



**ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΓΕΩΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ
ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤΙ-
ΚΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΑΓΥΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ

Ιωάννας Καραγιαννίδου



ΧΑΝΙΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ, 2024

"Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης".



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

**ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΓΕΩΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ
ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤΙ-
ΚΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΑΓΥΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ

Ιωάννας Καραγιαννίδου

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΡΑΤΖΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
(ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Δρ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΑΥΛΑΚΗ

ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΟΥΤΡΟΥΛΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΡΑΝΥΧΙΑΝΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της σημαντικότητας των υφιστάμενων γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, για την προστασία του καρστικού υδροφορέα στην περιοχή Αγυιάς, Χανίων. Ο υδροφορέας παρέχει, σήμερα, άριστης ποιότητας και σε ικανή ποσότητα πόσιμο νερό διευκολύνοντας την ομαλή παροχή και την τροφοδοσία του, στους κατοίκους και τους επισκέπτες, στο νομό Χανίων. Ειδικότερα στη διάρκεια της τουριστικής περιόδου, τους θερινούς μήνες, του έτους, όταν και οι ανάγκες σε ζήτηση νερού αυξάνονται σημαντικά.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η ανάλυση των κρίσιμων γεωπαραγόντων, με στόχο τον προσδιορισμό εκείνων των ενεργειών, που η εφαρμογή τους θα οδηγήσει στην περαιτέρω αειφόρα διαχείρισή του καρστικού υδροφορέα στην περιοχή Αγυιάς, Χανίων. Συγκεκριμένα, οι γεωπαραγόντες που θα εξεταστούν είναι οι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι υδρολογικές, υδρολιθολογικές, υδρογεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε βασίζεται στη συγκέντρωση και επεξεργασία δεδομένων, όπως είναι οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, η ποσότητα του αποθηκευμένου νερού στους ταμιευτήρες και οι χημικές αναλύσεις της ποιότητας του. Τέλος, τα συμπεράσματα προκύπτουν από την εξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων, με γνώμονα τη δυνατότητα περαιτέρω άντλησης υδάτων και της αειφόρου αξιοποίησής του.

Abstract:

The purpose of the current dissertation thesis is to highlight the importance of the existing, prevailing environmental conditions for the protection of the karstic aquifer in the area of Agia, Chania. Today, the aquifer provides drinking water of excellent quality and in sufficient quantity, to the residents and visitors, in the area of Chania, especially during the summer (tourist season), when the drinking water needs are increasing significantly.

The objective of this thesis is the analysis of the critical geofactors, in order to identify the necessary actions, which must be implemented and which will lead to the further sustainable management of the karstic aquifer in the abovementioned area. In particular, the geofactors that will be examined are the geological formations, the hydrological and tectonic conditions that prevail in the area.

The method that will be used is based on the acquisition and processing of data, such as the prevailing climatic conditions, the existing quantity of water in the reservoirs and its chemical analysis, resulting in safe conclusions and aiming to the further sustainable exploitation of the karstic aquifer in the area of Agia, Chania.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε, με σκοπό να συμβάλλει στην ορθολογική αξιοποίηση των υπόγειων υδροφορέων της ευρύτερης περιοχής της Αγυιάς, στα πλαίσια της αειφόρου διαχείρισης του γεωπεριβάλλοντος της. Η περιοχή μελέτης, με τον ιδιαίτερο τεκτονισμό που την χαρακτηρίζει, αποκτά υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, τόσο για την κίνηση των υπόγειων υδάτων διαμέσου του υδραυλικού συστήματος, το οποίο δημιουργείται χάρη στις ασυνέχειες του καρστικού υδροφορέα Λευκών Ορέων, όσο και για την ποσότητα και ποιότητα που δύναται να αποθηκεύει και να παρέχει στο Ν. Χανίων. Οι πηγές Αγυιάς τροφοδοτούν με εξαιρετικής ποιότητας νερό το νομό Χανίων, σε περιόδους αυξημένης ζήτησης, όπως την καλοκαιρινή περίοδο, που συνυπάρχει με ξηρασία και τουρισμό, είτε περιόδους με οικιστικές και αγροτικές ανάγκες.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, αναλύθηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω, και εξάγονται ασφαλή και πιστοποιημένα συμπεράσματα με στόχο την προστασία και ανάδειξη της περιοχής ενδιαφέροντος. Το σύνολο των γεωλογικών χαρακτηριστικών που χρησιμοποιήθηκαν κατατάσσουν την περιοχή κατάλληλη για περαιτέρω αξιοποίηση των υπόγειων υδροφορέων της.

Ακολούθως, στην παρούσα εργασία παρατίθενται προτάσεις, για την αειφόρα διαχείριση των υπόγειων νερών της περιοχής μελέτης και τη διατήρηση της χαρακτηριστικής τεκτονικής των υπόγειων υδροφορέων. Στόχο της εργασίας αποτελεί η ανάδειξη του υφιστάμενου υπόγειου υδραυλικού συστήματος των Λευκών Ορέων και η επιπλέον ορθολογική του αξιοποίηση, ώστε να εξασφαλιστεί τόσο η ποσότητα, η ποιότητα του νερού για την τροφοδότηση του ν. Χανίων, όσο και η προστασία του γεωπεριβάλλοντος των καρστικών υδροφορέων κατά τη χρήση τους.

Ο κυριότερος στόχος θεωρείται η αξιοποίησή τους βάσει:

- Της ανάδειξης και αποκατάστασης του γεωπεριβάλλοντος της περιοχής
- Της πρόβλεψης και προστασίας από τις φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές
- Της ενδεδειγμένης και ενδεδειγμένης επιστημονικής έρευνας και μελέτης των γεωσυνθηκών στο πλαίσιο του ορθολογικού σχεδιασμού και της κατασκευής αναπτυξιακών έργων.

Καθ όλη τη διάρκεια της εργασίας αξιοσημείωτη ήταν η συμβολή της Δρ Αικατερίνης Παυλάκη, Διδάσκουσα Γεωλογίας, τόσο με τη στήριξη όσο και την παροχή άφθονου υλικού .

Για αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω με ιδιαίτερο σεβασμό :

- Την κ. Αικατερίνη Παυλάκη, Διδάσκουσα της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος για τη συμβολή στην εργασία τόσο με τεχνικό υλικό, όσο και με συνεχές ενδιαφέρον και υποστήριξη σε δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν.
- Τον κ. Γεώργιο Καρατζά, καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος για την πολύτιμή συμβολή του στην επίτευξη και ολοκλήρωση της εργασίας .
- Τον κ. Αριστείδη Κουτρούλη, καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος για το χρόνο που διέθεσε κάνοντας στοχευόμενες παρατηρήσεις για την επίτευξη και ολοκλήρωση της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	2
Abstract:.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	9
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ.....	9
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	12
2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ, ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	12
2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	14
2.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	30
3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	30
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ.....	44
3.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ,ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ :ΣΥΖΗΤΗΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. Πληθυσμιακά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Πίνακας 2.1. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Θερμοκρασίας από το 1958-2010.

Πίνακας 2.2. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Υετού από το 1958-2010

Πίνακας 2.3. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Ανέμου από το 1958-2010

Πίνακας 2.4. Μέσες Μηνιαίες μετρήσεις ύψους βροχής (mm).

Πίνακας 2.5. Μετρήσεις βροχοβαθμίδας.

Πίνακας 4.1: Μετρήσεις Θερμοκρασίας ,Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, ΡΗ,Ολική Σκληρότητας των πηγών Αγυιάς(paper Iydakis).

Πίνακας 4.2: Χημική Ανάλυση των πηγών Αγυιάς(paper Iydakis).

Πίνακας 6.1: Υδρολιθολογικά στοιχεία την περιοχής μελέτης.

Πίνακας 6.2: Συνοπτικά χαρακτηριστικά ποιότητας και ποσότητας Πηγών Αγυιάς.

Πίνακας 6.3: Χρονική καταγραφή της ποσότητας του αντλούμενου νερού από τις υδρογεωτρήσεις στην περιοχή των Μυλωνιανών,(Διδακτορική Διατριβή Αικ. Παυλάκη.)

Πίνακας 6.4: Ποσότητα αντλούμενου νερού από τον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιανών.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης

Εικόνα 2.2. Απεικόνιση της περιοχής μελέτης

Εικόνα 2.3. Η λίμνη Αγυιάς

Εικόνα 2.4. Τα Λευκά Όρη

Εικόνα 2.5. Το φαράγγι του Θερίσου.

Εικόνα 2.6. Τρισδιάστατη απεικόνιση της μορφολογίας του εδάφους στην περιοχή ενδιαφέροντος

Εικόνα 2.3.1. Αποτύπωση των Μετεωρολογικών Σταθμών και την περιοχής μελέτη.

Εικόνα 3.1 Προοδευτική εξέλιξη της γεωλογικής δομής των Λευκών Ορέων

Εικόνα 3.2. Γεωλογική τομή της περιοχής μελέτης (Παυλάκης, 1989)

Εικόνα 4.1: Το γενικό σχέδιο αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού της Δυτικής Κρήτης για ύδρευση και άρδευση με τα υλοποιημένα τμήματα των έργων. (Παυλάκης Π., Παυλάκη Αικ., Λυδάκης Ν., 2010)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1. Μεταβολή της θερμοκρασίας ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010.

Διάγραμμα 2.2. Μεταβολή της μέσης τιμής του Υετού ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010

Διάγραμμα 2.3. Μεταβολή της μέσης τιμής του ανέμου ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010

Διάγραμμα 2.4. Μέσες Μηνιαίες Τιμές του Ύψους Βροχής σε (mm) στου μετεωρολογικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής μελέτης

Διάγραμμα 2.5. Διάγραμμα μεταξύ του Μέσου Ετήσιου Ύψους Βροχής με το Υ-ψόμετρο για εύρος υψομέτρων από +7 έως +740

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 3.1. Τα ρήγματα F1, F2 και F3 που απαρτίζουν το σύστημα διακίνησης του υπόγειου νερού των Λευκών Ορέων και της εκφόρτισής του στις πηγές Αγκιάς Παυλάκης, 1989.

Χάρτης 3.2. Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης

Χάρτης 3.3. Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών μαζί με τη μορφολογία της περιοχής μελέτης

Χάρτης 3.2.1 Απεικόνιση της Λεκάνης του Κερίτη

Χάρτης 3.3.1. Μορφολογική απεικόνιση της περιοχής μελέτης και παρουσίαση των γεωλογικών σχηματισμών.

Χάρτης 3.3.2: Απεικόνιση του φράγματος του κατακλαστίτη.

Χάρτης 7.1: Προσφερόμενες ζώνες για την ανάπτυξη υδρογεωτρήσεων εκμεταλλεύσεως στην περιοχή των Μυλωνιανών (Διερεύνηση του καρστικοποιημένου ασβεστολιθικού υδροφορέα της περιοχής των Μυλωνιανών, 1983.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πολυτεχνείο Κρήτης με σκοπό την περαιτέρω αξιοποίηση των υπόγειων υδάτων των Λευκών Ορέων. Συγκεκριμένα στην περιοχή της Αγυιάς, τη Λεκάνη του Κερίτη περιλαμβανομένων των Λευκών Ορέων. Η τοποθεσία διακρίνεται για το μοναδικό συνδυασμό της ποιότητας και της ποσότητας αποθηκευμένου νερού χάρη στην ιδιαίτερη γεωμορφολογία της περιοχής, η οποία βασίζεται στους γεωλογικούς σχηματισμούς, το φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου και την καρστικοποίηση του ασβεστολιθικού εδάφους με την πάροδο των χρόνων.

Στον **Πίνακα 1.1** αναγράφονται πληθυσμιακά και γεωγραφικά στοιχεία για τις Δημοτικές Ενότητες ενδιαφέροντος σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

<u>Δήμος</u> <u>Δημοτική Ενότητα</u>	<u>Πληθυσμός</u>	<u>Τετραγωνικά</u> <u>Χιλιόμετρα</u>
Χανίων	53910	12,525
Θερίσου	8596	74,235
Ελευθερίου Βενιζέλου	13145	18859
Νέας Κυδωνίας	10771	21,602

Πίνακας 1.1: Πληθυσμιακά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης σύμφωνα με την απογραφή του 2011 [9].

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην αξιολόγηση και την παρουσίαση προτάσεων για επιπλέον χρήση των υδατικών αποθεμάτων του υπόγειου υδροφορέα Λευκών Ορέων και της περιοχής της Αγυιάς με σκοπό την περαιτέρω αξιοποίησή τους. Το γεωλογικό υπόβαθρο των Λευκών Ορέων που αναλύεται παρακάτω εμπνέει την αξιοποίηση των υδατικών όγκων που προσφέρει η περιοχή, για χρήσεις γης, καθώς επίσης και για άλλες δραστηριότητες όπως, αναψυχή (βιότοποι) με αποτέλεσμα την ενίσχυση του τουρισμού της περιοχής αλλά και την αύξηση προσφοράς πόσιμου νερού για ύδρευση και άρδευση στο νομό Χανίων, ώστε να μη δημιουργούνται ελλείψεις την τουριστική περίοδο, με έμφαση πάντα στην

προστασία του πολύτιμου γεωπεριβάλλοντός της. Η διαδικασία εκπόνησης βασίστηκε στην προστασία, ανάδειξη και ορθολογική αξιοποίηση της περιοχής.

Αντικείμενο της μελέτης είναι :

- **Η αναλυτική περιγραφή του γεωλογικού ανάγλυφου της περιοχής και η επισήμανση των κινδύνων υπεράντλησης από εσφαλμένα σημεία.** Αυτή περιλαμβάνει την επιμέρους ανάλυση των γεωμορφολογικών-, τεκτονικών και υδρογεωλογικών συνθηκών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην προστασία των αξιοποιήσιμων πηγών του υπόγειου υδροφορέα. Συγκεκριμένα, από την επικινδυνότητα ρύπανσης του καθαρού νερού από θειικά, λόγω υπεράντλησης ή απώλειας του κατακλαστίτη στο ρήγμα Αγυιάς (F1) ,που λειτουργεί ως διάφραγμα-, με αποτέλεσμα την υφαλμύριση.
- **Η προσφορά προτάσεων, ώστε να επιτευχθεί επιπλέον αξιοποίηση, με ασφαλή προσέγγιση για την διατήρηση του γεωπεριβάλλοντος της περιοχής.** Η παραπάνω βασίζεται στην επεξεργασία των υδρογεωλογικών δεδομένων, όπως (βροχόπτωση, στάθμη, παροχή, χημικές αναλύσεις), τα οποία συλλέχθηκαν από πιστοποιημένες μελέτες, ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την ποσότητα και την ποιότητα του νερού.
- Η υποβολή προτάσεων για τη λήψη μέτρων πρόληψης γεωλογικών, υδρογεωλογικών κινδύνων αλλά και ιδέες για την βέλτιστη αξιοποίηση της περιοχής. Η περιοχή μελέτης αποτελεί τόπο παγκόσμιου ενδιαφέροντος λόγω τις γεωποικιλότητάς του.

Σκοπός της εργασίας, όπως αναφέρθηκε πρωτίτερα ορίζεται η αξιοποίηση του υπόγειου υδροφορέα Λευκών Ορέων, όσον αφορά την άντληση νερού για οικιστικές και γεωργικές χρήσεις αλλά και την εδραίωση του ως βιότοπο με σκοπό την αύξηση της τουριστικής επισκεψιμότητας, με γνώμονα την αειφορία του γεωπεριβάλλοντος της.

Το θέμα παρουσιάζει ενδιαφέρον και η επιστημονική προσέγγιση του έχει απασχολήσει πληθώρα μηχανικών και γεωλόγων, τον Δρ.Παύλο Παυλάκη, Πολιτικό Μηχανικό, την Διδάσκουσα Δρ. Αικατερίνη Παυλάκη κ.α.. Η υδρογεωλογική υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής και η μορφή του τεκτονικού παράθρου στο πέρασμα των αιώνων, η απόδειξη της καρστικότητας της περιοχής και η απόρριψη της ιδέας στεγανότητας των υπόγειων υδροφορέων προσέγγισε το επιστημονικό ενδιαφέρον για την περαιτέρω αξιοποίηση των ταμιευτήρων των Λευκών Ορέων, τόσο για την ομορφιά του φαινομένου, όσο και για τις πηγές του ποιοτικού και ποσοτικού αποθηκευμένου νερού σε περιόδους λειψυδρίας.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε βάσει επιστημονικών πληροφοριών, οι οποίες συγκεντρώθηκαν, αναλύθηκαν και εξήχθησαν ασφαλή συμπεράσματα. Βασικοί πυλώνες για τη σύνθεση της εργασίας υπήρξαν η Διδακτορική Διατριβή της Δρ. Αικατερίνης Παυλάκη με θέμα «Τεχνικές Γεωλογικές Συνθήκες στο Ν. Χανίων» [14], τη Διδακτορική Διατριβή του Δρ. Παύλου Παυλάκη, Πολιτικού Μηχανικού, με θέμα « Συμβολή στην Υδρογεωλογική Διερεύνηση του Ασβεστολιθικού Υδροφόρου Συστήματος των Πηγών Αγυιάς Δυτικής Κρήτης» [15], η Προκαταρκτική Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας με τίτλο «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου του Δήμου Χανίων και των περιαστικών Δήμων Ελ. Βενιζέλου, Θερίσου και Σούδας(Γ.Π.Σ) [2]. Αξιοποιήθηκαν κλιματολογικά δεδομένα από την ιστοσελίδα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και διαδικτυακές εικόνες χαρτών, σχετικά με τη μορφολογία, τη γεωλογία και την υδρογεωλογία από το Google Earth. Τέλος, η παρούσα εργασία προσέγγισε το θέμα βασιζόμενη στην αειφόρα διαχείριση του υπόγειου καρστικού υδροφορέα Λευκών Ορέων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ, ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η νήσος Κρήτη, βρίσκεται στη νότια Ευρώπη, συνορεύει με το Αιγαίο πέλαγος, το Ιόνιο και τη Μεσόγειο θάλασσα, στην οποία λαμβάνουν χώρα φαινόμενα, όπως η σύγκλιση της Αφρικανικής με την Αιγιακή πλάκα. Η σύγκλιση τους δημιουργεί τη μεσογειακή ράχη που επηρεάζει αναπόφευκτα όλο το γεωλογικό καθεστώς της περιοχής. Η νότια πλευρά της νήσου συνορεύει με το Λυβικό πέλαγος, η δυτική με το Μυρτώο πέλαγος και η ανατολική με το Καρπάθιο πέλαγος. Η συνολική έκταση της υπολογίζεται στα 8450 km², ενώ χωρίζεται σε τέσσερις νομούς από ανατολικά προς δυτικά, είναι ο Ν. Λασιθίου, Ν. Ηρακλείου, Ν. Ρεθύμνου, Ν. Χανίων. Η περιοχή ενδιαφέροντος εντοπίζεται κυρίως στο βόρειο τμήμα του Νομού Χανίων και εκτείνεται προς το νότο συμπεριλαμβανομένων των Λευκών Ορέων. Συγκεκριμένα, απαρτίζεται από τις περιοχές της Αγυιάς, τον Κάμπο Χανίων, τη λεκάνη απορροής του ποταμού Κερίτη και τα βόρεια Λευκά Όρη. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες στο βόρειο τμήμα και συγκεκριμένα στη λίμνη Αγυιάς είναι 35,29°Β και 25,56°Α, ενώ κατευθυνόμενα δυτικά αλλάζει μόνο το γεωγραφικό μήκος και γίνεται 23,51°. Εν συνεχεία, κατεβαίνοντας προς το νότο στα Λευκά Όρη έχουν συντεταγμένες 35,17° Βόρειο γεωγραφικό πλάτος και 24,02 Ανατολικά του πρώτου μεσημβρινού γεωγραφικό μήκος. Η ακριβής γεωγραφική θέση παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.1 και Εικόνα 2.2. Αναλυτικότερα, ξεκινάει από τη βόρεια ενδοχώρα στη λίμνη Αγυιάς σε υψόμετρο +63μέτρα κατευθύνεται δυτικά προς τον Κάμπο Χανίων ανεβαίνοντας στα +100 μέτρα ενώ μεταβαίνει σταδιακά προ το νότο, συναντώντας με τη σειρά τις περιοχές Μυλοπόταμος, Βατόλακκος και τη Λεκάνη Κερίτη. Συνεχίζοντας, ολοκληρώνεται στις Πάχνες την κορυφή των Λευκών Ορέων σε υψόμετρο +2454μέτρων και κατευθύνεται ξανά προς το Βορρά, συναντώντας τη Ζούρβα +551μέτρων, το Θέρισσο +642μέτρων, τα Μυλωνιανά +107 μέτρων σε υψόμετρο, ενώ ολοκληρώνεται ξανά στην Αγυιά.

Παρακάτω ακολουθούν φωτογραφίες από το Google Earth, για την ένδειξη της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 2.1: Απεικόνιση της περιοχής μελέτης (Google Earth)



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση περιοχής μελέτης (Google Earth)

2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η κίνηση και η αποθήκευση πόσιμου νερού στην περιοχή μελέτης βασίζεται σε 3 παράγοντες, όπου η συνύπαρξη τους συμβάλει στην επιτυχία του υπόγειου υδραυλικού συστήματος των Λευκών Ορέων. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι:

- Η γεωλογία του εδάφους, όπου οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί διαβρώνονται επιτρέποντας το βρόχινο νερό και το χιόνι να κατεισδύσει,
- Το φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου, το οποίο δημιούργησε τεκτονικές ασυνέχειες και ρήγματα που επιτρέπουν την κίνηση του υπόγειου νερού και
- Η καρστικοποίηση του υπόγειου υδραυλικού συστήματος, πραγματοποιώντας ταμιευτήρες αποθήκευσης του υπόγειου νερού.

Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ποικίλο γεωλογικό ανάγλυφο, το οποίο δημιουργεί το έντονο μορφολογικό και υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, καθώς αρχίζει από πολύ χαμηλά υψόμετρα +63m στη λίμνη Αγκιάς έως την κορυφή των Λευκών Ορέων +2454m. Η έντονη μορφολογία ολόκληρου του νομού Χανίων οφείλεται στη συνεχή σύγκρουση και υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας υπό της Αιγιακής με ταχύτητα 4,5cm/έτος. Σήμερα, επικρατεί εφελκυστικό πεδίο τάσεων στη διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ, όπου σε συνδυασμό με την αέναη διάβρωση και αποσάθρωση των ασβεστολιθικών στρωμάτων συντίθεται ένα λεπτομερές επιφανειακό και υπόγειο ανάγλυφο. Η ορογένεση των Λευκών Ορέων βασίζεται στο φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου, μεταφέροντας έτσι στην κορυφή τους τα ασβεστολιθικά στρώματα, της ενότητας Πλακωδών Ασβεστόλιθων και Τρυπαλίου, τα οποία διακρίνονται για τη μεγάλη διαπερατότητα τους, έτσι επιτρέπουν το νερό να εισχωρεί και να αποθηκεύεται στους υπόγειους ταμιευτήρες τους. Το υπόγειο μορφολογικό καθεστώς απαρτίζεται από τρία βασικά ρήγματα (F1,F2,F3), σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. Κυρίαρχης σημασίας είναι το ρήγμα της Αγκιάς (F1), με κατεύθυνση Δυτικά προς Ανατολικά και αποτελεί κανονικό έως πλαγιόκανονικό-μεταπτωτικό ρήγμα. Επόμενο ρήγμα που διασταυρώνεται με το προηγούμενο αποτελεί το ρήγμα Αγκιάς- Μεσκλών (F2), εφελκυστικό διακεκομμένο ρήγμα με κατεύθυνση Βορειοδυτικά- Νοτιοανατολικά. Τέλος, το τρίτο Μυλωνιανών -Μαλάξας (F3), με διεύθυνση Δυτικά προς Ανατολικά και διασταυρώνεται με Αγκιάς- Μεσκλών (F2).

ΤΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ

Το φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου ερμηνεύει το υπόγειο οικοδόμημα των υδροπερατών ασβεστολιθικών σχηματισμών. Η επικρατούσα γεωλογική κατάσταση επιτρέπει την κίνηση του νερού από την επιφάνεια των Λευκών Ορέων, την κατείσδυσή τους στον υπόγειο υδροφορέα, την κίνηση τους διαμέσου ρηγμάτων και την τελική επανεμφάνισή τους στην επιφάνεια με την μορφή πηγών.

Συγκεκριμένα, η δημιουργία του τεκτονικού παραθύρου διήρκησε εκατομμύρια χρόνια και βασίστηκε σε δύο παράγοντες, οι οποίοι είναι :

- Η εναλλαγή του πεδίου των τάσεων, που επικρατούσε στην περιοχή της Κρήτης, από θλιπτικό στον άξονα Βορράς- Νότος σε εφελκυστικό στον άξονα Βορράς- Νότος και
- Η ταυτόχρονη καταβύθιση της Αφρικανικής πλάκας υπό της Αιγιακής.

Όταν το άκρως συμπιεστικό καθεστώς του πεδίου των τάσεων εναλλάχθηκε σε εφελκυστικό, δεχόμενο ταυτόχρονα και την υπόγεια, κατακόρυφη δύναμη λόγω βύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Αιγιακή πλάκα, διέσπασε, διέρρηξε και αποκάλυψε τους κατώτατους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής μελέτης, δημιουργώντας έντονη ρηξιγενή τεκτονική. Η γέννηση του τεκτονικού παραθύρου στη διεύθυνση Ανατολικά Νοτιοανατολικά με Δυτικά Βορειοδυτικά οδήγησε στην ενεργοποίηση των υφιστάμενων ρηγμάτων αλλά και τη δημιουργία νέων. Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης η κατώτατοι γεωλογικοί σχηματισμοί αποτελούνται από ασβεστόλιθους, οι οποίοι καρστικοποιούνται δημιουργώντας υπόγειους ταμιευτήρες.

Η ΚΑΡΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Το κύριο φαινόμενο που επικρατεί στην περιοχή των Λευκών Ορέων αποτελεί η καρστικοποίηση, που δικαιολογεί το μεγάλο πορώδες της περιοχής μελέτης. Χάρη στην καρστικοποίηση δημιουργήθηκαν οι δαιδαλώδεις υπόγειες λεκάνες αποθήκευσης νερού [16]. Η καρστική διάβρωση, κυρίως ασβεστολίθων και δολομιτών, οφείλεται στη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων από το βρόχινο νερό όταν αυτό είναι πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα καρστικοποίησης αποτελεί το Κάρστ τη Δαλματίας [11]. Η καρστικοποίηση συμβαίνει τόσο επιφανειακά όσο και υπόγεια διάμεσου των διαρρήξεων που έχουν τα πετρώματα. Στην περίπτωση της περιοχής των Λευκών Ορέων, ο συνδυασμός του τεκτονικού παραθύρου και της καρστικής διάβρωσης, διάνοιξε τις ρωγματώσεις λόγω της εναλλαγής του πεδίου των τάσεων, επιτρέποντας μεγάλος όγκος νερού να κατεισδύσει.

Το πορώδες καθορίζει τα διάκενα του εδάφους και περιγράφει την ποσότητα και την ταχύτητα, όπου επιτρέπεται στο νερό και τον αέρα τόσο να εισχωρεί στον υπόγειο υδροφορέα, όσο και να κινείται σε αυτόν μέχρι να αποθηκευτεί στον ταμιευτήρα. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της Αγυιάς, οι πηγές της δεν ακολουθούν τους νόμους στροβιλώδους ροής, αλλά παρατηρήθηκε πως κίνηση του νερού προσεγγίζει την άντληση σε πορώδες μέσο κατά το

πρότυπο Jacob [2],[15]. Η χρησιμότητα της μεθόδου και η περιγραφή θα αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ,ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Συνοψίζοντας, η ανύψωση των υποκείμενων στρωμάτων (πλακώδεις ασβεστόλιθοι) επέτρεψε την καταβάθος διάβρωση, δημιουργώντας αυξημένο πορώδες με κυριότερο αποτέλεσμα τους υπάρχοντες ταμειυτήρες. Στο Κεφάλαιο 3.1 επεξηγείται η δημιουργία του τεκτονικού παραθύρου των Λευκών Ορέων χρονικά.

Η Κρήτη χαρακτηρίζεται για τα βουνά της και τα υψηλά ύψη βροχής τους ($7.7 \times 10^9 \text{m}^3$) που τα χαρακτηρίζουν, εμπλουτίζοντας τους υπόγειους ταμειυτήρες της με όγκο νερού ($2.2 \times 10^9 \text{m}^3$) και ενισχύοντας την επιφανειακή απορροή της ($1.2 \times 10^9 \text{m}^3$) [16]. Αναλυτικότερα, η περιοχή ενδιαφέροντος εκτείνεται σε τρεις υψομετρικές ζώνες, χαμηλή μορφολογική ζώνη από 0 έως +200 μέτρα, την λοφώδη και ημιορεινή ζώνη από +200 έως +600 μέτρα και την ορεινή μορφολογική ζώνη από +600 έως +2454 μέτρα.[2]

Κάθε μία από τις μορφολογικές ζώνες παρουσιάζει ξεχωριστό ενδιαφέρον και προσελκύει πληθώρα επισκεπτών. Η χαμηλή μορφολογική ζώνη με τη Λίμνη Αγυιάς, η οποία διατηρεί διπλό ρόλο, τόσο για το γεωπεριβάλλον της που την εντάσσει στις περιοχές NATURA 2000, αλλά όσο και για τις πηγές της που τροφοδοτούν με νερό ολόκληρο το νομό Χανίων. Η λοφώδης και ημιορεινή ζώνη, που περιλαμβάνει το ιστορικό χωρίο του Θέρισου, με το φαράγγι του Ελ. Βενιζέλου. Τα βόρεια Λευκά Όρη με το υψηλό υψόμετρο και τα μοναδικά και παγκόσμιας φήμης φαράγγια, όπως το Φαράγγι της Σαμαριάς.

ΧΑΜΗΛΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΖΩΝΗ

0 έως +200 μέτρα

Η συγκεκριμένη ζώνη ξεκινάει από τη βόρεια ενδοχώρα, περιλαμβάνει την περιοχή της Αγυιάς και ολοκληρώνεται στο βοτανικό πάρκο Κρήτης. Το επίκεντρο της μελέτης αποτελεί η Λίμνη Αγυιάς, η οποία υπάγεται στο πρόγραμμα Natura 2000 με κωδικό GR4340006, πρόκειται για τεχνητή λίμνη που είχε σκοπό την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία από υδροτοπικές κοινότητες [8]. Η υδρολογική λεκάνη της λίμνης είναι διαφορετική από αυτήν του Κερίτη, αν και τροφοδοτείται από κάποιες υπόγειες πηγές του στα δυτικά, και περιλαμβάνει τις πλαγιές βόρεια του Βαρύπετρου. Οι χρήσεις γης της περιοχής της Αγυιάς σχετίζονται με τουριστικό ενδιαφέρον, αρδευτικές και οικιστικές ενέργειες.

ΛΟΦΩΔΗΣ ΗΜΙΟΡΕΙΝΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΖΩΝΗ

+200 έως +600 μέτρα

Η ζώνη αυτή ξεκινάει από το βοτανικό πάρκο και τελειώνει στο Θέρισο και συμπεριλαμβάνει τις περιοχές Κεράνου, Λάκκοι και Ζούρβα. Το βοτανικό πάρκο ξεκινάει στους πρόποδες των Λευκών Ορέων, βρίσκεται 18 km από την πόλη Χανίων και πρόκειται για έκταση διακοσίων

στρεμμάτων[5]. Αξίζει να σημειωθεί πως συμπεριλαμβάνεται τόσο η φυσική χλωρίδα και πανίδα της περιοχής, αλλά και τροπικές και υποτροπικές ποικιλίες που αυξάνονται καθημερινά. Η λοφώδης μορφολογική ζώνη εκτείνεται μέχρι το Θέρισσο, όπου αποτελεί ένα από τα ιστορικά χωριά του νομού Χανίων, αλλά ενισχύει και τη γεωλογική καλαισθησία της περιοχής με το φαράγγι του Ελευθερίου Βενιζέλου. Το φαράγγι δημιουργήθηκε χάρη στην ισχυρή τεκτονική ανύψωσή και λόγω στην κατά βάθους διάβρωσής του, γεγονός που δικαιολογείται από τα γκριζόχρωμα ανθρακικά πετρώματα και το τραχύ ανάγλυφό του. Στο Θέρισσο ξεκίνησαν επαναστατικά κινήματα κατά την τουρκοκρατία, ωστόσο αργότερα ιδρύθηκε το στρατηγείο του Ελευθερίου Βενιζέλου με σκοπό την προσάρτηση της Κρήτης στον Ελλαδικό χώρο. [9]

ΟΡΕΙΝΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΖΩΝΗ

+600 έως +2454 μέτρα

Η ορεινή ζώνη ξεκινάει από Θέρισσο και φθάνει ως την κορυφή των Λευκών Ορέων τις αποκαλούμενες Πάχνες. Τα Λευκά Όρη μαζί με τη λίμνη της Αγυιάς, συνιστούν το επίκεντρο της εργασίας, τόσο με το γεωλογικό όσο και το υδρογεωλογικό τους ενδιαφέρον. Συνοπτικά, το φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου στα Λευκά όρη, που εμφάνισε τα ανθρακικά πετρώματα στην κορυφή και η καρστικοποίησή τους επιτρέπει στο νερό να εισχωρεί και να αποθηκεύεται σε υπόγειους ταμειευτήρες, με σκοπό να αντλείται για την εξυπηρέτηση των αναγκών στον νομό Χανίων.[2]

Παρακάτω συμπεριλαμβάνονται εικόνες από κάθε μορφολογική ζώνη:



Εικόνα 2.3 Η λίμνη Αγυιάς (Google Photos)

Εικόνα 2.4 Τα Λευκά Όρη(Google Photos)



Εικόνα 2.5 Το φαράγγι του Θέρισου (Google Photos)



Εικόνα 2.6 Τρισδιάστατη απεικόνιση της μορφολογίας του εδάφους στην περιοχή ενδιαφέροντος (Google Earth, με βάση τα στοιχεία του Γεωλογικού Χάρτη Αικ. Παυλάκη 2006).

2.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το κλίμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται ως εύκρατο, μεσογειακό, με έντονες βροχοπτώσεις το χειμώνα και άνωδρα, ξηρά καλοκαίρια. Στην Κρήτη, και πιο συγκεκριμένα στο νομό Χανίων παρατηρούνται ήπιοι θερμοκρασιακά χειμώνες, με αυξημένα ύψη κατακρήμνισης και πολύ ξηρά καλοκαίρια. Οι συνθήκες αυτές ευνοούν την περαιτέρω ορθολογική αξιοποίηση των υπόγειων υδροφορέων των Λευκών Ορέων. Η περιοχή μελέτης, καθώς εκτείνεται από πεδινές περιοχές (λίμνη Αγκιάς) έως ορεινές περιοχές (Λευκά Όρη) αντικατοπτρίζει μεγάλο εύρος βιοκλιματικών πεδίων. Πιο συγκεκριμένα, οι πεδινές και ημιορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται από υγρό βιοκλιματικό πεδίο, με ήπιο και σχετικά θερμό χειμώνα, με μικρές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Στον αντίποδα, συναντάται ένα μικρό μέρος ορεινών περιοχών, με υγρό βιοκλιματικό πεδίο, με δριμύ χειμώνα [1].

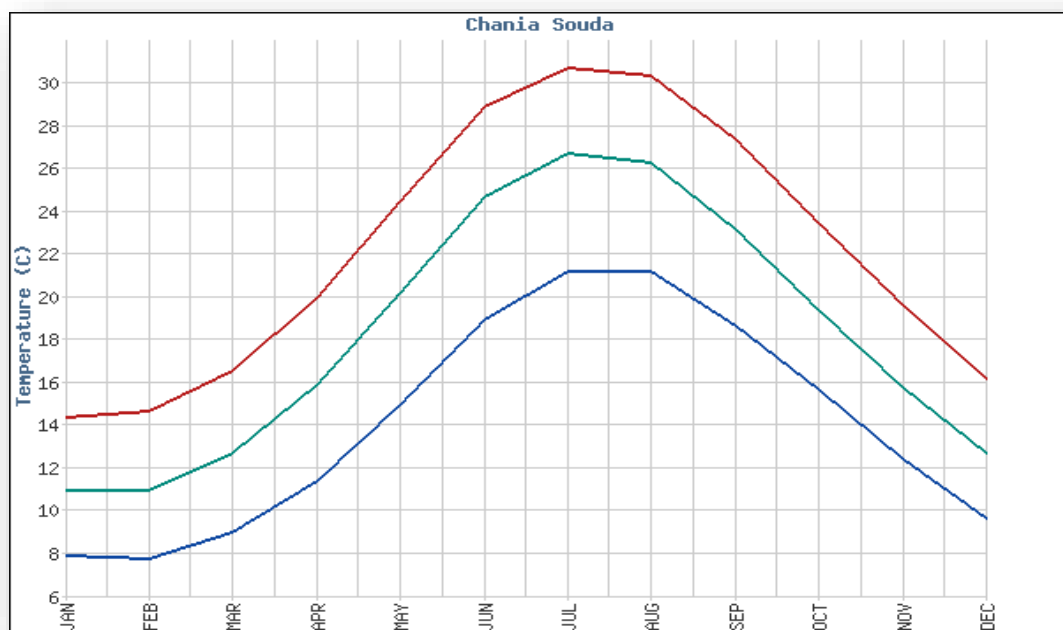
Στη συνέχεια, στα Διαγράμματα 2.1 έως και 2.5, της Ελληνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.), παρατίθενται, για τα έτη 1958-2010:

- Η Μεταβολή της Θερμοκρασίας ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010
- Η Μεταβολή της Μέσης τιμής του Υετού ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010
- Η Μεταβολή της Μέσης τιμής του Ανέμου ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010
- Η Μέσες Μηνιαίες Τιμές του Ύψους Βροχής σε (mm) στου μετεωρολογικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής μελέτης
- Το Διάγραμμα μεταξύ του Μέσου Ετήσιου Ύψους Βροχής με το Υψόμετρο για εύρος υψομέτρων από +7 έως +740

Αντίστοιχα, στους Πίνακες 2.1 έως και 2.5 παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των προαναφερόμενων μεγεθών.

Συνεπώς, από τα στοιχεία των Διαγραμμάτων 2.1 έως και 2.5 και των Πινάκων 2.1 έως και 2.5 προκύπτει το συμπέρασμα ότι για τη περιοχή μελέτης για ήπιους και υγρούς χειμώνες με ξηρά και θερμά καλοκαίρια.

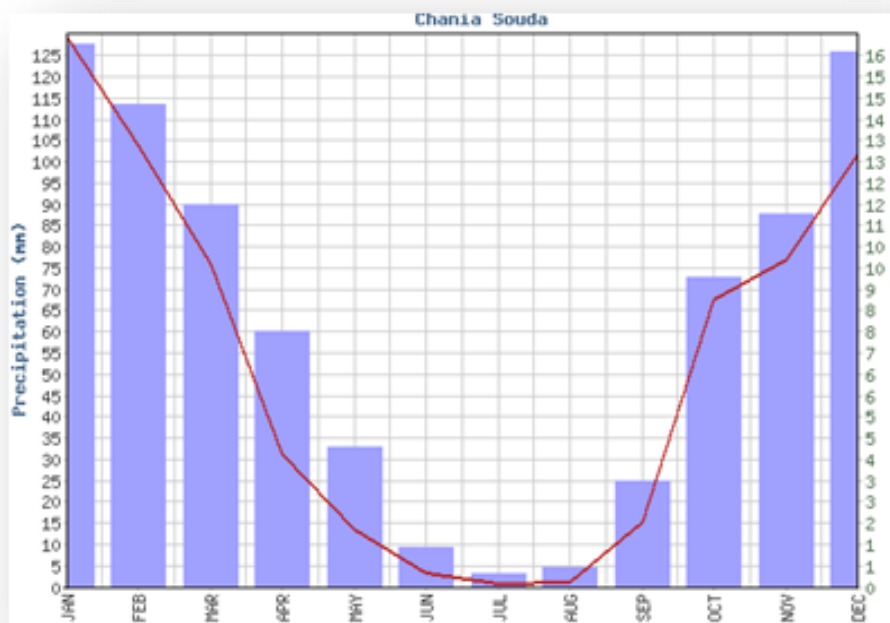
Τα διαγράμματα της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης, αποτελούν τα σημαντικότερα για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας, καθώς είναι αυτά που αναδεικνύουν την αξία των υπόγειων υδροφορέων των Λευκών Ορέων, καθώς προβάλουν την εν δυνάμει ποσότητα νερού, που θα ήταν ικανή να αποθηκευτεί. Επιπλέον, η κρισιμότητα για την ορθή διαχείριση - άντληση του αποθηκευμένου νερού, τονίζεται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, που επικρατούν στην περιοχή, που ενισχύονται και από τις σύγχρονες συνθήκες, της κλιματικής αλλαγής.



Διάγραμμα 2.1. Μεταβολή της θερμοκρασίας ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010 [10].

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	7.9	7.8	9.0	11.4	15.0	19.0	21.2	21.2	18.7	15.7	12.4	9.7
Μέση Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	11.0	11.0	12.7	15.9	20.2	24.7	26.7	26.3	23.2	19.4	15.8	12.7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία(°C)	14.4	14.7	16.6	20.0	24.5	28.9	30.7	30.4	27.4	23.5	19.6	16.2

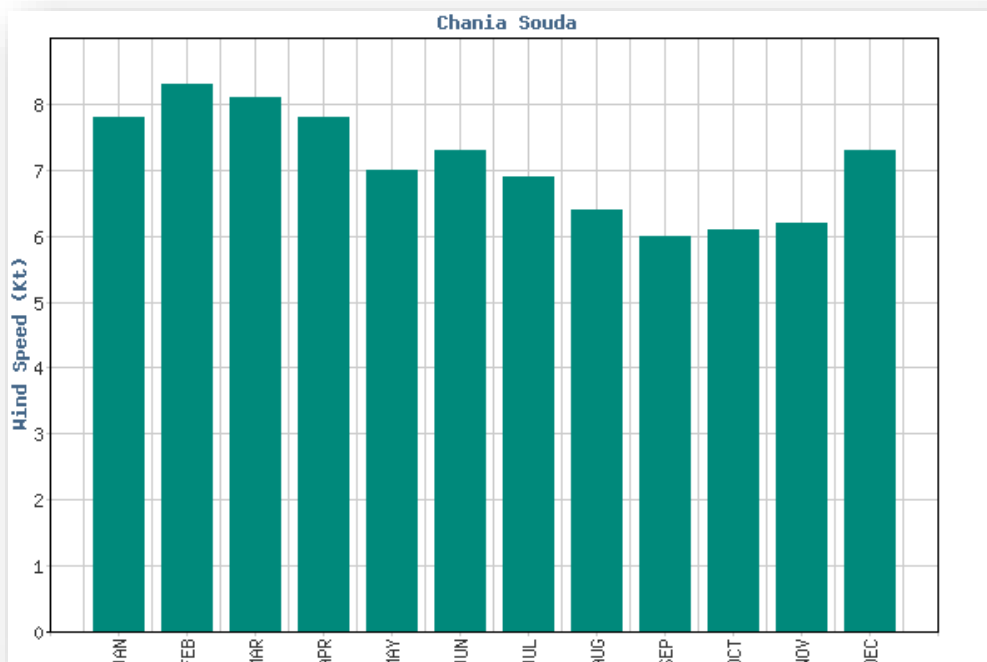
Πίνακας 2.1. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Θερμοκρασίας από το 1958-2010 [10].



