

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου	Μάιος 1988
Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/3	σελ. 11-19	Αθήνα 1989
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΧΩΜΑΤΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ
ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΒΟΛΟΥ-ΚΑΡΛΑΣ-
ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ-ΠΕΡΙΒΛΕΠΤΟΥ

Β. ΠΑΡΑΣΧΟΥΔΗ*, Π. ΜΑΡΙΝΟΥ**, Δ. ΒΑΓΓΑΛΗ*

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Εξετάζεται η υδρογεωλογική διασύνδεση των λεκανών της ευρύτερης περιοχής του Βόλου και των ΝΑ απολήξεων του Θεσσαλικού κάμπου. Η έρευνα καταλήγει ότι η υδρογεωλογική λεκάνη Λερινού-Περίβλεπτου τροφοδοτείται με υπόγεια ύδατα και από μεγάλο τμήμα της λεκάνης του Ενιππέα. Τα υπόγεια ύδατα κινούνται τελικώς προς Β-ΒΑ τροφοδοτώντας σε μεγάλο ποσοστό τη γνωστή πηγή του Βελεστίνου αλλά και τμήματα του κάμπου της Α.Θεσσαλίας. Ακολουθώς η υδροφορία του κάμπου "υπερχειλίζει" υπογείως προς Α στην υδροφορία των ασβεστολίθων των ανατολικών κρασπέδων της Κάρλας, όπου επιβαρύνεται σε αλατότητα. Τα υπόγεια ύδατα καταλήγουν στη λεκάνη του Βόλου και τη μεγάλη υπάλυμρη πηγή "Μπουρμπουλίθρα". Στα κράσπεδα πάντως αναπτύσσονται και "νησίδες" επικρεμάμενων οριζόντων με καλής ποιότητας νερό.

A B S T R A C T

The hydrogeologic connections of the bassins of the Greater Volos and the area of eastern Thessaly plain are established. The ground waters of the Lerinos-Perivleptos bassin are recharged also from the Enipeas bassin and finally they flow towards the Velestino spring and the aquifers of the Thessaly plain. The next step is the underground "overflow", of the water tables of the plain towards the limestone brackish aquifer, E of Karla. The final destination is the Volos bassin and the big brackish spring of "Bourboulithra". The cases of the development of perched aquifers of good quality ground waters are also discussed.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στις υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής του Βόλου και των νοτίων απολήξεων του Θεσσαλικού κάμπου, όπου εκδηλώνονται και δύο ιδιαίτερα μεγάλες

Karstic and alluvial aquifers and the connection of the bassins of the Volos-Karla-Velestino-Perivlepto area.

* Γεωλόγος

** Ε.Μ. Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Γεωτεχνικός Τομέας.

πηγές, η υφάλμυρη πηγή "Μπουρμπουλίθρα" στο Βόλο και η "Υπέρεια Κρήνη" στο Βελεστίνο. Εξετάζεται ειδικότερα η σχέση και η σύνδεση των λεκανών της ευρείας αυτής περιοχής μεταξύ τους.

Οι λεκάνες αυτές είναι:

α) η λεκάνη Βόλου,

β) το νότιο-νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης της ανατολικής Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα η περιοχή Ριζόμυλου - Βελεστίνου- Καναλιών και τα κράσπεδα της αποξηρανθείσας λίμνης Κάρλας και,

γ) η λεκάνη Λερινού-Περίβλεπτου.

Από την έρευνα διαπιστώθηκε η υδρογεωλογική σύνδεση-επικοινωνία των λεκανών αυτών, που - μεταξύ άλλων - επιτρέπει και την ερμηνεία του μηχανισμού τροφοδοσίας των μεγάλων πηγών α) Μπουρμπουλίθρας (υφάλμυρη) στον Βόλο και β) Υπέρειας Κρήνης στο Βελεστίνο.

Επίσης από την έρευνα που έγινε για τη σύνδεση των λεκανών αυτών γίνεται φανερό ότι και στην εφαρμοσμένη υδρογεωλογία για την ερμηνεία και διαστασιολόγηση "τοπικών" υδρογεωλογικών φαινομένων - στα οποία συνήθως στηρίζεται η αντιμετώπιση μεγάλων υδρευτικών, αρδευτικών, κλπ προβλημάτων - είναι αναγκαία η εξέταση περιοχής πολύ μεγαλύτερης από τα όρια των υδρολογικών λεκανών ή και από τα θεωρούμενα ως "γνωστά" όρια των υδρογεωλογικών λεκανών.

