



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ»

Σχολές: Μηχανικοί Μεταλλείων – Μεταλλουργών & Πολιτικών Μηχανικών

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία με τίτλο:

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΑ
ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 4 ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ,
ΤΜΗΜΑ: ΦΑΡΟΣ ΨΥΧΙΚΟΥ - ΜΑΡΟΥΣΙ»**

Βαρδαβάκης Εμμανουήλ

Επιβλέπων: κ. Γ. Τσιαμπάος, καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

Title of Postgraduate Course: «DESIGN & CONSTRUCTION OF UNDERGROUND WORKS»

Schools: Mining Engineering and Metallurgy & Civil Engineering

Title of Dissertation:

**“STUDY OF THE GEOLOGICAL – GEOTECHNICAL CONDITIONS
ALONG THE LINE 4 ROUTE OF ATHENS METRO,
SECTION FAROS – MAROUSSI”**

Vardavakis Emmanouil

Supervisor: Mr. G. Tsiambaos, professor N.T.U.A.

ATHENS, OCTOBER 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας για το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων», του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου επιλέχθηκε ως θέμα η «Διερεύνηση των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών κατά μήκος της χάραξης της Γραμμής 4 του Μετρό Αθηνών, στο τμήμα Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι». Το συγκεκριμένο θέμα επιλέχθηκε σε συνεργασία με τον Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. κ. Γ. Τσιαμπάο, ο οποίος ήταν και ο επιβλέπων καθηγητής της εργασίας αυτής.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και ειλικρινά τον κ. Τσιαμπάο, για τις χρήσιμες συμβουλές που μου παρείχε σε κάθε ενδιάμεσο στάδιο της εργασίας και τις πάντοτε εύστοχες και καίριες για την ορθή συνέχιση αυτής παρατηρήσεις του. Επιπλέον, θα ήθελα να επισημάνω την ευχάριστη έκπληξη που αντιμετώπισα κατά τη συνεργασία μου μαζί του, καθώς παρόλο το αυξημένο φόρτο εργασίας του, ασχολήθηκε με αμεσότητα και προσωπικό ενδιαφέρον στα ζητήματα τα οποία με απασχόλησαν κατά την εκπόνηση της εργασίας μου.

Σημαντική ήταν επίσης η συμβολή του Δρ. Ανδρέα Αντωνίου, ο οποίος μου παρείχε απλόχερα σημαντικό υλικό από την διδακτορική του διατριβή και χρήσιμες οδηγίες για τη διαχείρισή του. Εκτίμησα πραγματικά την ανταπόκρισή του σε ότι του ζήτησα και την ευγένεια με την οποία με αντιμετώπισε.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω την εταιρεία ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. για την παροχή των διαθέσιμων γεωτεχνικών στοιχείων για την περιοχή της χάραξης, και ιδιαίτερα το γεωλόγο της εταιρείας κ. Γ. Στούμπο, ο οποίος με εξυπηρέτησε άμεσα σε ότι του ζήτησα.

Ιδιαίτερης σημασίας ήταν για μένα η βοήθεια της Αναστασίας Νικολαΐδου, η οποία με διακριτικό και ταυτόχρονα ουσιαστικό τρόπο ήταν παρούσα όποτε την χρειάστηκα.

Τέλος, θα ήθελα να αναφερθώ με έμφαση, στη σημαντική συμβολή της εταιρείας GeoTerra στην οποία και εργάζομαι τα τελευταία χρόνια, τόσο στην εκπόνηση της εργασίας μου με την παροχή μεγάλου πλήθους γεωτεχνικών δεδομένων, όσο και εν συνόλω στην ολοκλήρωση του συγκεκριμένου Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών. Ευχαριστώ από καρδιάς όλους τους συναδέλφους μου για την συμπαράσταση και την υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων ετών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα τη «Διερεύνηση των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών κατά μήκος της χάραξης της Γραμμής 4 του Μετρό Αθηνών, στο τμήμα Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι».

Σκοπός της εργασίας ήταν η αποσαφήνιση του γεωλογικού – γεωτεχνικού προσομοιώματος του υπεδάφους κατά μήκος της χάραξης του συγκεκριμένου τμήματος της νέας γραμμής που πρόκειται να κατασκευασθεί τα επόμενα χρόνια, η επισήμανση των κρίσιμων ή προβληματικών ζητημάτων που ενδέχεται να προκύψουν και η διατύπωση προτάσεων για την ορθή και ασφαλή αντιμετώπισή τους.

Αρχικά, συλλέχθηκαν όλες οι διαθέσιμες γεωτεχνικές έρευνες που έχουν εκτελεσθεί στην ευρύτερη περιοχή του έργου καθώς και οι σχετικές υπάρχουσες βιβλιογραφικές πηγές.

Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία και παρουσίαση των γεωλογικών στοιχείων και ακολούθως έγινε η αξιολόγηση αυτών, η οποία περιελάμβανε την δημιουργία γεωλογικού χάρτη & γεωλογικής μηκοτομής κατά μήκος της χάραξης και διαχωρισμό επιμέρους υποτομημάτων βάσει κοινών γεωλογικών χαρακτηριστικών.

Ακολούθως έγινε ψηφιακή καταγραφή και διαχείριση του συνόλου των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν σε μία ενιαία γεωτεχνική βάση δεδομένων με αποτέλεσμα την συγκεντρωτική πινακοποίησή τους ανά κατηγορία και ανά διακριθείσα γεωτεχνική ενότητα.

Η επεξεργασία των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (G.I.S.) είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ψηφιακών χαρτών για την οπτικοποίηση σημαντικών πληροφοριών σε σχέση με το υπό μελέτη έργο.

Επιπλέον εκτελέστηκε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών ανά διακριθείσα γεωτεχνική ενότητα, προκειμένου να καθορισθούν οι χαρακτηριστικές τιμές όλων των παραμέτρων και να επιλεχθούν οι κατάλληλες παράμετροι σχεδιασμού για κάθε ενότητα.

Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας και αξιολόγησης όλων των διαθέσιμων στοιχείων, επισημάνθηκαν τα κρίσιμα σημεία που αναμένεται να αντιμετωπιστούν κατά τη φάση κατασκευής του έργου και διατυπώθηκαν προτάσεις – λύσεις για την ορθή και ασφαλή αντιμετώπισή τους.

ABSTRACT

The subject of this dissertation is “Study of the geological – geotechnical conditions along the Line 4 route of Athens Metro, section Faros – Maroussi”.

The scopes of this dissertation were to determine the geological – geotechnical model of the ground along the particular section of the new line route that is planned to be constructed shortly, to point out the crucial issues that may be faced and to propose solutions for the proper and safe construction of the project.

The first step was to gather all the geotechnical research data available for the wider area of the project and the relevant bibliographical sources.

After that, we proceeded with the presentation of the geological data and the evaluation of the geological conditions at the study area, that included the design of a geological map and a geological cross-section along the route, such as the determination of subsections with common geological characteristics.

The next step of the present study was the digital recording and the management of all the data gathered in a unique geotechnical data base, concluding to the categorization of the geotechnical parameters of the geotechnical units met in the wider area.

The data obtained were then inserted to a Geographical Information System (G.I.S.) in order to create digital maps for the visualization of important information related to the project.

Additionally, we executed a statistical elaboration of the insitu and laboratory tests results, so as to determine the characteristic values of all the parameters and to choose the proper design parameters values for each geotechnical unit.

At the end, the crucial issues that are expected to be found during the construction of the project and suggestions for the proper and safe solution of these issues were pointed out.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ	1
1.1.1	Το Βασικό Έργο	1
1.1.2	Γραμμή 2 (Αγ. Αντώνιος – Αγ. Δημήτριος)	1
1.1.3	Γραμμή 3 (Αιγάλεω – Δουκίσσης Πλακεντίας – Αεροδρόμιο)	2
1.2	ΠΡΟΟΔΟΣ ΕΡΓΟΥ	3
1.3	ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΟΥ	5
1.4	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΟΥ	6
1.5	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ – ΝΕΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ	7
2	ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	11
3	ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	16
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
3.2	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	18
3.3	ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	21
3.4	ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	31
3.5	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	35
3.5.1	Υδρολιθολογική συμπεριφορά	35
3.5.2	Υπόγεια υδροφορία – Πιεζομετρία	37
3.6	ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	41
3.6.1	ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	41
3.6.2	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	54
4	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	56
4.1	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΥΠΟΤΜΗΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΚΟΙΝΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	56
4.1.1	Υπομήμα από χ.θ. 13+565 (Σταθμός Φάρος) έως χ.θ. 14+200	56
4.1.2	Υπομήμα από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400	57
4.1.3	Υπομήμα από χ.θ. 14+400 έως χ.θ. 15+750	57
4.1.4	Υπομήμα από χ.θ. 15+750 έως χ.θ. 16+800	58

4.1.5	Υπομήμα από χ.θ. 16+800 έως χ.θ. 19+375	59
4.1.6	Υπομήμα από χ.θ. 19+375 έως χ.θ. 20+883 (τέλος χάραξης)	60
4.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ.....	61
4.3	ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	65
4.3.1	ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ	65
4.3.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	67
5	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	70
5.1	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ – ΦΑΣΗ 1	71
5.1.1	ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	71
5.1.2	ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)	72
5.1.3	ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	73
5.2	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ – ΦΑΣΗ 2	74
5.2.1	ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	74
5.2.2	ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)	75
5.2.3	ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	77
5.3	ΆΛΛΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	79
5.3.1	ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	79
5.3.2	ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)	81
5.4	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	81
6	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	83
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	83
6.2	ΣΥΛΛΟΓΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ HELGEORDAS.....	84
6.2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	84
6.2.2	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΟΜΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HELGEORDAS	84
6.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ.....	96
6.4	ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ	97
6.5	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ	100
6.5.1	ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	100
6.5.2	ΜΕΙΚΤΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	108

6.5.3	ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	129
6.6	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	138
6.7	ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	140
6.7.1	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ R.M.R.	140
6.7.2	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ G.S.I.	142
6.7.3	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ R.M.R. & G.S.I.	143
6.7.4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΗΟΕΚ & BROWN	143
6.8	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	145
6.9	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	149
7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	150
8	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	156

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:** ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ
ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β:** ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΑ ΔΙΑΚΡΙΘΕΝΤΑ
ΥΠΟΤΜΗΜΑΤΑ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ :** ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΥΡΗΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ :** ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ
ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε :** ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ
ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ:** ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ R.Q.D. ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ:** ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΤΑ R.M.R. & G.S.I. -
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΗΟΕΚ & BROWN ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
ΕΝΟΤΗΤΑ

ΣΧΕΔΙΑ

- ΣΧΕΔΙΟ 01:** ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
- ΣΧΕΔΙΟ 02:** ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ
- ΣΧΕΔΙΟ 03:** ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΘΕΣΕΙΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
- ΣΧΕΔΙΟ 04:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ
ΥΔΑΤΩΝ
- ΣΧΕΔΙΟ 05:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΒΑΘΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΑΛΠΙΚΟΥ
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ
- ΣΧΕΔΙΟ 06:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΑΧΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΡΥΘΡΩΝ
ΑΡΓΙΛΩΝ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

1.1.1 Το Βασικό Έργο

Το Νοέμβριο του 1992 ξεκίνησε η κατασκευή του Βασικού Έργου του Μετρό της Αθήνας με προγραμματισμένα 20 km περίπου δικτύου με 21 σταθμούς σε 2 Γραμμές: τη Γραμμή 2 (Σεπόλια - Δάφνη) και τη Γραμμή 3 (Εθνική Άμυνα – Κεραμεικός).

Τον Ιανουάριο του 2000 τέθηκαν σε λειτουργία τα πρώτα 13 km με 14 σταθμούς στα τμήματα Σεπόλια - Σύνταγμα της Γραμμής 2 και Σύνταγμα – Εθνική Άμυνα της Γραμμής 3, ενώ τον Νοέμβριο του ίδιου έτους τέθηκαν σε λειτουργία 5 km επιπλέον με 5 σταθμούς στο τμήμα Σύνταγμα - Δάφνη.

Το τελευταίο εναπομείναν τμήμα του Βασικού Έργου ήταν το μήκους 1.4 km τμήμα Σύνταγμα – Μοναστηράκι, το οποίο παραδόθηκε σε λειτουργία τον Απρίλιο του 2003.

Ακολούθως δίδονται λεπτομέρειες για τις επεκτάσεις που πραγματοποιήθηκαν στη συνέχεια στη χάραξη των Γραμμών 2 & 3 (τα στοιχεία ελήφθησαν από την ιστοσελίδα της εταιρείας ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. [44] και την ιστοσελίδα της εταιρείας ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε. [45]).

1.1.2 Γραμμή 2 (Αγ. Αντώνιος – Αγ. Δημήτριος)

❖ *Επέκταση Σεπόλια - Άγιος Αντώνιος*

Η επέκταση Σεπόλια – Αγ. Αντώνιος άνοιξε για το επιβατικό κοινό στις αρχές Αυγούστου του 2004 στο πλαίσιο της επέκτασης της Γραμμής 2 στα δυτικά προάστια του Λεκανοπεδίου. Η επέκταση αυτή έχει μήκος 1.4 km και περιλαμβάνει ένα νέο σταθμό (Αγ. Αντώνιος). Η επέκταση αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς μέσω αυτής το Μετρό ξεπέρασε τα όρια του Κηφισού ποταμού και μείωσε δραστικά το χρόνο μετακίνησης των κατοίκων των δυτικών προαστίων, με αποτέλεσμα οι επιβάτες σήμερα να χρειάζονται μόλις 7 λεπτά για να μετακινούνται από το σταθμό Άγ. Αντώνιος έως το κέντρο της Αθήνας (σταθμό Ομονοίας)

και περίπου 45 λεπτά για το Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος (με μετεπιβίβαση στο σταθμό Σύνταγμα).

❖ *Επέκταση Δάφνη - Άγιος Δημήτριος*

Η μήκους 1.2 km επέκταση της Γραμμής 2 από τη Δάφνη μέχρι τον νέο σταθμό Άγ. Δημήτριος / Αλ. Παναγούλης κατασκευάστηκε με τις μεθόδους NATM και Ανοικτού Ορύγματος και παραδόθηκε σε λειτουργία τον Ιούνιο του 2004.

1.1.3 Γραμμή 3 (Αιγάλεω – Δουκίσσης Πλακεντίας – Αεροδρόμιο)

❖ *Επέκταση Εθνική Άμυνα - Δ. Πλακεντίας - Αεροδρόμιο*

Η επέκταση Εθνική Άμυνα - Δ. Πλακεντίας - Αεροδρόμιο καλύπτει μία υπόγεια διαδρομή 5.9 km μέχρι τον σταθμό Δ. Πλακεντίας όπου και αναδύεται στην επιφάνεια συνεχίζοντας για τα υπόλοιπα 20.7 km επίγεια - χρησιμοποιώντας τις γραμμές του Προαστιακού Σιδηροδρόμου – μέχρι το Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος, με αποτέλεσμα η απόσταση μεταξύ των σταθμών Μοναστηράκι - Αεροδρόμιο να καλύπτεται πλέον σε μόλις 37 λεπτά.

Το τμήμα από τον σταθμό Εθνική Άμυνα έως το σταθμό Δ. Πλακεντίας περιελάμβανε την κατασκευή 5 νέων σταθμών: Χολαργός, Νομισματοκοπείο, Αγ. Παρασκευή, Χαλάνδρι και Δ. Πλακεντίας. Ο σταθμός Νομισματοκοπείο δόθηκε σε λειτουργία στις αρχές Σεπτεμβρίου 2009, ο σταθμός Χολαργός στα μέσα Ιουλίου 2010 και ο σταθμός Αγ. Παρασκευή στα τέλη Δεκεμβρίου 2010.

❖ *Επέκταση Μοναστηράκι - Αιγάλεω*

Το μήκος της επέκτασης Μοναστηράκι - Αιγάλεω είναι 4.2 km, και περιλαμβάνει 3 νέους σταθμούς (Κεραμεικός, Ελαιώνας & Αιγάλεω). Το έργο τέθηκε σε λειτουργία στις 26 Μαΐου 2007 και πλέον η διαδρομή Αιγάλεω – Σύνταγμα καλύπτεται μόλις σε 7 λεπτά.

Στον Πίν. 1-1 παρουσιάζονται τα τμήματα και οι σταθμοί των δύο γραμμών του Μετρό Αθηνών που βρίσκονται σε λειτουργία:

Πίν. 1-1: Γραμμές & Σταθμοί του Μετρό Αθηνών που βρίσκονται σε λειτουργία

ΕΡΓΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΜΗΚΟΣ (km)	ΣΤΑΘΜΟΙ
Γραμμή 2 Αγ. Αντώνιος – Αγ. Δημήτριος	10.9	14
Γραμμή 3 Αιγάλεω – Δουκίσσης Πλακεντίας Δουκίσσης Πλακεντίας – Αεροδρόμιο	16.4 21.2	16 4
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	48.5	34

1.2 ΠΡΟΟΔΟΣ ΕΡΓΟΥ

Το Αττικό Μετρό δεν σταματάει να επεκτείνεται κατά μήκος των υφιστάμενων Γραμμών 2 & 3 ενώ παράλληλα στο άμεσο μέλλον προβλέπεται η μελέτη και κατασκευή νέων Γραμμών για την περαιτέρω επέκταση Μετρό και σε άλλες περιοχές εντός και εκτός του λεκανοπεδίου Αθηνών.

Πιο συγκεκριμένα σε σχέση με την πρόοδο του έργου αναφέρονται τα ακόλουθα:

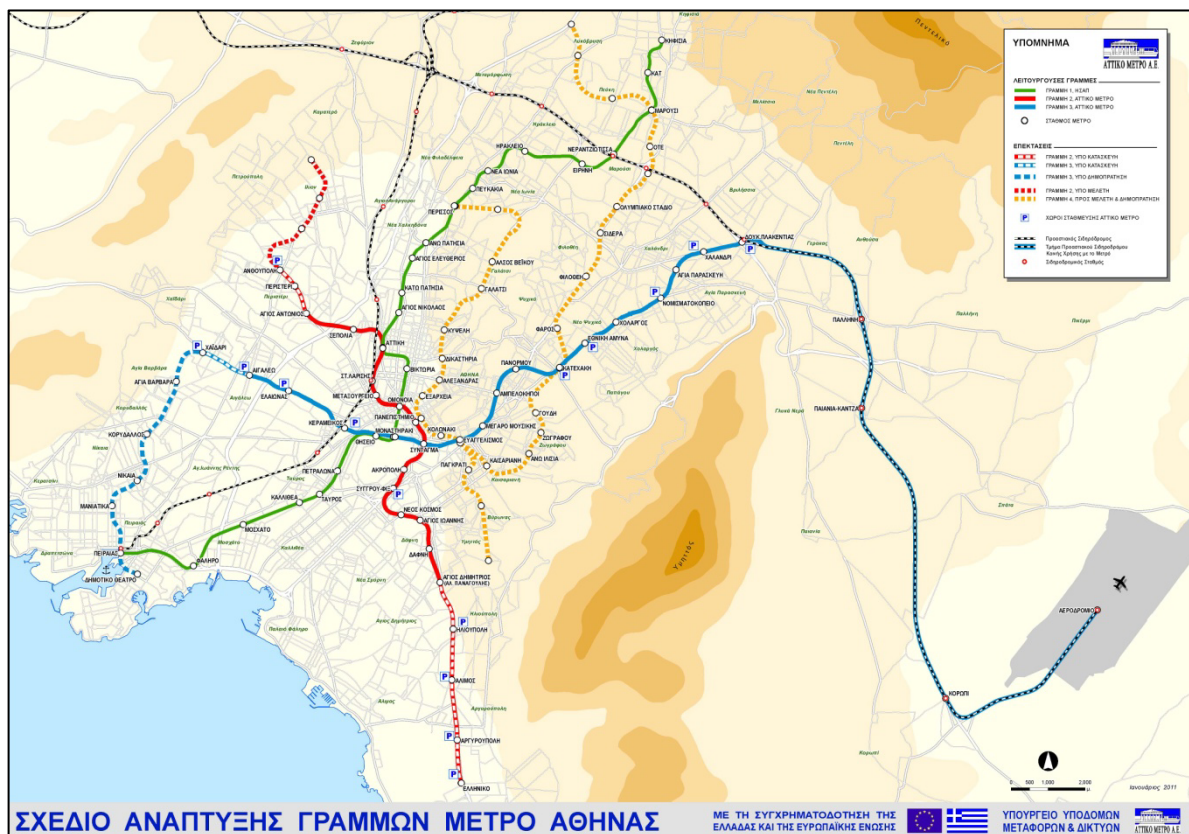
- Έχει ολοκληρωθεί η διάνοιξη της σήραγγας στην δυτική επέκταση της Γραμμής 2 μετά το σταθμό Αγ. Αντωνίου ενώ οι 2 νέοι σταθμοί Περιστερί & Ανθούπολη που βρίσκονται κατά μήκος αυτής βρίσκονται σε στάδιο ολοκλήρωσης.
- Η διάνοιξη της μήκους περί τα 5.5 km σήραγγας της επέκτασης της Γραμμής 2 προς το Ελληνικό ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2008. Η επέκταση αυτή περιλαμβάνει 4 νέους σταθμούς (Ηλιούπολη, Άλιμος, Αργυρούπολη & Ελληνικό), η κατασκευή των οποίων βρίσκεται σε τελικό στάδιο ολοκλήρωσης.
- Η κατασκευή της επέκτασης της Γραμμής 3 προς Χαϊδάρι, μήκους 1.5 km με έναν νέο σταθμό ήδη βρίσκεται σε στάδιο ολοκλήρωσης, καθώς έχουν ολοκληρωθεί τα έργα πολιτικού μηχανικού στον σταθμό και στη σήραγγα ενώ βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων και η εγκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Στον Πίν. 1-2 παρουσιάζονται τα τμήματα και οι σταθμοί των δύο γραμμών του Μετρό Αθηνών που βρίσκονται υπό παράδοση:

Πίν. 1-2: Γραμμές & Σταθμοί του Μετρό Αθηνών που βρίσκονται υπό παράδοση

ΕΡΓΑ ΥΠΟ ΠΑΡΑΔΟΣΗ	ΜΗΚΟΣ (km)	ΣΤΑΘΜΟΙ
Γραμμή 2		
Αγ. Αντώνιος – Ανθούπολη	1.5	2
Αγ. Δημήτριος - Ελληνικό	5.5	4
Γραμμή 3		
Αιγάλεω – Χαϊδάρι	1.5	1
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	8.5	7

Στην Εικ. 1-1 παρουσιάζεται το δίκτυο των υφιστάμενων και των μελλοντικών γραμμών του ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΑΣ.



Εικ. 1-1: Δίκτυο Υφιστάμενων και Μελλοντικών Γραμμών του ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΑΣ

1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΟΥ

Ο γεωλογικός σχηματισμός που συναντήθηκε σε όλη την περιοχή εντός της οποίας διερχόταν η χάραξη του Μετρό της Αθήνας και πιο συγκεκριμένα στα βάθη διέλευσης των σηράγγων και των υπόλοιπων υπογείων έργων αυτού, είναι γνωστός ως «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος».

Πρόκειται για το σχηματισμό που αποτελεί το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής ενδιαφέροντος, αλλά και ολόκληρου του Λεκανοπεδίου Αθηνών και αποτελεί τμήμα της Πελαγονικής ζώνης.

Με τον όρο «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος» περιγράφεται ένα έντονα ετερογενές σύστημα φλυσχοειδούς χαρακτήρα που έχει υποστεί έντονη διαγένεση έως ελαφρά μεταμόρφωση, το οποίο λιθολογικά συνίσταται κυρίως από αργιλικούς και ψαμμιτικούς σχιστόλιθους, μεταίλυο λίθους, μεταψαμμίτες και τεφρούς αργιλικούς σχιστόλιθους - φυλλίτες. Τοπικά συναντώνται φακοί ή ενστρώσεις τεφρών κρυσταλλικών ασβεστολίθων, χαλαζιακές φλέβες και θύλακες με εξαλλοιωμένα συνήθως, βασικά και υπερβασικά πετρώματα.

Η εκτιμώμενη ηλικία του σχηματισμού είναι Μαιστρίχτιο έως Ηώκαινο, ενώ το συνολικό πάχος μπορεί να υπερβαίνει τα 200 m.

Είναι πιθανό κατά τη γεωλογική περίοδο του Ηωκαίνου ο «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος» να υπέστη εκτεταμένη πτύχωση και κερματισμό. Πρόσθετοι παράγοντες που ελέγχουν την ποιότητα και τη συμπεριφορά των υλικών της βραχομάζας είναι η εκτεταμένη αποσάθρωση και η εξαλλοίωση των σχηματισμών.

Συνεπώς τόσο λόγω των έντονων λιθολογικών διαφοροποιήσεων όσο και λόγω του κυμαινόμενου βαθμού αποσάθρωσης και κερματισμού, η βραχομάζα του σχηματισμού είναι πολύ ανομοιογενής και ανισότροπη όχι μόνο στη μακροσκοπική-γεωτεκτονική κλίμακα της λεκάνης των Αθηνών, αλλά κυρίως στη μεσοσκοπική κλίμακα των εκσκαφών των σηράγγων. Αυτή η ανομοιογένεια των πετρωμάτων του «Αθηναϊκού Σχιστόλιθου» δημιουργεί αβεβαιότητα κατά το συσχετισμό γειτονικών γεωτρήσεων, γεγονός που καθιστά εξαιρετικά δύσκολο τον σχεδιασμό αξιόπιστων γεωλογικών μηκοτομών κατά μήκος της χάραξης.

Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί που έχουν αποθεθεί πάνω από τον «Αθηναϊκό Σχιστόλιθο» αποτελούνται από ποταμοχειμάρριες αποθέσεις συνήθως μικρού πάχους, αποτελούμενες από αργιλικά και αμμώδη – αμμοχαλικώδη υλικά και κροκάλες. Επίσης μεγάλες περιοχές καλύπτονται από δилουβιακές αποθέσεις ανάμεσα στους λόφους, οι οποίες αποτελούνται από αργίλους, ιλύες και άμμους σε εναλλαγές με λατυποπαγή χαλαρά συγκολλημένα.

Τέλος, σε πολλές περιοχές κατά μήκος της χάραξης, εντοπίστηκαν επιφανειακά σύγχρονες αποθέσεις ή τεχνητές επιχώσεις κυμαινόμενου πάχους (1 - 6 m). Οι αποθέσεις αυτές δημιουργήθηκαν κατά τους ιστορικούς χρόνους.

Ως προς την υδατοπερατότητά του ο «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος» θεωρείται γενικά ως πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός και αποτελεί το στεγανό υπόβαθρο του λεκανοπεδίου της Αθήνας. Κατά τόπους όμως εντοπίζεται μεγάλη υδρογεωλογική ετερογένεια καθώς αποτελείται από σχηματισμούς με διαφορετικά υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα την ισχυρή διακύμανση της διαπερατότητάς τους.

Στα σχετικά υγιή τμήματα του σχηματισμού η διαπερατότητα αναμένεται να αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό κερματισμού, ελέγχεται όμως και από την παρουσία του αργιλικού κλάσματος. Στις αποσαθρωμένες ζώνες όπου το πέτρωμα έχει εδαφικό κυρίως χαρακτήρα, αναμένεται μειωμένη διαπερατότητα καθώς σημαντικό τμήμα του υλικού έχει μετατραπεί σε άργιλο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, εκτιμάται ότι περιορισμένη κυκλοφορία νερού μπορεί να γίνεται στις ζώνες κατακερματισμού και στο αποσαθρωμένο τμήμα, χωρίς όμως να αποτελεί υδροφορέα με ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον. Επίσης, αυξημένη διαπερατότητα εμφανίζεται τοπικά στις περιοχές παρουσίας κερματισμένων μεταψαμμιτών στη μάζα του σχηματισμού.

1.4 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΟΥ

Πριν ξεκινήσει η κατασκευή του έργου πραγματοποιήθηκε μεγάλο πλήθος γεωτεχνικών ερευνών προκειμένου να ληφθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την ορθή μελέτη. Το πρόγραμμα των γεωτεχνικών ερευνών περιελάμβανε περισσότερες από 350 γεωτρήσεις που συμπλήρωναν τις 200 γεωτρήσεις που είχαν εκτελεστεί κατά μήκος της χάραξης των γραμμών σε παλαιότερες έρευνες, με αποτέλεσμα να προκύπτει μεγάλη πυκνότητα γεωλογικής – γεωτεχνικής πληροφορίας κατά μήκος του έργου, με μέσο όρο μία γεώτρηση περίπου ανά 30 μέτρα, βάθους τουλάχιστον 20 - 30 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι γεωτεχνικές έρευνες συνεχίστηκαν και κατά τη διάρκεια της κατασκευής, με αποτέλεσμα ο συνολικός αριθμός των γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για τις ανάγκες του Βασικού Έργου να φθάνει τις 1100 γεωτρήσεις.

