



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Γεωλογίας / Τομέας Γεωλογίας
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

Διπλωματική Εργασία

“Συνθήκες Ύδρευσης της πόλης Ρεθύμνου”

Κωστάκη Γεωργία

AEM: 3725

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κώστας Βουδούρης

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ



2.ΘΕΣΗ

3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

3.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

4. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

5. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

5.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΡΗΤΗΣ

5.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

6. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

6.2 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

6.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

7. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

8. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

9. ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

10. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια του επιβλέποντα κ. Κωνσταντίνου Βουδούρη. Τον ευχαριστώ θερμά για τη βοήθεια και την υποστήριξη του, επιστημονική και ηθική, σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους υπαλλήλους της Δ.Ε.Υ.Α.Ρ., για τα πολύτιμα στοιχεία και πληροφορίες που μου έδωσαν σχετικά με την Επιχείρηση.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Γεώργιο Αγγελάκη και κ Βασίλη Σιμιτσή γεωλόγους που έχοντας μελετήσει οι ίδιοι την περιοχή με ενημέρωσαν σχετικά και μου έδωσαν πολύτιμα στοιχεία.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία μελετά τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης Ρεθύμνου.

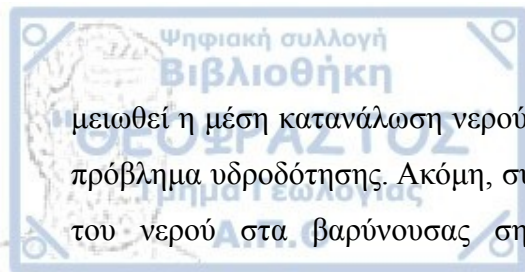
Η πόλη του Ρεθύμνου βρίσκεται στην Κρήτη, έχει επίσημα καταγεγραμμένο πληθυσμό 28789 κατοίκους. Σύμφωνα με αποδεκτές μεθόδους για την πρόβλεψη του πληθυσμού, τα επόμενα τριάντα χρόνια αναμένεται αύξηση της τάξης του 50.9% με 43756 κατοίκους.

Σήμερα, η πόλη του Ρεθύμνου υδρεύεται κατά ποσοστό 42% που αντιστοιχεί σε 8160 m³/ημέρα από τις γεωτρήσεις και τις δεξαμενές του Πλατανιά, 20% που αντιστοιχεί σε 5760 m³/ημέρα από τις πηγές της Αργυρούπολης, 9% που αντιστοιχεί σε 1728 m³/ημέρα από τις γεωτρήσεις του Γάλλου, 22% που αντιστοιχεί σε 4160 m³/ημέρα από τις λοιπές γεωτρήσεις του Δήμου Ρεθύμνης και 7% που αντιστοιχεί σε 2880 m³/ημέρα από τις γεωτρήσεις των Κούμων.

Από γεωλογικής άποψης η ευρύτερη περιοχή του Ρεθύμνου δομείται από τις γεωλογικές ενότητες των κατώτερων και των ανώτερων καλυμμάτων της Κρήτης και από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα. Τα κύρια φυσικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης είναι ένα συνθετικό αποτέλεσμα των γεωμορφολογικών, γεωλογικών και κλιματολογικών συνθηκών που επικράτησαν έως και σήμερα σε αυτή και είναι τα επόμενα: Οι παράκτιες ζώνες αμμώδους παραλίας ανατολικά της πόλης του Ρεθύμνου μήκους 4 km, τα πολυάριθμα ανθρακικά υψώματα και όρη με τραχύ ανάγλυφο με σημαντικότερο αυτό νότια της πόλης του Ρεθύμνου, υψομέτρου +808m και το πυκνό υδρογραφικό δίκτυο το οποίο συνίσταται από χειμάρρους και ρέματα τα οποία εκβάλουν στις βόρειες ακτές της περιοχής μελέτης.

Στην περιοχή μελέτης μπορούν να διακριθούν υπόγειοι καρστικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα. Η ανθρακική σειρά της Τρίπολης εμφανίζει ικανοποιητική υδροφορία, ιδιαίτερα όπου το πάχος των ασβεστολιθικών καλυμμάτων είναι μεγαλύτερο από 100 m σε συνδυασμό με την τεκτονική δομή των υποκείμενων, αδιαπέρατων, σχηματισμών φυλλιτών - χαλαζιτών.

Σύμφωνα με υπολογισμούς, ο κάτοικος του Ρεθύμνου καταναλώνει κατά μέσο όρο 0,233424 m³ νερού / ημέρα. Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με τις σημαντικές απώλειες του δικτύου ύδρευσης, οι οποίες υπολογίζονται στο 64% το χειμώνα, ενώ για την περίοδο του θέρους στο 33%, αυξάνουν την μέση κατανάλωση κατά μέσο όρο στα 7397,260 m³ νερού / ημέρα. Αν λάβει κανείς υπόψη την υψηλή μέση κατανάλωση και τις προβλέψεις για μεγάλη αύξηση του πληθυσμού της πόλης, στα επόμενα χρόνια πρέπει να υπάρξει κυρίως σχετική μείριμνα για τη βελτίωση του δικτύου και τη μείωση των απωλειών νερού. Επίσης, καλό θα ήταν να ευαισθητοποιηθεί το κοινό και να



μειωθεί η μέση κατανάλωση νερού ανά κάτοικο, ώστε η πόλη του Ρεθύμνου να μην αντιμετωπίσει πρόβλημα υδροδότησης. Ακόμη, σύμφωνα με τα στοιχεία που προκύπτουν από τη χημική ανάλυση του νερού στα βαρύνουσας σημασίας για την ανθρώπινη υγεία στοιχεία, το νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση της πόλης του Ρεθύμνου δεν ελλοχεύει κανέναν κίνδυνο. Το νερό είναι ασφαλές και η ποιότητα του παραμένει υψηλή.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας) και εξετάζει τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης Ρεθύμνου.

Αποτελείται από δέκα κεφάλαια και ένα παράρτημα, που έχουν ως εξής:

Στο παρόν κεφάλαιο που αποτελεί και το πρώτο της Διπλωματικής Εργασίας, επιχειρείται μία εισαγωγή στη δομή και το θέμα της.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με τη θέση της Κρήτης και της πόλης του Ρεθύμνου.

Στο τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με τον πληθυσμό της πόλης του Ρεθύμνου, εξετάζεται ακόμη η εξέλιξη του πληθυσμού, τόσο στα προηγούμενα χρόνια, όσο και οι προβλέψεις για τα επόμενα. Συγκεκριμένα, συμπεριλαμβάνονται επίσημες απογραφές του πληθυσμού από το 1991, καθώς και μελλοντικές προβλέψεις τόσο με την αριθμητική, όσο και με τη γεωμετρική μέθοδο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετάται η ποσότητα νερού που απαιτείται, ώστε να υδροδοτηθεί η πόλη. Χρησιμοποιούνται σημερινά δεδομένα για τους υπολογισμούς, ενώ επιπλέον προκύπτουν συμπεράσματα για την ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο και ανά ημέρα. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται λόγος και για τις απώλειες που προκύπτουν από το δίκτυο ύδρευσης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία αναλυτική προσέγγιση της μορφολογίας, τόσο της Κρήτης, όσο και της περιοχής της πόλης του Ρεθύμνου.

Το έκτο κεφάλαιο ερευνά διεξοδικά τη γεωλογία στην ευρύτερη περιοχή, αλλά και στην πόλη του Ρεθύμνου.

Στο κεφάλαιο επτά, παρουσιάζονται σημαντικά στοιχεία για το κλίμα της περιοχής, το οποίο χαρακτηρίζεται μεσογειακό και γίνεται αναλυτική παρουσίαση των βροχομετρικών στοιχείων από το έτος 1971 έως το έτος 2000.

Στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται αναλυτικός προσδιορισμός των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

Το ένατο κεφάλαιο ασχολείται με την περιγραφή των αντλητικών πεδίων που υδρεύουν την πόλη του Ρεθύμνου.

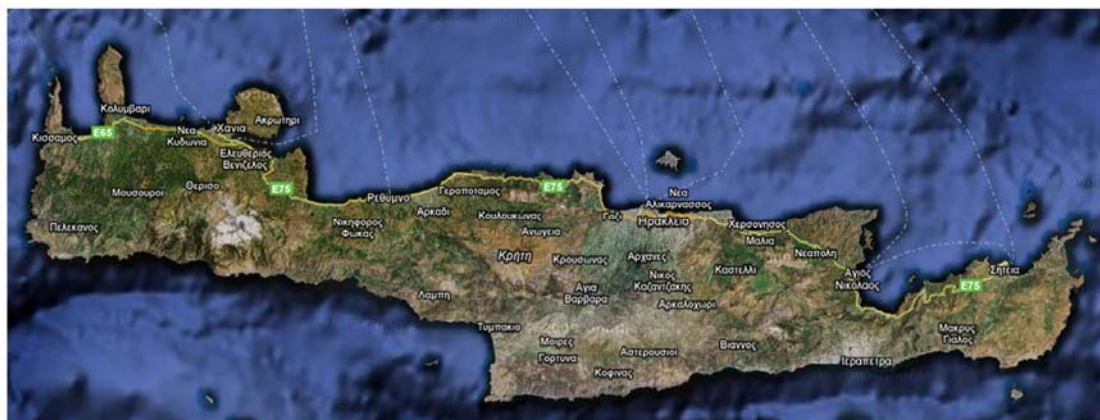
Το δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζει τα κύρια αποτελέσματα των χημικών εξετάσεων του έτους 2008 χωρισμένα σε τρίμηνα, που αφορούν το πόσιμο νερό που διοχετεύεται στο δίκτυο ύδρευσης.

Το τελευταίο κεφάλαιο ανακεφαλαιώνει και παραθέτει τα κύρια σημεία και συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, στο παράρτημα δίνονται αναλυτικά στοιχεία για τη βροχόπτωση, εκτιμήσεις απωλειών και καταναλώσεις, ενδεικτικές τομές των γεωτρήσεων που υδρεύουν την πόλη και ποιοτικές



χημικές αναλύσεις του νερού.



Η **Κρήτη** είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας με έκταση 8.258 km² και το πέμπτο μεγαλύτερο της Μεσογείου μετά τη Σικελία, τη Σαρδηνία, την Κορσική και την Κύπρο. Έχει επίμηκες σχήμα με μήκος 260 km, μέγιστο πλάτος 60 km και ελάχιστο πλάτος 12 km, απέχει 100 km από την Πελοπόννησο, 175 από την Τουρκία και 300 από την Αφρική.

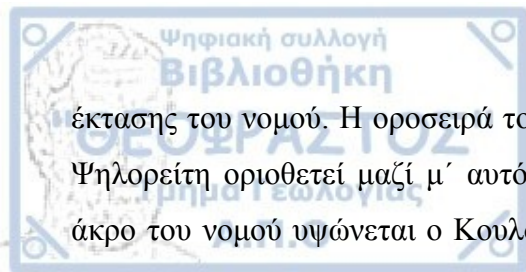
Η περιφέρεια Κρήτης, αποτελείται από τους νομούς Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου και Χανίων και έχει έδρα το Ηράκλειο, Πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού. Βρέχεται Βόρεια από το Κρητικό Πέλαγος και Νότια από το Λιβυκό Πέλαγος. Έχει συνολική έκταση 8.335 km² και καλύπτει το 6,3% της συνολικής έκτασης της χώρας. Στην Περιφέρεια Κρήτης ανήκουν επίσης και αρκετά μικρά νησιά όπως Γαύδος, Ντία, Κουφονήσι, Γαϊδουρονήσι ή Χρυσή, Διονυσάδες, Σπιναλόγκα και Παξιμάδι, εκ των οποίων τα περισσότερα είναι ακατοίκητα.



Το **Ρέθυμνο** είναι ένας από τους τέσσερις νομούς της Κρήτης, ανάμεσα στα Χανιά και στο Ηράκλειο. Στα βόρεια βρέχεται από το Κρητικό και στα νότια από το Λιβυκό πέλαγος.

Η ομώνυμη πρωτεύουσά του, που ο πυρήνας της είναι χτισμένος πάνω σε ακρωτήριο της βόρειας ακτής του νομού, απέχει 58 χιλιόμετρα από τα Χανιά και 78 από το Ηράκλειο. Η ανάπτυξη της πόλης ακολουθεί την κατεύθυνση της βόρειας αμμώδους παραλίας που το συνολικό της μήκος φθάνει τα 13 χιλιόμετρα, ενώ στα νότια υψώνεται μια σειρά χαμηλών λόφων με ψηλότερη την κορυφή του Βρύσινα (ύψ. 858m).

Το έδαφος του νομού είναι στο μεγαλύτερο μέρος του ορεινό με σχετικά μικρές αλλά ενδιαφέρουσες εναλλαγές στη μορφολογία, όπως εντυπωσιακά φαράγγια, πολυάριθμα σπήλαια, κατάφυτες κοιλάδες και μικρά ποτάμια. Οι πεδινές εκτάσεις περιορίζονται στα βόρεια παράλια και στις περιοχές ανάμεσα στους ορεινούς όγκους. Ομοίως περιορισμένα είναι και τα ποτάμια που εκτός από το Γεροπόταμο ή Αυλοπόταμο που πηγάζει από τον ορεινό Μυλοπόταμο και εκβάλλει στα δυτικά του Πανόρμου και τον Μεγάλο Ποταμό που καταλήγει στη Λίμνη του Πρέβελη, όλοι οι άλλοι στα βόρεια, είναι δευτερεύοντες και συνήθως έχουν νερό μόνο κατά την διάρκεια του χειμώνα. Τον κύριο λόγο λοιπόν στη μορφολογία του εδάφους του νομού έχουν τα όρη και οι οροσειρές. Έτσι, στα ανατολικά δεσπόζει η Ίδη ή Ψηλορείτης, το ψηλότερο βουνό της Κρήτης, που το ύψος του φθάνει τα 2456m και ο ορεινός του όγκος καταλαμβάνει περίπου το 1/5 της συνολικής



έκτασης του νομού. Η οροσειρά του Κέδρους (ύψ 1777m) που αναπτύσσεται στα νοτιοδυτικά του Ψηλορείτη οριοθετεί μαζί μ' αυτόν την πανέμορφη κοιλάδα του Αμαρίου. Στο βορειοανατολικό άκρο του νομού υψώνεται ο Κουλούκουνας ή Ταλαία Όρη (ύψ 1083m), ακριβώς νότια της πόλης του Ρεθύμνου ο Βρύσινας (ύψ. 858m) και στα νοτιοδυτικά ο Κρυονερίτης (ύψ. 1312m), η ανατολικότερη κορυφή του δεύτερου σε μέγεθος ορεινού όγκου της Κρήτης, των Λευκών Ορέων.

3. Πληθυσμός και πρόβλεψη πληθυσμού

3.1 Πληθυσμός

Τα στοιχεία προέρχονται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (ΕΣΥΕ). Αφορούν τις επίσημες απογραφές, που λαμβάνουν χώρα κάθε 10 χρόνια. Η πόλη του Ρεθύμνου σύμφωνα με την απογραφή του 1991 αριθμεί 24064 μόνιμους κατοίκους (πίνακας 1). Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης των μόνιμων κατοίκων θεωρείται 1.8%.

Πίνακας 1: Απογραφή πληθυσμού Ρεθύμνου

ΡΕΘΥΜΝΟ	1991	2001
πληθυσμός	24064	28987

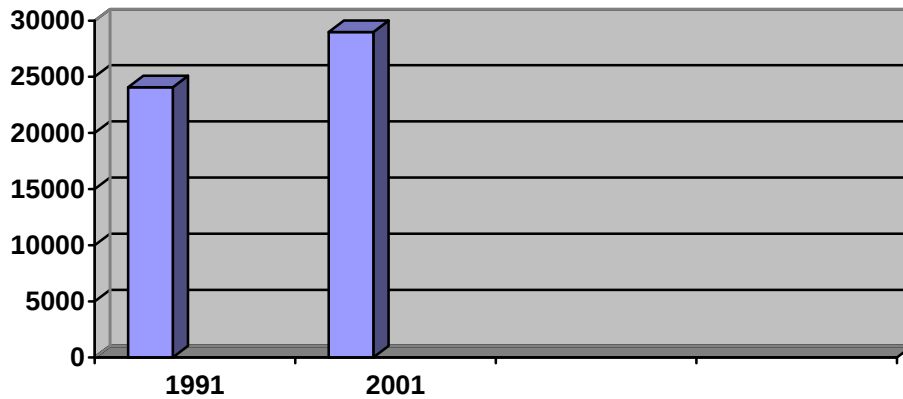
Κατά την περίοδο του καλοκαιριού υπάρχει αριθμός τουριστών (εκτιμάται περίπου 10% επί του μόνιμου πληθυσμού) οι οποίοι δεν καταλαμβάνουν κλίνες σε ξενοδοχεία ή αλλά καταλύματα και είναι φιλοξενούμενοι των μόνιμων κατοίκων. Την παραπάνω κατηγορία τουριστών αποκαλούμε εσωτερικό τουρισμού και εμφανίζεται μόνο το κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Εκτός από την κατηγορία του εσωτερικού τουρισμού υπάρχει και αυτή του τουρισμού. Ο όρος τουρισμός χρησιμοποιείται για να δηλώσει τα άτομα που καταλαμβάνουν κλίνες οι οποίες είναι κατεγραμμένες από τους οικείους φορείς. Ο κατεγραμμένος αριθμός κλινών εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Ρεθύμνου ανέρχεται περίπου στις 1000. Θεωρώντας μια μέση πληρότητα 80% για τους θερινούς και 10% για τους χειμερινούς μήνες προκύπτει κατά προσέγγιση ο αριθμός των τουριστών που καταλύουν στο Ρέθυμνο. Ο αριθμός των κλινών θεωρείται ουσιαστικά αμετάβλητος μέχρι το έτος 2010.

Μια Τρίτη κατηγορία πληθυσμιακής ομάδας είναι τα άτομα που απαρτίζουν τη στρατιωτική δύναμη η οποία εδρεύει στο Ρέθυμνο. Η συγκεκριμένη κατηγορία αριθμεί περί τα 1500 άτομα. Η στρατιωτική δύναμη θεωρείται πως δεν υφίσταται αριθμητικές μεταβολές μέχρι το έτος 2010.

Τέλος υπάρχει και ένας αριθμός ατόμων που συνιστούν την ομάδα του διακινουμένου πληθυσμού (περίπου 5% του αριθμού των μόνιμων κατοίκων). Στην κατηγορία του διακινούμενου πληθυσμού ανήκουν όλα εκείνα τα άτομα που σταθμεύουν στην πόλη χωρίς όμως να διανυκτερεύσουν. Επειδή η πόλη του Ρεθύμνου τυγχάνει πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού είναι φυσικό να την επισκέπτονται μόνιμοι κάτοικοι των γειτονικών περιοχών προκειμένου να

επισκεφθούν δημόσιες υπηρεσίες, αγορά κλπ. Επίσης και ένα μέρος τουριστών που διανυκτερεύουν σε άλλους δήμους ή νομούς επισκέπτονται το Ρέθυμνο μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Σχήμα 1: Εξέλιξη του πληθυσμού στη πόλη του Ρεθύμνου 1991 – 2001

3.2 Πρόβλεψη πληθυσμού

Υπάρχουν δύο τρόποι υπολογισμού για την πρόβλεψη του πληθυσμού, ως εξής:

- I. Αριθμητική μέθοδος: $\Pi_m = [(t_m - t_2) * (\Pi_2 - \Pi_1) / (t_2 - t_1) + \Pi_2]$
- II. Γεωμετρική μέθοδος: $\log \Pi_m = [(t_m - t_2) * \log(\Pi_2 / \Pi_1) / (t_2 - t_1) + \log \Pi_2]$

όπου Π_1 και Π_2 ο πληθυσμός κατά τα έτη t_1 και t_2 αντίστοιχα, και t_m είναι η χρονιά για την οποία κάνουμε την πρόβλεψη του πληθυσμού.

