

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΡΑΒΑ ΚΑΙ ΜΥΛΟΠΟΤΑΜΟΥ ΚΥΘΗΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΣΕ ΜΙΚΡΑ ΣΠΗΛΑΙΩΜΑΤΑ***

από τους

ΜΑΡΣΕΛΟ Η. ΑΝΤΩΝΗ* & ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟ Γ. ΚΩΝ/ΝΟ**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η νήσος των Κυθέρων με έκταση 277 km² έχει επίμηκες σχήμα με μέγιστο μήκος 28 Km και μέγιστο πλάτος 19 km. Γεωλογικά φαίνεται να συνδέει την Πελοπόννησο με την Κρήτη, όπως αποδεικνύεται από τους υπάρχοντες πετρολογικούς σχηματισμούς. Το ανάγλυφο στο εσωτερικό τμήμα διαμορφώνεται αρκετά ομαλό σχηματίζοντας έτσι ένα οροπέδιο με μέγιστο υψόμετρο 300-500 μέτρων. Μαζί με τα Αντικύθηρα και άλλα μικρότερα νησιά αποτελούν το νοτιοδυτικό τμήμα του εξωτερικού νησιωτικού τόξου του Αιγαίου χώρου. Αντιπροσωπεύουν δηλαδή το μέτωπο του εφιππεύοντα Ευρωπαϊκού φλοιού επάνω στην καταδύομενη λιθόσφαιρα της Αφρικανικής πλάκας (Εικ. 1).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των ορυκτολογικών και πετρολογικών χαρακτηριστικών των κυριότερων λιθολογικών σχηματισμών που εντοπίζονται σε περιοχές του βορείου τμήματος της νήσου των Κυθέρων. Προσδιορίζονται τα κρυσταλλικά συσσωματώματα και επανθήματα των δευτερογενών ορυκτών φάσεων που αναπτύσσονται σε επιφάνειες μικρών σπηλαίων και στο εσωτερικό καρστικών εγκοίλων. Επίσης, γίνεται προσπάθεια ερμηνείας του τρόπου δημιουργίας των δευτερογενών ορυκτών, καθώς και των συνθηκών του μικρο-περιβάλλοντος που επηρέασαν και συνέβαλλαν στο σχηματισμό και την ανάπτυξή τους.

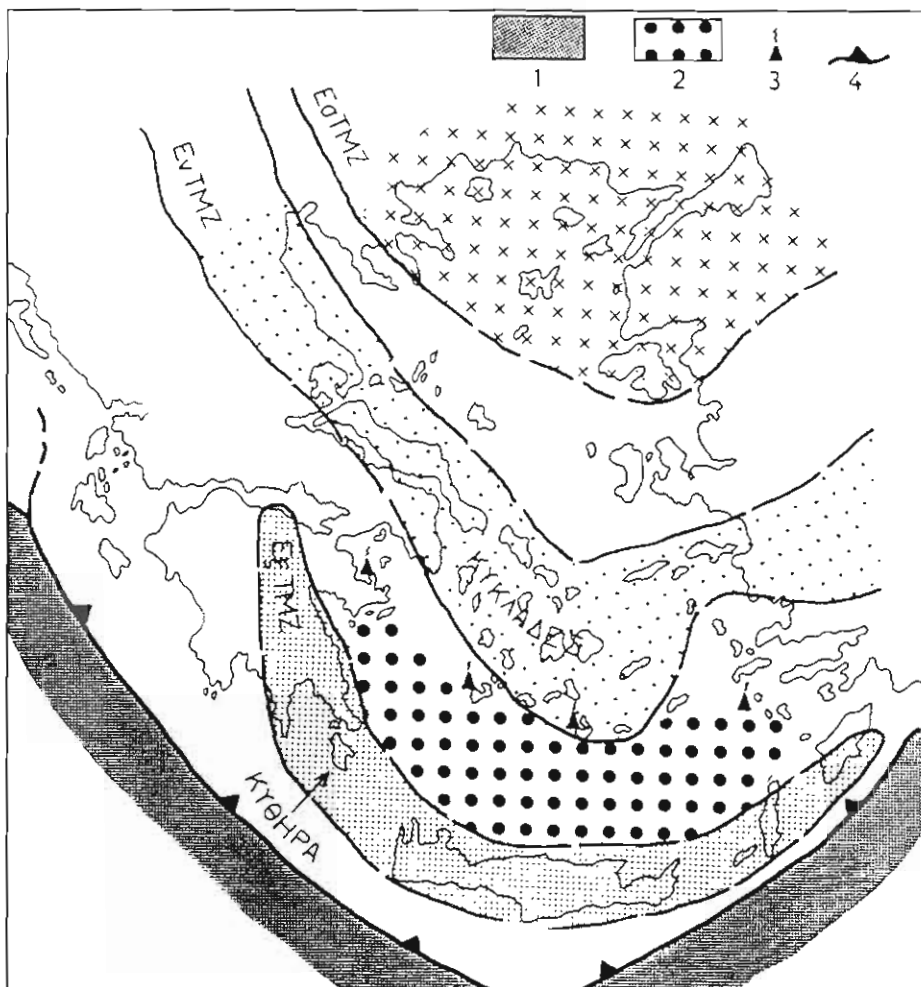
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ - ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η νήσος των Κυθέρων καλύπτεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από ανθρακικά πετρώματα των ζωνών Γαβράβου-Τριπόλεως και Ωλονού-Πίνδου, ενώ σε μικρότερη αναλογία συμμετέχουν οι μεταμορφωμένοι και ιζηματογενείς σχηματισμοί (Εικ. 2).

