

ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΝΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ*

Γ. ΣΟΥΛΙΟΣ¹, Ε. ΖΑΓΓΑΝΑ¹, Τ. ΚΑΚΛΗΣ¹, Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ¹

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετώνται οι μεταβολές των υδροχημικών χαρακτηριστικών των νερών κατά μήκος της ροής ορισμένων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Αλιάκμονα. Στη λεκάνη αυτή έγιναν τακτικές δειγματοληψίες νερού και χημικές αναλύσεις των δειγμάτων αυτών. Έτσι κατασκευάσθηκαν «υδροχημικές μηχοτομές» που δείχνουν τη διακύμανση της περιεκτικότητας διαφόρων στοιχείων ή ριζών μέσα στο νερό κατά μήκος της ροής. Οι μηχοτομές αυτές έγιναν τόσο για την υγρή, όσο και για την ξηρή περίοδο. Σε όλες τις περιπτώσεις φάνηκε ότι τα ιόντα Ca, Mg και η ρίζα HCO_3 αυξάνονται και ενίοτε μάλιστα σημαντικά κατά μήκος της ροής, ενώ τα ιόντα Na, Cl και η ρίζα SO_4 είτε μένουν σταθερά, είτε παρουσιάζουν μικρή τάση αύξησης. Πάντως δε υπήρξε σε καμία περίπτωση μείωση της τιμής τους. Φαίνεται ότι η αύξηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι κατά μέσο όρο όσο περισσότερο κατάντι βρισκόμαστε τόσο περισσότερο χρόνο το νερό έχει παραμείνει στο υπέδαφος ή έχει έλθει σε επαφή με αυτό.

ABSTRACT

In this paper the variations of the chemical characteristics of water are studied along the flow of several branches of the hydrographical network of the drainage basin of Aliakmonas river. Regular samplings of water and chemical analyses of these samples have been made in this drainage basin. Therefore "Hydrochemical longitudinal profiles" have been traced in this way, which indicate the variation of the content of different elements or ions in the water, along the flow. These longitudinal profiles have been done for the humid as well as for the dry season. In all cases it appeared that the ions Ca, Mg and the ion HCO_3 are increased and sometimes even significantly, along the flow, while the ions Na, Cl and the ion SO_4 either remain stable or these ions show a small tendency to increase. In any case, there has been no case of decrease of the value. It is shown that this increase is due to the fact that, in average, the lower points of the river the more the time that the water has remained in the subsoil or has come in contact with it.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Υδροχημικά χαρακτηριστικά, υδροχημικές μηχοτομές, αύξηση ιόντων, υδρογραφικό δίκτυο.

KEY WORD: Hydrochemical characteristics, Hydrochemical longitudinal profiles, increase of ions, hydrographical network.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λεκάνη απορροής του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα, μέχρι το σταθμό μετρήσεων της Σιάτιστας, σχ. 1, έχει εμβαδό περίπου 2700 km². Είναι μια ορεινή λεκάνη που παρεμβάλλεται μεταξύ των ανατολικών παρυφών της βόρειας Πίνδου, του όρους Βέροιο, του όρους Άσκιο, του όρους Τριζαλίο. Έχει έντονο ανάγλυφο, μεγάλες κλίσεις εδάφους και μόνο ελάχιστα τμήματα της είναι πεδινά-επίπεδα.

Η εξεταζόμενη λεκάνη έχει έντονη βλάστηση, ιδίως στο δυτικό τμήμα της. Ανήκει στο 9^ο υδατικό διαμέρισμα της χώρας και με βάση στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών της δέχεται μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων της τάξης των 800 mm. Μέσα στη λεκάνη υπάρχει μια λίμνη, η λίμνη Καποριάς.

Διοικητικά το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης ανήκει στο Νομό Καποριάς. Ένα μικρό τμήμα της ανήκει στους Νομούς Κοζάνης και Γρεβενών.

