

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΝΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ ΚΡΗΤΗΣ (ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ - ΡΕΘΥΜΝΟ)

Καμπέρης Ε.¹, Κόκκινου Ε.² και Μονόπωλης Δ.³

¹ Ελληνικά Πετρέλαια, Κηφισίας 199, Μαρούσι, Αθήνα, ekamperis@hellenic-petroleum.gr

² Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τ.Ε.Ι. Κρήτης (Παρ. Χανίων), Ρωμανού 3, Χαλέπα, 73133, Χανιά, Κρήτη, ekokinou@teicrete.gr

³ Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, 73100, Χανιά, Κρήτη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην μελέτη των υδρολογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στην ορεινή περιοχή του άνω ρου του Γεροποτάμου στο Ρέθυμνο της Κρήτης, όπου το φαινόμενο της λειψυδρίας λαμβάνει τα τελευταία χρόνια ανησυχητικές διαστάσεις.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης συγκεντρώθηκαν και αξιοποιήθηκαν δεδομένα και πληροφορίες που αφορούν στη γεωλογία και στην υδρολογία της περιοχής σε συνδυασμό με δεδομένα από υδρευτικές και αρδευτικές γεωτρήσεις και μετρήσεις από βροχομετρικούς σταθμούς. Περιγράφεται επίσης το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, το οποίο ελέγχεται κατεξοχήν από την τεκτονική και εν μέρει από τη λιθολογία των αλπικών σχηματισμών και τέλος επιχειρείται ο υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου και αξιολόγηση των υδατικών αποθεμάτων των επιμέρους λεκανών.

1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

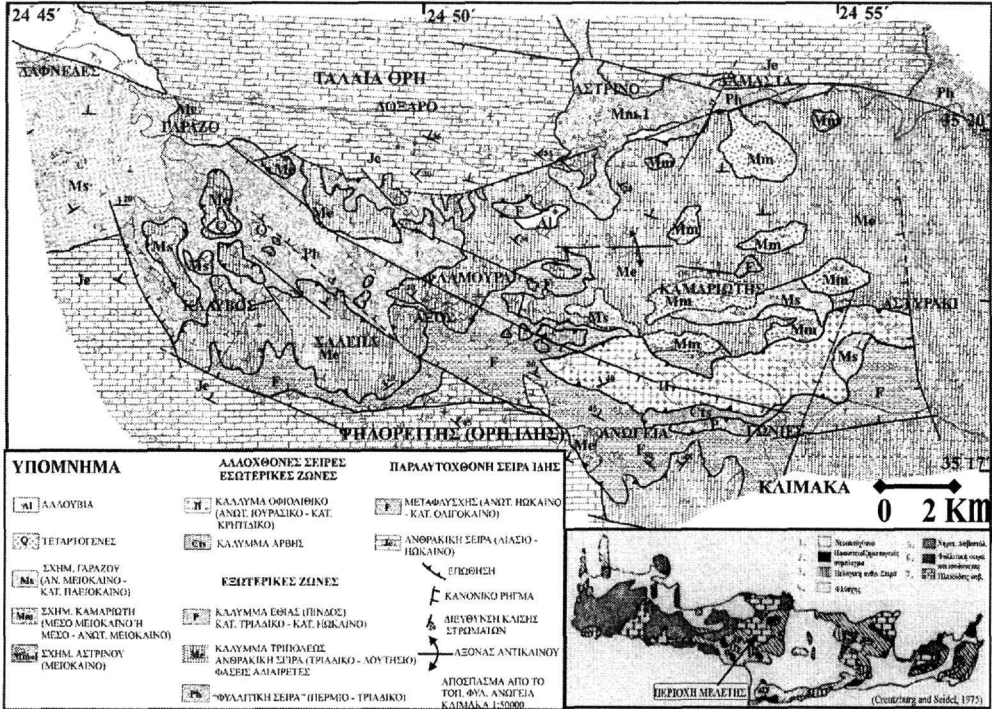
Η περιοχή που μελετήθηκε περιλαμβάνεται στο τοπογραφικό φύλλο Ανώγεια και οριοθετείται από τα χωριά Ανώγεια, Αξός, Δαφνέδες, Δοξαρό, Δαμάστα, Αστυράκι και Γωνιές (Σχ. 1, απόσπασμα γεωλογικού χάρτη Κρήτης, Ι.Γ.Μ.Ε., ενημερωμένο). Η υπόψη περιοχή δομείται από αλπικές και μεταορογενετικές ακολουθίες ιζημάτων (Νεογενές – Τεταρογενές), οι οποίες έχουν τοποθετηθεί ασύμφωνα πάνω στις αλπικές.

Οι αλπικές ακολουθίες ιζημάτων διακρίνονται (Bonneau 1973, Fassoulas 1999) στα κατώτερα καλύμματα («φυλλίτες», «πλακώδεις ασβεστόλιθοι») της ζώνης της Ίδης και στα ανώτερα αλλόχθονα καλύμματα (ζώνες Γαβρόβου - Τρίπολης και Εθιάς). Στα ανώτερα περιλαμβάνονται και οι ακολουθίες ιζημάτων των εσωτερικών ζωνών (σειρά Άρβης, οφιολιθικό σύμπλεγμα) οι οποίες όμως λόγω της μικρής έκτασής και της λιθολογίας τους δεν επηρεάζουν το υδρολογικό ισοζύγιο της περιοχής.

Το γεωλογικό υπόβαθρο των αλλόχθονων αλπικών ακολουθιών αποτελείται από τα μέλη της σειράς της Ίδης (Bonneau 1984, Kiliias et al. 1993). Στην βάση της σειράς, που είναι ανεστραμμένη, εμφανίζονται «φυλλίτες» και δολομίτες του Περμίου (Μέσο – Ανώτερο) με *Fusulines* και δολομίτες του Τριαδικού και του Λιάσιου και στην συνέχεια η σειρά των «πλακωδών ασβεστολίθων» ηλικίας νεότερης του Λιάσιου (Fytrolakis 1980). Οι νεότεροι σχετικά ορίζοντες των «πλακωδών ασβεστολίθων» (ερυθρωποί μικροκροκαλοπαγείς ασβεστόλιθοι) και ο μεταφλύσσης εμφανίζονται νότια του χωριού Αξός. Η σειρά των «πλακωδών ασβεστολίθων» εμφανίζεται έντονα καρστικοποιημένη.

Η ζώνη της Τρίπολης εμφανίζεται επωθημένη στην παρααυτόχθονη σειρά της Ίδης. Μεταξύ των ανωτέρων καλυμμάτων η ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης αποτελεί – συγκριτικά - την πιο σημαντική παράμετρο στο υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της περιοχής. Η ζώνη Τρίπολης περιλαμβάνει μαργαίικούς ασβεστόλιθους (σχηματισμός «Ραβδούχων») ηλικίας Ανωτ. Καρνίου - Κατ. Νορίου και νηριπικής φάσης ανθρακικά ιζήματα (Τριαδικό - Λουτήσιο) καθώς και φλύσση σε στρωματογραφική ασυνέχεια επί των «Ραβδούχων» (Καρακίσιος 1986). Ο σχηματισμός των «Ραβδούχων» μεταβαίνει προς τα κάτω σε κλαστικές φάσεις («φυλλίτες») οι οποίες αποτελούν το μεταμορφωμένο

υπόβαθρο της ζώνης Τρίπολης. Τα ιζήματα της ζώνης της Εθιάς (ζ. Πίνδου) αποτελούνται από μέλη της ραδιολαρικής σειράς και του «πρώτου φλύσχη» (Κατ. Κρητιδικό).



