

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
«Προσομοίωση Συστημάτων και Σχεδιασμό Έργων Πολιτικού Μηχανικού»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΝΗΣ»

ΜΕΜΤΣΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Διπλωματούχος Μηχανικός Περιβάλλοντος

Βόλος, Οκτώβριος 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί χωρίς την αμέριστη βοήθεια, συμπαράσταση και καθοδήγηση του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ν. Μυλόπουλο.

Συνάμα νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων για τις σχέσεις που δημιουργήσαμε τόσο για την παρούσα εργασία όσο και για άλλα θέματα της ερευνητικής δραστηριότητας.

Η παρούσα εργασία είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας και της αλληλεγγύης του υποψήφιου διδάκτορα και φίλου μου κ. Π. Σιδηρόπουλου.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στους νυν και πρώην γενικώς.

Περιεχόμενα:

Περίληψη.....	4
1.Εισαγωγή.....	5
2.Περιγραφή Περιοχής.....	8
2.2 Γεωμορφολογία.....	8
2.3 Γεωλογική Περιγραφή.....	13
2.3 Υδρογεωλογική Περιγραφή.....	15
2.4 Υδρολογική Περιγραφή.....	19
3.Προσέγγιση προβλήματος	
3.1 Πεδίο-Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης.....	23
3.2 Σχεδιασμός-Επίλυση προβλήματος.....	26
3.3 Σχεδιασμός-Ανάπτυξη Μοντέλων.....	38
4.Συμπεράσματα.....	42
5.Βιβλιογραφία.....	44
6.Παράρτημα	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νερό αποτελεί το κύριο συστατικό για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη, ενώ ταυτόχρονα συνιστά το μέσο ικανοποίησης μιας πληθώρας αναγκών που πλαισιώνουν το μοντέλο ανάπτυξης των σύγχρονων κοινωνιών. Άμεσο αποτέλεσμα της προαναφερθείσας διαπίστωσης καθίσταται η αναπόφευκτη συμπίεση των εννοιών ποιότητας νερού και ποιότητας ζωής, με την πρώτη να στοιχειοθετεί τη βασική και αναγκαία συνθήκη εξασφάλισης της δεύτερης.

Οι αυξημένες ανάγκες σε νερό που παρουσιάζονται στις μέρες μας εξαιτίας της ραγδαίας πληθυσμιακής έκτασης, των έντονων δημογραφικών αλλαγών, της εντατικοποιημένης βιομηχανικής και αγροτικής δραστηριότητας, καθώς και της αλόγιστης χρήσης που προκαλεί η ψευδαίσθηση της αφθονίας, συνθέτουν, σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας και παράλληλα με την εκμετάλλευση των επιφανειακών υδατικών πόρων, και στην αξιοποίηση του πλούσιου σε ποσότητα υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Ταυτόχρονα, όμως, αποτέλεσαν και τους καθοριστικούς παράγοντες που επέφεραν την ποιοτική υποβάθμιση του, με άμεσο αποτέλεσμα τη διακύβευση αλλά και υπονόμευση της ανθρώπινης υγείας.

Τα παραπάνω αποτελούν την περιγραφή της δραστηριότητας που υπακούει στο μοντέλο εκείνο που η παραγωγή και η αναπαραγωγή έχουν μία νόρμα, αυτή του μέγιστου κέρδους καθώς και τη διαιώνιση αυτή της διαδικασίας. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η υδρολογική αποκατάσταση της Υπέρειας Κρήνης, υπό το πρίσμα της ολιστικής-ορθολογικής διαχείρισης των υδάτων.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πηγή της Υπέρειας Κρήνης βρίσκεται στο κέντρο της πόλης του Βελεστίνου σε υψόμετρο 105 μέτρων. Συγκεκριμένα έχει Γεωγραφικό Μήκος: $22^{\circ}44'33.22''\text{A}$ και Γεωγραφικό Πλάτος $39^{\circ}23'03.15''\text{B}$ και σύμφωνα με το ΕΓΣΑ '87 οι συντεταγμένες της είναι οι ακόλουθες: $X=391557$, $Y=4359887$.

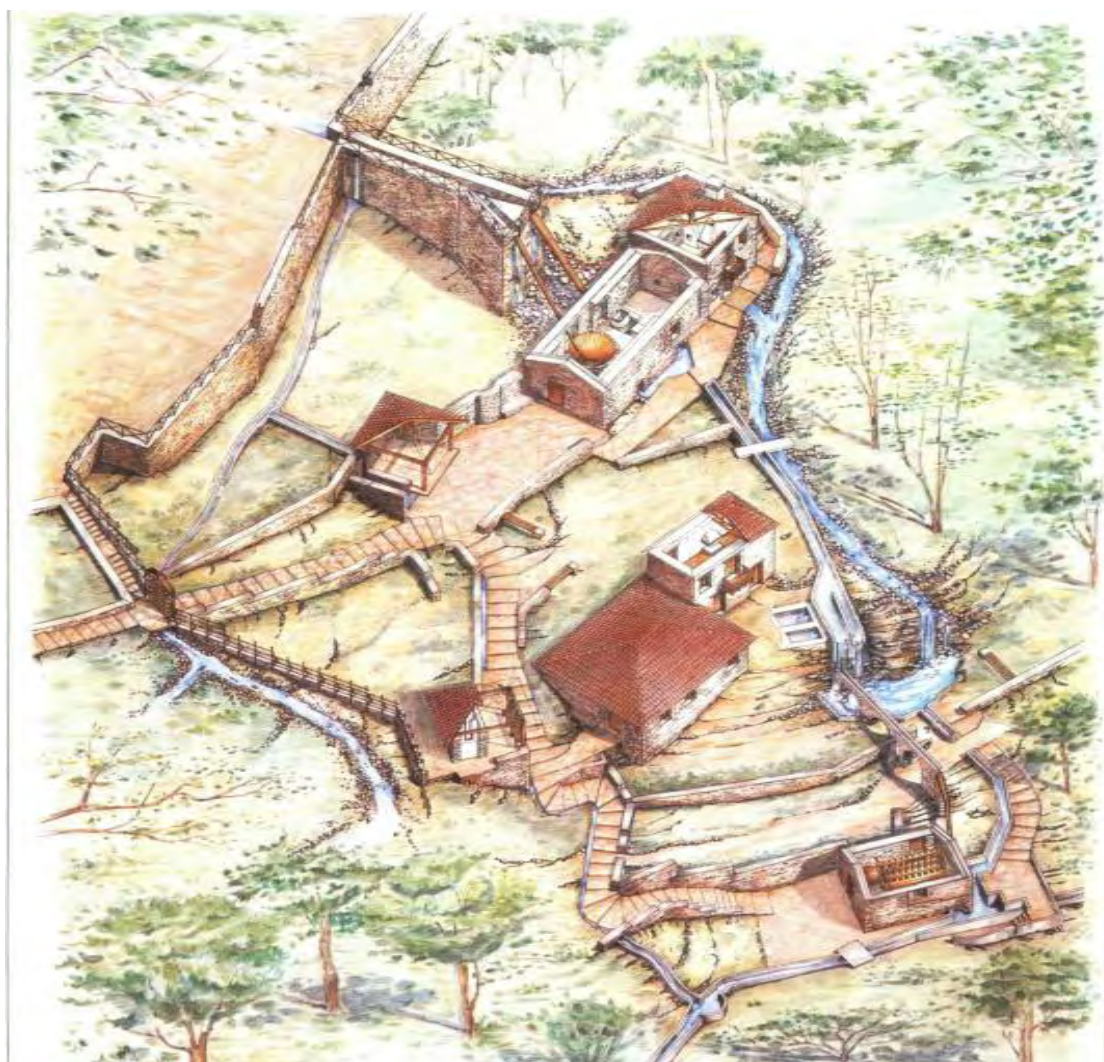
Το Βελεστίνο είναι η πρωτεύουσα του Δήμου Ρήγα Φεραίου. Ο Δήμος Ρήγα Φεραίου είναι δήμος της περιφέρειας Θεσσαλίας με έκταση 549.77 τ.χλμ και πληθυσμό 10.933 κάτοικους σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

Ο Δήμος Ρήγα Φεραίου διαιρείται στις παρακάτω σε 3 «δημοτικές ενότητες», Φερών, Κάρλας και Κεραμιδίου οι οποίες αντιστοιχούν στους 2 καταργηθέντες δήμους και την πρώην κοινότητα. Κάθε δημοτική ενότητα διαιρείται σε «κοινότητες», οι οποίες αντιστοιχούν στα διαμερίσματα των καταργηθέντων ΟΤΑ.



Σχήμα 1: Η υπέρεια κρήνη τών Φερών. Έγχρωμη χαλκογραφία Edward Dodwell (Βιβλιοθήκη της Βουλής).

Στο παρελθόν στο σημείο της πηγής σχηματίζονταν μικρή λίμνη με έκταση ίση περίπου με 0.15-0.20 εκτάρια. Η λίμνη οριοθετούνταν με τοίχο και κάποια τεχνικά κανάλια έλεγχαν την εκροή αυτής. Στο παρελθόν με τη παροχή της πηγής να κυμαίνεται στα 1000 κυβ.μ./ώρα αρδεύονταν μεγάλες εκτάσεις κηπευτικών για τα οποία είναι γνωστά η περιοχή. Παράλληλα, το νερό κατά τη διαδρομή του κινούσε αριθμό επάλληλων εργαστήριων(μύλοι, νεροτριβές).



Σχήμα 2:Απεικόνιση της παραγωγικής δραστηριότητας κατά μήκος των καναλιών της Υπέρειας Κρήνης

Το νερό από την Υπέρεια Κρήνη διοχετεύονταν με δύο ανεξάρτητους αγωγούς που στη συνέχεια ενώνονταν σε ένα. Ο αριστερός αγωγός κατευθύνοντανι προς το συγκρότημα Μπαλαμότη που περιλάμβανε υδρόμυλο και υδροτριβείο. Παρομοίως και ο δεξιός αγωγός περνούσε από τα ερείπια του ιστορικού Ταμπακόμυλου και όδευει προς το συγκρότημα Παπαστεργίου που διέθετε στο παρελθόν μύλο και υδροτρίβι. Λίγο μετά τη σιδηροδρομική γραμμή Βόλου-Καλαμπάκας οι δύο αγωγοί ενώνονταν και οδηγούνταν μέσω πλατανιών στα κοινοτικά υδροτριβία και υδρόμυλους. Πρόκειται για υδροκίνητα εργαστήρια σημαντικού ενδιαφέροντος μιας και λειτουργούσαν από τη βυζαντινή τουλάχιστον περίοδο όπως μαρτυρούν τα τμήματα που σώζονται. Πρόκειται για υδροκίνητα εργαστήρια σημαντικού ενδιαφέροντος μιας και λειτουργούσαν από τη βυζαντινή τουλάχιστον περίοδο όπως μαρτυρούν τα τμήματα που σώζονται. Στην ιστορία των Φερών, η πηγή της Υπέρειας Κρήνης συμβόλιζε τόσο στο παρελθόν όσο και το παρόν το μνημείο της πόλης. Τα πλούσια νερά της πηγής αποτελούσαν πόλο έλξης δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες ξεκινούσαν από την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών της περιοχής μέχρι της ανάπτυξη εργαστηρίων με μεταποιητικό έργο.

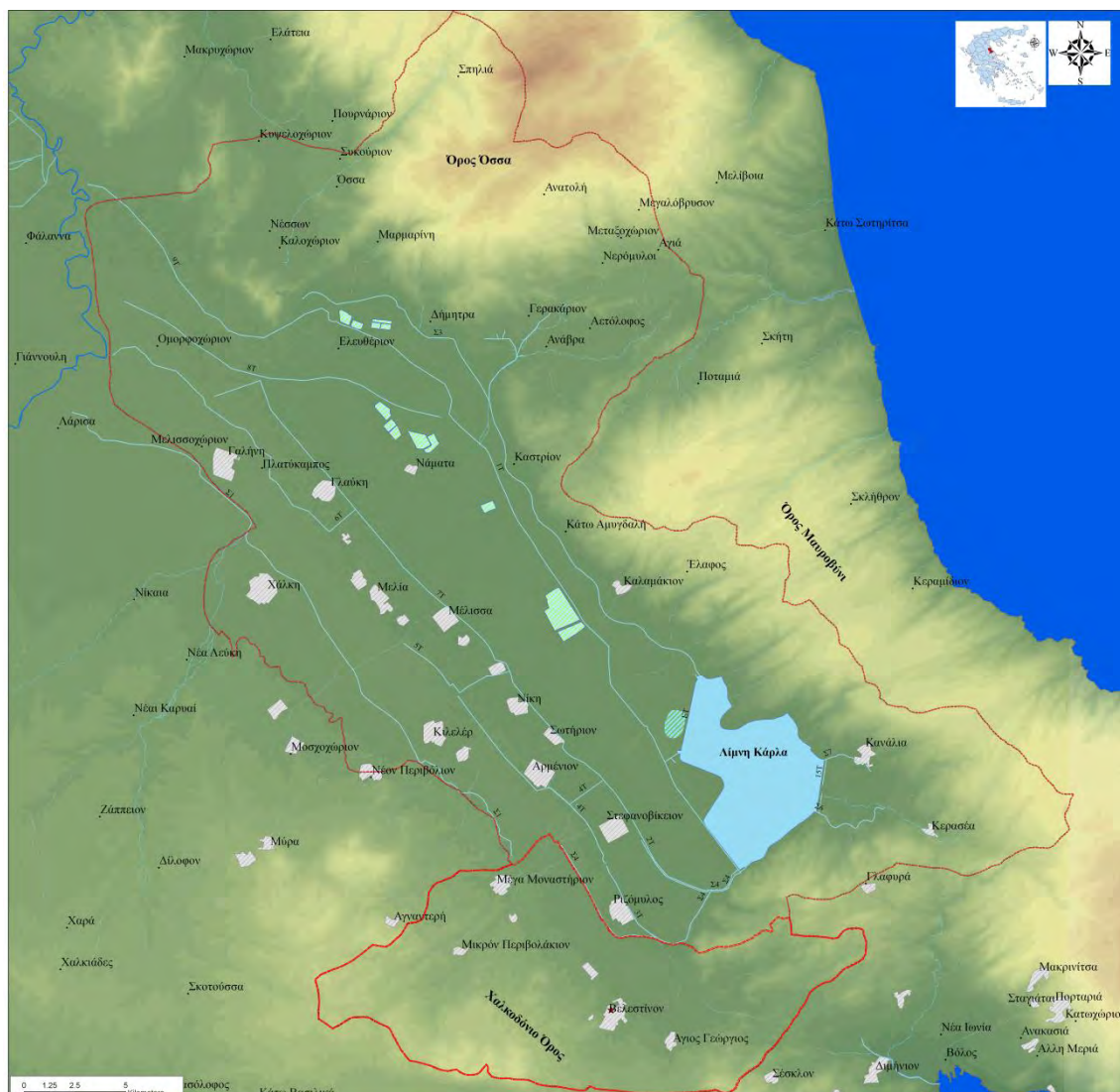
Η Υπέρεια Κρήνη ήταν σημείο αναφοράς και κοινωνικοποίησης για τη τοπική κοινωνία και τους ταξιδιώτες. Με δυσκολία θα αποτυπώσει κανείς καλύτερα την Υπέρεια Κρήνη από το Σοφοκλή που τη περιγράφει σαν δώρο των Θεών και ως πηγή ζωής με τον όρο "*νάμα θεοφιλέστατον*" (Σοφοκλής, αποσπ. 825N.). Η σημαντικότητα της πηγής για την περιοχή κάνει επιτακτική την ανάγκη για την λήψη πρωτοβουλιών για τη κατανόηση του μηχανισμού

