

Μεθοδολογία χαρτογράφησης σπηλαίων: συγκρίσεις οδεύσεων*

Καλογερόπουλος Η. ¹, Λαζαρίδης Γ. ² και Τσεκούρα Αικ.

Ελληνική Σπηλαιολογική Εταιρεία-Τοπικό Τμήμα Βόρειας Ελλάδας,
Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 54 124 Θεσσαλονίκη

¹herculrodoxori@hotmail.com, ²georgelazarides@yahoo.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της χαρτογράφησης των σπηλαίων. Η προσέγγιση των παραγόντων γίνεται με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, δηλαδή των χαρτών, που προκύπτουν χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους σε έναν προεπιλεγμένο χώρο, γνωστού σχήματος και εκτάσεως. Ως τέτοιος χώρος επιλέχθηκε μία αίθουσα διδασκαλίας του ΑΠΘ, στην οποία σημειώθηκαν σταθερά σημεία-σταθμοί. Τα σημεία αυτά συνδυάστηκαν κατά διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε οδεύσεως. Οι τύποι των οδεύσεων που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτοί που αναφέρονται από τον Dasher το 1994. Προέκυψαν τέσσερα τοπογραφικά διαγράμματα «σπηλαιολογικής τεχντροπίας» τα οποία συγκρίνονται ως προς το πραγματικό τοπογραφικό διάγραμμα της αίθουσας. Από τις συγκρίσεις προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με την ακρίβεια που προσφέρει κάθε μεθοδολογία και την παραμόρφωση που έχει ως αποτέλεσμα. Επίσης γίνεται αναφορά στις οδεύσεις και τα όργανα που χρησιμοποιούνται στη χαρτογράφηση σπηλαίων, καθώς και στα σφάλματα των σπηλαιολογικών χαρτογραφήσεων.

ABSTRACT.

The aim of the present article is to investigate the factors that affect the cave mapping. This investigation is based on comparisons of topographical diagrams of a given space made by different surveys of the same stations. A classroom of a known topography has been used for that purpose. The used surveys are the circumference survey, splay shots, zig-zagging survey and radial survey (after Dasher 1994). The comparisons concern the shape, the area and the direction of the cave map as well as the time that is needed for the survey and the affect of errors in certain station to the general topography of a map. The results are summarized and the significance of reference in the used methodology in any cave surveying is concluded. Among the different surveys the radial one and the splay shots are considered as the most accurate.

Εισαγωγή στη χαρτογράφηση σπηλαίων

Η χαρτογράφηση ενός σπηλαίου αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο της σπηλαιολογίας. Το σπήλαιο είναι ένας ιδιαίτερα πολύπλοκος χώρος και η αντίληψη των αποστάσεων τις περισσότερες φορές δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Έτσι όταν ο σπηλαιολόγος έχει το χάρτη ενός σπηλαίου μπορεί να εκτιμήσει το μέγεθός του, τα επικίνδυνα σημεία, τις πιθανές δυσκολίες της αποστολής και συνεπώς τον εξοπλισμό που θα χρειαστεί. Επίσης, η συστηματική μελέτη των σπηλαίων απαιτεί την ύπαρξη λεπτομερούς και αξιόπιστου υποβάθρου σε κατάλληλη μορφή και κλίμακα έτσι ώστε να ικανοποιεί οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο των γεωπιστημών (γεωλογία, σπηλαιολογία, παλαιοντολογία κ.λπ.) (ΠΑΓΟΥΝΗΣ *et al.*, 2004, ΔΟΓΤΟΥΡΗΣ *et al.*, 1986). Η διαδικασία της χαρτογράφησης δυσχεραίνεται από ποικίλους παράγοντες, εκ των οποίων οι δύο επικρατέστεροι είναι, αφενός ότι ο εξερευνητής δεν βρίσκεται πάντα σε ιδανικές συνθήκες, λόγω του ιδιαίτερου περιβάλλοντος (ΔΟΓΤΟΥΡΗΣ *et al.*, 1986), με αποτέλεσμα η χαρτογράφηση να γίνεται επίπονη και αφετέρου η πολυπλοκότητα του σπηλαίου να καθιστά αναγκαία την αποτύπωση σημείων που βρίσκονται σε εντελώς διαφορετικά επίπεδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται η καταγραφή στοιχείων για ένα τρισδιάστατο χώρο.

