

## Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΩΝ ΔΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΥΝΩΝ ΤΩΝ ΛΑΣΗΘΙΩΤΙΚΩΝ ΟΡΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΚΑΙ ΣΠΗΛΑΙΩΝ

Από τον

ΑΠ. ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟ

### ΣΥΝΟΨΗ

Η λεπιοειδής διάταξη των αλληπάλληλων τεκτονικών καλυμμάτων που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της περιοχής μελέτης και που είναι αποτέλεσμα των αλπικών πτυχώσεων που κορυφώθηκαν στο Τριτογενές, η σχέση των διαφόρων τεκτονικών ενότητων μεταξύ τους, ο βαθμός της τεκτονικής τους καταπόνησης και ο βαθμός καρστικοποίησης των ανθρακικών σχηματισμών είναι οι βασικοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν την κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων, τη δημιουργία υπόγειων υδροφόρων οριζόντων ή υδροφόρων συστημάτων και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υδρογεωλογικών λεκανών στην εν λόγω περιοχή.

Η λεπιοειδής ανάπτυξη των τεκτονικών καλυμμάτων έχει ως αποτέλεσμα οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης να υπέρκεινται τεκτονικά της ενότητας των Φυλλιτών - Χαλαζιτών, μιας ενότητας της οποίας οι υδρογεωλογικοί χαρακτήρες είναι τελείως διαφορετικοί απ'αυτούς των ανθρακικών της Τρίπολης. Μία από τις συνέπειες της σχέσης αυτής των δυο τεκτονικών ενότητων είναι η ανάπτυξη κατά μήκος της επιφάνειας επώθησης αρκετών καρστικών σπηλαίων, αποτέλεσμα της εντονότερης διαλυτικής δράσης του υπόγειου νερού κατά μήκος της επιφάνειας αυτής.

Οι πάσης φύσεως ασυνέχειες και η συστηματικότητα πολλών απ'αυτών έχουν ευνοήσει, κατά θέσεις, την έντονη καρστικοποίηση των ανθρακικών της Τρίπολης και της Κρήτης-Μάνης, με αποτέλεσμα, πέραν των καρστικών σπηλαίων, να παρατηρείται μια πληθώρα και μια ποικιλία επιφανειακών καρστικών μορφών. Εξ αιτίας δε της έντονης καρστικοποίησης των ανθρακικών της Τρίπολης, δημιουργούνται σ'αυτά αξιόλογα καρστικά υδροφόρα συστήματα τα οποία, κατά θέσεις, είτε τροφοδοτούν πλευρικά τις πρόσφατες αποθέσεις του Οροπεδίου του Λασηθίου, είτε εκφορτίζονται δια μέσου καρστικών πηγών που εκδηλώνονται στην επαφή τους με τους Φυλλίτες - Χαλαζίτες, τον μεταφλύσχη της ενότητας Κρήτης-Μάνης ή τα στρώματα Ραβδούχων, είτε τα κατεισδύοντα νερά μεταγγίζονται στα ανθρακικά της ενότητας Κρήτης-Μάνης.

\* The impact of the geological structure of the western piedmots of Lasithiotika mountains on the hydrogeological conditions of the area and the development of Karstic forms and caves.

\*\* Ap.Alexopoulos, Hipsilandou 21, 152 32 Halandri, Athens.

## ABSTRACT

The imbricated structure of the successive thrust sheets that participate in the geology of the study area, which is the result of the Tertiary alpine folding, the interrelationship of the various tectonic units, the degree of the tectonic strain and karstification, are the leading factors determining the subsurface water flow, the creation of underground aquifers or systems and the geometrical features of the hydrogeological basins in the area.

The fact that this imbricated structures are present has resulted in the carbonate formations of the Tripolis unit overlying tectonically the Phyllite-Quartzite unit, whose hydrogeological characteristics are totally different from the ones of the unit of Tripolis. One of the consequences of this fact is the development of karstic caves along the overthrust surface, which is a result of the higher corrosion ability of the subsurface water along this plane.

The present, systematically occurring discontinuities have favoured the karstification of the carbonate rocks of the Tripolis and Crete-Mani unit; this leading not only to the formation of caves, but also to a variety of surficial karstic forms. Besides, due to the intense karstification of the Tripolis carbonate rocks, significant karstic aquatic systems have been created; they either supply laterally the recent deposits of the Lasithi plateau, or discharge through the karstic springs that occur along the contact with the Phyllites-Quartzites, the metaflysch of Crete-Mani unit, or the Ravdouha beds; in other cases, the infiltrated water is transfused to the carbonate rocks of Crete-Mani unit.