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2011

$$\begin{aligned} \Pi_{2011} &= [(t_{2011} - t_{2001}) * (\Pi_{2001} - \Pi_{1991}) / (t_{2001} - t_{1991}) + \Pi_{2001}] = \\ &= [(2011 - 2001) * (28987 - 24064) / (2001 - 1991) + 28987] = \\ &= (10 * 4923) / 10 + 28987 = \\ &= 33910 \text{ κάτοικοι στην πόλη Ρέθυμνο} \end{aligned}$$

Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2011

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2011} &= [(2011 - 2001) * \log(28987 / 24064) / (2001 - 1991) + \log 28987] = \\ &= (10 * \log 1.204) / 10 + 4.462 = \\ &= 0.080 + 4.462 = 4.542 \end{aligned}$$

Άρα: $\Pi_{2011} = 34833$ κάτοικοι στην πόλη Ρέθυμνο

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2021

$$\begin{aligned} \Pi_{2021} &= [(t_{2021}-t_{2011}) * (\Pi_{2011}-\Pi_{2001})] / (t_{2011}-t_{2001}) + \Pi_{2011} = \\ &= [(2021-2011) * (33910-28987)] / 10 + 33910 = \\ &= (10 * 4923) / 10 + 33910 = \\ &= 38833 \text{ κάτοικοι στην πόλη Ρέθυμνο} \end{aligned}$$

Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2021

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2021} &= [(2021-2011) * \log(33910/28987)] / (2011-2001) + \log 33910 = \\ &= (10 * \log 1.169) / 10 + 4.530 = \\ &= 0.067 + 4.530 = 4.597 \end{aligned}$$

Άρα: $\Pi_{2021} = 39536$ κάτοικοι στη πόλη Ρέθυμνο

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2031

$$\begin{aligned} \Pi_{2031} &= [(t_{2031}-t_{2021}) * (\Pi_{2021}-\Pi_{2011})] / (t_{2021}-t_{2011}) + \Pi_{2021} = \\ &= [(2031-2021) * (38833-33910)] / 10 + 38833 = \\ &= (10 * 4923) / 10 + 38833 = \\ &= 43756 \text{ κάτοικοι στη πόλη του Ρεθύμνου} \end{aligned}$$

Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2031

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2031} &= [(2031-2021) * \log(38833/33910)] / (2021-2011) + \log 38833 = \\ &= (10 * \log 1.145) / 10 + 4.589 = \\ &= 0.058 + 4.589 = 4.647 \end{aligned}$$

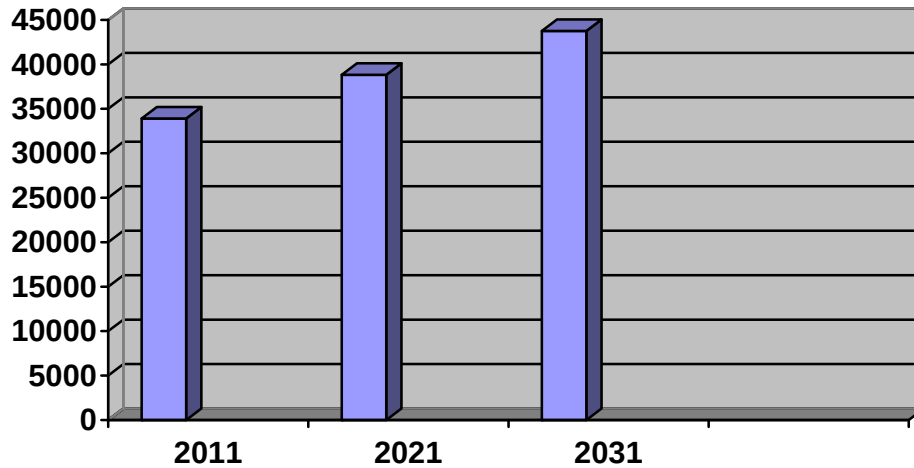
Άρα: $\Pi_{2031} = 44360$ κάτοικοι στη πόλη Ρέθυμνο

Πίνακας 2: Πρόβλεψη πληθυσμού της πόλης του Ρεθύμνου με την αριθμητική και την γεωμετρική μέθοδο

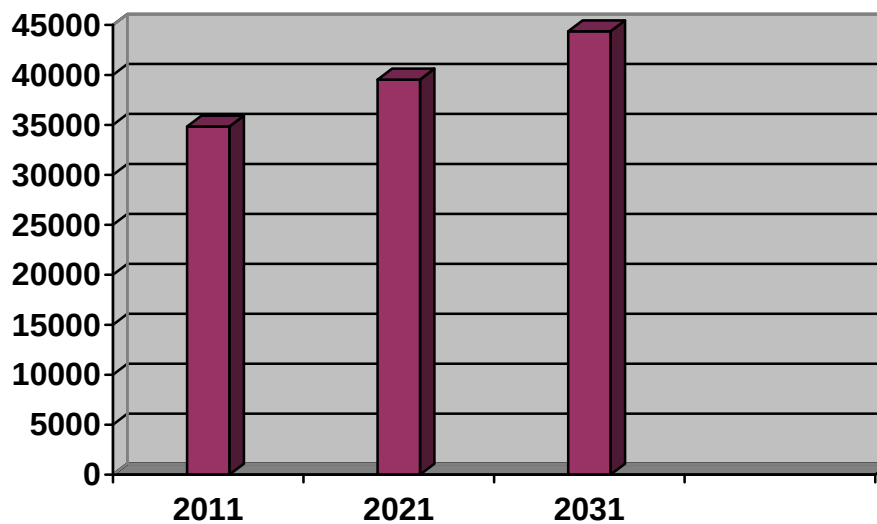
Ετος	Πληθυσμός με την Αριθμητική Μέθοδο	Πληθυσμός με την Γεωμετρική Μέθοδο
2011	33910	34833
2021	38833	39536
2031	43756	44360

Με βάση τις ανωτέρω μεθόδους, προκύπτει μία αύξηση του πληθυσμού της πόλης του Ρεθύμνου της τάξης του 50.9% (αριθμητική μέθοδος) και 53.03% (γεωμετρική μέθοδος). Η αύξηση που αναμένεται και με τις δύο μεθόδους, κάνει λόγο για περίπου 50% περισσότερους κατοίκους, σε σχέση με την τελευταία καταμέτρηση. Το ποσοστό είναι πάρα πολύ σημαντικό και δεν πρέπει να αγνοηθεί. Οι περίπου 15000 πολίτες που θα προστεθούν στον ιστό της πόλης μέχρι το 2031,

αποτελούν τεράστια πρόκληση. Η πρόκληση αφορά τόσο την επέκταση του δικτύου, την συντήρηση και αλλαγή των σωληνώσεων, αλλά ακόμη και την πολιτική για την εξοικονόμηση του νερού.



Σχήμα 2.: Πρόβλεψη πληθυσμού με την αριθμητική μέθοδο



Σχήμα 3: Πρόβλεψη πληθυσμού με την γεωμετρική μέθοδο

4. ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

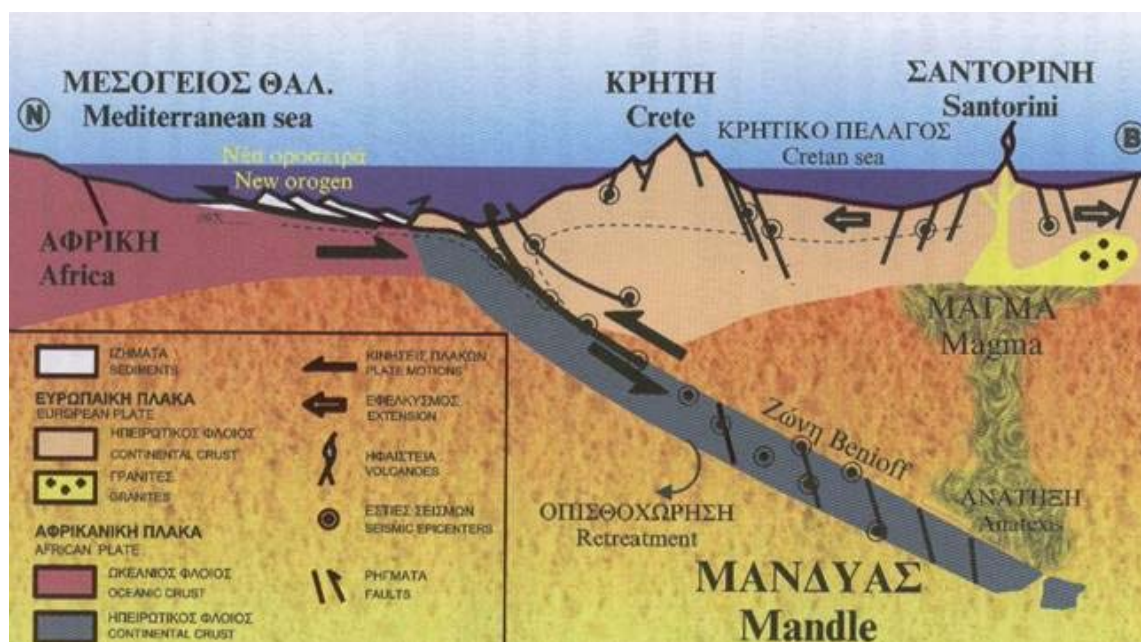
Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ο πληθυσμός του Δήμου Ρεθύμνου ανερχόταν σε 31687 κατοίκους.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΥΑΡ ο καταναλωθείς όγκος νερού για την ύδρευση του Ρεθύμνου, ανέρχεται περίπου στα 2.700.000 m³. Άρα, η ημερήσια κατανάλωση κατά μέσο όρο είναι 7397,260 m³. Ακόμη, η κατά μέσο όρο κατανάλωση νερού κατ' άτομο είναι περίπου 85,2 m³. Τέλος η κατά μέσο όρο κατανάλωση νερού για ύδρευση, ανά άτομο και ανά ημέρα είναι 0,233424 m³ νερού. Στο σημείο αυτό να τονιστεί πως οι υπολογισμοί αφορούν την ποσότητα σε m³ νερού που καταναλώθηκαν για την ύδρευση του Δήμου Ρεθύμνου.

Οι απώλειες δικτύου για την περίοδο του χειμώνα, όπου ο αγωγός βρίσκεται υπό πλήρες φορτίο, ανέρχονται σε ποσοστό 64%, ενώ για την περίοδο του θέρους στο 33%. Τα παραπάνω ποσοστά προκύπτουν αφαιρώντας από το ποσό των εισροών νερού (εισροές υδρολογικού έτους 1996-1997) το ποσό των υδρευτικών αναγκών. Επίσης, το ποσοστό των απωλειών κατά την περίοδο του καλοκαιριού εμφανίζεται κατά πολύ μειωμένο σε σχέση με αυτό του χειμώνα εξαιτίας του ότι κατά την καλοκαιρινή περίοδο αφενός υπάρχουν διακοπές υδροδότησης και αφετέρου λόγω της υψηλής κατανάλωσης οι περιφερειακοί αγωγοί βρίσκονται υπό μειωμένο φορτίο. Η παρούσα υδρευτική κατάσταση λαμβάνεται ως επίπεδο αναφοράς και γι αυτό δεν σημειώνονται ελλείμματα ή πλεονάσματα.



Πάνω στο νησί σχηματίζεται ένα πολύμορφο ανάγλυφο ως αποτέλεσμα της ενεργούς ορογενετικής διαδικασίας που προκαλείται από την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την ευρασιατική (σχήμα 4). Επιπλέον, η αναγνώριση πάνω στην Κρήτη δύο τουλάχιστον παλιότερων ορογενετικών διαδικασιών που έχουν αποτυπωθεί μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα, επιτρέπει την ανάπλαση της γεωλογικής εξέλιξης ολόκληρου του Αιγαίου χώρου, από το Ηώκαινο μέχρι σήμερα.



Σχήμα 4: Σχηματική απεικόνιση της Ελληνικής ζώνης υποβύθισης από ΦΑΣΟΥΛΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΟΣ (2001): "Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης"

Στο νησί δεσπόζουν τρία μεγάλα ορεινά συγκροτήματα (Λευκά Όρη, Ψηλορείτης, και Δίκη που πλησιάζουν τα 2.500m ύψος).

Η μορφολογία της Κρήτης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη τριών βασικών ζωνών: την ζώνη με υψόμετρο 400m και άνω (υψηλή ή ορεινή), τη ζώνη από 200-400m (μέση) και την χαμηλή ζώνη που αφορά τις περιοχές που εκτείνονται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 200m υψόμετρο. Οι δύο πρώτες ζώνες καταλαμβάνουν σχεδόν τα 3/5 της νήσου και αποτελούν μια συνεχή οροσειρά από τα δυτικά προς τα ανατολικά, διακοπτόμενη από μικρές κοιλάδες και φαράγγια. Η οροσειρά αυτή έχει έξι κορυφές που ξεπερνούν τα 2.000m.

Τα βόρεια παράλια του νησιού βρέχονται από το Κρητικό Πέλαγος, τα νότια από το Λιβυκό, τα ανατολικά από το Καρπάθιο και τα δυτικά από το Μυρτώο. Σχηματική απεικόνιση της Ελληνικής ζώνης Υποβύθισης.

5.2 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής

Η σημερινή μορφολογία της περιοχής μελέτης οφείλεται σε διάφορα γεωλογικά φαινόμενα, κυρίως όμως στην έντονη επίδραση των νεοτεκτονικών κινήσεων που έδρασαν κατά την περίοδο του Μειοκαίνου και του Πλειστοκαίνου και που διαμόρφωσαν τους μακρομορφολογικούς χαρακτήρες της περιοχής, ενώ η λεπτομερέστερη μορφολογική της υφή έχει διαμορφωθεί από τις διαδικασίες της διάβρωσης και της αποσάθρωσης των πετρωμάτων.



Η σημερινή εικόνα του ανάγλυφου της περιοχής οφείλεται στις παραπάνω γεωμορφολογικές συνθήκες, κυρίως όμως στη γεωλογική σύσταση του εδάφους. Έτσι στις ζώνες των ασβεστολιθικών σχηματισμών επικρατεί κυρίως το τραχύ ανάγλυφο ενώ στις ζώνες των φυλλιτών – χαλαζιτών το ανάγλυφο είναι ηπιότερο και η διάβρωση έχει προχωρήσει σε βάθος με αποτέλεσμα την επέκταση των καλλιεργειών, όπου οι μέγιστες κλίσεις το επιτρέπουν. Στις ζώνες των νεότερων ιζημάτων και κυρίως των μαργών και των ψαμιτομαργών επικρατεί το χαρακτηριστικό ομαλό ανάγλυφο.



Στην περιοχή μελέτης διακρίνονται τρεις μορφολογικές ζώνες οι οποίες καθορίζονται από την τιμή του υψομέτρου. Αυτές είναι:

α. χαμηλή ζώνη

Καταλαμβάνει ολόκληρη την έκταση από την ακτή (υψόμετρο +0m) έως το υψόμετρο +200m. Στη ζώνη αυτήν περιλαμβάνονται οι παράκτιες περιοχές της βόρειας πλευράς της περιοχής μελέτης.

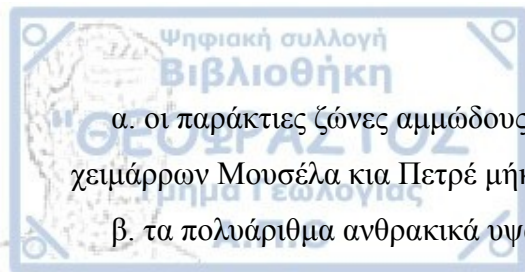
β. ημιορεινή ζώνη

Η ζώνη εκτείνεται μεταξύ των υψομέτρων +200m και +400m και καταλαμβάνει ολόκληρη την περιοχή μελέτης.

γ. ορεινή ζώνη

Καταλαμβάνει την έκταση με υψόμετρα άνω του +400m και περιλαμβάνει μόνο το κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης νότια της πόλης του Ρεθύμνου.

Τα κύρια φυσικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης είναι ένα συνθετικό αποτέλεσμα των γεωμορφολογικών, γεωλογικών και κλιματολογικών συνθηκών που επικράτησαν έως και σήμερα σε αυτή και είναι τα επόμενα:



α. οι παράκτιες ζώνες αμμώδους παραλίας ανατολικά της πόλης του Ρεθύμνου μεταξύ των χειμάρρων Μουσέλα και Πετρέ μήκους 4 km

β. τα πολυάριθμα ανθρακικά υψώματα και όρη με τραχύ ανάγλυφο με σημαντικότερο αυτό νότια της πόλης του Ρεθύμνου, υψομέτρου +808m

γ. το πυκνό υδρογραφικό δίκτυο το οποίο συνίσταται από χειμάρρους και ρέματα τα οποία εκβάλουν στις βόρειες ακτές της περιοχής μελέτης. Οι κοίτες των χειμάρρων ακολουθούν κατά κανόνα κύριες ρηξιγενείς ζώνες και οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι ο Μουσέλας, ο Πετρέας και ο Πλατανιάς.

6.1 Γενικά για τη γεωλογική δομή της Κρήτης.

Η γεωλογική δομή της Κρήτης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κυρίως αλπικών και προ-αλπικών πετρωμάτων τα οποία συνθέτουν ένα πολύπλοκο οικοδόμημα τεκτονικών καλυμμάτων. Επιπλέον όμως χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση πολλών μετά-αλπικών ιζημάτων τα οποία καλύπτουν τις λεκάνες που χωρίζουν τα ψηλά βουνά. Το οικοδόμημα των καλυμμάτων της Κρήτης δημιουργείται από έναν αριθμό τεκτονικών ενότητων που τοποθετούνται η μια πάνω στην άλλη. Ανάλογα με την τεκτονο-στρωματογραφική θέση και τη μεταμορφική τους ιστορία (Kilias et al 1993, Fassoulas et al 1994, Fassoulas 1995), οι τεκτονικές αυτές ενότητες χωρίζονται από μια κύρια, κανονική ρηξιγενή, ζώνη απόσπασης, σε δύο μεγάλες ομάδες, τα ανώτερα και τα κατώτερα καλύμματα. Τα κατώτερα καλύμματα, σε αντίθεση με τα ανώτερα, δέχθηκαν κατά το Άνω Ολιγόκαινο/ Κάτω Μειόκαινο, την επίδραση μιας μεταμόρφωσης σε συνθήκες Υψηλής Πίεσης/ Χαμηλής Θερμοκρασίας. Η εξαφάνιση ολόκληρων καλυμμάτων ή πετρολογικών σχηματισμών από το οικοδόμημα των καλυμμάτων, είναι πολύ συχνή στη κεντρική Κρήτη.

Η Κρήτη βρίσκεται στο νότιο κλάδο του αλπικού ορογενούς και μάλιστα στο σημείο εκείνο που ο γενικός άξονας των πτυχώσεων δεν ακολουθεί την διεύθυνση των Δειναρίδων και των Ελληνίδων οροσειρών (ΒΒΔ-ΝΝΑ), αλλά κάμπτεται και ακολουθεί γενικά ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνση. Έτσι η Κρήτη αποτελεί μια γεωτεκτονική μετάβαση από τις Ελληνίδες στις Ταυρίδες οροσειρές.

Αλπικά και Προ-αλπικά πετρώματα

Τα αλπικά και προ-αλπικά πετρώματα της Κρήτης, αυτά δηλαδή που σχηματίστηκαν πριν ή κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης, εμφανίζονται στα διάφορα καλύμματα του νησιού.

Τα κατώτερα καλύμματα περιλαμβάνουν τρία επιμέρους καλύμματα. Το κατώτερο κάλυμμα ανήκει στην ενότητα των **Πλακωδών Ασβεστόλιθων** που αποτελείται από νηριτικά και πελαγικά, ανθρακικά κυρίως πετρώματα. Στη βάση εμφανίζονται Περμικής ηλικίας σχιστόλιθοι και κλαστικά ιζήματα. Με στρωματογραφική ασυμφωνία ακολουθούν άνω Περμικής ηλικίας, νηριτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες (στρώματα Φόδελε) και στη συνέχεια, μέχρι το Σκύθιο, κλαστικοί δολομίτες και ασβεστόλιθοι (στρώματα Σισών). Πάνω από τα πετρώματα αυτά βρίσκεται ο στρωματολιθικός δολομίτης, Νόριας ηλικίας. Ένας κλαστικός σχηματισμός από αργιλικούς σχιστόλιθους, κλαστικά ιζήματα και δολομίτες, αγνώστου ηλικίας, το στρώμα Γκίγκιλου, ακολουθεί και εμφανίζεται κυρίως στην περιοχή του οροπεδίου του Ομαλού Χανίων. Από το Μέσω-Ιουρασικό μέχρι το Ηώκαινο, η συνεχίζεται με την απόθεση των τυπικών πλακωδών

ασβεστόλιθων με πυριτικές ενστρώσεις και κονδύλους και κλείνει με την απόθεση του Ολιγοκαινικού φλύσχη, που εμφανίζεται με μικρό πάχος σε διάφορες περιοχές (π.χ. Οροπεδίου Νίδας, Ρεθύμνου). Τα πετρώματα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων αποτέθηκαν αρχικά σε ένα ρηχό, νηριτικό περιβάλλον, που σταδιακά μεταβλήθηκε σε καθαρά πελαγικό, βαθιάς θάλασσας (Φυτρολάκης).