* MARSELOS, A. Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

** KYRIAKOPOULOS, K. Αναπλ. Καθηγητής Τμήματος Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

*** *The mineralogical and petrological studies in area Kythera island.*



Εικόνα 1: Γεωτεκτονική θέση της νήσου των Κυθήρων στο ηπειρωτικό τόξο του Αιγαίου. 1. Φλοιός ανοτολικής Μεσογείου, 2. Οπισθοτάφρος. 3. Πρόφατη ή σύγχρονη υφαισειστικότητα, 4. Ζώνη υποβύθισης, (από Παπανικολάου-Δανάμο 1991, με τροποποίηση).

Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη μελέτη της γεωλογίας της ευρύτερης περιοχής των Κυθήρων, όπως οι Leonhard (1989), Κτενάς (1924), Θεοδωρόπουλος (1966, 1973), Μανωλέσσοος (1955), Χριστοδούλου (1967), Λυμπέρης (1984), Βερυκίου-Παπασπυριδάκου (1986), Λέκκας (1988), Skarpelis, 1989, Παπανικολάου και Δανάμος (1991), Δανάμος (1992) κ.ά.

Οι λιθολογικές ενότητες που συνθέτουν τη γεωλογική δομή της νήσου είναι: 1) Η ενότητα φυλλιτών-χαλαζιών που αποτελεί τον αυτόχθονο μεταμορφωμένο γεωλογικό σχηματισμό. Εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα της νήσου και αποτελείται από μαρμαρυγιακούς γλαυκο-

φανητικούς σχιστόλιθους με κλωρίτη, κλωριτοειδές και γρανάτες. 2) Ενότητα Γαβράβου-Τριπόλεως που είναι επωθημένη επάνω στους σχιστόλιθους, αποτελείται σε μεγαλύτερη αναλογία από ασβεστόλιθους και λιγότερο από φλύοχη. Σε διάφορες θέσεις, κοντά στο χωριό Ποταμός μέσα στους σχιστόλιθους, εμφανίζονται μάρμαρα και οιολίνες καθώς επίσης και λεπτοπλακώδη πυριτωμένα μάρμαρα αντίστοιχα της σειράς των Plattenkalk. 3) Ενότητα Ωλονού-Πίνδου. Η ζώνη της Πίνδου εμφανίζεται σε όλους τους λιθοστρωματογραφικούς ορίζοντες της σειράς από το Τριαδικό μέχρι το Ηώκαινο. Στο βόρειο τμήμα και συγκεκριμένα μεταξύ των χωριών Ποταμός και Λογοθετιάνικα εντοπίζεται η κλασική σειρά της Πίνδου με απολιθώματα Filaments από Halobia παρόμοια με τις αντίστοιχες σειρές του Βόρεια-ανατολικού τμήματος της νήσου. 4) Νεογενείς σχηματισμοί. Τα νεογενή της κεντρικής περιοχής της νήσου αποτελούνται από δύο σειρές, την κατώτερη που αποτελείται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και φαιού χρώματος μάργες και την ανώτερη που αποτελείται από μάργες και άμμους θαλάσσιας φάσης, και 5) Τεταρτογενείς σχηματισμοί που έχουν σχετικά περιορισμένη ανόπτυξη και αποτελούνται από λατυποπαγή, αλυβιακές προσχώσεις, χειμαρρώδεις οροθέσεις, κορήματα και οστεοπαγείς σχημοτισμούς.

