

ΟΙ ΥΠΕΡΑΝΤΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΡΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ

Χ. Δρίτσα*, Σ. Λέκκας* και Ε. Μυσικίδου*

ΣΥΝΟΨΗ

Από τη μελέτη ενός τμήματος της λεκάνης των Μεγάρων προέκυψε μία σταδιακή εξάντληση των υδροφόρων οριζόντων. Η υπεράντληση που πραγματοποιείται ΒΔ των Μεγάρων, μέσα στα μεταλπικά ιζήματα της νεοτεκτονικής τάφρου των Μεγάρων, έχει ως αποτέλεσμα : α) την εξάντληση των υδροφόρων οριζόντων που βρίσκονται σε μέσο απόλυτο υψόμετρο 90-80 m, β) τη μείωση της απόδοσης των υδροφόρων οριζόντων που βρίσκονται σε μέσο απόλυτο υψόμετρο 60-50 m κατά 65%, από αρχικές παροχές 40 m³/h σε 14 m³/h, γ) τη μείωση της απόδοσης των υδροφόρων οριζόντων απόλυτου υψομέτρου 30-20 m κατά 50%, από αρχικές παροχές 30 m³/h σε 15 m³/h, δ) τη διεύθυνση της θάλασσας με αναπτυσσόμενο μέτωπο υφαλμύρωσης προς Β-ΒΒΔ.

ABSTRACT

This paper deals with the consequences of over-exploitation of the aquifers that are expanding mostly in the neogene deposits of Megara basin. The study took place in the southern, southern-western and central part of Megara basin. The conclusions drawn are the following : Due to the overpumping of numerous bore holes, drilled in the area without any plan of water management, there has been a gradual reduction of the wells' efficiencies during the last 10 - 15 years. Moreover, the quality of the water, which is being pumped from a number of wells in a distance of three to seven kilometers from the coastline, has degraded. Chemical analyses show an increase of chlorides in water samples, which suggests a sea-water penetration, from the Saronic Gulf through the Megara's sedimentary basin.

The actual situation has been proved by several observations, field data and chemical analyses of water samples ; the results are being presented in this paper, on maps and diagrams.

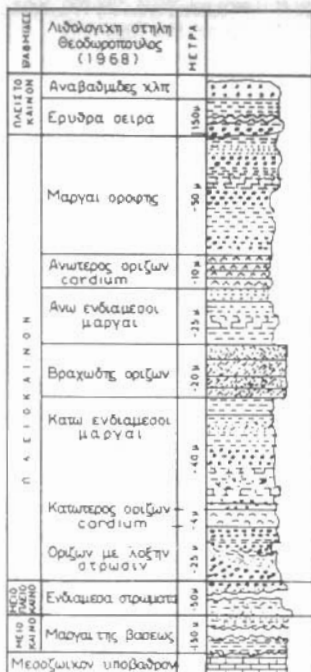
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΘΕΣΗ / ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στη συγκεκριμένη εργασία ασχολούμαστε με τη μελέτη των υδροφόρων οριζόντων που αναπτύσσονται στις νεογενείς αποθέσεις του Α- ΝΑ τμήματος της λεκάνης των Μεγάρων.

Εξετάζονται οι δυνατότητες απόδοσης τους, οι ρυθμοί εκμετάλλευσης τους και, τελικά, οι επιπτώσεις των υπεράντλησεων τόσο στην απόδοση των υδροφόρων οριζόντων όσο και στην ποιότητα του αντλούμενου νερού.

Η λεκάνη των Μεγάρων είναι μία επιμήκης νεοτεκτονική τάφρος, διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ, που οριοθετείται από το όρος Πατέρα προς τα ΒΑ και τα Γεράνεια όρη

* University of Athens, Department of Geology, 157 84, Panepistimiopolis, Zografou, Greece



Σχ. 1: Λιθολογική στήλη περιοχής Μεγάρων κατά τον Δ. Θεοδωρόπουλο (1968)

ως αποτέλεσμα την ετερογένεια της υδροφορίας από θέση σε θέση.

Γνωρίζοντας το σημερινό πρόβλημα ύδρευσης - άρδευσης στη λεκάνη των Μεγάρων, έγινε προσπάθεια μελέτης του υδρογεωλογικού καθεστώτος ενός τμήματος αυτής. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

1. Καταγραφή των υδροληπτικών έργων της περιοχής .

2. Συλλογή πληροφοριών από τους ιδιοκτήτες των υδροληπτικών έργων, τους γεωτρυπανιστές και την υπεύθυνη υπηρεσία του Δήμου Μεγάρων, που αφορούν :

- το χρόνο διάνοιξης των γεωτρήσεων
- τις λιθολογίες των διατομών
- τα βάθη ανεύρεσης των υδροφόρων στρωμάτων
- τις παροχές άντλησής τους
- τις διακυμάνσεις στις αποδόσεις τους, τόσο εποχιακά όσο και ετήσια.

