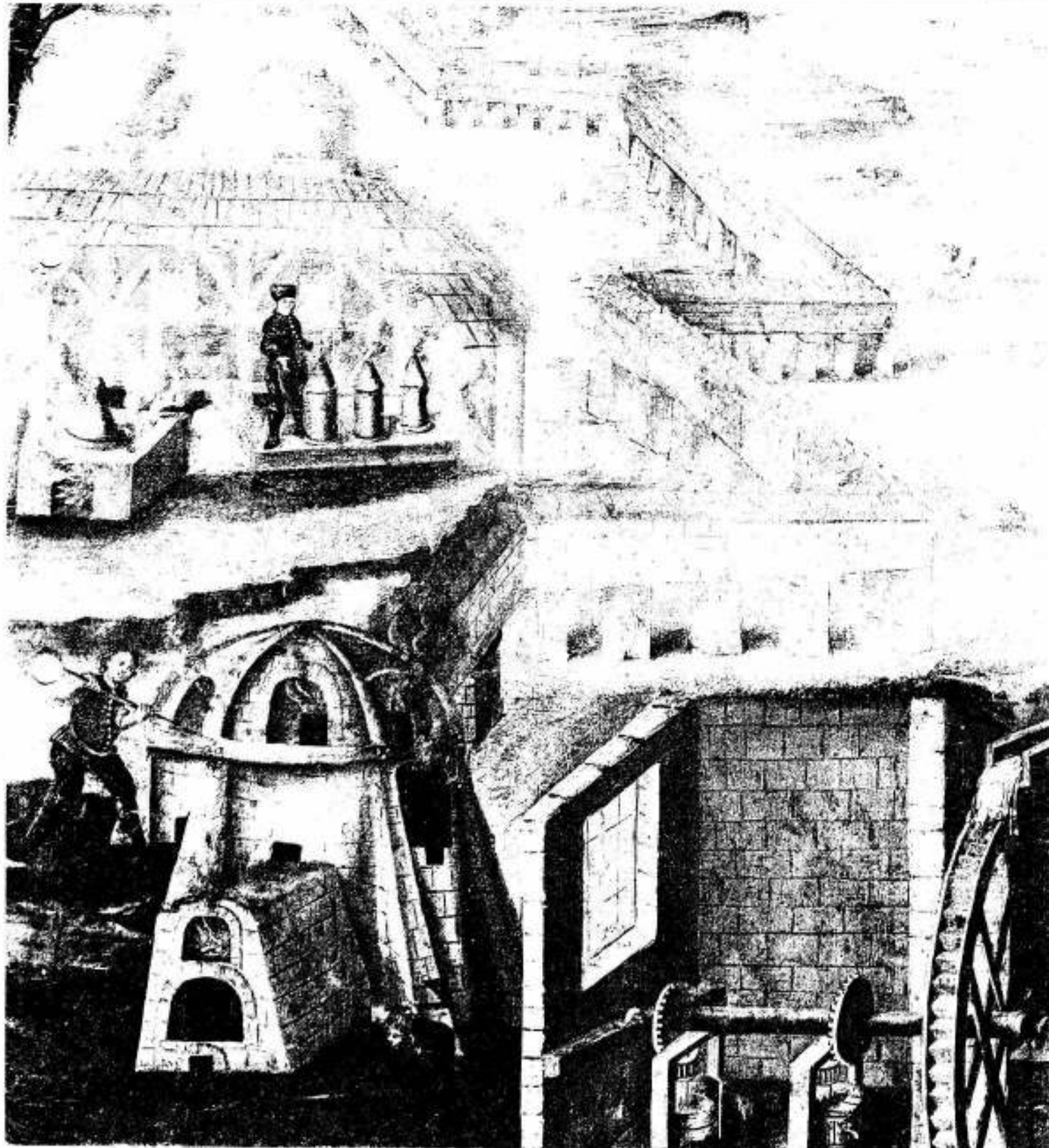


ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΔΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

ΤΕΥΧΟΣ 62, ΔΕΚΕΜΒΡΗΣ 1986

ΤΑΧ. ΤΕΛΟΣ ΚΑΤΑΒΛΗΘΗΚΕ
ΗΠΕΙΡΟΥ 27 - ΑΘΗΝΑ 104 33



ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΟΥΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Υπό
Κ. Σαχπάζη*
Ι. Κουμαντάκη*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα περισσότερα από τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων χρησιμοποιούν καθαρά πετρογραφικούς και ιζηματολογικούς όρους, οι οποίοι συχνά είναι άγνωστοι στους Μηχανικούς που ασχολούνται με αυτά, πολύπλοκοι και ίσως μερικές φορές προκαλούν σύγχυση. Προσφέρουν πολύ μικρή και σε ορισμένες περιπτώσεις καμία γνώση για την τεχνική τους συμπεριφορά ή ποσοτικές ενδείξεις σχετικές με την κατάσταση της βραχομάζας τους.

Κάθε μέθοδος περιγραφής, για να είναι πρακτική και αποδεκτή από την Γεωτεχνική και Τεχνική Γεωλογία, πρέπει να είναι ταυτόχρονα απλή, να δίδει ποιοτικά στοιχεία, ακόμη δε και ποσοτικά για την τεχνική συμπεριφορά των πετρωμάτων και της βραχομάζας.

Στην εργασία αυτή, αφού πρώτα γίνει μια σύντομη ανασκόπηση των κυριότερων υφιστάμενων πετρογραφικών και γεωτεχνικών ταξινόμησεων των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων, θα επιχειρηθεί στη συνέχεια η ανάπτυξη και παρουσίαση ενός πρότυπου σχήματος καταγραφής, περιγραφής και ταξινόμησης αυτών. Το σχήμα αυτό είναι απλό και συγχρόνως δίδει έμφαση στα χαρακτηριστικά εκείνα της ανθρακικής και ανθρακομιγούς βραχομάζας που έχουν υψηλή γεωτεχνική σπουδαιότητα.

Η πρότασή μας αυτή για καταγραφή-περιγραφή και ταξινόμηση βασίζεται τόσο στα χαρακτηριστικά και στις ιδιότητες του πετρώματος σαν υλικού, όσο και της βραχομάζας τους που συμβάλλουν στη διάμόρφωση των κυριότερων γεωτεχνικών χαρακτηριστικών, δηλαδή της αντοχής, της παραμορφωσιμότητας και υδροπερατότητας.

Με τη χρήση του συστήματος αυτού, μπορεί να επιτευχθεί οικονομία, με μεταφορά της εμπειρίας και των αποτελεσμάτων μιας επιτόπου έρευνας περιορισμένης σε έκταση περιοχής, σε άλλες περιοχές που παρουσιάζουν πετρογραφικούς σχηματισμούς με ανάλογα γεωτεχνικά χαρακτηριστι-

κά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί κατόπιν συσχέτισμού και σύγκρισης των αποτελεσμάτων μιας πολυδάπανης και χρονοβόρας επιτόπου υπαίθριας γεωτεχνικής έρευνας ενός ανθρακικού ή ανθρακομιγούς σχηματισμού, και των στοιχείων που αναγράφονται στον προτεινόμενο γεωτεχνικό πίνακα για τον ίδιο σχηματισμό. Απαιτείται όμως προς τούτο η ύσταση ειδικού αρχείου συλλογής και αποθήκευσης τόσο των στοιχείων της υπαίθριας (in situ) έρευνας, όσο και των αντίστοιχων προτεινόμενων πινάκων γεωτεχνικής καταγραφής των σχηματισμών, καθώς και η σύγκριση και συσχέτισμός μεταξύ τους. Έτσι τελικά με μόνο την κατά πολύ ταχύτερη και οικονομικότερη, τεχνικογεωλογική-γεωτεχνική χαρτογράφηση και συμπλήρωση των πινάκων αυτών, θα δίνονται με πολύ υψηλή σχετικά προσέγγιση οι γεωτεχνικές ιδιότητες κάθε μελετούμενου ανθρακικού ή ανθρακομιγούς σχηματισμού.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ανθρακικά πετρώματα αποτελούνται κυρίως από τα ορυκτά ασβεστίτη (CaCO_3) και δολομίτη ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), τα οποία, όντας σχετικά μαλακά (σκληρότητα 3-4 κατά Mohs) και διαλυτά στο νερό, προσδίδουν στα πετρώματα τα χαρακτηριστικά εκείνα γνωρίσματα που επηρεάζουν τη γεωτεχνική τους συμπεριφορά τόσο σαν υλικό όσο και σαν βραχομάζα. Επιπλέον τα ανθρακικά ορυκτά είναι χημικά ασταθή, εύκολα ανακρυσταλλώσιμα και ποικίλης προέλευσης, χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην πετρογραφική πολυπλοκότητα και κατά συνέπεια στη δυσκολία της λεπτομερούς αναγνώρισης και περιγραφής των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων.

Στην Τεχνική Γεωλογία, θεωρώντας τα ανθρακικά πετρώματα σαν γεωτεχνικά υλικά, γίνεται απαραίτητο:

- α) Να περιγραφούν και να ταξινομηθούν πετρογραφικά.
- β) Να προσδιοριστούν οι φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητές τους, και
- γ) Να καθιερωθεί μία γεωτεχνική ταξινόμηση που να λαμβάνει υπόψη το συσχέτισμό των προηγούμενων.

* Τομέας Γεωλογικών Επιστημών Ε.Μ. Πολυτεχνείου.

Η γεωτεχνική αυτή ταξινόμηση πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απλή, για να εφαρμόζεται εύκολα στην πράξη και βεβαίως σχετική με τις γεωτεχνικές απαιτήσεις.

Από την άποψη της Τεχνικής Γεωλογίας της βραχομάζας των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη:

- α) Τα συστήματα των ασυνεχειών (διακλάσεις, επιφάνειες στρώσης κ.λπ.) και τα χαρακτηριστικά τους.
- β) Τα υλικά πλήρωσης των ασυνεχειών και
- γ) Τα χαρακτηριστικά της μετά του βάθους διαφοροποίησης του βαθμού αποσάθρωσής τους, συμπεριλαμβανομένης και της διάλυσης.

Από τη γνώση των παραπάνω που αφορούν τη βραχομάζα καθώς και τη γνώση των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων του υλικού του πετρώματος, μπορεί να γίνει ένας καθορισμός των γεωτεχνικών τους χαρακτηριστικών.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Οι περισσότερες ταξινομήσεις των πετρωμάτων για γεωτεχνικούς σκοπούς, χρησιμοποιούν κυρίως απλοποιημένη τη συνήθη πετρογραφική ταξινόμηση, η οποία βασίζεται, όπως είναι γνωστό, αφ' ενός μεν στο μέγεθος των κόκκων, σύμφωνα με την ταξινόμηση των εδαφών, αφ' ετέρου δε στη γεννητική τους προέλευση.

Τα ανθρακικά πετρώματα ανήκουν, όπως είναι γνωστό, σε μία ιδιαίτερη ομάδα των ιζηματογενών, οργανοχημικής κυρίως γένεσης, που υποδιαιρούνται σε άλλες υποκατηγορίες ανάλογα με την ορυκτολογική τους σύνθεση, τον ιστό τους, το είδος των οργανικών θραυσμάτων κ.λπ. (Ασβεστόλιθοι καθαροί: μικροκοκκώδεις, ωολιθικοί, κονδυλώδεις, λατυποπαγείς, οργανογενείς, τραβερτίνες. Ασβεστόλιθοι μη καθαροί: δολομιτικοί, ψαμμούχοι, αργιλλικοί, πυριτικοί, σιδηρομιγείς. Διάφοροι δολομίτες).

Στα ανθρακικά επίσης πετρώματα περιλαμβάνονται τα μάρμαρα, τα οποία, ως γνωστόν, έχουν προέλθει από μεταμόρφωση. Στα μεταμορφωμένα ανθρακικά και ανθρακομιγή πετρώματα περιλαμβάνονται ακόμη οι σιπολίτες που περιέχουν εκτός του ασβεστίτη, σερικήτη και χλωρίτη, καθώς και τα σερπεντινο-μάρμαρα ή οφειτοσβεστίτες που εκτός από ασβεστίτη ή δολομίτη περιέχουν σερπεντίνη και άλλα δευτερεύοντα ορυκτολογικά συστατικά.

1. Πετρογραφική ταξινόμηση των ασβεστολίθων

Εκτός από τις κλασικές ταξινομήσεις που περιέχονται στα εγχειρίδια πετρογραφίας, ο W.R. Dearman (1974) διακρίνει τους «κλαστικούς» ασβεστόλιθους, βασιζόμενος στη υφή και σύνθεσή τους ως εξής:

Όρος	Μέγεθος κόκκων
Ασβεστορουδίτη	>1 mm
Ασβεσταρενίτη	0,0625- 1mm
Ασβεστολουτίτη	< 0,0625 mm

Εάν οι κόκκοι είναι κυρίως οργανικής προέλευσης τότε μπαίνει το πρόθεμα «βιο» π.χ. «βιοασβεστορουδίτης».

O.R.L. Folk (1959) έχει επίσης ταξινομήσει τα ασβεστολιθικά πετρώματα χρησιμοποιώντας μία ακριβέστερη και πιο πρακτική ορολογία. Η ταξινόμηση αυτή λαμβάνει υπόψη αφ' ενός μεν τη φύση του ασβεστολιθικού συνδετικού υλικού, αφ' ετέρου δε τον τύπο των πυρήνων που αποτελούν το σκελετό του πετρώματος, δημιουργώντας έτσι ένα σύνθετο όρο. Τα συστατικά που αποτελούν το συνδετικό υλικό ονομάζονται ορθοχημικά και τα σκελετικά στοιχεία, οι πυρήνες, αλλοχημικά.

Τα ορθοχημικά συστατικά που σχηματίζουν τη θεμελιώδη μάζα, είναι υλικά που κατακάθονται απ' ευθείας στη λεκάνη ιζηματογένεσης.

Ανάλογα με το μέγεθός τους υποδιαιρούνται σε δύο τύπους:

1. **Μικρίτη:** Μικροκρυσταλλικός (1-4 μ.) ασβεστίτης. Μερικές φορές από ανακρυστάλλωση προκύπτουν μεγαλύτεροι κρύσταλλοι, 5-15 μ. και λέγεται μικροσπαρίτης.

2. **Σπαρίτη:** Κόκκοι ασβεστίτη, μεγαλύτεροι από 0,01 mm. Συνήθως βρίσκεται σαν ένα απλό «σιμέντο» που γεμίζει τα μεταξύ των πυρήνων κενά. Μπορεί επίσης σπανιότερα να δημιουργηθεί από ανακρυστάλλωση μικρότερων κόκκων.

Οι λέξεις μικρίτης και σπαρίτης αποτελούν, σύμφωνα με την ταξινόμηση του Folk, την κατάληξη του σύνθετου όρου κάποιου ιδιαίτερου τύπου ασβεστολίθου.

