

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Χαρακτηρισμός της βραχομάζας κατά την εξόρυξη
δίδυμων σηράγγων



ΠΡΟΕΣΤΑΚΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

ΜΗΧ.Ο.Π

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γ. Εξαδάκτυλος, Καθηγητής (επιβλέπων)

Μ. Γαλετάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ε. Στειακάκης, Επίκουρος Καθηγητής

Χανιά 2014

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από την τριμελή
εξεταστική επιτροπή δεν υποδηλώνει αποδοχή των
απόψεων του συγγραφέα. Η Διπλωματική Εργασία
βαθμολογείται

Περίληψη

Η διπλωματική εργασία που ακολουθεί έχει στόχο την σύγκριση της ποιότητας της βραχομάζας κατά μήκος της σχεδιασμένης χάραξης διδύμων σήραγγων η οποία προέκυψε (α) από την ανάλυση και παρεμβολή δεδομένων από πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις στην φάση της έρευνας, (β) από σχετικά πυκνές αποτυπώσεις των μετώπων κατά την εκσκαφή της σήραγγας και τέλος (γ) από ανάδρομη ανάλυση των καταγραφών του TBM. Για τον σκοπό αυτό συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα για την παρούσα εργασία που προέκυψαν κατά την διάνοιξη των δίδυμων σήραγγων Kwai Tsing στο Χονγκ Κονγκ και συγκεκριμένα της δίδυμης σήραγγας Tsing Tsuen. Η γεωτεχνική ταξινόμηση της ποιότητας βραχομάζας έγινε χρησιμοποιώντας το σύστημα (Rock Mass Rating) που προτάθηκε από τον [Bieniawski](#) το 1989. Η εκτίμηση του RMR σε όλο το μήκος της σήραγγας έγινε με χρήση κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής δεδομένων. Η αξιοπιστία των προβλέψεων από της γεωτρήσεις ελέγχθηκε με την σύγκριση των επί τόπου αποτυπώσεων των μετώπων κατά την εκσκαφή των σήραγγων. Κατόπιν έγινε υπολογισμός των παραμέτρων λειτουργίας του Μηχανήματος Ολομέτωπης Κοπής (Tunnel Boring Machine) και κατόπιν της ειδικής ενέργειας (Specific Energy) που καταναλώνεται για τη θραύση του πετρώματος. Η ειδική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε στην συνέχεια για την ανάδρομη ανάλυση των καταγραφών του TBM για την πρόβλεψη του δείκτη ποιότητας της βραχομάζας RMR κατά μήκος της σήραγγας. Τέλος γίνεται η σύγκριση των προβλέψεων του RMR κατά μήκος της σήραγγας που προέκυψαν και από τις τρεις διαφορετικές πηγές δεδομένων.

Περιεχόμενα

Περίληψη	iii
Περιεχόμενα	iv
Κατάλογος Σχημάτων.....	v
Κατάλογος Πινάκων	v
Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Κεφάλαιο 2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΔΙΔΥΜΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΣΤΟ ΧΟΝΓΚ ΚΟΝΓΚ	4
2.1 Γενικά εισαγωγικά στοιχεία.....	4
2.2 Κατασκευαστικά στοιχεία των δίδυμων σηράγγων.....	9
Κεφάλαιο 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	11
3.1 Γεωλογία περιοχής	11
3.2 Δεδομένα των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων	16
3.3 Γεωτεχνική ταξινόμηση της βραχομάζας (RMR)	19
Κεφάλαιο 4. ΓΕΩΣΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	25
Κεφάλαιο 5. Ανάδρομη ανάλυση καταγραφών TBM.....	30
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα.....	36
Βιβλιογραφία	37
Παράρτημα Α.....	39

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1 Χάραξη της σήραγγας.....	2
Σχήμα 1.2 Κάτοψη σήραγγας από την περιοχή Kowloon.....	3
Σχήμα 3.1 Γεωλογική μηκοτομή.....	13
Σχήμα 3.2 Εμφάνιση ολοκληρωμένου γεωλογικού μοντέλου.....	14
Σχήμα 3.3 Εμφάνιση ολοκληρωμένου γεωλογικού μοντέλου και σήραγγας.....	15
Σχήμα 3.4 Κάτοψη τμήματος περιοχής Γεωτρήσεων.....	17
Σχήμα 4.1 Εκθετικό ημιβαριόγραμμα	26
Σχήμα 4.2 Κατανομή γεωτρήσεων κατά μήκος της σήραγγας.....	27
Σχήμα 4.3 Εκτιμήσεις ογκικού Kriging με βάση τις γεωτρήσεις.....	28
Σχήμα 4.4 Σύγκριση εκτιμήσεων του ογκικού Kriging και των επι τόπου αποτυπώσεων κατά μήκος της σήραγγας.....	29
Σχήμα 5.1 α) Πρόσοψη TBM και β) υπολογισμός μέσης απόστασης κοπής.....	31
Σχήμα 5.2 Γεωμετρία και δυνάμεις που ασκούνται σε ένα κοπτικό δίσκο.....	32
Σχήμα 5.3: Ροπή που ασκείται στην κοπτική κεφαλή σε συνάρτηση με τον τρόπο λειτουργίας του TBM.....	32
Σχήμα 5.4: Σύγκριση ειδικής ενέργειας με βάση την δύναμη κοπής και με βάση την ισχύ .	33
Σχήμα 5.5 Σύγκριση εκτίμησης του RMR από την ειδική ενέργεια με τις επι τόπου αποτυπώσεις και με τις τιμές των γεωτρήσεων.....	34
Σχήμα 5.6 Εκτίμηση SE μέσω γεωτρήσεων	35

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Κύρια χαρακτηριστικά σήραγγας.....	9
Πίνακας 2.2 Γεωλογικά χαρακτηριστικά και μέτρα καλύμματος για κάθε σχηματισμό	10
Πίνακας 3.1 Γεωτρήσεις στην περιοχή μελέτης.....	16
Πίνακας 3.2. Εργαστηριακά αποτελέσματα αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη (MPa).....	18
Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας εργαστηριακών δοκιμών σε δείγματα γρανίτη και γρανοδιορίτη.....	19
Πίνακας 3.4 Φύλλο εργασίας του Excel για υπολογισμό RMR.....	20
Πίνακας 3.5 Αντοχή άρρηκτου (συμπαγούς) πετρώματος σε μοναξονική θλίψη σε (MPa).	21
Πίνακας 3.6 Δείκτης ποιότητας βραχομάζας.....	21

Πίνακας 3.7 Απόσταση σε (mm) μεταξύ ασυνεχειών της βραχομάζας του ίδιου συστήματος.	22
Πίνακας 3.8 Χαρακτηρισμός της υπόγειας ροής του νερού.	22
Πίνακας 3.9 Βαθμονόμηση με βάση την εμμονή των ασυνεχειών.	23
Πίνακας 3.10 Βαθμονόμηση με βάση το άνοιγμα των ασυνεχειών.	23
Πίνακας 3.11 Βαθμονόμηση με βάση την τραχύτητα των ασυνεχειών	23
Πίνακας 3.12 Βαθμονόμηση με βάση το υλικό πλήρωσης των ασυνεχειών.....	23
Πίνακας 3.13 Βαθμονόμηση με βάση την αποσάθρωση των ασυνεχειών.	24
Πίνακας A.1 Παρουσίαση ποσοστού εμφάνισης λιθολογίας κατά τη διάνοιξη σήραγγας..	39
Πίνακας A.2 Περιγραφή διατηρηθείσας λιθολογίας ανά γεώτρηση και δείκτες ποιότητας RQD	45
Πίνακας A.3 Τιμές βασικού RMR από τις γεωτρήσεις.....	70

Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

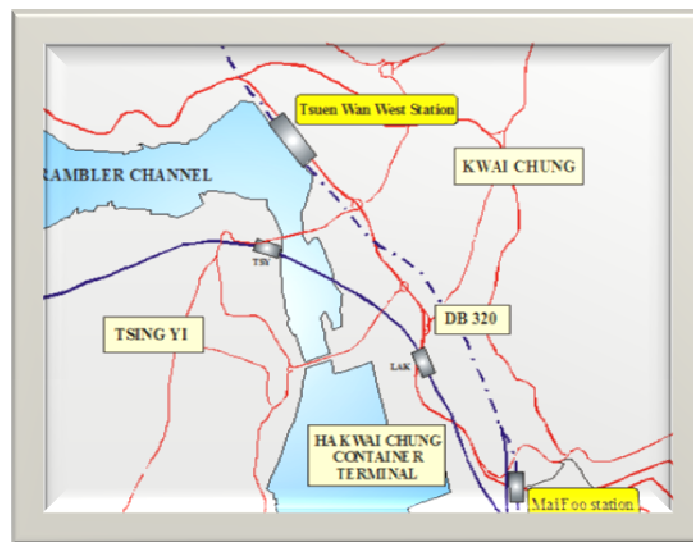
Η διπλωματική εργασία που ακολουθεί έχει θέμα την επεξεργασία δεδομένων που περισυλλέχθηκαν στη φάση της διάνοιξης δίδυμων σιδηρόδρομων Kwai Tsing στο Χονγκ Κονγκ και συγκεκριμένα της δίδυμης σιδηρόδρομου Tsing Tsuen. Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας μας παρασχέθησαν από τον [Michel de Broissia](http://www.bouygues-construction.com) της εταιρείας [BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS](http://www.bouygues-construction.com) (<http://www.bouygues-construction.com>) και τους ευχαριστούμε. Σαν κύριο σκοπό έχει την σύγκριση της ποιότητας της βραχομάζας η οποία προέκυψε από την γεωστατιστική ανάλυση αραιών πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων στην φάση της έρευνας, σχετικά πυκνών αποτυπώσεων των μετώπων κατά την εκσκαφή της σιδηρόδρομου και ανάδρομης ανάλυσης των καταγραφών του TBM.

Για την επίτευξη αυτού του σκοπού ακολουθήθηκε μια διαδικασία η οποία συνδύαζε τη συλλογή απαραίτητων δεδομένων, βιβλιογραφική επισκόπηση, αξιολόγηση των διαθέσιμων γεωερευνητικών στοιχείων, εφαρμογή υπολογιστικών προγραμμάτων και ανάλυση. Δηλαδή πραγματοποιήθηκε η γεωτεχνική ανάλυση και συγκεκριμένα, η συλλογή και η επεξεργασία δεδομένων από πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές. Μέσω αυτών των πληροφοριών έγινε η γεωτεχνική ταξινόμηση της βραχομάζας δηλαδή ο υπολογισμός του δείκτη ποιότητας της βραχομάζας RMR στις θέσεις των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων. Στη συνέχεια και με τη χρήση του προγράμματος KRIGSTAT ([Stavropoulou et. al., 2007](#)) παρεμβάλλαμε το δείκτη RMR κατά μήκος της χάραξης των σιδηρόδρομων. Τέλος αναλύσαμε γεωστατιστικά τα αποτελέσματα και τα συγκρίναμε με τις επί τόπου μετρήσεις των δεικτών βραχομάζας επί του μετώπου κατά την εκσκαφή των σιδηρόδρομων βγάζοντας καταυτόν τον τρόπο χρήσιμα συμπεράσματα για τη χρησιμότητα της μεθόδου που παρουσιάζεται εδώ κατά την αρχική μελέτη ενός υπό σχεδίαση υπόγειου έργου.

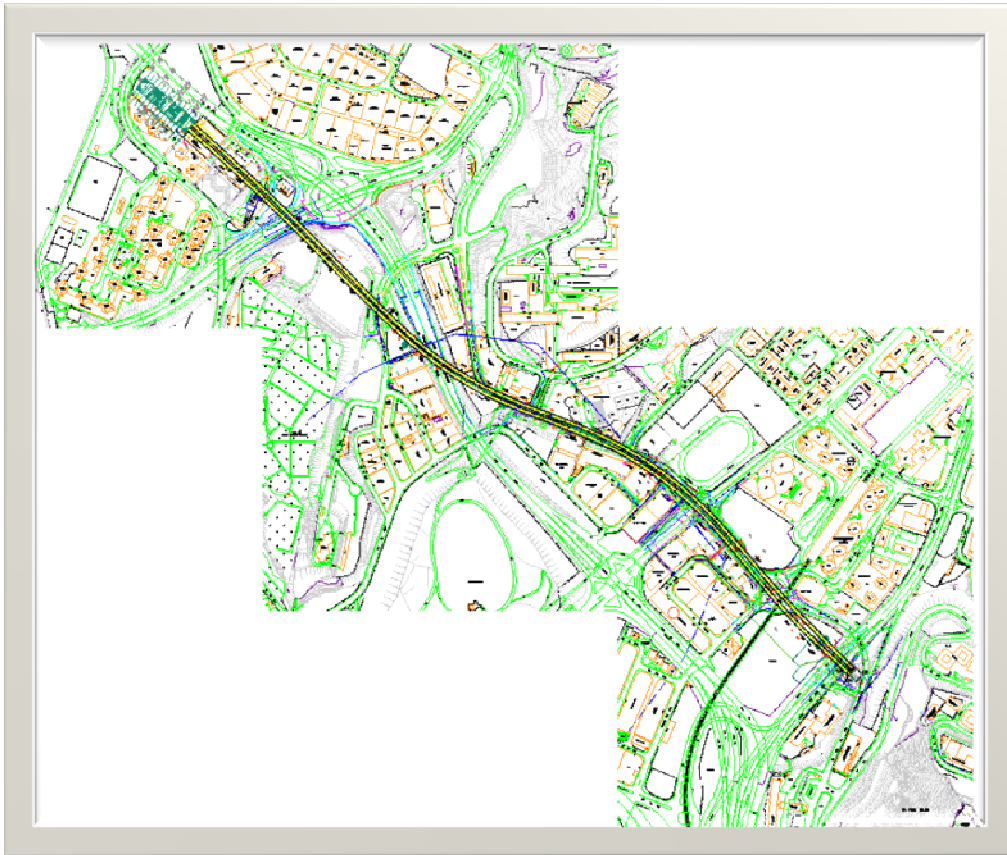
Η εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια. Στο δεύτερο Κεφάλαιο δίνονται τα γενικά στοιχεία του σχεδιασμού και της κατασκευής των δίδυμων σιδηρόδρομων και επικεντρώνεται στο πως ένας μηχανικός ανάλογα με τις γεωτρήσεις που κάνει και μέσα από την επεξεργασία αυτών των γεωτρήσεων παίρνει τις απαραίτητες πληροφορίες για να προχωρήσει στην διάνοιξη σιδηρόδρομων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στο τρίτο Κεφάλαιο παρουσιάζονται πληροφορίες για την γεωλογία της περιοχής, όπου κατά κύριο λόγο τα πετρώματα που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή είναι γρανίτης και γρανοδιορίτης. Ακόμα παραθέτονται τα αποτελέσματα των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων όπως προέκυψαν από τα φύλλα γεωτρήσεων που επεξεργάστηκαν. Στο τέταρτο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η εκτίμηση του RMR, από τις γεωτρήσεις, κατά μήκος της σιδηρόδρομου με την χρήση της γεωστατιστικής μεθόδου γραμμικής παρεμβολής Kriging. Στο πέμπτο Κεφάλαιο γίνεται ο υπολογισμός των

βασικότερων λειτουργικών παραμέτρων του TBM και πιο συγκεκριμένα της ειδικής ενέργειας η οποία στην συνέχεια χρησιμοποιείται για των ανάδρομο υπολογισμό του RMR κατά μήκος της σήραγγας με την χρήση μιας κλασματικής σχέσης.

Καταρχήν πρέπει να αναφερθεί ο λόγος για τον οποίο έγινε το συγκεκριμένο έργο. Η κατασκευή των σηράγγων αυτών έγινε με σκοπό να δώσει λύση στο πρόβλημα της καθημερινής μετακίνησης μεγάλου αριθμού ανθρώπων. Η χάραξη αυτής της σήραγγας στο χάρτη φαίνεται στο Σχ. 1.1 και μια κάτοψή της παρατίθεται στο Σχ. 1.2. Συγκεκριμένα ο πληθυσμός της περιοχής όπου γίνεται η κατασκευή των σηράγγων αναμένεται από τους 800.000 κατοίκους να αυξηθεί ως το 2011 στους 1,35 εκατομμύρια κατοίκους και με την περάτωση αυτού του έργου εξυπηρετούνται καθημερινώς 340.000 κάτοικοι.



Σχήμα 1.1 Χάραξη της σήραγγας.



Σχήμα 1.2 Κάτοψη σήραγγας από την περιοχή Kowloon.

Κεφάλαιο 2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΔΙΔΥΜΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΣΤΟ ΧΟΝΓΚ ΚΟΝΓΚ

2.1 Γενικά εισαγωγικά στοιχεία

Στις υπόγειες κατασκευές μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δύο διαφορετικές μεθόδους. Τα παλαιότερα συστήματα μετρό, όπως εκείνα που βρίσκονται στο Τορόντο και τη Νέα Υόρκη, κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο κοπής και επιχωμάτωσης "cut and cover". Κατά τη μέθοδο αυτή αφαιρούνται όλα τα έργα της ανωδομής, πραγματοποιείται μια εκσκαφή για το μετρό και τους σταθμούς, και στη συνέχεια έχουμε αποκατάσταση όλων των έργων ανωδομής. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πολύ φθηνότερη από ό,τι η απευθείας εκσκαφή σήραγγας με τη μέθοδο TBM ή με τη νέα Αυστριακή μέθοδο NATM, αλλά η χάραξη περιορίζεται στο οδικό δίκτυο. Κατά τη μέθοδο "Cut and cover", επίσης οι σταθμοί είναι πολύ πιο κοντά στην επιφάνεια, μόλις είκοσι πόδια κάτω από την επιφάνεια, το οποίο μειώνει σημαντικά το χρόνο πρόσβασης των επιβατών. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος "cut and cover" οδηγεί σε σοβαρές διαταραχές στην κυκλοφορία κατά μήκος του δρόμου για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα. Αυτή η διαταραχή συνήθως οδηγεί σε αρνητικές κοινωνικές συνέπειες των ανθρώπων που δραστηριοποιούνται κατά μήκος της χάραξης. Στην μέθοδο με απευθείας εκσκαφή σήραγγας, διατρητικά μηχανήματα εισάγονται σε μια στοά σκαμμένη σε ένα βολικό σημείο κατά μήκος της προτεινόμενης γραμμής, και στη συνέχεια προχωράει μέσα από τη γη λίγο-λίγο έως και ογδόντα πόδια ανά ημέρα μέχρι να διαχωριστεί ο χώρος κατά μήκος ολόκληρης της διαδρομής. Αυτά τα διατρητικά μηχανήματα είναι τεράστια και μπορούν γενικά να σκάψουν μόνο σε ένα σταθερό σχήμα, το οποίο είναι γενικά κυκλικό. Επειδή αυτές οι μηχανές δεν χρειάζεται να ακολουθήσουν το υπάρχον δίκτυο του δρόμου, υπάρχει η δυνατότητα πολύ μεγαλύτερης ευελιξίας στο σχεδιασμό της χάραξης. Επιπλέον, δεν υπάρχει καμία αναστάτωση στη ζωή κατά μήκος της επιφάνειας εκτός από τα σημεία εισαγωγής των μηχανημάτων, κατά τα άλλα δεν θα γίνει καν αντιληπτό ότι έχουν γίνει διαδικασίες για την κατασκευή σταθμού μετρό. Το αντάλλαγμα για αυτά τα πλεονεκτήματα έγκειται σε δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Ένα είναι το οικονομικό: στη μέθοδο με απευθείας εκσκαφή σήραγγας η κατασκευή κοστίζει πολύ περισσότερο από ό,τι στη μέθοδο "cut and cover". Το ύψος των εξόδων προκειμένου να έρθει σε πέρας η κατασκευή του υπόγειου σιδηρόδρομου και μόνο μπορεί να ανέλθει στα 150 εκατομμύρια δολάρια. Λόγω του μεγάλου αριθμού μεταβλητών που συνθέτουν το κόστος της κατασκευής του μετρό, είναι εξαιρετικά δύσκολο να προσδιοριστεί η διαφορά κόστους μεταξύ των δύο μεθόδων. Το δεύτερο μειονέκτημα είναι η πρόσβαση: η πρόσβαση των επιβατών στη μέθοδο με απευθείας εκσκαφή στους σταθμούς του μετρό είναι πολύ πιο δύσκολη από ό,τι αν είχαν κατασκευαστεί με τη μέθοδο "cut and cover", κάνοντας έτσι το μετρό λιγότερο χρήσιμο για σχετικά μικρές

διαδρομές. Συχνά, η φύση των συνθηκών του εδάφους και οι υφιστάμενες υπόγειες κατασκευές υπαγορεύουν μία από τις ανωτέρω στρατηγικές. Όσον αφορά τις συνθήκες του εδάφους, το ύψος του υδροφόρου ορίζοντα και την σκληρότητα του βράχου μπορεί να πραγματοποιηθεί διάνοιξη σηράγγων σε ένα συγκεκριμένο βάθος. Όσον αφορά τις υφιστάμενες υπόγειες κατασκευές, τη παρουσία ενός μεγάλου αριθμού σηράγγων, υπόγεια, δίκτυα κοινής ωφελείας, και τη παρουσία σωληνώσεων, όλα τα παραπάνω μπορούν να μας οδηγήσουν στην απόφαση να αποκλείσουμε τη μέθοδο "cut and cover" ως δυνατή επιλογή. Επίσης στην επιλογή της μιας ή της άλλης μεθόδου μπορεί να μας οδηγήσει η φύση μιας συγκεκριμένης μητροπολιτικής περιοχής ανάλογα με την ραγδαία μεταφορική αναπτυξιακή στρατηγική που ακολουθεί. Επειδή το αρχικό κόστος της κατασκευής και της καθόδου του μηχανήματος διάνοιξης σηράγγων στο έδαφος είναι τόσο μεγάλο, η μέθοδος με απευθείας εκσκαφή σήραγγας είναι ευνοϊκή για τη διάνοιξη μιας γραμμής κάθε φορά και προοδευτική επέκτασή της στη συνέχεια. Η δημιουργία πολλών σηράγγων με τη μέθοδο απευθείας εκσκαφής απαιτεί ταυτόχρονα πολλά από τα ακριβά μηχανήματα, και μια διατρητική μηχανή είναι πολύ δαπανηρή επένδυση κεφαλαίου για να αφεθεί έστω και για μικρό χρονικό διάστημα σε αδράνεια. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος "cut and cover" φαίνεται πως θα ταίριαζε καλά αν συνοδεύονταν από ένα σημαντικό σχέδιο επέκτασης που θα περιλάμβανε αρκετές στοές, δεδομένου ότι είναι σχετικά εύκολο να γίνει και τουλάχιστον κάποιες από τις πολιτικές επιπτώσεις μπορεί να μην είναι τόσο δυσβάσταχτες αν η όλη διαταραχή επέλθει για μικρό χρονικό διάστημα, αλλά όχι σε ευρύ πεδίο εφαρμογής. Λόγω της δυσaráεσκείας των πολιτών δεν επιλέγεται η μέθοδος "cut and cover", και σχεδόν όλες οι νέες κατασκευές μετρό γίνονται με απευθείας εκσκαφή σήραγγας. Μια εξαίρεση αποτελούσε το Βανκούβερ. Πρόσφατα παραδείγματα των παραπάνω επιπτώσεων έχουμε στον Καναδά. Εκεί ξεκίνησαν έργα προκειμένου να δημιουργηθεί μετρό αλλά στη πορεία προέκυψαν προβλήματα που προκλήθηκαν από το διασπαστικό χαρακτήρα της μεθόδου "cut and cover". Ένας έμπορος έχει ήδη κερδίσει μια δίκη για 600.000 δολάρια αφού ακυρώθηκε κατόπιν προσφυγής λόγω των ζημιών που προκλήθηκαν από τη διακοπή κατασκευής του μετρό, και 41 επιπλέον ενάγοντες κατέθεσαν πέρσι αγωγή για αποκατάσταση των ζημιών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το ποσό των χρημάτων που επιθυμούν να λάβουν είναι ίσο με την εξοικονόμηση που θα πραγματοποιούνταν με την οικοδόμηση του μετρό χρησιμοποιώντας τη μέθοδο "cut and cover" αντί την απευθείας εκσκαφή σήραγγας.

Είναι πολύ πιθανόν λοιπόν λόγω των προσωρινών διαταραχών που συνοδεύουν τη μέθοδο "cut and cover" όλες οι κατασκευές του μετρό στο μέλλον, τουλάχιστον στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά, να ακολουθούν τη μέθοδο με απευθείας εκσκαφή σήραγγας είτε αυτή είναι το TBM είτε είναι η NATM. Αν γίνει χρήση της μεθόδου "cut and cover", αυτή θα είναι αναγκαία και θα επιλεγεί λόγω των συνθηκών του εδάφους. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πάρα πολύ κακό, και αυτό γιατί αν επιλέγαμε την οικονομικότερη

μέθοδο "cut and cover" τότε θα είχαμε τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε περισσότερες ανισόπεδες στοές, το οποίο θα επέτρεπε υψηλότερες ταχύτητες και κατά πάσα πιθανότητα υψηλότερη επιβατική κίνηση. Η μέθοδος "Cut and cover" θα επιτρέψει επίσης τη δημιουργία περισσότερων σταθμών, που θα καταστήσουν πιο εύκολο το τερματισμό της λειτουργίας των υπηρεσιακών λεωφορείων κατά μήκος του σιδηροδρομικού διαδρόμου και συνέπεια αυτού του γεγονότος θα είναι και η αποσυμφόρηση του οδικού δικτύου. Με αυτό τον τρόπο η μετακίνηση στις περιοχές που υπάρχουν μετρό θα γίνει πολύ πιο εύκολη. Τέλος οι διαδρομές των λεωφορείων θα μπορούσαν να πραγματοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται εύκολη η πρόσβαση στο μετρό από πολίτες οι οποίοι διαμένουν σε απομακρυσμένες περιοχές σε σχέση με τους σταθμούς του μετρό.