### 1. Γενικά

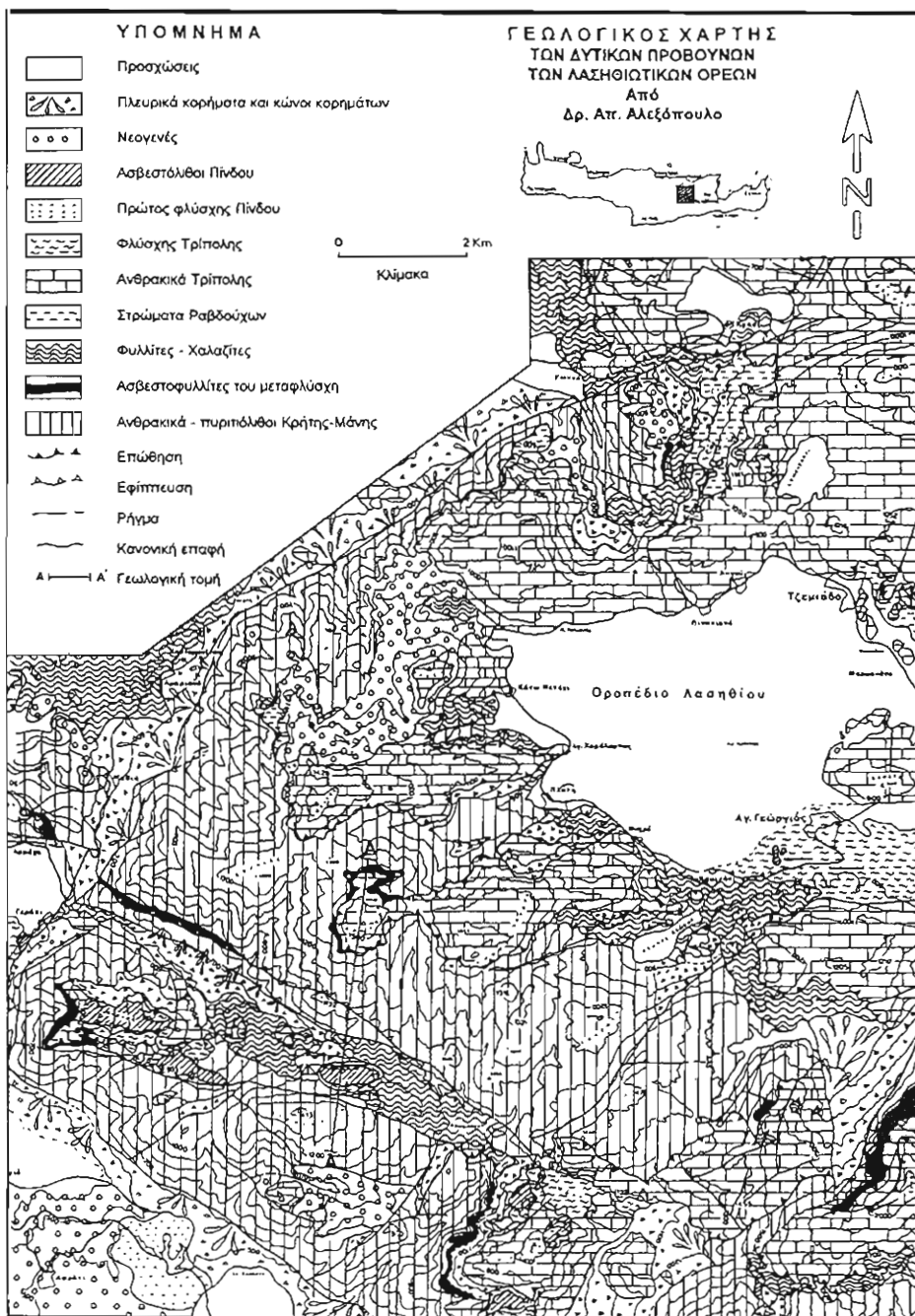
Η παρούσα εργασία τονίζει τον ρόλο της τεκτονικής α) στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών και β) στην ανάπτυξη επιφανειακών καρστικών μορφών και υπόγειων σπηλαίων στην περιοχή που αναπτύσσεται δυτικότερα της νοητής γραμμής που διέρχεται από τα χωριά Τζερμιάδο και Αγ. Γεώργιος του Οροπεδίου του Λασηθίου. Δυτικά της γραμμής αυτής απαντούν οι πρόβουνοι των Λασηθιωτικών Ορέων ή όρους Δείκτη με σημαντικότερες κορφές τη Σελένα (1339 μ.), το Λουλουδάκι (1144 μ.), τα Μαλιά (1396 μ.), τον Αφέντη (1592 μ.), το Σαρακινό (1586 μ.), τη Μούτσουνα Τούμπα (1551 μ.), το Βιργιωμένο (1413 μ.), το Μεσοβούνι (1302 μ.) και τη Μεγάλη Κορυφή (1309 μ.) (εικ. 1).

### 2. Γεωλογικές συνθήκες:

Στη γεωλογική δομή της περιοχής συμμετέχουν μια σειρά λιθολογικών σχηματισμών που κάθε ένας απ'αυτούς έχει τη δικιά του υδρογεωλογική συμπεριφορά. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι οργανωμένοι σε ένα σύνολο αλληπάλλληλων τεκτονικών καλυμμάτων που βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω στην σχετικά αυτόχθονη ενότητα της Κρήτης-Μάνης.

Αναλυτικότερα οι τεκτονικές ενότητες και οι σχηματισμοί που συμμετέχουν σ'αυτές είναι οι παρακάτω: (εικ. 2)

α. Ενότητα Κρήτης-Μάνης: Αποτελείται από κρυσταλλικούς ασβεστολίθους και σπανιότερα δολομίτες, με συχνή, κατά θέσεις, παρουσία κερατολιθικών ενδιαστρώσεων ή κερατολιθικών βολβών και κονδύλων. Η ανθρακοπυριτική αυτή σειρά εξελίσσεται προς τα επάνω σε ασβεστοφυλλίτες, που αποτελούν μεταβατικά στρώματα προς μεταφλύσχη. Σχιστολιθικοί ορίζοντες ή ασβεστοφυλλίτες εμφανίζονται μερικές φορές και ανάμεσα στην ανθρακοπυριτική σειρά, επηρεάζοντας έτσι την υδρογεωλογική συμπεριφορά της σειράς στο σύνολό της.

