

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ
ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΥ ΚΟΜΒΟΥ Κ9 (Α.ΤΟΥΜΠΑ) ΤΗΣ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΑΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΑΪΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Α.Ε.Μ.: 3397

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1. ΓΕΝΙΚΑ.**
- 2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .**
- 3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ Κ 9 .**
 - 3.1 Μορφολογία της περιοχής
 - 3.2 Γεωλογική – τεκτονική δομή
 - 3.3 Τεχνικογεωλογικές συνθήκες
 - 3.3.1 Στρωματογραφία – χαρακτηριστικά εδάφους
 - 3.3.2 Εδαφικές τομές
- 4. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ.**
 - 4.1 Διαθέσιμα γεωτεκτονικά στοιχεία
 - 4.2 Επεξεργασία γεωτεχνικών στοιχείων
 - 4.3 Ταξινόμηση βραχομάζας
 - 4.4 Προσδιορισμός παραμέτρων αντοχής και παραμορφωσιμότητας
- 5. ΚΑΤΑΤΑΞΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ.**
- 6. ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ.**
- 7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΗΟΕΚ & BROWN.**

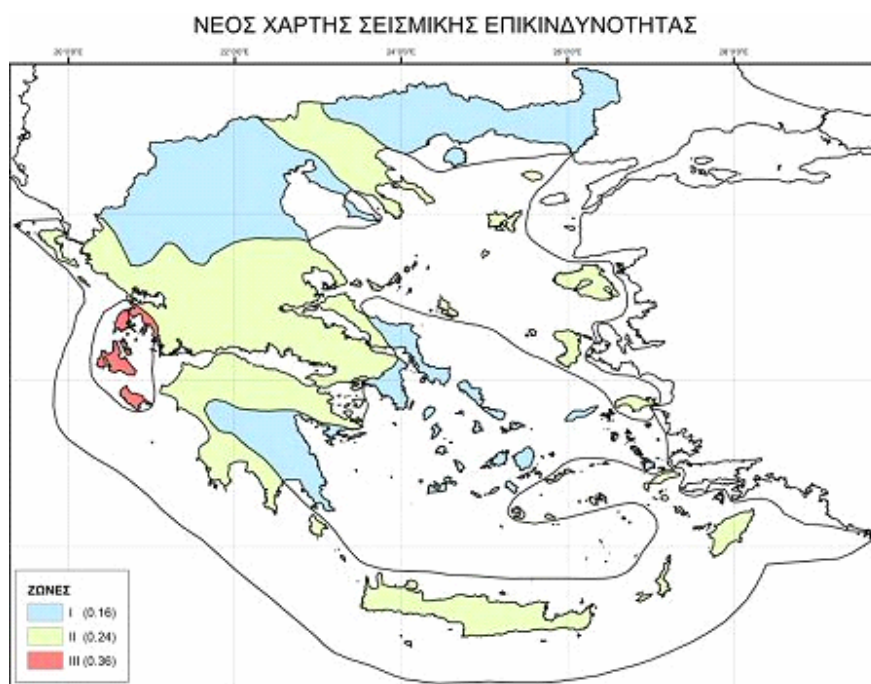
1. ΓΕΝΙΚΑ

Η περιοχή ανάπτυξης του κόμβου Κ 9 εντοπίζεται στη διασταύρωση της περιφερειακής οδού με το δρόμο που οδηγεί προς Τούμπα. Χαρακτηρίζεται από λοφώδες, σχετικά ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο, με μια τεχνητή επιπέδωση λόγω της υπάρχουσας περιφερειακής οδού. Γεωλογικά δομείται από σχηματισμούς του μεταμορφωμένου υποβάθρου όπως πρασινογενέσιους χωρίς την τυπική γνευσιακή υφή και πρασινοσχιστόλιθους χωρίς εμφανή σχιστότητα. Οι σχηματισμοί του υποβάθρου καλύπτονται από εδαφικούς σχηματισμούς του πλειοπλειστοκαίνου αποτελούμενες από καστανές έως καστανέρυθρες αργιλομάργες έως αργιλώδης άμμους με ψηφίδες και χάλικες. Χαρακτηριστική είναι επίσης η εμφάνιση ενός καστανέρυθρου αργιλώδους κροκαλολατυποπαγούς σε ορισμένες θέσεις. Εμφανίζονται ακόμα και υλικά προσφάτων επιχωματώσεων τα οποία προέκυψαν από την διαμόρφωση των ορυγμάτων της περιφερειακής. Το πάχος των εδαφικών υλικών κυμαίνεται από 2,00 m έως κατά τόπους 15,00 m. Το πάχος του μανδύα αποσάθρωσης κυμαίνεται από λίγα μέτρα έως και > 15,00 m. Η βραχομάζα εμφανίζεται έντονα κερματισμένη με πρακτικά μηδενικό R.Q.D. και υψηλό βαθμό αποσάθρωσης στα κυρίως τμήματα του μανδύα αποσάθρωσης, ενώ σε βαθύτερα στρώματα ο δείκτης ποιότητας παίρνει τιμές μεγαλύτερες με χαμηλό βαθμό αποσάθρωσης ενώ κατά θέσεις εμφανίζονται ζώνες εντονότατου τεκτονισμού - κερματισμού. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ότι πάνω από την περιφερειακή οδό η βραχομάζα εμφανίζεται στις επιφανειακές στρώσεις, ενώ κάτω από την περιφερειακή και σε βάθος μέχρι και τα 13,00 m επικρατούν τα πλειοπλειστοκαινικά εδαφικά υλικά που προαναφέρθηκαν αποτελούμενα από αμμώδεις αργίλους και αργιλώδεις άμμους.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα και τις σχετικές επιστημονικές θεωρήσεις γεωτεκτονικά ανήκει στην Περιροδοπική ζώνη, η οποία κατέχει το άλλοτε ανατολικότερο τμήμα της ζώνης Αξιού. Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία της Περιροδοπικής είναι ότι κατά την διάρκεια του Ιουρασικού αποτελούσε την ηπειρωτική κατωφέρεια της Ελληνικής ενδοχώρας, η οποία κατέληγε περιφερειακά σε βαθιά αύλακα. Η τελευταία αποτελούσε την θέση βύθισης της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την Ευρωπαϊκή ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής. Τα πετρώματα της Περιροδοπικής εμφανίζονται ελαφρά μεταμορφωμένα στην πρασινοσχιστολιθική φάση, με μέση παράταξη BBD - NNA, κλίση κυμαινόμενη μεταξύ 30 – 60 μοιρών ΒΑ και πτυχωμένα. Συγχρόνως με την μεταμόρφωση θεωρείται ότι έγινε η πρώτη, κύρια παραμόρφωση των σχηματισμών, που προκάλεσε ισοκλινείς πτυχές και την σχιστότητα των πετρωμάτων. Η δεύτερη φάση πτυχώσεων περιλαμβάνει πτυχές ανοιχτές, τύπου knick και knick ζώνες, πιθανής ηλικίας Ηωκαίνου - Ολιγοκαίνου. Ακολούθησε βραδεία φάση

τεκτονισμούς που προκάλεσε συμπίεστικά φαινόμενα, επαναλεπτιώσεις και αναστροφές. Τέλος, κατά την διάρκεια του Πλειο-Τεταρτογενούς ακολούθησε έντονη εφελκυστική ρηγμάτωση όλων των σχηματισμών. Τα ρήγματα της περιοχής συναντώνται στους σχιστόλιθους και τους γνευσιούς, είναι κυρίως επιπτευτικά και έχουν στην πλειοψηφία τους διευθύνσεις ANA - ΔΒΔ και ΒΑ - ΝΔ. Το πλήθος των ανώμαλων επαφών μεταξύ των διαφόρων σχηματισμών, ο έντονος αναλεπτισμός και το ρήγμα του Χορτιάτη είναι τα βασικά στοιχεία που καθορίζουν την τεκτονική της περιοχής. Τόσο η παράταξη των λεπιών, όσο και η παράταξη της πλειοψηφίας των ρηγμάτων, που είναι ANA - ΔΒΔ, δικαιολογούν τον ομοιόμορφο προσανατολισμό των σχηματισμών προς τα ΒΑ, που για την περιοχή του υπό μελέτη κόμβου έχουν κλίση 60 μοίρες. Τα παραπάνω αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στη διαμόρφωση των συνθηκών ευστάθειας της περιοχής του κόμβου Κ 9. Δικαιολογούν δε, το βαθμό κερματισμού του σχηματισμού των πρασινοσχιστολίθων που διατρήθηκαν στις θέσεις των τεχνικών, ως αποτέλεσμα της έντονης τεκτονικής καταπόνησης που δέχθηκαν σε προηγούμενες γεωλογικές περιόδους. Σύμφωνα με την κατανομή του Ελλαδικού χώρου σε τρεις κατηγορίες Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας, η ευρύτερη περιοχή έρευνας κατατάσσεται στη ζώνη Ι με συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης $\alpha = 0,16$. Το έδαφος θεμελίωσης αποτελούμενο από βραχώδεις και ημιβραχώδεις σχηματισμούς κατατάσσεται στην κατηγορία Α.



3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ Κ 9

3.1 Μορφολογία της περιοχής

Από μορφολογική άποψη η περιοχή της ζώνης διέλευσης της Ανατολικής Περιφερειακής Οδού Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιο λοφώδες ανάγλυφο, καθώς εδράζεται χαμηλά στους λόφους που περικλείουν την πόλη. Ειδικότερα, στην περιοχή του κόμβου Κ 9, που βρίσκεται βορείως της περιοχής Τούμπας επί του Κέδρινου λόφου, το μορφολογικό ανάγλυφο είναι ήπιο, με πολύ μικρές κατά μήκος και εγκάρσιες κλίσεις, της τάξης των 5 έως 15 μοιρών αντίστοιχα. Το υδρογεωλογικό καθεστώς στην ευρύτερη περιοχή του έργου καθορίζεται, πέρα από τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία (ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων), κυρίως από την σύσταση των σχηματισμών που δομούν την υπό μελέτη περιοχή και την τεκτονική καταπόνηση τους. Οι σχηματισμοί του μεταμορφωμένου υποβάθρου είναι πρακτικά στεγανοί (γνευσιοσχιστόλιθο – πρασινοσχιστόλιθοι - πρασινογενεύσοι) και μπορούν να χαρακτηριστούν μόνο από μια δευτερογενή διαπερατότητα λόγω της τεκτονικής τους καταπόνησης και της ανάπτυξης επίπεδων ασυνχειών. Επομένως δεν επιτρέπουν στο νερό να κατεισδύσει - διακινηθεί και αποθηκευτεί στη μάζα τους, με εξαίρεση μόνο τις τεκτονισμένες ζώνες στις οποίες μπορεί να έχουμε διακίνηση νερού η οποία εξαρτάται από το μήκος και την ανάπτυξη του γενικού συστήματος ασυνχειών. Επίσης οι χαλαροί επιφανειακοί σχηματισμοί θεωρούνται ημιπερατοί έως περατοί τοπικά σχηματισμοί και θα μπορούσαν να διαμορφώσουν κάποια ήπια επιφανειακή υδροφορία ή κάποιον επικρεμάμενο υδροφόρο ορίζοντα αν είχαν μεγαλύτερο πάχος. Οι συνθήκες αυτές εντούτοις δεν συναντώνται στην περιοχή μελέτης και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων να ρέει επιφανειακά διαμέσου του υδρογραφικού δικτύου και ένα μικρό ποσοστό να διαπερνά στους γεωλογικούς σχηματισμούς που δομούν την περιοχή. Στην περιοχή ενδιαφέροντος του έργου ωστόσο δεν αναμένεται υδροφόρος ορίζοντας σε τέτοιο βάθος ώστε να επηρεάζει τα υπό μελέτη τεχνικά έργα. Το μόνο σημείο ύδατος που διαπιστώθηκε στον κόμβο Κ 9 είναι μια μικρής παροχής πηγή κάτω από την γέφυρα της περιφερειακής οδού και μέσα και χαμηλότερα από την κοίτη του ρέματος. Το γεγονός αυτό χαρακτηρίζει μια πιθανή στάθμη εκφόρτισης της τοπικής υδροφορίας της βραχομάζας. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι αραιό και αποτελείται από ένα κύριο ρέμα, αποστραγγιζόμενο μέσω του τεχνικού γεφύρωσης ρέματος, το οποίο παρουσιάζει ροή μόνο κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην έντονη βλάστηση, στην ήπια μορφολογία της περιοχής, καθώς και στη σύσταση του εδαφικού μανδύα, ο οποίος επιτρέπει κατείσδυση των κατακρημνισμάτων σε μικρό βάθος.

3.2 Γεωλογική-τεκτονική δομή

Το γεωλογικό υπόβαθρο της Θεσσαλονίκης και τα υψώματα γύρω από αυτή ανήκουν στην ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη, που είναι η δυτικότερη ενότητα της Περιοδοπικής ζώνης. Εκτείνεται ως λωρίδα πλάτους 4 – 8 km, που αρχίζει βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη και φτάνει ως το νότιο άκρο της Σιθωνίας, όπου κάμπτεται προς τα ΒΑ και καταλήγει στο Άγιο Όρος. Αποτελείται από ιζηματογενή κυρίως πετρώματα στα οποία παρεμβάλλονται μεταμορφωμένα πετρώματα, πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Τα τελευταία καταλαμβάνουν σημαντική έκταση, εύρους περίπου 5 km με κύρια ανάπτυξη στα Β - ΒΑ όρια του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για πράσινους γνεύσιους που εναλλάσσονται με μάρμαρα, πρασινοσχιστόλιθους, φυλλίτες και σιπολίτες. Κύρια γνωρίσματα της τεκτονικής δομής της περιοχής είναι οι ανώμαλες επαφές μεταξύ των βαθύτερων βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων και ανώτερων μεταμορφωμένων, ο έντονος αναλεπισμός των σχηματισμών, καθώς και οι δύο ομάδες εφιππευτικών ρηγμάτων με διευθύνσεις παράταξης ΑΝΑ - ΔΒΔ και ΒΑ - ΝΔ. Οι σχηματισμοί οι οποίοι δομούν τη βραχομάζα έχουν διάταξη ΝΝΑ - ΒΒΔ, διεύθυνση κλίσης ΒΑ και γωνίες κλίσης που κυμαίνονται από 60 - 70 μοίρες. Επιπλέον οι σχηματισμοί είναι πτυχωμένοι, με διεύθυνση κλίσης των αξόνων των πτυχών ΒΔ και κλίση 5 - 20 μοίρες. Αποτέλεσμα των παραπάνω φαινομένων είναι ο έντονος κερματισμός της βραχομάζας και ο μεγάλος αριθμός διακλάσεων, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε τρία κύρια συστήματα α) 15 - 25 β) 40 - 50 και γ) 60 - 70 μοίρες. Στην υπό μελέτη περιοχή τα πετρώματα που επικρατούν είναι πρασινοσχιστόλιθοι, ενώ κατά θέσεις εμφανίζονται ποικίλου πάχους ενστρώσεις γνευσίου. Εξαιτίας της ορυκτολογικής συγγένειας μεταξύ των δύο αυτών σχηματισμών, ο διαχωρισμός τους είναι συχνά δύσκολος. Ωστόσο ο μακροσκοπικός προσδιορισμός τους δύναται να είναι ακριβής, εάν εξακριβωθούν η περιεκτικότητα σε αστρίους, η αντοχή και το είδος του ιστού τους. Χαρακτηριστικό του πρασινοσχιστόλιθου που απαντάται στις γεωτρήσεις είναι η απουσία εμφανούς σχιστότητας.

3.3 Τεχνικογεωλογικές συνθήκες

Κατά την κατασκευή του κόμβου Κ 9 διεξήχθησαν συνολικά 20 ερευνητικές γεωτρήσεις και δύο εκσκαφές φρεάτων οι οποίες φαίνονται στο πίνακα 3.1.