2. ΠΗΓΗ "ΜΠΟΥΡΜΠΟΥΛΙΘΡΑ" - ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΛΟΥ - ΚΡΑΣΠΕΔΑ ΚΑΡΛΑΣ

Κοντά στο Βόλο, στο δυτικό τμήμα της πόλης, στην απόληξη ενός ασβεστολιθικού λόφου στο Παγασητικό κόλπο εκδηλώνεται η παραθαλάσσια-υφάλμυρη πηγή "Μπουρμπουλίθρα", από την οποία εκφορτίζονται ετησίως περί τα $45 \cdot 10^6$ m³ νερό, τα οποία περιέχουν περί το 5-10% νερό θάλασσας*.

Ο όγκος αυτός νερού δεν μπορεί να προέρχεται μόνο από τις διηθήσεις στους ασβεστόλιθους της λεκάνης του Βόλου, δεδομένου ότι η ανάπτυξη των ασβεστολίθων είναι ιδιαίτερα μικρή, αλλά και το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης αυτής είναι επίσης μικρό για να μπορεί να δικαιολογήσει τις εκφορτίσεις αυτές. Με μέση συντηρητική εκτίμηση ενός συντελεστού κατείσδυσης στους ασβεστόλιθους 0,30 και μέσο ετήσιο ύψος βροχής 0,60 m προκύπτει ότι απαιτείται έκταση ασβεστολίθων 250 km², ενώ οι ασβεστόλιθοι της λεκάνης του Βόλου καλύπτουν μόλις 80 km².

Η περιεκτικότητα σε χλώρια των νερών της πηγής αυτής ανέρχεται σε 2.000 mg/lit*. Σε γεωτρήσεις που απέχουν από την πηγή περί το 1 km, η περιεκτικότητα του νερού σε χλώρια είναι της τάξης των 1.500 mg/lit. Στη Βιομηχανική περιοχή του Βόλου, που απέχει περί τα 5 km, και που κάτω από τις αλλουβιακές και διλλουβιακές προσχώσεις απαντήθηκαν υδροφόροι ασβεστόλιθοι, η περιεκτικότητα των χλωρίων είναι πάντα υψηλή, 1.000 mg/lit.

* Για όλες τις αναλυτικές μετρήσεις και τους υπολογισμούς, που τα αποτελέσματά τους μόνο παρουσιάζονται εδώ, αφού η εργασία αυτή έχει γενικότερους στόχους, βλ. Παρασχοΐδης Β. κ.α. (1987).

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

Από τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει ότι η πρόσμειξη με αλυρό νερό δεν λαμβάνει χώρα στη στενή περιοχή εκδηλώσεως των πηγών, αλλά σε απόσταση, κατ' αρχήν μεγαλύτερη των 5 km.

Δυτικότερα, στις απολήξεις του θεσσαλικού κάμπου και συγκεκριμένα στην περιοχή της πρώην Κάρλας (Σχ.1), η υπόγεια ροή έχει διεύθυνση από Δ προς Α, απόλυτο υψόμετρο 60 έως 40 m και κλίση 2°/∞. Η περιεκτικότητα σε χλώρια είναι μικρή και κυμαίνεται μεταξύ 30-60 mg/lit. Ενώ στις σχετικά απομακρυσμένες από τη νότια περίμετρο της πρώην λίμνης Κάρλας περιοχές (Ριζόμυλος, Στεφανοβλκείο, κλπ) δεν υπάρχει κατακόρυφη κατανομή της πύσης, δηλαδή αυτή δεν μεταβάλλεται σε σχέση με το βάθος, στη ζώνη της νότιας περιμέτρου της Κάρλας διαπιστώνεται αισθητή πτώση των πύσεων με την αύξηση του βάθους. Έτσι, π.χ. ενώ μια κύρια γεώτρηση βάθους 130 m έχει στάθμη στα 42,7 m, η πρώτη δορυφόρος γεώτρηση (πιεζόμετρο) βάθους 77 m έχει στάθμη στα 23,7 και η δεύτερη βάθους 36 m έχει στάθμη στα 13,5 m. Αυτό υποδηλώνει ότι στα μεγαλύτερα βάθη λαμβάνει χώρα εκφόρτιση της υπόγειας υδροφορίας.

