

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ ΣΠΗΛΑΙΩΝ

Όπως είναι γνωστό, με τοπογραφικά όργανα και μεθόδους μπορούν να γίνουν αποτυπώσεις σε μεσαίες, μεγάλες έως και πολύ μεγάλες κλίμακες. Προϊόν της αποτύπωσης μπορεί να είναι τοπογραφικός χάρτης, τοπογραφικό διάγραμμα ή ακόμη και πίνακας με συντεταγμένες, που ορίζουν τη θέση σημείων σε κάποιο σύστημα αναφοράς.

Τό άντικειμενο της απότυπωσης δεν είναι απαραίτητο να είναι μόνο τό έδαφος ή, ά τι άλλο βρίσκεται πάνω στη φυσική γήννη επιφάνεια (Φ.Γ.Ε.). Με την τοπογραφική μεθοδολογία είναι δυνατό να αποτυπωθούν με λεπτομέρεια κατασκευές που βρίσκονται πάνω στη Φ.Γ.Ε., κάτω από αυτήν ή ακόμη ν' αποτυπωθούν περιοχές που βρίσκονται κάτω από υδάτινες επιφάνειες.

Ειδικότερα από πολύ παλιά γίνονται μετρήσεις κάτω από την επιφάνεια της γής με σκοπό τη σύνταξη τοπογραφικών διαγραμμάτων, που βοηθούν στις εργασίες που έχουν σχέση με τό μεταλλεία. Γ' αυτού τού είδους τίς εργασίες ύπάρχει ειδικός κλάδος της Τοπογραφίας, ή Τοπογραφία Μεταλλείων (τοπογραφικές μέθοδοι ύπόγειων αποτυπώσεων). Στην Τοπογραφία Μεταλλείων έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι που μπορούν να δώσουν αποτελέσματα με πολύ μεγάλη ακρίβεια, με όργανα πολύ άπλά έως και πολύπλοκα και ακριβή.

Η τοπογραφική αποτύπωση ή ή χαρτογράφηση σπηλαιοεί είναι περίπτωση ύπόγειας αποτύπωσης, που, εκτός από τη μη ύπαρξη ενοίκων συνθηκών φωτισμού, έχει συνάμα διαφορετικές απαιτήσεις για άντιμετώπιση.

Διούσης - Δημήτρης Μπαλοδήμος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Στέφανος Δογγούρης

Επιστημονικός συνεργάτης Ε.Μ.Π.

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΟΡΩΝ

- 1. Όδευση:** Η θέση ενός σημείου υπό έδαφος μπορεί να προσδιοριστεί άν από ένα σημείο μετρηθεί ή απόσταση και ή γωνία ως προς γνωστή διεύθυνση. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επεκταθεί σε διαδοχικά σημεία, ώστε να δημιουργηθούν ανεκρές από τεθλασμένες γραμμές, που θέ είναι γνωστά τό μήκος τους και ή μεταξύ τους γωνίες. Η τέτοια τεθλασμένη γραμμή λέγεται πολυγωνομετρική όδευση. Τά μήκη και ή γωνίες λέγονται κορυφές της όδευσης. Τά σημεία τούκς τής όδευσης λέγονται κορυφές τής όδευσης ή πολυγωνομετρικά σημεία. Η όδευση λέγεται κλειστή, άν τό πρώτο και τό τελευταίο τής σημείο συμπίπτουν, διαφορετικά λέγεται άνοικτη.
- 2. Πολυγωνομετρικό Δίκτυο:** Είναι δίκτυο πολυγωνομετρικών όδεύσεων.
- 3. Κορυφή:** Είναι τό σημείο τούκς τών πλευρών τής όδευσης ή άλλου γεωμετρικού τοπογραφικού σχήματος. Από τήν κορυφή γίνονται τοπογραφικές μετρήσεις.
- 4. Στάση:** Μπορεί να συμπίπτει με τήν κορυφή και ή όδευση όπου τοποθετούνται τοπογραφικά όργανα, για να γίνουν τοπογραφικές μετρήσεις.
- 5. Τριγωνομετρικό Δίκτυο:** Δίκτυο τριγώνων, που μετρούνται όλες τούς τού γωνίες, καθώς και τουλάχιστον μία άρχική πλευρά. Σκοπός τού τριγωνομετρικού δικτύου είναι να προσδιοριστούν οι συντεταγμένες τών κορυφών τών τριγώνων με τήν άπαιτούμενη κάθε φορά ακρίβεια, ώστε να ύπάρξει τό κατάλληλο κάθε φορά δίκτυο έλέγχου για όλες τίς γεωδαιτικές και τοπογραφικές εργασίες που γίνονται σε κάποια περιοχή.
- 6. Οπισθομέτρηση:** Μέθοδος πύκνωσης Τριγωνομετρικού Δικτύου. Από άγνωστο σημείο μετρούνται ή όριζόντιες γωνίες τουλάχιστον προς τρία γνωστά σημεία. Έπειτα από ύπολογισμούς προσδιορίζεται ή όριζόντιομετρική θέση τού άγνωστου σημείου.
- 7. Εμπροσθομέτρηση:** Μέθοδος πύκνωσης τριγωνομετρικού δικτύου. Από δύο γνωστά σημεία μετρούνται ή όριζόντιες γωνίες ή ή απόστασης προς τρίτο άγνωστο σημείο. Η όριζόντιομετρική θέση τού τρίτου σημείου προσδιορίζεται έπειτα από ύπολογισμούς (γενικευμένη τής μεθόδου ύπάρχει στο κείμενο).
- 8. Τριγωνομετρικό σημείο:** Κορυφή τριγωνομετρικού δικτύου.