Στη δυτική Κρήτη, αμέσως πάνω από τους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους εμφανίζεται το κάλυμμα που ανήκει στην **ενότητα Τρυπαλίου**. Το κάλυμμα αυτό περιλαμβάνει ανακρυσταλλωμένα ανθρακικά κροκαλοπαγή, ασβεστόλιθους, δολομίτες, Τριαδικής έως Κάτω Ιουρασικής ηλικίας. Από γεωτεκτονική άποψη η σειρά Τρυπαλίου θεωρείται από άλλους μεν ως υποκείμενος ορίζοντας της αμέσως ανώτερης φυλλιτικής σειράς, ενώ από άλλους θεωρείται ως επικλυσιογενής σειρά πάνω στους πλακώδεις ασβεστόλιθους και επομένως αποτελεί λιθοφασική πλευρική διαφοροποίηση της ίδιας ενότητας Ταλέα Όρη- Πλακώδεις ασβεστόλιθοι.

Το κάλυμμα των **Φυλλιτών – Χαλαζιτών** βρίσκεται στην ανώτερη, τεκτονικά, θέση των κατωτέρων καλυμμάτων. Αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα, το ανώτερο με φυλλίτες, σχιστόλιθους, χαλαζίτες, μάρμαρα και μετα-ηφαιστειακά πετρώματα και το κατώτερο με μετά-γραουβάκες, χαλαζίτες, σχιστόλιθους, δολομίτες και εβαπορίτες. Η ηλικία του καλύμματος θεωρείται Περμικής έως Άνω Τριαδική. Το κάλυμμα των Φυλλιτών – Χαλαζιτών, όπως και τα υπόλοιπα κατώτερα καλύμματα, μεταμορφώθηκε κατά το Άνω Ολιγόκαινο/ Κάτω Μειόκαινο σε συνθήκες Υψηλής Πίεσης/Χαμηλής Θερμοκρασίας.

Τυπικά μεταμορφικά ορυκτά είναι ο γλαυκοφανής, αραγωνίτης, καρφόλιθος και χλωριτοειδής. Επιπλέον, στη περιοχή της Σητείας στην Ανατολική Κρήτη, εμφανίζονται Ερκύνιας μεταμόρφωσης πετρώματα μέσα στους Φυλλίτες – Χαλαζίτες. Σύμφωνα με τους Φυτρολάκη (1989) και Seidel et al (1992) τα πετρώματα των Φυλλιτών – Χαλαζιτών πιθανόν να αντιπροσωπεύουν ένα προ-αλπικό ηπειρωτικό τέμαχος.

Τα **ανώτερα καλύμματα** αποτελούνται από τεκτονικές ενότητες που μπορούν να συσχετιστούν με τις λιθοτεκτονικές ενότητες της κεντρικής Ελλάδας και των Κυκλάδων. Πάνω από την κύρια ζώνη απόσπασης βρίσκονται τα αμεταμόρφωτα, αλπικά ιζήματα των καλυμμάτων της Τρίπολης και Πίνδου. Αυτά τα καλύμματα αποτελούν τη συνέχεια προς νότο των αντίστοιχων καλυμμάτων των ζωνών Γαβρόβου – Τρίπολης και Πίνδου της ηπειρωτικής Ελλάδας. Το **κάλυμμα της Τρίπολης** αποτελείται στη βάση του από Μέσω με Άνω Τριαδικής ηλικίας αργιλικούς σχιστόλιθους, δολομίτες και κλαστικά ιζήματα που ονομάζονται στρώματα Ραβδούχα. Ακολουθεί με ασυμφωνία μια ανθρακική νηριτική σειρά Μεσοζωικής ηλικίας που τελειώνει με ένα Άνω Ηώκαινο φλύσχη. Οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης είναι έντονα καρστικοποιημένοι και φιλοξενούν τους περισσότερους υδροφορείς του νησιού.

Το **κάλυμμα της Πίνδου** αποτελείται από Τριαδικής έως Ιουρασικής ηλικίας, πελαγικά ιζήματα (όπως ραδιολαρίτες, κερατόλιθους, ασβεστόλιθους και αργίλους), ακολούθως από ένα Άνω Κρητιδικής ηλικίας Πρώτο φλύσχη, πελαγικούς, πλακώδεις ασβεστόλιθους, Παλαιοκαινικής ηλικίας και τέλος από έναν Παλαιοκαινικό/Ηώκαινικό φλύσχη.

Πάνω από το κάλυμμα της Πίνδου και κάτω από τα κρυσταλλικά πετρώματα του καλύμματος των Αστερουσίων βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένες και ανακατεμένες μεταξύ τους οι ενότητες του Βάτου, Μιαμούς, Άρβης, Σπηλίου, Πρέβελι, σχηματίζοντας ένα "melange" (τεκτονικό ανακάτεμα). Αυτές οι ενότητες τοποθετήθηκαν πρόσφατα σε ένα τεκτονικό κάλυμμα που ονομάστηκε Τεκτονικό "melange", ακριβώς λόγω της εμφάνισης και της ιδιαίτερης δομής τους. Επιμέρους, οι ενότητες Βάτου, Μιαμούς και Άρβης αποτελούνται από πολύ χαμηλής μεταμόρφωσης ιζήματα, ενώ η ενότητα του Σπηλίου από μεταμορφωμένα πετρώματα με το ορυκτό βαροϊσίτη, και τεκτονισμένους σερπεντινίτες, τα οποία σχετίζονται με ένα παλιό οφιολιθικό κάλυμμα. Η ενότητα του Πρέβελι, περιλαμβάνει σχιστόλιθους, μάρμαρα και πετρώματα μεταμορφωμένα σε συνθήκες υψηλής πίεσης/χαμηλής θερμοκρασίας, που μεταμορφώθηκαν πιθανά κατά το Παλαιοκαινο – Ηώκαινο, ή κατά το Άνω Ιουρασικό. Τα πετρώματα του Πρέβελι περικλείουν υπολειμματικές δομές που σχετίζονται με κάποια παλιά ζώνη υποβύθισης (Φασουλάς 1995).

Στην κορυφή τέλος των τεκτονικών καλυμμάτων της Κρήτης βρίσκονται τα πετρώματα των Αστερουσίων και των Οφιολίθων. Το κάλυμμα των Αστερουσίων αποτελείται από μεταμορφωμένα, κατά το Άνω Κρητιδικό πετρώματα, κυρίως αμφιβολίτες, χαλαζίτες, γνεύσιους και σχιστόλιθους, σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας/χαμηλής πίεσης. Πιθανόν το κάλυμμα αυτό να αντιπροσωπεύει τη συνέχεια μιας μεγάλης ηπειρωτικής μάζας που εμφανίζεται ακόμη στις Κυκλάδες και τη Μικρά Ασία (Φυτρολάκης 1980, Hall 1987). Χαρακτηριστικά μεταμορφικά ορυκτά του καλύμματος των Αστερουσίων είναι ο συλλιμανίτης, ανδαλουσίτης, κορδιερίτης, κεροστίλβη, γρανάτης και βιοτίτης. Οι Οφιολίθοι τέλος, αποτελούνται από υπερβασικά πετρώματα, Άνω Ιουρασικής ηλικίας, όπως σερπεντινίτες, περιδοτίτες και γαύρους που θεωρούνται ότι έχουν επωθηθεί από τον χώρο της Υποπελαγονικής.

Μετά-αλπικά πετρώματα

Τα μετά-αλπικά πετρώματα της Κρήτης αποτελούνται από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα, που εμφανίζονται ασύμφωνα πάνω στα κατώτερα και ανώτερα καλύμματα, μέσα σε λεκάνες με ανατολή-δύση ή βορρά-νότου, διεύθυνση. Σύμφωνα με τους Benda et al. (1974) και Meulenkamp et al. (1979), τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα της κεντρικής και ανατολικής Κρήτης μπορούν να διακριθούν διάφορες ενότητες.

Τα παλιότερα νεογενή ιζήματα ανήκουν στην ενότητα της Πρίνας. Αυτή αποτελείται από σκουρόχρωμα ασβεστολιθικά κορήματα και κροκάλες, που είναι συνήθως πολύ καλά συγκολλημένα με ασβεστιτικό υλικό. Η ενότητα της Πρίνας αποτέθηκε κατά το Σερραβάλλιο σε ένα περιβάλλον μη-θαλάσσιο προς υφάλμυρο, ή ρηχής θάλασσας. Η ενότητα αυτή τοποθετείται ασύμφωνα πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου και συχνά αποτελεί τη βάση της στρωματογραφικής στήλης των μεταλλικών ιζημάτων. Πολύ καλές εμφανίσεις της υπάρχουν στην περιοχή δυτικά της Τυλίσου στη λεκάνη του Μυλοπόταμου της κεντρικής Κρήτης, βόρεια της Ιεράπετρας στην ανατολική Κρήτη και στην περιοχή Τοπολίων δυτικά από τα Χανιά.

Τα ιζήματα της ενότητας Τεφελίου αποτέθηκαν με ασυμφωνία, κατά το ανώτερο Σερραβάλλιο/κατώτερο Τορτόνιο, πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου ή της ενότητας της Πρίνας. Η ενότητα αποτελείται από χερσογενή, κλαστικά ιζήματα, όπως κροκαλοπαγή, άμμους και αργίλους που αντιπροσωπεύουν ένα περιβάλλον απόθεσης γλυκού, υφάλμυρου ή θαλάσσιου νερού. Σύμφωνα με τους Meulenkamp et al. (1971), το σύνολο των ιζημάτων της ενότητας προήλθε από ένα χώρο που βρισκόταν βόρεια και ανατολικά από το σημερινό νησί. Πετρώματα της ενότητας Τεφελίου εμφανίζονται κυρίως στην κεντρική Κρήτη και στα Χανιά.

Κατά τη διάρκεια του Τορτονίου – κάτω Μεσηνίου, η θαλάσσια ιζηματογένεση αυξήθηκε με αποτέλεσμα να αποτεθούν βιοκλαστικοί, συχνά υφαλογενείς-κοραλλιογενείς, ασβεστόλιθοι που συνοδεύονται από εναλλαγές ταινιωτών μαργών ρηχής θάλασσας, που αποτελούν την ενότητα των Βρυσών. Η ενότητα των Βρυσών βρίσκεται με συμφωνία πάνω στα ιζήματα του Τεφελίου και σε μερικές περιπτώσεις, με ασυμφωνία πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου (όπως στην περιοχή βόρεια της Τυλίσου και κοντά στο χωριό Βρύσες Χανίων).

Στο τέλος του Μεσηνίου, οι έντονες τεκτονικές ανυψώσεις και η διάβρωση είχαν ως αποτέλεσμα την απόθεση της ενότητας του Ελληνικού. Η ενότητα αποτελείται από μη-θαλάσσια, χονδρόκοκκα κροκαλοπαγή, ποταμολιμναία και λιμνοθαλάσσια ιζήματα με σώματα εβαποριτών και γύψων.

Κατά τη διάρκεια του κάτω με μέσο Πλειόκαινου, αποτέθηκαν πάνω στα Μειοκαινικά ιζήματα τα πετρώματα της ενότητας της Φοινικιάς. Η ενότητα της Φοινικιάς αποτελείται από μαργαϊκά κροκαλοπαγή και ακολούθως από ανοικτής θάλασσας λευκές μάργες και αργίλους με κατά τόπους εναλλαγές καστανόχρωμων διατομιτών. Τα στρώματα αυτά εμφανίζονται πολύ χαρακτηριστικά στην περιοχή του Ηρακλείου και δυτικά των Χανίων. Την ίδια χρονική περίοδο η περιοχή του Ηρακλείου ανυψώθηκε σημαντικά λόγω τεκτονικών κινήσεων και αποχωρίστηκε έτσι από την περιοχή της Μεσσαράς με την οποία μέχρι τότε είχαν κοινή ιζηματογένεση. Η διάβρωση των πετρωμάτων της περιοχής του Ηρακλείου τροφοδότησε με ιζήματα τη λεκάνη της Μεσσαράς, σχηματίζοντας έτσι τα κοκκινωπά, μη-θαλάσσια κροκαλοπαγή στην περιοχή της Αγ. Γαλήνης. Αυτή η ενότητα, που εμφανίζεται χαρακτηριστικά στην περιοχή της Αγ. Γαλήνης Μεσσαράς, αποτελεί το

νεότερο σχηματισμό του Πλειόκαινου για την Κρήτη.

Στο Πλειστόκαινο, οι μεγάλες διακυμάνσεις της επιφάνειας της θάλασσας είχαν ως αποτέλεσμα την απόθεση των τεταρτογενών, θαλάσσιων αναβαθμίδων και ασβεστόλιθων, καθώς και χερσαίων, κοκκινωπών κροκαλοπαγών και άμμων, που εμφανίζονται κοντά στις νότιες και βόρειες ακτές του νησιού.

6.2 Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κρήτης

Κατά την διάρκεια του Νεογενούς η Κρήτη επηρεάστηκε κυρίως από εφελκυστική – εκτατική τεκτονική με πιθανά διαλείμματα συμπίεστικών φάσεων. Η γεωτεκτονική εξέλιξη τη Κρήτης από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα είναι αποτέλεσμα δύο κύριων γεωδυναμικών διεργασιών: της συνεχούς σύγκλισης των πλακών της Αφρικής και της Ευρασίας με την ταυτόχρονη οπισθοχώρηση της ζώνης υποβύθισης και της τεκτονικής διαφυγής προς τα νοτιοδυτικά της μικροπλάκας της Ανατολίας.

Εξελικτικά κατά το Μέσο με άνω Μειόκαινο, ακολουθεί εκτατική τεκτονική που έχει σαν αποτέλεσμα την αποσυμπίεση του φλοιού και την απολέπνυση του οικοδομήματος των τεκτονικών καλυμμάτων. Κατά την περίοδο αυτή και κάτω από το εφελκυστικό καθεστώς τα ανάστροφα ρήγματα έδρασαν ως κανονικά και μαζί με καινούργιες τεκτονικές ζώνες, διεύθυνσης Ανατολής – Δύσης, συνέβαλλαν στην αρχική σταδιακή ανύψωση των μεγάλων ορεινών όγκων (Λευκά Ορη, Ψηλορείτης κ.α.) και στην αρχική δημιουργία των τεκτονικών λεκανών.

Κατά την περίοδο που ακολουθεί, μετά το τέλος Μειοκαίνου και στις αρχές του Πλειοκαίνου, αρχίζει η νεοτεκτονική δράση με τα μεγάλης γωνίας βύθισης κανονικά ρήγματα που κατακερμάτισαν την περιοχή και προκάλεσαν την ανύψωση με την μορφή τεκτονικών κεράτων των μεγάλων ορεινών όγκων. Κατά την περίοδο αυτή η περιοχή γενικότερα της Κρήτης παρουσίαζε κατά διαστήματα την εικόνα μικρών νησιών με ενδιάμεσες λεκάνες ιζηματογένεσης, όπου συγκεντρώνονται τα νεογενή ιζήματα και έτσι δημιουργούνται πολλοί σχηματισμοί (κροκαλολατυποπαγή, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, ψαμμιτομάργες κ.τ.λ.).

Στο διάστημα επίσης αυτό υπολογίζεται ότι η νότια περιοχή του Αιγαίου μαζί και η Κρήτη, αποχωρίζεται από την Ευρωπαϊκή ήπειρο.

Κατά το τέλος του Πλειοκαίνου ολοκληρώνεται η εφελκυστική αυτή διαδικασία σε μεγάλο βαθμό η ανάδυση της Κρήτης.

Κατά την περίοδο που ακολουθεί, από το Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, συνεχίζεται η επίδραση της εφελκυστικής τεκτονικής και η Κρήτη παίρνει το τελικό σημερινό της σχήμα. Τα κυριότερα γεγονότα της περιόδου αυτής είναι η δημιουργία νέων μεταπτωτικών ρηγμάτων και η σύγχρονη ενεργοποίηση των παλαιότερων, καθώς επίσης και η περαιτέρω ανύψωση της περιοχής.

Υπολογίζεται ότι στο διάστημα των τελευταίων 3 εκατομμυρίων χρόνων τα τμήματα της Κρήτης, ανεβαίνοντας σταδιακά, παρουσιάζουν σήμερα μία συνολική ανύψωση της τάξης των 800 μέτρων περίπου.

6.3 Γεωλογική δομή ευρύτερης περιοχής της πόλης Ρεθύμνου

Η ευρύτερη περιοχή του Ρεθύμνου δομείται από τις γεωλογικές ενότητες των κατώτερων και των ανώτερων καλυμμάτων της Κρήτης και από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα. Στη συνέχεια περιγράφονται οι γεωλογικές ενότητες που δομούν την περιοχή, ακολουθώντας σειρά όμοια με την στρωματογραφικής τους διάταξης, δηλαδή από τα κατώτερα προς τα ανώτερα μέλη.

Κατώτερα καλύμματα

A. ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων

Στην περιοχή μελέτης δομεί βασικά τον ορεινό Άγιο Πνεύμα-Βιγλί που υψώνεται νότια του Ρεθύμνου και τους ορεινούς όγκους που εκτείνονται από το Πρασσιανό Φαράγγι και ανατολικότερα.

Η ενότητα παρουσιάζεται με ανθρακικές κυρίως εμφανίσεις που αντιστοιχούν στις ακόλουθες σειρές:

Δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Άνω Τριαδικού - Κατώτ. Ιουρασικού: εμφανίζονται συνήθως άστρωτοι έως παχυστρωματώδεις, έντονα διαρρηγμένοι και παρουσιάζουν έντονη ανακρυστάλλωση. Στα μεσαία και ανώτερα μέλη τους παρεμβάλλονται συνήθως ορίζοντες από αδρομερή συνεκτικά λατυποπαγή.

Ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους ηλικίας Δογгерίου - Μέσο Ηώκαινου: εμφανίζονται κυρίως με τη μορφή ισχυρά ανακρυσταλλωμένων μεσοπαχυστρωματωδών ασβεστόλιθων που εναλλάσσονται με ενστρώσεις ή φακούς πυριτόλιθων. Η σειρά αυτή παρουσιάζεται κατά θέσεις έντονα πτυχωμένη.

B. ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών

Αποτελεί μια τεκτονική ενότητα Περιοτριάδικης ηλικίας που βρίσκεται επωθημένη πάνω στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας των Πλακωδών Ασβεστόλιθων και παρουσιάζεται έντονα πτυχωμένη κατά θέσεις στη βάση της μολώνιτιομένη. Εμφανίζεται βασικά στις βόρειες παρειές του ορούς Βρυσινά μεταξύ των υψομέτρων +200m και +400m και αποτελείται κυρίως από

μεταμορφωμένα παραπετρώματα που χαρακτηρίζονται από εναλλαγές σχιστολίθων, φυλλιτών και χαλαζιτών.

Στην όλη ενότητα παρουσιάζονται κατά θέσεις φακοί κρυσταλλικών κερματισμένων ασβεστολίθων, μεταναμμίτες καθώς και μεταβασάλτες και μεταγάββροι.

Ανώτερα καλύμματα

Α. Ενότητα Τρίπολης

Αποτελεί το πρώτο αμεταμόρφωτο ανθρακικό κάλυμμα της Κρήτης, που είναι επωθημένο επί της ενότητας των Φυλλιτών – Χαλαζιτών ή και κατευθείαν επί της ενότητας των Πλακωδών Ασβεστολίθων. Χαρακτηρίζεται σε γενικές γραμμές από νηριτικής φάσης ανθρακικά ιζήματα της γνωστής Ελληνικής γεωτεκτονικής ζώνης Γαβρόβου – Τριπόλεως και εμφανίζεται δυτικά του Γάλλου και σε μικρή έκταση στο Μασταμπά, στα Τρία Μοναστήρια, στη Φορτέτζα και στο Ακρωτήρι Κόρακας.

