



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΑ Δ.Δ. ΠΕΡΑΙΑΣ, ΝΕΩΝ
ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ
ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΠΥΡΑΚΟΥ ΜΑΡΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κ. ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	4
ΘΕΣΗ-ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ.....	5
ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	8
ΑΣΚΟΥΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ.....	10
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ – ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	11
ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	13
ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	16
ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	18
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	20
ΚΥΡΙΟΙ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ.....	22
ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ.....	23
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ.....	36
ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	50
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	65



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή Υδρογεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. κύριο Βουδούρη Κωνσταντίνο για την ανάθεση της συγκεκριμένης έρευνας και στην χημικό μηχανικό του Δήμου Θερμαϊκού κυρία Παπαντωνίου Σοφία για τη διάθεση γεωλογικών, υδρογεωλογικών και πιεζομετρικών στοιχείων.



Εισαγωγή

Η υδρογεωλογική έρευνα που πραγματοποιείται στα όρια των Δημοτικών Διαμερισμάτων Περαιάς, Νέων Επιβατών και Αγίας Τριάδας του Καλλικρατικού Δήμου Θερμαϊκού του Νομού Θεσσαλονίκης έχει ως στόχο:

- ❖ Τη μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης.
- ❖ Τον ποιοτικό έλεγχο των υπόγειων νερών για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων ρύπανσης και μόλυνσης.
- ❖ Τη σύγκριση των τιμών των χημικών αναλύσεων στη διάρκεια των χρόνων.

Μεθοδολογική προσέγγιση

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι κάτωθι εργασίες:

- ❖ Συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων της ευρύτερης περιοχής.
- ❖ Συγκέντρωση και αξιολόγηση όλων των γεωλογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων των γεωτρήσεων που ανοίχθηκαν στην περιοχή.
- ❖ Συλλογή και επεξεργασία υδρολογικών στοιχείων από το μετεωρολογικό σταθμό Μίκρας.
- ❖ Απογραφή αντιπροσωπευτικών σημείων νερού (γεωτρήσεις).
- ❖ Επεξεργασία των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων.
- ❖ Επεξεργασία των λιθολογικών τομών των γεωτρήσεων με τη βοήθεια του λογισμικού AutoCAD .

Θέση – Μορφολογία του Δήμου Θερμαϊκού

Η περιοχή του Καλλικρατικού Δήμου Θερμαϊκού είναι παραθαλάσσια και τοποθετείται στην ανατολική πλευρά του Νομού Θεσσαλονίκης, στον κόλπο του Θερμαϊκού. Αποτελείται από οκτώ Δημοτικά Διαμερίσματα, το Δ.Δ. Περαιάς, που περιλαμβάνει και την περιοχή Λειβαδίκι, το Δ.Δ. Νέων Επιβατών και το Δ.Δ. Αγίας Τριάδας που αποτελούσαν τον παλιό Καποδιστριακό Δήμο Θερμαϊκού που είναι και η περιοχή μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας. Το Δ.Δ. Νέας Μηχανιώνας, το Δ.Δ. Αγγελοχωρίου και το Δ.Δ. Νέας Κερασίας που αποτελούσαν τον παλιό Καποδιστριακό Δήμο Νέας Μηχανιώνας και το Δ.Δ. Επανομής και το Δ.Δ. Μεσημερίου που αποτελούσαν τον παλιό Καποδιστριακό Δήμο Επανομής. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 131,36Km. και ο πραγματικός πληθυσμός του ήταν 38.349 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2001, ενώ σύμφωνα με την απογραφή του 2011 αναμένεται να ξεπεράσει τους 50.000 κατοίκους.



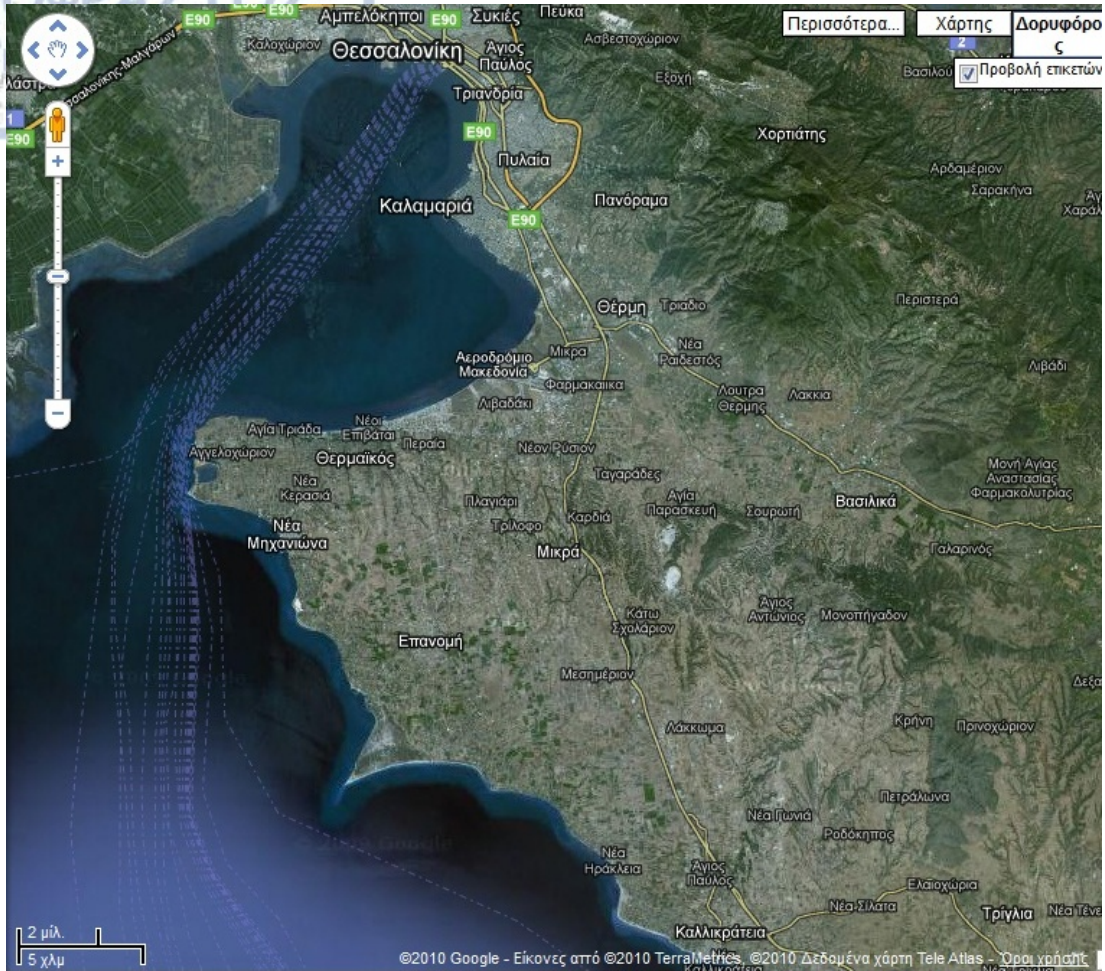
Σχήμα 1: Θέση του Δήμου Θερμαϊκού.

Ο Καποδιστριακός Δήμος Θερμαϊκού βρίσκεται σε απόσταση 20Km από το κέντρο της Θεσσαλονίκης και έχουν έκταση 21.000 στρέμματα, από τα οποία τα 5.000 στρέμματα ανήκουν στο σχέδιο πόλης, ενώ ακόμα 7.000 στρέμματα είναι σε διαδικασίες ένταξης σε αυτό.

Και τα τρία Δημοτικά Διαμερίσματα αναπτύσσονται στην παραλιακή ζώνη με μήκος αιγιαλού που φτάνει τα 7,4Km, από την περιοχή του αεροδρομίου Μακεδονίας έως και το Μεγάλο Έμβολο στην περιοχή Αγγελοχωρίου. Εκτείνονται προς το εσωτερικό σε αποστάσεις από την ακτή 3 έως 5Km, σε λοφώδη έκταση με χαμηλά υψόμετρα.

Οι οικισμοί καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση της παραλιακής ζώνης. Στην περιοχή της Περαιάς, όπου κυριαρχεί η αστική πολυκατοικία, η δόμηση είναι πυκνή. Στις περιοχές των Νέων Επιβατών και της Αγίας Τριάδας η δόμηση είναι λιγότερο πυκνή και έχει περισσότερο τα χαρακτηριστικά της περιαστικής κατοικίας, πρώτης ή δεύτερης, με τάση να αυξάνεται με το χρόνο.

Νότια της παραλιακής ζώνης, παρατηρείται απότομη αύξηση των υψομέτρων, συνέπεια της μεταβολής της σύστασης των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή καθώς και της δράσης της τεκτονικής. Στη συνέχεια το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από ήπιες μορφολογικές κλίσεις μέχρι τα όρια του δήμου, τα οποία σε μεγάλο τμήμα τους ταυτίζονται με τον υδροκρίτη. Η επιφανειακή αποστράγγιση γίνεται προς το Θερμαϊκό κόλπο από ρέματα των οποίων τόσο το πλάτος όσο και η λεκάνη απορροής τους είναι μικρά. Τα κυριότερα ρέματα στην περιοχή της Περαιάς είναι το ρέμα Χατζήμπαλη, το ρέμα Μπακλαβάς και το ρέμα Κοκκινιές. Στους Νέους Επιβάτες υπάρχουν το Πρώτο και το Δεύτερο ρέμα καθώς και το ρέμα Νησί. Τέλος στην Αγία Τριάδα υπάρχουν το ρέμα Δένδρα, το Βούζια Λάκκος και άλλα μικρότερα. Ωστόσο, η διαβρωτική δράση των επιφανειακών νερών στις κοίτες των ρεμάτων είναι ιδιαίτερα έντονη, λόγω της επιδεκτικότητας στη διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή.



Σχήμα 2: Θέση των Δημοτικών Διαμερισμάτων του Δήμου Θερμαϊκού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, ο πληθυσμός των τριών Διαμερισμάτων του Καποδιστριακού Δήμου Θερμαϊκού το Μάρτιο του 2001 είχε σημειώσει αύξηση σε ποσοστό που φτάνει το 350% σε σχέση με την απογραφή του 1991. Έτσι ενώ ο πληθυσμός των τριών τότε κοινοτήτων ανέρχονταν συνολικά σε 5.803 άτομα, το 2001 ο αριθμός αυτός έφτασε τα 20.253 άτομα. Σήμερα ο αριθμός αυτός έχει αυξηθεί κατά πολύ, χωρίς όμως να είναι γνωστός ο ακριβής αριθμός.

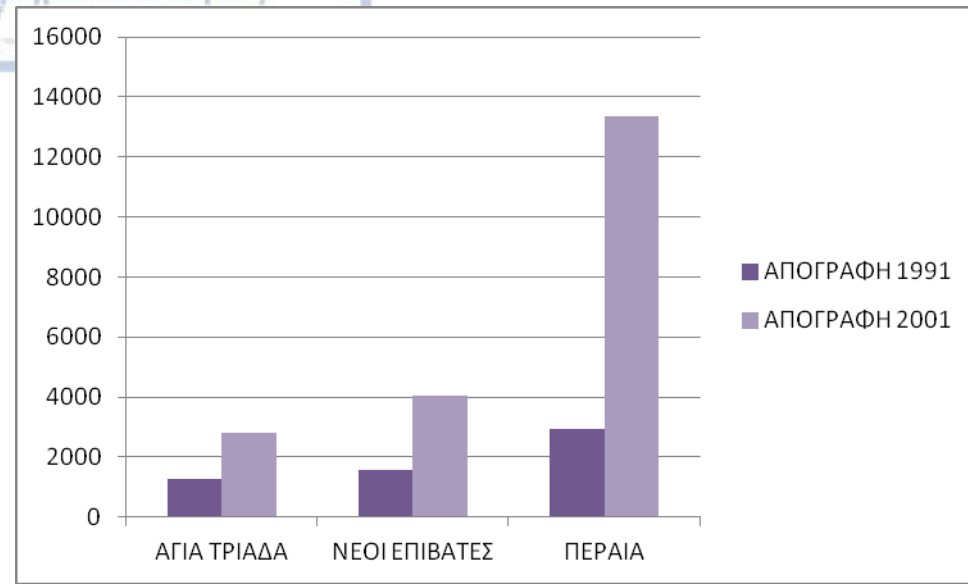
Αυτή η σημαντική αύξηση του πληθυσμού στον Καποδιστριακό Δήμο Θερμαϊκού οφείλεται στο γεγονός ότι η περιοχή βρίσκεται πολύ κοντά στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης και έχει άμεση πρόσβαση σε αυτό μέσω της αστικής συγκοινωνίας. Προσφέρει μια καλύτερη ποιότητα ζωής σε σχέση με το κέντρο της πόλης, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει και όλες τις υπηρεσίες (τράπεζες, δημόσιες υπηρεσίες, καταστήματα). Ένας ακόμα σημαντικός λόγος της αύξησης του πληθυσμού είναι και η εγκατάσταση στην περιοχή μεγάλου αριθμού προσφύγων που ζουν και εργάζονται σε αυτή την περιοχή. Λόγω της φυσική θέσης του Δήμου Θερμαϊκού, κοντά στο κέντρο της Θεσσαλονίκης και δίπλα στη θάλασσα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο πληθυσμός διπλασιάζεται, καθώς αποτελεί τόπο παραθεριστικής κατοικίας.

Η σημαντική αύξηση του πληθυσμού έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της οικοδομικής δραστηριότητας σε ολόκληρο το Δήμο, καθώς όλο και περισσότερος κόσμος επιθυμεί να κατοικεί σε αυτή την περιοχή. Αυτό καθιστά το Δήμο Θερμαϊκού την περιοχή με την μεγαλύτερη πληθυσμιακή ανάπτυξη όχι μόνο στο Νομό Θεσσαλονίκης αλλά σε ολόκληρη τη χώρα.

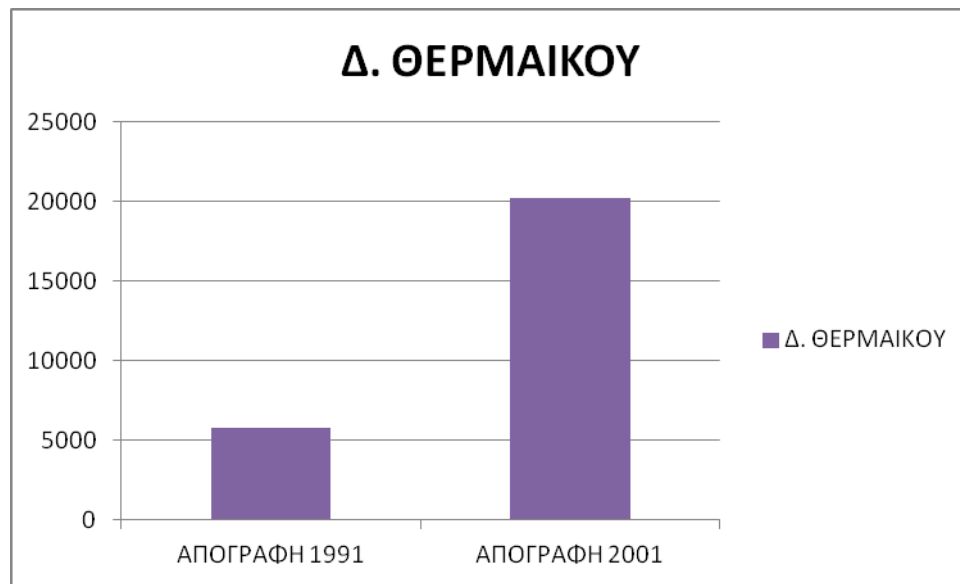
Πίνακας 1: Απογραφή πληθυσμού 1991 και 2001.

	ΑΠΟΓΡΑΦΗ 1991	ΑΠΟΓΡΑΦΗ 2001
ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ	1286	2829
ΝΕΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ	1568	4070
ΠΕΡΑΙΑ	2949	13354
Δ. ΘΕΜΑΙΚΟΥ	5803	20253





Σχήμα 3: Απογραφή πληθυσμού στα τρία Δημοτικά Διαμερίσματα το 1991 και το 2001.



Σχήμα 4: Συνολική απογραφή πληθυσμού στον Καποδιστριακό Δήμο Θερμαϊκού το 1991 και το 2001.

Ασκούμενες πιέσεις στους υδατικούς πόρους στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού:

Η υδροδότηση των κατοίκων αποτελεί την μεγαλύτερη πηγή άσκησης πίεσης στους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής. Αυτό οφείλεται κυρίως:

- ❖ Στην πολύ μεγάλη ανάπτυξη του πληθυσμού που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και στην ανάγκη τους για χρήση του νερού.
- ❖ Στην ακόμα μεγαλύτερη αύξηση του πληθυσμού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, εξαιτίας της τουριστικής κίνησης.
- ❖ Στην άρδευση για το πότισμα τόσο των χωραφιών, όσο και των κήπων, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ❖ Στην παρουσία σηπτικών απορροφητικών βόθρων και επικοινωνία αυτών με τον υδροφόρο ορίζοντα.
- ❖ Στη μετατροπή παλιών πηγαδιών σε βόθρους.
- ❖ Στον κίνδυνο υφαλμύρωσης των υπόγειων νερών από την υπεράντληση, εξαιτίας της πολύ κοντινής απόστασης των γεωτρήσεων από την ακτή.
- ❖ Στη μείωση με φυσικό τρόπο των αποθεμάτων του νερού από τους υδροφόρους ορίζοντες εξαιτίας της έλλειψης βροχοπτώσεων, της αύξησης της θερμοκρασίας καθώς και της δράσης της εξατμισοδιαπνοής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής εξαρτώνται από το κλίμα, τη γεωγραφία και τη γεωλογία.

Τα κλιματολογικά στοιχεία προσδιορίζονται από τις βροχοπτώσεις, τους ανέμους, τη θερμοκρασία και την υγρασία της ατμόσφαιρας.

Η γεωγραφία προσδιορίζεται από το ανάγλυφο και την κάλυψη γης.

Η γεωλογία προσδιορίζεται από τη λιθολογία και την τεκτονική της περιοχής.