Πριν όμως και από της δύο αυτές μεθόδους η διάνοιξη σηράγγων γινόταν ακολουθώντας την διαδικασία διάτρηση και ανατίναξη. Πριν την εισαγωγή των μηχανών εκσκαφής στην διαδικασία διάνοιξης σηράγγων η διάτρηση και η ανατίναξη ήταν ο μόνος οικονομικός τρόπος για την εκσκαφή μεγάλων σηράγγων μέσα από πετρώματα υψηλής σκληρότητας. Ακόμα και σήμερα η μέθοδος διάτρησης και ανατίναξης χρησιμοποιείται προκειμένου και γίνει διάνοιξη μιας σήραγγας, όπως για παράδειγμα της σήραγγας Lötschberg. Επομένως η απόφαση αν θα κατασκευάσουμε μια σήραγγα με τη μέθοδο διάτρησης και ανατίναξης ή με τη χρήση TBM έγκειται στις παρακάτω παραμέτρους:

- Στο μήκος της στοάς.
- Στη διαχείριση των κινδύνων από διακυμάνσεις στην ποιότητα του εδάφους.
- Στον απαιτούμενο χρόνο που πρέπει να περατωθεί το έργο.
- Στο απαιτούμενο σχήμα της στοάς.

Το μήκος της σήραγγας έχει σημαντικό ρόλο στην επιλογή του τρόπου διάνοιξης γιατί αν γίνει η χρήση ενός TBM προκειμένου να περατωθεί το έργο θα έχουμε και αυξημένο κόστος. Όμως η χρήση του TBM μας εγγυάται ταχύτερη περάτωση του έργου από ότι αν χρησιμοποιούσαμε τη μέθοδο διάτρησης και ανατίναξης και η τιμή ανά μέτρο της σήραγγας είναι χαμηλότερη. Αυτό σημαίνει ότι μικρότερες στοές είναι πιο δαπανηρές στη κατασκευή τους με τη χρήση TBM και για αυτό το λόγω στις συγκεκριμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε τη μέθοδο διάτρησης και ανατίναξης. Επίσης η ποιότητα του εδάφους, δηλαδή αν έχει μεγάλη σκληρότητα, αν είναι εύθρυπτο ή όχι, παίζει και αυτό σημαντικό ρόλο στην επιλογή μεθόδου διάνοιξης της σήραγγας.

Ιστορικά η μέθοδος της διάτρησης και ανατίναξης είχε περιορισμένη χρήση στη προβιομηχανική εποχή χρησιμοποιώντας κυρίως πυρίτιδα. Στη συνέχεια και αφού αναπτύχθηκαν πιο δυνατά άλλα και ασφαλέστερα εκρηκτικά, όπως ο δυναμίτης άλλα και η κατασκευή γεωτρήσεων, οδήγησαν στην πλήρη και ευρέως εφαρμογή της μεθόδου. Η μέθοδος διάτρησης και ανατίναξης χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία για την κατασκευή

σηράγγων σε όλο τον κόσμο, άξιες αναφοράς είναι η σιδηροδρομική σήραγγα Fréjus, η σήραγγα του Αγίου Gotthard, η σήραγγα Simplon, το Jungfraubahn και ακόμη και η μεγαλύτερη οδική σήραγγα στον κόσμο, Lærdalstunnelen, κατασκευάστηκε με τη μέθοδο αυτή. Όσο αναφορά τη διαδικασία προκειμένου να επιτευχθεί η μέθοδος διάτρησης και ανατίναξης ακολουθούνται κάποια βασικά βήματα:

- Δημιουργούμε έναν αριθμό οπών μέσα στο έδαφος και στη συνέχεια τα πληρώνουμε με εκρηκτικά.
- Ακολουθεί πυροδότηση της έκρηξης και διάλυση του βράχου.
- Τα υπολείμματα απομακρύνονται και ακολουθεί υποστήριξη της σήραγγας.

Με διαρκή επανάληψη των παραπάνω βημάτων οδηγούμαστε στη πλήρη διάνοιξη μιας σήραγγας. Όσο αναφορά τις θέσεις και τα βάθη των οπών και την ποσότητα του εκρηκτικού που πληρώνει κάθε οπή, αυτά προσδιορίζονται από ένα προσεκτικά κατασκευασμένο μοτίβο, το οποίο μαζί με το σωστό συγχρονισμό των μεμονωμένων εκρήξεων, θα διασφαλίσει ότι η σήραγγα θα έχει μια περίπου κυκλική διατομή .

Δεδομένου ότι η σήραγγα έχει ανασκαφεί σταδιακά η οροφή και τα πλαϊνά της σήραγγας πρέπει να υποστηριχθούν για να σταματήσουν τα πετρώματα που κατακρημνίζονται και εμποδίζουν την εκσκαφή. Η φιλοσοφία και οι μέθοδοι για την υποστήριξη των πετρωμάτων ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, αλλά τα τυπικά συστήματα υποστήριξης των τοιχωμάτων άλλα και της οροφής της σήραγγας μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Κοχλίες και αγκύρια
- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
- Μεταλλικά και δικτυωτά πλαίσια
- Αποστραγγιστικές οπές και δοκοί προπορείας
- Επί τόπου τοποθέτηση σκυροδέματος

Συνήθως, ένα σύστημα υποστήριξης της στοάς θα πρέπει να περιλαμβάνει έναν αριθμό από αυτές τις μεθόδους στήριξης, κάθε μία προορίζεται να αναλάβει ένα συγκεκριμένο ρόλο στην υποστήριξη της στοάς. Ορισμένες φορές απαιτείτε η συνδυαστική χρήση δύο μεθόδων υποστήριξης για να επιτευχθεί το ασφαλέστερο αποτέλεσμα.

Αναλυτικότερα για την διάτρηση μπορούμε να πούμε ότι χρησιμοποιείται για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στη γεωλογία, την υδρολογία, στα έργα πολιτικών μηχανικών, για την εύρεση πετρελαίου και φυσικού αερίου. Σήμερα οι περισσότερες γεωτρήσεις στη γη γίνονται για να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω ενέργειες:

- Να πραγματοποιηθεί ανάκτηση δειγμάτων του πετρώματος μέσω του οποίου διέρχεται η διάτρηση.
- Να αποκτηθεί πρόσβαση σε πετρώματα τα οποία μας δίνουν τη δυνατότητα να ανακτήσουμε συγκεκριμένα υλικά.
- Να υπάρχει πρόσβαση σε πετρώματα τα οποία μπορούν να χρησιμεύσουν στην ανάκτηση πληροφοριών ύστερα από συγκεκριμένες μετρήσεις.
- Να παρέχουν πρόσβαση στα πετρώματα ώστε να πραγματοποιηθούν κατάλληλες ενέργειες για μηχανική υποστήριξη.

Σε αντίθεση με τη διάτρηση σε άλλα υλικά, όπου ο στόχος είναι να δημιουργηθεί μια τρύπα για κάποιο σκοπό, συχνά η περίπτωση της γεώτρησης ή της πυρηνοληψίας είναι να αντλήσουμε πληροφορίες για τη λιθολογία του εδάφους. Αυτό μπορεί να γίνει για την αναζήτηση και τον εντοπισμό ενός κοιτάσματος και τον περαιτέρω προσδιορισμό για το πόσο πλούσιο είναι το συγκεκριμένο κοίτασμα ώστε η εκμετάλλευση του να μας επιφέρει κέρδος. Επίσης διάτρηση πραγματοποιούμε προκειμένου να καθορίσουμε τον τύπο των θεμελίων που απαιτούνται για ένα κτίριο ή μια ανερχόμενη κατασκευή, ή για τις υπόγειες κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων και των σηράγγων, όπου η κατανόηση του εδάφους είναι ζωτικής σημασίας για την τον καθορισμό του τρόπου εκσκαφής και τη φιλοσοφία υποστήριξης. Η διάτρηση χρησιμοποιείται επίσης στην κατακόρυφη και κεκλιμένη κατασκευή ατράκτου.

Κατά τη διάτρηση πετρωμάτων, κάποιος πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στο είδος του υλικού. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές ταξινομήσεις των τρυπανιών που χρησιμοποιούνται για γεώτρηση σε πετρώματα: μαλακή, μεσαία και σκληρή. Η μαλακή χρησιμοποιείται σε σχηματισμός ενοποιημένης άμμου, αργίλους και ασβεστόλιθους, κλπ. Η μεσαία χρησιμοποιείται σε δολομίτες, ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους, ενώ η σκληρή σε σχιστόλιθο αυξημένης αντοχής, στους πηλίτες, στο γρανίτη, στον ασβεστόλιθο και σε άλλα σκληρά και τραχιά πετρώματα.

Η διάτρηση σε μαλακά εδάφη μπορεί να πραγματοποιηθεί με ένα περιστρεφόμενο τρυπάνι, ενώ στη διάτρηση σε πετρώματα συχνά χρησιμοποιούνται μεθόδους όπως η NMLC που επιτρέπει την ανάκτηση του πυρήνα του υλικού που πρέπει να εξεταστεί για να καθοριστεί η σκληρότητα, ο βαθμός αποσάθρωσης, να υπολογιστεί το RQD(ROCK QUALITY DESIGNATION) του πετρώματος και να εντοπιστούν τυχόν ασυνέχειες ή άλλες αδυναμίες του σχηματισμού.

Έλεγχος του υλικού σε γεωτρήσεις είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί. Σε μαλακό έδαφος η πρότυπη δοκιμή διείσδυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της αντοχής του υλικού. Στα πετρώματα in-situ προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων χρησιμοποιώντας ρήγματα υδάτων ή ακουστική Televiwer, που αποτελούν τεχνολογίες

εντοπισμού υδατικών πόρων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρτογραφηθούν ασυνέχειες και να καθοριστεί ο προσανατολισμός τους. Είναι επίσης δυνατόν όταν η γεώτρηση είναι ολοκληρωμένη, να μετρηθεί η διαπερατότητα. Τα δείγματα του νερού και του υλικού που λαμβάνονται διατίθενται για εξέταση και εργαστηριακές δοκιμές.

2.2 Κατασκευαστικά στοιχεία των δίδυμων σήραγγων

Η σήραγγα Tsing Tsuen έχει μήκος 1,8 km, αποτελείται από δύο ξεχωριστές σήραγγες 8,75 m διαμέτρου οι οποίες διανοίχθηκαν με μηχανήμα ολομέτρωτου κοπής TBM (Tunnel Boring Machine). Πιο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για τις δίδυμες σήραγγες δίνονται στο παρακάτω Πίν. 2.1.

Πίνακας 2.1 Κύρια χαρακτηριστικά σήραγγας

	Μήκος σήραγγας	1840
	Διάμετρος εκσκαφής	8.75
Επένδυση	Μήκος Δακτυλίου	1.8
	Πάχος Δακτυλίου	0.4
	Εσωτερική Διάμετρος	7.625
	Απόσταση μεταξύ εγκάρσιων	90

Η χάραξη της σήραγγας παρέμεινε μέσα σε σχηματισμούς πετρωμάτων, συγκεκριμένα σε σχηματισμούς αποσαθρωμένου γρανίτη, γρανίτη και γρανοδιορίτη πολύ καλής αντοχής, κρατώντας μια ασφαλή απόσταση από τις αλλούβιες αποθέσεις και γενικά από τους χαλαρούς σχηματισμούς. Με αυτό τον τρόπο τα αλλούβια και τα θαλάσσια ιζήματα δεν εμπλέκονται, ούτε επηρεάζουν με οποιοδήποτε τρόπο, τη διάνοιξη της σήραγγας παρά μόνο στα πρώτα μέτρα διάνοιξης. Η γεωλογία του βόρειου τμήματος της περιοχής όπου διανοίχθηκε η σήραγγα, χαρακτηρίζεται από πλουτώνια πετρώματα, μεγάλης αντοχής, μεσόκοκκο γρανίτη και μεσόκοκκο γρανοδιορίτη εξαιρετικής αντοχής. Αντίθετα, το νότιο τμήμα αποτελείται από μαλακούς/χαλαρούς σχηματισμούς, συγκεκριμένα αλλούβια και θαλάσσια ιζήματα, υπερκείμενα του γρανίτη. Πιο συγκεκριμένα το βόρειο τμήμα καλύπτεται από πετρώματα των οποίων το πάχος κυμαίνεται από 2m ως 50m. Η εκσκαφή πραγματοποιήθηκε κατ' αρχήν σε σχηματισμού γρανοδιορίτη πολύ μεγάλης αντοχής και γρανίτη μεγάλης επίσης αντοχής με διεισδύσεις από ρυόλιθο, βασάλτη και χαλαζιακό μονζονίτη. Μια σειρά από ρηξιγενείς ζώνες και ζώνες διάτμησης χαρακτηρίζουν την επαφή μεταξύ του γρανοδιορίτη και του γρανίτη αλλά δεν είχαν σημαντικές επιπτώσεις κατά τη διαδικασία διάνοιξης. Όσο αναφορά το κεντρικό τμήμα η επικάλυψη από πετρώματα είναι λιγότερη από 1m και οι σήραγγες περνούν κάτω από κεντρική λεωφόρο της περιοχής. Βόρεια αυτής της λεωφόρου τα πετρώματα πάνω από τις σήραγγες φτάνουν το μέγιστο πάχος των 25 μέτρων και μειώνεται σταδιακά προς το Νότιο τμήμα. Στο συγκεκριμένο κομμάτι, οι σήραγγες συνάντησαν γρανίτη με μικρές

ρυολιθικές εμφανίσεις. Ο γρανίτης διακόπτεται συχνά από μια σειρά ρηγμάτων και ζωνών διάτμησης. Τέλος στο νότιο τμήμα η εκσκαφή συναντούσε τη “μεταβατική” ζώνη μεταξύ των πετρωμάτων και των εδαφικών σχηματισμών, για περίπου 80m, με τον γρανίτη να μεταβαίνει σταδιακά σε αλλουβιακές αποθέσεις στο μέτωπο διάνοιξης. Το υπόλοιπο τμήμα της περιοχής από όπου περνάει η σήραγγα, χαρακτηρίζεται και από επιμέρους φακούς ιλύος και χαλαρής θαλάσσιας άμμου, αλλά και μαλακές ως πιο συνεκτικές θαλάσσιες ιλύες δομώντας την περιοχή από όπου περνάει η οροφή της σήραγγας. Στον Πίν. 2.2 παρουσιάζονται τα βασικότερα γεωλογικά στοιχεία του έργου.

Πίνακας 2.2 Γεωλογικά χαρακτηριστικά και μέτρα καλύμματος για κάθε σχηματισμό

Μήκος τμήματος	Κύρια Χαρακτηριστικά	Κάλυμμα (Cover)
200m	Σκληρός γρανοδιορίτης	Πάνω από 30 m
400m	Μέτριας ως καλής αντοχής γρανίτης	Πάνω από 50 m
700m	Έντονα αποσαθρωμένος γρανίτης	Πάνω από 50 m
200m	Μεικτό μέτωπο (βράχου/εδάφους)	15 με 25 m
300m	Μαλακό έδαφος από αποσάθρωση γρανίτη, αλλουβίων και θαλάσσιων ιζημάτων	15 m

Κεφάλαιο 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

3.1 Γεωλογία περιοχής

Τα κύρια πετρώματα της περιοχής είναι ο γρανίτης και ο γρανοδιορίτης. Ο γρανίτης (Δάβη, 1991) είναι πέτρωμα πλουτωνικό που σχηματίστηκε από ηφαιστειακό μάγμα, με μεγάλη σκληρότητα, ολοκρυσταλλικό ιστό, λευκοκρατικό, όξινο. Ανήκει στα εκρηξιγενή πετρώματα και δημιουργήθηκε από την πήξη και κρυσταλλοποίηση του μάγματος. Έχει ως ουσιώδη συστατικά αλκαλιούχους αστρίους, χαλαζία και βιοτίτη ή/και μοσχοβίτη ή κεροσίλβη. Η σύστασή του καθορίζει και το χρώμα του. Όσο αναφορά τα είδη του ο γρανίτης χωρίζεται σε πολλά είδη με δύο βασικές ομάδες: στους πλουτωνίτες, που κατά την άνοδο του μάγματος από το εσωτερικό της γης δεν βγήκε στην επιφάνεια και ψύχθηκε σε μεγάλο βάθος υπό υψηλή πίεση χωρίς διαφυγή αερίων, και στους φλεβικούς γρανίτες, που προέρχονται από το μάγμα που ναι μεν δεν βγήκε στην επιφάνεια, αλλά σχημάτισε φλέβες που διείσδυσαν και ψύχθηκαν σε σχετικά χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση και σε συντομότερο χρόνο, σε σχέση με τους πλουτωνίτες, μετά από την διαφυγή των αερίων. Ο γρανίτης χρησιμοποιείται λόγω της σκληρότητάς του ευρέως ως διακοσμητικό υλικό. Χρησιμοποιείται, επίσης, για την κατασκευή ειδικού σκυροδέματος, στην οδοποιία και σε άλλες δομικές κατασκευές. Μετά από επεξεργασία και λείανση χρησιμοποιείται για τη διακόσμηση κτιρίων και κυρίως για την εσωτερική και εξωτερική επένδυση προσόψεων, επίσης στη διακόσμηση τζακιών, σε κουζίνες και σπανίως σε δάπεδα λόγω της ακριβής τιμής του. Επίσης, λόγω της σκληρότητας, του χρησιμοποιείται για την κατασκευή αγαλμάτων. Στην Ελλάδα μεγάλες ποσότητες γρανίτη υπάρχουν στην Μακεδονία, στη Θράκη και σε ηφαιστειογενή νησιά του Αιγαίου. Επίσης υπάρχουν στο Λαύριο και σε ορισμένα νησιά του Αιγαίου (Μύκονος, Σαμοθράκη, Νάξος).

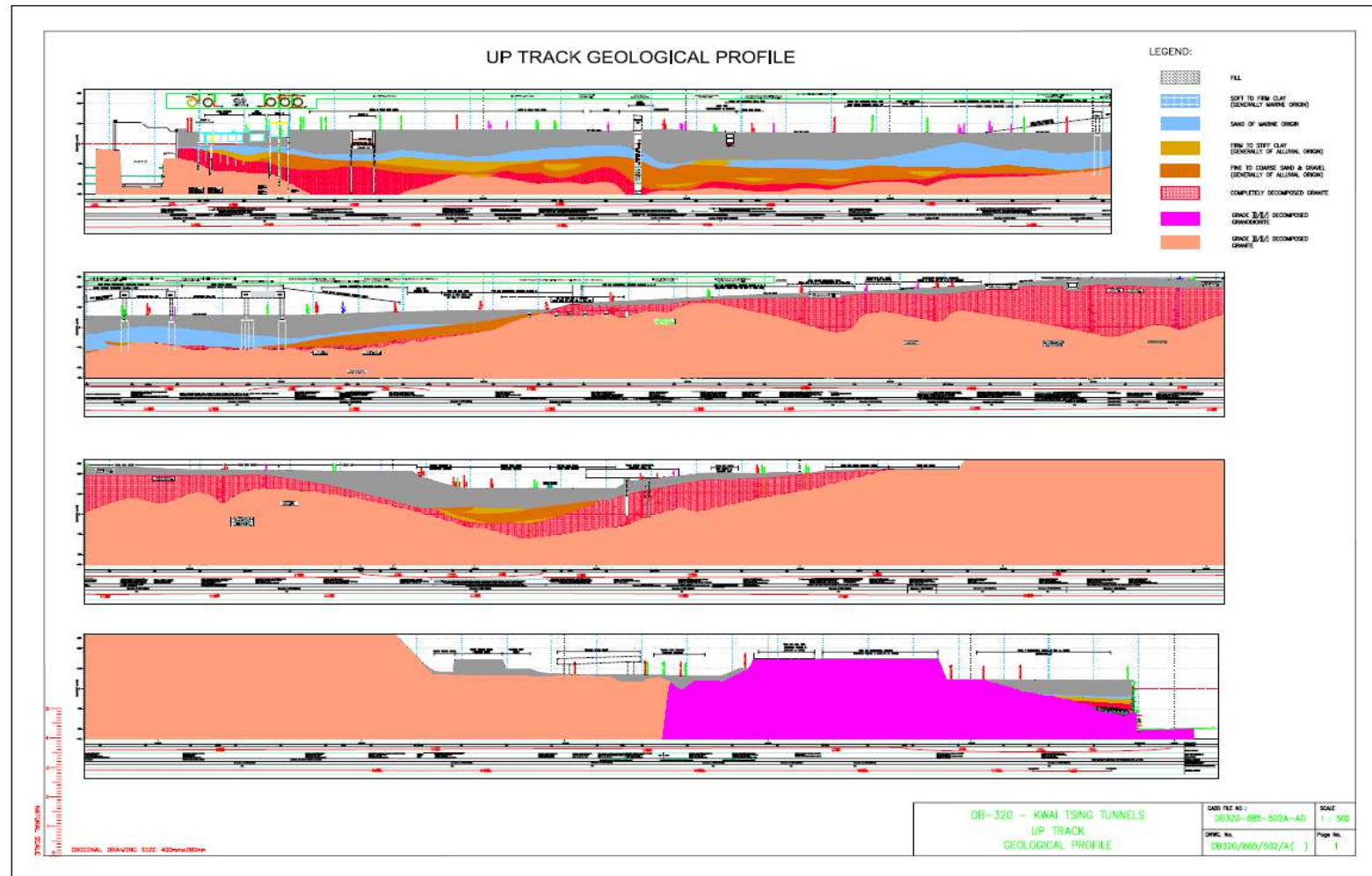
Ο γρανοδιορίτης (Δάβη, 1991) είναι βαθυγενές, ολοκρυσταλλικό, μέσο προς όξινο, με γρανιτοειδή ιστό. Αποτελείται κυρίως από πλαγιόκλαστα, καλιούχους αστρίους, χαλαζία >10%, κεροσίλβη και βιοτίτη. Ως επουσιώδη συμμετέχουν τιτανίτης, απατίτης, ζirkόνιο, μαγνητίτης, πυρόξενοι κλπ. Είναι ο πιο διαδεδομένος πλουτωνίτης. Υπάρχει στην περιοχή Σερρών-Δράμας, Ξάνθης, Καβάλας, Σιθωνίας, Στρατωνίου κ.α.

Η κατασκευή της σήραγγας εισήλθε μέσα από τους εξής γεωλογικούς σχηματισμούς. Αλλούβιους σχηματισμούς, θαλάσσια ιζήματα και πλουτώνια πετρώματα. Τα θαλάσσια ιζήματα που εμφανίζονται στην περιοχή εκτέλεσης του έργου, είναι Ολοκαινικής ηλικίας και θαλάσσιας προέλευσης. Αποτελούνται από πηλό και άμμο, μαλακή ως πολύ μαλακή αργιλώδη ιλύ και κατά τόπους καλής συνεκτικότητας και υπόκειται ενός

στρώματος παλαιότερων επιχωματώσεων. Το πάχος του σχηματισμού φτάνει σε κατά τόπους τα 25 μέτρα και μειώνεται σταδιακά καθώς απομακρύνεται από την ακτογραμμή. Από την συνολική επιφάνεια του Χονγκ Κονγκ, τα αλλούβια και τα θαλάσσια ιζήματα καλύπτουν πάνω από το 14% της επιφάνειας. Τα αλλούβια περιλαμβάνουν υλικά αποσάθρωσης αποσπώμενα κυρίως από το γρανίτη αλλά και από άλλα αλλούβια και θαλάσσια ιζήματα καταλαμβάνοντας πάχος περίπου 5 μέτρων.