Γεωτεχνικές εργασίες	Τεχνικά				
	D 67	T 7	T 6	T11,T12,T13	T8,T9,T10
Ερευνητικές γεωτρήσεις	Γ 0 – 4	Γ 7 – 2	Γ 6 – 1	Γ 12 – 1	Γ 8 – 2
		Γ 7 – 3	Γ 6 – 2	Γ 13 – 1	Γ 9 – 2
		ΓΤ 7 – 1	Γ 6 – 4		
		ΓΤ 7 – 2	ΓΤ 14 – 1	ΓΤ 11 – 1	
	B 9 – 0	B 9 – 4			
		B 9 – 5			
		B 9 – 6			
		B 9 – 7			
Εκσκαφές φρεάτων					Φ 8 – 1
					Φ 9 – 1

Πίνακας 3.1 : Γεωτεχνικές εργασίες κόμβου Κ 9.

3.3.1 Στρωματογραφία – χαρακτηριστικά εδάφους

Όρυγμα (Διατομή D 67)

Στην θέση της γεώτρησης Γ0-4 διατρήθηκε αρχικά στρώση αργιλώδους άμμου με χαλίκια μέχρι βάθος 7,60 m, η οποία και αποτελεί τον μανδύα αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου, και στη συνέχεια ανοιχτού τεφροπράσινου χρώματος πρασινοσχιστόλιθος χωρίς εμφανή σχιστότητα μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (14,80m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέτρια έως υψηλά αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι και διακλασμένοι. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι τραχείες επίπεδες έως κυματοειδείς, κλειστές, οξειδωμένες, με οξείδια ως υλικά πλήρωσης. Η ποιότητα της βραχομάζας χαρακτηρίζεται ως πολύ φτωχή στην στρώση Β, και φτωχή για τη στρώση Γ με το ποσοστό ποιότητας R.Q.D. να κυμαίνεται από 15 - 40%.

Στην θέση της γεώτρησης Β9-0 διατρήθηκε αρχικά στρώση αμμοχάλικου μέχρι βάθος 5,50 m, η οποία και αποτελεί τον μανδύα αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου, και στη συνέχεια τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος με χαλαζιακές και γνευσιακές φλέβες μικρού πάχους μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (30,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται υψηλά αποσαθρωμένοι μέχρι βάθος 5,50 m (στρώση Β). Βαθύτερα και μέχρι το τελικό βάθος συναντώνται ελαφρά έως μέτρια κερματισμένοι και διακλασμένοι. Σε βάθος 10,00 – 11,00 m και 23,00 – 25,00 m εμφανίζονται ζώνες έντονου κερματισμού. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι κλειστές έως μερικά ανοικτές, κυματοειδείς τραχείες, με χαλαζιακό υλικό, ελαφρά οξειδωμένες και εμφανίζουν κλίσεις 15 - 30, 45 - 60 και 75 -85 μοίρες, σε πολύ μικρή έως μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας χαρακτηρίζεται πολύ φτωχή στην

στρώση Β και φτωχή για την στρώση Γ με ποσοστό R.Q.D. να κυμαίνεται από 22 - 52%, με εξαίρεση τις δύο ζώνες εντονότερου κερματισμού που προαναφέρθηκαν.

Τεχνικό Τ 7(Άνω Διάβαση Κλάδου Λ – Μ)

Στη θέση της γεώτρησης ΓΤ7-2 διατρήθηκε αρχικά στρώση σκούρας καστανής έως καστανέρυθρης ιλυώδους άμμου με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου και χαλαζία (στρώση Α) μέχρι βάθος 11,00 m. Στη συνέχεια κερματισμένος - αποσαθρωμένος πρασινοσχιστόλιθος μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (25,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέχρι το βάθος των 21,00 m μέτρια έως πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι, με χαρακτηριστικές εμφανίσεις μωλυνίτη σε βάθος 14,30 , 15,60 και 17,70 m πάχους 10 cm, όπως επίσης και κυανοπράσινης πλαστικής αργιλοΐλυσ πιθανά ως υλικό πλήρωσης στη κερματισμένη και αποσαθρωμένη μάζα του πρασινοσχιστόλιθου .Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι τραχείες επίπεδες με κλίσεις 30 - 60 μοίρες και σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Στα τελευταία 4,00 m της γεώτρησης συναντάται ελαφρά αποσαθρωμένος πρασινοσχιστόλιθος, έντονα κερματισμένος, με επιφάνειες ασυνεχειών επίπεδες τραχείες, σε πολύ μικρή απόσταση, με οξείδια ως υλικό πλήρωσης. Σε βάθος 22,30 m συναντάται μωλυνίτης πάχους 10 cm. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της γεώτρησης χαρακτηρίζεται ως πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό ποιότητας R.Q.D.

Στην θέση της γεώτρησης Β9-7 διατρήθηκε αρχικά στρώση καστανέρυθρης αργιλοΐλυδους άμμου με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Α), μέσης πυκνότητας, μέχρι βάθους 3,00 m. Στη συνέχεια καστανοπράσινος και κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (20,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης υψηλά έως πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι με κατά τόπους αργιλοΐλυδες εδαφικό υλικό με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου. Επίσης κατά τόπους συναντούνται λεπτές γνευσιακές φλέβες. Οι ασυνέχειες, όπου αυτές μπορούν να διακριθούν, είναι κλειστές έως μερικά ανοικτές, κυματοειδείς, ελαφρά οξειδωμένες και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της γεώτρησης είναι πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό ποιότητας R.Q.D., με εξαίρεση ένα μεταξύ 11,80 - 14,80 m όπου η τιμή του δείκτη R.Q.D. παίρνει τιμές 27 - 32%.

Στη θέση της γεώτρησης ΓΤ7-1 διατρήθηκε αρχικά ανοικτής έως καστανής αργιλοΐλυδους άμμου, πυκνής με το βάθος, με ψηφίδες και χάλικες πρασινοσχιστόλιθου κατά θέσεις (στρώση Α) μέχρι βάθους 12,70 m. Στη συνέχεια κερματισμένος - αποσαθρωμένος πρασινοσχιστόλιθος μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (25,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ έως υψηλά αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι με κατά τόπους εμφάνιση

αργιλοϊλυώδους εδαφικού υλικού με χάλικες και θραύσματα. Οι επιφάνειες ασυνεχειών, όπου μπορούν αυτές να διακριθούν, είναι τραχείες, επίπεδες έως κυματοειδείς, σε πολύ μικρή απόσταση και με αμμοϊλυώδης υλικό πλήρωσης. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της γεώτρησης χαρακτηρίζεται ως πολύ φτωχή.

Στη θέση της γεώτρησης Γ7-3 συναντάται αρχικά μια στρώση σκούρα καστανής έως καστανέρυθρης μαργαϊκής αμμώδους αργιλώδους άμμου με χάλικες πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Α) μέχρι βάθους 12,00 m. Από 5,00 – 9,00 m συναντάται μια στρώση τεφροπράσινου έντονα κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) σε μορφή μανδύα αποσάθρωσης με αμμοχαλικώδες χαρακτήρα, η οποία παρεμβάλλεται στην υπερκείμενη στρώση Α. Στη συνέχεια και μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (21,90 m) συναντάται τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος, πολύ αποσαθρωμένος και έντονα κερματισμένος με μηδενικό ποσοστό R.Q.D. Σε βάθος 15,20 - 15,80 m συναντάται καστανέρυθρη αργιλώδη άμμο με χάλικες (πιθανή ζώνη διάρρηξης και κυκλοφορίας νερού με απόθεση υλικών της υπερκείμενης στρώσης Α). Σε όλο το μήκος της γεώτρησης η βραχομάζα παρουσιάζεται έντονα αποσαθρωμένη και κερματισμένη. Το σύστημα διακλάσεων μόνο κατά θέσεις μπορεί να διακριθεί με κύριες κλίσεις μεταξύ 30 - 60 μοίρες. Οι επιφάνειες είναι τραχείες, επίπεδες στην πλειοψηφία τους, οξειδωμένες και ορισμένες με γκρίζο αργιλικό έως ασβεστιτικό υλικό. Η βραχομάζα στο σύνολό της παρουσιάζεται πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό R.Q.D.

Στην θέση της γεώτρησης Β9-4 διατρήθηκε αρχικά μια στρώση στιφρής, καστανής, αμμώδους αργίλου βάθους 4,00 m, και στη συνέχεια φαιοπράσινος πρασινοσχιστόλιθος χωρίς εμφανή σχιστότητα, κερματισμένος με χαλαζιακές φλέβες μικρού πάχους, μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (25,20 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι μέχρι βάθους 8,10 m (στρώση Β) εμφανίζονται πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι με μηδενικό ποσοστό R.Q.D. Στη συνέχεια και μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέτρια αποσαθρωμένοι και επίσης έντονα κερματισμένοι και διακλασμένοι. Διατέμνονται από πολύ πυκνές διακλάσεις, οι επιφάνειες των οποίων είναι κλειστές, κυματοειδείς, τραχείες και λείες, οξειδωμένες, με κύριες κλίσεις 20, 40, 60, 75 και 85 μοίρες. Η βραχομάζα στο σύνολο της στρώσης Γ μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ φτωχή με εξαίρεση το τμήμα μεταξύ 20,50 - 23,60 m στο οποίο το ποσοστό ποιότητας R.Q.D. κυμαίνεται μεταξύ 41 - 100%.

Στην θέση της γεώτρησης Γ7-2 συναντάται μια στρώση καστανέρυθρης μαργαϊκής αμμώδους έως αργιλώδους άμμου με χάλικες (στρώση Α) μέχρι βάθους 3,50 m. Στη συνέχεια τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος, κερματισμένος, πολύ αποσαθρωμένος μέχρι βάθους 6,60 m έως μέτρια

αποσαθρωμένος στο υπόλοιπο τμήμα μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης (17,40 m), χωρίς εμφανή σχιστότητα. Στα ανώτερα στρώματα (στρώση Β) οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι. Αυξανόμενου του βάθους ο κερματισμός και η αποσάθρωση μειώνονται, παραμένουν ωστόσο αρκετά διακλασμένοι με κλίσεις ασυνεχειών 20 - 30 και 50 - 60 μοίρες. Σε βάθος 16,80 - 17,40 m συναντάται ζώνη εντονότατου κερματισμού - τεκτονισμού με χαρακτηριστική εμφάνιση μυλωνίτη. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι τραχείες, επίπεδες στην πλειοψηφία τους, κλειστές, οξειδωμένες ή σερπεντινιωμένες κατά θέσεις και σε μικρή έως πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας για το σύνολο της γεώτρησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ φτωχή με ποσοστό R.Q.D. να κυμαίνεται από 0 - 30%, με εξαίρεση τα τμήματα μεταξύ 9,00 - 10,20 και 11,40 - 12,50 m στα οποία η βραχομάζα είναι μετρίου ποιότητας με ποσοστό R.Q.D. ΑΠΟ 55 - 60%.

Στην θέση της γεώτρησης Β9-5 διατρήθηκε μέχρι το τελικό της βάθος φαιοπράσινος, αρχικά πολύ αποσαθρωμένος μέχρι βάθους 2,50 m και μέτρια αποσαθρωμένος στο υπόλοιπο τμήμα, πρασινοσχιστόλιθος, χωρίς εμφανή σχιστότητα. Όπως αναφέρθηκε μέχρι 2,50 m (στρώση Β) οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ έως τελείως αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι, με εμφάνιση εδαφικού υλικού ιλυώδους αμμοχάλικου κυρίως στα πρώτα μέτρα. Στη συνέχεια ο βαθμός αποσάθρωσης μειώνεται όπως επίσης και ο βαθμός κερματισμού της. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι κλειστές ή κατά θέσεις μερικά ανοικτές, κλιμακωτές, λείες με αργιλικό υλικό πλήρωσης, ελαφρά οξειδωμένες, με κλίσεις 35, 45, 60, 75 και 85 μοίρες, σε μικρή έως πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η βραχομάζα μπορεί να χαρακτηριστεί πολύ φτωχή για την στρώση Β μέχρι βάθους 2,50 m, φτωχή στα τμήματα 2,50 - 6,00, 7,50 - 9,00, 11,00 - 13,00 και 19,00 - 20,20 m της στρώσης Γ με ποσοστό ποιότητας R.Q.D. να κυμαίνεται από 25 - 50%. Τέλος χαρακτηρίζεται ως μέτρια ποιότητας στο υπόλοιπο τμήμα της στρώσης Γ με εξαίρεση τα βάθη 6,00 - 7,50, 9,50 - 10,50 και 16,00 - 17,50 m στα οποία χαρακτηρίζεται ως καλής ποιότητας βραχομάζα με ποσοστό R.Q.D. μεταξύ 77 - 87%.

Τεχνικό Τ 6 (Κάτω Διάβαση Κλάδου Ν - Ξ)

Στην θέση της γεώτρησης Γ8-2 διατρήθηκε τεφροπράσινος έντονα κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος, χωρίς εμφανή σχιστότητα, ο οποίος είναι πολύ έως τελείως αποσαθρωμένος (στρώση Β, μανδύας αποσάθρωσης) στα πρώτα 2,00 m της γεώτρησης, ενώ ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένος (στρώση Γ) μέχρι το τελικό της βάθος 15,20 m. Οι κυρίαρχες κλίσεις των ασυνεχειών, όπου είναι αυτές διακριτές, είναι 10 - 20 και 45 - 50 μοίρες. Οι επιφάνειες των διακλάσεων είναι τραχείες, επίπεδες, οξειδωμένες σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας είναι πολύ φτωχή καθώς το ποσοστό R.Q.D. δεν υπερβαίνει το 25% και κυμαίνεται από 0 - 20%.

Στην θέση της γεώτρησης ΓΤ14-1 διατρήθηκε αρχικά ο μανδύας αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου μέχρι βάθους 7,40 m και στη συνέχεια μέχρι το τελικό βάθος (15,00m) μέτρια αποσαθρωμένος και κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος. Οι πρασινοσχιστόλιθοι στη στρώση Β είναι πολύ έως τελείως αποσαθρωμένοι και αποτελούνται από αμμοίλυδες εδαφικό υλικό με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου και κατά τόπους χαλαζία, με μηδενικό ποσοστό ποιότητας βράχου. Από βάθος 7,40 m μέχρι το τελικό βάθος της διάτρησης, εμφανίζονται μέτρια έως ελαφρά αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι. Οι κυρίαρχες κλίσεις ασυνεχειών είναι 45 - 60 και 45 - 80 μοίρες συχνά διασταυρούμενες. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι τραχείες επίπεδες έως κυματοειδείς, με οξείδια ως υλικό πλήρωσης και κατά τόπους άμμο με υλικό αποσάθρωσης. Η ποιότητα της βραχομάζας μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ φτωχή μέχρι το βάθος των 9,00 m με μηδενικό R.Q.D. και στο υπόλοιπο μήκος μέχρι το βάθος των 15,00 m όπου το ποσοστό ποιότητας R.Q.D. κυμαίνεται από 13 - 32%.

Στη θέση της γεώτρησης Γ7-2 συναντάται αρχικά μια στρώση καστανέρυθρης μαργαϊκής αμμώδους αργίλου έως αργιλώδους άμμου με χάλικες μέχρι βάθους 3,50 m. Στη συνέχεια τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος, κερματισμένος, πολύ αποσαθρωμένος μέχρι το βάθος των 6,60 m έως μέτρια αποσαθρωμένος στο υπόλοιπο τμήμα μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης 17,40 m χωρίς εμφανή σχιστότητα. Στα ανώτερα στρώματα (στρώση Β) οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι. Αυξανόμενου του βάθους ο κερματισμός και η αποσάθρωση μειώνονται, παραμένουν ωστόσο αρκετά διακλασμένοι με κλίσεις ασυνεχειών 20 - 30 και 50 - 60 μοίρες. Σε βάθος 16,80 - 17,40 m συναντάται ζώνη εντονότατου κερματισμού-τεκτονισμού με χαρακτηριστική εμφάνιση μυλωνίτη. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι τραχείες, επίπεδες στην πλειοψηφία τους, κλειστές, οξειδωμένες ή σερπεντινιωμένες κατά θέσεις και σε μικρή απόσταση έως πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας για το σύνολο της γεώτρησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ φτωχή με ποσοστό R.Q.D. να κυμαίνεται από 0 - 30%, με εξαίρεση τα τμήματα μεταξύ 9,00 - 10,20 m και 1,40 - 12,50 m στα οποία η βραχομάζα είναι μετρίας ποιότητας με ποσοστό R.Q.D. από 55 - 60%.

