

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΑΛΙΩΝ, ΜΟΧΟΥ, ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΚΑΙ ΛΙΜΕΝΑ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ ΚΡΗΤΗΣ*

ΑΠ. ΑΛΞΕΟΠΟΥΛΟΣ¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση της γεωλογικής δομής της περιοχής μεταξύ των χωριών Μαλίων - Μοχού - Ποταμιών και Λιμένα Χερσονήσου, συμπεριλαμβανομένης της στρωματογραφίας της και της τεκτονικής της, ενώ διερευνώνται οι υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής ώστε να καταστεί δυνατή η ορθολογική αξιοποίηση των υπογείων νερών της.

Δίδονται λεπτομερή λιθολογικά, στρωματογραφικά και τεκτονικά στοιχεία για τα δυο τεκτονικά καλύμματα που απαντούν στην περιοχή μελέτης (κάλυμμα Φυλλιτών - Χαλαζιτών και κάλυμμα Τρίπολης) καθώς και πληροφορίες για τα μεταλλικά ιζηματα και καθορίζονται οι περιοχές που συγκεντρώνουν τις καλύτερες προϋποθέσεις για την ανεύρεση καλής ποιότητας υπογείων υδάτων, προκειμένου να καλυφθούν οι αρδευτικές ανάγκες των δεδροστοιχείων που θα αναπτυχθούν κατά μήκος του νέου οδικού άξονα από την Χερσονήσο μέχρι τα Μάλια, χωρίς να διαταραχθεί το υπόγειο δυναμικό άλλων γειτονικών περιοχών που ήδη υφίστανται υπερεκμετάλλευση.

ABSTRACT

This paper present in details the geology, stratigraphy and tectonics of the area between Malia, Mohos-Potamia and Limin Hersonissou in Crete. Also deals with an analysis of the hydrogeological conditions and its crucial contribution to decision-making and sound exploitation of ground water.

Detailed lithological, stratigraphic and tectonic data are given for both the tectonic nappes (Phyllites-quartzites and Tripolis) within the study area, together with information concerning the post-alpine outcrops. The locations that meet the conditions for the accumulation and storage of good quality underground water are also specified. Large quantities of water will be needed for the irrigation of the trees that will be planted along the new road that connects Hersonissos with Malia, and this additional need for water should not disturb the already overexploited hydrologic potential of the adjacent areas.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κρήτη, Μοχός, Μάλια, Κάλυμμα Φυλλιτών - Χαλαζιτών, Κάλυμμα Τρίπολης, Γεωλογία, Στρωματογραφία, Τεκτονική, Υδρογεωλογία

KEY WORDS: Crete, Mochos, Malia, Nappe of Phyllite-Quartzite, Nappe of Tripolis, Geology, Stratigraphy, Tectonics, Hydrogeology.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

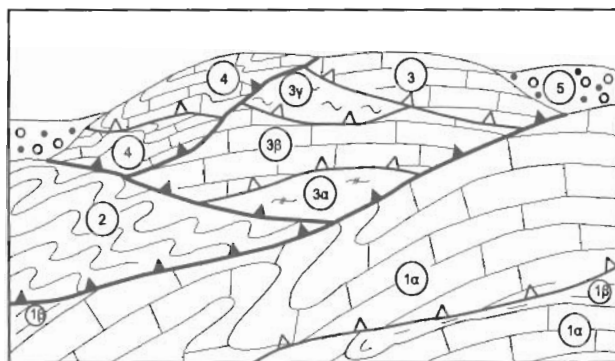
Είναι γνωστό ότι η Κρήτη συγκροτείται από ένα σύνολο λεπιοειδώς διατεταγμένων τεκτονικών καλυμμάτων που περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία αλπικών σχηματισμών. Οι σχηματισμοί αυτοί έχουν δημιουργηθεί σε διαφορετικά παλαιογεωγραφικά περιβάλλοντα και κάθε κάλυμμα έχει τη δική του παραμορφωτική και μεταμορφωτική ιστορία (Bonneau 1973, Seidel 1978, Φυτρολάκης 1980, Φασούλας 1995 κ.α.). Η δομή του νησιού συμπληρώνεται με μεταλλικά ιζηματα, μεταξύ των οποίων κυρίαρχη θέση κατέχουν τα νεογενή (Ειζ.1).

Η παρουσία σε κάθε ανεξάρτητο κάλυμμα υδροπερατών και αδιαπέρατων σχηματισμών, ο τεκτονισμός που έχει επηρεάσει τους σχηματισμούς αυτούς (πτυώσεις, επιπεύσεις, ρήγματα) και η τεκτονική σχέση των διαφόρων καλυμμάτων μεταξύ τους ελέγχουν και καθορίζουν, κατά κύριο λόγο, τις υδρογεωλογικές συνθήκες που διαμορφώνονται στις διάφορες περιοχές της Κρήτης.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής μεταξύ

* ON THE GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS BETWEEN MALIA, MOHOS, POTAMIA AND LIMIN HERONISSOU, CRETE.

των χορσιών Μοχός - Ποταμίες - Χερσονήσου και Μαλιών Κρήτης, εστιάζοντας κυρίως στη τεκτονική δομή της περιοχής και στο πώς αυτή καθορίζει τις υδρογεωλογικές συνθήκες. Έναυσμα της μελέτης της συγκεκριμένης περιοχής ήταν η αναζήτηση υπόγειων υδατικών πόρων για την άρδευση των δενδροστοιχιών που πρόκειται να αναπτυχθούν κατά μήκος του νέου οδικού άξονα Ηρακλείου-Αγ.Νικολάου, στο τμήμα του από Χερσόνησο μέχρι Μάλια.



Εικ. 1: Σχηματική απεικόνιση της γεωλογικής δομής της ευρύτερης περιοχής μελέτης. (Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι σχηματισμοί που απαντούν στην περιοχή ενδιαφέροντος.) 1. Ενότητα Κρή-της Μάνης. 1α. Κρυσταλλικοί ασβεστό-λιθοι με ή χωρίς πυριτόλιθους. 1β. Στρώματα μετάβασης σε μεταφλύση. 2. Κάλυμμα Φυλλιτών-Χαλαζιτών. 3. Κάλυμμα Τρίπολης. 3α. Στρώματα Ραβδούχων. 3β. Ανθρακική ακολουθία Τρίπολης. 3γ. Φλύ-σης. 4. Κάλυμμα Πίνδου. 5. Νεογενές.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η λιθοστρωματογραφική διάθροση της ευρύτερης περιοχής μελέτης, από κάτω προς τα επάνω, περιλαμβάνει: α) δυο από τα τεκτονικά καλύμματα που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της Κρήτης. Αυτά είναι: i) το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών και ii) το υπερζεμένο κάλυμμα της Τρίπολης. β) ζήματα των Νεογενούς, ανω-μειοζανικής ηλικίας και γ) αποθέσεις του Τεταρογενούς (εικ.2).