Μέσα στη λεκάνη αυτή έγιναν υδρολογικές-υδρογεωλογικές μετρήσεις-παρατηρήσεις-δειγματοληψίες με βάση το πρόγραμμα G.R.E.M. (Groundwater Recharge in Eastern Mediterranean) που χρηματοδοτήθηκε από

* HYDROCHEMICAL SURFACE AND UNDERGROUND WATER DATA OF THE UPPER PART OF DRAINAGE BASIN OF ALIAKMON RIVER

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

1. Α.Π.Θ. 54006 - Θεσσαλονίκη

την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά την περίοδο 1997-2000. Ορισμένα από τα στοιχεία που προσέζησαν από την ως άνω έρευνα παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

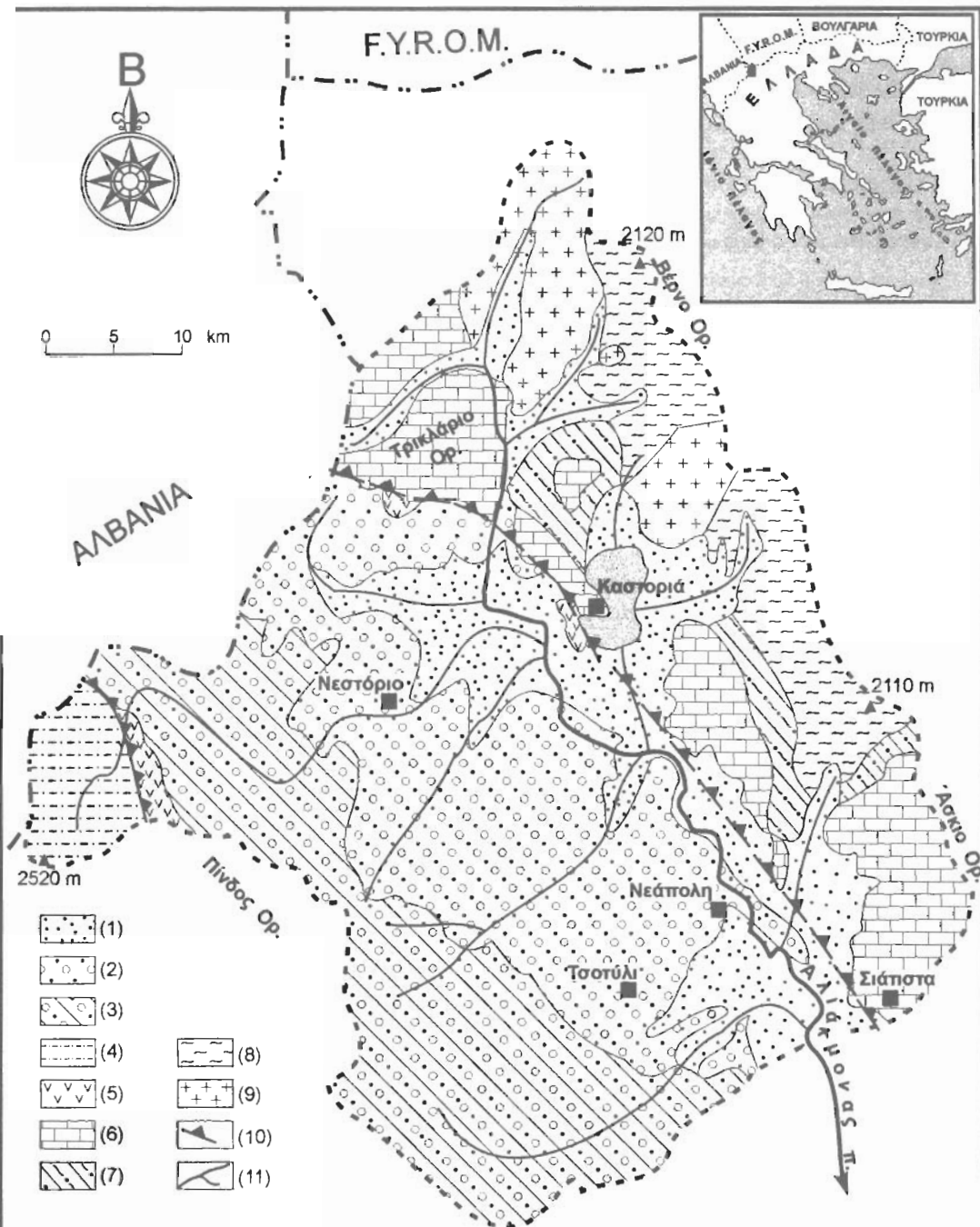
Για τη Γεωλογία της περιοχής έχουν δημοσιευθεί πολλές εργασίες. Θα αναφέρουμε μόνο αυτές που έχουν ενδιαφέρον για την παρούσα εργασία.

