

γ) Οδός Σαρανταπήχου (Περιφερειακός Λυκαβηττού)

Η θέση αυτή τοποθετείται λίγα μέτρα μετά τη συμβολή της οδού Σαρανταπήχου με την οδό που οδηγεί στο λόφο του Λυκαβηττού και τα προβλήματα που έχουν αναγνωριστεί αφορούν σε εδαφική αστάθεια που εκδηλώνεται στη θέση της φωτογραφίας 7. Πρόκειται για αστάθεια η οποία προς τα ανάντη οριοθετείται από ρωγμή που είναι ευδιάκριτη εντός της οδού που οδηγεί στο λόφο (φωτ. 8, 9) και προς τα κατόντη εντός του πρानούς της οδού Σαρανταπήχου.



Φωτ. 7: Θέση πρानούς επί της οδού Σαρανταπήχου, το οποίο παρουσιάζει ενδείξεις εδαφικών ασταθειών.



Φωτ. 8: Ενδείξεις εδαφικής αστάθειας στο ανώτερο τμήμα του πρानούς επί της οδού Σαρανταπήχου.



Φωτ. 9: Ρωγμή - άνω όριο εδαφικής αστάθειας.

Πρόκειται για πρανές συνολικού μήκους περί τα 25-30m και μέσου ύψους περί τα 5 - 6m, το οποίο έχει διαμορφωθεί σε εμφάνιση συνεκτικών πλευρικών κορημάτων ενώ στη βάση του, για μικρό ύψος, εμφανίζεται Αθηναϊκός σχιστόλιθος.

δ) Οδός Μπουκουβάλα

Πρόκειται για μια θέση πρανούς επί της οδού Μπουκουβάλα στο Γκύζη και πλησίον της συμβολής της με την οδό Ιθώμης. Πρόκειται για πρανές συνολικού μήκους περί τα 15m και μέσου ύψους περί τα 2.5 - 3.0m το οποίο έχει διαμορφωθεί σε εμφάνιση Αθηναϊκών Σχιστολίθων. Επικρατούν ψαμμιτικοί ορίζοντες έντονα αποσαθρωμένοι, κερματισμένοι και σχιστοποιημένοι. Τα προβλήματα που παρατηρούνται είναι μικρού όγκου καταπτώσεις σε όλη την έκταση του πρανούς, προερχόμενες κυρίως από τα ανώτερα και πιο αποσαθρωμένα τμήματα του καθώς και ανατροπές / αποκολλήσεις στον πολύ κερματισμένο βράχο. Στην εκδήλωση των προβλημάτων συμβάλλει και η μη διευθέτηση της επιφανειακής απορροής στη ζώνη ανάντη του πρανούς.

ε) Οδός Βριλησσού

Το συγκεκριμένο πρανές επί της οδού Βριλησσού έχει μήκος περί τα 270m και ύψος κυμαινόμενο μεταξύ 3 και 5m. Βρίσκεται στο Πολύγωνο σε θέση κάτω από το Αττικό Άλσος. Γεωλογικά η περιοχή δομείται από εμφάνιση Αθ. Σχιστολίθου, παρόμοια με αυτή που συναντήθηκε στη θέση του 39ου Λυκείου Αθήνας.

Παρατηρήθηκαν τοπικής σημασίας αστοχίες με τη μορφή μικρο-καταπτώσεων και ανατροπών σε βραχώδεις εμφανίσεις ψαμμιτών ή ασβεστόλιθων καθώς και εδαφικές ροές σε ζώνες έντονης αποσάθρωσης μαργών και ψαμμιτών.

στ) Οδός Ρογκάκου

Η θέση αυτή τοποθετείται επί της οδού Ρογκάκου και τα προβλήματα που έχουν αναγνωριστεί αφορούν σε μικρο-καταπτώσεις επί του οδοστρώματος, λόγω αποσάθρωσης ή εκδήλωσης μικρού μεγέθους εδαφικών ασταθειών στο πρηνές της οδού. Το τμήμα του πρηνούς που επηρεάζεται έχει εκτιμώμενο μήκος περί τα 40m και ύψος περί τα 6m, ενώ γεωλογικά η θέση δομείται από σχηματισμό συνεκτικών πλευρικών κορημάτων.

ζ) Είσοδος Τελεφερίκ Λυκαβηττού

Η θέση αυτή βρίσκεται στην περιοχή του τελεφερίκ του Λυκαβηττού και αφορά στο πρηνές αριστερά της εισόδου. Τα προβλήματα που έχουν αναγνωριστεί αφορούν σε μικρο-καταπτώσεις επί του πλατώματος εμπρός της εισόδου που χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων και διέλευση πεζών. Το τμήμα του πρηνούς που επηρεάζεται έχει εκτιμώμενο μήκος περί τα 15-20m και ύψος περί τα 8m ενώ γεωλογικά η θέση δομείται από το σχηματισμό του Αθηναϊκού σχιστόλιθου.

2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

2.1 Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις

Για τις ανάγκες της γεωτεχνικής έρευνας των υπόψη περιοχών, διανοίχθηκαν τρεις (3) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις.

Οι γεωτεχνικές έρευνες ξεκίνησαν στις 26/06/2020 και ολοκληρώθηκαν στις 12/07/2020 από την εταιρία Ν. Λουκάτος & Συνεργάτες Α.Ε.Μ., κάτω από την συνεχή παρουσία του γεωλόγου Α. Αμαξόπουλου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται για κάθε γεώτρηση, το βάθος της, οι συντεταγμένες της καθώς και ο τύπος γεωτεχνικού οργάνου που τοποθετήθηκε στην γεώτρηση.

Πίνακας 1 Στοιχεία γεωτρήσεων

Α/Α	Γεώτρηση	Περιοχή	Συντεταγμένες			Βάθος (m)	Γεωτεχνικό Όργανο
			X	Y	Z		
1.	ΓΣΧ-1	39ο Λύκειο	477631	4206031	-	20.0	Πιεζόμετρο
2.	ΓΝΚ-1	1ο Κοιμητήριο	476688	4201625	-	20.0	Πιεζόμετρο
3.	ΓΛΚ-1	Οδ. Σαρανταπήχου	477149	4203656	-	20.0	Πιεζόμετρο

Για την εκτέλεση των γεωτρήσεων χρησιμοποιήθηκαν δύο περιστροφικά γεωτρήματα τύπου CRAELIUS και Boyles 37 και η τεχνική διάτρησης προσαρμόστηκε στις συνθήκες του εδάφους, έτσι ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Για την συγκράτηση των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων, χρησιμοποιήθηκαν σωληνώσεις διαμέτρου Φ140/125.

Τα βάθη δειγματοληψίας σε σχέση με το φυσικό έδαφος καταγράφονταν συνεχώς. Κάθε δείγμα έφερε επικέτα ανεξίτηλης μελάνης προστατευμένη από την υγρασία και τη φθορά. Στην επικέτα υπήρχαν οι ακόλουθες πληροφορίες:

- τίτλος έργου.
- κωδικός αριθμός δείγματος.
- ημερομηνία δειγματοληψίας.
- σύντομη περιγραφή τρόπου δειγματοληψίας.
- ένδειξη βάθους ανώτερου και κατώτερου τμήματος του δείγματος.

Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδικά ξύλινα κιβώτια, που έφεραν σαφή στοιχεία του περιεχομένου τους.

- Τίτλος του έργου.
- Ονομασία της γεώτρησης.
- Ανώτερο και κατώτερο βάθος του περιεχομένου δείγματος.
- Αύξοντα αριθμό κιβωτίου.

Η περιγραφή των δειγμάτων συσχετίστηκε με τις γεωλογικές πληροφορίες επιφανείας και υπεδάφους καθώς και από τις υπάρχουσες εμφανίσεις των σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή.

2.2 Μετρήσεις στάθμης υπόγειου νερού

Στις γεωτρήσεις γίνονταν καθημερινά μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού, τόσο μετά το πέρας της καθημερινής εργασίας, όσο και το επόμενο πρωί πριν την συνέχιση των εργασιών και καταγράφονταν στο ημερήσιο δελτίο εργασιών των γεωτρήσεων.

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται επηρεάζονται από το νερό που χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της διάτρησης και για το λόγο αυτό δεν είναι αντιπροσωπευτικές της πραγματικής στάθμης του υπογείου νερού. Παρόλα αυτά, για λόγους πληρότητας της παρούσας έκθεσης αποτελεσμάτων,

στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται η καθημερινή προχώρηση των γεωτρήσεων, τα βάθη και ο τύπος σωλήνωσης, καθώς και οι μετρηθείσες ημερήσιες στάθμες κάθε γεώτρησης.

Πίνακας 2 Μετρηθείσες στάθμες γεωτρήσεων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Βάθος Διάτρησης (m)	Βάθος Σωλήνωσης (m)	Στάθμη Νερού (m)	
				Πρωινή	Βραδινή
ΓΣΧ-1	26/06/20	4.60	1.80	*	Δ.Υ.
	29/06/20	16.00	1.80	Δ.Υ.	5.90
	30/06/20	20.00	1.80	Δ.Υ.	5.90
ΓΝΚ-1	01/07/20	5.60	1.70	*	Δ.Υ.
	02/07/20	14.00	1.70	Δ.Υ.	10.20
	03/07/20	20.00	1.70	10.20	10.20
ΓΛΚ-1	11/07/20	5.60	2.80	*	Δ.Υ.
	12/07/20	20.00	2.80	Δ.Υ.	Δ.Υ.

(*) αρχή γεώτρησης
(Δ.Υ.) δεν υπάρχει στάθμη

Με τις μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια των εργασιών καταγράφεται η στάθμη κατά το συγκεκριμένο αυτό χρονικό διάστημα χωρίς να γίνεται εκτίμηση για τυχόν διακυμάνσεις της κατά τη διάρκεια του έτους. Επειδή όμως, η διαίπα του υπόγειου νερού παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των γεωτεχνικών συνθηκών, οι γεωτρήσεις εξοπλίστηκαν με πιεζόμετρα, τα οποία μπορούν να παρέχουν μετρήσεις σε χρόνους μεταγενέστερους της έρευνας.

2.3 Δοκιμές Τυποποιημένης Διείσδυσης

Σε κατάλληλους σχηματισμούς των γεωτρήσεων πραγματοποιήθηκαν δοκιμές τυποποιημένης διείσδυσης (SPT), σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο SPT.

Κατά την διάρκεια της δοκιμής, μετρούνται σε τρεις διαδοχικές φάσεις οι αριθμοί κτύπων που απαιτούνται για την διείσδυση 15cm ανά φάση, με τον πρότυπο δειγματολήπτη (Terzaghi). Ο αριθμός N_{SPT} είναι το άθροισμα των δύο τελευταίων μετρήσεων. Στην περίπτωση όπου ο δειγματολήπτης δεν εισχωρήσει κατά 45cm εντός του εδάφους, καταγράφεται ο αριθμός των κρούσεων και το αντίστοιχο βάθος διείσδυσης και σημειώνεται Άρνηση (Α).

Τα αποτελέσματα των δοκιμών παρατίθενται στα μητρώα των γεωτρήσεων στα βάθη όπου πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμές, ώστε για να γίνεται άμεση συσχέτιση του τύπου του εδάφους με τον αριθμό των κτύπων (Παράρτημα ΙΙ).

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται οι αριθμοί κτύπων που μετρήθηκαν στις γεωτρήσεις για κάθε 15cm διείσδυσης του πρότυπου δειγματολήπτη καθώς και ο αριθμός N_{SPT} .

Πίνακας 3 Αποτελέσματα δοκιμών SPT

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Βάθος (m)			Κρούσεις			Αριθμός (N) κρούσεων
	2.00	-	2.20	35	50/5	-	
ΓΣΧ-1	2.00	-	2.20	35	50/5	-	A
ΓΛΚ-1	2.00	-	2.22	30	50/7	-	A

2.4 Στρωματογραφία

Οι σχηματισμοί που συναντήθηκαν κατά τις διατρητικές εργασίες παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Γεώτρηση ΓΣΧ-1

Βάθος (m)	Περιγραφή
0.00 – 2.20	Ανοιχτοκάστανου χρώματος, πολύ πυκνή ιλυώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικες (SM)
2.20 – 10.00	Ανοιχτοκάστανου χρώματος, πτωχής έως καλής ποιότητας, χαμηλής αντοχής, εναλλαγές λατυποπαγούς με ασβεστιτική μάργα και ψαμμίτες
10.00 – 20.00	Ανοιχτοκάστανου χρώματος, μέτριας έως καλής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής, ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ

Γεώτρηση ΓΛΚ-1

Βάθος (m)	Περιγραφή
0.00 – 0.50	Επίχωμα οδού
0.50 – 4.40	Καστανού χρώματος, πολύ πυκνοί αργιλώδεις-ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GC, GM)
4.40 – 17.50	Καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως εξαιρετικής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής, ΜΑΡΓΑ
17.50 – 20.00	Καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως μέτριας ποιότητας, εξαιρετικά χαμηλής αντοχής, ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ

Γεώτρηση ΓΝΚ-1

Βάθος (m)	Περιγραφή
0.00 – 0.50	Τεχνητές επιχώσεις
0.50 – 10.00	Υπόλευκου χρώματος, πτωχής έως μέτριας ποιότητας, χαμηλής έως μέτρια υψηλής αντοχής, λατυποπαγής ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, καρστικοποιημένος
10.00 – 20.00	Καστανού και με το βάθος γκριζου χρώματος, ασβεστιτικός σχιστόλιθος έως φυλλίτης, πλήρως εδαφοποιημένοι, εμφανιζόμενοι ως αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικες (SC)

2.5 Εργαστηριακές δοκιμές

Μετά την ολοκλήρωση των γεωτρήσεων, όλα τα δείγματα μεταφέρθηκαν στα εργαστήρια της geoSTAND Α.Ε. στην Αθήνα, για την διεξαγωγή δοκιμών προσδιορισμού φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών.

Ο τύπος των δοκιμών προσαρμόστηκε στην φύση των δειγμάτων, την διαδικασία δειγματοληψίας και στον σκοπό των ερευνών.

Οι εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

Δοκιμές Εδαφομηχανικής:

- ✓ κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα και αραιόμετρο
- ✓ προσδιορισμός ορίων Atterberg

Δοκιμές Βραχομηχανικής:

- ✓ προσδιορισμός πορώδους και πυκνότητας
- ✓ δοκιμές σημειακής φόρτισης
- ✓ δοκιμές μονοαξονικής θλίψης

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών παρουσιάζονται στο Παράρτημα IV.

3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται η αξιολόγηση των γεωτεχνικών ερευνών που εκτελέστηκε για τις ανάγκες του υπόψη έργου. Συγκεκριμένα, για το κάθε επιμέρους έργο πραγματοποιείται διαχωρισμός των γεωτεχνικών ενοτήτων του υπεδάφους, εκτιμώνται οι χαρακτηριστικές τιμές των παραμέτρων αντοχής και παραμορφωσιμότητας τους, προσδιορίζεται η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου και κατατάσσονται οι γεωτεχνικές στρώσεις όσον αφορά στην σεισμική επικινδυνότητα και στην εκσκαψιμότητα τους.

3.1 39^ο Λύκειο Αθήνας

3.1.1 Διαχωρισμός γεωτεχνικών στρώσεων

Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεώτρησης που εκτελέστηκε στο 39^ο λύκειο Αθήνας (ΓΣΧ-1) και των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, το υπέδαφος στην περιοχή μπορεί να χωριστεί σε τρεις γεωτεχνικές στρώσεις.

Γεωτεχνική στρώση I

Αποτελείται κατά μέσο όρο από ανοιχτού καστανού χρώματος, πολύ πυκνής απόθεσης ιλυώδη ΑΜΜΟ με χάλικες (SM) και συναντάται από την επιφάνεια του εδάφους έως το βάθος των 2.20m.

Γεωτεχνική στρώση II

Αποτελείται από ανοιχτού καστανού χρώματος, πτωχής έως καλής ποιότητας, χαμηλής αντοχής εναλλαγές λατυποπαγούς με ασβεσπική μάργα και ψαμμίτες και συναντάται από το βάθος των 2.20m έως τα 10.00m.

Γεωτεχνική στρώση III

Αποτελείται από ανοιχτού καστανού χρώματος, μέτριας έως καλής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟ και συναντάται από το βάθος των 10.00m έως το πέρας της γεώτρησης (=20.00m).

3.1.2 Εκτίμηση χαρακτηριστικών τιμών γεωτεχνικών παραμέτρων

Η εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών των στρώσεων πραγματοποιείται με βάση τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές καθώς και από συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Οι ακόλουθοι πίνακες συνοψίζουν για κάθε γεωτεχνική ενότητα τα αποτελέσματα των δοκιμών που εκτελέστηκαν με στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Δίδονται η τυπική απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,10$ και κατανομή t-student για πλήθος δοκιμών $n>4$.

- Γεωτεχνική στρώση I – ανοιχτού καστανού χρώματος, πολύ πυκνής απόθεσης ιλυώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικες (SM)

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				n	\bar{x}	s		
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΧΑΛΙΚΕΣ (%)	27	27	1	27			
	ΑΜΜΟΣ (%)	45	45	1	45			
	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (%)	28	28	1	28			
ΟΡΙΑ ΑΤΤΕΡΒΕΡΓ	LL(%)	23.5	23.5	1	24			
	PL (%)	18.3	18.3	1	18			
	PI (%)	5.2	5.2	1	5			
ΚΡΟΥΣΕΙΣ	N_{SPT}							
	1 ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΩΣΕ N=ΑΡΝΗΣΗ							

Η στρώση αποτελείται από 27% χάλικες, 45% άμμο και 28% λεπτόκοκκα και είναι χαμηλής πλαστιμότητας με τιμές ορίων Atterberg LL=24%, PL=18% και PI=5%.

Μια (1) δοκιμή SPT εκτελέστηκε στην στρώση η οποία έδωσε N_{SPT} =Άρνηση, οπότε η στρώση χαρακτηρίζεται ως πολύ πυκνή.

Για την εκτίμηση των τιμών των μηχανικών χαρακτηριστικών της στρώσης λαμβάνονται υπόψη και οι παρακάτω συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι οποίες αναλυτικά παρουσιάζονται στο σχετικό Παράρτημα. Όπου απαιτείται η τιμή SPT, αυτή λαμβάνεται ίση με N=40.

- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά SM, $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$
- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\gamma=19-21 \text{ kN/m}^3$
- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά SM, $\phi'=34^\circ$
- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\phi'=35-40^\circ$
- σύμφωνα με τους Terzaghi & Peck (1967), για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\phi'=30-34^\circ$
- σύμφωνα με τον Dunham (1954), $\phi = \sqrt{12N} + 15 = 36.9^\circ$

- σύμφωνα με τον Bowles, για ιλυώδη άμμο $E_s=5-20\text{MPa}$
- σύμφωνα με τους Papadopoulos & Anagnostopoulos (1987), για ιλυώδη άμμο με $SPT=40$, $E_s=30.2\text{MPa}$
- σύμφωνα με τους Schultze & Menzenbach (1961), για ιλυώδη άμμο με $SPT=40$, $E_s=23.6\text{MPa}$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης I παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση I
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	20
Ενεργός συνοχή c' (kPa)	0
Ενεργός γωνία τριβής ϕ' ($^\circ$)	35
Μέτρο συμπίεστικότητας E_s (MPa)	25

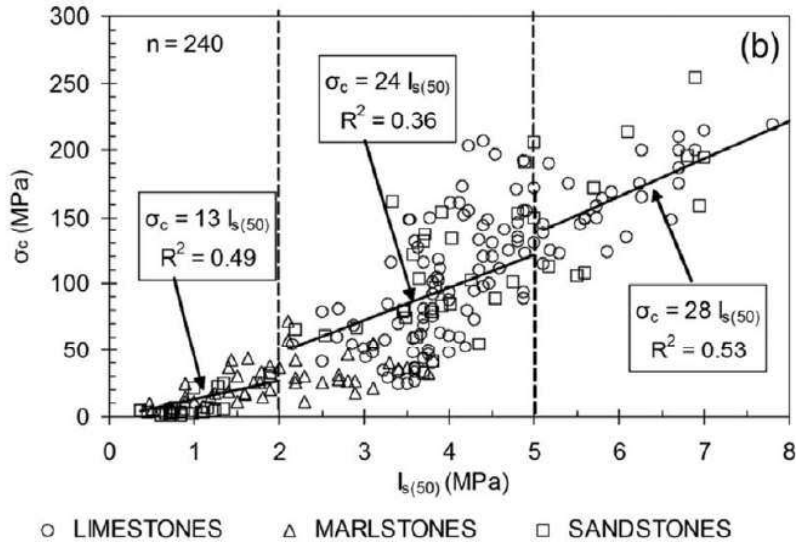
- Γεωτεχνική στρώση II – ανοιχτού καστανού χρώματος, πτωχής έως καλής ποιότητας χαμηλής αντοχής εναλλαγές λατυποπαγούς με ασβεστίκη μάργα και ψαμμίτες

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
						n	\bar{x}	s
ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Φαιν. βάρος γ (gr/cm^3)	2.54	2.63	2	2.59	0.06		
ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	Αντοχή σ_c (MPa)	14.90	21.40	2	18.15	4.60		
ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$I_{s(50)}$ axial (MPa)							
	$I_{s(50)}$ diam. (MPa)	0.53	1.24	3	1.00	0.41		
	$I_s(50)$ (MPa)	0.67	1.58	3	1.28	0.53		

Η μέση τιμή του φαινόμενου βάρους από δυο (2) δοκιμές είναι $\gamma=25.9\text{kN/m}^3$. Δυο (2) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης έδωσαν μέση τιμή $\sigma_c=18.15\text{MPa}$ και τρεις (3) δοκιμές σημειακής φόρτισης έδωσαν μέση τιμή $I_s(50)=1.28\text{MPa}$.

Ο συσχετισμός της τιμής του δείκτη σημειακής φόρτισης με την τιμή της μονοαξονικής αντοχής σε θλίψη του πετρώματος γίνεται με βάση την εξίσωση $\sigma_{ci} = k \cdot I_{s(50)}$ όπου ο συντελεστής k εξαρτάται από το είδος του πετρώματος με την Διεθνή Ένωση Βραχομηχανικής να προτείνει τιμές $k=20$ έως 25 , με μέση τιμή 22 .

Αντίστοιχα, για ασβεστολίθους, μάργες και ψαμμίτες του Ελληνικού χώρου, το Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων (ΚΕΔΕ) προτείνει τον παρακάτω συσχετισμό.



Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ισοδύναμη αντοχή μονοαξονικής θλίψης του πετρώματος ίση με $\sigma_{ci} = 13 \cdot 1.28 \text{ MPa} = 16.64 \text{ MPa}$.

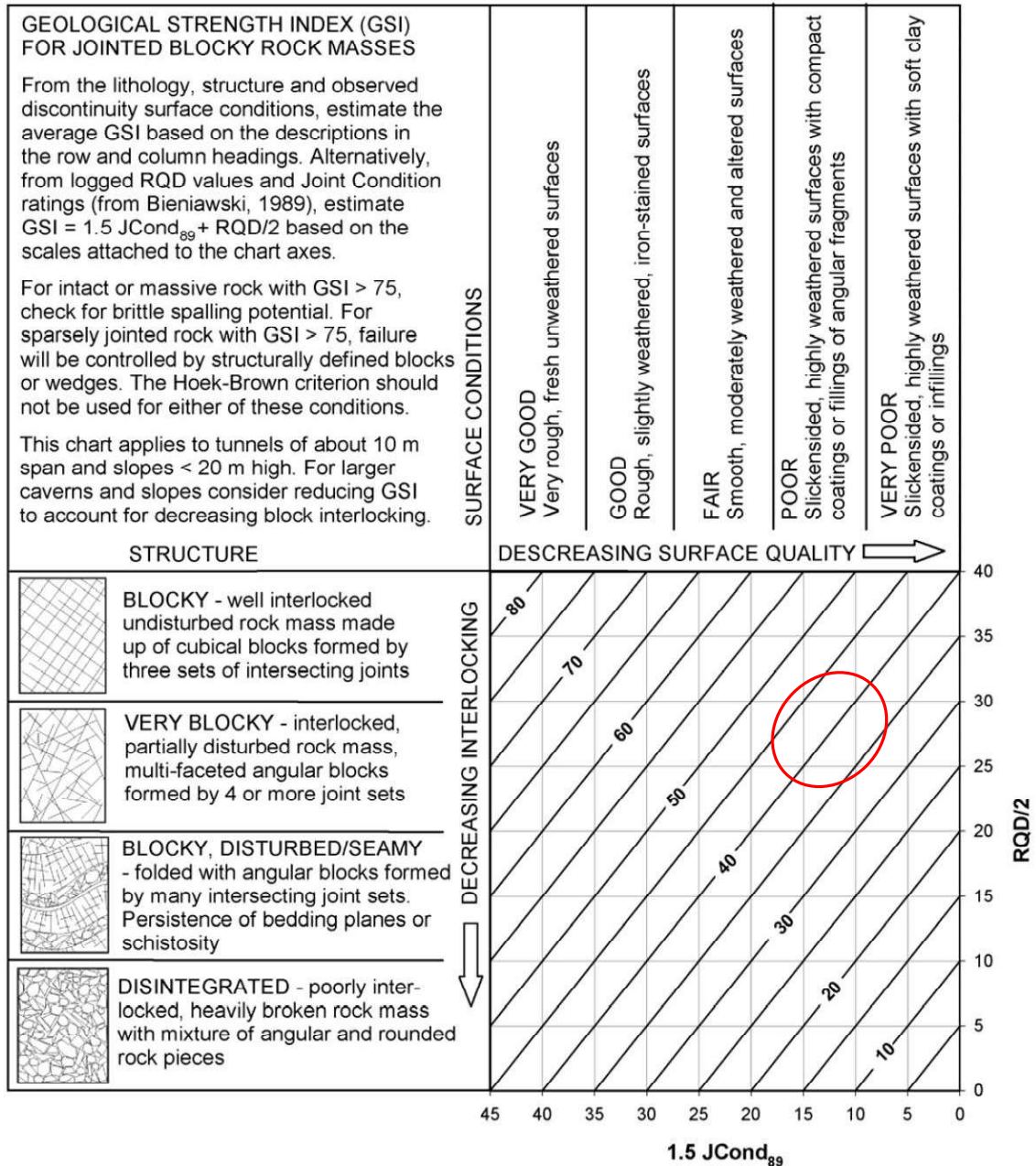
Η αναγωγή των παραπάνω αποτελεσμάτων από την κλίμακα του εργαστηρίου στην κλίμακα της βραχομάζας γίνεται εμπειρικά χρησιμοποιώντας το κριτήριο αστοχίας Hoek – Brown με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο σύγγραμμα «Support of Underground Excavations in Hard Rock» (E.Hoek, P.K.Kaiser, W.F. Bawden, 1995) και στη δημοσίευση «Hoek – Brown failure criterion – 2002 Edition» (E.Hoek, C.Carranza-Torres, B.Corkum, 2002).

