

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΠΕΔΙΝΗΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ)*

Θ. ΝΑΓΚΟΥΛΗΣ¹, Κ. ΛΟΥΠΑΣΑΚΗΣ²

ΣΥΝΟΨΗ

Η πεδινή ζώνη της λεκάνης του Ανθεμούντα βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του νομού Θεσσαλονίκης. Ως περιφερειακή ζώνη της πόλης της Θεσσαλονίκης, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πόλους έλξης για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων που αφορούν τον πρωτογενή και το δευτερογενή τομέα της παραγωγής. Ο συνεχώς αυξανόμενος ρυθμός της οικιστικής ανάπτυξης, η σταδιακή εγκατάσταση βιομηχανιών και βιοτεχνιών και οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες σε αγροτικά προϊόντα έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης του υπόγειου νερού. Η κατανάλωση του υπόγειου νερού, που το έτος 1998 έφτασε τα 23.610.000 m³, προκάλεσε την ταπεινώση της στάθμης των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων σε όλη την έκταση της λεκάνης και οδήγησε στην υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων νερών. Η ζωτική σημασία της πεδιάδας του Ανθεμούντα στην ανάπτυξη του Πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης αλλά και ολόκληρου του νομού έκανε επιτακτική την ανάγκη της μελέτης του υδατικού δυναμικού της περιοχής. Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια προσέγγισης του καθεστώτος που επικρατεί στην περιοχή λαμβάνοντας υπόψη όσο το δυνατόν περισσότερες παραμέτρους, ενώ παράλληλα αξιοποιώντας τις παραμέτρους αυτές διατυπώθηκαν προτάσεις για την αντιμετώπιση των αναμενόμενων προβλημάτων.

ABSTRACT

The basin of Anthemounta is located on the **West - East area** of Thessaloniki prefecture, close to the city of Thessaloniki, in Macedonia, Greece. Into the wide area of the basin of Anthemounta a lot of development activities take place, concerning the primary and the secondary section of production. The extensive built-up areas, the numerous industries and the extensive cultivated fields require big quantities of ground water. The estimated quantities of water that were consumed during the year of 1998 were 23.610.000 m³. That consumption has caused an extensive drop of the piezometric surfaces of the ground water layers. The **extensive** drop caused an important downgrade of the water quality. The main reason that caused the downgrade of the water quality is the penetration of the low quality seawater and the penetration of the water located on the west side of the basin. All these facts obliged the local authorities to assign a study concerning the conditions of the ground water reservoirs. This paper reports the conditions that take place into the water layers. Also, in this paper many propositions are mentioned in order to avoid the foreseen problems. The main proposition is the creation of a management organization, responsible for the management of all the environmental aspects including the management of the ground water.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Υδρολογική λεκάνη Ανθεμούντα, καθεστώς-ποιότητα υδροφόρων.

KEY WORDS: Basin of Anthemounta, ground water conditions - quality.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πεδιάδα του Ανθεμούντα βρίσκεται στα ανατολικά του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και γενικότερα στο νοτιοανατολικό τμήμα του νομού. Στην έκταση αυτή περιλαμβάνονται δέκα συνεχώς αναπτυσσόμενοι οικισμοί ενώ παράλληλα παρατηρείται ιδιαίτερα αναπτυγμένη γεωργική δραστηριότητα και αξιολογή βιομηχανική και βιοτεχνική συγγέντρωση. Επίσης, στην πεδιάδα του Ανθεμούντα βρίσκεται το γεωθερμικό πεδίο των Λουτρών της Θέρμης και η πηγή των ανθρακούχων μεταλλικών νερών της Σουρωτής.

Η ζωτική σημασία της πεδιάδας του Ανθεμούντα στην ανάπτυξη του Πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης αλλά και ολόκληρου του νομού έκανε επιτακτική την ανάγκη της μελέτης του υδατικού δυναμι-

* HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE PLAIN AREA OF THE ANTHEMOUNTA BASIN (MACEDONIA, GREECE).

1. Κ. Ντόγρα 15, Θεσσαλονίκη, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

2. ΑΠΘ, Τμήμα Γεωλογίας, Εργ. Τεχν.Γεωλ. και Υδρογεωλ., Θεσσαλονίκη.

κού της περιοχής. Η παρούσα δημοσίευση αποτελεί τμήμα της μελέτης που ανατέθηκε από το Συμβούλιο της 1^{ης} εδαφικής περιφέρειας Θεσσαλονίκης στην ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ Α.Ε. Η συλλογή και η αξιολόγηση των στοιχείων έγινε από τους συγγραφείς της εργασίας ενώ η επιμέλεια των χαρτών έγινε από την ΧΩΡΟΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η λεκάνη του Ανθεμιούτα αποτελεί προέκταση της ευρύτερης λεκάνης της Θεσσαλονίκης και στο σύνολό της αποτελεί τεκτονικό βύθισμα. Το βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης του Ανθεμιούτα ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της Περιοδοπικίας (Ενόητες Ασπρη Βρύση – Χορτιάτης) με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, ενώ το Νοτιοδυτικό τμήμα ανήκει στη γεωτεκτονική Ζώνη Αξιού (Ενόητα Παιονίας).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που παρατηρούνται στην εξεταζόμενη περιοχή διακρίνονται στους προ-τριτογενείς σχηματισμούς που κατέχουν τα πρηνή και το υπόβαθρο της λεκάνης και τους μετα-τριτογενείς σχηματισμούς (Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις) που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση και καλύπτουν κυρίως το πεδινό τμήμα και τους πρόποδες των βουνών που περιβάλλουν τη λεκάνη (Παπαγεωργιάκης, Ι., Κουμαντάκης, Ι., 1978).

