

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΝΤΩΝ ΣΤΑ ΝΕΡΑ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΑΒΑΛΟΥ ΚΙΒΕΡΙΟΥ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΗΣ

C. Tavitian*, Λ. Τηνιακός* και Γ. Παπαγεωργόπουλος**

ΣΥΝΩΨΗ

Το νερό της καρστικής υποθαλάσσιας πηγής Αναβάλου Κιβερίου Αργολίδας αρουσιάζει σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χλωριόντα, που έχουν σχέση με το ύψος υετού της περιοχής τροφοδοσίας της. Η σύγκριση εποχών ξηρασίας με την πορεία υφαλμύρωσης του νερού της πηγής δείχνει τριπλασιασμό της περιεκτικότητας σε χλωριόντα και του συντελεστή Revelle, λόγω μειωμένης τροφοδοσίας της πηγής με γλυκό νερό κατά τις ποχές ξηρασίας από την έλλειψη τροφοδοσίας της.

ABSTRACT

The coastal and submarine spring group of Anavalos - Kiveri flows at elevations from +0.30 m down to 6.0 m below mean sea level. The concrete arch dam constructed in 1970 prevents surface seawater intrusion from Argolis Bay. Its estimated yield is in the order of 40,000 m³/yr (11,000 l/d). The recharge area of this fresh groundwater lies in the limestone plateau some 30 km north-west of Argos (north-central Peloponnesus) at altitudes between 1,000 and 1,500 meters showing a strict orographic effect on precipitation. Various tracing experiments since 1965 have shown direct hydraulic connection between the spring and four sinkholes (Kanata, Milea, Kapsia and Nestani) in the northern Tripolis polje. A study of the chemical analyses data since 1965 shows that chloride content in the springwaters is inversely proportional to the precipitation of the recharge area. It increases threefold during extremely low precipitation periods indicating more seawater intrusion through the underground karst channels. Plotting of these data on a three month basis gives a hyperbola relating the precipitation of J.F.M. at Tripolis stations, with the chloride content of A.S. for the same hydrologic year.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι χημικές αναλύσεις του νερού της πηγής Αναβάλου Κιβερίου Αργολίδας (Σχ. 1) διενεργούνται συστηματικά από την ΥΕΒ από το 1965, παράλληλα με τις μετρήσεις υετού σε εννέα σταθμούς της περιοχής τροφοδοσίας της πηγής αυτής.

Η σύγκριση της πορείας του ύψους υετού με τις μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και τις χημικές αναλύσεις του νερού της πηγής Αναβάλου δείχνει στατιστικά σημαντική σχέση της περιεκτικότητας σε χλωριόντα με το ύψος υετού. Για την επεξεργασία των στοιχείων αυτών θεωρήσαμε σκόπιμο να

Δρ. Υδρογεωλόγοι, Υπ.Γεωργίας, 5η ΠΔΕΒ, Ζαΐμη 21, 26110 Πάτρα
Πολ.Μηχανικός - Υδρολόγος, Υπ.Γεωργίας, ΔΕΒ Αργολίδας, 21100 Ναύπλιο

χωριστεί το υδρολογικό έτος σε τέσσερις τριμηνιαίες περιόδους (Οκτώβριος-Δεκέμβριος, Ιανουάριος-Μάρτιος, Απρίλιος-Ιούνιος, Ιούλιος-Σεπτέμβριος).

Για τις περιόδους όπου σε ορισμένους σταθμούς δεν υπήρχαν μετρήσεις έγινε συμπλήρωση αυτών με τη μέθοδο Fournie - Horton. Επίσης υπολογίστηκε η βροχοβαθμίδα της λεκάνης τροφοδοσίας.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης αποτελούν οι σχηματισμοί της ενότητας Φυλλιτών-Χαλαζιτών που εμφανίζονται βόρεια και νότια της περιοχής αυτής (Σχ. 2). Πάνω από την ενότητα αυτή έχουν επωθηθεί οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης Τριπόλεως (Σχ.3), που ακολουθούνται από τον φλύσχη, ηλικίας μεσοζηκκαινικής - ανωολιγοκαινικής (Γεωλογικός Χάρτης ΓΓΜΕ, Φύλλο Τρίπολη 1988).