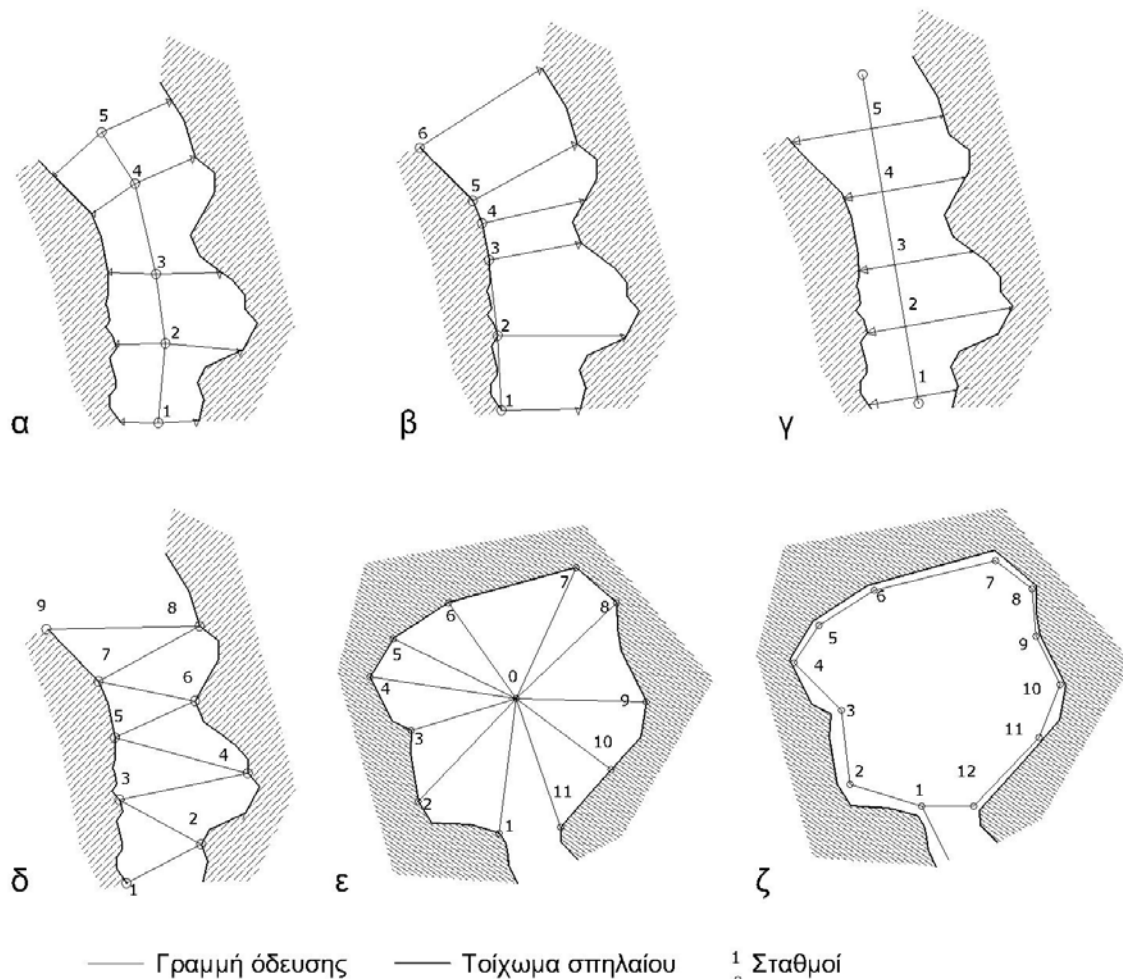
Το πρώτο στάδιο της χαρτογράφησης σπηλαίου απαιτεί τη συλλογή των δεδομένων για το χάρτη, δηλαδή τις μετρήσεις από μια ομάδα χαρτογράφησης. Αυτή απαρτίζεται από 3 – 4 άτομα για την καλύτερη εκμετάλλευση του χρόνου, ειδικά σε μεγάλα σπήλαια, αν και μια ομάδα των 2 ατόμων έχει καλύτερη συνεργασία (JUDSON, 1974). Ο επικεφαλής της ομάδας καθορίζει που θα είναι οι σταθμοί για τις μετρήσεις, καταγράφει στο ημερολόγιο τα δεδομένα κάνοντας σκίτσα του σπηλαίου και συνήθως είναι αυτός που σχεδιάζει το χάρτη καθώς γι' αυτόν είναι πιο εύκολο να διαβάσει τις σημειώσεις του ημερολογίου. Τα υπόλοιπα μέλη χειρίζονται τα όργανα και αναγγέλλουν τις ενδείξεις στον επικεφαλής (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).

Η διαδικασία της χαρτογράφησης ξεκινά με τον καθορισμό ενός σημείου-σταθμού (το οποίο είτε έχει καθορισμένες συντεταγμένες σύμφωνα με ένα σύστημα αναφοράς είτε όχι). Όλοι οι επόμενοι σταθμοί ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να περιγράφεται το σχήμα του σπηλαίου. Για κάθε επόμενο σταθμό μετριέται και καταγράφεται η απόστασή του από τον προηγούμενο, το αζιμούθιο και η υψομετρική διαφορά (δηλαδή, η κλίση). Με αυτά τα

* Methodology of cave mapping: comparison of surveys. KALOGEROPOULOS H., LAZARIDIS G., & TSEKOURA A.

στοιχεία μπορούν να σχεδιαστούν οι σταθμοί υπό κάποια κλίμακα και προσανατολισμένα στο χαρτί. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όσους σταθμούς είναι απαραίτητο.

