

Πρακτικά	βου	Συνεδρίου	Μάτος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/3	σελ.	323-335
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	
				Αθήνα 1993
				Athens

**Η ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ
ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΤΟΥ ΒΕΡΜΙΟΥ (Ν.ΠΕΛΛΑΣ)**

Π.ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ*, Γ.ΣΟΥΛΙΟΣ, Δ.ΡΑΠΤΗ****

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετάται η υδροφορία των ηφαιστειακών σχηματισμών της περιοχής βορειοανατολικά του Βερμίου. Δίνονται στοιχεία για τη γεωλογία της ευρύτερης περιοχής και ειδικότερα για τους ηφαιστειακούς σχηματισμούς (λιθολογία, τεκτονική, ηλικία, προέλευση). Επίσης δίνονται στοιχεία γεωτρήσεων στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς και εκφράζονται απόψεις για το πορώδες και το συντελεστή κατείδυσης. Ακολουθούν στοιχεία που προέκυψαν από δοκιμαστικές αντλήσεις γεωτρήσεων και ειδικότερα οι παροχές, οι ειδικές παροχές, οι τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας (μεταβιβαστικότητα) και περατότητας. Τέλος γίνεται συζήτηση για το όλο υδροφόρο σύστημα που αναπτύσσεται στους εξεταζόμενους ηφαιστειακούς σχηματισμούς και για τη γενική υδρογεωλογική συμπεριφορά του.

ABSTRACT

This paper deals with the waterbearing beds found within the volcanic deposits of the area, located NE of the Vermion mountain. The geological data concerning the lithology, the tectonics, the source area and the age of the volcanic deposits in the broader area, are first examined. It follows a presentation of drilling data, within the volcanics, and the resulting parameters of porosity as well as infiltration coefficient. Additional data from pumping tests, allowed the clarification of other parameters, such as water yield, specific yield, transmissivity, and permeability. At the end it follows a discussion about the entire aquifer system that developed in the volcanic formations NE from Mt. Vermion, as well as, about the general hydrogeological behaviour.

* ΙΙ ΠΔΕΒ, Διοικητήριο, 54123-Θεσσαλονίκη

** Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας,
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεοφράστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
Παν/μιο Θεσ/νίκης, 54006-Θεσσαλονίκη

A. ΓΕΝΙΚΑ

1. Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών των ηφαιστειακών σχηματισμών της περιοχής βορειοανατολικά του Βερμίου και ειδικότερα αυτών που απαντούν νοτιοανατολικά της λεκάνης Αλμωπίας, στην περιοχή της Σκύδρας και μέχρι τα όρια των Νομών Πέλλας και Ημαθίας.

Τα στοιχεία στα οποία στηρίζεται η εργασία προέκυψαν κυρίως από την πραγματοποίηση ενός αριθμού (δώδεκα) γεωτρήσεων μέσα στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς κατά το 1990 και το 1991 από το Υπουργείο Γεωργίας αλλά και από γεωτρήσεις που έγιναν παλαιότερα στην ίδια περιοχή. Τα στοιχεία αυτά είναι: οι γεωλογικές τομές των γεωτρήσεων, οι δοκιμαστικές αντλήσεις, οι περιοδικές μετρήσεις στάθμης και οι ηλεκτρικές διασκοπήσεις μέσα σε ερευνητικές γεωτρήσεις του Υπουργείου Γεωργίας που έγιναν το 1975.

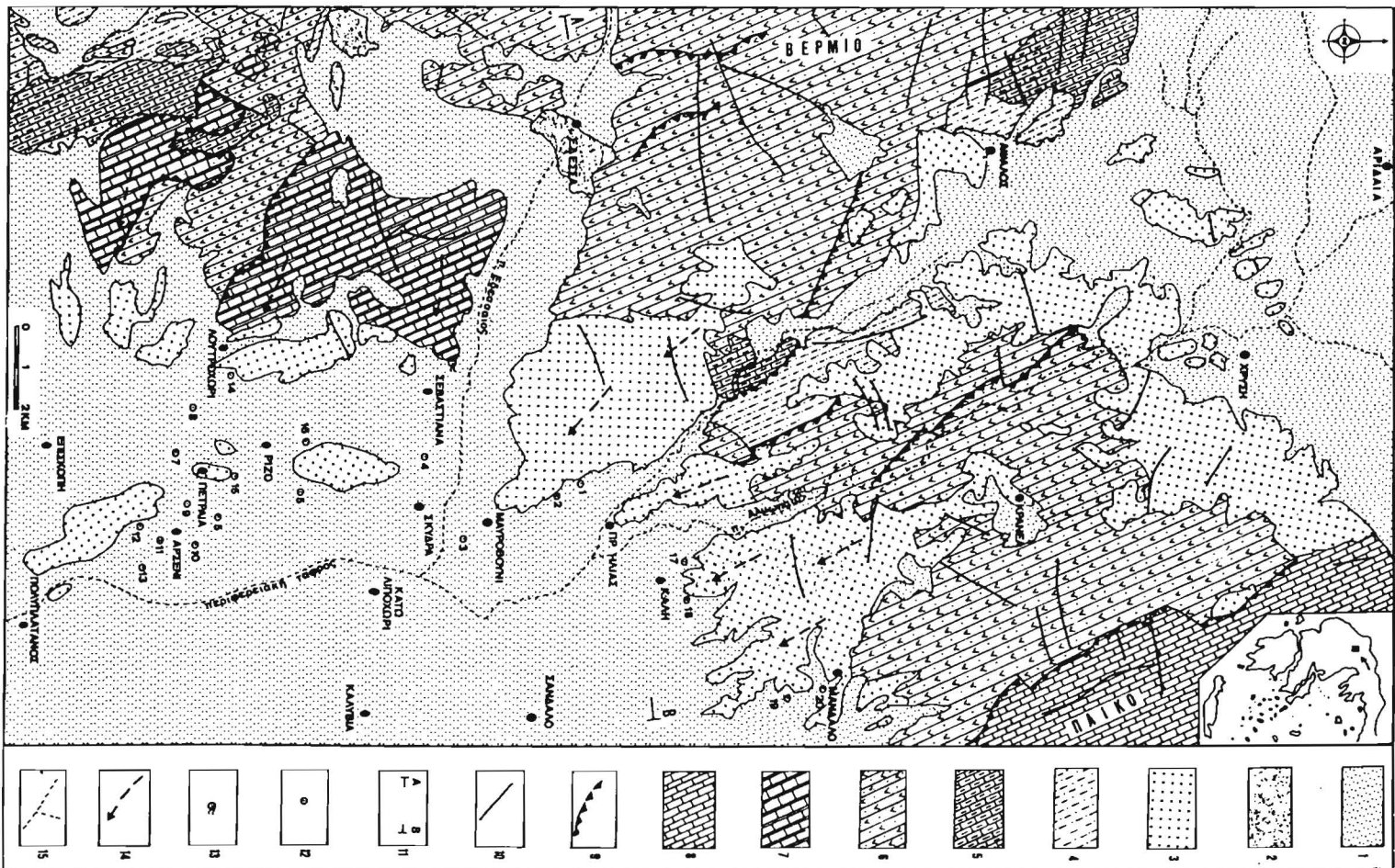
Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το Διευθυντή της Περιφέρειας Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων Κεντρ. και Δυτ. Μακεδονίας κ. Γ. Φουρκιώτη για τα στοιχεία που μας παραχώρησε και για την υπηρεσιακή διευκόλυνση σε μέλος της ομάδας μας στην εκτέλεση υπαιθρίων εργασιών. Επίσης ευχαριστούμε το Γεωλόγο της Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων Ν. Πέλλας κ. Ι. Παπαδόπουλο για τη χορήγηση στοιχείων χρήσιμων για την εργασία αυτή.