Η ενότητα Τρίπολης αποτελείται από τρεις κυρίως στρωματογραφικές σειρές:

Την κατώτερη γνωστή ως “Ραβδούχα” ηλικίας Μέσου Τριαδικού, αποτελείται κυρίως από ερυθροϊώδης, πράσινους ή υποκίτρινους αργιλικούς σχιστόλιθους που παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό μεταμόρφωσης.

Την μεσαία που αποτελεί το κυρίως ανθρακικό σύστημα της ενότητας Τρίπολης και περιλαμβάνει ασβεστόλιθους και δολομίτες. Παρουσιάζονται με ποικίλες μορφές αντίστοιχες με τη λιθοφάση και την ηλικία σχηματισμού τους που διατρέχει συνολικά τη χρονική περίοδο Ανώτερου Τριαδικού έως Ηώκαινου. Επικρατούν οι ανακρυσταλλωμένοι, δολομιτιωμένοι ασβεστόλιθοι και δολομίτες που εμφανίζονται κυρίως μεσοπαχυστρωματώδεις και κατά θέσεις έντονα τεκτονισμένοι. Ανερχόμενοι στρωματογραφικά εμφανίζονται κατά θέσεις κλαστικοί – βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι.

Τον ανώτερο στρωματογραφικά ορίζοντα που αποτελείται από τον φλύσχη της ενότητας Τρίπολης, που παρουσιάζεται με πολύ μικρό πάχος και μικρές εμφανίσεις και αποτελείται από πράσινους – κιτρινόφαιους αργιλικούς σχιστόλιθους.

Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα

Πάνω στους αλπικούς προνεογενείς σχηματισμούς που ήδη έχουν περιγραφεί επικάθονται με στρωματογραφική ασυμφωνία κλαστικά κυρίως ιζήματα, Νεογενούς και Τεταρτογενούς ηλικίας. Τα ιζήματα αυτά καλύπτουν τη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής και αποτελούνται από βιογενείς ασβεστόλιθους, μάργες, αργίλους και κροκαλοπαγή.

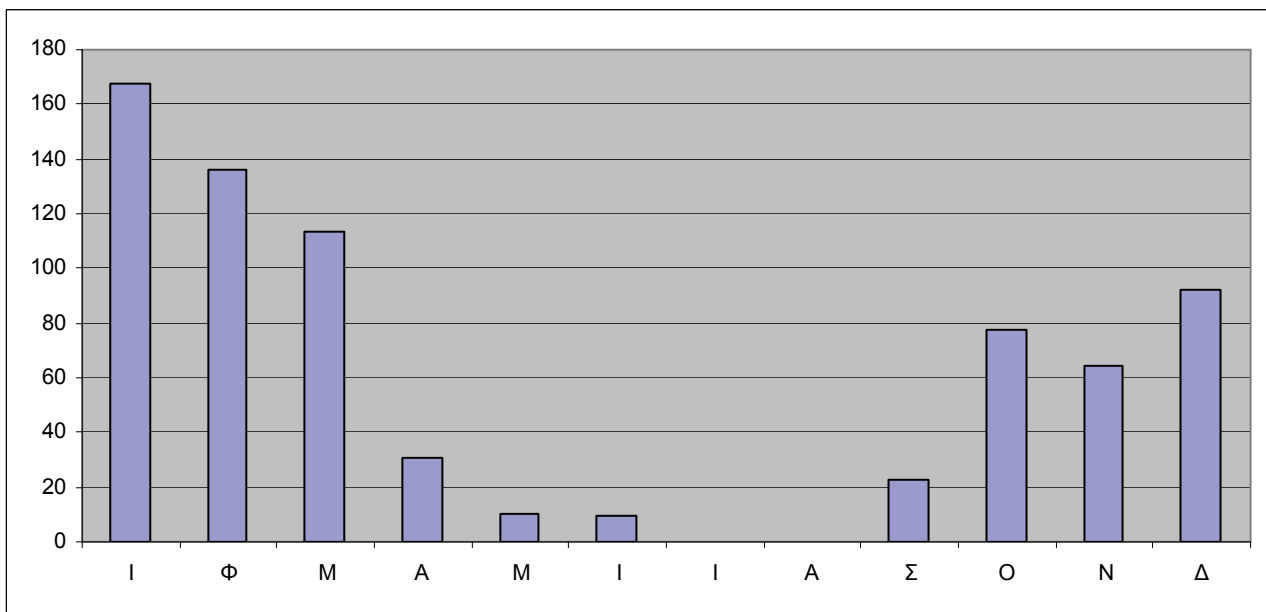
Οι αλλουβιακές αποθέσεις καλύπτουν την χαμηλή παραλιακή ζώνη, κλειστές μικρολεκάνες όπως αυτή των Αρμένων και τις κοίτες των ρεμάτων.

7. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

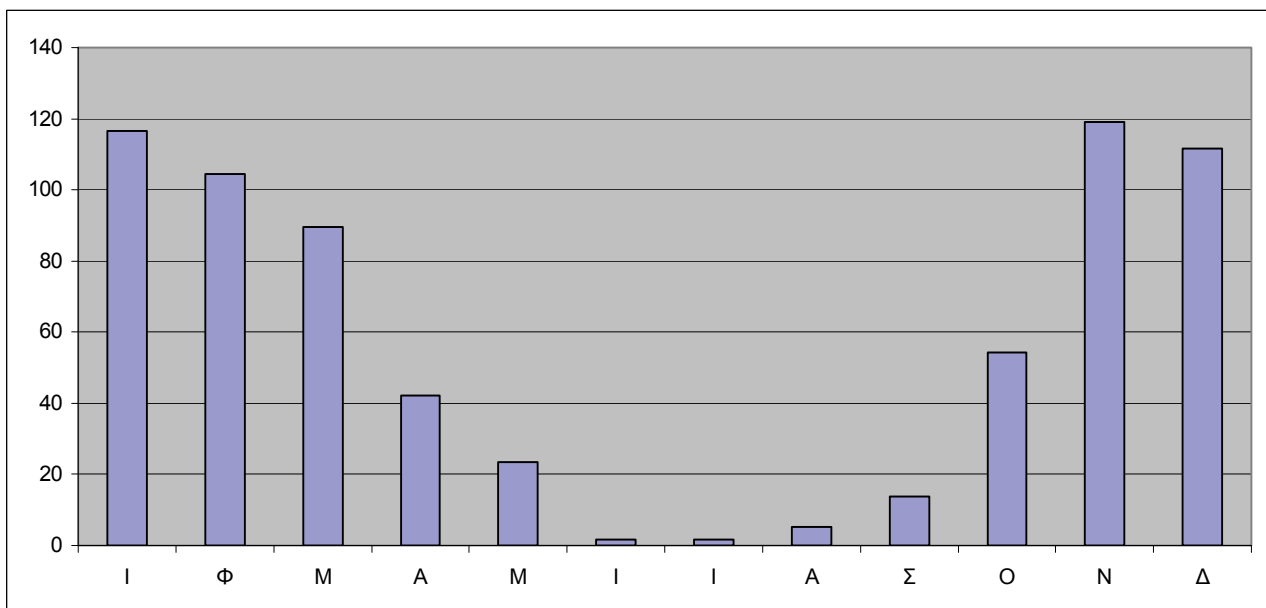
Βροχή - Καταιγίδες

Στο Ρέθυμνο λειτουργεί μετεωρολογικός σταθμός της Ε.Μ.Υ. και υπάρχουν μετεωρολογικές παρατηρήσεις πολλών ετών. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής είναι 100 ημέρες το χρόνο, ο μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας είναι 30 ημέρες το χρόνο και ο μέσος όρος των ετήσιων βροχοπτώσεων (1971-2000) ανέρχεται στα 690mm.

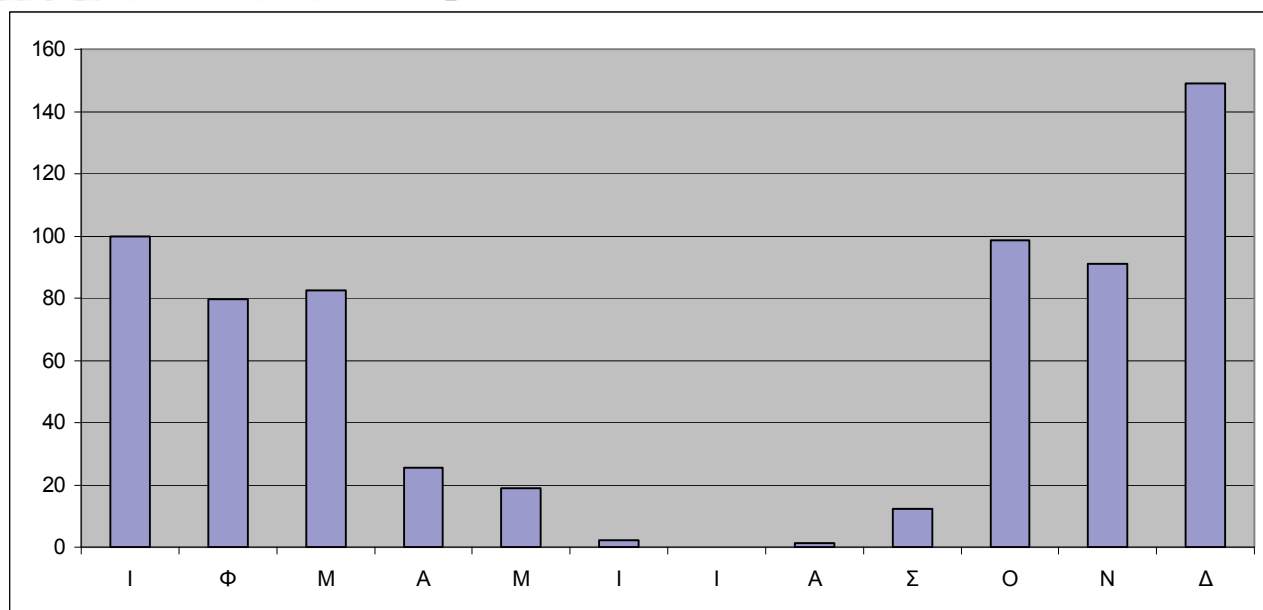
Οι βροχερότεροι μήνες κατά μέσο όρο είναι ο Δεκέμβριος (130mm) και ο Ιανουάριος (120mm) ενώ οι ελάχιστες τιμές βροχοπτώσεων παρατηρούνται Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.



Σχήμα 5: Μέση τιμή μηνιαία βροχόπτωσης στο σταθμό Ρεθύμνου για την περίοδο, 1971 – 1980



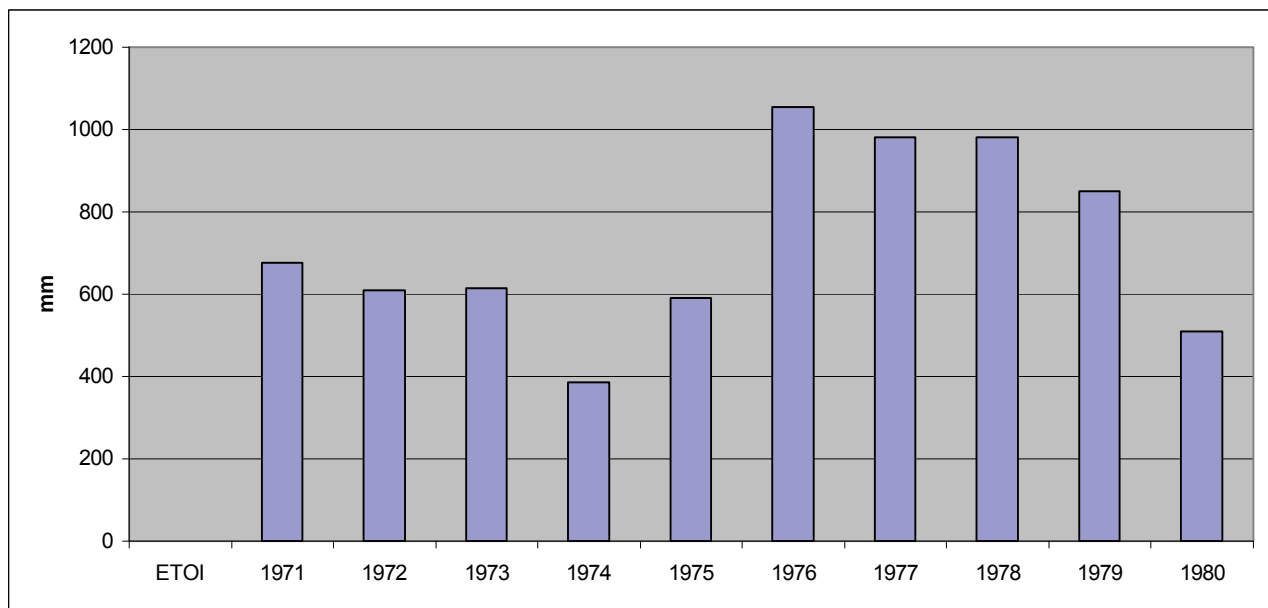
Σχήμα 6: Μέση τιμή μηνιαία βροχόπτωσης στο σταθμό Ρεθύμνου για την περίοδο, 1981-1990



Σχήμα 7: Μέση τιμή μηνιαία βροχόπτωσης στο σταθμό Ρεθύμνου για την περίοδο, 1991-2000

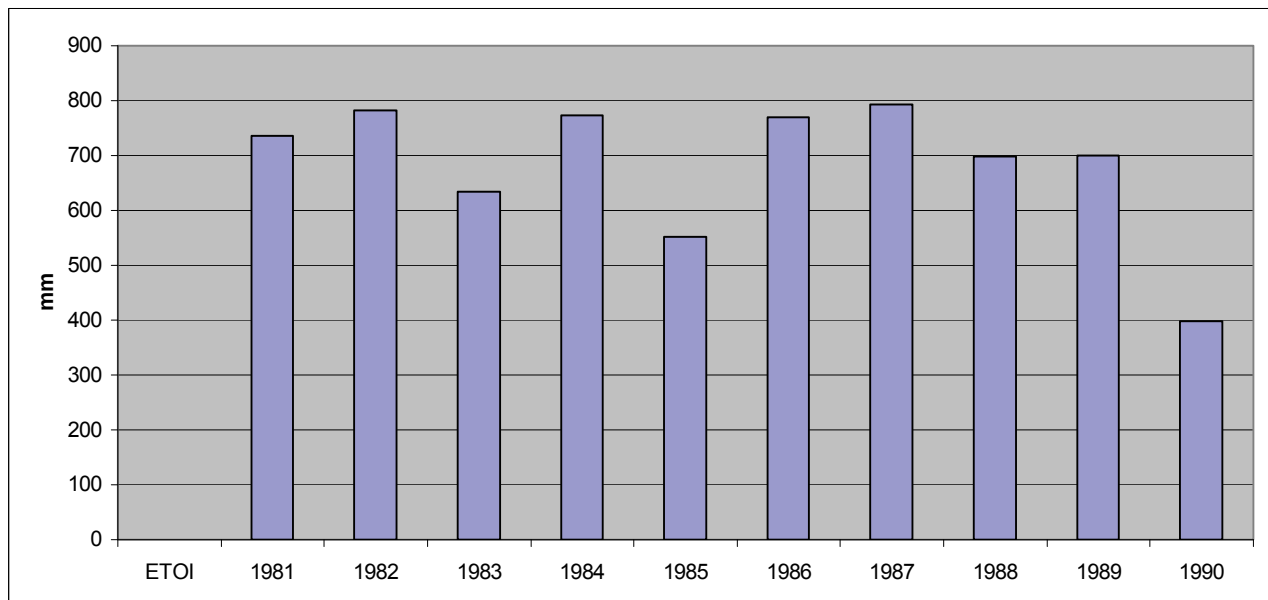
Από τα ετήσια βροχομετρικά στοιχεία 1971-2000 παρατηρείται πως υπάρχει μία συνεχής αυξομείωση στην ποσότητα της βροχής που καταμετρήθηκε. Συγκεκριμένα, η βροχή συνήθως κυμαίνεται σε τιμές άνω των 500 mm, ενώ η μέση τιμή που προκύπτει είναι 690 mm. Επίσης, παρατηρούνται και δύο μέγιστα: 1053,99 mm βροχόπτωσης κατά το έτος 1976 και 981,84 mm βροχόπτωσης κατά το έτος 1977. Παρατηρούνται και δύο ελάχιστα, η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε το έτος 1974 μόλις 386,6 mm και το έτος 1990 με 397,8 mm.

Κατά τα έτη 1971-1980 παρατηρούνται πολλές και σημαντικές αυξομειώσεις, όσον αφορά το ύψος της βροχής. Για την ακρίβεια, την δεκαετία αυτή πραγματοποιούνται τρεις υψηλές βροχοπτώσεις 1976, 1977 και 1978 με τιμές 1053,99, 981,84 και 981,37 αντίστοιχα ενώ και μία χαμηλή το 1974 με τιμή 386,6. Να σημειωθεί πως οι υψηλές τιμές των βροχοπτώσεων είναι οι μέγιστες των ετών 1971-2000 και η χαμηλή τιμή είναι μία από τις δύο ελάχιστες των ίδιων ετών. Εντύπωση προκαλεί ακόμη, το γεγονός πως ενώ το 1975 σημειώνεται τιμή 589,91 mm, την αμέσως επόμενη χρονιά το ύψος της βροχής εκτοξεύεται στα 1053,99 mm. Ακόμη, ύψος βροχής περίπου 600 mm, υπάρχει καταγεγραμμένο σε μόλις 3 χρονιές, τα έτη 1971 με 675,64 mm, 1972 με 609,35 mm και 1973 με 614,8 και την αμέσως επόμενη χρονιά το 1974 μειώνεται στα 386,6 mm.



Σχήμα 8: Ετήσια βροχόπτωσης στο Ρέθυμνο, 1971 - 1980

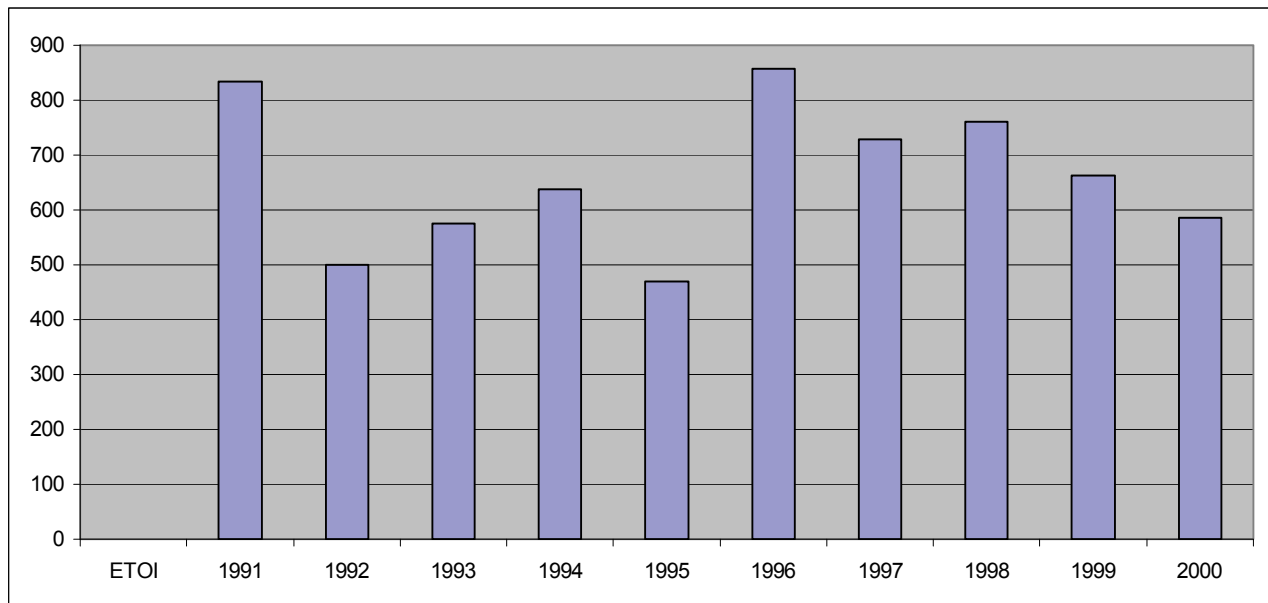
Κατά τα έτη 1981-1990 διακρίνεται μία σταθερότητα, όπου οι τιμές των ετήσιων βροχοπτώσεων κυμαίνονται από 633,8 mm μέχρι 793,2 mm, ενώ εξαίρεση αποτελούν τα έτη 1985 με 551,6 mm και 1990 με 397,8mm. Να σημειωθεί ότι η τιμή της βροχόπτωσης το 1990 αποτελεί ένα από τα δυο ελάχιστα των ετησίων βροχοπτώσεων των ετών 1971-2000. Εντύπωση προκαλεί ακόμη, το γεγονός πως ενώ το 1990 σημειώνεται τιμή 397,8 mm, την αμέσως επόμενη χρονιά (1991) το ύψος της βροχής εκτοξεύεται στα 834,1 mm.