- Ο BRUNN, J. (1956) μελέτησε όλη την ευρύτερη περιοχή και κυρίως την περιοχή Αοziου, Πίνδου και Μεσο-ελληνικής αύλακας
- Ο ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ. (1983) μελέτησε την Πελαγονική στη δυτική Μακεδονία.
- Οι πιο κάτω χαρτογράφησαν γεωλογικά διάφορα φύλλα της περιοχής σε κλίμακα 1:50.000 και είναι οι εξής: SAVOYAT, E.-ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ.-BIZON, J. (1971), BRUNN, J. (1960), ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β.-ΤΣΑΪΛΑ-ΜΟΝΟΠΩΛΗ, ΣΤ.-ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Φ.-ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ, ΣΤ. (1990), ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β.-ΡΟΖΟΣ, Δ.-ΤΣΑΪΛΑ-ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, ΣΤ.-ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Φ.-ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ, ΣΤ. (1990), ΜΑΥΡΙΔΗΣ, Α.-ΚΕΛΕΠΕΡΤΖΗΣ, Α.-FAUGERES, K.-ΤΣΑΪΛΑ-ΜΟΝΟΠΩΛΗ, ΣΤ.-MOSTLER, H.-ΔΗΜΟΥ, Ε. (1982), SAVOYAT, E. - VERDIER, A. - ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., - BIZON, J. (1971), SAVOYAT, E. - ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. - BIZON, J. (1971).
- Οι ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ.-ΛΕΚΚΑΣ, Ε.-ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η.-ΜΙΡΚΟΥ Π. (1988) δημοσίευσαν μία εργασία για την εξέλιξη της Μεσοελληνικής αύλακας.
- Ο ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β. (1984) μελέτησε γεωλογικά την περιοχή νότια των Προσπών.

Ασφαλώς υπάρχουν πολλές άλλες εργασίες για τις οποίες δεν έγινε άμεση χρήση των στοιχείων τους εδώ και γιατί δεν κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν.

Σύμφωνα με όλους τους πιο πάνω και το γεωλογικό χάρτη του σχήματος 1 (που έγινε με βάση το γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας κλίμακας 1:500.000 και παρατηρήσεις των συγγραφέων), η μελετώμενη περιοχή ανήκει στις ζώνες πελαγονική, Υποπελαγονική (που σε μεγάλο μέρος καλύπτεται από ιζηματα της Μεσο-ελληνικής αύλακας και ένα μικρό δυτικό τμήμα της στη ζώνη Πίνδου). Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται είναι οι πιο κάτω (βλ. σχ. 1):

- Τεταρογενείς σχηματισμοί (1). Αργιλιζές αποθέσεις, ποτάμιας αποθέσεις, πλεονικά κορημάτα κλπ. Γενικά έχουν μικρό πάχος, εκτός από την περιοχή πέριξ της λίμνης Καστοριάς.
- Μολάσσειες σειρές Τσοτυλίου (2). Πάχος ποικίλο έως 2000 m. Ηλικία: Αζουϊτάνιο-Βουρδγάλιο. Λιθολογία: κυρίως μάργες, αλλά και μαργαίκοι ψαμιμίτες και ροκαλοπαγή.
- Μολάσσειες σειρές Πενταλόφου (3). Συνολικό πάχος άνω των 2.500 m. Ηλικία: Ολιγόκαινο-Αζουϊτάνιο. Λιθολογία: χονδροκόκκα ροκαλοπαγή, ψαμιμίτες, ενδιάμεση κωνική μάργα και εναλλαγές ροκαλοπαγών-ψαμιμιτών μαργών.
- Φλύσσης (4). Ηλικία κυρίως ηφαιανική. Ανήκει στη ζώνη Πίνδου. Είναι ο μόνος σχηματισμός της ζώνης Πίνδου στη λεκάνη που εξετάζουμε. Λιθολογικά είναι ψαμιμιτικός-μαργαίδικος.
- Οφιόλιθοι (5). Ανήκουν στην Υποπελαγονική ζώνη. Ηλικία Άνω-Ιουρασική. Οι εμφανίσεις στα δυτικά της λεκάνης εμφανίζονται στη ζώνη Πίνδου.
- Μάρμαρα-Αναστρωταλλωμένοι Αοβεστόλιθοι (6). Ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη. Ηλικία: Τριαδικό-Ιουρασικό. Έχουν μεγάλο πάχος ίσως 1000 m συνολικά.
- Μεταλαστική σειρά (7). Ηλικία Περμο-Τριαδική. Λιθολογία: Φυλλίτες, μετα-αρκόζες, αοβεστοίτικοι σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, χλωριτικοί-μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι.
- Γνευσιακός πλουτωνίτης (γρανίτης) Καστοριάς (8). Ηλικία πιθανώς λιθάνθρακοφόρο.
- Γνεύσιοι-μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι (9). Αμφιβολίτες, αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι. Ηλικία προλιθάνθρακοφόρο (Παλαοζωϊκό-Προκάμβριο).
(Οι σχηματισμοί 6 έως 9 ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη).