Διάγραμμα 2.2. Μεταβολή της μέσης τιμής του Υετού ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010 [10].

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέσο Μηνιαίο Υψος Υετού (mm)	129.5	104.0	76.0	31.5	13.5	3.4	1.0	1.4	15.4	67.7	77.0	101.9
Μέσος Μηνιαίος Αριθμός Ημερών Υετού	16.3	14.5	11.5	7.7	4.2	1.2	0.4	0.6	3.2	9.3	11.2	16.1

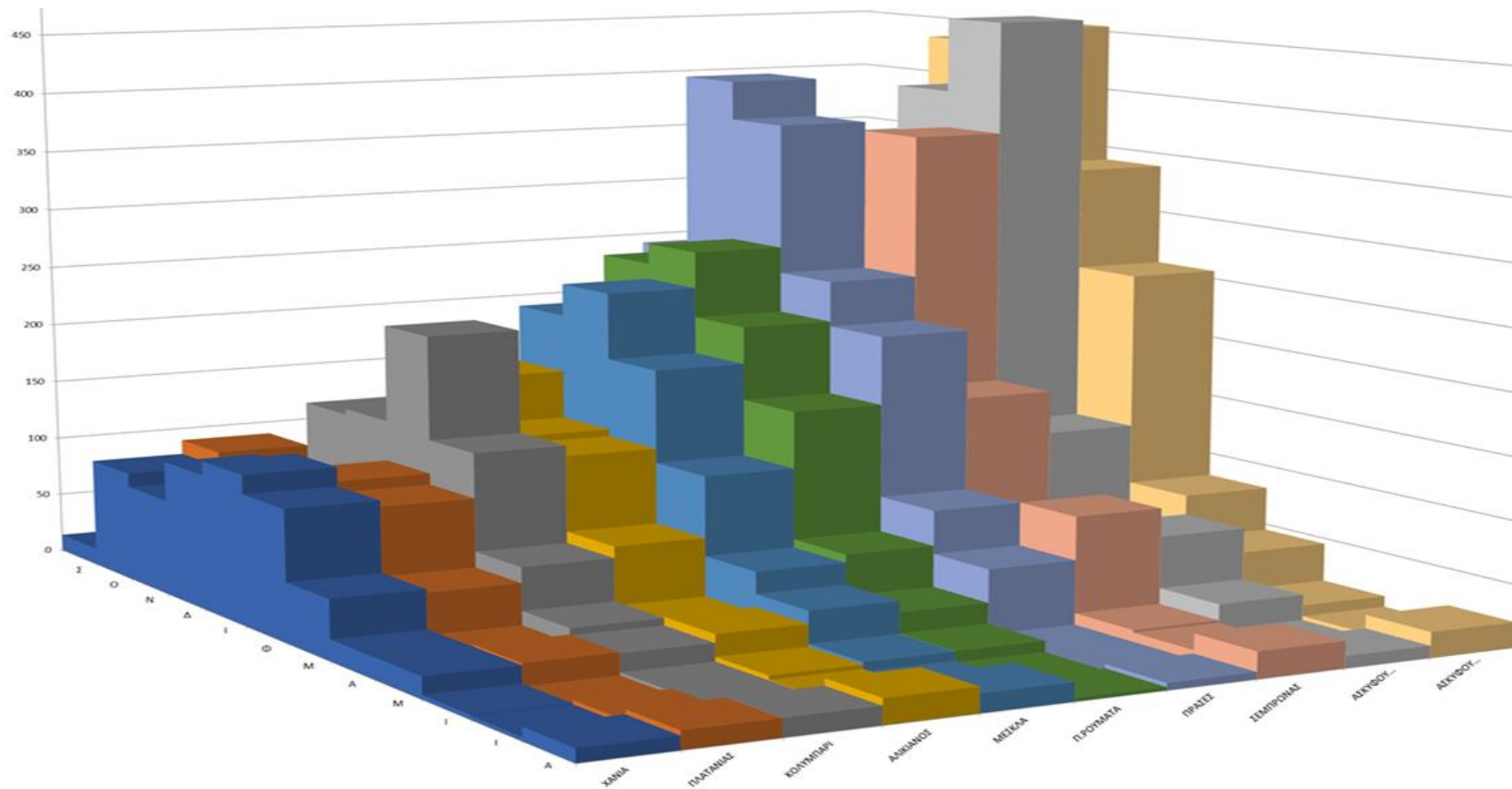
Πίνακας 2.2. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Υετού από το 1958-2010 [10].



Διάγραμμα 2.3. Μεταβολή της μέσης τιμής του ανέμου ανά μήνα κατά τα έτη 1958-2010 [10].

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Επικρατούσα διεύ- θυνση Ανέμου	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	ΒΔ	ΒΔ	Δ	Β	Δ	Δ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου (Κt)	7.8	8.3	8.1	7.8	7.0	7.3	6.9	6.4	6.0	6.1	6.2	7.3
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου (Bf)	2.85	2.97	2.92	2.85	2.65	2.72	2.62	2.49	2.39	2.42	2.44	2.72

Πίνακας 2.3. Αριθμητικά δεδομένα διακύμανσης Ανέμου από το 1958-2010[10].

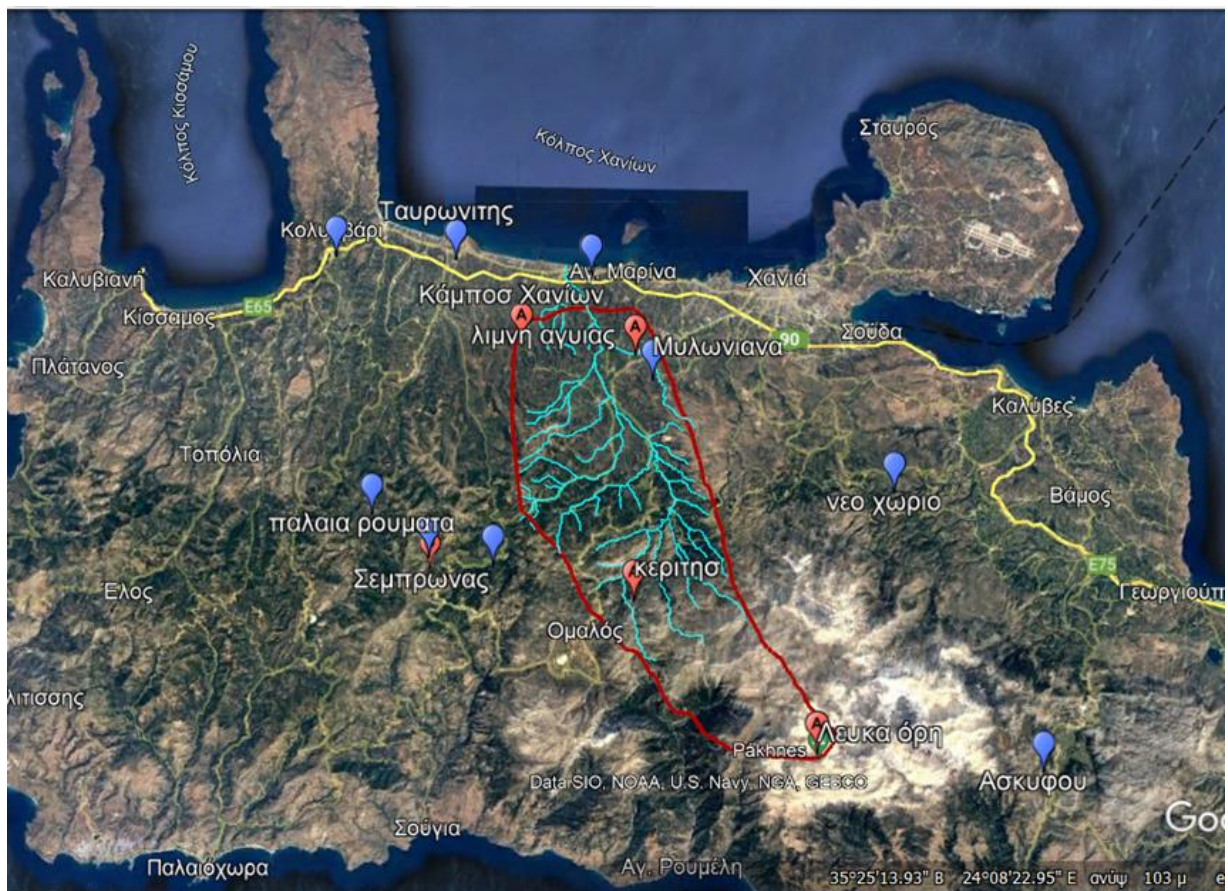


Διάγραμμα 2.4 Μέσες Μηνιαίες Τιμές του Ύψους Βροχής σε (mm) στους μετεωρολογικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής μελέτης [10].

ΤΟΠΟΘΕ- ΣΙΕΣ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ
ΧΑΝΙΑ	13,59	90,49	79,22	111,73	123,08	107,30	49,04	17,31	17,51	3,51	2,91	10,64
ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	44,25	102,55	59,20	81,80	111,25	102,30	46,25	12,55	19,05	1,35	5,95	14,30
ΚΟΛΥ- ΜΠΑΡΙ	60,00	87,40	139,60	144,33	223,53	138,80	59,07	24,00	18,27	3,73	3,73	14,53
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	34,15	66,03	95,58	174,98	135,73	130,18	68,30	20,45	25,10	7,35	4,15	20,08
ΜΕΣΚΛΑ	35,68	94,96	135,39	222,25	248,94	194,44	118,44	53,41	35,61	9,37	2,27	14,86

Π.ΡΟΥ- ΜΑΤΑ	27,51	109,99	156,89	261,69	278,71	224,50	164,63	59,93	26,37	9,68	0,85	2,51
ΠΡΑΣΕΣ	27,49	98,71	261,04	412,48	380,79	257,27	220,56	88,43	53,32	0,88	0,87	5,64
ΣΕΜΠΡΩ- ΝΑΣ	87,25	100,25	184,60	221,30	308,95	373,40	164,40	30,50	88,70	10,15	8,25	21,45
ΑΣΚΥΦΟΥ ΑΣΤΕΡ	108,20	183,64	228,04	359,68	404,04	465,56	129,48	33,32	65,32	23,08	2,56	9,52
ΑΣΚΥΦΟΥ ΠΕΡΙΦ	46,89	167,88	277,60	440,01	454,32	339,07	256,33	80,89	45,38	14,44	5,68	20,30

Πίνακας 2.4 Μέσες Μηνιαίες μετρήσεις ύψους βροχής (mm) [10].



Εικόνα 2.3.1. Αποτύπωση των Μετεωρολογικών Σταθμών και την περιοχής μελέτη (Google Earth)

**ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΕΤΗΣΙΟΥ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ ΤΗΣ
ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

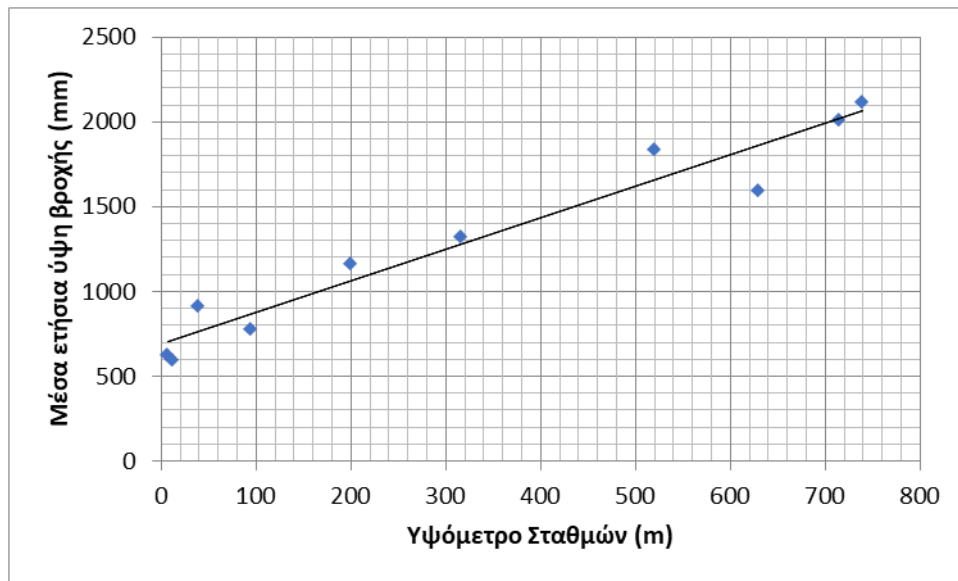
$$R(mm)=1.853 \cdot H(m)+691,12,$$

όπου $R(mm)$ το ετήσιο ύψος βροχής και $H(m)$ το υψόμετρο.

ΤΙΜΗ ΒΡΟΧΟΒΑΘΜΙΔΑΣ :185mm/100m

ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ	Υψόμετρο(m)	Μέσα ετήσια ύψη βροχής (mm)
ΧΑΝΙΑ	7	626,34
ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	12	600,8
ΚΟΛΥΜΠΑΡΙ	40	917
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	95	782,05
ΜΕΣΚΛΑ	200	1165,63
ΠΑΛΑΙΑ ΡΟΥΜΑΤΑ	316	1323,33
ΠΡΑΣΕΣ	520	1838,7
ΣΕΜΠΡΩΝΑΣ	630	1599
ΑΣΚΥΦΟΥ ΑΣΤΕΡ	715	2012,44
ΑΣΚΥΦΟΥ ΠΕΡΙΦ	740	2115,4

Πίνακας 2.5. Μετρήσεις βροχοβαθμίδας [10].



Διάγραμμα 2.5. Διάγραμμα μεταξύ του Μέσου Ετήσιου Ύψους Βροχής με το Υψόμετρο για εύρος υψομέτρων από +7m έως +740m [10].

Κατόπιν, της καταγραφής και της επεξεργασίας των κλιματολογικών συνθηκών που παρουσιάστηκαν παραπάνω τα βασικότερα αποτελέσματα εξάγονται από τη θερμοκρασία και τις τιμές των κατακρημνίσεων, με κυριότερη απόρροια την τιμή της βροχοβαθμίδας.

Η βροχοβαθμίδα υπολογίζει την αύξηση του ύψους βροχής ανά 100m. Σημειώνεται, πως με τον όρο ύψος βροχής εννοείται 1mm ύψους βροχής να αντιστοιχεί σε $\frac{1\text{lt Νερού}}{1\text{m}^2}$. Συγκεκριμένα, διαβάζοντας το διάγραμμα της βροχοβαθμίδας, φαίνεται πως το ύψος βροχής αυξάνεται κατά 185 mm ανά 100 m στην περίπτωση των Λευκών Ορέων.

Η ύπαρξη των Λευκών Ορέων, με κορυφή στα +2454 m προκαλεί συγκέντρωση του νερού στην περιοχή, με αποτέλεσμα, τη συμπύκνωση του και τελικά την κατακρήμνιση του, δημιουργώντας πλούσιο υδατικό δυναμικό. Το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχής που υπολογίστηκε κατά μέσο όρο για τις δεκαετίες 1958 έως 2010, είναι 465,56mm και καταγράφηκε το μήνα Φεβρουάριο στον μετεωρολογικό σταθμό του Ασκύφου, ενώ το μικρότερο είναι 1,35 mm μετρήθηκε το μήνα Ιούνιο, πάλι κατά μέσο όρο των δεκαετιών 1958 έως 2010, στον μετεωρολογικό σταθμό του Πλατανιά, τα δεδομένα συλέχθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Παρατηρήθηκε πως οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος συγκαταλέγονται στους καλοκαιρινούς ξηρούς μήνες, ωστόσο χάρη στο μικροκλίμα που δημιουργούν τα Λευκά Όρη καμία τιμή δεν είναι μηδενική.

Η μορφολογική ικανότητα της περιοχής να προκαλεί τον νερό στα υψηλά υψόμετρα των Λευκών Ορέων, οι κατακερματισμένοι και καρστικοποιημένοι γεωλογικοί σχηματισμοί, επιτρέπουν στις κατακρημνίσεις να κινηθούν υπόγεια και να αποθηκευτούν στους ταμειυτήρες με αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται ικανή ποσότητα τροφοδοσίας ολόκληρου του Νομού Χανίων, καθόλη τη διάρκεια του χρόνου, συμπεριλαμβανομένων των καλοκαιρινών ξηρών μηνών που συμπίπτουν με την τουριστική περίοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΎΔΡΟΛΟΓΙΑ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η συνολική εικόνα της περιοχής μελέτης από τα Λευκά Όρη έως τις πηγές της Αγυιάς, τόσο επίγεια όσο και υπόγεια. Η περιγραφή βασίζεται στη χρονολογική εξέλιξη του γεωλογικού υποβάθρου και της τεκτονικής δραστηριότητας της περιοχής δίνοντας βάρος στα τρία ρήγματα μείζονος σημασίας τόσο για την κίνηση του υπόγειου νερού όσο και για την αποθήκευσή του.

Στην Εικόνα 3.1 φαίνεται προοδευτικά η εξέλιξη της γεωλογικής δομής και τα επωθημένα στρώματα των γεωλογικών σχηματισμών, χρονολογικά από το Άνω Ολιγόκαινο μέχρι σήμερα.

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο Χάρτης 3.1 απεικόνισης των τριών κύριων ρηγμάτων της περιοχής μελέτης. Το πλαγιοκανονικό, μεταπτωτικό ρήγμα και υπόγειο διάφραγμα στην Αγυιά (F1), το ρήγμα αγωγό Αγυιάς – Μεσκλών (F2), το οποίο επιτρέπει τη δίοδο του υπόγειου νερού να κατευθυνθεί προς τις πηγές της Αγυιάς και τέλος το ρήγμα αγωγό (F3) το οποίο διασταυρώνεται με το (F2), καταλήγοντας μαζί προς τις πηγές Αγυιάς. Τέλος, το νερό που διαρρέει τα δύο ρήγματα συγκρατείται από το ρήγμα διάφραγμα Αγυιάς (F1), αποτρέποντας την διαφυγή του στη θάλασσα.

Τελευταία, παρουσιάζεται η γεωλογική τομή της περιοχής μελέτης. Στην τομή αποτυπώνονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί μαζί με το υψόμετρό τους στις περιοχές του Θερίσου, Μυλωνιανών, Μεσκλών και Αγυιάς.

Συγκεκριμένα, η Τομή ΑΑ:

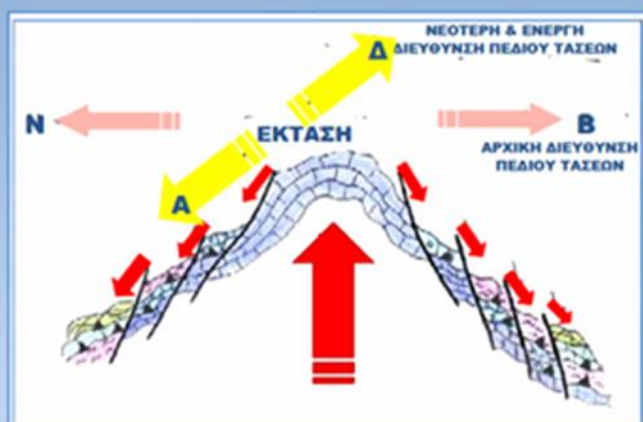
- Ξεκινάει από το Καλόρος, στο οποίο εμφανίζονται γεωλογικοί σχηματισμοί Πλακωδών Ασβεστολίθων, που χρονολογούνται στο Μέσο Ιουρασικό έως Άνω Μειόκαινο και προσεγγίζει απόλυτο υψόμετρο 1500 m.
- Συνεχίζει, στην περιοχή των Μεσκλών, όπου κατά βάθος δομείται από Λατυποπαγείς Ασβεστόλιθους της Σειράς Τρυπαλίου, ενώ τοπικά και επιφανειακά εμφανίζεται επωθημένη αλλόχθονη Αδιαπερατή έως Ημιπερατή σειρά Φυλλιτών -Χαλαζιτών.
- Τέλος, —η τομή ΑΑ ολοκληρώνεται στην περιοχή της Αγυιάς, στην οποία επιφανειακά σε απόλυτο βάθος από 0 έως 500 m βάθος εμφανίζεται αλλόχθονη Αδιαπερατή έως Ημιπερατή σειρά Φυλλιτών -Χαλαζιτών.

Σημειώνεται, που παρουσιάζονται τα δύο ρήγματα Μυλωνιανών (F3) και Αγυιάς (F1).

Η τομή BB' διανύει διαδρομή :

- Από το Καλόρος, όπου σε απόλυτο υψόμετρο 2000m , εμφανίζονται γεωλογικοί σχηματισμοί Λατυποπαγών Ασβεστολίθων της Σειράς Τρυπαλίου και κατεβαίνοντας συναντά τους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους , που εμφανίζονται και στην Τομή AA'.
- Συνεχίζοντας προς το Θέρισσο εμφανίζονται Λατυποπαγείς Ασβεστόλιθοι της Σειράς Τρυπαλίου. Η Τομή BB' ολοκληρώνεται στην περιοχή της Αγυιάς με τον ίδιους γεωλογικούς σχηματισμούς όπως στην Τομή AA.