2. Γεωγραφικά και γεωλογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται ουσιαστικά μεταξύ των ορεινών όγκων του Βερμίου και του Πάικου. Συγκεκριμένα βρίσκεται νοτιοανατολικά της λεκάνης της Αλμωπίας, βορειοανατολικά του Βερμίου και νοτιοδυτικά του Πάικου, ουσιαστικά μεταξύ Αριδαίας, Έδεσσας, Νάουσας και Γιαννιτσών. Είναι πεδινή έως λοφώδης με υψόμετρα από 40 μέχρι 650m. Διασχίζεται από τους ποταμούς Αλμωπαίο και Έδεσσαίο, οι οποίοι συμβάλλουν σε μια τεχνητή περιφερειακή τάφρο στην πεδιάδα Γιαννιτσών η οποία καταλήγει στον ποταμό Αλιάκιμονα.

Γεωλογικά η περιοχή ανήκει κυρίως στη ζώνη Αλμωπίας και μόνο ένα μικρό τμήμα της (το βορειοανατολικό) ανήκει στη ζώνη Πάικου. Όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 1, την περιοχή δομούν γεωλογικά οι εξής σχηματισμοί στη ζώνη Αλμωπίας:

- Τεταρτογενείς σχηματισμοί (αλλουβιακές αποθέσεις, αποθέσεις διάφορες, κώνοι κορημάτων κ.λπ.) (1)
- Τραβερτίνες (Πλειστόκαινο) (2)



Σχ.1. Γεωλογικός-Υδρογεωλογικός χάρτης της περιοχής μεταξύ Βερμίου και Πάικου. (1):Τεταρτογενείς σχηματισμοί, (2):Τραβερτίνης (Πλειστόκαινο), (3):Ηφαιστειακοί σχηματισμοί (Πλειόκαινο-Μειόκαινο), (4):Φλύσχης (Ανω κρητιδικό-Παλιόκαινο), (5):Ασβεστόλιθοι διάφοροι (Ανώ Κρητιδικό), (6):Ηφαιστειοζηματογενής σειρά με οφιόλιθους και διάφορα μίγματα (Ανώ Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό), (7):Μάρμαρα-σχιστόλιθοι (κάλυμμα Βερμίου)(Τριαδικό;-Ιουρασικό;), (8):Δολομίτες-ασβεστόλιθοι Πάικου (Ανω Κρητιδικό), (9):Επίπλευση-επίθεση,(10):Ρήγμα, (11):Γεωλογική τομή, (12):Γεώτρηση, (13):Πηγή, (14):Γραμμή ρευματος υπόγειας ροής, (15):Υδρογραφικό δίκτυο. (Με βάση τον επίσημο γεωλογικό χάρτη φύλλο Έδεσσα των MERCIER και VERGELY 1971,φύλλο Βέροια του BLUNN 1982 και παρατηρήσεις των συγγραφέων.)

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

- Ηφαιστειοκλαστικοί σχηματισμοί-ηφαιστειακοί τόφοι (Πλειόκαινο - Μειόκαινο) (3)
- Φλύσχης (Αν. Κρητιδικό - Παλαιόκαινο) (4)
- Ασβεστόλιθοι, ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι, κροκαλοπαγείς ασβεστόλιθοι ασβεστοσχιστόλιθοι που ανήκουν σε διάφορες ενότητες της Αλμωπίας (Ανώτ. Κρητιδικό) (5)
- Ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά (με σχιστόλιθους, σχιστοκερατόλιθους, τοφφίτες, μεταδολερίτες κ.λπ.), οφιόλιθοι, οφιολιθικά μίγματα, ιζηματογενή μίγματα, κ.λπ., μαγματικά πετρώματα μεσοζωϊκού (σερπεντίνες, σπιλίτες, κερατοφύρες, ρυόλιθοι, γρανοφύρες, μεταδολερίτες, μεταλάβες, pillow-lava κ.λπ., Ανώτ. Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό) (6)
- Μάρμαρα με πυριτικές ενστρώσεις, ασβεστικοί σχιστόλιθοι, πυριτικοί σχιστόλιθοι σε εναλλαγές. Πρόκειται για σχηματισμό του "καλύμματος του Βερμίου" (Τριαδικό, Ιουρασικό) (7)

Από τους σχηματισμούς της ζώνης Πάικου στην εξεταζόμενη περιοχή απαντούν μόνο:

- Δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, ασβεστόλιθοι διάφοροι, φλύσχικοί ορίζοντες (Ανω Κρητιδικό) (8).

B. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

1. Εξάπλωση - Προέλευση

Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί της ζώνης Αλμωπίας εκτείνονται σε μεγάλη έκταση τόσο στα βόρεια και βορειοδυτικά της λεκάνης Αλμωπίας, δηλαδή στο όρος Βόρας, όσο και νοτιοδυτικά αυτής και φθάνουν στις δυτικές παρυφές της πεδιάδας Γιαννιτσών-Θεσσαλονίκης (σχ. 1).

Η παρεμβολή της πεδιάδας Αλμωπίας σε συνδυασμό με άλλα γεωμορφολογικά στοιχεία, επιτρέπουν να διακρίνουμε τους ηφαιστίτες της βόρειας και τους ηφαιστίτες της νότιας Αλμωπίας.

Οι ηφαιστίτες της Ν. Αλμωπίας έχουν μια επιφανειακή εξάπλωση της τάξης των 100km² και συνεχίζονται σε μεγάλη έκταση κάτω από τις προσχωσιγενείς αποθέσεις του δυτικού τμήματος της πεδιάδας Γιαννιτσών. Αυτό είναι διαπιστωμένο από γεωτρήσεις της περιοχής.

Μελέτες πολλών ερευνητών (MERCIER, 1968, ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 1955, ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ, 1977 κ.ά.) απέδειξαν ότι οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί της Βόρειας και Νότιας Αλμωπίας έχουν κοινή προέλευση και ότι τα ηφαιστειακά κέντρα εντοπίζονται μόνο στη Βόρεια Αλμωπία. Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί λοιπόν βορειανατολικά του Βερμίου προέρχονται από τα ηφαιστειακά κέντρα του Βόρα και κατήλθαν μέχρι την πεδιάδα Γιαννιτσών-Θεσσα-Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

λονίκης με την ενέργεια της βαρύτητας και του ρέοντος νερού και κάλυψαν τα διάφορα αλπικά πετρώματα.

Ο ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ (1977), στηριζόμενος στη θεωρία του MACDONALD (1972) για τα λασπορεύματα (mudflows), δέχεται ότι κατά την περίοδο της ηφαιστειακής δραστηριότητας των κέντρων του Βόρα, ηφαιστειακοί χείμαρροι μετέφεραν το τεράστιο υλικό των τόφων και των συμπαγών αναβλημάτων προς τα κατόντι. Η λεκάνη της Αριδαίας ήταν ένα βύθισμα που πληρώθηκε και αποτέλεσε το υπόστρωμα για τη μεταφορά του ηφαιστειακού υλικού της νότιας Αλμωπίας.

2. Λιθολογία, Τεκτονική και ηλικία των ηφαιστειακών σχηματισμών

Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί του βορειοανατολικού Βερμίου, σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας, φύλλο ΕΔΕΣΣΑ (κλ.1:50.000) των MERCIER και VERGELY (1971), διακρίνονται σε ηφαιστειοκλαστικούς σχηματισμούς και ηφαιστειακούς τόφους.

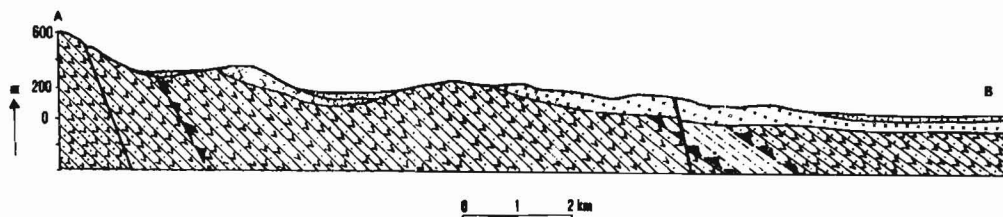
Ο ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ (1977) διέκρινε τους σχηματισμούς αυτούς:

- Σε συμπαγείς ηφαιστειακούς λίθους οι οποίοι βρίσκονται άτακτα διασκορπισμένοι πάνω σε τοφνικό υλικό δίνοντας χαρακτηριστική όψη στο τοπίο. Το μέγεθος των λίθων κυμαίνεται από λίγα κυβικά εκατοστά μέχρι λίγες δεκάδες κυβικά μέτρα. Συνήθως παρουσιάζουν στρογγυλεμένο σχήμα.
- Σε ηφαιστειακά κροκαλοπαγή (περιοχή Κρανέας) όπου τα ηφαιστειακά τεμάχια είναι συγκολλημένα με ηφαιστειακό υλικό.
- Σε ηφαιστειακούς τόφους, οι οποίοι καλύπτουν το σύνολο σχεδόν της ηφαιστειακής εμφάνισης. Αυτοί συνίστανται από λεπτομερές ηφαιστειακό υλικό.