Σχ. 1. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης

Fig. 1. Geological map of the studied area.

(1) Τεταρτογενείς σχηματισμοί (2) Μολάσσα (σειρά Τσοτύλιου), (3) Μολάσσα (σειρά Πενταλόφου), (4) Φλώσχης (Πίνδου), (5) Οφειόλιθοι, (6) Μάρμαρα-ασβεστόλιθοι Πελαγονικής (Τριαδικό-Ιουρασικό), (7) Μετακλαστική σειρά (Πέρμιο-Τριαδικό), (8) Κρυσταλλικό υπόβαθρο (γενέσιοι, σχιστόλιθοι), (9) Πλουτωνίτης Καστοριάς, (10) Εμφύσηση, (11) Κύριο κλάδο υδρογραφικού δικτύου.

(1) Quaternary formations, (2) Molassa (Tsotylii serie), (3) Molassa (Pentalophos serie), (4) Flysh (Pindos), (5) Ophiolites, (6) Marbles-limestones of Pelagonia (Triassic-Jurassic), (7) Postclastic serie (Permian-Triassic), (8) Crystalline basement (gneiss, schists), (9) Kastoria plutonite, (10) Overthrust, (11) River network.

3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Για την Υδρογεωλογία της περιοχής έχουν ερευνηθεί και έχουν γίνει σχετικές δημοσιεύσεις οι εξής:

- ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ, Π. (1983): μια διατριβή που αναφέρεται κυρίως στην πέριξ της λίμνης πεδινή περιοχή.
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ. (1985) σε μια μονογραφία για τα καρστικά υδροφόρα συστήματα αναφέρεται και σε κάποια συστήματα της μελετώμενης περιοχής.
- Οι ΚΟΥΙΜΤΖΙΣ, ΤΗ.-SAMARA, C.-VOUTSA, D.-ZACHARIADIS, G. (1994) μελέτησαν τις χημικές παραμέτρους του ποταμού Αλιάκμονα.
- Οι ODLUFT, P.-ZAGANA, E. (1994) μελέτησαν το επιφανειακό υδρολογικό ισοζύγιο του Αλιάκμονα.
- Επίσης οι ως άνω δύο ερευνητές ZAGANA E.-UDLUFT, P. (1999) μελέτησαν το υδρολογικό ισοζύγιο και μοντελοποίησαν τη λεκάνη του Αλιάκμονα.
- Τέλος η ZAGANA, E. (2000) στη διατριβή της μελέτησε το υδατικό ισοζύγιο και το χημικό φορτίο στον ποταμό Αλιάκμονα.

4. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ – ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ

Όπως προαναφέρθηκε μέσα στο πρόγραμμα G.R.E.M. έγιναν διάφορες υδρογεωλογικές εργασίες μεταξύ των οποίων και μια σειρά δειγματοληψιών νερού και χημικών αναλύσεων. Τα σημεία δειγματοληψίας δίνονται στο χάρτη του σχήματος 2.

2. Οι περίοδοι κατά τις οποίες έγιναν δειγματοληψίες και αντίστοιχες χημικές αναλύσεις ήταν: i) 4-5/4/98, ii) 29-30/6/98, iii) 4-5/10/98 και iv) 2-3/4/99.

Η περίοδος 4-5/4/98 ήταν αμέσως μετά από μια βροχή και την τήξη του χιονιού μιας μεγάλης χιονόπτωσης, επομένως μέσα στο νερό του υδρογραφικού δικτύου υπήρχε μεγάλη ποσότητα από νερό με καθαρά επιφανειακή προέλευση. Η περίοδος 29-30/6/98 αντιστοιχεί σε ξηρή περίοδο, είχε προηγηθεί μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς βροχοπτώση. Άρα το νερό των ποταμών είχε σχεδόν αποκλειστικά υπόγεια προέλευση (από πηγές, μζροπηγές, αναβλύσεις). Επομένως οι δύο αυτές δειγματοληψίες θεωρούνται σημαντικές για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Για τη μελέτη των αποτελεσμάτων τόσο της ανάμειξης υπόγειων νερών από διάφορα σημεία όσο και της ανάμειξης υπόγειων και επιφανειακών νερών έγιναν «υδροχημικές μηκοτομές».

