

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας*



Κουβάτσης Ιωάννης
Α.Ε.Μ : 4674

***ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ
ΑΝΤΟΧΗΣ GSI ΜΕΣΩ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.
ΛΕΥΚΩΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ GSI ΣΕ
ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ***

Επιβλέπων:
Βασίλειος Π. Μαρίνος
Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2014

***ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ
ΑΝΤΟΧΗΣ GSI ΜΕΣΩ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.***

*ΔΕΥΚΩΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ GSI ΣΕ
ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ*



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	σελ.3
Abstract.....	σελ.4
1 Ταξινομήσεις Βραχόμαζας – Εφαρμογές και Περιορισμοί	
1.1 Εισαγωγή-Ιστορική αναδρομή.....	σελ.5
1.2 Φιλοσοφία και χαρακτηριστικά ταξινομήσεων.....	σελ.7
1.3 Θετικά και αρνητικά στοιχεία ταξινομήσεων.....	σελ.9
1.4 Δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI.....	σελ.11
1.4.1 Πεδία εφαρμογής – ποιοτικές παράμετροι.....	σελ.12
1.4.2 Τιμές GSI σε σχέση με το βάθος.....	σελ.17
1.5 Σύστημα ταξινόμησης RMR (Beniawski).....	σελ.18
1.6 Ο νέος ρόλος των ταξινομήσεων.....	σελ.19
2 Τεχνικογεωλογική θεώρηση φλύσχη	
2.1 Εισαγωγή.....	σελ.20
2.2 Ταξινόμηση του φλύσχη και εκτίμηση μηχανικών ιδιοτήτων.....	σελ.21
2.2.1 Ταξινόμηση φλύσχη κατά GSI (Marinos&Hoek,2001).....	σελ.21
2.2.2 Νέα ταξινόμηση φλύσχη κατά GSI (Marinos, 2007).....	σελ.21
2.2.3 Ταξινόμηση ανά τύπο βραχόμαζας.....	σελ.24
2.2.4 Εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων της βραχόμαζας του φλύσχη.....	σελ.26
3 Τεχνικογεωλογική θεώρηση ασβεστολίθου	
3.1 Εισαγωγή.....	σελ.28
3.2 Ειδικές περιπτώσεις καταπόνησης ασβεστολίθων.....	σελ.30
4 Εισαγωγή αριθμητικών παραμέτρων για την ακριβέστερη περιγραφή του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής(GSI)	
4.1 Γενικά.....	σελ.31
4.2 Σύνδεση αριθμητικών παραμέτρων μεταξύ GSI και άλλων ταξινομήσεων.....	σελ.32

4.3 Εισαγωγή αριθμητικών παραμέτρων στον Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής (GSI).....σελ.33	σελ.33
4.4 Υπολογισμός m_b και s μέσου απόδοσης εύρους στις εξισώσεις και σύνδεση με τον συντελεστή ασφαλείας.....σελ.38	σελ.38
5 Συμπεράσματα.....σελ.42	σελ.42
<i>Λεύκωμα Γεωτεχνικής Ταξινόμησης GSI σε πετρώματα του Ελληνικού χώρου.....σελ.44</i>	<i>σελ.44</i>
<i>Βιβλιογραφίασελ.69</i>	<i>σελ.69</i>

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να περιγράψει και να αναλύσει τις ταξινομήσεις βραχώμαζας καθώς και να δείξει εφαρμογές και συγκεκριμένους περιορισμούς που μπορεί να προκύψουν κατά την ταξινόμηση βραχομαζών. Περιγράφονται αρκετές από τις ταξινομήσεις βραχώμαζας που υπάρχουν και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής (GSI) που θεωρείται η πιο εξελιγμένη μορφή των ταξινομήσεων μέχρι σήμερα.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται ιστορικά στοιχεία και προσπαθεί να αποδοθεί η φιλοσοφία των ταξινομήσεων βραχώμαζας καθώς και να περιγραφούν κάποια στοιχεία θετικά και αρνητικά. Γίνεται μια εκτενή αναφορά στον Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής καθώς και στο σύστημα RMR μιας και υπάρχει στενή σύνδεση μεταξύ των δύο αυτών ταξινομήσεων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο και τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια περιγραφής των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών του Φλύσχη και του Ασβεστόλιθου αντίστοιχα μέσα από ειδικά διαγράμματα και περιγραφή των.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μέσα από αριθμητικές παραμέτρους γίνεται μια ποσοτικοποίηση του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής μέσα από διάφορες παραμέτρους και την εισαγωγή εξισώσεων για τον υπολογισμό διαφόρων παραμέτρων όπως του συντελεστή ασφαλείας.

Στο τέλος της εργασίας υπάρχει ένα λεύκωμα με φωτογραφίες από πετρώματα του Ελληνικού χώρου στα οποία γίνεται περιγραφή και εξαγωγή διάφορων συμπερασμάτων μέσω του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής.

ABSTRACT

This thesis object is to describe and analyze rock mass classifications while indicating applications and certain limitations that may occur upon classification of rock masses. Many of the current classifications are described but Geological Strength Index is emphasized since it is considered to be the most advanced form of classifications until today.

In the first chapter historical data and the philosophy of classifications are given while giving some pros and cons of the classifications. An extensive reference to the Geological Strength Index is being made and in RMR while those two classifications have a strong connection.

In the second and third chapter an effort is being made for describing the geotechnical characteristics of Flysch and Limestone respectively through special charts.

In the fourth chapter a quantification through numerical parameters to the GSI is made and with the insertion of equations and calculation of many parameters as factor of safety.

At the end of the thesis there is an album with photographic material with rock masses from the Hellenic territory that are being described and export of conclusions through GSI.

1. Ταξινομήσεις Βραχόμαζας – Εφαρμογές και Περιορισμοί

1.1 Εισαγωγή – Ιστορική αναδρομή

Η ποσοτικοποίηση των γεωλογικών δεδομένων πρόκειται για μια εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία καθώς πολλοί συμφωνούν με την άποψη ότι δεν είναι δυνατόν να προσδοθούν αριθμοί στην γεωλογία. Πολλά γεωλογικά χαρακτηριστικά δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και βασίζονται βάσει εμπειρίας σε καλές εκτιμήσεις και στην γεωλογική λογική. Παρόλο που έχουν κάποια βάση οι απόψεις αυτές ο σχεδιασμός τεχνικών έργων χρειάζεται τον αριθμητικό προσδιορισμό μιας σειράς παραμέτρων όπως τον επιτόπου τάσεων, της πίεσης του νερού των πόρων, της αντοχής της βραχόμαζας και της παραμορφωσιμότητας.

Σήμερα, η απαίτηση αυτή έχει ικανοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω της εξέλιξης της τεχνικογεωλογικής έρευνας και στην ακριβέστερη πρόσδοση τιμών μέσω των ταξινομήσεων.

Τα οφέλη από τα συστήματα γεωλογικών ταξινομήσεων είναι πολλά και αναγνωρισμένα από την γεωλογική κοινότητα, ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις όπου παρατηρήθηκε να αγνοούνται οι βασικές αρχές τις γεωλογίας και τις μηχανικής στον σχεδιασμό και την κατασκευή τεχνικών έργων χρησιμοποιώντας κατά κύριο λόγο τα συστήματα ταξινόμησης.

Η ανάγκη για ταξινόμηση της βραχόμαζας άρχισε να γίνεται πιο αναγκαία στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Η γεωλογία χαρακτηριζόταν από μια σαφή τάση για ποσοτικοποίηση. Η πρώτη προσπάθεια έγινε από τον Terzaghi την δεκαετία του 1940. Η ταξινόμηση αυτή βασίστηκε στην εμπειρία από το άνοιγμα σιδηροδρομικών σηράγγων. Τα πετρώματα χωρίζονταν σε 6 κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό ρωγμάτωσης και αντοχής και υπολόγιζε το ύψος της ζώνης φόρτισης της οροφής. Το 1958 ο Lauffer δημοσιεύει μια νέα ταξινόμηση ίδιας φιλοσοφίας με την προηγούμενη. Η ταξινόμηση αυτή ωστόσο περιείχε μια πιο ακριβή γεωλογική περιγραφή των πετρωμάτων και πρότεινε για κάθε κατηγορία πετρώματος την μέγιστη απόσταση των μέτρων προσωρινής υποστήριξης καθώς και τον χρόνο ευστάθειας ανυποστήρικτη διατομή. Οι δύο αυτές ταξινομήσεις, ωστόσο, είχαν σημαντικά προβλήματα καθώς ήταν ποιοτικές και αρκετά περιληπτικές. Βασίζονταν κυρίως σε υποκειμενικούς χαρακτηρισμούς και είχαν πολύ μικρό αριθμό κατηγοριών δίνοντας έτσι μια γενική πληροφορία της κατάστασης χωρίς όμως να προσφέρουν επαρκή πληροφορία για ένα συγκεκριμένο έργο.

Δημιουργήθηκε, λοιπόν, η ανάγκη για μια περισσότερο ποσοτική ταξινόμηση της βραχόμαζας που οδήγησε στην δημιουργία μιας νέας

ταξινόμησης, την ταξινόμηση RQD (Deere 1964). Η ταξινόμηση αυτή βασιζόταν αποκλειστικά στην τιμή της παραμέτρου RQD λαμβάνοντας υπόψη κυρίως τις ασυνέχειες. Ούτε αυτή η ταξινόμηση δεν έφερε τα επιθυμητά αποτελέσματα ωστόσο καθώς παρουσίασε αρκετά μειονεκτήματα.

Πριν από μερικές δεκαετίες, οι ανάγκες για την ασφάλεια και την ταχύτητα κατασκευής τεχνικών έργων άρχισαν να αυξάνονται ακόμη περισσότερο, τα εργαλεία για τον σχεδιασμό τεχνικών έργων άρχισαν να αλλάζουν. Αν και βρίσκονταν σε αρχικό στάδιο ακόμα αναπτύχθηκαν αριθμητικοί μέθοδοι που προσέφεραν την υπόσχεση για μια λεπτομερέστερη ανάλυση δύσκολων υπόγειων και μη έργων που πολλές φορές δυσκόλευαν τους γεωλόγους και τους μηχανικούς κατά την κατασκευή τους. Τέτοια συστήματα είναι το σύστημα RMR (Bieniawski 1973) και το Q (Barton et al. 1974) και τα δύο εξελίχθηκαν τα αμέσως επόμενα χρόνια. Με τα δύο συστήματα αυτά κατασκευάστηκαν πολλά χιλιόμετρα σιδηρόδρομων δίχως μεγάλα προβλήματα. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά προσεγγίζουν ιδανικά καταστάσεις όπου η συμπεριφορά της βραχώμαζας είναι απλή και για μεσαίες τιμές πίεσης. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι τα συστήματα αυτά γίνονται λιγότερο ακριβή όταν πρόκειται για περιπτώσεις δομικών αστοχιών ή θρυμματισμού λόγω πολύ υψηλών πιέσεων. Ακόμη τα συστήματα αυτά παρέχουν λίγες πληροφορίες όσον αφορά τον σχεδιασμό εγκατάστασης προσωρινής ενίσχυσης και για την υποστήριξη που απαιτείται για τον έλεγχο της προοδευτικής αστοχίας σε δύσκολες συνθήκες.

Τα αριθμητικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα σήμερα επιτρέπουν την ανάλυση των διεργασιών αστοχίας και συνεπώς τα μέτρα στήριξης που χρειάζονται για την υποστήριξη της βραχώμαζας για την διατήρηση της σταθερότητας του συστήματος. Ωστόσο, είναι απαραίτητο οι αριθμητικές πληροφορίες να είναι αξιόπιστες. Δεδομένου της αδυναμίας να καθοριστούν αυτές οι πληροφορίες με επιτόπου δοκιμές δημιουργήθηκε η ανάγκη διαμόρφωσης μιας μεθόδου για την εκτίμηση της ιδιότητας της βραχώμαζας άρρηκτου βράχου καθώς και των χαρακτηριστικών των ασυνεχειών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του κριτηρίου αστοχίας Hoek and Brown (1980). Τόσο αυτό το κριτήριο όσο και οι ταξινομήσεις RMR και Q είναι άμεσα εξαρτώμενες από το RQD. Όμως το RQD στις περισσότερες αδύναμες μάζες βράχου είναι ουσιαστικά μηδενικό ή άνευ σημασίας οπότε κατέστη αναγκαίο για ένα διαφορετικό σύστημα ταξινόμησης. Το απαιτούμενο σύστημα θα έπρεπε να είναι ανεξάρτητο του RQD και θα έπρεπε να δίνει μεγαλύτερη έμφαση στις γεωλογικές παρατηρήσεις και στα χαρακτηριστικά της βραχώμαζας αντανακλώντας το υλικό, τη δομή και την γεωλογική ιστορία. Η νέα αυτή ταξινόμηση ονομάστηκε GSI (geological strength index) ξεκίνησε το 1992 (Hoek et al.). Από το 1998 και μετά οι Hoek-Μαρίνος αντιμετωπίζοντας δύσκολες καταστάσεις σε σιδηρόδρομους στην Ελλάδα έδωσαν την σημερινή του μορφή στο σύστημα GSI. Το σύστημα

GSI καθιερώθηκε πολύ γρήγορα εξαιτίας της απλότητας του και της δυνατότητας του να περιγράφει και πολύ ασθενείς βραχώμαζες. Η βασική ιδέα της ταξινόμησης GSI είναι μια προσεχτική γεωλογική περιγραφή της βραχώμαζας η οποία είναι ουσιαστικά ποιοτική εισάγοντας όμως και αριθμητικές παραμέτρους. Το σύστημα GSI δεν δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τα συστήματα RMR , Q καθώς δεν παρέχει πληροφορίες για τον σχεδιασμό των μέτρων υποστήριξης αλλά η μόνη του λειτουργία εστιάζει στην εκτίμηση των ιδιοτήτων της βραχώμαζας.

1.2 Φιλοσοφία και Χαρακτηριστικά ταξινομήσεων

Σκοπός μιας ταξινόμησης είναι η δημιουργία μιας καλύτερης αντίληψης ενός φαινομένου με βάση τα δεδομένα που λαμβάνουμε από αυτό. Συγκεκριμένα, στη διαδικασία ταξινόμησης της βραχώμαζας περιλαμβάνετε η περιγραφή και η ποσοτικοποίηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την συμπεριφορά της βραχώμαζας.

Σύμφωνα με τους Stille and Palmstrom (2003) οι ταξινομήσεις διακρίνονται σε Επιβλέπουσες και Μη επιβλέπουσες.

Σε μια μη επιβλέπουσα ταξινόμηση πρέπει να αποφασιστούν πόσες κατηγορίες θα χρησιμοποιηθούν και να συνδεθούν τα αντικείμενα της συλλογής με τις κατάλληλες κατηγορίες. Τα περισσότερα συστήματα ταξινομήσεων που χρησιμοποιούνται σήμερα ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία (RMR , Q , GSI) γι' αυτό και απαιτείται σύνδεση των στοιχείων με χαρακτηρισμό της βραχώμαζας όσον αφορά την τεχνικογεωλογική συμπεριφορά της. Το κύριο προσόν μιας μη επιβλέπουσας ταξινόμησης είναι η ευρεία χρήση της και οι εμπειρίες που αυτή μεταφέρει. Από την άλλη όμως δεν περιέχει τις ιδιαιτερότητες των επιτόπου συνθηκών που περιέχονται σε μια επιβλέπουσα ταξινόμηση .Η καλύτερη λύση είναι ο συνδυασμός των δύο ταξινομήσεων.

Σύμφωνα με τον Muller (1988) για την δημιουργία μιας γεωτεχνικής ταξινόμησης υπάρχουν συγκεκριμένα στάδια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

- Εξέταση γεωλογικών δεδομένων και συνθηκών.
- Μετάφραση δεδομένων σε τεχνικογεωλογική περιγραφή των συνθηκών.
- Μετατροπή γεωλογικών δεδομένων σε όρους κατανοητούς και από μηχανικούς.
- Ερμηνεία από τεχνικής άποψης, μεταφορά και μετατροπή γεωτεχνικών συνθηκών για το συγκεκριμένο έργο.

- Στο τελευταίο στάδιο μπορεί να εξεταστεί η επίδραση των παραπάνω στοιχείων στην άμεση υποστήριξη, την μέθοδο διάνοιξης καθώς και το κόστος.

Τα χαρακτηριστικά στα οποία στηρίζονται οι ταξινομήσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία χαρακτηριστικών είναι του **άρρηκτου βράχου** και περιλαμβάνει την αξιολόγηση των εξής χαρακτηριστικών :

- Μηχανικές ιδιότητες από εργαστηριακές δοκιμές (μονοαξονικές – τριαξονικές αντοχές, μέτρο ελαστικότητας, Poisson)
- Ορυκτολογική σύνθεση, διογκώσιμα ορυκτά
- Αποσάθρωση και παρουσία αργιλικού υλικού
- Φαινόμενα διάλυσης και συγκόλληση
- Ανισοτροπία

Η δεύτερη κατηγορία χαρακτηριστικών είναι των **ασυνεχειών** της βραχώμαζας και περιλαμβάνει της αξιολόγηση των εξής :

- Διατμητικά χαρακτηριστικά ασυνεχειών (C , Φ)
- Άνοιγμα , εμμονή και απόσταση ασυνεχειών
- Ποιότητα ασυνεχειών και παρουσία υλικού πλήρωσης
- Μέγεθος τεμαχών βραχώμαζας

Η τρίτη και τελευταία κατηγορία χαρακτηριστικών είναι της **συνολικής βραχώμαζας** και περιλαμβάνει αξιολόγηση των εξής :

- Ετερογένεια και ανισοτροπία βραχώμαζας
- Δομή κερματισμός ,διάτμηση και αποσάθρωση
- Παρουσία νερού
- Παρεμβολή ζωνών καλής ή πτωχής ποιότητας
- Διατήρηση διαταραχής και αποσάθρωσης με το βάθος

1.3 Θετικά και αρνητικά στοιχεία ταξινομήσεων

Η ταξινόμηση βραχώμαζας δημιουργήθηκε για να βοηθήσει στην μελέτη των επί τόπου ερευνών και όχι για να αντικαταστήσει τις αναλυτικές μελέτες. Η απαίτηση του γεωτεχνικού σχεδιασμού για αριθμούς έκανε τα συστήματα ταξινόμησης της βραχώμαζας απαραίτητα. Η σχετική απλότητα και σαφήνεια στην εφαρμογή τους τα κατέστησαν διεθνώς εφαρμόσιμα και αποδεκτά στην επιστημονική και όχι μόνο κοινότητα.

Η αντιστοίχιση ποιοτικών εκφράσεων με αριθμούς οδήγησε στην αποτελεσματικότερη επικοινωνία των συντελεστών ενός τεχνικού έργου. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια χρυσή τομή ανάμεσα στους γεωλόγους και τους μηχανικούς καθώς μετατρέπει τις ποιοτικές γεωλογικές παρατηρήσεις σε αριθμητικούς παράγοντες (παραγωγή ποσοτικών δεδομένων) για τον σχεδιασμό ενός έργου. Ένα από τα θετικά χαρακτηριστικά είναι η ζωνοποίηση ενός σχηματισμού δηλαδή η διακριτοποίηση ενός συγκεκριμένου σχηματισμού σε διάφορες κατηγορίες βραχώμαζας ποικίλης ποιότητας. Ένα ακόμα πολύ θετικό στοιχείο που παρουσιάζουν οι ταξινομήσεις βραχώμαζας είναι οι κατευθυντήριες γραμμές που εισαγάγουν σε ότι αφορά τα μέτρα υποστήριξης σηράγγων καθώς επίσης διαμορφώνουν και αποτελούν τη βάση των εμπειρικών μεθόδων σχεδιασμού.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι ταξινομήσεις βραχώμαζας 'κουβαλάνε' εμπειρίες μαζί τους. Έτσι μπορεί να υπάρξει συσχέτιση από τις συνθήκες μιας βραχώμαζας μιας περιοχής με εμπειρίες και καταστάσεις που αντιμετωπίστηκαν σε άλλα παρόμοια τεχνικά έργα. Τα συστήματα ταξινόμησης της βραχώμαζας υστερούν στην πλήρωση των απαιτήσεων των αυξανόμενων και πολυπλοκότερων συμβάσεων οι οποίες συναντώνται στα σύγχρονα έργα υποδομής.

Πολλές φορές οι αναμενόμενες συνθήκες της βραχώμαζας προσδιορίζονται από τα συστήματα ταξινόμησης (RMR , Q , GSI) για την επιλογή υποστήριξης ή ενίσχυσης. Πρόκειται για ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα που λαμβάνουν χώρα κατά την διάνοιξη σηράγγων, αφού υπάρχει πάντοτε μια διαμάχη για τις «μεταβληθείσες συνθήκες του εδάφους» και υπάρχει η πιθανότητα διαφορετικά άτομα να ταξινομήσουν την ίδια βραχώμαζα με αρκετά διαφορετικούς αριθμούς (Hoek, personal communication). Αν και τα συστήματα ταξινόμησης δημιουργήθηκαν αρχικά για την κερματισμένη βραχώμαζα χρησιμοποιούνται και πέραν των ορίων εφαρμοσιμότητας τους σε πολύ πτυχές βραχώμαζες.







Στα αρνητικά χαρακτηριστικά προστίθεται ότι ο χαρακτηρισμός του πετρώματος με έναν αριθμό υπεραπλουστεύει την σύνθετη βραχώμαζα διάφορων τεχνικογεωλογικών γνωρισμάτων.

Τα συστήματα ταξινόμησης αυτά εφαρμόζονται με επιτυχία σε βραχώμαζες διάφορων τύπων όμως φθίνουν σε αποτελεσματικότητα όταν πρόκειται για πολύ ασθενείς βραχώμαζες. Υπάρχουν διάφορα προβλήματα που δημιουργούνται από την εφαρμογή των ταξινομήσεων σε ασθενείς και σύνθετες βραχώμαζες. Ένα από αυτά είναι ότι δεν προωθείται σωστά η εκτίμηση των συνθηκών της βραχώμαζας. Ιδιαίτερος η εφαρμογή τους σε ετερογενή εδάφη μπορεί να προκαλέσει λανθασμένο σχεδιασμό προκαλώντας προβλήματα στην διάρκεια της κατασκευής.

Είναι πρακτικά αδύνατο να περιγραφούν οι συνθήκες πετρώματος συνθέτοντας όλες τις παραμέτρους επιρροής σε ένα μείγμα (Russo , 1994). Αυτές οι παράμετροι δεν εμφανίζουν γραμμικότητα και υπάρχουν όμως σημαντικές αλληλεπιδράσεις που δεν μπορούν να εκφραστούν συνθετικά με μαθηματικές εξισώσεις. Σε πιο σύνθετες συνθήκες, όπως στα συνθλίβοντα εδάφη, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός μετρήσεων (αντοχή άρρηκτων τεμαχών, μετρήσεις παραμόρφωσης) προκειμένου να καθοριστούν τα μέτρα υποστήριξης τα οποία πρέπει να ληφθούν.

