

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ, ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ ΤΗΣ ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΗΩΚΑΙΝΙΚΟΥΣ ΝΟΥΜΜΟΥΛΙΤΟΦΟΡΟΥΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥΣ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ

Μέλφος Β., Χατζηπέτρος Α., Χατζοπούλου Α., Βασιλειάδου Α., Λαζαρίδης Γ., Βαξεβανόπουλος Μ., Συρίδης Γ., Τσουκαλά Ε., Παυλίδης Σ.

Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΤΚ 54124, Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σπήλαιο της Μαρώνειας αναπτύσσεται σε ένα νομμουλιτοφόρο ασβεστόλιθο Ηωκαινικής ηλικίας και σχηματίζεται κατά μήκος δύο κύριων ρηγμάτων. Έχει συνολικό μήκος διαδρόμων 2.000 m και η έκτασή του καλύπτει 10.000 m². Χωρίζεται σε δύο τμήματα, το βόρειο και το νότιο και έχει δύο φυσικές εισόδους οι οποίες ρυθμίζουν το μικροκλίμα. Έχει ιδιαίτερο βιολογικό ενδιαφέρον εξαιτίας της παρουσίας 11 ειδών νυχτεριδών και 31 ειδών ασπόνδυλων. Ο διάκοσμος του όπως μανιταροειδείς σταλαγμίτες, ελικτίτες, μαργαριτάρια και κοράλλια των σπηλαίων είναι εντυπωσιακός, ενώ το πιο σημαντικό φαινόμενο είναι οι δίσκοι. Παρατηρείται χημική διάβρωση των σπηλαιοθεμάτων και οι σταλακτίτες σε πολλούς θαλάμους έχουν αποκολληθεί από την οροφή. Στην κύρια είσοδο του σπηλαίου υπάρχει τραβερτινικό απολιθωματοφόρο ίζημα που διατηρεί οστά και δόντια μεγάλων θηλαστικών όπως ύαινα και ρινόκερο ηλικίας Μέσου ως Άνω Πλειστόκαινου, ενώ εντός του σπηλαίου βρέθηκαν πολλά αρτίγονα οστά. Η ανθρώπινη παρουσία χρονολογείται από τα προϊστορικά χρόνια και οι καταστροφές κατά τις τελευταίες δεκαετίες κάνουν επιτακτική την ανάγκη για την προστασία του σπηλαίου μέσα από μία βιώσιμη αξιοποίηση και ανάδειξή του.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Μαρώνεια βρίσκεται περίπου 30 km νότια της Κομοτηνής στο νομό Ροδόπης της Θράκης. Η σύγχρονη πόλη είναι κτισμένη στους πρόποδες του όρους Ίσμαρος σε υψόμετρο περίπου 250 m, 5 km από το Θρακικό πέλαγος. Το εξαιρετικά πλούσιο φυσικό περιβάλλον της περιοχής με την εναλλαγή των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών, όπως μεταμορφωμένων, πυριγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων, καθώς και μεταλλοφόρων κοιτασμάτων (Μέλφος 1995, Παπαδοπούλου 2003), δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις ώστε η περιοχή να χαρακτηριστεί ως ένα τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλους με μείζον επιστημονικό ενδιαφέρον.

Μερικά από τα πιο σημαντικά γεωλογικά φαινόμενα που υπάρχουν στην περιοχή της Μαρώνειας και αποτελούν αντικείμενο συστηματικής μελέτης των ερευνητών είναι η ζώνη μεταμόρφωσης επαφής του πλουτωνίτη με τα μάρμαρα (ζώνη skarn) με εντυπωσιακά και σπάνια ορυκτά (Βου-

δούρης 2005), καθώς και το ενεργό ρήγμα Μαρώνειας-Μάκρης με τον μοναδικό «καθρέπτη» ύψους έως 5 m και τις γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης (Χατζηπέτρος και Παυλίδης 2005). Επίσης, στην τοποθεσία Μαρμαρίτσα εντοπίζονται τα λευκά ανακρυσταλλωμένα μάρμαρα με τα αρχαία λατομεία που λειτούργησαν κατά την Ελληνιστική εποχή και τη Ρωμαϊκή περίοδο (Μέλφος και Βαβελίδης 2000) και οι μεταλλικές φλέβες οξειδίων σιδήρου που διαπερνούν τα μάρμαρα και αποτελούνται από μαύρο συμπαγή και σπογγώδη γκαιτίτη (Μέλφος 1995). Στην τοποθεσία Κτίσματα (Μαλτεπέ) ενδιαφέρον παρουσιάζει το μικρό σε έκταση αλλά αντιπροσωπευτικό στις ζώνες μεταλλοφορίας και εξαλλιώσεων πορφυριτικό κοίτασμα χαλκού-μολυβδαινίου (Melfos et al. 2002) και το ορυκτό μολυβδαινίτης που περιέχει ένα πολύ σπάνιο χημικό στοιχείο, το ρήνιο (Re), οι περιεκτικότητες του οποίου κυμαίνονται από 0,12 έως 2,88 %, από τις υψηλότερες σε παγκόσμιο επίπε-

δο (Μέλφος 1995, Μέλφος κ.ά. 2001).

Ένα από τα γεωλογικά φαινόμενα στην περιοχή, που αποτελεί και σημαντικό μνημείο της φύσης και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα γεωλογικά, γεωμορφολογικά και παλαιοντολογικά του στοιχεία, είναι το σπήλαιο της Μαρώνειας (Παυλίδης κ.ά 2005α). Με βάση τα στοιχεία αυτά μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα από σημαντικότερα σπήλαια του Ελλαδικού χώρου κυρίως σε ότι αφορά το φυσικό του περιβάλλον. Πρόκειται για έναν καρστικό σχηματισμό μέσα σε Ηωκαινικό ασβεστόλιθο που εξερευνήθηκε και χαρτογραφήθηκε το 1985 από την Πετροχειλου (1970, 1994) και είναι ένα από τα σπήλαια που φέρουν την ονομασία «σπήλαιο του Πολύφημου». Το πρώτο θεσμικό εργαλείο για την προστασία του ήταν η ανακήρυξή του ως αρχαιολογικού χώρου με την Υπουργική Απόφαση Α1/Φ18/17.176/696 το 1979, ενώ περιλαμβάνεται στον Εθνικό Κατάλογο των προς ένταξη περιοχών στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο "Natura 2000".

Λόγω της εξαιρετικής του σημασίας στην ανάπτυξη και τουριστική αναβάθμιση της περιοχής της Μαρώνειας, αλλά και κυρίως για την προστασία του σπηλαίου εκπονήθηκε μία λεπτομερής μελέτη στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος. Μία μεγάλη ομάδα ερευνητών ειδικών σε θέματα σπηλαίων συγκροτήθηκε στα πλαίσια αυτού του προγράμματος για να μελετήσει τα γεωλογικά, τεκτονικά, πετρολογικά, ορυκτολογικά, γεωμορφολογικά, παλαιοντολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του σπηλαίου, καθώς και για να εξερευνήσει και να χαρτογραφήσει άγνωστα μέχρι σήμερα τμήματά του με ολόκληρο τον διάκοσμό του, αλλά και για να διερευνήσει τις συνθήκες ευστάθειας του θόλου του και τις απαιτούμενες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις για την ασφαλή επίσκεψη στο εσωτερικό του.

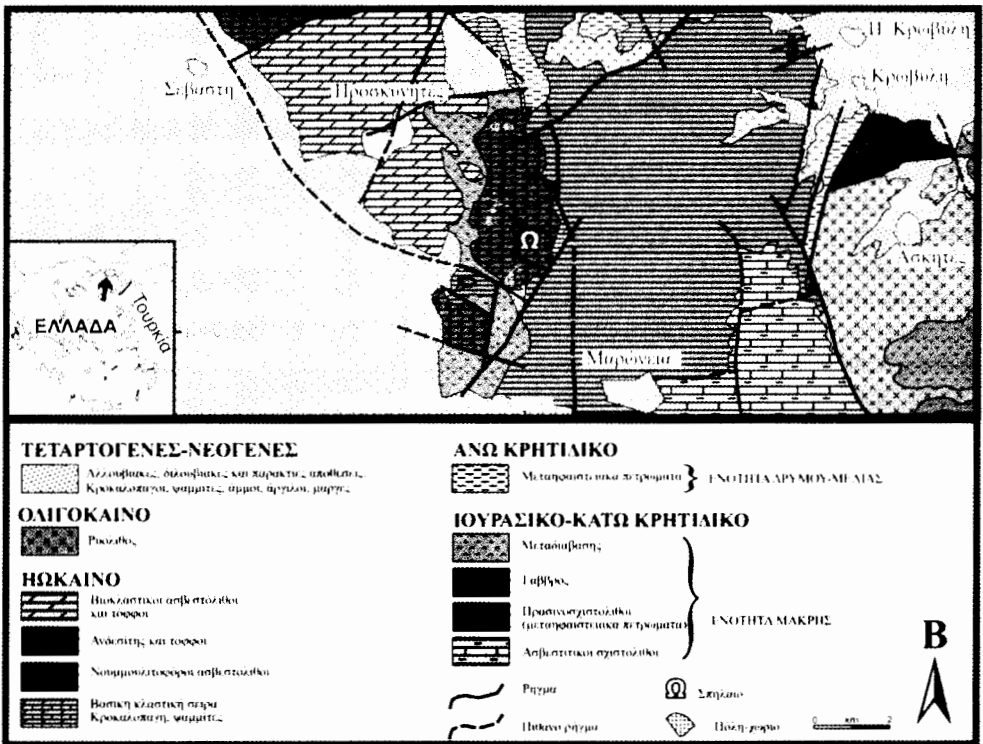
Η παρούσα εργασία αναφέρεται στη μελέτη που έγινε στα πλαίσια αυτού του ερευνητικού προγράμματος για τη γεωλογία, την τεκτονική και την πετρολογία της ευρύτερης περιοχής του σπηλαίου. Έμφαση δίνεται στην περιγραφή του εσωτερικού διακόσμου καθώς και στα παλαιοντολογικά στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσα και έξω από το σπήλαιο. Σκοπός της μελέτης είναι να προβάλει

τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου σπηλαίου και να αναδείξει τη σπουδαιότητα αλλά και την ανάγκη για την αξιοποίησή του, ως μοναδικό μέσο για την προστασία του.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ

Γεωλογικά η περιοχή της Μαρώνειας ανήκει στην Περιοδοποική ζώνη της Θράκης και περιλαμβάνει Μεσοζωικούς σχηματισμούς που βρίσκονται στα περιθώρια της Μάζας της Ροδόπης και έχουν υποστεί μία πολύ χαμηλού έως μέσου βαθμού μεταμόρφωση (Κουρής 1980, Παπαδόπουλος 1980, 1982, Πομόνη-Παπαϊωάννου & Παπαδόπουλος 1988, Μαγκανάς 1988). Διαιρείται σε δύο ενότητες: στην ενότητα Μάκρης και στην ενότητα Δρυμού-Μελίας (Σχ 1). Η ενότητα Μάκρης έχει Τριαδική-Άνω Ιουρασική ηλικία και αποτελείται από την υποκείμενη Μεταϊζηματογενή σειρά (μετακροκαλοπαγή, μεταγρυσβάκες, μεταχαλαζίτες, ασβεστόλιθους, δολομίτες, μάρμαρα, ασβεστιτικούς σχιστόλιθους) και την υπερκείμενη Μεταφαιστειοϊζηματογενή σειρά (πρασινοςχιστόλιθοι, φυλλίτες, χαλαζίτες). Σύμφωνα με τον Μαγκανά (1988), οι πρωτόλιθοι των πετρωμάτων αυτών ήταν ηφαιστειακά πετρώματα βασικής ή ενδιάμεσης σύστασης, χωρίς όμως να αποκλείεται και η πυροκλαστική προέλευσή τους. Η ενότητα Δρυμού-Μελίας, σύμφωνα με τους Κουρή (1980) και Παπαδόπουλο (1982), έχει Ιουρασική-Κάτω Κρητιδική ηλικία και αποτελείται από γραυσβάκες, χαλαζιακούς ψαμμίτες, χαλαζίτες, αργλικούς σχιστόλιθους και από ένα μικρού πάχους τεκτονικό λατυποπαγές στη βάση.

Σημαντική έκταση στην περιοχή της Μαρώνειας καταλαμβάνουν τα ιζηματογενή πετρώματα, και κυρίως ασβεστόλιθοι Ηωκαινικής ηλικίας (Σχ 1). Σύμφωνα με τους Foose and Manheim (1975), κατά το Τριτογενές στην περιοχή της Ροδόπης δημιουργήθηκαν μεγάλα τεκτονικά βυθίσματα, μέσα στα οποία αποτέθηκαν κυρίως ιζηματογενή και ηφαιστειακά πετρώματα. Εξάλλου, στην περιοχή της Θράκης κατά τη διάρκεια του Ολιγοκαίνου-Μειοκαίνου υπήρξε μία έντονη μαγματική δραστηριότητα, αποτέλεσμα της οποίας ήταν ο



Σχ. 1. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του σπηλαίου της Μαρωνείας (κατά Κουρή 1980 και Παπαδόπουλο 1982, με προσθήκες και τροποποιήσεις).

σηματισμός πλουτωνικών και ηφαιστειακών ασβεσταλκαλικών έως υψηλού-Κ ασβεσταλκαλικών πετρωμάτων (Innocenti et al. 1984, Del Moro et al. 1988, Eleftheriadis 1990, Christofides 1996, Christofides et al. 1998, Pe-Piper 1998, Christofides et al. 2004, Αρίκας κ.ά. 2004, Παπαδόπουλο 2005). Ο μαγματισμός αυτός συνδέεται με την καταβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική και τη δημιουργία ενός εφελκυστικού περιβάλλοντος που είχε ως αποτέλεσμα τη διεύθυνση ασθενόσφαιρας μέσα στο φλοιό (Fytikas et al. 1984, Pe-Piper et al. 1998, Jones et al. 1992, De Boorder et al. 1998).

Σε ό,τι αφορά την τεκτονική στην Περιφοδοπική ζώνη της Θράκης, οι Μαράτος και Ανδρονόπουλος (1965α,β) αναφέρουν την ύπαρξη ομαλών πτυχών με άξονα πτύχωσης BA-BBA και ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔΔ-NAA και σχεδόν κατακόρυφη κλίση. Οι Κων-

σταντινίδης κ.ά. (1983) παρατήρησαν πτυχές με άξονες πτύχωσης BA-BBA και κλίση A-Δ και τρία συστήματα τεκτονικών διαρρήξεων με διευθύνσεις BBD-NNA, BBA-NNΔ και A-Δ. Τέλος, οι Kondorouli and Pavlides (1990) βρήκαν ότι οι κύριες διευθύνσεις των ρηγμάτων στα πετρώματα της Περιφοδοπικής ζώνης στη Θράκη, είναι BBD-NNA, BA-NΔ και A-Δ. Οι Karfakis and Doutsos (1995) διαπίστωσαν την ύπαρξη λεκανών με διευθύνσεις ΒΔΔ-ΒΔ που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου-Κατώτερου Ολιγοκαίνου, ενώ κατά τη διάρκεια του Ολιγοκαίνου-Κατώτερου Μειοκαίνου νέες λεκάνες δημιουργήθηκαν από ένα σύστημα δεξιόστροφων ρηγμάτων μετατόπισης με διεύθυνση BA.

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έγινε υπαίθρια έρευνα τόσο της ευρύτερης περιοχής όσο

και του εσωτερικού του σπηλαιίου της Μαρώνειας, κατά τα έτη 2002-04. Μελετήθηκαν τα γεωλογικά, τεκτονικά και παλαιοντολογικά στοιχεία των πετρωμάτων γύρω από το σπήλαιο και συλλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα από κάθε πετρογραφικό τύπο για εργαστηριακή ανάλυση. Στο εσωτερικό του σπηλαιίου έγινε λεπτομερής χαρτογράφηση και μελετήθηκε ο διάκοσμος, ενώ συλλέχθηκαν στοιχεία για την παλαιοντολογική μελέτη.

Στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης του σπηλαιίου της Μαρώνειας, πραγματοποιήθηκε η μελέτη της τεκτονικής δομής της ευρύτερης περιοχής του σπηλαιίου, με στόχο τη διακρίβωση των αιτιών δημιουργίας και εξέλιξής του. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω στάδια: 1. Μικροτεκτονική μελέτη της περιοχής του σπηλαιίου. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ασυνεχειών (διακλάσεων, ρηγμάτων, στρώσης, κ.λ.π.) και κατασκευάστηκαν τα αντίστοιχα ροδοδιαγράμματα και διαγράμματα στερεογραφικών προβολών. 2. Χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000 των κύριων ασυνεχειών. 3. Τεκτονική μελέτη των κύριων τεκτονικών δομών της ευρύτερης περιοχής (ρήγμα Πλατανίτη, ρήγμα Μαρμαρίτσας).

Όλα τα πετρολογικά δείγματα μελετήθηκαν μακροσκοπικά, μικροσκοπικά και ακτινογραφικά για να προσδιοριστούν τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, η υφή, ο ιστός, το μέγεθος των κρυστάλλων, καθώς και η ορυκτολογική τους σύσταση. Για το σκοπό αυτό κατασκευάστηκαν 5 λεπτές τομές, οι οποίες μελετήθηκαν σε πολωτικό μικροσκόπιο τύπου Leitz στον Τομέα Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η μέθοδος περιθλασιμετρίας ακτίνων-Χ (XRD) εφαρμόστηκε σε κονιοποιημένα δείγματα στο περιθλασιόμετρο τύπου Philips στον Τομέα Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας.