Από τοπογραφικές πλευράς ή αποτύπωση σπηλαιοεί γίνεται για να δοθούν με γεωμετρικό τρόπο ή μορφή και ή διαστάσεις του, καθώς και με όση λεπτομέρεια απαιτείται όλες ή περιπτώσεις που χρειάζονται ειδικότερη άντιμετώπιση για αποτύπωση. Αποτέλεσμα τής αποτύπωσης, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, είναι να δοθούν διαγράμματα σε έπιθυμητές κλίμακες ή όκονη και πίνακας με συντεταγμένες σε κάποιο σύστημα αναφοράς. Έπίσης μπορεί να ένταχθεί ή θέση τού σπηλαιοεί σε ύπάρχοντες χάρτες ή διαγράμματα τής περιοχής, ή έτσι να προσδιοριστεί ή σχέση του με τών περιβάλλοντα χώρο.

Τά σπηλαιοεί, θέσσια, δεν παρουσιάζουν τήν κονομικότητα σχήματος που έχει μία σόδο μεταλλείο, ούτε μπορεί από πριν να προσδιοφθούν τά τοπογραφικά κανονικά δίκτυα που θα χρησιμοποιηθούν για τήν αποτύπωση τους. Κάθε σπηλαιοεί παρουσιάζει ιδιομορφίες και χρειάζεται ιδιαίτερη άντιμετώπιση. Έτσι μπορεί να προσδιοφθούν ή λύσεις για κάθε ιδιαίτερη περίπτωση. Δεν είναι πάντα αναγκαία ή έξάντληση όλης τής ακρίβειας που παρέρχουν σήμερα τά τοπογραφικά όργανα και ή μέθοδοι και δεν είναι αναγκαία ή χρήση τών πολύπλοκων και ακριβών οργάνων για να δοθούν οι σωστές (κι έπιθυμητές) λύσεις. Είναι δυνατό ν' άκολυθηθεί ή θέλτιστη πορεία, να χρησιμοποιηθούν προοτά και εύκολα στη χρήση όργανα, πετυχαίνοντας τά έπιθυμητά κάθε φορά αποτελέσματα.

Με τίς μεθόδους, που τά όργανα που τά αναfer-βούμε πιο κάτω είναι δυνατό να γίνουν:

- α. Ένταξη τής περιοχής τού σπηλαιοεί στο Κρατικό Δίκτυο Συναγμετών και αποτύπωση τής γήνης έπιφανείας πάνω από τό σπηλαιοεί.
- β. Γενική έριζοντιομετρική (προβολή τού περιγράμματος

τού σπηλαιοεί πάνω σε όριζόντιο επίπεδο ή γενικό-τερο στην επιφάνεια αναφοράς).

γ. Όριζόντιες τομές τού σπηλαιοεί σε έπιθυμητά ύψόμενα.

δ. Κατακόρυφες τομές (κατά μήκος και πλάτος τομές, τομές μέγιστου ύψους ή άλλων ειδικών χαρακτηριστικών).

ε. Ειδικές αποτυπώσεις χαρακτηριστικών περιοχών τού σπηλαιοεί (Αποτυπώσεις αρχαιολογικών εύρηματων, αποτυπώσεις και βαθμομετρικές ύπόγειων λιμνών, ύπομετρικές έδωκρίβεις στάθμης υδάτων, αποτυπώσεις γεωμορφολογικών λεπτομερειών, αποτυπώσεις λεπτομερειών με ιδιαίτερη φυσική όμορφιά, αποτυπώσεις μεγάλων κατακόρυφων έπιφανείων κλπ.). Τά τελικά σχέδια στις αποτυπώσεις σπηλαιοεί, έχοντας χρησιμοποιήσει τίς τοπογραφικές μεθόδους, μπορούν να έκπονηθούν σε κλίμακας 1:500 ή και μεγαλύτερες, ανάλογα με τό σκοπό και τίς άπαιτήσεις για τή χρήση τής αποτύπωσης.

Μετρήσεις - Δυνατότητες

Σε κάθε τοπογραφική εργασία οι βασικές μετρήσεις που γίνονται είναι:

- Μετρήσεις μήκων.
- Μετρήσεις διευθύνσεων και όριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών.
- Μετρήσεις ύψομετρικών διαφορών και προσδιορισμός ύψομέτρων.

Οι μετρήσεις αυτές στις κλασικές τοπογραφικές εργασίες γίνονται κατά κανόνα άφορ-οποιήτως τό σημεία όπου θα τοποθετηθούν τό κύρια όργανα και τό παρελκόμενά τους. Στίς αποτυπώσεις σπηλαιοεί παρουσιάζονται δυσκολίες που όφείλονται στην ιδιομορφία και στο στενό-τητα τού χώρου και στο φωτισμό τού περιβάλλοντος. Έτσι πρέπει όπωδηόηποτε να έπινοούνται τρόποι ώστε να τοποθετηθεί σωστά τό κύριο όργανο παρατηρήσεων και να βρίσκονται λύσεις για τήν ύλοποίηση τών δευτερευόντων σημείων (στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή

ή κλασική ύλοποίηση), που κατά κανόνα δίνουν τά στοιχεία για τήν αποτύπωση.

Τά δευτερευόντα αυτά σημεία μπορεί να είναι:

α. Τυχούτα σημεία στό χώρο.

β. Σημεία που βρίσκονται σε κάποια κατακόρυφη, που είναι γνωστά τό ίχνος τής τού δάπεδο τού σπηλαιοεί.

γ. Σημεία που βρίσκονται σε κάποιο δοσμένο όριζόντιο επίπεδο.

Οι ακρίβειες προσδιορισμού τών διαφορών με-γερών στις τοπογραφικές μετρήσεις μπορεί σήμε-ρα να είναι πολύ μεγάλες, π.χ. μπορεί να μετρηθεί ένα μήκος από μερικά μέτρα και ως μερικά χιλιόμετρα με ακρίβεια μερικών χιλιοστών τού μέτρου, μπορεί να μετρηθεί μία γωνία ή μία διεύθυνση με ακρίβεια μερικών δευτερολέπτων τού β. μπορεί να προσδιοριστούν ύψόμετρα και ύψομετρικές διαφορές με ακρίβεια μερικών χιλιοστών τού μέτρου.