1.4 Δείκτης Γεωλογική Αντοχής GSI

Ο δείκτης GSI βασίζεται στην αξιολόγηση της δομής της βραχώμαζας και της κατάστασης της επιφάνειας των ασυνεχειών της. Συνδυάζει αυτές τις δύο θεμελιώδεις παραμέτρους, την τεμαχώδη δομή της βραχώμαζας και τις συνθήκες που επικρατούν στις ασυνέχειες καθιστώντας το εύκολο στην χρησιμοποίησή του. Η δομή της βραχώμαζας χαρακτηρίζεται από τον βαθμό αλληλοκλείδωσης των τεμαχών και η κατάσταση των επιφανειών των ασυνεχειών της χαρακτηρίζεται από το μέγεθος της διατμητικής τους αντοχής.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) (Ε. Hoek, Π. Μαρίνος, 2000) Βασίζομενοι στην περιγραφή της λιθολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχειών της βραχώμαζας εκτιμήστε τη μέση τιμή του GSI από τις καιμπύλες. Το να επιλέξετε ένα εύρος τιμών από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI = 35. Ο καθορισμός της δομής καθώς και της ποιότητας των ασυνεχειών μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ δύο γειτονικών πεδίων. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι το κριτήριο Hoek - Brown δεν εφαρμόζεται σε αστάθειες που ελέγχονται από συγκεκριμένες ασυνέχειες όταν οι ασθενείς επίπεδες επιφάνειες (όπως διατμημένα επίπεδα στρώσης) έχουν δυσμενή προσανατολισμό σε σχέση με την εκσκαφή. Τότε αυτές καθορίζουν την συμπεριφορά της βραχώμαζας. Η αντοχή ορισμένων βραχομαζών μειώνεται από την παρουσία του υπόγειου νερού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με μικρή μετακίνηση προς τα δεξιά στις στήλες της μέτριας, πτωχής και πολύ πτωχής κατάστασης ασυνεχειών. Η πίεση του νερού δεν μεταβάλλει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση ενεργών τάσεων στους υπολογισμούς.		ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΜΕΙΟΥΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ →				
ΔΟΜΗ		ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ Πολύ τραχιές, υγείες, μη αποσπασθόμενες επιφάνειες	ΚΑΛΗ Τραχιές, ελαφρά αποσπασθόμενες και οξείδωμένες επιφάνειες	ΜΕΤΡΙΑ Λείες, μετρίως αποσπασθόμενες και εξαλλοιωμένες επιφάνειες	ΠΤΩΧΗ Πολύ λείες, κατά περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με σημαντική επιφλοιομάτα ή ολικό πλήρωσης με γωνιώδη θραύσματα	ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΗ Πολύ ολισθηρές επιφάνειες ή πολύ αποσπασθόμενες με μελακό αργιλικό υλικό πλήρωσης ή επιφλοιομάτας
 ΑΡΡΗΚΤΗ Άρρηκτα βραχώδη τεμάχια ή άστρωτος βράχος με λίγες ασυνέχειες σε μεγάλη απόσταση	90				N/A	N/A
 ΤΕΜΑΧΩΔΗΣ/ ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΗ-ΣΤΡΩΜΑΤΩΔΗΣ Αδιατάρακτη βραχώμαζα με πολύ καλό αλληλοκλείδωμα που αποτελείται από κυβικά τεμάχια οριζόμενα από τρεις ορθογώνια τεμνόμενες οικογένειες ασυνεχειών	80	70				
 ΠΟΛΥ ΤΕΜΑΧΩΔΗΣ Μερικώς διαταραγμένη βραχώμαζα με πολύπλευρα γωνιώδη τεμάχια (blocks) που σχηματίζονται από τέσσερις ή περισσότερες οικογένειες ασυνεχειών		60				
 ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΗ-ΣΤΡΩΜΑΤΩΔΗΣ/ΠΤΥΧΩΜΕΝΗ Πτυχωμένη με γωνιώδη τεμάχια που σχηματίζονται από αλληλοτεμνόμενες οικογένειες ασυνεχειών. Εμμονή στρώσης ή σχιστότητας			50			
 ΑΠΟΔΙΟΡΓΑΝΩΜΕΝΗ Ισχυρά κερματισμένη βραχώμαζα με πτωχό αλληλοκλείδωμα και με ταυτόχρονη παρουσία γωνιώδων και αποστραγγυλωμένων τεμαχών				40		
 ΦΥΛΛΩΔΗΣ/ ΔΙΑΤΜΗΜΕΝΗ Φυλλώδης ή σχιστοποιημένη και τεκτονικώς διατμημένη ασθενής βραχώμαζα. Η φύλλωση επικρατεί έναντι οποιαδήποτε άλλης οικογένειας ασυνεχειών εμποδίζοντας την δημιουργία γωνιώδων τεμαχών (η κλίμακα σε αυτό το εικονίδιο δεν συγκρίνεται με αυτή των άλλων εικονιδίων)					30	
						20
						10
					N/A	N/A

Σχήμα 1. Πίνακας GSI (Hoek and Marinos 2000)

Οι Hoek and Brown κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένα κριτήριο αστοχίας της βραχώμαζας έπρεπε να συνδέεται με γεωλογικές παρατηρήσεις για να έχει πρακτική αξία. Ήθελαν να δημιουργήσουν ένα νέα σύστημα ταξινόμησης αλλά σύντομα εγκατέλειψαν την ιδέα και συμβιβάστηκαν με το προϋπάρχον σύστημα RMR. Τα συστήματα RMR και Q περιελάμβαναν παραμέτρους που δεν απαιτούνται για τον υπολογισμό των ιδιοτήτων της βραχώμαζας. Παράμετροι όπως υπόγεια ύδατα, προσανατολισμός ασυνεχειών και τάσεων αντιμετωπίζονται με σαφήνεια στις αριθμητικές αναλύσεις των ενεργών τάσεων και η ενσωμάτωση αυτών των παραμέτρων για την εκτίμηση των ιδιοτήτων της βραχώμαζας δεν είναι ορθή. Η χρησιμοποίηση μόνο των τεσσάρων πρώτων παραμέτρων του συστήματος RMR (αντοχή άρρηκτου βράχου, βαθμονόμηση RQD, απόσταση και συνθήκες διακλάσεων) για τον υπολογισμό των ιδιοτήτων της βραχώμαζας αποτελεί την σωστή διαδικασία. Η βασική ιδέα της ταξινόμησης GSI είναι μια ποιοτική γεωλογική περιγραφή της βραχώμαζας. Ο δείκτης GSI έχει σημαντικές δυνατότητες χρήσης διότι επιτρέπει την ποσοτικοποίηση πολυάριθμων χαρακτηριστικών των πετρωμάτων. Η χρήση του επιτρέπει να αξιολογηθεί η επίδραση των μεταβλητών μιας βραχώμαζας ερμηνεύοντας την συμπεριφορά της. Ουσιαστικά, είναι η μετατροπή των γεωλογικών παραμέτρων σε αριθμητικά δεδομένα για την καλύτερη συνεργασία του κλάδου της γεωλογίας και της μηχανικής. Το σύστημα GSI αποδείχτηκε χρήσιμο κυρίως για ασθενέστερες βραχώμαζες όπου είναι δύσκολο να αποκομίσει κανείς ποσοτικά δεδομένα. Γενικά, όταν υπάρξει εξοικείωση του χρήστη με το σύστημα GSI δεν θα είναι δύσκολο να ορίσει ένα φάσμα τιμών.

1.4.1 Πεδία εφαρμογής – ποιοτικές παράμετροι

Ο δείκτης GSI βασίζεται στην αξιολόγηση της λιθολογίας, δομής και κατάστασης επιφάνειας των ασυνεχειών της βραχώμαζας και υπολογίζεται από μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Μόλις γίνει ο προσδιορισμός μιας μέσης τιμής GSI μέσω εμπειρικών διαμορφωμένων εξισώσεων υπολογίζονται οι ιδιότητες της βραχώμαζας. Υπάρχουν βεβαίως και περιορισμοί στην χρήση του GSI καθώς το σύστημα αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι η βραχώμαζα περιέχει τυχαία προσανατολισμένες ασυνέχειες και συμπεριφέρεται ισότροπα.

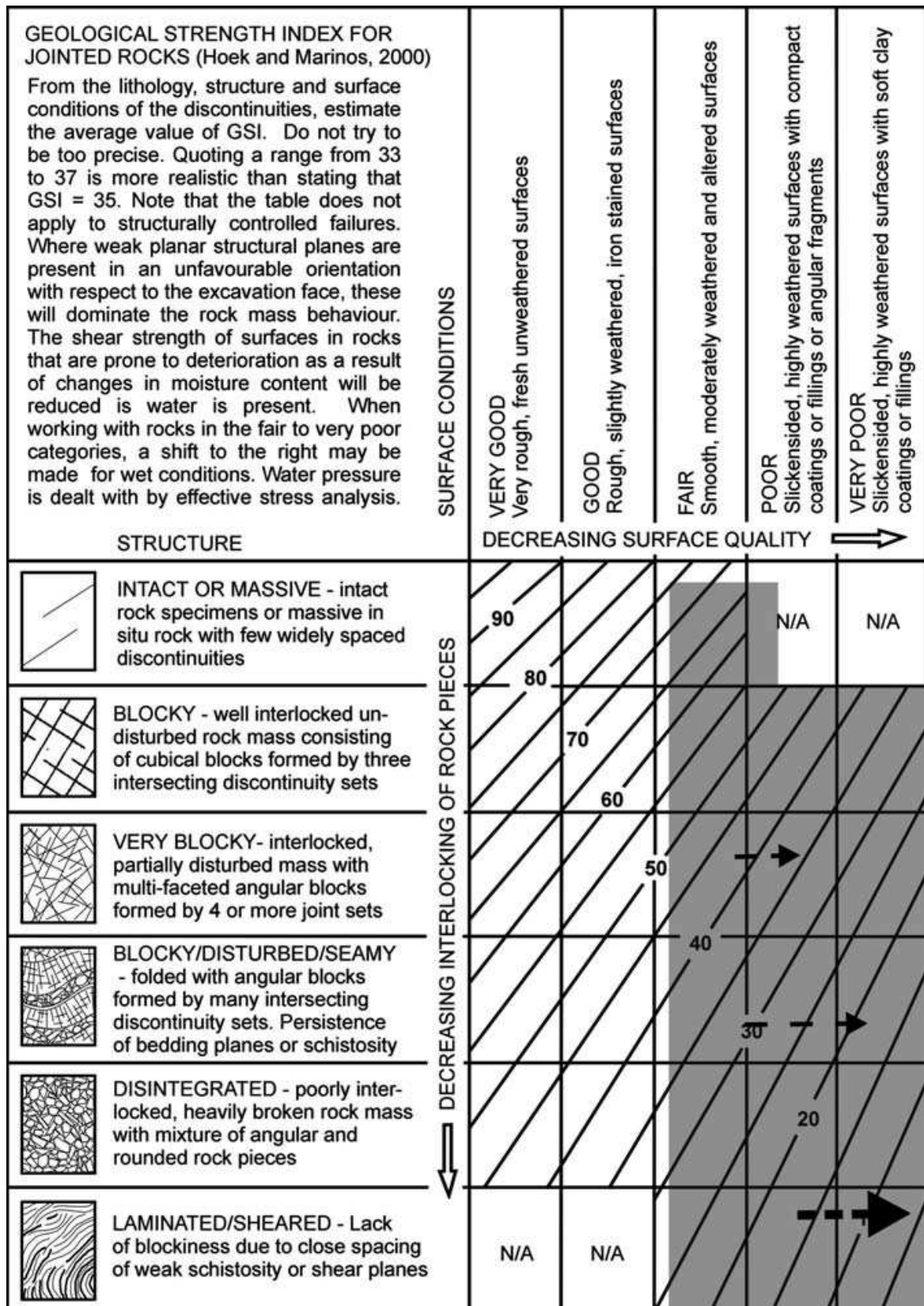
Μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους για τον καθορισμό του δείκτη GSI είναι οι ασυνέχειες. Ο δείκτης GSI επηρεάζεται από τον αριθμό των ασυνεχειών, από τον προσανατολισμό τους, από το άνοιγμά τους καθώς και από το υλικό πλήρωσης ή το νερό εάν αυτά υπάρχουν μέσα στις ασυνέχειες. Το **άνοιγμα των ασυνεχειών** δηλαδή η αλληλοεμπλοκή των τεμαχών του βράχου που συνθέτουν την εξεταζόμενη βραχώμαζα καθορίζουν τα χαρακτηριστικά αντοχής και παραμόρφωσής της. Προφανώς, όσο

μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα των ασυνεχειών τόσο περισσότερο χωρίζονται τα τεμάχια και αυτό έχει σημαντική επίδραση στις ιδιότητες της βραχόμαζας. Ενώ δεν γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα διαγράμματα GSI στην πρόσφατη έκδοση του κριτηρίου αστοχίας Hoek Brown περιλήφθηκε ο παράγοντας D με τιμές από 0 (για μη διαταραγμένες βραχόμαζες) έως 1 (για εξαιρετικά διαταραγμένες). Ο παράγοντας αυτός είναι ποσοτικοποιεί την αλληλοεμπλοκή των επί μέρους τεμαχίων.

Το **υλικό πλήρωσης** και η **παρουσία νερού** στις ασυνέχειες μειώνουν την αντοχή διάτμησης της βραχόμαζας όταν είναι μεγάλου πάχους ή όταν η βραχόμαζα είναι επιρρεπής στην εξασθένιση από μεταβολή στα επίπεδα υγρασίας. Τέτοιες καταστάσεις οδηγούν στην μετατόπιση προς τα δεξιά και στην πτώση του γεωλογικού δείκτη GSI (Σχήμα 2). Τα **πετρώματα χαμηλής αντοχής** (μάργα, ψαμμίτης κτλ) παρουσιάζουν συνήθως απλή δομή με λίγες ασυνέχειες που πιθανόν έχουν μικρή εμμόνη. Ακόμα και όταν υπάρχουν επιφάνειες στρώσης αυτές είναι δύσκολο να διακριθούν με αποτέλεσμα να μην δημιουργούνται διακριτά με σαφή γεωμετρία τεμάχια. Σε τέτοιες περιπτώσεις το GSI εφαρμόζεται λόγω απουσίας κατάλληλων δοκιμών. Παρ'όλα αυτά όμως οι ασυνέχειες είναι μέτριες έως πτωχής ποιότητας και ο δείκτης δεν ξεπερνά το 40-50. Η αναμενόμενη χαμηλή αντοχή τέτοιων περιπτώσεων είναι αποτέλεσμα των χαμηλών τιμών αντοχής σ και μ . Στην περίπτωση που μια βραχόμαζα τέτοιου πετρώματος σχηματίζει συνεχής μάζα χωρίς ασυνέχειες η βραχόμαζα αντιμετωπίζεται ως ακέραιη και δεν πρέπει να εφαρμόζεται GSI.

Κάτι παρόμοιο ισχύει και για τις **αποσαθρωμένες βραχόμαζες** καθώς οι τιμές GSI μετατοπίζονται προς τα δεξιά στον πίνακα όσο εντονότερη είναι η αποσάθρωση στα τεμάχια της βραχόμαζας. Εάν η αποσάθρωση έχει προχωρήσει τόσο ώστε να έχει χαθεί η δομή σε μια βραχόμαζα τότε η βραχόμαζα πρέπει να αξιολογηθεί ως έδαφος και η εφαρμογή GSI δεν ισχύει πλέον. Πολλοί εμφανίζονται δύσπιστοι ως προς την ακρίβεια του συστήματος GSI καθώς προσδίδει ένα εύρος τιμών και όχι έναν ακριβή αριθμό. Ο δείκτης GSI περιγράφεται καλύτερα με ένα εύρος τιμών που όμως ανάλογα με τις αναλύσεις και την δείκτες ασφαλείας κάθε έργου μπορούν να γίνουν αποκλίσεις και να μειωθεί το εύρος στο ελάχιστο προσδίδοντας αρκετή ακρίβεια στον δείκτη GSI. Η χρήση το GSI πρόσφατα επεκτάθηκε για να συμπεριλάβει και ορισμένες από τις πλέον ποικίλες βραχόμαζες όπως εξαιρετικά πτωχής ποιότητας διατμημένες βραχόμαζες αποτελούμενες από ασθενή σχιστώδη υλικά. Για τέτοιες **ετερογενείς με λιθολογική ποικιλία ιζηματογενείς βραχόμαζες** (ιλυόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι, μολάσσεις) οι Hoek και Marinos (2001) εξέδωσαν ειδικά διαγράμματα GSI. Μια άλλη ειδική περίπτωση είναι αυτή των **οφιολίθων και ειδικών περιπτώσεων ασβεστολιθικών μαζών** που λόγω της μεγάλης γκάμας ποιότητας που παρουσιάζουν οδήγησαν στην δημοσίευση ειδικευμένων διαγραμμάτων.

Δεν υπάρχει σαφής σύνδεση μεταξύ των επιφανειακών εμφανίσεων των σχηματισμών με το πώς αυτά είναι στο βάθος όσον αφορά τον δείκτη GSI. Είναι δύσκολο να καθοριστεί με ακρίβεια κάτι τέτοιο καθώς οι επιφανειακές εμφανίσεις είναι εκτεθειμένες σε επιφανειακές συνθήκες που επηρεάζουν άμεσα την βραχώμαζα. Παρ'όλα αυτά υπάρχει μια αύξηση του δείκτη GSI όσο μεταφερόμαστε σε πιο βαθιά σημεία του ίδιου σχηματισμού και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μετατόπιση προς τα αριστερά στον πίνακα GSI(Σχήμα 3.)



Σχήμα 2. Η μετατόπιση που παρατηρείται κατά την παρουσία νερού ή υλικού πλήρωσης.

<p>GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)</p> <p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced is water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		SURFACE CONDITIONS				
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
		VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	VERY POOR Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80				
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		70			
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			60		
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				50	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes					40
						30
					20	
						10
		N/A	N/A			

Σχήμα 3. Άξηση GSI με το βάθος

1.4.2 Τιμές GSI σε σχέση με το βάθος

Οι επιφανειακές εμφανίσεις είναι μια εξαιρετικά πολύτιμη πηγή δεδομένων στα αρχικά στάδια ενός έργου, αλλά η επιφανειακή χαλάρωση, αλλοίωση και αποσάθρωση ενδεχομένως να έχουν επηρεάσει σημαντικά τοπικά την βραχώμαζα. Οι πυρήνες των γεωτρήσεων αποτελούν την καλύτερη πηγή στοιχείων σε βάθος, αλλά είναι απαραίτητο να ανάγεται η μονοδιάστατη πληροφόρηση που παρέχουν οι πυρήνες αυτή στην τρισδιάστατη μάζα. Οι πολλαπλές γεωτρήσεις μπορούν να προσφέρουν σημαντική βοήθεια στην ερμηνεία των σε βάθος χαρακτηριστικών της βραχώμαζας. Το βασικότερο εργαλείο εξάλλου είναι η πολύ καλή γνώση του γεωλογικού μοντέλου. Τα μέτωπα των σηράγγων αποτελούν ίσως την πιο αξιόπιστη πληροφορία για τον υπολογισμό του GSI, με την προϋπόθεση σαφώς ότι τα μέτωπα αυτά βρίσκονται στην ίδια με την υπό εξέταση βραχώμαζα. Είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη σε αυτό το σημείο η διατάραξη που μπορεί να προκληθεί στην βραχώμαζα από την μηχανική εκσκαφή ή ανατίναξη.

Όταν προσεγγίζουμε πολύ μεγάλα βάθη ($>1000\mu.$) η δομή της βραχώμαζας είναι τόσο συμπαγής που η συμπεριφορά της μάζας προσεγγίζει αυτή του άρρηκτου βράχου και την τιμή 100 του δείκτη GSI. Γίνεται κατανοητό ότι το GSI δεν έχει νόημα ως προς την εφαρμογή του σε τέτοια βάθη. Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι υπάρχουν περιορισμοί στην χρήση του GSI καθώς το σύστημα αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι η βραχώμαζα πρέπει να περιέχει τυχαία προσανατολισμένες ασυνέχειες και συμπεριφέρεται ισότροπα. Η συμπεριφορά της βραχώμαζας δηλαδή, είναι ανεξάρτητη από την διεύθυνση των εφαρμοζόμενων φορτίσεων. Κατά συνέπεια, είναι σαφές ότι το GSI δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε βραχώμαζες όπου υπάρχει ένας σαφώς καθορισμένος κυρίαρχος δομικός προσανατολισμός που μπορεί να επηρεάσει την εκδήλωση αστοχίας. Αναλυτικότερα, ένας μη διαταραγμένος σχιστόλιθος αποτελεί μια βραχώμαζα όπου η μηχανική συμπεριφορά είναι έντονα ανισότροπη και δεν θα πρέπει να αποδίδεται τιμή GSI. Ωστόσο το κριτήριο Hoek and Brown και το GSI μπορούν να εφαρμοστούν με προσοχή εάν η αστοχία μιας τέτοιας βραχώμαζας δεν ελέγχεται από την ανισοτροπία τους, όταν δηλαδή η κυρίαρχη δομική ασυνέχεια έχει δυσμενή φορά κλίσης σε σχέση με την μορφολογία του εδάφους. Αντιστοίχως δεν είναι σωστό να αποδίδονται τιμές GSI σε μέτωπα ισχυρών και ανθεκτικών βράχων με λίγες ασυνέχειες, διατεταγμένες σε αποστάσεις ανάλογου μεγέθους με τις διαστάσεις μιας σήραγγας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ευστάθεια της σήραγγας διέπεται από την τρισδιάστατη γεωμετρία των τεμνόμενων ασυνεχειών και των μετώπων που δημιουργούνται κατά την εκσκαφή.

1.5 Σύστημα ταξινόμησης RMR (Beniawski)

Το σύστημα RMR (Rock mass rating) προτάθηκε από τον Beniawski το 1973 και πήρε την τελική του μορφή το 1979 παρουσιάστηκε όμως χωρίς ουσιαστικές διαφοροποιήσεις το 1989.

Ο Beniawski πίστευε ότι δεν είναι δυνατή η περιγραφή και ταξινόμηση της βραχώμαζας μόνο από μια μεταβλητή – δείκτη όπως το RQD.

Κατέληξε ,λοιπόν, σε ένα σύνολο παραμέτρων εύκολα μετρήσεων στο ύπαιθρο. Για καθεμία από τις παραμέτρους θέσπισε μια βαθμολογία.

Με βάση την μετρούμενη τιμή της παραμέτρου το σύστημα δίνει μια τιμή στην αντίστοιχη βαθμολογία. Το άθροισμα αυτών των βαθμολογιών αποτελεί την τελική τιμή του δείκτη RMR της βραχώμαζας.

Αναλυτικότερα, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο σύστημα RMR είναι οι εξής:

- Η αντοχή του άρρηκτου πετρώματος
- Ο δείκτης RQD
- Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών. Εδώ να σημειωθεί ότι η βαθμολογία που δίνεται για τις αποστάσεις έχει οριστεί για τρεις οικογένειες ασυνεχειών οπότε σε περίπτωση διαφορετικού αριθμού οικογενειών είναι απαραίτητη η αναπροσαρμογή
- Η κατάσταση των επιφανειών των ασυνεχειών με βάση την τραχύτητα και τον βαθμό εξαλλοίωσης. Αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο καθώς στα τεχνικά έργα έχουν ιδιαίτερη σημασία καθώς αποτελούν επικίνδυνες και πιθανές επιφάνειες αστοχιών.
- Ο προσανατολισμός των ασυνεχειών είναι επίσης σημαντικός αφού η ταξινόμηση της βραχώμαζας στοχεύει στην εκτίμηση των μέτρων προσωρινής εκσκαφής, στο βήμα προχώρησης και στο τρόπο εκσκαφής.

	<i>Κατάταξη βραχώμαζας</i>	
<i>Περιγραφή βραχώμαζας</i>	<i>Κατηγορία βραχώμαζας</i>	<i>Τιμές του δείκτη RMR</i>
Πολύ καλή	I	81-100
Καλή	II	61-80
Μέτρια	III	41-60
Φτωχή	IV	21-40
Πολύ φτωχή	V	0-20

Πίνακας 1. Κατάταξη ποιότητας βραχώμαζας ανάλογα με την τιμή του RMR.

1.6 Ο νέος ρόλος των ταξινομήσεων

Σε ένα σύνθετο γεωλογικό περιβάλλον που αποτελείται από βραχώμαζες διάφορων αντοχών, η εξέλιξη των αριθμητικών εργαλείων καθώς προβάλλεται η ανάγκη για αλλαγή ή βελτίωση της χρήσης των ταξινομήσεων. Για τις ασθενείς βραχώμαζες όπου το RQD πλησιάζει το μηδέν, οι τιμές GSI υπολογίζονται από την χαρτογράφηση του μετώπου και ακολουθεί ο υπολογισμός των ιδιοτήτων. Για σήραγγες μεγάλου βάθους όπου αναμένονται μεγάλες παραμορφώσεις είναι σκόπιμο να προηγείται της κανονικής μελέτης μια ανάλυση κλειστού τύπου. Προγράμματα τύπου Rocsupport (Rockscience) είναι πολύ χρήσιμα για τέτοιου είδους προσεγγίσεις. Για τις ρηχές σήραγγες είναι καλύτερο να προχωράει κανείς σε απευθείας αριθμητική ανάλυση χρησιμοποιώντας προγράμματα τύπου Phase2 το οποίο επιτρέπει την ανάλυση της προοδευτικής αστοχίας.(B.Μαρίνος 2007). Για τις πιο ανθεκτικές βραχώμαζες όπου υπάρχουν συχνές ασυνέχειες με περίπου ίδιες ιδιότητες και η αστοχία μεταφράζεται συνήθως με ολίσθηση και περιστροφή τεμαχών βράχου, τα συστήματα RMR και Q μπορούν να υπολογίσουν το είδος υποστήριξης. Για δομικά ελεγχόμενες αστοχίες οι οποίες αφορούν μερικές ασυνέχειες το πρόβλημα σχετίζεται με τρισδιάστατη γεωμετρία και είναι καλό να χρησιμοποιηθούν στερεογραφικές προβολές ή αριθμητικές αναλύσεις τύπου Unwedge για την ανάλυση διαδικασιών αστοχίας. Για συμπαγείς βράχους με RQD κοντά στο 100, τα συστήματα ταξινόμησης δεν είναι συνήθως ικανοποιητικά και πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα χρήσης κάποιου κριτηρίου αστοχίας ψαθυρού βράχου όπως αυτά που προτείνονται από Kaiser et al(2000), Diederichs(2002) και Diederichs et al.(2004). Ο στόχος των ταξινομήσεων είναι να αποδώσει έναν αριθμό στην βραχώμαζα.Ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να εξαγάγουμε παραμέτρους για την βραχώμαζα από εργαστηριακές δοκιμές αποτελεί ακόμη και σήμερα μεγάλη πρόκληση. Η χρήση των συστημάτων ταξινόμησης δεν συνοδεύεται από την ποιότητα της βραχώμαζας, έτσι πολλές φορές χάνεται η γεωλογική ταυτότητα του γεωυλικού μη συνοδεύοντας την ανάλυση αλλά και οι ιδιαιτερότητες κατά περίπτωση. Όλοι οι μέθοδοι ταξινόμησης προκύπτουν από την απόδοση αριθμών από τους γεωλόγους σε διάφορες παραμέτρους της βραχώμαζας και ο τελικός στόχος είναι ο ζητούμενος αριθμός όπως προαναφέρθηκε. Σε κάθε περίπτωση όμως οι αρχές της βιομηχανικής, της τεχνικογεωλογικής γνώσης του γεωυλικού και της εμπειρίας είναι βασικοί παράγοντες κατά τον καθορισμό των αριθμητικών παραγόντων στις βραχώμαζες. Δημιουργήθηκε έτσι ένα Φύλλο Τεχνικογεωλογικής Συμπεριφοράς το οποίο πρέπει να αξιολογείται και να συμπληρώνεται από τον Τεχνικό γεωλόγο και τον Γεωτεχνικό μηχανικό από κοινού για κάθε τύπο βραχώμαζας.