Υδρολογικά στοιχεία

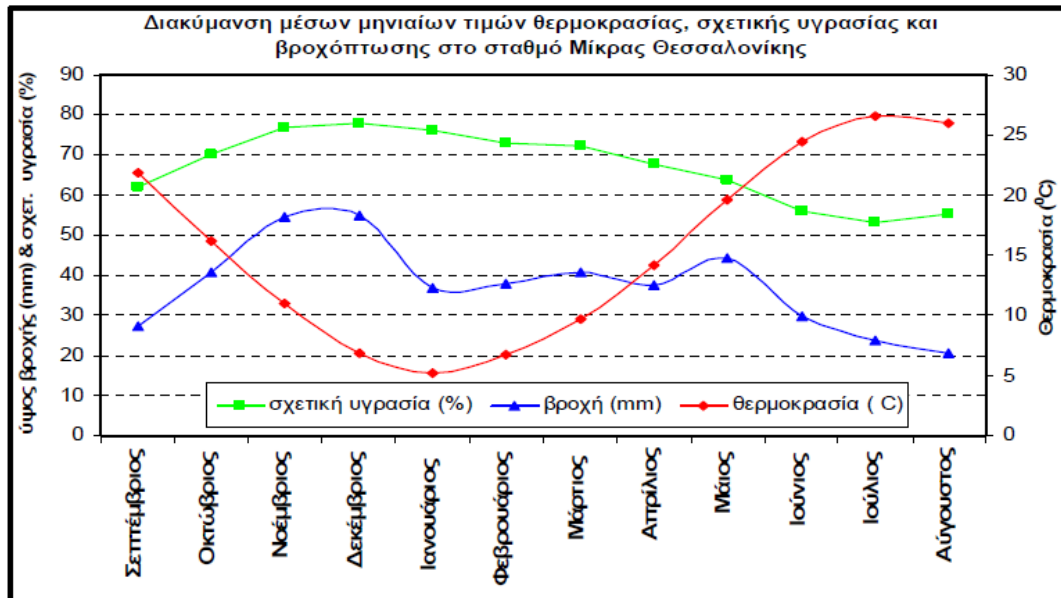
Ο κοντινότερος μετεωρολογικός σταθμός της Ε.Μ.Υ. στο Δήμο Θερμαϊκού βρίσκεται εγκατεστημένος στο αεροδρόμιο Μακεδονία (σταθμός Μίκρας). Ο σταθμός άρχισε να λειτουργεί το 1959 και διαθέτει δεδομένα μέχρι και σήμερα. Απέχει μόλις μερικά χιλιόμετρα από τον Δήμο και είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 4,8m.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην περιοχή από το 1959 μέχρι και σήμερα είναι περίπου 450mm. Ο μήνας ο οποίος κατά μέσο όρο παρουσιάζει τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις είναι ο Δεκέμβριος με 54,9mm ύψους βροχής, ενώ ο πιο ξηρός μήνας είναι ο Αύγουστος με 20,4mm ύψους βροχής, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5. Η εποχιακή κατανομή των βροχοπτώσεων είναι εντυπωσιακά ομαλή, με το Χειμώνα να έχουμε το 29% αυτών, το Φθινόπωρο και την Άνοιξη το 27% και το Καλοκαίρι το 17%.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,7⁰C. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί είναι 42⁰C και η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασίας είναι -14⁰C. Από τα δεδομένα επίσης προκύπτει ότι ο θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος με μέσο όρο 26,6⁰C και ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος με 5,2⁰C.

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία στην περιοχή είναι 67% και παραμένει σημαντική σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Η σχετική αυτή υγρασία επηρεάζει τον υδρολογικό κύκλο, γιατί αποτελεί την πηγή τροφοδοσίας όλων των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ο μήνας με τη μεγαλύτερη σχετική

υγρασία είναι ο Ιανουάριος με 78%, ενώ ο μήνας με τη μικρότερη είναι ο Ιούλιος με 53,2%.



Σχήμα 5: Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm), υγρασία (%) και θερμοκρασία (°C) στο σταθμό Μίκρας (EMY, 1959-1997).

Γεωλογία της περιοχής

Η ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλονίκης εντάσσεται στη γεωτεκτονική Ζώνη του Αξιού και πιο συγκεκριμένα στη Ζώνη της Παιονίας. Αποτελείται από μεσοζωϊκά πετρώματα, κυρίως ασβεστόλιθους. Οι επιφανειακές εμφανίσεις των Μεσοζωϊκών πετρωμάτων στην περιοχή εντοπίζονται σε μεμονωμένους μικρούς λόφους μεταξύ των χωριών Σουρωτή, Ταγαράδες και Σχολάρι. Όλη η υπόλοιπη περιοχή, από τους πρόποδες του Χορτιάτη έως το ακρωτήριο μεγάλο Έμβολο και νοτιότερα προς Δ. Χαλκιδική και Θερμαϊκό κόλπο, καλύπτεται από νεότερα ιζήματα που αποτέθηκαν κατά το Νεογενές – Τεταρτογενές (μεταλπικοί σχηματισμοί). Στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού συναντώνται οι εξής σχηματισμοί διαδοχικά από πάνω προς τα κάτω (Σχήμα 6):

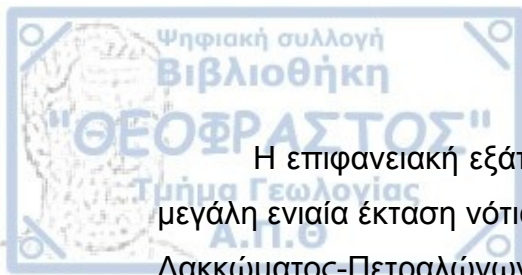
- ❖ Αλλουβιακές Αποθέσεις
- ❖ Ψαμμιτομαργαϊκή Σειρά
- ❖ Σειρά Ερυθρών Αργίλων

Αλλουβιακές Αποθέσεις

Καλύπτουν την παραλιακή λωρίδα της περιοχής και αποτελούνται από αργίλους, αργιλοϊλείς, άμμους, χαλίκια, αμμοχάλικα και κροκάλες. Τα χονδρόκοκκα μέλη έχουν συνήθως μορφή αποσφηνούμενων στρωμάτων και φακών με παρεμβολή λεπτόκοκκων μελών. Προέρχονται από τη μεταφορά και απόθεση των υλικών διάβρωσης των νεογενών αποθέσεων της λοφώδους ζώνης. Το πάχος των προσχώσεων κυμαίνεται από λίγα μέτρα στο νότιο τομέα της πεδινής ζώνης έως λίγες δεκάδες μέτρα στην παραθαλάσσια ζώνη.

Ψαμμιτομαργαϊκή Σειρά

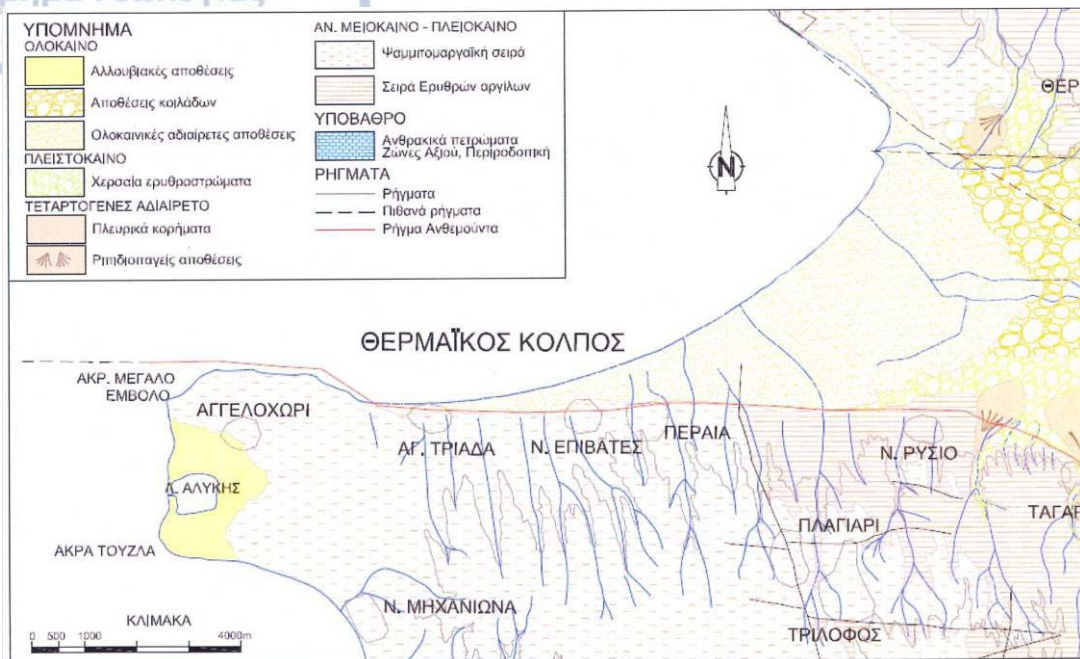
Η σειρά αυτή χρονολογείται στο Πλειόκαινο και αποτελείται από εναλλαγές αργίλων, μαργών, ψαμμιτών, άμμων και χαλικιών χρώματος ανοιχτού καστανού έως καστανοπράσινου. Τα στρώματα της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς είναι οριζόντια έως ελαφρώς κεκλιμένα προς τα Νότια έως Νοτιοδυτικά και επίκεινται με συμφωνία στη σειρά των ερυθροπηλών.



Η επιφανειακή εξάπλωσή τους είναι πολύ μεγάλη. Εμφανίζονται σε μια μεγάλη ενιαία έκταση νότια-νοτιοδυτικά της νοητής γραμμής Περαιάς-Καρδίας-Λακκώματος-Πετραλώνων-Σωζόπολης, μέχρι την ακτογραμμή της θάλασσας του Θερμαϊκού και του κόλπου Θεσσαλονίκης και προεκτείνονται κάτω από τα πρόσφατα θαλάσσια ιζήματα, αποτελώντας συνέχεια των αντίστοιχων ιζηματογενών πετρωμάτων της λεκάνης του Αξιού. Το πάχος της φαμμιτομαργαϊκής σειράς είναι μικρό κοντά στη γραμμή επαφής με τη σειρά των ερυθροπηλών λόγω διαβρώσεως, ενώ καθώς απομακρυνόμαστε από αυτήν αυξάνει.

Σειρά Ερυθρών Αργίλων

Η σειρά αυτή εμφανίζεται ανατολικά στην περιοχή του Πλαγιαρίου, συνέπεια της δράσης ρήγματος με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Αποτελείται από μικρής συνοχής στρώματα πηλών, αργίλων και αργιλικών φαμμιτών, χρώματος καστανέρυθρου έως κεραμιδί. Πρόκειται για χερσαίας, ποτάμιας, χειμαρρώδους έως αβαθούς λιμναίας προέλευσης ιζήματα. Τα στρώματα της σειράς είναι οριζόντια έως ελαφρώς κεκλιμένα ομόρροπα προς την γενική κλίση της εδαφικής επιφάνειας. (Κουμαντάκης 2006, Παυλίδης 2007)



Σχήμα 6: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του Δήμου Θερμαϊκού. Στο χάρτη διακρίνεται και το υδρογραφικό δίκτυο.

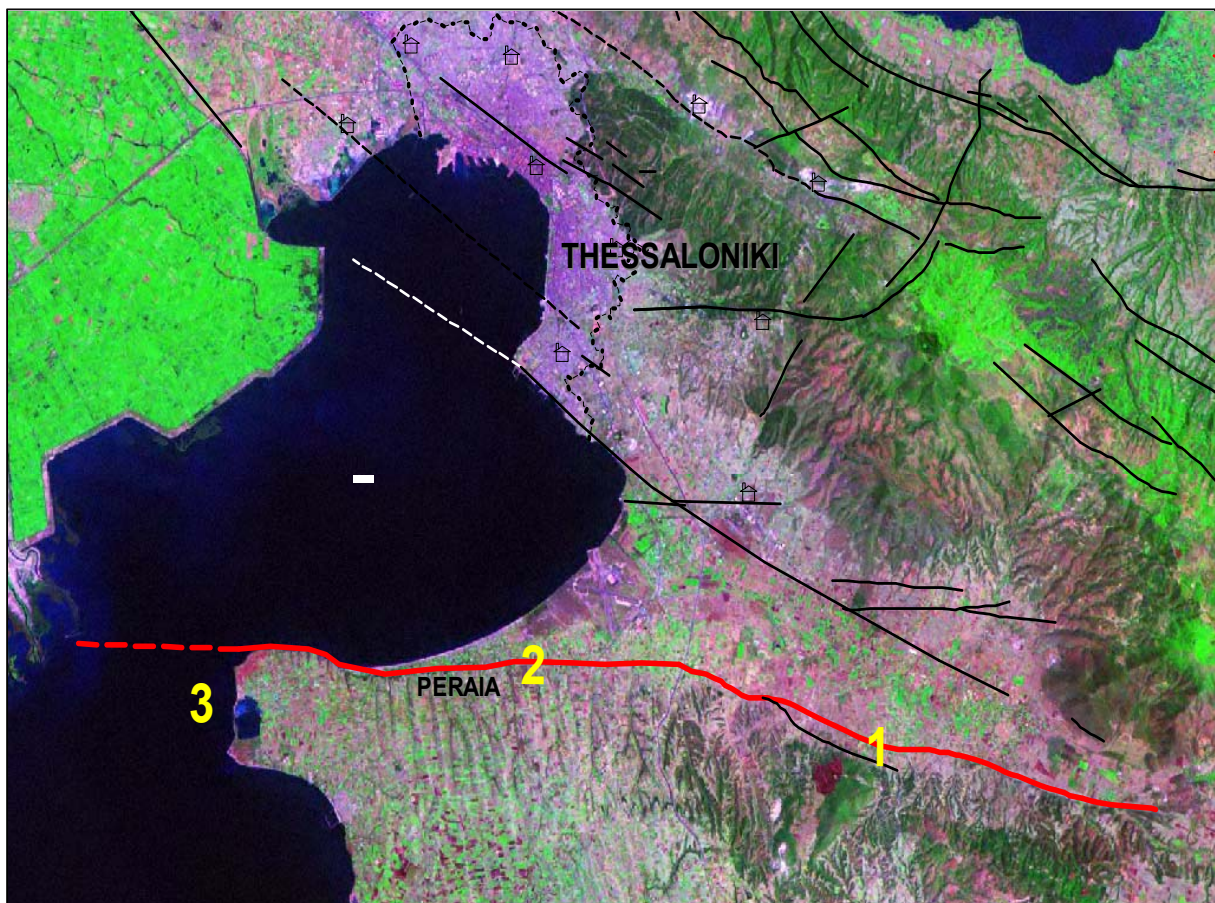
Τεκτονική της περιοχής

Τα ρήγματα που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Περαίας βρίσκονται νοτιότερα αυτής με διευθύνσεις Α-Δ, περιοχή Πλαγιαρίου και Τριλόφου αλλά και Β-Ν (χάρτης ΙΓΜΕ, φύλλο Επανομής). Τα ρήγματα αυτά εντοπίζονται στα όρια της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και των ερυθρών αργίλων Πλειοκαινικής ηλικίας. Το κυριότερο ρήγμα όμως αποτελεί αυτό του Ανθεμούντα με διεύθυνση Α-Δ και μήκος που εκτείνεται τμηματικά από τον Γαλαρινό μέχρι και τον οικισμό του Αγγελοχωρίου (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005/Μουντράκης et al., 1996/Kockel et al., 1977). Βρίσκεται στο όριο της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και των πρόσφατων παράκτιων αποθέσεων, στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού και στο νότιο μορφολογικό όριο της λεκάνης του Ανθεμούντα στην ευρύτερη περιοχή Βασιλικών.

Το ρήγμα που παρουσιάστηκε στην Περαία αποτελεί τμήμα του μεγαλύτερου ενεργού ρήγματος, γνωστού ως ρήγμα του Ανθεμούντα (Goldsworthy et al., 2002/Τρανός et al., 2003). Το ρήγμα εκτείνεται από την θαλάσσια περιοχή βόρεια του Αγγελοχωρίου με γενική διεύθυνση Α-Δ μέχρι και μετά τον Γαλαρινό με συνολικό μήκος 32Κm περίπου. Αποτελεί κανονικό ρήγμα με μετάπτωση προς Βορρά. Χωρίζεται σε τρία κύρια τμήματα με βάση κυρίως την παράταξή τους και τη μορφοτεκτονική τους, αλλά και την υποθετική επέκταση του ρήγματος προς την θαλάσσια περιοχή του Θερμαϊκού Κόλπου. Το πρώτο τμήμα (1) εμφανίζεται από τον Γαλαρινό μέχρι δυτικά του Ν. Ρυσίου με διεύθυνση B110⁰ και μήκος 17Κm περίπου, το δεύτερο (2) εκτείνεται από το Ν. Ρύσιο μέχρι το Ακρωτήριο Μεγάλο Έμβολο (Αγγελοχώρι) με διεύθυνση B90⁰ και μήκος 15Κm. Το τρίτο τμήμα (3) είναι υποθετικό και αποτελεί την πιθανή προέκταση του ρήγματος μέσα στον θαλάσσιο χώρο με διεύθυνση B90⁰. Η μέση κλίση του ρήγματος είναι 87⁰ περίπου κοντά στην επιφάνεια ενώ σε βάθος μεγαλύτερο των 8Κm αρχίζει και ελαττώνεται για να φτάσει μέχρι τις 50⁰ στα 20Κm από την επιφάνεια.

Το ρήγμα του Ανθεμούντα αναγνωρίζεται από δορυφορικές εικόνες, ενώ εμφανίζει έντονο μορφοανάγλυφο. Χαρακτηρίζεται ως ενεργό ρήγμα λόγω αρχικά του προσανατολισμού του (Α-Δ) στο σύγχρονο πεδίο των

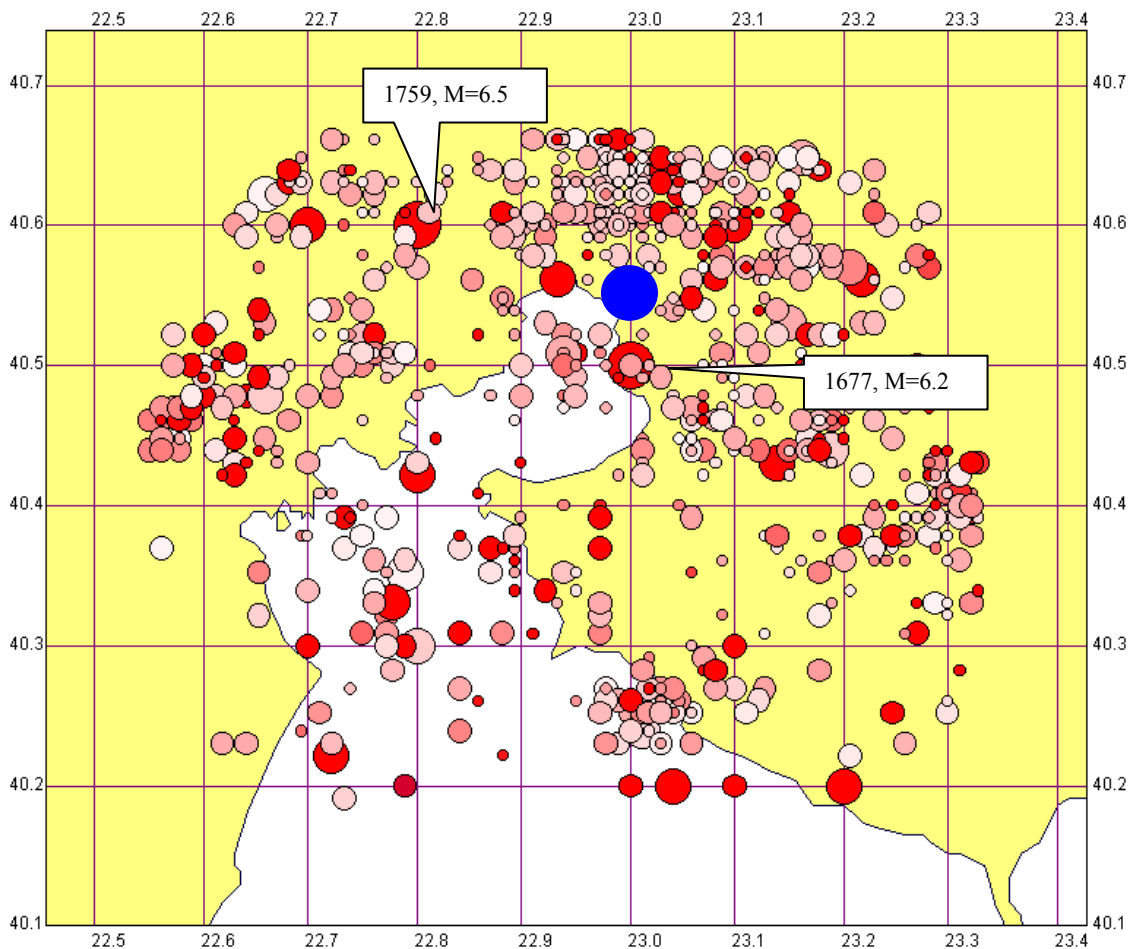
τάσεων (B-N), του έντονου μορφοαναγλύφου με τεκτονικές αναβαθμίδες κατά μήκος του, της ασύμμετρης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Ανθεμούντα, την ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών που επηρεάζει. Επίσης, η ευρύτερη περιοχή της κοιλάδας του Ανθεμούντα, στη διαμόρφωση της οποίας συντελεί το ρήγμα, συνδέεται και με ιστορικούς σεισμούς (Βασιλικά 1677, $M=6.2$ και ο καταστροφικός σεισμός στην περιοχή της Θεσσαλονίκης του 1759). Το ρήγμα συνδέεται επίσης και με μικροσεισμικότητα, η οποία επιβεβαιώνει τον ενεργό χαρακτήρα του (Paradisopoulou et al., 2004/2006). (Παυλίδης, 2007)



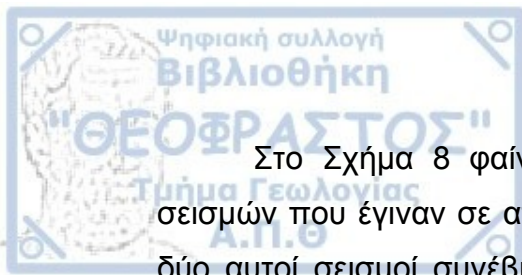
Σχήμα 7: Δορυφορική εικόνα όπου φαίνεται το ίχνος του ρήγματος με κόκκινο και τα επιμέρους τμήματά του (από Παυλίδη, 2007).