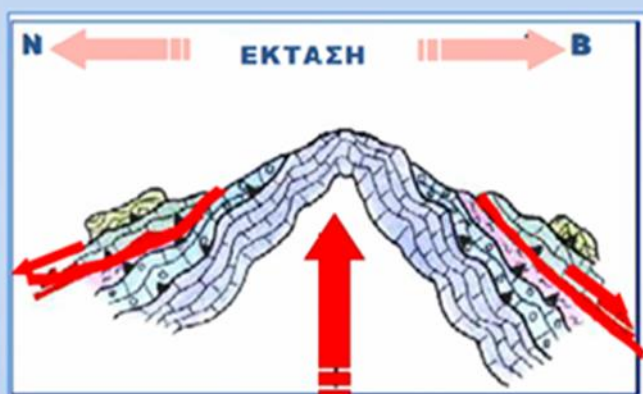
**ΚΥΡΙΑ ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ
(ΠΑΥΛΑΚΗ ΑΙΚ., 2006)**



III.

ΑΝΩ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΣΗΜΕΡΑ

Σε συνθήκες τεκτονικής ανύψωσης και γενικού εφελκυσμού, κατάρρευση του γεωλογικού οικοδομήματος με τη βοήθεια προοδευτικά αυξανόμενης έως ισχυρής γωνίας κλιμακωτών ρηγματών



II.

ΚΑΤΩ - ΑΝΩ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

Άρχεται προοδευτικά το καθεστώς τεκτονικής ανύψωσης & εφελκυσμού. Προοδευτική αναθώλωση & σταδιακή άνοδος των καινίτερων καλυμμάτων, με τη δημιουργία ζωνών διάτμησης χαμηλής γωνίας.

Παράλληλα, απόσπαση και κατάρρευση των ανώτερων καλυμμάτων με τη δημιουργία λυστρικών ρηγματών απόσπασης.

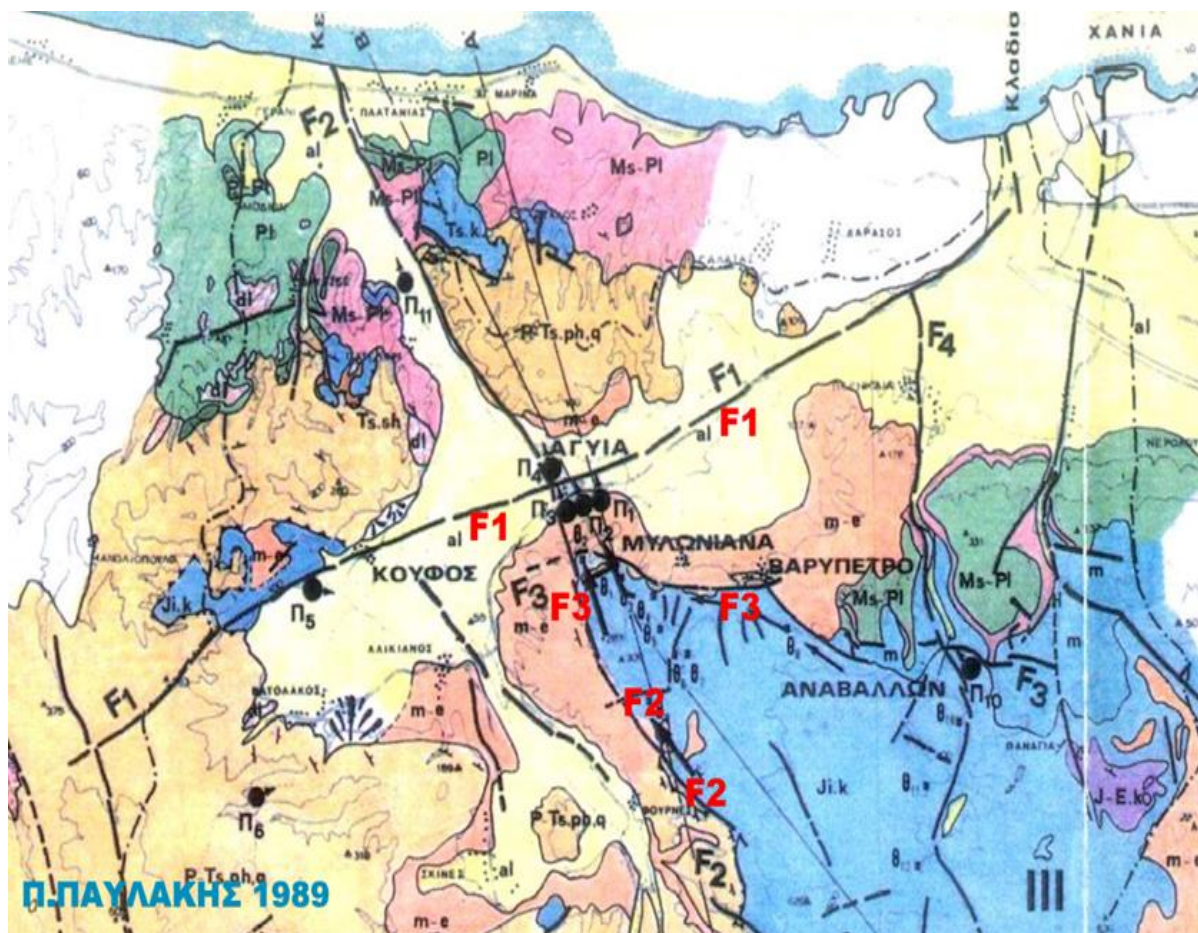


I.

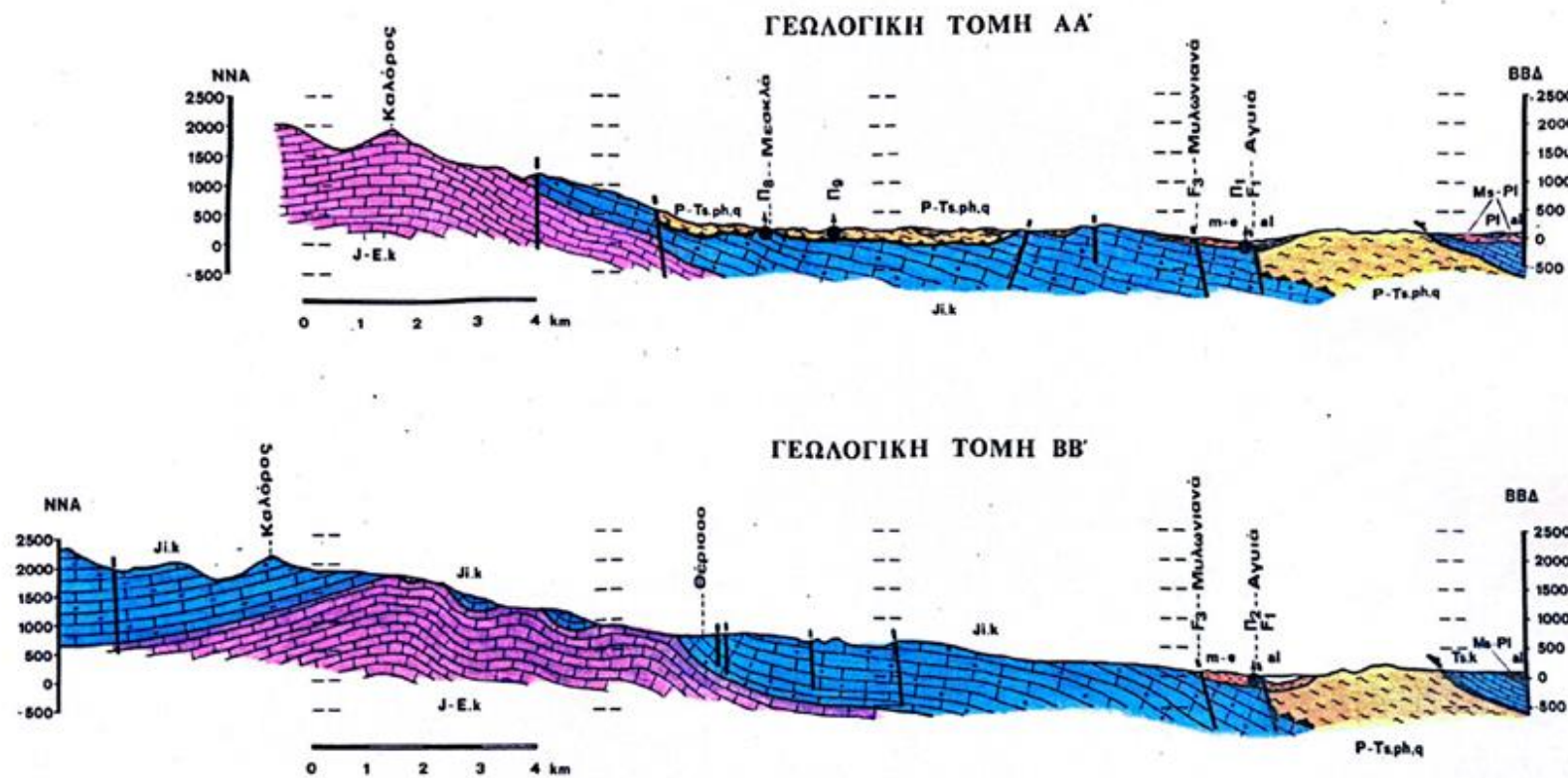
ΑΝΩ ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤΩ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

Με την ολοκλήρωση της συσσώρευσης των τεκτονικών καλυμμάτων σε συνθήκες συμπίεσης, καταβύθιση της Κατώτερης πλάκας με τα κατώτερα καλύμματα, κάτω από την Ανώτερη πλάκα με τα ανώτερα καλύμματα

Εικόνα 3.1 Προοδευτική εξέλιξη της γεωλογικής δομής των Λευκών Ορέων [14].



Χάρτης 3.1. Τα ρήγματα F1,F2 και F3 που απαρτίζουν το σύστημα διακίνησης του υπόγειου νερού των Λευκών Ορέων και της εκφόρτίσής του στις πηγές Αγιάς Παυλάκης, 1989 [15].



Εικόνα 3.3 Γεωλογική τομή της περιοχής μελέτης (Παυλάκης, 1989)

Η γεωλογία της νήσου Κρήτης παρουσιάζει ενδιαφέρον, ως προς τη λιθολογία και τη στρωματογραφία των γεωλογικών σχηματισμών της, όπου σε συνδυασμό με την έντονη ρηξιγενή τεκτονική της (ρηγματα και κλίσεις), προκαλεί το πλούσιο επίγειο και υπόγειο μορφολογικό ανάγλυφο. Στην περιοχή μελέτης που περιλαμβάνει την Αγυιά, τον Κερίτη, τα Βόρεια Λευκά Όρη και τον Κάμπο των Χανίων, οι μηχανισμοί της διάβρωσης και της αποσάρθρωσης δημιουργούν σύνθετο και λεπτοδουλεμένο ανάγλυφο δημιουργώντας στην περιοχή μελέτης την ικανότητα κατείσδυσης των κατακρημνισμάτων. Ο συνδυασμός των γεωλογικών σχηματισμών και η τεκτονική δράση που κυριαρχεί, συνθέτουν το κατάλληλο γεωλογικό καθεστώς για την ανάπτυξη των υπόγειων υδροφορέων των Λευκών Ορέων. Παρακάτω, ακολουθεί η αναλυτική γεωλογική περιγραφή της περιοχής της Κρήτης από την Αλπική ορογένεση μέχρι σήμερα, βασισμένη στο βιβλίο της Θεοδώρας Ροντογιάννη Τσιαμπάου [11], Γεωλογίας Θεμελιώδεις Έννοιες για Μηχανικούς και στο Γ.Π.Σ [2].

Η πρώτη περίοδος της Αλπικής ορογένεσης εξελίχθηκε χρονολογικά μεταξύ Άνω Ιουρασικού και Κάτω Κρητιδικού (152 εκ. με 145 εκ. χρόνια), σε θλιπτικό και συμπιεστικό περιβάλλον λόγω της σύγκλισης Αφρικανική πλάκας και κρυσταλλοσχιστώδους μάζας της Ροδόπης, συνεχίστηκε στο τριτογενές (Ηώκαινο-Μειόκαινο) και ολοκληρώθηκε κατά το Νεογενές (Μειόκαινο- Πλειόκαινο). Το συνολικό αποτέλεσμα της ήταν η μετάθεση του ορίου σύγκλισης στον υποθαλάσσιο χώρο της μεσογείου, νότια της Κρήτης, όπου οι συμπιεστικές τάσεις πτυχώνουν τα ιζήματα του πυθμένα, προκαλώντας την Μεσογειακή ορογένεση [2].

Αναλύοντας την παραπάνω εικόνα παρατηρείται ο μηχανισμός που συντέλεσε στη δημιουργία του σημερινού «οικοδομήματος» των Λευκών Ορέων. Ξεκινώντας από το Άνω Ολιγόκαινο μέχρι το Κάτω Μειόκαινο (23 εκ. χρόνια έως 15 εκ χρόνια πριν) παρατηρείται θλιπτικό πεδίο τάσεων στον άξονα Βορράς – Νότος. Αναγκάζοντας τους κατώτερους γεωλογικούς σχηματισμούς της Ενότητας Φυλλιτών – Χαλαζιτών, της Ενότητας Τρυπαλίου και της Ενότητας Πλακωδών Ασβεστόλιθων να καταπλακωθούν από την Ανώτερη πλάκα που συμπεριελάμβανε τις Ενότητες Βάτου- Οφειόλιθων, Πίνδου και Τριπόλεως [2].

Συνεχίζοντας, μέχρι το Άνω Μειόκαινο περί τα 7 εκ. χρόνια πριν, έρχονται να επωθηθούν οι γεωλογικοί σχηματισμοί της Κατώτερης πλάκας σε αυτούς την Ανώτερης, λόγω αλλαγής του πεδίου των τάσεων από θλιπτικό σε εφελκυστικό, στον άξονα Βορράς – Νότος και εξαιτίας της παραμονής του φαινομένου ανύψωσης της Αιγιακής πλάκας. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει αναθόλωση των κατώτερων γεωλογικών σχηματισμών, της Ενότητας Φυλλιτών – Χαλαζιτών, της Ενότητας Τρυπαλίου και της Ενότητας Πλακωδών Ασβεστόλιθων με αποτέλεσμα να εμφανιστούν στην επιφάνεια, ενώ οι σχηματισμοί της Ανώτερης πλάκας, που περιλαμβάνουν τις Ενότητες Βάτου- Οφειόλιθων, Πίνδου και Τριπόλεως, καταρρέουν δημιουργώντας ρήγματα κι αποθέτουν ιζήματα που μέλλουν να γίνουν οι σημερινοί νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί [2].

Τέλος, οι ισχύουσες συνθήκες στο σήμερα εμφανίζουν συνεχή ανύψωση της Κρήτης και των Λευκών Ορέων, σε εφελκυστικό πεδίο τάσεων με αλλαγή κατεύθυνσης στον άξονα ΑΝΑ – ΔΒΔ, αποτέλεσμα την πλήρη εμφάνιση των ανθρακικών σχηματισμών της Ενότητας Τρυπαλίου στην κορυφή των Λευκών Ορέων και της δημιουργίας ασυνεχειών και κλιμακωτών ρηγμάτων, τόσο επιφανειακά όσο και υπόγεια [2].

Η εναλλαγή του πεδίου των τάσεων προκάλεσε το φαινόμενο του τεκτονικού παράθυρου. Το φαινόμενο παρατηρείται σε ανάστροφα ρήγματα, όταν τα τμήματα του υποκείμενου σχηματισμού αποκαλύπτονται και εμφανίζονται στην επιφάνεια της Γης ανάμεσα στα τεκτονικά ράκη, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα Λευκά Όρη [11]. Ξεκινώντας χρονολογικά από το Άνω Ολιγόκαινο - Κάτω Μειόκαινο επικρατούσε συμπίεστικό καθεστώς στον άξονα B-N, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση των τεκτονικών καλυμμάτων, με υποβύθιση των κατώτερων στρωμάτων (Ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων, Ενότητα Τρυπαλίου, Ενότητα Φυλλιτών –Χαλαζιτών) κάτω από τα ανώτερα (Ενότητα Τριπόλεως, Ενότητα Πίνδου, Ενότητα Βάτου- Οφειολίθων). Στην περίοδο Κάτω-Άνω Μειόκαινο το συμπίεστικό καθεστώς μετατρέπεται σε εφελκυστικό στον άξονα B-N, όπου σε συνδυασμό με την πίεση προς τα επάνω που ασκεί η υποβυθιζόμενη Αφρικανική πλάκα, προκαλείται σταδιακή ανύψωση της Κατώτερης πλάκας, λέπτυνση του φλοιού και τη σταδιακή απόσπαση και κατάρρευση των ανώτερων καλυμμάτων με τη δημιουργία ρηγμάτων απόσπασης. Από το Άνω Μειόκαινο έως σήμερα παρατηρούνται εφελκυστικές τάσεις και ανύψωση στον άξονα B-N, κατάρρευση του γεωλογικού οικοδομήματος, ενώ η εκτατική αυτή τεκτονική εκδηλώνεται με ρήγματα μεγάλης γωνίας κανονικά και κλιμακωτά στη διεύθυνση A-N (ρήγμα Αγυιάς F1).

Η έντονη γεωδυναμική ανάπτυξη του πεδίου τάσεων έχει καθοριστικό αντίκτυπο στη γεωλογική δημιουργία της περιοχής μελέτης και στην ενεργή δραστηριότητα των ρηγμάτων της[13], με συνέπεια η περιοχή να χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες με γνώμονα τη διαπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών. *«Η υψηλή διαπερατότητα, στην οποία διαμορφώνονται καρστικοί υδροφορείς των ενοτήτων Τρίπολις και Τρυπαλίου, μεσαία και χαμηλή διαπερατότητα, όπου περιλαμβάνουν ταμιευτήρες του Τεταρτογενούς και ιζήματα του Νεογενούς, ενώ δυνητικά αναμένονται μεσαίου μεγέθους υδροφορείς και τέλος οι στεγανοί σχηματισμοί, όπου περιλαμβάνουν τους Φυλλίτες- Χαλαζίτες, σε μερικές περιπτώσεις-, λόγω τεκτονισμού παρατηρούνται είτε χαμηλοί και μεσαίοι υδροφορείς, είτε τα στρώματα είναι αδιαπέρατα (Lionis and Perleros 2001)».*

Το καθεστώς εφελκυσμού σε συνδυασμό με την πίεση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την Κρήτη, συνέβαλλε στην προοδευτική ανύψωση και δημιουργία των Λευκών Ορέων, με τη μορφή τεκτονικού παραθύρου και παράλληλα στην προοδευτική δημιουργία της συντεκτονικής λεκάνης Αγυιάς, όπου κατά την ανύψωση τα ιζήματα του νεογενούς και τεταρτογενούς αποτέθηκαν σε στρώσεις και κάλυψαν επιφανειακά τους ασβεστόλιθους.

Τα ρήγματα στην περιοχή μελέτης είναι τέσσερα με ζωτικής σημασίας το πλαγιοκανονικό, μεταπτωτικό ρήγμα και υπόγειο διάφραγμα στην Αγυιά (F1). Το ρήγμα Αγυιάς-Μεσκλών έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, αποτελεί ρήγμα αγωγό λόγω εφελκυστικού καθεστώτος, ενώ διασταυρώνεται στην περιοχή της Αγυιάς με το F1 με αποτέλεσμα τη δημιουργία των πηγών της Αγυιάς[2]. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός πως η πηγές Αγυιάς αποτελούν πηγές υπερχείλισης, καθώς βρίσκονται υπό πίεση λόγω του ρήγματος διαφράγματος (F1). Το σημαντικότερο υπόγειο ρήγμα αποτελεί το ρήγμα διάφραγμα (F1), ακολουθεί πορεία από τα Πλατανάκια, Βρυσίδα, Κολύμπα, μέχρι τον Καλαμιώνα και εκτείνεται από την Δύση προς την Ανατολή. Συνιστά ρήγμα μέγιστης σημασίας λόγω του κατακλαστίτη, όποιος είναι μια φυσική πούδρα με την ιδιότητα να συγκρατεί το νερό και να λειτουργεί σαν φράγμα. Το ρήγμα που εκτείνεται από ΒΔ προς ΝΑ είναι το ρήγμα αγωγός της Αγυιάς-Μεσκλών (F2), έχει εξαιρετική ποιότητα νερού και δημιουργείται λόγω εφελκυστικού πεδίου τάσεων στον άξονα Ανατολή-Δύση. Τα δύο ρήγματα F1, F2 διασταυρώνονται στην περιοχή της Αγυιάς με

αποτέλεσμα το νερό που διαρρέει το ρήγμα αγωγό F2 να συγκρατείται από το ρήγμα διάφραγμα F1, με αποτέλεσμα ένα ποσοστό να αναβλύζει στις πηγές Αγυιάς.

Βασικοί γεωλογικοί σχηματισμοί που πλαισιώνουν το σύστημα των ρηγμάτων αποτελούν η Ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων, η Ενότητα Τρυπαλίου, η Ενότητα Φυλλιτών –Χαλαζιτών, η Ενότητα Τριπόλεως, η Ενότητα Πίνδου.

