



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΚΑΡΑΛΗΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ
Α.Ε.Μ. 4669

ΜΕΛΕΤΗ ΣΠΗΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΦΟ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

Διπλωματική εργασία

Επιβλέπων καθηγητής:
ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>Ευχαριστίες</u>	4
<u>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	5
1.1 Σκοπός της εργασίας	5
1.2 Το Εξερευνητικό Πρόγραμμα Καστοριάς	5
<u>2. ΣΠΗΛΑΙΑ ΚΑΙ ΚΑΡΣΤ</u>	7
2.1 Κατηγορίες σπηλαίων	7
2.2 Καρστ	8
2.2.1 Καρστική διάβρωση	8
2.2.2 Επιφανειακές καρστικές μορφές	9
2.2.3 Υπόγειες καρστικές μορφές	11
2.2.4 Σπηλαιογένεση	12
2.2.5 Παράγοντες σπηλαιογένεσης	13
2.3 Ιζήματα σπηλαίων	14
<u>3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	17
3.1 Γεωγραφικά - στοιχεία	17
3.2. Γεωλογικά στοιχεία	18
3.3. Γεωμορφολογικά - γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή των σπηλαίων KAST 1-7	19
3.4 Το σπήλαιο του Δράκου της Καστοριάς	20
<u>4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	21
4.1 Έρευνα - εργασίες υπαίθρου	21
4.2 Εργασία γραφείου	22
<u>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	23
5.1 KAST 1 - Σπήλαιο στη Μύτκα	23
5.2 KAST 2 - Σπήλαιο Νοσοκομείου	24
5.3 KAST 3 - Αλευράδες	25
5.4 KAST 4 - Άγιος Νικόλαος	27

5.5 KAST 5 - Σπήλαιο Μαυριώτισσας	28
5.6 KAST 6 - Γκολουπίντσα	29
5.7 KAST 7 - Παταράγκος	31
<u>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	33
<u>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΛΟΓΙΟ</u>	35
7.1 Βιβλιογραφία	35
7.2 Ιστολόγιο	37
<u>8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</u>	38
8.1 Παράρτημα I - Εικόνες και φωτογραφίες	38
8.2 Παράρτημα II - Πίνακες	53
8.3 Παράρτημα III - Χάρτες σπηλαίων	57
8.4 Παράρτημα IV - Σύμβολα χαρτογράφησης	64

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας που εκπονήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, στον Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι συνεισέφεραν με κάθε τρόπο όλο αυτό το χρονικό διάστημα που διήρκεσε η μελέτη και η συγγραφή αυτής, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατόν αποτέλεσμα.

Ευχαριστώ τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Αλμπανάκη Κωνσταντίνο για την επίβλεψη και την επιστημονική καθοδήγηση καθώς και την κ. Κολιαδήμου Καλλιόπη για τη βοήθεια και τις πολύτιμες υποδείξεις προκειμένου να αποκτήσει η εργασία αυτή την τελική μορφή.

Επίσης, ευχαριστώ όλους τους συναδέλφους, τους σπηλαιολόγους και φίλους που στα πλαίσια του Εξερευνητικού Προγράμματος Καστοριάς βοήθησαν τα δύο περίπου αυτά χρόνια στην αναζήτηση πληροφοριών, στην έρευνα υπαίθρου ενίοτε κάτω από πολύ αντίξοες καιρικές συνθήκες καθώς και στη συλλογή, μελέτη και επεξεργασία των δεδομένων.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον MSc αρχαιολόγο Τρίμμη Κωνσταντίνο καθώς και τον Υπ. Διδάκτορα του Τμήματος Γεωλογίας Λαζαρίδη Γεώργιο, που με προέτρεψαν να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα και βοήθησαν με τις γνώσεις και το υλικό που διέθεταν στην ολοκλήρωσή του. Συγκεκριμένα, ο Τρίμμης Κωνσταντίνος με την παροχή φωτογραφιών και ο Λαζαρίδης Γεώργιος με τις χρήσιμες συμβουλές του για τη γεωλογία σπηλαίων.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στους φίλους σπηλαιολόγους, μέλη του Τοπικού Τμήματος Βόρειας Ελλάδας της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (Το.Τ.Β.Ε Ε.Σ.Ε), για την πολύτιμη βοήθεια στις δύο τελευταίες και καθοριστικές επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στα σπήλαια της περιοχής, με αποτέλεσμα να συλλεχθούν όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειαζόταν για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Αναλυτικά είναι οι: Τρίμμης Κωνσταντίνος (MSc αρχαιολόγος), Κακουλίδης Σταύρος και Παπαϊωάννου Ιωάννης (γεωλόγοι) και Νικολαΐδου Καλλιόπη (φοιτήτρια γεωλογίας).

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες στην οικογένειά μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα που απαιτήθηκε για την εκπόνηση αυτής την εργασίας.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν η γεωλογική μελέτη επτά σπηλαίων του λόφου της Καστοριάς καθώς και ο προσδιορισμός του μηχανισμού σπηλαιογένεσής τους.

Τα σπήλαια που μελετήθηκαν ήταν τα:

KAST 1 - Σπήλαιο στη Μύτκα,

KAST 2 - Σπήλαιο Νοσοκομείου,

KAST 3 - Αλευράδες,

KAST 4 - Άγιος Νικόλαος,

KAST 5 - Σπήλαιο Μαυριώτισσας,

KAST 6 - Γκολουπίντσα,

KAST 7 - Παταράγκος.

Το KAST 7, είχε μελετηθεί και από τον Παληκαρόπουλο το 1970, αλλά χωρίς να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο και τις συνθήκες γένεσής του.

Η μελέτη των σπηλαίων περιελάμβανε την καταγραφή, την εξερεύνηση και τη χαρτογράφησή τους. Η έρευνα εστιάστηκε στον εντοπισμό μικρομορφολογικών χαρακτηριστικών όπως τα «scallops», τα οποία δίνουν στοιχεία για το περιβάλλον δημιουργίας τους. Από τα αποτελέσματα της μελέτης αναπτύχθηκε μια θεωρία για τη διαμόρφωση, την εξέλιξη και τις σχέσεις των επτά σπηλαίων καθώς και για τη σχέση τους με τη λίμνη της Καστοριάς που περιβάλλει το λόφο στον οποίο εντοπίστηκαν.

1.2 Το Εξερευνητικό Πρόγραμμα Καστοριάς

Το πρόγραμμα αυτό, εντάσσεται στον ευρύτερο ερευνητικό προγραμματισμό του Τοπικού Τμήματος Βόρειας Ελλάδας της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (Το.Τ.Β.Ε. Ε.Σ.Ε.). Ξεκίνησε το 2009 με στόχο την καταγραφή και εξερεύνηση των σπηλαιομορφών της περιοχής του τέως νομού Καστοριάς.

Έως τότε οι μόνες έρευνες που είχαν λάβει χώρα στην περιοχή της Καστοριάς ήταν οι έρευνες στο σπήλαιο του Δράκου το 1963 και το 1968 από μέλη της Ε.Σ.Ε. (Ζερβουδάκης 1964, Παληκαρόπουλος 1969). Επίσης σύμφωνα με αναφορές, ένας Σουηδός ονόματι Linberg επισκέφθηκε σπήλαια της Καστοριάς το 1954 με άγνωστη έως σήμερα αιτία και ακαθόριστο σκοπό (Παληκαρόπουλος 1970).

Μέχρι το 2009 στο αρχείο της Ε.Σ.Ε καταγράφονται 13 σπηλαιομορφές στην περιοχή (Πίν. 2). Επιπλέον το 2005 καταγράφηκε στο τοπικό αρχείο που διατηρεί το Το.Τ.Β.Ε. της Ε.Σ.Ε. στη Θεσσαλονίκη, το σπήλαιο των Νερών στην περιοχή του χωριού Καστανόφυτο Καστοριάς (αρχείο Το.Τ.Β.Ε. Ε.Σ.Ε). Από το 2009 και έπειτα, πραγματοποιήθηκαν συνολικά 8 επισκέψεις - εξορμήσεις από σπηλαιολόγους, με την υποστήριξη μελών μιας ομάδας φυσιολατρών από το Άργος Ορεστικό Καστοριάς, τη «cyberotsarka» (URL 5) καθώς και ατόμων από το Εθελοντικό Τμήμα Αντιμετώπισης Καταστροφών (Ε.Τ.Α.Κ.) Καστοριάς.

Χάρη στην πρώτη «αναγνωριστική» αποστολή που πραγματοποιήθηκε την περίοδο 5-8/6/2009, σκιαγραφήθηκε ο σπηλαιολογικός πλούτος της περιοχής και αποφασίστηκε να θεσμοθετηθεί το Εξερευνητικό Πρόγραμμα Καστοριάς.

Στην πρώτη φάση του προγράμματος εκτός από νέες εξερευνήσεις, έγινε μια προσπάθεια εντοπισμού και ταύτισης των καταγραφών που υπήρχαν στο αρχείο της Ε.Σ.Ε. Μέχρι σήμερα ταυτοποιήθηκαν μόνο τα σπήλαια Παταράγκου, Γκολουπίντσας και Αγίας Τριάδας Γέρμα. Στη δεύτερη φάση, ως στόχος τέθηκε η έρευνα στους ορεινούς όγκους του Γράμμου και του Βιτισίου, ο οποίος όμως δεν πραγματοποιήθηκε λόγω μη εκκαθαρισμένων ναρκοπεδίων, απουσίας αξιόπιστων οδηγών και δύσβατου της περιοχής. Εν τέλει τα μέλη του προγράμματος επαναπροσδιόρισαν τους στόχους τους και μελέτησαν σπήλαια στον λόφο του Αγίου Αθανασίου Καστοριάς, στα νότια παράλια της λίμνης, πλησίον του Δισπηλιού, στον ορεινό όγκο Παλιοκκλήσι και στην περιοχή των Καστανοχωρίων). Στον Γράμμο εντοπίστηκε και μελετήθηκε ένα μόνο σπήλαιο και το χρησιμοποιούσε ως νοσοκομείο ο Δημοκρατικός Στρατός την περίοδο του εμφυλίου πολέμου.

Συνολικά και στις δύο φάσεις του προγράμματος, τα μέλη του κατέγραψαν πληροφορίες για πάνω από 45 σπήλαια ενώ επισκέφτηκαν και εξερεύνησαν 23 από αυτά. Η πραγματοποίηση των ερευνών του Προγράμματος δεν θα ήταν εφικτή, εάν εκτός από την συμμετοχή σπηλαιολόγων, γεωλόγων, αρχαιολόγων και βιολόγων δεν υπήρχε και αυτή των 32 ακόμη ατόμων της ευρύτερης περιοχής, όπου δαπανήθηκαν 27 ημέρες για έρευνα και πάνω από 320 ώρες υπογείως. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα δεν έλαβε κανενός είδους χρηματοδότηση και όλα τα έξοδα καλύφθηκαν από τα μέλη των ομάδων εξερεύνησης.

2. ΣΠΗΛΑΙΑ ΚΑΙ ΚΑΡΣΤ

2.1 Κατηγορίες σπηλαίων

Τα σπήλαια ανάλογα με τον τρόπο γένεσής τους και με το πέτρωμα στο οποίο αναπτύσσονται κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: τα πρωτογενή και τα δευτερογενή.

Τον όρο «**πρωτογενές σπήλαιο**» τον χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε τα σπήλαια που έχουν όμοια ηλικία με αυτή του πετρώματος στο οποίο δημιουργούνται. Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις σχηματισμού πρωτογενών σπηλαίων:

α) μέσα σε λάβες όπου καθώς ρέει η λάβα, εξωτερικά ψύχεται πιο γρήγορα ενώ εσωτερικά διατηρείται η ρευστή της φάση με αποτέλεσμα όταν απομακρυνθεί όλο το υλικό και ψυχθεί το πέτρωμα, να δημιουργούνται έγκοιλα που αναφέρονται ως «lava tubes», β) όταν έχουμε έναν ρέοντα καταρράκτη όπου αποτίθεται τραβερτίνης, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί βραχοσκεπή όπως συμβαίνει στους καταρράκτες της Έδεσσας και γ) σε κοραλλιογενείς υφάλους, τα οποία αναπτύσσονται παράλληλα με την ανάπτυξη των κοραλλιών.

Τον όρο «**δευτερογενές σπήλαιο**» τον χρησιμοποιούμε όταν αναφερόμαστε σε σπήλαια όπου το περιβάλλον πέτρωμα προϋπήρχε αυτών. Δημιουργούνται λόγω του μηχανισμού της διάβρωσης που επιδρά σε πετρώματα όπως ασβεστόλιθους και δολομίτες, μάρμαρα, ψαμμίτες και γρανίτες. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις περιπτώσεις σχηματισμού δευτερογενών σπηλαίων:

α) τα **καρστικά σπήλαια**: χρησιμοποιούμε τον γεωμορφολογικό όρο «καρστ» που χαρακτηρίζει τον σχηματισμό των μορφολογικών στοιχείων που δημιουργούνται σε ανθρακικά πετρώματα εξαιτίας της διαλυτικής δράσης του κατερχόμενου νερού (φαινόμενο καρστικοποίησης), β) τα **υπογενή σπήλαια** τα οποία αναπτύσσονται σε ίδια πετρώματα αλλά λόγω της διάβρωσης που προκαλείται από την άνοδο θερμών διαλυμάτων, γ) τα **αιολικά σπήλαια** που δημιουργούνται είτε από την απομάκρυνση χαλαρών ιζημάτων από τον αέρα όπως η άμμος (μηχανισμός αποφύσησης) είτε από την μεταφορά και πρόσπτωση αυτών, κατά προτίμηση πάνω στα ασθενή σημεία άλλων πετρωμάτων, διαβρώνοντας τα (μηχανισμός απορρίνησης) και δ) τα **παράκτια σπήλαια** η δημιουργία των οποίων οφείλεται στη διαβρωτική δράση των κυμάτων κατά την πρόσκρουσή τους στα πετρώματα, είτε λόγω μεταφερόμενων θραυσμάτων είτε από τη διαλυτική δράση του θαλασσινού νερού.

2.2 Καρστ

Καρστ είναι ο γεωμορφολογικός όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας ειδικού τύπου μορφολογίας που περιλαμβάνει σπήλαια αλλά και εκτενή υπόγεια υδατικά συστήματα, τα οποία αναπτύσσονται σε ιδιαίτερα διαλυτά πετρώματα όπως ο ασβεστόλιθος, το μάρμαρο και η γύψος. Η ονομασία του όρου καρστ προέρχεται από την περιοχή Kras, που βρίσκεται στα σύνορα Σλοβενίας και Ιταλίας και αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα, επειδή εκεί μελετήθηκε επιστημονικά για πρώτη φορά το φαινόμενο αυτό από τον Cvijic (1893) και άλλους αυστριακούς γεωλόγους. Η λέξη kar(r)a, εξελίχθηκε γλωσσικά από kars σε kras, και τέλος σε karst και σημαίνει άγονη βραχώδης περιοχή (Ford & Williams, 2007).

2.2.1 Καρστική διάβρωση

Το νερό της βροχής αφού εμπλουτισθεί σε CO₂ από την ατμόσφαιρα και το έδαφος, μετατρέπεται σε ισχυρό διαλυτικό μέσο και διαβρώνει τα πετρώματα. Έτσι δημιουργούνται τα καρστικά φαινόμενα. Τα πιο ευάλωτα στην καρστική διάβρωση πετρώματα, είναι τα ανθρακικά, οι ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα [(CaCO₃)] καθώς και οι δολομίτες [CaMg(CO₃)₂].

Η διαλυτική ικανότητα του νερού αυξάνεται όσο εμπλουτίζεται σε CO₂, σύμφωνα με την αντίδραση $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ μέχρι τον κορεσμό του σε αυτό. Το αποσταγμένο νερό σε συνήθη θερμοκρασία μπορεί να διαλύσει 16mg/lit CaCO₃ στον ασβεστόλιθο. Όταν το νερό βρίσκεται σε 0° C και με συνηθισμένη περιεκτικότητα σε CO₂, διαλύει περίπου 70mg/lit, ενώ οι τιμές της διαλυτικής ικανότητας του στη φύση ανέρχονται σε 100 - 200 mg/lit (Σωτηριάδης, 1984).

Με την είσοδο του όξινου ανθρακικού διαλύματος (H₂CO₃) στον ασβεστόλιθο (CaCO₃) γίνεται μετατροπή του σε όξινο δισανθρακικό ασβέστιο σύμφωνα με την αντίδραση $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Έτσι, ανάλογα με το αν υπάρχει περίσσεια ή έλλειψη CO₂ η αντίδραση μετατοπίζεται αντίστοιχα προς τα δεξιά (διάλυση) ή προς τα αριστερά (καθίζηση).

Για να δημιουργηθούν σπήλαια, πρέπει τα ρέοντα νερά να είναι ακόρεστα σε CaCO₃ για να μπορούν να διαβρώνουν. Κάποια στιγμή που θα κορεστούν θα πρέπει να αναμειχθούν με νερά διαφορετικής περιεκτικότητας ώστε να διαλυθεί το CaCO₃ που δημιουργήθηκε. Η πιο ιδανική ζώνη ανάμειξης, είναι αυτή η οποία ταυτίζεται με

τον υδροφόρο ορίζοντα, όπου και σταματάει η καρστική διάβρωση.

Η διαλυτική ικανότητα του νερού όμως και κατ' επέκταση και η διάλυση του ασβεστόλιθου, επηρεάζονται και από τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Έτσι, με αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται μείωση της διαλυτικής ικανότητας και της διάλυσης του ασβεστόλιθου, ενώ αντίθετα με αύξηση της μερικής πίεσης του CO₂ παρατηρείται αύξηση αυτών. Επίσης, η διάλυση αυξάνεται παρουσία ιόντων Mg²⁺ και Na⁺, ενώ μειώνεται παρουσία ιόντων SO₄²⁻.

Όταν υπάρχουν πολλά αδιάλυτα υλικά στην ασβεστολιθική μάζα, μπορεί να φράξουν οι αγωγοί και οι κοιλότητες του καρστ, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η περεταίρω καρστική διάβρωση.

Ενώ οι ασβεστόλιθοι θεωρούνται πρακτικά αδιαπέρατοι από το νερό, εξαιτίας της τεκτονικής που επέδρασε πάνω τους, αποκτούν δευτερογενές πορώδες μέσω της δημιουργίας διακλάσεων και ρωγμών, με αποτέλεσμα να καθίστανται υδροπερατοί. Η επιπλέον διεύρυνσή τους ενισχύεται από την μηχανική δράση του νερού αλλά και την επίδραση των κρυογενετικών φαινομένων.

