

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΙΣΚΩΝ ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΠΑ ΠΟΛΥΦΗΜΟΥ ΣΤΗ ΜΑΡΩΝΕΙΑ (ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ)

Λαζαρίδης Θ. Γεώργιος

Τομέας Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 54 124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Το σπήλαιο του Κύκλωπα Πολύφημου στη Μαρώνεια είναι ένα από τα σημαντικότερα σπήλαια της Θράκης με γεωλογικό, αρχαιολογικό, βιολογικό και παλαιοντολογικό ενδιαφέρον. Μεγάλη ποικιλία σπηλαιοθεμάτων συνθέτουν το διάκοσμό του με εξέχοντες σχηματισμούς τους γνωστούς «δίσκους της Μαρώνειας».

Οι δίσκοι (shields) είχαν θεωρηθεί ως σπάνια σπηλαιοθέματα, όμως τελευταία έχουν καταγραφεί σε πολλά σπήλαια στον κόσμο και μάλιστα με μεγάλο πλήθος. Στο σπήλαιο της Μαρώνειας καταγράφηκαν και μετρήθηκαν πολλοί δίσκοι και ανάλογα με τη θέση και τη μορφή τους διακρίθηκαν σε οκτώ κατηγορίες: δίσκοι εξαρτημένοι, στέρεοι, υποστηριζόμενοι, κατακρημισμένοι, ημιδίσκοι, διευρυμένοι, πολλαπλοί και ψευδοδίσκοι. Επιπλέον, ανάλογα με το σχήμα τους, διακρίθηκαν σε τρεις κατηγορίες: επιμήκεις, κυκλικοί και πεπλατυσμένοι δίσκοι. 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.

Η μελέτη των δίσκων επέβαλε ως αναγκαίο τον καθορισμό συστήματος μετρήσεων και ονοματολογίας για την περιγραφή τους. Τα διάφορα μέρη των δίσκων διαχωρίστηκαν σε: σημείο στήριξης, άνω και κάτω τέμαχος, αρμός, άνω και κάτω επιφάνεια αρμού, άνω και κάτω επιφάνεια δίσκου. Τα μετρήσιμα στοιχεία διαχωρίστηκαν σε: ύψος, γωνία κλίσης, μήκος, πλάτος, διεύθυνση κλίσης και παράταξη.

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.

Λέξεις κλειδιά: Δίσκοι, Σπηλαιοθέματα, Σπήλαιο, Μαρώνεια, Θράκη

Εισαγωγή

Το καρστικό σπήλαιο του Κύκλωπα Πολύφημου έχει έκταση 10.000 m² και συνολικό μήκος διαδρόμων 2.000 m (ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΥ, 1970, 1984, ΑΥΔΗΣ, 1957). Βρίσκεται κοντά στο χωριό Μαρώνεια (Ν. Ροδόπης), στην τοποθεσία Κουφόπλατη, όπου το ανάγλυφο είναι λοφώδες με υψόμετρα 100 έως 200 m. Ωστόσο η ευρύτερη περιοχή έχει έντονο μορφολογικό ανάγλυφο με υψώματα από 400 ως 670 m.

Γεωτεκτονικά η περιοχή του σπηλαίου ανήκει στην ενότητα Μάκρης, της Περιφοδοπικής ζώνης

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

και το περιβάλλον πέτρωμα είναι νουμουλιτοφόρος ασβεστόλιθος της ενότητας αυτής που επικάθετα σε μία κλαστική σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών. Η κύρια διεύθυνση ανάπτυξης του είναι Β-Ν, παράλληλα με την ανάπτυξη των κύριων τεκτονικών δομών της περιοχής (ΠΑΥΛΙΔΗΣ *et al.*, 2004).

Το σπήλαιο έχει θαλάμους μεγάλων διαστάσεων και μικρότερους που περιορίζονται από παραπετασματοειδείς σχηματισμούς. Το δάπεδο παρουσιάζεται καλυμμένο με λάσπη, γουανό, βράχους και ογκόλιθους, ενώ σε πολλά σημεία σχη-

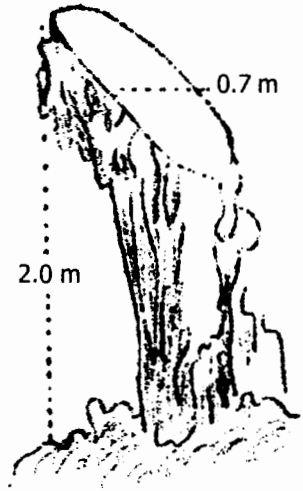
ματίζονται μικρές λίμνες.

Το σύνολο των σπηλαιοθεμάτων παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία μορφών, κάποιες από τις οποίες θεωρούνται σπάνιες. Τα οξειδία διαφόρων στοιχείων έχουν προσδώσει διάφορα χρώματα στα σπηλαιοθέματα, ενώ σε συγκεκριμένα μέρη του σπηλαιίου πολλά από αυτά παρουσιάζονται αποσαθρωμένα. Παρατηρήθηκαν σταλαγμίτες και σταλακτίτες, μανιταροειδείς και λοξοί σταλαγμίτες, ρόλιθοι, παραπετάσματα, κολώνες, κουρτινοειδείς σχηματισμοί, γκουρ, μαργαριτάρια και κοράλλια των σπηλαίων, εκκεντρίτες, κρύσταλλοι ασβεστίτη και ένας σημαντικός αριθμός δίσκων (PAVLIDES *et al.*, 2005, ΤΣΟΥΚΑΛΑ *et al.*, 2004, ΠΑΡΑΓΚΑΜΙΑΝ *et al.*, 2004).

Στη παρούσα εργασία περιγράφεται ένα πλήθος παρατηρήσεων στους δίσκους του σπηλαιίου της Μαρώνειας. Γίνεται επίσης ένας διαχωρισμός αυτών των σπηλαιοθεμάτων σε κατηγορίες ανάλογα με τη μορφολογία και τη θέση τους, ενώ συζητείται η περίπτωση κάποιες μορφές δίσκων να αποτελούν δείκτες γεγονότων που επηρέασαν την εξέλιξη αυτών και του σπηλαιίου.