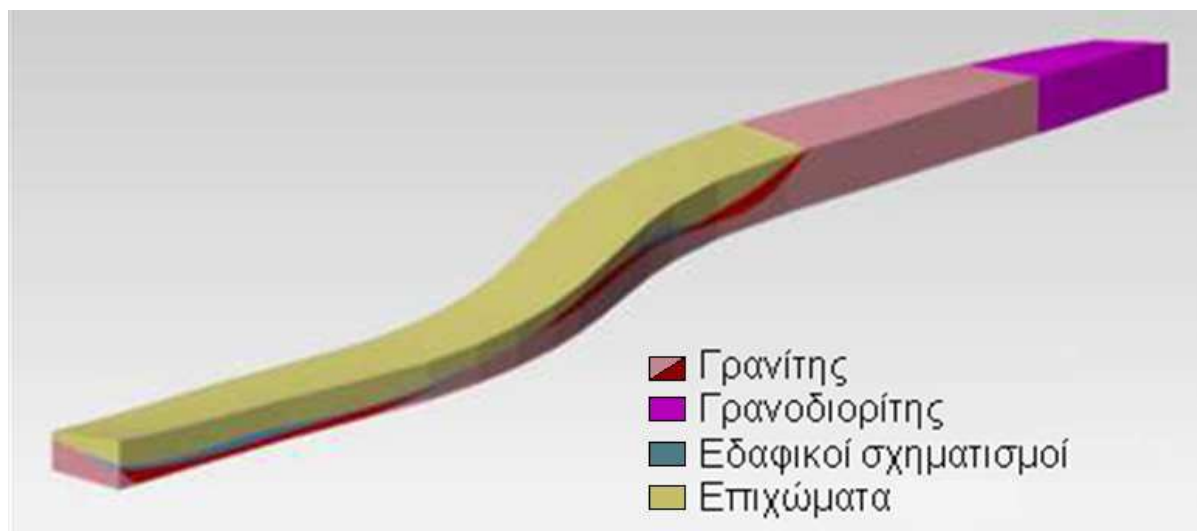
Αποτελούνται κυρίως από μέσης πυκνότητας καφεκίτρινη ιλυώδη άμμο με χαλίκια, μαλακή, κιτρινωπή αργιλώδη ιλύ, καστανόχρωμη αργιλώδη άμμο μέσης πυκνότητας με χαλίκια με ενστρώσεις αμμώδους έως αμμοχαλικώδους αργίλου και χαλίκια μέσου και μεγάλου μεγέθους. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος των προσχώσεων εμφανίζεται σε πεδινές εκτάσεις κοντά στις ακτές, τα περισσότερα έχουν καλυφθεί από επιχωματώματα. Κάποιοι από τους αλλουβιακούς σχηματισμούς χαρακτηρίζονται από Πλειστοκαινική ηλικία.

Τα πλουτώνεια πετρώματα συνίστανται από γρανίτη και γρανοδιορίτη ηλικίας Αν. Ιουρασικού – Κατ. Κρητιδικού. Ο γρανίτης ουσιαστικά χωρίζεται σε ανώτερο και κατώτερο με βάση το βαθμό αποσάθρωσής του. Ο ανώτερος γρανίτης, ο οποίος υπόκειται των επιφανειακών ιζημάτων, παρουσιάζεται πολύ αποσαθρωμένος με ελάχιστη αντοχή. Αντίθετα, ο κατώτερος γρανίτης εμφανίζεται λίγο έως καθόλου αποσαθρωμένος με πολύ καλή αντοχή. Ο μεσόκοκκος γρανοδιορίτης χαρακτηρίζεται επίσης από εξαιρετική αντοχή. Στη μάζα των πλουτώνιων πετρωμάτων σημειώνονται μερικές ρυολιθικές βασालτικές και μονζονιτικές διεισδύσεις. Εκτός από κάποιες διάσπαρτες ασυνέχειες που διακόπτουν το γρανίτη, μια σειρά από ρηξιγενείς ζώνες βορειοανατολικής και βορειοδυτικής διεύθυνσης αποτελούν την επαφή μεταξύ γρανίτη και γρανοδιορίτη, χωρίς όμως να προκαλέσουν προβλήματα κατά τη διάνοιξη της σήραγγας. Στο Σχ. 3.1 παρουσιάζουμε μια γεωλογική μηκοτομή με τη θέση της σήραγγας κατά τη φάση σχεδιασμού του έργου.

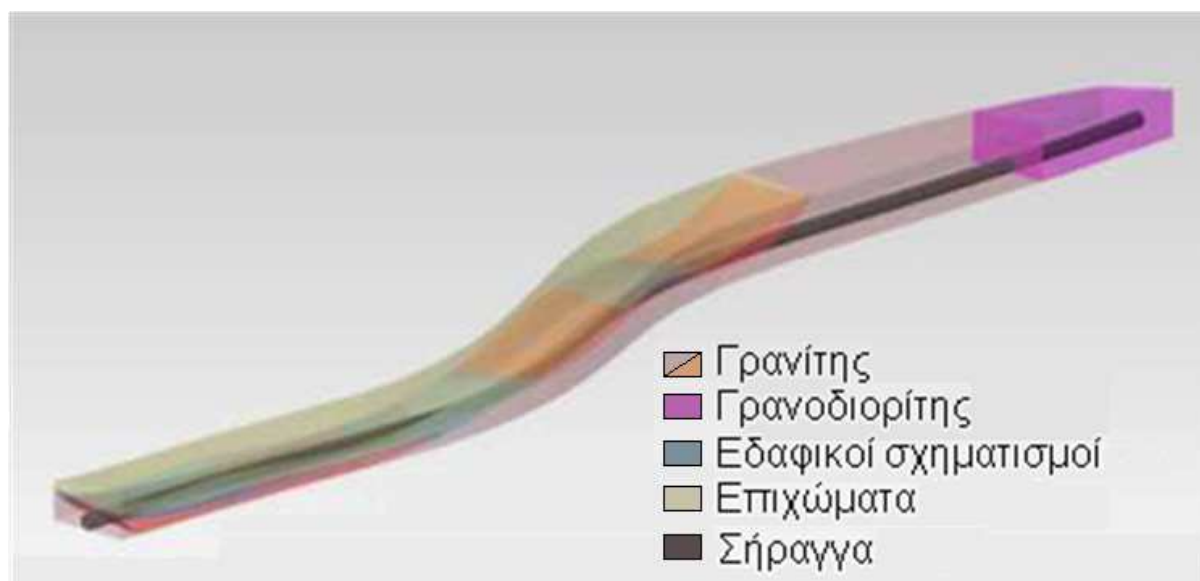


Σχήμα 3.1 Γεωλογική μηκτομή

Επίσης παρουσιάζεται το γεωλογικό μοντέλο με βάση τα δεδομένα από τις γεωτρήσεις που δόθηκαν, δηλαδή οι πραγματικές συντεταγμένες (world coordinate system - WCS) των γεωτρήσεων και το βάθος όπου συναντώνται οι γεωλογικές επαφές των σχηματισμών. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν πρόσθετα στοιχεία για να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη αξιοπιστία του μοντέλου, τα οποία βρέθηκαν από τη γεωλογική τομή, στα σημεία όπου δεν υπήρχε επαρκής αριθμός γεωτρήσεων. Προς χάριν απλότητας και χωρίς να επηρεάζει την ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα, έγινε η συγχώνευση των γεωλογικών στρωμάτων των αλλουβίων με τις θαλάσσιες αποθέσεις, αφού και τα δύο ανήκουν στους εδαφικούς σχηματισμούς. Η δημιουργία λοιπόν του τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού μοντελοποίησης MUSS (Midas User Support System) και ειδικότερα με το Midas GTS (Geotechnical and Tunnel analysis System). Ταυτόχρονα δημιουργήθηκε το ογκικό μοντέλο της σήραγγας και τοποθετήθηκε εντός του χωρικού μοντέλου. Στα Σχ. 3.2 και Σχ. 3.3 το ροζ χρώμα απεικονίζει το γρανίτη καλής αντοχής όπως και το κόκκινο, το μπλε απεικονίζει τους εδαφικούς σχηματισμούς, το λαχανί τα επιχώματα που υπέρκεινται των σχηματισμών και το μωβ απεικονίζει το γρανοδιוריτίτη. (Σίμου, 2000)



Σχήμα 3.2 Εμφάνιση ολοκληρωμένου γεωλογικού μοντέλου.



Σχήμα 3.3 Εμφάνιση ολοκληρωμένου γεωλογικού μοντέλου και σήραγγας

3.2 Δεδομένα των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων

Οι εκτελεσθείσες γεωτρήσεις τα στοιχεία των οποίων ελήφθησαν υπόψη στην παρούσα εργασία φαίνονται στον Πίν. 3.1 και χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του γεωτεχνικού μοντέλου. Επίσης παρακάτω παραθέτουμε στο Σχ. 3.4 και ένα μέρος της κάτοψης από την περιοχή των γεωτρήσεων ώστε να είναι ορατό σε τι αποστάσεις λήφθηκαν τα δείγματα. Αξίζει να αναφερθεί, η μορφή των δεδομένων που δόθηκαν, ήταν γραπτή, με αναλυτική περιγραφή των πυρήνων ανάλογα το βάθος και το σχηματισμό. Έτσι, εισήχθησαν σε ηλεκτρονική μορφή, και συγκεκριμένα σε μορφή EXCEL για την καλύτερη επεξεργασία των.

Πίνακας 3.1 Γεωτρήσεις στην περιοχή μελέτης.

A/A	Γεωτρήσεις	X	Y	Βάθος(m)	Υψόμετρο εδάφους(mPD)
1	DB320/IDH/050	829988,15	824896,04	44,6	5,99
2	DB320/DHPZ/069	830961,86	824203,957	20	5,97
3	DB320/DH/071	830545,59	824417,911	41,03	23,38
4	DB320/DH/074	831143,3256	823971,9709	27,73	5,20
5	DB320/DH/077	830613,813	824424,505	40,1	19,26
6	DB320/DH/078	830655,801	824402,237	40,38	18,36
7	DB320/IDH/079	829997,24	824887,17	40,3	6,35
8	DB320/DH/206	831183,88	823908,58	39,7	6,30
9	TS300/DHPZ/078	830163,76	824748,27	66,22	39,41
10	TS300/IDH/080	830077,77	824809,35	40,01	7,45
11	TS300/DH/166	829988,54	824881,35	13,31	5,99
12	TS300/DH/084	829892,29	824966,55	28,12	4,22
13	DB320/DH/040	831191,95	823903,03	41,29	6,28
14	DB320/DH/041	831211,24	823926,67	42,1	6,28
15	DB320/DH/045	830741,847	824337,136	32,03	14,41
16	DB320/IDH/049	830005,92	824878,62	45,44	6,63
17	TS300/DH/065	830832,72	824293,98	40,06	9,07
18	TS300/DHPZ/066	830781,12	824323,79	43,2	12,54
19	TS300/DH/015	830710,33	824369,59	46,03	16,99
20	TS300/DH/067	830652,54	824378,99	50,73	20,02
21	TS300/DHPZ/068	830587,43	824400,86	53,02	21,64
22	TS300/IDH/070	830531,88	824451,09	70,2	25,49
23	TS300/DH/073	830418,4	824495,26	50,34	20,81
24	TS300/DH/016	830397,66	824499,11	50,47	12,65
25	ADU/GI BO16	830325,51	824580,19	45,57	12,66

26	TS300/IDH/076	830263,77	824653,52	55,9	22,05
27	TS300/DHPZ/013	831172,52	823932,41	35,5	6,41
28	TS300/DH/057	831125,19	823995,05	29,88	6,77
29	TS300/DHPZ/058	831086,7	824036,03	35,26	5,24
30	TS300/DHPZ/014	831029,46	824075,07	34,81	5,73
31	ADU/GI BO12P	831028,32	824111,63	44,73	5,96
32	TS300/DHPZ/059B	831000,45	824149,86	32,24	5,60
33	TS300/DHPZ/060	830961,77	824153,39	33,28	5,46
34	TS300/DHPZ/062	830922,51	824236,57	36,73	6,12
35	ADU/GI BO130W	830874	824247,78	45,39	7,43



Σχήμα 3.4 Κάτοψη τμήματος περιοχής Γεωτρήσεων.

Με βάση λοιπόν τις παραπάνω γεωτρήσεις και μέσω γεωτεχνικής ανάλυσης συλλέχθηκαν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών μονοαξονικής θλίψης σε δείγματα γεωτρήσεων, έτσι ώστε τα αποτελέσματα της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των δεικτών ποιότητας της βραχομάζας RMR. Οι εργαστηριακές αυτές δοκιμές, έγιναν κυρίως σε δείγματα γρανίτη και ελάχιστες σε γρανοδιορίτη. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στον Πίν. 3.2.

Πίνακας 3.2. Εργαστηριακά αποτελέσματα αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη (MPa).

Γεώτρηση	Βάθος (m)	Διορθωμένη Αντοχή Θλίψης (MPa)
DB320/DHPZ/069	19,00-19,20	8,5
DB320/DH/071	26,50-26,76	10,6
	35,45-35,66	18,2
DB320/DH/77	24,35-24,55	18
	28,65-29,00	56,8
	33,40-33,65	20,5
DH320/DH/78	26,86-27,10	58
	36,54-36,87	19,7
TS300/DH/084	12,58-12,85	15,1
	18,44-18,84	54,4
	17,33-17,66	31,8
	20,74-20,01	28,1
	25,70-26,00	29,1
DB320/DH/40	29,49-29,69	41,7
	30,89-31,11	87,8
DB320/DH/41	37,34-37,54	62,9
	38,43-38,58	63,4
DB320/DH/45	26,44-26,72	54,2
	27,58-27,74	76,6
	29,64-29,94	167,9
TS300/DH/065	15,94-16,25	30,3
	19,65-19,85	40,1
	23,40-23,67	38,8
	19,83-20,20	26,7
	21,90-22,19	13
	33,61-33,79	74,8
TS300/DH/015	27,80-28,60	62,7
	27,23-27,42	104,6
	29,45-29,73	71,7
	31,70-32,00	116,3
TS300/DH/067	24,76-25,04	21,7
	32,00-32,20	4,9
	45,09-45,31	14,2
TS300/DH/070	30,38-32,87	34,5
	32,87-33,09	109,4
TS300/DH/016	22,60-22,80	55,6
	25,24-25,48	54,8
TS300/DHPZ/013	30,60-30,87	106
	30,87-31,12	86,4
	32,57-32,80	75,1
TS300/DHPZ/014	28,92-29,12	85,5

	29,12-29,39	88,9
	34,57-34,80	86,9

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική επεξεργασία των αντοχών σε δοκιμές μονοαξονικής θλίψης στα δείγματα του γρανίτη και του γρανοδιορίτη. Στον Πίν. 3.3 φαίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας.

Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας εργαστηριακών δοκιμών σε δείγματα γρανίτη και γρανοδιορίτη

Άρρηκτο Πέτρωμα	Μέση Τιμή UCS [MPa]	Τυπική απόκλιση UCS [MPa]
Γρανοδιορίτης	81,3	37,2
Γρανίτης	51,3	34,5

Επίσης πρέπει να σημειωθεί η διαφορά των δειγμάτων μεταξύ γρανίτη-γρανοδιορίτη. Στο γρανοδιορίτη πραγματοποιήθηκαν μόνο 3 γεωτρήσεις λόγω του ότι δεν υπήρχε επιπλέον λόγος να πιστοποιήσουν τα πολύ καλά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του και αυτός είναι ακριβώς ο λόγος για τον οποίο η κατανομή του δεν είναι τόσο ευδιάκριτη. Αντίθετα, στο γρανίτη, πραγματοποιήθηκαν αρκετές γεωτρήσεις επειδή δεν είναι τόσο καλής αντοχής όσο ο γρανοδιορίτης, αλλά και γιατί καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του έργου.

3.3 Γεωτεχνική ταξινόμηση της βραχομάζας (RMR)

Στην ενότητα αυτή έγινε και η γεωτεχνική ταξινόμηση της βραχομάζας δηλαδή ο υπολογισμός του RMR (Rock Mass Rating) στις θέσεις των γεωτρήσεων. Το RMR χρησιμοποιείται σήμερα στον σχεδιασμό των υπόγειων έργων, για την ποιοτική ταξινόμηση της βραχομάζας και ως εργαλείο για τον υπολογισμό των συντελεστών απομείωσης της παραμορφωσιμότητας και της αντοχής του άρρηκτου πετρώματος που μετρούνται στο εργαστήριο. Το σύστημα ταξινόμησης RMR προτάθηκε από τον *Bieniawski* το 1973, τελειοποιήθηκε το 1979 (*BIENIAWSKI, 1979*) και παρουσιάστηκε με μικρές τροποποιήσεις το 1989 (*BIENIAWSKI, 1989*)

Στο Πίν. 3.4. παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό φύλλο εργασίας του Excel με βάση το οποίο έγιναν οι εκτιμήσεις του RMR στην παρούσα εργασία. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, για την ταξινόμηση της βραχομάζας λαμβάνονται υπόψη έξι (6) παράμετροι (A1, A2, A3, A4, A5, A6) που λαμβάνουν ξεχωριστά από μία τιμή (βαθμό) και από το άθροισμά τους υπολογίζεται ο δείκτης RMR (βλ. *Παράρτημα Α*).

Πίνακας 3.4 Φύλλο εργασίας του Excel για υπολογισμό RMR

ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Προσαρμογή για σήραγγες (Κατά Bieniawski, 1989)

A/A: 1
Έργο:
Θέση: Tube 1
Ορυζή:

Ημερομηνία:
Γεώτρηση: TS300/DH/016
Λιθολογία: GRANITE
Βάθος (m): 18.50-21.35

Α ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ				
A1 Άνοχη συμπαγούς πετρώματος (MPa)				
Χαρακτηρισμός	I_s (50)	σ_c	Βαθμολογία	
Εξαιρετικά υψηλή	ES	>10	>250	15
Πολύ υψηλή	VS	4-10	100-250	12
Υψηλή	S	2-4	50-100	7
Μέσης	MS	1-2	25-50	4
Χαμηλή	W		5-25	2
Πολύ χαμηλή	VW		1-5	1
Εξαιρετικά χαμηλή	EW		<1	0
<input type="radio"/> σ_c 100 ~ 200 <input checked="" type="radio"/> Χαρακτηρισμός ### ~ ### Βαθμολογία 4 ~ 4				
A2 Δείκτης ποιότητας βράχου RQD (%)				
Χαρακτηρισμός RQD			Βαθμολογία	
Εξαιρετική	E	90-100	20	
Καλή	G	75-90	17	
Μέτρια	F	50-75	13	
Πτωχή	P	25-50	8	
Πολύ πτωχή	VP	<25	3	
<input type="radio"/> RQD 90 ~ 100 <input checked="" type="radio"/> Χαρακτηρισμός P ~ P Βαθμολογία 8 ~ 8				
A3 Απόσταση ασυνεχειών mm				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Πολύ μεγάλη	VL	>2000	20	
Μεγάλη	L	600-2000	15	
Μέση	M	200-600	10	
Μικρή	S	60-200	8	
Πολύ μικρή	VS	<60	5	
<input type="radio"/> Απόσταση 600 ~ ### <input checked="" type="radio"/> Χαρακτηρισμός VS ~ VS Βαθμολογία 5 ~ 5				
A4 Υπόγειο νερό (εισροή σε l/min/10m)				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Ισχυρή ροή	F	>125	0	
Μικρή ροή	Dr	25-125	4	
Σταγόνες	W	10-25	7	
Υγρασία	Da	<10	10	
Στεγνό	CD	Στεγνό	15	
<input type="radio"/> Υπόγειο νερό CD ~ CD <input checked="" type="radio"/> Βαθμολογία 15 ~ 15				
A5 Κατάσταση Ασυνεχειών				
A5.1 Εμμόνη (m)				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Πολύ χαμηλή	VL	<1	6	
Χαμηλή	L	1-3	4	
Μέτρια	M	3-10	2	
Υψηλή	H	10-20	1	
Πολύ υψηλή	VH	>20	0	
Εμμόνη H ~ H Βαθμολογία 1 ~ 1				
A5.2 Άνοιγμα (mm)				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Κλειστές	VT	-	6	
Στενές	T	<0.1	5	
Μέτριες	MO	0.1-1	4	
Ανοιχτές	O	1-5	1	
Ευρείες	VW	>5	0	
Άνοιγμα O ~ O Βαθμολογία 1 ~ 1				
A5.3 Τραχύτητα				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Πολύ Τραχειές	VR		6	
Τραχειές	R		5	
Ελαφρά Τραχειές	SR		3	
Ομαλές	SN	x	1	
Ολισθηρές	SL		0	
Τραχύτητα SN ~ SN Βαθμολογία 1 ~ 1				
A5.4 Υλικό πλήρωσης (mm)				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Καθόλου	O		6	
Σκληρό <5mm	H1		4	
Σκληρό >5mm	H2		2	
Μαλακό <5mm	S1	x	2	
Μαλακό >5mm	S2		0	
Υλικό πλήρωσης S1 ~ S1 Βαθμολογία 2 ~ 2				
A5.5 Αποσάθρωση				
Χαρακτηρισμός			Βαθμολογία	
Χωρίς	UW		6	
Ελαφρά	SW		5	
Μέτρια	MW	x	3	
Έντονη	HW		1	
Εντελώς	D		0	
Αποσάθρωση MW ~ MW Βαθμολογία 3 ~ 3				

Β ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	
Στοιχεία Ασυνέχειας:	45°/258° (Κλίση/Δνση κλίσης)
Χαρακτηρισμός	Βαθμολογία
Πολύ ευνοϊκή	0
Ευνοϊκή	-2
Μέτρια	-5
Δυσμενής	-10
Πολύ Δυσμενής	-12
Βαθμολογία -2	

Γ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	
G1	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ RMR _{basic} 40 ~ 40
G2	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ RMR ₈₉ 40 ~ 40
G3	GSI = RMR ₈₉ - 5 35 ~ 35
G4	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ RMR _{np} 38 ~ 38
G5	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ IV ~ IV
G6	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΤΩΧΗ ~ ΠΤΩΧΗ

Δ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	
Δ1	ΣΥΝΟΧΗ c (kPa) 100 ~ 200
Δ2	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ φ (°) 15 ~ 25
Δ3	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ E (GPa) 5 ~ 5 για RMR _{np} > 50 E = 2 * RMR _{np} - 100 για 20 < RMR _{np} ≤ 50 E = 10 ^{(RMR_{np}-10)/40} για RMR _{np} ≤ 20 E = (σ _j /100) ^{0.5} * 10 ^{(RMR_{np}-10)/40}
Δ4	ΦΟΡΤΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ, P (kN/m ²) 161.2 ~ 161.2 P = ((100 - RMR _{np})/100) * γ * B γ = 26 kN/m ³ B = 10 m

Σύνταξη	Έλεγχος

Αναλυτικότερα για τις παραμέτρους έχουμε (Αγιουτάντης, 2002) :

A1. Αντοχή άρρηκτου (συμπαγούς) πετρώματος σε μοναξονική θλίψη σε (MPa)

Χρησιμοποιείται η τιμή της αντοχής σε μοναξονική θλίψη σε (MPa) ή η τιμή του δείκτη σημειακής φόρτισης $Is(50)$ (MPa). Η βαθμονόμηση φαίνεται στον Πίν. 3.5. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για αυτή την κατηγορία είναι από τις εργαστηριακές δοκιμές και από τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων.

Πίνακας 3.5 Αντοχή άρρηκτου (συμπαγούς) πετρώματος σε μοναξονική θλίψη σε (MPa).

Αντοχή σε (MPa)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A1
>250	Εξαιρετικά υψηλή	15
100-250	Πολύ υψηλή	12-15
50-100	Υψηλή	7-12
25-50	Μέση	4-7
5-25	Χαμηλή	2-4
1-5	Πολύ χαμηλή	1-2
<1	Εξαιρετικά χαμηλή	0

A2. Δείκτης ποιότητας βραχομάζας RQD (%)

Όπως έχει προαναφερθεί, ο δείκτης RQD προκύπτει από το λόγο του συνολικού μήκους των τεμαχίων του πυρήνα γεώτρησης που το μήκος του καθενός από αυτά είναι ίσο ή μεγαλύτερο από 10cm, διά του συνολικού μήκους της πυρηνοληψίας. Η βαθμονόμηση φαίνεται στον Πίν. 3.6. Οι τιμές του RQD στην προκειμένη περίπτωση, μας δόθηκαν από τις περιγραφές των πυρήνων από τις γεωτρήσεις για τον υπολογισμό του RQD.

Πίνακας 3.6 Δείκτης ποιότητας βραχομάζας.

RQD (%)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A2
90-100	Εξαιρετική	20
75-90	Καλή	17-20
50-75	Μέτρια	13-17
25-50	Πτωχή	8-13
<25	Πολύ πτωχή	3

A3. Απόσταση σε (mm) μεταξύ ασυνεχειών της βραχομάζας του ίδιου συστήματος

Προκύπτει από τις καταγραφές υπαίθρου αλλά και από τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων, όπως αυτές παρουσιάζονται στα αναλυτικά φύλλα των γεωτρήσεων που μας παραχωρήθηκαν. Κατά κανόνα πρόκειται για διακλάσεις και επιφάνειες στρώσης. Η βαθμονόμηση φαίνεται στον Πίν. 3.7.

Πίνακας 3.7 Απόσταση σε (mm) μεταξύ ασυνεχειών της βραχομάζας του ίδιου συστήματος.

Απόσταση (mm)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A3
>2000	Πολύ μεγάλη	20
600-2000	Μεγάλη	15-20
200-600	Μέση	10-15
60-200	Μικρή	8-10
<60	Πολύ μικρή	5

A4. Παρουσία υπόγειου νερού

Στο συγκεκριμένο έργο λόγω του ότι υπολογίζεται το RMR dry, θεωρείται μηδενική η παρουσία νερού πράγμα το οποίο στην παρούσα φάση δεν επηρεάζει το στόχο της εργασίας αυτής. Έτσι, η βαθμονόμηση για την παράμετρο αυτή θα παίρνει την τιμή 15, όπως φαίνεται στον Πίν. 3.8.

Πίνακας 3.8 Χαρακτηρισμός της υπόγειας ροής του νερού.

Ροή (l/min/10m)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A4
>125	Ισχυρή ροή	0
25-125	Μικρή ροή	4
10-25	Σταγόνες	7
<10	Υγρασία	10
0	Στεγνό	15

A5. Κατάσταση των επιφανειών των ασυνεχειών της βραχομάζας.

