

Διπλωματική Εργασία

των φοιτητών:

**Καραπιλάφη Δημήτριου Α.Ε.Μ.:3403,
Κατκαρίδη Κωνσταντίνου Α.Ε.Μ.: 3405.**

***Τίτλος : Διακύμανση της ποιότητας των
υδάτων της πηγής Τριπόταμου Βεροίας.***

Υπεύθυνος καθηγητής: Σούλιος Γεώργιος.

Θεσσαλονίκη 2005

Περιεχόμενα

1. Πρόλογος.....σελ.	3
2. Εισαγωγή.....σελ.	3
3. Γεωλογικά στοιχεία.....σελ.	5
4. Ανάλυση μετρήσεων.....σελ.	9
5. Διαγράμματα – Αξιολόγηση.....σελ.	11
5 α. Διαγράμματα.....σελ.	11
5 β. Αξιολόγηση διαγραμμάτων.....σελ.	18
6. Συμπεράσματα.....σελ.	19
7. Βιβλιογραφία.....σελ.	20

1. Πρόλογος.

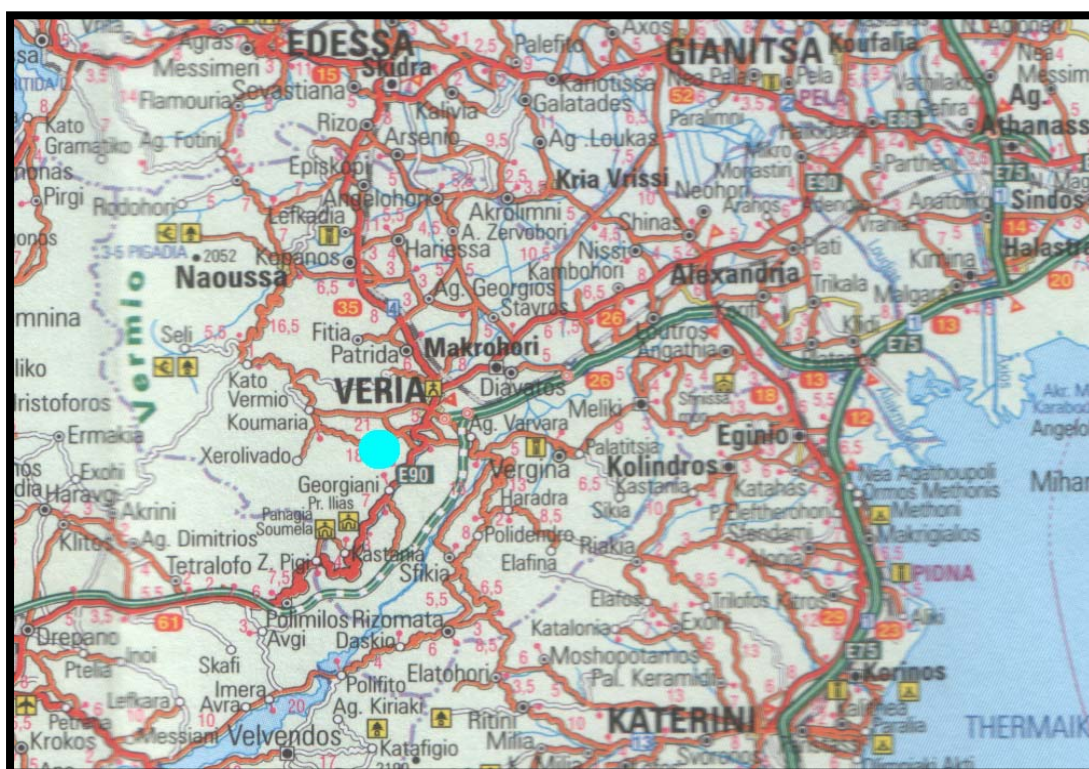
Στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας, που μας ανατέθηκε από τον καθηγητή υδρογεωλογίας κ. Γεώργιο Σούλιο, αναλάβαμε να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις για την ποιότητα και την παροχή των υδάτων της πηγής, στην περιοχή Τριπόταμο, λίγο έξω από τη Βέροια καθώς και να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα τους.

Σε διάρκεια σχεδόν ενός χρόνου και πιο συγκεκριμένα από τις 20-2-2004 έως τις 8-12-2004 πήραμε δέκα δείγματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα και κάναμε 7 μετρήσεις παροχής. Οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του τομέα Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας.

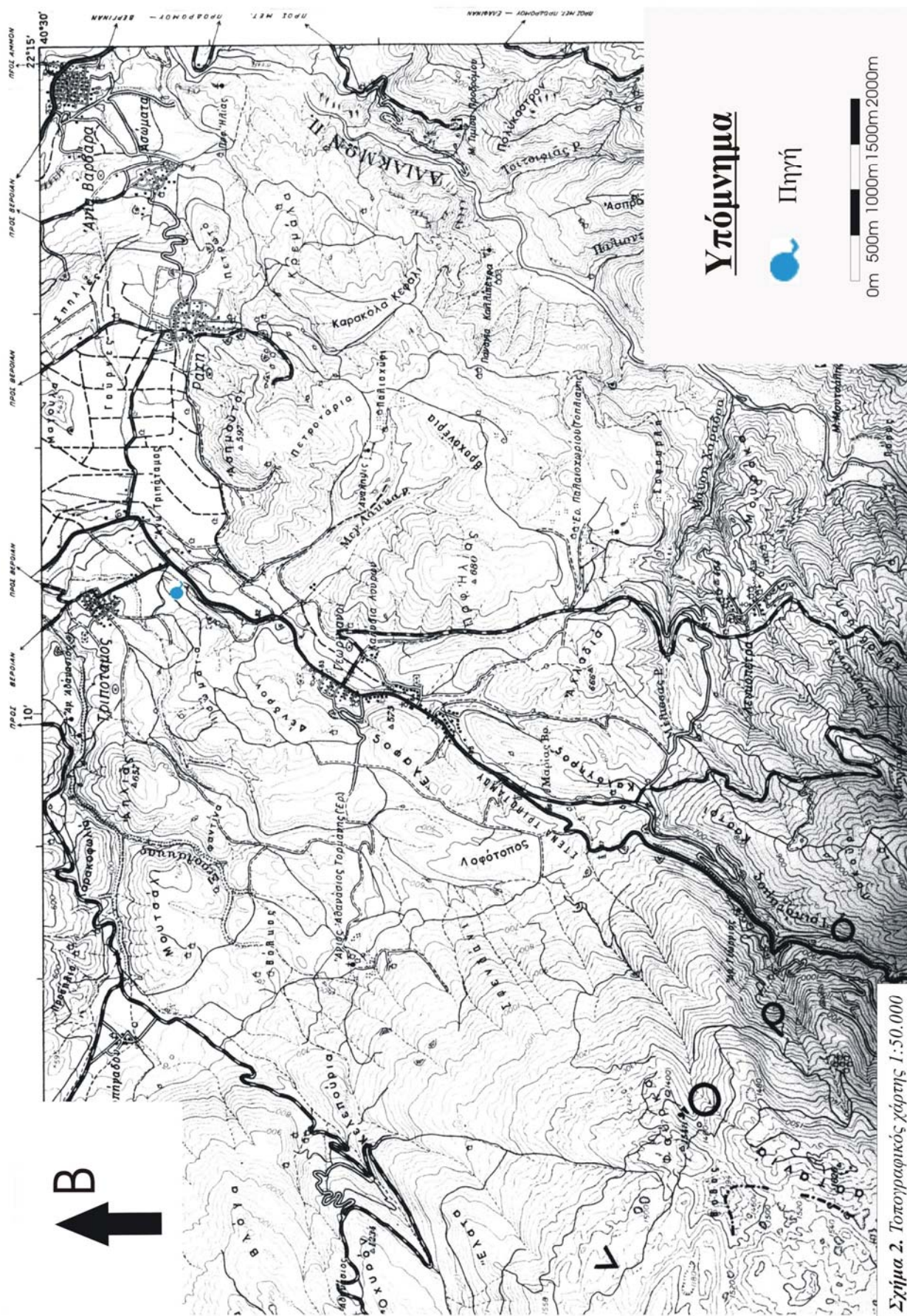
2. Εισαγωγή.