Αυτές είναι διαγράμματα που προέκυψαν από αναλύσεις διαδοχικών δειγμάτων που λήφθηκαν κατά μήκος της ίδιας ροής αρχίζοντας από τα ανάντι προς τα κατόντι. Στα διαγράμματα αυτά στον οριζόντιο άξονα είναι οι χιλιομετρικές αποστάσεις (από την αρχή του ρεύματος) και στον κατακόρυφο η αντίστοιχη περιεκτικότητα σε διάφορα ιόντα ή ριζές.

Έτσι λοιπόν έχουμε τις εξής τρεις μηκοτομές (με βάση το χάρτη του σχήματος 2):

α) $R_1-R_2-R_1-R_8-R_{13}$ β) $R_{17}-R_{18}-R_{19}-R_{21}$, γ) $R_7-R_{26}-R_8-R_{13}-R_{24}$.

Έγιναν «υδροχημικές μηκοτομές» για τα εξής στοιχεία ή χημικές ριζές Ca, Mg, Na, HCO_3 , SO_4 , Cl.

Προέκυψαν λοιπόν τα εξής:

α. Στο σχήμα 3 δίνονται οι υδροχημικές μηκοτομές για την ξηρή περίοδο (29-30/6/98)

β. Στο σχήμα 4 δίνονται οι υδροχημικές μηκοτομές για την υγρή περίοδο (4-5/4/1998).

Τα διαγράμματα αυτά των υδροχημικών μηκοτομών μας επιτρέπουν να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

Τα ιόντα Ca κατά ένα γενικό κανόνα αυξάνονται από την άκρη του υδρογραφικού δικτύου προς τη διεύθυνση της ροής. Αυτό παρατηρείται τόσο κατά την ξηρή περίοδο όσο και κατά την υγρή. Υπάρχει μια μόνο εξαίρεση στον κλάδο $R_{17}-R_{18}-R_{19}-R_{21}$, όπου παρουσιάζουν μια σταθερότητα.

Τα ιόντα Mg παρουσιάζουν επίσης μια τάση ελαφράς αύξησης κατά μήκος της ροής ή μένουν περίπου σταθερά. Σταθερά είναι κυρίως κατά την υγρή περίοδο. Σε μια μόνο περίπτωση στον κλάδο $R_{17}-R_{18}-R_{19}-R_{21}$, κατά την ξηρή περίοδο εμφανίζουν τάση μείωσης.