Σχήμα 9: Ετήσια βροχόπτωση στο Ρέθυμνο, 1981 - 1990

Κατά τα έτη 1991-2000 παρατηρούνται πολλές αυξομειώσεις του ύψους της βροχής. Οι μεγαλύτερες τιμές βροχόπτωσης σημειώθηκαν το 1996 στα 856,8 mm και το 1991 στα 834,1, ενώ

οι χαμηλότερες σημειώθηκαν το 1995 στα 470,4 mm και το 1992 στα 500,32 mm. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως η αυξημένη τιμή του 1996 (856,8 mm), ακολουθεί μία εκ των ελαχίστων τιμών (470,4 mm).



Σχήμα 10: Ετήσια βροχόπτωση στο Ρέθυμνο, 1991 – 2000

Η βροχόπτωση σημείωσε ραγδαία μείωση τις τρεις αυτές δεκαετίες, το γεγονός αυτό διαπιστώνεται από τη μέση τιμή. Κατά την περίοδο 1981-1990 σε σχέση με την προηγούμενη καταμετρηθείσα περίοδο (1971-1980) παρατηρήθηκε μείωση, η μείωση είναι της τάξεως των 42 mm ενώ την περίοδο 1991-2000 σε σχέση με την προηγούμενη καταμετρηθείσα (1981-1990) παρατηρείται μείωση της τάξεως των 22 mm.

Θερμοκρασία

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,8 °C, με θερμότερους μήνες τον Ιούλιο (26,0 °C) και τον Αύγουστο (26,2 °C) και ψυχρότερους τον Ιανουάριο (12,8 °C) και τον Φεβρουάριο (12,7 °C).

Η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας κυμαίνεται σε υψηλά σχετικά επίπεδα από 14 μέχρι 26 °C. Η περίοδος με μέσες θερμοκρασίες πάνω από 20 °C εκτείνεται από τον Ιούνιο μέχρι τον Οκτώβριο.

Γενικά

Η κίνηση και η αποθήκευση του νερού στο υπέδαφος γίνεται ανάλογα με τη γεωλογική σύσταση και τεκτονική κατασκευή του υπεδάφους. Το υπόγειο νερό αποθηκεύεται στο υπέδαφος σύμφωνα με ορισμένη νομοτέλεια και ανάλογα με το είδος των κενών του υπεδάφους που καταλαμβάνει χαρακτηρίζεται από διάφορες ιδιότητες. Ακόμα το υπόγειο νερό μπορεί να έχει μία ορισμένη κατακόρυφη και οριζόντια κατανομή που επιβάλλεται από τις γεωλογικές και υδρολιθολογικές συνθήκες. Η ιδιότητα των πετρωμάτων και σχηματισμών να επιτρέπουν την κίνηση των υγρών δια μέσου αυτών λέγεται περατότητα ενώ ο βαθμός και η ένταση με τα οποία παρουσιάζονται αυτά τα κενά εκφράζεται με μία υδρογεωλογική παράμετρο το ολικό πορώδες. Όσον αφορά το πορώδες, υδρογεωλογικά ενδιαφέρον είναι το ενεργό πορώδες, το οποίο αντιστοιχεί σε τμήμα του ολικού πορώδους στο οποίο ο όγκος του ελεύθερου νερού μπορεί να αποληφθεί με άντληση. Όσον αφορά το πορώδες, υδρογεωλογικά ενδιαφέρον είναι το ενεργό πορώδες, το οποίο αντιστοιχεί σε τμήμα του ολικού πορώδους στο οποίο ο όγκος του ελεύθερου νερού μπορεί να αποληφθεί με άντληση.

Στα κοκκώδη πετρώματα και σχηματισμούς η περατότητα οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες, δηλαδή στους κενούς χώρους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων των πετρωμάτων. Το πρωτογενές πορώδες ρυθμίζεται κυρίως από το σχήμα, τη διάταξη των κόκκων, την κοκκομετρική σύσταση του σχηματισμού και τη διαγένεση. Στα συμπαγή ή ρωγμώδη πετρώματα η περατότητα οφείλεται στο δευτερογενές πορώδες τους το οποίο είναι συνάρτηση του μεγέθους των τεκτονικών και στρωματογραφικών ασυνεχειών τους (ρωγμές, διαρρήξεις, μεσοστρωματικά διάκενα, στρώσεις κ.ά.). Το δευτερογενές πορώδες ρυθμίζεται από την πυκνότητα και το άνοιγμα των ρωγμών, και από την πυκνότητα και το μέγεθος των εγκολπίων στους ανθρακικούς σχηματισμούς (καρστ) και σε άλλους (γρανίτες, οφιόλιθους).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με τη δυνατότητα που παρέχουν στο νερό να διηθηθεί και να αποθηκευθεί στα διάκενα τους, διακρίνονται σε διαπερατούς, ημιπερατούς και αδιαπερατούς. Οι διαπερατοί σχηματισμοί παρουσιάζουν τιμές του συντελεστή υδροπερατότητας $K > 10^{-5}$ m/sec. Οι αδιαπερατοί $K < 10^{-7}$ m/sec και οι ημιπερατοί σχηματισμοί (επιτρέπουν περιορισμένη κυκλοφορία του νερού διαμέσου αυτών) $10^{-7} < K < 10^{-5}$ m/sec.

Υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής

Η διαπερατότητα των πετρωμάτων της Ενότητας των Πλακωδών Ασβεστολίθων και της Ενότητας της Τρίπολης οφείλεται αποκλειστικά στο δευτερογενές τους πορώδες, το οποίο ελέγχεται από τη ρηξιγενή τους τεκτονική και την καρστική διεργασία

τους και συγκεκριμένα από τη γεωμετρία, την πυκνότητα, το εύρος ανοίγματος των κενών χώρων που σχηματίζονται μεταξύ των τεκτονικών ασυνεχειών καθώς και από το υλικό πλήρωσής τους.

A. ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων

Είναι σχηματισμοί υδροπερατοί ειδικότερα στις ζώνες που έχουν υποστεί έντονη τεκτονική καταπόνηση, με πλήθος ρηγμάτων και πυκνό δίκτυο διακλάσεων. Εμφανίζονται επιφανειακά κυρίως στον ορεινό όγκο Βρυσινά. Στην υπόλοιπη περιοχή δεν εμφανίζονται επιφανειακά αλλά ευρίσκονται σε άγνωστο βάθος, κάτω από τις διάφορες επωθημένες ενότητες των επάλληλων καλυμμάτων Φυλλιτών - Χαλαζιτών και Τρίπολης. Τα πετρώματα της ενότητας αυτής έχουν μικρή υδροπερατότητα, με αποτέλεσμα οι γεωτρήσεις να αποδίδουν μικρή παροχή ανά ώρα. Επί πλέον η απόλυτη στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του υπόγειου υδροφορέα τους είναι ολίγα μόνο μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, ένδειξη ότι οι υδροφορείς αυτοί εκφορτίζονται ευχερώς στη θάλασσα. Επομένως οι επιφανειακοί σχηματισμοί των Πλακωδών Ασβεστόλιθων επεκτείνονται προς βορρά και μέσα στη θάλασσα, κάτω από τους υπερκείμενους τεκτονικά νεότερους γεωλογικούς σχηματισμούς.

B. ενότητα Τρίπολης

Τα ανθρακικά πετρώματα του τεκτονικού καλύμματος της Ενότητας Τρίπολης στο σύνολο τους είναι σχηματισμοί υδροπερατοί και σημαντικής σημασίας, δεδομένου ότι καταλαμβάνουν αρκετή επιφανειακή έκταση της περιοχής και επί πλέον στην υπόλοιπη έκταση ευρίσκονται κάτω από τις νεότερες αποθέσεις. Τα πετρώματα αυτά έχουν αισθητά μεγαλύτερη υδροπερατότητα σε σχέση με τους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους η οποία οφείλεται στον κατακερματισμό τους και στην έντονη καρστική διάβρωση που έχουν υποστεί.

Γ. ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών

Είναι σχηματισμοί στο σύνολο τους πρακτικά υδατοστεγείς. Εξαίρεση αποτελεί το σαθρό κάλυμμά τους και οι σχηματισμοί των Χαλαζιτών με μεγάλη πυκνότητα ρωγματώσεων, οι οποίες βοηθούν την κατείσδυση των νερών της βροχής σε ένα μικρού πάχους διαβρωμένο στρώμα και συμβάλλουν στη δημιουργία δικτύων στράγγισης υπόγειων νερών, που τροφοδοτούν πηγές παροχής ολίγων λίτρων ανά δλ., συνεχούς ή περιοδικής λειτουργίας.

Τα πετρώματα της Ενότητας Φυλλιτών - Χαλαζιτών εμφανίζονται επιφανειακά σε μικρή έκταση πλην όμως οι σχηματισμοί της έχουν σημαντική συμβολή στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής, όταν παρεμβάλλονται μεταξύ των Ενοτήτων των Πλακωδών Ασβεστόλιθων και αυτών της Τρίπολης. Αυτό συμβαίνει επειδή τα κατεισδύοντα νερά της βροχής μέσα στη μάζα των Ασβεστόλιθων της Τρίπολης συναντούν τους Φυλλίτες - Χαλαζίτες και κινούνται στη συνέχεια στην επιφάνεια επαφής οπότε ή εμφανίζονται επιφανειακά υπό μορφή μικροπηγών επαφής ή, όπως κυρίως γίνεται, συνεχίζουν την υπόγεια κίνησή τους και όταν συναντήσουν υδροπερατούς σχηματισμούς κινούνται μέσω αυτών και εκφορτίζονται στη θάλασσα

υπό μορφή υποθαλάσσιων πηγών, κοντά ή μακριά από την ακτή μέσα στο πέλαγος.

Την ίδια περίπου υδρογεωλογική συμπεριφορά με τους Φυλλίτες - Χαλαζίτες έχουν και τα στρώματα του Φλύσχη που αποτελούν τον ανώτερο ορίζοντα του καλύμματος Τρίπολης. Στο σύνολο τους τα στρώματα του Φλύσχη είναι υδατοστεγανά πλην όμως στην επιφάνεια των λιγότερο πλαστικών μελών του, όπως ψαμμίτες, αργιλικόι σχιστόλιθοι και ασβεστολιθικοί φυλλίτες, σχηματίζονται μικρουδροφορίες των οποίων τα νερά είτε στραγγίζονται σύντομα μετά τις βροχοπτώσεις στα παρακείμενα ρέματα ή κατεισδύουν βαθύτερα προς τους υποκείμενους ασβεστόλιθους της ενότητας της Τρίπολης. Οι επιφανειακές εμφανίσεις του Φλύσχη είναι περιορισμένες.

Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα

Οι νεογενείς αποθέσεις (Μειοκαινικές και Πλειο - Πλειστοκαινικές) παρουσιάζουν γενικά μία ανομοιογένεια στην υδρογεωλογική τους συμπεριφορά λόγω του κατά θέσεις αυξημένου ή μειωμένου ενεργού πορώδους και κατέπέκταση σημαντικής μεταβολής της υδροπερατότητας τους. Στην περιοχή σημαντικός λιθολογικός σχηματισμός είναι αυτός των μαργαϊκών ασβεστολίθων λόγω της έκτασης και του πάχους του αλλά και της συνήθους θέσης του πάνω σε μάργες ή σε ανθρακικά πετρώματα της ενότητας της Τρίπολης όπως επίσης και πάνω στην Ενότητα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών. Στο σύνολο τους οι σχηματισμοί των μαργαϊκών ασβεστολίθων έχουν αυξημένη υδροπερατότητα λόγω των κενών τους και της διάβρωσης γενικά που έχουν υποστεί. Στο τμήμα αμέσως δυτικά της πόλης του Ρεθύμνου οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι φτάνουν έως τη θάλασσα με αποτέλεσμα η στάθμη της ελεύθερης πιεζομετρικής επιφάνειας τους να έχει πολύ μικρό υψόμετρο. Αντίθετα νότια και ανατολικά της πόλης του Ρεθύμνου η στάθμη των τοπικών υδροφορέων τους ευρίσκεται αρκετά μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας.

Οι αλλουβιακές προσχώσεις λόγω της σύστασης τους (χάλικες, κροκάλες, αμμοί, αργίλοι) είναι υδροπερατοί έως ημιπερατοί σχηματισμοί, κατά θέσεις, ανάλογα με την επί τοις εκατό περιεκτικότητά τους σε άργιλο και διευκολύνουν την δημιουργία φρεατίων οριζόντων, πλην όμως εμφανίζονται σε ελάχιστες θέσεις με εξαίρεση τη ζώνη ανατολικά της πόλης του Ρεθύμνου, την οποία διαρρέει ο χείμαρρος Πλατανιάς. Στη ζώνη αυτή οι προσχώσεις έχουν αρκετή έκταση και ικανοποιητικό πάχος, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται ένας φρεάτιος υπόγειος υδροφορέας τον οποίο εκμεταλλεύεται με φρέατα η Δ.Ε.Υ.Α.Ρ.

9. ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΥΔΡΕΥΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Η πόλη του Ρεθύμνου υδρεύεται από γεωτρήσεις, φρέατα και πηγές που βρίσκονται στην πλειονότητα τους εντός των διοικητικών ορίων του αντίστοιχου δήμου. Ειδικότερα: οι γεωτρήσεις, τα φρέατα που τροφοδοτούν την πόλη βρίσκονται εντός των ορίων του δήμου ενώ οι πηγές Αργυρούπολης βρίσκονται εντός των διοικητικών ορίων του ομώνυμου δημοτικού διαμερίσματος. Οι εν λόγω πηγές υδροδοτούν το δήμο Ρεθύμνου, τα δημοτικά διαμερίσματα Αργυρούπολης, Γεωργιούπολης, Κουρνά και Καστέλλου.



Σχήμα 11: Θέσεις των γεωτρήσεων, δεξαμενών και πηγών στον δήμο Ρεθύμνου

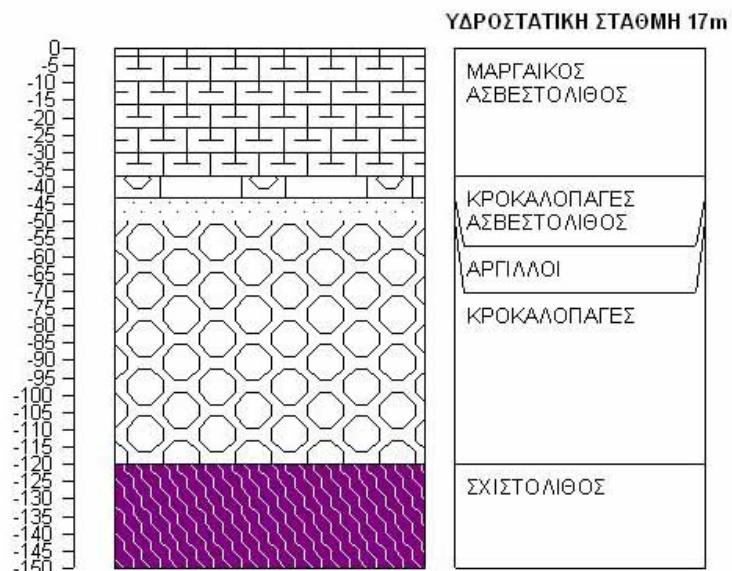
Υπόγειος υδροφορέας χειμάρρου Πλατανιά

Ο χειμάρρος Πλατανιάς έχει συνολικό μήκος 24,5 περίπου km και λεκάνη απορροής 121 km². Η κοίτη του χειμάρρου από την ακτή και μέχρι απόσταση 2,5 km ανάντι έχει πληρωθεί με αλλουβιακές αποθέσεις πάχους κατά θέσεις μέχρι τριάντα περίπου μέτρα, ενώ κάτω από αυτές συναντώνται τεταρτογενείς αποθέσεις από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους μέχρι βάθους τουλάχιστον 120m (σχήμα 12). Στους παραπάνω γεωλογικούς σχηματισμούς έχει διαμορφωθεί ένας υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας ο οποίος τροφοδοτείται με νερό από κατείσδυση των επιφανειακών νερών του χειμάρρου, αλλά και από στράγγιση υπόγειου νερού από τους γειτονικούς γεωλογικούς σχηματισμούς. Το υπόγειο νερό του υδροφορέα αυτού στραγγίζεται και έχει τελικό αποδέκτη τη θάλασσα.

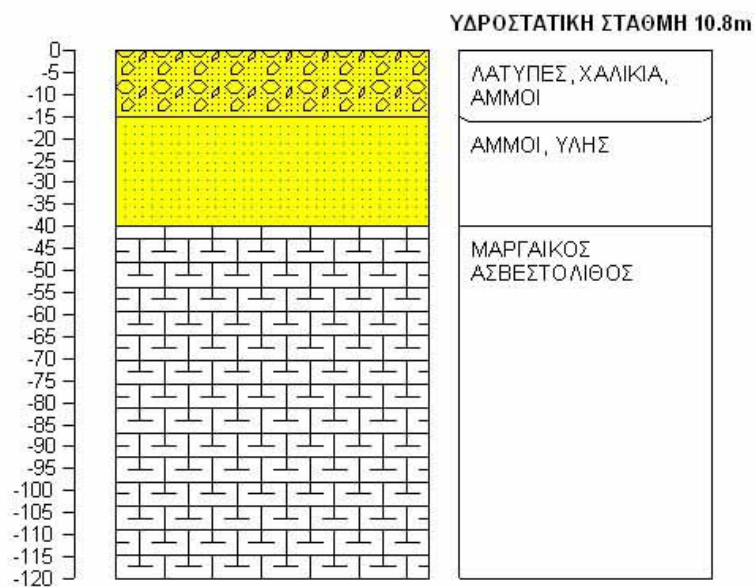
Η εκμετάλλευσή γίνεται μέσα από δύο δεξαμενές (Α', Β' Πλατανιά) σε απόσταση 750m από την ακτή, μέγιστης παροχής 50 και 100 m³/h. Ανάντι των δεξαμενών αυτών έχουν διανοιχτεί οι γεωτρήσεις "ενετικής γέφυρας", "νέο πηγάδι" και "καρβουνολάκος" με παροχές 100, 200, 60 m³/h αντίστοιχα.

Τα νερά των δεξαμενών και των γεωτρήσεων συνολικής παροχής 510 m³/h συγκεντρώνονται στο Αντλιοστάσιο του Πλατανιά, το οποίο βρίσκεται στη δυτική όχθη του χειμάρρου νότια και κοντά στη Νέα Εθνική οδό Ρεθύμνου-Ηρακλείου.

ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΑΝΙΑ



ΘΕΣΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΛΑΚΟΣ



Σχήμα 12: Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων "ΠΛΑΤΑΝΙΑ" και "ΚΑΡΒΟΥΝΟΛΑΚΟΣ"

Πηγές Αργυρούπολης

Οι πηγές βρίσκονται στα όρια των Νομών Χανίων και Ρεθύμνου σε απόσταση 7km περίπου από τις βόρειες ακτές της Κρήτης και αναβλύζει σε υψόμετρο 180m περίπου. Πρόκειται περί πηγών υπερχείλισης ενός καρστικού υδροφορέα από τις οποίες εκφορτίζεται ένας μέσος ετήσιος όγκος νερού $12,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ασβεστόλιθοι της σειράς Γαβρόβου - Τριπόλεως επωθημένοι στη σειρά φυλλιτών - χαλαζιτών φράσσονται από Μειοκαινικές αποθέσεις (εναλλαγές μαργών και ασβεστολίθων).