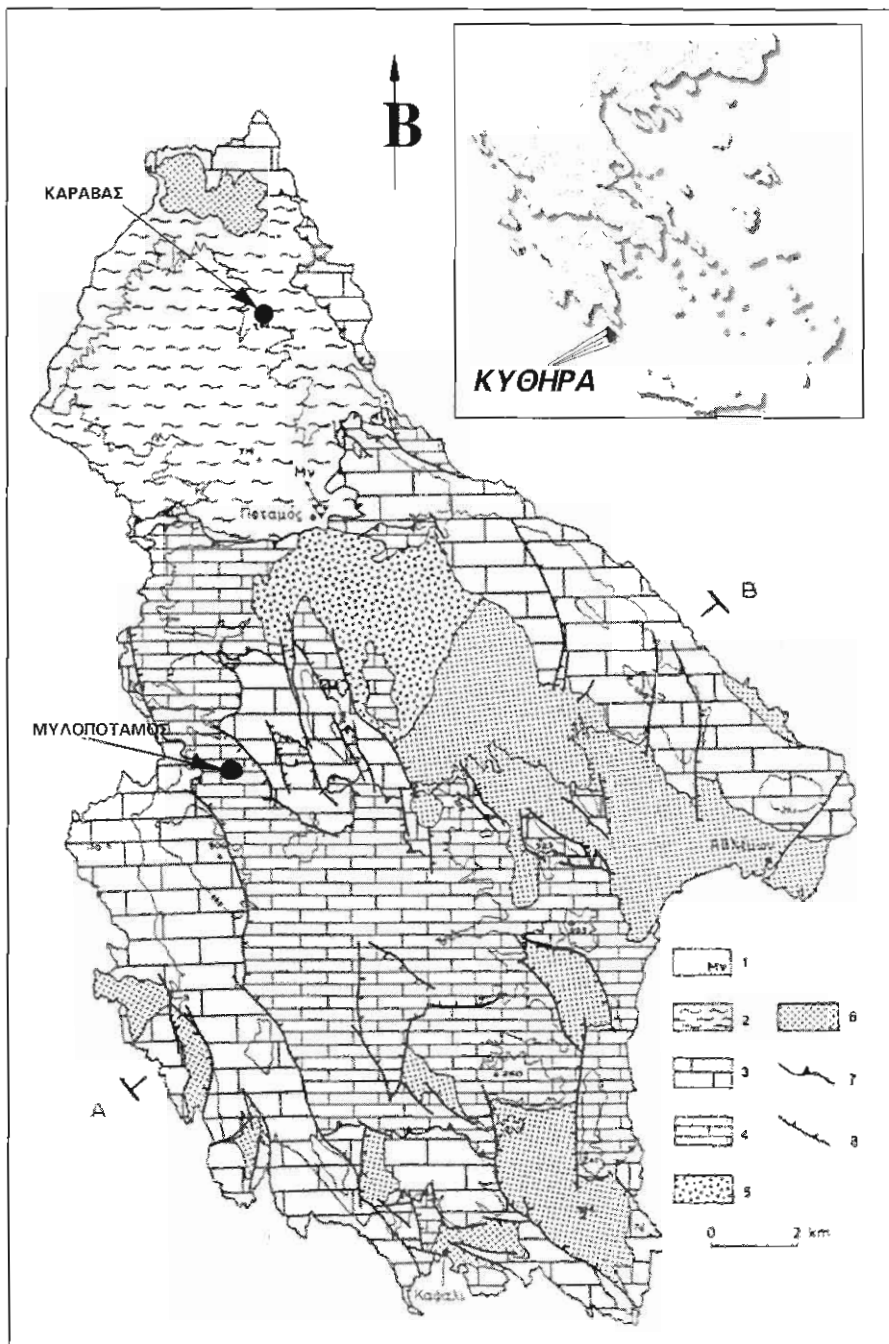
Η οπακαλούμενη ενότητα «Άρνας» αποτελείται από ισχυρά μεταμορφωμένα πετρώματα όπως είναι οι μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, μεταβασικά πετρώματα και σερπεντινίτες. Αποτελούν το κρυσταλλικό υπόβαθρο των ιζηματογενών σχηματισμών της Τρίπολης και της Πίνδου και ανοπτύσσεται στο βόρειο τμήμα της νήσου. Θεοδωρόπουλος 1973, Lekkas 1980b, 1988, Greiling 1982.

Ορυκτολογικές και πετραλογικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι οι μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι αποτελούνται από χαλαζία, λευκό μαρμαρυγία, γρανάτη, κλωρίτη, ολβίτη, ορθόκλαστο και σε πολύ μικρό ποσοστό συμμετείχουν αδιαφανή ορυκτά. Τα μεταβασικά πετρώματα της περιοχής Καραβά συνίστανται από πράσινους σχιστοποιημένους μεταβασάλτες και τα κυριότερα ορυκτολογικά ουσιατικά είναι αλβίτης, αμφίβολος, ακτινόλιθος, κλωρίτης, οσβεσίτης σφήνα, επίδοτο, μαγνητίτης και αιμαίτης.