Συγκεντρωτικά οι πιο σημαντικές γεωτεχνικές δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. είναι οι παρακάτω:

- Διερεύνηση των γεωλογικών - γεωτεχνικών συνθηκών με την εκτέλεση 1100 γεωτρήσεων, οι περισσότερες από τις οποίες έγιναν με συνεχή πυρηνοληψία δειγμάτων από έδαφος και πέτρωμα, ενώ μερικές χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή επί τόπου δοκιμών για να διερευνηθούν καλύτερα οι συνθήκες που επικρατούν στις στάθμες όπου κατασκευάζεται το έργο, αλλά και για την εγκατάσταση ειδικών οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης.
- Γεωφυσικές έρευνες, χρησιμοποιώντας ποικίλες τεχνικές, όπως το ραντάρ εδάφους που διαπερνά το έδαφος εντοπίζοντας θαμμένα στοιχεία, υπόγειους ποτάμιους διαύλους, δίκτυα οργανισμών κοινής ωφέλειας και μεγάλα αρχαιολογικά στοιχεία (ευρήματα).
- Ενδεδειγμένες μετρήσεις της στάθμης των υπογείων υδάτων κατά μήκος της χάραξης της σήραγγας για να υπολογισθεί η γενική διεύθυνση της ροής των υδάτων εδάφους, καθώς και οι ετήσιες διακυμάνσεις της στάθμης των υδάτων αυτών για τον καλύτερο σχεδιασμό του έργου.
- Ανάπτυξη βασικών παραμέτρων αντοχής του εδάφους και του πετρώματος για να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη των κατασκευών του έργου. Οι παράμετροι βασίζονται σε αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών δειγμάτων εδάφους και βράχου και σε άλλα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν με επί τόπου δοκιμές.
- Εκτέλεση εκτεταμένου προγράμματος γεωτεχνικής παρακολούθησης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διεξαγωγή των εργασιών εκσκαφής τόσο για την ασφάλεια των υπερκειμένων ή/και παρακειμένων κτισμάτων και κατασκευών, όσο και για την επιβεβαίωση των παραδοχών σχεδιασμού του έργου.

1.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ – ΝΕΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ

Στα άμεσα σχέδια της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. είναι η κατασκευή της επέκτασης της Γραμμής 3 του Μετρό της Αθήνας από το Χαϊδάρι προς τον Πειραιά με ενδιάμεσους σταθμούς στην Αγία Βαρβάρα, τον Κορυδαλλό, τη Νίκαια και τα Μανιάτικα.

Σύμφωνα με τη Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό (1995 - 1999), στο εγκεκριμένο Σχέδιο Ανάπτυξης του Μετρό της Αθήνας προβλεπόταν η κατασκευή δύο νέων Επεκτάσεων που ουσιαστικά θα αποτελούσαν κλάδους των υφιστάμενων Γραμμών, δηλαδή της Γραμμής 2 (Πανεπιστήμιο -

Εξάρχεια - Αλεξάνδρας - Δικαστήρια - Κυψέλη - Γαλάτσι - 'Αλσος Βεΐκου) και της Γραμμής 3 (Πανόρμου - Φάρος - Σίδερα -ΟΑΚΑ - Παράδεισος - Μαρούσι).

Κατά την εκπόνηση της Προμελέτης των έργων διαπιστώθηκε ότι οι εν λόγω επεκτάσεις δεν ήταν τεχνικά εφικτό να αποτελέσουν κλάδους υφισταμένων Γραμμών, καθώς το ενδεχόμενο αυτό θα παρουσίαζε σημαντικές κατασκευαστικές και λειτουργικές αδυναμίες (διακοπή λειτουργίας της γραμμής, σύνθετη κατασκευή, υψηλό κόστος, συχνότητα των δρομολογίων, κ.λπ.).

Σε αυτό το πλαίσιο, η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. προχώρησε στην εξέταση της σύνδεσης των εν λόγω επεκτάσεων μεταξύ τους και την ανάπτυξή τους ως μία νέα αυτόνομη Γραμμή 4 σε σχήμα U, η οποία θα περιλαμβάνει τα παραπάνω δύο - ακτινικού χαρακτήρα - σκέλη (προς Γαλάτσι και προς Μαρούσι) και κεντρικό τμήμα που θα συνδέει 8 νέους σταθμούς Μετρό: Πανεπιστήμιο, Κολωνάκι, Ευαγγελισμός, Παγκράτι/Καισαριανή, 'Ανω Ιλίσια, Ζωγράφου, Γουδί, Κατεχάκη, με ανταπόκριση με τις υφιστάμενες Γραμμές 2 (στον σταθμό Πανεπιστήμιο) και 3 (στους σταθμούς Ευαγγελισμός & Κατεχάκη). Πρόσφατα στη Γραμμή αυτή προστέθηκε ο κλάδος Ευαγγελισμός - Παγκράτι - Βύρωνας - Υμηττός - Ηλιούπολη, καθώς και οι επεκτάσεις Μαρούσι - Λυκόβρυση και 'Αλσος Βεΐκου - Περισσός.

Η νέα Γραμμή του Μετρό, Γραμμή 4 (Περισσός - 'Αλσος Βεΐκου - Πανεπιστήμιο - Ευαγγελισμός - Βύρωνα - Κατεχάκη - Μαρούσι - Λυκόβρυση) με 33 km μήκος και 29 νέους σταθμούς.

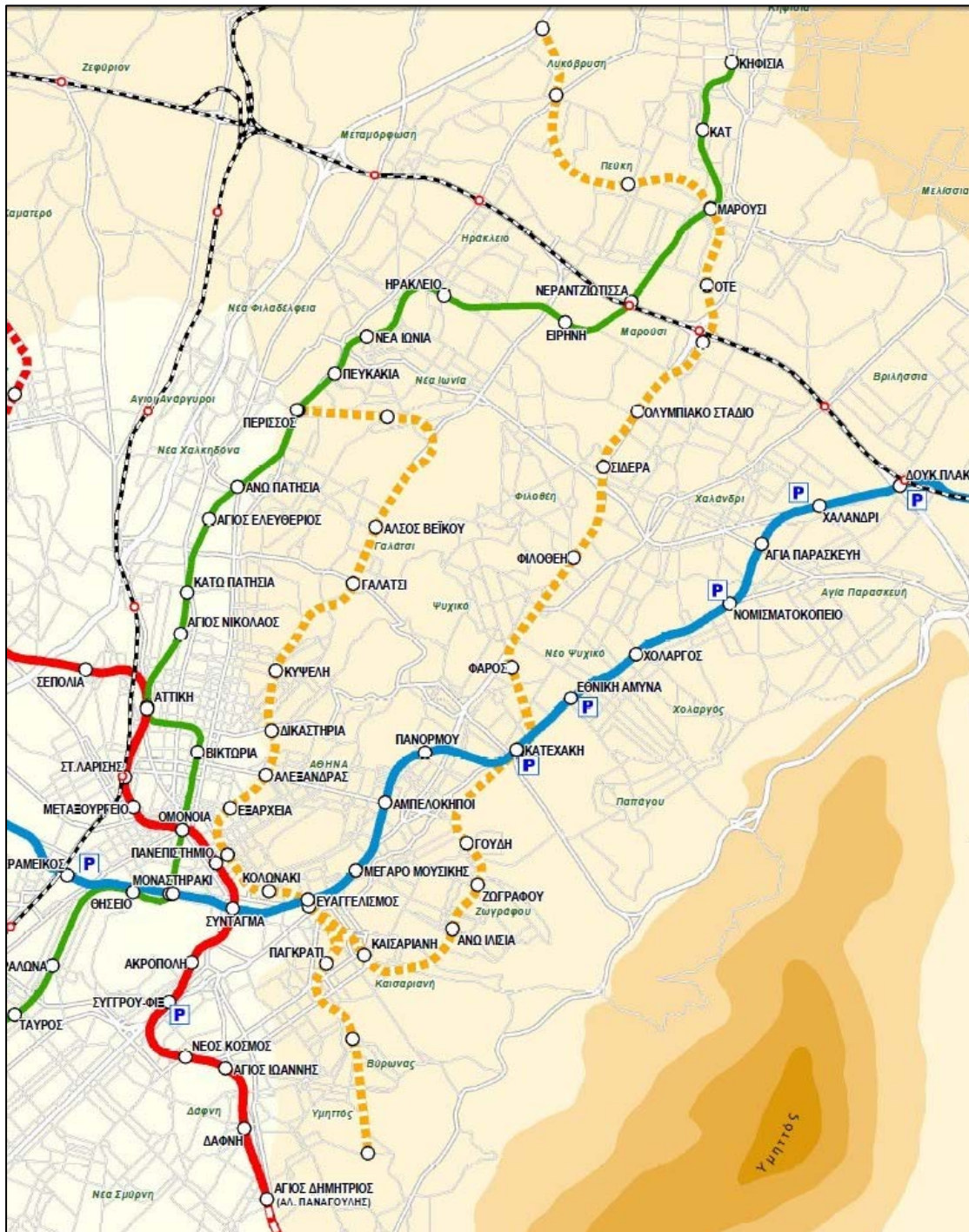
Η δημιουργία της νέας Γραμμής παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως ενδεικτικά:

- Εξυπηρέτηση πολλών νέων πυκνοκατοικημένων περιοχών της πόλης (Γαλάτσι, Κυψέλη, Παγκράτι, Καισαριανή, Ζωγράφου, περιοχές όμορες Λεωφ. Κηφισίας, κ.λπ.). Εκτιμάται ότι η εν λόγω Γραμμή θα εξυπηρετεί καθημερινά περισσότερους από 500.000 επιβάτες.
- Εξυπηρέτηση πολλών σημαντικών εγκαταστάσεων, όπως Νοσοκομεία (Παιδων, Λαϊκό), Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (Πανεπιστημιούπολη, Πολυτεχνειούπολη, καθώς και το Πανεπιστήμιο και το Πολυτεχνείο στο κέντρο της Αθήνας - "Η Γραμμή των Πανεπιστημίων") και Δικαστήρια.
- Αύξηση της δικτύωσης του Μετρό που συνεπάγεται την αύξηση του αριθμού των σταθμών ανταπόκρισης, στους οποίους μπορεί να γίνει γρήγορη μετεπιβίβαση μεταξύ των Γραμμών του Μετρό.
- Ανακούφιση υφιστάμενων σταθμών Μετρό από τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση του επιβατικού κοινού (Σύνταγμα, κ.λπ.).

Η κατασκευή της νέας Γραμμής 4 του Μετρό της Αθήνας βρίσκεται σήμερα σε στάδιο μελέτης. Το Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων εξετάζει όλους τους πιθανούς τρόπους χρηματοδότησης της Γραμμής 4, η οποία αναμένεται όχι μόνο να αλλάξει δραστικά τον συγκοινωνιακό χάρτη της Αθήνας αλλά και να αναβαθμίσει σημαντικά τη ζωή στο Λεκανοπέδιο.

Η τελική πρόταση που διαμορφώθηκε αφορά μια γραμμή σε σχήμα U, μήκους 20.9 km με 20 νέους σταθμούς, η οποία θα καλύψει την διαδρομή 'Αλσος Βεΐκου – Γαλάτσι – Κυψέλη – Δικαστήρια – Αλεξάνδρας – Εξάρχεια – Πανεπιστήμιο – Κολωνάκι – Ευαγγελισμός - Παγκράτι/Καισαριανή - 'Ανω Ιλίσια – Ζωγράφου – Γουδή – Κατεχάκη – Φάρος - Φιλοθέη – Σίδερα – ΟΑΚΑ – Παράδεισος - Μαρούσι.

Στόχος του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και της Αττικό Μετρό Α.Ε. είναι εντός του 2011 να δημοπρατηθεί η οριστική μελέτη του έργου και η δημοπράτηση για την κατασκευή του πρώτου τμήματος της Γραμμής ('Αλσος Βεΐκου - Ευαγγελισμός) να υλοποιηθεί εντός του 2012.



Εικ. 1-2: Χάραξη Γραμμής 4, τμήμα «Φάρος – Μαρούσι»

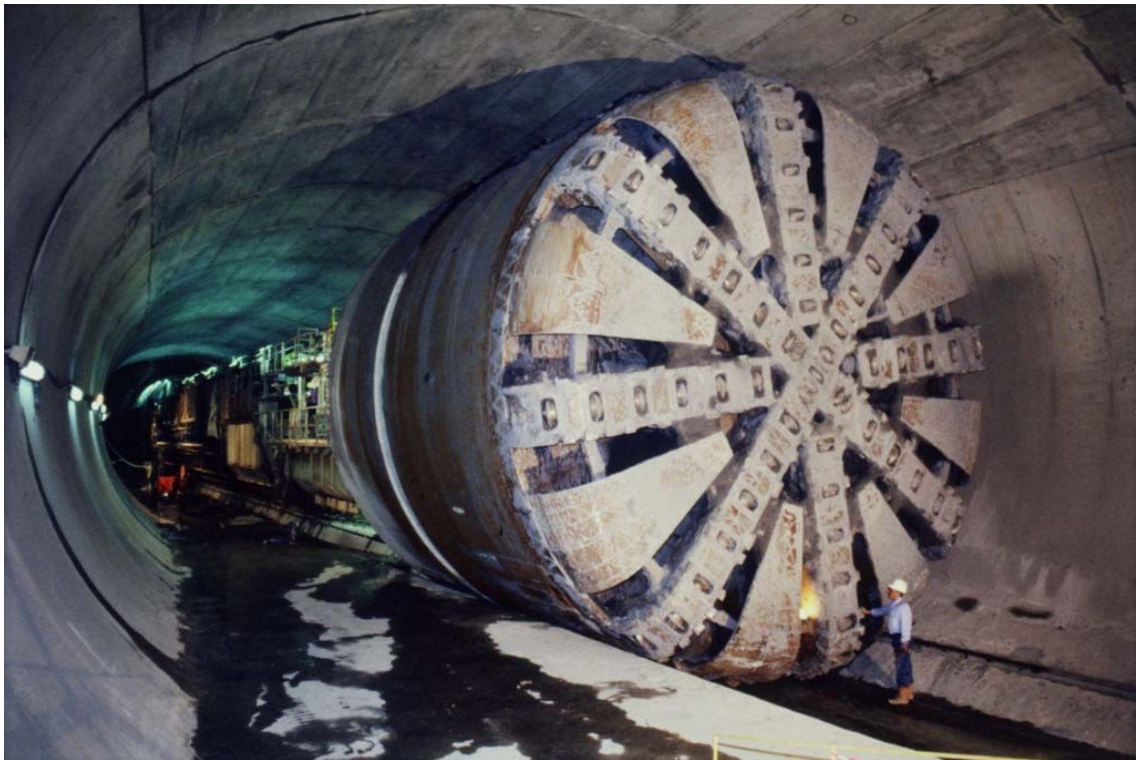
2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το έργο του Μετρό της Αθήνας είναι εξ' ολοκλήρου υπόγειο. Για την κατασκευή των υπόγειων σταθμών και σηράγγων του Μετρό, χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες μέθοδοι που εξασφάλισαν την ασφαλή, έντεχνη και ταχεία αποπεράτωση του έργου. Οι μέθοδοι κατασκευής του έργου που χρησιμοποιήθηκαν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους, αναλόγως των εκάστοτε γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών καθώς και των επί τούτου συνθηκών του περιβάλλοντος χώρου, ήταν οι ακόλουθες:

- **Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Ολομέτωπης Κοπής (Tunnel Boring Machine ή TBM).** Χρησιμοποιήθηκε για τη διάνοιξη σηράγγων και συγκεκριμένα, το TBM1 (με το όνομα «ΙΑΣΟΝΑΣ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 2 από τον σταθμό Λαρίσης έως τον σταθμό Αγ. Ιωάννη και το TBM2 (με το όνομα «ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 3 από το σταθμό Κατεχάκη έως τον σταθμό Σύνταγμα.



Εικ. 2-1: Μηχάνημα Διάνοιξης Σηράγγων (TBM 1 «Ιάσονας») που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της Γραμμής 2 του ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ, στο τμήμα Σταθμός Λαρίσης – Σταθμός Αγ. Ιωάννη



Εικ. 2-2: Μηχάνημα Διάνοιξης Σηράγγων (TBM 2 «Περσεφόνη») που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της Γραμμής 3 του ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ, στο τμήμα Σταθμός Κατεχάκη – Σταθμός Σύνταγμα

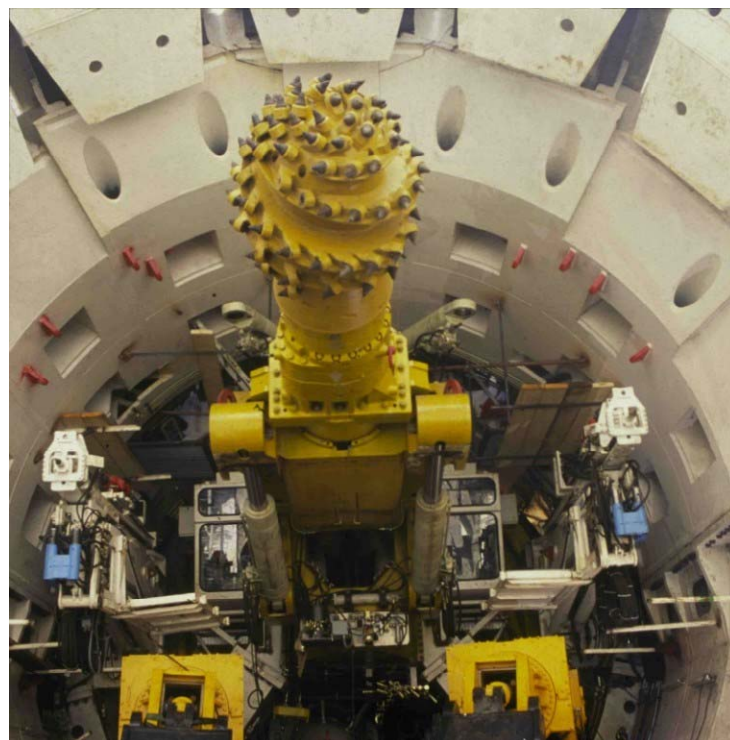
➤ **Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Σημειακής Κοπής με Ανοικτή Ασπίδα (Open Face Shield).**

Τα μηχανήματα τύπου Ανοικτής Ασπίδας (OFS) χρησιμοποιούνται για τη διάνοιξη σηράγγων σε χαλαρά εδάφη. Παρέχουν αρχική υποστήριξη στη στέψη του εδάφους και του μετώπου της εκσκαφής, τα οποία υποστηρίζονται από το περίβλημα της ασπίδας και τις πλάκες προπορείας.

Το OFS του Μετρό της Αθήνας, στο οποίο είχε δοθεί αρχικά το όνομα «ΔΑΦΝΗ», σχεδιάστηκε από την εταιρεία HERRENKNECHT GmbH, για εκσκαφή σε πετρώματα με μέγιστη Αντοχή Ανεμπόδιστης Θλίψης (UCS) της τάξης των 120 Pa. Χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της σήραγγας Δάφνη –Αγ. Ιωάννης του Βασικού Έργου, μήκους 765 m και για το τμήμα Ανθούπολη –Περιστέρι της επέκτασης της Γραμμής 2, μήκους 910 m.



Εικ. 2-3: Άποψη των βαγονιών υποστήριξης του μηχανήματος Ανοιχτής Ασπίδας



Εικ. 2-4: Τηλεσκοπικός Εκσκαφέας Σημειακής Κοπής στο πρόσθιο μέρος της ανοιχτής ασπίδας

- **Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Εξισορρόπησης Εδαφικής Πίεσης (Earth Pressure Balance).** Το EPB που χρησιμοποιήθηκε στην επέκταση της Γραμμής 3 προς Δουκ. Πλακεντίας σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τη Γερμανική εταιρία HERRENKNECHT A.G., ώστε να λειτουργεί σε ετερογενή εδάφη. Χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της σήραγγας από τον σταθμό Χαλάνδρι έως το φρέαρ Ξάνθου (3.374 m) της επέκτασης της Γραμμής 3, και σήμερα χρησιμοποιείται στην επέκταση της Γραμμής 2 προς Ελληνικό.



Εικ. 2-5: Ασπίδα Εξισορρόπησης Πίεσης Εδάφους (EPB) που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της Γραμμής 3 του ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ, στο τμήμα σταθμός Χαλάνδρι – Φρέαρ Ξάνθου

- **Χρήση Συμβατικής μεθόδου εκσκαφής σηράγγων (NATM).**
Χρησιμοποιήθηκε για την εκσκαφή σηράγγων, σε εδάφη με φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά, καθώς και στην εκσκαφή ορισμένων σταθμών του Έργου (Πανεπιστήμιο, Ακρόπολη, Αμπελόκηποι, Μοναστηράκι, Ομόνοια και του βαθύτερου τμήματος του σταθμού Σύνταγμα). Επίσης η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε και σε μεγάλα τμήματα των επεκτάσεων του δικτύου προς Δ. Πλακεντίας, προς Αγ. Δημήτριο, προς Αγ. Αντώνιο, προς Αιγάλεω, προς Χαϊδάρι, κλπ.

➤ **Χρήση μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος (Cut and Cover).**

Χρησιμοποιήθηκε κατεξοχήν για την εκσκαφή των σταθμών του Έργου, καθώς και σε ελάχιστες περιπτώσεις, για την εκσκαφή σηράγγων σε σημεία που παρουσιάστηκαν προβλήματα λόγω των πτωχών μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους. Πολλά τμήματα του δικτύου του Μετρό της Αθήνας κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο αυτή, όπως οι σταθμοί Σεπόλια, Αττική, Λαρίσης, Μεταξουργείο, Συγγρού – Φιξ, Ν. Κόσμος, Αγ. Ιωάννης και Δάφνη της Γραμμής 2, οι σταθμοί Εθνική Άμυνα, Κατεχάκη, Πανόρμου, Μέγαρο Μουσικής, Ευαγγελισμός της Γραμμής 3, Σύνταγμα (ο σταθμός της Γραμμής 2 που είναι σε μικρότερο βάθος), καθώς και τα τμήματα σηράγγων μεταξύ των σταθμών Αττική – Λαρίσης και Κατεχάκη – Εθνική Άμυνα . Επίσης, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε στις επεκτάσεις του δικτύου, όπως στους σταθμούς Αγ. Δημήτριος και Αγ. Αντώνιος, στους σταθμούς Χαλάνδρι και Δ. Πλακεντίας, καθώς και σε τμήμα της σήραγγας Δάφνη – Αγ. Δημήτριος.

➤ **Χρήση μεθόδου Επικάλυψης - Εκσκαφής (Cover and Cut).**

Πρόκειται για παραλλαγή της μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος όπου κατασκευάζεται η πλάκα οροφής του Σταθμού και οι εργασίες εκσκαφής πραγματοποιούνται υπογείως. Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε μόνο στον Σταθμό του Συντάγματος (της Γραμμής 2), λόγω της ιδιαιτερότητας της περιοχής.

3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα εκ των βασικών αντικειμένων της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των γεωλογικών συνθηκών που αναμένεται να συναντηθούν κατά την κατασκευή του τμήματος Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι της υπό μελέτη Γραμμής 4 της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.

Το συγκεκριμένο τμήμα εκτείνεται βάσει του υφιστάμενου σχεδιασμού από τη χ.θ. 13+565 (Σταθμός Ψυχικού) έως τη χ.θ. 20+883 (τέλος χάραξης Γραμμής 4), δηλαδή έχει συνολικό μήκος χάραξης περί τα 7.318 m. Περιλαμβάνει έξι (6) σταθμούς, η ακριβής θέση των οποίων παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα 3-1:

Πίν. 3-1: Σταθμοί και χιλιομετρικές θέσεις αυτών, στο τμήμα «Φάρος – Μαρούσι» της Γραμμής 4

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΘΕΣΗ
1	ΦΑΡΟΣ	χ.θ. 13+565 – χ.θ. 13+675
2	ΦΙΛΟΘΕΗ	χ.θ. 15+265 – χ.θ. 15+375
3	ΣΙΔΕΡΑ	χ.θ. 16+520 – χ.θ. 16+630
4	Ο.Α.Κ.Α.	χ.θ. 17+365 – χ.θ. 17+475
5	ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΣ	χ.θ. 18+640 – χ.θ. 18+745
6	ΜΑΡΟΥΣΙ	χ.θ. 20+490 – χ.θ. 20+600

Στην Εικ. 3-1 παρουσιάζεται λεπτομέρεια της Γραμμής 4 που περιλαμβάνει το υπόψη τμήμα της χάραξης.



Εικ. 3-1: Χάραξη Γραμμής 4, τμήμα «Φάρος – Μαρούσι»

Στα παρακάτω υποκεφάλαια εξετάζονται αναλυτικά οι γεωμορφολογικές, γεωλογικές, τεκτονικές, υδρολιθολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή του έργου, καθώς και η σεισμικότητα και σεισμική επικινδυνότητα της ευρύτερης περιοχής.

3.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η χάραξη του τμήματος που εξετάζεται στην παρούσα εργασία (Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι) κινείται με διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ, σε απόλυτα υψόμετρα που κυμαίνονται από +175 έως +250 m. Το νοτιοδυτικό τμήμα της χάραξης κινείται στις ανατολικές παρυφές των Τουρκοβουνίων, το κεντρικό τμήμα αναπτύσσεται στα ανατολικά κράσπεδα της νεογενούς λεκάνης της Καλογρέζας και το βορειοανατολικό τμήμα αυτής βρίσκεται στις δυτικές απολήξεις του Πεντελικού όρους.

Η χάραξη αναπτύσσεται σε πεδινό έως λοφώδες ανάγλυφο με ήπιες μορφολογικές κλίσεις, της τάξης των 5° - 10° προς τα Α – ΝΑ στην περιοχή από Φάρο Ψυχικού έως Φιλοθέη / Χαλάνδρι και προς Δ – ΝΔ στην περιοχή από Χαλάνδρι έως Μαρούσι.

Η ευρύτερη περιοχή του έργου εντάσσεται στην υδρολογική λεκάνη του Κηφισού ποταμού, που αποτελεί την μεγαλύτερη υδρολογική λεκάνη του λεκανοπεδίου των Αθηνών, καταλαμβάνοντας το 67% της έκτασής του. Ο Κηφισός ποταμός διατρέχει το δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου και οι πηγές του τοποθετούνται στον αυχένα του Αγ. Στεφάνου. Δέχεται τα ύδατα που διατρέχουν τις εσωτερικές προς την λεκάνη απορροής του πλαγιές της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του Όρους Αιγάλεω, καθώς και τμήματος των δυτικών παρυφών του Υμηττού. Οι πιο αξιόλογοι παραπόταμοι του Κηφισού είναι το ρέμα Κεφαλαρίου, το ρέμα Κοκκινάρα και ο Ποδονίφτης.

Η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος της παρούσας εργασίας ανήκει στην υδρολογική υπολεκάνη του Ποδονίφτη [6].

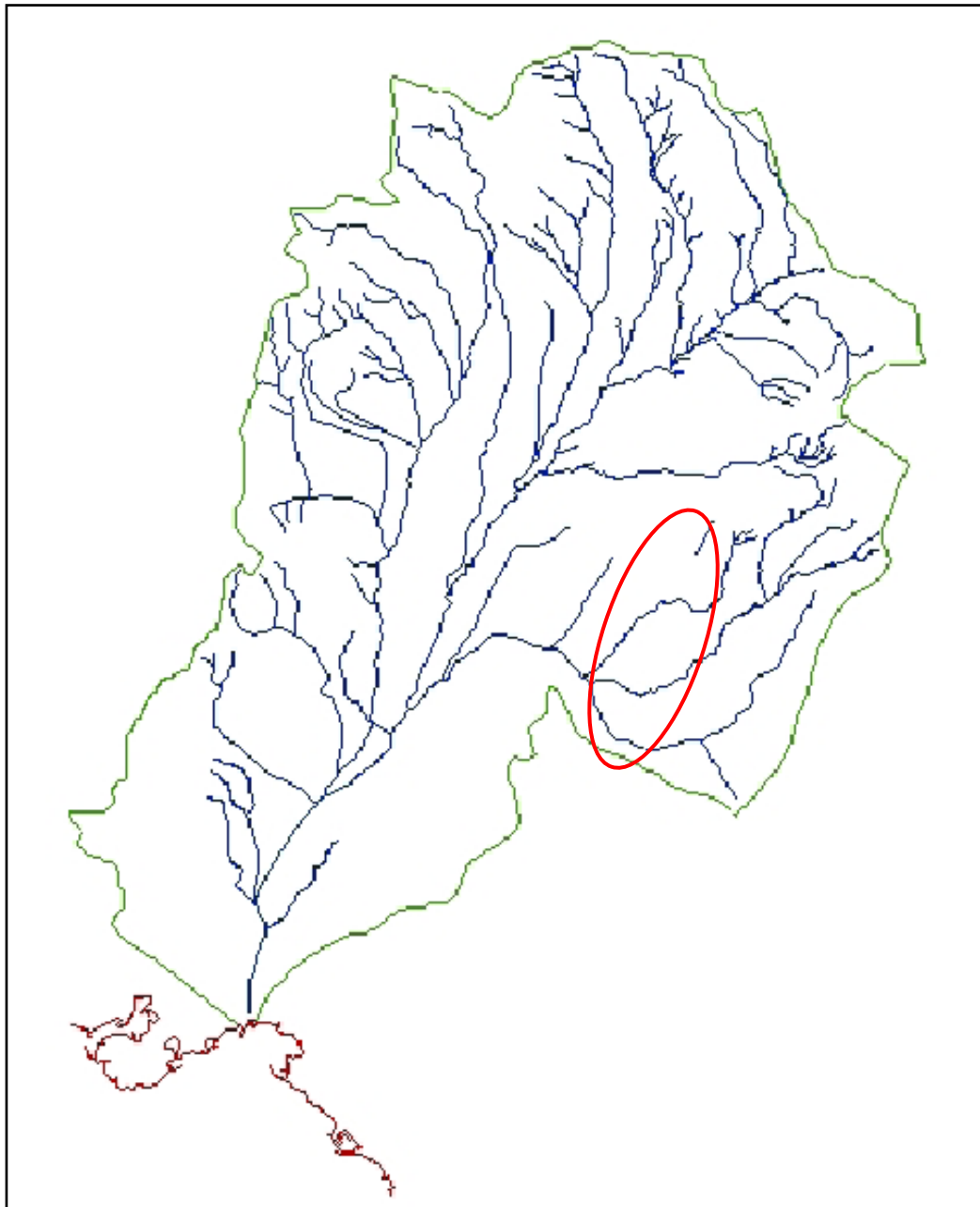
Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδρικής μορφής και σχετικά αραιό. Οι κλάδοι είναι κυρίως 1^{ης} & 2^{ης} και πιθανώς έως 4^{ης} τάξης και ξεκινούν κυρίως από τις ανατολικές παρειές των Τουρκοβουνίων με κύρια διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ και τις νοτιοδυτικές παρειές της Πεντέλης με κύρια διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ έως Α - Δ.