2.1. Το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών

Το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών καταλαμβάνει σημαντική έκταση πολύ νότια του βόρειου οδικού άξονα Ηρακλείου - Αγ. Νικολάου. Αναπτύσσεται νοτιότερα του Μοχού, μέσα στην λεκάνη απορροής του Αποσελέμη Ποταμού, κατά μήκος της νοτιής γοαμής Ξηροκαμάρες - Ποταμά - Γωνίες.

Μια μικρότερη εμφάνιση των Φυλλιτών - Χαλαζιτών εντοπίστηκε νοτιοανατολικά της Χερσονήσου. Η εμφάνιση αυτή, όπως θα δούμε στη συνέχεια, έχει ιδιαίτερη υδρογεωλογική σημασία.

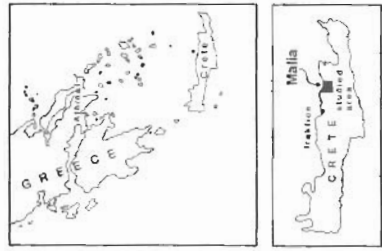
Στη λεκάνη απορροής του Αποσελέμη Ποταμού, το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών αντιπροσωπεύεται από δυο διαφορετικούς λιθολογικούς σχηματισμούς, έναν ανώτερο και ένα κατώτερο.

Ο ανώτερος σχηματισμός αποτελείται από οριζιτικούς κυρίως σχιστολίθους, με μεταξώδη λάμψη, που εναλλάσσονται με άλλους, χλωριτικούς, και με λεπτά γχοιζόχροα χαλαζιτικά στρωματίδια. Κατά θέσεις, εντεπωσιακή είναι η παρουσία συμπυκνωμένων λευκών χαλαζιτικών φλεβιδίων και οριζόντων που τόσο μικροσκοπικά όσο και στο μικροσκόπιο θα μπορούσαν να χαρακτηρηστούν περισσότερο ως φιλίτες παρά ως σχιστολίθοι. Η παρουσία λεπτών χαλαζιτών στρωμάτων είναι πολύ περιορισμένη.

Ο κατώτερος σχηματισμός αποτελείται από μαύρους, κατά το μάλλον ή ήττον γοαμικούς σχιστολίθους. Χαρακτηρίζεται και αυτός από την παρουσία συμπυκνωμένων χαλαζιτικών στρωματιδίων που η σιχνότητα εμφάνισής τους αλλάζει από θέση σε θέση. Πολύ σπάνια παρατηρούνται μικρά απροσδιορίσιμα ασβεστολιθικά σώματα.

Η μικρότερη εμφάνιση των Φυλλιτών - Χαλαζιτών που εντοπίστηκε νοτιοανατολικά της Χερσονήσου αντιπροσωπεύεται από μαρομαρματικούς - χλωριτικούς σχιστολίθους και χαρακτηρίζεται από την παρουσία συμπυκνωμένων λευκών χαλαζιτικών στρωματιδίων.

Κύριο χαρακτηριστικό τεκτονικό γνώσημα της ενότητας των Φυλλιτών - Χαλαζιτών είναι η έντονη παραμόρφωσή της, που εκδηλώνεται κυρίως με ισοκλινείς πτυχές. Διαπιστώθηκε ότι η ενότητα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών έχει συμμετέχει σε δυο φάσεις τεκτονισμού. Παρατηρείται ένας προσημειωτός νοτιοανατολισμός των αξόνων των πτυχών παράλληλα προς τη διεύθυνση Α-Δ. Σε αρατά σημεία



Εικ.2: Γεωλογικός - υδρογεωλογικός Χάρτης

Γεωλογικά σύμβολα υπόγειων υδροβίων
 Γεωμετρικοί τύποι υπαίθριου κρού
 Ανιωματικό τμήμα ρηγιτισμού
 Πυρίμα τμήμα ρηγιτισμού
 Κανονικό γεωλογικό όριο
 Γεωλογικό όριο κατά προσέγγιση
 Ρηγματώσεις πλάγιες ή καμυλωτές
 Επικλίση κατά προσέγγιση
 Διάβρωση και κλίση σφαιριδίων
 Ρηγματώσεις υπαίθριου κρού
 Πυρίμα τμήμα ρηγιτισμού

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Καρσιμάκια και άλλες κεραμίτιδες: Αποτελούνται από κωνική σφαιρική τριφυλία, περικλυτα λεπτοκωνία, μερική ή με τριχο σπινθηρίδες, είναι με την παρουσία τριβόρων, πρόκειται για υδροφόρα στρώματα, μερική δυναμική.

Αλλογενείς αποθέσεις: Αποτελούνται από αργιλομαζικές - ληθιδικές αποθέσεις, με την παρουσία κατά Βεσπύ, αβαντοκίτων υλικών, τριβόρων σφαιρών και κρυσθίων. Στην κοίτη του Αποσταμίου κατασκευάστηκαν και αποκαταστάθηκαν αποθέσεις. Στη παλαιότερη περιοχή παρατηρούνται ηλιοσκονισμένες, ολιγοκωνικές αποθέσεις, που αποτελούνται από κωνικά σφαιρική τριφυλία, λεπτοκωνία, μερική ή με τριχο σπινθηρίδες, είναι με την παρουσία τριβόρων, πρόκειται για υδροφόρα στρώματα, μερική ή δυναμική.

Διάβρωση: Αποτελούνται από διάβρωση (ή ληθιδική) απόθεση και αντιπροσωπεύονται από αβαντοκίτων υλικών, είναι λεπτοκωνικές σφαιρικές, βήτο κρυσθίων, αποτελούνται με κρυσθία-ληθιδική τριφυλία, μερική ή με τριχο σπινθηρίδα, είναι με την παρουσία τριβόρων, πρόκειται για υδροφόρα στρώματα, μερική ή δυναμική.

Πυρίμα τμήμα ρηγιτισμού: Είναι απόθεση βροχοκρυσθίων, ορεινών, σφαιρικών, αποτελούνται από ηλιοσκονισμένη τριφυλία, λεπτοκωνία, μερική ή με τριχο σπινθηρίδα, είναι με την παρουσία τριβόρων, πρόκειται για υδροφόρα στρώματα, μερική ή δυναμική.

παρατηρείται παλιμπτώχωση ήδη πτυχωμένων στρωμάτων. Γραμμώσεις, σχισμός σχιστότητα, ολισθήσεις, ρήγματα και διαγλώσεις συμπληρώνουν τον τεκτονικό ιστό της ενότητας αυτής.

