

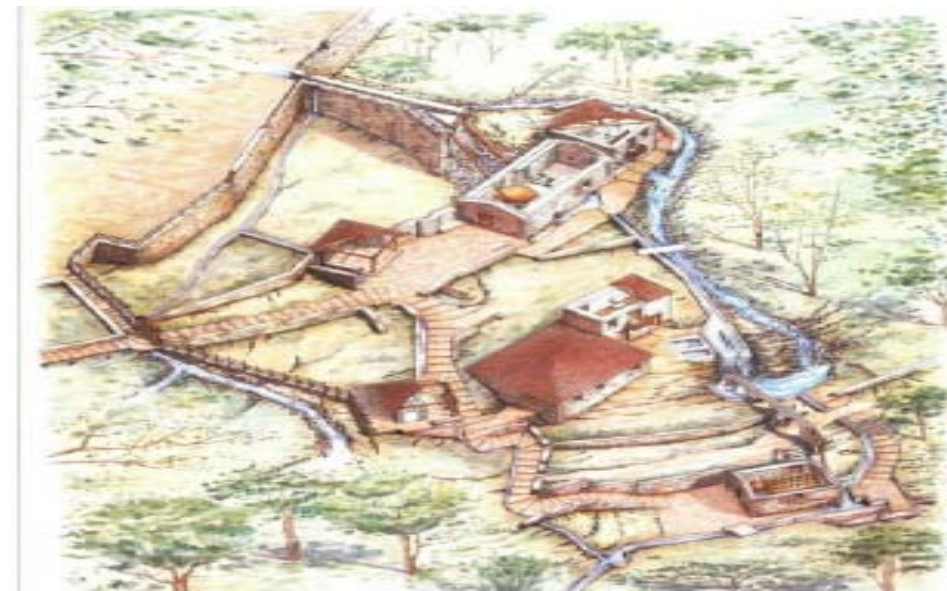
# «Διερεύνηση υδρολογικής αποκατάστασης της Υπέρειας Κρήνης στην περιοχή Βελεστίνου της Π.Π»

Νικήτας Μυλόπουλος  
Αναπληρωτής Καθηγητής



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

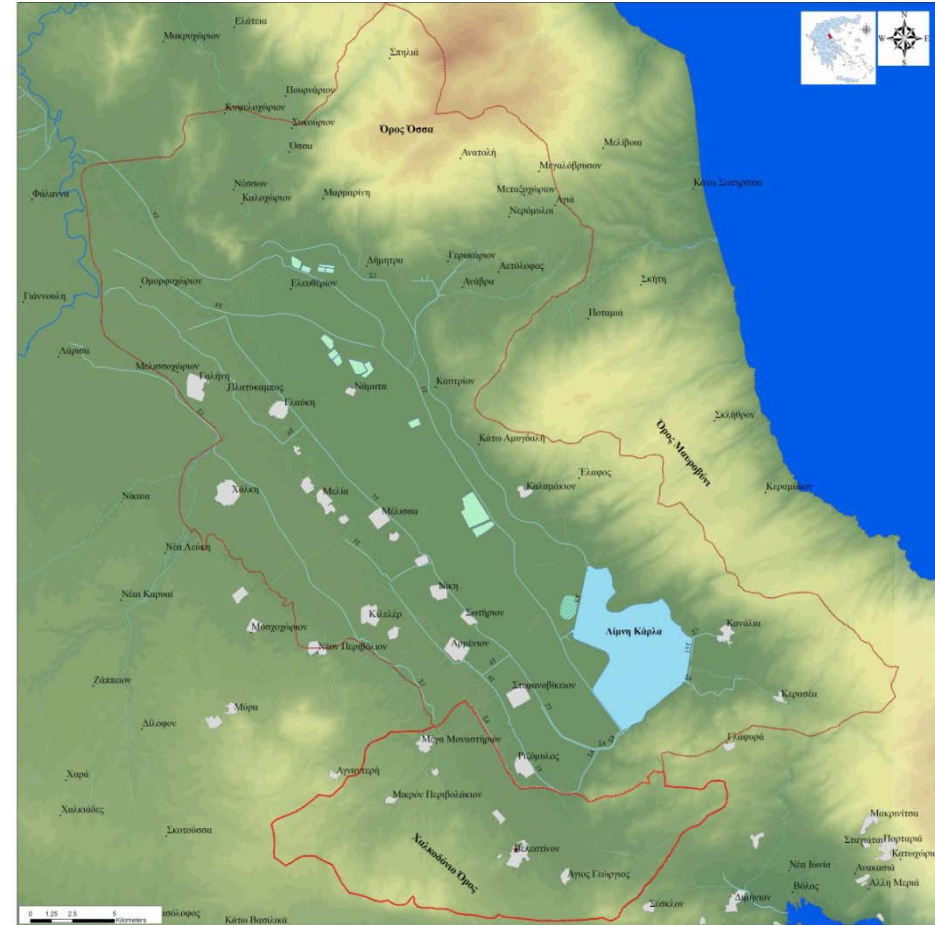
- Η πηγή της Υπέρειας Κρήνης βρίσκεται στο κέντρο της πόλης του Βελεστίνου σε υψόμετρο 105 μέτρων.
- Στο παρελθόν στο σημείο της πηγής σχηματίζονταν μικρή λίμνη με έκταση ίση περίπου με 0.15-0.20 εκτάρια.
- Η λίμνη οριοθετούνταν με τοίχο και κάποια τεχνικά κανάλια έλεγχαν την εκροή της.
- Με τη παροχή της πηγής να κυμαίνεται στα 1000 κυβ.μ./ώρα αρδεύονταν μεγάλες εκτάσεις κηπευτικών και το νερό κατά τη διαδρομή του κινούσε αριθμό επάλληλων εργαστήριων (μύλοι, νεροτριβές).



## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

### 2.1 Γεωμορφολογία

- Η Υπέρεια Κρήνη ανήκει στην υδρολογική λεκάνη της Λίμνης Κάρλας της ανατολικής Θεσσαλίας.
- Η συνολική έκταση της φυσικής υδρολογικής λεκάνης της Κάρλας ανερχόταν παλαιότερα σε 1661,2 τετ.χλμ. Σήμερα, όμως, μεγάλα τμήματά της έχουν αποκοπεί με τεχνητό τρόπο και η επιφανειακή απορροή τους οδηγείται στον Πηνειό. Με τον τρόπο αυτόν διευκολύνθηκε η αποξήρανση της λίμνης.
- Η αρχική φυσική λεκάνη υποδιαιρείται γεωμορφολογικώς και υδρολογικώς σε έξι υδρολογικές υπολεκάνες, εκ των οποίων οι τέσσερις είναι ορεινές (Νίκαιας, Βελεστίνου, Καναλίων, Καλαμακίου) και δύο είναι πεδινές (Πλατύκαμπου - Αρμένιου, Ασμάκι - τάφρου 1Τ).