Στις Εικ. 3-2 & 3-3 παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αθηνών και του Κηφισού ποταμού αντίστοιχα.



Εικ. 3-2: Υδρογραφικό δίκτυο λεκανοπεδίου Αθηνών [7].

Σημειώνεται η περιοχή του τμήματος ενδιαφέροντος



Εικ. 3-3: Υδρογραφικό δίκτυο και υδροκρίτης Κηφισού ποταμού [7].

Σημειώνεται η περιοχή του τμήματος ενδιαφέροντος

Όπως προκύπτει από τα διαθέσιμα στοιχεία (χάρτες, τοπογραφικά διαγράμματα) καθώς και τις επιτόπου παρατηρήσεις, η υπό μελέτη χάραξη τέμνεται κάθετα από ρέματα στις ακόλουθες θέσεις:

Πίν. 3-2: Θέσεις στις οποίες η χάραξη τέμνεται από υφιστάμενα ρέματα

Χ.Θ.	ΕΙΔΟΣ
15+750	Ρέμα Φιλοθέης
16+550	Ρέμα Χαλανδρίου
19+375	Ρέμα Αμαρουσίου - Κηφισιάς

Το εύρος της ενεργής κοίτης αυτών των ρεμάτων της περιοχής μελέτης εκτιμάται ότι είναι της τάξης των 10 – 20 m.

3.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Το αλπικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής διέλευσης της χάραξης ανήκει στην πολύπλοκη αλλόχθονη ενότητα του λεκανοπεδίου της Αθήνας και αντιπροσωπεύεται κυρίως από λιθολογίες του σχηματισμού των Αθηναϊκών Σχιστολίθων.

Οι σχηματισμοί του καλύμματος αποτελούνται από γλαυκοφανιτικούς, μοσχοβιτικούς, χλωριτικούς, ασβεστιτικούς σχιστόλιθους σε εναλλαγές με λεπτοστρωματώδη μάρμαρα και σιπολινομάρμαρα. Ασύμφωνα στους παραπάνω αλπικούς σχηματισμούς, τοποθετούνται πρόσφατα μεταλπικά ιζήματα του Νεογενούς και Τεταρτογενούς, τα οποία έχουν μεγάλη έκταση και καλύπτουν σημαντικό τμήμα της διέλευσης.

Το σύνολο των γεωλογικών στοιχείων που παρατίθενται, έχουν προκύψει κυρίως από τους ακόλουθους χάρτες του λεκανοπεδίου των Αθηνών:

- Γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλο Κηφισιά (2002) - κλίμακα 1:50.000
- Γεωλογικοί χάρτες Ν. Σ. Σαμπατακάκη (1991) - κλίμακα 1:20.000
- Τεχνικογεωλογικοί χάρτες Νομαρχίας Αθηνών – Ι.Γ.Μ.Ε. & Τμήμα Γεωλογίας Παν/μιου Πατρών (2007), φύλλα 7 & 8 - κλίμακα 1:10.000

Επίσης συναξιολογήθηκαν τα στοιχεία των διαθέσιμων γεωτεχνικών ερευνών και των γεωμορφολογικών παραγόντων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλο Κηφισιά, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή διέλευσης του έργου, με σειρά από τους νεότερους στους αρχαιότερους, είναι οι εξής:

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

- **Αλλουβιακές αποθέσεις (al)**, αποτελούμενες από χαλαρά καστανόχρωμα αργιλοαμμώδη υλικά με διάσπαρτες κροκαλολατύπες. Στις κοίτες των ρεμάτων απαντώνται ασύνδετα υλικά αποτελούμενα από άμμους, αμμοχάλικα και κροκάλες. Γενικά η τροφοδοσία των εν λόγω αποθέσεων γίνεται από το Πεντελικό όρος.

ΑΝΩΤΕΡΟ ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

- **Αδρομερείς ποταμολιμναίοι σχηματισμοί παρυφών Πεντελικού (Ms.c.l.m)**, κυρίως παλαιοί (ανωμειοκαινικοί) σχηματισμοί δέλτα, ριπιδίων και κώνων κορημάτων. Είναι λατυποπαγείς και κροκαλοπαγείς σχηματισμοί στις περιοχές που γεινιάζουν με τον ορεινό όγκο του Πεντελικού, εναλλασσόμενοι με λεπτομερέστερους σχηματισμούς στις πιο απομακρυσμένες από τον ορεινό όγκο περιοχές. Κατά θέσεις παρεμβάλλονται ερυθροί πηλοί και μαργαϊκά υλικά. Από το είδος των κροκάλων, συμπεραίνεται ότι η κύρια πηγή τροφοδοσίας είναι το μεταμορφωμένο υπόβαθρο της Πεντέλης. Συνολικό πάχος έως 250m.
- **Λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας-Πικερμίου (Ms.m.c)**, κυρίως αποθέσεις που συνίσταται από λευκές έως υποκίτρινες μάργες, αμιγείς έως αμμούχες και από ερυθρούς πηλούς, με συχνές παρεμβολές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και αργιλοαμμώδων υλικών. Επίσης απαντώνται ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστόλιθων μικρού πάχους. Στους σχηματισμούς αυτούς υπήρχαν σημαντικά κοιτάσματα λιγνιτών, τα οποία κατά το παρελθόν έτυχαν έντονης εξόρυξης.

Στο ΒΑ τμήμα των σχηματισμών αυτών παρατηρείται βαθμιαία αύξηση των κλαστικών υλικών και τελικά αυτοί περνούν πλευρικά στους αδρομερείς σχηματισμούς της ΝΔ παρυφής του Πεντελικού που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥΡΚΟΒΟΥΝΙΩΝ

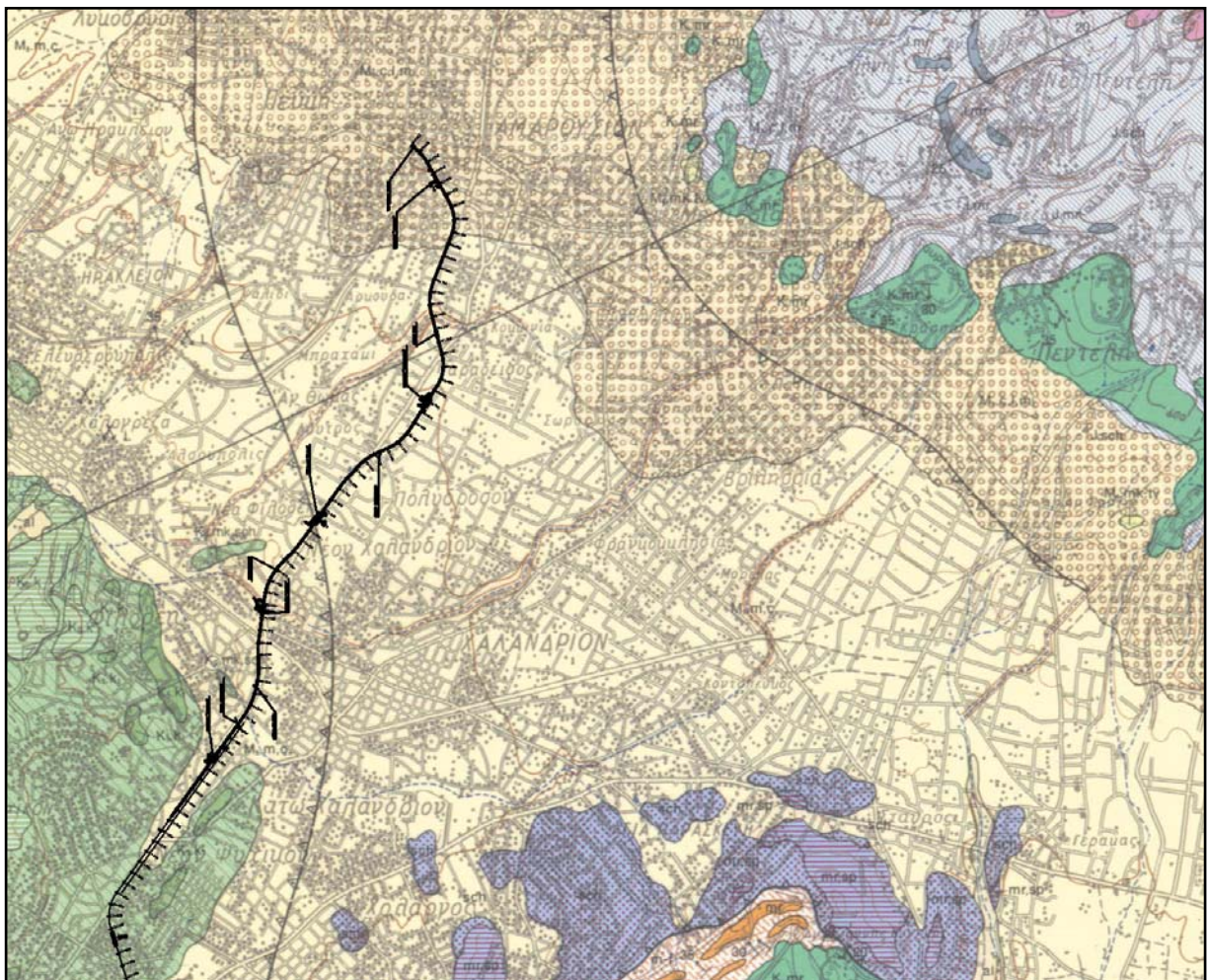
- **Ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων (K₉.k):** Ανοιχτότεφροι έως σκοτεινότεφροι, παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, κατά θέσεις μεσοστρωματώδεις, ανακρυσταλλωμένοι, καρστικοί και έντονα διερρηγμένοι. Πρόκειται για τους ασβεστολίθους που κατέχουν τις κορυφές των λόφων της πόλης των Αθηνών. Υπέρκεινται του μαργαϊκού ορίζοντα (βλ. Παρακάτω) ή βρίσκονται εγκιβωτισμένοι εντός του ορίζοντα αυτού, συνήθως με τη μεσολάβηση κροκαλολατυποπαγών στρωμάτων μικρού πάχους. Οι εν λόγω ασβεστόλιθοι κατά πάσα πιθανότητα έχουν τοποθετηθεί στα ανώτερα μέλη του μαργαϊκού ορίζοντα με τη μορφή μεγάλων ολισθολίθων. Το πάχος τους δεν ξεπερνά τα 80m περίπου.
- **Μαργαϊκός ορίζοντας (K₉.mk,sch):** κυρίως σκληρές ψαμμιτικές μάργες, χρώματος καστανού, στις οποίες παρεμβάλλονται στρωματίδια μαργαϊκών ασβεστολίθων, χρώματος κίτρινου, τα οποία συχνά φέρουν κονδύλους πυριτολίθων. Συχνή είναι επίσης η παρουσία ψαμμιτών και κροκαλολατυποπαγών. Τέλος, στον ορίζοντα αυτόν απαντώνται ενστρώσεις πλακωδών μικριτικών ασβεστολίθων (K₉.k) σημαντικών διαστάσεων, οι οποίοι διαχωρίστηκαν. Το πάχος του σχηματισμού ανέρχεται στα 120m περίπου.
- **Σχιστόλιθοι (K₉.sch):** Αποτελούνται κυρίως από εναλλασσόμενα στρώματα σερικιτικών ψαμμιτών, αργιλικών σχιστολίθων και φυλλιτών, με κατά θέσεις ενστρώσεις και φακούς κρυσταλλικών ασβεστολίθων, συνήθως μικροκλαστικών. Απαντώνται επίσης παρεμβολές μικροκροκαλολατυποπαγών, κυρίως στα ανώτερα μέλη τους, καθώς και μικρά διαβασικά σώματα. Στα βαθύτερα μέλη τους εμφανίζονται χλωριτικοί και σερικιτικοί σχιστόλιθοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και σιπολίνες. Ο σχηματισμός παρουσιάζει μέγιστο ορατό πάχος της τάξης των 200m περίπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

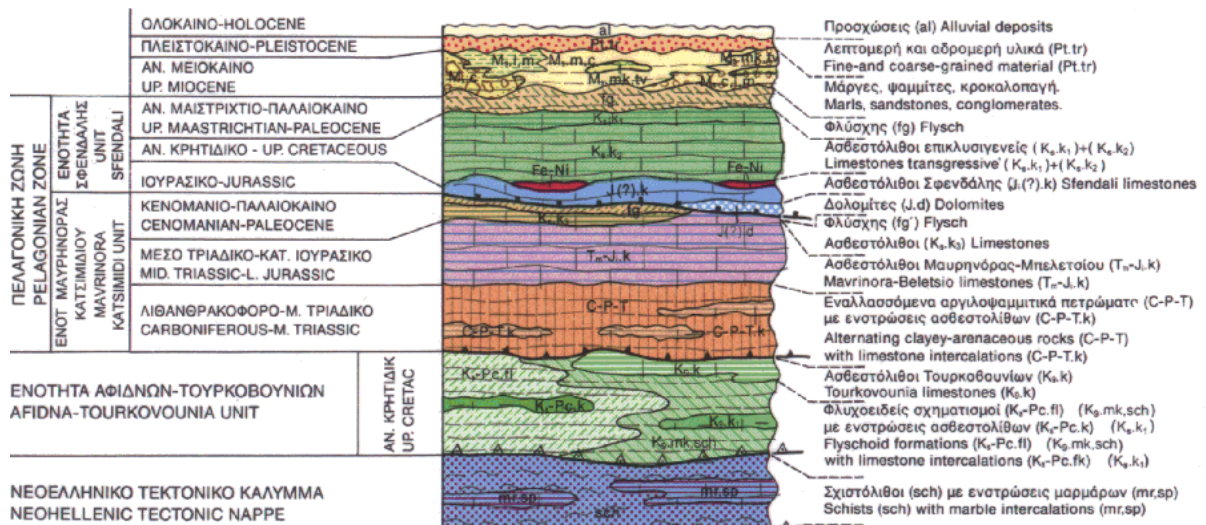
- **Σχηματισμοί Βαρνάβα – Λίμνης Μαραθώνα – Αγ. Στεφάνου – Υμηττού (sch):** Στην βόρεια απόληξη του Υμηττού (περιοχή Σταυρού) καθώς και σε ολόκληρη τη δυτική παρυφή του βουνού καθώς και σε ολόκληρη τη δυτική παρυφή του βουνού αυτού εμφανίζονται σχηματισμοί του Νεοελληνικού Τεκτονικού Καλύμματος. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι επωθημένοι πάνω στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Αυτόχθονης Ενότητας Αλμυροποτάμου – Αττικής, ενώ πάνω σε αυτούς είναι επωθημένοι οι Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι και οι υπερκείμενοι αυτών σχηματισμοί της πόλης των Αθηνών.

Το Νεοελληνικό Τεκτονικό Κάλυμμα στην περιοχή του Υμηττού (Σταυρού) αποτελείται κυρίως από μοσχοβιτικούς και ασβεσιτικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες, χαλαζίτες και βασικά μετα-ηφαιστειακά πετρώματα, με μικρού πάχους ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολιθων (mg,sp), κατά κανόνα αγκεριτιωμένων, καθώς και με παρεμβολές σερπεντινιτών, μικρών συνήθως διαστάσεων.

Στις Εικ. 3-4 και 3-5 που ακολουθούν, δίδεται απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής και σκαριφηματικά η στρωματογραφική αλληλουχία των γεωλογικών σχηματισμών (ΙΓΜΕ, φύλλο Κηφισιά, 2002).



Εικ. 3-4: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. – φύλλο Κηφισιά



Εικ. 3-5: Στρωματογραφική – Τεκτονική στήλη [10]

Σύμφωνα με την διακριτοποίηση που προτείνει ο Σαμπτακάκης (1991) [2], στην ευρύτερη περιοχή διέλευσης του έργου συναντώνται, με σειρά από τους νεότερους στους αρχαιότερους, οι ακόλουθοι γεωλογικοί σχηματισμοί:

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Τεταρτογενή ιζήματα (Πλειστόκαινο – Ολόκαινο)

Καταλαμβάνουν όλη την πεδινή έκταση της λεκάνης των Αθηνών υπό τη μορφή δилουβιακών και αλλουβιακών αποθέσεων. Περιλαμβάνουν τις προσχώσεις ποταμών, πλευρικά κορήματα και ριπίδια προσχώσεων. Το συνολικό τους πάχος δεν ξεπερνά τα 30 – 40 m.

Ανάλογα με το μηχανισμό γένεσής τους διακρίνονται σε :

- ❖ Προσχωσιγενείς αποθέσεις και υλικά ποταμοχειμάρριας προέλευσης:

Χαλαρής έως μέτρια συνεκτικής δομής πρόσφατες και παλαιότερες αλλουβιακές αποθέσεις καστανού έως καστανότεφρου χρώματος. Αναμένεται να έχουν κυρίως λεπτομερή σύσταση και συναντούνται κυρίως στις κοίτες ενεργών ρεμάτων. Συνίστανται κυρίως από αργίλους έως αμμώδεις αργίλους καθώς και από αργιλώδεις άμμους με χαλίκια και κροκάλες. Αναμένεται να έχουν μικρό κατακόρυφο πάχος, κατά μέσο όρο της τάξης των 5 - 7 m περίπου.

- ❖ Προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης - πλευρικά κορήματα & κώνοι κορημάτων:

Χαλαρής κυρίως δομής προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης των γύρω ορεινών όγκων. Παρουσιάζουν κυρίως αργιλοαμμώδη έως αργιλοχαλικώδη σύσταση με λατύπες, κροκάλες και λίθους ασβεστολίθων και σχιστολίθων. Τοπικά παρουσιάζουν καλή συγκόλληση με συνεκτική δομή. Το χρώμα του σχηματισμού είναι καστανοκόκκινο έως καστανοπράσινο και το πάχος κυμαινόμενο.

Νεογενή – Τεταρτογενή ιζήματα (Πλειόκαινο - Πλειστόκαινο)

- Ερυθροί πηλοί

Οι σχηματισμοί αυτοί συναντούνται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της χάραξης που διέρχεται από τις περιοχές του Χαλανδρίου και Αμαρουσίου.

Οι ερυθροί πηλοί συνίστανται κυρίως από καστανέρυθρη αμμώδη άργιλο με λεπτά χαλίκια και πηλολίθους, καθώς επίσης και από ενστρώσεις αμμοχάλικων και χαλαρών κροκαλοπαγών, μέγιστου πάχους 7 m. Τα κροκαλοπαγή αυτά αποτελούνται από κροκάλες ασβεστολίθων, σχιστολίθων και χαλαζία που συνδέονται με ερυθρή ασβεστομαργαϊκή συνδετική ύλη. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία σύμμικτου, χαλαρού κροκαλολατυποπαγούς, υποπράσινου χρώματος με σχιστολιθική υφή, που συναντάται σε μερικές θέσεις στα ανώτερα μέλη του σχηματισμού σε πάχος της τάξης των 4 – 12 m (Μαρούσι).

Το συνολικό πάχος του σχηματισμού των ερυθρών πηλών κυμαίνεται από θέση σε θέση από λίγα μέτρα έως και άνω των 70 m (περιοχή ΒΑ Χαλανδρίου).

Στο υπόμνημα του Τεχνικογεωλογικού Χάρτη που συντάχθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε. σε συνεργασία με το τμήμα Γεωλογίας του Παν/μίου Πατρών για τη Νομαρχία Αθηνών, ο σχηματισμός των ερυθρών πηλών περιγράφεται ως «μέτρια συνεκτικές ιλύες – άργιλοι, ανοικτού καστανού χρώματος».

Νεογενή ιζήματα (Άνω Μειόκαινο - Πλειόκαινο)

- Κροκαλοπαγή

Οι σχηματισμοί αυτοί συναντούνται στο βόρειο τμήμα της χάραξης που διέρχεται εντός της περιοχής του Αμαρουσίου.

Πρόκειται για σύμμικτα κροκαλοπαγή, μέτρια συγκολλημένα με ψαμμιτομαργαϊκή συνδετική ύλη, καστανού έως καστανόλευκου χρώματος. Τοπικά εναλλάσσονται με ενστρώσεις ψαμμιτικών μαργών - ιλυολίθων και εύθρυπτων ψαμμιτών.

Στον Γεωλογικό Χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. – φύλλο Κηφισιά ο παραπάνω σχηματισμός ταυτίζεται με τους «αδρομερείς ποταμολιμναίους σχηματισμούς παρυφών Πεντελικού».

Στο υπόμνημα του Τεχνικογεωλογικού Χάρτη που συντάχθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε. σε συνεργασία με το τμήμα Γεωλογίας του Παν/μιου Πατρών για τη Νομαρχία Αθηνών περιγράφονται ως «μέτρια συγκολλημένα κροκαλοπαγή με καστανέρυθρη συνδετική ύλη».

➤ Μαργαϊκοί σχηματισμοί

Συναντώνται τοπικά σε μήκος περί τα 200 m στο νότιο τμήμα της χάραξης και δυτικά του κεντρικού τμήματος της χάραξης (περιοχή Καλογρέζας) και αποτελούνται από ιζηματογενείς σχηματισμούς λιμναίας φάσης, οι οποίοι συνίστανται κυρίως από αργιλικές και ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες, πηλίτες και ενστρώσεις συνεκτικών πολύμικτων κροκαλοπαγών, ενώ τοπικά εντοπίζονται κοιτάσματα λιγνιτών (περιοχή Καλογρέζας, Μεταμόρφωσης).

Το πάχος του σχηματισμού παρουσιάζει διακυμάνσεις, από λίγα μέτρα έως αρκετές δεκάδες μέτρα και αναμένεται να αυξάνει προς τα δυτικά (Καλογρέζα, Ν. Ηράκλειο, Μεταμόρφωση). Το χρώμα τους είναι κατά κανόνα κιτρινοκάστανο έως φαιοκίτρινο.

Στο υπόμνημα του Τεχνικογεωλογικού Χάρτη που συντάχθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε. σε συνεργασία με το τμήμα Γεωλογίας του Παν/μιου Πατρών για τη Νομαρχία Αθηνών, οι μαργαϊκοί σχηματισμοί περιγράφονται ως «μέτρια συνεκτικός σχηματισμός από μάργες, ψαμμίτες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, κιτρινόλευκου χρώματος».

Οι ερυθροί πηλοί και οι μαργαϊκοί σχηματισμοί συνδέονται με τον σχηματισμό «λιμναίοι σχηματισμοί Καλογρέζας» που αναφέρεται στο Γεωλογικό Χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. – φύλλο Κηφισιά.

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Αλλόχθονη ενότητα λεκανοπεδίου Αθήνας (Ανω Κρητιδικό)

- Ασβεστόλιθοι λόφων (γεωτεχνική ενότητα 7):

Επικλυσιογενείς Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι των λόφων, οι οποίοι συναντώνται στους λόφους Ακρόπολης, Λυκαβηττού, Φιλοπάππου, Τουρκοβουνίων κλπ. Είναι μικριτικοί, γκριζόλευκοι και κατά θέσεις ερυθρωπού χρώματος, μεσοστρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις και τοπικά φυλλώδεις. Στην περιοχή του έργου εντοπίζονται σε μικρές εμφανίσεις, στο νότιο και κεντρικό τμήμα της χάραξης, Ψυχικό και Φιλοθέη. Μεγαλύτερης έκτασης εμφανίσεις εντοπίζονται πιο δυτικά προς τα Τουρκοβούνια.

Στην περιοχή του έργου οι παραπάνω αλπικοί σχηματισμοί συναντώνται στο νότιο τμήμα της χάραξης, από το Φάρο Ψυχικού έως τη Φιλοθέη όπου εντοπίζεται επιφανειακά ή σε μικρό βάθος και από τη Φιλοθέη έως την περιοχή του Χαλανδρίου όπου υπόκειται των νεογενών & τεταρτογενών σχηματισμών (βραχώδες αλπικό υπόβαθρο).

- Αθηναϊκός Σχιστόλιθος:

Πρόκειται για το σχηματισμό που αποτελεί το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής ενδιαφέροντος, αλλά και ολόκληρου του Λεκανοπεδίου Αθηνών και αποτελεί τμήμα της Πελαγονικής ζώνης.

Με τον όρο «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος» περιγράφεται ένα έντονα ετερογενές σύστημα φλυσχοειδούς χαρακτήρα που έχει υποστεί έντονη διαγένεση έως ελαφρά μεταμόρφωση, το οποίο λιθολογικά συνίσταται κυρίως από αργιλικούς και ψαμμιτικούς σχιστόλιθους, μεταίλυόλιθους, μεταψαμμίτες και τεφρούς αργιλικούς σχιστολίθους - φυλλίτες. Τοπικά συναντώνται φακοί ή ενστρώσεις τεφρών κρυσταλλικών ασβεστολίθων, χαλαζιακές φλέβες και θύλακες με εξαλλοιωμένα συνήθως, βασικά και υπερβασικά πετρώματα.

Στο σύνολό του ο σχηματισμός παρουσιάζει έντονο κερματισμό ακόμα και το σχετικά υγιές τμήμα του. Στη μάζα του αναμένονται ζώνες τεκτονισμού – διάτμησης όπου, το υλικό κατά θέσεις έχει μετατραπεί σε άργιλο. Το πάχος του αποσαθρωμένου τμήματος του σχηματισμού στα ανώτερα τμήματα αναμένεται γενικά μικρό (έως 7 m).

Το χρώμα του σχηματισμού στο σχετικά υγιές τμήμα του είναι συνήθως τεφροπράσινο, καστανότεφρο, τεφρογκρί ενώ, στο αποσαθρωμένο τμήμα είναι γκριζοπράσινο έως καστανοκίτρινο. Η ηλικία του είναι Μαιστρίχτιο έως Ηώκαινο. Το συνολικό πάχος μπορεί να υπερβαίνει τα 200 m.

Οι Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες ενότητες:

❖ Ανώτερη ενότητα ή Σχιστολιθική-Ψαμμιτική-Μαργαϊκή Σειρά (γεωτεχνική ενότητα 8)

Αποτελούν τα ανώτερα μέλη των αθηναϊκών σχιστολίθων και σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα αναφέρονται ως ψαμμιτομαργαϊκή φάση. Αποτελούν επίσης ένα ετερογενές σύστημα με ποικίλη σύσταση. Συνήθως συνίστανται από ψαμμίτες, και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, με λεπτές παρεμβολές μαργών, αργιλικών σχιστολίθων, ιλυολίθων, λατυποπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, σε τυχαίες εναλλαγές και με μεταβαλλόμενο βαθμό κερματισμού ή λατυποποίησης.

Το επικρατέστερο χρώμα για το σχηματισμό είναι καστανό έως γκριζοκάστανο. Το συνολικό πάχος μπορεί να είναι της τάξης των 50 - 100 m.