3.1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η περιοχή εξέτασης δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς από το μεσοζωικό και καινοζωικό αιώνες οι οποίοι αντιστοιχα διακρίνονται σε υποπεριόδους με βάση τις χρονολογίες τους. Ο μεσοζωικός αιώνας διακρίνεται σε τρεις περιόδους, στην τριαδική, ιουρασική, κρητιδική, ενώ ο καινοζωικός από το παλαιογενές, το νεογενές και το τεταρτογενές. Παρακάτω, αναλύονται όλοι οι γεωλογικοί σχηματισμοί από τον κατώτερο προς τον ανώτερο, μέχρι την εμφάνιση των πλακωδών ασβεστόλιθων, λόγω τεκτονικού παραθύρου. Από τους σχηματισμούς που περιγράφονται στους βραχώδεις ανήκουν τα ανθρακικά πετρώματα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων και των ενότητων Τρυπαλίου, Τρίπολης και Πίνδου, Μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, Κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμούς με ασβεστολιθικές κροκάλες, τους φυλλιτικούς – χαλαζιτικούς, το φλύσκη Πίνδου και Τριπόλεως, Μεταφλύσκη Λευκών Ορέων και συνεκτικές μάργες. Οι υπόλοιποι σχηματισμοί ονομάζονται χαλαροί και διακρίνονται στις αλλουβιακές αποθέσεις Τεταρτογενούς, πλευρικά κορήματα (λατύπες και κροκάλες), υλικά εδαφικού μανδύα αποσάθρωσης Φυλλιτών-Χαλαζιτών, Διλλουβιακές αποθέσεις, Κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμούς με χαλαζιτικά και κλαστικά στοιχεία, Αργιλοιλύες αλλουβιακών αποθέσεων, Ερυθρογή και Μάργες. Η αναλυτική κατάταξη γίνεται στο κεφάλαιο 3.3.

• Ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων (Pk) & Μεταφλύσκη Λευκών Ορέων (fPk)

Η Ενότητα Πλακωδών Ασβεστόλιθων αποτελεί το βαθύτερο στρώμα της περιοχής των Λευκών Ορέων, όπου εμφανίζεται στην επιφάνεια με τη μορφή τεκτονικού παραθύρου. Πρόκειται για ανθρακικά πετρώματα, τα οποία διαβρώνονται με ευκολία από το νερό όταν αυτό περιέχει διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το πλεονέκτημα που χαρίζουν οι Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι και η ενότητα Τρυπαλίου βασίζεται στην καρστική τους διάβρωση κατά την οποία, τόσο αυξάνεται το πορώδες της επιφάνειας του εδάφους, επιτρέποντας την είσοδο του νερού στον υπόγειο υδροφόρο, όσο και του υπόγειου καρστ, με αποτέλεσμα την ομαλή κίνηση του υπόγειου νερού και την δημιουργία υπόγειων ταμιευτήρων και την αποθήκευση του νερού που κατεισδύει. Οι Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι ανήκουν στους βραχώδεις και υδροπερατούς σχηματισμούς με $6,16 \times 10^{-5} < K < 2,93 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$

Ο μεταφλύσχος Λευκών Ορέων σημειώνεται μόλις το 1990 από Παυλάκη κ.α, αποτελεί το νεότερο πέτρωμα των Λευκών Ορέων με χρονολογία γέννησης το Ηώκαινο (47εκ. -34 εκ. χρόνια πριν) αποτελείται από πράσινους ασβεστιτικούς φυλλίτες σε εναλλαγές με στρώσεις ανακρυσταλλωμένων ασβεστολίθων και με προς τα άνω βαθμιαία εξέλιξή του σε λεπτοστρωματώδεις πράσινους φυλλίτες χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης.[2]

- **Ενότητα Τρυπαλίου (Trip)**

Η Ενότητα Τρυπαλίου συγκαταλέγεται στα ασβεστολιθικά πετρώματα του βραχώδεις γεωλογικούς σχηματισμούς με υδροπερατότητα ίση με $6,05 \times 10^{-3} < K < 7,77 \times 10^{-3}$ m/sec. Η συγκεκριμένη ενότητα βρίσκεται επωθημένη στους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους, το κυριότερο και σημαντικότερο χαρακτηριστικό αποτελεί η υδρογεωλογική τους συμπεριφορά, καθώς σε αυτές τις δύο ενότητες βρίσκονται οι σημαντικότεροι υπόγειοι υδροφορείς της περιοχής μελέτης. Πρόκειται για τον πιο καρστικοποιημένο και τεκτονισμένο γεωλογικό σχηματισμό, η μεγαλύτερη υδροπερατότητα εμφανίζεται στα ανώτερα στρώματα του σχηματισμού.

- **Ενότητα Φυλλιτών –Χαλαζιτών (PH)**

Η Ενότητα Φυλλιτών- Χαλαζιτών πρόκειται για βραχώδες και υδατοστεγές σχηματισμό, με μεταβολές στο πάχος του στρώματός του. Η υδροπερατότητά του κυμαίνεται από $9,23 \times 10^{-10} < K < 2,41 \times 10^{-8}$ m/sec και εμφανίζεται επιφανειακά και κατά βάθος στις περιοχές βόρεια της Αγυιάς και στην ορεινή περιοχή νότια του Θερίσου. Κυρίως χαρακτηριστικό της αποτελεί η έντονη ρηξιγενής και πτυχογόνος τεκτονική που οφείλεται στην καταπόνηση του σχηματισμού λόγω των μεταβολών των δυνάμεων εφελκυσμού και θλίψης της περιοχής. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί πως τοπικά παρουσιάζεται υδροπερατότητα που δεν ανήκει σε υδατοστεγές σχηματισμό με τιμή $2,07 \times 10^{-8} < K < 2,39 \times 10^{-5}$ m/sec.

- **Ενότητα Τρίπολης (KTR)**

Η Ενότητα Τρίπολης αποτελεί το πρώτο τεκτονικό κάλυμμα της ανώτερης πλάκας και ανήκει σε βραχώδεις και υδροπερατούς σχηματισμούς με τιμή υδροπερατότητας $5,27 \times 10^{-4} < K < 8,00 \times 10^{-4}$ m/sec. Επιπλέον, ανήκει στην ανώτερη πλάκα, ενώ από κάτω του είναι τοποθετημένο το στρώμα Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Κυρίως, πρόκειται για παχυστρωματώδεις, ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους και δολομίτες έντονα τεκτονισμένους και κατά θέσεις λατυποπαγείς και καρστικοποιημένους [11].

Κατά την εποχή του Μειόκαινου (23εκ.-7εκ. χρόνια πριν), με την διάνοιξη του τεκτονικού παραθύρου και την δημιουργία των ρηγμάτων, τα παλαιότερα στρώματα υπέστησαν θρυμματισμό, οι κροκάλες, οι λατύπες αλλά και πλευρικά κορήματα, τα οποία βρέθηκαν σε

συνθήκες πίεσης, με τον πέρασμα του χρόνου συνεννοήθηκαν, με αποτέλεσμα να γίνουν συνεκτικά και να αποτελούν σήμερα ξεχωριστή κατηγορία των επιφανειακών σχηματισμών, που ονομάζεται Νεογενή & Τεταρτογενή Ιζήματα. Σε αυτή την κατηγορία στην περιοχή μελέτης βρίσκουμε :

- Κροκαλολατυποπαγής σειρά με χαλαζιτικά κλαστικά στοιχεία (**Me**)
- Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι (**Mk - Plk**)
- Αλλουβιακές αποθέσεις (**al**)
- Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων (**sc-cs**)

Κροκαλολατυποπαγής σειρά με χαλαζιτικά κλαστικά στοιχεία (Me)

Ο σχηματισμός συνιστάται από λατύπες και κροκάλες Φυλλιτών και Χαλαζιτών αναμειγμένες με αργιλομαργαϊκά υλικά, πρόκειται για χαλαρό σχηματισμό και παρουσιάζεται με εκτεταμένες εμφανίσεις στη λοφώδη περιοχή, η οποία εκτείνεται νότια του κάμπου Αγυιάς.[2]

Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι (Mk - Plk)

Αποτελούνται από συμπαγείς βιοκλαστικούς, παχυστρωματώδεις έως άστρωτους, ψαμμιτομαργαϊκούς & μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, χαρακτηριστικού υπόλευκου χρώματος οι οποίοι υπέρκεινται των χαλαρών σχηματισμών της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και κατά θέσεις αναπτύσσονται σε εναλλαγές με υπόλευκες ψαμμιτομάργες.

Οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι παρουσιάζονται συμπαγείς, ως βραχώμαζα υψηλών γεωμηχανικών χαρακτηριστικών, όμως απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σε ότι αφορά την ενδεχόμενη παρουσία εγκοίλων ,τα οποία σχηματίζονται από την καρστική διάβρωση και συνήθως παρουσιάζονται πληρωμένα με το προϊόν συνήθως παρουσιάζονται πληρωμένα με το προϊόν της διάβρωσής τους, την ερυθρογή. Στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται επιφανειακά νοτιοανατολικά της περιοχής της Αγυιάς.

- **Αλλουβιακές και Διλλουβιακές αποθέσεις (al -dl)**

Οι Αλλουβιακές και Διλλουβιακές αποθέσεις βρίσκονται στην περιοχή της Αγίας περιμετρικά σε μικρό βάθος έως 15m.

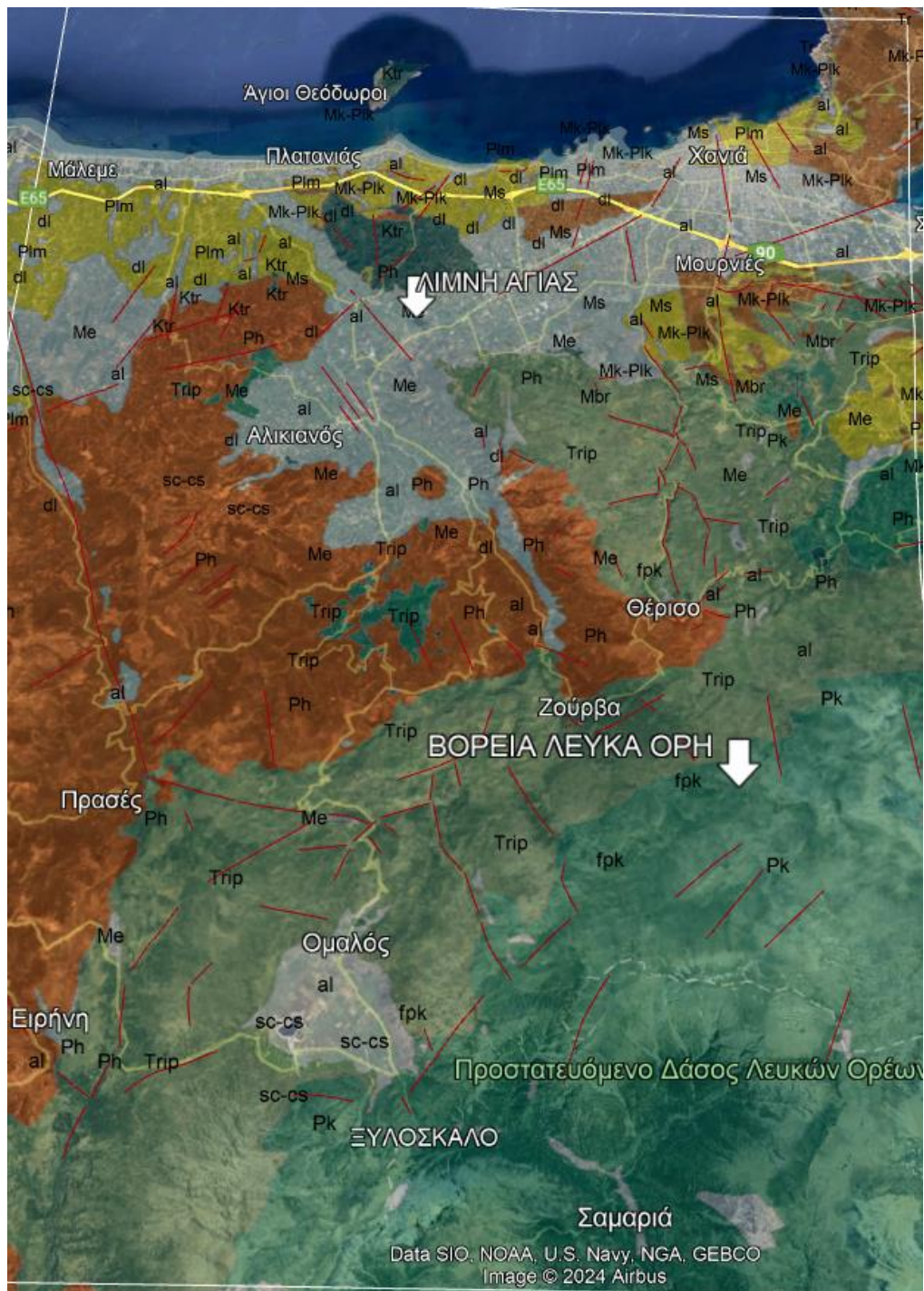
Οι αλλουβιακές αντιπροσωπεύουν τις πλέον πρόσφατες αποθέσεις του Τεταρτογενούς, οι οποίες συνιστούν ένα επιφανειακό μανδύα, ο οποίος καλύπτει τις κοίτες των ρεμάτων και του ποταμού Κλαδισσού, την τεκτονική λεκάνη της Αγυιάς - Σούδας, καθώς και ορισμένα τμήματα της της βόρειας παράκτιας ζώνης. Αποτελούνται από χαλαρά και κατά θέσεις

συνεκτικά υλικά, τα οποία περιλαμβάνουν αργίλους, ιλύες, ποικίλης προέλευσης κροκαλολατύπες και άμμους.

Οι διλλουβιακές αποθέσεις αντιπροσωπεύονται από ερυθρωπές ποτάμιες και χειμαρρώδεις αποθέσεις που αποτελούνται από χαλαρά υλικά αναμεμειγμένων αργίλων, άμμων και κροκαλολατυπών φυλλιτικής και χαλαζιτικής σύστασης. Παρουσιάζονται ως χαρακτηριστικές κοκκινωπές, χαλαρές εμφανίσεις σε μεμονωμένες και διάσπαρτες θέσεις της περιοχής μελέτης. Ο γεωλογικός σχηματισμός των διλλουβιακών πετρωμάτων, συνιστάται από τα πλέον χαλαρά γεωυλικά και είναι ιδιαίτερα επιρρεπής σε κατολισθήσεις.

Οι πληροφορίες για όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς αντλήθηκαν από το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Χανίων, που εκτελέστηκε από την Αικατερίνη Παυλάκη και το Μιχαήλ Λιονή και κατατέθηκε το 2015.

Παρακάτω, παρατίθενται ο Χάρτης 3.2 Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης και ο Χάρτης 3.3 Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών μαζί με τη μορφολογία της περιοχής μελέτης.



Χάρτης 3.2 Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης (Google Earth, με βάση τα στοιχεία του Γεωλογικού Χάρτη Αικ. Παυλάκη 2008).



Χάρτης 3.3 Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών μαζί με τη μορφολογία της περιοχής μελέτης (Google Earth, με βάση τα στοιχεία του Γεωλογικού Χάρτη Αικ. Παυλάκη 2008).

3.1.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στο κεφάλαιο αυτό με τον όρο τεκτονική θα αναφερθούμε στην τεκτονική εξέλιξη του φλοιού της γης μετά την επίδραση σε αυτόν, των εναλλαγών των πεδίων των τάσεων τα οποία διαμορφώθηκαν εξ αιτίας της έντονης γεωδυναμικής διεργασίας σύγκλισης πλακών και υποβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Αιγιακή.

Η πολύπλοκη τεκτονική (επωθήσεις, ασυνέχειες, πτυχώσεις, ρήγματα) της περιοχής μελέτης, εκδηλώνεται με τη μορφή πολλών ασυνεχειών με σημαντικότερα τα ρήγματα που διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο (Παυλάκης 1989) στην υπόγεια κίνηση του βρόχινου νερού που κατεισδύει, την αποθήκευσή του στους υπόγειους ταμιευτήρες των Λευκών Ορέων και την εμφάνισή του ξανά στην λίμνη Αγιάς μέσω του ρήγματος της Αγιάς F1. Στα ρήγματα αναφερόμαστε εκτενώς παρακάτω, καθώς αποτελούν ζωτικής σημασίας φαινόμενο της περιοχής.

ΖΩΝΕΣ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ

Από τη διεξοδική διερεύνηση των διαρρήξεων στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής της Αικατερίνης Παυλάκη 2006, καθώς επίσης και στα πλαίσια της μελέτης ΓΠΣ Χανίων(Παυλάκη και Λιονής,2015) προκύπτουν οι ακόλουθες σημαντικές διαπιστώσεις.

Οι διαρρήξεις σχηματίζονται από μεγάλου μήκους κατακλάσεις και από ρήγματα, μη επαρκώς διαπιστωμένα στο πεδίο, αλλά διαπιστωμένα ως μορφοτεκτονικές γραμμώσεις, από τη συναξιολόγηση των στοιχείων τηλεπισκόπησης. Οι περισσότερες από αυτές τις τεκτονικές ασυνέχειες, αντιπροσωπεύουν σημαντικές φωτογραμμώσεις στα θερμογραφήματα και στις δορυφορικές εικόνες και εκτείνονται στο βόρειο-κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης και ειδικότερα στην περιοχή του κάμπου Χανίων. Στο πεδίο δεν διαπιστώνονται εύκολα, δεδομένου ότι η περιοχή αυτή δομείται από ιζήματα και νεότερες αποθέσεις οι οποίες παρουσιάζονται σε χαλαρή μορφή και η αποσάθρωση την οποία έχουν υποστεί εμποδίζει τη διατήρηση των ρηξιγενών επιφανειών. Από τις πλέον αξιοσημείωτες αποτελεί η τεκτονική ασυνέχεια η οποία προσδιορίστηκε από Π. Παυλάκη 1989 να διασχίζει με διεύθυνση Β-Ν την περιοχή, από το δυτικό τμήμα της πόλης Χανίων, έως την περιοχή των Μουρνιών Χανίων και κατά μήκος της οποίας διακινείται μεγάλη ποσότητα υπόγειου νερού.

3.1.4 ΡΗΓΜΑΤΑ

Τα ρήγματα είναι επιφάνειες ή ζώνες θραύσεως του γήινου φλοιού κατά μήκος των οποίων υπάρχει μετατόπιση [11].

Την ευρύτερη περιοχή μελέτης την καθορίζει και την επηρεάζει ένα ενεργό εφελκυστικό πεδίο τάσεων στη διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ, δημιουργώντας έντονη ρηξιγενή τεκτονική, τόσο με την εμφάνιση νέων ρηγμάτων όσο και με την ενεργοποίηση υφιστάμενων.

Το κυριότερο σύστημα υπόγειων ρηγμάτων και ασυνεχειών που θα περιγραφεί, περιλαμβάνει το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1 με γενική διεύθυνση Α-Δ, την εφελκυστική ρηξιγενή ζώνη Αγυιάς -Μεσκλών F2, με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και το ρήγμα αγωγό Μυλωνιανών – Μαλάζας F3 με κατεύθυνση Δ -Α.

Το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1, αποτελεί κανονικό έως πλαγιοκανονικό μεταπτωτικό ρήγμα (κανονικά ονομάζονται τα ρήγματα, όπου δημιουργήθηκαν σε καθεστώς εφελκυσμού). Φαίνεται να είναι το κυριότερο και το σημαντικότερο όλων , καθώς με το φυσικό μηχανισμό του, πρώτον εμποδίζει την επικοινωνία των υπόγειων νερών της Αγυιάς- Λευκών Ορέων με τη θάλασσα και δεύτερον εμφανίζει τα υπόγεια νερά στην επιφάνεια στις πηγές Αγυιάς. Το φυσικό αυτό ζωτικής σημασίας ρήγμα διάφραγμα παίζει διπλό ρόλο τόσο στην παρεμπόδιση της υπαλμύρισης των υπόγειων υδροφορέων και κατ' επέκταση την ρύπανση του πόσιμου νερού, όσο και στη συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας νερού εξαιρετικής ποιότητας, το οποίο τροφοδοτεί το Ν. Χανίων ολόκληρο το έτος συμπεριλαμβανομένων των επιβαρυμένων μηνών του καλοκαιριού, λόγω έντονης τουριστικής επισκεψιμότητας αλλά και της έντονης ξηρασίας. Ο φυσικός μηχανισμός που το καθιστά το ρήγμα διάφραγμα υδατοστεγές, ονομάζεται κατακλαστίτης. Ο κατακλαστίτης αποτελεί υλικό πλήρωσης, προέρχεται από τα θραύσματα που προκύπτουν κατά την δημιουργία ενός

κανονικού ρήγματος και ανάλογα των επικρατουσών συνθηκών δύναται να κονιορτοποιηθεί τόσο, ώστε να προσεγγίσει τις τιμές υδροπερατότητας της αργίλου ($K < 10^{-8}$ m/sec), όπως ακριβώς συμβαίνει στην περίπτωση του ρήγματος της Αγυιάς F1 και τεκμηριώνεται από τη μέτρηση της υδροπερατότητας $K = 1.12 \cdot 10^{-8}$ m/sec (Παυλάκης 1989).