Πάνω στον φλύσχη της ζώνης Τριπόλεως είναι επωθημένοι οι σχηματισμοί της ζώνης Πίνδου, ηλικίας Ανωτριάδικης - Ηακαινικής (Σχ. 3) (Γεωλογικοί Χάρτες ΙΓΕΥ φύλλα Άργος 1970 και Νεμέα 1970), καθώς και μία μικρή εμφάνιση οφιολιθικών πετρωμάτων της Πελαγονικής ζώνης 12 χλμ ΒΒΔ του Άργους (Σχ. 2 και 3). Οι σχηματισμοί της ζώνης Πίνδου είναι ασβεστόλιθοι σε εναλλαγές με λεπτά στρώματα από αργιλικούς σχιστόλιθους και κερατόλιθους, ραδιολαρίτες (υποκείμενους των ασβεστολίθων) και ιζήματα του φλύσχη. Όλες οι μεγάλες καρστικές πηγές της περιοχής έρευνας εκφορτίζονται μέσω των ασβεστολίθων της ζώνης αυτής.

Στους μεταλλικούς σχηματισμούς περιλαμβάνονται κυρίως Πλειοκαινικά ιζήματα μεγάλου πάχους, που εκτείνονται στο χώρο της τεκτονικής τάφρου του Αργολικού πεδίου, αλλά και οι τεταρτογενείς αποθέσεις στα οροπέδια και τις λεκάνες της ενδοχώρας (Σχ. 2).

Οι σχηματισμοί της ζώνης Τριπόλεως έχουν επωθηθεί ως κάλυμμα πάνω από τα πετρώματα των Plattenkalk (Jakobshagen 1976). Πάνω από το κάλυμμα αυτό είναι τοποθετημένο το σύστημα των καλυμμάτων της ζώνης Πίνδου και της Πελαγονικής (Σχ. 3).

Την τεκτονική των αλπικών πτυχώσεων στην Πελοπόννησο διαδέχθηκε μία σειρά από έντονες κάθετες και πλευρικές μετατοπίσεις, που προκάλεσαν κατακερματισμό του συνόλου των καλυμμάτων με ρήγματα και διακλάσεις. Πολλές από τις παλιές τεκτονικές γραμμές επαναδραστηριοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του Πλειόκαινου και Πλειστόκαινου. Μετά απ' αυτό άρχισε ο διαμελισμός της περιοχής με ελάττωση των διατμητικών τάσεων και δημιουργία τεκτονικών τάφρων και κεράτων. Τέτοιες τάφροι είναι οι λεκάνες του Νεογενούς - Τεταρτογενούς της Στυμφαλίας, της Τριπόλεως, του Λεβιδίου - Χωτούσας και του Αργολικού Κόλπου. Στον γεωλογικό χάρτη (Σχ. 2) φαίνονται οι κύριες τεκτονικές γραμμές, όπως προέκυψαν με την βοήθεια αεροφωτογραφιών, δορυφορικών απεικονίσεων, καθώς και από τις υπαίθριες παρατηρήσεις μας.

Ανοδικές κινήσεις στη διάρκεια του Τεταρτογενούς φαίνονται από την εξάπλωση των νεογενών σχηματισμών στις παρυφές του Αργολικού Πεδίου καθώς και σε μεγαλύτερα υψόμετρα (300 - 600 μ). Οι καθοδικές κινήσεις του Πλειστοκαινού - Ολοκαινού στη νοτιοανατολική ακτή της Πελοποννήσου φαίνονται από την ύπαρξη του βυθισμένου καρστ της περιοχής νότια του Κιβερίου, σε όλο το μήκος της ακτής μέχρι την ανατολική Λακωνία στο Μυρτώο Πέλαγος. Στο καρστ αυτού του τύπου έχει εφαρμογή το πρότυπο λειτουργίας υποθαλάσσιας καρστικής πηγής κατά Bogli (1980). Η τροφοδοσία της πηγής Αναβάλου, ο μηχανισμός λειτουργίας της οποίας φαίνεται στο Σχ. 4, καθώς και των γειτονικών καρστικών πηγών, γίνεται από τις πόλγες της Τρίπολης, του Λεβιδίου, της Αλέας-Σκοτεινής και της Στυμφαλίας. Έχει αποδειχθεί με ιχνηθετίσεις, ότι υπάρχει επικοινωνία της πηγής αυτής με την πόλη Τρίπολης και

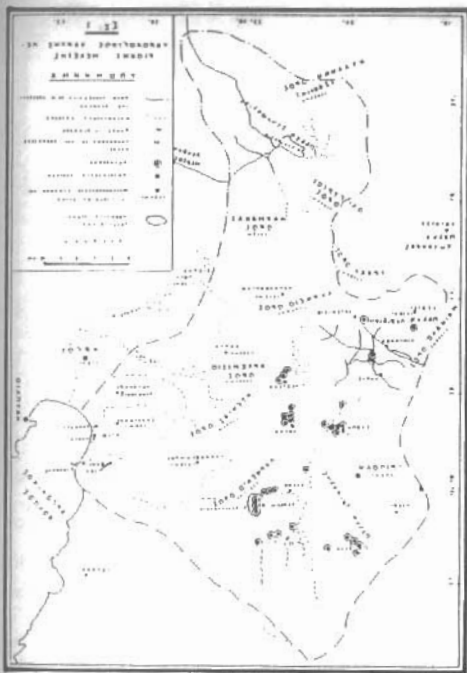


Fig. 1: Hydrologic map of the recharge area.