Γενικά για τους δίσκους

Με τον όρο «δίσκοι» (shields στην αμερικάνικη και palettes αρκετά συχνά στην ευρωπαϊκή βιβλιογραφία) περιγράφονται τα σπηλαιοθέματα με πεπλατυσμένο περίπου ελλειπτικό σχήμα που είναι εξαρτημένα από ένα άκρο τους στα τοιχώματα ή το δάπεδο του σπηλαιίου (Σχ. 1). Οι δίσκοι, σύμφωνα με την άποψη του J. Kuznysky που διατυπώθηκε το 1950 (HILL & FORTI, 1997), αποτελούνται από δύο φύλλα σε σχήμα έλλειψης με πάχος περίπου 3 cm τοποθετημένα παράλληλα. Μεταξύ αυτών υπάρχει ένας αρμός όπου ρέει νερό, το οποίο αποθέτει ανθρακικό ασβέστιο και μεγεθύνει τους δίσκους. Η ροή του νερού ξεκινά από μία ρωγμή στο πέτρωμα και ελέγχεται από την υδροστατική πίεση και έτσι οι δίσκοι μπορούν να σχηματιστούν με οποιαδήποτε γωνία στα τοιχώματα ή ακόμα και από το δάπεδο προς τα πάνω. Χαρακτηριστικοί είναι οι ομόκεντροι δακτύλιοι ανάπτυξης των δίσκων.

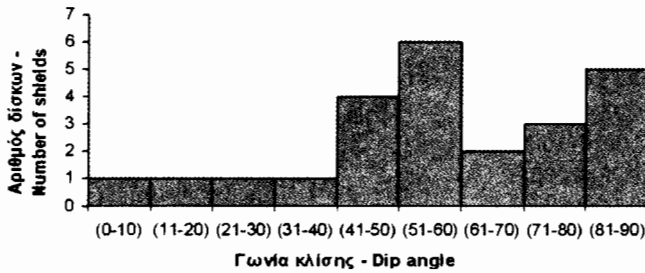


Σχήμα 1. Δίσκος από το σπήλαιο Καταφυγίου στην περιοχή της Μάνης (ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΣ, 1953)

Figure 1. A shield from the Kataphygion cave (Mani, Peloponnesus)

Ο όρος «shield» δόθηκε στα σπηλαιοθέματα αυτά το 1931 από τον Bevan. Ο Kettner τα απέδωσε ως ρόλιθους που σχηματίστηκαν επάνω σε ιζήματα που απομακρύνθηκαν. Το 1952 ο Kundert παρατήρησε σωστά τη σύνδεση των δίσκων με τις διακλάσεις και τις ρωγμώσεις του πετρώματος. Θεώρησε όμως ότι οι δίσκοι αποτελούν υλικό που πληρώνει τις ρωγμές αυτές και αποκαλύπτεται μετά τη διάλυση του περιβάλλοντος ανθρακικού πετρώματος. Οι De Saussure *et al.*, το 1953, υπέδειξαν την αδυναμία της υπόθεσης του Kundert, που δεν εξηγούσε το ελλειπτικό σχήμα, τον ενδιάμεσο αρμό και τους ομόκεντρους δακτυλίους ανάπτυξης των δίσκων. Ο De Joly το 1954 και ο Moore το 1958, τόνισαν την επίδραση της τριχοειδούς ροής στη μορφολογία των δίσκων. Επίσης ο Moore το ίδιο έτος και ο Schmidt το 1963 προτείνουν ένα μοντέλο που ερμηνεύει τον τρόπο με τον οποίο διατρεφείται ανοιχτός ο ενδιάμεσος αρμός των δίσκων, με την επίδραση των «earth tides». Το 1967, ο Matthews αμφισβήτησε το τελευταίο μοντέλο με βάση τις προσωπικές του παρατηρήσεις (HILL & FORTI, 1997).

Υπάρχει επίσης η άποψη που συνδέει τη δη-



Σχήμα 2. Διάγραμμα συχνοτήτων για τις γωνίες κλίσης των δίσκων του σπηλαίου της Μαρώνειας
Figure 2. Histogram of the dip angles of the shields of the Maronia Cave

μιουργία των δίσκων με τη διάρρηξη των κολώνων των σπηλαίων και την επούλωση των ρωγμών με απόθεση ανθρακικού ασβεστίου. Ερμηνεύει τις περιπτώσεις δίσκων όπου τα σπηλαιοθέματα που αναπτύσσονται στο κάτω μέρος τους έχουν ενωθεί με το δάπεδο ως διερρηγμένες κολώνες των οποίων το άνω τμήμας απομακρύνθηκε, αλλά δεν εξηγεί τις υπόλοιπες περιπτώσεις (ΜΠΑΣΙΑΚΟΣ, 1993).

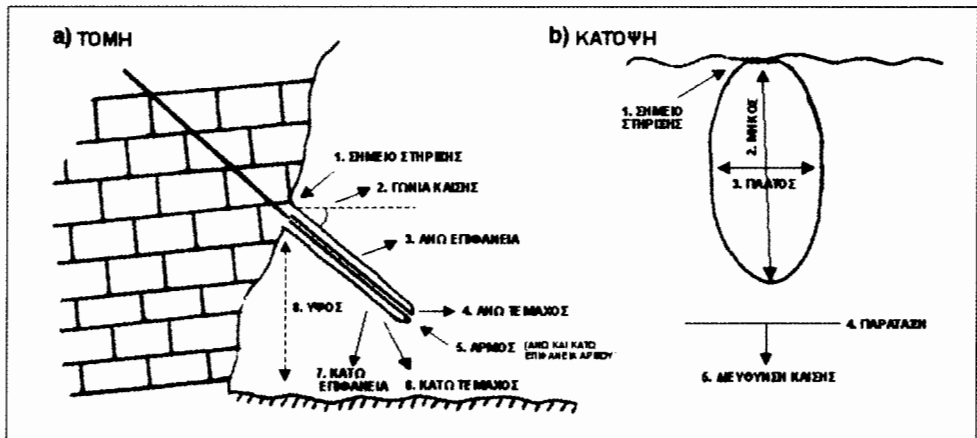
Οι δίσκοι είχαν θεωρηθεί ως σπάνια σπηλαιοθέματα, όμως τελευταία έχουν καταγραφεί σε πολλά σπήλαια στον κόσμο και μάλιστα με μεγάλο πλήθος (HILL & FORTI, 1997, SEEMAN, 1987). Στην Ελλάδα τα πιο σημαντικά σπήλαια όπου αναφέρονται δίσκοι είναι τα σπήλαια του Δυρού (ΜΠΑΣΙΑΚΟΣ, 1993) και της Αλιοστράτης (Seeman, pers. com.)