Το προ-τριτογενές υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται από μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του υποβάθρου και αποτελούνται από φυλλίτες και γνεύσιους που κατά θέσεις παρουσιάζουν ενστροφείς μαρμαρών και χροσταλλικών ασβεστώλων.

Τα πυριγενή πετρώματα του υποβάθρου είναι όξινα (Γρανίτες) και βασικά – υπερβασικά (Γαύροι, Περιδοτίτες και Δουνίτες). Τα όξινα πετρώματα συναντώνται στη νότια πλευρά της λεκάνης, ενώ τα βασικά και υπερβασικά στη βόρεια πλευρά της λεκάνης.

Τα ιζήματα που πλήρωσαν τη λεκάνη του Ανθεμιούτα συνίστανται από αποθέσεις του Νεογενούς, του Πλειστόκαινου και του Ολόκαινου.

Οι σχηματισμοί του Νεογενούς χαρακτηρίζονται από δύο φάσεις αποθέσεων. Οι φάσεις αυτές είναι η φάση των κροκάλων με άμμους και η φάση των μαργών και αργίλων. Η πρώτη φάση συναντάται κυρίως στα κριάσματα της λεκάνης (Αγία Παρασκευή, Σουρωτή, Άγιος Αντώνιος), ενώ η δεύτερη αποτελεί την πλευρική μετάβαση της προηγούμενης φάσης και εντοπίζεται στην ΝΔ πλευρά της λεκάνης (Νέο Ρύσιο, Τρίλοφο) και στη Β και ΒΔ πλευρά στα βαθύτερα σημεία των χαράδρων.

Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το πεδινό τμήμα της λεκάνης και εν μέρει τις περιοχές που βρίσκονται στις παρυφές των βουνών. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από ερυθροπηλούς, άμμους, κροκάλους και λατύπες.

Οι αποθέσεις του Ολόκαινου εντοπίζονται κυρίως στα μορφολογικά χαμηλότερα τμήματα της λεκάνης. Η προέλευση των αποθέσεων αυτών είναι χερσαία και το πάχος τους, σύμφωνα με στοιχεία γεωτομήσεων, δεν υπερβαίνει τα πενήντα μέτρα.

Η λεκάνη του Ανθεμιούτα κατέστη ανεξάρτητη από την ευρύτερη λεκάνη της Θεσσαλονίκης κατά τη διάρκεια τοπικών τεκτονικών επεισοδίων που έλαβαν χώρα στο τέλος του Νεογενούς και στις αρχές του Τεταρτογενούς και είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ρηγμάτων με διεύθυνση ΑΝΑ – ΔΒΔ. Το νεαρό της ηλικίας των συγκεκριμένων ρηγμάτων υποδηλώνεται και από τις αναβλύσεις θερμομεταλλικών πηγών που παρατηρούνται σε διάφορες θέσεις κατά μήκος τους (Αγία Παρασκευή, Σουρωτή).

3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Από την αξιολόγηση των γεωτομητικών προφίλ σε περισσότερες από 100 γεωτομήσεις και πιεζόμετρα προκύπτει ότι στους προαναφερόμενους γεωλογικούς σχηματισμούς εντοπίζονται τρεις διαφορετικοί υδροφόροι ορίζοντες οι οποίοι αλληλοτροφοδοτούνται. Οι υδροφόροι ορίζοντες είναι οι εξής:

Φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας.

Ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται μέσα στις ολοκαινικές αποθέσεις και συνίσταται από άμμους και κροκάλους μέσα στις οποίες παρατηρούνται εκτεταμένες αργιλικές ενστροφείς. Η τροφοδοσία του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα πραγματοποιείται μέσω της κατείδυσης των κατακρημνισμάτων και της διήθησης των υδάτων που απορρέουν στην κοίτη του Ανθεμιούτα και των παράπλευρων ρεμάτων.

Βαθείς ημι-υπο-πίεση επαλληλίο υδροφόρος ορίζοντας.

Οι ημι-υπο-πίεση υδροφόροι ορίζοντες αναπτύσσονται σε βάθος από 50 ως 350 μέτρα μέσα στο σύστημα των σχηματισμών του Τεταρτογενούς και των αποθέσεων του Νεογενούς. Οι προαναφερόμενοι σχηματισμοί παρουσιάζουν εικόνα χημικών υδροφόρων κλάσας έως μενίλις περιεκτικότητας που διακόπτονται από ενδιάμεσες υδατοστεγείς ενστροφείς.

Οι ημι-υπο-πίεση υδροφόροι ορίζοντες αναπτύσσονται και μέσα στα εξαλλοιωμένα βασιικά - υπερβασιικά πυριγενή και τα μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου που λόγω της αποσάθρωσης και του τεκτονισμού τους παρουσιάζουν σημαντική περατότητα.

Οι υδροφόροι ορίζοντες τροφοδοτούνται μέσω της διήθησης των υδάτων του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα και μέσω των πλευριζιών μεταγρίσεων από απομακρυσμένες ζώνες τροφοδοσίας (Ι. Κοιμαντάκης, κ.α. 1993).

Οι συγκεκριμένοι υδροφόροι παρουσιάζουν ιδιαίτερα πλούσια υδροφορία, με παροχές που κυμαίνονται από 80 έως 140 m³/h, στο τμήμα τους που βρίσκεται στο κέντρο της λεκάνης (εκατέρωθεν του Ανθεμούντα) και στις περιοχές της Αγίας Παρασκευής και της Σουρωτής. Στις περιοχές αυτές οι υδροφόροι αναπτύσσονται κυρίως μέσα στις Τετατογενείς αποθέσεις ενώ εκτείνονται και στα μάγμαρα του υποβάθρου.

