



Στην περιοχή του σχήματος (Σχήμα 1) πρόκειται να μελετηθεί η κατασκευή σήραγγας. Στην περιοχή αναπτύσσεται φλύσχης με την εξής στρωματογραφική σειρά (από τα νεώτερα στρώματα προς τα παλαιότερα):

- 1: Μεσοστρωματώδης ψαμμικός φλύσχης με λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθου (ψαμμίτης 70% και ιλυόλιθος 30%) (πάχος μεγάλο)
- 2: Λεπτοστρωματώδεις έως μεσοστρωματώδεις εναλλαγές ψαμμίτη και ιλυολίθου με ίδια ποσότητα (πάχος 70-80m)
- 3: Ιλυόλιθος με αραιές λεπτοστρωματώδεις ενστρώσεις ψαμμίτη (πάχος μεγάλο) (ιλυόλιθος 90% και ψαμμίτης 10%)

Σημείωση 1:

- i) Οι κλίσεις στα όρια των σχηματισμών είναι αυτές που σημειώνονται σχεδιαστικά
- ii) Με τον χαρακτηρισμό «πάχος μεγάλο» επιθυμείται να δηλωθεί ότι μπορεί να ξεπερνά την κλίμακα της τομής

Για την γεωτεχνική μελέτη της σήραγγας είναι απαραίτητη η γνώση του μοντέλου της βραχομάζας και πιο αναλυτικά οι παράμετροι αντοχής και παραμορφωσιμότητας που θα χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό των μέτρων άμεσης υποστήριξης κατά μήκος της σήραγγας σε περίπτωση εκδήλωσης συγκλίσεων (δηλαδή ισότροπη συμπεριφορά).

Ζητούνται

1. Σχεδιάστε το κατά τη γνώμη σας πιο πιθανό γεωλογικό προσομοίωμα λαμβάνοντας υπόψη σας μόνο τα παραπάνω δεδομένα και αυτά του σχήματος.
2. Βαθμονομήστε την βραχομάζα, στις 3 εμφανίσεις της, με βάση το GSI, σύμφωνα με τον συνημμένο πίνακα (Marinos 2007).

α/α	Κατάσταση ασυνεχειών
Βραχομάζα Σχηματισμού.1	Οι επιφάνειες των ασυνεχειών είναι τραχείες χωρίς αποσάθρωση.
Βραχομάζα Σχηματισμού.2	Οι επιφάνειες των ασυνεχειών είναι λείες και μετρίως αποσαθρωμένες.
Βραχομάζα Σχηματισμού.3	Οι επιφάνειες των ασυνεχειών είναι πολύ ολισθηρές και κατά τόπους αργιλοποιημένες

Σημείωση 2: Τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων παρουσιάστε τα ομαδοποιημένα σε πίνακα και οπωσδήποτε πάνω στο διάγραμμα του GSI με προβολές στα αντίστοιχα πεδία (βλέπε παράδειγμα στο βοηθητικό φυλλάδιο της άσκησης).

3. Σε ποιούς από τους παραπάνω τύπους βραχομάζας εκτιμάτε (πιθανότερα) ότι στο βάθος το GSI μπορεί να αλλάζει και γιατί (δηλαδή αν μπορεί να βελτιωθεί η δομή ή η ποιότητα των ασυνεχειών με το βάθος);

4. Εφαρμόστε το κριτήρ/ιο Hoek and Brown (2002) για τις τρεις διαφορετικές μορφές του φλύσχη και υπολογίστε τις παραμέτρους αντοχής c και ϕ για κάθε περίπτωση για βάθος σήραγγας 100m. Δίνεται ότι η μονοαξονική αντοχή σε θλίψη σ_{ci} του ψαμμίτη είναι 50 MPa και του ιλυολίθου 15 MPa ενώ το ειδικό βάρος και για τα δύο γεωυλικά είναι 0,025 MN/m³. Η επίλυση γίνεται από τις παρακάτω εξισώσεις. Εσείς μπορείτε να χρησιμοποιήσετε άμεσα το πρόγραμμα RSdata (από το γεωτεχνικό λογισμικό της σουίτας της rocscience).