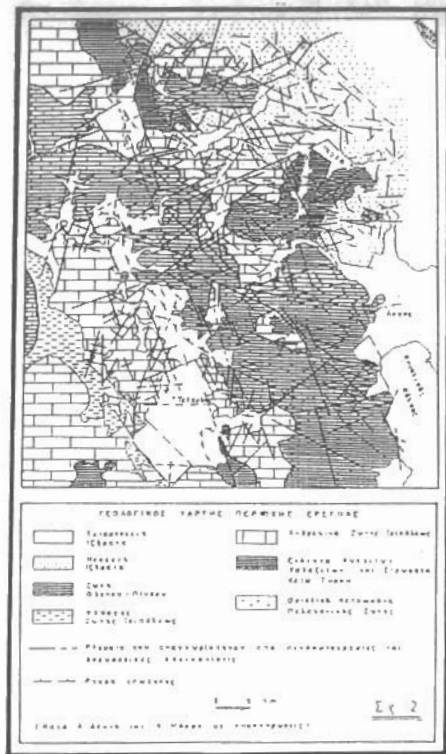


Fig. 2: Geologic map of the recharge area.

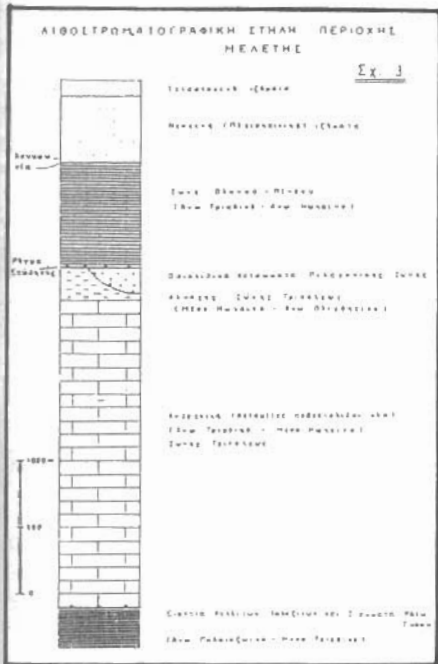


Fig. 3: Lithostratigraphic column of the recharge basin.

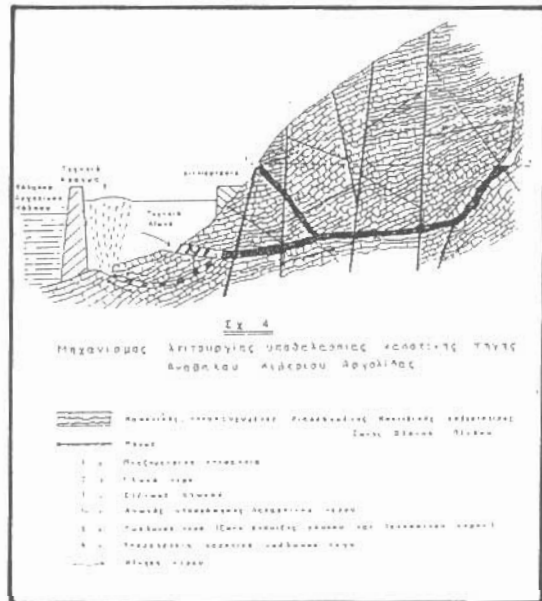


Fig. 4: Recharge - Discharge mechanism of the Anabalos - Kiveri spring.

συγκεκριμένα με τις καταβόθρες Νεστάνης Κάψιας, Κανατά και Μηλέας (DIMITROULAS and LEONTIADIS 1971).

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην περιοχή έρευνας, (Σχ. 1), το ετήσιο ύψος του νετού κυμαίνεται στο πλαίσιο των 400-1500 mm (Σχ. 5). Ο κύριος όγκος των βροχοπτώσεων παρατηρείται κατά την περίοδο Οκτωβρίου- Μαρτίου. Στα υψόμετρα πάνω από 1500 μέτρα (Ολίγυρτος, Αρτεμίσιο, Ζήρεια, Κτενιάς, Σχ. 1) υπάρχει αρκετή χιονοκάλυψη μέχρι και τον Μάρτιο. Η τήξη του χιονιού εξασφαλίζει σημαντική παράταση της τροφοδοσίας του καρσι σε νερό.