Σχήμα 1 Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

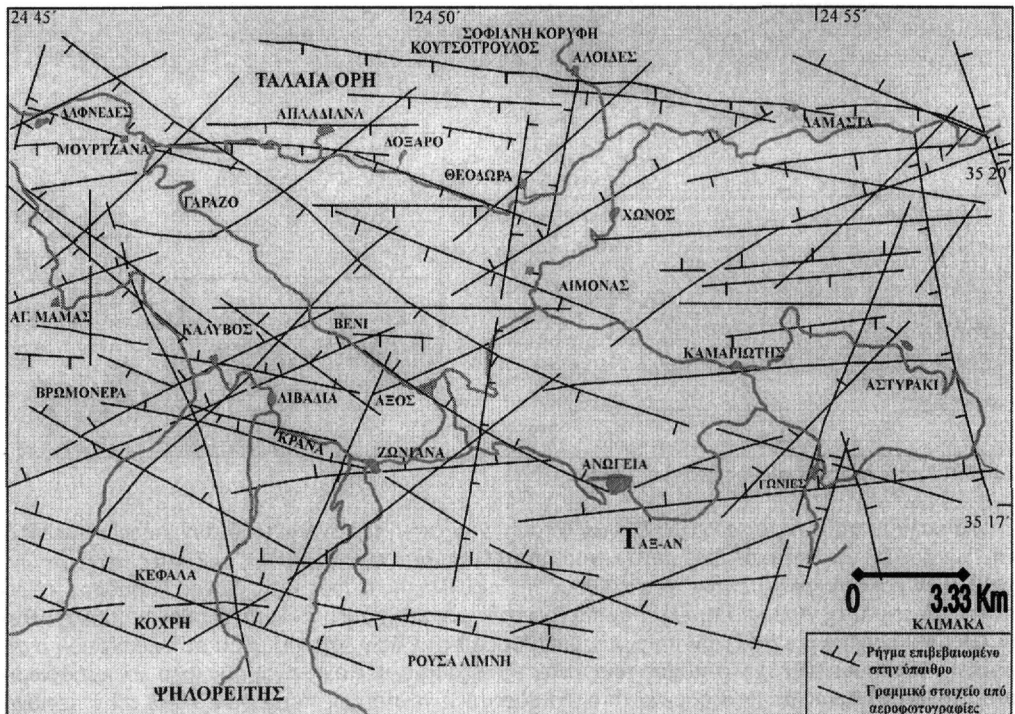
Τα καλύμματα των εσωτερικών ζωνών απαντώνται στην περιοχή μεταξύ των χωριών Ανώγεια και Γωνιές (Σχ. 1). Το οφιολιθικό σύμπλεγμα αποτελείται από αδιατέρατους οριζόντες περιδοσιτών, χαλαζιτών και αποκολλημένους σχιστόλιθους της «φυλλικής σειράς» της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης. Η σειρά της Αρβης αποτελεί σύμπλεγμα τεμαχών με χασοκή ανάμιξη ερυθρών ασβεστόλιθων με *Globotruncanae* και βασικών πετρωμάτων (βασάλτες «Pillow λάβες») μέσα σε φλυσχοειδή σχηματισμό (Bonneau 1973). Το πάχος τους στην εξεταζόμενη περιοχή είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Σύμφωνα όμως με τα δεδομένα από μια υδρευτική γεώτρηση, που εκτελέστηκε στην περιοχή των Ανωγείων, ξεπερνά τα 150 m. Η ηλικία των μελών της ενότητας είναι Ανωτ. Κρητιδικό (Φ. Τυμπάκι, Ι.Γ.Μ.Ε.)

Οι εμφανίσεις του Νεογενούς περιλαμβάνουν κλασικές αποθέσεις, οι οποίες διακρίνονται στους ακόλουθους τρεις σχηματισμούς από τον παλαιότερο προς το νεότερο: Αστρινού, Καμαριώτη και Γαράζο. Το συνολικό πάχος των μεταλλικών αποθέσεων υπερβαίνει τα 300 m. Ο σχηματισμός Αστρινού αποτελείται από άμμους με ψηφίδες και κροκαλοπαγή με λιμνοχερσαίο χαρακτήρα (ανώτερα μέλη) καθώς και ιλυούχες αργίλους, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους ρηχής θάλασσας (κατώτερα μέλη) ηλικίας Κατ. - Μέσου Μειοκαίνου. Οι υπερκείμενες στρωματογραφικά αποθέσεις περιλαμβάνουν κροκαλοπαγή, ψηφιδοπαγή και ψαμίτες (σχηματισμός Καμαριώτη) με λιμνοθαλάσσιο χαρακτήρα του Μέσου - Ανωτ. (.) Μειοκαίνου. Τέλος, μεταξύ των νεότερων αποθέσεων του Νεογενούς (σχηματισμός Γαράζου) επικρατούν ιλυούχες μάργες και άμμοι με χαρακτηριστικές ρηχής θάλασσας, ηλικίας Ανωτ. Μειοκαίνου - Κατ. Πλειοκαίνου.

Το Τεταρτογενές αντιπροσωπεύεται από ερυθρές άμμους και κροκαλοπαγή (χερσαίας φάσης) μικρού πάχους (έως 20 m) και αλλούβια (Σχ. 1).

Ο νεότερος ρηγινηνός ιστός της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο ενεργών ρηγμάτων τα οποία έχουν επηρεάσει τόσο τα αλπικά όσο και τα μεταλλικά ιζήματα. Τα παραπάνω ρήγματα διακρίνονται με βάση την διεύθυνση τους σε τέσσερις κύριες ομάδες (Σχ. 2), των οποίων τα ίχνη συμπίπτουν με γραμμικά στοιχεία που προκύπτουν από την μελέτη αεροφωτογραφιών της Γ.Υ.Σ. (κλίμακας 1:33000).

Η πρώτη πολυπληθής ομάδα ρηγμάτων περιλαμβάνει μεγάλου μήκους (έως και 20 Km) κανονικά ρήγματα της πρώτης γενιάς (Σεραβάλλιο), με γενική διεύθυνση Α – Δ. Με τα ρήγματα αυτά συνδέεται η δημιουργία της τάφρου της Αξού, η οποία αναπτύσσεται μεταξύ του ορεινού όγκου του Ψηλορείτη προς το νότο και των Ταλαίων ορέων προς το βορρά. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ρήματα γενικής διεύθυνσης Β – Ν, τα οποία επηρεάζουν τα μέλη της πρώτης ομάδας (Ανωτ. Μειόκαινο - Κατ. Πλειόκαινο). Η τρίτη, επίσης, πολυπληθής ομάδα αντιπροσωπεύει μεγάλες ρηγιγενείς γραμμές, με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ, οι οποίες αναπτύσσονται τόσο στα αλπικά όσο και στα μεταλπικά ιζήματα. Τέλος, η τέταρτη ομάδα αντιπροσωπεύει κανονικά, κλιμακωτά ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ, τα οποία επικρατούν κυρίως στο δυτικό και το νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης. Τα μέλη των δύο τελευταίων ομάδων (Ανωτ. Πλειόκαινο) επηρεάζουν τις παλαιότερες - συγκριτικά - εφελκυστικές δομές.