Για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης του ασβεστόλιθου στον οποίο εντοπίζεται το σπήλαιο έγιναν 3 χημικές αναλύσεις σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία με τη μέθοδο φασματομετρίας μάζας επαγωγικού ζεύγους πλάσματος (Inductively coupled plasma mass spectrometry: ICP-MS) στα εργαστή-

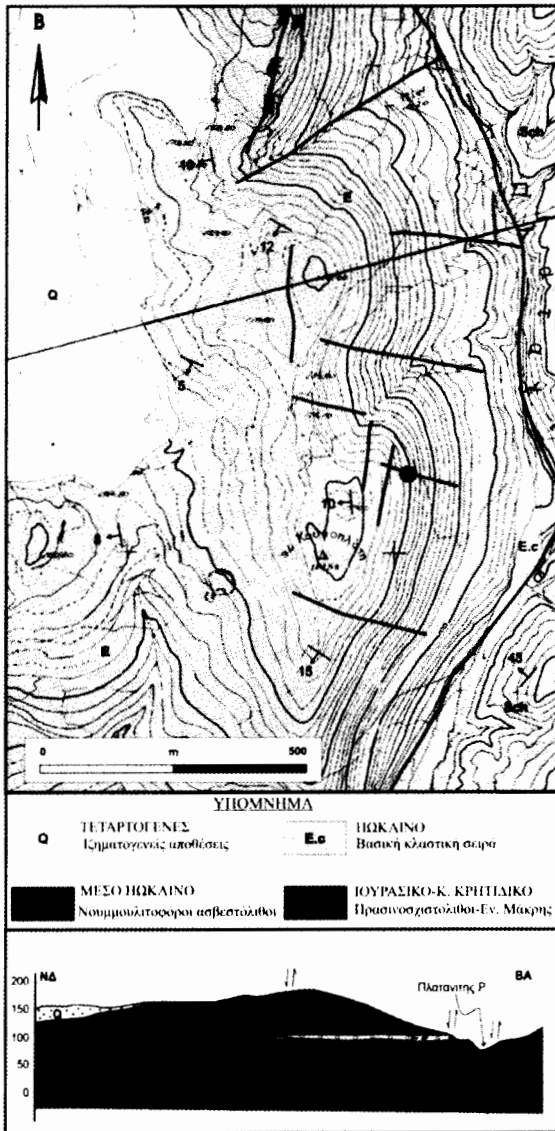
ρια Activation Laboratories του Τορόντο στον Καναδά, ενώ τρία αντιπροσωπευτικά δείγματα αναλύθηκαν στο Τμήμα Γεωλογίας του Royal Holloway University of London στο Ηνωμένο Βασίλειο για να προσδιοριστούν τα ισότοπα άνθρακα και οξυγόνου.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ

Το σπήλαιο βρίσκεται στην τοποθεσία Κουφοπλάτη (N 40° 55,926' E 25° 30,246') περίπου 2,5 km βορειοδυτικά της Μαρώνειας και 1 km ανατολικά των Προσκυνητών και αναπτύσσεται σε ένα σχετικά λεπτό σχηματισμό διαβρωμένου νομμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου Ηωκαινικής ηλικίας (Σχ. 2). Η τοποθεσία Κουφοπλάτη βρίσκεται στην ανατολική πλαγιά του όρους Ίσμαρος και ορίζεται στο βόρειο τμήμα της από το ύψωμα Φωτεινό, στο ανατολικό από το ρέμα Πλατανίτης και τη Μαρώνεια, στο δυτικό από τους Προσκυνητές και τις προσχώσεις του ποταμού Λίσσου (Φιλιούρη) και στο νότιο από το Βόρειο Αιγαίο. Κοντά στην είσοδο του σπηλαιίου οδηγεί δρόμος μήκους 2 km που ξεκινά από το 25^ο km του κεντρικού δρόμου Κομοτηνής-Μαρώνειας. Το υψόμετρο στην κύρια είσοδο είναι 176 m από το επίπεδο της θάλασσας.

Η μορφολογία του εδάφους στην περιοχή παρουσιάζει έντονο ανάγλυφο και χαρακτηρίζεται από τα υψώματα Φωτεινό ύψους 480 m, Κρεμαστό 400 m, Αγ. Γεώργιο 460 m, Καμλαυκιά 530 m, Χλωμό 500 m και Ίσμαρο 670 m. Εντούτοις το ανάγλυφο στην τοποθεσία του σπηλαιίου δεν είναι έντονα τονισμένο, και χαρακτηρίζεται από λόφους, ύψους από 100 έως 200 m. Οι λόφοι αυτοί διασχίζονται από ρέματα με διεύθυνση από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά. Πυκνό δίκτυο βατών δασικών δρόμων κάνει εύκολη την πρόσβαση στη γύρω περιοχή και η προσπέλαση είναι γενικά εύκολη.

Γεωλογικά παρατηρήθηκε ότι η βάση του νομμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου εντοπίζεται σε επαφή είτε με τη βασική κλαστική σειρά, είτε με τα μεταφαιστειακά πρασινοσχιστολιθικά πετρώματα της ενότητας Μάκρης (Σχ. 2). Σε πολλές θέσεις της επαφής ασβεστόλιθων – πρασινοσχιστολιθων, παρατηρείται η δημιουργία επιπέδων



Σχ. 2. Λεπτομερής γεωλογικός χάρτης της περιοχής του σπηλαίου της Μαρώνειας και γεωλογική τομή.

ασυνέχειας στα υποκείμενα μεταφαισειακά πετρώματα, παράλληλων με την επιφάνεια επαφής. Οι ασυνέχειες όμως αυτές θα πρέπει να θεωρηθούν ως προϊόν όχι τεκτονικής κίνησης των υπερκειμένων ασβεστολίθων επί των υποκειμένων πετρωμάτων, αφού απουσιάζουν παντελώς τεκτονι-

κοί δείκτες κίνησης ή γραμμώσεις ολίσθησης, αλλά ως αποτέλεσμα της διαγενετικής πίεσης των υπερκειμένων ασβεστολιθικών πετρωμάτων, λαμβανομένης ιδιαιτέρως υπόψη και της διαφορετικής σκληρότητάς τους. Η κλαστική σειρά που αποτελείται κυρίως από κροκαλοπαγή και ψαμίτες, αδιαβάθητους και χωρίς διακριτή στρώση, που εξελίσσεται προς τα ανώτερα στρώματα σε νομμουλιτοφόρους ασβεστόλιθους Μέσης Ηωκαινικής ηλικίας.

Στους σχηματισμούς αυτούς διεισδύουν ανδεσίτες έντονα εξαλλοιωμένοι, ενώ στα ανώτερα στρώματα παρατηρούνται βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι με ενστρώσεις τόφφων ηλικίας Ανω Πριαμπονίου. Η έκταση του καλύμματος των Ηωκαινικών ασβεστόλιθων ήταν αρκετά μεγάλη κατά το παρελθόν. Εξ αιτίας των τεκτονικών κινήσεων και της διάβρωσης οι νομμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι έχουν σήμερα αποσπασματική εμφάνιση στην περιοχή και καλύπτουν τα άνω τμήματα των λόφων της ευρύτερης περιοχής, όπως μεταξύ Μαρώνειας και Προσκυνητών, βορειοανατολικά της Σεβαστής, νότια της Εργάνης, δυτικά της Στρώμης και της Διώνης.

Ο ασβεστόλιθος αυτός είναι συμπαγές πέτρωμα με σχετικά μεγάλη σκληρότητα και έχει χρώμα πορτοκαλορόδινο έως λευκορόδινο. Η μικροσκοπική και ακτινογραφική εξέταση έδειξε ότι αποτελείται κυρίως από ασβεσίτη (98 %) και κατά θέσεις είναι πλούσιος σε απολιθώματα κυρίως νομμουλίτες, κοράλλια, όστρακα, φύκια, βρυόζωα, ελασματοβράγχια και μικροτρηματοφόρα. Σε πολύ μικρό ποσοστό συμμετέχουν ο δολομίτης (1 %) και ο σιδηροπυρίτης (1 %). Κατά

το Μέσο Ηώκαινο η περιοχή ήταν μία αβαθής θάλασσα, όπως προκύπτει από την παρουσία του νομμουλίτη μέσα στους ασβεστόλιθους.

Από τις χημικές αναλύσεις (Πίνακας 1) που έγιναν σε δείγματα ασβεστολίθου διαπιστώνεται ότι τα ποσοστά σε SiO_2 είναι πολύ μικρά (0.81 έως 0.94 wt%), ενώ οι περιεκτικότητες σε Fe_2O_3 (0.11

Πίνακας 1. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις στον ασβεστόλιθο της περιοχής Κοφοπλάτη Μαρώνας.

wt%	1	2	3	ppm	1	2	3
SiO ₂	0.94	0.88	0.81	Ba	0	4	2
TiO ₂	0.01	0.00	0.01	Ce	21	19	19
Al ₂ O ₃	0.30	0.26	0.35	Co	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0.31	0.22	0.11	Cr	9	12	15
MnO	0.03	0.01	0.04	Cu	5	7	8
MgO	0.55	0.43	0.39	Ga	0	0	0
CaO	54.12	54.40	54.13	La	14	21	15
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	Nb	8	3	5
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	Nd	10	12	14
P ₂ O ₅	0.02	0.03	0.03	Ni	0	0	0
CO ₂	43.07	43.01	43.19	Pb	0	0	0
Total	99.35	99.25	99.06	Rb	0	0	0
				Sr	193	145	156
				Th	5	5	2
				U	2	2	0
				V	16	20	14
				Y	5	4	5
				Zn	10	15	12
				Zr	7	4	6

έως 0.31 wt%) οφείλονται στη μικρή συμμετοχή του σιδηροπυρίτη στην ορυκτολογική του σύσταση. Εξάλλου στο δολομίτη οφείλεται το MgO που κυμαίνεται σε μικρά ποσοστά, από 0.39 έως 0.55 wt%. Οι ισοτοπικές αναλύσεις σε αντιπροσωπευτικά δείγματα ασβεστόλιθου έδωσαν δ¹³C: +1,4 έως 1,7 και δ¹⁸O: -5,5 έως -5,6.

Το σπήλαιο σχηματίζεται κατά μήκος δύο κύριων τεκτονικών γραμμών (ρηγμάτων): Η κύρια τεκτονική γραμμή ακολουθεί διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και σχηματίζει τους κύριους θαλάμους του σπηλαίου, ενώ η δευτερεύουσα ακολουθεί διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ σχηματίζοντας τους δευτερεύοντες θαλάμους (Σχ. 2). Δεν είναι τυχαίο ότι η σημερινή κύρια είσοδος του σπηλαίου σχηματίστηκε στην κατοπτρική επιφάνεια ενός κανονικού ρήγματος με στοιχεία 110/52 ΒΑ. Η επιφάνεια αυτού του ρήγματος δεν είναι επίπεδη, αλλά παρουσιάζει καμπυλωτή μορφή κατά θέσεις με έντονα καρστικά φαινόμενα.