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

Κριτήριο αστοχίας Hoek & Brown για βραχώμαζα

Όπου τα m_b , s και a δίνονται από τις σχέσεις:

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

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

5. Στη συνέχεια υπολογίστε για κάθε βραχώμαζα το μέτρο παραμορφωσιμότητας E_m από τη σχέση του Hoek et al (2002):

$$E_m (GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci} (MPa)}{100}} \times 10^{(GSI-10)/40}$$

Όπου, D είναι συντελεστής που εξαρτάται από το βαθμό διαταραχής της βραχώμαζας ανάλογα με τη ποιότητα εκσκαφής.

Να ληφθεί η τιμή D για βραχώμαζα χωρίς διαταραχή κατά την εκσκαφή της ($D=0$).

Σημείωση 3: Για την εκτίμηση της “ζυγισμένης” τιμής των αντίστοιχων παραμέτρων (του σ_{ci} και m_i) του “άρρηκτου” φλύσχη ανάλογα με τον τύπο της βραχώμαζας πρέπει να λάβετε υπόψη σας τον πίνακα 1.

Σημείωση 4: Τα αποτελέσματα των ερωτημάτων 3 (συνοχή c και γωνία τριβής ϕ°) και 4 (μέτρο παραμορφωσιμότητας E) παρουσιάστε τα ομαδοποιημένα σε πίνακα.

Προσοχή: Για τον υπολογισμό του E_m χρησιμοποιείτε αποκλειστικά την παραπάνω σχέση (όχι μέσω του προγράμματος RSdata)

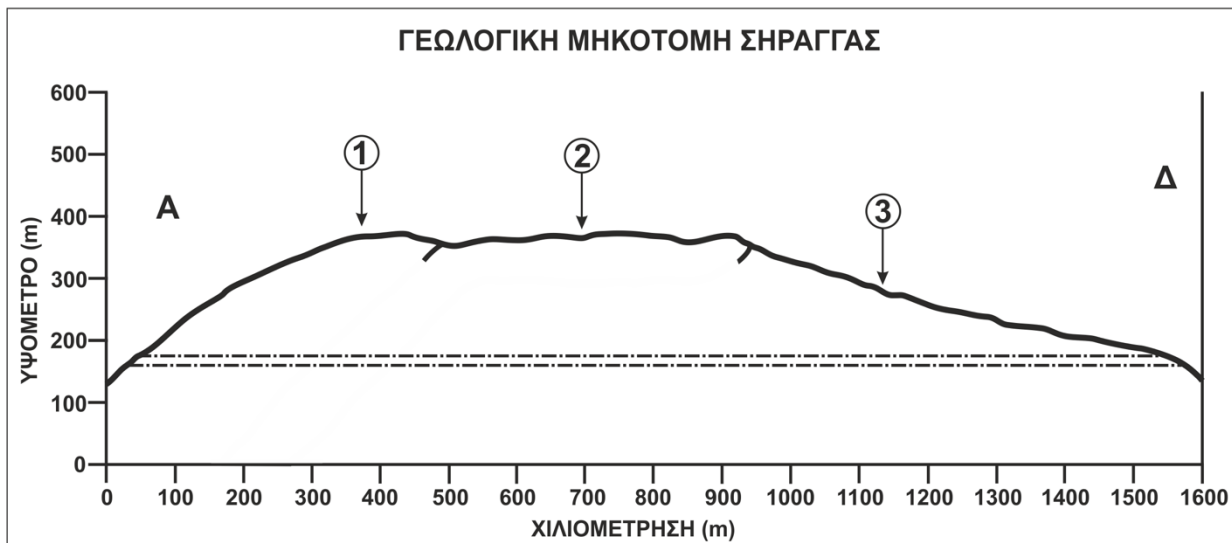
Πίνακας 1. Αναλογίες των σ_{ci} , m_i και E_i των λιθολογικών μελών για την εκτίμηση της “ζυγισμένης” τιμής των αντίστοιχων παραμέτρων του “άρρηκτου” φλύσχη ανάλογα με τον τύπο της βραχώμαζας.