2.2. Το κάλυμμα της Τρίπολης

Το κάλυμμα της Τρίπολης καταλαμβάνει την μεγαλύτερη έκταση στην περιοχή μελέτης και αντιπροσωπεύεται, κατά κύριο λόγο, από ανθρακικά πετρώματα, ανο-τριαδικής έως και ανοζητιδικής ηλικίας. Στη βάση των ανθρακικών απαντά ένας ηφαιστειοϊζηματογενής σχηματισμός που είναι γνωστός ως **ΙΣΤΡΩΜΑΤΑ Ραβδόχρον**, ή **Στρώματα Τυρού**. Τα στρώματα αυτά εμφανίζονται σε μικρή απόσταση νοτιοανατολικά του Μοχού. Έχουν μικρή έκταση και μικρό πάχος (έξι περίπου μέτρα) και αποτελούνται από πράσινους και βιολεφυλίτες, με χαρακτηριστική για τα Στρώματα Τυρού παραγένεση από χαλαζία + καλιούχο μαρμαρωγία + αματίτη + ξιρκόνιο + μαγνητίτη, μέσα στους οποίους παρατηρούνται όγκοι από χαλαζίτες και φλεβίδια από μεταλλικά συστατικά που συνοδεύονται από λευκό χαλαζία. Από πάνω τους παρατηρούνται λευκότεφροι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι έως δολομίτες, εν μέρει τανιωτοί, στρωματολιθικοί, με *Paleodasycladus mediterraneus* PIA, λιασίου ηλικίας.

Τα ανθρακικά της Τρίπολης αντιπροσωπεύονται από όλο το φάσμα των πετρολογικών τύπων που ξεκινά από τους καθαρούς ασβεστόλιθους και τελειώνει στους καθαρούς δολομίτες. Τα γενικά τους λιθογραφικά χαρακτηριστικά δίνονται στην εικόνα 3. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι οι ασβεστόλιθοι είναι μεσοστρωματώδεις, μιζριτικοί, τεφροί ή τεφρομέλανες, ενίοτε λευκοί ή με ροδίζουσα χροιά. Οι δολομίτες ή καλύτερα η δολομιτώση είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται σε όλους τους στρωματογραφικούς οριζόντες, από το Τριαδικό μέχρι και το Κρητιδικό, άλλοτε σε μεγαλύτερη και άλλοτε σε μικρότερη έκταση, και παρουσιάζει μια ακανόνιστη ανάπτυξη τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια. Κατά θέσεις η δολομιτώση είναι τόσο έντονη ώστε να δημιουργείται δολομιτική άμμος.

Η ηλικία των ανθρακικών ξεκινά από το ανώτερο Τριαδικό και φτάνει μέχρι το ανώτερο Κρητιδικό (Αλεξόπουλος 1990).

Οι κατώτεροι στρωματογραφικοί οριζόντες, ανο-τριαδικής ηλικίας, είναι παχυ-στρωματώδεις ή άστροφοι (περιοχή Αρχαγγέλου Μιχαήλ), ενίοτε στρωματολιθικοί (περιοχή Τράπεζας), γκριζόλευκοι, τεφροί, ή μελανότεφροι δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, πολλές φορές με σαζχαρώδη υφή. Στους οριζόντες αυτούς έχουν εντοπιστεί ευμεγέθη *Megalodon* και σε λεπτοτομές έχουν προσδιοριστεί *Involoutines*.

Το κατώτερο και μέσο Ιουραϊκό αναπτύσσεται νότια των Μαλιών, κατά μήκος του Μεγάλου ρέματος. Ενδεικτικά αναφέρουμε την παρουσία στρωμάτων με *Paleodasycladus mediterraneus* PIA, *Orbitopsella praecursor* (GUMBEL), λιασίου ηλικίας και *Prækurnubia* sp., *Pfenderina* sp., *Kurnubia palastiniensis* HENSON, δογγερίου ηλικίας.

Στην περιοχή μελέτης και ιδιαίτερα μεταξύ του Μοχού - Σταλίδας και στα υψώματα Σέλλια, Βίγλα, Αγγινάρα και Κεφάλια, επικρατούν οι ανοιουραϊκοί - κατω-κρητιδικοί σχηματισμοί. Αποτελούνται κυρίως από τεφρομέλανες μιζριτικούς, μεσο και παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους, με πολυάριθμα *Cladocoropsis mirabilis* FELIX στα ανοιουραϊκά στρώματα.

Οι ανώτεροι στρωματογραφικοί οριζόντες της περιοχής είναι άστροφοι ή παχυστρωματώδεις, τεφροί έως τεφρομέλανες δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και μεσοστρωματώδεις λευκότεφροι μιζριτικοί ασβεστόλιθοι με πληθώρα ρουδιστών, μεταξύ των οποίων, βορειοδυτικά της Σταλίδας, στην περιοχή των Ξενοδοχείων Armida και Horizon Beach προσδιορίστηκε το είδος *Dufania* sp. ηλικίας Τουρωνίου-Σενονίου. Στην διασταύρωση των δρόμων από Χερσόνησο προς Καστέλλι Πεδιάδας και προς το Οροπέδιο του Λασιθίου σε δείγματα από μαύρους, μεσοστρωματώδεις ασβεστόλιθους, προσδιορίστηκε, μεταξύ των άλλων, και *Pseudotextulariella sepfontainei* ALTINER & DECROUEZ που πιστοποιεί το Άπτιο.

Η λεπτομερής στρωματογραφική μελέτη της περιοχής απέδειξε την ύπαρξη δίπλα-δίπλα σχηματισμών διαφορετικής ηλικίας. Το γεγονός αυτό συνδέεται με τη δράση ρηγμάτων, ο εντοπισμός των οποίων στην ύπαιθρο, εξ αιτίας της λιθολογικής ομοιομορφίας, δεν είναι πάντοτε δυνατός.

Τον τεκτονικό ιστό του καλύμματος της Τρίπολης στην περιοχή μελέτης τον συνθέτουν ρήγματα, διαγλώσεις και πτυχές.

Ένας σημαντικός αριθμός ρηγμάτων κατατέμνει την ανθρακική μάζα της Τρίπολης. Τα ρήγματα αναπτύσσονται κατά μήκος των παρακάτω τριών προτιμητέων διευθύνσεων: i) A-Δ (100° - 280°), ii) BBA-NNΔ (5° - 185°) και iii) BA-ΝΔ (60° - 240°). Μερικά από σημαντικότερα ρήγματα είναι σημειωμένα στον γεωλογικό χάρτη της ειγ. 2.