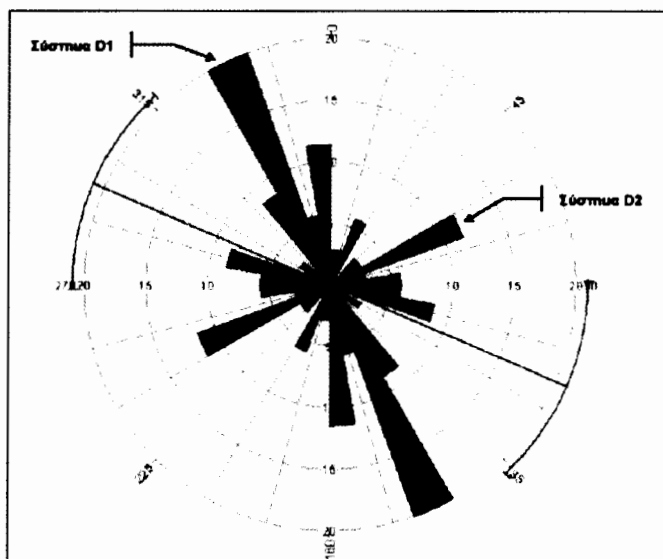
Αυτές οι τεκτονικές γραμμές βρίσκονται σε καλή συμφωνία με την επιφανειακή μικροτεκτονική ανάλυση (Σχ. 3). Παρατηρούνται γενικά δύο κύρια συστήματα διακλάσεων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: το πρώτο σύστημα (D1) είναι διεύθυνσης 150° με 160° και παράταξης Β? – ΝΑ. Πρόκει-

ται για το κύριο σύστημα, το οποίο αποτελείται από διακλάσεις μεγάλου μήκους (συνήθως άνω των 10 m) και αραιής μεταξύ τους απόστασης (γενικά της τάξης των 0,5 m). Το δευτερεύον σύστημα (D2) έχει διεύθυνση 60° και παράταξη ΒΑ – Ν? και αποτελείται από διακλάσεις μικρού μήκους και πιο πυκνές από αυτές του συστήματος D1. Παρατηρούνται επίσης ασυνέχειες και άλλων παρατάξεων, χωρίς όμως να μπορούν να ταξινομηθούν γεωμετρικά σε κάποια άλλα συστήματα.

Στα ανατολικά του υψώματος Κουφοπλάτη, αναπτύσσεται το ρέμα του Πλατανίτη, το οποίο ακολουθεί την τεκτονική γραμμή ενός

μεγάλου ρήγματος περίπου Β – Ν παράταξης. Το ρήγμα αυτό («ρήγμα Πλατανίτη») είναι ένα μεγάλο κανονικό ρήγμα, με γενική κλίση προς τα ?, το οποίο διαχωρίζει τα υψώματα της Αγίας Αναστασίας στα ανατολικά από το ύψωμα Κουφοπλάτη στα δυτικά. Το σπήλαιο βρίσκεται στο κατελθόν τέμαχος (hangingwall) του ρήγματος, και για το λόγο αυτό οι νουμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι δεν απαντώνται στο ανελθόν τέμαχος (footwall). Έτσι, είναι προφανές ότι το άλμα του ρήγματος είναι τουλάχιστον όση η υψομετρική διαφορά των δύο υψωμάτων, δηλαδή τουλάχιστον 200 m. Οι κατοπτρικές επιφάνειες του ρήγματος στη θέση του σπηλαίου επηρεάζουν τα μεταφαισειακά πρασινοσχιστολιθικά πετρώματα της ενότητας Μάρκης. Είναι γενικά λείες επιφάνειες μεγάλης κλίσης (εικ. 24), στις οποίες είναι δυνατό να διακριθεί υπολειμματική γράμμωση κανονικής συνιστώσας.

Η σύμπτωση που παρατηρήθηκε στη διεύθυνση μεταξύ των δύο κύριων συστημάτων, του προσανατολισμού των θαλάμων του σπηλαίου και των τεκτονικών γραμμών της ευρύτερης περιοχής, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το σπήλαιο δημιουργήθηκε κατά μήκος τριών κύριων τεκτονικών ζωνών. Συγκεκριμένα η κυριαρχούσα διεύθυνση των



Σχ. 3. Ροδοδιάγραμμα παρατάξεων των διακλάσεων που παρατηρήθηκαν στο ύψωμα Κουφοπλάτη στους νομμουλιτοφοόρους ασβεστόλιθους, όπου αναπτύσσεται το σπήλαιο.

διακλάσεων του συστήματος D1 συμπίπτει με τη διεύθυνση ανάπτυξης του κυρίως άξονα του σπηλαίου, η οποία είναι επίσης Β? – ΝΑ. Επίσης, οι δευτερεύοντες θάλαμοι αναπτύσσονται σε διεύθυνση ΒΑ – Ν?, η οποία συμπίπτει με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του συστήματος D2 των διακλάσεων. Αυτό δείχνει ότι η ανάπτυξη του μεγάλου αυτού καρστικού εγκοίλου οφείλεται καθαρά σε τεκτονικά αίτια και ως κύρια αιτία δημιουργίας θα πρέπει να θεωρείται η κυκλοφορία επιφανειακού νερού στην κύρια Β? – ΝΑ τεκτονική γραμμή.

Με τη δράση του νερού σχηματίστηκαν και οι σταλαγμίτες και σταλακτίτες, που σήμερα κοσμούν το εσωτερικό του σπηλαίου. Εντυπωσιακό είναι το φαινόμενο της ανακρυστάλλωσης του ασβεστιτικού υλικού των σταλαγμιτών και σταλακτιτών, που είχε ως συνέπεια τη μετατροπή του σε αρκετές περιπτώσεις σε αδρόκοκκο ημιδιαφανή ασβεστίτη με μέγεθος κρυστάλλων που φθάνουν έως 3 cm. Τα αίτια αυτής της ανακρυστάλλωσης είναι άγνωστα, αλλά θα πρέπει να αναζητηθούν σε μεταβολή των συνθηκών εντός του σπηλαίου.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

Από τα δημοσιευμένα δεδομένα προκύπτει ό-

τι το σπήλαιο εξερευνήθηκε για πρώτη φορά το 1896 από τον Κ. Αυδή, ο οποίος εξερεύνησε όλο το βόρειο τμήμα το 1934 και παρουσίασε αργότερα και ένα σκαρίφημα (Αυδής 1957). Το σπήλαιο εξερευνήθηκε συστηματικά για πρώτη φορά και χαρτογραφήθηκε τον Αύγουστο του 1969 από ομάδα σπηλαιολόγων της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας με επικεφαλής την Άννα Πετροχειλίου (Πετροχειλίου 1970, 1994).

Η ανάπτυξη του σπηλαίου σε γενικές γραμμές έχει διεύθυνση βορά-νότου. Το συνολικό μήκος των διαδρόμων είναι περίπου 2.000 μέτρα και η έκτασή του καλύπτει 10.000 τετραγωνικά μέτρα. Σήμερα έχει δύο φυσικές εισόδους και η κυκλοφορία του αέρα μέσα στους θαλάμους του είναι καλή, γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως δυναμικό σπήλαιο.

Η κεντρική είσοδος (Εικ. 1) έχει διαστάσεις 3,5 x 1,5 m και χωρίζει το σπήλαιο σε δύο τμήματα, ένα αριστερό (προς Ν) με μήκος 240 m, και ένα δεξιό (προς Β) με μήκος 160 m. Στην ΒΑ πλευρά του βόρειου τμήματος του σπηλαίου υπάρχει μια δεύτερη είσοδος μικρότερων διαστάσεων και λίγο υψηλότερη της κύριας (3-4 m). Συνολικά το μήκος του σπηλαίου είναι περίπου 400 m. Έχει μέσο πλάτος 30 m, μέσο ύψος 6 m, μέγιστο βάθος 20 m.

Το σπήλαιο Μαρώνειας είναι ένα έντονα διαμε-

ρισματοποιημένο έγκοιλο και περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό θαλάμων που έχουν δημιουργηθεί με την έντονη ανάπτυξη σπηλαιοθεμάτων (σταλαγμίτες, σταλακτίτες, κολώνες) σε παλαιότερες εποχές. Αποτελούσε στο μακρύ παρελθόν τμήμα υπόγειου ποταμού. Σε πολλά τμήματα του σπηλαιίου (τοιχώματα και οροφή του βόρειου τμήματος κυρίως) υπάρχουν ακόμα τα χαρακτηριστικά μεγάλα κοίλα ανάγλυφα που είναι αποτέλεσμα της διαβρωτικής δράσης μεγάλης ποσότητας και μικρής ταχύτητας ρέοντος νερού.

Από γεωλογικής άποψης το σπήλαιο βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης (κατάσταση "Vadose"). Τα έγκοιλα δηλαδή έχουν πληρωθεί με αέρα, το επίπεδο του υδροφόρου ορίζοντα έχει πέσει και το νερό κινείται μέσα στους χώρους του σπηλαιίου κατακόρυφα ακολουθώντας τη βαρύτητα. Σε πολλά σημεία της οροφής των θαλάμων, ιδιαίτερα στο βόρειο τμήμα, δεν υπάρχουν σταλακτίτες. Στα σημεία αυτά είναι ορατή η στρώση του ασβεστόλιθου με κλίση 30° σε σχέση με την αρχική του οριζόντια απόθεση.