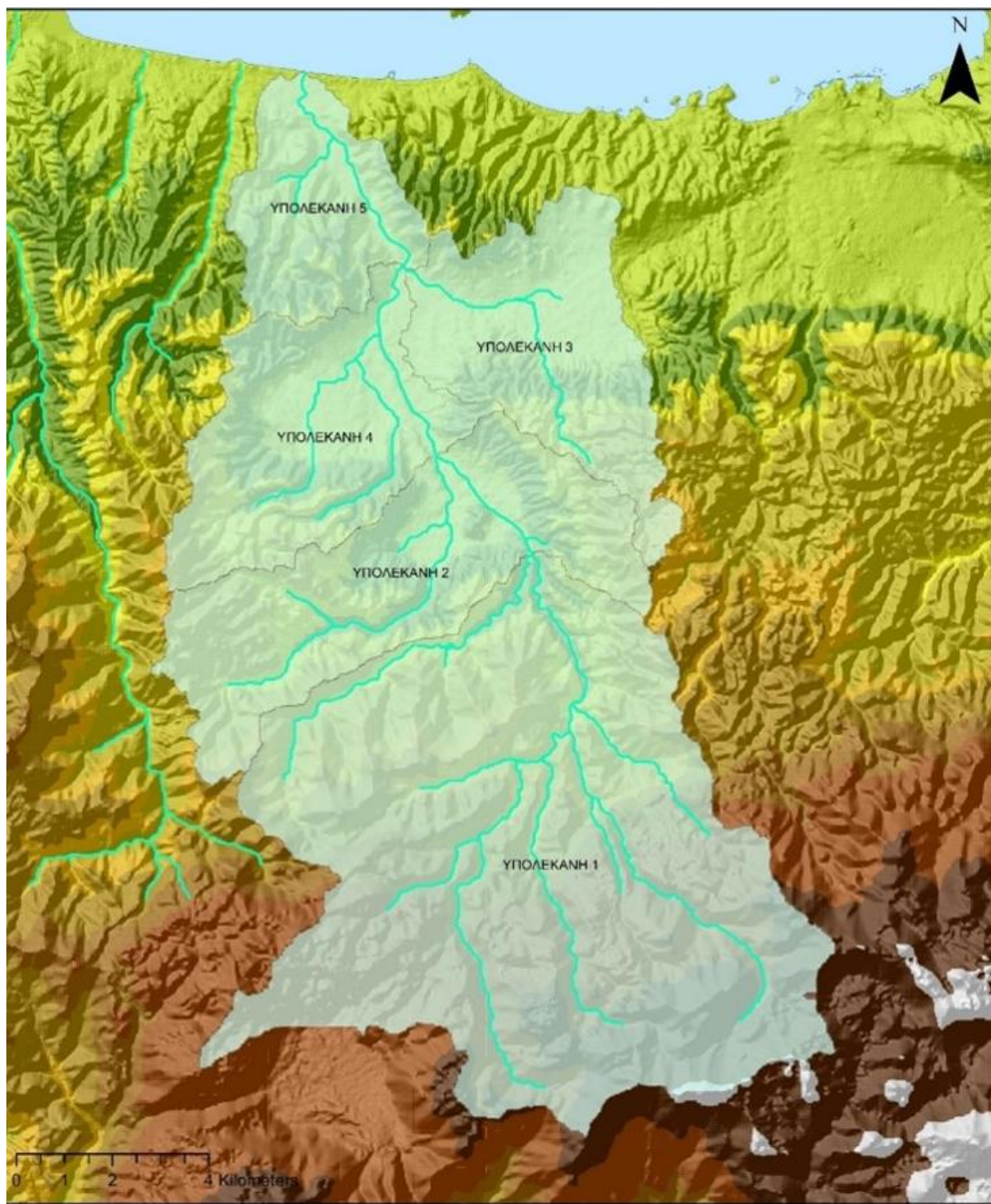
Η κίνηση των υπόγειων νερών ξεκινάει από τα Λευκά Όρη και συνεχίζει προς το Βορρά διαμέσου του ρήγματος αγωγού Αγυιάς - Μεσκλών F2, στη συνέχεια συναντάει το ρήγμα αγωγό Μυλωνιανών – Μαλάξας F3 και χάρη στην αυξημένη υδροπερατότητα ορισμένων θέσεων του F3 επιτρέπεται η διέλευση του νερού προς το Βορρά, όπου και συναντά το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1, όπου γίνεται και η τελική επιφανειακή εκφόρτιση στις πηγές Αγίας. Ειδική, μνεία θα δοθεί στον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιανών, όπου και ο ίδιος φορτίζει από το παραπάνω σύστημα ρηγμάτων με αξιοσημείωτο γεγονός τη μηδενική πτώση στάθμης του στο κεφάλαιο 3.1.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ,ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ,ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Η γεωλογική δομή και ο τρόπος που λειτουργεί το σύστημα των ρηγμάτων F1, F2 και F3 καθιστά τις πηγές της Αγυιάς, πηγές υπερχειλίσσης όχι επαφής, καθώς ο υδροφορέας λόγω κατακλαστίτη βρίσκεται υπό πίεση.

3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Η υδρολογία μιας περιοχής περιλαμβάνει τα επιφανειακά μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία συντελούν στην εύρυθμη κατανομή του νερού στα δίκτυα των λεκανών απορροής, τα ποτάμια, τις λίμνες και τον κύκλο του νερού. Στην περιοχή ενδιαφέροντος κυριότερη λεκάνη απορροής αποτελεί το δίκτυο των κοιτών του ποταμού Κερίτη.

Στο χάρτη 3.4 που ακολουθεί απεικονίζεται η λεκάνη απορροής του Κερίτη, η οποία είναι διαχωρισμένη σε υπολεκάνες. Κυριότερη για την εργασία αποτελεί η υπολεκάνη 3, η οποία περιλαμβάνει την περιοχή της Αγυιάς. Η λεκάνη του Κερίτη ξεκινάει από τα βόρεια Λευκά Όρη και εκτείνεται μέχρι τον Πλατανιά, όπου και εκβάλλει. Σχετικά με τη λεκάνη του Κερίτη αξίζει να αναφερθεί πως το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης της καλύπτεται από ανθρακικούς σχηματισμούς, ενώ το υπόλοιπο από φυλλίτικους και χαλαζιτικούς. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί αναπτύσσονται προς τα Λευκά Όρη, υπολεκάνη 1. Στις υπόλοιπες υπολεκάνες, κυρίως στα πεδινά τμήματα, εμφανίζονται νεογενείς χαλαροί σχηματισμοί, όπως οι Αλλουβιακές αποθέσεις κ.α. Πληροφορίες αντλήθηκαν από τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ)[3], στα πλαίσια αναθεώρησης και επέκτασης του (Γ.Π.Σ.)[2].



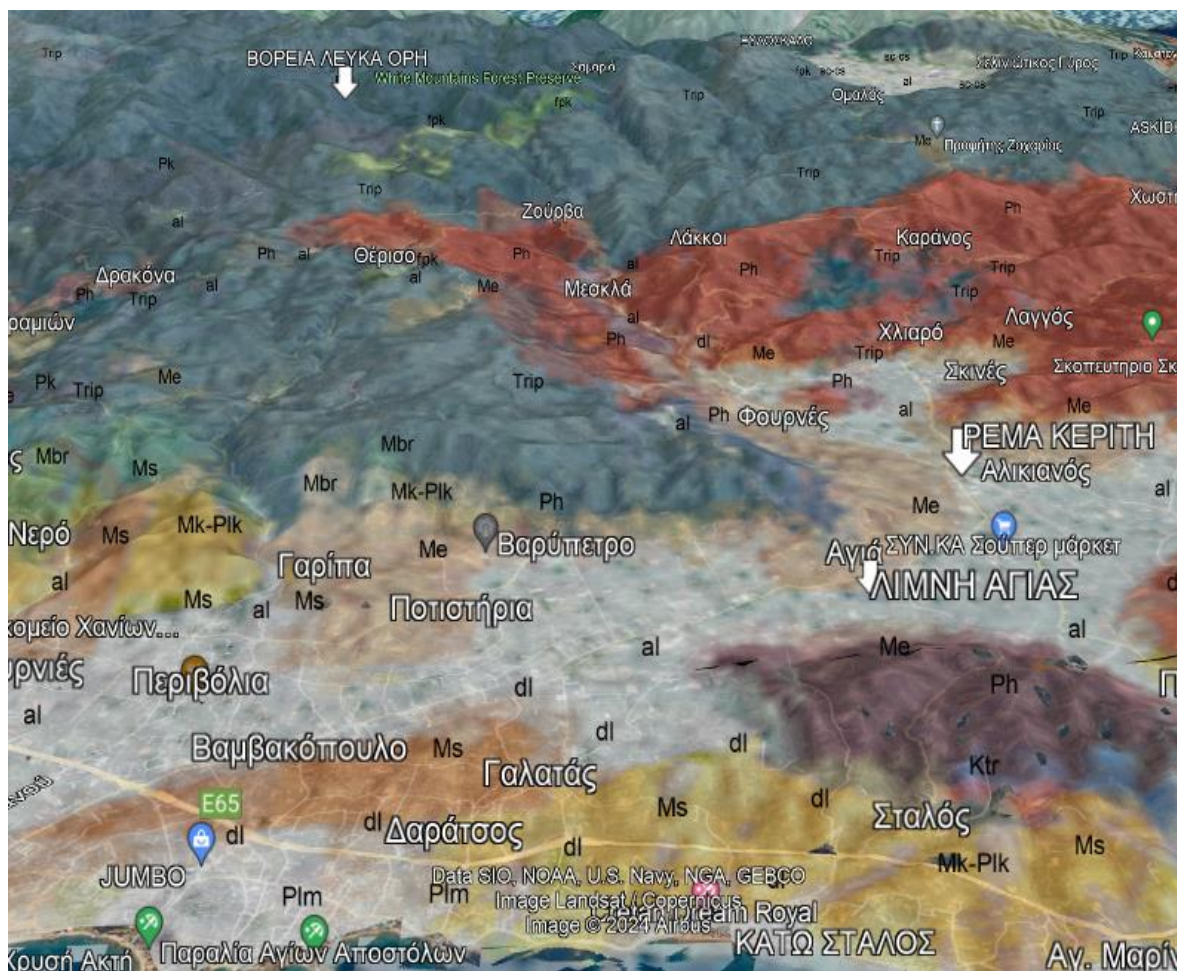
Χάρτης 3.2.1: Απεικόνιση της Λεκάνης του Κερίτη (Αρχείο Αικ.Παυλάκη).

3.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ,ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Παρακάτω στο Κεφάλαιο 3.3 θα αναλυθούν τα υδρολιθολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης. Στον παρακάτω Χάρτη 3.3.1 παρουσιάζεται το μορφολογικό ανάγλυφο της περιοχής μελέτης και οι γεωλογικοί σχηματισμοί που το δομούν.

Πιο συγκεκριμένα με μπλε χρώμα διαγράφεται η ευρύτερη περιοχή των Βόρειων Λευκών Όρεων, η οποία πλαισιώνεται από υδροπερατούς σχηματισμούς, όπως γεωλογικοί σχηματισμοί της Ενότητας Τρυπαλίου και των Πλακωδών Ασβεστόλιθων, ωστόσο υπάρχουν και αποθέσεις Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται η πεδινή περιοχή, η οποία συνεχίζει να δομείται ως επί το πλείστον με γεωλογικούς σχηματισμούς της Ενότητας Τρυπαλίου, ενώ κατά τόπους εμφανίζονται οι υδατοστεγείς Φυλλίτες-Χαλαζίτες. Τέλος, με υπόλευκο χρώμα εμφανίζεται η ευρύτερη περιοχή της Αγυιάς, την οποία δομούν νεογενείς, χαλαροί, υδροπερατοί σχηματισμοί, όπως Αλλουβιακές και Διλλουβιακές αποθέσεις.



Χάρτης 3.3.1. Μορφολογική απεικόνιση της περιοχής μελέτης και παρουσίαση των γεωλογικών σχηματισμών (Google Earth, με βάση τα στοιχεία του Γεωλογικού Χάρτη Αικ. Παυλάκη 2008).

Η υδρολιθολογική περιγραφή του οικοδομήματος των Λευκών Ορέων προμηνύει την τεράστια ποσότητα νερού που κατεισδύει, κινείται υπόγεια, αποθηκεύεται και ξαναβγαίνει στην επιφάνεια στις πηγές Αγυιάς, χάρη στο «λεπτοδουλεμένο» υπόγειο υδραυλικό σύστημα ροής και αποθήκευσης του νερού των Λευκών Ορέων. Η επιτυχία του συστήματος έγκειται στο συνδυασμό του είδους των πετρωμάτων (χαλαρά και βραχώδη) που το πλαισιώνουν επιφανειακά και υπόγεια, της διάβρωσης και της αποσάθρωσής των γεωλογικών σχηματισμών και των δυνάμεων που ασκήθηκαν, με αποτέλεσμα την δημιουργία ασυνεχειών και ρηγμάτων.

Η πρώτη θεμελιώδης διάκριση των πετρωμάτων είναι σε Χαλαρούς και Βραχώδεις. Οι Χαλαροί σχηματισμοί απαρτίζονται από στερεά μικκύλια, κόκκους άμμου, χάλικες, κροκάλες και τεμάχια βράχων, τα οποία πληρώνουν τα κενά μεταξύ τους με αέρα ή νερό. Κύριο χαρακτηριστικό του πορώδους των χαλαρών σχηματισμών, αποτελεί το πρωτογενές πορώδες, το δίκτυο δηλαδή που μπορεί να κυκλοφορεί μέσα του το υπόγειο νερό. Οι χαλαροί σχηματισμοί διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και υδατοστεγείς, η διάκριση καθενός και η κατηγοριοποίησή του γίνεται με βάση το συντελεστή υδροπερατότητας K .

Η υδροπερατότητα ενός γεωλογικού σχηματισμού αποτελεί μία σημαντική παράμετρο, η οποία χαρακτηρίζει την ευκολία με την οποία το νερό κινείται μέσα στη μάζα του και εκφράζεται ποσοτικά με το συντελεστή υδροπερατότητας K [14].

Αξίζει να αναφερθεί πως προσδιορισμός του συντελεστή υδροπερατότητας προσδιορίζεται στο πεδίο με της μεθόδους εισπίεσεως Lefranc και Maag, για τους χαλαρούς και ομοιογενείς σχηματισμούς, με μεγάλη και μικρότερη υδροπερατότητα αντίστοιχα.

Οι Βραχώδεις σχηματισμοί είναι κρύσταλλοι που εφάπτονται στις έδρες τους ή κόκκοι άμμου, χάλικες, κροκάλες με συγκολλητικό υλικό πυριτικής, ανθρακικής και αργιλικής σύστασης. Το πορώδες των βραχωδών σχηματισμών ονομάζεται δευτερογενές πορώδες και δείχνει την κίνηση του υπόγειου νερού, μέσω των τεκτονικών ασυνεχειών, δηλαδή ρήγματα και διακλάσεις, οι οποίες επικοινωνούν υδραυλικά μεταξύ τους. Η μέθοδος πεδίου που χρησιμοποιείται για το προσδιορισμό της υδροπερατότητας των βραχωδών σχηματισμών, ονομάζεται δοκιμή Lygeon, ενώ σε περίπτωση αδυναμίας γεώτρησης χρησιμοποιείται η στατιστική επεξεργασία των χαρακτηριστικών των ρωγματώσεων των βραχωδών σχηματισμών, η μέθοδος Kiraly, [14].

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται η ποιοτική διάκριση των πετρωμάτων σε Χαλαρούς και Βραχώδεις και ποσοτική διάκρισής, με βάση το συντελεστή υδροπερατότητάς τους (K).

Γεωλογικοί Σχηματισμοί	Υδροπερατοί	Ημιπερατοί	Υδατοστεγείς
Χαλαροί	$K \geq 10^{-5} \text{ m/sec}$	$10^{-5} > K > 10^{-8} \text{ m/sec}$	$K \leq 10^{-8} \text{ m/sec}$
Βραχώδεις	$K \geq 10^{-6} \text{ m/sec}$	$10^{-6} > K > 10^{-9} \text{ m/sec}$	$K \leq 10^{-9} \text{ m/sec}$

Πίνακας 3.1.2.1. Διάκριση των γεωλογικών σχηματισμών με βάση την τιμή του συντελεστή υδροπερατότητας K (Μελαδιώτης, 2001).

Η περιοχή μελέτης Λευκά Όρη, λεκάνη Κερίτη και λίμνη Αγυιάς περιέχει συνδυασμό βραχώδων και Χαλαρών σχηματισμών.

Από τους σχηματισμούς που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης στους βραχώδεις ανήκουν :

- τα ανθρακικά πετρώματα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων
- η Ενότητα Τρυπαλίου,
- η Ενότητα Τρίπολης
- η Ενότητα Πίνδου
- Οι Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι
- Κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμοί με ασβεστολιθικές κροκάλες,
- Φυλλιτικοί – Χαλαζιτικοί σχηματισμοί
- Ο φλύσκης Πίνδου και Τριπόλεως
- Μεταφλύσκης Λευκών Ορέων και συνεκτικές μάργες

Οι υπόλοιποι σχηματισμοί ονομάζονται χαλαροί και διακρίνονται:

- Στις Αλλουβιακές αποθέσεις Τεταρτογενούς,
- Στα Πλευρικά κορήματα (λατύπες και κροκάλες),
- Στα υλικά εδαφικού μανδύα αποσάθρωσης Φυλλιτών- Χαλαζιτών,

- Στις Διλλουβιακές αποθέσεις ,
- Στους Κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμούς με χαλαζιτικά και κλαστικά στοιχεία,
- Στις Αργιλοιλύες αλλουβιακών αποθέσεων, Ερυθρογή και Μάργες.

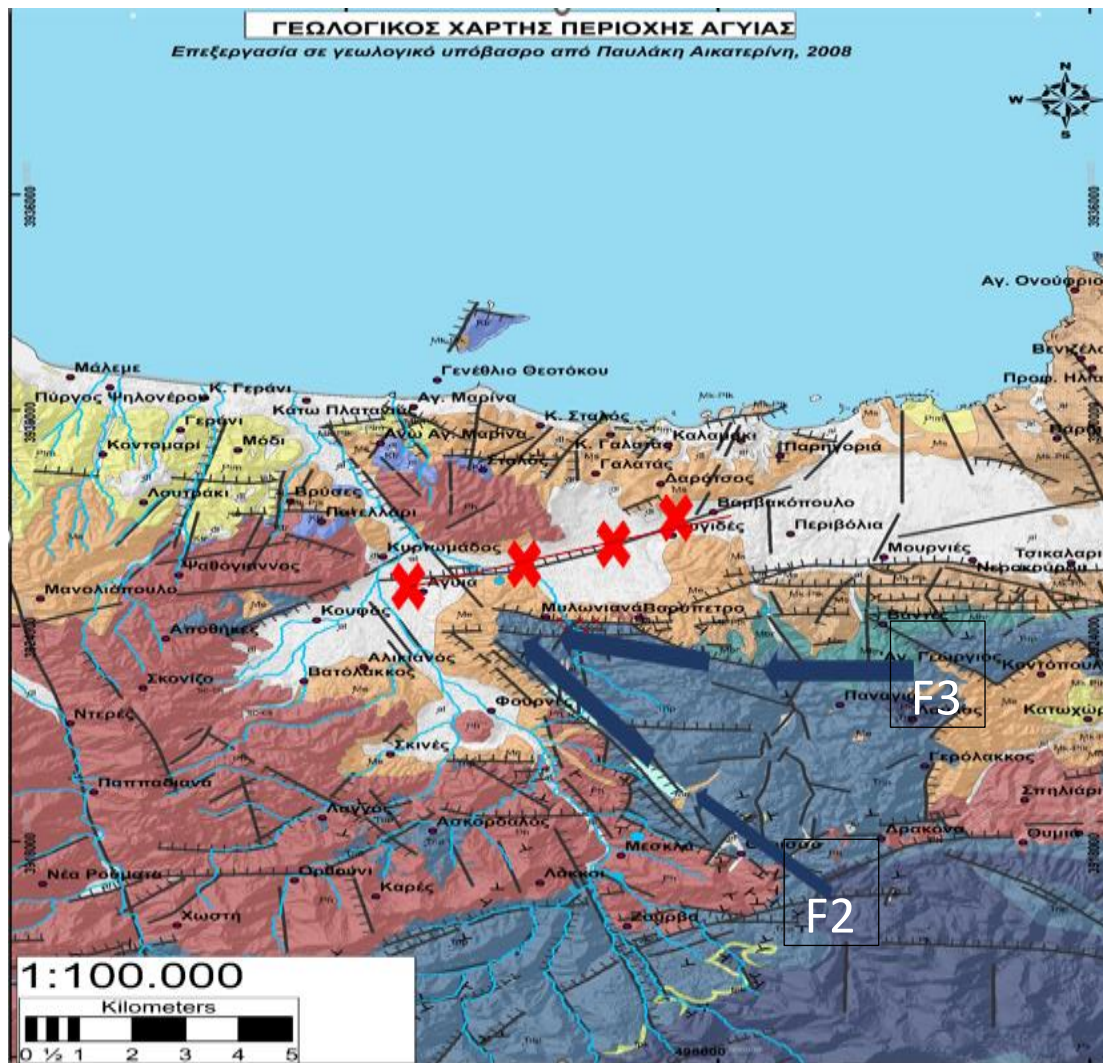
Ειδικότερα στους ανθρακικούς σχηματισμούς, διαμορφώνεται μία σύνθετη διεργασία, η οποία περιλαμβάνει κυκλοφορία υπόγειου νερού μέσω των ασυνεχειών με προοδευτική διεύρυνσή τους λόγω καρστικής διάλυσης του πετρώματος και κατ' επέκταση αύξησης της τιμής του δευτερογενούς πορώδους [11].

