

<i>Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας</i>	<i>Τόμ. XXVII</i>	<i>σελ. 27-36</i>	<i>Αθήνα 1991</i>
<i>Bulletin of the Geological Society of Greece</i>	<i>Vol.</i>	<i>pag.</i>	<i>Athens</i>

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΤΟΥ ΦΑΛΑΚΡΟΥ ΟΡΟΥΣ - ΔΡΑΜΑ

A. Δημάδη

Γεωλογία - Υδρογεωλογία

Το Φαλακρό αποτελείται από μάρμαρα και στο σχηματισμό του συμμετέχουν σε μικρό ποσοστό οι σχιστογενεύσιοι και μικρές εμφανίσεις γρανοδιοριτών στο ΝΔ Φαλακρό (Εικ. 1α).

Από υδρογεωλογική άποψη το Φαλακρό μπορεί να χωριστεί σε δύο ενότητες στο Δυτικό Φαλακρό και στο Ανατολικό Φαλακρό.

Το Δ. Φαλακρό αποτέλεσε αντικείμενο παλαιότερα ευρύτερης μελέτης και μπορούμε να περιγράψουμε με σαφήνεια τις υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν.

Το Δ. Φαλακρό είναι ένας όγκος μαρμάρων του οποίου η τροφοδοσία γίνεται από τις βροχοπτώσεις από το χείμαρρο του Νευροκοπίου μέσω των καταβοθρών και υπογείως από το Α. Φαλακρό.

Το Δ. Φαλακρό δεν τροφοδοτείται υπογείως από βορρά διότι οι αποθέσεις της Λεκάνης του Νευροκοπίου είναι αργιλοαμμώδεις (άργιλος >50%) και σχηματίζουν ένα αδιαπέρατο στρώμα σε επαφή με τα μάρμαρα.