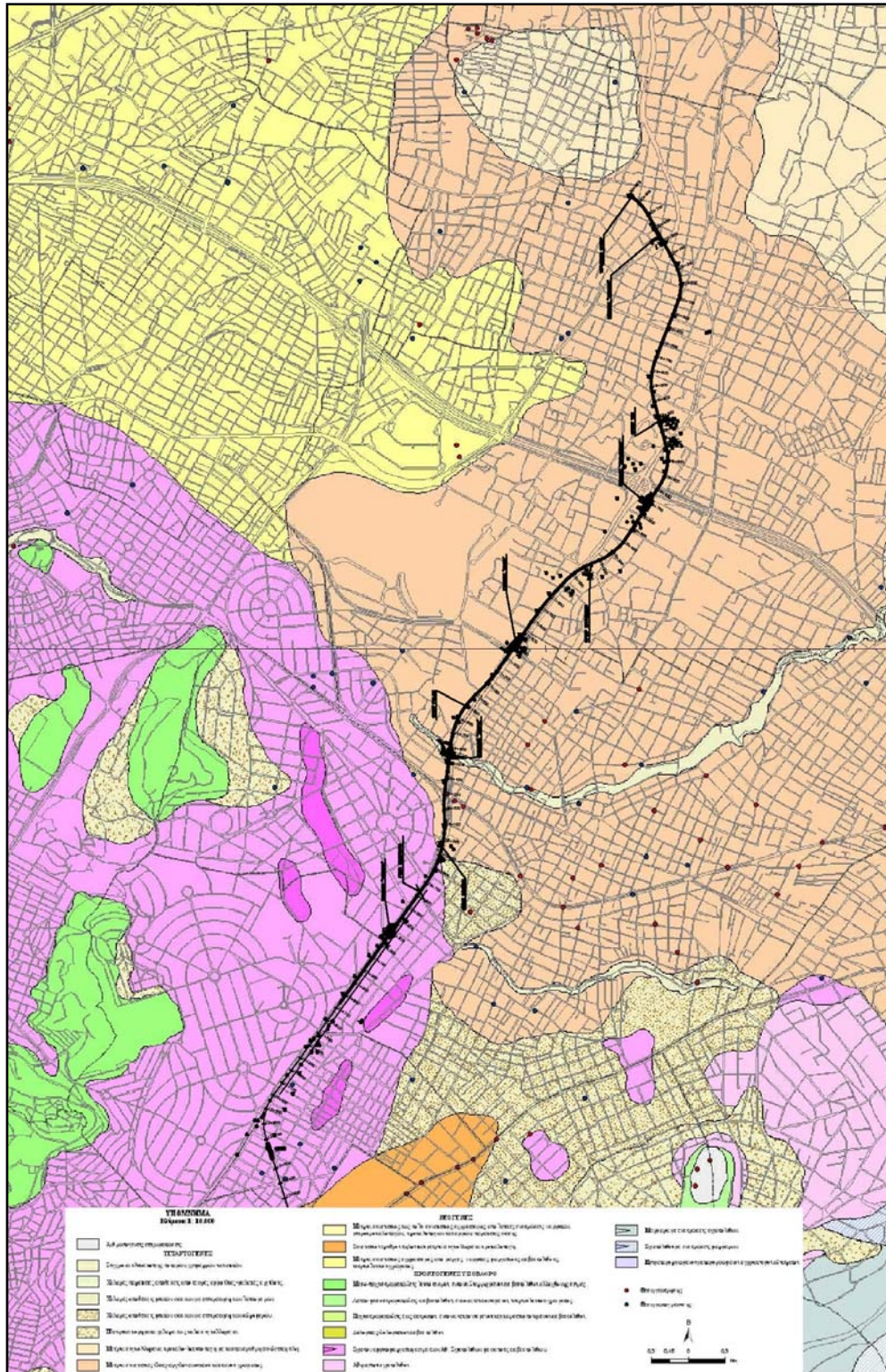
❖ Κατώτερη ενότητα (γεωτεχνική ενότητα 9)

Η ενότητα αυτή αναφέρεται ως «μαύρος» σχηματισμός και περιλαμβάνει τεφρούς γκρι έως μαύρους αργιλικούς σχιστολίθους και ελαφρά μεταμορφωμένους ιλυολίθους και ψαμμίτες.

Η επαφή ανάμεσα στις δύο ενότητες μπορεί να είναι σταδιακή μέσω ζώνης μετάβασης, με χαρακτηριστικά στοιχεία και από τις δύο ενότητες σε εναλλαγές. Συχνά η επαφή εμφανίζεται διαταραγμένη, υπό τη μορφή μυλωνιτικών ζωνών που οφείλονται στην έντονη τεκτονική καταπόνηση και στη διαφορετική μηχανική συμπεριφορά των μελών των δύο ενότητων.

Στην Εικ. 3-6 που ακολουθεί, δίδεται απόσπασμα του τεχνικογεωλογικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής (ΙΓΜΕ & Παν/μιο Πατρών – Νομαρχία Αθηνών, φύλλα 7 & 8).

Ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής ο οποίος κατασκευάστηκε βάσει του χάρτη της Νομαρχίας Αθηνών, σε κλίμακα 1:10.000, δίδεται στο Σχ-01.



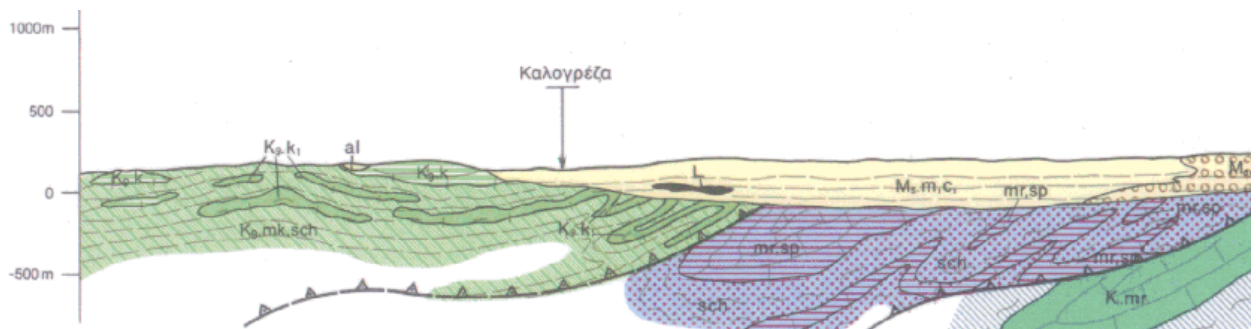
Εικ. 3-6: Απόσπασμα τεχνικογεωλογικού χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. & Παν/μιο Πατρών – Νομαρχία Αθηνών [11]

3.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η ευρύτερη περιοχή έχει υποστεί την επίδραση διαφόρων φάσεων τεκτονισμού. Το αλπικό υπόβαθρο, το οποίο αντιπροσωπεύεται κυρίως από τον ανομοιογενή σχηματισμό των Αθηναϊκών σχιστολίθων, χαρακτηρίζεται από την επίδραση ρηγματογόνου και πτυχογόνου τεκτονισμού εξαιτίας της Αλπικής ορογένεσης.

Οι σχετικά εύκαμπτες και πλαστικές αυτές λιθολογίες, κατά το μεγαλύτερο τμήμα τους παραμορφώθηκαν και πτυχώθηκαν ισχυρά. Βιβλιογραφικά αναφέρονται δύο κύριες φάσεις, μία αρχική με δομές διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ και μία νεότερη με δομές διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ.

Στη χ.θ. 15+370 περίπου, η ενότητα των Αθηναϊκών Σχιστολίθων υπέρκειται τεκτονικά των σχηματισμών Βαρνάβα – Μαραθώνα – Αγίου Στεφάνου – Υμηττού, του Νεοελληνικού τεκτονικού καλύμματος. Αυτή η επωθητικού χαρακτήρα ζώνη, είναι καλυμμένη από σημαντικό πάχος μεταλπικά ιζήματα στα οποία διέρχεται η χάραξη (Εικ. 3-7).

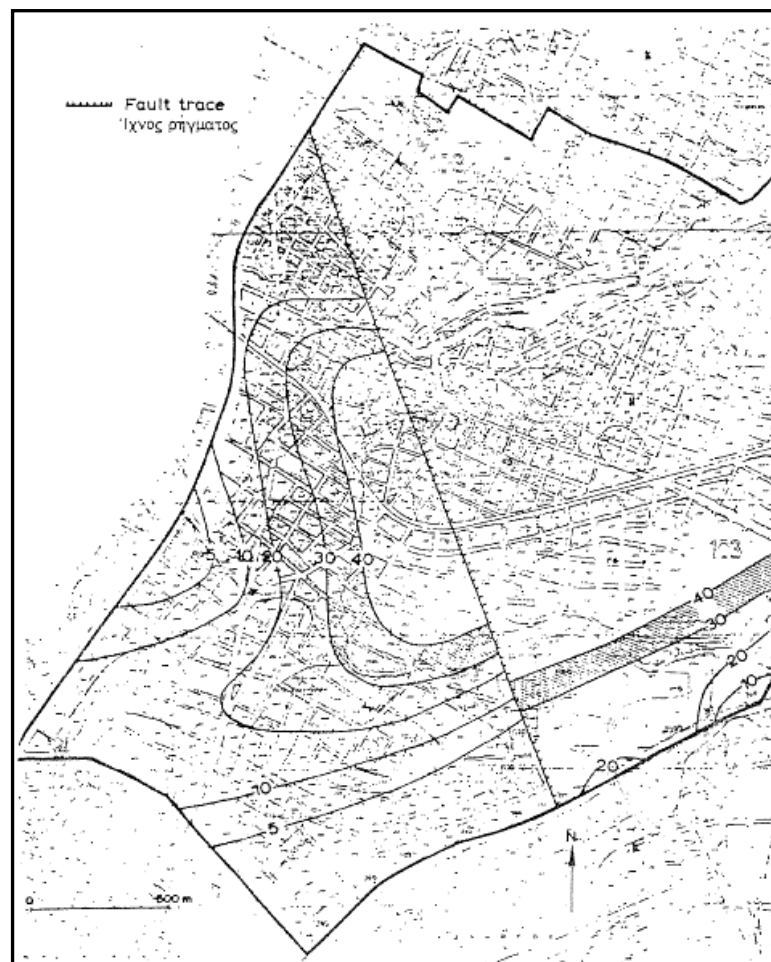


Εικ. 3-7: Γεωλογική τομή από τις παρυφές των Τουρκοβουνίων έως την περιοχή Αμαρουσίου [10]

Δομές ρηξιγενούς χαρακτήρα (ρήγματα) δεν εντοπίστηκαν άμεσα στη ζώνη διέλευσης της χάραξης λόγω της σημαντικής πολεοδομικής κάλυψης της περιοχής και του ότι σε πολλές θέσεις είναι καλυμμένες από ανθρωπογενείς επιχώσεις ή μεταλπικά ιζήματα. Παρ'όλα αυτά, βάσει βιβλιογραφικών αναφορών, υπάρχουσών εδαφοτεχνικών ερευνών και από την εξέταση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων, προκύπτει ότι αναμένεται να συναντηθούν ρήγματα στην εξεταζόμενη περιοχή.

Μία εκ των κύριων ρηξιγενών ζωνών που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης είναι το ρήγμα του Χαλανδρίου. Πρόκειται για μία ρηξιγενή ζώνη η οποία εντοπίστηκε έμμεσα μέσω της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή αυτή. Πιο συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε μία έντονη γραμμική μορφολογική ανωμαλία του βραχώδους υποβάθρου που αποδίδεται στην ύπαρξη κανονικού γεωλογικού ρήγματος, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και κατακόρυφο άλμα της τάξης των 20 περίπου μέτρων. Αυτό έχει προκαλέσει μία απότομη βύθιση του βραχώδους υποβάθρου στο κεντρικό και βορειοανατολικό μέρος του Χαλανδρίου. Έτσι, το βραχώδες υπόβαθρο συναντάται στο 40 m περίπου στη δυτική περιοχή κοντά στο ρήγμα ενώ στη βορειοανατολική περιοχή υπερβαίνει τα 70 m [8].

Στην Εικ. 3-8 παρουσιάζεται χάρτης ισοβαθών καμπυλών του βραχώδους υποβάθρου στην περιοχή του Χαλανδρίου, επί του οποίου σημειώνεται και το ρήγμα.



Εικ. 3-8: Χάρτης ισοβαθών καμπυλών βραχώδους υποβάθρου στην περιοχή του Χαλανδρίου. Σημειώνεται το ίχνος του ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης ρήγματος [8].

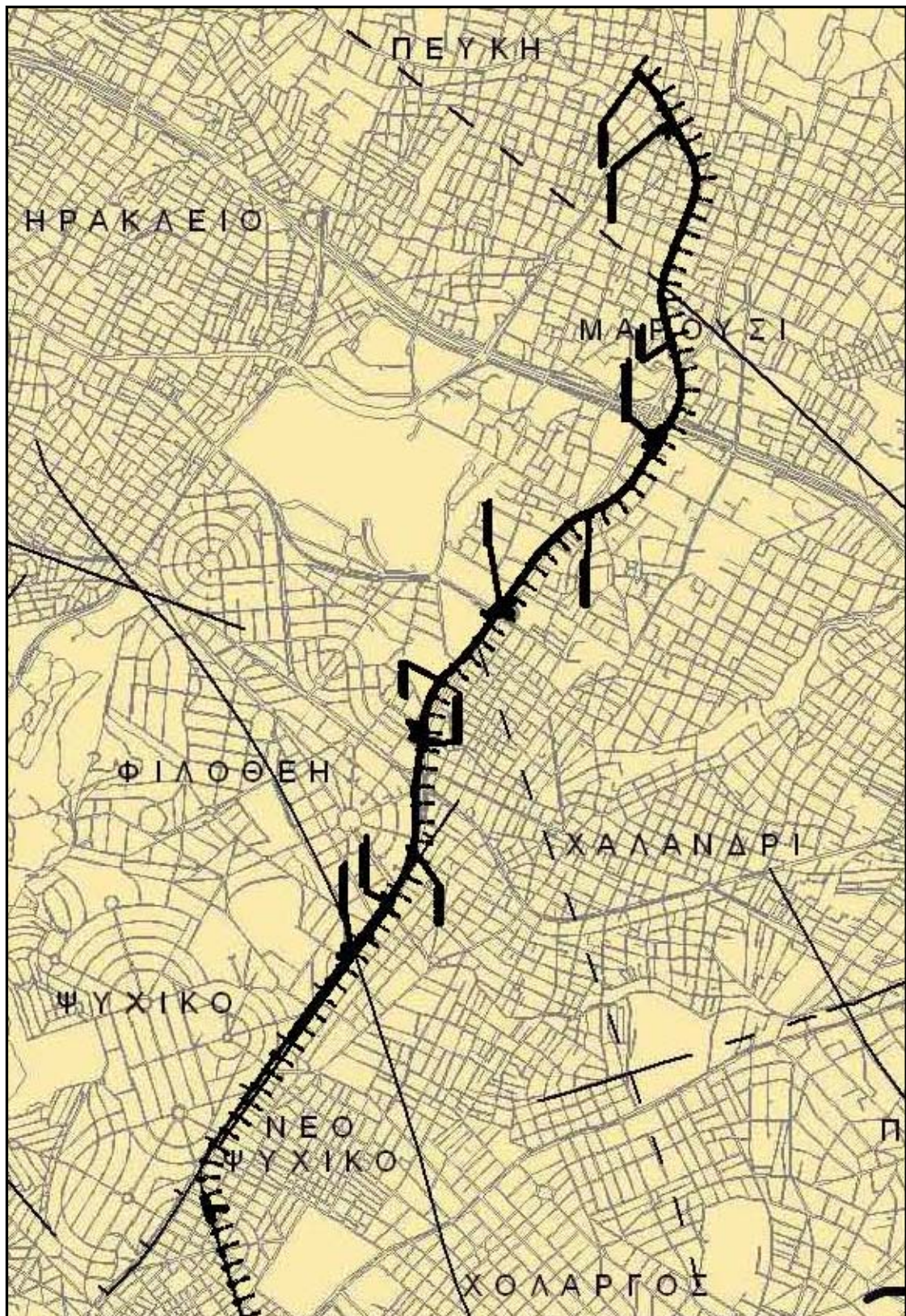
Το συγκεκριμένο ρήγμα τέμνει την υπό μελέτη χάραξη μεταξύ της χ.θ. 17+100 και χ.θ. 17+200 περίπου.

Οι υπόλοιπες πιθανές κύριες ρηξιγενείς ζώνες με βάση βιβλιογραφικά στοιχεία [10], [12] & [25] αναμένονται περί τις:

- Χ.Θ. 15+300 (Σταθμός Φιλοθέη), διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, διαγώνια ως προς τη χάραξη
- Χ.Θ. 15+800 – Χ.Θ. 15+850, διεύθυνσης ΒΒΑ – ΝΝΔ. Η ρηξιγενής αυτή ζώνη, παρουσιάζεται κατά μήκος της Λεωφόρου Κηφισίας, στην περιοχή του Ψυχικού και διέρχεται παράλληλα προς τη χάραξη, σε μικρή απόσταση ανάντη (δυτικά) αυτής.
- Χ.Θ. 17+150, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, διαγώνια ως προς τη χάραξη (ρήγμα Χαλανδρίου)
- Χ.Θ. 19+580, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, διαγώνια ως προς τη χάραξη

Σημειώνεται τέλος ότι στους μεταλλικούς σχηματισμούς, από την εξέταση των πυρήνων των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν, παρατηρήθηκαν κατά θέσεις στις Πλειο-Πλειστοκαινικές καστανέρυθρες αργίλους, σιλιπνές, λείες επιφάνειες ασυνεχειών, τοπικά με ίχνη γράμμωσης, στοιχείο που μαρτυρά τη δράση νεοτεκτονικής δραστηριότητας με μικρής κλίμακας μετακινήσεις εντός της νεογενούς λεκάνης της Καλογρέζας.

Στην Εικ. 3-9 που ακολουθεί, δίνεται απόσπασμα του τεκτονικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής (Ι.Γ.Μ.Ε. & Παν/μιο Πατρών – Νομαρχία Αθηνών).



Εικ. 3-9: Απόσπασμα τεκτονικού χάρτη (Ι.Γ.Μ.Ε. & Παν/μιο Πατρών – Νομαρχία Αθηνών) [12]

3.5 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

3.5.1 Υδρολιθολογική συμπεριφορά

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που συναντώνται κατά μήκος της χάραξης χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια, καθώς συναντάται μεγάλη ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών και λιθοφάσεων με διαφορετικά υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά (οριζόντια και κατακόρυφη ανάπτυξη, κυμαινόμενο πάχος από θέση σε θέση κλπ).

Εν γένει, η υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών είναι συνάρτηση της λιθολογικής τους σύστασης, του βαθμού διαγένεσης, του τεκτονισμού και της αποσάθρωσης που έχουν υποστεί. Έτσι ανάλογα με την τιμή του συντελεστή υδατοπερατότητάς τους k και τον τύπο του πορώδους τους, οι γεωλογικοί σχηματισμοί κατατάσσονται ως :

- **Περατοί - μακροπερατοί** σχηματισμοί, με συντελεστή υδατοπερατότητας $k > 10^{-5}$ m/s και δευτερογενές πορώδες, κυρίως διακλάσεις και ρήγματα.
- **Περατοί – μικροπερατοί** σχηματισμοί, με συντελεστή υδατοπερατότητας $k > 10^{-5}$ m/s και πρωτογενές πορώδες (κοκκώδεις σχηματισμοί).
- **Ημιπερατοί** σχηματισμοί, με συντελεστή υδατοπερατότητας $10^{-7} < k < 10^{-5}$ m/s
- **Πρακτικά αδιαπέρατοι** σχηματισμοί, με συντελεστή υδατοπερατότητας $k < 10^{-7}$ m/s

Στη συνέχεια δίδεται η αναμενόμενη υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που συναντώνται στην περιοχή της χάραξης:

Αλπικό Υπόβαθρο (Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι – Ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων)

Οι Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι θεωρούνται γενικά ως πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί και αποτελούν το στεγανό υπόβαθρο του λεκανοπεδίου της Αθήνας. Αναμένεται όμως να παρουσιάζουν μεγάλη υδρογεωλογική ετερογένεια καθώς αποτελούνται από σχηματισμούς με διαφορετικά υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα την ισχυρή διακύμανση της διαπερατότητάς τους.

Στα σχετικά υγιή τμήματα του σχηματισμού η διαπερατότητα αναμένεται να αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό κερματισμού, ελέγχεται όμως και από την παρουσία του αργιλικού κλάσματος. Στις αποσθρωμένες ζώνες όπου το πέτρωμα έχει εδαφικό κυρίως χαρακτήρα, αναμένεται μειωμένη διαπερατότητα καθώς σημαντικό τμήμα του υλικού έχει μετατραπεί σε άργιλο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, εκτιμάται ότι περιορισμένη κυκλοφορία νερού μπορεί να γίνεται στις ζώνες κατακερματισμού και στο αποσαθρωμένο τμήμα, χωρίς όμως να αποτελεί υδροφορέα με ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον. Επίσης, αυξημένη διαπερατότητα εμφανίζεται τοπικά στις περιοχές παρουσίας κερματισμένων μεταψαμμιτών στη μάζα του σχηματισμού.

Αντίστοιχες συνθήκες αναμένονται και για τη σχιστολιθική-ψαμμιτική-μαργαϊκή σειρά, με αυξημένη σχετικά διαπερατότητα στις περιοχές επικράτησης της ψαμμιτικής φάσης.

Οι ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων αποτελούν μέσο ασυνεχειών και αναμένεται να παρουσιάζουν αυξημένη διαπερατότητα, με εκλεκτική κυρίως κυκλοφορία του υπόγειου νερού και ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων σε μεγάλα συνήθως βάθη. Στην περιοχή μελέτης, έχουν περιορισμένη εμφάνιση.

Σχηματισμοί Νεογενούς (Σχηματισμοί Ψυχικού & Αμαρουσίου)

Οι νεογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από ποικίλες λιθολογικές φάσεις με σαφώς διακεκριμένα υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά (εναλλαγές μαργών, μαργαϊκών ασβεστολίθων, πηλιδών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών).

Οι μάργες και οι πηλίτες στο σύνολό τους χαρακτηρίζονται ως πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί, με πολύ μικρό συντελεστή υδατοπερατότητας και δεν αναμένεται κυκλοφορία υδάτων εντός της μάζας τους και η ανάπτυξη υδροφορίας εντός αυτών.

Αρκετά υψηλότερες τιμές υδατοπερατότητας αναμένονται στους οριζόντες ψαμμιτικών μαργών, μαργαϊκών ασβεστολίθων και ψαμμιτών, οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία των ημιπερατών σχηματισμών.

Οι στρώσεις των κροκαλοπαγών παρουσιάζουν χαμηλή έως μέτρια υδατοπερατότητα ανάλογα με το βαθμό συνεκτικότητας και αποτελούν γενικά υδροφορείς μικρής έως μέτριας δυναμικότητας ανάλογα με το πάχος τους.

Οι λιθολογικές αυτές φάσεις δεν παρουσιάζουν σταθερή στρωματογραφική αλληλουχία και δεν έχουν ενιαία ανάπτυξη τόσο ως προς την οριζόντια όσο και την κατακόρυφη έννοια. Απαντώνται συχνά ακανόνιστες εναλλαγές περατών ή ημιπερατών σχηματισμών με αδιαπέρατες στρώσεις, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη υδροφορέων που βρίσκονται υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση, η δυναμικότητα των οποίων εξαρτάται από το αθροιστικό πάχος των αδρόκοκκων φάσεων, καθώς επίσης από την επιφανειακή και πλευρική τροφοδοσία τους.

Σχηματισμοί Τεταρτογενούς (Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις – Ερυθρές άργιλοι)

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις αναμένεται να παρουσιάζουν επίσης μεγάλη ποικιλία ως προς την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά λόγω της συμμετοχής περατών, ημιπερατών και αδιαπέρατων φάσεων. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους των σχηματισμών.

Τη μεγαλύτερη διαπερατότητα παρουσιάζουν οι αδρόκοκκες φάσεις όπως άμμοι, χαλίκια και κροκαλοπαγή, των παλαιότερων κυρίως ποταμοχειμάρριων αποθέσεων. Οι υδροφόροι ορίζοντες που αναπτύσσονται είναι κυρίως φρεάτιοι και μερικώς υπό πίεση, με δυναμικότητα η οποία ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με το αθροιστικό πάχος των αδρομερών φάσεων.

Ο πλειο-πλειστοκαινικός σχηματισμός των ερυθρών αργίλων παρουσιάζει εν γένει μικρή έως ασήμαντη υδατοπερατότητα, με εξαίρεση τις περατές ενστρώσεις κροκαλοπαγών και τις ζώνες των μεγάλων διαρρήξεων. Το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με το αρκετά μεγάλο πάχος του σχηματισμού αυτού, οδηγεί στην απουσία σημαντικής υδροφορίας εντός της μάζας του, με εξαίρεση την εμφάνιση τοπικών, υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων μικρής έως μέσης δυναμικότητας που αναπτύσσονται εντός των ενστρώσεων των κροκαλοπαγών.

3.5.2 Υπόγεια υδροφορία – Πιεζομετρία

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα υδρογεωλογικά στοιχεία, προκύπτει ότι στην περιοχή της χάραξης διαμορφώνονται γενικά δύο τύποι υπογείων υδροφοριών:

1. Επιφανειακή υδροφορία, η οποία αναπτύσσεται σε μικρά βάθη (6- 10 m) από την επιφάνεια του εδάφους και χαρακτηρίζεται από ασθενή δυναμικότητα λόγω του μικρού πάχους και έκτασης που καταλαμβάνει, καθώς και του αργού ρυθμού επαναπλήρωσής της. Η υδροφορία αυτή ενδέχεται να επηρεάσει τις εργασίες των υπογείων έργων επειδή η πιεζομετρική επιφάνεια της αναμένεται πάνω από τα σχεδιαζόμενα έργα και εκσκαφές.
2. Βαθύτερη υδροφορία, η οποία αναπτύσσεται σε μεγάλα βάθη (πάνω από τα 80m) από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτή η βαθιά υδροφορία χαρακτηρίζεται ως ασθενούς έως μέτριας δυναμικότητας στους Νεογενείς σχηματισμούς (μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι) και μεγάλης δυναμικότητας στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς του αλπικού υποβάθρου. Πρόκειται για υδροφορείς οι οποίοι καταλαμβάνουν μεγάλο πάχος, μεγάλη έκταση και ικανοποιητική δυνατότητα

επαναπλήρωσης. Λόγω του μεγάλου βάθους η υπόψη υδροφορία δεν θα έχει οποιαδήποτε επίπτωση τόσο στη φάση κατασκευής όσο και στη φάση λειτουργίας του έργου.

Η πολεοδομική ανάπτυξη της περιοχής του έργου έχει προκαλέσει μεγάλη αύξηση της επιφανειακής απορροής σε βάρος της άμεσης κατείσδυσης, περιορίζοντας τον επιφανειακό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων της, με αποτέλεσμα η τροφοδοσία τους να γίνεται κυρίως μέσω πλευρικών μετακινήσεων υδάτων από γειτνιάζοντες υδροφορείς.

Για την διερεύνηση της πιεζομετρίας στην ευρύτερη περιοχή μήκος του υπό μελέτη τμήματος (Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι) της χάραξης της Γραμμής 4 συλλέχθηκε ένας μεγάλος αριθμός δεδομένων για το βάθος συνάντησης της στάθμης των υπογείων υδάτων και για την ετήσια διακύμανση αυτής. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από όλες τις υδροληψίες που εντοπίστηκαν στην περιοχή και πιο συγκεκριμένα από εννέα (9) υδρογεωτρήσεις και ογδόντα έξι (86) πηγάδια.

Στους παρακάτω Πίν. 3-3 & 3-4 παρουσιάζονται οι συντεταγμένες και οι στάθμες των υπογείων υδάτων των υδρογεωτρήσεων και των πηγαδιών που εντοπίστηκαν και μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια παλαιότερων γεωτεχνικών ερευνών στην ευρύτερη περιοχή του έργου [25], [26].