Παρατηρήσεις επί των δίσκων

Οι δίσκοι του σπηλαίου της Μαρώνειας εμφανίζονται σε διάφορες θέσεις σε σχέση με την απόστασή τους από το δάπεδο και την οροφή. Οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από 0,5 έως 2 m περίπου και έχουν σχηματιστεί με διάφορες γωνίες, από σχεδόν οριζόντιοι έως κατακόρυφοι. Όμως παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι έχουν γωνία κλίσης 45° - 55° ή σχεδόν 90° (Σχ.2).

Κατά τη συλλογή δεδομένων κρίθηκε αναγκαία η χρήση ονοματολογίας σε σχέση με τη μορφολογία των δίσκων και τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά τους ώστε να καταστεί δυνατή η περιγραφή τους. Για το λόγο αυτό ορίστηκαν τα εξής (Σχ. 3):

Σημείο στήριξης (lean point): είναι το σημείο



Σχήμα 3. Σχηματική τομή και κάτοψη με την ονοματολογία που χρησιμοποιήθηκε για τους δίσκους.

Figure 3. Cross section (a) and overview (b) of a shield with the terminology used in the present study: 1a) lean point, 2a) dip angle, 3a) upper surface, 4a) upper plate, 5a) medial crack (also upper and lower surface of the crack), 6a) lower plate, 7a) lower surface, 8a) height, 1b) lean point, 2b) length, 3b) breadth, 4b) strike, 5b) dip direction.

απ' όπου ξεκίνησε η ανάπτυξη του δίσκου. Αποτελεί το σημείο επαφής του δίσκου με το τοίχωμα του σπηλαιού.

Άνω και κάτω τέμαχος (upper and lower plate): ο κάθε δίσκος αποτελείται από δύο φύλλα σε σχήμα έλλειψης: Το άνω και το κάτω τέμαχος. Στην περίπτωση των κατακόρυφων δίσκων δεν μπορεί να υπάρξει αυτή η διάκριση. Εάν θεωρηθεί για κάθε τέμαχος μια ευθεία κάθετη στο επίπεδό του και με φορά προς την "έξω" πλευρά του δίσκου, μπορεί να ορισθούν τα τεμάχη με διευθύνσεις.

Αρμός (medial crack): είναι η διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του άνω και του κάτω τεμάχους. Μέσα από τον αρμό ρέει το νερό που αυξάνει το μέγεθος των δίσκων. Ορίζονται επίσης η **άνω και κάτω επιφάνεια του αρμού (upper and lower surface of the crack)**, ανάλογα με το τέμαχος στο οποίο ανήκουν.

Άνω και κάτω επιφάνεια (upper and lower surface): αντιστοιχούν στις δύο επιφάνειες του δίσκου, ανάλογα με το αν βρίσκονται στο άνω ή κάτω τέμαχος.

Ύψος (height): εκφράζει την απόσταση του σημείου στήριξης του δίσκου από το δάπεδο του σπηλαιού.

Μήκος (length): είναι η μέγιστη διάσταση του δίσκου παράλληλα στη διεύθυνση κλίσης.

Πλάτος (breadth): είναι η μέγιστη διάσταση του δίσκου κάθετα στο μήκος και παράλληλα στην παράταξη του.

Παράταξη (strike): είναι η γωνία που σχηματίζει με το βορρά μια νοητή ευθεία παράλληλη στο πλάτος του δίσκου.

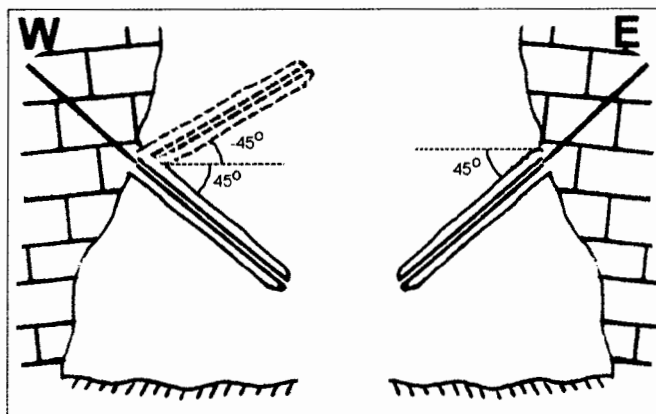
Διεύθυνση κλίσης (dip direction): είναι η γωνία που σχηματίζει με το βορρά η ευθεία που βρίσκεται παράλληλα στο μήκος του δίσκου και κάθετα στην παράταξη του.

Γωνία κλίσης (dip angle): είναι η γωνία που σχηματίζει το επίπεδο του δίσκου με το οριζόντιο επίπεδο. Εάν θεωρήσουμε ένα δίσκο με μια τυχαία παράταξη, τότε η διεύθυνση κλίσης μπορεί να πάρει δύο τιμές $\pm 90^\circ$ από την παράταξη (Σχ.4). Στην περίπτωση που η διεύθυνση κλίσης είναι προς το σημείο στήριξης τότε η γωνία κλίσης έχει αρνητικό πρόσημο, ενώ όταν είναι προς την αντίθετη διεύθυνση από το σημείο στήριξης έχει θετικό πρόσημο. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται για τις περιπτώσεις που υπάρχουν δύο δίσκοι με ίδια παράταξη και διεύθυνση κλίσης, οι οποίοι διαφέρουν μόνο στο αν κλίνουν προς το σημείο στήριξης ή όχι.

Οι δίσκοι σπάνια βρίσκονται σε νεαρό στάδιο (σπήλαιο «Φωλιά του Δράκου» στους Ποταμούς Δράμας, Σχ. 5), όπου δεν έχουν αναπτυχθεί άλλα σπηλαιοθέματα στην επιφάνειά τους. Το ίδιο συμβαίνει και στο σπήλαιο της Μα-

ρώνειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρούνται στην άνω επιφάνειά τους ελικτίτες και σταλαγμίτες, ενώ στη κάτω κουρτίνες και σταλακτίτες που μπορεί να φτάνουν στο δάπεδο σχηματίζοντας μια μορφή που μοιάζει με μισή «κολώνα». Ακόμη μπορεί να είναι καλυμμένοι εξ ολοκλήρου ή κατά ένα μέρος με κοράλλια των σπηλαίων ή ροόλιθους.