Τα αλλοχημικά στοιχεία είναι τα σκελετικά σωματίδια των ασβεστολίθων που, ναί μεν, σχηματίζονται από χημική ή βιομηχανική καταβύθιση μέσα στη λεκάνη ιζηματογένεσης, όμως έχουν υποστεί κάποια μεταφορά από τη θέση δημιουργίας τους στη θέση που τελικά αποτέθηκαν για να δημιουργήσουν το σκελετό του πετρώματος. Έχουν μέγεθος άμμου έως χαλικιού και διακρίνονται σε τέσσερις τύπους:

Διακλαστικά (Δια-): Θραύσματα από ξαναεπεξεργασμένα ιζήματα.

Ωόλιθοι (Ωο-): Σφαιρικοί ή υποσφαιρικοί ανθρακικοί κόκκοι που έχουν αναπτυχθεί με απόθεση υλικού γύρω από ένα πυρήνα.

Απολιθώματα (βιο-): Ολόκληρα ή θρυματισμένα απολιθωμένα οργανικά κομμάτια.

Πελλίτες (Πελ-): Αποστρωγγυλομένες μικροκρυσταλλικές ασβεστιτικές συγκεντρώσεις σε μέγεθος 0,03 έως 0,15 mm.

Οι συντμήσεις για τα ονόματα των αλλοχημικών στις παρενθέσεις, χρησιμοποιούνται σαν προθέματα για τα ονόματα των ασβεστολίθων.

Παράδειγμα ονομασίας ασβεστολιθικού πετρώματος με χρησιμοποίηση αυτού του συστήματος Folk είναι το εξής:

Ένας ασβεστόλιθος αποτελούμενος από απολιθώματα συνδεδεμένα με σπαριτικό υλικό θα ονομάζεται «Βιοσπαρίτης».

Εάν τα απολιθώματα βρίσκονται και διατηρούνται σε πλήρη ανάπτυξη τότε ο ασβεστόλιθος ονομάζεται «Βιόλιθος».

Ο πίνακας (1) δίδει μία συγκεντρωτική εικόνα των δύο περιγραφικών ταξινομήσεων, σύμφωνα με τα συστήματα των W.R. Dearman και R.L. Folk (τα ονόματα με κεφαλαία στον πίνακα είναι οι πιο κοινοί τύποι πετρωμάτων).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Πετρογραφική ταξινόμηση ανθρακικών πετρωμάτων κατά W.R. Dearman (1974) και R.L. Folk (1959)

ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΩΝ (mm)	Κατά W.R. DEARMAN		Κατά R.L. FOLK			
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	ΑΛΛΟΧΗΜΙΚΑ (ΠΥΡΗΝΕΣ)	ΟΡΘΟΧΗΜΙΚΑ (Συνθετικό υλικό)		ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
				Σπαριτικό ασβεστίτικο	Μικροκρυσταλλικό ασβεστίτικο	
Χονδρόκοκκα -0,1	Ρουδώδη (Ρουδίτης)	ασβεστορουδίτης	Διακλαστικά Ωόλιθοι	I ΔΙΑΣΠΑΡΙΤΗΣ	II Διαμικρίτης	IV ΒΙΟΛΙΘΟΣ
	Αρενώδη (Αρενίτης)	Ασβεσταρενίτης	Απολιθώματα Πελλίτες	ΒΙΟΣΠΑΡΙΤΗΣ	Βιομικρίτης	
Μεσόκοκκα -0,0625	Λουτώδη (Λουτίτης)	Ασβεστολουτίτης	III	ΠΕΛΣΠΑΡΙΤΗΣ	Πελμικρίτης	
Λεπτόκοκκα					ΜΙΚΡΙΤΗΣ	
				ΔΙΣΜΙΚΡΙΤΗΣ		

2. Υφιστάμενες Γεωτεχνικές ταξινομήσεις των Ανθρακικών και Ανθρακομιγών Πετρωμάτων

Οι καθαρά πετρογραφικές ταξινομήσεις των ασβεστολίθων χρησιμοποιούν όρους, που για τους Μηχανικούς είναι άγνωστοι και προκαλούν σύγχυση. Δεν καλύπτουν δε τις ανάγκες ταξινόμησης που έχουν για τα πετρώματα αυτά αντιμετωπίζοντάς τα σαν υλικά που κατασκευάζουν τεχνικά έργα πάνω ή μέσα σ' αυτά ή από αυτά, χρησιμοποιώντας τα σαν υλικά κατασκευής.

Έχει ως εκ τούτου προκύψει ανάγκη μιας άλλης απλής και ουσιαστικής για το Μηχανικό ταξινόμησης, που να αντιμετωπίζει τα πετρώματα με βάση τις κύριες γεωτεχνικές ιδιότητες του συνολικού

όγκου, συμπεριλαμβανομένων τόσο των πρωτογενών όσο και των δευτερογενών ασυνεχειών, αυτού δηλαδή που αποκαλείται βραχομάζα.

Μια τέτοια ταξινόμηση ονομάζεται γεωτεχνική.

Για γεωτεχνικούς σκοπούς οι πιο ενδιαφέρουσες ιδιότητες είναι ο βαθμός σύνδεσης των συστατικών του πετρώματος, η αντοχή, το μέγεθος των κόκκων, το πορώδες, η υδατοπερατότητα και η παραμορφωσιμότητα (W.R. Dearman 1974 6).

Η γεωτεχνική ταξινόμηση των ανθρακικών πετρωμάτων που προτάθηκε από την επιτροπή Τεχνικογεωλογικής χαρτογράφησης της Διεθνούς Ένωσης Τεχνικής Γεωλογίας (Ανοπ. 1981 6) φαίνεται στον πίνακα 2. Σ' αυτήν λαμβάνεται σαν δεδο-

μένο ότι η περιεκτικότητα σε ανθρακικά ορυκτά αποτελεί το λιγότερο 50% της μάζας. Όμως υπάρχουν, όπως είναι γνωστό, τα ασβεστομιγή πετρώματα που αποτελούν μίγμα ανθρακικών ορυκτών με άμμο, ιλύ, άργιλο κ.τ.λ. με περιεκτικότητα σε ασβεσίτη ή δολομίτη μικρότερη του 50%. Αυτά δεν μπορούν να ταξινομηθούν γεωτεχνικά σύμφωνα με τον πίνακα 2.

Η επιλογή λοιπόν του σωστού ονόματος για τα μη αμιγή ανθρακικά πετρώματα δεν είναι τόσο εύκολη. Πρέπει να βασίζεται τόσο στην ποσότητα και μορφή των ανθρακικών συστατικών, όσο και στην παρουσία και τον καθορισμό του τύπου των διαφόρων «μολυντικών» πρόσθετων.

Οι A.D. Burnett και R.J. Epps (1979) ακολουθούν (βλ. πιν. 3) την εξής διαδικασία για τη γεωτεχνική ταξινόμηση ενός ανθρακικού πετρώματος: Το πρώτο βήμα συνίσταται στον προσδιορισμό της αναλογίας των ανθρακικών και μη-ανθρακικών υλικών. Το τελικό βήμα απαιτεί τον προσδιορισμό των κύριων και δευτερευόντων κατηγοριών των μη-ανθρακικών συστατικών και του μεγέθους των κόκκων τους.

Επίσης οι P.G. Fookes και I.E. Higginbottom (1975) πρότειναν μια ταξινόμηση των ανθρακικών πετρωμάτων για γεωτεχνικούς σκοπούς η οποία βασίζεται στην υφή και το βαθμό διαγένεσης, επομένως την αντοχή του πετρώματος (βλ. πιν. 4).

3. Περιγραφή των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων για γεωτεχνικούς σκοπούς

Είναι γεγονός ότι ένα απλό λιθολογικό ή ακόμη και γεωτεχνικό όνομα κάποιου ανθρακικού ή ανθρακομιγούς πετρώματος σύμφωνα με τις υφιστάμενες ταξινομήσεις, έχει περιορισμένη μόνο σπουδαιότητα για τους Μηχανικούς. Αυτό που θα ενδιέφερε περισσότερο, θα ήταν κάποια περι-

γραφή και κάποια στοιχεία που να δίδουν, έστω και προσεγγιστικά, ορισμένα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά όπως κυρίως: αντοχή, παραμορφωσιμότητα και υδροπερατότητα.

Στο σημείο αυτό κρίνεται χρήσιμο να αναφερθούν τα βασικά στάδια για την περιγραφή ενός πετρώματος όπως έχουν προταθεί από την επιτροπή της I.A.E.G. (Αηποπ, 1981) και να προσδιοριστούν και αναπτυχθούν ορισμένες τροποποιήσεις που εφαρμόζονται στα ανθρακικά και ανθρακομιγή πετρώματα.

Τα στάδια αυτά είναι:

1. Περιγραφή του λιθολογικού ονόματος του πετρώματος.
2. Περιγραφή των ιδιοτήτων του υλικού του πετρώματος.
3. Περιγραφή των επιπλέον ιδιοτήτων που ελέγχουν την επί τόπου γεωτεχνική συμπεριφορά του.

Η συμπεριφορά αυτή εξαρτάται μερικώς από τις ιδιότητες του πετρώματος σαν υλικού, αλλά στις περισσότερες μάζες πετρωμάτων και από τα χαρακτηριστικά της δομής τους, καθώς και το βαθμό αποσάθρωσης-εξαλλοίωσης, δηλαδή:

1. Πτυχώσεις και ρήγματα.
2. Ασυνέχειες, όπως διακλάσεις, επίπεδα στρώσης, ζώνες διατμητικής ολίσθησης και κερματισμών.
3. Κατανομή των διαφόρων τύπων εδαφών και πετρωμάτων στη βραχομάζα.
4. Κατανομή των εδαφικών και πετρολογικών υλικών μετά του θάβους, λόγω διαφοροποίησης του βαθμού αποσάθρωσης.

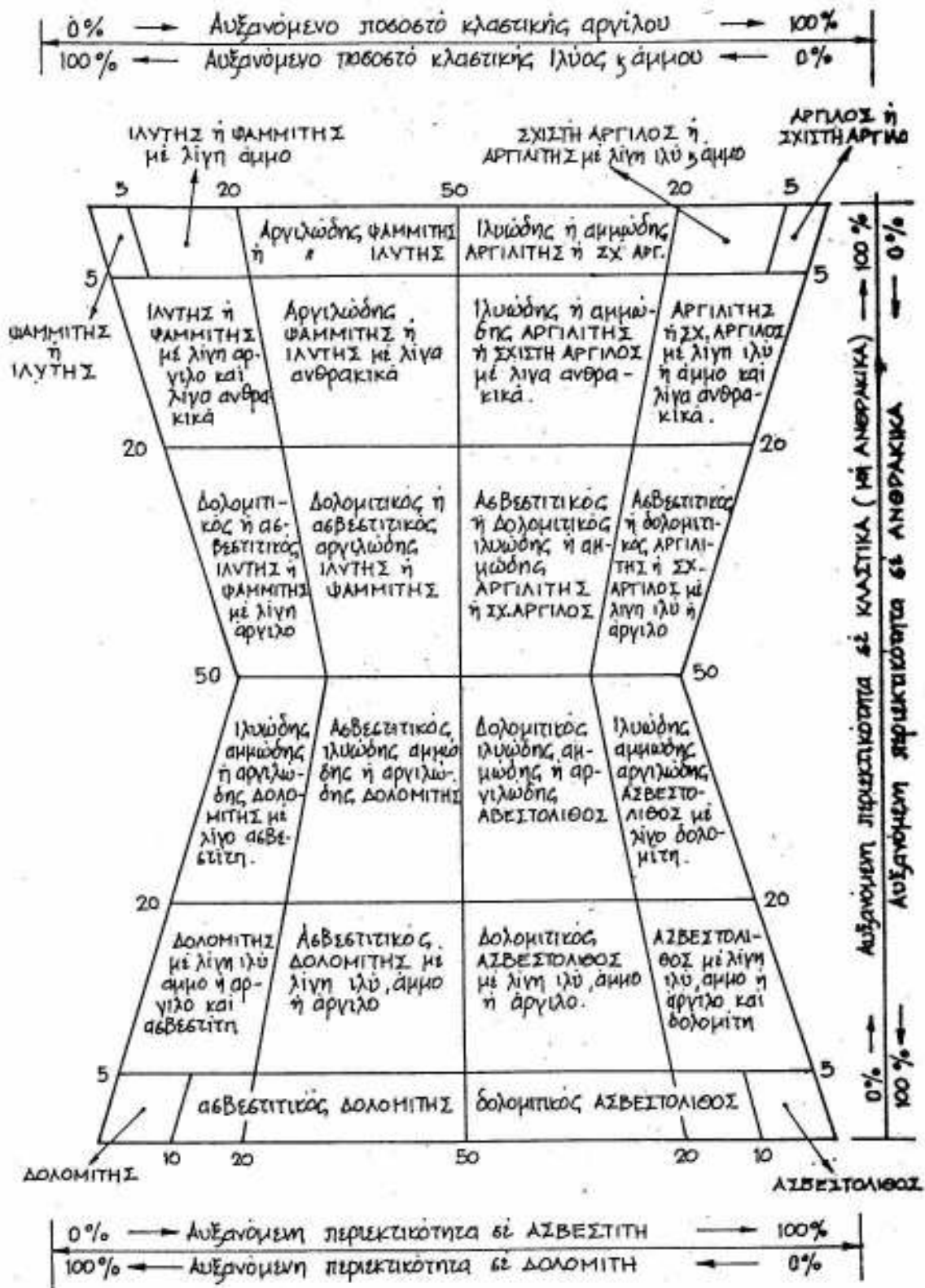
Από τη χρησιμοποίηση όλων αυτών των στοιχείων μπορεί να προκύψει ένα «περιγραφικό όνομα του πετρώματος», με το οποίο πολύ πιο προσεγγιστικά δίδεται μία εικόνα των γεωτεχνικών του ιδιο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
Γεωτεχνική ταξινόμηση ανθρακικών πετρωμάτων κατά I.A.E.G. (1981)

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ →			ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΙΓΕΝΗ			«ΚΛΑΣΤΙΚΑ» ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ	ΧΗΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ
Συνήθης δομή →			ΣΥΜΠΑΓΗ			ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΤΡΩΣΗΣ	
Ορυκτολογική δομή →			ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ορυκτά			Τουλάχιστον 50% των κόκκων είναι ανθρακικοί	ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ
ΥΠΕΡΙΣΧΥΟΝ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΩΝ (mm)	60 2	πολύ χονδρόκοκκα	Μάρμαρο	Ρουϊδώδη	Μάρμαρο	Ασβεστολιθός (αδιάκριτα)	Ασβεστορουδίτης
		Χονδρόκοκκα					Ασβεστοαρενίτης
	0,06	Μεσόκοκκα		Ασβεστοιλύτης			
	0,002	Λεπτόκοκκα		ΚΡΗΤΙΔΑ			
		πολύ λεπτόκοκκα		Ασβεστολουιτίτης			

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Γεωτεχνική ταξινόμηση ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων, κατά A.D. Burnett & R.J. Epps (1979)



ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Γεωτεχνική ταξινόμηση ανθρακικών πετρωμάτων, κατά R.G. FOOKES και I.E. HIGGINBOTTOM (1975)

	Στρωγιγενή και κέρματιμένα ιζήματα (αυξανόμενο μέγεθος κόκκων)				Συνεχής ή εμπαιγμένη θρακώμα
Εδάφος πρόιον καταστρό- φης	ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΛΑΣΠΗ	ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΙΛΥΣ	ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΑΜΜΟΣ βιοκλαστική αμμος (Οργανική) (Ανόργανη)	ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΧΑΛΙΚΙΑ χαλίκια οστράκων χαλίκια κοραλλίων χαλίκια λοιπών οργανικών λιθικών χαλίκια ανόργανα	δεν υπάρχει
	ΑΙΣΒΕΣΤΟ- ΠΗΛΙΤΗΣ (Αεβεστο- λουτίτης)	ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ ή ΚΡΗΤΙΔΑ (Αεβεστο- ιλύτης)	ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ (Α.Φ.) ή ΑΙΣΒΕΣΤΑΡΕΝΙΤΗΣ βιοκλαστικός Α.Φ. ωλιθικός Α.Φ.	ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ ή ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ οστρακώδες / οργανικό κοραλλιογενές / (γενικά) πιεβολιθικός	ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΗΣ ή ΓΕΝΙΚΑ ΥΦΑ- ΛΩΔΗΣ ΑΙΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ
Πετρώματα Αυξανόμενος βαθμός διαγένεσης	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΑΙΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ	ΚΛΑΣΤΙΚΟΣ ΑΙΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ βιοκλαστικός αεβεστολιθός ωλιθικός αεβεστολι- θος	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΗΣ ή ΚΡΟΚΑ- ΛΟΠΑΓΗΣ ΑΙΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ οστρακώδης / οργανικός κοραλλιογενής / (γενικά) πιεβολιθικός		
Ανακρ εταλλο- μένα	ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΣ ΑΙΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ ή ΜΑΡΜΑΡΟ				

τήτων, σε σύγκριση με το απλό «λιθολογικό όνομα του πετρώματος».