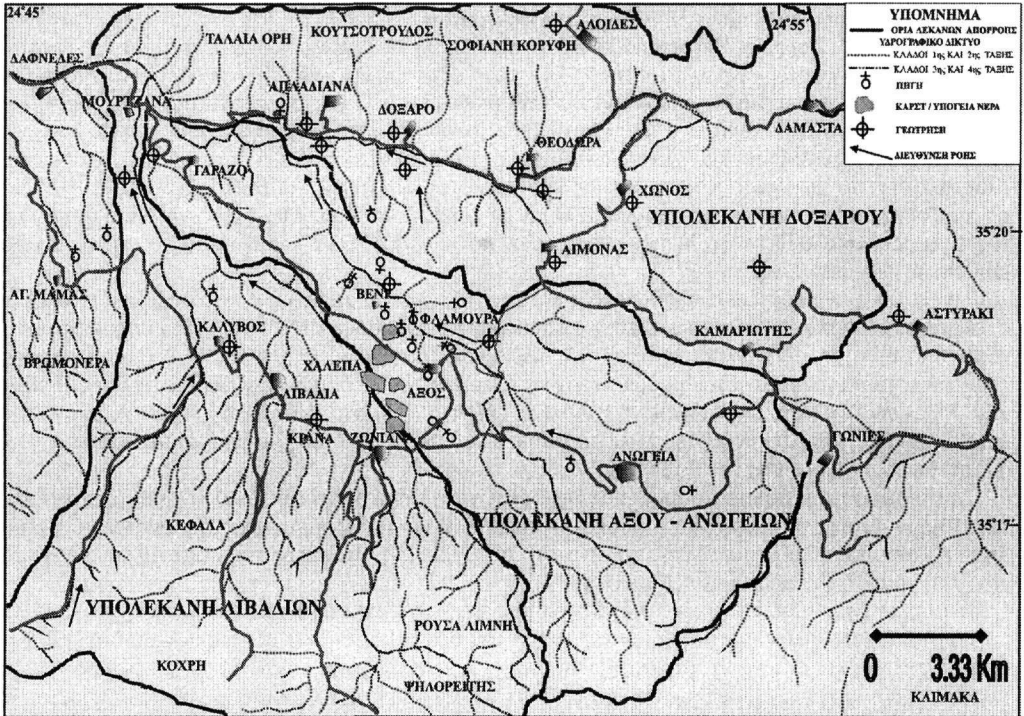
Σχήμα 2 Χάρτης των κανονικών ρηγμάτων και των κυριότερων ρηγιγενών γραμμώσεων της περιοχής μελέτης. Τ_{ΑΞ-ΑΝ} = Τεκτονικό βυθίσμα Αξού – Ανωγείων.

2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (Υ.Δ)

Το υδρογραφικό δίκτυο του άνω ρου του Γεροποτάμου αντιπροσωπεύει ένα μεσαίας κλίμακας ποταμοχειμάρριο σύστημα με εποχική ροή, το οποίο έχει αναπτυχθεί μέσα στην τεκτονική τάφρο της Αξού. Η τάφρος της Αξού αποτελεί μία μακροδομή 1ης τάξης, μήκους και πλάτους πολλών χιλιομέτρων (Σχ. 2), η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων. Επίσης χαρακτηρίζεται από σημαντικές μεταβολές σε ότι αφορά την ορογραφία, τη γεωμετρία των νεοτεκτονικών δομών που περικλείει, καθώς και τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου στα επιμέρους τμήματα της. Με βάση τα παραπάνω γεωλογικά και μορφοτεκτονικά κριτήρια διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις επιμέρους λεκάνες απορροής: Αξού – Ανωγείων, Δοξαρού και Λιβαδιών (Σχ. 3).

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου στον άνω ρου του Γεροποτάμου είναι δύσκολο να ταξινομηθεί σε μία από τις γνωστές μορφές υδρογραφικών δικτύων. Γενικά όμως μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεικτού τύπου. Επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι το μεγαλύτερο μέρος του Υ.Δ. αντιπροσωπεύεται από ένα κλάδο 4ης τάξης (Αξός), που αναπτύσσεται πάνω σε αλπικά ιζήματα (φυλλίτες και φλύσχη) στο τεκτονικό βύθισμα της Αξού – Ανωγείων (Τ_{ΑΞ-ΑΝ}, 2^{ης} τάξης). Οι ποταμοχειμάρριο Δοξαρού (3ης τάξης) και Καλύβου (4ης τάξης) αναπτύσσονται κατεσοχόν πάνω σε ανθρακικά ιζήματα

της ενότητας της Ίδης και μόνο ένα μικρό τμήμα τους διαβρώνει τα νεογενή ιζημάτα (χωριά Μουρτζανά και Δαφνέδες) και τους «φυλλίτες» .



Σχήμα 3 Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης (αριθμηση κατά Strahler).

Η υπολεκάνη Αξού – Ανωγείων έχει προσανατολισμό ΒΔ – ΝΑ και φορά αποστράγγισης του κύριου συλλέκτη της Αξού βορειοδυτική. Το αραιό ποταμοχειμάρριο σύστημα στην υπόψη λεκάνη πηγάζει από τα κράσπεδα του ΒΔ Ψηλορείτη (περιοχή Ανωγείων), όπου εμφανίζονται ανθρακικά ιζημάτα («πλακώδεις ασβεστόλιθοι») της ζώνης της Ίδης. Στην υπολεκάνη Αξού – Ανωγείων οι μικρότεροι κλάδοι 1ης και 2ης τάξης έχουν προσανατολισμό Β-Ν, ενώ οι αμέσως μεγαλύτεροι ακολουθούν τις νεότερες τεκτονικές δομές ΒΔ - ΝΑ διεύθυνσης. Οι συνεχείς μεταβολές δημιουργούν τελικά μια κλιμακωτή διάταξη σε ότι αφορά τη ροή του. Το στοιχείο αυτό δείχνει τον άμεσο έλεγχο της ροής του νερού από τις εφελκυστικές δομές. Στο νότιο τμήμα οι κλάδοι 1ης και 2ης τάξης που συναντώνται στην περιοχή (Σχ. 3) παρουσιάζουν μικρή ανάπτυξη (≤ 2 Km) στους «πλακώδεις ασβεστόλιθους» και πολύ πιο μικρή στους κλαστικούς σχηματισμούς του φλύσχη (ζ. Ίδης) και των «φυλλιών» (≤ 1 Km). Η μορφή του δικτύου σε αυτό το τμήμα είναι δενδριτική ή υποπαράλληλη (κεντρικό - νότιο τμήμα) ενώ παρατηρείται και έλλειψη πηγών. Επιπλέον πολλές πηγές επαφής χαρακτηρίζουν το επιμήκες κεντρικό τμήμα της υπολεκάνης από την Αξό μέχρι το Βενύ (Σχ. 3), οι οποίες συνδέονται άμεσα με τα τεκτονικά λείπια των ανθρακικών ιζημάτων της ζώνης Γαβρόβου (τοπ. «Χαλέπτα» και «Φλαμούρα», Αξός) και των υποκείμενων τεκτονικά «φυλλιών» ή του φλύσχη (ζ. Πίνδου).

