

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου		Μάιος 1988	
Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/3	σελ. 21-36	Αθήνα		
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens		1989

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

Μ. ΠΑΓΟΥΝΗ*

A B S T R A C T

The Paleogeographic evolution of the Boeotian Kifissos river basin resulted to the formation of leveling surfaces and tectonic blocks.

This evolution is connected with the formation of three aquifers located in different elevations.

This study has shown that there is the possibility of exploiting $400 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ of water from the Boeotian Kifissos river basin and the Yliki lake during the utmost dry period.

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Η παλαιογεωγραφική εξέλιξη στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού είχε σαν αποτέλεσμα την διαμόρφωση επιφανειών επικέδωσης και τεκτονικών τεμαχών. Με την εξέλιξη αυτή συνδυάζεται η παρουσία τριών υδροφόρων οριζόντων, που απαντώνται σε διαφορετικά υψόμετρα.

Η μελέτη μας απέδειξε τη δυνατότητα εκμετάλλευσης $400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού ετησίως από τη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού και τη λίμνη Υλίκη, κατά την ακραία ξηρή περίοδο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη μελέτη αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά μερικά από τα αποτελέσματα της υδρογεωλογικής έρευνας, που διεξάγεται από το ΙΓΜΕ στην περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού και των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης, με σκοπό την αναζήτηση υπόγειου νερού και την ορθολογική αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της περιοχής.

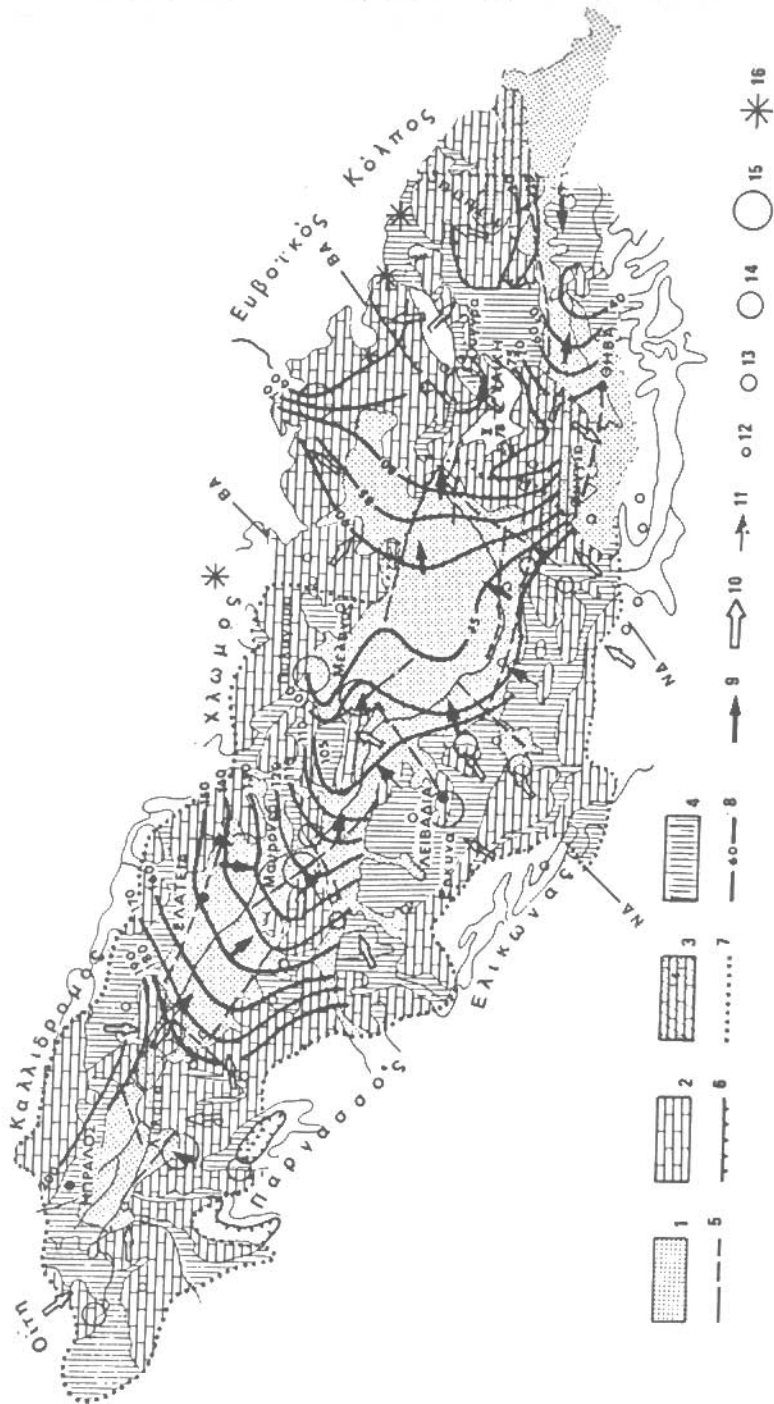
Η περιοχή καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και περιβάλλεται: νότια από τις οροσειρές Κτυπός και Σφύγγιο, νοτιοδυτικά τις οροσειρές Ελικώνας και Παρνασσός και βόρεια Οίτη, Καλλίδρομο και Χλωμό, ενώ από ανατολικά βρέχεται από τον Ευβοϊκό κόλπο (Σχήμα 1).

Είναι γνωστό, ότι το πρόβλημα των νερών της Κωπαίδας και των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές.

Στην υδρογεωλογική έρευνα της περιοχής από μέρος του ΙΓΜΕ συνέβαλαν με τις εργασίες τους οι συνάδελφοι: Α. Δούνας, Γ. Καλλέργης, Α. Μόρφης, Α. Γκατζογιάννης και Θ. Γκέρτσος, με τους οποίους συνεργαστήκαμε κατά περιόδους και οφείλουμε να τους ευχαριστήσουμε για τη συμβολή τους στην αντιμετώπιση των πολύπλοκων υδρογεωλογικών προβλημάτων.

Πιστεύουμε, ότι με την μελέτη μας αυτή συνεισφέρουμε κάποια καινούργια δεδομένα, που είναι χρήσιμα για την ερμηνεία των πολύπλοκων υδρογεωλογικών συνθηκών, που διαμορφώνονται λόγω της τεκτονικής δομής της περιοχής, αλλά και για την επίλυση υδρευτικών και αρδευτικών προβλημάτων.

* Μ. ΠΑΓΟΥΝΗ: Hydrogeological research in the Boeotian Kifissos river basin. IGME, 70 Messogion Str., 11527 ATHENS.



Σχ. 1. Συνοπτικός υδρογεωλογικός χάρτης λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού. (Κλίμ. 1 : 500.000).

Υδροφόροι σχηματισμοί : 1-σε κοκκώδη πετρώματα, 2-σε ανθρακικά πετρώματα, 3-σε κοκκώδη και ανθρακικά πετρώματα, 4-περιοχές απουσίας υδροφόρων σχηματισμών (οριόλιθου, σχιστοκερατολιθική διάπλαση, ολιγοχευδές, φλύσχης, μάργες, κ.λ.κ.), 5-κυριώτερα ρήγματα, 6-επιπέδους, 7-όριο λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού, 8-κλινομετρικές καμπύλες. Ύψόμετρα : 9-σε κοκκώδεις υδροφόρους σχηματισμούς, 10-σε ανθρακικούς υδροφόρους σχηματισμούς, 11-μετάγγιση μεταξύ υδροφόρων οριζώντων. Πηγές με παροχή : 12-<100 l/sec, 13-100-300 l/sec, 14-300 1000 l/sec, 15-> 1000 l/sec, 16-υφάλμυρες πηγές.

Fig. 1. Synoptic Hydrogeological map of the Boeotian Kifissos river basin (Scale 1 : 500.000).