Ο διάκοσμός του είναι ιδιαίτερα όμορφος και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία. Μερικά από τα σπηλαιοθέματα είναι σπάνια και ιδιαίτερα εντυπωσιακά. Το νότιο τμήμα παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία σπηλαιοδιακόσμου και περιλαμβάνει ευρύχωρους θαλάμους σε αντίθεση με το βόρειο που είναι μικρότερο. Οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες φθάνουν σε ύψος τα 10 m και ακολουθούν τις τεκτονικές γραμμές του σπηλαιίου (Εικ. 2, 3). Παρατηρούνται θαυμάσια συμπλέγματα από στύλους και παραπετάσματα από σταλακτίτες που δημιουργούν δαιδαλώδεις διαδρομές, συστάδες από κόκκινους κατακόρυφους σωληνωτούς στύλους και λευκούς σταλαγμίτες καθώς και διάδρομοι από κολώνες.

Άλλες σπηλαιομορφές που καταγράφηκαν είναι εντυπωσιακοί εκκεντρίτες (Εικ. 4) που αναπτύσσονται τυχαία πάνω σε παλαιότερο διάκοσμο, ελικτίτες που σχηματίζονται όταν οι σταγόνες ελκόμενες από την υδροστατική πίεση και όχι από τη βαρύτητα, αποθέτουν CaCO_3 ελισσόμενες, κωνουλίτες και δακτυλοειδή φράγματα (gour) που αναπτύσσονται σε διαφορετικά επίπεδα. Μοναδικά σε

ομορφιά είναι τα «μαργαριτάρια» και τα «κοράλλια» των σπηλαίων που αποτελούν βοτρυοειδείς μορφές που όταν σχηματίστηκαν βρισκόνταν κάτω από την επιφάνεια του νερού. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν στην οροφή στροβιλοειδείς γλυφές με μικρή σχετικά διάμετρο που δείχνει μεγάλη ταχύτητα ροής ύδατος κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων σπηλαιογένεσης.

Στο βόρειο τμήμα παρατηρείται ο ονομαζόμενος θάλαμος του «μανιταριού» (Εικ. 5). Χαρακτηρίζεται από έναν εντυπωσιακού μεγέθους σταλαγμίτη που έχει σχήμα μανιταριού με ύψος που ξεπερνάει τα 2 μέτρα και η μέγιστη διάμετρος του είναι 120 εκατοστά. Στην οροφή πάνω από το «μανιτάρι» υπάρχουν αμέτρητοι νεαροί σταλακτίτες. Ο μανιταροειδής αυτός σταλαγμίτης αναφέρεται και σταλαγμίτης σε σχήμα θυμωνιάς.

Σε αρκετά σημεία υπάρχουν καταβόθρες με διάμετρο έως 7 m και βάθος έως 6 m, καθώς και μικρές γραφικές λίμνες που η μέγιστη έχει διαστάσει 4 m x 3 m και βάθος που δεν ξεπερνάει τα 20 cm. Το μεγαλύτερο μέρος του δαπέδου είναι καλυμμένο από χημικά ιζήματα και καλύπτεται από μεγάλου πάχους ανθρακικά επιφλοιώματα ή «κρούστες» και άλλες «ροομορφές». Παρατηρήθηκαν και καθαροί κρύσταλλοι αραγωνίτη που καλύπτουν τα τοιχώματα στο βάθος του νότιου τμήματος του σπηλαιίου.

Ανάμεσα στα σπηλαιοθέματα εξέχουσα θέση κατέχουν οι γνωστοί «δίσκοι της Μαρώνας» (Λαζαρίδης 2005). Οι δίσκοι (shields) θεωρούνταν σπάνια σπηλαιοθέματα, όμως τελευταία έχουν καταγραφεί σε πολλά σπήλαια ανά τον κόσμο και μάλιστα με μεγάλο πλήθος. Στο σπήλαιο της Μαρώνας καταγράφηκαν και μετρήθηκαν πολλοί δίσκοι και ανάλογα με τη θέση και τη μορφή τους διακρίθηκαν σε οκτώ κατηγορίες. Αυτές είναι οι εξής: δίσκοι εξαρτημένοι, στέρεοι, υποστηριζόμενοι, κατακρημισμένοι, ημιδίσκοι, διευρυσμένοι, πολλαπλοί και ψευδοδίσκοι. Επιπλέον, ανάλογα με το σχήμα τους διακρίθηκαν σε τρεις κατηγορίες: τους επιμήκεις, κυκλικούς και πεπλατυσμένους δίσκους. Οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από 0,5 έως 2 m περίπου και είναι από οριζόντιοι έως κατακόρυφοι. Επικρατούν σε πλήθος οι δίσκοι με

γωνίες κλίσης 45° - 55° και οι κατακόρυφοι. Οι παρατηρήσεις στους δίσκους και ο διαχωρισμός τους σε κατηγορίες επιτρέπει το χαρακτηρισμό ορισμένων κατηγοριών ως δείκτες γεγονότων καταπτώσεων στο εσωτερικό του σπηλαίου. Η συσχέτισή τους με την τεκτονική της περιοχής του σπηλαίου και η καταγραφή των σπηλαιοθεμάτων που αναπτύσσονται στους δίσκους ενισχύουν την επικρατούσα άποψη για τον τρόπο σχηματισμού τους.

Το πιο σημαντικό σπηλαιοθέμα είναι αναμφίβολα ο δίσκος (Εικ. 6) που βρίσκεται στο άκρο σχεδόν του νοτιοδυτικού τμήματος του σπηλαίου που είναι και ο μεγαλύτερος που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα σε σπήλαιο της Ελλάδας. Πρόκειται για έναν δίσκο που στηρίζεται σε ένα στύλο μόνο από το αριστερό του τμήμα, ενώ το υπόλοιπο κρέμεται στο κενό με γωνία 45° . Έχει δημιουργηθεί από πλευρικές ροές ύδατος κατά μήκος ενός αρμού του ασβεστολίθου. Σε αυτό τον αρμό, ο οποίος έχει έχει σχεδόν οριζόντια θέση ρέουν τα υπερκορεσμένα σε CaCO_3 ύδατα και αποθέτουν το CaCO_3 σχηματίζοντας ένα παραπέτασμα που συνεχώς διευρύνεται και λαμβάνει δισκοειδή μορφή. Στη συνέχεια, στην απόληξή του δημιουργούνται σταλακτίτες και από κάτω στο δάπεδο σταλαγμίτες. Επίσης, στην επιφάνειά του έχουν αναπτυχθεί και ελικτίτες.

Η σταγονορροή είναι έντονη μόνο σε λίγα σημεία του σπηλαίου. Γενικά παρατηρείται χημική διάβρωση των σπηλαιοθεμάτων και οι σταλακτίτες σε πολλούς θαλάμους έχουν αποκολληθεί από την οροφή. Για το λόγο αυτό υπάρχουν διάσπαρτοι πεσμένοι ογκόλιθοι που επάνω τους έχουν αναπτυχθεί σταλαγμίτες.

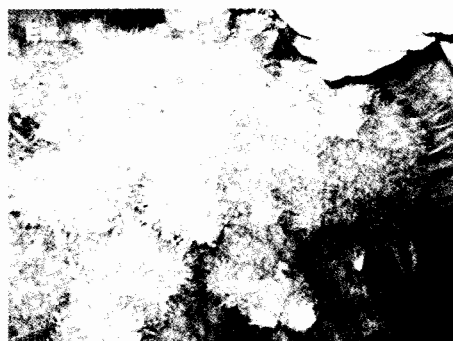
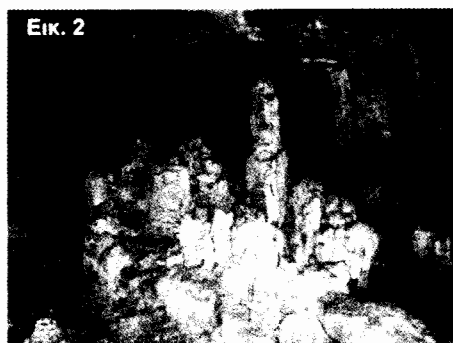
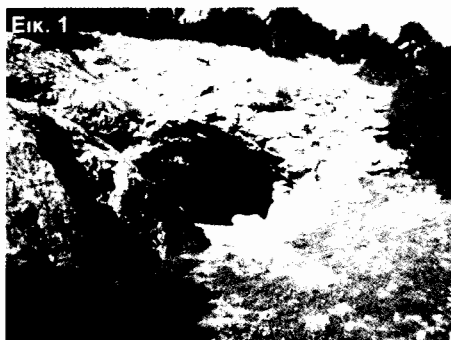
Σύμφωνα με τον Παραγκαμιάν (2004) η πανίδα του σπηλαίου είναι ιδιαίτερα πλούσια τόσο σε αριθμό ειδών όσο και σε πληθυσμούς και περιλαμβάνει συνολικά 31 είδη. Τουλάχιστον τα 10 από τα σπηλαιοίβια είδη που βρέθηκαν είναι ενδημικά του σπηλαίου, δηλαδή έχουν βρεθεί μόνο στο σπήλαιο Μαρώνειας και πουθενά αλλού στον κόσμο. Η ύπαρξη μοναδικών πληθυσμών, τόσων μοναδικών ειδών, σε μια μικρή έκταση λίγων στρεμμάτων που καταλαμβάνει το σπήλαιο, του προσδίδει μία ιδιαίτερη αξία. Σύμφωνα με τον παραπάνω συγ-

γραφέα η πιθανότερη ερμηνεία που μπορεί να δοθεί για την ύπαρξη τόσο μεγάλων αριθμών τρωγλόβιων και ενδημικών ειδών είναι ότι ο κατακερματισμός και η σταδιακή διάλυση του Ηωκαινικού ασβεστολιθικού καλύμματος είχε σαν συνέπεια την απομόνωση τμημάτων της σπηλαιοίβιας πανίδας σε έγκοιλα ασβεστολιθικών νησίδων που με τις κατάλληλες συνθήκες διατηρήθηκαν έως σήμερα.