Από πετρογραφική άποψη τα συμπαγή ηφαιστειακά πετρώματα χαρακτηρίζονται ως τραχείτες, λατίτες και λατιτοανδεσίτες (ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ, 1977). Κύριο χαρακτηριστικό διάκρισής τους, τουλάχιστον μακροσκοπικά, είναι οι φαινοκρύσταλλοι σανιδίνου. Στους τραχείτες αυτοί βρίσκονται σε αφθονία, στους λατίτες είναι λιγότεροι και στους λατιτοανδεσίτες απουσιάζουν (ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ, 1977).

Ο ΣΟΛΔΑΤΟΣ (1955) αναφέρει ότι το σχήμα των συμπαγών αναβλημάτων (ογκολίθων) που εγκλείονται μέσα στη μάζα των ηφαιστειακών τόφων της Β. Αλμωπίας είναι ακανόνιστο, ενώ αυτά στους τόφους της Ν. Αλμωπίας είναι αποστρογγυλωμένα από τη μεταφορική επίδραση του νερού. Το μέγιστο πάχος των ηφαιστιτών του βορειοανατολικού Βερμίου είναι της τάξης των 200m. Αυτό προκύπτει από λιθολογικές τομές γεωτρήσεων που έγιναν στους ηφαιστειακούς κέντρους του Βόρα. Η φηφική Βιβλιοθήκη Θεσσαλονίκης - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

νερών τους. Μια γεωλογική τομή δίνεται στο σχήμα 2. Οι ηφαιστίτες Αλμωπίας είναι Πλειοκαινικής ηλικίας (MERCIER-VERGELY, 1971).



Σχ. 2. Γεωλογική τομή AB (σύμβολα όπως στο σχήμα 1).

Από τεκτονική άποψη στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς παρατηρείται ένα αρκετά εκτεταμένο σύστημα κανονικών ρηγμάτων. Όπως φαίνεται και στο γεωλογικό χάρτη (σχ. 1) επικρατούν οι διευθύνσεις Α.ΒΑ-Δ.ΒΔ, ΒΔ-ΝΑ και σε μικρότερη έκταση οι Β-Ν. Τα ρήγματα αυτά οφείλουν τη γένεσή τους στην Πλειο-Τεταρτογενή τεκτονική δραστηριότητα της ζώνης Αλμωπίας η οποία επαναδραστηριοποίησε παλαιά ρήγματα της εποχής των αλπικών ορογενετικών περιόδων και δημιούργησε και άλλα νεώτερα (MERCIER, 1968).

Γ. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

1. Συντελεστής κατείσδυσης. Πορώδες πρωτογενές, δευτερογενές

Τόσο το γεωμορφολογικό ανάγλυφο των ηφαιστειακών σχηματισμών της περιοχής ΒΑ του Βερμίου, όσο και διάφοροι γεωλογικοί παράγοντες, συνηγορούν στο ότι τα πετρώματα αυτά έχουν μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης και αξιόλογο πορώδες.

Για το πρώτο συνηγορεί η ύπαρξη αραιού υδρογραφικού δικτύου, όπου απουσιάζουν οι μικρολεκάνες επιφανειακής απορροής. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται (ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, 1986) ότι ο συντελεστής κατείσδυσης στους ηφαιστίτες μπορεί να φθάσει και το 75% των βροχοπτώσεων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν κατέστη δυνατό να προσδιορίσουμε το συντελεστή κατείσδυσης της υπόψη περιοχής, πάντως έμμεσα συνάγεται ότι είναι σημαντικός.

Σχετικά με το πορώδες των ηφαιστειακών σχηματισμών φαίνεται ότι είναι αξιόλογο. Οι γεωλογικοί παράγοντες που συνηγορούν γι αυτό είναι το σχετικά πυκνό δίκτυο κανονικών ρηγμάτων που παρατηρούνται και μάλιστα διάσταυρούμενων, το σχετικά μικρό πάχος των ηφαιστίτων, το γεγονός ότι

βάθη, η σχετικά εύκολη εξαλλοίωση-αποσάθρωση που συμβαίνει στα πετρώματα αυτά και τέλος η καλή υδροφορία τους, όπως αποδεικνύεται από τις παροχές των γεωτρήσεων.

