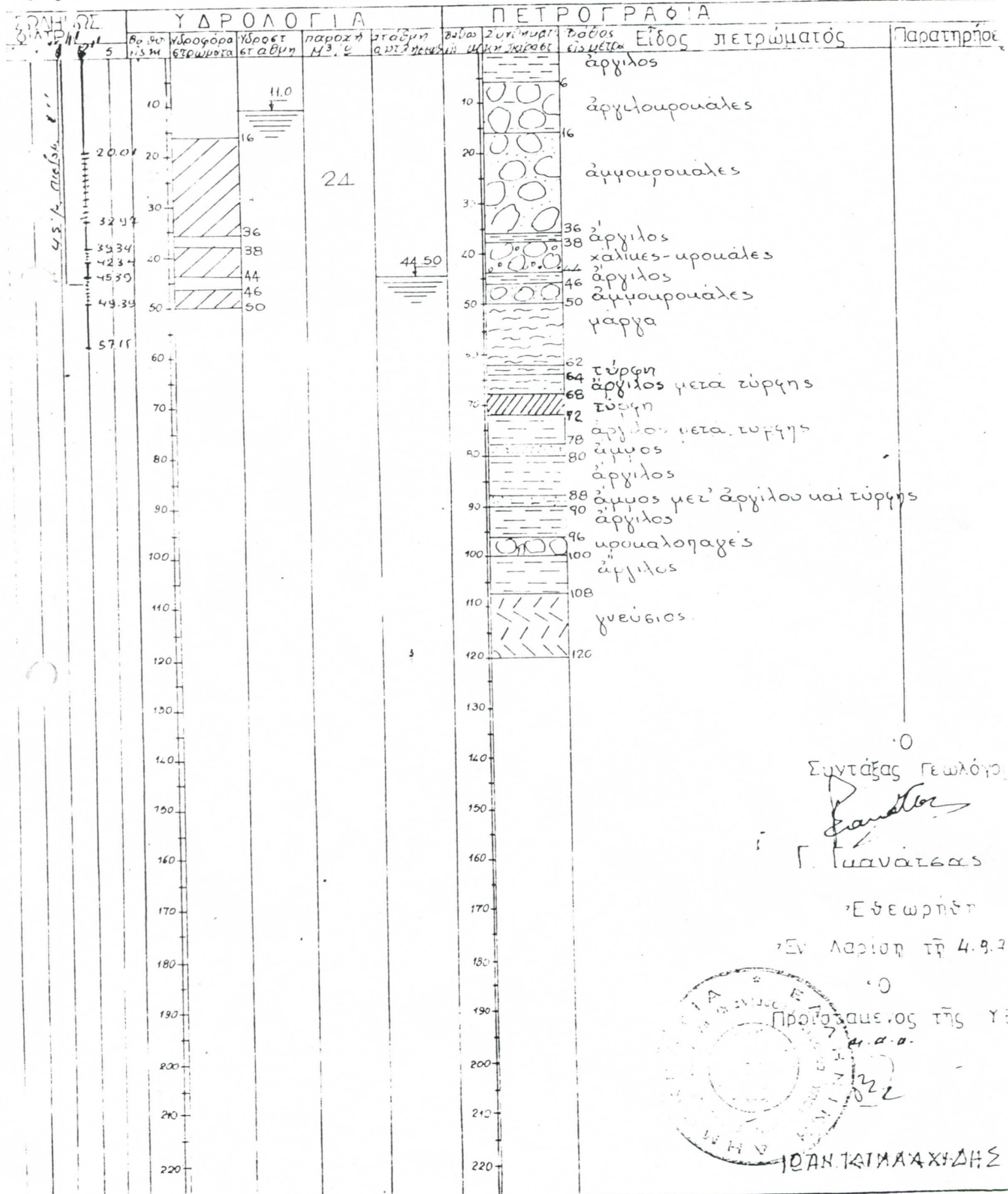


ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ημερομηνία :)		
PH	ΗΛ.Αν	PH
HCO3	Cl	SO4
Ca	Mg	Na
SAR	Τάση	ΟΛ. Σκληρ.
Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΓΕΩΛΟΓΟΣ		

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝ ΤΕΣΣΕΡΕΣ
 ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
 ΠΡΕΣΙΑ ΕΠΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ
 Γεωλόγος Γ. Γιαννάτσας
 Ατρύπανον ΤΟΝΕ - 2
 Ατρυπανιστής Αθ. Μητρόπουλος
 Αρξίς 19 - 7 - 76
 Ήξις 21 - 8 - 76

Γεώτρησης 48ρωτική
 Νομός Λαρίων Κοινότης Αμουργίου
 Τοποθεσία Ροδιά
 Φύλλον Χάρτου ΓΥΣ 150000
 Συντεταγμένα Χ - - - - -
 Ψ - - - - -
 Υψόμετρον Ζ - - - - -

Αριθ 662
 Μητρ 165



Φύλλο
χάρτη

ΝΟΜΟΣ ΛΑΡΙΔΑΣ Κοινότητα Βλαχοκλιάννη Τοποθεσία

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ματ' ευτίμηση Τοπογρ. αποτύπωση

1:	Υ:	Ψ:	Ζ:	Χ:	Ψ:	Ζ:
50.000						
1:	Υ:	Ψ:	Ζ:	Χ:	Ψ:	Ζ:
20.000						

Γεωλόγος μελετητής ΑΘ. Ευαγγελόπουλος

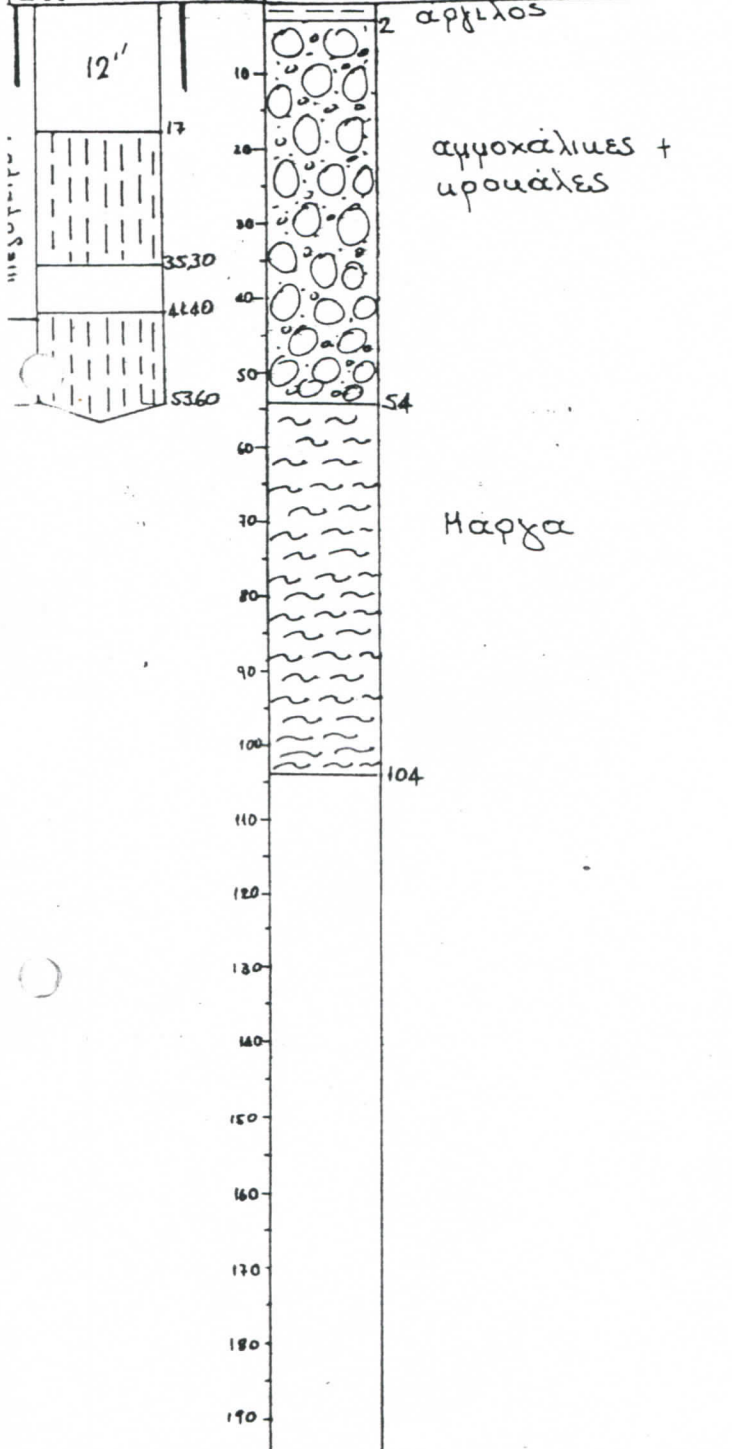
Γεωτρυπανιστής Χρ. Τριανταφύλλου

Τύπος Γεωτρυπανίου RANT

Έναρξη εργασιών 21-11-91. Λήξη εργασιών 26-11-91

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ
ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διαμ. κ βάθος διάτρησης: $8\frac{1}{2}''$... 104μ ...
 Διαμ. κ βάθος διεύρυνσης: $17\frac{1}{2}''$... 54μ ...
 Ημερομηνία πλετ. διαμ.: ... - ...
 Βάθος Διαμετρ. βωλήνωσης ... 54μ ...
 Τύπος φίλτρων: Γεφύρας ...
 Άνοιγμα σπής: 1,5 - 2 χιλ. ...
 Διάμετρος χαλίκου: 3-6 χιλ. όγκος 15 m³ ...
 Περιφραγματικός: 12μ ... 20'' ...

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Ημερομηνία 19-12-91 ... ΥΣ 2.65 ...

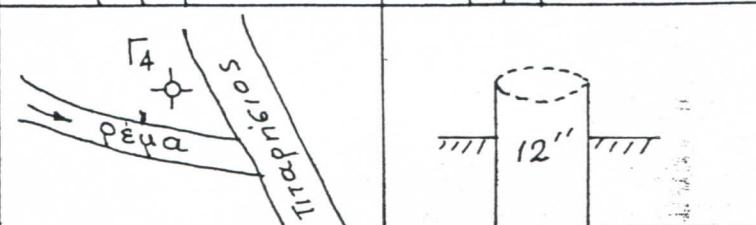
ΒΑΘΜΙΔΑ	ΔΙΑΡ	Q m ³ /h	ΔS μετά			Διάρκεια επανόδου
			2h	5h		
1	2h	120	1,15	—	—	2h
2	2h	210	2,81	—	—	2h
3				—	—	
Σ Π	18	280	3,96	4,03		2h

Υδαταγωγνιότητα ...
 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

ΥΣ	Q	ΔS μετά		Αλληλεπίδραση	ΣΑ ΤΕΛΙΟΥ
		5h	5000h		
11	200		2,85	10	24 → 36μ

Όλιμο κόστος κατασκευής: ...

Συαρίφηση θεσης Συαρίφηση REPERE



Ημερ/νία	Χημική ανάλυση					
	PH	Ηλ. αν.	PPm	HCO ₃	Cl	SO ₄
	Ca	Mg	Na	SAR	Τάξη	Ολ. Σκληρ.