Τα δεδομένα που απαιτεί το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ο Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής (GSI), η παράμετρος m_i και η αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σ_{ci} .

Η τιμή του δείκτη GSI εξαρτάται από την δομή της βραχομάζας και την ποιότητα των επιφανειών των ασυνχειών της και προκύπτει εμπειρικά από τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Ο σχηματισμός στο σύνολο του εμφανίζεται ως πτωχής έως καλής ποιότητας κατά RQD (μέση τιμή $RQD \approx 63\%$), ενώ συντηρητικά οι επιφάνειες των ασυνχειών θεωρούνται ως πτωχής ποιότητας, εξαιτίας της παρουσίας μαργαϊκού υλικού. Σύμφωνα με τα παραπάνω θεωρείται αντιπροσωπευτικό εύρος τιμών $GSI = 35-45$, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

Η παράμετρος m_i αποτελεί σταθερά του υλικού και λαμβάνεται ίση με $m_i=10$, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η τρίτη παράμετρος του κριτηρίου Hoek – Brown, η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος, λαμβάνεται από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών μονοαξονικής θλίψης και σημειακής φόρτισης, ίση με $\sigma_d=15\text{MPa}$.



Συνοψίζοντας οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων του κριτηρίου Hoek – Brown για την στρώση II είναι

Παράμετρος	Τιμή
GSI	35-45
σ_{ci} (MPa)	15
m_i	10

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση (Hoek and Diederichs, 2006),

$$E_m = E_i \cdot \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60+15 \cdot D - GSI)/11}} \right)$$

όπου E_i το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος.

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εμπειρικής σχέσης $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$, όπου η τιμή του συντελεστή MR (=Modulus Ratio) λαμβάνεται ίση με 200.

Οι ισοδύναμες παράμετροι συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας εκτιμώνται με χρήση του προγράμματος RocLab, για τις προαναφερθείσες τιμές του μή γραμμικού κριτηρίου Hoek – Brown.

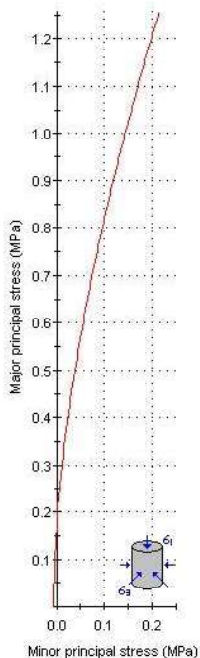
Για τους υπολογισμούς ευστάθειας πρανών, οι τιμές της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας προκύπτουν από παρεμβολή για εύρος τιμών πλευρικής πίεσης από 0 έως μια

μέγιστη τιμή σ_3 , η οποία προκύπτει από την σχέση $\frac{\sigma_{3\max}}{\sigma_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$, όπου γ το

μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας και H το ύψος του πρανούς.

Προκύπτουν έτσι τα παρακάτω:

Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 15 MPa
 GSI = 40 m_i = 10 Disturbance factor (D) = 0.7
 intact modulus (E) = 3000 MPa
 modulus ratio (MR) = 200

Hoek-Brown Criterion

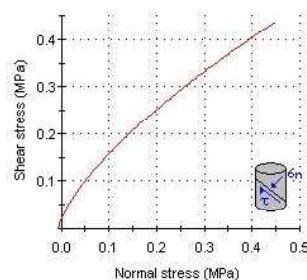
m_b = 0.370 s = 0.0002 a = 0.514

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.067 MPa friction angle = 41.02 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.007 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.176 MPa
 global strength = 1.151 MPa
 deformation modulus = 174.69 MPa



Αποτελέσματα RocLab για τιμές $GSI=40$, $\sigma_{ci}=15MPa$, $m_i=10$, $MR=200$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης II παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση II
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	26
Συνοχή c (kPa)	50
Γωνία τριβής ϕ ($^\circ$)	35
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	150

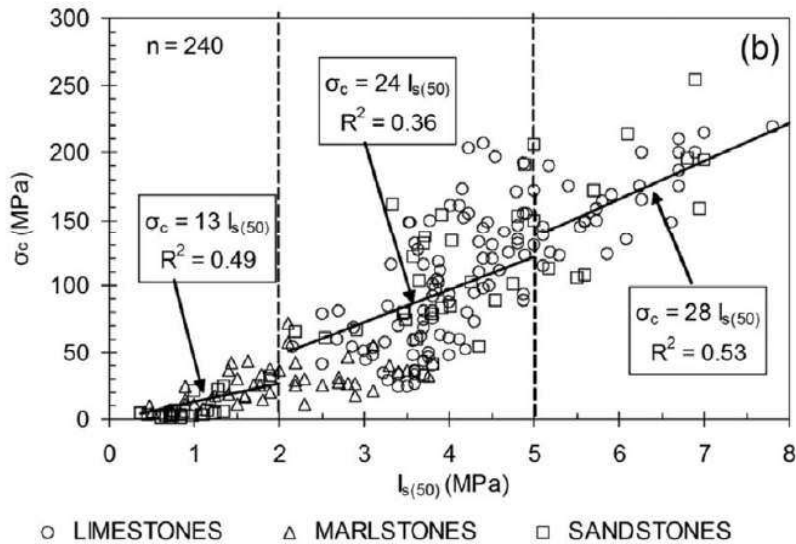
- Γεωτεχνική στρώση III – ανοιχτού καστανού χρώματος, μέτριας έως καλής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
					n	\bar{x}	s	
ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Φαιν. βάρος γ (gr/cm ³)	2.34	2.46	4	2.41	0.05		
	Αντοχή σ_c (MPa)	1.60	5.90	4	4.43	1.93		
ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$I_{s(50)}$ axial (MPa)							
	$I_{s(50)}$ dia m. (MPa)	0.03	0.19	3	0.11	0.08		
	$I_{s(50)}$ (MPa)	0.04	0.24	3	0.14	0.10		

Η μέση τιμή του φαινόμενου βάρους από τέσσερις (4) δοκιμές είναι $\gamma=24.1\text{kN/m}^3$. Τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης έδωσαν μέση τιμή $\sigma_{ci}=4.43\text{MPa}$ και τρεις (3) δοκιμές σημειακής φόρτισης έδωσαν μέση τιμή $I_{s(50)}=0.14\text{MPa}$.

Ο συσχετισμός της τιμής του δείκτη σημειακής φόρτισης με την τιμή της μονοαξονικής αντοχής σε θλίψη του πετρώματος γίνεται με βάση την εξίσωση $\sigma_{ci} = k \cdot I_{s(50)}$ όπου ο συντελεστής k εξαρτάται από το είδος του πετρώματος με την Διεθνή Ένωση Βραχομηχανικής να προτείνει τιμές $k=20$ έως 25 , με μέση τιμή 22 .

Αντίστοιχα, το Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων (ΚΕΔΕ) προτείνει τον παρακάτω συσχετισμό.



Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ισοδύναμη αντοχή μονοαξονικής θλίψης του πετρώματος ίση με $\sigma_c = 13 \cdot 0.14 \text{ MPa} = 1.82 \text{ MPa}$.

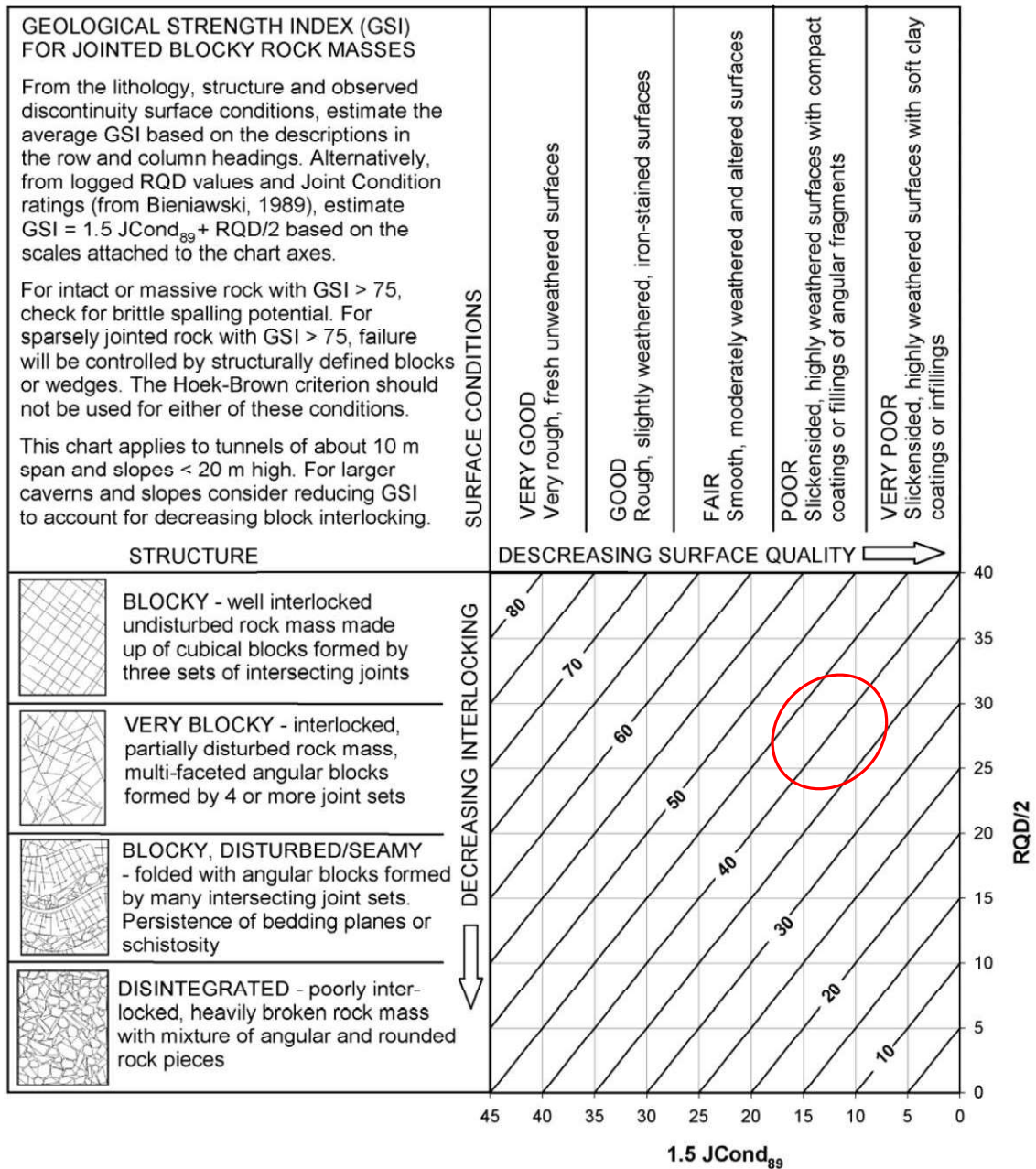
Η αναγωγή των παραπάνω αποτελεσμάτων από την κλίμακα του εργαστηρίου στην κλίμακα της βραχομάζας γίνεται εμπειρικά χρησιμοποιώντας το κριτήριο αστοχίας Hoek – Brown με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο σύγγραμμα «Support of Underground Excavations in Hard Rock» (E.Hoek, P.K.Kaiser, W.F. Bawden, 1995) και στη δημοσίευση «Hoek – Brown failure criterion – 2002 Edition» (E.Hoek, C.Carranza-Torres, B.Corkum, 2002).

Τα δεδομένα που απαιτεί το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ο Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής (GSI), η παράμετρος m_i και η αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σ_c .

Η τιμή του δείκτη GSI εξαρτάται από την δομή της βραχομάζας και την ποιότητα των επιφανειών των ασυνεχειών της και προκύπτει εμπειρικά από τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Ο σχηματισμός στο σύνολο του εμφανίζεται ως μέτριας έως καλής ποιότητας κατά RQD (μέση τιμή $RQD \approx 60\%$), ενώ συντηρητικά οι επιφάνειες των ασυνεχειών θεωρούνται ως πτωχής ποιότητας. Σύμφωνα με τα παραπάνω θεωρείται αντιπροσωπευτικό εύρος τιμών $GSI = 35-45$, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

Η παράμετρος m_i αποτελεί σταθερά του υλικού και λαμβάνεται ίση με $m_i = 10$, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η τρίτη παράμετρος του κριτηρίου Hoek – Brown, η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος, προκύπτει από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών μονοαξονικής θλίψης και σημειακής φόρτισης, ίση με $\sigma_c = 1-5 \text{ MPa}$.



Συνοψίζοντας οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων του κριτηρίου Hoek – Brown για την στρώση III είναι

Παράμετρος	Τιμή
GSI	35-45
σ_{ci} (MPa)	1-5
m_i	10

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση (Hoek and Diederichs, 2006),

$$E_m = E_i \cdot \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60+15 \cdot D - GSI)/11}} \right)$$

όπου E_i το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος.

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εμπειρικής σχέσης $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$, όπου η τιμή του συντελεστή MR (=Modulus Ratio) λαμβάνεται ίση με 200.

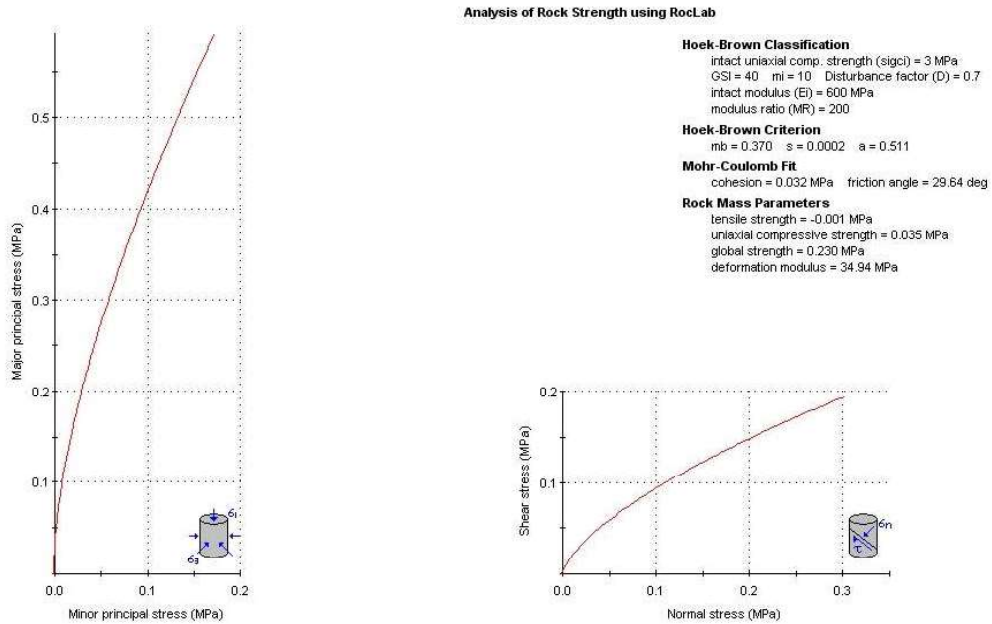
Οι ισοδύναμες παράμετροι συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας εκτιμώνται με χρήση του προγράμματος RocLab, για τις προαναφερθείσες τιμές του μή γραμμικού κριτηρίου Hoek – Brown.

Για τους υπολογισμούς ευστάθειας πρανών, οι τιμές της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας προκύπτουν από παρεμβολή για εύρος τιμών πλευρικής πίεσης από 0 έως μια

μέγιστη τιμή σ_3 , η οποία προκύπτει από την σχέση $\frac{\sigma_{3max}}{\sigma_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$, όπου γ το

μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας και H το ύψος του πρανούς.

Προκύπτουν έτσι τα παρακάτω:



Αποτελέσματα RocLab για τιμές $GSI=40$, $\sigma_{ci}=3MPa$, $m_i=10$, $MR=200$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης III παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

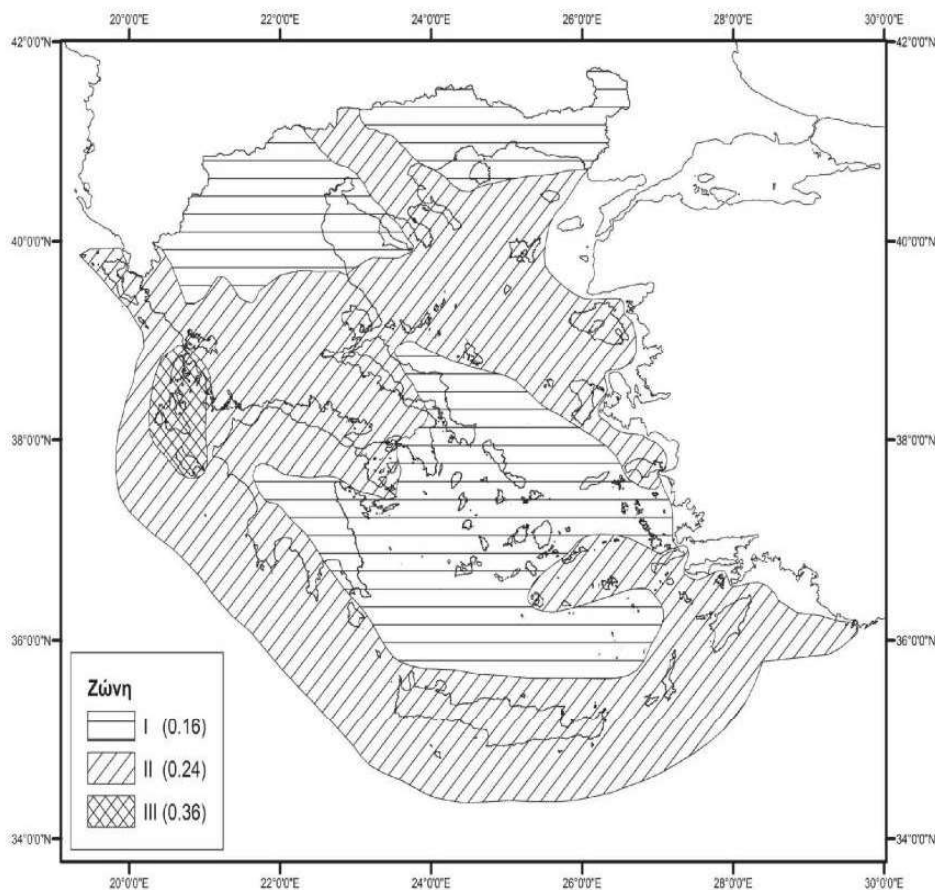
Παράμετρος	Στρώση III
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	24
Συνοχή c (kPa)	30
Γωνία τριβής φ ($^\circ$)	30
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	35

3.1.3 Στάθμη υπόγειων υδάτων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια των επιτόπου γεωερευνητικών εργασιών, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα προσδιορίστηκε σε βάθος 5.90m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

3.1.4 Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό, η περιοχή του έργου κατατάσσεται στην ζώνη I, στην οποία αντιστοιχεί Εδαφική Επιτάχυνση Αναφοράς $a = 0.16g_R$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.



Σχήμα 1 Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας

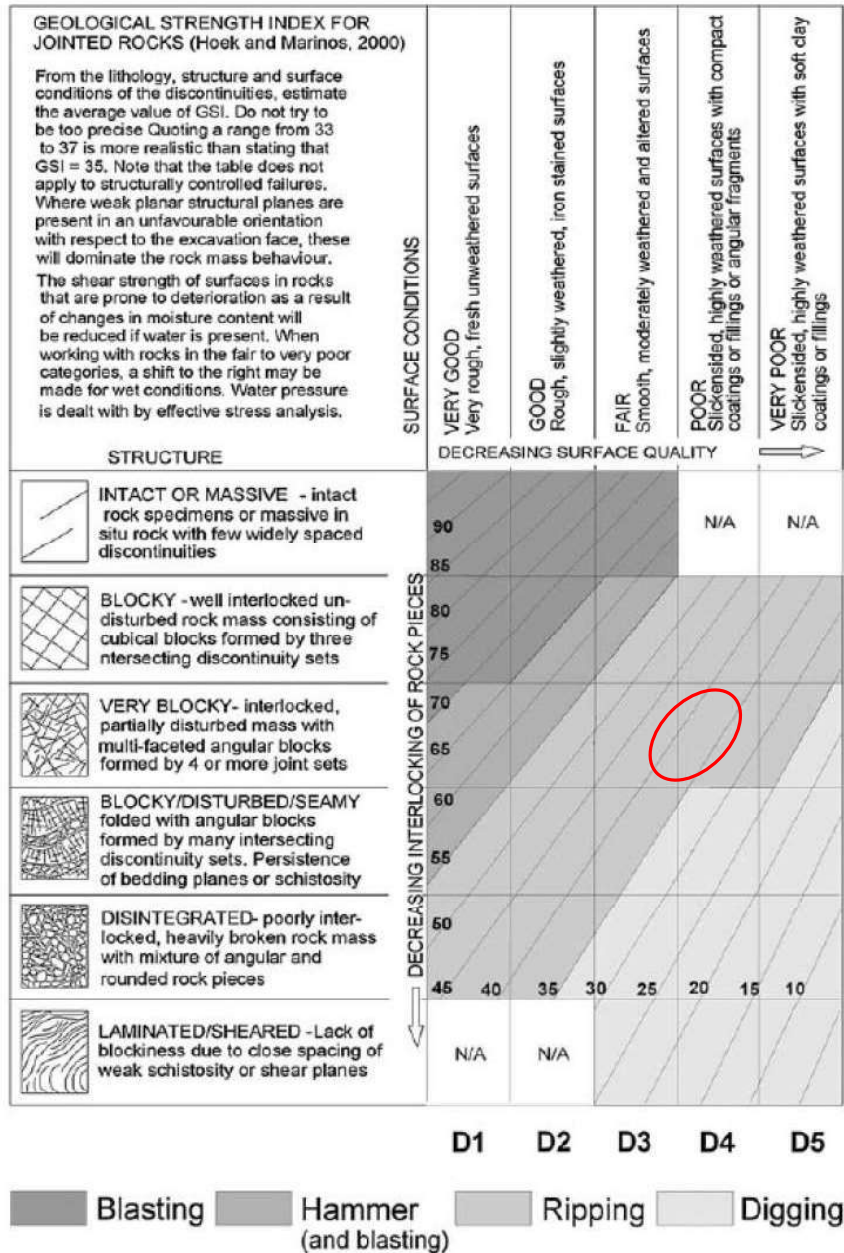
Σύμφωνα με τον ΕΑΚ, από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στην κατηγορία Β. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται σε ότι αφορά στη σεισμική του επικινδυνότητα επίσης στην κατηγορία Β.

Πίνακας 4 Κατηγορίες σεισμικής επικινδυνότητας κατά EC8

Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	c_u (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού	>800	-	-
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360-800	>50	>250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων	180-360	15-50	70-250
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα μαλακών υλικών) ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά	<180	<15	<70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα αλλούβιων με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει από 5m έως 20m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_{s,30}>800$ m/s			
S1	Αποθέσεις που αποτελούνται ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10m μαλακών αργίλων / ιλύων με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ($PI>40\%$) και υψηλή περικτικότητα σε νερό	<100 (ενδεικτικό)	-	10-20
S2	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A-E ή S1.			