Πίν. 3-3: Συντεταγμένες και στάθμες υπογείων υδάτων στις υδρογεωτρήσεις

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		Σ.Υ.Υ. (m)
	X	Y	
F4	480996.640	4208036.561	11.76
F6	481019.016	4208511.420	13.00
F12	479510.847	4205239.113	9.15
F13	480289.503	4206266.692	7.10
F14	480524.289	4206474.052	5.75
F19	480780.746	4207999.845	11.67
F21	481518.697	4207673.035	15.03
F22	481074.009	4208422.790	8.62
F23	481336.952	4207349.741	56.00

Πίν. 3-4: Συντεταγμένες και στάθμες υπογείων υδάτων στα πηγάδια

ΣΗΜΑΝΣΗ ΠΗΓΑΔΙΟΥ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		Σ.Υ.Υ. (m)	ΣΗΜΑΝΣΗ ΠΗΓΑΔΙΟΥ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		Σ.Υ.Υ. (m)
	Χ	Υ			Χ	Υ	
P3	480294.331	4205932.492	9.34	P111	481494.450	4209145.365	8.57
P5	480413.511	4206232.937	12.91	P112	482239.028	4209243.888	3.10
P9	480626.183	4207095.770	24.19	P113	482226.244	4209221.290	3.31
P19	481737.258	4208136.265	11.97	P114	482155.009	4209212.824	3.30
P21	481636.223	4208477.821	10.32	P115	482521.370	4209223.750	4.05
P22	481628.321	4208088.972	15.53	P116	482435.107	4209459.072	9.34
P26	481667.300	4208234.871	12.23	P117	482268.471	4209473.033	7.57
P28	482125.176	4209262.885	4.84	P118	482230.581	4209441.752	5.19
P32	482901.710	4209743.293	10.94	P119	482136.346	4209539.018	8.27
P35	482218.777	4209207.551	3.32	P121	482214.638	4209726.261	5.72
P38	482244.675	4209942.464	7.52	P122	482085.900	4210084.239	8.97
P39	482029.074	4210060.012	9.23	P123	482365.112	4209897.610	7.45
P40	482068.371	4210026.735	9.43	P124	482403.163	4209956.117	8.64
P41	482049.973	4209672.185	5.00	P125	482441.699	4209876.887	7.95
P42	482038.912	4209715.598	6.67	P126	483096.285	4210070.470	8.96
P43	481925.978	4209710.038	7.43	P127	482563.710	4210222.971	15.93
P44	481939.574	4209805.481	8.05	P128	482334.678	4210177.771	12.38
P59	483155.127	4211734.847	8.00	P129	482321.215	4210222.621	10.62
P62	482665.376	4211290.567	7.50	P130	482142.136	4210336.324	5.96
P67	482657.021	4211388.280	7.00	P133	482495.090	4210419.331	9.96
P69	482637.178	4211511.118	7.00	P134	482517.581	4210683.138	14.80
P76	482973.485	4211079.402	6.00	P135	483080.486	4210295.245	11.40
P77	482790.773	4210849.514	6.00	P136	482976.650	4210438.097	11.90
P78	482308.403	4210805.126	6.00	P137	482873.413	4210607.270	5.48
P80	482278.459	4210856.270	6.00	P138	483260.954	4211130.073	3.01
P83	482273.587	4210546.377	7.00	P139	482911.657	4209125.455	12.40
P88	483100.732	4210625.179	5.87	P140	482938.136	4209248.639	12.20
P89	483023.804	4210579.451	7.45	P141	483022.572	4209282.225	12.30
P90	483025.116	4210685.064	7.00	P142	482945.943	4209494.234	10.80
P94	479442.157	4205046.576	14.83	P143	483190.537	4209531.685	13.35
P95	479815.511	4205393.196	3.87	P144	483107.184	4209749.993	12.20
P96	480021.402	4205687.870	3.49	P145	483215.972	4209777.657	13.10
P97	480480.369	4206631.454	3.49	P146	483182.864	4209900.515	11.60
P99	480551.900	4206561.511	7.50	P147	483246.491	4210018.146	9.55
P101	481200.652	4206825.468	18.96	P148	483289.490	4210111.070	11.18
P102	481418.170	4207338.297	14.03	P149	483287.920	4210247.750	9.40
P103	481535.127	4207128.721	17.28	P150	483199.989	4210289.691	8.90
P105	481467.517	4207805.308	13.80	P151	483282.650	4210358.388	9.20
P106	481524.430	4207811.152	17.00	P152	483174.773	4210437.562	7.25
P107	481932.403	4207977.857	7.84	P153	483289.500	4210440.128	8.05
P108	481687.247	4208567.718	6.42	P154	481174.062	4208895.696	25.30
P109	481779.522	4208822.451	4.40	P155	482490.216	4209321.186	4.80
P110	481966.541	4208587.959	6.20	P156	481995.208	4209883.301	8.85

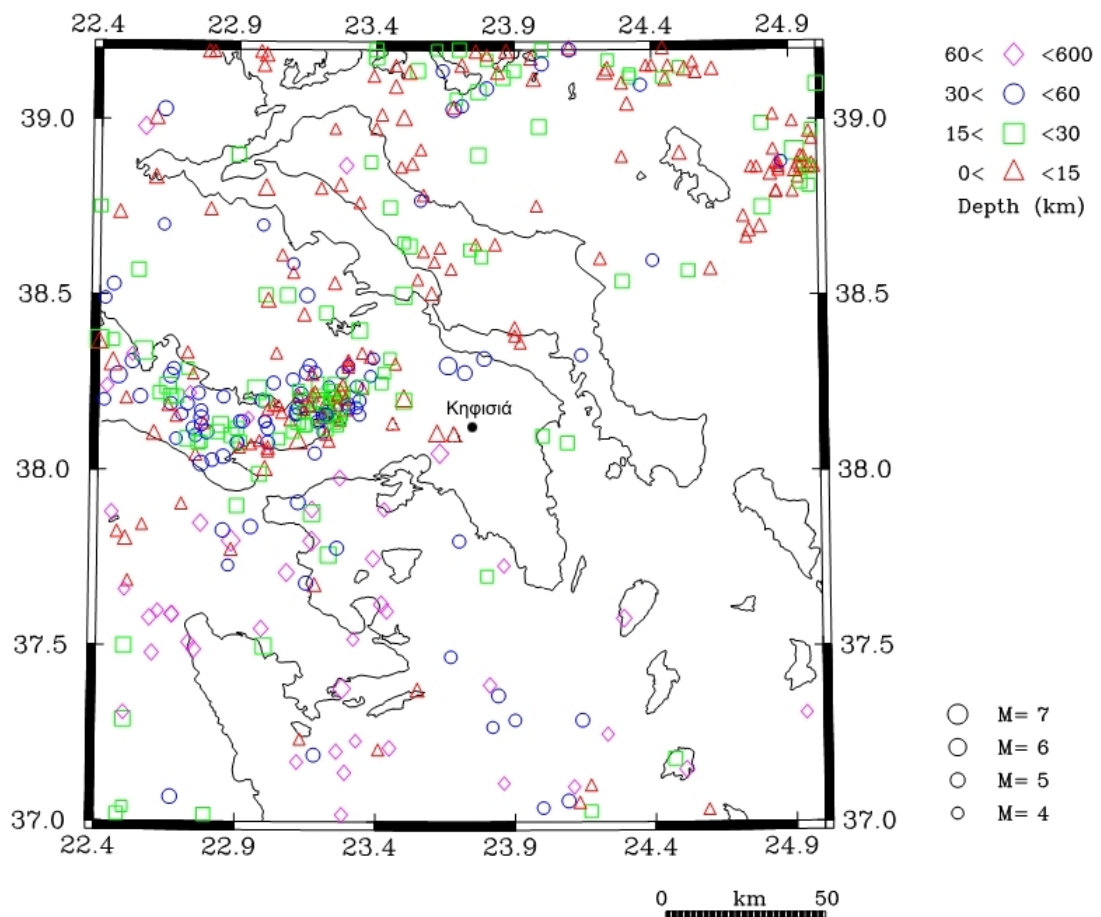
Επιπλέον συλλέχθηκαν τα διαθέσιμα στοιχεία από συνολικά 149 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις οι οποίες έχουν εκτελεστεί κατά το παρελθόν για τις ανάγκες των γεωτεχνικών ερευνών & μελετών της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε, καθώς και για άλλα δημόσια και ιδιωτικά έργα, στις οποίες μετρήθηκε η στάθμη των υπογείων υδάτων τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών διάτρησης για την παρακολούθηση της διακύμανσης της πιεζομετρικής στάθμης.

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται συγκεντρωτικοί Πίνακες με τις μετρήσεις της στάθμης των υπογείων υδάτων που ελήφθησαν στις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή.

3.6 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

3.6.1 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Οι ισχυρότεροι σεισμοί, μεγέθους $M \geq 4,0$, που έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή (μεταξύ γεωγραφικού πλάτους 37.0 και 39.0 και γεωγραφικού μήκους 22.4 και 24.9) κατά τη χρονική περίοδο 1964 – 2006 είναι 198, παρουσιάζονται στην Εικ. 3-10 και αναφέρονται αναλυτικά στον Πίν. 3-5.



Εικ. 3-10: Ισχυρότεροι σεισμοί μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

(Πηγή: Αστεροσκοπείο Αθηνών)

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης για την περίοδο 1964-2008 (Πηγή: Αστεροσκοπείο Αθηνών)

Α/Α	Ημερομηνία	Ώρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
1	24-Φεβ-1964	23:30:25.0	38,90	23,90	-	5,30
2	12-Ιουλ-1964	23:32:50.5	38,50	23,25	-	4,40
3	17-Ιουλ-1964	2:34:28.0	38,00	23,50	150	5,80
4	13-Οκτ-1964	21:6:46.0	37,50	22,50	-	4,30
5	3-Απρ-1965	5:19:21.0	38,11	23,70	-	4,60
6	28-Οκτ-1965	4:27:10.5	38,40	22,50	-	4,10
7	2-Ιαν-1966	20:56:8.0	37,80	23,00	-	4,20
8	2-Ιαν-1966	23:12:16.9	37,80	23,10	-	5,00
9	12-Ιουν-1967	2:51:2.0	38,20	22,80	-	4,40
10	29-Φεβ-1968	12:47:31.0	38,80	24,50	-	4,30
11	7-Απρ-1968	3:41:55.0	38,70	24,40	-	4,20
12	28-Μαΐ-1968	21:31:40.0	38,80	23,30	-	4,30
13	4-Ιουλ-1968	21:47:51.0	37,70	23,20	-	5,00
14	13-Ιαν-1969	5:46:36.0	38,10	22,50	-	4,30
15	17-Ιουλ-1969	23:1:14.0	38,90	23,70	-	4,20
16	10-Φεβ-1970	2:31:11.0	38,90	24,20	-	4,30
17	11-Φεβ-1970	19:1:20.0	37,70	22,60	50	4,30
18	8-Απρ-1970	13:50:28.0	38,30	22,60	-	5,40
19	20-Απρ-1970	15:39:29.0	38,30	22,60	-	4,80

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ώρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
20	23-Απρ-1970	4:29:46.0	37,50	22,80	100	4,50
21	12-Μαΐ-1970	22:48:58.0	38,00	22,60	-	4,30
22	1-Οκτ-1970	22:21:53.0	38,10	22,70	-	4,40
23	1-Οκτ-1970	22:38:33.0	38,10	22,70	-	4,50
24	9-Φεβ-1971	21:20:30.0	37,90	22,60	-	4,20
25	29-Σεπ-1971	21:2:30.0	37,20	23,20	-	4,40
26	8-Νοε-1971	0:4:47.0	38,70	23,70	-	4,10
27	13-Φεβ-1972	13:7:6.0	37,10	24,40	-	4,10
28	28-Φεβ-1972	10:52:44.0	37,10	24,20	-	4,40
29	6-Δεκ-1972	2:49:3.0	37,20	22,90	-	4,20
30	21-Μαρ-1973	11:25:48.0	37,30	23,90	-	4,10
31	7-Μαΐ-1973	22:38:1.0	38,90	24,20	-	4,20
32	14-Νοε-1974	13:22:32.0	38,40	23,10	-	4,70
33	14-Νοε-1974	14:26:49.0	38,40	23,10	-	4,70
34	14-Νοε-1974	15:29:44.0	38,50	23,00	-	4,80
35	14-Νοε-1974	22:1:15.0	38,60	23,10	-	4,10
36	1-Δεκ-1974	6:21:13.0	38,40	23,00	-	4,40
37	8-Ιαν-1975	19:32:33.0	38,20	22,80	-	4,70
38	24-Απρ-1975	22:58:19.0	37,40	22,60	50	4,30

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ώρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
39	12-Οκτ-1975	8:23:10.0	37,90	23,10	-	4,60
40	19-Μαΐ-1976	16:44:9.0	38,70	23,30	-	4,20
41	17-Οκτ-1976	0:22:23.0	38,60	23,10	-	4,10
42	17-Οκτ-1976	0:27:27.2	38,60	23,10	-	4,10
43	30-Δεκ-1976	15:12:38.9	37,90	22,80	43	4,30
44	16-Ιαν-1977	9:16:45.3	37,85	22,80	-	4,50
45	26-Μαρ-1977	5:48:45.7	37,80	23,20	28	4,20
46	20-Μαρ-1978	7:14:40.0	38,80	22,90	-	4,10
47	9-Σεπ-1978	16:32:0	38,40	23,10	33	4,40
48	13-Μαρ-1979	13:48:58.0	38,50	24,40	-	4,60
49	23-Ιουν-1979	20:7:38.0	38,80	23,40	-	4,10
50	26-Ιουν-1979	15:34:32.0	38,80	23,30	-	4,30
51	28-Φεβ-1980	23:45:15.0	38,30	23,20	-	4,30
52	24-Απρ-1980	19:33:40.0	38,20	23,20	-	4,30
53	24-Φεβ-1981	20:53:36.0	38,14	23,00	-	6,30
54	24-Φεβ-1981	23:17:17.0	38,20	23,00	-	4,10
55	25-Φεβ-1981	1:57:53.0	38,10	23,00	-	5,20
56	25-Φεβ-1981	2:29:58.0	38,20	22,90	-	4,40
57	25-Φεβ-1981	2:35:50.0	38,20	23,00	-	5,90

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
58	25-Φεβ-1981	4:30:17.0	38,30	23,10	-	4,20
59	25-Φεβ-1981	5:8:13.0	38,20	23,10	-	5,10
60	25-Φεβ-1981	5:9:58.0	38,20	23,10	-	4,90
61	25-Φεβ-1981	6:8:41.0	38,20	23,10	-	4,10
62	25-Φεβ-1981	6:59:37.0	38,20	23,00	-	4,30
63	25-Φεβ-1981	10:7:39.0	38,30	23,00	-	4,20
64	25-Φεβ-1981	11:34:27.0	38,20	23,10	-	4,20
65	25-Φεβ-1981	13:48:3.0	38,20	22,90	-	4,40
66	25-Φεβ-1981	13:53:29.0	38,30	23,10	-	4,10
67	26-Φεβ-1981	2:58:31.0	38,20	23,00	-	4,30
68	26-Φεβ-1981	16:9:19.0	38,20	23,10	-	4,10
69	26-Φεβ-1981	19:30:45.0	38,20	23,10	-	4,20
70	26-Φεβ-1981	20:9:3.0	38,30	23,20	-	4,20
71	27-Φεβ-1981	1:1:44.0	38,30	23,20	-	4,30
72	28-Φεβ-1981	13:0:50.0	38,20	23,30	-	4,20
73	28-Φεβ-1981	17:6:21.0	38,20	23,20	-	4,50
74	1-Μαρ-1981	5:11:57.0	38,10	22,90	-	4,10

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
75	3-Μαρ-1981	10:27:6.0	38,30	23,10	-	4,30
76	3-Μαρ-1981	10:28:7.0	38,30	23,10	-	4,10
77	3-Μαρ-1981	13:4:28.0	38,20	23,10	-	4,10
78	3-Μαρ-1981	17:1:44.0	38,30	23,20	-	4,30
79	4-Μαρ-1981	13:48:33.0	38,30	23,10	-	4,30
80	4-Μαρ-1981	18:21:34.0	38,30	23,20	-	4,10
81	4-Μαρ-1981	21:58:4.0	38,30	23,20	-	5,80
82	4-Μαρ-1981	22:14:28.0	38,20	23,10	-	4,30
83	4-Μαρ-1981	22:31:5.0	38,30	23,10	-	4,40
84	4-Μαρ-1981	22:47:29.0	38,30	23,20	-	4,20
85	4-Μαρ-1981	23:4:45.0	38,20	23,10	-	4,50
86	4-Μαρ-1981	23:17:50.0	38,30	23,20	-	4,20
87	5-Μαρ-1981	0:50:37.0	38,10	23,10	-	4,10
88	5-Μαρ-1981	1:10:13.0	38,20	23,10	-	4,70
89	5-Μαρ-1981	2:53:46.0	38,30	23,10	-	4,10
90	5-Μαρ-1981	6:59:6.0	38,30	23,20	-	5,60
91	5-Μαρ-1981	10:29:45.0	38,20	23,10	-	4,20
92	5-Μαρ-1981	21:54:37.0	38,20	23,20	-	4,30
93	7-Μαρ-1981	11:34:42.0	38,20	23,30	-	5,10

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ώρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
94	7-Μαρ-1981	11:51:35.0	38,20	23,30	-	4,50
95	7-Μαρ-1981	16:54:32.0	38,20	23,20	-	4,30
96	8-Μαρ-1981	2:18:15.0	38,30	23,00	-	4,10
97	11-Μαρ-1981	7:34:9.0	38,30	23,20	-	4,40
98	12-Μαρ-1981	1:49:37.0	38,30	23,30	-	4,60
99	16-Μαρ-1981	1:52:12.0	38,30	23,30	-	4,30
100	18-Μαρ-1981	12:19:38.0	38,10	22,70	-	4,20
101	18-Μαρ-1981	16:55:28.0	38,30	23,20	-	4,70
102	19-Μαρ-1981	15:18:46.0	38,20	23,20	-	4,10
103	26-Μαρ-1981	14:40:11.0	38,20	23,00	-	4,40
104	13-Απρ-1981	8:11:47.0	38,40	23,40	-	4,30
105	18-Απρ-1981	8:7:2.0	38,50	23,10	-	4,30
106	9-Μαΐ-1981	14:0:56.0	38,20	23,20	-	4,40
107	31-Μαΐ-1981	4:29:17.0	38,10	23,00	-	4,20
108	21-Ιουν-1981	5:10:5.0	38,20	23,20	-	4,20
109	27-Αυγ-1981	4:44:46.0	38,20	23,20	-	4,30
110	20-Σεπ-1981	19:54:14.0	38,60	23,60	-	4,10
111	23-Σεπ-1981	23:10:1.0	38,20	23,20	-	4,10
112	23-Δεκ-1981	17:35:29.0	38,70	23,60	-	4,10

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
113	29-Δεκ-1981	8:0:41.0	38,70	24,80	-	5,40
114	8-Ιαν-1982	22:20:18.0	38,90	24,70	-	4,10
115	29-Ιουλ-1982	22:8:46.0	38,20	23,10	-	4,10
116	10-Σεπ-1982	6:26:48.0	38,10	22,80	-	4,10
117	14-Δεκ-1982	19:23:56.6	38,63	24,85	19	4,30
118	20-Δεκ-1982	22:56:59.2	38,55	24,61	11	4,50
119	20-Δεκ-1982	23:1:2.0	38,49	24,66	19	4,10
120	18-Μαΐ-1983	16:48:22.3	38,77	24,70	5	4,10
121	19-Σεπ-1983	1:29:58.0	38,81	22,45	19	4,10
122	17-Αυγ-1984	21:22:58.2	38,14	22,56	18	4,20
123	9-Αυγ-1985	8:8:36.6	37,03	23,10	13	4,20
124	28-Αυγ-1985	0:33:41.3	37,18	23,40	75	4,10
125	19-Οκτ-1985	22:36:27.0	38,77	24,03	22	4,10
126	7-Απρ-1986	2:57:24.9	38,85	23,41	13	4,20
127	6-Ιουν-1986	15:34:53.7	38,70	23,01	32	4,40
128	5-Ιουλ-1986	9:52:46.1	37,85	22,56	84	4,30
129	27-Αυγ-1987	16:46:48.4	38,93	23,81	9	4,80
130	5-Ιουλ-1988	20:34:51.7	38,10	22,85	10	4,20
131	12-Ιουλ-1988	2:26:53.3	38,78	23,44	1	4,50
132	16-Ιουλ-1988	1:54:33.2	37,42	22,86	95	4,50

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
133	11-Σεπ-1988	21:45:24.3	38,15	23,22	13	4,50
134	17-Φεβ-1989	2:24:5.5	38,70	22,62	17	4,20
135	23-Φεβ-1989	15:48:28.5	37,55	23,59	72	4,10
136	19-Μαρ-1989	5:49:44.7	38,89	23,73	41	4,20
137	7-Μαΐ-1989	10:46:47.9	38,29	22,68	1	4,10
138	6-Αυγ-1989	11:53:5.8	37,13	23,10	1	4,10
139	2-Ιαν-1990	20:35:43.1	38,58	24,26	14	4,50
140	27-Ιουλ-1990	17:55:57.0	38,64	23,74	16	4,10
141	15-Ιαν-1991	14:5:35.5	38,64	23,76	2	4,10
142	10-Σεπ-1991	18:59:15.1	37,74	23,35	155	4,20
143	27-Ιουλ-1992	7:45:52.5	37,58	22,66	68	4,20
144	4-Φεβ-1993	2:22:55.9	38,16	22,62	5	4,60
145	12-Φεβ-1993	21:37:55.0	37,56	22,65	72	4,40
146	22-Νοε-1993	14:12:40.2	38,14	22,82	33	4,40
147	13-Φεβ-1994	20:12:38.0	38,59	24,24	5	4,20
148	15-Απρ-1994	23:50:11.4	38,92	23,26	21	4,40
149	17-Αυγ-1994	3:33:36.4	38,56	24,37	30	4,10

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
150	28-Ιουν-1995	3:4:24.2	38,79	24,03	5	4,30
151	13-Αυγ-1995	5:17:30.4	38,07	22,80	13	4,20
152	14-Οκτ-1995	14:39:6.1	38,88	23,55	12	4,40
153	14-Ιαν-1996	2:2:33.5	37,23	23,27	96	4,40
154	30-Ιαν-1996	5:49:19.7	38,22	22,57	11	4,20
155	28-Φεβ-1996	13:17:.8	38,54	22,62	1	4,40
156	4-Φεβ-1997	2:41:11.9	38,65	24,16	7	4,20
157	20-Αυγ-1998	10:43:29.5	38,70	22,99	4	4,20
158	25-Ιουν-1999	7:42:14.8	38,30	22,76	11	4,30
159	3-Σεπ-1999	5:29:34.1	38,49	23,35	33	4,10
160	7-Σεπ-1999	11:56:50.5	38,15	23,62	30	5,40
161	7-Σεπ-1999	13:5:48.5	38,14	23,61	24	4,10
162	7-Σεπ-1999	20:32:26.7	38,17	23,55	26	4,10
163	7-Σεπ-1999	20:44:55.0	38,19	23,72	21	4,40
164	23-Οκτ-1999	2:25:1.3	38,09	23,25	28	4,10
165	2-Δεκ-1999	21:16:16.2	38,59	24,52	21	4,10
166	11-Ιαν-2000	7:44:58.4	38,98	23,47	29	4,10
167	7-Απρ-2000	19:9:26.0	38,13	22,82	8	4,20
168	28-Σεπ-2000	14:35:20.3	37,03	23,20	2	4,10
169	26-Νοε-2000	21:11:36.2	37,03	23,09	5	4,10

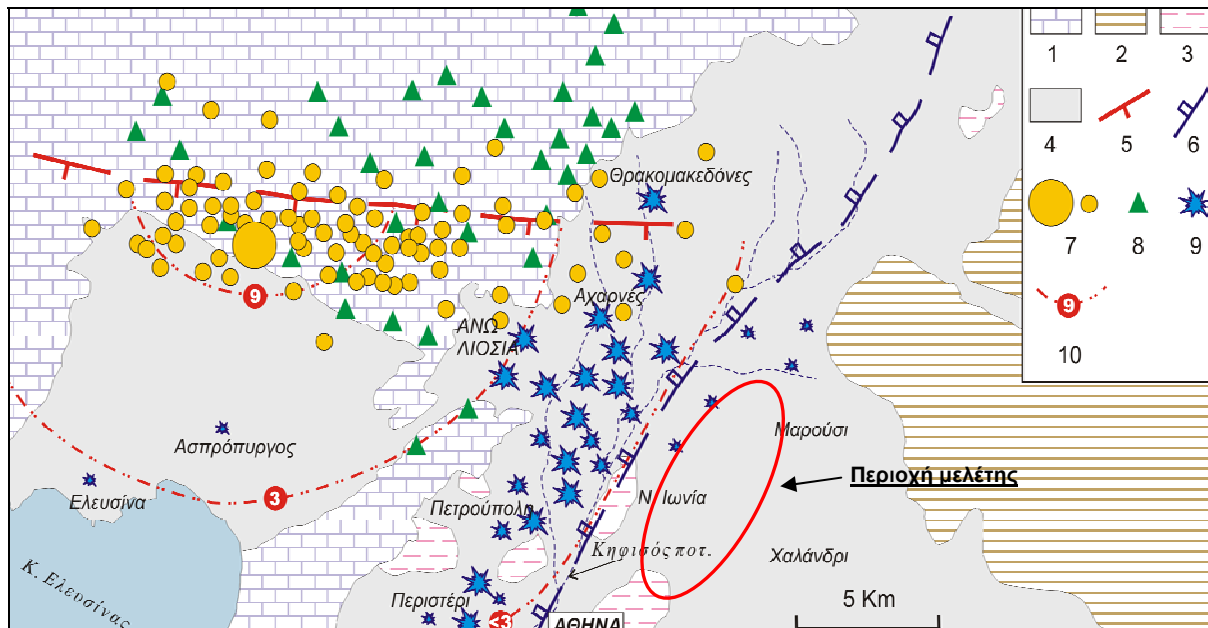
Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
170	6-Απρ-2001	1:27:21.6	37,71	22,73	78	4,20
171	26-Ιουλ-2001	1:48:40.2	38,96	24,39	22	4,40
172	26-Ιουλ-2001	2:6:38.9	38,96	24,45	23	4,70
173	26-Ιουλ-2001	2:9:51.6	38,92	24,52	24	4,80
174	26-Ιουλ-2001	2:13:26.0	38,96	24,43	22	4,10
175	26-Ιουλ-2001	2:26:30.7	38,95	24,46	17	4,20
176	26-Ιουλ-2001	2:40:40.2	38,97	24,57	5	4,60
177	26-Ιουλ-2001	4:31:37.2	38,95	24,42	22	4,30
178	26-Ιουλ-2001	4:49:47.5	38,96	24,37	22	4,10
179	26-Ιουλ-2001	7:44:34.9	38,95	24,32	35	4,40
180	8-Αυγ-2001	13:12:4.9	38,91	24,48	24	4,40
181	29-Οκτ-2001	20:21:48.9	38,89	24,38	26	4,80
182	11-Δεκ-2001	16:34:5.7	38,99	24,36	37	4,40
183	26-Μαρ-2002	3:1:46.1	38,94	24,54	5	4,30
184	5-Σεπ-2002	22:19:51.5	38,72	24,53	30	4,70
185	10-Ιαν-2003	3:0:56.4	38,72	22,80	15	4,20
186	11-Απρ-2003	23:53:47.6	37,58	22,67	85	4,30
187	13-Ιουν-2003	16:6:34.6	38,60	23,67	25	4,10
188	18-Ιουν-2003	5:25:1.9	38,62	23,68	21	4,40
189	19-Ιουν-2003	1:0:3.9	38,60	23,64	20	4,10

Πίν. 3-5: Στοιχεία ισχυρότερων σεισμών μεγέθους $M > 4,0$ στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (Συνέχεια)

Α/Α	Ημερομηνία	Ωρα	Συντεταγμένες Επικέντρου		Βάθος (km)	Μέγεθος (R)
			Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος		
190	26-Ιουν-2003	13:45:57.5	38,61	23,65	19	4,10
191	10-Αυγ-2003	9:27:54.1	37,82	23,16	37	4,30
192	24-Αυγ-2004	12:38:50.1	38,58	23,59	22	4,40
193	26-Σεπ-2004	3:6:1.5	38,31	24,18	20	4,20
194	17-Δεκ-2004	18:45:32.0	38,71	22,74	15	4,30
195	3-Ιαν-2005	21:44:28.9	37,64	23,33	123	4,50
196	29-Μαΐ-2005	8:55:35.8	38,26	22,73	104	4,40
197	4-Αυγ-2005	5:47:39.6	38,99	23,33	23	4,60
198	16-Σεπ-2005	10:0:27.5	37,22	22,55	84	4,10

Η κατανομή των επικέντρων του κυρίου σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 καθώς και των μετασεισμών του και οι περιοχές που εκδηλώθηκαν καταπτώσεις, κατολισθήσεις και σημαντικές βλάβες σε υποδομές παρουσιάζονται στην Εικ. 3-11 (ΟΑΣΠ, 2002). Σύμφωνα με την Εικ. 3-11, η περιοχή ενδιαφέροντος δεν υπέστη σημαντικές βλάβες από τον υπόψη σεισμό, στοιχείο που οφείλεται αφενός στην θέση του ρήγματος που ενεργοποιήθηκε και αφετέρου στην καλή γεωμηχανική συμπεριφορά του υποβάθρου. Γενικά αξιοσημείωτη είναι η οριοθέτηση των βλαβών του σεισμού δυτικά της μεγάλης τεκτονικής επαφής μεταμορφωμένων και αμεταμόρφωτων αλπικών σχηματισμών που εκτείνεται κατά μήκος του Κηφισού ποταμού [28].