Οι μετρήσεις που γίνονται για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων δημιουργούν μια γραμμή μέσα στο σπήλαιο που ονομάζεται *όδευση*. Οι *οδεύσεις* είναι ανοικτές ή κλειστές. Στην κλειστή *όδευση* η αρχή και το τέλος της συμπίπτουν, ενώ στην ανοικτή όχι. Η πρώτη προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια στη χαρτογράφηση καθώς δίνεται η δυνατότητα στο χαρτογράφο να αναγνωρίσει πιθανά λάθη (DASHER, 1994). Υπάρχουν τέσσερα είδη *οδεύσεων*: η κεντρική, η ακτινωτή, η κυκλική και η ζικ-ζακ τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα με το σχήμα και μέγεθος του χώρου που πρέπει να καταγραφεί.



ΣΧΗΜΑ 1. Διαφορετικοί τύποι *οδεύσεων*: α) κεντρική *όδευση* β) κεντρική *όδευση* με κύρια γραμμή στο τοίχωμα, γ) κεντρική *όδευση* με τη χρήση κάθετων μετρήσεων από την κύρια ευθεία, δ) ζικ-ζακ *όδευση*, ε) ακτινωτή *όδευση* και ζ) κυκλική *όδευση*.

-Στην **κεντρική *όδευση*** δημιουργείται μία κεντρική γραμμή από σταθμούς στη μέση του χώρου, από τους οποίους μετράται η απόσταση των τοιχωμάτων εκατέρωθεν (JUDSON, 1974). Οι μετρήσεις στα πλάγια γίνονται πάντα μετρώντας αζιμούθιο (ΣΧΗΜΑ 1α). Όταν η μορφολογία του σπηλαίου το επιτρέπει, η κεντρική γραμμή της *όδευσης* μπορεί να βρίσκεται στη μία πλευρά του περάσματος και από τους σταθμούς να γίνονται μετρήσεις μόνο προς το ένα τοίχωμα (DASHER, 1994) (ΣΧΗΜΑ 1β). Σε ειδικές περιπτώσεις η κεντρική γραμμή είναι ευθεία και από σημεία της ευθείας μετρώνται κάθετα οι αποστάσεις των τοιχωμάτων εκατέρωθεν (ΣΧΗΜΑ 1γ), χωρίς να χρειάζεται για αυτές τις μετρήσεις αζιμούθιο (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).

-Στην περίπτωση ενός στενού περάσματος οι μετρήσεις μπορεί να γίνονται εναλλάξ από τη μία πλευρά του περάσματος στην άλλη, σχηματίζοντας έτσι μία **ζικ-ζακ τροχιά** (ΣΧΗΜΑ 1δ). Με αυτόν τον τρόπο καθορίζουμε καλύτερα κάθε τοίχωμα του σπηλαίου. Αρκετοί εξερευνητές πιστεύουν πως με αυτήν την *όδευση* αλλοιώνεται το μήκος του σπηλαίου αν και αυτή η τεχνική θα δώσει περισσότερες πληροφορίες στο τελικό σχέδιο (DASHER, 1994).

-Στην **ακτινωτή *όδευση*** γίνονται μετρήσεις από ένα σταθμό, σε κεντρικό σημείο του σπηλαίου (ή θαλάμου), προς τα όρια του χώρου που χαρτογραφείται. Οι διαδοχικοί σταθμοί είναι ακτινωτά διατεταγμένοι ως προς τον κεντρικό σταθμό. Η ακτινωτή *όδευση* χρησιμοποιείται στις αίθουσες όπου ο χώρος τείνει να γίνει κυκλικός και έτσι το κεντρικό σημείο είναι ορατό από όλους τους σταθμούς (ΣΧΗΜΑ 1ε).

-Στην **Κυκλική όδευση** οι μετρήσεις γίνονται περιμετρικά, ακολουθώντας τα όρια του χώρου που χαρτογραφείται. Σε αυτήν την περίπτωση το σχήμα της όδευσης ταυτίζεται με το σχήμα του χώρου που χαρτογραφείται (ΣΧΗΜΑ 1ζ). Η κυκλική όδευση χρησιμοποιείται κυρίως σε αίθουσες που έχουν περίπου κυκλικό σχήμα. Αυτό διευκολύνει το 'κλείσιμο' της όδευσης παίρνοντας μετρήσεις από τον τελευταίο σταθμό στον πρώτο. Έτσι, κατά τη διάρκεια της σχεδίασης γίνονται ευδιάκριτα τα πιθανά λάθη (DASHER, 1994).

Τα **όργανα** που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η μετροταινία και το τηλέμετρο για τη μέτρηση απόστασης, η πυξίδα για τη μέτρηση του αζιμουθίου και το κλισίμετρο για την κλίση του εδάφους (TARSOLY, 2006).