Οι πηγες Αργυρουπολης αποτελούν το σημαντικότερο υδατικό πόρο του Δήμου Ρεθύμνου. Από αυτές, με ένα κύριο αγωγό, μεταφέρονται περίπου $2,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού ετησίως ($240 \text{ m}^3/\text{h}$) στην πόλη του Ρεθύμνου. Επί πλέον $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ διατίθενται για αρδεύσεις της περιοχής δυτικά του Μουσέλλα μέχρι Γεωργιούπολη, $0,3 \times 10^6 \text{ m}^3$ διατίθενται για ύδρευση - άδρευση της Αργυρούπολης και ολόκληρη η υπόλοιπη ποσότητα των $9,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού ετησίως (ποσοστό 73%) ρέει ανεκμετάλλευτη και χάνεται στη θάλασσα.

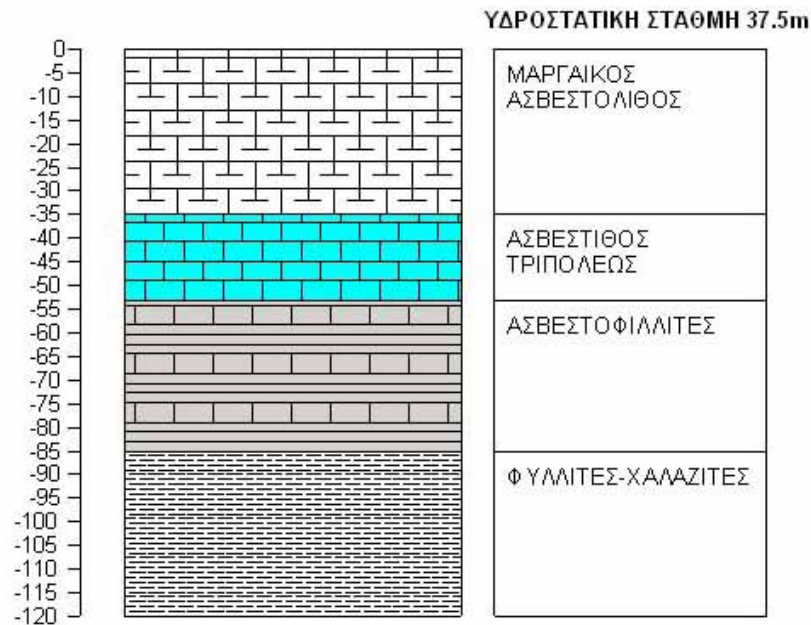
Υδραγωγείο Γάλλου από γεωτρήσεις

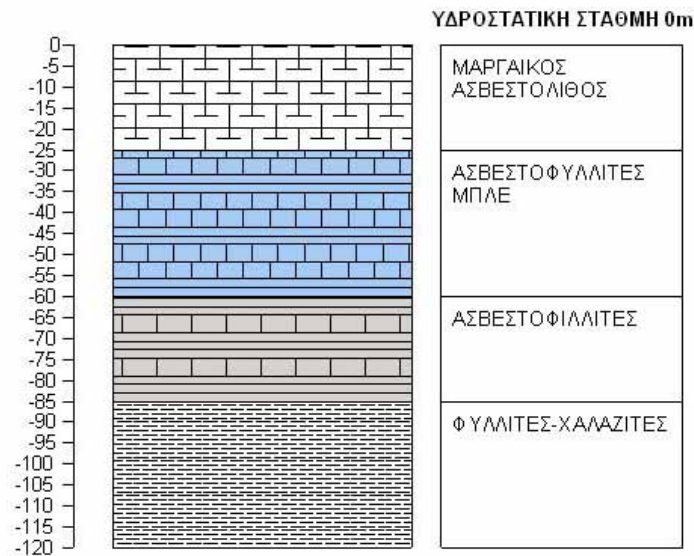
Στην περιοχή του οικισμού Γάλλου εκμεταλλεύονται τρεις γεωτρήσεις, οι οποίες βρίσκονται σε υψόμετρο περίπου 200m. Και οι τρεις γεωτρήσεις διέτρησαν διάφορους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς μέχρι βάθους περίπου 60m, κυρίως μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και ασβεστοφυλλίτες και στη συνέχεια μέχρι βάθους 120m την ενότητα των φυλλιτών – χαλαζιτών (σχήμα 11). Οι γεωτρήσεις "Αγ. Παύλου (ρέμα)", "Αγ. Παύλου (Γάλλου)" και "Πλατεία Γάλλου" λειτουργούν με παροχή $60 \text{ m}^3/\text{h}$, $45 \text{ m}^3/\text{h}$ και $3 \text{ m}^3/\text{h}$ αντίστοιχα. Το νερό των γεωτρήσεων συνολικής παροχής $108 \text{ m}^3/\text{h}$ αντλείται προς τη "Νέα" δεξαμενή Γάλλου.

ΘΕΣΗ ΠΛΑΤΕΙΑ ΓΑΛΛΟΥ



ΘΕΣΗ ΑΓΙΟΣ ΠΑΥΛΟΣ ΓΑΛΛΟΥ





Σχήμα 13: Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων "Πλατεία Γάλλου", "Αγ. Παύλου (Γάλλου)" και "Αγ. Παύλου (ρέμα)"

Γεωτρήσεις εντός της πόλης του Ρεθύμνου

Η Δ.Ε.Υ.Α.Ρ. έχει διανοίξει γεωτρήσεις εντός της πόλης του Ρεθύμνου. Οι γεωτρήσεις αυτές αντλούν υπόγεια νερά προς τις δεξαμενές της πόλης ή και κατευθείαν στα εσωτερικά δίκτυα της.

Η γεώτρηση "Θεοτοκοπούλου" βρίσκεται περί τα 30 μέτρα νότια του δημοτικού σχολείου Καλλιθέας, στη άκρη του υπάρχοντος δρόμου. Το υψόμετρο είναι 35m περίπου από την επιφάνεια της θάλασσας και διέτρησε μάργες, πρώτα άσπρες κατόπιν μπλε κτλ. Στη συνέχεια διέτρησε στρώσεις εξαλλοιωμένου μαργαϊκού ασβεστόλιθου, μετά και έως στο τέλος της ανορύξεως (55-120m) διατρήθηκε μαργαϊκος ασβεστόλιθος κατά πλείστον κατακερματισμένος με εγκυλα και ρήγματα. Η υδροφορία συναντήθηκε μετά τα 62m και η παροχή της γεώτρησης είναι 75 m³/h.

Η γεώτρηση "Ασκούτση" βρίσκεται στην ομώνυμη οδό και διέτρησε μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους μέχρι βάθος 65m στη συνέχεια άμμους, χαλίκια, κροκάλες μέχρι βάθος 100m και έως το τέλος τη ανορύξεως (100-120m) φυλλίτες. Η παροχή της γεώτρησης είναι 40 m³/h .

Η γεώτρηση "Συνατσάκη" βρίσκεται στη περιοχή ρέμα Συνατσάκη και διέτρησε μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους μέχρι βάθος 50m στη συνέχεια ψαμμίτες μέχρι βάθος 65m και έως το τέλος τη ανορύξεως (65-100m) μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Η παροχή της γεώτρησης είναι 45 m³/h.

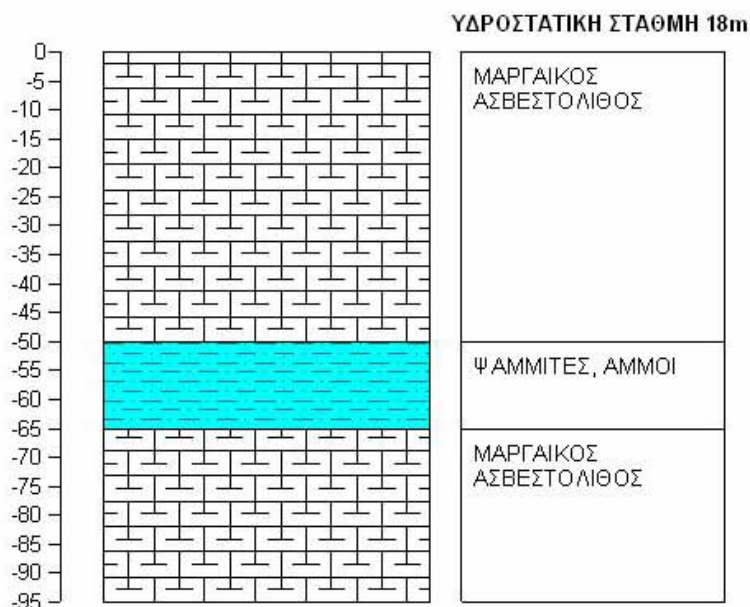
Συνολικά οι παραπάνω γεωτρήσεις μπορούν να αποδώσουν 160 m³/h.

ΘΕΣΗ ΘΕΟΤΟΚΟΠΟΥΛΟΥ (ΣΧΟΛΕΙΟ)



ΘΕΣΗ ΑΣΚΟΥΤΣΙ





Σχήμα 14: Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων "Θεοτοκοπούλου", "Ασκούτση" και "Συνατσάκη"

Υδραγωγείο από μεμονωμένες γεωτρήσεις

Στην ευρύτερη περιοχή της πόλης του Ρεθύμνου λειτουργούν γεωτρήσεις οι οποίες τροφοδοτούν με νερό τα δίκτυα ύδρευσης των ομώνυμων οικισμών.

Η γεώτρηση "Ξηρό χωριό" βρίσκεται στη περιοχή Περιβόλια κοντά στην Εκκλησιά και διέτρησε μάργες μέχρι βάθος 30m στη συνέχεια μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με μεγάλα ρήγματα και εγκοίλα μέχρι βάθος 60m. Η παροχή της γεώτρησης είναι περίπου 50 m³/h.

Η γεώτρηση "Ανώγεια-Αγ. Ειρήνη" βρίσκεται περί τα 700m βόρεια του οικισμού Μικρά Ανώγεια και επί της οδού Ρέθυμνου- Αγία Ειρήνη στους ομώνυμους οικισμούς του Δήμου Ρεθύμνου και σε υψόμετρο 210m. Κατά αρχήν διατρήθηκε σχηματισμός μαργαϊκών ασβεστόλιθων μαργών, ψαμμιτών και αργιλοάμμων. Στη συνέχεια διατρήθηκε το κροκαλοπαγές βάσης του Νεογενούς, και τέλος σχηματισμός της φυλλιτικής χαλαζιτικής σειράς. Η πρώτη υδροφορία παρουσιάστηκε περίπου στα 85m. Παροχή αντλήσεως είναι 7-8 m³/h .

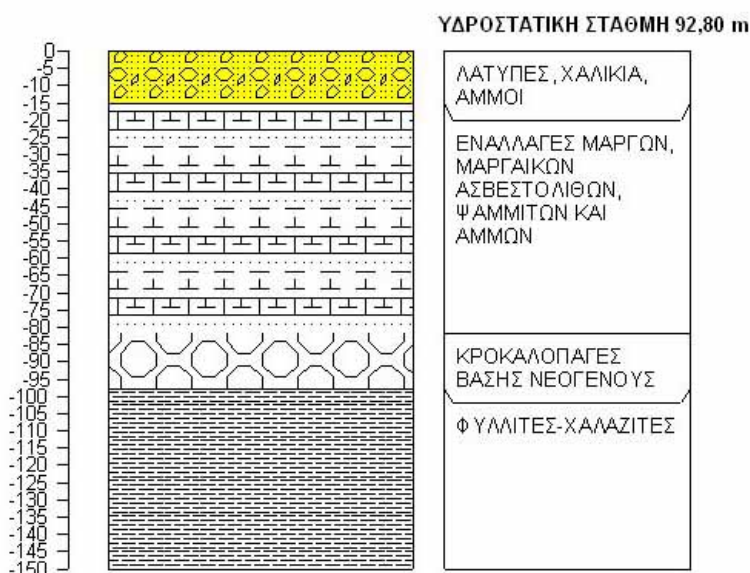
Η γεώτρηση "Ανιτοπεδοι - Μ. Ανώγεια" βρίσκεται περί τα 30 μέτρα νότια της νέας ανισόπεδου προς Μ. Ανώγεια. Το υψόμετρο είναι 100m περίπου από την επιφάνεια της θάλασσας. Κατά αρχήν διατρήθηκαν μαρμαϊκοί ασβεστόλιθοι έως το βάθος των 63 μέτρων, στη συνέχεια διατρήθηκε λατυποπαγής ασβεστόλιθος έως το βάθος των 78 μέτρων. Τέλος ακολούθησαν οι φυλλιτες μέχρι και το τέλος της διατρήσης.

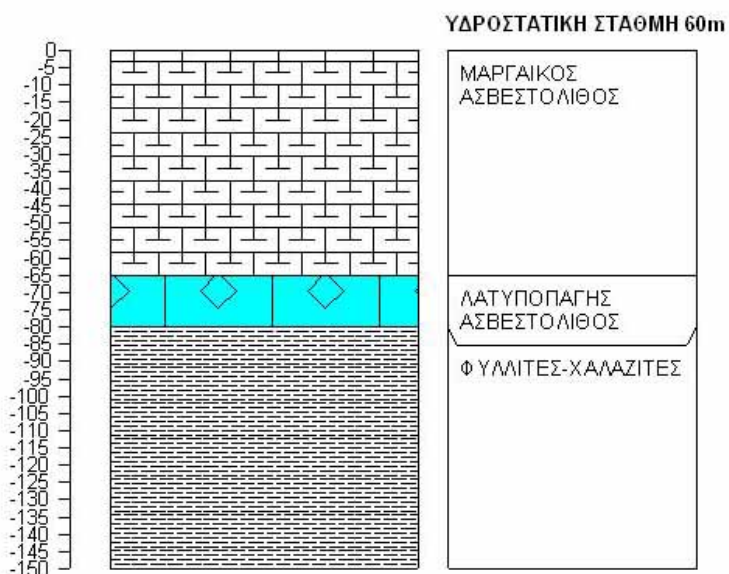
Η πρώτη υδροφορία συναντήθηκε στα 63 μέτρα στην επαφή μαργαϊκού ασβεστόλιθου με τον λατυποπαγή ασβεστόλιθο, στη συνέχεια ενισχύθηκε κατά πολύ μετά τα 105 μέτρα. Η παροχή της γεώτρησης εκτιμάται περί τα 13 m³/h.

Η γεώτρηση "Μεσαία Χαραδρογεφυρα" βρίσκεται νότια της Νέας Εθνικής οδού κοντά στη περιοχή Πευκάκια. Διетρήσε δολομιτικούς ασβεστολίθους έντονα καρστικοποιημένους μέχρι βάθος 80m και μέχρι το τέλος της ανορυξεως (80-150m) φιλλιτες με έντονες καταπτώσεις. Η παροχή της είναι 30 m³/h.

Η μέγιστη συνολική παροχή των παραπάνω γεωτρήσεων ανέρχεται στα 100 m³/h.

ΘΕΣΗ ΜΙΚΡΑ ΑΝΩΓΕΙΑ-ΑΓ. ΕΙΡΗΝΗ





Σχήμα 15: Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων "Ανώγεια-Αγ. Ειρήνη", "Ανιτοπεδοι - Μ. Ανώγεια" και "Μεσαία Χαραδρογεφυρα"

Υδραγωγείο Κούμων από γεωτρήσεις

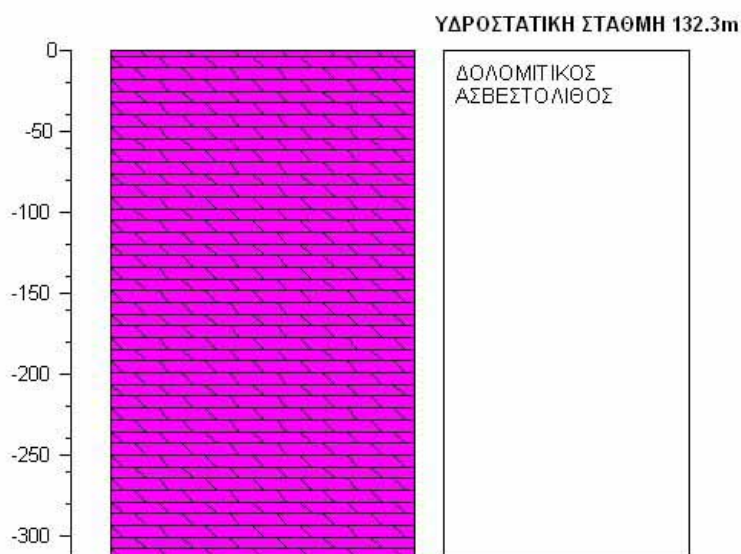
Οι γεωτρήσεις στην περιοχή των Κούμων έχουν διανοιχθεί για να καλύψουν τις ανάγκες των οικισμών, νότια της πόλης του Ρεθύμνου, Κούμοι, Φωτεινός, Αμπελάκι, Καρέ, Ορος, Γουδελιανά, Σελλί και Μύρθιος, που ανήκουν στο νέο Δήμο Ρεθύμνου. Αρχικά διέτρησε σχηματισμούς του Νεογενούς και Τεταρτογενούς μέχρι βάθους 150m και στη συνέχεια μέχρι βάθους 300m τα ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας της Τρίπολης. Η παροχή ανά γεώτρηση είναι 90 m³/h.

Έχει διαπιστωθεί ότι οι γεωτρήσεις έχουν διατρήσει ένα σημαντικότερο καρστικό υδροφορέα, ο οποίος, αν και βρίσκεται σε απόσταση 10km μόνο από την ακτή, έχει στάθμη της ελεύθερης πιεζομετρικής επιφάνειας του τα 220m. Ειδικότερα από τη δοκιμή άντλησης προκύπτει ότι ο υδροφορέας έχει μεγάλη υδατοχωρητικότητα, μεγάλο συντελεστή αποθήκευσης S και μεγάλο συντελεστή μεταφοράς T.

Εκτιμάται, με βάση αυτά που αναφέρθηκαν, ότι οι δυνατότητες περαιτέρω εκμετάλλευσης του καρστικού υδροφορέα τον οποίο έχουν διατρήσει οι γεωτρήσεις είναι μεγάλες για κάλυψη αναγκών υδρεύσεων και αρδεύσεων.

ΘΕΣΗ ΚΟΥΜΟΙ - ΜΠΑΣΤΑΚΗΣ 1





Σχήμα 16: Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων "ΚΟΥΜΟΙ 1" και "ΚΟΥΜΟΙ 2"

Φράγμα - Ταμιευτήρας Ποταμών Αμαρίου

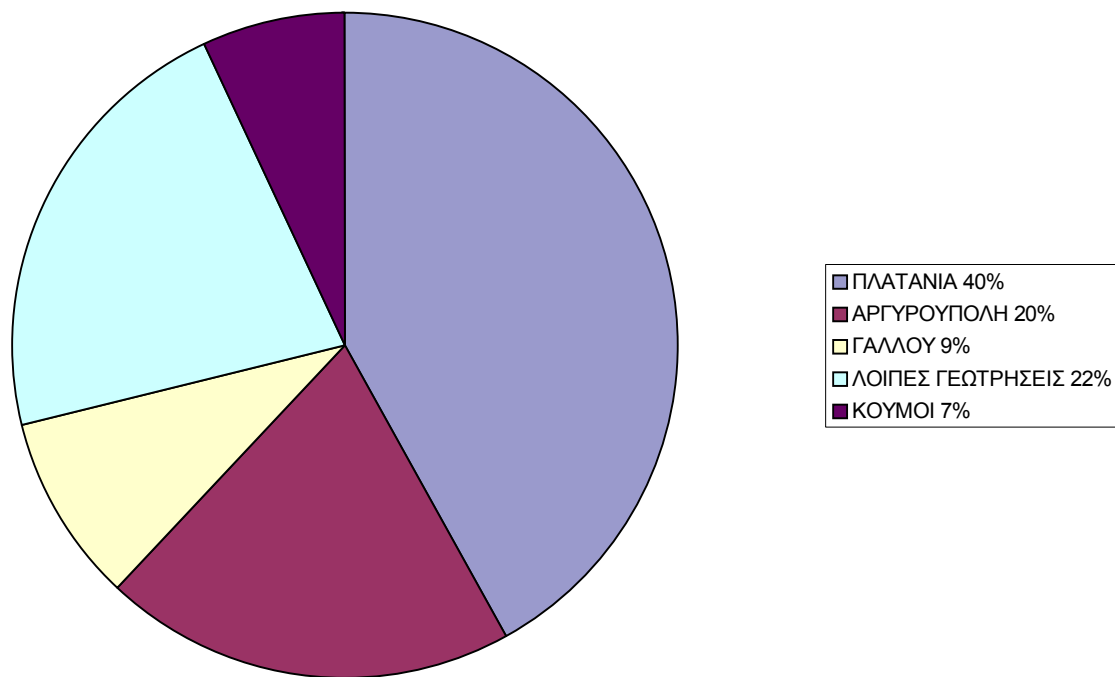
Το Φράγμα - Ταμιευτήρας Ποταμών Αμαρίου μελετήθηκε και ήδη κατασκευάζεται από τον Ο.Α.Δ.Υ.Κ. Το όλο έργο περιλαμβάνει μία σειρά από επιμέρους έργα, που έχουν σκοπό την εξασφάλιση μέσου ετήσιου όγκου νερού $24 \times 10^6 \text{ m}^3$ για τις ανάγκες τόσο της ύδρευσης της ευρύτερης περιοχής Δήμου Ρεθύμνου όσο και της άρδευσης του Κάμπου Ρεθύμνου και των γειτονικών περιοχών. Ποσοστό περίπου 75% θα μεταφέρεται στις δεξαμενές του Δήμου Ρεθύμνου και η υπόλοιπη στον νέο Δήμο Αρκαδίου για ύδρευση των παραλιακών τουριστικών εγκαταστάσεων του.