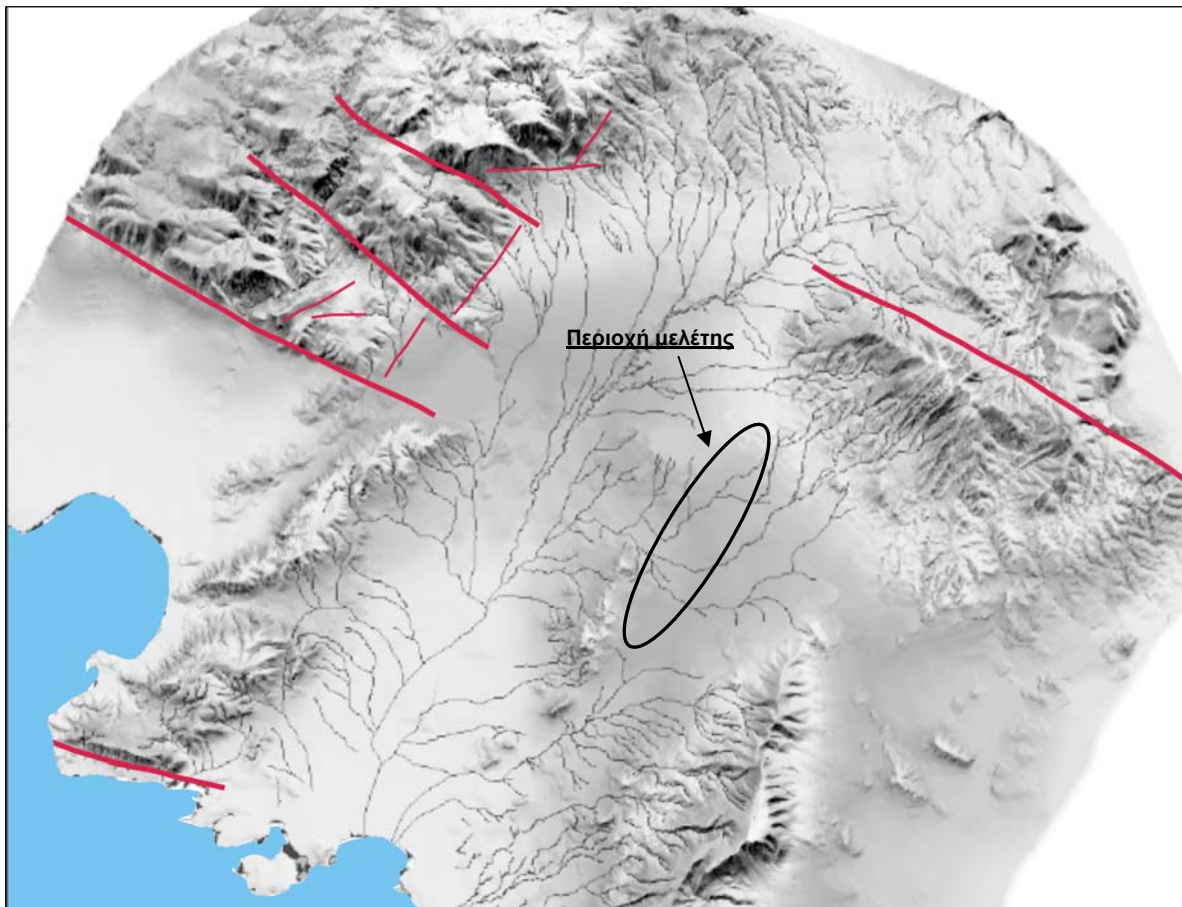


- 1: αμεταμόρφωτοι σχηματισμοί Υποπελαγονικής,
- 2: μεταμορφωμένοι σχηματισμοί Αττικής,
- 3: Αλλόχθονη ενότητα,
- 4: πλειο-τεταρτογενείς αποθέσεις,
- 5: προβολή στην επιφάνεια του ίχνους του ρήγματος που έδωσε τον σεισμό,
- 6: τεκτονική επαφή αποκόλληση,
- 7: το επίκεντρο του σεισμού και η μετασεισμική ακολουθία,
- 8: περιοχές όπου εκδηλώθηκαν καταπτώσεις και κατολισθήσεις,
- 9: περιοχές όπου εκδηλώθηκαν σημαντικές βλάβες,
- 10: καμπύλες ίσης βύθισης σε cm του προέκυψαν από την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων

Εικ. 3-11: Γεωλογικό & σεισμοτεκτονικό πλαίσιο της περιοχής που επλήγη από τον σεισμό της 7/9/1999

Στην Εικ. 3-12 παρουσιάζονται οι ενεργές ρηξιγενείς ζώνες του Λεκανοπεδίου Αττικής (ΟΑΣΠ, 2002), όπου φαίνεται ότι η περιοχή ενδιαφέροντος βρίσκεται στην προέκταση των ενεργών ρηξιγενών ζωνών, ΔΒΔ–ΑΝΑ/κής διεύθυνσης, που απαντώνται στη ΝΑ Πάρνηθα.

Τα στοιχεία που υπάρχουν σχετικά με την ενεργότητα των δευτερογενών ρηξιγενών ζωνών που επισημάνθηκαν στο Υποκεφάλαιο 3.4 (Τεκτονική) και τέμνουν την υπό μελέτη χάραξη, δεν επαρκούν ώστε να τα κατατάξουμε με ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο σε σχέση με την ενεργότητά τους. Παρ' όλα αυτά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι πέρα από το χαρακτηρισμό των ρηγμάτων ανάλογα με τη δυναμικότητα να δώσουν κάποιο σεισμό, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η παρουσία τους σαν επιφάνειες ασυνέχειας, στοιχείο που μπορεί να καθορίσει, μαζί με άλλους παράγοντες, την κατανομή των καταστροφών από πιθανή σεισμική δραστηριότητα σε κάποια από τα ενεργά ρήγματα του λεκανοπεδίου, κατευθύνοντας και ενισχύοντας τη σεισμική ενέργεια.

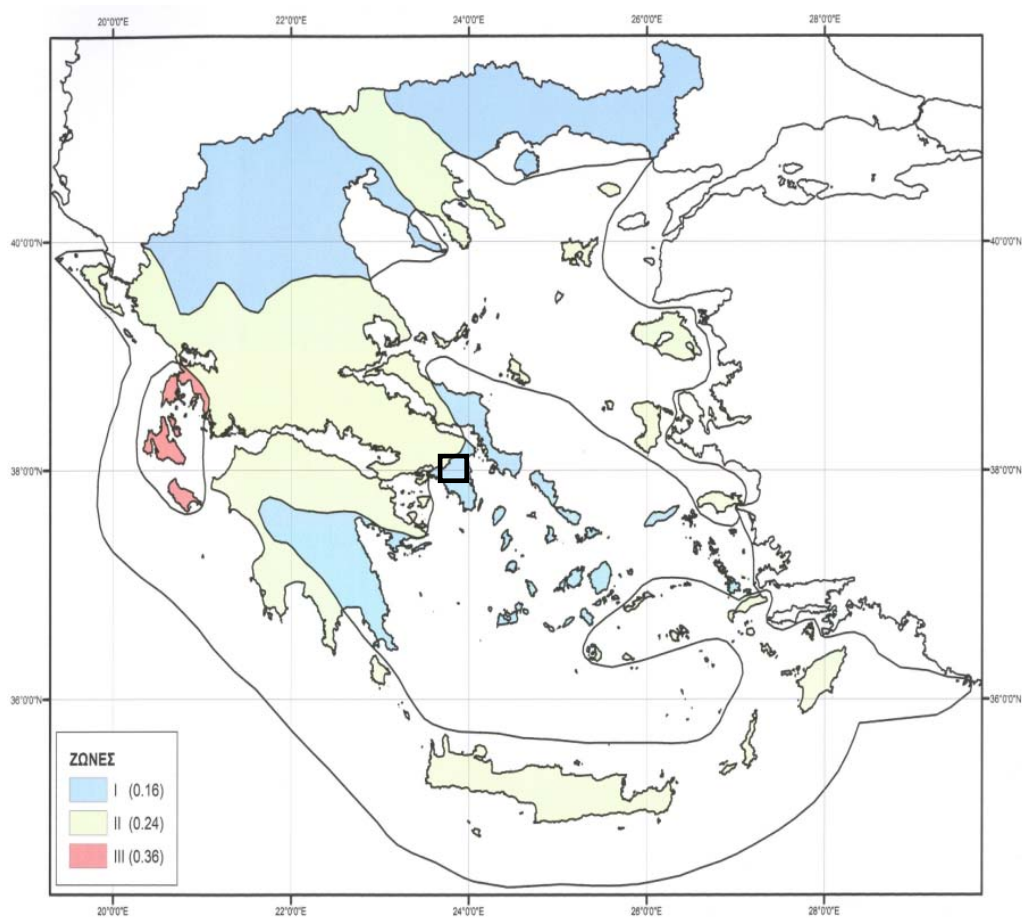


Εικ. 3-12: Κυριότερα ενεργά ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες του λεκανοπεδίου Αττικής [28].

3.6.2 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα τον ισχύοντα Αντισεισμικό Κανονισμό, Ε.Α.Κ. 2000 και το χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας, όπως αυτός αναθεωρήθηκε με την Κ.Υ.Α Δ17α/115/9/ΦΝ275, Φ.Ε.Κ./Β/1154/12.08.2003, η περιοχή μελέτης ανήκει στη Ζώνη Επικινδυνότητας Ι (Εικ. 3-12).

Κατά τον Ε.Α.Κ. η οριζόντια σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι $A = \alpha \cdot x \cdot g$, όπου α η εδαφική επιτάχυνση ανηγμένη στην επιτάχυνση της βαρύτητας. Στην προκειμένη περίπτωση για τη Ζώνη Ι είναι $\alpha = 0.16$ και συνεπώς η οριζόντια σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A = 0.16 \cdot x \cdot g$ (ΕΑΚ 2000, §2.3.3) για προσδιορισμό της φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού $\Phi_d(T)$, σύμφωνα με $\Phi_d(T) / A \cdot \gamma_i$ από το φάσμα σχεδιασμού (ΕΑΚ 2000, §2.3.1). Η ανωτέρω τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους εκτιμάται σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα, ότι έχει πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια (ΕΑΚ 2000, §2.3.3).



Εικ. 3-12: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας

4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

4.1 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΥΠΟΤΜΗΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΚΟΙΝΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Για την αναγνώριση των συναντώμενων γεωλογικών σχηματισμών και τον καθορισμό της στρωματογραφίας του υπεδάφους κατά μήκος του τμήματος μελέτης της χάραξης, έγινε επισταμένη εξέταση και αξιολόγηση των πυρήνων των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων των γεωτεχνικών ερευνών που έχουν εκτελεστεί και συσχετισμός τους, λαμβανομένων υπόψη των διαθέσιμων γεωλογικών στοιχείων από χάρτες και τη σχετική βιβλιογραφία.

Στη συνέχεια κατασκευάστηκε η γεωλογική μηκοτομή κατά μήκος της χάραξης, σε κλίμακα 1:5.000 / 1:500 (μήκος / ύψος), η οποία παρουσιάζεται στο Σχ-02.

Μετά την ολοκλήρωση της αξιολόγησης όλων των δεδομένων κατά τη διερεύνηση των γεωλογικών συνθηκών, προέκυψε ότι το εξεταζόμενο τμήμα της χάραξης, δύναται να διαχωριστεί βάσει κοινών γεωλογικών χαρακτηριστικών, στα ακόλουθα υποτμήματα:

4.1.1 Υποτμήμα από χ.θ. 13+565 (Σταθμός Φάρος) έως χ.θ. 14+200

Στο πρώτο αυτό υποτμήμα της χάραξης αναμένεται να συναντηθούν επιφανειακά και μέχρι βάθους τουλάχιστον 30 m από την επιφάνεια του εδάφους, σχηματισμοί της Σχιστο-Ψαμμιτο-Μαργαϊκής Σειράς που αποτελεί την ανώτερη ενότητα των Αθηναϊκών Σχιστολίθων. Πιο συγκεκριμένα θα συναντηθούν κυρίως ψαμμίτες και ασβεστιτικοί ιλυόλιθοι - αργιλόλιθοι, με ασβεστολιθικούς φακούς κατά τόπους. Στο τέλος του τμήματος αυτού, περί τη χ.θ. 14+200, αναμένεται να συναντηθούν σχηματισμοί της κατώτερης ενότητας των αθηναϊκών σχιστολίθων σε βάθη μεγαλύτερα των 12.00 m.

Στο τμήμα μεταξύ χ.θ. 14+000 και χ.θ. 14+100 αναμένεται επιφανειακά η εμφάνιση των ασβεστολίθων Τουρκοβουνίων, οι οποίοι αξιολογείται ότι δε θα συναντηθούν στο βάθος όπου προβλέπεται η υπόγεια εκσκαφή.

Σε μεγάλο μέρος του υποτμήματος αυτού, αναμένεται έντονος κερματισμός των σχηματισμών του αλπικού υποβάθρου, ο οποίος πιθανά συνδυάζεται με την αναφερόμενη ρηξιγενή ζώνη η οποία διέρχεται παράλληλα με τη χάραξη, κατά μήκος της Λ. Κηφισίας [12].

4.1.2 Υποτμήμα από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400

Στο υποτμήμα αυτό αναμένεται να συναντηθούν ψαμμίτες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, πηλίτες και ορίζοντες οργανικής αργίλου – λιγνίτη, νεογενούς ηλικίας, που αναφέρονται ως Νεογενείς Σχηματισμοί Ψυχικού. Υπόβαθρο των σχηματισμών αυτών αποτελούν πιθανά οι ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων ακολουθούμενοι από τους Αθηναϊκούς Σχιστόλιθους.

Η περιοχή οριοθετείται πιθανότατα από δύο ρήγματα που διαμορφώνουν τις διαφορετικές γεωλογικά συνθήκες που συναντώνται στο υποτμήμα αυτό. Το 1^ο ρήγμα περί τη χ.θ. 14+200 παρουσιάζει βύθιση με μεγάλη κλίση προς τα βόρεια, ενώ το 2^ο ρήγμα βυθίζεται προς νότο.

Στο συγκεκριμένο υποτμήμα, διαπιστώνεται μία έντονη ετερογένεια από θέση σε θέση και μία σχετική ασάφεια σχετικά με τη φύση, τη στρωματογραφία και την τεκτονική τοποθέτηση των συναντώμενων σχηματισμών. Ειδικά στην περιοχή της γεώτρησης FP 2226 (χ.θ. 14+265), στο εκτιμώμενο βάθος διάτρησης της σήραγγας διαπιστώθηκε η ύπαρξη στρώσης λιγνίτη, πάχους περί τα 2.40 m, η έκταση της οποίας δεν είναι δυνατό σε αυτή τη φάση να εκτιμηθεί με ακρίβεια.

4.1.3 Υποτμήμα από χ.θ. 14+400 έως χ.θ. 15+750

Στο υποτμήμα αυτό της χάραξης αναμένεται να συναντηθούν επιφανειακά και μέχρι βάθους άνω των 35 m από την επιφάνεια του εδάφους, σχηματισμοί των Αθηναϊκών Σχιστολιθων και πιο συγκεκριμένα μεταψαμμίτες και μεταϊλυόλιθοι.

Περί τη χ.θ. 15+300 στην περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί ο Σταθμός Φιλοθέη, αναμένεται ζώνη κατακερματισμού η οποία οφείλεται πιθανότατα σε ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ που αναφέρεται στη βιβλιογραφία, το οποίο τέμνει διαγώνια τη χάραξη.

Στη χ.θ. 15+750 η χάραξη διέρχεται από τη θέση της ενεργής κοίτης του ρέματος της Φιλοθέης, βόρεια της οποίας διαπιστώνεται μικρή ταπείνωση του αλπικού υποβάθρου και παρουσία τεταρτογενών (αλλουβιακές αποθέσεις) και πλειστοκαινικών ιζηματογενών σχηματισμών (ερυθροί πηλοί) που συνδέεται ενδεχομένως με την ύπαρξη της ρηξιγενούς ζώνης, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, η οποία συνδιαμορφώνει την μεγάλη νεογενή λεκάνη της Καλογρέζας που αναπτύσσεται βόρεια και δυτικά. Η ύπαρξη της ρηξιγενούς αυτής ζώνης ερμηνεύει επίσης το γεγονός ότι η κοίτη του ρέματος της Φιλοθέης παρουσιάζει μία απότομη αλλαγή διεύθυνσης, καθώς η αρχική Α - Δ διεύθυνση την οποία ακολουθεί για μεγάλο μήκος ξαφνικά στρέφεται και μεταπίπτει σε ΝΑ – ΒΔ.

4.1.4 Υπομήμα από χ.θ. 15+750 έως χ.θ. 16+800

Η αρχή του υπομημάτος αυτού στη θέση του ρέματος Φιλοθέης στη χ.θ. 15+750 ταυτίζεται με την ρηξιγενή ζώνη, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, η οποία οριοθετεί προς νότο την μεγάλη νεογενή λεκάνη της Καλογρέζας.

Στο υπομήμα αυτό αναμένεται να συναντηθούν οι πλεστοκαινικοί σχηματισμοί γνωστοί ως «ερυθροί πηλοί», ακολουθούμενοι από τους σχηματισμούς των αθηναϊκών σχιστολίθων. Η επαφή των ερυθρών πηλών με τους υποκείμενους αθηναϊκούς σχιστόλιθους εντοπίζεται σε βάθος περί τα 8.6 m στην αρχή του υπομημάτος (χ.θ. 15+800) σε βάθος 25.2 m στο τέλος αυτού (χ.θ. 16+785), που σημαίνει ότι βυθίζεται σταδιακά προς τα βόρεια.

Ο σχηματισμός των ερυθρών πηλών αποτελείται κυρίως από αμμώδεις αργίλους και ιλυοαργίλους με παρεμβολές στρώσεων άμμων με υψηλά ποσοστά χαλίκων, ενώ με το βάθος πολλές φορές μεταπίπτουν σε μέτρια έως πολύ συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή. Στο συγκεκριμένο υπομήμα το πάχος του σχηματισμού είναι περί τα 2.6 m στην αρχή και αυξάνεται σταδιακά μέχρι τα 23.2 m στο τέλος αυτού.

Τοπικά (χ.θ. 15+750 – χ.θ. 16+000 και περί τη χ.θ. 16+510) συναντώνται επιφανειακά τεταρτογενείς σχηματισμοί (αλλουβιακές αποθέσεις) αποτελούμενοι από ιλυώδη άμμο έως αμμώδη άργιλο με κυμαινόμενο ποσοστό χαλίκων, συνήθους πάχους 2.0 – 3.5 m ενώ σε κάθε περίπτωση δεν αναμένεται να ξεπερνά τα 6.5 m.

Περί τη χ.θ. 15+800 – χ.θ. 15+850 αναμένεται η συνάντηση ρηξιγενούς ζώνης, διεύθυνσης ΒΒΑ – ΝΝΔ, η οποία παρουσιάζεται στη βιβλιογραφία κατά μήκος της Λ. Κηφισίας στην περιοχή του Ψυχικού και διέρχεται παράλληλα προς τη χάραξη, σε μικρή απόσταση ανάντη (δυτικά) αυτής.

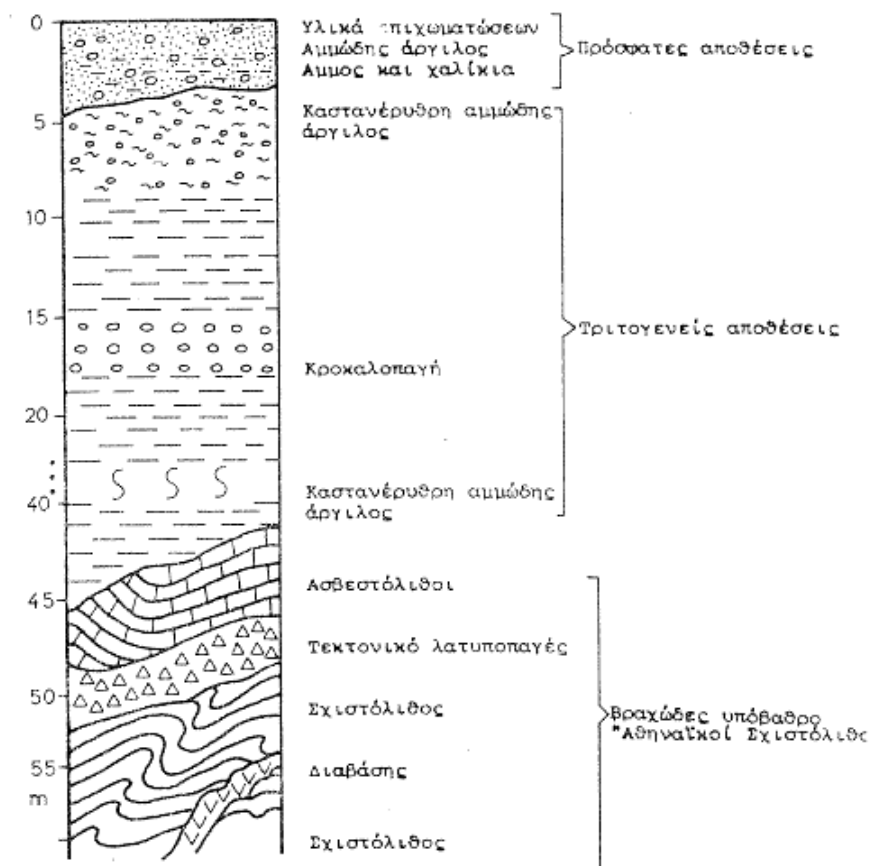
Επιπλέον σημειώνεται επίσης ότι στη χ.θ. 16+550 η χάραξη διέρχεται από τη θέση της ενεργής κοίτης του ρέματος του Χαλανδρίου. Στη θέση αυτή προβλέπεται και η κατασκευή του Σταθμού Σίδερα. Σημειώνεται ότι η κοίτη του ρέματος του Χαλανδρίου παρουσιάζει μία απότομη αλλαγή διεύθυνσης, καθώς η αρχική ΒΑ - ΝΔ διεύθυνση την οποία ακολουθεί για μεγάλο μήκος ξαφνικά στο νότιο τμήμα του Χαλανδρίου στρέφεται και μεταπίπτει σε ΝΑ – ΒΔ. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην ύπαρξη κάποιου ρήγματος διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, το οποίο συνδέεται ή αποτελεί προέκταση του ρήγματος της Νέας Ιωνίας.

Τέλος, ως προς τη διάνοιξη της σήραγγας αναφέρεται ότι μέχρι τη χ.θ. 16+380 οι εκσκαφές θα γίνονται εντός του σχηματισμού των αθηναϊκών σχιστολίθων, ενώ από την περιοχή αυτή και μετά αναμένεται αποκλειστικά η εκσκαφή της σήραγγας εντός του σχηματισμού των ερυθρών πηλών.

4.1.5 Υπομήμα από χ.θ. 16+800 έως χ.θ. 19+375

Στο υπομήμα αυτό αναμένεται να συναντηθούν επιφανειακά και μέχρι βάθους άνω των 35 m από την επιφάνεια του εδάφους, σχηματισμοί της ενότητας των ερυθρών πηλών που αποτελείται κυρίως από αμμώδεις αργίλους και ιλυοαργίλους με παρεμβολές στρώσεων άμμων με υψηλά ποσοστά χαλίκων, ενώ με το βάθος πολλές φορές μεταπίπτουν σε μέτρια έως πολύ συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή.

Στην Εικ. 4-1 δίδεται τυπική στρωματογραφική στήλη στην περιοχή του υπομημάτος (περιοχή Χαλανδρίου) [8].



Εικ. 4-1: Τυπική στρωματογραφική στήλη στην περιοχή του Χαλανδρίου [8]

Στο τέλος του υποτμήματος αυτού, περί τη χ.θ. 19+250, αναμένεται να συναντηθούν οι νεογενείς σχηματισμοί Αμαρουσίου σε βάθη μεγαλύτερα των 22.40 m.

Στη χ.θ. 19+375 η χάραξη διέρχεται από τη θέση της ενεργής κοίτης του ρέματος Αμαρουσίου - Κηφισιάς, βόρεια της οποίας διαπιστώνεται ανύψωση της επαφής των ερυθρών πηλών με τους των Νεογενείς Σχηματισμούς Αμαρουσίου.

4.1.6 Υποτμήμα από χ.θ. 19+375 έως χ.θ. 20+883 (τέλος χάραξης)

Στο υποτμήμα αυτό αναμένεται να συναντηθούν οι πλεστοκαινικοί σχηματισμοί γνωστοί ως «ερυθροί πηλοί», ακολουθούμενοι από τους «νεογενείς σχηματισμούς Αμαρουσίου». Η επαφή των ερυθρών πηλών με τους υποκείμενους νεογενείς σχηματισμούς εντοπίζεται σε βάθος περί τα 16.8 m στην αρχή του υποτμήματος (χ.θ. 19+375) και σε βάθος 15.5 m στη χ.θ. 20+705, που σημαίνει ότι έως τη θέση αυτή η επαφή μεταξύ των δύο ενοτήτων ακολουθεί την κλίση της επιφάνεια του φυσικού αναγλύφου. Στη συνέχεια στα τελευταία μέτρα της χάραξης παρατηρείται μία μικρή αύξηση στο ρυθμό ανάδυσσης της επαφής των δύο ενοτήτων, καθώς στη χ.θ. 20+880 εντοπίζεται σε βάθος μόλις 5.4 m.

Ο σχηματισμός των ερυθρών πηλών αποτελείται κυρίως από αμμώδεις αργίλους και ιλυοαργίλους με παρεμβολές στρώσεων άμμων με υψηλά ποσοστά χαλίκων, ενώ με το βάθος πολλές φορές μεταπίπτουν σε μέτρια έως πολύ συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή. Στο συγκεκριμένο υποτμήμα το πάχος του σχηματισμού είναι περί τα 2.6 m στην αρχή και αυξάνεται σταδιακά μέχρι τα 23.2 μ στο τέλος αυτού.

Οι νεογενείς σχηματισμοί του Αμαρουσίου αποτελούνται εν γένει από ψαμμίτες, ιλυόλιθους και μέτρια έως πολύ συνεκτικά κροκαλοπαγή και λατυποπαγή, τα οποία συχνότατα εμφανίζονται σε διαρκείς εναλλαγές μεταξύ τους.

Τα ιζήματα των νεογενών σχηματισμών του Αμαρουσίου αναμένεται να συναντηθούν στα κατώτερα τμήματα της υπόγειας εκσκαφής περί τη χ.θ. 19+400, όπου σταδιακά η διάνοιξη περνάει αποκλειστικά στο σχηματισμό αυτό έως το τέλος αυτής.

4.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ

Βάσει των διαθέσιμων στοιχείων (υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά συναντώμενων σχηματισμών, υδροληπτικά έργα, μετρήσεις στάθμης υπογείων υδάτων) στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος, παρατίθενται τα στοιχεία υπόγειας υδροφορίας – πιεζομετρίας για τα υποτμήματα που διακρίθηκαν στο Υποκεφάλαιο 4.1.

α) Υποτμήμα από χ.θ. 13+565 έως χ.θ. 14+200

Τα υδροληπτικά έργα (υδρογεωτρήσεις και πηγάδια) έχουν διανοιχθεί και υδρομαστεύουν ασβεστόλιθους και ψαμμίτες των ασβεστολίθων κορυφών και της σχιστο- ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς του υποβάθρου.

Στην περιοχή αυτή διαμορφώνονται φρεάτιοι υδροφόροι ορίζοντες, μέτριας δυναμικότητας στις ψαμμιτικές και ασβεστολιθικές φάσεις των σχηματισμών. Η στάθμη του υπόγειου νερού, εντοπίζεται σε βάθη που κυμαίνονται από 5 m έως 9 m.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, αναμένεται ότι θα συναντηθεί υδροφόρος ορίζοντας στην υπόγεια εκσκαφή κατά μήκος του υποτμήματος αυτού.

β) Υποτμήμα από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400

Στο υποτμήμα αυτό συναντώνται ψαμμιτομαργαϊκοί σχηματισμοί του Νεογενούς.

Η υπόγεια υδροφορία στην περιοχή αυτή εντοπίζεται εντός των ψαμμιτικών εμφανίσεων και είναι φρεάτια και τοπικά μερικώς υπό πίεση.

Τα ρήγματα που οριοθετούν το υποτμήμα αποτελούν ζώνες αυξημένης υδατικής κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει περίπτωση μέσω των ζωνών αυτών να γίνεται υπόγεια αποστράγγιση μέρους των υδατικών ποσοτήτων των υδροφορέων που αναπτύσσονται στην περιοχή.

Αναμένεται ότι θα συναντηθεί μικρής δυναμικότητας υδροφόρος ορίζοντας στην υπόγεια εκσκαφή κατά μήκος του υποτμήματος αυτού, με αυξημένη πιθανότητα τοπικών υδατικών εισροών μεγαλύτερης παροχής στις ζώνες των ρηγμάτων.

γ) Υποτμήμα από χ.θ. 14+400 έως χ.θ. 15+750

Στο υποτμήμα αυτό καθ' όλο το βάθος των γεωτεχνικών ερευνών εντοπίζεται το υπόβαθρο του Αθηναϊκού Σχιστόλιθου. Στα ανώτερα στρώματα του σχηματισμού αναπτύσσεται μανδύας αποσάθρωσης πάχους έως 7.0 m.

Η στάθμη του υπόγειου νερού, διαμορφώνεται σύμφωνα με πληροφορίες σε βάθη της τάξης των 5 – 16 m, με επικρατέστερα μεταξύ 8 – 13 m.

Εντός των σχηματισμών του αθηναϊκού σχιστόλιθου αναμένεται εκλεκτική κυκλοφορία νερού στο επιφανειακό αποσαθρωμένο τμήμα και στις ζώνες κατακερματισμού, με επικράτηση στις περιοχές εμφάνισης των μεταψαμμιτών.

Επίσης, οι ζώνες των ρηγμάτων που αναμένεται να συναντηθούν στο υποτομήμα αυτό (χ.θ. 15+300 και χ.θ. 15+700 – χ.θ. 15+750) αποτελούν ζώνες αυξημένης υδατικής κυκλοφορίας.

Κατά την υπόγεια εκσκαφή αναμένεται η συνάντηση ασθενούς δυναμικότητας, τοπικών υδροφόρων οριζόντων, με αυξημένη πιθανότητα τοπικών υδατικών εισροών μεγαλύτερης παροχής στις ζώνες των ρηγμάτων και στις ζώνες έντονου κερματισμού.