Η συνολική τιμή της παραμέτρου A5 προκύπτει από το άθροισμα πέντε (5) επιμέρους παραμέτρων (A5.1, A5.2, A5.3, A5.4, A5.5) που αντίστοιχα είναι η εμμόνη (m), δηλαδή το κατά πόσο επαναλαμβάνονται οι ασυνέχειες, το άνοιγμα (mm), η τραχύτητα, το υλικό πλήρωσης (mm) και η αποσάθρωση των επιφανειών των ασυνεχειών (διακλάσεων, επιφανειών στρώσης). Οι παράμετροι αυτοί βαθμονομούνται ξεχωριστά. Η βαθμονόμησή τους φαίνεται στους Πίν. 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 και 3.13. Τα δεδομένα συμπληρώθηκαν με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων, όπως αυτές παρουσιάζονται στα αναλυτικά φύλλα των γεωτρήσεων που μας παραχωρήθηκαν. Η παράμετρος A5 προκύπτει τελικά από το άθροισμα $A5=A5.1+A5.2+A5.3+A5.4+A5.5$

Πίνακας 3.9 Βαθμονόμηση με βάση την εμμόνη των ασυνεχειών.

Εμμόνη (m)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A5.1
<1	Πολύ χαμηλή	6
1-3	Χαμηλή	4
3-10	Μέτρια	2
10-20	Υψηλή	1
>20	Πολύ υψηλή	0

Πίνακας 3.10 Βαθμονόμηση με βάση το άνοιγμα των ασυνεχειών.

Άνοιγμα (mm)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A5.2
-	Κλειστές	6
<0,1	Στενές	5
0,1-1	Μέτριες	4
1-5	Ανοιχτές	1
>5	Ευρείες	0

Πίνακας 3.11 Βαθμονόμηση με βάση την τραχύτητα των ασυνεχειών

Τραχύτητα - Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A5.3
Πολύ τραχείες	6
Τραχείες	5
Ελαφρά τραχείες	3
Ομαλές	1
Ολισθηρές	0

Πίνακας 3.12 Βαθμονόμηση με βάση το υλικό πλήρωσης των ασυνεχειών

Υλικό πλήρωσης (mm)	Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A5.4
-	Καθόλου	6
<5	Σκληρό	4
>5	Σκληρό	2
<5	Μαλακό	2
>5	Μαλακό	0

Πίνακας 3.13 Βαθμονόμηση με βάση την αποσάθρωση των ασυνεχειών.

Αποσάθρωση - Χαρακτηρισμός	Τιμή παραμέτρου A5.5
Χωρίς	6
Ελαφρά	5
Μέτρια	3
Έντονη	1
Εντελώς	0

Κεφάλαιο 4. ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η γεωστατιστική ανάλυση, με την παρεμβολή του δείκτη RMR κατά μήκος της χάραξης των σηράγγων αλλά και σε όλο το ογκομετρικό μοντέλο της περιοχής του έργου, με τη μέθοδο της γεωστατιστικής γραμμικής παρεμβολής Kriging που περιγράφεται από την εξ. 4.1.

$$\hat{Y}(s_o) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot Y(s_i) \quad 4.1$$

Όπου s_o , s_i τα διανύσματα θέσεις του υπο εκτίμηση σημείου και των δεδομένων των γεωτρήσεων, αντιστοίχως.

Σε αντίθεση με τις άλλες γραμμικές μεθόδους παρεμβολής (αντίστροφων τετραγώνων των αποστάσεων, μέθοδο των πολυγώνων κ.τ.λ.), στο kriging ο τρόπος υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας μπορεί να προσδιορισθεί με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα (υπολογισμό πειραματικού – ταίριασμα θεωρητικού ημιβαριόγραμματος), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται, αμεροληψία-μηδενική μέση τιμή σφάλματος και η ελαχιστοποίηση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος της εκτίμησης. Για το λόγο αυτό το kriging καλείται Βέλτιστος Αμερόληπτος Γραμμικός Εκτιμητής (Best Linear Unbiased Estimator) για τυχαίες συναρτήσεις. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλλά συγκεκριμένα θα ασχοληθούμε με το κανονικό όπου η μέση τιμή είναι άγνωστη αλλά σταθερή στο πεδίο έρευνας. Η εξασφάλιση της αμεροληψίας στην περίπτωση αυτή εξασφαλίζεται με την επίλυση της εξ. 4.2, όπου ν ο πολλαπλασιαστής του Lagrange (Clark, 1977, Deutsch & Journel, 1992, Kitanidis, 1997, Marcotte, 1991, Χριστόπουλος, 2006).

$$\begin{cases} -\gamma(\|s_o - s_j\|) = -\sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot \gamma(\|s_i - s_j\|) + \nu, & j = 1..N \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \end{cases} \quad 4.2$$

Ενώ η εκτίμηση του σφάλματος γίνεται με βάση την εξ. 4.3,

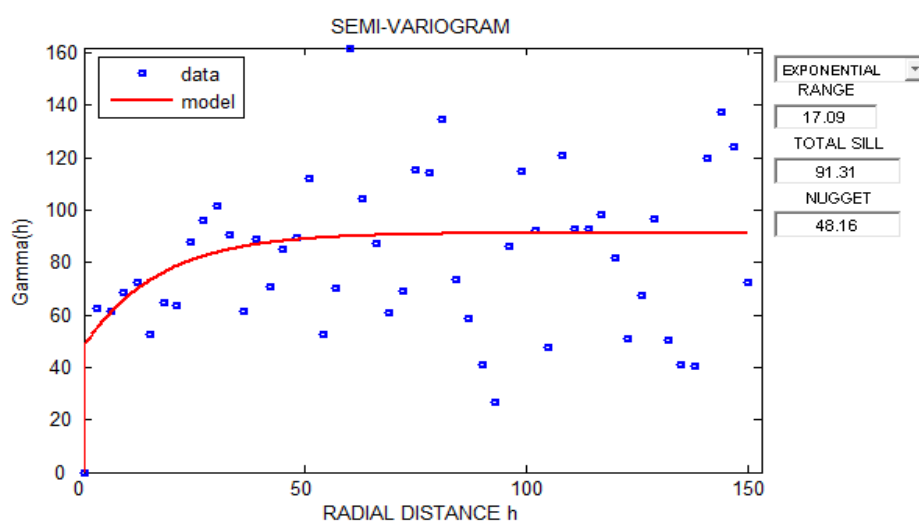
$$\sigma^2(s_o) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot \gamma(\|s_o - s_i\|) - \nu \quad 4.3$$

Το kriging λοιπόν είναι μια τεχνική παρεμβολής που έχει αναπτυχθεί με βάση τη μεταβλητή παράμετρος γ της εξ. 4.2 και καλείται ημιβαριόγραμμα. Το ημιβαριόγραμμα μπορεί να προσδιορισθεί πειραματικά με την χρήση όλων των

ζευγών, $N(r)$, από τα δεδομένα που απέχουν απόσταση r μεταξύ τους με βάση την εξ. 4.4. (Cressie, 1991, Χριστόπουλος, 2006).

$$\hat{\gamma}(r) = \frac{1}{2 \cdot N(r)} \sum_{i=1}^{N(r)} [Y(s_i) - Y(s_i + r)]^2 \quad 4.4$$

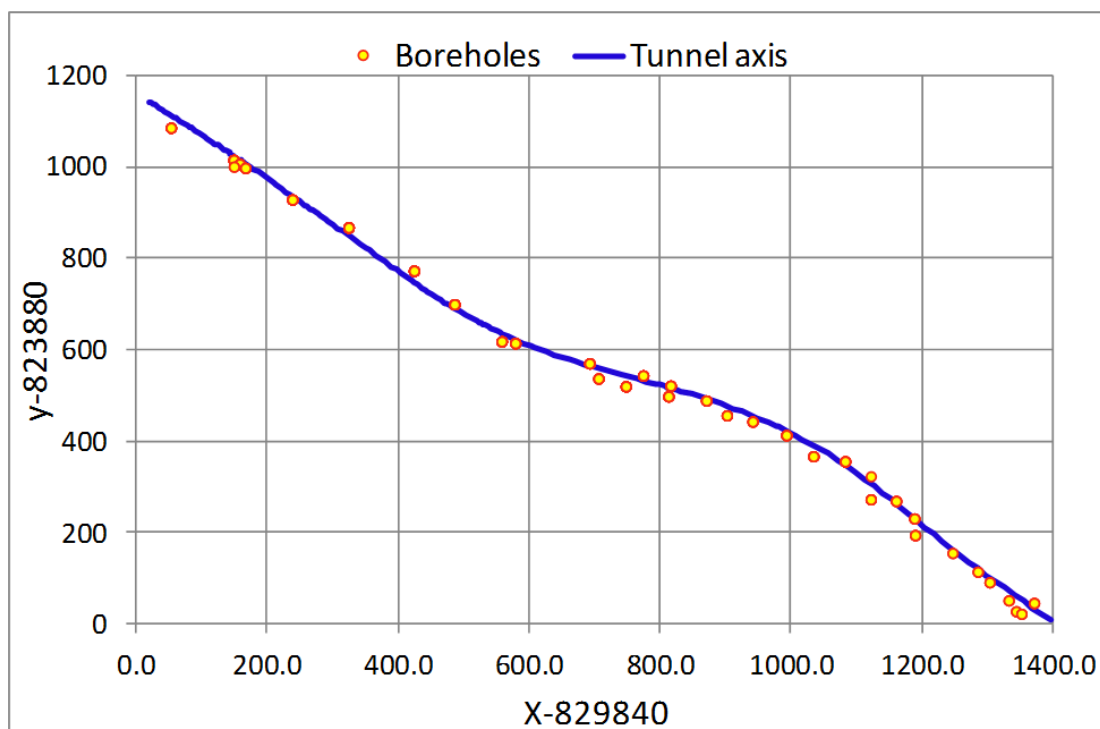
Συγκεκριμένα στη παρούσα εργασία χρησιμοποιούμε το εκθετικό ημιβαριόγραμμα που ανήκει στα στάσιμα μοντέλα (Deutsch & Journel, 1992, Χριστόπουλος, 2006) για τις γεωστατιστικές αναλύσεις το οποίο τείνει σε μια σταθερή τιμή που στις περισσότερες περιπτώσεις ταυτίζεται με την διασπορά των δεδομένων. Οι παράμετροι του μοντέλου είναι η οροφή (Sill) η ακτίνα επιρροής (range) και η ασυνέχεια στην αρχή των αξόνων (nugget). Οι παράμετροι του ημιβαριογράμματος φαίνονται στο Σχ. 4.1 όπου τα δεδομένα παρουσιάζουν συσχέτιση μέχρι την απόσταση 51m (για σημεία εκτιμήσεων με μεγαλύτερες αποστάσεις η εκτίμηση ταυτίζεται με την μέση τιμή), ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το πειραματικό ημιβαριόγραμμα των δεδομένων έχει ένα αρκετά υψηλό ποσοστό του φαινομένου κόκκου (nugget effect) το οποίο θα οδηγήσει σε πολύ εξομαλυμένες εκτιμήσεις.



Σχήμα 4.1 Εκθετικό ημιβαριόγραμμα

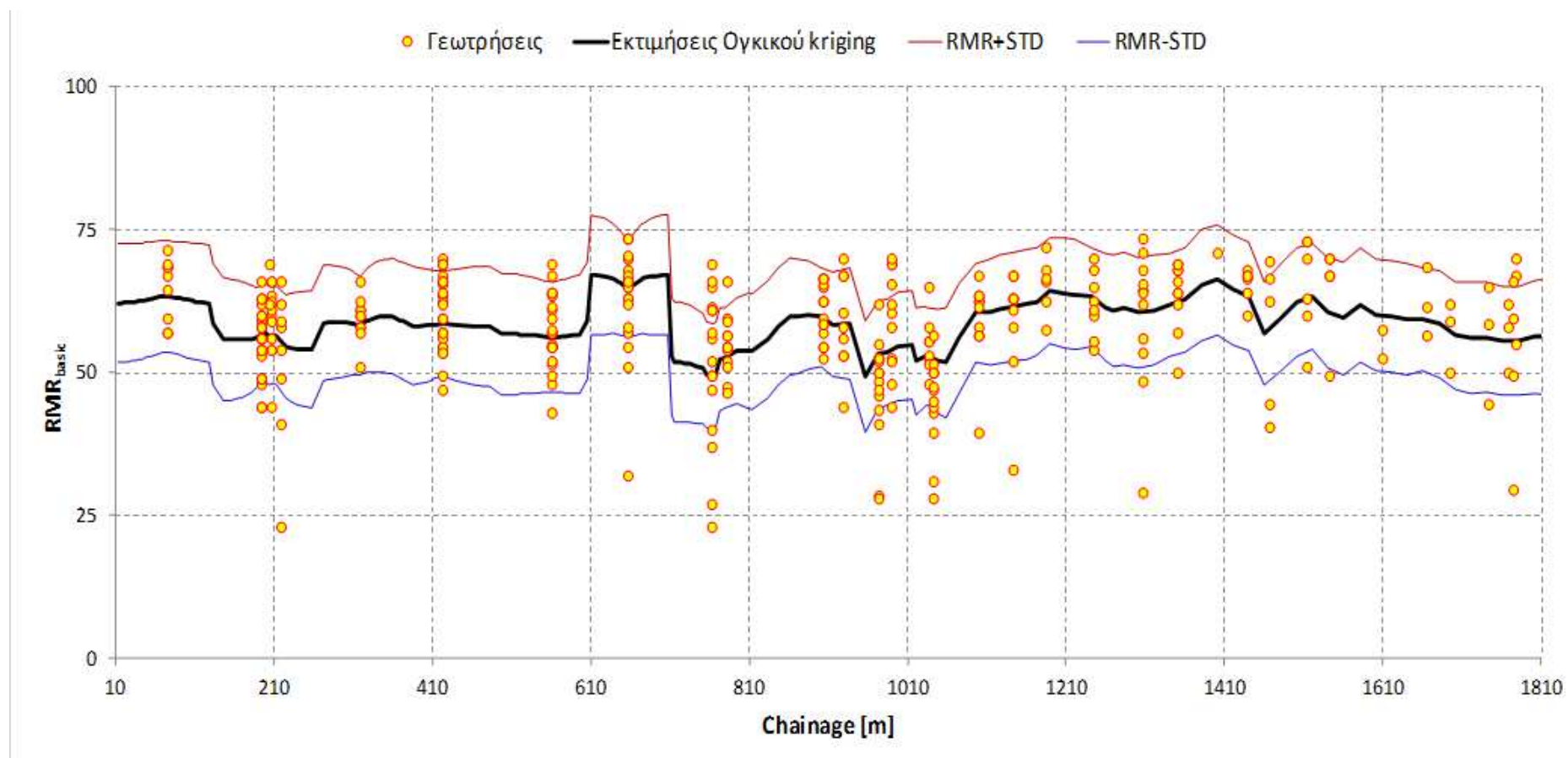
Η σήραγγα διέρχεται στο μεγαλύτερο μέρος της μέσα από τους δύο γρανίτες, στο τέλος διαπερνά τον γρανοδιορίτη και μονάχα στην αρχή και σε μικρό τμήμα, κάποιους εδαφικούς σχηματισμούς, ενώ σε κάποιες περιοχές διέρχεται μέσω μικρών ρυολιθικών σχηματισμών κυρίως. Η εκτίμηση του RMR στην σήραγγα γίνεται αποκλειστικά με την χρήση των δεδομένων από τους σχηματισμούς των γρανιτών και του γρανοδιορίτη, όπου οι θέσεις των γεωτρήσεων σε σχέση με την σήραγγα παρουσιάζεται στο Σχ. 4.2. Ενώ χρησιμοποιήθηκε το ογκικό Kriging στο οποίο η εκτίμηση προκύπτει από την μέση τιμή του κυβικού block με διάσταση

8.75m (διάμετρος της σήραγγας) το οποίο διακριτοποιήθηκε με 4x4x4 εσωτερικά σημεία.

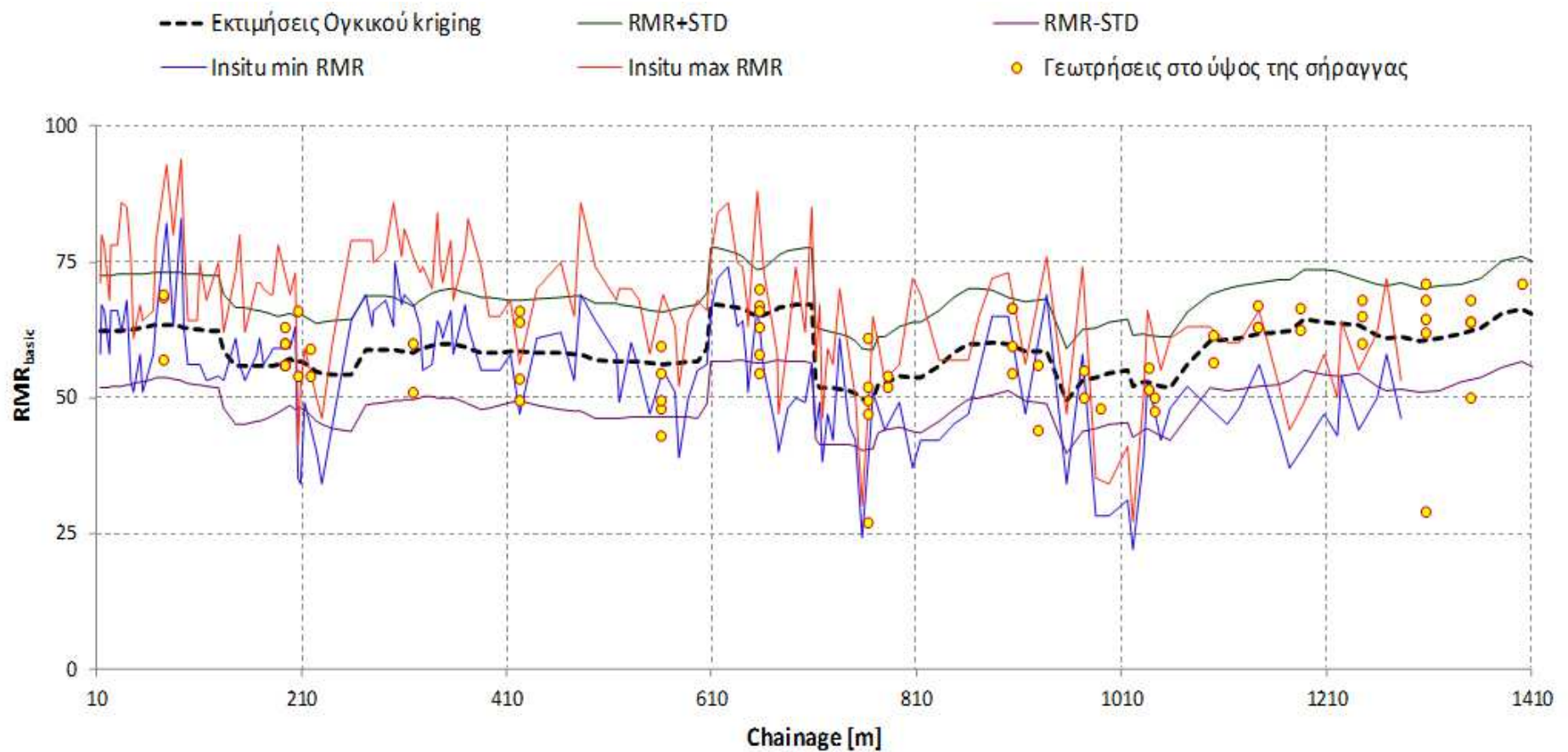


Σχήμα 4.2 Κατανομή γεωτρήσεων κατά μήκος της σήραγγας.

Τα τελικά αποτελέσματα του ογκικού Kriging μαζί με τα εκτιμώμενα σφάλματα παρουσιάζονται στο Σχ. 4.3, απ'το οποίο παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αρκετά εξομαλυσμένα λόγω του μεγάλου ποσοστού "nugget" σε σχέση με την οροφή (sill). Πέραν της εξομάλυνσης αυτής οι εκτιμώμενες τιμές του RMR ακολουθούν ικανοποιητικά τις επί τόπου αποτυπώσεις (Σχ. 4.4) μέχρι περίπου την χιλιομετρική θέση (chainage) των 970m όπου οι επί τόπου αποτυπώσεις δίδουν κατά πολύ μικρότερες τιμές σε σχέση με τις εκτιμήσεις του Kriging. Οι αποκλίσεις από τις αποτυπώσεις μπορεί να οφείλονται σε τρεις κυρίως παράγοντες: α) στην υποκειμενική εκτίμηση του RMR με βάση τα δεδομένα που συλλέχτηκαν, β) στον μη επαρκή αριθμό των γεωτρήσεων διαθέσιμων στη συγκεκριμένη περιοχή και γ) στο ότι στη γεώτρηση δεν μπορεί να καταγραφεί όλη πληροφορία σε αντίθεση με τις επί τόπου μετρήσεις στο μέτωπο (π.χ κατακόρυφες ασυνέχειες) .



Σχήμα 4.3 Εκτιμήσεις ογκικού Kriging με βάση τις γεωτρήσεις.



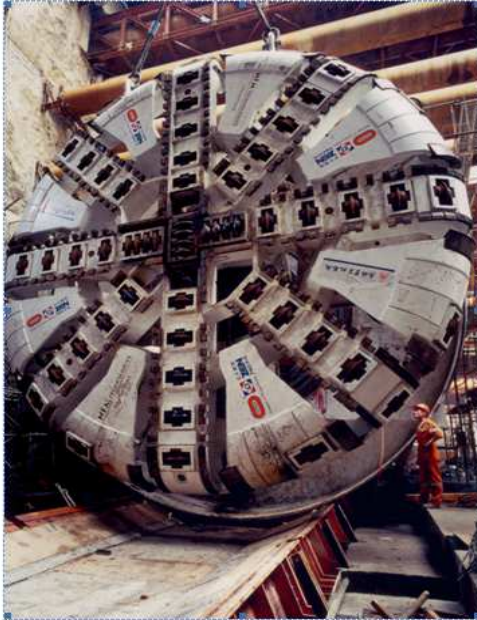
Σχήμα 4.4 Σύγκριση εκτιμήσεων του ογκικού Kriging και των επι τόπου αποτυπώσεων κατά μήκος της σήραγγας.

Κεφάλαιο 5. Ανάδρομη ανάλυση καταγραφών TBM

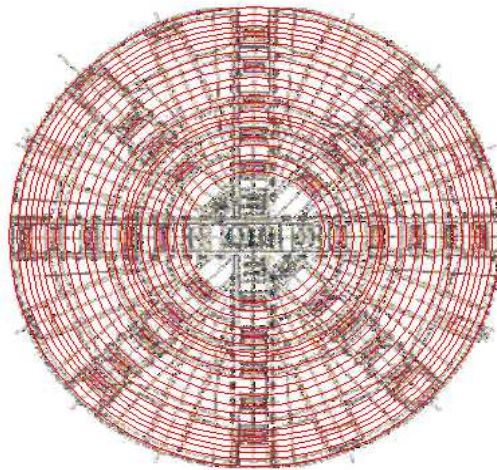
Στο κεφάλαιο 5 θα γίνει αναφορά των χαρακτηριστικών λειτουργίας του TBM και των σχέσεων από τις οποίες αυτές διέπονται. Η λειτουργία του μηχανήματος ολομέτωπου κοπής (TBM) εξαρτάται από πολλές παραμέτρους που σχετίζονται από τους διαφορετικούς τρόπους κοπής και από τις μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος που εξορύσσεται. Σημαντικός παράγοντας είναι η γεωμετρία της κεφαλής του κοπτικού (Σχ. 5.1) (Michel de Broissia of BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS) και των κοπτικών δίσκων (Σχ. 5.2), με βάση την οποία καθορίζονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο πέτρωμα.

- Η γεωμετρία της κεφαλής του κοπτικού που περιλαμβάνει:
 - α. την γεωμετρία των δίσκων κοπής που περιλαμβάνει.
 - την γωνία και την καμπυλότητα της ακμής των κοπτικών δίσκων
 - το πάχος
 - την διάμετρο
 - β. των αριθμό των δίσκων κοπής (N).
 - γ. το πως έχουν κατανεμηθεί οι δίσκοι στην κοπτική κεφαλή (Σχ. 5.1.α).
- Η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κοπών s , που μπορεί να προσδιορισθεί από την κατανομή των δίσκων κοπής επί της κεφαλής(Σχ. 5.1.β).
- Ο τρόπος κοπής του TBM (π.χ. ανοικτό τύπο, αεροσυμπιεζόμενο ή EPB)
- Το μήκος της σήραγγας (chainage) ή τον αύξοντα αριθμό του δακτυλίου υποστύλωσης από σκυρόδεμα
- Η ροπή που ασκείται στη κεφαλή, T
- Η δύναμη ώσης που ασκείται στη κεφαλή, F_N
- Η γωνιακή ταχύτητα της κεφαλής, ω
- Ο ρυθμός διείσδυσης της κεφαλής, PR
- Ο ρυθμός προχώρησης του TBM, AR
- Η κλίση της σήραγγας (διεύθυνση, βύθιση)

- Η μέγιστη ταχύτητα των κοπτικών δίσκων,
- Η περιεκτικότητα σε SiO₂ (%) του πετρώματος (ή άλλων φθοροποιών ορυκτών).