Ο επιβλέπων γεωλόγος

ΑΘ. Ευαγγελόπουλος

Φύλλο χάρτη	Φορέας.....		Σκοπός..... <u>ΑΡΔΕΥΣΗ</u>		Α.Μ.....																		
	ΓΕΩΤΡΗΣΗ <u>Δ.Δ. ΔΟΜΗΝΙΚΟΥ</u>																						
	ΝΟΜΟΣ..... <u>ΙΑΡΙΤΑΣ</u>		ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ..... <u>ΔΗΜΟΣ ΠΟΤΑΜΙΑΣ</u>		ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ..... <u>ΚΑΒΟΥΡΙΑ</u>																		
	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">κατ' εκτίμηση</th> <th colspan="3">Τοπογρ. Αποτύπωση</th> </tr> <tr> <td>1:50.000</td> <td>Χ:.....</td> <td>Ψ:.....</td> <td>Ζ:.....</td> <td>Χ:.....</td> <td>Ψ:.....</td> </tr> <tr> <td>1:20.000</td> <td>Χ:.....</td> <td>Ψ:.....</td> <td>Ζ:.....</td> <td>Χ:.....</td> <td>Ψ:.....</td> </tr> </table> Γεωλόγος μελετητής <u>Καζέλης Ηλίας</u> Γεωτρυπανιστής <u>Σαράντζης Νικόλαος</u> Τύπος Γεωτρυπάνου <u>Περίβροφιμό</u> Έναρξη εργασιών <u>19/11/06</u> λήξη <u>10/12/06</u> ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Διαμ. και βάθος διάτρησης <u>9 5/8" - 210 μ.</u> Διαμ. και βάθος διεύρυνσης <u>15 1/2" - 210 μ.</u> Ημερομηνία ηλεκτ. Διασκ..... <u>—</u> Βάθος διαμετρ σωλήνωσης <u>204 μ. - 8"</u> Τύπος φίλτρων..... <u>Γεφρωτοί</u> Ανοιγμα οπής..... <u>1.5 m m</u> Διαμετρος χαλικοφ..... <u>3 - 6 mm</u> Όγκος <u>2.5 m³</u> Τσιμέντωση..... <u>—</u>						κατ' εκτίμηση			Τοπογρ. Αποτύπωση			1:50.000	Χ:.....	Ψ:.....	Ζ:.....	Χ:.....	Ψ:.....	1:20.000	Χ:.....	Ψ:.....	Ζ:.....	Χ:.....
κατ' εκτίμηση			Τοπογρ. Αποτύπωση																				
1:50.000	Χ:.....	Ψ:.....	Ζ:.....	Χ:.....	Ψ:.....																		
1:20.000	Χ:.....	Ψ:.....	Ζ:.....	Χ:.....	Ψ:.....																		
ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ		ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ																					
ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ																							
		0 — <u>Αρχιλος οργανική</u> 10 — <u>Μάργα</u> 20 — <u>Μάργα</u> 30 — <u>Μάργα</u> 40 — <u>Μάργα</u> 50 — <u>Μάργα</u> 60 — <u>Μάργα</u> 70 — <u>Μάργα</u> 80 — <u>Μάργα</u> 90 — <u>Μάργα</u> 100 — <u>Μάργα</u> 110 — <u>Μάργα</u> 120 — <u>Μάργα</u> 130 — <u>Μάργα</u> 140 — <u>Μάργα</u> 150 — <u>Μάργα</u> 160 — <u>Μάργα</u> 170 — <u>Μάργα</u> 180 — <u>Μάργα</u> 190 — <u>Μάργα</u> 200 — <u>Μάργα</u> 210 — <u>Μάργα</u> 220 — <u>Μάργα</u> 230 — <u>Μάργα</u> 240 — <u>Μάργα</u> 250 — <u>Μάργα</u> 260 — <u>Μάργα</u> 270 — <u>Μάργα</u> 280 — <u>Μάργα</u> 290 — <u>Μάργα</u> 300 — <u>Μάργα</u> 310 — <u>Μάργα</u> 320 — <u>Μάργα</u> 330 — <u>Μάργα</u> 340 — <u>Μάργα</u> 350 — <u>Μάργα</u>																					
		Εναλλαχώς αμμόκαρτος και κρυσταλλοειδής																					
Ημερομηνία..... Χημική ανάλυση <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PH</td> <td>Ηλ. Av.</td> <td>PPm</td> <td>HCO₃</td> <td>CL</td> <td>SO₄</td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>Mg</td> <td>Na</td> <td>SAR</td> <td>Τάξη</td> <td>Ολ. Σκληρ</td> </tr> </table>		PH	Ηλ. Av.	PPm	HCO ₃	CL	SO ₄	Ca	Mg	Na	SAR	Τάξη	Ολ. Σκληρ	Ο Συντάξας..... Τεχνικός Αθην.									
PH	Ηλ. Av.	PPm	HCO ₃	CL	SO ₄																		
Ca	Mg	Na	SAR	Τάξη	Ολ. Σκληρ																		

Γεωλόγος μελετητής .. Μ. Β. ΑΝΘ. ...
Γεωτρυπανιστής .. Αιρίβος .. Ενάγγελος
Γεωτρυπάνι .. Τ.Ο.ΝΕ. ...
Έναρξη εργασιών 30-5-84 ... Λήξη εργασιών 2-8-84 ...