Οριοθέτηση της περιοχή μελέτης





## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

### Γεωλογική Περιγραφή

Η πεδιάδα της Θεσσαλίας, αποτελεί ένα μεγάλο τεκτονικό βύθισμα μεταξύ της Πίνδου στα Δ-ΝΔ και των Πελαγονικών ορεινών όγκων (Ολυμπος, Οσσα, Πήλιο) προς τα ΒΑ

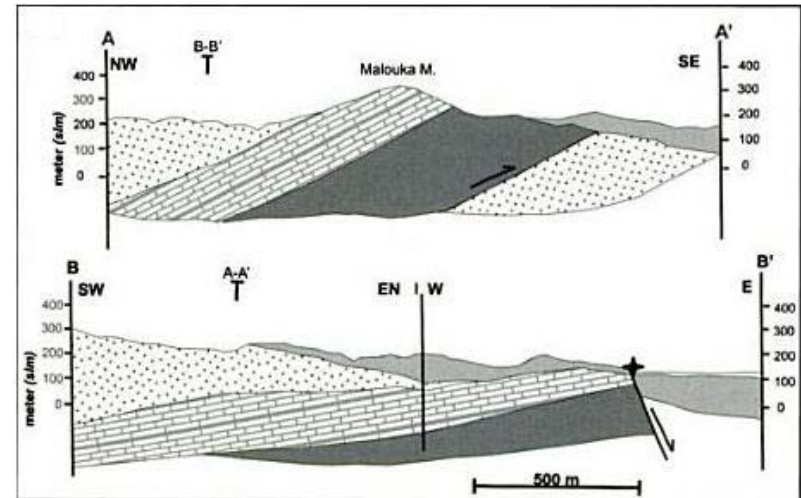
### Υδρογεωλογική Περιγραφή

διακρίνονται 3 κυρίως υδροφόροι σχηματισμοί (από την επιφάνεια του εδάφους προς τα μεγαλύτερα βάθη): οι **αργιλοαμμώδεις λιμναίες αποθέσεις**, οι **αδρομερείς προσχώσεις και κορήματα** και τα **μάρμαρα**.

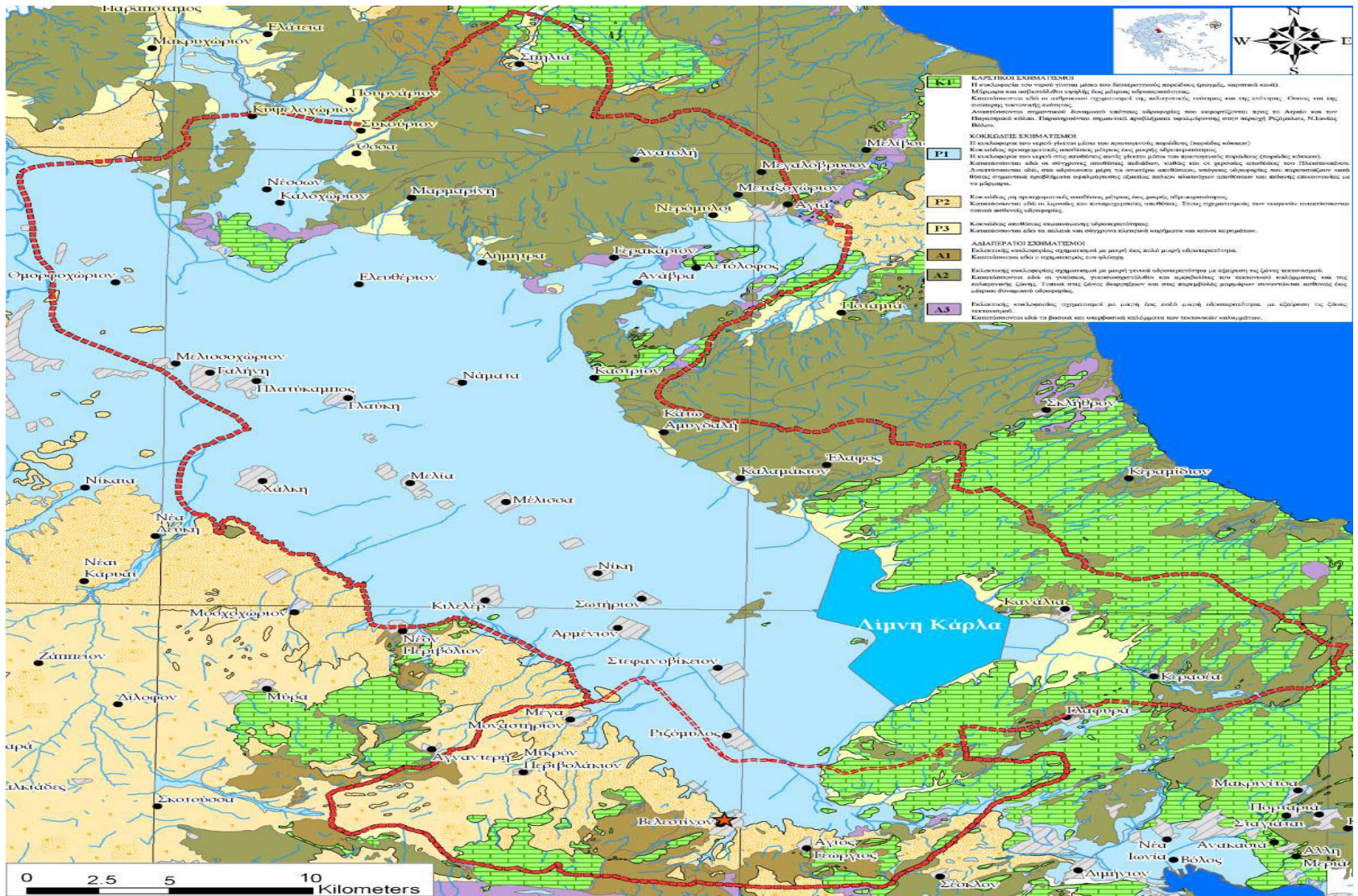
Σχηματίζονται αντίστοιχα οι **3 βασικοί υδροφόροι ορίζοντες** σε επαλληλία:

- των αργιλοαμμωδών λιμναίων αποθέσεων
- των αδρομερών κροκαλολατυποπαγών και
- των μαρμάρων (καρστικός).