Ο κεντρικός συλλέκτης στο βύθισμα της Αξού εμφανίζει γενικά συμμετρία ως προς τον υδροκρήτη της υπολεκάνης μέσα στην οποία ρέει, η οποία όμως μειώνεται αισθητά μετά το Βενύ, όπου σταδιακά η διεύθυνση του αλλάζει από ΒΔ σε ΒΒΔ. Κοντά στα Ατλαδιανά ρέει κατά μικρά διαστήματα – μήκους 1 Km με διεύθυνση Α – Δ ακολουθώντας τα ίχνη των παλαιότερων νεοτεκτονικών δομών με την ίδια διεύθυνση. Μετά τα Ατλαδιανά ο κύριος συλλέκτης της Αξού συνενώνεται με τον αντίστοιχο της υπολεκάνης Δοξαρού. Από τα Ατλαδιανά και μέχρι τα Μουρτζανά ακολουθεί πορεία ΔΒΔ, συναντά τον Ξεροπόταμο της Καλύβου και τελικά κατευθύνεται προς τα ΔΝΔ (Δαφνέδες), όπου ακολουθεί το ίχνος κανονικού ρήγματος με την ίδια διεύθυνση (Σχ. 2).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του κύριου συλλέκτη της Αξού είναι η μεγάλη παροχή σε στερεά υλικά (διαμέτρου μέχρι και μερικών μέτρων) στο τμήμα μεταξύ των χωριών Αξού και Βενύ, την οποία εμφανίζει κατά την περίοδο των έντονων κατακρημνισμάτων.

Η υπολεκάνη Δοξαρού παρουσιάζει προσανατολισμό Α-Δ γενικής διεύθυνσης με φορά αποστράγγισης των υδάτων προς τα δυτικά. Το αραιό υδρογραφικό δίκτυο στην υπόψη υπολεκάνη παρουσιάζει την πιο απλή συγκριτικά γεωμετρία (γωνιώδης). Ο κύριος συλλέκτης - 3ης τάξης - αναπτύσσεται τόσο στο ανατολικό (Δαμάστα) όσο και στο δυτικό τμήμα (Δοξαρό), πάνω στα ίχνη των νεοτεκτονικών δομών Α-Δ γενικής διεύθυνσης (Σχ. 2). Στο κεντρικό τμήμα του (μεταξύ των χωριών Αλόιδες και Θεοδώρα η κοίτη καθώς και η ροή του μετατοπίζεται βαθμιαία προς τα ΝΔ, παρουσιάζοντας προσανατολισμό εναλλάξ Β-Ν και ΒΑ - ΝΔ. Στα επιμέρους τμήματα του, ο συλλέκτης του Δοξαρού, ακολουθεί τα ίχνη των ενδιάμεσων και των νεότερων - συγκριτικά - ρηξιγενών δομών με τις ίδιες διευθύνσεις.

Το δίκτυο των μικρότερων κλάδων (1ης και 2ης τάξης) στην υπολεκάνη του Δοξαρού είναι αραιό, ελάχιστα ανεπτυγμένο και αποτελείται από μικρούς χειμάρρους περιστασιακής ροής, με προσανατολισμό Β-Ν, δηλαδή εγκάρσια προς την διεύθυνση του κύριου συλλέκτη. Οι μικρότεροι κλάδοι ταυτίζονται με τα ίχνη των ενδιάμεσων, χρονικά, νεοτεκτονικών δομών γενικής διεύθυνσης Β-Ν (Ανωτ. Μειόκαινο). Τέλος σημειώνεται η παντελής έλλειψη Υ.Δ. στο ανατολικό τμήμα (χωριά Χώνος και Καμαριώτης) της λεκάνης Δοξαρού, το οποίο καλύπτεται από τους έντονα καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους της ζώνης του Γαβρόβου.

Σε ότι αφορά τον βαθμό ασυμμετρίας της λεκάνης, η υπολεκάνη Δοξαρού είναι συμμετρική στο μεγαλύτερο τμήμα της (κεντρικό - δυτικό). Αντίθετα, εμφανίζει ασυμμετρία στο ανατολικό τμήμα, όπου η κοίτη του κύριου συλλέκτη έχει μετατοπιστεί βόρεια της διαμέσου της λεκάνης και τελικά συναντά τη γραμμή του υδροκρίτη (Δαμάστα).

Η υπολεκάνη Λιβαδίων έχει προσανατολισμό ΒΔ - ΝΑ και φορά αποστράγγισης των υδάτων της αρχικά Β έως ΒΒΑ και προς το ανάντι τμήμα της ΒΔ. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου είναι υποπαράλληλη και στο νότιο τμήμα της γωνιώδης με έλλειψη πηγών (Σχ. 3). Οι μικρότεροι κλάδοι παρουσιάζουν μικρή ανάπτυξη (από ένα έως μερικά χιλιόμετρα) και ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ότι αφορά την διεύθυνση της ροής τους, στο τμήμα που εμφανίζονται οι «πλακώδεις ασβεστόλιθοι» (κράσπεδα του Ψηλορείτη). Στο τμήμα αυτό οι κλάδοι 1ης τάξης παρουσιάζουν ενίοτε προσανατολισμό Α-Δ, ταυτιζόμενοι με μικρά τμήματα των νεοτεκτονικών δομών της πρώτης γενιάς. Οι παραπάνω κλάδοι συμβάλλουν με κλάδους της αμέσως μεγαλύτερης τάξης Β - Ν διεύθυνσης (τοπ. Κεφάλαια και Κόχη), δημιουργώντας ένα δίκτυο με υποπαράλληλους κλάδους (2ης και 3ης τάξης), που ρέουν εποχικά προς το βόρρα. Οι τελευταίοι συμβάλουν με την σειρά τους βόρεια της τοπ. Χαλέπτα (Σχ. 3) με τον κεντρικό συλλέκτη, ο οποίος παρουσιάζει προσανατολισμό ΒΔ-ΝΑ. Οι μεταβολές που παρατηρούνται στη διεύθυνση της κοίτης του - τοπικά - συνδέονται με την παρουσία των νεότερων συγκριτικά ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης. Τα παραπάνω στοιχεία αποτυπώνουν την χρονική σειρά με την οποία έδρασαν τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή μελέτης και ταυτίζονται με τα βιβλιογραφικά δεδομένα (Ten Veen & Postma 1999, Fassoulas 2000).

Η υπολεκάνη των Λιβαδίων εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές ($< \eta = 1$) σε ότι αφορά τον παράγοντα τοπογραφικής ασυμμετρίας T_v (Φουντούλης & Φουμέλης 2001), με τον κύριο κλάδο της να αναπτύσσεται παράλληλα, πολύ κοντά ή και να ταυτίζεται τοπικά με τον υδροκρίτη (τοπ. Χαλέπτα, χωριό Γαράζο). Η ασυμμετρία της λεκάνης μειώνεται αισθητά στο βορειότερο τμήμα της το οποίο χαρακτηρίζεται από πολύ μικρό εύρος. Στο υπόψη τμήμα η κοίτη του κύριου συλλέκτη συμπίπτει με την διάμεσο της λεκάνης απορροής.