Η πηγή που μελετήσαμε, βρίσκεται Νοτιοδυτικά της Βέροιας, Νότια του χωριού Τριπόταμος και αποτελεί στρατιωτική περιοχή. Βρίσκεται σε υψόμετρο 430 μέτρα, μεταξύ των βουνών Ασημούτσι και Αηλιάς με υψόμετρα 597 και 657 μέτρα αντίστοιχα, Δυτικά του ποταμού Αλιάκμονα και Βορειοανατολικά του όρους Βέρμιο.

Πρόκειται για μια πηγή μεσαίου μεγέθους από την οποία αντλούνται ποσότητες ύδατος για στρατιωτικούς σκοπούς και αποτελεί μια από τις πηγές που τροφοδοτούν τον ποταμό Τριπόταμο.



Σχήμα 1. Οδικός χάρτης 1:1.000.000.



3. Γεωλογικά στοιχεία.

Η περιοχή που βρίσκεται η πηγή δηλαδή ο Τριπόταμος ανήκει στην ζώνη Αλμωπίας η οποία αποτελεί το δυτικό τμήμα της παλιάς ζώνης Αξιού και καθορίστηκε ότι παλαιογεωγραφικά αντιπροσώπευε μια αύλακα που περιβαλλόταν Ανατολικά από το ύβωμα του Πάικου και Δυτικά από το ύβωμα της Πελαγονικής.

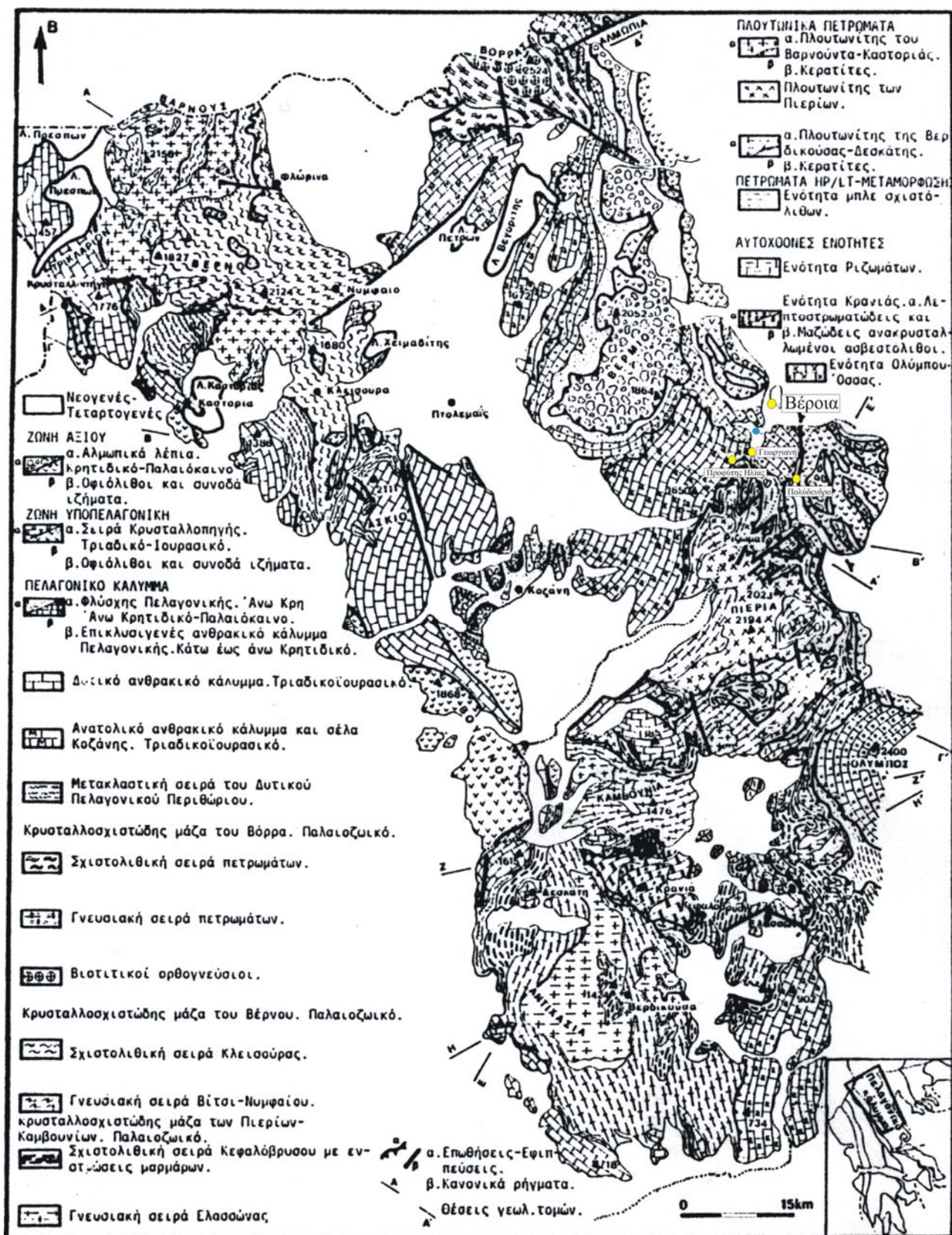
Με τη σημερινή αντίληψη της γεωλογίας της Ελλάδας η Αλμωπία αντιπροσωπεύει το δυτικότερο τμήμα της παλιάς ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος, νοούμενης με την ευρύτερη έννοια της ζώνης Αξιού. Είναι όμως πολύ πιθανόν η Αλμωπία να αντιπροσωπεύει το Ανατολικό ηπειρωτικό περιθώριο του ηπειρωτικού τεμάχους της Πελαγονικής πάνω στο οποίο επωθήθηκαν από τα Ανατολικά οι οφειόλιθοι και τα ιζήματα βαθιάς θάλασσας του ωκεανού της Τηθύος.

Η ζώνη Αλμωπίας κατέχεται κυρίως από οφειόλιθους και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας, από τα Άνωκρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα, καθώς και από μεταμορφωμένα πετρώματα προ - οφειολιθικά που πιθανόν αποτελούσαν πετρώματα του ηπειρωτικού περιθωρίου.

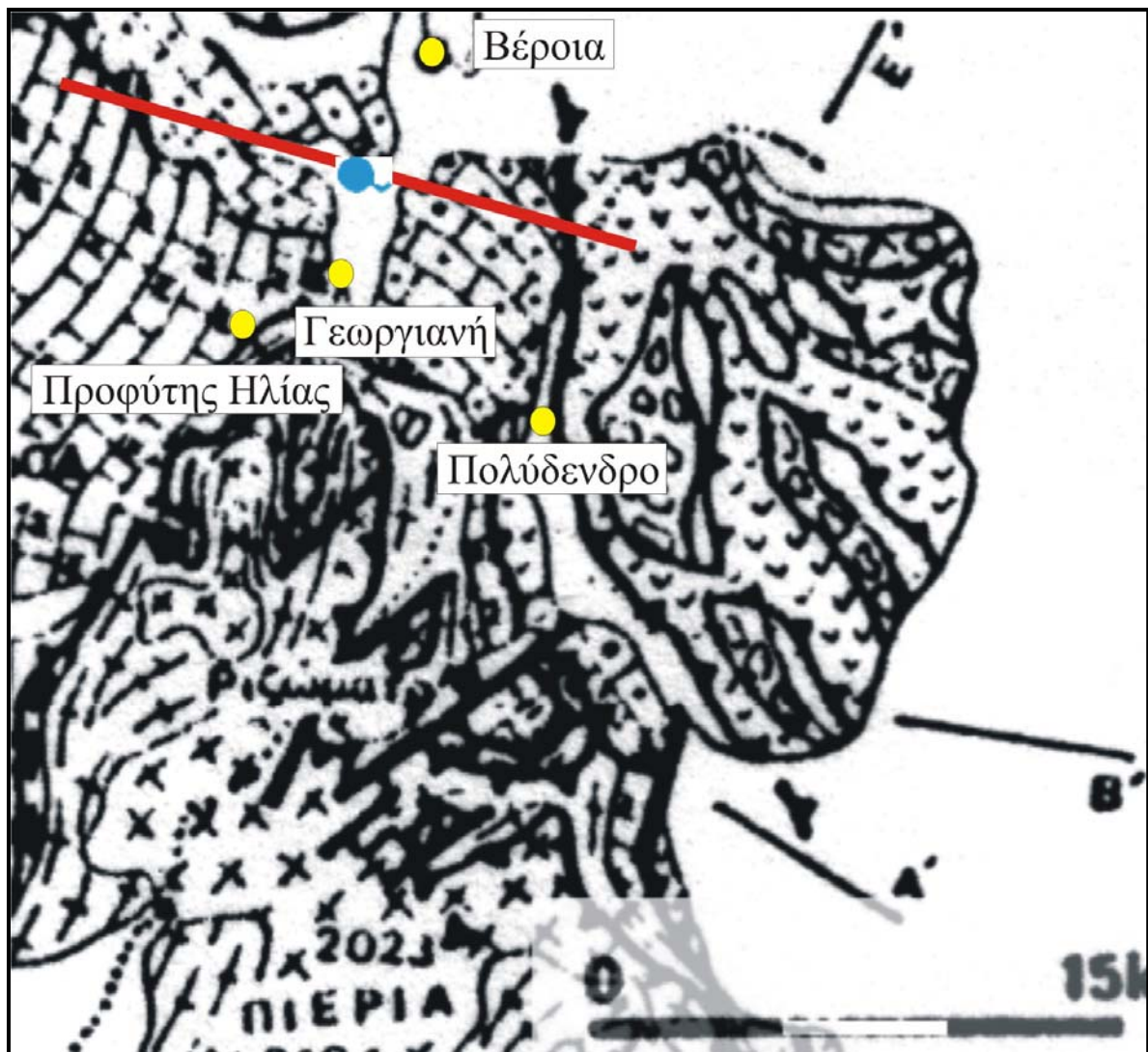
Όλοι οι παραπάνω σχηματισμοί της ζώνης βρίσκονται υπό μορφή τεκτονικών λεπιών τα οποία από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά εφιππεύουν ή επωθούνται το ένα πάνω στο άλλο και στο σύνολο τους επωθούνται προς Δυσμάς πάνω στην Πελαγονική ζώνη