Σχ.2 Λεκάνη Απορροής του Αλιάκμονα
Fig. 2 Basins of Aliakmonas River

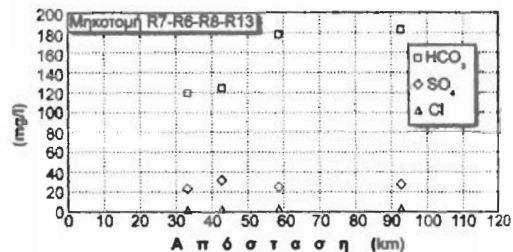
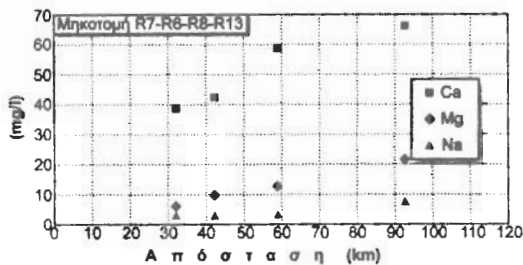
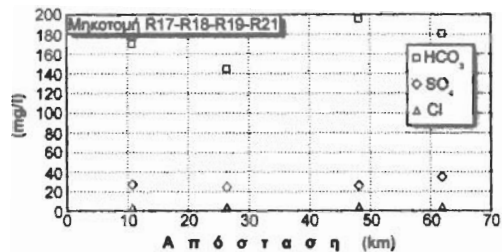
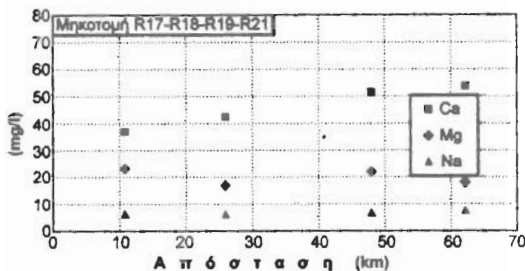
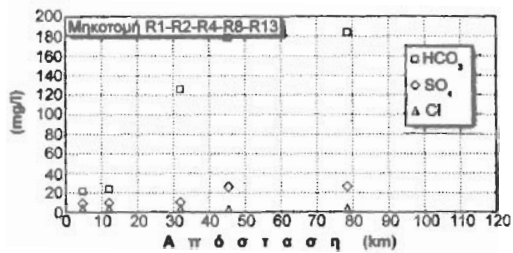
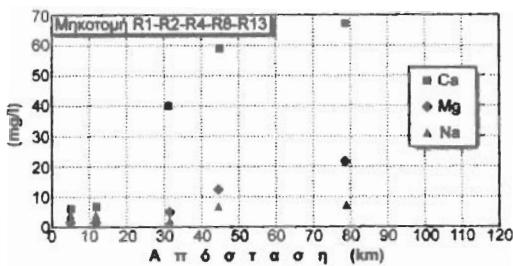


Σημεία δειγματοληψίας
Sampling points

- R1
 - R2
 - R3
 - R4
 - R5
 - R6
 - R7
 - R8
 - R9
 - R10
 - R11
 - R12
 - R13
 - R14
 - R15
 - R16
 - R17
 - R18
 - R19
 - R20
 - R21
 - S1
 - S2
 - S3
 - S4
 - S5
 - F1
 - F2
- Επιφανειακά σημεία
 R
 Superficial points
- Πηγές
 S
 Springs
- Γεωρήσεις
 F
 Boreholes

Ημερομηνίες δειγματοληψίας
Dates of sampling

1. 4-5/4/1998
2. 29-30/6/1998
3. 4-5/10/1998
4. 2-3/4/1998



Σχ.3. Υδροχημικές μηκτομές (29-30/6/98)
Fig.3. Hydrochemical longitudinal profiles (29-30/6/98)

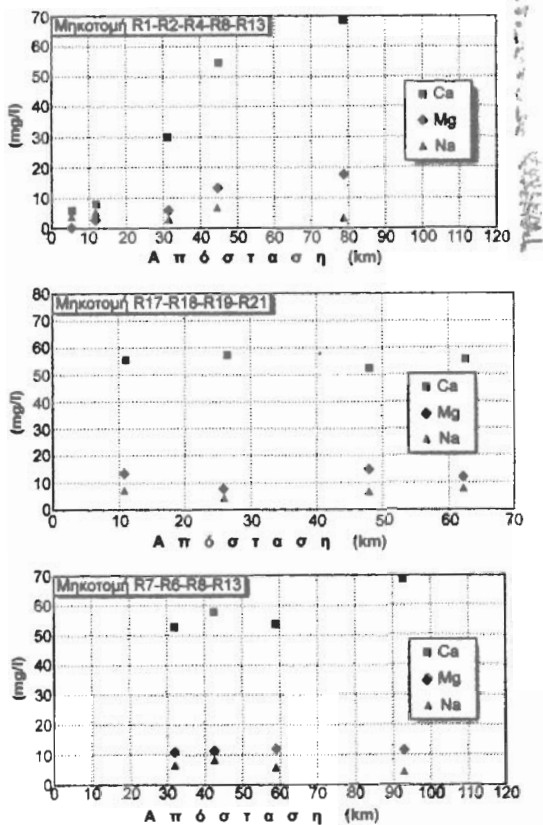
- Τα ιόντα Na παραμένουν σχεδόν σταθερά σε όλη τη διαδρομή με τάση αύξησης κατά την ξηρή περίοδο.
- Η ρίζα HCO_3 στις διαδρομές $\text{R}_1\text{-R}_2\text{-R}_3\text{-R}_8\text{-R}_{13}$ και $\text{R}_7\text{-R}_8\text{-R}_8\text{-R}_{13}$ παρουσιάζουν σαφή και μάλιστα σημαντική αύξηση τόσο κατά την υγρή όσο και κατά την ξηρή περίοδο. Όμως στη διαδρομή $\text{R}_{17}\text{-R}_{18}\text{-R}_{19}\text{-R}_{21}$, η αύξηση είναι πολύ μικρή, αν και σαφώς φαίνεται ότι υπάρχει.
- Η ρίζα SO_4 σε όλες τις διαδρομές και κατά την υγρή και κατά την ξηρή περίοδο έχει περίπου σταθερή τιμή ή μικρή τάση για αύξηση κατά τη διεύθυνση της ροής.
- Τέλος τα ιόντα Cl είναι σχεδόν σταθερά σε πολύ χαμηλές τιμές κατά την υγρή περίοδο και με σαφώς υψηλότερες τιμές κατά την ξηρή περίοδο κατά την οποία εμφανίζονται τάσεις αύξησης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