Με βάση τα παραπάνω, συναντούμε καρστικές μορφές οι οποίες διακρίνονται σε επιφανειακές και υπόγειες. Η διαδικασία σχηματισμού είναι η ίδια, απλώς ο χώρος που συμβαίνουν διαφοροποιείται. (Σωτηριάδης, 1984)

2.2.2 Επιφανειακές καρστικές μορφές

Οι πιο χαρακτηριστικές επιφανειακές καρστικές μορφές που δημιουργούνται, είναι οι γλυφές, τα καρστικά φρέατα ή χύτρες, οι δολίνες, οι ουβάλες και οι πόλγες. Οι ορισμοί των μορφών αυτών δίνονται σύμφωνα με τον (Σωτηριάδης, 1984).

Γλυφές

Είναι αυλακώσεις που δημιουργούνται στην επιφάνεια πετρωμάτων όπως ο ασβεστόλιθος λόγω της διαλυτικής δράσης του νερού με το βάθος τους να κυμαίνεται από λίγα χιλιοστά έως μερικές δεκάδες εκατοστά. Ανάλογα με τη μορφή, το μέγεθος και τον τρόπο δημιουργίας τους διακρίνονται σε δακτυλογλυφές και αμαξοτροχιές. Και οι δύο έχουν όψη καναλιών που δημιουργούνται στον ασβεστόλιθο λόγω της πρόσκρουσης των σταγόνων του νερού της βροχής πάνω σε αυτόν. Οι **δακτυλογλυφές** δίνουν την εντύπωση νευρώσεων φύλλων, μοιάζουν σαν να σχηματίστηκαν από σύρσιμο δακτύλων, σχηματίζονται πάνω σε μεγάλων κλίσεων

κεκλιμένα στρώματα και είναι μορφές σχετικά μικρών διαστάσεων.

Οι **αμαξοτροχιές** έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις από τις δακτυλογλυφές λόγω της μεγάλης ποσότητας νερού που ρέει και συνήθως αναπτύσσονται κατά μήκος του δικτύου των διακλάσεων. Μεταξύ τους διαχωρίζονται με οδοντωτής μορφής ράχες, έχουν επίπεδο πυθμένα και δημιουργούνται σε μικρότερων κλίσεων στρώματα.

Καρστικά φρέατα ή γύτρες

Δημιουργούνται όταν μικρές επιφανειακές κοιλότητες πληρωθούν με βρόχινο νερό, συγκεντρώνοντας τα αδιάλυτα υλικά της καρστικής διάβρωσης. Με περαιτέρω διεύρυνσή τους μπορεί να φτάσουν σε πλάτος ως και 100m, ενώ πολλές φορές βρίσκονται σε επικοινωνία με το υπόγειο καρστικό σύστημα, τροφοδοτώντας τα καρστικά υδροφόρα στρώματα.

Δολίνες

Χαρακτηρίζονται ως κλειστές λεκάνες, κυκλικού ή ελλειπτικού σχήματος και είναι μεγαλύτερες επιφανειακές καρστικές μορφές από τα φρέατα. Επιπλέον, αντίθετα από τα φρέατα, έχουν εύρος μεγαλύτερο από το πλάτος. Η διάμετρος τους κυμαίνεται από λίγα έως εκατοντάδες μέτρα, ενώ κατά βάθος εκτείνονται από 2m έως και 100m. Στον σχετικά επίπεδο πυθμένα τους συνήθως συσσωρεύονται χημικά ιζήματα, στα οποία ενίοτε συναντάται βλάστηση. Εάν το πάχος τους είναι αρκετά ικανό ώστε να εμποδιστεί είτε η κατείσδυση είτε η απορροή του νερού και συγκρατείται σε αυτά, δημιουργούνται τέλματα. Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους διακρίνονται στις εγκατακρημνισιγενείς και τις διαλυσιγενείς.

Οι **εγκατακρημνισιγενείς** δολίνες δημιουργούνται όταν καταρρέει η οροφή κάποιου υπόγειου έγκοιλου αποκτώντας απότομες κλιτύες και επίπεδο πυθμένα, ενώ οι **διαλυσιγενείς** λόγω χημικής διάλυσης του πετρώματος.

Ουβάλες

Λόγω της συνεχούς διάλυσης των ασβεστόλιθων κάποια στιγμή συνενώνονται πολλές δολίνες με αποτέλεσμα να σχηματίζεται μία ουβάλα. Η έκταση της αντιστοιχεί σε αρκετά τετραγωνικά μέτρα και σε μερικές περιπτώσεις έως και τετραγωνικά χιλιόμετρα. Άλλοτε πάλι υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ομάδων νέων δολινών μέσα σε αυτή. Στην περίπτωση αυτή, ο κύκλος καρστικής διάβρωσης που ανήκει η ουβάλα, είναι παλαιότερος. Οι ουβάλες μπορούν να χαρακτηριστούν

σαν το μεταβατικό στάδιο μεταξύ δολινών και πόλγης ή αλλιώς σαν δολίνες σε προχωρημένο στάδιο.

Πόλγες

Η έναρξη σχηματισμού μιας πόλγης οφείλεται στις τεκτονικές δυνάμεις, όμως η τελική της διαμόρφωση γίνεται λόγω της καρστικής διάβρωσης. Όταν η διάβρωση των ασβεστόλιθων καταλάβει μεγάλες εκτάσεις, μπορεί να προκληθεί κατάρρευση μιας περιοχής. Εάν εκεί υπάρχουν ουβάλες, επέρχεται η συνένωση τους. Προκύπτει λοιπόν η μεγαλύτερη επιφανειακή καρστική μορφή, η πόλγη, που είναι μια μεγάλη κλειστή ελλειπτική λεκάνη επίπεδης όψης. Μέσα σε αυτή, μπορεί να παραμείνουν υπολείμματα αδιάλυτων ασβεστόλιθων με τη μορφή λόφων, που ονομάζονται *Hums*.

Οι πόλγες έχουν διαστάσεις αρκετών εκατοντάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων και τις συναντούμε σε διάφορα υψόμετρα: από την επιφάνεια της θάλασσας έως και πάνω από 1000m. Περιβάλλονται από όρη, αποτελούνται από πυθμένα εύφορων αλλουβιακών υλικών και τα επιφανειακά νερά τους αποστραγγίζονται είτε μέσω των καταβοθρών με υποθαλάσσιες πηγές καταλήγοντας στη θάλασσα, είτε με καρστικές πηγές στις πλαγιές στα γύρω όρη.

Σε αντίθετη περίπτωση, όταν οι καταβόθρες επικοινωνούν με υψηλότερου υψομέτρου περιοχές, αναβλύζουν νερό έπειτα από περίοδο έντονων βροχοπτώσεων ή χιονοπτώσεων. Έτσι αφού οι πόλγες βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα, μετατρέπονται περιοδικά σε λίμνες και έλη λόγω περιορισμένης ικανότητας αποστράγγισης μέσω των καταβοθρών. Υπάρχει όμως και η περίπτωση δημιουργίας μόνιμης λίμνης, όπως είναι αυτή της Καστοριάς, η οποία είναι μέρος του ίδιου καρστικού συστήματος με αυτό στο οποίο μελετώνται τα σπήλαια αυτής της εργασίας.

2.2.3 Υπόγειες καρστικές μορφές

Οι υπόγειες καρστικές μορφές που σχηματίζονται είναι: οι καταβόθρες, οι υπόγειοι οχετοί και τα σπήλαια. Δημιουργούνται καθώς εισέρχεται το μετεωρικό νερό στο πέτρωμα και το διαβρώνει αποτελώντας το δευτερογενές του πορώδες. Η διατομή τους εξαρτάται από τις υδραυλικές δυνάμεις και την τεκτονική.

Καταβόθρες

Είναι καρστικής μορφής αγωγοί, κατακόρυφης ή μεγάλης κλίσης ανάπτυξης

που επικοινωνούν με την επιφάνεια. Συνήθως βρίσκονται στα περιθώρια καρστικών βυθισμάτων και δέχονται ύδατα, τόσο περιοδικά όσο και μόνιμα. Καθώς εκτείνονται στον ασβεστόλιθο σχηματίζουν ένα πολύπλοκο σύστημα αγωγών και οχετών.

Υπόγειοι οχετοί

Αποτελούν υπόγειες διόδους, μέσω των οποίων ρέει ελεύθερα ή υπό πίεση ένα υδάτινο ρεύμα. Αναπτύσσονται παράλληλα με την κατά βάθος διάβρωση και φτάνουν σε μεγάλα μήκη αλλά χαρακτηρίζονται από μικρά πλάτη.

Σπήλαια

Είναι κάθε φυσικό υπόγειο έγκοιλο μεγάλων διαστάσεων που επικοινωνεί με την επιφάνεια της γης μέσω στενών στομιών, το εσωτερικό του οποίου μπορεί να προσπελαστεί από τον άνθρωπο.

Σχηματίζονται συνήθως σε ασβεστόλιθους κατά μήκος της στρώσης και των διακλάσεων του, συνεπώς αναπτύσσονται οριζοντίως ή κατακορύφως ανάλογα με τον προσανατολισμό τους. Πολλές φορές, όταν συναντώνται οι δύο αυτές διευθύνσεις προκαλείται κατάρρευση του εσωτερικού τμήματος με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση των διαδικασιών για την δημιουργία σπηλαίου. Κάθε ασβεστολιθικός όγκος, έχει τις δικές του ιδιότητες και ως προς τη διαλυτότητα και ως προς το δευτερογενές πορώδες με αποτέλεσμα η ποσότητα σπηλαίων που μπορεί να δημιουργηθεί σε κάθε έναν από αυτούς να είναι διαφορετική.

2.2.4 Σπηλαιογένεση

Κάθε καρστικό σύστημα, αποτελείται από τρεις κύριες υδρογραφικές ζώνες (Ford & Williams, 1989 από Βουδούρης, 2009): α) την ακόρεστη, β) την περιοδικά κορεσμένη και γ) την κορεσμένη. Η **ακόρεστη** ζώνη αποτελείται από το έδαφος, την επικαρστική ζώνη και τη ζώνη κατείσδυσης. Η **περιοδικά κορεσμένη** ζώνη συνδέει την ακόρεστη με την κορεσμένη. Τέλος, η **κορεσμένη** ζώνη αποτελείται από τη ρηχή φρεατική, τη βαθιά φρεατική και την αδρανή ή στάσιμη φρεατική. Οι τρεις επιμέρους ζώνες όπου και μπορούν να αναπτυχθούν σπήλαια είναι: η ζώνη κατείσδυσης, η ρηχή φρεατική ζώνη και η βαθιά φρεατική ζώνη.

Ζώνη κατείσδυσης

Οι πρώτες σπηλαιογενετικές θεωρίες, υποστήριζαν πως τα πιο πολλά σπηλαία δημιουργούνται σε αυτή τη ζώνη. Οι παρατηρήσεις όμως αφορούσαν μόνο υπόγειους ποταμούς που κατείσδυναν στα καρστικά συστήματα και λόγω των υψηλών ταχυτήτων ροής που είχαν, διέβρωναν μηχανικά τα πετρώματα.

Ρηγή φρεατική ζώνη

Αυτή η ζώνη ταυτίζεται με την περιοχή του υδροφόρου ορίζοντα και πολλοί ερευνητές θεωρούν πως λόγω της υψηλής κινητικότητας του νερού σε αυτή τη θέση, μπορούν να δημιουργηθούν σπήλαια. Λόγω της αυξομείωσης του όγκου του υπόγειου νερού, μεταβάλλεται και η θέση του υδροφόρου ορίζοντα (από Ford, 2003). Σύμφωνα με τους Goldscheider & Drew (2007), στη ζώνη κατείσδυσης υπάρχει ένας μικρός αριθμός σπηλαίων επειδή οι αγωγοί που υπάρχουν εκεί, τροφοδοτούν με νερό κατά κύριο λόγο τη φρεατική ζώνη. Έτσι, η κύρια σπηλαιογένεση γίνεται σε αυτή τη ζώνη και σε άλλες μικρότερες εκατέρωθεν της. Σε κάποια περάσματα των σπηλαίων που δημιουργήθηκαν στη ζώνη αυτή υπάρχουν ενίοτε μικρομορφολογικά χαρακτηριστικά όπως τα «scallops», με τα οποία μπορεί να προσδιοριστεί η διεύθυνση του νερού από παλαιότερες ροές (Ford & Williams, 1989).

Βαθιά φρεατική ζώνη

Τέλος, υπάρχει και η άποψη δημιουργίας σπηλαίων στη βαθιά φρεατική ζώνη. Σύμφωνα με αυτή, τα έγκοιλα που σχηματίζονται βρίσκονται σε τυχαίες θέσεις πολύ πιο βαθιά από τον υδροφόρο ορίζοντα (από Ford, 2003). Καθώς το νερό κινείται με μικρή ταχύτητα, τα διαβρώνει, αυξάνεται το μέγεθός τους και σε μετέπειτα πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού δημιουργείται ένας νέος κύκλος σπηλαιογένεσης όπου μπορεί να εισέλθουν σε αυτά αέρας και ποταμοί, συνεχίζοντας έτσι τη διάβρωση και την απόθεση.

2.2.5 Παράγοντες σπηλαιογένεσης

Η σπηλαιογένεση σε έναν καρστικό υδροφορέα εξαρτάται από τους εξής τρεις παράγοντες: α) τις **υδρολογικές συνθήκες**, δηλαδή το ποσό των κατακρημνισμάτων που εισέρχονται στο καρστικό σύστημα και ελέγχεται από τις γενικότερες συνθήκες της περιοχής, β) τη **λιθολογία**, δηλαδή τη σύσταση του πετρώματος, την παρουσία

ορυκτών της αργίλου ή μη και τον βαθμό κρυσταλλικότητάς - μεταμόρφωσής του και γ) την **τεκτονική**, δηλαδή πόσο πυκνό είναι το σύστημα διαρρήξεων, ποιό το μέγεθος και η συχνότητα των εγκοίλων και πόσο είναι το ενεργό πορώδες.

Εκτός από τους κύριους αυτούς παράγοντες, φαίνεται πως σημαντική θέση στη σπηλαιογένεση κατέχει το ποσοστό συμπύκνωσης των υδρατμών του αέρα μέσα σε ένα σπήλαιο, αποθέτοντας CaCO_3 και διαλύοντας προϋπάρχοντες σχηματισμούς.

2.3 Ιζήματα σπηλαίων

Τα ιζήματα που μπορούν να αποτεθούν στα σπήλαια, κατατάσσονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) τα κλαστικά, β) τα οργανικά και γ) τα χημικά.

Παρακάτω αναφέρονται όσα συναντώνται στα σπήλαια που μελετήθηκαν σε αυτή την εργασία.

Κλαστικά Ιζήματα

Τα κλαστικά ιζήματα, είναι τα πιο συνηθισμένα που μπορεί να συναντήσει κανείς μέσα σε ένα σπήλαιο. Χαρακτηριστικοί είναι οι ογκόλιθοι που εντοπίζονται στο δάπεδο, λόγω αποκόλλησης από την οροφή ή έπειτα από επίδραση τεκτονικών δυνάμεων.

Άλλοτε, προέρχονται από διάβρωση των τοιχωμάτων και πιο συγκεκριμένα από τις κροκάλες που υπάρχουν στην ασβεστολιθική μάζα. Παρατηρούνται λοιπόν συγκεντρώσεις από αδρόκοκκα υλικά, σε μορφή χάλικων.

Υπάρχουν όμως και λεπτομερέστερα ιζήματα όπως η άμμος, η άργιλος και η ιλύς. Το πιο πιθανό είναι να έχουν μεταφερθεί με τη ροή του νερού, είτε από επιπλέον διάσπαση των αδρόκοκκων είτε από άλλες θέσεις έξω από το σπήλαιο.

Οργανικά Ιζήματα

Τα ιζήματα αυτά είναι αποτέλεσμα οργανικών διαδικασιών. Χαρακτηριστικά, είναι τα περιττώματα των νυχτερίδων (γκουανό) που επικαλύπτουν και κλαστικά και χημικά ιζήματα, προκαλώντας πολλές φορές την αλλοίωση και διάβρωση τους, λόγω της σύστασής τους. Στα σπήλαια συναντώνται μόνο στις περιοχές που απουσιάζει η ροή νερού.

Χημικά Ιζήματα

Όταν αναφερόμαστε στην ύπαρξη χημικών ιζημάτων σε σπήλαια εννοούμε τη δευτερογενή απόθεση ορυκτών και πιο ειδικά του ασβεστίτη, όπου μέσω αυτής της αποθετικής διεργασίας, καταλήγουμε στη δημιουργία σπηλαιοθεμάτων. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε αυτά που καταγράφηκαν στα σπήλαια της παρούσας εργασίας τα οποία είναι οι σταλαγμίτες, οι σταλακτίτες, οι κολώνες, οι κουρτίνες, οι δίσκοι και τα γκουρ και περιγράφεται ο τρόπος ανάπτυξής τους.

Σταλακτίτης

Οι σταλακτίτες δημιουργούνται σταδιακά από δευτερογενή απόθεση CaCO_3 , η σύστασή τους αποτελείται από ασβεστίτη και έχουν κυλινδρικό έως κωνικό σχήμα με οξύληκτο άκρο. Συναντώνται συνήθως στην οροφή του σπηλαίου, αλλά πολλές φορές αναπτύσσονται δευτερευόντως πάνω σε άλλα σπηλαιοθέματα. Αρχικά, δημιουργείται ένας ασβεστιτικός αγωγός με λεπτά και εύθραυστα τοιχώματα, που χαρακτηρίζεται ως εμβρυακός σταλακτίτης. Στο εσωτερικό του είναι κενός, και μέσω αυτού διέρχεται η σταγόνα του νερού, που τον τροφοδοτεί με ανθρακικό ασβέστιο. Με την πάροδο των ετών φράσσει και η ανάπτυξη συνεχίζεται στο εξωτερικό του τμήμα, αυξάνοντας έτσι σε διάμετρο και μήκος. Η απόθεση του CaCO_3 πραγματοποιείται λόγω διαφυγής του CO_2 από τη σταγόνα, εξαιτίας της απότομης μεταβολής της πίεσης.

Σε περίπτωση αλλαγής της θέσης τροφοδοσίας ή εμφάνισης ρεύματος αέρα, η ανάπτυξή τους δεν ακολουθεί κατακόρυφη πορεία, αλλά κάμπτεται ελαφρώς. Συχνά, χρωματίζονται λόγω ύπαρξης οξειδίων σιδήρου (κόκκινοι ή υποκίτρινοι) ή μαγγανίου (σκούροι τεφροί).

Σταλαγμίτης

Οι σταλαγμίτες αποτελούν τη «συνέχεια» των σταλακτιτών. Συναντώνται στο δάπεδο του σπηλαίου είτε πάνω σε οργανικά και χημικά ιζήματα, είτε πάνω σε άλλα σπηλαιοθέματα, και εκτείνονται προς τα πάνω. Αρχικά, η σταγόνα που ρέει από τον σταλακτίτη και πέφτει στο δάπεδο δημιουργεί μια μικρή εκβάθυνση. Η κοιλότητα αυτή σιγά σιγά πληρώνεται με νερό πλούσιο σε CaCO_3 και με την πάροδο του χρόνου που αυξάνεται η απόθεση ασβεστιτικού υλικού, το σπηλαιοθέμα αυξάνει σε ύψος.