Μικρή έως μέτρια υδροφορία παρουσιάζεται στις περιοχές της Αμερικάνικης Γεωργικής Σχολής, Βόρεια της Θέρμης, ΝΑ και ΝΔ του Τριαδίου και της Νέας Ραδεστού. Στις προαναφερόμενες περιοχές οι υδροφόροι αναπτύσσονται μέσα στις ερυθρές αργίλους του Νεογενούς που περικλείουν φακοίς αδρμερών υλιών.

Οι μικρότερες υδροφορίες παρουσιάζονται μέσα στα εξαλλοιωμένα βασιικά και υπερβασιικά πετρώματα και τους σχιστόλιθους του υποβάθρου. Εξάφραση αποτελούν ορισμένες από τις υδρογεωτηρήσεις που υπάρχουν στη Λακκιά και στην περιοχή βόρεια των Βασιλικών, όπου λόγω της έντονης διάσπαξης των σχηματισμών του υποβάθρου (Οφειόλιθοι και Γαύροι) παρουσιάστηκαν παροχές της τάξης των 80 m³/h.

Σύμφωνα με αναφορές, πολλές από τις γεωτηρήσεις, βάθους 100 m, που κατασκευάστηκαν πριν από τη δεκαετία του 80 παρουσίαζαν αρτεσιανισμό. Το καθιστώσ αυτό, όπως παρουσιάζεται και στους πιεζομετρικούς χάρτες των επόμενων παραγράφων, έχει πλέον ανατραπεί μεταβάλλοντας τον υδροφόρους σε ημι-υπο-πίεση και δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ρυπανθούν από τα υποδεέστερης ποιότητας νερά του φρεάτιου υδροφόρου και των αρτεσιανών υπό-πίεση υδροφόρων με τους οποίους γειτονεύουν.

Αρτεσιανός υπό πίεση υδροφόρος.

Νότια του άξονα Ταγαράδες - Σουρωτή και Νότια του χροσπεδικού ορήματος όπου εντοπίζονται τα όξινα χλωριονατριούχα νερά, γεωτηρήσεις μέσα στα Νεογενή ιζηματα και τον ασβεστόλιθο παρουσιάζουν αρτεσιανισμό. Πρόκειται για ανεξάρτητο υδροφόρο σύστημα όπου οι στάθμες του σε πιεζόμετρα ελέγχου παρουσιάζουν σταθερότητα και μικρές έως αήμιαντες μεταβολές σε ετήσια βάση.

4. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ

Τα υπόγεια νερά της λεκάνης του Ανθεμούντα διακρίνονται σε δύο ομάδες με βάση το χημισμό τους.

Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα υπόγεια νερά που βρίσκονται νότια του οδικού άξονα Ν. Ρυσιού - Σουρωτής και νότια του Χροσπεδικού ορήματος. Τα νερά της περιοχής αυτής είναι ιδιαίτερα υποβαθμισμένα και παρουσιάζουν αυξημένη περιεκτικότητα σε Na, Ca, Cl (150-3000 mg/lit), HCO₃, Fe, B, καθώς επίσης και αυξημένη περιεκτικότητα σε αέριο CO₂ και H₂S. Χαρακτηριστικό των νερών αυτών είναι το έντονο κόκκινο χρώμα τους και η δυσάρεστη οσμή που προσδίδει το υδροθείο. Η αγωγιμότητά τους παίρνει τιμές από 2200 - 12000 μS/cm και το pH από 5,8 - 7,2.

Από την ταξινόμηση των νερών της περιοχής αυτής με το τριγωνικό διάγραμμα του PIPER (1944) προέκυψε ότι με βάση τα ανιόντα που περιέχουν χαρακτηρίζονται ως Χλωριούχα ενώ με βάση τα κατιόντα χαρακτηρίζονται ως Νατριούχα ή Καλιούχα.

Στην ίδια ομάδα νερών εντάσσεται και η πηγή Βοσβίνα (Σουρωτής), η πηγή Αγίασμα (Αγίας Παρασκευής) καθώς επίσης και η πηγή μεταλλικού νερού (Σουρωτής).

Σημαντικές ομοιότητες με το χημισμό των νερών της ομάδας αυτής παρουσιάζουν και τα θερμά νερά των Λουτρών της Θέρμης. Τα νερά των Λουτρών περιέχουν μικρότερες ποσότητες ιόντων Ca και Mg ενώ και η περιεκτικότητά τους σε αέριο CO₂ είναι ελάχιστη. Η μειωμένη περιεκτικότητά τους σε ιόντα έχει σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζουν και μικρότερες τιμές αγωγιμότητας (420 - 1100 μS/cm).

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα υπόγεια νερά που βρίσκονται στην υπόλοιπη έκταση που καταλαμβάνει η πεδιάδα του Ανθεμούντα. Τα υπόγεια νερά της ομάδας αυτής παρουσιάζουν αξιολογες διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα των διαλυμένων αλάτων ανάλογα με τη θέση τους μέσα στη λεκάνη.

Τα υπόγεια νερά που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης και πιο συγκεκριμένα βόρεια του οδικού άξονα Θέρμης - Βασιλικών παρουσιάζουν μικρή περιεκτικότητα διαλυμένων αλάτων και ειδικότερα ιόντων Na και Cl. Η αγωγιμότητά τους κυμαίνεται από 420 - 570 μS/cm και το pH τους από 7,5 - 8. Η χαμηλή τους περιεκτικότητα σε διαλυμένα άλατα οφείλεται στο γεγονός ότι η κυκλοφορία τους γίνεται κυρίως μέσα σε πυριγενή πετρώματα.