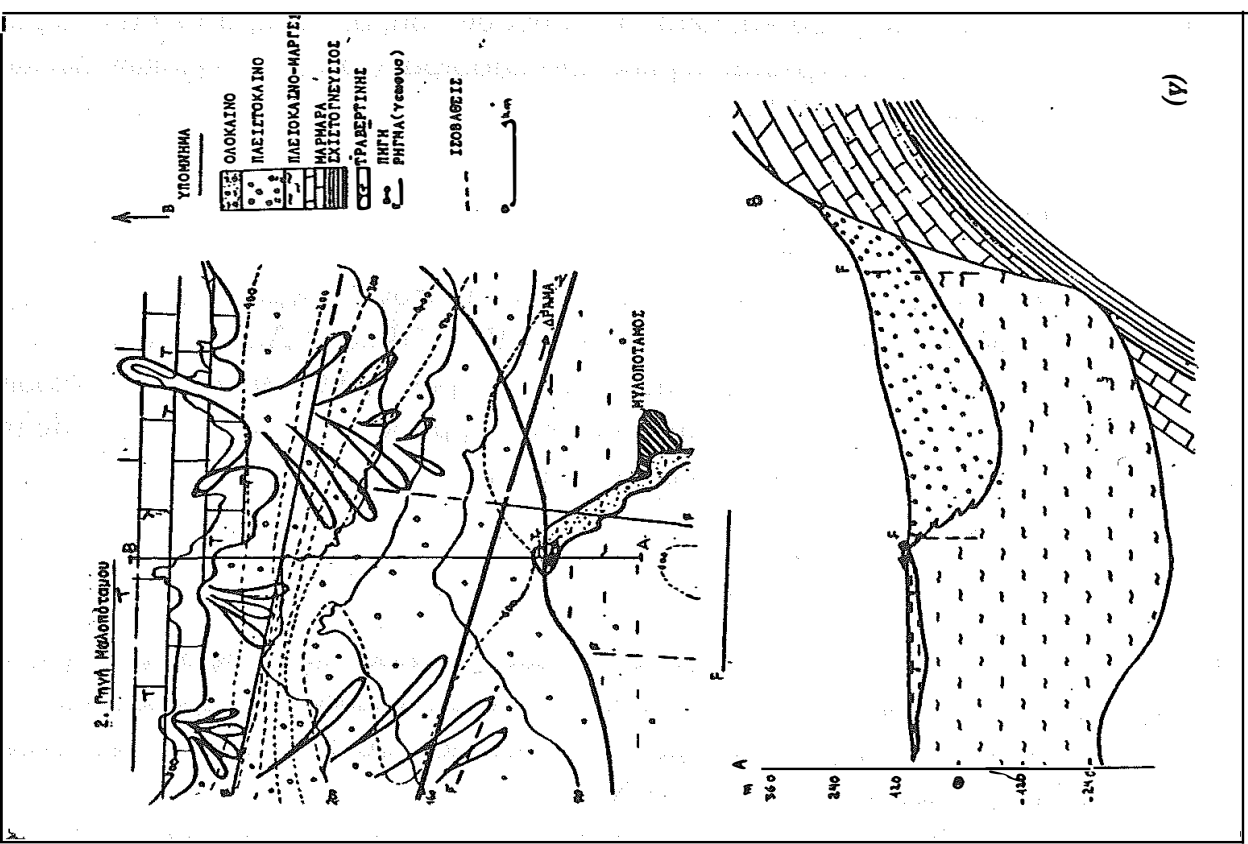
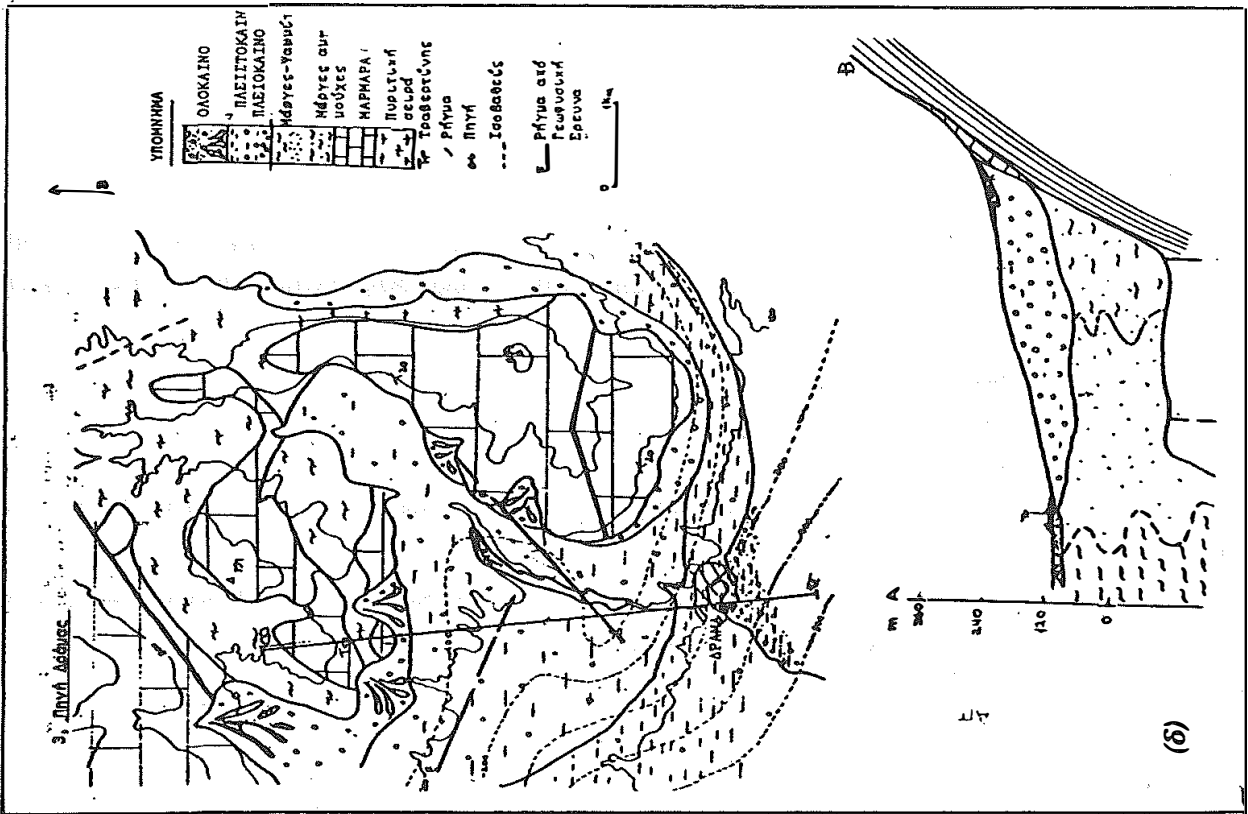
Η υπόγεια υδραυλική επικοινωνία με το Μενοίκιο δεν υπάρχει εξ αιτίας του γρανοδιοριτη του Πανοράματος.

Η αποστράγγιση του Δ. Φαλακρού γίνεται ουσιαστικά από την πηγή Μασρά, δεν υπάρχει μέτωπο πηγών και ελάχιστες διαφυγές υπάρχουν μέσω των πλευρικών κροκαλοπαγών, οι οποίες τροφοδοτούν τις γεωτρήσεις με μέτριες παροχές.

Η κυκλοφορία των νερών γίνεται διαμέσω των ρωγμών που αναπτύσσονται στην επιφάνεια και κλείνουν γρήγορα σε βάθος και με μεμονωμένους αγωγούς που αναπτύσσονται κυρίως στα κατώτερα λεπτοστρωματώδη γκρίζα-ταινιωτά μάρμαρα.