Στο σπήλαιο διαβιώνει επίσης σημαντικός αριθμός χειροπτέρων (νυχτερίδων) που ανήκει σε 11 είδη που αριθμούν συνολικά λίγες χιλιάδες άτομα και αποτελούν τα περισσότερα είδη νυχτερίδων που έχουν αναφερθεί από οποιοδήποτε άλλο σπήλαιο του Ελλαδικού χώρου. Όπως αναφέρει ο Παραγκαμιάν (2004), τα είδη των νυχτερίδων χρησιμοποιούν άλλους χώρους του σπηλαίου το χειμώνα και άλλους το καλοκαίρι, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Στο κεντρικό τμήμα του σπηλαίου η σχετική υγρασία είναι πολύ υψηλή (100%) και η θερμοκρασία παρουσιάζει μικρές σχετικά και αργές μεταβολές (10 - 12° C). Αντίθετα, στο νότιο τμήμα που επηρεάζεται ελάχιστα από τις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος, η σχετική υγρασία παρουσιάζει έντονες ή σχετικά έντονες μεταβολές και η θερμοκρασία είναι σταθερή στους 16° C (Παραγκαμιάν 2004). Η παρουσία των χιλιάδων νυχτερίδων μέσα στο σπήλαιο είναι και έμμεσα ορατή από τις μεγάλες ποσότητες κοπράνων, αλλά και από την έντονη διάβρωση που έχουν υποστεί τα τοιχώματα και τα σπηλαιοθέματα από το CO_2 που εκλύεται κατά την αποσύνθεση των κοπράνων, κυρίως στο νότιο τμήμα. Τέτοια ίχνη διάβρωσης υπάρχουν και στους βορειότερους θαλάμους του σπηλαίου και θα πρέπει να δημιουργήθηκαν πολύ παλιά όταν η βόρεια είσοδος ήταν κλειστή (Παραγκαμιάν 2004). Η διάβρωση αυτή έχει δημιουργήσει νέες εντυπωσιακές μορφές και παράξενους σχηματισμούς σταλαγμιτών.

4. ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ

Η παλαιοντολογία του σπηλαίου παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Ο ασβεστόλιθος μέσα στον οποίο έχει διανοιχτεί το σπήλαιο περιέχει θαλάσ-



Εικ. 1. Είσοδος του σπηλαίου. Στα αριστερά διακρίνεται ο καθρέπτης του ρήγματος. **Εικ. 2-3.** Συμπλέγματα σταλαγμιτών. **Εικ. 4.** Εμπλεκτίτες. **Εικ. 5.** Σταλαγμίτη με σχήμα μανιταριού, ύψους 2 μέτρα και μέγιστη διάμετρος του είναι 120 εκατοστά. **Εικ. 6.** Ο δίσκος της Μαρώνειας.

οιους ασπόνδυλους οργανισμούς, όπως αχινοί, αχιβάδες, γιγάντιες όστρες, εξακοράλλια, ελασματοβράγχια (κυρίως *Pectenidae* και *Cardiidae*) και τρηματοφόρα (κυρίως *nummulites*) Ηωκαινικής ηλικίας. Οι νουμουλίτες χαρακτηρίζουν παράκτιο και νηριπτικό περιβάλλον. Σε τμήματα των τοιχωμάτων του σπηλαίου που δεν έχουν καλυφθεί με διάκοσμο παρατηρούνται χαρακτηριστικά απολιθώματα μαλακίων (κοράλλια, γαστερόποδα και αχινοί) που σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν ιδιαίτερα μεγάλο μέγεθος.

Στην κύρια είσοδο του σπηλαίου, εξωτερικά στο βράχο, υπάρχει υπόλειμμα ενός συνεκτικού λατυποπαγούς (*breccia*) απολιθωματοφόρου ιζήματος με οξειδία Fe, που διατηρεί οστά και δόντια μεγάλων θηλαστικών (Bartsiokas 2000). Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έγινε αυτοψία στα απολιθωμένα οστά και τα δόντια που βρέθηκαν στο οστεοπαγές και βεβαιώνεται η παρουσία της στικτής ύαινας των σπηλαίων (*Crocuta crocuta spelaea*), του δασύμαλλου ρινόκερου (*Rhinocerotidae*, *Coelodonta antiquitatis*) καθώς και ενός μεγάλου θηλαστικού ίσως ελέφαντα (*Elephantidae*?). Το άγριο βόδι (*Bos primigenius*) εντοπίστηκε με αρκετά δείγματα, ενώ το άλογο (*Equus caballus*) και το ελάφι (Δαμαλίσ, *Dama dama*) με λιγότερα. Χαρακτηριστικά είναι και τα υπολείμματα οστών με χαρακτηριστικό θραυσμό από τα δόντια της ύαινας, που ήταν κατεξοχήν νεκροφάγο ζώο και έσπαγε τα οστά με ειδικό τρόπο για να φάει το μεδούλι. Η ηλικία της πανίδας υπολογίζεται στο τέλος του Μέσου Πλειστόκαινου έως το Άνω Πλειστόκαινο (10-100 χιλιάδες χρόνια πριν από σήμερα) που προφανώς δείχνει ότι κατά το Τεταρτογενές ήδη είχε σχηματιστεί το καρστικό έγκοιλο.

Στο δάπεδο του σπηλαίου βρέθηκαν πολλά αρτίγονα οστά, τα πιο συνηθισμένα είναι αυτά που ανήκουν σε αιγοπρόβατα, άλογο, αγριόχοιρο, άνθρωπο, νυφίτσα, σκύλο (*Capra/Ovis*, *Equus caballus*, *Sus scrofa scrofa*, *Homo sapiens*, *Martes martes*, *Canis familiaris*). Διαπιστώθηκε και η παρουσία μικροθηλαστικών όπως λαγόμορφα, χειρόπτερα, σκατζόχοιρος, μυγαλή, βραχοποντικός, κρικοποντικός, αρουραίος, κοινός ποντι-

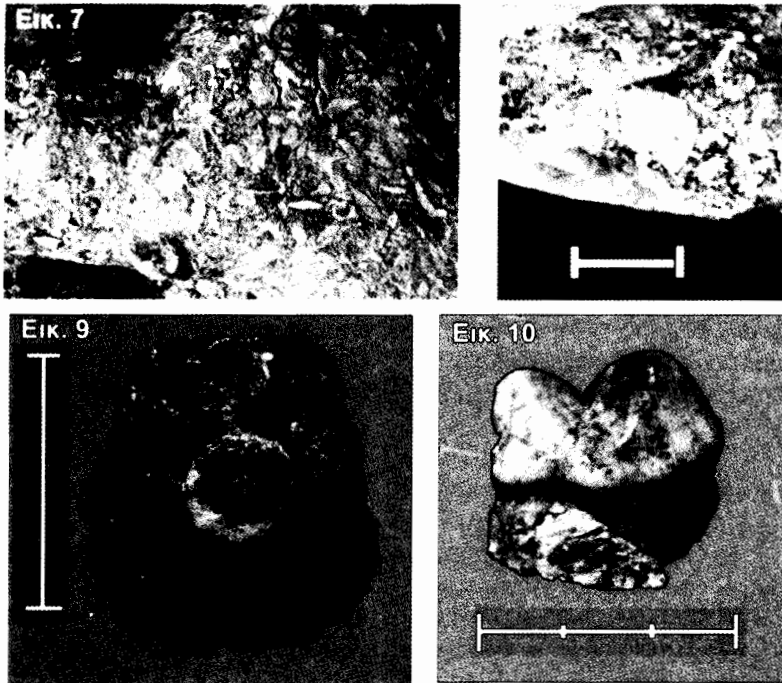
κός και ποντικός των αγρών (*Leporidae*, *Chiroptera*, *Erinaceus sp.*, *Crocidura sp.*, *Apodemus mystacinus*, *A. sylvaticus*, *Rattus rattus*, *Microtus arvalis*, *M. agrestis*). Λιγοστά υπολείμματα ανήκουν σε μικρά ερπετά και πτηνά. Αρκετά από τα οστά είναι καλυμμένα από σταλαγματικό υλικό (περιλίθωση).

5. ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Το σπήλαιο της Μαρώνειας κατοικείται και χρησιμοποιείται αδιάκοπα από τα Προϊστορικά χρόνια και όπως είναι φυσικό αυτό έχει προκαλέσει αλλοιώσεις, φθορές, μεταβολές και επεμβάσεις, σε μεγάλο ποσοστό μη αναστρέψιμες δεδομένου ότι το σπήλαιο δεν είναι ιδιαίτερα ενεργό.