Τα νερά του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα που βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης παρουσιάζουν

πολύ μικρές διαφορές από τα νερά του βόρειου τμήματος της λεκάνης. Η αγωγιμότητα των νερών αυτών κυμαίνεται από 440 – 770 $\mu\text{s/cm}$ ενώ το pH τους από 7,8 - 8,1. Μικρά προβλήματα παρουσιάζονται στην περιοχή βόρεια των Ταγαράδων και της Αγίας Παρλασσειάς όπου λόγω της πλευριτικής μετάγγισης των υπόγειων υδάτων της πρώτης ομάδας παρατηρούνται αυξήσεις στις τιμές της περιεκτικότητας των ιόντων Cl, Na, Fe και B. Παρόμοια προβλήματα αλλά σε μικρότερη έκταση παρουσιάζονται στην περιοχή γύρω από τα Λουτρά της Θέρμης.

Τα υπόγεια νερά του βόρειου και του κεντρικού τμήματος της πεδιάδας του Ανθεμιούτα χαρακτηρίζονται με βάση το διάγραμμα ποσιμότητας του G.WATERLOT, ως νερά καλής ποιότητας.

Στο κατώτερο τμήμα της πεδιάδας του Ανθεμιούτα και ειδικότερα στην περιοχή Δυτικά και Νοτιοδυτικά της Θέρμης, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στις γεωτρήσεις συνεχής αύξηση των ιόντων χλωρίου. Η αγωγιμότητα των υπόγειων υδάτων σε ορισμένες γεωτρήσεις που είναι κατασκευασμένες κοντά στη θάλασσα προσεγγίζει τα 3500 $\mu\text{s/cm}$ ενώ οι τιμές που παρατηρούνται προς το εσωτερικό της λεκάνης μειώνονται μέχρι και τα 350 $\mu\text{s/cm}$. Οι συνεχώς αυξανόμενες τιμές της αγωγιμότητας και του λόγου Cl/SO₄ καθώς επίσης και οι μειούμενες τιμές του λόγου Ca+Mg/Na+K (Λαμπράκης, 1994. Καλλέογης 1986), με την προσέγγιση των ακτών αλλά και με την πάροδο του χρόνου, υποδηλώνουν την ύπαρξη μετώπου διείσδυσης θαλασσινού νερού το οποίο κινείται προς το εσωτερικό της λεκάνης.

Τα νερά των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίστηκαν με τη χρήση του διαγράμματος ποσιμότητας του G. WATERLOT, ως νερά κακής ποιότητας. Ενώ από την ταξινόμησή τους με το τριγωνικό διάγραμμα του PIPER (1944) προέκυψε ότι με βάση τα ανιόντα που περιέχουν χαρακτηρίζονται ως Δισανθρακικά ενώ με βάση τα κατιόντα χαρακτηρίζονται ως Ασβετούχα.

Τα προαναφερόμενα συμπεράσματα για τον υδροχημικό χαρακτήρα των υπόγειων υδάτων της περιοχής της πεδιάδας του Ανθεμιούτα προέκυψαν από την αξιοποίηση χημικών αναλύσεων προηγούμενων ετών που είχαν πραγματοποιηθεί από το ΙΓΜΕ (Γ. Τραγανός κ.α., 1985) και (Α. Παλακωνοσταντίνου κ.α., 1996) καθώς επίσης και από χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον ποιοτικό έλεγχο του νερού στο εργοστάσιο εμφιάλωσης της Σουφωτής. Οι προαναφερόμενες χημικές αναλύσεις υπερβαίνουν σε αριθμό τις 50.

5. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΡΟΦΩΡΩΝ

Προκειμένου να διερευνηθεί η μεταβολή της πιεζομετρίας των υδροφόρων οριζώντων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στάθμης σε μεγάλο αριθμό ομοίμορφα καταμετρημένων ανενεργών γεωτρήσεων και πιεζομέτρων. Οι μετρήσεις αυτές ξεκίνησαν από το 1993 και συνεχίστηκαν μέχρι και το 1998.

Από τις μετρήσεις αυτές προέκυψε ως γενικό συμπέρασμα ότι η στάθμη τόσο του φρεατίου όσο και των ημι-υπο-πίεση υδροφόρων οριζώντων συνεχώς ταπεινώνεται και μάλιστα με αυξανόμενους ρυθμούς. Οι μέγιστες πτώσεις στάθμης που έχουν παρατηρηθεί σε πιεζόμετρα που είναι εγκατεστημένα στους ημι-υπο-πίεση υδροφόρους οριζόντες είναι 1,74 m στην περιοχή του Αγροκτήματος του Α.Π.Θ. και 10,46 m στην περιοχή των Βασιλικών. Ενώ, οι μέγιστες πτώσεις στάθμης που παρατηρούνται σε πιεζόμετρα που είναι εγκατεστημένα στον φρεατικό υδροφόρο οριζόντα είναι 0,35 m στα Φαρμακαζάνια και 3,94 m στην περιοχή των Βασιλικών.

Από τη σύγκριση των δύο ισοπιεζομετρικών χαρτών (σχήμα 1 και 2) φαίνεται ότι ενώ η πιεζομετρική επιφάνεια των ημι-υπο-πίεση υδροφόρων ταπεινώθηκε κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος Μάιος 1993 - Μάιος 1998, η πιεζομετρική επιφάνεια του αρτεσιανού υδροφόρου που βρίσκεται στο νότιο τμήμα της λεκάνης παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια να ευνοείται η υπόγεια πλευριτική διήθηση των κακής ποιότητας νερών του αρτεσιανού υδροφόρου προς το κεντρικό τμήμα της λεκάνης. Η δράση του φαινομένου αυτού επιβεβαιώνεται από την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού των γεωτρήσεων του "Συνδέσμου Ύδρευσης 10 Κοινοτήτων Ανθεμιούτα" που βρίσκονται εντός του αγροκτήματος της Αγίας Παρλασσειάς.