Aquifers : 1-in granular rocks, 2-in carbonate rocks, 3-in granular and carbonate rocks, 4-areas without aquifers (ophiolites, schist-chert formation, flyschoid, flysch, marls, e.t.c.), 5-main faults, 6-upthrusts, 7-Boeotian Kifissos river basin boundary, 8-isopiezometric curves. Groundwater flow: 9-in granular aquifers, 10 - in carbonate aquifers, 11-seepage among aquifers. Springs with discharge : 12- <100l/sec, 13-100-300 l/sec, 14-300-1000 l/sec, 15->1000 l/sec, 16-brackish springs.

II. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στην περιοχή του Βοιωτικού Κηφισσού διακρίνονται τρεις χαρακτηριστικές μορφολογικές μονάδες : τα ορεινά συγκροτήματα Παρνασσού-Ελικώνα και Χλωμού-Καλλιδρόμου-Όιτη στο ΝΔ και Β τμήμα αντίστοιχα και το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισσού,μεταξύ των ορεινών αυτών συγκροτημάτων. Τα όριά τους είναι τεκτονικής φύσης και ευδιάκριτα. Η γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής αλλάζει από τόπο σε τόπο, ανάλογα με τον τύπο των πετρωμάτων, τον τεκτονισμό και το βαθμό διάβρωσης που έχουν υποστεί. Υποδηλώνει παράλληλα το χαρακτήρα της διάβρωσης. Στο ορεινό ΝΔ τμήμα επικρατεί η κατακόρυφη διαβρωτική ενέργεια. Στο ΒΑ τμήμα σοβαρό ρόλο διαδραματίζει επίσης και η διάβρωση κατά οριζόντια κατεύθυνση, που αποδεικνύεται από τις επιφάνειες επιπέδωσης, που παρατηρούνται στην περιοχή Κάστρου και Μουρικίου (100-200m υψόμετρο) και στις περιοχές Κτυπά, Πτώου και Χλωμού όρους (υψόμετρο άνω των 500m).

Η κοιλάδα του Βοιωτικού Κηφισσού έχει διαμορφωθεί κατά μήκος του τεκτονικού βυθίσματος. Μέσα στην κοιλάδα διακρίνονται τρία βασικά τμήματα, που αναπτύσσονται σε διαφορετικά υψομετρικά επίπεδα, με ήπια μορφολογία, η δημιουργία των οποίων οφείλεται σε τεκτονικά αίτια. Τα τμήματα αυτά είναι, από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά, ο κάμπος της περιοχής Μπράλου, Λιλαίας και Αμφίκλειας, ο κάμπος της Ελάτειας και το Κωπαϊδικό πεδίο.

Το βύθισμα της Κωπαϊδας είναι ένα σημαντικό γεωμορφολογικό στοιχείο, με τα χαρακτηριστικά της πόλγης μεγάλων διαστάσεων.

Κατά την άποψή μας, η πόλγη της Κωπαϊδας περιορίζεται στο βορειοανατολικό τμήμα του βυθίσματος.

Με το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισσού συνδυάζονται οι λεκάνες των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης, οι οποίες αποτελούν τα χαμηλότερα τμήματα της κλιμακωτής αυτής δομής. Οι λεκάνες πληρώνονται από ποταμοχειμαρρώδη υλικά και λιμναίες αποθέσεις. Ο διαχωρισμός τους γίνεται με την παρεμβολή ανθρακικών πετρωμάτων ή σχηματισμών του φλύσχη και της σχιστοφωσμιτικής διάπλασης, που εμφανίζονται στην επιφάνεια σαν εξάρματα.

Ανάλογα με την υδρογεωλογική συμπεριφορά των πετρωμάτων στα τμήματα αυτά εκδηλώνονται ποικίλα υδρογεωλογικά φαινόμενα, όπως οι αναβλύσεις πηγών, οι μεταγγίσεις, οι διηθήσεις και οι διαφυγές νερού από το Βοιωτικό Κηφισσό και τις λίμνες Υλίκη και Παραλίμνη.

III. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η γεωλογία της περιοχής είναι γνωστή σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό. Για το λόγο αυτό αναφέρονται εδώ μόνο τα γεωλογικά εκείνα δεδομένα, τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών.

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί που παρατηρούνται στην περιοχή, ανήκουν στις γεωτεκτονικές ζώνες Ανατολικής Ελλάδας (Υποελαγονικής ή Πελαγονικής σύμφωνα με τις νεώτερες αντιλήψεις), Παρνασσού-Γκιώνας και Βοιωτικού φλύσχη (Ζώνη Βοιωτίας) (Σχήματα 1 και 3).

Τα πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου δεν αναδύονται στην επιφάνεια.

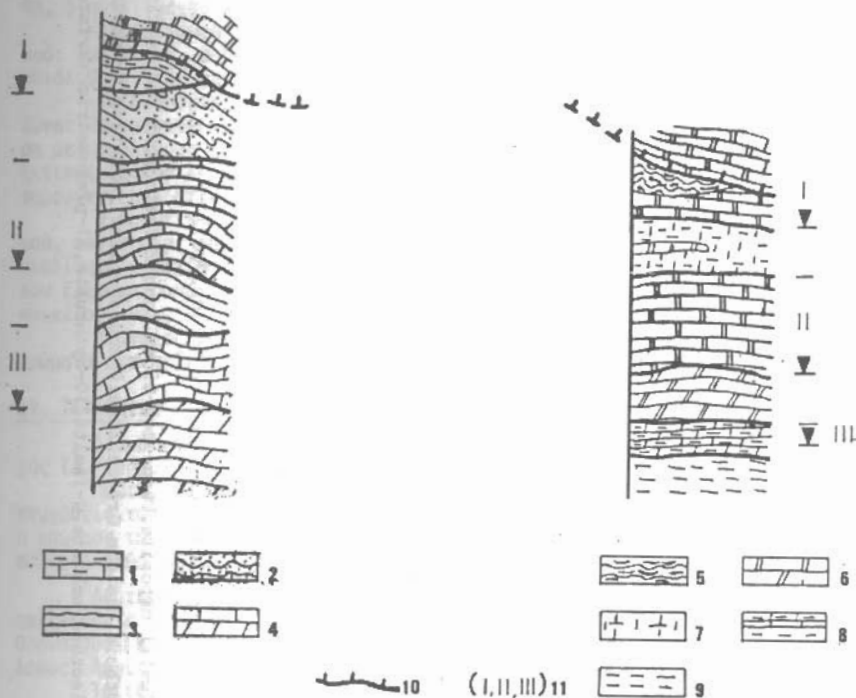
Ο Δ. Μονόπωλης διατύπωσε την άποψη της παρουσίασης του παλαιοζωϊκού υποβάθρου στην λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού. Η άποψη αυτή ενισχύεται από τα αποτελέσματα της γεωτρητικής μας έρευνας. Στην περιοχή του Παύλου, στη βάση τριαδικών ασβεστολίθων και σε βάθος 150m, διατρήθηκαν λευκοί κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, με εναλλαγές σχιστολίθων και ψαμμίτων σε λεπτές διαστρώσεις. Παρόμοια πετρώματα χαρακτηγράφηκαν στις παρακείμενες περιοχές της Λοκρίδας και του Πατέρα και θεωρούνται σχηματισμοί του Ανωτέρου Παλαιοζωϊκού (C.Renz, Γ.Μαρίνος, Γ.Μαράτος, Α.Τάταρης, Γ.Κούνης, Δ. Αλμπαντάκης κ.ά.).

Τα διατρηθέντα στην περιοχή του Παύλου πετρώματα ανήκουν κατά πάσα πιθανότητα στη ζώνη μετάβασης μεταξύ Περμού και Τριαδικού.