2. Τεχνικογεωλογική Θεώρηση Φλύσχη

2.1 Εισαγωγή

Ο φλύσχη αποτελεί μια ετερογενή βραχώμαζα, ένα σχηματισμό στον οποίον συμμετέχουν διαφορετικά υλικά με διαφορετικό πετρογραφικό τύπο. Λόγω της σημαντικής ετερογένειας, της συμμετοχής γεωυλικών χαμηλής αντοχής (ψαμμίτες, αργιλόλιθοι, ιλύλιθοι κ.α) αλλά και της έντονης τεκτονικής καταπόνησης που υπόκειται κατά την δημιουργία του, ο φλύσχη παρουσιάζει ένα μεγάλο φάσμα τεχνικογεωλογικής συμπεριφοράς. Λόγω της πολυπλοκότητας και της ποικιλίας του φλύσχη ως προς την λιθολογία, την δομή και την τεκτονική καταπόνηση καθίσταται χρήσιμος ο ξεχωριστός τεχνικογεωλογικός χαρακτηρισμός του. Για την αξιολόγηση των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών και του γεωτεχνικού χαρακτηρισμού των βραχομαζών του φλύσχη προτάθηκε από τον Β. Μαρίνο (Marinos, 2007) ένα νέο σύστημα ταξινόμησης και βαθμονόμησης του φλύσχη κατά GSI. Η ποιότητα του φλύσχη μπορεί να εμφανίζεται αδιατάρακτη, ελαφρώς ή πολύ κερματισμένη, έντονα κερματισμένη ή ακόμα και με χαοτική δομή. Αυτό οφείλεται κυρίως στις ιδιαίτερες συνθήκες διαγένεσεις όπως προαναφέρθηκε. Ο φλύσχη διαμορφώνει ως εκ τούτου ασθενείς και σύνθετες βραχώμαζες σύμφωνα με τα παρακάτω τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά :

Σύνθετη βραχώμαζα

- Εναλλαγές στρωμάτων ικανών ψαμμιτών με μη ικανούς ιλύλιθους
- Έντονη γενικά στρωσιγένεια, ασυνέχειες με μεγάλη εμμόνη και μικρή γενικά αντοχή
- Ποίκιλα πάχη στρωμάτων
- Τεκτονική διαταραχή που μεταβάλλει την αρχική δομή

Ασθενής βραχώμαζα

- Παρουσία αργιλικών πετρωμάτων
- Έντονη τεκτονική καταπόνηση που υποβαθμίζει την αρχική ποιότητα της βραχώμαζας
- Αποσάθρωση των ιλυολιθικών-αργιλικών μελών
- Επίδραση του νερού στην υποβάθμιση της ποιότητας

2.2 Ταξινόμηση του φλύσχη και εκτίμηση μηχανικών ιδιοτήτων

Ο φλύσχος, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί ένα γεωλογικό σχηματισμό με σύνθετη δομή, λόγω των συνθηκών που επικρατούσαν κατά την απόθεση του αλλά και λόγω της τεκτονικής του ιστορίας. Η πολυπλοκότητα του αυτή καθιστά δύσκολη την ταξινόμηση των βραχομαζών του φλύσχη σύμφωνα με τα ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα ταξινόμησης.

2.2.1 Ταξινόμηση φλύσχη κατά GSI (Marinos & Hoek, 2001)

Η πρώτη προσπάθεια ταξινόμησης έγινε από τους Marinos & Hoek (2001) σύμφωνα με το Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής (GSI). Η αναγκαιότητα ιδιαίτερης ταξινόμησης γεωτεχνικά προέκυψε από την αδυναμία ταξινόμησης τους με βάση τα τότε υπάρχον σύστημα GSI. Η αδυναμία αυτή έγκειται στην ποικιλία των πετρωμάτων και του ποσοστού συμμετοχής τους στην δομή του πετρώματος καθώς και στην διαφορετική παραμόρφωση (διάτμηση, πτύχωση, ρωγμάτωση) που έχουν δεχτεί τα πετρώματα αυτά. Στην περίπτωση αυτή, η τεχνικογεωλογική συμπεριφορά της βραχόμαζας εξαρτάται από την ποσοστιαία συμμετοχή των υλικών, τα οποία παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές αντοχής και παραμορφωσιμότητας, και απέχει αρκετά από την φιλοσοφία του GSI. Για το λόγο αυτό προτάθηκε για την αξιολόγηση των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών και τον γεωτεχνικό χαρακτηρισμό των ετερογενών βραχομαζών, η διάκριση και η κατηγοριοποίηση τους σε συγκεκριμένους τύπους (I – XI). Η ταξινόμηση αυτή βασίζεται αναλογία ψαμμίτη με ίλυόλιθο και στην τεκτονική διαταραχή του σχηματισμού στο σύνολό του.

2.2.2 Νέα ταξινόμηση φλύσχη κατά GSI (Marinos, 2007)

Το 2007 (Marinos, 2007) προτάθηκε ένα νέο διάγραμμα ποσοτικού χαρακτηρισμού της βραχόμαζας του φλύσχη. Σύμφωνα με το διάγραμμα αυτό (σχήμα 4.) αναθεωρείται το παλαιότερο τόσο ως προς την θέση των ταξινομημένων τύπων φλύσχη όσο και προστίθενται και νέοι τύποι. Έτσι, για την αξιολόγηση των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών της βραχόμαζας, ο φλύσχος ταξινομείται σε 11 λιθότυπους (I – IX) ανάλογα με τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών έναντι των ίλυολιθικών μελών και την τεκτονική τους διαταραχή.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ (κυρίως επιπεδα στρώσης)	ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ											
	Πολύ καλές, υγιείς, μη αποσθραμμένες επιφάνειες	ΚΑΛΗ Τραχιές, ελαφρά αποσθραμμένες και οξείδωμένες επιφάνειες	ΜΕΤΡΙΑ Λείες, μετρίως αποσθραμμένες και εξάλλοιμες επιφάνειες	ΠΤΩΧΗ Πολύ λείες, κατά περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με σημαντή ολισθηρότητα	ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΗ Πολύ ολισθηρές επιφάνειες ή πολύ αποσθραμμένες ή επιφάνειες με ολισθηρότητα							
<p>ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΥΛΣΧΗΣ (B. Marinos, 2007)</p> <p>Ετερογενείς βραχώδεις εννοούνται εδώ αυτές που εναλλάσσονται στρώματα σαφώς διαφορετικών λιθολογικών τύπων με σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά αντοχής τους. Για τον φλύσχη αυτές οι εναλλαγές αναφέρονται κυρίως σε ψαμίτες και ιαλύθους. Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται και αργιλικό σχιστόλιθο. Βασίζομενοι στην περιγραφή της λιθολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχιών (κυρίως της στρώσης) της βραχώδους επιπέδου το κατώτατο πεδίο του πίνακα. Η επιλογή της δομής πρέπει να καθορίζεται με βάση την τεκτονική διαταραχή (αδιατάρακτη, μέτρια διαταραγμένη, πολύ πυκνωμένη - διαταραγμένη, αποδιοργανωμένη, διατηρημένη), την αναλογία ψαμιτών και ιαλύθων και την εκτεταμένη εσωτερική στρωμάτωση τους. Στους τύπους IV και V όταν το πάχος των τραπεζών του ψαμίτη είναι μεγάλο (~50 cm) προτείνεται η αύξηση της τιμής GSI κατά 5 μονάδες. Από τον τύπο IV και στους επόμενους τύπους τα επίπεδα στρώσης διακρίνονται μέσα στη μάζα του ιαλύθου. Επιλέξτε τη θέση στο πεδίο που περιγράφει τις συνθήκες και εκτιμήστε τη μέση τιμή του GSI από τις κομιλίες. Το να επιλέξετε ένα εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI =35. Ο καθορισμός της δομής καθώς και της ποιότητας των ασυνεχιών μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ δύο γειτονικών πεδίων προς κάθε κατεύθυνση. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι το κριτήριο Hoek - Brown δεν εφαρμόζεται σε αστάθεις που ελέγχονται από συγκεκριμένες ασυνήθεις όταν οι αστάθεις επιπέδες επιφανείες (όπως διατηρημένα επίπεδα στρώσης) έχουν αυξημένη προσανατολισμό σε σχέση με την εκσκαφή. Τότε αυτές καθορίζουν την επιφάνεια της βλάβης. Η αντοχή ορισμένων βραχομαζών μειώνεται από τη παρουσία του υπέργειου νερού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με μικρή μετακίνηση προς τα δεξιά στις στήλες της μέτριας, πτωχής και πολύ πτωχής κατάστασης ασυνεχιών. Η πίσση του νερού δεν μεταβάλλει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση ενεργών τάσεων στους υπολογισμούς.</p> <p>ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ</p> <p>ΤΥΠΟΣ I. Αδιατάρακτος, μεσοστρωματώδης έως παχυστρωματώδης ψαμίτης με σποραδικούς πολύ λεπτούς υμένους ιαλύθους. Σε αβαθείς σήραγγες ή πρανή αν ο μηχανισμός στάθειας, λόγω έλλειψης πλευρικού παρεμποδισμού (χαλαρή δομή) έχει κινηματικό χαρακτήρα που ελέγχεται από τα επίπεδα στρώσης, τότε δεν εφαρμόζεται ο δείκτης GSI</p> <p>ΤΥΠΟΣ II. Αδιατάρακτος συμπαγής ιαλύθους (δεν διακρίνονται τα επίπεδα στρώσεων) με σποραδικές, λεπτές ενστρώσεις ψαμιτών</p> <p>ΤΥΠΟΣ III. Μέτρια διαταραγμένος ψαμίτης με λεπτές ενστρώσεις ιαλύθων</p> <p>ΤΥΠΟΣ IV. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδαια που αποτελείται από εναλλαγές ψαμίτη και ιαλύθου σε ίσες αναλογίες</p> <p>ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια διαταραγμένος ιαλύθους με ενστρώσεις ψαμιτών</p> <p>ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια διαταραγμένος ιαλύθους με αραιές ενστρώσεις ψαμιτών</p> <p>ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδαια, η οποία διατηρεί τη δομή της και αποτελείται από εναλλαγές ψαμίτη και ιαλύθου σε ίσες περίπου αναλογίες</p> <p>ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα διαταραγμένη-πυκνωμένη βραχώδαια, η οποία διατηρεί τη δομή της και δεν έχει παραμορφωθεί-διατηρηθεί σε μεγάλο βαθμό και αποτελείται από ιαλύθους ή και αργιλικό σχιστόλιθο με ενστρώσεις ψαμίτη</p> <p>ΤΥΠΟΣ IX. Αποδιοργανωμένη βραχώδαια που απαντάται συνήθως σε μεγάλες ζώνες ρηγματών ή/και έντονης αποσάθρωσης. Στον τύπο αυτό απαντώνται κυρίως παθηρά γεωωλικά με διαταραγμένο ιαλυθικό υλικό ανάμεσα</p> <p>ΤΥΠΟΣ X. Τεκτονικά παραμορφωμένος, έντονα πυκνωμένος, διατηρημένος ιαλύθους ή αργιλικός σχιστόλιθος με κερματισμένα και παραμορφωμένα ψαμιτικά τεμάχια που διαμορφώνουν σχεδόν χαστική δομή. Οι στρώσεις του ψαμίτη παραμένουν παράλληλες με αυτές του ιαλύθου</p> <p>ΤΥΠΟΣ XI. Τεκτονικός ισχυρά διατηρημένος ιαλύθους ή αργιλικός σχιστόλιθος σε χαστική δομή με θύλακες αργίλου. Λεπτά στρώματα ψαμίτη έχουν μετατραπεί σε κερματισμένα πολύ μικρά βραχώδη τεμάχια. Οριακά η συμπεριφορά των γεωωλικών μπορεί να προσομοιωθεί με εδαφικά</p>	80	70	60	50	40	30	N/A	N/A	N/A	N/A		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI

N/A → Σημειεί γεωλογικός αδύνατος συνδυασμός. Αλλού, εκτός των σκιασμένων περιοχών, περιπτώσεις όχι αδύνατες αλλά πολύ απίθανο να υπάρχουν

→ Φορά τεκτονικής διαταραχής αντίστοιχης λιθολογίας

Σχήμα 4. Νέα ταξινόμηση φλύσχη GSI (Marinos, 2007)

Σύμφωνα με το κριτήριο αστοχίας Hoek & Brown η τιμή του GSI απομειώνει την αντοχή της βραχώμαζας με βάση την δομή και την ποιότητα των ασυνεχειών της. Η ενδεχόμενη χαμηλή αντοχή του ιλυόλιθου λαμβάνεται υπόψη στο κριτήριο μέσω της μονοαξονικής αντοχής (σ_i). Η έντονη παρουσία του ιλυόλιθου πρέπει να λαμβάνεται αρνητικά υπόψη σε έντονα διαταραγμένες τεκτονικά βραχώμαζες. Σε τεκτονικά μέτρια έως καθόλου διαταραγμένες δομές η παρουσία ιλυόλιθου δεν θα πρέπει να απομειώνει διπλά την αντοχή της βραχώμαζας και μέσω της μονοαξονικής αντοχής καθώς και μέσω του GSI. Στο νέο αυτό διάγραμμα, η έντονη παρουσία του ιλυόλιθου λαμβάνεται αρνητικά μόνο στις έντονα διαταραγμένες τεκτονικά βραχώμαζες ενώ στις περιπτώσεις αδιατάρακτων ή ασθενώς τεκτονισμένων δομών οι τιμές του GSI είναι αισθητά μεγαλύτερες. Η παρουσία ιλυόλιθου ωστόσο προκαλεί μείωση στην τιμή του GSI λόγω της πτωχής ποιότητας των ασυνεχειών. Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 5) φαίνονται οι αυξήσεις των τιμών του GSI του νέο διαγράμματος σε σχέση με το παλαιό.

<i>GSI (2000)</i>	<i>Μέση τιμή GSI (2000)</i>	<i>Αντιστοίχιση τύπου GSI(2007)</i>	<i>Μέση τιμή GSI (2007)</i>
A	55	I	65
B	45	III	55
C	35-40	IV	50
D	35	V	45
E	30	V	45
F	20	X	20
G	20	II ή VI	55 ή 40
H	15	XI	15

Σχήμα 5 Διαφορές μεταξύ διαγράμματος GSI 2001 και GSI 2007

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των λιθοτύπων του φλύσχη το οποίο επηρεάζει σημαντικά την αντοχή της βραχόμαζας είναι το πάχος των πάγκων του ψαμμίτη. Όταν το πάχος των ψαμμιτικών πάγκων είναι σχετικά μικρό (10-20cm) και εναλλάσσεται με ιλυολιθικούς πάγκους, τα δυο πετρώματα συμμετέχουν κατά την αναλογία τους στην δομή και στην αντοχή της βραχόμαζας, ειδικά όταν δεν είναι έντονα διαταραγμένα αλλά απλώς κερματισμένα. Στην περίπτωση όμως, όπου τα ψαμμιτικά στρώματα έχουν δομή και είναι πιο μαζώδης και συμπαγής (~50cm) και τα ιλυολιθικά στρώματα χάνονται μέσα σε αυτή την φλυσχηκή μάζα, διαδραματίζουν λιγότερο σημαντικό ρόλο στην συνολική δομή και στην αντοχή της βραχόμαζας. Αυτή η διαφορά αφορά στην συνολική αντοχή της βραχόμαζας, η οποία θα παραλάβει τα φορτία και αντιστοιχεί σε ευρεία κλίμακα. Στην κλίμακα του τεχνικού, η παρουσία ιλυολίθου ανεξάρτητα του πάχους των ψαμμιτών, επιδράει τις περισσότερες φορές αρνητικά στην ευστάθεια.

2.2.3 Ταξινόμηση ανά τύπο βραχόμαζας

Στην παράγραφο αυτήν θα αναφερθούν τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά και η βαθμονόμηση, για τους τύπους του φλύσχη που παρουσίασαν βασικές διαφορές από το αρχικό σύστημα.

Τύπος I: Η βραχόμαζα δεν είναι πολύ κερματισμένη σε μεγάλη κλίμακα παρά μόνο σε μικρές ζώνες. Η επίδραση των ιλυολιθικών ενστρώσεων περιορίζεται στην υποβοήθηση της εκδήλωσης τοπικών αστοχιών. Η τιμή του GSI που προκύπτει από το νέο διάγραμμα ξεκινάει από 60 και μπορεί να φτάσει και πάνω από 75. Στην κατηγορία αυτή χρειάζονται πολύ ελαφριά μέτρα υποστήριξης ή και καθόλου ανάλογα με τον τύπο του έργου.

Τύπος II: Η βραχόμαζα αυτού του τύπου αποτελεί την σημαντικότερη αλλαγή ανάμεσα στα δύο συστήματα και προκύπτουν διαφορές της τάξης των 20-40 μονάδων ανάλογα με την διαταραχή της βραχόμαζας. Η βραχόμαζα είναι μαζώδης και δεν παρατηρούνται διατμήσεις παρά μόνο πολύ μικρής κλίμακας κατά μήκος των ασυνεχειών. Ο κερματισμός είναι ελάχιστος και οι ασυνέχειες αραιές με μικρή εμμογή. Οι τιμές του GSI κυμαίνονται από 45-60 και τα μέτρα υποστήριξης είναι ελαφριά ή απουσιάζουν ανάλογα με τον τύπο του έργου.

Τύπος IV: Η προβολή αυτού του τύπου στο νέο διάγραμμα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής περίπου 10 μονάδων. Η βραχόμαζα IV αποτελείται από εναλλαγές σε ίσες αναλογίες ψαμμιτών και ιλυολίθων χωρίς όμως έντονη διαταραχή της βραχόμαζας ή πτύχωση. Οι στρώσεις

είναι διακριτοποιημένες με μεγάλη εμμογή ενώ οι διακλάσεις μικρή ανάπτυξη. Λόγω της μη έντονης διαταραχής και πτύχωσης η βραχόμαζα αυτή βαθμονομείται στο νέο διάγραμμα με τιμές από 45 έως 55 ανάλογα με την ποιότητα των ασυνεχειών. Η τιμή αυτή μπορεί να αυξηθεί παραπάνω ανάλογα με το πάχος των ψαμμιτικών πάγκων.

Τύπος VI: Ο τύπος VI παρουσιάζει επίσης σημαντικότερη αλλαγή σε σχέση με το παλιό σύστημα στο οποίο οι αντίστοιχες βραχόμαζες αντιστοιχούσαν σε μικρότερες κατά περίπου 20 μονάδες. Οι βραχόμαζες αυτές δεν παρουσιάζουν έντονη διαταραχή και πτύχωση και βαθμονομούνται με 35-45 μονάδες ανάλογα με την ποιότητα των ασυνεχειών. Η βραχόμαζα είναι συνεχής, ελάχιστα πτυχωμένη, έντονα στρωσιγενής με επιφάνειες ασυνεχειών με ψαμμιτικά στρώματα που βοηθούν στην καλή δομή.

Τύπος VIII: Ο τύπος αυτός είναι ίδιας λιθολογικής σύστασης με τον τύπο V, αλλά λόγω εντονότερης τεκτονικής καταπόνησης η βραχόμαζα χαρακτηρίζεται ως πολύ πτυχωμένη. Η βαθμονόμηση στο νέο διάγραμμα γίνεται με τιμές από 20 έως 35 ανάλογα με την ποιότητα των ασυνεχειών. Η δομή είναι έντονα διαταραγμένη με τα στρώματα των ιλυολίθων να έχουν διατμηθεί αλλά να διατηρούν την στρωσιγένειά τους. Η βραχόμαζα λόγω της πτύχωσης και της διαταραχής προσεγγίζει πλέον την ισότροπη συμπεριφορά. Οι υλιολιθικοί πάγκοι διατηρούν την πρωτογενή τους αντοχή, χωρίς να έχουν διατμηθεί. Οι διακλάσεις δεν έχουν μεγάλη εμμογή και οι ασυνέχειες είναι ολισθηρές και τοπικά αργιλοποιημένες. Το βασικό χαρακτηριστικό της βραχόμαζας είναι η έντονη πτυχωμένη και τοπικά διατμημένη δομή.

Τύπος IX: Η βραχόμαζα αυτή είναι κατακερματισμένη λόγω της έντονης τεκτονικής καταπόνησης. Η βραχόμαζα λόγω του κατακερματισμού συμπεριφέρεται ως ισότροπη και βαθμονομείται με τιμές από 25 έως 40 ανάλογα με την ποιότητα των ασυνεχειών. Η μορφή αυτή δεν είναι χαρακτηριστική ενός τυπικού φλύσχη καθώς τα ιλυολιθικά πετρώματα δεν είναι τόσο ισχυρής αντοχής ώστε να παραμορφωθούν τυπικά ψαθυρά, απαντάται όμως σε σειρές φλύσχη τύπου Αθηναϊκός Σχιστόλιθος που συναντήθηκε στο Μετρό της Αθήνας.

Τύπος X: Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από οριακά δομημένη μορφή, ένα στάδιο πριν την χαοτική δομή. Αποτελεί την εξέλιξη του τύπου VIII, έπειτα από τεκτονική καταπόνηση και βαθμονομείται με τιμές 15 έως 25 ανάλογα με την ποιότητα των ασυνεχειών. Ο τύπος αυτός ταυτίζεται με τον τύπο στο παλαιό διάγραμμα GSI(2000). Ο ιλυόλιθος είναι έντονα πτυχωμένος και διατμημένος με τα ψαμμιτικά στρώματα να ακολουθούν

αυτήν την παραμόρφωση. Η βραχόμαζα αν και συνεχίζει να είναι ετερογενής εξαιτίας της παρουσίας και των δύο γεωυλικών συμπεριφέρεται συνολικά ως ισότροπη. Το πιο βασικό χαρακτηριστικό των βραχόμαζών αυτού του τύπου είναι η έντονα πτυχωμένη και διατμημένη δομή. Δευτερεύουσα σημασία παρουσιάζουν οι ολισθηρές έως αργιλοποιημένες ασυνέχειες.

Τύπος XI: Η βραχόμαζα αυτού του τύπου έχει την πτωχότερη ποιότητα που μπορεί να απαντηθεί σε φλύσχη και βαθμονομείται με τιμές από 10 έως 20. Έχει προκύψει από έντονη τεκτονική διαταραχή σε ζώνες μεγάλων επωθήσεων ή επιπτεύσεων, τεκτονικών λεπιών. Ο ιλυόλιθος είναι πλήρως διατμημένος και έντονα φυλλοποιημένος με πολύ ολισθηρές ασυνέχειες και αργιλοποιημένες ζώνες. Η βραχόμαζα έχει χαοτική δομή και τα όποια ψαμμιτικά στρώματα που αρχικά δομούσαν την βραχόμαζα βρίσκονται διάσπαρτα μέσα σε αυτή. Η βραχόμαζα πλέον συμπεριφέρεται ισότροπα.

2.2.4 Εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων της βραχόμαζας του φλύσχη

Ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα κριτήρια για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων της βραχόμαζας είναι το κριτήριο Hoek & Brown (1997) το οποίο με κάποιες προσαρμογές μπορεί να εφαρμοστεί και για ετερογενείς βραχόμαζες. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμοσιμότητα του κριτηρίου είναι η ισοτροπία της βραχόμαζας συνεπώς δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε βραχόμαζες που η αστοχία τους ελέγχεται από μία συγκεκριμένη οικογένεια ασυνεχειών όπως στον φλύσχη. Για την εφαρμογή του κριτηρίου και την εκτίμηση της παραμορφωσιμότητας ισότροπων βραχομαζών απαιτούνται οι εξής τρεις παράγοντες :

- *Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (σ_c) του άρρηκτου πετρώματος.*

Αντί για την εκτέλεση δοκιμών μονοαξονικής θλίψης προτείνονται Δοκιμές Σημειακής Φόρτισης (Point Load Test) εξαιτίας της αδυναμίας διαμόρφωσης δοκιμίων άρρηκτου πετρώματος σε φλυσχικούς σχηματισμούς. Ο προσδιορισμός της αντοχής της βραχόμαζας μέσω δοκιμίων με ασυνέχειες θα έδινε εξαιρετικά χαμηλές τιμές αφού το ποσοστό της συμμετοχής των ασυνεχειών της βραχόμαζας στη μείωση της αντοχής του άρρηκτου πετρώματος προσδιορίζεται από το δείκτη GSI. Η τιμή μονοαξονικής αντοχής του άρρηκτου δείγματος μπορεί να υπολογιστεί κατά προσέγγιση από τον δείκτη σημειακής φόρτισης I_s (Brown 1981),

$$\text{όπου } I_s = P/D * D$$

P = το φορτίο που ασκείται στα σημεία

D = η απόσταση μεταξύ των σημείων

Σε περιπτώσεις όπου στο δοκίμιο εξαιτίας της χαμηλής αντοχής του υλικού προκαλείται πλαστική παραμόρφωση αντί για θραύση τότε τα αποτελέσματα δεν είναι αξιόπιστα.

