



---

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων»

---

## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ»**

Της μεταπτυχιακής Φοιτήτριας

Ευαγγελίας Αποστόλου

Επιβλέπων

Γ. Τσιαμπάος

Καθηγητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

---

Αθήνα, 2010

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>6</b>
1.1 Γενικά .....	6
1.2 Αντικείμενο – Σκοπός.....	6
1.3 Θέση και στοιχεία έργου .....	7
<b>2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΓΟΥ</b> .....	<b>8</b>
<b>3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ –ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ</b> .....	<b>11</b>
3.1 Γεωτεχνικές έρευνες στην περιοχή της σήραγγας.....	11
3.2 Γεωλογικά - Λιθολογικά στοιχεία του υπογείου τμήματος.....	12
3.3 Τεκτονική – Μικροτεκτονική της περιοχής της σήραγγας Καλυδώνας.....	21
3.3.1 Γενικά .....	21
3.3.2 Μικροτεκτονική .....	23
3.4 Υδρογεωλογία της περιοχής της σήραγγας Καλυδώνας .....	26
<b>4. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ</b> .....	<b>31</b>
4.1 Γενικά .....	31
4.2 Γεωερευνητικές εργασίες .....	31
4.3 Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση .....	31
4.3.1 Μεθοδολογία διαχωρισμού τεχνικογεωλογικών ενότητων και καθορισμός των γεωτεχνικών τους παραμέτρων .....	32
4.3.2 Τεχνικογεωλογικές ενότητες .....	37
4.3.3 Τεχνικογεωλογικές ενότητες – κατηγορίες συμπεριφοράς της βραχώμαζας .....	44
<b>5. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΜΙΩΝ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ</b> .....	<b>53</b>
5.1 Γενικά .....	53
5.2 Ανάλυση ευστάθειας πρανών .....	53
<b>6. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ</b> .....	<b>71</b>

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

6.1 Γενικά .....	71
6.2 Κατηγορίες μέτρων προσωρινής υποστήριξης.....	71
6.3 Υλικά Κατασκευής και Μηχανικές Ιδιότητες .....	75
6.3.1 Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα .....	75
6.3.2 Ηλώσεις βράχου .....	75
6.3.3 Πλαίσια .....	76
6.3.4 Ράβδοι προπορείας .....	77
<b>7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ..</b>	<b>78</b>
7.1 Γενικά .....	78
7.2 Κατηγορίες βραχόμαζας – Μέτρα υποστήριξης. Προβλεψη - Εφαρμογή .....	78
7.3 Συμπεράσματα – Σχολιασμός .....	89
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>91</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Μητρώα Γεωτρήσεων, Φωτογραφίες Γεωτρήσεων**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Συνοπτικοί Πίνακες Παρουσίασης Εργαστηριακών Δοκιμών**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Διαγράμματα Επί τόπου και Εργαστηριακών Δοκιμών – Υψόμετρο**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Υπολογιστικά Φύλλα Εκτίμησης Μηχανικών Χαρακτηριστικών Roclab**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Τυπικές Διατομές Κατηγοριών Υποστήριξης**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Αντιπροσωπευτικές Γεωλογικές Χαρτογραφήσεις Μετώπων**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κύριο Γ. Τσιαμπάο, Καθηγητή Ε.Μ.Π. (επιβλέπων καθηγητής) για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, καθώς και καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Στειακάκη Χρυσάνθο Γεωτεχνικό μηχανικό για την βοήθειά του.

Ευχαριστώ επίσης την ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΩΝ Ε.Π.Ε. - ΙΣΤΡΙΑ για την παροχή των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, καθώς επίσης ιδιαίτερος τον κύριο Σπύρο Πατέρα για την υποστήριξή του. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τις κατασκευάστριες εταιρείες ΤΕΡΝΑ και FERROVIAL για τη διάθεση των πληροφοριών που αφορούν στην κατασκευή της σήραγγας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγό μου για την υπομονή και την κατανόησή του καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**Σήραγγα Καλυδώνας Ιόνιας Οδού-  
Σύγκριση Γεωλογικών και  
Γεωτεχνικών στοιχείων Μελέτης  
και Κατασκευής**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:**

**Αποστόλου Ευαγγελία**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**

**Γ. Τσιαμπάος, Καθηγητής, Σχολή  
Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.**

**ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:**

**2009-2010**

### **Περίληψη**

Η παρούσα διπλωματική εργασία, εκπονήθηκε με σκοπό τη σύγκριση των γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών που προέκυψαν από τις γεωτεχνικές έρευνες κατά μήκος της σήραγγας τη Καλυδώνας της Ιόνιας Οδού, με τις συνθήκες που συναντήθηκαν κατά τη διάνοιξη της σήραγγας. Επίσης έγινε προσπάθεια με βάση τα τεκτονικά διαγράμματα να προσδιορισθεί ο κίνδυνος κινηματικών αστοχιών κατά τη διαμόρφωση των στομίων των σηράγγων και να συγκριθεί με την εικόνα των στομίων που προέκυψε κατά την εκσκαφή τους.

Αρχικά περιγράφονται οι γεωλογικές – τεκτονικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής του έργου, ενώ στη συνέχεια δίνονται οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της σήραγγας της Καλυδώνας. Στη συνέχεια προσδιορίζεται η ευστάθεια των πρανών των στομίων με βάση τα τεκτονικά διαγράμματα, ενώ αναφέρονται τα προτεινόμενα μέτρα προσωρινής υποστήριξης.

Τέλος δίνονται τα τεχνικογεωλογικά στοιχεία που προέκυψαν από τη διάνοιξη με βάση τις επί τόπου παρατηρήσεις, καθώς και η καταγραφή των μέτρων υποστήριξης που εφαρμόστηκαν. Καταλήγοντας γίνεται μια σύγκριση των προβλεπόμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών και των μέτρων υποστήριξης με τις συνθήκες που συναντήθηκαν και τα μέτρα και τα τμήματα που αυτά εφαρμόστηκαν.

<b>POST GRADUATE THESIS:</b>	<b>Kalydona Tunnel Ionia Odos - Comparison of geological and geotechnical data of Design and Construction</b>
<b>STUDENT:</b>	<b>Apostolou Evangelia</b>
<b>SUPERVISOR:</b>	<b>G. Tsiambaos, Professor, Department of Civel Engineering, National Technical Universtity of Athens</b>
<b>ACADEMIC YEAR:</b>	<b>2009-2010</b>

The purpose of the present thesis, is to compare the geological and geotechnical estimations derived from the geotechnical investigations along the Kalydona tunnel of Ionia Odos and the conditions that were encountered during the excavation of the tunnel. In addition an effort has been made to define the possible kinematic failures of the portal slopes according to the tectonic diagrams and then to compare them with the actual state presented during the excavation.

Initially the geological – tectonic and hydrogeological conditions of the wider area are described and afterwards the geotechnical conditions along Kalydona tunnel are presented. Then is defined the stability of the portal slopes according to the tectonic diagrams and also the proposed primary support measures are mentioned.

In the end the ‘as built’ geotechnical data resulted from the ‘in situ’ observations and also the applied primary support measures are provided. Finally the predicted geotechnical conditions are compared with the actual ones encountered and also the predicted primary support measures are compared with the ones applied.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Η ανάγκη κατασκευής ενός σύγχρονου αυτοκινητοδρόμου στη Δυτική Ελλάδα, οδήγησε στο σχέδιασμό της Ιόνιας Οδού, η οποία εκτείνεται από την Καλαμάτα έως την Κακαβιά με γενική διεύθυνση Β – Ν και περιλαμβάνει τις πόλεις: Καλαμάτα - Πύργος - Πάτρα - Ρίο - Αντίρριο - Αμφιλοχία - Αρτα - Ιωάννινα – Κακαβιά. Η Ιόνια Οδός, η οποία ονομάζεται και Δυτικός Άξονας βρίσκεται στην παρούσα φάση υπό μελέτη και κατασκευή, ενώ ορισμένα τμήματά της έχουν ολοκληρωθεί και δοθεί στην κυκλοφορία (π.χ. Παράκαμψη Αγρινίου, Ζεύξη Ρίου – Αντιρρίου). Ο Δυτικός Άξονας έχει χαρακτηριστικά τετράιχνου κλειστού αυτοκινητοδρόμου ταχείας κυκλοφορίας, με δύο λωρίδες κυκλοφορίας και μία λωρίδα εκτάκτου ανάγκης (ΛΕΑ), με διαχωριστική νησίδα.

Η χάραξη της Ιόνιας Οδού, βασίστηκε στις ανάγκες ταχείας μεταφοράς λαμβάνοντας υπ' όψη το μορφολογικό ανάγλυφο, τους περιβαλλοντικούς, χωροταξικούς (όρια απαλλοτριώσεως) και αρχαιολογικούς περιορισμούς, με αποτέλεσμα η μελέτη και κατασκευή σήραγγων να είναι αναπόφευκτη σε ορισμένες περιοχές. Στα πλαίσια της Ιόνιας Οδού περιλαμβάνεται και η σήραγγα της Καλυδώνας.

### 1.2 Αντικείμενο – Σκοπός

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας, είναι η σύνθεση όλων των διαθέσιμων στοιχείων (ερευνητικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές, υφιστάμενες μελέτες), με σκοπό την εκπόνηση της μηκοτομής πρόβλεψης κατά μήκος της σήραγγας της Καλυδώνας και τη σύγκρισή της με τη μηκοτομή as built, που προέκυψε από την παρακολούθηση και καταγραφή στοιχείων κατά τη διάρκεια της διάνοιξης της σήραγγας.

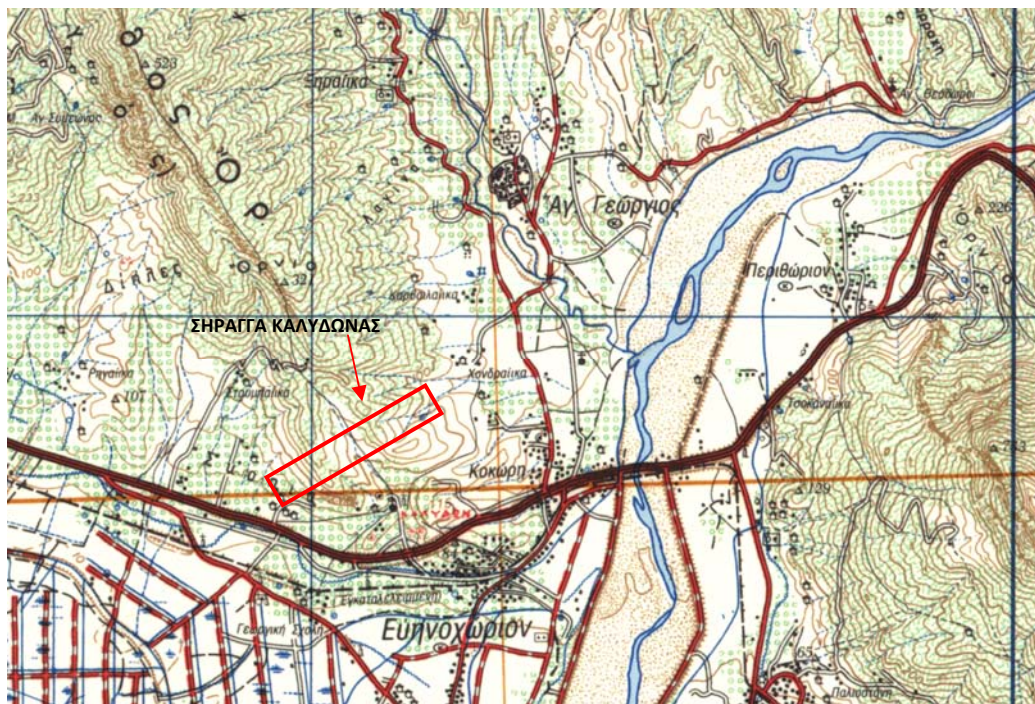
Επίσης επιχειρείται ένας σχολιασμός της επάρκειας των προτεινόμενων μέτρων προσωρινής υποστήριξης, λαμβάνοντας υπ' όψη τις πραγματικές συνθήκες διάνοιξης και υποστήριξης της σήραγγας της Καλυδώνας.

Τέλος πραγματοποιούνται αναλύσεις ευστάθειας των πρανών των στομιών της σήραγγας και προτείνονται μέτρα προστασίας αυτών.

### 1.3 Θέση και στοιχεία έργου

Το τεχνικό έργο της Σήραγγας Καλυδώνας με γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Αιτωλοακαρνανίας και ειδικότερα βόρεια του Ευηνοχωρίου, και σε απόσταση περί τα 8Km βορειοανατολικά του Μεσολογγίου.

Η ευρύτερη περιοχή του έργου παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα 1.1



**Εικ. 1.1:** Απόσπασμα τοπογραφικού χάρτη ΓΥΣ (ΦΥΛΛΟ ΕΥΗΝΟΧΩΡΙ), κλίμακας 1:50.000

Στην περιοχή από Χ.Θ. 24+037 έως Χ.Θ. 25+255, η δίδυμη σήραग्γα Καλυδώνα προτείνεται να κατασκευαστεί με μήκος δεξιού κλάδου περίπου 1.168m, αριστερού κλάδου περίπου 1.178m και μέγιστο ύψος υπερκειμένων μέχρι 100 m.

Η διατομή της σήραγγας είναι πεταλοειδής με εσωτερική ακτίνα 5,5 m και μέγιστο πλάτος 10,42 m. Το οδόστρωμα έχει δύο λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 3,75 m και 3,5 m, και λωρίδες καθοδήγησης και στις δύο πλευρές πλάτους 0,5 m, και πεζοδρόμια πλάτους 1 m και στις δύο πλευρές.



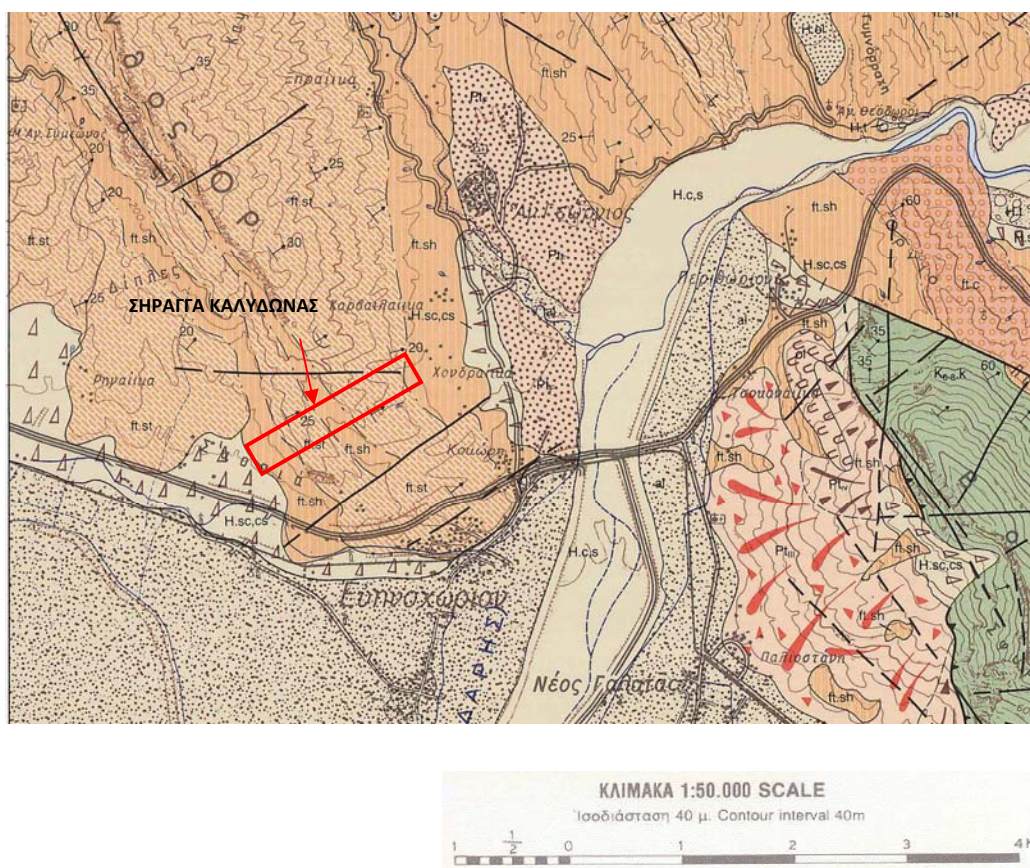
## **2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΓΟΥ**

Η περιοχή από την οποία διέρχεται η Σήραγγα της Καλυδώνας χαρακτηρίζεται από έντονο λοφώδες μορφολογικό ανάγλυφο, το οποίο καλύπτεται από αραιή (έως πυκνή κατά τόπους) θαμνώδη βλάστηση και εντοπίζεται στις νότιες απολήξεις του όρους Αράκυνθος. Τα απόλυτα υψόμετρα στην περιοχή της χάραξης κυμαίνονται από +50 έως +180 περίπου.

Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται από βαθείς ευθύγραμμους χειμάρρους, με νότια - νοτιοανατολική διεύθυνσης ροής, με κυριότερο αυτόν που τέμνει τη χάραξη στο κεντρικό τμήμα περίπου της σήραγγας, ενώ παρατηρείται και εκδήλωση πηγαίων μικροαναβλύσεων στα σημεία εκείνα που το επιτρέπει η λιθοστρωματογραφία και η τεκτονική της περιοχής.

Οι κοίτες των ρεμάτων έχουν σχηματιστεί υπό μορφή V, δείγμα της σε βάθος διάβρωσης των σχηματισμών. Η έντονη διάβρωση που πραγματοποιείται από τους χειμάρρους στην περιοχή υποδηλώνεται και από τις μικρού έως μηδενικού πάχους αποθέσεις κοίτης, που συναντώνται στα μεγαλύτερα ρέματα.

Η ευρύτερη περιοχή του έργου δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς που ανήκουν στο αλπικό υπόβαθρο της Ιόνιας γεωτεκτονικής ενότητας και από μεταλπικούς σχηματισμούς που υπέρκεινται ασύμφωνα.



Εικ. 2.1: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη ΙΓΜΕ (ΦΥΛΛΟ ΕΥΗΝΟΧΩΡΙ), κλίμακας 1:50.000

Αναλυτικότερα, η λιθοστρωματογραφική στήλη της ευρύτερης περιοχής του έργου, από τους νεότερους προς τους παλαιότερους σχηματισμούς έχει ως εξής:

### Ολόκαινο

- Υλικά ελουβιακού μανδύα (el): σύγχρονες αποθέσεις αποτελούμενες από λεπτομερή έως αδρομερή μη συγκολλημένα προϊόντα αποσάθρωσης των υποκείμενων φλυσχικών σχηματισμών.
- Φλυσχικά πλευρικά κορήματα (H.sc): αποτελούμενα από ασύνδετα ψαμμιτικά τεμάχη μέσα σε αργιλοαμμώδη έως αργιλοιλυώδη κύρια μάζα, τα οποία αναπτύσσονται στις επικλινείς περιοχές των λόφων όπου το υπόβαθρο είναι φλυσχικό, και στις εξόδους των χειμάρρων.

Πλειόκαινο – Πλειστόκαινο

- Ποταμοχερσαίες, λιμναίες και ρηχής θάλασσας αποθέσεις (Pt/PtM): αποτελούμενες από ψαμμιτικά κροκαλοπαγή με συνεκτικά και λεπτομερή καστανόχρωμα υλικά, που αναπτύσσονται κοντά στο φλυσικό υπόβαθρο και το πάχος τους δεν ξεπερνά τα 4m. Σε περιορισμένης έκτασης εμφανίσεις, παρουσιάζονται εναλλαγές κροκαλοπαγών/ψηφιδοπαγών και αμμούχων πηλών ή αργίλων καστανοκίτρινου-τεφροκίτρινου χρώματος. Συχνά, τα κροκαλοπαγή/ψηφιδοπαγή αποτελούν φακοειδείς ενστρώσεις. Πρόκειται για λιμναίες αποθέσεις που προέρχονται από τη μετάβαση των ποταμοχερσαίων αποθέσεων. Κάτω από τα υλικά αυτά, απαντώνται ενστρώσεις θαλάσσιων (ρηχής θάλασσας) αποθέσεων από υπόλευκες έως κυανές αμμούχες μάργες (PtM) μέγιστου πάχους 50m, μέσα στις οποίες υπάρχουν φακοειδείς εμφανίσεις χαλαρών ασβεστολιθικών κροκαλοπαγών.

Ίονια Γεωτεκτονική Ενότητα

Φλύσχης: Πρόκειται για ένα σύνολο λιθολογικών ενοτήτων με εναλλαγές ψαμμιτικών και ιλυολιθικών στρωμάτων χρώματος καστανού, τεφρού έως και υποπράσινου. Μέσα στον φλύσχη εμφανίζονται ποικίλες ιζηματοδομές καθώς και ιχνοαπολιθώματα. Η ηλικία του είναι Ανώτερο Ηώκαινο – Ολιγόκαινο και το εκτιμώμενο πάχος του είναι πάνω από 2000m.

Ο φλύσχης αποτελείται από τις ακόλουθες λιθοφασικές ενότητες:

fi.st: μεσο-παχυστρωματώδεις, μεσόκοκκοι έως χονδρόκοκοι ψαμμίτες, γκριζου έως γκριζοκάστανου χρώματος (πάχος στρώσεων 40cm έως 100cm).

fi.st1: μεσοστρωματώδεις, λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκκοι ψαμμίτες (πάχος στρώσεων 20cm έως 50cm), γκριζοκάστανου χρώματος, σε εναλλαγές με ιλυολιθικά στρώματα των οποίων το πάχος σπανίως ξεπερνά το πάχος των ψαμμιτικών στρωμάτων με τα οποία εναλλάσσονται.

fi.sl,st: Ιλύολιθοι γκριζου χρώματος σε εναλλαγές με λεπτοστρωματώδεις λεπτόκοκκους ψαμμίτες (πάχος στρώσεων 2cm έως 10cm).

fi.sl2: Ιλύολιθοι γκριζου έως υποπράσινου χρώματος με λεπτές ενστρώσεις λεπτόκοκκων ψαμμιτών (πάχος στρώσεων 2cm έως 10cm).

fi.sl1: Λεπτοστρωματώδεις ιλυόλιθοι γκρίζου έως κυανότεφρου χρώματος.

Στην περιοχή διέλευσης της σήραγγας της Καλυδώρας αναμένονται να συναντηθούν κυρίως οι σχηματισμοί των ψαμμιτών (fi.st), των εναλλαγών των ιλυολίθων και λεπτοστρωματωδών ψαμμιτών (fi.sl,st) και οι σχηματισμοί των ιλυολίθων fi.sl2 και fi.sl1.

### 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ –ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ

#### 3.1 Γεωτεχνικές έρευνες στην περιοχή της σήραγγας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία των γεωτεχνικών ερευνών που εκτελέστηκαν στην προτεινόμενη περιοχή της σήραγγας. Τα στοιχεία των γεωτεχνικών ερευνών παρουσιάζονται λεπτομερώς στο παράρτημα.

**Πίνακας 3.1:** Στοιχεία ερευνών της παρούσας γεωτεχνικής έρευνας

Γεώτρηση	Χ.Θ.	X	Y	Z	Βάθος [m]	Όργανο	Ημερομηνία
BT1-201	24+055	284544	4250755	79	34.10	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	12-16/12/07
BT1-203	24+450	284216	4250539	142	100.50	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	08-24/01/08
BT1-203A	24+591	284058	4250525	140	90.00	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	10-20/02/08
BT1-204	24+670	284029	4250430	119	86.80	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	16-27/01/08
BT1-205	25+000	283742	4250275	158	131.50	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	06/12/07- 14/01/08

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία των ερευνών που διενεργήθηκαν σε προηγούμενες φάσεις.

**Πίνακας 3.2:** Στοιχεία ερευνών προηγούμενων φάσεων

Γεώτρηση	Χ.Θ.	X	Y	Z	Βάθος [m]	Όργανο	Ημερομηνία
ΓΓ10	23+999	284657	4250675	81.6	45.0		13-20/11/02
ΓΓ11	25+390	283478	4250194	56.0	25.0		29/11/02-5/12/02
ΓΓ12	25+440	283351	4250167	45.0	20.0		5-9/12/02

Οι θέσεις των γεωτρήσεων παρουσιάζονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

### 3.2 Γεωλογικά - Λιθολογικά στοιχεία του υπογείου τμήματος

Η γεωλογική δομή που επικρατεί στην περιοχή διέλευσης της σήραγγας της Καλυδώρας είναι προϊόν συνδυασμού των αποτελεσμάτων της γεωλογικής χαρτογράφησης και της γεωτεχνικής έρευνας.

Η σήραγγα της Καλυδώρας, αναμενόταν να διανοιχθεί σε γεωλογικό περιβάλλον όπου οι λιθοφασικές ενότητες του φλύσχη εναλλάσσονται σε ίσα ποσοστά. Γενικά σε αδρές γραμμές η σήραγγα θα διατρήσει σε ποσοστό μήκους 30% την ψαμμιτική φάση, κατά 30% την ιλυολιθική φάση και κατά 40% εναλλαγές ψαμμιτών και ιλυολίθων. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί από πλευράς λιθολογίας, που έχουν διακριθεί είναι:

**Fi.st :** Πρόκειται για στρώμα όπου επικρατούν οι ψαμμίτες, οι οποίοι αναπτύσσονται σε μεγάλο για την κλίμακα των σχεδιαζόμενων έργων πάχος που φτάνει στην περιοχή της εισόδου τα 30m ενώ προς την έξοδο ο ορίζοντας των ψαμμιτών που αναμενόταν να συναντηθεί, όπως διαπιστώθηκε από τις γεωτρήσεις φτάνει σε πάχος τα 90m. Εμφανίζονται μέσο-παχυστρωματώδεις με πάχος στρώσης 0,3 – 1,0m (Φωτ.3.1.). Πολύ συχνά η συνέχεια της λιθολογίας διακόπτεται από λεπτές παρεμβολές στρωμάτων ιλυολίθων ή στρωμάτων εναλλαγών ιλυολίθων και λεπτοστρωματωδών ψαμμιτών, των οποίων το πάχος δεν υπερβαίνει το 1m. Οι

λεπτότερες αυτές στρώσεις ανάμεσα στους ψαμμιτικούς πάγκους, εμφανίζονται συμπιεσμένες, (μείωση του πάχους της στρώσης ή αποσφήνωση), με ίχνη εσωτερικού ερπυσμού, συχνά έντονα διακλασμένες. Το γεγονός αυτό τοπικά δίνει την εντύπωση ασύμφωνης απόθεσης εξαιτίας διαφορών στις μετρούμενες κλίσεις των στρωμάτων. Στην πραγματικότητα όμως, αυτό οφείλεται στην διαφορετική συμπεριφορά των σχηματισμών στα διάφορα εντατικά πεδία που έδρασαν στην περιοχή, εξαιτίας της διαφορετικής τους λιθολογίας. Σε πολλές περιπτώσεις ο ερπυσμός που παρατηρείται στο ασθενέστερο αλλά πλαστικότερο στρώμα των ιλυολίθων, επιφέρει ρωγματώσεις ή και διαρρήξεις στα πιο συμπαγή στρώματα που αδυνατούν να ακολουθήσουν την παραμόρφωση. Οι διαρρήξεις αυτές στις περισσότερες των περιπτώσεων εντάσσονται στον συνιζηματογενή τεκτονισμό αφού όπως παρατηρείται η συνέχειά τους διακόπτεται από την απόθεση των υπερκειμένων.



Ο σχηματισμός των ψαμμιτών στην είσοδο της σήραγγας



Ψαμμίτες ανάντη της εξόδου

**Εικ. 3.1.** Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος *Fi.st*

***Fi.sl,st:*** Πρόκειται για στρώμα όπου οι λιθολογικοί χαρακτήρες των ιλυολίθων και των ψαμμιτών εναλλάσσονται σε στρώσεις πάχους 0,1 – 0,2m. Σπανιότερα εντός του σχηματισμού παρατηρούνται στρώσεις μεγαλύτερου πάχους όπου επικρατεί η μία εκ των δύο φάσεων του φλύσχη στην περιοχή. Επίσης, εντός του στρώματος των «εναλλαγών» παρατηρήθηκαν οι μορφές του συνιζηματογενούς τεκτονισμού που περιγράφηκαν παραπάνω. Στην περίπτωση όμως αυτού του στρώματος είναι σπανιότερες δεδομένου του λεπτοστρωματώδους χαρακτήρα

του ψαμμίτη, που παρακολουθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό την παραμόρφωση των ιλυολιθικών στρώσεων. Το πάχος του στρώματος αυτού αναγνωρίστηκε στο ύπαιθρο αλλά και από τις γεωτρήσεις, να κυμαίνεται από 10 – 20m από την είσοδο έως το κεντρικό τμήμα της σήραγγας ενώ ο ορίζοντας που παρατηρείται στην περιοχή της εξόδου έχει πάχος μεγαλύτερο των 80μ. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος δίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Ο σχηματισμός των εναλλαγών στην είσοδο της σήραγγας (περιοχή γεώτρησης ΓΓ10)



Ο σχηματισμός των εναλλαγών στην Χ.Θ. 24+700

**Εικ. 3.2.** Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος Fi.sl,sl

**Fi.sl2:** Πρόκειται για στρώμα όπου οι λιθολογικοί χαρακτήρες των ιλυολίθων υπερτερούν σαφώς έναντι των ψαμμιτών οι οποίοι αποτελούν αραιές στρώσεις πάχους 0,02 – 0,1m μέσα σε ιλυολιθικό περιβάλλον. Το στρώμα αυτό οριζοντιογραφικά χαρτογραφήθηκε στο κεντρικό τμήμα της σήραγγας και το πάχος του αναγνωρίστηκε στο ύπαιθρο αλλά και από τις γεωτρήσεις, να κυμαίνεται από 50 – 80m από την είσοδο έως το κεντρικό τμήμα της σήραγγας. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος δίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Ο σχηματισμός στην Χ.Θ. 24+600 (περιοχή γεώτρησης ΒΤ1-203Α)

**Εικ. 3.3.** Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος Fi.s12

**Fi.s11:** Πρόκειται για στρώμα όπου συνίσταται από λεπτοστρωματώδεις ίλυολίθους. Οριζοντιογραφικά παρατηρείται περί την Χ.Θ. 24+580 και το πάχος του στρώματος αυτού αναγνωρίστηκε στο ύπαιθρο αλλά και από τις γεωτρήσεις, να κυμαίνεται από 10 – 15m. Κατά την διάνοιξη αναμενόταν να συναντηθεί στο υπόγειο τμήμα μεταξύ των Χ.Θ. 24+100 – Χ.Θ.24+200. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος δίνονται στην παρακάτω εικόνα.



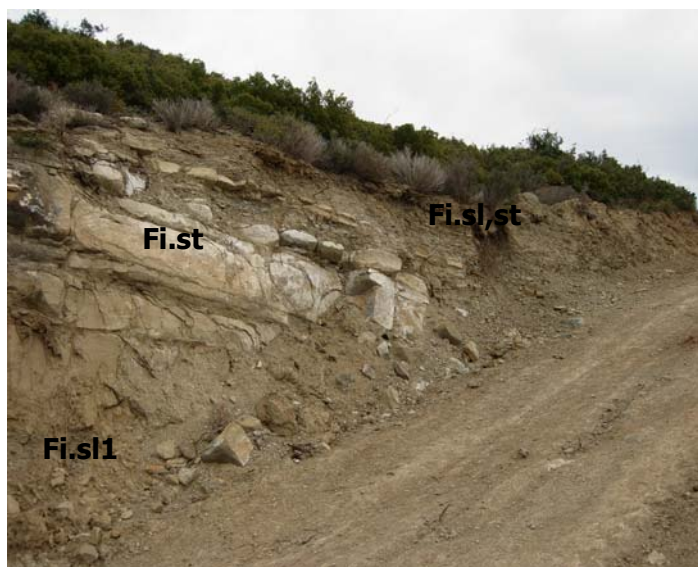
**Εικ. 3.4.** Χαρακτηριστικές εμφανίσεις του στρώματος Fi.s11



Η αλληλουχία των σχηματισμών που περιγράφηκαν παραπάνω και δομούν την περιοχή, είναι η εξής:

Τον σχηματισμό Fi.st που δομεί επιφανειακά την περιοχή από την είσοδο έως την Χ.Θ. 24+500. Το πάχος του φθάνει τα 30m. Πρόκειται για συμπαγείς ψαμμίτες, παχυστρωματώδεις οι οποίοι τουλάχιστον επιφανειακά παρατηρούνται διαμελισμένοι σε ορθογώνια τεμάχια που ορίζονται από τα κάθετα μεταξύ τους επίπεδα της στρώσης και των συστήματων ασυνεχειών. Οι ασυνέχειες είναι κενές ή πληρωμένες μερικώς από αποσαθρωμένο υλικό και ασβεστίτη. Επί του σχηματισμού αυτού παρατηρήθηκαν φαινόμενα συνιζηματογενούς τεκτονισμού στους κατώτερους ορίζοντες όπου έρχονται σε επαφή με τον υποκείμενο σχηματισμό Fi.sl,st. Ο ορίζοντας διατρήθηκε στην γεώτρηση BT1-201 (βάθος 0,0-30,0m) και ΓΓ10 (βάθος 25,0-45,0m) και αναμενόταν να συναντηθεί στην περιοχή της εισόδου έως την Χ.Θ. 24+150. Στην περιοχή αυτή η ποιότητα του σχηματισμού αναμενόταν καλή.

Αμέσως κάτω από αυτούς τους ψαμμίτες ξεκινά η μετάβαση προς τους ιλυολίθους που αντιπροσωπεύεται από έναν ορίζοντα του στρώματος Fi.sl,st, πάχους 10μ που διακόπτεται από έναν «πάγκο» ψαμμιτών πάχους 5μ. Τα στρώματα αυτά παρατηρήθηκαν επιφανειακά να δομούν τα ψηλότερα σημεία του Ανατολικού λόφου που διέρχεται η σήραγγα, ενώ φαίνεται να αποσφηνώνονται κάτω από τους υπερκείμενους ψαμμίτες, σύμφωνα και με τα αποτελέσματα της γεώτρησης BT1-203 (βάθος 0,0-7,0m), η οποία ήταν και η μόνη που τα διέτρησε. Η αλληλουχία αυτής της μετάβασης εμφανίζει επί το πλείστον ψαμμιτικό χαρακτήρα με αραιές λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυολίθων(Φωτ.3.5).



X.Θ. 24+560



Περιοχή γεώτρησης BT1-203

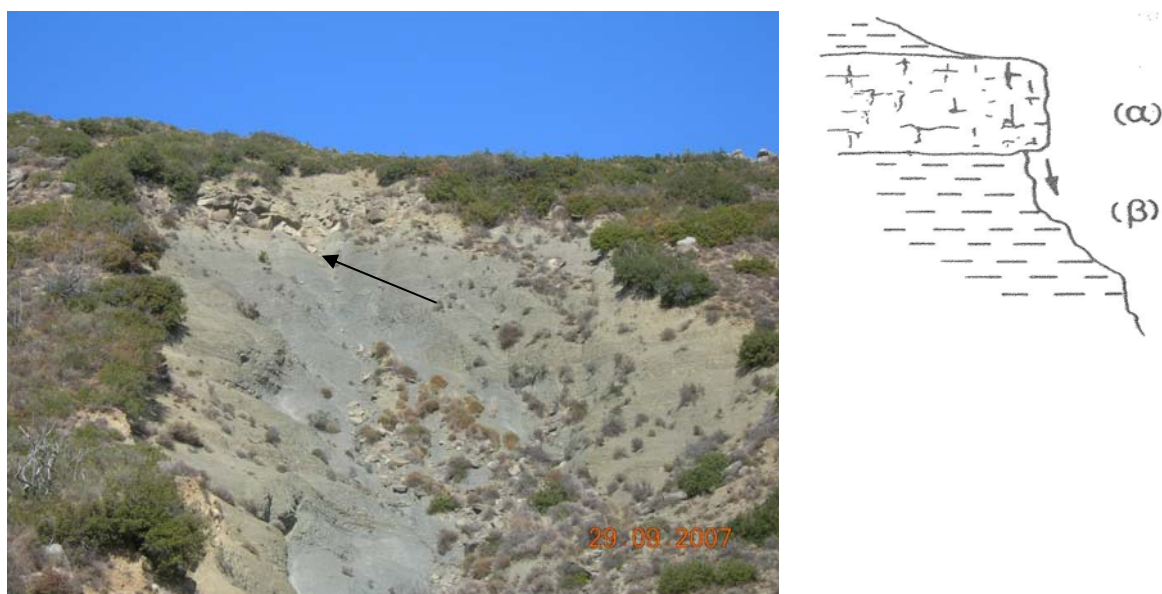
**Εικ. 3.5** Αλληλουχία και απομείωση του πάχους των μεταβατικών οριζόντων

Η παραπάνω ακολουθία των μεταβατικών στρωμάτων δεν αναμενόταν να συναντηθεί στο υπόγειο τμήμα της σήραγγας.

Ο σχηματισμός των ιλυολίθων (fi.sl1) που ακολουθεί εμφανίζεται να δομεί το δυτικό πρηνές του ανατολικού λόφου περί την X.Θ.24+560.

Τοπικά εμφανίζεται σχιστοποιημένος εξαιτίας πιθανότατα του εσωτερικού ερπυσμού και σαν αποτέλεσμα αυτού παρουσιάζει επιφανειακά έντονη αποσάθρωση. Εξαιτίας της αποσάθρωσης αυτής, όπως παρατηρείται σε φυσικά ή τεχνητά πρηνή δημιουργούνται υποσκαφές (βλ. παρακάτω εικόνα 3.6 – στρώμα β) με ενδεχόμενες καταπτώσεις τεμαχών των υπερκείμενων ψαμμιτών (στρώμα α). Ο συγκεκριμένος ορίζοντας συμμετέχει στο περιβάλλον διάνοιξης του υπογείου τμήματος της σήραγγας από την X.Θ. 24+110 – X.Θ. 24+200.

Το πάχος του ορίζοντα εκτιμάται στα 10 - 15m περίπου όπως διαπιστώνεται από την γεώτρηση BT1-203 (βάθος 7,0 – 22,0) ενώ προς την περιοχή της εισόδου διατρήθηκε από την γεώτρηση BT1-201 (βάθος 30,0-34,1).



**Εικ. 3.6** Υποσκαφή ιλυολίθων σε πρανές

Στην συνέχεια συναντάμε έναν ορίζοντα (fi.sl2) μεταβατικό προς αυτών των ψαμμιτών, ο οποίος παρουσιάζει σημαντική εμφάνιση στην περιοχή τόσο επιφανειακά όσο και στις γεωτρήσεις. Το πάχος του κυμαίνεται από 50-80m. Η επιφανειακή παρατήρηση του συγκεκριμένου ορίζοντα, καθώς και η διάτρησή του στις γεωτρήσεις, αποτέλεσε σημαντικό οδηγό για την σύνταξη των μηκοτομών και για την επαλήθευση των τεκτονικών δομών που παρατηρήθηκαν επιφανειακά. Ο σχηματισμός διατρήθηκε από τις γεωτρήσεις BT1-203 (βάθος 22,0-92,0m), BT1-203A (βάθος 0,0-47,0m) και BT1-204 (βάθος 0,0-7,0m).

Ο ορίζοντας αυτός εμφανίζεται στο κυρίως σώμα της σήραγγας στην μηκοτομή και των δύο κλάδων από Χ.Θ.24+200 – Χ.Θ. 24+500.

Κάτω από τον ορίζοντα αυτό συναντάμε τον δεύτερο ορίζοντα του στρώματος Fi,sl-st. Το πάχος του κυμαίνεται από 15-20m και συναντήθηκε στις γεωτρήσεις BT1-203 (βάθος 92,0-100,5m), BT1-203A (βάθος 47,0-62,0m) καθώς και στην γεώτρηση BT1-204 (βάθος 7,0-25,0m). Πρόκειται για λεπτο-μέσοστρωματώδη σχηματισμό με ιλυολιθικό κυρίως χαρακτήρα. Η πιο υγιής μορφή του συναντάται στην γεώτρηση BT1-203A.

Ο σχηματισμός στην περιοχή διάνοιξης των κλάδων αναμενόταν να συναντηθεί από Χ.Θ.24+500 – Χ.Θ. 24+560.

Κάτω από τον ορίζοντα αυτό συναντάμε τον δεύτερο ορίζοντα του στρώματος Fi,st. Το πάχος του κυμαίνεται από 80-90m και συναντήθηκε στις γεωτρήσεις BT1-203A (βάθος 62,0-90,0m), BT1-204 (βάθος 25,0-85,0m) και BT1-205 (βάθος 0,0-57,0m).

Οι γεωμηχανικές του ιδιότητες σε σύγκριση με τους ψαμμίτες του αρχαιολογικού χώρου είναι καλύτερες πάντα σε σχέση με την εμφάνισή του στην περιοχή. Ο ορίζοντας αυτός στην περιοχή διάνοιξης των κλάδων αναμενόταν να συναντηθεί σε ποσοστό επί του μήκους περίπου 30%, από Χ.Θ.24+560 – Χ.Θ. 24+870.



**Εικ. 3.7** Μορφή εμφάνισης ψαμμιτών δεύτερου ορίζοντα

Τέλος σαν κατώτερος καθ' ύψος αναγνωρίστηκε ένας ορίζοντας εναλλαγών ιλυολίθων και ψαμμιτών (Fi,sl-st), ο οποίος χαρτογραφήθηκε επιφανειακά να δομεί την ευρύτερη περιοχή της εξόδου από Χ.Θ.24+870 – Έξοδο.

Ο ορίζοντας αυτός συναντήθηκε στις γεωτρήσεις BT1-205 (βάθος 57,0-131,5m) και ΓΓ11 (βάθος 0,0-25,0m).

Στον ορίζοντα αυτόν επικρατεί το ιλυολιθικό στοιχείο όπου λόγω της υδραυλικής του συμπεριφοράς αποτελεί ένα στεγανό υπόβαθρο για τους ημιπερατούς υπερκείμενους ψαμμίτες, όπως έχει προαναφερθεί εφόσον παρατηρήθηκε ασθενής υδροφορία στην περιοχή.

Πρέπει να τονιστεί ότι η αλληλουχία των σχηματισμών του φλύσχη στην περιοχή και το «πέραςμα» από την μία λιθολογική φάση στην άλλη, δεν γίνεται απότομα. Στρωματογραφικά, από τα παλαιότερα προς τα νεώτερα, μεσολαβούν συνήθως κάποιοι ορίζοντες μετάβασης, των οποίων λιθολογία και η δομή φανερώνει μία φθίνουσα πορεία των ιδιοτήτων των παλαιότερων, με ταυτόχρονη αυξητική πορεία των ιδιοτήτων του νεώτερου. Έτσι κατά την μετάβαση από τον σχηματισμό των ψαμμιτών προς αυτόν των εναλλαγών ιλυολίθων κυρίως και ψαμμιτών, μεσολαβούν κάποια στρώματα λεπτοστρωματώδους ψαμμίτη, τα οποία διακόπτονται από λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυολίθων. Βαθμιαία οι στρώσεις των ιλυολίθων αυξάνονται σε πάχος, έως ότου οι ψαμμίτες εμφανίζονται σε σποραδικές ενδιαστρώσεις πάχους μερικών εκατοστών.

Η ιδιαίτερη αναφορά που γίνεται σε αυτά τα μεταβατικά στρώματα, σκοπό έχει να καθορίσει εκατέρωθεν των επαφών μία ζώνη, η οποία επιφανειακά παρατηρήθηκε σε πάχος 1-2m και η οποία θα συναντηθεί σε μεγάλο βαθμό τόσο κατά την διάνοιξη του υπόγειου τμήματος, όσο και κατά την διαμόρφωση των έργων των στομιών εξόδου κυρίως. Οι γεωμηχανικές ιδιότητες της ζώνης αυτής είναι μειωμένες σε σχέση με αυτές των «καθαρών» στρωμάτων που βρίσκονται σε επαφή. Συνήθως, λαμβάνοντας υπ' όψη τα στοιχεία των γεωτρήσεων, εμφανίζονται περισσότερο ασθενείς, με μείωση του RQD σε ποσοστό έως και 10%, οι διακλάσεις και γενικά οι ασυνέχειες εμφανίζονται διευρυμένες (άνοιγμα >5mm), πληρωμένες με αποσαθρωμένο υλικό. Επιφανειακά όπου παρατηρούνται παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση σαν αποτέλεσμα των χαμηλότερων ιδιοτήτων τους.

Σε ότι αφορά την γεωμετρία των σχηματισμών και την εξάπλωσή τους στον χώρο, η κλίση τους αναγνωρίστηκε από την έξοδο προς την είσοδο Ανατολική με κλίση  $15^{\circ} - 25^{\circ}$ .

Οι παραπάνω αναφερόμενες κλίσεις, είναι αυτές που προτείνονται σαν μέσες για τον σχεδιασμό. Κατά την γεωλογική χαρτογράφηση μετρήθηκαν και αποτυπώνονται στην γεωλογική οριζοντιογραφία και πιο απότομες κλίσεις, οι οποίες οφείλονται στον κυματοειδή χαρακτήρα των στρώσεων συνεπεία συνιζηματογενούς τεκτονισμού, στα στρώματα του φλύσχη, ο οποίος κατά την άποψή μας δεν επηρεάζει τον σχεδιασμό.

Κατά την διάνοιξη της σήραγγας, εξαιτίας των κλίσεων που περιγράφηκαν και από την είσοδο προς την έξοδο τα στρώματα θα συναντηθούν διατομικά (φαινόμενη κλίση ως προς άξονα κάθετο στον άξονα οδοποιίας) να είναι οριζόντια, ενώ μηκοτομικά φαίνονται (φαινόμενη κλίση ως προς τον άξονα οδοποιίας) οι σχηματισμοί κλίνουν προς την είσοδο με κλίση  $10^{\circ} - 15^{\circ}$ .