Στην θέση της γεώτρησης Β9-5 διατρήθηκε μέχρι το τελικό βάθος φαιοπράσινος, αρχικά πολύ αποσαθρωμένος μέχρι βάθους 2,50 m και μέτρια αποσαθρωμένος στο υπόλοιπο τμήμα, πρασινοσχιστόλιθος, χωρίς εμφανή σχιστότητα. Όπως αναφέρθηκε μέχρι τα 2,50 m (στρώση Β) οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ έως τελείως αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι, με εμφάνιση εδαφικού υλικού ιλυώδους αμμοχάλικου κυρίως στα πρώτα μέτρα. Στη συνέχεια ο βαθμός αποσάθρωσης μειώνεται όπως επίσης και ο βαθμός κερματισμού της. Οι επιφάνειες ασυνεχειών είναι κλειστές ή κατά θέσεις μερικά ανοικτές, κλιμακωτές, λείες, με αργιλικό υλικό πλήρωσης, ελαφρά

οξειδωμένες, με κλίσεις 35, 45, 60, 75 και 85 μοίρες, σε μικρή έως πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η βραχομάζα μπορεί να χαρακτηριστεί πολύ φτωχή για την στρώση Β μέχρι βάθους 2,50 m φτωχή στα τμήματα 2,50 – 6,00, 7,50 – 9,00 11,00 – 13,00 και 19,00 - 20,20 m της στρώσης Γ με ποσοστό R.Q.D. να κυμαίνεται από 25 - 50%. Τέλος χαρακτηρίζεται ως μέτρια ποιότητας στο υπόλοιπο τμήμα της στρώσης Γ με εξαίρεση τα βάθη 6,00 -7,50, 9,50 - 10,50 και 16,00 - 17,50 m στα οποία χαρακτηρίζεται ως καλής ποιότητας βραχομάζα με ποσοστό R.Q.D. από 77 - 87%.

Στην θέση της γεώτρησης Γ6-4 διατρήθηκε αρχικά στρώση καστανέρυθρης μαργαϊκής αμμώδους αργίλου με χάλικες (στρώση Α) μέχρι βάθους 1,50 m και στη συνέχεια ψηφιδολατυτοπαγές - ασβεστιτικό συνδετικό υλικό έως τα 4,00 m. Βαθύτερα και μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (14,60m) συναντήθηκε τεφροπράσινος, κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος, χωρίς εμφανή σχιστότητα (στρώση Γ). Σ' όλο το μήκος του ο πρασινοσχιστόλιθος εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένος με κατά τόπους μικροφλεβίδια ασβεστίτη. Οι κυρίαρχες κλίσεις ασυνεχειών είναι 20 - 30 και 40 - 45 μοίρες, ενώ συναντώνται επίσης και διασταυρούμενες διακλάσεις σε βάθη 8,20 και 8,80 m. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι τραχείες, επίπεδες στη πλειοψηφία τους, με διάσπαρτα οξειδία ως υλικά πλήρωσης. Επίσης σε βάθος 14,50 m συναντάται μικροέγκοιλο με κρυστάλλους ασβεστίτη. Ακόμα στα πρώτα 1,50 m της στρώσης Γ είναι χαρακτηριστική η εμφάνιση αργιλικού υλικού πλήρωσης των επιφανειών ασυνέχειας από την απόπλυση των υπερκείμενων αργιλικών υλικών των στρώσεων Α & Δ. Η βραχομάζα ως μετρίου ποιότητας με ποσοστό R.Q.D. από 50 - 60%, με εξαίρεση τριών διακριτών ζωνών μεταξύ 5,00 - 8,00, 8,50 – 11,00, 11,00 - 12,20 m όπου η βραχομάζα χαρακτηρίζεται ως πού φτωχή (R.Q.D. 0 - 10%), φτωχή (R.Q.D. 30 - 40%) και επίσης πολύ φτωχή (R.Q.D. 10%) αντίστοιχα.

Στη θέση της γεώτρησης Β9-6 διατρήθηκαν αρχικά και μέχρι βάθους 1,50 m υλικά προσφάτων επιχωματώσεων προερχόμενα από τις εκσκαφές για την διαμόρφωση της περιφερειακής οδού. Στη συνέχεια συναντάται φαιοπράσινος έως τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένος, με κατά τόπους εμφάνιση ασβεστιτικών εγκλεισμάτων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης (20,50 m). Όπως αναφέρθηκε οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένοι, κερματισμένοι, με εμφάνιση αραιής σχιστότητας ιδιαίτερα στα πρώτα μέτρα. Διατέμνονται από σύστημα διακλάσεων σε μικρή έως μέση απόσταση, με επιφάνειες κλειστές, κυματοειδείς, τραχείες έως λείες, με ασβεστιτικό υλικό πλήρωσης, οξειδωμένες και με κλίσεις 30 - 60 και 75 - 85 μοίρες. Η βραχομάζα χαρακτηρίζεται ως μέτρια με ποσοστό ποιότητας R.Q.D. να κυμαίνεται μεταξύ 49 - 62%, ενώ στα τελευταία 2,50 m έχουμε ένα καλής ποιότητας τμήμα με ποσοστό R.Q.D. ίσο με 81%. Εξαίρεση αποτελούν δύο ζώνες εντονότερου κερματισμού (2,00 - 3,40 και 13,50 - 14,60m) στα οποία η βραχομάζα είναι φτωχή με R.Q.D. από 18 - 25%.

Στην θέση της γεώτρησης Γ6-1 διατρήθηκε τεφροπράσινος κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος, με κατά θέσεις ασθενή σχιστότητα, έντονα κερματισμένος και αποσαθρωμένος, μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (13,70 m). Μέχρι το βάθος των 1,70 m συναντάται ο μανδύας αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου, πολύ έως τελείως αποσαθρωμένος με αργιλώδες αμμοχαλικώδες εδαφικό υλικό. Βαθύτερα ο πρασινοσχιστόλιθος εμφανίζεται με ελαφρά αποσάθρωση έως υγιής και κατά τόπους εμφανίζονται τμήματα μεγαλύτερης αποσάθρωσης. Επίσης είναι χαρακτηριστική η εμφάνιση ζωνών εντονότερης τεκτονικής καταπόνησης και κερματισμού με την εμφάνιση μυλωνίτη σε βάθος 6,20 - 6,50 και 8,90 - 9,70 m. Τα κυρίαρχα συστήματα διακλάσεων έχουν κλίσεις 20 - 30 και 40 - 50 μοίρες. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι επίπεδες τραχείες, κλειστές και στην πλειοψηφία τους οξειδωμένες, σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της στρώσης Γ μπορεί να χαρακτηριστεί ως φτωχή με ποσοστό να κυμαίνεται από 10 - 55%, με εξαίρεση το τελευταίο 1,50 m της γεώτρησης όπου η βραχομάζα είναι καλής ποιότητας με R.Q.D. ίσο με 75%.

Στην θέση της γεώτρησης Γ6-2 διατρήθηκε τεφροπράσινος κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος, με κατά θέσεις ασθενή σχιστότητα, έντονα κερματισμένος και αποσαθρωμένος, μέχρι το τελικό βάθος της 14,00 m. Μέχρι το βάθος των 1,20 m συναντάται ο μανδύας αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου, μέτρια έως τελείως αποσαθρωμένος με αργιλώδες αμμοχαλικώδες εδαφικό υλικό. Βαθύτερα ο πρασινοσχιστόλιθος εμφανίζεται με ελαφρά αποσάθρωση έως υγιής. Τα κυρίαρχα συστήματα διακλάσεων έχουν κλίσεις 20 - 30 και 70 - 80 μοίρες. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι επίπεδες τραχείες, κλειστές και στην πλειοψηφία τους οξειδωμένες, σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της στρώσης Γ μπορεί να χαρακτηριστεί ως μέτρια με ποσοστό να κυμαίνεται από 50 - 70%, με εξαίρεση τα δύο τμήματα μεταξύ 4,00 - 4,40 και 9,20 - 10,40 m όπου το R.Q.D. ίσο με 30 και 20% αντίστοιχα.

Τεχνικά Τ 11, Τ 12, Τ 13 (Γεφύρωση Περιφερειακής Τάφρου)

Στην θέση της γεώτρησης ΓΤ11-1 διατρήθηκε αρχικά στρώση ανοικτής καστανής έως καστανέρυθρης ιλυώδους άμμου με ψηφίδες, χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Α), μέσης πυκνότητας, μέχρι βάθους 3,00 m. Στη συνέχεια καστανοπράσινος πολύ αποσαθρωμένος και κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (20,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης υψηλά έως πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι με κατά τόπους αργλοϊλυώδους εδαφικό υλικό με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της γεώτρησης είναι πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό ποιότητας R.Q.D.

Στην θέση της γεώτρησης Γ12-1 διατρήθηκε κατά κύριο λόγο καστανέρυθρου χρώματος μαργαϊκή αμμώδης άργιλος με χάλικες καστανότεφρου χρώματος έως αμμώδης άργιλος και αργιλώδη αμμοχάλικα μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης 22,90 m. Σε βάθος 13,00 m εμφανίζεται μια ένσθρωση πάχους 4,00 m αποτελούμενη από έντονα κερματισμένο και υψηλό έως τελείως αποσαθρωμένο πρασινοσχιστόλιθοι με μηδενικό ποσοστό R.Q.D. και με γενική εδαφική μορφή αργιλώδους αμμοχάλικου.

Στην θέση της γεώτρησης Γ13-1 διατρήθηκε αρχικά καστανέρυθρου χρώματος μαργαϊκή άργιλος έως αργιλώδης άμμος με χαλίκια κατά θέσεις, πάχους 16,70 m. Σε βάθος 12,00 m παρατηρήθηκε μια ένσθρωση πάχους 1,40 m μετρίως αποσαθρωμένου κροκαλατυποπαγούς με αργιλικό-ασβεστικό συνδετικό υλικό (στρώση Δ). Από το βάθος των 16,70 m και μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (20,00 m) συναντήθηκε έντονα κερματισμένος και μέτρια έως τελείως αποσαθρωμένος πρασινοσχιστόλιθος. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι πληρωμένες με καστανέρυθρο αργιλικό υλικό και οξειδωμένες, σε πολύ πυκνή απόσταση μεταξύ τους. Με εξαίρεση την στρώση Δ στην οποία έχουμε R.Q.D. ίσο με 30% η ποιότητα της υπόλοιπης βραχομάζας είναι πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό R.Q.D.

Τεχνικά Τ 8, Τ 9, Τ 10 (Επέκταση Γεφύρωσης Ρέματος)

Στην θέση της γεώτρησης Β9-7 διατρήθηκε αρχικά στρώση καστανέρυθρης αργιλοϊλυώδους άμμου με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Α), μέσης πυκνότητας, μέχρι το βάθος των 3,00 m. Στη συνέχεια καστανοπράσινος πρασινοσχιστόλιθος μέχρι το τελικό βάθος της γεώτρησης (20,00 m). Οι πρασινοσχιστόλιθοι εμφανίζονται μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης υψηλά έως πολύ αποσαθρωμένοι και έντονα κερματισμένοι με κατά τόπους αργιλοϊλυώδες εδαφικό υλικό με χάλικες και θραύσματα πρασινοσχιστόλιθου. Επίσης κατά τόπους συναντούνται λεπτές γνευσιακές φλέβες. Οι ασυνέχειες, όπου αυτές μπορούν να διακριθούν, είναι κλειστές έως μερικά ανοικτές, κυματοειδείς, ελαφρά οξειδωμένες και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της γεώτρησης είναι πολύ φτωχή με μηδενικό ποσοστό ποιότητας R.Q.D. ,με εξαίρεση ένα τμήμα μεταξύ 11,80 - 14,80 m όπου η τιμή του δείκτη παίρνει τιμές από 27 - 32%.

Στη θέση της γεώτρησης Γ9-2 διατρήθηκε τεφροπράσινος ,έντονα κερματισμένος και αποσαθρωμένος, μέχρι το τελικό βάθος της 15,20 m. Στα πρώτα 2,00 m συναντάται ο μανδύας αποσάθρωσης του πρασινοσχιστόλιθου, μέτρια έως τελείως αποσαθρωμένος με αργιλώδες αμμοχαλικώδες εδαφικό υλικό. Στη συνέχεια ο πρασινοσχιστόλιθος είναι λιγότερο αποσαθρωμένος όμως παραμένει έντονα κερματισμένος και τεκτονισμένος με πολύ πυκνό σύστημα διακλάσεων. Τα κυρίαρχα συστήματα διακλάσεων έχουν κλίσεις 25 - 35, 40 - 45 και 70 - 80 μοίρες. Σε βάθος 12,00 m περίπου συναντώνται διασταυρούμενες

διακλάσεις καθώς και ζεύγος διακλάσεων σε βάθος 14,40 m. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι επίπεδες τραχείες, κλειστές και στην πλειοψηφία τους οξειδωμένες, σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας μέχρι το βάθος των 12,00 m είναι πολύ φτωχή με ποσοστό R.Q.D. από 0 - 20%. Από τα 12,00 – 14,00 m το R.Q.D. κυμαίνεται από 25 - 40%, ενώ στο τελευταίο μέτρο της γεώτρησης το R.Q.D. μειώνεται στο 5%.

Στη θέση της γεώτρησης Γ8-2 διατρήθηκε τεφροπράσινος κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος, με κατά θέσεις ασθενή σχιστότητα, ο οποίος είναι πολύ έως τελείως αποσαθρωμένος (στρώση Β) στα πρώτα 2,00 m της γεώτρησης, ενώ ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένος (στρώση Γ) μέχρι το τελικό βάθος 15,20 m. Τα κυρίαρχα συστήματα διακλάσεων έχουν κλίσεις 10 - 20 και 45 - 50 μοίρες. Οι επιφάνειες διάκλασης είναι επίπεδες τραχείες, κλειστές και στην πλειοψηφία τους οξειδωμένες, σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ποιότητα της βραχομάζας στο σύνολο της είναι πολύ φτωχή καθώς το ποσοστό R.Q.D. δεν υπερβαίνει το 25% και κυμαίνεται από 0 - 20%.