Η έκταση, το πάχος και το βάθος τους δεν είναι ομοιόμορφα



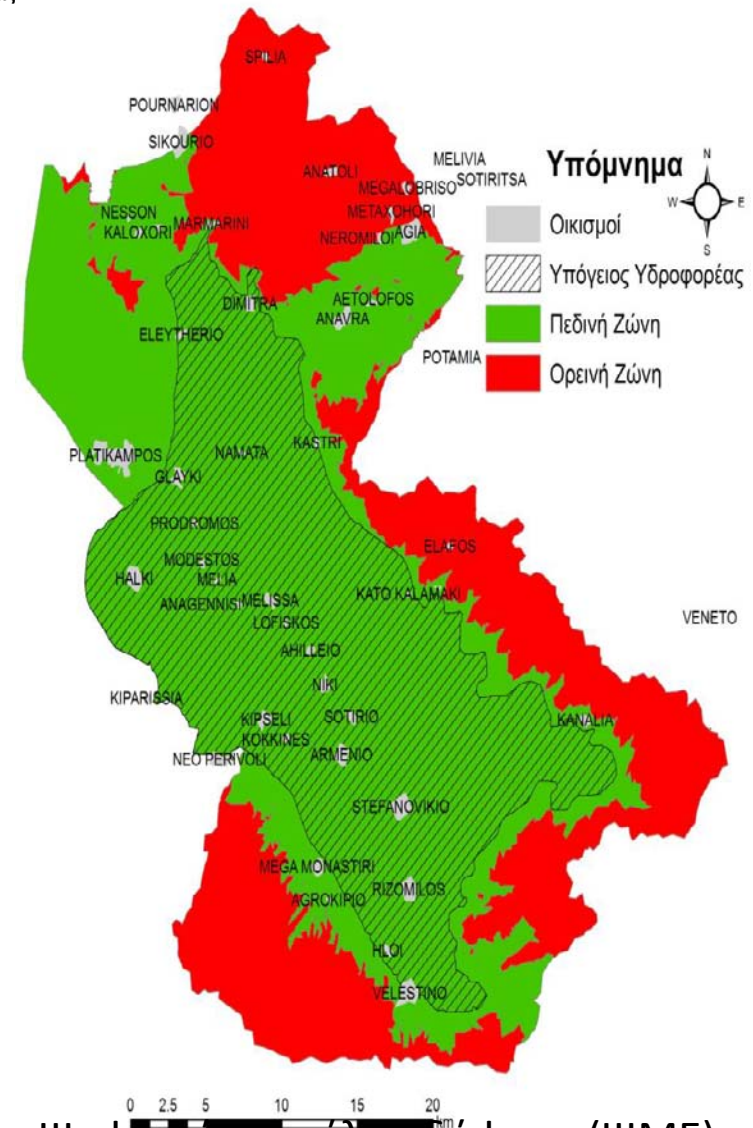
# Υδρολιθικός Χάρτης της περιοχής Μελέτης





## 2.3 Υδρολογική Περιγραφή

- Η Υπέρεια Κρήνη εντάσσεται στην υπό-λεκάνη του Βελεστίνου που είναι τμήμα της ευρύτερης λεκάνης της Κάρλας.
- Η υδρολογική λεκάνη της Κάρλας παρουσιάζει γεωμορφολογική ποικιλία με υψόμετρο που κυμαίνεται από 40 έως 1970 μέτρα και μέσο υψόμετρο περίπου 230 μ.
- Η Υπέρεια Κρήνη βρίσκεται εξ ολοκλήρου στη χαμηλή υψομετρική πεδινή ζώνη με την υδρολογική της όμως λεκάνη να καταλαμβάνει και τμήμα της υψηλής ζώνης.



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

## 3. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### 3.1 Πεδίο-Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης

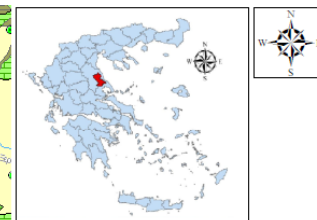
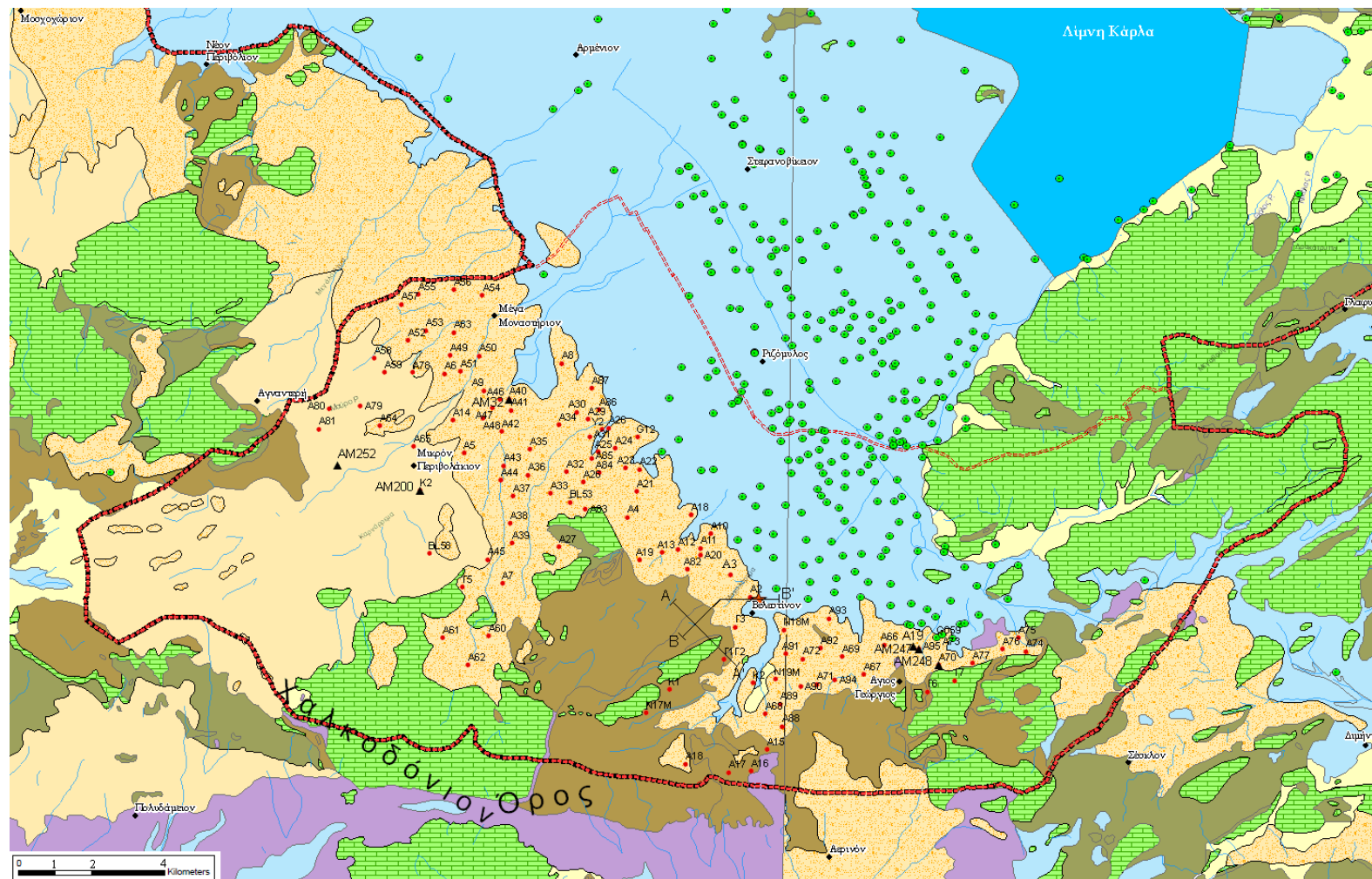
- Βιβλιογραφική ανασκόπηση
- Πρότερες μελέτες
- Οριοθέτηση της περιοχής μελέτης
- Καταγραφή των χρήσεων γης
- Αποτύπωση των πιέσεων της περιοχής
- Εισαγωγή των δεδομένων σε GIS
- Δημιουργία θεματικών χαρτών