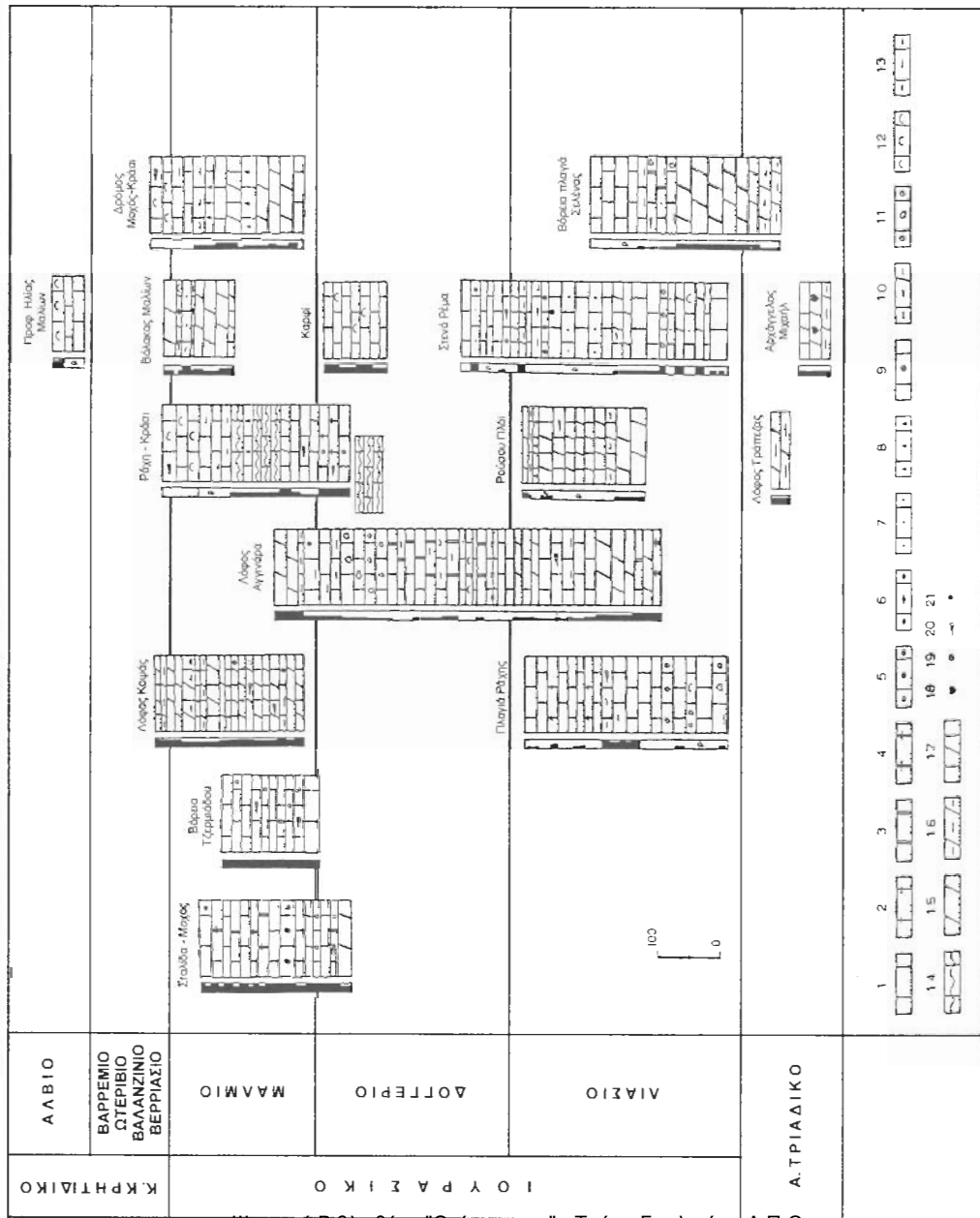
Από τα σημειωμένα στον πιο πάνω γεωλογικό χάρτη ρήγματα τα περισσότερα σίγουρα έχουν λειτουργήσει πριν από την τεκτονική ποθέτηση του καλύμματος της Τρίπολης επί των Φυλιτών - Χαλαζιτών, δεδομένου ότι οι μεγάλες ρηξιγενείς γραμμές δεν κόβουν την επαφή των δυο καλυμμάτων.

Εικ. 2: Γενικά λιθο-ομοικά χαρακτηριστικά και συσχέτισμος λιθοστρωματογραφικών τομών της Τριπολιτις

1. Μικρικοί ασβεστόλιθοι
2. Ενδομικρικοί ασβεστόλιθοι
3. Σπικρικοί ασβεστόλιθοι
4. Ενδοσπικρικοί ασβεστόλιθοι
5. Βιομικρικοί ασβεστόλιθοι
6. Ενδοβιομικρικοί ασβεστόλιθοι
7. Πελομικρικοί ασβεστόλιθοι
8. Μικρολιτοπαγείς ασβεστόλιθοι
9. Ασβεστόλιθοι με ογκοειδή bird's eyes
11. Ασβεστόλιθοι με κλάστες
12. Ασβεστόλιθοι με θραύσματα κλασματετραεγγώνων
13. Ασβεστόλιθοι με ταινιωτή υφή
14. Στρωματολιθικοί ασβεστόλιθοι
15. Δολομίτες
16. Στρωματολιθικοί δολομίτες
17. Δολομικοί ασβεστόλιθοι
18. Μεγάλοστον του τριδιόκου
19. Μικρά Μεγάλοστον του Λισίου
20. Γαστεροπόδα
21. Ανακρυσταλλωμένα φύκη

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Η πιο στενή αντίλη ανά λιθοστρωματογραφικής τμήας σχετίζεται με το κομμά των ανθρακικών. Όλο το πλάτος της στήλης μπορεί να αντιστοιχεί σε μία ή περισσότερα ανθρακικά. Όσο το πλάτος της στήλης είναι αντίστοιχο με ένα κομμάτι ανθρακικό. Ένα κομμάτι ανθρακικό αντιστοιχεί μετρήσει μετρήσει μετρήσει. Με το γράμμα ρ σημειώνονται οι ασβεστόλιθοι με ραβδωτό χροό.



Νεοτεκτονικές κινήσεις, όπως προκύπτει και από τις εργασίες των Bockschoten 1962, Angelier 1980, Μουρτζάς 1990, έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της σημερινής εικόνας στην περιοχή μελέτης. Ένα από τα αποτελέσματα της νεοτεκτονικής δράσης είναι οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Οι μεταβολές αυτές, που έχουν καταγραφεί σε πολλά σημεία κατά μήκος των βορείων παραλίων της περιοχής έχουν επηρεάσει, μέχρι ενός βαθμού, το επίπεδο βάσης του καροστ.