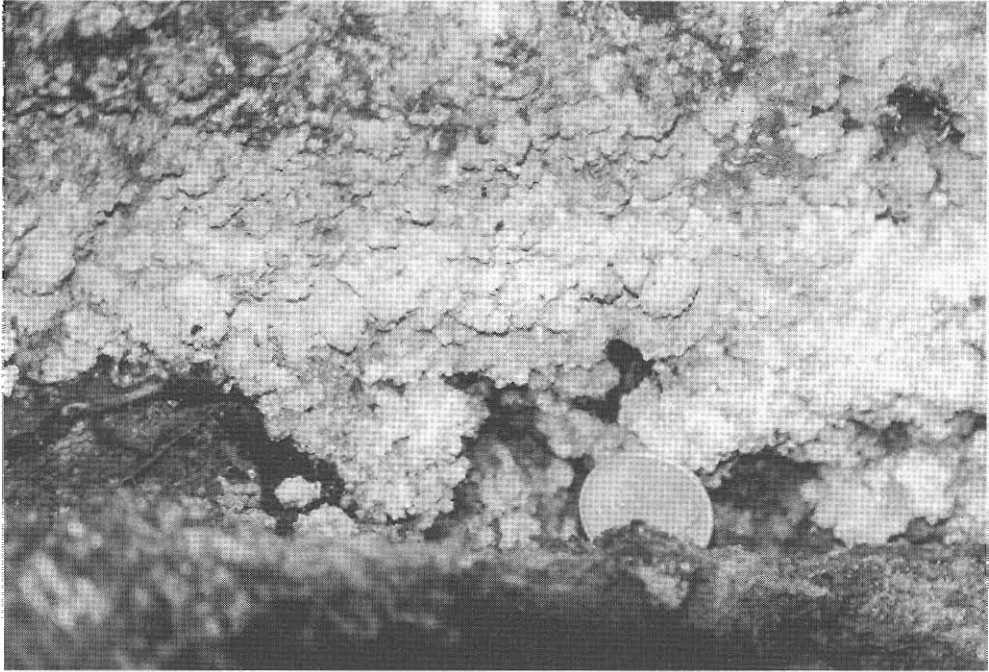
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ - ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα δείγματα που συνελλέγησαν προέρχονται από την περιοχή του Β-ΒΔ τμήματος της νήσου και συγκεκριμένα από τις περιοχές Καραβά και Μυλοποτάμου. Τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά όλων των πετρολογικών τύπων που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή όπως γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι και γραφικοί σχιστόλιθοι. Από διάφορα σημεία στο εσωτερικό μικρών σπηλαιωμάτων και καρστικών εγκοίλων ελήφθησαν δείγματα για τον προσδιορισμό της σύστασης των δευτερογενών ορυκτών.

Για την ορυκτολογική και πετρολογική μελέτη των πετρωμάτων παρασκευάστηκαν λεπτές τομές αντιπροσωπευτικών δειγμάτων. Επίσης πραγματοποιήθηκαν ακτινογραφήματα σε επιλεγμένα δείγματα, κυρίως στα δευτερογενούς προέλευσης ορυκτά, ώστε να προσδιοριστούν όλες οι ορυκτολογικές φάσεις που απαντούν στα πετρώματα. Η μέθοδος της περιθλασιμετρίας ακτίνων-Χ, γνωστή ως XRD (X-Ray Diffraction) βασίζεται στην περίθλαση ακτινοβολιών μικρού μήκους κύματος (ακτίνες-Χ) σε κρυστάλλους, ώστε να προσδιορίζονται τα δομικά τους χαρακτηριστικά, δηλαδή η κατανομή των ατόμων και των μορίων μέσα στο πλέγμα των κρυστάλλων. Ο τύπος XRD που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ήταν PW 1010 Philips,



Εικόνα 2: Γεωλογικό σκαρίφημα της νήσου των Κυθήρων. 1. Ενότητα Κρήτης-Μάνης, 2. Ενότητα Άρνας, 3. Ενότητα Τρίπολης, 4. Ενότητα Πίνδου, 5. Κροκαλαπαγή Αβ. Μειοκαίνου, 6. Θαλάσσια ιζήματα Πλειοκαίνου, 7. Επώθηση, 8. Ρήγμα (από Παπανικολάου-Δανάμο 1991, με τροποποίηση).