Στους προαναφερόμενους ισοπιεζομετρικούς χάρτες η περιοχή στην οποία η πιεζομετρική επιφάνεια είναι κάτω από το επίπεδο της θάλασσας έχει σχεδιαστεί με σκουρότερη απόχρωση του γκρι. Από τη σύγκριση των περιοχών αυτών φαίνεται ότι ενώ το Μάιο του 1993 η ισοπιεζομετρική καμπύλη με υψόμετρο 0 m διέρχεται σχεδόν σε όλο της το μήκος κάτω από τον παραλιακό δρόμο Θεσσαλονίκης - Μηχανιώνας, το Μάιο του 1998 η ίδια ισοπιεζομετρική καμπύλη έχει περάσει πίσω από τον οικισμό των Φαρμακαζάνων περιβάλλοντας πολλαπλάσια έκταση. Η προαναφερόμενη οπισθοχώρηση της ισοπιεζομετρικής καμπύλης συνοδεύεται και από την αντίστοιχη προέλαση της διεπιφάνειας γλυκού - αλμυρού νερού. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη σύγκριση των ισοπιεζομετρικών χαρτών ταυτίζονται με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αξιοποίηση των χημικών αναλύσεων και κατά συνέπεια επιβεβαιώνουν τη διείσδυση της θάλασσας στο εσωτερικό της λεκάνης του Ανθεμιούτα.

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



Απόσπασμα Υπονήματος (Memo Fragment)

Κύριες Ισοπιεζομετρικές Καμπύλες (Main isopiestic curves)

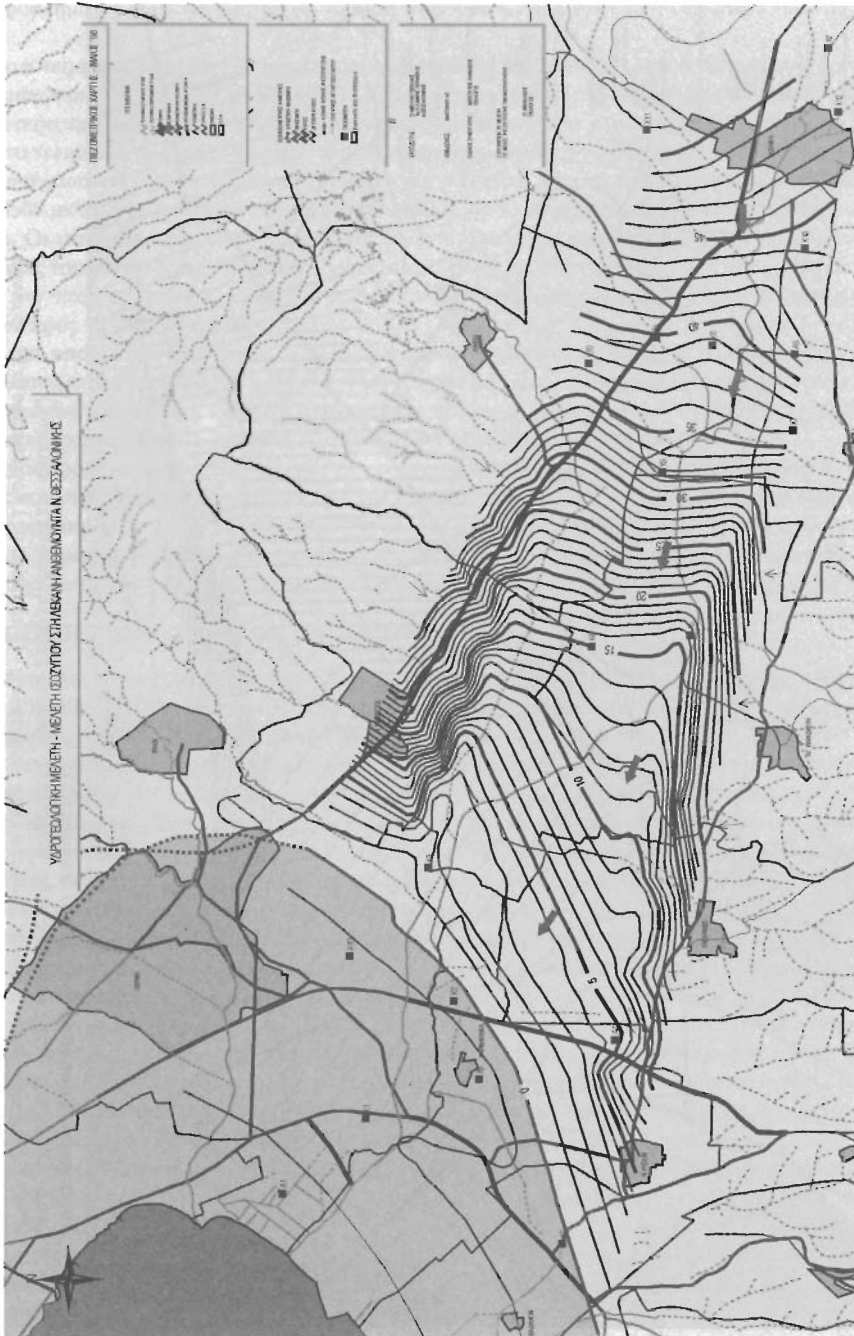
Δευτερεύουσες Ισοπιεζομετρικές Καμπύλες (Secondary isopiestic curves)

Περιοχή με αρνητική ισοπιεζομετρική επιφάνεια (Area with negative isopiestic surface)

Σχήμα 1. Ισοπιεζομετρικές καμπύλες των υδροφόρων οριζόντων μεγάλου βάθους - Μάιος 1993.