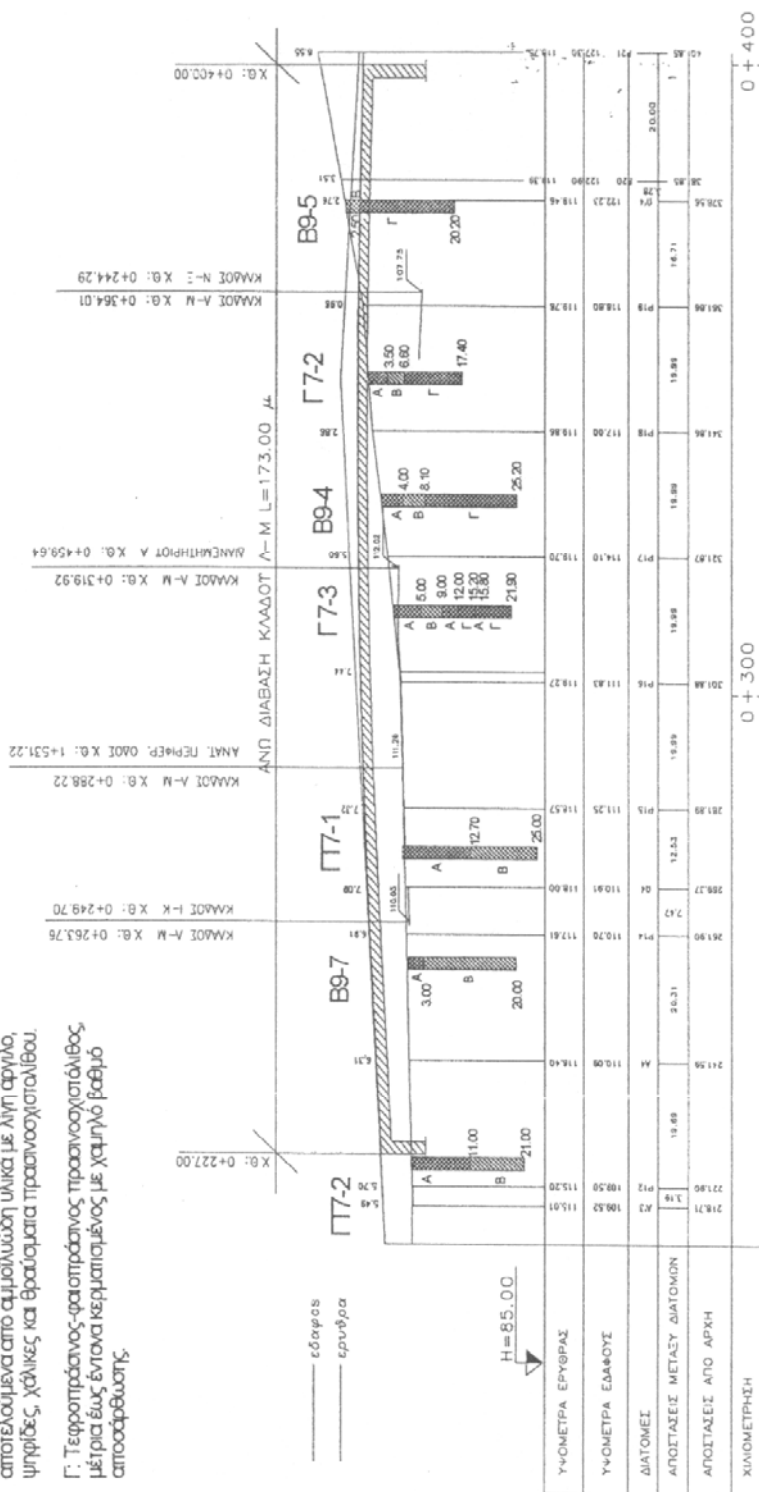
Στη θέση των φρεάτων Φ 8 – 1 και Φ 9 – 1 συναντήθηκε αρχικά ο μανδύας αποσάθρωσης του υποκείμενου πρασινοσχιστόλιθου μέχρι βάθους 2,50 και 2,00 m αντίστοιχα. Πρόκειται για αμμοίλυδες εδαφικό υλικό με ψηφίδες, χάλικες και θραύσματα (σε δείγματα του Φ 9 – 1 συναντήθηκαν διακλάσεις με ασβεστιτικό και αργιλικό υλικό πλήρωσης), μέτρια έως πολύ αποσαθρωμένα. Η εκσκαφή του Φ 9 – 1 προχώρησε σε βάθος 6,00 m μέσα στη στρώση Γ του λιγότερα αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου, γεγονός που χαρακτηρίζει μία ευκολία εκσκαφής στη συγκεκριμένη θέση της βραχομάζας.

3.3.2 Εδαφικές τομές

Στα σχήματα 3.1 έως 3.6 δίνονται οι κατά μήκος εδαφικές τομές στον άξονα των τεχνικών όπου διαφαίνεται η στρωματογραφία του υπεδάφους.

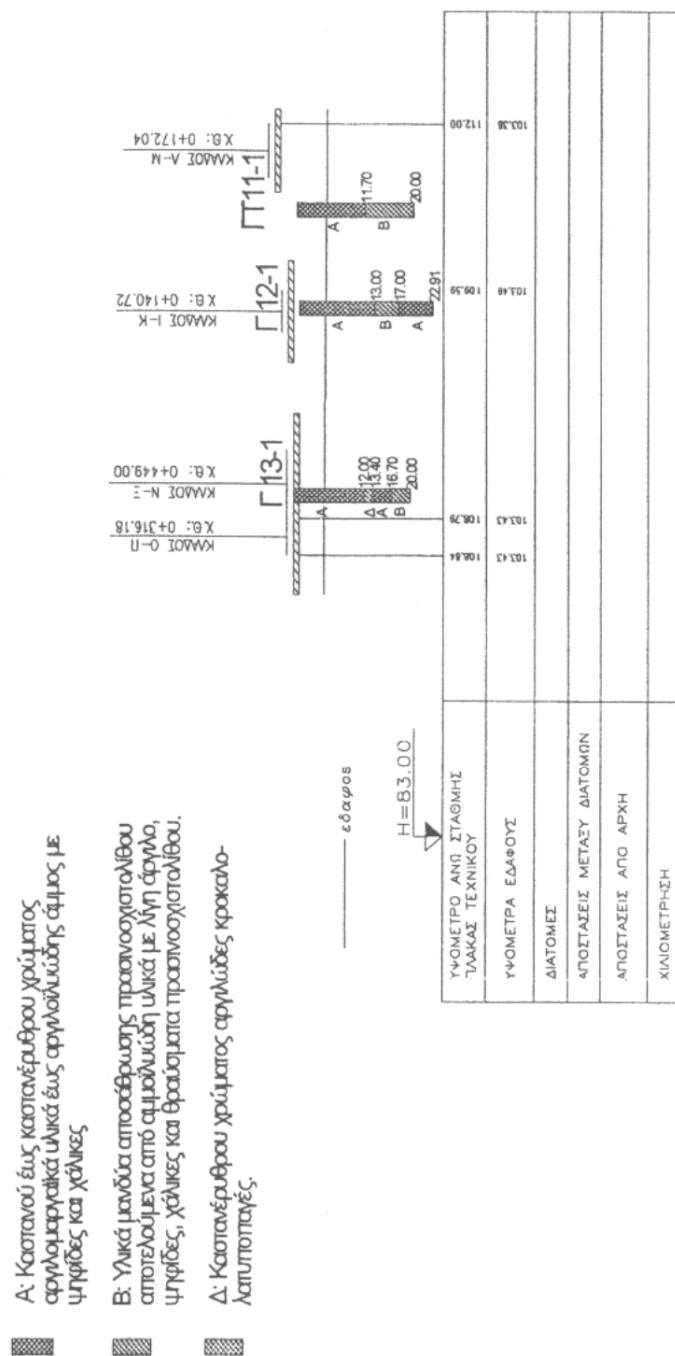
ΚΟΜΒΟΣ Κ9 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΑΝΩ ΔΙΑΒΑΣΗ ΚΛΑΔΟΥ Λ-Μ

- Α: Καστανού έως καστανέρυθρου χρώματος
αργιλομαργακά υλικά έως αργιλοαλύδης άμμος με
πηλίδες και χαλίκες
- Β: Υλικά μονόα αποσβάρωσης πρασινοαχλαδίθου
αποτελούμενα από αμμοαλύδη υλικά με λίγη άργιλο,
πηλίδες, χαλίκες και θραύσματα πρασινοαχλαδίθου.
- Γ: Τεφροπράσινος-φαισπράσινος πρασινοαχλαδίθους
μέτρια έως έντονα κερματισμένος με χαμηλό βαθμό
αποσβάρωσης.



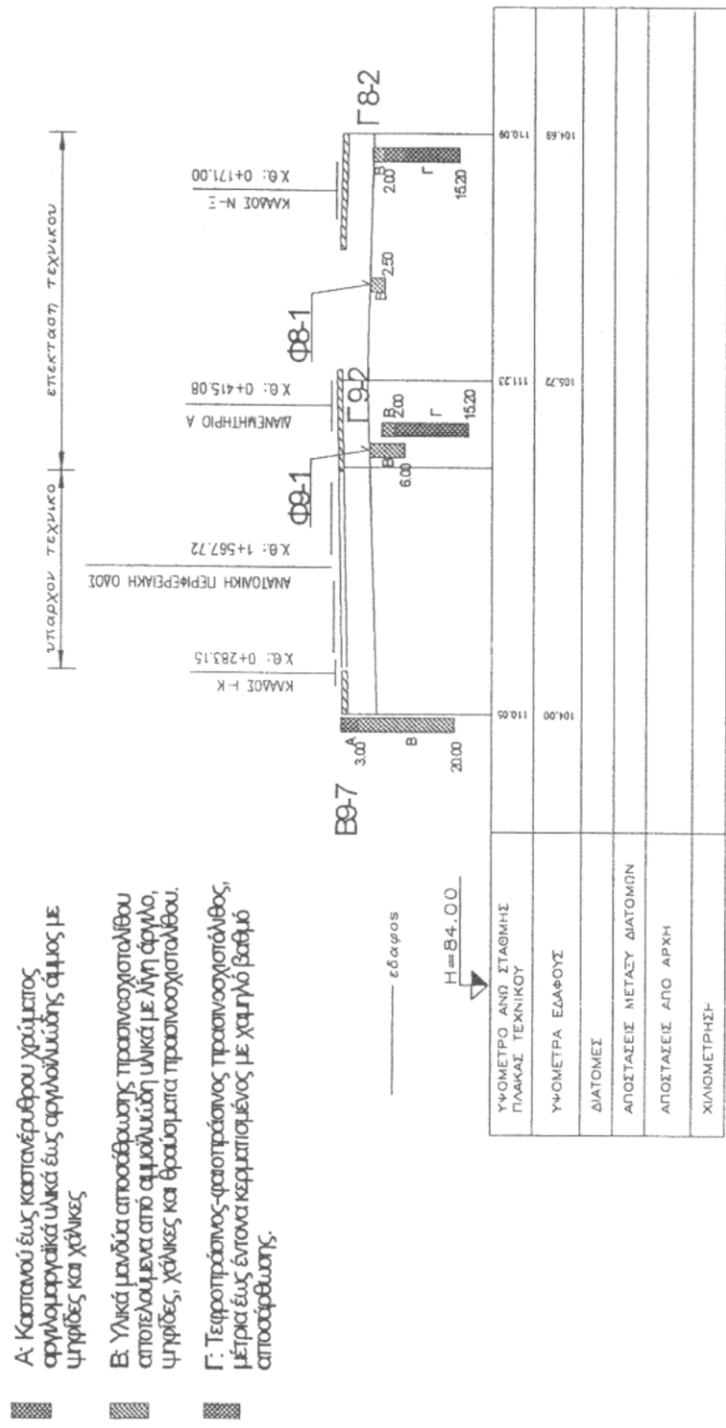
Σχήμα 3.1: Εδαφική τομή κατά μήκος του άξονα της άνω διάβασης του κλάδου Λ-Μ (Τ7)

ΚΟΜΒΟΣ Κ9 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΤΑΦΡΟΥ



Σχήμα 3.3: Εδαφική τομή κατά μήκος του άξονα του τεχνικού γεφύρωσης περιφερειακής τάφρου
Τεχνικά T11, T12, T13

ΚΟΜΒΟΣ Κ9 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΙΣ ΤΕΚΤΑΣΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ



Σχήμα 3.4: Εδαφική τομή κατά μήκος του άξονα του τεχνικού γεφύρωσης ρέματος
Τεχνικά T8, T9, T10

4. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

4.1 Διαθέσιμα γεωτεχνικά στοιχεία

Στόχος των ερευνητικών γεωτρήσεων - εργασιών αποτέλεσαν τα ακόλουθα :

1. Η διερεύνηση των εδαφικών συνθηκών (στρωματογραφία, υπόγειο νερό, κ.τ.λ.)
2. Η διεξαγωγή επιτόπου δοκιμών τυποποιημένης διείδυσης, S.P.T.
3. Η λήψη αντιπροσωπευτικών εδαφικών δειγμάτων για εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής - βραχομηχανικής.

Σε επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά εδαφικά και βραχώδη δείγματα από τις γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής – βραχομηχανικής. Λόγω του έντονου κατακερματισμού και του υψηλού βαθμού αποσάθρωσης στα ανώτερα στρώματα, η δειγματοληψία ήταν περιορισμένη.

Οι διεξαχθείσες εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής περιλαμβάνουν :

1. Δοκιμές κατάταξης (κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα, όρια πλαστικότητας)
2. Μέτρηση φυσικών χαρακτηριστικών (φυσική υγρασία)
3. Μέτρηση μηχανικών χαρακτηριστικών (δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης, ανεμπόδιστης και τριαξονικής θλίψης).

Αντίστοιχα οι διεξαχθείσες εργαστηριακές δοκιμές βραχομηχανικής περιλαμβάνουν :

1. Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών χαρακτηριστικών αντοχής(δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης και σημειακής φόρτισης)

4.2 Επεξεργασία γεωτεχνικών στοιχείων

Η στρωματογραφία του υπεδάφους προσδιορίζεται με βάση τις δεκαεννιά γεωτρήσεις που διεξήχθησαν και τις γεωλογικές πληροφορίες πτυχώσεων και τεκτονισμού καθώς και τα αποτελέσματα από την εκσκαφή των δύο φρεάτων. Ο κύριος σχηματισμός που δομεί την βραχομάζα και αποτελεί υπόβαθρο της περιοχής, είναι ο τεφροπράσινος πρασινοσχιστόλιθος χωρίς εμφανή σχιστότητα (στρώση Γ). Κατά θέσεις ο ίδιος ο σχηματισμός εμφανίζεται αποσασθρωμένος και κερματισμένος (στρώση Β) κάτω από την επίδραση έντονων τεκτονικών δυνάμεων, ενώ επιφανειακά και κυρίως κάτω από την περιφερειακή οδό η

περιοχή καλύπτεται από αργιλοαμμώδη υλικά καστανέρυθρου χρώματος (στρώση Α). Επίσης κατά θέσεις συναντάται μια στρώση Δ καστανέρυθρου χρώματος αργιλώδες κροκαλο-λατυποπαγους. Για τον προσδιορισμό της ποιότητας της βραχομάζας πραγματοποιήθηκε σε πρώτη φάση επεξεργασία των αποτελεσμάτων των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών. Στο τέλος δίνονται όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο κόμβο Κ 9.

Όρυγμα (Διατομή D 67) **Γεωτρήσεις Γ0-4&B9-0**

Από την εξέταση των δειγμάτων προκύπτει ότι η ζώνη έντονου κερματισμού σε βάθος 7,60 m και 5,50 m αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, όσον αφορά στην υποκείμενη στρώση του πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Γ), υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95%. Η σχετική επεξεργασία δίνεται στους παρακάτω πίνακες. Τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται σε γενικές γραμμές από μέση διασπορά. Στα δείγματα του πρασινοσχιστόλιθου διεξήχθησαν πέντε δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, δεκαοχτώ δοκιμές σημειακής φόρτισης και δύο δοκιμές διάτμησης βράχου. Η μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη είναι 14 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 7,8 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι 6,2 MPa. Εάν αφαιρεθεί η ακραία τιμή της θλιπτικής αντοχής είναι 17 MPa. Η μέση τιμή $I_{S_{50}}$ από τις δοκιμές σημειακής φόρτισης είναι 2,27 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 1 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι 1,31 MPa. Εάν δε, οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δοκιμών εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 52, 22 και 30 MPa. Από τα αποτελέσματα των δοκιμών διάτμησης βράχου προκύπτει μέση τιμή γωνίας τριβής ίση με 24 μοίρες και μέση τιμή συνοχής ίση με 0,1 MPa. Με βάση την τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη, ο βραχώδης σχηματισμός κατατάσσεται στη κατηγορία χαμηλής αντοχής. Ως τιμή σχεδιασμού χρησιμοποιείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 17$ MPa.