λειτουργίας της Υπέρειας Κρήνης καθώς και την ανάληψη πρωτοβουλιών και έργων για την επανασύσταση της Υπέρειας Κρήνης.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 Γεωμορφολογία

Η Υπέρεια Κρήνη ανήκει στην υδρολογική λεκάνη της Λίμνης Κάρλας της ανατολικής Θεσσαλίας (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Οριοθέτηση της περιοχή μελέτης

Η λεκάνη της Κάρλας βρίσκεται στο ΝΑ άκρο της πεδιάδας της Λάρισας και παρουσιάζει μορφή κλειστής, επιμήκους λεκάνης, μήκους 35 χλμ. και πλάτους

9 - 15 χλμ. Η λεκάνη έχει όρια στο Βορρά τον ποταμό Πηνειό και τον ορεινό όγκο της Όσσας, στην Ανατολή τους ορεινούς όγκους του Μαυροβουνίου και του Πηλίου, στο Νότο το Χαλκοδόνιο όρος και το Μεγαβούνι και στη Δύση το Φυλλήιον όρος. Στο μέσο της λεκάνης αυτής βρίσκεται το βαθύτερο τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας, τα χαμηλότερα τμήματα της οποίας μέχρι το 1961, καλύπτονταν από τα νερά της λίμνης, που αποτελούσε πριν από την εκτέλεση των έργων και τον κύριο αποδέκτη της. Διοικητικά η περιοχή υπάγεται στους νομούς Λαρίσης και Μαγνησίας. Η φυσική λεκάνη της Κάρλας έχει συνολική έκταση 1663 km^2 ή 1.663.000 στρεμμάτων. Μετά το 1950 με την κατασκευή του Συλλεκτήρα Σ1 αποκόπηκε τμήμα της λεκάνης και η έκταση της λεκάνης απορροής της Κάρλας είναι πλέον 1100 km^2 (Σχήμα 4) . Το 1960 περατώθηκε η διάνοιξη της σήραγγας Κάρλας, ως πρώτο στάδιο έργων για την κατασκευή στην συνέχεια και του ταμιευτήρα της Κάρλας. Με τη σήραγγα αποχετεύεται η κλειστή λεκάνη Κάρλας προς τον Παγασητικό. Την ίδια περίπου εποχή κατασκευάστηκαν οι τάφροι 1Τ, 2Τ και διάφορες άλλες δευτερεύουσες τάφροι που αποχετεύουν την πεδιάδα προς τη σήραγγα.



Σχήμα 4: Υπάρχοντα Έργα στην Λεκάνη της Κάρλας. (Μουστάκα Ε., 2002)

Υδρογραφικός η ανατολική Θεσσαλία διαθέτει σήμερα μία μόνο έξοδο προς την θάλασσα, την κοιλάδα των Τεμπών, μεταξύ Ολύμπου και Όσσας, από την οποία διέρχεται ο Πηνειός ποταμός. Σε παλαιότερους γεωλογικούς χρόνους, φαίνεται ότι από την κοιλάδα των Τεμπών διέφευγαν προς την θάλασσα όλα τα νερά της ανατολικής Θεσσαλίας.

Μεταγενέστερα η περιοχή υπέστη μία γενική καθίζηση, που ενδεχομένως συνεχίζεται και σήμερα, με αποτέλεσμα η επιφάνεια του εδάφους στο ΝΑ τμήμα της λεκάνης να βρεθεί σε χαμηλότερο υψόμετρο απ' ότι στην ΒΔ πλευρά της. Έτσι η ροή των επιφανειακών υδάτων δεν γινόταν πλέον προς την κοιλάδα των Τεμπών. Το ΝΑ τμήμα της ανατολικής Θεσσαλίας κατακλύσθηκε από τα νερά, που σχημάτισαν την λίμνη της Κάρλας. Κατά καιρούς η λεκάνη δεχόταν όχι μόνο τα νερά των χειμάρρων των γύρω

ορεινών περιοχών που συγκλίνουν προς αυτήν, αλλά και τα νερά του Πηνειού ποταμού, που πλημμυρίζαν την περιοχή της Λάρισας.

Η αρχική φυσική λεκάνη υποδιαιρείται γεωμορφολογικώς και υδρολογικώς σε έξι υδρολογικές υπολεκάνες, εκ των οποίων οι τέσσερις πρώτες είναι ορεινές, ενώ οι υπόλοιπες δύο είναι πεδινές.

A. Ορεινές υπολεκάνες

1.Υπολεκάνη της Νίκαιας

Περιλαμβάνει την δυτική και νοτιοδυτική λοφώδη περιοχή της Κάρλας, που εκτείνεται μέχρι τα χωριά Μεσοράχη, Αγ. Ανάργυροι, Κυπάρισσος, Χαλκιάδες, Σκοτούσα. Η υπολεκάνη αυτή αποστραγγιζόταν, μέχρι το 1951, από τον χείμαρρο Κουσμπασανιώτικο ρέμα (Όσγηστος ποταμός) και τροφοδοτούσε την λίμνη της Κάρλας. Από το 1951 και μετά, τα νερά της διοχετεύονται, μέσω του λεγόμενου Συλλεκτήρα Σ1, στον Πηνειό. Η έκταση της υπολεκάνης της Νίκαιας ανέρχεται σε 501.2 τετ.χλμ.

2.Υπολεκάνη του Βελεστίνου

Περιλαμβάνει την νότια πλευρά της λεκάνης της Κάρλας και έχει έκταση 200,0 τετ.χλμ. Είναι ορεινή κυρίως περιοχή, που εκτείνεται μέχρι τις κορυφές του Χαλκοδόνιου όρους (υψόμετρο 700 μ.). Η απορροή της λεκάνης αυτής τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής Βελεστίνου, Ριζόμυλου και Στεφανοβικείου. Σε περιόδους υψηλών βροχοπτώσεων, η επιφανειακή απορροή συλλέγεται από την τάφρο 3Τ και οδηγείται στην σήραγγα Κάρλας - Παγασητικού. Εντός αυτής βρίσκεται η Υπέρεια Κρήνη και το υπόγειο υδατικό της σύστημα.

3.Υπολεκάνη Καναλίων

Περιλαμβάνει την ανατολική πλευρά της λεκάνης της Κάρλας, που αποστραγγίζεται από τον χείμαρρο Ξεριά, του χωριού Κερασιά. Η λεκάνη είναι ορεινή και φθάνει μέχρι υψομέτρου 1000 μ. περίπου. Στην υπολεκάνη των Καναλίων περιλαμβάνεται και το τμήμα της πεδιάδας της Κάρλας. Η έκταση της υπολεκάνης των Καναλίων ανέρχεται σε 153,3 τετ.χλμ., εκ των οποίων 37

τετ.χλμ. περίπου αντιστοιχούν στον Ταμιευτήρα της Κάρλας. Τα νερά της λεκάνης αυτής τροφοδοτούν εν μέρει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής νοτίως των Καναλίων.

4.Υπολεκάνη Καλαμακίου

Η υπολεκάνη αυτή περιλαμβάνει την βόρεια και βορειανατολική πλευρά της λεκάνης της Κάρλας, με συνολική έκταση 380,1 τετ.χλμ.. Διακρίνεται στις ακόλουθες μικρότερες υπολεκάνες:

Υπολεκάνη ΓυρτώνηςΥπολεκάνη Καλοχωρίου. Αντιστοιχεί στην κλειστή λεκάνη, νοτιοδυτικά του Συκουρίου, η οποία όμως στραγγίζεται μέσω καταβόθρων προς τις πηγές της περιοχής Χασάμπαλη. Έχει έκταση 80 τετ.χλμ. και μέσο υψόμετρο του πεδινού της τμήματος 90 - 100 μ.

Υπολεκάνη Νότιας Όσσας (βορείως του χωριού Δήμητρα). Είναι πολύ ορεινή περιοχή με έκταση 50 τετ.χλμ.

Υπολεκάνη του Άμυρου ποταμού. Αντιστοιχεί στην πεδιάδα της Αγιάς. Η πεδιάδα αυτή έχει σχηματισθεί μεταξύ της Όσσας και του Μαυροβουνίου και έχει υψόμετρο 100 μ. περίπου. Η συνολική έκταση της υπολεκάνης ανέρχεται σε 130 τετ.χλμ.

Υπολεκάνη Μαυροβουνίου. Ουσιαστικά πρόκειται για πολλές μικρές λεκάνες χειμάρρων που συγκεντρώνουν τα νερά της δυτικής πλαγιάς του Μαυροβουνίου και εκβάλλουν στην πεδιάδα της Κάρλας. Η συνολική τους έκταση ανέρχεται σε 70,1 τετ.χλμ.

Β. Πεδινές υπολεκάνες

Τα επιφανειακά νερά του πεδινού τμήματος της λεκάνης της Κάρλας, το οποίο παλαιότερα καλυπτόταν από τα νερά της λίμνης, συγκεντρώνονται σήμερα σε δύο τάφρους, την 1Τ και 2Τ, που διασχίζουν την περιοχή με κατεύθυνση από ΒΔ προς ΝΑ και καταλήγουν στην σήραγγα.

5. Υπολεκάνη Πλατύκαμπου - Αρμένιου

Είναι η δυτική πεδινή υπολεκάνη της Κάρλας, που περιλαμβάνει την περιοχή που εκτείνεται μεταξύ της τάφρου 3Τ και της Κυρίας Τάφρου Νίκης ή 2Τ. Η έκτασή της είναι 173,8 τετ.χλμ. Τα νερά της συγκεντρώνονται στην τάφρο 2Τ και οδηγούνται, σήμερα, μέσω της σήραγγας αποστράγγισης της Κάρλας, στον Παγασητικό κόλπο. Τα νερά της λεκάνης αυτής τροφοδοτούν εν μέρει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής ανατολικά του Στεφανοβικείου (Ζώνη 3).

6. Υπολεκάνη ρέμματος Ασμάκι - τάφρου 1Τ

Αποτελεί την ανατολική πεδινή υπολεκάνη, με έκταση 253,1 τετ.χλμ., που παλαιότερα καλυπτόταν από την λίμνη της Κάρλας. Μετά την κατασκευή της σήραγγας, το 1961, η λίμνη αποξηράνθηκε. Έκτοτε, τα επιφανειακά νερά αποστραγγίζονται από την τάφρο 1Τ και διοχετεύονται στην σήραγγα. Σύμφωνα με τον νέο σχεδιασμό των έργων της Κάρλας, η υπολεκάνη αυτή θα αποστραγγίζεται με άντληση στο αντλιοστάσιο Πέτρας και τα νερά της θα διοχετεύονται στον Ταμιευτήρα Κάρλας. Μόνο σε περίπτωση ανεπάρκειας του αντλιοστασίου ή αδυναμίας του Ταμιευτήρα να υποδεχθεί πρόσθετο όγκο, θα οδηγούνται τα νερά της στην σήραγγα. Τα νερά της λεκάνης αυτής τροφοδοτούν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής βορείως του Στεφανοβικείου (Ζώνη 5).

2.2 Γεωλογική Περιγραφή

Η πεδιάδα της Θεσσαλίας, δυτικό και ανατολικό τμήμα, αποτελεί ένα μεγάλο τεκτονικό βύθισμα που βρίσκεται μεταξύ των δύο μεγάλων γεωτεκτονικών μονάδων του Ελληνικού χώρου, της Πίνδου στα Δυτικά - Νοτιοδυτικά και των Πελαγονικών ορεινών όγκων (Ολυμπος, Οσσα, Πήλιο) προς τα βορειοανατολικά. Στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας συναντάται ποικιλία - στρωματογραφικών και τεκτονικών δομών που ανήκουν κυρίως στην Πελαγονική ζώνη και στο Νεογενές, Τεταρτογενές. Διακρίνονται οι ενότητες:

- Η **Πελαγονική σειρά** αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα που περιβάλλουν κυρίως το ανατολικό τμήμα της πεδιάδας και τμήματα των ΒΑ ορίων του δυτικού. Η ζώνη αυτή αντιπροσωπεύεται, στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας, από κρυσταλλικούς σχιστολίθους, φυλλίτες, γνεύσιους και μάρμαρα πολλές φορές σε εναλλαγές μεταξύ τους. Από τα πετρώματα αυτά τα μάρμαρα παρουσιάζουν έντονο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, εντός των οποίων, εξαιτίας της καρστικοποίησής των και του έντονου τεκτονισμού τους, αναπτύσσονται πλούσιες υπόγειες υδροφορίες που καταλήγουν σε σημαντικές πηγές και εκμεταλλεύονται από πλήθος γεωτρήσεων. Οι υδροφορίες αυτές λειτουργούν συνήθως ανεξάρτητα από τις προσχωματικές υδροφορίες της πεδιάδας.
- Οι **Πλειοκαινικές αποθέσεις** της λεκάνης της Λάρισας αποτελούνται από ποταμοχερσαίους, λιμναίους και λιμνοποτάμιους σχηματισμούς, που περιλαμβάνουν μάργες, μαργαίους ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, αργιλοαμμώδη υλικά και πηλούς με διάσπαρτες κροκαλολατύπες. Υπόβαθρο των ανωτέρω σχηματισμών αποτελούν κυρίως τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Πελαγονικής και εν μέρη της Υποπελαγονικής σειράς και αναπτύσσονται στην επιφάνεια στη λοφώδη περιοχή μεταξύ του δυτικού και ανατολικού πεδινού τμήματος του κάμπου (λόφοι Τσουςάνης).
- Οι **πρόσφατες τεταρτογενείς αποθέσεις** καταλαμβάνουν το κατ'εξοχή πεδινό τμήμα του συνόλου της Θεσσαλίας. Αποτελούνται από υλικά ποικίλης κοκκομετρίας ποταμοχειμαρρώδους ποτάμιας ή και λιμναίας προέλευσης. Η κοκκομετρία των υλικών γενικά μειώνεται με την απομάκρυνση από τους κύριους κώνους των ποταμών και χειμάρρων που εκβάλλουν στην πεδινή ζώνη και αποτελούνται από αδρομερή υλικά. Προς τα εσωτερικά και των δύο πεδιάδων (ανατολικής, δυτικής) οι αποθέσεις γίνονται πλέον λεπτόκκοκες με μεγαλύτερη συμμετοχή λεπτομερούς άμμου, πηλού, και αργιλοϊλυωδών σχηματισμών. Οι κώνοι των χειμάρρων που αναπτύσσονται στα

κράσπεδα της πεδιάδος ποικίλουν βέβαια σε μέγεθος και συχνότητα. Στην ανατολική πεδιάδα ο Πηνειός που τη διασχίζει, εισερχόμενος από το δυτικό τμήμα μέσω των στενών Καλαμακίου (όπου αναπτύσσονται μάρμαρα της Πελαγονικής Ζώνης) δεν μεταφέρει πια αδρομερή υλικά. Η μόνη κύρια πηγή τροφοδοσίας της ανατολικής πεδιάδας με χονδρόκοκα υλικά είναι ο Τιταρησίος στο βόρειο δυτικό τμήμα. Το πάχος των τεταρτογενών αποθέσεων της πεδιάδος ποικίλει κατά τόπους και μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ τα 400 μ. εξαρτώμενο από την σύνθετη γεωμετρία του υπόβαθρου εξ αιτίας του τεκτονισμού. Η δυτική λεκάνη είναι αρχαιότερη και το υπόβαθρο της έχει βυθιστεί περισσότερο σε σχέση με την ανατολική που ακολούθησε μεταγενέστερα.