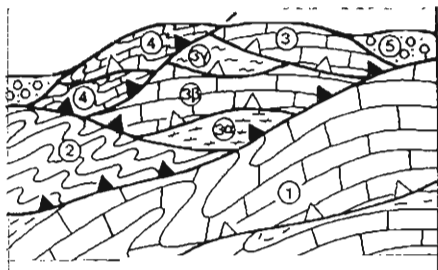


Εικ. 1. Γεωλογικός χάρτης και γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

Ένα από τα βασικά τεκτονικά γνωρίσματα της ενότητας Κρήτης-Μάνης είναι η πτύχωσή της σε μεγάλης κλίμακας ισοκλινείς, κατακεκλιμένες πτυχές (ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ 1989, 1990). Αυτό το είδος της πτύχωσης επηρεάζει επίσης, κατά θέσεις, την υδρογεωλογική συμπεριφορά της ενότητας.

β. Ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών: Αποτελείται από μια ποικιλία φυλλιτών - σχιστολίθων με συχνή κατά τόπους παρεμβολή οριζόντων χαλαζιτών. Στο συνολό της θεωρείται αδιαπέρατος σχηματισμός και είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που διαμορφώνουν τις υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή μελέτης.

Τόσο η ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών όσο και η ενότητα Κρήτης-Μάνης έχουν μεταμορφωθεί σε συνθήκες HP-LT (SEIDEL 1978, ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ 1990, THEYE & SEIDEL 1991).



Εικ. 2. Σχηματική απεικόνιση της γεωλογικής δομής της περιοχής μελέτης. 1. Ενότητα Κρήτης-Μάνης. 2. Ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών. 3. Ενότητα Τρίπολης: 3α. Στρώματα Ραβδούχων. 3β. Ανθρακική ακολουθία. 3γ. Φλύσχη. 4. Ενότητα Πίνδου. 5. Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί.

γ. Ενότητα Τρίπολης: Αποτελείται από ένα κατώτερο ηφαιστειοϊζηματογενές σύνολο, γνωστό ως στρώματα Ραβδούχων, από μια παχειά, ενδιάμεση, ανθρακική σειρά, ανωτριάδικης-ανωηωκαινικής ηλικίας και από μια ανώτερη κλαστική σειρά, τον φλύσχη. Τόσο τα στρώματα Ραβδούχων όσο και ο φλύσχη θεωρούνται αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Φαινόμενα λεπίωσης δεν είναι σπάνια στην ενότητα αυτή. Η ανθρακική σειρά έχει μεγάλη επιφανειακή ανάπτυξη στην περιοχή. Κατά τόπους είναι έντονα κερματισμένη εξαιτίας πολυάριθμων διακλάσεων ή και ρηγμάτων.

δ. Ενότητα Πίνδου: Αποτελείται από ένα σύνολο εναλλαγών λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων - κερατολίθων και αργιλικών σχιστολίθων που εξελίσσονται σε φλύσχη. Κύρια τεκτονικά γνωρίσματα της ενότητας αυτής είναι η έντονη πτύχωσή της και η παρουσία αλληπάλληλων λεπών. Το είδος αυτό της παραμόρφωσης, σε συνδιασμό με την παρουσία σε διάφορα στρωματογραφικά ύψη αδιαπέρατων σχηματισμών και την μικρή επιφανειακή ανάπτυξη της ενότητας στην περιοχή μελέτης, έχουν ως αποτέλεσμα, η ενότητα αυτή να μην παρουσιάζει ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

ε. Νεογενείς σχηματισμοί: Καταλαμβάνουν μικρή έκταση στο δυτικό και βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής και αποτελούνται κατά βάση από πολύμεικτα ή κατά θέσεις μονόμεικτα κροκαλολατυποπαγή. Το γεγονός ότι αυτά απαντούν σε υψόμετρα μέχρι 1400 μέτρα, (ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ 1988, 1990) υποδηλώνει το μέγεθος των κατακόρυφων μετατοπίσεων που έχουν λάβει χώρα από τότε που αποτέθησαν μέχρι σήμερα.

στ. Τεταρτογενείς σχηματισμοί: Καλύπτουν κυρίως το οροπέδιο του Λασηθίου. Μέσα σ'αυτούς αναπτύσσονται αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες οι οποίοι τυγχάνουν εντατικής εκμετάλλευσης. Εν μέρει τροφοδοτούνται πλευρικά από τα ανθρακικά της Τρίπολης.

### 3. Τεκτονική και επιφανειακές καρστικές μορφές



Πυκνά συστήματα διακλάσεων διελαύνουν κατά θέσεις τόσο τα ανθρακικά της Κρήτης-Μάνης όσο και τα ανθρακικά της Τρίπολης (εικ.3). Πέρα όμως από τις διακλάσεις και ένας σημαντικός αριθμός ρηγμάτων διακόπτουν τη συνέχεια των ανθρακικών σχηματισμών και των δυο ενότητων.

Η παρουσία των ασυνχειών αυτών διευκολύνει αφενός μεν την κατείσδυση των νερών μέσα στις ανθρακικές μάζες και κατά συνέπεια την τροφοδοσία των καρστικών υδροφόρων συστημάτων, αφετέρου δε ευνοούν τις επιφανειακές καρστικές διεργασίες κατά μήκος των ασυνχειών αυτών.

Στην ενότητα Κρήτης-Μάνης ο έλεγχος της καρστικοποίησης από τα επικρατούντα δυο κύρια συστήματα διακλάσεων εκφράζεται θαυμάσια στην λοφώδη περιοχή Γρύλες, δυτικά από το Άγιο Πνεύμα Λιμνάκαρου.