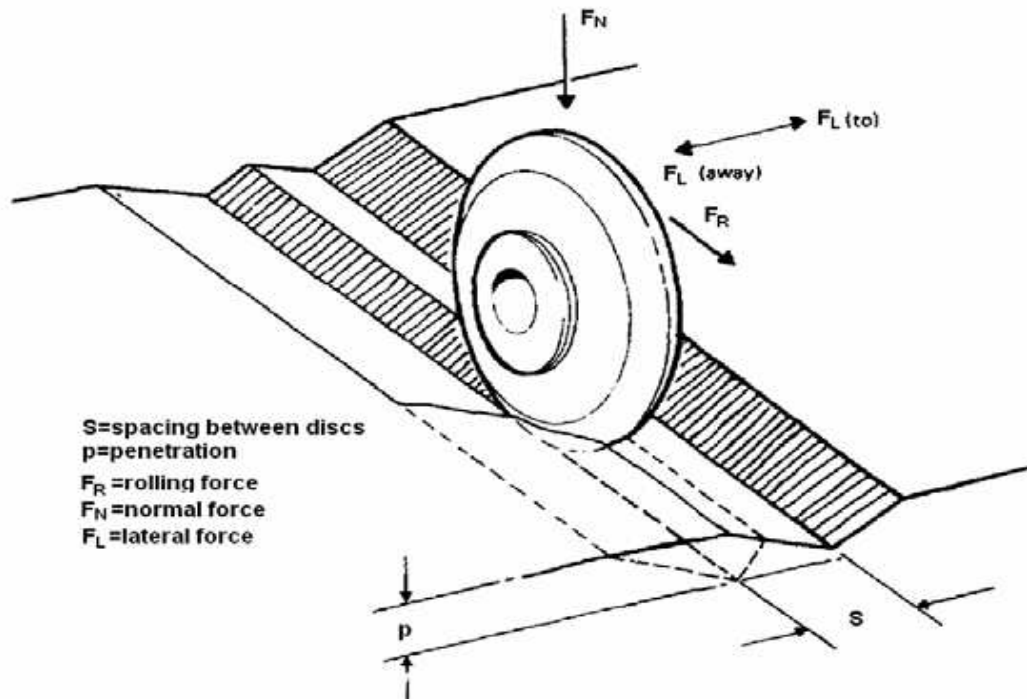
α)



β)

Σχήμα 5.1 α) Πρόσοψη TBM και β) υπολογισμός μέσης απόστασης κοπής.

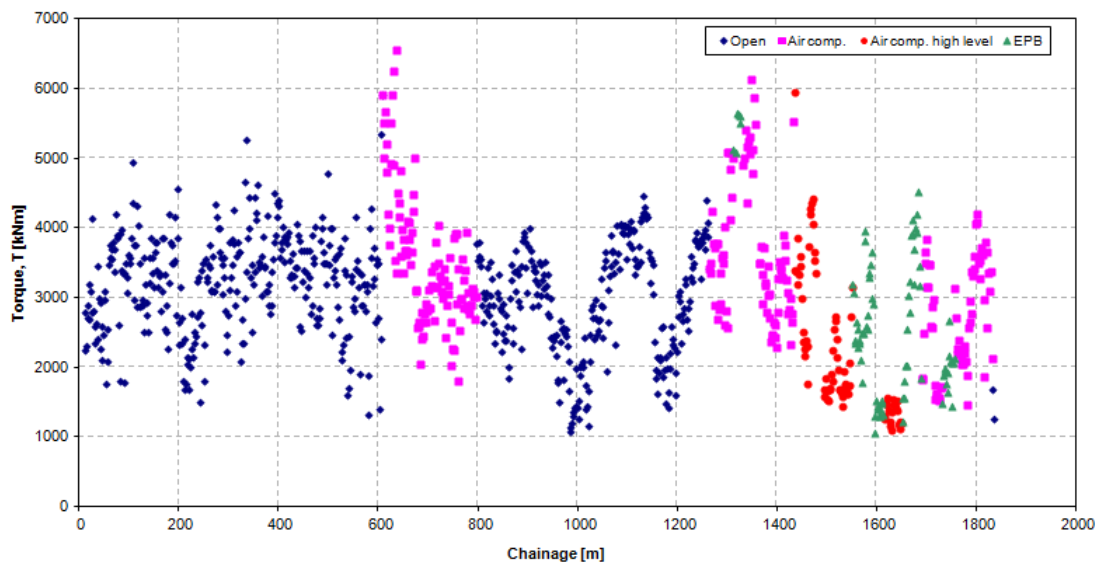
Η κοπή του πετρώματος γίνεται με την χρήση κυλιόμενων κοπτικών δίσκων, στο Σχ. 5.2 παρουσιάζονται i) τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (η διεύθυνση ανά περιστροφή, p , η μέση απόσταση μεταξύ των γειτονικών κοπών, s) και β) οι δυνάμεις που ασκούνται στον κοπτικό δίσκο (η μέση δύναμη, F_N , η δύναμη κύλισης F_R) (Snowdon et. al., 1982)



Σχήμα 5.2 Γεωμετρία και δυνάμεις που ασκούνται σε ένα κοπτικό δίσκο.

Για τον υπολογισμό της δύναμης κύλισης (F_R) χρησιμοποιούμε τη προσεγγιστική, εμπειρική εξ. 5.3, όπου το F_R είναι ανάλογο του ροπής (η ροπή παρουσιάζεται στο Σχ. 5.3).

$$F_R \approx \frac{T}{0.3 \cdot D \cdot N} \quad 5.1$$



Σχήμα 5.3: Ροπή που ασκείται στην κοπτική κεφαλή σε συνάρτηση με τον τρόπο λειτουργίας του TBM

Μια σημαντική παράμετρος, για την περιγραφή της λειτουργικότητας του TBM, είναι η ειδική ενέργεια κοπής που περιγράφει την ενέργεια που πρέπει να δαπανηθεί για την αφαίρεση μιας μονάδας όγκου πετρώματος και έχει μονάδες τάσης. Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό η ειδική ενέργεια μπορεί να εκφραστεί σύμφωνα με τη εξ. 5.2.

$$SE_1 = \frac{F_R \cdot L}{p \cdot s \cdot L} = \frac{F_R}{p \cdot s} \quad 5.2$$

όπου, L είναι το συνολικό μήκος το οποίο διάνυσε ο κοπτικός δίσκος

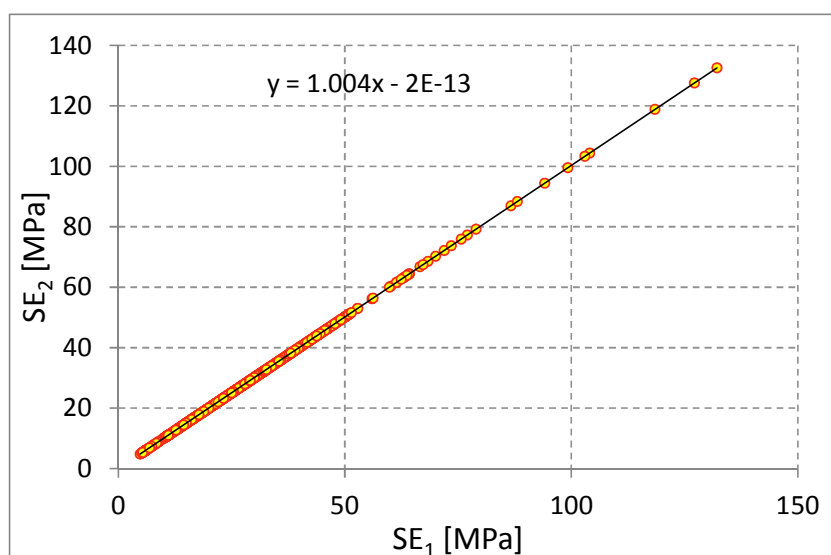
Εναλλακτικά η ειδική ενέργεια μπορεί να υπολογισθεί από την ισχύ του μηχανήματος, P , την αποδοτικότητα του κινητήρα, n και τον όγκο που εκσκάπτεται στην μονάδα του χρόνου \dot{V} σύμφωνα με την εξ. 5.3.

$$SE_2 = \frac{n \cdot P}{\dot{V}} = \frac{4 \cdot n \cdot P}{\pi \cdot D^2 \cdot PR} \quad 5.3$$

Σημειώνεται ότι η ισχύς του μηχανήματος μπορεί να υπολογισθεί από την ροπή και την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής (εξ. 5.4):

$$P = T \cdot \omega \quad 5.4$$

Οι δύο σχέσεις όπως αποδεικνύεται στο Σχ. 5.4 δίδουν ισοδύναμα αποτελέσματα.



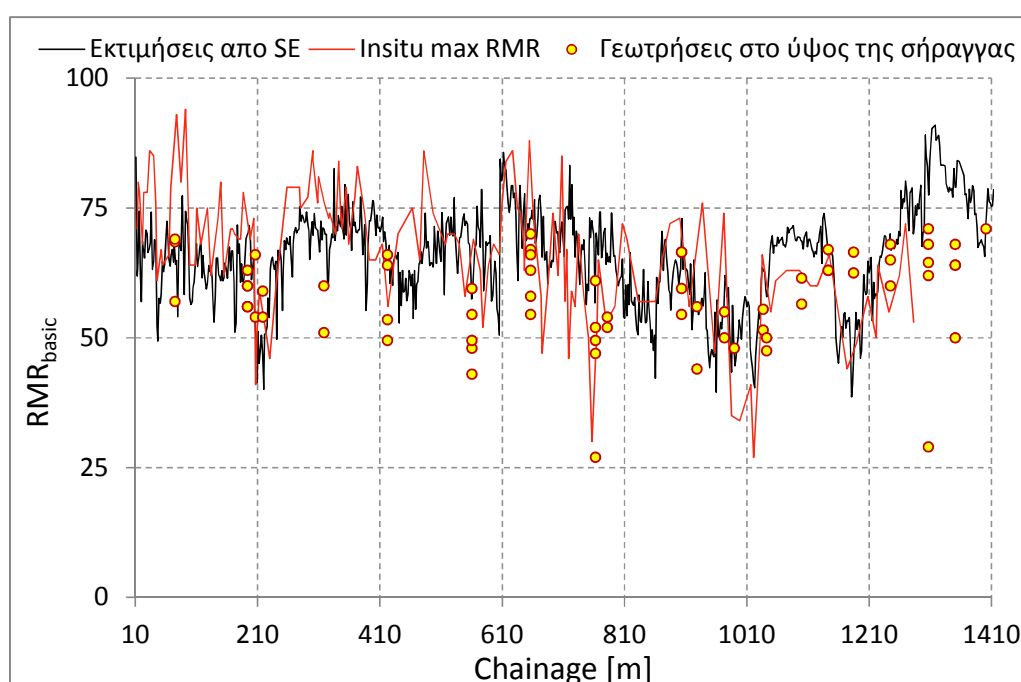
Σχήμα 5.4: Σύγκριση ειδικής ενέργειας με βάση την δύναμη κοπής και με βάση την ισχύ

Η ειδική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ανάδρομο υπολογισμό των παραμέτρων του πετρώματος που συναντάει το TBM κατά την διάρκεια της διάνοιξης της σήραγγας. Για την συγκεκριμένη σήραγγα έχει βρεθεί ([Ξηρουδάκης,](#)

2007) ότι το RMR συσχετίζεται με την ειδική ενέργεια με μία κλασματική σχέση όπως φαίνεται στην εξ. 5.5:

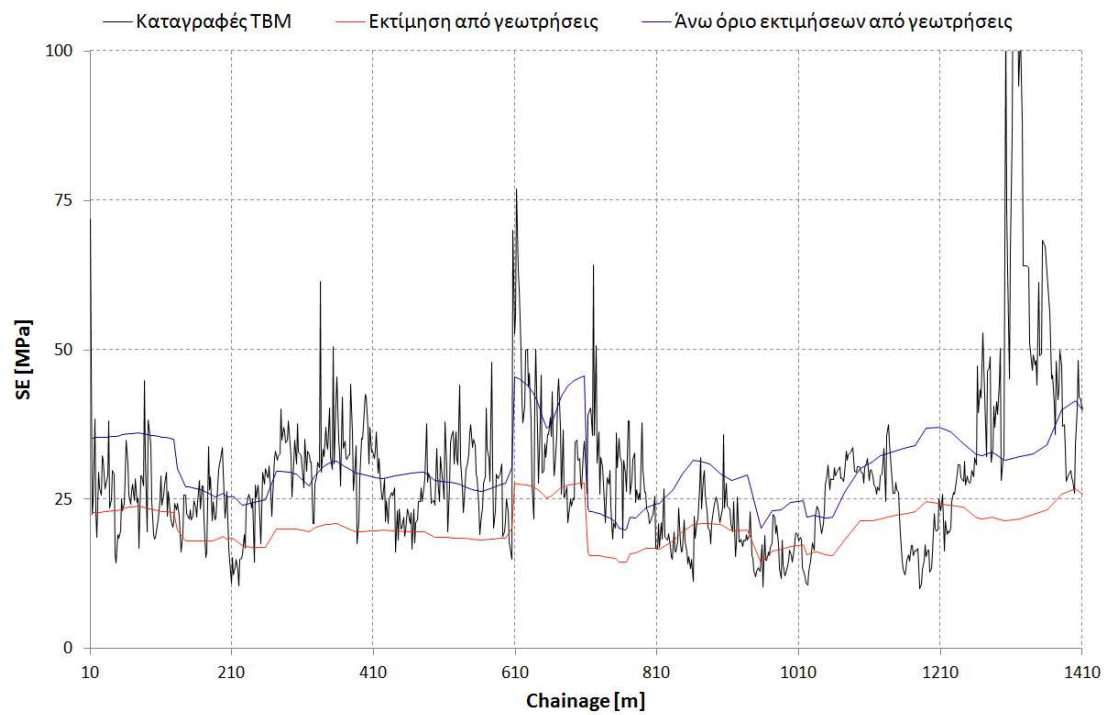
$$BRMR_{max} = 100 - \frac{1253.5}{SE + 10.4} \quad 5.5$$

Στη συνέχεια στο Σχ. 5.5 παρουσιάζονται οι τιμές του RMR από τις επί τόπου αποτυπώσεις στο μέτωπο της σήραγγας σε σύγκριση με την εκτίμηση του RMR με βάση την κλασματική εξ. 5.5 και με βάση τις γεωτρήσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η εκτίμηση του RMR, από την ειδική ενέργεια, δίνει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα συγκρίσιμα με τις προβλέψεις από τις γεωτρήσεις αλλά και με τις επί τόπου αποτυπώσεις του μετώπου.



Σχήμα 5.5 Σύγκριση εκτίμησης του RMR από την ειδική ενέργεια με τις επί τόπου αποτυπώσεις και με τις τιμές των γεωτρήσεων.

Τέλος η εξ. 5.5 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της ειδικής ενέργειας με βάση τις εκτιμήσεις του RMR από τις γεωτρήσεις δίνοντας έτσι μια πρώτη εκτίμηση της δαπανώμενης ενέργειας του TBM πριν ακόμη γίνει η διάνοιξη της σήραγγας. Στο Σχ. 5.6 που ακολουθεί φαίνεται ότι οι εκτιμήσεις του Kriging συμπίπτουν με τις καταγραφές του TBM. Οφείλεται να αναφερθεί ότι οι εκτιμήσεις του Kriging έχουν γίνει με βάση τη μέση τιμή του βασικού RMR, ενώ η εξ. 5.5 έχει βρεθεί για την μέγιστη τιμή του βασικού RMR. Με αποτέλεσμα η εκτιμώμενη ειδική ενέργεια να είναι λίγο μικρότερη.



Σχήμα 5.6 Εκτίμηση SE μέσω γεωτρήσεων

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Κατασκευάζοντας λοιπόν τα σχήματα με τα δεδομένα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων αλλά και με τις πληροφορίες που αντλήσαμε προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η πρόβλεψη των τιμών του δείκτη RMR σε όλο το γεωτεχνικό μοντέλο κατά μήκος της υπό μελέτης σήραγγας, ήταν αρκετά καλή, σε σύγκριση με τα αντίστοιχα δεδομένα που αποτυπώθηκαν στο μέτωπο της σήραγγας κατά την εκσκαφή της.
- Από τη σύγκριση των υπολογισθέντων τιμών RMR στα πλαίσια της παρούσας εργασίας με τις επί τόπου καταγραφές των τιμών RMR από το μέτωπο εκσκαφής, προέκυψε υψηλή ταύτιση μεταξύ τους, μέχρι και τα 970 m περίπου, έχοντας πολύ κοντινές μέσες τιμές αλλά με τις τυπικές αποκλίσεις τους να διαφέρουν. Το γεγονός αυτό, οφείλεται στον υποκειμενικό παράγοντα κατά την ταξινόμηση της βραχομάζας και στη μη επάρκεια του αριθμού των γεωτρήσεων σε σχέση με την συνεχή αποτύπωση κατά τη διάρκεια της εκσκαφής.
- Τα σχήματα που παρουσιάστηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία, μπορεί να αποτελέσουν πολύτιμο εργαλείο πρόβλεψης των αναμενόμενων γεωτεχνικών συνθηκών και πιο συγκεκριμένα, για την αρχική πρόβλεψη της εξορυξιμότητας με TBM, της ευστάθειας των σηράγγων και της μελέτης και σχεδιασμού μέτρων υποστήριξης.

Από τα παραπάνω λοιπόν συμπεράσματα μπορούμε καταλήγοντας να προτείνουμε όσο αναφορά στο σχεδιασμό σηράγγων τα δεδομένα των καταγραφών του TBM να χρησιμοποιηθούν για την διαρκή αναβάθμιση των εκτιμήσεων που προκύπτουν από τα δεδομένα από τις πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις. Επίσης για την βελτίωση των εκτιμήσεων από τις γεωτρήσεις χρειάζεται: α) η χρήση, αν αυτό είναι εφικτό, περισσότερων δεδομένων και β) η ανάλυση τους από περισσότερους του ενός ερευνητών για την εξάλειψη του υποκειμενικού παράγοντα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- [1] Αγιουτάντης, Ζ., 2002. *Στοιχεία Γεωμηχανικής, Μηχανική Πετρωμάτων*. Εκδοτικός Όμιλος Ίων, Αθήνα.
- [2] Αγιουτάντης, Ζ., 2005. *Στοιχεία Προσπέλασης και Ανάπτυξης Υπογείων Εκμεταλλεύσεων*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [3] Δάβη, Ε., 1991. *Πετρολογία*. Έκδοση Β, Εκδόσεις Συμμετρία.
- [4] Εξαδάχτυλος, Γ. και Σταυροπούλου, Μ., 2006. *Κατασκευή και Μηχανική των Σηράγγων και των Υπόγειων Έργων*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [5] Ξηρουδάκης, Γ., 2007. Γεωτεχνικός Χαρακτηρισμός Βραχομαζών με Βάση τη Γεωστατιστική Ανάλυση Δεδομένων από Γεωτρήσεις Δειγματοληψίας και από Μηχανές Ολομέτωπης Κοπής TBM. Διατριβή Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [6] Σίμου, Α., 2010. *Κατασκευή Τρισδιάστατου Γεωτεχνικού Μοντέλου Δίδυμων Σηράγγων Στο Χόνγκ Κόνγκ*. Διατριβή Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [7] Χριστόπουλος, Δ., 2006. *Εφαρμοσμένη Γεωστατιστική*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Διεθνής Βιβλιογραφία

- [8] Bieniaski, Z.T, 1973. *Engineering Classification of Jointed Rock Masses*. Trans. S.Afr.Inst. Civ. Engrs, Vol 15, p.p. 335-344.
- [9] Bieniawski, Z., T., 1979. The geomechanics classification in rock engineering applications. *Proc. 4th Congress Int. Soc. of Rock Mechanics*. Montreux. Vol. 2, pp 41-48.
- [10] Bieniaski, Z.T., 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. John Wiley, New York.
- [11] Clark, I., 1977. *Practical Kriging in Three Dimensions*. Computers & Geosciences, Vol.3, Pergamon Press, p.p. 173-180.

- [12] Cressie, N. A. C., 1991. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley & Sons, NewYork.
- [13] Deutsch, C.V. & Journel, A.G., 1992. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*. Oxford University Press, New York.
- [14] Kitanidis, P.K., 1997. *Introduction to Geostatistics: Applications in Hydrogeology*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- [15] Marcotte, D., 1991. *Cokriging with Matlab, Computers & Geosciences*. Vol. 17, No 9, p.p. 1265-1280.
- [16] Snowdon, R. A., Ryley, M. D. & Temporal, J., 1982. *A Study of Disc Cutting in Selected British Rocks*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 19, p.p. 107-121.
- [17] Stavropoulou, M., Exadaktylos, G. and Saratsis, G., 2007. *A Combined Three-Dimensional Geological-Geostatistical-Numerical Model of Underground Excavations in Rock*. Rock. Mech. Rock Engng., Vol. 40 (3), p.p. 213-243.

Ηλεκτρονικές Πηγές

- [18] <http://www.nfm-technologies.com> FROM NFM TECHNOLOGIES FOR GROUND MACHINES.
- [19] <http://publictransport.about.com> FROM CHRISTOPHER MACKECHNIE THE TWO METHODS OF SUBWAY CONSTRUCTION.
- [20] <http://en.wikipedia.org> FROM THE ARTICLE TITLED DRILLING AND BLASTING AND THE ARTICLE BORING(EARTH).
- [21] <http://www.bouygues-construction.com>

Παράρτημα Α

Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται ο Πίν. A.1 όπου παρουσιάζονται ανά χιλιομετρικές θέσεις η λιθολογία που συναντάται και το ποσοστό εμφάνισης κατά τη διάνοιξη της σήραγγας και ο Πίν. A.2 όπου μας δίνει περιγραφή της διατρηθείσας λιθολογίας ανά γεώτρηση και τους δείκτες ποιότητας του RQD. Τέλος ο Πίν. A.3 παρουσιάζονται οι τιμές του βασικού RMR όπως υπολογίστηκαν από τα φύλλα εργασίας των γεωτρήσεων.