Τεχνικό Τ 7(Άνω Διάβαση Κλάδου Λ – Μ) **Γεωτρήσεις ΓΤ 7-2, Β 9-7, ΓΤ 7-1, Γ 7-1, Β 9-4, Γ 7-2 & Β 9-5**

Στις παραπάνω γεωτρήσεις διατρήθηκε αρχικά στρώση καστανέρυθρης μαργαϊκής αμμώδους αργίλου με χαλίκια (στρώση Α) και στη συνέχεια τεφροπράσινος, κερματισμένος πρασινοσχιστόλιθος (στρώσεις Β & Γ). Σε αντιπροσωπευτικά δείγματα της επιφανειακής στρώσης εκτελέσθηκαν τόσο δοκιμές κατάταξης όσο δοκιμές προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών (δύο δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, μία δοκιμή τριαξονικής φόρτισης χωρίς στερεοποίηση και αποστράγγιση και δύο δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης), ενώ επιτόπου εκτελέσθηκαν δοκιμές πρότυπης διείδυσης. Τα

αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών όσο αναφορά στη στρώση των εδαφικών υλικών και στην υποκείμενη στρώση του πρασινοσχιστόλιθου, υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95% και δίνονται σε παρακάτω πίνακες. Η στρώση αυτή, αποκαλούμενη και ως κόκκινη αμμόδης άργιλος της Θεσσαλονίκης, καλύπτει την ευρύτερη περιοχή της πόλης και χαρακτηρίζεται από υψηλή διατμητική αντοχή. Από την εκτέλεση των εργαστηριακών δοκιμών στα δείγματα της στρώσης ότι κατά μέσο όρο αποτελείται από 15% χάλικες - 36% άμμο και 44% λεπτόκοκκα. Κατά μέσο όρο το όριο υδαρότητας είναι ίσο με 32% ενώ ο δείκτης πλαστικότητας ίσος με 16. Η φυσική της υγρασία κυμαίνεται από 5,5 - 1,4%. Από τις δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης προκύπτει μέση τιμή θλιπτικής ίσης με 400 KPa, με αντίστοιχη παραμόρφωση 7,2% και μέτρο ελαστικότητας ίσο με 10M KPa. Σύμφωνα με την τριαξονική δοκιμή έχουμε τιμή συνοχής ίση με 85 KPa και γωνία εσωτερικής τριβής ίση με 10 μοίρες. Συνεκτιμώντας την γωνία εσωτερικής τριβής στον προσδιορισμό της ισοδύναμης συνοχής για κατάσταση γρήγορης θραύσης προκύπτει $C_u = 100$ KPa. Η τιμή αυτή υιοθετείται και ως συνοχή σχεδιασμού με αντίστοιχη γωνία τριβής $\phi_u = 0$ μοίρες. Στα δείγματα του πρασινοσχιστόλιθου και συγκεκριμένα στη στρώση Β διεξήχθησαν μία δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης με τιμή αντοχής 12,3 MPa και 4 δοκιμές σημειακής φόρτισης. Η μέση τιμή IS_{50} από τη δοκιμή σημειακής φόρτισης είναι 1,81 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 1,2 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι 0,61 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δόκιμων εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 41 MPa, 27 MPa και 14 MPa. Με βάση την τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και της σημειακής φόρτισης η στρώση Β χαρακτηρίζεται ως πολύ χαμηλής αντοχής. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 10$ Mpa. Τέλος στην στρώση Γ του πρασινοσχιστόλιθου διεξήχθησαν έξι δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης και τριάντα δοκιμές σημειακής φόρτισης. Η μέση τιμή της θλιπτικής αντοχής είναι 27,7 MPa με διάστημα εμπιστοσύνης 10,5 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι 17,3 MPa. Η μέση τιμή IS_{50} από τις δοκιμές σημειακής φόρτισης είναι 4,77 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 1,7 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι 3,04 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δόκιμων εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 109 MPa, 40 MPa και 70 MPa. Με βάση την τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και της σημειακής φόρτισης η βραχομάζα χαρακτηρίζεται ως μέσης αντοχής. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 25$ MPa.

Τεχνικό Τ 6 (Κάτω Διάβαση Κλάδου Ν – Ξ)

Γεωτρήσεις Γ8-2, ΓΤ14-1, Γ7-2, Β9-5, Γ6-4, Β9-6, Γ6-1 & Γ6-2

Με βάση τα δείγματα των γεωτρήσεων προκύπτει ότι η ζώνη έντονου κερματισμού και αποσάθρωσης συναντάται επιφανειακά μέχρι βάθους 7,40 m. Επίσης χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση της καστανοκόκκινης στρώσης Α επιφανειακά και μέχρι βάθους 3,50 και 1,50 m στις γεωτρήσεις Γ 7 - 2 και Γ 6 - 4 αντίστοιχα. Ακόμα στην Γ 6 - 4 κάτω από την προηγούμενη επιφανειακή στρώση εμφανίζεται η Δ στρώση που αποτελείται από αργιλώδες κροκαλο-λατυπτοπαγές. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών όσο αναφορά τη στρώση Γ του πρασινοσχιστόλιθου, υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95%. και δίνονται σε παρακάτω πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών. Τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται από μεγάλη διασπορά και μέσο διάστημα εμπιστοσύνης. Στα δείγματα του πρασινοσχιστόλιθου διεξήχθησαν συνολικά είκοσι δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, μια δοκιμή διάτμησης βράχου και 136 δοκιμές σημειακής φόρτισης. Η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη εμφανίζει μέση τιμή 40 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 12,8 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι ίση με 27,3 MPa. Εμφανίζει δε ένα μέτρο ελαστικότητας σε μια δοκιμή ίσο με 15,3 GPa. Η μέση τιμή $I_{S_{50}}$ από τη δοκιμή σημειακής φόρτισης είναι ίση με 4,24 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 0,7 MPa, ενώ ελάχιστη τιμή είναι ίση με 3,52 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δοκιμών εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 98 MPa, 17 MPa και 81 MPa. Από τα αποτελέσματα της διάτμησης βράχου κατά την φυσική ασυνέχεια προκύπτει μια τιμή ϕ ίση με 42 μοίρες και συνοχή με 150 KPa. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 30$ MPa.

Τεχνικά Τ 11, Τ 12, Τ 13 (Γεφύρωση Περιφερειακής Τάφρου) **Γεωτρήσεις ΓΤ 11 - 1, ΓΤ 12 - 1 & ΓΤ 13 - 1**

Στις γεωτρήσεις αυτές διατρήθηκαν κατά κύριο λόγο εδαφικοί σχηματισμοί. Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται σύμφωνα με το ενοποιημένο σύστημα κατάταξης ως CL, ,κατά κύριο λόγο και SC κατά θέσεις. Πρόκειται για εναλλαγές της καστανέρυθρης αργίλου της Θεσσαλονίκης και αποσαθρωμένο πρασινοσχιστόλιθο υπό μορφή εδαφικού υλικού. Σε αρκετές περιπτώσεις η αποσάθρωση του πρασινοσχιστόλιθου δεν είναι πλήρης με αποτέλεσμα να εμφανίζονται είτε ως αμμοχάλικο είτε φτωχής ποιότητας βραχώδης σχηματισμός. Σε αντιπροσωπευτικά εδαφικά δείγματα των γεωτρήσεων εκτελέστηκαν δοκιμές κατάταξης και δύο δοκιμές σε ανεμπόδιστη θλίψη με μέση τιμή 307 KPa, με αντίστοιχη παραμόρφωση ίση με 1,1%, ενώ επιτόπου εκτελέστηκαν δοκιμές πρότυπης διεύθυνσης. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95%. και δίνονται σε παρακάτω πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών. Από την εκτέλεση των εργαστηριακών δοκιμών στα δείγματα της στρώσης αυτής προκύπτει ότι κατά μέσο όρο αποτελείται από 15% χάλικες - 42% άμμο και 43% λεπτόκοκκα. Η φυσική της υγρασία κυμαίνεται από 10,6 - 14,8%. Προτείνονται

ως αντιπροσωπευτικές τιμές για κατάσταση γρήγορης θραύσης, τιμή συνοχής ίση με $C_u = 100$ KPa με αντίστοιχη γωνία τριβής $\phi_u = 0$ μοίρες.

Τεχνικά Τ 8, Τ 9, Τ 10 (Επέκταση Γεφύρωσης Ρέματος) **Γεωτρήσεις Γ8.2, Γ9.2&Β9-7**

Στις παραπάνω γεωτρήσεις καθώς και στα δύο δειγματοληπτικά φρέατα Φ 9-1 και Φ 8 – 1 συναντήθηκε τεφροπράσινος, έντονα Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών όσο αναφορά τη στρώση Γ του πρασινοσχιστόλιθου, υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95% και δίνονται σε παρακάτω πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών. κερματισμένος και αποσαθρωμένος πρασινοσχιστόλιθος. Σε όλο το μήκος της γεώτρησης Β 9 - 7 συναντάται η στρώση Β του μανδύα αποσάθρωσης η οποία καλύπτεται επιφανειακά και σε βάθος 3,00 m από καστανοκόκκινες αποθέσεις αργιλοϊλυώδους άμμου. Στις υπόλοιπες θέσεις συναντάται η στρώση Γ του πρασινοσχιστόλιθου με μια μόνο επιφανειακή επικάλυψη πάχους 2,00 m από τον μανδύα αποσάθρωσης (στρώση Β). Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με βάση την κανονική κατανομή 95% και δίνονται σε παρακάτω πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών. Στα δείγματα της στρώσης Β του πρασινοσχιστόλιθου διεξήχθησαν συνολικά μια δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης με τιμή αντοχής 12,3 MPa και δύο δοκιμές σημειακής φόρτισης με μέση τιμή $IS_{50} = 1,78$ MPa η οποία αντιστοιχεί σε ισοδύναμη τιμή θλιπτικής αντοχής ίση με 40,8 MPa με χρήση σχέσεων συσχέτισης. Ως τιμή σχεδιασμού προτείνεται $\sigma_c = 10$ MPa. Στα δείγματα της στρώσης Γ πραγματοποιήθηκαν μια δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης με τιμή θλιπτικής αντοχής ίση με 31,3 MPa και δεκατέσσερις δοκιμές σημειακής φόρτισης. Η μέση τιμή IS_{50} από τις δοκιμές σημειακής φόρτισης είναι ίση με 6,29 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 2,1 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή κατά την κανονική κατανομή 95% είναι ίση με 4,2 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δοκιμών εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 145 MPa, 48 MPa και 97 MPa. Με βάση την τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και της σημειακής φόρτισης η βραχομάζα χαρακτηρίζεται ως μέσης αντοχής. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 30$ MPa.

Συνολικά αποτελέσματα

Τέλος κατά την συνολική στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων τόσο των επιτόπου όσο και των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο σύνολο του κόμβου Κ 9 προέκυψαν τα παρακάτω :

Για την στρώση (καστανού έως καστανέρυθρου χρώματος αργιλομαργαϊκά υλικά έως αργιλώδης - ιλυώδης άμμος με ψηφίδες και χάλικες) έχουμε συνολικά και κατά μέσο όρο 15% χάλικες - 39% άμμο και 46% λεπτόκοκκα. Το όριο υδαρότητας είναι ίσο με 34% ενώ ο δείκτης πλαστικότητας ίσος με 15. Η φυσική υγρασία κυμαίνεται από 9,1 - 12,7%. Από τις δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης προκύπτει τιμή θλιπτικής αντοχής ίση με 10 MPa. Σύμφωνα με την τριαξονική δοκιμή έχουμε τιμή συνοχής ίση με 85 KPa και γωνία τριβής ίση με 10 μοίρες.

Για την στρώση Β (υλικά μανδύα αποσάθρωσης πρασινοσχιστόλιθου αποτελούμενα από αμμοίλυωδη εδαφικά υλικά με λίγη άργιλο, ψηφίδες, χάλικες και θραύσματα) έχουμε συνολικά και κατά μέσο όρο 30% χάλικες, 42% άμμο και 28% λεπτόκοκκα, με μέση τιμή ορίου υδαρότητας ίση με 29 και δείκτη πλαστικότητας ίσο με 11. Από τις δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης προκύπτει τιμή θλιπτικής αντοχής ίση με 12,3 MPa. Από τις 5 δοκιμές σημειακής φόρτισης που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα της στρώσης αυτής έχουμε μέση τιμή $I_{S_{50}} = 1,6$ Mpa με διάστημα εμπιστοσύνης 1 Mpa, ενώ η ελάχιστη τιμή είναι ίση με 2,61 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δοκιμών εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 36MPa, 23MPa και 13MPa. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 1-5$ MPa.

Στα δείγματα του πρασινοσχιστόλιθου της στρώσης Γ διεξήχθησαν συνολικά 28 δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, 170 δοκιμές σημειακής φόρτισης και 3 δοκιμές διάτμησης του βράχου.

Από τις δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης προκύπτει μέση τιμή θλιπτικής ίση με 33,5 MPa, με διάστημα εμπιστοσύνης 10,1MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή είναι ίση με 23,3 MPa. Η μέση τιμή $I_{S_{50}} = 14,2$ MPa με διάστημα εμπιστοσύνης 0,6 MPa, ενώ η ελάχιστη τιμή είναι ίση με 3,6 MPa. Εάν δε οι τιμές της αντοχής σε σημειακή φόρτιση αναχθούν σε ισοδύναμη αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης με χρήση δοκιμών εμπειρικών σχέσεων συσχέτισης, οδηγούν σε αντίστοιχες τιμές 97 MPa, 14 MPa και 82 MPa. Επίσης από τις δοκιμές διάτμησης βράχου προκύπτει μέση τιμή γωνίας τριβής ίση με 30 μοίρες και μέση τιμή συνοχής ίση με 0,117 MPa. Με βάση την τιμή της αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη, ο βραχώδης σχηματισμός κατατάσσεται στη κατηγορία μέσης αντοχής. Ως τιμή σχεδιασμού υιοθετείται η τιμή της ανεμπόδιστης θλίψης $\sigma_c = 30$ MPa.

4.3 Ταξινόμηση βραχομάζας

Με βάση τα αποτελέσματα και την επεξεργασία των εργαστηριακών δοκιμών, τις επιπλέον πληροφορίες συλλέξαμε σχετικά με τις ασυνέχειες που διατρέχουν τη βραχομάζα, τις γεωλογικές παρατηρήσεις, καθώς και την αναμενόμενη δράση των υπόγειων νερών, πραγματοποιείται ταξινόμηση της βραχομάζας. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται στις στρώσεις Β & Γ. Τα αποτελέσματα δίνονται

σύμφωνα με τις μεθοδολογίες των BIENIAWSKI και BARTON. Στους παρακάτω πίνακες 4.I και 4.II δίνονται συγκεντρωτικά οι δείκτες RMR ανά στρώση και γεώτρηση.

4.4 Προσδιορισμός παραμέτρων αντοχής και παραμορφωσιμότητας

Οι παράμετροι διατμητικής αντοχής της βραχομάζας προσδιορίζονται με βάση το κριτήριο των HOEK και BROWN. Με βάση το κριτήριο αυτό πραγματοποιείται αναγωγή της κερματισμένης βραχομάζας σε ομογενές μέσο και εκτιμάται η εξίσωση της επιφάνειας θραύσης, της οποίας η μορφή είναι αντίστοιχη της εξίσωσης Mohr - Coulomb. Η καταστατική εξίσωση του κριτηρίου δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \left(\frac{m_b \sigma_3}{\sigma_c + s} \right)^a, \text{ όπου}$$

σ_1 και σ_3 οι είναι οι κύριες ενεργές τάσεις σε ένα θεωρούμενο στοιχειώδες τμήμα βραχομάζας

m_b είναι σταθερά της βραχομάζας, ανάλογα του δείκτη GSI και της σταθεράς m_i , για τον βράχο. Είναι $m_b = m_i \cdot \exp[(GSI-100)/28]$. Οι τιμές του m_i για τους εξεταζόμενους σχηματισμούς και την κατάσταση αποσάθρωσης καθορίζονται σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία

s , a είναι σταθερές ανάλογες των χαρακτηριστικών της βραχομάζας. Για αδιατάρακτη βραχομάζα (εκσκαφή χωρίς χρήση ή με περιορισμένη χρήση εκρηκτικών) είναι :

Για GSI > 25	$S = \exp[(GSI-100)/9]$	$a = 0,5$
Για GSI ≤ 25	$S = 0$	$a = 0,65 - GSI/200$

Ο δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI είναι αντίστοιχα :

$$GSI = RMR_{89} - 5 \quad \text{για } RMR_{89} > 23$$

$$GSI = 9 \log_e Q + 44 \quad \text{για } RMR_{89} < 23 \text{ όπου } Q = \text{συντελεστής ποιότητας βραχομάζας κατά BARTON}$$

Με βάση τις τιμές RMR και Q, όπως προέκυψαν από τις ταξινομήσεις των BIENIAWSKI και BARTON, υπολογίζεται αρχικά ο δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI ανά στρώση και γεώτρηση και στη συνέχεια λαμβάνεται μια μέση τιμή του δείκτη. Σύμφωνα με τα παραπάνω εκτιμώνται, συντηρητικά, τα μηχανικά της διατμητικής αντοχής της βραχομάζας. Από το διάγραμμα ορθής τάσης - διατμητικής αντοχής προσδιορίζεται η φαινόμενη συνοχή (c) και η γωνία τριβής (φ), για αδιατάρακτη βραχομάζα, για διαταραγμένη βραχομάζα και ανάλογα με τον εκτιμώμενο βαθμό διατάραξης επιλέγονται οι τιμές σχεδιασμού. Στα ίδια σχήματα δίνεται επίσης το μέτρο ελαστικότητας σύμφωνα με τις εμπειρικές σχέσεις των Serafim & Pereira, Barton και του Deere. Δίνεται επίσης η φέρουσα ικανότητα θεμελίωσης της βραχομάζας η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο θεμελίωσης των τεχνικών. Υπενθυμίζεται ότι οι παρακάτω τιμές αναφέρονται στο σύνολο της κερματισμένης βραχομάζας η οποία αντιμετωπίζεται ως ομογενές μέσο, με φαινόμενες τιμές γωνίας τριβής φ και συνοχής c. Σημειώνεται ότι οι τιμές αυτές προϋποθέτουν ότι η βραχομάζα είναι καθαρή από πληρώσεις αργιλικών υλικών στις περιοχές των διαρρήξεων.