Ορισμένες φορές κάποιοι δίσκοι αποτελούν μέρος ενός «συμπλεγματος» σπηλαιοθεμάτων, οπότε η διάκριση των παραπάνω είναι δύσκολη και κάποιες άλλες



Σχήμα 4. Σχηματική τομή με περιπτώσεις δίσκων ίδιας διεύθυνσης και γωνίας κλίσης, προς/από το σημείο στήριξης.

Figure 4. Profile of shields of the same dip direction and dip angle in cases which the negative sign is used.



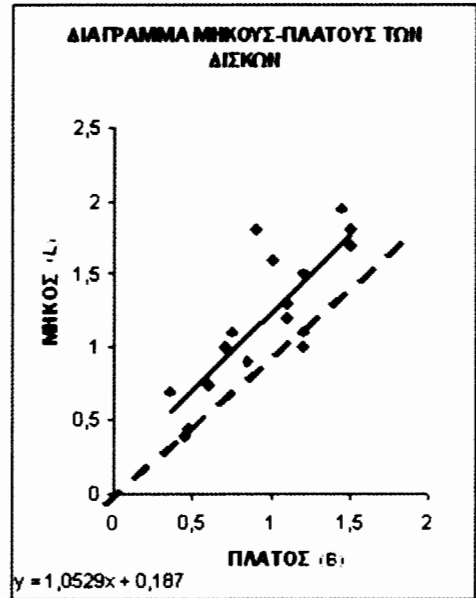
Σχήμα 5. Δίσκος νεαρού σταδίου από το σπήλαιο «Φωλιά του Δράκου» (Ποταμί Δράμας).

Figure 5. Young shield from the "Pholia Drakou" cave of Potamoi village (Drama, Macedonia, Greece)

φορές εμφανίζονται χημικά διαβρωμένοι ή κατεστραμμένοι λόγω ανθρωπογενούς παρέμβασης.

Οι σταλακτίτες αναπτύσσονται στην κάτω επιφάνεια των δίσκων κατά δύο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση οι σχηματιζόμενοι σταλακτίτες έχουν ένα κεντρικό κανάλι κυλινδρικού σχήματος, το οποίο αποτελεί έναν νεαρό σταλακτίτη. Γύρω από το νεαρό σταλακτίτη συνεχίζει να αποτίθεται ανθρακικό ασβέστιο, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σταλακτίτες κυκλικής - υποκυκλικής διατομής και κωνικού έως κυλινδρικού σχήματος. Οι σταλακτίτες αυτοί δημιουργούνται μέσα στα σπήλαια στα σημεία όπου εξέρχεται το νερό που ρέει στις ρωγμές του πετρώματος. Στη δεύτερη περίπτωση οι σταλακτίτες δημιουργούνται από νερό που ρέει σε κεκλιμένες επιφάνειες του πετρώματος αποθέτοντας ανθρακικό ασβέστιο. Αυτοί διαφέρουν στο ότι είναι συμπαγείς χωρίς κεντρικό κανάλι και στο ότι συνοδεύονται από παραπετασματοειδείς σχηματισμούς (κουρτίνες).

Η πρώτη κατηγορία σταλακτιτών δημιουργείται κάτω από το σημείο στήριξης των δίσκων, ενώ η δεύτερη καλύπτει την υπόλοιπη κάτω επιφάνειά τους. Οι σταλακτίτες της δεύτερης κατηγορίας διατάσσονται κατά τρόπο ακτινωτό, με κέντρο κοντά στο σημείο στήριξης και κύρια ανάπτυξη στα άκρα του δίσκου. Η ακτινωτή διάταξή τους



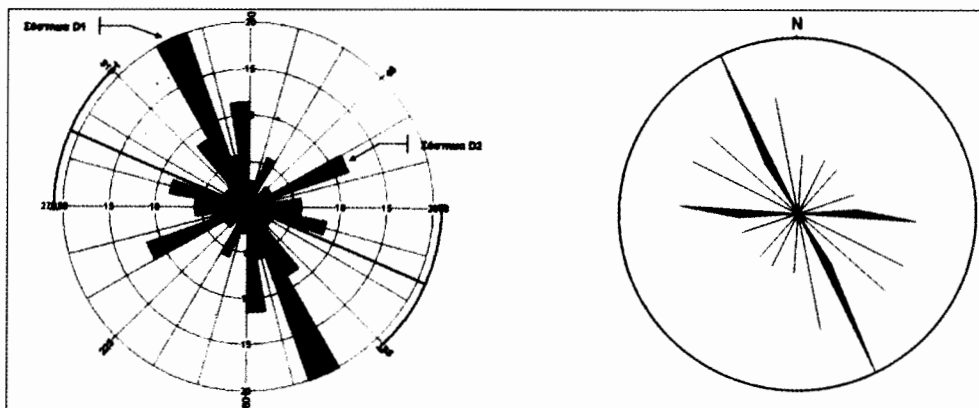
Σχήμα 6. Διάγραμμα μήκους-πλάτους των δίσκων του σπηλαίου της Μαρώνειας.

Figure 6. Scatter diagram of the length (L) and breadth (B) of the shields in the Maronia cave.

υποδεικνύει πως ακολουθούν τη σταδιακή ανάπτυξη των δίσκων. Επιπροσθέτως, η παρουσία των ελικιτών στην άνω επιφάνειά τους αποδεικνύει την άσκηση υδροστατικής πίεσης στο νερό που διαμορφώνει τους δίσκους. Επίσης, σε περίπτωση που ένας δίσκος σπάσει, η υδροστατική πίεση γίνεται αντιληπτή από τον τρόπο που ρέει το νερό προς τα έξω (HILL & FORTI, 1997).

Από τις μετρήσεις που έγιναν στους δίσκους του σπηλαίου της Μαρώνειας προκύπτει ότι μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες με βάση το σχήμα τους. Δεδομένου πως αυτό εξαρτάται από το πλάτος και το μήκος τους, μπορούμε να τους χαρακτηρίσουμε κυκλικούς όταν το πλάτος είναι ίσο με το μήκος, επιμήκεις όταν το μήκος είναι μεγαλύτερο και πεπλατυσμένους όταν το πλάτος είναι μεγαλύτερο.