## Χρήσεις γης της Περιοχής Μελέτης





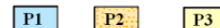
**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Γεωτρήσεις Κάμπου
- Ημι-ορεινές & Ορεινές Γεωτρήσεις
- ▲ Λιθολογικές Τομές
- Όριο Λεκάνης Απορροής Λίμνης Κάρλας
- Όριο Υπο-Λεκάνης Απορροής Βελεστίνου
- ★ Υπέρεια Κρήνη

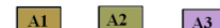
**ΚΑΡΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**



**ΚΟΚΚΩΔΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**



**ΑΔΙΑΠΕΡΑΣΤΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**



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

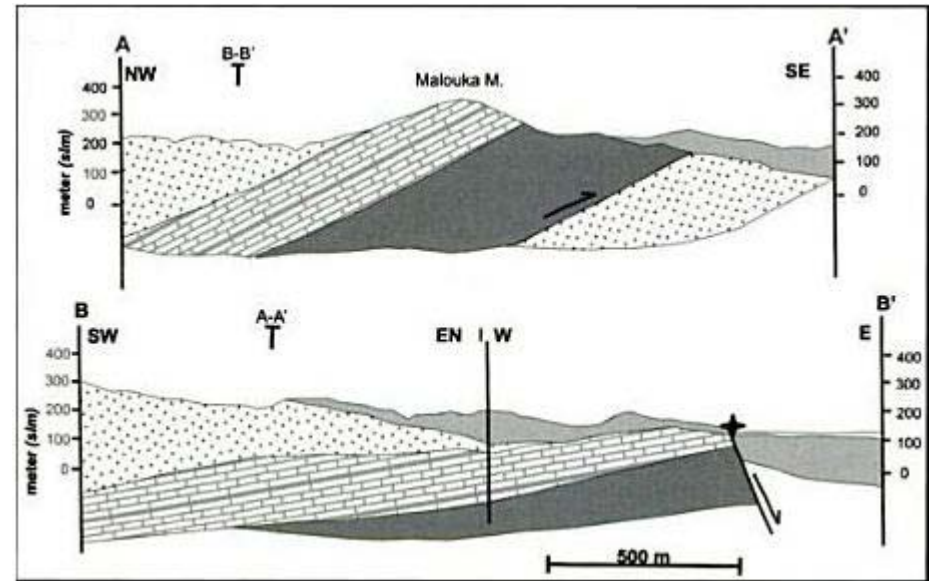


## 3.2 Σχεδιασμός-Επίλυση προβλήματος

- Για την αποσαφήνιση του μηχανισμού λειτουργίας της Υπέρειας Κρήνης δόθηκε μεγάλη βαρύτητα στα χαρακτηριστικά της περιοχής.
- Χρησιμοποιήθηκε η γεωλογία της περιοχής και μελετήθηκαν δύο γεωλογικές τομές .

Κεντρικοί στόχοι στην παρούσα εργασία ήταν:

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



Γεωλογικές τομές AA', BB'



Μορφολογία της κορυφογραμμής Μαλούκα



## Υδρογεωλογική συμπεριφορά της πηγής

- Η παρουσία **ασβεστολιθικών σχηματισμών** στο υπόγειο υδατικό σύστημα της πηγής αποδεικνύεται τόσο από τον υδρολιθικό χάρτη όσο και από τις χημικές αναλύσεις. Από τη μελέτη στοιχείων των μετρήσεων του νερού εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:
  - με βάση το pH το νερό είναι ελαφρός βασικό.
  - Με βάση την Ολική Σκληρότητα, το νερό είναι σκληρό, γεγονός που συναντάται σε υπόγεια νερά ασβεστολιθικών σχηματισμών.
  - Ο λόγος  $Ca^{++}/Mg^{++}$  μαρτυρά την παρουσία πλούσιων σε ασβέστιο πετρωμάτων, όπως ανθρακικοί βράχοι.
  - Οι θετικές τιμές του δείκτη καθαρότητας αποδεικνύουν το ίδιο γεγονός.





## 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 <sup>++</sup> (mg/l)	114	120
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	17	22
K <sup>+</sup> (mg/l)	14.5	15
Na <sup>+</sup> (mg/l)	0.58	0.7
(HCO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> (mg/l)	410	420
(SO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup> (mg/l)	7.2	13
CL <sup>-</sup> (mg/l)	7.1	10.4
(NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> (mg/l)	3.5	6
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	3.2	4.5
Δείκτης Καθαρότητας (Langlier Index)		
Ασβεστίτης	+0.832	+0.85
Δολομίτης	+1.083	+1.19
Αραγωνίτης	+0.67	+0.83



## Υδρολογική συμπεριφορά της πηγής

- Κατανοήθηκε η κατανομή της παροχής της ροής της πηγής ανά το χρόνο.
- Εντοπίστηκαν τα ακρότατα σημεία της.
- Η παροχή της μειώνεται από τα τέλη της δεκαετίας του '80.
- Η μείωση αυτή εντείνεται στις αρχές της δεκαετίας του '90.
- Γίνεται μηδενική από το 1998 και έπειτα.