Εξετάζοντας τα βροχομετρικά στοιχεία των 9 μετεωρολογικών σταθμών (Σχήμα 5), βλέπουμε ότι το σύνολο σχεδόν της ζώνης τροφοδοσίας της πηγής Αναβάλου βρίσκεται δυτικά της ισοϋψείας των 500 mm (Σχ. 6). Οι σταθμοί των οποίων χρησιμοποιήσαμε τα βροχομετρικά στοιχεία είναι οι εξής: Άργος (χρονική περίοδος 1964-1990), Σκαφιδάκι (1964-1990), Κιβέρι (1964-1990), Καρυά (1964-1990), Κεφαλόβρυσο (1964-1990), Στέρνα (1964-1990), Αχλαδόκαμπος (1964-1990), Τρίπολη (1970-1990) και Λεβίδι (1966-1990). Η παράσταση αυτών σε ιστογράμματα δείχνει την κατανομή των βροχοπτώσεων με ξεχωριστό συμβολισμό ανά τριμηνία.

Από το σύνολο των στοιχείων υπολογίστηκε η βροχοβαμίδα με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Ο τύπος που δίνει το ύψος νετού (X, σε mm) συναρτήσει του υψόμετρου (Y, σε mm) είναι:

$$X = 0.5047 Y + 498.25 \text{ [mm]}$$

Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων των επί μέρους σταθμών προκύπτουν τα εξής:

(α) Σε βροχομετρικώς κανονικές περιόδους, το μέγιστο ύψος νετού των ορεινών σταθμών είναι της τάξης των 900-1000 χιλιοστών (Τρίπολη - Λεβίδι).

(β) Τις ίδιες περιόδους στους υψομετρικά χαμηλότερους σταθμούς τα ύψη βροχής είναι της τάξης των 600-700 χιλιοστών.

(γ) Το μεγαλύτερο ύψος βροχής παρατηρείται όπως είναι αναμενόμενο κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Μαρτίου σε όλους τους σταθμούς.

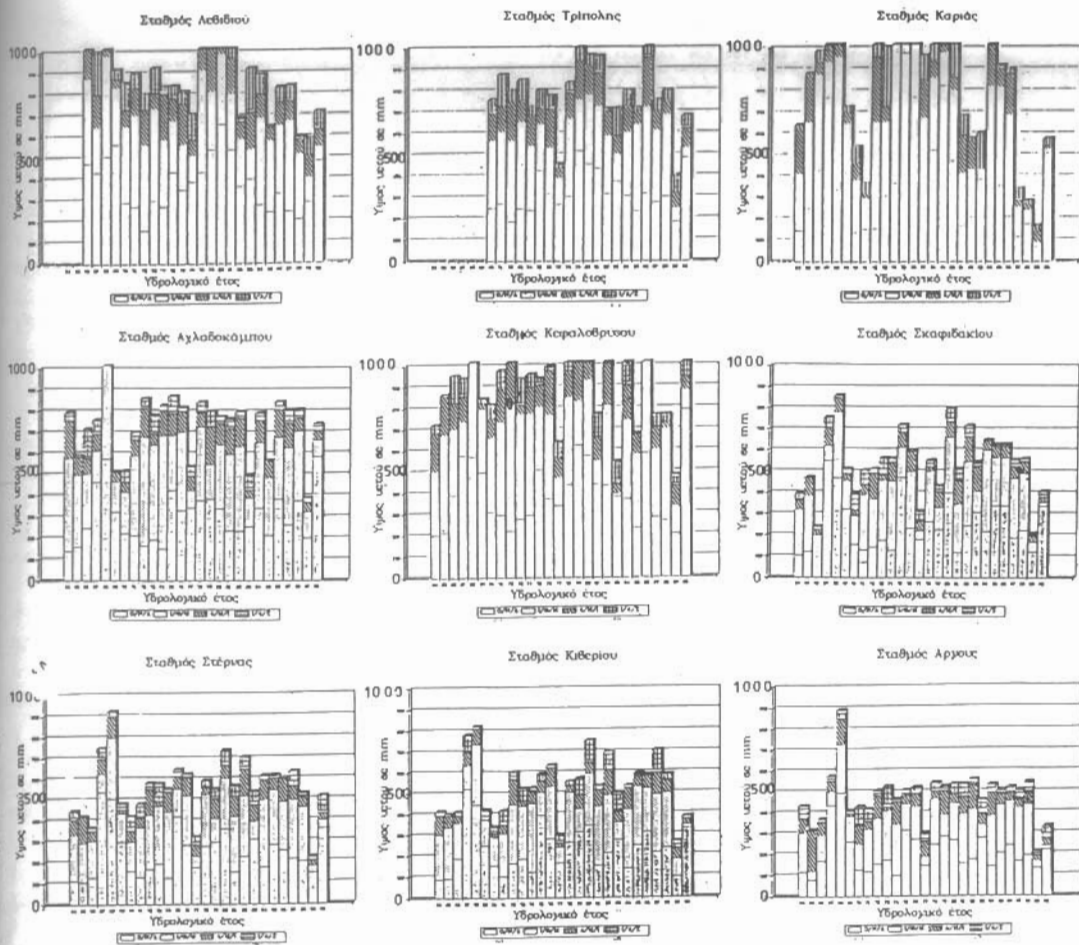
(δ) Περίοδοι ξηρασίας παρατηρήθηκαν το 1964-66, 1977 και 1988-90, δηλαδή περίπου κάθε 11-12 χρόνια. Η περίοδος με τις χαμηλότερες βροχοπτώσεις ήταν το 1989, όπου στον ορεινό σταθμό της Καρυάς το ύψος βροχής ήταν κάτω από 200 χιλιοστά, ενώ στο Άργος, Κιβέρι, Σκαφιδάκι κάτω από 250 χιλιοστά (δηλαδή μέσα στα όρια που χαρακτηρίζουν το ερημικό κλίμα).