Εικόνα 3: Κρυσταλλικά συσσωματώματα και επανθήματα από τα τοιχώματα οπηλαιώματος της περιοχής Καραβά.

SO ₄	75	mg/l
NO ₃	2.2	mg/l
Cl	63	mg/l
Ph	6.5	
Cu	0.006	mg/l
Na	55.4	ppm
K	2	ppm
Ca	82	ppm
Mg	24	ppm
Αγωγιμότητα	0.86	ms/cm
Ολικά διαλυμένα στερεά (T.D.S.)	0.42	gr/l

Πίνακας 1: Παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις ορισμένων χημικών στοιχείων και άλλων παραμέτρων φυσικής πηγής στην περιοχή Καραβά.

Ni-filtered & Cu-K α radiation at 36KV, 20mA.

Για την ποιοτική και ποσοτική εξέταση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικά μικροσκόπιο σάρωσης (SEM-Scanning Electron Microscope, μοντέλο JEOL JSM-5600 SEM) στο οποίο χρησιμοποιείται δέσμη ηλεκτρονίων ως μέσο παρατήρησης, επιτυγχάνοντας έτσι μεγέθυνση από 10 ως 1.000.000 φορές έκτασης ως πλεονέκτημα την ευκολία στη μεταβολή της μεγέθυνσης και την τρισδιάστατη προβολή της εικόνας. Όλοι οι ανωτέρω προσδιορισμοί έγιναν στα εργαστήρια του Ταμέα Ορυκτολογίας και Πετραλαγίας του Γεωλογικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

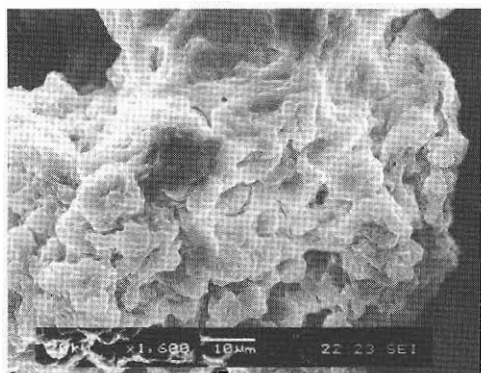
Από την ακτινογραφική μελέτη των δειγμάτων προσδιορίστηκαν τα δευτερογενή ορυκτά τα οποία αναπτύσσονται σε επιφάνειες μικρών σπηλαίων και στο εσωτερικό καρστικών εγκοίλων των περιοχών Καραβά και Μυλοποτάμου. Τα δευτερογενή αυτά ορυκτά εμφανίζονται με διάφορες μορφές και αποχρώσεις, όπως χαρακτηριστικά φαίνονται στην εικ. 3. Στα πιο υψηλά σημεία των τοιχωμάτων και την οροφή των σπηλαιωμάτων τα δευτεραγενή ορυκτά παρουσιάζονται ως επανθήματα με λευκή και υπαπράσινη χραιά. Στα χαμηλότερα σημεία παρατηρήθηκαν πιο χονδράκκοκα κρυσταλικά συσσωματώματα με φαιό, λαυκό και υποπράσινο χρώμα. Επίσης μεγάλο τμήμα των τοιχωμάτων καλύπτεται από υποκίτρινες και υποκάκκινες απαχρώσεις με τις χαρακτηριστικές συγκεντρικές μορφές των σταλακτιτών και σταλαγμιτών, οι οποίες είναι ευρύτατα διαδεδομένες σε όλα τα έγκοιλα που μελετήθηκαν.

Από την ομάδα των θειικών ορυκτών προσδιορίστηκε γύψος ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), ενώ στην κατηγορία των ανθρακικών ορυκτών εντοπίστηκε, σε μικρότερη αναλογία, ασβεστίτης (CaCO_3). Στις εικ. 4 και 5 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ορυκτά της γύψου και του ασβεστίτη, όπως προσδιορίστηκαν από τα αντίστοιχα ακτινογραφήματα.