3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Τα υδρολογικά στοιχεία για τον προσδιορισμό του υδρολογικού ισοζυγίου διατέθηκαν από την Διεύθυνση Δημοσίων Έργων - Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων της Περιφέρειας Κρήτης και τον Οργανισμό Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης (κ.Σιμιτζή Χρ.). Από αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα υδρολογικά δεδομένα της περιόδου 1980 - 2001. Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της καθεμιάς υπολεκάνης της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από σταθμούς που βρίσκονται εντός της κάθε υπολεκάνης ή σε γειτονικές περιοχές.

3.1 Υπολεκάνη Αξού – Ανωγείων

Η υπολεκάνη Αξού - Ανωγείων έχει έκταση 58 Km², και παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ του νοτίου τμήματος της (περιοχή Ανωγείων), όπου επικρατούν τα μεγαλύτερα υψόμετρα (έως 1100 m) και του βορείου (περιοχή Γαράζου) με τα μικρότερα (200 m). Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω σταθμοί (Πιν. 1):

Πίνακας 1. Βροχομετρικοί σταθμοί της υπολεκάνης Αξού - Ανωγείων

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Μ.Ο ΕΤΗΣΙΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΑΤΑΤΩΝ (ΜΜ)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (Μ)
ΑΞΟΥ	874	500
ΑΝΩΓΕΙΩΝ	993	740
ΓΑΡΑΖΟΥ	1317	260

Μ.Ο ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ = 1061.3 mm

ΟΓΚΟΣ ΒΡΟΧ. ΑΝΑ ΕΤΟΣ = 61.32*10⁶ m³

Ο υπολογισμός της κατείδυσης είναι πολύπλοκος, δεδομένου ότι στην υπόψη υπολεκάνη εμφανίζονται διαφορετικοί τύποι πετρωμάτων. Στην περιοχή που μελετήθηκε, υπάρχει καταρχήν σημαντική διαφοροποίηση, όσον αφορά στον μηχανισμό κατείδυσης μεταξύ των αδιαπέρατων σχηματισμών (φλύσσης, εκρηξιγενή πετρώματα), των «φυλλιτών», που αποτελούν το κατεξοχήν γεωλογικό υπόβαθρο των παραπάνω πετρωμάτων και των ασβεστολιθικών καλυμμάτων, στα οποία κατείδυει μέσω διαρρήξεων και υπόγειων αγωγών.

Το έντονα τεκτονισμένο ασβεστολιθικό κάλυμμα της ζώνης Τριπόλεως (τοπ. Φλαμούρα, Αξός, Σχ. 1), έκτασης 1.42 Km² δέχεται ετησίως βροχοπτώσεις της τάξης των 1.5*10⁶ m³. Η κατείδυση στο παραπάνω κάλυμμα υπολογίστηκε ότι είναι της τάξης των 1.164*10⁶ m³, δηλαδή ίση περίπου με την παροχή της πηγής των «Κουκουδών», η οποία έχει υψομετρική στάθμη περίπου 380 - 390 m. Η σχετικά μεγάλη κατείδυση οφείλεται και στο ότι οι χείμαρροι, που περνούν στις παρυφές του, διοχετεύουν ικανή ποσότητα ύδατος μέσα από το ανεπτυγμένο - ως την επιφάνεια - καρστικό δίκτυο των ασβεστολίθων. Υπέρ της άποψης αυτής συνηγορούν και τα δεδομένα από την υδρευτική γεώτρηση της Αξού (17 m³/h).

Για τα υπόλοιπα ασβεστολιθικά καλύμματα της Τριπόλεως καθώς και τους «φυλλίτες», ο υπολογισμός της κατείδυσης είναι ακόμη πιο δύσκολος, δεδομένου ότι αυτά δεν αποτελούν αυτόνομες περιοχές, αλλά τροφοδοτούνται εν μέρει και από το ανάντι τμήμα της υδρογραφικής λεκάνης. Δεχόμαστε όμως ότι η παροχή των πηγών της «Φλαμούρας» και της «Χαλέπας» (1.978*10⁶ m³) στην επαφή των ασβεστόλιθων της Τρίπολης με τους υποκείμενους σχηματισμούς (φλύσση, «φυλλίτες») είναι ελάχιστα μικρότερη από την συνολική κατείδυση στα καλύμματα αυτά. Το κάλυμμα της Χαλέπας, έκτασης 2 Km² περίπου, παρουσιάζει αξιόλογη υδροφορία στην επαφή με τους υποκείμενους «φυλλίτες». Οι βόρειες κλίσεις όμως των υποκείμενων «φυλλιτών» επιτρέπουν την έξοδο υδάτων από την βόρεια πλευρά του, όπου απαντώνται οι πηγές «Χοχλίδι» και «Χαρκιαδόβρυση» με παροχές 52.73 m³/h και 29.7 m³/h αντιστοίχως. Η κατείδυση στις υπόλοιπες εμφανίσεις των ασβεστολίθων Τριπόλεως (περιοχή Ανωγείων) είναι της τάξης του 2.098*10⁶ m³ ετησίως.

Η κατείδυση στους «πλακώδεις ασβεστόλιθους» είναι δύσκολο να υπολογιστεί. Με την παραδοχή όμως ότι η μέγιστη τιμή κατείδυσης είναι της τάξης του 55% τότε ο μέγιστος όγκος νερού που κατείδυει είναι ίσος ή μικρότερος του 14.924*10⁶ m³ ετησίως. Η κατείδυση στους αδιαπέρατους σχηματισμούς (φλύσση και «φυλλίτες») με συντελεστή 5% είναι της τάξεως του 1.042*10⁶ m³. Συνοψίζοντας τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η κατείδυση στην υπολεκάνη Ανωγείων – Αξού είναι της τάξης των 21.6*10⁶ m³ ετησίως το οποίο αντιστοιχεί στο 35.22% των βροχοπτώσεων.

Για την εκτίμηση της απορροής στην υπολεκάνη Αξού - Ανωγείων χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις παροχής που έγιναν κατά την περίοδο 1980 – 2000 στον ποταμοχείμαρρο του Γεροποτάμου, ο οποίος αποστραγγίζει την περιοχή μελέτης. Χωρίς μεγάλο σφάλμα μπορεί να γίνει δεκτό ότι η απορροή των υδάτων προέρχεται από το τεκτονικό βύθισμα της Αξού. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός βρίσκεται στο μεγαλύτερο τοπογραφικά υψόμετρο και αφετέρου, όπως θα αποδειχθεί στην συνέχεια οι υπόλοιπες υπολεκάνες παρουσιάζουν αμελητέα απορροή. Η ετήσια παροχή του κεντρικού συλλέκτη του Γεροποτάμου είναι 7.65*10⁶ m³ νερού, που αντιστοιχούν στο 12.47% των βροχοπτώσεων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το ποσοστό της εξατμισοδιαπνοής στην υπολεκάνη Αξού - Ανωγείων είναι 52.31%, δηλαδή $32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα ετησίως κυρίως λόγω της εξάτμισης και της διαπνοής των φυτών. Ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (E) με βάση τον τύπο του Turc L. (Σούλιος 1979) δίνει ως αποτέλεσμα 762.61 mm ή 71.8 % των βροχοπτώσεων να αντιστοιχούν στην εξατμισοδιαπνοή με μέση ετήσια θερμοκρασία $T = 18.01^\circ$ από τα θερμομετρικά δεδομένα του σταθμού του Γαράζο. Η απόκλιση του συντελεστή εξατμισοδιαπνοής με βάση τον τύπο του Turc από αυτόν που υπολογίστηκε από τα δεδομένα των σχετικών σταθμών οφείλεται πιθανόν στο γεγονός ότι δεν λαμβάνει υπόψη την μορφολογική, γεωλογική και τεκτονική δομή της υπολεκάνης.