Σεισμικότητα της περιοχής

Σεισμοί όλων των μεγεθών έχουν αναφερθεί ή έχουν καταγραφεί στην περιοχή. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένας χάρτης της ευρύτερης περιοχής με τα επίκεντρα των σεισμών (με μέγεθος $M > 1.5$, ανεξαρτήτως πληρότητας) που έλαβαν χώρα στο χρονικό διάστημα 1677–2005 και σε ακτίνα 35km γύρω από την Περαία.



Σχήμα 8: Τα επίκεντρα όλων των σεισμών με μέγεθος $M > 1.5$ που συνέβησαν στην περιοχή.



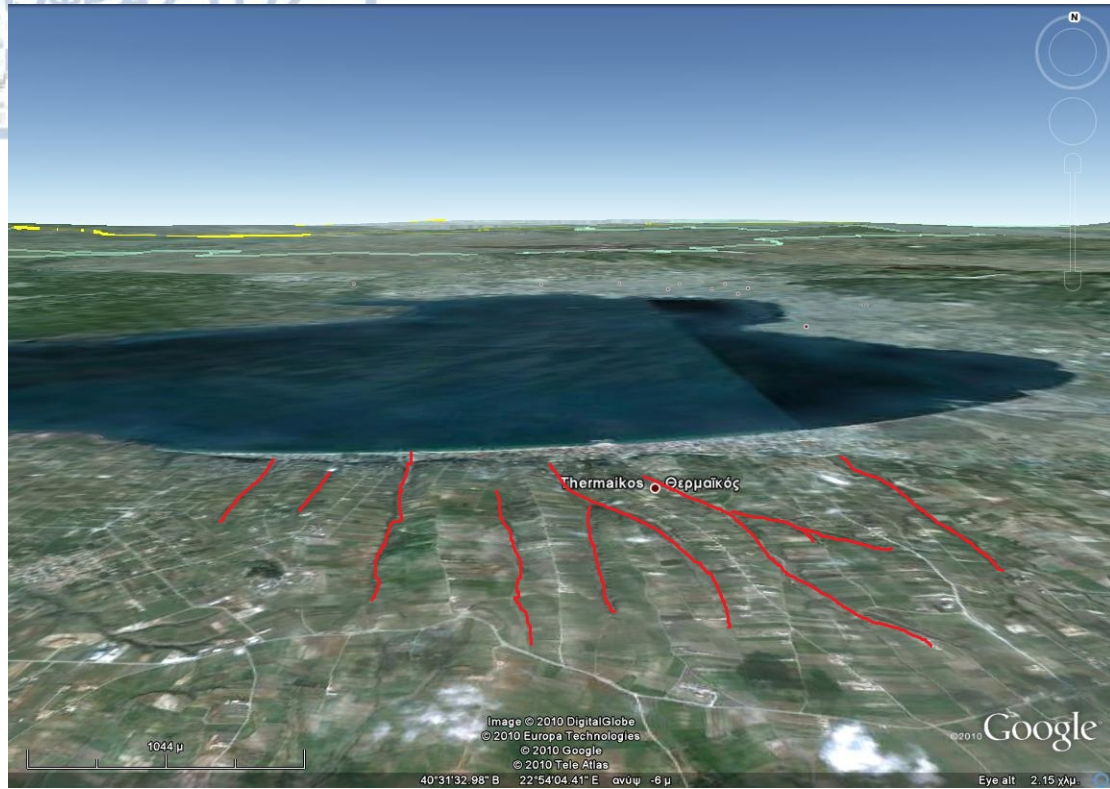
Στο Σχήμα 8 φαίνεται και η θέση (επίκεντρα) των 2 μεγαλύτερων σεισμών που έγιναν σε απόσταση μέχρι και 35Km γύρω από την Περαία. Οι δύο αυτοί σεισμοί συνέβησαν, ο μεν πρώτος το 1677 με μέγεθος περίπου $M=6.2$ και ο δεύτερος το 1759 με μέγεθος που εκτιμάται $M=6.5$. Ο σεισμός του 1677 απέχει 10Km περίπου από την Περαία, ενώ ο σεισμός του 1759 απέχει 25 περίπου Km από αυτήν (σε ευθεία απόσταση), δηλαδή και οι δύο σεισμοί βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις από την Περαία. Ο σεισμός του 1677 έγινε αισθητός με ένταση VIII (8) στα Βασιλικά τα οποία και κατάστρεψε (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2002), ενώ ο σεισμός του 1759 έγινε αισθητός με ένταση IX (9) στη Θεσσαλονίκη. Ο σεισμός αυτός σύμφωνα με ιστορικές περιγραφές προκάλεσε πολλές καταστροφές, ενώ υπήρξαν και πολλά ανθρώπινα θύματα. Την σεισμική καταστροφή ακολούθησε η πυρκαγιά, ενώ πολλοί κάτοικοι εγκατέλειψαν την πόλη της Θεσσαλονίκης (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2002). Συμπεραίνουμε ότι η περιοχή έχει χαμηλή σεισμικότητα αλλά ο σεισμικός κίνδυνος είναι μεγάλος, γιατί εκδηλώνονται καταστροφικοί σεισμοί στην ευρύτερη περιοχή, που απέχουν όμως χρονικά μεταξύ τους. (Παυλίδης, 2007)



Υδρογεωλογία

Η ευρύτερη υδρολογική λεκάνη του Δήμου Θερμαϊκού αποτελείται από υπολεκάνες χειμάρρων και ρεμάτων. Αυτοί κυμαίνονται από 1ης τάξης κατά Strahler στην περιοχή του Αγγελοχωρίου μέχρι και 4ης τάξης στο Ν. Ρύσιο. Το υδρογραφικό δίκτυο κρίνεται δενδριτικής μορφής, μέτρια ανεπτυγμένο (Σχήματα 5, 8). Οι υδρολογικές λεκάνες των χειμάρρων αυτών εμφανίζουν κυρίως παράλληλη διάταξη και επιμήκη μορφή με ανάπτυξη από νότια προς βόρεια, οι οποίες τελικά «σβήνουν» στο ρήγμα της Περαιάς, όταν συναντάνε τα χαλαρά πλευρικά κορήματα του ρήγματος και τις παράκτιες αποθέσεις του Θερμαϊκού Κόλπου. Οι κλίσεις των πρηνών των ρεμάτων κυμαίνονται από 10^0 έως και περισσότερο από 55^0 δημιουργώντας κατακόρυφα πρηνή με ύψη έως και 5m. Στον οικισμό της Άνω Περαιάς εμφανίζονται σήμερα τρεις υδρολογικές λεκάνες με δύο ρέματα 2ης τάξης και ένα 3ης τάξης από τις οποίες μόνο το μεγαλύτερο παροχετεύεται με τεχνικά έργα στην Κάτω Περαιά και καταλήγει στην θάλασσα.

Υδρογεωλογικό ενδιαφέρον στην περιοχή της Περαιάς παρουσιάζει η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά που εμφανίζεται στην Άνω Περαιά κυρίως και αποτελείται από εναλλαγές άμμων, μαργών και ψαμμιτών σε στρώσεις αλλά και φακούς. Από τις εναλλαγές αυτές οι άμμοι εμφανίζουν σχετικά αυξημένη ($K \sim 10^{-4} \text{m/s.}$) υδροπερατότητα. Επίσης υψηλή υδροπερατότητα παρατηρείται και στις παράκτιες αποθέσεις με επικράτηση των άμμων αλλά και στα τεταρτογενή ιζήματα που καλύπτουν την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά ($K = 10^{-5}$ έως και 10^{-2}m/s. “Υδρογεωτεχνική και Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας για την ίδρυση των Ν. Κοιμητηρίων Δ.Δ. Περαιάς”). Τους υδροφόρους αυτούς εκμεταλλεύεται ο Δήμος Θερμαϊκού για την ύδρευση της περιοχής.



Σχήμα 9: Κύρια ρέματα στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού.

Κύριοι Υδροφορείς

Στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού αναπτύσσονται δύο τύποι υδροφόρων οριζόντων που ελέγχονται και εξαρτώνται από τις γεωλογικές συνθήκες της πεδινής παραθαλάσσιας ζώνης και της λοφώδους έκτασης :

- ❖ Αλλουβιακός υδροφορέας
- ❖ Υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας

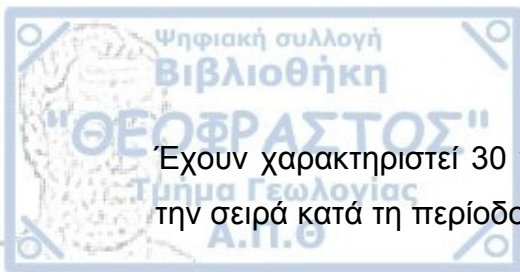
Αλλουβιακός υδροφορέας

Στα αδρομερή μέλη των αλλουβιακών αποθέσεων αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία. Επιπλέον μεταξύ τους παρεμβάλλονται υδροστεγανά ή μικρής περατότητας υλικά. Η δομή αυτή, η οποία είναι άτακτη και τυχαία, οδηγεί στην δημιουργία τόσο ελεύθερων φρεάτιων υδροφόρων οριζόντων όσο και υποπίεση υδροφόρων κατά θέσεις. Η τροφοδοσία αυτών των υδροφόρων στρωμάτων πραγματοποιείται από κατεισδύσεις της βροχής και διηθήσεις των χειμάρρων. Στην επανατροφοδότηση των υδροφόρων στρωμάτων συμμετέχουν οι διηθήσεις των βόθρων και οι διαρροές του δικτύου ύδρευσης. Αυτό το υδατικό δυναμικό αξιοποιείται από μικρό αριθμό πηγαδιών, τα οποία παλαιότερα χρησιμοποιούνταν για αρδεύσεις, ενώ σήμερα τα περισσότερα έχουν εγκαταλειφθεί.

Υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας

Σε όλη την έκταση εμφάνισης της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς τόσο στην χέρσο όσο και υποθαλάσσια αναπτύσσονται επάλληλοι υπό πίεση υδροφόροι ορίζοντες. Η τροφοδοσία της ενιαίας υδρογεωλογικής ψαμμιτομαργαϊκής ενότητας γίνεται με κατεισδύσεις της βροχής και διηθήσεις των χειμάρρων και η επανατροφοδοσία των υδροφόρων στρωμάτων της γίνεται από το επιφανειακό χερσαίο ανάπτυγμα της.

Χαρακτηριστικό της υπόγειας υδροφορίας στην ψαμμιτομαργαϊκή σειρά είναι ότι δεν είναι συνεχής και ομοιόμορφη, που σημαίνει ότι δεν συναντάται σε εκμεταλλεύσιμη ποσότητα σε οποιαδήποτε θέση, αν διανοιχθεί γεώτρηση.



Έχουν χαρακτηριστεί 30 γεωτρήσεις αποτυχούσες που είχαν διατρήσει αυτή την σειρά κατά τη περίοδο 1949-1976.

Υδρογεωτρήσεις

Στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού λειτουργούν 22 δημοτικές υδρογεωτρήσεις. Οι γεωτρήσεις Γ1 και Γ3 σταμάτησαν να λειτουργούν από το Σεπτέμβριο και τον Ιούλιο του 2006 αντίστοιχα. Από τον Δήμο κατασκευάστηκαν το καλοκαίρι του 2006 δύο νέες υδρογεωτρήσεις για αντικατάσταση των Γ1 και Γ3, με τις τελευταίες να μετατρέπονται σε γεωτρήσεις συνεχούς μέτρησης (πιεζόμετρα). Οι καινούριες γεωτρήσεις είναι η Γ21 στο αγροτεμάχιο 1053 και η Γ22 στο αγροτεμάχιο 707 του Δ.Δ. Περαιάς. Και οι δύο απέδωσαν σημαντική εκμεταλλεύσιμη παροχή ($50 \text{ m}^3/\text{h}$), πλην όμως το νερό της Γ22 μετά από πολύωρη δοκιμαστική άντληση παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση νιτρικών ιόντων που το καθιστά ακατάλληλο για πόση. Από τις ήδη υπάρχουσες γεωτρήσεις η Γ8 παρουσίασε υψηλή συγκέντρωση νιτρικών, λόγω απόρριψης βοθρολυμμάτων ανάντη, που σταμάτησε το 1996 και η Γ8Α λειτουργεί περιστασιακά λόγω υψηλού ποσοστού άμμου.

Παράλληλα λειτουργούν και ιδιωτικές γεωτρήσεις αγνώστου αριθμού, άγνωστης παροχής και λοιπών στοιχείων (βάθους, χρόνου κατασκευής κτλ).

Στον πίνακα 2 δίνονται συνοπτικά τα στοιχεία που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων. Πρόκειται για βαθιές (120 έως 415 μέτρα), μεγάλης διαμέτρου (8''-10'') υδρογεωτρήσεις, που έχουν διατρήσει και αξιοποιούν τους επάλληλους υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες της ανοιχτόχρωμης ψαμμιτομαργαϊκής σειράς. Τα σημεία αναρρόφησης των αντλητικών συγκροτημάτων όλων των γεωτρήσεων βρίσκονται υψομετρικά δεκάδες μέτρα κάτω από το επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας. Στην πεδινή παραθαλάσσια ζώνη της Περαιάς βρίσκονται οι γεωτρήσεις Γ1, Γ2 και Γ3 ενώ οι υπόλοιπες στην εσωτερική λοφώδη ζώνη σε διάφορες αποστάσεις από τη θάλασσα και σε διάφορα υψόμετρα (Οι αναλυτικές τομές παραθέτονται στο παράρτημα).

Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά των υδρευτικών γεωτρήσεων του Δήμου Θερμαϊκού (Από Κουμαντάκη, 2006 με τροποποιήσεις).

Κωδικός	Υψόμετρο εδάφους (m)	Βάθος (m)	Παροχή εκμετ/σης (m ³ /h)	Βάθος αντλίας (m)	Δυνατότητα μέτρησης στάθμης	Έτος κατασκευής
Γ1-Πλάτανος	14	204	50	86	ναι	1996
Γ2-Βονοφάκου	4	158,5	60	24	ναι	1978
Γ3-Goodys	16	246	45	60	ναι	1998
Γ4-Γάτσου	36	204	45	98	ναι	1995
Γ5-Γιαμπαζολιά	29	149,13	55	116	ναι	1982
Γ6-Μήλιου	38	228	50	126	ναι	1996
Γ7-Μάνα Νερού	104	300	50	148	ναι	1998
Γ8-Καλαμπόκη	72	282	50	160	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ9-Ζαγόρι Τούμπας	113	193,5	60	160	όχι	1993
Γ10-Αμπέλι Αιμιλίου	74	168	60	93	όχι	Δεν αναφέρεται
Γ11-Νέα γεώτρηση Ν.Επιβατών (μνήματα)	36	160	50	90	ναι	1986
Γ12-Παλαιά Σφαγεία	19	160	55	80	όχι	Δεν αναφέρεται
Γ13-Νησάκι	12,5	136	45	65	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ14-Καλιθέα	38	143,6	35	60	όχι	1982
Γ15-Βούζια	56	120	50	80	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ16-Τούμπα	96	200	30	130	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ17-Βίλα Κίζα	13	160	55	80	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ18-Αμπελότοποι	28	225	50	78	ναι	2000
Γ19-Όρια με Δήμο Μηχανιώνας	39	288	50	160	όχι	2000
Γ20-Ματζάρη	124	372	50	160	ναι	Δεν αναφέρεται
Γ21-Αγροτεμάχιο 1053	84	375	50	200	ναι	2006
Γ22-Αγροτεμάχιο 707 Δ.Δ. Περαιάς	142	415	50	220	ναι	2006

Εκτός από τις 22 υδρευτικές δημοτικές γεωτρήσεις ο Δήμος διαθέτει έξι ακόμη γεωτρήσεις, τρεις από τις οποίες είναι ανενεργές σήμερα και άλλες τρεις που αξιοποιούνται για αρδεύσεις. Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται τα στοιχεία αυτών (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Στοιχεία απογραφής αρδευτικών και ανενεργών γεωτρήσεων του Δήμου Θερμαϊκού (Από Κουμαντάκη, 2006).