Το Α. Φαλακρό τροφοδοτείται ουσιαστικά από τις βροχοπτώσεις και είναι άγνωστο αν υπάρχει υδραυλική σημαντική επικοινωνία με το Νέστο, ενώ εκφορτίζεται σ' ένα μεγάλο ποσοστό από τις δύο πηγές Μυλοπόταμου και Δράμας.

A. Dimadi. - Results of the study of physico-chemical parameters of waters of karstic springs of Falakron Mt. - Drama. Ανακοινώθηκε κατά την επιστημονική συνεδρία της Ξάνθης, την 9/5/1991.



Εικ. 1γ & 1δ: Θέσεις και γεωλογικές τομές των πηγών Μυλοπόταμου (γ) και Δράμας (δ).

Η καλύτερη γνώση της υδρογεωλογίας του Δυτικού Φαλακρού μας βοήθησε στη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων ανάμεσα στις πηγές του Δυτικού και του Ανατολικού Φαλακρού.

Οι πηγές που μελετήθηκαν στο Δυτικό Φαλακρό είναι οι εξής:

Πηγή Μααρά (υψόμ. 127m)

Η πηγή αυτή (Εικ. 1β) είναι η έξοδος ενός υπόγειου ποταμού από τα μάρμαρα στην επαφή με τις νεογενείς αποθέσεις της Λεκάνης της Δράμας. Η έξοδος σχηματίζεται στο σημείο συνάντησης τριών ρηγμάτων:

110°B κλίση 65°NΔ

6°B κλίση 78°NΔ

160°B κλίση 30°NΔ

Τα μάρμαρα της περιοχής αυτής είναι γκρίζα, ταινιωτά με μοσχοβίτη στην επιφάνεια (διεύθυνση 110-120°B, κλίση 30°BΔ).

Τα επιφανειακά στρώματα έχουν γραμμώσεις με στοιχεία 220°B, βύθισμα 40°NΔ και δείχνουν την ύπαρξη ενός κανονικού ρήγματος.

Πηγή Πανοράματος (υψόμ. 690m)

Σχηματίζεται στην επαφή γρανοδιορίτη και Skarn κοντά σε ρήγμα 140°B. Μέχρι το υψόμετρο των 700m υπάρχουν γκρι μάρμαρα και μετά ακολουθούν άσπρα. Δεχόμαστε ότι ο κύριος όγκος των νερών της πηγής προέρχεται κυρίως από αποστράγγιση επιφανειακών λευκών μαρμάρων με μέση ετήσια παροχή 1 lit/sec.

Πηγή Οχυρού (υψόμ. 760m)

Εμφανίζεται μέσα στους γρανοδιορίτες σε μια περιοχή έντονα ρωγματωμένη. Το ρήγμα που δεσπόζει είναι 160°B και τα άλλα είναι (10°B, 40°B, 60°B και A-Δ). Πιστεύουμε ότι τα νερά προέρχονται κυρίως από την αποστράγγιση των μαρμάρων, φθάνουν στον γρανοδιορίτη μέσω των ρηγμάτων αλλά δεν εισέρχονται μέσα στα μάρμαρα εκ νέου ίσως εξαιτίας της παρεμβολής αδιαπέρατου σχηματισμού, πιθανόν δολομίτη.

Πηγή Μυλοπόταμου (υψόμ. 101m)

Εδώ υπάρχει ένα μέτωπο πηγών που εμφανίζεται μέσα στο πλειστόκαινο (κροκαλοπαγή) και κοντά στην επαφή με το ανώτερο πλειστόκαινο, στο κέντρο της πεδιάδας της Δράμας (Εικ. 1γ).

Η περιοχή με βάση τα Γεωφυσικά δεδομένα, περιορίζεται από 4 ρήγματα, 2 διευθύνσεις 110°-120°B και δύο με διεύθυνση περίπου B-N.

Η πηγή αυτή κυρίως δεν λειτουργεί κατά την περίοδο του καλοκαιριού-φθινοπώρου και τα νερά που υπάρχουν αντλούνται με γεώτρηση. Η πηγή λειτουργεί προφανώς όταν η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα μέσα στα μάρμαρα του Φαλακρού είναι υψηλότερη από τη στάθμη των πηγών.

Η καλύτερη γνώση της υδρογεωλογίας του Δυτικού Φαλακρού μας βοήθησε στη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων ανάμεσα στις πηγές του Δυτικού και του Ανατολικού Φαλακρού.

Οι πηγές που μελετήθηκαν στο Δυτικό Φαλακρό είναι οι εξής:

Πηγή Μααρά (υψόμ. 127m)

Η πηγή αυτή (Εικ. 1β) είναι η έξοδος ενός υπόγειου ποταμού από τα μάρμαρα στην επαφή με τις νεογενείς αποθέσεις της Λεκάνης της Δράμας. Η έξοδος σχηματίζεται στο σημείο συνάντησης τριών ρηγμάτων:

110°B κλίση 65°NΔ

6°B κλίση 78°NΔ

160°B κλίση 30°NΔ

Τα μάρμαρα της περιοχής αυτής είναι γκρίζα, ταινιωτά με μοσχοβίτη στην επιφάνεια (διεύθυνση 110-120°B, κλίση 30°BΔ).