(ε) Η σύγκριση των ελάχιστων ετήσιων βροχοπτώσεων για κάθε σταθμό χωριστά δείχνει μια τάση επιδείνωσης αυτών: για παράδειγμα στο σταθμό του Κεφαλόβρυσου τα σχετικά ετήσια ελάχιστα που παρατηρούνται το 1970, 1977, 1983 και 1989 είναι αντίστοιχα περίπου 800, 620, 550 και 480 χιλιοστά. Στην Καρυά τα σχετικά ελάχιστα (με φθίνουσα τάξη) είναι κατά τα έτη 1971, 1987, 1988, 1989. Στο Άργος το 1965, 1977, 1989 όπου υπάρχει μια αξιοσημείωτη επανάληψη των τριών περιόδων ξηρασίας ανά 12 έτη. Στους σχετικά κοντινούς σταθμούς Σκαφιδακίου και Κιβερίου παρατηρούνται οι μεγαλύτερες ξηρασίες τις ίδιες χρονιές, με παρεμβολή ενός πρόσθετου ελάχιστου το 1970.

Στους σταθμούς του Αρκαδικού Οροπεδίου έχουμε τα εξής ελάχιστα κατά έτη: Τρίπολη 1970, 1974, 1977, 1989 κατά φθίνουσα τάξη μεγέθους, ενώ για το Λεβίδι 1970, 1972, 1982, 1985, 1988 και 1989.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΧΛΩΡΙΟΝΤΩΝ

Για την οριοθέτηση της υδρογεωλογικής λεκάνης της περιοχής έρευνας



Σχ. 5: Ιστογράμματα ύψους νετού των σταθμών της λεκάνης τροφοδοσίας.

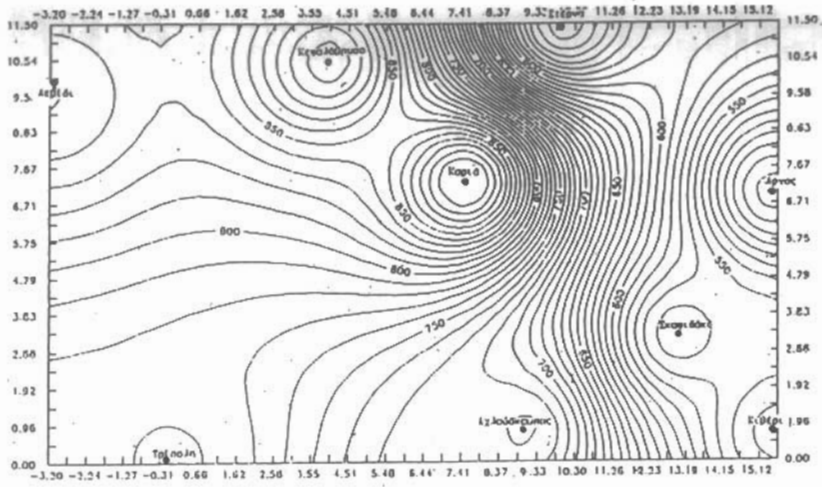
Fig. 5: Precipitation histograms of the stations in the recharge basin.

συνδυάστηκαν γεωλογικά, γεωμορφολογικά και υδρολιθολογικά κριτήρια, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των ιχνηθετήσεων που έχουν γίνει από άλλους ερευνητές (DIMITROULAS et al 1986, σελ. 283, σχ. 148). Στον Πίνακα 1 φαίνεται η μέση παροχή της πηγής του Αναβάλου καθώς και των γειτονικών καρστικών πηγών (Ζυμής 1990).