3.1.5 Εκκαψιμότητα

Όσον αφορά στην εκκαψιμότητα του εδάφους, από το παρακάτω διάγραμμα (Tsiambaos & Saroglou, 2010) και για το εύρος τιμών GSI που προσδιορίστηκε στις παραπάνω παραγράφους, προκύπτει ως καταλληλότερη μέθοδος εκσκαφής η χρήση μηχανικών μέσων.



Σχήμα 2 Διάγραμμα εκκαψιμότητας βραχομάζας (39^ο λύκειο Αθήνας)

3.2 1^ο Κοιμητήριο

3.2.1 Διαχωρισμός γεωτεχνικών στρώσεων

Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεώτρησης που εκτελέστηκε στο 1^ο κοιμητήριο (ΓΝΚ-1) και των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, το υπέδαφος στην περιοχή του έργου μπορεί να χωριστεί σε δυο γεωτεχνικές στρώσεις.

Γεωτεχνική στρώση I

Αποτελείται κατά μέσο όρο από υπόλευκου χρώματος, πτωχής έως μέτριας ποιότητας, χαμηλής έως μέτρια υψηλής αντοχής λατυποπαγή ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟ, καρσικοποιημένο. Η στρώση συναντάται από την επιφάνεια του εδάφους έως το βάθος των 10.00m.

Γεωτεχνική στρώση II

Αποτελείται από καστανού και με το βάθος γκριζου χρώματος χρώματος ασβεσπιτικό σχιστόλιθο έως φυλλίτη, πλήρως εδαφοποιημένους, εμφανιζόμενους ως αργιλώδη ΑΜΜΟ με χάλικες (SC). Η στρώση συναντάται από το βάθος των 10.00m έως το πέρας της γεώτρησης (=20.00m).

3.2.2 Εκτίμηση χαρακτηριστικών τιμών γεωτεχνικών παραμέτρων

Η εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών των στρώσεων πραγματοποιείται με βάση τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές καθώς και από συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Οι ακόλουθοι πίνακες συνοψίζουν για κάθε γεωτεχνική ενότητα τα αποτελέσματα των δοκιμών που εκτελέστηκαν με στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Δίδονται η τυπική απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,10$ και κατανομή t-student για πλήθος δοκιμών $n>4$.

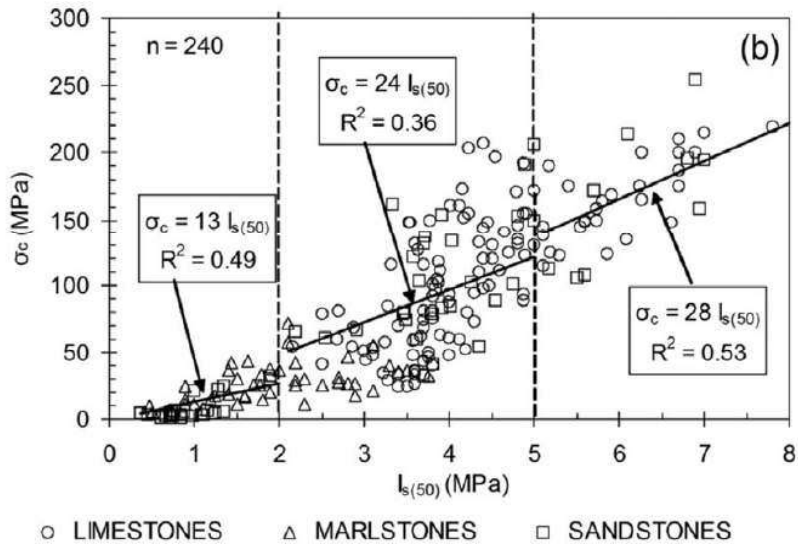
- Γεωτεχνική στρώση I – υπόλευκου χρώματος, πτωχής έως μέτριας ποιότητας, χαμηλής έως μέτρια υψηλής αντοχής λατυποπαγής ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, καρστικοποιημένος

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>		
ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Φαιν. βάρος γ (gr/cm ³)	2.38	2.62	4	2.55	0.11		
	Αντοχή σ_c (MPa)	9.90	39.70	4	28.48	13.77		
ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$I_{s(50)}$ axial (MPa)							
	$I_{s(50)}$ dia m. (MPa)	1.39	1.58	2	1.49	0.13		
	$I_{s(50)}$ (MPa)	1.77	2.01	2	1.89	0.17		

Η μέση τιμή του φαινόμενου βάρους από τέσσερις (4) δοκιμές είναι $\gamma=25.5\text{kN/m}^3$. Τέσσερις (4) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης έδωσαν μέση τιμή $\sigma_{ci}=28.48\text{MPa}$ και δυο (2) δοκιμές σημειακής φόρτισης έδωσαν μέση τιμή $I_{s(50)}=1.89\text{MPa}$.

Ο συσχετισμός της τιμής του δείκτη σημειακής φόρτισης με την τιμή της μονοαξονικής αντοχής σε θλίψη του πετρώματος γίνεται με βάση την εξίσωση $\sigma_{ci} = k \cdot I_{s(50)}$ όπου ο συντελεστής *k* εξαρτάται από το είδος του πετρώματος με την Διεθνή Ένωση Βραχομηχανικής να προτείνει τιμές $k=20$ έως 25 , με μέση τιμή 22 .

Αντίστοιχα, για ασβεστολίθους, μάργες και ψαμμίτες του Ελληνικού χώρου, το Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων (ΚΕΔΕ) προτείνει τον παρακάτω συσχετισμό.



Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ισοδύναμη αντοχή μονοαξονικής θλίψης του πετρώματος ίση με $\sigma_c = 13 \cdot 1.89 \text{ MPa} = 24.57 \text{ MPa}$.

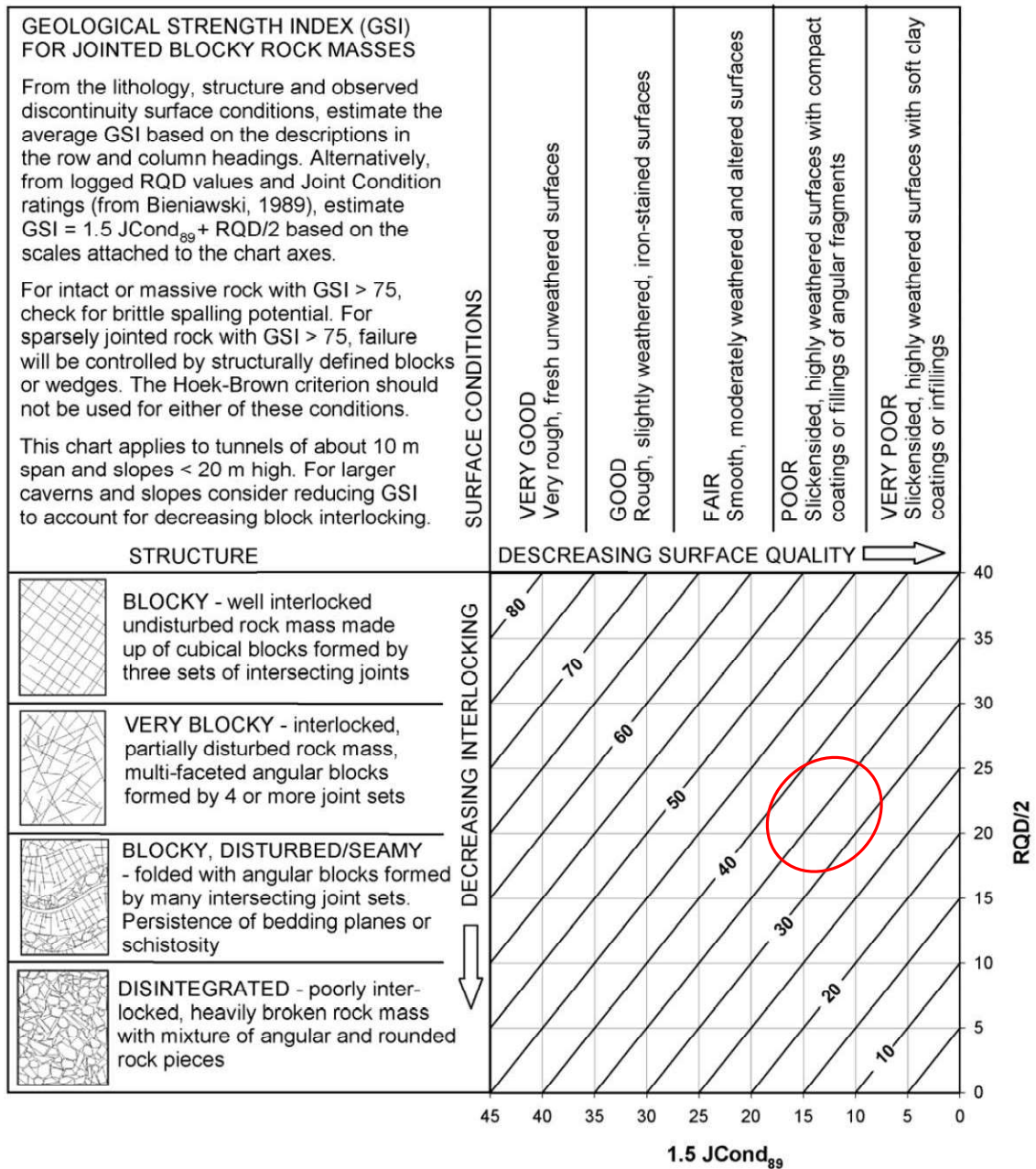
Η αναγωγή των παραπάνω αποτελεσμάτων από την κλίμακα του εργαστηρίου στην κλίμακα της βραχομάζας γίνεται εμπειρικά χρησιμοποιώντας το κριτήριο αστοχίας Hoek – Brown με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο σύγγραμμα «Support of Underground Excavations in Hard Rock» (E.Hoek, P.K.Kaiser, W.F. Bawden, 1995) και στη δημοσίευση «Hoek – Brown failure criterion – 2002 Edition» (E.Hoek, C.Carranza-Torres, B.Corkum, 2002).

Τα δεδομένα που απαιτεί το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ο Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής (GSI), η παράμετρος m_i και η αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σ_c .

Η τιμή του δείκτη GSI εξαρτάται από την δομή της βραχομάζας και την ποιότητα των επιφανειών των ασυνεχειών της και προκύπτει εμπειρικά από τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Ο σχηματισμός στο σύνολο του εμφανίζεται ως πτωχής έως μέτριας ποιότητας κατά RQD (μέση τιμή $RQD \approx 56\%$), ενώ συντηρητικά οι επιφάνειες των ασυνεχειών θεωρούνται ως πτωχής ποιότητας. Σύμφωνα με τα παραπάνω θεωρείται αντιπροσωπευτικό εύρος τιμών $GSI = 30-40$, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

Η παράμετρος m_i αποτελεί σταθερά του υλικού και λαμβάνεται ίση με $m_i = 10$, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η τρίτη παράμετρος του κριτηρίου Hoek – Brown, η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος, προκύπτει από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών μονοαξονικής θλίψης και σημειακής φόρτισης, ίση με $\sigma_c = 25 \text{ MPa}$.



Συνοψίζοντας οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων του κριτηρίου Hoek – Brown για την στρώση I είναι

Παράμετρος	Τιμή
GSI	30-40
σ_{ci} (MPa)	25
m_i	10

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση (Hoek and Diederichs, 2006),

$$E_m = E_i \cdot \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60+15 \cdot D - GSI)/11}} \right)$$

όπου E_i το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος.

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εμπειρικής σχέσης $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$, όπου η τιμή του συντελεστή MR (=Modulus Ratio) λαμβάνεται ίση με 200.

Οι ισοδύναμες παράμετροι συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας εκτιμώνται με χρήση του προγράμματος RocLab, για τις προαναφερθείσες τιμές του μή γραμμικού κριτηρίου Hoek – Brown.

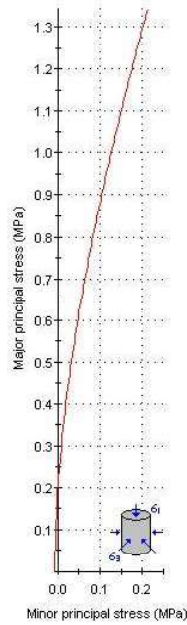
Για τους υπολογισμούς ευστάθειας πρανών, οι τιμές της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας προκύπτουν από παρεμβολή για εύρος τιμών πλευρικής πίεσης από 0 έως μια

μέγιστη τιμή σ_3 , η οποία προκύπτει από την σχέση $\frac{\sigma_{3\max}}{\sigma_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$, όπου γ το

μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας και H το ύψος του πρανούς.

Προκύπτουν έτσι τα παρακάτω:

Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 25 MPa
 GSI = 35 $m_i = 10$ Disturbance factor (D) = 0.7
 intact modulus (Ei) = 5000 MPa
 modulus ratio (MR) = 200

Hoek-Brown Criterion

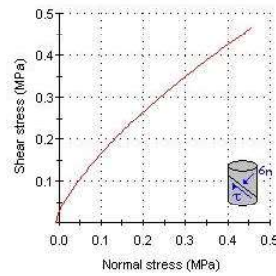
$m_b = 0.281$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.070 MPa friction angle = 42.51 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.007 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.194 MPa
 global strength = 1.619 MPa
 deformation modulus = 223.99 MPa



Αποτελέσματα RocLab για τιμές $GSI=35$, $\sigma_{ci}=25MPa$, $m_i=10$, $MR=200$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης I παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση I
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	25
Συνοχή c (kPa)	70
Γωνία τριβής ϕ ($^\circ$)	35
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	200

- Γεωτεχνική στρώση II – καστανού και με το βάθος γκριζου χρώματος χρώματος ασβεσπτικός σχιστόλιθος έως φυλλίτης, πλήρως εδαφοποιημένοι, εμφανιζόμενοι ως αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικες (SC).

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				n	\bar{x}	s		
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΧΑΛΙΚΕΣ (%)	12	33	3	20	11		
	ΑΜΜΟΣ (%)	39	61	3	47	12		
	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (%)	24	49	3	33	14		
ΟΡΙΑ ATTERBERG	LL(%)	32.4	34.0	3	33	1		
	PL (%)	18.1	21.4	3	20	2		
	PI (%)	11.2	15.9	3	13	3		
ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	w (%)	10.4	12.1	3	11.0	1.0		
	γ_{wet} (gr/cm ³)	2.24	2.32	3	2.28	0.04		
	γ_s	2.79	2.79	1	2.79			

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				n	\bar{x}	s		
ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	q_u (kPa)	18	24	3	21	3		
	ϵ (%)	1.6	2.8	3	2.2	0.60		

Η στρώση αποτελείται κατά μέσο όρο από 20% χάλικες, 47% άμμο και 33% λεπτόκοκκα και είναι χαμηλής πλασσιμότητας με μέσες τιμές ορίων Atterberg LL=33%, PL=20% και PI=13%. Το μέσο φαινόμενο βάρος του σχηματισμού, όπως προέκυψε από τρεις (3) δοκιμές, είναι ίσο με $\gamma=22.8\text{kN/m}^3$.

Για την εκτίμηση των τιμών των μηχανικών χαρακτηριστικών της στρώσης λαμβάνονται υπόψη και οι παρακάτω συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι οποίες αναλυτικά παρουσιάζονται στο σχετικό Παράρτημα. Όπου απαιτείται η τιμή SPT, αυτή λαμβάνεται ίση με $N=40$.

- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά SC, $\gamma=19.5\text{kN/m}^3$
- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\gamma=19-21\text{kN/m}^3$
- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά SC, $\phi'=32^\circ$
- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\phi'=35-40^\circ$
- σύμφωνα με τους Terzaghi & Peck (1967), για πυκνή ιλυώδη άμμο, $\phi'=30-34^\circ$
- σύμφωνα με τον Dunham (1954), $\phi = \sqrt{12N} + 15 = 36.9^\circ$
- σύμφωνα με τον Bowles, για αργιλώδη άμμο με $SPT=40$, $E_s=17.6\text{MPa}$
- σύμφωνα με τους Papadopoulos & Anagnostopoulos (1987), για ιλυώδη άμμο με $SPT=40$, $E_s=30.2\text{MPa}$
- σύμφωνα με τους Schultze & Menzenbach (1961), για ιλυώδη άμμο με $SPT=40$, $E_s=23.6\text{MPa}$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης II παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση II
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	22
Ενεργός συνοχή c' (kPa)	10
Ενεργός γωνία τριβής ϕ' ($^\circ$)	35
Μέτρο συμπίεστικότητας E_s (MPa)	25

3.2.3 Στάθμη υπόγειων υδάτων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια των επιτόπου γεωερευνητικών εργασιών, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα προσδιορίστηκε σε βάθος 10.20m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

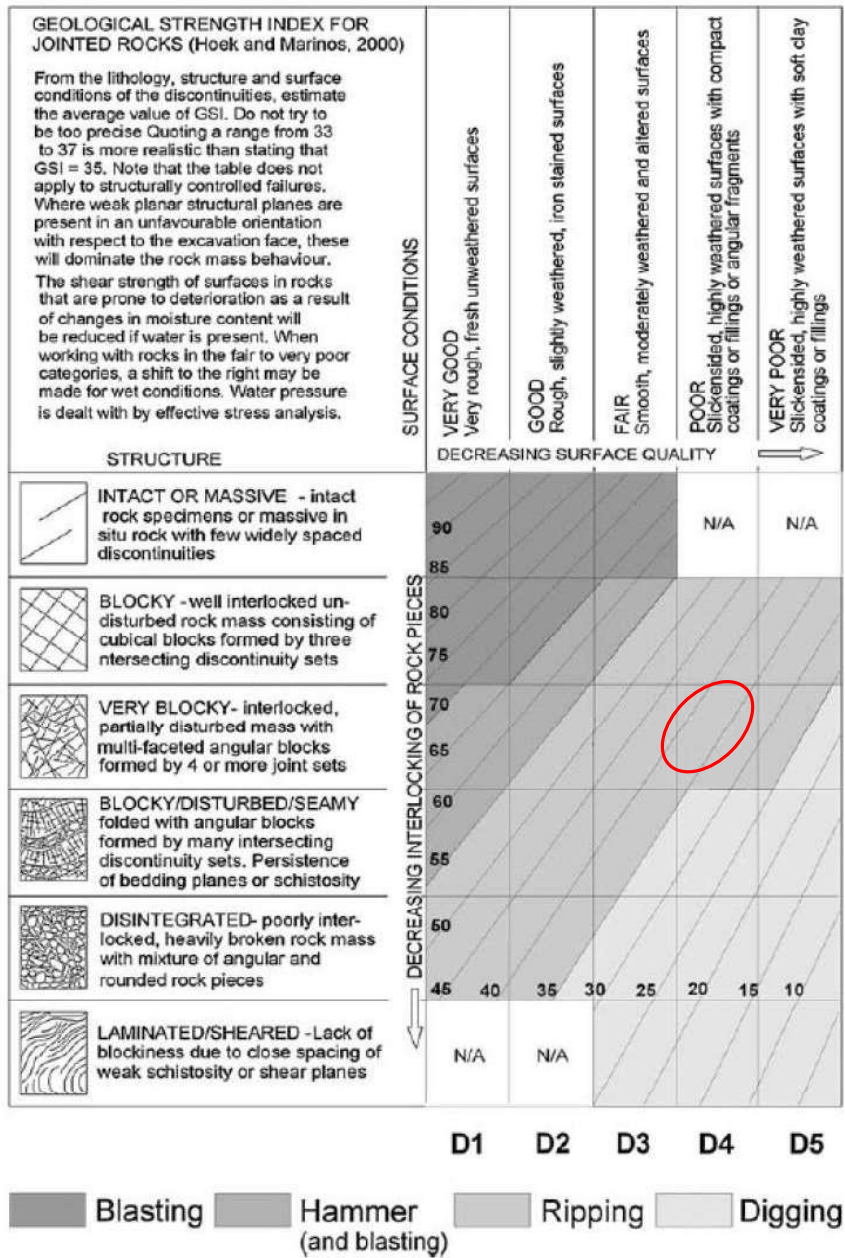
3.2.4 Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό, η περιοχή του έργου κατατάσσεται στην ζώνη I, στην οποία αντιστοιχεί Εδαφική Επιτάχυνση Αναφοράς $a = 0.16g_R$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ, από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στην κατηγορία Β. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται σε ότι αφορά στη σεισμική του επικινδυνότητα επίσης στην κατηγορία Β.

3.2.5 Εκκαψιμότητα

Όσον αφορά στην εκκαψιμότητα του εδάφους, από το παρακάτω διάγραμμα (Tsiambaos & Saroglou, 2010) και για το εύρος τιμών GSI που προσδιορίστηκε στις παραπάνω παραγράφους, προκύπτει ως καταλληλότερη μέθοδος εκκαψής η χρήση μηχανικών μέσων.



Σχήμα 3 Διάγραμμα εκακασιμότητας βραχομάζας (1^ο κοιμητήριο)

3.3 Οδός Σαρανταπήχου

3.3.1 Διαχωρισμός γεωτεχνικών στρώσεων

Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεώτρησης που εκτελέστηκε στην οδό Σαρανταπήχου (ΓΛΚ-1) και των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, το υπέδαφος στην περιοχή μπορεί να χωριστεί σε τρεις γεωτεχνικές στρώσεις.

Γεωτεχνική στρώση I

Αποτελείται κατά μέσο όρο από καστανού χρώματος, πολύ πυκνούς αργιλώδεις – ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GC, GM) και συναντάται από την επιφάνεια του εδάφους έως το βάθος των 4.40m.

Γεωτεχνική στρώση II

Αποτελείται από καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως εξαιρετικής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΜΑΡΓΑ και συναντάται από το βάθος των 4.40m έως τα 17.50m.

Γεωτεχνική στρώση III

Αποτελείται από καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως μέτριας ποιότητας, εξαιρετικά χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟ και συναντάται από το βάθος των 17.50m έως το πέρας της γεώτρησης (=20.00m).

3.3.2 Εκτίμηση χαρακτηριστικών τιμών γεωτεχνικών παραμέτρων

Η εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών των στρώσεων πραγματοποιείται με βάση τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές καθώς και από συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Οι ακόλουθοι πίνακες συνοψίζουν για κάθε γεωτεχνική ενότητα τα αποτελέσματα των δοκιμών που εκτελέστηκαν με στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Δίδονται η τυπική απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,10$ και κατανομή t-student για πλήθος δοκιμών $n>4$.

- Γεωτεχνική στρώση I – πολύ πυκνοί αργιλώδεις – ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GC, GM)

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>		
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΧΑΛΙΚΕΣ (%)	36	57	3	48	11		
	ΑΜΜΟΣ (%)	22	30	3	27	5		
	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (%)	20	34	3	25	8		
ΟΡΙΑ ΑΤΤΕΡΒΕΡΓ	LL(%)	23.6	27.5	3	25	2		
	PL (%)	14.5	17.1	3	16	1		
	PI (%)	6.5	12.1	3	9	3		
ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	w (%)	2.6	7.9	3	5.0	2.7		
	γ_{wet} (gr/cm ³)	2.30	2.30	1	2.30			
	γ_s	2.77	2.77	1	2.77			
ΚΡΟΥΣΕΙΣ	N_{SPT}							
1 ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΩΣΕ N=ΑΡΝΗΣΗ								

Η στρώση αποτελείται κατά μέσο όρο από 48% χάλικες, 27% άμμο και 25% λεπτόκοκκα και είναι χαμηλής πλαστιμότητας με μέσες τιμές ορίων Atterberg LL=25%, PL=16% και PI=9%.

Από μια (1) δοκιμή το φαινόμενο βάρος του σχηματισμού προσδιορίστηκε ίσο με $\gamma=23\text{kN/m}^3$.

Μια (1) δοκιμή SPT εκτελέστηκε στην στρώση η οποία έδωσε N_{SPT} =Αρνηση, οπότε η στρώση χαρακτηρίζεται ως πολύ πυκνή.

Για την εκτίμηση των πιμών των μηχανικών χαρακτηριστικών της στρώσης λαμβάνονται υπόψη και οι παρακάτω συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι οποίες αναλυτικά παρουσιάζονται στο σχετικό Παράρτημα. Όπου απαιτείται η τιμή SPT, αυτή λαμβάνεται ίση με N=40.

- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά GC-GM, $\gamma=21.5\text{kN/m}^3$

- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνούς έως πολύ πυκνούς αργιλώδεις χάλικες, $\gamma=21-22\text{kN/m}^3$

- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά GC-GM, $\phi' = 33^\circ$
- σύμφωνα με τον Tomlinson (2008) για πυκνούς έως πολύ πυκνούς αργιλώδεις χάλικες, $\phi' = 35-40^\circ$
- σύμφωνα με τον Dunham (1954), $\phi = \sqrt{12N} + 15 = 36.9^\circ$
- σύμφωνα με τον Βαλαλά (1981), για υλικά GC-GM, $c' = 2 \text{ kPa}$
- σύμφωνα με τους Hobst & Zajic (1983), για πυκνούς χάλικες με άργιλο, $E_s = 30-50 \text{ MPa}$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης I παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση I
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m^3)	23
Ενεργός συνοχή c' (kPa)	10
Ενεργός γωνία τριβής ϕ' ($^\circ$)	35
Μέτρο συμπίεστότητας E_s (MPa)	40

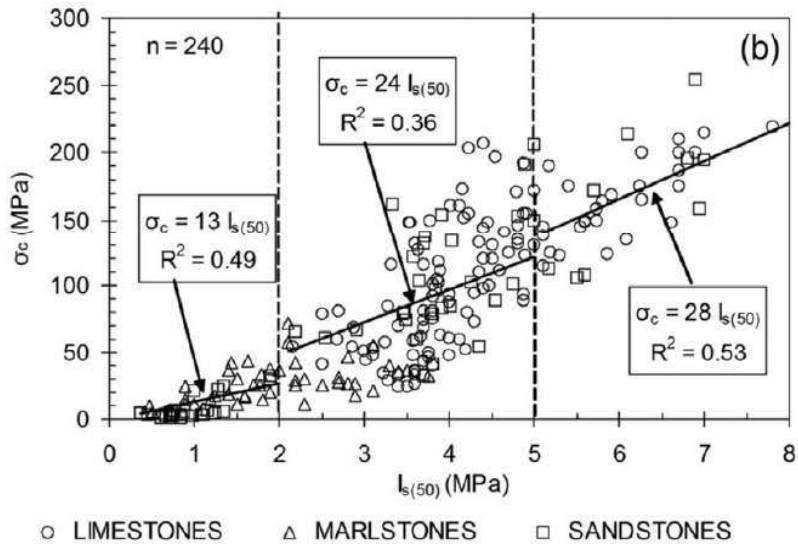
- Γεωτεχνική στρώση II - καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως εξαιρετικής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΜΑΡΓΑ

		Τιμές		Πλήθος τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστοσύνης	
		Min	Max				$\bar{x} - t_0$	$\bar{x} + t_0$
				<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>		
ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Φαιν. βάρος γ (gr/cm ³)	2.33	2.52	3	2.41	0.10		
ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	Αντοχή σ_c (MPa)	1.10	6.30	3	4.37	2.84		
ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	$I_{s(50)}$ axial (MPa)							
	$I_{s(50)}$ diam. (MPa)	0.08	1.03	3	0.49	0.49		
	$I_{s(50)}$ (MPa)	0.10	1.31	3	0.62	0.62		

Η μέση τιμή του φαινόμενου βάρους από τρεις (3) δοκιμές είναι ίση με $\gamma=24.1\text{kN/m}^3$. Τρεις (3) δοκιμές μονοαξονικής θλίψης έδωσαν μέση τιμή $\sigma_{ci}=4.37\text{MPa}$ και τρεις (3) δοκιμές σημειακής φόρτισης έδωσαν μέση τιμή $I_{s(50)}=0.62\text{MPa}$.

Ο συσχετισμός της τιμής του δείκτη σημειακής φόρτισης με την τιμή της μονοαξονικής αντοχής σε θλίψη του πετρώματος γίνεται με βάση την εξίσωση $\sigma_{ci} = k \cdot I_{s(50)}$ όπου ο συντελεστής *k* εξαρτάται από το είδος του πετρώματος με την Διεθνή Ένωση Βραχομηχανικής να προτείνει τιμές $k=20$ έως 25 , με μέση τιμή 22 .

Αντίστοιχα, για ασβεστολίθους, μάργες και ψαμμίτες του Ελληνικού χώρου, το Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων (ΚΕΔΕ) προτείνει τον παρακάτω συσχετισμό.



Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, προκύπτει ισοδύναμη αντοχή μονοαξονικής θλίψης του πετρώματος ίση με $\sigma_c = 13 \cdot 0.62 \text{MPa} = 8.06 \text{MPa}$.

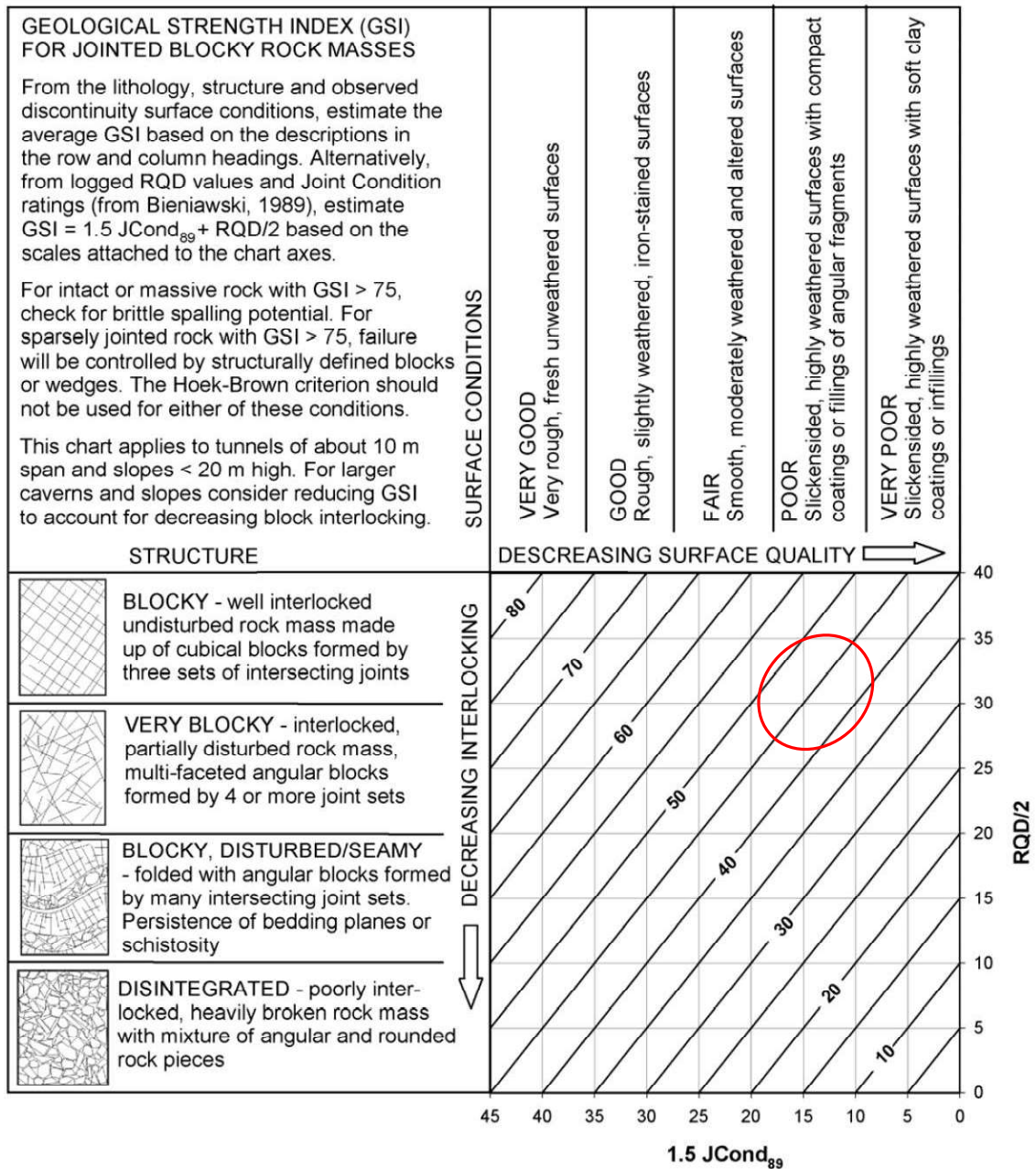
Η αναγωγή των παραπάνω αποτελεσμάτων από την κλίμακα του εργαστηρίου στην κλίμακα της βραχομάζας γίνεται εμπειρικά χρησιμοποιώντας το κριτήριο αστοχίας Hoek – Brown με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο σύγγραμμα «Support of Underground Excavations in Hard Rock» (E.Hoek, P.K.Kaiser, W.F. Bawden, 1995) και στη δημοσίευση «Hoek – Brown failure criterion – 2002 Edition» (E.Hoek, C.Carranza-Torres, B.Corkum, 2002).

Τα δεδομένα που απαιτεί το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ο Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής (GSI), η παράμετρος m_i και η αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σ_c .

Η τιμή του δείκτη GSI εξαρτάται από την δομή της βραχομάζας και την ποιότητα των επιφανειών των ασυνεχειών της και προκύπτει εμπειρικά από τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Ο σχηματισμός στο σύνολο του εμφανίζεται ως πολύ πτωχής έως εξαιρετικής ποιότητας κατά RQD (μέση τιμή $RQD \approx 70\%$), ενώ συντηρητικά οι επιφάνειες των ασυνεχειών θεωρούνται ως πτωχής ποιότητας, εξαιτίας της παρουσίας αργιλικού υλικού. Σύμφωνα με τα παραπάνω θεωρείται αντιπροσωπευτικό εύρος τιμών $GSI = 40-50$, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

Η παράμετρος m_i αποτελεί σταθερά του υλικού και λαμβάνεται ίση με $m_i = 10$, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η τρίτη παράμετρος του κριτηρίου Hoek – Brown, η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος, λαμβάνεται από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών μονοαξονικής θλίψης και σημειακής φόρτισης, ίση με $\sigma_c = 4 \text{MPa}$.



Συνοψίζοντας οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων του κριτηρίου Hoek – Brown για την στρώση II είναι

Παράμετρος	Τιμή
GSI	40-50
σ_{ci} (MPa)	4
m_i	10

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση (Hoek and Diederichs, 2006),

$$E_m = E_i \cdot \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60+15 \cdot D - GSI)/11}} \right)$$

όπου E_i το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος.

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εμπειρικής σχέσης $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$, όπου η τιμή του συντελεστή MR (=Modulus Ratio) λαμβάνεται ίση με 200.

Οι ισοδύναμες παράμετροι συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας εκτιμώνται με χρήση του προγράμματος RocLab, για τις προαναφερθείσες τιμές του μή γραμμικού κριτηρίου Hoek – Brown.

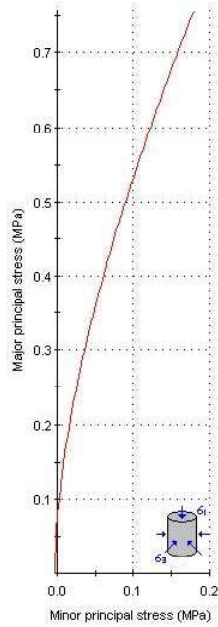
Για τους υπολογισμούς ευστάθειας πρανών, οι τιμές της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας προκύπτουν από παρεμβολή για εύρος τιμών πλευρικής πίεσης από 0 έως μια

μέγιστη τιμή σ_3 , η οποία προκύπτει από την σχέση $\frac{\sigma_{3max}}{\sigma_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$, όπου γ το

μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας και H το ύψος του πρανούς.

Προκύπτουν έτσι τα παρακάτω:

Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4 MPa
 GSI = 45 m_i = 10 Disturbance factor (D) = 0.7
 intact modulus (E) = 800 MPa
 modulus ratio (MR) = 200

Hoek-Brown Criterion

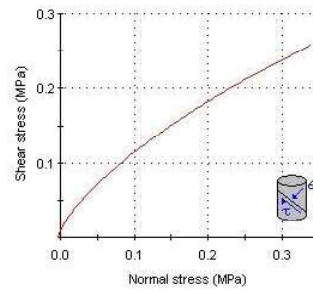
m_b = 0.487 s = 0.0003 a = 0.508

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.042 MPa friction angle = 34.13 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.003 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.070 MPa
 global strength = 0.361 MPa
 deformation modulus = 62.61 MPa



Αποτελέσματα RocLab για τιμές GSI=45, σ_{ci} =4MPa, m_i =10, MR=200

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης II παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση II
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m ³)	24
Συνοχή c (kPa)	30
Γωνία τριβής ϕ (^o)	35
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	60

- Γεωτεχνική στρώση III – καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως μέτριας ποιότητας, εξαιρετικά χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ

Στην στρώση εκτελέστηκε μια (1) δοκιμή σημειακής φόρτισης, η οποία έδωσε τιμή $<0.01\text{MPa}$ (εξαιρετικά χαμηλή αντοχή).

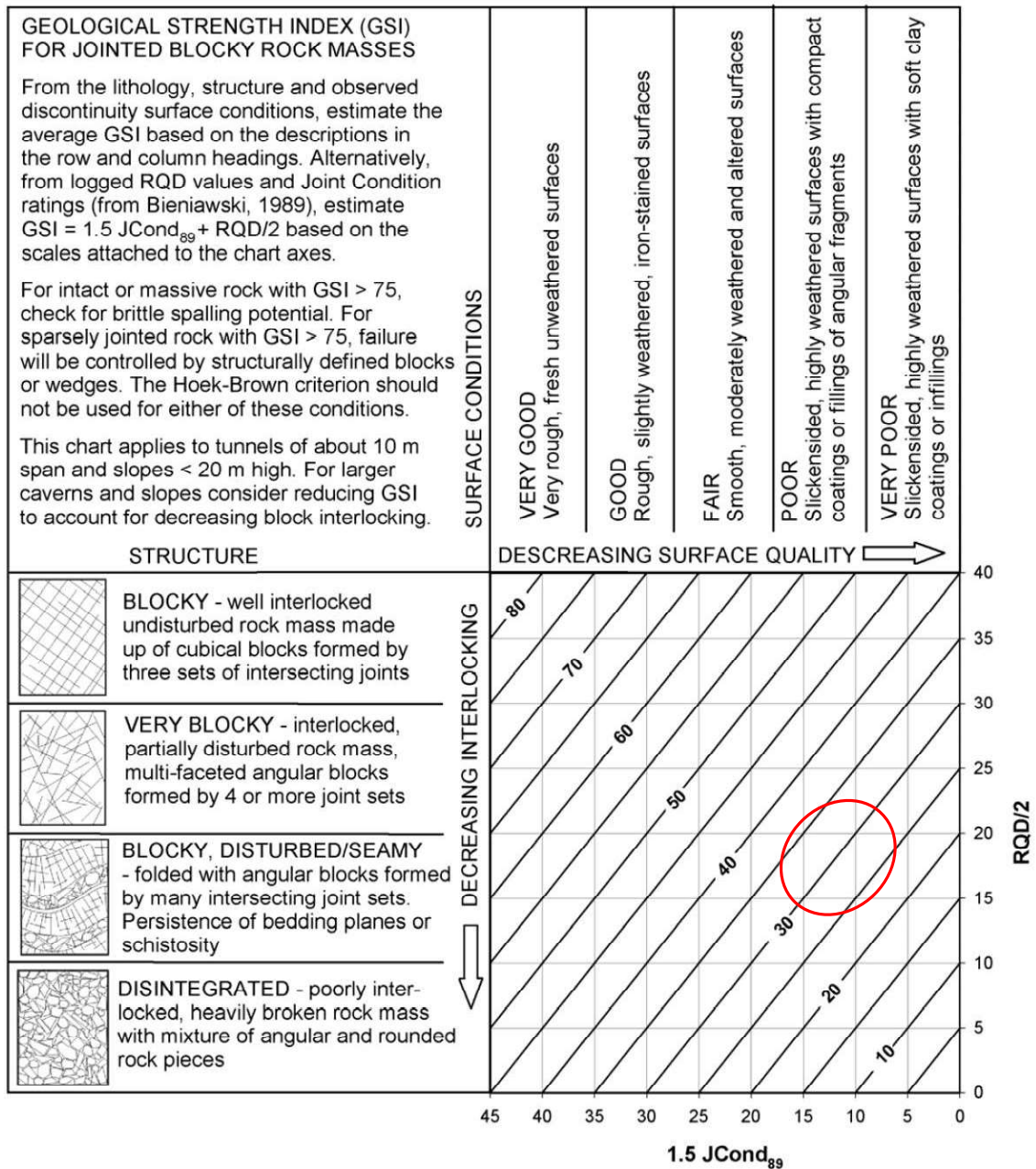
Η εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων διατμητικής αντοχής και παραμορφωσιμότητας της στρώσης γίνεται εμπειρικά χρησιμοποιώντας το κριτήριο αστοχίας Hoek – Brown με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο σύγγραμμα «Support of Underground Excavations in Hard Rock» (E.Hoek, P.K.Kaiser, W.F. Bawden, 1995) και στη δημοσίευση «Hoek – Brown failure criterion – 2002 Edition» (E.Hoek, C.Carranza-Torres, B.Corkum, 2002).

Τα δεδομένα που απαιτεί το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ο Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής (GSI), η παράμετρος m_i και η αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σ_c .

Η τιμή του δείκτη GSI εξαρτάται από την δομή της βραχομάζας και την ποιότητα των επιφανειών των ασυνεχειών της και προκύπτει εμπειρικά από τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Ο σχηματισμός στο σύνολο του εμφανίζεται ως πολύ πτωχής έως μέτριας ποιότητας κατά RQD (μέση τιμή $RQD \approx 43\%$), ενώ συντηρητικά οι επιφάνειες των ασυνεχειών θεωρούνται ως πτωχής ποιότητας. Σύμφωνα με τα παραπάνω θεωρείται αντιπροσωπευτικό εύρος τιμών $GSI=25-35$, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

Η παράμετρος m_i αποτελεί σταθερά του υλικού και λαμβάνεται ίση με $m_i=10$, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η τρίτη παράμετρος του κριτηρίου Hoek – Brown, η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος, δεν κατέστη δυνατό να εκτιμηθεί εργαστηριακά λόγω του κερματισμού του υλικού, οπότε λαμβάνεται συντηρητικά ίση με $\sigma_c=1\text{MPa}$. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε πέτρωμα εξαιρετικά χαμηλής αντοχής, όπως χαρακτηρίζεται το συγκεκριμένο υλικό από την μια (1) δοκιμή σημειακής φόρτισης που εκτελέστηκε.



Συνοψίζοντας οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων του κριτηρίου Hoek – Brown για την στρώση III είναι

Παράμετρος	Τιμή
GSI	25-35
σ_{ci} (MPa)	1
m_i	10

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση (Hoek and Diederichs, 2006),

$$E_m = E_i \cdot \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60+15 \cdot D - GSI)/11}} \right)$$

όπου E_i το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος.

Το μέτρο παραμορφωσιμότητας του άρρηκτου πετρώματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της εμπειρικής σχέσης $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$, όπου η τιμή του συντελεστή MR (=Modulus Ratio) λαμβάνεται ίση με 200.

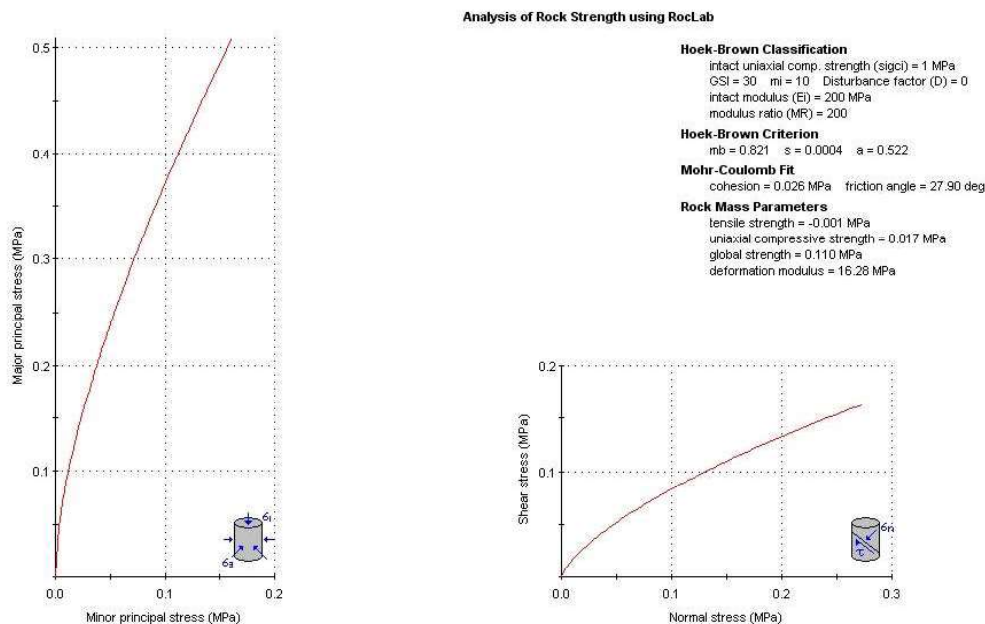
Οι ισοδύναμες παράμετροι συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας εκτιμώνται με χρήση του προγράμματος RocLab, για τις προαναφερθείσες τιμές του μή γραμμικού κριτηρίου Hoek – Brown.

Για τους υπολογισμούς ευστάθειας πρανών, οι τιμές της συνοχής και της γωνίας εσωτερικής τριβής της βραχομάζας προκύπτουν από παρεμβολή για εύρος τιμών πλευρικής πίεσης από 0 έως μια

μέγιστη τιμή σ_3 , η οποία προκύπτει από την σχέση $\frac{\sigma_{3max}}{\sigma_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$, όπου γ το

μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας και H το ύψος του πρανούς.

Προκύπτουν έτσι τα παρακάτω:



Αποτελέσματα RocLab για τιμές GSI=30, $\sigma_{ci}=1\text{MPa}$, $m_i=10$, $MR=200$

Οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων της στρώσης III παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Παράμετρος	Στρώση III
Φαινόμενο βάρος γ (kN/m ³)	24
Συνοχή c (kPa)	20
Γωνία τριβής φ (^o)	25
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	20

3.3.3 Στάθμη υπόγειων υδάτων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια των επιτόπου γεωερευνητικών εργασιών, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα θεωρείται ότι βρίσκεται χαμηλότερα από την ζώνη επιρροής του συγκεκριμένου έργου.

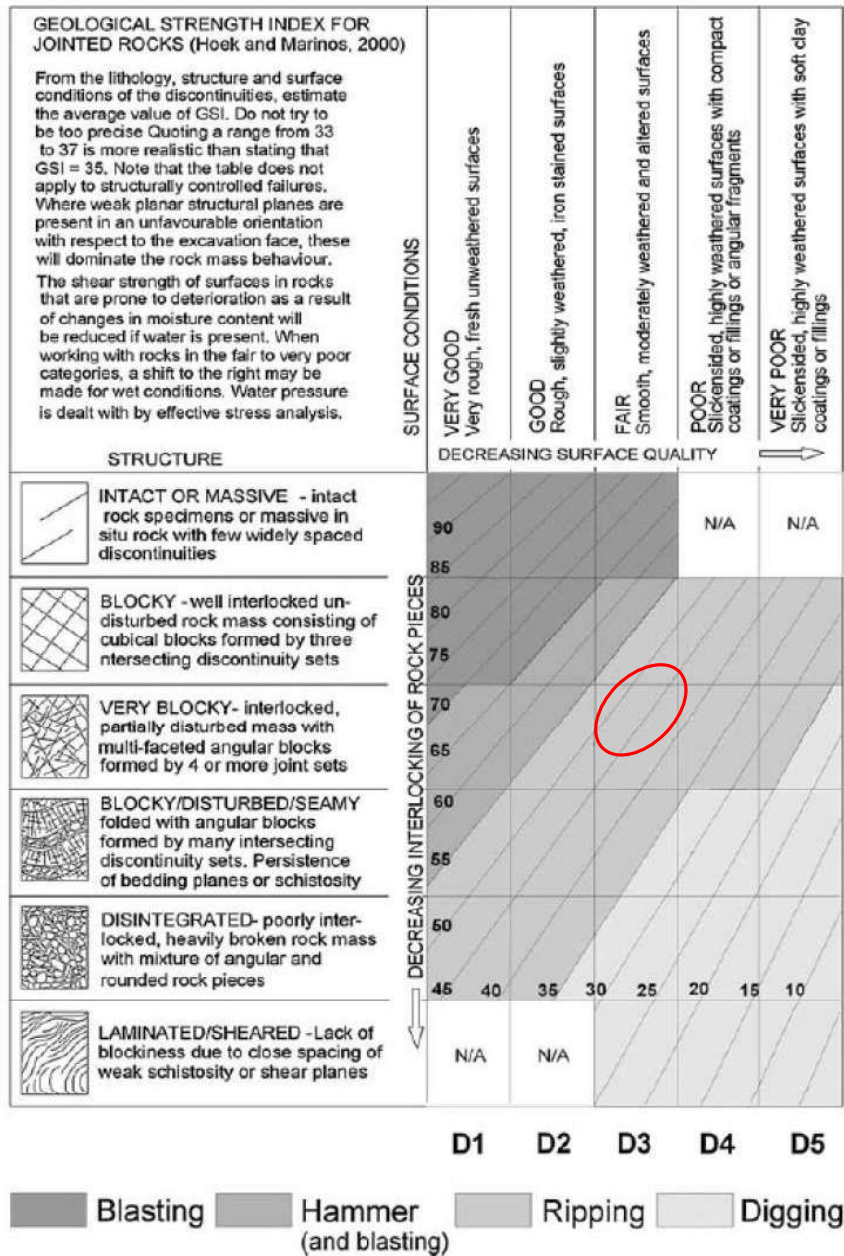
3.3.4 Σεισμική επικινδυνότητα εδάφους

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό, η περιοχή του έργου κατατάσσεται στην ζώνη I, στην οποία αντιστοιχεί Εδαφική Επιτάχυνση Αναφοράς $a = 0.16g_R$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ, από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στην κατηγορία Β. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, το υπέδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται σε ότι αφορά στη σεισμική του επικινδυνότητα επίσης στην κατηγορία Β.