Στίς αποτυπώσεις σπηλαιοεί είναι δυνατό να έπιτευχθούν οι ακρίβειες αυτές, αλλά ακρίβειες μερικών έκατομμυρίων στις μετρήσεις μήκων και ύψομετρικών διαφορών, καθώς και κλασμάτων τών βαθμών (μόνον) είναι άρκυτές.

Όργανα

Στίς αποτυπώσεις σπηλαιοεί είναι αναfer-βόντα τή περισσότερα όργανα και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στις κλασικές τοπογραφικές αποτυπώσεις. Τά όργανα αυτά ή μέθοδοι χρησιμοποιούνται στις αποτυπώσεις σπηλαιοεί από τή στιγμή που έσοφραζονται ή έλάτρωσης προϋποθέσεις για τή σωστή λειτουργία και έφορησή τους. Τά όργανα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για μετρήσεων τό μήν είναι α) όπλές μετριαντικές, τό όπτική πλόμετρα και τό ηλεκτρομαγνητικό πλόμετρα (E.D.M.). Η χρήση τών όπλων μετρω-νών είναι πολυ ή πολύ άπλη και γνηστή. Τά όπτικά πλόμετρα, που είναι άπύτλητα όργανα, είναι τό πιο εύρηστα και άποδοτικά στις περιπτώσεις για τήν αποτύπωση σπη-

λαίων. Έχουν τη δυνατότητα, με άμεσο τρόπο, να χρησιμοποιούν μετρήματα ή και οριζόντια χωρίς να χρησιμοποιούν ειδικά όργανα που πρέπει να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένα σημεία όπου γίνεται η κλίση. Χρησιμοποιούνται τοποθετώντας πάνω σε τρίποδο ή βάση, ή ακόμη και κρατώντας με το χέρι για πρόχειρες μετρήσεις. Η ύλοποιήση των σημείων - «στομών» μπορεί να γίνει με φυσικό τους άνω άκρο. Τα περισσότερα τμήματα έχουν δυνατότητα για προσαρμογή διευθύνσεων και μέτρηση οριζώντων και κατακόρυφων γωνιών, πράγμα που είναι πολύ πλεονεκτήματα στη χρήση τους. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με τα άπτικά τμήματα κυμαίνεται για το μέτρο από περίπου 1:300 (10 εκατοστά από 30 μέτρα) έως περίπου 1:1500 (2 εκατοστά από 30 μέτρα) και για τις γωνίες με ακρίβειες αντίστοιχες με τα μήκη μετρήσιμων γραμμών λεπτών τόξου.

Τα ηλεκτρομαγνητικά τμήματα (E.D.M.) είναι όργανα που μετρούν μήκη χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητική (άδραση ή όραση) ακτινοβολία, με τη βοήθεια ενός ή και περισσότερων ειδικών προσαρμογών ειδικής διάταξης (καυτώματα). Τα ειδικά αυτά παρατόμια πολλές φορές μπορεί να αντικατασταθούν με πλαστικά καυτώματα, ανά αυτά που χρησιμοποιούνται τα ποδήλατα, ή ακόμη και με ειδικές αυτοκιάλλυτες φασμαδοσκοπικές ταυσίες.

Η ακρίβεια των μετρήσεων με τα E.D.M. κυμαίνεται από 1:20000 (5 εκατοστά από 1000 μέτρα) έως 1:200000 (0,1 χιλιοστά από 100 μέτρα). Τόσο μεγάλη ακρίβεια δεν είναι αναγκαία στις άπτικές απυπομείσεις, αλλά η εύκολια και η ταχύτητα των μετρήσεων με αυτό το όργανο βάζει σε περασμό τους χρήστες.

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για να μετρηθούν οι διαφορές καθώς και οριζόντιες γωνίες είναι οι πυξίδες, το κλιμακίτη, οι θεολόχοι, οι θεολόχοι - πυξίδες και οι γυροσκοπικοί θεολόχοι. Οι πυξίδες είναι το πιο άπλο και εύρηστο όργανο που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση διευθύνσεων (ισοαντικλά αζυμωσία ως προς το μαγνητικό βορρά), καθώς και οριζώντων γωνιών (ως διαφορές ισοαντικλά αζυμωσίας). Έχουν σχετικά μικρή ακρίβεια, που μπορεί, όμως, να θεωρηθεί άριστη με το όντιστιμο για μέτρησης μικρών, αλλά δύσκολων οδών και παραλληλικές μετρήσεις άνω ή γύρω υπόγειος χώρος περιφέρει μήκος που έμπεδωθούν τις μετρήσεις με πυξίδα. Έξω από αυτά είναι εφευρεσμένη ειδική μεθοδολογία ή διαμετρικά όργανα που δεν έμπεδωθούν από αυτές τις γύρω μάδες.

Το κλιμακίτη είναι όργανο που χρησιμοποιούνται για προσαρμογή της κλίσης κάποιας διευθύνσης ως προς τα οριζόντια επίπεδα. Συντάσσονται με μίση που μετρούνται με το άζυμο ύψομετρικών πληροφοριών. Χρησιμοποιούνται αναρτημένα σε νήματα ή ορμήματα, καθώς και κρατώντας στο χέρι.

Οι θεολόχοι είναι όργανα που μπορούν να μετρηθούν οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες. Με κάποιο μετρητικό πήλο (σταθία) μετρούνται με τη βοήθεια κλιμακίτη και μετρούν μήκη με ακρίβειες τουλάχιστον της τάξης 1:1000 (5 εκατοστά από 50 μέτρα). Οι θεολόχοι με τα παρεκκλινόμενα χρησιμοποιούνται με πολύ καλή απόδοση στις άπτικές απυπομείσεις, έφασον, φυσικά, το έμπειρο έ χειρός. Οι θεολόχοι - πυξίδες είναι θεολόχοι που, αντί κάποιο κλιμακίτη για μέτρηση οριζώντων γωνιών, έχουν πυξίδα πολύ μεγάλης ακρίβειας. Συνάμα έχουν τα πλεονεκτήματα του θεολόχου, αλλά και τα μειονεκτήματα της πυξίδας που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Οι γυροσκοπικοί θεολόχοι είναι θεολόχοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της διευθύνσεων των απυπομείσεων ή της θέσης των άπτικών απυπομείσεων που στόχος αναφοράς τα άπτα, αλλά είναι πολύ χρονοβόρο ή χρήση τους σε άπτικές απυπομείσεις.