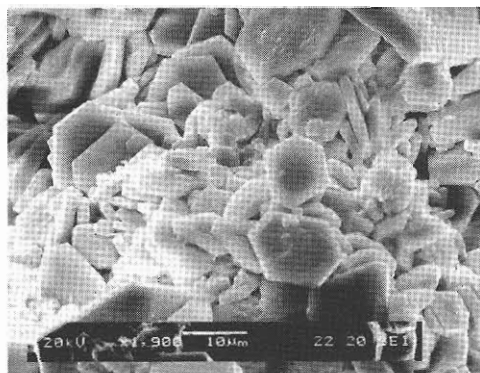
Η παρουσία διάσπαρτης μεταλλοφορίας καθώς επίσης και ο εντοπισμός σε πολύ λεπτά φλεβίδια μεταλλικών ορυκτών, όπως μαγνητίτη, αιματίτη, σιδηρουρίτη και άλλων αδιαφανών ορυκτών μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα του κρυσταλλικού υποβάθρου, θεωρείται βέβαιο ότι ήταν η κύρια πηγή προέλευσης και εμπλουτισμού στο μικροπεριβάλλον των καρστικών εγκοίλων και φυσικών σπηλαιωμάτων με άφθονα ιόντα θείου, σιδήρου, μαγνησίου κ.ά. Αυτό αποδεικνύεται και από την αυξημένη συμμετοχή ορισμένων χημικών στοιχείων τα οποία εντοπίστηκαν, ύστερα από χημική ανάλυση, σε νερό παρακείμενης πηγής και παρουσιάζονται στο πίνακο 1.

Πράγματι το ποσοστό της θειικής και νιτρικής ρίζας είναι σχετικά υψηλό 75 και 2,2 mg/lit αντίστοιχα. Επίσης το περιεχόμενο σε ιόντα χλωρίου είναι 63 mg/lit, ενώ το μαγνήσιο ανέρχεται στα 24 ppm, το νάτριο σε 55,4 και το ασβέστιο 82 ppm. Το σύνολο των διαλυμένων στερεών (T.D.S.) είναι 0,42 gr/lit και το Ph-6,5.

Η ερμηνεία για τον τρόπο δημιουργίας των ανωτέρω δευτερογενών ορυκτών και κυρίως της γύψου μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα μιας σειράς μικρο-αντιδράσεων στο εσωτερικό των σπηλαιωμάτων. Ο σιδηρουρίτης σε οξειδωτικό περιβάλλον μετατρέπεται σε αιματίτη και διοξείδιο του θείου. Το τελευταίο παρουσία νερού μετατρέπεται σε θειικό οξύ, επιδρά στο ανθρακικό ασβέστιο και σχηματίζεται γύψος και διοξείδιο του άνθρακος σύμφωνα με τις παρακάτω αντιδράσεις:

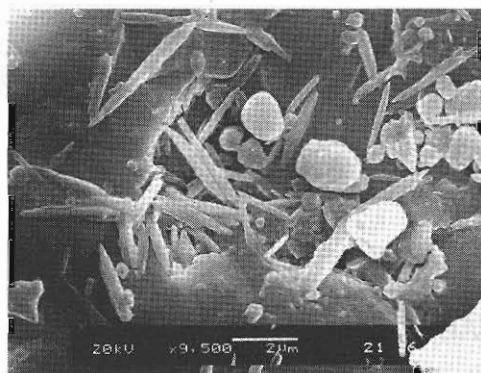


Α

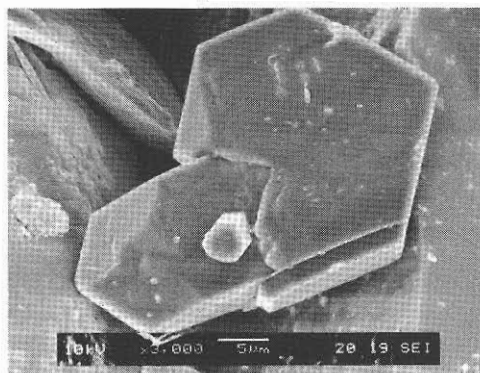


Β

Εικόνα 4-5: SEM μικροφωτογραφίες Α) σφαιραειδείς και συγκεντρικές μορφές ανάπτυξης γύψου, Β) πινακοειδείς ευεδρικοί κρύστολλοι γύψου από τα κρυσταλλικά συσσωματώματα της περιοχής Μυλοποτάμου.

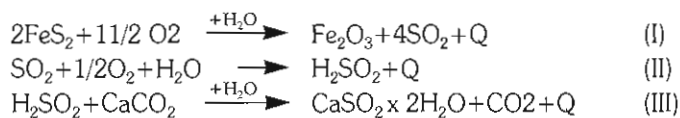


Γ



Δ

Εικόνα 6-7: SEM μικροφωτογραφίες Γ) βελονοειδούς μορφής κρυστάλλου γύψου, Δ) Χαρακτηριστικό δίδυμο κρύσταλλο γύψου από τα κρυσταλλικά συσσωματώματα της περιοχής Μυλοποτάμου.