Επιπλέον στη ζώνη επαφής προσχώσεων και ασβεστολιθών της Κάρλας παρατηρείται απότομη πτώση της στάθμης από τα +40 m στα +3 m και μάλιστα με ταυτόχρονη αύξηση των χλωρίων από 40-60 mg/lit σε 800-1.000 mg/lit. Η κατάσταση αυτή ερμηνεύεται με το ότι στη νότια κυρίως περίμετρο των κρασπέδων της Κάρλας υπάρχουν μέτωπα υπόγειας υπερχείλισης της προσχωματικής υδροφορίας προς τους ασβεστόλιθους του Μαυροβουνίου (Μεγαβουνίου) με ταυτόχρονη ισχυρή επιδείνωση της ποιότητας και σχεδόν υφαλμύρωση των υδάτων. Τα μέτωπα αυτά απέχουν από τη θάλασσα περί τα 15 km. Η ύπαρξη τοπικά μεμονωμένων λεπτών ενστρώσεων αλατούχων ιζημάτων στις προσχώσεις της λίμνης, ή πιο προσφάτων εντόνων εξατμίσεων που προκαλούν συγκεντρώσεις αλάτων, δεν μπορεί να είναι η κυρίως αιτία, γιατί τότε θα έπρεπε το φαινόμενο αυτό να είναι εκτεταμένο στη πεδινή αυτή περιοχή (Σχ.1 και 2). Η γενική κίνηση του υπόγειου νερού των προσχωματικών υδροφοριών της Κάρλας προς τους ασβεστόλιθους, περιγράφεται και από τον Constandinidis (1978).

Τα μεταγγιζόμενα προς τους ασβεστόλιθους του Μαυροβουνίου νερά, εμπλουτιζόμενα και από τις διηθήσεις στους ασβεστόλιθους αυτούς, οι οποίοι στη λεκάνη του Βόλου είναι καλυμμένοι με διλλουβιακές αποθέσεις, εκφορτίζονται στο μέτωπο της παράκτιας πηγής "Μπουρμπουλθρα" (Σχ.2).

Η μετάγγιση και υφαλμύρωση δεν γίνεται, ή τουλάχιστον δεν γίνεται στον ίδιο βαθμό, σ' όλη την περίμετρο των νότιων κρασπέδων. Αυτό οφείλεται κυρίως στη παρεμβολή - τοπικά - γνευσιοσχιστολιθών ή των γνεύσιων, που στις θέσεις αυτές εμποδίζουν ή δυσχεραίνουν την υπόγεια μεταπήδηση και υφαλμύρωση στους ασβεστόλιθους και συμβάλλουν στη διατήρηση ελαφρώς υψηλότερης υπόγειας στάθμης (επικρεμμάμενοι τοπικοί καρστικοί υδροφορείς, Σχ.2β).

Τέτοιοι τρόποι τινά "θύλακες" με πολύ καλής ποιότητας νερό εντοπίστηκαν στις περιοχές:

- α) Κεραιιάς
- β) Βορείως των Καναλιών (3 km) και
- γ) Αγίου Γεωργίου - Παράρτημα της Βιομηχανικής Περιοχής Βόλου (ανάτη περιοχή).

Στις περιοχές αυτές είναι δυνατή η αναζήτηση και απόληψη υπογείων υδάτων πολύ καλής ποσικότητας (Σχ.1).



Σχ. 1.: Γενικός γεωλογικός - υδρογεωλογικός χάρτης
(Υπόμνημα στην επόμενη σελίδα)

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Τεταρτογενείς αποθέσεις (υδροπερατές)



Πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις ποταμοχερσαίας προέλευσης (υδροπερατές - ποικίλουσα περατότητα)



Φλύσχης (γενικά αδιαπέρατος)



Ασβεστόλιθοι Κενοζωίου - Άν. Σενωνίου (υδροπερατοί)



Σύμπλεγμα μεταμορφωμένων πετρωμάτων του Προανθρακτικού τεκτονικού καλύμματος (αδιαπέρατοι)



Περιδοτίτες, γάββροι, τοπικά σερπεντινιωμένοι (ημιπερατοί έως αδιαπέρατοι - εκτός από κερματισμένες ζώνες)



Σχιστόλιθοι και φυλλίτες του Άν. Ιουρασικού (αδιαπέρατοι)



Ασβεστόλιθοι και μάρμαρα του Άν. Τριαδικού (υδροπερατά)



Γνευσιοςχιστόλιθοι του Παλαιοζωϊκού έως Κατ. Τριαδικού (αδιαπέρατοι εκτός από στενές κερματισμένες ζώνες).