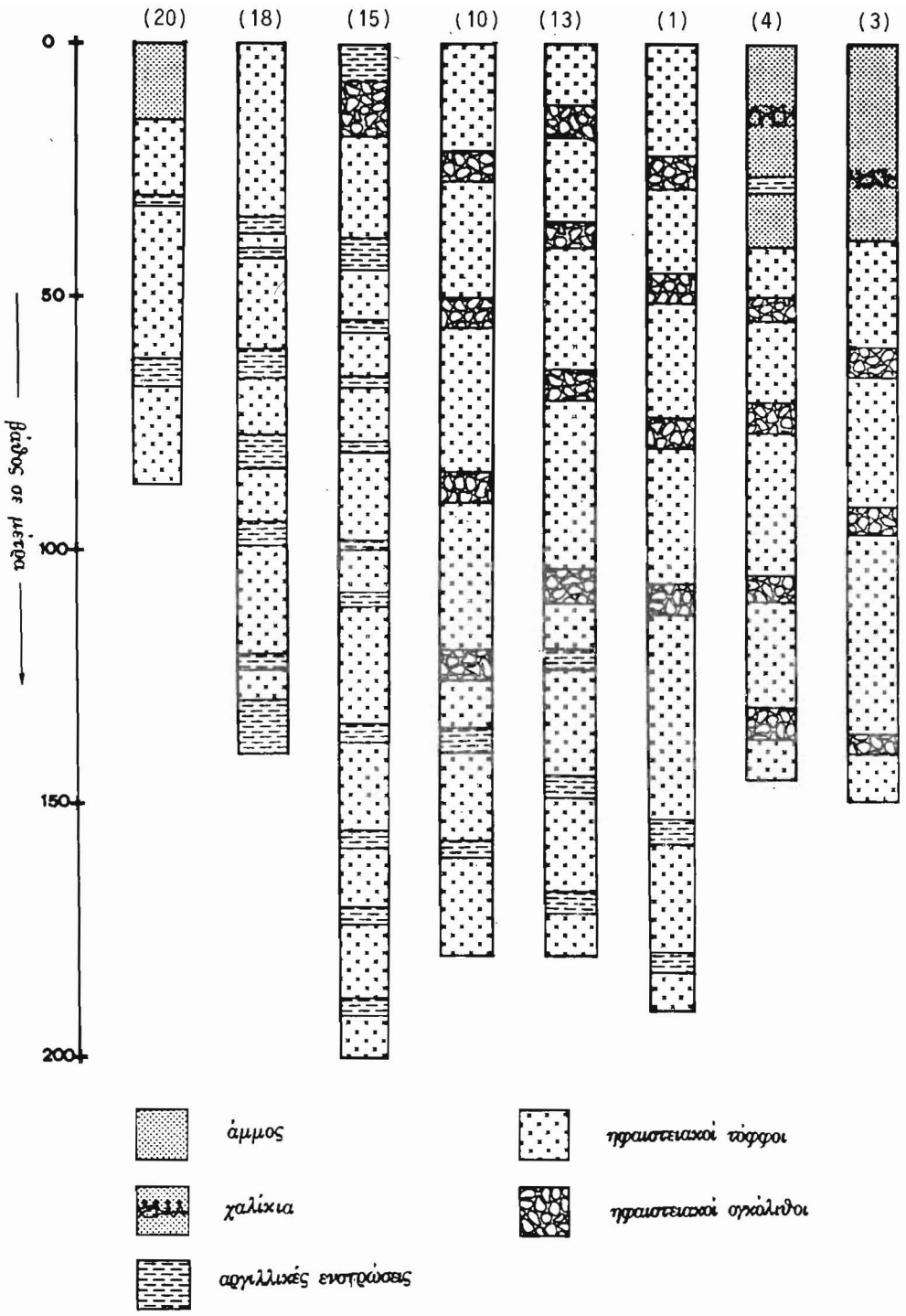
Ας δούμε όμως το είδος του πορώδους (πρωτογενές, δευτερογενές). Από όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω συμπεραίνεται ότι το δευτερογενές πορώδες των ηφαιστειακών πετρωμάτων είναι το σημαντικότερο λόγω της παρατηρούμενης μεγάλης πυκνότητας ρηγμάτων και ρωγμών και αποσαθρωμένων ζωνών. Όμως υπάρχουν και λόγοι που συνηγορούν για ύπαρξη και κάποιου πρωτογενούς πορώδους μικρότερης βέβαια τιμής σε σχέση με το δευτερογενές, πάντως αξιολόγου. Συγκεκριμένα οι λόγοι αυτοί είναι:

- α) Από την υπαίθρια αναγνώριση των ηφαιστιτών της ορεινής ζώνης, αλλά και από την εξέταση των λιθολογικών τομών γεωτρήσεων που ανορύχθηκαν στα κράσπεδα της πεδινής περιοχής βορειανατολικά του Βερμίου (σχ. 3) και κυρίως απ'τα διατρητικά στοιχεία των γεωτρήσεων, συνάγεται ότι έχουμε αναλασσόμενες στρώσεις από μαλακά υλικά (ηφαιστειακούς τόφρους) και σκληρά υλικά (συμπαγή πυροκλαστικά που είναι ηφαιστειακοί λίθοι διαφόρων μεγεθών). Είναι βιβλιογραφικά τεκμηριωμένο ότι, όταν πυροκλαστικοί λίθοι εναλλάσσονται με τόφρους αυξάνεται σημαντικά το μέσο πορώδες των ηφαιστιτών (ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., 1986). Αυτό συμβαίνει και με τους ηφαιστίτες της υπόψη περιοχής.
- β) Από τις λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων φαίνεται ότι μέσα στους ηφαιστειακούς τόφρους έχουμε ιζήματα, όπως αργιλλικές ή αμμώδεις στρώσεις. Αυτό συνδυαζόμενο και με το γεγονός ότι οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί της νότιας Αλμπωπίας δεν είναι αυτόχθονες αλλά προέρχονται απ'τα ηφαιστειακά κέντρα του όρους Βόρα, συνάγεται ότι πρόκειται στην πραγματικότητα για ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς. Σ'αυτές τις περιπτώσεις είναι γνωστό ότι τα διαπερατά ιζήματα (κυρίως οι άμμοι) παρουσιάζουν μεγάλη αποθηκευτικότητα νερού, έχουν δηλαδή πολύ καλό συντελεστή ενεργού πορώδους και κατ'επέκταση συντελεστή εναποθήκευσης (ή υδροχωρητικότητας) S. Αυτό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι ηφαιστίτες έχουν μεγάλη υδραυλική αγωγιμότητα (διαβιβαστικότητα) T, δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης σημαντικής υδροφορίας στους σχηματισμούς αυτούς.

2. Υδροφόρα στρώματα των ηφαιστειακών σχηματισμών

Κατά την εκτέλεση των γεωτρήσεων εντός των ηφαιστειακών σχηματισμών εντοπίστηκαν υδροφόρα στρώματα σε αμμώδεις ενδιαστρώσεις

Κατά τη δειγματοληψία βιβλιοθήκη Θεσσαλονίκης



Σχ. 3. Λιθολογικές στήλες γεωτρήσεων (ο αριθμός κάθε στήλης αναφέρεται στον πίνακα 1).
 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεοφράστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

άμιμος. Όμως και κατά τη διάτρηση "σκληρών" στρωμάτων, παρατηρούνται συχνά απώλειες μπετονίτη. Αυτό αποτελεί ένδειξη υδροφορίας λόγω πορώδους είτε πρωτογενούς είτε δευτερογενούς.