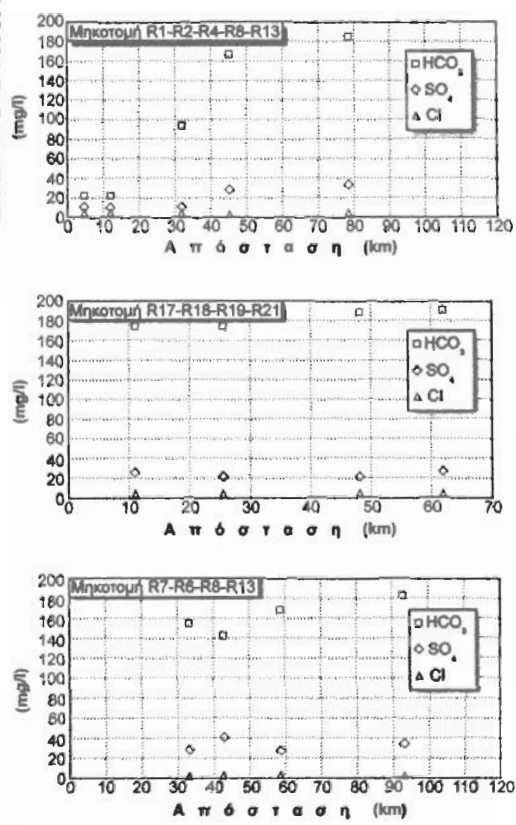
Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις και κατά την υγρή και κατά την ξηρή περίοδο τόσο τα ιόντα Ca, Mg όσο και η ρίζα HCO_3 παρουσιάζουν αύξηση και ενίοτε σημαντική της περιεκτικότητας τους στο νερό.

Επίσης τόσο τα ιόντα Na, Cl όσο και η ρίζα SO_4 είναι σε όλες τις περιπτώσεις και κατά την υγρή και κατά την ξηρή περίοδο σταθερά ή έχουν μια μικρή αύξηση.

Σε καμιά περίπτωση δεν παρατηρήθηκε μείωση της περιεκτικότητας ιόντων ή ριζών κατά τη διαδρομή. Ίσως μόνο αν έχουμε συμβολή με μεγάλο ζλάδο, δηλ. ανάμιξη με μεγάλη ποσότητα νερού άλλου ζλάδου, τότε είναι ενδεχόμενο να παρατηρηθεί μείωση της περιεκτικότητας. Είναι εύλογο ότι όσο εξετάζουμε σημεία μετακινούμενοι από τα ανάντι προς τα κατόντι μιας λεκάνης, τα αναβλύζοντα ή ηγάζοντα νερά έχουν κατά μέσο όρο μεγαλύτερο χρόνο διαδρομής υπόγειας ή επιφανειακής, δηλ. μεγαλύτερο χρόνο επαφής με τα πετρώματα. Θα πρέπει λοιπόν αυτό να είναι η αιτία της αύξησης της περιεκτικότητας σε ιόντα και ρίζες. Μάλιστα πολλές φορές η διαδρομή υπόγεια ή επιφανειακή ή μικρή είναι μέσα στον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό, οπότε η υπόθεση αυτή ισχυροποιείται.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



Σχ.4. Υδροχημικές μηκοτομές (4-5/4/98)
 Fig.4. Hydrochemical longitudinal profiles (4-5/4/98)

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΑΦΕΙΛΑΔΗΣ, Π. (1983): «Υδρογεωλογική μελέτη της λεκάνης της Καστοριάς» - Διατριβή που εγγράφηκε από το Τμήμα Γεωλογίας του Α.Π.Θ. σελ. . εκδόσεις Θεσσαλονίκη 1983.