Όταν έχουμε αργό ρυθμό σταγονοροής το περισσότερο CaCO_3 των σταγόνων αποτίθεται στον σταλακτίτη με αποτέλεσμα την μη δημιουργία σταλαγμίτη η μικρού ύψους. Αντίθετα και για τον ίδιο λόγο, όσο πιο γρήγορος είναι ο ρυθμός σταγονοροής

τόσο ευνοείται η ανάπτυξη μεγάλων σταλαγμιτών έναντι μικρών σταλακτιτών.

Η ύπαρξη σταλακτιτών δεν συνεπάγεται πάντα ύπαρξη και σταλαγμιτών. Μια τέτοια περίπτωση είναι, όταν το κάτω τμήμα του σπηλαίου είναι πληρωμένο με νερό.

Κολώνα

Οι κολώνες είναι το αποτέλεσμα της συνεχόμενης ανάπτυξης σταλακτιτών και σταλαγμιτών, η οποία οδηγεί σε συνένωσή τους. Έτσι, συνεχίζοντας η σταγονοροή, απλώς αυξάνονται σε διάμετρο. Επιπλέον, χρησιμεύουν για τη στήριξη του σπηλαίου.

Κουρτίνα

Οι κουρτίνες έχουν παρόμοια ανάπτυξη με αυτή των σταλακτιτών, απλώς σε κεκλιμένα τμήματα της οροφής του σπηλαίου. Είναι επιμήκεις και η απόθεση CaCO_3 γίνεται σταδιακά με ταινιωτή μορφή. Και αυτές με παρουσία οξειδίων χρωματίζονται, ενώ συνήθως το άκρο τους εξελίσσεται σε σταλακτίτη.

Δίσκος

Ο δίσκος δημιουργείται όταν σε κάποιο σημείο στα τοιχώματα υπάρχει μια ρωγμή, μέσω της οποίας διαφεύγει νερό. Η αρχική ανάπτυξη χωρίζεται σε δύο μέρη, το «πάνω» και το «κάτω». Καθώς κινείται το νερό αποτίθεται CaCO_3 εκατέρωθεν της ρωγμής. Το πάνω τμήμα, συνήθως έχει πάχος λίγα εκατοστά, ενώ η κύρια ανάπτυξη του γίνεται στο κάτω τμήμα. Μπορεί να εξελιχθεί σε δημιουργία κουρτινών ή ακόμη και σταλακτιτών με τους αντίστοιχους σταλαγμίτες από κάτω, καταλήγοντας σε σχηματισμό κολώνας.

Γκουρ

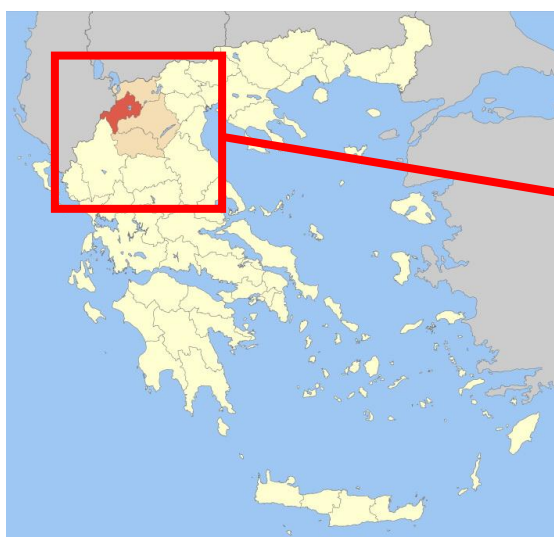
Σε πολλές θέσεις μέσα σε ένα σπήλαιο δημιουργούνται τοπικά μικρές λίμνες ή εκβαθύνσεις, επειδή καθώς ρέει το νερό συναντά κάποιο εμπόδιο. Στα όριά τους με το πέτρωμα γίνεται απόθεση ασβεστιτικού υλικού, σχηματίζοντας μικρά φράγματα. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται και καθώς το νερό υπερχειλίζει. Αναπτύσσονται λοιπόν σταδιακά πάνω σε μια κεκλιμένη επιφάνεια αρκετοί τέτοιοι διαδοχικοί σχηματισμοί, που τους ονομάζουμε γκουρ.

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Γεωγραφικά - στοιχεία

Ο νομός της Καστοριάς βρίσκεται στη βορειοδυτική Ελλάδα και είναι ένας από τους τέσσερις νομούς της περιφέρειας της δυτικής Μακεδονίας. Συνορεύει στα βόρεια με τον νομό Φλώρινας, στα ανατολικά και νοτιοανατολικά με τους νομούς Κοζάνης και Γρεβενών, στα νοτιοδυτικά με τον νομό Ιωαννίνων και στα δυτικά με την Αλβανία.

Πρωτεύουσα του νομού είναι η πόλη της Καστοριάς, χτισμένη στο δυτικό τμήμα της ομώνυμης λίμνης. Στο κέντρο της υψώνεται ο λόφος της Καστοριάς. Στο λόφο αυτόν εντοπίζονται τα σπήλαια που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 2: Θέση του νομού στην περιφέρεια

Εικόνα 1: Γεωγραφική τοποθέτηση του νομού στην Ελλάδα



Εικόνα 3: Άποψη της λίμνης, του λόφου και της πόλης της Καστοριάς από δυτικά προς ανατολικά (URL 12)

3.2. Γενικά γεωλογικά στοιχεία

Τα πετρώματα της ευρύτερης περιοχής μελέτης, γεωτεκτονικά ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη.

Σύμφωνα με τους Brunn (1956) και Aubouin (1957), η Πελαγονική είναι ένα ύβωμα που χώριζε την αύλακα της Αλμωπίας στα ανατολικά από την αύλακα της Πίνδου στα δυτικά. Στη διάρκεια του Μεσοζωικού η ιζηματογένεση ήταν ανθρακική, καθαρά νηριτική με εξαίρεση τις περιοχές Κοζάνης και κεντρικής Εύβοιας, στις οποίες εμφανίζονται πελαγικά ιζήματα μαζί με οφειολιθικές μάζες και για το λόγο αυτό θεωρήθηκαν ως διάυλοι.

Οι σύγχρονες απόψεις πάλι, θεωρούν την Πελαγονική ως ένα μεγάλο ηπειρωτικό τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου που αποσπάστηκε από την Gondwana. Εκατέρωθεν του τμήματος αυτού αναπτύχθηκαν δύο ωκεάνιες περιοχές της Τηθύος (της ζώνης Αξιού και της Υποπελαγονικής) από τις οποίες προήλθαν με επώθηση οι οφειόλιθοι (Μουντράκης 2010).

Η ζώνη έχει διεύθυνση ΒΒΔ - ΝΝΑ, εκτείνεται από τη Γιουγκοσλαβία προς του ελληνικούς ορεινούς όγκους του Βόρα, του Βέρνου, του Βερμίου των Πιερίων, του Ολύμπου, του Πηλίου και της Βόρειας Εύβοιας και στη συνέχεια κάμπτεται προς τις Σποράδες. Αποτελείται από: α) το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, β) τους γνευσιωμένους γρανίτες, γ) τα ημιμεταμορφωμένα Περμο-Τριαδικά πετρώματα, δ) τα δύο ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού - Ιουρασικού, ε) τους οφειολίθους και στ) τα επικλυσιογενή ιζήματα Άνω Κρητιδικού. (Μουντράκης, 2010)

Τα ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού - Ιουρασικού

Τα δύο ανθρακικά καλύμματα που αποτέθηκαν στο ανατολικό και δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής ζώνης στη διάρκεια του Τριαδικού - Ιουρασικού είναι χωριστά και χαρακτηρίζονται ως το «Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής» επειδή αντιπροσωπεύουν την ιζηματογένεση της ηπειρωτικής πλατφόρμας.

Το ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα που αποτέθηκε στο ανατολικό περιθώριο της ζώνης χαρακτηρίζεται παρα - αυτόχθονο, επειδή επωθήθηκε προς τα δυτικά πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής όπου και βρίσκεται σήμερα χωρίς να μεσολαβούν κλαστικά ιζήματα. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα και δολομίτες και είναι καθαρά νηριτικής φύσης.

Το δυτικό ανθρακικό κάλυμμα που αποτέθηκε στο δυτικό περιθώριο, είναι αυτόχθονο επειδή αποτέθηκε από το Μέσο Τριαδικό ως το Άνω Ιουρασικό πάνω στα κλαστικά ιζήματα Περμίου - Κάτω Τριαδικού. Συνίσταται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους λευκούς έως μαύρους, λατυποπαγείς, ταινιωτούς, λεπτοπλακώδεις με λεπτές πηλινικές ενστρώσεις, και συνολικό πάχος που υπολογίζεται από 600m ως 800m. Βαθμιαία, παρουσιάζει μια μεταβολή προς τα δυτικά, από νηριτικές σε ημιπελαγικές ιζηματολογικές φάσεις.

Και στα δύο καλύμματα είναι εμφανής η πρασινοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωση του Άνω Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού, που έλαβε χώρα στην περιοχή.

3.3. Γεωμορφολογικά - γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή των σπηλαίων

KAST 1-7

Η λεκάνη της Καστοριάς είναι μία μεγάλη κλειστή ελλειπτική λεκάνη επίπεδης όψης που έχει σχηματιστεί στους ασβεστόλιθους του Μεσοζωϊκού ανθρακικού καλύμματος της Πελαγονικής Ζώνης. Τα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της δείχνουν ότι η λεκάνη είναι μία πόλγη. Μεγάλο μέρος αυτής της πόλγης καλύπτεται από τη μόνιμη λίμνη της Καστοριάς. Μέσα σε αυτή, έχουν παραμείνει υπολείμματα αδιάλυτων ασβεστολίθων που σχηματίζουν χερσόνησο και έναν λόφο (*Hum*) μέσα στη λίμνη, το λόφο της Καστοριάς.

Η λίμνη της Καστοριάς καθώς και τα σπήλαια που μελετώνται σε αυτή την εργασία αποτελούν μέρος του ίδιου καρστικού συστήματος. Τα επτά σπήλαια που μελετήθηκαν, KAST 1-7, βρίσκονται στο λόφο της Καστοριάς. Ειδικότερα, από τα επτά σπήλαια τα τέσσερα βρίσκονται στα όρια με τη λίμνη (KAST 1, KAST 4, KAST 5 και KAST 6) στο ίδιο επίπεδο με το γνωστό και αξιοποιημένο σπήλαιο του Δράκου, τα δύο βρίσκονται λίγα μέτρα πάνω από τη στάθμη της λίμνης (KAST 2 και KAST 3), ενώ το έβδομο στην κορυφή του λόφου (KAST 7). Οι ασβεστόλιθοι μέσα στους οποίους έχουν διανοιχθεί τα σπήλαια KAST 1-7 ανήκουν στα ανθρακικά καλύμματα του Τριαδικού - Ιουρασικού, του «Μεσοζωϊκού ανθρακικού καλύμματος της Πελαγονικής Ζώνης». Ειδικότερα, οι ασβεστόλιθοι αυτοί ανήκουν στους ανώτερους στρωματογραφικά ορίζοντες του δυτικού καλύμματος, ηλικίας Ιουρασικού.

3.4 Το σπήλαιο του Δράκου της Καστοριάς

Από την αρχή των εξερευνήσεων στην Καστοριά, δεν συμπεριλήφθηκε στις έρευνες το σπήλαιο του Δράκου, το οποίο αν και δεν είναι πλήρως εξερευνημένο και μελετημένο, έχει πλέον αξιοποιηθεί τουριστικά και η διαχείρισή του ανήκει σε εταιρεία του Δήμου της πόλης.

Βρίσκεται στη βόρεια πλευρά της πόλης παραλιμνίως, και η είσοδος του απέχει περίπου 20m από τις όχθες της λίμνης και 14m από τον δρόμο. Στο εσωτερικό του υπάρχουν 10 αίθουσες, 5 διάδρομοι - σήραγγες με εντυπωσιακό διάκοσμο και 7 υπόγειες λίμνες. Η μεγαλύτερη αίθουσα έχει διαστάσεις 45m x 17m, το κεντρικό της τμήμα υπερυψωμένο, ενώ οι πλευρές της να καταλήγουν σε λίμνες. Η μεγαλύτερη λίμνη του σπηλαίου που είναι και η βαθύτερη βρίσκεται στα δυτικά. Η θερμοκρασία εντός του σπηλαίου είναι σταθερή όλες τις εποχές στους 16-18° C, ενώ η υγρασία φτάνει στο 90%. Επιπλέον εντοπίστηκαν παλαιοντολογικά ευρήματα.

Σύμφωνα με τον μύθο που επικρατεί και όπως τον περιγράφει ο λαογράφος Δ. Γιαννούσης (Ακρόπολη, 11-7-54): “πριν από πολλούς αιώνες το σπήλαιο ήταν χρυσορυχείο και το φύλαγε ένας δράκος που ανέπνεε και έβγαζε από το στόμα του φλόγες και δηλητηριασμένους ατμούς. Μετά το κτίσιμο της Καστοριάς, ο πρώτος βασιλιάς ο Κάστωρ, θέλοντας να διασκεδάσει τον φιλοξενούμενο αδελφό του Πολυδεύκη και τον πεθερό του Κέλι ιερέα του θεού, τους αποκάλυψε το τεράστιο αυτό σπήλαιο. Η παρουσία όμως του δράκου τους εμπόδιζε την προσέγγιση στη σπηλιά. Τότε ο βασιλιάς υποσχέθηκε μεγάλα δώρα σε αυτόν που θα σκότωνε τον δράκο. Έτσι, παρουσιάστηκε ένας νέος δυνατός ο οποίος πάλεψε με τον δράκο και καθώς τον χτυπούσε με το κοντάρι του έτρεμαν οι γύρω βράχοι και αναταράζονταν τα νερά της λίμνης. Αφού ο δράκος χτυπήθηκε και έπλεε νεκρός πάνω στα νερά της λίμνης, πανηγύρισαν το γεγονός και απέδωσαν ευχαριστίες στον Πάνα.

Κατόπιν με αναμμένους δαυλούς προχώρησαν στη σπηλιά με σκυφτά τα κεφάλια τους για να μην χτυπήσουν στους σταλακτίτες και ενώ το βάθος εκτεινόταν σε χιλιόμετρα, η ατμόσφαιρα γινόταν αποπνικτική λόγω έλλειψης οξυγόνου. Σε ένα μέρος που η σήραγγα στενεύει έσβησαν οι δαυλοί και τους αγκάλιασε πυκνό σκοτάδι. Τότε άκουσαν μια απόκοσμη φωνή να λέει: «εκείνος που θα σκύψει να πάρει μια χούφτα της λάσπης που πατάει θα μετανιώσει». Οι πιο τολμηροί έσκυψαν και πήραν λάσπη, ενώ οι άλλοι φοβήθηκαν και δεν πήραν. Όταν βγήκαν στο φως του ηλίου όσοι κρατούσαν τη λάσπη είδαν με έκπληξη πως κρατούσαν υγρή χρυσόσκονη”.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Οι εργασίες που απαιτήθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας χωρίζονται σε αυτές που έγιναν στο ύπαιθρο και σε αυτές που πραγματοποιήθηκαν στο γραφείο.

4.1 Έρευνα - εργασίες υπαίθρου

Αρχικά, έγινε βιβλιογραφική αναζήτηση και προσπάθεια εντοπισμού και ταυτοποίησης των σπηλαίων που αναφέρονταν βιβλιογραφικά. Έπειτα αναζητήθηκαν και βρέθηκαν κάτοικοι της περιοχής που γνώριζαν νέες θέσεις σπηλαίων, τα οποία καταγράφηκαν μετά από την υπόδειξή τους. Τέλος, με βάση το γεωλογικό χάρτη, οργανώθηκαν ομάδες εξόρμησης προς αναζήτηση και εύρεση νέων σπηλαίων στην περιοχή ενδιαφέροντος.

Για την καταγραφή της θέσης των σπηλαίων χρησιμοποιήθηκε συσκευή GPS (Global Positioning System), το μοντέλο e-trex venture της εταιρίας Garmin, και η γεωαναφορά έγινε στο Παγκόσμιο Σύστημα Αναφοράς του 1984 (datum: WGS 84). Για την τοποθέτηση των στιγμάτων στο χάρτη, τα δεδομένα εξήχθησαν στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ 87), με τη χρήση μετατροπών.

Για την αποτύπωση όλων των σπηλαίων, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα χαρτογράφησης: αποστασιόμετρο Bosch, μετροταινία 30m και δύο μοντέλα πυξίδων, η KONNUS με μηχανικό κλισίμετρο και η SUUNTO tandem με αναλογικό. Ακόμη, σε ορισμένα από αυτά χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον τα εξής όργανα: αποστασιόμετρο Leica DISTO X (με την μετατροπή του Heeb ώστε να γίνονται ταυτόχρονα μετρήσεις γωνίας και κλίσης), υπολογιστής παλάμης PDA (Personal Digital Assistance) Palm TX με λειτουργικό σύστημα Palm OS και φορητός υπολογιστής 10 ιντσών της Acer με λειτουργικό σύστημα Windows XP, για χρήση στο σπήλαιο. Οι μετρήσεις από το αποστασιόμετρο μεταβιβάζονταν ασύρματα στον υπολογιστή παλάμης και από εκεί στον φορητό υπολογιστή, με τη χρήση Bluetooth.

Η μέθοδος χαρτογράφησης που επιλέχθηκε για τα σπήλαια KAST 2, KAST 3 και τμήματα των KAST 6 και KAST 7 ήταν η ακτινωτή, δηλαδή σκόπευση όλων των σημείων από κάποιους κεντρικούς σταθμούς. Ταυτόχρονα, γινόταν και μετρήσεις του αζιμούθιου και της κλίσης με τη χρήση της πυξίδας, σύμφωνα με την κατεύθυνση σκόπευσης. Στα υπόλοιπα τμήματα των KAST 6 και KAST 7, όπως και στα KAST 1, KAST 4 και KAST 5, η χαρτογράφηση έγινε με τη χρήση αξόνων.

Ως άξονας αναπτυσσόταν η μετροταινία και πάνω της επιλέγονταν οι σταθμοί χαρτογράφησης, με σταθερό βήμα προχώρησης (1m ή 2m, αναλόγως την περίπτωση). Και σε αυτή τη μέθοδο έγιναν οι παραπάνω μετρήσεις, απλώς επιπλέον μετρήθηκαν οι αποστάσεις αριστερά, δεξιά, πάνω και κάτω από τον άξονα ώστε να είναι εφικτή η αποτύπωση του όγκου των σπηλαίων.

Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης αλλά και των εργασιών μέσα στα σπήλαια, λήφθηκαν οι απαραίτητες φωτογραφίες με ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές Canon και Sony και με τη βοηθητική χρήση εξωτερικών φωτογραφικών φλας.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί η χρησιμότητα του ημερολογίου που κρατήθηκε, όπου σημειώνονταν οι ημερομηνίες επίσκεψης στα σπήλαια, τα ονόματα των ατόμων που τα εξερεύνησαν, οι μετρήσεις που λήφθηκαν, τα πρόχειρα σκαριφήματα των χαρτογραφήσεων, καθώς και οι όποιες άλλες παρατηρήσεις έγιναν ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

4.2 Εργασία γραφείου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στην αρχή έγινε βιβλιογραφική αναζήτηση πληροφοριών για τα γνωστά σπήλαια της περιοχής και στη συνέχεια μία προσπάθεια συλλογής στοιχείων προς εντοπισμό μορφολογικών γνωρισμάτων, τέτοιων ώστε να μπορεί να υποστηριχθεί μια σπηλαιογενετική θεωρία.

Τα δεδομένα των χαρτογραφήσεων, εισήχθησαν αρχικά στο VISUAL TOPO. Έπειτα, έγινε μια πρώτη σχεδίαση με το χέρι και στη συνέχεια η επεξεργασία τους έγινε στα σχεδιαστικά προγράμματα Xara pro designer στα KAST 3 και KAST 6 και Auto Cad στα KAST 4 και KAST 7. Τέλος, στο επίσης σχεδιαστικό πρόγραμμα inkscape, πραγματοποιήθηκαν η τελική επεξεργασία και οι διορθώσεις. Δείγμα της πρωτότυπης σχεδίασης αποτελούν οι χάρτες των σπηλαίων KAST 2 και KAST 5.

Όσον αφορά τις μετρήσεις από τα scallops που παρατηρήθηκαν στο σπήλαιο KAST 6, εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα scallopex101, με στόχο να προσδιοριστεί η ταχύτητα που είχε το νερό που το διέτρεχε παλαιότερα, όταν αυτό βρισκόταν στη φρεατική ζώνη.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 KAST 1 - Σπήλαιο στη Μύτκα

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στις παρυφές της χερσονήσου, δίπλα στην παραλίμνια οδό και τοποθετείται στα 800m μετά την έξοδο από την πόλη. Υψομετρικά βρίσκεται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με τη στάθμη της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 630m. Απέχει 6m από τη λίμνη και η είσοδός του αντικρίζει το δυτικό της τμήμα. Απέναντι από αυτό, χαρακτηριστικό είναι ένα ευρύ άνοιγμα όπου η χέρσος προεκτείνεται μέσα στη λίμνη.

Η πρόσβαση σε αυτό είναι πολύ εύκολη. Η προσέγγιση γίνεται σε 30 λεπτά με τα πόδια από το κέντρο της πόλης ή εναλλακτικά με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι την είσοδό του. Η είσοδος είναι ορατή από μακριά κατά τη διέλευση από τον δρόμο.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 1 έχει συνολικό μήκος διαδρόμων 21m. Διανοίγεται κατά μήκος ενός κύριου άξονα διεύθυνσης BBA-NNΔ και δύο δευτερευόντων διεύθυνσης A-Δ στο οριζόντιο επίπεδο, με ελαφρά κλίση προς το βάθος του.

Η είσοδος είναι ελλειπτικής μορφής, διαστάσεων 3,42m x 1,46m (πλάτος x ύψος) και εκατέρωθεν της είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Το δάπεδό της αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκα κλαστικά ιζημάτα αλλά και αποκολλημένους από την οροφή ογκόλιθους.

Ο κύριος διάδρομος κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται το σπήλαιο, εκτείνεται για 12m σε διεύθυνση BBA-NNΔ, ενώ στο τέλος του κάμπτεται για 4m προς τα ανατολικά. Το μέγιστο και ελάχιστο ύψος του είναι 3,14m και 1,12m, ενώ το μέγιστο και ελάχιστο πλάτος είναι 1,33m και 3,46m. Ο δευτερεύων εκτείνεται για 6m σε διεύθυνση A-Δ με μέγιστο και ελάχιστο ύψος 2,15m και 0,84m, ενώ το πλάτος του κυμαίνεται από 2,93m ως 7,90m. Το δάπεδο τους καλύπτεται από βραχοκαταπτώσεις, ενώ κατά θέσεις συναντώνται συγκεντρώσεις κλαστικών ιζημάτων, κυρίως λατυπών.

Στο σπήλαιο είναι φανερή η απουσία τόσο των χημικών ιζημάτων όσο και των οργανικών. Παρά την εμφανή σταγονοροή δεν συναντώνται ακόμη σπηλαιοθέματα,

γεγονός που αποδεικνύει το νεαρό της ηλικίας του σπηλαίου. Δεν παρατηρήθηκε πληθυσμός ή περιττώματα νυχτερίδων, απλώς κάποια σπηλαιόβια κουνούπια.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ή αρχαιολογικά ευρήματα. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.2 KAST 2 - Σπήλαιο Νοσοκομείου

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στις παρυφές της χερσονήσου, ακριβώς δίπλα σε ασφαλισμένη οδό. Συναντάται στα 15m μετά τη διακλάδωση του δρόμου και 30m πριν το Γενικό Νοσοκομείο της Καστοριάς. Υψομετρικά βρίσκεται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με τη στάθμη της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 636m. Απέχει 12m από τη λίμνη και η είσοδός του αντικρίζει το νότιό της τμήμα.

Η πρόσβαση στο σπήλαιο είναι πολύ εύκολη. Η προσέγγιση γίνεται με όχημα που φτάνει μέχρι την είσοδό του, η οποία είναι ορατή από μακριά κατά τη διέλευση αυτού. Στη διακλάδωση του κεντρικού δρόμου, ακολουθούμε το δρόμο που οδηγεί στο Γενικό Νοσοκομείο της Καστοριάς, ο οποίος κατευθύνεται προς την κορυφή του λόφου.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 2 αποτελείται από έναν διάδρομο στο πρώτο του τμήμα, ενώ στη συνέχεια καταλήγει σε μια αίθουσα. Διανοίγεται κατά μήκος ενός κύριου άξονα με διεύθυνση BBA-NNΔ και ενός δευτερεύοντος διεύθυνσης Α-Δ, σε κεκλιμένο επίπεδο με αύξηση της κλίσης του προς το εσωτερικό του.

Η είσοδος είναι τριγωνικής μορφής, διαστάσεων 1,67m x 2,18m (πλάτος x ύψος) και εκατέρωθεν της είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Το δάπεδό της αποτελείται από αποκολλημένους από την οροφή ογκόλιθους, αλλά και κλαστικά ιζήματα.

Ο διάδρομος έχει διαστάσεις 4m μήκος με 0,75m μέσο πλάτος, ενώ η αίθουσα 5,50m x 4.80m (μήκος x πλάτος). Το συνολικό μήκος του σπηλαιίου υπολογίζεται στα 10m. Το δάπεδο καλύπτεται από χημικά και κλαστικά ιζήματα, ενώ κατά θέσεις συναντώνται συγκεντρώσεις ογκόλιθων. Στην περισσότερη έκταση της αίθουσας, η οροφή απέχει από το δάπεδο περίπου 0,75m.

Στο σπήλαιο είναι φανερή η απουσία οργανικών ιζημάτων. Παρατηρήθηκαν απλώς κάποια σπηλαιόβια κουνούπια. Η σταγονοροή είναι συνεχής όλο το έτος, με σημαντική ελάττωση της κατά τους θερινούς μήνες. Τα σπηλαιοθέματα που συναντώνται στο KAST 2 είναι: σταλακτίτες εμβρυακής και παλαιότερης ηλικίας, σταλαγμίτες, κουρτίνες, γκουρ και μια κολώνα.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ή αρχαιολογικά ευρήματα, παρά μόνο κάποια σύγχρονα οστά τρωκτικών. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.3 KAST 3 - Αλευράδες

Θέση - πρόσβαση σπηλαιίου

Το σπήλαιο βρίσκεται σε ένα πρανές της χερσονήσου, δίπλα στην παραλίμνια οδό. Υψομετρικά βρίσκεται λίγα μέτρα πάνω από το επίπεδο της στάθμης της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 643m. Η βάση του πρανούς απέχει 6m από τη λίμνη, ενώ η είσοδος του σπηλαιίου που αντικρίζει το νοτιοδυτικό της τμήμα, συναντάται μετά από 11m.

Η πρόσβαση σε αυτό είναι αρκετά εύκολη. Στη διακλάδωση του κεντρικού δρόμου, ακολουθούμε τον παραλίμνιο δρόμο που οδηγεί στο σπήλαιο του Δράκου. Η προσέγγιση γίνεται με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι τη βάση του πρανούς, στα 250m περίπου πριν το σπήλαιο του Δράκου. Η είσοδος του δεν είναι ορατή από μακριά και για τον λόγο αυτόν προτείνεται η υπόδειξή του σημείου από κάποιον γνώστη.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 3 αποτελείται από δύο μεγάλες αίθουσες που διανοίγονται κατά μήκος ενός κύριου άξονα διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, ενώ επεκτείνονται δευτερευόντως σε διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ.

Η είσοδος είναι ελλειπτικού σχήματος διαστάσεων 5,17m x 1,54m (πλάτος x ύψος) και εκατέρωθεν αυτής είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Μπροστά της είναι πεσμένοι δύο ογκόλιθοι που την κρύβουν και πρέπει να τους σκαρφαλώσει κανείς για να εισέλθει εντός του σπηλαίου. Το δάπεδό της αποτελείται κυρίως από κλαστικά ιζήματα όπως άμμο, χαλίκια και ασβεστολιθικές λατύπες.

Το συνολικό μήκος του KAST 3 είναι 26m, η πρώτη αίθουσα είναι πλάτους 12m και η δεύτερη 11m. Εκτείνεται στο οριζόντιο επίπεδο, ενώ στο βάθος, παρατηρείται μια κεκλιμένη εκβάθυνση με άγνωστη τη συνέχειά της. Το δάπεδο καλύπτεται κατά θέσεις από βραχοκαταπτώσεις, ενώ συναντώνται συγκεντρώσεις κλαστικών ιζημάτων, κυρίως άμμου και αργίλου αλλά και χαλίκιων. Το τελευταίο τμήμα του σπηλαίου αποτελείται από ασβεστολιθικά κορήματα και είναι εμφανής, μέσα σε αυτό, η μεταφορά αργιλικού υλικού που εισήλθε από εξωτερικές θέσεις με το νερό.

Σε ορισμένα σημεία του σπηλαίου είναι έντονη η παρουσία οργανικών ιζημάτων (περιττώματα νυχτερίδων) αναμεμειγμένα με τα κλαστικά. Παρά τη συνεχή σταγονοροή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, δεν συναντώνται ακόμη χημικά ιζήματα. Εντοπίστηκαν, εντούτοις, στο δάπεδο και επάνω στα ιζήματα, κάποιες μικρές εκβαθύνσεις, πρόδρομοι της δημιουργίας σταλαγμιτών. Εκτός από τον πληθυσμό νυχτερίδων που παρατηρήθηκε, υπήρχαν και κάποια σπηλαιόβια κουνούπια.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ή αρχαιολογικά ευρήματα. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.4 KAST 4 - Άγιος Νικόλαος

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στις παρυφές της χερσονήσου, δίπλα στην παραλίμνια οδό, 15m μετά το σπήλαιο του Δράκου και 10m πριν τον βυζαντινό ναό του Αγίου Νικολάου. Για τον λόγο αυτόν λέγεται και «Παραδράκου». Υψομετρικά βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τη στάθμη της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 634m. Απέχει 7m από τη λίμνη και η είσοδός του αντικρίζει το νοτιοανατολικό της τμήμα.

Η πρόσβαση σε αυτό είναι πολύ εύκολη. Η προσέγγιση γίνεται με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι την είσοδό του, η οποία είναι ορατή από μακριά κατά τη διέλευση από τον δρόμο.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 4 έχει συνολικό μήκος διαδρόμων 63m. Ο κύριος άξονας διάνοιξης του είναι διεύθυνσης B-N, ενώ διακλαδίζεται σε δύο άλλους διεύθυνσης A-Δ.

Η είσοδος έχει τριγωνική μορφή και είναι διαστάσεων 1,53m x 2,34m (πλάτος x ύψος) και εκατέρωθεν της είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Το δάπεδό της αποτελείται κυρίως από κλαστικά ιζήματα και είναι καλυμμένο με σύγχρονα απορρίμματα.

Ο κύριος άξονας κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται το σπήλαιο, εκτείνεται για 34m σε διεύθυνση BA-NΔ, με μέσο πλάτος 1,20m. Σε πολλά σημεία είναι πλημμυρισμένο με νερό της λίμνης και η διάσχισή του δεν είναι πολύ εύκολη. Στο τέλος καταλήγει σε σιφώνιο γεμάτο με νερό και για την προσπέλαση του απαιτείται σπηλαιοκατάδυση. Εκτιμάται πως το τμήμα εκείνο επικοινωνεί με το σπήλαιο του Δράκου.

Από τις δύο διακλαδώσεις του σπηλαίου, η ανατολική είναι πλημμυρισμένη με νερό και καταλήγει σε μια αίθουσα διαστάσεων 9m x 4,5m (μήκος x πλάτος), ενώ η δυτική είναι ένας διάδρομος που δεν καλύπτεται από νερό και έχει διαστάσεις 9,5m x 1,10m (μήκος x πλάτος). Στα σημεία όπου το δάπεδο δεν είναι καλυμμένο από νερό συναντώνται κλαστικά και χημικά ιζήματα. Πιο αναλυτικά, χαλίκια, άμμοι, άργιλοι, σταλακτίτες, σταλαγμίτες, κολώνες και γκουρ. Σε ορισμένα άλλα, παρατηρούνται αποκολλημένοι από την οροφή ογκόλιθοι.

Μέσα σε κάποια πλημμυρισμένα τμήματα, υπάρχουν σταλακτίτες και γκουρ. Αυτό φανερώνει πως παλαιότερα η στάθμη του νερού ήταν αρκετά χαμηλότερα και μπόρεσαν να σχηματιστούν, ενώ μετέπειτα ανέβηκε σταδιακά, τα κάλυψε και πλέον διαβρώνονται από το νερό. Σε άλλα, είναι εμφανής η παρουσία οργανικών ιζημάτων (γκουανό), αναμεμειγμένων με κλαστικά ή επάνω σε χημικά.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ή αρχαιολογικά ευρήματα. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.5 KAST 5 - Σπήλαιο Μαυριώτισσας

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στις παρυφές της χερσονήσου, δίπλα στην παραλίμνια οδό, στα 40m πριν τη Μονή της Μαυριώτισσας. Υψομετρικά βρίσκεται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με τη στάθμη της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 638m. Απέχει 9,70m από τη λίμνη και η είσοδός του αντικρίζει το ανατολικό της τμήμα. Χαρακτηριστικό είναι ένα ευρύ άνοιγμα χέρσου βόρεια αυτού που χρησιμοποιείται ως περιοχή στάθμευσης οχημάτων.

Η πρόσβαση σε αυτό είναι πολύ εύκολη. Η προσέγγιση γίνεται με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι την είσοδό του, η οποία είναι ορατή από μακριά κατά τη διέλευση από τον δρόμο.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 5 έχει συνολικό μήκος 8,50m. Διανοίγεται κατά μήκος ενός κύριου άξονα διεύθυνσης Α-Δ, σε κεκλιμένο επίπεδο με αύξηση της κλίσης προς το βάθος.

Η είσοδος του είναι ορθογώνιου παραλληλόγραμμου σχήματος και έχει διαστάσεις 2,69m x 1,51m (πλάτος x ύψος). Εκατέρωθεν αυτής, είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Το δάπεδό της αποτελείται από το ασβεστολιθικό πέτρωμα και κάποια αδρόκοκκα κλαστικά ιζήματα.

Ο διάδρομος κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται το σπήλαιο, εκτείνεται για 7,5m σε διεύθυνση Α-Δ, ενώ στο τμήμα αμέσως μετά την είσοδο παρατηρείται βύθισμα διαμέτρου 0,75m πληρωμένο με γλυκό νερό. Το μέγιστο και ελάχιστο ύψος του είναι 1,86m και 0,74m, ενώ το μέσο πλάτος είναι 2,30m. Το δάπεδο καλύπτεται από ασβεστόλιθο, ενώ κατά θέσεις συναντώνται συγκεντρώσεις κλαστικών ιζημάτων.

Στο σπήλαιο είναι φανερή η απουσία τόσο των χημικών ιζημάτων όσο και των οργανικών. Παρά την εμφανή σταγονοροή δεν συναντώνται ακόμη σπηλαιοθέματα, γεγονός που αποδεικνύει το νεαρό της ηλικίας του σπηλαίου. Δεν παρατηρήθηκε πληθυσμός ή περιττώματα νυχτερίδων, απλώς κάποια σπηλαιόβια κουνούπια. Έντονη ήταν η παρουσία ρευμάτων αέρα από οπές στα τοιχώματα του σπηλαίου.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ή αρχαιολογικά ευρήματα. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα, κυρίως στην είσοδό του καθώς και ίχνη φωτιάς, που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.6 KAST 6 - Γκολουπίντσα

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στις παρυφές της χερσονήσου, δίπλα στην παραλίμνια οδό. Υψομετρικά βρίσκεται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο με τη στάθμη της λίμνης, σε απόλυτο υψόμετρο 641m. Απέχει 6m από τη λίμνη και η είσοδός του αντικρίζει το ανατολικό της τμήμα.

Η πρόσβαση σε αυτό είναι πολύ εύκολη. Η προσέγγιση γίνεται με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι την είσοδό του. Το άνοιγμα της εισόδου είναι πάρα πολύ μεγάλο, καθιστώντας την ορατή κατά τη διέλευση από τον δρόμο.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 6 έχει συνολικό μήκος διαδρόμων 83m. Διανοίγεται κατά μήκος ενός κύριου άξονα διεύθυνσης Α-Δ και ενός δευτερεύοντος διεύθυνσης Β-Ν. Η είσοδος είναι ελλειπτικής μορφής και διαστάσεων 10,60m x 7,30m (πλάτος x ύψος)

και εκατέρωθεν της είναι ορατός ο αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος. Το δάπεδό της αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκα κλαστικά ιζημάτα.

Ο κύριος διάδρομος κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται το σπήλαιο, εκτείνεται για 28m σε διεύθυνση Α-Δ, ενώ στο τέλος του κάμπτεται για 9m προς τα νότια. Χωρίζεται σε δύο επίπεδα εξαιτίας των καταπτώσεων. Το μέγιστο και ελάχιστο ύψος του είναι 9,28m και 0,93m, ενώ το μέγιστο και ελάχιστο πλάτος είναι 11,32m και 1,91m. Οι δύο δευτερεύοντες εκτείνονται για 9m περίπου έκαστος σε διεύθυνση Β-Ν με μέγιστο και ελάχιστο ύψος 2,34m και 0,67m, ενώ το πλάτος τους κυμαίνεται από 0,81m ως 4,15m. Ο τρίτος δευτερεύων, είναι παράλληλος στον κύριο και κάθετος στους άλλους δύο δευτερεύοντες. Το δάπεδο καλύπτεται από βραχοκαταπτώσεις, ενώ κατά θέσεις συναντώνται συγκεντρώσεις κλαστικών ιζημάτων.