Στο διάγραμμα μήκους-πλάτους (Σχ. 6) των δίσκων έχει χαραχθεί η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων $y=1,0529x+0,187$ και η ευθεία $y=x$ (πλάτος=μήκος). Όσα σημεία βρίσκονται πάνω



Σχήμα 7. Αριστερά ροδοδιάγραμμα παρατάξεων των διακλάσεων της περιοχής πάνω από το σπήλαιο της Μαρώνας (ΠΑΥΛΙΔΗΣ *et al.*, 2004) και δεξιά ροδοδιάγραμμα παρατάξεων δίσκων του σπηλαίου.

Figure 7. Left: rose- diagram of the strikes of the fissures of the nummulitic limestone of the broader area of the cave. Right: rose- diagram of the shield strikes of the Maronia cave.

στην ευθεία $y=x$ αντιπροσωπεύουν κυκλικούς δίσκους. Τα σημεία που αντιστοιχούν σε επιμήκεις και πεπλατυσμένους δίσκους, βρίσκονται πάνω και κάτω από την ευθεία αυτή αντίστοιχα.

Οι περισσότεροι δίσκοι του σπηλαίου είναι επιμήκεις, γι' αυτό η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων βρίσκεται πάνω από την ευθεία $y=x$.

Οι δίσκοι αναπτύσσονται από νερό που ρέει στις ασυνέχειες του πετρώματος. Οι ασυνέχειες αυτές μπορεί να είναι είτε τα επίπεδα στρώσεως ή σχιστότητας του ασβεστολίθου ή του μαρμάρου, είτε επιφάνειες διακλάσεων, ρηγμάτων, ίσως και ρωγμών. Η HILL (1999) αναφέρει ότι οι δίσκοι αναπτύσσονται σε σημεία όπου το πέτρωμα είναι έντονα τεκτονισμένο.

Από τα στοιχεία 17 δίσκων του σπηλαίου της Μαρώνας κατασκευάστηκε ένα ροδοδιάγραμμα παρατάξεων (Σχ. 7). Οι μετρήσεις κάποιων στοιχείων στους δίσκους πολλές φορές μπορεί να περιέχουν σημαντικό σφάλμα, λόγω των συμπλέξεών τους με άλλα σπηλαιοθέματα ή της απρόσιτης θέσης τους. Γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν μόνο όσες θεωρήθηκαν ακριβείς.

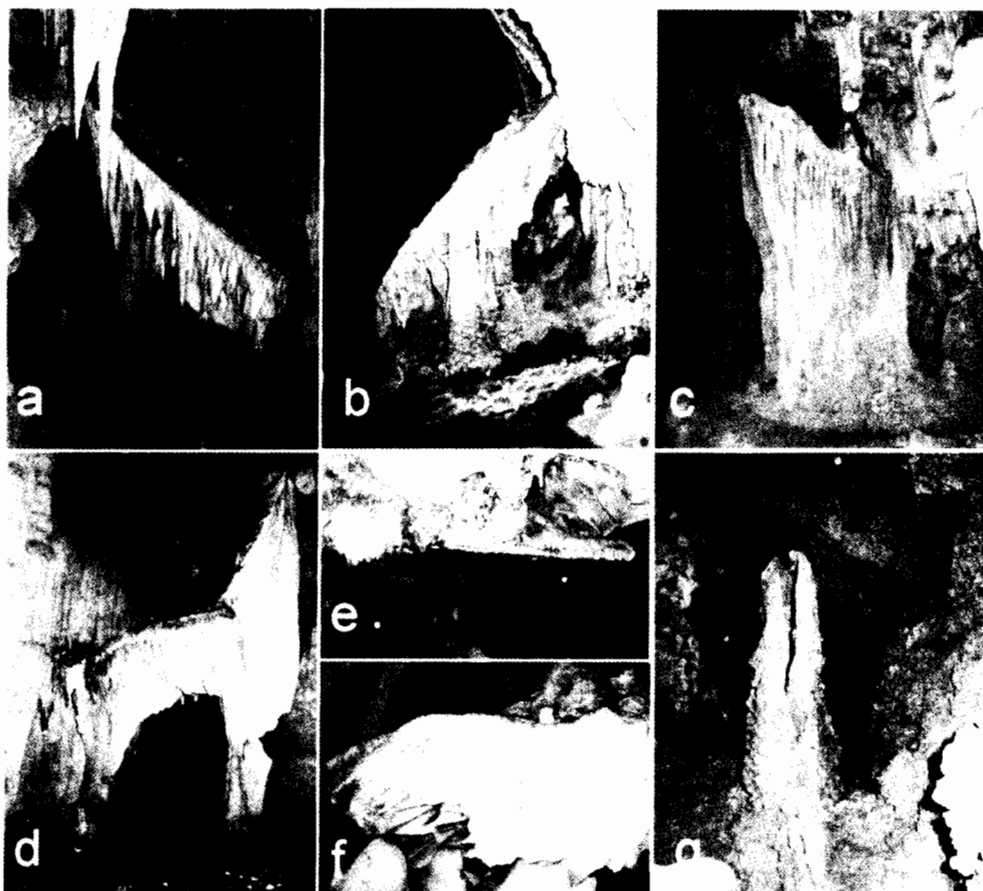
Όσον αφορά τις διακλάσεις του ασβεστολιθικού πετρώματος της γύρω περιοχής του σπηλαίου έχει κατασκευαστεί ροδοδιάγραμμα παρατάξε-

ων (Σχ. 7). Σύμφωνα με αυτό, διακρίνεται το κύριο σύστημα διακλάσεων D1 με ΒΔ-ΝΑ παρατάξη και το D2 με παρατάξη ΒΑ-ΝΔ. Επίσης υπάρχει μια ομάδα ασυνεχιών από τις 90° έως τις 135° που δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα παραπάνω συστήματα (ΠΑΥΛΙΔΗΣ *et al.*, 2004).

Από τη σύγκριση των δύο διαγραμμάτων παρατηρείται ότι οι παρατάξεις των δίσκων εξαρτώνται από τις τεκτονικές ασυνέχειες του πετρώματος, όπως φαίνεται από την ταύτιση των περισσότερων δίσκων με το κύριο σύστημα διακλάσεων D1.