 Πηγή

 Άξονας ροής υπογείων υδάτων



Μέτωπο υπόγειας μεταπήδησης της προσχωματικής υδροφορίας της Κάρλας στους ασβεστόλιθους της λεκάνης Βόλου με σύγχρονη υφαλμύρωση.



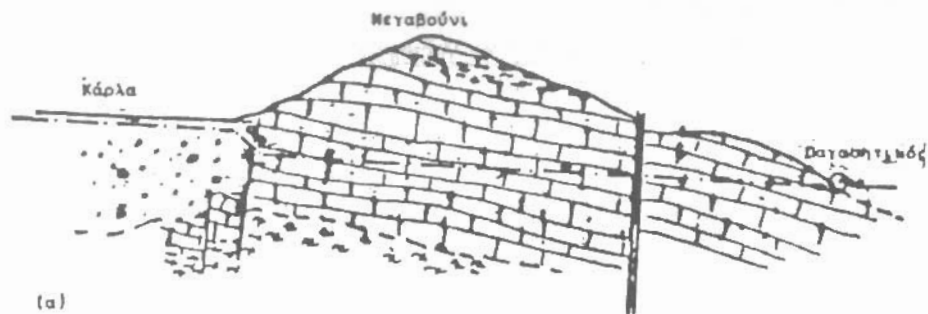
Ζώνες με βεβαρυμένα έως υφάλμυρα νερά



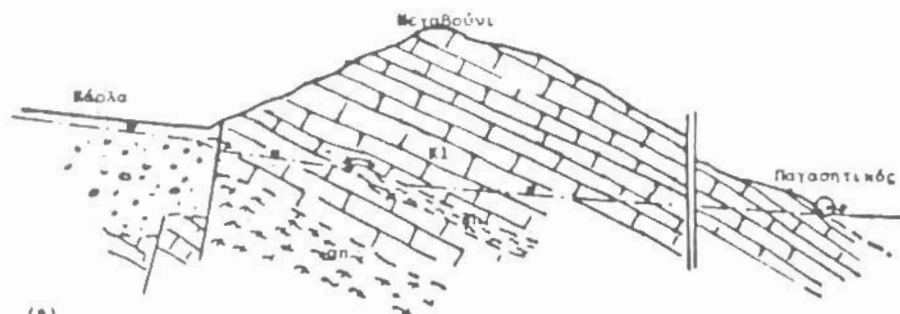
Ζώνες (νησίδες) με νερά πολύ καλής ποιότητας (οι ενδιάμεσες ζώνες δεν χαρακτηρίζονται).

Η απεικόνιση του γεωλογικού υποβάθρου ερμηνεύεται και στα γεωλογικά φύλλα 1:50.000 του ΙΓΜΕ.

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



(α)



(β)

Σχ. 2.: Σχηματικές τομές των ΝΑ Κρασιπέδων της Κάρλας
 (α): Περίπτωση υπαλμύρωσης αμέσως μετά την υπόγεια υπερχεί-
 λιση των ασβεστόλιθων
 (β): Δημιουργία θυλάκων με νερό καλής ποιότητας
 - - - - - Επιφάνεια υδροφορίας

Από τον παραπάνω μηχανισμό τροφοδοσίας της πηγής "Μπουρμπουλίθρα" γίνεται φανερό ότι δεν είναι δυνατή η σύλληψη πόσιμων υπογείων υδάτων ούτε ακόμη και σε απομακρυσμένες θέσεις ανάντη των πηγών, δεδομένου ότι αμέσως μετά την μεταπήδηση των προσχωματικών υδάτων της Κάρλας στους ασβεστόλιθους επέρχεται γρήγορα η υπαλμύρωσή τους.