Νομός .. Λαρίσης .. Κοινότητα Βλαχίου

Τοποθεσία ..

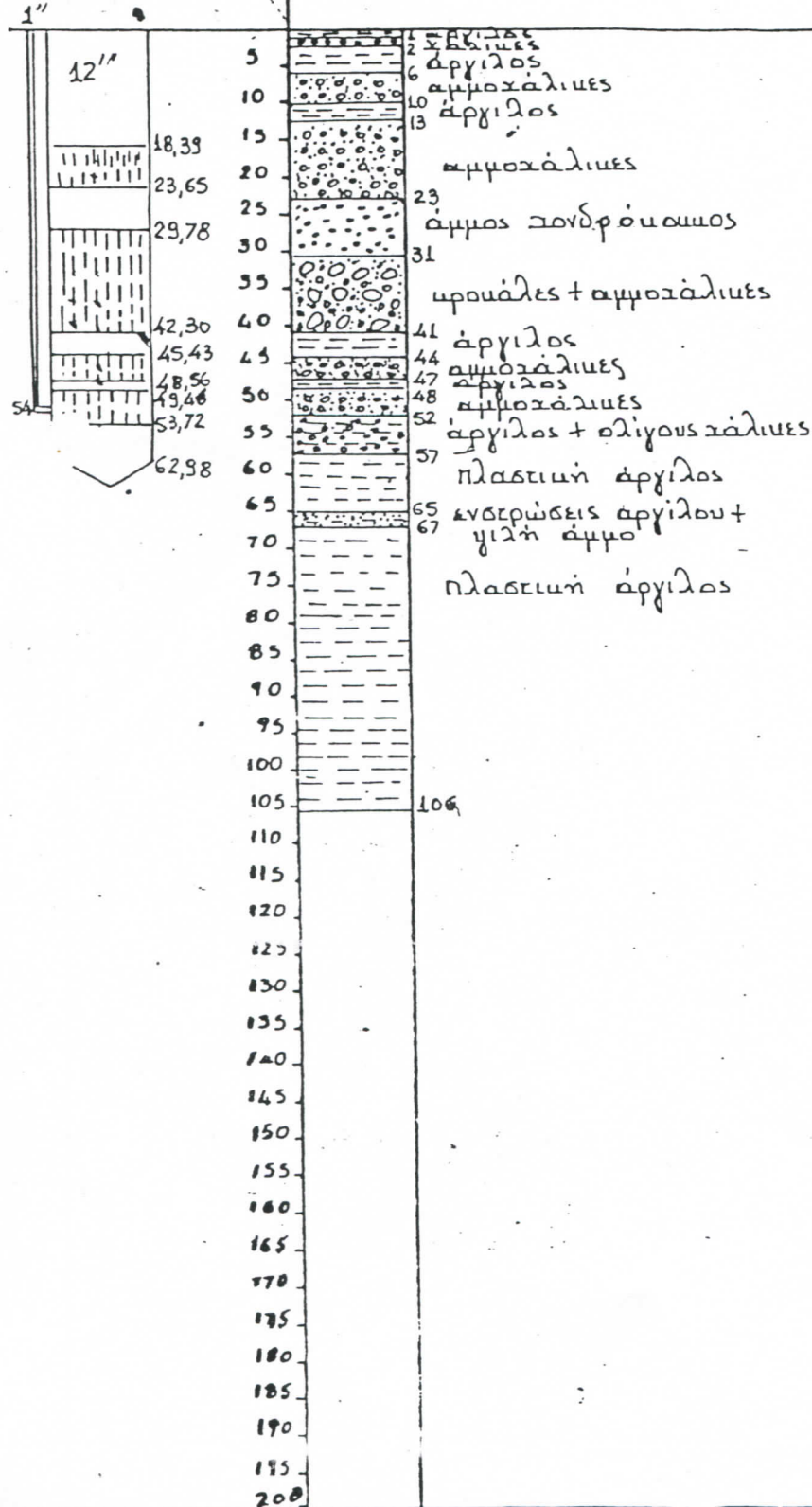
8

Αριθμ
Μητρ 40

100

ΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διάμετρος διάτρησης ... 17 1/2"