Οι καλύτερες ενδείξεις υδροφορίας παρατηρήθηκαν, φυσικά κατά θέσεις, από τα βάθη των 30m περίπου μέχρι τα 140-150m. Κάτω του βάθους αυτού συναντήθηκε σε πολλές γεωτρήσεις ζώνη εναλλαγών αργίλλων με τόφφους και κάτω του βάθους των 170m περίπου βρέθηκε ότι επικρατεί σχεδόν αποκλειστικά το αργιλικό υλικό. Τα αργιλικά στρώματα που επικρατούν κάτω του βάθους των 170m παίζουν το ρόλο του αδιαπέρατου υποβάθρου των υδροφόρων στρωμάτων των ηφαιστειακών σχηματισμών. Αποτελούν δηλαδή το επίπεδο βάσης των υπόγειων νερών της υπόψη περιοχής. Σε πολλές περιοχές του κόσμου η άντληση υπόγειων νερών από τα πετρώματα αυτά είναι περιορισμένη είτε γιατί τα νερά αποστραγγίζονται ελεύθερα στα σημεία εκφόρτισής τους, είτε γιατί κατεισδύουν σε μεγάλα βάθη και γίνεται απρόσιτη η εκμετάλλευσή τους (ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, 1986). Στην περίπτωση μας οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί εκτιμάται ότι έχουν μέσο πάχος της τάξης των 200m περίπου. Έχουν αδιαπέρατο υπόβαθρο στη μεν ορεινή ζώνη τους αλπικούς σχηματισμούς, το φλύσχη, τους οφιόλιθους κ.λπ., στη δε πεδινή τα αργιλικά στρώματα. Έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές υδρογεωλογικές συνθήκες για την ανάπτυξη αξιόλογων υδροφόρων στρωμάτων στους ηφαιστειακούς αυτούς σχηματισμούς.

Βρέθηκε ότι ο ηφαιστειοϊζηματογενής σχηματισμός εκτείνεται στην πεδιάδα των Γιαννιτσών κάτω απ' τις τεταρτογενείς αποθέσεις σε σχετικά μεγάλη έκταση και απόσταση από τα ΒΑ κράσπεδα του όρους Βέρμιου. Έτσι, από λιθολογικές τομές γεωτρήσεων της ευρύτερης περιοχής διαπιστώνεται ότι ο σχηματισμός αυτός στην περιοχή Δροσερού συναντάται σε βάθη 45-60m, στην περιοχή Δάφνης στα 50-55m και στην περιοχή του χωριού Άσπρο βρέθηκε στα 96m.

3. Στοιχεία δοκιμαστικών άντλήσεων. Υδρογεωλογικές παράμετροι και τροφοδοσία των ηφαιστειακών υδροφόρων στρωμάτων.

Από πλήθος γεωτρήσεων που ανορύχθηκαν κατά καιρούς στην ευρύτερη πεδινή περιοχή της Σκύδρας διακρίναμε αυτές που διέτρησαν μόνο ηφαιστειακά πετρώματα ή είχαν ένα μικρό (μέχρι 30m) επικείμενο πάχος αλλουβίων που αυτό δε συνεισφέρει στην παροχή της γεώτρησης γιατί δεν τοποθετήθηκαν φίλτρα μέχρι το βάθος αυτό.

Στον πίνακα I δίνονται τα στοιχεία 20 τέτοιων γεωτρήσεων και στον υδρογεωλογικό χάρτη του σχήματος 1 φαίνονται οι θέσεις τους. Τα βάθη των γεωτρήσεων ποικίλλουν από 124 έως 187m, πλην δύο στην περιοχή Μανδά-
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

λου, με μικρότερο βάθος.

Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 95 έως 150m³/h πλην ελαχίστων αποκλίσεων προς τα πάνω ή κάτω. Οι DAVIS και WIEST (1967) αναφέρουν ότι οι ηφαιστειακοί τόφφοι που έχουν αποτεθεί με τη βοήθεια του νερού έχουν καλές παροχές και αναφέρουν παράδειγμα τους ανδρείτες της Κεντρ. Καλιφόρνιας που αποτέθηκαν με νερό και έχουν παροχές από 113 έως 340m³/h.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι: Στοιχεία γεωτρήσεων σε ηφαιστειακού σχηματισμούς.