Στο σπήλαιο είναι φανερή η παρουσία χημικών ιζημάτων, τα οποία στις πιο πολλές θέσεις έχουν διαβρωθεί από απόθεση οργανικών ιζημάτων (γκουανό) πάνω σε αυτά. Αυτά είναι σταλακτίτες, σταλαγμίτες και κουρτίνες. Το γκουανό εμφανίζεται στο μεγαλύτερο μέρος του σπηλαίου, καθώς και πάνω σε πεσμένα ασβεστολιθικά τεμάχια. Η ύπαρξη πληθυσμού νυχτερίδων σε όλη την έκταση του σπηλαίου είναι εμφανής.

Στο βόρειο τμήμα του υπάρχει γλυκό νερό, ένδειξη της επικοινωνίας του με τη λίμνη. Στις θέσεις εκείνες υπάρχει μεγάλη ποσότητα λεπτόκοκκων κλαστικών υλικών (άμμων και αργίλων).

Στη βόρεια πλευρά του κεντρικού αγωγού του σπηλαίου, παρατηρήθηκαν στα τοιχώματα οι μικρομορφολογικοί σχηματισμοί που αναφέρονται ως «scallops». Η ύπαρξή τους μαρτυρά τη ροή νερού στο σπήλαιο, όσο ακόμη βρισκόταν στη ρηχή φρεατική ζώνη. Η μορφή και διεύθυνση σχηματισμού τους, δείχνουν ροή νερού από δυτικά προς ανατολικά, δηλαδή εκφόρτιση καρστικών πηγών προς τη λίμνη.

Ελήφθησαν μερικές ενδεικτικές μετρήσεις των διαστάσεων των scallops, οι οποίες εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν στο υπολογιστικό πρόγραμμα scallopx, προκειμένου να υπολογιστεί η ταχύτητα με την οποία διέτρεχε το νερό τον αγωγό. Έτσι, για διατομή αγωγού 10m και δοκιμαστικές θερμοκρασίες 5, 10, 15, 20 και 25 βαθμών Κελσίου, προσδιορίστηκαν οι εξής ταχύτητες: 168,56 cm/s, 145,08 cm/s, 126,50 cm/s, 111,39 cm/s και 99,10 cm/s αντίστοιχα.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ευρήματα. Σε ορισμένες θέσεις όμως παρατηρούνται αρχαιολογικά ευρήματα νεολιθικής περιόδου. Εντοπίστηκαν σύγχρονα απορρίμματα που αποτελούν ενδείξεις της παροδικής ανθρωπογενούς χρήσης του.

5.7 KAST 7 - Παταράγκος

Θέση - πρόσβαση σπηλαίου

Το σπήλαιο βρίσκεται στην κορυφή του λόφου της χερσονήσου, σε απόλυτο υψόμετρο 780m. Η είσοδός του αντικρίζει το νοτιοδυτικό τμήμα της λίμνης της Καστοριάς.

Η πρόσβαση σε αυτό δεν είναι πολύ εύκολη, επειδή δεν υπάρχει κάποιο μονοπάτι ή δρόμος που να οδηγεί ως την είσοδό του. Η καλύτερη προσέγγιση γίνεται με όχημα το οποίο φτάνει μέχρι την υψομετρική των 780m, ακολουθώντας το δρόμο μετά τη διακλάδωση του κεντρικού δρόμου που οδηγεί στο Γενικό Νοσοκομείο της Καστοριάς και κατευθύνεται προς την κορυφή του λόφου. Έπειτα προσεγγίζεται με τα πόδια, διασχίζοντας για μερικά μέτρα την κορυφή του λόφου, με κατεύθυνση προς τα νότια. Η είσοδός του βρίσκεται κάτω από μια μεγάλη συκιά, η οποία φαίνεται από μακριά.

Περιγραφή - διαστάσεις σπηλαίου

Το KAST 7 έχει συνολικό μήκος διαδρόμων 68m. Διανοίγεται σε διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Η είσοδος έχει τριγωνική μορφή και είναι διαστάσεων 4,30m x 2,40m (πλάτος x ύψος). Το δάπεδο έως τα πρώτα 6m αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκα κλαστικά ιζήματα αλλά και ογκόλιθους, καθιστώντας δύσκολη τη διάσχιση. Η κλίση του διαδρόμου, είναι απότομη, και οι μέγιστες διαστάσεις του πλάτους και ύψους, είναι 4m και 3m αντίστοιχα.

Η κύρια αίθουσα του σπηλαίου αποτελεί προέκταση του διαδρόμου της εισόδου, είναι κεκλιμένη με κλίση προς τα βόρεια και έχει διαστάσεις 12m μήκος, 17m πλάτος και 5m ύψος. Εκατέρωθεν αυτής αναπτύσσονται άλλες δύο μικρότερες

αίθουσες σε οριζόντιο επίπεδο που βρίσκονται σε επικοινωνία με την κύρια μέσω κάθετων διαδρόμων.

Το δάπεδο της κύριας αποτελείται κυρίως από αδρόκοκκα κλαστικά υλικά όπως οι ογκόλιθοι, ενώ το δάπεδο των άλλων δύο καλύπτεται από λεπτομερέστερα κλαστικά ιζήματα, όπως στρώσεις πηλού και αργίλου. Τα οργανικά ιζήματα όπως και οι νυχτερίδες είναι ελάχιστα. Τα μόνα χημικά ιζήματα που υπάρχουν στο σπήλαιο είναι κάποιοι σταλαγμίτες, δύο κολώνες και ένας «εξαρτημένος δίσκος». Σύμφωνα με την ταξινόμηση που προτείνει ο (Λαζαρίδης, 2005) χρησιμοποιείται ο όρος «εξαρτημένος» για να περιγραφεί ο δίσκος που βρίσκεται στην αρχική θέση δημιουργίας του και ενώνεται με το τοίχωμα του σπηλαίου μόνο με το σημείο στήριξης. Γενικότερα το σπήλαιο στερείται διακόσμου και η σταγονοροή απουσιάζει τις περισσότερες μέρες του έτους.

Σε αρκετά σημεία των τοιχωμάτων του σπηλαίου όπως πάνω στον δίσκο που υπάρχει, καθώς και στα αρχαιολογικά ευρήματα, παρατηρείται το φαινόμενο της διάβρωσης λόγω της συμύκνωσης των υδρατμών. Επίσης, λόγω του ότι βρίσκεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια, στην οροφή παρατηρούνται να προεξέχουν ρίζες φυτών. Εκτός των ελάχιστων νυχτερίδων, εντοπίστηκαν κάποια σπηλαιόβια έντομα.

Ευρήματα

Στο σπήλαιο δεν βρέθηκαν παλαιοντολογικά ευρήματα, παρά μόνο κάποια αρχαιολογικά νεολιθικής περιόδου. Επίσης παρατηρήθηκαν σύγχρονα οστά ζώων που πέθαναν μέσα σε αυτό και κάποια πρόσφατα απορρίμματα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη χαρτογραφική αποτύπωση των σπηλαίων διαπιστώθηκαν δύο κύρια συστήματα διακλάσεων στο μητρικό ασβεστολιθικό πέτρωμα, κάθετα μεταξύ τους, τα οποία έχουν επηρεάσει τη διάνοιξη των σπηλαίων. Το ένα με διεύθυνση B-N έως BBA-NNΔ και το άλλο με διεύθυνση A-Δ. Τα περισσότερα από τα σπήλαια που μελετήθηκαν διατάσσονται με τον κύριο κλάδο τους είτε κατά μήκος του πρώτου συστήματος διακλάσεων (KAST 1, KAST 2, KAST 4) είτε κατά μήκος του δεύτερου συστήματος (KAST 3, KAST 5, KAST 6). Εντούτοις, φαίνεται να υπάρχουν και δευτερεύοντα συστήματα διακλάσεων με διευθύνσεις BA-NΔ και NA-BΔ, κατά μήκος των οποίων διατάσσονται αρκετοί δευτερεύοντες κλάδοι των σπηλαίων. Εξαίρεση αποτελεί το σπήλαιο KAST 7 του οποίου ο κύριος κλάδος διατάσσεται σε διεύθυνση BA-NΔ. (Πιν. 2). Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι το σπήλαιο KAST 7 βρίσκεται σε άλλο οριζόντιο επίπεδο, ανώτερο υψομετρικά, σε σχέση με τα υπόλοιπα σπήλαια γεγονός που προφανώς έχει επηρεάσει το σχηματισμό του.

Τα πέντε από τα επτά σπήλαια που μελετήθηκαν (KAST 1, KAST 2, KAST 3, KAST 4 και KAST 5) βρίσκονται στις παρυφές του λόφου και στα όρια με τη λίμνη Καστοριάς. Τα σπήλαια αυτά αναπτύσσονται κατά μήκος δύο ομάδων διακλάσεων με διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους. Η κύρια διεύθυνση είναι παράλληλη με τα όρια της λίμνης, ενώ η δευτερεύουσα κάθετη σε αυτή. Αντίθετα, το KAST 6 αναπτύσσεται κατά κύριο λόγο στην ομάδα διακλάσεων που είναι κάθετες στην ακτή της λίμνης.

Η ύπαρξη και ο εντοπισμός των scallops στο σπήλαιο KAST 6, μας ωθεί στην εξαγωγή του συμπεράσματος ότι δημιουργήθηκε στη ρηχή φρεατική ζώνη λίγα μέτρα κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα. Η μελέτη των scallops αποδεικνύει την κατεύθυνση ροής από δυτικά προς ανατολικά, δηλαδή την ύπαρξη πηγών τροφοδοσίας που εκχύνονταν στη λίμνη. Στα υπόλοιπα σπήλαια μπορεί να μην εντοπίστηκε αυτό το μικρομορφολογικό χαρακτηριστικό αλλά διαπιστώθηκε ότι βρίσκονται σχεδόν στο ίδιο επίπεδο και βασιζόμενοι σε γενικές παρατηρήσεις, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι έχουν σχηματιστεί από τον ίδιο μηχανισμό. Επιπλέον, τα δεδομένα από το KAST 7, συνηγορούν στο να καταταχθεί στην ίδια κατηγορία με τα υπόλοιπα, ενώ είναι το μόνο από τα επτά στο οποίο παρατηρείται το φαινόμενο της διάβρωσης λόγω της συμπύκνωσης υδρατμών. Η υπογενής προέλευσή τους απορρίπτεται, επειδή πουθενά δεν εντοπίστηκαν μορφές που να την υποστηρίζουν.

Η μόνιμη παρουσία γλυκού νερού στα σπήλαια KAST 4, KAST 5 και KAST 6, με τις εποχιακές αυξομειώσεις της στάθμης, αποδεικνύουν την επικοινωνία τους με τη λίμνη μέσω καρστικών αγωγών και κατ' επέκταση τη συνέχιση του καρστικού συστήματος κάτω από αυτή. Στα σπήλαια που καταγράφηκε παρουσία γλυκού νερού, παρατηρήθηκε μικρή πτώση της στάθμης ιδιαίτερα κατά τον μήνα Αύγουστο.

Γενικά σε όλα τα σπήλαια που μελετήθηκαν η θερμοκρασία κυμαινόταν από 13 έως 16 βαθμούς Κελσίου σε όλο το έτος. Στα περισσότερα η σταγονοροή ήταν σταθερή, με μια μικρή μείωση κατά τους θερινούς μήνες. Ο αερισμός ήταν επαρκής και η υγρασία κυμαινόταν από 75 έως 95%.

Τα αρχαιολογικά ευρήματα στα σπήλαια KAST 6 και KAST 7 δηλώνουν την περιστασιακή χρήση του από ανθρώπους ως καταφύγιο ή αποθηκευτικό χώρο. Η ύπαρξη απορριμμάτων σε όλα τα σπήλαια που μελετήθηκαν δημιουργεί προβληματισμό σχετικά με τη διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος από τους σύγχρονους ανθρώπους

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΛΟΓΙΟ

7.1 Βιβλιογραφία

- Βαβλιάκης, Ε., Ψιλοβίκος, Α. & Σωτηριάδης, Λ., 1981. «Μεγάλες Επιφανειακές Καρστικές Μορφές στο Όρος Μενοίκιο της Α. Μακεδονίας». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*. 1981-82. τόμος 18, σ. 440-457
- Βουβαλίδης, Κ., 2002. *Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας*. Τμήμα εκδόσεων ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη. 147σ.
- Βουδούρης, Κ., 2009. *Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη. 460σ.
- Γιαννέλη, Χ., 2009. *Υδρογεωλογική Έρευνα Λεκανών του Ελληνικού Χώρου. Παράδειγμα από τη Λεκάνη Αγίων Αναργύρων (Καστοριά)*. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 240σ.
- Γιαννόπουλος, Ι.Β., 2000. *Συμβολή στη μελέτη σύγχρονων και παλαιών περιβαλλόντων των πλέον σημαντικών ελληνικών σπηλαίων*. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 443σ.
- Δρούγκα, Π., 2006. *Γεωμορφολογική Μελέτη της Λίμνης της Καστοριάς*. Πτυχιακή Εργασία. Τμήμα Γεωγραφίας. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα, 117σ.
- Ζερβουδάκης, Τ., 1964. «Σπήλαιον Καστοριάς (ή Δράκου)». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*. τόμος 7, σ. 146-152.
- Λαζαρίδης, Θ.Γ., 2005. «Παρατηρήσεις επί των δίσκων του σπηλαίου του Κύκλωπα Πολυφήμου στη Μαρώνεια (Νομός Ροδόπης)». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*. τόμος 37, σ. 168-178.
- Μουντράκης, Μ.Δ., 2010. *Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας*. University Studio Press. Θεσσαλονίκη. 373σ.
- Παληκαρόπουλος, Κ., 1969. «Σπήλαιον Δράκου - Καστοριάς». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*, τόμος 10 τεύχος 4, σ. 58-67.
- Παληκαρόπουλος, Κ., 1970. «Σπήλαιον η τρύπα του Παταράγκου Καστοριάς». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*. τόμος 10 τεύχος 6, σ. 47-49.
- Πατρικάκη, Ε.Ο., 2009. *Υδρογεωλογική Έρευνα Λεκάνης Απορροής Ρέματος Ποταμιά, Νομός Κοζάνης, Δυτική Μακεδονία*. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα

Γεωλογίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 394σ.

- Ρεϊζοπούλου, Α., 2013. *Καρστική Γεωμορφολογία της Ανατολικής Όθρυος. Η Περιοχή Μεγα-Λάκκου, Νεροσπηλιά*. Διατριβή Ειδίκευσης. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 100σ.
- Σωτηριάδης, Λ., Ψιλοβίκος, Α. & Βαβλιάκης, Ε., 1981. «Ανάπτυξη του Υπόγειου Καρστ στην Περιοχή της Αγίας Παρασκευής Κασσάνδρας Χαλκιδικής». *Δελτίον της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*. 1981-82, 18: 427-439
- Τρίμμης, Π.-Κ., 2013. *Αρχαιολογία Σπηλαίων και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Το παράδειγμα των σπηλαίων στο νομό Καστοριάς*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας ΑΠΘ. (υπό δημοσίευση).
- Χριστοδούλου, Α., 2006. *Επίσημα Σύμβολα Χαρτογράφησης της Διεθνούς Σπηλαιολογικής Ένωσης*. Αθήνα.
- Ψιλοβίκος, Α. & Ψιλοβίκος, Α., 2010. *Ιζηματολογία*. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη. 358σ.
- Ford, D.C. & Williams, W.P., 1989. *Karst Geomorphology and Hydrogeology*. Chapman & Hall. London. UK, 576p.
- Ford, D.C. & Williams, W.P., 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Unwin Hyman. England, 562p.
- Goldscheider, N. & Drew, D., 2007. *Methods in Karst Hydrogeology*. Taylor & Francis Group. London. UK, 265p.
- Klimchouk, A., 2005. «Conceptualisation of speleogenesis in multi-storey artesian systems: a model of transverse speleogenesis». *International Journal of Speleology*, Bologna (Italy). 34 (1-2), 45-64.
- Klimchouk, A.B., 2007. *Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective*. Special Paper no. 1. National Cave and Karst Research Institute. Carlsbad, NM, 106p.
- Klimchouk, A.B., Ford, D.C., Palmer, A.N. & Dreybrodt, W., (eds) 2000. *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society. Huntsville. Alabama, 527p.
- Palmer, N.A., 1991. «Origin and morphology of limestone caves». *Geological Society of America Bulletin*. v. 103, p. 1-21
- Romanov, D., Dreybrodt, W. & Gabrovsek, F., 2003. «Interaction of Fracture and Conduit Flow in the Evolution of Karst Aquifers». *Speleogenesis and Evolution of*

Karst Aquifers, *The Virtual Scientific Journal*, 1 (3) www.speleogenesis.info, 7p.

- Williams, W.P., 1993. *Karst Terrains Environmental Changes and Human Impact*. Catena: Supplement 25. Germany, 268p.