Figure 1. Isopiestic curves of the dip water tables - May 1993.

Σχήμα 2. Ισοπιεζομετρικές καμπύλες των υπόφορων οριζόντων μεγάλων βάθους - Μάιος 1998.
 Figure 2. Isopiezometric curves of the dip water tables - May 1998.



Απόσπασμα Υπονήματος (Memo Fragment)

Κύριες Ισοπιεζομετρικές καμπύλες (Main isopiezometric curves)

Δευτερεύουσες Ισοπιεζομετρικές καμπύλες (Secondary isopiezometric curves)

Περιοχή με αρνητική Ισοπιεζομετρική επιφάνεια (Area with negative isopiezometric surface)

6. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το νερό των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων της πεδιάδας του Ανθεμιούνα χρησιμοποιείται για την κάλυψη αρδευτικών, υδρευτικών και βιομηχανικών αναγκών. Για τον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που καταναλώνεται σε κάθε μια από τις προαναφερόμενες δραστηριότητες πραγματοποιήθηκε απογραφή των γεωτρήσεων καθώς επίσης και καταγραφή των επιμέρους χρήσεων γης σε σχέση με τις απαιτήσεις τους σε νερό. Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απογραφής και οι ποσότητες του νερού που χρειάζονται για την κάλυψη των αναγκών της κάθε μίας δραστηριότητας.

Αρδευτική Κατανάλωση

Για τον υπολογισμό της αρδευτικής κατανάλωσης απογράφησαν όλες οι γεωτρήσεις των συλλογικών δικτύων άρδευσης καθώς επίσης και όλες οι ιδιωτικές γεωτρήσεις που άρδευαν εκτάσεις μεγαλύτερες των 20 στρεμμάτων. Η απογραφή του συνόλου των γεωτρήσεων ανεξαρτήτως της έκτασης που αρδεύουν κατέστη αδύνατο να πραγματοποιηθεί εντός των χρονικών ορίων της μελέτης λόγω του υπερβολικά μεγάλου αριθμού τους. Συνολικά απογράφησαν 149 αρδευτικές γεωτρήσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές αρδεύουν 16.311 στρέμματα, δηλαδή το 61,3% της συνολικής αρδευόμενης έκτασης η οποία σύμφωνα με στοιχεία της Διεύθυνσης Γεωργίας (1994) υπολογίζεται σε 26.595 στρέμματα.

Από την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της απογραφής των γεωτρήσεων και των στοιχείων της Διεύθυνσης Γεωργίας για την κατανομή των καλλιεργειών το 1994, εκτιμήθηκε η κατανομή των καλλιεργειών και κατά συνέπεια και η κατανάλωση αρδευτικού νερού η οποία για το έτος 1998 ανέρχεται σε 18.668.000 m³/έτος.

Αξίζει να αναφερθεί ότι στις εκτάσεις που αρδεύονται με την χρήση ιδιωτικών γεωτρήσεων παρατηρείται υπέρβαση της κατανάλωσης σε ποσοστό περίπου 15%. Το στοιχείο αυτό συνεκτιμήθηκε για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης σε αρδευτικό νερό.

Υδρευτική Κατανάλωση

Οι εν λειτουργία υδρευτικές γεωτρήσεις που υπάρχουν στην πεδιάδα του Ανθεμιούνα είναι 22. Οι γεωτρήσεις αυτές υδρεύουν τους οικισμούς που υπάρχουν στο χώρο της λεκάνης καθώς επίσης και τους οικισμούς που εξυπηρετεί ο "Σύνδεσμος Ύδρευσης 10 Κοινοτήτων Ανθεμιούνα". Επίσης στην περιοχή μελέτης υπάρχουν και δύο από τις υδρευτικές γεωτρήσεις του Δήμου Πολαίας.

Οι προαναφερόμενες υδρευτικές γεωτρήσεις καλύπτουν τις ανάγκες σε νερό 35.000 κατοίκων. Θεωρώντας ότι η κατανάλωση νερού ανά άτομο είναι περίπου 230 lt/ήμερο προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση σε νερό για την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης είναι 3.078.000 m³/έτος.

Βιομηχανική – Βιοτεχνική Κατανάλωση

Στην περιοχή της πεδιάδας του Ανθεμιούνα εδρεύουν συνολικά 426 βιομηχανικές – βιοτεχνικές μονάδες. Οι μονάδες αυτές στην πλειοψηφία τους δεν είναι υδροβόρες, δηλαδή, είτε χρησιμοποιούν πολύ μικρές ποσότητες νερού για την κάλυψη των αναγκών της παραγωγής είτε χρησιμοποιούν το νερό μόνο για την κάλυψη των αναγκών στους χώρους υγιεινής. Εξαιρέση αποτελούν τρεις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες (ένα βαφείο και 2 εμφιαλωτήρια) που καταναλώνουν συνολικά το 62% της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται στις δραστηριότητες του δευτερογενή τομέα.

Εκτιμώντας τις ποσότητες του νερού που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών σε κάθε βιομηχανική – βιοτεχνική μονάδα και λαμβάνοντας υπόψη και τον συνολικό αριθμό των εργαζομένων που απασχολούν, υπολογίστηκε ότι στην πεδιάδα του Ανθεμιούνα καταναλώνονται 1.864.000 m³/έτος για τις απαιτήσεις του δευτερογενή τομέα παραγωγής.