Η προέλευση των υδάτων της "Μπουρμπουλίθρας" από την περιοχή της Κάρλας δίνει απάντηση και στο θέμα του μεγάλου όγκου των εκφορτίσεων, δεδομένου ότι το εμβαδόν της λεκάνης της Κάρλας φθάνει τα 1.500 km² και η ετήσια διήθηση σ' αυτήν εκτιμάται σε 115·10⁶ m³ (βλ. υποσημείωση στην αρχή της παραγράφου 2, αλλά και Constandinidis, 1978).

Επιπλέον, η λεκάνη αυτή δέχεται και τα νερά της μεγάλης πηγής του Βελεστίνου, ετήσιας πυροχής 12·10⁶ m³, η οποία - σύμφωνα με την ανάλυση που ακολουθεί - τροφοδοτείται σε μεγάλο ποσοστό από την υπόγεια υδροφορία της λεκάνης του Περιβλεπίου - Λερινού.

3. "ΥΠΕΡΕΙΑ ΠΗΓΗ" ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ - ΛΕΚΑΝΗ ΛΕΡΙΝΟΥ - ΠΕΡΙΒΛΕΠΤΟΥ

Στο Βελεστίνο και σε υψόμετρο 112 m εκδηλώνεται, μέσω πλειστοκαινικών αποθέσεων μεγάλη πηγή, που σχηματίζει μικρή λίμνη, με ωριαία παροχή 1.200-1.500 m³ νερό, που αντιστοιχεί σε ετήσιο όγκο 12·10⁶ m³. Η ποιότητα του νερού είναι πολύ καλή. Η περιεκτικότητα σε χλώρια ανέρχεται σε 30-40 mg/lit.

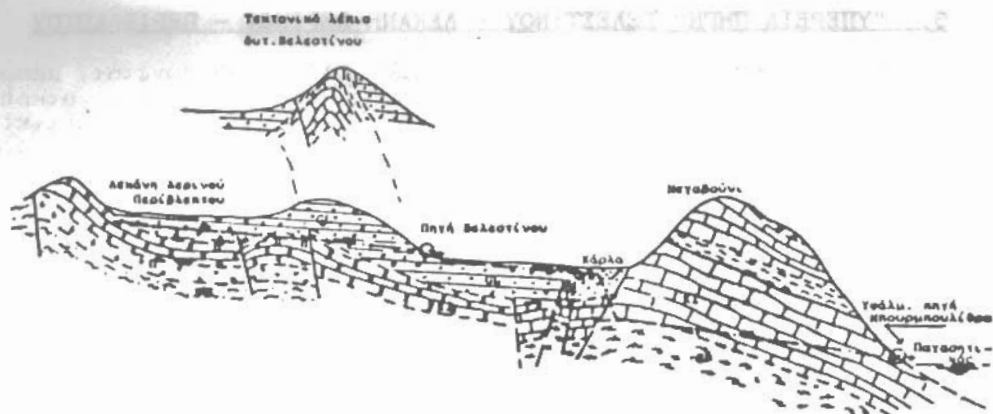
Πίσω από τις πηγές και σε μικρή απόσταση υπάρχουν μικρές εμφανίσεις αοβεστολίθων (τεκτονικά τεμάχη), οι οποίοι - λόγω μικρής επιφανειακής ανάπτυξης - δεν μπορεί να θεωρηθούν ότι αποτελούν τον βασικό τροφοδότη της πηγής. Επιπλέον, είναι αποκομμένοι από τους αοβεστόλιθους του Χαλκηδονίου όρους, δυτικά του Περιβλεπτού και ο Constantinidis (1978) εκτιμά ότι η πηγή δεν πρέπει να είναι καρστική, λαμβάνοντας υπ' όψη και τις μικρές μεταβολές της παροχής της πηγής.

Στην υδρολογική-υδρογεωλογική λεκάνη του Περιβλεπτού-Λερινού, που αναπτύσσεται, περαιτέρω ανάντη, νότια του Βελεστίνου, διανοίχθηκαν τα τελευταία χρόνια γεωτρήσεις με αξιολογικές παροχές (100-150 m³/ώρα). Η στάθμη των υπογείων υδάτων στη λεκάνη αυτή ευρίσκεται σε υψόμετρο 150 m και η υπόγεια ροή με κλίση περίπου 3‰/οο κλίνει προς Β, χωρίς να υπάρχει επιφανειακή υδρολογική έξοδος προς τη διεύθυνση αυτή. Στις προσοχές των κοιλάδων και του κάμπου της λεκάνης, υπάρχει και φρεάτιος ορίζοντας με υψηλότερη στάθμη. Ο φρεάτιος ορίζοντας ακολουθεί τη μορφολογία και δημιουργεί πηγή στη θέση όπου το κύριο ρέμμα (Λαχανορέμμα) εξέρχεται από την περιοχή προς Ν (μείωση πάχους αλλουβίων). Η ποιότητα του νερού είναι πολύ καλή και η περιεκτικότητα σε χλώρια κυμαίνεται μεταξύ 30-40 mg/lit.