Τα επιφανειακά στρώματα έχουν γραμμώσεις με στοιχεία 220°B, βύθισμα 40°NΔ και δείχνουν την ύπαρξη ενός κανονικού ρήγματος.

Πηγή Πανοράματος (υψόμ. 690m)

Σχηματίζεται στην επαφή γρανοδιορίτη και Skarn κοντά σε ρήγμα 140°B. Μέχρι το υψόμετρο των 700m υπάρχουν γκρι μάρμαρα και μετά ακολουθούν άσπρα. Δεχόμαστε ότι ο κύριος όγκος των νερών της πηγής προέρχεται κυρίως από αποστράγγιση επιφανειακών λευκών μαρμάρων με μέση ετήσια παροχή 1 lit/sec.

Πηγή Οχυρού (υψόμ. 760m)

Εμφανίζεται μέσα στους γρανοδιορίτες σε μια περιοχή έντονα ρωγματωμένη. Το ρήγμα που δεσπόζει είναι 160°B και τα άλλα είναι (10°B, 40°B, 60°B και A-Δ). Πιστεύουμε ότι τα νερά προέρχονται κυρίως από την αποστράγγιση των μαρμάρων, φθάνουν στον γρανοδιορίτη μέσω των ρηγμάτων αλλά δεν εισέρχονται μέσα στα μάρμαρα εκ νέου ίσως εξαιτίας της παρεμβολής αδιαπέρατου σχηματισμού, πιθανόν δολομίτη.

Πηγή Μυλοπόταμου (υψόμ. 101m)

Εδώ υπάρχει ένα μέτωπο πηγών που εμφανίζεται μέσα στο πλειστοκαινο (κροκαλοπαγή) και κοντά στην επαφή με το ανώτερο πλειστοκαινο, στο κέντρο της πεδιάδας της Δράμας (Εικ. 1γ).

Η περιοχή με βάση τα Γεωφυσικά δεδομένα, περιορίζεται από 4 ρήγματα, 2 διευθύνσεις 110°-120°B και δύο με διεύθυνση περίπου B-N.

Η πηγή αυτή κυρίως δεν λειτουργεί κατά την περίοδο του καλοκαιριού-φθινοπώρου και τα νερά που υπάρχουν αντλούνται με γεώτρηση. Η πηγή λειτουργεί προφανώς όταν η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα μέσα στα μάρμαρα του Φαλακρού είναι υψηλότερη από τη στάθμη των πηγών.

Πηγή Δράμας (υψόμ. 95m)

Η πηγή Δράμας (Εικ. 1δ) είναι ένα μέτωπο πηγών μέσα στην πόλη. Εμφανίζεται στην επαφή του ανώτερου πλειστοκαινίου και ολόκαινου αλλά η τροφοδοσία της γίνεται από τα μάρμαρα. Η πυριτική σειρά που εμφανίζεται κυρίως βόρεια της Δράμας δρα σαν ένα φράγμα και τα νερά καταλήγουν στη θέση των πηγών Δράμας.

Υδροχημεία

Χρησιμοποιήθηκε η μελέτη των φυσικοχημικών παραμέτρων για το διαχωρισμό σε ομάδες των πηγών που ανήκουν στον ίδιο ορεινό όγκο. Επίσης η μελέτη της εξέλιξης των φυσικοχημικών παραμέτρων στο χρόνο έδωσε πληροφορίες για τη δομή και λειτουργία των καρστικών συστημάτων Ανατολικού Φαλακρού - Δυτικού Φαλακρού και των πηγών που εμφανίζονται σ' αυτά.

Όλα τα νερά είναι όξινα ανθρακικά, θειούχα ασβεστιτικά.

Θερμοκρασία

	Μέση ετήσια θερμοκρασία σε °C
Πηγή Μααρά	11.5
Πηγή Οχυρό	11.0
Πηγή Πανόραμα	11.5
Πηγή Μυλοπόταμου	15.6
Πηγή Δράμας	15.2.
Νευροκόπι ΥΕΒ	11.0
Σπήλαιο Μααρά	12.5
Μααρά	12.4
Δράμα ΥΕΒ	14.8

Παρατηρείται ότι η θερμοκρασία των πηγών του Δ. Φαλακρού είναι χαμηλότερη περίπου 4°C από τις αντίστοιχες του Α. Φαλακρού.