Τύπος Φλύσχη	Αναλογίες των σ_{ci} , m_i και E_i των λιθολογικών μελών για την εκτίμηση της “ζυγισμένης” τιμής των αντίστοιχων παραμέτρων του «άρρηκτου» φλύσχη ανάλογα με τον τύπο της βραχώμαζας.
I, III	Χρησιμοποιείτε τις τιμές για τους ψαμμιτικούς πάγκους
II,VI	Χρησιμοποιείτε τις τιμές για τους ιλυολιθικούς πάγκους
IV	<i>Λεπτά στρώματα:</i> Μειώστε την τιμή του ψαμμίτη κατά 10% και χρησιμοποιείτε την πλήρη τιμή του ιλυολίθου <i>Παχιά στρώματα:</i> Χρησιμοποιείτε ισοδύναμα τις τιμές του ψαμμιτικού και ιλυολιθικού πάγκου
V,VII, VIII	Μειώστε τις ψαμμιτικές τιμές κατά 20% και χρησιμοποιείτε την πλήρη τιμή του ιλυολίθου
IX	Χρησιμοποιείτε τις πλήρες τιμές των εμπλεκόμενων γεωυλικών

X Μειώστε τις ψαμμιτικές τιμές κατά 30% και χρησιμοποιείστε την πλήρη τιμή του ιλυολίθου

XI Χρησιμοποιείστε την πλήρη τιμή του ιλυολίθου ή αργιλικού σχιστολίθου

Σημείωση: Η τελική "ζυγισμένη" τιμή πρέπει να λαμβάνει προφανώς υπ' όψη και τα ποσοστά συμμετοχής των δύο μελών στη σύσταση της βραχώμαζας και όχι να προκύπτει από τον μέσο όρο. Σε περίπτωση που η υπολογιζόμενη τιμή βρεθεί χαμηλότερη από αυτή του ασθενέστερου υλικού, χρησιμοποιείστε την τελευταία.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΤΟΜΗΣ

ΣΕΙΡΑ ΦΛΥΣΧΗ



ΜΕΣΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΗΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ (ΨΑΜΜΙΤΗΣ 70% ΚΑΙ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ 30%)