Η μετροταινία είναι το κυριότερο όργανο άμεσης μέτρησης μηκών. Κατασκευάζονται από διάφορα υλικά (μεταλλικές πλαστικές και λινές ή πλαστικές) και τα μήκη τους συνήθως είναι 20, 25, 30 και 50 m. Η ακρίβεια που προσφέρουν είναι περίπου 2-3cm / 100m με κανονική δύναμη έλξης που αναγράφεται πάνω στη μετροταινία και θερμοκρασία 20° C. Προσοχή πρέπει να δίνεται στο τύλιγμά της μέσα στη θήκη καθώς η παράλειψη καθαρισμού της από λάσπες και χώματα που βρίσκονται στο σπήλαιο μπορούν να τη φρακάρουν καθιστώντας αδύνατη τη χρήση της (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).

Με τη χρήση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων γίνεται δυνατή η μέτρηση απόστασης στα τηλέμετρα. Η απόσταση μετράται με στόχευση του σταθμού και πολλά τηλέμετρα έχουν δυνατότητα μέτρησης της κλίσης. Τα τηλέμετρα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε σπήλαια μεγάλων διαστάσεων (ΔΟΓΤΟΥΡΗΣ *et al.*, 1986).

Για τη μέτρηση γωνίας χρησιμοποιούμε τη μαγνητική πυξίδα. Η γωνία που μετράται είναι αυτή που σχηματίζει ο στόχος με το μαγνητικό βορρά, ο οποίος διαφέρει από τον πραγματικό. Ο κύκλος των πυξίδων υποδιαιρείται με τέσσερις τρόπους. Ο πρώτος είναι από 0 μέχρι 360 βαθμούς (μοίρες) και δίνει την απόλυτη γωνία (δεξιόστροφη) με το βορρά που ονομάζεται αζιμουθίο. Ο δεύτερος αποτελείται από τέσσερα τεταρτοκύκλια των 90 βαθμών νοτιοανατολικό, νοτιοδυτικό, βορειοανατολικό, βορειοδυτικό. Ο τρίτος χωρίζεται σε 6400 mils και χρησιμοποιείται για στρατιωτικούς σκοπούς. Ο τέταρτος υποδιαιρείται σε 400 βαθμούς grads. Αυτός διευκολύνει τη σύγκριση οπίσθιας σκόπευσης (DASHER, 1994).

Εκτός από τις μαγνητικές πυξίδες υπάρχουν όργανα μέτρησης γωνιών όπως ο θεοδόλιχος και ο γεωδαιτικός σταθμός τα οποία δίνουν μεγαλύτερη ακρίβεια όμως το μέγεθός τους δυσκολεύει την εύκολη χρήση τους μέσα στο σπήλαιο. Ο τριδιάστατος σαρωτής είναι ένα ακόμη όργανο το οποίο συλλέγει συντεταγμένες τριών διαστάσεων πετυχαίνοντας αποτελέσματα (3D model) σε πραγματικό χρόνο (ΠΑΓΟΥΝΗΣ *et al.*, 2004).

Απαραίτητο στοιχείο της χαρτογράφησης είναι η μέτρηση κλίσης του εδάφους προκειμένου να υπολογιστούν οι υψομετρικές διαφορές. Το όργανο με το οποίο κάνουμε αυτήν την εργασία είναι το κλισίμετρο. Τα απλά κλισίμετρα αποτελούνται από ένα μοιρογνώμονιο και ένα νήμα στάθμης και μπορεί να βρίσκονται μαζί με την πυξίδα. Η γεωμετρική χωροστάθμιση είναι μία ακόμη μέθοδος υψομετρίας, αλλά οι ισχυρές κλίσεις κάνουν αδύνατη την εφαρμογή της (ΔΟΓΤΟΥΡΗΣ *et al.*, 1986).

Το επόμενο στάδιο, μετά τη συλλογή των δεδομένων, είναι η διόρθωση των μετρήσεων από τα σφάλματα (TARSOLY, 2006). Τα **σφάλματα** κατά τη διάρκεια της χαρτογράφησης είναι αυτά που αλλάζουν το αποτέλεσμα αποκλινώντας το από την πραγματικότητα. Βέβαια τα σφάλματα οφείλονται σε διάφορους παράγοντες:

-**Τυχαία σφάλματα**, σφάλμα λόγω απόκλισης από την ευθυγραμμία, σφάλμα λόγω απόκλισης από την οριζόντια θέση, σφάλμα λόγω λανθασμένης καταγραφής αναγνώσεων κ.λπ. (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).

-**Συστηματικά σφάλματα** από διαφορές στο όργανο λόγω κατασκευής. Σφάλμα λόγω διαφοράς από το πρότυπο, σφάλματα λόγω μη κατάλληλης τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα της μετροταινίας κατά τη μέτρηση, σφάλμα λόγω βέλους κάμψης που οφείλεται στο βάρος της μετροταινίας. Ο έλεγχος του οργάνου με καθορισμένη σταθερά έξω από το σπήλαιο για τη διόρθωσή του αποτελεί μια επιθυμητή διαδικασία πριν τη χαρτογράφηση (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).