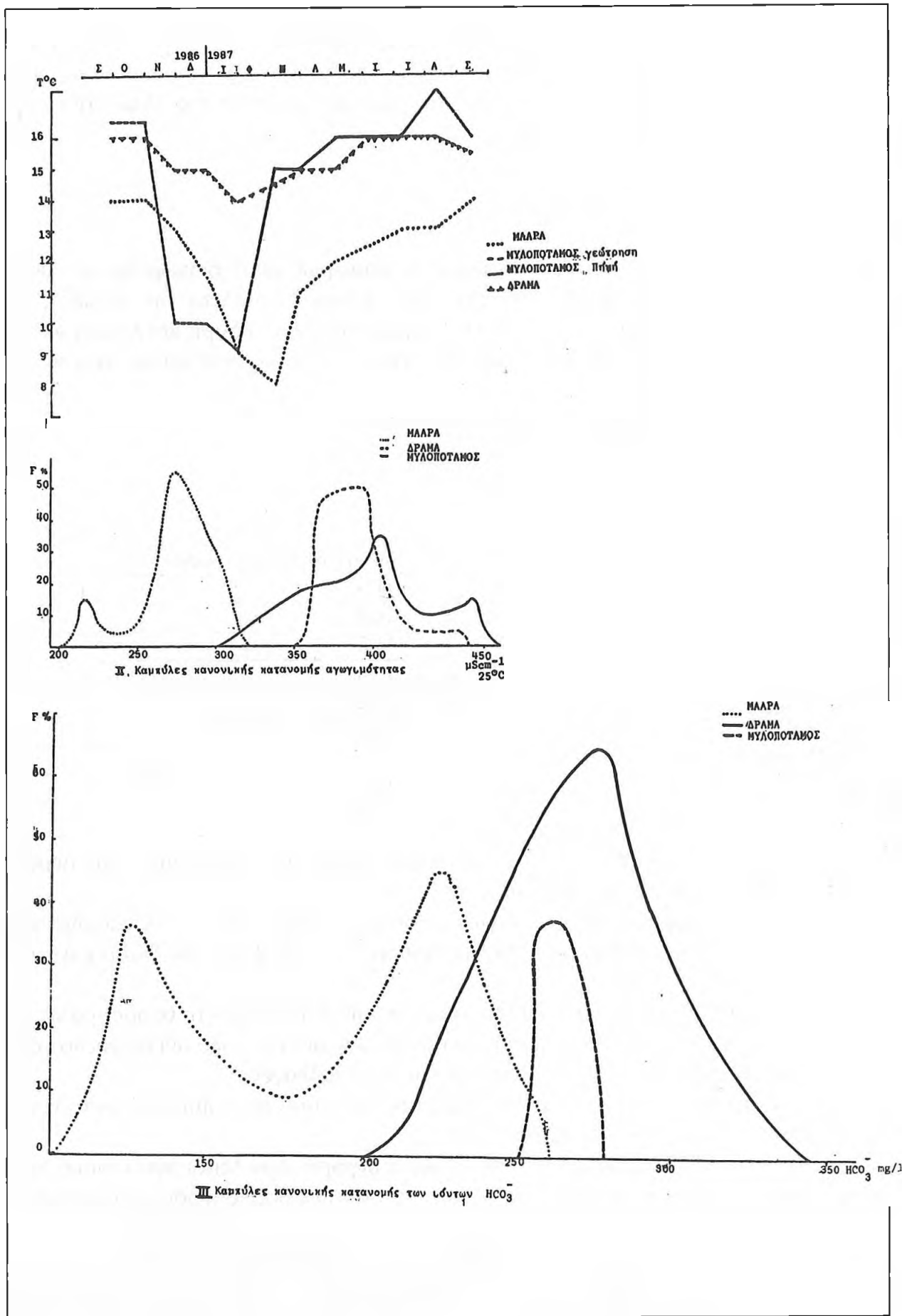
Συγκρίνοντας τις θερμοκρασίες των πηγών με τις αντίστοιχες τοπικές, συμπεραίνεται ότι τα νερά των πηγών Οχυρού, Πανοράματος και Μααρά διατρέχουν μεγάλη διαδρομή και σε βάθος.

Ιδιαίτερα η θερμοκρασία των πηγών Μααρά είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του Νευροκοπίου αλλά προσεγγίζει την αντίστοιχη της περιοχής διότι τα καλά ανεπτυγμένο κάρσι κοντά στην έξοδο διευκολύνουν τις ανάλογες θερμικές ανταλλαγές.

Οι θερμοκρασίες της πηγής Δράμας είναι μεγαλύτερες από την τοπική και αυτό ευνοεί ένδειξη ότι η κυκλοφορία γίνεται σε μεγάλο βάθος.

Η πηγή Μυλοπόταμου παρουσιάζει την ίδια συμπεριφορά όταν λειτουργεί η πηγή, αλλά εδώ η επίδραση των βροχών είναι έντονη. Με την έναρξη των βροχοπτώσεων παρατηρείται μια πτώση της θερμοκρασίας λόγω της πορείας του νερού μέσα στα κροκαλοπαγή.