δ) Υποτομήμα από χ.θ. 15+750 έως χ.θ. 16+800

Στην περιοχή αυτή εντοπίζεται επιφανειακά ο Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας σχηματισμός των ερυθρών αργίλων, ο οποίος ακολουθείται από το αλπικό υπόβαθρο των αθηναϊκών σχιστόλιθων.

Η στάθμη των υπογείων υδάτων, διαμορφώνεται εν γένει σε βάθη 10.0 – 11.5 m, ενώ παρατηρείται μία τοπική ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα μέχρι τα 6.80 m στη θέση του άξονα διέλευσης του ρέματος Χαλανδρίου.

Στα μεταλλικά ιζήματα και λόγω της έντονα αργιλικής σύστασης αναμένεται τοπικά, ανάπτυξη ασθενών φρεάτιων και επικρεμάμενων υδροφόρων οριζόντων σε πιο αδρομερείς φάσεις με συμμετοχή κροκαλών. Η διακύμανση της στάθμης του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα είναι σε άμεση συνάρτηση με την επιφανειακή απορροή και τις βροχοπτώσεις.

Οι ζώνες των ρηγμάτων που ενδέχεται να συναντηθούν στο υποτομήμα αυτό (χ.θ. 16+550) πιθανόν να αποτελούν ζώνες αυξημένης υδατικής κυκλοφορίας.

Κατά την υπόγεια εκσκαφή αναμένεται η συνάντηση ασθενούς δυναμικότητας, τοπικών υδροφόρων οριζόντων, με αυξημένη πιθανότητα τοπικών υδατικών εισροών μεγαλύτερης παροχής στις ζώνες των ρηγμάτων.

ε) Υποτομήμα από χ.θ. 16+800 έως χ.θ. 19+375

Στο υποτομήμα αυτό καθ' όλο το βάθος των γεωτεχνικών ερευνών εντοπίζεται ο Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας σχηματισμός των ερυθρών αργιλών.

Η στάθμη των υπογείων υδάτων, διαμορφώνεται εν γένει σε βάθη 5.0 – 9.0 m, με εξαίρεση την τοπική ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα μέχρι βάθους 2.95 m περί τη χ.θ. 18+300.

Στο σχηματισμό των ερυθρών αργίλων δεν αναμένεται ανάπτυξη σημαντικών υδροφόρων οριζόντων. Τοπικά αναπτύσσονται ασθενείς, φρεάτιοι και επικρεμάμενοι υδροφόροι οριζόντες εντός των αδρόκοκκων ενστρώσεων με συμμετοχή χαλίκων και κροκαλών.

Οι ζώνες των ρηγμάτων που αναμένεται να συναντηθούν στο υποτομήμα αυτό (χ.θ. 17+150 – χ.θ. 17+200) αποτελούν ζώνες αυξημένης υδατικής κυκλοφορίας.

Κατά την υπόγεια εκσκαφή οι εργασίες θα γίνονται εν γένει σε στεγνές συνθήκες, με τοπικές μόνο εμφανίσεις ασθενούς δυναμικότητας, τοπικών υδροφόρων οριζόντων.

στ) Υποτομήμα από χ.θ. 19+375 έως χ.θ. 20+883

Στο τελευταίο υποτομήμα της χάραξης εντοπίζεται επιφανειακά ο Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας σχηματισμός των ερυθρών αργίλων, ο οποίος ακολουθείται από τους νεογενούς ηλικίας σχηματισμούς του Αμαρουσίου.

Στο υποτομήμα αυτό, η βάση των Πλειο-Πλειστοκαινικών αποθέσεων ριπιδίου παρουσιάζει αδρομερή κροκαλολατυποπαγή έως αργιλοχαλικώδη σύσταση με αυξημένη διαπερατότητα. Επίσης τα νεογενή ιζήματα συνίστανται από ψαμμίτες και μαργαϊκούς ασβεστολίθους, εντός των οποίων ευνοείται η κυκλοφορία νερού.

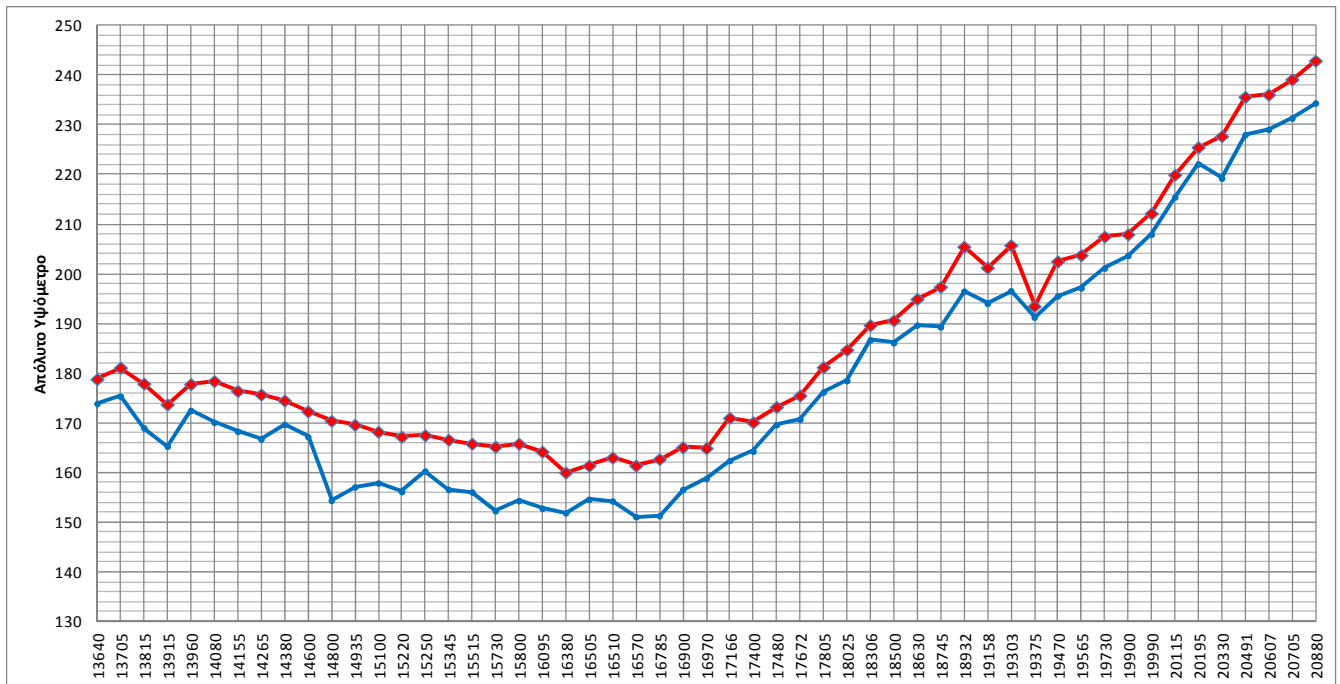
Η στάθμη του υπόγειου νερού, διαμορφώνεται σύμφωνα με πληροφορίες σε βάθη της τάξης των 4 – 10 m, με επικρατέστερα μεταξύ 7 – 8 m.

Στην περιοχή αυτή αναμένεται η ανάπτυξη σημαντικών φρεάτιων και μερικώς υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, οι οποίοι εκτιμάται ότι θα συναντηθούν στην υπόγεια εκσκαφή.

Η επεξεργασία του συνόλου των δεδομένων που αφορούν τις μετρήσεις στάθμης των υπογείων υδάτων [25], [26], [27] & [24], μας έδωσε μία πλήρη εικόνα σχετικά με το πώς διαμορφώνονται οι συνθήκες πιεζομετρίας στην ευρύτερη περιοχή του υπόψη έργου.

Σύμφωνα με τα όσα προκύπτουν από την επεξεργασία του αρχείου των μετρήσεων αυτών προκύπτει ότι εν γένει οι υψηλότερες στάθμες παρατηρούνται κατά την περίοδο Φεβρουαρίου – Μαρτίου, ενώ αντίθετα χαμηλότερες στάθμες παρατηρούνται την περίοδο Αυγούστου - Οκτωβρίου.

Στο Σχ. 4-1 παρουσιάζεται το ανάγλυφο (κόκκινη γραμμή) και η μέγιστη τιμή της στάθμης των υπογείων υδάτων (μπλε γραμμή) όπως μετρήθηκε στις θέσεις των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων κατά μήκος της χάραξης.



Σχ. 4-1: Ανάγλυφο και στάθμη υπογείων υδάτων κατά μήκος της χάραξης

Για την ορθότερη αποτύπωση των συνθηκών πιεζομετρίας κατά μήκος της χάραξης της Γραμμής 4, κατασκευάστηκε ένας (1) Ισοπιεζομετρικός Χάρτης, για τη μέγιστη μετρηθείσα τιμή στάθμης των υπογείων υδάτων (Σχ-04).

4.3 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

4.3.1 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ

Σύμφωνα με τα όσα προέκυψαν κατά την αξιολόγηση των γεωλογικών – υδρογεωλογικών συνθηκών κατά μήκος του τμήματος Φάρος – Μαρούσι της Γραμμής 4, επισημαίνονται τα ακόλουθα κρίσιμα σημεία τα οποία θα πρέπει να προσεχθούν κατά τη φάση εκπόνησης των μελετών και τη φάση κατασκευής του έργου:

- Σε πολλές περιοχές κατά μήκος της χάραξης, εντοπίζονται ζώνες έντονου κερματισμού και καταπόνησης των συναντώμενων σχηματισμών. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη ρηγματογενών ζωνών σε διάφορες θέσεις, η τεκτονική δράση των οποίων έχει προκαλέσει τον κατακερματισμό και τοπικά την εδαφοποίηση των γεωυλικών.
- Η χάραξη διέρχεται εγκάρσια έως διαγώνια από διάφορες ρηξιγενείς ζώνες, οι οποίες εντοπίζονται στις ακόλουθες θέσεις:
 - i. χ.θ. 15+300 (Σταθμός Φιλοθέη), διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, διαγώνια ως προς τη χάραξη
 - ii. χ.θ. 15+750 (ρέμα Φιλοθέης), πιθανό ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ που οριοθετεί προς νότο τη νεογενή λεκάνη Καλογρέζας
 - iii. χ.θ. 15+800 – χ.θ. 15+850, διεύθυνσης ΒΒΑ – ΝΝΔ. Η ρηξιγενής αυτή ζώνη, παρουσιάζεται στη βιβλιογραφία κατά μήκος της Λεωφόρου Κηφισίας, στην περιοχή του Ψυχικού και διέρχεται παράλληλα προς τη χάραξη, σε μικρή απόσταση ανάντη (δυτικά)
 - iv. χ.θ. 16+550 (ρέμα Χαλανδρίου), πιθανό ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, εγκάρσια ως προς τη χάραξη
 - v. χ.θ. 17+150 – 17+200 (ρήγμα Χαλανδρίου), διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, διαγώνια ως προς τη χάραξη
 - vi. χ.θ. 19+580, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ, εγκάρσια ως προς τη χάραξη, βόρειο περιθώριο νεογενούς λεκάνης Καλογρέζας
- Στην περιοχή του 2^{ου} υποτμήματος από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400 δεν είναι δυνατό να καθορισθούν με ακρίβεια τα όρια και το υπόβαθρο της τοπικής Νεογενούς λεκάνης.
- Στη χ.θ. 15+750, συναντάται σχεδόν κάθετα στη χάραξη, το ρέμα της Φιλοθέης που αποτελεί κλάδο του Ποδονίφτη. Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα στοιχεία για τις συνθήκες υπόγειας υδροφορίας στην περιοχή αυτή.
- Στην περιοχή από χ.θ. 16+300 έως χ.θ. 16+500 περίπου αναμένεται στο βάθος διάνοιξης της σήραγγας η συνάντηση της επαφής των αθηναϊκών σχιστόλιθων με τους υπερκείμενους αυτών ερυθρούς πηλούς, η οποία βυθίζεται προς το βορρά. Πρόκειται για

σχηματισμούς που παρουσιάζουν πολύ διαφορετική γεωμηχανική συμπεριφορά, καθώς ο πρώτος ανήκει στην κατηγορία των βραχωδών σχηματισμών ενώ ο δεύτερος στην κατηγορία των εδαφικών.

- Στη χ.θ. 16+550, συναντάται σχεδόν κάθετα στη χάραξη, το ρέμα του Χαλανδρίου που αποτελεί κλάδο του Ποδονίφτη. Στην περιοχή αυτή πρόκειται να κατασκευαστεί ο σταθμός Σίδερα, οι εκσκαφές του οποίου θα γίνουν εξ ολοκλήρου κάτω από τη στάθμη των υπογείων υδάτων. Σημειώνεται ότι δεν υπάρχουν στοιχεία τόσο ως προς το πάχος των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων και το εύρος της ενεργούς κοίτης του ρέματος αυτού, όσο και για τις συνθήκες υπόγειας υδροφορίας στην περιοχή αυτή. Σημειώνεται επίσης η πιθανή ύπαρξη ρήγματος διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ στη θέση αυτή, το οποίο ευθύνεται για την ξαφνική αλλαγή της διεύθυνσης του ρου του ρέματος από ΒΑ – ΝΔ σε ΝΑ – ΒΔ.
- Στην περιοχή από χ.θ. 19+230 έως χ.θ. 19+310 προβλέπεται η κατασκευή του φρέατος του TBM. Στην περιοχή αυτή αναμένεται η συνάντηση της κεκλιμένης επαφής του σχηματισμού των ερυθρών με τους υποκείμενους αυτών νεογενούς σχηματισμούς του Αμαρουσίου, η οποία βυθίζεται προς νότο. Οι σχηματισμοί που έρχονται σε επαφή παρουσιάζουν αρκετά διαφορετική γεωμηχανική συμπεριφορά, καθώς ο πρώτος εξ αυτών κατατάσσεται στην κατηγορία των εδαφικών, ενώ ο δεύτερος στους ημιβραχώδεις – βραχώδεις σχηματισμούς.
- Στη χ.θ. 19+375, συναντάται σχεδόν κάθετα στη χάραξη, το ρέμα Αμαρουσίου - Κηφισιάς που αποτελεί κλάδο του Ποδονίφτη. Σημειώνεται ότι στην περιοχή αυτή δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ως προς το πάχος των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων της ενεργούς κοίτης του ρέματος και για τις συνθήκες υπόγειας υδροφορίας που διαμορφώνονται πλησίον αυτής.
- Με βάση τα στοιχεία απογραφής των σημείων εμφάνισης νερού και τις διαθέσιμες μετρήσεις στάθμης, κατά τη φάση διάνοιξης της σήραγγας και εκσκαφών των ορυγμάτων των σταθμών αναμένεται η συνάντηση ασθενούς και τοπικά μέτριας δυναμικότητας, φρεάτιων και μετρικώς υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, με αυξημένη πιθανότητα τοπικών υδατικών εισροών μεγαλύτερης παροχής στις ζώνες των ρηγμάτων και στις ζώνες έντονου κερματισμού.

4.3.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σε συνέχεια των παραπάνω κρίσιμων σημείων, προτείνονται ακολούθως κάποιες ερευνητικές – κατασκευαστικές συμβουλές, προκειμένου να αντιμετωπιστούν με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα τα προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν κατά μήκος του τμήματος ενδιαφέροντος της χάραξης της Γραμμής 4.

- Στις ζώνες κατακερματισμού και έντονης καταπόνησης που θα συναντηθούν κατά μήκος της χάραξης θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά τη φάση των εκσκαφών, καθώς οι γεωλογικοί σχηματισμοί που θα συναντηθούν αναμένεται να παρουσιάζουν πτωχή συμπεριφορά με πολύ απομειωμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά. Οι βραχώδεις σχηματισμοί λόγω της υποβάθμισης της ποιότητας της βραχομάζας, συμπεριφέρονται κατά τόπους ως ημιβραχώδεις και ακόμα και ως εδαφικοί σχηματισμοί. Το γεγονός αυτό επιβαρύνεται επιπλέον από την αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης υδατικής κυκλοφορίας κατά μήκος των ζωνών αυτών.
- Στις θέσεις των ρηξιγενών ζωνών κατά μήκος της χάραξης, αναμένεται έντονος κερματισμός των γεωλογικών σχηματισμών, μικρού έως μέτριου πραγματικού πάχους (τάξης ολίγων μέτρων). Η συμπεριφορά των γεωυλικών κατά μήκος των ζωνών αυτών θα είναι πτωχότερη απ' την συμπεριφορά εκατέρωθεν της ζώνης του ρήγματος, ενώ το εύρος συνάντησης της ζώνης αυτής από τη χάραξη εξαρτάται από τη γωνία υπό την οποία τέμνονται. Τούτο σημαίνει ότι όσο η γωνία αυτή πλησιάζει τις 90° το εύρος της ζώνης θα συμπίπτει με το πραγματικό πάχος αυτής, δηλαδή θα είναι λίγα μέτρα. Αντίθετα, σε περιπτώσεις που η χάραξη κινείται υποπαράλληλα με κάποιο ρήγμα (όπως π.χ. το BBA – NNΔ/κής διεύθυνσης ρήγμα που συναντάται περί τη χ.θ. 15+800), το εύρος συνάντησης της ζώνης αυτού θα είναι αρκετά αυξημένο. Σε κάθε περίπτωση, προτείνεται η εκτέλεση οριζόντιων δειγματοληπτικών διατρήσεων μπροστά από το μέτωπο στις θέσεις που αναμένονται οι ρηξιγενείς ζώνες, προκειμένου να προσδιοριστεί με ακρίβεια το πάχος αυτών και τα γεωτεχνικά - υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά που θα συναντηθούν.
- Για την αποσαφήνιση του γεωλογικού μοντέλου (θέσεις και βύθιση – φορά βύθισης ρηγμάτων) και την οριοθέτηση της τοπικής Νεογενούς λεκάνης στην περιοχή του 2^{ου} υποτμήματος από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400, προτείνεται η εκτέλεση δύο συμπληρωματικών γεωτρήσεων. Οι γεωτρήσεις αυτές προτείνεται να γίνουν σε συγκεκριμένες θέσεις: η πρώτη μεταξύ των γεωτρήσεων PFS-1 & FH-2325 και η δεύτερη μεταξύ των γεωτρήσεων PFS-3 & PSF-5.

- Για την περίπτωση του ρήγματος που αναμένεται να συναντηθεί στο σταθμό «Φιλοθέη» περί τη χ.θ. 15+300, προτείνεται να γίνει εκσκαφή δοκιμαστικού ορύγματος βάθους έως 5.50 m για την απομάκρυνση των επιφανειακών εδαφικών υλικών (τεχνητές επιχώσεις, μανδύας αποσάθρωσης) προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη και να εντοπιστεί η επιφάνεια του πιθανού ρήγματος. Εναλλακτικά, σε περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, προτείνεται η εκτέλεση οδεύσεων με γεωραντάρ (G.P.R.) στον πυθμένα του σκάμματος του σταθμού, σε διάταξη παράλληλη με την Λ. Κηφισίας, ώστε να εντοπιστεί το ίχνος, το εύρος, η διεύθυνση και η βύθιση του ρήγματος.
- Η διερεύνηση των συνθηκών υπόγειας υδροφορίας στην χ.θ. 15+750, όπου συναντάται σχεδόν κάθετα στη χάραξη, το ρέμα της Φιλοθέης που αποτελεί κλάδο του Ποδονίφτη, μπορεί να γίνει με την αντλητικών δοκιμών στην δημοτική υδρογεώτρηση F23 (δήμος Χαλανδρίου, οδοί Κόδρου & Τομπάζη) για τον προσδιορισμό των υδραυλικών χαρακτηριστικών του υπογείου υδροφορέα. Εναλλακτικά ή συμπληρωματικά, μπορεί να απομακρυνθεί το νερό της ερευνητικής γεώτρησης FIS-4 με τη μέθοδο Air – lift και στη συνέχεια παρακολούθηση του ρυθμού επαναφοράς στην στάθμη ηρεμίας.
- Στην περιοχή από χ.θ. 16+300 έως χ.θ. 16+500 περίπου όπου αναμένεται η συνάντηση της επαφής των αθηναϊκών σχιστόλιθων με τους υπερκείμενους αυτών ερυθρούς πηλούς, προτείνεται η εκτέλεση οριζόντιων δειγματοληπτικών διατρήσεων μπροστά από το μέτωπο, προκειμένου να προσδιοριστεί με ακρίβεια η θέση της επαφής των δύο σχηματισμών και να διερευνηθούν οι γεωτεχνικές συνθήκες που θα συναντηθούν στη ζώνη της επαφής αυτής.
- Για την περίπτωση του ρέματος που αναμένεται να συναντηθεί στο σταθμό Σίδερα περί τη χ.θ. 16+550, προτείνεται να γίνει εκσκαφή δοκιμαστικού ορύγματος για την απομάκρυνση των επιφανειακών εδαφικών υλικών (τεχνητές επιχώσεις) προκειμένου να εντοπιστεί τη σύσταση και το πάχος των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων που αναπτύσσονται στην κοίτη του ρέματος και να εντοπιστεί το πιθανό ίχνος του υπόψη ρήγματος. Επίσης θα απαιτηθεί διερεύνηση των συνθηκών υπόγειας υδροφορίας στη συγκεκριμένη περιοχή, ώστε να προσδιοριστούν τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υπογείου υδροφορέα στην περιοχή της εκσκαφής στο χώρο του σταθμού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εκτέλεση αντλητικών δοκιμών σε κάποια υδρογεώτρηση που θα ανορυχθεί για το σκοπό αυτό (καθώς στην γύρω περιοχή δεν υπάρχει κάποια υφιστάμενη) και συμπληρωματικά με το άδειασμα του νερού μίας ή περισσότερων εκ των υφιστάμενων ερευνητικών γεωτρήσεων (SI1, SI2, FP2233) με τη μέθοδο Air – lift και στη συνέχεια παρακολούθηση του ρυθμού επαναφοράς στην στάθμη ηρεμίας.

Για την περίπτωση του ρήγματος, εναλλακτικά προτείνεται η εκτέλεση οδεύσεων με γεωραντάρ (G.P.R.) στον πυθμένα του σκάμματος του σταθμού, σε διάταξη παράλληλη με την Λ. Κηφισιάς, ώστε να εντοπιστεί το ίχνος, το εύρος, η διεύθυνση και η βύθιση του πιθανού ρήγματος.

- Στην περιοχή από χ.θ. 19+230 έως χ.θ. 19+310 όπου προβλέπεται η κατασκευή του φρέατος του TBM, αναμένεται η συνάντηση της επαφής του σχηματισμού των ερυθρών με τους υποκείμενους αυτών νεογενούς σχηματισμούς του Αμαρουσίου. Για τη διερεύνηση της ακριβούς θέσης της επαφής αυτής καθώς και των ιδιαίτερων γεωτεχνικών - συνθηκών που μπορεί να αναπτύσσονται εκεί, προτείνεται η εκτέλεση οριζόντιων δειγματοληπτικών διατρήσεων μπροστά από το μέτωπο.
- Στη χ.θ. 19+375, όπου συναντάται σχεδόν κάθετα στη χάραξη, το ρέμα Αμαρουσίου – Κηφισιάς δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για το πάχος των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων της ενεργούς κοίτης του ρέματος αυτού καθώς και για τις συνθήκες υπόγειας υδροφορίας που διαμορφώνονται πλησίον αυτής. Θα πρέπει ως εκ τούτου να γίνουν αντλητικές δοκιμές σε κάποια υφιστάμενη υδρογέωτρωση (ίσως στην περιοχή του μεγάρου του ΟΤΕ) ή σε κάποια που θα ανορυχθεί για το σκοπό αυτό, καθώς επίσης και στο πηγάδι με σήμανση P137 που βρίσκεται κοντά. Συμπληρωματικά, κάποια συμπεράσματα θα μπορούσαν να βγουν με το άδειασμα του νερού της ερευνητικής γεώτρησης FP 2245 με τη μέθοδο Air – lift και στη συνέχεια παρακολούθηση του ρυθμού επαναφοράς στην στάθμη ηρεμίας.

5 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Για την διερεύνηση των γεωτεχνικών συνθηκών τόσο κατά μήκος του υπό μελέτη τμήματος (Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι) της χάραξης της Γραμμής 4, όσο και της ευρύτερης περιοχής, συλλέχθηκε ένας μεγάλος αριθμός δειγματοληπτικών γεωτρήσεων οι οποίες έχουν εκτελεστεί κατά το παρελθόν για τις ανάγκες των μελετών της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε, αλλά και για άλλα δημόσια και ιδιωτικά έργα. Πιο συγκεκριμένα, συγκεντρώθηκαν δεδομένα από συνολικά 149 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, οι οποίες αφορούν:

- Γεωτεχνικές έρευνες κατά μήκος του τμήματος «Φάρος Ψυχικού – Μαρούσι» της χάραξης της Γραμμής 4 για τις ανάγκες των μελετών της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. Οι έρευνες αυτές εκτελέστηκαν σε δύο φάσεις:
 1. “Γεωτεχνική έρευνα για την επέκταση στη Λεωφόρο Κηφισίας”. Η μελέτη αυτή ανατέθηκε από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. στην εταιρεία ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΩΝ Ε.Π.Ε. – ΙΣΤΡΙΑ, με την Σύμβαση ΤΣΑ- 136/99 και
 2. “Γεωτεχνική έρευνα για τις νέες επεκτάσεις του ΜΕΤΡΟ Αθήνας” και ειδικότερα για τις θέσεις εργασίας “ΝΕΟΣ ΚΛΑΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 3, Θέση Α, ΠΑΝΟΡΜΟΥ - ΜΑΡΟΥΣΙ, Φάση 2”. Η μελέτη αυτή ανατέθηκε από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. στην εταιρεία ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΤΕ, με την Σύμβαση ΤΣΑ- 268/03.
- Πλήθος άλλων διαθέσιμων γεωτεχνικών ερευνών κατά μήκος της Λεωφόρου Κηφισίας και σε απόσταση περί τα 500 m εκατέρωθεν αυτής, για δημόσια και ιδιωτικά έργα (κτιριακά, οδοποιίες κ.α.).
- Σκοπός των ερευνητικών εργασιών ήταν ο προσδιορισμός της σύστασης του υπεδάφους και η εκτίμηση της αντοχής του κατά μήκος της υπό μελέτη χάραξης. Ειδικότερα, οι έρευνες αποσκοπούσαν στα ακόλουθα :
 - i. Προσδιορισμό της στρωματογραφίας του εδάφους, δηλαδή του βάθους και του πάχους κάθε διακεκριμένης εδαφικής στρώσης, που συναντήθηκε στις γεωτρήσεις.
 - ii. Παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου φρεατίου ορίζοντα, τόσο κατά τη διάρκεια των διατρητικών εργασιών υπαίθρου, όσο και μεταγενέστερα με την τοποθέτηση πιεζομετρικών σωλήνων σε επιλεγμένες γεωτρήσεις.
 - iii. Προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των επί μέρους στρωμάτων.

5.1 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ – ΦΑΣΗ 1

5.1.1 ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Κατά τη Φάση 1 της γεωτεχνικής έρευνας, οι γεωτεχνικές συνθήκες κατά μήκος του υπό μελέτη τμήματος της χάραξης διερευνήθηκαν με την εκτέλεση εικοσιδύο (22) δειγματοληπτικών γεωτρήσεων από την εταιρεία ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΩΝ Ε.Π.Ε. – ΙΣΤΡΙΑ [25].

Τα χαρακτηριστικά των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που εκτελέσθηκαν κατά τη Φάση 1 της γεωτεχνικής έρευνας, ήτοι σήμανση, συντεταγμένες, υψόμετρο και βάθος, δίνονται συγκεντρωτικά στον Πίν. 5-1.

Πίν. 5-1: Σήμανση, συντεταγμένες, υψόμετρο και βάθος γεωτρήσεων – Φάση 1

Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Ο.Μ.Α.		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)
		Χ	Υ	Χ	Υ		
1	GIP2	103342.010	102953.430	479998.018	4205845.223	177.38	32.5
2	GIP1	103455.650	103175.800	480111.658	4206067.600	177.87	34.5
3	PS1	103552.860	103305.550	480209.841	4206198.173	177.81	31.4
4	PSF1	103666.380	103471.220	480322.388	4206363.020	176.36	30.7
5	PSF3	103786.676	103655.853	480442.684	4206547.653	174.50	31.5
6	PSP1	104104.354	104114.941	480760.362	4207006.741	169.60	31.2
7	PSF4	104196.556	104250.192	480852.564	4207141.992	168.15	32.1
8	PSF5	103915.900	103836.720	480571.908	4206728.520	172.33	34.0
9	FI1	104279.530	104376.340	480935.538	4207268.140	167.45	30.8
10	FIS3	104416.560	104601.458	481072.568	4207493.258	165.82	34.4
11	FIS4	104563.333	104765.493	481219.341	4207657.293	165.23	33.7
12	PHS1	104680.034	105092.918	481336.042	4207984.718	164.17	34.0
13	SI1	104736.850	105498.870	481392.858	4208390.670	161.40	33.0
14	SI2	104747.515	105564.201	481403.523	4208456.001	161.36	34.0
15	SIO2	104782.280	105765.370	481438.288	4208657.170	162.73	31.7
16	SIO3	104881.090	105913.130	481537.098	4208804.930	164.88	32.0
17	SIO1	104995.412	106076.362	481651.420	4208968.162	171.03	37.4
18	OA1	105092.340	106284.440	481748.348	4209176.240	170.12	31.6
19	OAP2	105535.020	106740.480	482191.028	4209632.279	184.70	33.1
20	OAP1	105728.073	107005.958	482384.081	4209897.758	191.18	32.5
21	OAP3	105806.840	107220.780	482462.848	4210112.580	196.30	33.2
22	PAE1	106042.004	107562.064	482698.012	4210453.864	200.69	34.0

5.1.2 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)

Κατά την διάρκεια των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου εκτελέσθηκαν επιτόπου δοκιμές τυποποιημένης διείσδυσης (S.P.T.). Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών δίνονται στον Πίν. 5-2.