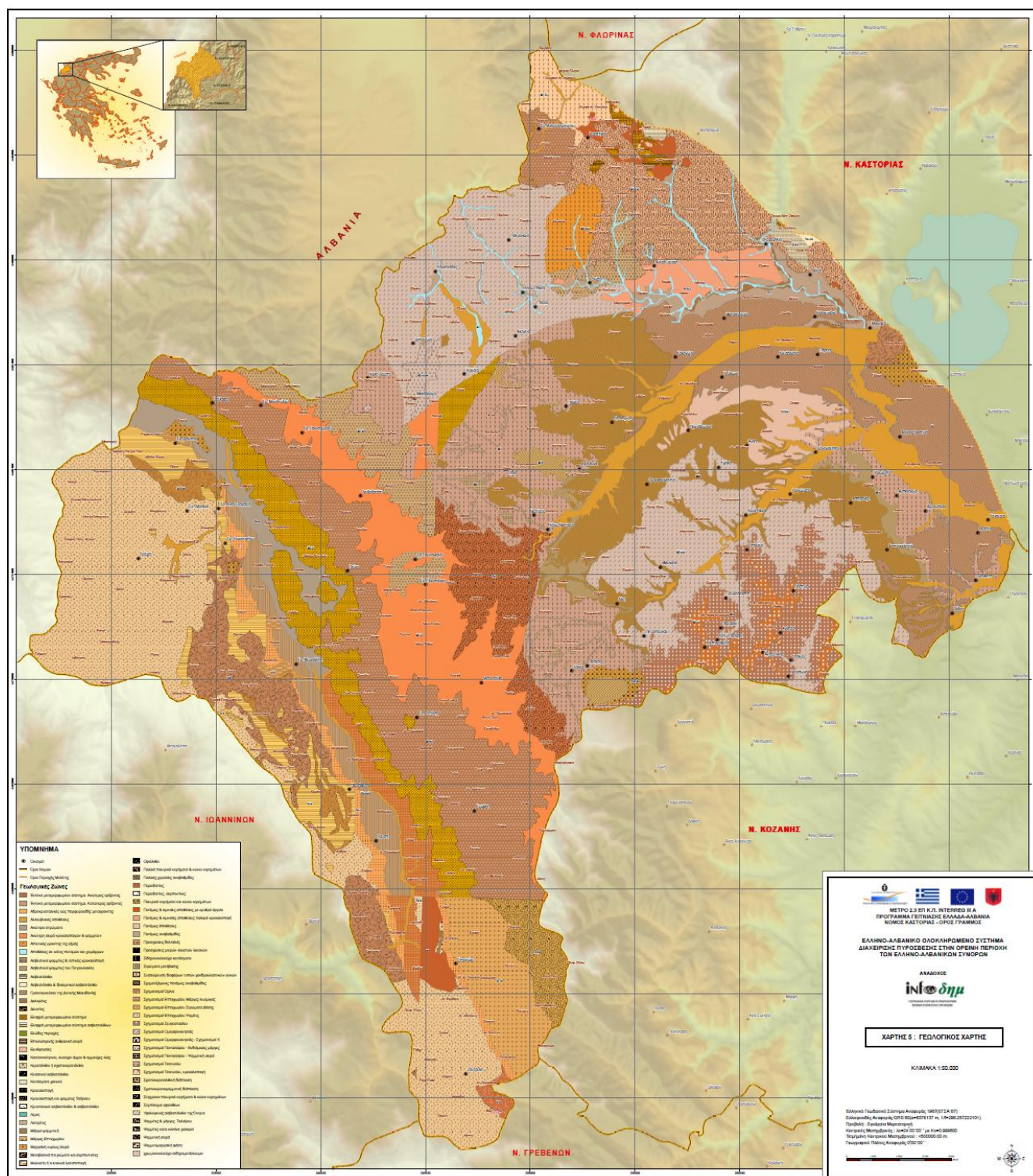
7.2 Ιστολόγιο - (Ιούλιος 2013)

- URL 1: carsologica.zrc-sazu.si/
Ιστοσελίδα έκδοσης επιστημονικών εργασιών σχετικών με το καρστ
- URL 2: estia.hua.gr
Ψηφιακή βιβλιοθήκη του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου
- URL 3: geolib.geo.auth.gr
Ψηφιακή βιβλιοθήκη του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ
- URL 4: vtopo.free.fr/
Ιστοσελίδα του προγράμματος χαρτογράφησης σπηλαίων visualtopo
- URL 5: www.cyberotsarka.gr
Φυσιολατρική σελίδα από το Άργος Ορεστικό
- URL 6: www.el.wikipedia.org
Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια
- URL 7: www.esetotve.com
Ιστοσελίδα του Τοπικού Τμήματος Βόρειας Ελλάδας της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας
- URL 8: www.geo.auth.gr
Ιστοσελίδα του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ
- URL 9: www.google.com/earth
Διαδικτυακό πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης
- URL 10: www.isska.ch
Ελβετικό Ινστιτούτο για σπηλαιολογία και σπουδές περι καρστ
- URL 11: www.journals.elsevier.com/geomorphology
Ιστοσελίδα - κατάλογος επιστημονικών βιβλίων και άρθρων
- URL 12: www.kastoria.gr
Ιστοσελίδα της Περιφερειακής Ενότητας Καστοριάς
- URL 13: www.speleogenesis.info/journal
Ηλεκτρονικό περιοδικό περι σπηλαιογένεσης και καρστ

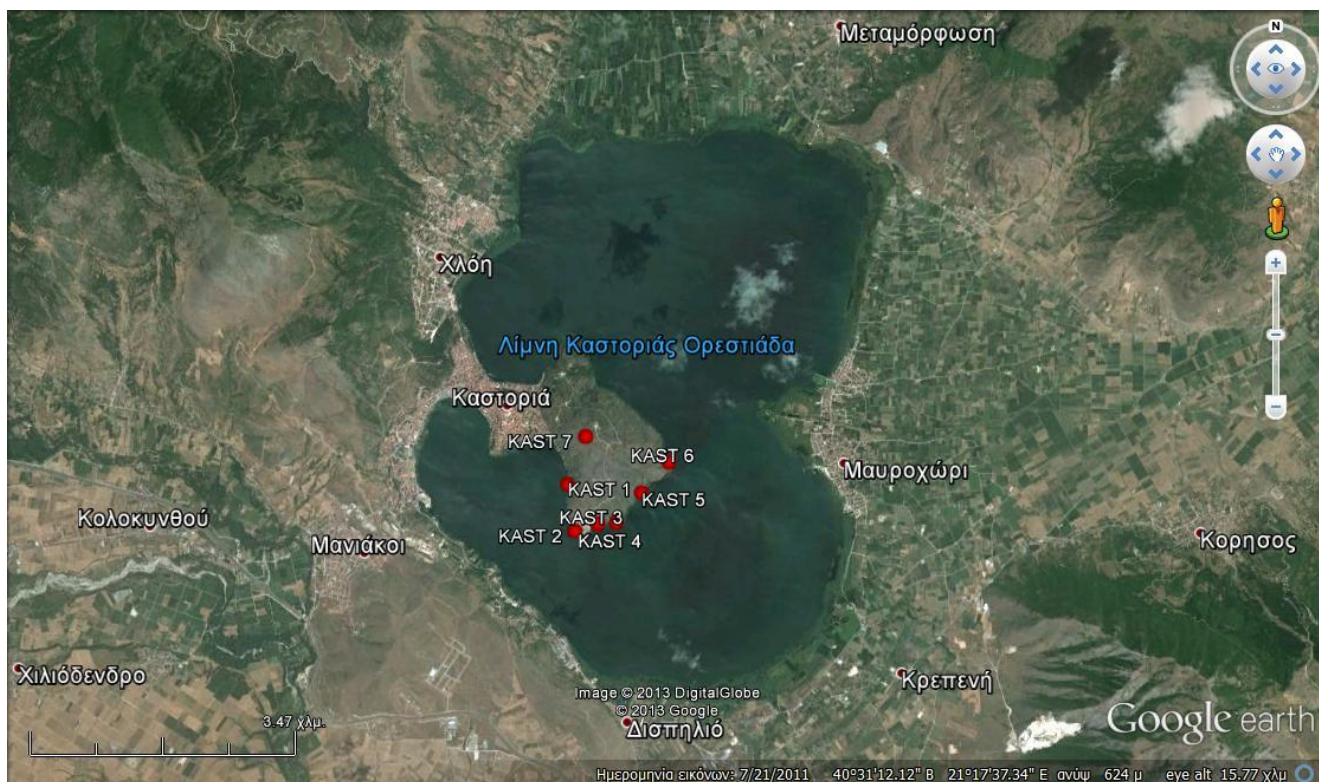
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

8.1 Παράρτημα Ι

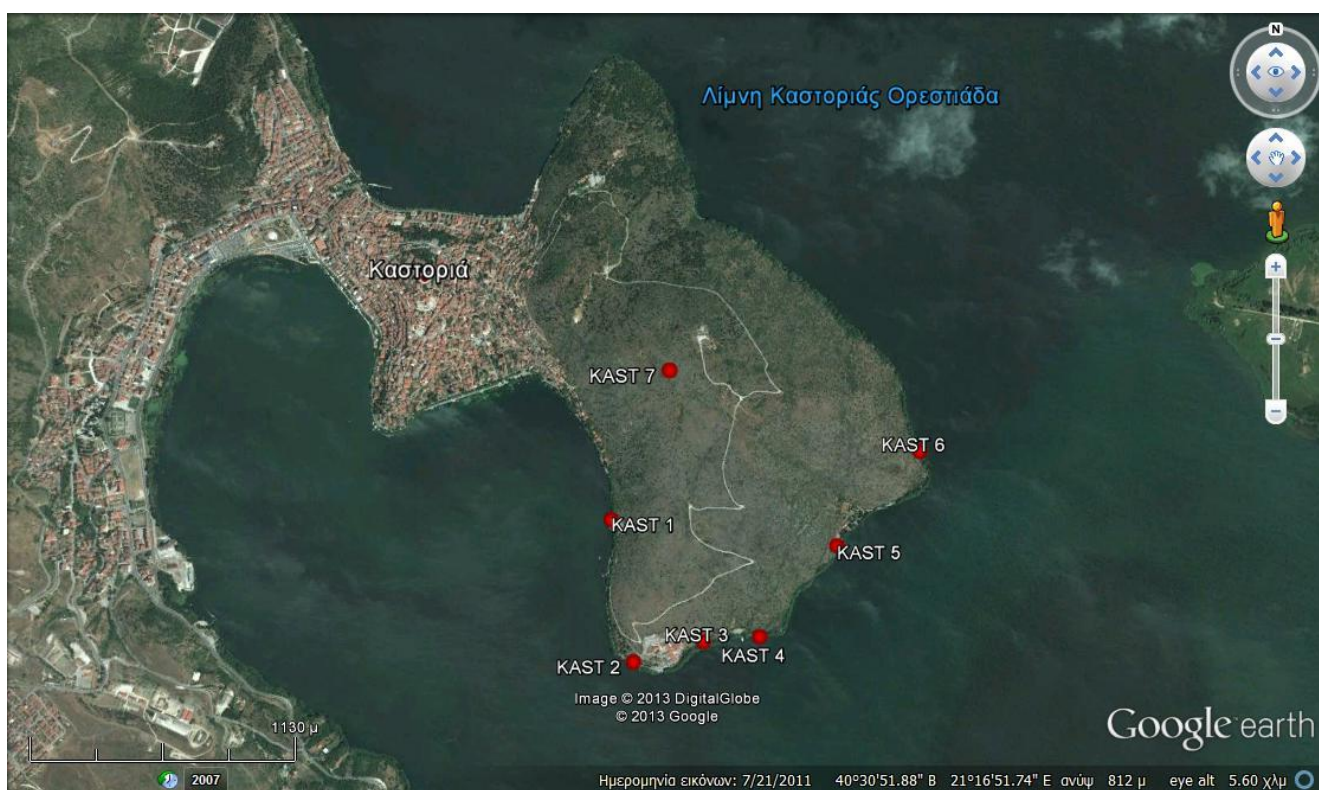
Εικόνες και φωτογραφίες



Εικόνα 4: Γεωλογικός χάρτης του νομού Καστοριάς



Εικόνα 5: Γενική άποψη της θέσης των σπηλαίων στην ευρύτερη περιοχή



Εικόνα 6: Άποψη της θέσης των σπηλαίων στην περιοχή πάνω στον λόφο σε μεγάλη κλίμακα



Εικόνα 7: Άποψη της εισόδου του KAST 1 από μέσα προς τα έξω, εμφανής η παρουσία κλαστικών ιζημάτων στο δάπεδο



Εικόνα 8: Ο κεντρικός κλάδος ανάπτυξης του KAST 1



Εικόνα 9: Ο δευτερεύων κλάδος ανάπτυξης του KAST 1 (φωτο: Κακουλίδης Σ.)



Εικόνα 10: Άποψη της εισόδου του KAST 2 από μέσα προς τα έξω



Εικόνα 11: Η αίθουσα του KAST 2 με σταλακτίτες και σταλαγμίτες



Εικόνα 12: Η κολώνα του KAST 2 και σταλακτίτες
(φωτο: από Τρίμμης Κ.)



Εικόνα 13: Τα γκουρ του KAST 2 γεμάτα νερό
(φωτο: από Τρίμμης Κ.)



Εικόνα 14: Άποψη της εισόδου του KAST 3 από μέσα προς τα έξω (φωτο: Κακουλίδης Σ.)



Εικόνα 15: Κλαστικά ιζήματα στην 1^η αίθουσα του KAST 3



Εικόνα 16: Κλαστικά ιζήματα και βραχοκαταπτώσεις στη 2^η αίθουσα του KAST 3



Εικόνα 17: Έναρξη δημιουργίας σταλαγμιτών στο KAST 3 πάνω στα κλαστικά και οργανικά ιζήματα (επάνω)

Εικόνα 18: Λεπτόκοκκα κλαστικά ιζήματα στη 2^η αίθουσα του KAST 3 που μεταφέρθηκαν από έξω (αριστερά)



Εικόνα 19: Άποψη της εισόδου του KAST 4
(φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 20: Άποψη των γκουρ στο KAST 4
(φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 21: Άποψη της εισόδου του KAST 5, παρατηρούνται κλαστικά ιζήματα στο δάπεδο



Εικόνα 22: Ο διάδρομος κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται το KAST 5, με ασβεστολιθικούς όγκους στο δάπεδο (φωτο: Κακουλίδης Σ.)



Εικόνα 23: Άποψη της εισόδου και του 1^{ου} τμήματος του KAST 6 με κλαστικά ιζήματα στο δάπεδο



Εικόνα 24: Άποψη του KAST 6 από μέσα προς την είσοδο (φωτο: Τρίμης Κ)



Εικόνα 25: Απόθεση λεπτόκοκκων κλαστικών ιζημάτων (άργιλοι) στο KAST 6



Εικόνα 26: Κλαστικά ιζήματα στο KAST 6 καλυμμένα με νερό (δεξιά και πίσω αριστερά)



Εικόνα 27 (αριστερά) και Εικόνα 28 (πάνω):
Καταγραφή των ιδιαίτερων μικρομορφολογικών
χαρακτηριστικών «scallops» στο KAST 6 που
αποδεικνύουν τη ροή νερού στη φρεατική ζώνη



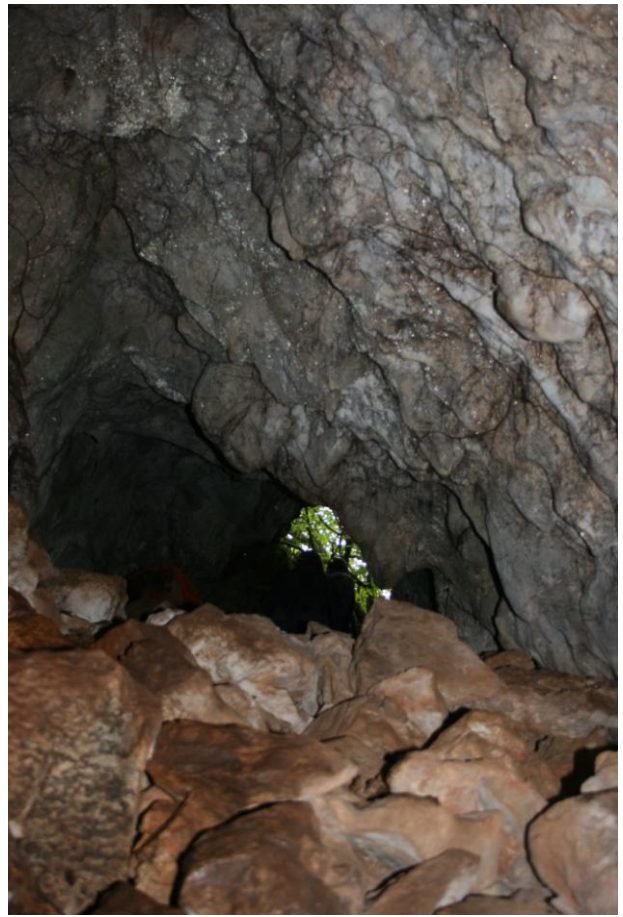
Εικόνα 29: Διαβρωμένοι σταλαγμίτες στο KAST 6 από απόθεση κλαστικών και οργανικών ιζημάτων πάνω τους (φωτο: Κακουλίδης Σ.)



Εικόνα 30: Η ομάδα κατά τη χαρτογράφηση του KAST 6 (φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 32: Άποψη στην οροφή του KAST 6 κατά μήκος της διάκλασης ανάπτυξης



Εικόνα 33: Άποψη του KAST 7 από μέσα προς την είσοδο (φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 31: Η κολώνα στο KAST 7 με το δάπεδο καλυμμένο από κλαστικά ιζήματα που διέβρωσαν τους σταλαγμίτες (φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 34: Η κολώνα στο KAST 7 με το δάπεδο καλυμμένο από κλαστικά ιζήματα που διέβρωσαν τους σταλαγμίτες (φωτο: Τρίμης Κ.)



Εικόνα 35: Λεπτομέρεια της διάβρωσης λόγω συμπύκνωσης υδρατμών πάνω στον εξαρτημένο δίσκο του KAST 7 (φωτο: Λαζαρίδης Γ.)



Εικόνα 36: Η ομάδα κατά την εξερεύνηση του KAST 7 (φωτο: Τρίμης Κ.)