Οι διακλάσεις αποτελούν ένα πολύ συχνό τεκτονικό χαρακτηριστικό των ανθρακικών της Τριπόλης και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κατείδωση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και στην ανάπτυξη ποικίλων καροστικών μορφών. Διαμορφώνονται δυο κύρια συστήματα διακλάσεων τα οποία, κατά κανόνα, διευθύνονται παράλληλα και κάθετα προς την παράταξη των επιφανειών στρώσης.

Από την επεξεργασία πολυάριθμων μετρήσεων διαπιστώθηκε μια τάση ανάπτυξης των κύριων συστημάτων διακλάσεων εκατέρωθεν των διευθύνσεων Α-Δ (τα πρωτεύοντα συστήματα) και Β-Ν (τα δευτερεύοντα). Η συχνότητα του πρωτεύοντος συστήματος διακλάσεων κυμαίνεται μεταξύ τεσσάρων και εξήντα διακλάσεων ανά μέτρο, με μια μέση τιμή δώδεκα διακλάσεων ανά μέτρο. Το δευτερεύον σύστημα εμφανίζεται με συχνότητα μιας διάκλασης ανά μέτρο. Η παρουσία των δυο συστημάτων διακλάσεων έχει προζαλέσει συν τοις άλλοις, τον κατακεραματισμό των πετρωμάτων ο οποίος, σε συνδυασμό με την επιφάνεια στρώσης, οδηγεί στον αποχωρισμό και απομάκρυνση τεμαχών, ποικίλων διαστάσεων.

Ο πτυχογόνος τεκτονισμός είναι περισσότερο έκδηλος στα "Στρώματα Ραβδούχων", όπου αναπτύσσονται μισοσσοκλιτικής και μεσοσσοκλιτικής κλίμακας πτυχές. Αντίθετα στα ανθρακικά της Τριπόλης παρατηρούνται πτυχές μεγάλης ακτίνας καμπυλότητας, με μήκος κύματος της τάξης των πέντε έως διακοσίων μέτρων. Οι διευθύνσεις των αξόνων των πτυχών είναι ΒΔ-ΝΔ και Α-Δ. Οι κυμάνσεις αυτές αλλάζουν τοπικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των επιφανειών στρώσης.

2.3. Νεογενή ιζήματα

Τα νεογενή ιζήματα αναπτύσσονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης. Έχουν περιορισμένη ανάπτυξη γύρω από τα Μάλια και μεγαλύτερη ανάπτυξη στην περιοχή Κουτουλουφάρι - Χερσονήσος - Λιμένας Χερσονήσου.

Στην περιοχή των Μαλίων απαντούν βιοζλαστικοί, υφαλώδεις, μαργαίτοι ασβεστολίθοι (Βιδάκης et al 1989, Αλεξόπουλος 1990), μερικές φορές λατινοπαγείς που στη βάση τους συνήθως απαντά ένας χροαίολο-λατινοπαγής οριζώντας με στοιχεία που προέρχονται από την διάβρωση των αλπικών σχηματισμών των τεκτονικών καλυμμάτων. Οι χροαίολοπαγείς βρίσκονται μέσα σε μια αργίλο-μαργαίτη θεμελιώδη μάζα, κίτρινη ή ερυθρόχροη, και παρουσιάζουν μια κατανομή κατά την κατακόρυφη έννοια, αντίθετη με την διάταξη των τεκτονικών καλυμμάτων. Δηλαδή στα βαθύτερα στρώματα επικρατούν στοιχεία που προέρχονται από την διάβρωση των ανώτερων τεκτονικών καλυμμάτων ενώ στα ψηλότερα απαντούν στοιχεία από την ενότητα Φυλλιτών - Χαλαζιτών και Κορήτης-Μάνης.

Στην περιοχή της Χερσονήσου απαντούν ποταμολιμναίες, ζιτρινόχροες, υποζύανες ή πράσινες άργιλοι και μάργες με ψαμμίτες και οριζόντες πολύμικτων χροαίολοπαγών (Αναπλιώτης 1975, Βιδάκης et al 1989).

2.4. Τεταρτογενές

Στο Τεταρτογενές εντάσσονται οι παράκτιες πλειστοκαινικές και ολοκαινικές αποθέσεις και θάλασσες αναβαθμίδες οι αλλοβιακές αποθέσεις, οι ζώνες κορημάτων και τα πλευρικά κορήματα (βλ. εικ.2).

3. ΓΕΩΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

3.1. Γενικά

Η σχέση των διάφορων τεκτονικών ενοτήτων που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής μελέτης, η ποικιλία των λιθολογιών που συμμετέχουν στη σύσταση των ενοτήτων αυτών, ο βαθμός της τεκτονικής τους καταπόνησης και ο βαθμός καροστικοποίησης των ανθρακικών σχηματισμών, είναι οι βασικοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν στα προνεογενή πετρώματα την κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων, τη δημιουργία υπόγειων υδροφόρων οριζόντων ή υδροφόρων συστημάτων και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υδρογεωλογικών λεκανών στην περιοχή μελέτης.

Αυτούς τους παράγοντες καθώς και το πώς επηρεάζουν ή το πως διαμορφώνουν τις υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης, θα εξετάσουμε διεξοδικά στη συνέχεια.

3.2. Κάλυμμα Φυλλιτών - Χαλαζιτών (Φ.Χ)

Καθοριστικός είναι ο ρόλος των Φυλλιτών - Χαλαζιτών στην διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Όπως φαίνεται από τις προηγούμενες περιγραφές, το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών συγχροείται, κατά βάση, από αδιαπέρατους σχηματισμούς και ως εκ τούτου δεν αναμένεται η ανάπτυξη, άξιας λόγου, υδροφορίας μέσα σ' αυτούς.

Η υδρογεωλογική τους όμως σημασία έγκειται στο γεγονός ότι υπόκεινται τεκτονικά των μακροπερατών ανθρακικών σχηματισμών του καλύμματος της Τρίπολης και αυτό, όπως θα δούμε στη συνέχεια, σε συνδυασμό με την μορφή της επιφάνειας επώθησης της Τρίπολης επί των Φ.Χ., καθορίζει την τελική διακίνηση των υδάτων που κατευθύνονται στα ανθρακικά της Τρίπολης.

Η προαναφερθείσα τεκτονική επιφάνεια έχει μια γενική κλίση προς τα βόρεια παράλια. Έτσι τελικός αποδέκτης των υπογείων υδάτων, αλλού ευκολότερα και αλλού δυσκολότερα, είναι η θάλασσα. Τοπικά όμως δημιουργούνται υπόγειοι υδροζοίτες, που η παρουσία τους διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διακίνηση των υπογείων υδάτων, στους οποίους αναφερόμαστε στη συνέχεια.