Διάμετρος διεύρυνσης ... 17 1/2"

Ημ/νία ηλ/κής διασκόπησης ...

Τύπος φίλτρων ... Γεφύρας ...

Ανοίγμα οπής ... 1,5 m m

Διάμετρος χαλικοφ ... 3-6 ... ογκος ...

Τσιμεντώση

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Ημ/νία 8-8-84 ... ΥΣ = ...

ΒΑΘΜΙΔΑ	ΔΙΑΡ.	Q m ³ /h	ΔS μετά		
			2h	5h	ε
1	2h	144	7,27	—	—
2	2h	225	12,80	—	—
3	2h	277	20,40	—	—
Σ Π	24	360	26,37	—	—

Υδαταγωγιμότητα

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑ

ΥΣ Max	Q	ΔS μετά		Αλληλεπίδραση
		5h	5000h	
10 m	220			5

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Λαρίσα 28/10

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Δ/ντης III ΠΔΕΒ

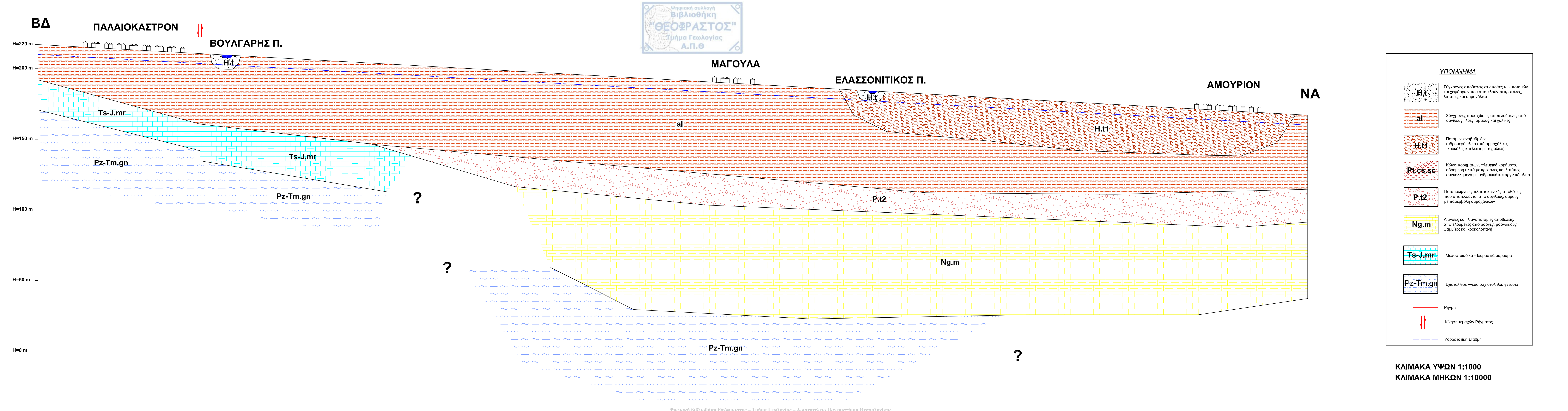
Ο
ΕΠΙΒΛΕΠ
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