### 3.3 Τεκτονική – Μικροτεκτονική της περιοχής της σήραγγας Καλυδώνας

#### 3.3.1 Γενικά

Οι σχηματισμοί στην στενή ζώνη της μελετούμενης σήραγγας συνιστούν μία μονοκλινή ακολουθία και εμφανίζονται να βυθίζονται προς ΒΑ.

Σε ότι αφορά τον ρηξιγενή τεκτονισμό, η φύση των φλυσχικών στρωμάτων (ιλυόλιθοι, ψαμμίτες) και η κάλυψη τους με ελουβιακό μανδύα (σε συνδιασμό με την φυτοκάλυψη τμήματος της περιοχής διέλευσης) δεν επιτρέπει, τις περισσότερες φορές, την αναγνώριση των ρηξιγενών επιφανειών στην ύπαιθρο. Μόνο σε τεχνητά πρηνή (τομές δρόμων) η σε φυσικές τομές ποταμών είναι δυνατή η αναγνώριση των ρηξιγενών επιφανειών.

Στην ευρύτερη περιοχή τα ρήγματα αναγνωρίστηκαν με κλίση παρακατακόρυφη ( $65^{\circ} - 80^{\circ}$ ) και όλα κανονικής ολίσθησης.

Στην περιοχή των στομίων εισόδου και συγκεκριμένα στην περιοχή που προβλέπεται να διαμορφωθεί το δεξιό πρηνές του δεξιού κλάδου η αποσφήνωση του σχηματισμού των εναλλαγών που παρατηρούνται ως υπερκείμενοι των ψαμμιτών στον αριστερό κλάδο συνηγορεί στην ύπαρξη ρηξιγενούς ζώνης, που αναπτύσσεται παράλληλα με τον άξονα του ρέματος που καταλήγει εκεί. Από τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης, η μεν φορά μέγιστης κλίσης της επιφάνειας του ρήγματος εκτιμάται προς Ν, το δε άλμα του 10m περίπου.

Το ρήγμα αυτό αναπτύσσεται σε διεύθυνση Α-Δ.

Γεγονός είναι ότι πέραν αυτής της Τεκτονικής γραμμής δεν αναγνωρίστηκε άλλη στην στενή περιοχή της Μελέτης.

Σε κλίμακα μεσοσκοπική έχουν αναγνωριστεί πολλές ρηξιγενείς επιφάνειες (μεταπτώσεις) εντός του φλύσχη, που από την παρούσα μελέτη αντιμετωπίζονται σαν ασυνέχειες. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η πλήρωση με ασβεστίτη. Οι μικρορωγματώσεις αυτές δεν παρουσιάζουν άλμα μεγαλύτερο των 10 εκ., είναι παρακατακόρυφες, έχουν διεύθυνση περίπου Β-Ν και φορά μέγιστης κλίσης γενικά Δυτική.



**Φωτ.3.8** Ασυνέχειες πληρωμένες με ασβεστίτη εντός ψαμμιτών. Διακρίνονται οι μικρές ενδοστρωματικές μεταπτώσεις.

Σε αρχική μας θεώρηση, η μισγάγγεια που βρίσκεται περίπου στην μέση της σήραγγας με διεύθυνση B-N θεωρήθηκε ότι οφείλεται σε δράση ρηγμάτων. Η γεωτεχνική όμως έρευνα που εκτελέστηκε στην περιοχή (γεωτρήσεις BT1-203A, BT1-204 & BT1-205) έδειξε ότι η ακολουθία των σχηματισμών είναι αδιατάρακτη και ότι η δημιουργία της μισγάγγειας στην στενή περιοχή οφείλεται σε διάβρωση των ιλυολιθικών φάσεων του φλύσχη.

Γενικά τα ρήγματα που παρουσιάζονται στην ευρύτερη περιοχή θεωρούνται ανενεργά ρήγματα και δεν αναμενόταν να δημιουργήσουν προβλήματα κατά τη διάνοιξη, παρά μόνο υποβάθμιση του υλικού εκατέρωθεν αυτών σε μικρό μήκος (20m περίπου).

Από τις πραγματοποιηθείσες γεωλογικές εργασίες δεν εντοπίστηκε κάποια ιδιαίτερη ρηξιγενής ζώνη με χαρακτηριστική ενεργότητα στην περιοχή διέλευσης της χάραξης.

Το παραπάνω γεγονός, σχετίζεται με τη φύση του υλικού που αποτελείται από ευδιάβρωτα στρώματα ιλυολίθων και ψαμμιτών που δεν επιτρέπει να διατηρηθούν κατοπτρικές επιφάνειες

στα τυχόν ρήγματα της περιοχής. Η ύπαρξη τέτοιων επιφανειών θα ήταν δυνατή αν είχε συμβεί ενεργοποίηση των ρηγμάτων κατά το πρόσφατο παρελθόν.

### **3.3.2 Μικροτεκτονική**

Για τη μελέτη της τεκτονικής – μικροτεκτονικής δομής στην περιοχή της σήραγγας, πραγματοποιήθηκαν συστηματικές μετρήσεις τεκτονικών ασυνεχειών (πρωτογενών και δευτερογενών), οι οποίες αφορούσαν στα στρωσιγενή επίπεδα (B) και στις διαρρήξεις (J).

Από τη στατική επεξεργασία των μετρήσεων των τεκτονικών ασυνεχειών, η οποία πραγματοποιήθηκε με H/Y, (Dips V.5.01 / Rockscience), προέκυψαν τα αντίστοιχα τεκτονικά διαγράμματα. Στα σχήματα αυτά απεικονίζονται τα κύρια συστήματα των στρωσιγενών επιπέδων (B), και των διαρρήξεων – κατατμήσεων (J), υπό μορφή πόλων και μεγίστων κύκλων των μέσων συστημάτων στο δίκτυο Schmidt.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται συνοπτικά για κάθε θέση τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

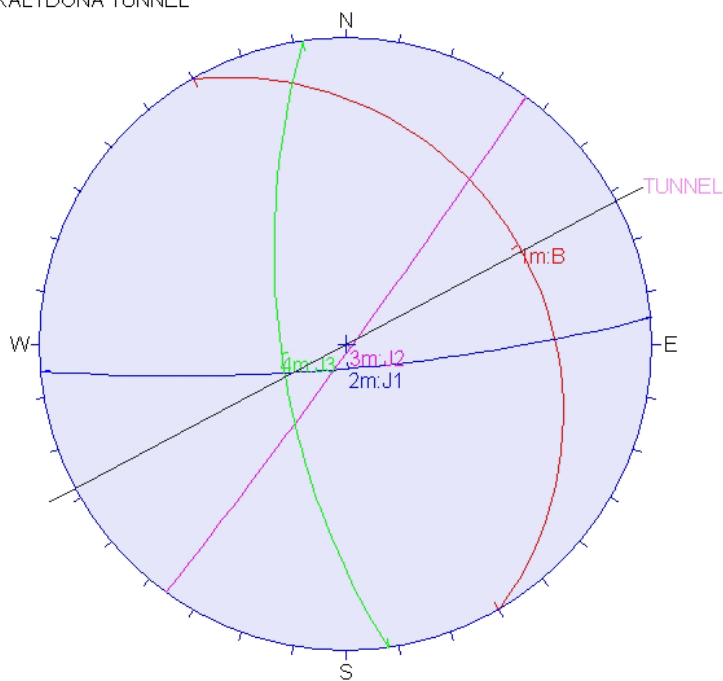
#### **➤ Περιοχή στομίου εισόδου (Τεκτονικό Διάγραμμα ΤΔ-1)**

Οι μετρήσεις ελήφθησαν στον σχηματισμό των ψαμμιτών της Ιόνιας γεωτεκτονικής ενότητας (fi.st) στην περιοχή των στομίων εισόδου περί τη χ.θ. 24+080, η οποία φαίνεται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας. Από τη στατιστική επεξεργασία του συνόλου των μετρήσεων προέκυψαν τέσσερα κύρια συστήματα ασυνεχειών, τα στοιχεία των οποίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

KALYDONA TUNNEL



Orientations		
ID	Dip	Direction
1	m	24 / 060
2	m	81 / 175
3	m	88 / 126
4	m	66 / 262

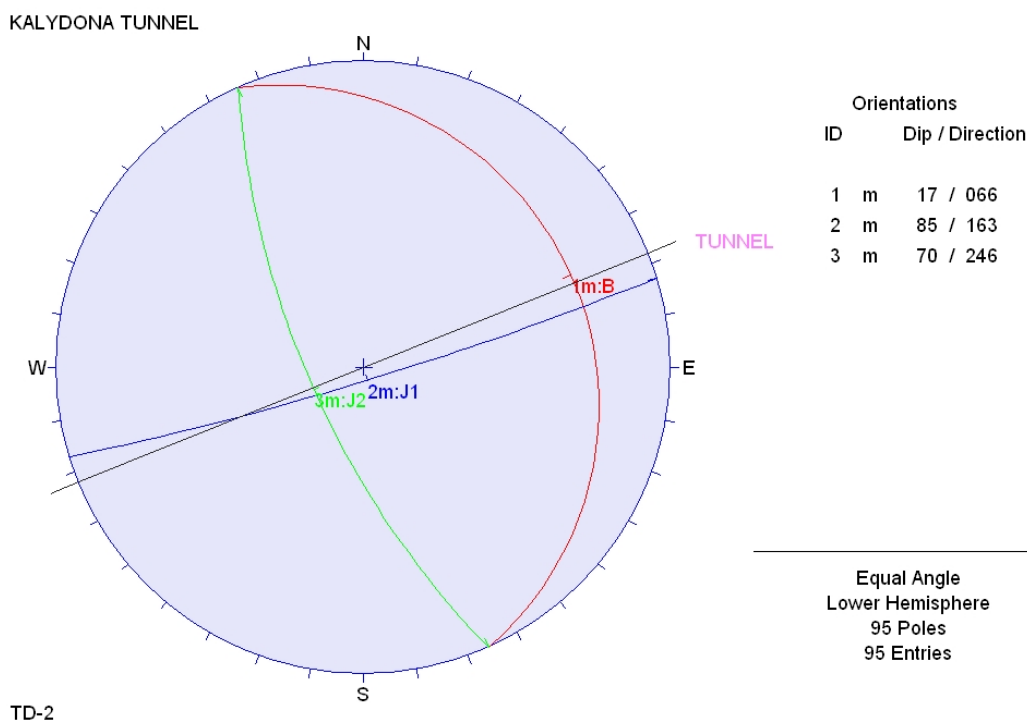
Equal Angle  
Lower Hemisphere  
100 Poles  
100 Entries

TD-1

Σύστημα ασυνεχειών	Μέγιστη κλίση/Διεύθυνση Μέγιστης κλίσης	Μήκος (m)	Συχνότητα (m)	Άνοιγμα (mm)	Υλικό πλήρωσης	Τραχύτητα	Αποσάθρωση
B (Στρώση)	24/ 060	3-10	0.4-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια
J1(διάκλαση)	81/ 175	1-3	0.5-1.0	1-2	Κενές, Ασβεστίτης	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια
J2(διάκλαση)	88/ 126	1-3	0.5-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια
J3(διάκλαση)	66/ 262	1-3	0.5-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια

➤ **Περιοχή ανάντη στομίου εξόδου (Τεκτονικό Διάγραμμα ΤΔ-2)**

Οι μετρήσεις ελήφθησαν στον σχηματισμό των ψαμμιτών της Ιόνιας γεωτεκτονικής ενότητας (fi.st) στην περιοχή ανάντη των στομίων εξόδου περί τη χ.θ. 25+060, η οποία φαίνεται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας. Από τη στατιστική επεξεργασία του συνόλου των μετρήσεων προέκυψαν τρία κύρια συστήματα ασυνεχειών, τα στοιχεία των οποίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:



Σύστημα ασυνεχειών	Μέγιστη κλίση/Διεύθυνση Μέγιστης κλίσης	Μήκος (m)	Συχνότητα (m)	Άνοιγμα (mm)	Υλικό πλήρωσης	Τραχύτητα	Αποσάθρωση
B (Στρώση)	17/ 066	3-10	0.4-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια
J1(διάκλαση)	85/ 163	1-3	0.5-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία-Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια

J2(διάκλαση)	70/ 246	1-3	0.5-1.0	1-2	Κενές, Αποσαθρωμένο υλικό	Ελαφρά τραχεία- Τραχεία	Ελαφρά - Μέτρια
--------------	---------	-----	---------	-----	---------------------------------	-------------------------------	--------------------

Από τα παραπάνω τεκτονικά διαγράμματα, καθώς και τις επιμέρους μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της σήραγγας και παρουσιάζονται στην γεωλογική οριζοντιογραφία, προκύπτει ότι τα στρωσιγενή επίπεδα (B) στον φλύσχη της περιοχής φαίνεται ότι έχουν σταθερή διεύθυνση προσανατολισμού BΒΔ-ΝΝΑ και μέγιστη κλίση Α-ΒΑ/κή. Η κλίση των στρωμάτων είναι της τάξης των 10° έως 25°. Όσον αφορά στις διαρρήξεις (J), προκύπτει ότι αυτές έχουν σταθερές διευθύνσεις προσανατολισμού, κλίση της τάξης των 70°±90°. Οι διευθύνσεις προσανατολισμού των κατατμήσεων - διαρρήξεων (J) είναι ΒΑ- ΝΔ, ΑΒΑ-ΔΝΔ, ΒΔ-ΝΑ, ΒΒΔ-ΝΝΑ με μέγιστες κλίσεις ΝΑ/κές, ΝΔ/κές, ΝΝΑ/κές και ΔΝΔ/κές.

### 3.4 Υδρογεωλογία της περιοχής της σήραγγας Καλυδώνας

Αναφορικά με την υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής της μελέτης, μπορούμε να τους κατατάξουμε στις ακόλουθες κατηγορίες υδροπερατότητας:

- Κατηγορίας περατών σχηματισμών

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα υλικά του ελουβιακού μανδύα και τα φλύσχη πλευρικά κορήματα. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται ή περιλαμβάνουν κροκαλολατύπες, άμμους και τεμάχη με χαλαρή σύνδεση με αποτέλεσμα τη δημιουργία υψηλού πρωτογενούς πορώδους, με διαφοροποίηση τοπικά η οποία εξαρτάται από τη συνεκτικότητά τους και την συμμετοχή αργιλικού υλικού.

- Κατηγορίας ημιπερατών σχηματισμών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις του Πλειστοκαίνου και η ψαμμιτική φάση του φλύσχη. Οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις χαρακτηρίζονται ως ημιπερατοί σχηματισμοί λόγω της παρουσίας διαφορετικής περατότητας στρώσεων, με εναλλαγή και πλευρική μετάβαση κροκαλοπαγών και λεπτομερών υλικών. Η υδροπερατότητα που χαρακτηρίζει τους ψαμμιτικούς σχηματισμούς προκύπτει τόσο λόγω του υψηλού

πρωτογενούς ενεργού πορώδους όσο και ενός σημαντικού δευτερογενούς, που αναπτύσσεται λόγω τεκτονισμού (διακλάσεις, ρήγματα).

▪ Κατηγορίας πρακτικά αδιαπέρατων σχηματισμών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι σχηματισμοί των εναλλαγών ιλυολίθων και ψαμμιτών του φλύσχη (fi.sl<sub>1</sub>,st), των ιλυολίθων με λεπτές ψαμμιτικές ενστρώσεις (fi.sl<sub>2</sub>), και των ιλυολίθων (fi.sl<sub>1</sub>) όταν είναι υγιείς.

Στο σύνολο τους τα στρώματα των ιλυολίθων και ψαμμιτών χαρακτηρίζονται από χαμηλή έως πολύ χαμηλή διαπερατότητα. Οι δοκιμές υδατοπερατότητας που πραγματοποιήθηκαν κατά την εκτέλεση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων πιστοποιούν την ανωτέρω εκτίμηση.

Κατά τη διάρκεια των γεωτεχνικών ερευνών της παρούσας φάσης εκτελέστηκαν δοκιμές περατότητας στις γεωτρήσεις. Πρέπει να σημειωθεί, ότι η περατότητα που μετρήθηκε για κάθε σχηματισμό είναι αυτή της βραχόμαζας.

Οι τιμές διαπερατότητας που υπολογίσθηκαν κατά την διάρκεια των δοκιμών ανά γεωλογικό σχηματισμό που χαρτογραφήθηκε παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Οι τιμές διαπερατότητας από δοκιμές LUGEON για τον σχηματισμό fi.st συνοψίζονται στον Πίνακα 3.3.

**Πίνακας 3.3.** Τιμές διαπερατότητας στρώματος ψαμμίτη k σε (cm/sec) από δοκιμές LUGEON

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K (cm/sec)
BT1-201	16,70-22,10	<b>1,76E-06</b>
	19,45-24,85	<b>1,39E-05</b>
	25,90-30,30	5,94E-06
BT1-203A	66,40-71,40	<b>8,18E-07</b>
	75,70-80,70	<b>7,27E-07</b>

BT1-204	62,00-67,00	1,98E-05
	69,95-74,95	2,84E-06

Η μέση τιμή διαπερατότητας για τον σχηματισμό υπολογίστηκε ίση με  $k=6,54E-06$  cm/sec.

Στο επίπεδο της σήραγγας και μια διάμετρο πάνω από αυτή (τιμές με έντονη γραφή) υπολογίζεται μέση περατότητα  $k=4,30E-06$  cm/sec. ή  $4,30 E-08m/sec$  (Πολύ χαμηλή)..

Οι τιμές διαπερατότητας από δοκιμές LUGEON για τους σχηματισμούς  $f_{i.sl,1st}$  και  $f_{i.sl,2}$ , συνοψίζονται στον 3.4.

**Πίνακας 3.4.** Τιμές διαπερατότητας στρώματος εναλλαγών ιλυολίθων και ψαμμιτών και ιλυολίθων με λεπτές ψαμμιτικές ενστρώσεις,  $k$  σε (cm/sec) από δοκιμές LUGEON

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K (cm/sec)
BT1-203	74,20-79,20	<b>8,42E-06</b>
	82,60-87,60	8,12E-06
BT1-205	102,30-107,30	<b>7,38E-07</b>
	111,55-116,55	9,25E-07

Η μέση τιμή διαπερατότητας για τους σχηματισμούς υπολογίστηκε ίση με  $k=4,55E-06$  cm/sec.

Στο επίπεδο της σήραγγας και μια διάμετρο πάνω από αυτή (τιμές με έντονη γραφή) υπολογίζεται μέση περατότητα  $k=4,58E-06$  cm/sec ή  $4,58 E-08m/sec$  (Πολύ χαμηλή).

Σημειώνεται ότι η ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών βασίζεται στον συντελεστή υδροπερατότητας ( $k$ ), ο οποίος έχει διαστάσεις ταχύτητας (m/sec), υπολογίζεται από τον νόμο του Darcy, και τα όρια του παρουσιάζονται στον παρακάτω **Πίνακα 3.5**:

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (k) (m/sec)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
$10^{-3} \leq k$	Υψηλή
$10^{-5} \leq k < 10^{-3}$	Μέτρια
$10^{-7} \leq k < 10^{-5}$	Χαμηλή
$10^{-9} \leq k < 10^{-7}$	Πολύ χαμηλή
$k < 10^{-9}$	Πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός

Λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα αποτελέσματα των μετρήσεων της στάθμης των νερών στις εκτελεσθείσες γεωτρήσεις, όσο και τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των πετρολογικών τύπων που συναντήθηκαν προκύπτει ότι, αναμενόταν να συναντηθεί υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας μικρής δυναμικότητας κατά τη διάρκεια των εκσκαφών, στο σχηματισμό των ψαμμιτών. Επίσης στο σχηματισμό των λεπτών εναλλαγών ιλυολίθων και ψαμμιτών είναι πιθανή η εκδήλωση υγρασίας ή η εκροή μικρών ποσοτήτων νερού στην επαφή των ψαμμιτικών στρώσεων με τους αδιαπέρατους ιλυόλιθους.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι στάθμες των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν στην περιοχή της σήραγγας και αξιολογούνται στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

**Πίνακας 3.6** Στάθμες υπογείων υδάτων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ (m)	ΒΑΘΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (m)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΓΓ10	81,6	1,10	80,5	15.01.2003
BT1-201	<b>79,0</b>	0,0	79,0	25.02.2008
BT1-203	142,0	4,20	137,8	25.02.2008
BT1-203A	140,0	12,60	127,4	25.02.2008
BT1-204	119,0	4,10	114,9	25.02.2008
BT1-205	158,0	52,20	<b>105,8</b>	25.02.2008

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ (m)	ΒΑΘΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (m)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΓΓ11	56,0	0,0	56,0	15.01.2003
ΓΓ12	45,0	3,80	41,2	15.01.2003

Οι υψηλές στάθμες που μετρήθηκαν στις γεωτρήσεις ΒΤ1-203Α, ΒΤ1-204, ΓΓ11 και ΓΓ12 εκτιμάται ότι αντιστοιχούν σε φρεάτιους υδροφόρους αμελητέας δυναμικότητας που αναπτύσσονται στα αποσαθρωμένα – κερματισμένα ανώτερα τμήματα των πρακτικά αδιαπέρατων ιλυολιθικών σχηματισμών που συνιστούν το υγιές υπόβαθρο.

Οι στάθμες των γεωτρήσεων ΒΤ1-203, ΒΤ1-201 και ΓΓ10 αναφέρονται σε υδροφόρο ορίζοντα - άξονα αποστράγγισης, που αναπτύσσεται στην επαφή των ψαμμιτικών στρώσεων με τους αδιαπέρατους ιλύολιθους. Τα ύδατα του εν λόγω ορίζοντα αναμενόταν να συναντηθούν στην περιοχή της εισόδου και έως την διατομή 1208 όπου οι αδιαπέρατοι ιλύολιθοι διαδέχονται τους ψαμμίτες.

Τέλος η στάθμη της γεώτρησης ΒΤ1-205 αναφέρεται σε αντίστοιχο υδροφόρο ορίζοντα με τον προηγούμενο, εντός των ψαμμιτών του Δυτικού λόφου, τα ύδατα του οποίου αναμενόταν να συναντηθούν κατά την διάνοιξη από την διατομή 1242 έως την διατομή 1245 και στους δύο κλάδους.

Η εκτίμηση του εύρους επηρεασμού των υπογείων υδάτων, έγινε με την παραδοχή ότι η υδραυλική κλίση των υδάτων, θα αντιστοιχεί στην κλίση της επαφής των διακριτών, από πλευράς περατότητας, σχηματισμών.

Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι οι στάθμες των γεωτρήσεων ΒΤ1-203Α, ΒΤ1-204, σχετίζονται με τις εποχιακές αναβλύσεις μικροπηγών στο κεντρικό τμήμα της σήραγγας, των οποίων η μέγιστη παροχή δεν αναμενόταν να ξεπερνά τα 5μ3/ώρα.

Παρόμοια παροχή παρουσιάζει μία επίσης επιφανειακή εκδήλωση υπογείων υδάτων στην περιοχή της εισόδου, και συγκεκριμένα στην αρχή του υπογείου τμήματος, η οποία σχετίζεται με τις στάθμες που παρατηρούνται στις γεωτρήσεις ΒΤ1-203, ΒΤ1-201 και ΓΓ10.

## 4. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 4.1 Γενικά

Η αξιολόγηση των γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών για τη σήραγγα της Καλυδώνας, βασίστηκε στις υπάρχουσες γεωερευνητικές εργασίες, και στις υπάρχουσες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν μέχρι τη σύνταξη της παρούσας διπλωματικής.

### 4.2 Γεωερευνητικές εργασίες

Οι γεωερευνητικές εργασίες διεχρήχθησαν σε δύο φάσεις: 1<sup>η</sup> Φάση Οκτώβριος 2002 – Δεκέμβριος 2002 από την κοινοπραξία ΝΑΜΑ – Κάστωρ ΕΠΕ και 2<sup>η</sup> Φάση Δεκέμβριος 2007 – Φεβρουάριος 2008 από την Γενική Μελετών ΕΠΕ – ΙΣΤΡΙΑ.

Τα αποτελέσματα των γεωερευνητικών εργασιών συνδυάστικαν και αξιολογήθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να προκύψει το τεχνικογεωλογικό προσομοίωμα κατά μήκος της σήραγγας της Καλυδώνας.

Τα μητρώα και οι φωτογραφίες των γεωτρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στο **παράρτημα Α**.

### 4.3 Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στις υφιστάμενες γεωτρήσεις, ομαδοποιήθηκαν ανά είδος γεωλογικού σχηματισμού - λιθολογία. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, οι ορυκτολογικές δοκιμές και οι συνοπτικοί πίνακες παρουσίασης των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται στο **παράρτημα Β**. Επίσης παρουσιάζονται στο **παράρτημα Γ**, τα διαγράμματα των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών σε σχέση με το υψόμετρο.

Υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές των μέσων τιμών του ψαμμίτη και του ιλύολιθου καθώς και οι ελάχιστες και μέγιστες χαρακτηριστικές τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών.



Η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη ( $\sigma_c$ ) συνδέεται με τον ανηγμένο δείκτη σημειακού φορτίου  $Is(50)$ , με τη σχέση  $\sigma_c = K \times Is(50)$ . Η τιμή του  $K$  λαμβάνεται ίση με 24. Κάποιες τιμές αντοχής που προκύπτουν από τον ανηγμένο δείκτη σημειακού φορτίου είναι υψηλότερες από αυτές που προκύπτουν από τις δοκιμές μονοαξονικής θλίψης για τον ψαμμίτη και τον ιλυόλιθο. Λόγω αυτής της ασυνέπειας και δεδομένου ότι οι δοκιμές μονοαξονικής θλίψης θεωρούνται ακριβέστερες, οι τιμές των δοκιμών σημειακής φόρτισης λαμβάνονται υπόψη μόνο ενδεικτικά.

#### ***4.3.1 Μεθοδολογία διαχωρισμού τεχνικογεωλογικών ενοτήτων και καθορισμός των γεωτεχνικών τους παραμέτρων***

Ο διαχωρισμός των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων κατά μήκος του έργου, βασίστηκε στα παρακάτω γεωλογικά και τεχνικογεωλογικά κριτήρια:

1. Είδος πετρώματος (λιθολογία, σύσταση, δομή)
2. Βαθμός κερματισμού, απόσταση και κατάσταση ασυνεχειών, βαθμός αποσάθρωσης
3. Μηχανικά χαρακτηριστικά – αντοχή σε θλίψη.

Στο **παράρτημα Δ** δίδονται τα υπολογιστικά φύλλα εκτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών αντοχής και παραμορφωσιμότητας των βραχωδών σχηματισμών κατά Hoek and Brown (Rocklab v 1.0).

Το βραχώδες υλικό που συναντήθηκε στην περιοχή της σήραγγας χαρακτηρίζεται γεωλογικά ως φλύσχης, αλλά σύμφωνα με τη μελέτη «Εκτίμηση γεωτεχνικών χαρακτηριστικών ετερογενούς βραχώμαζας όπως ο φλύσχης», Marinos et al 2001, γεωτεχνικά ο φλύσχης πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Ετερογένεια: εναλλαγές ανθεκτικών και μη ανθεκτικών τμημάτων
2. Παρουσία αργιλικών ορυκτών
3. Τεκτονική καταπόνηση και διατμημένες ασυνέχειες που συχνά καταλήγουν σε εδαφοποιημένο υλικό.

4. Η περατότητα των φλύσκιων βραχομαζών είναι εν γένει χαμηλή και λόγω της παρουσίας αργιλικών υλικών, η βραχώμαζα μπορεί να εξασθενήσει σε σημαντικό βαθμό, όπου δεν υπάρχει ελεύθερη αποστράγγιση υδάτων.

Σύμφωνα με μια αρχική προσέγγιση το υλικό που συναντήθηκε στη σήραγγα Καλυδώνας παρουσιάζει την ετερογένεια που προκαλείται από ενστρώσεις ανθεκτικότερου υλικού (ψαμμίτης) με ασθενέστερο υλικό (ιλυόλιθος) αλλά παρουσιάζει πολύ λίγα ή καθόλου αργιλικά ορυκτά. Δεν παρατηρήθηκε μεγάλη τεκτονική καταπόνηση ή διάτμηση που να καταλήγει σε εδαφοποιημένο υλικό. Επιπλέον, η βραχώμαζα παρουσιάζει σταθερή και μονοκλινική στρώση και δεν εμφανίζεται χαοτική και διατμημένη. Αυτό είναι φανερό από τα δείγματα των γεωτρήσεων (όπως φαίνεται στις φωτογραφίες των τομών των γεωτρήσεων), τις μετρήσεις της στρώσης στο ύπαιθρο και από τις γεωτρήσεις, τις τιμές RQD, κτλ. Μια επιπλέον ένδειξη είναι ότι τα βραχώδη δείγματα ελήφθησαν εύκολα από όλες τις γεωτρήσεις και όλα τα βάθη για τις εργαστηριακές δοκιμές. Αρκετές δοκιμές UCS διενεργήθηκαν σε καθαρό ψαμμίτη, ιλυόλιθο και δείγματα με λεπτές ενστρώσεις και των δύο υλικών. Αυτό διαψεύδει την περιγραφή του φλύσχη στην παραπάνω αναφερόμενη μελέτη όπου και αναφέρεται ότι: «Όταν αντιμετωπίζεται ετερογενής βραχώμαζα όπως ο φλύσχος, είναι εξαιρετικά δύσκολο να ληφθούν δείγματα άρρηκτου πυρήνα για εργαστηριακές δοκιμές μονοαξονικής αντοχής».

Αναφορικά στη μελέτη «Characterisation and engineering properties of tectonically undisturbed but lithologically varied sedimentary rock masses», Hoek et al, 2005, γίνεται μια νέα πρόταση και όπως αναφέρεται στη μελέτη: "... μπορεί να εφαρμόζεται γενικά σε ιζηματογενή πετρώματα που έχουν εναποτεθεί σε ήρεμο ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον και δεν συνδέονται με σημαντική τεκτονική διαταραχή". Στη μελέτη αυτή, παρουσιάζεται ένα σχεδιάγραμμα το οποίο βασίζεται στο γενικό σχεδιάγραμμα του GSI (σχήμα 4.1). Στα σχήματα 4.2 και 4.3, γίνεται μια σύγκριση μεταξύ του υλικού που παρουσιάζεται στη μελέτη και αυτού που συναντήθηκε στη σήραγγα Καλυδώνας. Φαίνεται ότι οι δύο φωτογραφίες δεν μπορούν να διαχωριστούν εύκολα.

Από το σχήμα 4.1, φαίνεται ότι όταν το υλικό κατατάσσεται ως «περιορισμένη μολάσσα, είτε ομογενής ή με ενστρώσεις ψαμμίτη και ιλυόλιθου», μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κατηγορία M1. Η κατηγορία M1 παρουσιάζει εύρος GSI μεταξύ 55 και 85. Το εύρος του GSI συμφωνεί με

το εύρος των τιμών GSI που προτείνεται στον χαρακτηρισμό της βραχώμαζας της σήραγγας Καλυδónας.

Επίσης σύμφωνα με το ΝΕΟ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ GSI ΓΙΑ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ (ΜΑΡΙΝΟΣ, Π. Β.) 2010, (σχήμα 4.2) “σε τεκτονικά μέτρια έως καθόλου διαταραγμένες δομές η παρουσία ιλυολίθου δεν πρέπει να «τιμωρεί» διπλά την βραχώμαζα και μέσω του GSI. Οι τιμές λοιπόν των κερματισμένων δομών του φλύσχη όπου επικρατεί ο ιλυόλιθος λαμβάνουν τιμές από 25 για τις έντονα πτυχωμένες δομές, οι οποίες όμως διατηρούν τη δομή τους, έως 65 για τις αδιατάρακτες.” Σύμφωνα με τα παραπάνω, το υψηλό εύρος που δίνεται παρακάτω για τον αδιατάρακτο ιλυόλιθο 55-65, συμφωνεί με το Νέο διάγραμμα ταξινόμησης GSI για ετερογενείς βραχώμαζες όπως ο φλύσχος.

Οι τιμές αντοχής άρρηκτου πετρώματος βασίστηκαν σε στοιχεία εργαστηριακών δοκιμών που διενεργήθηκαν σε ψαμμίτη, ιλυόλιθο και δείγματα με ενδιαστρώσεις. Παρατηρήθηκε ότι όταν εξετάστηκαν τα δείγματα με ενδιαστρώσεις, η αντοχή ήταν μεταξύ αυτής του καθαρού ψαμμίτη και του καθαρού ιλυόλιθου αλλά πιο κοντά σε αυτή του ιλυόλιθου. Για την κατηγοριοποίηση των γεωτεχνικών ενοτήτων χρησιμοποιούνται συντηρητικές εκτιμήσεις της αντοχής του άρρηκτου πετρώματος. Λόγω απουσίας τριαξονικών δοκιμών, οι τιμές του  $m_i$  βασίστηκαν σε βιβλιογραφικές πληροφορίες που προτείνονται από τους Marinos et al, 2001.

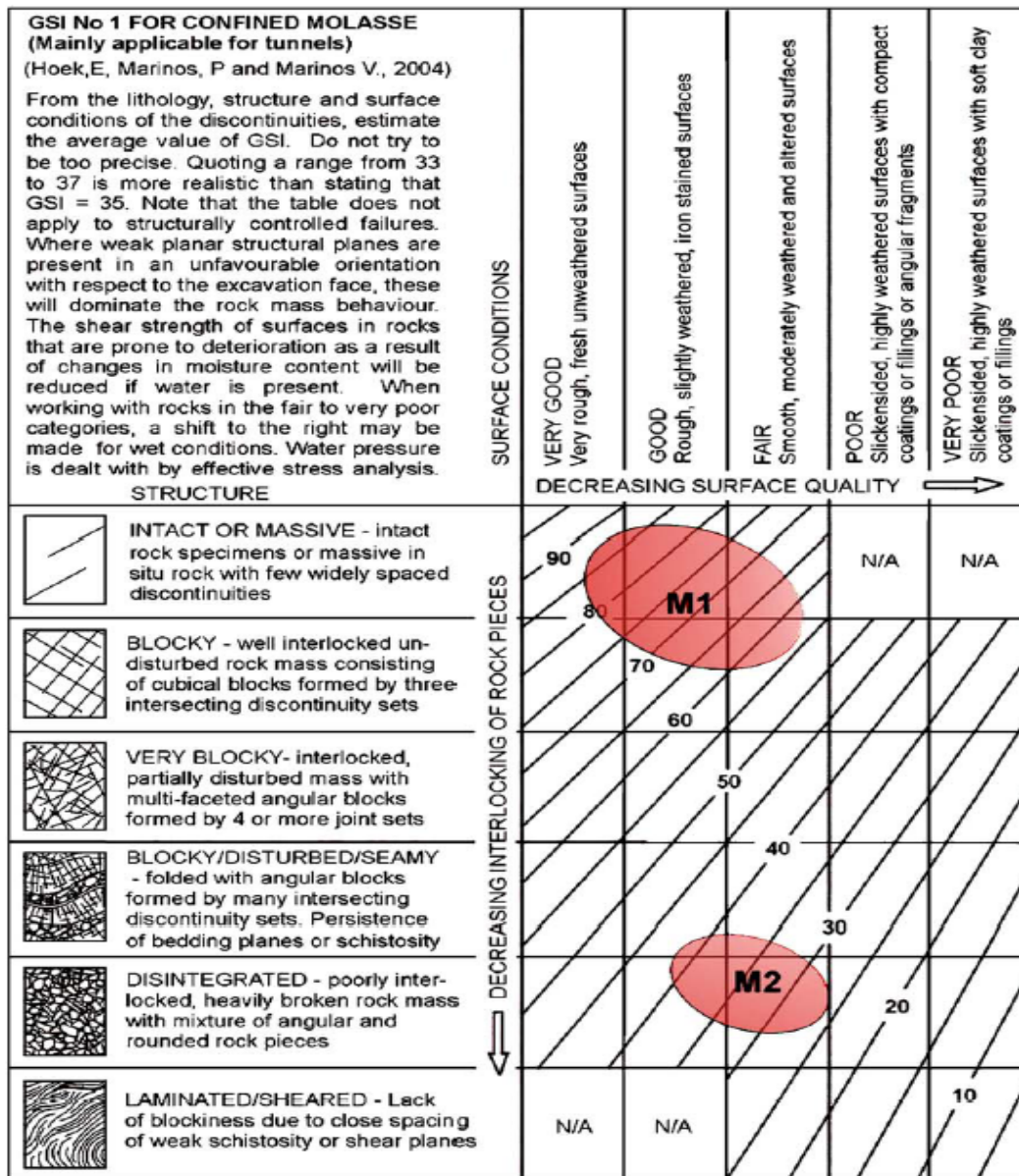


Fig. 6. Freshly drilled sandstones and siltstones from the Drakensberg Pumped Storage Project in South Africa (1972).

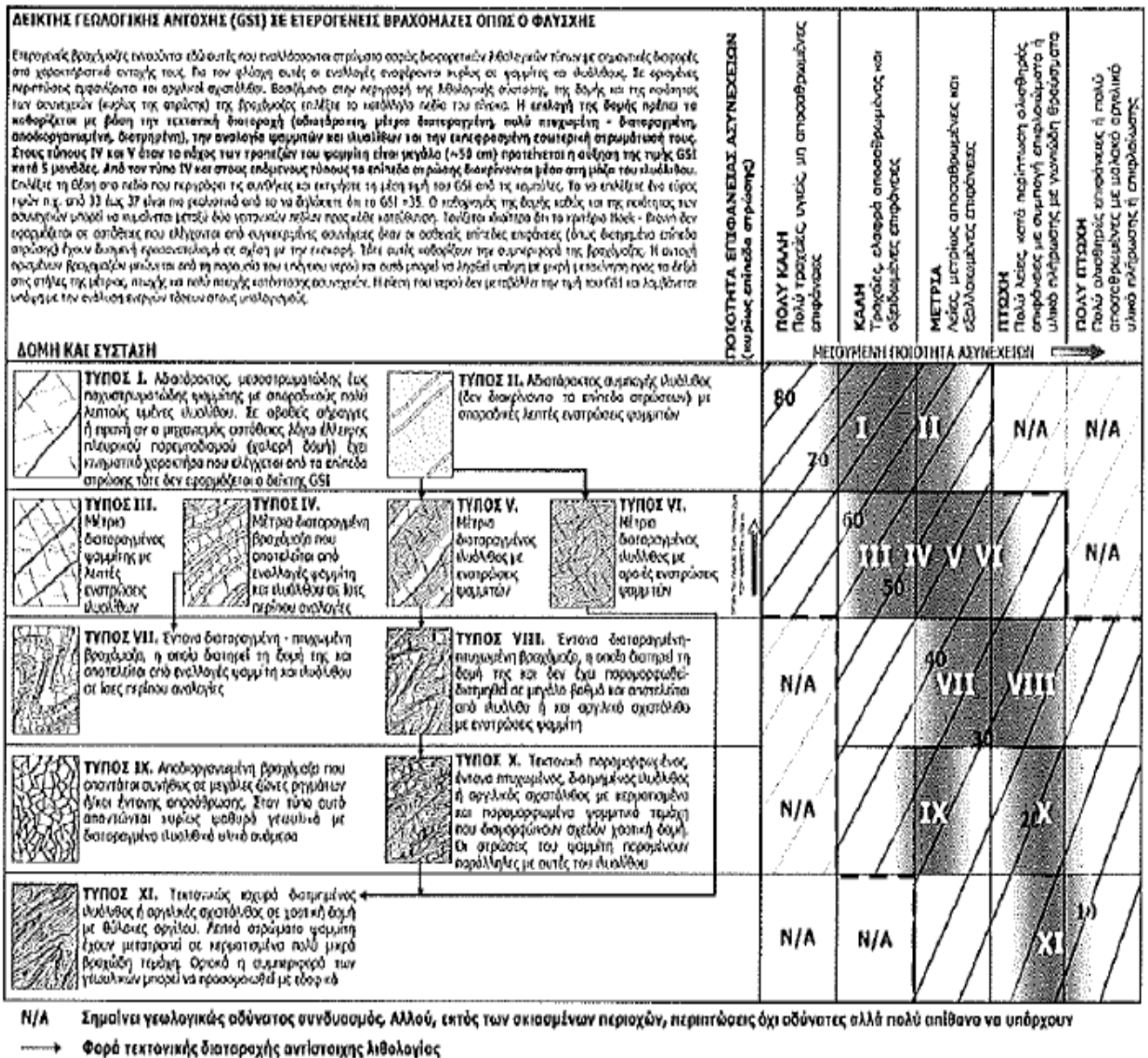


Φωτό 4.1: Υλικό μελέτης

Φωτό 4.2: Υλικό σήραγγας Καλυδónας



Σχήμα 4.1: Πρόταση για τεκτονικά αδιατάρακτες και ποικίλης λιθολογικής σύστασης βραχώμαζες (Hoek et al 2005)



Σχήμα 4.2: Νέο διάγραμμα ταξινόμησης GSI για ετερογενείς βραχώδεις όπως ο φλύσχη (ΜΑΡΙΝΟΣ, Π. Β.) 2010

### 4.3.2 Τεχνικογεωλογικές ενότητες

#### ΕΛΑΦΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

**ΤΕ 1:** Ιλυώδης άργιλος και άμμος με χάλικες

Η ενότητα αυτή περιγράφεται ως ιλυώδης άργιλος με άμμο και χάλικες, και αφορά τα επιφανειακά υλικά (μανδύας αποσάθρωσης) είτε στη μορφή ελουβιακών υλικών ή αποθέσεων πλευρικών κορημάτων και κώνων κορημάτων. Δεν αναμενόταν να συναντηθεί κατά τη διάνοιξη της σήραγγας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το εύρος των τιμών και η στατιστική επεξεργασία των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών της εν λόγω ενότητας, όπως προέκυψαν από τις επιτόπου δοκιμές.

**Πίνακας 4.1:** Στατιστική επεξεργασία μηχανικών χαρακτηριστικών

Δοκιμή	Παράμετρος	Εύρος τιμής		Αριθμός τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση		
		Από	Έως					
Πρότυπη διείδυση	SPT	N		22	100	5	78	34.31

**Πίνακας 4.2:** Παράμετροι σχεδιασμού της ενότητας

Παράμετροι σχεδιασμού	Τιμή
Φαινόμενο βάρος	$\gamma = 20 - 22 \text{ kN/m}^3$
Ενεργή συνοχή	$c' = 30 - 50 \text{ kPa}$
Ενεργή διατμητική γωνία τριβής	$\phi' = 36^\circ - 38^\circ$
Μέτρο συμπίεστότητας	$E_s = 74 - 86 \text{ MPa}$
Μέτρο ελαστικότητας (Young)	$E = 56 - 64 \text{ MPa } (\nu=0,3)$

ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται το εύρος των τιμών και η στατιστική επεξεργασία των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του ψαμμίτη, όπως προέκυψαν από τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά θεωρούνται ίδια για τις ενότητες των ψαμμιτών εφόσον η διαφοροποίηση των ενότητων έγκειται στο βαθμό κερματισμού.

**Πίνακας 4.3:** Στατιστική επεξεργασία φυσικών χαρακτηριστικών ενότητων III<sub>Sa</sub> και II<sub>Sa</sub>

Φυσικά χαρακτηριστικά	Εύρος τιμής		Αριθμός τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
	Από	Έως			
Φαινόμενο βάρος ( $\gamma$ ) [kN/m <sup>3</sup> ]	26.08	27.30	14	26.6	0.32
Ξηρό Φαινόμενο βάρος ( $\gamma$ ) [kN/m <sup>3</sup> ]	25.91	26.98	14	26.4	0.34

**Πίνακας 4.4:** Στατιστική επεξεργασία μηχανικών χαρακτηριστικών ενότητων III<sub>Sa</sub> και II<sub>Sa</sub>

Δοκιμή	Παράμετρος		Εύρος τιμής		Αριθμός τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
			min	max			
Μονοαξονική θλίψη	$\sigma_c$	[MPa]	13.34	99.36	31	57.6	22.26
	$E_c^*$	[GPa]	3.85	90.91	10	36.6	24.91
	$\nu$		0.08	0.63	8	0.4	0.19
Δοκιμή Brazilian	$\sigma_\tau$	[MPa]	5.31	8.97	8	7.4	1.22
Σημειακή φόρτιση	$I_{50}$	[MPa]	0.45	10.31	5	4.2	3.94
Διάτμηση ασυνεχειών	$c_{app}$	[kPa]	0	0	4	0	0
	$\varphi_p$ [deg]	[deg]	34	44	6	37.3	5.16

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται το εύρος των τιμών και η στατιστική επεξεργασία των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του ψαμμίτη, όπως προέκυψαν από τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά θεωρούνται ίδια για τις ενότητες του ιλυόλιθου εφόσον η διαφοροποίηση των ενότητων έγκειται στο βαθμό κερματισμού.