ΣΤΡΩΣΗ Β ΤΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ										ΣΤΡΩΣΗ Γ ΤΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ										
Όργανο GSI (μετά τριβή)	Γεώτρηση Γ9-4					Γεώτρηση Γ9-2					Γεώτρηση Γ9-4					Γεώτρηση Γ9-2				
	GSI	22	22			GSI	38	45			GSI	42	42			GSI	38	37		
	s	0.00000	0.00000			s	0.00102	0.00222			s	0.00100	0.00100			s	0.00100	0.00100		
Αντα δεικνύει GSI (μετά τριβή)	a	0.535	0.540			a	0.500	0.500			a	0.500	0.500			a	0.500	0.500		
	GSI _{μέση}	22					42					42					38			
	E _{σχεδιασ}	2,738 GPa					8,173 GPa					8,173 GPa					6,534 GPa			
Κέντρο δεικνύει GSI (μετά τριβή)	GSI	25	23	23	25	24	35	24	40	37	43	43	42	48		GSI	42	42	48	
	s	0.00024	0.00000	0.00000	0.00024	0.00000	0.00124	0.00000	0.00127	0.00001	0.00128	0.00159	0.00346	0.00346		s	0.00163	0.00163	0.00346	
	a	0.525	0.535	0.535	0.525	0.530	0.525	0.530	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500		a	0.500	0.500	0.500	
Τεχνικό T7	GSI _{μέση}	24					42					42					42			
	E _{σχεδιασ}	3,910 GPa					8,511 GPa					8,511 GPa					8,511 GPa			
	a	0.529					0.500					0.500					0.500			
Τεχνικό T6	GSI	22	21	25	24	22	37	35	42	40	44	44	48	48		GSI	44	44	48	
	s	0.00000	0.00000	0.00024	0.00000	0.00000	0.00091	0.00073	0.00159	0.00346	0.00199	0.00346	0.00346	0.00346		s	0.00188	0.00188	0.00346	
	a	0.540	0.545	0.525	0.530	0.540	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500		a	0.500	0.500	0.500	
Τεχνικό T5	GSI _{μέση}	23					44					44					44			
	E _{σχεδιασ}	2,765 GPa					9,173 GPa					9,173 GPa					9,173 GPa			
	a	0.537					0.500					0.500					0.500			
Τεχνικό T4	GSI	22	22	21												GSI	22	22	21	
	s	0.00000	0.00000	0.00000												s	0.00000	0.00000	0.00000	
	a	0.540	0.540	0.545												a	0.540	0.540	0.545	
Τεχνικό T3	GSI _{μέση}	22					22					22					22			
	E _{σχεδιασ}	2,810 GPa					2,810 GPa					2,810 GPa					2,810 GPa			
	a	0.542					0.500					0.500					0.500			
Τεχνικό T2	GSI	23	21	21												GSI	23	21	21	
	s	0.00000	0.00000	0.00000												s	0.00000	0.00000	0.00000	
	a	0.535	0.540	0.540												a	0.535	0.540	0.540	
Τεχνικό T1	GSI _{μέση}	21					21					21					21			
	E _{σχεδιασ}	2,712 GPa					2,712 GPa					2,712 GPa					2,712 GPa			
	a	0.538					0.500					0.500					0.500			
Τεχνικό T0	GSI	23	21	21												GSI	23	21	21	
	s	0.00000	0.00000	0.00000												s	0.00000	0.00000	0.00000	
	a	0.535	0.540	0.540												a	0.535	0.540	0.540	
Τεχνικό T0	GSI _{μέση}	21					21					21					21			
	E _{σχεδιασ}	2,712 GPa					2,712 GPa					2,712 GPa					2,712 GPa			
	a	0.538					0.500					0.500					0.500			

Πίνακας 4.111 Τελικές τιμές του δείκτη GSI (Hoek 1995) ανά στρώση και τεχνικό.

Για την περίπτωση του υγιούς πρασινοσχιστόλιθου οι περιοχές αυτές είναι πράγματι καθαρές από αργιλικές πληρώσεις αν και στις επιφάνειες των ασυνεχειών έχουν αποτεθεί υλικά οξείδωσης. Αντίθετα στις ασυνέχειες των ανωτέρων στρωμάτων του έντονα κερματισμένου πρασινοσχιστόλιθου οι πληρώσεις με αργιλικό υλικό είναι συστηματικότερα παρούσες. Το γεγονός εντούτοις ότι οι ασυνέχειες, κατά κύριο λόγο του κερματισμένου πρασινοσχιστόλιθου, χαρακτηρίζονται από έντονη τραχύτητα λειτουργεί ευνοϊκά για την ανάπτυξη διατμητικής αντοχής.

Στον πίνακα 4.IV δίνονται συνοπτικά οι τιμές σχεδιασμού των παραμέτρων διατμητικής αντοχής βραχομάζας καθώς και του μέτρου ελαστικότητας όπως προσδιορίστηκαν με την εφαρμογή του κριτηρίου των HOEK & BROWN, τις προτάσεις της μεθοδολογίας BIENIAWSKI και την εμπειρική σχέση των Serafim & Pereira και παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Στα ίδια σχήματα δίνεται επίσης η φέρουσα ικανότητα θεμελίωσης της βραχομάζας. Η αναφερόμενη τιμή της φέρουσας ικανότητας για διαταραγμένη βραχομάζα αντιστοιχεί στην περίπτωση χρήσης εκρηκτικών.

Όρυγμα (Διατομή D67)

	Γωνία τριβής $\varphi(^{\circ})$	Συνοχή (kPa)	Μέτρο ελαστικότητας E (MPa)
Στρώση Β	21	40	400
Στρώση Γ	27	200	2600

Άνω Διάβαση Κλάδου Α-Μ - Τεχνικό Τ7

	Γωνία τριβής $\varphi(^{\circ})$	Συνοχή (kPa)	Μέτρο ελαστικότητας E (MPa)
Στρώση Β	22	85	710
Στρώση Γ	27	250	3200

Κάτω Διάβαση Κλάδου Ν-Ξ - Τεχνικό Τ6

	Γωνία τριβής $\varphi(^{\circ})$	Συνοχή (kPa)	Μέτρο ελαστικότητας E (MPa)
Στρώση Β	21	40	370
Στρώση Γ	28	400	3900

Τεχνικό Γεφύρωσης Περιφερειακής Τάφρου - Τεχνικά Τ11, Τ12, Τ13

	Γωνία τριβής $\varphi(^{\circ})$	Συνοχή (kPa)	Μέτρο ελαστικότητας E (MPa)
Στρώση Β	21	20	280
Στρώση Γ			

Επέκταση Τεχνικού Γεφύρωσης Ρέματος - Τεχνικά Τ8, Τ9, Τ10

	Γωνία τριβής $\varphi(^{\circ})$	Συνοχή (kPa)	Μέτρο ελαστικότητας E (MPa)
Στρώση Β	22	50	630
Στρώση Γ	26	300	2700

Πίνακας 4.IV Τιμές σχεδιασμού των παραμέτρων διατμητικής αντοχής βραχομάζας καθώς και του μέτρου ελαστικότητας όπως προέκυψαν από την εφαρμογή του κριτηρίου των Hoek and Brown.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ BIENIAWSKI ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ Β ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΥ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Γ0-4		Γεώτρηση B9-0		Γεώτρηση ΓΤ7-2		Γεώτρηση B9-7	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	1 - 5 MPa	1	< 1MPa	0	10 MPa	2	10 MPa	2
Δείκτης ποιότητας βραχόμαζας RQD (%)	0%	3	0%	3	2%	3	<20%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm μέτρια αποσασθρ.	9	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	9	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	10	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	28		27		30		28	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση ΓΤ7-1		Γεώτρηση ΓΤ7-3		Γεώτρηση B9-4		Γεώτρηση ΓΤ7-2	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	10 MPa	2	1 - 5 MPa	1	10 MPa	2	1 - 5 MPa	1
Δείκτης ποιότητας βραχόμαζας RQD (%)	0%	3	0%	3	0%	3	0%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	11	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	9	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	10
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	28		30		29		29	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση B9-5		Γεώτρηση Γ8-2		Γεώτρηση ΓΤ14-1		Γεώτρηση Γ6-1	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	10 MPa	2	1 - 5 MPa	1	< 1 MPa	0	1 - 5 MPa	1
Δείκτης ποιότητας βραχόμαζας RQD (%)	5%	3	0%	3	0%	3	0%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	9	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	29		27		26		27	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Γ6-2		Γεώτρηση Γ13-1		Γεώτρηση Γ12-1		Γεώτρηση ΓΤ11-1	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	1 - 5 MPa	1	1 - 5 MPa	1	1 - 5 MPa	1	< 1 MPa	0
Δείκτης ποιότητας βραχόμαζας RQD (%)	0%	3	<15%	3	0%	3	0%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	6
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	27		27		27		26	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Γ9-2	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	1 - 5 MPa	1
Δείκτης ποιότητας βραχόμαζας RQD (%)	0%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά τριχίδια μαλακό<5mm έντονη αποσασθρ.	8
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	27	

Πίνακας 4.1 Γεωμηχανική ταξινόμηση της βραχομάζας στη στρώση του κερματισμένου και αποσασθρωμένου πρασινοσχιστολίθου (στρώση Β) κατά RMR (Bieniowski 1989).

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ BIENIAWSKI ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ Γ. ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΥ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Γ0-4		Γεώτρηση Β9-0		Γεώτρηση ΓΤ7-2		Γεώτρηση Γ7-3	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	17 Mpa	2	17 Mpa	2	25 Mpa	4	25 Mpa	4
Δείκτης ποιότητας βραχομάζας RQD (%)	22%	3	30%	8	0%	3	0%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	60-200mm	8	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	23	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	22	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	23	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μέτρια αποσαθρ.	20
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	43		50		45		42	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Β9-4		Γεώτρηση Γ7-2		Γεώτρηση Β9-5		Γεώτρηση Γ8-2	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	25 Mpa	4	25 Mpa	4	25 Mpa	4	30 Mpa	4
Δείκτης ποιότητας βραχομάζας RQD (%)	33%	8	26%	8	52%	13	8%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5	60-200mm	8	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μέτρια αποσαθρ.	21	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μέτρια αποσαθρ.	20	ελαφρά ιραχεία μαλακό<5mm μέτρια αποσαθρ.	19	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μέτρια αποσαθρ.	20
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	48		47		54		42	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση ΓΤ14-1		Γεώτρηση Γ6-4		Γεώτρηση Β9-6		Γεώτρηση Γ6-1	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	30 Mpa	4	30 Mpa	4	30 Mpa	4	30 Mpa	4
Δείκτης ποιότητας βραχομάζας RQD (%)	18%	3	29%	8	48%	8	36%	8
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	60-200mm	8	60-200mm	8	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά ιραχεία μαλακό<5mm μέτρια αποσαθρ.	18	ελαφρά ιραχεία μαλακό<5mm μέτρια αποσαθρ.	19	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	24	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	24
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	40		49		54		51	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	Γεώτρηση Γ6-2		Γεώτρηση Γ9-2	
Αντοχή συμπαγούς πετρώματος (MPa)	30 Mpa	4	30 Mpa	4
Δείκτης ποιότητας βραχομάζας RQD (%)	43%	8	10%	3
Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών	<60mm	5	<60mm	5
Κατάσταση ασυνεχειών	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μικρή αποσαθρ.	24	ελαφρά ιραχεία σιφρό<5mm μέτρια αποσαθρ.	21
Υπόγειο νερό	ελαφρά υγρό	10	ελαφρά υγρό	10
Βαθμολογία βασικού (μέσου) RMR	51		43	

Πίνακας 4.11 Γεωμηχανική ταξινόμηση της βραχομάζας του πρασινοσχιστολίθου (στρώση Γ) κατά RMR (Bieniawski 1989).

5. Κατατάξεις υλικών εκσκαφών

Παρακάτω δίνεται μία συνολική εκτίμηση της καταλληλότητας των υλικών σύμφωνα με την FAA, για την χρήση τους ως υλικά πυρήνα επιχώματος, με βάση τις πραγματοποιηθείσες δοκιμές κατάταξης (κοκκομέτρηση και πλαστικότητα) για τα υλικά των γεωτρήσεων και φρεάτων. Ως υλικά πυρήνα επιχώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά που ανήκουν στις κατηγορίες E1, E2 (FAA), υλικά που κατατάσσονται ως A – 1, A – 2 – 4, A – 2 – 5, A – 3 (κατά AASHTO) τα οποία συμπυκνώνονται τουλάχιστον στο 90% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτόπια σχιστολιθικά ή κοκκώδη υλικά για επιχώματα ή υπεδάφη, εάν η συμπεριφορά εκ των κατασκευασθέντων με αυτά τα υλικά επιχωμάτων είναι ικανοποιητική (δοκιμαστικά επιχώματα).

Ο διαχωρισμός των υλικών γίνεται για κάθε τεχνικό ξεχωριστά και για τις διακριτές στρώσεις A και B που συναντώνται σε αυτά.

Όρυγμα D 67 : Υλικά στρώσης B που κατατάσσονται ως E2 και A – 2 – 6

Κλάδος Λ – Μ T 7 : Υλικά στρώσης A που κατατάσσονται ως E1 και A – 6
: Υλικά στρώσης B που κατατάσσονται ως E1 – E2 και A – 2 – 4

Κλάδος Ν – Ξ T 6 : Υλικά στρώσης A που κατατάσσονται ως E1 και A – 6
: Υλικά στρώσης B που κατατάσσονται ως E1 και A – 2 – 4

Τεχνικό Γεφύρωσης Τάφρου T 11, T 12, T 13 : Υλικά στρώσης A που κατατάσσονται ως E1 και A – 6

Τεχνικό Γεφύρωσης Ρέματος T 8, T 9, T 10 : Υλικά στρώσης B που κατατάσσονται ως E1 και A – 2

Θα πρέπει εντούτοις να σημειωθεί ότι για την εξαγωγή των παραπάνω κατατάξεων λήφθηκαν υπόψη τα αποτελέσματα μόνο από τις δοκιμές κοκκομέτρησης και πλαστικότητας σε δείγματα γεωτρήσεων και φρεάτων. Για την ακριβέστερη και πιο ολοκληρωμένη διερεύνηση της καταλληλότητας των υλικών του κόμβου K 9 θα πρέπει να γίνει επιπλέον δειγματοληψίες (φρέατα) σε επιλεγμένες θέσεις και να πραγματοποιηθούν δοκιμές κοκκομέτρησης, πλαστικότητας, προσδιορισμός οργανικών, προσδιορισμός της μέγιστης ξηρής πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor, και προσδιορισμός του δείκτη CBR στο 90% της ξηρής πυκνότητας κατά Proctor ύστερα απλό υδροεμπτισμό τεσσάρων ημερών.