Τα όργανα που μπορεί να χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση ύψομετρικών και ύψομετρικών διαφορών μέσα στα σημεία είναι οι υψοστάτες μαζί με τους χωροσταθμικούς πήγες, καθώς και συνδυασμός γυνομετρικών οργάνων με βάση για μέτρηση μίσην. Οι χωροστάτες είναι όργανα που όριζονται με ακρίβεια ύψομετρικές διαφορές, με οριζόντιες σκευές στους χωροσταθμικούς πήγες. Στις περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες ύψομετρικές διαφορές με σχετικά κοντά απόστασεις, οι μετρήσεις γωνιών έπισηνες και άπαιτων χρόνο. Στις περιπτώσεις αυτές ο συνδυασμός της μέτρησης άνω ή μίσην και μίσην κατακόρυφες γωνίες δίνει πολύ ικανοποιητικό άπλο (μέθοδος της τριγωνομετρικής ύψομετρίας). Στις περιπτώσεις που είναι έπισηνες ή προσδιορισμού του άζυμο της όφρασης από κάποιο σημείο του σημείου, είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται και ειδικές τηλεσκοπικές μετρητικές σταθίες, που μπορούν να φέρουν έως και έ μίσην πάνω από το έδαφος. Τέλος, τα όργανα που χρησιμοποιούνται σε άπτικές απυπομείσεις είναι σκόμμο να διαθέτουν αυτοαυτοστάσιο, γύν ή μπορεί εύκολοτα να σκε-

πείσουν τους στόχους και να είναι άπνη ή άνωση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Η άπτη άνωση βεβαιώνει ότι η πιο εύρηση της όφρασης είναι από συγκεκριμένες άπτικές απυπομείσεις, απίως είναι οι μετρητικές, τα άπτικά τμήματα και οι θεολόχοι με τα παρεκκλινόμενα. Τα όργανα αυτά είναι σχετικά μικρά σε όγκο, καλύτερουν τις απαιτήσεις ακρίβειας για τέτοια άπτικήση και δεν έχουν ύψομετρα πολύπολοκα και ειδικά τη λήψη π.χ. διατομών σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Σε περιπτώσεις απίως που έχουν και ύδωτα τμήματα (βάθασοι ή λήννη) χρησιμοποιούνται μικρά πλήρητες έπάνω στους άπτικούς τοποθετούνται μικρά θύλομετρα για τον προσδιορισμό του βάθους του νερού. Έπίσης πάνω στον πλήρητη μπορεί να τοποθετηθεί ειδικό σήμα και φωτεινή πηγή που (έκτος από τον προσδιορισμό του βάθους) φωτίζει την όφραση του σημείου. Έτσι, από τα χωροσταθμικά τμήματα του σημείου προσαρμόζεται με μετρήσεις ή οριζογωναφική θέση του πλάτη και το άζο της όφρασης του σημείου.

Οι έφρασεις μέσα στα σημεία γίνεται πολύ πιο εύκολη αν είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται μικρά κρονοννήρινα που τοποθετούνται κατά κωνία έξω από την είσοδο του σημείου. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατό η χρήση της γεννήτριας, τότε θα πρέπει να καταληθεί ιδιαίτερη φροντίδα για το φωτισμό του χώρου σε όλη τη διάρκεια της έφρασης και να υπάρχουν φακοί ή άλλα μέσα.

Μέθοδοι

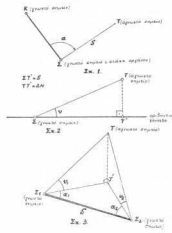
Στις τοπογραφικές άπτικές απυπομείσεις, έξαιτίας των συνθηκών που έμπεκτούν, είναι σκόμμο να εφαρμόζονται όσο το δυνατόν πιο άπλες μέθοδοι τοπογραφικών άπτικές απυπομείσεων. Πριν, όμως, άρχίσουν να εφαρμόζονται αυτές οι μέθοδοι, θα πρέπει να γίνει ή έναρξη της περιοχής του σημείου στο Κρατικό Δίκτυο Συντεταγμένων και να δημιουργηθεί «γεωμετρικός σκελετός», άπλοδή το κατάλληλο δίκτυο οδού-σημείων («πολυγωνομετρικό δίκτυο») μέσα στο σημείο, πλάτος στις κορυφές ή στα σημεία (στά-σημα) θα βασιστεί ή άπτικήση τους.

Η έναρξη της περιοχής του σημείου στο Κρατικό Δίκτυο Συντεταγμένων μπορεί να γίνει με μεθόδους πυκνώσεων τριγωνομετρικών δικτύων, όπως ή άπτικήση-μείση και ή έμτροπομείωση. Συνήθως προσαρμόζεται ή θέση ενός τριγωνομετρικού δικτύου κοντά στην είσοδο του σημείου. Με θέση αυτό το σημείο και τα ύπολοιπα που βρίσκονται στην περιοχή προσαρμόζονται στο χώρο οι θέσεις όλων των σημείων του πολυγωνομετρικού δικτύου που έχει κατασκευαστεί μέσα στο σημείο. Παρόμοιο πολυγωνομετρικό δίκτυο κατασκευάζεται και στη Φ.Ε. πάνω από το σημείο για να συσχετιστεί οριζογωναφικά και ύψομετρικά ή θέση του σημείου με το γύρω χώρο. Στην περίπτωση που δεν έμπεδωθεί ή έναρξη της περιοχής του σημείου στο Κρατικό Δίκτυο Συντεταγμένων, υλοποιούνται και συσχετίζονται στο σημείο τα δύο Πολυγωνομετρικά δίκτυα, μέσα στο σημείο και στη Φ.Ε. πάνω άπ αυτό. Από τη στιγμή που έχει κατασκευαστεί το πολυγωνομετρικό δίκτυο στο σημείο έξω από το σημείο, μπορεί να γίνει ή τοπογραφική άπτικήση. Για τις τοπογραφικές άπτικές απυπομείσεις μέσα στα σημεία, οι παρακάτω μέθοδοι θεωρούνται ως πιο έφικτες και άποδοτικές από των οριζογωναφικών και ύψομετρικών προσαρμογών σημείων του σημείου:

α) Με ύλοποιήση κανόνωδο: Άν το άζυμο του σημείου είναι σχετικά άζυλο, μπορεί να υλοποιηθεί και «-ύλοποιήση έξω κωνόσων σημείων στο άζυμο τ.ο.». Με άπλες μετρήσεις οι κορυφές του κωνόσων συνδένονται με το πολυγωνομετρικό δίκτυο που έχει ήδη έγκαταστήσει ή άκμή απελοτών οι θέσεις το πολυγωνομετρικό δίκτυο. Με θέση των ύλοπομείων κωνόσων και με άπλες μετρήσεις, κυρίως με μετρομεία, άπτικήσηνται οι οριζογωναφικές λεπτομέρειες του σημείου. Άν στις κορυφές του κωνόσων έμπαίωμενο να προσαρμοσθούν συγχρόνως και το ύψομετρο τους, καθώς και το ύψομετρο της όφρασης του σημείου, τότε προσαρμόζονται και ύψομετρικά η θέση του σημείου, από το οποίο θα είναι πολύ εύκολο να παρθούν στοιχεία για κατά πλάτος τομές, μικρομεία, για άπτικήση δάλη διατομή και για την άνομη της όφρασης του σημείου.

β) Με πολικές συντεταγμένες: Η μέθοδος προσαρμογών σημείων με πολικές συντεταγμένες είναι πολύ

άπλο και εύρηστη μέθοδος οριζογωναφικών προσαρμογών σημείων. Σε σημείο του οποίου ή θέση είναι γνωστή τοποθετούνται όργανο που μετράει οριζόντιες γωνίες. Για να προσαρμοστεί ή θέση άπτικού σημείου, χρειάζεται να ύπάρξει ένα άζυμο γνωστό σημείο, άζοτε να μετρηθεί ή οριζόντια γωνία α μεταξύ του σημείου στόσης με το γνωστό και το άγνωστο σημείο, καθώς και ή οριζόντια άπόσταση S άνάμεσα στο άζυμο στόσης του όργωνου και στο άγνωστο (έξ. 1). Η οριζόντια γωνία α είναι καλύτερα να μετρηθεί με θεολόχο. Το μήκος S μπορεί να μετρηθεί με άπλή μετρομεία σε οριζόντια θέση (μέτρηση τοποστομείω) ή μπορεί να μετρηθεί έμμεσα άνα χρησιμοποιώντας κατακόρυφο μετρητικό πήλο (σταθία) από άπλο τοπογραφικό προσαρμογών (έλαση) τοπογραφική μέθοδος για γρήγορη άπτικήση. Σε αυτή την περίπτωση το άζυμο σημείο T πρέπει να είναι προπύο και έμπακμείο. Για την έλαση έφραση μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί το ίδιο τμήμα, που μετράει την οριζόντια γωνία α καθώς και το μήκος S χωρίς να χρειάζεται άπτικήση το άγνωστο σημείο T να είναι προσαρμογών. Άν παρα από το γνωστό σημείο S μετρηθεί ή κατακόρυφη γωνία προς το άγνωστο σημείο T, τότε με πολύ άπλους ύπολογισμούς, έκτος από τη οριζόντια άπόσταση S γνωστή και την ύψομετρική διαφορά Δ άνάμεσα στο άγνωστο και στο άγνωστο σημείο (έξ. 2).



Το μεγαλύτερο πρότρημα της μεθόδου για τον προσδιορισμό της θέσης σημείων με πολικές συντεταγμένες, και μάλιστα με χρήση του όπτικού μετρητή, είναι ότι γίνεται δύνατη ή μέτρηση και ο τριδοστάτος προσαρμογών της θέσης του σε άπτικήση σημείο μέσα στο σημείο είτε αυτό είναι προπύο ή άπτικό. Έξω κύριο ρόλο παίζει ή σωστή ύλοποιήση του άπτικού κυρίως σημείου, με τη χρήση κατάλληλης φωτεινής πηγής που θα δώσει έπισημια από μακριά. Έτσι, έχοντας τη δυνατότητα του προσαρμογών άπτικήση σημείο στο χώρο, σε σχέση με ένα γνωστό, είναι δυνατό να ύλοπομείωνται τα άπταμενα γεωμετρικά στοιχεία του σημείου (που αναφέρονται στην είσογνη).

γ) Με τη μέθοδο της έμτροπομείωσης: Η μέθοδος προσαρμογών σημείων με έμτροπομείωση είναι εύληπτη μέθοδος έφρασης σημείων, αλλά μπορεί να δώσει τη θέση του σημείου στο χώρο, άπλοδή οριζογωναφική και ύψομετρική, μετρήσεων μόνο γωνιών, χωρίς να είναι άπτικήση να μετρηθούν τα μήκη προς το άγνωστο σημείο T. Στη μέθοδο αυτή μετράται με μετρομεία ή οριζόντια άπόσταση $\Sigma \cdot \Sigma = S$ και από το γνωστό σημείο Σ_1 και Σ_2 μετρούνται με θεολόχο οι οριζόντιες γωνίες α και β , καθώς και οι κατακόρυφες γωνίες γ_1 και γ_2 . Με τα στοιχεία αυτά και από τα τριγώνωτα σχηματισμένα (έξ. 3) Σ.Ε.Τ., Σ.Τ.Τ. και Τ.Τ.Σ. με άπλες έπισημιας προσαρμογές στο χώρο ή θέση του σημείου Σ είναι προπύο της θέσης των σημείων Σ_1 και Σ_2 . Κι έξω άπτικήση προπύο χρειάζεται στην ύλοποιήση του άγνωστου σημείου T, που θα πρέπει άπταμενα να είναι όφραση από το άζυμο γνωστό σημείο Σ_1 και Σ_2 . Η ύλοποιήση του μπορεί να γίνει με κάποιο κλιμακίτη ή άκόντιο, άν το T είναι προπύο, ή με φωτεινή πηγή, άν αυτό είναι άπτικό.