-**Γκάφες** είναι η τρίτη και πιο σημαντική κατηγορία λαθών καθώς προέρχονται από τον ερευνητή. Είναι απρόβλεπτα και είναι αποτέλεσμα απειρίας ή υπερβολικής κόπωσης.

Τελευταίο στάδιο της χαρτογράφησης είναι η σχεδίαση του χάρτη με βάση τις μετρήσεις. Πρέπει να σημειωθεί πως είναι πολύ σημαντικό να προσαρμόζεται το σχέδιο του σπηλαίου στο τριγωνομετρικό δίκτυο της χώρας (ή όποιο άλλο δίκτυο) (TARSOLY, 2006).

Όλα τα παραπάνω σφάλματα έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές χαρτογραφήσεις του ίδιου σπηλαίου να δίνουν αποτελέσματα με μικρές ή ασήμαντες διαφορές μεταξύ τους. Στην παρούσα εργασία ερευνάται η περίπτωση της χαρτογράφησης συγκεκριμένου χώρου, διατηρώντας σταθερές τις παραμέτρους: σταθμοί, σύνθεση ομάδας, όργανα και αλλάζοντας την όδευση.

Μεθοδολογία

Προκειμένου να γίνει η καλύτερη σύγκριση των χαρτογραφήσεων επιλέχτηκε να χαρτογραφηθεί μια αίθουσα και ο προθάλαμος της του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ. Με αυτόν τον τρόπο είναι ήδη γνωστό το σχήμα που πρέπει να αποτυπωθεί στους χάρτες και έτσι γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων της χαρτογράφησης σε σχέση με

το υπάρχον τοπογραφικό σχέδιο της αίθουσας (ΣΧΗΜΑ 2). Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι: τηλεμετρο, μετροταινία, πυξίδα Suunto με κλισίμετρο.

Χρησιμοποιήθηκαν 21 καθορισμένοι σταθμοί, ίδιοι σε κάθε όδευση προκειμένου να γίνεται σύγκριση των διαφοροποιήσεων των αποτελεσμάτων ακόμη και σε επιμέρους σημεία. Εκτός από τους σταθμούς 14 και 17 (δηλαδή, οι ελάχιστοι που απαιτούνται) στην ανατολική πλευρά, σηματοδοτήθηκαν και οι σταθμοί 15 και 16, ώστε να εξεταστεί η παραμόρφωση που προκαλούν οι πλεονάζοντες σταθμοί. Αναφέρεται ότι το μήκος της μέτρησης πρέπει να είναι τέτοιο ώστε ο αριθμός των σταθμών να είναι ο δυνατόν μικρότερος (JUDSON, 1974).

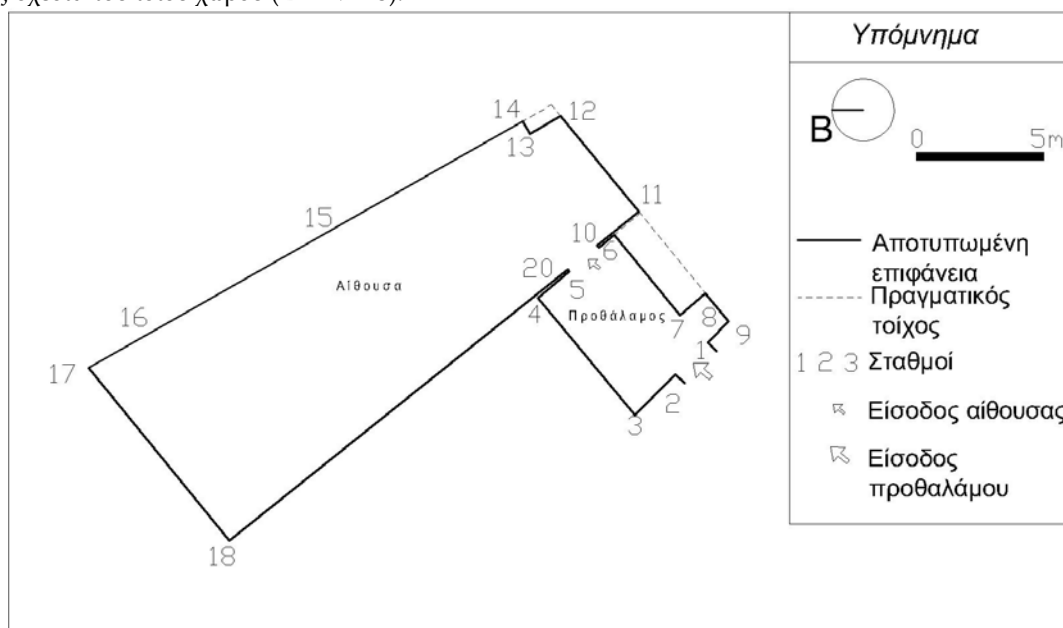
Η χαρτογράφηση της αίθουσας επαναλήφθηκε αλλάζοντας το είδος της όδευσης και διατηρώντας τα ίδια όργανα και την ίδια σύνθεση ομάδας.