Στην περιοχή αυτή, σε μια έκταση 1.2 Km<sup>2</sup> περίπου, αναπτύσσονται σειρές μικρών λόφων, με διαστάσεις της τάξεως των 5 έως 15 μέτρων και ύψους μικρότερου των 10 μέτρων. Η ανάπτυξη αυτή των λοφοσειρών είναι αποτέλεσμα της εκλεκτικής διάβρωσης και διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων κατά μήκος δυο, κατακόρυφων σχεδόν, συστημάτων διακλάσεων, που το μεν ένα έχει διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ το δε άλλο Α-Δ.

Η επίδραση του θραυστιγενούς τεκτονισμού στην ανάπτυξη επιφανειακών καρστικών μορφών στα ανθρακικά της Τρίπολης είναι ιδιαίτερα εμφανής στην περιοχή της κορυφής Μούτσουνα Τούμπα. Εδώ μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι τα περατωτικά όρια μιας σειράς από μικρές ουβάλες ελέγχονται από δυο συστήματα διακλάσεων. Επί πλέον οι ουβάλες αυτές αναπτύσσονται κατά μήκος ρηξιγενών γραμμών διεύθυνσης Α-Δ και ΒΑ-ΝΔ όπου οι καρστικές διεργασίες κατά μήκος των γραμμών αυτών έχουν συνενώσει πολλές ουβάλες σχηματίζοντας μικρές δολίνες.

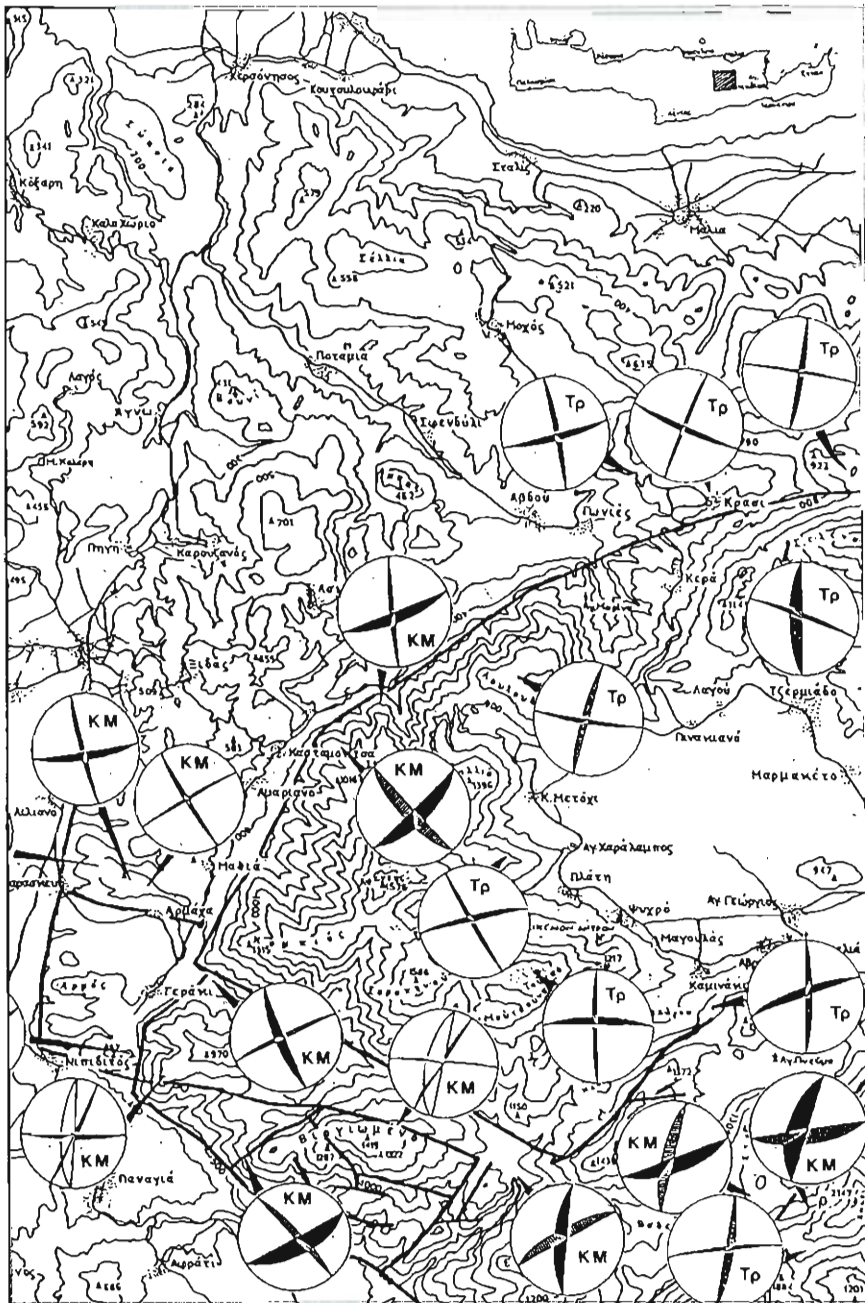
Στην ορεινή μάζα της Σελένας παρατηρείται, σχεδόν κατά μήκος της κορυφογραμμής, μια ουλή η δημιουργία της οποίας ελέγχεται επίσης από την εκλεκτική καρστικοποίηση και αποχωρισμό των ανθρακικών της Τρίπολης κατά μήκος δυο συστημάτων διακλάσεων και της επιφάνειας στρώσης.