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

Παροχές της Υπέρειας Κρήνης  
(κυβ. μέτρα / ώρα)



## A. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑΣ

Για να εξηγηθεί η συμπεριφορά της λειτουργίας της πηγής θα έπρεπε να ερευνηθεί ο υδροφόρεας στον οποίο ανήκει η πηγή.

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

Ισχύει:  $Q_t = Q_0 e^{-at}$

- $Q_t$ , η παροχή της πηγής ( $m^3/s$ ) για χρόνο  $t$  από την έναρξη της ξέρης περιόδου
- $Q_0$  η τιμή της παροχής στην έναρξη της εξάντλησης.

Οι τιμές για  $Q_0$  και  $a$  για τη περίοδο 1973-1985 ήταν  $0,086 m^3/s$  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.





## Α. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑΣ

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

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

- από τη διήθηση των κατακρημνίσεων,
- από υπόγειες πλευρικές εισροές και
- από επιπρόσθετες ξαφνικές ανατροφοδοτήσεις από επιφανειακά νερά.

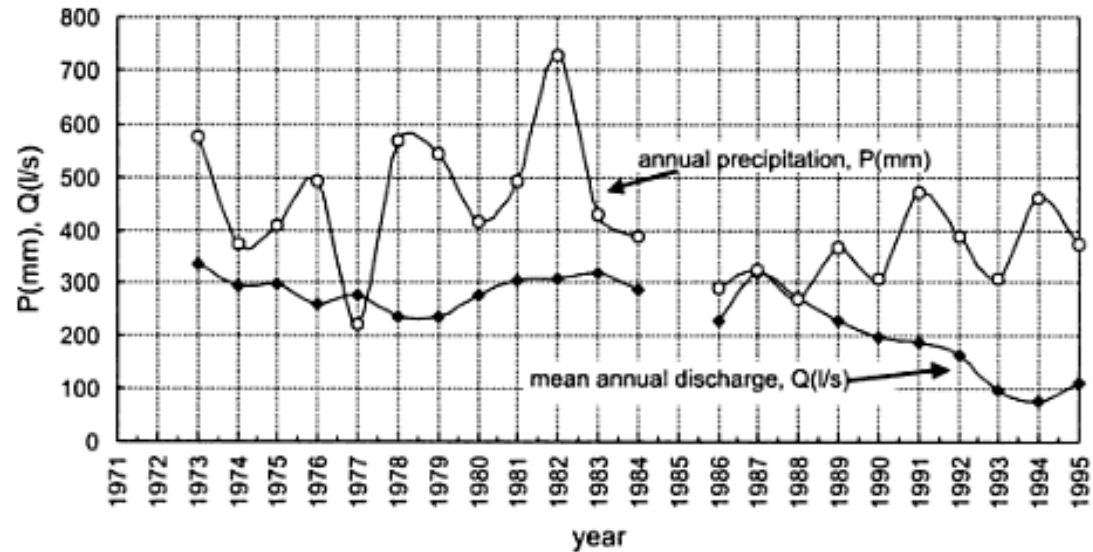
Οι τιμές της παροχής της πηγής της Υπέρειας Κρήνης ήταν τόσο μεγάλες που **δεν επαρκεί η αποθηκευτικότητα του υπόγειου συστήματος** της να την υποστηρίξει, γεγονός που υποδεικνύει την **υδραυλική επικοινωνία** με άλλους υπόγειους γειτονικούς υδροφορείς.



## B. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

Από το διάγραμμα της παροχής της πηγής εντοπίζουμε :

- **μέγιστες παροχές** στις χρονιές **1973,1983** και **1987** (315 l/s)
- Η **ελάχιστη τιμή** το **1994**
- Στην περίοδο 1973-1988 η min ετήσια τιμή δεν πέφτει κάτω από **230l/s**



Διάγραμμα Παροχής Υπέριος Κρήνης (Q), Ετήσιας Βροχόπτωσης P

- 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.**



## Γ. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

- 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 της.
- 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 γεωτρήσεις.
- Η διάνοιξή τους πραγματοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 την ίδια χρονική στιγμή με τη σημαντική πτώση της παροχής της πηγής.

**Γ Ε Ω Τ Ρ Η Σ Η Υ Δ Ρ Ε Υ Τ Ι Κ Η** Α.Μ. 259

Όνομα Μηχανικού: Κωνσταντίνος Παπαδόπουλος Τηλεφωνία: Πάτρα 210.....  
 ΌΤΛΑΟ ΧΑΡΤΗ (1:50000) **Βελεστίνο** Τμήμας μελέτης: **Α. Διαμορφώσεις**  
 ΌΤΛΑΟ ΧΑΡΤΗ (1:20000) Γεωργιαννίτης **Κ. Μπαρδής**  
 Τίτλος γεωτρήσεως: **ΥΔΕ-ΖΑΧ-174**  
 Έτος: **1992** Έργο: **ΕΡΓΟΝΟΜΟΣΤΡΟΦΗ**

**ΕΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ**

Χ	Ψ	Ξ	Χ	Ψ	Ξ
2	3	4	5	6	7

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Διάμετρος διαστολής: **15.32"**  
 Διάμετρος διαστολής: .....  
 Ήλιος τήξης διαστολής: .....  
 Τύπος φίλτρου: **Γεωμάκρο 5**  
 Άνοιγμα στην: **2.5 cm**  
 Διάμετρος κλιμακωτού φίλτρου: **4 cm**  
 Πυκνότητα: **1.2 g/cm<sup>3</sup>**

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΑΝΤΗΣ**

Μήκος	Υψος	Διάμετρος	Διάμετρος
1m	2m	5h	10m
2m	3m	5h	10m
3m	4m	5h	10m
4m	5m	5h	10m

**ΠΡΟΤΕΡΟΜΕΝΗ ΠΑΡΟΜΗ ΕΚΜΕΤΡΩΣΤΗΣ**

Υψος	Διάμετρος	Παρομή	ΤΑ
5h	5000h	1000m <sup>3</sup> /h	1.5

**ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Μήνες	PH	Ηλ.συ.	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Μολύβ.	Με.Ο <sub>2</sub>
1	7.5	100	10	10	10	10	10

Παρατηρήσεις: Η γεωτρήση πραγματοποιήθηκε με μηχανισμό **15 m<sup>3</sup> / ώρα**.  
 Δοκιμαστικά **επίσης** δεν έγινε.....