Σχετικά με τη θέση και τη μορφολογία των δίσκων από παρατηρήσεις μπορεί να γίνει ο παρακάτω διαχωρισμός σε οκτώ ομάδες (Σχ. 8):

- i. **Εξαρτημένοι δίσκοι:** βρίσκονται στη θέση όπου δημιουργήθηκαν και ενώνονται με το τοίχωμα του σπηλαίου, μόνο με το σημείο στήριξης.
- ii. **Στέρεοι δίσκοι:** είναι στερεωμένοι στη θέση τους από το σημείο στήριξης. Οι σταλακτίτες της κάτω επιφάνειάς τους έχουν δημιουργήσει μια κολώνα που υποστηρίζει τους δίσκους αυτής της κατηγορίας.
- iii. **Υποστηριζόμενοι:** είναι οι δίσκοι που στηρίζονται μόνο στη κολώνα που δημιουργείται από τους σταλακτίτες στην κάτω επιφάνεια



Σχήμα 8. Δίσκοι από το σπήλαιο της Μαρώνειας, χαρακτηριστικοί για τις διάφορες κατηγορίες: a) εξαρτημένος δίσκος, b) στέρεος δίσκος, c) υποστηριζόμενος δίσκος, d) πολλαπλοί δίσκοι, e) ημιδίσκος, f) κατακρημνισμένος δίσκος και g) διευρυμένος δίσκος.

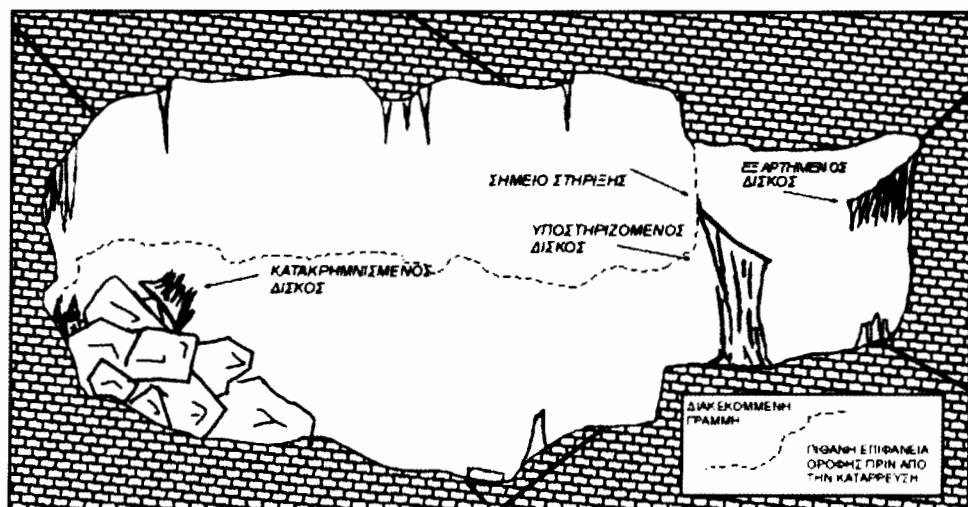
Figure 8. Characteristic shields from the Maronia cave, representative for each category: a) depended shield, b) fixed shield, c) supported shield, d) multiple shields, e) semishield, f) precipitated shield and g) expanded shield.

τους. Το σημείο στήριξης δε βρίσκεται πια σε επαφή με το τοίχωμα του σπηλαίου.

- iv. **Κατακρημνισμένοι δίσκοι:** έχουν αποκολληθεί από τη θέση τους κι έχουν πέσει, είτε λόγω του βάρους τους, είτε λόγω εκτεταμένων κατακρημνίσεων μέσα στο σπήλαιο.
- v. **Ημιδίσκοι:** σ' αυτήν την κατηγορία τοποθετούνται οι δίσκοι των οποίων το κάτω τέμαχος λείπει, λόγω αποκόλλησης παράλληλα στην επιφάνεια του αρμού. Η αποκόλληση αυτή α-

ποδίδεται στη διαρκή αύξηση του βάρους τους, από την απόθεση ανθρακικού ασβεστίου στη κάτω επιφάνεια του δίσκου (HILL & FORTI, 1997). Ο KRANJC (1999) αναφέρει την περίπτωση πτώσης του κάτω τεμαχούς ενός δίσκου στο Skocjanske Jame, τον Μάρτιο του 1999 και την αποδίδει στα παραπάνω αίτια.

- vi. **Διευρυμένοι δίσκοι:** σε κάποιους δίσκους παρατηρείται μια απομάκρυνση μεταξύ των δύο τεμαχών, με συνέπεια τη διεύρυνση του αρμού και τη λήξη της ανάπτυξης των δίσκων. Η



Σχήμα 9. Σχηματική απεικόνιση θαλάμου που προσομοιάζει με αντίστοιχους του σπηλαιού της Μαρώνας. Κατακρημνισμένοι δίσκοι σε σημεία με ογκόλιθους από κατάρρευση, εξαρτημένος δίσκος στη θέση του και υποστηριζόμενος με το σημείο στήριξης προς τη βραχομάζα που υπήρχε πριν την κατάρρευση. Ο εξαρτημένος δίσκος μπορεί να δημιουργήθηκε πριν ή μετά την κατάρρευση.

Figure 9. Ideal profile of a chamber working as an example of one from the Maronia cave. Left: precipitated shields associated with boulders after a break-down event, middle: supported shield, which has been remained after the breakdown events showing the limits of the event, right: depended shield that has not been affected by break-down events.

περίπτωση αυτή αφορά κυρίως κατακόρυφους δίσκους στο δάπεδο του σπηλαιού.

vii. Πολλαπλοί δίσκοι: αποτελούν συμπλέγματα δίσκων, όπου ο ένας ξεκινά από κάποιο σημείο του αρμού του άλλου. Αυτό συμβαίνει όταν ο αρμός του παλαιότερου δίσκου έχει σχεδόν φραχθεί γύρω-γύρω από ασβεστιτικό υλικό. Χαρακτηριστικές τέτοιες μορφές υπάρχουν στο Cango cave (N. Αφρική) (HILL & FORTI, 1997).

viii. Ψευδοδίσκοι: κάποιες μορφές σπηλαιοθεμάτων που μοιάζουν με δίσκους.

Δίσκοι και καταρρεύσεις

Στο σπήλαιο της Μαρώνας είναι χαρακτηριστική η εικόνα που έχει δημιουργηθεί από γεγονότα καταρρεύσεων τμημάτων της οροφής του. Ωστόσο δεν παρουσιάζει τυπική καταρρευσιγενή μορφολογία. Ο διαχωρισμός των δίσκων σε κατηγορίες επέτρεψε ταυτόχρονα τη σύνδεσή τους με τις καταρρεύσεις. Επομένως η παρουσία **ημιδί-**

σκων υποδεικνύει πιθανές θέσεις με μεγάλη απόθεση ασβεστιτικού υλικού, εφόσον η κατάρρευση του κάτω τεμάχους οφείλεται ως επί το πλείστον σ' αυτήν. Συγχρόνως συναντώνται σε θέσεις με περιορισμένες καταρρεύσεις.