Επίσης στην περιοχή της Αγ. Τριάδας Ελικώνα εντοπίστηκαν σε βάθος 290-340m αργιλικό σχιστόλιθο και ψαμίτες με στρώσεις ασβεστολίθων, μέσα στους οποίους παρατηρούνται κόκκοι χαλαζία και φυλλάρια μοσχοβίτη. Παρουσιάζουν σαφή λιθολογική ομοιότητα με τα πετρώματα του όρους Πατέρα, στην περιοχή Δερβενοχωρίων, που θεωρούν-

ΖΩΝΗ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ-ΓΚΙΩΝΑΣ
(Περιοχή Παρνασσού-Ελικώνα)

ΖΩΝΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
(Περιοχή Χλωμού-Καλλίδρομου)



Σχ. 2.: Σχηματική στρωματογραφική στήλη των τεκτονικών ζωνών με τους αντίστοιχους υδροφόρους ορίζοντες (κατά Μ. Παγούνη).

Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας: 1-αβεστόλιθοι Ηωκαίνου, 2-φλύσχης Αν.Κρητιδικού-Ηωκαίνου, 3-φλύσχης Κρητιδικού, 4-μεσοζωϊκοί αβεστόλιθοι και δολομίτες.

Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας: 5-φλύσχης, 6-μεσοζωϊκοί αβεστόλιθοι και δολομίτες, 7-σχιστοκερατολιθική διάπλαση, 8-κρυσταλλικοί αβεστόλιθοι και σχιστοφαμίτες, 9-σχιστόλιθοι και φαμίτες Περμίου, 10-εμφύκνευση, 11-(I, II, III) υδροφόροι ορίζοντες.

Fig. 2.: Schematic stratigraphical column of the tectonic zones with the corresponding aquifers (by M. Pagounis).

Parnassos-Gionas Zone: 1-Eocene limestones, 2-Upper Cretaceous-Eocene

flysch, 3-Cretaceous flysch, 4-Mesozoic limestones and dolomites.

Eastern Greece Zone: 5-flysch, 6-Mesozoic limestones and dolomites, 7-schist-chert

formation, 8-crystalline limestones and schist-sandstones, 9-Permian schists

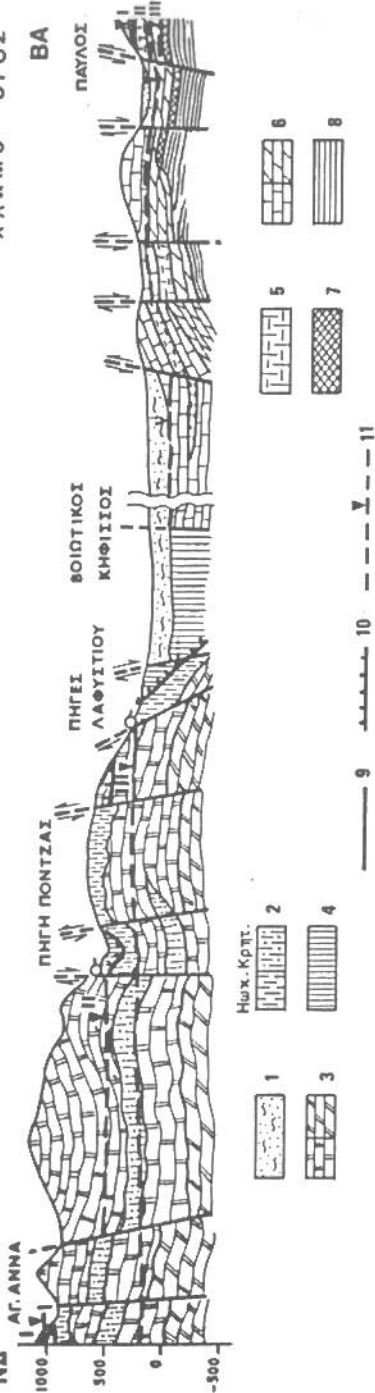
and sandstones, 10-upthrust, 11-(I, II, III) aquifers.

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

ΝΑ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝΑΙ

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΚΟΠΑΪΔΑΣ

ΧΛΩΜΟ ΟΡΟΣ



Σχ.3.- Εγκάρσια υδρογεωλογική τομή Βοιωτικού Κηφισσού (1 : 100.000).

Τρίτο-Τεταρτογενές : 1-λιμναίες και παταμοχειμαρρόδεις αποθέσεις. Ζώνη Παρασσού-Γκιώνας 2-φλύσχης Κρητιδικού-Ηνωμένου (Κρητ.-Ηνω.), 3-αβεστόλιθοι και δολομίτες του Μεσοζωϊκού, 4-φλυσχοειδείς . Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας : 5-αχιστοκερατολιθική διάπλαση, 6-αβεστόλιθοι και δολομίτες του Μεσοζωϊκού, 7-κρυσταλλικοί αβεστόλιθοι, 8-αχιστόλιθοι Άνω Παλαιοζωϊκού, 9-ρήγματα, 10-επιφανειακά επιφάνεια υδροφόρων οριζώντων (I, II, III), 12-πηγές.

Fig.3.- Hydrogeological cross-section of Boeotian Kifissos river basin (scale 1 : 100,000).

Tertiary-Quaternary: 1-lacustrine and torrential-fluvial deposits. Parnassos-Giona Zone: 2-Cretaceous Eocene flysch (Cretac.-Eocene), 3-Mesozoic limestones and dolomites, 4-flyschoid. Eastern Greece Zone: 5-schist-chert formation, 6-Mesozoic limestones and dolomites, 7-crystalline limestones, 8-Upper Paleozoic schists, 9-faults, 10-upthrusts, 11-piezometric surface of aquifers (I, II, III), 12-springs.

ται σχηματισμοί του Ανωτέρου Παλαιοζωϊκού (C.Renz, I. Τρικκαλινός, Γ. Μαρίνος, κ.ά.).

Από τη διάταξη των στρωμάτων, τους άξονες δομής και τη διεύθυνση των ρηγμάτων που παρατηρούνται στα πετρώματα του Παλαιοζωϊκού στην ευρύτερη περιοχή, σε συνδυασμό με την παρουσία τους στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού, καταλήξαμε στο συμπέρασμα, ότι το παλαιοζωϊκό υποβάθρο έχει μορφή συγκλινορίου, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, διαμελισμένου και μετατοπισμένου κάθετα ως προς τον κύριο άξονα της δομής του.

Στα πετρώματα της παλιάς αυτής δομής επικάθονται σχηματισμοί του Μεσοζωϊκού: δολομίτες, ασβεστόλιθοι, σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιόλιθους, του φλυσχοειδούς και του φλύσχη.

Τα ανθρακικά πετρώματα καταλαμβάνουν μεγάλα τμήματα τόσο στην περιοχή της Ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας όσο και Ανατολικής Ελλάδας. Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιόλιθους είναι χαρακτηριστική για τη Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας και οι βω - ξιτικοί ορίζοντες για τη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας. Οι σχηματισμοί του φλύσχη παρατηρούνται και στις δύο αυτές ζώνες.

Ο Βοιωτικός φλύσχος (Ζώνη Βοιωτίας), ηλικίας Άνω Ιουραϊκού-Κάτω Κρητιδικού, συνίσταται από αργιλικούς σχιστολίθους, στρώσεις κερατολίθων και υλικά ασβεστολίθων, οφιόλιθων και ψαμμιτών. Παρατηρείται στη βορειοανατολική βουνοπλαγιά του Ελικώνα, από Μαυρομάτι μέχρι Καρακόλιθο και οι διάφοροι πετρολογικοί τύποι ποικίλουν κατά περιοχές.

Λιμνικές και ποταμοχειμαρρώδεις αποθέσεις καλύπτουν τα προαναφερόμενα πετρώματα στα πεδινά τμήματα της περιοχής.

IV. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Διακρίνονται τρία κύρια στάδια διαμόρφωσης της τεκτονικής δομής της περιοχής (J. Aubouin, Γ. Μαρίνος, κ.ά.).