2.3 Υδρογεωλογική Περιγραφή

Στην περιοχή της Κάρλας διακρίνονται τρεις κυρίως υδροφόρους σχηματισμούς: τις **αργιλοαμμώδεις λιμναίες αποθέσεις**, τις **αδρομερείς προσχώσεις και κορήματα** και τα **μάρμαρα** (Μπεζές 2004, Υποστηρικτική Υδρογεωλογική Μελέτη 1999).

Οι τρεις παραπάνω υδροφόροι ορίζοντες είναι τοποθετημένοι ο ένας επάνω στον άλλο (επάλληλοι ορίζοντες). Δεν συναντώνται σε όλες τις περιοχές της Κάρλας, αλλά από ορισμένες περιοχές είναι δυνατόν να απουσιάζει κάποιος ορίζοντας (όπως π.χ. ο καρστικός). Η έκταση των τριών υδροφόρων οριζόντων, το πάχος των υδροφόρων στρωμάτων και το βάθος τους από την επιφάνεια του εδάφους δεν είναι ομοιόμορφα σε όλη την έκταση του πεδινού τμήματος της Κάρλας. Παρατηρούνται, κατά την οριζόντια και κατακόρυφη έννοια μεγάλες διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή, οι οποίες μας υποχρεώνουν να υποδιαιρέσουμε την ευρύτερη περιοχή σε ζώνες, όπως περιγράφεται παρακάτω.

- Οι **Αργιλοαμμώδεις Λιμναίες Αποθέσεις** αποτέθηκαν στον πυθμένα της λίμνης Κάρλας, στο πρόσφατο παρελθόν. Πρόκειται για προσχώσεις που περιέχουν αργίλους με ενδιαστρώσεις άμμων και λεπτών κροκάλων. Το στρώμα αυτό καλύπτει τον πυθμένα της αποξηραμένης λίμνης, έχει πάχος της τάξης των 80 - 100 μ. τουλάχιστον και καταλαμβάνει ολόκληρη την έκταση της πρώην λίμνης Κάρλας, προεκτεινόμενο και νοτιοδυτικά του Στεφανοβικείου, μέχρι το Βελεστίνο. Τα υλικά που σχημάτισαν το στρώμα αυτό φαίνεται ότι προήλθαν από τα βόρεια και δυτικά, από την αποσάθρωση των Πλειοπλειστοκαινικών σχηματισμών της λεκάνης της Θεσσαλίας. Η περατότητα του στρώματος των αργιλικών επιφανειακών προσχώσεων είναι πολύ χαμηλή, όπως διαπιστώθηκε από πλήθος ερευνητικών γεωτρήσεων. Το στρώμα αυτό, σε πολύ μεγάλη έκταση της λεκάνης σχηματίζει την αδιαπέραστη οροφή των υποκειμένων υδροφόρων στρωμάτων. Τα τελευταία είναι εγκλωβισμένα και δίνουν την δυνατότητα να σχηματισθούν στο εσωτερικό τους υδροφόροι ορίζοντες υπό πίεση. Ο υδροφόρος ορίζοντας των αργιλοαμμωδών λιμναίων αποθέσεων είναι επιφανειακός (φρεατικός). Η τροφοδοσία του υδροφόρου ορίζοντα γίνεται από τις βροχοπτώσεις και τις διηθήσεις από τα κανάλια.

- Οι **Αδρομερείς προσχώσεις και τα κορήματα** βρίσκονται κάτω από το αργιλοαμμώδες στρώμα, με μεταβλητό πάχος εξαρτώμενο από το βάθος του παλαιοαναγλύφου της λεκάνης. Οι σχηματισμοί αυτοί δημιουργήθηκαν παλαιότερα, στις πλαγιές και το κατώτερο τμήμα των κοιλάδων. Πρόκειται για μεγάλες ασβεστολιθικές κροκάλες ή λατύπες, χαλίκια, άμμους και αργίλους, που προέρχονται από τη διάβρωση και αποσάθρωση των μαρμάρων και των σχιστόλιθων των περιφερειακών ορεινών όγκων. Τα υλικά αυτά μεταφέρθηκαν από τους χείμαρρους και αποτέθηκαν στον πυθμένα της λεκάνης, σε παλαιότερες εποχές, όταν το ανάγλυφο ήταν εντονότερο, δηλαδή συγχρόνως με την καταβύθιση της περιοχής. Η έκταση που καταλαμβάνει το στρώμα των αδρομερών προσχώσεων, προς τα δυτικά, δεν μπορεί να προσδιορισθεί με ακρίβεια. Σίγουρα εκτείνεται μέχρι τις περιοχές Στεφανοβικείου, Αρμενίου και Ριζόμυλου, όπου εκατοντάδες αρδευτικών γεωτρήσεων εκμεταλλεύονται τον υδροφόρο ορίζοντα αυτού του στρώματος. Οι κώνοι κορημάτων, λόγω των αδρομερών υλικών που περιέχουν και της έλλειψης σημαντικού ποσοστού αργίλου, εμφανίζουν μεγάλη περατότητα. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα ορισμένων γεωτρήσεων, καθώς και οι γεωφυσικές έρευνες, που έχουν γίνει στο παρελθόν, οι αδρομερείς αποθέσεις επεκτείνονται πέραν των κρασπέδων της λεκάνης προς το κέντρο της, σχηματίζοντας ένα στρώμα μεταξύ αργιλοαμμωδών αποθέσεων και των μαρμάρων του υποβάθρου. Η περατότητα του στρώματος των αδρομερών προσχώσεων είναι πολύ υψηλή.
- Τα **Μάρμαρα** είναι υδροπερατά πετρώματα. Το ασβεστολιθικό υλικό, από το οποίο αποτελούνται, είναι ευδιάλυτο στο νερό, με αποτέλεσμα το βρόχινο νερό που εισχωρεί στις ρωγμές του πετρώματος, να τις διευρύνει συνεχώς και να προσδίνει τελικά στο πέτρωμα μεγάλη περατότητα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται καρστικοποίηση ή καρστ. Εκτός όμως από την περιφέρεια της λεκάνης, μάρμαρα υπάρχουν και κάτω από τις προσχώσεις. Τα στρώματα αυτά αποτελούν προεκτάσεις

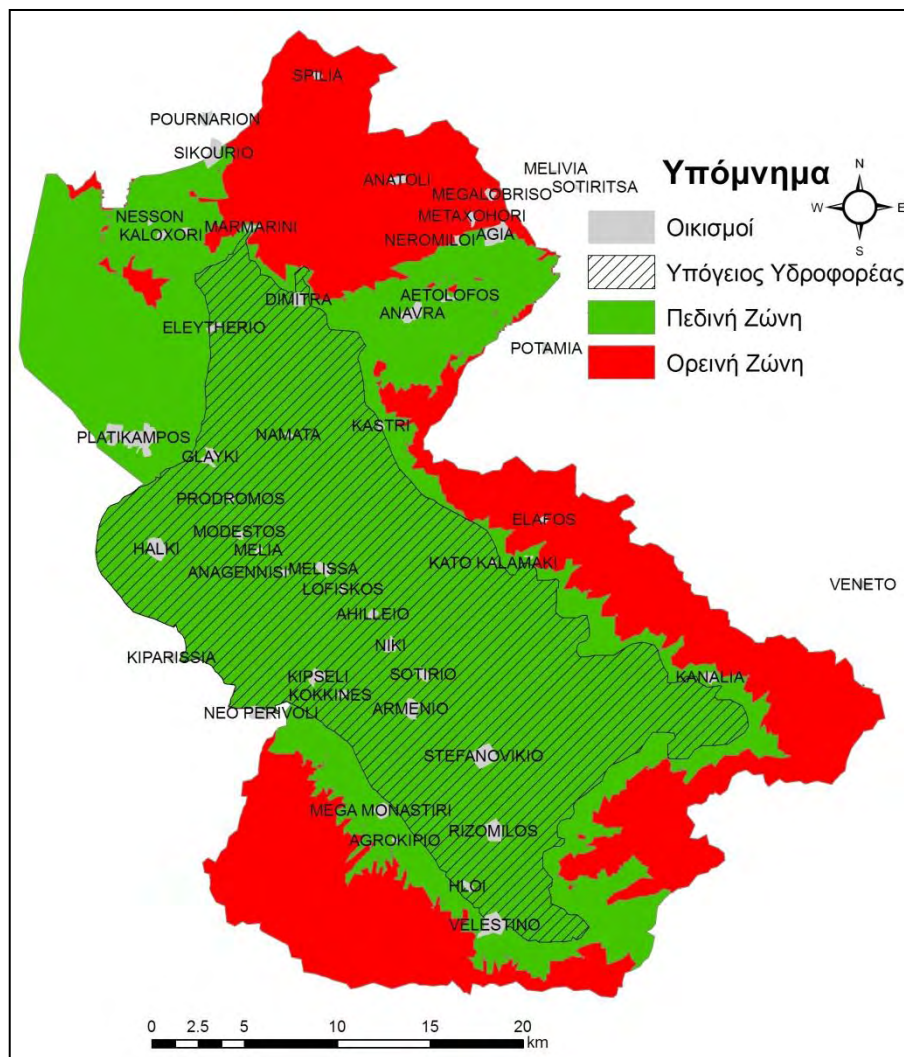
των περιφερειακών εμφανίσεων και σχηματίζουν το υπόβαθρο της λεκάνης στον ανατολικό και νότιο τομέα. Μέσα σ' αυτά αναπτύσσεται καρστικός υδροφόρος ορίζοντας.

2.4 Υδρολογική Περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε, η υπολεκάνη του Βελεστίνου που εντάσσεται η Υπέρεια Κρήνη είναι τμήμα της ευρύτερης λεκάνης της Κάρλας. Για τον υπολογισμό των υδρολογικών της χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα καθώς και στοιχεία από υπάρχουσες μελέτες που έχουν συνταχθεί από την ομάδα του εργαστηρίου Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων.

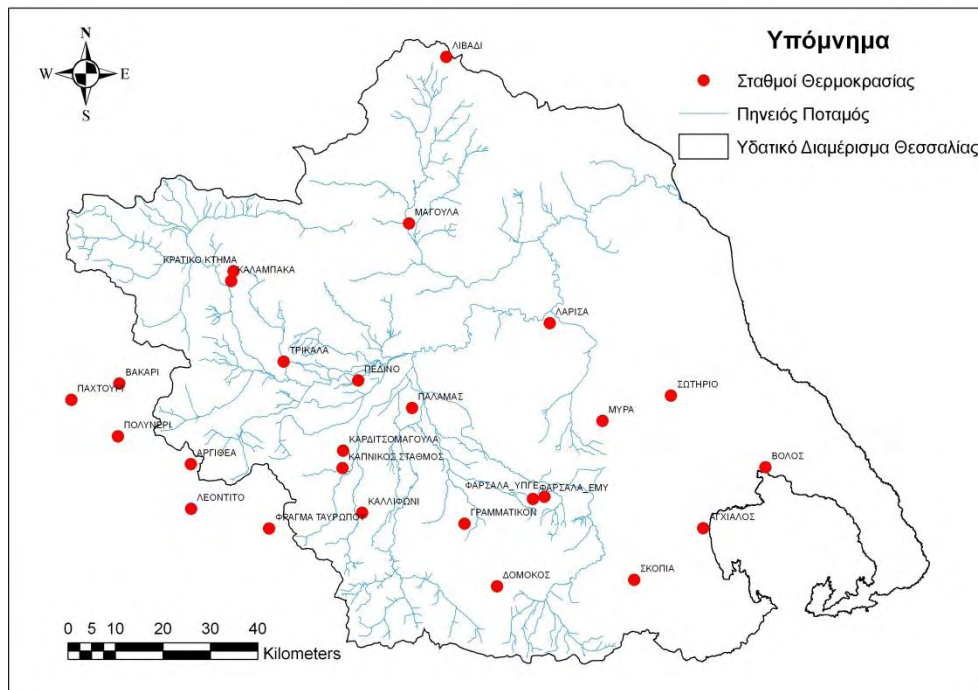
Συγκεκριμένα η υδρολογική λεκάνη της Κάρλας παρουσιάζει γεωμορφολογική ποικιλία με υψόμετρο που κυμαίνεται από 40 έως 1970 μέτρα και μέσο υψόμετρο περίπου 230 μ.. Επειδή το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης είναι πεδινό με πολύ μικρές κλίσεις και χαμηλό υψόμετρο, δύο υψομετρικές κλάσεις παρήχθησαν με βάση το υψόμετρο των 200 μέτρων. Το Σχήμα 6 δείχνει τις δύο υψομετρικές ζώνες (υπολεκάνες) της λεκάνης απορροής της Κάρλας που είναι η ορεινή ζώνη (με υψόμετρο ≥ 200 m) και η πεδινή ζώνη (με υψόμετρο < 200 m).