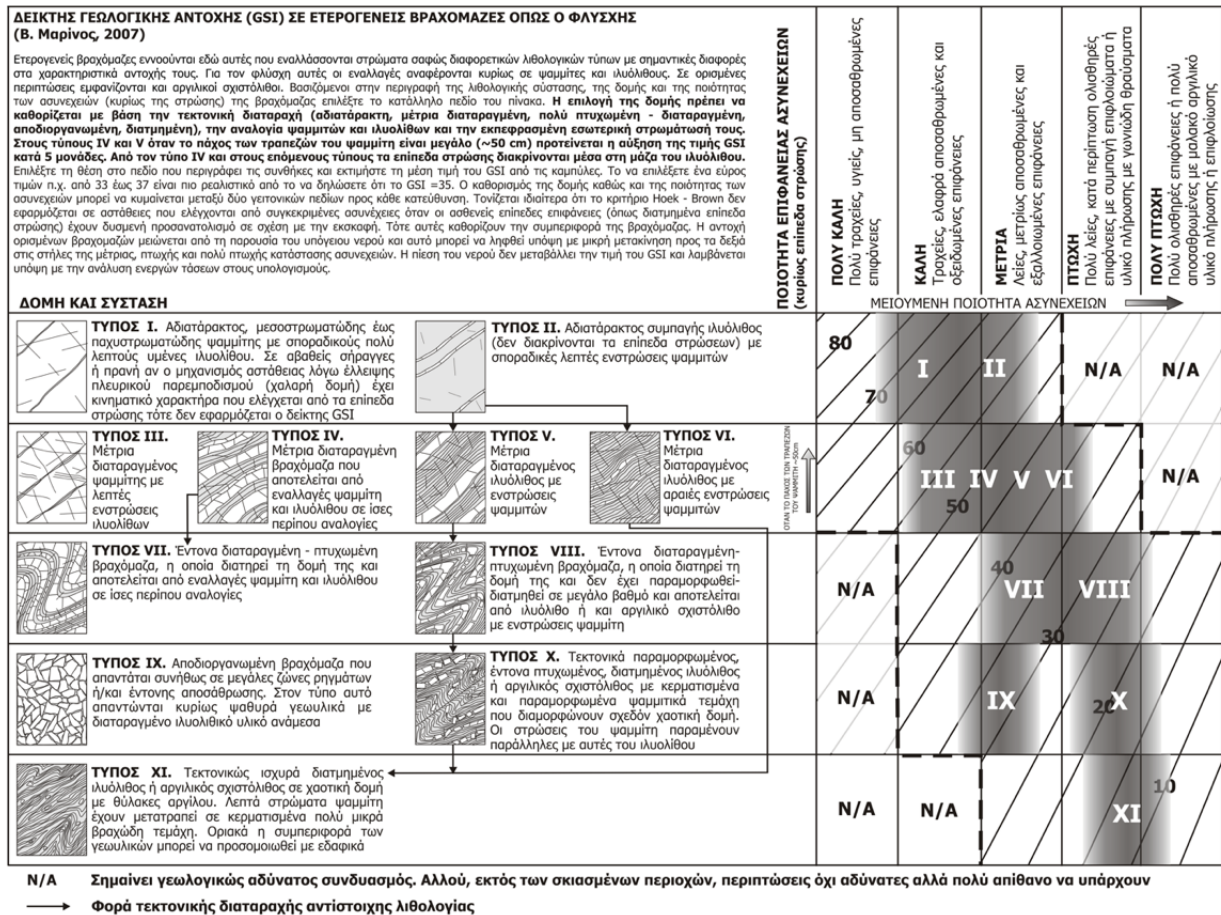
ΛΕΠΤΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΕΙΣ ΕΩΣ ΜΕΣΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΨΑΜΜΙΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΙΛΥΟΛΙΘΙΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΙΔΙΑ ΠΟΣΟΣΤΩΣΗ



ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ ΜΕ ΑΡΑΙΕΣ ΛΕΠΤΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΕΙΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ (ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ 90% ΚΑΙ ΨΑΜΜΙΤΗΣ 10%)

ΣΗΡΑΓΓΑ

Σχήμα 1. Τομή άσκησης Β



Σχήμα 3. Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής – GSI (Geological Strength Index) για ετερογενείς βραχώδεις όπως ο φλύσχος (Μαρίνος Β. 2007)

Βιβλιογραφία:

- Hoek, E., Carranza-Torres, C., Corkum, B., 2002. Hoek - Brown failure criterion - 2002 edition. In: Bawden H.R.W., Curran, J., Telesnicki, M. (eds). Proceedings of NARMS-TAC 2002, Toronto, pp. 267-273.
- Hoek, E. and Marinos, P. 2007. A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion. Soils and Rocks, No. 2., November 2007.
- Marinos, V., Marinos, P., Hoek, E. "The geological Strength index: applications and limitations". Bull. Eng. Geol. Environ. 64, 55-65 (2005).
- Marinos, P and Hoek, E. 2000 GSI – A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne. 1422-1442
- Μαρίνος Β., (2007), «Γεωτεχνική ταξινόμηση και τεχνικογεωλογική συμπεριφορά ασθενών και σύνθετων γεωλυτικών κατά τη διάνοιξη σπράγγων», Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Γεωτεχνικής, Ε.Μ.Π.

Βραχώμαζα σχηματισμού 1 (Άσκηση Β)



Βραχώμαζα σχηματισμού 2 (Άσκηση Β)



Βραχόμαζα σχηματισμού 3 (Άσκηση Β)