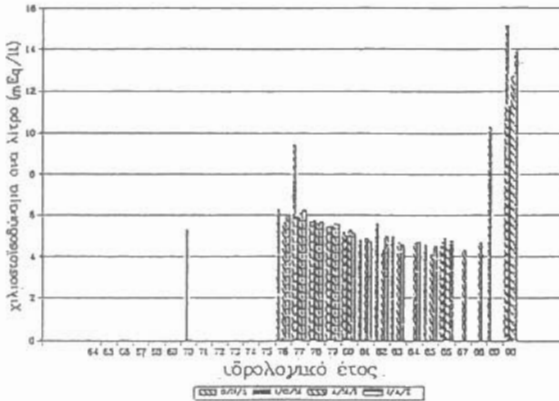
Όλη αυτή η εκροή προέρχεται από ασβεστόλιθους της ζώνης Τριπόλεως και Πίνδου από μία περιοχή με μέσο ετήσιο ύψος νετού 1000 χιλιοστά και συντελεστή ενεργού κατείδυσης που εκτιμάται σε 60% (HOTZL et al., 1986). Τό-

Πίν. 1: Μέση παροχή των πηγών

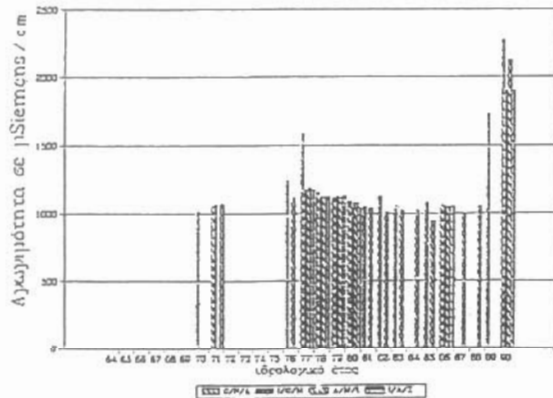
Πηγή	Μέση παροχή $\times 10^3 \text{ m}^3$	Σύνολο ετήσιας εκροής m^3
Ανάβαλος	12	378
Κεφαλάρι	2,5	78
Λέρνη	1,5	44
Αμυμώνη (Κρόη)	0,2	6
		506



Σχ. 6: Χάρτης ισοϋετών καμπυλών περιοχής τροφοδοσίας πηγών Αναβάλου Αργολίδας.
 Fig. 6: Isoyetal map of the recharge basin.



Σχ. 7: Εποχικά ραβδογράμματα χλωριδίων νερού πηγών Αναβάλου.
 Fig. 7: Seasonal stick diagrams of the chloride content.



Σχ. 8: Εποχικά ραβδογράμματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού πηγών Αναβάλου.
 Fig. 8: Seasonal stick diagrams of the electrical conductivity.

τη η επιφάνεια. τροφοδοσίας που αντιστοιχεί στην ποσότητα ετήσιας εκροής ανέρχεται σε 843 km². Η επιφάνεια αυτή αντιστοιχεί πράγματι στην οριοθέτηση του Σχ. 1. Στο Σχ. 7 φαίνεται η περιεκτικότητα του νερού της πηγής Αναβάλου σε χλωριόντα (meq/lit), ενώ στο Σχ. 8 οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (μS/cm). Η σύγκριση των δύο διαγραμμάτων καθώς και οι χημικές αναλύσεις που έχουν γίνει ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία δείχνουν σαφή συσχέτισμό μεταξύ των χλωριόντων και της αγωγιμότητας. Οι μέσες τιμές χλωριόντων βρίσκονται γύρω στο 5.0 ενώ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γύρω στα 1100. Οι χαμηλότερες τιμές χλωριόντων παρατηρούνται κατά τα έτη 1982, 1985 και 1987 κατά τα οποία το ύψος υετού ήταν μεγάλο σε όλους τους σταθμούς. Ειδικότερα το 1987 ήταν η περίοδος των όψιμων χιονοπτώσεων του Μαρτίου που επέδρασαν θετικά στην ομαλή τροφοδοσία των καρστικών πηγών. Μεγάλη αύξηση των χλωριόντων (14 - 14.5 meq/lit) παρατηρείται κατά τα έτη 1989 και 1990 οπότε η χιονόπτωση ήταν ελάχιστη ενώ η βροχόπτωση σχεδόν ανύπαρκτη, σε σύγκριση με τα προηγούμενα έτη. Την εποχή αυτή παρατηρήθηκε τριπλασιασμός των τιμών των χλωριόντων με παράλληλο τριπλασιασμό του συντελεστή Revelle από 1.2 σε 3.5. Δηλαδή η ρύπανση από την διείσδυση της θάλασσας μετέβαλε το νερό από ελαφρά ρυπασμένο σε μέτρια ρυπασμένο (βλέπε πίνακα 7.22, Καλλέργης 1986, Τόμος Α). Τέλος το ποσοστό συμμετοχής θαλασσινού νερού στο νερό της πηγής αυξάνεται από 0.9 σε 2.5%. Ως προς την προέλευση του νερού, ο λόγος Ca /Mg είναι πολύ μικρός (περίπου 1.0) πράγμα που αποδεικνύει (Mandel Shftan, 1981) ότι το νερό αυτό προέρχεται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Τριπόλεως.