8.2 Παράρτημα II

Πίνακες

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΠΗΛΑΙΩΝ	ΟΝΟΜΑ ΣΠΗΛΑΙΩΝ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΕ DATUM WGS 84
KAST 1	Σπήλαιο στη Μύτκα	630m	N: 40° 30' 35,60" E: 021° 16' 41,40"
KAST 2	Σπήλαιο Νοσοκομείου	636m	N: 40° 30' 15,64" E: 021° 16' 45,50"
KAST 3	Αλευράδες	643m	N: 40° 30' 18,60" E: 021° 16' 58,40"
KAST 4	Άγιος Νικόλαος	634m	N: 40° 30' 19,26" E: 021° 17' 8,80"
KAST 5	Σπήλαιο Μαυριώτισσας	638m	N: 40° 30' 32,0" E: 021° 17' 23,0"
KAST 6	Γκολομπίντσα	641m	N: 40° 30' 45,17" E: 021° 17' 38,39"
KAST 7	Παταράγκος	780m	N: 40° 30' 56,57" E: 021° 16' 52,20"

Πίνακας 1: Γενικές πληροφορίες για τα σπήλαια της εργασίας

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΠΗΛΑΙΩΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΥΡΙΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΚΛΑΔΩΝ	ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
KAST 1	BBA-NNΔ	BA-NΔ	OXI
KAST 2	BBA-NNΔ	BA-NΔ	OXI
KAST 3	A-Δ	NA-BΔ	OXI
KAST 4	B-N	A-Δ	NAI
KAST 5	A-Δ		NAI
KAST 6	A-Δ (2 κλάδοι)	B-N (2 κλάδοι)	NAI
KAST 7	BA-NΔ		OXI

Πίνακας 2: Πληροφορίες για την ανάπτυξη των σπηλαίων και την ύπαρξη γλυκού νερού

ΑΣΜ (Αριθμός Σπηλαιολογικού Μητρώου)	ΟΝΟΜΑ ΣΠΗΛΑΙΟΥ
531	Σπήλαιο Δράκου
731	Σπήλαιο Μαυριώτισσας
732	Γκολουπίντσα
971	Σπήλαιο Γουλιανών
1320	Σπήλαιο Γάβρου
3460	Σπήλαιο Χρυσοπηγής
3620	Παταράγκος
3911	Αγία Τριάδα Γέρμας
3912	Τρύπα του Παπά (Βογατσικού)
4408	Καστοριάς
4419	Μπερίκι
4420	Άνω Αύβκα ή Βινιέκη
4421	Ντούχλος Δενδροχωρίου

Πίνακας 3: Οι 13 σπηλαιομορφές που καταγράφονται στο αρχείο της Ε.Σ.Ε ως το 2009

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	ΣΠΗΛΑΙΑ ΠΟΥ ΕΞΕΡΕΥΝΗΘΗΚΑΝ
5-8/6/2009	Έλληνας Φ., Φιλιππάτου Π., Καλογερόπουλος Η., μέλη από ΕΤΑΚ και Cyberotsarka	Η Τρύπα του Βλάχου ή Κωστάκη και 8 βάραθρα, στην περιοχή των Οντρίων, το Σπήλαιο των Νερών στο Καστανόφυτο Καστοριάς
26-29/10/2009	Καλογερόπουλος Η., Καλαμπούκας Κ., Κυρκιμτζή Ι., Τρίμης Κ., Καλογήρου Κ., μέλη από ΕΤΑΚ και Cyberotsarka	Παταράγκος, Σπήλαιο Πέτρα, Άγιος Νικόλαος, Ντούχλος στο Δισπηλιό
5-8/1/2011	Τρίμης Κ. Καλογήρου Κ., Καρδαμάκη Α., μέλη από ΕΤΑΚ	Γκολουπίντσα, Σπήλαιο στο Νοσοκομείο
14-17/4/2011	Καραδήμου Γ., Παπαϊωάννου Ι., Δημητράκη Δ., Καλογερόπουλος Η., Καλογήρου Κ., Τρίμης Κ.	Γκολουπίντσα, Ντιμνίτσα Δαμασκηνιάς, Πέτρα
16-19/6/2011	Τρίμης Κ., Καραδήμου Γ., Παπαϊωάννου Ι.	Αγία Τριάδα Μεγάλο, Αγία Τριάδα Μικρό, Αλευράδες, Άγιο Νικόλαο
11/9/2011	Τρίμης Κ., Καλογήρου Κ., μέλη από ΕΤΑΚ	Νοσοκομείο Ανταρτών στον Γράμμο
5-7/1/2012	Καραδήμου Γ., Παπαϊωάννου Ι., Τρίμης Κ., Dnric Ι.	Σπήλαιο Νερών στο Καστανόφυτο Καστοριάς (τα πρώτα 130m)
21-24/6/2012	Μέλη Το.Τ.Β.Ε	Σπήλαιο Νερών στο Καστανόφυτο Καστοριάς (τα υπόλοιπα 480m)
3/8/2013	Καραδήμου Γ., Τρίμης Κ.	Σπήλαιο στη Μύτκα, Σπήλαιο Νοσοκομείου, Άγιος Νικόλαος, Σπήλαιο Μαυριώτισσας
18/8/2013	Καραδήμου Γ. Παπαϊωάννου Ι. Νικολαΐδου Κ. Κακουλίδης Σ.	Σπήλαιο στη Μύτκα, Σπήλαιο Νοσοκομείου, Αλευράδες, Σπήλαιο Μαυριώτισσας, Γκολουπίντσα

Πίνακας 4: Κατάλογος των μελών που έλαβαν μέρος στις αποστολές για το Εξερευνητικό Πρόγραμμα Καστοριάς και τα σπήλαια που εξερευνήθηκαν. Οι δύο τελευταίες επισκέψεις ήταν εστιασμένες σε πληροφορίες για την παρούσα εργασία

8.3 Παράρτημα ΙΙΙ

Χάρτες σπηλαίων

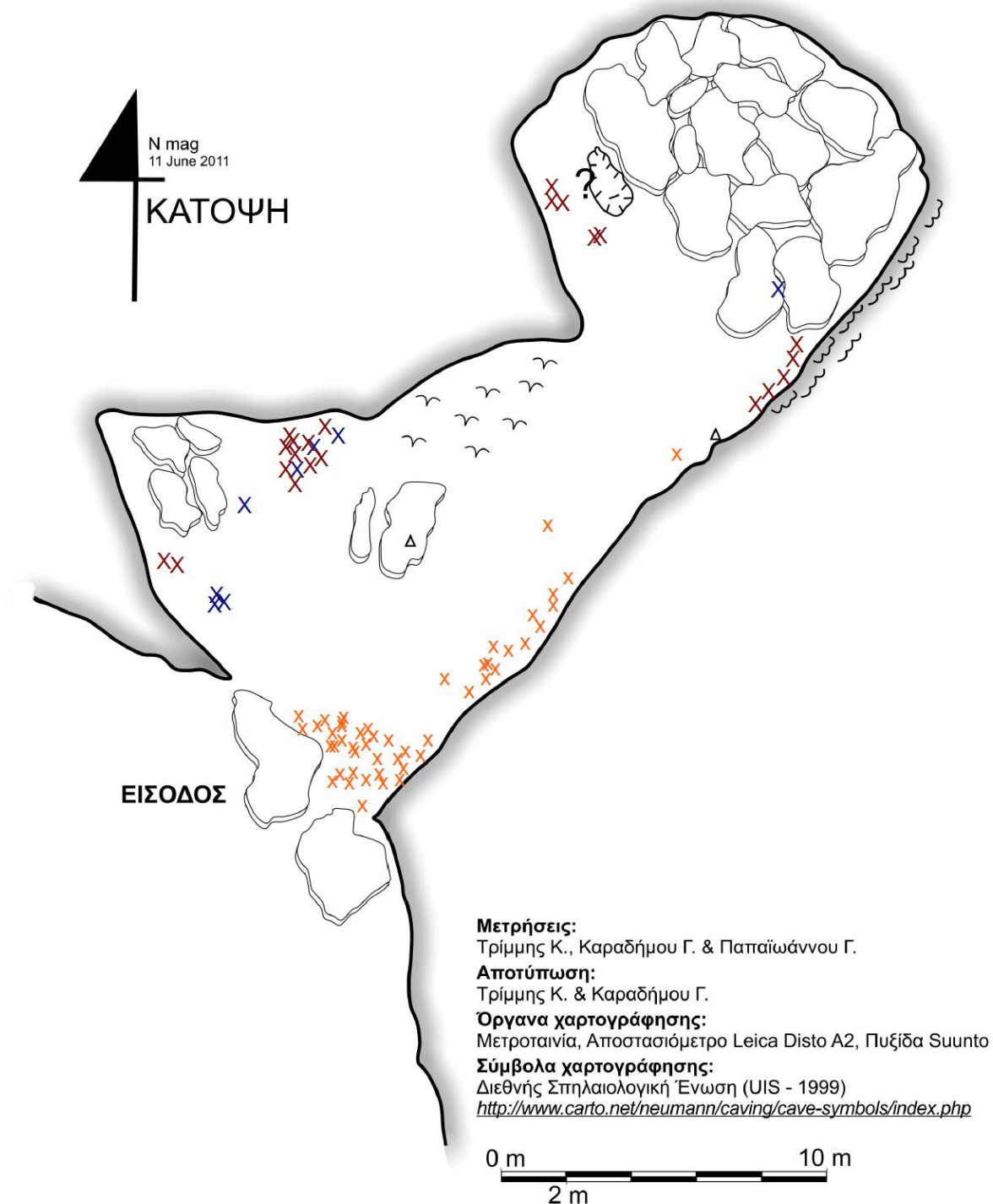
Σπηλαίο στη Μύτκα - KAST 1
 ΚΑΣΤΟΡΙΑ
 GPS-DATUM WGS 84 - elev. 630m
 N: 40° 30' 35,6" - E: 021° 16' 41,4"



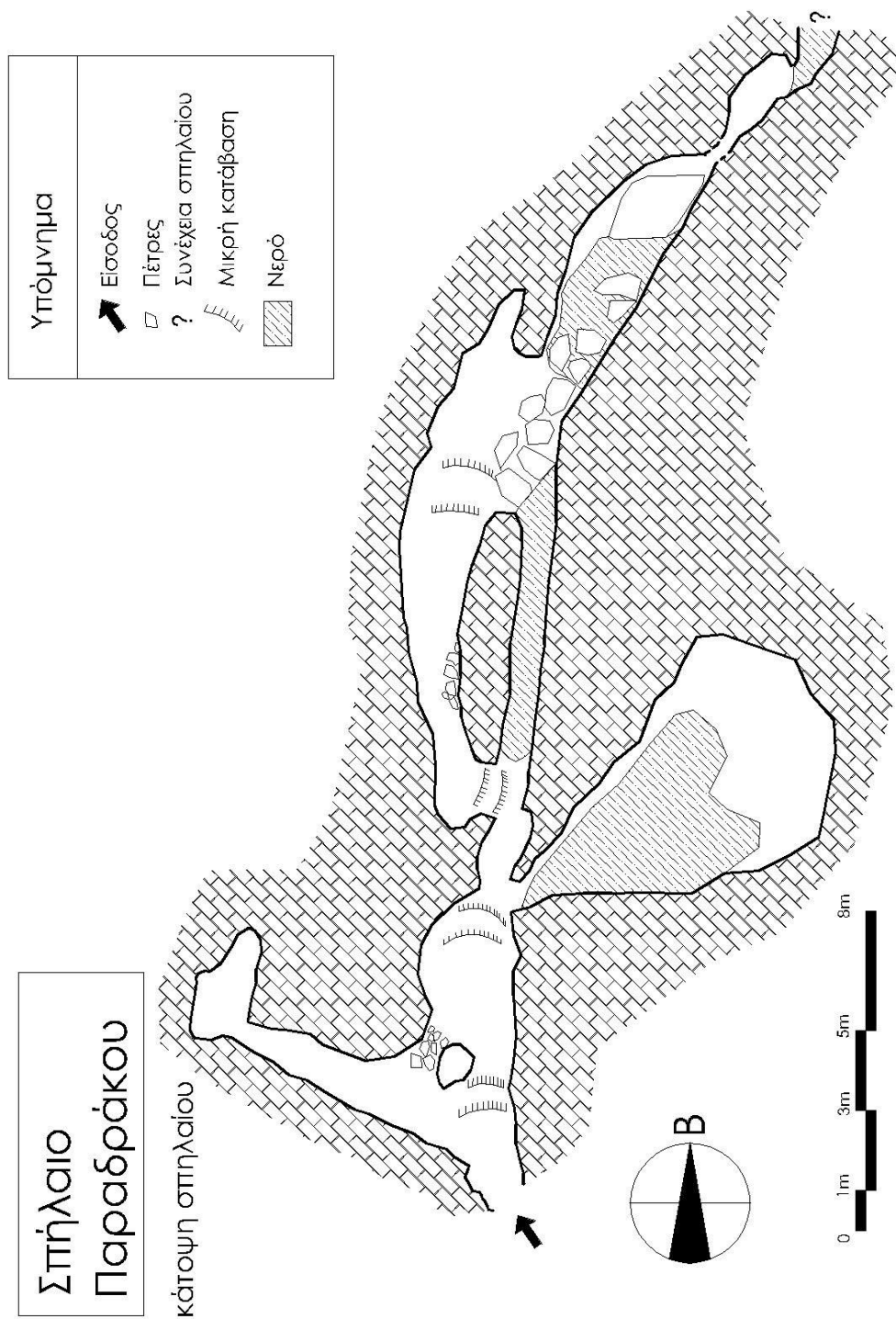
Χάρτης 1: Χαρτογράφηση σπηλαίου KAST 1

kast 07 - Αλευράδες ΚΑΣΤΟΡΙΑ

GPS - DATUM WGS 84 - elev. 643 m
N 40° 30' 18.60" - E 021° 16' 58.40"

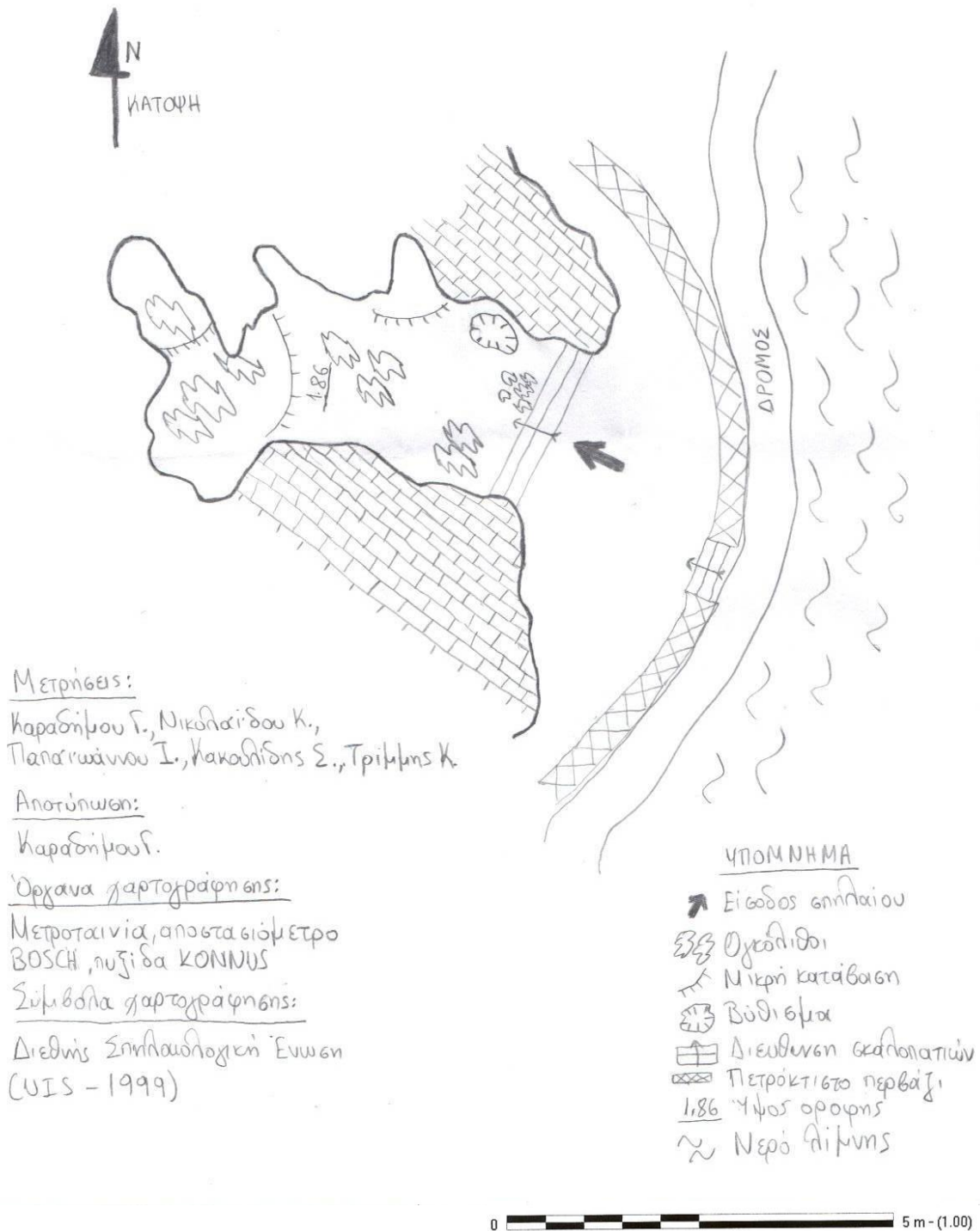


Χάρτης 2: Χαρτογράφηση σπηλαίου KAST 3



Χάρτης 3: Χαρτογράφηση σπηλαίου KAST 4

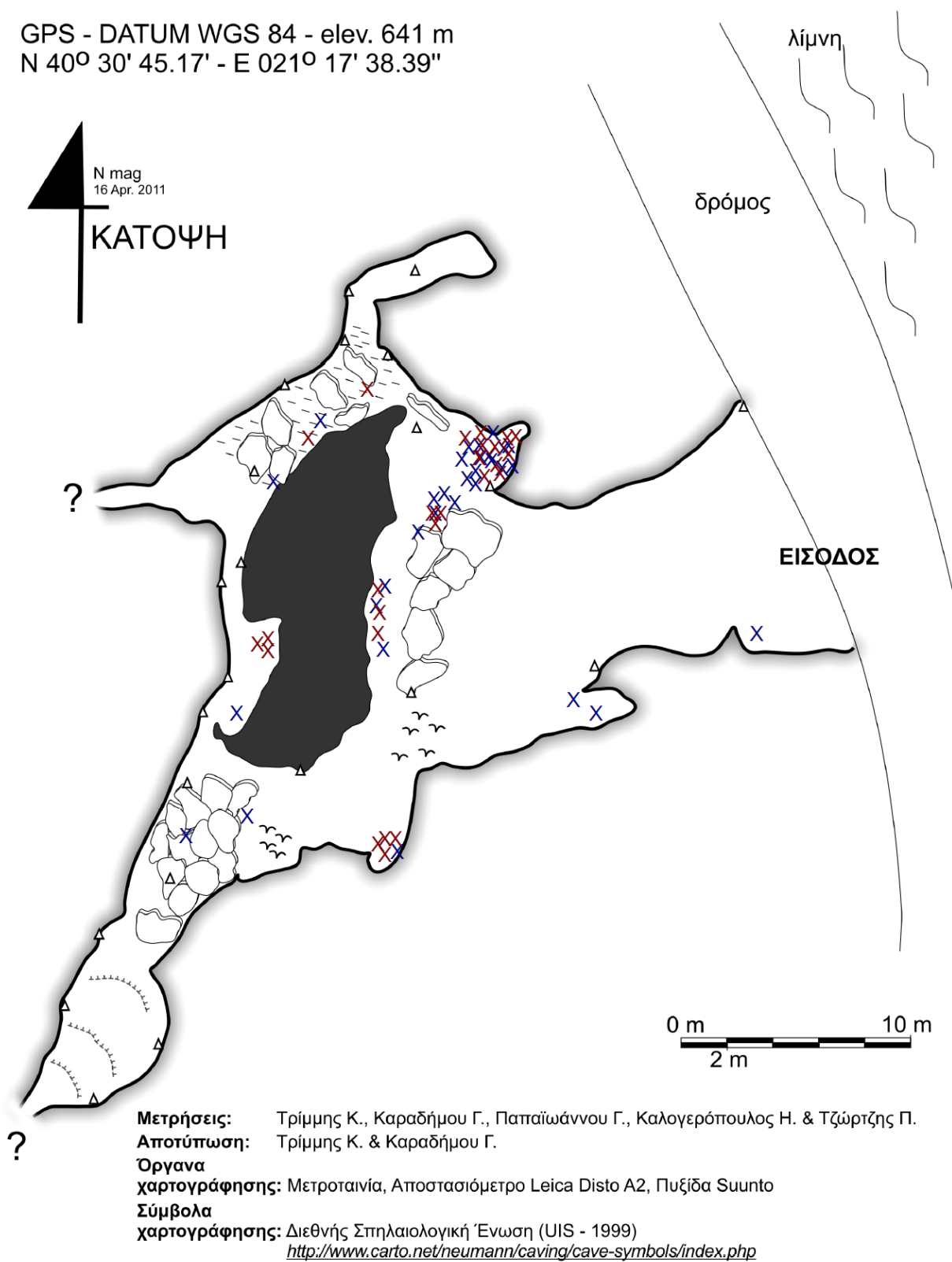
Σπηλαίο Μαυριώτισσας - KAST 5
 KASTORIA
 GPS-DATUM WGS84 -elev. 638m
 N: 40° 30' 32.0" E: 021° 17' 23.0"