Σε ορισμένες περιοχές η διάλυση των ανθρακικών της Τρίπολης, συνεπικουρούμενη από την τεκτονική καταπόνηση των πετρωμάτων, έχει τέτοια ένταση και τέτοια έκταση ώστε να δημιουργούνται μικρές πόλγες. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της πόλγης του Χλωροβουνίου, βόρεια του Τζερμιιάδου, στην οποία μάλιστα, στο κεντρικό τμήμα, έχουν αποκαλυφθεί οι τεκτονικά υποκείμενοι σχηματισμοί της ενότητας Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Ανάλογη κατάσταση διαμορφώνεται και δυτικότερα της καταβόθρας του μεγάλου Χώνου, του Οροπεδίου.

#### 4. Τεκτονική και υπόγειες καρστικές μορφές (σπήλαια)

Ένα μέρος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν στα ανθρακικά της Τρίπολης κατεισδύουν μέσα στη μάζα των ανθρακικών. Η έντονη καρστικοποίηση, που έχει λάβει χώρα κυρίως κατά μήκος των τεκτονικών ασυνχειών και λιγότερο κατά μήκος των επιφανειών στρώσης, έχει ως αποτέλεσμα ο συντελεστής κατείσδυσης να είναι αρκετά υψηλός. Η πορεία που ακολουθούν τα κατεισδύοντα νερά είναι συνάρτηση του εάν κάτω από τα ανθρακικά υπάρχει κάποιος αδιαπέρατος σχηματισμός, (στρώματα Ραβδούχων, φυλλίτες-χαλαζίτες, μεταφλύσχης), ή όχι.

Στην περίπτωση παρουσίας αδιαπέρατου σχηματισμού και ιδιαίτερα της παρουσίας στρωμάτων Ραβδούχων ή φυλλιτών-χαλαζιτών, το κατεισδύον νερό αναγκάζεται να κινηθεί κατά μήκος της επαφής περατών - αδιαπέρατων σχηματισμών, η οποία είναι κυρίως τεκτονική (επιφάνεια επίπλευσης ή επιφάνεια επώθησης). Στην περίπτωση αυτή έχουμε μια εκλεκτική ανάπτυξη του καρστ παράλληλα προς τις τεκτονικές επαφές. Οι καρστικές διεργασίες κατά μήκος των



Εικ. 3. Ροδογράμματα κύριων συστημάτων διακλάσεων που αναπτύσσονται σε διάφορες θέσεις των ανθρακικών της Τριπόλης (Τρ) και των ανθρακικών της Κρήτης-Μάνης (ΚΜ).

επαφών αυτών είναι εντονότερες, εξαιτίας της υδροστατικής πίεσης του νερού. Ως γνωστόν αύξηση της πίεσης ευνοεί τη διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου. Έτσι έχουν δημιουργηθεί πολυάριθμα σπήλαια, πολλά από τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί είτε ως χώροι κατοικίας, είτε ως τόποι λατρείας.

Μερικά από τα σπήλαια αυτά είναι: Το σπήλαιο του Ψυχρού γνωστού κυρίως ως "Δικταίον Άντρον". Δημιουργείται κατά μήκος της επιφάνειας επώθησης ανθρακικών της Τρίπολης επί της ενότητας των Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Σε ανάλογη επιφάνεια δημιουργούνται τα ανεξερεύνητα σπήλαια της Περιστεράς, στη Μεγάλη Κορυφή βορειοδυτικά του Λιμνάκαρου και του Αγίου Χαραλάμπους, κοντά στο ομώνυμο χωριό το οποίο ανακαλύφθηκε τυχαία κατά τη διάνοιξη του περιμετρικού δρόμου του οροπεδίου του Λασηθίου.

Άλλο γνωστό σπήλαιο είναι το σπήλαιο της Τράπεζας ή Κρόνιον Σπήλαιον, το οποίο αναπτύσσεται κατά μήκος της επαφής ανθρακικών της Τρίπολης και στρωμάτων Ραβδούχων, κοντά στο Τζερμιάδο του Οροπεδίου.

Επίσης μια πληθώρα σπηλαίων παρατηρείται κατά μήκος της προηγούμενης τεκτονικής επαφής στην περιοχή που εκτείνεται μεταξύ των χωριών Γωνιές Πεδιάδας και Κασταμονίτσας. Στην περιοχή αυτή ο ΠΛΑΤΑΚΗΣ (1975) έχει καταγράψει πάνω από 20 σπήλαια. Τα πιο γνωστά είναι το σπήλαιο της Αγίας Φωτεινής και της Φανερωμένης.

Στην περίπτωση που μεταξύ των ανθρακικών της Τρίπολης και των ανθρακικών της Κρήτης-Μάνης δεν παρεμβάλλονται αδιαπέρατοι σχηματισμοί, τότε τα νερά που κατεισδύουν στην ενότητα της Τρίπολης μεταγγίζονται στην ενότητα Κρήτης-Μάνης και ακολουθούν μια πορεία που δεν είναι ακόμα απόλυτα γνωστή.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καταβόθρα του μεγάλου Χώνου, που βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο του Οροπεδίου του Λασηθίου. Η καταβόθρα αυτή έχει το στόμιο της σε ανθρακικούς σχηματισμούς της Τρίπολης. Όμως, φαίνεται ότι τα κατεισδύοντα νερά μεταγγίζονται στα ανθρακικά της Κρήτης-Μάνης. Απόδειξη τούτου αποτελεί η διαπίστωση ότι ένα μέρος των νερών του Χώνου εκφορτίζονται δια μέσου πηγής που εκδηλώνεται νοτιοδυτικότερα, μέσα από ανθρακικά της Κρήτης-Μάνης, στην περιοχή του Αγ. Γεωργίου Κασταμονίτσας. Εξ άλλου νοτιοδυτικά του Χώνου μπορεί πράγματι να παρατηρήσει κανείς ότι τα ανθρακικά της Τρίπολης υπέρκεινται τεκτονικά της ενότητας Κρήτης-Μάνης, χωρίς να παρεμβάλλονται αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Ως εκ τούτου μια υδραυλική επικοινωνία ανάμεσα στα ανθρακικά των δυο ενότητων αναμένεται (βλ. εικ.1).