**Πίνακας 4.5:** Στατιστική επεξεργασία φυσικών χαρακτηριστικών ενοτήτων III<sub>Si</sub> και II<sub>Si</sub>

Φυσικά χαρακτηριστικά	Εύρος τιμής		Αριθμός τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
	Από	Έως			
Φαινόμενο βάρος ( $\gamma$ ) [kN/m <sup>3</sup> ]	23.8	26.8	14	26.1	0.95
Ξηρό Φαινόμενο βάρος ( $\gamma$ ) [kN/m <sup>3</sup> ]	24.03	26.49	11	25.9	0.68

**Πίνακας 4.6:** Στατιστική επεξεργασία μηχανικών χαρακτηριστικών ενοτήτων III<sub>Si</sub> και II<sub>Si</sub>

Δοκιμή	Παράμετρος		Εύρος τιμής		Αριθμός τιμών	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
			min	max			
Μονοαξονική θλίψη	$\sigma_c$	[MPa]	7.0	31.6	14	18.1	7.84
	$E_c^*$	[GPa]	1.06	71.43	6	23.5	28.29
	$\nu$		0.19	0.26	2	0.2	0.05
Δοκιμή Brazilian	$\sigma_\tau$	[MPa]	2.25	3.7	6	3.0	0.58
Σημειακή φόρτιση	$I_{50}$	[MPa]	0.03	4.27	20	1.7	1.20
Διάτμηση ασυνεχειών	$c_{app}$	[kPa]	71	71	1	71	-
	$\varphi_p$ [deg]	[deg]	8	8	1	8	-



**ΤΕ Π<sub>sa</sub>**: Ελαφρά κερματισμένος φλύσχη, υγής ψαμμίτης

Η ενότητα αποτελείται από φλύσχη στη μορφή ελαφρά αποσαθρωμένου ψαμμίτη με λεπτές ενδιαστρώσεις ιλύολίθου, όπως προέκυψε από τις γεωτρήσεις και τις γεωφυσικές έρευνες (Πολυτεχνείο Κρήτης). Σύμφωνα με την ορυκτολογική ανάλυση που διενεργήθηκε σε δείγματα από τις γεωτρήσεις της παρούσας φάσης, η βραχώμαζα περιγράφεται ως ασβεστολιθικός ψαμμίτης με ορυκτά όπως ασβεστίτης, χαλαζίας, αλβίτης, μικροκλίνης, σερπεντινίτης, κλινόχλωρο, μοσχοβίτης και μοντμοριλονίτης. Για τη συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα, ο βαθμός κερματισμού που εκφράζεται από το RQD κυμαίνεται από 70 έως 100 και θεωρείται ελαφρύς. Οι ασυνέχειες έχουν κλίση 10° και 80°, ενώ οι επιφάνειες εμφανίζονται τραχείες, επίπεδες και τραχείες, κυματοειδείς, είτε χωρίς υλικό πλήρωσης είτε πληρωμένες με άμμο και άργιλο. Η συγκεκριμένη γεωτεχνική θέση βρίσκεται στην περιοχή του μεσαίου τμήματος από Χ.Θ. 24+580 έως 24+880.

Η φαινόμενη κλίση του σχηματισμού του φλύσχη, για διάνοιξη σήραγγας κατά μήκος της αύξησης της χλιομέτρησης, θεωρείται δυσμενής.

**Πίνακας 4.7:** Συνοπτικές παράμετροι σχεδιασμού της γεωτεχνικής ενότητας Π<sub>sa</sub>

Παράμετροι σχεδιασμού	Τιμή
Φαινόμενο βάρος	$\gamma = 26-27 \text{ kN/m}^3$
Μονοαξονική αντοχή δείγματος βραχώμαζας	$\sigma_c = 50 - 55 \text{ MPa}$
Εφελκυστική αντοχή δείγματος βραχώμαζας	$\sigma_{ti} = 7 - 8 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας δείγματος βραχώμαζας	$E = 35 - 40 \text{ GPa}$
Λόγος Poisson δείγματος βραχώμαζας	$\nu = 0.3$
RMR	65-78
GSI	65-80
Μονοαξονική αντοχή βραχώμαζας	$\sigma_{cm} = 15 - 25 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας βραχώμαζας	$E_{cm} = 20-25 \text{ GPa}$
Συνοχή βραχώμαζας	$c = 1-2.5 \text{ MPa}$
Διατμητική γωνία τριβής βραχώμαζας	$\varphi = 55^\circ - 57^\circ$
Γωνία τριβής ασυνεχειών	$\varphi_p = 35^\circ - 37^\circ$

**ΤΕ Π<sub>Si</sub>**: Ελαφρά κερματισμένος φλύσχη, υγής ιλυόλιθος

Η ενότητα αποτελείται από φλύσχη στη μορφή ελαφρά αποσαθρωμένου, μέτρια κερματισμένου, λεπτοστρωματώδους ιλυόλιθου, όπως προέκυψε από τις γεωτρήσεις και τις γεωφυσικές έρευνες (Πολυτεχνείο Κρήτης). Σύμφωνα με την ορυκτολογική ανάλυση που διενεργήθηκε σε δείγματα της παρούσας φάσης, η βραχόμαζα περιγράφεται ως αργιλόλιθος με ενδεικτικά τα παρακάτω ορυκτά: Χαλαζίας, ασβεστίτης, αλβίτης, κλινόχλωρο, σερπεντινίτης, ενώ η παρουσία διογκούμενων ορυκτών όπως ο μοντμοριλονίτης δεν έχει επιβεβαιωθεί.

Για τη συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα, ο βαθμός κερματισμού που εκφράζεται από το RQD κυμαίνεται από 70 έως 100 και θεωρείται ελαφρύς. Οι ασυνέχειες έχουν κλίση 10° και 80°, ενώ οι επιφάνειες εμφανίζονται ελαφρώς τραχείες έως λείες, επίπεδες και τοπικά ολισθηρές, επίπεδες, είτε χωρίς υλικό πλήρωσης είτε πληρωμένες με άμμο και άργιλο. Η συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα βρίσκεται στις περιοχές από Χ.Θ. 24+202 έως 24+580 και από Χ.Θ. 24+880 έως 25+234.

**Πίνακας 4.8:** Συνοπτικές παράμετροι σχεδιασμού της γεωτεχνικής ενότητας Π<sub>Si</sub>

Παράμετροι σχεδιασμού	Τιμή
Φαινόμενο βάρος	$\gamma = 26-26,5 \text{ kN/m}^3$
Μονοαξονική αντοχή δείγματος βραχόμαζας	$\sigma_c = 15 - 20 \text{ MPa}$
Εφελκυστική αντοχή δείγματος βραχόμαζας	$\sigma_{ti} = 2 - 3 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας δείγματος βραχόμαζας	$E = 20 - 25 \text{ GPa}$
Λόγος Poisson δείγματος βραχόμαζας	$\nu = 0.3$
RMR	52 - 67
GSI	55 - 65
Μονοαξονική αντοχή βραχόμαζας	$\sigma_{cm} = 2 - 5 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας βραχόμαζας	$E_{cm} = 10 - 15 \text{ GPa}$
Συνοχή βραχόμαζας	$c = 0,5-1 \text{ MPa}$
Διατμητική γωνία τριβής βραχόμαζας	$\varphi = 40^\circ - 42^\circ$
Γωνία τριβής ασυνεχειών	$\varphi_p = 30^\circ - 35^\circ$

**TE III<sub>sa</sub>**: Μέτρια κερματισμένος φλύσχη, ψαμμίτης με λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυόλιθου

Η ενότητα αποτελείται από φλύσχη στη μορφή ελαφρά αποσαθρωμένου, μέτρια κερματισμένου ψαμμίτη με λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυόλιθου, όπως προέκυψε από τις γεωτρήσεις και τις γεωφυσικές έρευνες (Πολυτεχνείο Κρήτης). Σύμφωνα με την ορυκτολογική ανάλυση που διενεργήθηκε σε δείγματα από την παρούσα φάση, η βραχώμαζα περιγράφεται ως ασβεστολιθικός ψαμμίτης με ορυκτά όπως ασβεστίτης, χαλαζίας, αλβίτης, μικροκλίνης, σερπεντινίτης, κλινόχλωρο, μοσχοβίτη και μοντμοριλονίτης. Για τη συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα, ο βαθμός κερματισμού που εκφράζεται από το RQD κυμαίνεται από 40 έως 60 και θεωρείται μέτριος. Οι ασυνέχειες έχουν κλίση 10° και 80°, ενώ οι επιφάνειες εμφανίζονται τραχείες, επίπεδες και τραχείες, κυματοειδείς, είτε χωρίς υλικό πλήρωσης είτε πληρωμένες με άμμο και άργιλο. Η συγκεκριμένη γεωτεχνική θέση βρίσκεται στην περιοχή του στομίου εισόδου από Χ.Θ. 24+000 έως 24+120.

**Πίνακας 4.9:** Συνοπτικές παράμετροι σχεδιασμού της γεωτεχνικής ενότητας III<sub>sa</sub>

Παράμετροι σχεδιασμού	Τιμή
Φαινόμενο βάρος	$\gamma = 26-27 \text{ kN/m}^3$
Μονοαξονική αντοχή δείγματος βραχώμαζας	$\sigma_c = 50 - 55 \text{ MPa}$
Εφελκυστική αντοχή δείγματος βραχώμαζας	$\sigma_{ti} = 7 - 8 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας δείγματος βραχώμαζας	$E = 35 - 40 \text{ GPa}$
Λόγος Poisson δείγματος βραχώμαζας	$\nu = 0.3$
RMR	50 - 63
GSI	50 - 65
Μονοαξονική αντοχή βραχώμαζας	$\sigma_{cm} = 11 - 15 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας βραχώμαζας	$E_{cm} = 10 - 15 \text{ GPa}$
Συνοχή βραχώμαζας	$c = 0.7 - 1.3 \text{ MPa}$
Διατμητική γωνία τριβής βραχώμαζας	$\varphi = 50^\circ - 55^\circ$
Γωνία τριβής ασυνεχειών	$\varphi_p = 35^\circ - 37^\circ$

**ΤΕ III<sub>Si</sub>:** Μέτρια κερματισμένος φλύσχη, ιλυόλιθος με λεπτές ενδιαστρώσεις ψαμμίτη

Η ενότητα αποτελείται από φλύσχη στη μορφή ελαφρά αποσαθρωμένου, μέτρια κερματισμένου, λεπτοστρωματώδους ιλυόλιθου, όπως προέκυψε από τις γεωτρήσεις και τις γεωφυσικές έρευνες (Πολυτεχνείο Κρήτης). Σύμφωνα με την ορυκτολογική ανάλυση που διενεργήθηκε σε δείγματα της παρούσας φάσης, η βραχόμαζα περιγράφεται ως αργιλόλιθος με ενδεικτικά τα παρακάτω ορυκτά: Χαλαζίας, ασβεστίτης, αλβίτης, κλινόχλωρο, σερπεντινίτης, ενώ η παρουσία διογκούμενων ορυκτών όπως ο μοντμοριλονίτης δεν έχει επιβεβαιωθεί. Για τη συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα, ο βαθμός κερματισμού που εκφράζεται από το RQD κυμαίνεται από 40 έως 60 και θεωρείται μέτριος. Οι ασυνέχειες έχουν κλίση 10° και 80°, ενώ οι επιφάνειες εμφανίζονται λείες, επίπεδες και ολισθηρές, επίπεδες, είτε χωρίς υλικό πλήρωσης είτε πληρωμένες με άμμο και άργιλο. Η συγκεκριμένη γεωτεχνική ενότητα βρίσκεται στην περιοχή του στομίου εισόδου από Χ.Θ. 24+120 έως 24+175.

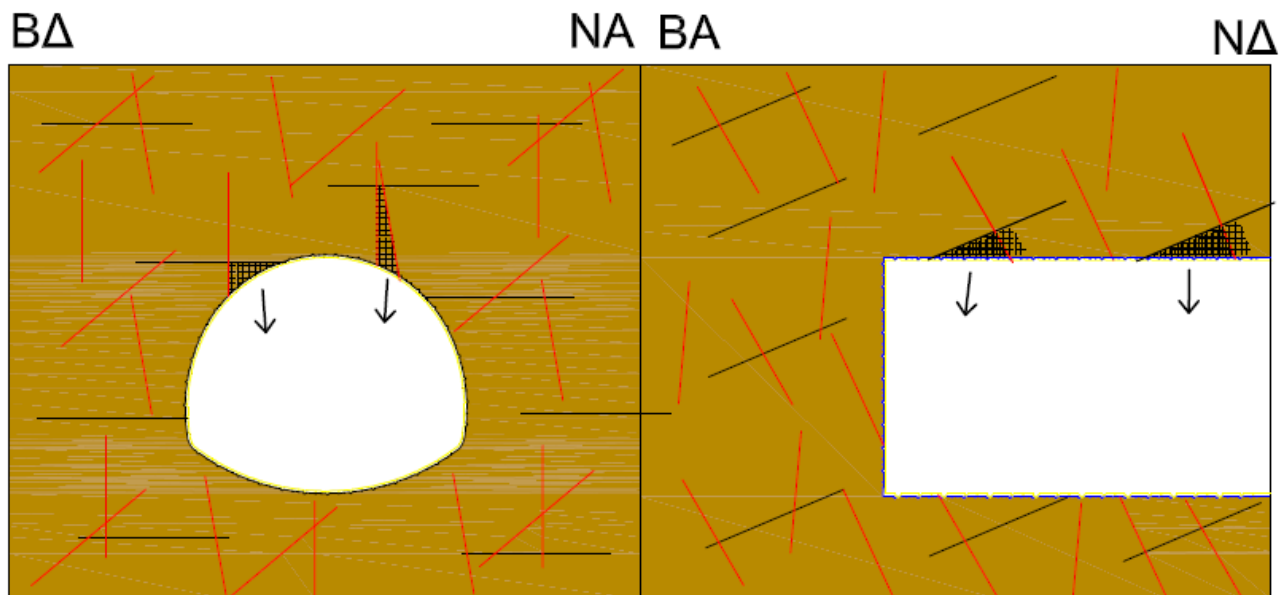
**Πίνακας 4.10:** Συνοπτικές παράμετροι σχεδιασμού της γεωτεχνικής ενότητας III<sub>Si</sub>

Παράμετροι σχεδιασμού	Τιμή
Φαινόμενο βάρος	$\gamma = 26-26,5 \text{ kN/m}^3$
Μονοαξονική αντοχή δείγματος βραχόμαζας	$\sigma_c = 15 - 20 \text{ MPa}$
Εφελκυστική αντοχή δείγματος βραχόμαζας	$\sigma_{ti} = 2 - 3 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας δείγματος βραχόμαζας	$E = 20 - 25 \text{ GPa}$
Λόγος Poisson δείγματος βραχόμαζας	$\nu = 0.3$
Q	1.48 – 5.83
RMR	42 - 53
GSI	40 - 50
Μονοαξονική αντοχή βραχόμαζας	$\sigma_{cm} = 2 - 3 \text{ MPa}$
Μέτρο παραμορφωσιμότητας βραχόμαζας	$E_{cm} = 3 - 6 \text{ GPa}$
Συνοχή βραχόμαζας	$c = 0,3-0,4 \text{ MPa}$
Διατμητική γωνία τριβής βραχόμαζας	$\varphi = 35^\circ - 40^\circ$
Γωνία τριβής ασυνεχειών	$\varphi_p = 30^\circ - 35^\circ$
Περατότητα βραχόμαζας	$K = 10^{-6} - 10^{-5} \text{ cm/sec}$

#### ***4.3.3 Τεχνικογεωλογικές ενότητες – κατηγορίες συμπεριφοράς της βραχόμαζας***

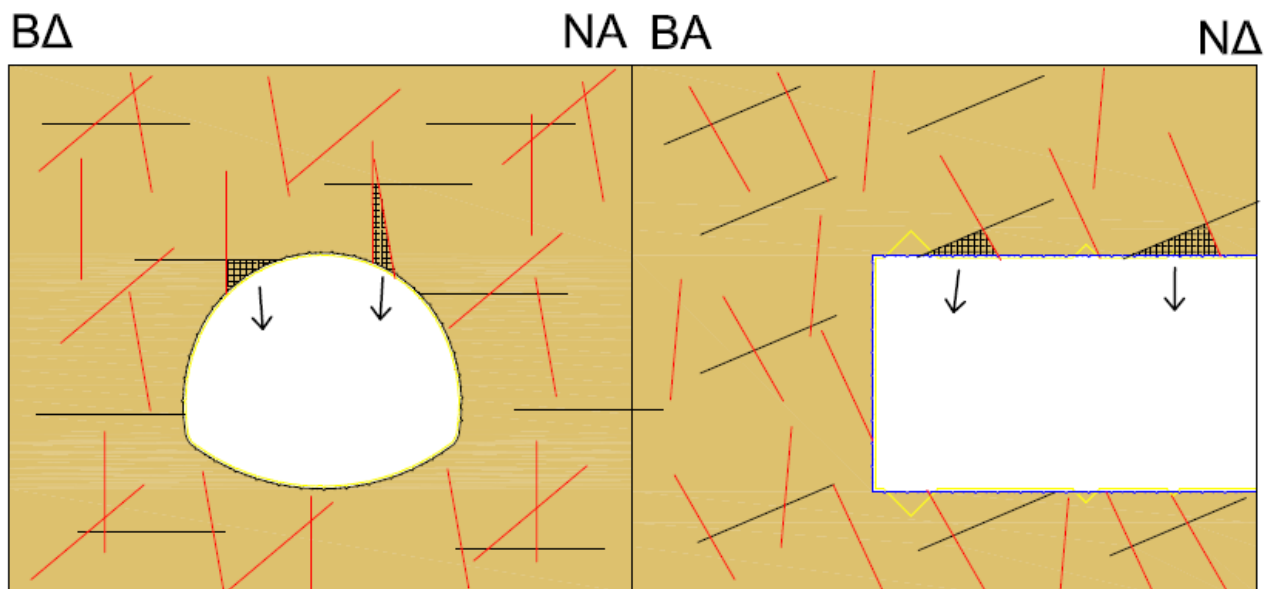
Η παρούσα παράγραφος παρουσιάζει τις γεωτεχνικές συνθήκες κατά μήκος της σήραγγας. Οι τεχνικογεωλογικές ενότητες αντιστοιχίζονται σε κατηγορίες συμπεριφοράς βραχόμαζας, έτσι ώστε να υπάρχει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα της συμπεριφοράς της βραχόμαζας κατά τη διάρκεια της διάνοιξης της σήραγγας, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, όπως φαίνεται παρακάτω:

Τύπος συμπεριφοράς Α: Γεωτεχνική στρώση:  $\Pi_{Sa}$  (Ελαφρά κερματισμένος ψαμμίτης)



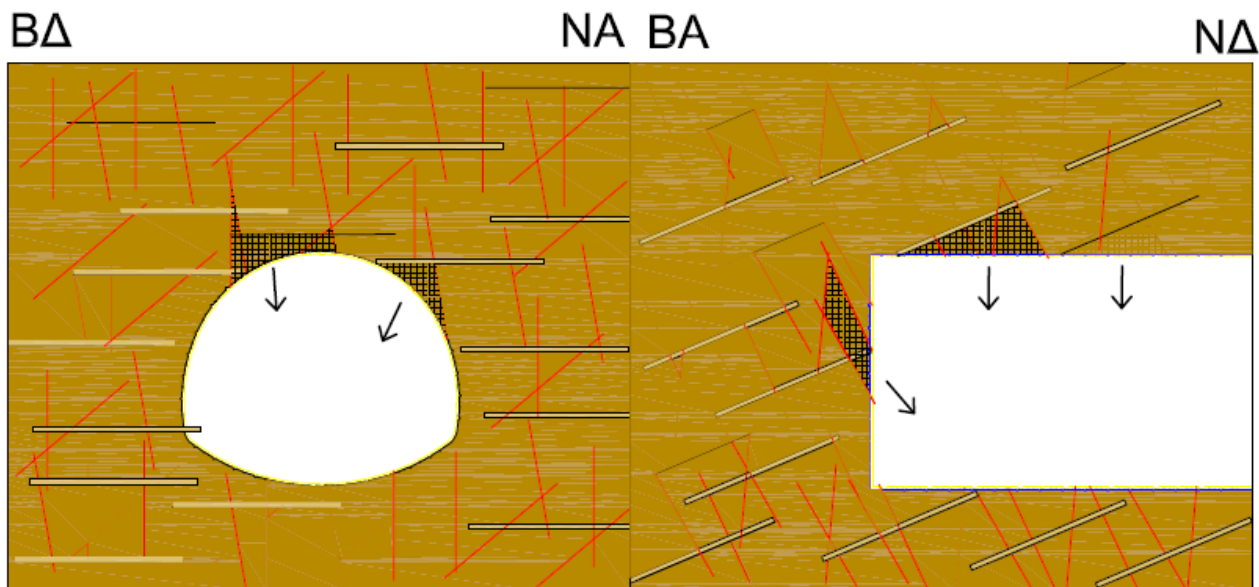
Λιθολογική περιγραφή	Συμπαγής, υγής, ελαφρά κερματισμένος ψαμμίτης με ενδιαστρώσεις ιλυόλιθου. Εμφανής στρώση λόγω ιζηματογένεσης, μικρή εμφάνιση διαρρήξεων κατά μήκος της στρώσης.
Προσανατολισμός κύριων οικογενειών ασυνεχειών	Συναντώνται τρεις οικογένειες διακλάσεων και στρώση. Το μήκος των ασυνεχειών της στρώσης εκτιμάται περίπου 3-10 m, ενώ για τις υπόλοιπες ασυνέχειες εκτιμάται περίπου 1 έως 3 m. Οι επιφάνειες των ασυνεχειών εμφανίζονται τραχείες, επίπεδες έως τραχείες, κυματοειδείς. Οι οικογένειες αναμένονται χωρίς υλικό πλήρωσης ή με ασβεστολιθικό υλικό ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένο. Οι κλίσεις και οι κατευθύνσεις των κλίσεων είναι B:24/060, J1:81/175, J2:88/126 και J3:66/262.
Συμπεριφορά βραχόμαζας	Σταθερή συμπεριφορά χωρίς πλαστικές παραμορφώσεις, πιθανές κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους. Δεδομένης της καμπυλότητας των ασυνεχειών και του εντατικού πεδίου με την αύξηση του βάθους, δεν αναμένονται σημαντικές αποκολλήσεις σφηνών.
Υπόγεια ύδατα	Τοπικά, αναμένονται υπόγεια ύδατα, εκεί που η ερυθρά συναντά την διεπιφάνεια του ψαμμίτη με τον υποκείμενο αδιαπέρατο ιλυόλιθο.
Πιθανοί κίνδυνοι	Δεν αναμένονται κίνδυνοι
Αναμενόμενες ακτινικές παραμορφώσεις	Καμία
RMR, GSI	65-78 / 65-80

**Τύπος συμπεριφοράς Β:** Γεωτεχνική στρώση:  $P_{SI}$  (Ελαφρά κερματισμένος ιλύολιθος)



Λιθολογική περιγραφή	Συμπαγής, υγής, ελαφρά κερματισμένος ιλύολιθος με ενδιαστρώσεις ψαμμίτη. Εμφανής στρώση λόγω ιζηματογένεσης, μικρή εμφάνιση διαρρήξεων κατά μήκος της στρώσης.
Προσανατολισμός κύριων οικογενειών ασυνεχειών	Συναντώνται τρεις οικογένειες διακλίσεων και μια στρώση. Το μήκος των ασυνεχειών της στρώσης εκτιμάται περίπου 3-10 m, ενώ για τις υπόλοιπες ασυνέχειες εκτιμάται περίπου 1 έως 3 m. Οι επιφάνειες των ασυνεχειών εμφανίζονται λείες, επίπεδες έως τραχείες, επίπεδες. Οι οικογένειες αναμένονται χωρίς υλικό πλήρωσης, ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένες. Οι κλίσεις και οι κατευθύνσεις των κλίσεων είναι B:24/060, J1:81/175, J2:88/126 και J3:66/262.
Συμπεριφορά βραχόμαζας	Σταθερή συμπεριφορά χωρίς πλαστικές παραμορφώσεις, πιθανές κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους. Δεδομένης της καμπυλότητας των ασυνεχειών και του εντατικού πεδίου με την αύξηση του βάθους, δεν αναμένονται σημαντικές αποκολλήσεις σφηνών.
Υπόγεια ύδατα	Λόγω της χαμηλής περατότητας του συγκεκριμένου σχηματισμού, δεν αναμένονται υπόγεια ύδατα.
Πιθανοί κίνδυνοι	Δεν αναμένονται κίνδυνοι
Αναμενόμενες ακτινικές παραμορφώσεις	Καμία
RMR, GSI	52-67 / 55-65

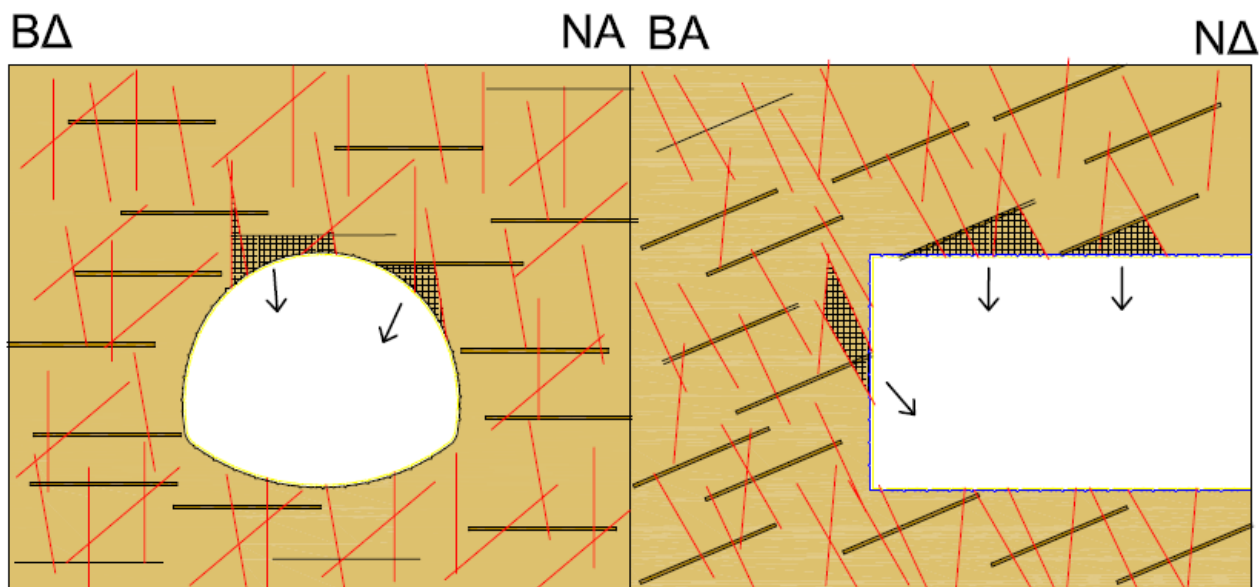
Τύπος συμπεριφοράς C: Γεωτεχνική στρώση:  $\Pi_{Sa}$  (Μέτρια κερματισμένος ψαμμίτης)



Λιθολογική περιγραφή	Συμπαγής, υγιής, μέτρια κερματισμένος ψαμμίτης με ενδιαστρώσεις ιλυόλιθου. Εμφανής στρώση λόγω ιζηματογένεσης, μικρή εμφάνιση διαρρήξεων κατά μήκος της στρώσης.
Προσανατολισμός κύριων οικογενειών ασυνεχειών	Συναντώνται τρεις οικογένειες διακλάσεων και μια στρώση. Το μήκος των ασυνεχειών της στρώσης εκτιμάται περίπου 3-10 m, ενώ για τις υπόλοιπες ασυνέχειες εκτιμάται περίπου 1 έως 3 m. Οι επιφάνειες των ασυνεχειών εμφανίζονται τραχείες, επίπεδες έως τραχείες, κυματοειδείς. Οι οικογένειες αναμένονται χωρίς υλικό πλήρωσης ή με ασβεστολιθικό υλικό ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένο. Οι κλίσεις και οι κατευθύνσεις των κλίσεων είναι B:24/060, J1:81/175, J2:88/126 και J3:66/262.
Συμπεριφορά βραχώμαζας	Σταθερή συμπεριφορά χωρίς πλαστικές παραμορφώσεις, πιθανές κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους. Δεδομένης της καμπυλότητας των ασυνεχειών και του εντατικού πεδίου με την αύξηση του βάθους, δεν αναμένονται σημαντικές αποκολλήσεις σφηνών.
Υπόγεια ύδατα	Τοπικά, αναμένονται υπόγεια ύδατα, εκεί που η ερυθρά συναντά την διεπιφάνεια του ψαμμίτη με τον υποκείμενο αδιαπέρατο ιλυόλιθο.
Πιθανοί κίνδυνοι	Δεν αναμένονται κίνδυνοι
Αναμενόμενες ακτινικές παραμορφώσεις	Καμία
RMR, GSI	50-63 / 50-65



**Τύπος συμπεριφοράς D:** Γεωτεχνική στρώση: Π<sub>S1</sub> (Μέτρια κερματισμένος ιλυόλιθος)



Λιθολογική περιγραφή	Συμπαγής, υγής, μέτρια κερματισμένος ψαμμίτης με ενδιαστρώσεις ιλυόλιθου. Εμφανής στρώση λόγω ιζηματογένεσης, μικρή εμφάνιση διαρρήξεων κατά μήκος της στρώσης.
Προσανατολισμός κύριων οικογενειών ασυνεχειών	Συναντώνται τρεις οικογένειες διακλίσεων και μια στρώση. Το μήκος των ασυνεχειών της στρώσης εκτιμάται περίπου 3-10 m, ενώ για τις υπόλοιπες ασυνέχειες εκτιμάται περίπου 1 έως 3 m. Οι επιφάνειες των ασυνεχειών εμφανίζονται λείες, επίπεδες έως τραχείες, επίπεδες. Οι οικογένειες αναμένονται χωρίς υλικό πλήρωσης, ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένες. Οι κλίσεις και οι κατευθύνσεις των κλίσεων είναι B:24/060, J1:81/175, J2:88/126 και J3:66/262.
Συμπεριφορά βραχώμαζας	Σταθερή συμπεριφορά χωρίς πλαστικές παραμορφώσεις, πιθανές κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους. Δεδομένης της καμπυλότητας των ασυνεχειών και του εντατικού πεδίου με την αύξηση του βάθους, δεν αναμένονται σημαντικές αποκολλήσεις σφηνών.
Υπόγεια ύδατα	Λόγω της χαμηλής περατότητας του συγκεκριμένου σχηματισμού, δεν αναμένονται υπόγεια ύδατα.
Πιθανοί κίνδυνοι	Δεν αναμένονται κίνδυνοι
Αναμενόμενες ακτινικές παραμορφώσεις	Αμελητέες
RMR, GSI	42-53 / 40-50

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά κατηγοριών βραχώμαζας και οι χιλιομετρικές θέσεις που αφορούν στον αριστερό και δεξιό κλάδο της σήραγγας.

**Πίνακας 4.11:** Τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος του αριστερού κλάδου της σήραγγας

<b>ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ</b>						
<b>Από Χ.Θ.</b>	<b>Έως Χ.Θ.</b>	<b>ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)</b>	<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ</b>			
			<b>A (II<sub>sa</sub>)</b>	<b>B (II<sub>si</sub>)</b>	<b>C (III<sub>sa</sub>)</b>	<b>D (III<sub>si</sub>)</b>
24+058	24+113	55			80%	20%
24+113	24+198	85			20%	80%
24+198	24+576	378	20%	80%		
24+576	24+876	300	80%	20%		
24+876	25+256	378	20%	80%		

**Πίνακας 4.12:** Τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος του δεξιού κλάδου της σήραγγας

<b>ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ</b>						
<b>Από Χ.Θ.</b>	<b>Έως Χ.Θ.</b>	<b>ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)</b>	<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ</b>			
			<b>A (II<sub>sa</sub>)</b>	<b>B (II<sub>si</sub>)</b>	<b>C (III<sub>sa</sub>)</b>	<b>D (III<sub>si</sub>)</b>
24+052	24+090	38			80%	20%
24+090	24+189	99			20%	80%
24+189	24+553	364	20%	80%		
24+553	24+867	314	80%	20%		
24+867	25+242	375	20%	80%		

Ακολούθως, περιγράφονται οι αναμενόμενες κατηγορίες βραχόμαζας:

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ Α**

Το υλικό της εν λόγω κατηγορίας εμφανίζεται ελαφρά κερματισμένο και αφορά τον φλύσχη και ειδικότερα τις ψαμμιτικές ενότητες με λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυολίθου. Το RQD κυμαίνεται από 70 έως 100. Εμφανίζονται τρεις οικογένειες διακλάσεων και μια στρώση με μεγάλη συχνότητα, που περιγράφονται ως ελαφρά τραχείς έως τραχείς με μικρή έως μέτρια αποσάθρωση. Η συνέχειά τους θεωρείται μικρή και μπορεί να σχηματιστούν σφήνες μικρού μεγέθους. Σε περίπτωση εκσκαφής κατά μήκος της αύξησης της χιλιομέτρησης, η στρώση θα ήταν στην αντίθετη κατεύθυνση (δυσμενής).

Η συμπεριφορά της βραχόμαζας εκτιμάται σταθερή με ασήμαντες συγκλίσεις. Δεν αναμένονται προβλήματα ανάπτυξης πλαστικής περιοχής και μόνο κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους μπορεί να προκύψουν. Στις περιοχές που το ψαμμιτικό υλικό υπέρκειται του αδιαπέρατου ιλυόλιθου, είναι πιθανή η κυκλοφορία υδάτων κατά μήκος της κατεύθυνσης της στρώσης.

Αναμενόταν η κατηγορία βραχόμαζας Α για περίπου 350-400m και στους δύο κλάδους.

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ Β**

Το υλικό της εν λόγω κατηγορίας εμφανίζεται ελαφρά κερματισμένο και αφορά τον φλύσχη και ειδικότερα τις ιλυολιθικές ενότητες με λεπτές ενδιαστρώσεις ψαμμίτη. Το RQD κυμαίνεται από 70 έως 100. Εμφανίζονται τρεις οικογένειες διακλάσεων και μια στρώση με μεγάλη συχνότητα, που περιγράφονται ως ελαφρώς λείες, επίπεδες έως τραχείς, επίπεδες με μικρή έως μέτρια αποσάθρωση. Η συνέχειά τους θεωρείται μικρή και μπορεί να σχηματιστούν σφήνες μικρού μεγέθους. Σε περίπτωση εκσκαφής κατά μήκος της αύξησης της χιλιομέτρησης, η στρώση θα ήταν στην αντίθετη κατεύθυνση (δυσμενής).

Η συμπεριφορά της βραχόμαζας εκτιμάται σταθερή με ασήμαντες συγκλίσεις. Δεν αναμένονται προβλήματα ανάπτυξης πλαστικής περιοχής και μόνο κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους μπορεί να προκύψουν. Στις περιοχές που το ψαμμιτικό υλικό υπέρκειται του αδιαπέρατου ιλυόλιθου, είναι πιθανή η κυκλοφορία υδάτων κατά μήκος της κατεύθυνσης της στρώσης.

Αναμενόταν η κατηγορία βραχόμαζας Β για περίπου 700-750 m και στους δύο κλάδους.

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ C**

Το υλικό της εν λόγω κατηγορίας εμφανίζεται μέτρια κερματισμένο και αφορά τον φλύσχη και ειδικότερα τις ψαμμιτικές ενότητες με λεπτές ενδιαστρώσεις ιλυολίθου. Το RQD κυμαίνεται από 40 έως 60. Εμφανίζονται τρεις οικογένειες διακλάσεων και μια στρώση με μεγάλη συχνότητα, που περιγράφονται ως ελαφρά τραχείες έως τραχείες με μικρή έως μέτρια αποσάθρωση. Η συνέχειά τους θεωρείται μικρή και μπορεί να σχηματιστούν σφήνες μικρού μεγέθους. Σε περίπτωση εκσκαφής κατά μήκος της αύξησης της χλιομέτρησης, η στρώση θα ήταν στην αντίθετη κατεύθυνση (δυσμενής).

Η συμπεριφορά της βραχόμαζας εκτιμάται σταθερή με ασήμαντες συγκλίσεις. Δεν αναμένονται προβλήματα ανάπτυξης πλαστικής περιοχής και μόνο κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους μπορεί να προκύψουν. Στις περιοχές που το ψαμμιτικό υλικό υπέρκειται του αδιαπέρατου ιλυόλιθου, είναι πιθανή η κυκλοφορία υδάτων κατά μήκος της κατεύθυνσης της στρώσης.

Αναμενόταν η κατηγορία βραχόμαζας C για περίπου 38-55 m και στους δύο κλάδους.

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ D**

Το υλικό της εν λόγω κατηγορίας εμφανίζεται μέτρια κερματισμένο και αφορά τον φλύσχη και ειδικότερα τις ιλυολιθικές ενότητες με λεπτές ενδιαστρώσεις ψαμμίτη. Το RQD κυμαίνεται από 40 έως 60. Εμφανίζονται τρεις οικογένειες διακλάσεων και μια στρώση με μεγάλη συχνότητα, που περιγράφονται ως ελαφρώς λείες, επίπεδες έως τραχείες, επίπεδες με μικρή έως μέτρια αποσάθρωση. Η συνέχειά τους θεωρείται μικρή και μπορεί να σχηματιστούν σφήνες μικρού μεγέθους. Σε περίπτωση εκσκαφής κατά μήκος της αύξησης της χλιομέτρησης, η στρώση θα ήταν στην αντίθετη κατεύθυνση (δυσμενής).

Η συμπεριφορά της βραχόμαζας εκτιμάται σταθερή με ασήμαντες συγκλίσεις. Δεν αναμένονται προβλήματα ανάπτυξης πλαστικής περιοχής και μόνο κινηματικές αστοχίες μικρού εύρους μπορεί να προκύψουν. Στις περιοχές που το ψαμμιτικό υλικό υπέρκειται του αδιαπέρατου ιλυόλιθου, είναι πιθανή η

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

κυκλοφορία υδάτων κατά μήκος της κατεύθυνσης της στρώσης.

Αναμενόταν η κατηγορία βραχόμαζας D για περίπου 85-99 m και στους δύο κλάδους.

## 5. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΜΙΩΝ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

### 5.1 Γενικά

Στην παρούσα παράγραφο, εξετάζεται η ευστάθεια των πρανών των στομιών, με βάση τα δύο τεκτονικά διαγράμματα που προέκυψαν από μετρήσεις στο ύπαιθρο. Για την περιοχή του στομίου εισόδου κατασκευάστηκε το τεκτονικό διάγραμμα ΤΔ-1 40 m πίσω από την περιοχή εισόδου στομίου (βλέπε γεωλογική οριζοντιογραφία). Για την περιοχή του στομίου εξόδου ΤΔ-2, σχεδιάστηκε τεκτονικό διάγραμμα στο σχηματισμό του φλύσχη για το μεσαίο τμήμα της σήραγγας που προβάλλεται από την περιοχή εισόδου στομίου (βλέπε γεωλογική οριζοντιογραφία).

### 5.2 Ανάλυση ευστάθειας πρανών

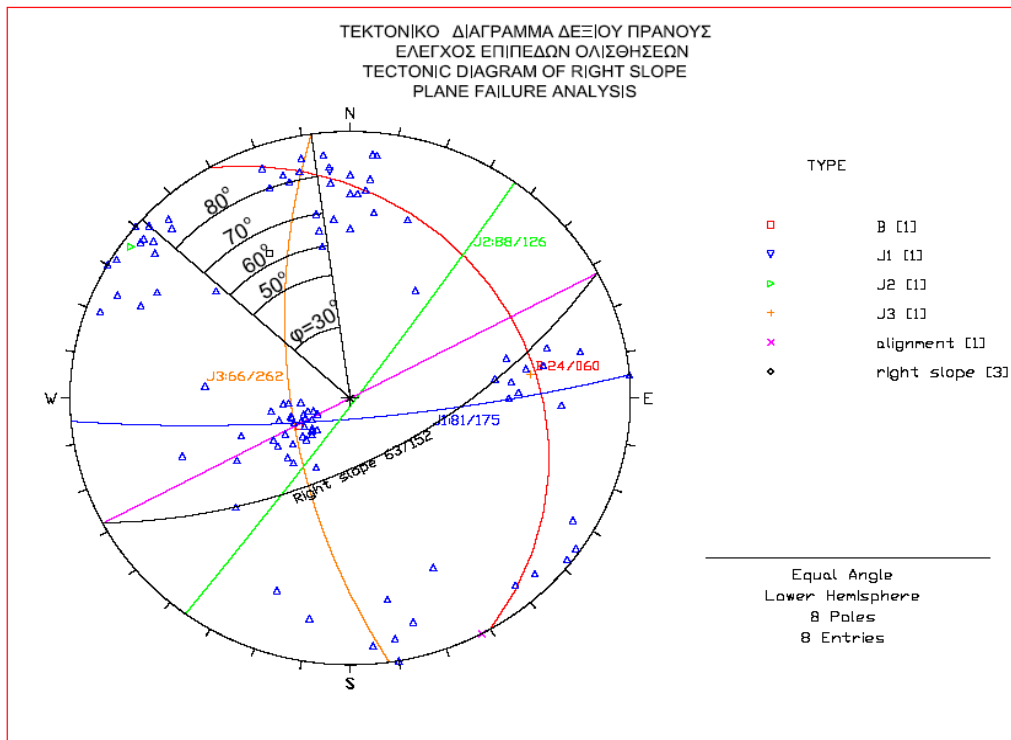
Χρησιμοποιώντας το λογισμικό Dips της Rockscience και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad, έγινε προσπάθεια να ερευνηθεί η πιθανότητα σφηνοειδούς και επίπεδης αστοχίας, καθώς η πιθανότητα ανατροπής τεμαχών με  $\phi$  ασυνεχειών  $\phi=30^{\circ}$ .

#### Στομια Εισόδου

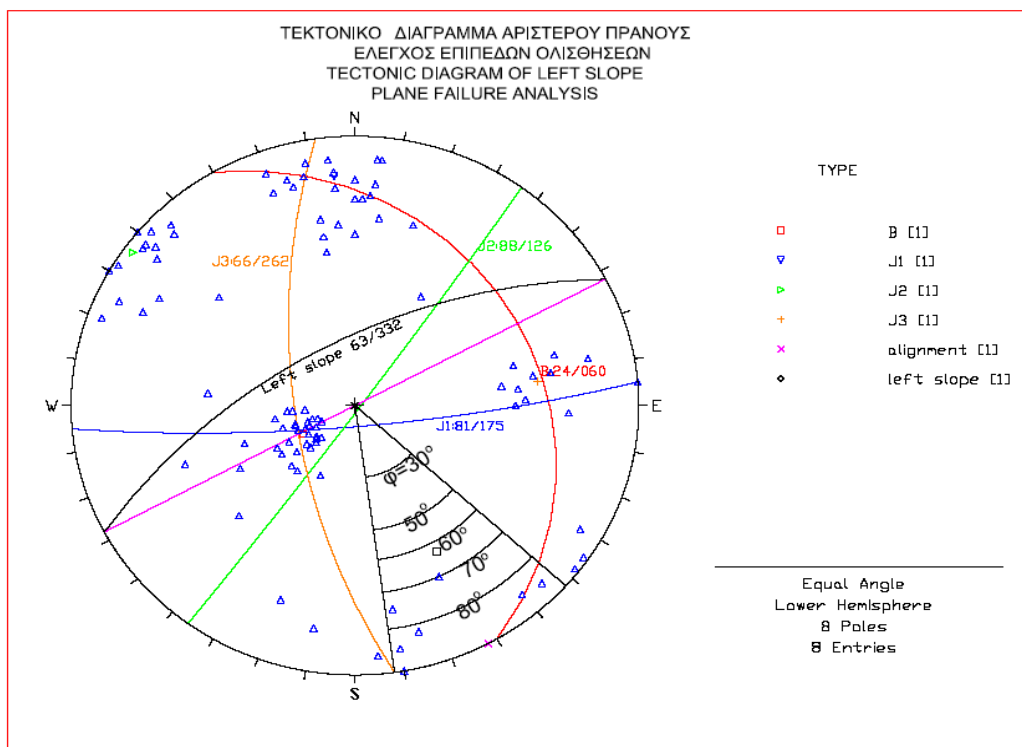
Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται η προτεινόμενη κλίση και φορά μέγιστης κλίσης:

Κλίση / Φορά μέγιστης κλίσης		
Αριστερό	Δεξιό	Μετωπικό
63/332	63/152	79/062

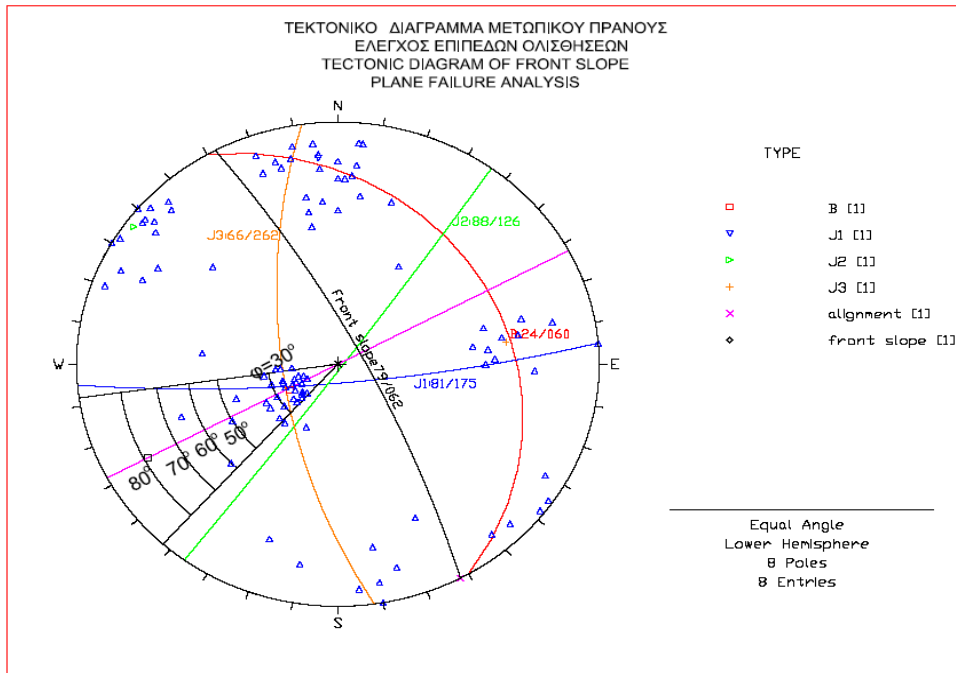
Τα ανώτερα 3m των πρανών (μανδύας αποσάθρωσης, ΤΕ Ι), προτείνεται να εκσφαφθούν με ήπια κλίση 2:3 ( $34^{\circ}$ ).