Το «περιγραφικό όνομα του πετρώματος» πρέπει να περιέχει:

- i. ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟ ΟΝΟΜΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ και συμπληρωματικά πετρογραφικά γνωρίσματα
- ii. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΑΝ ΥΛΙΚΟΥ:
 - Χρώμα
 - Μέγεθος Κόκκων
 - Ιστός
 - Υφή
 - Κατάσταση αποσάθρωσης και εξαλλοίωσης
 - Αντοχή
- iii. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ
 - Στρώση
 - Ασουνέχειες
 - Κατάσταση αποσάθρωσης της μάζας και διαφοροποίηση μετά του βάθους

του βαθμού αποσάθρωσης

- Εκτίμηση της υδροπερατότητας
- Προσεγγιστική αντοχή

3.1. Καθορισμός του λιθολογικού ονόματος του πετρώματος

Το λιθολογικό όνομα του πετρώματος είναι πρωταρχικής σημασίας, επειδή δείχνει τη γενετική ομάδα του πετρώματος και δίδει βασικές πληροφορίες της ορυκτολογικής σύνθεσης και μεγέθους των κόκκων. Συμπληρωματικές πετρογραφικές ιδιότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπου απαιτείται, για να θελιώσουν την πληροφόρηση που δίδει μόνο το όνομα του πετρώματος, δηλώνοντας, για παράδειγμα, μία σχετική αφθονία ενός ιδιαίτερου ορυκτού ή περιγράφοντας δευτερεύουσες αναμίξεις με άλλους λιθολογικούς τύπους.

Αυτά τα συμπληρωματικά πετρογραφικά χαρακτηριστικά ίσως είναι εξαιρετικά χρήσιμα σαν ένα μέσο διαχωρισμού μεταξύ διαφορετικών ουσια-

στικά πετρωμάτων, που έχουν όμως το ίδιο λιθολογικό όνομα. Τα δευτερεύοντα συστατικά, ίσως έχουν επίσης κάποια σπουδαία επίδραση επί των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων και θα πρέπει προσεκτικά να μελετηθούν π.χ. αυξημένη περιεκτικότητα σε μοντμοριλλονίτη, σιδηροπυρίτη κ.τ.λ.

Ο καθορισμός του λιθολογικού ονόματος γίνεται σύμφωνα με ένα από τα σχήματα γεωτεχνικής ταξινόμησης, όπως φαίνονται στους πίνακες 2, 3 και 4. Προτείνουμε τη χρήση του συστήματος των A.D. Burnett και R.J. Erps (πιν. 3) ο οποίος περιλαμβάνει και τα ανθρακομιγή πετρώματα.

3.2. Περιγραφή των ιδιοτήτων του υλικού των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων

A. Χρώμα

Για τον προσδιορισμό του χρώματος ενός πετρώματος προτείνεται η χρησιμοποίηση του πίνακα χρωμάτων που έχει προταθεί από τη Γεωλογική Εταιρεία των Η.Π.Α. (1963) και βασίζεται στον Munsell (πιν. 5). Ο πίνακας αυτός (ANON, 1972) θεωρείται σαν ο πρότυπος για την ονοματολογία χρώματος. Χρησιμοποιεί τρεις παραμέτρους: Το κυρίως χρώμα (3), την απόχρωση (2) και τον τόνο (1) ή φώτεινότητα του χρώματος.

Πρέπει πάντα να προσδιορίζεται τουλάχιστον το χρώμα (στήλη 3) και να συμπληρώνεται από τις στήλες 1 και 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5
Πίνακας προσδιορισμού του χρώματος των πετρωμάτων

Τόνος (1)	Απόχρωση (2)	Χρώμα (3)
ανοικτό σκούρο	ροζο-κοκκινο-κιτρινο-καφε-λαδο-πρασινο-γαλαζο-γκρίζο	ροζ κόκκινο κίτρινο καφέ λαδί πράσινο γαλάζιο γκρι άσπρο μαύρο

B. Μέγεθος κόκκων

Στον πίνακα 6 κατατάσσονται τα πετρώματα σύμφωνα με το κυρίαρχο μέγεθος των συστατικών κόκκων τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6
Ταξινόμηση μεγέθους κόκκων

Όρος	Μέγεθος συστατικών κόκκων
Πολύ χονδρόκοκκα	> 60 mm
Χονδρόκοκκα	60 mm - 2 mm
Μεσόκοκκα	2 mm - 60 μm
Λεπτόκοκκα	60 μm - 2 μm
Πολύ λεπτόκοκκα	< 2 μm

Γ. Ιστός

Ο ιστός του πετρώματος δίδει, όπως είναι γνωστό, την εικόνα του σχετικού μεγέθους των ορυκτολογικών συστατικών του, της μορφής τους και του τρόπου με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους. Οι όροι που χρησιμοποιούνται συχνά είναι: ολοκρυσταλλικός, ημικρυσταλλικός, κρυσταλλικός, κοκκώδης, άμορφος ή υαλώδης, πορφυριτικός, σφαιρολιθικός, κατακλαστικός, αφανιτικός, λεπτοβλαστικός (ορυκτολογικά συστατικά υπό μορφή λεπίων), νηματοβλαστικός (ορυκτά με πρισματική ή νηματοειδή ανάπτυξη) κ.τ.λ.

Δ. Υφή

Η υφή ενός πετρώματος αναφέρεται στη γενική φυσική εμφάνιση, που εξαρτάται από τον τρόπο κατά τον οποίο είναι διατεταγμένα τα συστατικά του στο χώρο, καθώς και από τη μορφή η οποία προκύπτει από την πλήρωση του χώρου. Αν π.χ. τα συστατικά ενός πετρώματος είναι άτακτα κατανεμημένα στο χώρο και δεν παρουσιάζουν κανένα προσανατολισμό, η υφή λέγεται ακανόνιστη ή συμπαγής (συχνή στα πλουτώνια πετρώματα). Αν υπάρχει προσανατολισμός, μιλάμε για παράλληλη ή ταινιωτή υφή (συχνή στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα). Αν υπάρχουν οπές η υφή του πετρώματος λέγεται πομφολυγώδης, αν οι οπές είναι μικρές και πολυάριθμες σκωριώδης, αν εμφανίζεται υπό μορφή τεμαχίων συγκολλημένων λατυποπαγής κ.τ.λ.

Ε. Κατάσταση Αποσάθρωσης και εξαλλοίωσης

Όπως είναι γνωστό, υπάρχουν δύο κύρια είδη αποσάθρωσης. Στο ένα κυριαρχούν οι μηχανικές επιδράσεις και το άλλο οι χημικές. Η διάλυση, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα ανθρακικά ορυκτά, ανήκει στη χημική αποσύνθεση.

Γενικά, τα δύο είδη αποσάθρωσης, δρουν μαζί, ανάλογα όμως με τις κλιματολογικές συνθήκες και το είδος του πετρώματος (αμιγές ή μη κ.λπ.) κυριαρχεί το ένα είδος ή το άλλο. Η μηχανική αποσάθρωση καταλήγει στη θραύση, διάνοιξη και διεύρυνση των ασυνεχειών του πετρώματος.

Κατά τη χημική αποσύνθεση στα αρχικά στάδια πραγματοποιείται αποχρωματισμός του πετρώματος.

Με βάση τα βρετανικά πρότυπα (B.S.: 5930:1981),

των οποίων προτείνεται η χρήση, έχουν καθιερωθεί τέσσερις βαθμίδες αποσάθρωσης που περιγράφονται στον πίνακα 7.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7
Βαθμίδες αποσάθρωσης του υλικού των πετρωμάτων

ΟΡΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Υγιές	Δεν υπάρχει εμφανές σημάδι αποσάθρωσης του υλικού πετρώματος.
Αποχρωματισμένο	Το χρώμα του αυθεντικού υγειούς υλικού του πετρώματος έχει αλλάξει. Ο βαθμός αλλαγής από το αυθεντικό χρώμα πρέπει να σημειώνεται. Εάν η αλλαγή χρώματος εγχοπίζεται σε συγκεκριμένα ορυκτολογικά συστατικά πρέπει επίσης να αναφέρεται.
Αποσαθρωμένο	Το πέτρωμα είναι αποσαθρωμένο, σχεδόν σε κατάσταση εδάφους. Όμως ο ιστός είναι άθικτος. Το πέτρωμα είναι σαθρό, αλλά οι ορυκτοί κόκκοι δεν έχουν υποστεί αποσύνθεση.
Αποσυντεθειμένο	Το πέτρωμα είναι πλήρως αποσαθρωμένο σε κατάσταση εδάφους. Ο αρχικός ιστός του διατηρείται. Μερικοί όμως ή όλοι οι ορυκτοί κόκκοι έχουν υποστεί αποσύνθεση.

Τα στάδια της αποσάθρωσης του πίνακα 7 μπορούν να υποδιαιρεθούν χρησιμοποιώντας ποιοτικούς όρους, για παράδειγμα «μερικά αποχρωματισμένα», «ολικά αποχρωματισμένα» κ.λπ., που ασφαλώς θα βοηθήσουν στην περιγραφή του πετρώματος που εξετάζεται.

Ζ. Αντοχή

Από τη Διεθνή Ένωση Τεχνικής Γεωλογίας (I.A.E.G.) έχει προταθεί μία κλίμακα αντοχής (πιν. 8), που βασίζεται στη δοκιμή αντοχής σε μονοαξονική θλίψη, χρησιμοποιώντας προσεκτικά προετοιμασμένους πυρήνες πετρώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8
Ταξινόμηση των πετρωμάτων ανάλογα με την αντοχή τους

ΟΡΟΣ	Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (MN/m ²)
Πολύ ασθενή	< 1,25
Ασθενή	1,25 - 5
Μέτρια ασθενή	5 - 12,5
Μέτρια ισχυρά	12,5 - 50
Ισχυρά	50 - 100
Πολύ ισχυρά	100 - 200
Εξαιρετικά ισχυρά	> 200

3.3. Περιγραφή των ιδιοτήτων της θραχομάζας των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων

Α. Στρώση

Όροι που χρησιμοποιούνται συνήθως για την περιγραφή της στρώσης, στα ανθρακικά και ανθρακομιγή πετρώματα είναι: άστρωτα ή συμπαγή, παχυστρωματώδη, λεπτοστρωματώδη, φυλλώδη (εάν υπερσχύουν τα μη ανθρακικά ορυκτά), με επιφάνειες στρώσης επίπεδες ή κυματοειδείς κ.λπ.

Είναι όμως σωστότερο να χρησιμοποιούνται περιγραφικοί όροι, που να λαμβάνουν υπόψη και τις αποστάσεις των επιφανειών αυτών μεταξύ των.

Προτείνεται γι' αυτό να χρησιμοποιείται η κλίμακα του πίνακα 9.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9
Κατάταξη των πετρωμάτων ανάλογα με το πάχος των στρωμάτων τους, κατά B.S. 5930

ΟΡΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΤΡΩΣΗΣ
Πολύ παχυστρωματώδη	> 2m
Παχυστρωματώδη	2m - 600mm
Μεσοστρωματώδη	600mm-200mm
Λεπτοστρωματώδη	200mm- 60mm
Πολύ λεπτοστρωματώδη	60mm- 20mm
Ελασματοστρωματώδη	20mm- 6mm
Πολύ ελασματοστρωματώδη	< 6mm

Β. Ασυνέχειες (λοιπές)

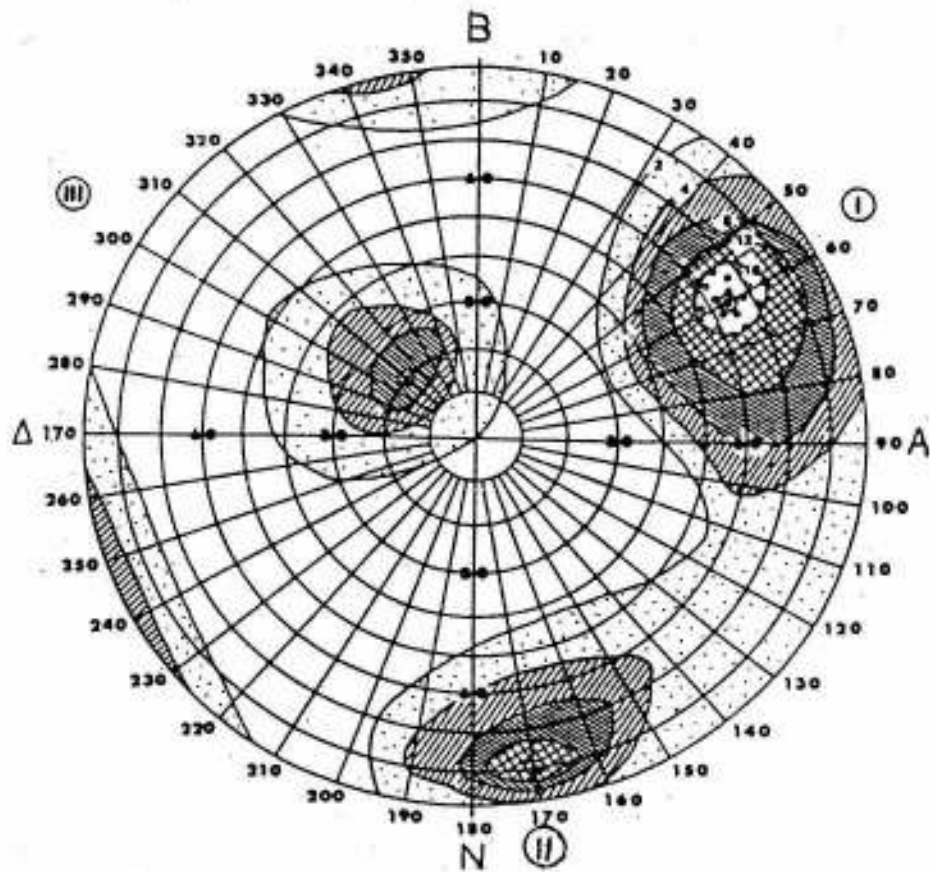
Τα ρήγματα, οι διακλάσεις, οι ρωγμές και οι όποιες επιφάνειες κερματισμού, που έχουν προκύψει από μηχανικές θραύσεις της μάζας του πετρώματος, καλούνται ως γνωστόν ασυνέχειες. Κατά την έκταση της επιφάνειας αυτών η εφελκυστική αντοχή είναι μηδενική ή έχει πολύ μικρές τιμές. Είναι ουσιώδες, και ως εκ τούτου απαραίτητο, να καταγράφεται κάθε λεπτομέρεια που αφορά τις ασυνέχειες και πιο συγκεκριμένα τις δέκα παραμέτρους που περιγράφονται στη συνέχεια, οι οποίες τις καθορίζουν πλήρως ποσοτικά.