3. Λήψη δειγμάτων νερού από το μεγαλύτερο αριθμό των κατεγραμμένων υδροληπτικών έργων, για την πραγματοποίηση χημικών αναλύσεων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Η εικόνα που προέκυψε μετά την αξιολόγηση και ομαδοποίηση των συλλεχθέντων στοιχείων, είναι η εξής:

1. Οι υπό πίεση υδροφόροι οριζόντες στη λεκάνη των Μεγάρων αναπτύσσονται σε μικρού πάχους στρώματα ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και άμμων. Τα βάθη ανεύρεσής τους ποικίλλουν από περιοχή σε περιοχή, και αυτή η διαφοροποίηση αποτελεί αποδεικτικό στοιχείο για την ετερογένεια που χαρακτηρίζει το σύνολο των νεογενών αποθέσεων. Επίσης πιστοποιούνται απολεπτύνσεις των υδροφορέων, γεγο-

πος τα ΝΔ. Οι σχηματισμοί του υποβάθρου ανήκουν στην Υποπελαγονική ενότητα και είναι στην πλειονότητα τους ανθρακικοί.

Στην λεκάνη των Μεγάρων διακρίνονται : μία κατώτερη σειρά στρωμάτων πιθανόν ανωμειοκαινικής ηλικίας ,κατά Θεοδωρόπουλο (1968), ή πλειοκαινικής ηλικίας κατά Μαρίνο (1951), και μια ανώτερη σειρά πλειοκαινικών και τεταρτογενών αποθέσεων (σχ. 1). Οι νεογενείς αποθέσεις είναι λιμναίες, λιμνοθαλάσσιες και θαλάσσιες. Χαρακτηρίζονται από μία ποικιλία λιθολογιών, όπου επικρατούν οι μάργες. Επίσης απαντούν άργιλοι, ψαμμίτες, πωρόλιθοι, τραβερίνες, ασβεστόλιθοι και ,σε μικρότερο ποσοστό, άμμοι και κροκαλοπαγή. Τα ανώτερα μέλη της σειράς είναι ηπειρωτικής προέλευσης με επικρατέστερους ερυθρούς πηλούς και συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις παρατηρούνται κυρίως στο ΒΑ τμήμα της λεκάνης, κατά μήκος των πρόποδων του όρους Πατέρα. Επίσης, καλύπτουν την περιοχή Β, ΒΑ και Α της πόλης των Μεγάρων σε μία ακτίνα 2 χιλιομέτρων. Διακρίνονται σε προσχώσεις παλιές και σύγχρονες και σε κορρήματα χαλαρά έως συνεκτικά (Δούνας 1971). Το πάχος τους διαφοροποιείται κατά θέσεις και φτάνει τα 80 m στις πεδινές περιοχές.

2.ΟΙ ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ ΚΑΙ Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΑ ΝΕΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ

Η ποικιλία των λιθολογιών που παρατηρείται στα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης των Μεγάρων, καθώς και οι συνεχείς εναλλαγές, τόσο κατά την κατακόρυφη όσο και κατά την οριζόντια έννοια, έχουν

νός που επηρεάζει τις αποδόσεις γειτονικών γεωτρήσεων.

2. Οι κύριοι υδροφόροι ορίζοντες που αντλήθηκαν και αντλούνται μέχρι σήμερα συστηματικά λόγω των μεγάλων αποδόσεων τους βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 90-80m, 60-50m, 30-20m και 5-0m κατά μέσο όρο. Σημειώνουμε ότι οι κλίσεις των νεογενών είναι πολύ μικρές, από 0° έως 10°.

3. Η εκμετάλλευση των υδροφόρων οριζόντων κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, γίνεται με έντονους ρυθμούς, με αποτέλεσμα την άντληση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού από τα ρυθμιστικά αποθέματα. Σαν συνέπεια έχουμε τη σταδιακή πτώση στάθμης με παράλληλη μείωση των δυνατοτήτων απόδοσης των υδροφόρων οριζόντων, και, σε ορισμένες περιπτώσεις, την εξάντληση τους, ιδιαίτερα εκείνων που βρίσκονται σε μικρότερα βάθη.

Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι εξής περιοχές:

Α. Περιοχή Τούτουλη - Στέρνα Ορφανού (περιοχή 1).

Στην περιοχή αυτή καταγράφονται οι μεγαλύτερες παροχές άντλησης και η μεγαλύτερη πυκνότητα γεωτρήσεων. Οι υδροφόροι ορίζοντες που διαπιστώθηκαν σε αυτή την περιοχή είναι σε απόλυτα υψόμετρα 90 m, 60-50 m, 30-20 m και 5-0 m.

Συγκεκριμένα, ο υδροφόρος ορίζοντας των 90 m αντλήθηκε συστηματικά από το 1968 μέχρι το 1975, με παροχές αρχικά της τάξεως των 40 m³/h οι οποίες μειώθηκαν σταδιακά και έφτασαν τα 3-4 m³/h στα τέλη της δεκαετίας του '70.

Στον υδροφόρο ορίζοντα των 60-50 m κατέληξαν οι εκβαθύνσεις και οι νέες γεωτρήσεις μετά το 1976, τον οποίον και άντλησαν με παροχές των 40 m³/h αρχικά, οι οποίες μειώθηκαν σταδιακά σε 10 m³/h.