Σχήμα 5.1: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του δεξιού πρανούς

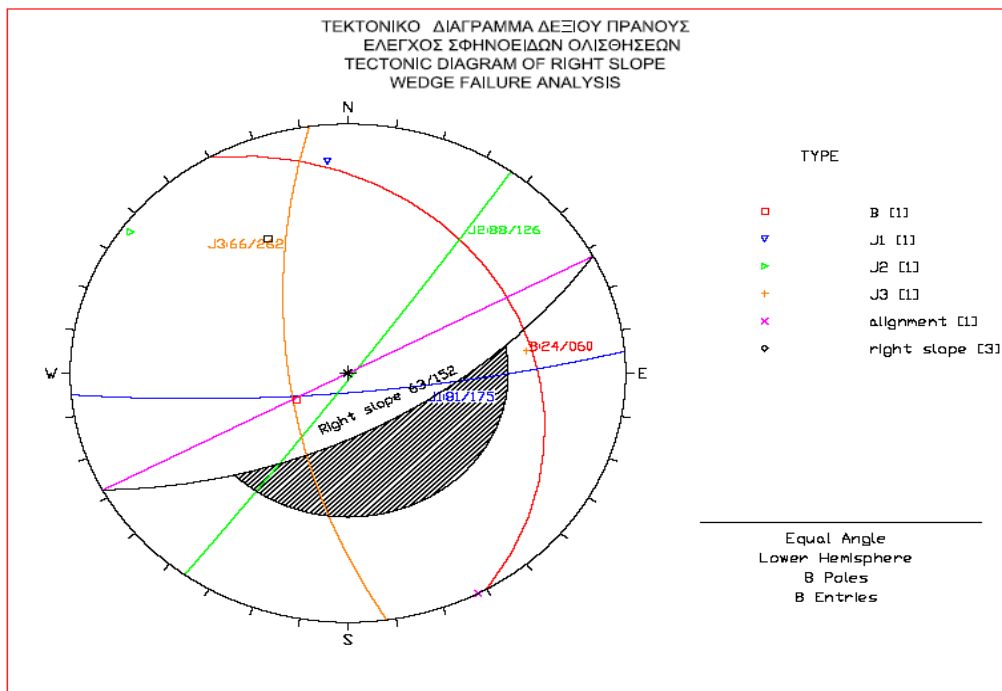


Σχήμα 5.2: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του αριστερού πρανούς



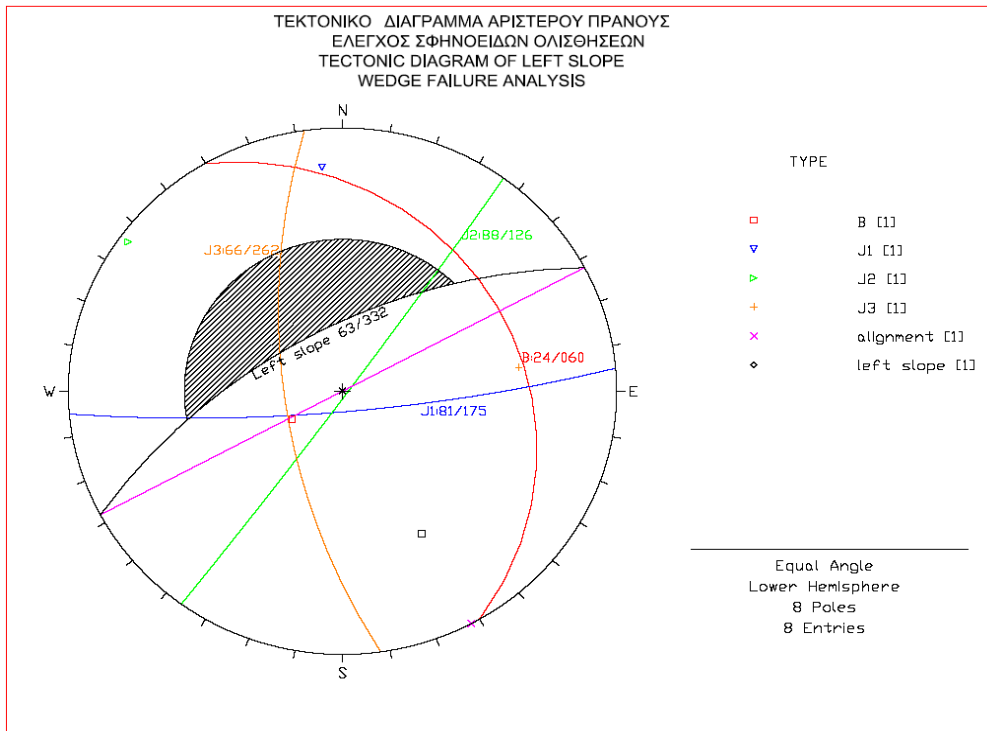
Σχήμα 5.3: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του μετωπικού πρανούς

Παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα ότι η πιθανότητα επίπεδης ολίσθησης στο δεξιό και αριστερό πρανές είναι ασήμαντη και για το μετωπικό πρανές μικρή.

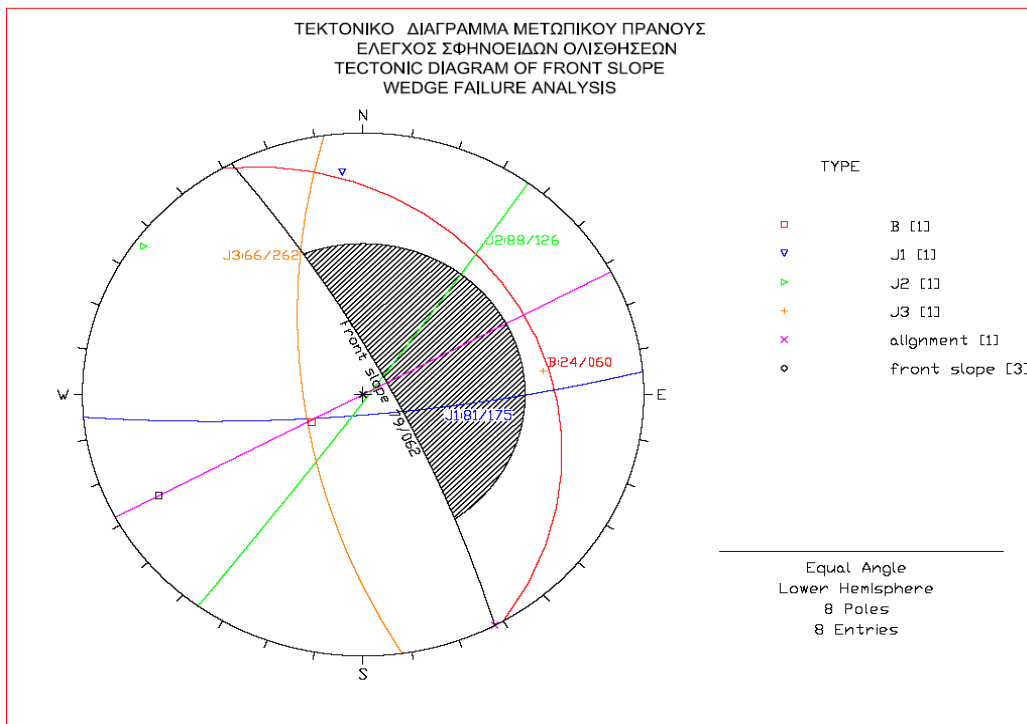


Σχήμα 5.4: Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του δεξιού πρανούς



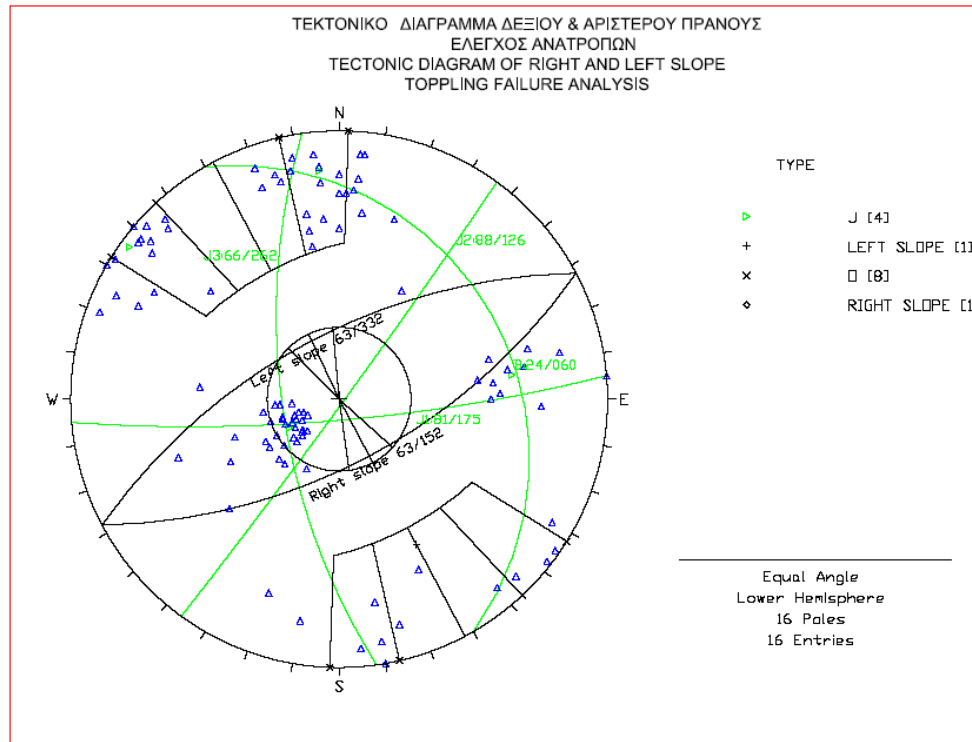


Σχήμα 5.5: Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του αριστερού πρανούς

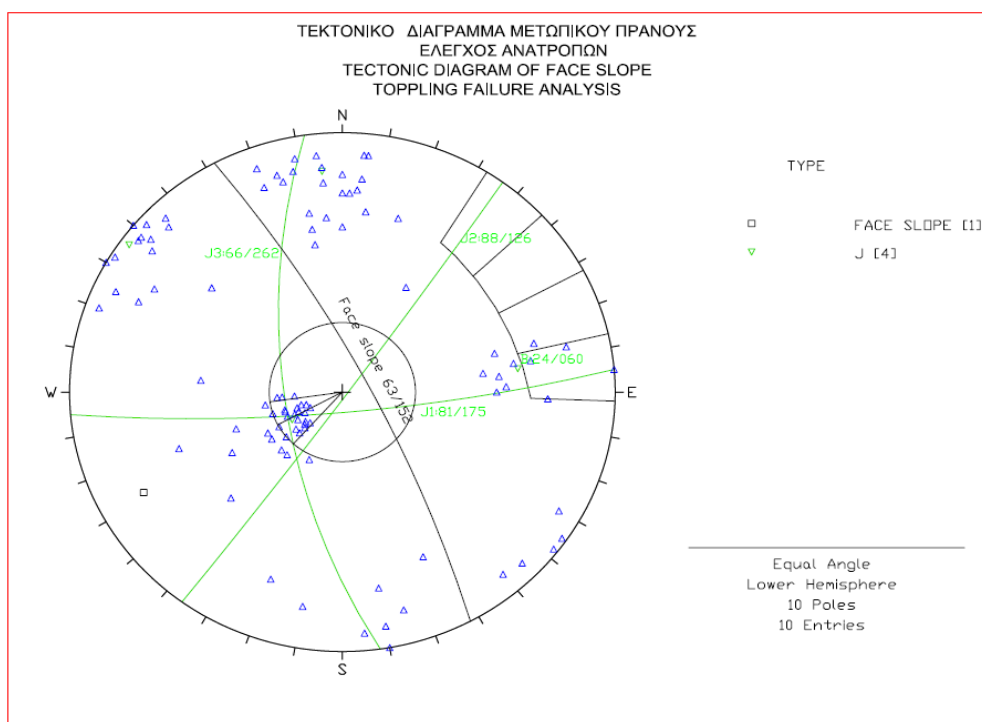


Σχήμα 5.6: Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του μετωπικού πρανούς

Παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα ότι δεν αναμενόταν σφηνοειδής αστοχία σε κανένα πρανές. Επιπλέον, έγινε προσπάθεια να εξετασθεί η πιθανότητα ανατροπής, σύμφωνα με τα τεκτονικά στοιχεία.



Σχήμα 5.7: Τεκτονικό διάγραμμα ανατροπής τεμαχών στο δεξιό και αριστερό πρανές



Σχήμα 5.8: Τεκτονικό διάγραμμα για ανατροπή τεμαχών του μετωπικού πρανούς

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, υπάρχει πιθανότητα ανατροπής στο μετωπικό πρανές, εάν η απόσταση μεταξύ των διακλάσεων είναι αρκετά μικρή.

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, το αριστερό και δεξιό πρανές παρουσιάζουν μικρή πιθανότητα ανατροπής τεμαχών, εάν η απόσταση μεταξύ των διακλάσεων είναι αρκετά μικρή.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά οι πιθανές αστοχίες με βάση τις κλίσεις σχεδιασμού των πρανών.

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα τεκτονικής ανάλυσης στομίου εισόδου

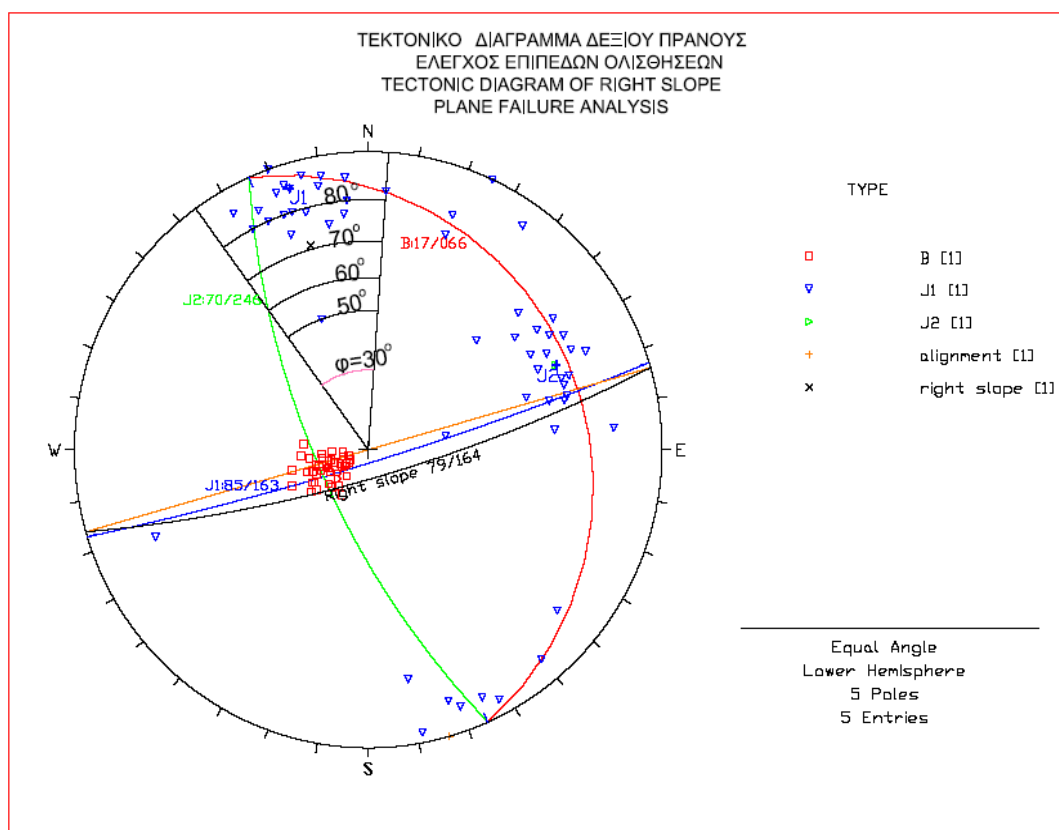
Πρανές	Επίπεδη ολίσθηση	Σφηνοειδής ολίσθηση	Ανατροπή
Μετωπικό 79 <sup>0</sup>	Μικρή πιθανότητα	-	Πιθανότητα ανατροπής τεμαχών
Αριστερό 63 <sup>0</sup>	-	-	Μικρή πιθανότητα ανατροπής τεμαχών
Δεξιό 63 <sup>0</sup>	-	Για πρανή πιο απότομα από 71 <sup>0</sup> λόγω J2-J3	Μικρή πιθανότητα ανατροπής τεμαχών

Στομια Εξόδου

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται η προτεινόμενη κλίση και φορά μέγιστης κλίσης:

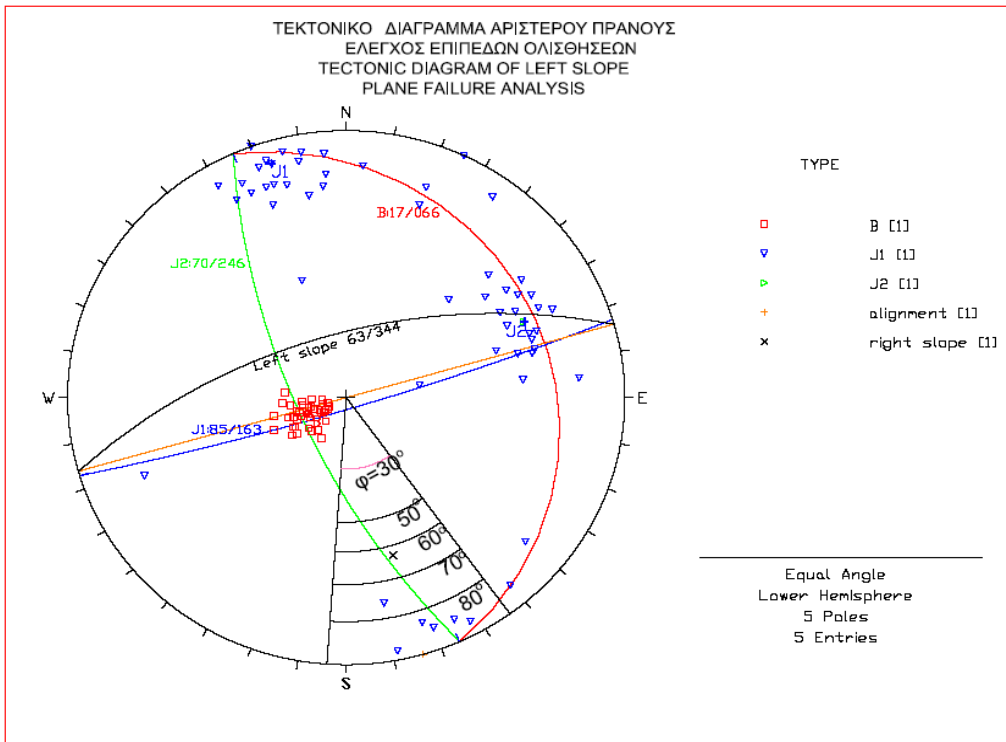
Κλίση /Φορά μέγιστης κλίσης		
Αριστερό	Δεξιό	Μετωπικό
63/344	79/164	79/254

Τα ανώτερα 3m των πρανών (μανδύας αποσάθρωσης, ΤΕ Ι), προτείνεται να εκσφαρθούν με ήπια κλίση 2:3 (34°).

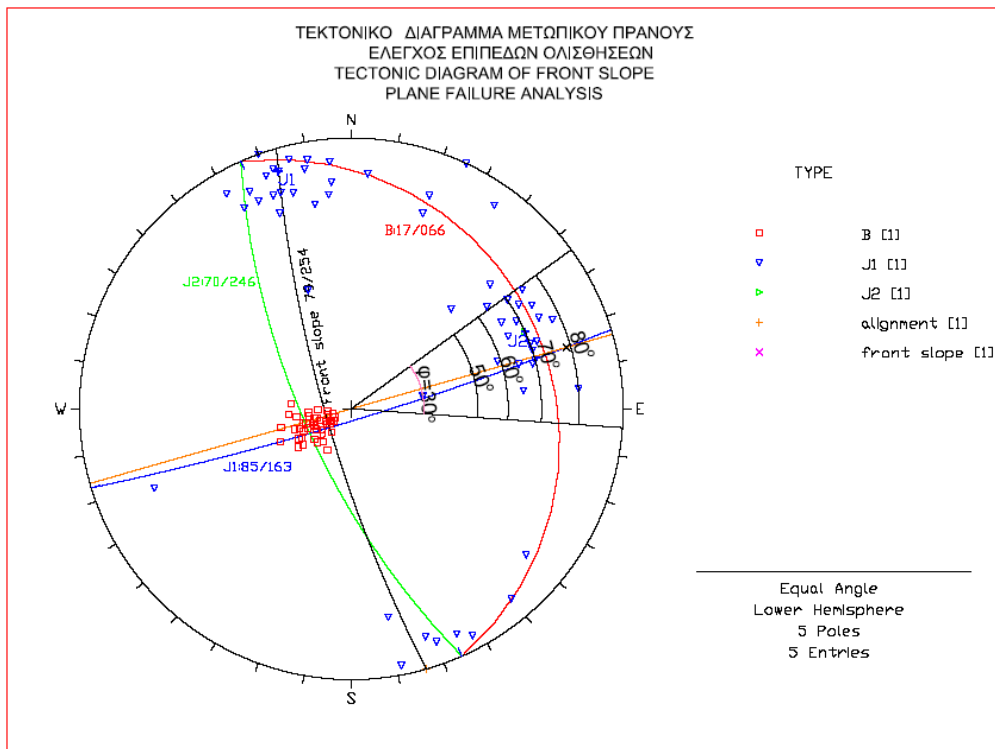


Σχήμα 5.9: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του δεξιού πρανούς

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

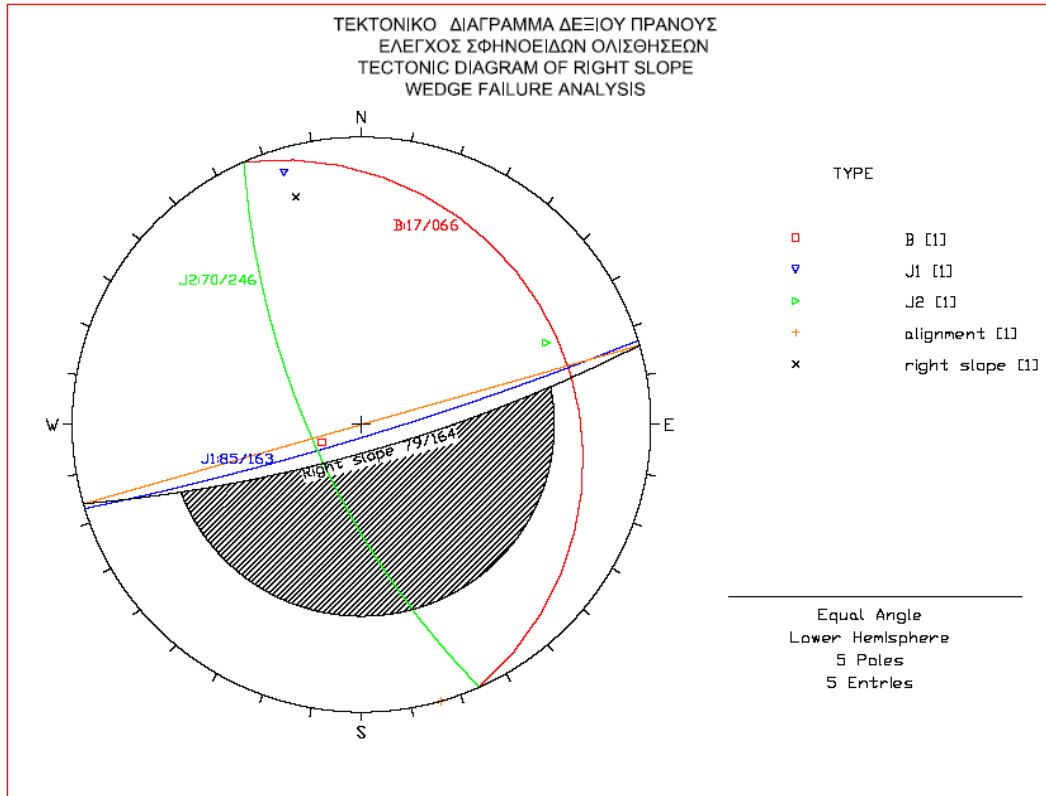


Σχήμα 5.10: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του αριστερού πρανούς

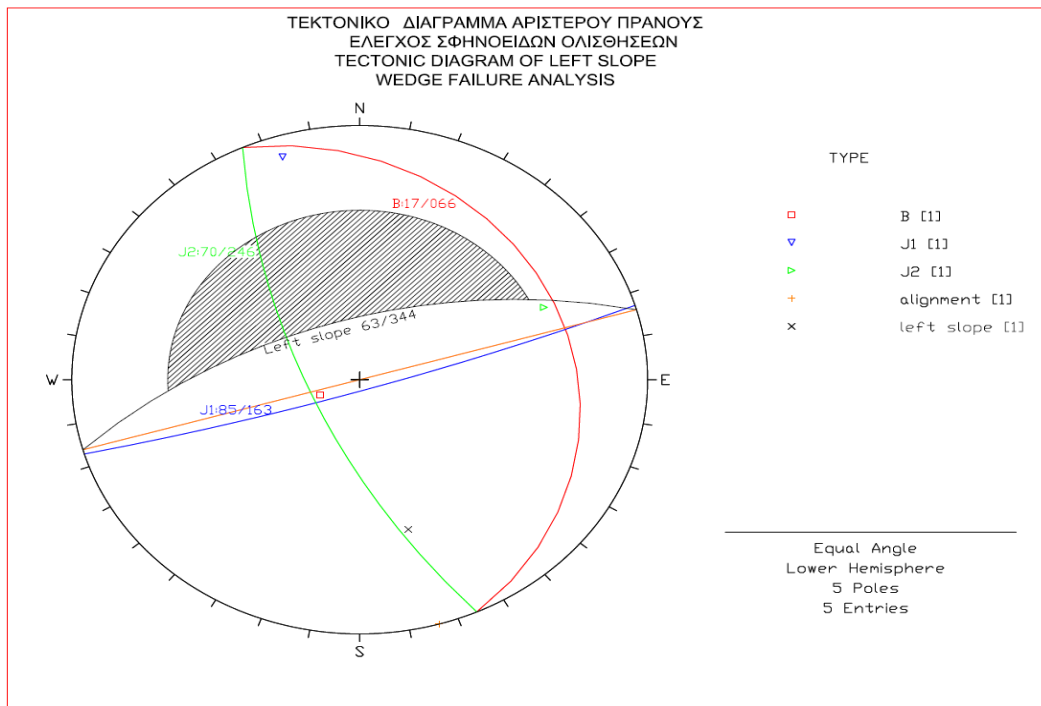


Σχήμα 5.11: Τεκτονικό διάγραμμα για επίπεδη αστοχία του μετωπικού πρανούς

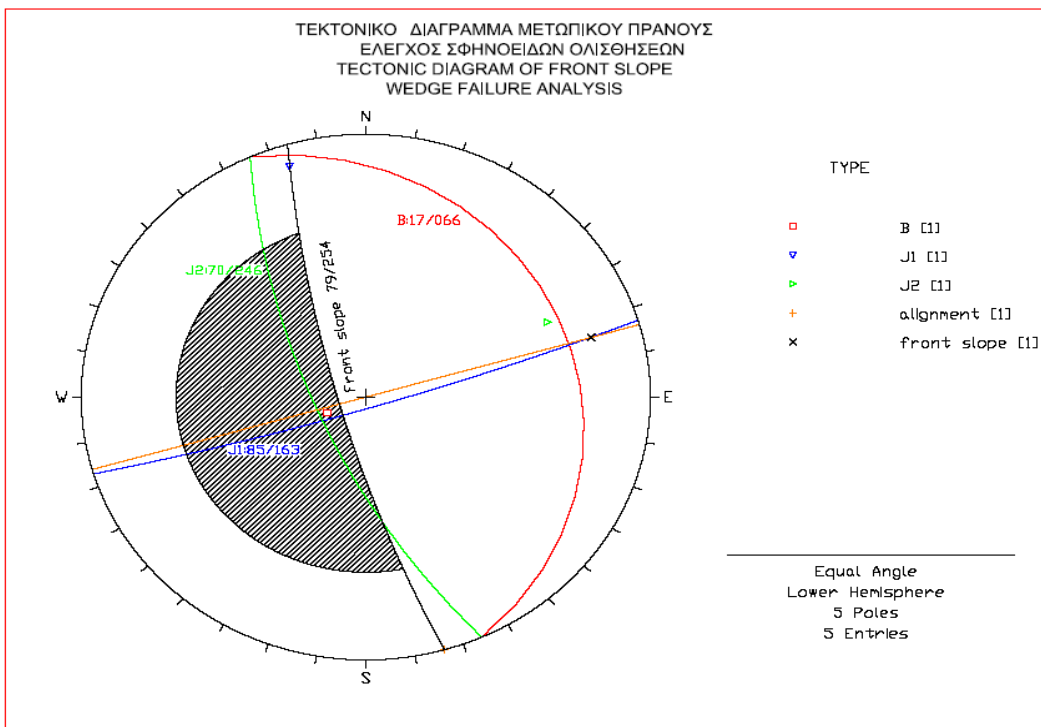
Παρατηρήθηκε από τα παραπάνω διαγράμματα ότι μπορεί να υπάρξει ενδεχόμενη επίπεδη ολίσθηση στο μετωπικό πρανές όπου απαιτούνται μέτρα υποστήριξης. Και το δεξιό πρανές έχει μικρή πιθανότητα επίπεδης αστοχίας με κλίση 5:1, όπου μπορεί να εφαρμοστεί τυχηματική αγκύρωση όπου είναι απαραίτητο, ενώ το αριστερό πρανές δεν εμφανίζει προβλήματα επίπεδης αστοχίας.



**Σχήμα 5.12:** Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του δεξιού πρανούς



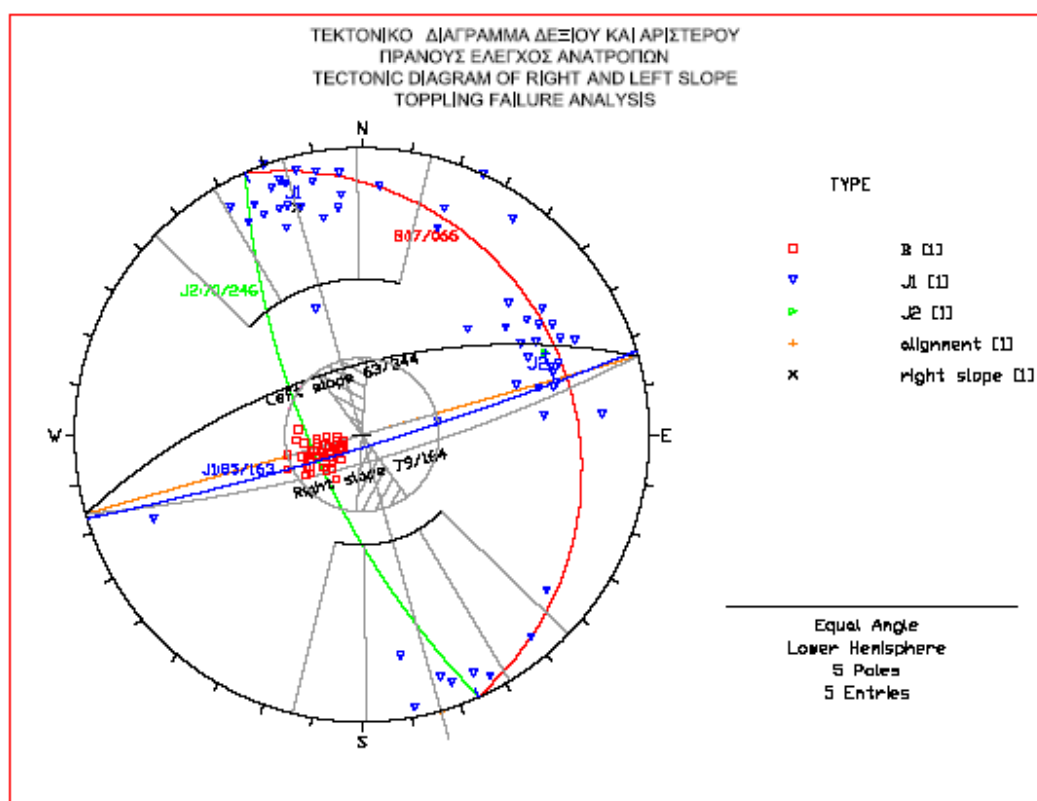
**Σχήμα 5.13:** Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του αριστερού πρανούς



**Σχήμα 5.14:** Τεκτονικό διάγραμμα για σφηνοειδή αστοχία του μετωπικού πρανούς

Παρατηρήθηκε από τα παραπάνω διαγράμματα ότι μπορεί να υπάρξει ενδεχόμενη σφηνοειδής αστοχία μόνο στο μετωπικό πρανές όπου απαιτούνται μέτρα υποστήριξης. Το αριστερό και δεξιό πρανές δεν έχουν προβλήματα σφηνοειδούς αστοχίας.

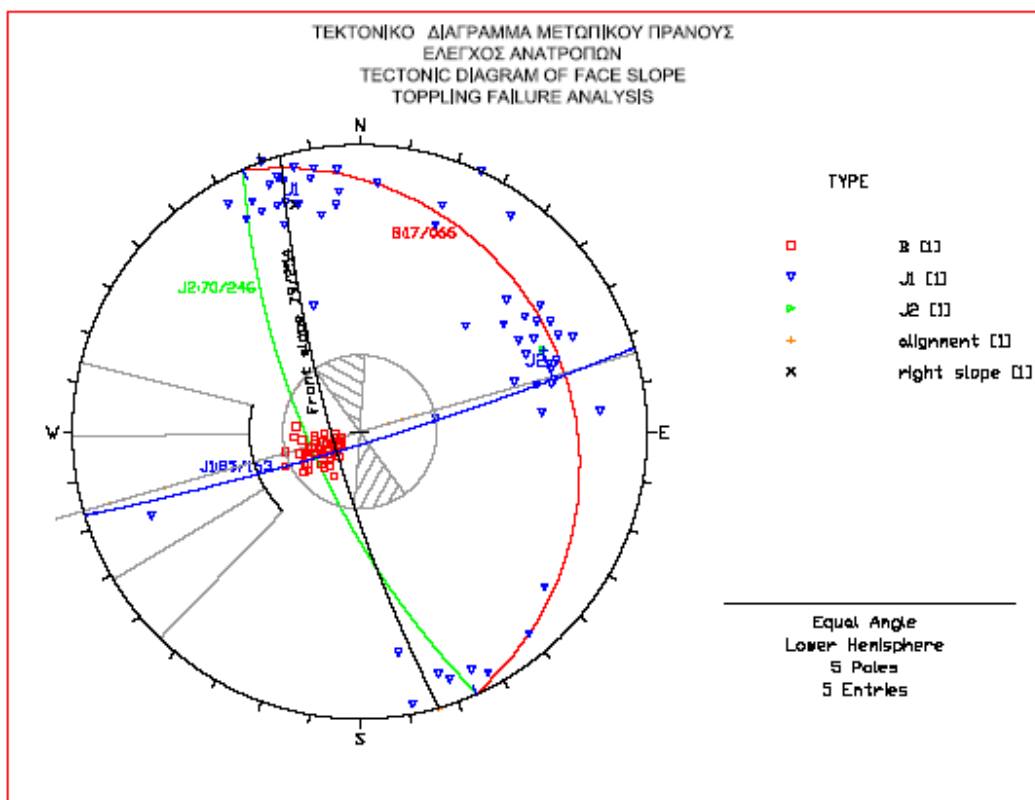
Επιπλέον, έγινε προσπάθεια να εξετασθεί η πιθανότητα ανατροπής, σύμφωνα με τα τεκτονικά στοιχεία.



**Σχήμα 5.15:** Τεκτονικό διάγραμμα αστοχίας ανατροπής τεμμαχών στο δεξιό και αριστερό πρανές

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, υπάρχει πιθανότητα ανατροπής (flexural toppling) στο δεξιό και το αριστερό πρανές, εάν η απόσταση μεταξύ των διακλάσεων είναι αρκετά μικρή. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο δείκτης RQD είναι υψηλός, η απόσταση των διακλάσεων δεν θεωρείται ικανή να παράγει αυτού του είδους την αστοχία.





Σχήμα 5.16: Τεκτονικό διάγραμμα για ανατροπή τεμαχίων του μετωπικού πρανούς

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα δεν υπάρχει πιθανότητα αστοχία τύπου ανατροπής στο μετωπικό πρανές.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά οι πιθανές αστοχίες με βάση τις κλίσεις σχεδιασμού των πρανών.

Πίνακας 5.2: Αποτελέσματα τεκτονικής ανάλυσης στομίου εξόδου

Πρανές	Επίπεδη ολίσθηση	Σφηνοειδής ολίσθηση	Ανατροπή
Μετωπικό 79°	Για πρανή πιο απότομα από 63°, επίπεδη αστοχία λόγω J2.	Πιθανότητα λόγω των J1 - J2.	-
Αριστερό 63°	-	-	Μικρή πιθανότητα λόγω της J1
Δεξιό 79°	Μικρή πιθανότητα λόγω J1	-	Μικρή πιθανότητα λόγω της J1

Τα πρηνή των ορυγμάτων των στομιών θεωρήθηκε ότι θα υποστηρίζονταν με οπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και αγκύρια βράχου. Στο μεγαλύτερο τμήμα τους τα πρηνή θεωρήθηκαν προσωρινά καθώς θα επανεπιχώνονταν. Οι κλίσεις των πρηνών για τις οποίες γίνεται η τεκτονική ανάλυση, επιλέχθηκαν με βάση χωροταξικά και κατασκευαστικά κριτήρια.

### **5.3 Κατασκευή στομιών – Σχολιασμός.**

Η κατασκευή των στομιών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα. Στα μετωπικά πρηνή στην απότομη κλίση 5:1 εφαρμόστηκε κάρναβος αγκυρίων 1,5 x 2.5m στο στόμιο εισόδου και 1,5 x 2,0m στο στόμιο εξόδου μήκους m , ενώ επίσης καλύφθηκε όλη η έκταση της 5:1 κλίσης με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα 10cm.

Ο κάρναβος των αγκυρίων δεν τοποθετήθηκε στην περιοχή διάτρησης της σήραγγας και σε απόσταση 1,5 m γύρω από τη διατομή της σήραγγας, προκειμένου να μην εκτεθούν τα αγκύρια κατά την εκσκαφή της σήραγγας. Γύρω από το τμήμα της στέψης της σήραγγας, τοποθετήθηκε ομπρέλα δοκών ελαφρού τύπου (spiles) και ένας πυκνότερος κάρναβος αγκυρίων βράχου.

Πάνω από την περιοχή της επανεπίχωσης, τοποθετήθηκε γεωύφασμα προστασίας το οποίο θα συγκρατεί το εδαφικό υλικό σε περιπτώσεις επιφανειακής ροής υδάτων κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Επιπλέον, επιτρέπει στη βλάστηση να αναπτύξει το ριζικό της σύστημα στο πλέγμα.

Μια σημαντική παράμετρος για την ευστάθεια των πρηνών είναι η σωστή αποστράγγιση των μετωπικών πρηνών που επιτεύχθηκε με οπές αποστράγγισης. Οι οπές αποστράγγισης είχαν μήκος 12 m και ανωφερική κλίση 8° - 10° και ελάχιστη διάμετρο 4". Οι οπές αποστράγγισης ανοίχθηκαν σε δύο σειρές, όπως μία πάνω από τη στέψη της σήραγγας και μια στη βάση της.

Στα πλευρικά πρηνή, το εφαρμοζόμενο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα εφαρμόστηκε με πάχος 5 cm στις περιοχές που επρόκειτο να επανεπιχωθούν. Η περιοχή πάνω από την επανεπίχωση προστατεύτηκε από γεωύφασμα, όπως αναφέρεται παραπάνω.

Τα παραπάνω μέτρα προστασίας των πρηνών, εφαρμόστηκαν με επιτυχία, καθώς κινηματικές ή άλλου είδους αστοχίες δεν παρατηρήθηκαν κατά την εκσκαφή των στομιών όπως φαίνεται και στις παρακάτω φωτογραφίες. Οι σφήνες που είχαν προβλεφθεί ως πιθανό να

σχηματιστούν είχαν πολύ μικρό μέγεθος και περιορίστηκαν από την εφαρμογή των μέτρων προστασίας.



**Φωτ.5.1** Στόμια εισόδου διαμόρφωση μετωπικού πρανούς (TEPNA)



**Φωτ.5.2** Στόμια εισόδου διαμόρφωση μετωπικού πρανούς (ΤΕΡΝΑ)



**Φωτ.5.3** Στόμια εξόδου διαμόρφωση μετωπικού πρανούς (Ferrovial)



**Φωτ.5.4** Στόμια εξόδου (Ferrovia)



**Φωτ.5.5** Στόμια εξόδου, δεξιό πρανάς εμφάνιση υδάτων στην επαφή ψαμμίτη-ιλυόλιθου



**Φωτ.5.6** Στόμια εξόδου, δεξιό πρανάς εμφάνιση υδάτων στην επαφή ψαμμίτη-ιλυόλιθου

Στις πιο πάνω φωτογραφίες, φαίνεται στην επαφή ψαμμιτικών ενστρώσεων με τους υποκείμενους ιλυόλιθους κυκλοφορία ύδατος. Οι ψαμμιτικοί πάγκοι – ενστρώσεις δρουν ως αποστραγγιστικά στρώματα.



**Φωτ.5.7** Στόμια εξόδου, Αποστραγγιστικές οπές - αγκύρια στο μετωπικό πρανές

## 6. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

### 6.1 Γενικά

Στην παρούσα παράγραφο, αναφέρονται τα μέτρα υποστήριξης που προτάθηκαν για την προσωρινή υποστήριξη της σήραγγας με βάση της προαναφερόμενες τεχνικογεωλογικές συνθήκες και κατηγορίες συμπεριφοράς της βραχόμαζας.

### 6.2 Κατηγορίες μέτρων προσωρινής υποστήριξης

Η προσωρινή υποστήριξη με βάση την κατηγορία βραχόμαζας δίνεται παρακάτω:

Για τις κατηγορίες βραχόμαζας A ( $II_{Sa}$ ) και B ( $II_{Si}$ ) με  $RMR > 61$  (ως ποσοστό της κατηγορία  $II_{Si}$  με  $RMR > 61$  αναμενόταν να αποτελεί το 80%), όπου η βραχόμαζα δείχνει πολύ καλές έως καλές συνθήκες και δεν αναμενόταν προβλήματα ευστάθειας κατά την εκσκαφή, προτείνονται τα ελάχιστα μέτρα υποστήριξης. Η κατηγορία υποστήριξης βραχόμαζας για αυτές τις δύο κατηγορίες βραχόμαζας ορίζεται ως ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ PS- A.

Για τις κατηγορίες βραχόμαζας C ( $III_{Sa}$ ) με  $RMR > 54$  (90%) και B ( $II_{Si}$ ) με  $52 < RMR < 61$  (20%), επιλέγονται βαρύτερα μέτρα υποστήριξης και η κατηγορία υποστήριξης βραχόμαζας ορίζεται ως ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ PS - B. Για την κατηγορία αυτή, αυξάνεται το πάχος εκτοξευόμενου σκυροδέματος και το μήκος αγκύρωσης, ενώ μειώνεται η απόσταση αγκύρωσης στον κάρναβο.

Για τις περισσότερο κερματισμένες κατηγορίες βραχόμαζας C ( $III_{Sa}$ ) (10%) με  $RMR < 54$  και D ( $III_{Si}$ ), επιλέγονται βαρύτερα μέτρα υποστήριξης και η κατηγορία υποστήριξης βραχόμαζας ορίζεται ως ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ PS - C. Για την κατηγορία αυτή, αυξάνεται το πάχος εκτοξευόμενου σκυροδέματος, επιλέγεται χρήση δικτυωτών πλαισίων (lattice girders), ενώ μειώνεται η απόσταση αγκύρωσης στον κάρναβο.

Τέλος, για περιοχές χαμηλών υπερκειμένων κοντά στα στόμια, όπου δεν μπορεί να κατασκευαστεί αυτό-υποστηριζόμενο τόξο, και η εκσκαφή έχει προκαλέσει χαλάρωση της βραχόμαζας και περαιτέρω διάνοιξη των διακλάσεων ή ακόμα και διαταραχή της υφιστάμενης βραχόμαζας με εκρηκτικά, προτείνεται ακόμα βαρύτερη κατηγορία υποστήριξης βραχόμαζας. Στην εν λόγω κατηγορία υποστήριξης, επιλέγεται χρήση πλαισίων και ράβδων προπορείας (όπου



απαιτείται), αύξηση του πάχους της στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος καθώς και μείωση της απόστασης αγκύρωσης στην διατομή της σήραγγας. Ονομάζεται ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ PS-D. Η κατηγορία υποστήριξης PS-D θεωρείται ότι θα εφαρμόζονταν στα πρώτα 20 με 60 m της εκσκαφής στις περιοχές των στομιών με χαμηλά υπερκείμενα. Η συνέχιση της εν λόγω κατηγορίας βραχόμαζας θα αξιολογηθεί σύμφωνα με τις συνθήκες βραχόμαζας που συναντώνται.

Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται συνοπτικά οι κατηγορίες υποστήριξης βραχόμαζας για την προσωρινή υποστήριξη της Καλυδώνας. Τα μήκη εφαρμογής της κάθε κατηγορίας φαίνονται στις αντίστοιχες μηκοτομές αριστερού και δεξιού κλάδου. Στο **παράρτημα Ε**, φαίνονται οι τυπικές διατομές κάθε κατηγορίας υποστήριξης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Κλάδος	Κατηγορία υποστήριξης βραχόμασας	% / Κατηγορία	Μήκος [m]	Διατομή	Βήμα εκσκαφής	Αγκύρια βράχου				Πάχος σκυροδέματος [cm]	Οπλισμός εκτός σκυροδέματος ίνες [kg/m <sup>3</sup> ]	Πλαίσια HEB/Lattice girder	Ράβδοι προπορείας / Δοκοί προπορείας					Γρομμιά B-A [cm]
						τύπος	Μήκος [m]	Διάμετρος [mm]	Κάναβος				Τύπος	Μήκος [m]	Διάμετρος [mm]	Επικάλυψη [m]	Απόσταση από κέντρο σε κέντρο [cm]	
Αριστερός	PS A	62.5	747	OC	2.5-3.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	3	Φ25 - 41x2	2.5x2.5	10	40	-	-	-	-	-	-	15-35
	PS B	21.00	251.88	OC	2.0-2.5	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	2.0x2.0	12	40	-	-	-	-	-	-	20-40
	PS C	7.8	94.59	OC	1.5-2.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	1.5x2.0	16	40	70/10/30/20 Ανά 1.5 m	-	-	-	-	-	20-50
	PS D	8.7	104.1	OC	1.5-2.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	1.5x1.5	18	40	HEB 140 Ανά 1.5 m	Ράβδοι προπορείας	6	Φ25	1.5-2.0	40-50	20-50

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Κλάδος	Κατηγορία υποστήριξης βραχόμαζας	% / Κατηγορία	Μήκος [m]	Διατομή	Βήμα εκσκαφής	Αγκύρια βράχου				Πάχος σκυροδέματος [cm]	Οπλισμός εκτός σκυροδέματος ίνες [kg/m <sup>3</sup> ]	Πλαίσια HEB/Lattice girder	Ράβδοι προπορείας / Δοκοί προπορείας					Γρομμιά B-A [cm]
						τύπος	Μήκος [m]	Διάμετρος [mm]	Κάναβος				Τύπος	Μήκος [m]	Διάμετρος [mm]	Επικάλυψη [m]	Απόσταση από κέντρο σε κέντρο [cm]	
Δεξιός	PS A	64.3	755	OC	2.5-3.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	3	Φ25 - 41x2	2.5x2.5	10	40	-	-	-	-	-	-	15-35
	PS B	20.5	246.5	OC	2.0-2.5	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	2.0x2.0	12	40	-	-	-	-	-	-	20-40
	PS C	9.1	115.96	OC	1.5-2.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	1.5x2.0	16	40	70/10/30/20 Ανά 1.5 m	-	-	-	-	-	20-50
	PS D	6.1	72.85	OC	1.5-2.0	S500s, πλήρως ενεματωμένα ή τύπου Swellex standard, 100kN	4	Φ25 - 41x2	1.5x1.5	18	40	HEB 140 Ανά 1.5 m	Ράβδοι προπορείας	6	Φ25	1.5-2.0	40-50	20-50

OC: Διατομή ανοιχτού ανάστροφου τόξου, CC: Διατομή κλειστού ανάστροφου τόξου

## 6.3 Υλικά Κατασκευής και Μηχανικές Ιδιότητες

### 6.3.1 Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα προδιαγράφεται με αντοχή σε θλίψη κυλινδρικού δοκιμίου ίση με 20 MPa και για τις αριθμητικές αναλύσεις 17 MPa για την προσομοίωση των φαινόμενων μικρορωγμής. Πρέπει να περιλαμβάνει στην σύνθεση του πρόσμεικτο επιταχυντικό για ταχεία ανάπτυξη της αντοχής του και να μπορεί να φέρει τα φορτία της σήραγγας σε πρώιμα στάδια. Το στατικό πάχος ανά τυπική διατομή προβλέπεται να είναι οπλισμένο με μεταλλικές ίνες (μήκος 30 mm και διάμετρος 0,55 mm) ώστε να αυξάνεται η ολκιμότητα του και να αντέχει στην παραμόρφωση. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα τοποθετείται με διαδοχική διάστρωση στρώσεων κατάλληλου πάχους ώστε να επιτυγχάνεται το στατικό πάχος που ορίζεται σε κάθε φάση κατασκευής ενώ η τελική στρώση δεν θα περιέχει ίνες ώστε να δημιουργηθεί μια ομαλή επιφάνεια για την εγκατάσταση της στεγάνωσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου σκυροδέματος.

**Πίνακας 6.1:** Χαρακτηριστικά εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Υλικό κατασκευής	$\sigma_{c\ con}$ Αντοχή Σκυροδέματος [MPa]	Ίνες	Περιεκτικότη τα Ινών [kg/m <sup>3</sup> ]	Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος $f_c$ [KPa]	$E_c$ [MPa]
Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	C20/25	Τύπου Dramix ZP305	40	17000	15000

### 6.3.2 Ηλώσεις βράχου

Οι απλές ηλώσεις βράχου επιτυγχάνουν την εσωτερική στήριξη του πετρώματος και αναλαμβάνουν εφελκυστικές και διατμητικές δυνάμεις. Προτείνεται χρήση απλών χαλύβδινων ηλώσεων (Φ25, S500s) βράχου με χρήση ειδικού τσιμεντενέματος ο οποίος τους παρέχει τη δυνατότητα να παραλάβουν φορτία σε μικρό χρονικό διάστημα όπου απαιτείται. Κρίνεται ότι το φορτίο είναι δυνατόν να παραληφθεί από αγκύρια με φέρουσα ικανότητα 250kN. Οπότε σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρείται η κρίσιμη αυτή παράμετρος της φέρουσας ικανότητας του. Η συνάφεια τσιμέντου – βράχου θεωρείται καλή πάνω από 150 kN/m των αγκυρίων για αυτά τα είδη βραχώμαζας. Βάση της συνάφειας αυτής για αγκύρια πάνω από 2-3m κρίσιμο μέγεθος

αποτελεί η αντοχή του χάλυβα. Η συνάφεια πρέπει να επαληθεύεται με δοκιμές εξόλκευσης. Επιπλέον, προτείνεται πλάκα έδρασης όχι μικρότερης επιφάνειας από  $225\text{cm}^2$ , μέγεθος τρύπας 27mm και πάχος όχι μικρότερο από 6mm. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αγκύρια τύπου Swellex standard, 100kN και 4.1x2.0mm. Τα αγκύρια τριβής (swellex) μπορούν να παραλαμβάνουν το πλήρες φορτίο άμεσα μετά την τοποθέτησή τους και έτσι απορροφούν αυτομάτως όλες τις μετακινήσεις της βραχομάζας. Οι δυνάμεις τριβής εφαρμόζονται σε ολόκληρο το μήκος των αγκυρίων. Η διαφορά φέρουσας ικανότητας των αγκυρίων οφείλεται στο ότι η συνήθης πρακτική αλλά και σύμφωνα με την ΤΣΥ του έργου ως ελάχιστες διαστάσεις ηλώσεων βράχου πλήρως ενεμετωμένες ορίζεται η διάμετρος  $\Phi 25$ . Τα φορτία όμως που αναλαμβάνουν τα αγκύρια είναι αρκετά μικρότερα όπως εμφανίζονται και στους έλεγχους επάρκειας και επομένως δύναται να αναληφθούν και από Swellex standard (100kN).

**Πίνακας 6.2:** Χαρακτηριστικά Ηλώσεων

Υλικό κατασκευής / Τύπος	Χάλυβας	Διάμετρος [mm]	Διάμετρος Οπής [mm]	Φέρουσα Ικανότητα [kN]	$E_b$ [MPa]
Απλές Ηλώσεις Βράχου με τσιμεντένεμα	St IV (S500s)	$\Phi 25$	76	250	207000
Τύπου Swellex standard	-	41.0x2.0	32-39	100	-

### 6.3.3 Πλαίσια

Τα μεταλλικά πλαίσια τοποθετούνται σε κάθε βήμα εκσκαφής της αντίστοιχης κατηγορίας. Προτείνεται η χρήση ΗΕΒ τύπου 140 και βάρους 33,7 kg/m. Μεταξύ δυο γειτονικών πλαισίων, είναι απαραίτητη η πρόσθεση αντηρίδων για την διατήρηση του τοποθετούμενου πλαισίου στην ορθή θέση κατά τις εργασίες εκτόξευσης σκυροδέματος, την εξασφάλιση της διαμήκους διασύνδεσης και δυσκαμψίας τους, και την αποτροπή του λυγισμού τους.

Τα δικτυωτά πλαίσια ενσωματώνονται πλήρως στο κέλυφος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος και δρουν ως επιπρόσθετες ράβδοι οπλισμού έναντι κάμψης του κελύφους. Παρέχουν μία περισσότερο αποτελεσματική σύνδεση και συνάφεια με την αντοχή του σκυροδέματος. Προτείνεται χρήση δικτυωτού πλαισίου τύπου Lattice Girder 70-10-30-20 με βάρος 10kg/m. Μεταξύ δυο γειτονικών πλαισίων είναι απαραίτητες πρόσθετες αντηρίδες για την διατήρηση του τοποθετούμενου πλαισίου στην ορθή θέση κατά τις εργασίες εκτόξευσης σκυροδέματος και την

εξασφάλιση της διαμήκου διασύνδεσης και δυσκαμψίας τους και την αποτροπή του λυγισμού τους.

**Πίνακας 6.3:** Χαρακτηριστικά Πλαισίων και αντηρίδων

Υλικό κατασκευής / Τύπος	Χάλυβας	Διάμετρος [mm]	Βάρος [kg/m]	H [mm]	B [mm]	Αντοχή [MPa]
Μεταλλικό πλαίσιο HEB 140	S235	-	33.7	140	140	235
Δικτυωτό πλαίσιο LG 70-10-30-20	St IV (S500s)	30/20	12.5	120	140	500
Αντηρίδες μεταλλικού πλαισίου	St IV (S500s)	Φ20				
Αντηρίδες δικτυωτού πλαισίου	St IV (S500s)	Φ16	-	-	-	-

#### 6.3.4 Ράβδοι προπορείας

Οι ράβδοι προπορείας (Spiles) προστατεύουν το ανυποστήρικτο μέτωπο και την οροφή από τοπικές αστάθειες πριν από την εφαρμογή των μέτρων υποστήριξης (εκτοξευόμενο, αγκύρια κ.α). Ο ράβδοι είναι μικρής διαμέτρου και δεν παρουσιάζουν καμπτική ακαμψία σε αντίθεση με τους δοκούς προπορείας. Τοποθετούνται για την αντιμετώπιση περιοχών όπου δύναται να συναντηθούν διατμημένες ζώνες ή για την αποφυγή αποκόλλησης τεμαχών μετά την εκσκαφή και την τοποθέτηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Όπου απαιτούνται, προτείνονται ράβδοι διαμέτρου Φ25, S500s, φέρουσας ικανότητας 250 kN, μήκους 6m κάθε τρία βήματα (3x1m). Τέλος, οι ράβδοι προπορείας πρέπει να τοποθετούνται σε διατρήματα με τσιμεντένεμα και με κλίση από την οριζόντιο 7-10°.

**Πίνακας 6.4:** Χαρακτηριστικά ράβδων προπορείας

Υλικό κατασκευής / Τύπος	Χάλυβας	Φέρουσα Ικανότητα [kN]	Διάμετρος [mm]	Κλίση [°]
Ράβδοι προπορείας	St IV (S500s)	250	Φ25	7-10

## 7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### 7.1 Γενικά

Στην παρούσα παράγραφο, γίνεται μια σύγκριση των κατηγοριών βραχόμαζας που προβλέπονται να συναντηθούν κατά τη διάνοιξη σύμφωνα με τα δεδομένα των χαρτογραφήσεων και των γεωτρήσεων και των κατηγοριών όπως συναντήθηκαν τελικώς. Επίσης εξετάζεται η εφαρμογή των μέτρων προσωρινής υποστήριξης κατά μήκος και των δυο κλάδων.

### 7.2 Κατηγορίες βραχόμαζας – Μέτρα υποστήριξης. Προβλεψη - Εφαρμογή

#### Δεξιός κλάδος

Από X.Θ. 24+052 έως X.Θ. 24+090 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας C.

Από X.Θ. 24+090 έως X.Θ. 24+189 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας D.

Από X.Θ. 24+189 έως X.Θ. 24+553 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας B.

Από X.Θ. 24+553 έως X.Θ. 24+867 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας A.

Από X.Θ. 24+867 έως X.Θ. 25+242 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας B.

Σύμφωνα με τις γεωλογικές χαρτογραφήσεις των μετώπων **Παράρτημα ΣΤ**, τις γεωλογικές περιγραφές και τις επί τόπου κατατάξεις της βραχόμαζας, συναντήθηκαν:

Από X.Θ. 24+051 έως X.Θ. 24+111 συναντήθηκε η **κατηγορία βραχόμαζας C**. Η κατηγορία βραχόμαζας C - III<sub>sa</sub> αποτελείται από ελαφρά ως μέτρια αποσαθρωμένο ψαμμίτη με λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθου. Τοπικά εμφανίζεται αργιλικό υλικό. Η βραχόμαζα εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια κερματισμένη με δύο ως τέσσερις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές ή ελαφρά ανοιχτές, χωρίς υλικό πλήρωσης. Τοπικά οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Από X.Θ. 24+111 έως X.Θ. 24+147 συναντήθηκαν **οι κατηγορίες βραχόμαζας C και D**. Εναλλαγές κατηγορίας βραχόμαζας C - III<sub>sa</sub> & D - III<sub>st</sub> συνίστανται από εναλλαγές ελαφρά ως μέτρια αποσαθρωμένου λεπτοστρωματώδη ως μεσοστρωματώδη ψαμμίτη και

λεπτοστρωματώδη ιλύολιθο. Τοπικά ο σχηματισμός εμφανίζεται εδαφοποιημένος λόγω παρουσίας υδάτων.

Η βραχόμαζα εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια κερματισμένη με δυο ως τρεις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές ή ελαφρά ανοιχτές, χωρίς υλικό πλήρωσης. Τοπικά και σε πολλές περιοχές οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Από Χ.Θ. 24+147 έως Χ.Θ. 24+564 συναντήθηκε **η κατηγορία βραχόμαζας Β**. Η κατηγορία βραχόμαζας Β -  $\Pi_{s1}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο ως ελαφρά λεπτοστρωματώδη αποσαθρωμένο ιλύολιθο με λεπτές ενστρώσεις ψαμμίτη.

Η βραχόμαζα εμφανίζεται χωρίς κερματισμό ή ελαφρά κερματισμένη με μία έως τρεις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης. Μπορεί κάποια διάκλαση να έχει τοπικά υλικό πλήρωσης, άργιλο αλλά στην πλειοψηφία τους οι διακλάσεις εμφανίζονται κλειστές.

Από Χ.Θ. 24+564 έως Χ.Θ. 24+949 συναντήθηκε **η κατηγορία βραχόμαζας Α**. Η κατηγορία βραχόμαζας Α -  $\Pi_{sa}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο έως ελαφρά αποσαθρωμένο λεπτοστρωματώδη ψαμμίτη με ενστρώσεις λεπτοστρωματώδη ιλύολιθου (60-70% ψαμμίτης, 40-30% ιλύολιθος).

Η βραχόμαζα εμφανίζεται ελαφρά ως μέτρια κερματισμένη με μία έως δυο (τοπικά τρεις) διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κυρίως κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης. Τοπικά οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Από Χ.Θ. 24+949 έως Χ.Θ. 24+961 συναντήθηκαν **οι κατηγορίες βραχόμαζας Α και Β**, όπως περιγράφονται πιο πάνω.

Από Χ.Θ. 24+961 έως Χ.Θ. 25+242 συναντήθηκε **η κατηγορία βραχόμαζας Β**. Η κατηγορία βραχόμαζας Β -  $\Pi_{s1}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο ως ελαφρά λεπτοστρωματώδη αποσαθρωμένο ιλύολιθο με λεπτές ενστρώσεις ψαμμίτη.

Η βραχόμαζα εμφανίζεται χωρίς κερματισμό ή ελαφρά κερματισμένη με μία έως τρεις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης.



Μπορεί κάποια διάκλαση να έχει τοπικά υλικό πλήρωσης, άργιλο αλλά στην πλειοψηφία τους οι διακλάσεις εμφανίζονται κλειστές.

#### Αριστερός κλάδος

Από X.Θ. 24+058 έως X.Θ. 24+113 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας C.

Από X.Θ. 24+113 έως X.Θ. 24+198 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας D.

Από X.Θ. 24+198 έως X.Θ. 24+576 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας B.

Από X.Θ. 24+576 έως X.Θ. 24+876 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας A.

Από X.Θ. 24+876 έως X.Θ. 24+256 αναμενόταν να συναντηθεί η κατηγορία βραχόμαζας B.

Σύμφωνα με τις γεωλογικές χαρτογραφήσεις των μετώπων και τις επί τόπου κατατάξεις της βραχόμαζας, συναντήθηκαν:

Από X.Θ. 24+058 έως X.Θ. 24+117 συναντήθηκε **η κατηγορία βραχόμαζας C**. Η κατηγορία βραχόμαζας C - III<sub>sa</sub> σχηματίζεται από φλύσχη με κύριο βραχώδες συστατικό τον ελαφρά ως μέτρια αποσαθρωμένο ψαμμίτη με λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθου. Τοπικά εμφανίζεται αργιλικό υλικό. Η βραχόμαζα εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια κερματισμένη με τρεις ως τέσσερις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές ή ελαφρά ανοιχτές, χωρίς υλικό πλήρωσης. Τοπικά οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Από X.Θ. 24+117 έως X.Θ. 24+176 συναντήθηκαν οι κατηγορίες βραχόμαζας C και D.

Από X.Θ. 24+176 έως X.Θ. 24+193 συναντήθηκε **η κατηγορία βραχόμαζας D**. Η κατηγορία βραχόμαζας D - III<sub>st</sub> αποτελείται από ελαφρά ως μέτρια αποσαθρωμένο ιλυόλιθο με ενστρώσεις ψαμμίτη. Τοπικά στην διατομή της σήραγγας εμφανίζονται κάποιες μικρές ενστρώσεις ιλυολίθου με αρκετά αποσαθρωμένη δομή έως και εδαφοποιημένη. Το πάχος αυτών είναι μερικά εκατοστά. Η βραχόμαζα εμφανίζεται ελαφρά έως μέτρια κερματισμένη με δυο κυρίως διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές ή ελαφρά ανοιχτές, χωρίς υλικό πλήρωσης. Τοπικά και σε πολλές περιοχές οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Από Χ.Θ. 24+193 έως Χ.Θ. 24+552 συναντήθηκε η **κατηγορία βραχόμαζας Β**. Η κατηγορία βραχόμαζας Β -  $\Pi_{st}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο ως ελαφρά λεπτοστρωματώδη αποσαθρωμένο ιλυόλιθο με λεπτές ενστρώσεις ψαμμίτη. Η βραχόμαζας εμφανίζεται χωρίς κερματισμό ή ελαφρά κερματισμένη με μία έως τρεις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης. Μπορεί κάποια διάκλαση να έχει τοπικά υλικό πλήρωσης, άργιλο αλλά στην πλειοψηφία τους οι διακλάσεις εμφανίζονται κλειστές.

Από Χ.Θ. 24+552 έως Χ.Θ. 24+904 συναντήθηκε η **κατηγορία βραχόμαζας Α**. Η κατηγορία βραχόμαζας Α -  $\Pi_{sa}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο έως ελαφρά αποσαθρωμένο λεπτοστρωματώδη ως μεσοστρωματώδη ψαμμίτη με ενστρώσεις λεπτοστρωματώδη ιλυόλιθου (70% ψαμμίτης, 30% ιλυόλιθος).

Η βραχόμαζας εμφανίζεται ελαφρά ως μέτρια κερματισμένη με τέσσερις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κυρίως κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης.

Από Χ.Θ. 24+904 έως Χ.Θ. 24+915 συναντήθηκε η κατηγορία βραχόμαζας Α και Β.

Από Χ.Θ. 24+915 έως Χ.Θ. 25+256 συναντήθηκε η **κατηγορία βραχόμαζας Β**. Η κατηγορία βραχόμαζας Β -  $\Pi_{st}$  αποτελείται από μη αποσαθρωμένο ως ελαφρά λεπτοστρωματώδη αποσαθρωμένο ιλυόλιθο με ενστρώσεις λεπτοστρωματώδη ως μεσοστρωματώδη ψαμμίτη. Η βραχόμαζας εμφανίζεται χωρίς κερματισμό ή ελαφρά κερματισμένη με μια έως τέσσερις διακλάσεις ανά μέτρο στο μέτωπο. Οι διακλάσεις είναι κυρίως κλειστές και δεν έχουν υλικό πλήρωσης. Τοπικά οι διακλάσεις έχουν υλικό πλήρωσης άργιλο.

Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνονται ενδεικτικά τα μέτωπα σε κάθε κατηγορία βραχόμαζας:



**Φωτ. 7.1** Χ.Θ. 25+003 Κατηγορία βραχώμαζας Α (Δεξιός κλάδος)



**Φωτ. 7.2** Κατηγορία υποστήριξης Α

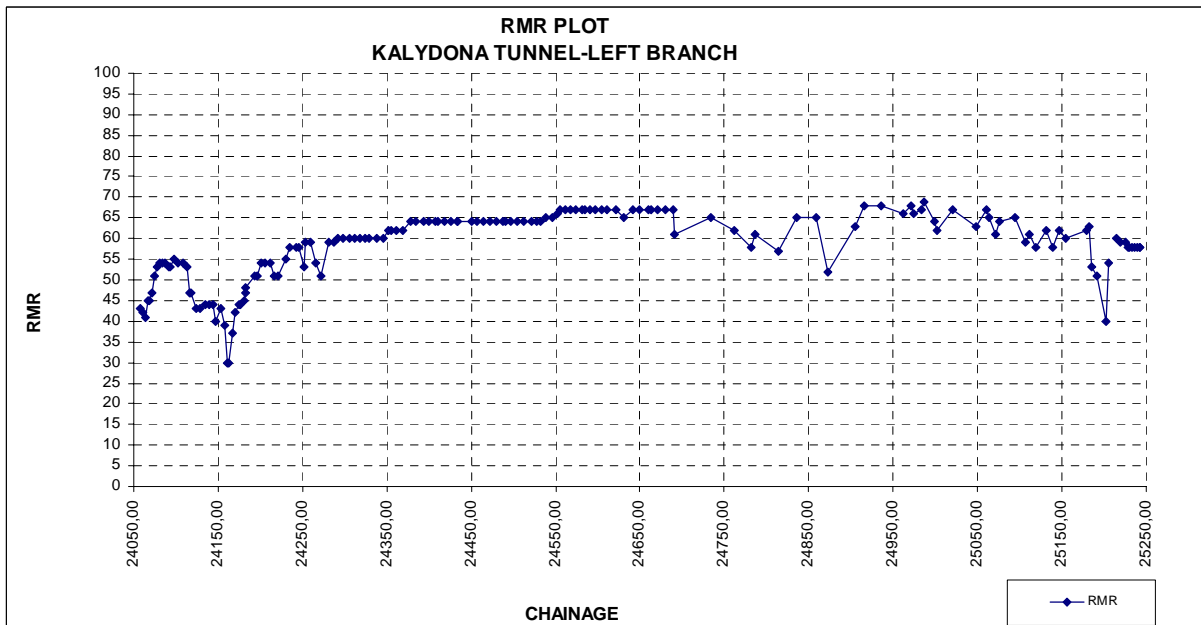
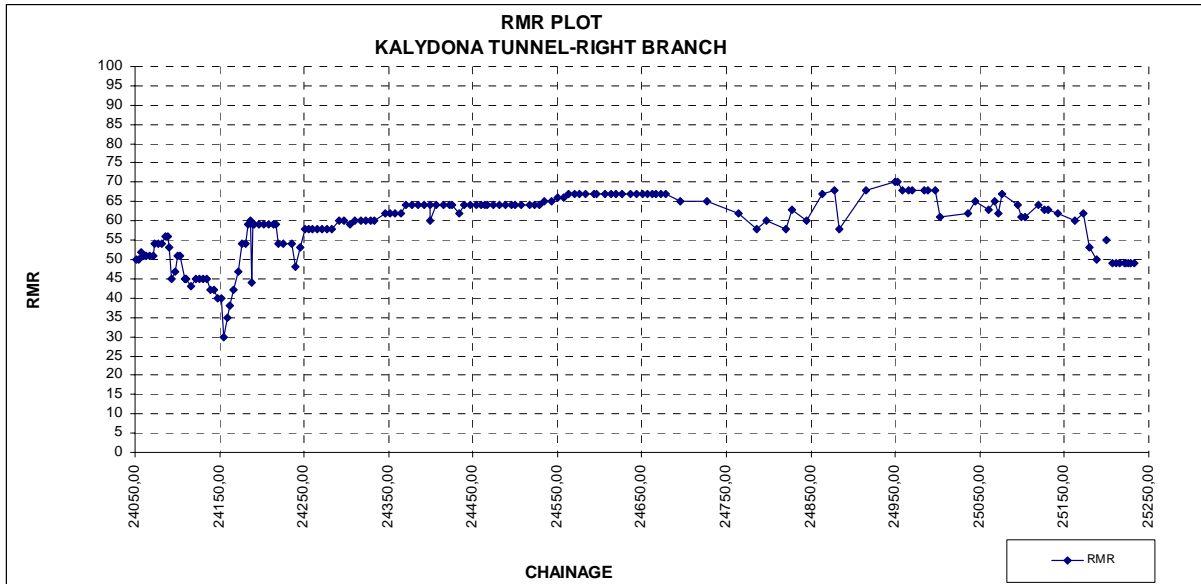


**Φωτ. 7.3** Χ.Θ. 25+207 Κατηγορία βραχώμαζας Β (Αριστερός κλάδος)



**Φωτ. 7.4** Κατηγορία βραχώμαζας D (Αριστερός κλάδος)

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η διακύμανση του RMR κατά μήκος της σήραγγας και στους δύο κλάδους.



Οι κατηγορίες βραχώμαζας που περιγράφονται παραπάνω όπως και οι διαφορές που συναντήθηκαν κατά τη διάνοιξη, φαίνονται στα σχέδια 4 και 5.

Πίνακας 7.1: Δεξιός κλάδος

Χ.Θ Αρχή (Πρόβλεψη)	Χ.Θ Αρχή (Κατασκευή)	Χ.Θ. Τέλος (Πρόβλεψη)	Χ.Θ. Τέλος (Κατασκευή)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Πρόβλεψη)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Κατασκευή)	RMR (Πρόβλεψη)	RMR (Κατασκευή)	Κατηγορία υποστήριξης (Πρόβλεψη)	Κατηγορία υποστήριξης (Κατασκευή)	Συγκλίσεις (Πρόβλεψη) [mm]	Συγκλίσεις (Κατασκευή) [mm]
24+051.48	24+051	24+073.24	24+103.50	C - III <sub>sa</sub>	C - III <sub>sa</sub>	50-63	47-56	PS-D	PS-D	4.0-10.0mm	Άξονας: 4.5mm Οριζόντια: 3.1mm Κατακόρυφα: 7.0mm
24+073.24	24+103.50	24+189.16	24+188.70	D - III <sub>st</sub>	C/D, D	42-53	35-60	PS-C	PS-C	4.0-10.0mm	Άξονας: 3.5mm Οριζόντια: 3.5mm Κατακόρυφα: 9.0mm
24+189.16	24+188.70	24+552.75	24+378	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	48-64	PS-A 80% & PS-B 20%	PS-B	2.0-6.0mm	Άξονας: 6.1mm Οριζόντια: 6.3mm Κατακόρυφα: 7.0mm
24+552.75	24+378	24+822.90	24+809.70	A - II <sub>sa</sub>	24+378- 24+563.5 B 24+563.5- 24+678 A	65-78	64-67	PS-A	PS-A	1.5-3.0mm	Άξονας: 5.5mm Οριζόντια: 3.2mm Κατακόρυφα: 4.0mm
	24+809.70		24+844.95	A - II <sub>sa</sub>	24+809.70 – 24+ 844.95 A&B	65-78	58-63	PS-A 35% & PS-B 65%	PS-B	1.5-3.0mm	Άξονας: 5.5mm Οριζόντια: 3.2mm Κατακόρυφα: 4.0mm

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Χ.Θ Αρχή (Πρόβλεψη)	Χ.Θ Αρχή (Κατασκευή)	Χ.Θ. Τέλος (Πρόβλεψη)	Χ.Θ. Τέλος (Κατασκευή)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Πρόβλεψη)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Κατασκευή)	RMR (Πρόβλεψη)	RMR (Κατασκευή)	Κατηγορία υποστήριξης (Πρόβλεψη)	Κατηγορία υποστήριξης (Κατασκευή)	Συγκλίσεις (Πρόβλεψη) [mm]	Συγκλίσεις (Κατασκευή) [mm]
24+822.90	24+844,95	24+948.16	25+111	24+822.90- 24+867.46 A <sub>s</sub> 24+867.46- 24+948.16 B	24+863.53- 24+949.3 A 24+943.3- 25+111 B	52-67 65-78	60-70	PS-B 30% & PS-A 70%	PS-A	1.5-3.0mm	Άξονας: 7.0mm Οριζόντια: 3.0mm Κατακόρυφα: 5.0mm
24+948.16	25+111	25+190.70	25+196	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	50-64	PS-A 80% & PS-B 20%	PS-B	2.0-6.0mm	Άξονας: 3.0mm Οριζόντια: 3.0mm Κατακόρυφα: 2.0mm
	25+196		25+200	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	-	PS-D	PS-D/B	4.0-10.0mm	Άξονας: 3.0mm Οριζόντια: 3.0mm Κατακόρυφα: 2.0mm
25+190.70	25+200	25+241.79	25+241.79	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	49-55	PS-D	PS-D	4.0-10.0mm	Άξονας: 10.1mm Οριζόντια: 3.8mm Κατακόρυφα: 5.0mm

Πίνακας 7.2: Αριστερός κλάδος

Χ.Θ Αρχή (Πρόβλεψη)	Χ.Θ Αρχή (Κατασκευή)	Χ.Θ. Τέλος (Πρόβλεψη)	Χ.Θ. Τέλος (Κατασκευή)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Πρόβλεψη)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Κατασκευή)	RMR (Πρόβλεψη)	RMR (Κατασκευή)	Κατηγορία υποστήριξης (Πρόβλεψη)	Κατηγορία υποστήριξης (Κατασκευή)	Συγκλίσεις (Πρόβλεψη) [mm]	Συγκλίσεις (Κατασκευή) [mm]
24+058.05	24+057.50	24+104.05	24+097.80	C - III <sub>sa</sub>	C - III <sub>sa</sub>	50-63	41-54	PS-D	PS-D	4.0-10.0mm	Άξονας: 3.5mm Οριζόντια: 4.6mm Κατακόρυφα: 5.0mm
24+104.05	24+097.80	24+198.46	24+229.50	D - III <sub>st</sub>	24+097.80- 24+116.5 C, 24+116.5- 24+176.4 C/D 24+176.4- 24+193.4 B 24+193.4- 24+229.5 B	42-53	30-55	PS-C	PS-C	4.0-10.0mm	Άξονας: 4.9mm Οριζόντια: 6.2mm Κατακόρυφα: 6.0mm
24+198.46	24+229.50	24+576	24+393	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	51-64	PS-A 80% & PS-B 20%	PS-B	2.0-6.0mm	Άξονας: 5.2mm Οριζόντια: 6.3mm Κατακόρυφα: 5.0mm
24+576	24+393	24+831.60	24+690	A - II <sub>sa</sub>	24+393- 24+592 B 24+592 - 24+690 A	65-78	64-67	PS-A	PS-A	1.5-3.0mm	Άξονας: 4.5mm Οριζόντια: 3.6mm Κατακόρυφα: 3.0mm
24+831.60		24+875.71		A - II <sub>sa</sub>	A - II <sub>sa</sub>	65-78	52-65	PS-B	PS-B	2.0-6.0mm	Άξονας: 5.2mm Οριζόντια: 6.3mm Κατακόρυφα: 5.0mm



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΛΥΔΩΝΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Χ.Θ Αρχή (Πρόβλεψη)	Χ.Θ Αρχή (Κατασκευή)	Χ.Θ. Τέλος (Πρόβλεψη)	Χ.Θ. Τέλος (Κατασκευή)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Πρόβλεψη)	Κατηγορία Βραχόμαζας (Κατασκευή)	RMR (Πρόβλεψη)	RMR (Κατασκευή)	Κατηγορία υποστήριξης (Πρόβλεψη)	Κατηγορία υποστήριξης (Κατασκευή)	Συγκλίσεις (Πρόβλεψη) [mm]	Συγκλίσεις (Κατασκευή) [mm]
24+875.71	24+872	24+948	25+162.3	24+822.91- 24+876.3 A, 24+876.3- 24+948 B	24+872- 24+904.3 A 24+904.3- 24+915 A/B 24+915- 25+162.3 B	52-67 65-78	59-69	PS-B	PS-A	1.5-3.0mm	Άξονας: 9.0mm Οριζόντια: 5.2mm Κατακόρυφα: 2.0mm
24+948	25+162.3	25+198	25+209.11	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	40-63	PS-A 80% & PS-B 20%	PS-B	2.0-6.0mm	-
25+198	25+209	25+255.56	25+255.56	B- II <sub>st</sub>	B- II <sub>st</sub>	52-67	58-60	PS-D	PS-D	4.0-10.0mm	Άξονας: 6.1mm Οριζόντια: 6.1mm Κατακόρυφα: 3.0mm

### 7.3 Συμπεράσματα – Σχολιασμός

Από τη γεωτεχνική αξιολόγηση που προέκυψε με βάση τα στοιχεία των γεωτρήσεων και από τις γεωλογικές περιγραφές κατά τη διάρκεια της διάνοιξης έγινε μια σύγκριση των κατηγοριών βραχώμαζας και των μέτρων υποστήριξης που εφαρμόστηκαν. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- Η λιθολογία κατά μήκος της σήραγγας παρουσίασε διαφορά ως προς το σημείο που συναντάται η επαφή ψαμμίτη με τον υποκείμενο ιλυόλιθο. Συγκεκριμένα για τον δεξιό κλάδο είχε προβλεφθεί να συναντηθεί περί τη Χ.Θ. 24+868 και συναντήθηκε περί τη Χ.Θ. 24+949, ενώ στον αριστερό κλάδο αναμενόταν περί τη Χ.Θ. 24+876 και συναντήθηκε περί τη Χ.Θ. 24+915.
- Η βραχώμαζα θεωρήθηκε στο μεγαλύτερο μέρος της πολύ καλής ποιότητας, γεγονός που επιβεβαιώθηκε κατά τη διάρκεια της διάνοιξης. Διαφορά εμφανίστηκε στο ποσοστό εμφάνισης του ιλυολίθου και του ψαμμίτη των κατηγοριών Α -  $\Pi_{sa}$  και Β-  $\Pi_{st}$  . Συγκεκριμένα στον δεξιό κλάδο η κατηγορία βραχώμαζας Α -  $\Pi_{sa}$  αυξήθηκε κατά 77m, ενώ στον αριστερό, η κατηγορία βραχώμαζας Α -  $\Pi_{sa}$  αυξήθηκε κατά 63m.
- Η παρουσία νερού είναι αισθητή στις επαφές ψαμμίτη – ιλυόλιθου, καθώς ο πρακτικά αδιαπέρατος ιλυόλιθος δρα ως υδρογεωλογικό όριο. Ειδικά για τα πρώτα 100m της διάνοιξης η παρουσία νερού οδήγησε στο άνοιγμα αποστραγγιστικών οπών.
- Κατά την εκσκαφή των στομιών της σήραγγας δεν παρατηρήθηκαν αστάθειες βαρυτικής φύσης, καθώς τα προτεινόμενα μέτρα εφαρμόστηκαν, παρόλο που τα πρηνή εκσκάφθηκαν για κλίσεις μέχρι και 79°.
- Γενικά τα μέτρα υποστήριξης εφαρμόστηκαν όπως προβλεπόταν, με μικρές αποκλίσεις. Πιο συγκεκριμένα: Στον αριστερό κλάδο αυξήθηκε η εφαρμογή της κατηγορίας PS-C κατά 40m και η εφαρμογή της κατηγορίας PS-B κατά 97m ενώ η κατηγορία PS-A μειώθηκε. Στον δεξιό κλάδο αυξήθηκε η κατηγορία PS-C κατά 37m και η κατηγορία PS-B κατά 100m.

- Οι προβλεπόμενες συγκλίσεις ήταν μέχρι 10mm στις κατηγορίες βραχόμαζας C και D και η μέγιστη που καταγράφηκε ήταν έως 9mm στις κατηγορίες βραχόμαζας C και A (κατά τον άξονα μετακίνηση).

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κούμouλος Δ.Γ., Αντωνόπουλος Ι.Κ., Παπαντώνη Δ.Ι., Νικουλουδάκος Σ.Γ., 2005, ΝΑΜΑ - ΚΑΣΤΩΡ, Γεωλογική μελέτη και Γεωτεχνικές έρευνες Άνω Βασιλική – Κεφαλόβρυσο, Γεωλογική μελέτη Τόμος Ι :Τμήμα: Άνω Βασιλική – Κεφαλόβρυσο.
- Κούμouλος Δ.Γ., Αντωνόπουλος Ι.Κ., Παπαντώνη Δ.Ι., Νικουλουδάκος Σ.Γ., 2005, ΝΑΜΑ - ΚΑΣΤΩΡ, Γεωλογική μελέτη και Γεωτεχνικές έρευνες Άνω Βασιλική – Κεφαλόβρυσο, Γεωλογική μελέτη Τόμος ΙΙ :Τμήμα: Άνω Βασιλική – Κεφαλόβρυσο.
- Τσίπου Ο., Μερτζιώτης Δ., ΙΣΤΡΙΑ 2008, Οριστική Γεωλογική Μελέτη Σήραγγα Καλυδώνας Χ.Θ. 24+040 έως 25+250 ΤΜΗΜΑ Ι
- Αποστόλου Ε., Στειακάκης Χ., ΙΣΤΡΙΑ 2008, Γεωτεχνική Έκθεση και Αξιολόγηση στη θέσης της Σήραγγας Καλυδώνας από Χ.Θ. 24+037 έως 25+250
- Αποστόλου Ε., Στειακάκης Χ., ΙΣΤΡΙΑ 2008, Σήραγγα Καλυδώνας, Στόμια Εισόδου, Τεχνική Έκθεση Εκσκαφών και Επανεπίχωσης
- Αποστόλου Ε., Στειακάκης Χ., ΙΣΤΡΙΑ 2008, Σήραγγα Καλυδώνας, Στόμια Εξόδου, Τεχνική Έκθεση Εκσκαφών και Επανεπίχωσης
- Μαραγκάκη Α., Βλάχου Α., Αποστόλου Ε., Βαζαίου Χ., Στειακάκης Χ., ΙΣΤΡΙΑ 2009, Ιόνια Οδός, Σήραγγα Καλυδώνας, Μελέτη Προσωρινής Υποστήριξης

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**  
**ΜΗΤΡΩΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ**

ΒΑΘΟΣ (m)	DEPTH	ΣΩΛΗΝΟΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΡΙΝΑ CORE RECOV. (%)			γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH					ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΙ PERMEABILITY TEST			
						G	S		M	10	20					30	40	σ <sub>c</sub>	ε			E	ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΑΛΑΡΟΤΗΤΑΣ SLAKE DURABILITY INDEX (φ)				σ <sub>1(50)</sub>	σ <sub>1(100)</sub>	σ <sub>t</sub>						
1		16S-D-116 128/119		φ	0.00m			ΚΑΣΤΑΝΗ ΕΩΣ ΚΑΣΤΑΝΟΠΡΑΣΙΝΗ, ΠΥΚΝΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΙΛΥΩΔΗΣ ΑΜΜΟΣ ΕΩΣ ΑΜΜΩΔΗΣ ΙΛΥΣ (ΜΑΝΔΥΑΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΨΑΜΜΙΤΗ).																												
2			100%	Δ					2.30-2.60																											
3																																				
4																																				
5																																				
6																																				
7									7.00-7.40																											
8																																				
9																																				
10			100%	Δ																																
11									11.10-11.40																											
12																																				
13																																				
14									14.00-14.40																											
15																																				
16																																				
17			100%	Δ																																
18																																				
19																																				
20			80%						18.00-18.30																											
									20.00m																											

10.312  
6.096  
9.009

10.312  
6.096  
9.009



ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

BT1-201

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+055  
LOCATION : Χ: 284544 Ψ: 4250755

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ  
SHEET 2 OF 2

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΛΗΚΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. SAMPLE	ΔΕΙΓΜΑ W.L. (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΙΞΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH							ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST			
								G	Σ	M					10	20	30	40								σ <sub>c</sub>	ε	E	ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΛΑΡΟΤΗΤΗΣ SLAKE DURABILITY INDEX (°)	I <sub>p(50)</sub>	I <sub>s(50)</sub>		σ <sub>t</sub>		
21						ΓΚΡΙΖΟΣ - ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟΣ, λ-μ ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΥΓΙΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΣ, ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΕΡΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ - ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΟΣ, ΜΕ ΑΡΑΙΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ	21.00-21.20																													
22		80%	Δ			ΓΚΡΙΖΟΚΥΑΝΟΥ - ΚΥΑΝΟΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ.																														
23						Ο ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΤΑ ΚΑΣΤΑΝΟΠΡΑΣΙΝΟ ΧΡΩΜΑ.																														
24						ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 0°-10° (ΠΡΩΤΕΥΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ) ΚΑΙ 60°-70° (ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ).																														
25						ΣΤΟΝ ΨΑΜΜΙΤΗ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΦΕΡΟΥΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΛΕΙΕΣ - ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΜΕ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΙΛΥΟΑΜΜΩΔΕΣ ΥΛΙΚΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ, ΕΝΩ ΣΤΟΝ ΙΛΥΟΛΙΘΟ ΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΛΕΙΕΣ ΕΩΣ ΟΛΙΣΘΗΡΕΣ.	26.00-26.30																													
26						ΜΕ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ, Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΙΚΡΗ ΕΩΣ ΜΕΣΗ, ΤΟ ΔΕ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΟΥΣ, ΚΛΕΙΣΤΟ ΕΩΣ ΜΕΡΙΚΩΣ ΑΝΟΙΧΤΟ, ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΡΙΚΩΣ ΑΝΟΙΧΤΟ ΕΩΣ ΑΝΟΙΧΤΟ.																														
27						• ΣΤΑ ΒΑΘΗ: 23.05-23.35m. / 24.60-24.80m. / 25.00-25.40m. / 29.20-29.40m., ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΥΠΟΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ (70°-80°).	28.80-29.10																													
28																																				
29		100%	Δ				29.80m																													
30																																				
31						ΓΚΡΙΖΟΚΥΑΝΟΣ - ΚΥΑΝΟΠΡΑΣΙΝΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ ΕΩΣ ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΣ, ΜΕ ΑΡΑΙΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ	32.60-32.80																													
32						ΨΑΜΜΙΤΗ (ΠΑΧΟΥΣ ΕΩΣ 5cm).																														
33																																				
34							34.10m																													
35						ΠΕΡΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 34.10M.																														
36																																				
37																																				
38																																				
39																																				
40							40.00m																													

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟΥ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 0.00-34.50M. (ΦΙΛΤΡΟ: 3.00-30.00M).