1. Προσανατολισμός:

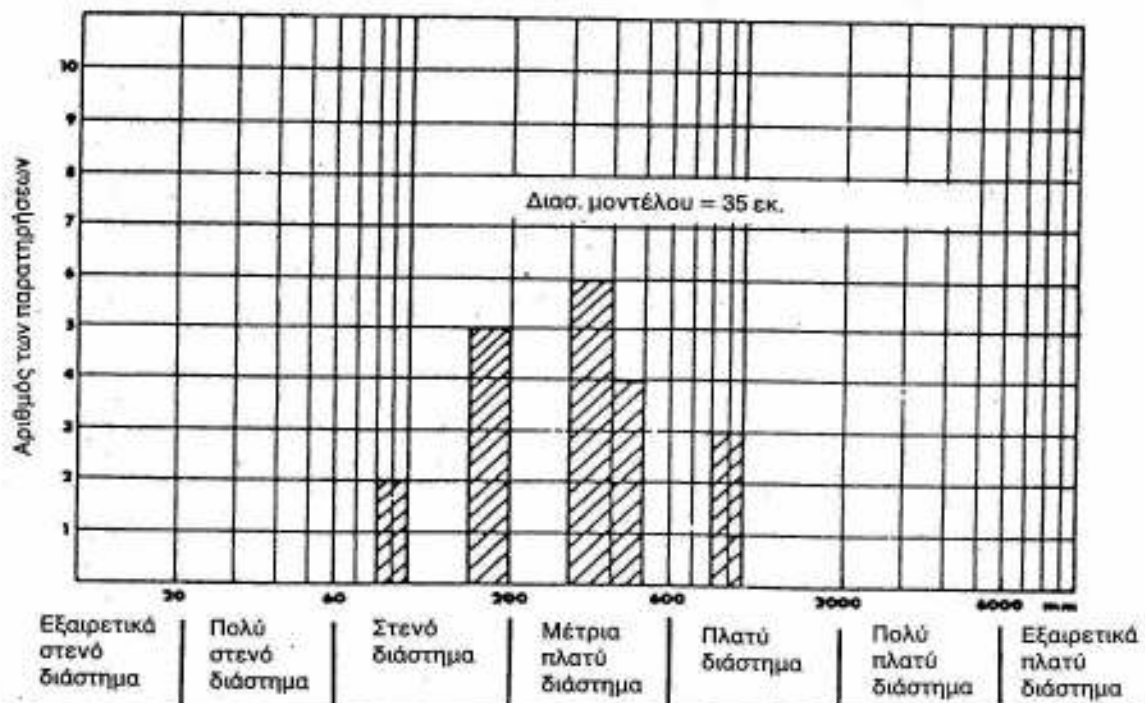
Η θέση των ασυνεχειών στο χώρο προσδιορίζεται με τη διεύθυνση και την τιμή της μέγιστης κλίσης του επιπέδου της. Επίσης το σύνολο των ασυνεχειών μπορεί να αναπαρασταθεί γραφικά επάνω σε ένα δίκτυο, συνήθως ίσης επιφάνειας, όπως είναι το στερεογραφικό δίκτυο προβολής Schmidt (σχ. 1). Σ' αυτό αναπαρίστανται οι πόλοι όλων των επιφανειών ασυνέχειας με αποτέλεσμα να υπάρχει πλήρης γραφική αντιπροσώπευση των διευθύνσεων και κλίσεων των. Η επεξεργασία αυτή αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο για τη γεωτεχνική περιγραφή και κατάταξη ενός πετρώματος.

2. Πυκνότητα (ή διάστημα ασυνεχειών).

Η πυκνότητα των ασυνεχειών προσδιορίζεται



Σχ. 1. Παραστατική απεικόνιση του προσανατολισμού τριών ομάδων διακλάσεων σε δίκτυο SCHMIDT.



Σχ. 2. Ιστογράμμο απεικονίζουν το ελάχιστο, μέγιστο και το διάστημα μοντέλου, από παρατηρήσεις των διαστημάτων μιας ομάδας διακλάσεων.

με την κάθετη απόσταση μεταξύ γειτονικών επιφανειών ασυνεχειών που ανήκουν στην ίδια ομάδα. Συνήθως η πυκνότητα αναφέρεται στη μέση απόσταση μιας ομάδας π.χ. διακλάσεων. Στον πίνακα 10 δίδεται η ορολογία των διαστημάτων μεταξύ των επιφανειών ασυνεχειών που απεικονίζουν και την εικόνα της πυκνότητάς τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10
Πυκνότητα ασυνεχειών ανάλογα με τις μεταξύ τους αποστάσεις

Απόσταση μεταξύ επιφανειών ασυνεχειών	Απόσταση σε mm	Πυκνότητα ασυνεχειών
Εξαιρετικά μικρή	< 20	Πυκνότετες
Πολύ μικρή	20-60	Πολύ πυκνές
Μικρή	60-200	Πυκνές
Μέτρια	200-600	Περιορισμένης πυκνότητας
Μεγάλη	600-2000	Αραιές
Πολύ μεγάλη	2000-8000	Πολύ αραιές
Εξαιρετικά μεγάλη	> 8000	Αραιότετες

Συνήθως τα διαστήματα μιας ομάδας ασυνεχειών καταγράφονται και απεικονίζονται σε ιστόγραμμα, όπως αυτό που φαίνεται σαν παράδειγμα στο σχήμα 2. Από αυτό καθορίζεται, το ελάχιστο, το μέγιστο και το μέσο διάστημα που είναι αντιπροσωπευτικό κάθε ομάδας ασυνεχειών.

3. Μήκος ίχνους ασυνέχειας

Μήκος ίχνους μιας ασυνέχειας ονομάζεται η τομή του επιπέδου της με την επιφάνεια του εδάφους. Το μήκος αυτό μπορεί να δώσει ένα χονδρικό μέτρο της κατά πλάτος και βάθος εξάπλωσης μιας ασυνέχειας στη μάζα του πετρώματος. Ο τερματισμός του ίχνους σε συμπαγές πέτρωμα ή έναντι άλλων ασυνεχειών, μειώνει το μήκος του. Το μήκος ίχνους μιας ομάδας π.χ. διακλάσεων αντιπροσωπεύεται από τη μέση τιμή μήκους ίχνών της ομάδας αυτής.

Σύμφωνα με τη μέση αυτή τιμή έχει προταθεί από την I.S.R.M. η κατάταξη του πίνακα 11.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11
Χαρακτηρισμός μήκους ίχνους ασυνέχειας

Χαρακτηρισμός	Μέση τιμή μήκους
Πολύ Μικρό	< 1m
Μικρό	1- 3m
Μέτριο	3-10m
Μεγάλο	10-20m
Πολύ Μεγάλο	> 20m

4. Τραχύτητα

Η τραχύτητα της επιφάνειας ασυνέχειας και ο κυματισμός της επιφάνειας αυτής σε σχέση με το «νοητό επίπεδο» της ασυνέχειας συμβάλλουν στη

διαμόρφωση της διατμητικής αντοχής κατά μήκος αυτής.

Μεγάλης καμπυλότητας κυματισμός αλλάζει τοπικά την κλίση.

Η τραχύτητα συντελεί στην αύξηση της γωνίας τριβής κατά μήκος της επιφάνειας της ασυνέχειας σύμφωνα με την εξίσωση των N. Barton - V. Choubey (1977).

$$\Phi_m = T \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma}{\sigma_n} \right) + \Phi_r$$

όπου:

Φ_m = Μέγιστη τιμή γωνίας τριβής λόγω τραχύτητας

T = Συντελεστής Τραχύτητας Διάκλασης

σ = Αντοχή Τοιχώματος Διάκλασης

σ_n = Ενεργός τάση κάθετη στην επιφάνεια

Φ_r = Υπολειμματική τιμή γωνίας τριβής, υπολογιζόμενη με κατάλληλη δοκιμή βραχομηχανικής.

Για τον καθορισμό του T χρησιμοποιείται το σχήμα που έχει προταθεί από τους ίδιους ερευνητές (βλ. σχ. 3).

Η σ προσδιορίζεται με δοκιμή δια της κρουστικής σφύρας Schmidt επί των τοιχωμάτων της διάκλασης (βλ. παρακάτω).

5. Αντοχή Τοιχώματος Ασυνέχειας (σ):

Αντοχή τοιχώματος ασυνέχειας ενός πετρώματος καλείται η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη των τμημάτων του πετρώματος των γειτονικών στα τοιχώματα της ασυνέχειας. Η αντοχή αυτή είναι συνήθως μικρότερη από την αντοχή των τμημάτων του πετρώματος που βρίσκονται απομακρυσμένα από την ασυνέχεια, λόγω πιθανής αποσάθρωσης, εξαλλοίωσης και τεκτονικής καταπόνησης της ζώνης εκατέρωθεν της ασυνέχειας. Παίζει σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση της διατμητικής αντοχής κατά μήκος της ασυνέχειας του πετρώματος στην περίπτωση που τα τοιχώματά της βρίσκονται σε άμεση μεταξύ τους επαφή. Συνήθως προσδιορίζεται με τη μέθοδο της κρουστικής σφύρας Schmidt. Ο R.P. Miller (1965) έχει συσχετίσει την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη κάποιες επιφάνειας πετρώματος, την πυκνότητά του και τον αριθμό αναπήδησης της σφύρας Schmidt. Το νομόγραμμα που έχει προκύψει (βλ. σχ. 4) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της αντοχής τοιχώματος ασυνέχειας (σ).

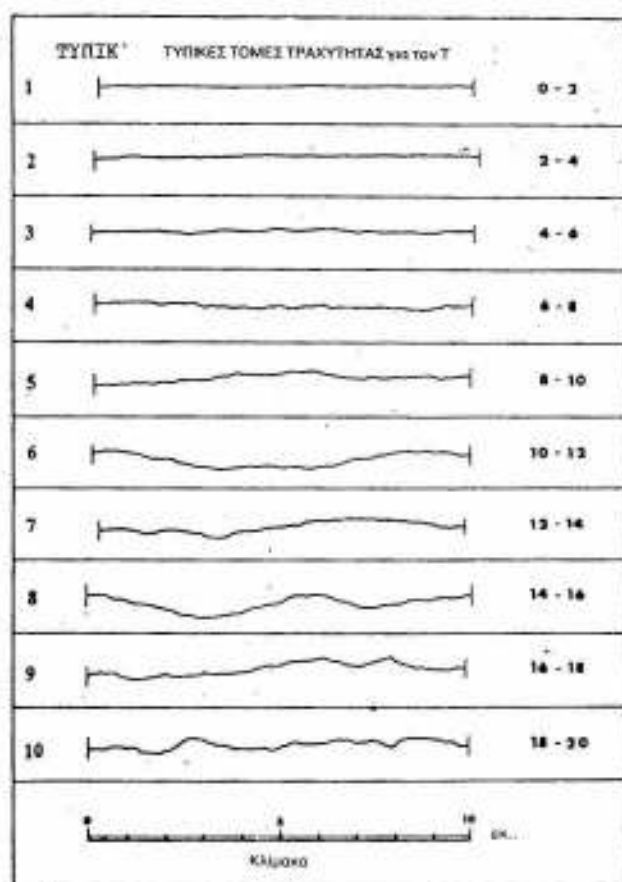
6. Άνοιγμα

Η κάθετη απόσταση των τοιχωμάτων της ασυνέχειας, στην οποία ο διάκενος χώρος περιέχει νερό ή αέρα, καλείται άνοιγμα της ασυνέχειας.

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση Βραχομηχανικής (I.S.R.M.) ανάλογα με το μέγεθος του ανοίγματος των ασυνεχειών, δίδεται η κατάταξη που φαίνεται στον πίνακα 12.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12
Κατάταξη σύμφωνα με το μέγεθος
του ανοίγματος των ασυνεχειών

Άνοιγμα σε mm	Χαρακτηρισμός ανοίγματος	
0,1	Πάρα πολύ μικρό	
0,1 -0,25	Πολύ μικρό	Μικρό άνοιγμα
0,25-0,5	Αρκετά μικρό	
0,5-2,5	Ανοιχτό	
2,5-10	Μέτριο Φαρδύ	Μέτριο Άνοιγμα
10 -25	Φαρδύ	
25-100	Πολύ Φαρδύ	
100-1000	Εξαιρετικά Φαρδύ	Μεγάλο Άνοιγμα
> 1m	Σπηλαιώδες	



Σχ. 3. Τομές τραχύτητας και το αντίστοιχο εύρος τιμών του τ (κατά N. BARTON και V. CHOUBEY 1977)

Για κάθε ομάδα ασυνεχειών πρέπει να δίνεται η μέση τιμή του ανοίγματος.

Μεμονωμένες ασυνέχειες, που θα έχουν άνοιγμα αξιοσημείωτα μεγαλύτερο της μέσης τιμής, θα πρέπει προσεκτικά να περιγράφονται μαζί με τη θέση τους, και τα στοιχεία προσανατολισμού τους. Επίσης, η επιλεκτική συγκέντρωσή τους σε ορισμένες θέσεις στη μάζα του πετρώματος πρέπει να αναφέρεται προσεκτικά.