Κατάκρημνισμένοι δίσκοι υποδεικνύουν γεγονότα κατάρρευσης τμημάτων της οροφής του σπηλαιού, με σημαντική συνήθως έκταση. Η παρουσία **υποστηριζόμενων** δίσκων υποδεικνύει θέσεις με καταρρεύσεις τμημάτων της οροφής του σπηλαιού, προσφέροντας παράλληλα εικόνα για τα όρια και την έκταση των καταρρεύσεων, εφόσον αποτελούν δίσκους που διατηρούν τη θέση τους μετά από τέτοια γεγονότα. **Εξαρτημένοι** και **στέρεοι** δίσκοι βρίσκονται σε θέσεις που δε συνέβησαν καταρρεύσεις από τη δημιουργία τους και έπειτα.

Στο παράδειγμα του Σχ. 9 κατακρημνισμένοι δίσκοι δείχνουν ένα γεγονός αποκόλλησης τεμαχών και βραχοπτώσεων. Επιπλέον η παρουσία υποστηριζόμενων δίσκων δίνει μια εικόνα της «παλαιομορ-

φολογίας» του σπηλαίου αφού δε φανερώνει μόνο μία κατάρρευση αλλά και τη θέση των ογκολίθων που έχουν καταρρεύσει. Ορισμένες φορές η παρατήρηση αυτή γίνεται μόνο έμμεσα αν οι ογκολίθοι έχουν μεταφερθεί, διαλυθεί ή σκεπαστεί τελείως από ιζήματα. Τέλος, οι κατηγορίες δίσκων όπως οι στέρεοι και οι εξαρτημένοι, που αποτελούν τις τυπικότερες ομάδες δίσκων, μπορούν να προσδιοριστούν έκταση γεγονότων καταρρέσεων, δηλαδή χώρους που έμειναν ανεπηρέαστοι από αυτά.

Οι καταρρέσεις στα σπήλαια και η αντίστοιχη καταρρευσιγενής μορφολογία παρουσιάζονται τόσο στα πρώτα, όσο και στα τελευταία στάδια της σπηλαιογένεσης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι δίσκοι, όπως και γενικά τα σπηλαιοθέματα, δημιουργούνται στα τελευταία στάδια εξέλιξης των σπηλαίων, τότε φαίνεται πως η έμμεση παρατήρηση καταρρέσεων μέσω των δίσκων δείχνει γεγονότα που συμβαίνουν στα προχωρημένα στάδια εξέλιξης ενός σπηλαίου.

Συμπεράσματα

- Στο σπήλαιο της Μαρώνειας καταγράφηκαν περισσότεροι από τριάντα δίσκοι, δηλαδή πολύ περισσότεροι απ' όσους έχουν αναφερθεί ως τώρα.
- Δίνεται μια πλήρης περιγραφή των δίσκων που μπορεί να αποτελέσει υλικό σύγκρισης σε άλλα σπήλαια.
- Με τους δίσκους του σπηλαίου της Μαρώνειας συνδέεται η δημιουργία σπηλαιοθεμάτων όπως ελικτίτες, σταλαγμίτες, κουρτίνες, σταλακτίτες, κοράλλια των σπηλαίων και ροόλιθοι. Οι σταλακτίτες και οι ελικτίτες
- κυρίως συνδέονται με τον τρόπο δημιουργίας των δίσκων, υποδηλώνοντας την ύπαρξη τριχοειδών ροών και την άσκηση υδροστατικής πίεσης στο νερό που μεγεθύνει τους δίσκους.
- Παρατηρήθηκε μία άρρηκτη σχέση μεταξύ τεκτονικών ασυνεχειών και δίσκων, τόσο μέσω ροδοδιαγραμμάτων, όπου οι περισσότεροι δίσκοι του σπηλαίου παρουσιάζουν τον ίδιο προσανατολισμό με την κύρια ομάδα διακλάσεων

της περιοχής, όσο και από την εικόνα πεδίου.

- Ενισχύεται η επικρατούσα άποψη για τον τρόπο δημιουργίας τους που διατυπώθηκε από τον J. Kunsky (HILL & FORTI, 1997).
- Προτείνεται για πρώτη φορά στην ελληνική βιβλιογραφία ονοματολογία και σύστημα μετρήσεων, ώστε να περιγράφονται σαφώς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δίσκων.
- Για την περιγραφή του σχήματός τους, ορίστηκαν τρεις κατηγορίες: επιμήκεις, κυκλικοί και πεπλατυσμένοι που βασίζονται σε μετρήσεις πλάτους και μήκους. Επικρατούσα ομάδα δίσκων στο σπήλαιο της Μαρώνειας σε σχέση με το σχήμα τους είναι οι επιμήκεις.
- Με βάση τις παρατηρήσεις στους δίσκους του σπηλαίου της Μαρώνειας γίνεται ο διαχωρισμός τους σε οχτώ κατηγορίες: εξαρτημένοι, στέρεοι, υποστηριζόμενοι, κατακρημνισμένοι, ημιδίσκοι, διευρυμένοι, πολλαπλοί, ψευδοδίσκοι, με τυπικές μορφές, κατά κύριο λόγο, την ομάδα των εξαρτημένων και δευτερευόντως των στέρεων δίσκων. Οι κατηγορίες βασίζονται κατά περίπτωση σε κάποιο στοιχείο που διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση του δίσκου στο χώρο και τα γεγονότα που έχουν επηρεάσει τη μορφή του.
- Οι δίσκοι μπορούν να αποτελέσουν σε ορισμένες περιπτώσεις δείκτες γεγονότων καταρρέσεων που συνέβησαν κατά τα τελικά στάδια εξέλιξης του σπηλαίου της Μαρώνειας και δύνανται να δώσουν μια εικόνα της έκτασής τους.