3.3. Κάλυμμα Τρίπολης

Από υδρογεωλογικής άποψης, τα πιο σημαντικά πετρώματα στην περιοχή μελέτης είναι τα ανθρακικά της Τρίπολης. Τα στρώματα Ραβδόυχον (στρώματα Τυρού), που αποτελούν τη στρωματογραφική βάση των ανθρακικών της Τρίπολης, όπου εμφανίζονται ή αναμένεται να εμφανίζονται, συμπεριφέρονται αζωβίως όπως συμπεριφέρονται οι Φυλλίτες - Χαλαζίτες.

Οι παράγοντες που καθορίζουν και ελέγχουν την υδρογεωλογική συμπεριφορά των ανθρακικών πετρωμάτων της Τρίπολης είναι: α) ο ορηματογόνος τεκτονισμός β) η γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης της ενότητας της Τρίπολης επί των Φυλλιτών - Χαλαζιτών γ) οι πάσης φύσεως ασυνέχειες (επιφάνειες στρώσης - διακλάσεις) δ) ο βαθμός κωροτοποίησης και γ) η μερική πλήρωση των κωροπικών εγκοίλων και αγωγών με ερυθρογή.

Σε σχέση με την επίδραση του ορηματογόνου τεκτονισμού στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών σημειώνουμε τα παρακάτω:

- Από τα ορήματα που κατατέμνουν το κάλυμμα της Τρίπολης ως σημαντικότερα θεωρούμε: α) το μεγάλο σε μήκος οήγμα που βοιάεται ανατολικά της Τράπεζας και που από τα βόρεια παράλια φτάνει μέχρι τον Αποσελέμη ποταμό, στο ύψος του εξοχλησιού **Αρχάγγελος Μιχαήλ** και β) το επίσης μεγάλο οήγμα που σημειώνεται δυτικά της Σταλίδας και εκτείνεται μέχρι τον **Μοχό**.
- Τα δυο αυτά μεγάλα οήγματα δημιουργούν στην ευρύτερη περιοχή τρία ρηξιτέμαχη: α) το ρηξιτέμαχος δυτικά της **Τράπεζας-Αρχαγγέλου Μιχαήλ** (δυτικό ρηξιτέμαχος) β) το ρηξιτέμαχος Σελίων, μεταξύ **Τράπεζας και Σταλίδας (κεντρικό ρηξιτέμαχος)** και γ) το σύνθετο ρηξιτέμαχος **Μοχού Μαλιών** (ανατολικό). Σε κάθε ένα από τα ρηξιτέμαχη αυτά διαμορφώνονται διαφορετικές υδρογεωλογικές συνθήκες οι οποίες κατά κύριο λόγο ελέγχονται από την γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης των ανθρακικών της Τρίπολης επί των υποκειμένων **Φυλλιτών - Χαλαζιτών**.
- Το πρώτο οήγμα (οήγμα **Τράπεζας - Αρχ. Μιχαήλ**) χαρακτηρίζεται από μια περιστροφή των δυο τεμαχών του γύρω από έναν άξονα **ΒΔ-ΝΑ** διεθνήσεως περίπου, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση του δυτικού τεμαχούς στην περιοχή της **Τράπεζας** και ταπείνωση του ίδιου τεμαχούς στην περιοχή της **Ξηροκαμάρας** (βλέπε ειγ. 2), και την ταπείνωση του ανατολικού τεμαχούς προς την έξοδο του ορέματος **ΙΧώνεζι** και ανύψωση του στην περιοχή του **Αρχαγγέλου Μιχαήλ**. Η περιστροφή αυτή τεκμηριώνεται στρωματογραφικά και βασικό αποδεικτικό στοιχείο είναι η ανεύρεση του Τριαιδικού σε δυο αντιδιαμετρικές περιοχές, μια στην **Τράπεζα** και μια στον **Αρχάγγελο Μιχαήλ**, και την ανάπτυξη νεότερων στρωματογραφικών οριζώντων σε αντίθετες κατευθύνσεις, εξατέρωθεν του μεγάλου ορήματος.
- Η εμφάνιση του **Α. Τριαιδικού** στην περιοχή της **Τράπεζας** υποδηλώνει την παρουσία των **ΙΣτρωμάτων Τυρού** (στρώματα Ραβδόυχον) ή των **Φυλλιτών - Χαλαζιτών** σε σχετικά μικρό βάθος. Αυτό, σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα περιστροφή, έχει ως συνέπεια την άμεση εκφόρτιση υπογείων υδάτων στη θάλασσα και την εκδήλωση υποθαλάσσιων πηγών **Β** και **ΒΑ** της **Τράπεζας** (βλ. ειγ. 2).

• Σε σχέση με τη γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης του καλύμματος της Τρίπολης επί των Φυλλιτών - Χαλαζιτών αναφέρουμε τα παρακάτω:

- Η τεκτονική αυτή επαφή έχει μια γενική κλίση προς τα βόρεια παράλια και προς τα εκεί κατευθύνονται σε γενικές γραμμές τα υπόγεια νερά. Τοπικά όμως η γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης αλλάζει και η αλλαγή αυτή δημιουργεί υπόγειους υδροζοίτες που αυτοί, με τη σειρά τους, καθορίζουν υδρογεωλογικές λεκάνες στις οποίες οι ποσότητες **Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστου" Δήμου Γεωλογίας Α.Π.Θ.**

- Ιδιαίτερη σημασία έχει ο εντοπισμός, κάτω από τα ανθρακικά της Τρίπολης, μιας μικρής εμφάνισης της ενόχθιας των Φυλλίων - Χαλαζιτών νότια της Χερσονήσου. Η εμφάνιση αυτή χωρίζεται το δυτικό ρηξίτεμαχος σε δυο επί μέρους ανθρακικές υδρογεωλογικές λεκάνες (βλ. ειχ. 2.) από τις οποίες η μιν μια εκφορτίζεται προς τα ΒΑ (περιοχή Τράπεζας) η δε άλλη προς τα ΝΔ. Κατά προσέγγιση η θέση του υπόγειου υδροζορήτη και οι διευθύνσεις προς τις οποίες κινείται το υπόγειο νερό, σημειώνεται στον χάρτη της εικόνας 2. Είναι προφανές ότι οι ποσότητες του υπόγειου νερού που διακινούνται προς τα ΒΑ και εκφορτίζονται προς την περιοχή της Τράπεζας, δηλ. προς μια από τις περιοχές από τις οποίες διέρχεται ο βόρειος οδικός άξονας Κρήτης, είναι συνάφηση της επιφανειακής ανάπτυξης των ανθρακικών της Τρίπολης ΒΑ του σημειούμενου στον χάρτη της ειχ. 2 υπόγειου υδροζορήτη και όχι ολόκληρης της έκτασης των ανθρακικών του δυτικού ρηξίτεμαχού. Οι ποσότητες αυτές, πολύ συντηρητικά, εκτιμούνται σε 1 έως 1,5 *10⁶ m³.