- Σταθερά m_i .

Η σταθερά m_i του κριτηρίου Hoek & Brown αναφέρεται στον άρρηκτο βράχο και εκφράζει το αλληλοκλείδωμα των συστατικών των ορυκτών και των κόκκων και εξαρτάται από τον εκάστοτε πετρογραφικό τύπο. Ο υπολογισμός της γίνεται με τριαξονικές δοκιμές στον άρρηκτο βράχο. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εκτέλεση των απαραίτητων δοκιμών η σταθερά μπορεί να προσιδοριστεί κατά προσέγγιση από τον παρακάτω πίνακα.

Τύπος	Ομάδα	Υφή				
		Αβήρη	Μέση	Λεπτή	Πολύ λεπτή	
ΙΣΗΜΑΤΟΓΕΝΗ	Κλαστικά	Κρακαλοπαγή	Ψαμμίτες 17 ± 4	Ιαυολίθοι 7 ± 2	Αργιλόλιθοι 4 ± 2	
		Λατυποπαγή		Γραουβάκες (18 ± 3)	Αργ. σχιστόλιθοι (6 ± 2) Μάρμας (7 ± 2)	
	Μη κλαστικά	Ανθρακικά	Κρυσταλλικοί Ασβεστόλιθοι (12 ± 3)	Σπαρτικοί Ασβεστόλιθοι (10 ± 2)	Μικρικοί Ασβεστόλιθοι (9 ± 2)	Δολομίτες (9 ± 3)
		Εβαπορίτες		Γύψος 8 ± 2	Ανυδρίτης 12 ± 2	
	Οργανικά				Κρητίς 7 ± 2	
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ	Μη πτυχωμένα	Μάρμαρο 9 ± 3	Χαλαζίτες 20 ± 3 Μεταψαμμίτες (19 ± 3)	Κερατόλιθοι (19 ± 4)		
	Ελαφρά πτυχωμένα	Μηγματίτες (29 ± 3)	Αμφιβολίτες 26 ± 6	Γνεύσιοι 26 ± 5		
	Πτυχωμένα**		Σχιστόλιθοι 12 ± 3	Φυλλίτες (7 ± 3)	Σχίστες 7 ± 4	
ΠΥΡΙΓΕΝΗ	Πλατυώνια	Ανοιχτόχρωμα	Γρανίτης 32 ± 3	Διορίτης 25 ± 5		
		Σκοτεινόχρωμα	Γάββρος 27 ± 3 Νορίτης 20 ± 5	Δολερίτης (16 ± 5)		
	Υποαβυσσικά	Πορφύρης (20 ± 5)		Διαβάσης (15 ± 5)	Περιδοπίτης (25 ± 5)	
	Ηφαιστειακά	Λάβε		Ρυόλιθος (25 ± 5) Ανδεσίτης 25 ± 5	Δακίτης (25 ± 3) Βασάλτης (25 ± 5)	
		Πυροκλαστικά	Ηφ.Κρακαλοπαγή (19 ± 3)	Ηφ.Λατυποπαγή (19 ± 5)	Τόφφοι (13 ± 5)	

Σχήμα 6. Τιμές σταθεράς m_i (Marinos & Hoek 2001)

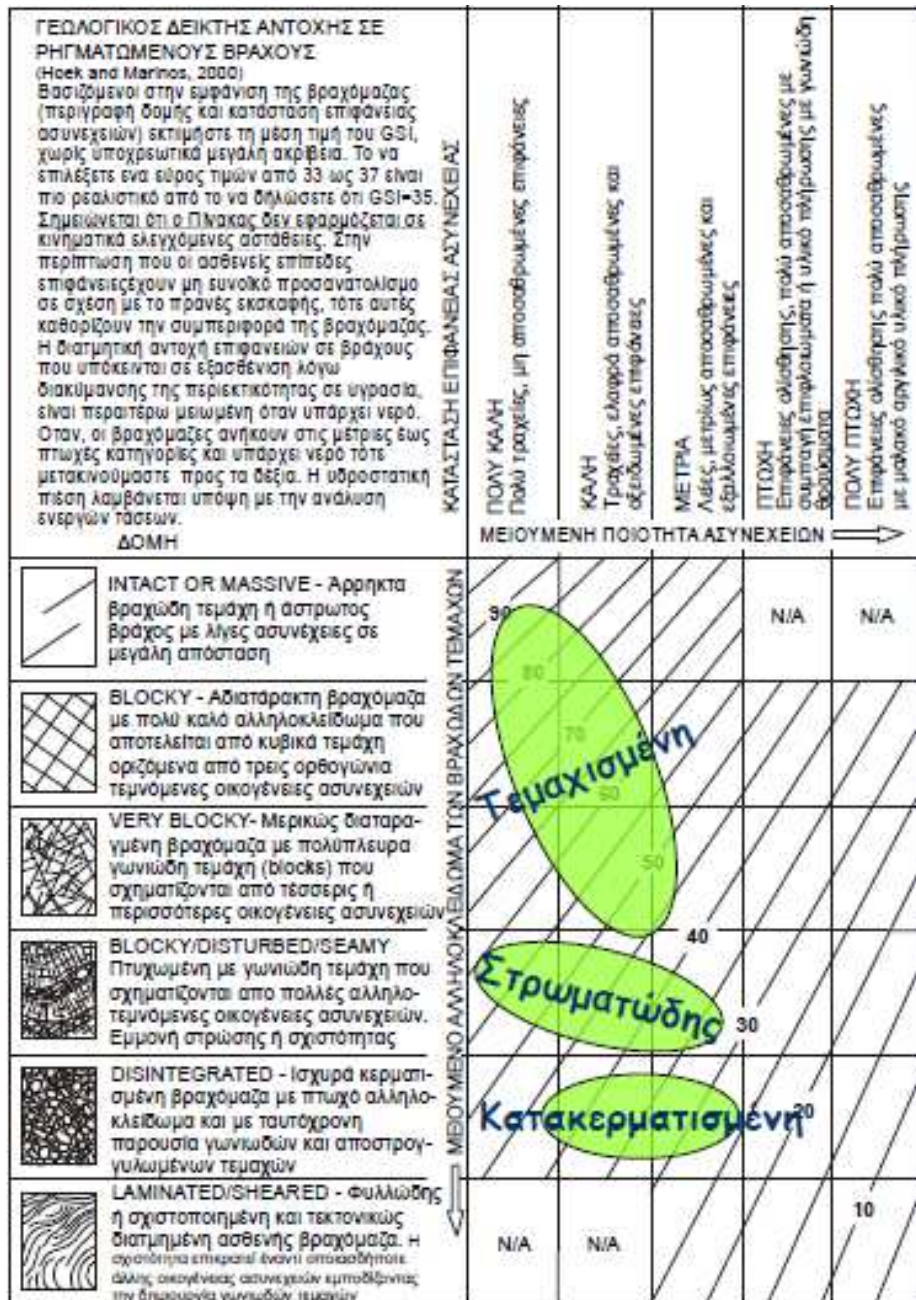
- Ο Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής (GSI).

Ο δείκτης που προκύπτει από το υπό μελέτη πέτρωμα σύμφωνα με τα διαγράμματα GSI.

3. Τεχνικογεωλογική θεώρηση Ασβεστολίθου

3.1 Εισαγωγή

Οι ασβεστόλιθοι προέρχονται από την καθίζηση και την διαγέννεση ανθρακικού ασβεστίου (CaCo3) και σχηματίζονται μέσα σε θαλάσσιο περιβάλλον. Η τεχνική τους συμπεριφορά εξαρτάται από τον προσανατολισμό, την πυκνότητα και το εύρος των διακλάσεων τους. Είναι πετρώματα με μεγάλες αντοχές κατάλληλα για δομικά έργα.



Σχήμα 7. Τιμές GSI ασβεστολίθων (Marinos P.)

Οι τιμές GSI των ασβεστολίθων γενικά δεν βρίσκονται στην τελευταία γραμμή και στις τελευταίες δύο κολώνες του διαγράμματος GSI καθώς όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για πετρώματα αρκετά ισχυρά εκτός και αν καταπονηθούν από ειδικές περιπτώσεις που θα αναφερθούν παρακάτω.

Οι τρεις ομάδες που είναι πιο διαδεδομένες όσον αφορά την ποιότητα και τα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά των ασβεστολίθων είναι οι εξής: **Τεμαχισμένοι, στρωματώδεις και κατακερματισμένοι** ασβεστόλιθοι.

Στην **πρώτη** ομάδα ανήκουν οι ισχυρότεροι εκ των ασβεστολίθων καθώς όπως προκύπτει από την δομή τους στο διάγραμμα GSI. Πρόκειται για ασβεστόλιθους που παρουσιάζουν μεγάλες αντοχές και καλό αλληλοκλείδωμα τεμαχών και τα μέτρα υποστήριξης ποικίλουν από ελαφριά μέχρι και απουσιάζουν μερικές φορές ανάλογα με το τεχνικό έργο. Οι τιμές GSI σε αυτήν την κατηγορία είναι από 50 έως 90. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι άστρωτοι ασβεστόλιθοι και αποτελούν το ανώτερο μέρος όσον αφορά τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά και συνεπώς τις τιμές του GSI. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί αποτελούν εξαιρετικά πετρώματα από γεωτεχνικής άποψης.

Στη **δεύτερη** κατηγορία των στρωματώδων ασβεστόλιθων ανήκουν οι ασβεστόλιθοι με μέτρια τεχνικά χαρακτηριστικά και οι τιμές του GSI είναι από 30 έως 55. Πολύ μεγάλη σημασία στην κατηγορία αυτή όσον αφορά την αξιολόγηση της τόσο για τα τεχνικά χαρακτηριστικά όσο και για την τιμή του GSI παίζει ρόλο η διεύθυνση κλίσης των στρωμάτων σε συνδυασμό με το έργο, δηλαδή εάν είναι δυσμενής ή ευνοϊκή.

Στην **τρίτη** κατηγορία των κατακερματισμένων ασβεστόλιθων ανήκουν οι ασβεστόλιθοι των οποίων τα χαρακτηριστικά έχουν αλλοιωθεί από τεκτονική καταπόνηση. Οι τιμές του GSI κυμαίνονται από 25 έως 45. Παρά την καταπόνηση που έχει υποστεί οι τιμές είναι μέτριες και αυτό οφείλεται στην καλή κατάσταση των ασυνεχειών. Εδώ τα μέτρα υποστήριξης ποικίλουν αλλά δεν απουσιάζουν.

3.2 Ειδικές περιπτώσεις καταπόνησης ασβεστολίθων

Η συμπεριφορά των ασβεστολίθων αλλάζει όταν παρουσιάζουν καρστική διάβρωση. Η διαδικασία αυτή είναι η διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου από το νερό που εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους με στρογγυλεμένο ανάγλυφο και μικρά κλειστά βυθίσματα (δολίνες και πόλγες), ενώ στην μάζα του πετρώματος εμφανίζονται κενά ποικίλου εύρους (από mm μέχρι m) και ενίοτε εμφανίζονται πληρωμένα με αργιλικό υλικό και είναι πιθανόν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Συνέπεια των παραπάνω είναι το πέτρωμα να εμφανίζει μεγάλη περατότητα και ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας που δημιουργείται να μην παρουσιάζει ενιαία στάθμη όταν οι αγωγοί δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Η ύπαρξη καρστικών κενών δημιουργεί τόσο προβλήματα στην θεμελίωση τεχνικών έργων όσο και στην διάνοιξη σήραγγών. Στις σήραγγες είναι σημαντικό να καθοριστεί εάν η διάτρηση γίνεται κάτω ή πάνω από την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα λόγω επικινδυνότητας αιφνίδιων παροχών νερού. Σε ρηχές σήραγγες μπορεί να γίνει γνωστή η ύπαρξη τέτοιων δομών με γεωφυσικά μέσα. Σε βαθιές, όμως, σήραγγες και μέσα σε μάζες βουνών ο μόνος ασφαλής τρόπος είναι το probing ahead δηλαδή η προπορευόμενη δοκιμαστική εκσκαφή μερικά μέτρα μπροστά από το μέτωπο.

Περιπτώσεις τεκτονισμένων ασβεστολίθων με ή χωρίς εναλλαγές.

Σύνθετη βραχόμαζα:

- Εναλλαγές ικανών (υψηλής γενικά αντοχής) ασβεστολιθικών πάγκων και μη ικανών (χαμηλής γενικά αντοχής) ιλυολιθικών & αργιλοσχιστολιθικών στρωμάτων
- Βαθμός & τύπος τεκτονικής διαταραχής
- Διαταράσσεται η γεωμετρία. Ομοιογενής ετερογενής χαοτική ασθενής βραχόμαζα
- Σε έντονη τεκτονική καταπόνηση δημιουργούνται μεγάλες ζώνες κατακλαστικού υλικού
- Σε περίπτωση εναλλαγών με αργιλόλιθους και σε ζώνες ρηγμάτων η παρουσία της αργίλου αποκτά ακόμα μεγαλύτερη σημασία διότι δρα ως θεμελιώδη μάζα και τα ασβεστολιθικά τεμάχια χάνουν την αλληλοεμπλοκή μεταξύ τους.
- Παρουσία καρστικών κοιλοτίτων πληρωμένων με εδαφικά υλικά ή κενών.

4. Εισαγωγή αριθμητικών παραμέτρων για την ακριβέστερη περιγραφή του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής (GSI)

4.1 Γενικά

Τα πετρώματα ταξινομούνται με βάση την ορυκτολογική τους σύσταση, την υδροπερατότητά τους, το χρώμα, την κοκκομετρία τους κ.α. Όταν όμως ταξινομούνται για γεωτεχνικούς σκοπούς τότε υπάρχει η ανάγκη της ταξινόμησής τους ως προς την φέρουσα ικανότητα, την παραμορφωσιμότητα, την συνοχή κ.α. Μια ταξινόμηση βραχόμαζας πρέπει να είναι ικανή να μπορεί να διαχωρίσει μια βραχόμαζα μέσα από μια ομάδα βραχομαζών με παρόμοια χαρακτηριστικά αλλά και να μπορεί να εξάγει πληροφορίες και στοιχεία για γεωμηχανικό σχεδιασμό. Για την αποδοτική και επιτυχής χρήση του συστήματος ταξινόμησης πρέπει αυτό να είναι απλό, κατανοητό και εύκολο στην χρήση. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι εύκολα μετρήσιμες και να συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αντανakλούν την ποιότητα της βραχόμαζας. Είναι επιτακτική ανάγκη, όταν ταξινομείται μια βραχόμαζα και για να καταλάβουμε την αντίδραση της σε καταπόνηση, να λάβουμε με κάποιον τρόπο την έκταση της μείωσης των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών από αυτή του άρρηκτου βράχου, να γίνει δηλαδή απομείωση των χαρακτηριστικών. Κάτι τέτοιο είναι θετικό καθώς οι εργασίες υπαίθρου είναι χρονοβόρες και κοστοβόρες και μερικές φορές μη επαρκείς για την πρόγνωση ρεαλιστικών σχεδιαστικών παραμέτρων.

Η μέθοδος για την εκτίμηση των γεωτεχνικών παραμέτρων είναι η απόληψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων για να γίνουν οι απαραίτητες εργασίες στο εργαστήριο. Μια τέτοια διαδικασία ωστόσο πολλές φορές δεν είναι ικανοποιητική όπως σε περιπτώσεις δειγμάτων που δεν μπορούν να αποδώσουν σε ικανοποιητικό βαθμό την συνολική εικόνα της βραχόμαζας. Προς το παρόν, υπάρχουν διάφορες ταξινομήσεις βραχόμαζας για τον υπολογισμό της μονοαξονικής θλίψης με τις κυριότερες : Rock Mass Rating (RMR), Q , J_f και Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής (GSI). Ένα πέτρωμα, είτε άρρηκτο είτε με ασυνέχειες, πρέπει να ταξινομείται στην κατάσταση που βρίσκεται στην φύση και κάτω από τις γεωλογικές συνθήκες τις υπό μελέτης βραχόμαζας.

4.2 Σύνδεση αριθμητικών παραμέτρων μεταξύ GSI και άλλων ταξινομήσεων

Οι Hoek και Brown συνιστούν την υιοθέτηση του GSI για την εκτίμηση των παραμέτρων m_j και s_j του κριτηρίου αστοχίας Hoek-Brown για την εκτίμηση της αντοχής κάτω από την ζητούμενη πίεση. Από την αξιολόγηση RMR (Beniawski), το ονομαζόμενο $(RMR)_{76}$, το GSI λαμβάνει υπόψη τέσσερα στοιχεία του RMR : την αντοχή του άρρηκτου βράχου, το RQD, και το άνοιγμα και την ποιότητα των ασυνεχειών, εκχωρώντας 10 βαθμούς στο υπόγειο νερό και 0 βαθμούς στην κλίση των ασυνεχειών. Επομένως, για τιμές GSI μεγαλύτερες του 18 έχουμε :

$$GSI = (RMR)_{76}$$

Για τιμές $(RMR)_{76} < 18$ προτείνεται η χρησιμοποίηση τιμών Q. Ειδιάλλως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το $(RMR)_{89}$ με εκχώρηση 15 βαθμών στο υπόγειο νερό αντί για 10 όπως στο $(RMR)_{76}$. Άρα για $(RMR)_{89} > 23$ έχουμε :

$$GSI = (RMR)_{89} - 5$$

Για $(RMR)_{89} < 23$ η τιμή του Q λαμβάνεται από την εξής εξίσωση :

$$Q = (RQD/J_s)(J_r/J_a)$$

Και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του GSI ως εξής :

$$GSI = 9 \log_e Q + 44$$

Για την εκτίμηση της μονοαξονικής θλίψης για $GSI > 25$ σε περίπτωση αδιατάρακτης βραχώμαζας έχουμε :

$$\Sigma c_j / \sigma_{ci} = \sqrt{s_j} \quad \text{όπου } s_j = \exp[(GSI - 100)/9]$$

Για την εκτίμηση της παραμορφωσιμότητας E, ο Hoek προτείνει την χρήση του RMR και όχι του GSI με την εξής εξίσωση :

$$E_j = 10^{(RMR-10)/40} \text{ (GPa)}$$

4.3 Εισαγωγή αριθμητικών παραμέτρων στον Γεωλογικό Δείκτη Αντοχής (GSI)

Ένα πολύ σημαντικό γεγονός είναι η χρησιμοποίηση των κατηγοριών της αδιατάρακτης και διαταραγμένης βραχώμαζας κατά την εκτίμηση των παραμέτρων. Οποιαδήποτε ενόχληση στην βραχώμαζα λόγω τοπικών παραγόντων π.χ εκρήξεων κατά την εκσκαφή πρέπει να ληφθεί υπόψη, και επομένως, να γίνει κάποια ρύθμιση στην εκτίμηση του GSI. Οι Hoek και Brown κατέληξαν ότι ένα από τα πρακτικά προβλήματα που προέκυπτε κατά την εκτίμηση του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής στο ύπαιθρο είχε να κάνει με την ζημιά που προκαλούταν από τις εκρήξεις. Εκεί λοιπόν, που προέκυπταν νέες επιφάνειες ασυνεχειών λόγω των εκρήξεων ο δείκτης GSI θα μπορούσε να δείξει μέχρι και 15 μονάδες λιγότερο. Έτσι, οι Hoek και Brown πρότειναν ότι μπορεί για να γίνει η διόρθωση της τιμής, σε περιοχές που καταπονήθηκαν εντόνως από εκρήξεις, με την άνοδο μιας γραμμής στον πίνακα GSI (Σχήμα 1. Σελ.11). Ωστόσο, αν και μπορεί να παίρνουμε μια σωστή τιμή GSI, πρόκειται για μια κίνηση που μπορεί να οδηγήσει σε μια αύξηση της τιμής της μονοαξονικής θλίψης μέχρι και 70%.

Έρευνες έχουν καταλήξει σε διάφορες εξισώσεις με σκοπό την όσο το δυνατόν ακριβέστερη τιμή GSI με την προσθήκη περισσότερων μεταβλητών. Με το που γίνει η εκτίμηση του GSI οι αριθμητικές παράμετροι που περιγράφουν την βραχώμαζα υπολογίζονται από τις εξής εξισώσεις :

$$M_b = m_i \exp [(GSI-100) / 28] \quad (1) \quad , \text{ όπου } m_i \text{ τιμή του άρρηκτου βράχου.}$$

Για τιμές $GSI > 25$ δηλαδή βραχώμαζες μέτριας έως καλής ποιότητας

$$S = \exp[(GSI-100) / 9] \quad (2)$$

Και

$$\alpha = 0.5$$

Για τιμές $GSI < 25$ δηλαδή βραχώμαζας φτωχής ποιότητας

$$S = 0$$

$$\alpha = 0.65 - GSI/200 \quad (3)$$

Γίνεται εμφανές, από τις παραπάνω εξισώσεις, ότι οι παράμετροι της βραχόμαζας είναι ευαίσθητες στην τιμή του GSI. Η έλλειψη παραμέτρων για την αξιολόγηση των επιφανειών των ασυνεχειών και της δομής της βραχόμαζας μας αποτρέπει στην εκτίμηση μιας τιμής GSI ακόμα πιο ακριβείας. Οι Sonmez και Ulusay (1999) εισήγαγαν δύο παραμέτρους ‘structure rating, SR’ που βασίζεται στην καταμέτρηση των ασυνεχειών (volumetric count J_v) και ‘surface condition rating, SCR) υπολογιζόμενο από παραμέτρους. Οι προτεινόμενες αξιολογήσεις του RMR επιλέγονται για αυτές τις παραμέτρους. Σύμφωνα με την κάθε δοθείσα παράμετρο από το Σχήμα 9 (σελ. 37), η συνολική τιμή υπολογίζεται από το

$$SCR = R_r + R_w + R_f,$$

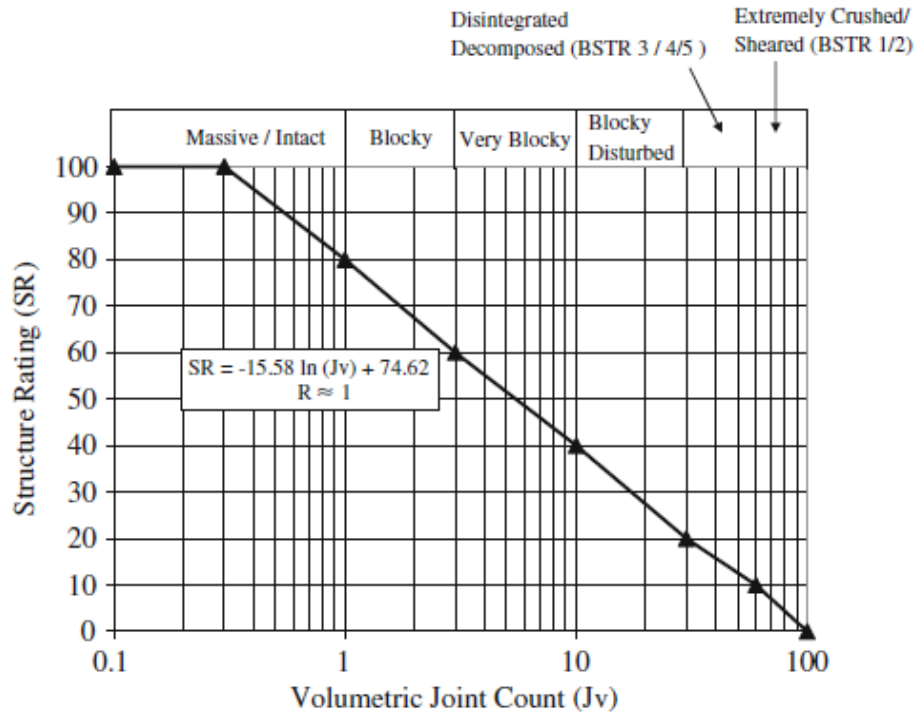
όπου R_r , R_w , R_f είναι roughness, weathering και infilling αντίστοιχα.

Structure Rating (SR) : Στο αρχικό διάγραμμα GSI (Σχήμα 1) η δομή της βραχόμαζας δίνεται ποιοτικά και εκφράζεται από το αλληλοκλείδωμα των κομματιών του βράχου. Σε αυτήν όμως την έκφραση δεν υπάρχει ποσοτική πληροφορία. Έτσι, έγινε μια προσπάθεια από τους Sonmez και Ulusay να ποσοτικοποιήσουν την δομή. Για τον σκοπό αυτό προτάθηκε ο όρος Structure Rating. Ο ορισμός του structure rating προκύπτει κυρίως από το μέγεθος των τεμαχίων.