Πρώτο, το στάδιο της Νεοκιμμερικής ορογένεσης, με το οποίο συνδυάζονται οι πτυχώσεις των τριαδικών-ιουραϊκών ασβεστολίθων της Ζώνης Ανατολικής Ελλάδας και η επώθηση των πετρωμάτων αυτών στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση (περιοχή Κτυπά, Παράλιμη-Πτώο όρος).

Δεύτερο, το στάδιο των αλπικών ορογενετικών κινήσεων, με χαρακτηριστικό τις επιπυεύσεις και επωθήσεις των ασβεστολίθων της Ζώνης Ανατολικής Ελλάδας στη Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, που παρουσιάζονται σήμερα με μορφή τεκτονικών καλυμμάτων (Επτάλοφος, Αμφίκλεια-Πολύδροσο, Μαυρονέρι, Ζαγοράς Ελικώνα κ.λ.π.).

Τρίτο, το στάδιο των τριτο-τεταρτογενών ηπειρογενετικών κινήσεων, που προκάλεσαν τη διάρρηξη των στρωμάτων και την κατακόρυφη μετακίνηση μεγάλων τμημάτων της περιοχής.

Κατά την άποψή μας, χαρακτηριστικό της τεκτονικής αυτής είναι τα διασταυρωμένα συστήματα ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ, μερικά από τα οποία πρέπει να έχουν δημιουργηθεί πάνω σε παλαιότερες τεκτονικές γραμμές του υποβάθρου. Στο πρώτο σύστημα ρηγμάτων οφείλεται η δημιουργία του βυθίσματος του Βοιωτικού Κηφισσού. Η κατάτμηση του βυθίσματος σε μικρότερα τεκτονικά τμήματα, κλιμακωτά μετατοπισμένα σε διάφορα υψόμετρα, συνδυάζεται με το σύστημα ρηγμάτων διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ. Τα πιό χαρακτηριστικά από τα τμήματα αυτά είναι οι υπολεκάνες του Μπράλου, της Ελάτειας και Κωπαΐδας, και κατ'επέκταση οι λεκάνες των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης. Τεκτονικά και γεωφυσικά στοιχεία, που προέκυψαν από σχετικές μας έρευνες, δείχνουν ότι τα πετρώματα του υποβάθρου τέμνονται από μεγάλο αριθμό παράλληλων ρηγμάτων, στην επίδραση των οποίων οφείλεται η δημιουργία τεκτονικών τάφρων και κεράτων, χαρακτηριστικών της σημερινής δομής της περιοχής (Σχήματα 3, 4, 5).

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις μας, η σημερινή εξέλιξη της περιοχής χαρακτηρίζεται από τη συνέχιση της βύθισης της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού και την ανύψωση του ορεινού συγκροτήματος Παρνασσού-Ελικώνα. Αυτό προκύπτει από την ανάπτυξη των κένων κορημάτων και των ριπιδίων χειμάρρων, που παρατηρούνται στους πρόποδες των βουνών και τις εξόδους των ρεμάτων αντίστοιχα, καθώς και από τις αναβαθμίδες διάβρωσης σε μερικά ρέματα (Έρκυνα Λεβαδείας, Τιθορέα, Αμφίκλεια, Αλκιά).

Η δημιουργία της πόλης της Κωπαΐδας είναι αποτέλεσμα της νεοτεκτονικής και της καρστικής διάβρωσης των ανθρακικών της πετρωμάτων.

Υ. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όπως αναφέραμε, η γεωλογική-τεκτονική δομή της περιοχής χαρακτηρίζεται από την πτύχωση και διάρρηση των πετρωμάτων, αλλά και την κλιμακωτή τοποθέτηση των διαφόρων τεμαχίων κατά μήκος της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού. Οι πολλαπλές παρεμβολές των υδατοστεγανών σχηματισμών στα ασβεστολιθικά τεμάχια είχαν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ποικίλων γεωμορφολογικών δομών και ειδικότερα τη διαμόρφωση πολλαπλών υδρογεωλογικών ενοτήτων, οι οποίες μπορεί να είναι ανεξάρτητες ή και να επικοινωνούν μεταξύ τους.

1. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού γενικά παρουσιάζονται τρεις υδροφόροι ορίζοντες, οι οποίοι συνδέονται με τη στρωματογραφία και την τεκτονική της περιοχής (Σχήμα 2).

Ο ανώτερος υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται:

α) στη Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας στους ασβεστολίθους του Ηκκαίνου της ζώνης αυτής καθώς και στα τεκτονικά καλύμματα των ασβεστολίθων της Ζώνης Ανατολικής Ελλάδας, εφίππευμένα στη Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας. Το στεγανό υπόβαθρο αποτελείται από αργιλοψαμμιτικούς σχιστολίθους του φλύσχη, ηλικίας Άνω Κρητιδικού-Ηκκαίνου.

β) στην περιοχή της Ζώνης Ανατολικής Ελλάδας στους ασβεστολίθους του Μεσοζωϊκού. Το στεγανό υπόβαθρο του υδροφόρου ορίζοντα συνίσταται από σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης ή του φλύσχη της ζώνης αυτής.

Ο ενδιάμεσος υδροφόρος ορίζοντας διαμορφώνεται:

α) στη Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας στους ασβεστολίθους του Άνω Κρητιδικού, με υπόβαθρο τον παλαιότερο φλύσχη.

β) στη Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας στους ασβεστολίθους του Μεσοζωϊκού, με στεγανό υπόβαθρο είτε το επίπεδο βάσης της αποκάρστωσης των ασβεστολίθων αυτών, είτε τους δολομίτες του Τριαδικού.

Ο κατώτερος υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται:

α) στη Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας στους ιουρασικούς-τριαδικούς ασβεστολίθους, με στεγανό υπόβαθρο το επίπεδο βάσης της αποκάρστωσης των πετρωμάτων αυτών.

β) στη Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας στη βάση του Τριαδικού, μέσα στους κρυσταλλικούς ασβεστολίθους της ζώνης μετάβασης.

Στην περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού οι πιά διαδομένοι υδροφόροι ορίζοντες είναι αυτοί, που αναπτύσσονται στους κρητιδικούς και ιουρασικούς ασβεστολίθους.

Τέλος, η υδροφορία των κλαστικών πετρωμάτων είναι συνήθως χαμηλή, όπως προκύπτει από προγενέστερες έρευνες.

2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

Βασική μέθοδος για την οριοθέτηση της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού ήταν η λεπτομερής αναγνώριση της γεωλογικής δομής της περιοχής, η απογραφή όλων των πηγών μέσα και γύρω από τη λεκάνη αυτή, καθώς και η συστηματική παρακολούθηση του υδατικού δυναμικού τους.

Ο επιφανειακός υδροκρίτης της λεκάνης απορροής του Βοιωτικού Κηφισσού πρέπει να συμπήττει, με μικρές αποκλίσεις της τάξης των 15%, με τον υπόγειο υδροκρίτη της υδρογεωλογικής λεκάνης. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήξαμε από τη σύγκριση της έκτασης των γεωλογικών σχηματισμών και των παροχών των πηγών, που προέρχονται από την αποστράγγισή τους. Με βάση το κριτήριο αυτό αποκλείσαμε από την έκταση του επιφανειακού υδροκρίτη:

α) την περιοχή Κάστρου-Λάρυμνας που εκφορτίζεται στις πηγές Λάρυμνας.

β) ένα τμήμα του Χλωρού ύρους που εκφορτίζεται στις πηγές Τραγάνας.

γ) τμήματα του Καλλίδρομου όρους που αποστραγγίζονται προς τον Ευβοϊκό κόλπο. Στην έκταση του υπόγειου υδροκρίτη έχουν συμπεριληφθεί τμήματα του Παρνασσού και της Οίτης, που τα υπόγεια νερά τους διοχετεύονται στις πηγές Επταλόφου, Πολύδροσου, Λιλαίας και Καλοσκοπής αντίστοιχα.