6.

**ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ
ΔΟΚΙΜΩΝ**

[illegible]

7.

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ
HOEK & BROWN**

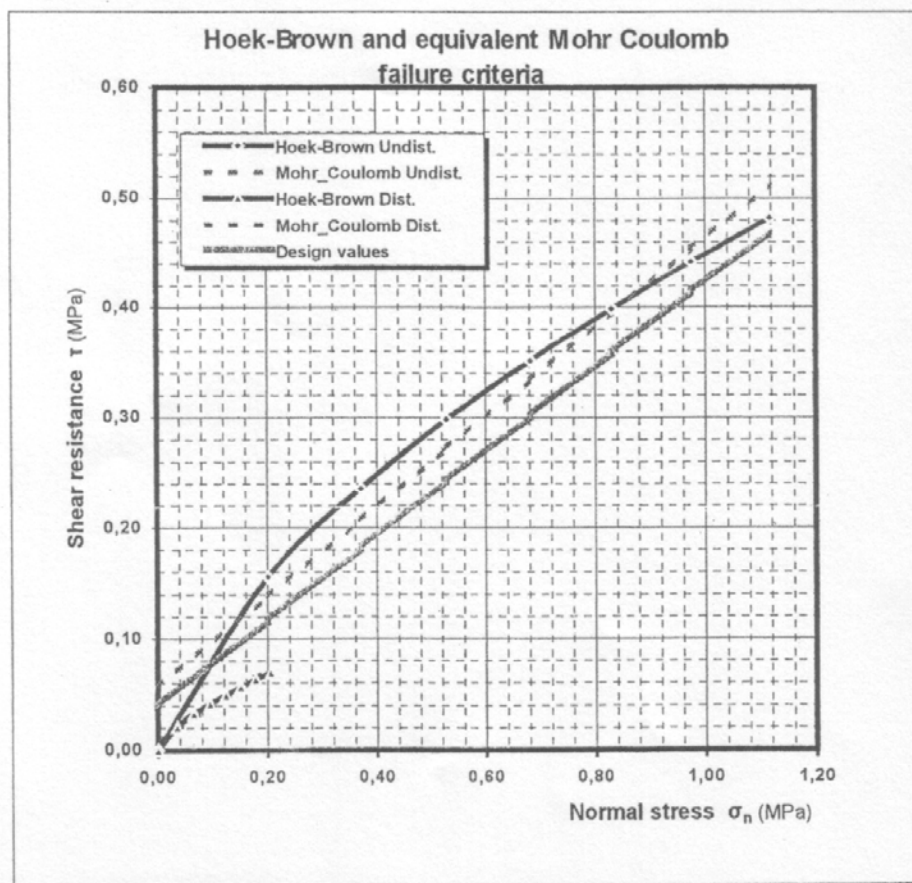
ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος

cf= 1

Input:	sigci = 3,0 MPa	mi = 8	GSI = 23
	sigci _(dist.) = 0,6		GSI _(dist.) = 12
Output:	mb = 0,51	s = 0,0000	a = 0,535
	sigtm = 0,00 MPa	A = 0,36	B = 0,75
	k = 2,21	phi = 22,15 deg	coh = 0,06 MPa
	sigcm = 0,17 MPa	E = 366,1 MPa	
Tangent:	signt = 15,97 MPa	phit = 10,14 deg	coht = 0,94 MPa

Design values :	Undisturbed	Disturbed
φ(Deg)= 21	φ(Deg)= 22	φ(Deg)= 18
c(MPa)= 0,040	c(MPa)= 0,057	c(MPa)= 0,007
	σ _{uk} (MPa)= 0,62	σ _{uk} (MPa)= 0,06



Σχήμα Β.1 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) στο όρυγμα D67.

ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογένεσις

cf= 1

Input: sigci = 17,0 MPa mi = 8 GSI = 42

sigci (dist.) = 5 GSI (dist.) = 21

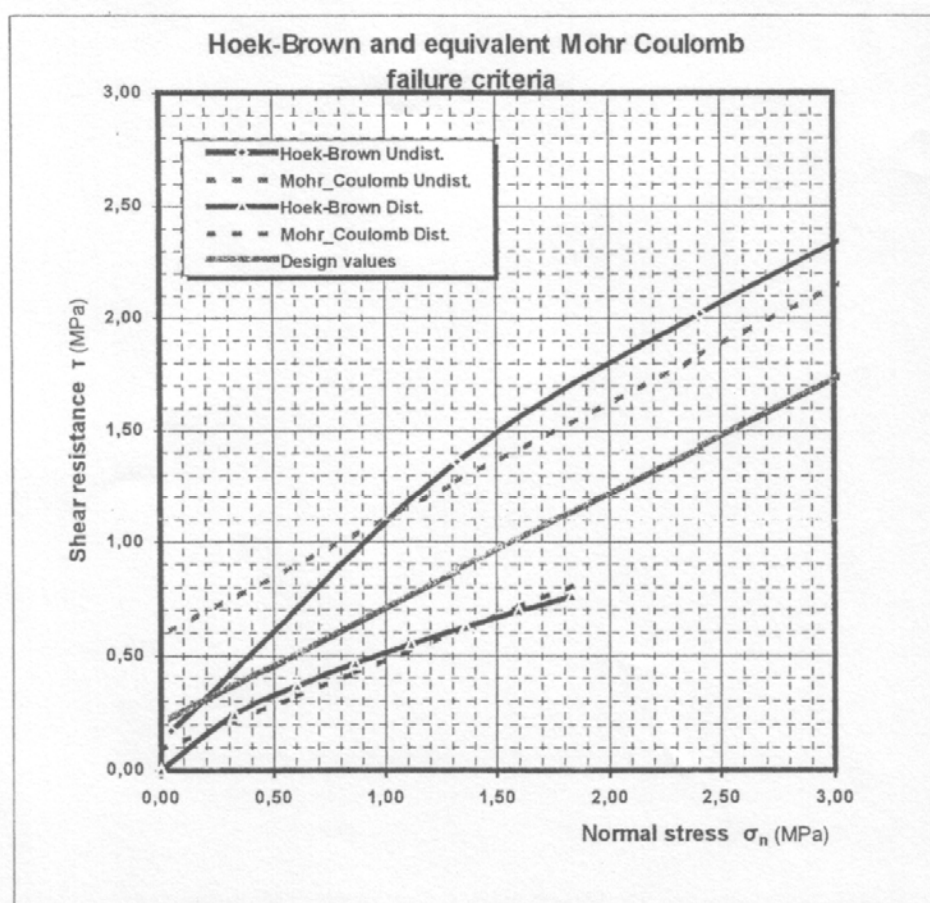
Output: mb = 1,01 s = 0,0016 a = 0,5
sigtm = -0,03 MPa A = 0,44 B = 0,69
k = 2,71 phi = 27,43 deg coh = 0,58 MPa
sigcm = 1,92 MPa E = 2601,5 MPa

Tangent: signt = 15,97 MPa phit = 17,40 deg coht = 2,24 MPa

Design values :
φ(Deg)= 27
c(MPa)= 0,200

Undisturbed
φ(Deg)= 27
c(MPa)= 0,585
σ_{ur} (MPa)= 7,71

Disturbed
φ(Deg)= 21
c(MPa)= 0,088
σ_{ur} (MPa)= 0,92



Σχήμα Β.2 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Γ) στο όρυγμα D67.

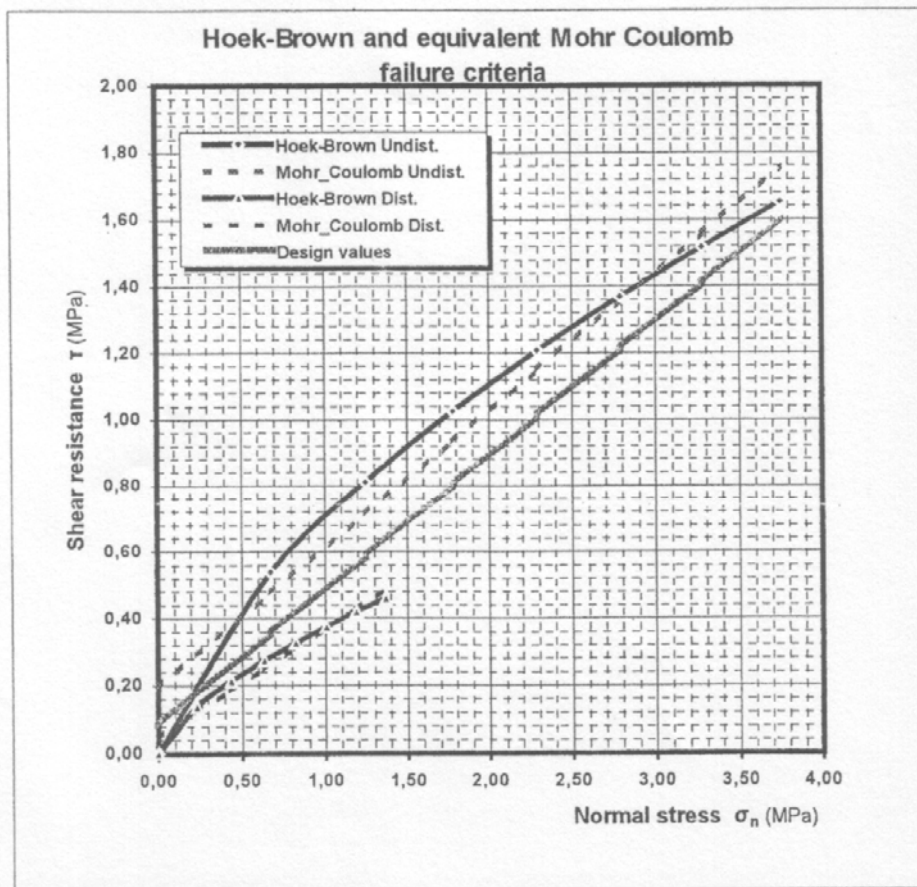
ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος

cf= 1

Input:	sigci = 10,0 MPa	mi = 8	GSI = 24
	sigci _(dist.) = 4		GSI _(dist.) = 12
Output:	mb = 0,53	s = 0,0000	a = 0,53
	sigtm = 0,00 MPa	A = 0,37	B = 0,75
	k = 2,24	phi = 22,55 deg	coh = 0,20 MPa
	sigcm = 0,59 MPa	E = 707,9 MPa	
Tangent:			
	signt = 15,97 MPa	phit = 13,80 deg	coht = 1,30 MPa

Design values :	Undisturbed	Disturbed
φ(Deg)= 22	φ(Deg)= 23	φ(Deg)= 18
c(MPa)= 0,085	c(MPa)= 0,197	c(MPa)= 0,049
	σ _{ult} (MPa)= 2,65	σ _{ult} (MPa)= 0,83



Σχήμα Β.3 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) στην Άνω Διάβαση του κλάδου Λ-Μ (Τεχνικό Τ7).

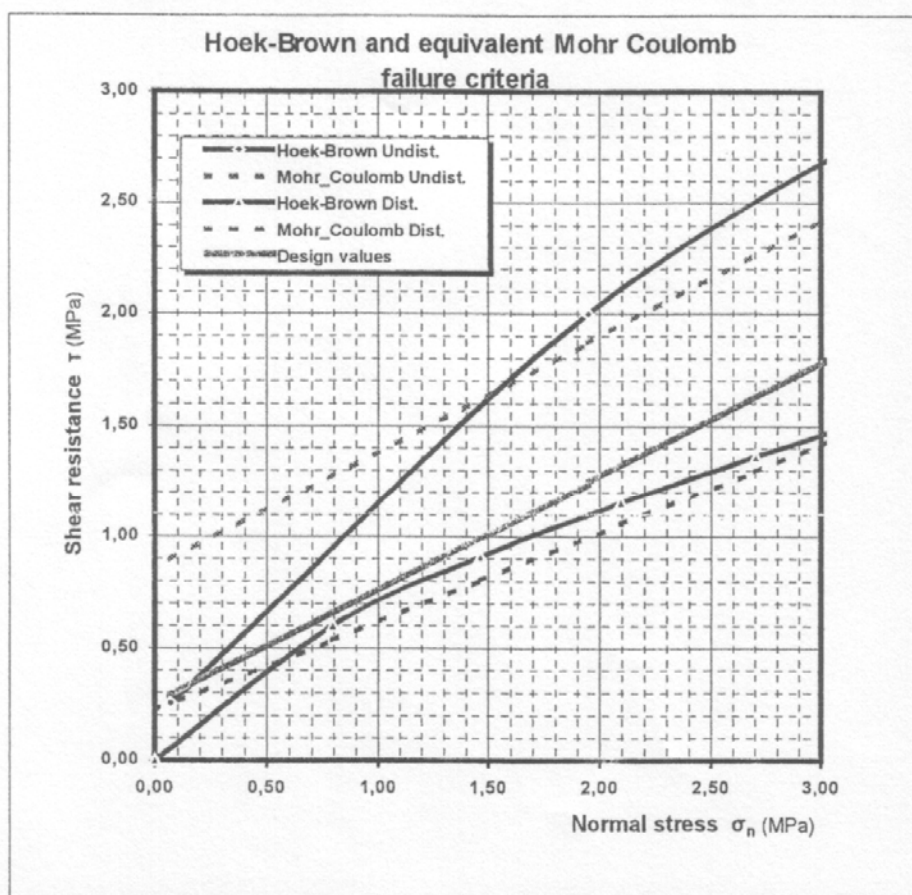
ESTIMATE OF HOEK-BROWN AND MOHR-COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος

cf= 1

Input:	sigci = 25,0 MPa	mi = 8	GSI = 42
	sigci _(dist) = 12		GSI _(dist) = 22
Output:	mb = 1,01	s = 0,0016	a = 0,5
	sigtm = -0,04 MPa	A = 0,44	B = 0,69
	k = 2,71	phi = 27,43 deg	coh = 0,86 MPa
	sigcm = 2,83 MPa	E = 3154,8 MPa	
Tangent:			
	signt = 15,97 MPa	phit = 19,44 deg	coht = 2,53 MPa

Design values :	Undisturbed	Disturbed
$\phi(\text{Deg}) = 27$	$\phi(\text{Deg}) = 27$	$\phi(\text{Deg}) = 22$
$c(\text{MPa}) = 0,250$	$c(\text{MPa}) = 0,860$	$c(\text{MPa}) = 0,220$
	$\sigma_{ult}(\text{MPa}) = 12,21$	$\sigma_{ult}(\text{MPa}) = 3,16$



Σχήμα Β.4 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Γ) στην Άνω Διάβαση του κλάδου Λ-Μ (Τεχνικό Τ7).

ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος

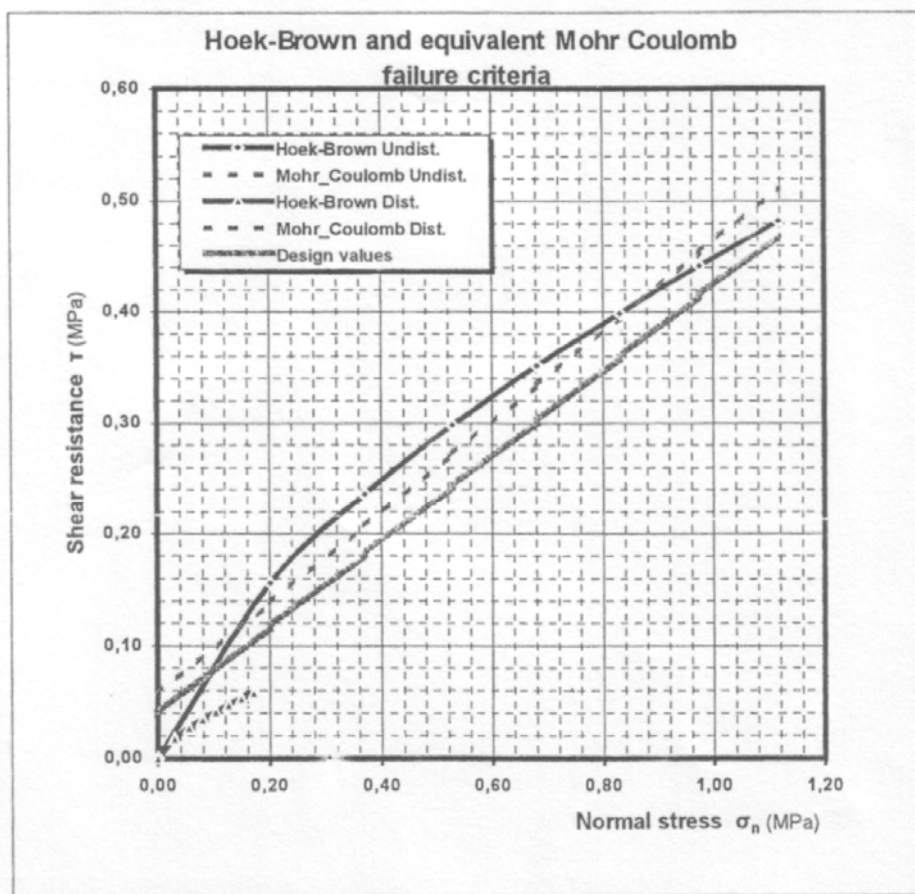
cf= 1

Input:	sigci = 3,0 MPa	mi = 8	GSI = 23
	sigci _(dist.) = 0,5		GSI _(dist.) = 12
Output:	mb = 0,51	s = 0,0000	a = 0,535
	sigtm = 0,00 MPa	A = 0,36	B = 0,75
	k = 2,21	phi = 22,15 deg	coh = 0,06 MPa
	sigcm = 0,17 MPa	E = 366,1 MPa	
Tangent:	signt = 15,97 MPa	phit = 10,14 deg	coht = 0,94 MPa

Design values :
φ(Deg)= 21
c(MPa)= 0,040

Undisturbed
φ(Deg)= 22
c(MPa)= 0,057
σ _{ult} (MPa)= 0,72

Disturbed
φ(Deg)= 18
c(MPa)= 0,006
σ _{ult} (MPa)= 0,14



Σχήμα Β.5 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) στην Κάτω Διάβαση του κλάδου Ν-Ξ (Τεχνικό Τ6).

ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

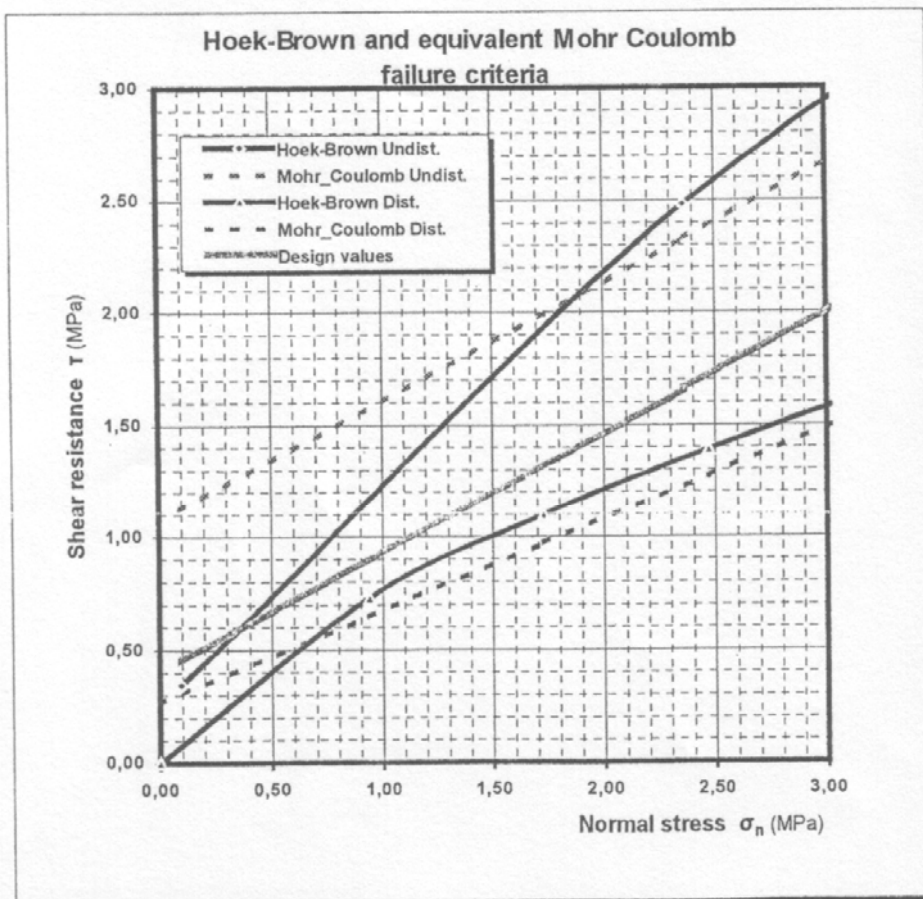
Σχηματισμός: Πρασινγενεύσιος

cf= 1

Input:	sigci = 30,0 MPa	mi = 8	GSI = 44
	sigci _(dist.) = 14		GSI _(dist.) = 23
Output:	mb = 1,08	s = 0,0020	a = 0,5
	sigtm = -0,05 MPa	A = 0,46	B = 0,69
	k = 2,76	phi = 27,93 deg	coh = 1,07 MPa
	sigcm = 3,57 MPa	E = 3877,6 MPa	

Tangent:	signt = 15,97 MPa	phit = 20,94 deg	coht = 2,75 MPa
----------	-------------------	------------------	-----------------

Design values :	Undisturbed	Disturbed
φ(Deg)= 28	φ(Deg)= 28	φ(Deg)= 22
c(MPa)= 0,400	c(MPa)= 1,075	c(MPa)= 0,266
	σ _{ult} (MPa)= 15,07	σ _{ult} (MPa)= 3,50



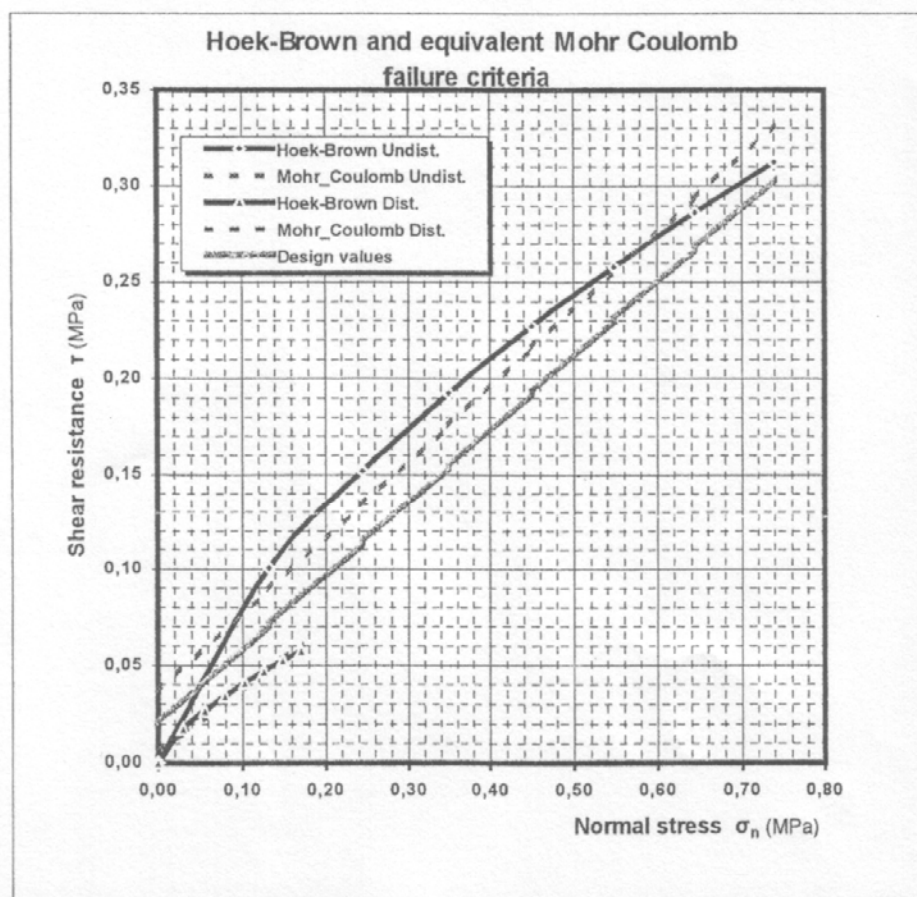
Σχήμα Β.6 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Γ) στην Κάτω Διάβαση του κλάδου Ν-Ξ (Τεχνικό Τ6).

ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος $cf = 1$

Input:	sigci = 2,0 MPa	mi = 8	GSI = 22
	sigci _(dist.) = 0,5		GSI _(dist.) = 12
Output:	mb = 0,49	s = 0,0000	a = 0,54
	sigtm = 0,00 MPa	A = 0,35	B = 0,75
	k = 2,18	phi = 21,75 deg	coh = 0,04 MPa
	sigcm = 0,11 MPa	E = 282,2 MPa	
Tangent:	signt = 15,97 MPa	phit = 9,06 deg	coht = 0,83 MPa

Design values :	Undisturbed	Disturbed
$\phi(\text{Deg}) = 21$	$\phi(\text{Deg}) = 22$	$\phi(\text{Deg}) = 18$
$c(\text{MPa}) = 0,020$	$c(\text{MPa}) = 0,037$	$c(\text{MPa}) = 0,006$
	$\sigma_{ult}(\text{MPa}) = 0,99$	$\sigma_{ult}(\text{MPa}) = 0,52$



Σχήμα Β.7 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) στο Τεχνικό Γεφύρωσης της Περιφερειακής Τάφρου (Τ11, Τ12, Τ13).

ESTIMATE OF HOEK - BROWN AND MOHR - COULOMB PARAMETERS

Σχηματισμός: Πρασινογενέσιος

cf= 1

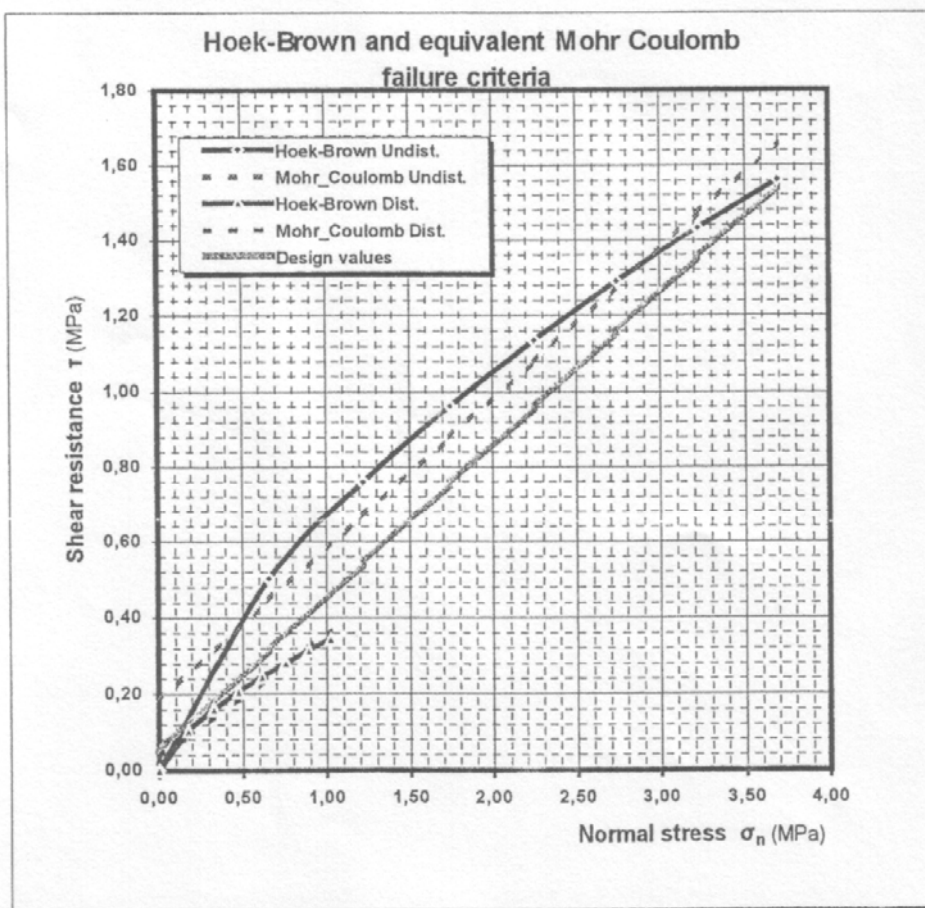
Input:	sigci = 10,0 MPa	mi = 8	GSI = 22
	sigci _(dist.) = 3		GSI _(dist.) = 12
Output:	mb = 0,49	s = 0,0000	a = 0,54
	sigtm = 0,00 MPa	A = 0,35	B = 0,76
	k = 2,18	phi = 21,75 deg	coh = 0,18 MPa
	sigcm = 0,54 MPa	E = 631,0 MPa	

Tangent:	signt = 15,97 MPa	phit = 13,38 deg	coht = 1,23 MPa
----------	-------------------	------------------	-----------------

Design values :
φ(Deg)= 22
c(MPa)= 0,050

Undisturbed
φ(Deg)= 22
c(MPa)= 0,183
σ _{ult} (MPa)= 2,05

Disturbed
φ(Deg)= 18
c(MPa)= 0,037
σ _{ult} (MPa)= 0,41



Σχήμα Β.8 Προσδιορισμός παραμέτρων διατμητικής αντοχής της βραχομάζας του κερματισμένου και αποσαθρωμένου πρασινοσχιστόλιθου (στρώση Β) στην Επέκταση Τεχνικού Γεφύρωσης Ρέματος (Τ8, Τ9, Τ10).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Εγνατία ΑΕ και Γεωστατική ΕΠΕ

Afrouz, A. (1992). Rock Mass Classification Systems and Modes of Ground Failure,
CRC Press, inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, Florida.

Barton, N. (1976). Recent experiences with the Q-system of tunnel support design.

Barton, N. (1983). Application of Q-system and index tests to estimate shear strength and deformability of rock masses.

Barton, N.R., Lien, R. & Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support.

Barton, N.R., Lien, R. & Lunde, J. (1974). Analysis of Rock Mass Quality and Support Practice in Tunneling.

Barton, N.R., Loset, F., Lien, R. & Lunde, J. (1980). Application of the Q-system in design decisions concerning dimensions and appropriate support for underground installations.

Bieniawski, Z.T. (1973). Engineering classification of jointed rock masses.

Bieniawski, Z.T. (1974). Geomechanics classification of rock masses and its application in tunnelling.

Bieniawski, Z.T. (1976). Rock mass classification in rock engineering.

Bieniawski, Z.T. (1989). Engineering rock mass classifications.

Chatziangelou M., Christaras B., Dimopoulos G., Soulios G., Kiliass A. (2001). Support of unstable wedges along the Platamon railway tunnel under construction, in northern Greece.

Christaras, B., Chatziangelou, M., Malliaroudakis, Em. & Merkos, S. (2002). Support Capacity of wedges and RMR classification along the Asprovalta tunnel

Deere, D.U. & Deere, D.W. (1988). The rock quality designation (RQD) index in practice.

Grimstad, E. & Barton, N. (1993). Updating the Q-system for NMT.

Hoek, E. (1994). Strength of rock and rock masses

Hoek, E. & Brown, E.T. (1980). Underground excavations in rock.

Hoek, E., Marinos, P., Benissi, M. (1998). Applicability of the geological strength index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses.

ISRM - Commission on Classification of Rocks and Rock Masses (1981).

Κούκης , Γ . και Σαμπατακάκης , Ν . (2002)

Μαρίνος , Π . (1979). Γεωτεχνική ταξινόμηση βραχομάζας και υποστήριξη σηράγγων

Moreno Tallon, E . (1982).

Palmstrom, A. (1982). The volumetric joint count – a useful and simple measure of the degree of rock jointing.

Pells, P. (1975). Discussion the paper “Engineering Classification of Rock Masses”

Priest, S.D. & Hudson, J.A. (1976). Discontinuity spacings in rock.

Szenchy, K. (1973). The Art of tunnelling.

Ιντερνετ