Ανάλογη κατάσταση διαμορφώνεται και στην περιοχή των καταβοθρών που υπάρχουν στο βόρειο περιθώριο του οροπεδίου, μεταξύ μονής Βιδιανής και Πινακιανού.

## 5. Τεκτονική και υδρογεωλογικές συνθήκες

Ο ρόλος της τεκτονικής στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών στην μελετούμενη περιοχή έχει ήδη γίνει αντιληπτός απόσα αναφέρθηκαν προηγουμένως. Μια σειρά από παρατηρήσεις και δεδομένα που αναφέρονται στην συνέχεια αναδεικνύουν περισσότερο τον ρόλο αυτό.

Η παρουσία, λόγω τεκτονικών αιτιών, αδιαπέρατων σχηματισμών κάτω από τα ανθρακικά της Τρίπολης δεν ευνοεί μόνο την ανάπτυξη καρστικών σπηλαίων αλλά και την εκδήλωση, κατά μήκος της επαφής, πολυάριθμων καρστικών πηγών, συνήθως μικρών παροχών. Πολλές τέτοιες πηγές εκδηλώνονται περιμετρικά του οροπεδίου του Λασηθίου.

Η πιο σημαντική απ'αυτές είναι η πηγή του Ψυχρού. Πρόκειται για μια πηγή επαφής-υπερπλήρωσης που εκδηλώνεται μέσα στο ομώνυμο χωριό, στο σημείο όπου οι επωθημένοι επί των φυλλιτών ασβεστόλιθοι της Τρίπολης έρχονται σε επαφή με τις αργιλικής κυρίως σύστασης, προσχώσεις του οροπεδίου.

Η πηγή του Ψυχρού είναι ένα από τα πολλά σημεία εκφόρτισης της ανθρακικής μάζας που εκτείνεται από το Ψυχρό μέχρι την κορυφή Σαρακηνού. Η μάζα αυτή επωθείται τόσο στην ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών όσο και στα μεταβατικά προς μεταφλύσχη στρώματα ή τους κρυσταλλικούς ασβεστολίθους της ενότητας Κρήτης-Μάνης. Πηγές παρατηρούνται καθόλο το μήκος της νότιας πλευράς της τεκτονικής επαφής. Πιο συγκεκριμένα πηγή μικρής παροχής εκδηλώνεται στο νοτιοδυτικό άκρο του Σαρακηνού, στην επαφή ανθρακικών της Τρίπολης και ασβεστοφυλλιτών των μεταβατικών προς μεταφλύσχη στρωμάτων της Κρήτης-Μάνης (βλ.εικ 1)..

Δυο άλλες μικρές εκδηλώνονται στην επαφή ανθρακικών της Τρίπολης και ανθρακικών της Κρήτης-Μάνης, στο νοτιοδυτικό τμήμα της Μούτσουνα Τούμπας, αποτέλεσμα αλλά και ενδεικτικό στοιχείο της διαφορετικής περατότητας των ανθρακικών των δυο ενότητων.

Νοτιοανατολικά του υψώματος 1217, (βλ.εικ.1), στην επαφή ανθρακικών της Τρίπολης με τους φυλλίτες-χαλαζίτες καθώς επίσης και πάνω από το χωριό Μαγουλάς, αναβλύζουν τέσσερις μικροπηγές.

Κατά μήκος της βόρειας πλευράς της επιφάνειας επώθησης δεν εκδηλώνονται πηγές. Την απουσία αυτή την αποδίδουμε στη γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης και σε υδραυλική επικοινωνία ασβεστολίθων Τρίπολης και ασβεστολίθων Κρήτης-Μάνης. Η μοναδική μικροπηγή που εκδηλώνεται προς την πλευρά αυτή, εμφανίζεται στο χαμηλότερο σημείο της αρκετά μεγάλης ανθρακικής μάζας που έχει αποκοπεί από τη μάζα της Μούτσουνα Τούμπας και έχει ολισθήσει επί των Φυλλιτών-Χαλαζιτών.

Ανάλογες υδρογεωλογικές συνθήκες παρουσιάζει και η αμέσως βορειότερα εμφανιζόμενη απομονωμένη ανθρακική μάζα του Αφέντη-Βιτισολούκουμου-Αγ.Χαραλάμπους-Κάτω Μετοχίου. Τόσο κατά μήκος της επιφάνειας επώθησης μεταξύ των χωριών Πλάτη και Αγ. Χαραλάμπους όσο και μεταξύ των χωριών Αγ. Χαραλάμπους και Κάτω Μετοχίου, εκδηλώνονται πολλές μικροπηγές, ορισμένες από τις οποίες υδρομαστεύονται και καλύπτουν τις ανάγκες των χωριών αυτών. Κατά μήκος της επιφάνειας επώθησης γύρω από την κορυφή Αφέντης δεν εκδηλώνονται πηγές, ποφανώς λόγω υδραυλικής επικοινωνίας μεταξύ των ενότητων Τρίπολης και Κρήτης-Μάνης.