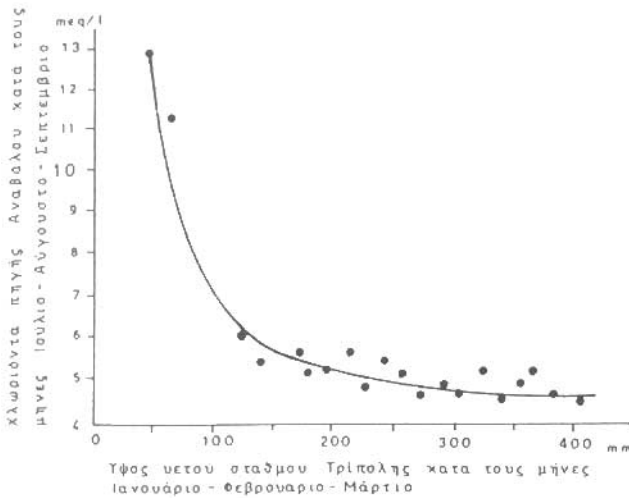
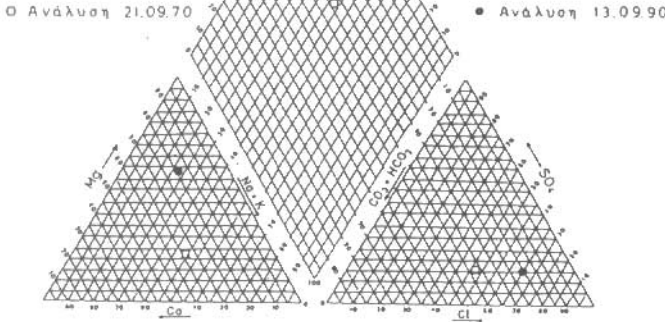
Για τον έλεγχο μιας πιθανής σχέσης πήραμε το συνολικό ύψος βροχής από κάθε σταθμό για κάθε τρίμηνο και το συσχέτισαμε με την αντίστοιχη μέση αλατότητα των πηγών. Παρατηρήσαμε ότι το τρίμηνο το οποίο δίνει μια κάποια σχέση με τις αντίστοιχες αλατότητες είναι το τρίμηνο Ιανουαρίου-Μαρτίου. Η υπόψη τρίμηνο δίνει ικανοποιητικές προβλέψεις για τις αλατότητες των τριμήνων Απριλίου - Ιουνίου και Ιουλίου - Σεπτεμβρίου. Για τη συσχέτιση των παραπάνω μεγεθών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων. Η καμπύλη έχει μορφή ασυμπτωτική, ως προς την τετμημένη, που σημαίνει ότι υπάρχει κάποιο κατώτατο όριο στις τιμές της αλατότητας, οφειλόμενο στον ρόπο σύλληψης του νερού των πηγών (φράγμα), αλλά και στο ότι κρύσταλλοι χλωριούχου νατρίου, προερχόμενοι από εξαιμιζόμενα υδροσταγονίδια του αερίου των κυμάτων των ωκεανών, παρασύρονται προς την ανώτερη ατμόσφαιρα όπου συμμετέχουν ως πυρήνες συμπύκνωσης υδροσταγονιδίων κατά το σχηματισμό των νεφών. Η συγκέντρωση των σημείων στο δεξιό τμήμα της καμπύλης, για ύψος υετού Ιανουαρίου - Μαρτίου > 125 mm, δείχνει κατανομή που θα μπορούσε να είναι σχεδόν γραμμική. Με χαμηλότερες βροχοπτώσεις όμως αυξάνεται εκτετικά η περιεκτικότητα σε χλωριόντα. Οριακή τιμή θα ήταν (στην ακραία περίπτωση πλήρους ανομβρίας για 2-3 χρόνια) η καμπύλη να τέμνει τον άξονα των Ψ (όπου η αλατότητα θα φτάνει τα 50-55 meq/lit, δηλαδή θα αντιστοιχεί σε θαλασσινό νερό).