Κωδικός	Όνομασία-Περιοχή	Βάθος (m)	Παροχή (m ³ /h)	Βάθος αντλίας (m)	Χρήση
Γ23	Περιοχή αεροδρομίου	132			ανενεργή
Γ24	Καραντίνα	155	18	60	αρδευτική
Γ25	Εκκλησία Ν. Επιβατών	168	35	100	αρδευτική
Γ26	Σφαγεία	200	50		ανενεργή
Γ27	Αγροτική Ν. Επιβατών	145	35	80	αρδευτική
Γ28	Αμπελότοποι	270	35	120	ανενεργή

Στους πίνακες 4,5,6 και 7 φαίνονται οι μεταβολές της στάθμης των υπόγειων νερών σε γεωτρήσεις της περιοχής του Δήμου. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν με βάση τις υφιστάμενες μελέτες (Κουμαντάκης, 2006, Σταυρακίδου, 2011) είναι τα εξής:

- ❖ Με την πάροδο του χρόνου οι πτώσεις της υδροστατικής στάθμης συνεχίζονται. (Σχήματα 12, 13, 15).
- ❖ Σε υπερετήσια βάση η μέση τιμή πτώσης στάθμης κατά περιοχές κυμαίνεται από 0,38 έως 2,3m ετησίως ανάλογα με την θέση. Οι περισσότερες από τις τιμές κυμαίνονται μεταξύ 1,5 και 2m. Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται οι μεταβολές αυτές (Πίνακας 4).
- ❖ Στη γεώτρηση Γ3 – Goody's, από τον Σεπτέμβριο του 1998 έως τον Σεπτέμβριο του 2006 παρατηρείται πτώση στάθμης 13,5m, υπό συνθήκες ηρεμίας (1,69m/year). Σημαντικό είναι ότι η μέτρηση του



1998 αντιστοιχεί στην περίοδο έναρξης λειτουργίας της γεώτρησης και του Σεπτεμβρίου 2006 πραγματοποιήθηκε ύστερα από 2μηνια διακοπή λειτουργία αυτής.

- ❖ Η πτώση της στάθμης του νερού στις υδρογεωτρήσεις Γ1 και Γ3, ενώ ήταν της τάξης των 24,40m και 19,45m αντίστοιχα από το έτος κατασκευής τους και μέχρι τον Μάιο του 2006, μετά τη διακοπή της άντλησης οι μετρήσεις δείχνουν ότι η στάθμη επανέρχεται και η διαφορά από το χρόνο κατασκευής τους μειώνεται περίπου στα 10m. Μετά την παύση λειτουργίας τους φαίνεται ότι η στάθμη σ' αυτές επανήλθε στο μισό της στάθμης που μετρήθηκε μετά την κατασκευή των γεωτρήσεων. Παρατηρείται δηλαδή μία γρήγορη άνοδος της στάθμης του νερού σε σχέση με το χρόνο. (Σχήματα 10, 11).
- ❖ Άνοδος της στάθμης παρατηρείται στις υδρογεωτρήσεις Γ8 και Γ21 των οποίων η άντληση έχει σταματήσει. (Σχήματα 14,16).

Πίνακας 4: Διακύμανση της στάθμης των υπογείων νερών (Από Κουμαντάκη, 2006 με τροποποιήσεις).

Κωδικός-Θέση	Μεταβολή
Γ1-Πλάτανος	Ιούνιος 96-Οκτώβριος 96 πτώση στάθμης 22m, υπό συνθήκες ηρεμίας. Κατά μέσο όρο 2,2m/year.
Γ2-Βονοφάκου	Απρίλιος 78-Μάιος 06 πτώση στάθμης 10,6 m, υπό συνθήκες ηρεμίας. Κατά μέσο όρο 0,38m/year.
Γ3-Goodys	Σεπτέμβριος 98-Σεπτέμβριος 06 πτώση στάθμης 13,5 m, υπό συνθήκες ηρεμίας. Κατά μέσο όρο 1,6m/year.
	Σεπτέμβριος 98-Μάιος 06 πτώση στάθμης 10,45m, υπό συνθήκες άντλησης.
Γ4-Γάτσου	Ιούνιος 95-Οκτώβριος 06 Πτώση στάθμης 25,4m, υπό συνθήκες ηρεμίας. Μέση ετήσια πτώση στάθμης 2,3m.
Γ5-Γιαμπαζολιά	Αύγουστος 80-Ιούνιος 96 πτώση στάθμης 28m, υπό συνθήκες ηρεμίας.
	1980-Μάιος 06 πτώση στάθμης 22,6m, υπό συνθήκες άντλησης.
Γ6-Μήλιου	Ιούνιος 96-Μάιος 06 πτώση στάθμης 20,45m, υπό συνθήκες άντλησης. Μέση ετήσια πτώση στάθμης περίπου ίση με 2m.
Γ7-Μάνα Νερού	Ιούνιος 98-Μάιος 06 πτώση στάθμης 13,5m, υπό συνθήκες ηρεμίας. Μέση ετήσια πτώση στάθμης 1,69m.
Γ8-Καλαμπόκη	1996-Μάιος 06 πτώση στάθμης 30,8m, υπό συνθήκες ηρεμίας.
Γ11-Νέα γεώτρηση Νέων Επιβατών (Μνήματα)	Μάιος 86-Μάιος 06 πτώση στάθμης 32,4m, υπό συνθήκες ηρεμίας.
Γ20-Ματζάρη	Σεπτέμβριος 05-Μάιος 06 πτώση στάθμης 5,3m, υπό συνθήκες ηρεμίας.

Πίνακας 5: Στάθμες των δημοτικών υδρογεωτρήσεων του Δ.Δ. Περαίας (Από Κουμαντάκη, 2006).

Κωδικός	Θέση	Βάθος γεώτρηση (m)	Ημερομηνία μέτρησης	Βάθος στάθμης (m)	Απόλυτο υψόμετρο (m)	Συνθήκες μέτρησης
Γ1	Πλάτανος	204	Ιούνιος 96	21	-7	Ηρεμίας
			8/1/2003	50	-36	ηρεμίας
			6/5/2006	45,4	-31,4	ηρεμίας
			31/8/2006	48	-34	24ώρες ηρεμίας
			6/10/2006	43	-30	ηρεμίας
			19/1/2007	30	-16	Από Σεπτέμβρη κλειστή
Γ2	Βονοφάκου	200	Απρίλιος 78	1	3	ηρεμίας
			Απρίλιος 78	10	-6	άντλησης
			6/5/2006	11,6	-7,6	ηρεμίας
Γ3	Goody's	246	13/9/1998	25	-9	ηρεμίας
			13/9/1998	34	-18	άντλησης(1) Q=150m ³ /h
			6/5/2006	44,45	-28,45	άντλησης
			30/9/2006	36,5	-21,5	2 μήνες εκτός λειτουργίας
			19/1/2007	38,5	-21,5	Από Ιούλιο κλειστή
Γ4	Γάτσου	204	Ιούνιος 95	55	-19	ηρεμίας
			Ιούνιος 95	65	-29	άντλησης(2) Q=70m ³ /h
			6/5/2006	80,4	-44,4	ηρεμίας
			30/9/2006	43	-7	48ώρες εκτός λειτουργίας
Γ5	Γιαμπαζολιά	180	Αύγουστος 80	27	2	ηρεμίας
			1980	51	-22	άντλησης(3) Q=100m ³ /h
			26/7/1996	55	-26	ηρεμίας
			6/5/2006	73,6	-44,6	άντλησης
Γ6	Μήλιου	228	Ιούνιος 96	55	-17	ηρεμίας
			Ιούνιος 96	68	-30	άντλησης
			6/5/2006	88,45	-50,5	άντλησης
Γ7	Μάνα Νερού	300	Ιούνιος 98	105	-1	ηρεμίας
			Ιούνιος 98	140	-36	άντλησης(4) Q=60m ³ /h
			6/5/2006	118,5	-14,5	ηρεμίας
Γ8	Καλαμπόκη	282	1996	25	47	ηρεμίας
			6/5/2006	55,8	16,2	ηρεμίας
Γ8Α	Καλαμπόκη		6/5/2006	41	21	ηρεμίας

Πίνακας 6: Στάθμες των δημοτικών υδρογεωτρήσεων του Δ.Δ. Περαίας (Από Σταυρακίδου, 2011).

Κωδικός	Θέση	Ημερομηνία μέτρησης	Βάθος στάθμης (m)	Απόλυτο υψόμετρο (m)
Γ1	ΠΛΑΤΑΝΟΣ	15/4/08	24,9	-12,9
		5/12/08	24,59	-12,59
		16/6/09	24,5	-12,5
		8/10/09	23,9	-11,9
		29/3/10	23,3	-11,3
		24/3/11	22,51	-10,51
Γ2	ΒΟΝΟΦΑΚΟΥ	30/3/10	9,5	-6,5
Γ3	GOODY'S	21/1/08	21,28	-5,28
		15/4/08	20,39	-4,39
		5/12/08	19,17	-3,17
		16/6/09	18,14	-2,14
		8/10/09	18,5	-2,5
		29/3/10	17,16	-1,16
		24/3/11	16,84	-0,84
Γ4	ΓΑΤΣΟΥ	18/4/08	43	-7
		30/3/10	24,4	11,6
Γ5	ΓΙΑΜΠΑΖΟΛΙΑ	15/4/08	75,66	-47,66
Γ8	ΚΑΛΑΜΠΟΚΗ	7/6/08	49,2	19,8
		8/10/09	52,86	16,14
		1/4/10	50,54	18,46
		24/3/11	51,32	17,68
Γ20	ΜΑΤΖΑΡΗ	7-9/6/08	127,65	-4,65
		5/12/08	127,1	-4,1
		29-30/3/10	127,34	-4,34
Γ21	ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	7-9/6/08	77,55	4,45
		16/6/09	77,41	4,59
		8/10/09	76,32	5,68
		30/3/10	74,19	7,81
		24/3/11	72,91	9,09

Πίνακας 7: Στάθμες των δημοτικών υδρογεωτρήσεων των Δ.Δ. Νέων Επιβατών και Αγίας Τριάδας (Από Κουμαντάκη, 2006).

Κωδικός	Θέση	Βάθος γεώτρησης (m)	Ημερομηνία μέτρησης	Βάθος στάθμης (m)	Απόλυτο υψόμετρο (m)	Συνθήκες μέτρησης
Γ11	Νέα γεώτρηση Ν.Επιβατών (Μνήματα)	160	Μάιος 86	19	17	ηρεμίας
			Μάιος 86	68	-32	άντλησης (5) Q=90 m ³ /h
			7/5/2006	51,4	-15,4	ηρεμίας
Γ13	Νησάκι	136	6/5/2006	41,9	-29,9	άντλησης
Γ15	Βούζια	120	7/5/2006	62,9	-6,9	ηρεμίας
Γ17	Βίλα Κίζα	160	6/5/2006	35	-22	άντλησης
Γ18	Αμπελότοποι	225	6/5/2006	43,8	-15,8	ηρεμίας
Γ20	Ματζάρη Αγροτεμάχιο 824	372	Σεπτέμβριος 05	119	5	ηρεμίας
			Σεπτέμβριος 05	150	-26	άντλησης
			6/5/2008	124,3	-0,3	ηρεμίας
Γ21	Καθηγητών	375	Οκτώβριος 06	77,5	6,5	ηρεμίας
Γ23	Αγροτεμάχιο 707 Δ.Δ. Περαιάς	415	Αύγουστος 06	147	-5	ηρεμίας

Συμπληρώσεις του Πίνακα 5 και του Πίνακα 7:

(1): Οι μετρήσεις στάθμης του 1998 αντιστοιχούν στην αρχική και τελική στάθμη άντλησης κατά την δοκιμαστική άντληση με παροχή 150m³/h.

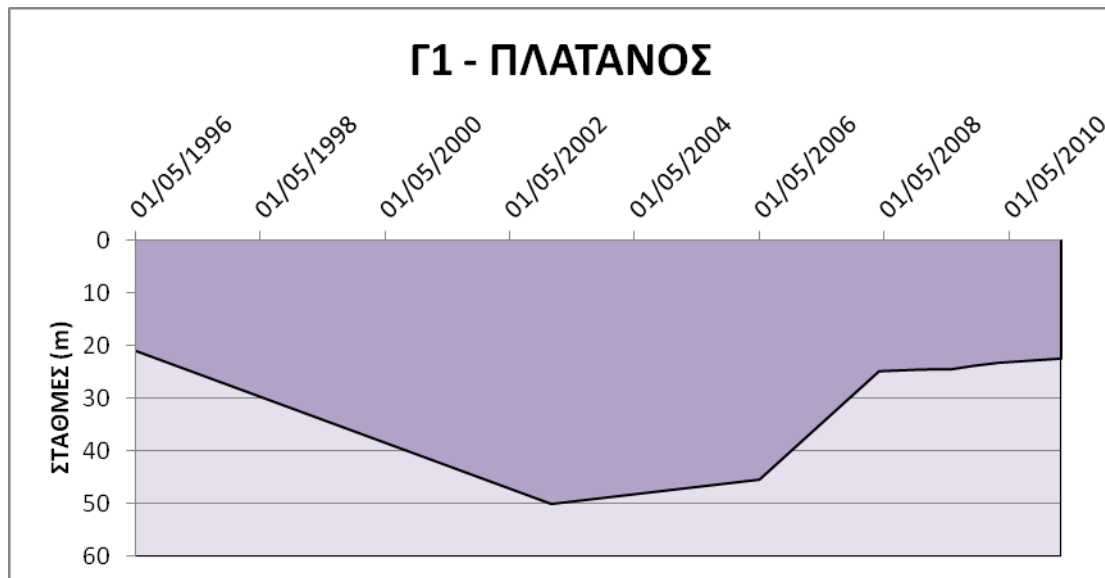
(2): Οι μετρήσεις στάθμης του 1995 αντιστοιχούν στην αρχική και τελική στάθμη άντλησης κατά την δοκιμαστική άντληση με παροχή 70m³/h διάρκειας 50 ωρών. Η μέτρηση στις 6/5/2006 είναι πιθανόν επηρεασμένη από προηγούμενη άντληση.

(3): Οι μετρήσεις στάθμης του 1980 αντιστοιχούν στην αρχική και τελική στάθμη άντλησης κατά την δοκιμαστική άντληση με παροχή 100m³/h.

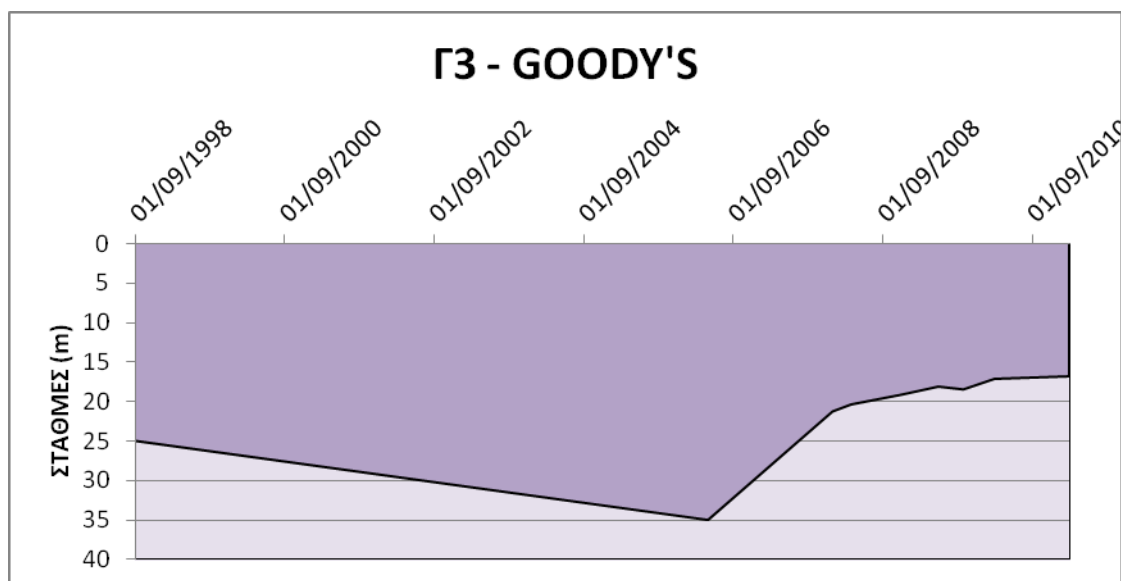
(4): Οι μετρήσεις στάθμης του 1998 αντιστοιχούν στην αρχική και τελική στάθμη άντλησης κατά την δοκιμαστική άντληση με παροχή 60m³/h διάρκειας 72 ωρών.

(5): Οι μετρήσεις στάθμης του 1986 αντιστοιχούν στην αρχική και τελική στάθμη άντλησης κατά την δοκιμαστική άντληση με παροχή 90 m³/h

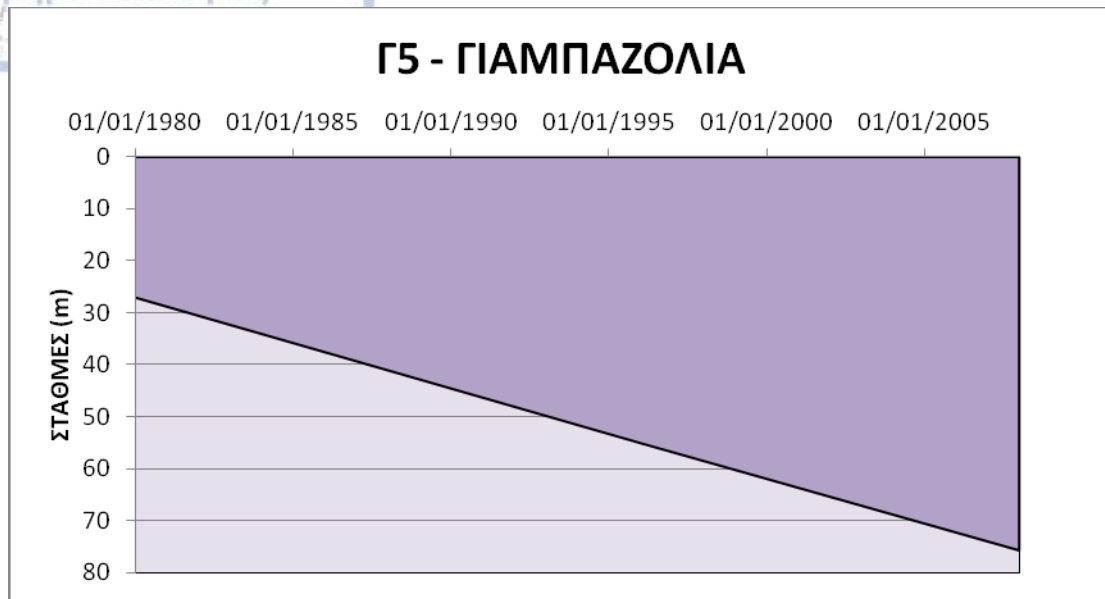
άγνωστης διάρκειας. Η μέτρηση του 2006 πιθανόν να είναι επηρεασμένη από προηγούμενη άντληση.