Πίνακας A.1 Παρουσίαση ποσοστού εμφάνισης λιθολογίας κατά τη διάνοιξη σήραγγας

Χλμ. Θέση	Λιθολογία	% εμφάνισης
4.5	Γρανοδιוריτίης	80.00
4.5	Άλλα	20.00
7.59	Γρανοδιוריτίης	100.00
11.23	Γρανοδιוריτίης	100.00
13.05	Γρανοδιוריτίης	100.00
14.85	Γρανοδιוריτίης	100.00
16.81	Γρανοδιוריτίης	100.00
23.8	Γρανοδιוריτίης	100.00
29.76	Γρανοδιוריτίης	100.00
40.08	Γρανοδιוריτίης	100.00
45.3	Γρανοδιוריτίης	95.00
52.6	Γρανοδιוריτίης	100.00
65.2	Γρανοδιוריτίης	100.00
77.7	Γρανοδιוריτίης	100.00
84.9	Γρανοδιוריτίης	100.00
92.2	Γρανοδιוריτίης	100.00
99.3	Γρανοδιוריτίης	60.00
99.3	Γρανίτης	40.00
108.36	Γρανοδιוריτίης	60.00
108.36	Γρανίτης	40.00
117.34	Γρανοδιוריτίης	100.00
133.58	Γρανοδιוריτίης	100.00
145.3	Γρανοδιוריτίης	100.00
154.9	Γρανοδιוריτίης	95.00
154.9	Γρανίτης	5.00
165.9	Γρανοδιוריτίης	80.00
165.9	Ρυόλιθος	20.00
169.6	Γρανοδιוריτίης	80.00
169.6	Ρυόλιθος	20.00
179.5	Γρανίτης	5.00

179.5	Γρανοδιορίτης	95.00
182	Γρανοδιορίτης	100.00
198.2	Γρανοδιορίτης	90.00
198.2	Γρανίτης	10.00
203.7	Γρανοδιορίτης	70.00
203.7	Γρανίτης	30.00
207	Γρανοδιορίτης	70.00
207	Γρανίτης	30.00
213	Γρανίτης	100.00
225	Γρανοδιορίτης	100.00
273	Γρανίτης	100.00
280	Γρανίτης	100.00
291.9	Γρανίτης	100.00
301	Γρανίτης	100.00
308.11	Γρανίτης	100.00
319	Γρανίτης	100.00
327.94	Γρανίτης	100.00
337.85	Γρανίτης	100.00
345.4	Γρανίτης	100.00
347.76	Γρανίτης	100.00
358.55	Γρανίτης	100.00
369.3	Γρανίτης	100.00
372.95	Γρανίτης	100.00
392.8	Γρανίτης	100.00
403.1	Γρανίτης	100.00
413.72	Γρανίτης	100.00
423.33	Ρυόλιθος	60.00
423.33	Βασάλτης	20.00
423.33	Γρανίτης	20.00
439.5	Γρανίτης	100.00
462.9	Γρανίτης	100.00
475.5	Γρανίτης	100.00
482	Ρυόλιθος	95.00
482	Βασάλτης	5.00
497.1	Γρανίτης	100.00
516.9	Γρανίτης	100.00
520.54	Γρανίτης	100.00
531.27	Γρανίτης	100.00
539.87	Ρυόλιθος	60.00
539.87	Γρανίτης	30.00
539.87	Βασάλτης	10.00
549.34	Ρυόλιθος	95.00
549.34	Βασάλτης	5.00

562.83	Ρυόλιθος	100.00
574.48	Μονζονίτης	80.00
574.48	Ρυόλιθος	20.00
578	Γρανίτης	100.00
587.51	Γρανίτης	100.00
596.074	Γρανίτης	100.00
605.13	Γρανίτης	100.00
605.135	Γρανίτης	100.00
609.62	Γρανίτης	100.00
615.9	Γρανίτης	100.00
623.76	Γρανίτης	100.00
626.67	Γρανίτης	100.00
634.92	Γρανίτης	100.00
640	Γρανίτης	100.00
644.9	Γρανίτης	100.00
645.95	Γρανίτης	100.00
654.25	Γρανίτης	100.00
660.83	Γρανίτης	100.00
673.79	Γρανίτης	100.00
675.32	Γρανίτης	100.00
684.35	Γρανίτης	100.00
693	Γρανίτης	100.00
701	Γρανίτης	100.00
707.7	Γρανίτης	100.00
712.23	Γρανίτης	100.00
715.4	Γρανίτης	100.00
718.46	Γρανίτης	100.00
723.49	Γρανίτης	100.00
729	Γρανίτης	100.00
734.7	Γρανίτης	100.00
743.7	Γρανίτης	100.00
750.8	Γρανίτης	100.00
756.82	Γρανίτης	70.00
756.82	Βασάλτης	30.00
765.2	Γρανίτης	100.00
767.07	Γρανίτης	100.00
772.52	Γρανίτης	80.00
772.52	Βασάλτης	20.00
779.71	Ρυόλιθος	100.00
794	Ρυόλιθος	100.00
806.67	Γρανίτης	60.00
806.67	Ρυόλιθος	40.00
813.86	Γρανίτης	70.00

813.86	Ρυόλιθος	30.00
832.72	Γρανίτης	100.00
846.30	Γρανίτης	100.00
860.64	Γρανίτης	100.00
871.43	Γρανίτης	100.00
884.025	Γρανίτης	100.00
900.203	Γρανίτης	100.00
915.88	Γρανίτης	100.00
937.45	Γρανίτης	100.00
957.26	Γρανίτης	100.00
972.33	Γρανίτης	100.00
984.85	Ρυόλιθος	100.00
998.37	Ρυόλιθος	100.00
1016.32	Ρυόλιθος	100.00
1021	Ρυόλιθος	70.00
1021	Γρανίτης	30.00
1032	Γρανίτης	100.00
1035.23	Γρανίτης	100.00
1048.78	Γρανίτης	100.00
1057.52	Γρανίτης	100.00
1074.85	Γρανίτης	100.00
1096.10	Γρανίτης	100.00
1113.72	Γρανίτης	100.00
1125.29	Γρανίτης	100.00
1145.07	Γρανίτης	100.00
1162.07	Γρανίτης	100.00
1173.71	Γρανίτης	100.00
1189.05	Γρανίτης	100.00
1208.01	Γρανίτης	100.00
1221.46	Γρανίτης	100.00
1224.28	Γρανίτης	100.00
1242.23	Γρανίτης	100.00
1259.59	Γρανίτης	100.00
1269.2	Γρανίτης	100.00
1282.72	Γρανίτης	100.00
1299	Γρανίτης	100.00
1311	Γρανίτης	90.00
1311	Θαλάσ.Ιζήμ-Άμμος	10.00
1326.1	Γρανίτης	60.00
1326.1	Αποσαθρ.Γρανίτης	40.00
1346	Γρανίτης	100.00
1421	Γρανίτης	70.00
1421	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	20.00

1421	Αλλούβια-Άμμος	10.00
1430.5	Γρανίτης	80.00
1430.5	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	15.00
1430.5	Αλλούβια-Άμμος	5.00
1449.8	Αποσαθρ.Γρανίτης	30.00
1449.8	Αλλούβια-Άμμος	60.00
1449.8	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	10.00
1460	Γρανίτης	10.00
1460	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1460	Αλλούβια-Άμμος	70.00
1463	Γρανίτης	10.00
1463	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1463	Αλλούβια-Άμμος	70.00
1472.5	Αλλούβια-Άμμος	60.00
1472.5	Αποσαθρ.Γρανίτης	30.00
1472.5	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	10.00
1477.7	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	20.00
1477.7	Αποσαθρ.Γρανίτης	40.00
1477.7	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1485.5	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	20.00
1485.5	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1485.5	Αλλούβια-Άμμος	60.00
1492.33	Αποσαθρ.Γρανίτης	50.00
1492.33	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1492.33	Αλλούβια-Άργιλος	10.00
1500	Αποσαθρ.Γρανίτης	50.00
1500	Αλλούβια-Άργιλος	25.00
1500	Αλλούβια-Άμμος	25.00
1509.2	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1509.2	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1509.2	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	10.00
1518.08	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1518.08	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1530	Αποσαθρ.Γρανίτης	15.00
1530	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1530	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	5.00
1542.4	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	20.00
1542.4	Αλλούβια-Άμμος	60.00
1542.4	Αλλούβια-Άργιλος	20.00
1554	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	10.00
1554	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1554	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1561.3	Θαλάσ.Ιζήμ-Άργιλος	5.00

1561.3	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1561.3	Αποσαθρ.Γρανίτης	15.00
1572.4	Θαλάσ.Ιζήμ-Άμμος	30.00
1572.4	Αλλούβια-Άμμος	50.00
1572.4	Αλλούβια-Αργίλος	20.00
1579.5	Θαλάσ.Ιζήμ-Άμμος	10.00
1579.5	Αλλούβια-Άμμος	60.00
1579.5	Αλλούβια-Αργίλος	30.00
1594	Αλλούβια-Άμμος	90.00
1594	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1600.08	Αλλούβια-Άμμος	95.00
1600.08	Αλλούβια-Αργίλος	5.00
1621.58	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1621.58	Αλλούβια-Αργίλος	20.00
1630	Αλλούβια-Άμμος	80.00
1630	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1645.78	Αποσαθρ.Γρανίτης	70.00
1645.78	Αλλούβια-Άμμος	30.00
1657.7	Αλλούβια-Αργίλος	50.00
1657.7	Αλλούβια-Άμμος	20.00
1657.7	Αποσαθρ.Γρανίτης	30.00
1666.97	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1666.97	Αλλούβια-Αργίλος	10.00
1666.97	Αποσαθρ.Γρανίτης	50.00
1672.3	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1672.3	Αλλούβια-Αργίλος	15.00
1672.3	Αποσαθρ.Γρανίτης	45.00
1683.14	Αλλούβια-Άμμος	50.00
1683.14	Αποσαθρ.Γρανίτης	45.00
1683.14	Γρανίτης	5.00
1688.5	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1688.5	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1688.5	Γρανίτης	40.00
1694	Αλλούβια-Άμμος	45.00
1694	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1694	Γρανίτης	45.00
1699.32	Αλλούβια-Αργίλος	10.00
1699.32	Αλλούβια-Άμμος	40.00
1699.32	Γρανίτης	50.00
1707	Γρανίτης	55.00
1707	Αλλούβια-Άμμος	25.00
1707	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1713.4	Αλλούβια-Άμμος	35.00

1713.4	Αποσαθρ.Γρανίτης	35.00
1713.4	Γρανίτης	30.00
1716	Γρανίτης	10.00
1716	Αποσαθρ.Γρανίτης	60.00
1716	Αλλούβια-Άμμος	30.00
1722.69	Αποσαθρ.Γρανίτης	60.00
1722.69	Αλλούβια-Άμμος	30.00
1722.69	Αλλούβια-Άργιλος	10.00
1731	Αποσαθρ.Γρανίτης	80.00
1731	Αλλούβια-Άμμος	20.00
1741.97	Αποσαθρ.Γρανίτης	100.00
1753.1	Αποσαθρ.Γρανίτης	100.00
1769.56	Αποσαθρ.Γρανίτης	90.00
1769.56	Αλλούβια-Άμμος	10.00
1779	Αποσαθρ.Γρανίτης	80.00
1779	Αλλούβια-Άμμος	20.00
1789.29	Γρανίτης	70.00
1789.29	Αποσαθρ.Γρανίτης	30.00
1790	Γρανίτης	70.00
1790	Αποσαθρ.Γρανίτης	30.00
1800.2	Γρανίτης	60.00
1800.2	Αποσαθρ.Γρανίτης	40.00
1804.75	Γρανίτης	90.00
1804.75	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1812.7	Γρανίτης	90.00
1812.7	Αποσαθρ.Γρανίτης	10.00
1814.5	Γρανίτης	80.00
1814.5	Αποσαθρ.Γρανίτης	20.00
1823.49	Γρανίτης	100.00

Πίνακας Α.2 Περιγραφή διατρηθείσας λιθολογίας ανά γεώτρηση και δείκτες ποιότητας RQD

DB320/IDH/050	0	0	Επιχωματώσεις
	2,8	0	Επιχωματώσεις
	3,25	0	Επιχωματώσεις
	4,25	50	Γρανοδιορίτης (II)
	5,04	56	Γρανοδιορίτης (II)
	5,66	32	Γρανοδιορίτης (II)
	6,01	68	Γρανοδιορίτης (II)
	6,32	68	Γρανοδιορίτης (II)
	8,02	98	Γρανοδιορίτης (II)
	10,45	49	Γρανοδιορίτης (II)
	11,68	65	Γρανοδιορίτης (II)

	12,97	83	Γρανοδιορίτης (II)
	17,4	98	Γρανοδιορίτης (II)
	18,72	58	Γρανοδιορίτης (II)
	20,16	94	Γρανοδιορίτης (II)
	21,92	86	Γρανοδιορίτης (II)
	22,53	66	Γρανοδιορίτης (II)
	25,5	85	Γρανοδιορίτης (II)
	26,82	53	Γρανοδιορίτης (II)
	27,44	0	Γρανοδιορίτης (II)
	28,19	53	Γρανοδιορίτης (II)
	28,64	0	Γρανοδιορίτης (II)
	29,86	43	Γρανοδιορίτης (II)
	30,82	73	Γρανοδιορίτης (II)
	31,09	0	Γρανοδιορίτης (II)
	31,86	46	Γρανοδιορίτης (II)
	34,74	76	Γρανοδιορίτης (II)
	35,74	90	Γρανοδιορίτης (II)
	38,28	81	Γρανοδιορίτης (II)
	38,86	72	Γρανοδιορίτης (II)
	40,04	37	Γρανοδιορίτης (II)
	41	86	Γρανοδιορίτης (II)
	42,8	58	Γρανοδιορίτης (II)
	44,8	32	Γρανοδιορίτης (II)
DB320/DHPZ/069	0	0	Επιχωματώσεις
	7,5	0	Επιχωματώσεις
	15,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	16,85	0	Αλλούβια (άργιλος)
	17,2	100	Γρανίτης (III)
	17,5	69	Γρανίτης (III)
	18,45	69	Γρανίτης (II)
	20	82	Γρανίτης (II)
DB320/DH/071	0	0	Επιχωματώσεις
	14	0	Επιχωματώσεις
	18	0	Παραμένον έδαφος
	20	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	21,15	15	Γρανίτης (IV/V)
	22,8	71	Γρανίτης (III)
	23,75	87	Γρανίτης (II)
	24,23	77	Γρανίτης (II)
	26,5	93	Γρανίτης (II)
	27,5	87	Γρανίτης (II)
	28,79	74	Γρανίτης (II)

	30,19	50	Γρανίτης (II)
	30,88	43	Γρανίτης (II)
	31,13	0	Γρανίτης (II)
	33,21	85	Γρανίτης (II)
	34,56	88	Γρανίτης (III)
	34,76	60	Γρανίτης (III)
	36,3	100	Γρανίτης (III)
	38	37	Γρανίτης (III)
	39,53	95	Γρανίτης (III)
	41,03	82	Γρανίτης (III)
DB320/DH/074	0	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	12,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	15,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	18,5	0	Αλλούβια (άργιλος)
	20	0	Θαλάσσια ιζημ./Αλλούβια (άργιλος)
	21,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	22,55	0	Αλλούβια (ΙΛΛΥΣ)
	22,87	71	Γρανίτης (II)
	24,37	89	Γρανίτης (II)
	25,73	60	Γρανίτης (II)
	26,66	38	Γρανίτης (II)
	27,73	91	Γρανίτης (II)
DB320/DH/077	0	0	Επιχωματώσεις
	0,2	0	Επιχωματώσεις
	2	0	Επιχωματώσεις
	4,8	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V/IV)
	5,05	57	Γρανίτης (II/III)
	5,3	57	Γρανίτης (IV)
	6,2	57	Γρανίτης (II/III)
	7,61	74	Γρανίτης (II/III)
	7,9	45	Γρανίτης (II/III)
	8,62	0	Γρανίτης (IV)
	9	74	Γρανίτης (III/II)
	9,1	74	Γρανίτης (IV)
	10,07	74	Γρανίτης (III/II)
	11,34	68	Γρανίτης (III/II)
	11,42	68	Γρανίτης (IV)
	11,62	68	Γρανίτης (III/II)
	11,79	62	Γρανίτης (II)
	12,95	62	Γρανίτης (II)
	13,15	62	Γρανίτης (IV)
	13,25	95	Γρανίτης (IV)

	14,61	95	Γρανίτης (II)
	16,13	82	Γρανίτης (II)
	17,71	63	Γρανίτης (II)
	18,7	90	Γρανίτης (II)
	20,23	100	Γρανίτης (II)
	21,23	90	Γρανίτης (II)
	22,19	54	Γρανίτης (II)
	23,12	95	Γρανίτης (II)
	23,42	32	Γρανίτης (II)
	24,7	32	Γρανίτης (II)
	25,4	25	Γρανίτης (II)
	25,6	25	Γρανίτης (II)
	27,1	41	Γρανίτης (II)
	28,65	90	Γρανίτης (II)
	29	94	Γρανίτης (II)
	30,2	94	Γρανίτης (II)
	31,42	80	Γρανίτης (II)
	31,75	80	Γρανίτης (III)
	33,4	82	Γρανίτης (II)
	33,65	83	Γρανίτης (II)
	35,24	86	Γρανίτης (II)
	36,48	96	Γρανίτης (II)
	37,24	87	Γρανίτης (II)
	40,1	97	Γρανίτης (II)
DB320/DH/078	0	0	Επιχωματώσεις
	0,2	0	Επιχωματώσεις
	2	0	Επιχωματώσεις
	6	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	10,9	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V/IV)
	12,28	59	Γρανίτης (III/II)
	15,25	89	Γρανίτης (III/II)
	15,8	79	Γρανίτης (III/II)
	16,77	79	Γρανίτης (II/III)
	18,28	86	Γρανίτης (II/III)
	19,9	72	Γρανίτης (II)
	20,1	53	Γρανίτης (II)
	20,99	53	Γρανίτης (II)
	23,36	47	Γρανίτης (II)
	24,33	51	Γρανίτης (II)
	26	67	Γρανίτης (II)
	26,86	78	Γρανίτης (II)
	27	78	Γρανίτης (II)

	28,33	78	Γρανίτης (II)
	30,42	82	Γρανίτης (II)
	31,9	58	Γρανίτης (II)
	34,97	68	Γρανίτης (II)
	35,6	16	Γρανίτης (II)
	37,1	95	Γρανίτης (II)
	38,6	70	Γρανίτης (II)
	40,38	81	Γρανίτης (II)
DB320/IDH/079	0	0	Επιχωματώσεις
	1,7	0	Επιχωματώσεις
	2,8	0	Επιχωματώσεις
	3,98	0	Επιχωματώσεις
	4,35	48	Γρανίτης (III)
	4,5	48	Γρανίτης (IV)
	5,01	48	Γρανίτης (III)
	6,24	61	Γρανίτης (III)
	6,96	57	Γρανίτης (III)
	7,22	57	Γρανίτης (IV)
	7,65	57	Γρανίτης (III)
	8,63	0	Επιχωματώσεις
	9,08	72	Γρανίτης (III)
	9,3	72	Γρανίτης (II)
	10,18	85	Γρανίτης (III)
	12,08	66	Γρανίτης (III)
	13,23	58	Γρανίτης (II)
	13,72	41	Γρανίτης (II)
	15,18	66	Γρανίτης (II)
	16	35	Γρανίτης (II)
	16,95	65	Γρανίτης (II)
	18,07	48	Γρανίτης (II)
	18,98	71	Γρανίτης (II)
	20,45	93	Γρανίτης (II)
	21,12	30	Γρανίτης (II)
	21,73	16	Γρανίτης (II)
	23,07	58	Γρανίτης (II)
	24,38	74	Γρανίτης (II)
	25,28	18	Γρανίτης (II)
	27,8	32	Γρανίτης (II)
	28,01	32	Γρανοδιορίτης (II/III)
	29,06	19	Γρανοδιορίτης (II/III)
	30,24	88	Γρανοδιορίτης (II/III)
	30,55	16	Γρανοδιορίτης (II/III)

	30,95	16	Γρανοδιορίτης (II/III)
	31,16	16	Γρανοδιορίτης (II/III)
	33,05	51	Γρανοδιορίτης (II/III)
	33,31	51	Γρανοδιορίτης (II/III)
	35,11	76	Γρανοδιορίτης (II/III)
	36,14	58	Γρανοδιορίτης (II/III)
	38,88	77	Γρανοδιορίτης (II/III)
	40,3	83	Γρανοδιορίτης (II/III)
DB320/DH/206	0	0	Επιχωματώσεις
	12,75	75	Επιχωματώσεις
	14,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άμμος)
	18,75	0	Αλλούβια (άμμος)
	20,75	0	Γρανίτης (V/IV)
	29,75	0	Γρανίτης (V)
	34,47	0	Γρανίτης (IV)
	35,32	52	Γρανίτης (III)
	36,51	88	Γρανίτης (III)
	36,82	94	Γρανίτης (II)
	37,4	74	Γρανίτης (II)
	38,3	74	Γρανίτης (III)
	38,6	46	Γρανίτης (III)
	39,7	46	Γρανίτης (III/II)
TS300/DHPZ/078	0	0	Γρανίτης (V/IV)
	0,45	0	Γρανίτης (V/IV)
	0,7	0	Γρανίτης (V/IV)
	1	0	Γρανίτης (III/II)
	5,49	100	Γρανίτης (III/II)
	7,23	88	Γρανίτης (III/II)
	8,64	99	Γρανίτης (III/II)
	10,13	83	Γρανίτης (III/II)
	14,48	97	Γρανίτης (III/II)
	14,73	88	Γρανίτης (III/II)
	15,89	86	Γρανίτης (III/II)
	17,35	39	Γρανίτης (III/II)
	18,53	53	Γρανίτης (III/II)
	18,76	100	Γρανίτης (III/II)
	19,78	88	Γρανίτης (III/II)
	20,15	88	Γρανίτης (II)
	22,1	98	Γρανίτης (II)
	22,93	62	Γρανίτης (II)
	23,65	62	Γρανίτης (III/II)
	25,12	73	Γρανίτης (III/II)

25,67	85	Γρανίτης (III/II)
26,6	14	Γρανίτης (III/II)
27,63	92	Γρανίτης (III/II)
29,08	30	Γρανίτης (III/II)
30,38	60	Γρανίτης (II)
30,78	0	Γρανίτης (II)
31,8	39	Γρανίτης (II)
32,22	38	Γρανίτης (III)
32,92	0	Γρανίτης (III)
33,2	25	Γρανίτης (III)
33,4	25	Γρανίτης (III/II)
35,1	66	Γρανίτης (III/II)
36,17	23	Γρανίτης (II)
38,46	49	Γρανίτης (II)
39,25	24	Γρανίτης (II)
39,35	0	Γρανίτης (II)
40,14	94	Γρανίτης (II)
40,87	57	Γρανίτης (II)
41,07	84	Γρανίτης (II)
41,37	84	Γρανίτης (II)
41,87	84	Γρανίτης (II)
42,12	76	Γρανίτης (II)
43,57	63	Γρανίτης (II)
44,9	59	Γρανίτης (II)
45,5	85	Γρανίτης (II)
45,97	62	Γρανίτης (II)
47,04	35	Γρανίτης (II)
49,29	19	Γρανίτης (III/II)
50,09	43	Γρανίτης (II)
50,86	53	Γρανίτης (II)
51,83	85	Γρανίτης (II)
52,16	85	Γρανίτης (II)
52,84	78	Γρανίτης (II)
53,3	17	Γρανίτης (III/II)
53,47	17	Γρανίτης (II)
53,9	82	Γρανίτης (II)
54,09	82	Γρανίτης (II)
54,42	82	Γρανίτης (II)
55,4	38	Γρανίτης (II)
57,9	75	Γρανίτης (II)
58,2	32	Γρανίτης (II)
60	32	Γρανίτης (III/II)

	60,7	74	Γρανίτης (III/II)
	61,2	0	Γρανίτης (III/II)
	62,5	72	Γρανίτης (II)
	63,5	63	Γρανίτης (II)
	64,8	71	Γρανίτης (II)
	66,22	56	Γρανίτης (II)
TS300/IDH/080	0	0	Επιχωματώσεις
	0,5	0	Επιχωματώσεις
	0,7	0	Επιχωματώσεις
	1	37	Γρανίτης (II)
	1,79	85	Γρανίτης (II)
	2,92	100	Γρανίτης (III)
	5,82	85	Γρανίτης (III)
	8,33	93	Γρανίτης (III)
	9,35	77	Γρανίτης (III)
	11,47	79	Γρανίτης (III)
	15,92	82	Γρανίτης (III/II)
	18,16	74	Γρανίτης (III/II)
	18,33	64	Γρανίτης (III/II)
	20,7	62	Γρανίτης (III/II)
	21,26	14	Γρανίτης (III/II)
	21,64	14	Γρανίτης (III)
	22,7	80	Γρανίτης (III)
	24,24	80	Γρανίτης (III)
	26,5	40	Γρανίτης (III)
	27,14	0	Γρανίτης (III)
	27,94	79	Γρανίτης (III)
	28,88	79	Γρανίτης (III/II)
	30,88	67	Γρανίτης (III/II)
	33,19	75	Γρανίτης (III/II)
	37,37	82	Γρανίτης (III/II)
	38,75	82	Γρανίτης (II)
	39,09	83	Γρανίτης (II)
	40,01	83	Γρανίτης (II)
TS300/DH/166	0	0	Επιχωματώσεις
	5,4	0	Επιχωματώσεις
	6	0	Επιχωματώσεις
	7,42	93	Γρανοδιוריτίτης (II)
	8,9	99	Γρανοδιוריτίτης (II)
	10,32	87	Γρανοδιוריτίτης (II)
	12,12	100	Γρανοδιוריτίτης (II)
	13,31	69	Γρανοδιוריτίτης (II)

TS300/DH/084	0	0	Επιχωματώσεις
	0,45	0	Επιχωματώσεις
	0,74	0	Γρανοδιορίτης (III/II)
	1,08	0	Γρανοδιορίτης (V)
	1,28	0	Γρανοδιορίτης (II)
	2,47	8	Γρανοδιορίτης (II)
	2,97	56	Γρανοδιορίτης (II)
	3,88	68	Γρανοδιορίτης (II)
	4,83	55	Γρανοδιορίτης (II)
	5,46	82	Γρανοδιορίτης (II)
	5,91	82	Γρανοδιορίτης (I/II)
	7,11	52	Γρανοδιορίτης (I/II)
	7,73	82	Γρανοδιορίτης (I/II)
	8,63	74	Γρανοδιορίτης (I/II)
	10,1	79	Γρανοδιορίτης (I/II)
	10,34	71	Γρανοδιορίτης (I/II)
	10,62	71	Γρανοδιορίτης (III/II)
	11,18	75	Γρανοδιορίτης (III/II)
	11,85	75	Γρανοδιορίτης (II)
	13,37	99	Γρανοδιορίτης (II)
	14,89	99	Γρανοδιορίτης (I/II)
	18,44	88	Γρανοδιορίτης (I/II)
	18,84	88	Γρανοδιορίτης (I/II)
	19,37	88	Γρανοδιορίτης (I/II)
	20,74	91	Γρανοδιορίτης (II)
	21,01	91	Γρανοδιορίτης (II)
	22,49	93	Γρανοδιορίτης (II)
	23,19	46	Γρανοδιορίτης (II)
	23,48	0	Γρανοδιορίτης (II)
	23,85	84	Γρανοδιορίτης (II)
	24,95	84	Γρανοδιορίτης (I/II)
	28,12	96	Γρανοδιορίτης (I/II)
DB320/DH/040	0	0	Επιχωματώσεις
	0,15	0	Επιχωματώσεις
	11,5	0	Επιχωματώσεις
	13,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	14	0	Θαλάσσια ιζήματα (άμμος)
	21,6	0	Αλλούβια (άμμος)
	26	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	27,8	0	Γρανίτης (V/IV)
	28	0	Γρανίτης (III)
	29,25	0	Γρανίτης (IV)