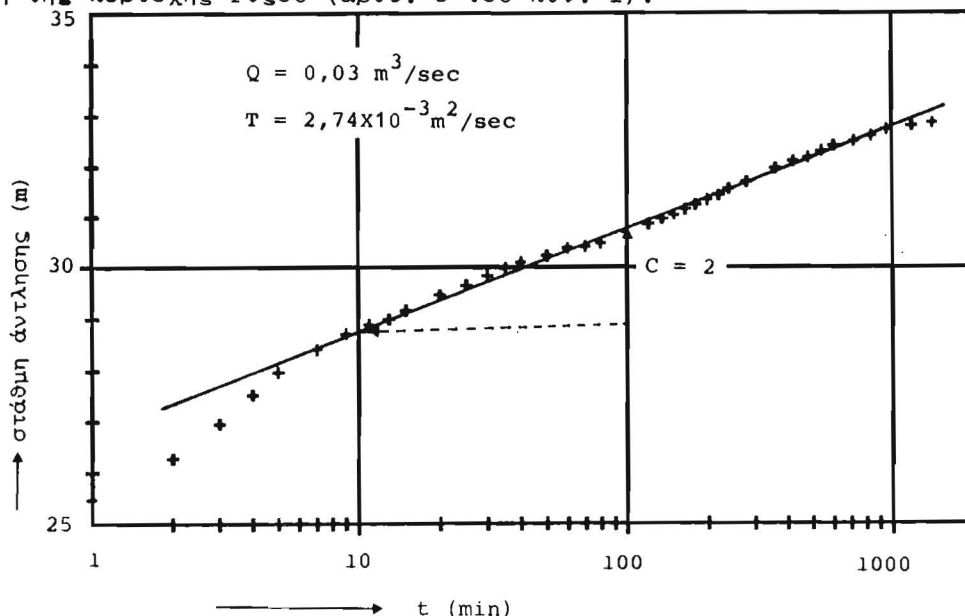
A/A	Αριθμός Μητρώου (YEB)	Κοινοτική περιοχή	Βάθος σωλή- νωσης (m)	Παροχή δοκιμ. άντλη- σης (m ³ /h)	Πτώση στάθ- μης σε 24h. (m)	Ειδική παροχή (m ³ /h/m)	Συντελ. Υδαταγ. T (m ² /sec)	Υπερκεί- μενο πά- χος αλ- λουβίων (m)
(1)	Π22	Πο. Ηλίας	170	106	33,58	3,16	5,8.10 ⁻⁴	∅
(2)	Π23	" "	180	125	9,90	12,60	2,3.10 ⁻⁴	1
(3)	Γ7	Μαυροβούνι	140	150	9,70	15,46	7,9.10 ⁻²	28
(4)	Γ2	Σκύδρα	129	140	10,50	13,30	2,8.10 ⁻²	30
(5)	Π35	Ριζό	177	110	19,36	5,68	2,7.10 ⁻³	26
(6)	Π34	Πετραία	173	117	13,47	8,70	8,5.10 ⁻³	10
(7)	Π20	"	187	140	19,70	7,10	1,2.10 ⁻²	24
(8)	Π21	"	186	140	31,02	4,51	3,1.10 ⁻³	26
(9)	Π15	Αρσένι	179	135	28,50	4,72	1,6.10 ⁻³	2
(10)	Π17	"	170	110	21,32	5,16	4,1.10 ⁻⁴	∅
(11)	Π18	"	180	115	24,65	4,67	4,1.10 ⁻³	12
(12)	Π16	"	180	140	19,48	7,19	1,2.10 ⁻²	1
(13)	Π19	"	170	95	46,75	2,00	4,8.10 ⁻⁴	1
(14)	219	Λουτροχώρι	125	120	12,50	9,60	-	15
(15)	2048	Πετραία	146	120	21,00	5,70	-	18
(16)	862	Ριζό	124	120	20,00	6,00	-	1
(17)	1550	Καλή	135	200	25	8,00	-	29
(18)	1967	"	124	140	26	5,40	-	3
(19)	1835	Μάνδαλο	99	120	16	7,50	-	27
(20)	2097	"	84	120	21	5,71	-	15

Οι ειδικές παροχές των γεωτρήσεων (Πίνακας Ι), που αποτελούν πιο ασφαλές και συγκρίσιμο στοιχείο από πλευράς απόδοσης νερού, κυμαίνονται από 2 έως 15m³/h/m. Σε γεωτρήσεις που έγιναν από το Υπ. Γεωργίας (YEB) και παρακολούθηθηκαν από Γεωλόγους, αξιολογήσαμε τα στοιχεία των πραγματοποιηθεισών δοκιμαστικών αντλήσεων και υπολογίσαμε

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

το συντελεστή μεταβιβαστικότητας (υδαταγωγιμότητας) T . Αυτός υπολογίσθηκε ότι κυμαίνεται (Πίνακας I) από $2,3 \cdot 10^{-4}$ έως $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$.

Στο σχήμα 4 φαίνεται ο υπολογισμός της τιμής του T σε γεώτρηση της περιοχής Ριζού (αριθ. 5 του πίν. I).



Σχ. 4. Διάγραμμα $h(\text{στάθμης}) - \log t(\text{χρόνου άντλησης})$ για τη γεώτρηση με αρ. 5 (βλ. πίνακα I).

Για τις πρώτες 13 γεωτρήσεις του πίνακα I, υπολογίσθηκαν τιμές του συντελεστή T με τη μέθοδο JACOB ή της επανόδου της στάθμης (ΣΟΥΛΙΟΣ, 1986). Πρέπει να επισημανθεί ότι ο προσδιορισμός της τιμής του T μιας υδρογεώτρησης στην πραγματικότητα δίνει τη "σφαιρική" όπως λέμε τιμή όλων των επί μέρους υδροφόρων στρωμάτων. Έτσι μια ορισμένη τιμή του T μπορεί να αντιστοιχεί σε υδροφόρο στρώμα μικρού πάχους με μεγάλη περατότητα K ή αντίθετα σε ένα παχύ στρώμα με μικρή περατότητα.

Ο ακριβής προσδιορισμός όλων των επί μέρους υδροφόρων στρωμάτων που διέτρησε κάθε γεώτρηση, παρά την προσπάθεια που καταβλήθηκε με την αξιολόγηση όλων των διατρητικών στοιχείων, δεν κατέστη δυνατός λόγω της φύσης των πετρωμάτων.

Σε γενικές γραμμές βρέθηκε ότι τα σπουδαιότερα υδροφόρα στρώματα στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς αναπτύσσονται σε βάθη από 30 έως 150m περίπου, με μέσο συνολικό πάχος της τάξης των 50m. Προκύπτουν έτσι τιμές συντελεστή περατότητας K που κυμαίνονται από $4,6 \cdot 10^{-6}$ έως $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/sec}$. Λόγω έλλειψης δορυφορικών πιεζομετρικών

γεωτρήσεων, δεν κατέστη δυνατός ο υπολογισμός του συντελεστή εναποθήκευσης (ή υδροχωρητικότητας) S .