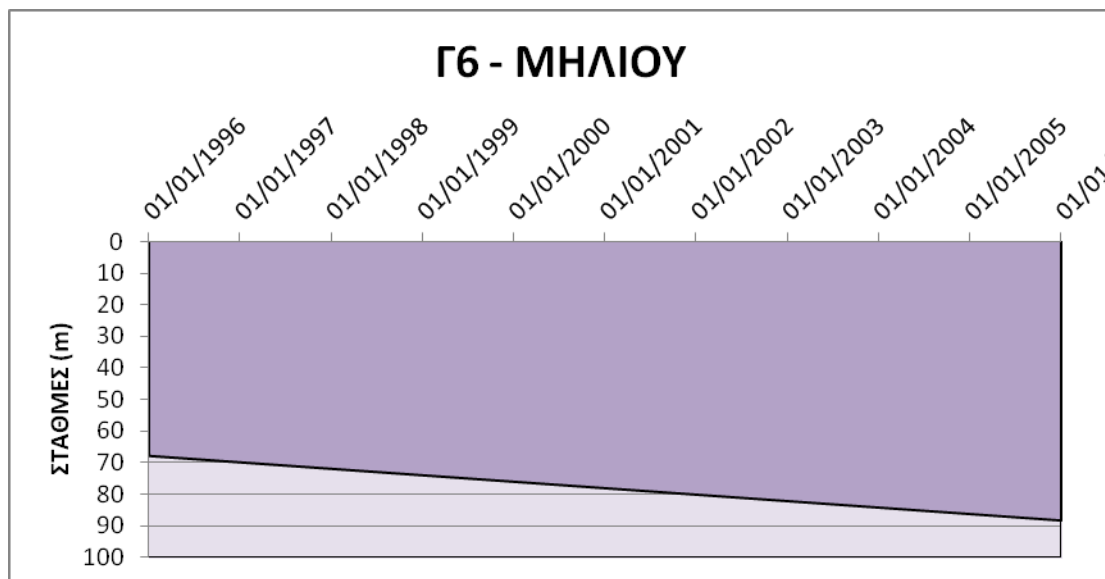
Σχήμα 10. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ1.



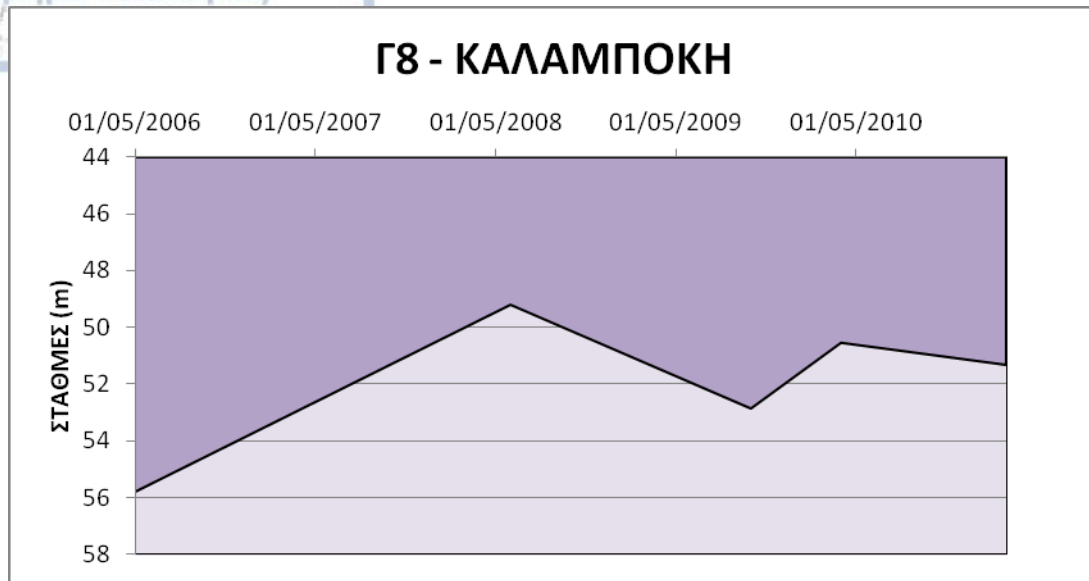
Σχήμα 11. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ3.



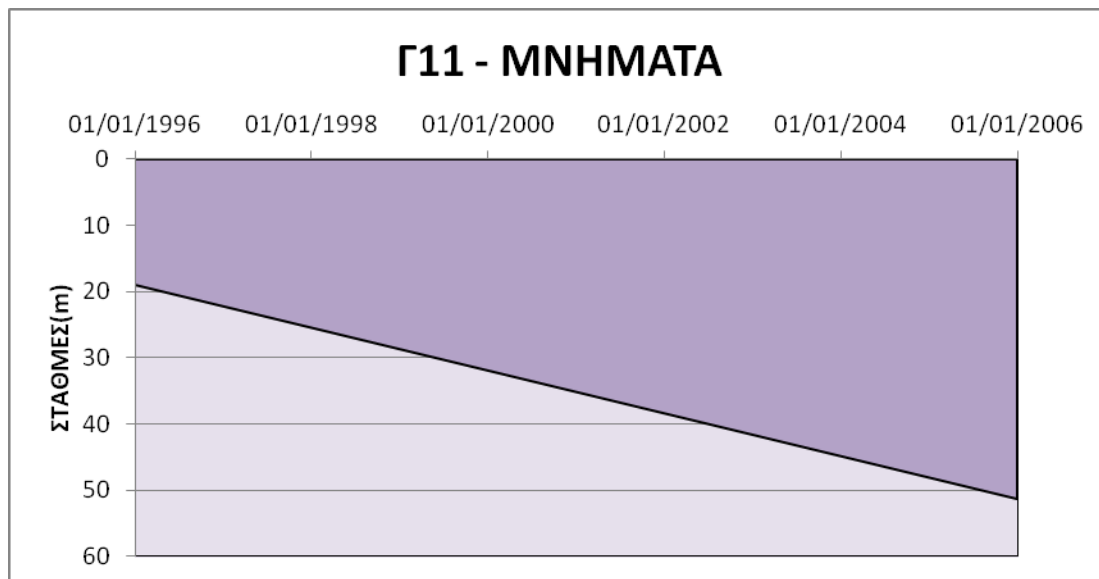
Σχήμα 12. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ5.



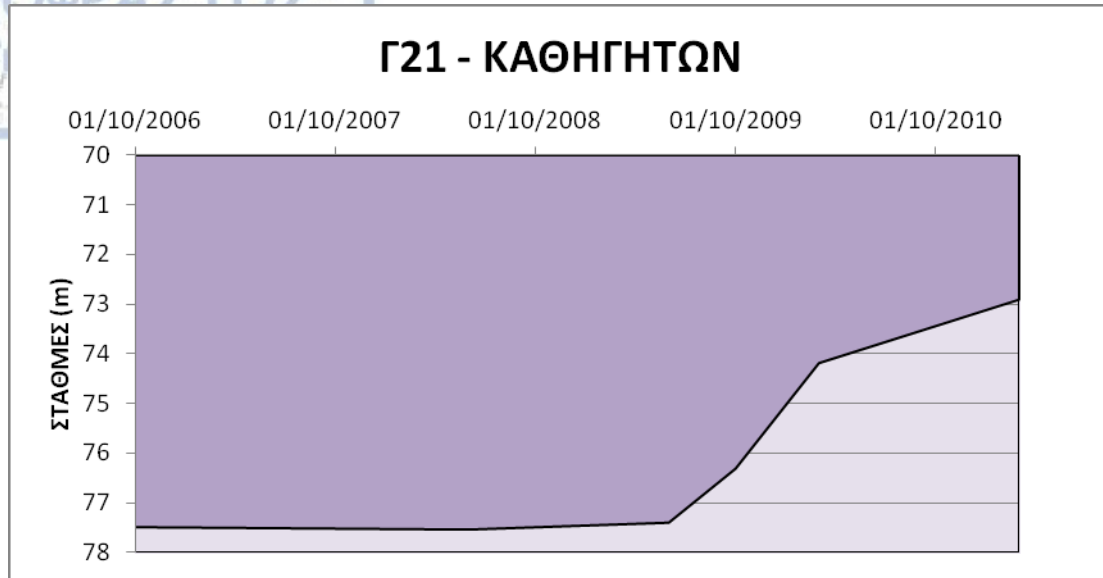
Σχήμα 13. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ6.



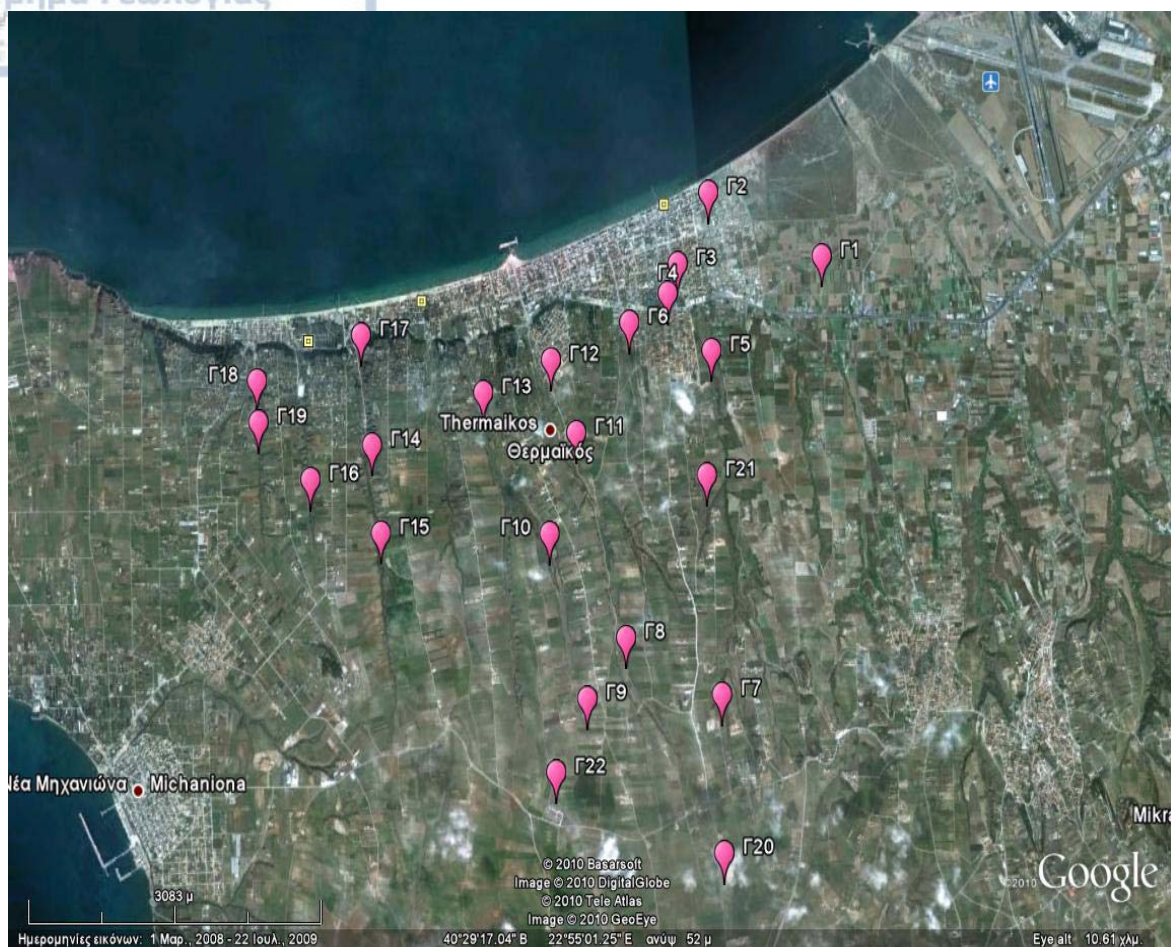
Σχήμα 14. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ8.



Σχήμα 15. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ11.



Σχήμα 16. Διακύμανση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα στη γεώτρηση Γ21.



Σχήμα 17: Θέσεις των Γεωτρήσεων στο Δήμο Θερμαϊκού.

Τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του υπόγειου νερού είναι:

- ❖ Τα φυσικά χαρακτηριστικά. Αυτά καθορίζονται από το χρώμα, την οσμή, τη θολότητα, τη θερμοκρασία, την ηλεκτρική αγωγιμότητα E.C. και τη ραδιενέργεια.
- ❖ Τα χημικά χαρακτηριστικά. Χωρίζονται σε ανόργανα και περιλαμβάνουν κύρια (Ca, Mg, Na, K, HCO₃, CO₃, SO₄, Cl, NO₃) και δευτερεύοντα συστατικά (Al, NH₄, As, BO₄, Br, Cu, Fe, Mn, Sr, HSO₄, HSO₃, F, OH, H₂PO₄, PO₄, S, SO₃, NO₂), ολιγοσυστατικά (Sb, Ba, Cr, Pb) και ιχνοστοιχεία (Be, Bi, Au, Ag, Zr). Σε ανόργανα με μη ιοντική μορφή (κυρίως SiO₂). Θρεπτικά εισαγόμενα από τον άνθρωπο (ενώσεις N και P) καθώς και ανόργανα εισαγόμενα από τον άνθρωπο (Hg, Cr, Pb, Ag, Zn).
- ❖ Ειδικοί παράμετροι. Αυτοί αποτελούνται από δείκτες οι οποίοι είναι το pH, το δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh, το σύνολο των διαλυμένων στερεών (T.D.S.), η αλκαλικότητα και η οξύτητα, ο δείκτης κορεσμού, η σκληρότητα του νερού, τα διαλυμένα αέρια, το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (B.O.D.), το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (C.O.D.), το ολικά απαιτούμενο οξυγόνο (T.O.D.) και το διαλυμένο οξυγόνο (D.O.).
- ❖ Τα οργανικά συστατικά. Στο υπόγειο νερό υπάρχουν φυσικές οργανικές ενώσεις όπως πρωτεΐνες, υδρογονάνθρακες, λιπίδια κ.ά.
- ❖ Τα βιολογικά χαρακτηριστικά. Τέτοια είναι η ύπαρξη μικροοργανισμών όπως μικρόβια, βακτήρια, μύκητες, ιοί, πρωτόζωα, φύκη κ.ά., που επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του υπόγειου νερού.
- ❖ Τέλος η ποιότητα του υπόγειου νερού εξαρτάται από την αρχική σύσταση της βροχής, καθώς και από τη λιθολογική σύσταση του υδροφορέα μέσα στον οποίο φιλοξενείται, αλλά και από τα πετρώματα μέσα στα οποία κινείται.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία που παρέιχε ο Δήμος Θερμαϊκού από τη λήψη 41 δειγμάτων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις του Δήμου. Οι χημικές αναλύσεις αναφέρονται στις χρονικές περιόδους του Δεκεμβρίου του 2004, του Μαΐου του 2006 και του Ιανουαρίου του 2008.

Από τους παρακάτω πίνακες προκύπτει και μια σύγκριση των τιμών στη διάρκεια των χρόνων.

Πίνακας 8: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις της Αγίας Τριάδας.

	Γ15	Γ15	Γ16	Γ16	Γ16	Γ17	Γ17	Γ17
Φυσικοχημικές Παράμετροι	2004	2006	2004	2006	2008	2004	2006	2008
pH	7,8	8,1	7,9	8,0	7,7	7,9	8,1	7,6
EC (μS/cm)	1148	935	840	865	851	1323	990	1433
TH (ppm CaCO ₃)	458,24	415,64	284,61	286,4	385,0	596,07	275,66	699
TDS (mg/L)	735	598	538	554	468	847	634	788
Ca (mg/L)	86	65,0	46,5	40,5	63	109	37,0	126,0
Mg (mg/L)	59,5	52,5	41,0	45,0	55,0	79,5	44,5	92
K (mg/L)	3,1	3,0	2,8	2,8	3,5	4,2	2,9	5,1
Na (mg/L)	91,6	83,6	106	96,5	83	99,0	117	98
Cl (mg/L)	192	136	93,0	98,0	119,0	231	124	322
SO ₄ (mg/L)	50,8	37,6	66,4	63,6	57	61,8	66,2	59
NO ₃ (mg/L)	29,1	23,0	7,2	7,2	10,9	28,0	7,1	25
HCO ₃ (mg/L)	385	409	370	359	343	472	391	440

Πίνακας 9α: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις των Νέων Επιβατών.

	Γ9	Γ9	Γ11	Γ11	Γ11	Γ12	Γ12	Γ12
Φυσικοχημικές Παράμετροι	2004	2006	2004	2006	2008	2004	2006	2008
pH	8,0	8,0	8,0	7,8	7,8	7,7	7,9	7,8
EC (μS/cm)	863	895	934	966	918	853	869	845
TH (ppm CaCO ₃)	306	270	392	354	443	288	259	350
TDS (mg/L)	552	573	598	618	505	546	556	465
Ca (mg/L)	55,5	43,5	78,0	61,5	84	53,0	43,0	63,0
Mg (mg/L)	41,0	39,5	48,0	49,0	56,0	38,0	37,0	46,0
K (mg/L)	2,8	2,8	2,9	2,8	3,4	2,4	2,2	2,8
Na (mg/L)	98,9	103	72,4	78,1	74	96,0	95,0	89,0
Cl (mg/L)	78,8	85,2	111	103	126	98,0	112	116
SO ₄ (mg/L)	72,8	63,4	57,6	66,0	64,0	60,4	59,4	59
NO ₃ (mg/L)	30,3	16,6	20,0	16,1	17,2	12,8	11,5	15
HCO ₃ (mg/L)	366	351	400	387	350	353	346	325

Πίνακας 9β: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις των Νέων Επιβατών.

	Γ13	Γ13	Γ13	Γ14	Γ14	Γ14
Φυσικοχημικές Παράμετροι	2004	2006	2008	2004	2006	2008
pH	7,7	8,0	7,4	7,7	7,9	7,6
EC (μS/cm)	918	1137	882	1072	1087	1070
TH (ppm CaCO ₃)	363	393	385	422	424	538
TDS (mg/L)	588	727	485	686	696	588
Ca (mg/L)	66,0	63,5	66	79,0	73,0	97,0
Mg (mg/L)	48,5	57,5	53	55,0	59,0	71,0
K (mg/L)	3,2	3,4	4,2	3,3	3,0	3,9
Na (mg/L)	85,3	95,5	72	81,5	85,6	79
Cl (mg/L)	126	191	128	148	148	190
SO ₄ (mg/L)	58,4	61,0	36,0	35,7	36,6	33
NO ₃ (mg/L)	16,6	17,1	20,7	25,1	28,2	28,4
HCO ₃ (mg/L)	363	352	325	450	432	395

Πίνακας 10α: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις της Περαίας.

	Γ1	Γ1	Γ2	Γ2	Γ2	Γ3	Γ4	Γ4	Γ4
Φυσικοχημικές Παράμετροι	2004	2006	2004	2006	2008	2006	2004	2006	2008
pH	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8	7,9	8,5	8,0	7,8
EC (μS/cm)	959	1148	962	846	588	1057	979	1057	959
TH (ppm CaCO ₃)	333	252	396	315	282	311	288	266	349
TDS (mg/L)	669	734	616	541	323	544	627	677	527
Ca (mg/L)	55,5	35,0	76,5	55,0	49,0	53,0	55,5	45,5	66
Mg (mg/L)	47,5	40,0	50,0	43,5	38,0	43,5	36,5	37,5	44
K (mg/L)	N.D.*	N.D.	N.D.	N.D.	1,8	N.D.	2,4	2,2	2,7
Na (mg/L)	119	164	73,6	73,2	31	73,8	130	119	122
Cl (mg/L)	164	188	107	92,3	34	85,2	133	133	129
SO ₄ (mg/L)	63,2	60,8	50,6	40,1	6,8	38,5	67,4	64,0	49,0
NO ₃ (mg/L)	7,8	4,6	41,5	26,3	4,7	26,3	22,0	20,0	16,8
HCO ₃ (mg/L)	385	377	413	377	287	368	350	361	325

*: N.D.: Η τιμή βρίσκεται κάτω από το όριο μέτρησης που είναι 1,8 mg/L.