Volumetric Joint Count (J_v) : Το J_v ορίζεται ως ο αριθμός των διακλάσεων που βρίσκονται εντός $1m^3$ βραχόμαζας.

Με βάση το J_v και την δομή της βραχόμαζας SR οι Sonmez και Ulusay οδηγήθηκαν στην σύνδεση των δύο παραμέτρων με την εξής εξίσωση :

$$SR = - 0.175 \ln(J_v) + 0.798(0 \leq SR \leq 1)$$



Σχήμα 8. Η σχέση μεταξύ SR και J_v (Osgoui 2010)

Το μέγεθος των τεμαχών είναι μια πολύ σημαντικός δείκτης για την βραχώμαζα. Τα μεγάλα τεμάχια τείνουν να έχουν καλύτερο αλληλοκλείδωμα. Σε περιπτώσεις πρανών, μικρού μεγέθους τεμάχια μπορεί να προκαλέσουν περιστροφικές ολισθήσεις αντί για δομικές ολισθήσεις. Οι διαστάσεις των τεμαχών καθορίζονται από 3 παραμέτρους, την απόσταση, τον αριθμό και την εμμογή των ασυνεχειών. Ωστόσο, για να ελαττωθεί ο αριθμός των πληροφοριών, η χρησιμοποίηση μιας παραμέτρου που θα λαμβάνει υπόψη μία ή δύο από τις παραπάνω παραμέτρους θεωρείται πιο πρακτική. Έτσι, το J_v, που καθορίζεται από του αριθμού των ασυνεχειών ενός μέτρου για κάθε οικογένεια ασυνεχειών προτείνεται για την περιγραφή της δομής της βραχώμαζας. Το J_v υπολογίζεται από τις εξής εξισώσεις :

$$J_v = \frac{N_1}{L_1} + \frac{N_2}{L_2} + \dots + \frac{N_n}{L_n}$$

$$J_v = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \dots + \frac{1}{S_n}$$

Όπου S η αληθινή απόσταση, N ο αριθμός των ασυνεχειών σε μία διάσταση, L το μήκος της διάστασης και n ο αριθμός της οικογένειας

των ασυνεχειών. Στην περίπτωση όπου η βραχόμαζα έχει πολύ μεγάλο πλήθος ασυνεχειών καθιστά δύσκολη την αναγνώριση και τον καθορισμό του δομικού μοντέλου. Εφόσον οι ασυνέχειες σε τέτοιες βραχόμαζες δεν εμφανίζουν διαφορές στις διευθύνσεις τους μπορούν να θεωρηθούν σαν ομογενής και ισότροπες. Σε τέτοιες βραχόμαζες δεν συνίσταται να οι παραπάνω εξισώσεις για τον καθορισμό του J_v . Αντ' αυτού υπάρχει μια πιο πρακτική προσέγγιση από τον εξής τύπο :

$$J_v = N_x/L_x * N_y/L_y * N_z/L_z$$

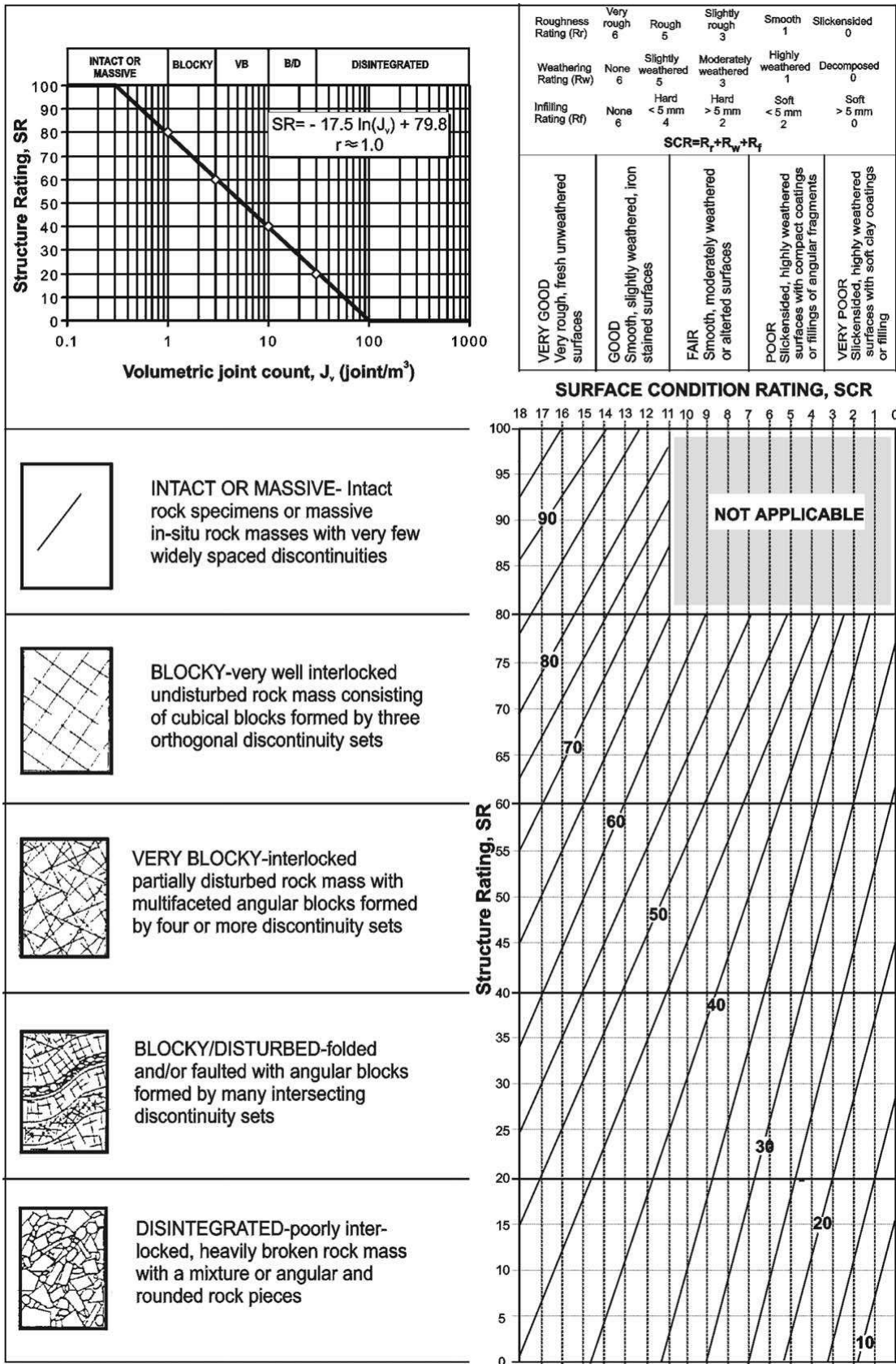
Όπου N_x , N_y , N_z , ο αριθμός ασυνεχειών κατά μήκος των διευθύνσεων. Παρ'όλα αυτά σε μερικές περιπτώσεις δεν μπορούν να βρεθούν ενδείξεις σε όλες τις διαστάσεις της βραχόμαζας οπότε η προηγούμενη σχέση μετατρέπεται σε :

$$J_v = (N/L)^3$$

Ακολουθεί ένας πίνακας με τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν και θα χρησιμοποιηθούν στα παρακάτω κεφάλαια κατά Ramamurthy (2004).

Nomenclature		Q	rock mass quality
c_j	cohesion intercept on sliding joint	Q_c	rock mass quality normalized by $\sigma_{ci}/100$
E	deformation modulus	RMR	rock mass rating
E_t	tangent modulus at 50% of failure stress	RQD	rock quality designation
GSI	geological strength index	r	strength factor on sliding joint
J_a	rating for joint alteration	SRF	rating for faulting, strength/stress ratio, squeezing and swelling
J_f	joint factor	s	material parameter as per Hoek and Brown
J_n	joint frequency, i.e. number of joints/m	ϵ_f	axial failure strain
J_r	rating for joint surface strength	γ	density of rock mass (g/cm^3)
JRC	joint roughness coefficient	ϕ_j	friction angle on sliding joint
J_s	rating for joint sets	τ_j	shear strength on sliding joint
J_w	rating for water softening, inflow and pressure	σ_c	unconfined compressive strength
M_r	modulus ratio	σ_{nj}	normal stress on sliding joint
m	material parameter as per Hoek and Brown	Note:	Subscripts i and j added to E , M_r , m , s , ϵ_f and σ_c refer to the intact rock and jointed rock mass, respectively.
n	inclination factor to account for the joint orientation		

Πίνακας 2. Σύμβολα μεταβλητών και σταθερών κατά Ramamurthy (2004)



Σχήμα 9. Ποσοτικό διάγραμμα GSI κατά Sonmez (2001)

4.4 Υπολογισμός m_b και s μέσω απόδοσης εύρους στις εξισώσεις και σύνδεση με τον συντελεστή ασφαλείας

Μερικοί παράγοντες, όπως η μέθοδος εκσκαφής, είναι τοπικοί παράγοντες που επηρεάζουν την βραχώμαζα σε συγκεκριμένες τοποθεσίες αλλά δεν είναι σταθερές της βραχώμαζας. Η μεγαλύτερη επιρροή της εκσκαφής είναι στην απόσταση των ασυνεχειών καθώς βραχώμαζες που έχουν λάβει ζημιά από έκρηξη θα παρουσιάζουν περισσότερες ασυνέχειες και συνεπώς μικρότερη απόσταση μεταξύ αυτών. Έτσι, για να αντισταθμιστούν αυτοί οι τοπικοί παράγοντες είναι απαραίτητο να γίνουν κάποιες μεταβολές στην ταξινόμηση βραχώμαζας όπως αναφέρουν οι Sonmez et al.(1997) που κατέληξαν σε μια καλή σύνδεση μεταξύ εκτιμώμενων τιμών GSI και ανάστροφων αναλύσεων σε αστοχίες πρανών και την απόδοση ενός συντελεστή διαταραχής. Για να ελεγχθεί η ορθότητα των εξισώσεων και του συντελεστή διαταραχής έγιναν τέσσερις προσεγγίσεις με την χρησιμοποίηση του ποσοτικού διαγράμματος GSI (Σχήμα 9) σε πρανή που αστόχησαν κατά Sonmez (1999).

Η διαδικασία των ανάστροφων αναλύσεων ξεκινάει με την εκτίμηση του GSI από το Σχήμα 9 σύμφωνα με τις δοθείσες παραμέτρους. Έπειτα, οι ακόλουθες προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση της ορθότητας των εξισώσεων.

Προσέγγιση 1 : Χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις (1-2) χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η μέθοδος εκσκαφής και η διαταραχή της βραχώμαζας.

Προσέγγιση 2 : Ένας συντελεστής διαταραχής (disturbance factor d_f) που εξαρτάται από την μέθοδο εκσκαφής τοποθετείται στον αριθμητή και πολλαπλασιάζεται με την τιμή του GSI που εμφανίζεται στις εξισώσεις (1 έως 3)

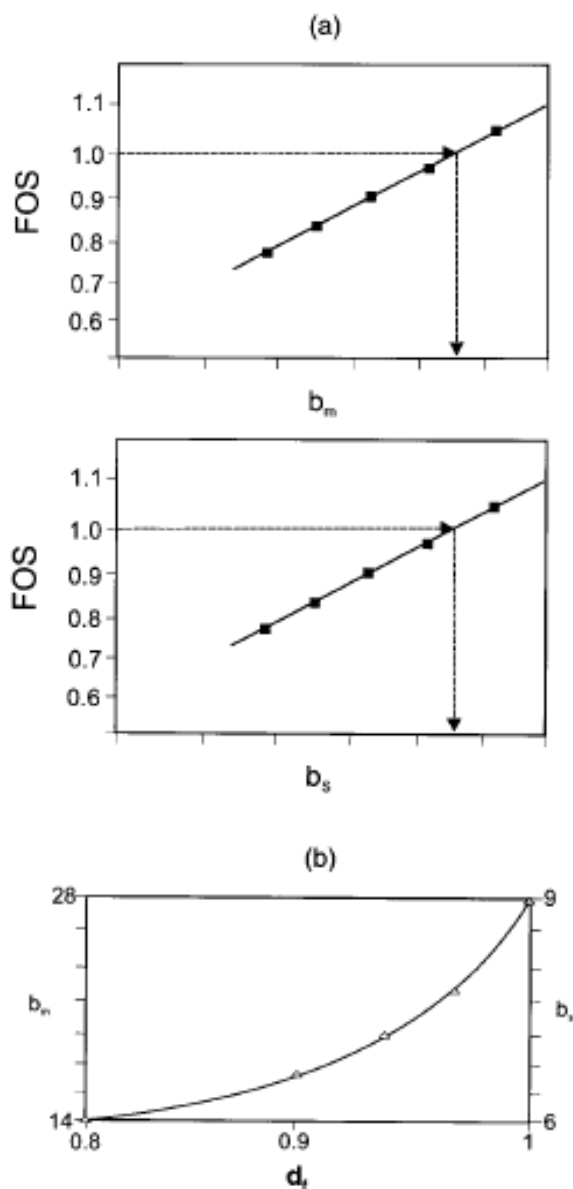
Προσέγγιση 3 : Ένας συντελεστής διαταραχής (d_f) τοποθετείται και πολλαπλασιάζεται με τους αριθμούς που παρουσιάζονται στον παρανομαστή των εξισώσεων (1-2) που είναι 28 και 9 αντίστοιχα.

Προσέγγιση 4 : Στην προηγούμενη μορφή οι παρανομαστές των εξισώσεων ήταν 28 και 14 για το m_b και 6 και 9 για το s για άρρηκτη και διαταραγμένη βραχώμαζα, αντίστοιχα. Είναι πρακτικό, επομένως, να αντικατασταθούν αυτές οι τιμές με μεταβλητές και επομένως οι εξισώσεις 1 και 2 να γίνουν αντίστοιχα :

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{b_m}\right) \quad (b_m = 14 - 28)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{b_s}\right) \quad (b_s = 6 - 9)$$

Στην τέταρτη προσέγγιση πέντε διαφορετικές τιμές εκχωρούνται στο b_m (ξεκινώντας από 28 έως 14) και στο b_s (από 9 έως 6) και ύστερα υπολογίζονται οι τιμές του συντελεστή ασφαλείας (Factor of safety FOS) που αντιστοιχούν στα ζεύγη τιμών b_m και b_s . Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα (a) FOS- b_m και FOS- b_s . Οι τιμές των b_m και b_s έπειτα πλοτάρονται σε αντιστοιχία με τιμές του συντελεστή διαταραχής d_f για την καθιέρωση σχέσης μεταξύ των b_m , b_s και d_f .



Σχήμα 10. Διαγράμματα σύνδεσης FOS- b_m , FOS- b_s και $b_m b_s$ - d_f

Οι παραπάνω προσεγγίσεις έχουν τα εξής αποτελέσματα και μετατροπές στις αρχικές εξισώσεις :

Αποτέλεσμα προσέγγισης 1 : Οι παράμετροι υπολογίστηκαν από τις αρχικές εξισώσεις (1, 2 και 3) χωρίς να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής διαταραχής ή να γίνει κάποια τροποποίηση. Ο συντελεστής ασφαλείας που προκύπτει είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τον πραγματικό και δείχνει ότι δεν μπορούν να προκύψουν προβλήματα αστοχίας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι μη ρεαλιστικά λόγω της έλλειψης του συντελεστή διαταραχής d_f . Έτσι, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μια τροποποίηση είναι απαραίτητη στις εξισώσεις Hoek και Brown.

Αποτέλεσμα προσέγγισης 2 : Στις αναλύσεις της δεύτερης προσέγγισης προστέθηκε ο συντελεστής διαταραχής ο οποίος πολλαπλασιάστηκε με την τιμή του GSI έτσι ώστε να υπολογιστεί η διαταραχή της βραχώμαζας. Έτσι, οι εξισώσεις 1 2 και 3 παίρνουν τις ακόλουθες μορφές :

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI \times d_f - 100}{28}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI \times d_f - 100}{9}\right)$$

$$a = 0.65 - \frac{GSI \times d_f}{200}$$

Ωστόσο, οι υπολογιζόμενες τιμές του συντελεστή ασφαλείας είναι σημαντικά μεγαλύτερες δείχνοντας ότι πρόκειται για ασφαλή πρανή. Ως εκ τούτου αυτή η προσέγγιση δεν ικανοποίησε τα κριτήρια.

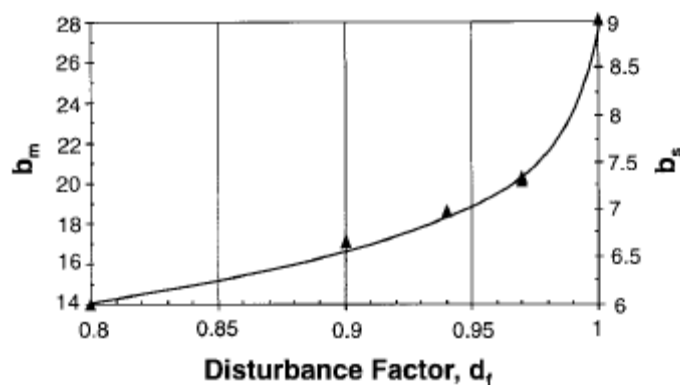
Αποτέλεσμα προσέγγισης 3 : Εδώ ο συντελεστής διαταραχής πολλαπλασιάστηκε με τον σταθερό αριθμό του παρανομαστή των εξισώσεων 1 και 2 ως εξής :

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 \times d_f}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 \times d_f}\right)$$

Ωστόσο, ακόμα και σε αυτόν τον τρόπο ανάλυσης ο συντελεστής ασφαλείας είναι ακόμα αρκετά μεγαλύτερος από τον πραγματικό και τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά.

Αποτέλεσμα προσέγγισης 4 : Στην τελευταία αυτή προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της τρίτης προσέγγισης, 5 διαφορετικές τιμές στο b_m και b_s στις εξισώσεις 4 και 5 (σελ. 38) από 14 έως 28 και 6 έως 9, αντίστοιχα. Ύστερα, από τα ζεύγη τιμών προκύπτουν οι τιμές του συντελεστή ασφαλείας. Δημιουργώντας ένα σύνθετο διάγραμμα για τα ζεύγη τιμών d_f - b_m και d_f - b_s μας οδηγεί στο εξής διάγραμμα :



Από το εξής διάγραμμα προκύπτουν οι κάτωθι εξισώσεις που μας επιτρέπουν τον ακριβή υπολογισμό των παραμέτρων b_m και b_s υπολογιζόμενου και του συντελεστή διαταραχής :

$$b_m = 3.14 \ln\left(\frac{d_f}{d_f + 340(1 - d_f)}\right) + 28$$

$$b_s = 0.67 \ln\left(\frac{d_f}{d_f + 340(1 - d_f)}\right) + 9$$

Τα αποτελέσματα των ανάστροφων αναλύσεων έδειξαν ότι οι εξισώσεις που υπολογίζουν μεταβλητές για τον άρρηκτο βράχο χωρίς τον υπολογισμό ενός συντελεστή διαταραχής δεν είναι ακριβείς. Έτσι, συνίσταται για τον υπολογισμό παραμέτρων βραχώμαζας να υπολογίζονται οι μεταβλητές b_m και b_s από τις άνωθεν εξισώσεις.

5 Συμπεράσματα

Στα κεφάλαια που προηγήθησαν έγινε μια προσπάθεια για μια ποσοτική ταξινόμηση μέσω του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής και αναφέρθηκαν διάφορες ποσοτικές μεταβλητές και αριθμητικές παράμετροι για μια πιο ακριβής ταξινόμηση βραχομαζών. Αναφέρθηκαν οι παράμετροι structure rating και surface condition rating καθώς και volumetric joint count και ένας ποσοτικός πίνακας GSI (Σχήμα 9.) που υπολογίζει το GSI με εύκολα μετρήσιμες παραμέτρους όπως roughness, weathering και infilling (σκληρότητα, διάβρωση και υλικό πλήρωσης). Σύμφωνα με τις παραπάνω παραμέτρους και με την εισαγωγή τους στον τροποποιημένο πίνακα GSI υπολογίζεται μια πιο ακριβής τιμή GSI. Έγινε, επίσης, μια σύνδεση μεταξύ μεταβλητών υπολογίσιμων από το GSI οι οποίες εν συνεχεία μπορούσαν να μας δώσουν τον συντελεστή ασφαλείας. Με ανάστροφες αναλύσεις και διάφορες προσεγγίσεις που έγιναν φάνηκε το πόσο χρήσιμες είναι οι αριθμητικές παράμετροι που εισήχθησαν στον υπολογισμό του GSI καθώς με τις εξισώσεις που προτάθηκαν από τους ερευνητές φτάσαμε σε έναν πιο ρεαλιστικό υπολογισμό του συντελεστή ασφαλείας και επομένως σε μια πιο επιτυχής χρησιμοποίηση των ταξινομήσεων. Η καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς των διατμημένων, κυρίως, βραχομαζών είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα για την Τεχνική Γεωλογία και με την συνεχή μελέτη και την πρόσθεση νέων αριθμητικών παραμέτρων αλλά και τροποποίηση των υπάρχοντων πιθανότητα θα οδηγήσει σε ολοένα και καλύτερα εργαλεία ταξινόμησης και σε πιο ακριβείς μεθόδους υπολογισμού των χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς διαφόρων τύπων βραχομαζών και κατ'επέκταση στην ασφαλέστερη και πιθανότατα γρηγορότερη, οικονομικότερη επιφανειακή και υπόγεια εκσκαφή και γενικότερα στα τεχνικά έργα. Κάτι τέτοιο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της 'Γεωλογικής εικόνας' του υλικού και θα πρέπει να τηρούνται οι περιορισμοί ούτως ώστε να διασφαλίζεται η σωστή χρησιμοποίηση των ταξινομήσεων.

Το επόμενο κομμάτι της εργασίας αποτελείται από φωτογραφικό υλικό βραχομαζών με σκοπό την ταξινόμησή τους και τον όσο τον δυνατό ακριβέστερο υπολογισμό της τιμής του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής και στον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων των βραχομαζών. Αναλυτικότερα, χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες από τρεις κατηγορίες πετρωμάτων (Φλύσχης, Ασβεστόλιθος, Γνεύσιος) από διάφορες ζώνες της Ελλάδος και κυρίως από την Ιόνιο ζώνη και την ζώνη της Πίνδου. Χρησιμοποιήθηκαν 11 παραδείγματα Φλύσχη

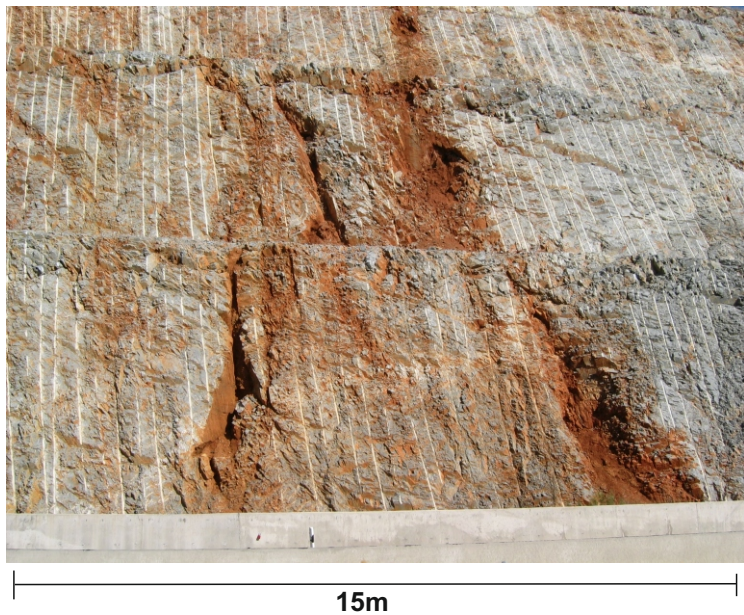
και παρατηρήθηκε ότι ψηλές τιμές του GSI συνδέονται κυρίως με δομικές αστοχίες (επίπεδες και σφηνοειδείς ολισθήσεις) που με την πτώση στην τιμή του GSI άρχισαν να αλλάζουν σε περιστροφικές ολισθήσεις λόγω της πτώσης των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της βραχώμαζας και την αλλαγή της συμπεριφοράς ως ισότροπη. Παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά τις αστοχίες παρατηρήθηκαν και στις 9 περιπτώσεις των Ασβεστολίθων που ωστόσο φάνηκε ότι ήταν δυσκολότερο να χάσουν τα γεωτεχνικά τους χαρακτηριστικά και να εμφανίσουν μια πιο ισότροπη συμπεριφορά με τα φαινόμενα περιστροφικών ολισθήσεων να είναι κυρίως τοπικά και μικρού μεγέθους. Οι τελευταίες 4 περιπτώσεις αναφέρονται σε Γνευσίους και την τάση τους να εμφανίζουν κυρίως δομικές αστοχίες.

***ΛΕΥΚΩΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ
GSI ΣΕ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ
ΧΩΡΟΥ***

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

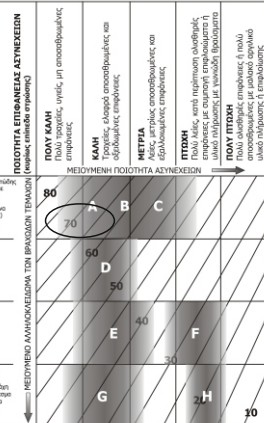
ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ

(B. Μερνός, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της θολωτικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχιών (κυρίως της στρώσης) της βραχώδους επιφάνειας του πεδίου. Επιδείξει τη θέση στο πεδίο που εμφανίζονται οι ασυνεχίες και σημειώστε τη μέση τιμή του GSI από τις κλίμακες. Το να σημειώσετε ένα εύρος τιμών (π.χ. από 33 έως 27) είναι πιο ακριβές από το να δηλώσετε ότι το GSI = 30. Ο καθορισμός της δομής καθώς και της ποιότητας των ασυνεχιών μπορεί να εκτιμηθεί με τη βοήθεια εικονικών πεδίων. Το πρώτο εικόνα (α) το κλίμακα Ηα - Β είναι ένα εφραβότατο σε οριζόντιο και κλίμακα από συγκριτικές ασυνεχίες όπως οι ασυνεχίες επιπέδων επιφανειακές (όπως επίπεδα στρώσης) έχουν διατηρηθεί προσεκτικά σε σχέση με την κλίμακα. Έτσι αυτές καθορίζουν την ομαλοποίηση της βραχώδους πρόσοψης κλίμακας Β και C). Η ομοιογενή βραχώδη μάζα γίνεται από τη παρουσία του υλικού κενού και αυτό μπορεί να Αρθεί ή να μείνει με αυτή μετακινείται προς τα δεξιά της στήλης της μέσης, υψηλής και χαμηλής ποιότητας ασυνεχίας. Η κλίμακα που κενό δεν μεταβάλλει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την οκτώση ενεργών τάσεων στους υπολογισμούς.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

<p>ΤΥΠΟΣ Α. Αστρωτός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Β. Αστρωτός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Γ. Αστρωτός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Δ. Μερικώς ασβεστολιθικός ασβεστόλιθος με ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Ε. Πηκτωμένος - άσπρος ασβεστολιθικός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Πηκτωμένος - άσπρος ασβεστολιθικός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρός ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Η. Κατακρημνισμένος ασβεστόλιθος με άσπρη ασβεστολιθική δομή που αποτελείται από μικρά κρυστάλλια ασβεστολιθικών κρυσταλλών.</p>	



• Εύρος τιμών GSI: 65-75

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

<p>α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης) 2) Ονομασία Πετρώματος 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια 	<p>Ανθρακικά πετρώματα Ασβεστόλιθος Ομοιογένεια</p>
<p>β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ιζηματογενή 	<p>Στρωματώδες <input type="checkbox"/> Πτυχωμένο <input type="checkbox"/></p> <p>Με ενστρώσεις <input type="checkbox"/> Συμπαγές <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ</p>	<p>Άστρωτος ασβεστόλιθος μερικώς διαταραγμένος με παρουσία καρστ και υλικού πληρώσεως εντός των δομών αυτών.</p>
<p>δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ</p>	<p>Πολύ τραχείες έως τραχείες ασυνέχειες και ελαφρώς αποσαθρωμένες.</p>
<p>ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ</p>	<p>Δεν εμφανίζει έντονη τεκτονική καταπόνηση. Τέτοια φαινόμενα παρατηρούνται μόνο στις περιοχές των καρστικών δομών και είναι μικρής έκτασης.</p>
<p>ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών 	<p>Υγιής <input type="checkbox"/> Ελαφρώς <input type="checkbox"/> Μετρίως <input checked="" type="checkbox"/> Ισχυρώς <input type="checkbox"/> Πλήρως <input type="checkbox"/> Παραμένον έδαφος <input type="checkbox"/></p> <p>Υγιής <input type="checkbox"/> Ελαφρώς <input checked="" type="checkbox"/> Μετρίως <input type="checkbox"/> Ισχυρώς <input type="checkbox"/> Πλήρως <input type="checkbox"/></p>

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

<p>α) Τοποθεσία - Περιοχή</p> <p>β) Τεχνικό Έργο</p> <p>γ) Σκοπός ταξινόμησης</p>	<p>.....</p> <p>..... Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς</p> <p>..... Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας</p>
--	--

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

<p>ΑΝΑΤΡΟΠΗ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΡΑΝΟΥΣ</p>	<p>Αναμένονται δομικές αστοχίες και ιδιαίτερα ανατροπές σε θέσεις που χάνεται η στήριξη. Ωστόσο θα είναι μικρού μεγέθους.....</p>
<p>19/2/2015</p>	<p>Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.</p>

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Ια. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



3m

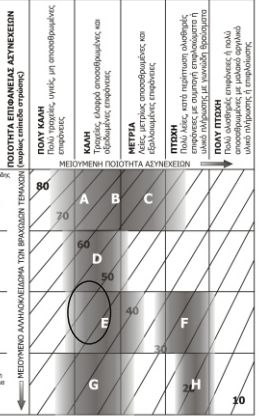
Ιβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ
(B. Μάρκος, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της ελαστικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχιών (κατά τη σύσταση) της βραχομάζας επίθετο το κατάλληλο παλιό του σκώρο. Επιλέγεται η θέση στο παλιό που περιγράφει τις συνθήκες και επισημαίνεται η μέση τιμή του GSI από τις κορυφές. Το να επιλέγεται από ελαστικό τμήμα π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ασφαλιστικό από το να δοκιμάσει ότι το GSI = 30. Ο κωδικός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασυνεχιών μπορεί να μεταβληθεί μεταξύ δύο γειτονικών παλιών. Τυπικό θα ήταν ότι το κριτήριο είναι ο ίδιος δεν εφαρμόζεται σε συνθήκες που υπάρχουν μόνο συγκεντρωμένες ασυνέχειες ή μόνο οι ορθογώνιες επιφάνειες (όμοια επίπεδα σφραγιστή) έχουν δομητική προσανατολισμό σε σχέση με την αναστροφή. Τέτοιες ασυνέχειες που χαρακτηρίζονται (πρόσβαση) έχουν ομοιομορφία Β και C). Η αλλαγή ομοιομορφίας βραχομάζας γίνεται από τη πορεία του σύνθετου κρούστος και αυτό μπορεί να τηρείται κρούστος με κρούστος μετρήσοντας προς το βάθος της επιφάνειας καθώς και κατά μήκος εκθέτων ασυνεχιών. Η θέση του κρούστος δεν επηρεάζει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση τέτοια όπως όπως αναφέρονται.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

<p>ΤΥΠΟΣ Α. Δομητικός χαρακτηριστικός και ασυνέχειες ομοιομορφίας με παλιό από 20 έως 25. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Β. Δομητικός χαρακτηριστικός και ασυνέχειες ομοιομορφίας με παλιό από 25 έως 30. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Γ. Δομητικός χαρακτηριστικός και ασυνέχειες ομοιομορφίας με παλιό από 30 έως 35. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Δ. Μερικές διαταραγμένες ασυνέχειες με ομοιομορφία παλιό (Πάλιο) που περιγράφεται από 30 έως 35. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Ε. Μερικές διαταραγμένες ασυνέχειες με ομοιομορφία παλιό (Πάλιο) που περιγράφεται από 35 έως 40. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Καταρρακτωμένες - ασυνέχειες ομοιομορφίας παλιό (Πάλιο) που περιγράφεται από 40 έως 45. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρά διαταραγμένες ασυνέχειες με ομοιομορφία παλιό (Πάλιο) που περιγράφεται από 45 έως 50. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Η. Καταρρακτωμένες - ασυνέχειες ομοιομορφίας παλιό (Πάλιο) που περιγράφεται από 50 έως 55. Η ασυνέχεια αποτελείται από ασυνέχεια από 10 έως 20 cm με 1-2 cm τρύπα για την αναστροφή. Η ασυνέχεια έχει καθαρά ορθογώνιες επιφάνειες.</p>	



Εύρος τιμών GSI: **50-55**

ΙΙ. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα, Ζώνη Πίνδου
 Ασβεστόλιθος
 Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Ισχυρά διαταραγμένη βραχομάζα με έντονο κερματισμό και έντονη πτύχωση που σχηματίζει γωνιώδη τεμάχια.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Τραχείες και μετρίως αποσπασματικές επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Έντονος κερματισμός και πτύχωση που οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της περιοχής.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχομάζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

ΙΙΙ. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Πίνδος (Δρακόπετρα)

β) Τεχνικό Έργο

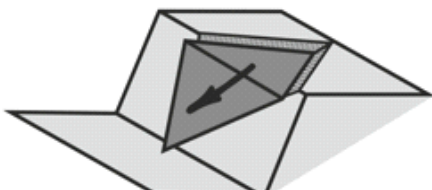
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

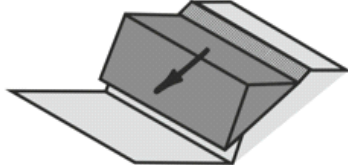
Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχομάζας

ΙV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται σφηνοειδής ολισθήσεις σε περιοχές του πετρώματος όπου η πτύχωση επιτρέπει γεωμετρικά την εκδήλωση τέτοιων αστοχιών και οι ασυνέχειες εμφανίζουν έντονη αποσάθρωση.

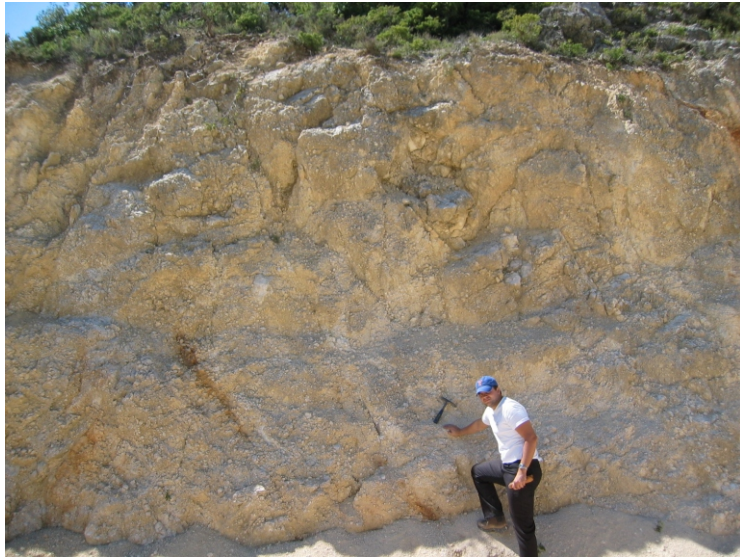
Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις αλλά περιορισμένες σε μέγεθος λόγω της συνεχούς πτύχωσης.

Σε ζώνες έντονου κερματισμού είναι πιθανόν να προκύψουν περιστροφικές ολισθήσεις μικρού μεγέθους.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

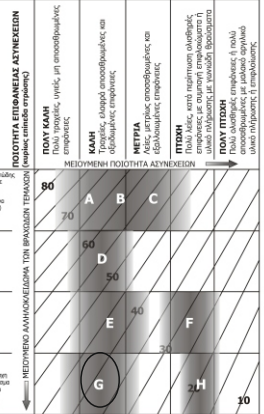
Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ (B. Μερλός, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της βιολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχειών (κατά τις στρώσεις) της βραχομάζας επίλεξε το καλύτερο από τα δύο. Επίλεξε τη θέση στο παθίο που περιγράφει τις συνθήκες και επισημάνε τη μέση τιμή του GSI από τα κριτήρια. Το να επιλέξετε από εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI = 35. Ο κωδικός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασυνεχειών μπορεί να μεταβληθεί με βάση τον κωδικό τάξης. Τα κριτήρια θεωρούν ότι τα κριτήρια Hoek - Brown δεν εφαρμόζονται σε ασυνεχείες που υπάρχουν μόνο συγκαταρκτικές ασυνεχείες, όπως οι ασυνεχείες επιφάνειας (όπως επίπεδη στρώση) λόγω δυναμική προσανατολισμού σε σχέση με την κλίση. Τα κριτήρια κωδικοποιούν την περιγραφή της βραχομάζας (ή ομοιογένειας) κάτω στους τύπους B και C). Η σκληρή ορεινή βραχομάζα αντιστοιχεί από τη ποσοστία του υλικού κρού και από τη μέση τιμή κρού με αυτή μετρήθηκαν προς το βάθος της στήλης, όπως και κατά τη μέση, κλίση και κλίση, κλίση ασυνεχειών. Η θέση του κρού δεν επιλέγεται την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση τάσεων τάσεων ασυνεχειών.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

<p>ΤΥΠΟΣ Α. Αδρανής, περισπασμένη, λεπτή ασυνεχία ασβεστολίθου με πολύ μικρά αλκοκρίσταλλα που αποσπώνται από το υπόστρωμα με την κλίση ασυνεχειών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Β. Αδρανής, λεπτομερής, ασβεστολιθική ασυνεχία με σφαιρική ή ομοιογενή μορφή που σπάζει με την κλίση ασυνεχειών. Τα κρύσταλλα είναι μικρά και ομοιογενή.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Γ. Αδρανής, λεπτομερής, ασβεστολιθική ασυνεχία με σφαιρική ή ομοιογενή μορφή που σπάζει με την κλίση ασυνεχειών. Τα κρύσταλλα είναι μεγάλα και ομοιογενή.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Δ. Μερικές διαταραχμένες ασβεστολίθες με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Ε. Περαιτέρω - έντονη διαταραχμένη ασβεστολιθική ασυνεχία με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών. Εξαιτίας της στρώσης.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Περαιτέρω - έντονη διαταραχμένη ασβεστολιθική ασυνεχία με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών. Εξαιτίας της στρώσης.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρά διαταραχμένη ασβεστολίθες με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Η. Καταρρακτωδής ασβεστολιθική ασυνεχία με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών. Εξαιτίας της στρώσης.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Θ. Καταρρακτωδής ασβεστολιθική ασυνεχία με κλίση και κλίση (Hoek) που περιγράφονται από τις ασυνεχείες ασυνεχειών. Εξαιτίας της στρώσης.</p>



• Εύρος τιμών GSI: 35-45

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα , Ιόνιος Ζώνη
 Ασβεστόλιθος
 Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Ισχυρά κερματισμένη βραχομάζα με μέτριο αλληλοκλείδωμα των τεμαχίων.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Τραχείες έως λείες, μετρίως αποσπασμένες επιφάνειες.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Έντονος τεκτονισμός που κερμάτισε ισχυρά το πέτρωμα που ωστόσο λόγω του συνδυαστικού υλικού δεν έχασε τελείως τα μηχανικά χαρακτηριστικά του.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχομάζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Ηγουμενίτσα

β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχομάζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



- Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις.....
- λόγω της ισότροπης συμπεριφοράς της.....
- βραχομάζας που προέρχεται από τον.....
- έντονο κερματισμό.....

19/2/2015

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

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



3m

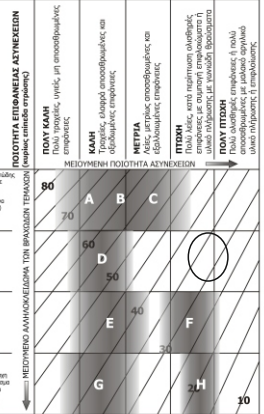
Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ
(B. Marinos, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της αλληλεπίδρασης της δομής και της ποιότητας των ασβεστολιθικών (καλώς της στρώσης) της βραχώδους επιφάνειας κατά μήκος του πεδίου. Επιλέξτε τη θέση στο παθόν που περιγράφει τις συνθήκες και σημειώστε τη μέση τιμή του GSI από το κελί. Το να επιλέξετε από εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI = 35. Ο καθορισμός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασβεστολιθικών μπορεί να χωριστεί μεταξύ δύο κριτηρίων: Τυφλός δομικό (δηλ. η κλίση της δομής) - είναι ένα χαρακτηριστικό που αποτελεί τον κύριο παράγοντα στην συμπεριφορά της βραχώδους επιφάνειας (συνήθως) κάτω στους τύπους B και C). Η σκληρή ορεινή βραχώδη αντιστοιχεί από τη σκοπιά του υλικού και από ποσοτή με λογική κλίση με αυτήν μετρήσιμη προς το βάθος της στρώσης, όπως και κατά μήκος, εκτός από ασβεστολιθικά. Η θέση του κελιού δεν επηρεάζει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση τάσεων τάσεων ασβεστολιθικών.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΣΤΑΣΗ

<p>ΤΥΠΟΣ Α. Αδρανής, ανισομεταμορφωμένη, αμεταμορφωμένη ασβεστολιθική με ομοιόμορφη, με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Β. Αδρανής, μεταμορφωμένη ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Γ. Αδρανής, μεταμορφωμένη ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Δ. Ηλικία διαταραχών ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Ε. Παρωδία - έντονη διαταραχών ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Παρωδία - έντονη διαταραχών ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρά διαταραχών ασβεστολιθική με ομοιόμορφη ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Η. Καταρρακτώδης - ασβεστολιθική ασβεστολιθική με έντονη παρουσία αραιού υλικού ή/και ομοιόμορφη που αποτελεί από ομοιόμορφα και ομοιόμορφα ασβεστολιθικά στοιχεία.</p>	



• Εύρος τιμών GSI: 30-40

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα , Ιόνιος ζώνη
 Άσβεστολίθος
 Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Λεπτοστρωματώδης (~8cm), κερματισμένη βραχώμαζα με μέτριο αλληλοκλείδωμα και έντονη παρουσία αργιλικού υλικού.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Τραχείες έως λείες, μετρίως αποσπασμένες επιφάνειες με έντονη παρουσία υλικού πληρώσεως(αργιλικού υλικού).

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Παρουσία πυκνής ζώνης μικρορηγμάτων που διατρέχουν σχεδόν κατακόρυφα την βραχώμαζα και σφείλονται στον τεκτονισμό της περιοχής ταπεινώνοντας τα χαρακτηριστικά της.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Δωδώνη (Ιωάννινα)

β) Τεχνικό Έργο

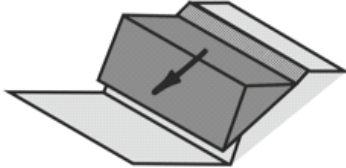
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

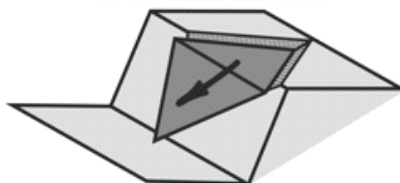
Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις λόγω της παρουσίας αργιλικού υλικού ανάμεσα στα μπλοκ.

Αναμένονται σφηνοειδής ολισθήσεις εφόσον ευνοηθούν από την γεωμετρία των ασυνεχειών.

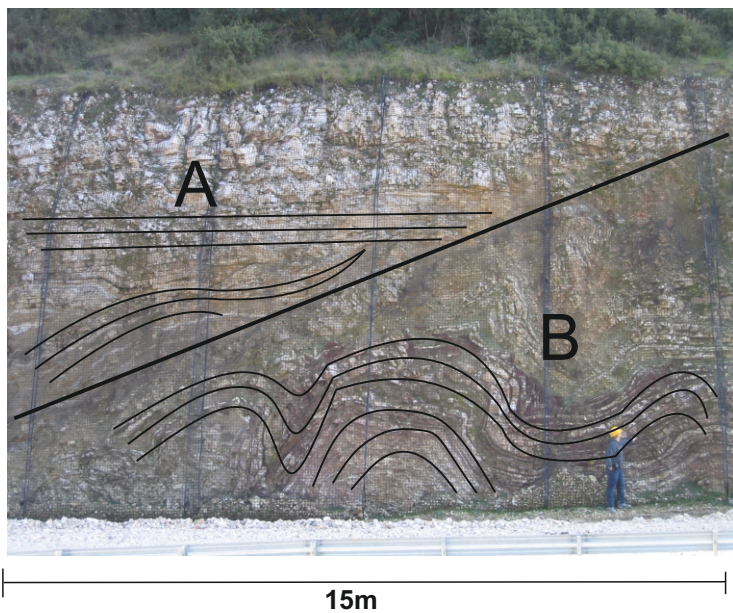
19/2/2015

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

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



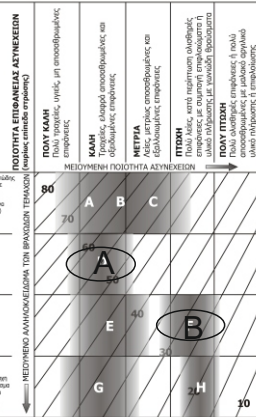
Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ (B. Μερλός, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της βιολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασβεστολιθικών (κυρίως της στρώσης) της βραχώδους επιφάνειας στο κατάλληλο παλίο του αόρατου. Επιλέγεται η θέση στο παλίο που περιγράφει τις συνθήκες και αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του GSI από το κλίμακα. Το να επιλέγεται από ελαφρύ π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώνεται ότι το GSI = 30. Ο κλιμακός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασβεστολιθικών μπορεί να μεταβληθεί μεταξύ δύο γειτονικών παλίων. Το κλίμακα θεωρείται ότι το κλίμακα Hook - είναι ένα κλίμακα που αποτελείται από διάφορα από σφαιρικές επιφάνειες, όπως οι ασβεστικές επιφάνειες, επιφανείες (όπως επιφάνειες σφαιρίδας) λόγω δυναμική προσαρμογής σε σχέση με την κίνηση. Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης της βραχώδους (συνολική) αντοχής είναι στους τύπους Β και C). Η αντοχή ορισμένων βραχώδων μειώνεται από τη παρουσία του υδρογόνου νερού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με την μεταβολή προς το λάθος της αντοχής της πέτρας, όπως και κατά τη χρήση κλιμακούς ασβεστολιθικών. Η θέση του νερού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση τέτοιων όπως αναφέρονται.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

ΤΥΠΟΣ Α. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με πολύ καλά αλληλοκλειστά που αποτελούν από μόνη τους τμήμα με την στρώση ασβεστολιθικών επιφανείων.	ΤΥΠΟΣ Β. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με άσχημα ή/και όχι αλληλοκλειστά που αποτελούν από μόνη τους τμήμα με την στρώση ασβεστολιθικών επιφανείων. Τα τμήμα των στρώσεων που αποτελούν από μόνη τους τμήμα.	ΤΥΠΟΣ Γ. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με καλώς αλληλοκλειστά B, γρήγορα και αλληλοκλειστά με άσχημα ή/και όχι αλληλοκλειστά που αποτελούν από μόνη τους τμήμα με την στρώση ασβεστολιθικών επιφανείων. Τα τμήμα των στρώσεων που αποτελούν από μόνη τους τμήμα.
ΤΥΠΟΣ Δ. Μερικές διαταραχμένες επιφανείες με μερικές καλώς ή/και άσχημα ή/και παραρτηρήσιμες από ή/και B, παραρτηρήσιμες ασβεστικές επιφανείες.	ΤΥΠΟΣ Ε. Περαιτέρω - έντονη διαταραχμένες περιστασιαστικές επιφανείες με καλώς ή/και άσχημα ή/και παραρτηρήσιμες από ή/και B, παραρτηρήσιμες ασβεστικές επιφανείες. Εξαιτίας της στρώσης.	ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Περαιτέρω - έντονη διαταραχμένες περιστασιαστικές επιφανείες με καλώς ή/και άσχημα ή/και παραρτηρήσιμες από ή/και B, παραρτηρήσιμες ασβεστικές επιφανείες. Εξαιτίας της στρώσης.
ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρά διαταραχμένες επιφανείες με καλώς αλληλοκλειστά και με τα παραρτηρήσιμα κλειστά και διαταραχμένες περιαν.	ΤΥΠΟΣ Η. Καταρτηρημένες - ασβεστολιθικών επιφανείων με έντονη παρουσία αρθρικού υλικού ή/και άλλων υλικών που αποτελούν από μόνη τους τμήμα με την στρώση ασβεστολιθικών επιφανείων. Η διαταραχή αυτή αποτελεί συνθήκες είναι άσχημα ή/και παραρτηρήσιμες από ή/και B, παραρτηρήσιμες ασβεστικές επιφανείες.	



• Εύρος τιμών GSI: 25-35

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα, Ιόνιος ζώνη
 Ασβεστόλιθος
 Παρουσία λεπτών αργιλικών ενστρώσεων στο Β τμήμαχος

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Λεπτοστρωματώδης (~15cm) και πτυχωμένη βραχώμαζα(B) κερματισμένη(A, B) σε κάποια σημεία.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Λείες κατά περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με έντονη παρουσία αργιλικού υλικού(B) που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Ο τεκτονισμός επηρέασε διαφορετικά τα δύο τεμάχη με αποτέλεσμα στο Β τμήμαχος να έχουμε εμφανή πτύχωση και σπασίματα και χαμηλότερα μηχανικά χαρακτηριστικά.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Δωδώνη (Ιωάννινα)

β) Τεχνικό Έργο

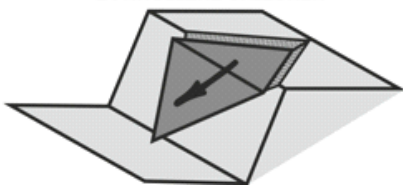
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

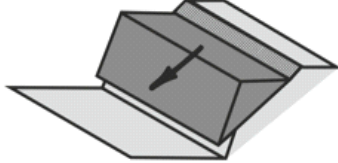
Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται σφηνοειδείς ολισθήσεις μικρής έκτασης σε περιοχές έντονου κερματισμού και αποσάθρωσης εφόσον ευννοούνται από την γεωμετρία των ασυνεχειών 9/2/2015

Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις λόγω της παρουσίας του αργιλικού υλικού που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες του υλικού κυρίως στο Β τμήμαχος.