Το μεγάλο υψόμετρο της στάθμης (150 m), η προς Β διεύθυνση της υπόγειας ροής, η παρόμοια χημική σύσταση των νερών της περιοχής Περιβλεπτού μ' αυτήν της πηγής Βελεστίνου, καθώς και η σχετική σταθερότητα της παροχής της πηγής στη διάρκεια του έτους επιτρέπουν τη διατύπωση συμπεράσματος, ότι η πηγή του Βελεστίνου τροφοδοτείται από την υπόγεια υδροφορία της περιοχής του Περιβλεπτού.

Η υδρολογική λεκάνη του Περιβλεπτού-Λερινού έχει, όμως, μικρή σχετικά έκταση, με εμβαδόν 81 km² και με διήθηση που υπολογίστηκε σε 11·10⁶ m³ (βλ. υποσημείωση αρχής παραγράφου 2). Το δυναμικό, όμως, της περιοχής εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερο. Η υδρογεωλογική λεκάνη επεκτείνεται λοιπόν πολύ πέραν των ορίων της υδρολογικής λεκάνης και πρέπει να δέχεται και νερά μέρους της, προς Α, λεκάνης του Άνω Ενιππέα. Αυτό είναι αποτέλεσμα της σχετικά πρόσφατης τεκτονικής, που προκάλεσε βύθιση του ανατολικού τμήματος και συνοδεύτηκε κι από σημαντικές μεταβολές του αποστραγγιστικού υδρογραφικού δικτύου.

Εκτιμούμε, δηλαδή, ότι ενώ μέχρι το Πλειστόκαινο η περιοχή αποτελούσε μια, πάντα, σχετικά κλειστή λεκάνη που αποστραγγιζόταν προς δυσμάς (κοιλάδα Ενιππέα), αργότερα - λόγω των κινήσεων που προαναφέρθηκαν - επήλθε μεταβολή της αποστράγγισης προς νοτιοανατολικά και διάνοιξη της φαραγγοειδούς βαθείας κώτης του Λαχανορέματος, που καταλήγει στην πεδιάδα της Ν. Αγχιάλου. Όπως είναι φυσικό, δεν επηρεάστηκε μόνο η διεύθυνση ροής των επιφανειακών υδάτων αλλά και των υπογείων, με συνέπεια την προς δυσμάς επέκταση της υδρογεωλογικής



Σχ. 3.: Σχηματική γεωλογική - υδρογεωλογική τομή σύνδεσης των λεκανών Λερινού - Περιβλεπτού - Βελεσotίνου - Κάρλας - Βόλου. (Υπόμνημα ίδιο με του Σχ. 1)

λεκάνης, τα όρια της οποίας πρέπει να βρίσκονται πολύ δυτικότερα του Χαλκηδόνιου όρους.

Βέβαια, από την άλλη πλευρά ενώ η επιφανειακή αποστράγγιση της λεκάνης Λερινού-Περιβλεπτού γίνεται προς ΝΑ μέσω του πρόσφατα διανοιχθέντος από τη διάβρωση λαχάνορέμματος, η εκκένωση των υπογείων υδάτων της λεκάνης δεν γίνεται προς ΝΑ, γιατί υπάρχει σ' όλη τη νότια και ανατολική περίμετρο φραγμός με αδιαπεράστους σχηματισμούς. Η εκκένωση αυτή γίνεται προς Β-ΒΑ και συγκεκριμένα προς τη λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας, δηλαδή προς την περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας και μέσω των προσχώσεων του κάμπου της, προς τους καρστικούς ασβεστόλιθους των κρασπέδων της περιμέτρου, δηλαδή τους υδροφορείς που εκθέσαμε στην προηγούμενη παράγραφο.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την έρευνα που εκπονήθηκε, η υδρογεωλογική λεκάνη Λερινού - Περιβλεπτού, εκτός από τις άμεσες διηθήσεις, τροφοδοτείται με υπόγεια ύδατα και από μεγάλο τμήμα της λεκάνης του Ενιππέα. Τα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Λερινού-Περιβλεπτού κινούνται υπογείως προς Β-ΒΑ τροφοδοτώντας σε μεγάλο ποσοστό τη μεγάλη πηγή του Βελεσotίνου αλλά και τη λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας.