	30,42	34	Γρανίτης (III/II)
	30,7	78	Γρανίτης (III/II)
	32,6	80	Γρανίτης (II)
	37,2	95	Γρανίτης (II)
	38,63	82	Γρανίτης (II)
	41,29	93	Γρανίτης (II)
DB320/DH/041	0	0	Επιχωματώσεις
	0,1	0	Επιχωματώσεις
	11,5	0	Επιχωματώσεις
	16	0	Θαλάσσια ιζήματα (άμμος)
	19,5	0	Αλλούβια (ιλλύς)
	28,94	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	30,44	46	Γρανίτης (V/IV)
	31,28	36	Γρανίτης (III/II)
	31,86	36	Γρανίτης (V/IV)
	36,25	42	Γρανίτης (III)
	37,02	13	Γρανίτης (III)
	38	64	Γρανίτης (II)
	39,55	83	Γρανίτης (II)
	40,55	75	Γρανίτης (II)
	42,1	100	Γρανίτης (II)
DB320/DH/045	0	0	Επιχωματώσεις
	0,1	0	Επιχωματώσεις
	1	0	Αποσαθρωμένος Μικρογρανίτης (V)
	1,55	0	Μικρογρανίτης (IV)
	2,3	23	Μικρογρανίτης (IV/III)
	3,6	45	Μικρογρανίτης (III)
	5,45	81	Μικρογρανίτης (III)
	6,53	61	Μικρογρανίτης (III)
	7,25	81	Μικρογρανίτης (III)
	7,95	96	Μικρογρανίτης (III)
	8,48	100	Μικρογρανίτης (II)
	10,15	82	Μικρογρανίτης (II)
	11,44	61	Μικρογρανίτης (II)
	12,86	78	Μικρογρανίτης (II)
	14,32	64	Μικρογρανίτης (II)
	15,75	81	Μικρογρανίτης (II)
	16,5	51	Μικρογρανίτης (II)
	17,7	66	Μικρογρανίτης (II)
	18,9	83	Μικρογρανίτης (II)
	19,61	48	Μικρογρανίτης (II)
	21,13	72	Μικρογρανίτης (II)

	23,37	62	Μικρογρανίτης (II)
	24,57	32	Μικρογρανίτης (II)
	24,81	0	Μικρογρανίτης (II)
	25,83	45	Μικρογρανίτης (II)
	26,44	69	Γρανίτης (II)
	26,72	69	Γρανίτης (II)
	27,1	69	Γρανίτης (II)
	27,58	100	Γρανίτης (II)
	27,74	100	Γρανίτης (II)
	28,52	100	Γρανίτης (II)
	29,41	76	Γρανίτης (II)
	29,64	100	Γρανίτης (II)
	29,94	86	Γρανίτης (II)
	31,03	86	Γρανίτης (II)
	32,03	61	Γρανίτης (II)
DB320/IDH/049	0	0	Επιχωματώσεις
	0,1	0	Επιχωματώσεις
	1,5	0	Επιχωματώσεις
	1,6	0	Παραμένον έδαφος
	6	0	WASH BORING
	7,54	19	Γρανίτης (III)
	8,96	0	Γρανίτης (III)
	9,42	0	Γρανίτης (III)
	10,37	53	Γρανίτης (III)
	11,77	85	Γρανίτης (III)
	12,09	0	Γρανίτης (III)
	13,52	74	Γρανίτης (III)
	14,17	74	Γρανοδιορίτης (III/II)
	14,27	74	Γρανοδιορίτης (IV)
	14,88	54	Γρανοδιορίτης (IV)
	16,38	38	Γρανοδιορίτης (IV)
	16,9	58	Γρανοδιορίτης (IV)
	16,95	29	Γρανοδιορίτης (IV)
	17,05	29	Γρανοδιορίτης (IV)
	19,22	24	Γρανοδιορίτης (IV)
	20,15	15	Γρανοδιορίτης (IV)
	20,55	41	Γρανοδιορίτης (IV)
	20,65	41	Γρανοδιορίτης (IV)
	21,6	41	Γρανοδιορίτης (IV)
	22,6	59	Γρανοδιορίτης (IV)
	25,22	38	Γρανίτης (III/II)
	26,54	76	Γρανίτης (III/II)

	29,19	65	Γρανίτης (III/II)
	30,55	86	Γρανίτης (III/II)
	34,69	97	Γρανίτης (III/II)
	35,8	68	Γρανίτης (III/II)
	36	68	Γρανίτης (III/II)
	38,94	93	Γρανίτης (III/II)
	40,36	82	Γρανίτης (III/II)
	45,44	97	Γρανίτης (III/II)
TS300/DH/065	0	0	Επιχωματώσεις
	11	0	Επιχωματώσεις
	11,6	0	Γρανίτης (V)
	12,1	35	Γρανίτης (III)
	12,8	72	Γρανίτης (III)
	13,13	72	Γρανίτης (III/II)
	14,05	69	Γρανίτης (III/II)
	14,35	69	Γρανίτης (III)
	14,58	74	Γρανίτης (III)
	15,89	69	Γρανίτης (III)
	16,34	88	Γρανίτης (IV/III)
	18,9	86	Γρανίτης (III)
	19,65	93	Γρανίτης (III/II)
	19,85	93	Γρανίτης (III/II)
	20,4	93	Γρανίτης (III/II)
	21,75	90	Γρανίτης (III)
	21,9	100	Γρανίτης (III)
	22,19	90	Γρανίτης (III)
	23,4	81	Γρανίτης (III/II)
	24,88	76	Γρανίτης (III/II)
	27,84	68	Γρανίτης (III/II)
	29,1	55	Γρανίτης (III/II)
	29,32	66	Γρανίτης (III/II)
	30,54	86	Γρανίτης (III/II)
	32,02	62	Γρανίτης (III/II)
	32,7	93	Γρανίτης (III/II)
	33,63	84	Γρανίτης (II)
	33,79	84	Γρανίτης (II)
	34,98	84	Γρανίτης (II)
	36,35	95	Γρανίτης (II)
	37,63	70	Γρανίτης (II)
	40,06	95	Γρανίτης (II)
TS300/DHPZ/066	0	0	Επιχωματώσεις
	2,5	0	Επιχωματώσεις

	4,5	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V/IV)
	5	0	Γρανίτης (V)
	6,5	0	Γρανίτης (IV)
	7,58	80	Γρανίτης (II/III)
	8,28	51	Γρανίτης (II/III)
	9,2	82	Γρανίτης (II/III)
	10,8	84	Γρανίτης (II/III)
	11,15	0	Γρανίτης (II/III)
	11,36	76	Γρανίτης (II/III)
	12,72	85	Γρανίτης (II/III)
	14,16	78	Γρανίτης (II/III)
	14,6	100	Γρανίτης (II/III)
	15,66	100	Γρανίτης (III)
	20,7	95	Γρανίτης (III)
	20,9	68	Γρανίτης (III)
	24,16	68	Γρανίτης (III)
	24,38	0	Γρανίτης (III)
	25,55	65	Γρανίτης (III)
	25,85	86	Γρανίτης (III)
	27	86	Γρανίτης (II)
	27,62	32	Γρανίτης (II)
	29,4	58	Γρανίτης (II)
	30,72	64	Γρανίτης (II)
	31,2	23	Γρανίτης (II)
	31,97	52	Γρανίτης (II)
	33,32	16	Γρανίτης (II)
	34,37	37	Γρανίτης (II)
	34,7	30	Γρανίτης (II)
	35,2	20	Γρανίτης (II)
	35,49	0	Γρανίτης (II)
	36,99	43	Γρανίτης (II)
	38,13	38	Γρανίτης (II)
	39,46	18	Γρανίτης (II)
	40,08	52	Γρανίτης (II)
	40,78	31	Γρανίτης (II)
	41,39	26	Γρανίτης (II)
	42,13	0	Γρανίτης (II)
	43,2	61	Γρανίτης (II)
TS300/DH/015	0	0	Επιχωματώσεις
	3,5	0	Επιχωματώσεις
	6,5	0	Γρανίτης (VI)
	10,51	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)

	11,77	93	Γρανίτης (III/II)
	13,18	81	Γρανίτης (III/II)
	14,2	62	Γρανίτης (III/II)
	14,65	62	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	16,1	63	Γρανίτης (III/II)
	16,32	63	Γρανίτης (II)
	17,25	97	Γρανίτης (II)
	17,8	84	Γρανίτης (II)
	18,8	92	Γρανίτης (II)
	19,33	92	Γρανίτης (III)
	20,46	97	Γρανίτης (III)
	22,55	98	Γρανίτης (II)
	23,72	89	Γρανίτης (II)
	23,91	52	Γρανίτης (II)
	25,27	93	Γρανίτης (II)
	26,29	67	Γρανίτης (II)
	27,23	94	Γρανίτης (II)
	27,42	94	Γρανίτης (II)
	27,8	100	Γρανίτης (III/II)
	28,6	81	Γρανίτης (III/II)
	29,31	81	Γρανίτης (III/II)
	29,45	72	Γρανίτης (III/II)
	29,73	72	Γρανίτης (III/II)
	30,83	72	Γρανίτης (III/II)
	31,7	89	Γρανίτης (III/II)
	32,35	89	Γρανίτης (III/II)
	33,9	93	Γρανίτης (III/II)
	35,42	99	Γρανίτης (III/II)
	36,96	82	Γρανίτης (III/II)
	38,52	72	Γρανίτης (III/II)
	40,07	92	Γρανίτης (III/II)
	41,53	100	Γρανίτης (III/II)
	43,06	39	Γρανίτης (III/II)
	44,61	75	Γρανίτης (III/II)
	46,03	62	Γρανίτης (III/II)
TS300/DH/067	0	0	Επιχωματώσεις
	4	0	Επιχωματώσεις
	8,5	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	9	0	Γρανίτης (IV)
	9,31	0	Γρανίτης (IV/III)
	10	0	Γρανίτης (V)
	10,8	26	Γρανίτης (IV/III)

	12,22	58	Γρανίτης (III)
	12,9	88	Γρανίτης (III)
	13,25	57	Γρανίτης (III)
	16	57	Γρανίτης (V)
	16,26	28	Γρανίτης (V)
	16,58	28	Γρανίτης (III)
	17,8	26	Γρανίτης (II/III)
	18,25	56	Γρανίτης (II/III)
	18,52	0	Γρανίτης (II/III)
	19,16	44	Γρανίτης (II/III)
	19,9	54	Γρανίτης (II/III)
	22,41	0	Γρανίτης (II/III)
	22,93	16	Γρανίτης (IV/III)
	23,24	13	Γρανίτης (V/IV)
	23,71	11	Γρανίτης (III/II)
	23,84	11	Γρανίτης (III/II)
	24,06	11	Γρανίτης (III/II)
	24,26	59	Γρανίτης (III/II)
	24,76	59	Γρανίτης (III/II)
	25,04	48	Γρανίτης (III/II)
	25,91	48	Γρανίτης (III/II)
	27,08	0	Γρανίτης (III/II)
	27,73	45	Γρανίτης (III/II)
	29,64	0	Γρανίτης (III/II)
	30,47	38	Γρανίτης (III/II)
	31,97	19	Γρανίτης (III/II)
	32,4	93	Γρανίτης (III/II)
	34,33	0	Γρανίτης (III/II)
	35,88	55	Γρανίτης (III/II)
	36,37	33	Γρανίτης (III/II)
	36,94	0	Γρανίτης (III/II)
	39,42	28	Γρανίτης (III)
	40,5	63	Γρανίτης (III/II)
	41,82	39	Γρανίτης (III/II)
	43,99	47	Γρανίτης (III/II)
	46,91	63	Γρανίτης (III/II)
	47,36	100	Γρανίτης (III/II)
	48,34	52	Γρανίτης (III/II)
	49,77	79	Γρανίτης (III/II)
	50,73	52	Γρανίτης (III/II)
TS300/DHPZ/068	0	0	Επιχωματώσεις
	2,5	0	Επιχωματώσεις

3	0	Παραμένον έδαφος (άμμος)
3,9	0	Παραμένον έδαφος (άργιλος)
5	0	Παραμένον έδαφος (άμμος)
7	0	Παραμένον έδαφος (άργιλος)
12,5	0	Γρανοδιορίτης (V)
13	0	Γρανοδιορίτης (V/IV)
13,5	0	Γρανοδιορίτης (V)
13,8	0	Γρανοδιορίτης (III/V)
15,1	36	Γρανοδιορίτης (III/II/V)
15,4	38	Γρανοδιορίτης (II)
15,58	38	Γρανοδιορίτης (III/II)
16,05	38	Γρανοδιορίτης (V)
18	0	Γρανοδιορίτης (V)
20	0	Γρανοδιορίτης (V/IV)
20,5	0	Γρανοδιορίτης (V)
21,5	0	Γρανοδιορίτης (V/IV)
22,05	40	Γρανοδιορίτης (III/IV)
23,42	0	Γρανοδιορίτης (III/IV)
24,82	44	Γρανοδιορίτης (III)
25,55	27	Γρανοδιορίτης (III)
27,05	52	Γρανοδιορίτης (III)
27,15	51	Γρανοδιορίτης (IV)
27,56	51	Γρανοδιορίτης (II/III)
28,62	67	Γρανοδιορίτης (II/III)
29,47	12	Γρανοδιορίτης (II/III)
30,14	0	Γρανοδιορίτης (II/III)
31,24	39	Γρανοδιορίτης (II/III)
32,04	50	Γρανοδιορίτης (II/III)
32,8	38	Γρανοδιορίτης (II/III)
33,15	15	Γρανοδιορίτης (II/III)
33,68	15	Γρανοδιορίτης (II/III)
35,06	56	Γρανοδιορίτης (II/III)
37,7	65	Γρανοδιορίτης (II/III)
42,25	30	Γρανοδιορίτης (II/III)
42,97	58	Γρανοδιορίτης (II/III)
44,27	92	Γρανίτης (III)
44,88	66	Γρανίτης (III)
45,38	50	Γρανίτης (III)
45,97	43	Γρανίτης (III/IV)
46,45	43	Γρανίτης (V)
47,3	70	Γρανίτης (III/IV)
47,8	70	Γρανοδιορίτης (II/III)

	48,57	0	Γρανοδιορίτης (II/III)
	48,94	69	Γρανοδιορίτης (II/III)
	49,87	69	Γρανίτης (II)
	51,24	65	Γρανίτης (II)
	51,48	46	Γρανίτης (II)
	53,02	84	Γρανίτης (II)
TS300/IDH/070	0	0	Επιχωματώσεις
	1,1	0	Επιχωματώσεις
	24,95	0	Επιχωματώσεις
	25,48	32	Γρανίτης (III/II)
	27,79	74	Γρανίτης (III/II)
	30,38	59	Γρανίτης (III/II)
	31,26	71	Γρανίτης (III/II)
	32,75	100	Γρανίτης (III/II)
	33,09	91	Γρανίτης (III/II)
	34,15	91	Γρανίτης (III/II)
	35,58	100	Γρανίτης (III/II)
	36,48	60	Γρανίτης (III)
	37,28	15	Γρανίτης (III)
	38,78	62	Γρανίτης (III)
	39,52	94	Γρανίτης (III/II)
	40,28	43	Γρανίτης (III/II)
	41,43	50	Γρανίτης (III/II)
	41,72	50	Γρανίτης (III)
	46,12	97	Γρανίτης (III/II)
	46,83	59	Γρανίτης (III/II)
	49,7	85	Γρανίτης (III/II)
	53,29	93	Γρανίτης (III/II)
	53,62	86	Ρυόλιθος
	54,75	86	Γρανίτης (III/II)
	56,82	64	Γρανίτης (III/II)
	57,4	83	Γρανίτης (III/II)
	59,98	95	Γρανίτης (III/II)
	62,55	88	Γρανίτης (III/II)
	65,09	95	Γρανίτης (III/II)
	67,5	100	Γρανίτης (III/II)
	68,71	43	Γρανίτης (III/II)
	69,38	43	Γρανίτης (III/II)
	70,2	88	Γρανίτης (III/II)
TS300/DH/073	0	0	Επιχωματώσεις
	17,5	0	Επιχωματώσεις
	19,26	0	Γρανοδιορίτης (V)

	20,08	33	Γρανοδιορίτης (III)
	21,57	63	Γρανοδιορίτης (III/II)
	22,22	43	Γρανοδιορίτης (III/II)
	24,29	50	Γρανοδιορίτης (III/II)
	25,58	39	Γρανοδιορίτης (III/II)
	25,81	0	Γρανοδιορίτης (III/II)
	27,1	62	Γρανοδιορίτης (II)
	28,41	48	Γρανοδιορίτης (II)
	29,25	70	Γρανοδιορίτης (II)
	29,78	96	Γρανοδιορίτης (II)
	30,2	86	Γρανοδιορίτης (II)
	31,1	46	Γρανοδιορίτης (II)
	32,07	54	Γρανοδιορίτης (II)
	32,9	46	Γρανοδιορίτης (III/II)
	33,22	55	Γρανοδιορίτης (III/II)
	34,79	13	Γρανοδιορίτης (III/II)
	36,17	47	Γρανοδιορίτης (III/II)
	37,48	53	Γρανοδιορίτης (III/II)
	38,64	22	Γρανοδιορίτης (III/II)
	39,34	33	Γρανοδιορίτης (III/II)
	40,74	46	Γρανοδιορίτης (III/II)
	41,6	39	Γρανοδιορίτης (III/II)
	42,73	39	Γρανοδιορίτης (III)
	44,69	52	Γρανοδιορίτης (III/II)
	47,45	68	Γρανοδιορίτης (III)
	48	39	Γρανοδιορίτης (III)
	48,85	39	Γρανοδιορίτης (III/II)
	49,6	0	Γρανοδιορίτης (III/II)
	50,34	19	Γρανοδιορίτης (III/II)
TS300/DH/016	0	0	Επιχωματώσεις
	9	0	Επιχωματώσεις
	11	0	Αλλούβια (άμμος)
	11,5	0	Αλλούβια άργιλος
	13	0	Αλλούβια (άμμος)
	15,5	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	17,02	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V/IV)
	19,4	0	Γρανίτης (V)
	20,85	50	Γρανίτης (III)
	21,35	42	Γρανίτης (V)
	22,15	42	Γρανίτης (III/II)
	22,6	84	Γρανίτης (III/II)
	22,85	84	Γρανίτης (III/II)

	23,6	96	Γρανίτης (III/II)
	25,24	84	Γρανίτης (III/II)
	25,48	72	Γρανίτης (III)
	26,32	72	Γρανίτης (III)
	27,28	88	Γρανίτης (III)
	28,2	43	Γρανίτης (III)
	29,22	12	Γρανίτης (III)
	29,64	88	Γρανίτης (III)
	30,5	12	Γρανίτης (III)
	31,38	34	Γρανίτης (III)
	32,5	26	Γρανίτης (III)
	37	0	Γρανίτης (III)
	39,69	50	Γρανίτης (III)
	40,35	23	Γρανίτης (III)
	40,86	23	Γρανίτης (III/II)
	42,8	87	Γρανίτης (III/II)
	44,13	39	Γρανίτης (III/II)
	44,33	85	Γρανίτης (III/II)
	45,03	14	Γρανίτης (III/II)
	45,5	21	Γρανίτης (III/II)
	46,07	42	Γρανίτης (II)
	47,68	96	Γρανίτης (II)
	50,47	90	Γρανίτης (II)
ADU/GI BO 16	0	0	Επιχωματώσεις
	4,5	0	Επιχωματώσεις
	6,03	0	Παραμένον έδαφος (VI)
	6,5	14	Γρανίτης (V/IV)
	6,85	14	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (IV/III)
	7,1	14	Γρανίτης (III/II)
	8,15	61	Γρανίτης (III/II)
	10,59	100	Γρανίτης (III/II)
	11,53	86	Γρανίτης (III/II)
	11,88	86	Γρανίτης (III)
	12,25	65	Γρανίτης (III)
	12,79	42	Γρανίτης (III)
	13,32	42	Γρανίτης (II)
	14,53	15	Γρανίτης (II)
	15,25	23	Γρανίτης (III)
	15,32	100	Γρανίτης (II)
	16,52	71	Γρανίτης (II)
	17,53	47	Γρανίτης (II)
	18,71	65	Γρανίτης (II)

	19,4	66	Γρανίτης (III/II)
	19,62	88	Γρανίτης (III/II)
	21,12	100	Γρανίτης (III/II)
	22,57	72	Γρανίτης (II)
	26,95	90	Γρανίτης (II)
	27,5	43	Γρανίτης (III/II)
	27,7	0	Γρανίτης (III/II)
	29,15	66	Γρανίτης (III/II)
	29,45	0	Γρανίτης (III/II)
	29,73	33	Γρανίτης (III/II)
	30	33	Γρανίτης (II)
	30,95	45	Γρανίτης (II)
	32,4	30	Γρανίτης (II)
	33,37	63	Γρανίτης (II)
	34,79	100	Γρανίτης (II)
	35,36	82	Γρανίτης (II)
	36,32	63	Γρανίτης (II)
	36,95	96	Γρανίτης (II)
	39,43	98	Γρανίτης (II)
	40,46	85	Γρανίτης (II)
	41,13	100	Γρανίτης (II)
	45,57	90	Γρανίτης (II)
TS300/IDH/076	0	0	Επιχωματώσεις
	0,48	0	Επιχωματώσεις
	0,72	82	Ρυόλιθος (II)
	1,91	82	Ρυόλιθος (II)
	2,18	42	Ρυόλιθος (II)
	3,77	44	Ρυόλιθος (III)
	4,19	46	Ρυόλιθος (III/II)
	6,65	72	Ρυόλιθος (III/II)
	7,57	90	Ρυόλιθος (III/II)
	10,57	70	Ρυόλιθος (III/II)
	11,06	20	Ρυόλιθος (III/II)
	12,31	48	Ρυόλιθος (III/II)
	12,5	48	Ρυόλιθος (III/II)
	12,62	48	Ρυόλιθος (III/II)
	14,39	80	Ρυόλιθος (III)
	15,23	60	Ρυόλιθος (III)
	17,19	72	Ρυόλιθος (III)
	17,76	33	Ρυόλιθος (IV/III)
	17,97	34	Ρυόλιθος (IV/III)
	19,4	36	Ρυόλιθος (II)

21,14	91	Ρυόλιθος (II)
21,41	71	Ρυόλιθος (III/II)
21,55	71	Ρυόλιθος (III)
22,37	91	Ρυόλιθος (III)
27,15	92	Ρυόλιθος (II)
27,98	87	Ρυόλιθος (II)
28,53	76	Ρυόλιθος (II)
28,71	76	Ρυόλιθος (III)
28,88	76	Ρυόλιθος (II)
29,05	76	Ρυόλιθος (II)
29,84	76	Ρυόλιθος (II)
30,77	71	Ρυόλιθος (II)
31,24	90	Ρυόλιθος (II)
31,49	90	Ρυόλιθος (II)
31,71	25	Ρυόλιθος (II)
31,99	25	Ρυόλιθος (III)
33,39	25	Ρυόλιθος (II)
33,96	79	Ρυόλιθος (II)
34,8	85	Ρυόλιθος (II)
35,6	44	Ρυόλιθος (III)
36,32	16	Ρυόλιθος (III)
36,53	16	Ρυόλιθος (II)
36,63	63	Ρυόλιθος (II)
36,85	63	Ρυόλιθος (II)
37,89	63	Ρυόλιθος (II)
39,8	19	Ρυόλιθος (II)
41,62	41	Ρυόλιθος (II)
43,57	19	Ρυόλιθος (III/II)
44,33	28	Ρυόλιθος (III/II)
44,47	28	Ρυόλιθος (III)
44,76	22	Ρυόλιθος (III/II)
45,07	22	Ρυόλιθος (III)
46,5	30	Ρυόλιθος (III/II)
47,95	22	Ρυόλιθος (III/II)
48,18	22	Ρυόλιθος (III)
49,59	28	Ρυόλιθος (III/II)
50,25	47	Ρυόλιθος (III/II)
50,59	32	Ρυόλιθος (III/II)
50,81	61	Ρυόλιθος (III/II)
51,02	61	Ρυόλιθος (III)
51,42	61	Ρυόλιθος (III/II)
52,05	17	Ρυόλιθος (III/II)

	53,43	39	Ρυόλιθος (III/II)
	54,8	45	Ρυόλιθος (III)
	55,9	58	Ρυόλιθος (III/II)
TS300/DHPZ/013	0	0	Επιχωματώσεις
	11	0	Επιχωματώσεις
	14	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	14,95	0	Θαλάσσια ιζήματα/Αλλούβια (άργιλος)
	16,5	0	Αλλούβια (άργιλος)
	18,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	22,5	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	30,1	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	30,6	75	Γρανίτης (II/III)
	30,87	75	Γρανίτης (IV/III)
	31,12	75	Γρανίτης (IV/III)
	32,57	77	Γρανίτης (IV/III)
	32,8	79	Γρανίτης (IV/III)
	33,1	79	Γρανίτης (IV/III)
	34,5	18	Γρανίτης (IV/III)
	35,5	78	Γρανίτης (III)
TS300/DH/057	0	0	Επιχωματώσεις
	11,5	0	Επιχωματώσεις
	16	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	16,5	0	Θαλάσσια ιζήματα/Αλλούβια (άργιλος)
	18,5	0	Αλλούβια (άργιλος)
	20,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	22,5	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	24,48	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	24,65	26	Γρανίτης (IV)
	26,75	28	Γρανίτης (III)
	26,87	30	Γρανίτης (IV)
	26,94	30	Γρανίτης (III/II)
	28,42	95	Γρανίτης (III/II)
	29,88	56	Γρανίτης (III/II)
TS300/DHPZ/058	0	0	Επιχωματώσεις
	14,5	0	Επιχωματώσεις
	16	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	16,5	0	Αλλούβια άργιλος
	18,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	22	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	24	0	Αλλούβια (άμμος)
	28,5	0	Αλλούβια άργιλος
	29,2	0	Γρανίτης (IV)