Το σπήλαιο της Μαρώνειας παρουσιάζει σημαντικό αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Οι ανασκαφές που πραγματοποιήθηκαν από τους αρχαιολόγους Πεντάζο και Πεντάζου κατά τα έτη 1969 και 1971 (Σίγουρος 1997) απέδωσαν πολύ σημαντικά ευρήματα. Τα ευρήματα εκτίθενται στο Αρχαιολογικό Μουσείο Κομοτηνής και περιλαμβάνουν όστρακα από διάφορα αγγεία, πήλινους σφονδύλους, λίθινα και οστέινα εργαλεία, υπολείμματα τροφής (όστρακα θαλάσσιων μαλακίων, οστά). Η κεραμική χρονολογήθηκε από τη νεολιθική εποχή μέχρι και τη βυζαντινή εποχή και έδειξε ότι το σπήλαιο κατοικήθηκε κατά τη Νεολιθική περίοδο και κατά την εποχή του Χαλκού, ενώ κατά τα Αρχαϊκά και τα Βυζαντινά χρόνια χρησιμοποιήθηκε ως τόπος λατρείας (Μπακιρτζής και Τριαντάφυλλος 1988). Κατά τα πρόσφατα χρόνια το σπήλαιο χρησιμοποιήθηκε σαν καταφύγιο. Πριν από μερικές δεκαετίες ιδιώτες έπαφιναν ποσότητες κοπράνων νυχτερίδων τις οποίες χρησιμοποιούσαν ως λίπασμα (Πετροχειλού 1970).

Στο εσωτερικό του σπηλαίου οι ανθρώπινες επεμβάσεις είναι ιδιαίτερα ορατές. Τις τελευταίες δεκαετίες, που το σπήλαιο δέχεται ανεξέλεγκτα αρκετούς επισκέπτες, έχουν γίνει και οι περισσότερες ζημιές. Η καταστροφή του διακόσμου είναι ιδιαίτερα έντονη στο βόρειο τμήμα του, ενώ η αναγραφή ονομάτων και χρονολογιών στα τοιχώματα έχει γίνει με εγχάραξη, με λαδομπογιά διαφόρων χρω-



Εικ. 7. Απολιθωματοφόρος Ηωκαινικός ασβεστόλιθος στην τοποθεσία Κουφοπλάτη. Σε κύκλο οι νομμουλίτες. **Εικ. 8.** Νομμουλίτης στα τοιχώματα του σπηλαίου. **Εικ. 9.** Απολίθωμα αχινού στον ασβεστόλιθο εντός του σπηλαίου. **Εικ. 10.** Απολιθωμένο δόντι της στικτής ύαινας των σπηλαίων (*Crocota crocuta spelaea*).

μάτων, με κόπρανα νυχτερίδων ή με λάσπη. Επίσης για τη διακίνηση των επισκεπτών έχουν γίνει κατά το παρελθόν προσπάθειες διάνοιξης διόδων επικοινωνίας των βόρειων αιθουσών του νότιου τμήματος (με κομπρεσέρ και πιθανά χρήση δυναμίτιδας). Οι λαθρανασκαφές σε αρκετά σημεία του βόρειου τμήματος του σπηλαίου είναι ορατές.

Η καταπάτηση του δαπέδου έχει προκαλέσει τη συμπαγοποίησή του και αυτό έχει επίπτωση στην αναπαραγωγή πολλών από τα ασπόνδυλα είδη του σπηλαίου που χρησιμοποιούν το μαλακό έδαφος είτε για να κρυφτούν είτε για να αποθέσουν τα αυγά τους (Παραγκαμιάν 2004). Σημαντική είναι και η επίπτωση στην διαβίωση των νυχτερίδων με κυριότερη τη φόνευσή τους με όπλα αφού στο δάπεδο του σπηλαίου βρέθηκαν πλαστικά πώματα κυνηγετικών φυσιγγίων ακόμα και κάλυκες περιστροφών.

Όλα αυτά κάνουν όλο και πιο επιτακτική την

ανάγκη για την προστασία και βιώσιμη αξιοποίηση του σπηλαίου της Μαρώνειας.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα σπήλαια είναι καρστικά έγκοιλα που αναπτύσσονται συνήθως σε ασβεστολιθικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι και μάρμαρα) και έχουν ιδιαίτερη σημασία και αξία αφού αποτελούν έναν ξεχωριστό μικρόκοσμο με σημαντικά ίχνη ζωής αλλά και με την ανάπτυξη διακοσμητικών σπηλαιοθεμάτων που παρόμοιά τους δεν υπάρχουν στη φύση.

Αν και στην Ελλάδα λόγω της πετρολογικής σύστασης των γεωλογικών σχηματισμών έχουν μετρηθεί πάνω από 8.500 καρστικά έγκοιλα, η Θράκη δεν θεωρείται προικισμένη στον τομέα αυτό. Εντούτοις το σπήλαιο της Μαρώνειας παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον λόγω των εντυπωσιακών σπηλαιοθεμάτων και σε συνδυασμό με την βιοποικιλότητα των ειδών που ζουν μέσα σε αυτό και την

αρχαιολογική του σημασία μπορεί να προκαλέσει το τουριστικό ενδιαφέρον και να συμβάλει στην ανάπτυξη της γύρω περιοχής.

Οι Παυλίδης κ.ά. (2005β) έχουν κάνει ολοκληρωμένη πρόταση για την αξιοποίηση της σπηλιάς και την αρχιτεκτονική μελέτη του περιβάλλοντα χώρου. Η αξιοποίηση του σπηλαίου της Μαρώνειας στοχεύει να προσφέρει στον επισκέπτη μια διαφορετική προσέγγιση απ' ό,τι τα άλλα γνωστά αξιοποιημένα σπήλαια στην Ελλάδα. Ο επισκέπτης θα έχει την ευκαιρία να γνωρίσει τη γεωλογία της περιοχής με έμφαση στα πετρώματα, τα ορυκτά, τα μεταλλεύματα και τα ρήγματα, καθώς και τη χλωρίδα της γύρω περιοχής. Επίσης, θα μπορεί να παρατηρήσει την πανίδα και εντυπωσιακά σπηλαιόθεματά του σπηλαίου με τη βοήθεια καμερών. Κάποιοι από τους ενδημικούς ασπόνδυλους οργανισμούς θα εκτίθενται σε terrária μέσα στο σπήλαιο. Όλα αυτά μπορούν να συνδυαστούν με τα αρχαιολογικά και γεωλογικά αξιοθέατα της ευρύτερης περιοχής που αναφέρθηκαν παραπάνω και να αποτελέσουν τον πόλο έλξης και την ανάπτυξη ενός εναλλακτικού τουριστικού κοινού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Ανάδειξη, προστασία και βιώσιμη αξιοποίηση του σπηλαίου Πολύφημου Μαρώνειας» από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Σ. Παυλίδη, που χρηματοδοτήθηκε από την Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αυδής Κ. (1957). Το σπήλαιον Μαρώνειας. Δελτίον Ε.Σ.Ε. 4(1): 19-20
- Αρίκας Κ., Βουδούρης Π., Kloos R.M. & Tesch Ch. (2004). Πετρογραφία-Γεωχημεία και η μεταλλογένεση των ηφαιστειτών της τάφρου των Πετρωτών/Μαρώνεια, Θράκη. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XXXVI/1, 482-491
- Bartsiakas A. (2000). The myth of Cyclops Polyphemus and the paleontological reality in the Cave of Cyclops, Maronia, Greece. -18th International Congress of Zoology, Athens.
- Βουδούρης Π. (2005). Τα ορυκτά της Αν. Μακεδονίας - Θράκης: γεωλογικό πλαίσιο και προοπτικές γεωτουριστικής ανάπτυξης. Πρακτικά Περιλήψεων της Επιστημονικής Συνεδρίας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας με θέμα «Γεωλογία της Θράκης-Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου», 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Σαμοθράκη, 35-36.
- Christofides G. (1996). Tertiary magmatism in the Greek Rhodope Massif, northern Greece: granitic plutons. In: Knezevic, Krstic (eds) Terranes of Serbia. The Formation of the Geologic Framework of Serbia and the Adjacent Regions. Belgrade, 155-160
- Christofides G., Pecskay Z., Eleftheriadis G., Soldatos T. & Koroneos A. (2004). The Tertiary Evros volcanic rocks (Thrace, Northeastern Greece): Petrology and K/Ar geochronology. Geol. Carpathica, 55, 397-409.
- Christofides G., Soldatos T., Eleftheriadis G. & Koroneos A. (1998). Chemical and isotopic evidence for source contamination and crustal assimilation in the Hellenic Rhodope plutonic rocks. Acta Vulcanologica, 10, 305-318
- De Boorder H., Spakman W., White S.H. & Wortel M.J.R. (1998). Late Cenozoic mineralisation, orogenic collapse and slab detachment in the European Alpine Belt. Earth Planet. Sci. Lett., 164, 569-575
- Del Moro A., Innocenti F., Kyriakopoulos C., Manetti P. & Papadopoulos P. (1988). Tertiary granitoids from Thrace (Northern Greece): Sr isotopic and petrochemical data. N. Jb. Min. Abh., 159, 113-135
- Eleftheriadis G. (1990). Petrology and geochemistry of the Oligocene volcanic rocks from the Central Rhodope Massif (N.Greece). Geol. Rhodopica 2, 180-196
- Foose R.M. and Manheim F. (1975). Geology of Bulgaria: a review. Amer. Ass. Petr. Geol. Bull., 59, 2, 303-335.
- Fytikas M., Innocenti F., Manetti P., Mazzuoli R., Peccerillo A. & Villari L. (1984). Tertiary to Quarternary evolution of volcanism in the Aegean region. In: Dixon JE, Robertson AHF (eds) The geological evolution of the Eastern