ΣΕΛΙΔΑ PAGE

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΛΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. BIT R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm) No.200 (74μ)	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %) C	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %) C	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)		ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH										ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST									
					10	20							30	40	σ <sub>c</sub>	ε			E	ν					c	φ	τ <sub>β(50)</sub>	τ <sub>β(100)</sub>	σ <sub>t</sub>															
1	W-I-128		φ	4.20m			0.50m																																					
2							2.30m																																					
3																																												
4	T28/I19		Δ	4.20m			7.00m																																					
5																																												
6																																												
7																																												
8																																												
9																																												
10																																												
11																																												
12																																												
13																																												
14	D-II-116		Δ																																									
15																																												
16																																												
17																																												
18																																												
19																																												
20	T13/I04		Δ				20.00m																																					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :  
REMARKS :

ΣΕΛΙΔΑ  
PAGE







ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+454  
LOCATION : Χ: 284216 Ψ: 4250539

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ 5  
SHEET 4 OF 5

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΛΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	G	S (No.4 (4.75mm))	M (No.200 (74µ))	C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH						ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST							
					10	20										30	40	σ <sub>c</sub>	ε								E	ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΡΕΣΗΣ DURABILITY INDEX	φ (°)	c <sub>v(90)</sub> (MPa)	l <sub>v(90)</sub> (MPa)		σ <sub>t</sub> (kPa)						
61																																								
62								61.90-62.30																																
63		100%					ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΣ ΛΕΠΤΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΗΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΜΕ ΠΥΚΝΕΣ, ΛΕΠΤΕΣ (ΕΩΣ 2cm) ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΦΑΜΜΙΤΗ. Η ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ - ΦΑΜΜΙΤΗ ΕΙΝΑΙ 70-30, ΤΟΠΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΕΤΑΙ ΣΕ 80-20 (ΣΕ ΒΑΘΟΣ 51.00-55.00M. / 71.00-75.00). Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ. ΣΥΜΠΛΗΡΗΣ, ΜΕΤΡΙΑ ΚΕΡΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ.	63.40-63.80																																
64																																								
65																																								
66																																								
67									66.80-67.10																															
68																																								
69																																								
70																																								
71		100%																																						
72																																								
73																																								
74																																								
75																																								
76																																								
77		100%						77.20-77.40																																
78																																								
79																																								
80																																								

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH CASING BIT R.W. ΔΕΙΓΜΑ ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)			ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)		ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)		γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH							ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST							
			10	20	30				40	20	40	60			80	σ <sub>c</sub>	ε	E				ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΛΑΦΡΟΤΗΣ SLAKE DURABILITY INDEX	φ	i <sub>v(60)</sub>	i <sub>v(90)</sub>	σ <sub>t</sub>									
			%	%	%				%	MPa	%	GPa			(°)	MPa	MPa	MPa				MPa														
81	100%	Δ	80.60-80.90									B/D, E, I, 1-2/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.46	25.80	17.53				1.461	2.25	3.32										
82																																				
83																																				
84																																				
85																																				
86	100%	Δ	82.60-82.90									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		24.53	24.03	12.50	39.583	0.188	92.4%													
87																																				
88																																				
89																																				
90	100%	Δ	89.20-89.70									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.67	26.19	17.48																
91																																				
92																																				
93	100%	Δ	91.80m									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.67	26.25	17.93																
94																																				
95	100%	Δ	92.40-92.70									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.67	26.25	17.93																
96																																				
97	100%	Δ	94.20-94.60									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.67	26.25	17.93																
98																																				
99	100%	Δ	94.80m									B/D, E, I, 2-3/m, 10'	I-II	[Grid]		[Grid]		26.80	26.32	9.29																
100																																				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟΥ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 0.00-100.50M. (ΦΙΛΤΡΟ: 75.00-90.00M).

ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

BT1-203A

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+591  
LOCATION : Χ: 284058 Υ: 4250525

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ 5  
SHEET 1 OF 5

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΑΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLER	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm)			No.200 (74µ)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)			ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH							ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST
					G	S			M	10	20	30	40	σ <sub>c</sub>					ε	E	ν	c			φ	l <sub>s(50)</sub>	l <sub>s(100)</sub>					σ <sub>t</sub>							
					%	%			%	%	%	%	%	MPa					%	GPa	kPa	(°)			MPa	MPa	kPa												
1	W-I-101		Φ				(ΜΑΝΔΥΑΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ) ΦΑΙΗ ΕΩΣ ΦΑΙΟΚΑΣΤΑΝΗ ΙΛΥΣ, ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ - ΤΕΜΑΧΗ ΨΑΜΜΙΤΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ (d <sub>max</sub> =7cm) ΚΑΙ Ι-µ ΑΜΜΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ.																																
2																																							
3							3.00m																																
4	I6S-D-101		70%	Δ			ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ (ΕΩΣ 2cm), ΠΥΚΝΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ, ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ - ΨΑΜΜΙΤΗ: 70%-30%.												D, E, VI, 7-10/m, 10'-20'.																				
5																																							
6	I17/104						ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°-20° ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΛΑΦΡΑ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΛΕΙΣΤΕΣ, ΚΕΝΕΣ, ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΠΛΗΡΩΜΕΝΕΣ ΜΕ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ. Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΣΗ.											I-II																					
7																																							
8			100%	Δ			ΣΕ ΒΑΘΟΣ 3.00-3.90M., Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ, ΕΝΩ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ - ΨΑΜΜΙΤΗ ΜΕΤΑΒΑΛΛΕΤΑΙ ΣΕ 50%-50%.												I-II																				
9																																							
10							12.60m																																
11																																							
12	D-I-101																																						
13																																							
14																																							
15																																							
16																																							
17																																							
18																																							
19																																							
20							20.00m																																

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :  
REMARKS :

ΣΕΛΙΔΑ  
PAGE





ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

BT1-203A

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+591  
LOCATION : Χ: 284058 Υ: 4250525

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ 3 ΑΠΟ 5  
SHEET 3 OF 5

ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΑΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm) No.200 (74.µ)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%) ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)			γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH								ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST																					
					G	S			M	10	20					30	40	σ <sub>c</sub>	ε			E	ν	c				φ	i <sub>s(60)</sub>	i <sub>v(60)</sub>	σ <sub>t</sub>																										
41																																																									
42		100%	Δ				ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ (ΕΩΣ 2cm), ΠΥΚΝΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ, ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ - ΨΑΜΜΙΤΗ: 70%-30%.																																																		
43																																																									
44																																																									
45							ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°-20° ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΛΑΦΡΑ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΛΕΙΣΤΕΣ, ΚΕΝΕΣ, ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΠΛΗΡΩΜΕΝΕΣ ΜΕ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ. Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΣΗ.																																																		
46																																																									
47																																																									
48																																																									
49	D-II-101	100%	Δ																																																						
50																																																									
51																																																									
52																																																									
53																																																									
54																																																									
55		100%	Δ																																																						
56																																																									
57							56.30m ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΛΕΠΤΩΝ ΕΝΣΤΡΩΣΕΩΝ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ ΜΕ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟ ΙΛΥΟΛΙΘΟ. Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ, ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ ΨΑΜΜΙΤΗ - ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ : 50%-50%. ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°-20°. Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ, ΟΙ ΔΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΤΟΙΚΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΛΕΙΣΤΕΣ, ΚΕΝΕΣ.																																																		
58																																																									
59																																																									
60							60.00m																																																		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :  
REMARKS :



ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
 PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
 GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

BT1-203A

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+591  
 LOCATION : Χ: 284058 Υ: 4250525

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
 HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ 5  
 SHEET 4 OF 5

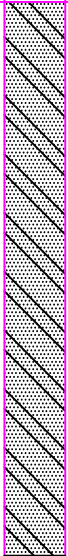
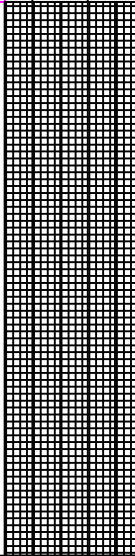
ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΑΙΡΩΣΗ ΚΟΡΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)			ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΙΣΗ WEATHERING DEGREE	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH			ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST			
					G	S		M	C	N (ΚΡΟΥΣΕΙΣ - 30 ΕΚ.) N (30 BLOW)	R.O.D. (%) R.O.D.	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%) CORE RECOV.	γ γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>			σ <sub>c</sub>	ε	E		ν	c	φ
61							ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΛΕΠΤΩΝ ΕΝΣΤΡΩΣΕΩΝ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ ΜΕ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟ ΙΛΥΟΛΙΘΟ ΟΠΩΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 56.30-60.00Μ. (ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ : 50%-50%).																
62		100%	Δ			62.00m																	
63							ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΟΜΕΝΟΣ ΦΑΙΟΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 70%-30% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ.  ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°-20°. Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ, ΟΙ ΔΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΤΟΙΚΩΜΑΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΛΕΙΣΤΕΣ, ΚΕΝΕΣ.																
64																							
65																							
66																							
67																							
68		100%	Δ																				
69	D-II-101																						
70																							
71																							
72																							
73																							
74																							
75		100%	Δ																				
76																							
77																							
78																							
79																							
80						80.00m																	

ΙΛΥΩΝ  
 $k=8.18 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

ΙΛΥΩΝ  
 $k=7.22 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :  
 REMARKS :



ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΛΗΚΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH										ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST
							G	S	M					N	σ <sub>c</sub>	ε	E								ν	c	φ	i <sub>v(90)</sub>	i <sub>v(30)</sub>	σ <sub>t</sub>					
81	D-II-101	100%	Δ			ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΣ ΦΑΙΟΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 70%-30% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ.  ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ, ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ, ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°-20°, Η ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ, ΟΙ ΔΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΤΟΙΚΩΜΑΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΛΕΙΣΤΕΣ, ΚΕΝΕΣ.	%	%	%	%				10	20	30	40	D, E, I, 0-1/m., 10°-20°.	I-II																
82																																			
83																																			
84																																			
85																																			
86																																			
87																																			
88																																			
89																																			
90																																			
					90.00m	ΠΕΡΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΣΕ ΒΑΘΟΣ 90.0Μ.																													
91																																			
92																																			
93																																			
94																																			
95																																			
96																																			
97																																			
98																																			
99																																			
100																																			





ΕΡΓΟ : "ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ  
PROJECT : ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ"

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ  
GEOTECHNICAL BOREHOLE LOG

BT1-204

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : Χ.Θ.: 24+670  
LOCATION : X: 284029 Ψ: 4250430

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ  
HEAD ELEVATION

ΦΥΛΛΟ ΑΠΟ 5  
SHEET 2 OF 5

ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΦΑΙΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	G	S	M	C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH							ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST						
															10	20	30	40								σ <sub>c</sub>	ε	E	ν	c	φ	l <sub>5(80)</sub>		l <sub>5(20)</sub>	σ <sub>t</sub>				
21						ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ (ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 70%-30%), ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ, ΣΧΕΔΟΝ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΕΩΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ.	23.80-24.10																																
22		100%	Δ																																				
23						ΥΓΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ, ΣΥΜΠΑΓΗΣ, ΦΑΙΟΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ (2-7cm) ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ. Η ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΨΑΜΜΙΤΗ - ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΚΥΜΑΙΝΕΤΑΙ ΩΣ ΕΞΗΣ: • 29.30-58.85Μ.: 80%-20% • 58.85-67.40Μ.: 70%-30% • 24.40-29.30Μ.: 50%-50% (ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ).  ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΣΤΗ ΣΤΡΟΣΗ ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10°, ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΕΝΕΣ Η ΜΕΡΙΚΩΣ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΕΣ. • 44.00-44.10Μ.: ΥΛΙΚΟ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ. • 32.15-32.50Μ. / 53.85-54.10Μ.: ΔΙΑΚΛΑΣΗ, ΚΛΙΣΗΣ 80°-90°, ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΑ, ΕΠΙΠΕΔΗ, ΚΕΝΗ.	24.40m																																
24																																							
25																																							
26																																							
27																																							
28																																							
29	D-II-101																																						
30		100%	Δ																																				
31																																							
32																																							
33																																							
34																																							
35		100%	Δ																																				
36																																							
37																																							
38																																							
39																																							
40																																							



ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΦΛΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΟΣΗ WEATHERING DEGREE	R.Q.D. (%)		ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)		γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH				ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST												
								%	%	%					10	20	30	40			20	40	60	80				KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	σ <sub>c</sub> MPa	ε %		E GPa	ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΑΛΑΡΟΤΗΤΑΣ DURABILITY INDEX	φ (°)	σ <sub>s(φ)</sub> MPa	σ <sub>t(φ)</sub> MPa	σ <sub>t</sub> kPa					
61						ΥΓΙΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΟΜΕΝΟΣ, ΣΥΜΠΑΓΗΣ, ΦΑΙΟΣ ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΜΕΣΟΣΤΡΩΜΑΤΩΔΗΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ (2-4cm) ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΨΑΜΜΙΤΗ - ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ: 80%-20%.  ΣΕ ΒΑΘΟΣ 79.75-80.40M., Ο ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΦΑΚΩΝ.  ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ, ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΣΤΗ ΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΚΛΙΣΗ 10° ΕΝΩ ΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΤΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΟΝΤΑΙ ΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΕΝΕΣ.	63.70-63.90																																					
62								65.55-66.00										I-II																										
63		100%	▲																																									
64																																												
65																																												
66																																												
67																																												
68																																												
69-101																																												
70		100%	Δ																																									
71																																												
72								71.55-71.85																																				
73																																												
74								73.05-73.55																																				
75		100%	Δ																																									
76																																												
77								76.30-76.70																																				
78																																												
79																																												
80								78.50-78.90																																				



ΒΑΘΟΣ (m) DEPTH	ΣΦΛΗΡΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W. R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm) No.200 (74µ)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST				ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΙΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%) ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)			γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH							ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST				
								G	S	M					10	20	30	40			σ <sub>c</sub>	ε	E				ν	c	φ	l <sub>s(50)</sub>	l <sub>s(200)</sub>	σ <sub>t</sub>						
1						0.30m ΚΑΣΤΑΝΗ, ΑΜΜΟΔΗΣ ΑΡΓΙΛΙΟΥΣ, ΣΤΙΦΡΗ, (ΜΑΝΔΥΑΣ ΨΑΜΜΙΤΗ)																																
2		100%	Δ			ΦΑΙΟΣ, Λ-ΨΑΜΜΙΤΗΣ, ΥΓΙΗΣ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ, ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΣΤΑΝΟΧΡΩΜΟΥ, ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΠΟΛΥ ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΥ, ΠΑΧΟΥΣ ΕΩΣ 30cm. • ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΨΑΜΜΙΤΗ-ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ: 60%-40%. • ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ: ΛΙΕΙΣ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΜΕ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ, ΠΛΗΡΩΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΡΓΙΛΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.																																
3						3.20m																																
4																																						
5																																						
6																																						
7																																						
8						7.80m																																
9		100%	Δ																																			
10																																						
11																																						
12																																						
13																																						
14							13.90-14.10																															
15																																						
16		100%	Δ																																			
17																																						
18																																						
19																																						
20						20.00m																																





ΒΑΘΟΣ (m)	DEPTH	ΣΦΛΗΝΟΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ ΒΙΤ	CASING BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W.	ΔΕΙΓΜΑ	SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ	SYMBOL	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ	SAMPLE DEPTH (m)	G	S	M	C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ				ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΛΟΦΩΣΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%)	ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)	γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH						ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST			
																					STANDARD PENETRATION TEST											σ <sub>c</sub>	ε	E	ν	c	φ		σ <sub>t</sub>		
				N (ΚΡΟΥΣΕΙΣ - 30 ΕΚ.)								10	20	30	40							KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>		MPa	%	GPa	kPa	(°)	MPa	MPa	kPa									
41	105-Φ-116	100%	Δ							ΦΑΙΟΣ, μ-γ ΦΑΜΜΙΤΗΣ, ΜΕ ΑΡΑΙΕΣ, ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΙΣΤΡΟΣΕΙΣ ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 90%-10%, ΥΓΗ ΕΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΛΟΦΟΜΕΝΟΥ. ΣΕ ΒΑΘΟΣ 28.70-30.10Μ., Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΤΡΕΠΕΤΑΙ ΣΕ ΨΗΦΙΔΟΠΑΓΕΣ, ΜΕ ΦΑΚΟΥΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ. ΟΙ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ ΕΩΣ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΚΕΝΕΣ. • 56.10-58.00Μ.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΑ, ΥΦΥΓΡΗ.	46.00-46.40																I-II					26.92	26.79		44.41	40.000	0.400				8.21
42																																									
43																																									
44																																									
45																																									
46																																									
47																																									
48																																									
49	D-II-101	100%	Δ																																						
50																																									
51																																									
52																																									
53																																									
54																																									
55																																									
56																																									
57																																									
58																																									
59																																									
60																																									

ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΦΛΗΝΩΣΗ ΚΟΠΤΙΚΑ BIT	ΕΠΙΣΤ. ΝΕΡΑ R.W.	ΔΕΙΓΜΑ SAMPLE	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠ. ΥΔΑΤΩΝ W. L. (m)	ΣΥΜΒ/ΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ SOIL DESCRIPTION	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΟΥ SAMPLE DEPTH (m)	No.4 (4.75mm) No.200 (74µ)			C	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PL %)	ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (LL %)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (W %)	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΔΥΣΗΣ STANDARD PENETRATION TEST N (ΚΡΟΥΣΕΙΣ - 30 ΕΚ.)				ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ DISCONTINUITIES	ΑΠΟΣΑΦΡΙΞΗ WEATHERING DEGREE	R.O.D. (%) ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ CORE RECOV. (%)			γ	γ <sub>d</sub>	G <sub>s</sub>	ΑΝΤΟΧΗ STRENGTH									ΔΟΚΙΜΗΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ PERMEABILITY TEST
					G	S			M	10	20					30	40	σ <sub>c</sub>	ε			E	ν	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΑΛΑΡΩΣΗΣ ΧΡΑΜΑΤΟΣ DURABILITY INDEX				φ (°)	c <sub>v(80)</sub>	i <sub>v(80)</sub>	σ <sub>t</sub>						
61							ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΣ ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ, ΠΥΚΝΕΣ ΕΝΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ, ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 80%-20%, ΥΓΙΗ ΕΔΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΥ. ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΩΣ ΛΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΕΝΕΣ.	62.60-63.20																													
62		100%	Δ					64.20m																													
63																																					
64																																					
65																																					
66							ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΛΕΠΤΩΝ ΕΝΙΣΤΡΩΣΕΩΝ (ΠΑΧΟΥΣ 3-4cm) ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ - ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ, ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 50%-50%. Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΥΓΙΗΣ ΕΔΩΣ ΕΛΑΦΡΑ ΑΠΟΣΑΦΡΩΜΕΝΟΣ. ΕΝΩ ΟΙ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ, ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΕΝΕΣ.	65.80-66.20																												3.670 2.597	
67																																					
68							67.80m																														
69	D-II-101																																				
70		100%	Δ																																		
71							ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΕΝΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΦΑΙΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ - ΚΥΑΝΟΤΕΦΡΟΥ ΙΛΥΟΛΙΘΟΥ, ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 60%-40%. ΟΙ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕΤΡΙΑ ΤΡΑΧΕΙΕΣ, ΕΠΙΠΕΔΕΣ, ΚΕΝΕΣ, ΚΛΙΣΗΣ 10° ΕΝΩ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΚΑΙ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ ΚΛΙΣΗΣ 80°.																														
72																																					
73																																					
74																																					
75								74.00-74.40																													
76		100%	Δ																																		
77																																					
78																																					
79																																					
80							80.00m																														







# ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ

ΙΟΝΙΑ ΟΔΟΣ : ΤΜΗΜΑ ΑΝΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ (ΛΥΣΗ ΛΑ), χ.θ.15+500 έως χ.θ. 42+217

ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ: ΓΓ10

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: Χ=284657

Ψ= 4250675

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: +81.6

ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ: 23+459, Σ. Σήραγγας ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 13 έως 20 Νοεμβρίου 2002

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: BOYLES BBS-37

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες Φ50 συνολικού μήκους 45.0m

ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΟΣΤΗ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ & SPT	Κρούσεις/15 cm	ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑ	RQD	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (MPa)		ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝ. ΕΛΙΨΗ (MPa)	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (t/m <sup>3</sup> )	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ c (kPa), φ (°) c.Α.: Ανιόντα βήματα c.κ.: Κατιόντα βήματα	ΠΡΟΣΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΤΕΙΩΣΗ ΥΔΑΤΩΝ	ΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟ	
										Is50 (εγκάρσια)	Is50 (αξονικά)							
0					0 50 100	0 50 100												
1	81							ΧΑΛΙΚΕΣ (GC) χ-λ, αργιλώδεις, γκριζου χρώματος, με χ-μ-λ άμμο, πολύ πυκνής αποθέσεως. {Παραμένον έδαφος ιλυολίθου και ψαμμίτη (W5)}.										
2	80																	
3	79																	
4	78	13.11 114/ 103			20.60/5			ΨΑΜΜΙΤΗΣ, γκριζοκάστανου χρώματος, λίγο αποσαθρωμένος (W2), χαμηλής αντοχής (R2). 3.3m +78.3	1									
5	77							ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, γκριζου χρώματος, υγής (W1), πολύ χαμηλής αντοχής (R1), καθόλου διακλασμένος. 4.3m +77.3	2									
6	76							Συναντήθηκαν λεπτές ενστρώσεις ψαμμίτη.										
7	75	14.11																
8	74																	
9	73																	
10	72																	
11	71																	
12	70																	
13	69																	
14	68							ΨΑΜΜΙΤΗΣ, γκριζου χρώματος, υγής (W1), χαμηλής αντοχής (R2), καθόλου διακλασμένος. 12.5m +69.1										
15	67							Συναντήθηκαν λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθου.										
16	66																	
17	65																	
18	64							ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, γκριζου χρώματος, υγής (W1), πολύ χαμηλής αντοχής (R1), καθόλου διακλασμένος. 17.5m +64.1										
19	63							Συναντήθηκαν ενστρώσεις ψαμμίτη μέσης αντοχής (R3).										
20	62																	

ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ  
ΔΙΔΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ 3

7.5 2.38

4.40m  
13.11.02

14.11.02  
5.60m

7.30m  
14.11.02

15.11.02  
10.00m

4.20m  
15.11.02

16.11.02  
8.90m

55.2 2.60

ΤΥΠΟΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ: 0-3m Φ132 W, 3-30.9m T6S101D, 30.9-45m 2T101D

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ: Β. Μεντζελόπουλος

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ: Ι. Αντωνόπουλος

ΕΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟ: Δ. Γ. Κούμουλος

ΚΑΣΤΟΡ ΕΠΕ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΓ10

ΦΥΛΛΟ 1 ΑΠΟ 3

# ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ

ΙΟΝΙΑ ΟΔΟΣ : ΤΜΗΜΑ ΑΝΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ (ΛΥΣΗ ΛΑ), χ.θ.15+500 έως χ.θ. 42+217

ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ: ΓΓ10

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: Χ=284657

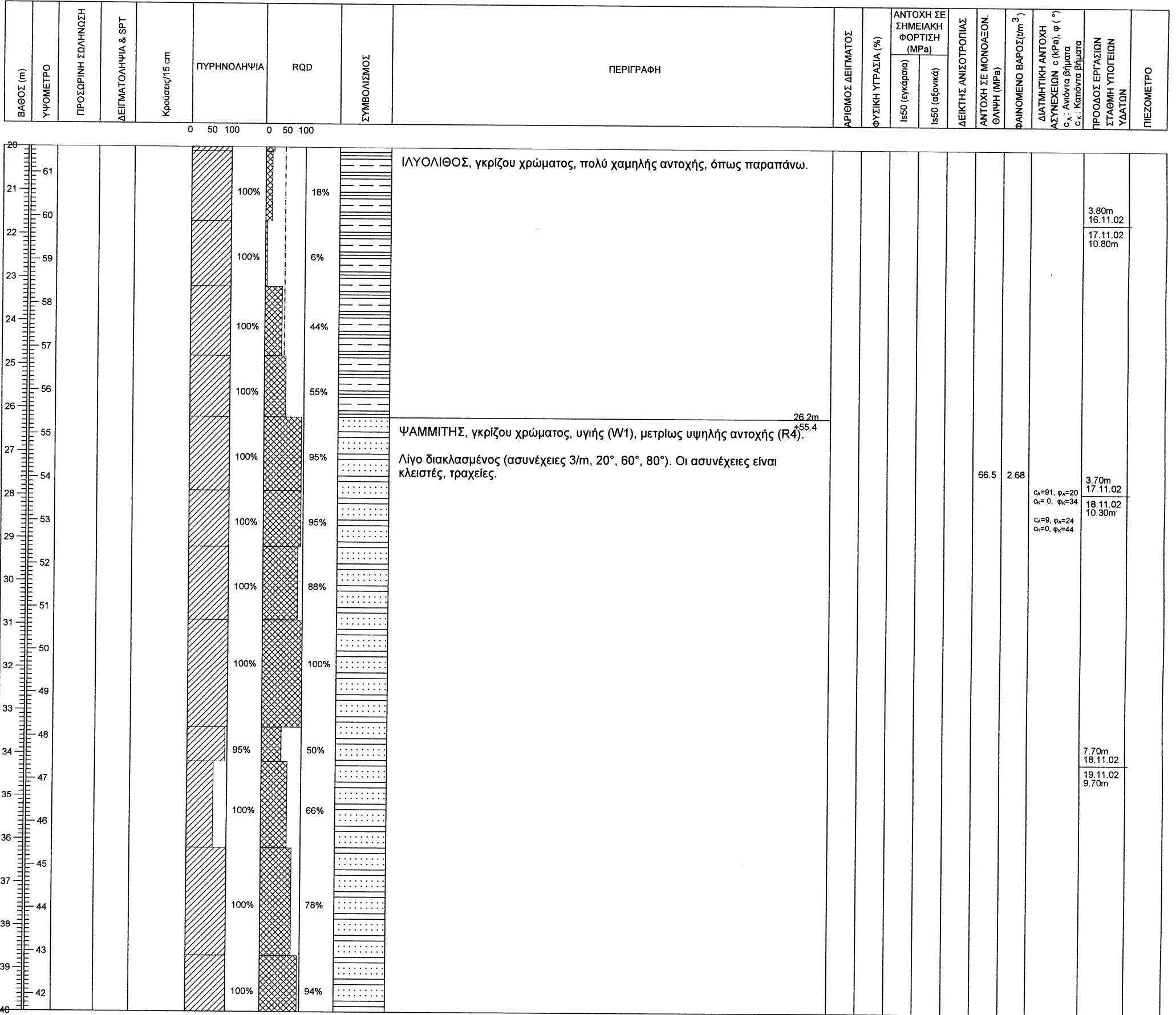
Ψ= 4250675

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: +81.6

ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ: 23+459, Σ. Σήραγγας ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 13 έως 20 Νοεμβρίου 2002

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: BOYLES BBS-37

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες Φ50 συνολικού μήκους 45.0m



ΤΥΠΟΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ: 0-3m Φ132 W, 3-30.9m T6S101D, 30.9-45m 2T101D

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ: Β. Μεντζελόπουλος

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ: Ι. Αντωνόπουλος

ΕΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟ: Δ. Γ. Κούμουλος

# ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ

ΙΟΝΙΑ ΟΔΟΣ : ΤΜΗΜΑ ΑΝΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ (ΛΥΣΗ ΛΑ), χ.θ.15+500 έως χ.θ. 42+217

ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ: ΓΓ10

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: Χ=284657

Ψ= 4250675

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: +81.6

ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ: 23+459, Σ. Σήραγγας ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 13 έως 20 Νοεμβρίου 2002

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: BOYLES BBS-37

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες Φ50 συνολικού μήκους 45.0m

ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΟΣΤΗ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ & SPT	Κρούσεις/15 cm	ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑ	RQD	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (MPa)		ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝ. ΘΛΙΨΗ (MPa)	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (t/m <sup>3</sup> )	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ c (kPa), φ (°) c <sub>A</sub> : Ανιόντα θήματα c <sub>S</sub> : Κατιόντα θήματα	ΠΡΟΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΤΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	ΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟ
											Is50 (εγκάρσια)	Is50 (αξονικά)						
40				0 50 100	0 50 100			ΨΑΜΜΙΤΗΣ, γκριζου χρώματος, μετρίως υψηλής αντοχής, όπως παραπάνω.										
41					100%	100%												
42																		
43					100%	95%												
44																		
45								ΤΕΛΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ, 45.0m										
36								45.0m +36.6										
																		5.30m 19.11.02
																		20.11.02 10.40m
																		20.11.02

ΤΥΠΟΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ: 0-3m Φ132 W, 3-30.9m T6S101D, 30.9-45m 2T101D

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ: Β. Μεντζελόπουλος

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ: Ι. Αντωνόπουλος

ΕΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟ: Δ. Γ. Κούμουλος

ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΓ10

ΚΑΣΤΟΡ ΕΠΕ

ΦΥΛΛΟ 3 ΑΠΟ 3



# ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ

ΙΟΝΙΑ ΟΔΟΣ : ΤΜΗΜΑ ΑΝΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ (ΛΥΣΗ ΛΑ), χ.θ.15+500 έως χ.θ. 42+217

ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ: ΓΓ11

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: Χ=283478

Ψ= 4250194

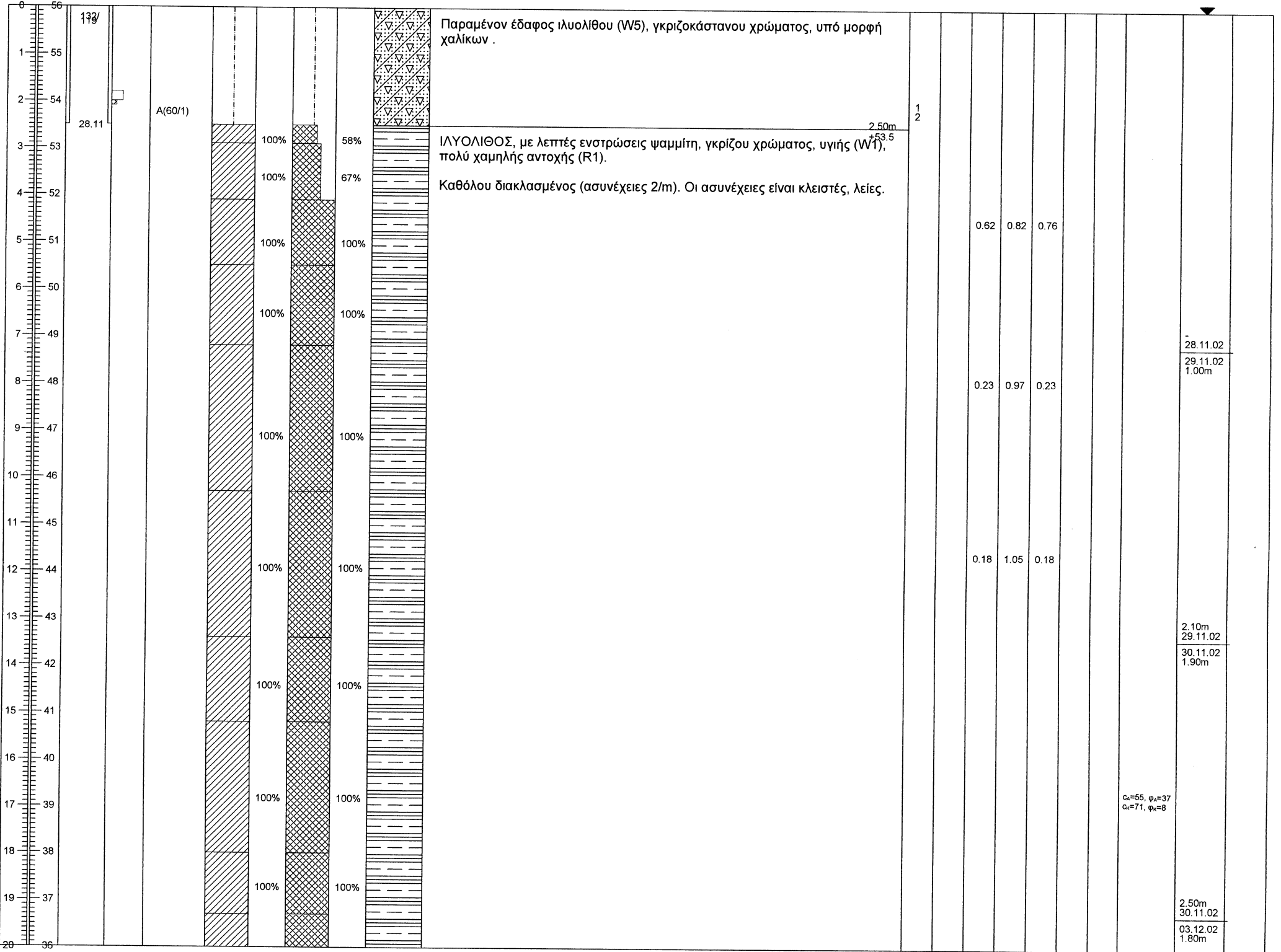
ΥΨΟΜΕΤΡΟ: +56.0

ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ: 24+731, Σ. Σήραγγας ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 29.11 έως 05.12.2002

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: CRAELIUS D-750

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες Φ40 συνολικού μήκους 25.0m

ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΟΣΗ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ & SPT	Κρούσεις/15 cm	ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑ	RQD	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (MPa)		ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝ. ΘΛΙΨΗ (MPa)	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (t/m <sup>3</sup> )	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ c (kPa), φ (°) c <sub>v</sub> : Ανόργανα βήματα c <sub>s</sub> : Καπνόνα βήματα	ΠΡΟΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΤΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ
										Is50 (εγκάρσια)	Is50 (αξονικά)						



ΤΥΠΟΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ: 0-2.5m Φ132 W, 2.5-7.2m T6S101D, 7.2-25m 2T101D

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ: Χ. Κοντογιωργάκης

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ: Ι. Αντωνόπουλος

ΕΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟ: Δ. Γ. Κούμουλος

# **ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΒΤ1-201**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **7.75 – 11.60 μ.**  
Κιβώτιο **3**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **11.60 – 15.45 μ.**  
Κιβώτιο **4**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **15.45 – 19.20** μ.  
 Κιβώτιο **5**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **19.20 – 23.05** μ.  
 Κιβώτιο **6**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **23.05 – 27.00** μ.  
Κιβώτιο **7**



Γεώτρηση **BT1-201** Βάθος **27.00 – 30.30** μ.  
Κιβώτιο **8**



Σήμανση – Κεφαλή Γεώτρησης **BT1-201**



Εκτέλεση Γεώτρησης **BT1-201**

# **ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΒΤ1-203**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **59.50 – 63.40** μ.  
Κιβώτιο **17**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **63.40 – 67.10** μ.  
Κιβώτιο **18**





Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **67.10 – 70.90** μ.  
Κιβώτιο **19**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **70.90 – 74.70** μ.  
Κιβώτιο **20**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **74.70 – 78.30** μ.  
Κιβώτιο **21**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **78.30 – 82.20** μ.  
Κιβώτιο **22**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **82.20 – 86.00** μ.  
Κιβώτιο **23**



Γεώτρηση **BT1-203** Βάθος **86.00 – 89.80** μ.  
Κιβώτιο **24**



Σήμανση – Κεφαλή Γεώτρησης **BT1-203**



Εκτέλεση Γεώτρησης **BT1-203**

## **ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΒΤ1-203Α**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **53.50 – 57.35** μ.  
Κιβώτιο **15**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **57.35 – 61.10** μ.  
Κιβώτιο **16**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **61.10 – 64.90** μ.  
Κιβώτιο **17**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **64.90 – 68.70** μ.  
Κιβώτιο **18**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **68.70 – 72.60** μ.  
Κιβώτιο **19**



Γεώτρηση **BT1-203A** Βάθος **72.60 – 76.50** μ.  
Κιβώτιο **20**





Σήμανση – Κεφαλή Γεώτρησης **BT1-203A**



Εκτέλεση Γεώτρησης **BT1-203A**

# **ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΒΤ1-204**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **38.70 – 42.45** μ.  
Κιβώτιο **11**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **42.45 – 46.40** μ.  
Κιβώτιο **12**



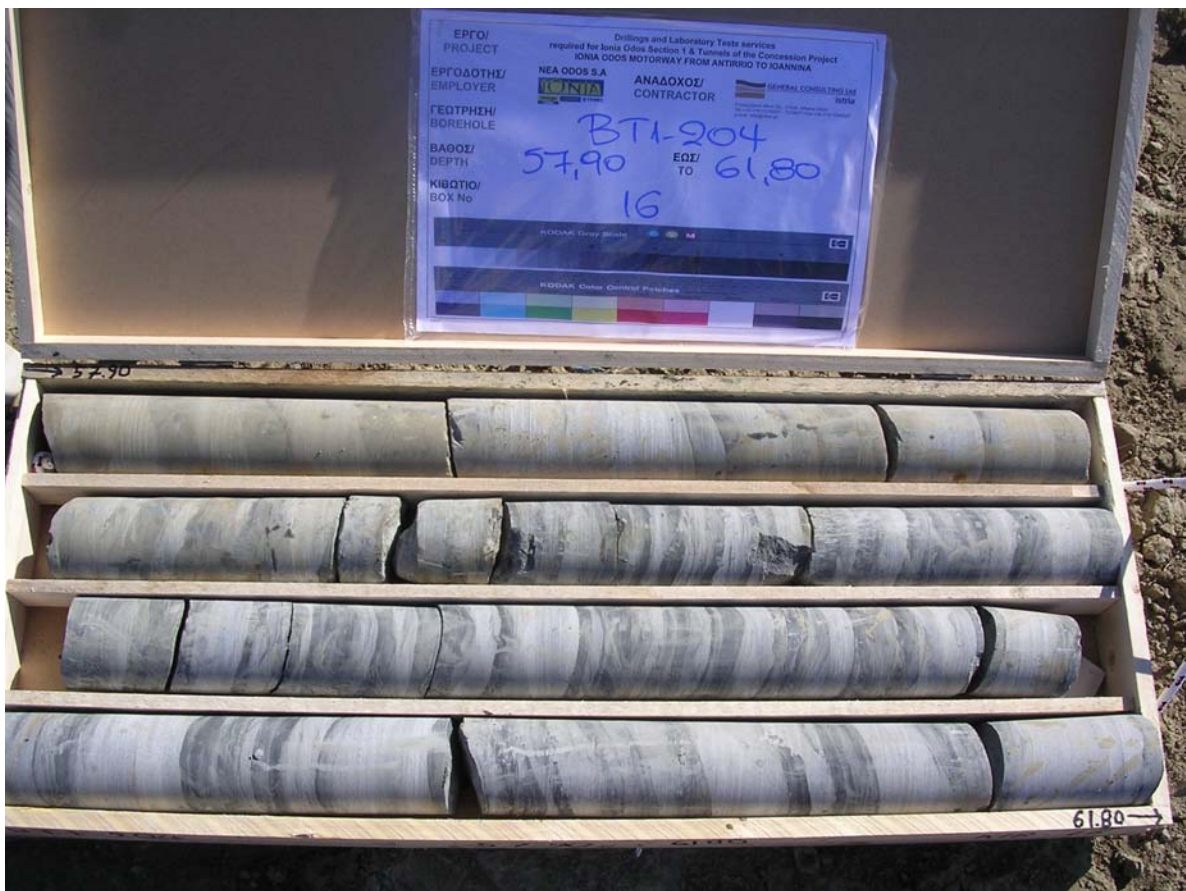
Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **46.40 – 50.20** μ.  
Κιβώτιο **13**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **50.20 – 54.10** μ.  
Κιβώτιο **14**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **54.10 – 57.90** μ.  
Κιβώτιο **15**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **57.90 – 61.80** μ.  
Κιβώτιο **16**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **61.80 – 65.55** μ.  
 Κιβώτιο **17**



Γεώτρηση **BT1-204** Βάθος **65.55 – 69.25** μ.  
 Κιβώτιο **18**



Σήμανση – Κεφαλή Γεώτρησης **BT1-204**



Εκτέλεση Γεώτρησης **BT1-204**

# **ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΒΤ1-205**





Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **82.40 – 86.00** μ.  
Κιβώτιο **23**



Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **86.00 – 89.85** μ.  
Κιβώτιο **24**



Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **89.85 – 93.60** μ.  
Κιβώτιο **25**



Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **93.60 – 97.35** μ.  
Κιβώτιο **26**



Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **97.35 – 101.20** μ.  
Κιβώτιο **27**



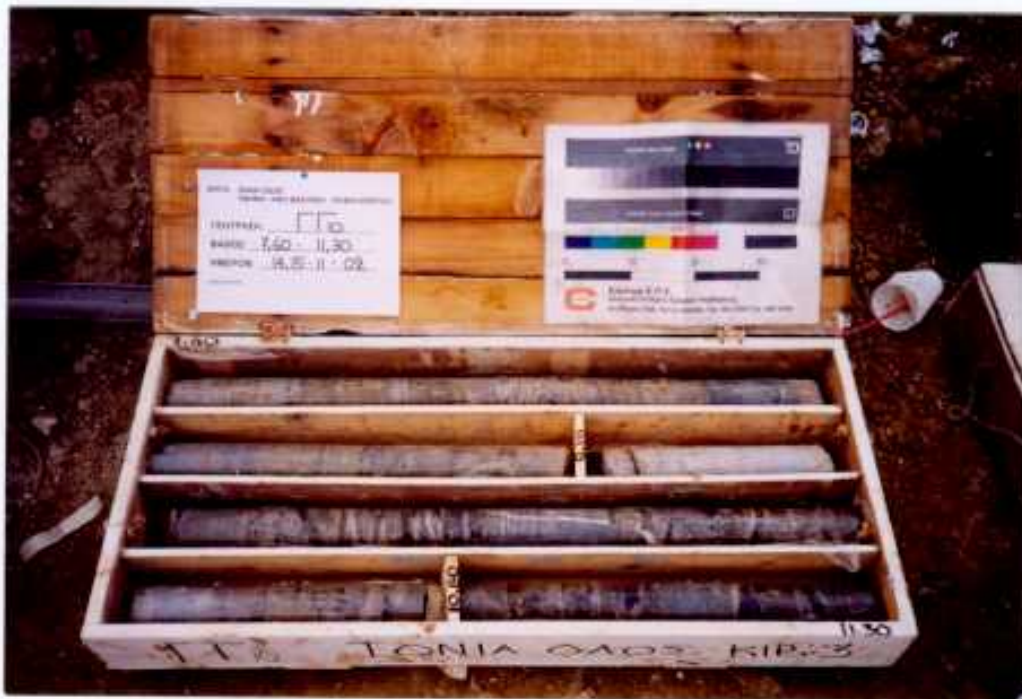
Γεώτρηση **BT1-205** Βάθος **101.20 – 105.00** μ.  
Κιβώτιο **28**



Σήμανση – Κεφαλή Γεώτρησης **BT1-205**

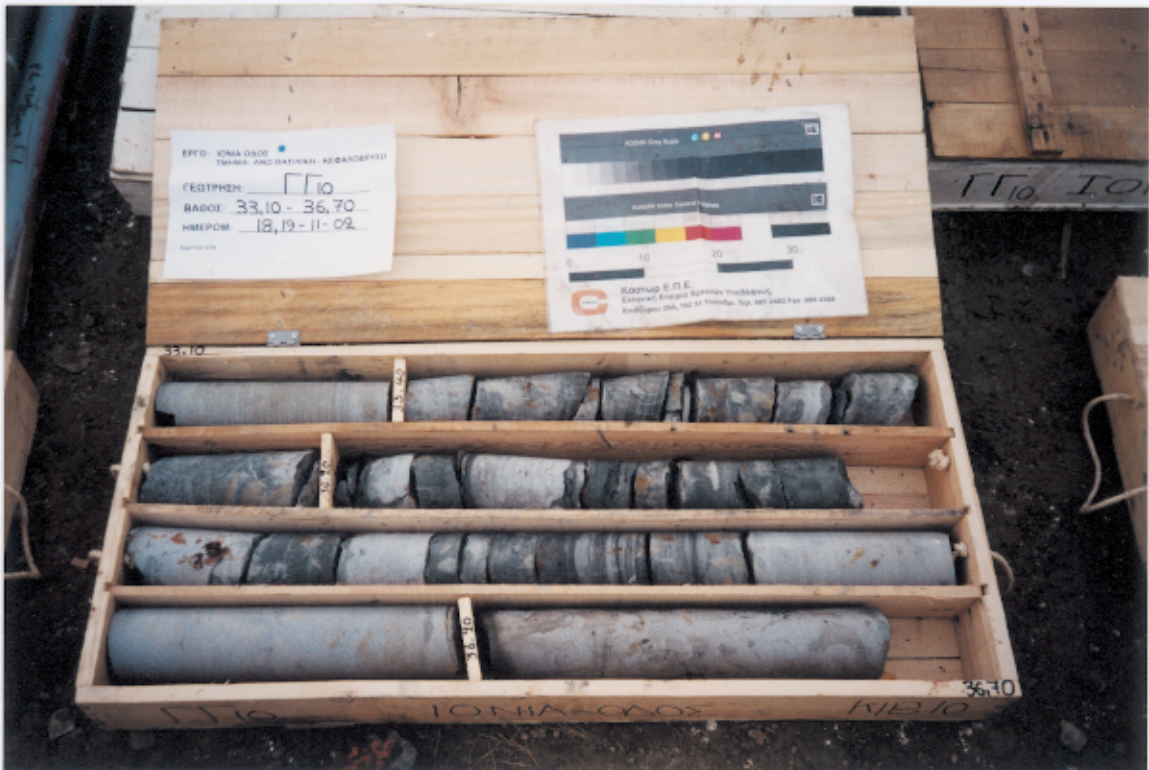


Εκτέλεση Γεώτρησης **BT1-205**

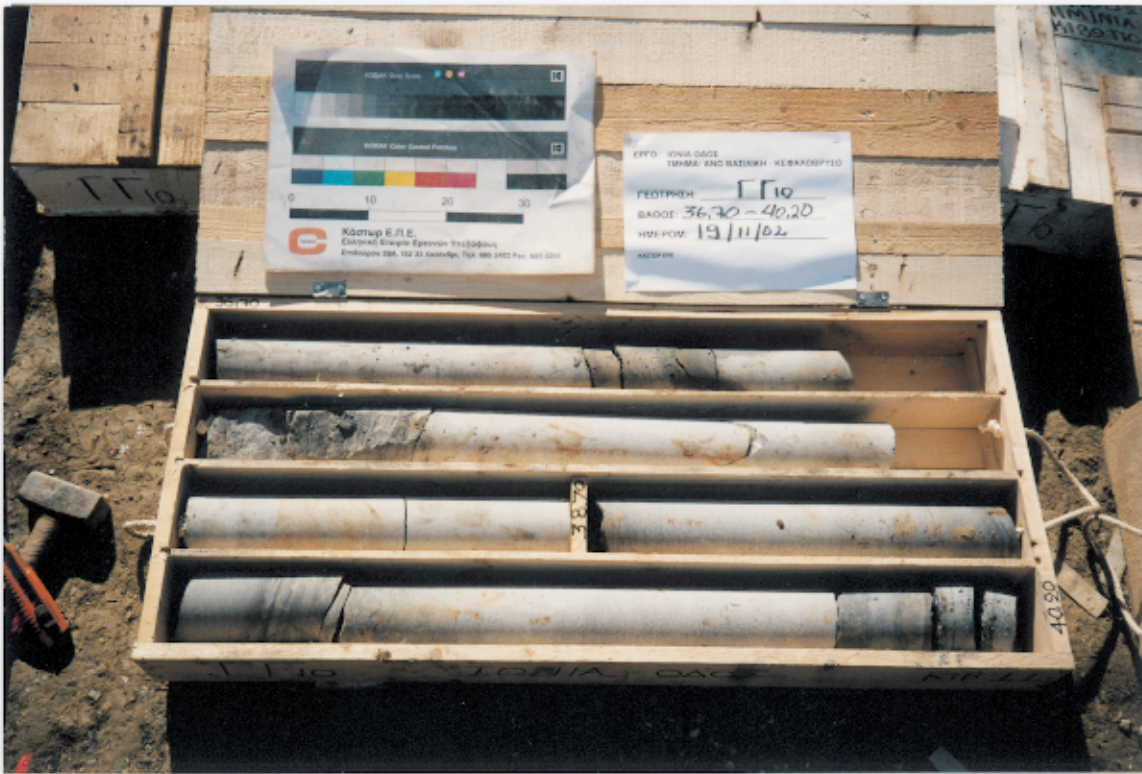




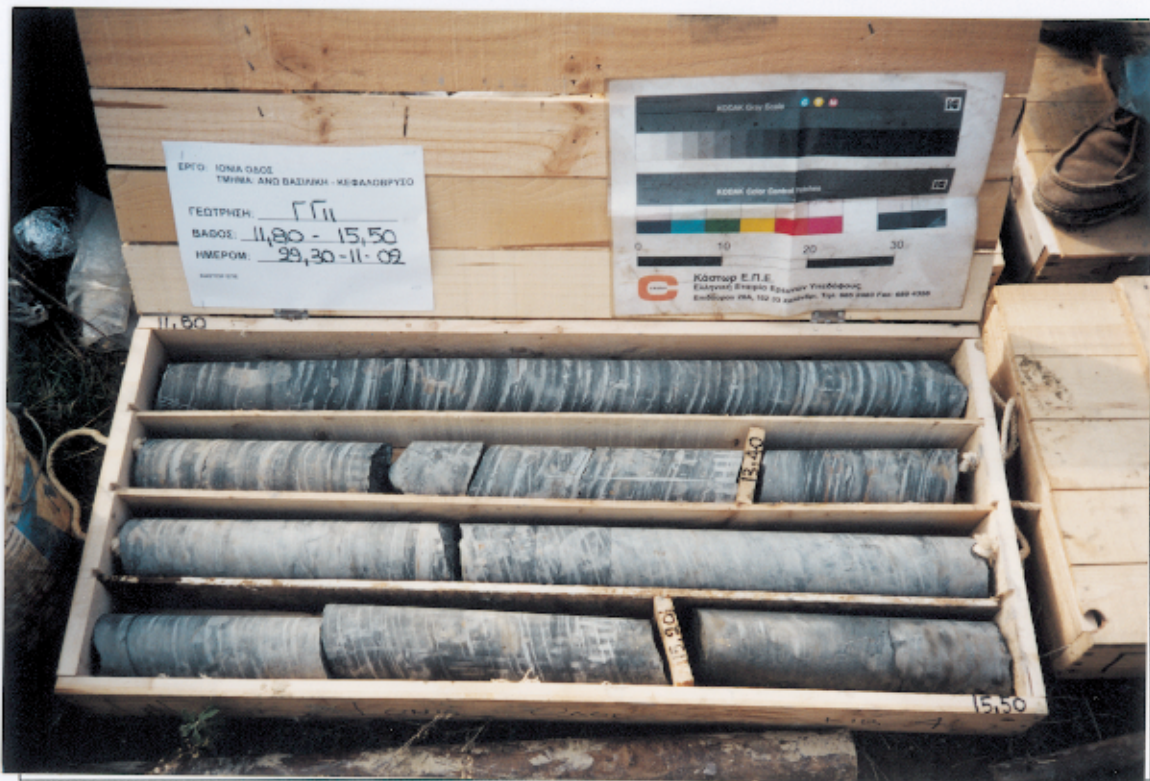














# ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ

ΙΟΝΙΑ ΟΔΟΣ : ΤΜΗΜΑ ΑΝΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ (ΛΥΣΗ ΛΑ), χ.θ.15+500 έως χ.θ. 42+217

ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ: ΓΓ11

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ: Χ=283478

Ψ= 4250194

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: +56.0

ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ: 24+731, Σ. Σήραγγας ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 29.11 έως 05.12.2002

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ: CRAELIUS D-750

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τοποθετήθηκαν πλαστικοί σωλήνες Φ40 συνολικού μήκους 25.0m

ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΔΛΗΝΟΣΗ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ & SPT	Κρούσεις/15 cm	ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑ	RQD	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (MPa)		ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝ. ΘΛΙΨΗ (MPa)	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (t/m <sup>3</sup> )	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ c (kPa), φ (°)	c <sub>s</sub> : Ανιόντα θήματα c <sub>s</sub> : Κατόντα θήματα	ΠΡΟΟΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ	
											I <sub>s50</sub> (εγκάρσια)	I <sub>s50</sub> (αξονικά)								
20	36				0 50 100	0 50 100														
21	35				100%	100%		ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ, γκριζου χρώματος, πολύ χαμηλής αντοχής, όπως παραπάνω.			0.31	0.89	0.35							
22	34																			
23	33				95%	81%														
24	32				100%	100%														2.20m 03.12.02
25	31							ΤΕΛΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ, 25.0m												05.12.02 1.90m 2.30m 05.12.02

ΤΥΠΟΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ: 0-2.5m Φ132 W, 2.5-7.2m T6S101D, 7.2-25m 2T101D

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ: Χ. Κοντογιωργάκης

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟ: Ι. Αντωνόπουλος

ΕΓΚΡΙΣΗ ΥΠΟ: Δ. Γ. Κούμouλος

ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΓ11

ΚΑΣΤΟΡ ΕΠΕ

ΦΥΛΛΟ 2 ΑΠΟ 2

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**  
**ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ**  
**ΔΟΚΙΜΩΝ**

Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών φυσικών χαρακτηριστικών

Γεώτρηση - Φρέαρ	Βάθος	Κοκκομετρία (%)					Atterberg (%)			w [%]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>d</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	G <sub>s</sub>	e	USCS/ISRM
		G	S	F	M	C	L	PL	PI						
BT1-201	2.30-2.60										26.69	26.50			Ψαμμίτης
BT1-201	7.00-7.40										26.37	26.11			Ψαμμίτης
BT1-201	11.10-11.40										26.50	26.24			Ψαμμίτης
BT1-201	14.00-14.40										26.45	26.17			Ψαμμίτης
BT1-201	21.00-21.20										26.08	25.91			Ψαμμίτης
BT1-201	26.00-26.30										26.50	26.28			Ψαμμίτης
BT1-201	28.80-29.10										26.30	26.05			Ψαμμίτης
BT1-203	22.80-23.10										26.47	25.82			Ιλύολιθος
BT1-203	63.40-63.80										26.33	25.67			Ιλύολιθος
BT1-203	80.60-80.90										26.46	25.80			Ιλύολιθος
BT1-203	89.20-89.70										24.53	24.03			Ιλύολιθος
BT1-203	92.40-92.70										26.67	26.19			Ιλύολιθος
BT1-203	94.20-94.60										26.67	26.25			Ιλύολιθος
BT1-203	98.10-98.50										26.80	26.32			Ιλύολιθος
BT1-204	31.15-31.35										27.02	26.93			Ψαμμίτης
BT1-204	38.80-39.00										26.74	26.54			Ψαμμίτης
BT1-204	47.40-47.70										27.30	26.98			Ψαμμίτης
BT1-204	50.20-50.40										26.85	26.74			Ψαμμίτης
BT1-204	55.10-55.40										26.47	26.25			Ψαμμίτης
BT1-204	58.40-58.80										26.98	26.81			Ψαμμίτης
BT1-204	63.70-63.90										26.76	26.51			Ψαμμίτης
BT1-204	65.55-66.00										26.92	26.69			Ψαμμίτης
BT1-204	67.50-68.00										26.68	26.41			Ψαμμίτης
BT1-204	71.55-										26.28	26.05			Ψαμμίτης

Γεώτρηση - Φρέαρ	Βάθος	Κοκκομετρία (%)					Atterberg (%)			w [%]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>d</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	G <sub>s</sub>	e	USCS/ISRM
		G	S	F	M	C	L L	PL	PI						
	71.85														
<b>BT1-204</b>	73.05-73.55										26.57	26.37			Ψαμμίτης
<b>BT1-204</b>	76.30-76.70										28.59	28.38			Ψαμμίτης
<b>BT1-204</b>	78.50-78.90										26.22	25.71			Ψαμμίτης
<b>BT1-204</b>	83.00-83.60										26.45	26.08			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	13.90-14.10										26.68	26.48			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	25.50-25.80										30.82	30.71			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	35.40-36.00										26.56	26.38			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	46.00-46.40										26.92	26.79			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	53.50-53.90										26.88	26.71			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	62.60-63.20										26.68	26.16			Ιλυόλιθος
<b>BT1-205</b>	74.00-74.40										26.70	26.44			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	89.85-90.20										26.69	26.38			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	94.00-94.30										26.65	26.26			Ιλυόλιθος
<b>BT1-205</b>	123.50-123.80										26.68	26.19			Ψαμμίτης
<b>BT1-205</b>	130.00-130.30										26.78	26.49			Ψαμμίτης
<b>ΓΓ10</b>	3.8										23.8				Ψαμμίτης
<b>ΓΓ10</b>	19.6										26.0				Ψαμμίτης
<b>ΓΓ10</b>	27.3										26.8				Ψαμμίτης
<b>ΓΓ10</b>	31.2-31.5										25.4				Ψαμμίτης
<b>ΓΓ12</b>	9.8										25.1				Ιλυόλιθος
<b>ΓΓ12</b>	13.5										25.8				Ιλυόλιθος













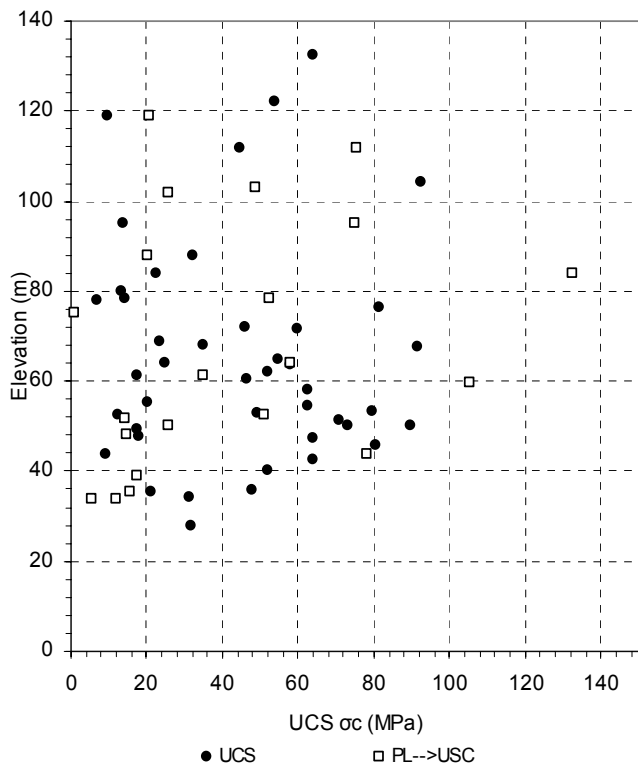


Γεώτρηση	Βάθος [m]	Βραχώδη δείγματα					Ασυνέχειες					Λείκτης ανθεκτικότητας [%]	ISRM	
		$\sigma_c$ [MPa]	E [GPa]	$\nu$	$I_{s50}$ [MPa]		$\sigma_r$ (MPa)	JRC	Τύπος	$c_\varphi$ [kPa]	$\varphi_R$ [deg]			$\varphi_r$ [deg]
														
BT1-205	105,50-105,80					4,273 4,501	3,47							Ιλολίθος
BT1-205	110,40-110,80					0,552 3,444 2,417	3,70							Ιλολίθος
BT1-205	119,60-120,00												96,8	Ψαμμίτης
BT1-205	123,50-123,80	31,14					2,44							Ιλολίθος
BT1-205	125,65-125,90					3,033 1,598							98,5	Ιλολίθος
BT1-205	130,00-130,30	31,60	25,000	-									97,9	Ιλολίθος
ΓΓ10	3,8	7,00	1,060											Ιλολίθος
ΓΓ10	19,6	51,80	3,85											Ψαμμίτης
ΓΓ10	27,3	62,40	6,00						0					Ψαμμίτης
ΓΓ10	27,7								0	34				Ψαμμίτης

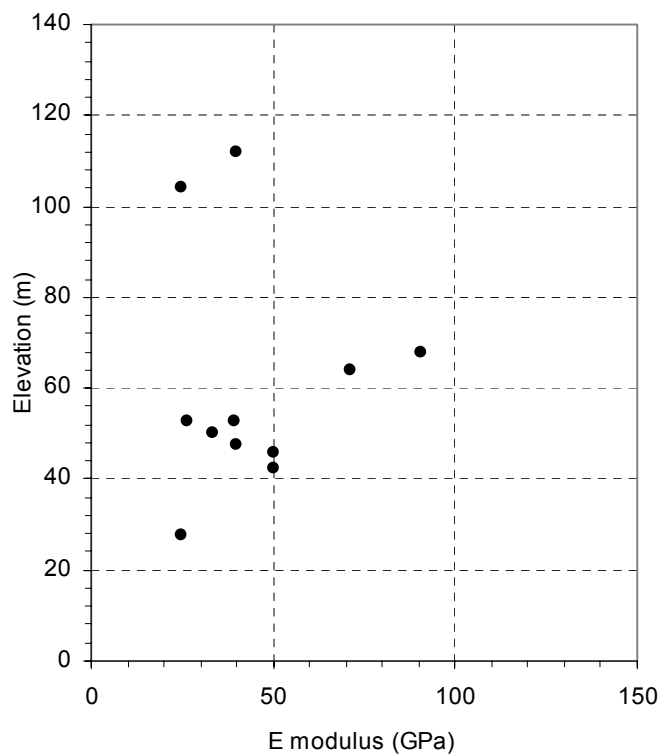


**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**  
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ**  
**ΔΟΚΙΜΩΝ - ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

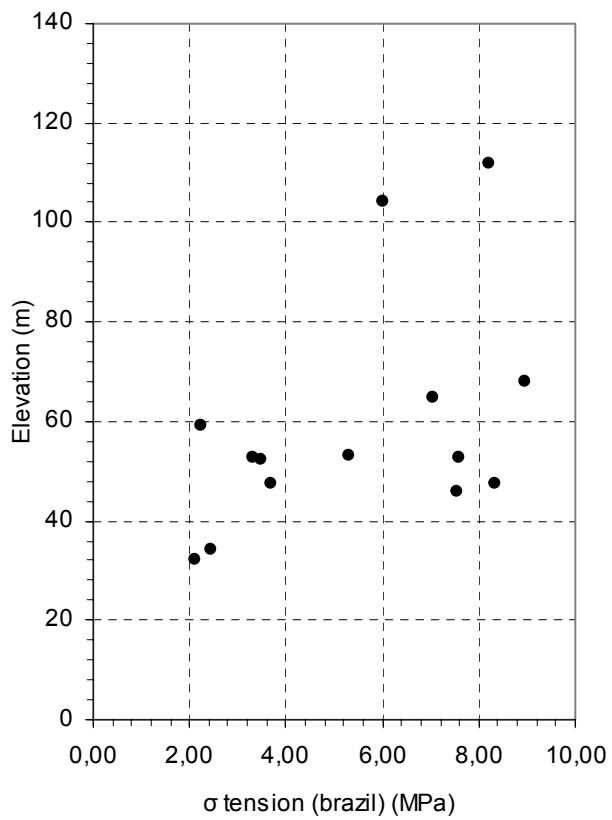




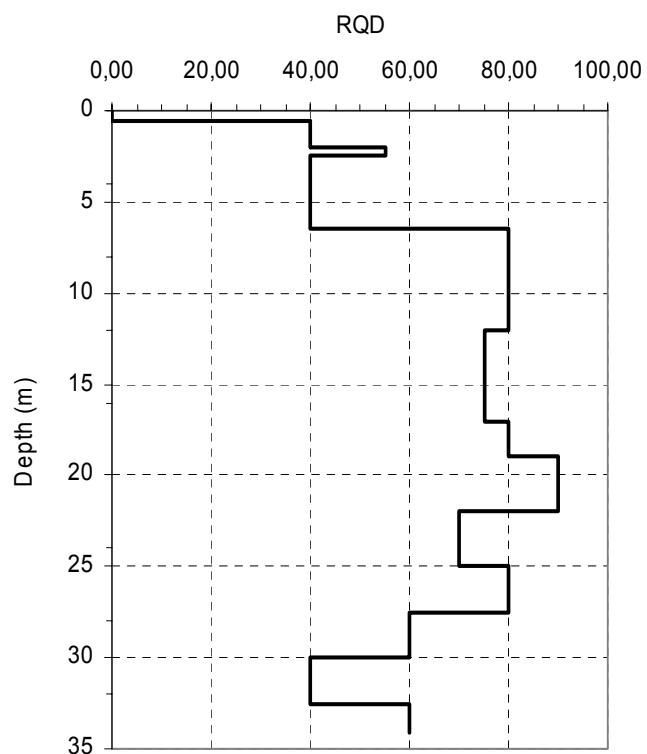
Διάγραμμα μονοαξονικής αντοχής – απόλυτο υψόμετρο



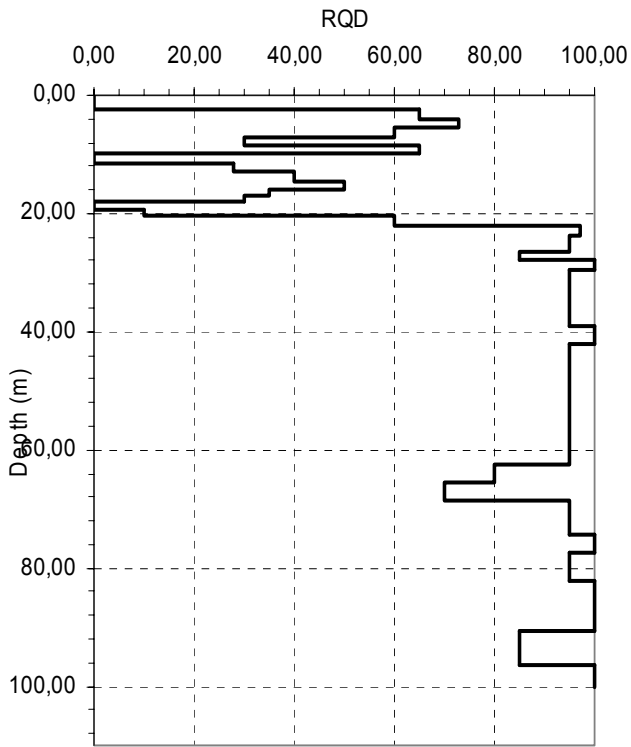
Διάγραμμα μέτρου ελαστικότητας E - απόλυτο υψόμετρο



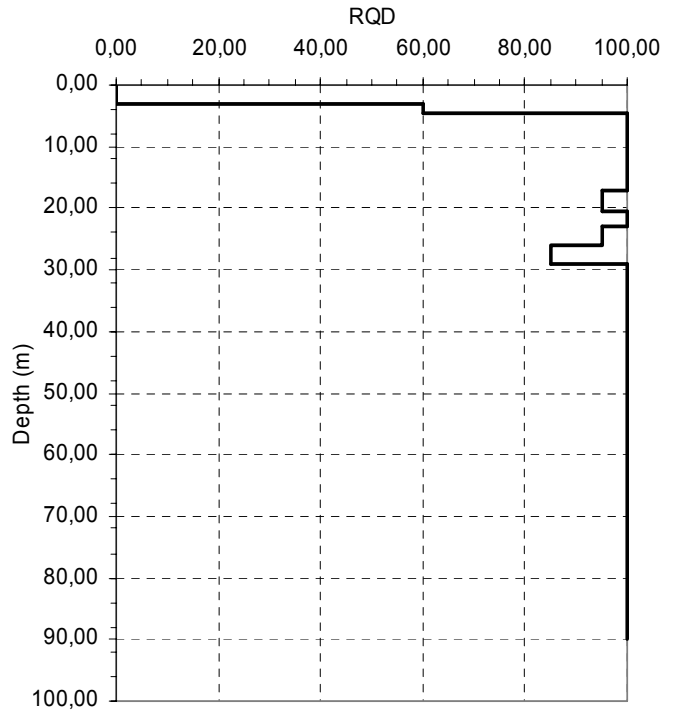
Διάγραμμα Brazilian - απόλυτο υψόμετρο



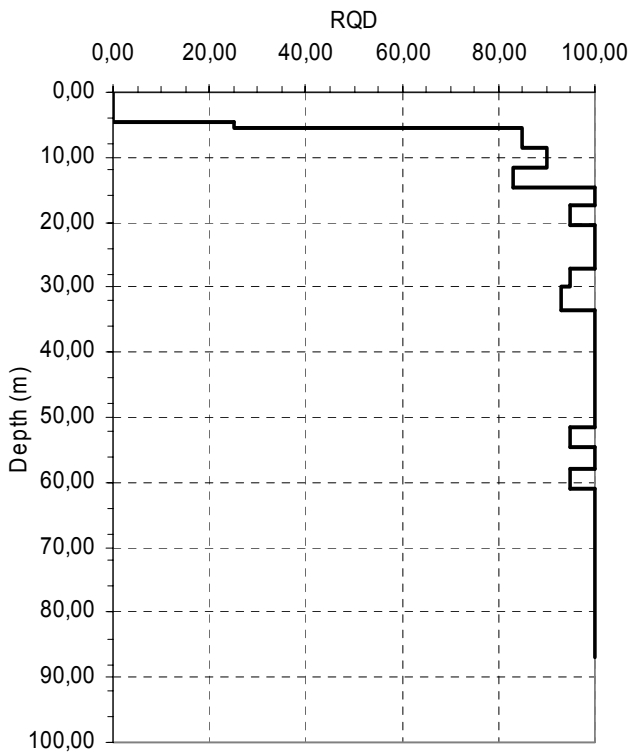
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση BT1-201



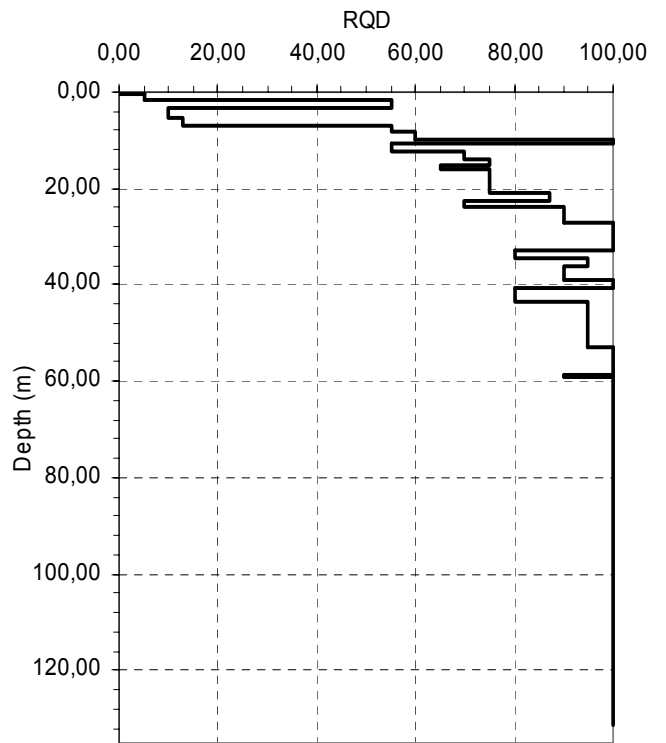
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση BT1-203



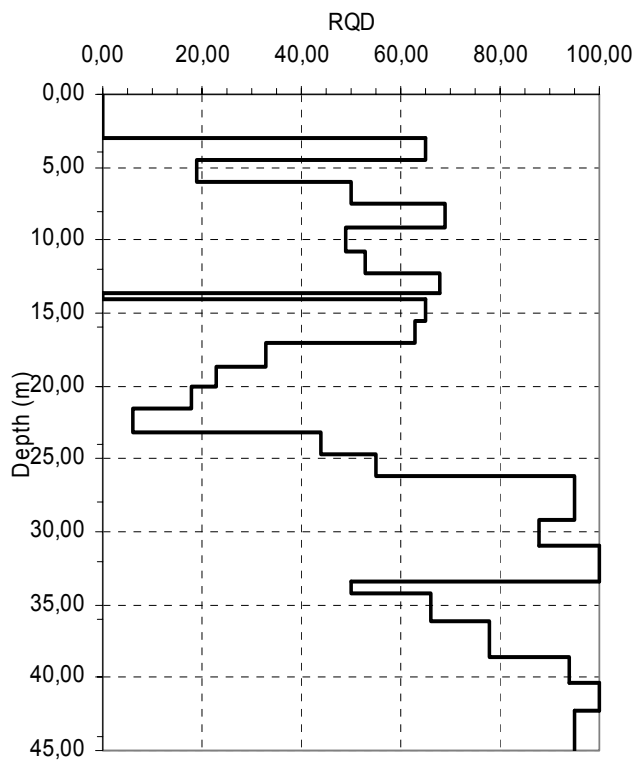
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση BT1-203A



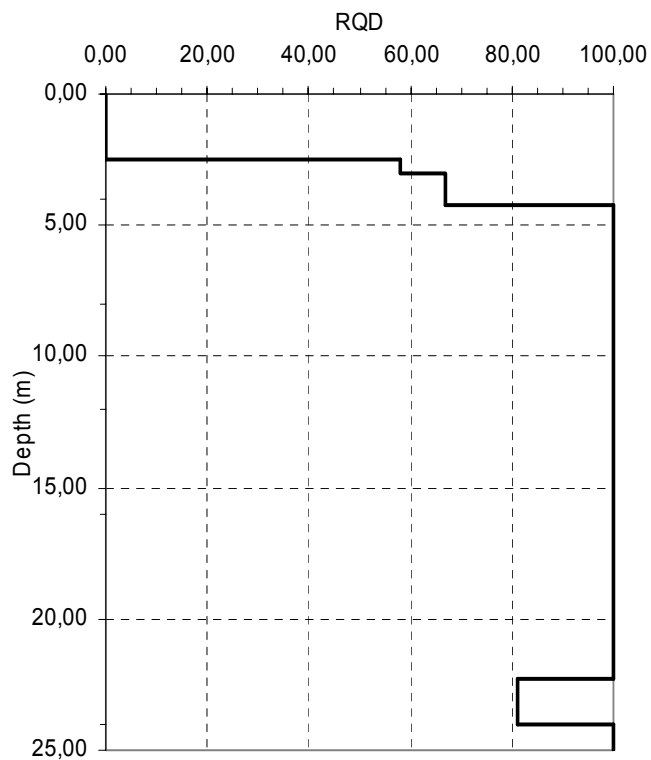
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση BT1-204



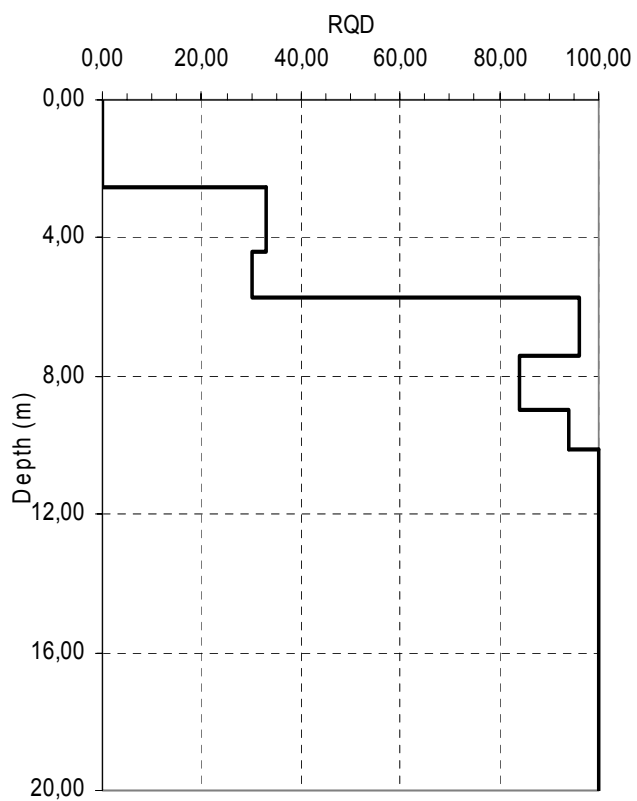
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση BT1-205



Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση ΓΓ10



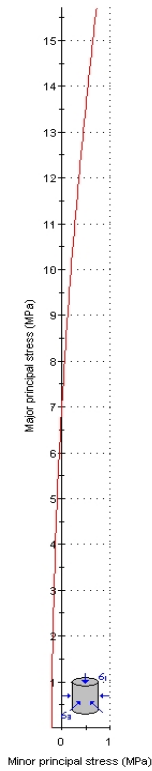
Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση ΓΓ11



Διάγραμμα RQD – βάθους, γεώτρηση ΓΓ12

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ Roclab**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

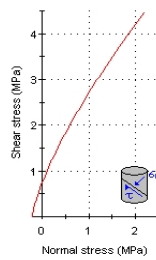


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 50 MPa  
 GSI = 65  $m_i$  = 17 Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 35000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b$  = 4.871  $s$  = 0.0205  $a$  = 0.502

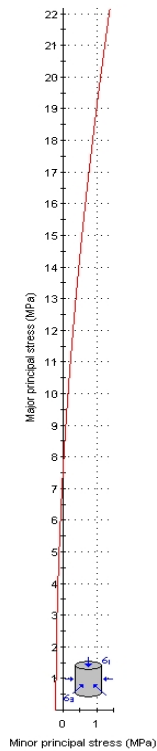
**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.896 MPa friction angle = 59.97 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.210 MPa  
 uniaxial compressive strength = 7.099 MPa  
 global strength = 15.480 MPa  
 deformation modulus = 22110.18 MPa



**IISa 50m YIIEPKIEMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

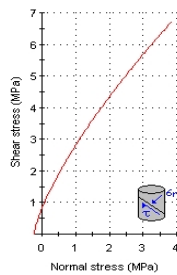


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 55 MPa  
 GSI = 65  $m_i$  = 17 Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 40000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b$  = 4.871  $s$  = 0.0205  $a$  = 0.502

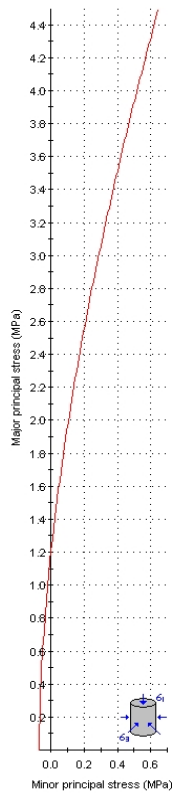
**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 1.174 MPa friction angle = 56.80 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.231 MPa  
 uniaxial compressive strength = 7.808 MPa  
 global strength = 17.039 MPa  
 deformation modulus = 25268.78 MPa



**IISa 100m YIIEPKIEMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

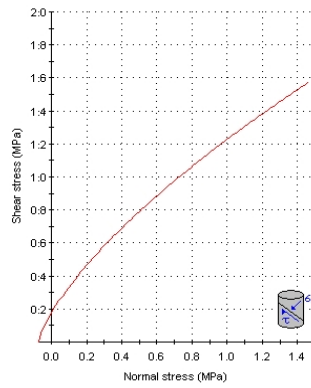


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 15 MPa  
 GSI = 55  $m_i = 7$  Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 20000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b = 1.403$   $s = 0.0067$   $a = 0.504$

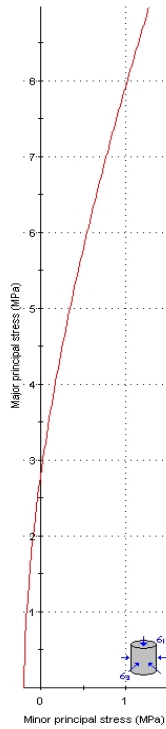
**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.287 MPa friction angle = 43.04 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.072 MPa  
 uniaxial compressive strength = 1.207 MPa  
 global strength = 2.488 MPa  
 deformation modulus = 8165.61 MPa



**IISi 50m YIIEPKEIMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

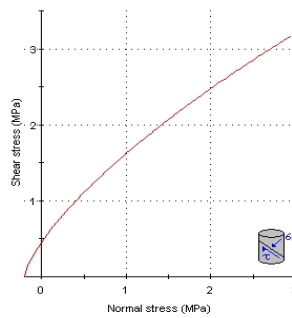


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 20 MPa  
 GSI = 65  $m_i = 7$  Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 25000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b = 2.006$   $s = 0.0205$   $a = 0.502$

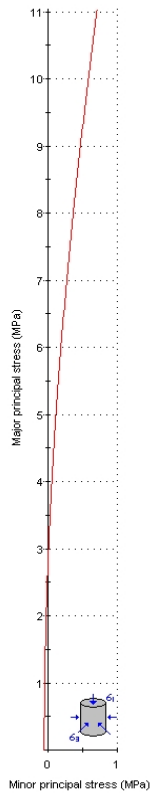
**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.636 MPa friction angle = 42.43 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.204 MPa  
 uniaxial compressive strength = 2.839 MPa  
 global strength = 4.278 MPa  
 deformation modulus = 15792.99 MPa



**IISi 100m YIIEPKEIMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**



**Hoek-Brown Classification**

intact uniaxial comp. strength (sigc) = 50 MPa  
 GSI = 50 mi = 17 Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 35000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**

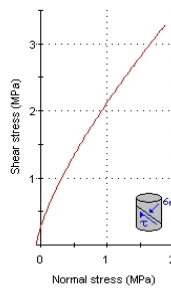
mb = 2.851 s = 0.0039 a = 0.506

**Mohr-Coulomb Fit**

cohesion = 0.502 MPa friction angle = 57.42 deg

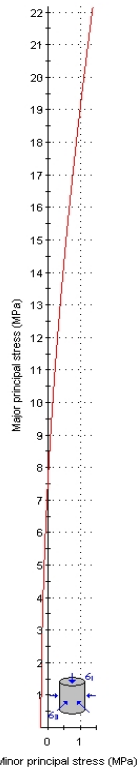
**Rock Mass Parameters**

tensile strength = -0.068 MPa  
 uniaxial compressive strength = 3.011 MPa  
 global strength = 11.251 MPa  
 deformation modulus = 10751.51 MPa



**IISa 50m YIIPEKIMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**



**Hoek-Brown Classification**

intact uniaxial comp. strength (sigc) = 55 MPa  
 GSI = 65 mi = 17 Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 40000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**

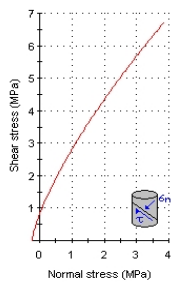
mb = 4.871 s = 0.0205 a = 0.502

**Mohr-Coulomb Fit**

cohesion = 1.174 MPa friction angle = 56.80 deg

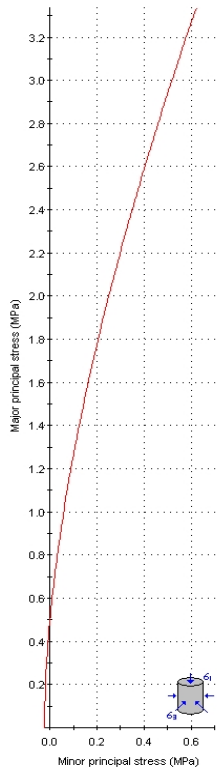
**Rock Mass Parameters**

tensile strength = -0.231 MPa  
 uniaxial compressive strength = 7.808 MPa  
 global strength = 17.039 MPa  
 deformation modulus = 25268.78 MPa



**IISa 100m YIIPEKIMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

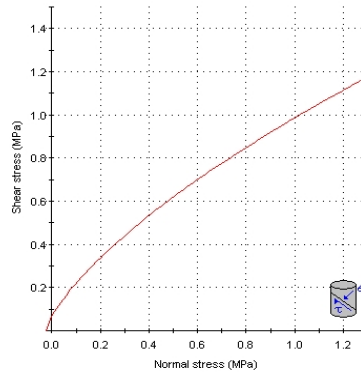


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 15 MPa  
 GSI = 40  $m_i = 7$  Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 20000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b = 0.821$   $s = 0.0013$   $a = 0.511$

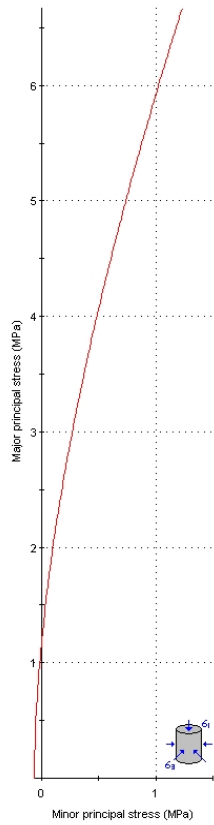
**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.185 MPa friction angle = 39.02 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.023 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.496 MPa  
 global strength = 1.758 MPa  
 deformation modulus = 3193.04 MPa



**IISi 50m YIIEPKEMENA**

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

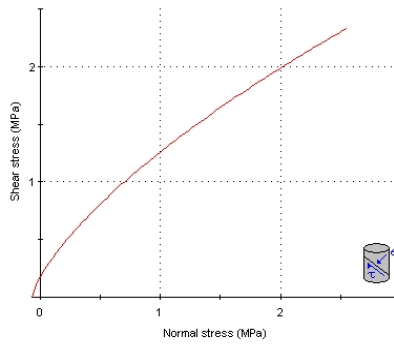


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 20 MPa  
 GSI = 50  $m_i = 7$  Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (E) = 25000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b = 1.174$   $s = 0.0039$   $a = 0.506$

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.394 MPa friction angle = 38.88 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.066 MPa  
 uniaxial compressive strength = 1.205 MPa  
 global strength = 2.951 MPa  
 deformation modulus = 7679.65 MPa



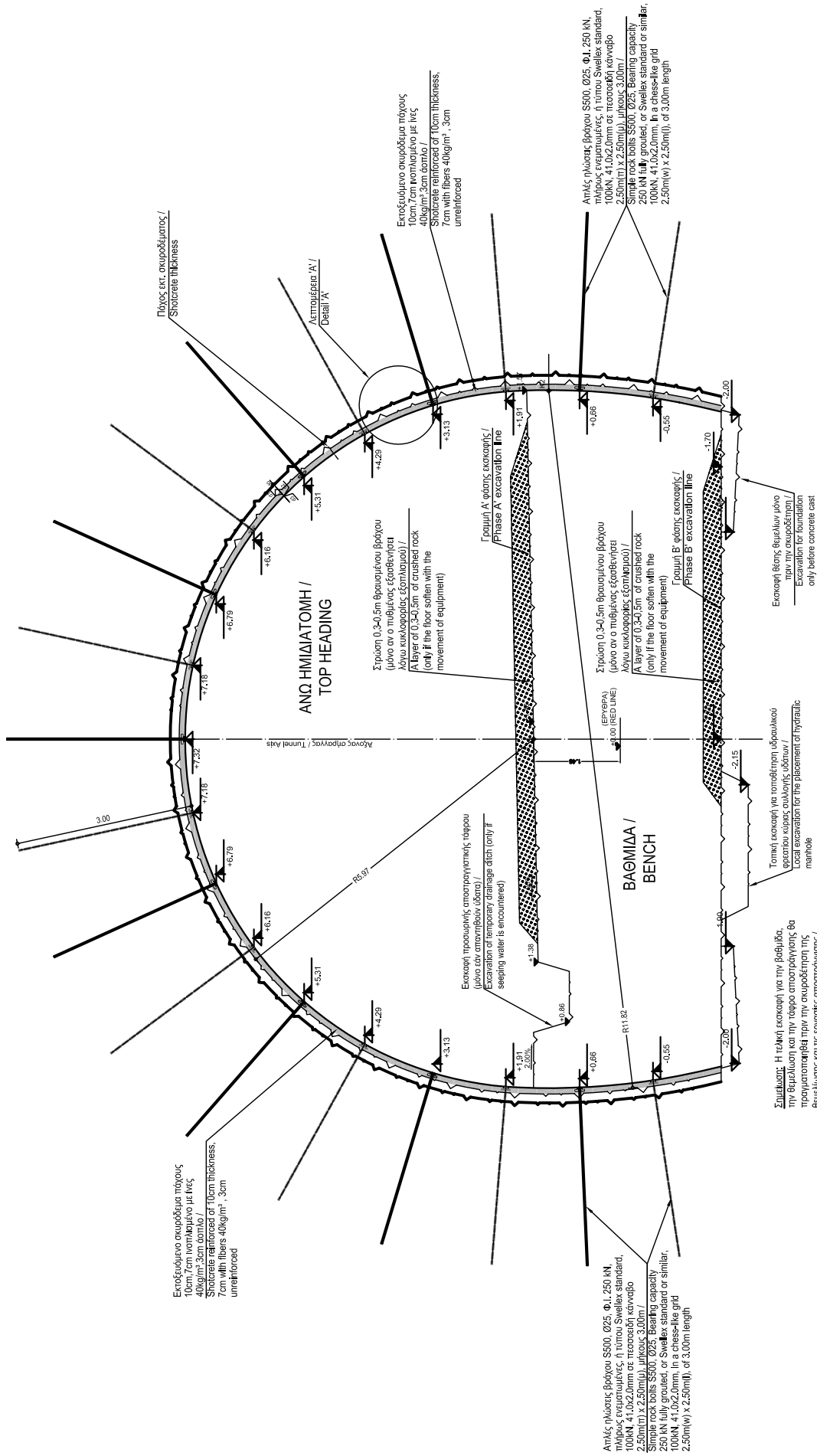
**IISi 100m YIIEPKEMENA**



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε**  
**ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ**

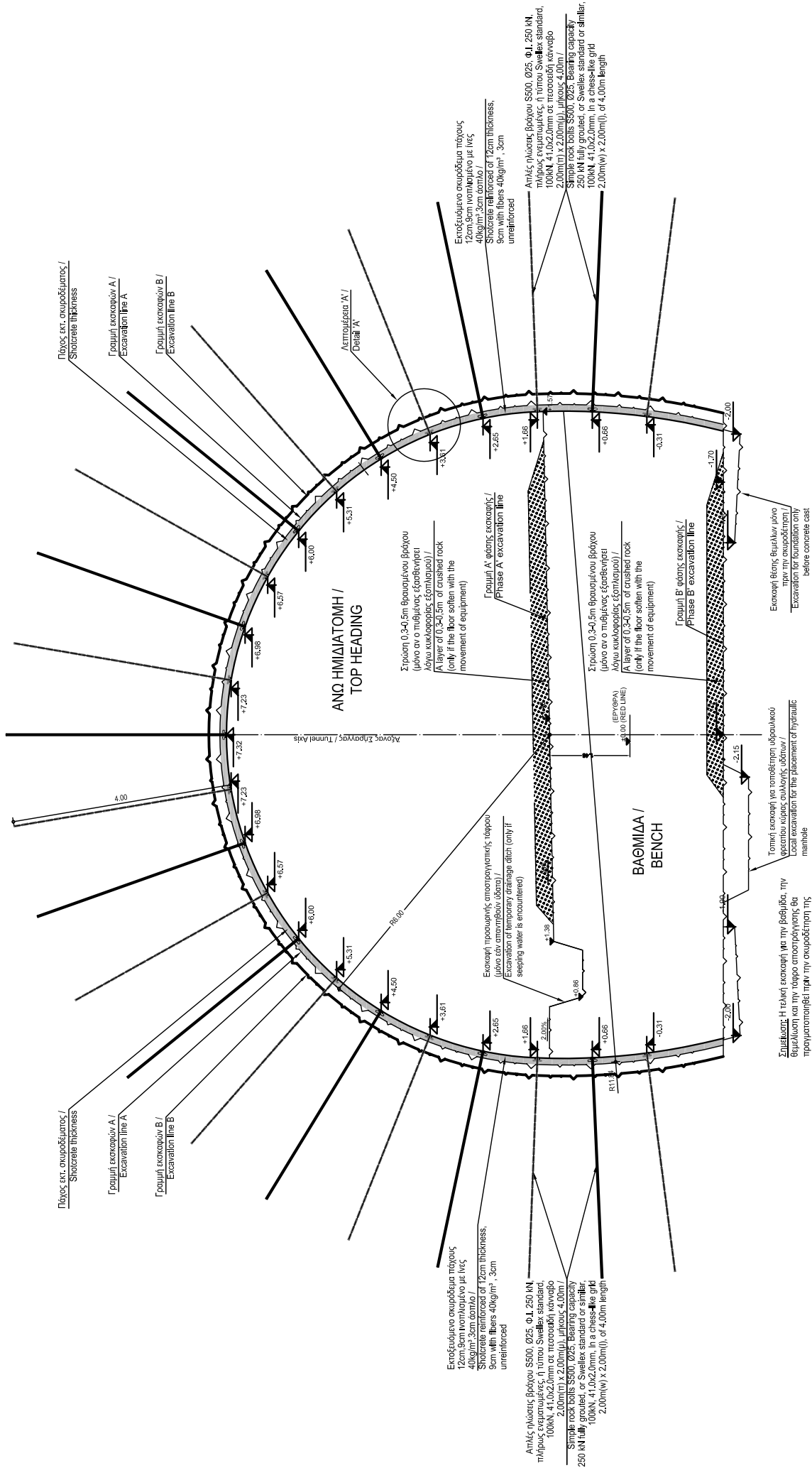
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ PS-A /  
 TYPICAL CROSS-SECTION OF CATEGORY PS-A TEMPORARY SUPPORT

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50 / SCALE 1:50



# ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ PS-B / TYPICAL CROSS-SECTION OF CATEGORY PS-B TEMPORARY SUPPORT

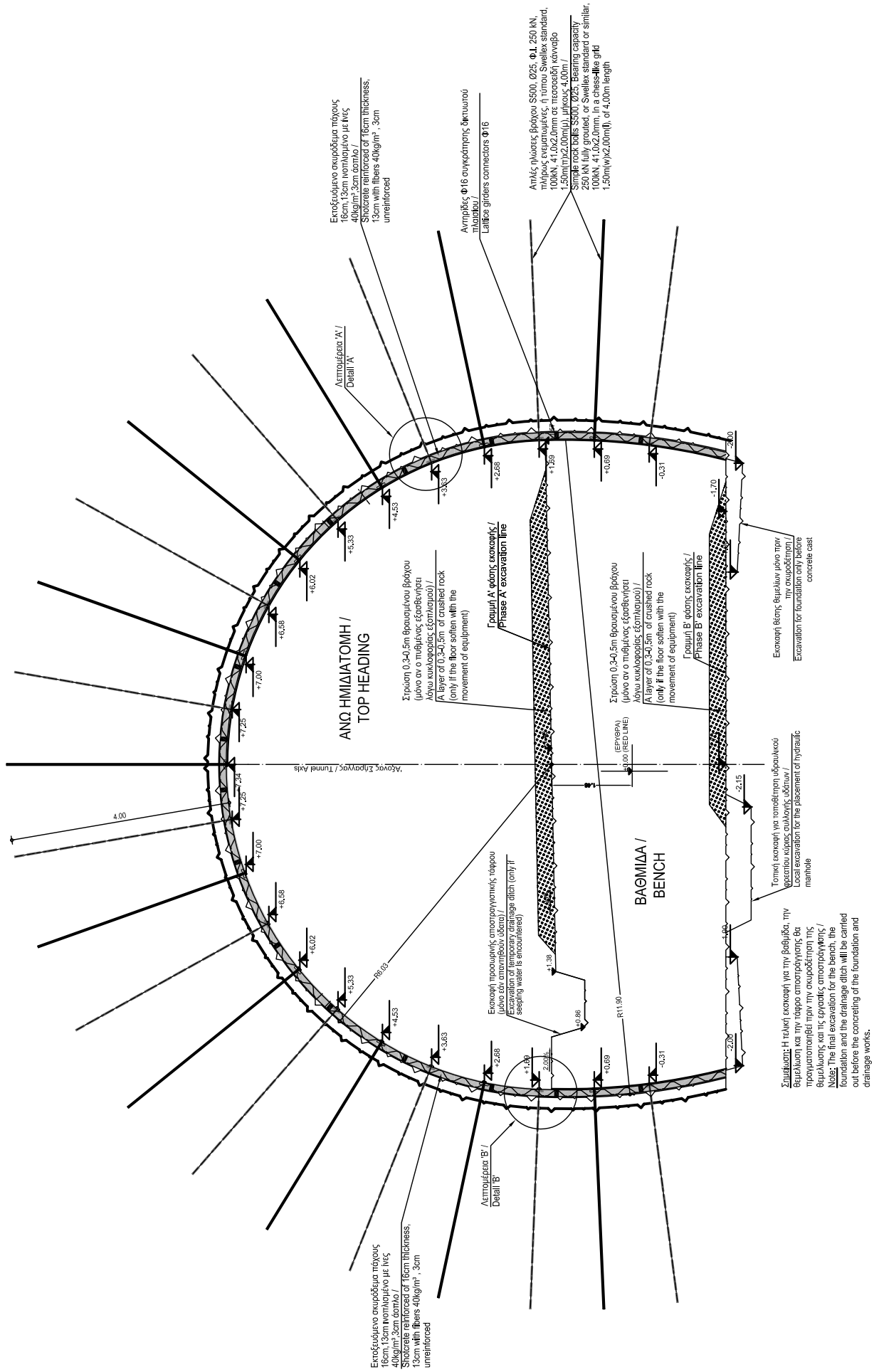
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50 / SCALE 1:50



Σημείωση: Η τελική εκσκαφή για την βελάδα, την βελάδα και την τρύπα αποστράγγισης θα πραγματοποιηθεί πριν την αποδέσμευση της βελάδας και τις φελλές αποστράγγισης / Note: The final excavation for the bench, the foundation and the drainage ditch will be carried out before the concreting of the foundation and drainage works.