Στην ακτινωτή όδευση πάρθηκαν μετρήσεις από τρεις κεντρικούς σταθμούς (0, 21, 19).

Στην κυκλική και τη ζικ-ζακ όδευση σταθμός έναρξης της χαρτογράφησης ορίστηκε ο σταθμός 1 που βρίσκεται στην είσοδο του προθαλάμου της αίθουσας.

Στην κεντρική όδευση από δύο κεντρικές γραμμές (19-21) και (21-22) έγιναν κάθετες μετρήσεις προς τους τοίχους.

Μετά τη συλλογή των δεδομένων και χωρίς τη διόρθωση από σφάλματα προέκυψαν οι τέσσερις διαφορετικοί χάρτες-σχέδια του ίδιου χώρου (ΣΧΗΜΑ 3).

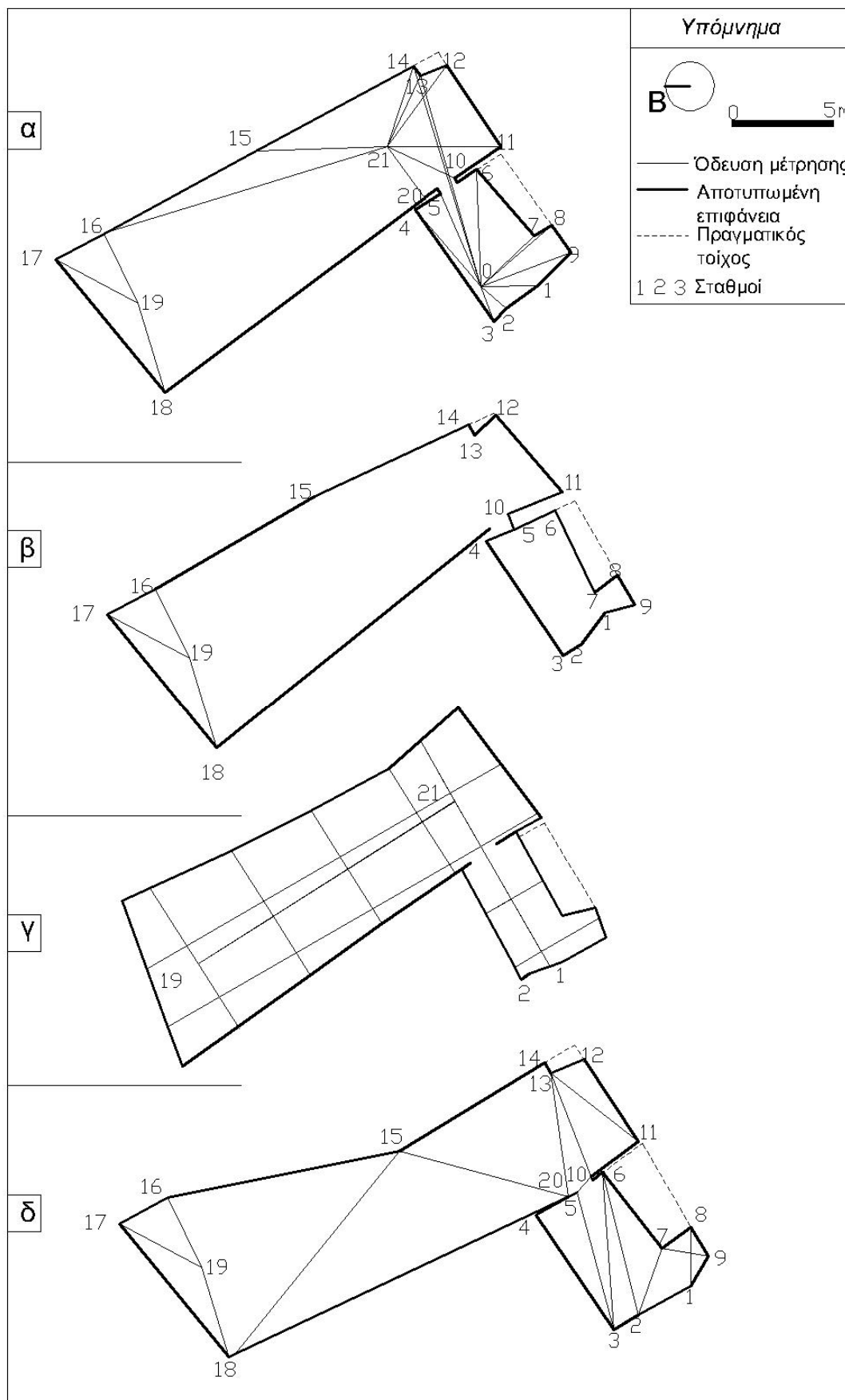


ΣΧΗΜΑ 2. Τοπογραφικό σχέδιο της αίθουσας που χαρτογραφήθηκε στην παρούσα εργασία με ενδείξεις των θέσεων και της αρίθμησης των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν.