Στην επαφή επίσης της ενότητας των Φυλλιτών Χαλαζιτών με τους ασβεστολίθους της Τρίπολης νότια από το Καμινάκι εκδηλώνονται δυο άλλες μικροπηγές από τις οποίες υδρεύεται το ομώνυμο χωριό.

Περισσότερο σύνθετες είναι οι υδρογεωλογικές συνθήκες στο βόρειο περιθώριο του οροπεδίου. Βορειοδυτικά του Τζερμιάδου αναπτύσσεται μια εκτεταμένη ανθρακική μάζα της Τρίπολης, που αποτελεί προέκταση των ανθρακικών της Σελένας. Η τεκτονική επαφή της μάζας αυτής με τους υποκείμενους φυλλίτες των στρωμάτων Ραβδούχων είναι αρκετά σαφής ανατολικά της Κεράς και ακολουθεί για μεγάλη απόσταση την ισοϋψή των 1000 περίπου μέτρων. Η ίδια επαφή εμφανίζεται, σε χαμηλότερα υψόμετρα, ανατολικά από το Τζερμιάδο και το Μαρμακέτο. Δυτικά από το Τζερμιάδο η επαφή αυτή βρίσκεται κάτω από τις προσχώσεις του οροπεδίου. Η επαφή αυτή φαίνεται να είναι πτυχωμένη, σχηματίζοντας ένα αντίκλινο του οποίου ο άξονας πρέπει να διευθύνεται παράλληλα προς την κορυφογραμμή της ορεινής μάζας πάνω από την Κερά. Υπάρχει λοιπόν στην περιοχή ένας υπόγειος υδροκρίτης που αναγκάζει ένα μέρος των νερών που κατεισδύει στα ανθρακικά της Τρίπολης να αποστραγγίζεται προς τα δυτικά και ένα άλλο μέρος προς τα ανατολικά. Συνέπεια αυτής της κίνησης είναι προς μεν τα ανατολικά να εκδηλώνονται η αξιόλογη πηγή του χωριού Λαγός, μικροπηγές στο μέτωπο Τζερμιάδο-Μαρμακέτο και να τροφοδοτούνται πλευρικά οι προσχώσεις του Οροπεδίου, προς δε τα δυτικά να εκδηλώνονται μικροπηγές στο μέτωπο ανατολικά της Κεράς.

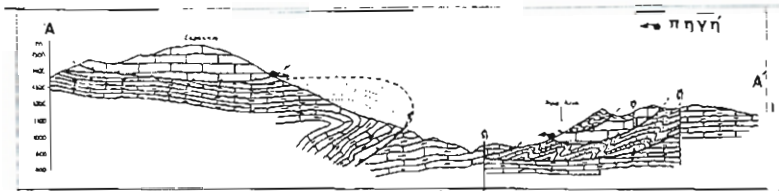


Μερικές από τις πηγές του μετώπου ανατολικά της Κεράς είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Η πηγή της Βιτσιλόβρυσης μαζί με άλλες γειτονικές της χρησιμοποιούνταν από τους κατοίκους του υπομινωϊκού συνοικισμού του 1200 π.Χ. Καρφί, ενώ ανάβλυση της ίδιας πηγής λίγα μέτρα χαμηλότερα, γνωστή με το όνομα Κουρνιά, υδρομαστευόταν και τα νερά της μεταφέρονταν κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους στη Ξακουστή από την αρχαιότητα πόλη της Λύττου (ΣΠΙΑΝΑΚΗΣ). Η μεταφορά γινόταν με υδραγωγείο μήκους πολλών χιλιομέτρων, υπολείμματα του οποίου σώζονται σήμερα σε διάφορα σημεία.

Βορειότερα από το Καρφί και μέχρι το Κράσι, εκδηλώνονται, πάντα κατά μήκος της ίδιας τεκτονικής επαφής και άλλες πηγές, με σημαντικότερη αυτή που εκδηλώνεται πάνω από το Κράσι.

Με ανάλογο μηχανισμό λειτουργίας υπάρχουν και άλλες πηγές στην περιοχή μελέτης. Αναφέρουμε ενδεικτικά την μικρή πηγή που εκδηλώνεται ανατολικά του Νιπιδιτού, στην επαφή ασβεστολίθων Τρίπολης και Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Το νερό της πηγής αυτής χρησιμοποιείται για την μερική ύδρευση του Νιπιδιτού.

Μια άλλη πηγή συναντάται στο βάθος της Γερακιανής Λαγκάδας, δίπλα από το εκκλησάκι της Αγ. Άννας. Η πηγή αυτή εκδηλώνεται πάλι κατά μήκος της επαφής ασβεστολίθων Τρίπολης και Φυλλιτών-Χαλαζιτών, πλην όμως εκφορτίζει νερά που κατεισδύουν τόσο μέσα στους ασβεστολίθους της Τρίπολης όσο και μέσα σε λεπτοπλακώδεις ασβεστολίθους της Πίνδου. Οι τελευταίοι είναι επωθημένοι στους ασβεστολίθους της Τρίπολης, με τους οποίους, κατά θέσεις, βρίσκονται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία (βλ.εικ. 1 και εικ. 4).



Εικ. 4. Γεωλογική τομή A-A' στην οποία φαίνεται η δομή της περιοχής και ο μηχανισμός λειτουργίας των πηγών Σαρακήνου και Αγ. Άννας (η θέση της τομής σημειώνεται στην εικ.1)

Πλην των ανθρακικών της Τρίπολης, στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι της ενότητας Κρήτης-Μάνης. Η διακίνηση των υπόγειων νερών μέσα σ'αυτούς ελέγχεται, σε πολλά σημεία, επίσης από την τεκτονική και ιδιαίτερα από τον πτυχογόνο τεκτονισμό.