Οι μεταβολές της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου δείχνουν ότι στις πηγές Μααρά και Μυλοπόταμου έχουμε άμεση συμμετοχή των νερών κατείσδυσης στην εκροή ενώ στις πηγές της Δράμας τα νερά της κατείσδυσης πρέπει να αναμειγνύονται καλά με το προϋπάρχον αποθηκευμένο νερό (Εικ. 2).



Εικ. 2: Μεταβολή της Μέσης Μηνιαίας θερμοκρασίας των Πηγών Μααρά, Μυλοπόταμου, Δράμας.

Οι μεταβολές της θερμοκρασίας στην πηγή Μααρά χρησίμευαν και σαν ιχνηθέτες σε συνδυασμό με την αύξηση ή ελάττωση της παροχής της, αναλόγως με την περίοδο και επιβεβαίωσαν την εκδοχή ότι τα νερά από τις καταβόθρες του Οχυρού ως την πηγή Μααρά χρειάζονται 36 ώρες για να φθάσουν στην έξοδο στο τέλος της ξηρής περιόδου και 6 ώρες κατά την υγρή περίοδο.

Η πώση ή η άνοδος γίνεται με βαθμίδες και το εύρος της δεν ξεπερνά τον $1^{\circ}\text{C}/24$ ώρες. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια ανάμιξη των νερών με προϋπάρχοντα νερά.

Το ΡΗ των πηγών είναι σχεδόν σταθερό και έχει την ίδια τιμή 7.7.

Αγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα των πηγών του Δ. Φαλακρού είναι μικρότερη σε σχέση με την αγωγιμότητα του Α. Φαλακρού.

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ σε μScm^{-1} σε 25°C

ΠΗΓΗ	ΜΑΑΡΑ	ΟΧΥΡΟΥ	ΠΑΝΟΡΑΜ.	ΜΥΛΟΠΟΤ.	ΔΡΑΜΑΣ
Μέση Τιμή	270	260	280	397	380

Οι πηγές του Μυλοπόταμου παρουσιάζουν αυξημένη αγωγιμότητα ίσως λόγω της διαδρομής των νερών μέσα στα κροκαλοπαγή.

Το ίδιο πιθανόν ισχύει και για την πηγή Δράμας αλλά η διαδρομή τους μέσα στα κροκαλοπαγή είναι μικρότερη και παρουσιάζουν μικρότερη αύξηση της αγωγιμότητας.

Το εύρος της διακύμανσης είναι περίπου $100\mu\text{Scm}^{-1}$.

Καμπύλες κανονικής κατανομής

Σύμφωνα με το νόμο της κανονικής κατανομής κατασκευάστηκαν οι καμπύλες κατανομής των συχνοτήτων των τιμών της αγωγιμότητας για τις πηγές Μααρά, Μυλοπόταμου και Δράμας (Εικ. 2).

Η καμπύλη του Μααρά δείχνει την ύπαρξη δύο ομάδων νερών η μία προέρχεται από τις ρωγμές ενώ η άλλη από τους αγωγούς.

Οι καμπύλες των πηγών Δράμας και Μυλοπόταμου δείχνουν ότι η κυκλοφορία των νερών γίνεται περισσότερο σ' ένα ομοιογενές μέσον.

Δισανθρακικά

Οι τιμές των Δισανθρακικών του Δ. Φαλακρού είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες στο Α. Φαλακρό αλλά παρουσιάζουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου. Αυτό είναι ένδειξη ότι τα νερά των βροχοπτώσεων φθάνουν γρηγορότερα στις εξόδους στο Δ. Φαλακρό ενώ τα νερά της πηγής Δράμας αναμειγνύονται καλά προηγουμένως με τα προϋπάρχοντα αποθέματα.

ΔΙΣΑΝΘΡΑΚΙΚΑ σε mg/lit

ΠΗΓΗ	ΜΑΑΡΑ	ΟΧΥΡΟΥ	ΠΑΝΟΡΑΜ.	ΜΥΛΟΠΟΤ.	ΔΡΑΜΑΣ
Μέση Τιμή	221	205	204	299	296

Η κατασκευή των καμπυλών της κανονικής κατανομής με μεταβλητή τη συγκέντρωση σε HCO_3^- , έδειξε ότι το σύστημα του Μααρά είναι περισσότερο σύνθετο (2pic), το σύστημα του Μυλοπόταμου εμφανίζει 1-pic που πιθανόν να οφείλεται στη διαδρομή μέσα στα κροκαλοπαγή ενώ το σύστημα της Πηγής Δράμματος είναι ενδιάμεσο (Εικ. 2).