Βελος 20/11/92  
 ΟΓΕΣΤΡΟΦΗ  
 Δ. ΣΑΡΗ ΤΡΙΑΝΤΗΣ

Φύλλο καταγραφής γεωλογικής διαστρωμάτωσης





## Γ. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

- 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.
- Πρότερες ερευνητικές εργασίες κατέληξαν στην υδραυλική επικοινωνία του υπόγειου υδατικού συστήματος της Υπέρειας Κρήνης, η οποία εντάσσεται στην υδρολογική υπο-λεκάνη του Βελεσίνου, με το νότιο τμήμα του προσχωματικού υπόγειου υδατικού συστήματος της Κάρλας.



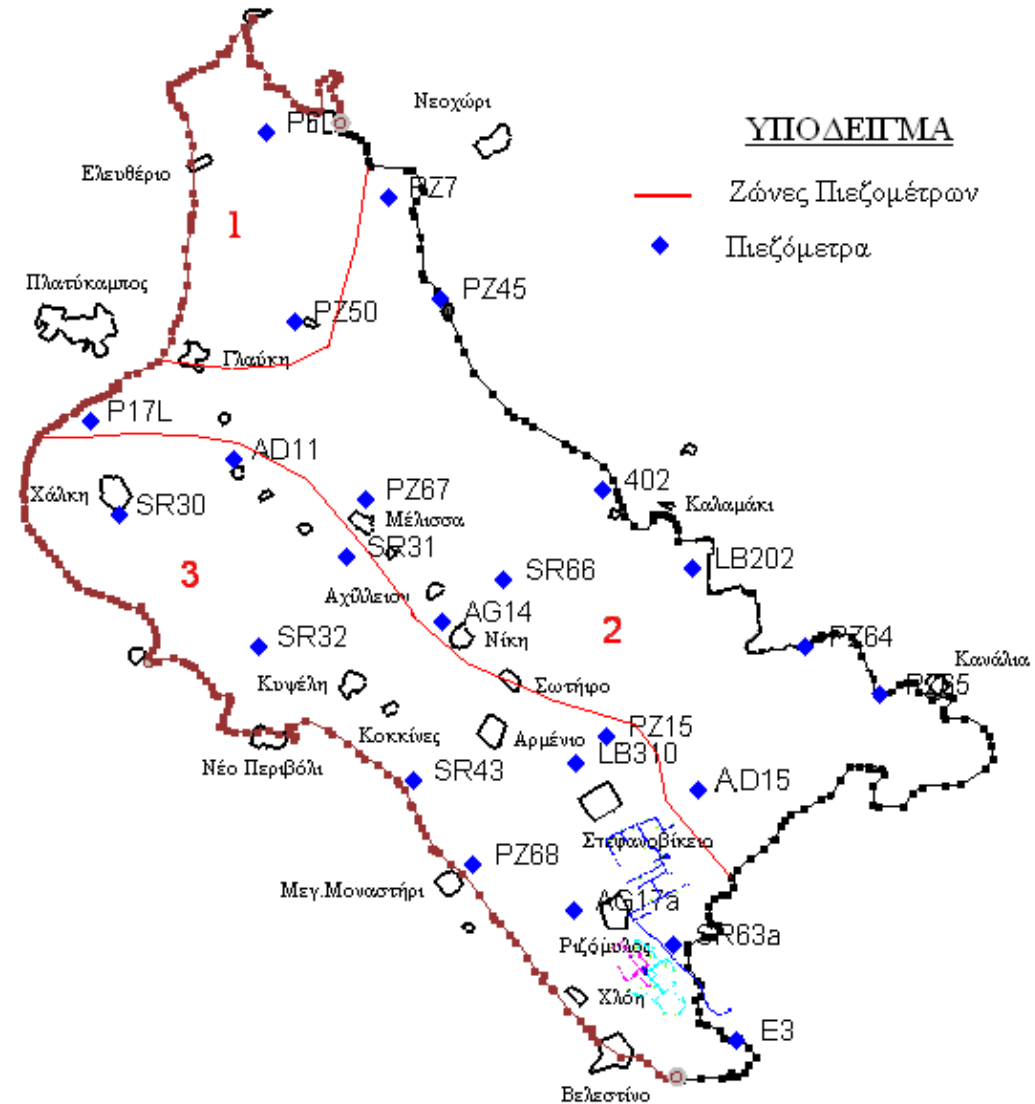
Αρδευτική Γεώτρηση (σε απόσταση λιγότερη από τα 150 μέτρα από την Υπέρεια Κρήνη)



## Γ. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

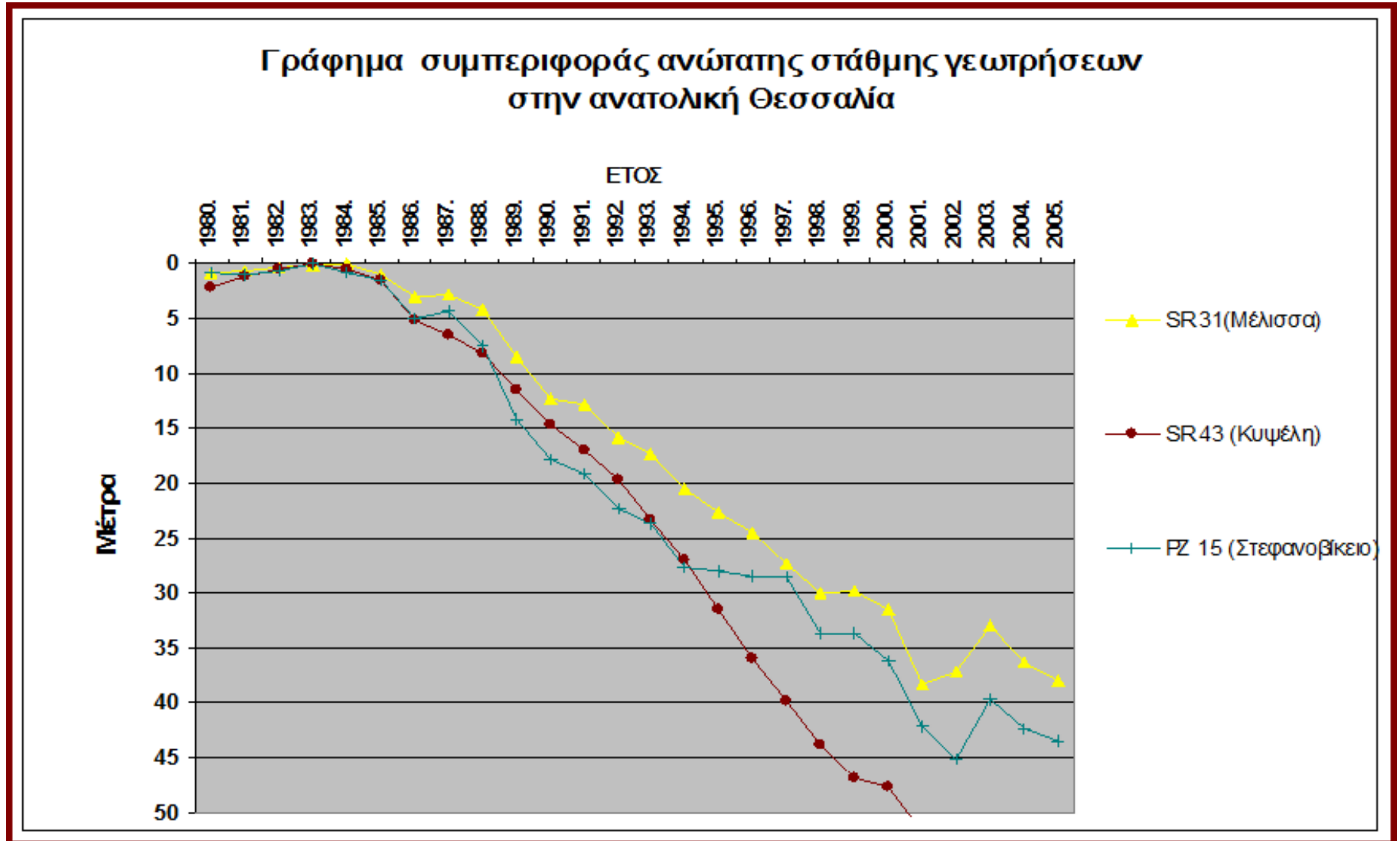
3 ομάδες πιεζόμετρων, ως προς τη μορφή ταπείνωσης της στάθμης:

- 1 η ταπείνωση είναι μικρή, με τάσεις σταθεροποίησης (Β Κάρλα)
- 2 η ταπείνωση είναι μεγάλη, όχι τόσο έντονη και κατά θέσεις παρατηρούνται τάσεις σταθεροποίησης της στάθμης, στα χαμηλά της σημερινά επίπεδα (ΒΔ τμήμα της Κάρλας (Μέλισσα-Λάρισα)
- Στην 3<sup>η</sup> ομάδα πιεζομέτρων, όπου και η περιοχή μελέτης, η ταπείνωση είναι μεγάλη και έντονη, χωρίς τάσεις σταθεροποίησης. Τα πιεζόμετρα αυτά τοποθετούνται στα Δ της πεδινής έκτασης, όπου και οι κύριες αξιόλογες υδροφορίες της Χάλκης και της περιοχής Αρμενίου –Στεφανοβίκειου – Ριζόμυλου – Βελεστίνου – Αγ. Γεωργίου.



# Γ. ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Οι υπόγειες υδροφορίες του ευρύτερου πεδινού τμήματος βρίσκονται υπό καθεστώς εντατικής υπέρ- εκμετάλλευσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999)





### 3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Η υδρογεωλογική πολυπλοκότητα της περιοχής, η επικοινωνία του καρστικού υδατικού συστήματος της πηγής καθώς και η σημαντική περιβαλλοντική και κοινωνική αξία της Υπέρειας Κρήνης για την ευρύτερη περιοχή επιτάσσουν την **ανάγκη για ολοκληρωμένη διαχείριση του πεδίου ροής**.

Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου που θα προσομοιώνει τους υδατικούς πόρους σε επίπεδο της λεκάνης απορροής του Βελεστίνου, θα ικανοποιήσει την παραπάνω ανάγκη.

Το ολοκληρωμένο αυτό σύστημα, το οποίο θα αποτελείται από μία σειρά μαθηματικών μοντέλων που θα αλληλεπιδρούν, θα προσομοιώνει:

- τις υδρολογικές διεργασίες επιφανειακών και υπόγειων υδάτων
- την υδρολογική συμπεριφορά του καρστικού υπόγειου συστήματος της πηγής
- τον βαθμό επικοινωνίας του καρστικού υδροφορέα της πηγής με τους γειτονικούς υδροφορείς
- την υδρολογική συμπεριφορά της πηγής.



## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Με τη χρήση αυτού θα εξαχθούν ασφαλή μετρήσιμα συμπεράσματα για:






- το υδρολογικό ισοζύγιο σε επίπεδο λεκάνης απορροής
- την υδρολογική συμπεριφορά και τη δίαιτα της πηγής
- τα αίτια της ξήρανσής της και
- για τη λήψη των σχετικών μέτρων που θα οδηγήσουν στην αποκατάσταση του συστήματος