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τον εκτεταμένο καρστ τα συνολικά αποθέματα στην υπολεκάνη Αξού - Ανωγείων εκτιμάται ότι είναι της τάξης των $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού.

3.2 Υπολεκάνη Δοξαρού

Η υπολεκάνη του Δοξαρού έχει έκταση 76 Km^2 , και χαρακτηρίζεται από μεγάλες υψομετρικές διαφορές που κυμαίνονται από τα 200 m (νότιο τμήμα) έως τα 1200 m και πλέον (βόρειο τμήμα). Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του σταθμού του Γαράζου, ο οποίος θεωρείται ο πιο αντιπροσωπευτικός για την συγκεκριμένη υπολεκάνη. Το ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανέρχεται στα 1317 mm, το οποίο αντιστοιχεί σε $100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ όγκο κατακρημνισμάτων.

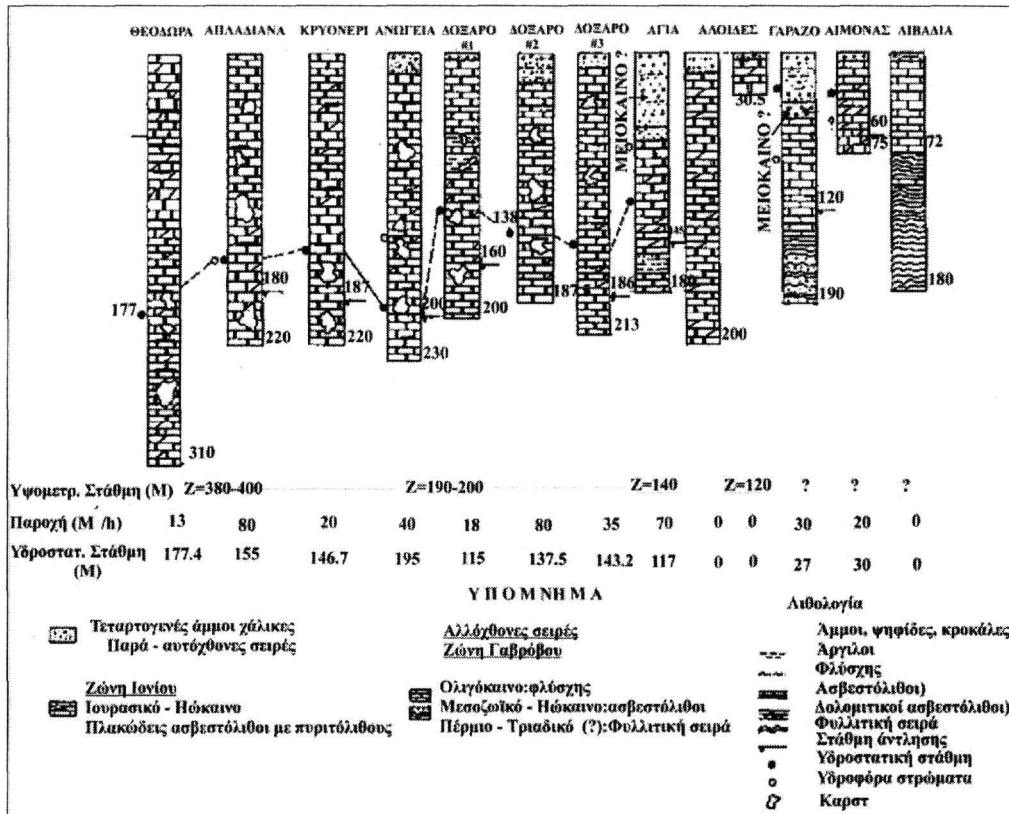
Το βόρειο τμήμα της υπολεκάνης του Δοξαρού, έκτασης περίπου 40 Km^2 καλύπτεται από «πλακώδεις ασβεστόλιθους», ενώ στο νότιο τμήμα τα μέλη της «φυλλικής» σειράς είναι τεκτονικά τοποθετημένα στα παραπάνω ανθρακικά πετρώματα. Υπέρ της παραπάνω άποψης συνηγορούν και τα δεδομένα από υδρευτικές γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή. Για τον προσδιορισμό της κίνησης των υπόγειων υδάτων στον καρστικό υδροφόρο της υπολεκάνης Δοξαρού χρησιμοποιήθηκαν οι στάθμες ηρεμίας γεωτρήσεων (Σχ. 4). Με βάση τις απόλυτες στάθμες ηρεμίας προκύπτει ότι η κίνηση των υδάτων στους ασβεστόλιθους ακολουθεί μια διεύθυνση ΒΒΔ έως Β - Ν. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από την πηγή, που εμφανίζεται βόρεια του Μπαλί (εκτός περιοχής μελέτης). Το πάχος της «φυλλικής» σειράς ελατώνεται προς το ανατολικό τμήμα της λεκάνης, όπου δεν ξεπερνά τα 20 m, σύμφωνα με τα δεδομένα της νέας γεώτρησης του Χώνου (Σχ. 2). Αντίθετα αυξάνεται σημαντικά προς τα δυτικά, στο άκρο σχεδόν της υπολεκάνης, όπου ξεπερνά τα 70 m (περιοχή χωριού Γαράζου). Τα μέλη της σειράς αυτής, λόγω του μικρού πάχους τους, δεν επηρεάζουν σημαντικά το ισοζύγιο της υπολεκάνης Δοξαρού. Στο νότιο τμήμα της υπολεκάνης Δοξαρού τα ανθρακικά ιζήματα καλύπτουν έκταση 30 Km^2 ενώ οι «φυλλίτες» 6 Km^2 .

Ο συντελεστής κατεισδύσης για την ασβεστολιθική περιοχή κυμαίνεται στο 55%, και ο όγκος των κατακρημνισμάτων που κατεισδύουν είναι της τάξης των $50.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Για τους «φυλλίτες» ο συντελεστής κατεισδύσης κυμαίνεται στο 5% και ο όγκος των κατακρημνισμάτων που κατεισδύουν είναι της τάξης των $0.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Επομένως το σύνολο των υδάτων που κατεισδύουν είναι περίπου $51.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Στην υπολεκάνη Δοξαρού η απορροή είναι σχετικά μικρή (<5% των βροχοπτώσεων), ενώ μαζί με την εξατμισοδιαπνοή είναι της τάξης του 49% του όγκου των βροχοπτώσεων. Σημειώνεται στο σημείο αυτό ότι η συνολική ετήσια παροχή των γεωτρήσεων - στην υπολεκάνη Δοξαρού είναι $3.118 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Κατά συνέπεια μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα ασβεστολιθικά πετρώματα στην υπόψη υπολεκάνη αποτελούν έναν καλό ταμειυτήρα υδάτων με πολύ μεγάλα αποθέματα (της τάξης των $48 \cdot 10^6 \text{ m}^3$).