Εκτιμήσαμε, ότι η υδρογεωλογική λεκάνη τροφοδοσίας του Βοιωτικού Κηφισσού είναι γύρω στα 1875 km². Η μέση ετήσια βροχόπτωση φτάνει τα 878 mm και αναλογεί σε 1645 10⁶m³. Η εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε κατά L. Turc στα 460mm (57%), που αναλογεί σε 938 10⁶m³/έτος. Η επιφανειακή απορροή, μετρημένη στη σήραγγα της Καρδίτσας, εκτιμήθηκε στα 375 10⁶m³/έτος και τέλος η κατείδουση σε 163mm/έτος (20,2%), που αναλογεί σε 332.10⁶m³.

Οι παραπάνω τιμές αναφέρονται στη μέση περίοδο της 15-ετίας 1969-1984.

Σε ό,τι αφορά το συντελεστή απορροής, περιλαμβάνει επιφανειακά και υπόγεια νερά, τα οποία δεν μπορούμε να τα υπολογίσουμε χωριστά με ακρίβεια. Επόμενα και ο συντελεστής κατείδουσης θα παρουσιάζει μία απόκλιση, που μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη.

Όπως αναφέραμε, η λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού λόγω σημαντικών τεκτονικών γεγονότων διακρίνεται σε τρεις υπολεκάνες, που συμπίπτουν με τον άνω, μέσο και κάτω ρού.

2.1.Υπολεκάνη άνω ρού

Η στρωματογραφία και η τεκτονική της περιοχής συντέλεσαν στη διαμόρφωση μίας σειράς υδρογεωλογικών ενότητων, που εκφορτίζονται σε διαφορετικά υψόμετρα. Πιο συγκεκριμένα: Οι καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες των επωθημένων ασβεστολιθών της Ζώνης Ανατολικής Ελλάδας στο βορειοδυτικό Παρνασσό εκφορτίζονται από μεγάλο αριθμό πηγών στην περιοχή Επταλόφου και Σουβάλλας.

Τα νερά των πηγών αυτών κατειδύονται και τροφοδοτούν την χαμηλότερη υδρογεωλογική ενότητα, που αποστραγγίζεται στην περιοχή Πολύδροσου και Λιλαίας, με μορφή μεγάλων καρστικών πηγών μέσης ετήσιας συνολικής παροχής 53.10⁶m³ (1,7m³/sec).

Οι πηγές αυτές αποτελούν την κυριότερη τροφοδοσία του Βοιωτικού Κηφισσού στον άνω ρού. Αύξηση παροχής στην κοίτη του ποταμού παρατηρείται επίσης στην περιοχή Άνω Καλύβια Αμφίκλειας, ιδίως κατά την υγρή περίοδο, λόγω της πλευρικής τροφοδοσίας από τον Παρνασσό, που συνδυάζεται με την ανύψωση του στεγανού υποβάθρου των δολομιτών.

Στην περιοχή αυτή οριοθετείται η λεκάνη του άνω ρού, για την οποία εκτιμήσαμε κατά προσέγγιση το παρακάτω ισοζύγιο:

- Βροχόπτωση 1136mm, που αναλογεί σε 522.10⁶m³/έτος.
- Εξατμισοδιαπνοή 523 mm(46%), που αναλογεί σε 240,5.10⁶m³/έτος.
- Επιφανειακή απορροή 240mm ή 21%, ή 110,7.10⁶m³/έτος.
- Κατείδουση 373mm ή 171.10⁶m³/έτος, δηλ. 33% των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.

2.2.Υπολεκάνη μέσου ρού

Χαρακτηριστικό φαινόμενο της υπολεκάνης αυτής είναι, ότι αποτελεί το τμήμα με τις μεγαλύτερες κατειδύσεις κατά μήκος της κοίτης του ποταμού, οι οποίες υπερβαίνουν τα 60.10⁶m³/έτος.

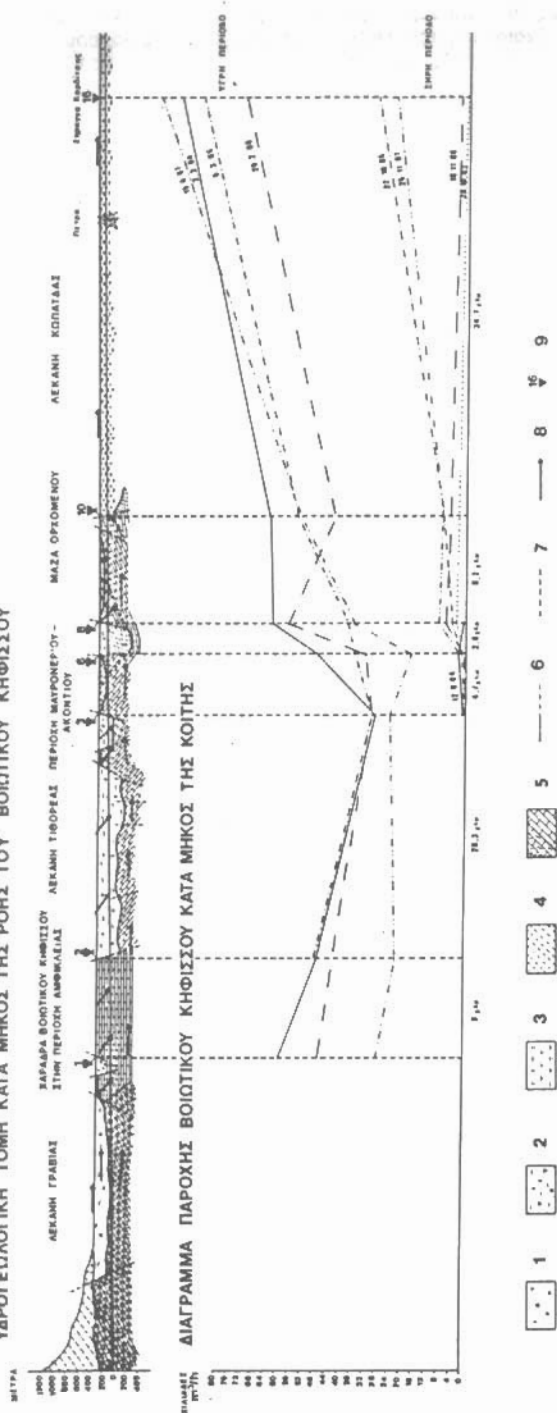
Η μείωση της παροχής είναι σημαντική ακόμη και την υγρή περίοδο, ενώ την ξερή περίοδο η επιφανειακή απορροή μηδενίζεται (Σχήμα 4).

Από τη συστηματική παρακολούθηση των παροχών του Βοιωτικού Κηφισσού προκύπτει, ότι η περιοχή του μέσου ρού παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εναποθηκευτική ικανότητα, σε σύγκριση με τις άλλες υπολεκάνες. Στην υπολεκάνη αυτή αναπτύσσεται ένας εκτεταμένος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας υπό πίεση, που εκφορτίζεται. ΝΑ από τα μέτωπα των μεγάλων πηγών Μαυρονέρι, Μέλανα, Πολυγύρα.

Με βάση τα στοιχεία μας καταρτίσαμε το παρακάτω ισοζύγιο:

- Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα: 374,5.10⁶m³/έτος.
- Εισροές από την υπολεκάνη του άνω ρού: 110,7.10⁶m³/έτος.
- Εξατμισοδιαπνοή: 225,0.10⁶m³/έτος (46,3%).
- Επιφανειακή απορροή: 104,0.10⁶m³/έτος (12%).
- Κατείδουση: 156,2.10⁶m³/έτος (354 mm ή 41,7%).

ΥΑΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΙΟΥ



Σχ. 4.: Γεωλογική δομή και διακίνηση επιφανειακών και υπόγειων νερών (1 : 500.000).