Η Υπέρεια Κρήνη βρίσκεται εξ ολοκλήρου στη χαμηλή υψομετρική πεδινή ζώνη με την υδρολογική της όμως λεκάνη να καταλαμβάνει και τμήμα της υψηλής ζώνης.



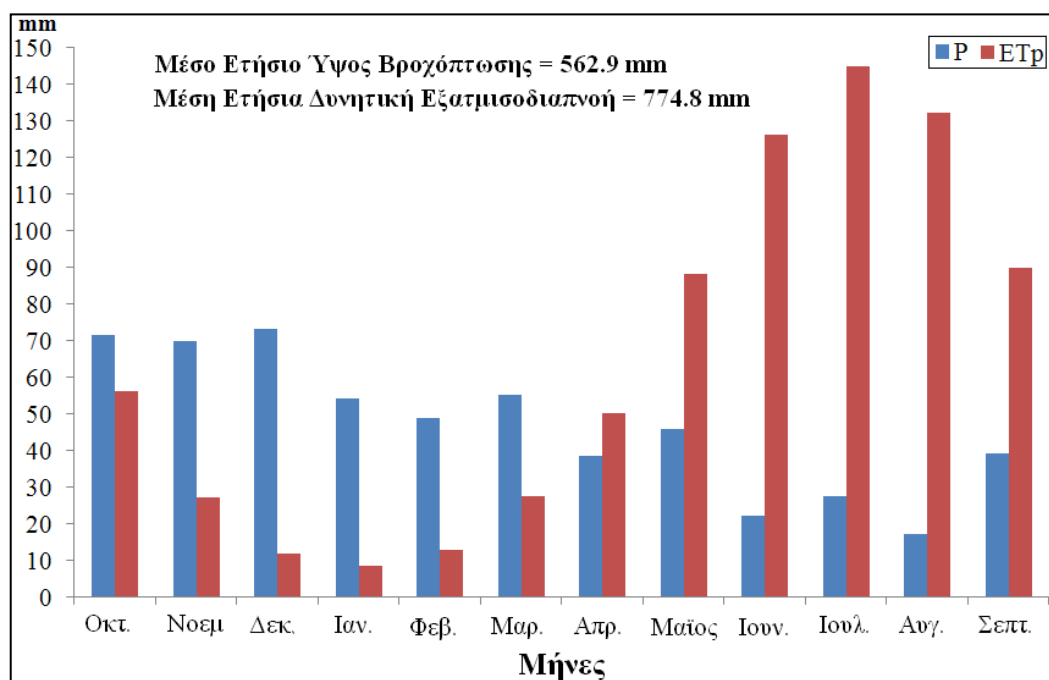
Σχήμα 6: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ) λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας.

Οι επιφανειακές τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας δημιουργήθηκαν με την υψομετρική αναγωγή των μετρήσεων των μετεωρολογικών σταθμών (Σχήμα 7), στο μέσο υψόμετρο των δύο ζωνών με τη χρήση της μεθόδου της θερμοβαθμίδας. Η μέθοδος θερμοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του υψόμετρου και χρησιμοποιεί την ετήσια θερμοβαθμίδα που περιγράφει την μείωση της ετήσιας θερμοκρασίας ανά 100 μέτρα αύξηση του υψόμετρου. Ο υπολογισμός της θερμοβαθμίδας υπολογίστηκε από όλους τους σταθμούς θερμοκρασίας της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας.

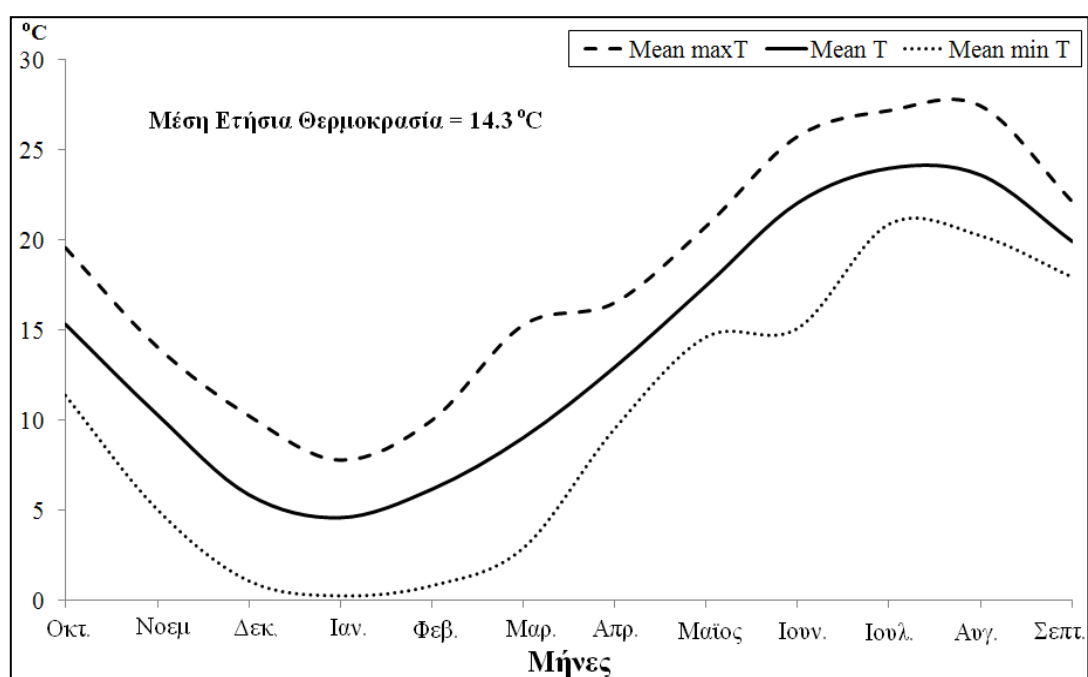


Σχήμα 7: Σταθμοί μέτρησης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα για τη χρονικό διάστημα από τον Οκτώβριο του 1960 έως το Σεπτέμβριο 2002 δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα του Μέσου Ετήσιου Ύψους Βροχόπτωσης και της Μέσης Ετήσιας Δυνητικής Εξατμισοδιαπνόης καθώς και το διάγραμμα της Μέσης Ετήσιας Θερμοκρασίας.



Σχήμα 8: Μέσες Μηνιαίες Τιμές Βροχόπτωσης και Δυνητικής Εξατμισοδιαπνός (1960-2002)



Σχήμα 9: Μέσες Μηνιαίες Τιμές Θερμοκρασίας (1960-2002)

3. ΠΡΟΣΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

3.1 Πεδίο-Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης

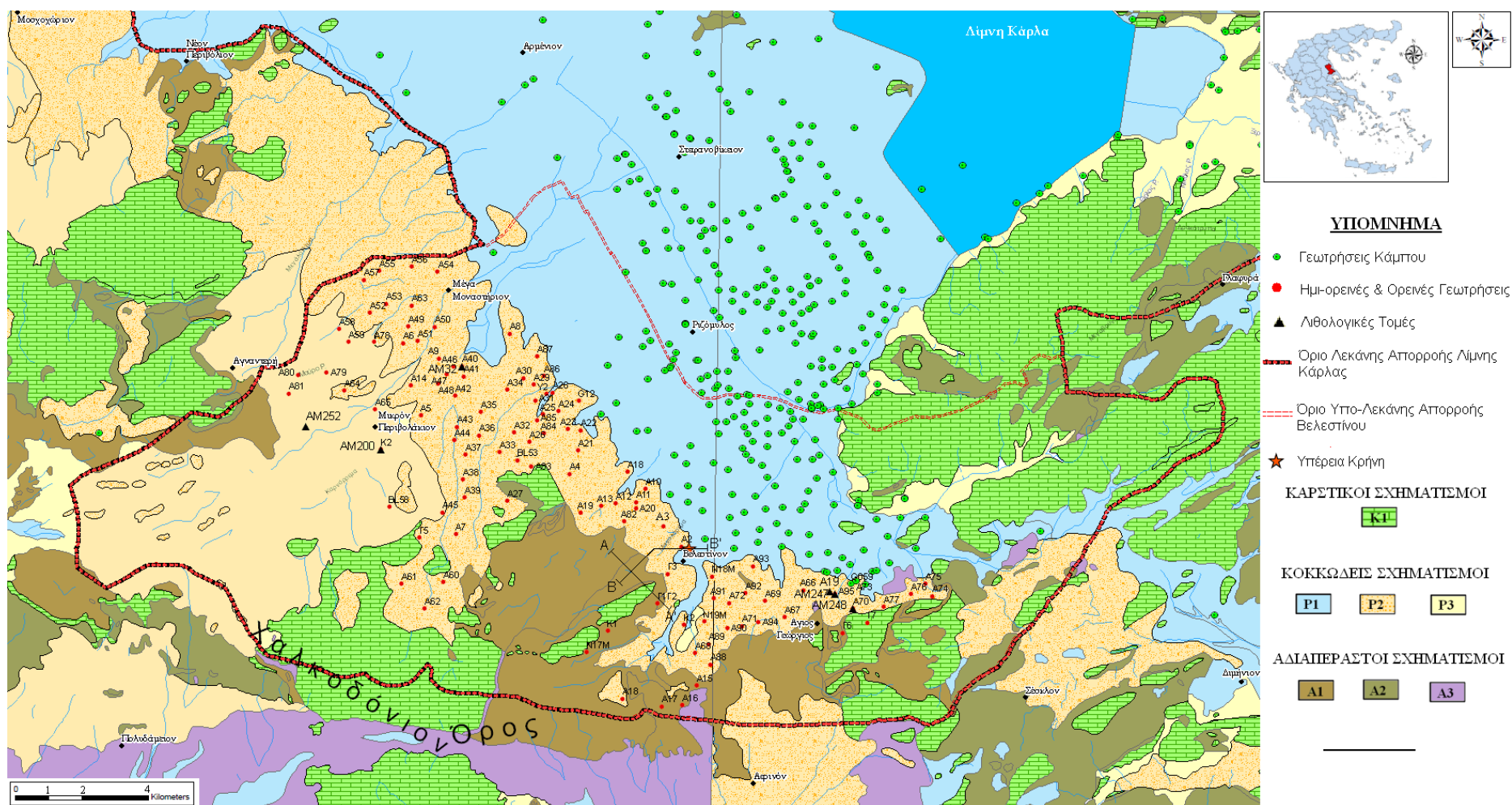
Αρχικά από την υπάρχουσα βιβλιογραφία και από προηγούμενες μελέτες συγκεντρώθηκαν στοιχεία για την περιοχή της Υπέρειας Κρήνης. Δυστυχώς η βιβλιογραφία ήταν ελλιπέστατη. Η Υπέρεια Κρήνη ανήκει στην υπολεκάνη του Βελεστίνου η οποία έχει έκταση περίπου ίση με 200 τ.χ (Σχήμα 10). Οριοθετήθηκε η περιοχή της υπολεκάνης και ξεκίνησαν οι καταγραφές τόσο των χρήσεων γης για να υπολογίστουν οι υδατικές ανάγκες της περιοχής ανάλογα με τη δραστηριότητα, όσο και με την αποτύπωση των υφιστάμενων γεωτρήσεων για την εκτίμηση των αντλούμενων υδάτινων ποσοτήτων από το υπόγειο υδατικό σύστημα.

Στις υπάρχουσες μελέτες οι καταγεγραμμένες γεωτρήσεις ήταν ελάχιστες τόσο ανάντη της Κρήνης όσο και κατόντη. Για το λόγο αυτό με τη βοήθεια του κ. Σιδηρόπουλου μηχανικού του Φορέα διαχείρισης καταγράφηκαν μία προς μία οι γεωτρήσεις πέριξ της πηγής και αποτυπώθηκαν σε χάρτη GIS. Στο χάρτη υπάρχει η πληροφορία για το είδος της κάθε γεώτρησης (υδρευτική, αρδευτική, κτηνοτροφική).

Για να διευκρινιστεί την υδρογεωλογία της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν λιθολογικές τομές, πέντε μόνο στον αριθμό. Οι λιθολογικές τομές αποτυπώθηκαν και αυτές στο χάρτη GIS συμβολίζονται με μαύρο τρίγωνο.



Σχήμα 10: Χρήσεις γης της Περιοχής Μελέτης



Σχήμα 11: Υδρολιθικός Χάρτης της υπο-λεκάνης του Βελεστίνου με τις θέσεις των γεωτρήσεων, των τομών και της Υπέρειας Κρήνης.

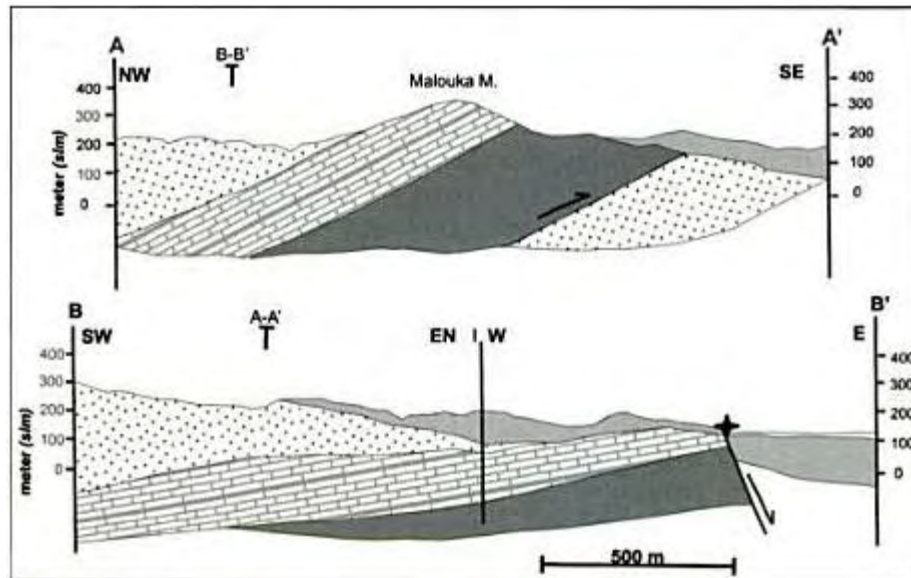
3.2 Σχεδιασμός-Επίλυση προβλήματος

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 μία σημαντική ένδειξη για το είδος της υδροφορίας μιας περιοχής. Κατά το ιστορικό παρελθόν η παρουσία τους ήταν σημαντική για τη δημιουργία οικισμών ή την ανάπτυξη στρατιωτικών δυνάμεων.