Από τη σύγκριση των σχεδίων έγιναν οι παρακάτω παρατηρήσεις για κάθε όδευση:

- Ο χάρτης της **ακτινωτής όδευσης** (ΣΧΗΜΑ 3α) έχει πολύ καλό αποτέλεσμα σε σχέση με το τοπογραφικό σχήμα της αίθουσας. Το εμβαδόν είναι ίσο με το πραγματικό (171 τ.μ.). Επίσης τα σημεία 15, 16, 17 βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Γενικά υπάρχουν μικρές παραμορφώσεις σε επιμέρους σημεία, όπως η στροφή του προθαλάμου, οι οποίες όμως δεν επηρεάζουν το γενικό σχήμα της αίθουσας.
- Ο χάρτης της **κυκλικής όδευσης** (ΣΧΗΜΑ 3β) παρουσιάζει παραμόρφωση σε σχέση με το τοπογραφικό της αίθουσας. Αυτό επιδρά και στον υπολογισμό του εμβαδού, το οποίο υπολογίζεται μικρότερο από το πραγματικό (κατά 7 τ.μ.). Παρουσιάζει σημαντική παραμόρφωση στις γωνίες. Γενικά οι παραμορφώσεις σε επιμέρους σημεία από σφάλματα επηρεάζουν το γενικό τελικό σχήμα, παρόλα αυτά το πλεονέκτημα της κυκλικής όδευσης είναι ότι υπάρχει άμεση σχέση μέτρησης και επιφάνειας που αποτυπώνεται.
- Ο χάρτης της **κεντρικής όδευσης** (ΣΧΗΜΑ 3γ) παρουσιάζει επιμέρους παραμορφώσεις και αρκετά καλή σχέση με το τοπογραφικό της αίθουσας. Το εμβαδόν έχει μικρή απόκλιση από το πραγματικό (μικρότερο κατά 3 τ.μ.). Παρατηρείται ευθυγραμμία στους σταθμούς 15, 16, 17 που ισχύει και επαληθεύεται. Επίσης οι γωνίες είναι όπως οι πραγματικές. Γενικά η κεντρική όδευση, στην περίπτωση που οι μετρήσεις γίνονται με κάθετες γωνίες, δίνει πολύ καλό αποτέλεσμα, αλλά είναι μια αρκετά χρονοβόρα διαδικασία (ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ *et al.*, 2007).
- Στο χάρτη της **ζικ-ζακ όδευσης** (ΣΧΗΜΑ 3δ) παρατηρήθηκε μεγάλη παραμόρφωση σε σχέση με το πραγματικό σχήμα. Μεγάλη διαφορά παρατηρείται στο μήκος της αίθουσας, γεγονός που αναφέρεται γενικά για την όδευση αυτή (DASHER, 1994). Αυτό επηρεάζει και το εμβαδόν, το οποίο υπολογίζεται μεγαλύτερο από το κανονικό (κατά 15 τ.μ.). Επιπλέον παρατηρείται μία μικρή στροφή στον προσανατολισμό του χάρτη σε σχέση με το βορρά.

Γενικά, αν και με τη ζικ-ζακ όδευση χρειάζεται λίγος χρόνος στις μετρήσεις (σε σχέση με τις άλλες οδεύσεις) ένα και μόνο σφάλμα επηρεάζει κατά πολύ το γενικό σχήμα του χάρτη και μαζί με αυτό πολλά χρήσιμα δεδομένα (εμβαδό, μήκος κ.τ.λ.).



ΣΧΗΜΑ 3. Τοπογραφικά διαγράμματα «σπηλαιολογικής τεχνοτροπίας» της αίθουσας με διαφορετικές οδεύσεις: α) με ακτινωτή όδευση, β) με κυκλική όδευση, γ) με κεντρική όδευση, δ) με ζικ-ζακ όδευση.

Εκτός από τις συγκρίσεις των οδεύσεων με το τοπογραφικό της αίθουσας έγιναν και συγκρίσεις μεταξύ των οδεύσεων. Πιο συγκεκριμένα:

- Η ακτινωτή και η κεντρική οδευση παρουσιάζουν γενικά παρόμοια αποτελέσματα. Διαφορά στον προσανατολισμό παρατηρείται στην ευθεία από τους σταθμούς 17 -18. Επίσης ο προθάλαμος της κεντρικής οδευσης παρουσιάζει μια μικρή στροφή σε σχέση με της ακτινωτής.
- Η ακτινωτή και η κυκλική οδευση παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές. Αξιοσημείωτη είναι η μετατόπιση του προθαλάμου της κυκλικής οδευσης σε σχέση με την ακτινωτή.
- Οι αποκλίσεις στη σύγκριση της ζικ-ζακ με την ακτινωτή είναι σημαντικές. Αν και οι σταθμοί 11, 12, 13, 14 ταυτίζονται στους δύο χάρτες, οι σταθμοί 16, 17, 18, 19 είναι μετατοπισμένοι στην ζικ-ζακ και οι αποστάσεις 15 - 16, 15 - 18 είναι επιμηκυμένες. Επίσης μετατοπισμένος είναι και ο προθάλαμος στην ζικ-ζακ οδευση.
- Μεταξύ της κεντρικής και της κυκλικής οδευσης παρατηρείται ότι ο προθάλαμος της δεύτερης παρουσιάζει σχετική μετατόπιση. Στους σταθμούς 18-10 και 15 -16 υπάρχει απόκλιση στον προσανατολισμό καθώς και τα σημεία 18-17 έχουν σημαντική μετατόπιση.
- Η κεντρική με τη ζικ-ζακ οδευση παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις. Οι σταθμοί 16, 17, 18 στη δεύτερη παρουσιάζουν μετατόπιση σε σχέση με την κυκλική. Επίσης διαφορά παρατηρείται στον προθάλαμο, ο οποίος στη ζικ-ζακ οδευση είναι μεγαλύτερος και ελαφρώς μετατοπισμένος.