1.- Πλευρικά κορήματα, 2.-Σύγχρονες προσχώσε-5 αργίλων, άμμων, κροκαλών, 3.-Λιμναίες αποθέσεις, 4.-Άσγλιλοφαρμακτικού σχιστόλιθου του φλύσχου. 5.-Ασβεστόλιθου Ζώνης Παρνασσού Γκιόνας και Ανατολικής Ελλάδας. 6.-Ρήγμα ορατό και πιθανή προέκτασή του. 7.-Ρήγμα κλειστό, 8.-Διεύθυνση ροής, 9.-Σημεία υδρομετρήσεων.

Fig. 4.: Geological structure and movement of surface and ground water (scale 1 : 500.000).

1.- Scree, 2.-Alluvial deposits clay, sands, gravels, 3.-Lacustrine schists of the flysch, 4.-Clay-sandstone schists of the flysch, 5.-Parnassos-Giiona Zone and Eastern Greece Zone limestones, 6.-Visible fault and probable extension, 7.-Probable fault, 8.-Flow direction, 9.-Water points.

2.3. Υπολεκάνη κάτω ρού

Οι παρεμβολές του φλύσχη, της σχιστοκερατολιθικής διάπλωσης και των αργιλικών-μαργαϊκών στρωμάτων στα ασβεστολιθικά τεμάχια της υπολεκάνης του κάτω ρού δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την ανάβλυση των σημαντικότερων κορστικών πηγών της λεκάνης, και συγκεκριμένα των πηγών Μαυρονερίου, Μέλανα και Πολυγύρας, μέσης ετήσιας παροχής $2,4 \cdot 10^6$, $3,4 \cdot 10^6$ και $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις μας.

Κατά την άποψή μας, οι πηγές αυτές αποτελούν τις εκφορτίσεις βάσης των υπολεκανών του άνω και μέσου ρού. Ένα μικρό ποσοστό των πηγών νερών προέρχεται από διηθήσεις του Βοιωτικού Κηφισού στους ασβεστολίθους του Ακοντίου.

Δεν παρουσιάζουμε εδώ το υδατικό ισοζύγιο της υπολεκάνης, διότι δεν γνωρίζουμε ακόμα σε ικανοποιητικό βαθμό τις υπόγειες εισροές και τις διηθήσεις νερού από το Βοιωτικό Κηφισό στους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής της.

Το μέγιστο μέρος της ποσότητας του νερού της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού καταλήγει στη λίμνη Υλίκη, από την τεχνητή σήραγγα της Καρδίτσας, και ανέρχεται σε $375,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /έτος περίπου.

Οι ποσότητες του νερού που διαφεύγουν επιφανειακά και υπόγεια αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του συνόλου του υδατικού δυναμικού της λεκάνης. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήξαμε από το γεγονός, του ότι μετά τη διάνοιξη της νέας σήραγγας Καρδίτσας ένα πολύ μικρό ποσοστό επιφανειακού νερού της περιοχής της Κωπαίδας (Στρομβίκι, Κάστρο) καταλήγει στην καταβόθρα του Κόκκινου, που συνδέεται με τις πηγές Σκορπονεριών, σύμφωνα με τις ιχνηθετήσεις μας. (Φαινόμενη ταχύτητα υπόγειας ροής $2,84 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec}$).

3. ΟΙ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΩΝ ΛΙΜΝΩΝ ΥΛΙΚΗΣ-ΠΑΡΑΛΙΜΝΗΣ

Εντοπίζονται ανατολικά από το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού και δημιουργήθηκαν κάτω από την επίδραση των ιδίων γεωλογικών-τεκτονικών γεγονότων.

Όπως είναι γνωστό, η λίμνη Υλίκη αποτέλεσε πηγή ύδρευσης της πρωτεύουσας επί αρκετά χρόνια. Οι απολήψεις νερού προκάλεσαν την ταπείνωση της στάθμης στη λίμνη και το Νοέμβριο του 1977 είχε κατέλθει στο χαμηλότερο υψόμετρο (+46,0m), αποκαλύπτοντας μεγάλο τμήμα του πυθμένα της.

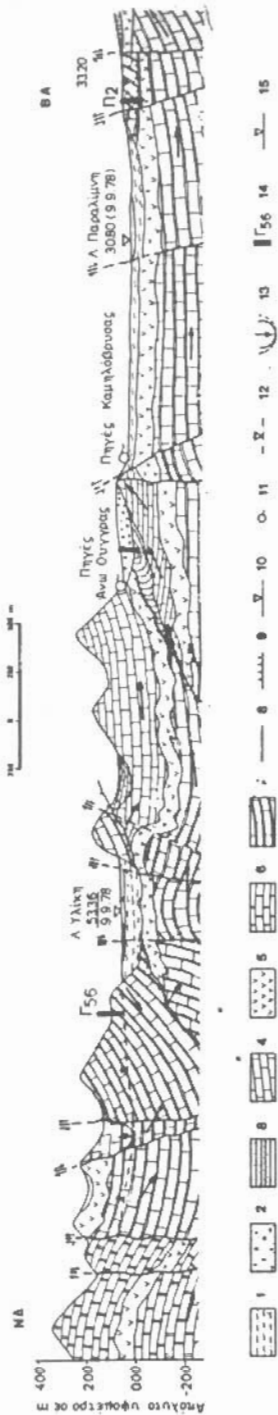
Το διάστημα αυτό το ΙΓΜΕ ανέλαβε το έργο της υδρογεωλογικής έρευνας της περιοχής των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης, για λογαριασμό της ΕΕΥ, που είχε σαν στόχο τη μελέτη του προβλήματος των διαφυγών νερού από τις λίμνες, σχετικά με την ανάγκη της στεγανοποίησης και την αναζήτηση υπόγειου νερού για την ενίσχυση της ύδρευσης της πρωτεύουσας.

Κατά την έρευνα αυτή έγιναν γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής σε κλίμακα 1 : 20.000 και γεωτρητικές εργασίες, οι οποίες συνέβαλαν στην καλύτερη γνώση της γεωλογίας της περιοχής, καθώς και την ερμηνεία της δημιουργίας των λιμνών και της υδραυλικής σχέσης μεταξύ επιφανειακών ταμιευτήρων νερού και υδροφόρων οριζώντων στις ασβεστολιθικές μάζες, που περιβάλλουν τις λίμνες (Σχήματα 4-6).

Πολλοί ερευνητές της περιοχής θεωρούσαν, ότι ο πυθμένας της Υλίκης αποτελείται από ασβεστολίθους και ότι οι διαφυγές γίνονταν κυρίως από το ανατολικό τμήμα. Τα στοιχεία της μελέτης μας απέδειξαν, ότι ο πυθμένας των λιμνών συνίσταται από ασβεστολίθους και σχηματισμούς του φλύσχη και της σχιστοφαινοτοκερατολιθικής διάπλωσης. Τα πετρώματα αυτά εξασφαλίζουν μερική μόνο στεγανότητα. Οι κρητιδικοί και ιουρασικοί ασβεστόλιθοι, που αναπτύσσονται στον πυθμένα της Υλίκης, στο ΒΑ και ΝΔ τμήμα της, αποτελούν μέσο διαφυγής νερού σε πολύ μεγάλες ποσότητες.

Για να ερμηνεύσουμε το φαινόμενο των διαφυγών, που ήταν απαραίτητο για το έργο της στεγανοποίησης της λίμνης, αλλά και για την επανάκτηση του νερού που διαρρέει, το ΙΓΜΕ εκτέλεσε 12 γεωτρήσεις παρατηρήσεων στις ασβεστολιθικές μάζες γύρω από την Υλίκη και 8 γεωτρήσεις γύρω από την Παραλίμνη.

Από τα στοιχεία της έρευνας προέκυψε, ότι οι διαφυγές ακολουθούν προνομιακές κορστικές και τεκτονικές διόδους και παρουσιάζουν δύο διαφορετικές κατευθύνσεις ροής : βορειοανατολική και νοτιοδυτική ως νοτιοανατολική.

