



Στα πλαίσια κατασκευής αυτοκινητοδρόμου στην Δυτική Ελλάδα, πρόκειται να κατασκευαστεί σήραγγα συνολικού μήκους περί τα 2.8 km. Η σήραγγα θα κατασκευαστεί εντός του σχηματισμού των ασβεστόλιθων του Άνω Ιουρασικού – Άνω Ηώκαινου της ζώνης Γαβρόβου – Τριπόλεως. Ο σχηματισμός είναι γενικά μέτρια κερματισμένος και ο κύριος μηχανισμός αστοχίας κατά την εκσκαφή της σήραγγας αναμένεται να είναι η πτώση ή ολίσθηση βραχοσφηνών. Στα πλαίσια της γεωλογικής – γεωτεχνικής έρευνας για την κατασκευή του έργου, έγινε καταγραφή των κυρίων συστημάτων ασυνεχειών που διατέμνουν την ασβεστολιθική μάζα.

Συνολικά κατά μήκος της χάραξης του έργου, εντοπίστηκαν δύο (2) περιοχές ανά Χ.Θ., με τα συστήματα ασυνεχειών κάθε μίας από αυτές, να παρουσιάζονται στον *Πίνακα 1*.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά συστημάτων ασυνεχειών για τις δύο εξεταζόμενες περιοχές της σήραγγας.

Περιοχή	Περιγραφή	Κλίση	Διεύθυνση μέγιστης κλίσης	Μήκος ασυνέχειας (m)
1	B (Στρώση)	35°	169°	8
	J1 (Διάκλαση)	72°	320°	6
	J2 (Διάκλαση)	65°	082°	4
2	B (Στρώση)	41°	255°	10
	J1 (Διάκλαση)	60°	026°	8
	J2 (Διάκλαση)	48°	100°	10
	J3 (Διάκλαση)	85°	195°	4

Από δείγματα ασβεστόλιθου που ελήφθησαν από την περιοχή του έργου, πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές δοκιμές διάτμησης σε φυσική ασυνέχεια και προσδιορίστηκε ότι η μέση γωνία τριβής των ασυνεχειών είναι $\varphi = 27^\circ$ και συνοχή $c = 0$ kPa. Το ειδικό βάρος του ασβεστόλιθου να ληφθεί ίσο με $\gamma = 0,026$ MN/m³.

Ο άξονας της σήραγγας έχει γενική διεύθυνση B 155°, χωρίς κλίση.

Ζητείται:

1. Να πραγματοποιηθεί έλεγχος για δημιουργία επισφαλών όγκων (βραχοσφήνες) πέριξ της εκσκαφής, κατά την διάνοιξη της σήραγγας, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Unwedge – Rocscience. Ο έλεγχος θα πραγματοποιηθεί για τις δύο περιοχές-ζώνες της σήραγγας ξεχωριστά και θα αφορά περιπτώσεις όπου δεν λαμβάνεται υπόψιν το υπερκείμενο έδαφος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να προσδιορίσει i) ο συντελεστής ασφάλειας SF για κάθε βραχοσφήνα ii) ο όγκος κάθε βραχοσφήνας iii) το μέγιστο ύψος της κάθε βραχοσφήνας.
2. Όπως και στο ερώτημα #2 να προσδιοριστεί ο συντελεστής ασφάλειας SF για κάθε βραχοσφήνα περιμετρικά της εκσκαφής, λαμβάνοντας τώρα υπόψιν την επιρροή των υπερκείμενων γαιών, για βάθος εκσκαφής $H = 280\text{m}$. Σχολιάστε τις διαφορές σε σχέση με την ανάλυση του ερωτήματος #2.
3. Στις περιπτώσεις του ερωτήματος #2 όπου δημιουργούνται βραχοσφήνες με συντελεστή ασφαλείας $SF < 2$, να προταθεί ο κατάλληλος κάρναβος αγκύρωσης με αγκύρια τύπου Swellex, ώστε να επιτευχθεί ο προαναφερθέν συντελεστής ασφαλείας ($SF_{\min} = 2$). Για τα αγκύρια τύπου Swellex, να χρησιμοποιηθούν αγκύρια αρχικής διαμέτρου $\Phi 54$ και να ληφθεί συντελεστής ασφαλείας υλικού $SF_{\text{steel}} = 1.4$. Τα χαρακτηριστικά των αγκυρίων Swellex, παρουσιάζονται στην *Εικόνα 1*.

* Σε όλες τις περιπτώσεις να λάβετε υπόψιν μήκος σήραγγας $L = 5\text{m}$.

** Η τυπική διατομή της εκσκαφής, περιλαμβάνεται στις Εκφωνήσεις Ασκήσεων του μαθήματος (πλατφόρμα Helios) σε μορφή .dxf.

Μορφή παραδοτέων: Μικρή τεχνική έκθεση στην οποία θα γίνεται παράθεση όλων των βασικών παραδοχών που ελήφθησαν υπόψιν (γεωμετρία, ασυνέχειες, παράμετροι διατμητικής αντοχής). Επίσης για την παρουσίαση των επισφαλών όγκων πέριξ του υπογείου ανοίγματος να παρατεθεί κατάλληλη εικόνα με την τριδιάστατη παρουσίαση των επισφαλών όγκων. Τέλος να παρατεθεί ένας συγκεντρικός πίνακας για κάθε περιοχή στον οποίο θα αναφέρονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά για κάθε επισφαλή όγκο πριν και μετά την εφαρμογή της κατάλληλης υποστήριξης.

Σημείωση: Η διαμόρφωση της άσκησης αυτής έγινε με την συνεπικουρία του Δρ. Δημήτρη Γεωργίου

		120 Standard	160 Midi	200 Super	240 Ultra
Τυπικό φορτίο θραύσεως σε εφελκυσμό Typical fracture load in tension	kN	120	160	200	240
Ελαχιστη εγγυημένη επιμήκυνση κατά τη θραύση Minimum guaranteed elongation at fracture	%	20			
Τυπική επιμήκυνση κατά τη θραύση Typical elongation at fracture	%	30			
Προτεινόμενη διάμετρος διατρήματος Recommended bore-hole diameter	mm	32-39	45-53	45-53	45-53
Βέλτιστη διάμετρος διατρήματος Optimal bore-hole diameter	mm	35-38	45-51	45-51	45-51
Διάμετρος σωλήνα (πριν τη διαμόρφωση) Tube diameter (prior to folding)	mm	41	54	54	54
Πάχος σωλήνα Tube wall thickness	mm	2	2	2,5	3
Διάμετρος διαμορφωμένου σωλήνα (πριν τη διόγκωση) Folded tube diameter (prior to inflation)	mm	26	36	36	36
Διάμετρος τερματικού πώματος Bolt end-cap diameter	mm	29	38	38	38
Διάμετρος κεφαλής (βαλβίδας) Bolt head (valve) diameter	mm	30/38	41/50	41/50	41/50
Ονομαστικό βάρος Nominal weight	kg/m	2	2,8	3,3	3,8
Πίεση νερού διόγκωσης Inflation water pressure	bar	300			
Διαθέσιμα μήκη αγκυρίων Available bolt lengths	m	2 - 8			

Εικόνα 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά αγκυρώσεων Swellex (Πηγή: ΕΛΕΒΟΡ ΑΕΒΕ).