Σαν αποτέλεσμα λοιπόν της λεπιοειδούς τεκτονικής, τα πετρώματα της Αλμωπίας εμφανίζονται σε συνεχείς επαναλήψεις και σχηματίζουν λέπια μικρής έκτασης καθώς και μεγαλέπια, χιλιομετρικής κλίμακας. Με βάση τα μεγαλέπια, η ζώνη Αλμωπίας διαιρείται σε ενότητες η κάθε μια από τις οποίες συνιστά ένα μεγάλο τεκτονικό λέπιο. Οι ενότητες αυτές (λέπια) συγκροτούνται είτε από όλους τους σχηματισμούς της ζώνης είτε από μερικούς και εφιππεύουν η μία πάνω στην άλλη από Ανατολάς προς Δυσμάς.

Ο χώρος των δυτικών ενοτήτων θεωρήθηκε ότι αντιπροσωπεύει την κατωφέρεια του Πελαγονικού υβώματος προς την αύλακα της Αλμωπίας και γι' αυτό το λόγο αναφέρεται με το όνομα «Προαλμωπία»



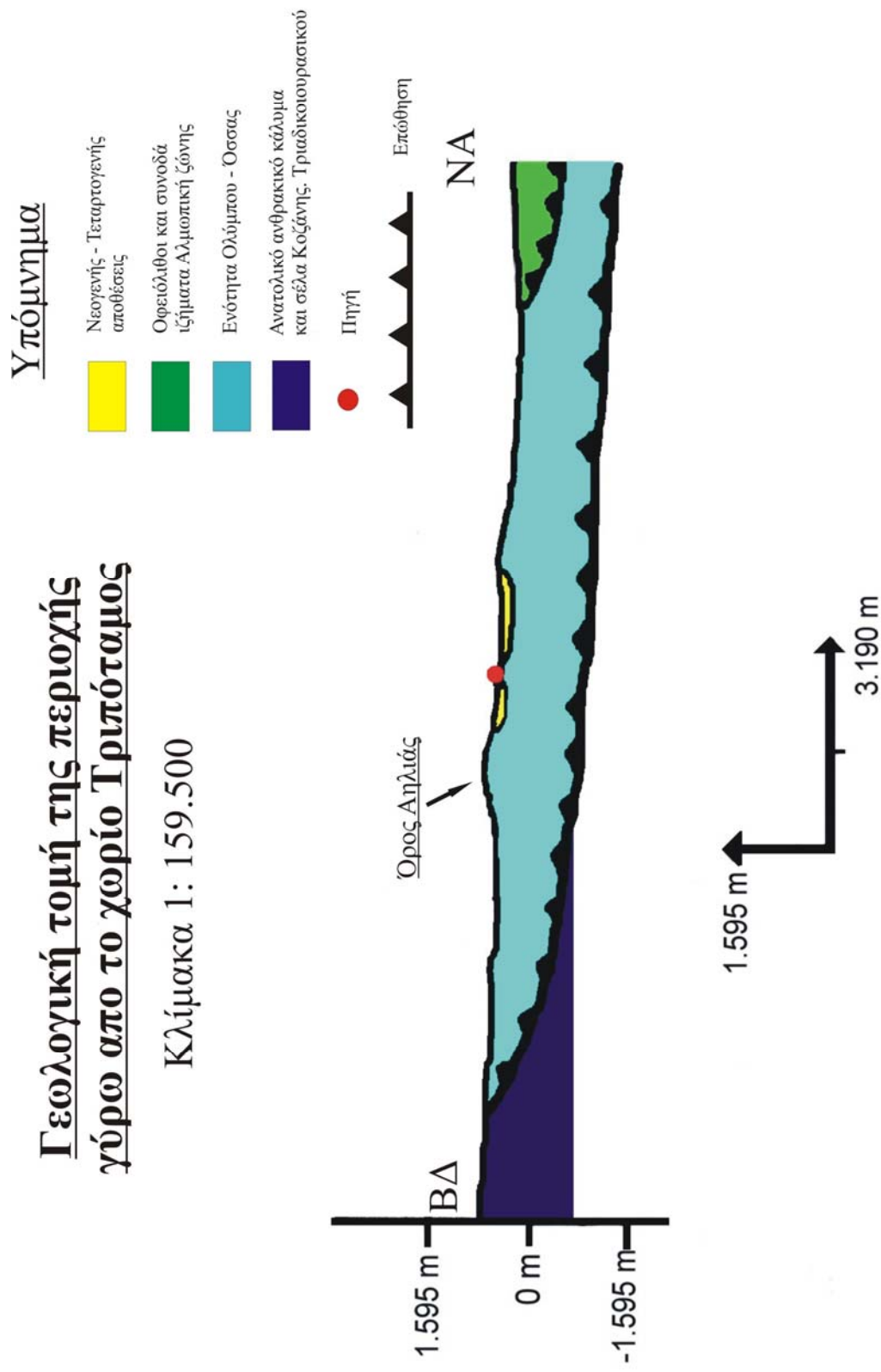
Σχήμα 3. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής.



Σχήμα 4. Γεωλογικός χάρτης σε μεγέθυνση.

Γεωλογική τομή της περιοχής γύρω από το χωρίο Τριπόταμος

Κλίμακα 1: 159.500



Σχήμα 5.

4. Αναλύσεις - Μετρήσεις.

Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 20-2-2004. Σκοπός μας ήταν να πάρουμε τις τιμές της παροχής και της στάθμης της πηγής, καθώς και δείγματα νερού απ' αυτή ώστε να αξιολογήσουμε την διακύμανση της ποιότητας - ποσότητας των υδάτων της.

Για την διεξαγωγή των μετρήσεων στο ύπαιθρο χρησιμοποιήσαμε όργανα από το εργαστήριο του τομέα Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας. Πιο συγκεκριμένα για να βρούμε τις τιμές της παροχής, χρησιμοποιήσαμε τον μυλίσκο τύπου AOTT, με νούμερο έλικας 1 kempten. Επίσης, χρησιμοποιήσαμε Αγωγιμόμετρο, Πεχάμετρο (Ph), Θερμόμετρο για την μέτρηση της αγωγιμότητας, του Ph και της θερμοκρασίας της πηγής. Τέλος χρησιμοποιήσαμε σταθμόμετρο για να πάρουμε τις τιμές στάθμης της πηγής.

Οι χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του τομέα Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας με δείγματα που παίρναμε σε κάθε μέτρηση από το ύπαιθρο.

Παρακάτω παραθέτουμε αναλυτικά τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξαμε.