3.3.5 Εκκαψιμότητα

Όσον αφορά στην εκκαψιμότητα του εδάφους, από το παρακάτω διάγραμμα (Tsiambaos & Saroglou, 2010) και για το εύρος τιμών GSI που προσδιορίστηκε στις παραπάνω παραγράφους, προκύπτει ως καταλληλότερη μέθοδος εκκαψής η χρήση μηχανικών μέσων.



Σχήμα 4 Διάγραμμα εκκασιμότητας βραχομάζας (οδός Σαρανταπήχου)

4 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ – ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα παράγραφο αναλύονται οι συνθήκες ευστάθειας των πρανών στις υπόψη περιοχές και προτείνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας τους, βασιζόμενα σε γεωτεχνικούς υπολογισμούς και στις παρατηρήσεις της γεωλογικής μελέτης του έργου.

4.1 Πρανές στο 1^ο κοιμητήριο Αθηνών

Το υπό μελέτη πρανές στο 1^ο κοιμητήριο Αθηνών διαχωρίζεται σε δυο τμήματα, μήκους ~50m το καθένα και διεύθυνση ΒΔ/κή για το πρώτο τμήμα και ΝΑ/κή για το δεύτερο. Η γεωλογική δομή του πρανού περιλαμβάνει την ανώτερη στρώση των ασβεστολίθων και την κατώτερη στρώση των φυλλιών, οι οποίοι παρουσιάζονται έντονα αποσαθρωμένοι έως εδαφοποιημένοι.

Το πάχος των ασβεστολίθων στην ερευνητική γεώτρηση που διατρήθηκε στην περιοχή (ΓΝΚ-1) προέκυψε ίσο με 10m, ωστόσο λόγω της κλίσης του στρώματος, το πάχος του επί του πρανού είναι μειωμένο (της τάξης των 5m).

Για τον έλεγχο της συνολικής ευστάθειας του πρανού εφαρμόζεται, κατά το Εθνικό Παράρτημα του Ευρωκώδικα 7, ο τρόπος ανάλυσης 3 (Design Approach 3). Συγκεκριμένα, ο έλεγχος πραγματοποιείται μέσω της παρακάτω ανίσωσης

$$E(\gamma_F * F_k, X_k/\gamma_M) \leq R(\gamma_F * F_k, X_k/\gamma_M)$$

με τις εξής ομάδες επιμέρους συντελεστών δράσεων και εδαφικών παραμέτρων

A1 για δομικές δράσεις (φορτία ανωδομής, κυκλοφορίας κλπ)

A2 για δράσεις από το έδαφος, περιλαμβανομένου και του βάρους του εδάφους

M2 για τις εδαφικές παραμέτρους

Δράση		Σύμβολο	Ομάδα	
			A1	A2
Μόνιμη	Δυσμενής	γ_G	1,35	1
	Ευνοϊκή		1	1
Μεταβλητή	Δυσμενής	γ_Q	1,5	1,3
	Ευνοϊκή		0	0

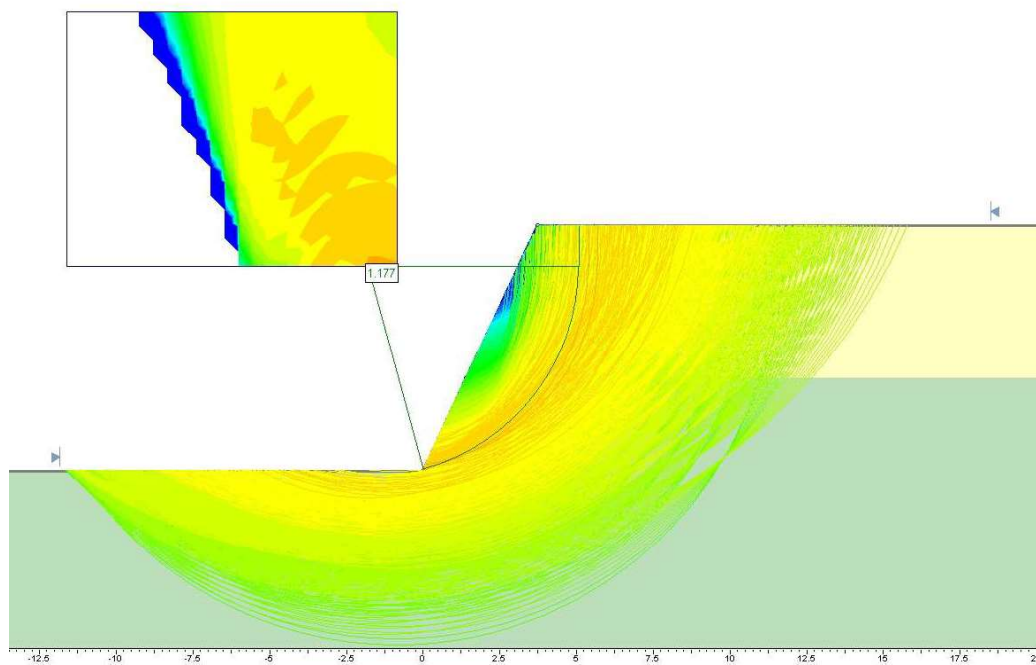
Εδαφική παράμετρος	Υ _M	Ομάδα	
	Σύμβολο	M1	M2
Γωνία τριβής ^α	Υ _{φ'}	1	1,25
Ενεργός συνοχή	Υ _{c'}	1	1,25
Αστράγγιστη συνοχή	Υ _{cu}	1	1,4
Ανεμπόδιστη αντοχή	Υ _{du}	1	1,4
Ειδικό βάρος	Υ _γ	1	1
^α ο συντελεστής αυτός εφαρμόζεται στην tanφ'			

Οι σταθεροποιητικές δράσεις στοιχείων αντιστήριξης θεωρούνται ευνοϊκές δράσεις οπότε ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας τους είναι ίσος με 1.0.

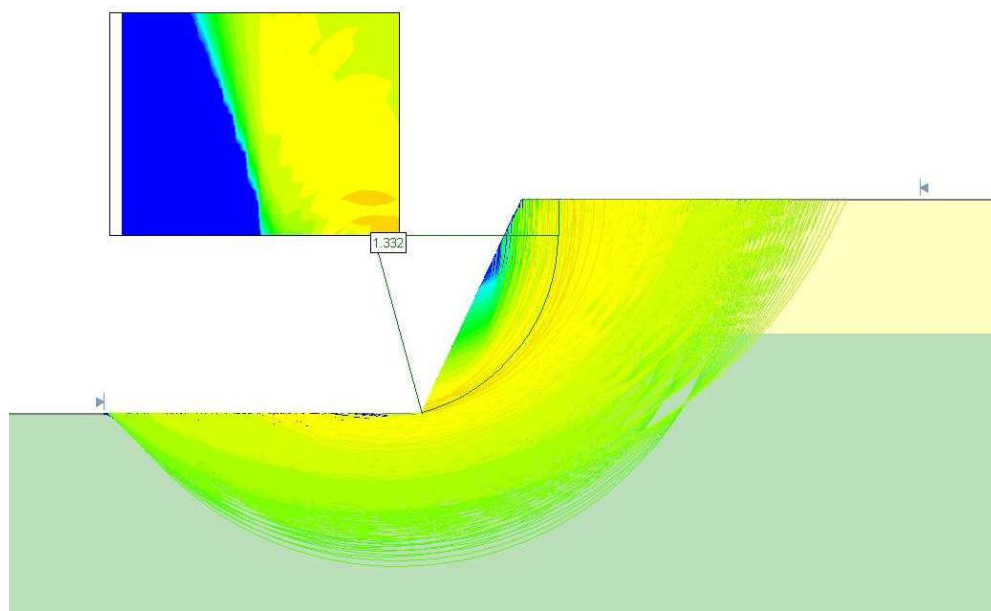
Η σεισμική φόρτιση προσομοιώνεται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8. Η οριζόντια επιτάχυνση σχεδιασμού είναι ίση με $a_h=0.50 \cdot a \cdot S$, όπου a η ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους και S συντελεστής εξαρτώμενος από τον τύπο του εδάφους. Η κατακόρυφη επιτάχυνση σχεδιασμού είναι ίση με $0.50a_h$. Όλοι οι μερικοί συντελεστές ασφαλείας στην περίπτωση αυτή λαμβάνονται ίσοι με 1.0.

Οι αναλύσεις ευστάθειας πραγματοποιούνται με το πρόγραμμα SLIDE ver6 της εταιρείας Rocscience. Από τα αποτελέσματα των επιλύσεων, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στο σχετικό Παράρτημα, προκύπτουν ικανοποιητικοί συντελεστές ασφαλείας όσον αφορά στην ολική ευστάθεια του πρανούς. Συγκεκριμένα, οι συντελεστές ασφαλείας είναι:

- Στατική φόρτιση: $1.17 > 1.00$
- Σεισμική φόρτιση: $1.33 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς 1^{ου} κοιμητηρίου - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς 1^{ου} κοιμητηρίου - Σεισμική φόρτιση

Πέραν της ολικής ευστάθειας του πρανού, στην γεωλογική μελέτη έχουν εξεταστεί και μηχανισμοί αστοχίας οφειλόμενοι σε ολισθήσεις, αποσφηνώσεις και ανατροπές λόγω της παρουσίας των επιπέδων των ασυνεχειών. Από τα συμπεράσματα της γεωλογικής μελέτης προκύπτει ως κρίσιμος μηχανισμός αστοχίας η επίπεδη ολίσθηση επί επιφανειών ασυνεχειών που κλίνουν ομόρροπα προς το πρανές.

Τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανού, σύμφωνα και με την γεωλογική μελέτη, είναι:

- καθαρισμός του πρανού από τα εδαφικά υλικά που απαντώνται κατά μήκος του πόδα του καθώς και από τη βλάστηση
- επιλεκτικός καθαρισμός από επισφαλή τεμάχια βράχου (ξεσκάρωμα)
- σταθεροποίηση των μεγάλων ασβεστολιθικών όγκων με αγκύρια ολόσωμης πάκτωσης
- επένδυση όλου του πρανού με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα με συρματόσχοινα τάνυσης, που θα ακολουθεί την μορφολογία και θα έχει άνοιγμα βρόγχου 6.5cm.

Τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανού παρουσιάζονται αναλυτικά στο αντίστοιχο σχέδιο.

4.2 Πρανές επί της οδού Μπουκουβάλα

Το υπό μελέτη πρανές στην οδό Μπουκουβάλα έχει μήκος 12m, ύψος 2m, κατακόρυφη κλίση και ΒΒΑ-ΝΝΔ/κή διεύθυνση. Γεωλογικά δομείται από σχιστολίθους με λεπτοστρωματώδεις ενστρώσεις ασβεστολίθων. Η ακολουθία είναι μικροπτυχωμένη και έχει επίπεδα σχιστότητας με αντιπροσωπευτικές ανατολικές κλίσεις της τάξης των 55° (δηλαδή αντίρροπα με το πρανές).

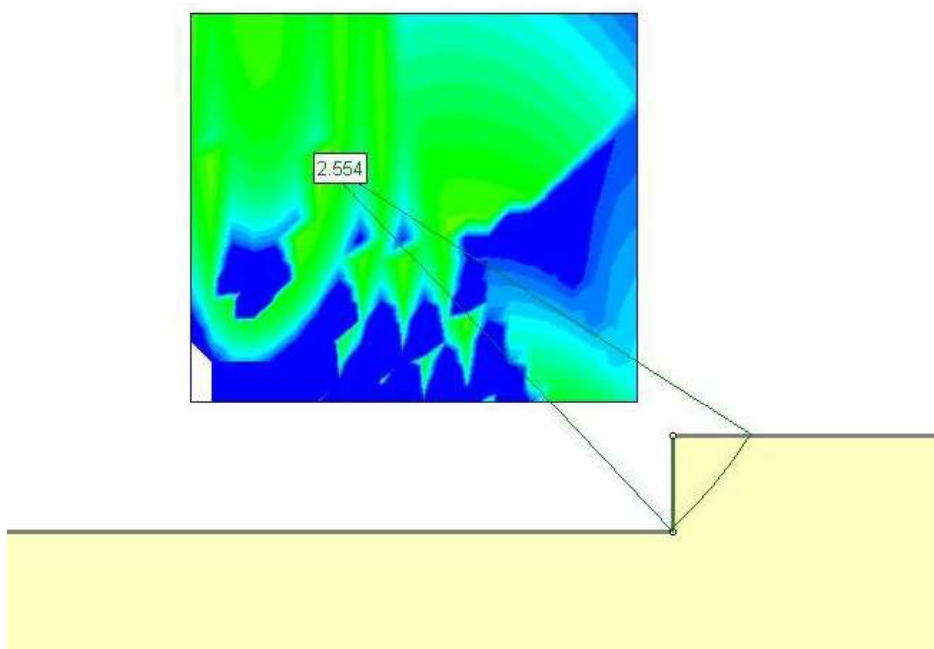
Στην περιοχή δεν έχει εκτελεστεί γεωτεχνική έρευνα, οπότε τα γεωτεχνικά δεδομένα λαμβάνονται από την γεωλογική μελέτη και την επιτόπου επίσκεψη στην περιοχή.

Ο έλεγχος της συνολικής ευστάθειας του πρανού πραγματοποιείται με την ίδια μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Για τον σχηματισμό των σχιστολίθων, λαμβάνονται υπόψη συντηρητικά οι παρακάτω τιμές γεωτεχνικών παραμέτρων

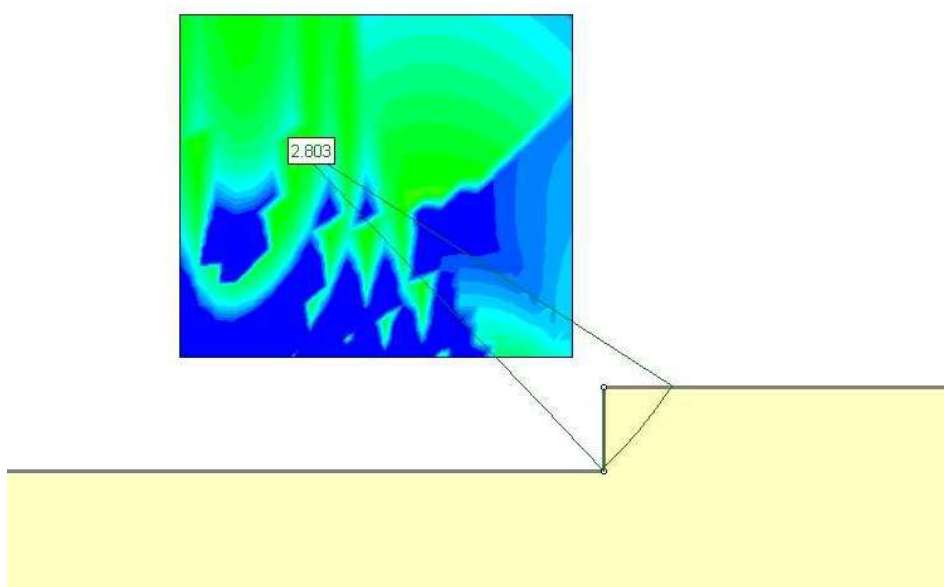
- Φαινόμενο βάρος $\gamma=22\text{kN/m}^3$
- Συνοχή $c=30\text{kPa}$
- Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$

Από τις επιλύσεις με το λογισμικό SLIDE, προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές ασφαλείας, οι οποίοι είναι ικανοποιητικοί.

- Στατική φόρπιση: $2.55 > 1.00$
- Σεισμική φόρπιση: $2.80 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Μπουκουβάλα - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Μπουκουβάλα - Σεισμική φόρτιση

Σύμφωνα με τις παραπάνω επιλύσεις, στο πρανές δεν τίθεται ζήτημα γενικής αστοχίας. Το κύριο πρόβλημα είναι οι μικροκαταπτώσεις χαλίκων. Αποσταθεροποιητικό παράγοντα αποτελεί και μια ανοιχτή διάκλαση στο νότιο τμήμα του πρανούς, η οποία δημιουργεί συνθήκες ανατροπής.

Για την προστασία του πρανούς προτείνεται η αφαίρεση επισφαλών τεμαχών πετρώματος ιδίως από το νότιο τμήμα του πρανούς, η επένδυση του πρανούς με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα καθώς και η διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών.

4.3 Πρανές επί της οδού Βριλησσού

Το υπό μελέτη πρανές στην οδό Βριλησσού έχει μήκος 270m, ύψος 4m και ισχυρή κλίση. Γεωλογικά δομείται από σχιστολίθους με ενστρώσεις ασβεστολίθων. Η ενότητα αυτή είναι πολυπτυχωμένη και έχει επίπεδα σχιστότητας με ανηπιπροσωπευτικές ανατολικές και δυτικές κλίσεις της τάξης των 45° (δηλαδή εγκάρσια με το πρανές). Κατά θέσεις η ενότητα εμφανίζεται αποσαθρωμένη – εξαλλοιωμένη.

Στην περιοχή δεν έχει εκτελεστεί γεωτεχνική έρευνα, οπότε τα γεωτεχνικά δεδομένα λαμβάνονται από την γεωλογική μελέτη και την επιτόπου επίσκεψη στην περιοχή.

Ο έλεγχος της συνολικής ευστάθειας του πρανούς πραγματοποιείται με την ίδια μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Για τον σχηματισμό των σχιστολίθων, λαμβάνονται υπόψη συντηρητικά οι παρακάτω τιμές γεωτεχνικών παραμέτρων

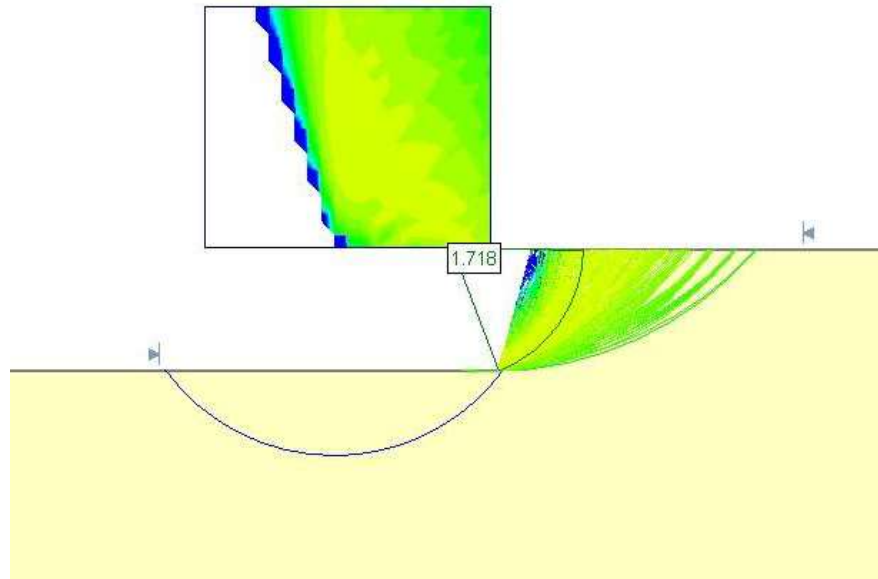
- Φαινόμενο βάρος $\gamma=22\text{kN/m}^3$

- Συνοχή $c=30\text{kPa}$

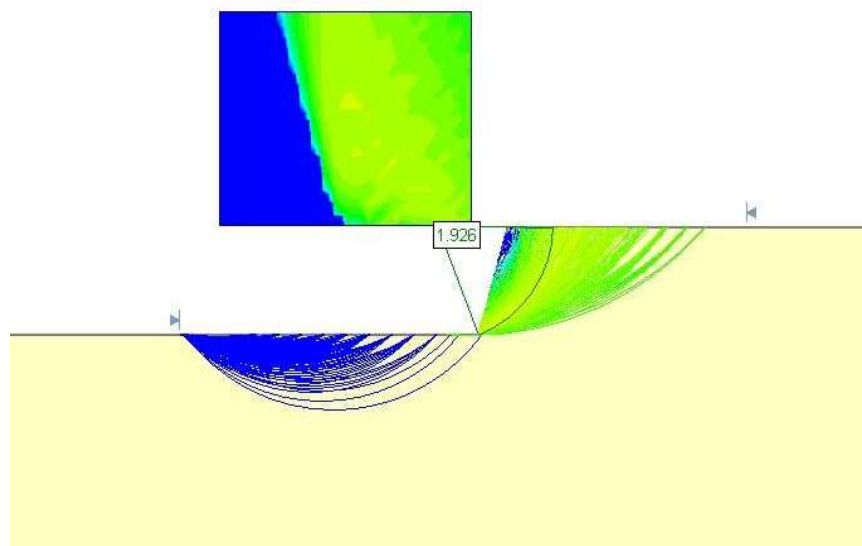
- Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$

Από τις επιλύσεις με το λογισμικό SLIDE, προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές ασφαλείας, οι οποίοι είναι ικανοποιητικοί.

- Στατική φόρτιση: $1.71 > 1.00$
- Σεισμική φόρτιση: $1.92 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Βριλλησού - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Βριλλησού - Σεισμική φόρτιση

Σύμφωνα με τις παραπάνω επιλύσεις, στο πρανές δεν τίθεται ζήτημα γενικής αστοχίας. Το κύριο πρόβλημα είναι οι πολύ μικρού όγκου καταπτώσεις λίθων από το μέτωπό του, και ροές εδαφικών υλικών από τη διάβρωση της ανάντη μορφολογία, οι οποίες συσσωρεύονται κατά μήκος του πόδα του καλύπτοντας κάποιες φορές τμήμα του υφιστάμενου πεζοδρομίου.

Για την προστασία του πρανούς προτείνεται ο καθαρισμός του από χαλαρά βραχώδη τεμάχια μεγέθους λίθου και από εδαφικά υλικά διάβρωσης ή ακόμα και η κατασκευή μικρού τοίχου ποδός, ώστε να παραλαμβάνονται τα υλικά κατάπτωσης του πρανούς.

4.4 Πρανές επί της οδού Ρογκάκου

Το υπό μελέτη πρανές στην οδό Ρογκάκου έχει μήκος 120m, ύψος 7m και κατακόρυφη ΝΔ/ική κλίση. Η γεωλογική κατασκευή του πρανούς περιλαμβάνει κορηματικά υλικά χαλικώδους – αμμοχαλικώδους σύστασης επί των σχιστολίθων. Ειδικότερα, τα κορηματικά υλικά είναι μέτρια έως ισχυρά συγκολλημένα και αποτελούν μια φακοειδή απόθεση που αποκτά μέγιστο ορατό πάχος 7m στο μέσο περίπου του πρανούς.

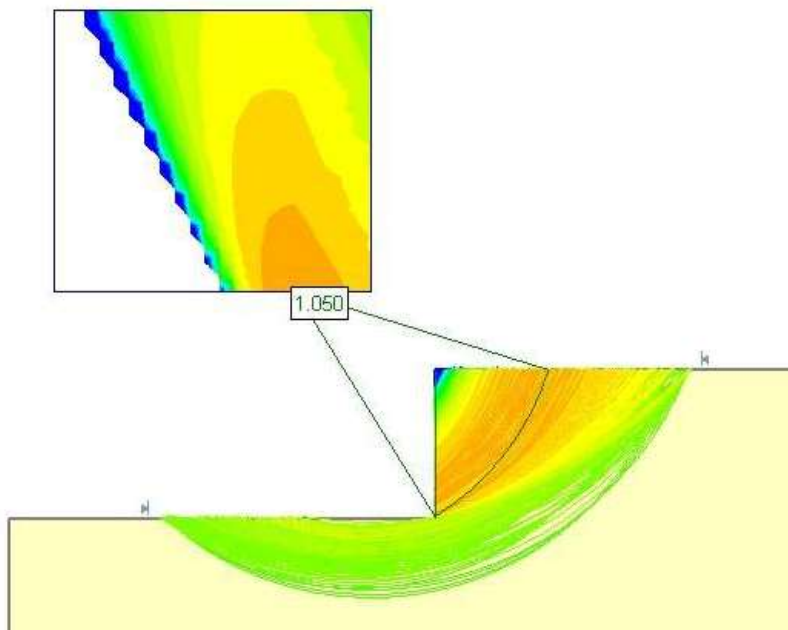
Στην περιοχή δεν έχει εκτελεστεί γεωτεχνική έρευνα, οπότε τα γεωτεχνικά δεδομένα λαμβάνονται από την γεωλογική μελέτη και την επιτόπου επίσκεψη στην περιοχή.