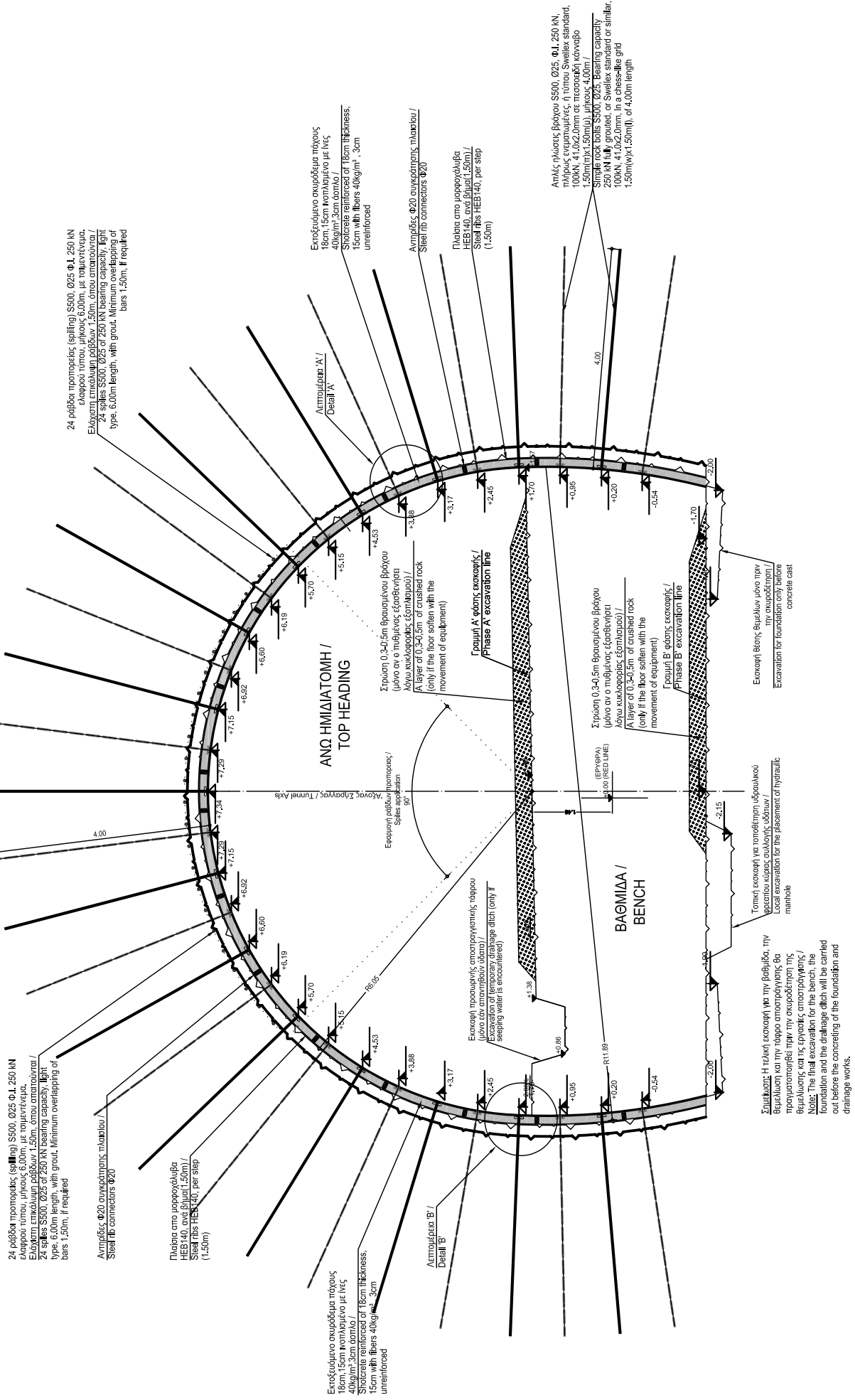
**ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ PS-C /  
TYPICAL CROSS-SECTION OF CATEGORY PS-C TEMPORARY SUPPORT**

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50 / SCALE 1:50



**ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ PS-D /  
TYPICAL CROSS-SECTION OF CATEGORY PS-D TEMPORARY SUPPORT**

Κλίμακα 1:50 / Scale 1:50



24 ράβδοι προτομοδός (spilling) S500, Ø25 φ.1, 250 kN ελαστικού τύπου, μήκος 6,00m, με ταυεντένια. Ελάχιστη επικάλυψη ράβδων 1,50m, όπου απαιτούνται / 24 spiles S500, Ø25 of 250 kN bearing capacity, light type, 6.00m length, with girth. Minimum overlapping of bars 1.50m, if required

Αντάρτες Ø20 συνδεσμής πηλοειδίου / Steel rib connectors Ø20

Πλάκια στο μωσαϊκό/στέπα HEB 140, ανά βήμα (1,50m) / Steel ribs HEB 140, per step (1.50m)

Επιδιόρθωμένο σκυρόδεμα πάχους 18cm, 15cm νοτιοανατολικά με ίνες 40kg/m<sup>3</sup>, 3cm σπασίματα οπλισμού / Shotcrete reinforced of 18cm thickness, 15cm with fibers 40kg/m<sup>3</sup>, 3cm unreinforced

Αστράγαλα B' / Detail B'

Εκσκαφή προσωρινής αποστράγγισης τάφρου (μόνο εάν αποστράγγισαν ύδατος) / Excavation of temporary drainage ditch (only if seeping water is accumulated)

Εξομότης ραβδών προτομοδός / Spill relief

Στρώση 0,3-0,5m θραυσμένου βράχου (μόνο αν ο πυθμένας εξομαλύνει λόγω κυκλοφορίας εξοπλισμού) / A layer of 0.3-0.5m of crushed rock (only if the floor softens with the movement of equipment)

Γραμμή Α' όρισης εκσκαφής / Phase A' excavation line

Αστράγαλα A' / Detail A'

Αντάρτες Ø20 συνδεσμής πηλοειδίου / Steel rib connectors Ø20

Πλάκια στο μωσαϊκό/στέπα HEB 140, ανά βήμα (1,50m) / Steel ribs HEB 140, per step (1.50m)

Στρώση 0,3-0,5m θραυσμένου βράχου (μόνο αν ο πυθμένας εξομαλύνει λόγω κυκλοφορίας εξοπλισμού) / A layer of 0.3-0.5m of crushed rock (only if the floor softens with the movement of equipment)

Γραμμή Β' όρισης εκσκαφής / Phase B' excavation line

Αντάρτες ραβδών S500, Ø25 φ.1, 250 kN ελαστικού τύπου, μήκος 6,00m, με ταυεντένια. Ελάχιστη επικάλυψη ράβδων 1,50m, όπου απαιτούνται / 24 spiles S500, Ø25 of 250 kN bearing capacity, light type, 6.00m length, with girth. Minimum overlapping of bars 1.50m, if required

Αντάρτες ραβδών S500, Ø25 φ.1, 250 kN ελαστικού τύπου, μήκος 6,00m, με ταυεντένια. Ελάχιστη επικάλυψη ράβδων 1,50m, όπου απαιτούνται / 24 spiles S500, Ø25 of 250 kN bearing capacity, light type, 6.00m length, with girth. Minimum overlapping of bars 1.50m, if required

Αντάρτες ραβδών S500, Ø25 φ.1, 250 kN ελαστικού τύπου, μήκος 6,00m, με ταυεντένια. Ελάχιστη επικάλυψη ράβδων 1,50m, όπου απαιτούνται / 24 spiles S500, Ø25 of 250 kN bearing capacity, light type, 6.00m length, with girth. Minimum overlapping of bars 1.50m, if required

Εκσκαφή βέλος βρεξίλων μόνο πριν την κατασκευή / Excavation for foundation only before concrete cast

Σημειώσεις: Η τελική εκσκαφή για την βαθμίδα, την θεμελίωση και την τάφρο αποστράγγισης θα πραγματοποιηθεί πριν την αποστράγγιση της βρεξίλων και τις εργασίες αποστράγγισης / Note: The final excavation for the bench, the foundation and the drainage ditch will be carried out before the concreting of the foundation and drainage works.

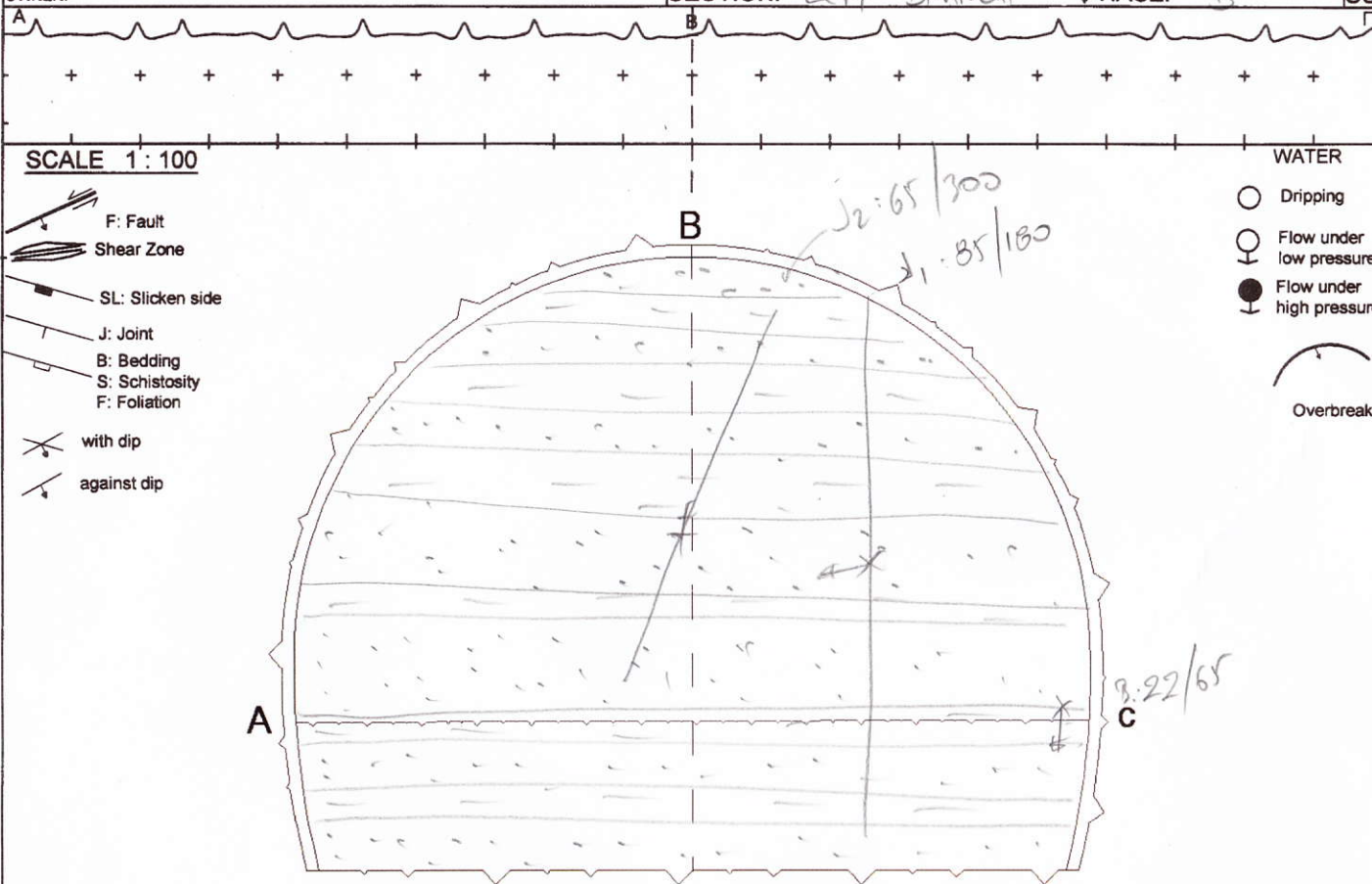
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ**  
**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΕΙΣ**  
**ΜΕΤΩΠΩΝ**

PROJECT: Earthworks and Geotechnical Design services required for the Section 1 and all the tunnels of the Concession Project IONIA ODOS MOTORWAY FROM ANTIRIO TO IOANINA  
 CONTRACTOR: FERROVIAL AGROMAN  
 OWNER:

# GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL DATA SHEET

Nr. **KL-24691**

SITE-AREA: **EALYRONA TUNNEL** CH: **2469124** DATE: **12/7/10** TIME: **13:40**  
 SECTION: **LEFT BRANCA** PHASE: **B** SUPPORT: **A** PHOTO: **ok**



MAPPED BY: **N Fotopoulou**

GSI	STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY							
		max	SURFACE CONDITIONS			min			
80	BLOCKY well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubic blocks formed by 3 orthogonal discontinuity sets	VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	70	60	50	40	30	20	10
70	VERY BLOCKY Interlocked, partially disturbed mass with multi-faced angular blocks formed by 4 or more joint sets	GOOD Rough, slightly weathered, iron filling surfaces	60	50	40	30	20	10	
60	BLOCKY/DISTURBED Folded with ang. blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	50	40	30	20	10		
50	DISINTEGRATED Poorly interlocked heavy broken rock mass with a mixture of angular and rounded rock pieces	POOR Stippled, highly weathered surfaces with compact coatings of fine granular fragments	40	30	20	10			
40	LAMINATED/SHEARED Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes		N/A	N/A					

MR **7+17+8+25+10** } **65**  
 MR Orientation ADJUSTMENT: **-2**

Strength of intact rock material	Point load strength index	>10MPa	4-10MPa	2-4MPa	1-2MPa			
	Uniaxial comp. strength	>250MPa	100-250MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25MPa	1-5MPa	<1MPa
Drill core quality (RQD)		15	12	7	4	2	1	0
		20	17	13	8	3	2	1
Spacing of discontinuities		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	6-20cm	5-6cm	2.5-5cm	1-2.5cm
		20	15	10	8	5	3	2
Condition of discontinuities		Very rough surfaces Not continuous Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1mm Slightly weathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1mm Highly weathered wall rock	Stippled surfaces or gouge < 5mm Separation 1-5mm Continuous	Soft gouge < 5mm thick Separation > 5mm Continuous		
		30	25	20	10			0
Inflow per 10m tunnel length		None	<10 l/m	10-25 l/m	25-125 l/m	>125 l/m		
Ground Water joint water pressure / major principal stress		0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
General condition		Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
		15	10	7	4	0		

**Geological Description:**  
 Grey, fine grained, SANDSTONE with thin interlayers of siltstone  
 Sandstone is mainly medium bedded  
 Sa/Si ratio = 20/30

Rock mass condition: **Good**      Weathering: **MW-MS**

**Discontinuities:**      **Strength estimation:**

TYPE	ORIENTATION	SPACING	LENGTH	SEPARATION	ROUGH/SINFILLING	WHEATHERING
J2	22/65	5-6cm	9	-	nr	-
J1	85/180	22-28cm	9	0-1cm	nr slightly	-
J3	65/300	35-1m	5	-	nr	-

PROJECT: Earthworks and Geotechnical Design services required for the Section 1 and all the tunnels of the Concession Project IONIA ODOS MOTORWAY FROM ANTIRIO TO IOANINA

# GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL DATA SHEET

Nr. KL 205

CONTRACTOR: FERROVIAL AGROMAN

SITE-AREA: KALYDONIA TUNNEL

CH: 25+205.77

DATE: 9/2/10 TIME: 11:30

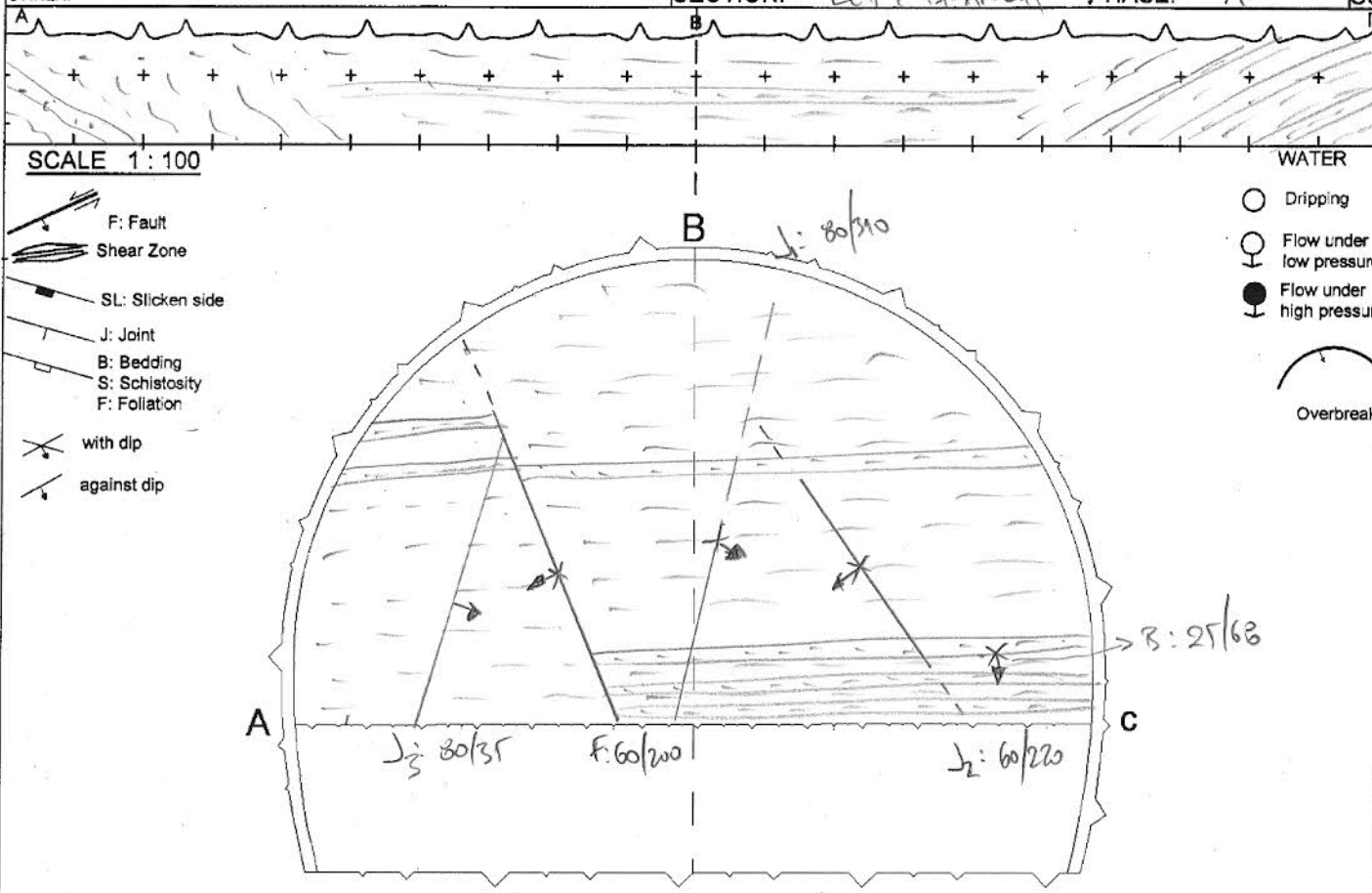
OWNER:

SECTION: LEFT BRANCA PHASE: A

SUPPORT: B

PHOTO: OK

MAPPED BY: NIKOS PAPANIKOLAOS



SCALE 1:100

- F: Fault
- Shear Zone
- SL: Slicken side
- J: Joint
- B: Bedding
- S: Schistosity
- F: Foliation
- with dip
- against dip

WATER

- Dripping
- Flow under low pressure
- Flow under high pressure
- Overbreak

GSI

43-48

STRUCTURE

- BLOCKY well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubic blocks formed by 3 orthogonal discontinuity sets
- VERY BLOCKY Interlocked, partially disturbed mass with multi-faced angular blocks formed by 4 or more joint sets
- BLOCKY/DISTURBED Folded with ang. blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity
- DISTURBED/DISINTEGRATED Poorly interlocked heavy broken rock mass with a mixture of angular and rounded rock pieces
- LAMINATED/SHEARED Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes

SURFACE CONDITIONS

- VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces
- GOOD Rough, slightly weathered, non-stiffened surfaces
- FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces
- POOR Sticksided, highly weathered surfaces with compact coatings or films of residual fragments
- VERY POOR Sticksided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings

DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES

MIN	DECREASING SURFACE QUALITY					MIN
80	70	60	50	40	30	20
N/A	N/A					10

MR

5 + 10 + 10 + 22 + 7 = 54

MR Orientation ADJUSTMENT:

Strength of intact rock material	Point load strength index (ULP) / comp. strength				
	>10MPa	4-10MPa	2-4MPa	1-2MPa	
	>250MPa	100-250MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25MPa
	15	12	7	4	2
Drill core quality (RQD)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	10-25%
	20	17	13	8	3
Spacing of discontinuities	>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	6-20cm	5-6cm
	20	15	10	8	5
Condition of discontinuities	Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1mm Slightly weathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1mm Highly weathered wall rock	Sticksided surfaces or gouge = 5mm Separation 1-5mm Continuous	Soft gouge < 5mm thick or Separation > 5mm Continuous
	30	25	20	10	0
Ground Water	Inflow per 10m tunnel length	None	<10 l/m	10-25 l/m	26-125 l/m
	Joint water pressure / major principal stress	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5
General condition	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing
	15	10	7	4	0

**Geological Description:**

Gray finebedded schistose with intercalations of fine to medium bedded sandstone. The front is wet mainly in the upper right part. There is a fault with aperture of approx. 1-3m filled with clayey weathered material.

Rock mass condition: Stable Weathering: MW-M5

**Discontinuities: Strength estimation:**

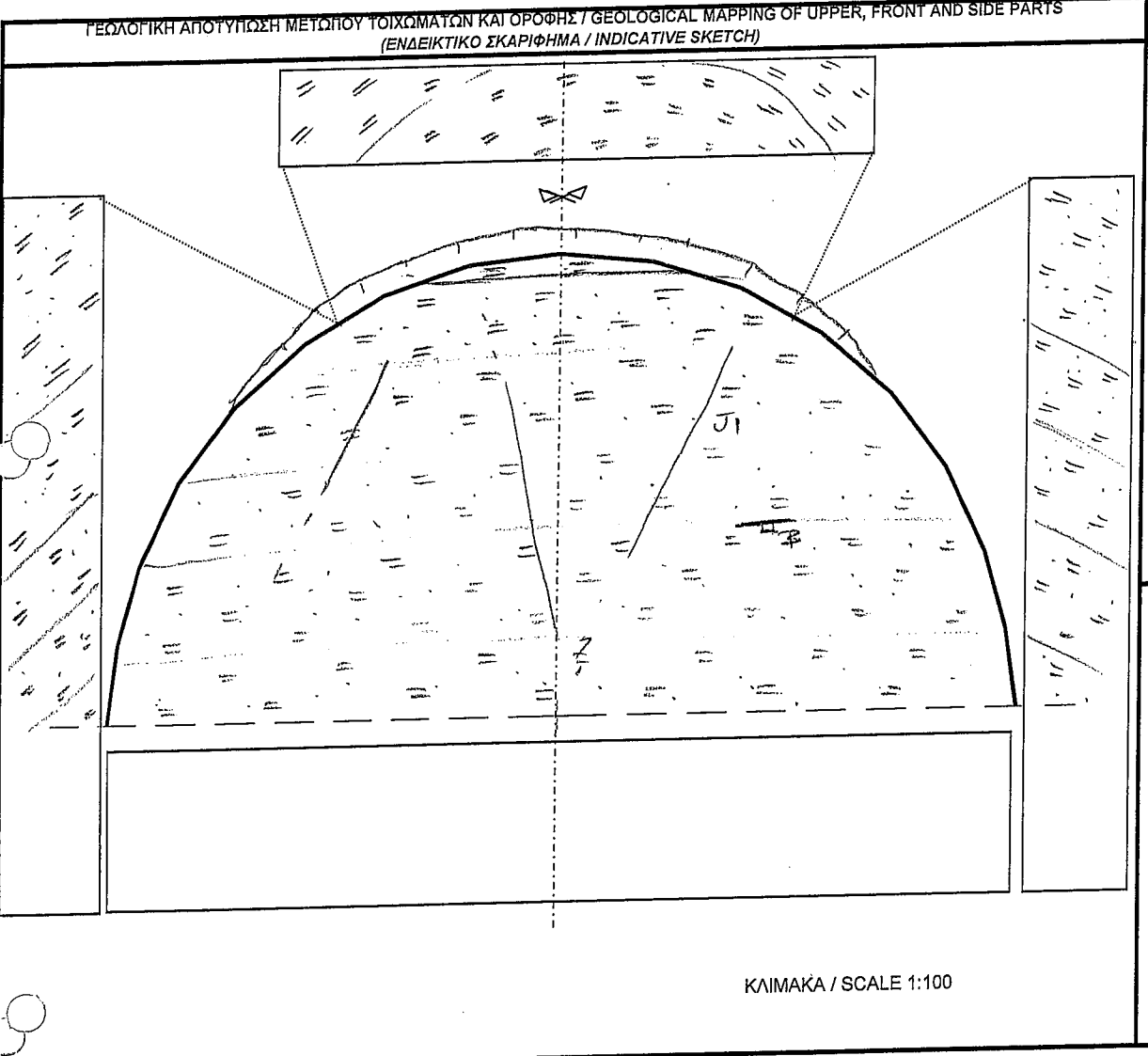
TYPE	ORIENTATION	SPACING	LENGTH	SEPARATION	ROUGH/S	INFILLING	WEATHERING
J1	80/310	1-2	3	0.5-1	MR	-	-
J2	60/220	0.5-1	4	0.5-1	MR	-	-
J3	80/35	-	3	1	MR	-	-
F	60/200	-	4	1-3cm	MR	clay	Hw



Α/Α ΔΕΛΤΙΟΥ / No: ΔΚ\_38

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ / GEOLOGICAL - GEOTECHNICAL DOCUMENTATION:

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ / LEFT BRANCH  Α/Α ΠΛΑΙΣΙΟΥ / No OF RIB: 65 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ / DATE: 18/7/2009  
 ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ / RIGHT BRANCH  Χ.Θ./ CH: 24+186,20 ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ / AZIMUTH OF TUNNEL EXCAVATION: 269,1



**ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ**

- Ιλυόλιθος
- Ψαμμίτης
- Αργιλικό υλικό
- Ιλυόλιθος λεπτοστρ. IISi
- Υγρασία
- Σταγόνες
- Ροή
- Γεωλογικές καταπτώσεις / Geological fall

**Κλίση & διεύθυνση στο επίπεδο σχεδίασμού**  
 Strike and Dip orientation on sketch

- Αντίθετα προς την διεύθυνση διάνοιξης / Drive against dip
- Κατά την διεύθυνση διάνοιξης / Drive with dip
- Εγκάρσια στο επίπεδο σχεδίασμού / Perpendicular to sketching level

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ / NOTES:**

Αποκολλησεις τεμαχίων μικρού όγκου των επιπέδων της στρώσης από τις παρειές και την οροφή (αποκάλυψη πλάκας της ιλυολιθικής στρώσης).

**GEOLOGICAL DESCRIPTION**  
 Λεπτοστρωματώδης ιλυόλιθος, γκριζου χρώματος, ελαφρά αποσαθρωμένος, ελαφρά κερματισμένος, με λεπτές ενδιαστρώσεις λεπτόκοκκου ψαμμίτη.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ / TUNNEL CONSTRUCTION METHOD: Ελεγχόμενες ανατινάξεις και εκσκαφή με μηχανικά μέσα  
 ΒΗΜΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ / STEP OF EXCAVATION: 2,50 m

ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ / DEMAND OF EXTRA SUPPORT MEASURES:  
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΙΣ / GEOLOGICAL FALLS:

**RMR (Bieniawski)**

1) Αντοχή βραχώμαζας (αντοχή ακέρατου βράχου) / Strength of intact rock:	4
2) Ποιότητα βράχου / Drill core quality RQD:	17
3) Αποστάσεις ασυνεχειών / Spacing of discontinuities:	10
4) Κατάσταση ασυνεχειών / Condition of discontinuities:	19
5) Υπόγειο νερό / Groundwater:	15
6) Διόρθωση λόγω προσανατολισμού των ασυνεχειών / Rating adjustment for discontinuity orientation:	-5
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ / TOTAL RATE:</b>	<b>60</b>

**ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ / ROCK MASS CLASSIFICATION**

ΣΥΣΤΗΜΑ / SYSTEM	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ/CATEGORY
BIENIAWSKI (RMR)	= 60 - Μέτρια - Καλή βραχώμαζα (III - II)
RMC	Βραχώμαζα τύπου B (IISi) Κατηγορία Υποστήριξης PSC

**ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ / ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ**

ΓΕΩΛΟΓΟΣ / GEOLOGIST	ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΡΧΗΣ / SITE MANAGER
ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ	ΗΛΙΑΣ ΧΟΥΧΟΥΡΕΛΟΣ

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ / TYPE AND ORIGIN OF ROCK MASS**

ΑΝΤΟΧΗ ΑΚΕΡΑΙΟΥ ΒΡΑΧΟΥ (Mpa) / INTACT ROCK STRENGTH			ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΥ / DRILL CORE QUALITY RQD		
Χαρακτηρισμός / Description	Αντοχή / Strength	Δείκτης / Rate	Εξαιρετική / Excellent	90-100%	
Πολύ υψηλή / Very high	>250	>10	<input type="checkbox"/>	15	
Υψηλή / High	100-250	4-10	<input type="checkbox"/>	12	
Μέση / Middle	50-100	2-4	<input type="checkbox"/>	7	
Μέτρια / Moderate	25-50	1-2	<input checked="" type="checkbox"/>	4	
Μικρή / Low	5-25	<1	<input type="checkbox"/>	2	
Πολύ μικρή / Very low	1-5	<1	<input type="checkbox"/>	1	
			<input type="checkbox"/>	0	

Εξαιρετική / Excellent 90-100%  20  
 Καλή / Good 75-90%  17  
 Μέτρια / Moderate 50-75%  13  
 Πτωχή / Poor 25-50%  8  
 Πολύ πτωχή / Very Poor <25%  3

(RQD): Rock Quality Designation

**ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ / SPACING OF DISCONTINUITIES**

	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Πολύ αραιή / Very rare Πάνω από 2 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20
Αραιή / Rare 0,6 - 2,0 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15
Μέτρια / Medium 200-600 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
Πυκνή / Close 60-200 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
Πολύ πυκνή / Very close <60 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5

**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ / CONDITION OF DISCONTINUITIES**

ΑΝΑΠΤΥΞΗ/ PERSISTENCE (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Πολύ λίγη / Very low <1 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Λίγη / Low 1-3 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Μέση / Middle 3-10 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Υψηλή / High 10-20 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Πολύ υψηλή / Very high >20 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

**ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ/SEPERATION (ΕΥΡΟΣ / APERTURE)**

	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Πολύ κλειστές / Very Open	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Κλειστές / Closed <0.1 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Μέτριες ανοικτές / Moderate open 0.1-1.0 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Ανοικτές / Open 1-5 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Πολύ ανοικτές / Very open > 5 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

**ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ / ROUGHNESS (Καταγράφουμε επίσης εάν οι επιφάνειες είναι οδοντωτές κυματοειδείς ή επίπεδες)**

	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Πολύ τραχιές επιφάνειες / Very rough	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Τραχιές επιφάνειες / Rough	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Ελαφρώς τραχιές / Slightly rough	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Λείες επιφάνειες / Smooth	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Διατηρημένες / Silencides	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

**ΥΛΙΚΟ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ (ΓΕΜΙΣΜΑ) / INFILLING**

	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Πολύ Κλειστές - Όχι υλικό πλήρωσης / None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
< 5 mm - Σκληρό υλικό πλήρωσης/ Hard	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
> 5 mm - Σκληρό υλικό πλήρωσης/ Hard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
< 5 mm - Μαλακό υλικό πλήρωσης / Soft	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
> 5 mm - Μαλακό υλικό πλήρωσης / Soft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

**ΠΕΤΡΩΜΑ ΣΤΙΣ ΠΑΡΕΙΕΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ / WEATHERING OF THE JOINTS SURFACE**

	Οικ./ Joint set 1	Οικ./ Joint set 2	Οικ./ Joint set 3	Οικ./ Joint set 4	
Υγιές / Unweathered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Ελαφρώς αποσαθρωμένο / Slightly weathered	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Μετρίως αποσαθρωμένο / Moderate weathered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Πολύ αποσαθρωμένο / Highly Weathered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Πλήρως αποσαθρωμένο / Decomposed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

**ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ / GROUNDWATER**  
 ΕΙΣΡΟΕΣ ανά 10m μήκους σήραγγας lit/hr / INFLOW per 10 m tunnel length.....  
 ή/ or  
 ΠΙΕΣΗ ΝΕΡΟΥ / JOINT WATER PRESS .....(Mpa)

**ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ / GENERAL CONDITIONS**

	Τελείως Ξηρές/ Completely dry	Ύγυρη/ Damp	Υγρή/ Wet	Στάγδην/ Dripping
	<input checked="" type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 4

Ροή υπό: Χαμηλή Πίεση/ Low pressure Μέση Πίεση / Middle pressure Υψηλή Πίεση / High pressure  
 Flow under:  0  0  0

**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ / STRIKE AND DIP ORIENTATION**

Οικογένεια/ Joint set 1 B 20/058  
 Οικογένεια/ Joint set 2 J1  
 Οικογένεια/ Joint set 3  
 Οικογένεια/ Joint set 4

Σημείωση: Όλες οι διευθύνσεις αναφέρονται ως προς τον μαγνητικό βορρά  
 Note: Orientation according to magnetic North

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ / EFFECT OF DISCONTINUITY ORIENTATION IN TUNNELING**

ΠΟΛΥ ΕΥΦΕΡΕΣ / VERY FAVOURABLE	ΕΥΦΕΡΕΣ / FAVOURABLE	ΜΕΤΡΙΟΣ / FAIR	ΔΥΣΜΕΡΗΣ / UNFAVOURABLE	ΠΟΛΥ ΔΥΣΜΕΡΗΣ / VERY UNFAVOURABLE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	-2	-5	-10	-12

CALZADA DERECHA/RIGHT BRANCH			
FECHA / DATE	20/01/10	PASE / STEP:	10 P.K.
FASE / PHASE	Avance / Heading	AVANCE POR PASE / ADVANCE BY STEP (m):	25229
DISTANCIA AL ORIGEN / DISTANCE FROM THE ORIGIN (m):		9	MONTERA / OVER BURDEN (m): 8,5

ESTRUCTURA DEL MACIZO / ROCK MASS STRUCTURE					
LITOLÓGIA / LITHOLOGY	PLANO / PLANE	ORIENTACIÓN / ORIENTATION		ESPACIADO / SPACING OF DISCONTINUITIES (m)	ALTERACIÓN / WEATHERING OF THE JOINTS SURFACE
		AZIMUT	BUZAMIENTO / DIP		
Siltstone gray	S0 / LAYER	050	25	0,06-0,2	slightly weathered
Siltstone gray	J1	180	65-70	0,6-2	slightly weathered

**DESCRIPCION DEL FRENTE / ROCK MASS DESCRIPTION**  
 Frente estable formado por limolitas de color gris con alternancias de paquetes de espesor centimetrico de limolita ocre alterada. Se establece una junta subvertical que aparece en buenas condiciones, sin aperturas ni rellenos. Es posible establecer presencia de agua sobre todo hacia hastial derecho segun avance de P.K.. La estratificación aparece bien marcada y con buzamiento favorable al avance de excavacion.  
 The front is stable and is formed for gray siltstones alternating with packets of ocher altered siltstone. The front present a subvertical joint in good condition . Is a possible to establish the presence of water especially to right shoulder in advance P.K.. The stratification is well marked and dipping favorable to advancing excavation.

CLASIFICACIÓN DE BIENIAWSKI / BIENIAWSKI CLASSIFICATION (1989)			
PARAMETRO / PARAMETER	VALORACION / VALUATION	DATA	
RCS / SCR (Kh/cm2)	250/500	4	
RQD (%)	60-75	13	
Espaciado / Spacing of discontinuities (m)	0,06-0,2	8	
Estado de las juntas / Joint condition	Persistence (m)	3-10	
	Roughness	slightly rough	
	Aperture (mm)	0,1-1	
	Infilling (mm)	5	
	Weathered	Mod/slightly Weathered	
Agua freática / Groundwater	slightly damp	10	
RMR Básico / RMR basic	51	CLASE / CATEGORY	III-MEDIUM
Orientación discontinuidades / Discontinuity orientation	Favourable	-2	
RMR corregido / RMR corrected	49	CLASE / CATEGORY	III-MEDIUM
GSI	46	CATEGORIA / RMC (project)	B

**SOSTENIMIENTO RECOMENDADO SEGÚN BIENIAWSKI / RECOMMENDED SUPPORT BY BIENIAWSKI (1989)**

SHOTCRETE	cm	10-15
RICK BOLTS	MESH (m x m)	1,5 X 1,5 / 2X2
	LENGTH (m)	4-5
STEEL RIBS	slight or no	
ADVANCE STEP (m)	1-3	

**SOSTENIMIENTO RECOMENDADO SEGÚN PROYECTO EN IISI / RECOMMENDED SUPPORT PROJECT IN IISI**

**SUPPORT CLASS PS-D /PS-B / PSA**

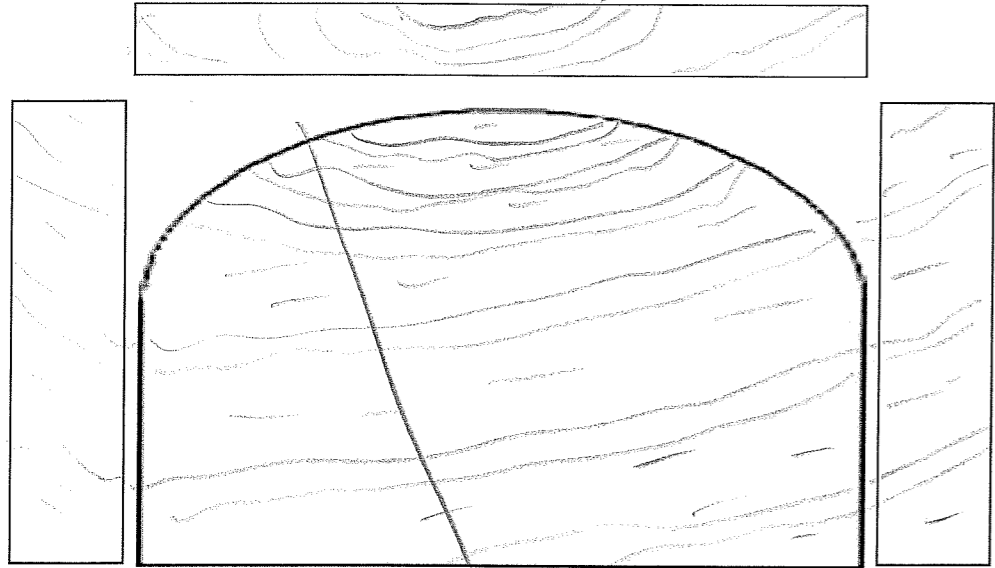
SHOTCRETE	cm	18/12/10.
RICK BOLTS	MESH (m x m)	1,5X1,5 / 2X2 / 2,5X2,5
	LENGTH (m)	4/4/3.
STEEL RIBS	HEB-140 / NO / NO	
ADVANCE STEP (m)	1,5X1,5 / 2X2 / 2,5X2,5	

**SOSTENIMIENTO PROPUESTO / PROPOSED SUPPORT:**

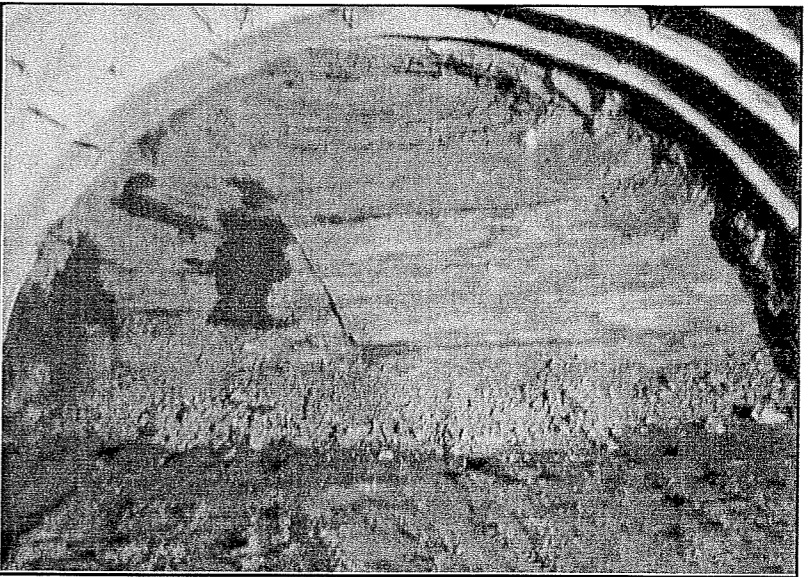
**SUPPORT CLASS PS-D**

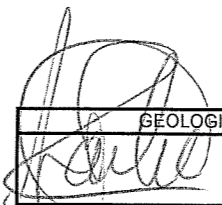
SHOTCRETE	cm	18
RICK BOLTS	MESH (m x m)	1,5 X 1,5
	LENGTH (m)	4
STEEL RIBS	HEB-140	
ADVANCE STEP (m)	1,5	

**CROQUIS DEL FRENTE / FRONT CROCKIS**



**FOTOGRAFIA DEL FRENTE / PHOTOGRAPH OF DE FRONT**



  
 GEOLOGIST

SITE MANAGER