Ημερομηνία	Ph	Στάθμη (cm)	R ($\mu\text{S/cm}$) (αγωγιμότητα)	T (C °)
20/2/2004	7,40	30	410	12,5
15/3/2004	7,60	29	450	12,5
29/3/2004	7,66	30	460	12,5
20/5/2004	7,65	30	460	12,5
11/6/2004	7,78	30	432	12,5
17/9/2004	7,52	31	375	12,6
6/11/2004	7,60	36	380	12,5
16/11/2004	7,63	36	390	12,5
26/11/2004	7,62	36	371	12,5
8/12/2004	7,50	36	370	12,4
M.O.	7,60	32	410	12,5

Σχήμα 6. Μετρήσεις Ph – Στάθμης - Αγωγιμότητας – Θερμοκρασίας.

Ημερομηνία	Ca ⁺⁺ (meq/lit)	Mg ⁺⁺ (meq/lit)	Na ⁺ (meq/lit)	K ⁺ (meq/lit)	SO ₄ ⁻ (meq/lit)	HCO ₃ ⁻ (meq/lit)	Cl ⁻ (meq/lit)	NO ₃ ⁻ (meq/lit)
20/2/2004	2,200	1,834	0,091	0,002	0,021	3,510	0,034	0,128
15/3/2004	4,170	0,040	0,070	0,005	0,083	3,840	0,051	0,135
29/3/2004	2,990	1,678	0,074	0,003	0,083	3,920	0,037	0,121
20/5/2004	3,390	1,024	0,070	0,003	0,083	3,770	0,042	0,142
11/6/2004	3,540	1,084	0,070	0,005	0,063	3,950	0,045	0,149
17/9/2004	3,850	0,723	0,070	0,005	0,104	3,850	0,045	0,149
6/11/2004	4,010	0,040	0,109	0,026	0,021	3,540	0,031	0,128
16/11/2004	3,600	0,943	0,117	0,018	0,021	3,980	0,034	0,128
26/11/2004	4,170	0,361	0,126	0,018	0,000	4,110	0,045	0,121
8/12/2004	3,500	1,266	0,126	0,021	0,000	4,210	0,042	0,121
Μ.Ο.	3,542	0,899	0,092	0,011	0,048	3,868	0,041	0,132

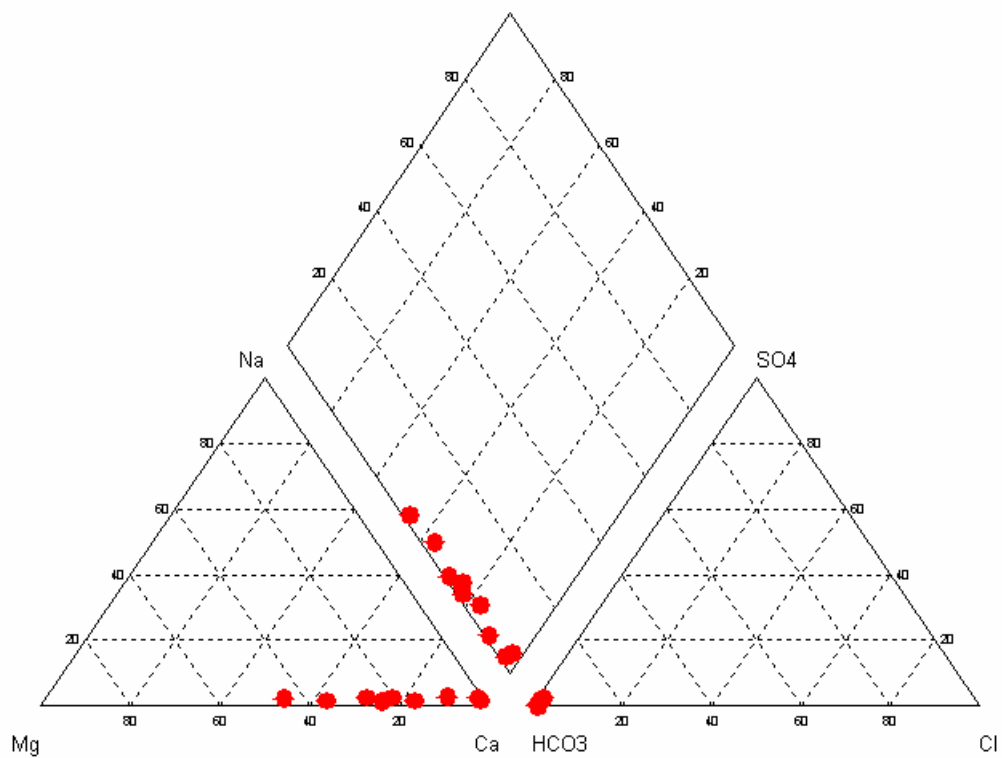
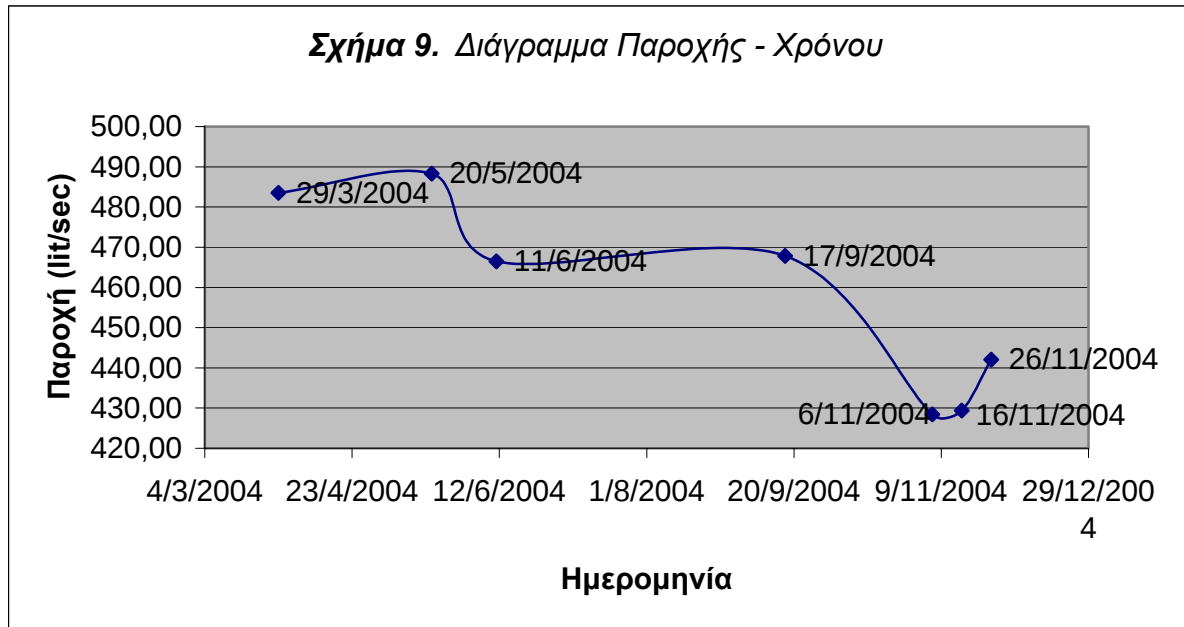
Σχήμα 7. Μετρήσεις Κατιόντων – Ανιόντων.