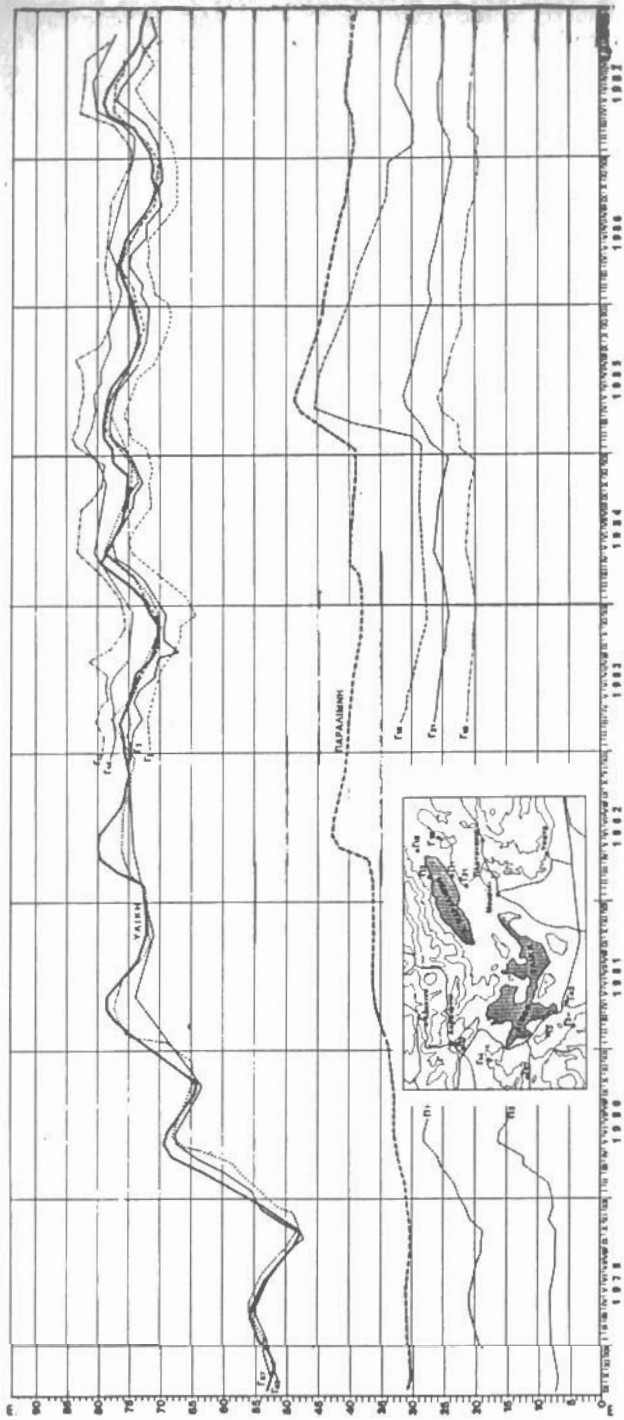


Σχ. 5. Υδρογεωλογική τομή περιοχής λιμνών Γλύκης-Παραλίμνης

Τεταρτογενές : 1-σύγχρονοι λιμναίοι σχηματισμοί (άργιλοι, πηλοί, άμμοι), 2-σύγχρονα πλευρικά κορήματα, ερυθροχώματα και αλ-λουβιακές αποθέσεις. Παλαιόκαινο-Ήώκαινο: 3-σχηματισμοί του φλύσχη (αργιλοφαιμαμιτικός σχιστόλιθος): Άνω-Μέσο Κρητιδικό: 4-ασβεστόλιθοι μέσο-ως λεπτοστρωματώδεις, τερφοί ως κίτρινοι, διαρρηγμένοι και αποκαρστωμένοι. Άνω Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό : 5-σχυστοφαιματοκρατολιθική διάπλαση με σφολιόθους. Άνω Ιουρασικό: 6-ασβεστόλιθοι ανουκτώτεφοι ως σκετινότεφοι, μικροκρυσταλλικοί και μεσοστρωματώδεις. Άνω Τριασικό-Κατώτερο Ιουρασικό: 7-ασβεστόλιθοι σκετινότεφοι, μικροκρυσταλλικοί και μεσοστρωματώδεις. 8-ρήγμα, 9-επίκρουση, 10-άλυτη στάση λίμνης Γλύκης και Παραλίμνης. 11-πηγές, 12-δέυθουση υπόγειας ροής, 13-υδραυλική κλίση, 14-περιοχή τεκτονικού βυθίσματος και έντονης υδραυλικής κλίσης. 15-γεωτόρησος.

Fig. 5. Hydrogeological section of Yliki and Paralimni lakes area.

Quaternary: 1-recent lacustrine formations (clays, loams, sands), 2-recent scree, red clayey material and alluvial deposits. Paleocene-Eocene: 3-flysch formations (clay-sandstone schists). Upper-Middle Cretaceous: 4-thin to medium bedded, gray to yellow, fissured and karstified limestones. Upper Jurassic-Lower Cretaceous: 5-schist-sandstone-chert formation with ophiolites. Upper Jurassic: 6-light gray to dark gray microcrystalline and medium bedded limestones. Upper Triassic-Lower Jurassic: 7-dark gray, microcrystalline and medium bedded limestones: 8-fault, 9-upthrust, 10-water table of Yliki and Paralimni lakes, 11-springs, 12-groundwater flow direction, 13-hydraulic gradient, 14-tectonic depression and high hydraulic gradient area. 15-boreholes.



Σχ.6. Διακύμανση απόλυτης στάθμης λιμνών Γλύκης-Παραλίμνης.
 Γ19-γεωτρήσεις, Π-πιεζόμετρα

Fig.6. Fluctuation of the water table of the Yliki-Paralimni Lakes and of karst aquifers.
 Γ19-boreholes, Π-piezometers

Με τις διαρροές νερού προς βορειοανατολικά συνδέονται οι πηγές Ούγγρα και Καμηλόβρυση, από τις οποίες τροφοδοτείται, κατά κύριο λόγο, η Παραλίμνη. Σχετικά με αυτό παρατηρούμε, ότι δεν ευσταθεί η άποψη διέλευσης νερού, προς το Πτώο όρος, διότι στη βορειοανατολική περιοχή της Υλίκης, αλλά και μεταξύ της περιοχής αυτής και του Πτώου παρεμβάλλονται υδατοστεγανοί σχηματισμοί του φλύσχη και της σχιστοκερατολιθικής διάπλησης, που αποτελούν διαδοχικούς φραγμούς σημαντικού πάχους και βάθους.

Οι μετρήσεις της πιεζομετρικής επιφάνειας δείχνουν, ότι το νερό που διαφεύγει από τη νοτιοδυτική και νοτιοανατολική όχθη της Υλίκης, καταλήγει σε χαμηλότερα επίπεδα βάσης, μέσα στον εκτεταμένο υδροφόρο ορίζοντα των ιουρασικών ασβεστολίθων στην περιοχή Θήβας-Βαγίων, στην οποία ενοποιούνται διάφορες υδρογεωλογικές ενότητες και τα νερά τους αλλάζουν ροή και κατευθύνονται προς νοτιοανατολικά, διατρέχοντας τριαδικούς ασβεστολίθους. Κατά συνέπεια, η τροφοδοσία της Υλίκης από την πλευρά του Ελικώνα είναι αδύνατη.