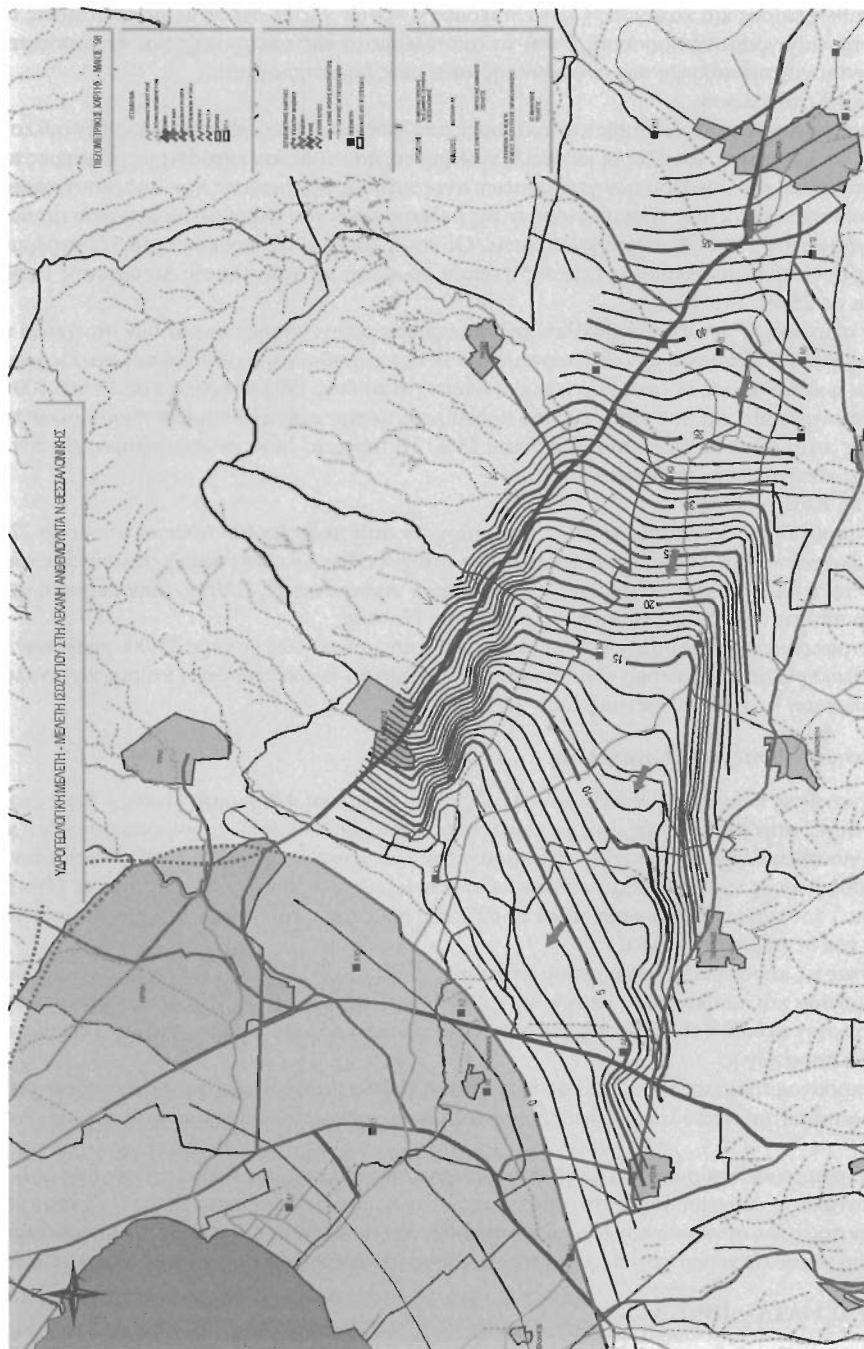
Από τα προαναφερόμενα προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση υπόγειου νερού για την κάλυψη όλων των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα εντός των ορίων της πεδιάδας του Ανθεμιούνα είναι 23.610.000 m³/έτος.

Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Ι. Παπαγεωργιάκη & Ι. Κουμαντάκη (1978) η κατανάλωση υπόγειου νερού στο σύνολο της λεκάνης του Ανθεμιούνα το έτος 1977 ήταν 16.800.000 m³/έτος. Από την πρόχειρη σύγκριση των δύο προαναφερόμενων αριθμών προκύπτει ότι τα είκοσι τελευταία χρόνια η κατανάλωση υπόγειου νερού στην περιοχή της πεδιάδας του Ανθεμιούνα το ελάχιστο διπλασιάστηκε.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας όλα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους προκύπτει το συμπέρασμα ότι η πεδιάδα του Ανθεμιούνα, ως περιφερειακή ζώνη της πόλης της Θεσσαλονίκης, παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς ανάπτυξης. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεοφράστου" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. Κατανάλωση του υπόγειου νερού. Η κατανάλωση του υπόγειου νερού, που έτος 1998 έφτασε τα 23.610.000 m³, έχει σαν αποτέλεσμα την

Σχήμα 3. Χάρτης προτεινόμενων περιοριστικών ζωνών προστασίας.
 Figure 3. Map of proposed protection zones.



Απόσπασμα Υπομνήματος (Memo Fragment)

- Κύριες ισοπιεζομετρικές κορυφές (Main isopiezometric curves)
- Δευτερεύουσες ισοπιεζομετρικές κορυφές (Secondary isopiezometric curves)
- Περιοχή με αρνητική ισοπιεζομετρική επιφάνεια (Area with negative isopiezometric surface)

ταπεινώση της στάθμης των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων σε όλη την έκταση της λεκάνης. Η ταπεινώση της στάθμης των υδροφόρων οριζώντων οδηγεί στην υποβίβωση της ποιότητας των υπόγειων νερών. Η διεύθυνση της θάλασσας και η μετάγγιση υπόγειων νερών κατώτερης ποιότητας στους κύριους υδροφόρους της περιοχής καθιστά προβλέψιμη αλλά και ανησυχητική την εξέλιξη της κατάστασης των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων στο μέλλον. Η υποβίβωση της ποιότητας των υπόγειων νερών και η μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων είναι σίγουρο ότι θα αντιστρέψει την εξελικτική πορεία του συνόλου της περιοχής.