Ημερομηνία	Παροχή (lit/sec)
20/2/2004	
15/3/2004	
29/3/2004	483,53
20/5/2004	488,30
11/6/2004	466,52
17/9/2004	467,85
6/11/2004	428,47
16/11/2004	429,38
26/11/2004	442,02
8/12/2004	
Άθροισμα	2722,56
Μέσος όρος	388,94

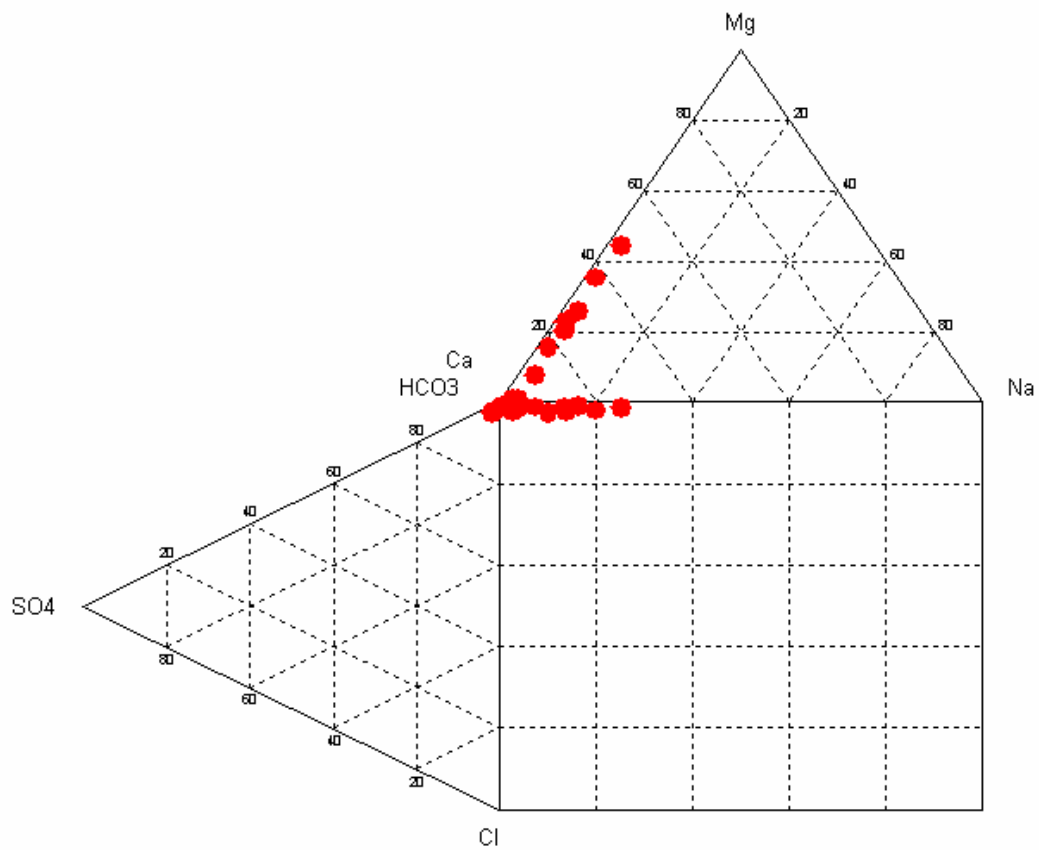
Σχήμα 8. Μετρήσεις παροχής.

5. Διαγράμματα – Αξιολόγηση.