Όπως, αναφέρεται και στα παραπάνω κεφάλαια, το τεκτονικό παράθυρο φανέρωσε στην επιφάνεια των Λευκών Ορέων τους γεωλογικούς σχηματισμούς της Ενότητας Πλακωδών Ασβεστολίθων, της Ενότητας Τρυπαλίου και της Ενότητας Τρίπολης, στο μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης της περιοχής μελέτης. Οι τρεις βραχώδεις γεωλογικοί σχηματισμοί είναι υδροπερατοί, με συντελεστή υδροπερατότητας (K) για τους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους (Pk) $6,16 \cdot 10^{-5}$ - $2,93 \cdot 10^{-3}$ m/sec, για την Ενότητα Τρυπαλίου (Trip) $6,05 \cdot 10^{-3}$ - $7,77 \cdot 10^{-3}$ m/sec και για την Ενότητα Τρίπολης (KTr) $5,27 \cdot 10^{-4}$ - $8,00 \cdot 10^{-4}$ m/sec. Οι αυξημένες ρηγματώσεις, οι ασυνέχειες και η διάβρωση λόγω καρστικοποίησης των ανθρακικών πετρωμάτων, δικαιολογούν απόλυτα την κατείσδυση και στην κίνηση του βρόχινου νερού, αλλά και του νερού που προέρχεται από το λιώσιμο του χιονιού των Λευκών Ορέων, στους υπόγειους ταμιευτήρες του υδροφόρου συστήματος Λευκών Ορέων – Αγυιάς.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που ανήκουν σε ημιπερατούς ή υδατοστεγείς, εμφανίζονται στη κατά τόπους σε όλη την περιοχή μελέτης. Οι ενότητες αυτές αποτελούνται από τους Μαρμαϊκούς Ασβεστόλιθους (Mk – Plk), που ανήκουν στους βραχώδεις, ημιπερατούς με συντελεστή υδροπερατότητας (K) $4,41 \cdot 10^{-7}$ - $2,49 \cdot 10^{-6}$ m/sec και τους υδατοστεγείς βραχώδεις γεωλογικούς σχηματισμούς συμπεριλαμβάνονται οι Φλύσκεις Τρίπολης και Πίνδου, ο μεταφλύσκης Πλακωδών Ασβεστολίθων, Συνεκτικές Μάργες και Φυλλίτες – Χαλαζίτες με συντελεστή υδροπερατότητας (K) $9,23 \cdot 10^{-10}$ - $2,41 \cdot 10^{-8}$ m/sec. Αξίζει να σημειωθεί πως μεγάλο ποσοστό των υδατοστεγών σχηματισμών της Ενότητας Φυλλιτών -Χαλαζιτών που εμφανίζεται στην περιοχή μελέτης, χάρη στις μεταβολές που έχουν υποστεί λόγω της εναλλαγής του πεδίου των τάσεων έχουν αποκτήσει πτυχογόνο τεκτονική και σε πολλά σημεία γίνονται ημιπερατοί [17].

Στους χαλαρούς γεωλογικούς σχηματισμούς, που αποτελούνται από τη συνεκτική σύνδεση των αποσαθρωμένων κομματιών, των παλαιότερων σχηματισμών που επωθήθηκαν και ρηγματώθηκαν κατά τη δημιουργία του τεκτονικού παραθύρου, ανήκουν οι υδροπερατές Αλλουβιακές αποθέσεις με συντελεστή υδροπερατότητας (K) $2,35 \cdot 10^{-5}$ - $3,48 \cdot 10^{-3}$ m/sec, οι ημιπερατοί γεωλογικοί σχηματισμοί όπως, τα πλευρικά κορήματα, οι Διλλουβιακές αποθέσεις και η Κροκαλολατυποπαγής σειρά με χαλαζιτικά κλαστικά στοιχεία με συντελεστή υδροπερατότητας (K) $2,07 \cdot 10^{-8}$ - $2,39 \cdot 10^{-5}$ m/sec. Οι παραπάνω χαλαροί γεωλογικοί σχηματισμοί εμφανίζονται μόνο επιφανειακά στην περιοχή της Αγίας και περιμετρικά αυτής.

Στον παρακάτω Χάρτη 3.3.2 παρουσιάζεται η υδρολιθολογική συμπεριφορά των υφιστάμενων ρηγμάτων ενδιαφέροντος, δηλαδή το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1 με γενική διεύθυνση Α-Δ, την εφελκυστική ρηξιγενή ζώνη Αγυιάς -Μεσκλών F2, με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και το ρήγμα αγωγό Μυλωνιανών – Μαλάξας F3 με κατεύθυνση Δ -Α. Σημαντικό ρόλο για τον τρόπο λειτουργίας τους διαδραματίζουν, η λιθολογική συμπεριφορά του ρήγματος της Αγυιάς, λόγω κατακλαστίτη που το καθιστά αδιαπέρατο και το ενεργό πεδίο των τάσεων που καθιστά τη ρηξιγενή ζώνη Αγυιάς -Μεσκλών F2 και το ρήγμα Μυλωνιανών – Μαλάξας F3, αγωγούς. Στο χάρτη με κόκκινη σήμανση παρουσιάζεται το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1 και , με μπλέ βέλη η ροή του νερού στα δύο ρήματα αγωγούς.



Χάρτης 3.3.2: Απεικόνιση του φράγματος του κατακλαστίτη (Γεωλογικός Χάρτης Αικ. Παυλάκη 2008).

Συνοψίζοντας, από τα δεδομένα που έχουν αναφερθεί παραπάνω, συμπεραίνεται ότι τα μείζουσας σημασίας φαινόμενα που οδήγησαν στη σημερινή γεωλογική δομή των Λευκών Όρεων, τη λεκάνη του Κερίτη αλλά και υπόγεια στους ταμιευτήρες των Μυλωνιανών και την εμφάνιση των πηγών υπερχείλισης της Αγυιάς, οφείλονται στο ενεργό και συνεχώς μεταβαλλόμενο πεδίο τάσεων, το οποίο επιδρά άμεσα στην κινηματική κατάσταση των ρηγμάτων και κατ'επέκταση στην υδρογεωλογική τους συμπεριφορά. Το ρήγμα διάφραγμα F1, εντάσσει τις πηγές Αγυιάς στον κανόνα για τις πηγές υπερχείλισης καθώς το υπόγειο νερό λόγω του κατακλαστίτη βρίσκεται υπό πίεση και με το μηχανισμό αυτό ωθείται στην επιφάνεια.

Οι πηγές δεν θα μπορούσαν να συντελούν πηγές επαφής, καθώς αυτές προϋποθέτουν υπόγειους στεγανούς γεωλογικούς σχηματισμούς πχ. Φυλλίτες.

Η συμπεριφορά των ρηγμάτων άλλα σαν αγωγοί και άλλα σαν διαφράγματα, διευκολύνουν τόσο την κίνηση των υπόγειων νερών, όσο και την αποθήκευση του. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται, από τη μηδενική μεταβολή της παροχής των πηγών Αγυιάς σε βάθος δεκαετιών, η οποία δεν επηρεάζεται από την εκάστοτε ετήσια κλιματολογική συμπεριφορά της περιοχής των Λευκών Όρεων, καθώς η κίνηση του νερού πραγματοποιείται διαμέσου του μικρού εύρους ρωγματώσεων και όχι μέσα σε καρστικούς αγωγούς (Παυλάκης,1989)

Κυριότερο ταμιευτήρα στην περιοχή μελέτης αποτελεί ο ταμιευτήρας των Μυλωνιανών, με ποσότητα αντλούμενου νερού , της τάξης $>1.000 \text{ m}^3/\text{h}$, η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε από τον ΟΑΔΥΚ, υπό την επίβλεψη των Δεμίρη, Μελαδιώτη και Παυλάκη (1983). Ο ταμιευτήρας των Μυλωνιανών, συνιστά τμήμα του σύνθετου καρστικού υδροφόρου συστήματος Λευκών Ορέων, συνολικής έκτασης 770 km^2 .

Αναλυτικά, όπως αναφέρεται στα προηγούμενα κεφάλαια τα Λευκά Όρη είναι δομημένα με ανθρακικούς, καρστικοποιημένους Ασβεστόλιθους την Ενότητας Τρυπαλίου και Πλακωδών Ασβεστόλιθων, τόσο στην κορυφή όσο και στον υπόγειο χώρο, ενώ η Ενότητα Τρίπολης ανήκει στην Ανώτερη πλάκα και επωθήθηκε στις σημερινές της θέσεις επιφανειακά, ο συνδυασμός τους δημιουργεί το υπόγειο υδραυλικό σύστημα κίνησης του νερού. Η αυξημένη υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών επιτρέπει στο νερό να κατεισδύσει στο υπόγειο υδραυλικό σύστημα. Στη συνέχεια, τα τρία βασικά ρήγματα ενδιαφέροντος επιτρέπουν στο νερό να κινηθεί και να επανεμφανιστεί στις πηγές της Αγυιάς. Ο καθοριστικός του ρόλος να εμποδίζει τη διέλευση του υπόγειου νερού να εκφορτιστεί στη θάλασσα, το καθιστά το σημαντικότερο πυλώνα του υπόγειου υδραυλικού συστήματος και την προστασία αυτού του φυσικού διαφράγματος μείζουσας σημασίας πρόβλημα. Αν το ρήγμα διάφραγμα διαταραχθεί το νερό δεν θα συγκρατείται και θα χάνεται στη θάλασσά. Η ποσότητα του νερού που εκφορτίζεται στις πηγές Αγίας είναι η μεγαλύτερη όλων των πηγών (Μεσκλά, Αναβάλλοντα) αγγίζει μέσο ετήσιο όγκο νερού $79,84 \text{ Mm}^3$, παροχές περιόδου 1971-1985 , ενώ ταυτόχρονα η διακύμανση της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα Μυλωνιανών είναι μηδαμινή, το γεγονός αυτό παρατηρείται από αντλήσεις που έγιναν στο πεδίο (Παυλάκης,1989).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως το φαινόμενο του τεκτονικού παραθύρου που επιτρέπει την κατεισδυση των επιφανειακών νερών στους υπόγειους ταμιευτήρες και την κίνηση τους μέσω ρηγμάτων, πραγματοποιείται μόνο στην περιοχή μελέτης. Το γεγονός αυτό προκύπτει από αξιολόγηση δεδομένων που παρουσιάζονται στο πλαίσιο της υδρογεωλογικής μελέτης

του Κάμπου Χανίων, που πραγματοποιήθηκε από τους Μιχάλη Λιονή και Βασίλη Περλέρο 2002. Επιπλέον, υποστηρίζεται από γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή Βαλσαμιώτη και Βατόλακου, όπου σε βάθος μέχρι 30 μέτρα, βρέθηκαν στεγανοί γεωλογικοί σχηματισμοί (Φυλλίτες), η πληροφορία αυτή αντλείται από γεωτεχνικές έρευνες στα πλαίσια μελέτης των φραγμάτων Αλικιανού- Βαλσαμιώτη(Υδροσύστημα- Κάστορ)

Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η προστασία του, η διατήρηση του και η επιπλέον ορθολογική του αξιοποίηση, αντλώντας παραπάνω ποσότητα νερού, σε σημεία απομακρυσμένα από το ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς F1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η Εικόνα 4.1 αντικατοπτρίζει τον κύριο αγωγό τροφοδότησης του Νομού Χανίων. Η ποσότητα του νερού που τον διαρρέει είναι ικανή να συντηρήσει την ανάγκες του Νομού Χανίων όλη τη διάρκεια του χρόνου, ειδικά τους θερινούς μήνες που επικρατούν συνθήκες ξηρασίας και τουρισμού. Ο κύριος αγωγός τροφοδοτείται από τον υπόγειο υδροφόρα των Μυλωνιών και τις πηγές Αγίας.



Εικόνα 4.1: Το γενικό σχέδιο αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού της Δυτικής Κρήτης για ύδρευση και άρδευση με τα υλοποιημένα τμήματα των έργων. (Παυλάκης Π., Παυλάκη Αικ., Λυδάκης Ν., 2010) [2].

Μελετώντας πληροφορίες για τις πηγές Αγυιάς εξάγονται τα παρακάτω ασφαλή αποτελέσματα. Το σύνολο των πηγών Αγυιάς απαρτίζεται από την πηγή Πλατάνου, την πηγή Κολύμπα, την πηγή Βρυσσίδα και την πηγή Καλαμιώνα. Σημειώνεται πως η πηγή Βρυσσίδα έχει στερέψει.

Παρακάτω, στους πίνακες 4.1 και 4.2 παρουσιάζονται οι φυσικοχημικές παράμετροι και χημική ανάλυση των πηγών Πλατάνου, Κολύμπας και Καλαμιώνα.

Φυσικοχημικές Παράμετροι	ΠΗΓΕΣ ΑΓΙΑΣ		
	Πλάτανος	Κολύμπα	Καλαμιώνας
Θερμοκρασία (°C)	13,5	13	16
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μs/cm)	288	352	1480
PH	7,72	7,83	7,77
Ολική Σκληρότητα (mg/L CaCO ₃)	143	176	963

Πίνακας 4.1: Μετρήσεις Θερμοκρασίας ,Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, PH,Ολική Σκληρότητας των πηγών Αγυιάς [12].

Χημικά Στοιχεία (mg/l)	ΠΗΓΕΣ ΑΓΙΑΣ		
	Πλάτανος	Κολύμπα	Καλαμιώνας
Cl ⁻	18	19	45
NO ³⁻	0	0	0
Mn ²⁺	0	0	0
SO ₄ ²⁻	50	80	1100
Zn ²⁺	0.017	0.004	0.004
Ca ²⁺	30.3	39.5	150
Na ⁺	7.29	9.67	21.1
Cu ²⁺	0	0	0
K ⁺	0.3	0.4	0.9
Fe ²⁺	0	0	0
Mg ²⁺	11.04	12.9	63
P(ppm)	0	0	0

Πίνακας 4.2: Χημική Ανάλυση των πηγών Αγιάς [12].

Οι πηγές Πλατάνου και Κολύμπας βρίσκονται νοτιότερα από το ρήγμα διάφραγμα της Α-γιάς F1 και σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Σε αντίθεση με την πηγή του Καλαμιώνα που βρίσκεται βορειότερα του ρήγματος. Η χημική ανάλυση του νερού των πηγών Πλατάνου και Κολύμπας παρουσιάζει ομοιότητες και κρίνεται ασφαλές και εξαιρετικής ποιότητας για ύδρευση και άρδευση[12]. Οι ποσότητα του εξαγόμενου νερού από τις πηγές Πλατάνου και Κολύμπας προσεγγίζουν κατά μέση ετήσια ποσότητα τα $75-80,40 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, εκ των οποίων μόνο το $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αξιοποιούνται (Λιονής, Περλέρος 2002- Παυλάκης 1989, Αρανίτης, Ζερβογιάννης, Μελισσάρης 1977) [2]. Μετά την εξάντληση την πηγής Βρυσσίδα, η ποσότητα ενδέχεται να διαφοροποιείται, παρόλα αυτά η πηγή Πλατάνου τροφοδοτεί κυρίως τον Νομό Χανίων [2].

Αναφορικά, με την πηγή του Καλαμώνα συμπεραίνεται πως εκφορτίζει χαμηλής ποιότητας νερό, με υψηλή σκληρότητα και αγωγιμότητα, γεγονός το οποίο την καθιστά ακατάλληλη προς οποιαδήποτε χρήση [12].

Οι τρεις παραπάνω πηγές κρίνεται αναγκαίο να μην έρθουν σε επαφή, γεγονός το οποίο αναδεικνύει πρωταρχικό μέλημα την προστασία του ρήγματος διαφράγματος της Αγυιάς F1, το οποίο και τα διαχωρίζει.

Από πηγές φανερώνεται πως οι υδατικές ανάγκες του Νομού Χανίων πλησιάζουν τα $28 \cdot 10^6$ με $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού και κρίνεται αναγκαίο να αυξηθούν κατά $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ -νερού. Συνεπώς, συνιστά αδήριτη ανάγκη η περαιτέρω άντληση νερού, η οποία θα μπορούσε να γίνει απευθείας από τον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιανών, τουλάχιστον μέχρι την κατασκευή των φραγμάτων Σεμπρενιώτη, Παπαδιανών και την ολοκλήρωση του φράγματος Βαλσαμιώτη.

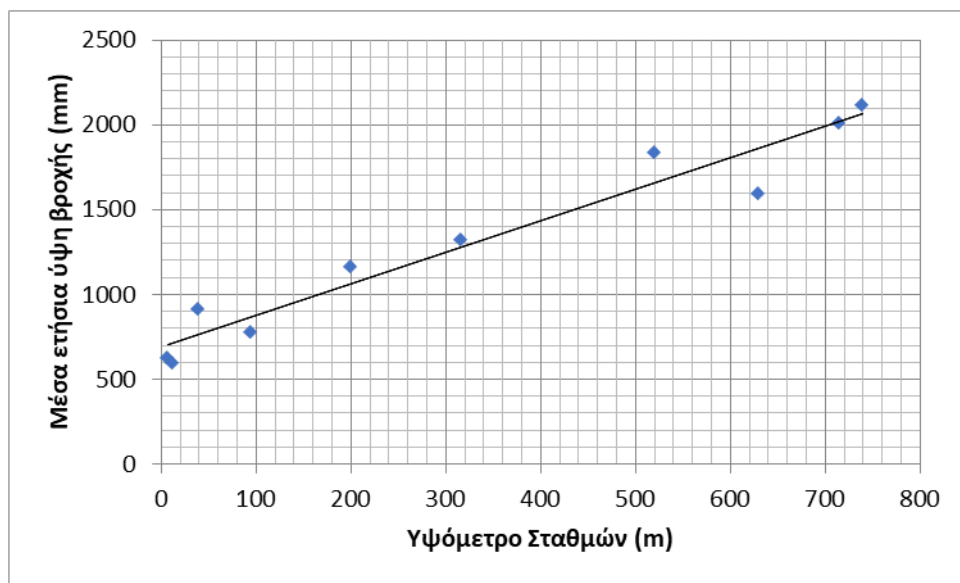
Σύμφωνα, με τη διδακτορική διατριβή της Αικατερίνης Παυλάκη <Τεχνικές Γεωλογικές Συνθήκες στο Νομό Χανίων>, το έτος 2006, διανοίχτηκαν υδρογεωτρήσεις για την πραγματοποίηση δοκιμαστικών αντλήσεων στον υπόγειο υδροφορέα των Μυλωνιανών. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν σταθερότητα στη στάθμη των υδρογεωτρήσεων στον ίδιο χρόνο άντλησης για όλες, ενώ πραγματοποιήθηκαν αντλήσεις σταθερή παροχής. Ενδεικτικά, αναφέρονται τιμές ποσότητας εξαγόμενου νερού 970, 750 και $840 \text{ m}^3/\text{h}$, για αντίστοιχο χρόνο 121, 114, 102 h.

Κλείνοντας το παρόν κεφάλαιο αξίζει να τονιστεί τόσο η σημαντικότητα της προστασίας των πηγών Αγυιάς, καθώς τροφοδοτούν τον Νομό Χανίων με πόσιμο νερό, δημιουργούν ένα φυσικό γεωπεριβάλλον το οποίο εντάσσεται και στις περιοχές NATURA 2000.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα φαινόμενα που επηρεάζουν την αποθήκευση του νερού στους υπόγειους υδροφορείς. Ξεκινώντας από τα κατακρημνίσματα, παραθέτοντας τις υδρολιθολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν και καταλήγοντας στη συσσώρευση του νερού.

Παρακάτω, το διάγραμμα της βροχοβαθμίδας της περιοχής μελέτης.



Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα μεταξύ του Μέσου Ετήσιου Ύψους Βροχής με το

Υψόμετρο για εύρος υψομέτρων από +7 έως +740.

Η τιμή της βροχοβαθμίδας είναι 185mm/100m υψόμετρου.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ	ΛΕΥΚΑ ΟΡΗ			ΛΕΚΑΝΗ ΚΕΡΙΤΗ		ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΑ ΛΙΜΝΗΣ ΑΓΙΑΣ	
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι	Ενότητα Τρυπαλίου	Ενότητα Τρίπολης	Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι	Φλύσκεις Τρίπολης / Πίνδου Μεταφύσκης Πλακωδών Ασβεστολίθων Συνεκτικές Μάργες Φυλλιτών-Χαλαζι- τών	Αλλουβιακές Αποθέσεις	Πλευρικά Κορήματα Διλλουβιακες Αποθέσεις Κροκαλολατυπο- παγή Σειρά με Χαλαζι- τικά κλαστικά στοι- χεία
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗ- ΤΑΣ	Υδροπερατοί	Υδροπερατοί	Υδροπερα- τοί	Ημιπερατός	Υδατοστεγείς	Υδροπερατές	Ημιπερατοί
ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟ- ΤΗΤΑ (Κ) σε (m/sec)	6.00*10 ⁻⁵ έως 2.93*10 ⁻³	6.05*10 ⁻³ έως 7.77*10 ⁻³	5.27*10 ⁻⁴ έως 8.00*10 ⁻⁴	4.41*10 ⁻⁷ έως 2.49*10 ⁻⁶	9.23*10 ⁻¹⁰ έως 2.41*10 ⁻⁸	2.35*10 ⁻⁵ έως 3.48*10 ⁻³	2.07*10 ⁻⁸ έως 2.39*10 ⁻⁵

Πίνακας 6.1: Υδρολιθολογικά στοιχεία την περιοχής μελέτης (Διδακτορική Διατριβή Αικ. Παυλάκη, 2006) [14].

Τα σημαντικότερα ρήγματα των Λευκών Ορέων, τα οποία δημιουργήσαν και συντηρούν το καρστικό υδραυλικό σύστημα αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω.

- **Το κανονικό πλαγιοκανονικό ρήγμα διάφραγμα F1** στην περιοχή της Αγίας, με διεύθυνσης Δ-Α και ζωτικής σημασίας ικανότητα να συγκρατεί και να εκφορτίζει το υπόγειο νερό στις πηγές Αγυιάς. Το γεγονός αυτό τεκμηριώνεται από το συντελεστή υδροπερατότητας του ρήγματος $K = 1.12 \cdot 10^{-8} \text{ m/sec}$ και οφείλεται στο λεπτόκοκκο υλικό πλήρωσης του ρήγματος.
- **Η εφελκυστική ρηξιγενής ζώνη F2, Αγυιάς- Μεσκλών**, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Χάρη στο ρήγμα αγωγό F2 τα υπόγεια νερά κινούνται διαμέσου αυτού από το Νότο (Λευκά Όρη) προς το Βορρά (Αγιά). Το ρήγμα F2, Αγυιάς- Μεσκλών συναντάται με το ρήγμα διάφραγμα F1 και εκφορτίζει το νερό που το διαπερνά στις πηγές Αγυιάς.
- **Το ρήγμα αγωγός F3 Μυλωνιανών- Μαλάξας**, με διεύθυνση Δ-Α, συναντάται με το ρήγμα αγωγό F2, και το ρήγμα F3 ξεκινά να διαρρέεται από νερό μόνο σε ορισμένες θέσεις αυξημένης υδροπερατότητας, ενώ και τα δύο εκφορτίζουν στις πηγές Αγυιάς.

Όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα των αξιοποιούμενων πηγών για ύδρευση και άρδευση παρουσιάζονται παρακάτω.

Πηγές Αγυιάς	Συνολική ποσότητα (Παυλάκης 1989)	Ποιότητα Νερού	Αξιοποιήσιμη Ποσότητα Νερού
Πλάτανος	79,84 Mm ³	Εξαιρετική	20*10 ⁶ m ³
Κολύμπα			
Καλαμιώνας		Ακατάλληλη	0 m ³

Πίνακας 6.2: Συνοπτικά χαρακτηριστικά ποιότητας και ποσότητας Πηγών Αγυιάς Παυλάκης, 1989 [15].

Συνεχίζοντας, όσον αφορά τον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιάνων, τα δύο κύρια χαρακτηριστικά που πιστοποιούν την ικανότητά του να παρέχει την επιπλέον αναζητούμενη ποσότητα εξετάζονται παρακάτω.

Αρχικά, από υδρογεωτρήσεις που διανοίχθηκαν παρατηρήθηκε, ότι η στάθμη του υδροφορέα παραμένει σταθερή. Οι μετρήσεις που ακολουθούν πραγματοποιήθηκαν από την Δρ. Αικατερίνη Παυλάκη 2006, για την διδακτορική διατριβή της.

Υδρογεώτρηση M1		Υδρογεώτρηση M2		Υδρογεώτρηση M3	
Χρόνος σε Λεπτά (min)	Στάθμη σε Μέτρα (m)	Χρόνος σε Λεπτά (min)	Στάθμη σε Μέτρα (m)	Χρόνος σε Λεπτά (min)	Στάθμη σε Μέτρα (m)
15	45.85	15	45.24	15	46.12
20	45.84	20	45.24	20	46.11
30	45.83	30	45.23	30	46.14
45	45.83	45	45.23	45	46.11
60	45.83	60	45.23	60	46.11
90	45.81	90	45.22	90	46.12
120	45.81	120	45.22	120	46.10
180	45.80	180	45.22	180	46.10
240	45.80	240	45.21	240	46.08
300	45.78	300	45.20	360	46.07
360	45.78	360	45.20	480	46.06
420	45.77	420	45.21	600	46.05
480	45.77	480	45.21	720	46.01
600	45.75	600	45.22	810	46.03
720	45.73	720	45.21	960	46.01
840	45.73	840	45.21	1.080	45.99
960	45.72	960	45.21	1.260	46.00

1.080	45.70	1.080	45.20	1.500	45.98
1.260	45.70	1.260	45.19	1.740	45.99
1.440	45.70	1.440	45.20	1.980	45.98
1.620	45.68	1.620	45.19	2.220	45.95
1.800	45.67	1.800	45.18	2.460	45.97
1.980	45.66	1.980	45.18	2.700	45.96
2.160	45.65	2.160	45.19	2.940	45.94
2.400	45.64	2.400	45.17	3.180	45.95
2.640	45.65	2.640	45.16	3.420	45.93
2.880	45.65	2.880	45.15	3.660	45.92
3.120	45.63	3.120	45.15	3.900	45.94
3.360	45.63	3.360	45.14	4.380	45.93
3.600	45.62	3.600	45.13	4.620	45.91
3.840	45.60	3.840	45.14	4.860	45.92
4.140	45.59	4.140	45.13	5.100	45.91
4.440	45.62	4.440	45.14	5.580	45.90
4.740	45.59	4.740	45.13	6.120	45.89

Πίνακας 6.3: Χρονική καταγραφή της ποσότητας του αντλούμενου νερού από τις υδρογεω-τρήσεις στην περιοχή των Μυλωνιανών,(Διδακτορική Διατριβή Αικ. Παυλάκη,2006) [14].

Τα ποσότητά στοιχεία που αντλήθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Υδρογεωτρήσεις Μυλωνιανών	Χρονική διάρκεια Άντλησης (h)	Ποσότητα αντλούμενου Νερού (m³/h)
M1	121	970
M2	114	750
M3	102	840

Πίνακας 6.4: Ποσότητα αντλούμενου νερού από τον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιανών (Δι-
δακτορική Διατριβή Αικ. Παυλάκη, 2006) [14].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ :ΣΥΖΗΤΗΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ανακεφαλαιώνοντας , ο πληθυσμός των Χανίων σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την απογραφή του 2021, ανέρχεται στους 144.259 μόνιμους κατοίκους. Ωστόσο , τα Χανιά αποτελούν βασικό τουριστικό πυλώνα καθόλη τη διάρκεια του ημερολογιακού έτους. Συγκεκριμένα από τα στατιστικά στοιχεία αεροπορικής κίνησης για το αεροδρόμιο των Χανίων, το έτος 2023 (Ιανουάριος – Δεκέμβριος), αποβιβάστηκαν 3.648.416 επισκέπτες [7] . Με αναγωγή στους δώδεκα μήνες του έτους ο μόνιμος πληθυσμός μαζί με τους επισκέπτες ανέρχεται στα 448.294 άτομα συνολικού πληθυσμού. Αν υποθέσουμε πως από ένα άτομο καταναλώνονται 200 lt νερού ανά ημέρα [6], οι ημερήσιες ανάγκες υπολογίζονται σε 89.658m^3 νερού/ ημέρα και ετησίως σε $32.725.462\text{m}^3$ νερού/ έτος. Στην επικρατούσα φάση δεν συνυπολογίζονται οι ανάγκες για άρδευση, οι οποίες αυξάνουν την ανάγκη απαίτησης υδατικών πόρων. Επισημαίνεται, πως τους θερινούς μήνες υπάρχει παροχή αιχμής λόγω τουρισμού, ωστόσο στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει ο προσδιορισμός των συνολικών ετήσιων υδατικών αναγκών και η περαιτέρω άντληση νερού από ασφαλή σημεία, με γνώμονα την προστασία και την αειφόρα διαχείριση του γεωπεριβάλλοντος της περιοχής .

Από τα κλιματολογικά στοιχεία του Κεφαλαίου 2 συμπεραίνεται ότι, η μορφολογική διάπλαση της ευρύτερης περιοχής, η οποία παρουσιάζεται εκτενώς παραπάνω, και ειδικότερα η ύπαρξη των Λευκών Ορέων, με τα μεγάλα υψόμετρα, επιδρά καταλυτικά στη διαμόρφωση του μικροκλίματος και στις υψηλές τιμές του ύψους βροχής. Σύμφωνα, με τη Βροχοβαθμίδα κάθε 100 μέτρα υψόμετρου το ύψος βροχής αυξάνεται κατά 185mm. Στα 740 m το ύψος βροχής προσεγγίζει τα 2115 mm. Το γεγονός αυτό επιδρά καταλυτικά στον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και στη δημιουργία ενός πλούσιου υδατικού δυναμικού.

Στο ασβεστολιθικό υδροφόρο σύστημα των πηγών Αγυιάς η κίνηση του υπόγειου νερού πραγματοποιείται μέσω του μικρού εύρους ρωγματώσεων που το διατρέχουν και προσεγγίζεται σαν κίνηση νερού σε πορώδες μέσο (Παυλάκης 1989). Η κίνηση του υδατικού δυναμικού διευκολύνεται κυρίως από τα δύο ρήγματα αγωγούς Αγυιάς-Μεσκλών (F2) και Μυλωνιανών- Μαλάξας (F3) και εκφορτίζεται στις πηγές Αγυιάς, λόγω εμπλοκής του κινούμενου νερού στο ρήγμα διάφραγμα της Αγυιάς (F1). Η αξιοποιήσιμη ποσότητα νερού προσεγγίζει το 25% της συνολικής ποσότητας που διαρρέει τον υδροφορέα. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του υπόγειου υδροφορέα Λευκών Ορέων, αποτελεί η ικανότητα εφαρμογής μοντέλου πρόβλεψης ποσότητας του υδατικού δυναμικού που αποθηκεύεται στους ταμιευτήρες. Ο προσδιορισμός και η απόδειξη πως η κίνηση του νερού στον υπόγειο υδροφορέα Λευκών Ορέων προσεγγίζει κίνηση προς αντλούμενη γεώτρηση σε πορώδες μέσο, ακολουθώντας το πρότυπο Jacob, από τον Παύλο Παυλάκη 1989, δίνει την απόλυτη ελευθερία για πρόγνωση και περεταίρω ασφαλή αξιοποίηση των υπόγειων υδάτων, προκειμένου να διασφαλιστεί η διηνεκής βιωσιμότητα της φυσικής λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος. Τονίζεται ότι η επιπλέον αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού μέσω άντλησής οφείλει να πραγματοποιηθεί σε θέσεις κρίσιμης σημασίας.

Παρακάτω, παρουσιάζεται ο χάρτης με τις θέσεις ενδιαφέροντος, όπως μελετήθηκαν στη Διερεύνηση του καρστικοποιημένου ασβεστολιθικού υδροφορέα της περιοχής των Μυλωνιανών Χανίων για τον καθορισμό περιοχών αναπτύξεως υδρογεωτρήσεων εκμεταλλεύσεως, που πραγματοποιήθηκε από τον Κων. Δεμίρη και τον Ιωαν. Μελαδιώτη (1983). Όλες οι προσφερόμενες ζώνες για την ανάπτυξη των υδρογεωτρήσεων εκμεταλλεύσεως βρίσκονται ανάντη των πηγών Αγυιάς και προς την περιοχή των Μυλωνιανών.

Τονίζεται, πως η προστασία του υπόγειου υδροφορέα αποτελεί αδήριτη ανάγκη, αφού η ποσότητα και η ποιότητα του είναι ικανές να τροφοδοτούν με εξαιρετικής ποιότητας νερό ολόκληρο το νομό συμπεριλαμβανομένων των θερινών μηνών αιχμής.

Οι θέσεις επιλέχθηκαν με γνώμονα την προστασία του ρήγματος διαφράγματος της Αγίας (F1), καθώς το πληρωτικό του υλικό, ο κατακλαστίτης συντηρεί την αρμονική λειτουργία του υπόγειου υδραυλικού συστήματος.

Κρίνεται αναγκαίο ο κατακλαστίτης να διατηρηθεί στην αρχική του κατάσταση καθότι, η λιθολογική του σύσταση από λεπτόκοκκη άργιλο επιδρά στην υδρολιθολογική του συμπεριφορά ως αδιαπέρατος σχηματισμός. Κατ επέκταση :

- Συντελεί ως φυσικό φράγμα του υπόγειου υδροφορέα των Λευκών Ορέων, με αποτέλεσμα να συγκρατεί τα υπόγεια νερά, που εκ φορτίζουν στις πηγές της Αγυιάς.
- Αποτρέπει την υφαλμύριση του υδροφορέα των Λευκών Ορέων από τα βόρεια, καθώς από θερμογραφήματα φαίνεται η επικοινωνία του υδροφορέα με τη θάλασσα.
- Τέλος, προστατεύει τις πηγές Αγυιάς από ρύπανση με θειικά, λόγω επαφής με τις πηγές του Καλαμιώνα.

Σημειώνεται πως οι πηγές Αγυιάς, Μεσκλών και Αναβάλλοντα, δεν αντιστοιχούν στον ίδιο υδροφορέα, εξ αιτίας της διαφορετικής τους θερμοκρασίας αλλά και της διαφορετικής τους στάθμης. Αν είχαν κοινό υδροφορέα θα εμφάνιζαν τόσο κοινή χημική ανάλυση και θερμοκρασία όσο και στάθμη, λόγω του φυσικού φαινομένου των συγκοινωνούντων δοχείων.

Επιπλέον, ο δυτικός υδροφορέας, όπου λόγω εμφάνισης σχηματισμών γύψου εμπεριέχει θειικά, τροφοδοτεί της πηγές Κολύμπας, Καλαμιώνα και Κουφού. Σημειώνεται πως, στην Κολύμπα εκφορτίζεται νερό και από τους δύο υδροφορείς (Μυλωνιανών και Δυτικός) η άντληση και τροφοδοσία του Νομού Χανίων, πραγματοποιείται από τον υπόγειο υδροφορέα Μυλωνιανών.

Αναλυτικά, οι θέσεις γεωτρήσεων παρουσιάζονται με σειρά χρησιμότητας και σημαντικότητας, οι πληροφορίες αντλήθηκαν από τη Διερεύνηση του καρστικοποιημένου ασβεστολιθικού υδροφορέα της περιοχής των Μυλωνιανών, 1983 [4].

Η προσφερόμενη ΖΩΝΗ 1, φέρεται να διαρρέεται από το μεγαλύτερο ποσοστό των υπόγειων υδάτων που καταλήγουν στην Αγιά, πρόκειται για ζώνη, όπου το καρστ είναι πολύ ανεπτυγμένο.

Η προσφερόμενη ΖΩΝΗ 2, διαρρέεται από το υπόλοιπο ποσοστό των υπόγειων υδάτων της περιοχής, εκτρέπονται δυτικά και είναι πιθανό να εκφορτίζεται στην Αγιά. Το γεγονός αυτό είναι ελπιδοφόρο για την ποιότητα του νερού που υπάρχει. Ωστόσο, η ΖΩΝΗ 2 βρίσκεται σε έντονα τεκτονισμένη περιοχή, οι πιθανότητες υπάρξεως προβλημάτων, από μικρομυλονίτες στην ανάπτυξη και απόδοση των υδρογεωτρήσεων είναι μεγάλες [4].

Όσον αφορά, την προσφερόμενη ΖΩΝΗ 4, οι απόψεις για την εγκατάσταση υδρογεωτρήσεων είναι αμφιλεγόμενες. Ως επί το πλείστο, η πρόσβαση στη ΖΩΝΗ 4 είναι ικανή και εύκολη, καθώς ερευνητικές γεωτρήσεις προηγούμενων ετών, παρουσιάζουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την εγκατάσταση μόνιμων υδρογεωτρήσεων. Παρόλα αυτά, η θέση της υδρογεώτρησης M₇, εξαιτίας της επαφής με τεκτονισμένη ζώνη και της έλλειψης παρατεταμένης άντλησης, εμποδίζει την εξαγωγή ασφαλών μετρήσεων. Συνεπώς, επικρατεί μια

μετριοπαθής επιστημονική προσέγγιση σχετικά με την εγκατάσταση υδρογεωτρήσεων στο σημείο [4]

Κλείνοντας, η προσφερόμενη ΖΩΝΗ 3, συνιστά έντονα τεκτονισμένη περιοχή, με πιθανότητα ολικής αποτυχίας εγκατάστασης υδρογεώτρησης[4].

Η επιπλέον άντληση θα ανακουφίσει τις ανάγκες για ύδρευση και άρδευση. Από τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ,2023 [3]) που πραγματοποιήθηκε για την Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ,[2]) Δήμου Χανίων και των περιαστικών Δήμων Ελ. Βενιζέλου, Θερίσου και Σούδας, αντλούνται πληροφορίες σχετικά με το σύστημα ύδρευσης και άρδευσης. Εκτιμάται ότι στόχος της Τοπικής Αυτοδιοίκησης του Ν. Χανίων αποτελεί η αύξηση της παροχής νερού ύδρευσης και άρδευσης, για επιπλέον άρδευση 260.000 στρεμμάτων και ύδρευση 200.000 κατοίκων, σε Χανιά και Ρέθυμνο. Η παραπάνω απαίτηση θα επιτευχθεί, μέσω της ολοκλήρωσης του <Masterplan>, ένα ενιαίο αγωγό διακίνησης νερού, όπου μέχρι σήμερα έχουν ολοκληρωθεί 430.000 μέτρα του. Οι σημερινές υδατικές ανάγκες της βόρειας πλευράς του Ν. Χανίων, καλύπτονται από τον Κεντρικό Αγωγό του <Masterplan> ,έργα άμεσης ανάγκης και απόδοσης ,κυρίως εφαρμόζονται σε περιοχές έντονα καλλιεργημένες και τουριστικά επιβαρυμένες και έργα αρδευτικά και υδρευτικά προσωρινής λειτουργίας [3].

Συμπεραίνεται, λοιπόν πως οι υδατικές ανάγκες του Ν. Χανίων συνεχώς αυξάνονται, επομένως η περαιτέρω άντληση και αποθήκευση του νερού αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος που ελλοχεύει στην προσπάθεια κάλυψης των αυξημένων υδατικών αναγκών είναι η άντληση υπόγειου νερού από γεωτρήσεις που θα προκαλέσουν καταστροφή του κατακλαστίτη του ρήγματος διαφράγματος Αγυιάς (F1), που επιφέρουν τις επιπτώσεις που αναφέρονται παραπάνω, στον υπόγειο υδροφόρα Μυλωνιανών.

Κλείνοντας, θα ήθελα να επισημάνω πως στην εργασία δόθηκε έμφαση στη διερεύνηση και ανάλυση των γεωλογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης που παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών και της σημαντικότητάς τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γκούμας Χρήστος, «Μελέτη της Υπόγειας Ροής στον Κάμπο Χανίων με Χρήση του Μοντέλου PTC (Princeton Transport Code)», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2016.
2. Γραφείο Δοξιάδη, Ροϊκός Συμβουλευτική Μηχανικών, Λιονής Μ., Παυλάκη Αικ., «Προκαταρκτική Μελέτη Γεωλογικής καταλληλότητας», Αναθεώρηση και Επέκταση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) Δήμου Χανίων και των Περιαστικών Δήμων Ελ. Βενιζέλου, Θερίσου Και Σούδας, Χανιά, 2013.
3. Γραφείο Δοξιάδη, Ροϊκός Συμβουλευτική Μηχανικών, Λιονής Μ., Παυλάκη Αικ., «Αναθεώρηση και Επέκταση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) Δήμου Χανίων και των Περιαστικών Δήμων Ελ. Βενιζέλου, Θερίσου Και Σούδας – 1η Σ.Σ. Δημοτική Ενότητα Κεραμείων», Χανιά, 2023.
4. Δεμίρη Κ., Μελαδιώτη Ι., «Διερεύνηση του Καρστικοποιημένου Ασβεστολιθικού Υδροφορέα της Περιοχής των Μυλωνιανών, Χανίων για τον Καθορισμό Περιοχών Αναπτύξεως Υδρογεωτρήσεων Εκμεταλλεύσεως», Χανιά, 1983.
5. Διάφοροι, Βοτανικός Κήπος Κρήτης, <https://www.botanical-park.com/el/>, [02/2024]
6. Διάφοροι, «Ποιότητα Νερού Ύδρευσης, Νομός Χανίων», ΔΕΥΑ Χανίων, <https://devach.gr/poiotita-nerou-sto-dimo-chanion-2023>, [04/2024].
7. Διάφοροι, Στατιστικά Στοιχεία Αεροπορικής Κίνησης Αεροδρομίου Χανίων, https://www.chq-airport.gr/uploads/sys_nodeInq/2/2874/Chania_12_Traffic_2023vs2022.pdf, [04/2024].
8. Διάφοροι, «Οι οικολογικές υπηρεσίες, τα κοινωνικά οφέλη και η οικονομική αξία των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων στις περιοχές του Δικτύου NATURA 2000 στην Κρήτη», Έργο LIFE Natura 2000 Value Crete, 2014-2018, <http://www.ecovalue-crete.eu/el/sites/gr4340006>.
9. Διάφοροι, Δήμος Χανίων, <https://www.chania.gr/dimos/de-therisou/de-therissou.html>, [10/2023].
10. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Κλιματικά Δεδομένα για Επιλεγμένους Μετεωρολογικούς Σταθμούς στην Ελλάδα, http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology_city?perifereia=Crete&poli=Chania_Souda, [01/2024].
11. Ροντογιάννη Τσιαμπάου Θ., Γεωλογία Θεμελιώδεις Έννοιες για Μηχανικούς, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018.
12. Λυδάκης Ν., Πενταρή Δ., Κατσιβέλα Ε., Κουτουλάκης Δ., Περδικάτης Β., Παυλάκη Αικ., "A Chemical and Microbiological Study of the Water of the Agyia Springs in Western Crete", WSEAS Transactions on Environment and Development 2 (6), 816-822, 2012.
13. Παυλάκη Αικ., Μελαδιώτης Ι., Παυλάκης Π., "Applicability of the "Lefka Ori" Western Crete Region Geofactors Interaction Matrix (Gfim) as a Key to Understanding the Engineering Geological Conditions", Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XLVII, Πρακτικά 13ου Διεθνούς Συνεδρίου, Χανιά, 2013.

14. Παυλάκη Αικ., «Τεχνικές Γεωλογικές Συνθήκες στο Νομό Χανίων», Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., 2006
15. Παυλάκης Π., «Συμβολή στην Υδρογεωλογική Διερεύνηση του Ασβεστολιθικού Υδροφόρου Συστήματος των Πηγών Αγιάς Δυτικής Κρήτης», Διδακτορική Διατριβή, Ε.Μ.Π., 1989.
16. Τζανάκης Β., Παυλάκη Αικ., Λέκκας Ε., Βαρουχάκης Μ., Παρανυχιανάκης Ν., Φασαράκης Γ., Αγγελάκης Α., "Uncoupled Precipitation and Water Availability: The Case Study of Municipality of Sfakia, Crete, Greece", *Water*, 14, 462, 2022.
17. Παυλάκη Αικ., «Μελέτη Έργου Προστασίας Ακτών Πλατανιά Περιφερειακής Ενότητας Χανίων», 2023.