Μετά το 1989 οι περισσότερες γεωτρήσεις αντλούν από τον υδροφόρο ορίζοντα των 30-20 m, με παροχές αρχικά 35 m³/h, ενώ σήμερα οι παροχές του ορίζοντα αυτού είναι κατά μέσο όρο 15 m³/h.

Από το 1989 έως σήμερα συστηματική εκμετάλλευση πραγματοποιείται στον υδροφόρο ορίζοντα των 5-0 m, του οποίου η παροχή είναι της τάξης των 35-45 m³/h σε γενικές γραμμές, με κάποιες εποχιακές διακυμάνσεις.

Σημειώνουμε ότι οι γεωτρήσεις που βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της εν λόγω περιοχής (Γ43, Γ45, Γ47, Γ48, Γ53, Γ54) συνάντησαν το ανθρακικό υπόβαθρο σε θετικό απόλυτο υψόμετρο (από 40 έως 10 m) και παρουσιάζουν σταθερές παροχές και καλή ποιότητα νερού σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους (50 m³/h).

Β. Περιοχή Διακωτού - Αγίου Λουκά (περιοχή 2).

Εξίσου σημαντική πυκνότητα γεωτρήσεων. Παρατηρούνται ανάλογα φαινόμενα υπεράντλησης και σταδιακής μείωσης των αποδόσεων των υδροφόρων οριζόντων. Έτσι, διαπιστώθηκαν υδροφόροι ορίζοντες σε απόλυτα υψόμετρα 70 m, 50-40 m, 20-10 m.

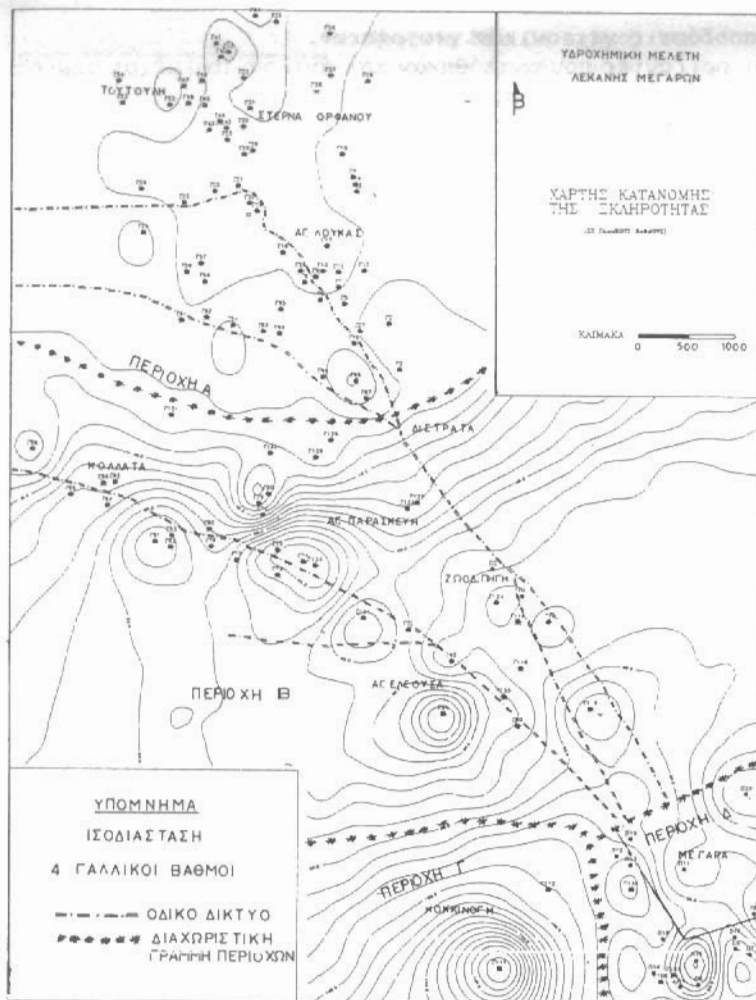
Από το 1972 μέχρι το 1980 αντλήθηκε ο υδροφόρος ορίζοντας των 70m με σταδιακή μείωση από 40 m³/h σε 15 m³/h κατά μέσο όρο. Στη συνέχεια, αντλήθηκε ο υδροφόρος ορίζοντας των 50-40 m με παροχές της τάξης των 30 m³/h αρχικά, που μειώθηκαν στα 10 m³/h μέχρι σήμερα. Τέλος, σήμερα αντλείται συστηματικά ο ορίζοντας των 20-10 m με παροχές 35 m³/h.

Γ. Περιοχή Κολλάτα - Αγίας Παρασκευής (περιοχή 3).

Οι περισσότερες γεωτρήσεις σε αυτή την περιοχή έχουν γίνει μετά το 1980. Οι υδροφόροι ορίζοντες βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 100 m, 50-40 m, 5-0 m. Ο πρώτος υδροφόρος ορίζοντας εξαντλήθηκε, ο δεύτερος παρουσιάζει μία μείωση της παροχής από 40 m³/h σε 10 m³/h, ενώ ο τελευταίος έχει σταθερές παροχές της τάξεως των 35 m³/h.

3. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΥΠΕΡΑΝΤΛΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Προκειμένου να υπάρχει μία ολοκληρωμένη εικόνα για την ποιότητα του αντλούμενου νερού στην υπό εξέταση περιοχή, μετά την καταγραφή των 150 υδροληπτικών



Σχ. 2: Χάρτης κατανομής της σκληρότητας

λογίων των υδροφόρων οριζώντων, διακρίνονται οι περιοχές :

Α. Περιοχή Τούτουλη - Αγ.Λουκά - Στέρνα Ορφανού (περιοχή Α)

Οι σκληρότητες φτάνουν μέχρι τους 35 Γαλλικούς βαθμούς (σχ.2) και οι αγωγιμότητες κυμαίνονται μεταξύ 350 και 750 $\mu\text{siemens/cm}$ (σχ. 3). Οι περιεκτικότητες σε ιόντα χλωρίου είναι πολύ μικρές και δεν υπερβαίνουν τα 40 mg/lit (σχ.4). Οι περιεκτικότητες σε ιόντα μαγνησίου φτάνουν τα 50 mg/lit (σχ.5) και τα θειικά δεν υπερβαίνουν τα 20 mg/lit (σχ.6). Νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνιακά δεν ανιχνεύονται. Βασιζόμενοι σε παλιότερες χημικές αναλύσεις, οι οποίες έχουν γίνει από το 1980 μέχρι σήμερα από ιδιώτες, η ποιότητα του νερού παραμένει καλή και χρησιμοποιείται για την ύδρευση των Μεγάρων και για αρδεύσεις.

Β. Περιοχή Αγ. Παρασκευής - Κολλάτα - Αγ. Ελεούσας (περιοχή Β)

Οι σκληρότητες κυμαίνονται από 50 έως 90 Γαλλικούς βαθμούς (σχ.2), οι δε αγωγιμότητες από 800 έως 1800 $\mu\text{siemens/cm}$ (σχ.3). Τοπικά παρατηρούνται εξάρσεις των τιμών κυρίως στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής όπως στη Γ119 όπου η μετρούμενη αγωγιμότητα φτάνει τα 3250 $\mu\text{siemens/cm}$.

έργων, επιλέχθηκαν 93 γεωτρήσεις στα δείγματα νερών των οποίων μετρήθηκε η σκληρότητα σε γαλλικούς βαθμούς. Επίσης σε 120 δείγματα νερού προσδιορίσθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{siemens/cm}$).

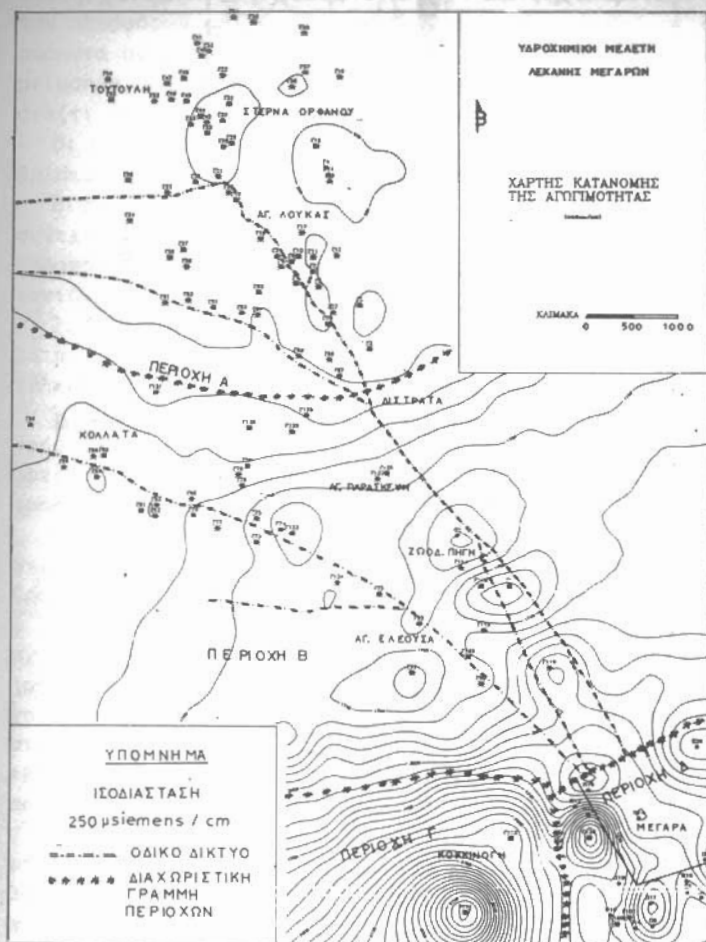
Τέλος, σε 26 αντιπροσωπευτικά δείγματα έγιναν χημικές αναλύσεις, από τα στοιχεία των οποίων μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα οι περιεκτικότητες σε ιόντα χλωρίου, μαγνησίου, θειικών (για την οριοθέτηση του μετώπου υπεραλίρωσης) και των νιτρικών, νιτρώδων και αμμωνιακών για τον προσδιορισμό των πηγών μόλυνσης.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έγιναν χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν:

α) τα ανάλογα ιστογράμματα.