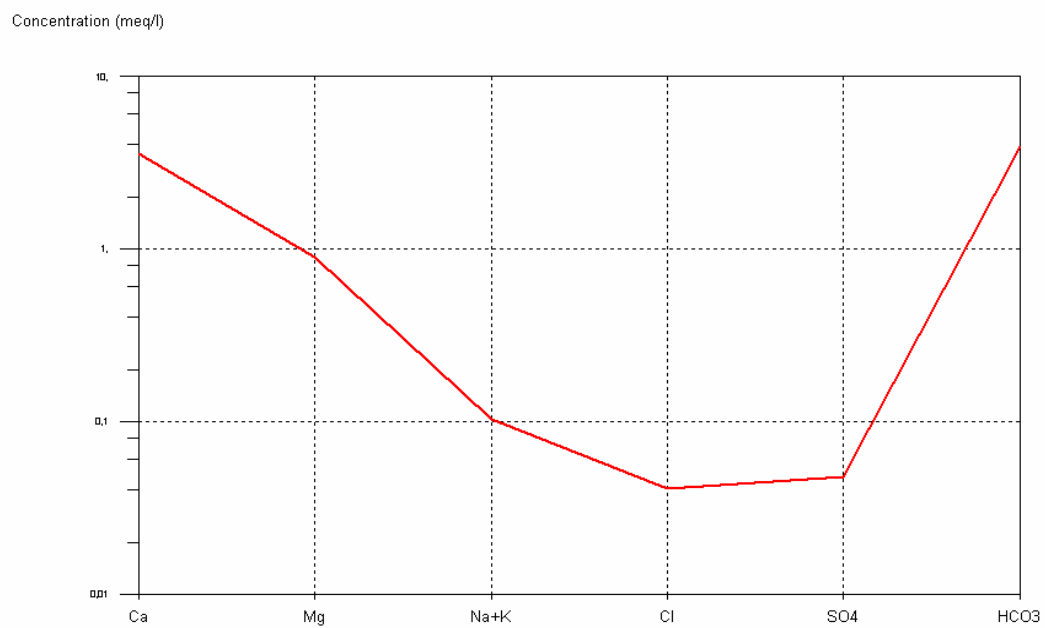
5.α. Διαγράμματα



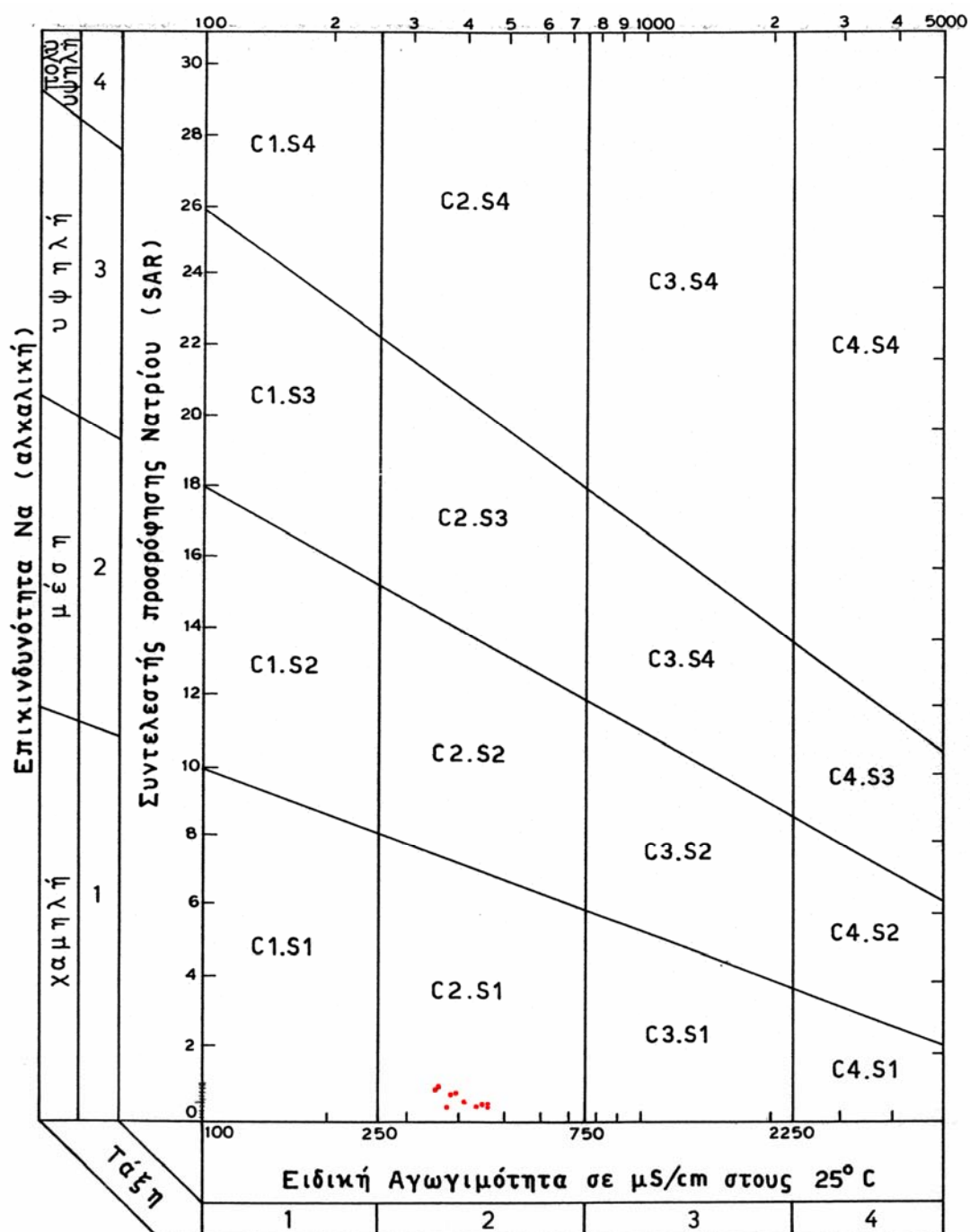
Σχήμα 10. Διάγραμμα Piper



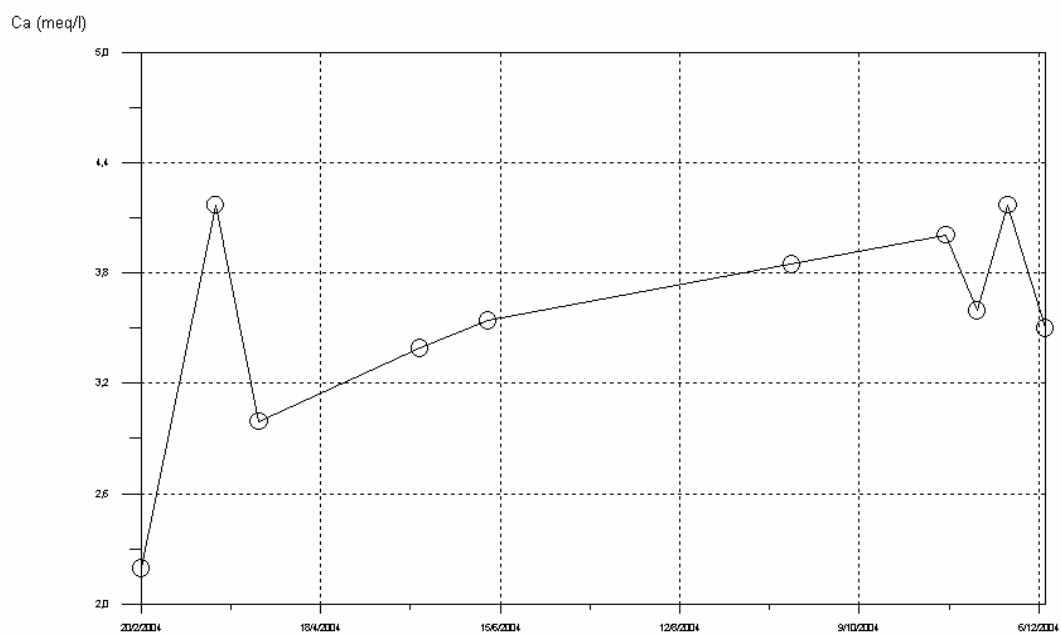
Σχήμα 11. Διάγραμμα Durov



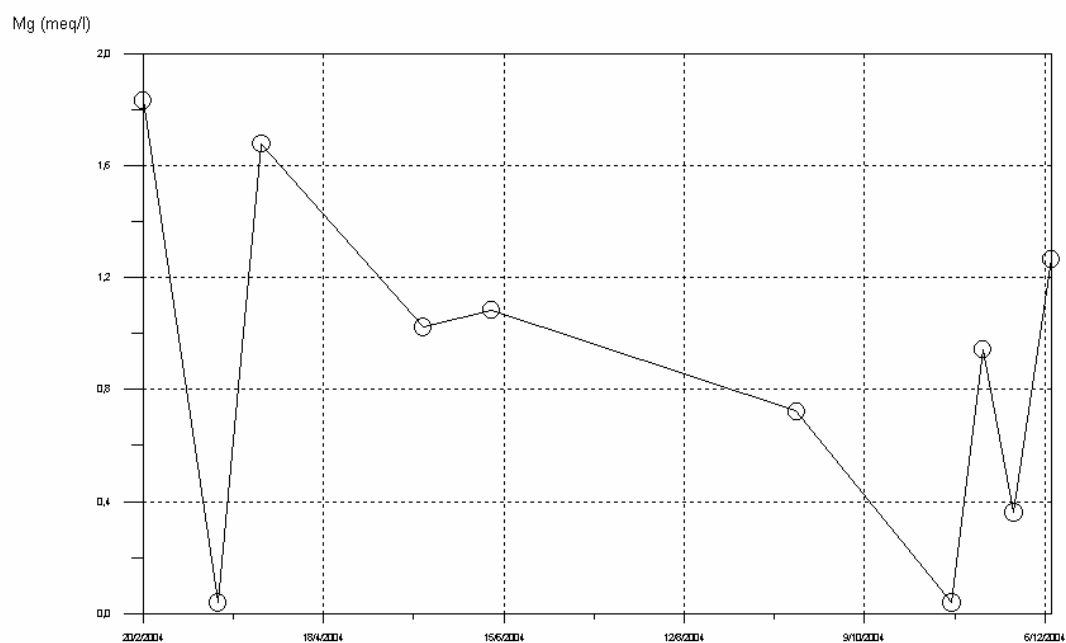
Σχήμα 12. Διάγραμμα Schoeller με τον Μ.Ο. των τιμών μας.