Ο TODD, K. (1980) δίνει για τις πηγές τον εξής ορισμό: «είναι μία συγκεντρωμένη εκροή υπόγειου νερού που εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ως ένα ρεύμα νερού που ρέει ελεύθερα». Η πηγή διαστέλλεται από τη διαρροή νερού που είναι μία πιο αργή κίνηση υπόγειου νερού προς την επιφάνεια του εδάφους συνήθως μη σημειακή, αλλά εκτενής (γραμμικά ή διδιάστατα). Οι διαρροές νερού μπορούν να σχηματίζουν τοπικά μικρά τέλματα ή ροές ή να εξατμίζονται, ανάλογα με την παροχή της διαρροής, την τοπογραφία και το κλίμα. Ως ανάβλυση εννοούμε κάθε εμφάνιση υπόγειου νερού στην επιφάνεια του εδάφους ή στον πυθμένα μάζας νερού (ποταμού, λίμνης, θάλασσας).

Υδρογεωλογικά οι πηγές και γενικά οι αναβλύσεις είναι στην πραγματικότητα «υπερχείλιση» υδροφόρων στρωμάτων. Εκφορτίζουν τα υδροφόρα στρώματα. Αυτά τροφοδοτούνται με την κατείσδυση ή τη διήθηση από τα κατακρημνίσματα και ανεβαίνει η στάθμη τους. Οι πηγές εμφανίζονται εκεί που η στάθμη των υδροφόρων στρωμάτων έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εδάφους. Είναι ο γεωμετρικός τόπος της τομής του υδροφόρου ορίζοντα με τη στάθμη του εδάφους. Γι' αυτό εμφανίζονται γεωμορφολογικά στα χαμηλότερα σημεία, στο επίπεδο βάσης, εκτός από τις πηγές που συνδέονται με επικρεμάμενους υδροφορείς. Οι πηγές πάντως αποτελούν σημαντική ένδειξη της υδροφορίας μιας περιοχής. Μεγάλος αριθμός μικρών πηγών στις παρυφές κοιλάδων ή στα κράσπεδα λόφων είναι ένδειξη ρηχού υδροφόρου ορίζοντα με μικρή περατότητα. Αντίθετα μεγάλες πηγές στον πυθμένα κοιλάδων, στο βασικό γεωμορφολογικό επίπεδο, είναι ένδειξη ύπαρξης μεγάλου υδροφόρου με σημαντική περατότητα.

Για τον αποσαφηνισμό του μηχανισμού λειτουργίας της Υπέρειας Κρήνης δόθηκε μεγάλη βαρύτητα στα χαρακτηριστικά της περιοχής. Χρησιμοποιήθηκε η γεωλογία της περιοχής και συνάμα μελετήθηκαν δύο γεωλογικές τομές με τις ακριβείς τους θέσεις να παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 12: Γεωλογικές τομές AA', BB'.

Κεντρικοί στόχοι στην παρούσα εργασία ήταν:

- ο υδρογεωλογικός προσδιορισμός του υδατικού συστήματος από το οποίο τροφοδοτούνταν η Υπέρεια Κρήνη
- η υδρολογική συμπεριφορά της πηγής και
- η υδραυλική επικοινωνία του υπόγειου υδατικού συστήματος της πηγής με γειτονικά συστήματα

Η παρουσία ασβεστολιθικών σχηματισμών στο υπόγειο υδατικό σύστημα της πηγής αποδεικνύεται τόσο από τον υδρολιθικό χάρτη του σχήματος 11 όσο και από υφιστάμενες χημικές αναλύσεις της πηγής (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Ελάχιστες και μέγιστες των μηνιαίων τιμών των παραμέτρων ποιότητας του νερού της Κρήνης για την περίοδο 1995-1996.

	Ελάχιστο	Μέγιστο
Θερμοκρασία (°C)	16.6	17.3
pH	7.5	7.9
Αγωγιμότητα (μS/cm)	580	603
TDS (mg/l)	368	380
Ολική Σκληρότητα (°F)	36.5	38
Ca ⁺⁺ (mg/l)	114	120
Mg ⁺⁺ (mg/l)	17	22
K ⁺ (mg/l)	14.5	15
Na ⁺ (mg/l)	0.58	0.7
(HCO ₃) ⁻ (mg/l)	410	420
(SO ₄) ⁻ (mg/l)	7.2	13
CL ⁻ (mg/l)	7.1	10.4
(NO ₃) ⁻ (mg/l)	3.5	6
Ca ⁺⁺ /Mg ⁺⁺	3.2	4.5
Δείκτης Καθαρότητας		
(Langlier Index)		
Ασβεστίτης	+0.832	+0.85
Δολομίτης	+1.083	+1.19
Αραγωνίτης	+0.67	+0.83

Από τη μελέτη των στατιστικών στοιχείων των μετρήσεων του νερού εξαγονται τα εξής συμπεράσματα του:

- με βάση το pH το νερό είναι ελαφρώς βασικό
- με βάση την Ολική Σκληρότητα, το νερό είναι σκληρό, γεγονός που συναντάται σε υπόγεια νερά ασβεστολιθικών σχηματισμών (Aminot 1974, Bakalowicz 1977)
- ο λόγος Ca⁺⁺/Mg⁺⁺ μαρτυρά την παρουσία πλούσιων σε ασβέστιο πετρωμάτων, όπως ανθρακικοί βράχοι (Hem 1985, Christopher 1992).

Οι θετικές τιμές του δείκτη καθαρότητας αποδεικνύουν το ίδιο γεγονός.

Χρησιμοποιώντας δεδομένα χρονοσειρών για τη παροχή, τόσο από τα αρχεία της αρμόδιας υπηρεσίας της αυτοδιοίκησης όσο και από τη βιβλιογραφία, κατανοήσαμε τη κατανομή της παροχής της ροής της πηγής ανά το χρόνο και εντοπίσαμε τα ακρότατα σημεία της. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί, η παροχή γίνεται μηδενική από το 1998 και μετά αλλά και η πτώση της είναι δραματική από τις αρχές του 1990.

Πίνακας 2. Παροχές της Υπέρειας Κρήνης (κυβ. μέτρα / ώρα)

ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
1973	1200	1180	1130
1974	1100	1200	820
1975	1110	980	1080
1976	950	1020	940
1977	1000	1170	920
1978	1050	720	770
1979	870	1000	780
1980	950	1070	1050
1981	1090	1180	910
1982	990		1210
1983	1210	1080	1400
1984		970	1140
1985		1100	1130
1986	930	920	1020
1987	1310	1090	1010
1988	1080	1040	1020
1989	940	880	670
1990	680	650	640
1991	730	650	610
1992	540	680	540
1993	520	430	250
1994			180
1995			370
1996			150
1997			50
1998			0
1999			0
2000			0
2001			0
2002			0
2003			0
2004			0



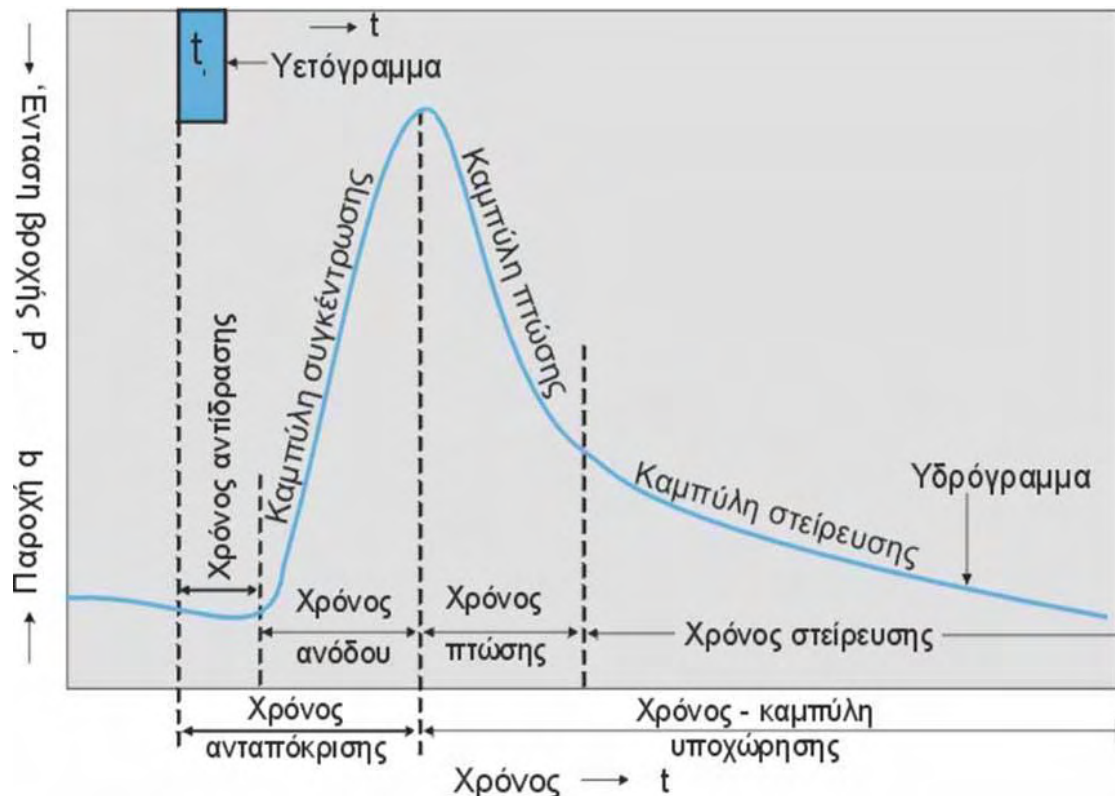
Σχήμα 13: Διάγραμμα παροχής της Υπέρειας Κρήνης

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του υπόγειου ύδατος καθώς και της ποσότητας του νερού που αναδύετε χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Maillet.

Η προσομοίωση του υδρογράμματος των πηγών είναι αντικείμενο χρόνιας μελέτης. Η κεντρική ιδέα είναι η εύρεση της κατάλληλης συνάρτησης μετασχηματισμού ή το πρότυπο εκείνο που να οδηγεί από το υετόγραμμα στη λεκάνη τροφοδοσίας μιας πηγής, στο υδρόγραμμά της (Σχήμα 14).



Σχήμα 14: Παραστατική απεικόνιση του συστήματος λειτουργίας μιας πηγής



Σχήμα 15: Μοναδιαίο υδρογράμμο πηγής και τα στοιχεία του

Η εξίσωση του Maillet που χρησιμοποιήθηκε είναι η ακόλουθη:

$$Q_t = Q_0 e^{-at} \quad (1)$$

Όπου : Q_t , η παροχή της πηγής σε χρόνο t ,

Q_0 , η αρχική παροχή της πηγής και

a , συντελεστής στείρευσης.

Από φυσικής πλευράς ο τύπος του Maillet εκφράζει το ν νόμο εκκένωσης μιας δεξαμενής μέσω ενός πορώδους στομίου.

Οι τιμές για Q_0 και a για τη περίοδο 1973-1985 ήταν $0,086 \text{ m}^3/\text{s}$ και 0.002 day^{-1} . Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τέτοιες τιμές για το a δείχνουν μικρή τιμή για τη ταχύτητα αποστράγγισης του καρστικού συστήματος. Επιπρόσθετα η ροή του νερού υποχρεούται να προσπελάσει πλήθος μηχανισμών και αγωγών.

Η συμπεριφορά αυτή θα ταίριαζε στη περιοχή μιας και υπάρχουν καρστικά πετρώματα όπως παρουσιάζονται τόσο στους χάρτες καθώς και στην εικόνα της μορφολογίας της Μαλούκας.



Εικόνα 1:Μορφολογία της κορυφογραμμής Μαλούκα

Ένα καρστικό σύστημα μπορεί να «τροφοδοτηθεί» με τρεις τρόπους:

- 1) από τη διήθηση των κατακρημνίσεων
- 2) από υπόγειες πλευρικές εισροές
- 3) από επιπρόσθετες ξαφνικές ανατροφοδοτήσεις από επιφανειακά νερά.

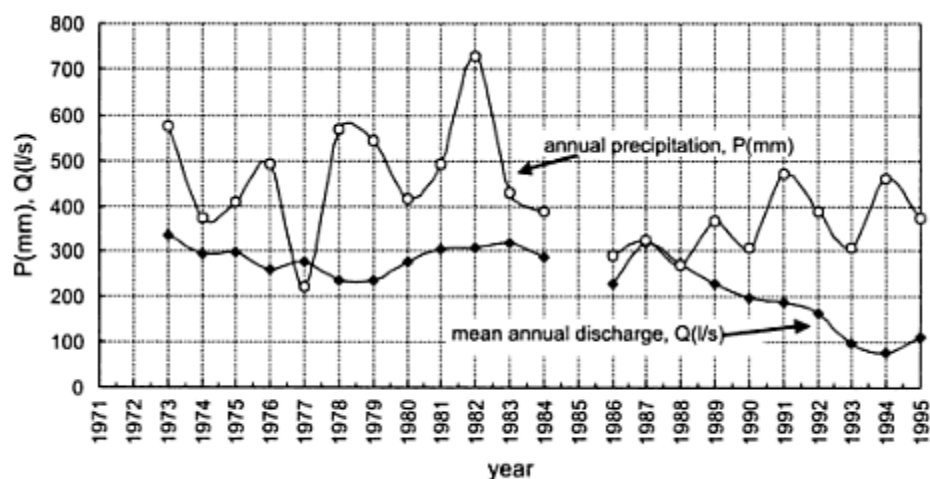
Σύμφωνα με τα παραπάνω οι τιμές της παροχής της πηγής της Υπέρειας Κρήνης ήταν τόσο μεγάλες που δεν επαρκεί η αποθηκευτικότητα του υπόγειου συστήματος της να την υποστηρίξει, γεγονός που υποδεικνύει την υδραυλική επικοινωνία με άλλους υπόγειους γειτονικούς υδροφορείς.

Από το διάγραμμα της παροχής της πηγής εντοπίζουμε τις τρεις μέγιστες παροχές στις χρονιές 1973, 1983 και 1987 με τις τιμές της παροχής να είναι 315, 320 και 317 l/s αντίστοιχα.

Η ελάχιστη τιμή της παροχής είναι τη χρονιά 1994.