Στο Σχ. 10 φαίνεται η γραφική παράσταση των χλωριόντων συναρτήσει του ύψους βροχής, που παρέχει έναν απλό τρόπο πρόγνωσης υψηλής αλατότητας στο νερό της πηγής: Δηλαδή, εάν υπάρχουν αρκετές βροχές και χιόνια στην ορεινή ρκαδία την περίοδο Ιανουαρίου-Μαρτίου, τότε το επόμενο καλοκαίρι η πηγή α έχει μειωμένα χλωριόντα, (δηλαδή γλυκό νερό). Αντίθετα, αν ο χειμώνας έχει ανομβρία, το νερό θα είναι πιο επιβαρημένο με χλωριόντα. Έτσι συνάγεται κατά τα έτη 1989 και 1990, όπου το ύψος βροχής στην Τρίπολη ήταν το χαμηλότερο των τελευταίων δεκαετιών.

Ενδεικτικές είναι και οι ακραίες τιμές ανιόντων / κατιόντων στα τριγωνικά διαγράμματα PIPER (σχ. 9), όπου είναι εμφανής η μετατόπιση των

Σχ. 9: Τριγωνικό διάγραμμα κατά PIPER με τις ακραίες τιμές αναλύσεων των νερών των πηγών Αναβάλου.

Fig. 9: Piper diagram of the springwaters during two extreme climatic periods.



Σχ. 10: Γραφική παράσταση σχέση χλωριόντων πηγής Αναβάλου (Κυβερίου) και ύψος νετού βροχομετρικού σταθμού Τρίπολης.

Fig. 10: Graph showing the relation between chloride ion concentration of the springwaters and precipitation in the recharge basin.

τιμών Mg, Cl και $SO_4 + Cl$ προς την κατεύθυνση του αλμυρού θαλασσινού νερού για το νερό του Αναβάλου κατά την περίοδο ανομβρίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Με δεδομένη την υδραυλική επικοινωνία της πηγής Αναβάλου με τις καταβόθρες των Αρκαδικών οροπεδίων, υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας του νερού σε χλωριόντα με το ύψος νετού της περιοχής τροφοδοσίας.

2. Ο χρονικός συσχετισμός αφορά ύψος νετού του τριμήνου Ιανουαρίου-Μαρτίου και περιεκτικότητα σε χλωριόντα Ιουλίου-Σεπτεμβρίου και είναι ασυμπτωτικός.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

BOGLI, A. (1980): Karst Hydrology and Physical Speleology: Translated by

- June C. Schmid, Springer-Verlag, pp. 284, New York (1980).
- DIMITROULAS, C. and LEONTIADIS (1971) Investigation under natural conditions of the feasibility of ^{51}Cr -EDTA as tracer for karst groundwater - Democritos Nucl. Res. Cent., Demo 71/12E, Athens.
- DIMITROULAS, K., DOUNAS, A., LEONTIADIS, D., MORFIS, A., PARASKEVOPOULOU, P. and ZOURIDAKIS, N. (1986): 'Tracing with Chromide-51' in: Karst Hydrogeology of Central and Eastern Peloponnesus, (Greece). Steirische Beitrage zur Hydrogeologie, Jahrgang 1985/86; Springer-Verlag.
- ZYMΗΣ, Α. (1990): Υφιστάμενη κατάσταση υδατικών πόρων στο Νομό Αργολίδας. Πρακτικά ημερίδας "Το υδατικό πρόβλημα του Νομού Αργολίδας", σελ. 18-22, Ναύπλιο.
- HOTZL, H., MOSER, and ZOJER, H. (1986): " Recharge and Storage of Karst water" in: Karst Hydrogeology of the Central and Eastern Peloponnesus, Greece - 5th Int. Symp. of Underground Water, tracing, Athens 1986, Eds. I.G.E.Y. (έκδοση 1970): Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, α) Φύλλο ΑΡΓΟΣ, β) Φύλλο NEMEA.
- I.G.M.E. (έκδοση 1982): Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, Φύλλο ΚΑΝΔΗΛΑ.
- I.G.M.E. (έκδοση 1988): Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, Φύλλο ΤΡΙΠΟΛΙΣ
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. (1986): Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία, σελ. 271-276, Αθήνα.
- MANDEL S. and Z.L. SHIFTAN (1981): Groundwater Resources Investigation and Development. Academic Press, 1981, New York.
- MORPHIS A. and ZOJER H., pp.287-292, Springer Verlag, Wien-New York.
- ΡΑΡΑΚΙΣ, Ν. (1966): Υδρογεωλογικά έρευναί των πηγών Αγ. Γεωργίου (Κιβερίου Άργους). Δελτίον ΙΓΕΥ, τομ. XI, No 3, 240 σελ., Αθήναι.