β) οι χάρτες κατανομής σκληρότητας και αγωγιμότητας.

Βάσει των ιστογραμμάτων, των χαρτών κατανομής και των λιθο-



Σχ. 3: Χάρτης κατανομής της αγωγιμότητας

(σχ.2) και οι αγωγιμότητες από 2500 έως 9900 $\mu\text{siemens/cm}$ (σχ.3). Οι περιεκτικότητες σε ιόντα χλωρίου παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές, που κυμαίνονται από 2000 έως 3750 mg/l (σχ.4). Τα ιόντα μαγνησίου κυμαίνονται από 100 έως 130 mg/l (σχ.5), ενώ τα θειικά από 120 έως 450 mg/l (σχ.6).

Σημειώνεται ότι οι μεγάλες τιμές της αγωγιμότητας και οι μεγάλες συγκεντρώσεις των προσδιοριζόμενων ιόντων παρατηρούνται στις γεωτρήσεις Γ104, Γ105, Γ106, Γ107, Γ108, Γ111, Γ112, οι οποίες αντλούν από απόλυτα υψόμετρα 0 έως 5 m.

Η επιβάρυνση της ποιότητας στην περιοχή Κοκκινογής έχει παρατηρηθεί από το 1980, σύμφωνα με τα αποτελέσματα παλαιότερων αναλύσεων.

Δ. Περιοχή Μεγάρων (περιοχή Δ)

Στην περιοχή της πόλης των Μεγάρων και γύρω από αυτή υπάρχουν πηγάδια που αντλούν από υδροφόρο ορίζοντα που αναπτύσσεται στους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους.

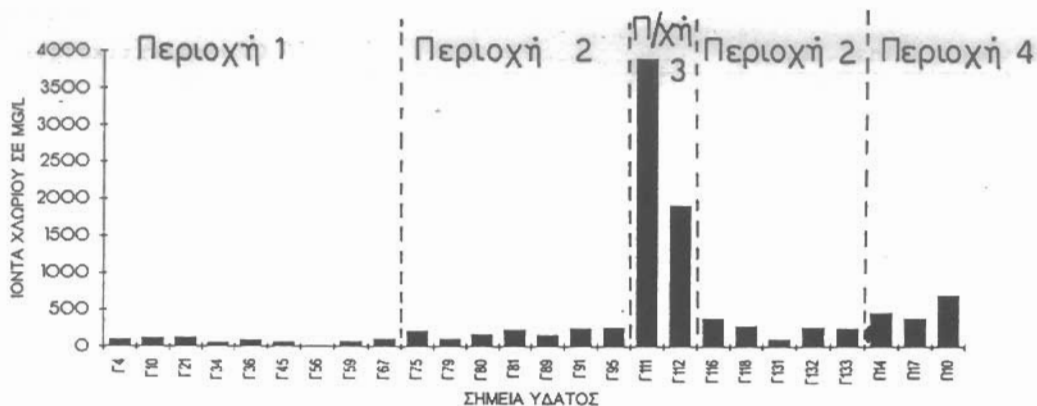
Οι σκληρότητες στα ανθρακικά κυμαίνονται μεταξύ 70 και 120 Γαλλικών βαθμών (σχ.2), οι δε αγωγιμότητες κυμαίνονται μεταξύ 2500 και 5000 $\mu\text{siemens/cm}$

Οι περιεκτικότητες ιόντων χλωρίου φτάνουν μέχρι 300 mg/l στα βόρειοδυτικά ενώ στα νότιοανατολικά είναι της τάξεως των 400 mg/l (σχ.4). Τα θειικά κυμαίνονται από 150 έως 250 mg/l (σχ.6). Τα ιόντα μαγνησίου κυμαίνονται από 70 έως 120 mg/l (σχ.5).

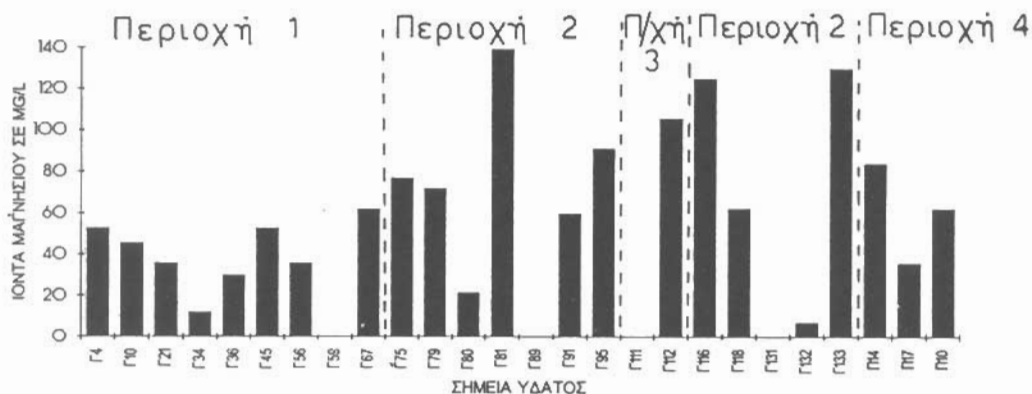
Στην εν λόγω περιοχή ανιχνεύθηκαν σε ορισμένες γεωτρήσεις, όπως οι Γ1, Γ74, Γ81, Γ118, νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά κατά τη διάρκεια των τελευταίων αναλύσεων. Αναλύσεις προ δεκαετίας, στην ίδια περιοχή, παρουσιάζουν μηδενικές περιεκτικότητες σε νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά και παρόμοιες με τις πρόσφατα προσδιορισμένες περιεκτικότητες ως προς τα άλλα ιόντα.