δ) Με προσαρμογών ύψομετρικών και ύψομετρικών διαφορών: Ύψομετρα ή ύψομετρικές διαφορές μπορεί να προσαρμοζονται με κλιμακίτη τοπογραφική μέθοδος άπτικής ή μεθόδους της γεωμετρικής χωροστάθμησης, άπτικήση ή μεθόδους της ύψομετρικής χωροστάθμησης με βάση για μέτρηση μίσην και κατακόρυφες γωνίες, όπως περιγράφηκε προηγούμενα. Η μέθοδος της γεωμετρικής χωροστάθμησης δεν είναι κατάλληλη ιδιαίτερα για χρήση σε κλειστός

και όχι μόνο αλλά και χάρους όπως είναι το σπήλαιο. Έυκαλότοιμοι είναι οι υφιστάμενοι μέθοδοι όπου είναι στοιχεία μόνο για υφιστάμενη άποψη.

Η λέξη διαστημική είναι από τα στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για να δοθεί η πλήρης γεωμετρική εικόνα σπηλίου και να συμπληρωθεί η τοπογραφική άποψη και οι διαστάσεις διαφόρων ειδών. Οι διαστάσεις μπορεί να παίρνονται σε χαρακτηριστικά σημεία κατά μήκος του άξονα του σπηλίου, ως κατά μήκος των τοίχων, ως οριζόντιες τομές, ως τομές σε κάθε σημείο που χρειάζεται να δοθεί κάποια έμφαση και αποσπασμένη κατά μήκος του κύριου άξονα του σπηλίου (μπαρτζές). Η λέξη των διαστάσεων, αν ο χώρος το έπαιρτε, μπορεί να γίνει με άλλα μέσα, όπως άλλες μετρήσεις και δομητικά όργανα ή ηλεκτρονικές μετρητικές ραβδούς, αν δημιουργηθούν στο επίπεδο της διαστημικής οργάνωσης αυτοτελείμων. Υπολείπεται οριζόντιος άξονας, π.χ. με τεταμένη οριζόντια μετρήσιμη που ορίζει κάποια άξονα τεταμένων. Κατά μήκος αυτού του άξονα παίρνεται οι επιθυμητά σημεία τεταμένων με μετρητικές, άνοια ή τηλεσκοπικές μετρητικές ραβδούς κι έτσι ορίζεται πλήρως η μορφή της διαστήμης. Κάθε είδους διατομές μπορεί να παρθούν αν χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι που αναφέραμε προηγουμένως. Έτσι αν υλοποιηθούν τα σημεία της διαστήμης με κάποια σταθερή ή περιστρεφόμενη με κάποιο ορατό επίπεδο φωτεινής ηγής, τότε με τη μέθοδο των ποτικών αυτοτελείμων ή της εμπροσθοτομίας είναι δυνατή η λέξη όλων των απαραίτητων στοιχείων για τον προσδιορισμό και τη σχεδίαση της διαστήμης. Επίσης άλλες κατασκευές μπορεί να φωτιστεί ή να φωτιστούν με κάποια μηχανή μικρής μορφής να παρθούν φωτογραφίες, που έπειτα από σχετικά μικρή επεξεργασία και μετρήσεις ή αποδόσεις σε σχέδιο πολύ ικανοποιητικά τη μορφή της διαστήμης.

Υπολογισμοί - Σχεδιάσεις

Οι απαραίτητοι υπολογισμοί για να εκπονηθούν τα σχέδια, μετά το σύνολο των μεθόδων που ήδη αναφέραμε, είναι κατά κανόνα άπλοοι. Σήμερα μάλιστα γίνονται ακόμη απλούστεροι και με υπάρχουσα η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μικροί υπολογιστές στο ύψιστο.

Η σύνταξη των σχεδίων δεν παρουσιάζει πολιτικοποίηση και συνήθως αντιμετωπίζεται χωρίς ιδιαίτερη προβλήματα. Στις περιπτώσεις που τα στοιχεία είναι πολλά και οι λεπτομέρειες ακόμα περισσότερες, είναι σκόπιμο με τις σημερινές θεωρητικές που υπάρχουν, κυρίως χάρη στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές (ΗΥ) να υποστηρίξει η λέξη των στοιχείων ύψιστου, να τοποθετούνται όλα τα στοιχεία σε άρχειο ΗΥ, ώστε με κατάλληλα προγράμματα να είναι δυνατή η λέξη των επιθυμητών στοιχείων, δεδομένων και αποτελεσμάτων, ανάλογα με την πληροφορία που ζητείται, είτε σε ψηφιακή μορφή είτε ως παραγόμενο κάποιο σχεδίαση (plotter).

Εφαρμογή στο σπήλαιο «Σφάραγκας» στο Λιθί Χιου

Στά πλαίσια των δραστηριοτήτων του Έργου στην Γενική Γεωδαισία του Ε.Μ.Π. είναι η ανάπτυξη γεωδαιτικών μεθόδων για αποτύπωση σε υπόγειους χώρους, όπως είναι το μετρώα και τα σπήλαια.