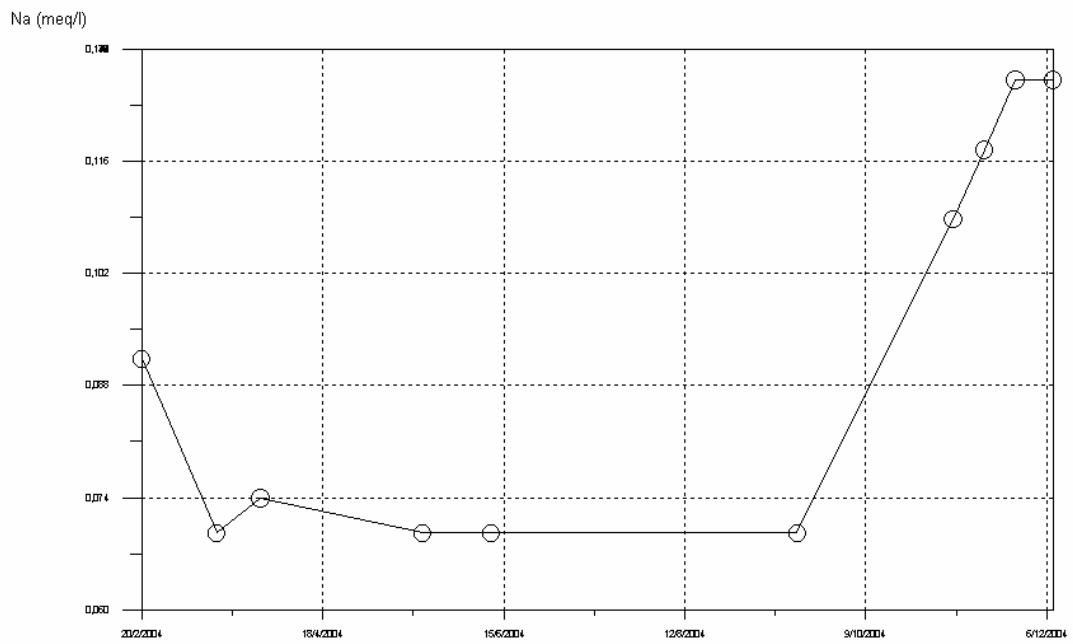
Σχήμα 13. Διάγραμμα SAR



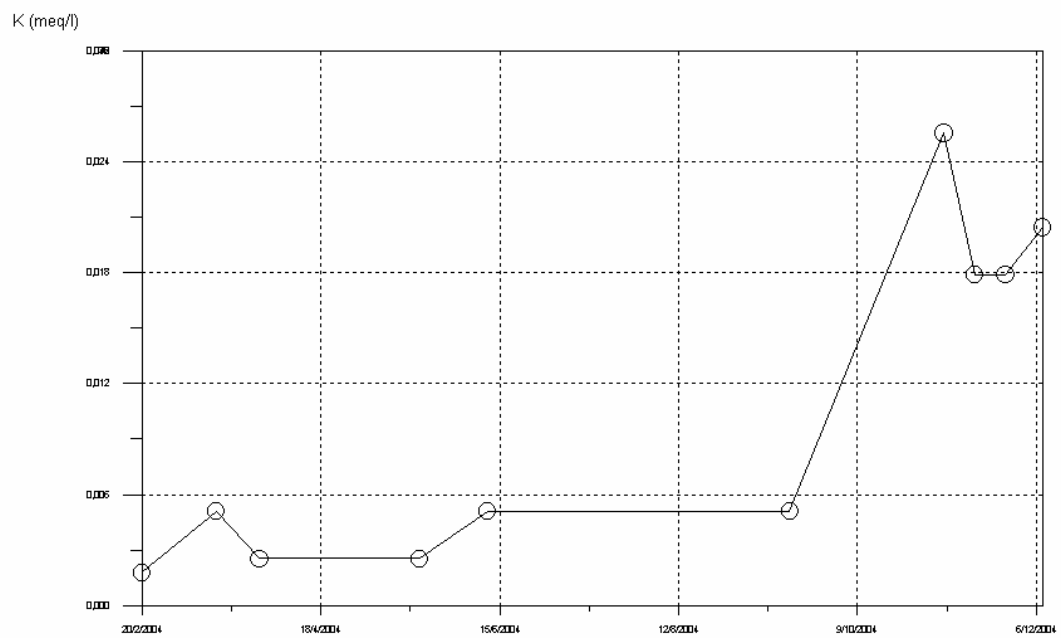
Σχήμα 14. Διάγραμμα Ca - Χρόνου



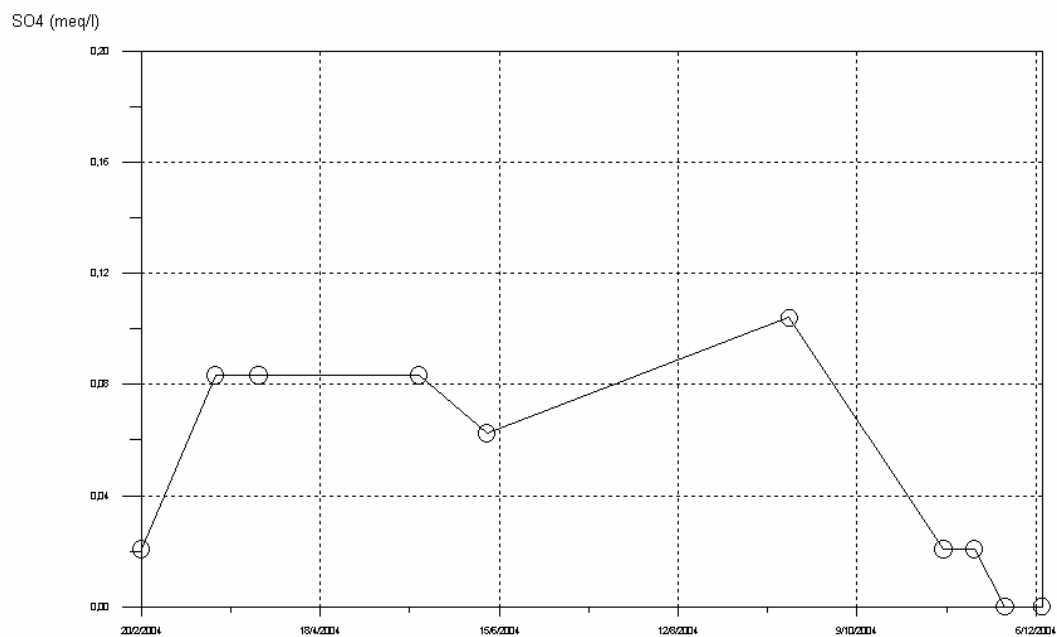
Σχήμα 15. Διάγραμμα Mg - Χρόνου



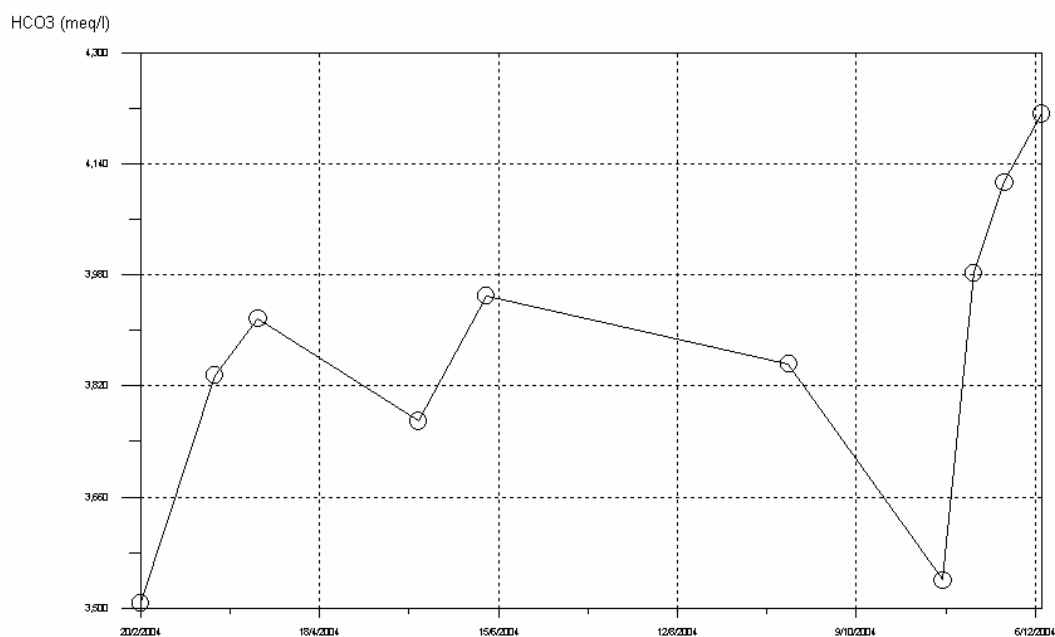
Σχήμα 16. Διάγραμμα Na - Χρόνου



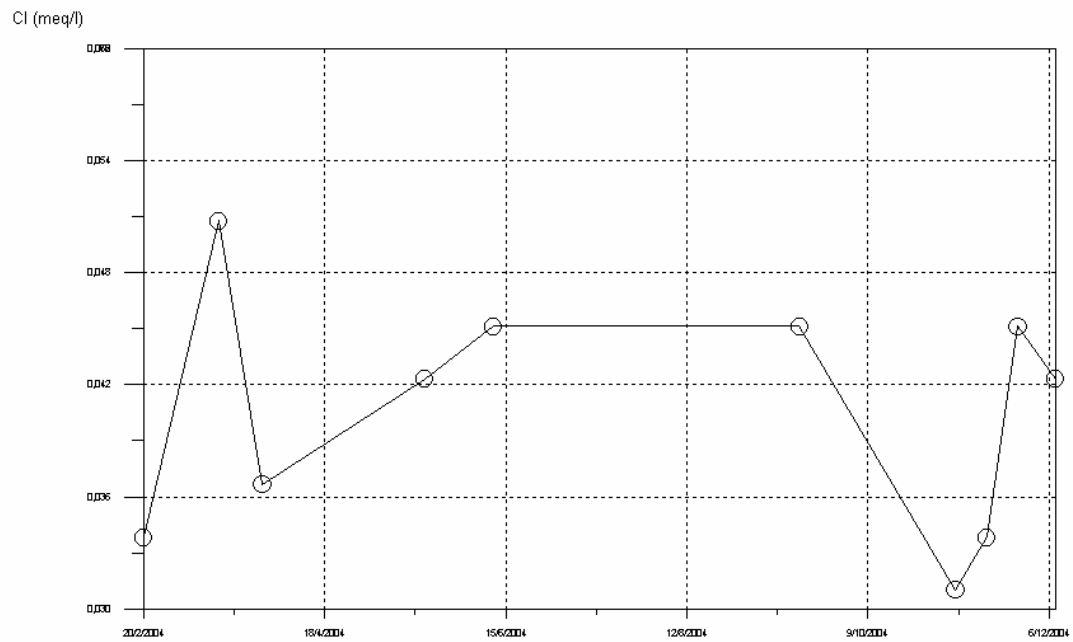
Σχήμα 17. Διάγραμμα K - Χρόνου



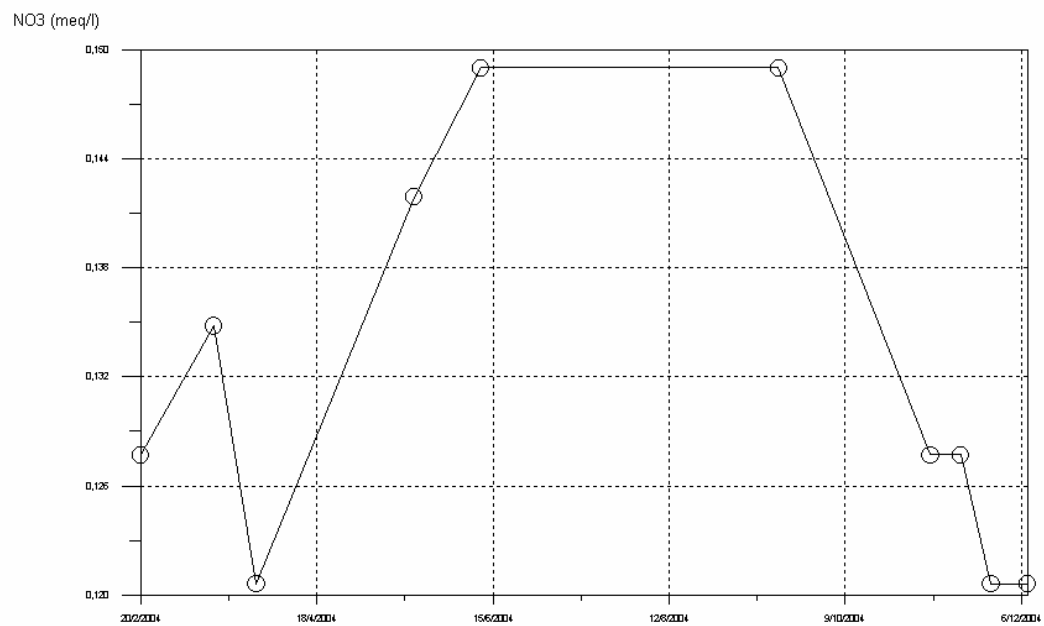
Σχήμα 18. Διάγραμμα SO₄ - Χρόνου



Σχήμα 19. Διάγραμμα HCO₃ - Χρόνου



Σχήμα 20. Διάγραμμα Cl - Χρόνου



Σχήμα 21. Διάγραμμα NO₃ - Χρόνου

5.β. Αξιολόγηση διαγραμμάτων

Στο διάγραμμα του **σχήματος 9** παρατηρείται ότι η παροχή παρουσιάζει διακυμάνσεις. Φαίνεται όμως πως κατά το χρονικό διάστημα 11/6/2004 – 17/9/2004 η παροχή σταθεροποιείται καθώς η αύξηση της είναι μικρή. Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι η παροχή μειώνεται στους χειμερινούς μήνες. Αυτό όμως συμβαίνει λόγω της αντλήσεως υδάτων από το στρατόπεδο και γι' αυτό δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα.

Από τα διαγράμματα Piper και Durov του **σχήματος 10** και **σχήματος 11** αντίστοιχα, διαπιστώνουμε ότι το νερό μας είναι Ασβεστικό – Όξινο ανθρακικό, κάτι που μας δείχνει ότι περνάει από Μάρμαρα και Οφειολίθους όπως φαίνεται και στην γεωλογική τομή του **σχήματος 5**, καθώς και ότι έχουμε ιοντικές ανταλλαγές.

Στο **σχήμα 12** επειδή η καμπύλη έχει το κοίλο μέρος προς τα κάτω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για γλυκό νερό. Ακόμη λόγω του ότι η καμπύλη μας βρίσκεται σχετικά χαμηλά η συνολική περιεκτικότητα σε ιόντα θεωρείται χαμηλή (δηλαδή ουσιαστικά το T.D.S. είναι χαμηλό).

Από το διάγραμμα S.A.R. (**σχήμα 13**) παρατηρούμε ότι τα δείγματα μας βρίσκονται στην περιοχή C2-S1. Αυτό σημαίνει ότι το αρδευτικό νερό έχει ποιότητα καλή μέχρι μέτρια. Το νερό πρέπει να χρησιμοποιείται με προφύλαξη στα βαρέα εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά και επίσης με επιφύλαξη για ευαίσθητα φυτά.

Από το διάγραμμα του **σχήματος 14** παρατηρούμε ότι έχουμε αύξηση της ποσότητας του Ca^{++} όταν έχουμε μείωση της παροχής. Από τους Ανοιξιάτικους μέχρι τους Φθινοπωρινούς μήνες παρουσιάζει αύξηση ενώ τον Χειμώνα έχουμε διακυμάνσεις.

Από το **σχήμα 15** παρατηρούμε ότι το ποσοστό Mg^{++} κυμαίνεται περίπου όπως η παροχή. Από τους Ανοιξιάτικους μέχρι τους Φθινοπωρινούς μήνες παρουσιάζει μείωση ενώ τον Χειμώνα έχουμε διακυμάνσεις.

Στο **σχήμα 16** βλέπουμε ότι το ποσοστό Na^+ αυξάνεται όταν μειώνεται η παροχή. Από τους Ανοιξιάτικους μέχρι τους Καλοκαιρινούς μήνες παραμένει σταθερό ενώ το Φθινόπωρο και τον Χειμώνα έχουμε αύξηση.

Το ποσοστό K^+ όπως βλέπουμε στο **σχήμα 17** αυξάνεται όταν μειώνεται η παροχή. Από τους Ανοιξιάτικους μέχρι τους Καλοκαιρινούς μήνες παραμένει σταθερό ενώ το Φθινόπωρο έχουμε αύξηση και τον Χειμώνα διακυμάνσεις.