Θειικά

Όλες οι πηγές παρουσιάζουν καλές συγκεντρώσεις $\text{SO}_4^{=}$ (17,7-46.4mg/lit). Η πηγή του Μααρά παρουσιάζει τις μεγαλύτερες ενώ οι πηγές Οχυρού και Πανοράματος τις μικρότερες.

Η περιεκτικότητα σε $\text{SO}_4^{=}$ των νερών της πηγής Μααρά ελαττώνεται κατά την υγρή περίοδο και αυξάνεται κατά την ξηρά περίοδο ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τις υπόλοιπες πηγές.

Πιθανόν τα $\text{SO}_4^{=}$ να προέρχονται από την απόπλυση των συγκεντρώσεων PBG που βρίσκονται κυρίως μέσα στις καρστικές κοιλότητες.

Η βασική κυκλοφορία των νερών της πηγής Μααρά υποθέτουμε ότι γίνεται στην επαφή του στεγανού υποβάθρου και της υπερκείμενης ασβεστιπικής σειράς. Στο όριο όμως αυτό υπάρχουν και οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των PBG άρα η αύξηση των $\text{SO}_4^{=}$ κατά την ξηρά περίοδο επιβεβαιώνει την παραπάνω υπόθεση.

Ο λόγος $\text{rHCO}_3^- / \text{SO}_4^{=}$ παρουσιάζει μια αύξηση από την πηγή Μααρά προς την Πηγή Δράμματος.

ΠΗΓΗ	ΜΑΑΡΑ	ΟΧΥΡΟ	ΠΑΝΟΡΑΜ.	ΜΥΛΟΠΟΤ.	ΔΡΑΜΑΣ
$\text{rHCO}_3^- / \text{SO}_4^{=}$	3.7	6.3	6.1	8.0	7.5

Η αύξηση αυτή δείχνει ότι τα νερά έχουν κυρίως κινηθεί διαμέσου ανθρακούχων πετρωμάτων των οποίων το ποσοστό αυξάνεται από την Πηγή Μααρά προς την Πηγή Δράμματος.

Χλώριο-Νάτριο-Κάλιο

Οι τιμές των ιόντων κυμαίνονται σε όλες τις πηγές:

Cl:3.5-7.4 mg/lit

Na:2.0-6.0 mg/lit

K:0.2-1.6 mg/lit

και δεν παρουσιάζουν μεγάλες αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου.

Ασβέσιο-Μαγνήσιο

Η περιεκτικότητα σε Ca^{++} κυμαίνεται ανάμεσα σε 38.1 mg/lit (Οχυρό) και 79.7 mg/lit (Μυλοπόταμος) ενώ οι διακυμάνσεις της είναι σχετικά μικρές και αυτή είναι σχεδόν σταθερή στις πηγές Δράμματος και Πανοράματος.

Η περιεκτικότητα σε Mg^{++} κυμαίνεται ανάμεσα σε 2.7 mg/lit (Πανόραμα) και σε 13.3 mg/lit (Οχυρό).

Οι διακυμάνσεις είναι μικρές με εξαίρεση τη μεγάλη αύξηση που παρουσιάζεται στην πηγή Οχυρού κατά την ξηρά περίοδο.

Όλες οι πηγές παρουσιάζουν λόγο $rMg^{++} / Ca^{++} < 1$, και συγκρίνοντας με τον αντίστοιχο λόγο των πετρωμάτων της περιοχής παρατηρείται ότι ο λόγος αυτός είναι πλησιέστερος προς τον αντίστοιχο του γνευσίου.

Πηγές	Μααρά 0.22	Οχυρού 0.3	Πανοράμ. 0.15	Μυλοπόταμ. 0.21	Δράμα 0.18	
Γεωλογικοί σχηματισμ.	Μάρμαρα λευκά 903	Μάρμαρα ταινιωτά γκρι 0.068	Δολομίτης 0.81	Γνεύσιος 0.18	Ασβεστι. σχιστόλιθος 0.045	Γρανίτης 0.6

Ανταλλαγή ιόντων (βάσεων)

Εδώ έγινε εφαρμογή του δείκτη της ανταλλαγής των βάσεων (H. SCHOELLER 1934):

$$i.e.b. = r \frac{Cl - (Na+k)}{Cl} \quad \text{ή} \quad r \frac{Cl - (Na+k)}{SO_4 + HCO_3 + NO_3}$$

Τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

Πηγές	Μααρά	Οχυρού	Πανοραμ.	Μυλοποταμ.	Δράμας
i.e.b.	-0.83	-1.13	0.31	0.36	0.005

Ο δείκτης αυτός όταν είναι αρνητικός δείχνει ότι τα νερά κυκλοφορούν μέσα σε αλλοιωμένα κρυσταλλικά και κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα.