Πίνακας 10β: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων υπόγειων νερών από υδρευτικές γεωτρήσεις της Περαίας.

	Γ5	Γ5	Γ5	Γ6	Γ6	Γ6	Γ7	Γ7	Γ7	Γ8
Φυσικοχημικές Παράμετροι	2004	2006	2008	2004	2006	2008	2004	2006	2008	2004
pH	7,7	8,1	7,7	8,2	7,9	7,8	8,3	8,1	7,6	7,7
EC (μS/cm)	977	1015	970	907	899	927	824	810	801	1048
TH (ppm CaCO ₃)	369	358	333	277	315	321	106	119	282	446
TDS (mg/L)	625	650	533	580	575	510	527	518	440	671
Ca (mg/L)	74,0	67,5	73	53,5	53,0	49,0	18,0	2,1	52	108
Mg (mg/L)	43,5	46,0	36,0	35,0	44,5	42	15	28,0	36,0	43,5
K (mg/L)	2,5	2,4	2,9	2,2	2,8	2,8	N.D.	2,2	3,5	2,9
Na (mg/L)	102	90,4	108	113	80,8	116	223	121	123	70,6
Cl (mg/L)	133	128	133	126	110	137	69,6	82,4	93	131
SO ₄ (mg/L)	71,6	62,4	69	66,4	62,0	50,0	45,0	65,6	52	45,2
NO ₃ (mg/L)	12,8	17,5	7,7	7,0	18,3	9,6	N.D.	N.D.	4,6	104
HCO ₃ (mg/L)	356	382	330	339	344	330	446	347	322	322



Αναλύοντας τους παραπάνω πίνακες προκύπτουν τα εξής:

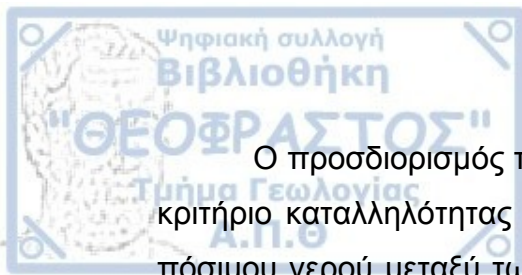
pH

Το φυσικό νερό ως διάλυμα είναι ουδέτερο όταν το $pH=7$. Όταν η τιμή του pH είναι μικρότερη του 7 χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό και όταν η τιμή του pH είναι μεγαλύτερη του 7 χαρακτηρίζεται ως όξινο. Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι το pH των νερών στις γεωτρήσεις της Αγίας Τριάδας κυμαίνεται από 7,6 έως 8,1, και είναι αλκαλικά έως ουδέτερα. Το pH των νερών στις γεωτρήσεις των Νέων Επιβατών κυμαίνεται από 7,4 έως 8, και το pH των νερών στις γεωτρήσεις της Περαιάς κυμαίνεται από 7,6 έως 8,5. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το νερό στο Δήμο είναι ελαφρά αλκαλικό έως ουδέτερο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα E.C:

Η τιμή του συντελεστή ηλεκτρικής αγωγιμότητας συνδέεται με το σύνολο των διαλυμένων ουσιών (T.D.S) στο νερό. Το ενδεικτικό επίπεδο της αγωγιμότητας στο πόσιμο νερό είναι $400\mu S/cm$. Στα υπόγεια νερά των υδροφόρων στρωμάτων η ηλεκτρική αγωγιμότητα χρονικά μεταβάλλεται: στα ρηχά λίγο και στα βαθιά ελάχιστα έως καθόλου. Χωρικά μπορεί να μεταβάλλεται έντονα επηρεαζόμενη από την γεωλογική σύσταση και ιδίως την υφαλμύρωση. Αυξημένη αγωγιμότητα υποδηλώνει αυξημένες ποσότητες αλάτων στο νερό που ανάλογα με τη φύση και τη συγκέντρωσή τους μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα υγείας. Από τις μετρήσεις η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται στην Αγία Τριάδα από 851 έως $1433\mu S/cm$, στους Νέους Επιβάτες από 845 έως $1137\mu S/cm$ και στην Περαιά από 959 έως $1148\mu S/cm$. Με το ενδεικτικό επίπεδο της αγωγιμότητας στο πόσιμο νερό να είναι $400\mu S/cm$, παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των γεωτρήσεων ξεπερνάει την τιμή αυτή. Συνεπώς θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε τα νερά υψηλής αλατότητας.

Ολική σκληρότητα T.H:



Ο προσδιορισμός της σκληρότητας έχει μεγάλη σημασία, γιατί αποτελεί κριτήριο καταλληλότητας για πολλές χρήσεις των νερών. Η σκληρότητα του πόσιμου νερού μεταξύ των άλλων συνδέεται και με την υγεία του ανθρώπου και συγκεκριμένα σχετίζεται με καρδιακές παθήσεις. Τα νερά της περιοχής του Δήμου χαρακτηρίζονται σκληρά έως πολύ σκληρά, καθώς η πλειοψηφία των τιμών εμφανίζεται πάνω από 200ppm CaCO_3 .

Σύνολο διαλυμένων στερεών T.D.S:

Εξαρτάται από τη διαλυτότητα των σχηματισμών οι οποίοι περιέχουν το υπόγειο νερό ή έχουν διαρρευθεί από αυτό. Συνδέεται άμεσα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (γραμμική σχέση). Αν οι τιμές του T.D.S. κυμαίνονται μεταξύ 0-1.000mg/L το νερό είναι γλυκό, μεταξύ 1.000-10.000mg/L θεωρείται υφάλμυρο, μεταξύ 10.000-100.000mg/L αλμυρό και για τιμές μεγαλύτερες των 100.000mg/L υπεραλμυρό. Οι τιμές στην περιοχή κυμαίνονται από 323 έως 788mg/L. Συνεπώς μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το νερό της περιοχής μελέτης γλυκό.

Ασβέστιο Ca – Μαγνήσιο Mg

Η κύρια προέλευση του ασβεστίου είναι τα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα και τα μάρμαρα. Επίσης μπορεί να προέρχεται από τους ασβεστονατριούχους αστρίους, τη γύψο, τους πυρόξενους και τους αμφιβόλους. Η προέλευση του μαγνησίου στα υπόγεια νερά είναι ίδια με εκείνη του ασβεστίου, εξαιτίας της μεγάλης χημικής συγγένειας των δύο στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα για την υγεία του ανθρώπου, επειδή το ασβέστιο είναι διουρητικό, αντιυπερτασικό, αντιαλλεργικό και βοηθά στην πήξη του αίματος, ενώ το μαγνήσιο βοηθά στην ομαλή λειτουργία του νευρομυϊκού συστήματος. Οι τιμές του ασβεστίου κυμαίνονται κάτω από 100mg/L που είναι το επιθυμητό ανώτατο όριο, με εξαίρεση την Γ17 (126mg/L και 109mg/L) και την Γ8 (108mg/L), οι οποίες το υπερβαίνουν ελάχιστα. Η περιεκτικότητα του μαγνησίου στα υπόγεια νερά της περιοχής κυμαίνεται από 15 (Γ7) έως 99 (Γ17) mg/L αντιστοίχως, με ανώτατο επιτρεπτό όριο 50mg/L. Την τιμή αυτή υπερβαίνουν οι γεωτρήσεις Γ11, Γ13, Γ14, Γ16, Γ17, Γ18.

Κάλιο K – Νάτριο Na:

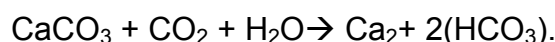
Τα αλκάλια Na και K συνδέουν την παρουσία τους με τους αστρίους. Το κάλιο σχετίζεται και με καλιούχα λιπάσματα. Επίσης η παρουσία τους σχετίζεται με την διείσδυση της θάλασσας σε παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες ή με αερομεταφερόμενα σταγονίδια από την θάλασσα. Μεγάλες συγκεντρώσεις ιόντων νατρίου στο πόσιμο νερό επιφέρουν προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων που το χρησιμοποιούν (αυξάνει την αρτηριακή πίεση). Στην περιοχή μελέτης η ελάχιστη τιμή του Καλίου είναι <1,8 και σε αρκετές γεωτρήσεις δεν ξεπερνιέται αυτό το όριο, και η μέγιστη 3,9mg/L (Γ14), δηλαδή κάτω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 12mg/L. Η ελάχιστη τιμή του Νατρίου είναι 31mg/L (Γ2) και η μέγιστη 223mg/L (Γ7).

Χλωριούχα Cl

Κύρια προέλευση είναι τα ιζηματογενή πετρώματα, τα οποία περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γένεσης. Άλλη πηγή αποτελεί η διείσδυση της θάλασσας στους παράκτιους υδροφόρους. Τα χλωριούχα ιόντα συμβάλλουν στη διατήρηση της ηλεκτρικής ουδετερότητας των ερυθρών αιμοσφαιρίων και στην παραγωγή του υδροχλωρικού οξέος στο στομάχι. Επιθυμητό όριο συγκέντρωσης των χλωριόντων στο πόσιμο νερό είναι 25mg/L και το ανώτατο 250mg/L. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις το νερό γίνεται γλυφό. Σε όλες τις γεωτρήσεις η τιμή του Cl είναι κάτω από 250mg/L, με εξαίρεση τη γεώτρηση Γ17 (322mg/L). Παρόλα αυτά οι τιμές των χλωριόντων είναι υψηλές, γεγονός που μπορεί να δικαιολογηθεί από την σταδιακή διείσδυση της θάλασσας (πρώιμο στάδιο υφαλμύρωσης).

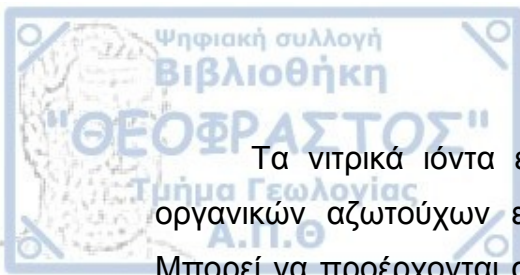
Οξίνα ανθρακικά ιόντα HCO₃⁻:

Είναι το επικρατέστερο ανιόν στα γλυκά υπόγεια νερά. Προέρχεται από το CO₂ της ατμόσφαιρας και το ελευθερούμενο στο έδαφος κατά την οργανική αποσύνθεση, σύμφωνα με την αντίδραση:



Είναι σημαντικό ιόν για την ανθρώπινη υγεία γιατί ρυθμίζει το pH του οργανισμού σε κατάλληλες τιμές. Ο μέσος όρος περιεκτικότητάς του στα υπόγεια νερά είναι 368,28mg/L.

Νιτρικά ιόντα NO₃⁻:



Τα νιτρικά ιόντα είναι το τελικό προϊόν της φυσικής αποσύνθεσης οργανικών αζωτούχων ενώσεων, όπως φυτικής και ζωικής προέλευσης. Μπορεί να προέρχονται από ζωικά περιττώματα, λιπάσματα ή προηγούμενη χρήση του νερού από τον άνθρωπο. Μεγάλη περιεκτικότητα σε νιτρικό ανιόν υποδηλώνει την παρουσία βιολογικών ρύπων ή επίδραση ή ανάμειξη με νερά άρδευσης από λιπαινόμενες γαίες.

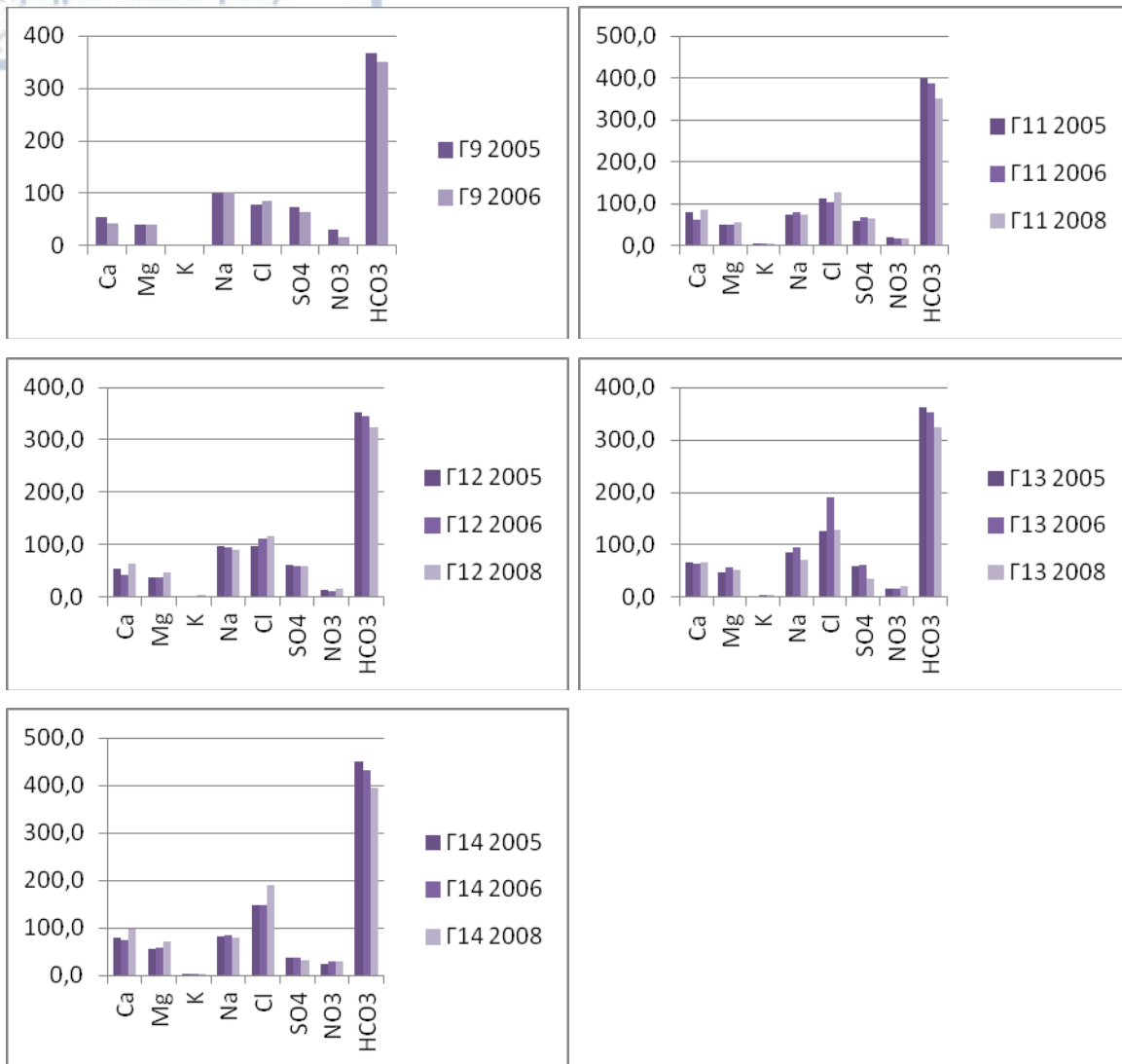
Το ανώτατο όριο συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό έχει καθορισθεί σε 50mg/L, ενώ το επιθυμητό σε 25mg/L. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στα δείγματα που αναλύθηκαν κυμαίνονται στις περισσότερες περιπτώσεις μέσα στα επιτρεπτά όρια. Όμως υπάρχουν και μετρήσεις που ξεπερνούν το επιθυμητό όριο κατά πολύ, αλλά όχι το επιτρεπόμενο (Γ2 45,5mg/L).

Θειικά ανιόντα SO_4

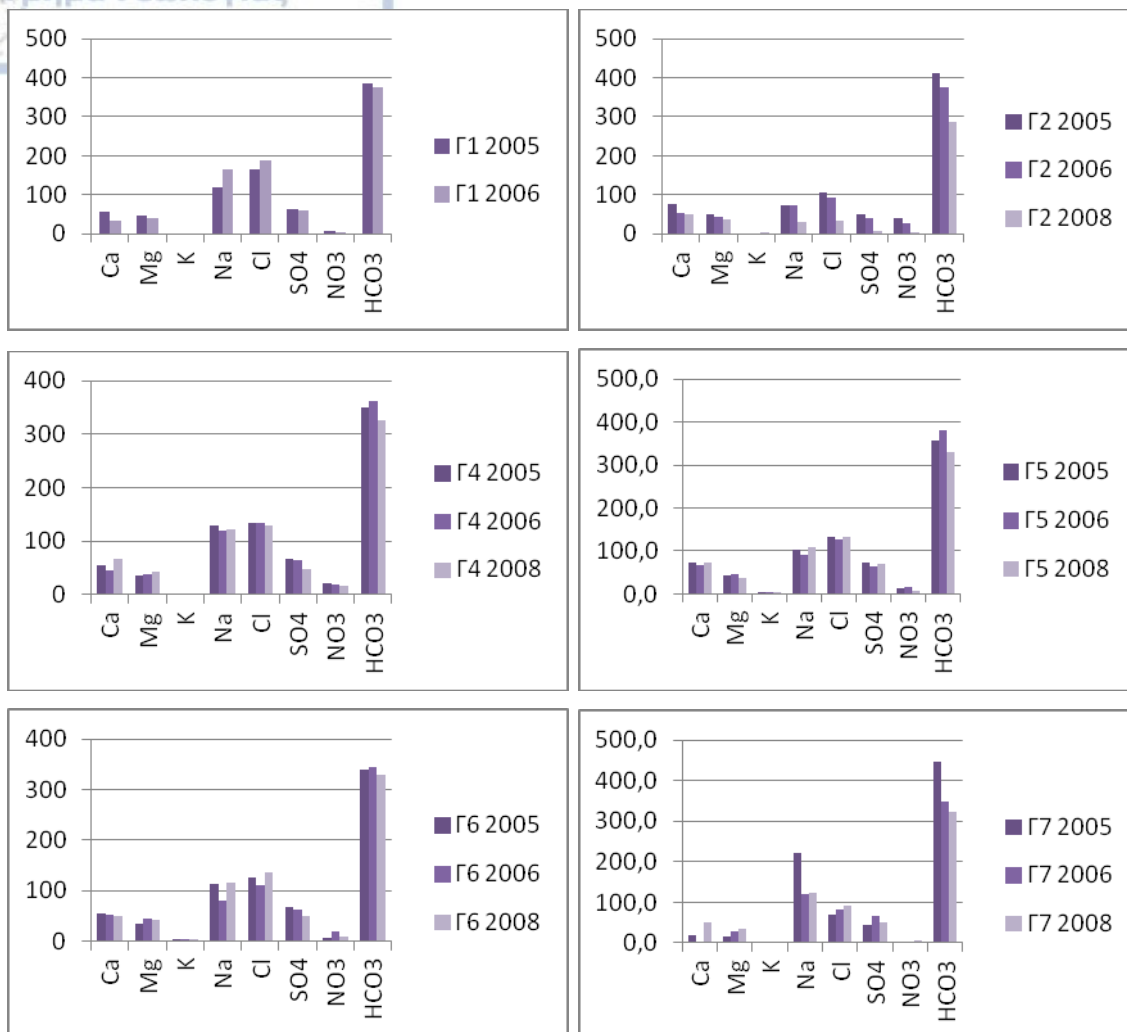
Κύρια προέλευση είναι η διάλυση της γύψου, η χρήση θειικών λιπασμάτων καθώς και η οξειδωση θειούχων ενώσεων που εμφανίζονται σε αργιλικά πετρώματα. Συγκέντρωση μεγαλύτερη από 250mg/L σε θειικά ιόντα καθιστά τη χρήση των νερών προβληματική για πόση. Γενικά το θείο και οι ενώσεις του ευθύνονται για προβλήματα οσμών και διαβρώσεων. Ο μέσος όρος της περιεκτικότητας των θειικών στα υπόγεια νερά της περιοχής είναι 43,62mg/L.