Γι αυτό το σκοπό, τον Απρίλιο του 1983 διοργανώθηκε από το Έργου, σε συνδυασμό με Δημητριάδη των τηλεφώνων που ονομάζεται το Τμήμας Α.Τ.Μ. του Ε.Μ.Π., Αγαθή Γεωργίου, Καραντζή Κωνσταντίνου, Μαραβόλη Δημητρίου και Πικούν Γεωργίου, η άποψη του σπηλίου «Σφάραγκας» στο Λιθί Χιου, που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Το Δημητριάδη έργο, καθώς και την εξέλιξη των εργασιών της άποψης του σπηλίου τα παρακολούθησε ο καθηγητής κ. Δ. Μπαλομίδης και ο επισημοποιημένος συνεργάτης κ. Σ. Δωγορίους.

Το σπήλαιο «Σφάραγκας» βρίσκεται 1,5 χλμ. από το σπήλαιο Λιθί στο Χιου και 200 μέτρα από τη θάλασσα. Το σπήλαιο είναι βαθύμετρο με κλίση περίπου 20°. Το όριο του μήκους, που είναι κάπου 50 μέτρα, καταλήγει σε κεντρική αίθουσα πλάτους 20 μέτρα και ύψους 25 μέτρων. Εκεί ο δρόμος του στρέφεται περίπου κατά 180° και έπειτα από 20 μέτρα καταλήγει σε λίμνη. Το μήκος της λίμνης μετρήθηκε, γιατί έτσι η όραση του σπηλίου είναι καλύτερη και έτσι η πρόσβαση από λίμνη γίνεται με ευκολία. Για την οργανωτική και υφιστάμενη

τρική άποψη του σπηλίου ιδρύθηκε οδούση μέσα κι έβλεπ από αυτό, η οποία και εντόχισε στο Κρατικό Δίκτυο Συντεταγμένων.

Η κοινή άποψη του σπηλίου από τη θάλασσα έκανε πιθανή την έκδοσή ή η λίμνη που υπάρχει μέσα σ' αυτό επικρατεί με τη θάλασσα. Έτσι αποσπαστική με δύο δοσών άπλοτα υφιστάμενα με άφραση ή τη στάθμη της θάλασσας για να γίνει δυνατή και η ύψιστη ένταξη του σπηλίου στο γύρω χώρο. Γι αυτό η όραση του σπηλίου έγινε πολύ καλύτερη. Έτσι ένα στο λιμνί του χωριού και το άλλο στη λίμνη μέσα στο σπήλαιο. Με γεωμετρική χωροστάση συνδέθηκαν μεταξύ τους και το ίδιο πληροφορήθηκε και δοθήκαν ύψιστοι στις στάσεις των οδούσων. Έτσι το σπήλαιο εντόχισε και υφιστάμενη στο χώρο. Από τις ίδιες μέτρησεις υπολογίζονται ότι το σπήλαιο είναι λίγες μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας. Επίσης από τις καθημερινές αναγνώσεις των ενδείξεων των πληροφορημένων επισημοποιημένων ταυτόχρονη πληροφορική κίνηση του νερού της λίμνης και της θάλασσας, έτσι διαπιστώθηκε ότι η λίμνη επικρατεί με τη θάλασσα.

Για την άποψη του σπηλίου προτάθηκε η μέθοδος των τοποσταθμών. Κι αυτό γιατί η μεγάλη κλίση του δαπέδου, καθώς και το πολύ ανάγλυφο έδαφος έκανε πολύ δύσκολη — αν όχι αδύνατη — την κατασκευή ραβδού.

Με τη μέθοδο των τοποσταθμών, οι στάσεις της άποψης χρησιμοποιούνται ως σημεία στάσεως και αναφοράς. Με θεοδολογικά μετρήσιμα κατά φορά η οριζόντια γωνία προς τα σκοπεύσιμα σημεία και με μετρητικό όργανο των ενδείξεων της οριζόντιας κλίσης δεν μετρήσαν η οριζόντια απόσταση από το άπλοτα στο σημείο, αλλά η κεκλιμένη με ταυτόχρονη άνοια της κατακόρυφης γωνίας στο όργανο. Έτσι γίνονται δυνατή η μετρήσιμη της κεκλιμένης σε οριζόντια απόσταση, είναι συγχρόνως βρισκόμενα και η ύψιστη διαφορά των σημείων από το όργανο. Το πρόβλημα του φωτισμού ήταν, θετικός κανόν για κάθε μέθοδο που εφαρμόστηκε. Εξερπνήθηκε με τη χρήση μικρής φορητής γεννήτριας, που είχε τοποθετηθεί έξω από την είσοδο του σπηλίου, και φορητού όραση. Ο φωτισμός των ενδείξεων του θεοδολογίου γίνονται με το είδος υ' αυτών το σκοπώ φωτισμό, που συνδυάζονται το όργανο.

Η υλοποίηση των σημείων γίνονται με ένα άκοντο. Έτσι το ίδιο άκοντο χρησιμοποιείται και όταν τα σημεία ήταν άπλοτα για να το υλοποιεί με τον όραση του άπλο μακρής. Σε αυτό την περίπτωση η όραση της ταχύτητας άκοντος στη μέθοδο του άκοντος, έτσι τοποθετούνται μετρητικά και το μήκος. Για την έμφαση της μεθόδου χρησιμοποιείται τριόμο. Ένα παρατηρήθηκε, έγινε γραφείο ή κάποιο στο άκοντο και στη μετρησιμότητα. Με αυτή τη μέθοδο πάραυτον 150 σημεία σε 3 ώρες. Κατά την έμφαση της μεθόδου ύψιστων μικρής μορφής, κυρίως πάνω από τη λίμνη, όπου ήταν πολύ δύσκολη η μέτρηση της απόστασης με μετρησιμότητα. Αυτό το σημείο σκοπεύθηκαν και μετρήθηκαν με το όπλο τηλεμετρίας. Με αυτό τον τρόπο συμπληρώθηκε η οριζόντια γραμμή του σπηλίου. Με το όπλο τηλεμετρίας έγινε πολύ άπλο και η μέτρηση των οριζόντιων τομών του σπηλίου. Έτσι, το όργανο τοποθετήθηκε στο ζήτουμένο ύψιστο και πακτώθηκε, ώστε να περιστρεφόμενη μόνο γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του όπλου το τηλεδοτικό του σχηματισμό οριζόντιο επίπεδο. Με αυτό τον τρόπο έλαβε το σκοπεύσιμα σημεία οριζόντιο επίπεδο του οργάνου, έφραζε ή με άπλοτα τμήματα του σπηλίου στο έπισημο ύψιστο. Συνολικά 3 οριζόντιες τομές σε 3, 8 και 16 μέτρα. Ένα ακόμα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ταχύτητα της. Με τη μέθοδο άπλοτα 1 σημείο το λεπτό. Επίσης, η μέθοδος άπλοτα είναι δύο όμοια. Έναν παρατήρηση και ένα γράφη.