Η παρουσία των υδατοστεγανών αργίλων - μαργών του Νεογενούς βόρεια της ανθρακικής μάζας του Πυργιά (βόρεια της γραμμής Χερσονήσος - Πισκοπιανό - Κουτουλουφάρι) δημιουργεί ένα φράγμα στην κίνηση των υπόγειων νερών προς τα βόρεια, αναγκάζοντάς τα έτσι να στραφούν προς την περιοχή της Τράπεζας όπου και εκφορτίζονται. Αυτό σε συνδυασμό με τις προηγούμενες στρωματογραφικές και τεκτονικές παρατηρήσεις (δηλ. την παρουσία του Τριαιδικού στην περιοχή της Τράπεζας και την κλίση της επιφάνειας επώθησης βόρεια του Πυργιά) μας επιτρέπει να εκφράσουμε την άποψη ότι περιοχές που προσφέρονται για την ανόρυξη υδρογεωτρήσεων είναι οι περιοχές των ανθρακικών αμέσως νότια και νοτιοδυτικά από το Κουτουλουφάρι.

- Η γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης από τον Αρχάγγελο Μιχαήλ μέχρι το Κράσι με υποδεικνύει την παρουσία ενός άλλου υπόγειου υδροζορήτη κατά μήκος της νοητής γραμμής Σταλίδας - Μοχού (βλ. ειχ. 2.). Δυτικά από τον υδροζορήτη αυτόν, δηλ. στο κεντρικό ρηξίτεμαχος, η τεκτονική επαφή κλίνει προς τα Δ-ΒΔ, τα δε υπόγεια νερά κινούνται κατά μήκος αυτής της επαφής εκφορτίζονται μεταξύ Τράπεζας και Σταλίδας. Ως εκ τούτου αναμένεται η ανάπτυξη ενός αξιόλογου καρστικού υδροφόρου συστήματος στα ανθρακικά κάτω από τα κορημάτα και τον κόνο κορημάτων του ρέματος Χώνες, που όμως η προαναφερθείσα δυναμική εξέλιξη του κεντρικού ρηξίτεμαχού, μιας προδιαθέτει για μια πιθανή ανάμιξη των υπογείων υδάτων της περιοχής με το θαλασσινό νερό. Οι εκτιμώμενες ποσότητες κατεστρωμένου νερού είναι υπερδιπλάσιες της προηγούμενης περιοχής. Έτσι η περιοχή του ρέματος Χώνες προσφέρεται για την ανόρυξη υδρογεωτρήσεων. Όμως οι πιθανότητες ανεύρεσης καλής ποιότητας νερού είναι μικρές όσο πλησιάζουμε προς την ακτή, μεγαλύτερες όμως όσο προχωράμε προς το εσωτερικό του ρέματος.

- Ανατολικά του υπόγειου υδροζορήτη Σταλίδας - Μοχού, δηλ. στο ανατολικό ρηξίτεμαχος, η κλίση της επιφάνειας επώθησης κατευθύνεται τα υπόγεια νερά, κατά το μάλλον ή ήττον, προς τα βόρεια. Τα ανθρακικά του τεμάχου αυτού τροφοδοτούνται με μεγάλες ποσότητες νερού και από την ορεινή μάζα της Σελένας γεγονός που δικαιολογεί την καλή ποιότητα των περισσότερων υδρογεωτρήσεων που έχουν διανοιχτεί νότια των Μαλίων. Βέβαια μερικές από τις υδρογεωτρήσεις αυτές παρουσιάζουν μια εποχική αύξηση της περιεκτικότητας των ιόντων χλωρίου, χωρίς όμως να έχουν καταγραφεί από την ΔΕΥΑΗ συγκεντρώσεις τέτοιες που να καθιστούν απαγορευτική την χρήση των υδάτων αυτών. Από παρατηρήσεις μας διαπιστώθηκε ότι διακρίβωση της περιεκτικότητας των ιόντων χλωρίου συνδέεται άμεσα με το ύψος βροχής του βροχομετρικού σταθμού του Τζεμαδάου και ιδιαίτερα με την χρονική κατανομή των βροχοπτώσεων στους μήνες Νοέμβριος έως και Απρίλιος. Οι παρατηρήσεις αυτές είναι αντικείμενο άλλης εργασίας.

- Η ανθρακική μάζα του ανατολικού ρηξίτεμαχού οριοθετείται προς τη θάλασσα από τις πρόσφατες αλλοβιακές αποθέσεις και υφαλώδεις μαργακούς ασβεστολίθους του Νεογενούς, που στην περιοχή των Μαλίων φαίνεται ότι εν μέρει τους τροφοδοτεί. Δια μέσου δε των ασβεστολίθων αυτών λαμβάνει χώρα και μερική εκφόρτιση των υπογείων υδάτων στη θάλασσα, η οποία πιστοποιείται από την εμφάνιση παράκτιων και υποθαλάσσιων πηγών στις ακτές βόρεια των Μαλίων.

Όσον αφορά τους υπόλοιπους παράγοντες που επηρεάζουν την διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών στα ανθρακικά της Τρίπολης σημειώνουμε τα παρακάτω:

- Οι πάσης φύσεως ασυνέχειες έχουν προκαλέσει κατακερματισμό της ανθρακικής μάζας, ο οποίος κατά θέσεις είναι πολύ έντονος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αφ' ενός μεν την διαμόρφωση υψηλών τιμών συντελεστού κατείσδυσης (μεγαλύτερες του 50%), αφ' ετέρου δε διευκολύνουν τις διεργασίες της καρστικοποίησης.
- Η καρστικοποίηση, αν και κατά περιοχές είναι εκλεκτική, εν τούτοις είναι ισχυρή. Στα ανθρακικά της Τρίπολης δημιουργείται μια μεγάλη ποικιλία καρστικών μορφών, από απλές δακτυλογλυφές μέχρι δολίνες, καρστικά έγγραφα ή σπήλαια. Έτσι το κάλυμμα της Τρίπολης συμπεριφέρεται στο σύνολό του ως ολοκαρστικός σχηματισμός, πλην όμως η ακανόνιστη δολομιτώση επηρεάζει και ελέγχει κατά περιοχές την έκταση και τον βαθμό της καρστικοποίησης. Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας από το πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, ασφαλώς και έχουν επηρεάσει στη διαμόρφωση του επιπέδου βάσης του κάρστ.
- Οι μακροχρόνιες διηλεκτικές βροχοπτώσεις, το Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. αποτελεσματικά δημιουργία

ερυθρογής (κοκκινοχωμάτων) η οποία, σε πολλές περιοχές, και ιδιαίτερα στις μισγόμενες, έχει πληρώσει σε διάφορα βάθη, τις ασυνέχειες και τις κροταλιστές μορφές. Η πλήρωση αυτή δημιουργεί προβλήματα τόσο στην κατεύθυνση των υδάτων όσο και στην ανάπτυξη των καρστικών υδροφόρων συστημάτων.