- Mediterranean. Geol Soc London, Spec. Publ., 17, 687-699
- Innocenti F., Kollios N., Manetti P., Mazzuoli R. Peccerillo G., Rita F. & Villari L. (1984). Evolution and geodynamic significance of the Tertiary orogenic volcanism in Northeastern Greece. *Bull. Volcan.*, 47, 25-37.
- Jones C.E., Baker J.H., Tarney J. & Gerouki F. (1992). Tertiary granitoids of Rhodope, N. Greece: magmatism related to extensional collapse of the Hellenic Orogen? *Tectonophysics*, 210, 295-314.
- Karfakis I. & Doutsos T. (1995). Late orogenic evolution of the Circum-Rhodope belt, Greece. *N.Jb.Geol.Palaeont.Mh.*, H.5, 305-319.
- Kondropoulou D.P. & Pavlides S.B. (1990). Tertiary geodynamic pattern of Rhodope and surrounding area based on paleomagnetic and neotectonic data. *Geol. Rhodopica*, 2, 36-49.
- Κωνσταντινίδης Δ., Κατριτζόγλου Κ., Μιχαήλ Κ., Δημητριάδης Α., Αγγελόπουλος Α. & Κωνσταντινίδου Ε. (1983). Μεταλλογενετικός χάρτης Νομού Έβρου. Αδημ. έκθεση, Ι.Γ.Μ.Ε., 136σ.
- Κουρής Χ. (1980). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, Φύλλο Μέση-Ξυλαγανή, κλίμακα 1:50.000. ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Λαζαρίδης Θ. Γ. (2005). Παρατηρήσεις επί των δίσκων του σπηλαίου του Κύκλωπα Πολύφημου στη Μαρώνεια (Ν. Ροδόπης). Πρακτικά Περιλήψεων της Επιστημονικής Συνεδρίας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας με θέμα «Γεωλογία της Θράκης-Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου», 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Σαμοθράκη, 61-62.
- Μαγκανάς Α. (1988). Μελέτη της ορυκτολογίας, πετρολογίας, γεωχημείας και των φαινομένων μεταμορφώσεως βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων της Περιοδοπικής Ζώνης στην περιοχή της Θράκης. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, 332σ.
- Μαράτος Γ. & Ανδρονόπουλος Β. (1965). Στρώματα Μελίας - Αλεξανδρουπόλεως. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 6, 1, 132 -146.
- Μέλφος Β. (1995). Έρευνα των βασικών και ευγενών μετάλλων στην Περιοδοπική Ζώνη της Θράκης. Τομέας Ορυκτολογίας, Πετρολογίας, Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστο-Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.
- τέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 289 σ.
- Μέλφος Β. & Βαβελίδης Μ. (2000). Η κατεργασία του λίθου και η λατομική δραστηριότητα κατά την αρχαιότητα: ίχνη λατόμησης στη Μαρώνεια του Νομού Ροδόπης. *Θεσσαλονικέων Πόλις*, 2, 63-76.
- Μέλφος Β., Βουδούρης Π., Αρίκας Κ. & Βαβελίδης Μ. (2001). Υψηλές περιεκτικότητες ρηνίου (Re) σε μολυβδαινίτες από μεταλλοφορίες πορφυριτικού Mo±Cu στη Θράκη (ΒΑ-Ελλάδα). Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ., XXXIV/3, 1015-1022.
- Melfos V., Vavelidis M., Christofides G. & Seidel E. (2002). Origin and evolution of the Tertiary Maronia porphyry copper-molybdenum deposit, Thrace, Greece. *Mineral. Deposita*, 37, 648-668.
- Μπακιρτζής, Χ. & Τριαντάφυλλος, Δ. (1988). Θράκη. ΕΤΒΑ, ΕΟΤ, ΕΟΜΜΕΧ. Αθήνα. 80σ.
- Παπαδόπουλος Π. (1980). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, Φύλλο Φέρες-Πέπλος-Αίινος, κλίμακα 1:50.000. ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Παπαδόπουλος Π. (1982). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, Φύλλο Μαρώνεια, κλίμακα 1:50.000. ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Παπαδοπούλου Α. (2003). Ισορροπία ορυκτών φάσεων, συνθήκες κρυστάλλωσης και εξέλιξη του πλουτωνίτη της Μαρώνειας, Θράκη. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ. σελ. 343.
- Παπαδοπούλου Α., Χριστοφίδης Γ., Σολδάτος Τ., Κορωναίος Α. & Ελευθεριάδης Γ. (2005). Συνθήκες κρυστάλλωσης του πλουτωνίτη της Μαρώνειας, Θράκη, Πρακτικά 2^ο Συνεδρίου της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας & Γεωχημείας, Θεσσαλονίκη, 299-308.
- Παραγκαμιάν Κ., Νικολουδάκης Ι., Παπαδάτου Ε. & Σφακιανάκη Ε. 2004. Ερευνητικό Πρόγραμμα: Βιολογική – Περιβαλλοντική Μελέτη του σπηλαίου Μαρώνειας. Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης-Προτάσεις. Ινστιτούτο Σπηλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας, Ηράκλειο, σ 176.
- Παυλίδης Σ., Τσουκαλά Ε., Χατζηπέτρος Α., Χατζοπούλου Α., Μέλφος Β., Βασιλειάδου Α., Λαζαρίδης Γ. & Βαξεβανόπουλος Μ. (2005α). Το σπήλαιο της Μαρώνειας στους νουμμουλιτοφόρους ασβεστόλιθους (Θράκη). *Γεωλογία και*

- παλαιοντολογία. Πρακτικά Περιλήψεων της Επιστημονικής Συνεδρίας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας με θέμα «Γεωλογία της Θράκης-Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου», 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Σαμοθράκη, 51-52.
- Παυλίδης Σ., Χατζηγώγας Ι., Τσουκαλά Ε., Χατζοπούλου Α. & Βασιλειάδου Α. (2005β). Προοπτική αξιοποίησης του σπηλαίου της μαρώνειας και της ευρύτερης περιοχής (Θράκη). Πρακτικά Περιλήψεων της Επιστημονικής Συνεδρίας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας με θέμα «Γεωλογία της Θράκης-Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου», 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Σαμοθράκη, 73-74.
- Pe-Piper G., Christofides G. & Eleftheriadis G. (1998). Lead and neodymium isotopic composition of Tertiary igneous rocks of north-eastern Greece and their regional significance. *Acta Vulcanologica*, 10, 255-263.
- Πομόνη-Παπαϊωάννου Φ. & Παπαδόπουλος Π. (1988). Ιζηματολογική μελέτη των ανθρακικών πετρωμάτων της Μεταίζηματογενούς σειράς της ενότητας Μάκρης (ΝΑ Ροδόπη). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XX, 2, 429-447.
- Πετροχείλου Α. (1970). Σπήλαιον "Κύκλωπος Πολύφημου" Μαρώνειας Κομοτηνής. Δελτίον Ε.Σ.Ε. 10(5), 10-17.
- Πετροχείλου Α. (1994). Τα σπήλαια της Ελλάδος. Εκδοτική Αθηνών, Αθήνα σ. 160.
- Σίγουρος Ι.Ν. (1997). Νομός Ροδόπης. Ιστορία-Αρχαιολογία-Γεωγραφία-Ανθρωπογεωγραφία-Πολιτισμός. Εταιρεία Παιδαγωγικών Επιστημών Κομοτηνής. Αρχείο Εκδόσεων: Σειρά Ιστορικών Έργων 1. Κομοτηνή. σ. 208.
- Χατζηπέτρος Α. & Παυλίδης Σ. (2005). Γεωμετρία και κινηματική του ενεργού ρήγματος Μαρώνειας – Μάκρης (Θράκη). Πρακτικά Περιλήψεων της Επιστημονικής Συνεδρίας της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας με θέμα «Γεωλογία της Θράκης-Σεισμοτεκτονική του ΒΑ Αιγαίου», 2-4 Σεπτεμβρίου 2005, Σαμοθράκη, 101.

ABSTRACT

GEOLOGICAL, PETROLOGICAL, PALAEOONTOLOGICAL STUDY AT THE MARONIA CAVE IN THE EOCENE, NUMMULITIC LIMESTONE IN WESTERN THRACE

Melfos B., Chatzipetros A., Chatzopoulou A., Vasiliadou A., Lazaridis G. Vaxevanopoulos M., Syrvides G., Tsoukala E. & Pavlides S.

Departure of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. 541 24, Thessaloniki

The Maronia Cave has been developed in a Nummulitic limestone of Middle Eocene age and is formed along two main tectonic lines (faults). The total passage length is approximately 2,000 metres and expands 10,000 square metres. It is separated in two main parts, the northern and the southern part, and there are two natural entrances which control the internal micro-climate. The cave has great biological interest due to the presence of 11 different species of bats and 31 species of invertebrates. The decoration of the cave presents a great variability and some of the speleothems are rare and impressive. Among them there are mushroom-like stalagmites, helictites, cave pearls and corals. The shields are the most characteristic features of the cave. In some chambers chemical corrosion caused great damage to these speleothems. Next to the entrance of the cave a cohesive breccia is being preserved, containing fossilized bones and teeth of large mammals, such as *Crocota crocuta spelaea* and *Rhinocerotidae* of Middle to Late Pleistocene age, while recent bones have been observed on the floor of the cave. The cave was inhabited since the Neolithic and Bronze Age. The protection of the Maronia Cave through a viable exploitation and a secure promotion is crucial due to the great damages caused during the last decades.