Αναμένονται μικρής έκτασης περιστροφικές ολισθήσεις σε περιοχές του πετρώματος με έντονη αποσάθρωση (B τμήμαχος).

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ (B. Μάρκος, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της δόμησης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχιών (κατά τη στρώση) της βραχώδους επιφάνειας στο κατάλληλο πεδίο του άξονα. Επιλέγεται η θέση στο πεδίο που περιγράφει τις συνθήκες και επισημαίνεται η μέση τιμή του GSI από τις κορυφές. Το να επιλέγεται από εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώνεται ότι το GSI = 35. Ο καθορισμός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασυνεχιών μπορεί να χωριστεί μεταξύ δύο γεωμετρικών πεδίων. Το πρώτο διαφέρει από το δεύτερο μόνο στην κλίση - έχουν τον ίδιο αριθμό σε ασυνεχίες που υπάρχουν ανά σφαιρική επιφάνεια, όπως οι ασυνεχίες επιφάνειας (όπως επίπεδα στρώση) έχουν διπλάσια προσανατολισμένα σε σχέση με την κλίση. Το άλλο καθορίζεται από την περιγραφή της βραχώδους (συνολική) κλίσης στους Τύπους Β και C). Η οριζόντια οριζάντιση βραχώδους αντιστοιχεί από τη ποσοστία του συνόλου κούφου και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με αυτήν μετάνηξη προς το δεξιά της στήλης της μέτρησης και κατάλληλη εκτίμηση ασυνεχιών. Η θέση του κούφου δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων όπως αναγράφεται.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

ΤΥΠΟΣ Α: Αδύνατες, περιστασιαστικές ασυνεχίες ασβεστολίθου με πολύ καλά αλληλοκλειστά που αποκαλύπτει από ελαφρύ κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΤΥΠΟΣ Β: Αδύνατες, περιστασιαστικές ασυνεχίες ασβεστολίθου με ελαφρώς κλειστά ή ελαφρώς ανοικτά που αποκαλύπτει από ελαφρύ κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΤΥΠΟΣ Γ: Αδύνατες, περιστασιαστικές ασυνεχίες ασβεστολίθου με ανοικτά που αποκαλύπτει από ελαφρώς κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΤΥΠΟΣ Δ: Μέτρια διαταραγμένες ασβεστολίθου με ανοικτά που αποκαλύπτει από ελαφρώς κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΤΥΠΟΣ Ε: Περαιτέρω - έντονη διαταραγμένες ασβεστολίθου ασβεστολίθου με ανοικτά που αποκαλύπτει από ελαφρώς κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΤΥΠΟΣ ΣΤ: Ισχυρά διαταραγμένες ασβεστολίθου με ανοικτά που αποκαλύπτει από ελαφρώς κτύπημα στο πεδίο των τριών (από τη στρώση) ασυνεχιών. Τυπική ασυνεχία.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΙΩΝ

ΠΛΗΡΗΣ (κατά τη μέτρηση) - υλικά με ποσοστιαίες επιφάνειες

ΚΑΛΗ (κατά τη μέτρηση) - υλικά με ποσοστιαίες επιφάνειες και ελαφρώς διαταραγμένες επιφάνειες

ΜΕΤΡΙΑ (κατά τη μέτρηση) - υλικά με ποσοστιαίες επιφάνειες και ελαφρώς διαταραγμένες επιφάνειες

ΠΟΛΥ ΠΟΘΗ (κατά τη μέτρηση) - υλικά με ποσοστιαίες επιφάνειες και ελαφρώς διαταραγμένες επιφάνειες

ΠΟΛΥ ΠΟΘΗ (κατά τη μέτρηση) - υλικά με ποσοστιαίες επιφάνειες και ελαφρώς διαταραγμένες επιφάνειες

ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΙΩΝ

90	A	B	C
70			
60	D		
50			
40	E		F
30			
10	G		H

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΤΩΝ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΤΕΛΕΣΩΝ

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΤΩΝ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΤΕΛΕΣΩΝ

• Εύρος τιμών GSI: 20-30

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα , Ιόνιος ζώνη
 Άσβεστολίθος
 Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Λεπτοστρωματώδης (~10cm) και ισχυρά διαταραγμένη βραχώμαζα με κερματισμό και έντονη πτύχωση

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Τραχείες έως μετρίως αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχιών. Έντονη παρουσία αργιλικού υλικού στα κατώτερα στρώματα.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Κερματισμός και έντονη πτύχωση που οφείλεται στον τεκτονισμό με παρουσία αργιλικού υλικού.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Δωδώνη (Ιωάννινα)

β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

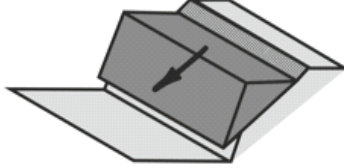
Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται σφηνοειδής ολισθήσεις σε περιοχές όπου ευνοούνται γεωμετρικά τέτοιες αστοχίες.

Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις σε περιοχές του πετρώματος με έντονη παρουσία αργιλικού υλικού.

Σε ζώνες έντονης παρουσίας αργιλικού υλικού και έντονου κερματισμού αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις.

19/2/2015

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη

Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας

- Α.Π.Θ.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



10m

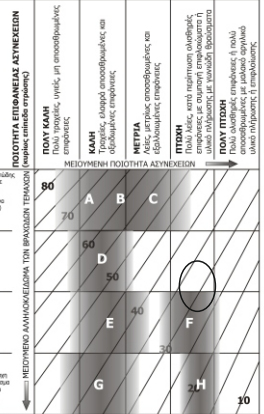
Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ
(B. Marinos, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της ελαστικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασβεστικών (καθώς της στρώσης) της βραχώδους επιφάνειας στο κατάλληλο παλίο του αόρατο. Επιλέξτε τη θέση στο παλίο που περιγράφει τις συνθήκες και επισημάνετε τη μέση τιμή του GSI από το κελί. Το να επιλέξετε από ελαστικό είναι να είναι 27 λίρες που ελαστικό από το να είναι 20 το GSI = 20. Ο κελί της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασβεστικών μπορεί να εμφανιστεί με το ίδιο κελί. Ταυτόχρονα θα πρέπει να κριθεί η θέση - θέση των επιφανειακών επιφανειών που υπάρχουν από ομοιογενείς επιφανείες, όπως οι οριζόντιες επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τέτοιες επιφάνειες που υπάρχουν στην επιφάνεια (ή οριζόντιες) είναι επίσης τύπος B και C). Η σκληρότητα βραχώδους ορίζεται από τη ποσότητα του υλικού κενού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με αυτήν μετρήσει τους το δάδο της στήλης της μέτρησης και να μην υπάρχει κλίση της ασβεστικής. Η θέση του κενού δεν επιτρέπει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση επαγωγής τάσεων όπως αναφέρεται.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

<p>ΤΥΠΟΣ Α. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με πολύ μικρή αλληλεπίδραση που αποκαλύπτει τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Β. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με μικρή ή μεσαία αλληλεπίδραση που αποκαλύπτει τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Γ. Αδρανής, περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες με μεσαία αλληλεπίδραση που αποκαλύπτει τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Δ. Ηρακλής διαστρωματικές ασβεστικές με μεσαία ή μεγάλη ήρακλή και περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες που αποκαλύπτουν τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Ε. Περιστασιαστικές - έντονη διαστρωματικές ασβεστικές επιφανείες με μεσαία ήρακλή και περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες που αποκαλύπτουν τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Περιστασιαστικές - έντονη διαστρωματικές ασβεστικές επιφανείες με μεσαία ήρακλή και περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες που αποκαλύπτουν τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>
<p>ΤΥΠΟΣ Ζ. Ισχυρά διαστρωματικές ασβεστικές με μεσαία ήρακλή και περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες που αποκαλύπτουν τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	<p>ΤΥΠΟΣ Η. Καταστρωματικές - ασβεστικές επιφανείες με έντονη ήρακλή και περιστασιαστικές ασβεστικές επιφανείες που αποκαλύπτουν τον ασβεστικό σκελετό της βραχώδους επιφάνειας.</p>	



• Εύρος τιμών GSI: 25-35

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα, Ιόνιος ζώνη
 Ασβεστόλιθος
 Παρουσία λεπτών αργιλικών ενστρώσεων

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Λεπτοστρωματώδης (~5cm) και πτυχωμένη βραχώμαζα κερματισμένη σε κάποια σημεία.

δ) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Λείες κατα περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με έντονη παρουσία αργιλικού υλικού που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Τα στρώματα εμφανίζονται πτυχωμένα και με αλλαγή κλίσης και διακόπτονται από ρήγματα που προκλήθηκαν από τον τεκτονισμό.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Δωδώνη (Ιωάννινα)

β) Τεχνικό Έργο

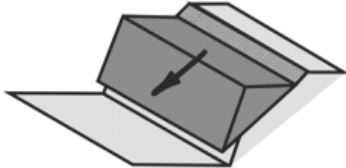
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



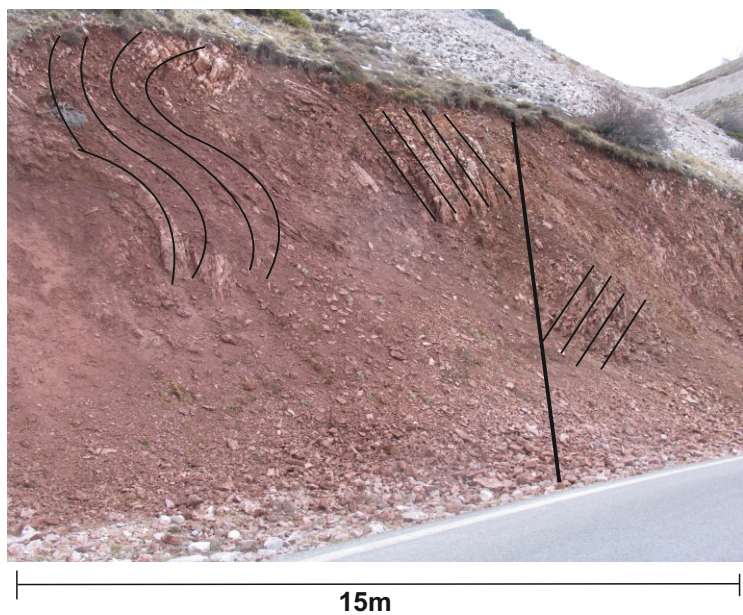
Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις μικρής έκτασης λόγω της έντονης παρουσίας του αργιλικού υλικού που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες του πετρώματος λόγω κερματισμού.

Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις σε περιοχές του πετρώματος με έντονη αποσάθρωση και παρουσία αργιλικού υλικού και σε ζώνες ρηγμάτων.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ
(B. Marinos, 2007)

Βασίζονται στην περιγραφή της δόμησης, της δομής και της ποιότητας των ασβεστολιθικών (κυρίως της στρώσης) της βραχώδους επιφάνειας στο κατάλληλο πεδίο του κλίμακα. Επιλέγεται η θέση στο πεδίο που περιγράφει τις συνθήκες και επισημαίνεται η μέση τιμή του GSI από τα κελιά. Το να επιλέγεται από εναρμόνιση π.χ. από 33 και 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλωθεί ότι το GSI = 35. Ο κωδικός της δομής, καθώς και της ποιότητας των ασβεστολιθικών μπορεί να μεταβληθεί μεταξύ δύο γειτονικών πεδίων. Το κλίμακα θεωρείται ότι το κριτήριο είναι η ύπαρξη δύο διαφορετικών σε απόσταση που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΩΝ
ΤΥΠΟΣ Α. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΩΝ 90 70 60 50 40 30 10
ΤΥΠΟΣ Β. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΩΝ
ΤΥΠΟΣ Γ. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	
ΤΥΠΟΣ Δ. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	
ΤΥΠΟΣ Ε. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	
ΤΥΠΟΣ ΣΤ. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	
ΤΥΠΟΣ Ζ. Ασβεστολιθικές, ομοιογενείς, με ασβεστολιθικές επιφάνειες που αλληλεπικαλύπτουν οι ασβεστολιθικές επιφάνειες, είναι οι ασβεστολιθικές επιφάνειες (όπως επίσης στρώση) έχουν διακριτή προσανατολισμένη σε σχέση με την κλίση. Τα άλλα κριτήρια είναι η συμπεριφορά της βραχώδους (ή ομοιογενούς) κλίσης στους τύπους B και C). Η ομοιογενής βραχώδης ομοιογένεια από τη ποσότητα του υλικού και από τη μορφή και την κλίση με αυτήν μετράται προς το βόρειο της μέσης τιμής και κατά τη μέση κλίση ασβεστολιθικών. Η θέση του κρού δεν επιδρά στην τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλογη επένδυση τάσεων στους ασβεστολιθικούς.	

• Εύρος τιμών GSI: 25-35

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Ανθρακικά πετρώματα, Ζώνη Πίνδου
 Ασβεστόλιθος
 Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Ισχυρά διαταραγμένη βραχώμαζα με έντονο κερματισμό και πτύχωση και μεγάλη παρουσία αργιλικού υλικού.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Λείες και αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών με έντονη παρουσία αργιλικού υλικού.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Έντονη τεκτονική καταπόνηση με αποτέλεσμα τα στρώματα να πτυχωθούν και να κερματιστούν. Έμφανίζεται επίσης έντονη αποσαθρωση και παρουσία αργιλικού υλικού.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
 Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Καρπενήσι (Βελούχι)

β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



- ..Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις σε...
- ..περιοχές με έντονη παρουσία αργιλικού.....
- ..υλικού όπου η συμπεριφορά του.....
- ..πετρώματος αγγίζει την ισότροπη.....

19/2/2015

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

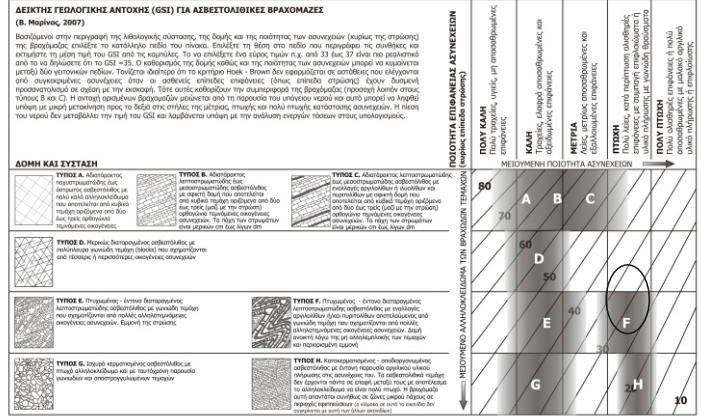
ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: **25-35**

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης) 2) Ονομασία Πετρώματος 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια	Ανθρακικά πετρώματα, Ιόνιος ζώνη Ασβεστόλιθος Παρουσία λεπτών αργιλικών ενστρώσεων
β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα) • Ιζηματογενή	Στρωματώδες <input checked="" type="checkbox"/> Πτυχωμένο <input checked="" type="checkbox"/> Με ενστρώσεις <input checked="" type="checkbox"/> Συμπαγές <input type="checkbox"/>
γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ	Λεπτοστρωματώδης (~10cm) και αρκετά πτυχωμένη, βραχώμαζα σπασμένη και κατακερματισμένη σε πολλαπλά σημεία.
δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	Λείες κατά περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με έντονη παρουσία αργιλικού υλικού που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες.
ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	Έντονος κερματισμός που οφείλεται στον τεκτονισμό που προκάλεσε την πτύχωση με αποτέλεσμα σε σημεία που δεν μπόρεσαν να δεχτούν την πτύχωση να έχουμε σπασίματα.
ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών	Υγιής <input type="checkbox"/> Ελαφρώς <input checked="" type="checkbox"/> Μετρίως <input type="checkbox"/> Ισχυρώς <input type="checkbox"/> Πλήρως <input type="checkbox"/> Παραμένον έδαφος <input type="checkbox"/> Υγιής <input type="checkbox"/> Ελαφρώς <input checked="" type="checkbox"/> Μετρίως <input type="checkbox"/> Ισχυρώς <input type="checkbox"/> Πλήρως <input type="checkbox"/>

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή	Δωδώνη (Ιωάννινα)
β) Τεχνικό Έργο	Τεχνητά Ορύματα - Ευστάθεια Πρανούς
γ) Σκοπός ταξινόμησης	Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ	ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ	ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ
Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις μικρής έκτασης λόγω της έντονης παρουσίας του αργιλικού υλικού που ταπεινώνει τις τεχνικογεωλογικές ιδιότητες του πετρώματος και του έντονου κερματισμού.	Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις μικρής έκτασης σε περιοχές του πετρώματος με έντονη αποσάθρωση και παρουσία αργιλικού υλικού και σε ζώνες επιφανειών.	Αναμένονται σφηνοειδής ολισθήσεις σε περιοχές όπου ευνοούνται γεωμετρικά τέτοιου είδους αστοχίες.
19/2/2015	Ηρακλής Βιλιάρης	Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗ ΓΕΩΔΟΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΑΧΣΙΣ (8 Μαρτίου 2007)
 Ετερογενείς βραχώδεις ενότητες ορίζονται αυτές που αναπόφευκτα επηρεάζονται από δομογενείς ή από ομογενείς διατάξεις, που αποτελούνται από ομογενείς ή από ομογενείς δομές, οι οποίες επηρεάζουν την αντοχή των βραχών. Η αντοχή των βραχών εξαρτάται από την παρουσία των δομών αυτών. Η αντοχή των βραχών εξαρτάται από την παρουσία των δομών αυτών. Η αντοχή των βραχών εξαρτάται από την παρουσία των δομών αυτών.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ (σε ποσοστό επιφάνειας)	ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ
ΤΥΠΟΣ I. Αδύναμοι, μεσοκλιμακίτιδες έως μεσομεσοκλιμακίτιδες φασιμαί με σποραδικούς πολύ μικρούς κλίμακες κλιμακίτιδες (όχι δομογενείς) με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	80	I
ΤΥΠΟΣ II. Αδύναμοι μεσοκλιμακίτιδες (όχι δομογενείς) με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	70	II
ΤΥΠΟΣ III. Μέτρια μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	60	III
ΤΥΠΟΣ IV. Μέτρια μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	50	IV
ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	40	V
ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	30	VI
ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	VII
ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	VIII
ΤΥΠΟΣ IX. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	IX
ΤΥΠΟΣ X. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	2X
ΤΥΠΟΣ XI. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	10
ΤΥΠΟΣ XII. Έντονα μεσοκλιμακίτιδες με σποραδικές κλίμακας επιφάνειες φασιμαί.	N/A	XI

- **Εύρος τιμών GSI:**
- **Τύπος ετερογενούς βραχώμαζας:**

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

- ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ**
 - Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
 - Όνομασία Πετρώματος
 - Ομοιογένεια-Ετερογένεια
- ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)**
 - Ιζηματογενή
- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ**
- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ**
- ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ**
- ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ**
 - Σε κλίμακα βραχώμαζας
 - Σε κλίμακα ασυνεχειών

Φλύσχης, Ζώνη Πίνδου
 Αδιατάρακτος παχυστρωματώδης φασιμαίτης.
 Ομοιογένεια

Στρωματώδες **Με ενστρώσεις**
Πτυχωμένο **Συμπαγές**

Αδιατάρακτος φασιμαίτης με σποραδικούς υμένες ιλυόλιθου δικτύου ασυνεχειών.

Τραχείες υγιείς τοπικά αποσαθρωμένες επιφάνειες.

Δεν υπάρχουν έντονα φαινόμενα τεκτονικής καταπόνησης παρά μόνο κάποιες οικογένειες ασυνεχειών οι οποίες πιθανότατα είναι μικρής εμμονής.

Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως** **Παραμένον έδαφος**

Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως**

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Τοποθεσία - Περιοχή
- Τεχνικό Έργο
- Σκοπός ταξινόμησης

Μέτσοβο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις εφόσον ευνοηθούν από την γεωμετρία των ασυνεχειών.

Αναμένονται σφηνοειδής ολισθήσεις σε περιοχές όπου ευνοούνται από την γεωμετρία των ασυνεχειών.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

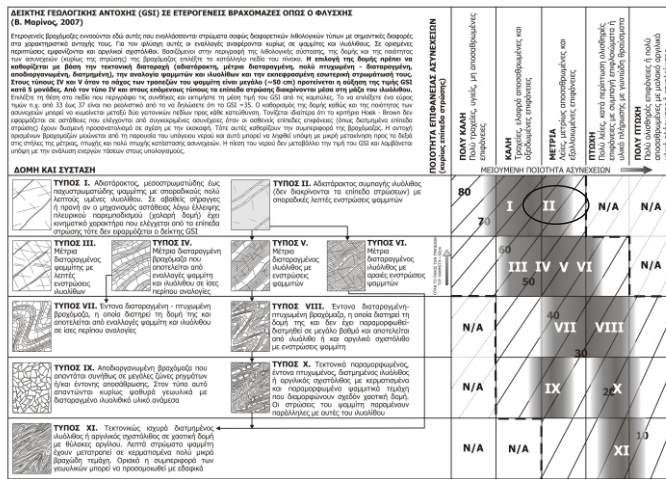
I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



1m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• **Εύρος τιμών GSI:**

• **Τύπος ετερογενούς βραχώμαζας:**

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Φλύσχης, Ζώνη Πίνδου
Αδιατάρακτος συμπαγής ιλυόλιθος.
Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες **Με ενστρώσεις**
Πτυχωμένο **Συμπαγές**

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Αδιατάρακτος συμπαγής ιλυόλιθος με αραιό δίκτυο ασυνεχειών...
μικρής εμμονής.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Λείες, μετρίως αποσπασθωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Δεν παρατηρείται τεκτονική καταπόνηση παρά μόνο κάποιες διακλάσεις οι οποίες προέρχονται από την διάτρηση και πιθανότατα δεν συνεχίζουν βαθύτερα.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως** **Παραμένον έδαφος**
Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως**

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Ανήλιο (Μέτσοβο)

β) Τεχνικό Έργο

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται **μόνο** επιφανειακά...
περιστροφικές ολισθήσεις λόγω της...
αποσάθρωσης της βραχώμαζας καθώς στα...
βαθύτερα σημεία ο σχηματισμός...
εμφανίζεται αδιατάρακτος

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

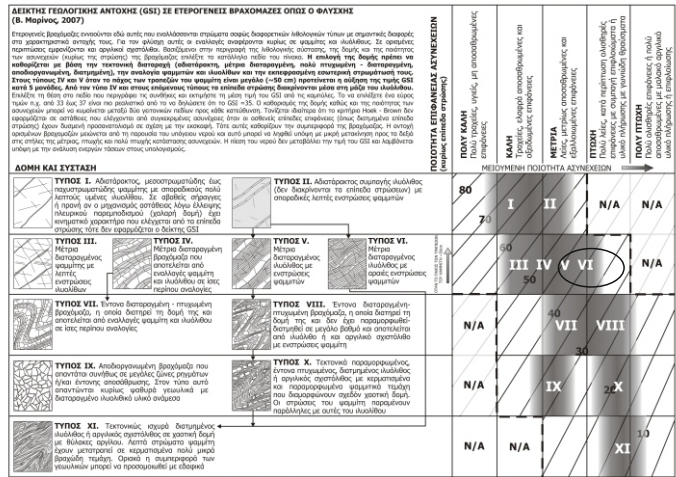
I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



0.5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



- Εύρος τιμών GSI: 35-45
- Τύπος ετερογενούς βραχομάζας: V-VI

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ
 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
 2) Ονομασία Πετρώματος
 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)
 • Ιζηματογενή

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ
 1) Σε κλίμακα βραχομάζας
 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Φλύσχης
 Ιλυόλιθος με αραιές ενστρώσεις ψαμμίτων
 Ετερογένεια

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
 Πτυχωμένο Συμπαγές

Μέτρια διαταραγμένος ιλυόλιθος με ενστρώσεις ψαμμίτη

Λείες τοπικά πολύ λείες, μέτρια αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

Τα στρώματα του ψαμμίτη εμφανίζουν κερματισμό λόγω της τεκτονικής καταπόνησης. Ο ιλυόλιθος εμφανίζει έντονη αποσαθρωση σε όλον τον σχηματισμό

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
 Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή
β) Τεχνικό Έργο
γ) Σκοπός ταξινόμησης

Δωδώνη (Ιωάννινα)
 Τεχνητά Ορύγματα - Ευσταθεία Πρανούς
 Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχομάζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ

Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις σε...
 περιοχές με αραιότερη παρουσία ψαμμίτη...
 και οφείλονται στην έντονη αποσαθρωση...
 στην μάζα του σχηματισμού.