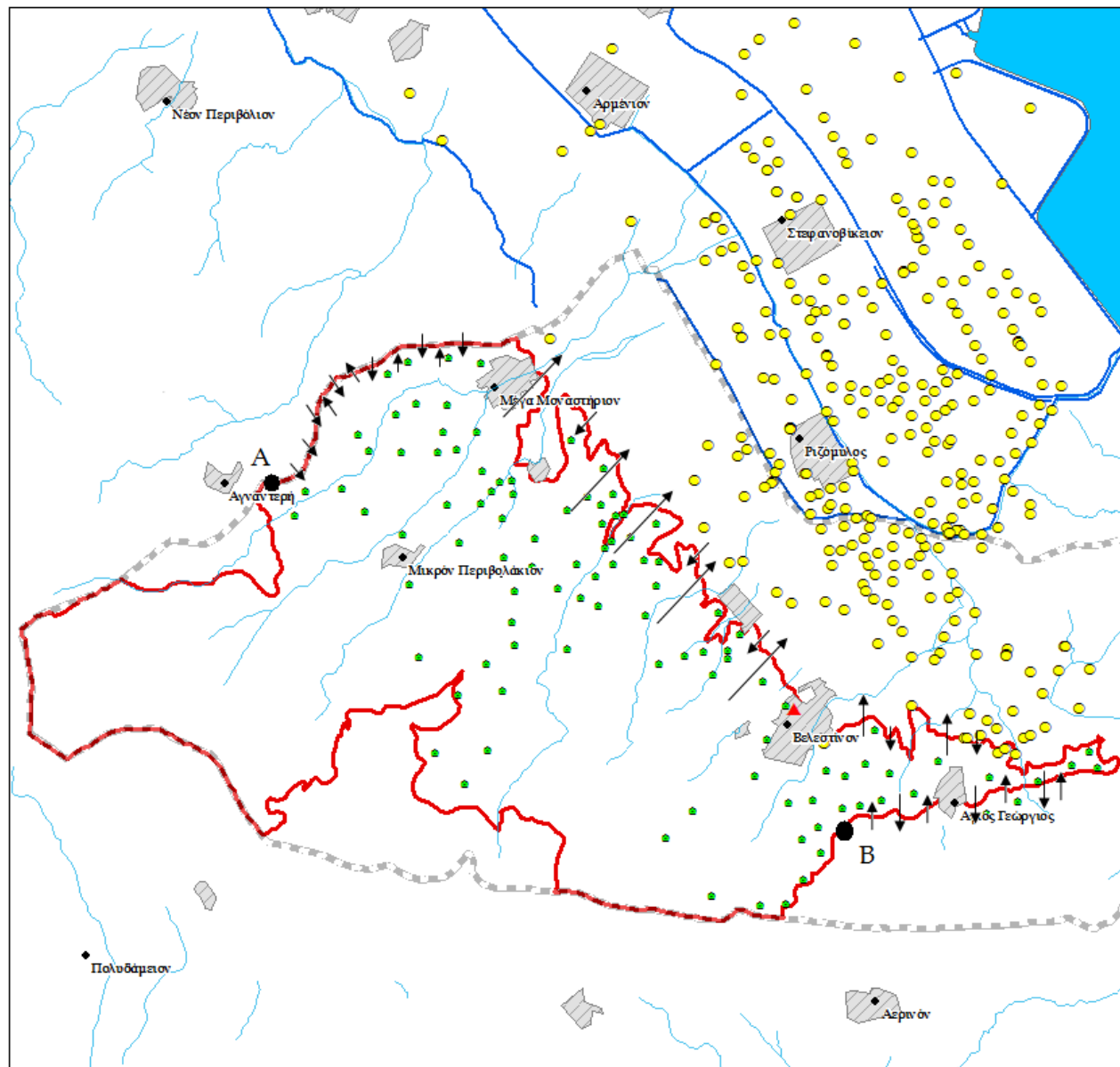
Η ομάδα μελέτης συνεχίζει την ερευνητική της ανάλυση προς την κατεύθυνση αυτή και βρίσκεται ήδη στη φάση ανάπτυξης του σχετικού αριθμητικού ομοιώματος της υπόγειας ροής.



ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ  
κλ. 1:130.000

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**




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

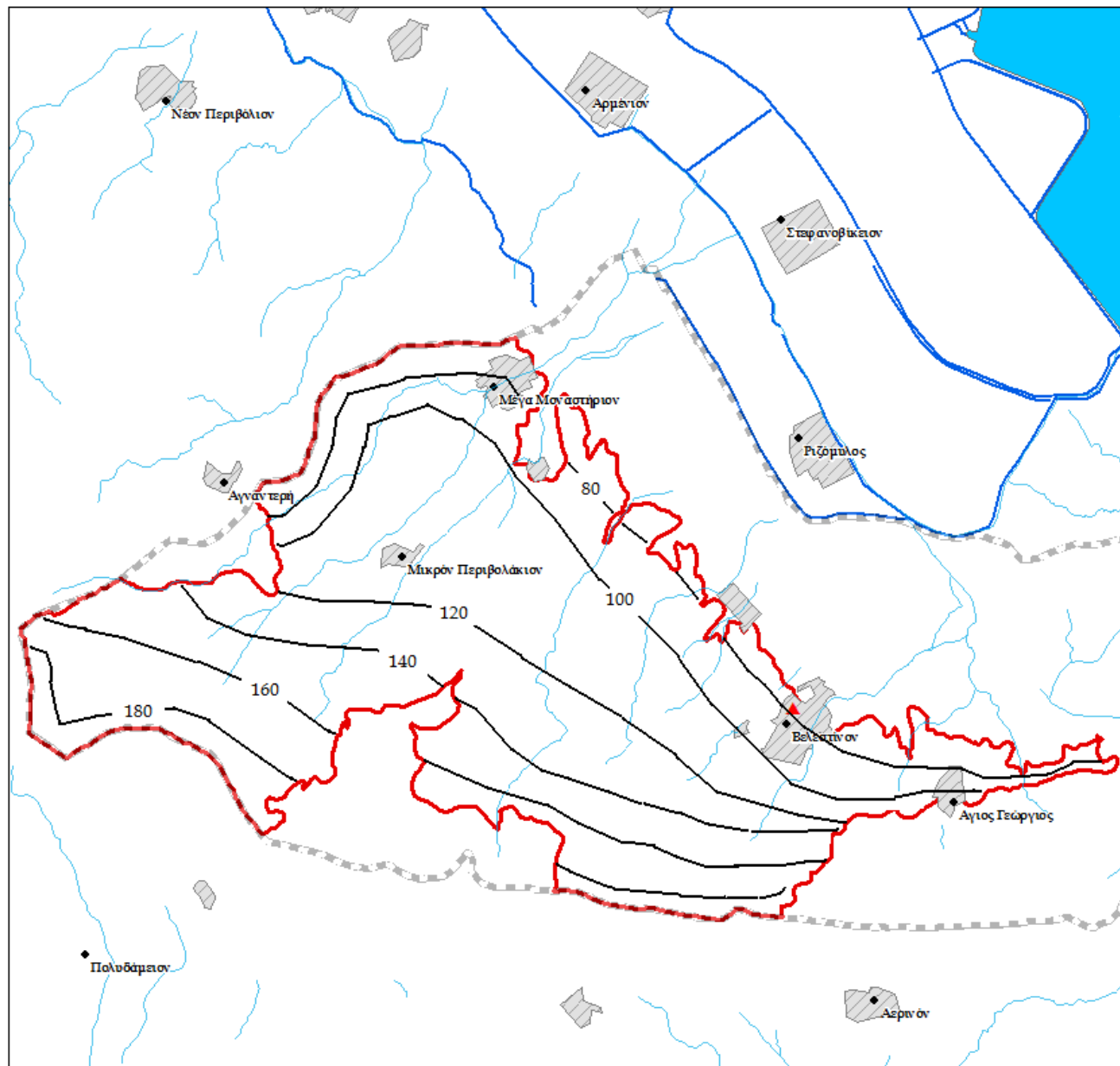


0 0.5 1 2 3 4 Χλμ

ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΨΗ / 1987  
κλ. 1:130.000

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Λεκάνη Απορροής
-  Υπέρια Κρήνη
-  Υδροφορέας Βελεστίου



0 0.5 1 2 3 4  
Χλμ



## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- 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.



## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- 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.



## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- 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.



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.)