Σχήμα 18: Διακύμανση των χημικών χαρακτηριστικών στις γεωτρήσεις της Αγίας Τριάδας στη διάρκεια των χρόνων.



Σχήμα 19: Διακύμανση των χημικών χαρακτηριστικών στις γεωτρήσεις των Νέων Επιβατών στη διάρκεια των χρόνων .



Σχήμα 20: Διακύμανση των χημικών χαρακτηριστικών στις γεωτρήσεις της Περαίας στη διάρκεια των χρόνων.

Από τη μελέτη των παραπάνω διαγραμμάτων στην περιοχή της Αγίας Τριάδας παρατηρούμε ότι στις γεωτρήσεις Γ15 και Γ16 οι τιμές των στοιχείων δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες μεταβολές κατά την διάρκεια των χρόνων. Αντίθετα στη γεώτρηση Γ17 παρατηρούμε ότι κατά το 2006 τα περισσότερα στοιχεία παρουσιάζουν μια μείωση, με εξαίρεση το Na και το SO₄, που παρουσιάζουν μικρή αύξηση. Ακόμα στη γεώτρηση Γ17 παρατηρούνται οι μεγαλύτερες τιμές από ολόκληρο το Δήμο Θερμαϊκού, σχεδόν σε όλα τα στοιχεία.

Στις γεωτρήσεις των Νέων Επιβατών οι τιμές παραμένουν σχετικά σταθερές, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις. Εξαίρεση αποτελούν οι

συγκεντρώσεις Cl στη γεώτρηση Γ13 κατά το 2006, καθώς η τιμή του φτάνει τα 191mg/L, έναντι των 126mg/L και 128mg/L του 2004 και του 2008 αντιστοίχως.

Τέλος και στην περιοχή της Περαίας οι τιμές στις περισσότερες γεωτρήσεις παραμένουν σχετικά σταθερές. Αντίθετα στις γεωτρήσεις Γ2 και Γ7 παρατηρούμε μείωση των τιμών με την πάροδο των χρόνων. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στη συγκέντρωση HCO_3 της Γ7 αφού από 446mg/L το 2004 η τιμή μειώνεται σε 347mg/L και 322mg/L το 2006 και το 2008 αντίστοιχα. Ανάλογα αντίστοιχη μεγάλη πτώση έχουμε και στην Γ2 με όλα τα στοιχεία να παρουσιάζουν μείωση σε πολύ μεγάλο βαθμό.

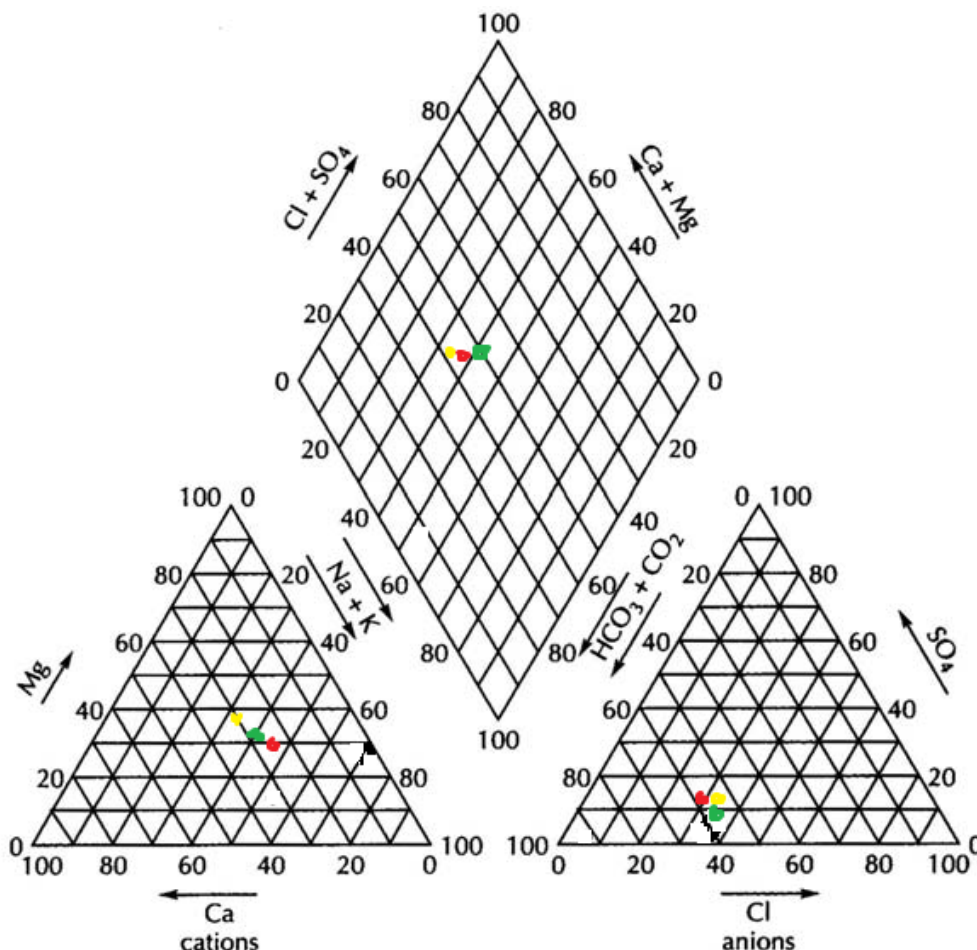
Επειδή διαθέτουμε μεγάλο αριθμό δεδομένων χημικών αναλύσεων, μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τα στοιχεία και να κατασκευάσουμε υδροχημικά διαγράμματα, που δίνουν πληροφορίες για την υδροχημική φάση του νερού. Έτσι, αντλώντας δεδομένα από τον Πίνακα 11 και τον Πίνακα 12, κατασκευάσαμε, με βάση τους μέσους όρους των χημικών αναλύσεων των διαφόρων στοιχείων από τις τρεις περιοχές, το διάγραμμα Piper (Σχήμα 21) και το διάγραμμα Duron (Σχήμα 22). Με βάση τα διαγράμματα αυτά προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα υπόγεια νερά στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού χαρακτηρίζονται ως ασβεστούχα-οξυανθρακικά (Ca-HCO_3) ενώ εμφανίζεται και ο μαγνησιούχος-ασβεστούχος οξυανθρακικός (Mg-Ca-HCO_3) τύπος. Εμφανίζονται επίσης και νερά, που απεικονίζονται στο κέντρο του τετραγώνου, όπου δεν υπάρχουν επικρατούντα ιόντα και προέρχονται από ανάμειξη.

Πίνακας 11: Μέσοι όροι κατιόντων Ca, Mg και Na+K, όπως προκύπτουν από τους Πίνακες 7,8,9 αφού μετατράπηκαν σε Meq/l.

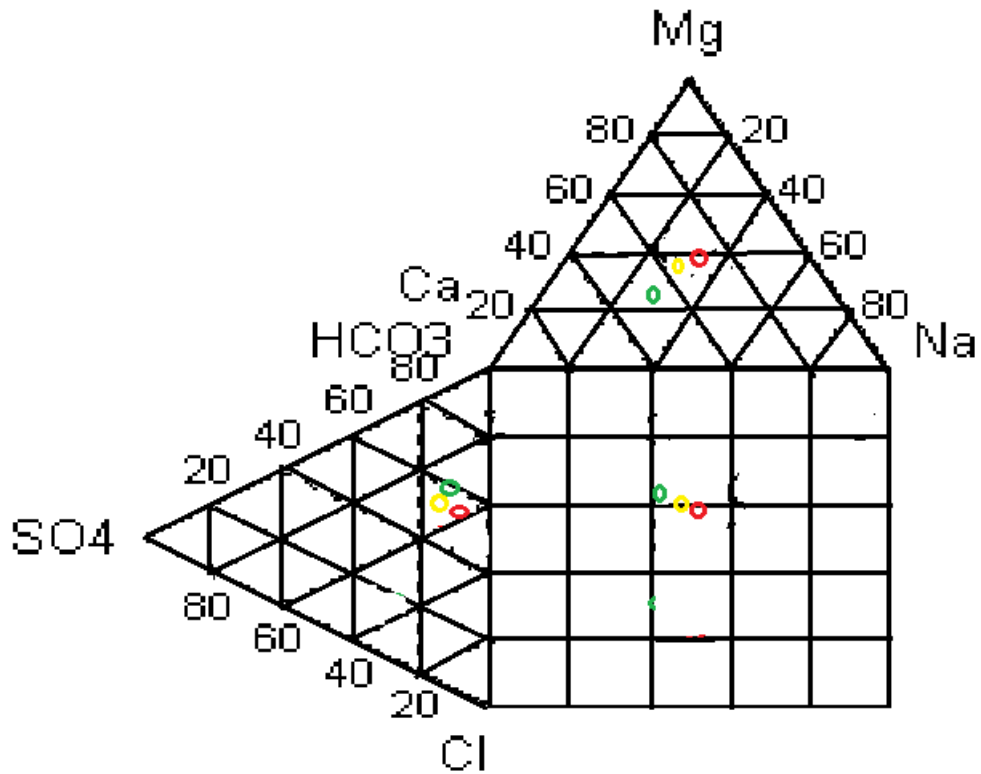
		Ca	Mg	Na+K
Περαία	Meq/l	2,73	3,24	4,77
	%	25,4	30,1	44,4
Νέοι Επιβάτες	Meq/l	3,3	4,1	3,8
	%	29,4	36,5	34
Αγία Τριάδα	Meq/l	3,6	4,8	5
	%	26,8	35,8	37,3

Πίνακας 12: Μέσοι όροι ανιόντων Cl, SO₄ και HCO₃, όπως προκύπτουν από τους Πίνακες 7,8,9 αφού μετατράπηκαν σε Meq/l.

		Cl	SO ₄	HCO ₃
Περαία	Meq/l	3,28	1,66	5,83
	%	30,5	15,4	54,1
Νέοι Επιβάτες	Meq/l	3,55	1,14	6,08
	%	33	10,6	56,5
Αγία Τριάδα	Meq/l	4,5	1,15	6,48
	%	36,6	9,5	53,4



Σχήμα 21: Διάγραμμα Piper.



Σχήμα 22: Διάγραμμα Durov.

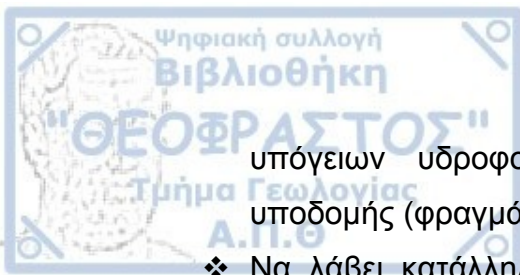
Επεξήγηση χρωμάτων

- Αγία Τριάδα
- Νέοι Επιβάτες
- Περαιά

Μέτρα Αντιμετώπισης

Για να μπορέσει ο Δήμος Θερμαϊκού να λύσει το πρόβλημα της υδροδότησης των κατοίκων καθώς και να προστατέψει τα αποθέματα που διαθέτει θα πρέπει να:

- ❖ Ολοκληρώσει το αποχετευτικού δίκτυο σε όλα τα όρια του Δήμου.
- ❖ Να αξιοποιήσει τις βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, κάνοντας παρεμβάσεις που δυσχεραίνουν την επιφανειακή απορροή.
- ❖ Να δημιουργήσει έργα που θα συλλέγουν το νερό της βροχής για να χρησιμοποιείται στην άρδευση.
- ❖ Να αντλεί μόνο τα ανανεούμενα μέσα ετήσια αποθέματα των υπόγειων νερών.
- ❖ Να περιορίσει τις αντλήσεις, κυρίως στην παράκτια ζώνη.
- ❖ Να μεταφέρει τις γεωτρήσεις στην ορεινή έκταση του Δήμου, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες υφαλμύρωσης των υδροφόρων.
- ❖ Να μελετήσει τη πιθανότητα σύνδεσης του δικτύου του Δήμου Θερμαϊκού με το κεντρικό δίκτυο υδροδότησης της Θεσσαλονίκης.
- ❖ Να κατασκευάσει δικτύου παρακολούθησης σε κάθε γεώτρηση.
- ❖ Να ενημερώσει τους δημότες μέσω εκδηλώσεων, με στόχο τον περιορισμό της κατανάλωσης νερού. Για παράδειγμα εξοικονόμηση νερού στην κουζίνα, στο μπάνιο, στο πλύσιμο των ρούχων, στον κήπο, στους εξωτερικούς χώρους, στο σχολείο.
- ❖ Να επιβάλει υψηλά πρόστιμα στους δημότες που κάνουν αλόγιστη χρήση (πισίνες, υπερβολική σπατάλη νερού κατά το πότισμα των χωραφιών, των κήπων, κλπ).
- ❖ Λαμβάνοντας ακόμη σοβαρά υπόψη την περιορισμένη υδροφορία της περιοχής, επιβάλλεται το συντομότερο δυνατό να θεσπιστούν ζώνες προστασίας γύρω από κάθε υδρευτική γεώτρηση.
- ❖ Να αξιοποιήσει τις χειμερινές απορροές των χειμάρρων και των ρεμάτων της περιοχής για την εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού των



υπόγειων υδροφορέων, με την κατασκευή κατάλληλων έργων υποδομής (φραγμάτων ανάσχεσης της ροής κ.λπ.).

- ❖ Να λάβει κατάλληλα μέτρα προστασίας σε περιοχές του Δήμου με έντονη οικιστική ανάπτυξη ή και εντατική γεωργική δραστηριότητα, επειδή οι κίνδυνοι μόλυνσης των υπόγειων νερών είναι σημαντικά αυξημένοι και αναμένεται να αποτελέσουν σοβαρό πρόβλημα στο εγγύς μέλλον, καθώς και τη θέσπιση ζωνών προστασίας γύρω από κάθε υδρευτική γεώτρηση.
- ❖ Να εφαρμόσει περιοριστικά μέτρα με πλήρη απαγόρευση ανόρυξης νέων γεωτρήσεων στη χαμηλή ζώνη και έλεγχο της εκτέλεσης γεωτρήσεων στην υψηλή ζώνη.
- ❖ Να καταρτίσει πρόγραμμα ελεγχόμενης άντλησης των υδρογεωτρήσεων τους θερινούς μήνες.
- ❖ Να κάνει συστηματική και συνεχή παρακολούθηση της στάθμης του υδροφορέα και της ποιότητας των υπόγειων νερών.

Συνοπτικά προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα που αφορούν την υδρογεωλογική έρευνα στο Δήμο Θερμαϊκού:

Η περιοχή του Καποδιστριακού Δήμου Θερμαϊκού, που περιλαμβάνει περιλαμβάνει τα Δ.Δ. Περαιάς, Νέων Επιβατών και Αγίας Τριάδας, είναι παραθαλάσσια και τοποθετείται στην ανατολική πλευρά του Νομού Θεσσαλονίκης, στον κεντρικό κόλπο του Θερμαϊκού. Καταλαμβάνει έκταση 22.000 στρεμμάτων η οποία αναπτύσσεται στην παραλιακή ζώνη, αεροδρόμιο Μακεδονίας έως Μεγάλο Έμβολο στην περιοχή Αγγελοχωρίου.

Σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ο πληθυσμός του Δήμου Θερμαϊκού ξεπερνάει τους 20.000 κατοίκους με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ανέρχεται στα 448,7mm, σύμφωνα με το σταθμό της Μίκρας, στο αεροδρόμιο Μακεδονία. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή ανέρχεται σε 15,7⁰C. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 67% και παραμένει σημαντική σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Υγρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος και ο μήνας με τη μικρότερη σχετική υγρασία είναι ο Ιούλιος.

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου της ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης του Δήμου Θερμαϊκού είναι δένδριτική με μέτρια ανάπτυξη.

Γεωτεκτονικά η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη Αξιού – Ενότητα Παιονίας, αποτελούμενη από αλλουβιακές αποθέσεις, την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά και την σειρά ερυθρών αργίλων ηλικίας Τεταρτογενούς και Πλειοκαίνου αντίστοιχα. Τα ιζήματα που πλήρωσαν τη λεκάνη αποτελούνται κυρίως από εναλλαγές αργίλων, μαργών, ψαμμιτών, άμμων και χαλικιών.

Τα ρήγματα που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Περαιάς βρίσκονται νοτιότερα αυτής με διευθύνσεις Α-Δ, περιοχή Πλαγιαρίου και Τριλόφου αλλά και Β-Ν. Τα ρήγματα αυτά εντοπίζονται στα όρια της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και των ερυθρών αργίλων Πλειοκαινικής ηλικίας. Το κυριότερο ρήγμα όμως αποτελεί αυτό του Ανθεμόντα με διεύθυνση Α-Δ και μήκος που εκτείνεται τμηματικά από τον Γαλαρινό μέχρι και τον οικισμό του

Αγγελοχωρίου. Βρίσκεται στο όριο της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και των πρόσφατων παράκτιων αποθέσεων, στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού και στο νότιο μορφολογικό όριο της λεκάνης του Ανθεμούντα στην ευρύτερη περιοχή Βασιλικών.

Στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού αναπτύσσονται δύο τύποι υδροφόρων οριζόντων: Ο αλλουβιακός υδροφορέας και ο υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας.

Υδρογεωλογικό ενδιαφέρον στην περιοχή της Περαιάς παρουσιάζει η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά που εμφανίζεται στην Άνω Περαιά κυρίως και αποτελείται από εναλλαγές άμμων, μαργών και ψαμμιτών σε στρώσεις αλλά και φακούς. Από τις εναλλαγές αυτές οι άμμοι εμφανίζουν σχετικά αυξημένη υδραυλική αγωγιμότητα, $K \sim 10^{-4} \text{m/s}$. Εντός της σειράς αυτής αναπτύσσονται επάλληλοι υπό πίεση υπόγειοι υδροφορείς. Επίσης υψηλή υδροπερατότητα παρατηρείται και στις παράκτιες αποθέσεις με επικράτηση των άμμων αλλά και στα τεταρτογενή ιζήματα που καλύπτουν την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά, $K \sim 10^{-5}$ έως και 10^{-2}m/s . Τους υδροφορείς που αναπτύσσονται στις αποθέσεις αυτές εκμεταλλεύεται ο Δήμος Θερμαϊκού για την ύδρευση της περιοχής.

Στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού λειτουργούν 22 δημοτικές υδρογεωτρήσεις. Πρόκειται για βαθιές (120 έως 415m), μεγάλης διαμέτρου (8''-10'') υδρογεωτρήσεις που έχουν διατρήσει και αξιοποιούν τους επάλληλους υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες της ανοιχτόχρωμης ψαμμιτομαργαϊκής σειράς.

Η στάθμη του υπόγειου νερού στις περισσότερες γεωτρήσεις εμφανίζει πτωτική τάση. Ωστόσο αύξηση της στάθμης του υπόγειου νερού παρατηρείται στις γεωτρήσεις στις οποίες έχει σταματήσει η άντλησή τους (Γ1, Γ3, Γ8, Γ21).

Η μέση ετήσια πτώση στάθμης κυμαίνεται από 0,38m έως 2,3m ανάλογα με τη θέση.

Τα νερά της περιοχής του Δήμου χαρακτηρίζονται από σκληρά έως πολύ σκληρά, καθώς η πλειονότητα των τιμών εμφανίζεται πάνω από 200ppm CaCO_3 . Επίσης αλκαλικά έως ουδέτερα, καθώς οι τιμές του pH κυμαίνονται από 7,4 έως 8,5. Επειδή οι τιμές των διαλυμένων στερεών T.D.S. κυμαίνονται από 323 έως 788mg/L (<1000 mg/L), μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το νερό της περιοχής μελέτης γλυκό.

Οι τιμές των χλωριόντων στις περισσότερες γεωτρήσεις είναι υψηλές. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στα δείγματα που αναλύθηκαν κυμαίνονται στο όριο των 25mg/L. Ο μέσος όρος περιεκτικότητας των όξινων ανθρακικών ιόντων HCO_3 είναι 368,28mg/L. Ο μέσος όρος της περιεκτικότητας των θειικών στα υπόγεια νερά της περιοχής είναι 43,62mg/L.

Στη γεώτρηση Γ17 παρατηρούνται οι μεγαλύτερες τιμές από ολόκληρο το Δήμο Θερμαϊκού, σχεδόν σε όλα τα στοιχεία. Οι συγκεντρώσεις Cl στη γεώτρηση Γ13 κατά το 2006 καθώς η τιμή του φτάνει τα 191mg/L, έναντι των 126mg/L και 128mg/L του 2004 και του 2008 αντίστοιχα. Στις γεωτρήσεις Γ2 και Γ7 παρατηρούμε μείωση των τιμών με την πάροδο του χρόνου.

Από τα διαγράμματα Piper και Durov προκύπτει ότι τα υπόγεια νερά στην περιοχή του Δήμου Θερμαϊκού χαρακτηρίζονται ως ασβεστούχα-οξυανθρακικά (Ca-HCO_3) ενώ εμφανίζεται και ο μαγνησιούχος-ασβεστούχος οξυανθρακικός (Mg-Ca-HCO_3) τύπος. Εμφανίζονται επίσης και νερά, που απεικονίζονται στο κέντρο του τετραγώνου, όπου δεν υπάρχουν επικρατούντα ιόντα και προέρχονται από ανάμειξη.

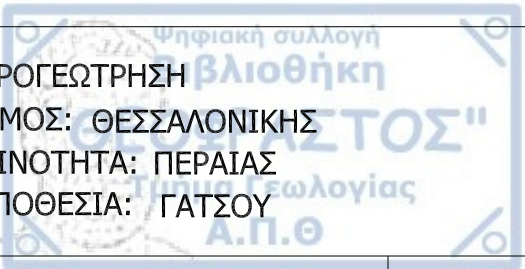
Οι υδατικές ανάγκες ολόκληρου του Δήμου Θερμαϊκού καλύπτονται από την εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, με αποτέλεσμα την ποσοτική μείωση και την ποιοτική υποβάθμισή τους.

Είναι μεγάλος ο κίνδυνος ρύπανσης και μόλυνσης των υδροφόρων οριζόντων από τη γεινίαση με τους βόθρους, από τις γεωργικές δραστηριότητες και από την υπεράντληση. Για το λόγο αυτόν, κρίνεται επιτακτική η εφαρμογή ενός πλαισίου ολοκληρωμένης διαχείρισης και ανάπτυξης του υδατικού δυναμικού, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη και χωρίς συνέπειες εκμετάλλευση των υδατικών πόρων.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Γεωλογικές τομές



ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΕΡΑΙΑΣ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΓΑΤΣΟΥ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΕΡΑΙΑΣ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΚΑΡΑΝΤΙΝΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ			
	ΑΡΓΙΛΟΣ	30		ΑΡΓΙΛΟΠΗΛΟΣ <small>ΑΜΜΟΣ ΜΕΤΑ ΧΑΛΙΚΩΝ (ΥΔΡΟΦ.)</small>	30			
				ΑΡΓΙΛΟΣ				
				ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ				
		ΑΜΜΟΣ		60		<small>ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>	60	
		ΑΡΓΙΛΟΣ				<small>ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕΤΑ ΧΑΛΙΚΩΝ</small>		
	ΑΜΜΟΣ	ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ			<small>ΧΑΛΙΚΕΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>			
	ΑΡΓΙΛΟΣ	ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ			<small>ΑΜΜΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>			
		ΑΡΓΙΛΟΣ		90		ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ	90	
		ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ				ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ		<small>ΑΜΜΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>
		ΑΡΓΙΛΟΣ		120		<small>ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>	120	
		ΧΑΛΙΚΙ ΜΕ ΑΜΜΟ				ΑΡΓΙΛΟΣ		<small>ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ</small>
		ΑΡΓΙΛΟΣ				ΑΡΓΙΛΟΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ		<small>ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>
	ΑΡΓΙΛΟΣ	150		ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ	150			
	ΧΑΛΙΚΙ			ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ		<small>ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>		
	ΑΡΓΙΛΟΣ	180		ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ	180			
	ΜΙΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ			ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ		<small>ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)</small>		
	ΑΡΓΙΛΟΣ	210		ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΡΥΘΡΑ	210			
	ΧΑΛΙΚΙ			ΑΡΓΙΛΟΣ				
	ΑΡΓΙΛΟΣ	240			240			
	ΧΑΛΙΚΙ ΜΕ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ (ΠΙΘΑΝΗ ΕΦΑΛΜΥΡΩΣΗ)							
		270			270			

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΕΡΑΙΑΣ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΝΕΡΟΥ ΜΑΝΝΑ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΕΡΑΙΑΣ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΡΕΜΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ
	ΑΡΓΙΛΟΣ	30		ΦΥΤΙΚΗΤΗ	30
	ΑΜΜΟΣ			ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ				
	ΧΑΛΙΚΙΑ	60		ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΙΚΕΣ	60
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ			ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΧΑΛΙΚΙΑ	90		ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΩΠΗ	90
	ΑΡΓΙΛΟΣ			ΜΑΡΓΑΙΚΟΣ ΔΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ	
				ΧΑΛΙΚΟΠΑΓΕΣ	
				ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
				ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΙΚΙΑ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙΑ	120		ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	120
				ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ	
				ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ	150		ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΩΠΗ	150
			ΜΑΡΓΑ		
	ΧΑΛΙΚΙΑ	180		ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΩΠΗ	180
			ΑΡΓΙΛΟΣ		
	ΑΜΜΟΣ	210		ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΩΠΗ	210
			ΧΑΛΙΚΙΑ		
	ΧΑΛΙΚΙΑ	240			240
		270			270
		ΑΡΓΙΛΟΣ	300		
	ΧΑΛΙΚΙΑ	300			300
	ΑΡΓΙΛΟΣ				

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν.ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΑΜΠΕΛΟΤΟΠΟΙ Γ2

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν. ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΔΕΝΔΡΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

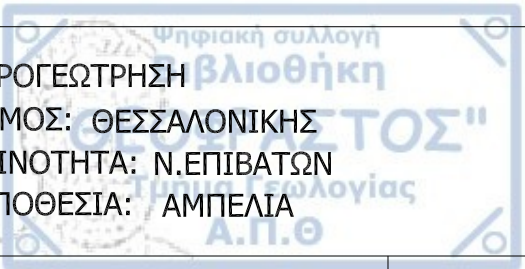
ΚΛΙΜΑΚΑ

	ΑΣΒΕΣΤΟΜΙΓΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ ΑΜΜΟΣ ΜΙΚΡΟΧΑΛΙΚΕΣ	30
	ΑΣΒΕΣΤΟΜΙΓΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ ΜΙΚΡΟΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΣΒΕΣΤΟΜΙΓΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ-ΑΜΜΟΣ	
	ΑΣΒΕΣΤΟΜΙΓΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΣ-ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚ. ΑΜΜΟΣ-ΑΡΓΙΛΟΣ	60
	ΑΜΜΟΣ-ΜΙΚΡΟΧΑΛΙΚΕΣ ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΜΙΚΡΟΧΑΛΙΚΕΣ ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΜΙΚΡΟΧΑΛΙΚΕΣ ΑΡΓΙΛΟΣ ΑΜΜΟΣ-ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚ. ΑΡΓΙΛΟΣ	90
	ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚ. ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΑΜΜΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚ. ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	
	ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ	120
	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	
	ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	
	ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	150
	ΑΡΓΙΛΟ-ΑΜΜΟΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	
	ΑΡΓΙΛΟ-ΑΜΜΟΣ	180
	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΗ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ	

		210
		240
		270
		300m

	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ ΑΡΓΙΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	30
	ΜΑΡΓΑ ΜΕΤΑ ΧΑΛΙΚΩΝ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΜΑΡΓΑ ΜΕΤΑ ΧΑΛΙΚΩΝ ΧΑΛΙΚΕΣ	60
	ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ	90
	ΑΡΓΥΛΟΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	
	ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ	120
	ΑΜΜΟΣ-ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΜΑΡΓΑ ΣΤΑΧΤΟΧΡΟΥΣ ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ	
	ΜΑΡΓΑ ΚΥΑΝΗ	150
		180
		210
		240
		270

		210
		240
		270
		300m



ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν.ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΑΜΠΕΛΙΑ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν. ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΑΜΠΕΛΙΑ-ΝΕΚΡΟΤΑΦΙΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ		
---	ΑΡΓΙΛΟΣ ΑΜΜΟΣ	30	---	ΑΡΓΙΛΟΣ	30		
---	ΑΜΜΟΣ		○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΕΣ			
○○○○○○○○	ΑΡΓΙΛΟΣ ΨΗΦΙΔΕΣ		○○○○○○○○	ΑΣΒ. ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΙΑ ΜΕ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ		○○○○○○○○	ΑΡΓΙΛΟΣ			
---	ΑΡΓΙΛΟΣ		○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΕΣ-ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.			
○○○○○○○○	ΨΗΦΙΔΕΣ ΑΜΜΟΣ ΜΕ ΑΡΓΙΛΟ 10% (ΥΔΡΟΦ.)		---	ΑΡΓΙΛΟΣ			
○○○○○○○○			○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΕΣ-ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.			
---	ΑΡΓΙΛΟΣ		60	---		ΑΡΓΙΛΟΣ	60
~~~~~	ΜΑΡΓΑ						
○○○○○○○○	ΨΗΦΙΔΕΣ ΑΜΜΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)						
---	ΑΡΓΙΛΟΣ						
○○○○○○○○	ΨΗΦΙΔΕΣ (ΥΔΡΟΦ.)	90	○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΕΣ-ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	90		
---	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)		---	ΑΡΓΙΛΟΣ			
---	ΜΙΣΟΚΟΚΚΟΣ ΑΜΜΟ (ΥΔΡΟΦ.)		○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΕΣ ΥΔΡ.			
---	ΑΡΓΙΛΟΣ	120	○○○○○○○○	ΑΡΓΙΛΟΣ	120		
---	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)		○○○○○○○○	ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.			
○○○○○○○○	ΨΗΦΙΔΕΣ ΑΜΜΟΣ (ΥΔΡΟΦ.)		---	ΑΡΓΙΛΟΣ			
---	ΜΑΥΡΗ ΑΡΓΙΛΟΣ	150	---	ΑΡΓΙΛΟΣ	150		
---	ΑΜΜΟΣ ΜΕ ΑΓΡΥΛΟ						
~~~~~	ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΜΑΡΓΑ	180	---	ΑΡΓΙΛΟΣ	180		
○○○○○○○○	ΧΑΛΙΚΙΑ ΨΗΦΙΔΕΣ						
---	ΑΡΓΙΛΟΣ	210	---	ΑΡΓΙΛΟΣ	210		
---		240	---		240		
---		270	---		270		
---		300m	---		300m		

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν.ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΣΥΝ/ΣΜΟΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν. ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΣΦΑΓΕΙΟΥ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ	30
	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ	60
	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	90
	ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ	120
	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ ΜΕ ΑΜΜΟΙΛΥΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	150
	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ	180
	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ	210
	ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ	240
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΜΕ ΑΡΓΙΛΟ	
	ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΣ	270
	ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΣ	300m
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΔΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ	300m
	ΑΡΓΙΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ	300m
	ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ	300m
	ΧΑΛΙΚΕΣ	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ	300m
	ΑΡΓΙΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	
	ΜΑΡΓΑ	300m
	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΜΙΓΗΣ	

	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ	30
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	60
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	90
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	120
	ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΥΔΡ.	150
	ΑΡΓΙΛΟΣ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	180
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	210
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	240
	ΜΑΡΓΑ	
	ΜΑΡΓΑ	270
	ΜΑΡΓΑ	
	ΧΑΛΙΚΕΣ ΑΜΜΟΣ ΥΔΡ.	300m
	ΜΑΡΓΑ	
	ΜΑΡΓΑ	300m
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ	

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: Ν.ΕΠΙΒΑΤΩΝ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΕΚΚΛΗΣΙΑ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΑΓ. ΤΡΙΑΔΑ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: ΑΛΜΥΡΗ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

30

ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ

ΑΡΓΙΛΟΣ

60

ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ

ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ

ΧΑΛΙΚΕΣ

90

ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ

ΑΜΜΟΣ ΜΕ ΛΙΓΟ ΧΑΛΙΚΙ

ΧΑΛΙΚΕΣ

120

ΜΑΡΓΑ

ΑΜΜΟΣ

ΜΑΡΓΑ

ΑΜΜΟΣ

ΜΑΡΓΑ

150

ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΕΣ

ΜΑΡΓΑ

180

210

240

270

300m

ΑΡΓΙΛΟΣ

30

ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ

ΑΡΓΙΛΟΣ

60

ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ

ΧΑΛΙΚΙΑ

90

ΑΡΓΙΛΟΣ

ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

120

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

150

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

180

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

ΑΡΓΙΛΟΣ

210

ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ

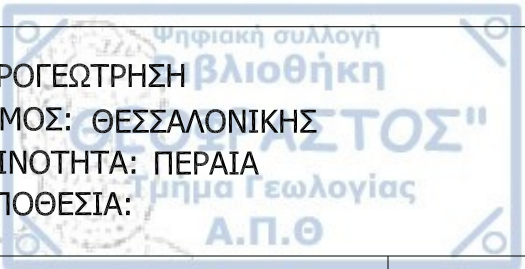
ΑΡΓΙΛΟΣ

240

270

300m

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ
 ΝΟΜΟΣ: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: ΠΕΡΑΙΑ
 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ:

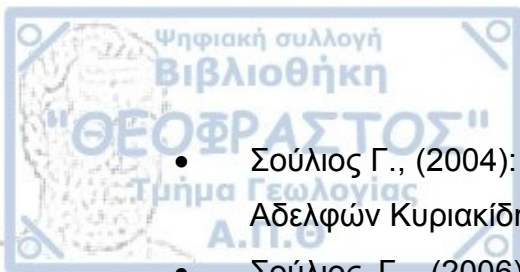


ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ		
	ΑΡΓΙΛΟΣ		30	
	ΑΜΜΟΣ			
	ΑΡΓΙΛΟΣ		60	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ			
	ΧΑΛΙΚΙΑ		90	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
	ΧΑΛΙΚΙΑ		120	
	ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙ			
	ΧΑΛΙΚΙΑ		150	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
	ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ		180	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
	ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ		210	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
	ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ		240	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
	ΑΜΜΟΙ-ΧΑΛΙΚΙΑ		270	
	ΑΡΓΙΛΟΣ			
			300m	



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βουδούρης Κ., (2004): Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβάλλοντος. Τμήμα Εκδόσεων Πανεπιστημιακού Τυπογραφείου. Θεσσαλονίκη. Σελ. 34 – 50.
- Βουδούρης Κ., (2010): Υδρογεωλογική Έρευνα Ευρύτερης Περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού, Θεσσαλονίκης.
- Βουδούρης Κ., Καζάκης, Ν. (2011): Οι επιπτώσεις της αστικοποίησης στα υπόγεια νερά της ευρύτερης περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού. Πρακτικά 4^{ου} Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας.
- Ζερβοπούλου Α., Παυλίδης Σ. (2005): Μορφοτεκτονική μελέτη της ευύτερης περιοχής της Θεσ/νίκης για την χαρτογράφηση νεοτεκτονικών ρηγμάτων. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. Τόμος XXXVIII.
- Ζερβοπούλου Α., Παυλίδης Σ. (2008): Νεοτεκτονικά ρήγματα πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας. Άρθρο 1865.
- Κουμαντάκης Ι. (2006): Γεωλογικά Προβλήματα Δήμου Θερμαϊκού και Αντιμετώπισή τους.
- Κουμαντάκης Ι., Ρόζος Δ., Μακραντώνης Κ. (2008): Καθεστώς Εκμετάλλευσης Υπόγειων Νερών Περιοχής Δήμου Θερμαϊκού Νομού Θεσσαλονίκης. 8^ο Διεθνές Υδρογεωλογικό Συνέδριο. Αθήνα.
- Μουντράκης Δ. (1985): Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press. Θεσσαλονίκη. Σελ. 62 – 71.
- Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ. (2002): Οι Σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 211, 223.
- Παπαπέτρου Μ., Σταυρακίδου Ε. (2008): Υδρογεωλογική Έρευνα της Ευρύτερης Περιοχής Περαιάς, Δήμου Θερμαϊκού. Πτυχιακή Διατριβή.
- Paradisopoulou P., Karakostas B., Papadimitriou E., Tranos M., Papazachos C., Karakaisis G. (2006): Microearthquake study of the broader Thessaloniki area (Northern Greece).
- Παυλίδης Σ. (2007): Γεωλογική και Σεισμοτεκτονική Έρευνα του Ρήγματος στο Δ.Δ. Περαιάς του Δήμου Θερμαϊκού.



- Σούλιος Γ., (2004): Γενική Υδρογεωλογία. Τρίτος Τόμος. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 200, 217 – 219.
- Σούλιος Γ., (2006): Γενική Υδρογεωλογία. Τέταρτος Τόμος. University Studio Press. Θεσσαλονίκη. Σελ. 22 – 38, 87 – 91.
- Σταυρακίδου Ε., (2011): Οι Επιπτώσεις της Αστικοποίησης στα Υπόγεια Ύδατα της Ευρύτερης Περιοχής Περαιάς. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.
- <http://www.buildings.gr/greek/Climaticdata/mikras/mikras.htm>
- <http://www.thermaikos.gr>



Ηλεκτρονική μορφή της εργασίας