Στη χρονική περίοδο 1973-1988 η μικρότερη ετήσια τιμή δεν είναι μικρότερη από 230 l/s, ενώ τη περίοδο 1989-1994 έχουμε μια αύξηση της μείωσης από τα 227 l/s στα 75,21 l/s. Μια μείωση που είχε συνέπειες σε όλο το υδατικό σύστημα της περιοχής.

Παρατηρώντας το συγκριτικό γράφημα της ετήσιας βροχόπτωσης και της παροχής της πηγής, διακρίνουμε ότι την περίοδο 1973-1988 παρατηρείται απόκριση της παροχής της πηγής ως προς τη βροχόπτωση με μια χρονική καθυστέρηση. Απεναντίας από το 1988 και μετά, ενώ το γράφημα της βροχόπτωσης ακολουθεί τυπική συμπεριφορά, το γράφημα της παροχής έχει μια κατακόρυφη πτώση από τα 220 l/s στα 30 l/s που τελικά θα εξισωθεί με μηδενική. Οι παρατηρούμενες τιμές της βροχόπτωσης δεν ερμηνεύουν την συρρίκνωση της παροχής.



Σχήμα 16: Σύγκριση της Παροχής της Υπέρειας Κρήνης(○) και του ετήσιας Βροχόπτωσης P από μετεωρολογικό σταθμό Σωτήριο ,για τη περίοδο 1973-1995.

Η πτώση στην παροχή της πηγής μετά το 1988 συνδέεται με την εγκατάσταση και λειτουργία των ανάντη γεωτρήσεων και με την σημαντική ταπείνωση των πιεζομέτρων του γειτονικού προσχωματικού υδροφορέα στα ανατολικά αυτής.

Στο πεδίο αποτυπώθηκαν πλήθος γεωτρήσεων που δεν υπήρχαν στα αρχεία των υπηρεσιών.

Συγκεκριμένα εντοπίστηκαν 105 γεωτρήσεις εκ των οποίων οι 7 ήταν υδρευτικές, 3 κτηνοτροφικές και 95 αρδευτικές και κτηνοτροφικές μαζί.

Η διένεξη τους πραγματοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 την ίδια χρονική στιγμή με τη σημαντική πτώση της παροχής της πηγής. Οι περισσότερες των γεωτρήσεων μιας και στερούνται άδειας, μοιάζουν να μην υπακούουν σε κανένα περιορισμό και σε καμία στοιχειώδη οριοθέτηση. Υπάρχουν καταφανείς περιπτώσεις, όπως ιδιωτική γεώτρηση να βρίσκεται σε ευθεία γραμμή σε λιγότερο από 200 μέτρα από τη πηγή και να αρδεύει σημαντικές γεωργικές εκτάσεις.

Η Υπέρεια Κρήνη γειτνιάζει με το υποβαθμισμένο υδατικό σύστημα του Κάμπου. Εύκολα μπορεί να γίνει αντιληπτό από το Σχήμα 10 το πλήθος των γεωτρήσεων. Πρότερες ερευνητικές εργασίες (SOGREAH 1974, Κωνσταντινίδης και Περγαλιώτης 1984, Μπεζές Κ. 2004, Σιδηρόπουλος 2004) κατέληξαν στην υδραυλική επικοινωνία του υπόγειου υδατικού συστήματος της Υπέρειας Κρήνης, η οποία εντάσσεται στην υδρολογική υπο-λεκάνη του Βελεστίνου, με το νότιο τμήμα του προσχωματικού υπόγειου υδατικού συστήματος της Κάρλας. Γεγονός που επαληθεύεται από τη σύγκριση των πιεζομέτρων που βρίσκονται εκατέρωθεν του ορίου υδραυλικής επικοινωνίας.

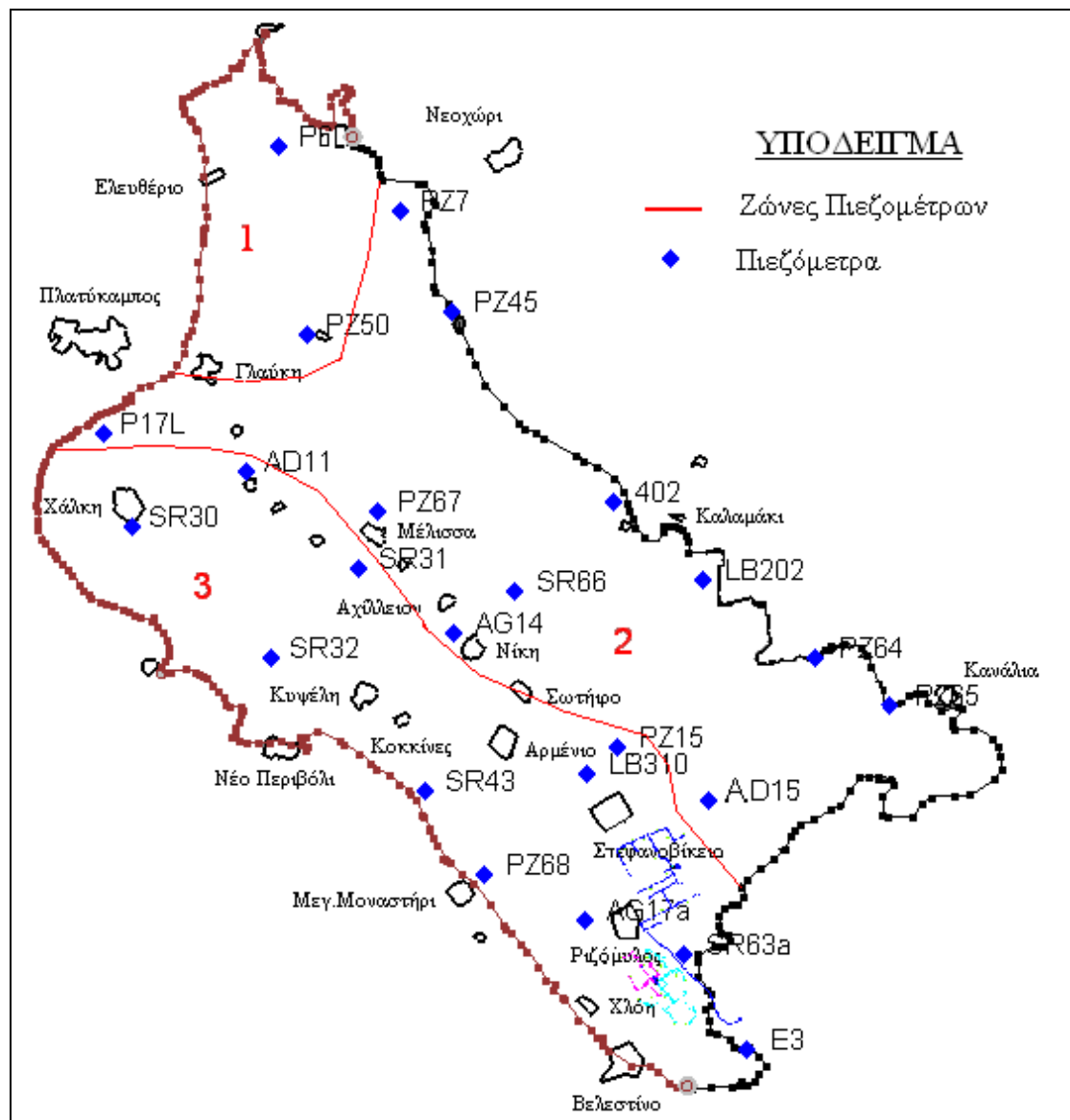
Από την επεξεργασία των μακροχρόνιων πιεζομετρικών παρατηρήσεων, (25 χρόνια περίπου) που πραγματοποίησε το ΥΠΕΧΩΔΕ (Μελέτη Επαναδημιουργίας Λίμνης Κάρλας – Υποστηρικτική Υδρογεωλογική Μελέτη, 1999) προκύπτει, ότι ο υπόγειος υδροφορέας του ευρύτερου πεδινού τμήματος βρίσκονται υπό καθεστώς εντατικής υπέρ- εκμετάλλευσης.

Πίνακας 3:Περιοδικές μετρήσεις στάθμης πιεζομέτρων περιοχής Κάρλας.

A/A	Πιεζόμετρο	Δήμος ή Κοινότητα	Περίοδος αντλήσεων	Συνολική Πτώση στάθμης (m) **
1.	E3	Βελεστίνο	4/72 – 8/90	19,12
2.	AG12	Γλαύκη	9/79 – 12/97	
3.	AG12α	Γλαύκη	9/79 – 12/97	0,31
4.	Π6Λ	Ελευθέριο	6/74 – 11/98	-0,42
5.	SR35	Ελευθέριο	11/72 – 11/98	0,27
6.	402	Καλαμάκι	5/72 – 7/94	5,4
7.	PZ64*	Καλαμάκι	2/80 – 4/98	6,55
8.	SR68*	Καλαμάκι	9/76 – 11/98	2,23
9.	LB202*	Καλαμάκι	8/79 – 11/98	3,95
10.	PZ65*	Καλαμάκι	11/80 – 11/98	8,32
11.	PZ45*	Καστρί	4/80 – 11/98	7,43
12.	SR32	Κυψέλη	12/72 – 11/98	75,13
13.	SR43	Κυψέλη	10/73 – 11/98	50,82
14.	PZ68	Μ. Μοναστήρι	2/80 – 4/94	18,07
15.	SR77	Μελισσοχώρι	6/74 – 11/98	22,26
16.	SR31	Μέλισσα	5/73 – 11/98	34,94
17.	PZ67	Μέλισσα	3/80 – 11/98	10,58
18.	AD11	Μοδεστός	12/72 – 11/98	37,43
19.	PZ50	Νάματα	3/80 – 11/98	0,93
20.	SR66	Νίκη	10/73 – 12/98	16,51
21.	AG14	Νίκη	12/11/98	21
22.	SR72	Ομορφοχώρι	1/74 – 11/98	27,63
23.	SR60	Ομορφοχώρι	5/84 – 10/97	20,73
24.	PZ7	Πλασιά	Σταθμηγράφος	7,29
25.	PZ7α	Πλασιά	3/84 – 11/98	2,97
26.	SR29	Πλατύκαμπος	12/72 – 11/98	34,7
27.	SR63α	Ριζόμυλος	10/73 – 11/98	21,68
28.	SR63b	Ριζόμυλος	10/73 – 11/98	18,65
29.	AG17	Ριζόμυλος	9/93 - 11/98	
30.	AG17α	Ριζόμυλος	12/72 – 8/96	49,69
31.	PZ15	Στεφανοβίκειο	1/74 – 11/98	44,78
32.	AD15α	Στεφανοβίκειο	12/72 – 4/94	
33.	LB310	Στεφανοβίκειο	8/80 – 12/97	31,13
34.	AD13	Στεφανοβίκειο	6/84 – 8/90	18,34
35.	AD13α	Στεφανοβίκειο	12/72 – 11/98	6,03
36.	AD15	Στεφανοβίκειο	6/84 – 4/90 και 12/97	4,79
37.	AD16	Χάλκη	12/92 – 11/98	18,38
38.	AD16α	Χάλκη	12/72 – 6/89	
39.	Π17Λ	Χάλκη	10/73 – 5/96	20,17
40.	SR30	Χάλκη	12/72 – 11/98	37,81

Διακρίνονται τρεις κύριες ομάδες πιεζόμετρων, ως προς τη μορφή ταπείνωσης της υπόγειας στάθμης.

- Στην πρώτη ομάδα πιεζόμετρων η ταπείνωση είναι μικρή έως σχεδόν μηδενική, με τάσεις της σταθεροποίησης. Πρόκειται για το Βόρειο τμήμα της Κάρλας). Δεν υπάρχουν προοπτικές αύξησης των αντλήσεων γιατί δεν αναπτύσσονται αξιόλογες υδροφορίες.
- Στη δεύτερη ομάδα πιεζόμετρων η ταπείνωση είναι μεγάλη, όχι τόσο έντονη και κατά θέσεις παρατηρούνται τάσεις σταθεροποίησης της υπόγειας στάθμης, στα χαμηλά της σημερινά επίπεδα. Τα πιεζόμετρα αυτά τοποθετούνται στο βορειοδυτικό τμήμα της Κάρλας (περιοχή Μέλισσα-Λάρισα στην κεντρική και δυτική ζώνη) κυρίως στο ανατολικό όριο ανάπτυξης των αξιόλογων υδροφοριών της περιοχής. Στις περιοχές αυτές οι υπόγειες υδροφορίες βρίσκονται υπό καθεστώς υπερεκμετάλλευσης.
- Στην **τρίτη ομάδα πιεζόμετρων**, όπου και ανήκει η περιοχή μελέτης, η ταπείνωση είναι μεγάλη και έντονη, χωρίς τάσεις σταθεροποίησης. Τα πιεζόμετρα αυτά τοποθετούνται στο δυτικό τμήμα της πεδινής έκτασης, όπου και αναπτύσσονται και οι κύριες αξιόλογες υδροφορίες της Χάλκης και της περιοχής Αρμενίου – Στεφανοβίκειου – Ριζόμυλου – Βελεστίνου – Αγ. Γεωργίου.



Σχήμα 17: Ομάδες πιεζομέτρων ανάλογα με την πτώση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα. Παρουσιάζεται το όριο του υδροφορέα της υδρολογικής λεκάνης της Κάρλας.

3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Από τη βιβλιογραφική καταγραφή καθώς και από την επιτόπια ερευνά στην περιοχή μελέτης, οδηγηθήκαμε στην ανάγκη για την ανάπτυξη ενός μοντέλου που θα αντιμετωπίζει την Υπέρεια Κρήνη ολιστικά. Θα οριοθετεί ξεκάθαρα το υδατικό σύστημα της πηγής και θα εξαγει ασφαλή μετρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τη λειτουργία της πηγής όσο και για τη λήψη μέτρων που θα οδηγούν στην αποκατάσταση του συστήματος.

Στόχος της μελλοντικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος μοντέλων οικοσυστήματος και λογισμικού που θα περιλαμβάνουν μία σειρά μαθηματικών μοντέλων που θα αλληλεπιδρούν και θα προσομοιώνουν:

α) τις υδρολογικές διεργασίες επιφανειακών και υπόγειων υδάτων,

β) τη λειτουργία της πηγής .

Τα μοντέλα θα σχεδιαστούν έτσι ώστε το καθένα να διατηρεί τη φορητότητα του και να μπορούν να συνδεθούν με άλλα μοντέλα τα οποία θα προσδιορίζουν και άλλες παραμέτρους (π.χ. ποιοτικά χαρακτηριστικά της πηγής).