Γ. Περιοχή Κοκκινογής (περιοχή Γ)

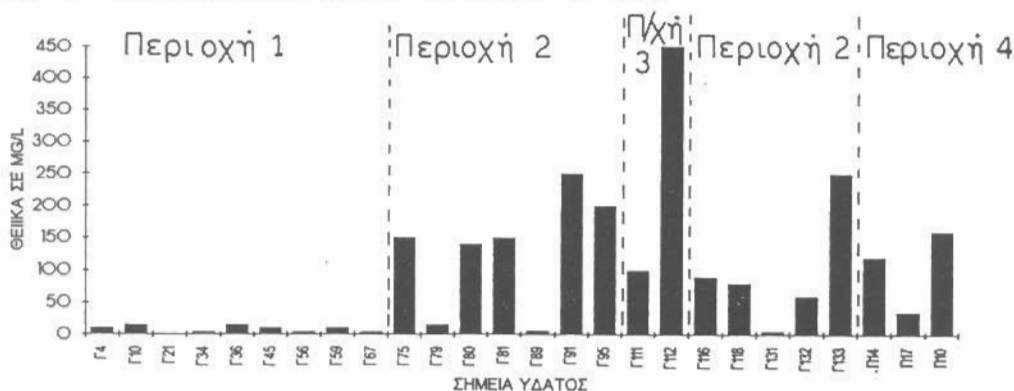
Οι προσδιοριζόμενες σκληρότητες κυμαίνονται από 90 έως 160 Γαλλικούς βαθμούς



Σχ. 4: Περιεκτικότητα ιόντων χλωρίου σε Mg/l



Σχ. 5: Περιεκτικότητα ιόντων μαγνησίου σε Mg/l



Σχ. 6: Περιεκτικότητα θειικών σε Mg/l

(σχ.3). Οι περιεκτικότητες σε ιόντα χλωρίου είναι της τάξεως των 500 mg/l. Τα ιόντα μαγνησίου κυμαίνονται από 40 έως 80 mg/l, ενώ τα θειικά παρουσιάζουν τιμές μεταξύ 50 και 150 mg/l.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

1. Στη λεκάνη των Μεγάρων γίνεται μία συστηματική υπεράντληση από το 1980

μέχρι σήμερα, έτσι ώστε το αντλούμενο νερό να μην αναπληρώνεται ετήσια με συνέπεια τη συνεχή πτώση στάθμης. Έτσι, παρατηρείται μία σταδιακή εξάντληση των υδροφόρων οριζόντων. Ήδη, έχουν εξαντληθεί οι οριζόντες που βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 90-80 m, ενώ οι υδροφόροι οριζόντες των 60-50 m παρουσιάζουν μείωση της παροχής τους κατά 65%. Ο υδροφόρος οριζόντας των 30-20 m παρουσιάζει ανάλογη εξέλιξη, με μείωση της απόδοσης κατά 50% της αρχικής.

Οι μόνοι ανεπηρρέαστοι μέχρι το 1992 υδροφόροι οριζόντες είναι αυτοί που βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 5 έως 0 m.

Είναι φανερό ότι, εάν οι αντλήσεις και οι διανοίξεις των γεωτρήσεων συνεχιστούν με τον ίδιο ρυθμό, οι υπερκείμενοι της στάθμης της θάλασσας υδροφόροι οριζόντες δεν θα καλύπτουν τις ανάγκες της περιοχής σε νερό, ενώ ταυτόχρονα θα επέλθει σταδιακή διεύδυση της θάλασσας.

2. Όσον αφορά την ποιότητα του υπόγειου νερού, παρατηρείται μία σταθερότητα στις περιοχές Τουτούλη, Στέρνα Ορφανού, Αγία Παρασκευή κατά την τελευταία δεκαετία.

3. Νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά ανιχνεύονται τοπικά σε ορισμένες γεωτρήσεις των περιοχών Κολλάτα (Γ74, Γ81) και Αγία Ελεούσα (Γ1, Γ118) και οφείλονται στην παρουσία πιηνοτροφείων, ποιμνιοστασίων και στην υπερβολική χρήση λιπασμάτων λόγω κηπευτικών καλλιεργειών.

4. Σε ορισμένα από τα πηγάδια που υπάρχουν μέσα στην πόλη των Μεγάρων ανιχνεύονται δείκτες μόλυνσης, που οφείλονται στην μετατροπή αυτών σε βόθρους.