Ο έλεγχος της συνολικής ευστάθειας του πρανούς πραγματοποιείται με την ίδια μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Για τον σχηματισμό των σχιστολίθων, λαμβάνονται υπόψη συντηρητικά οι παρακάτω τιμές γεωτεχνικών παραμέτρων

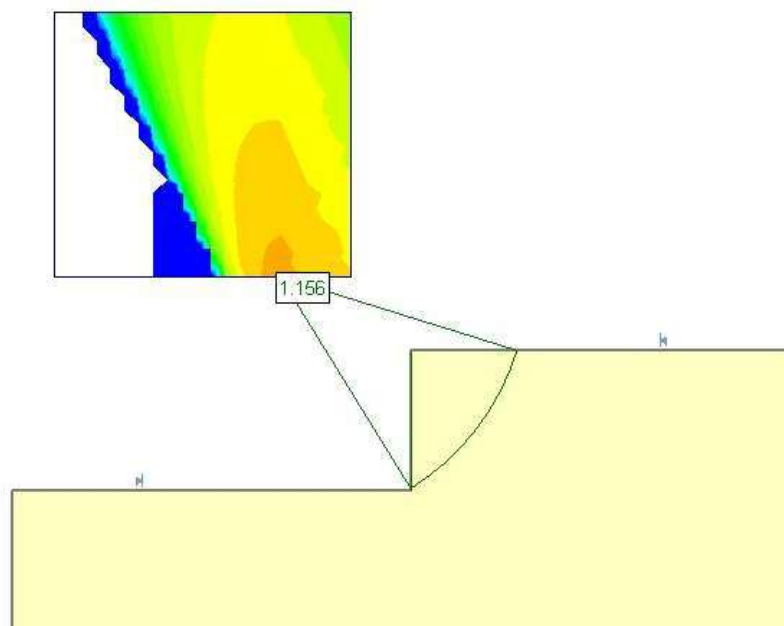
- Φαινόμενο βάρος $\gamma=22\text{kN/m}^3$
- Συνοχή $c=30\text{kPa}$
- Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$

Από τις επιλύσεις με το λογισμικό SLIDE, προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές ασφαλείας, οι οποίοι είναι ικανοποιητικοί.

- Στατική φόρτιση: $1.05 > 1.00$
- Σεισμική φόρτιση: $1.15 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Ρογκάκου - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς οδού Ρογκάκου - Σεισμική φόρτιση

Σύμφωνα με τις παραπάνω επιλύσεις, στο πρανές δεν τίθεται ζήτημα γενικής αστοχίας. Το κύριο πρόβλημα είναι οι περιορισμένες ροές γαιών – κορημάτων από τις διαδικασίες διάβρωσης, οι οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν με τον περιοδικό καθαρισμό του πρανούς από τα υλικά διάβρωσης.

4.5 Πρανές επί της οδού Σαρανταπήχου

Πρόκειται για τεχνητά διαμορφωμένο πρανές στο οποίο μετά τη συμβολή με την οδό που οδηγεί στο Λόφο του Λυκαβηττού έχει εκδηλωθεί εδαφική αστάθεια στη στέψη του. Η αστάθεια αυτή έχει προκαλέσει επί της οδού για το Λόφο του Λυκαβηττού:

- ανατροπή στο παγκάκι του υπήρχε και κλίση πεύκου μικρής ηλικίας.
- θραύσεις του ασφαλτικού οδοστρώματος

Η γεωλογική κατασκευή του πρανούς περιλαμβάνει πολυπτυχωμένη ακολουθία σχιστολίθων με κατά θέσεις ενστρώσεις / παρεμβολές ασβεστολίθων, η οποία στη θέση της εδαφικής αστάθειας καλύπτεται από κορηματικά υλικά χαλικώδους – αμμοχαλικώδους σύστασης.

Το πρανές έχει ισχυρή ΒΔ/ική κλίση και στη θέση της κατολισθητικής κίνησης το ύψος του είναι 6m. Σύμφωνα με την γεωλογική μελέτη του έργου, πρόκειται για αβαθή εδαφική μετατόπιση, η οποία περιλαμβάνει το επίχωμα της οδού και το ανώτερο τμήμα των κορημάτων. Η ενεργοποίηση της αστάθειας αποδίδεται κατά κύριο λόγο στον κορεσμό από τα νερά της επιφανειακής απορροής του επιχώματος της οδού και του ανώτερου χαλαρού τμήματος των υποκείμενων κορημάτων. Αυτό γιατί ο υφιστάμενος στεγανός οχετός ομβρίων, στο τμήμα που διασχίζει υπό γωνία την οδό είναι χωρίς επένδυση.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεώτρησης που εκτελέστηκε στην οδό Σαρανταπήχου (ΓΛΚ-1) και των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, το υπέδαφος στην περιοχή μπορεί να χωριστεί σε τρεις γεωτεχνικές στρώσεις.

Γεωτεχνική στρώση I

Αποτελείται κατά μέσο όρο από καστανού χρώματος, πολύ πυκνούς αργιλώδεις – ιλυώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GC, GM) και συναντάται από την επιφάνεια του εδάφους έως το βάθος των 4.40m.

Γεωτεχνική στρώση II

Αποτελείται από καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως εξαιρετικής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΜΑΡΓΑ και συναντάται από το βάθος των 4.40m έως τα 17.50m.

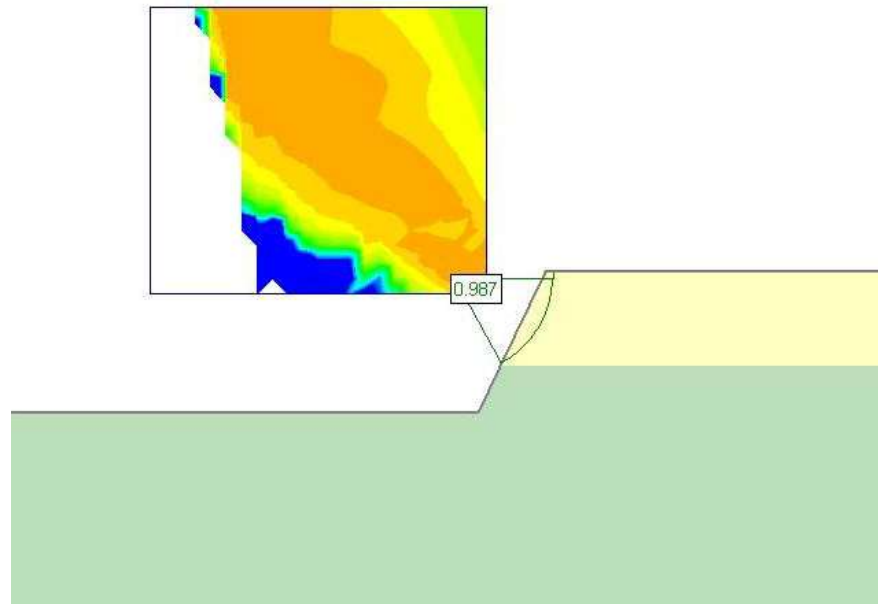
Γεωτεχνική στρώση III

Αποτελείται από καστανού χρώματος, πολύ πτωχής έως μέτριας ποιότητας, εξαιρετικά χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟ και συναντάται από το βάθος των 17.50m έως το πέρας της γεώτρησης (=20.00m).

Ο έλεγχος της συνολικής ευστάθειας του πρανούς πραγματοποιείται με την ίδια μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Αρχικά πραγματοποιείται ανάστροφη ανάλυση για την διερεύνηση κυρίως της επίδρασης του νερού που προέρχεται από την επιφανειακή απορροή του επιχώματος της οδού. Για τον λόγο αυτό, στην ανώτερη εδαφική στρώση προσομοιώνεται ο συντελεστής πίεσης πόρων $u=0.25$.

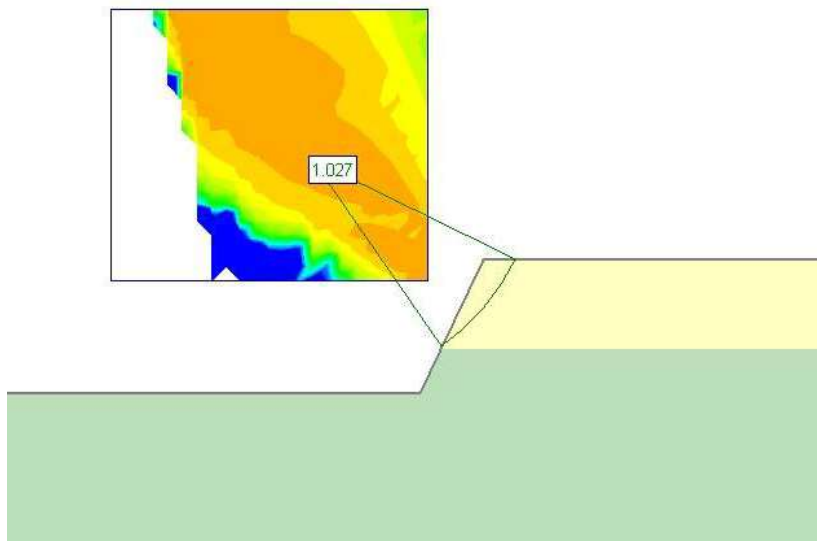
Από την επίλυση προκύπτει συντελεστής ασφάλειας ίσος με 0.99, γεγονός που υποδηλώνει αστοχία. Επίσης, η επιφάνεια αστοχίας περιορίζεται στο ανώτερο εδαφικό στρώμα και έχει μικρό βάθος, στοιχεία που συμφωνούν με τις παρατηρήσεις της γεωλογικής μελέτης.



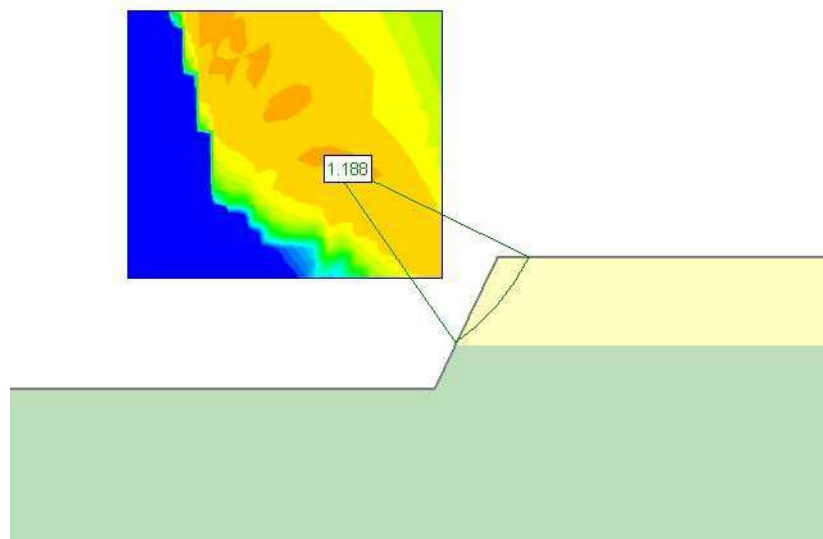
Ανάστροφη ανάλυση πρανούς στην οδό Σαρανταπήχου – Συντελεστής $u=0.25$

Ακολούθως πραγματοποιούνται επιλύσεις για στατική και σεισμική φόρπιση λαμβάνοντας τον συντελεστή $u=0$, θεωρώντας δηλαδή στεγανοποίηση του οχετού ομβρίων που διέρχεται κάτω από την οδό, έτσι ώστε να μην υπάρχουν διαρροές προς το υπέδαφος. Οι συντελεστές ασφαλείας που προκύπτουν είναι:

- Στατική φόρτιση: $1.03 > 1.00$
- Σεισμική φόρτιση: $1.18 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρानούς οδού Σαρανταπήχου - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρानούς οδού Σαρανταπήχου - Σεισμική φόρτιση

Οι συντελεστές ασφαλείας σε αυτήν την περίπτωση είναι επαρκείς. Ως εκ τούτου τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανούς είναι τα ακόλουθα:

- καθαρισμός του πρανούς επί της οδού Σαρανταπήχου από χαλαρά βραχώδη τεμάχια μεγέθους λίθου και από εδαφικά υλικά.
- ανακατασκευή του επιχώματος επί της οδού για το Λόφο του Λυκαβηττού και ανακατασκευή του τμήματος του οχετού ομβρίων που διέρχεται κάτω από αυτήν.

4.6 Πρανές στην είσοδο του τελεφερίκ Λυκαβηττού

Πρόκειται για το τεχνητά διαμορφωμένο πρανές αριστερά της εισόδου του Τελεφερίκ του Λυκαβηττού, στο οποίο κατά καιρούς έχουν καταγραφεί μικρο-καταπτώσεις επί του χώρου στάθμευσης των οχημάτων των επισκεπτών που βρίσκεται στον πόδα του.

Διαμορφώνεται στον πόδα κεκλιμένης μορφολογίας και περιλαμβάνει δύο τμήματα που βρίσκονται σχεδόν κάθετα μεταξύ τους:

- το πρώτο, έχει μήκος 6.5m, ύψος 8m και κατακόρυφη ΝΝΔ/κή κλίση, ενώ
- το δεύτερο, έχει μήκος 12m, ύψος 6m και λίγο ηπιότερες ΑΝΑ/κές κλίσεις της τάξης των 75°.

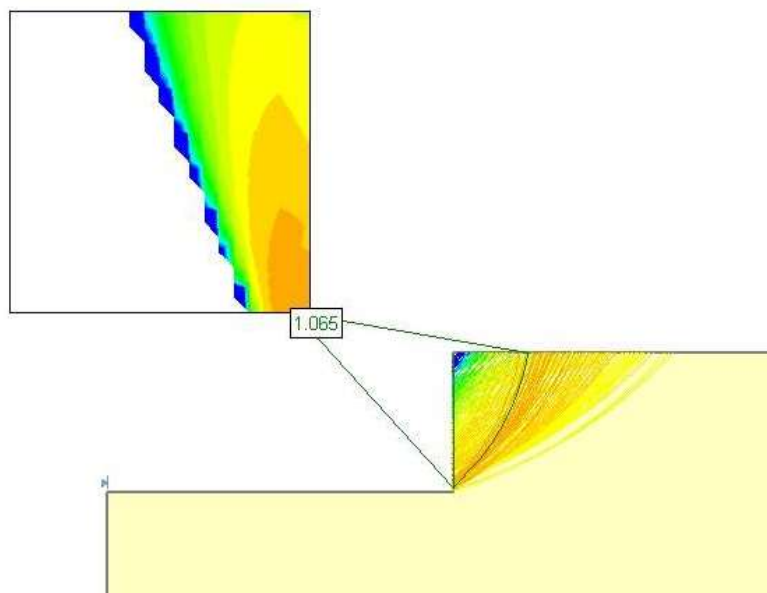
Γεωλογικά το πρανές δομείται από πολυπτυχωμένη σχιστολιθική ακολουθία.

Ο έλεγχος της συνολικής ευστάθειας του πρανούς πραγματοποιείται με την ίδια μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στις παραπάνω παραγράφους. Για τον σχηματισμό των σχιστολίθων, λαμβάνονται υπόψη συντηρητικά οι παρακάτω τιμές γεωτεχνικών παραμέτρων

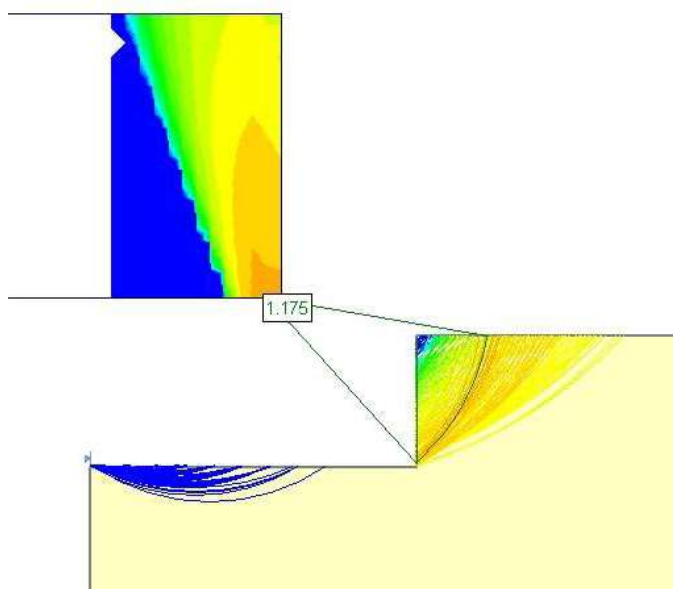
- Φαινόμενο βάρος $\gamma=22\text{kN/m}^3$
- Συνοχή $c=40\text{kPa}$
- Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$

Από τις επιλύσεις με το λογισμικό SLIDE, προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές ασφαλείας, οι οποίοι είναι ικανοποιητικοί.

- Στατική φόρτιση: $1.06 > 1.00$
- Σεισμική φόρτιση: $1.17 > 1.00$



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς τελεφερίκ - Στατική φόρτιση



Έλεγχος ολικής ευστάθειας πρανούς τελεφερίκ - Σεισμική φόρτιση

Σύμφωνα με τις παραπάνω επιλύσεις, στο πρανές δεν τίθεται ζήτημα γενικής αστοχίας.

Τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανούς έναντι των μικροκαταπτώσεων είναι τα ακόλουθα:

- καθαρισμός όλου του πρανούς από τα εδαφικά υλικά που απαντώνται κατά μήκος του πόδα του, καθώς και από τη βλάστηση.
- επιλεκτικός καθαρισμός από επισφαλή τεμάχια μεγέθους λίθου.
- επένδυση όλου του πρανούς με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα, με συρματόσχοινα τάνυσης, που θα ακολουθεί τη μορφολογία και θα έχει μέγεθος βρόγχου $\leq 6.5\text{cm}$. Το μέτρο θα παραλαμβάνει ασφαλώς υλικά κατάπτωσης και θα ενισχύει τη βραχομάζα. Για την εφαρμογή του πλέγματος προτείνονται αγκύρια ολόσωμης πάκτωσης.
- υπερύψωση του υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης για την συγκράτηση μικροκαταπτώσεων

Τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανούς παρουσιάζονται αναλυτικά στο αντίστοιχο σχέδιο.

4.7 Πρανές στο 39^ο Λύκειο Αθήνας

Πρόκειται για τεχνητά διαμορφωμένο πρανές το οποίο κατά τη διεύθυνση Α-Δ μπορεί να διακριθεί στα ακόλουθα δύο τμήματα με βάση τη διεύθυνσή του, τις εκδηλωμένες αστάθειες και τις προβλεπόμενες επεμβάσεις για λόγους ρυμοτομίας:

- Πρανές Α2 επί της οδού Πυθίας, όπου τοπικά αντιμετωπίζονται προβλήματα ευστάθειας, που αφήνουν σχεδόν επικρεμάμενο το τοιχίο επί του οποίου έχει τοποθετηθεί η περίφραξη του Σχολείου, και όπου προβλέπεται να πραγματοποιηθούν εκσκαφές για την οπισθοχώρηση του πρανούς, ώστε να αποκτηθεί ικανός χώρος για τη διεύρυνση του υφιστάμενου πεζοδρομίου και ευθυγράμμισή του με τα γειτονικά τμήματα.
- Πρανές Β2 επί του πεζοδρόμου της οδού Νικάνορος, όπου σε πολύ μικρή απόσταση από τη στέψη του πρανούς έχουν εκδηλωθεί μικρής κλίμακας εδαφικές αστάθειες σε διάδρομο του προαύλιου χώρου του Σχολείου. Οι τελευταίες είναι αμφίβολο ότι προαναγγέλλουν αστοχία του πρανούς ή οφείλονται σε ελλιπή κατασκευή.

Στην περιοχή του πρανούς έχει εκτελεστεί η δειγματοληπτική γεώτρηση ΓΣΧ-1, από την οποία προκύπτει ότι το υπέδαφος στην περιοχή μπορεί να χωριστεί σε τρεις γεωτεχνικές στρώσεις.

Γεωτεχνική στρώση I

Αποτελείται κατά μέσο όρο από ανοιχτού καστανού χρώματος, πολύ πυκνής απόθεσης ιλυώδη ΑΜΜΟ με χάλικες (SM) και συναντάται από την επιφάνεια του εδάφους έως το βάθος των 2.20m.

Γεωτεχνική στρώση II

Αποτελείται από ανοιχτού καστανού χρώματος, πτωχής έως καλής ποιότητας, χαμηλής αντοχής εναλλαγές λατυποπαγούς με ασβεστιπική μάργα και ψαμμίτες και συναντάται από το βάθος των 2.20m έως τα 10.00m.

Γεωτεχνική στρώση III

Αποτελείται από ανοιχτού καστανού χρώματος, μέτριας έως καλής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟ και συναντάται από το βάθος των 10.00m έως το πέρας της γεώτρησης (=20.00m).

Σύμφωνα με την γεωλογική μελέτη του έργου, για το πρανές A2 προκύπτει ότι υφίσταται σοβαρός κίνδυνος καταπτώσεων κατά μήκος συγκεκριμένων ασυνεχειών, παρά το γεγονός ότι το πρανές διαμορφώνεται σε καλής ποιότητας βραχομάζα χωρίς εμφανή επισφαλή τμήματα.

Η θεώρηση αυτή επαληθεύεται από τις παρατηρήσεις υπαίθρου, καθόσον στο δυτικό τμήμα του πρανούς έχει εκδηλωθεί κατολισθητική κίνηση.

Πρόκειται για επίπεδη ολίσθηση, κατά μήκος ασυνεχειών ομόρροπες του πρανούς που κλίνουν $\approx 60^\circ$, τμήματος της βραχομάζας με διαστάσεις που υπολογίζονται περί τα 8m μήκος, 8m εύρος και μέσο πάχος 1m.

Η συγκεκριμένη κίνηση αφήνει σχεδόν επικρεμάμενο το τοίχιο επί του οποίου έχει τοποθετηθεί η περίφραξη του Σχολείου.

Επιπλέον, λόγω της ανάγκης διεύρυνσης του υφιστάμενου πεζοδρομίου, απαιτείται οπισθοχώρηση του πρανούς κατά $\sim 1.5m$, γεγονός το οποίο οδηγεί στην αύξηση της κλίσης του.

Δεδομένων των παραπάνω συνθηκών, για το πρανές A2 προτείνεται ως μέτρο προστασίας η κατασκευή αγκυρωμένου τοιχώματος. Τα αγκύρια θα είναι προεντεταμένα, αποτελούμενα από καλώδια προέντασης 15.2mm(0.6"), με χάλυβα St1670/1860 (όριο διαρροής 1670MPa). Το φορτίο διαρροής του καλωδίου προκύπτει 232kN και το φορτίο θραύσης 259kN.

Στο πρόγραμμα SLIDE προσομοιώνονται δυο στάθμες δίκλωνων αγκυριών, με δύναμη αγκύρωσης 200kN. Η επιτρεπόμενη τιμή αντοχής στην διεπιφάνεια εδάφους – ενέματος λαμβάνεται ίση με 150kPa και η διάμετρος πάκτωσης ίση με 0.15m.