Με μετρήσεις της 15-ετίας 1969-1984, που αναφέραμε, υπολογίσαμε το υδατικό δυναμικό της Υλίκης, το οποίο παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 1 : Υδατικό δυναμικό λίμνης Υλίκης

Χρονική περίοδος	Απορροή λεκάνης Βοιωτικού Κηφισσού 10 ⁶ m ³ /έτ.	Απορροή λεκάνης Υλίκης 10 ⁶ m ³ /έτ.	Σύνολο απορροών 10 ⁶ m ³ /έτ.	Εξατμίσεις 10 ⁶ m ³ /έτ.	Διαφυγές 10 ⁶ m ³ /έτ.	Σύνολο διαφυγών 10 ⁶ m ³ /έτ.	Διαθέσιμο υδατικό δυναμικό 10 ⁶ m ³ /έτ.
1	2	3	2+3	4	5	4+5	(2+3) - (4+5)
1969-84	375,0	30,0	405,0	20,0	165,0	185,0	220,0

Στην παραπάνω αυτή περίοδο παρατηρήθηκαν ακραία ανώτατη τιμή υδατικού δυναμικού της τάξης των 390·10⁶m³ για το υδρολογικό έτος 1972-1973 και ακραία κατώτατη τιμή της τάξης των 205·10⁶m³ για το υδρολογικό έτος 1977-78.

Από τους υπολογισμούς μας έχει προκύψει επίσης, ότι η ένταση των διαφυγών εξαρτάται από το πλήθος και το μέγεθος των καρστικών και τεκτονικών αγωγών, που κάθε φορά καλύπτονται από τα νερά της λίμνης. Με υψόμετρο στάθμης +46,0m και +77,80m οι διαφυγές κυμαίνονται μεταξύ 65,0·10⁶ και 180·10⁶m³/έτος και οι εξατμίσεις από 12-25·10⁶m³/έτος αντίστοιχα.

Από τις διαφυγές στους υδροφόρους ορίζοντες καταλήγει το 65% και στη λίμνη της Παραλίμνης το υπόλοιπο 35% περίπου (παροχές πηγών Ούγγρας και Καμηλόβρυσης).

Οι διαφυγές είναι χαρακτηριστικές και για τη λίμνη της Παραλίμνης. Παρατηρούνται στο νοτιοανατολικό και βορειοανατολικό της τμήμα και εκδηλώνονται πολύ έντονα με μορφή "υπόγειων καταρρακτών", πράγμα που φαίνεται από τη μεγάλη κλίση της πιεζομετρικής επιφάνειας (46-52%).

Από τον πιεζομετρικό χάρτη προκύπτει, ότι το νερό από τις διαφυγές αυτές καταλήγει στις παράκτιες πηγές Ανθηδώνας, στον Ευβοϊκό κόλπο.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα γεωλογικά δεδομένα και τα αποτελέσματα της υδρογεωλογικής μας έρευνας καταλήγουμε σε ορισμένα συμπεράσματα, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι :

10. ΛΙΑΤΣΙΚΑΣ, Ν. 'Η περί τῆς στεγανότητος τῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης γεω-
λογικὴ μελέτη ὑπὸ νέαν μορφή. Τεχν.Χρον.25,Τεύχ.283-285 (31-33) Ἀθήναι,
1948 (1948α).
11. ΛΙΑΤΣΙΚΑΣ, Ν. 'Η στεγανότης καὶ ἡ στεγανοποιήσις τῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλί-
μνης. Τεχν.Χρον.25,Τεύχος 293 (41).Ἀθήναι 1948 (1948β).
12. ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ. Γεωλογικὸς Χάρτης τῆς Ἑλλάδος. 1 : 50.000. Φύλλον Ἀταλάντη,ΙΓΕΥ,
1965, Ἀθήναι.
12. ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. Περὶ τῆς κατὰ γεωτεκτονικὰς ζώνας διαιρέσεως τῆς Ἀνατολικῆς Ἑλλά-
δος. Δελτ.Ἑλλ.Γεωλ.Ἐταιρ.3 (1956-58), Ἀθήναι 1958.
13. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ,Η.-RICHTER,D. Νέες αναγνώσεις τῆς παλαιογεωγραφίας τῆς περιοχῆς
νοτιοδυτικῶς τῆς Λεβαδείας προ τῆς ἐνάρξεως τῆς ἀπόθεσης τοῦ φλύσχη. Συνέ-
δριο τῆς 6 Δεκεμβρίου 1973 (Πρακτικὰ τῆς Ακαδημίας Ἀθηνῶν).
14. ΜΑΣΤΟΡΗΣ, Κ. Ὑδρογεωλογικὴ ἔρευνα εἰς τὴν ἀσβεστολιθικὴν περιοχὴν Νοτίου Γκιώ-
νας. Διατριβὴ ἐπὶ διδακτορία. Ἀθήναι, 1971.
15. ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, Μ.-ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ, Ι. Ὑδρογεωλογικὴ μελέτη τῆς περιοχῆς τῶν λιμνῶν
'Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης. Εἰς προμελέτην: Ὑδρευσις καὶ ἀρδεύσεις ἐξ Ὑλίκης,
ὑπὸ Θ. Ραυτοπούλου. Τόμος Β, "Ἡ Γεωλογικὴ ἔρευνα", Ἀθήναι 1947 (1947α).
16. ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, Μ.-ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ, Ι. Ὑδρογεωλογικαὶ ἔρευναι εἰς τὴν περιοχὴν τῶν
λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης (Ἐπαρχία Θηβῶν). 31 Τεκτ.Τομ.Ἀθήναι 1947
(1947β).
17. ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. Ὑδρογεωλογικὴ μελέτη τῆς καρστικῆς περιοχῆς τοῦ ὄρεινοῦ συγκρο-
τήματος Παρνασσοῦ. Διατριβὴ ἐπὶ διδακτορία. Ἀθήναι, 1971.
18. ΠΑΓΟΥΝΗΣ,Μ.-ΓΚΑΤΖΟΓΙΑΝΝΗΣ,ΑΠ.-ΓΚΕΡΤΣΟΣ,Θ. Μελέτη σύνταξης ὕδατικοῦ ἰσοζυγίου
Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ.ΙΓΜΕ, 1986.
19. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ, Η.-ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΑΚΗΣ,Ι.-ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ι. Συμβολὴ εἰς τὴν γνῶσιν
τῆς γεωλογίας τῆς περιοχῆς τῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης. Γεωλ. Χρον.
Ἑλλ.Χωρ.21, Ἀθήναι, 1968.
20. ΠΕΡΤΣΗΣ,Μ. Ὑδρογεωλογικαὶ καὶ χημικαὶ ἔρευναι.1955.Περὶ τῆς μεταβολῆς τῆς
χημικῆς συστάσεως τῶν ὑδάτων τῶν ρεόντων διὰ τῆς πεδιάδας τῆς Κωπαΐδας καὶ
τῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης.
21. RENZ, C. Γνωμοδότησις ἐπὶ τῶν γεωλογικῶν συνθηκῶν εἰς τὴν περιοχὴν τῶν λιμνῶν
'Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης ἐν Βοιωτία. Τεχν.Χρον.25.Τεύχ.293 (41).Ἀθήναι,1948
(1948α).
22. ΤΑΤΑΡΗΣ, Α.-ΚΟΥΝΗΣ,Γ. Γεωλογικαὶ παρατηρήσεις εἰς τὴν περιοχὴν Λοκρίδος-Βοιω-
τίας.Πρακτ.Ακαδ.Ἀθηνῶν 43, 1968β.
23. ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ, Ι. Παρατηρήσεις ἀναφερόμεναι εἰς τὰς υδρολογικὰς συνθήκας τῶν
λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης. Ann.Géol.Pays Hellén.,2,Ἀθήναι,1969.
24. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ,Γ. Ἡ Γεωλογικὴ δομὴ τῆς περιοχῆς Θηβῶν-Παραλίμνης. Γεωλογικαὶ
καὶ γεωφυσικαὶ μελέται. Τόμ.ΧΙΙΙ, Vol. Nr.1,Ἀθήναι, 1969.
25. Ὑδρογεωλογικὲς ἐκθέσεις καὶ μελέτες Δημόσιων Ὑπηρεσιῶν (ΙΓΜΕ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡ-
ΓΙΑΣ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΗΜ. ἘΡΓΩΝ).