Αρκετά παραδείγματα αναφέρονται στη βιβλιογραφία για την ύπαρξη επανθημάτων και κρυσταλλικών συσσωματωμάτων γύψου, όπως είναι το σπήλαιο Park's Ranch του New Mexico. Η εναπόθεση κρυσταλλικών συσσωματωμάτων γύψου στο εν λόγω σπήλαιο σύμφωνα με τους Calaforra and Forti, (1994) οφείλεται στην ταχύτατη εξότμιση του νερού από τις τριχοειδείς μορφές διόδους, το οποίο είχε απορροφηθεί από τα πλούσια σε πόρους τοιχώματα του σπηλαίου. Επίσης στο Cueva del Leon, Neuguen, Argentina (Forti et al. 1973), και στο Tunnel de Atlantida, Canary Islands (Jantschke et al. 1994).

Η εξέταση των δειγμάτων σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM) έδειξε ότι οι μικρο-κρύσταλλοι είναι πολύ καλό ανεπτυγμένοι και παρουσιάζονται με διαφορετικές μορφές, όπως παρουσιάζονται στις εικόνες 6 και 7.

Επιπλέον μπορούμε να αναφέρουμε, ότι στη δημιουργία των δευτερογενούς προέλευσης κρυστάλλων συνέβαλλαν και άλλοι παράγοντες: όπως άλλωστε αναφέρεται και στη βιβλιογραφία για ανάλογες περιοχές με παρόμοιες συνθήκες, τόσο στον ελληνικό χώρο όσο και σε παγκόσμια κλίμακα που μπορεί να είναι: i) η αυξημένη υγρασία, λόγω της διείσδυσης και κυκλοφορίας του μετεωρικού νερού από τις επιφανειακές μικρο-ρωγμές στα βαθύτερα στρώματα των πετρωμάτων, και ιδίως οι εναλλαγές ξηρού και υγρού μικροπεριβάλλοντος, ii) η μικρή διακύμανση της θερμοκρασίας στο χώρο του σπηλαίου ή του καρστικού εγκοίλου ($T < 42^{\circ}\text{C}$), iii) το Ph των υδάτινων ρευστών (6-6.5), και iv) η παρουσία μικροοργανισμών κυρίως βακτηριδίων τα οποία συμβάλλουν στη βιο-ορυκτογένεση. Πράγματι οι μικρο-οργανισμοί είναι δυνατόν να προκαλέσουν απευθείας βιο-ορυκτογένεση μέσω ενζύμων ή να δημιουργήσουν συνθήκες ικανές, ώστε να επέλθει καθίζηση ορυκτών φάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται επειδή μεταβάλλεται το Ph του υπάρχοντος μικροκλίματος με αποτέλεσμα να παρατηρείται βιο-ορυκτογένεση. Απόδειξη βιογενούς προέλευσης σε σπηλαιώματα μπορεί να είναι ο εμπλουτισμός των ελαφρών ισοτόπων του θείου (^{32}S) στο πλέγμα των κρυστάλλων της γύψου και του αυθυγενούς θείου. Με βιολογικούς μηχανισμούς γίνεται επιλογή ισοτόπων με μικρή ατομική μάζα γι' αυτό είναι βέβαιο ότι ο εμπλουτισμός των ισοτόπων του θείου (^{32}S) σε ιζηματογενείς σχηματισμούς, που αναπτύσσονται μέσα σε σπηλαιώματα, δείχνει ονάμιξη θειο-βακτηριδίων. Τέτοιες μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε κρυστάλλους γύψου και θείου από το Cueva de Villa Luz, Tobasco, Mexico (Pisarowicz, 1994) στο Reckley Hill Pond Water Cave, San Salvador Island, Bahamas (Myroie et al. 1994).

SUMMARY

The mineralogical and petrological composition of the lithological formation that occur in area of the north part of Kythera island is studied. The main petrological types are limestones and metamorphic rocks, that cover a great part of the study area. Also, in some places are developed Neogene formations (e.g. conglomerates, sandstones, marls and sands). Quaternary deposits (e.g. breccia formations, alluvial and fluvial deposits, scree).

The aggregates and powdery fine grain aggregates like secondary mineral phases that occur on the surface of small caves and in the inner part of small cavities, are determined.