7. Πλήρωση

Το υλικό ή τα υλικά με τα οποία έχει πληρωθεί ο χώρος μεταξύ των τοιχωμάτων μιας ασυνέχειας ονομάζεται πλήρωση. Συνήθως το υλικό πλήρωσης είναι ασθενέστερο από το διακοπτόμενο από την ασυνέχεια πέτρωμα. Συνήθη υλικά πλήρωσης είναι: άμμος, ιλύς, άργιλος, terra rossa, λατυποπαγές, μιλωνίτης κ.α. Επίσης στα υλικά πλήρωσης, περιλαμβάνονται οι λεπτές ορυκτές επικαλύψεις των τοιχωμάτων, καθώς και τα ορυκτά που συχνά επουλώνουν τις ασυνέχειες π.χ. φλέβες ασβεστίτη και χαλαζία. Τα χαρακτηριστικά της πλήρωσης προσδιορίζονται αν καθοριστούν οι εξής παράμετροι:

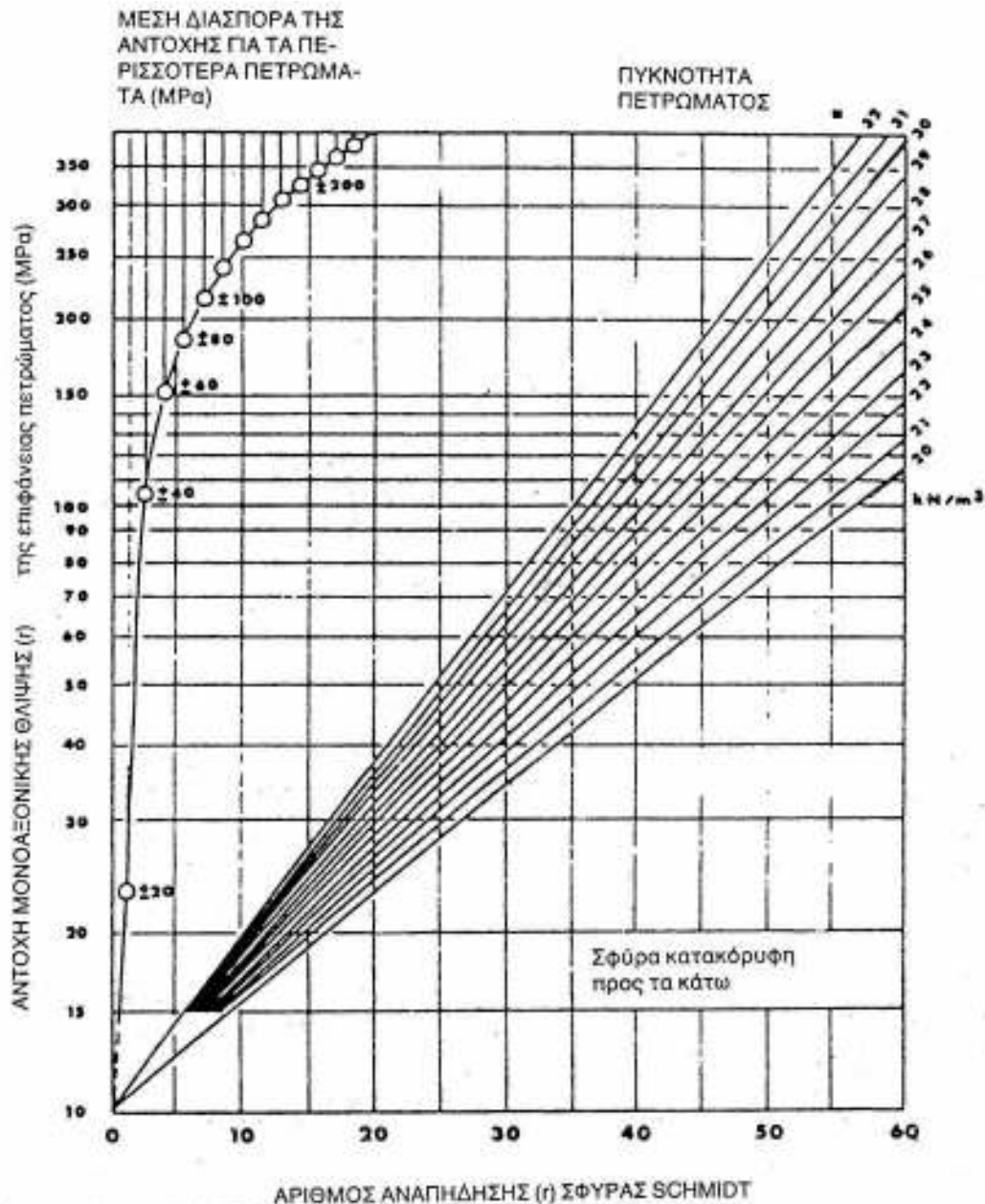
- α. Σύνθεση του υλικού πλήρωσης.
- β. Διαβάθμιση ή μέγεθος κόκκων του υλικού αυτού.
- γ. Προφόρτισή του.
- δ. Περιεκτικότητα νερού, υδροπερατότητα.
- ε. Προηγούμενη διατμητική καταπόνηση.

8. Υπεδαφικό νερό

Με τον όρο αυτό νοείται κάθε ροή νερού ή ελεύθερη ορατή υγρασία σε μεμονωμένες ασυνέχειες ή στη μάζα πετρώματος γενικά. Η ροή που πραγματοποιείται από πληρωθείσες ή μη ασυνέχειες ή από συγκεκριμένες ομάδες ασυνεχειών, μπορεί να περιγραφεί και να βαθμονομηθεί σύμφωνα με το ακόλουθο σύστημα που υιοθέτησε η Διεθνής Ένωση Βραχομηχανικής (I.S.R.M.) (βλ. πιν. 13, 14 και 15).

ΠΙΝΑΚΑΣ 13
Συνθήκες ροής σε ασυνέχειες χωρίς υλικό πλήρωσης

Κατηγορία	Περιγραφή
I	Το άνοιγμα της ασυνέχειας είναι πάρα πολύ μικρό και στεγνό· ροή νερού δεν φαίνεται πιθανή.
II	Η ασυνέχεια είναι στεγνή, χωρίς ένδειξη ροής νερού.
III	Η ασυνέχεια είναι στεγνή, αλλά διακρίνονται σημάδια ροής νερού π.χ. λεκέδες σκουριάς κ.α.
IV	Η ασυνέχεια είναι υγρή, αλλά δεν υπάρχει ελεύθερα κινούμενο νερό.
V	Η ασυνέχεια δίδει περιοδικές σταγόνες νερού, αλλά όχι συνεχόμενη ροή.
VI	Η ασυνέχεια παρουσιάζει συνεχόμενη ροή νερού. (Υπολογισμός σε λίτρα/λεπτό και περιγραφή της πίεσης π.χ. χαμηλή, μέτρια, υψηλή).



Σχ. 4. Διάγραμμα συσχετισμού μεταξύ αντοχής, πυκνότητας και αριθμού αναπήδησης (r) (κατά R.P. MILLER 1965)

9. Ομάδες ασυνεχειών

Εκτός από τα προηγούμενα είναι επίσης απαραίτητο να προσδιορίζεται ο αριθμός των ομάδων των ασυνεχειών που αποτελούν τα αλληλοτεταγμένα συστήματα μιας βραχομάζας. Είναι πιθανό η μάζα του πετρώματος να έχει προσβληθεί και από άλλες μεμονωμένες και όχι ομαδοποιημένες ασυνέχειες, οι οποίες θα πρέπει επίσης να αναφέρονται.

Στο παράδειγμα του σχήματος 5 απεικονίζονται τρεις ομάδες διακλάσεων και μία τυχαία ασυνέχεια.

Ο αριθμός των ομάδων των διακλάσεων που μπορεί να εμφανίζονται σε συγκεκριμένη επιφάνεια (π.χ. σε ένα μέτωπο λατομείου ή κατά μήκος των πλευρών μιας σήραγγας) μπορεί να περιγραφεί σύμφωνα με τα προτεινόμενα στον πίνακα 16 από την I.S.R.M.

ΠΙΝΑΚΑΣ 14
Συνθήκες ροής σε ασυνέχειες που έχουν πληρωθεί

Κατηγορία	Περιγραφή
I	Τα υλικά πλήρωσης είναι πολύ συμπαγοποιημένα και στεγνά. Σημαντική ροή φαίνεται απίθανη λόγω της πολύ μικρής υδροπερατότητας.
II	Τα υλικά πλήρωσης είναι πολύ υγρά αλλά δεν υπάρχει ροή νερού.
III	Τα υλικά πλήρωσης είναι θρεγμένα. Περιοδικές σταγόνες νερού.
IV	Τα υλικά πλήρωσης δείχνουν σημάδια απόπλυσης, λόγω συνεχόμενης ροής νερού (υπολογισμός σε λίτρα/λεπτό).
V	Τα υλικά πλήρωσης έχουν υποστεί τοπική απόπλυση. Σημαντική ροή νερού κατά μήκος των οδών (καναλιών) απόπλυσης (υπολογισμός σε λίτρα/λεπτό και περιγραφή πίεσης).
VI	Τα υλικά πλήρωσης έχουν εντελώς αποπλυθεί. Υψηλές πιέσεις νερού ειδικά κατά την έναρξη εκκαφής (Υπολογισμός σε λίτρα/λεπτό και περιγραφή πίεσης).

ΠΙΝΑΚΑΣ 15
Κατάταξη ανάλογα με τη ροή από τη μάζα του πετρώματος γενικά (π.χ. τοιχώματα σήραγγας)

Κατηγορία ροής	Περιγραφή
I	Στεγνά τοιχώματα και οροφή. Δεν υπάρχει καθόλου ροή.
II	Μικρή ασυνεχής ροή. Προσδιορισμός υγρών ασυνεχειών.
III	Μέτρια ροή. Καθορισμός ασυνεχειών με συνεχή ροή (Υπολογισμός l/sec/10 m μήκους εκκαφής).
IV	Πλούσια ροή. Καθαρισμός των ασυνεχειών με ισχυρές ροές (Υπολογισμός l/sec/10m μήκους εκκαφής).
V	Εξαιρετικά πλούσια ροή. Καθορισμός των πηγών των εξαιρετικών ροών (Υπολογισμός l/sec/10m μήκους εκκαφής).



1. 300 / 88'
 2. 130 / 13'
 3. 285 / 88'
- τ = τυχαία

ΠΙΝΑΚΑΣ 16
Κατάταξη σύμφωνα με τον αριθμό των ομάδων διακλάσεων

Κατηγορία σύμφωνα με τον αριθμό των ομάδων διακλάσεων	Περιγραφή
I	Συμπαγές πέτρωμα, ή σπάνιες και τυχαίες διακλάσεις.
II	Μία ομάδα διακλάσεων.
III	Μία ομάδα διακλάσεων συν τυχαίες.
IV	Δύο ομάδες διακλάσεων.
V	Δύο ομάδες διακλάσεων συν τυχαίες.
VI	Τρεις ομάδες διακλάσεων
VII	Τρεις ομάδες διακλάσεων συν τυχαίες
VIII	Τέσσερις ή περισσότερες ομάδες διακλάσεων.
IX	Κατακερματισμένο πέτρωμα, σαν χαλίκι

10. Μέγεθος τεμαχίων πετρώματος

Πρόκειται για το μέγεθος των κομματιών του πετρώματος το οποίο τεμαχίζεται από τα διάφορα προσανατολισμών αλληλοδιατεμνόμενα συστήματα ασυνεχειών. Το μέγεθός τους εξαρτάται από την πυκνότητα των ασυνεχειών κάθε συστήματος, από τον αριθμό των ομάδων ασυνεχειών, καθώς και από τις μεμονωμένες ασυνέχειες που μπορούν να επηρεάζουν περαιτέρω το μέγεθος και το σχήμα των κομματιών του πετρώματος.

Ο μέσος ενδεικτικός χαρακτηρισμός του μεγέθους των κομματιών ενός πετρώματος δίδεται από τον αριθμό των διακλάσεων ανά κυβικό μέτρο (J_v) (βλ. πιν. 17).

ΠΙΝΑΚΑΣ 17
Κατάταξη ανάλογα με το μέγεθος των τεμαχίων του πετρώματος

Περιγραφή	J_v (Διακλάσεις/m ³)
Πολύ μεγάλα κομμάτια	< 1
Μεγάλα κομμάτια	1-3
Μεσαίου μεγέθους κομμάτια	3-10

μεταξύ J_v και R. Q. D. (Δείκτης ποιότητας Πετρώματος) είναι ο ακόλουθος (E. T. Brown 1981):

$$R.Q.D. = 115 - 33J_v \text{ και} \\ (R.Q.D. = 100 \text{ εάν } J_v < 4,5)$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 18
Κατάταξη βραχομάζας ανάλογα με το βαθμό αποσάθρωσης κατά την I.A.E.G.

Όρος	Συμβολισμός	Διαγνωστικά χαρακτηριστικά
Έδαφος	WII	Το «πέτρωμα» είναι αποχρωματισμένο και έχει μετατραπεί σε έδαφος. Ο αρχικός ιστός του έχει τελείως καταστραφεί. Υπάρχει μεγάλη μεταβολή στον όγκο.
Ολοκληρωτικά αποσαθρωμένο	WV	Τό «πέτρωμα» είναι αποχρωματισμένο, έχει μετατραπεί σε έδαφος αλλά ο αρχικός ιστός δεν έχει τελείως καταστραφεί. Κατά θέσεις μπορεί να έχουν διατηρηθεί μικροί πυρήνες πετρώματος.
Έντονα αποσαθρωμένο	WIV	Το πέτρωμα είναι αποχρωματισμένο, οι ασυνέχειες μπορεί να είναι ανοιχτές και να έχουν αποχρωματισμένα τοιχώματα. Ο αρχικός ιστός μπορεί στις ασυνέχειες να είναι εξαλλοιωμένος. Η εξαλλοίωση διεισδύει βαθιά στο εσωτερικό, αλλά υπάρχουν ακόμη πυρήνες υγιούς πετρώματος. (Ο λόγος του υγιούς πετρώματος προς το αποσαθρωμένο θα πρέπει να υπολογίζεται όπου είναι δυνατό).
Μέτρια αποσαθρωμένο	WIII	Το πέτρωμα είναι αποχρωματισμένο. Οι ασυνέχειες ίσως είναι ανοιχτές με αποχρωματισμένα τοιχώματα. Η εξαλλοίωση έχει αρχίσει να διεισδύει στο εσωτερικό. Το «αδιατάρακτο» πέτρωμα είναι αρκετά ασθενέστερο από το υγιές πέτρωμα. (Ο λόγος του αρχικού υγιούς προς το αποσαθρωμένο πέτρωμα πρέπει να υπολογίζεται όπου είναι δυνατόν).
Ελαφρά αποσαθρωμένο	WII	Το πέτρωμα ίσως είναι αποχρωματισμένο, ιδιαίτερα δίπλα σε ασυνέχειες, οι οποίες πιθανόν να είναι ανοιχτές και να έχουν ελαφρά αποχρωματισμένα τοιχώματα. Το «αδιατάρακτο» πέτρωμα δεν είναι αισθητά ασθενέστερο από το υγιές.
Υγιές	WI	Το μητρικό πέτρωμα δε δείχνει σημάδια αποχρωματισμού, απώλεια αντοχής ή κάποια άλλη επίδραση αποσάθρωσης.

Γ. Κατάσταση αποσάθρωσης βραχομάζας και διαφοροποίησή της μετά του βάθους.

1. Κατάσταση αποσάθρωσης

Η κατάσταση της αποσάθρωσης της μάζας ενός ανθρακικού ή ανθρακομιγούς πετρώματος εξαρτάται από έξι κυρίως παράγοντες:

1. Δομή και τύπος του μητρικού ανθρακικού ή ανθρακομιγούς πετρώματος.
2. Υδρογεωλογική διάταξη.
3. Κλίμα.
4. Χρόνος επίδρασης των αποσαθρωτικών παραγόντων.
5. Μορφολογία εδάφους.
6. Ζωικοί και φυτικοί οργανισμοί.