Για την άποψη των διαστάσεων και της μετρησιμότητας εφαρμόστηκαν πολλές μέθοδοι. Κι αυτό γιατί ποικίλε το ύψος της όρασης, αλλά και γιατί ζητήθηκε να γίνει σύγκριση μεθόδων. Έτσι, για τα χωμητά ύψος όρασης, όπου ήταν δυνατή η μέτρηση του ύψους, εφαρμόστηκε η μέθοδος της οριζόντιας μετρησιμότητας με την ταυτόχρονη στάθμη. Για το μέγεθος ύψος όρασης χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της εμπροσθοτομίας και του όπλου τηλεμετρίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις το πρόβλημα μετατοπίστηκε στην υλοποίηση των σημείων του κατακόρυφου επιπέδου της διαστήμης. Στην περίπτωση της εμπροσθοτομίας κλίση του σπηλίου, όπου η όραση περιστρεφόμενη φωτεινής ηγής, που χάρη άπλοτα κατακόρυφο επίπεδο. Η χρήση του τηλεμετρίου έλαβε από μόνο την αυτό το πρόβλημα. Όπως στις οριζόντιες τομές, έτσι κι εδώ, το όργανο πακτώθηκε, ώστε να περιστρεφόμενη γύρω από τον οριζόντιο άξονα του. Έτσι, το τηλεδοτικό του σχηματισμού οριζόντιο επίπεδο, που έφραζε από αυτό το έκδοτος σημείο στόμα. Και σ' αυτή

την περίπτωση τα στοιχεία που μετρήσαν ήταν γωνίες και απόστασις από το σημείο. Από τη σύγκριση των μεθόδων φάνηκε ότι η μέθοδος των εμπροσθοτομίας έχει μεγαλύτερη ακρίβεια, είναι όμως, η πιο άπλο και άπλοκοινητή, με και άπλοτα δύο όργανα για ταυτόχρονα σκοπεύσεις των σημείων. Επίσης έχει πολλούς υπολογισμούς, με αποτέλεσμα να αυξάνει την έμφαση γράφου. Η μέθοδος της ταχύτητας με τη στάθμη είναι γρήγορη, άπλοτα λίγα άτομα και είναι και οικονομική. Εφαρμόζεται, όμως, για διαστάσεις μόνο μικρού ύψους. Το όπλο τηλεμετρίας, τότε, κ' άπλοτα ότι είναι το όργανο που μπορεί να λυσι πολλά προβλήματα στις άποψεις των σπηλίων. Κι αυτό γιατί μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οριζόντια γραμμή άποψη, αλλά και για τη λίμνη σταθίων για τις διαστάσεις και τη μικροτή. Είναι γρήγορο, άπλοτα λίγα άτομα και είναι στοιχεία για άπλοτες σχεδίαση, ώστε ελαττώνεται η δουλειά γραφείου. Το άπλοτα έμφαση των μετρησιμότητας φαίνεται σε σειρά ενδεικτικών σχεδίων που παραθέτουμε. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κλίμακα των πρώιπων σχεδίων είναι 1:100, ενδεικτική για τη δυνατότητα και την ακρίβεια των μετρησιμότητας.

Βιβλιογραφία

- Αγαπίου Γ., Καραντζή Κ., Μαραβόλη Δ., Πικούν Γ., Άποψη Σπηλίου στο Λιθί Χιου, Δημητριάδη έργο, Λογιστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Ιούλιος 1983.
- Βαρομάς Ε., Αϊθών Δ., Σαλμάς Κ., Άποψεις Σπηλίου: Άποψη Γαλαξίας Σπηλίου, Καστελλορίζο, Δημητριάδη έργο, Έργου στην Γενική Γεωδαισία, Φεβρουάριος 1985.
- Έργου στην Γενική Γεωδαισία, Σημειώσεις Υπογράφων Άποψη, 1982.
- Έργου στην Γενική Γεωδαισία, Τοπογραφικές Έργου σε Κατακόμβες Μήλου, Έργου από έκδοτος.
- Μπαλομίδης Δ., Δ., Σημειώσεις Ειδικών Θεμάτων Γεωδαισίας, Έργου στην Γενική Γεωδαισία, 1977.

Cave Survey

D-D. Balodimos & S. Dogouris

The laboratory of General Geodesy of the Department of Rural and Surveying Engineering of the N.T.U. of Athens, has recently included in its activities the development of methods for large scale topographical surveys.

These large scale surveys concern monuments, buildings and constructions of special technical or archaeological interest as well as man-made underground areas, mines and caves.

Two caves have already been surveyed, one of which is situated near the village Lithi on the island of Chios (1983) and the other is the Blue Cave on the island of Kastellorizo (1985).

Similar methods are being applied at present, for the surveying of the Catacombs of Milos.

In this paper, after a reference to the principles guiding cave survey, a brief account of methods that may be applied and instruments that may be used, is given. Finally, there is a brief description of the works carried out for the surveying of the Cave «Sfarangas» near Lithi, Chios together with a series of topographical charts.