From the group of sulphate minerals gypsum is detected, while from the carbonates calcite is found. We tried to explain the way of the secondary mineral formation as well as the conditions of the micro-environment that affective and contribute for their formation and growth.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΒΕΡΥΚΙΟΥ-ΠΑΠΑΣΠΥΡΙΔΑΚΟΥ Ε. (1986): Γεωμορφολογική μελέτη της περιοχής ακρωτηρίου Μαλέα-Ελαφονήσου-Κυθήρων-Αντικυθήρων-Γραμβούσας, *Διδακτορική διατριβή*, 127 σ., Αθήνα.
- CALAFORRA J.M. and FORTI P. (1994): Two new types of gypsum speleothems from New Mexico: gypsum trays and gypsum dust: *Natl. Speleol. Soc. Bull.*, v. 56, no 1, p. 32-37.
- CAROL HILL & PAOLO FORTI (1997): *Cave Minerals of the World, Second edition of National Speleological Society.*
- ΔΑΝΑΜΟΣ Γ. (1992): Συμβολή στη Γεωλογία και Υδρογεωλογία της Νήσου των Κυθήρων. *Διδακτορική διατριβή*, 335 σ., Αθήνα.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Δ. (1973): Φυσική Γεωγραφία της νήσου των Κυθήρων. *Διατριβή επί Υψηλής*, 94 σ., Αθήνα.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Δ. (1974): Γεωλογικά και μορφολογικά παρατηρήσεις εις την περιοχή της Νεαπόλεως Βοιών. *Ann. Geol. Pays Hell.*, 25, 445-466.
- GREILING R. (1982): The metamorphic and structural evolution of the Phyllite-Quartzite Nappe of Western Crete. *J. Struct. Geol.*, 4, 291-297, Oxford.
- JANTSCHKE H., Nohlen C. and Schafheutle H.M. (1994): *Tunel de la Atlantida: Gp. Hydro-Speleo. Expedition 1994*, p. 1-38.
- ΚΤΕΝΑΣ Κ. 1924: Formations primaires semimetamorphiques du Peloponnese central. *C.R. som. S.G. France*, 61-63.
- ΛΕΚΚΑΣ Σ. (1978a): Συμβολή εις την γεωλογικήν δομήν της περιοχής νοτιοανατολικώς της Τριπόλεως. *Διατριβή επί διδακτορία*, 192 σ., Αθήνα.
- LEKKAS S. (1988): Les unites structurales dans l' ilede Cythere. 3th Geol. Con. Geol. Soc. Greece, Athenes 1986. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 20/1, 159-173.
- LEONHARD, R. (1899): Die Insel Kythera. Eine geographische Monographie. *Peterm. Mitt. Erg. H.* 128, Gotha, 47s.
- LYBERIS N. (1984): Geodynamique du domaine egeen depuis le Miocene superieur. *These de Doctorat d' Etat, Mem. Sc. Terre, Univ. P.M. Curie (Paris)*, No 84-18, 367p.
- ΜΑΝΩΛΕΣΣΟΣ Ν. (1995): Συμβολή εις την γεωλογίαν των Κυθήρων. *Ann. Geol. Pays Hell.*, 6, 51-80, Athenes.
- MYLROIE, J.E., Carew, J. L., Bottrell, S. H., and Balcerzak, W. J., 1994, Microbial processes and cave development in the freshwater lens of a Quaternary carbonate island, San Salvador, the Bahamas (abs.): in Sasowsky, I.D., and Palmer, M. V. (eds). Breakthroughs in karst geomicrobiology and redox geochemistry, abs. And field-trip guide, Colorado Springs, Co., Feb. 16-19, Karst Waters Inst., Spec. Pub., no. 1, p. 54-55.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ και ΔΑΝΑΜΟΣ Γ. (1991): Ανισοτόχιση της γεωτεκτονικής θέσης των Κυθήρων και των Κυκλάδων στη γεωδυναμική εξέλιξη του Ελληνικού τόξου. 5ο Γεωλ. Συνέδριο Ε.Γ.Ε.,

Θεσσαλονίκη 1990, *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 25/1, 65-79.

- PIRSAROWICZ M. A (1994): Cueva de Villa Luz - an active case of H₂S speleogenesis (abs): in Sasowsky, I. D., and Palmmer, M. V. (eds.), Breakthroughs in karst geomicrobiology and redox geochemistry, abs. And field-trip guide, Colorado Springs, Co., Feb. 16-19, Karst Waters Inst., Spec. Pub., no. 1, p. 60-61.
- SKARPELIS, N. (1989): Metamorphosed ultramafic rocks in the blueschists (Arna unit) of the external metamorphic belt of the Hellenides (Peloponnesus and Kythira island, Greece). 4th Geol. Con. Geol. Soc. Greece, Athens 1988 Bull-Geol. Soc. Greece, 23/2, 345-358.
- FORTI P. (1993): Morfologie carsiche e speleogenesi diapositive diadattiche: Club Alpino Hal.-Soc. Speleol. Hal., Colorwalog, 16 p.
- ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ Γ. (1967): Παρατηρήσεις τίνες επί της γεωλογίας των Κυθήρων και μικροπαλαιοντολογική ανάλυσις των νεογενών σχηματισμών της νήσου. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, 6/2, 385-399.