Ο συνδυασμός των έξι αυτών παραγόντων έχει δώσει τη σημερινή κατάσταση αποσάθρωσης και τη διαφοροποίηση του βαθμού της μετά του βάθους (προφίλ αποσάθρωσης).

Ο βαθμός αποσάθρωσης πρέπει να ελέγχεται πάντα σε πρόσφατες τομές π.χ. σε σχετικά νεοσχηματισμένες φυσικές κλιτείες, σε πρόσφατα πρηνή δρόμων, σε τοιχώματα φρεάτων, τάφρων, σπράγγων και σε πυρήνες δειγματοληπτικών γεωτρήσεων. Η επιτροπή τεχνικογεωλογικής χαρτογράφησης της I.A.E.G. (1971) προτείνει τη χρήση του περιγραφικού σχήματος του πίνακα 18 για την αξιολόγηση και βαθμονόμηση της κατάστασης της αποσάθρωσης της βραχομάζας.

Το πιο πάνω περιγραφικό σχήμα ταξινόμησης της αποσάθρωσης της βραχομάζας ισχύει μόνο στην περίπτωση, που το μελετούμενο ανθρακικό ή ανθρακομιγές πέτρωμα περιέχει αρκετή ποσότητα μη ανθρακικών ορυκτών τα οποία θα αφήσουν κάποιο μη διαλυτό αποσαθρωμένο υπόλειμμα. Εάν όμως το ανθρακικό πέτρωμα είναι αμιγές χωρίς αρκετή περιεκτικότητα σε μη ανθρακικά ορυκτά, τότε το πιο πάνω σύστημα ταξινόμησης είναι ανεφάρμοστο. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένα άλλο σύστημα ταξινόμησης όπως αυτό που ισχύει για την αποσάθρωση από διάλυση και έχει προταθεί από τον W. R. Dearman (1974) (βλ. πιν. 19).

Η διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων εξαρτάται κυρίως από τους έξι, πιο πάνω αναφερθέντες, παράγοντες. Σε συμπαγή ανθρακικά πετρώματα η διάλυση συγκεντρώνεται ιδιαίτερα κατά μήκος των κυρίων διακλάσεων και ρηγμάτων.

Σε λεπτοστρωματώδη και διερρηγμένα ανθρακικά πετρώματα η διάλυση είναι περισσότερο εξαπλωμένη (διάσπαρτη) αλλά ελέγχεται ακόμη από τις ανοιχτές ασυνέχειες. Τα υπάρχοντα καρστικά χαρακτηριστικά έχουν συνήθως σχηματισθεί στη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων και είναι συνήθως γεωλογικά γηραιά. Αντιπροσωπεύονται από καταβόθρες, δομές κατάρρευσης στην επιφάνεια, σπήλαια και μικρότερα ανοίγματα κάτω από

ΠΙΝΑΚΑΣ 19

Αποσάθρωση λόγω διάλυσης (κατά W. R. Dearman 1974)

Όρος	Συμβολισμός	Διαγνωστικά στοιχεία
Υγιές	WI	100% πέτρωμα, χωρίς ή με κλειστές ασυνέχεις.
Ελαφρά διαλυμένο	S II	100% πέτρωμα, με επιφάνειες ασυνέχειας ανοικτές. Πολύ ελαφρά ίχνη διάλυσης (δακτυλογλειφές) επί των επιφανειών ασυνέχειας ίσως είναι εμφανή.
Μέτρια διαλυμένο	S III	Μέχρι 50% του πετρώματος έχει απομακρυνθεί λόγω διάλυσης. Μία μικρή ποσότητα υπολειμματος ίσως βρίσκεται στα κενά. Η δομή του πετρώματος διατηρείται.
Έντονα διαλυμένο	S IV	Περισσότερο από 50% του πετρώματος έχει απομακρυνθεί λόγω διάλυσης. Μία μικρή ποσότητα υπολειμματος βρίσκεται στα κενά

την επιφάνεια. Σε τέτοιες περιοχές έντονα αποκαρστωμένες δεν υπάρχει συνήθως επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο.

Το υπολειμματικό έδαφος που αναπτύσσεται πάνω στα ανθρακικά πετρώματα αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό της αρχικής μάζας και συνίσταται από τα αδιάλυτα συστατικά αυτών, που είναι κυρίως χαλαζίας, πυριτόλιθος, κερατόλιθος, οξείδια του σιδήρου, του αργιλίου και του μαγνησίου, καθώς και αργιλικά ορυκτά. Το υπολειμματικό αυτό έδαφος είναι συνήθως αργιλικό (terra rossa) αλλά μερικές φορές μπορεί να είναι αμμώδες και χαλικώδες.

Το πάχος του μπορεί να διαφέρει πάρα πολύ, ανάλογα με τη διάρκεια και ένταση των αποσθρωτικών διεργασιών, καθώς και του ποσοστού των μη ανθρακικών αναμίξεων στα μητρικά πετρώματα. Σε μερικές περιπτώσεις αργιλομιγών ή πυριτολιθικών ασβεστολίθων μπορεί να συσσωρευτεί υπολειμματικό έδαφος πάχους μεγαλύτερου από 30μ., ενώ αμιγείς ασβεστολίθοι σε ξηρές περιοχές είναι γυμνοί εδαφικού καλύμματος (G. B. Sowres και G. F. Sowres 1970). Σε αντίθεση με άλλους τύπους αποσάθρωσης, στα ανθρακικά πετρώματα υπάρχει συνήθως μια αρκετά απότομη μετάβαση από το πέτρωμα στο υπολειμματικό έδαφος.

2. Η αποσάθρωση συναρτίζεται του βάθους

Ένα τυπικό και σύνθηες παράδειγμα της μετά του βάθους διαφοροποίησης του βαθμού αποσάθρωσης (προφίλ αποσάθρωσης) για τα ανθρακικά πετρώματα, κατά τους D. U. Deere και F. D. Patton, δίδεται στο σχήμα 6. Σ' αυτό διακρίνονται οι διάφορες βαθμίδες αποσάθρωσης, σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης της I.A.E.G. (Annon, 1981). Το



Σχ. 6. Τυπικό προφίλ αποσάθρωσης των ανθρακικών πετρωμάτων (κατά D. U. DEERE και F. D. PATTON 1971)

υγιές ανθρακικό πέτρωμα αντιστοιχεί στην κατηγορία WI, με σταδιακή δε μεταβολή του πετρώματος, φθάνουμε στην κατηγορία WVI που αποτελεί το υπολειμματικό έδαφος.

Η ανώτατη χουμική εδαφική στοιβάδα υπέρκειται μιας ανώμαλης και πολλές φορές παχειάς ζώνης των κατηγοριών WV και WVI (ολοκληρωτικά αποσθρωμένο πέτρωμα και υπολειμματικό έδαφος). Οι ζώνες αυτές είναι δυνατό να υπέρκεινται μιας ποικιλόμορφης μεταβατικής ζώνης, η οποία αντιστοιχεί μεν μ' αυτή των κατηγοριών αποσάθρωσης WIV, W III και WII των άλλων τύπων πετρωμάτων χωρίς όμως να ταυτίζεται μ' αυτές. Στη μεταβατική αυτή ζώνη των ανθρακικών πετρωμάτων μπορεί να υπάρχει μία ακραία ποικιλία εδαφικών υλικών ή και τίποτα.

Αντίθετα δηλαδή προς τη μετά του βάθους διαφοροποίηση του βαθμού αποσάθρωσης άλλων διαφορετικού τύπου πετρωμάτων, όπου υπάρχει μία ζώνη μετάβασης η οποία περιέχει όλες τις ενδιάμεσες κατηγορίες αποσθρωμένου πετρώματος, στα ανθρακικά πετρώματα υπάρχει γενικά λίγο ή καθόλου υλικό ενδιάμεσης αντοχής, μεταξύ του υγιούς πετρώματος και της εδαφικής ζώνης. Για πρακτικούς σκοπούς η επαφή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί απότομη μετάβαση.

Σε μερικές επομένως περιπτώσεις είναι δυνατό μία γεώτρηση να περάσει απ' ευθείας από το υλικό κατηγορίας W VI σε υλικό κατηγορίας WI.

Σε μερικές περιπτώσεις στην επαφή αργίλων-ασβεστολίθου ο τελευταίος είναι μερικά αποσθρωμένος σε πορώδη μορφή σαν κρητίδα. Είναι επίσης πιθανό να υπάρχει μία ανθρακική ιλύς (A. R. Clark και B. F. Walker, 1977).

Μέσα στη μεταβατική ζώνη μπορεί να βρίσκονται βαθιές κοιλότητες διάλυσης (καταβόθρες κ.α.)

που μπορεί να είναι μερικώς ή τελείως πληρωμένες με αργίλους. Οι βαθιές αυτές κοιλότητες της αποσάθρωσης συχνά αναπτύσσονται κατά μήκος κυρίων διακλάσεων, ζωνών ρηγμάτων, επιπέδων στρώσης ή λιθολογικών ενοτήτων που είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς στην αποσάθρωση.

Κατόπιν των προαναφερθέντων μπορεί να πει κανείς συμπερασματικά ότι τα ανθρακικά πετρώματα παρουσιάζουν γενικώς ιδιόμορφη μετά του βάθους διαφοροποίηση του βαθμού αποσάθρωσης.

Δ. Εκτίμηση της υδροπερατότητας της βραχομάζας

Η εκτίμηση της υδροπερατότητας βασίζεται σε μια υπαίθρια προσεγγιστική εκτίμηση του πιθανού μεγέθους της τιμής του συντελεστή υδροπερατότητας (K σε m/s) για την υπο γεωτεχνική χαρτογράφηση ανθρακική ή ανθρακομιγή βραχομάζα.

Είναι γενικά παραδεκτό, ότι η αυτού του είδους αρχική εκτίμηση είναι πολύ χονδρική. Μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό της υδροπερατότητας απαιτεί επιτόπου δοκιμές υδροπερατότητας (π.χ. δοκιμές Lugeon, Lefranc κ.λπ.) ή δοκιμαστικές αντλήσεις όπου είναι δυνατό.

Οι K. Terzaghi-R. B. Peck (1967) έχουν προτείνει μία κατάταξη των πετρωμάτων με διακλάσεις, ανάλογα με το συντελεστή υδροπερατότητας K, που έχει γίνει αποδεκτό από την I.A.E.G. (Πιν. 20).

ΠΙΝΑΚΑΣ 20

Καθορισμός του βαθμού υδροπερατότητας των βραχωδών πετρωμάτων ανάλογα με το βαθμό κερματισμού (κατά Terzaghi-Peck)

Περιγραφή βραχομάζας	Χαρακτηρισμός υδροπερατότητας	K σε m/s
Κατακερματισμένο και (ή) έντονα καρστικοποιημένο πέτρωμα	Εξαιρετικά υψηλή υδροπερατότητα	>> 1
Πολύ μικρή έως εξαιρετικά μικρή απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών (μεγάλη πυκνότητα ασυνεχειών)	Υψηλή υδροπερατότητα	$10^{-2}-1$
Μικρή έως μέτρια απόσταση μεταξύ των διακλάσεων (μέτρια πυκνότητα ασυνεχειών)	Μέτρια υδροπερατότητα	$10^{-5}-10^{-2}$
Μέτρια έως μεγάλη απόσταση μεταξύ των διακλάσεων (μικρή πυκνότητα ασυνεχειών)	Μικρή υδροπερατότητα	$10^{-9}-10^{-5}$
Χωρίς διακλάσεις συμπαγές πέτρωμα	Πρακτικά αδιαπέρατο	$< 10^{-9}$

Στο προτεινόμενο όμως αυτό σχήμα δε λαμβάνεται υπόψη ούτε το άνοιγμα και μήκος των δια-

κλάσεων, ούτε η μεταξύ των επικοινωνία (αλληλοτεμνόμενα συστήματα ασυνεχειών), ούτε το υλικό πλήρωσης και η υδροπερατότητά του. Επομένως κατά την άποψή μας ο βαθμός αξιοπιστίας του είναι πολύ περιορισμένος.

Ε. Προσεγγιστική Αντοχή των ανθρακικών και ανθρακομιγών πετρωμάτων

Η αντοχή της βραχομάζας είναι μία από τις τρεις σπουδαιότερες παραμέτρους (οι υπόλοιπες είναι η υδροπερατότητα και η παραμορφωσιμότητα) για το Μηχανικό που πρόκειται να κατασκευάσει ένα τεχνικό έργο μέσα ή επάνω σ' αυτήν.

Για το λόγο αυτό, την τελευταία δεκαετία έχουν γίνει σημαντικές πρόοδοι για τον καθορισμό της.

Οι σπουδαιότερες μέθοδοι που έχουν προταθεί για το σκοπό αυτό είναι:

1. του Z. T. Bieniawski (1973) που ανέπτυξε και διαμόρφωσε τις παλαιότερες κατατάξεις των H. Lauffer (1958) και G. E. Wickham et al (1972)
2. των N. Barton et al (1974) και
3. των E. Hoek - E. T. Brown (1980 α, β).

Σ' όλες αυτές τις μεθόδους τονίζεται η σπουδαιότητα των γεωλογικών χαρακτηριστικών, δεν εισάγεται όμως άμεσα σαν παράμετρος στην ταξινόμηση ή λιθολογική σύσταση του πετρώματος. Έτσι ότι αφορά, σύμφωνα με τις ταξινομήσεις αυτές, το γρανίτη π.χ. ή το γνεύσιο, το ίδιο ισχύει και για τον ασβεστόλιθο.

Ο Z. T. Bieniawski (1973) πρότεινε μία ταξινόμηση που συμπεριελάμβανε οκτώ παραμέτρους, που αργότερα (1976, 1979), περιόρισε σε έξι: 1) την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του αδιατάρακτου υλικού πετρώματος, 2) το δείκτη ποιότητας πετρώματος (R.Q.D.), 3) την απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, 4) τον προσανατολισμό των ασυνεχειών, 5) την κατάσταση των ασυνεχειών και 6) τη δίαιτα του υπόγειου νερού. Όλες αυτές οι παράμετροι ελέγχουν τη συμπεριφορά της ασυνεχούς βραχομάζας, αλλά μερικές απ' αυτές, π.χ. οι 3, 2 και 5 είναι σπουδαιότερες από τις άλλες. Σε κάθε παράμετρο δίδεται ένας βαθμός σπουδαιότητας και τελικά με βάση το σύνολο των βαθμών γίνεται διαχωρισμός της βραχομάζας σε πέντε κύριες κατηγορίες ποιότητας, (πολύ καλή, καλή, μέτρια, φτωχή, πολύ φτωχή). Για κάθε μία από τις κατηγορίες αυτές γίνεται συσχετισμός με τη συνοχή (c) και τη γωνία εσωτερικής τριβής (Φ) της βραχομάζας καθώς επίσης ορίζεται και η σχέση μεταξύ ανυποστηρίκτου τμήματος σήραγγας και του χρόνου διατήρησης σε σταθερή κατάσταση. Η ταξινόμηση και οι τιμές του c και Φ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις μελέτες θεμελιώσεων και ευστάθειας πρηνών.