Συμπεράσματα

Από τις συγκρίσεις των διαγραμμάτων που κατασκευάστηκαν προέκυψαν τα συμπεράσματα που συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Συνοπτική περιγραφή των αποτελεσμάτων της κάθε οδευσης και αξιολόγηση της ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά της χαρτογράφησης σπηλαίων.

	Ακτινωτή	Κυκλική	Κεντρική	Ζικ-ζακ
Παραμόρφωση	Ελάχιστη	Αρκετή	Ελάχιστη	Αρκετή
Εμβαδόν	Πολύ καλό	Παρουσιάζει απόκλιση	Σχετικά Καλό	Παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση
Διατήρηση ευθειών	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
Επίδραση ενός σφάλματος στις επόμενες μετρήσεις	Μικρή έως ελάχιστη	Σημαντική	Μικρή έως ελάχιστη	Πολύ μεγάλη
Ταχύτητα χαρτογράφησης	Γρήγορη	Γρήγορη	Χρονοβόρα διαδικασία*	Γρήγορη
Στροφή ως προς τον πραγματικό προσανατολισμό	Όχι	Όχι	Όχι	Με μικρή γωνία

Οι ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ & ΔΙΚΑΙΟΥΛΙΑ (1981) αναφέρουν τη σημαντικότητα μίας ενιαίας μεθοδολογίας στη χαρτογράφηση σπηλαίων. Στην παρούσα εργασία γίνεται φανερή η σημασία που έχει: α) η οδευση που επιλέγεται, β) ο αριθμός των σταθμών και γ) η θέση αυτών στη διαδικασία της χαρτογράφησης. Κατ' επέκταση προκύπτει το ότι χάρτες που κατασκευάστηκαν με διαφορετική μεθοδολογία δεν είναι άμεσα συγκρίσιμοι μεταξύ τους. Παρότι σπάνια παρατηρείται στη βιβλιογραφία να γίνεται αναφορά στη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στη χαρτογράφηση, θεωρείται απαραίτητο κάθε χάρτης να συνοδεύεται από τα παραπάνω στοιχεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

DASHER, G. R. 1994. ON STATION -A complete handbook for surveying and mapping caves. *National Speleological Society*. pp. 1-242, USA.

JUDSON, D. 1974. Cave survey for expeditions, *The Geographical Journal*, (2)140: 292-300.

ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ, Μ.Δ. & ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ-ΔΙΚΑΙΟΥΛΙΑ, Ε. 1981-1982. Τρόποι υπολογισμού και μετρήσεως των παραμέτρων αναπτύξεως των σπηλαίων. *Δελτίο Ε.Σ.Ε.*, 18: 391-410.

ΔΟΓΤΟΥΡΗΣ, Σ.Ν., ΜΑΚΡΗΣ, Γ.Ν. & ΜΠΑΛΟΔΗΜΟΣ, Δ.Δ. 1986. Αποτοπώσεις σπηλαίων. *Πρακτικά Συνεδρίου: σύγχρονες μέθοδοι αποτόπωσης και τεκμηρίωσης μνημείων και αρχαιολογικών χώρων*, σ. 188-221.

ΠΑΓΟΥΝΗΣ Β., ΚΑΛΥΚΑΚΗΣ Σ., ΜΠΙΖΑ Π. & ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Χ. 2004. Η χρήση της τρισδιάστατης σάρωσης ως μεθοδολογία στην αποτόπωση σπηλαίων. Εφαρμογή στο σπήλαιο Αγ. Γεωργίου Κιλκίς, *Πρακτικά 10ου διεθνούς συνεδρίου*, *Δελτίο Ε.Γ.Ε.*, 36: 1244-1251 .

ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ, Π., ΥΦΑΝΤΗΣ, Ι. & ΛΑΚΑΚΗΣ, Κ. 2007. Τοπογραφία και θεματική χαρτογραφία. *Διδακτικές Σημειώσεις-Τμήμα Αρχιτεκτόνων Α.Π.Θ.*

TARSOLY, P. 2006. Cave Information System. *Shaping the shape. XXIII FIG congress, GIS Applications-sp.issues, p.1-9, Munich.*