BRUNN, J. (1956): "Etude géologique du Pindus septentrional et de la Macédoine occidentale"-Ann. Géol. Pays Hellén. 7, 1-358.

BRUNN, J. (1960) : Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο «Πεντάλοφου» -Εκδόσεις ΙΓΕΥ, 1960, Αθήνα.

ZAGANA, E. (2000): "Wasserhaushalt und Stofftransport im Aliakmonasgebiet (Nordwest Griechenland)". - Διατριβή 225 σελ., Πανεπιστήμιο του Würzburg.

ZAGANA, E. – UDLUFT, P. (1999): „Wasserhaushalt im Aliakmonas Gebiet: Bilanzierung und Modellierung“ - Hydrogeologie und Umwelt, vol. 18, p. 9.1-9.31, Würzburg.

KOUMITZHS, TH. – SAMARA, C. – VOUTSA, D. – ZACHARIDIS, G. (1994): "Evaluation of chemical parameters in Aliakmonas river, Northern Greece, Part. I: Quality characteristics an nutrients. - Journal of Envir. Sc and Health, A29 (10) p. 2115-2126, New York.

ΜΑΥΡΙΑΔΗΣ, Α.-ΚΕΛΕΠΕΡΙΤΖΗΣ, Α.-FAUGERES, L.-ΤΣΑΛΙΑΛ-ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, ΣΤ.-MOSTLER, Η.-ΔΗΜΟΥ, Ε. (1982): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Σιάτιστα» -Εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα 1982.

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ. (1983): «Γεωλογική δομή της βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η Γεωτεκτονική εξέλιξη των εσωτερικών Ελληνίδων» -Πραγματεία για Υψηλούς, σελ. 1-289, εκδ. οίκος University Studio, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. – ΛΕΚΚΑΣ, Ε. – ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η. – ΜΙΡΚΟΥ, Π. (1988): «Συμβολή στη γεωδυναμική μελέτη της Μεσο-ελληνικής αλάσας». - Δελτίο της Ε.Γ.Ε. Τομ. XX, σελ. 17-36 (Πρακτικά του 3^{ου} Συνεδρίου), Αθήνα. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

- ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β. (1984): «Γεωλογική μελέτη της περιοχής νότια των Πρεσπών» - Διατριβή, 320 σελ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β. - ΡΟΖΟΣ, Δ. - ΤΣΑΪΛΑ-ΜΟΝΟΠΩΛΗ, ΣΤ. - ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Φ. -ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ, ΣΤ. (1990) «Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Καστοριά» - Εκδόσεις ΙΓΜΕ, 1990.
- ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β. - ΤΣΑΪΛΑ-ΜΟΝΟΠΩΛΗ, ΣΤ. - ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Φ. - ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ, ΣΤ. (1990) «Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Κορινθία-Μεσοποταμία» - Εκδόσεις ΙΓΜΕ, 1990.
- UDLUFT, P. – ZAGANA, E. (1994): „Computer-aided water budget of a mountainous catchment area (Aliakmonas, Greece)”. - Proceeding of Man and Mountain, Vol. 94, p. 683-694, Ponte di Legno Italy
- ΣΑΥΟΥΑΤ, Ε. – VERDIER, Α. – ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. – ΒΙΖΟΝ, J. (1971) “Γεωλογική χαρτογράφηση Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Άργος Ορεστικό» -Εκδόσεις ΙΓΕΥ, Αθήνα 1971.
- ΣΑΥΟΥΑΤ, Ε. –ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. – ΒΙΖΟΝ, J. (1971) “Γεωλογική χαρτογράφηση Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Νεστόριο» -Εκδόσεις ΙΓΕΥ, Αθήνα 1971.
- ΣΑΥΟΥΑΤ, Ε. – ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. – ΒΙΖΟΝ, J. (1972) “Γεωλογική χαρτογράφηση Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Γρεβενά» -Εκδόσεις ΙΓΕΥ, Αθήνα 1972.
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ. (1985): «Συμβολή στην Υδρογεωλογική μελέτη των καρστικών υδροφόρων συστημάτων του ελληνικού χώρου» -Ανάπτυχο του 23^{ου} τόμου της Επιστημονικής Επετηρίδας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ., σελ. 1-292. Θεσ/νίκη 1985.