Η γεωμηχανική ταξινόμηση Z. T. Bieniawski μπορεί να εφαρμοστεί στα ανθρακικά πετρώματα, αλλά

με μεγάλη προσοχή λόγω της ιδιομορφίας των. Για περαιτέρω λεπτομέρειες βλέπε στη σχετική βιβλιογραφία. Ειδικά για ελληνικές σήραγγες βλ. Π. Μαρίνος (1979).

Οι Barton et al (1974) εισάγουν την έννοια της ποιότητας της βραχομάζας (Q) που στη διαμόρφωση της τιμής της λαμβάνονται υπόψη έξι παράμετροι: 1) Ο δείκτης ποιότητας του πετρώματος (R.Q.D.), 2) Ο αριθμός των ομάδων των διακλάσεων (Jn), 3) Η τραχύτητα της πλέον δυσμενούς ομάδας διακλάσεων (Jr), 4) Ο βαθμός εξαλλοίωσης των τοιχωμάτων της ασυνέχειας ή το υλικό πλήρωσης της πλέον δυσμενούς ομάδας διακλάσεων (Ja), 5) Η κατάσταση από πλευράς υπεδαφικού νερού (Jw) και 6) Ο συντελεστής μείωσης τάσης (S.R.F.).

Ο καθορισμός της ποιότητας της μάζας πετρώματος (Q) με συνδυασμό των έξι αυτών παραμέτρων δίδεται από την εξίσωση:

$$Q = \frac{R.Q.D.}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{S.R.F.}$$

Το πρώτο κλάσμα δίνει μία χονδρική εκτίμηση του μέσου μεγέθους των κομματιών του πετρώματος μεταξύ των διακλάσεων. Το δεύτερο τη διατηρητική αντοχή μεταξύ των κομματιών του πετρώματος και το τρίτο την ενεργό τάση στη σήραγγα. Οι τιμές του Q κυμαίνονται από 0,001 για εξαιρετικά φτωχής ποιότητας πέτρωμα, έως 1000 για εξαιρετικά καλής ποιότητας πέτρωμα που είναι πρακτικά συμπαγές. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και σε ανθρακικά πετρώματα και είναι γνωστή σαν μέθοδος του Νορβηγικού Γεωτεχνικού Ινστιτούτου. Για περισσότερες λεπτομέρειες βλέπε τη σχετική βιβλιογραφία και για ελληνικές σήραγγες και κριτική των ταξινομήσεων βλ. Π. Μαρίνο 1979.

Ο Z. T. Bieniawski (1978) πρότεινε ένα συσχετισμό μεταξύ της δικής του μεθόδου (R.M.R.), και της Νορβηγικής (Q), που δίδεται από την εξίσωση:

$$R.M.R. = 9 \log_e Q + 44$$

Ο ίδιος, δίνοντας επίσης έμφαση στο γεγονός ότι η παραμορφωσιμότητα είναι μία από τις τρεις σπουδαιότερες παραμέτρους που ελέγχουν την τεχνική συμπεριφορά της βραχομάζας, έχει συσχετίσει το επί τόπου (in-situ) μέτρο παραμόρφωσης κατά Young (E_M) με την τιμή του βαθμού R.M.R. της βραχομάζας. Χρησιμοποιώντας στοιχεία από ένα μεγάλο αριθμό τεχνικών έργων πολιτικού μηχανικού δίδει την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_M = 1,76 \times R.M.R. - 84,3$$

όπου:

E_M = το επιτόπου στατικό μέτρο παραμόρφωσης σε GPa και

R.M.R. = η βαθμολόγηση της βραχομάζας κατά το γεωμηχανικό σύστημα ταξινόμησης Bieniawski.

Με συντελεστή συσχετισμού 0,96 και σφάλμα πρόγνωσης 17,8% οι σταθερές στην πιο πάνω εξίσωση έχουν στρωγγυλοποιηθεί σε:

$$E_M = 2 \times R.M.R. - 100$$

Η εξίσωση αυτή έχει αποδειχθεί ικανοποιητικά ακριβής για γεωτεχνικούς σκοπούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανθρακικά πετρώματα εφ' όσον έχει υπολογισθεί ο R.M.R.

Η αντοχή του αδιατάρακτου υλικού πετρώματος (rock material) έχει χρησιμοποιηθεί από τους E. Hoek και E. T. Brown (1980 a, θ) σα βάση για ένα κριτήριο αστοχίας της βραχομάζας (rock mass). Βασιζόμενοι στην εμπειρία τους, τόσο στη θεωρητική όσο και στην πρακτική συμπεριφορά των πετρωμάτων, ανέπτυξαν με τη μέθοδο της πειραματικής προσεγγιστικής απόδειξης, την ακόλουθη εμπειρική σχέση μεταξύ των κύριων τάσεων, συσχετιζόμενων με την αστοχία του πετρώματος:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m \sigma_3 \sigma_c + s \sigma_c^2}$$

όπου: σ_1 και σ_3 : η πρωτεύουσα και δευτερεύουσα κύρια τάση αντίστοιχα.

σ_c : η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του αδιατάρακτου υλικού πετρώματος (rock material).

m και s: σταθερές που εξαρτώνται από τις ιδιότητες του πετρώματος και την έκταση του κερματισμού πριν υποβληθεί στην καταπόνηση των σ_1 και σ_3 .

Η παράμετρος m ποικίλει με τον τύπο του πετρώματος, τη γωνία τριβής μεταξύ των σωματιδίων ή κομματιών του πετρώματος και το βαθμό της αλληλοεμπλοκής των μέσα στη βραχομάζα. Η παράμετρος s φαίνεται να εξαρτάται από την εφελκυστική αντοχή μεταξύ των σωματιδίων του πετρώματος και το βαθμό αλληλοεμπλοκής των.

Εάν στην πιο πάνω εξίσωση χρησιμοποιηθούν οι ανοιγμένες κύριες τάσεις $\sigma_{m1} = \sigma_1/\sigma_c$ και $\sigma_{m3} = \sigma_3/\sigma_c$ η εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$\sigma_{m1} = \sigma_{m3} + \sqrt{m \sigma_{m3} + s}$$

Για αδιατάρακτο ισότροπο συμπαγές υλικό πετρώματος η παράμετρος s = 1,0 και

$$\sigma_{m1} = \sigma_{m3} + \sqrt{m \sigma_{m3} + 1}$$

Για πέτρωμα με ασυνέχειες s < 1. Για έντονα διερρηγμένα και κερματισμένα, τα m και s ελαττώνονται με την αύξηση της έντασης διαρρήξεως και του βαθμού κερματισμού καθώς και την ελάττωση της αλληλοεμπλοκής των επί μέρους κομματιών του πετρώματος.

Για υλικά μιλωνιτωμένα ή θρυμματισμένα s = 0.

Οι E. Hoek και E. T. Brown πειραματιζόμενοι σε ανθρακικές μάζες πετρωμάτων ποικίλης γεωτεχνικής κατάστασης και σύνθεσης, κατέληξαν στις εξισώσεις του πίνακα 21. Οι εξισώσεις αυτές της αντοχής (θλιπτικής και διατημητικής) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν χονδρικοί οδηγοί στους υπολογισμούς του προκαταρκτικού σχεδιασμού και μελέ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 21
Προσεγγιστικά κριτήρια αστοχίας συμπαγών και ασυνεχών
ανθρακικών πετρωμάτων κατά E. Hoek & E. T. Brown

Ποιότητα πετρώματος	Τύπος πετρώματος	ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ με καλά αναπτυγμένο σχισμό κρυστάλλων. (Δολομίτης, Ασβεστόλιθος & Μάρμαρα)
ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΟ ΔΕΙΓΜΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ Δοκίμια πετρώματος εργαστηριακού μεγέθους χωρίς ελαττώματα ή και επίπεδα αδυναμίας (RMR ≥ 100 και Q ≥ 500)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{7\sigma_{3i} + 1}$ $T_{1i} = 0,816(\sigma_{1i} + 0,140)^{0,6008}$
ΠΟΛΥ ΚΑΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑ Σφιχτά αλληλοσυνδεδεμένα αδιατάραχτα πέτρωμα με μη αποσπασμένα τοιχώματα διακλάσεων, διασπόμενος 1 έως 3 μ. (RMR = 85 και Q = 100)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{3,5\sigma_{3i} + 0,1}$ $T_{1i} = 0,661(\sigma_{1i} + 0,028)^{0,678}$
ΚΑΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑ Υγαιές έως ελαφρά αποσπασμένο ελαφρά διαταραγμένο, με διακλάσεις διαστήματος 1 έως 3 μ. (RMR = 65 και Q = 10)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{0,763 + 0,004}$ $T_{1i} = 0,369(\sigma_{1i} + 0,006)^{0,699}$
ΜΕΤΡΙΑΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑ Πέτρωμα με μερικές ομάδες διακλάσεων με μέτρια αποσπασμένα τοιχώματα, διαστήματος 0,3 έως 1 μ. (RMR = 44 και Q = 1)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{0,14\sigma_{3i} + 0,0007}$ $T_{1i} = 0,198(\sigma_{1i} + 0,0007)^{0,699}$
ΦΤΩΧΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑ Πέτρωμα με πολυάριθμες ομάδες διακλάσεων, με αποσπασμένα τοιχώματα, διαστήματος 30 mm έως 500 mm, μερικά πληρωμένες. (RMR = 23 και Q = 0,1)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{0,04\sigma_{3i} + 0,00001}$ $T_{1i} = 0,115(\sigma_{1i} + 0,0002)^{0,648}$
ΠΟΛΥ ΦΤΩΧΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑ Πέτρωμα με πολυάριθμες ομάδες διακλάσεων με έντονα αποσπασμένα τοιχώματα, διαστήματος μικρότερου από 50 mm, και ολικά πληρωμένες (RMR = 3 και Q = 0,01)		$\sigma_{1i} = \sigma_{3i} + \sqrt{0,0007\sigma_{3i} + 0}$ $T_{1i} = 0,042(\sigma_{1i})^{0,594}$



Σχ. 7α



Σχ. 7β

Σχ. 7α, β. Σχηματική παράσταση αστοχίας: (α) επιπέδου και (β) «σφήνας»

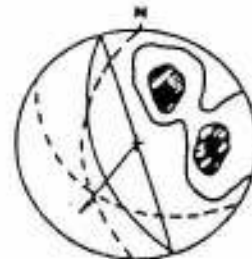
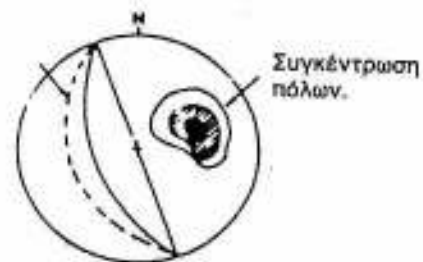
της, λόγω του ότι βασίζονται σε σχετικά λίγα στοιχεία παρατήρησης και είναι, ως εκ τούτου, προσεγγιστικές. Μπορούν να εφαρμοστούν επίσης στους υπολογισμούς προκαταρκτικής μελέτης ευστάθειας των πρανών και στις υπόγειες εκσκαφές σε μάζα με ασυνέχειες κυρίως διακλάσεων.

Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μελέτες ευστάθειας πρανών εάν η αστοχία πρόκειται να εκδηλωθεί, λόγω της υφιστάμενης δομής των ασυνεχειών, με ολίσθηση επί ενός επιπέδου ασυνέχειας (π.χ. επί επιπέδου στρώσης με κλίση ομόρροπη προς το πρανές βλ. σχ. 7α), ή επί δύο επιπέδων (π.χ. αποκόλληση «σφήνας» τμήματος πετρώματος οριζόμενου από δύο ασυνέχειες αλληλοτεμνόμενες, η γραμμή τομής των οποίων έχει κλίση ομόρροπη προς την κλίση του πρανού, βλ. σχ. 7β). Στην περίπτωση αυτή γίνεται μελέτη επάνω σε δίκτυο στερεογραφικής προβολής Schmidt, τοποθετώντας τις διευθύνσεις κλίσεων ή τις παρατάξεις και τις κλίσεις τόσο των επιπέδων των ασυνεχειών όσο και του πρανού και κατά περίπτωση καθορίζοντας το συντελεστή ασφάλειας του πρανού.

Οι E. Hoek και E. T. Brown έχουν μελετήσει πέραν των ανθρακικών και ένα πλήθος άλλων πετρωμάτων, έχοντας δώσει αντίστοιχες εξισώσεις. Τα πετρώματα αυτά έχουν ταξινομηθεί σε άλλες τέσσερις κατηγορίες, με κριτήρια κυρίως την κρυσταλλικότητα και το μέγεθος των κόκκων τους (βλ. E. Hoek και E. T. Brown 1980 α).

B. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Εάν κάποια γεωτεχνική μελέτη συμπεριλαμβάνει και σκοπεύει να αντιμετωπίσει τη διερεύνηση διαφόρων ομάδων ή ενοτήτων ανθρακικών ή



ΠΙΝΑΚΑΣ 22
 Πρακτικές ενδείξεις καταγραφής, παραγραφής & ταξινόμησης των ενδείξεων & ενθραυσμάτων πετρωμάτων