	31,28	50	Γρανίτης (II/III)
	33,26	26	Γρανίτης (II/III)
	35,26	56	Γρανίτης (II/III)
TS300/DHPZ/014	0	0	Επιχωματώσεις
	13,5	0	Επιχωματώσεις
	16	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	18,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	22,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	24,5	0	Αλλούβια (άργιλος)
	26	0	Αλλούβια (άμμος)
	26,85	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	27,3	38	Γρανίτης (III)
	28,92	83	Γρανίτης (II)
	29,39	98	Γρανίτης (II)
	30,73	98	Γρανίτης (II)
	31,31	84	Γρανίτης (II)
	32,59	74	Γρανίτης (II)
	33,13	85	Γρανίτης (II)
	34,57	100	Γρανίτης (II)
	34,81	100	Γρανίτης (II)
ADU/GI BO 12P	0	0	Επιχωματώσεις
	15	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	16,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άμμος)
	18,95	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	19,7	0	Αλλούβια (άμμος)
	20,3	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	22,3	0	Αλλούβια (άμμος)
	23,3	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	25,3	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	25,9	77	Γρανίτης (III/II)
	26,75	77	Γρανίτης (II)
	27,27	69	Γρανίτης (II)
	28,82	76	Γρανίτης (II)
	29,4	97	Γρανίτης (II)
	34,49	90	Γρανίτης (II)
	35,71	90	Γρανίτης (III/II)
	36,02	0	Γρανίτης (III/II)
	36,24	100	Γρανίτης (III/II)
	36,5	44	Γρανίτης (III/II)
	37,74	84	Γρανίτης (III/II)
	38,81	84	Γρανίτης (II)
	39,07	98	Γρανίτης (II)

	41,92	92	Γρανίτης (II)
	44,73	100	Γρανίτης (II)
TS300/DHPZ/059B	0	0	Επιχωματώσεις
	10,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	16,5	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	17	0	Αλλούβια (άμμος)
	17,5	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	19,9	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	22	0	Γρανίτης (IV)
	23,08	73	Γρανίτης (III/IV)
	23,6	42	Γρανίτης (III/IV)
	24,3	42	Γρανίτης (III)
	24,63	77	Γρανίτης (III)
	25,36	82	Γρανίτης (III)
	26,38	82	Γρανίτης (III)
	26,7	82	Γρανίτης (III)
	26,81	95	Γρανίτης (III)
	27,12	93	Γρανίτης (III)
	29,72	77	Γρανίτης (III)
	31,14	66	Γρανίτης (III)
	32,24	91	Γρανίτης (III)
TS300/DHPZ/060	0	0	Επιχωματώσεις
	11,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	18,5	0	Αλλούβια (άμμος)
	19	0	Αλλούβια (χαλίκια)
	19,71	0	Γρανίτης (II)
	19,8	93	Γρανίτης (II)
	20,36	95	Γρανίτης (II)
	21,01	100	Γρανίτης (II)
	22,59	98	Γρανίτης (II)
	22,96	98	Γρανίτης (II)
	23,16	97	Γρανίτης (II)
	24,2	96	Γρανίτης (II)
	24,47	96	Γρανίτης (II)
	24,78	95	Γρανίτης (II)
	26,74	76	Γρανίτης (II)
	26,91	62	Γρανίτης (II)
	27,41	87	Γρανίτης (II)
	27,84	66	Γρανίτης (II)
	28,29	73	Γρανίτης (II)
	29,77	84	Γρανίτης (II)
	30,08	84	Γρανίτης (II)

	30,36	84	Γρανίτης (II)
	30,76	99	Γρανίτης (II)
	33,07	0	Γρανίτης (II)
	33,28	88	Γρανίτης (II)
TS300/DHPZ/062	0	0	Επιχωματώσεις
	9,9	0	Επιχωματώσεις
	13,5	0	Θαλάσσια ιζήματα
	14,5	0	Αποσαθρωμένος Γρανίτης (V)
	15,97	0	Γρανίτης (IV/III)
	16,5	36	Γρανίτης (III)
	17,55	0	Γρανίτης (II)
	19,08	68	Γρανίτης (III)
	22,15	82	Γρανίτης (III)
	23,6	68	Γρανίτης (III)
	23,75	51	Γρανίτης (III)
	24	51	Γρανίτης (III)
	25,07	51	Γρανίτης (III)
	26,42	81	Γρανίτης (III)
	27,79	28	Γρανίτης (II)
	28,07	46	Γρανίτης (II)
	28,81	30	Γρανίτης (II)
	29,04	100	Γρανίτης (II)
	29,26	100	Γρανίτης (II)
	30,07	100	Γρανίτης (II)
	31,38	77	Γρανίτης (II)
	34,08	57	Γρανίτης (II)
	35,51	84	Γρανίτης (II)
	36,73	95	Γρανίτης (II)
ADU/GI BO 130W	0	0	Επιχωματώσεις
	10	0	Επιχωματώσεις
	11,55	0	Θαλάσσια ιζήματα (άργιλος)
	14,5	0	Θαλάσσια ιζήματα (χαλίκια)
	16	0	Αλλούβια (άμμος)
	17,5	0	Γρανίτης (V)
	18,07	0	Γρανίτης (V/IV)
	18,93	87	Γρανίτης (II)
	19,42	78	Γρανίτης (II)
	20,92	97	Γρανίτης (II)
	21,8	80	Γρανίτης (III/II)
	22,42	80	Γρανίτης (III/II)
	23,89	88	Γρανίτης (III/II)
	24,83	0	Γρανίτης (IV/III)

25,08	76	Γρανίτης (III/II)
26,08	76	Γρανίτης (III/II)
26,33	40	Γρανίτης (III/II)
27,81	88	Γρανίτης (III/II)
29,78	93	Γρανίτης (III/II)
30,8	78	Γρανίτης (III/II)
32,15	39	Γρανίτης (III)
33,14	84	Γρανίτης (III/II)
33,58	41	Γρανίτης (III/II)
34,13	86	Γρανίτης (II)
35,11	86	Γρανίτης (II)
39,78	100	Γρανίτης (II)
40,84	91	Γρανίτης (II)
41,61	51	Γρανίτης (III/II)
42,35	77	Γρανίτης (III/II)
42,5	85	Γρανίτης (III/II)
43,36	85	Γρανίτης (II)
45,39	100	Γρανίτης (II)

Πίνακας Α.3 Τιμές βασικού RMR από τις γεωτρήσεις

Γεώτρηση	Βαθος [μ]		Μέσο	Γεωλογία
	από	εως	RMR _{basic}	
DB320/IDH/050	3.25	3.45	62.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	3.45	5.00	58.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	5.00	6.00	53.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	6.00	9.00	66.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	9.00	11.65	59.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	11.65	17.40	63.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	17.40	18.70	56.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	18.70	20.10	63.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	20.10	21.30	60.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	21.30	22.50	56.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	22.50	25.50	60.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	25.50	26.80	56.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	26.80	27.40	48.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	27.40	28.20	54.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	28.20	28.60	44.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	28.60	29.90	49.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	29.90	30.80	54.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	30.80	31.10	44.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	31.10	31.90	49.00	Granodiorite

DB320/IDH/050	31.90	35.70	58.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	35.70	38.90	58.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	38.90	40.00	49.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	40.00	41.60	58.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	41.60	42.50	54.00	Granodiorite
DB320/IDH/050	42.50	44.60	49.00	Granodiorite
DB320/DHPZ/069	16.85	20.00	71.00	Granite
DB320/DH/071	21.15	22.80	53.00	Granite
DB320/DH/071	22.80	24.23	67.00	Granite
DB320/DH/071	24.23	26.50	70.00	Granite
DB320/DH/071	26.50	28.79	67.00	Granite
DB320/DH/071	28.79	30.63	58.00	Granite
DB320/DH/071	30.63	33.21	60.50	Granite
DB320/DH/071	33.21	36.30	53.00	Granite
DB320/DH/071	36.30	38.00	44.00	Granite
DB320/DH/071	38.00	41.03	56.00	Granite
DB320/DH/074	22.55	25.79	59.00	Granite
DB320/DH/074	25.79	26.86	50.00	Granite
DB320/DH/074	26.86	27.73	62.00	Granite
DB320/DH/077	4.80	7.90	60.50	Granite
DB320/DH/077	7.90	8.62	44.00	Granite
DB320/DH/077	8.62	11.79	52.50	Granite
DB320/DH/077	11.79	18.70	65.50	Granite
DB320/DH/077	18.70	21.20	69.00	Granite
DB320/DH/077	21.20	22.19	62.00	Granite
DB320/DH/077	22.19	23.17	69.00	Granite
DB320/DH/077	23.17	25.60	52.00	Granite
DB320/DH/077	25.60	27.10	58.00	Granite
DB320/DH/077	27.10	28.65	70.00	Granite
DB320/DH/077	28.65	40.10	61.50	Granite
DB320/DH/078	10.90	12.25	55.50	Granite
DB320/DH/078	12.25	15.80	52.50	Granite
DB320/DH/078	15.80	17.80	65.00	Granite
DB320/DH/078	17.80	24.23	48.00	Granite
DB320/DH/078	24.23	26.79	53.00	Granite
DB320/DH/078	26.79	31.90	58.00	Granite
DB320/DH/078	31.90	35.60	51.50	Granite
DB320/DH/078	35.60	40.38	55.50	Granite
DB320/IDH/079	8.36	10.18	63.50	Granite
DB320/IDH/079	10.18	12.08	61.00	Granite
DB320/IDH/079	12.08	18.98	59.00	Granite
DB320/IDH/079	18.98	20.45	66.00	Granite
DB320/IDH/079	20.45	27.80	54.00	Granite
DB320/IDH/079	27.80	30.24	54.00	Granite
DB320/IDH/079	30.24	31.16	44.00	Granite
DB320/IDH/079	31.16	33.31	56.00	Granite
DB320/IDH/079	33.31	40.30	62.50	Granite
DB320/DH/206	34.47	35.32	58.00	Granite
DB320/DH/206	35.32	38.30	62.00	Granite
DB320/DH/206	38.30	39.70	50.00	Granite
TS300/DHPZ/078	0.70	10.13	70.00	Granite
TS300/DHPZ/078	10.13	14.48	67.00	Granite

TS300/DHPZ/078	14.48	15.89	63.50	Granite
TS300/DHPZ/078	15.89	17.35	54.50	Granite
TS300/DHPZ/078	17.35	18.53	59.50	Granite
TS300/DHPZ/078	18.53	19.78	65.50	Granite
TS300/DHPZ/078	19.78	21.16	69.00	Granite
TS300/DHPZ/078	21.16	22.93	69.00	Granite
TS300/DHPZ/078	22.93	25.67	62.50	Granite
TS300/DHPZ/078	25.67	29.08	53.50	Granite
TS300/DHPZ/078	29.08	33.20	57.00	Granite
TS300/DHPZ/078	33.20	35.10	57.00	Granite
TS300/DHPZ/078	35.10	38.72	56.00	Granite
TS300/DHPZ/078	38.72	41.87	66.00	Granite
TS300/DHPZ/078	41.87	45.97	59.50	Granite
TS300/DHPZ/078	45.97	47.04	54.50	Granite
TS300/DHPZ/078	47.04	49.29	47.00	Granite
TS300/DHPZ/078	49.29	50.86	57.00	Granite
TS300/DHPZ/078	50.86	52.84	66.00	Granite
TS300/DHPZ/078	52.84	53.30	49.50	Granite
TS300/DHPZ/078	53.30	58.20	66.00	Granite
TS300/DHPZ/078	58.20	60.00	53.50	Granite
TS300/DHPZ/078	60.00	61.20	64.00	Granite
TS300/DHPZ/078	61.20	66.22	62.00	Granite
TS300/IDH/080	1.00	1.79	58.00	Granite
TS300/IDH/080	1.79	3.35	61.00	Granite
TS300/IDH/080	3.35	9.35	58.00	Granite
TS300/IDH/080	9.35	11.47	60.00	Granite
TS300/IDH/080	11.47	15.92	61.00	Granite
TS300/IDH/080	15.92	21.26	57.00	Granite
TS300/IDH/080	21.26	24.24	60.00	Granite
TS300/IDH/080	24.24	27.94	51.00	Granite
TS300/IDH/080	27.94	37.37	62.50	Granite
TS300/IDH/080	37.37	40.01	66.00	Granite
TS300/DH/166	6.00	12.12	69.00	Granodiorite
TS300/DH/166	12.12	13.31	62.00	Granodiorite
TS300/DH/084	1.08	5.46	59.50	Granodiorite
TS300/DH/084	5.46	7.00	64.50	Granodiorite
TS300/DH/084	7.00	10.34	68.50	Granodiorite
TS300/DH/084	10.34	11.18	57.00	Granodiorite
TS300/DH/084	11.18	13.40	67.00	Granodiorite
TS300/DH/084	13.40	19.49	68.50	Granodiorite
TS300/DH/084	19.49	22.49	69.00	Granodiorite
TS300/DH/084	22.49	23.85	57.00	Granodiorite
TS300/DH/084	23.85	28.12	71.50	Granodiorite
DB320/DH/040	29.25	30.70	55.00	Granite
DB320/DH/040	30.70	32.60	67.00	Granite
DB320/DH/040	32.60	41.29	70.00	Granite
DB320/DH/041	28.94	31.86	59.50	Granite
DB320/DH/041	31.86	35.77	29.50	Granite
DB320/DH/041	35.77	37.02	49.50	Granite
DB320/DH/041	37.02	42.10	66.00	Granite
DB320/DH/045	0.00	2.10	33.00	MikroGranite
DB320/DH/045	2.10	3.60	52.00	MikroGranite

DB320/DH/045	3.60	7.95	61.00	MikroGranite
DB320/DH/045	7.95	15.75	67.00	MikroGranite
DB320/DH/045	15.75	23.37	63.00	MikroGranite
DB320/DH/045	23.37	25.83	58.00	MikroGranite
DB320/DH/045	25.83	27.10	63.00	Granite
DB320/DH/045	27.10	31.03	67.00	Granite
DB320/DH/045	31.03	32.03	63.00	Granite
DB320/IDH/049	6.00	7.92	41.00	Granite
DB320/IDH/049	7.92	9.42	23.00	Granite
DB320/IDH/049	9.42	10.37	58.00	Granite
DB320/IDH/049	10.37	13.52	62.00	Granite
DB320/IDH/049	13.52	21.60	49.00	Granodiorite
DB320/IDH/049	21.60	25.22	54.00	Granodiorite
DB320/IDH/049	25.22	29.19	59.00	Granodiorite
DB320/IDH/049	29.19	45.44	66.00	Granodiorite
TS300/DH/065	11.50	12.80	54.00	Granite
TS300/DH/065	12.80	14.10	55.50	Granite
TS300/DH/065	14.10	18.80	62.50	Granite
TS300/DH/065	18.80	20.40	68.00	Granite
TS300/DH/065	20.40	22.20	60.00	Granite
TS300/DH/065	22.20	27.84	65.00	Granite
TS300/DH/065	27.84	32.50	61.00	Granite
TS300/DH/065	32.50	40.00	70.00	Granite
TS300/DHPZ/066	6.50	9.30	66.00	Granite
TS300/DHPZ/066	9.30	14.60	68.00	Granite
TS300/DHPZ/066	14.60	20.80	72.00	Granite
TS300/DHPZ/066	20.80	25.85	62.50	Granite
TS300/DHPZ/066	25.85	27.00	66.50	Granite
TS300/DHPZ/066	27.00	43.20	57.50	Granite
TS300/DH/015	10.50	14.20	62.50	Granite
TS300/DH/015	14.20	14.76	39.50	Granite
TS300/DH/015	14.76	16.10	58.00	Granite
TS300/DH/015	16.10	18.80	67.00	Granite
TS300/DH/015	18.80	20.46	62.50	Granite
TS300/DH/015	20.46	27.42	63.50	Granite
TS300/DH/015	27.42	36.76	61.50	MikroGranite
TS300/DH/015	36.76	37.76	56.50	Granite
TS300/DH/015	37.76	41.53	63.50	Granite
TS300/DH/015	41.53	46.03	56.50	Granite
TS300/DH/067	9.00	10.80	31.00	Granite
TS300/DH/067	10.80	12.22	43.00	Granite
TS300/DH/067	12.22	13.25	47.00	Granite
TS300/DH/067	13.25	16.00	28.00	Granite
TS300/DH/067	16.00	16.58	44.00	Granite
TS300/DH/067	16.58	21.02	51.50	Granite
TS300/DH/067	21.02	23.85	39.50	Granite
TS300/DH/067	23.85	27.73	50.00	Granite
TS300/DH/067	27.73	34.33	45.00	Granite
TS300/DH/067	34.33	36.94	50.00	Granite
TS300/DH/067	36.94	39.42	47.50	Granite
TS300/DH/067	39.42	50.73	56.50	Granite
TS300/DHPZ/068	13.50	16.05	50.00	Granodiorite

TS300/DHPZ/068	16.05	21.50	28.50	Granodiorite
TS300/DHPZ/068	21.50	23.42	43.50	Granodiorite
TS300/DHPZ/068	23.42	25.55	48.50	Granodiorite
TS300/DHPZ/068	25.55	27.15	52.50	Granite
TS300/DHPZ/068	27.15	33.15	52.00	Granodiorite
TS300/DHPZ/068	33.15	37.70	55.00	Granite
TS300/DHPZ/068	37.70	44.09	50.00	Granite
TS300/DHPZ/068	44.09	45.55	52.50	Granite
TS300/DHPZ/068	45.55	45.97	41.00	Granite
TS300/DHPZ/068	45.97	46.45	28.00	Granite
TS300/DHPZ/068	46.45	47.30	46.00	Granite
TS300/DHPZ/068	47.30	48.94	47.00	Granite
TS300/DHPZ/068	48.94	53.02	62.00	Granite
TS300/IDH/070	25.48	31.26	58.50	Granite
TS300/IDH/070	31.26	35.58	57.00	Granite
TS300/IDH/070	35.58	38.78	52.50	Granite
TS300/IDH/070	38.78	39.52	66.50	Granite
TS300/IDH/070	39.52	41.72	54.50	Granite
TS300/IDH/070	41.72	46.12	66.50	Granite
TS300/IDH/070	46.12	46.83	59.50	Granite
TS300/IDH/070	46.83	53.34	65.00	Granite
TS300/IDH/070	53.34	54.75	62.50	Granite
TS300/IDH/070	54.75	56.82	58.50	Granite
TS300/IDH/070	56.82	64.98	65.50	Granite
TS300/IDH/070	64.98	67.50	66.50	Granite
TS300/IDH/070	67.50	68.71	54.50	Granite
TS300/IDH/070	68.71	70.20	62.50	Granite
TS300/DH/073	19.26	20.08	47.50	Granodiorite
TS300/DH/073	20.08	21.57	59.50	Granodiorite
TS300/DH/073	21.57	25.81	54.50	Granodiorite
TS300/DH/073	25.81	29.25	59.00	Granodiorite
TS300/DH/073	29.25	30.20	66.00	Granodiorite
TS300/DH/073	30.20	32.07	56.50	Granodiorite
TS300/DH/073	32.07	33.22	56.50	Granodiorite
TS300/DH/073	33.22	34.79	46.50	Granodiorite
TS300/DH/073	34.79	37.48	54.00	Granodiorite
TS300/DH/073	37.48	44.55	52.00	Granodiorite
TS300/DH/073	44.55	48.00	54.50	Granite
TS300/DH/073	48.00	50.34	51.00	Granite
TS300/DH/016	18.50	21.35	40.00	Granite
TS300/DH/016	21.35	25.00	61.50	Granite
TS300/DH/016	25.00	27.28	61.00	Granite
TS300/DH/016	27.28	28.20	52.00	Granite
TS300/DH/016	29.20	29.30	47.00	Granite
TS300/DH/016	29.30	30.30	61.00	Granite
TS300/DH/016	30.30	32.78	49.50	Granite
TS300/DH/016	32.78	35.40	27.00	Granite
TS300/DH/016	35.40	37.00	37.00	Granite
TS300/DH/016	37.00	38.30	23.00	Granite
TS300/DH/016	38.30	40.35	49.50	Granite
TS300/DH/016	40.35	42.80	65.00	Granite
TS300/DH/016	42.80	45.50	56.00	Granite

TS300/DH/016	45.50	46.07	57.00	Granite
TS300/DH/016	46.07	47.58	69.00	Granite
TS300/DH/016	47.58	50.47	66.00	Granite
ADU/GI BO16	6.08	6.35	32.00	Granite
ADU/GI BO16	6.35	11.53	65.00	Granite
ADU/GI BO16	11.53	12.79	57.00	Granite
ADU/GI BO16	12.79	15.25	51.00	Granite
ADU/GI BO16	15.25	15.82	68.00	Granite
ADU/GI BO16	15.82	18.70	65.00	Granite
ADU/GI BO16	18.70	21.12	65.00	Granite
ADU/GI BO16	21.12	22.57	63.00	Granite
ADU/GI BO16	22.57	25.50	70.00	Granite
ADU/GI BO16	25.50	26.95	67.00	Granite
ADU/GI BO16	26.95	29.75	54.50	Granite
ADU/GI BO16	29.75	32.40	58.00	Granite
ADU/GI BO16	32.40	33.87	63.00	Granite
ADU/GI BO16	33.87	34.79	70.00	Granite
ADU/GI BO16	34.79	35.36	66.00	Granite
ADU/GI BO16	35.36	36.95	62.00	Granite
ADU/GI BO16	36.95	41.13	73.50	Granite
ADU/GI BO16	41.13	42.56	70.50	Granite
ADU/GI BO16	42.56	45.57	73.50	Granite
TS300/IDH/076	0.00	2.18	66.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	2.18	3.77	51.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	3.77	10.57	63.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	10.57	12.61	54.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	12.61	14.39	61.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	14.39	17.19	57.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	17.19	17.97	52.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	17.97	19.40	57.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	19.40	21.14	69.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	21.14	21.41	57.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	21.41	22.37	61.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	22.37	27.15	67.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	27.15	31.49	64.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	31.49	33.39	55.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	33.39	34.80	64.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	34.80	35.60	48.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	35.60	36.32	43.00	RHYOLITE
TS300/IDH/076	36.32	37.89	59.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	37.89	39.80	49.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	39.80	41.62	54.50	RHYOLITE
TS300/IDH/076	41.62	55.90	54.50	RHYOLITE
TS300/DHPZ/013	30.10	33.10	65.00	Granite
TS300/DHPZ/013	33.10	34.50	44.50	Granite
TS300/DHPZ/013	34.50	35.50	58.50	Granite
TS300/DH/057	24.65	26.94	56.50	Granite
TS300/DH/057	26.94	28.42	68.50	Granite
TS300/DH/057	28.42	29.88	61.50	Granite
TS300/DHPZ/058	29.20	33.26	52.50	Granite
TS300/DHPZ/058	33.26	35.26	57.50	Granite
TS300/DHPZ/014	26.85	27.43	49.50	Granite

TS300/DHPZ/014	27.43	28.92	67.00	Granite
TS300/DHPZ/014	28.92	30.73	70.00	Granite
TS300/DHPZ/014	30.73	33.13	67.00	Granite
TS300/DHPZ/014	33.13	35.21	70.00	Granite
ADU/GI BO12P	25.90	26.76	63.00	Granite
ADU/GI BO12P	26.76	29.40	70.00	Granite
ADU/GI BO12P	29.40	35.71	73.00	Granite
ADU/GI BO12P	35.71	37.74	51.00	Granite
ADU/GI BO12P	37.74	38.80	60.00	Granite
ADU/GI BO12P	38.80	45.25	73.00	Granite
TS300/DHPZ/059B	23.08	23.60	44.50	Granite
TS300/DHPZ/059B	23.60	24.30	40.50	Granite
TS300/DHPZ/059B	24.30	31.14	66.50	Granite
TS300/DHPZ/059B	31.14	32.24	62.50	Granite
TS300/DHPZ/059B	32.24	33.24	69.50	Granite
TS300/DHPZ/060	19.71	20.36	66.50	Granite
TS300/DHPZ/060	20.36	24.78	68.00	Granite
TS300/DHPZ/060	24.78	26.74	67.00	Granite
TS300/DHPZ/060	26.74	29.77	60.00	Granite
TS300/DHPZ/060	29.77	30.33	64.00	Granite
TS300/DHPZ/060	30.33	34.22	67.00	Granite
TS300/DHPZ/062	15.97	16.90	50.00	Granite
TS300/DHPZ/062	16.90	19.08	64.00	Granite
TS300/DHPZ/062	19.08	22.15	68.00	Granite
TS300/DHPZ/062	22.15	25.07	64.00	Granite
TS300/DHPZ/062	25.07	27.40	68.00	Granite
TS300/DHPZ/062	27.40	28.81	57.00	Granite
TS300/DHPZ/062	28.81	30.07	69.00	Granite
TS300/DHPZ/062	30.07	34.08	62.00	Granite
TS300/DHPZ/062	34.08	35.51	66.00	Granite
TS300/DHPZ/062	35.51	36.73	69.00	Granite
ADU/GI BO130W	18.07	19.42	68.00	Granite
ADU/GI BO130W	19.42	21.30	71.00	Granite
ADU/GI BO130W	21.30	21.80	62.00	Granite
ADU/GI BO130W	21.80	23.89	64.50	Granite
ADU/GI BO130W	23.89	25.08	29.00	Fault Breccia
ADU/GI BO130W	25.08	30.68	65.50	Granite
ADU/GI BO130W	30.68	32.15	48.50	Granite
ADU/GI BO130W	32.15	34.13	53.50	Granite
ADU/GI BO130W	34.13	40.74	73.50	Granite
ADU/GI BO130W	40.74	42.50	56.00	Granite
ADU/GI BO130W	42.50	45.39	64.00	Granite