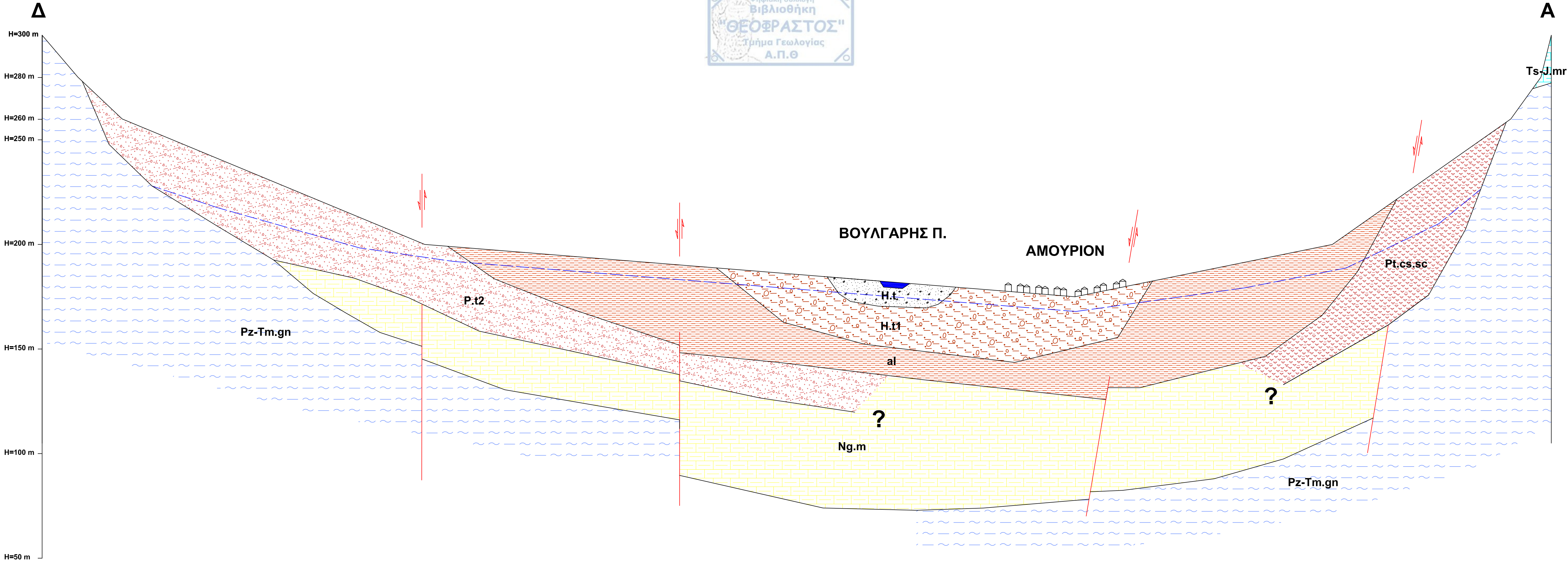
ΙΩΑΝ. ΚΙΛΛΑΧΙΑΝΣ

Α. ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

μ/νιο	PH	Ηλ.αγ	PPm	HCO ₃	Cl	SO ₄
Ca	Mg	Na	SAR	Τάξη	Ολ. Σκληρ	





ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
	Σύγχρονες αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών και χειμάρρων που αποτελούνται κροκάλες, λατύπες και αμμοχάλικα
	Σύγχρονες προσχώσεις αποτελούμενες από αργίλους, ιλύες, άμμους και χάλικες
	Ποτάμιες αναβαθμίδες (αδρομερή υλικά από αμμοχάλικα, κροκάλες και λεπτομερές υλικό)
	Κώνιοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα, αδρομερή υλικά με κροκάλες και λατύπες συγκολλημένα με ανθρακικό και αργιλικό υλικό
	Ποταμολιμναίες πλειστοκαινικές αποθέσεις που αποτελούνται από αργίλους, άμμους με παρεμβολή αμμοχάλικων
	Λιμναίες και λιμνοποτάμιες αποθέσεις, αποτελούμενες από μάργες, μαργακούς φαμμίτες και κροκαλοπαγή
	Μεσοστριαδικά - Ιουραϊκά μάρμαρα
	Σχιστόλιθοι, γνευσισσχιστόλιθοι, γνεύσιο
	Ρήγμα
	Κίνηση τεμαχίων Ρήγματος
	Υδροστατική Στάθμη

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1:1000
ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:10000