Από το **σχήμα 18** βγαίνει το συμπέρασμα ότι τα SO_4^- κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες είναι μειωμένα σε σχέση με τους

ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες όπου παρουσιάζονται πιο αυξημένα. Δεν παρατηρούμε κάποια συσχέτιση με την παροχή.

Στο **σχήμα 19** φαίνεται ότι το ποσοστό HCO_3^- αυξάνεται όταν μειώνεται η παροχή. Επίσης, παρατηρούμε ότι τα όξινα ανθρακικά ιόντα κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα κατά τους Ανοιξιάτικους και Καλοκαιρινούς μήνες, κατά του φθινοπωρινούς μήνες έχουμε μια μείωση των τιμών ενώ κατά τους Χειμερινούς σημειώνεται αύξηση αυτών.

Από το **σχήμα 20** παρατηρούμε ότι το ποσοστό Cl^- κυμαίνεται περίπου όπως η παροχή. Και ότι κατά τους Φθινοπωρινούς μήνες έχουμε μείωση του ποσοστού του.

Τέλος αξιολογώντας το **σχήμα 21** συμπεραίνουμε ότι το ποσοστό των NO_3^- παρουσιάζει μεγάλη και απότομη διακύμανση στους διάφορους μήνες. Τους Καλοκαιρινούς μήνες παραμένει σταθερό και σε υψηλά επίπεδα, το Φθινόπωρο και το Χειμώνα παρουσιάζεται μείωση και σχεδόν μηδενίζεται και τέλος την Άνοιξη αυξάνονται και φθάνουν στη μέγιστη τιμή τους.

6. Συμπεράσματα.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, διαπιστώνουμε πως το νερό της πηγής που μελετήσαμε είναι γλυκό, με χαμηλή περιεκτικότητα σε ιόντα. Η ποιότητα του είναι από καλή μέχρι μέτρια, πρέπει να χρησιμοποιείται με προφύλαξη στα βαρέα εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά και με επιφύλαξη για ευαίσθητα φυτά. Επίσης πρόκειται για Ασβεστιτικό – Όξινο ανθρακικό νερό.

Παρ' όλο που η πηγή μας δίνει μια πολύ ικανοποιητική παροχή, δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα γι' αυτή, λόγω άντλησης.

Τέλος παρατηρούμε ότι τα ιόντα παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις κυρίως από εποχή σε εποχή και ότι μερικά ιόντα αυξομειώνονται ανάλογα με την παροχή.

7. Βιβλιογραφία.

- Σούλιος Χ.Γ.1986.Γενική Υδρογεωλογία (Πρώτος Τόμος). Εκδόσεις University Studio Press.
- Σούλιος Χ.Γ.1986.Γενική Υδρογεωλογία (Δεύτερος Τόμος). Εκδόσεις University Studio Press.
- Χατζηδημητριάδης ΑΡΤ.ΕΛ. Γεωλογικές Χαρτογραφήσεις. Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Δημόπουλος Χρ. Γ. Τεχνική Γεωλογία .Εκδόσεις Γιαχούδη.
- Κίλιας Α. ΑΔ.1985.Εισαγωγή στην Τεκτονική Γεωλογία .Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Σούλιος Χ.Γ Γενική Υδρογεωλογία (Υπό Έκδοση 4 Τόμος).
- Μουντράκης Μ. ΔΗΜ.1985.Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις University Studio Press.
- Τον Γεωλογικό χάρτη βρήκαμε με την βοήθεια του καθηγητή κ. ΑΔ. Κίλια από Μεταπτυχιακή εργασία.



Φωτογραφίες από την μέτρηση παροχής με τον μολίσκο.