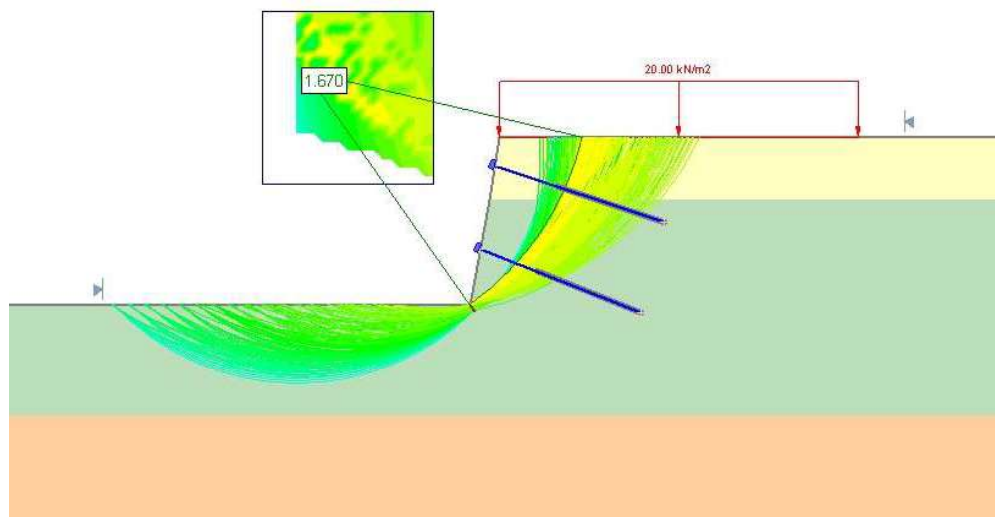
Το απαιτούμενο μήκος πάκτωσης L των αγκυρίων θα είναι, για συντελεστή ασφαλείας 1.33 σύμφωνα με το DIN4125, ίσο με

$$L=(200\text{kN}\cdot 1.33)/(3.14\cdot 0.15\cdot 150\text{kPa})=3.76\text{m}$$

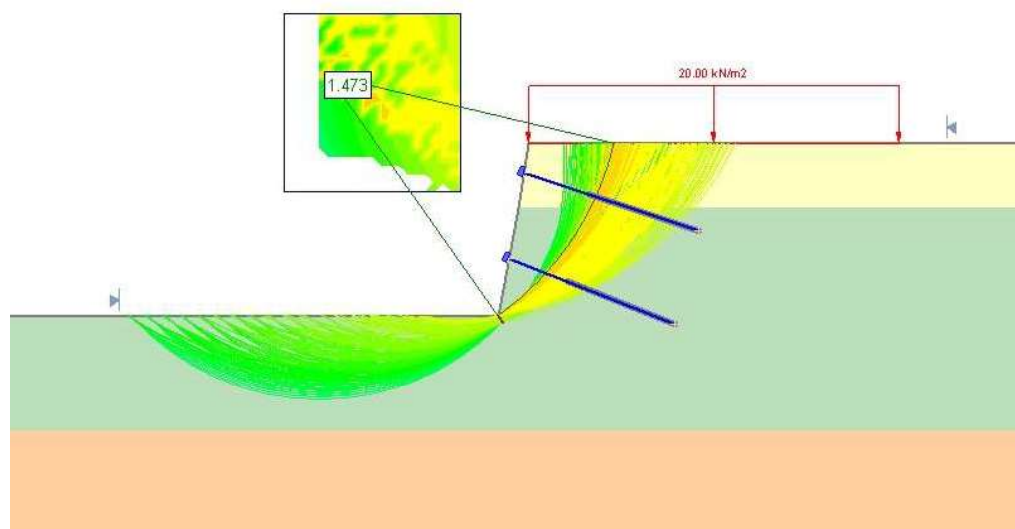
Λαμβάνεται τελικά μήκος πάκτωσης ίσο με 4m.

Από τις επιλύσεις με το πρόγραμμα SLIDE προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές ασφαλείας, οι οποίοι είναι αποδεκτοί

- Στατική φόρτιση $1.67 > 1.40$
- Σεισμική φόρτιση $1.47 > 1.00$



Πρανές A2 στο 39^ο λύκειο Αθηνών – ολική ευστάθεια αγκυρωμένου πρανούς (στατική φόρτιση)



Πρανές A2 στο 39^ο λύκειο Αθηνών – ολική ευστάθεια αγκυρωμένου πρανούς (σεισμική φόρτιση)

Για την επιβεβαίωση της παραδοχής της τιμής της επιτρεπόμενης τάσης πρόσφυσης και της ορθής κατασκευής των αγκυρίων, οι τένοντες θα πρέπει να τανυθούν σε φορτίο 1.25 x το χαρακτηριστικό φορτίο τους (=200kN). Τα αγκύρια προεντείνονται και στη συνέχεια σφηνώνονται στο χαρακτηριστικό φορτίο τους.

Επίσης, εφόσον τα αγκύρια θα είναι μόνιμα, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή τους και στην αντιδιαβρωτική τους προστασία.

Ο υπολογισμός της επένδυσης του πρανούς και τα αντίστοιχα σχέδια παρουσιάζονται στην Στατική μελέτη του έργου.

Όσον αφορά στο πρανές Β2, το βόρειο κατακόρυφο τμήμα του πρανούς φαίνεται ευσταθές. Όμως σε πολύ μικρή απόσταση από τη στέψη του πρανούς έχουν εκδηλωθεί μικρής κλίμακας εδαφικές αστάθειες σε διάδρομο του προαύλιου χώρου του Σχολείου. Οι τελευταίες είναι αμφίβολο ότι προαναγγέλλουν αστοχία του πρανούς ή οφείλονται σε ελλιπή κατασκευή. στο νότιο τμήμα του πρανούς έχουν κατασκευαστεί λιθοδομή και τοίχος από σκυρόδεμα, που θεωρούνται μέτρα προστασίας έναντι ασταθειών.

Συνεπώς, διαφαίνονται προβλήματα ευστάθειας του πρανούς που χρήζουν ικανών μέτρων προστασίας, ώστε να διασφαλιστεί η στατικότητα των εγκαταστάσεων του Σχολείου.

Τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του πρανούς Β2 συνίσταται αρχικά στον καθαρισμό από την βλάστηση, τα εδαφικά υλικά και τυχόν επισφαλή τεμάχια μεγέθους λίθου και στην συνέχεια στην κατασκευή τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο υπολογισμός του τοίχου αντιστήριξης και τα αντίστοιχα σχέδια παρουσιάζονται στην Στατική μελέτη του έργου.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα Έκθεση περιλαμβάνεται η παρουσίαση και αξιολόγηση της γεωτεχνικής έρευνας που εκτελέστηκε στις περιοχές του 39^{ου} Λυκείου Αθηναίων, του 1^{ου} Κοιμητηρίου και της οδού Σαρανταπήχου στο Λυκαβηττό, καθώς και η γεωτεχνική μελέτη της προστασίας των πρανών στις παραπάνω περιοχές, όπως επίσης και σε θέσεις πρανών στην οδό Βριλησσού (πλησίον του Αττικού άλσους), στην οδό Ρογκάκου, στην οδό Μπουκοβάλα (περιοχή Γκύζη) και στην είσοδο του τελεφερίκ Λυκαβηττού.

Για κάθε μια από τις παραπάνω περιοχές αρχικά αναγνωρίζεται ο μηχανισμός αστοχίας και στη συνέχεια εκτιμώνται οι τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους, είτε από την αξιολόγηση των γεωερευνητικών εργασιών στις θέσεις όπου αυτές εκτελέστηκαν, είτε από τις επιτόπου παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα της γεωλογικής μελέτης για τις υπόλοιπες θέσεις.

Ακολούθως, για κάθε θέση πρανούς εξετάζεται η ολική ευστάθεια του, ενώ αστάθειες οφειλόμενες σε ολισθήσεις / αποσφηνώσεις κατά μήκος επιφανειών ασυνεχειών εξετάζονται στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται για κάθε θέση η καταλληλότερη μέθοδος προστασίας του πρανούς. Συνοπτικά, τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5 Προτεινόμενα μέτρα προστασίας πρανών

Θέση πρανούς	Μηχανισμός αστοχίας	Μέτρα προστασίας
1 ^ο νεκροταφείο	Επίπεδες ολισθήσεις σε επίπεδα ασυνεχειών	Καθαρισμός του πρανούς από επισφαλή τεμάχη – επένδυση του πρανούς με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα
Οδός Μπουκουβάλα	Μικροκαταπτώσεις χαλίκων	Αφαίρεση επισφαλών τεμαχών πετρώματος - επένδυση του πρανούς με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα - διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών.
Οδός Βριλησσού	Πολύ μικρού όγκου καταπτώσεις λίθων	Καθαρισμός του πρανούς από επισφαλή τεμάχη – κατασκευή μικρού τοίχου ποδός
Οδός Ρογκάκου	Περιορισμένες ροές γαιών	Περιοδικός καθαρισμός πρανούς
Οδός Σαρανταπήχου	Εδαφική αστάθεια στην στέψη του πρανούς λόγω κορεσμού από τα νερά της επιφανειακής απορροής του επιχώματος της οδού	Καθαρισμός του πρανούς από επισφαλή τεμάχη - ανακατασκευή του επιχώματος επί της οδού για το λόφο του Λυκαβηττού και ανακατασκευή του τμήματος του οχετού ομβρίων που διέρχεται κάτω από αυτήν
Τελεφερίκ Λυκαβηττού	Μικροκαταπτώσεις	Καθαρισμός του πρανούς από επισφαλή τεμάχη – επένδυση του πρανούς με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα – υπερύψωση του υφιστάμενου τοίχου προστασίας για την συγκράτηση μικροκαταπτώσεων
39 ^ο λύκειο Αθήνας	Καταπτώσεις κατά μήκος ασυνεχειών – μικρές εδαφικές αστάθειες	Κατασκευή αγκυρωμένου τοιχώματος στο πρανές επί της οδού Πυθίας – κατασκευή τοίχου αντιστήριξης επί της οδού Νικάνορος

Στις περιοχές όπου προτείνεται επένδυση του πρανούς με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα, αυτό θα πρέπει να αποτελείται από συρματοπλέγμα από χάλυβα εφελκυστικής αντοχής 380-550kN/m (EN 10223-3), πάχους 3mm, διπλής πλέξης, με άνοιγμα βρόγχου $\leq 6.5\text{cm}$. Θα περιλαμβάνονται και συρματοσχοίνα τάνυσης οριζόντια και κάθετα για την ενίσχυση του συρματοπλέγματος, γαλβανισμένα με κράμα ψευδαργύρου – αλουμινίου κατά ΕΛΟΤ EN 10264-2, διαμέτρου βρόγχου 8mm και αντοχής σε εφελκυσμό τουλάχιστον 1700N/mm². Το πλέγμα θα αγκυρώνεται στο φρύδι του πρανούς με πασσαλάκια Φ12, S500, $L \approx 0.5\text{m}$ όπως φαίνεται στα αντίστοιχα σχέδια και επί του πρανούς με αγκύρια ολόσωμης πάκτωσης Φ25, S500, τοποθετούμενα σε διαστήματα διαμέτρου $> 5.0\text{cm}$.

Στην περιοχή του 39^{ου} λυκείου Αθήνας προτείνεται η κατασκευή αγκυρωμένου τοιχώματος επί της οδού Πυθίας και κατασκευή τοίχου αντιστήριξης επί πασσάλων επί του πεζοδρόμου της οδού Νικάνορος. Οι στατικοί υπολογισμοί και τα σχέδια του έργου παρουσιάζονται στην στατική μελέτη.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2020

Σύνταξη

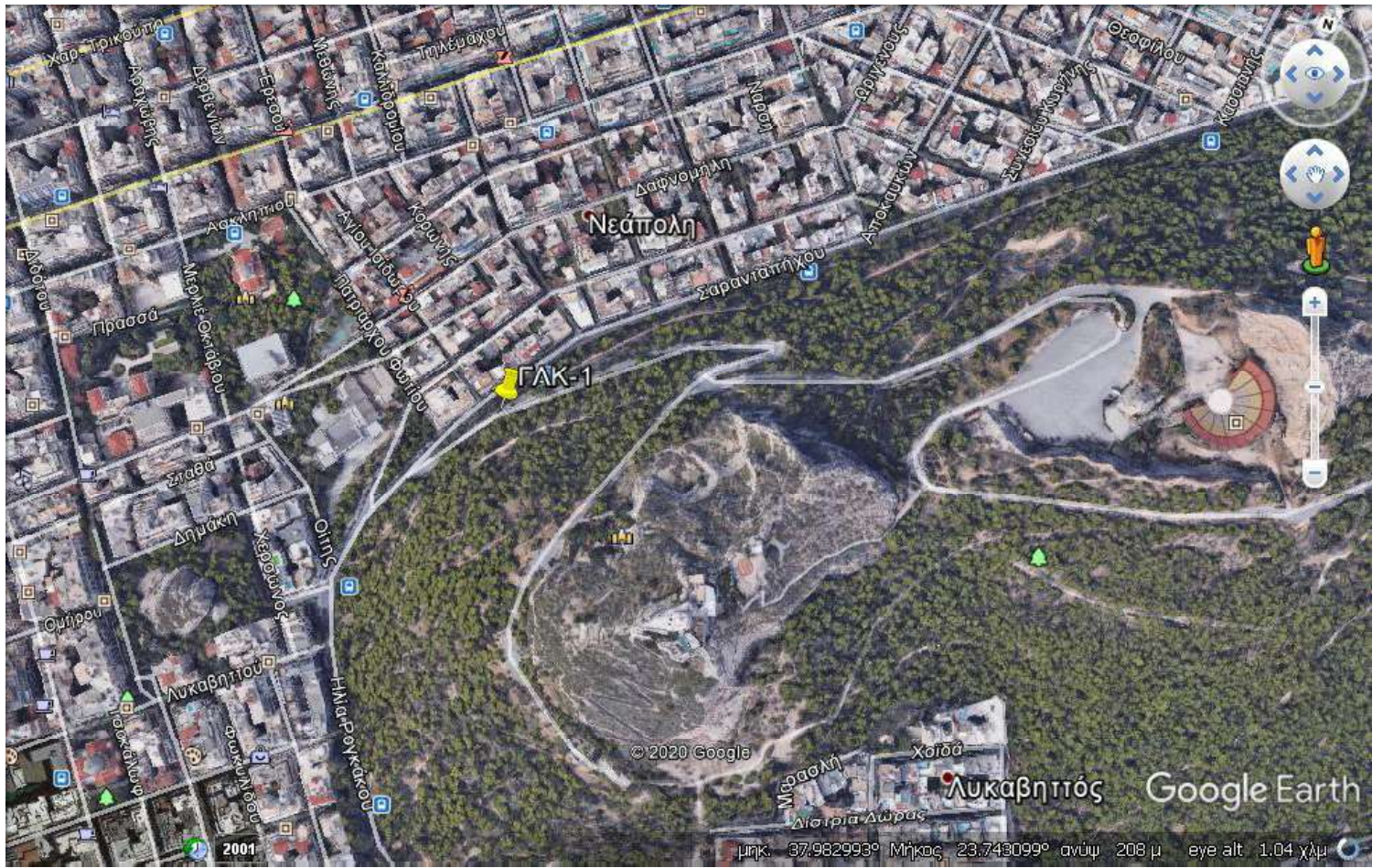
Ν. Χαλακατεβάκης
(Δρ. Μεταλλειολόγος Μηχανικός)
(υπογραφή)

Έλεγχος

Γ. Βατσέλλας
(Πολιτικός Μηχανικός)
(υπογραφή)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΘΕΣΕΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ



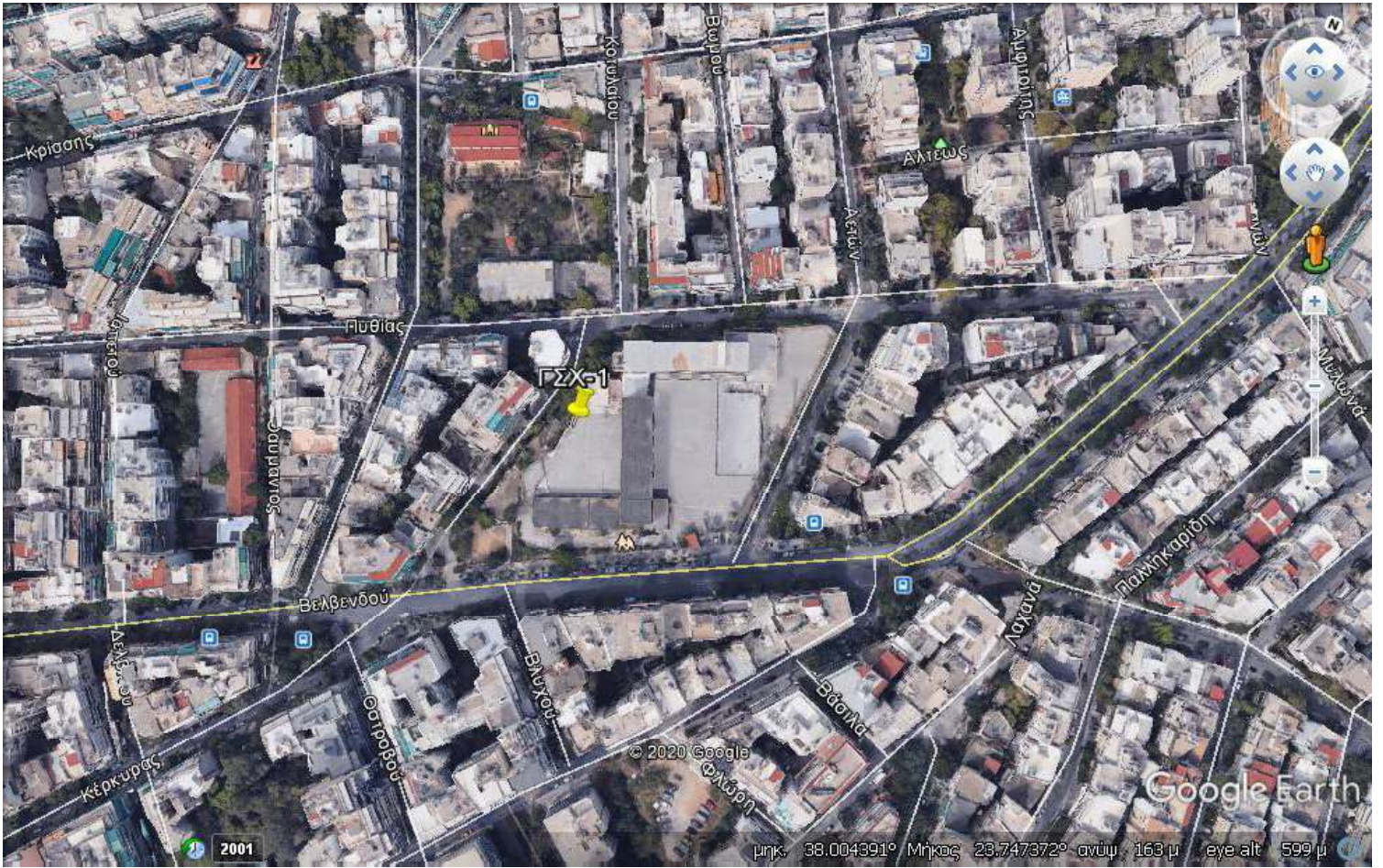


© 2020 Google

Λυκαβητίος

Google Earth

μήκ. 37.982993° Μήκος 23.743099° ανύψ. 208 μ eye alt 1.04 χλμ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ
ΜΗΤΡΩΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

**ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ & ΟΡΩΝ
ΜΗΤΡΩΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ**

1. ΣΥΜΒΟΛΑ

G: Χάλικες
S: Άμμος
M: Ιλύς
C: Άργιλος

2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Κοπτικό άκρο:

W Βίδια (Carbide Bit)

D Διαμάντι (Diamond Bit)

Δειγματολήπτης:

I Μονός

II Διπλός

T6S Διαιρετός

Δείγμα:

Δ Δείγμα διαταραγμένο με χρήση νερού

Φ Διαταραγμένο δείγμα εν ξηρώ (Φραγμός)

A Αδιατάρακτο δείγμα υπό πίεση
S: Shelby, P: Piston, T: Denisson

$N_{SPT} = 10$ Αποτέλεσμα δοκιμής SPT
Δέκα κρούσεις για διείσδυση 30 cm

A Άρνηση σε δοκιμή SPT

$\left(\frac{60}{10}\right)$ Δείσδυση 10 cm με 60 κρούσεις

4. ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ

∅ Δεν υπάρχει στάθμη στη γεώτρηση

— Δεν πραγματοποιήθηκε μέτρηση στάθμης στη γεώτρηση

$\frac{10m}{\equiv}$ Στάθμη υπογείων υδάτων (τελευταία μέτρηση)

5. ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ

i. Είδος

L: Στρώση

F: Ρήγμα

J: Διάκλαση

S: Σχιστότητα

ii. Απόσταση

>2,0m	Πολύ μεγάλη	1
0,6 - 2,0m	Μεγάλη	2
0,2 - 0,6m	Μέση	3
0,06 - 0,2m	Μικρή	4
< 0,06m	Πολύ μικρή	5

iii. Τραχύτητα

Πολύ τραχεία	A
Τραχεία	B
Ελαφρά τραχεία	C
Ομαλή	D
Ολισθηρή	E

iv. Υλικό πλήρωσης

—	Καθόλου
Ca	Ασβεστικό
C	Αργιλικό

3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΔΟΚΙΜΕΣ SPT

i. Χάλικες - Άμμος - Ιλύς αμελητέας πλαστικότητας

Αριθμός κρούσεων N_{SPT}	Πυκνότητα εδάφους
0 - 4	Πολύ χαλαρό
4 - 10	Χαλαρό
10 - 30	Μέσης πυκνότητας
30 - 50	Πυκνής απόθεσης
> 50	Πολύ πυκνής απόθεσης

ii. Άργιλος - Ιλύς πλαστική

Αριθμός κρούσεων N_{SPT}	Συνεκτικότητα
0 - 2	Πολύ μαλακό
2 - 4	Μαλακό
4 - 8	Μέσης συνεκτικότητας
8 - 15	Συνεκτικό
15 - 30	Πολύ συνεκτικό
> 30	Σκληρό

6. ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΒΡΑΧΟΥ (ISRM, 1981)

Ορολογία	Κωδικός	Μορφή
Υγιής	W1	Κανένα οπτικό σημάδι διάβρωσης. Ίσως ελαφρός αποχρωματισμός επί των επιφανειών των κύριων ασυνεχειών.
Ελαφρά αποσαθρωμένος	W2	Αποχρωματισμός στο βραχώδες υλικό αλλά και στις επιφάνειες των ασυνεχειών.
Μέτρια αποσαθρωμένος	W3	Λιγότερο από το μισό βραχώδες υλικό έχει αποσυντεθεί σε έδαφος. Υγιής έως αποχρωματισμένος βράχος είναι παρών είτε ως ασυνεχής δίκτυο είτε ως πυρήνες.
Πολύ αποσαθρωμένος	W4	Περισσότερο από το μισό βραχώδες υλικό έχει αποσυντεθεί σε έδαφος. Υγιής έως αποχρωματισμένος βράχος είναι παρών είτε ως ασυνεχής δίκτυο είτε ως πυρήνες.
Εντελώς αποσαθρωμένος	W5	Όλο το βραχώδες υλικό έχει αποσυντεθεί σε έδαφος. Η πρότερη δομή της μάζας του διατηρείται σε μεγάλο βαθμό.
Παραμένον έδαφος	W6	Όλο το βραχώδες υλικό έχει μετατραπεί σε έδαφος. Η πρότερη δομή της μάζας του έχει καταστραφεί. Έχει αλλάξει ο όγκος του αλλά το έδαφος δεν έχει μετακινηθεί σημαντικά.