Επίσης θεωρείται χρήσιμο να εξεταστεί χωριστά το ημιαυτόνομο υδρολογικό ισοζύγιο της μικρής υπολεκάνης του Αίμονα, έκτασης 1.87 Km^2 , η οποία αναπτύσσεται στο εσωτερικό της λεκάνης Δοξαρού. Αυτό γίνεται λόγω της διαφορετικής γεωλογικής δομής (φυλλίτες και ασβεστόλιθοι της ζώνης Γαβρόβου) και ορογραφίας, που παρουσιάζει σε σχέση με την υπόλοιπη περιοχή του Δοξαρού (Σχ. 1). Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της χρησιμοποιήθηκαν οι βροχομετρικοί σταθμοί της υπολεκάνης Αξού - Ανωγείων. Η συγκεκριμένη περιοχή δέχεται ετησίως $1.98 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ όγκο κατακρημνισμάτων. Το 50% της επιφάνειας (0.935 Km^2) καλύπτεται από ασβεστόλιθους της Τρίπολης και δέχεται $0.992 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ όγκο κατακρημνισμάτων. Αν θεωρήσουμε τον συντελεστή κατεισδύσης για τους ασβεστόλιθους Τρίπολης 55%, συμπεραίνεται ότι $0.545 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού κατεισδύουν. Το υπόλοιπο 50% της επιφάνειας της περιοχής του Αίμονα καλύπτεται από αδιαπέρατους σχηματισμούς με ένα μέσο συντελεστή κατεισδύσης της τάξης του 6%, δηλαδή κατεισδύουν 59500

m^3 νερού ετησίως. Επομένως η συνολική κατείδυση στην περιοχή είναι $0.604 \cdot 10^6 m^3$ νερού, δηλαδή το 30% του συνόλου των κατακρημνισμάτων.



Σχήμα 4 Γεωτρήσεις που έχουν εκτελεστεί στην περιοχή της υπολεκάνης Δοξαρού.

Η εξατμισοδιαπνοή και η απορροή αποτελούν το υπόλοιπο 70% των βροχοπτώσεων ($1.386 \cdot 10^6 m^3$). Λαμβάνοντας υπόψιν τον συντελεστή εξατμισοδιαπνοής (περίπου 55%) της υπολεκάνης Ανωγείων – Αξού προκύπτει ότι η απορροή στη συγκεκριμένη περιοχή είναι της τάξης του 15%. Με βάση επίσης τα παραπάνω και τη δεδομένη ετήσια παροχή της γεώτρησης του Αίμονα ($0.192 \cdot 10^6 m^3$) συμπεραίνεται ότι το πιθανό υδατικό απόθεμα στους παραπάνω ασβεστόλιθους είναι της τάξης των $0.4 \cdot 10^6 m^3$. Τα παραπάνω προστίθενται στα συνολικά αποθέματα της υπολεκάνης Δοξαρού.

3.3 Υπολεκάνη Λιβαδίων

Η υπολεκάνη των Λιβαδίων έχει έκταση $84 Km^2$, και παρουσιάζει επίσης σημαντικές υψομετρικές διαφορές (200 - 1500 m). Για την εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω βροχομετρικοί σταθμοί (Πιν. 2):

Πίνακας 2. Βροχομετρικοί σταθμοί της υπολεκάνης Λιβαδίων

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Μ.Ο ΕΤΗΣΙΟΥ ΥΨΟΥΣ ΚΑΤΑ/ΤΩΝ (MM)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (M)
ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ*	953	500
ΒΟΡΙΖΙΑ*	1152	520
ΓΑΡΑΖΟ	1317	260

Μ.Ο ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ = 1141 mm, * εκτός περιοχής μελέτης.
ΟΓΚΟΣ ΒΡΟΧ. ΑΝΑ ΕΤΟΣ = $95.84 \cdot 10^6 m^3$

Το μεγαλύτερο τμήμα (>70%) της υπολεκάνης Λιβαδίων καλύπτεται από ανθρακικά ιζήματα της ζώνης της 1δης, ενώ το υπόλοιπο από αδιαπέρατους σχηματισμούς (φλύσχη, «φυλλίτες»). Πιο αναλυτικά, το 78.3% (έκτασης 65.772 Km²) της υπολεκάνης Λιβαδίων καλύπτεται από ανθρακικά ιζήματα και το 21.7% (έκτασης 18.228 Km²) από αδιαπέρατους σχηματισμούς.

Συγκεντρώσεις ύδατος με μικρές παροχές διαπιστώθηκαν και στον υπερκείμενο στρωματογραφικά φλύσχη της ίδιας ζώνης (γεώτρηση Κράνας), στο μικρό τεκτονικό βύθισμα με άξονα Α – Δ διεύθυνσης, που εντοπίστηκε ΝΔ των Λιβαδίων. Η γεώτρηση της Κράνας (194 m) παρουσίασε υδροφορία από τα 160 m και παροχή της τάξης των 18 m³/h (Σχ. 3). Η εξάιρεση αυτή στο γενικό κανόνα συνδέεται με την παρουσία πολλών ψαμμικών οριζόντων στο φλύσχη, που εμφανίζεται στην περιοχή των χωριών Ζωνιανά και Λιβάδια και στη δράση κανονικών ρηγμάτων, τα οποία έφεραν σε επαφή οριζόντες με διαφορετικούς λιθολογικούς χαρακτήρες (π.χ. άμμους και κροκαλοπαγή με αργίλους). Εν τούτοις σημειώνεται ότι η έκταση των ταμειυτήρων νερού (ψαμμιτών – κροκαλοπαγών), που επηρεάζονται από τις εφελευστικές δομές, είναι περιορισμένη όπως και το πάχος τους (μερικά m). Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι στους παραπάνω ταμειυτήρες και γενικότερα στο φλύσχη της περιοχής Ζωνιανών – Λιβαδίων δεν αναμένονται σημαντικά αποθέματα νερού.

Τα υπολείμματα του καλύμματος των ασβεστολίθων της Τρίπολης στην παραπάνω περιοχή και ιδιαίτερα στην τοποθεσία «Χαλέπτα», όπου παρατηρούνται καρστικές δομές, εμφανίζουν αξιόλογη υδροφορία, μολονότι οι κλίσεις των στρωμάτων προς τα βόρεια οδηγούν τα νερά στην ίδια πλευρά του καλύμματος, όπου απαντάται η πηγή της Ι.Μ. Δισκουρίου, στην επαφή με τους υποκείμενους «φυλλίτες». Επίσης δεν εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η εμφάνιση των «φυλλιτών» βόρεια των Λιβαδίων (με παροχές γεωτρήσεων < 8 m³/h), παρά το σχετικά μεγάλο βάθος τους (γεώτρηση Καλύβου ≥ 500 m).

Το τμήμα της υπολεκάνης Λιβαδίων που καλύπτεται από ασβεστολιθικά ιζήματα δέχεται 75*10⁶ m³ όγκο κατακρημνισμάτων από τα οποία κατεισδύουν 41.25*10⁶ m³. Το υπόλοιπο τμήμα, που καλύπτεται από αδιαπέρατους σχηματισμούς, δέχεται 21*10⁶ m³ όγκο κατακρημνισμάτων και κατεισδύουν 1.05 *10⁶ m³. Επομένως η συνολική κατεισδυση στην περιοχή ανέρχεται στα 42.3 *10⁶ m³ δηλαδή το 44% των κατακρημνισμάτων.