Επειδή τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε ιόντα αλκαλίων παρά σε ιόντα Cl^- εξ αιτίας της αλλοίωσης των ορυκτών τους με πυριτική σύσταση η παρατήρηση αυτή για τις πηγές Οχυρού και Μααρά και κυρίως για την πηγή Μααρά είναι μια επιβεβαίωση ότι η κυκλοφορία των νερών κυρίως κοντά στην ξηρή περίοδο γίνεται στην επαφή της πυριτικής σειράς και της σειράς των μαρμάρων.

Περιεκτικότητα σε T

Οι τιμές που μετρήθηκαν ήταν για τις πηγές Μααρά και Μυλοπόταμου περίπου 40UT ενώ για την πηγή Δράμας 30UT. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα νερά του Μυλοπόταμου και του Μααρά. Ίσως αυτό αποτελεί και την επιβεβαίωση της ύπαρξης τρίτης πηγής τροφοδοσίας, της πηγής Μααρά, που προέκυψε από το υδρολογικό ισοζύγιο για το Δ. Φαλακρό.

Αντιθέτως τα νερά της πηγής Δράμας παρουσιάζουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε UT δείχνουν ότι υπάρχει μια αποθήκη αρκετά εκτεταμένη ή μια καλή ανάμειξη ανάμεσα στα νερά της βροχής και τα αποθέματα. Η δεύτερη υπόθεση σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων θεωρείται η πιθανότερη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη των Φυσικοχημικών παραμέτρων διαχωρίζει σαφώς τις πηγές του Δυτικού Φαλακρού από τις πηγές του Ανατολικού Φαλακρού. Οι πρώτες παρουσιάζουν μικρότερη

περιεκτικότητα σε άλατα.

Η διαδρομή των νερών όλων των πηγών είναι μεγάλη σε μήκος και γίνεται σε μεγάλο βάθος.

Οι διακυμάνσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου δείχνουν ότι τα νερά των πηγών Μααρά από τη στιγμή της κατείσδυσης φθάνουν γρηγορότερα στην έξοδο από τα νερά των πηγών Μυλοπόταμου και Δράμας.

Η υπόγεια υδρογεωλογική λεκάνη της πηγής Δράμας είναι μεγαλύτερη και μέσα σ' αυτήν αναμειγνύονται πολύ καλά τα νεώτερα και παλαιότερα νερά. Η καρστικοποίηση είναι ίσως περισσότερο ανεπτυγμένη στο Δυτικό Φαλακρό.

Οι μεταβολές της θερμοκρασίας ανά βαθμίδες στην Πηγή Μααρά δείχνουν ότι υπάρχει ένα σύστημα από λεκάνες οι οποίες συνδέονται με αγωγούς μεταξύ τους. Στις λεκάνες αυτές γίνεται καλή ανάμειξη των νεώτερων και προϋπαρχόντων νερών και δια μέσου της υπερχειλίσσης μεταβιβάζονται στην επόμενη λεκάνη. Αυτή τη μορφή αναπτύσσει ο κεντρικός αγωγός που συνδέει τις καταβόθρες του Οχυρού και των Πηγών Μααρά.

Οι καμπύλες της κανονικής κατανομής για την αγωγιμότητα και τα δισανθρακικά έδειξαν ότι το σύστημα της πηγής Μααρά είναι περισσότερο σύνθετο, ενώ διακρίνεται ξεκάθαρα η λειτουργία των ρωγμών και των αγωγών.

Τα καρστικά συστήματα του Μυλοπόταμου και της Δράμας είναι περισσότερο απλά και διακρίνονται περισσότερο από του Μααρά.

Ο αρνητικός δείκτης i.e.d. για τις πηγές Μααρά και Οχυρού επιβεβαίωσαν ότι τα νερά τους είναι σε επαφή με τους σχιστογενεύσιους και τον γρανίτη.

Η μελέτη των φυσικοχημικών παραμέτρων μας επέτρεψε να επιβεβαιώσουμε και να συμπληρώσουμε τις γνώσεις μας από υδρογεωλογική άποψη του Φαλακρού και κυρίως του Δυτικού Φαλακρού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BAKALOWICZ, M., 1974. Geochimie des eaux d aquifer karstiques. Relation entre mineralisation et karstification.
- BELLEVILLE, LUC, 1985. Hydrogeologie Karstique. Geometrie fonctionnement et karstogenese des systemes karstiques de Gorges de l Ardeche. These Grenoble I.
- ΕΠΙΤΡΟΠΟΥ, Ν. & ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΗΣ Ι., 1978. Συμβολή στη Γεωλογία του Δυτικού Φαλακρού Εσωτερική Έκθεση ΙΓΜΕ, Ξάνθη.
- SCHOLLER, H., 1962. Les eaux souterraines. Ed. Masson Paris.
- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΔΡΑΜΑΣ - ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ, 1984. Υδροέρευνα.