3.4. ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΟΥΣ

Οι αποθέσεις αυτές, από την άποψη δημιουργίας εκμεταλλεύσιμων υδροφόρων οριζόντων, παρουσιάζουν περιορισμένο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

Στην παραλιακή ζώνη των Μαλίων, τόσο στις πρόσφατες αποθέσεις όσο και στους νεογενείς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην περιοχή αυτή, αναπτύσσονται, μέχρι και τη δεκαετία το 80, σημαντικοί υδροφόροι οριζόντες. Η εντατική όμως εκμετάλλευση των υδροφόρων οριζόντων είχε ως αποτέλεσμα τον υποβιβασμό της ποιότητας του υπόγειου νερού, εξ αιτίας διείσδυσης της θάλασσας (Λαμπράκης et al 1999). Στην παραλιακή ζώνη των Μαλίων, σε μια έκταση 11 Km², έχουν διανοηθεί πάνω από 2.000 υδροληπτικά έργα, κυρίως πηγάδια, πολλά από τα οποία σήμερα, λόγω της υπαύμιρσης των υδάτων, δε χρησιμοποιούνται, έχουν στερεώσει ή έχουν μετατραπεί σε συλλέκτες οικιακών αποβλήτων και βοθρολημάτων.

Οι αποθέσεις αυτές όμως έχουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον από την άποψη ότι σε ορισμένες περιοχές, όπως στην περιοχή Χερσονήσου - Κουτουλουφάρι και στην παραλιακή ζώνη των Μαλίων, παρεμποδίζουν την άμεση εφόρτιση των καρστικών νερών της Τρίτολης στην θάλασσα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από αναπτύχθηκαν προηγουμένως προκύπτουν ότι:

- Η συνδυασμένη αξιολόγηση στρωματογραφικών και τεκτονικών στοιχείων είναι ένα βασικό και χρήσιμο εργαλείο τόσο για την κατανόηση των υδρογεωλογικών συνθηκών μιας περιοχής όσο και για την ορθολογική εκμετάλλευση του υπόγειου δυναμικού καρστικών περιοχών.
- Στην γεωλογική δομή της περιοχής συμμετέχουν τα τεκτονικά καλύμματα των Φυλλιών-Χαλαζιτών και της Τρίτολης για τα οποία δίδονται λεπτομέρειες σχετικά με τις λιθολογίες που συμμετέχουν σ' αυτά, την ηλικία τους και την τεκτονική τους.
- Η μορφολογία της επιφάνειας επόθησης των ανθρακικών της Τρίτολης με τους υποκειμένους Φυλλίτες - Χαλαζίτες, ο τεκτονισμός τους, η στρωματογραφική τους διάθρωση, ο βαθμός καρστικοποίησης και η σχέση τους με τα Νεογενή, καθορίζουν και ελέγχουν, κατά κύριο λόγο, την ανάπτυξη καρστικών υδροφόρων συστημάτων και την ροή των υπογείων υδάτων στα ανθρακικά αυτά.
- Ο λιθολογικός σχηματισμός ο οποίος θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε νερό κατά μήκος του Βόρειου Οδικού Άξονα Κρήτης, στο τμήμα μεταξύ Χερσονήσου - ορίων Ν. Λασιθίου, είναι τα ανθρακικά της Τρίτολης.
- Αξιολογώντας όλα τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι οι πλέον ευνοϊκές περιοχές για την ανεύρεση καλής ποιότητας υπόγειου νερού, χωρίς να επηρεαστεί το ήδη υπερεκμεταλλεύσιμο πεδίο των Μαλίων, είναι οι περιοχές νότια και νοτιοδυτικά του οικισμού Κουτουλουφάρι (δυτικό ρηξίτεμαχος).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, Α. 1990. Περί των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών του τοπογραφικού φύλλου Μοχός (Κεντροανατολική Κρήτη). Διατριβή επί διδασκαλία. Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 650.
- ΑΝΑΠΛΩΤΗΣ, Κ. 1975. Contribution a la connaissance du Neogene d'Heraklion (region de Chersonissos). *Ann. Geol. D. Pays Hell.*, 27. 96-109.
- ANGELIER, J. 1980. Neotectonique de l'aec Egeen. These de Doctorat d'Etat. Soc. Geol. Nord, Lille, 3, 418 p.
- BOEKSCHOTEN, G. 1962. Beachrock at Limani, Chersonisos, Crete. *Geol. En Mijnbouw*, 41, 3-7.
- BONNEAU, M. 1973. Les unites tectoniques de l'ile de Crete (Grece). *Prem. Reun. Ann des Sc De la Terre*, Paris, 90.
- ΒΙΔΑΚΗΣ, Μ., ΜΕΥΛΕΥΚΑΜΠ, Ε., JONKERS, Α. 1989. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, φύλλο Μοχός, κλίμακα 1:50.000, Εκδόσεις Ι.Γ.Μ.Ε.
- ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ, Ν., ΝΟΚΑΣ-ΖΩΓΡΑΦΟΣ, Η., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. 1999. Προβλήματα υφαλμύρισης παράκτιων υδροφόρων λόγω κακής διαχείρισής τους. Παραδείγματα από την Πελοπόννησο την Κρήτη και την Σύρο.
- ΜΟΥΡΤΖΑΣ, Ν. 1990. Τεκτονικές κινήσεις κατά το Τεταρογενές στις ακτές της Ανατολικής Κρήτης. Διατριβή επί διδασκαλία. Ε.Μ.Π. Αθήνα, σελ. 480.
- SEIDEL, E., 1978 *Zur petrology der Phyllit-Quartzit Serie Kretas*. Thesis, Braunschweig.
- ΦΑΣΟΥΛΑΣ, Χ. 1995. Κινηματική και παραμόρφωση των καλυμμάτων της Κεντρικής Κρήτης. Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ, Ν. 1980. Η γεωλογική δομή της Κρήτης. Προβλήματα, παρατηρήσεις, συμπεράσματα. Διατριβή επί υφηγεσία. Ε.Μ.Π., Αθήνα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ: Οι παλαιοντολογικοί προσδιορισμοί έχουν γίνει από την κ. Α. Ζαμπετάκη - Λέκκα την οποία και θερμώς ευχαριστώ.