Η τροφοδοσία των υδροφόρων στρωμάτων των ηφαιστειακών σχηματισμών της περιοχής ΒΑ του Βερμίου γίνεται:

- Με την απευθείας κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν πάνω στα ηφαιστειακά πετρώματα της ημιορεινής περιοχής των σχηματισμών αυτών,
- Με πλευρική τροφοδοσία τόσο απ' τις αλλουβιακές αποθέσεις της λεκάνης Αλμωπίας όσο και από τις ρηξιγενείς ζώνες από άλλα πετρώματα (οφιόλιθοι, δολερίτες κ.λπ.) και, τέλος,
- Με πλευρική τροφοδοσία από τα ανθρακικά πετρώματα τόσο της περιοχής Σεβαστιανών, όσο και του όρους Πάικου.

Δε συντάχθηκε χάρτης ισοπιεζομετρικών καμπυλών επειδή δεν κατέστη δυνατός ο λεπτομερής προσδιορισμός των υψομέτρων των γεωτρήσεων. Από υφιστάμενη όμως υδρογεωλογική προμελέτη του Υπ. Γεωργίας (1975) διαπιστώθηκε ότι η κίνηση του υπόγειου νερού στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς γίνεται με γενική διεύθυνση από τα ΒΔ προς τα ΝΑ και στο βόρειο τμήμα της πεδινής περιοχής από ΒΒΔ προς ΝΝΑ (σχ. 1).

Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί βορειοανατολικά του Βερμίου με πλειοκαινική ηλικία και με προέλευση από τα ηφαιστειακά κέντρα του όρους Βόρρα, έχουν μια επιφανειακή εμφάνιση της τάξης των 100km^2 , αλλά και μια εκτεταμένη εξάπλωση κάτω από τις τεταρτογενείς αποθέσεις της πεδιάδας Γιαννιτσών-Θεσσαλονίκης. Το μέγιστο πάχος τους είναι της τάξης των 200m . Λιθολογικά έχουν διακριθεί σε ηφαιστειοκλαστικούς σχηματισμούς τραχειτικής ή τραχειανδεδειτικής σύστασης (ζώνες συμπαγών ηφαιστειακών λίθων) και σε ηφαιστειακούς τόφφους από λεπτομερές υλικό. Φέρουν πυκνό δίκτυο ρηγμάτων και ρωγμώνσεων.

Διαπιστώθηκε ότι οι σχηματισμοί αυτοί αναπτύσσουν μια σημαντική υδροφορία. Από την αξιολόγηση των δεδομένων των γεωτρήσεων προκύπτει ότι οι παροχές κυμαίνονται από $90\text{m}^3/\text{h}$ μέχρι $150\text{m}^3/\text{h}$ και οι ειδικές παροχές από $2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ μέχρι $15\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$.

Από τις δοκιμαστικές αντλήσεις υπολογίστηκε ότι ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας διακυμαίνεται από $2,3 \cdot 10^{-4} \text{m}^2/\text{sec}$ έως $1,2 \cdot 10^{-2} \text{m}^2/\text{sec}$ και ο συντελεστής περατότητας K από $4,6 \cdot 10^{-6} \text{m}/\text{sec}$ έως $1,6 \cdot 10^{-3} \text{m}/\text{sec}$. Ακόμα με βάση στοιχεία και παρατηρήσεις εκτιμήθηκε ότι οι σχηματισμοί αυτοί παρουσιάζουν μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης και έχουν μεγάλη θερμοκρασία.

Οι υδρογεωλογικές αυτές παράμετροι σε συνδυασμό με τη γεωλογική δομή της περιοχής (μεγάλο πάχος και έκταση των εξεταζομένων σχηματισμών, μεγάλη πλευρική τροφοδοσία από παρακείμενες καρστικές μάζες του Βερμίου και του Πάικου κ.λπ.), δημιουργούν ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη πλούσιων υδροφόρων στρωμάτων με μεγάλο υδάτινο δυναμικό. Ο ακριβής προσδιορισμός αυτού δεν αποτελεί θέμα της παρούσας εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BRUNN, J. (1982): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, φύλλο ΒΕΡΟΙΑ, κλίμ. 1:50.000. Εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- DAVIS, S. - DE WIEST, R. (1967): Hydrogeology. JOHN WILEY and SONS, Inc. New York, p.466.
- ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ, Γ. (1977): Συμβολή εις την μελέτην των ηφαιστειογενών πετρωμάτων της Νοτίου Αλμωπίας. Διατριβή επί διδακτορία. Θεσσαλονίκη.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. (1986): Εφαρμοσμένη υδρογεωλογία. Τόμος Β'. Αθήνα.
- MACDONALD, G.A. (1972): Volcanoes. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- MERCIER, J. (1968): I. Étude géologique des zones internes des Héliénides en Macédoine centrale-Grèce (1ère thèse, Paris 1966). II. Contribution à l' étude du métamorphisme et de l' évolution magmatique des zones internes héliénides (2ème thèse Paris 1966). Ann. Géol. des Pays Helléniques, tome XX, p.1-596 et p.596-779.
- MERCIER, J. - VERGELY, P. (1971): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο ΕΔΕΣΣΑ. Κλ. 1:50.000. ΙΓΜΕ. Αθήνα.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ. (1985): Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη, 207 σελ.
- ΣΟΛΔΑΤΟΣ, Κ. (1955): Οι ηφαιστίται της Αλμωπίας. Διατριβή επί διδακτορία. Θεσσαλονίκη.
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ. (1986): Γενική υδρογεωλογία, Τόμος δεύτερος, 236 σελ., University Studio, Θεσσαλονίκη.
- ΥΔΡΟΡΕΥΝΑ Α.Ε. (1975): Υδρογεωλογική προμελέτη τόξου Αν. Βερμίου-Αλμωπίας. Υπουργείο Γεωργίας. Αθήνα.