7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ (ISRM, 1981)

σ_c (MPa)	Κωδικός	Χαρακτηρισμός αντοχής
>250	R6	Εξαιρετικά υψηλή
100-250	R5	Πολύ υψηλή
50-100	R4	Υψηλή
25-50	R3	Μέτρια υψηλή
5-25	R2	Χαμηλή
1-5	R1	Πολύ χαμηλή
0,25-1	R0	Εξαιρετικά χαμηλή

8. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ (FRANKLIN & BROCH, 1972)

I_s (MPa)	Χαρακτηρισμός αντοχής
>10,0	Εξαιρετικά υψηλή
3,0-10,0	Πολύ υψηλή
1,0-3,0	Υψηλή
0,3-1,0	Μέτρια υψηλή
0,1-0,3	Χαμηλή
0,03-0,1	Πολύ χαμηλή
<0,03	Εξαιρετικά χαμηλή

9. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΣΦΥΡΑ SCHMIDT

SHV	Χαρακτηρισμός αντοχής
50-60	Εξαιρετικά υψηλή
40-50	Πολύ υψηλή
30-40	Υψηλή
15-30	Μέτρια
<15	Χαμηλή

10. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ RQD (ASTM D6032)

RQD (%)	Ποιότητα βραχώμαζας
<25	Πολύ πτωχή
25-50	Πτωχή
50-75	Μέτρια
75-90	Καλή
>90	Εξαιρετική

Βάθος / Depth (m) 0 20 Στοιβάδα / Casing 0 20 Είδος Δείγματος / Type of Sample 0 20 Κοπή / BR 0 20 R.L.Q.D. (%) 0 20 Ανάκτηση / Recovery (%) 0 20	Αποσάθρωση / Weathering (BS 5930:1981) 0 20	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ / DESCRIPTION 0 20	SPT 0 20	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ / DESCRIPTION	Είδος γη / Soil Profile 0 20 Πλ. Μέτρο / Piezometer 0 20 Στάθμη Υ/Ο / W.L. 0 20	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ / SIEVE ANALYSIS 0 20 ΟΡΙΑ ATTERBERG / LIMITS 0 20 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ / PHYSICAL PROPERTIES 0 20	ΑΜΕΣΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ / DIRECT SHEAR 0 20 ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ / TRIAXIAL TEST 0 20 ΑΝΕΜΠΩΜΕΤΗ / UNCONFINED COMPRESSIVE 0 20 ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ / POINT LOAD 0 20 ΜΕΓΑΛΟΤΗΤΑ ΣΥΜΠΙΞΗΣ / PERMEABILITY 0 20
--	---	--	----------	-------------------------	---	---	--

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		Αναχτοκαστανού χρώματος, πολύ πυκνή θινώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικες (SM) 0-2.20m Αναχτοκαστανού χρώματος, πτωχής έως καλής ποιότητας, χαμηλής αντοχής, εναλλαγές αποκατομών με ασβεστίτη τμήμα και φασμίτες 2.20-10.00m Αναχτοκαστανού χρώματος, μέτριο έως καλής ποιότητας, πολύ χαμηλής έως χαμηλής αντοχής ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ 10.00-20.00m	1170 1081100	27 45 28 25.5 18.3 5.2 5.3 2.78 SM	CU CD UU CD UU CUPP	c (kPa) f (kPa) c (kPa) f (kPa) c (kPa) f (kPa) c (kPa) f (kPa)	2.54 1.24 1.58 2.63 1.24 1.58 0.53 0.67 2.41 0.03 0.04 2.34 1.6 2.42 4.9 0.19 0.24 2.46 5.9
---	--	---	-----------------	------------------------------------	---------------------	---	---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ



Γεώτρηση ΓΣΧ-1



Βάθος 0.00-5.00m



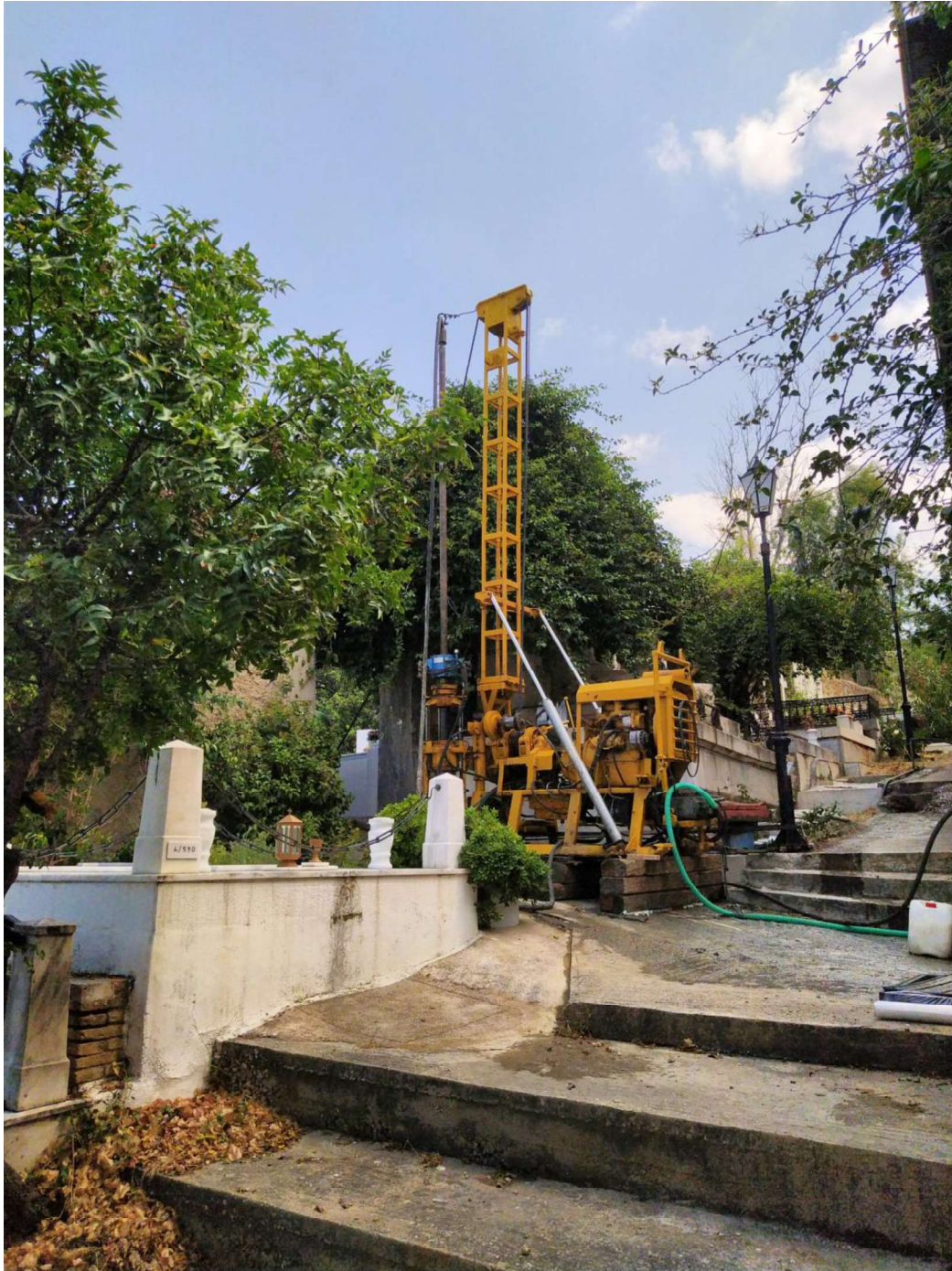
Βάθος 5.00-10.00m



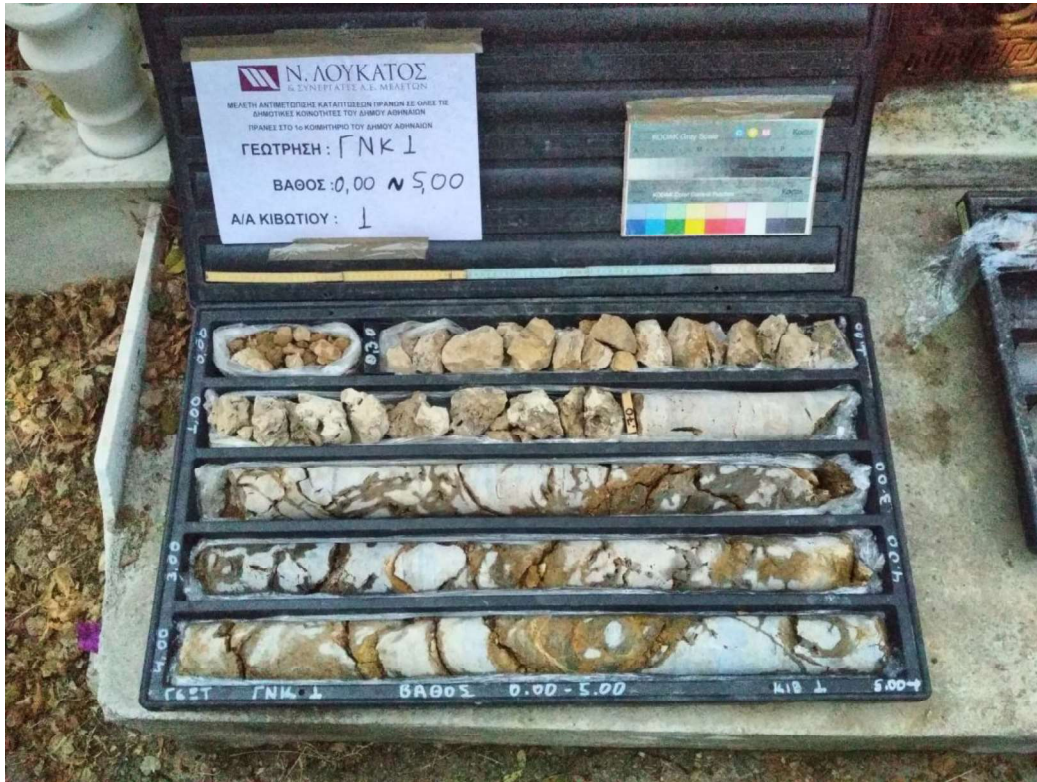
Βάθος 10.00-15.00m



Βάθος 15.00-20.00m



Γεώτρηση ΓΝΚ-1



Βάθος 0.00-5.00m



Βάθος 5.00-10.00m



Βάθος 10.00-15.00m



Βάθος 15.00-20.00m



Γεώτρηση ΓΛΚ-1



Βάθος 0.00-5.00m



Βάθος 5.00-10.00m



Βάθος 10.00-15.00m



Βάθος 15.00-20.00m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

BOREHOLE - ΓΕΩΤΡΗΣΗ	SAMPLE - ΔΕΙΓΜΑ	SAMPLE DEPTH ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		SIEVE ANALYSIS (%) ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΩΝ (%)							PHYSICAL PROPERTIES ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ					U.S.C.S.	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΛΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH		
											OPPIA ATTEBERG LIMITS			MOISTURE ΥΓΡΑΣΙΑ	VOID RATIO ΛΟΓΟΣ ΚΕΝΩΝ				WET UNIT WEIGHT ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ
		from από (m)	to έως (m)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	w (%)	e	γ _{wet} (gr/cm ³)	γ _s	γ _d (gr/cm ³)								
		gravels χάλικες	sand άμμος	finer λεπτόκ οκκα	silt ιλύς	clay άργιλος													
ΓΣΧ-1	Δ1	1.00	1.50	27	45	28			23.5	18.3	5.2	5.3			2.76		SM		
ΓΝΚ-1	Δ8	12.00	12.50	33	41	26			32.4	21.2	11.2	10.4		2.24	2.79		SC	20	2.10
ΓΝΚ-1	Δ9	14.00	14.50	12	39	49			34.0	18.1	15.9	12.1		2.29			SC/CL	18	2.80
ΓΝΚ-1	Δ10	16.00	16.30	15	61	24			33.4	21.4	12.0	10.5		2.32			SC	24	1.60
ΓΛΚ-1	Δ1	0.50	1.00	36	30	34			27.5	15.4	12.1	4.5					GC		
ΓΛΚ-1	Δ2	2.20	2.40	57	22	21			23.9	14.5	9.4	2.6					GC		
ΓΛΚ-1	Δ3	3.60	4.00	50	30	20			23.6	17.1	6.5	7.9		2.30	2.77		GC-GM	140	2.00

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΕΜΜΕΣΟΥ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ (BRAZILIAN TEST)	ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ			
				ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΠΟΡΩΔΕΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΝΤΟΧΗ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Is ₍₅₀₎ axial	Is ₍₅₀₎ diam.	Is ₍₅₀₎	ΑΝΤΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	
																	w (%)
ΓΣΧ-1	Δ2	3.60	3.80			2.54	14.9										
ΓΣΧ-1	Δ3	4.60	4.80								1.24	1.58					
ΓΣΧ-1	Δ4	6.20	6.60			2.63	21.4										
ΓΣΧ-1	Δ5	7.20	7.30								1.24	1.58					
ΓΣΧ-1	Δ6	9.00	9.20								0.53	0.67					
ΓΣΧ-1	Δ7	10.20	10.30			2.41	5.3										
ΓΣΧ-1	Δ8	10.80	11.00								0.03	0.04					
ΓΣΧ-1	Δ9	13.60	13.80			2.34	1.6										
ΓΣΧ-1	Δ10	15.00	15.20								0.12	0.15					
ΓΣΧ-1	Δ11	16.80	17.00			2.42	4.9										
ΓΣΧ-1	Δ12	17.90	18.00								0.19	0.24					
ΓΣΧ-1	Δ13	19.60	20.00			2.46	5.9										
ΓΝΚ-1	Δ1	2.20	2.40								1.39	1.77					
ΓΝΚ-1	Δ2	3.60	4.00			2.38	9.9										
ΓΝΚ-1	Δ3	4.70	5.00			2.59	38.1										
ΓΝΚ-1	Δ4	6.20	6.40			2.60	26.2										
ΓΝΚ-1	Δ5	9.00	9.20								1.58	2.01					
ΓΝΚ-1	Δ6	9.20	9.60			2.62	39.7										
ΓΝΚ-1	Δ7	10.10	10.20								<0.01	<0.01					
ΓΛΚ-1	Δ4	5.60	6.00			2.33	1.1										
ΓΛΚ-1	Δ5	7.50	7.60								<0.01	<0.01					
ΓΛΚ-1	Δ6	8.50	8.70			2.38	5.7										
ΓΛΚ-1	Δ7	9.00	9.20								0.36	0.46					
ΓΛΚ-1	Δ8	10.20	10.40								0.08	0.1					
ΓΛΚ-1	Δ9	12.40	12.80			2.52	6.3				1.03	1.31					
ΓΛΚ-1	Δ10	18.00	18.30								<0.01	<0.01					



Κωδικός Έκθεσης: GSLAB/051/20

Ημερομηνία: 04/08/20

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΩΝ

Η παρούσα Έκθεση Δοκιμών:

συμπληρώνει / τροποποιεί την Έκθεση Δοκιμών με αριθμό :

αντικαθιστά την Έκθεση Δοκιμών με αριθμό:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΛΑΤΗ

Επωνυμία: ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ

Αρμόδιος: -

Διεύθυνση: -

Τίτλος Έργου: ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ
ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ

Κωδικός Έργου: 20-E013

- Δείγματα: Εδαφικά και βραχώδη δείγματα γεωτρήσεων ΓΣΧ1, ΓΝΚ1 και ΓΛΚ1
- Ημερομηνία δειγματοληψίας: -
- Θέση δειγματοληψίας: Άνω Κυψέλη, Α΄ Νεκροταφείο και Λυκαβηττός
- Εκτέλεση δειγματοληψίας: Geostand
- Ημερομηνία αίτησης: 21/07/20
- Ημερομηνία παραλαβής από το Εργαστήριο: 21/07/20
- Άλλα στοιχεία: Κωδικοί Δειγμάτων: 20/Γ108 έως 20/Γ140

ΔΟΚΙΜΕΣ

Δοκιμή	Πρότυπο	Ποσότητα
Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση δειγμάτων εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές	E105-86, §1	7 Δοκιμές
Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδαφών	E105-86, §2	7 Δοκιμές
Προσδιορισμός φαινόμενου βάρους εδαφών	E105-86, §3	4 Δοκιμές
Προσδιορισμός ειδικού βάρους εδαφών	E105-86, §4	3 Δοκιμές
Προσδιορισμός ορίων Atterberg	E105-86, §5 & §6	7 Δοκιμές
Προσδιορισμός κοκκομετρικής ανάλυσης με κόσκινα	E105-86, §7	7 Δοκιμές
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης εδαφών	E105-86, §14	4 Δοκιμές
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης δοκιμίων πετρώματος	E103-84, §4	13 Δοκιμές
Δοκιμή προσδιορισμού αντοχής σε σημειακή φόρτιση	E103-84, §5	14 Δοκιμές

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα επισυνάπτονται.

Ο Συντάξας



Θ. Καραμουσαλής

Ο Τεχνικός Διευθυντής



Γ. Βατσέλλας

Συνημμένα: Αποτελέσματα Δοκιμών - Διαγράμματα (38 σελίδες)

Παρατηρήσεις

- Η παρούσα Έκθεση Δοκιμών εκδίδεται με βάση τις δοκιμές στα δείγματα / δοκίμια που εξετάστηκαν από το Εργαστήριο ή τους εγκεκριμένους υπεργολάβους του
- Δεν επιτρέπεται η τροποποίηση στοιχείων ούτε η επιλεκτική αναπαραγωγή και χρήση τμημάτων της παρούσας Έκθεσης Δοκιμών χωρίς την έγγραφη έγκριση του Εργαστηρίου
- Το Εργαστήριο δεν φέρει καμία ευθύνη σε περίπτωση μη σωστής χρήσης ή μη σωστής ερμηνείας των αποτελεσμάτων της παρούσας Έκθεσης Δοκιμών

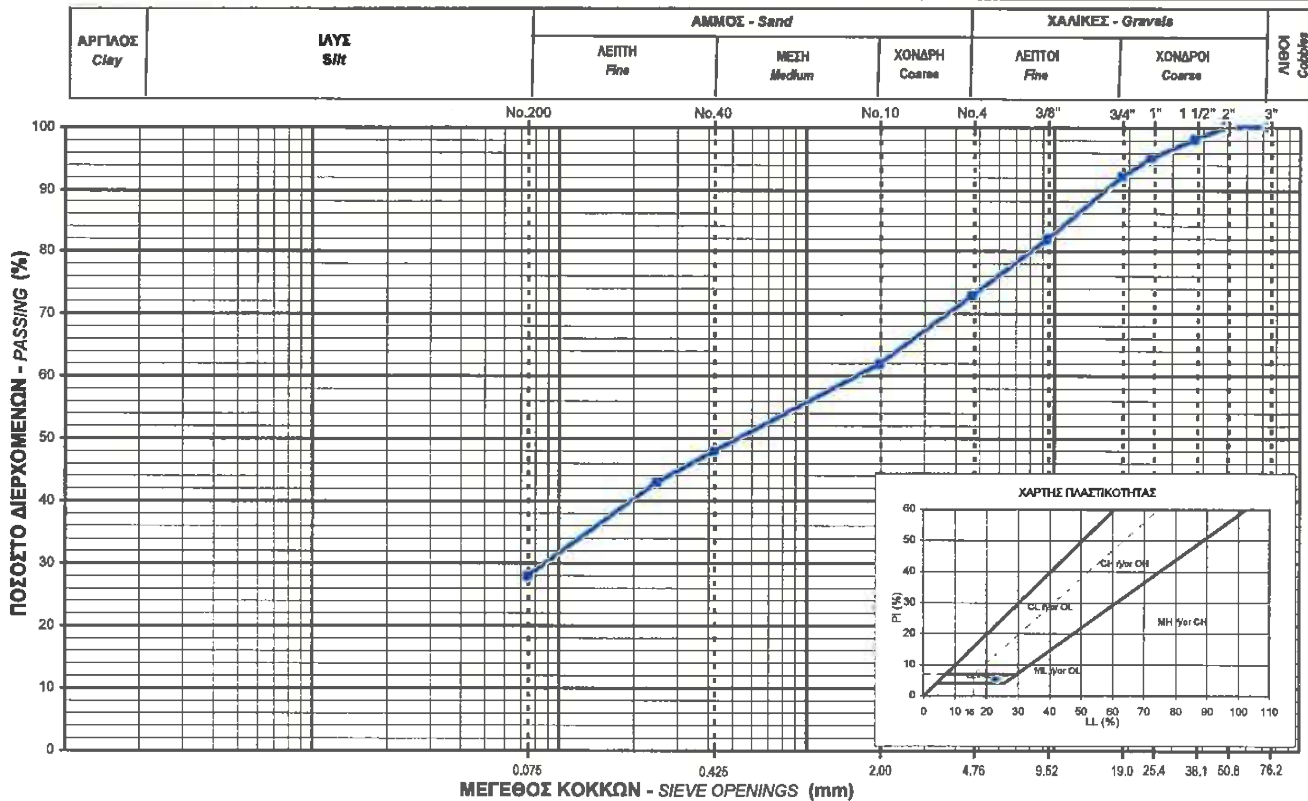


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ & ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

Καλύμνου 16, 112 51 Αθήνα, Τηλ. 2108665430, Fax. 2108674766 e-mail: geostand@stand.gr

ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ
CLASSIFICATION TESTS
E 105-86 §2,3,4,5,6,7,9

ΕΡΓΟ: Project	ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: Project No	20-E013
ΓΕΩΤΡΗΣΗ/ΦΡΕΑΡ: Borehole/Pit	ΓΣΧ1	ΔΕΙΓΜΑ: Sample	Δ1
		ΒΑΘΟΣ: Depth	1.00-1.50
		ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Sample No	20/Γ108



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Sieve Analysis Results

ΚΟΣΚΙΝΟ-Sieve	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No4	No10	No40	No60	No200
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm) Sieve Opening	76.2	50.8	38.1	25.4	19.0	9.52	4.76	2.00	0.43	0.25	0.075
ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ (%) Passing	100	100	98	95	92	82	73	62	48	43	28.0

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

Classification Tests Results

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Grain Size Analysis				ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Parameters			ΟΡΙΑ ΑΤΤΕΡΒΕΡΓ Atterberg Limits					ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ Activity	ΦΥΣ. ΥΓΡΑΣΙΑ Water Content (%)	ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ Unit Weight γ ₀ (gr/cm ³)	ΕΙΔ. ΒΑΡΟΣ G _s Specific Gravity	ΚΑΤΑΤΑΞΗ U.S.C.S
ΧΑΛΚΙΑ Gravels (%)	ΑΜΜΟΣ Sand (%)	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (%) Fines		C _u D ₆₀ /D ₁₀	C _c D ₂₀ ² /D ₆₀ × D ₁₀	H D ₈₅ /D ₁₅	ΟΡΟ ΤΑΡΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΟΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΑΡΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΟΡΟ ΕΥΦΡΕΣΙΣΗΣ						
		LL (%)	PL (%)				PI (%)	I _L (%)	SL (%)							
27	45	-	-	-	-	-	23.5	18.3	5.2	-2.5	16.8	-	5.3	-	2.76	SM

Παρατηρήσεις: Ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους έγινε στο λεπτόκοκκο κλάσμα του εδάφους (Διερχόμενο από Νο10)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ : Tested by	Α. ΑΜΑΞΟΠΟΥΛΟΣ / Θ. ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΛΗΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ : Checked by	Γ. ΒΑΤΣΕΛΛΑΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΩΝ : Date of Testing	27/07-31/07/2020	ΣΕΛΙΔΑ : Page	1 από 38

ΔΟΚΙΜΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΠΥΡΗΝΩΝ ΒΡΑΧΩΝ
UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF ROCK CORE SPECIMENS
ASTM 7012-14

ΕΡΓΟ: Project	ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ			ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: Project No	20-E013
ΓΕΩΤΡΗΣΗ/ΦΡΕΑΡ: Borehole/Pit	ΓΣΧ1	ΔΕΙΓΜΑ: Sample	Δ2	ΒΑΘΟΣ: Depth	3.60-3.80
				ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Sample No	20/Γ109

Φωτογραφική αποτύπωση δοκιμίου
Photographs of specimen



πριν τη θραύση
before test



μετά τη θραύση
after test

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:
Lithologic Description

ΨΑΜΜΙΤΗΣ

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:
Conditions of storing

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
As received



ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
Oven Dry



ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ <i>Specimen Height</i>	(cm)	185.00	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ <i>Type of Machine</i>	2000kN VJTechnology
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ <i>Specimen Diameter</i>	(cm)	83.77	ΡΥΘΜΟΣ ΘΡΑΥΣΗΣ <i>Rate of Loading</i>	(MPa/sec) 0.04
ΛΟΓΟΣ ΥΨΟΥΣ-ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ <i>Height/Diameter Ratio</i>		2.2	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ <i>Duration of Test</i>	(min) 6.8
ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΟΚΙΜΙΟΥ <i>Initial Area</i>	(cm ²)	55.12	ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ <i>Load at Failure</i>	(kN) 82.0
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ <i>Unit Weight</i>	(gr/cm ³)	2.54	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ <i>Unconfined Compressive Strength</i>	(MPa) 14.9
ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΟΥ <i>Water Content</i>	(%)	-	ΓΩΝΙΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΑΞΟΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ <i>Angle between the planes of weakness to the direction of loading</i>	(°) 30
ΠΟΡΩΔΕΣ <i>Porosity</i>	(%)	-		

Παρατηρήσεις/Αποκλίσεις από τη Μέθοδο:
Remarks/Deviations from the method

ΕΚΤΕΛΕΣΗ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ :
Tested by

Θ. ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΛΗΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ :
Checked by

Γ. ΒΑΤΣΕΛΛΑΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ :
Date of Testing

21-07-20

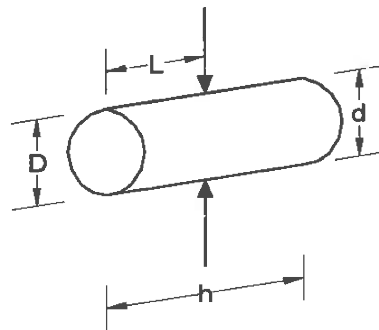
ΣΕΛΙΔΑ :
Page

2 από 38

ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΥΡΗΝΩΝ ΒΡΑΧΟΥ
DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK
E103-84, §5

ΕΡΓΟ: Project	ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ: Project No	20-E013
ΓΕΩΤΡΗΣΗ/ΦΡΕΑΡ: Borehole/Pit	ΓΣΧ1	ΔΕΙΓΜΑ: Sample	Δ3
		ΒΑΘΟΣ: Depth	4.60-4.80
		ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Sample No	20/Γ110

$h > 1.4d$



ΛΟΓΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Description

ΨΑΜΜΙΤΗΣ

ΜΕΘΟΔΟΣ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (για ξηρό δείγμα) :

Method - Temperature of Drying

ΓΩΝΙΑ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΑΞΟΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ Angle between the planes of weakness to the direction of loading	(^o)	ANEY
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ Specimen Diameter	d (mm)	85.20
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ Specimen Length	h (mm)	121.04
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΩΝΙΚΩΝ ΑΚΡΩΝ Equivalent Core Diameter	D (mm)	85.24
ΛΟΓΟΣ ΜΗΚΟΥΣ/ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΚΙΔΩΝ Length/Diameter Ratio	h/d	1.4
ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΟΥ Water Content	w(%)	-
ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ Failure Load	P (N)	9000
ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ Point Load Strength Index	I_s (MPa)	1.24
ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΗ ΤΙΜΗ ΔΕΙΚΤΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ Corrected Point Load Strength Index	I_{s50} (MPa)	1.58

ΕΚΤΕΛΕΣΗ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ :

Tested by

A. ΑΜΑΞΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ :

Checked by

Γ. ΒΑΤΣΕΛΛΑΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ :

Date of testing

21-07-20

ΣΕΛΙΔΑ :

Page

3 από 38