Το 56% των κατακρημνισμάτων αντιπροσωπεύει την εξάτμιση και την απορροή της συγκεκριμένης υπολεκάνης. Με βάση τον τύπο του Turc L. υπολογίστηκε η πραγματική εξατμισοδιαπνοή E = 787 mm, που αντιστοιχεί σε 66.1*10⁶ m³, τιμή η οποία πρέπει να ελεγχθεί περαιτέρω.

Η μικρή εμφάνιση των νεογενών ιζημάτων (σχηματισμός Γαράζο) - στο ακραίο ΒΔ τμήμα της υπόψης υπολεκάνης - δεν συμβάλλει ουσιαστικά στη διαμόρφωση του υδρολογικού ισοζυγίου της. Εντούτοις, σημειώνεται ότι τα παραπάνω νεογενή ιζήματα διαθέτουν καλούς ταμειυτήρες νερού (άμμους) όπως τουλάχιστον φαίνεται από την υδρευτική γεώτρηση που εκτελέστηκε ΝΔ του Γαράζου, με παροχή μεγαλύτερη από 30 m³/h.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα τα αναμενόμενα αποθέματα νερού στην υπολεκάνη Λιβαδίων είναι περίπου της τάξης των 40*10⁶ m³.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παραπάνω μελέτης προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η μορφή του Υ.Δ. καθώς και ο άνω ρους του Γεροποτάμου επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις νεοτεκτονικές παραμορφώσεις. Αναλυτικότερα, οι κλάδοι 3ης και 4ης τάξης επηρεάζονται από τα κανονικά ρήγματα ΒΔ - ΝΑ διεύθυνσης, ενώ οι κλάδοι 1ης και 2ης τάξης περισσότερο από την λιθολογία.
2. Η ανθρακική σειρά της Τρίπολης εμφανίζει ικανοποιητική υδροφορία, ιδιαίτερα όπου το πάχος των ασβεστολιθικών καλυμμάτων είναι μεγαλύτερο από 100 m σε συνδυασμό με την τεκτονική δομή των υποκείμενων, αδιαπέρατων, σχηματισμών (φλύσχη ή και «φυλλιτών»).
3. Οι περιοχές με τοπογραφικό υψόμετρο μικρότερο των 500 m και όπου εμφανίζονται «πλακώδεις ασβεστόλιθοι» και έντονα τεκτονισμένοι «φυλλίτες» παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον σε ότι αφορά την ανεύρεση ικανής συγκέντρωσης υδάτων στους υπεδαφικούς οριζόντες τους (υπολεκάνη Αξού – Ανωγειών).
4. Ο υδροφόρος ορίζοντας στους καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους και δολομικούς ασβεστόλιθους της ενότητας της 1δης, στον κάμπο Δοξαρού, βρίσκεται σε σχετικά μικρό βάθος (150 - 180 m). Στην υπολεκάνη του Δοξαρού, η αναζήτηση υδροφόρων οριζόντων θα πρέπει να γίνεται με βάση αυτό το στοιχείο, δηλαδή με

γεωτρήσεις της τάξεως των 250 m περίπου. Στο βάθος αυτό έχει συνυπολογιστεί και μια στήλη διάτρησης 50 –70 m κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

5. Η αναζήτηση υδροφόρων οριζόντων στους «πλακώδεις ασβεστόλιθους» απαιτεί πολυδάπανες, βαθιές γεωτρήσεις (της τάξης των 600 m και πλέον), ιδιαίτερα στην υπολεκάνη Λιβαδίων (περιοχές Ζωνιανών και Καλύβου).
6. Τα νεογενή ιζήματα στο ΒΔ τμήμα της περιοχής μελέτης περικλείουν καλούς ταμιευτήρες νερού (σχηματισμός Γαράζο).
7. Τα καλύμματα των εσωτερικών ζωνών δεν παρουσιάζουν υδροφορία (γεώτρηση Ανωγειών).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- I.G.M.E., Γεωλογικός χάρτης Κρήτης, Γεωλογικός χάρτης Τυμπάκι.
Καρακίσιος Β. 1986. Οι λιθοστρωματογραφικές, μεταμορφικές και τεκτονικές σχέσεις μεταξύ των Φυλλιτών και της ανθρακικής σειράς της Τρίπολης στην Κεντροδυτική Κρήτη. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XVII, 31 – 58.
Σούλιος Γ. 1979. Γενική Υδρογεωλογία. University Studio, Θεσσαλονίκη.
Φουντούλης Ι. & Φουμέλης Μ. 2001. Ασύμμετρη ανάπτυξη υδρογραφικών δικτύων παράγων αναγνώρισης περυστροφών νεοτεκτονικών ρηξιτεμαχών. Η περίπτωση των λεκανών Στουρναρορέμματος και Μπελεσίτσα (Ν. Φωκίδας). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XXXVII/1, 227 – 234.
Bonneau M. 1973. Sur les affinités ioniennes des calcaires en plaquettes epimetamor phiques de la Crete, charriage de la serie de Gavrovo – Tripolitsa et la structure de l' arc Egeen. C.R.A.C. Sc. (Paris).
Bonneau M. 1984. Correlation of the Hellenides nappes in the S.E Aegean and their tectonic reconstruction. Geol. Soc. London (Sp. Publ.), 17, 517 – 527.
Fassoulas Ch. 1999. The structural evolution of Central Crete - insight into the tectonic evolution of the South Aegean (Greece). Journal of Geodynamics, 27, 23 - 43.
Fytrolakis N. 1980. The geological structure of Crete: Problems, observations and conclusions. Habil. Thesis, Nat. Tech. Univ., Athens.
Kilias A., Fassoulas C., Mountrakis D. 1993. Tertiary extension of continental crust and uplift of Psiloritis metamorphic core complex at the central part of the Hellenic arc. Bull. Geol. Soc. Greece, XXVIII, 297-314.
Ten Veen J.H. & Postma G. 1999. Roll - back controlled vertical movements of outer - arc basins of the Hellenic subduction zone (Crete, Greece). Basin Research, 11, 243 - 266.

ABSTRACT

STUDY OF THE HYDROLOGIC AND HYDROGEOLOGIC CONDITIONS IN THE REGION OF ANO GEROPOTAMOS, CRETE (PSILORITIS-RETHIMNO)

Kamberis E.¹, Kokinou E.², and Monopolis D.³

¹ *Hellenic Petroleum S.A., 199 Kifissias Av., Greece 15124 Maroussi, ekamberis@hellenic-petroleum.gr*

² *Technological Education Institut Crete, 3 Romanou Str., Chalepa, Chania, Crete GR - 73133 Greece, ekokinou@teicrete.gr*

³ *Dep. of Mineral Resource Eng, Technical University of Crete, Chania, Greece, 73100*

The aim of this paper is to present the hydrologic and hydrogeologic conditions in the mountainous region of Ano Geropotamou in the Rethimno of Crete.

In the frames of the present study, geologic, hydrogeologic and drilling data were collected. The hydrologic network, controlled mostly by the tectonics and partly by the lithology of the Alpine sediments, is described. Finally, the calculation of hydrologic balance and evaluation of water reserves of the individual basins located in the studied area is attempted.