Συγκεκριμένα ο υπόγειος υδροφορέας θα προσομοιωθεί με τη χρήση του κώδικα MODFLOW 2000. Δημιουργώντας κάναβο συγκεκριμένων διαστάσεων θα αποτυπωθεί η περιοχή και θα γίνουν οι απαραίτητες πυκνώσεις σε σημεία που χρειάζεται περισσότερη πληροφορία.

Το






MODFLOW δέχεται τις οριακές συνθήκες σταθερού φορτίου, σταθερής εισροής και μεικτού τύπου. Η κατακόρυφη διακριτοποίηση γίνεται με τον ορισμό του πλήθους των στρωμάτων και των υδραυλικών παραμέτρων που εξαρτώνται από το πάχος του στρώματος, ώστε το τελευταίο να εισάγεται εμμέσως στο σύστημα. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η ύπαρξη ορθογωνίων στοιχείων με διαφορετικά βάθη το καθένα, ώστε να επιτρέπεται η ρεαλιστική προσομοίωση αλληλουχίας υδροφόρων στρωμάτων με ακανόνιστα γεωμετρικά σχήματα.

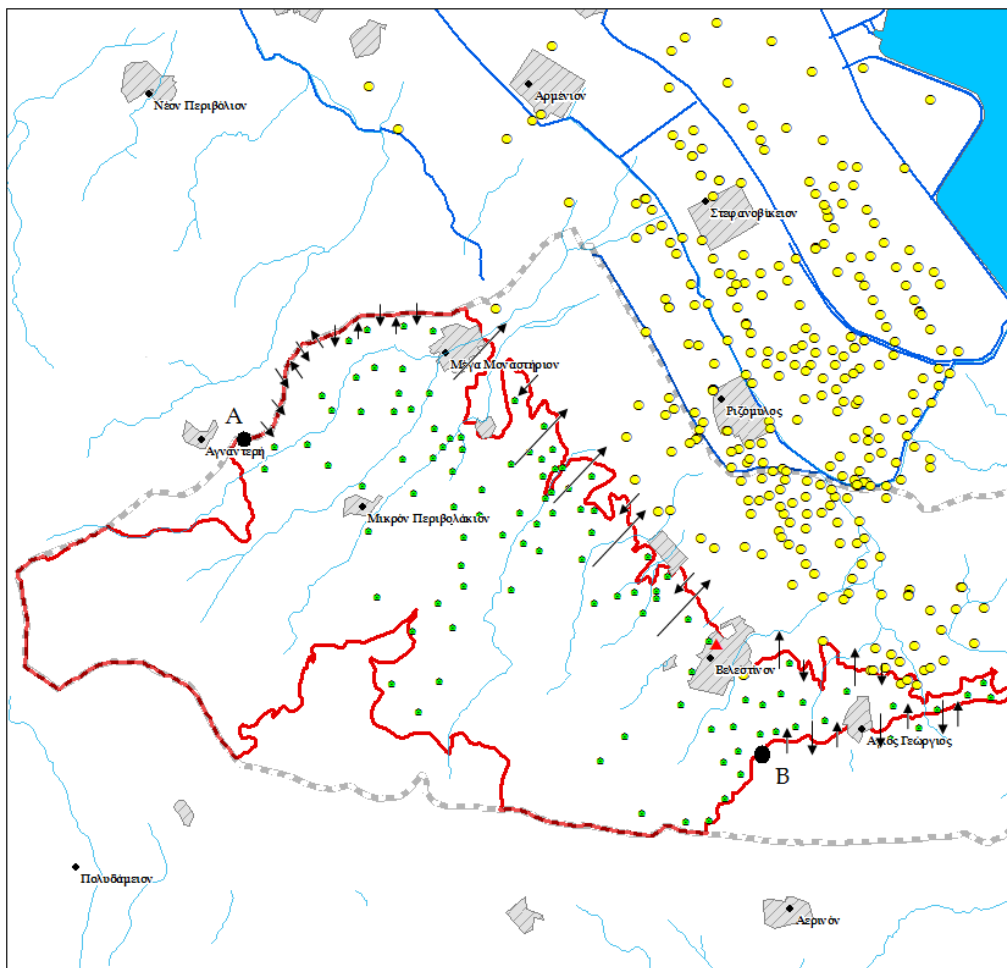
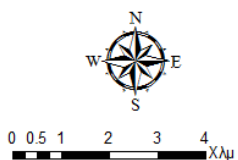
Έτσι θα μπορέσουμε να προσομοιώσουμε τη περιοχή μας. Οι οριακές και αρχικές συνθήκες θα περιέχουν όλη την απαραίτητη και αντιπροσωπευτική πληροφορία για την επίλυση του προβλήματος.

Η προσομοίωση θα γίνει για όλες τις απαραίτητες παροδοχές ώστε να ξεκαθαρίσουμε το γεωλογικό σύστημα που ανήκει η πηγή και τον τρόπο λειτουργία της. Ακόμη θα συμπεράνουμε τυχόν υδραυλική επικοινωνία του συστήματος με γειτονικά συστήματα και πως αυτά επηρεάζουν τη λειτουργία του. Για όλα τα παραπάνω θα εισαχθούν οι απαραίτητες πληροφορίες όπως χάρτες GIS, υδρολογικά δεδομένα και υδρογεωλογικά τα οποία έχουν ήδη συλλεχθεί και παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
κλ. 1:130.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ




-  Λεκάνη Απορροής
-  Γεωτρήσεις Κάμπου
-  Γεωτρήσεις Βελεστίνου
-  Υπέρεια Κρήνη
-  Υδροφορέας Βελεστίνου

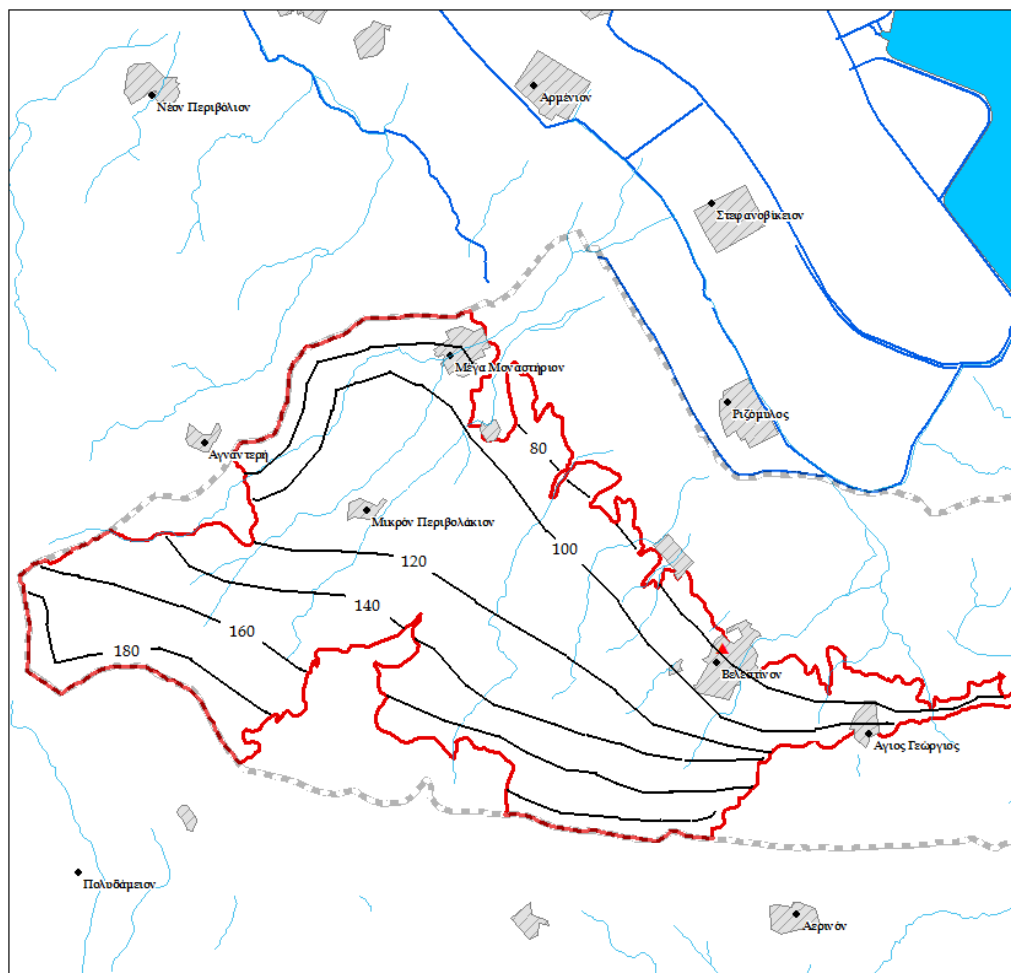
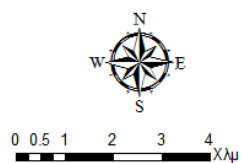


Σχήμα 18: Οριακές Συνθήκες

ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΨΗ / 1987
κλ. 1:130.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Λεκάνη Απορροής
-  Υπέρηια Κρήνη
-  Υδροφορέας Βελεστίνου



Σχήμα 19: Υδραυλικά Ύψη

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη διερευνά προκαταρκτικά το υδρολογικό προφίλ και τα αίτια της ξήρανσης της πηγής της Υπέρειας Κρήνης του Βελεστίνου, η οποία εντάσσεται στην Περιοχή Αρμοδιότητας του Φορέα Διαχείρισης Περιοχής Οικοανάπτυξης Κάρλας-Μαυροβουνίου-Κεφαλόβρυσου-Βελεστίνου. Τα αποτελέσματά της οδηγούν στη χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής και διαχείρισης για την αντιστροφή του φαινομένου ξήρανσης της που παρατηρήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90.

- Το υπόγειο υδατικό σύστημα της πηγής της Υπέρειας Κρήνης είναι καρστικό.
- Η αποθηκευτικότητα του καρστικού υδροφορέα της πηγής δεν επαρκεί να αιτιολογήσει τις μεγάλες παροχές της στο παρελθόν, γεγονός που υποδηλώνει την υδραυλική του επικοινωνία με γειτονικούς υδροφορείς.
- Η πτώση της ροής δεν οφείλεται σε αλλαγή ή μείωση των κατακρημνίσεων της περιοχής, αφού μετά το 1988 το προφίλ της δεν ακολουθεί ποιοτικά το διάγραμμα των κατακρημνίσεων όπως συνέβαινε στο παρελθόν.
- Η ροή της πηγής εμφανίζει σημαντική μείωση μετά το 1988, περίοδος για την οποία παρατηρείται η έντονη ταπείνωση του γειτονικού προσχωματικού υδροφορέα του κάμπου της Κάρλας.
- Η τελική της ξήρανση πραγματοποιήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '90, γεγονός το οποίο συμπίπτει με τη διάνοιξη και λειτουργία των ανάντη γεωτρήσεων (ορεινές, ημι-ορεινές γεωτρήσεις της περιοχής).
- Τόσο η υδρολογική δίαιτα της πηγής, όσο και η ξήρανση της είναι συνέπεια της συνέργειας και ανεξέλεγκτης λειτουργίας των γεωτρήσεων.
- Οι μεν γεωτρήσεις του κάμπου στέρησαν στην υδρολογική λεκάνη του Βελεστίνου και στο υπόγειο σύστημα της ύδατα, γεγονός το οποίο επηρέασε την υδρολογική συμπεριφορά της πηγής, εξαιτίας της

υδραυλικής επικοινωνίας του καρστικού υδροφορέα της με τον προσχωματικό της Κάρλας.

- Οι δε ορεινές και ημι-ορεινές γεωτρήσεις επιτάχυναν δραματικά την ξήρανση της πηγής μιας και ορισμένες από αυτές εκμεταλλεύονται τα κοινά υδατικά αποθέματα με την πηγή.
- Η σύνθετη υδρογεωλογική συμπεριφορά του υδατικού συστήματος της Υπέρειας Κρήνης δημιουργεί την ανάγκη αναλυτικής προσομοίωσης της επιφανειακής και υπόγειας ροής του συστήματος.
- Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου, σε επίπεδο λεκάνης απορροής, απαιτεί τη περεταίρω διερεύνηση, συλλογή και αξιολόγηση δεδομένων, με έμφαση στην ανάπτυξη αριθμητικού ομοιώματος που θα προσομοιώσει το ευρύτερο υπόγειο υδατικό σύστημα και την αλληλεπίδραση με τους γειτονικούς υδροφορείς.
- Η εφαρμογή του θα οδηγήσει στη εξαγωγή ασφαλών και ακριβών συμπερασμάτων ώστε να σχεδιαστούν τα κατάλληλα και απαραίτητα μέτρα και έργα για την αποκατάσταση της πηγής.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. (2001). Συμπληρωματικές περιβαλλοντικές δράσεις του κανονισμού 2078/92 Ε.Ο.Κ. – Μελέτη φυσικών πόρων και παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών της Θεσσαλίας. Λάρισα
- Κουτσογιάννης Δ., (1997). "Στατιστική Υδρολογία", Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 311 σελ.
- Κωνσταντινίδης Δ., Περγαλιώτης Π. 1984. Ανάπτυξη υπόγειων υδάτων Θεσσαλίας. Μαθηματικά Μοντέλα. Αναρίθμηση των μοντέλων υπόγειων υδροφορέων. Υπουργείο Γεωργίας. Αθήνα.
- Μουστάκα Ε. (2002). Διαχείριση Υδατικών Πόρων της υπό ανασύστασης Λίμνης Κάρλας με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Διπλωματική εργασία, τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.
- Μπεζές Κ. (2004). Μελέτη έργων ενίσχυσης της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Βόλου – Υδρογεωλογική Μελέτη. ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Σιδηρόπουλος, Π. (2004). «Προσομοίωση και Διαχείριση του Υπόγειου Υδροφορέα της Λίμνης Κάρλας με το Μαθηματικό Μοντέλο MODFLOW 2000», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιστικών Έργων (1999). Επαναδημιουργία Λίμνης Κάρλας: Περιβαλλοντική Τεχνική Έκθεση, Μελέτη Κόστους - Οφέλους και Υποστηρικτικές Μελέτες, Παράρτημα ΙΙΙ.2, Υποστηρικτική Υδρογεωλογική Μελέτη. Αθήνα
- ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004. Μελέτη Έργων Ενίσχυσης της Ύδρευσης της Μείζονος περιοχής του Βόλου, Αθήνα
- Aminot, A. (1974). Geochimie des eaux d' aquiferes karstique. II les analyses chimiques en hydrogeology karstique. Annales de Speleologie, Moulis (Ariege) 29(4) 461-483
- Bakalowicz, M. (1977). Etude du degre d'organisation des ecoulements souterrains dans les aquiferes carbonates par une method rogeochimique nouvelle. Academy of Science, Paris, 284:2463-2466.
- Christopher, G. (1992). Geochemical and Kinetic Evolution of a Karst Flow System: Laurel Creek, West Virginia. Ground Water 30:187-198

Hem, D. (1985). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (3d ed.): U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 263 p.