Για την αποφυγή των προαναφερόμενων δυσάρεστων εξελίξεων προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα: 1) Ενημέρωση των Πολιτών για την υφιστάμενη κατάσταση και για τους τρόπους αντιμετώπισης της, 2) Ενοποίηση και επέκταση των αρδευτικών δικτύων, 3) Αναδιάρθρωση των καλλιέργειών και εφαρμογή σύγχρονων τρόπων άρδευσης, 4) Πλήρης και συνεχής καταγραφή του συνόλου των σημείων υδροληψίας και των χρήσεων γης σε σχέση με την κατανάλωση νερού, 5) Κατασκευή έργων τεχνητού εμπλουτισμού, 6) Χρησιμοποίηση ποιοτικά υποβαθμισμένου νερού για την κάλυψη αναγκών, 7) Υδρογεωλογική μελέτη στο σύνολο της λεκάνης του Ανθεμούντα έτσι ώστε να υπολογιστεί το υδρολογικό ισοζύγιο και 8) Οριομός και εφαρμογή περιοριστικών ζωνών προστασίας.

Προτείνεται να οριστούν οι ζώνες προστασίας που παρουσιάζονται στο σχήμα 3. Οι ζώνες αυτές είναι οι εξής:

Ζώνη Απόλυτης Προστασίας (Ζώνη Α)

Στην ζώνη αυτή υπάρχει άμεσος κίνδυνος από τη διεύθυνση του θαλασσινού νερού. Προτείνεται η απαγόρευση κατασκευής κάθε νέας γεώτρησης.

Ζώνες Υψηλής Προστασίας (Ζώνη Β1 και Ζώνη Β2)

Η ζώνη Β1 αποτελεί το μοναδικό φυσικό φράγμα αντίστασης στη διεύθυνση του θαλασσινού νερού, ενώ η ζώνη Β2, που εκτείνεται 400 m εγκατέρθεν του Ανθεμούντα ποταμού, αποτελεί τη σημαντικότερη ζώνη τροφοδοσίας των υδροφόρων με επιφανειακό νερό. Στις ζώνες αυτές ήδη υπάρχουν πολλές βαθιές και υδροβόρες γεωτρήσεις που τείνουν να ανατρέψουν το προαναφερόμενο καθεστώς. Στη Ζώνη αυτή επιτρέπεται η διάνοιξη απόλυτα ελεγχόμενων έργων υδροληψίας μέτριων δυνατοτήτων που θα καλύπτουν επιτακτικές ανάγκες.

Ζώνη Προστασίας Γ

Η ζώνη Γ περιβάλλει τις εγκαταστάσεις των Λουτρών της Θέρμης με ακτίνα 1000 m. Στη ζώνη αυτή απαγορεύεται κάθε νέα ανόρυξη παραγωγικής γεωτρήσεως.

Ζώνη Προστασίας Δ

Η ζώνη προστασίας Δ περιβάλλει τον αρτεσιανό υδροφόρο που εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της πεδιάδας του Ανθεμούντα και ο οποίος δε διαθέτει ποιοτικώς αξιοποιήσιμα αποθέματα νερού.

Στο υπόλοιπο τμήμα της λεκάνης επιτρέπεται η ελεγχόμενη κατασκευή έργων υδροληψίας μέτριων έως και μεγάλων δυνατοτήτων.

Για να είναι δυνατή η εφαρμογή όλων των προαναφερόμενων μέτρων κρίνεται σκόπιμη η σύσταση φορέα διαχείρισης. Ο φορέας αυτός θα επιτρέψει την καλύτερη οργάνωση και τον ορθότερο προγραμματισμό των ενεργειών που αφορούν τα περιβαλλοντολογικά θέματα της λεκάνης του Ανθεμούντα, συμπεριλαμβανομένου και των θεμάτων που αφορούν τα υπόγεια ύδατα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., 1986, Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία (τόμος Α'), Εκδόσεις ΤΕΕ, τεφ. 7, σελ. 7-1 έως 7-88, Αθήνα.

ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ι., ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Ξ., 1993, Κατακόρυφες μεταγρίσεις υπόγειων νερών ελεύθερων υδροφόρων οριζώντων σε υποεπίμενους. Περίπτωσης Δυτ. Αχαΐας και Βασιλικών Θεσσαλονίκης, πρακτ. 2^{ου} Υδροζου Συνεδρίου, Τόμος Β, σελ. 461-466.

ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ, Ν., 1994, Εισαγωγή στην Υδρογεωλογία, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα.

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α., ΧΑΤΖΗΚΥΡΚΟΥ, Α., ΚΑΛΟΥΣΗ Ε., 1996, Μελέτη ποιοτικής κατάστασης επιφανειακών και υπόγειων νερών Ν. Θεσσαλονίκης. Εκδόσεις ΙΓΜΕ, Παράρτημα Θεσσαλονίκης.

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ, Ι., ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ι., 1978, Υδρογεωλογική μελέτη Χαλκιδικής και λεκανών Ανθεμούντα και Επανομής Θεσσαλονίκης, Εκδόσεις Υπ. Γεωργίας, Αθήνα.

PIPER, A., 1944, A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis, Transam. Geophysical Union, 25/914-928, New York.

ΤΡΑΓΑΝΟΣ, Γ., ΘΑΝΑΣΣΟΥΛΑΣ, Κ., 1985, Αναζήτηση γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας για ενδεχόμενη οικιακή και βιομηχανική θέρμανση στα νότια και νοτιοανατολικά προάστια της Θεσσαλονίκης, Εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.

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