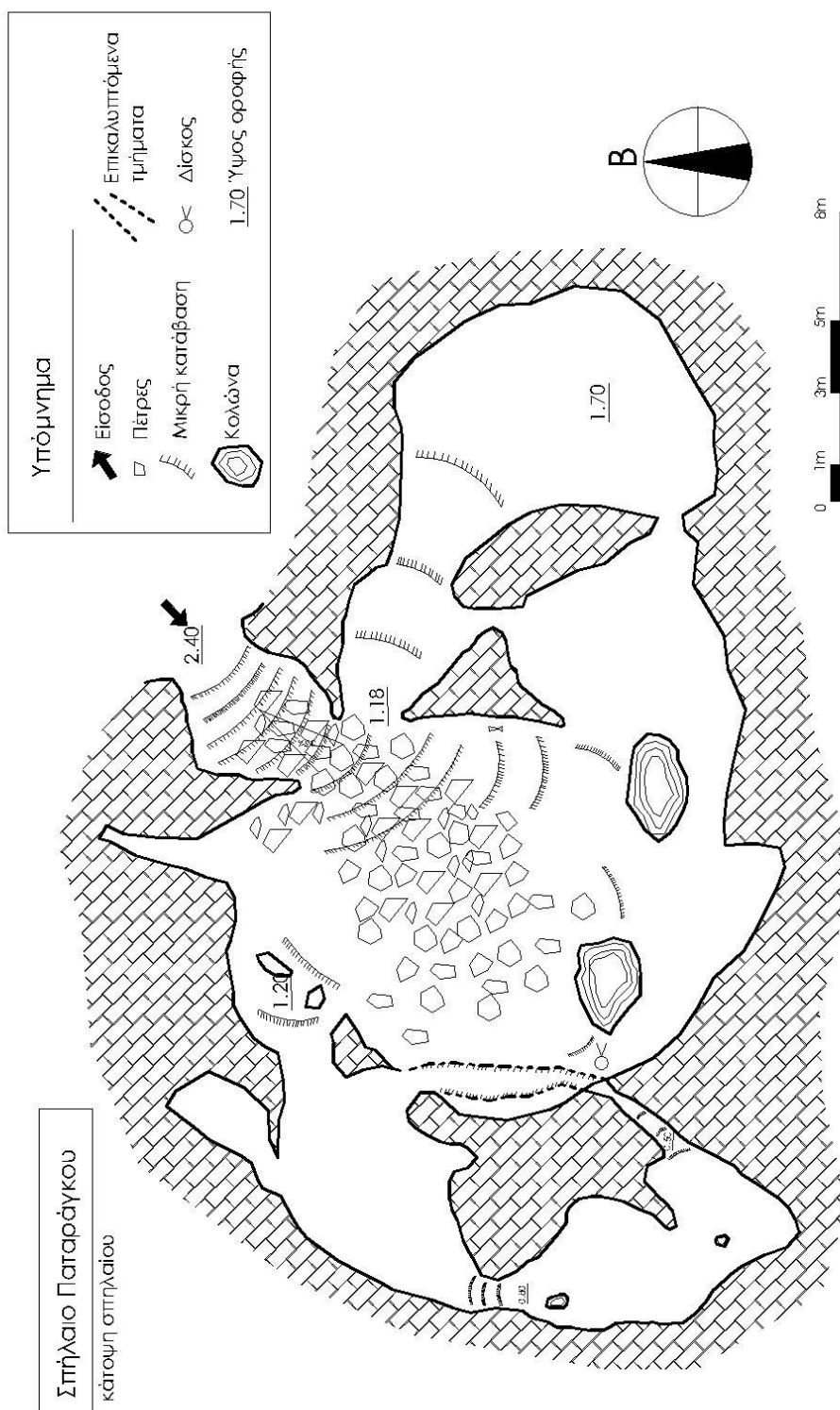
Χάρτης 4: Χαρτογράφηση σπηλαίου KAST 5

kast 01 - Γκολουπίνστα ΚΑΣΤΟΡΙΑ

GPS - DATUM WGS 84 - elev. 641 m
N 40° 30' 45.17" - E 021° 17' 38.39"



Χάρτης 5: Χαρτογράφηση σπηλαίου KAST 6.



Χάρτης 6: Χαρτογράφηση σπηλαιίου KAST 7

8.4 Παράρτημα IV

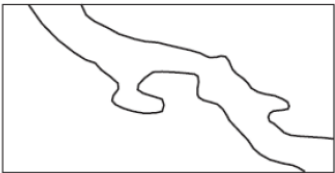
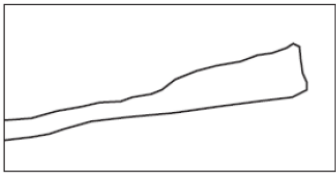
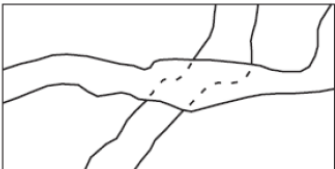
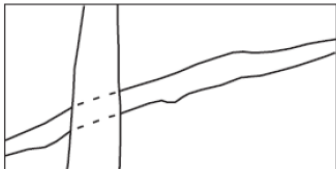
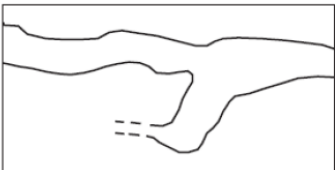
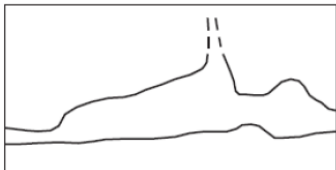
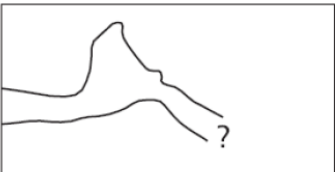
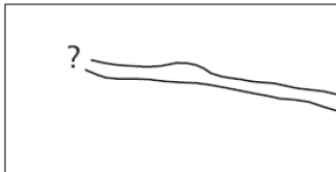
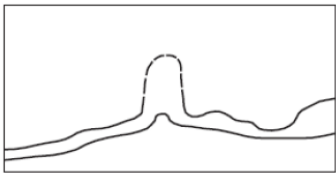
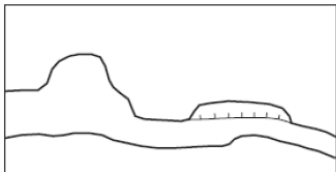
Σύμβολα χαρτογράφησης

Επίσημα σύμβολα χαρτογράφησης της Διεθνούς Σπηλαιολογικής Ένωσης

<http://www.carto.net/neumann/caving/cave-symbols/index.php>

(UIS - 1999)

Μετάφραση: Ανδρέας Χριστοδούλου (Σ.ΕΛ.Α.Σ)
Μάρτιος 2006

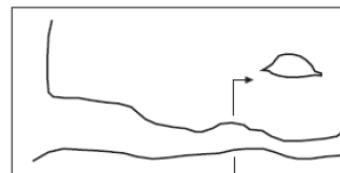
Ερμηνεία	Κάτοψη	Τομή
Κύρια σημεία μετρήσεων		
Περίγραμμα		
Επικαλυπτόμενα τμήματα		
Στενό πέρασμα		
Συνέχεια πιθανή		
Υποθετικές διαστάσεις χώρου		
Μορφή οροφής		

Ερμηνεία

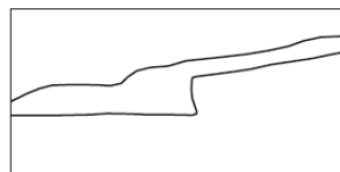
Κάτοψη

Τομή

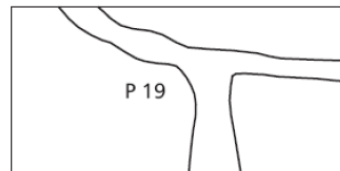
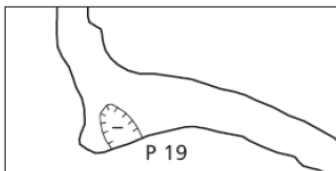
Είσοδος σπηλαίου
Προσανατολισμένη τομή
(άποψη της τομής όπως την κοιτάς)



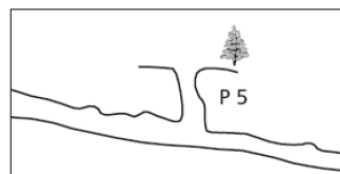
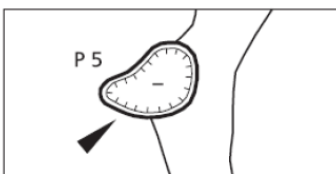
Σκαλοπάτι - μικρή κατάβαση
(όχι βάραθρο)



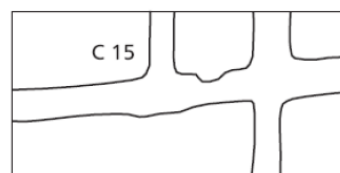
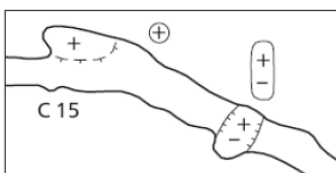
Βάραθρο
(κάθετος αγωγός)



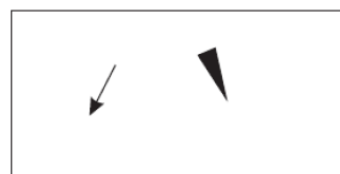
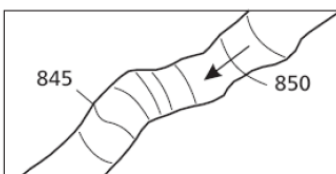
Είσοδος βαράθρου στην
επιφάνεια



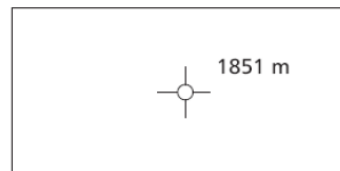
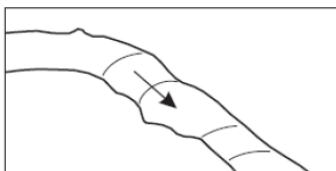
Άνοιγμα οροφής - καμινάδα

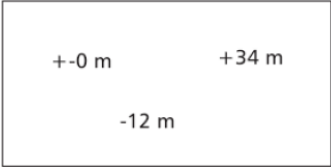
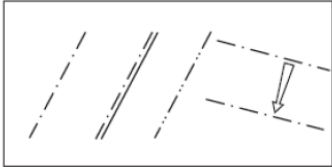
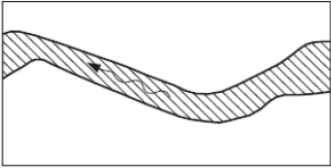
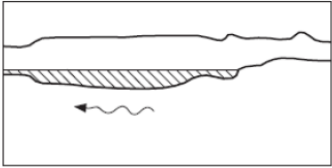
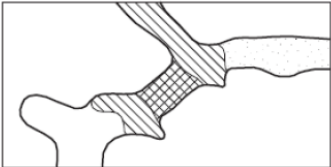
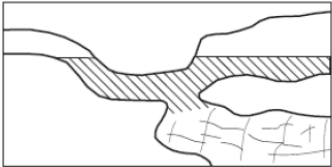
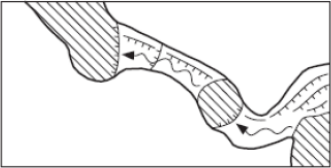
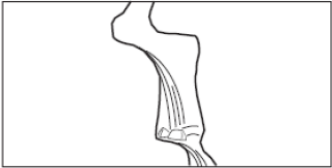
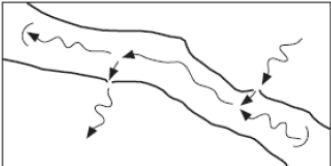
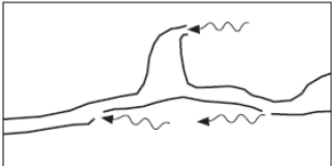
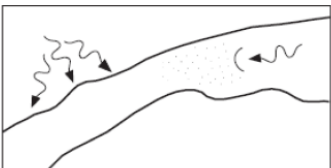
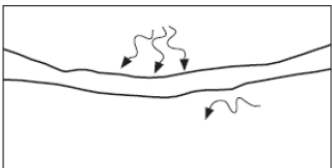
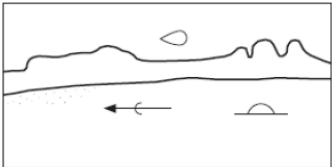


Ισοϋψείς, Βέλος κλίσης
Βέλος εισόδου



Γραμμές κλιμάκωσης
Υψόμετρο από το επίπεδο
της θάλασσας



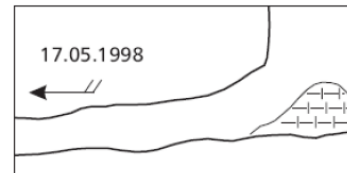
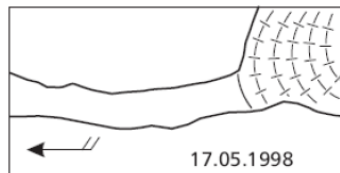
Ερμηνεία	Κάτοψη	Τομή
Διαφορετικά υψόμετρα στον ίδιο θάλαμο Ρήγματα		
Λίμνη Ροή νερού		
Σιφόνι		
Καταρράκτης (μικρός) Καταρράκτης (μεγάλος)		
Πηγή - εισροή Εκροή (νερό που χάνεται)		
Εκτεταμένη εισροή νερού Διαρροή		
Scallops - γενικά αυλακώσεις - κατεύθυνση παλιάς ροής		

Ερμηνεία

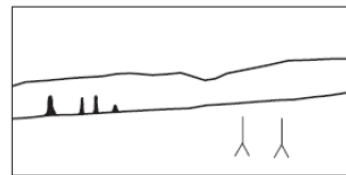
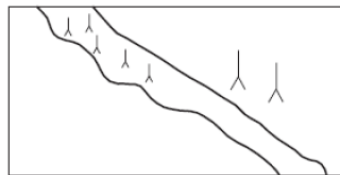
Κάτοψη

Τομή

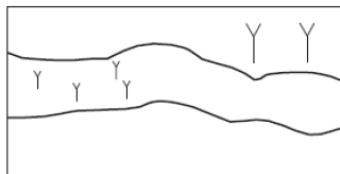
Ροή αέρα
(με ημερομηνία παρατήρησης)
Παγετός - χιόνι



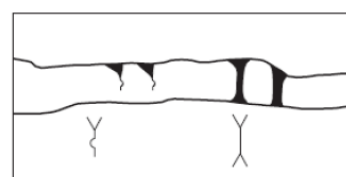
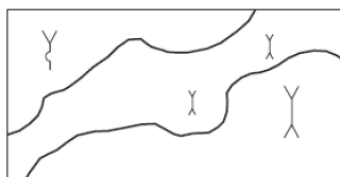
Σταλαγμίτες



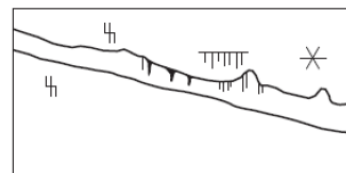
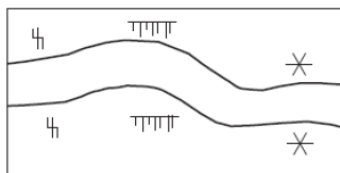
Σταλακτίτες



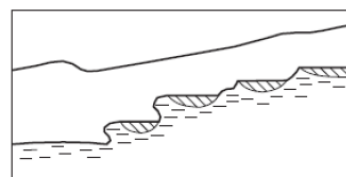
Κουρτίνες - κολόνες



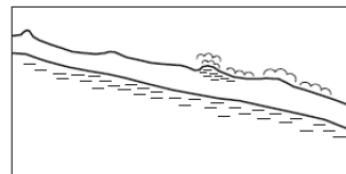
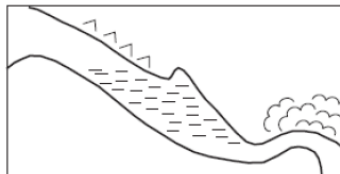
Ελικτίτες - "καλαμάκια" -
κρύσταλλοι



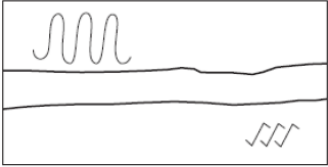
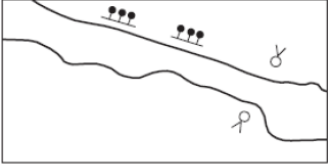
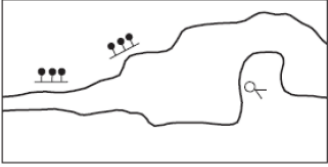
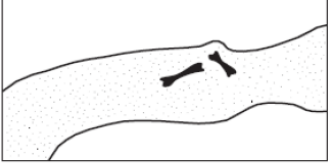
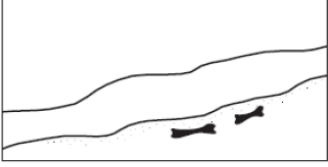
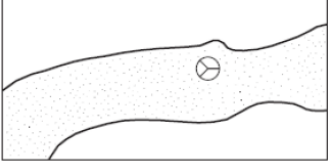
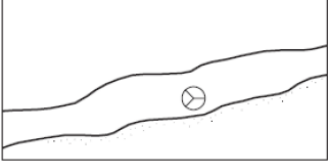
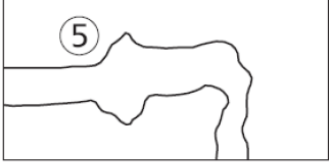
Λιθωματικές λεκάνες
(γκουρ - gourg)



Σταλαγμιτικό υλικό δαπέδου,
σταλαγμιτικό υλικό
τοιχώματος, γάλα σπηλαίου



Ερμηνεία	Κάτοψη	Τομή
Βέλος βορά: Γεωγραφικός βοράς Χαρτογραφικός βοράς Μαγνητικός βοράς (με έτος)		
Ογκόλιθοι - χαλάσματα		
Χαλίκια		
Ιζήματα: άμμος, λάσπη, πηλός, οργανική ουσία		
Τοιχώματα καλυμμένα με άργιλο		
Περιπτώματα νυχτερίδων (γκουανό - guano)		
Κατασκήνωση		

Ερμηνεία	Κάτοψη	Τομή
Αποστομοσεν - γυμνός καρστικοποιημένος βράχος (karren)		
Μανιτάρια (από σταλακτιτικό υλικό) Δίσκος (από σταλακτιτικό υλικό)		
Κόκαλα		
Ανθρώπινες παρεμβάσεις (καλλιτέχνημα, ζωγραφική, αγγεία, παλιό λατομείο / ορυχείο, ανθρώπινα οστά, ...)		
Ύψος οροφής		

(Σημείωση: οι τομές είναι προβαλλόμενες ή εκτεταμένες)