19/2/2015 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΙΚΗ ΓΕΩΔΟΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΑΥΣΧΗΣ (Σ. Μάρκος, 2007)

Ετερογενείς βραχώδεις ογκώδη ούρα αυτές που αναλόγως επιρροή σφαιρικών δοξαρισμών ή άλλων τύπων με ομοιογενή δομή, στη χαρακτηριστική οπτική τους. Για τον φάυσχες αυτές οι εναλλαγές αναφέρονται κυρίως σε υφάδες και κλιμακώδεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζονται και οριζόντιες επιφάνειες βραχώδεις από παραγωγή της ελαστικής δύναμης, της θερμότητας, της υγρασίας των ογκωδών ή λόγω της σπαστικής βραχώδους οπτικής. Η επιλογή της Φαύσχης πρέπει να λαμβάνεται με βάση την καλύτερη διαθεσιμότητα (ομοιογένεια) μέτρων διαταραγμένης βραχώδους οπτικής. Η ετερογενής οπτική διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: την ομοιογενή και την ανομοιογενή. Η ομοιογενής οπτική διακρίνεται σε δύο τύπους: Τύπος ΙV και Τύπος ΙV'. Η ανομοιογενής οπτική διακρίνεται σε δύο τύπους: Τύπος ΙV' και Τύπος ΙV''.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΣΗ		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΥΣΤΕΧΕΙΩΝ (σε ποσοστό επιφάνειας)	ΜΕΤΡΙΩΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΥΣΤΕΧΕΙΩΝ
ΤΥΠΟΣ Ι. Αδρανειακή, μεσοκρυσταλλική έως ποικιλοκρυσταλλική φαμμίτη με σφαιρικούς και μικρούς κλιμακώδεις κλιμακώδεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ποσότητα των ομοιογενών υφάδων είναι μικρή και η ποσότητα των ανομοιογενών υφάδων είναι μεγάλη. Η ποσότητα των ομοιογενών υφάδων είναι μικρή και η ποσότητα των ανομοιογενών υφάδων είναι μεγάλη. Η ποσότητα των ομοιογενών υφάδων είναι μικρή και η ποσότητα των ανομοιογενών υφάδων είναι μεγάλη.	ΤΥΠΟΣ ΙΙ. Αδρανειακή φαμμίτη κλιμακώδης (δεν δοκιμάζεται το επίπεδο στρώμα) με σφαιρικές και κλιμακώδεις υφάδες.	80	I
ΤΥΠΟΣ ΙΙΙ. Μέτρια διαταραγμένη φαμμίτη με κλιμακώδεις υφάδες και σφαιρικές υφάδες.	ΤΥΠΟΣ ΙV. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης που αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	70	II
ΤΥΠΟΣ ΙV. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης που αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης με σφαιρικές υφάδες και κλιμακώδεις υφάδες.	60	III
ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης με σφαιρικές υφάδες και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης με σφαιρικές υφάδες και κλιμακώδεις υφάδες.	50	IV
ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης με σφαιρικές υφάδες και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	40	V
ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	30	VI
ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ IX. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	20	VII
ΤΥΠΟΣ IX. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ X. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	10	VIII
ΤΥΠΟΣ X. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ XI. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	0	IX
ΤΥΠΟΣ XI. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ XII. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	0	X
ΤΥΠΟΣ XII. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	ΤΥΠΟΣ XIII. Τεκτονικά παραμορφωμένη βραχώδης, η οποία αποτελείται από εναλλαγές φαμμίτης και κλιμακώδεις υφάδες.	0	XI

N/A Σημειώνει γεωλογικός αδρανής συνδυασμός. Αλλιώς, εκτός των ομοιογενών περιοχών, περιπτώσεις όχι αδρανείς αλλά πολύ πιθανόν να υπάρχουν
→ Φορά τεκτονικής διαταραχής αντίστοιχης διευκόλυνσης

• Εύρος τιμών GSI: **30-40**

• Τύπος ετερογενούς βραχώδους: **VII**

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Φλύσχης, Ιόνιος ζώνη
Έντονα διαταραγμένη βραχώμαζα φαμμίτη με ιλυολίθου.
Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Έντονα διαταραγμένη - πτυχωμένη βραχώμαζα με εναλλαγές φαμμίτη και ιλυολίθου σε ίσες αναλογίες.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Λείες, μέτρια αποσπασθωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Τα στρώματα του φαμμίτη εμφανίζουν κερματισμό λόγω της τεκτονικής καταπόνησης-πτύχωσης. Οι ιλυολίθοι βρίσκονται παρενστρωμένοι και εμφανίζουν μέτρια αποσπάρωση.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Δρίσκος (Ιωάννινα)

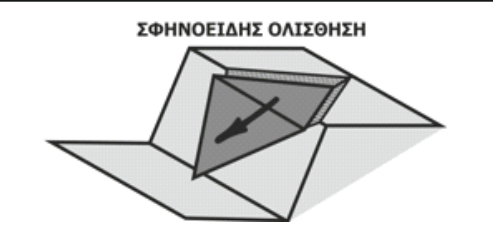
β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις που λόγω της πτύχωσης δεν θα είναι σημαντικού μεγέθους.

Αναμένονται σφηνοειδείς ολισθήσεις μικρού μεγέθους όπου ευνοούνται από την παρουσία αργιλικού υλικού.

19/2/2015

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

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

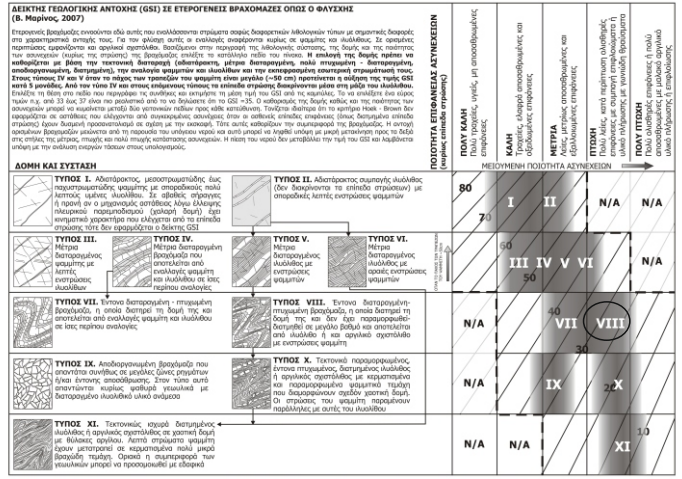
I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Ια. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Ιβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• **Εύρος τιμών GSI:** 25-35

• **Τύπος ετερογενούς βραχώδους:** VIII

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Φλύσχης, Ζώνη Ιόνιος - Πίνδου (ζώνη επώθησης)
Έντονα διαταραγμένη βραχώμαζα ιλυόλιθου με τεμαχία ψαμμίτη.
Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Έντονα διαταραγμένη - πτυχωμένη βραχώμαζα ιλυόλιθου με ενστρώσεις ψαμμίτη.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Πολύ λείες κατα περίπτωση ολισθηρές, μέτρια αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Τα στρώματα του ψαμμίτη εμφανίζουν κερματισμό λόγω της τεκτονικής καταπόνησης-πτύχωσης. Ο ιλυόλιθος έχει συμπτυχωθεί και παρουσιάζει έντονη καταπόνηση.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Ανθοχώριο (Μέτσοβο)

β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευσταθεία Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις λόγω της έντονης τεκτονικής καταπόνησης που έχει ως αποτέλεσμα την συμπεριφορά του υλικού σαν ισότροπο.

19/2/2015

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

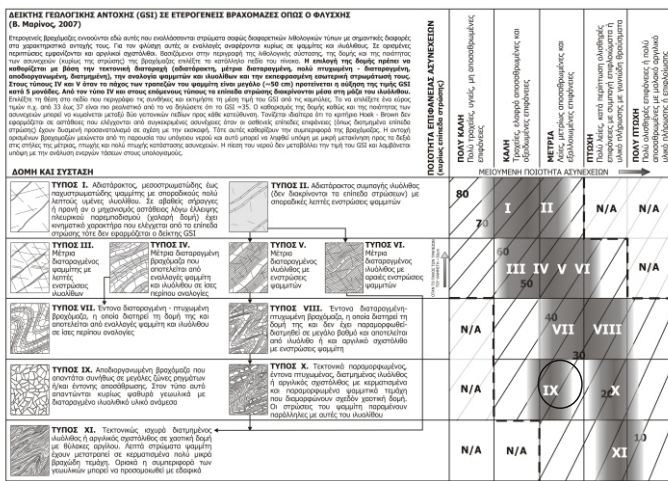
I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



1m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: 25-35

• Τύπος ετερογενούς βραχώμαζας: IX

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
2) Ονομασία Πετρώματος
3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Τύπος φλύσχη, Αθηναϊκός Φλύσχη
Αποδιοργανωμένος ψαμίτης με διαταραγμένο ιλυολιθικό υλικό
Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Πτυχωμένο
Με ενστρώσεις Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Αποδιοργανωμένη βραχώμαζα με ψαθυρά γεωυλικά και διαταραγμένο ιλυόλιθο.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Λείες τοπικά πολύ λείες, μέτρια αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Έντονος τεκτονισμός και αποσάθρωση που σαν αποτέλεσμα έχουν την ταπείνωση των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της βραχώμαζας και την πιθανή καταρροή της σε υπόγεια έργα.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Αθήνα

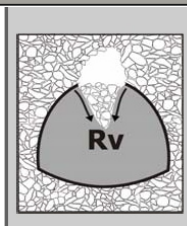
β) Τεχνικό Έργο

Μετρό Αθήνας

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Υπόγειο έργο (Μετρό)

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ



Αναμένεται καταρροή υλικού λόγω των πτωχών γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της βραχώμαζας.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΙΚΗ ΓΕΩΔΟΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΑΛΣΧΗΣ (8. Μάρτιος 2007)

Ετερογενείς βραχώδεις ενότητες ορίζονται αυτές που εκδηλώνεται επιφανειακά διαφορική συμπεριφορά σε σχέση με ομοιογενείς βραχώδεις ενότητες. Η παρουσία των παραπάνω φαινομένων οφείλεται στην παρουσία της ετερογένειας, της διακύμανσης των συνθηκών (τοπική ή ολική) της βραχώδους μάζας, της κλίσης του πεδίου, ή ακόμη και στην παρουσία των κενών ή της κατεύθυνσης των ετερογενειών. Η ετερογένεια μπορεί να οφείλεται σε: μεταμορφωτικές, τεκτονικές, ή μεταγενέστερες (αυθεντικές) διαταραχές. Η ετερογένεια μπορεί να οφείλεται στην παρουσία των κενών ή της κατεύθυνσης των ετερογενειών. Η ετερογένεια μπορεί να οφείλεται στην παρουσία των κενών ή της κατεύθυνσης των ετερογενειών.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΣΗ	ΠΡΟΣΤΙΘΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ (σε όλες τις επιφάνειες)	ΜΕΤΡΙΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΙΘΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ					
		80	70	60	50	40	30
ΤΥΠΟΣ I. Αδραστεύσιμη, μεσοκρυσταλλική έως ποικιλοκρυσταλλική, φαμμίτη με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους. Η παρουσία οριζώντιων σφαιρικών ή ακανόνιστων κρυστάλλων, λόγω ελαφρών μεταμορφωτικών μεταβολών, δεν αποτελεί κριτήριο για την επιλογή του τύπου GSI.	ΤΥΠΟΣ II. Αδραστεύσιμη φαμμίτη (δεν δοκιμάζεται η επιφάνεια στρώσης) με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	I	II	N/A	N/A	N/A	N/A
ΤΥΠΟΣ III. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	ΤΥΠΟΣ IV. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	III	IV	V	VI	N/A	N/A
ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	N/A	N/A	VII	VIII	N/A	N/A
ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα διαταραγμένη βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	N/A	N/A	IX	X	N/A	N/A
ΤΥΠΟΣ IX. Ακονοκρυσταλλική βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	ΤΥΠΟΣ X. Τεκτονικά παραμορφωμένος, έντονα πτυχωμένος, βραχώδης μάζα με σφαιρικούς και/ή ακανόνιστους κρυστάλλους.	N/A	N/A	N/A	N/A	XI	N/A

Ν/Α Σημειώνει γεωλογικά αδύνατος συνδυασμός. Αλλιώς, εκτός των ορισμένων περιπτώσεων, περιπτώσεις όχι αδύνατες αλλά πολύ πιθανό να υπάρχουν
→ Φορά τεκτονική διαταραχή αντίστοιχης διευθέτησης

• **Εύρος τιμών GSI:** 15-25

• **Τύπος ετερογενούς βραχώδους:** X

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Φλύσχης, Ζώνη Πίνδου
Τεκτονικά παραμορφωμένος ιλυόλιθος με τεμάχια ψαμμίτη.
Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες **Με ενστρώσεις**
Πτυχωμένο **Συμπαγές**

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Τεκτονικά παραμορφωμένος, έντονα πτυχωμένος, ιλυόλιθος με ψαμμιτικά τεμάχια.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Πολύ λείες κατα περίπτωση ολισθηρές, μέτρια αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Έντονα πτυχωμένη βραχώδης μάζα με παρουσία ρηγμάτων που ταπεινώνουν έντονα τα μηχανικά χαρακτηριστικά της βραχώδους μάζας.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώδους
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως** **Παραμένον έδαφος**
Υγιής **Ελαφρώς** **Μετρίως**
Ισχυρώς **Πλήρως**

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Ανήλιο (Μέτσοβο)

β) Τεχνικό Έργο

Τεχνητά Ορύγματα - Ευσταθεία Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώδους μάζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις λόγω της του έντονου κερματισμού και των πτυχωμένων γεωτεχνικών ιδιοτήτων της βραχώδους και της έντονης αποσαθρωσης σε όλη την μάζα.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



0.5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΔΟΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΑΣΧΙΣ
(Σ. Μάρκος, 2007)

Ετερογενείς βραχώδεις ενότητες ορίζονται αυτές που εισάγονται σύμφωνα με δορυφορικούς μέσους όρους ή ορισμένες δομές, στη χαρακτηριστική σκηνή τους. Για τον φάσχο αυτής η εκτίμηση βασίζεται κυρίως σε φασχικές και λιθολογικές πληροφορίες που προκύπτουν από οπτικά χαρακτηριστικά. Οφείλουν στην παρουσία των φασχικών στοιχείων, της δομής και της υφής των υλικών (οριζώντες ή κωνικές) της βραχόμαζας, καθώς και του πλάτους των φασχών. Η εκτίμηση της φασχικής αντοχής γίνεται με βάση τον κριτήριο της διατάξεως (οριζώντες, μέγιστη διαταγή, κωνική) διαταγμένων φασχών και της κατανομής τους. Ο φάσχος ορίζεται ως η γραμμή που αποτελείται από φασχικές επιφάνειες που έχουν μήκος 1m και πλάτος 1cm. Η φασχική αντοχή είναι η δύναμη που απαιτείται για να διασπαστεί η βραχόμαζα κατά μήκος της φασχικής επιφάνειας. Η φασχική αντοχή είναι η δύναμη που απαιτείται για να διασπαστεί η βραχόμαζα κατά μήκος της φασχικής επιφάνειας. Η φασχική αντοχή είναι η δύναμη που απαιτείται για να διασπαστεί η βραχόμαζα κατά μήκος της φασχικής επιφάνειας.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΣΗ		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ (σε ποσοστό επιφάνειας)		ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	
ΤΥΠΟΣ	Περιγραφή	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	ΜΕΤΡΩΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ
ΤΥΠΟΣ I	Αδελφοειδής, μεσοκωνική, άσπαστος, με σφαιρικούς και λυγρούς κώνους, με σφαιρικούς και λυγρούς κώνους, με σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	80	I	70	I
ΤΥΠΟΣ II	Αδελφοειδής, μεσοκωνική, άσπαστος, με σφαιρικούς και λυγρούς κώνους, με σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	70	II	60	II
ΤΥΠΟΣ III	Μετρίως διαταγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	60	III	50	III
ΤΥΠΟΣ IV	Μετρίως διαταγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	50	IV	40	IV
ΤΥΠΟΣ V	Μετρίως διαταγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	40	V	30	V
ΤΥΠΟΣ VI	Μετρίως διαταγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	30	VI	20	VI
ΤΥΠΟΣ VII	Υπό διαταγή βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα.	N/A	VII	10	VII
ΤΥΠΟΣ VIII	Υπό διαταγή βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα.	N/A	VIII	10	VIII
ΤΥΠΟΣ IX	Αποδιαταγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από σφαιρικούς και λυγρούς κώνους.	N/A	IX	10	IX
ΤΥΠΟΣ X	Τεκτονικά διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα.	N/A	2X	10	2X
ΤΥΠΟΣ XI	Τεκτονικά διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα, η οποία διαταγμένη βραχόμαζα.	N/A		10	10

• Εύρος τιμών GSI: **10-15**

• Τύπος ετερογενούς βραχώμαζας: **XI**

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- Ονομασία Πετρώματος
- Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Φλύσχης
Τεκτονικά διατηρημένος ιλυόλιθος σε χαοτική δομή.
Ετερογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Τεκτονικά διατηρημένος ιλυόλιθος με θύλακες αργίλου και τεμάχια ψαμμίτη. Προσεγγίζει ιδιότητες εδαφικών υλικών.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Πολύ λείες κατα περίπτωση ολισθηρές, ισχυρώς αποσπασθωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Η βραχόμαζα έχει υποστεί έντονο τεκτονισμό και πλέον εμφανίζει χαοτική δομή. Τα χαρακτηριστικά της πλέον προσεγγίζουν αυτά του εδάφους.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- Σε κλίμακα βραχώμαζας
- Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Ανθοχώριο (Μέτοβο)

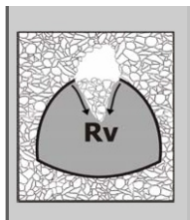
β) Τεχνικό Έργο

Σήραγγα

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ



Αναμένεται καταρροή βραχώμαζας λόγω των πολυ πτωχών γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της βραχώμαζας και της χαοτικής δομής.

19/2/2015

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

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



10m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: 70-80

• Τύπος βραχώμαζας : I

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Γνεύσιος, Περιοδοδοτική ζώνη
Αδιατάρακτος - τεμαχώδης Γνεύσιος.
Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Αδιατάρακτος γνεύσιος με πολύ καλό αλληλοκλειδωμα των τεμαχών.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Ίχνη ελαφράς αποσάθρωσης κοντά στην επιφάνεια.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Τυπική γνευσιακή υφή με λίγες ασυνέχειες να βρίσκονται κατακόρυφα σε σχέση με την στρώση και να δίνουν και σφηνοειδείς ολισθήσεις.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Καβάλα

β) Τεχνικό Έργο

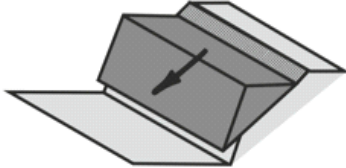
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

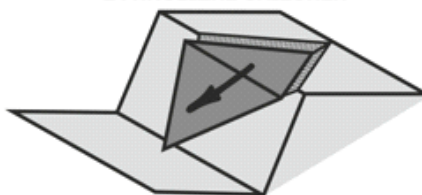
Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις που ευννοούνται από την κλίση των στρωμάτων.

Αναμένονται σφηνοειδείς ολισθήσεις σε περιοχές που επηρεάζονται από τις κατακόρυφες ασυνέχειες.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: 40-50

• Τύπος βραχώμαζας : IV

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Γενεύσιος
Πολύ τεμαχώδης - διαταραγμένος Γενεύσιος.
Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Μερικώς διαταραγμένος γνεύσιος με πολύπλευρα γωνιώδη τεμάχια.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Μέτρια αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Μέτριως κερματισμός παρουσία πυκνού δικτύου ασυνεχειών μέτριας έως καλής ποιότητας.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Πολύμυλος

β) Τεχνικό Έργο

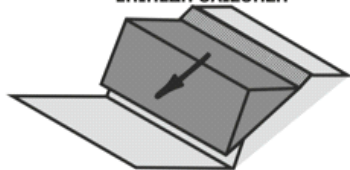
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις που εννοούνται από την κλίση των στρωμάτων.

Αναμένονται σφηνοειδείς ολισθήσεις.

Τοπικά αναμένονται περιστροφικές ολισθήσεις σε περιοχές που χάνεται η δαμή λόγω της αποσάθρωσης.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

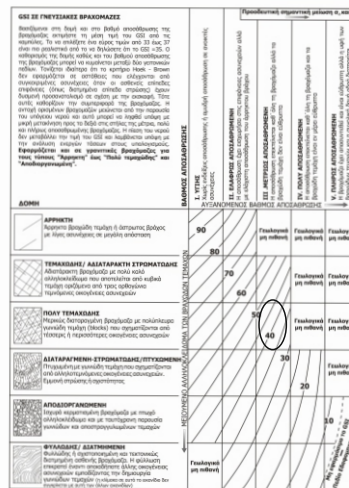
I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Ια. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Ιβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: 35-50

• Τύπος βραχώμαζας : II

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Γνεύσιος
Τεμαχώδης Γνεύσιος.
Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Τεμαχώδης γνεύσιος με καλό αλληλοκλείδωμα των τεμαχίων.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Ελαφρώς αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Η βραχώμαζα διατρέχεται από δίκτυο ασυνεχειών το οποίο ωστόσο είναι μέτριας ως καλής ποιότητας και δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα αστοχιών.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Πολύμυλος

β) Τεχνικό Έργο

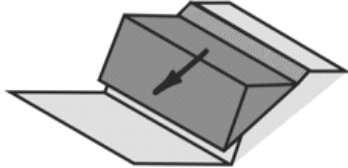
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις που ευνοούνται από την κλίση των στρωμάτων.

Αναμένονται σφηνοειδείς ολισθήσεις.

ΦΥΛΛΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ GSI

I. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ GSI

Iα. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (με κλίμακα)



5m

Iβ. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GSI



• Εύρος τιμών GSI: 30-40

• Τύπος βραχώμαζας : V

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

α) ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

- 1) Γενικός σχηματισμός (π.χ. Φλύσχης)
- 2) Ονομασία Πετρώματος
- 3) Ομοιογένεια-Ετερογένεια

Γνεύσιος
Πολύ τεμαχώδης - διαταραγμένος Γνεύσιος.
Ομοιογένεια

β) ΔΟΜΗ (στρώση - σχιστότητα)

- Ιζηματογενή

Στρωματώδες Με ενστρώσεις
Πτυχωμένο Συμπαγές

γ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ

Μερικώς διαταραγμένος γνεύσιος με πολύπλευρα γωνιώδη τεμάχια.

δ) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Μέτρια έως ισχυρά αποσαθρωμένες επιφάνειες ασυνεχειών.

ε) ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Μέτριως κερματισμός και παρουσία αργιλικού υλικού επιφανειακά που μπορεί να οδηγήσει στη ταπείνωση των μηχανικών χαρακτηριστικών στην επιφάνεια.

ζ) ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

- 1) Σε κλίμακα βραχώμαζας
- 2) Σε κλίμακα ασυνεχειών

Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως Παραμένον έδαφος
Υγιής Ελαφρώς Μετρίως
Ισχυρώς Πλήρως

III. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Τοποθεσία - Περιοχή

Πολύμυλος

β) Τεχνικό Έργο

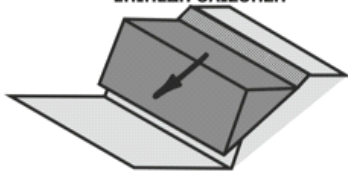
Τεχνητά Ορύγματα - Ευστάθεια Πρανούς

γ) Σκοπός ταξινόμησης

Προσδιορισμός Μηχανικών Ιδιοτήτων Βραχώμαζας

IV. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗ



Αναμένονται επίπεδες ολισθήσεις που ευνοούνται από την κλίση των στρωμάτων.

5. Βιβλιογραφία

1. Marinos V, Marinos P, Hoek E (2005) The geological strength index: applications and limitations
2. Marinos P, Hoek E, Marinos V (2005) Variability of the engineering properties of rock masses quantified by the geological strength index: the case of ophiolites with special emphasis on tunnelling
3. Osgoui R. Reza, Ulusay Resat, Unal Erdal (2010) An assistant tool for the Geological Strength Index to better characterize poor and very poor rock masses
4. Ramamurthy T (2004) A geo-engineering classification for rocks and rock masses
5. Sonmez Harun, Gokceoglu Candan, Ulusay Resat (2003) An application of fuzzy sets to the Geological Strength Index (GSI) system used in rock engineering
6. Sonmez H, Ulusay R (1999) Modifications to the geological strength index (GSI) and their applicability to stability of slopes
7. Tsiambaos G, Saroglou H (2010) Excavatability assessment of rock masses using the Geological Strength Index (GSI)
8. Μαρίνος Β (2013) Παρουσιάσεις «Γεωλογικές και Περιβαλλοντικές Μελέτες Τεχνικών Έργων» Τμήματος Γεωλογίας, ΑΠΘ
9. Μαρίνος Β () Διδακτορική Διατριβή
10. Χρηστάρας Β, Μαρίνος Β (2013) Παρουσιάσεις «Τεχνικής Γεωλογίας» Τμήματος Γεωλογίας, ΑΠΘ