Kaplanides A, Fountoulis **D. (1997), "Subsidence phenomena and ground fissures in Larissa, Karla basin, Greece: their results in urban and rural environment", In: Marinos P., Koukis G., Tsiambaos G., Sambatakakis G (eds), Eng. Geol. Environ., Balkema, Rotterdam, pp. 729-735.**

Loukas, A., Mylopoulos, N. & Vasiliades, L., (2007). A Modelling System for the Evaluation of Water Resources Management Scenarios in Thessaly, Greece. Water Resources Management, Vol 21. pp 1673 – 1702.

Loukas, A., Vasiliades, L. and Tzabiras, J., (2008). Climate Change Impacts on Drought Severity, Advances in Geosciences 17, pp 23-29.

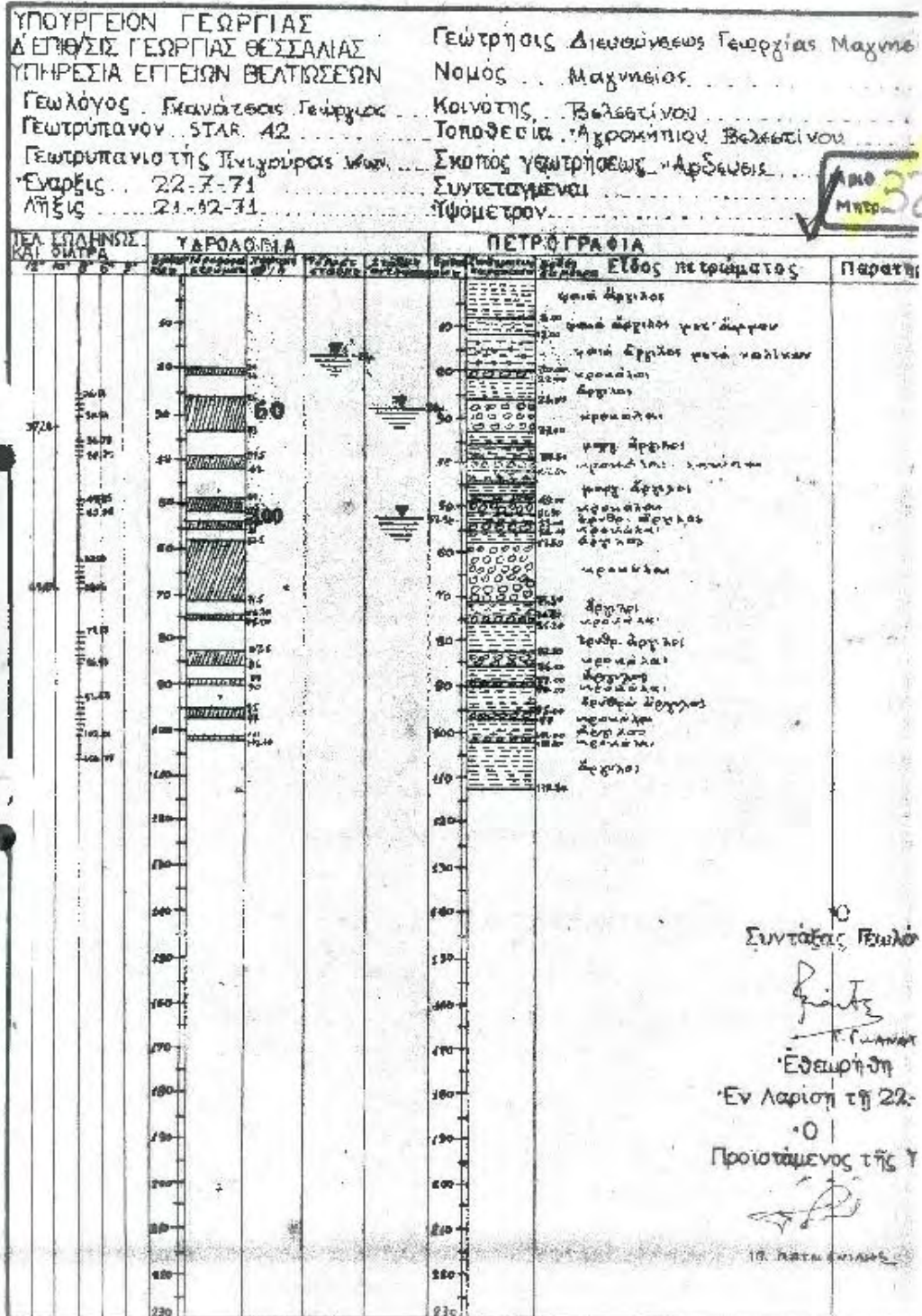
Mylopoulos, N., Sidiropoulos, P., and Loukas, A., (2008). A coupled surface hydrology-lake-groundwater modeling and management framework under hydrogeologic uncertainty, IAHR International Groundwater Symposium, Istanbul, Turkey

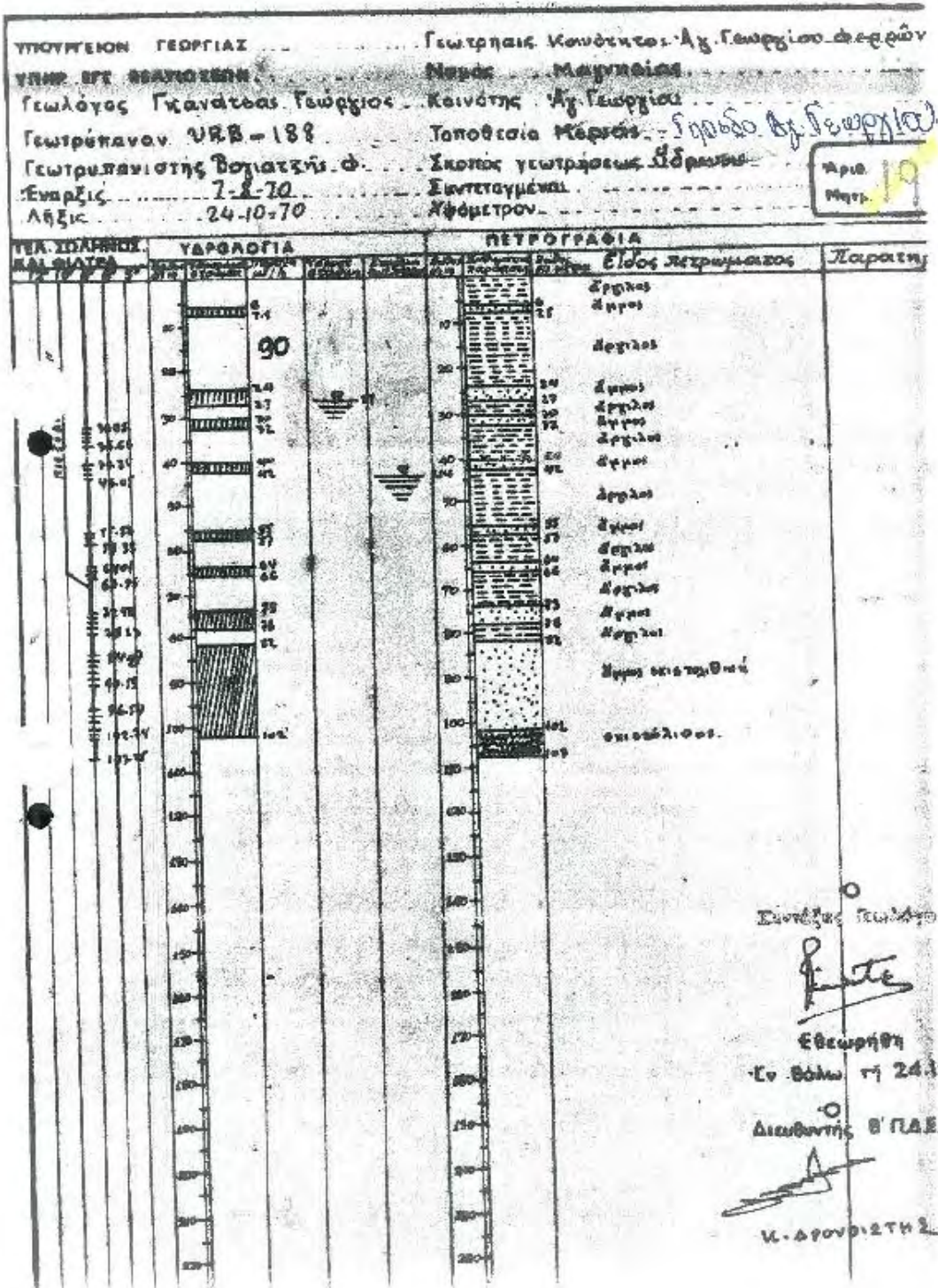
Rapti D. -Caputo, B. Helly, Ypereia Krini (central Greece): inferences on climatic changes from its 2000 years of history

Sidiropoulos, P., Folia, S., Mylopoulos, N. and Loukas, A. (2008). A coupled surface hydrology-lake-groundwater modeling framework for the lake Karla basin, Protection and Restoration of the Environment X, Greece, Kefalonia.

SOGREAH (1974), **"Study of groundwater circulation in Thessaly plain, Greece", Technical report, Athens** (in Greek)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ





Νομός... Μαγνησίας κοινότητα Αγ. Γεωργίου Φ

Τοποθεσία... Κεκατεϊκά II

Γεωλόγος μελετητής Δ. Δημητριάδης

Γεωφυρικό της Δ. Πανταζήνας

Τύπος γεωτρήσεων... Τ.Σ.Ν.Ε.

Έναρξη εργασιών 21-6-90/15, εργασιών 17-8-90...

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΧΑΤ' ΕΝΔΟΜΕΣΗ	ΤΟΠΟΓΡ. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ
Χ= Ψ= Ε=	Χ= 39° 22' 16" Ψ= 22° 57' 20" Ε= 80μ
Χ= Ψ= Ε=	Χ= Ψ= Ε=

ΕΚΑΡΙΟ-ΒΜΑ ΣΥΛΛΗΨΗΣ... ΜΕΘΟΔΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

10"

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170

αίμμος, χαλικά κροκαλίες

Λοβιατόλιθος

Πηγμα

Από τα 26 μ. μέχρι τα 91 μ. δεν είχαμε κυκλοφορία και δεν γινώσκουμε τη διάδοσή της τομής.

46 55 61 73 79 88 91

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Ημ/νία 17-8-1990 ΥΨ 31,72

ΘΑΛΥΣΙΑ	ΔΙΑΚΕΑ	Q	Δ5 μετά 2h	5h	Διάρκεια σταναού
1h	3h	135	0,26		
2h					
3h					
Σ.Παρ.					

Υδατογωγιμότητα

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

ΥΣΜΑΧ	Q	Δ5 μετά 5h	5000h	Αλληλεπίδραση	Σ.Α. Τελική
35	140				73-79

Ολικό κλάτος κατά κενής

Εκκρίσημα θέσης	Εκκρίσημα Repete
προς Αγ. Γεώργιο	
προς Λάρισα	

Παρατηρήσεις: 1. Αντλ. συγκρότημα... στα μέγιστα των στρωμάτων, δεν είχε το δυνατότητα να αντλήσει περισσότερο των 135 μ³/ώρα.

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ημ/νία	PH	Ηλ.αγ.	Ολ.χλ.	Παρ.χλ.	Μον.χλ.	ΗClO ₃
Cl	SO ₄	Ca	Na	Mg	SAR	Ταξτ

Βαλός 21-8-1990

Δ. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ

Γ Ε Ω Τ Ρ Η Σ Η Υ Δ Ρ Ε Υ Τ Ι Κ Η

Νομός Μαγνησίας... Μικρά Περαιβάλακι

ΟΥΛΛΟ ΧΑΡΤΗ (1:50000) Βελεστίνο

ΟΥΛΛΟ ΧΑΡΤΗ (1:20000)

Τοποθεσία Πλατάνια

Γεωλόγος μελετητής Δ. Δημητριάδης

Γεωφυσικός Κ. Μπαράρας

Τύπος γεωτρήσανου URB-ZAM 174

Εκτέλεση εργασιών 2-7-90 Λήξη εργασιών 12-10-90

A.M. **252**

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

1ος επίπεδο			2ος επίπεδο		
Χ	Ψ	Ξ	Χ	Ψ	Ξ
Χ	Ψ	Ξ	Χ	Ψ	Ξ

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΗΣΕΩΣ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

Φάσμα 1ης

Φάσμα 2ης

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διάμετρος διάτρησης 15 1/2"

Διάμετρος διεύρυνσης 18"

Ύψος τήξης διασκόπησης 1.50 μ.

Τύπος φίλτρου 1.50 μ.

Ανάγκη στήριξης 2.5 μ.

Διάμετρος χηλιδίου 6"

Τομήσεις 1.5 μ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Η/Μ/Υ ΥΙ

ΠΡΟΤΙΜΩΣΗ	ΔΙΑΚΕΚΗ	Q	Δ5	ΜΕΤΑ	ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ
1η			2h	5h	ΕΠΕΝΔΥΣΗ
2η					
3η					
Στ. Παρ.					

ΠΡΟΤΙΜΩΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

ΤΣΜαχ	Q	Δ5	ΜΕΤΑ	ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ	Σ.Α.
		5h	5000h	ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ

ΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΣΗΣ	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΡΕΠΕΡ

Παρατηρήσεις: Η γεώτρηση παρουσιάζει

αυτεπάρκεια 15 μ. ύψος

Δοκιμαστικά άντληση δεν έγινε

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η/Μ/Υ	PH	Ηλ. αγ.	Ca. Σκλ.	Παράδ.	Μον. Σκλ.	Η/Μ/Υ

Cl	SO ₄	Ca	Na	Mg	SAR	Ταβ.

Βόλος 20.11.90

Ο ΓΕΩΛΟΓΟΣ

(Signature)

Δ. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ



Εικόνα 2: Υδρευτική Γεώτρηση στη περιοχή του Βελεστίου



Εικόνα 3: Υδρευτική Γεώτρηση στη περιοχή του Βελεστίου