ΕΡΓΟ:		ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΔΕΛΤΙΟΥ
ΠΕΡΙΟΧΗ:		
Υψόμετρο:		
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΧΑΡΤΗ (Για οπαρειακούς τμήματα)		25
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ ΒΑΘΟΣ από έως (Για παρατηρητές, παρήλθα συμπλέγματα)		ΓΕΩΤΡΗΣΗ
Πετρογραφικό όνομα		Παράδειγμα
Γεωτεχνικό όνομα		ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΗ
Συμπληρωματικές πετρογραφικές ιδιότητες		ΑΣΒΕΣΤΟΚΡΙΣΤΕ με λίγη άργιλη άμμο & δολομίτη μικρού ποσοτού 5-10% ενισχυμένη με ορυκτά ορυκτά
ΣΤΡΩΜΑ	Τόπος	Ανοικτό
	Απόκλιση	Γαλαζο- γκρί
ΜΕΤΕΩΣΗ ΚΟΜΜΩΣΗ	Πολύ κονδύλωμα > 60 mm	
	κονδύλωμα 2 mm - 60 mm	
	Μεσοκονία 60 μικρά - 2 mm	v
	Διπλοκονία 2 μικρά - 60 μικρά	
	Πολύ λεπτόκονο < 2 μικρά	
	Υφή και ίσιος	Συμπαγής - ημεμεσοκονικός
ΚΑΤΑΜΕΤΩΣΗ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣΤΕ ΨΗΛΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	Υγεία	v
	Αποχρωματισμένο	
	Αποσπασμένο	
	Αποσυντεθειμένο	
	Κατάσταση εμβολώσεως	ουδεμία
ΑΝΤΟΧΗ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	Πολύ ασθενής < 1,25 MN/m ²	
	Ασθενής 1,25-5 MN/m ²	
	Μέτρια Ασθενής 5-12,5 MN/m ²	
	Μέτρια Ισχυρή 12,5-50 MN/m ²	
	Ισχυρή 50-100 MN/m ²	
	Πολύ ισχυρή 100-200 MN/m ²	v
	Εξαιρετικά ισχυρή > 200 MN/m ²	
ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΠΙΦΕΛΩΣΗ ΣΤΡΩΣΗΣ	Χαλαρή φασματική δομή	με επίπεδα στρώσης
	Πολύ συμπαγισμένη > 2 m	
	Παχυστρωματώδη 60 mm - 2 m	
	Μεσοστρωματώδη 200 mm - 600 mm	v
	Λοποστρωματώδη 60 mm - 200 mm	
	Πολύ λεπτοστρωματώδη 20 mm - 60 mm	
	Ελαφροστρωματώδη 6 mm - 20 mm	
Πολύ ελαφροστρωματώδη < 6 mm		
	Διεύθυνση / Κλίση	45°/21° ΒΔ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΣΤΕΡΕΩΣΗ	δύσπηκτο Ασημένσιο ή Ρυκνότητα	μέτρο κλάση
	Μικρο όγκος	πολύ μεγάλο
	Συντελεστής τραχύτητας επιφανειακή διακρίση	18
	Ανοχή τριβήματος σπονδυλάτος	145 MPa
	Ανοσία	πολύ μικρό
	Πλέγμα	Σε πολύ λίγες θέσεις: Άργιλος + άμμος στεγνό πέτρωμα: Κατηγορία I
	Υπεδομητικό νερό	
Κατηγορία των οφθαλμικών διακρίσεων	VI	
Μεγάλο κομμάτι πετρώματος (J)	Μεσαίου μεγέθους, J=II	
ΚΑΤΕΜΕΤΩΣΗ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣΤΕ ΜΑΖΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	WVI	
	WV	
	W IV	S IV
	W III	S III
	W II	S II
	WI	
ΥΠΕΡΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΜΑΖΑΣ	Ελαφρώς υφελή υδροπερατότητα K >> 1 ml/sec	
	Υψηλή υδροπερατότητα 10 ⁻¹ -1 ml/sec	
	Μέτρια υδροπερατότητα 10 ⁻² -10 ⁻¹ ml/sec	v
	Χαμηλή υδροπερατότητα 10 ⁻³ -10 ⁻² ml/sec	
	Πρακτικά αδιαπερατό < 10 ⁻³ ml/sec	
	Δείκτης ποσότητας πετρώματος R.Q.D.	80%
	R.M.R. (ανά Βερνέσκω)	84
	Q (ανά Barton)	97
	C (μέσω R.M.R.) σε MPa	> 300
	φ (μέσω R.M.R.) σε μοίρες	> 45°
	Επιμέτρω R.M.R.) σε GPa	68
	α (ανά Hoek - Brown)	$\sigma_c = \sigma_{cm} + \sqrt{3 \cdot \sigma_{cm} + 0,1}$
	T _c (ανά Hoek - Brown)	$T_c = 0,651 (\sigma_c + 0,029)^{0,75}$

Σημ. Ο πίνακας αυτός πρέπει να συμπληρωθεί για μεγάλης κλίμακας υποβρύχια γεωτεχνικά έργα, εφόσον έχουν σχεδιαστεί

ανθρακομιγών πετρωμάτων, συνιστούμε όπως, πριν από τις λεπτομερείς και εκτεταμένες εργαστηριακές και επιτόπιες δοκιμές, συμπληρώνονται τα στοιχεία του προτεινόμενου πίνακα (βλ. πιν. 22) του οποίου η σύνθεση βασίζεται στα όσα ως εδώ έχουν περιγραφεί. Οι παρατηρήσεις, με βάση τις οποίες θα συμπληρωθεί ο πίνακας πρέπει να γίνονται είτε σε επιφανειακές φυσικές ή τεχνητές πρόσφατες τομές των πετρωμάτων, όπως π.χ. μέτωπα λατομείων και μη διαβρωμένα φυσικά πρανή, τεχνητά πρανή δρόμων, ερευνητικά ορύγματα ή στοές κ.λπ., είτε σε πυρήνες ερευνητικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων.

Η συμπλήρωση αυτού του πίνακα, βοηθά να προσδιοριστούν προσεγγιστικά βασικές τεχνικές παράμετροι και συντελεστές του πετρώματος απαραίτητοι στο Μηχανικό που σκοπεύει να κατασκευάσει μέσα ή επάνω σε αυτό ένα τεχνικό έργο. Επίσης βοηθά στον περαιτέρω τεχνικοοικονομικό ορθολογικό προγραμματισμό των υπαίθριων και εργαστηριακών εργασιών του ερευνητικού προγράμματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AL. JASSAR S.H. and HAWKINS. A.B. (1979): Geotechnical properties of the Carboniferous Limestone of the Bristol area. The influence of petrography and chemistry. Proc. 4th. Int. Cong. Rock Mechanics, Montreux (Suisse), 1, 3-13.

ANON (1970): The logging of rock cores for engineering purposes. Geological Society, Engineering Group Working party. Q. J1 Engng. Geol. 3.2-24.

ANON (1972): The preparation of maps and plans in terms of engineering geology. Q. J1. Engng. Geol., 5, 293-281.

ANON (1977): The description of rock masses for engineering purposes. Report by the Geological Society Engineering Group Working Party. Q. J1. Engng. Geol., 10, 355-388.

ANON (1981 α): British Standard 5930: Site investigations. London British Standards Institution p.p. 147.

ANON (1981 β): Rock and Soil description for engineering geological mapping. Report by the commission of Engineering Geological Mapping. Bull. Int. Assoc. Engng. Geol., 24.

BARTON, N. (1973): Review of a new shear-strength criterion for rockjoints. Engng. Geol. 287-332 (Also NGI Publ. No 105, Oslo, 1974).

BARTON, N. LIEN, R. and LUNDE, J. (1974): Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support Norwegian Geotechnical Institute Publication No 106.

BARTON, N. and CHOUBEY, V. (1977): The shear-strength of rock joints in theory and practice. Rock Mechanics (Springer-Verlag) 10, 1-54.

Στον προτεινόμενο πίνακα δίνεται υπό μορφή υποδείγματος ένα παράδειγμα καταγραφής κάποιου ανθρακικού πετρώματος καθώς και οι προσεγγιστικά προκύπτουσες τιμές των ιδιοτήτων της βραχομάζας του (αντοχή, παραμορφωσιμότητα και υδροπερατότητα).

Τέλος, στις θέσεις όπου έχουν εκτελεσθεί μεγάλη κλίμακας υπαίθριες γεωτεχνικές δοκιμές, προτείνουμε να συμπληρώνονται τα αποτελέσματά τους στον αντίστοιχο προτεινόμενο πίνακά τους. Αυτό θα βοηθήσει στη σύγκριση μεταξύ των προβλεπόμενων, βάσει του πίνακα, και των προσδιορισθέντων, βάσει των υπαίθριων δοκιμών, ιδιοτήτων της βραχομάζας. Επίσης βοηθά στη μεταφορά και χρήση των αποτελεσμάτων αυτών, καθώς και της γενικής εμπειρίας όσον αφορά τη συμπεριφορά μιας βραχομάζας και σε άλλες θέσεις που παρουσιάζονται πετρώματα με παρόμοια καταγράψα στοιχεία στους πίνακές τους.

BELL, F.G. (1981 α): Engineering Properties of Soils and Rocks. Buttezworhs, London. p.p. 149.

BERNAIX, J. (1973): Properties of rock and rock masses. (General report). Proc. 3rd. Cong. Int. Soc. Rock. Mech. Denver. Advances in Rock Mechanics, Vol. 1A. pp. 9-38.

BIENIAWSKI, Z.T. (1973): Engineering classification of jointed rock masses. The Civil Engineer in South Africa, 335-343.

BIENIAWSKI, Z.T. (1976): Rock mass classification in rock engineering. Proc. Symposium Exploration for Rock Engineering, Johan nesburg. 1,97-106.

BIENIAWSKI, Z.T. (1978): Determining rock mass deformability: experience from case histories. Int. J1. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech., 15, 237-247.

BIENIAWSKI, Z.T. (1979): The geomechanics classification in rock engineering applications. Proc. 4th Int. Cong. Rock Mechanics, Montreux (Suisse), 1, 41-48.

BLYTH F.G.H. and De FREITAS (1979): A. Geology for Engineers. Publied by Edward Arnold. London.

BROWN E.T. (1981): Rock characterisation, Testing and Monitoring. Pergamon Press.

BURENTT, A.D. and EPPS, R.J. (1979): The engineering geological description of carbonate suite rocks and soils. Ground engineering (March) 41-48.

CLARK, A.R. and WALKER, B.F. (1977): A proposed scheme for the classification and nomenclatur for use in engineering description of Middle eastern sedimentary rocks. Geotechnique, 27, 93-99.

DEARMAN, W.R. (1974 α): The chanacterization of rock for civil engineering practice in Britain. Colloque

- de Géologie de l'Ingenieur. Roy. Geol. Soc. Belg., 1-75.
- DEARMAN, W.R. (1974 6): Weathering classification in the characterization of rock for engineering purposes in British practice. Bull. Int. Ass. Engng. Geol., 9, 33-42.
- DEERE, D.U. and PATTON, F.D.C. (1971): Slope stability in residual soils. 4th Panam. Conf. Soil. Mech. Found. Engng. San Juan, Puerto Rico. Amer. Soc. Civ. Engrs., 87-170.
- FOLK, R.L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. Bull. Amer. Assos. Petroleum Geologists, 43, 1-38.
- FOOKES, P.G., DEARMAN, W.R. and FRANKLIN, J.A. (1971): Some engineering aspects of rock weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere, Q. J. Engng. Geol. 4, 139-185.
- FOOKES, P.G. and HIGGINBOTTOM, I.E. (1975): The classification and description of near-shore carbonate sediments for engineering purposes. Geotechnique, 25, 406-411.
- FRANKLIN, J.A. (1974): Rock quality in relation to the quarrying and performance of rock construction materials. Proc. of 2nd Int. Cong. of the Inst. Ass. of Eng. Geology, Sao Paulo, Brazil, Vol. 1, IV-PC-2, IIp.
- HIGGINBOTTOM, I.E. (1965): The engineering Geology of the Chalk. Proc. Symp. on Chalk in Earthworks I.C.E., London, 1-14.
- HOEK, E. and BRAY, J. (1974): Rock Slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy, London. 309 p.
- HOEK, E. and BROWN, E.T. (1980 a): Empirical strength Criterion for Rock Masses. Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proc. Am. Soc. Civ. Engrs, 106, No G T9, 1013-1035.
- HOEK, E. and BROWN, E.T. (1980 6): Underground excavations in rock. Institution of Mining and Metallurgy, London p.p. 527.
- HOUGHTON, D.A. (1976): The role of rock quality indices in the assessment of rock masses. Proc. Symp. Exploration for Rock Engineering. Johannesburg. 119-128.
- KLAWNS, W.J. (1962): An approach to rock mechanics. Soil mechanics and Foundations division. Proc. A.S.C.E. Vol. 88 No S.M.4.
- LAUFFER, H. (1958): Gebirgsklassifizierung für den stollenbau. Geologie und Bawwesen, 24, 46-51.
- ΜΑΡΙΝΟΣ Π. (1975): Συμβολή εις την σπουδήν των προβλημάτων και της συμπεριφοράς των ασβεστολίθων εις τα τεχνικά έργα. Παραδείγματα και εφαρμογές εις τον Ελλαδικόν χώρο. Απν Γεολ. Pays Hell. T.27.
- ΜΑΡΙΝΟΣ Π. (1979): Γεωτεχνική ταξινόμηση της δραχομάζας και υποστήριξη σηράγγων. Μία επισκόπηση και μία προσπάθεια ελέγχου και κριτικής στις ασβεστολιθικές μάζες του Παρνασσού-Γκιώνα. Ορυκτός Πλούτος Νο 3.
- MATULA, M., HOLZER, R. (1978): Engineering Geology Typology of Rock Masses. Felsmechanik Kolloquium Karlsruhe. Trans Tech. Publ.
- MILLER, R.P. (1965): Engineering classification and index properties for intact rock. Ph. D. Thesis. Univ. of Illinois.
- PATTON, F.P. and DEERE D.U. (1971): Significant geological factors in rock slope stability. Symposium on planning Open Pit Mines, Johannesburg 1970. Balkema, Amsterdam.
- PITEAU, D.R. (1973): Characterizing and extrapolating rock properties in Engineering practice. Rock Mechanics (Springer-Verlag) Suppl. 2, p.p. 5-31.
- SACHPAZIS, C.I. (1983): The Engineering Geological Properties of the Great Limestone in Northumberland, England. M. Sc. Dissertation. University of Newcastle-upon-Tyne.
- SOWRES, G.B., SOWERS G.F. (1970): Introductory soil Mechanics and Foundations, 3rd Ed., Macmillan, New York. p.p. 556.
- TERZAGHI, K. and PECK, R.B. (1967): Soil mechanics in engineering practice, John Wiley.
- WARD, W.H., BURLAND, J.B. and GALOIS, R.W. (1968): Geotechnical assesment of a site at Mundford, Norfolk, for a large proto accelarator. Geotechnique, 18, 338-431.
- WICHHAM, G.E., TIEDEMANN, H.R. and SKINNER, E.H. (1972): Support determinations based on geologic predictions. Proc. First North. American Rapid Excavation and Tunneling Conference, A.I.M.E., New York, 43-64.

GEOTECHNICAL DESCRIPTION CLASSIFICATION AND PROPERTIES OF THE CARBONATE AND CALCAREOUS ROCK MASSES. THEIR RECORDING PROCEDURE.

By
Sachpazis C.*
Koumantakis J.*

SUMMARY

Most of the existing classification systems for carbonate rocks, use pure petrographical and sedimentary terms, which are often either unknown and complicated or ever confusing to civil engineers. They usually provide very marginal information as far as the engineering behaviour of rock masses is concerned, without any quantitative indications.

Every description and classification method, in order that it will be practical and acceptable in engineering geological and geotechnical field, should be simultaneously simple and giving quantitative and qualitative data about the rock material as well as the rock mass behaviour.

In this paper, after a concise review of some existing petrographical and geotechnical classification systems for carbonate rocks, it will be presented a standard scheme for recording, describing and classifying this type of rocks. This scheme, although it is simple, emphasises those features of the carbonate rock masses which are of utmost geotechnical importance.

Our suggestion is based on both rock material and rock mass properties and characteristics, which contribute to the determination of the most important geo-

technical properties, i.e. strength, deformability and permeability.

Using this scheme, saving could be attained by transferring experience and the test results obtained from an in-situ field research, carried out in a restricted area, to an other area where there exist similar petrographic formations with comparable geotechnical characteristics.

This could be succeeded, by correlating and comparing the test results of an expensive and time consuming site investigation in a carbonate outcrop, with the data which have been recorded on our suggested geotechnical table for the same formation.

But nevertheless, the above mentioned idea put forward, would require setting up special computerized archives for the collection, storing and processing both the site investigation test results and the suggested geotechnical recorded tables.

Thus, carrying out only the much quicker and economical geotechnical - engineering geological mapping with filling in the suggested tables, there will be provided, in highly satisfying accuracy, the geotechnical properties of a carbonate rock mass in question.

* Dep. of Geological Sc., Nat. Tech. Univ. of Athens