5. Οι μεγάλες περιεκτικότητες ιόντων χλωρίου (μεγαλύτερες των 500 mg/lit - σχ.4), μαγνησίου (μεγαλύτερες των 150 mg/lit - σχ.5) και θειικών ιόντων (μεγαλύτερες των 250 mg/lit - σχ.6) στην περιοχή Κοκκινογής, που αντιστοιχούν σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων $MgSO_4$ και $MgCl_2$, αποτελούν ενδεικτικά στοιχεία της διεύδυσης του θαλασσινού νερού εφόσον δεν προέρχονται από εβαπορίτες. Ο δείκτης REVEL (λόγος της συγκεντρώσεως των ιόντων χλωρίου προς τη συγκέντρωση των όξινων ανθρακικών ιόντων) είναι μεγαλύτερος του 10 για τα δείγματα νερών των γεωτρήσεων σε αυτή την περιοχή. Οι αγωγιμότητες φτάνουν μέχρι 9900 $\mu\text{siemens/cm}$ (σχ.2) και οι σκληρότητες μέχρι 160 Γαλλικούς βαθμούς (σχ.2). Οι γεωτρήσεις στην εν λόγω περιοχή αντλούν από αρνητικά απόλυτα υψόμετρα και οι περισσότερες έχουν εγκαταληφθεί λόγω της ακαταλληλότητας του νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι η περιοχή αυτή έχει επιβαρυνθεί ποιοτικά από τη διεύδυση της θάλασσας.

6. Όσον αφορά τον προσδιορισμό του μετώπου υφαλμύρωσης τα στοιχεία που έχουμε δείχνουν μία σταδιακή μείωση των περιεκτικοτήτων των υπό εξέταση ιόντων προς τα ΒΒΔ. Συγκεκριμένα, στην περιοχή Αγ. Ελεούσας οι τιμές φτάνουν τα 400 mg/lit ως προς τα ιόντα χλωρίου, 120 mg/lit ως προς τα ιόντα μαγνησίου και 250 mg/lit ως προς τα θειικά ιόντα. Οι σκληρότητες φτάνουν τους 90 Γαλλικούς βαθμούς και η αγωγιμότητα τα 3000 $\mu\text{siemens/cm}$. Έτσι, ένα θεωρητικό όριο μπορεί να χαραχθεί μεταξύ των περιοχών Αγ. Ελεούσας προς νότιο και Αγ. Παρασκευής Κολλάτα προς βορρά - βορειοδυτικά.

Σημειώνεται ότι μελέτη που εκπονήθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε. (Μέμου Τζ.) το 1980 προσδιόρισε πιθανά υφαλμυρωμένες περιοχές βόρεια και δυτικά-βορειοδυτικά της πόλης των Μεγάρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975). Official methods of

- analysis. - Library of Congress Catalog Card Number 20-21343 - twelfth edition.
- ΔΟΥΝΑΣ, Α. Γ. (1971). Η Γεωλογία της μεταξύ Μεγάρων και Ερυθρών περιοχής. - Διατριβή επί διδακτορία, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ. (1971). Συγκριτικά παλαιογεωγραφικά παρατηρήσεις μεταξύ των ιζημάτων της λεκάνης Μεγάρων και των της περιοχής Κορίνθου - Αγ. Θεοδώρων. - Αθήναι.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. Α. (1986). Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. - Τ.Ε.Ε. Αθήνα.
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ. Δ. (1985). Επί των υδρογεολογικών συνθηκών και των δυνατοτήτων υδρεύσεως του Δήμου Μεγαρέων Αττικής. - Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα.
- MARIOLAKOS, I., PAPANIKOLAOU, D. (1982). The Neogene basins of the Aegean Arc from the paleogeographic and the geodynamic point of view. - University of Athens.
- MEMΟΥ, ΤΖ. (1979). Γεωφυσική έρευνα στην πεδιάδα των Μεγάρων Αττικής. - Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα.
- VOGEL, A. I. (1972). Quantitative inorganic analysis. - Longman, third edition.

μέχρι σήμερα, έτσι ώστε το αντλούμενο νερό να μην αναπληρώνεται ετήσια με συνέπεια τη συνεχή πτώση στάθμης. Έτσι, παρατηρείται μία σταδιακή εξάντληση των υδροφόρων οριζόντων. Ήδη, έχουν εξαντληθεί οι οριζόντες που βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 90-80 m, ενώ οι υδροφόροι οριζόντες των 60-50 m παρουσιάζουν μείωση της παροχής τους κατά 65%. Ο υδροφόρος οριζόντιος των 30-20 m παρουσιάζει ανάλογη εξέλιξη, με μείωση της απόδοσης κατά 50% της αρχικής.

Οι μόνοι ανεπηρρέαστοι μέχρι το 1992 υδροφόροι οριζόντες είναι αυτοί που βρίσκονται σε απόλυτα υψόμετρα 5 έως 0 m.

Είναι φανερό ότι, εάν οι αντλήσεις και οι διανοίξεις των γεωτρήσεων συνεχιστούν με τον ίδιο ρυθμό, οι υπερκείμενοι της στάθμης της θάλασσας υδροφόροι οριζόντες δεν θα καλύπτουν τις ανάγκες της περιοχής σε νερό, ενώ ταυτόχρονα θα επέλθει σταδιακή διείδυση της θάλασσας.