Το κύριο φράγμα προβλέπεται σε ευθεία απόσταση 12,5km ΝΑ της πόλης του Ρεθύμνου, επί του χειμάρρου Πρασιανού, μεταξύ δύο αντερισμάτων αμέσως κατάντι της συμβολής των δύο δευτερευόντων κλάδων του χειμάρρου (δεξιού και αριστερού κατά τη φορά της ροής). Το υψόμετρο της κοίτης στη θέση του φράγματος είναι +160m.

Το μέγιστο ύψος του φράγματος είναι 50m και το μέγιστο πλάτος της βάσης του 300m. Το υψόμετρο της στέψης του είναι +208m ενώ το μήκος και το πλάτος αυτής είναι 275m και 10 m αντίστοιχα. Το υψόμετρο της στέψης του υπερχειλιστή είναι +203m, η ανώτατη στάθμη νερού για την περίπτωση πλημμύρας +206,5m ενώ η κατώτατη στάθμη υδροληψίας +173,0m. Ο συνολικός αποθηκευόμενος όγκος νερού για τις στάθμες +173,0m και +203,0m είναι $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ και $22,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

Ανακεφαλαιώνοντας τα παραπάνω δεδομένα σχετικά με τη δυνατότητα υδροδότησης έχουμε τα εξής:

- **Από Αργυρουπολη: 240 m³/h.** Οι μέσες ημερήσιες παροχές νερού όπου μεταφέρονται από τον αγωγό στην δεξαμενή Γάλλου είναι 5760 m³/h. Ειδικά κατά τους μήνες αιχμής κατανάλωσης νερού (από Μάιο έως Σεπτέμβριο) η ποσότητα νερού που φτάνει τελικά στο Ρέθυμνο είναι αισθητά μειωμένη, επειδή ενδιάμεσα παραλαμβάνεται αυξημένη ποσότητα νερού για αρδεύσεις. Αντίθετα τον χειμώνα (Ιανουάριος) που δεν γίνονται αρδεύσεις, η ποσότητα που φτάνει ανέρχεται περίπου στα 7000 m³/ημέρα.
- **Από Πλατανιά: 510 m³/h.** Η μέση παροχή που προκύπτει από τις 3 γεωτρήσεις του Πλατανιά και των δυο φρεάτων είναι 510 m³/h, σε θεωρητικό επίπεδο. Για 16ωρη περιοδική λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων των φρεάτων και των γεωτρήσεων, η ημερήσια εισροή στο αντλιοστάσιο 510x16= 8160 m³/ημέρα.
- **Από Υδραγωγείο Γάλλου: 108 m³/h.** Προκύπτει παροχή 108 m³/h από τις γεωτρήσεις αυτές. Για 16ωρη περιοδική λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων των γεωτρήσεων, η ημερήσια παροχή είναι 108x16= 1728 m³/ημέρα.
- **Από λοιπές γεωτρήσεις: 260 m³/h.** Προκύπτει παροχή 260 m³/h από τις γεωτρήσεις αυτές. Για 16ωρη περιοδική λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων των γεωτρήσεων, η ημερήσια παροχή είναι 260x16= 4160 m³/ημέρα.
- **Από γεωτρήσεις Κουμων: 180 m³/h.** Η μέση παροχή που προκύπτει από τις 2 γεωτρήσεις στην περιοχή των Κουμων είναι 180 m³/h. Για 16ωρη περιοδική λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων των γεωτρήσεων, η ημερήσια παροχή είναι 180x16= 2880 m³/ημέρα.



Σχήμα 17: Κάλυψη υδρευτικών αναγκών της πόλης του Ρεθύμνου

Ανακεφαλαιώνοντας τα παραπάνω δεδομένα η πόλη του Ρεθύμνου υδρεύεται κατά ποσοστό 42% από τις γεωτρήσεις και τις δεξαμενές του Πλατανιά, 20% από τις πηγές της Αργυρούπολης, 9% από τις γεωτρήσεις του Γάλλου, 22% από τις λοιπές γεωτρήσεις του Δήμου Ρεθύμνης και 7% από τις γεωτρήσεις των Κούμων.

10. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του υπόγειου νερού χαρακτηρίζεται από ορισμένα στοιχεία (χημικά σύσταση, φυσικοχημικές παράμετροι, βιολογικοί δείκτες κ.α.). Η ποιότητα του εξαρτάται τόσο από την αρχική του σύσταση ως βροχή, όσο και από τη λιθολογική σύσταση του υδροφορέα μέσα στον οποίο κινήθηκε προηγούμενα.

Το υπόγειο νερό δεν είναι το χημικώς καθαρό νερό, H_2O , αλλά περιέχει πάντοτε σε διάλυση διάφορα ιόντα ή και σε αιώρηση διάφορα υλικά και σωματίδια. Τα είδη και η ποσότητα των υλικών αυτών, όπως και η πολυτυπία τους στο σύνολο αφενός, και από μόνη της η παρουσία τους αφετέρου, δημιουργούν ορισμένες παράγωγες φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν. Περιεκτικότητες σε ορισμένα από αυτά πάνω από ορισμένη τιμή είναι δυνατό να το καθιστούν ακατάλληλο για κάποια(ες) συγκεκριμένη(ες) χρήση(εις). Η συνολική περιεκτικότητα σε διαλυμένες ή και αιωρούμενες ουσίες, όπως και η σύσταση της περιεκτικότητας αυτής, δίνουν τα χαρακτηριστικά, την ποιότητα του υπόγειου (ή και του επιφανειακού) νερού.

Για τον καθορισμό της ποιότητας του υπόγειου και επιφανειακού νερού το οποίο χρησιμοποιείται για την ύδρευση και την άρδευση, η Δ.Ε.Υ.Α.Ρ. πραγματοποιεί συχνές δειγματοληψίες από τις γεωτρήσεις, τις δεξαμενές και τις πηγές, οι οποίες δεν είναι κάθε φορά οι ίδιες. Τα δείγματα αναλύονται χημικά και μικροβιολογικά για τον καθορισμό των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων του ποσίμου νερού Δήμου Ρεθύμνης κατά την διάρκεια του 2008 χωρισμένες ανά τρίμηνα:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: 28/3/2008

Σημείο δειγματοληψίας	PH Ενεργός οξύτης	Αγωγιμότη τα μs/cm	Θολότητα NTU	Οσμή	Γεύση	Χρώμα	Ολική Σκληρότη τα(f)	CL mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Mn ⁺⁺ mg/l	Fe ⁺⁺ mg/l
Ορια της 98/83/EK	6,5 - 9,5	2500	1	A	A	A		250	250	50	0,1	0,5	0,05	0,2
Γεώτρηση Αγίου Παύλου 1	7,6	400	0,52	A	A	A	35,5	81	110	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Αγίου Παύλου 2	7,6	395	0,23	A	A	A	35,5	81	110	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Αργυρούπολη	8,1	385	0,13	A	A	A	19,2	48	35	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Κούμων 1	7,8	480	0,25	A	A	A	25	53	<25	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Κούμων 2	7,8	510	0,62	A	A	A	26	55	<25	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Ξηρό Χωριό	7,7	615	0,34	A	A	A	30,1	70	<25	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Νέο Πηγάδι Πλατανιά	7,3	595	0,14	A	A	A	40	73	170	6,5	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Πηγή Κεράς Χρωμομοναστήρι	7,1	806	0,1	A	A	A	29,5	57	35	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Τούρκικη Δεξαμενή	7,6	455	0,14	A	A	A	27	55	125	10,1	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: 4/6/2008

Σημείο δειγματοληψίας	PH Ενεργός οξύτης	Αγωγιμότη τα μs/cm	Θολότητα NTU	Οσμή	Γεύση	Χρώμα	Ολική Σκληρότη τα(f)	CL- mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Mn ⁺⁺ mg/l	Fe ⁺⁺ mg/l
Ορια της 98/83/EK	6,5 - 9,5	2500	1	A	A	A		250	250	50	0,1	0,5	0,05	0,2
Μασταμπάς	7,6	400	0,25	A	A	A	27,1	73	115	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Κουμπές	8	395	0,23	A	A	A	19,1	71	18	2,5	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γάλλου Πλατεία	7,8	398	0,16	A	A	A	20,1	51	115	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Λιμεναρχείο	7,8	665	0,28	A	A	A	26,5	89	35	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γηροκομείο	8,1	718	0,35	A	A	A	33,5	97	200	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Πλατεία Γιαννουδίο	7,7	960	0,37	A	A	A	37,3	131	200	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Ξηρό Χωριό	7,8	636	0,47	A	A	A	27,1	85	<25	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Μικρά Ανώγεια	8,1	395	0,27	A	A	A	19	47	45	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Αγία Ειρήνη	8,2	396	0,39	A	A	A	19	51	45	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Ορος	7,7	450	0,46	A	A	A	26,3	49	25,4	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γενί	7,8	965	0,47	A	A	A	36,6	91	41	8,3	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Σελί	7,8	415	0,36	A	A	A	23,5	53	25,6	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Καρρέ	7,8	486	0,32	A	A	A	23,8	57	35	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Κούμοι	7,8	495	0,17	A	A	A	24,1	59	36	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Αρμένιοι	7,7	536	0,15	A	A	A	27,6	67	6,1	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γουλεδιανά	7,6	475	0,34	A	A	A	24,5	49	40	2,7	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Πρασές	7,8	470	0,27	A	A	A	25	57	155	10,5	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: 6/8/2008

Σημείο δειγματοληψίας	PH Ενεργός οξύτης	Αγωγιμότη τα μS/cm	Θολότη τα NTU	Οσμή	Γεύση	Χρώμ α	Ολική Σκληρότη τα(f)	CL mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Mn ⁺⁺ mg/l	Fe ⁺⁺ mg/l
Ορια της 98/83/EK	6,5 - 9,5	2500	1	A	A	A		250	250	50	0,1	0,5	0,05	0,2
Μασταμπάς	7,7	1030	0,461	A	A	A	29,3	93	126	7,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Κουμπές	8	880	0,49	A	A	A	28	79	128	2,5	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γάλλου δεξαμενή	8	1060	0,49	A	A	A	29,3	125	130	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Λιμεναρχείο	7,8	970	0,47	A	A	A	28,1	93	130	7,3	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γηροκομείο	7,8	1085	0,27	A	A	A	39,3	131	231	8,3	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Πλατεία Γιαννουδίο	7,7	1043	0,19	A	A	A	36,4	121	203	7,1	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γάλλου Πλατεία	7,6	910	0,35	A	A	A	37,8	103	138	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Αγ Παύλου 1	7,5	920	0,45	A	A	A	37,8	95	110	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Νέο Πηγάδι Πλατανιά	7,6	950	0,19	A	A	A	40	125	170	6,5	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Ενετική Γεφυρα	7,6	1133	0,17	A	A	A	42	130	270	3,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Καρβουνόλακο ς	7,5	1195	0,14	A	A	A	41	115	240	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Θεοτοκοπούλο υ	7,7	1050	0,18	A	A	A	35	198	40	6,8	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Ασκούτση	7,7	625	0,15	A	A	A	25	83	6	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γεώτρηση Συνατσάκη	7,8	610	0,34	A	A	A	24,3	71	5	8,3	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Τούρκικη δεξαμενή	7,8	601	0,16	A	A	A	25	89	125	10,7	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: 29/10/2008

Σημείο δειγματοληψίας	PH Ενεργός οξύτης	Αγωγιμότη τα μS/cm	Θολότη τα NTU	Οσμή	Γεύση	Χρώμα	Ολική Σκληρότητα(f)	CL mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Mn ⁺⁺ mg/l	Fe ⁺⁺ mg/l
Ορια της 98/83/EK	6,5 - 9,5	2500	1	A	A	A		250	250	50	0,1	0,5	0,05	0,2
Μασταμπάς	7,7	550	0,461	A	A	A	29,3	95	129	7,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Κουμπές	8	390	0,49	A	A	A	17,9	57	20	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Χρωμοναστήρι	7,5	518	0,36	A	A	A	20	67	36	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Λιμεναρχείο	7,8	700	0,36	A	A	A	26,2	97	32	8,8	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γηροκομείο	7,8	700	0,36	A	A	A	39,3	151	231	8,3	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Πλατεία Γιαννουδίο	7,7	1110	0,19	A	A	A	36,4	131	203	7,1	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04
Γάλλου Πλατεία	7,6	770	0,35	A	A	A	39,3	91	130	<2,2	<0,01	<0,02	<0,05	<0,04

Φυσικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά είναι το χρώμα, η οσμή, η θολότητα, η γεύση και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Το νερό πρέπει να είναι άχρωμο, άοσμο, διαυγές, άγευστο και η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας να είναι μικρότερη από 2500μS/cm.

Η τιμή του συντελεστή αγωγιμότητας συνδέεται με το σύνολο των διαλυμένων ουσιών (T.D.S.) στο νερό. Στις συνήθεις περιπτώσεις των υπόγειων νερών παίρνει τιμές από 140μS/cm έως 1100μS/cm.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων (2008) νερού τα οποία ελήφθησαν από διάφορα σημεία του δικτύου της πόλης παρατηρείτε ότι τηρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα το νερό που αναλύθηκε είναι άχρωμο, άοσμο, διαυγές, άγευστο και η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι μικρότερη από 2500μS/cm. Οι μεγάλες διακύμανσης στις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορεί να προκαλούνται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας.

Κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και του Αυγούστου η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποκτά πολύ υψηλότερες τιμές σε σχέση με τους υπολοίπους μήνες, με χαμηλότερη της "Τουρκικής δεξαμενής" με 601μS/cm και υψηλότερη της γεώτρησης "Καρβουνολακος" με 1195μS/cm. Τους υπολοίπους μήνες χαμηλότερη τιμή έχουν οι πηγές της Αργυρούπολης με 385μS/cm, ενώ υψηλότερη η γεώτρηση "Γενί" με 965μS/cm

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η γεώτρηση "Πλατεία Γιαννουδίου" διατηρεί τιμές άνω των 900μS/cm όλη τη διάρκεια του έτους, με τιμές 965, 1043, 1110μS/cm τον Ιούνιο, Αύγουστο και Οκτώβριο αντίστοιχα.

Χημικά χαρακτηριστικά

Κύρια συστατικά αυτά των οποίων η συνήθως περιεκτικότητα στο υπόγειο νερό είναι από 1mg/l έως 1000mg/l και που είναι τα εξής: Ca, Mg, Na, K, HCO_3 , CO_3 , SO_4 , Cl, NO_3 .

Στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που παραχωρήθηκαν από τη Δ.Ε.Υ.Α.Ρ. περιλαμβάνονται μετρήσεις από Cl, SO_4 και NO_3 .

Τα χλωριόντα (Cl⁻) προέρχονται κατά κύριο λόγο από τα ιζηματογενή πετρώματα που περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γένεσης. Το ανώτατο όριο περιεκτικότητας τους είναι τα 250 mg/l, η μέγιστη καταμετρηθείσα τιμή ήταν στη γεώτρηση "Θεοτοκοπούλου" 198mg/l, τον Αύγουστο.

Τα θειικά (SO_4) έχουν ανώτερο όριο περιεκτικότητας τα 250mg/l. Οι υψηλότερες καταμετρηθείσες τιμές ήταν τον Αύγουστο στη γεώτρηση "Καρβουνόλακος" με 240 mg/l και στη "Ενετική Γέφυρα" με 270mg/l (εκτός ορίου).

Τα νιτρικά έχουν ανώτερο όριο περιεκτικότητας τα 50mg/l. Οι μέγιστες καταμετρηθείσες τιμές

ήταν 10,1mg/l και 10,7mg/l στην "Τουρκική Δεξαμενή".

Δευτερεύοντα συστατικά αυτά των οποίων η συνήθης περιεκτικότητα στο υπόγειο νερό είναι από 0,1mg/l έως και 1mg/l και είναι τα εξής: Al, NH₄⁺, As, BO₄²⁺, Br, Cu, Fe, Mn, Sr, HSO₄²⁺, HSO₃²⁺, F, OH, H₂PO₄²⁺, PO₄²⁺, S, SO₃²⁺, NO₂²⁺.

Στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που παραχωρήθηκαν από τη Δ.Ε.Υ.Α.Ρ. περιλαμβάνονται μετρήσεις από NO₂⁺, NH₄²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺. Τα επιτρεπτά όρια περιεκτικότητας για την κατανάλωση του νερού είναι 0,1mg/l, 0,5mg/l, 0,05mg/l, 0,2 mg/l για τα νιτρώδη, το αμμώνιο, το μαγγάνιο και το σίδηρο αντίστοιχα.

Η περιεκτικότητα των συστατικών NO₂⁺, NH₄²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺ στα δείγματα που πάρθηκαν μετά από την ανάλυση παρουσίαζαν τιμές μικρότερες από 2,2 0,01, 0,02, 0,05 και 0,2 αντίστοιχα.

Διάφοροι δείκτες

Το PH. Τα υπόγεια νερά, ως φυσικά νερά, ανάλογα με την πετρολογική σύσταση των σχηματισμών μέσα στους οποίους φιλοξενούνται και ρέουν, μπορεί να είναι όξινα ή αλκαλικά ή ουδέτερα. Ορισμένα πετρώματα, όπως κυρίως οι οφιόλιθοι, υπό φυσικές συνθήκες περιέχουν αλκαλικά νερά, ενώ άλλα, όπως ασβεστολιθικά, αλλουβιακές αποθέσεις κλπ., περιέχουν κυρίως όξινα νερά.

Παρατηρείται πως η τιμή του pH στις γεωτρήσεις, δεξαμενές και πηγές κυμαίνεται από 7,1 έως και 8,2. Ως εκ τούτου, βρίσκεται μέσα στα όρια προδιαγραφών για το πόσιμο νερό.

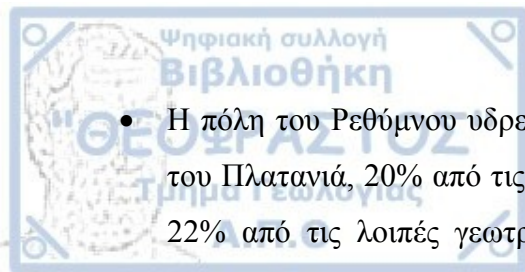
Η σκληρότητα νερού. Οφείλεται στην περιεκτικότητα του σε μεταλλικά ιόντα Ca²⁺, Mg²⁺, και ενίοτε Fe²⁺, Sr²⁺. Η σκληρότητα ονομάζεται παροδική, όταν οφείλεται σε διάλυση από το νερό του ανθρακικού ασβεστίου και του ανθρακικού μαγνησίου κατά τη ροή του μέσα σε πετρώματα. Επίσης ονομάζεται μόνιμη όταν οφείλεται στη διάλυση θειϊκού ασβεστίου και θειϊκού μαγνησίου. Περισσότερη έμφαση δίνουμε στην ολική, που είναι το άθροισμα της παροδικής ή ανθρακικής και της μόνιμης σκληρότητας. Από τις τιμές της σκληρότητας των νερών της περιοχής έρευνας, προκύπτει ότι τα υπόγεια νερά της περιοχής εμφανίζονται σκληρά έως πολύ σκληρά.

Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία και ποσοστά επιτρέπουν την παρατήρηση πως το πόσιμο νερό είναι απόλυτα ασφαλές. Σε όλες τις μετρήσεις, τα ποσοστά είναι μικρότερα από το ανώτατο επιτρεπτό όριο, άλλοτε σε μεγάλο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό. Ακόμη, το γεγονός πως παρουσιάζεται διαχρονικότητα στα αποτελέσματα, δεν επιτρέπει την αμφιβολία τόσο για τους συνεχείς ελέγχους, όσο και για την ποιότητα του νερού που καταναλώνουν οι κάτοικοι του Ρεθύμνου.

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως σκοπό τη διερεύνηση των συνθηκών ύδρευσης της πόλης του Ρεθύμνου. Από τη διερεύνηση προέκυψαν τα παρακάτω κύρια σημεία:

- Με βάση αποδεκτές μεθόδους πρόβλεψης του πληθυσμού, ο πληθυσμός του Ρεθύμνου αναμένεται να αυξηθεί από 28987 κατοίκους (2001) σε 43756 κατοίκους έως το 2031.
- Η γεωλογία της Κρήτης χαρακτηρίζεται από τα αλληπάλληλα επωθημένα τεκτονικά καλύμματα των Ελληνίδων ζωνών τα οποία συνωθούνται στο μικρό σχετικά γεωγραφικό χώρο του νησιού, με γενική κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο. Η Κρήτη συγκροτείται από ένα αυτόχθονο σύστημα που είναι η ενότητα των Πλακωδών ασβεστολίθων πάνω στο οποίο τοποθετούνται με λεπιοειδή τεκτονική διάταξη οι σειρές των πετρωμάτων των ενοτήτων Τρυπαλίου, Φυλλιτών – Χαλαζιτών, Τριπόλεως, Πίνδου και οφειολιθών. Η ευρύτερη περιοχή του Ρεθύμνου δομείται από τις γεωλογικές ενότητες των κατώτερων καλυμμάτων Πλακωδών ασβεστολίθων και Φυλλιτών – Χαλαζιτών. Ακόμη δομείται και από τις γεωλογικές ενότητες του ανώτερου καλυμμάτος της σειράς Τριπόλεως και από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα.
- Η ανθρακική σειρά της Τρίπολης εμφανίζει ικανοποιητική υδροφορία, ιδιαίτερα όπου το πάχος των ασβεστολιθικών καλυμμάτων είναι μεγαλύτερο από 100 m σε συνδυασμό με την τεκτονική δομή των υποκείμενων, αδιαπέρατων, σχηματισμών φυλλιτών - χαλαζιτών.
- Στις ζώνες των ασβεστολιθικών σχηματισμών επικρατεί κυρίως το τραχύ ανάγλυφο ενώ στις ζώνες των φυλλιτών – χαλαζιτών το ανάγλυφο είναι ηπιότερο και η διάβρωση έχει προχωρήσει σε βάθος με αποτέλεσμα την επέκταση των καλλιεργειών, όπου οι μέγιστες κλίσεις το επιτρέπουν. Στις ζώνες των νεότερων ιζημάτων και κυρίως των μαργών και των ψαμιτομαργών επικρατεί το χαρακτηριστικό ομαλό ανάγλυφο.
- Το Ρέθυμνο χαρακτηρίζεται από κλίμα μεσογειακό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,8 °C, με ελάχιστη 12,7 °C και μέγιστη 26,2 °C. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής είναι 100 ημέρες το χρόνο, ο μέσος αριθμός ημερών καταιγίδας είναι 30 ημέρες το χρόνο και ο μέσος όρος των ετήσιων βροχοπτώσεων (1971-2000) ανέρχεται στα 690mm.
- Οι υδρευτικές ανάγκες της πόλης του Ρεθύμνου ανέρχονται περίπου στα 2.700.000 m³ ανά έτος που αντιστοιχεί σε 7397,260 m³ ημερήσια κατανάλωση.
- Οι απώλειες δικτύου ανέρχονται για την περίοδο του χειμώνα σε ποσοστό 64%, ενώ για την περίοδο του θέρους στο 33%. Τα παραπάνω ποσοστά προκύπτουν αφαιρώντας από το ποσό των εισροών νερού (εισροές υδρολογικού έτους 1996-1997) το ποσό των υδρευτικών αναγκών.



- Η πόλη του Ρεθύμνου υδρεύεται κατά ποσοστό 42% από τις γεωτρήσεις και τις δεξαμενές του Πλατανιά, 20% από τις πηγές της Αργυρούπολης, 9% από τις γεωτρήσεις του Γάλλου, 22% από τις λοιπές γεωτρήσεις του Δήμου Ρεθύμνης και 7% από τις γεωτρήσεις των Κούμων.

Από τα παραπάνω τελικός συμπεραίνουμε ότι για τη κάλυψη των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών της περιοχής απαιτούνται τα εξής:

- Η περαιτέρω αξιοποίηση του αγωγού Αργυρούπολης και του υδροφορέα Πλατανιά.
- Η αξιοποίηση μέρους του υδατικού δυναμικού του κατασκευαζόμενου Φράγματος -

Ταμιευτήρα Ποταμών Αμαρίου.

- Η περαιτέρω εκμετάλλευσης του καρστικού υδροφορέα της ευρύτερης περιοχής Κούμοι.

- Το νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση είναι απόλυτα ασφαλές, αφού οι περιεκτικότητες των χημικών ουσιών που περιέχει είναι αισθητά κάτω από την παραμετρική τιμή.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ ΚΩΣΤΑΣ (2009) : *"ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ"*
Εκδόσεις Τζιόλα

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ (1985): *"ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ"*
Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS

ΦΑΣΟΥΛΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ (2001): *"Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης"*
Εκδόσεις Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης

ΠΑΥΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ, ΠΑΥΛΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ (1998): *"Ειδική υδρογεωλογική μελέτη ευρύτερης περιοχής δήμου Ρεθύμνου"* Δ.Ε.Υ.Α.Ρ.

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ Δ., ΣΤΕΙΑΚΑΚΗΣ Ε., ΓΕΩΡΓΙΑ Κ., ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ Μ., ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ.(1999): *"Υδρευση Ρεθύμνου: ορθολογική διαχείριση υφιστάμενων και αναζήτηση νέων πόρων νερού"* ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ Εργαστήριο εφαρμοσμένης γεωλογίας

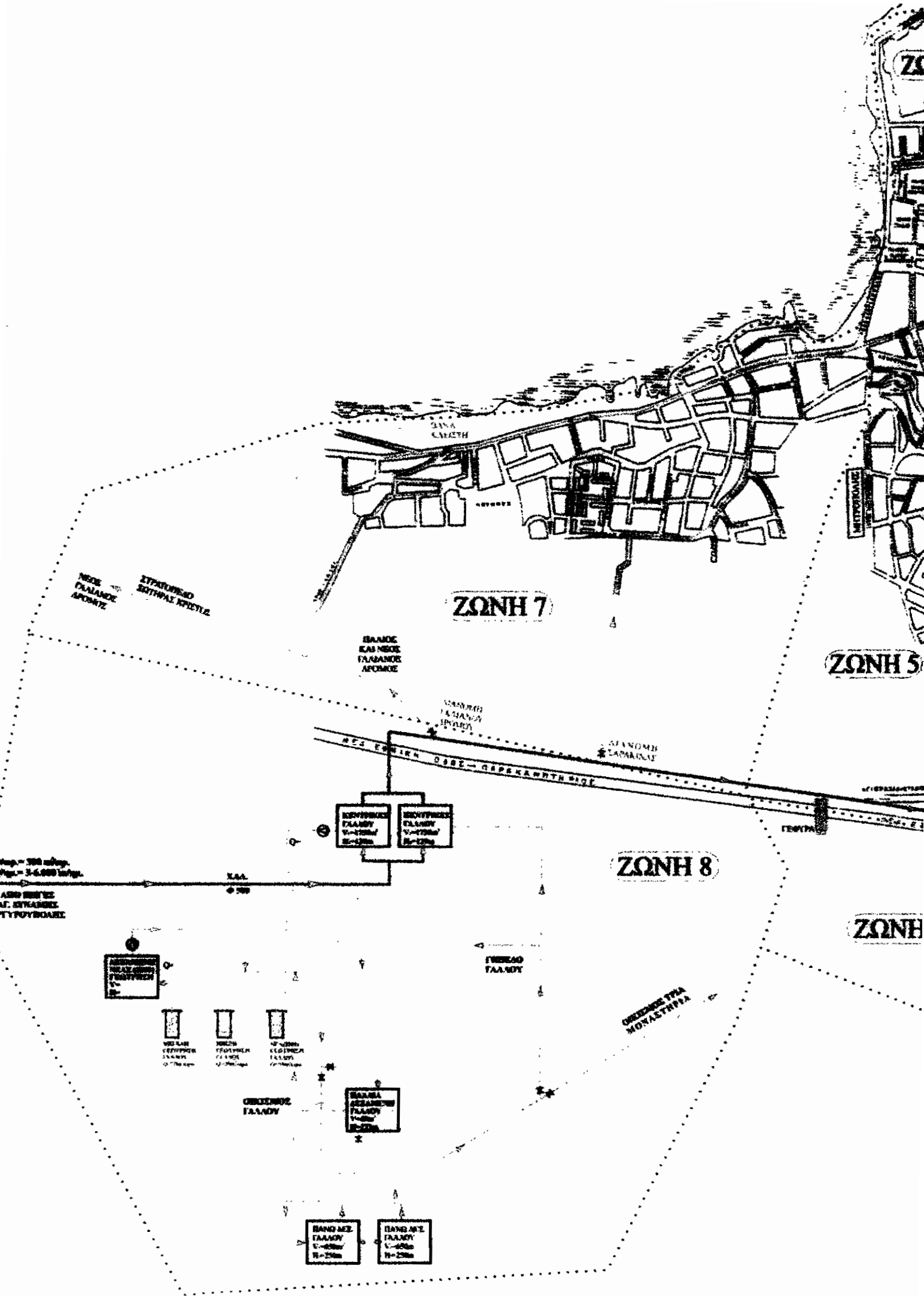
ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2004): *"ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΠΡΩΤΟΣ ΤΟΜΟΣ"*
Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη

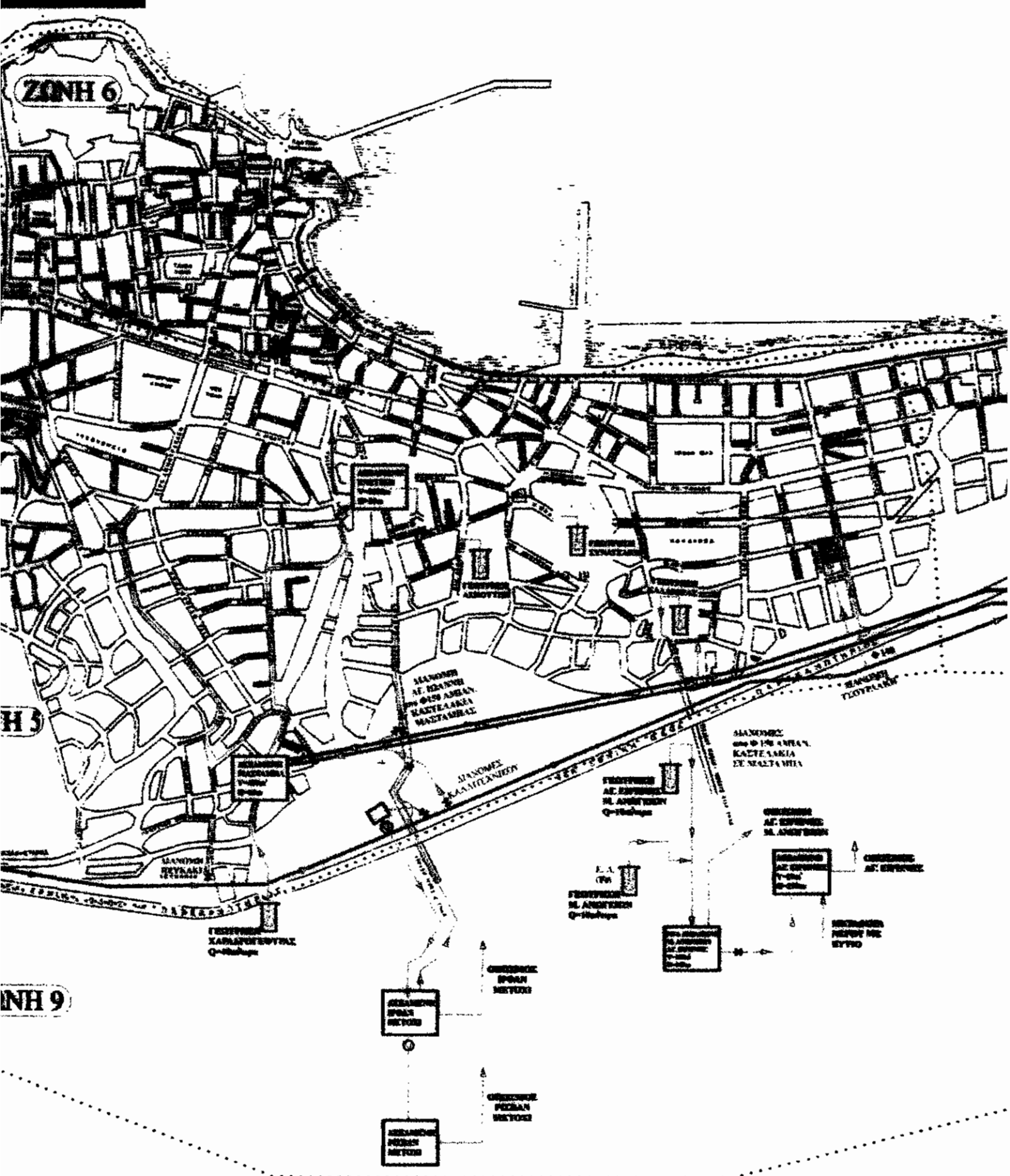
ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2004): *"ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΤΡΙΤΟΣ ΤΟΜΟΣ"*
Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη

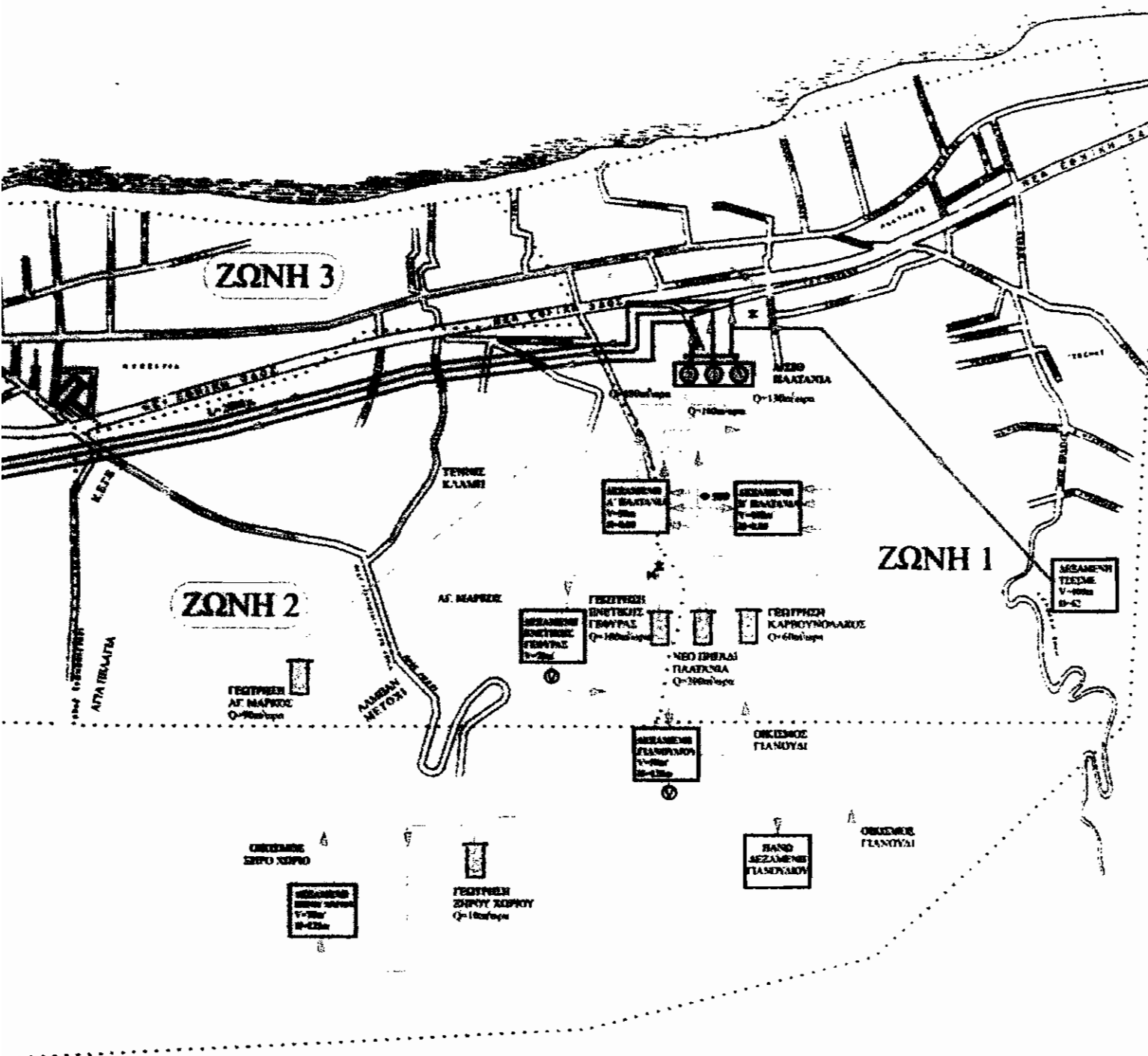
ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2004): *"ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΤΕΤΑΡΤΟΣ ΤΟΜΟΣ"*
Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ







ΧΑΡΤΗΣ 1

ΖΩΝΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

- ΖΩΝΗ 1: ΝΕΡΟ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΠΛΑΤΑΝΙΑ
- ΖΩΝΗ 2: ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΚΑΤΑΒΛΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣ ΚΑΣΤΕΛΑΚΙΑ
- ΖΩΝΗ 3: ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΚΑΣΤΕΛΑΚΙΑ, Η ΑΠΟ ΠΛΑΤΑΝΙΑ Η ΑΝΑΜΙΚΤΟ
- ΖΩΝΗ 4: ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΚΑΣΤΕΛΑΚΙΑ
- ΖΩΝΗ 5: ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΜΕΣΣΗ
- ΖΩΝΗ 6: ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΕΝΕΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΙ ΜΕΣΣΗ
- ΖΩΝΗ 7: ΝΕΡΟ ΑΡΥΤΡΟΥΤΙΔΩΝ
- ΖΩΝΗ 8: ΝΕΡΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΓΛΑΦΟΥ
- ΖΩΝΗ 9: ΟΙΚΙΣΜΟΙ ΓΛΑΦΟΥ, ΣΗΡΟ ΧΕΙΡΟ, ΑΓ. ΕΦΡΗΜ, Μ. ΑΝΘΙΣΤΕΛΑ, ΕΦΩΝ ΜΕΤΟΧΙ, ΠΕΣΒΑΝ ΜΕΤΟΧΙ

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΡΕΘΥΜΝΟΥ
(Δ.Ε.Υ.Α.Ρ.)
ΤΜΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΥΜΑΤΩΝ

ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ ΡΕΘΥΜΝΟΥ
ΖΩΝΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ : ΒΡΥΛΛΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΚΕ : ΔΙΑΝΑΦΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ

ΡΕΘΥΜΝΟ ΑΠΡ. 2002