Έχουμε προαναφέρει ότι ένα από τα τεκτονικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ενότητας Κρήτης-Μάνης είναι η μεγάλη κλίμακα, κατακεκλιμένες πτυχές. Αποτέλεσμα της πτύχωσης αυτής είναι σε διάφορα βάθη από την επιφάνεια του εδάφους να αναπτύσσονται τα μεταβατικά προς μεταφλύση στρώματα ή και μεταφλύσης, που είναι αδιαπέρατοι ή μικρής περατότητας σχηματισμοί (βλ.εικ.4). Επομένως η πορεία που ακολουθούν τα υπόγεια νερά των κρυσταλλικών ασβεστολίθων στις περιπτώσεις αυτές καθορίζονται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της επαφής αυτών με τον μεταφλύση.

Τέτοιας μεγάλης κλίμακας πτυχές απαντούν στην ορεινή μάζα ανατολικά των χωριών Μαθιά και Αρμάχα Πεδιάδας και στην ορεινή μάζα ανατολικά των χωριών

Γερακίου και Νιπιδιτού Πεδιάδας. Η τελική κατάληξη των υπόγειων νερών στις περιοχές αυτές δεν είναι ακόμη γνωστή.

## 6. Συμπεράσματα

Απόσα αναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται φανερό ότι ο ρόλος της τεκτονικής στην ανάπτυξη επιφανειακών καρστικών μορφών ή σπηλαίων και τη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης είναι καθοριστικός.

Τα συστήματα διακλάσεων και ιδιαίτερα η πυκνότητα και η συστηματικότητα εμφάνισης αυτών σε ορισμένες θέσεις, τόσο στα ανθρακικά της Τρίπολης όσο και στα ανθρακικά της Κρήτης-Μάνης, ελέγχουν και κατευθύνουν την επιφανειακή καρστική διάβρωση και την ανάπτυξη διαφόρων επιφανειακών καρστικών μορφών. Ανάλογος είναι και ο ρόλος των ρηγμάτων, ιδιαίτερα στα ανθρακικά της Τρίπολης.

Η καλυμματική τεκτονική που έχει ως αποτέλεσμα σε πολλές περιοχές, κατώ από τα ανθρακικά της Τρίπολης να εμφανίζονται αδιαπέρατοι σχηματισμοί, (στρώματα Ραβδούχων, Φυλλίτες-Χαλαζίτες ή μεταφλύσχη της Κρήτης-Μάνης), είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη πολυάριθμων καρστικών σπηλαίων κατά μήκος των επιφανειών επώθησης ή επιφανειών εφίπτευσης.

Η ίδια καλυμματική τεκτονική, και σπανιότερα ο ρηγματογόνος τεκτονισμός, είναι υπεύθυνα τόσο για την εκδήλωση καρστικών πηγών στην επαφή των ανθρακικών της Τρίπολης με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς, όσο και για την άμεση υδραυλική επικοινωνία ανθρακικών της Τρίπολης και ανθρακικών της Κρήτης-Μάνης.

Τέλος ο πτυχογόνος τεκτονισμός που έχει προσβάλλει την ενότητα Κρήτης-Μάνης και που εξαιτίας αυτού οι αδιαπέρατοι ασβεστοφυλλίτες του μεταφλύσχη βρίσκονται σε ανεστραμμένη θέση, σε διάφορα βάθη κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, επηρεάζει και ελέγχει την κίνηση των υπόγειων νερών μέσα στα ανθρακικά της εν λόγω ενότητας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΑΠ., 1989: Παρατηρήσεις επι της γεωλογικής δομής της περιοχής Νοτιοδυτικά του Οροπεδίου του Λασηθίου (Κρήτη). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 23/1, σ.131-144. Πρακτικά 4ου Γεωλογικού Συνεδρίου, Μάιος 1988.
- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΑΠ., 1990: Γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες του τοπογραφικού φύλλου "Μόχος" (Κεντροανατολική Κρήτη), Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστημίο Αθηνών, σ.640.
- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΑΠ., 1990: Ιδιόρρυθμες εμφανίσεις νεογενών ιζημάτων στην κεντροανατολική Κρήτη και η σημασία τους στην τεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη της περιοχής. (Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ. 26, υπό εκτύπωση)
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., 1993. Συνοπτική έκθεση επί των υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή Οροπεδίου Λασηθίου. (Αδημοσίευτη έκθεση) ΙΓΜΕ, Ρέθυμνο.
- ΠΛΑΤΑΚΗΣ, Ε., 1975: Σπήλαια και άλλαι καρστικά μορφαί της Κρήτης. Τόμος 2ος, Ηράκλειο Κρήτης.
- SEIDEL, E., 1978: Zur Petrologie der Phyllit-Quarzit-Serie Kretas. Habilitationsschrift Techn. Univ. Braunschweig. 145 p., Braunschweig.
- ΣΠΑΝΑΚΗΣ, ΣΤ.: Κρήτη, Τουρισμός, Ιστορία, Αρχαιολογία. 2ος τόμος, Ηράκλειο Κρήτης, σ.419.
- THEYE, TH., @ SEIDEL, E., 1991: Petrology of low-grade high-pressure metapilites from the External Hellenides (Crete, Peloponnese). A case study with attention to sodic minerals. Eur.J.Mineral, 3, 343-366.