2. Όσον αφορά την ποιότητα του υπόγειου νερού, παρατηρείται μία σταθερότητα στις περιοχές Τούτουλη, Στέρνα Ορφανού, Αγία Παρασκευή κατά την τελευταία δεκαετία.

3. Νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά ανιχνεύονται τοπικά σε ορισμένες γεωτρήσεις των περιοχών Κολλάτα (Γ74, Γ81) και Αγία Ελεούσα (Γ1, Γ118) και οφείλονται στην παρουσία πτηνοτροφείων, ποιμνιοστασιών και στην υπερβολική χρήση λιπασμάτων λόγω κηπευτικών καλλιεργειών.

4. Σε ορισμένα από τα πηγάδια που υπάρχουν μέσα στην πόλη των Μεγάρων ανιχνεύονται δείκτες μόλυνσης, που οφείλονται στην μετατροπή αυτών σε βόθρους.

5. Οι μεγάλες περιεκτικότητες ιόντων χλωρίου (μεγαλύτερες των 500 mg/lit - σχ.4), μαγνησίου (μεγαλύτερες των 150 mg/lit - σχ.5) και θειικών ιόντων (μεγαλύτερες των 250 mg/lit - σχ.6) στην περιοχή Κοκκινογής, που αντιστοιχούν σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων $MgSO_4$ και $MgCl_2$, αποτελούν ενδεικτικά στοιχεία της διείδυσης του θαλασσινού νερού εφόσον δεν προέρχονται από εβαπορίτες. Ο δείκτης REVEL (λόγος της συγκεντρώσεως των ιόντων χλωρίου προς τη συγκέντρωση των όξινων ανθρακικών ιόντων) είναι μεγαλύτερος του 10 για τα δείγματα νερών των γεωτρήσεων σε αυτή την περιοχή. Οι αγωγιμότητες φτάνουν μέχρι 9900 $\mu siemens/cm$ (σχ.2) και οι σκληρότητες μέχρι 160 Γαλλικούς βαθμούς (σχ.2). Οι γεωτρήσεις στην εν λόγω περιοχή αντλούν από αρνητικά απόλυτα υψόμετρα και οι περισσότερες έχουν εγκαταληφθεί λόγω της ακαταλληλότητας του νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι η περιοχή αυτή έχει επιβαρυνθεί ποιοτικά από τη διείδυση της θάλασσας.

6. Όσον αφορά τον προσδιορισμό του μετώπου υφαλμύρωσης τα στοιχεία που έχουμε δείχνουν μία σταδιακή μείωση των περιεκτικοτήτων των υπό εξέταση ιόντων προς τα ΒΒΔ. Συγκεκριμένα, στην περιοχή Αγ. Ελεούσας οι τιμές φτάνουν τα 400 mg/lit ως προς τα ιόντα χλωρίου, 120 mg/lit ως προς τα ιόντα μαγνησίου και 250 mg/lit ως προς τα θειικά ιόντα. Οι σκληρότητες φτάνουν τους 90 Γαλλικούς βαθμούς και η αγωγιμότητα τα 3000 $\mu siemens/cm$. Έτσι, ένα θεωρητικό όριο μπορεί να χαραχθεί μεταξύ των περιοχών Αγ. Ελεούσας προς νότο και Αγ. Παρασκευής Κολλάτα προς βορρά - βορειοδυτικά.

Σημειώνεται ότι μελέτη που εκπονήθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε. (Μέμου Τζ.) το 1980 προσδιόρισε πιθανά υφαλμυρωμένες περιοχές βόρεια και δυτικά-βόρειοδυτικά της πόλης των Μεγάρων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975). Official methods of

analysis. - Library of Congress Catalog Card Number 20-21343 - twelfth edition.

- ΔΟΥΝΑΣ, Α. Γ. (1971). Η Γεωλογία της μεταξύ Μεγάρων και Ερυθρών περιοχής. - Διατριβή επί διδακτορία, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ. (1971). Συγκριτικά παλαιογεωγραφικά παρατηρήσεις μεταξύ των ιζημάτων της λεκάνης Μεγάρων και των της περιοχής Κορίνθου - Αγ. Θεοδώρων. - Αθήναι.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. Α. (1986). Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. - Τ.Ε.Ε. Αθήνα.
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ. Δ. (1985). Επί των υδρογεολογικών συνθηκών και των δυνατοτήτων υδρεύσεως του Δήμου Μεγαρέων Αττικής. - Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα.
- MARIOLAKOS, I., PAPANIKOLAOU, D. (1982). The Neogene basins of the Aegean Arc from the paleogeographic and the geodynamic point of view. - University of Athens.
- ΜΕΜΟΥ, ΤΖ. (1979). Γεωφυσική έρευνα στην πεδιάδα των Μεγάρων Αττικής. - Ι.Γ.Μ.Ε. Αθήνα.
- VOGEL, A. I. (1972). Quantitative inorganic analysis. - Longman, third edition.