Ευχαριστίες

Οι πρώτες παρατηρήσεις για την έρευνα αυτή έγιναν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των μαθημάτων του Τοπικού Τμήματος Βόρειας Ελλάδας (ΤΟ.Τ.Β.Ε.) της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (Ε.Σ.Ε.). Ευχαριστώ την επικ. Καθηγ. Ε. Τσουκαλά και τον Καθηγητή Σ. Παυλίδη του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. που μου έδωσαν την ευκαιρία να εργαστώ στο ερευνητικό πρόγραμμα «Προστασία, ανάδειξη και βιώσιμη αξιοποίηση του σπηλαίου Μαρώνειας, νομός Ροδόπης» και να γνωρί-

σω λεπτομερώς το σπήλαιο και τον Dr. R. Seeman του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Βιέννης για τη βιβλιογραφία που έθεσε υπόψη μου. Τέλος ευχαριστώ τα μέλη του Τ.Ο.Τ.Β.Ε. της Ε.Σ.Ε. και ιδιαίτερα τον Χ. Πέννο, φοιτητή Γεωλογίας, για τη βοήθειά τους στην υπαίθρια εργασία.

Βιβλιογραφία

- ΑΥΔΗΣ, Φ., 1957. Το σπήλαιο Μαρώνειας Αρ. Ε.Σ.Ε. 755.-Δελτίο Ε.Σ.Ε. IV (2):19-20
- HILL, C., 1999. Mineralogy of Kartchner Caverns, Arizona.- Journal of Cave and Karst Studies, 61(2): 73-78.
- HILL, C. & FORTI, P., 1997. "Cave Minerals of the World". - 2nd ed., National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA.
- KRANJC, A., 1999. Speleothem fall (an example of a sudden stalactite collapse in Xkocjanske Jame).- Acta Carsologica, 28/1(13): 201-214, Ljubljana.
- ΜΠΑΣΙΑΚΟΣ, Ι., 1993. Χρονολόγηση απολιθωμάτων σπηλαίων και σπηλαιοσποθεμάτων με τη μέθοδο του συντονισμού της ηλεκτρονικής στροφορμής και μελέτη μορφολογίας υπόγειου καρστ και των σχετικών ραδιομετρικών & γεωλογικών συνθηκών σε σπηλαιοπεριβάλλοντα της περιοχής Δυρού Μάνης. - Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Ε.&Κ. Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1-380.
- ΠΑΡΑΓΚΑΜΙΑΝ, Κ., ΝΙΚΟΛΟΥΔΑΚΗΣ, Ι., ΠΑΠΑΔΑΤΟΥ, Ε. & ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ, Ε., 2004. Βιολογική - Περιβαλλοντική μελέτη του σπηλαίου Μαρώνειας. Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης - Προτάσεις.- Ινστιτούτο Σπηλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας, 1-176, Ηράκλειο.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Σ., ΜΕΛΦΟΣ, Β. & ΧΑΤΖΗΠΕΤΡΟΣ, Α., 2004. Γεωλογική μελέτη και χαρτογράφηση της περιοχής του σπηλαίου Πολύφημου Μαρώνειας.- Δημοσίευτη έκθεση στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος Α.Π.Θ.: «Ανάδειξη, προστασία και βιώσιμη αξιοποίηση του σπηλαίου «Πολύφημου» Μαρώνειας, Νομός Ροδόπης, Θράκη», 1-45, Θεσσαλονίκη.
- PAVLIDES, S., TSOUKALA, E., CHATZIPETROS, A., CHATZOPOULOU, A., MELFOS, V., VASILEIADOU, A., LAZARIDIS, G. & VAXEVANOPOULOS, M. (in press). The Maronia cave in the nummulitic limestone (Thrace, Greece). Geology & Paleontology.- 14th International Speleological Congress, Athens 2005.
- ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΣ, Ι., 1953. Σπηλαιολογικά έρευνα εις Μάνην.- Δελτίο Ε.Σ.Ε. II(1): 9-26
- ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΥ, Α., 1970. Σπήλαιον "Κύκλωπος Πολυφήμου" Μαρώνειας, Κομοτηνή.- Δελτίο Ε.Σ.Ε., X (5): 9-17.
- ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΥ, Α., 1984. Τα σπήλαια της Ελλάδας. - Εκδοτική Αθηνών Α.Ε., 1-160
- SEEMAN, R., 1987. Mineralparagenesen in osterreichischen karsthöhlen. -Mitt. Öster. Miner. Ges. 132: 117-130.
- ΤΣΟΥΚΑΛΑ, Ε., ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ, Α., ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ, Α., ΑΤΑΚΤΙΔΗΣ, Κ., ΜΑΚΡΙΔΗΣ, Β., ΒΑΞΕΒΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Μ. & ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ, Γ. 2004. Σπηλαιολογική επιστημονική έρευνα του σπηλαίου της Μαρώνειας.- Δημοσίευτη έκθεση στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος Α.Π.Θ.: «Ανάδειξη, προστασία και βιώσιμη αξιοποίηση του σπηλαίου «Πολύφημου» Μαρώνειας, Νομός Ροδόπης, Θράκη», 1-86, 7 χάρτες, Θεσσαλονίκη.

ABSTRACT

OBSERVATIONS ON THE SHIELDS OF THE CYCLOP POLYPHEMUS CAVE - MARONIA (THRACE, GREECE)

G. Lazaridis

Aristotle University of Thessaloniki, School of Geology, Dept. of Geology, 541 24, Thessaloniki, Greece

The Cyclop Polyphemos cave at Maronia is one of the most important caves in Thrace (Northern Greece) with geological, archaeological, biological and palaeontological interest. A great variety of

speleothems consists of the decoration of the cave, among which a number of shields are included. The shields used to be considered as rare speleothems but recently they have been recorded in many caves all over the world. More than 30 shields in the Maronia cave have been recorded and measured up to now. Further, they have been distinguished in eight different categories according to their morphology and their position in the cave. Their shape is described in respect to the measurements of their length and breadth that ranges from 0.5 to 2.0 m. According to these dimensions the shields of the Maronia cave can be distinguished in three categories: circular, elongated and broadened shields. The shields are developed in various angles on the sidewalls of the cave. The shields with 45° - 55° dip angles and the vertical ones are predominating. Also, in the present study, a terminology concerning various parts of the shields and a system of measurements are proposed in order to describe the shield morphology. The observations on the shields and their distinction to categories showed that specific ones could be considered as indicators for breakdown events in the internal of the cave. The predominant aspect about the origin of the shields is strengthened by the recording of the related to the shields speleothems and by the correlation with the main tectonic structure of the broader area.