Ακολούθως, η προσχωματική υπόγεια υδροφορία της λεκάνης

της Ανατολικής Θεσσαλίας με ροή των υδάτων προς Α και ΝΑ υπερχειλίζει υπογείως (μεταγγίζεται) στους ασβεστόλιθους των κρασπέδων (Μαυροβούνι), όπου ταυτοχρόνως υπαλμυρούται και στη συνέχεια, με ροή προς τη λεκάνη του Βόλου, τροφοδοτεί τη μεγάλη παράκτιη του Βόλου πηγή "Μπουρμπουλίθρα". Λόγω της υπαλμύρωσης αυτής δεν είναι δυνατή η σύλληψη γλυκών καρστικών νερών στη λεκάνη του Βόλου. Αυτό ισχύει και για μεγάλα τμήματα των κρασπέδων της περιμέτρου Κάρλας. Στη περιοχή αυτή όμως, ανάλογα με την παρεμβολή ή την αναθόλωση γνευσιοσχιστολιθικών πετρωμάτων, υπάρχουν "θύλακες" με νερό άριστης ποιότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΡΑΝΙΤΗΣ, Ε. 1967: Υδρογεωλογική μελέτη Βιομηχανικής περιοχής Βόλου. Εκθεση για την ΕΤΒΑ.
- ΒΕΛΕΓΚΑΣ, Γ. 1972: Εκθεση επί της εκτελεσθείσης έρευνας με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του ύδατος του ανευρεθέντος υπό την Βιομηχανική Περιοχή Βόλου. Εκθεση ΓΕΜΕΕ.
- ΒΕΛΕΓΚΑΣ, Γ. 1972: Υδρογεωλογική μελέτη υπολεκάνης Βελεστίνου - Ριζόμυλου - Αγ.Γεωργίου. Εκθεση ΓΕΜΕΕ.
- ΓΑΜΜΑ 4 1981: Υδρογεωλογική μελέτη μεζονος περιοχής Βόλου. Μελέτη για τον Δήμο Βόλου.
- CONSTANDINIDIS, D. 1978: Hydrodynamique A' un système aquifère hétérogène. Dissertation Université de Grenoble.
- FERRIERE, J. 1977: Le secteur méridional du "massif métamorphique de Thessalie" le massif du Pelion et ses environs. VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region. 291-309.
- ΙΓΜΕ: Γεωλογικός χάρτης 1:50.000 της Ελλάδος, Φύλλα Βελεστίνου και Βόλος.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. 1970: Υδρογεωλογική έρευνα υπολεκάνης Καλαμπάκας (Δ.Θεσσαλία). ΙΓΜΕ.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. και ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν. 1971: Γεωλογική και Γεωφυσική έρευνα επί της στεγανότητας της λεκάνης Κάρλας. ΙΓΜΕ.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Π. 1983: Εκθεση περί των πηγών Μπουρμπουλίθρας και περί θεμάτων ύδρευσης της μεζονος περιοχής Βόλου. Εκθεση για την ΔΕΥΑΜΒ, Βόλος.
- ΠΑΡΑΣΧΟΥΔΗΣ, Β., ΜΑΡΙΝΟΣ, Π. και ΒΑΙΝΑΛΗΣ, Δ. 1987: Υδρογεωλογική μελέτη μεζονος Περιοχής Βόλου. Μελέτη για την ΔΕΥΑΜΒ, Βόλος.
- SOGREA 1974: Μελέτη ανάπτυξης υπογείων υδάτων πεδιάδας Θεσσαλίας. Μελέτη για το Υπουργείο Γεωργίας.
- ΤΑΣΙΟΣ, Ν. 1985: Υδρογεωλογικές συνθήκες του υποβάθρου της νέως λίμνης Κάρλας. Πρακτικά Συμποσίου Κάρλας.