Πίν. 5-2: Αποτελέσματα δοκιμών SPT – Φάση 1 Γεωτεχνικής Έρευνας

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N
PSF-3	3.00 - 3.45	40		20.10 - 20.34	22-50/9
PSP-1	3.00 - 3.45	53		23.20 - 23.26	50/6
FIS-3	4.00 - 4.20	32-50/5	SIO-3	3.20 - 3.65	29
PHS-1	4.80 - 5.18	21-33-50/9		6.60 - 7.05	74
	7.70 - 7.82	30/12		8.65 - 9.10	15
	10.20 - 10.34	50/14	SIO-1	4.90 - 5.35	66
	12.50 - 12.56	50/6		6.90 - 7.35	62
	18.30 - 18.41	50/11		9.10 - 9.23	50/13
SI-1	4.80 - 5.25	64		11.00 - 11.23	35-50/8
	10.20 - 10.44	29-50/9		13.50 - 13.90	17-32-50/10
SI-2	4.40 - 4.66	22-50/11		16.40 - 16.85	50
	6.10 - 6.14	50/4		19.80 - 19.91	50/11
	7.70 - 7.84	50/14		23.00 - 23.41	18-35-50/11
	9.90 - 10.10	36-50/5		26.50 - 26.92	19-36-50/12
	12.60 - 12.69	50/9		32.50 - 32.94	17-33-50/14
	15.50 - 15.60	50/10			
	18.30 - 18.57	27-50/12	OA-1	2.90 - 3.05	45-50/3
	20.70 - 20.92	31-50/7		5.50 - 5.95	78
	23.50 - 23.91	13-27-50/11		8.00 - 8.40	7-29-50/10
	26.20 - 26.44	17-50/9		17.80 - 18.05	44-50/10
SIO-2	2.00 - 2.25	21-50/10	OAP-2	2.90 - 3.18	21-50/13
	4.40 - 4.85	38		4.80 - 5.06	19-50/11
	6.70 - 6.94	32-50/9		8.30 - 8.54	27-50/9
	8.80 - 8.94	50/14		10.90 - 11.12	19-50/7
	11.20 - 11.25	50/5		13.90 - 14.26	23-37-50/6
	13.10 - 13.24	50/14		17.60 - 17.80	31-50/5
	17.50 - 17.85	22-36-50/5		20.50 - 20.61	50/11
			23.50 - 23.64	50/14	
			26.40 - 26.47	50/7	

5.1.3 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Κατά την διάρκεια των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου εκτελέσθηκαν επιτόπου δοκιμές υδατοπερατότητας τύπου Maag & Lugeon, τα αποτελέσματα των οποίων δίνονται στον Πίν. 5-3.

Πίν. 5-3: Αποτελέσματα δοκιμών υδατοπερατότητας – Φάση 1 Γεωτεχνικής Έρευνας

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (m/sec)	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (m/sec)
GIP2	12.00 - 12.60	0.60	8.20E-07	PHS1	18.00 - 18.30	0.30	2.70E-07
GIP1	16.00 - 16.30	0.30	4.90E-07		23.50 - 24.10	0.60	4.00E-07
PS1	15.50 - 16.20	0.70	8.00E-07	SI1	15.50 - 15.80	0.30	5.00E-08
	24.20 - 24.70	0.50	1.80E-06		23.00 - 23.80	0.80	6.10E-08
PSF1	15.00 - 15.50	0.50	9.80E-07	SI2	15.00 - 15.50	0.50	3.50E-08
	22.80 - 23.35	0.55	1.00E-06		20.00 - 20.70	0.70	3.20E-08
PSF3	15.50 - 16.30	0.80	4.40E-07		24.00 - 24.70	0.70	4.10E-08
	20.50 - 20.95	0.45	6.50E-07	SIO2	19.50 - 20.10	0.60	8.50E-09
	28.50 - 29.00	0.50	3.40E-06		25.00 - 25.60	0.60	1.80E-07
PSP1	20.50 - 21.20	0.70	5.10E-07	SIO3	15.00 - 15.55	0.55	5.60E-08
	25.50 - 25.85	0.35	8.00E-07	OAP2	16.50 - 17.10	0.60	8.20E-09
PSF4	16.50 - 16.85	0.35	6.40E-07		22.50 - 23.70	1.20	1.30E-08
	20.00 - 20.70	0.70	7.40E-07	OAP1	13.30 - 13.90	0.60	9.40E-09
PSF5	17.00 - 17.50	0.50	5.50E-07		22.50 - 23.20	0.70	7.10E-09
	26.40 - 26.80	0.40	5.10E-07	OAP3	13.30 - 13.90	0.60	4.30E-08
FI1	18.00 - 18.55	0.55	2.20E-07		22.50 - 23.20	0.70	9.60E-09
FIS3	19.00 - 19.50	0.50	9.00E-07	PAE1	14.00 - 14.50	0.50	2.90E-08
	22.50 - 23.20	0.70	8.30E-08		20.20 - 20.50	0.30	8.70E-09
FIS4	15.00 - 15.50	0.50	7.70E-07		26.80 - 27.30	0.50	3.20E-08
	23.00 - 23.45	0.45	7.00E-07				
	29.10 - 29.80	0.70	1.90E-07				

5.2 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ – ΦΑΣΗ 2

5.2.1 ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Κατά την Φάση 2 της γεωτεχνικής έρευνας, οι γεωτεχνικές συνθήκες κατά μήκος του υπό μελέτη τμήματος της χάραξης διερευνήθηκαν με την εκτέλεση τριανταεπτά (37) δειγματοληπτικών γεωτρήσεων από την εταιρεία ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΤΕ [25], [26], [27].

Τα χαρακτηριστικά των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που εκτελέσθηκαν κατά τη Φάση 2 της γεωτεχνικής έρευνας, ήτοι σήμανση, συντεταγμένες, υψόμετρο και βάθος, δίνονται συγκεντρωτικά στον Πίν. 5-4.

Πίν. 5-4: Σήμανση, συντεταγμένες, υψόμετρο και βάθος γεωτρήσεων – Φάση 2

Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Ο.Μ.Α.		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)
		Χ	Υ	Χ	Υ		
1	FP 2222	103535.402	102995.770	480191.410	4205887.570	178.8	28.10
2	FP 2223	103582.730	103078.739	480238.738	4205970.540	181.1	31.10
3	FP 2224	103650.264	103247.013	420306.272	4206138.813	173.7	33.60
4	FP 2225	103703.116	103347.498	480359.124	4206239.298	178.4	33.00
5	FH 2325	103744.991	103483.124	480401.000	4206374.924	176.7	29.60
6	FP 2226	103756.242	103538.715	480412.250	4206430.515	175.7	32.00
7	FP 2227	104026.559	103998.212	480682.567	4206890.012	170.4	32.40
8	FP 2228	104312.238	104324.002	480968.246	4207215.802	167.2	29.50
9	FP 2229	104343.888	104444.498	480999.896	4207335.800	166.6	30.20
10	FP 2230	104631.661	104801.485	481287.669	4207693.285	165.8	31.90
11	FH 2231	104655.603	104980.450	481311.611	4207872.250	165.0	31.40
12	FP 2232	104680.799	105379.436	481336.807	4208271.263	160.0	28.10
13	FP 2233	104699.692	105507.364	481355.700	4208399.164	163.0	29.70
14	FP 2333	104838.001	105865.114	481494.009	4208756.914	165.1	30.10
15	FP 2234	105171.446	106335.567	481827.454	4209227.367	173.2	33.00
16	FP 2235	105285.775	106489.044	481941.783	4209380.844	175.5	33.20
17	FP 2236	105362.606	106600.775	482018.614	4209492.575	181.2	33.30
18	FP 2237	105781.540	106872.872	482437.548	4209764.672	189.6	33.10
19	FP 2238	105915.199	107015.971	482571.207	4209907.771	190.6	36.60
20	FP 2239	105961.001	107141.564	482617.009	4210033.364	194.9	37.20

Πίν. 5-4: Σήμανση, συντεταγμένες, υψόμετρο και βάθος γεωτρήσεων – Φάση 2 (Συνέχεια)

Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ Ο.Μ.Α.		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)
		Χ	Υ	Χ	Υ		
21	FP 2240	106021.102	107238.662	482677.110	4210130.462	197.4	40.10
22	FP 2241	106113.266	107396.868	482769.274	4210288.668	205.5	41.00
23	FP 2242	106115.274	107616.721	482771.282	4210508.520	201.2	34.10
24	FP 2243	106059.100	107752.959	482715.108	4210644.759	205.7	31.00
25	FP 2244	106036.519	107821.242	482692.527	4210713.042	193.5	25.00
26	FP 2245	106046.310	107914.558	482702.318	4210806.358	102.5	32.10
27	FP 2246	106010.808	108014.069	482666.816	4210905.869	203.8	31.00
28	FP 2247	106071.263	108172.845	482727.271	4211064.645	207.5	28.20
29	FP 2248	106144.340	108325.481	482800.348	4211217.281	207.9	26.40
30	FP 2249	106181.829	108407.363	482837.837	4211299.163	212.2	24.00
31	FP 2250	106212.110	108531.668	482868.118	4211423.468	219.9	23.00
32	FP 2251	106225.591	108610.647	482881.599	4211502.447	225.5	24.30
33	FP 2252	106201.318	108746.987	482857.326	4211638.787	227.7	25.00
34	FP 2253	106122.930	108888.133	482778.938	4211779.933	235.6	29.10
35	FP 2254	106041.865	108976.097	482697.873	4211867.897	236.1	31.20
36	FP 2255	106011.932	109071.491	482667.940	4211963.291	239.1	34.20
37	FP 2256	105881.036	109189.430	482537.044	4212081.230	242.9	40.10

5.2.2 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)

Κατά την διάρκεια των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου εκτελέστηκαν επιτόπου δοκιμές τυποποιημένης διείσδυσης (S.P.T.). Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών δίνονται στον Πίν. 5-5.

Πίν. 5-5: Αποτελέσματα δοκιμών SPT – Φάση 2 Γεωτεχνικής Έρευνας

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N
FP 2224	3.20 - 3.34	50/14	FP 2238	3.00 - 3.32	17-18-50/2
FP 2227	3.20 - 3.65	40		6.70 - 7.15	70
FP 2229	3.40 - 3.67	34-50/12		9.30 - 9.56	40-50/11
FP 2230	3.00 - 3.27	15-50/12		12.20 - 12.65	78
FP 2232	7.90 - 8.35	78		15.40 - 15.67	49-50/12
FP 2233	3.30 - 3.75	37	FP 2239	5.50 - 5.95	85
	6.80 - 7.25	39		8.60 - 9.02	15-39-50/12
	10.40 - 10.84	24-41-50/11		12.10 - 12.52	20-48-50/12
	13.00 - 13.42	19-33-50/12		16.20 - 16.61	25-43-50/11
		16.10 - 16.52	37-39-50/12	FP 2240	3.60 - 4.05
FP 2234	4.00 - 4.45	20	6.20 - 6.65		74
	7.70 - 8.15	35	9.40 - 9.81		17-37-27/11
	10.60 - 11.05	39	12.50 - 12.78		25-50/13
	13.30 - 13.75	42	14.90 - 15.18	36-50/13	
FP 2236	3.60 - 4.05	16	FP 2241	3.40 - 3.85	18
	6.00 - 6.45	39		6.60 - 7.05	23
	8.40 - 8.77	20-30-50/7		11.00 - 11.45	36
	11.50 - 11.95	42		14.20 - 14.55	20-31-50/5
		15.10 - 15.47	22-37-50/7	FP 2242	4.10 - 4.55
FP 2237	3.60 - 4.05	32	11.40 - 11.53		50/13
	6.80 - 7.25	42	FP 2243	3.40 - 3.85	36
	11.00 - 11.45	33		6.50 - 6.95	66
	15.70 - 16.15	87		9.50 - 9.60	50/10
	18.60 - 19.05	57		11.90 - 12.35	84
				14.90 - 15.35	56
				17.90 - 18.35	44

Πίν. 5-5: Αποτελέσματα δοκιμών SPT – Φάση 2 Γεωτεχνικής Έρευνας (Συνέχεια)

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	N
FP 2244	3.00 - 3.45	5		9.30 - 9.75	72
	6.65 - 7.10	93		12.10 - 12.54	11-29-50/14
	9.00 - 9.45	54	FP 2252	6.00 - 6.22	35-50/7
	12.25 - 12.69	18-35-50/14	FP 2253	3.00 - 3.45	39
	15.20 - 15.21	50/1		6.40-6.45	50/5
FP 2245	4.50 - 4.95	15		9.20 - 9.42	48-50/7
	8.20 - 8.65	21		12.40 - 12.67	31-50/12
	11.80 - 12.25	26		17.50 - 17.67	23-50/2
	15.00 - 15.40	88	FP 2254	2.90 - 2.92	50/2
	18.00 - 18.05	50/5		6.00 - 6.03	50/3
FP 2246	3.20 - 3.65	40		8.60 - 8.62	50/2
	6.40 - 6.85	62		11.60 - 11.63	50/3
	9.60 - 10.05	36		14.60 - 14.65	50/5
	13.80 - 14.22	12-29-50/12	FP 2256	3.90 - 4.25	20-39-50/5
	19.30 - 19.35	50/5		12.10 - 12.30	30-50/5
FP 2247	2.90 - 3.35	28		15.10 - 15.38	30-50/13
	7.30 - 7.75	63		18.00 - 18.40	20-30-50/10
	12.00 - 12.45	46	FP 2333	3.50 - 3.95	23
	18.00 - 18.05	50/5		6.70 - 7.15	28
FP2248	3.50 - 3.71	36-50/6		9.50 - 9.95	43
FP 2250	4.00 - 4.07	50/7		12.60 - 13.05	67
FP 2251	2.80 - 3.25	26		17.40 - 17.85	46
	6.00 - 6.45	35			

5.2.3 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Κατά την διάρκεια των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου εκτελέστηκαν επιτόπου δοκιμές υδατοπερατότητας τύπου Maag & Lugeon, τα αποτελέσματα των οποίων δίνονται στον Πίν. 5-6.

Πίν. 5-6: Αποτελέσματα δοκιμών υδατοπερατότητας (Maag) – Φάση 1 Γεωτεχνικής Έρευνας

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (m/sec)
FP 2221	4.50 - 6.10	1.60	2.13E-07
	10.00 - 12.00	2.00	4.67E-07
FP 2223	6.30 - 7.90	1.60	1.42E-07
	12.70 - 14.00	1.30	6.63E-08
FP 2233	3.00 - 3.75	0.75	1.00E-12
	8.00 - 9.90	1.90	4.01E-07
	12.00 - 13.42	1.42	2.10E-07
	18.00 - 20.40	2.40	2.06E-07
FP 2244	8.00 - 9.45	1.45	3.13E-09
	14.20 - 15.20	1.00	6.89E-07
FP 2253	12.70 - 14.60	1.90	1.07E-08

Πίν. 5-7: Αποτελέσματα δοκιμών υδατοπερατότητας (Lugeon) – Φάση 1 Γεωτεχνικής Έρευνας

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (m/sec)	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (m/sec)
FP 2222	4.00 - 9.00	1.38E-07	FP 2239	22.60 - 27.10	0
	10.90 - 14.90	1.62E-07	FP 2240	23.60 - 28.10	0
FP 2224	7.60 - 12.60	2.49E-07	FP 2241	23.70 - 28.70	1.34E-09
	14.50 - 19.50	3.76E-06	FP 2242	19.80 - 24.80	0
FP 2225	7.60 - 11.60	1.19E-08	FP 2243	7.40 - 11.90	0
FP 2226	7.50 - 12.50	6.46E-07		11.80 - 16.30	0
	13.50 - 18.50	6.55E-07		16.30 - 20.80	3.04E-09
FP 2227	16.10 - 20.60	4.19E-07	FP 2245	15.70 - 20.70	2.51E-06
FP 2228	16.10 - 21.10	6.72E-07	FP 2246	15.70 - 20.70	3.37E-07
FP 2229	12.80 - 17.30	9.38E-09	FP 2247	13.05 - 18.05	2.22E-06
FP 2230	16.50 - 21.50	2.19E-09	FP 2248	10.20 - 15.20	6.39E-07
FP 2231	14.30 - 19.30	1.84E-07	FP 2249	7.50 - 12.50	4.19E-07
FP 2231	14.10 - 19.10	2.13E-07	FP 2250	6.60 - 11.60	5.42E-09
FP 2232	18.90 - 23.90	0	FP 2251	7.10 - 12.10	1.25E-06
FP 2234	17.50 - 22.50	2.93E-09	FP 2252	8.70 - 13.70	6.39E-07
FP 2235	17.90 - 22.90	0	FP 2254	12.40 - 17.40	1.84E-08
FP 2236	17.90 - 22.90	0	FP 2255	15.80 - 20.80	2.15E-08
FP 2237	16.80 - 21.80	9.38E-09	FP 2256	23.10 - 28.10	3.20E-09
FP 2238	21.50 - 26.00	1.51E-09	FP 2333	9.60 - 14.60	0
FP 2239	22.60 - 27.10	0			

5.3 ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

5.3.1 ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Οι υπόλοιπες διαθέσιμες γεωτεχνικές έρευνες που συλλέχθηκαν κατά την παρούσα εργασία αφορούν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν για τις ανάγκες δημόσιων και ιδιωτικών έργων κατά μήκος της Λεωφόρου Κηφισίας και σε απόσταση περί τα 500 m εκατέρωθεν αυτής. Συνολικά συλλέχθηκαν περί τις 90 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, οι οποίες έχουν εκτελεστεί από τα μελετητικά γραφεία GEOTERRA, ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ Ε.Π.Ε., ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ, ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΩΝ Ε.Π.Ε. – ΙΣΤΡΙΑ & ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε. [29] έως [43].

Τα χαρακτηριστικά των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων αυτών, ήτοι σήμανση, συντεταγμένες και βάθος, δίνονται συγκεντρωτικά στους Πίν. 5-8 & 5-9.

Πίν. 5-8: Σήμανση, συντεταγμένες και βάθος γεωτρήσεων – (πηγή: Διδακτορική διατριβή Α. Αντωνίου)

Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)
		Χ	Υ		
1	G6	481338.600	4207762.010	162.8	15.30
2	G7	481316.570	4207754.140	162.3	15.25
3	G8	481326.680	4207775.070	162.6	15.00
4	G56	482579.280	4209940.900	180.0	24.95
5	G57	482609.300	4209947.720	180.0	20.00
6	G58	482616.170	4209924.690	180.0	19.95
7	G99	482780.020	4210620.450	204.5	14.45
8	G100	482790.060	4210628.390	202.5	15.00
9	G203	481401.790	4208689.270	160.0	20.50
10	G205	481426.820	4208697.120	160.0	27.30
11	G514	480808.970	4206715.520	167.8	17.20
12	G515	480799.920	4206705.570	167.2	18.60
13	G535	481401.960	4207830.610	164.2	20.00
14	G536	481385.080	4207851.700	163.6	21.00
15	G549	481815.010	4209118.690	180.0	20.25
16	G550	481832.940	4209106.590	180.3	20.00
17	G551	481828.830	4209086.620	180.3	19.95

Πίν. 5-9: Σήμανση, συντεταγμένες και βάθος άλλων γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή

Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΒΑΘΟΣ (m)	Α/Α	ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		ΒΑΘΟΣ (m)
		Χ	Υ				Χ	Υ	
1	Γ4	480060.426	4205977.488	25.20	38	Γ1-ΓΤ3	482772.554	4210426.098	20.00
2	ΚΒ1	480124.212	4206031.839	20.00	39	Γ2-ΓΤ3	482796.329	4210413.666	20.00
3	ΚΒ2	480132.336	4206066.903	18.00	40	Γ1Δ	482879.673	4210455.592	20.00
4	Γ5	480157.402	4206090.692	25.40	41	Γ1-G.4	482566.452	4210337.307	25.00
5	ΚΒ3	480172.252	4206112.542	17.00	42	Γ2-G.4	482616.694	4210338.360	25.00
6	Γ9	480471.249	4206586.978	20.50	43	Γ3-G.4	482534.683	4210371.933	25.00
7	Γ11	480496.236	4206600.209	25.20	44	Γ4-G.4	482512.113	4210319.161	25.00
8	ΚΧ1	480527.844	4206618.404		45	Γ5-G.4	482580.374	4210301.362	25.00
9	ΚΧ2	480584.711	4206663.446	17.60	46	Γ1-ΓΤ4	482803.656	4210460.187	20.00
10	Γ12	480590.135	4206685.060	25.00	47	Γ3-ΓΤ4	482820.930	4210448.148	20.00
11	ΚΧ3	480618.932	4206713.376	18.00	48	Γ1-ΓΤ5	482828.451	4210501.733	20.00
12	Γ15	480905.840	4207205.500	20.50	49	Γ4-ΓΤ5	482812.982	4210497.007	20.00
13	ΚΦ1	480970.471	4207201.395	18.00	50	Γ12-ΓΤ5	482841.418	4210489.052	25.00
14	ΚΦ2	480974.927	4207265.863	18.00	51	Γ13-ΓΤ5	482855.069	4210477.461	20.00
15	Γ22	481011.776	4207267.592	20.10	52	Γ1'-ΓΤ5	482825.267	4210486.552	30.00
16	Γ1-G.7	480517.523	4206513.970	15.00	53	Γ2'-ΓΤ5	482836.040	4210472.737	23.45
17	Γ2-G.7	480481.180	4206513.615	15.50	54	Γ3'-ΓΤ5	482850.062	4210462.233	23.45
18	Γ1	480520.623	4206579.739	30.00	55	Γ4-ΓΤ6	482875.892	4210534.384	15.00
19	Γ2	480511.570	4806560.339	30.00	56	Γ1-G.5	482831.603	4210568.474	20.00
20	Γ3	480532.469	4806558.141	20.00	57	Γ2-G.5	482810.438	4210582.840	20.00
21	Γ1-G	482147.025	4209531.219	20.00	58	Γ3-G.5	482789.932	4210599.513	20.00
22	Γ2-G	482131.903	4209523.656	20.00	59	Γ4-G.5	482761.432	4210616.186	15.00
23	Γ3-G	482162.865	4209492.720	20.70	60	Γ5-G.5	482846.237	4210593.261	15.00
24	Γ4-G	482175.047	4209509.778	20.15	61	Γ6-G.5	482825.384	4210606.807	20.00
25	Γ1-G.2	482246.730	4209624.080	22.00	62	Γ7-G.5	482805.573	4210621.049	15.00
26	Γ2-G.2	482260.417	4209646.465	22.00	63	Γ8-G.5	482764.164	4210641.543	15.00
27	Γ3-G.2	482270.621	4209625.324	22.00	64	Γ9-G.5	482854.927	4210614.449	15.00
28	Γ4-G.2	482296.752	4209617.614	22.00	65	Γ10-G.5	482831.640	4210630.775	15.00
29	Γ5-G.2	482281.777	4209599.001	22.00	66	Γ11-G.5	482780.751	4210641.919	15.00
30	Γ1-G.3	482365.762	4209601.715	15.00	67	Γ1-G.6	483063.716	4211198.184	20.00
31	Γ1-ΓΤ1	482482.856	4209641.169	15.00	68	Γ2-G.6	423043.235	4211194.589	20.00
32	ΓΑ	482527.387	4209960.749	20.00	69	Γ1-G.7	480517.523	4206513.970	15.00
33	ΓΒ	482566.031	4209962.743	20.00	70	Γ2-G.7	480481.180	4206513.615	15.50
34	ΓΓ	482556.952	4209996.389	20.00	71	Γ1-G.8	482094.749	4209609.352	14.00
35	Γ1-ΓΤ2	482751.752	4210371.574	23.45	72	Γ2-G.8	482046.791	4209596.015	18.40
36	Γ2-ΓΤ2	482793.409	4210356.439	23.45	73	Γ3-G.8	482003.419	4209629.774	18.00
37	Γ3-ΓΤ2	482769.156	4210350.155	17.00					

Οι ακριβείς θέσεις του συνόλου των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων πρόσφατων και παλαιότερων γεωτεχνικών ερευνών που συλλέχθηκαν κατά την παρούσα εργασία παρουσιάζονται στο Σχέδιο Σχ-03, στο οποίο επιπλέον οπτικοποιείται η πυκνότητά τους.

5.3.2 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)

Κατά την διάρκεια των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου εκτελέστηκαν επιτόπου δοκιμές τυποποιημένης διείσδυσης (S.P.T.). Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών για όλες τις γεωτρήσεις που συλλέχθηκαν, ανά διακριθείσα γεωτεχνική ενότητα, δίνονται σε Πίνακες στο Παράρτημα Δ.

5.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Σε επιλεγμένα εδαφικά δείγματα και βραχώδεις πυρήνες εκτελέστηκαν εργαστηριακές δοκιμές, προκειμένου να διερευνηθούν τα φυσικά και μηχανικά τους χαρακτηριστικά.

Οι εργαστηριακές δοκιμές εκτελέστηκαν σύμφωνα με τις «Τεχνικές Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής», (Ε 105 - 86), Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. / Γ.Γ.Δ.Ε. / Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών (ΕΚ1) Φ.Ε.Κ. 955/31.12.86, Τεύχος Β και τις «Τεχνικές Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Βραχομηχανικής», (Ε 103 - 84), Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. / Γ.Γ.Δ.Ε. / Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών (ΕΚ1) Φ.Ε.Κ. 70/08.02.85, Τεύχος Β.

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που εκτελέστηκαν στις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που συλλέχθηκαν κατά την παρούσα εργασία, εισήχθησαν στο γεωτεχνικό σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων HELGEORDAS και ακολούθως πινακοποιήθηκαν ανά διακριθείσα γεωτεχνική ενότητα.

Αναλυτικά, ο αριθμός των δοκιμών που συγκεντρώθηκαν ανά είδος είναι:

- ❖ 1073 δοκιμές κοκκομετρικής ανάλυσης
- ❖ 1063 δοκιμές προσδιορισμού ορίων Atterberg
- ❖ 970 δοκιμές προσδιορισμού φυσικής υγρασίας w

- ❖ 264 δοκιμές προσδιορισμού ειδικού βάρους G_s
- ❖ 249 δοκιμές προσδιορισμού υγρού φαινόμενου βάρους γ_b
- ❖ 63 δοκιμές τριαξονικής θλίψης UU
- ❖ 27 δοκιμές τριαξονικής θλίψης CUPP
- ❖ 36 δοκιμές άμεσης διάτμησης DS:UU
- ❖ 21 δοκιμές άμεσης διάτμησης DS:CU
- ❖ 315 δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης
- ❖ 119 δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης
- ❖ 107 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης
- ❖ 12 δοκιμές προσδιορισμού λόγου Poisson ν
- ❖ 216 δοκιμές σημειακής φόρτισης

Οι συγκεντρωτικοί πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών ανά γεωτεχνική ενότητα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ε.

6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Στον παρόν Κεφάλαιο γίνεται αξιολόγηση του συνόλου των διαθέσιμων γεωτεχνικών στοιχείων για το υπό μελέτη τμήμα της χάραξης. Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο Κεφάλαιο, συλλέχθηκαν δεδομένα από 149 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, οι οποίες βρίσκονται είτε κατά μήκος της χάραξης, είτε σε μία ζώνη πλάτους περί τα 500 m εκατέρωθεν αυτής.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση των γεωλογικών & γεωτεχνικών συνθηκών αποτελείται από τα εξής στάδια:

1. Συλλογή και ψηφιακή διαχείριση των διαθέσιμων γεωλογικών και γεωτεχνικών δεδομένων και εισαγωγή τους σε βάση δεδομένων (συγκεκριμένα στο Πρωτότυπο Σχεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Γεωτεχνικών Δεδομένων «HELGEORDAS» που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής του Δρ. Α. Αντωνίου στον Τομέα Γεωτεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ).
2. Εισαγωγή τμήματος ή του συνόλου της πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcView για τη δημιουργία ψηφιακών χαρτών γεωλογικής - γεωτεχνικής πληροφόρησης (ψηφιακός χάρτης ισοπιεζομετρικών καμπυλών για τη στάθμη των υπογείων υδάτων, ψηφιακός χάρτης ισοβαθών αλπικού υποβάθρου, ψηφιακός χάρτης ισοβαθών νεογενών σχηματισμών και ισοπαχών πλειο-πλειστοκαινικών αποθέσεων κ.α.)
3. Διακριτοποίηση γεωτεχνικών ενοτήτων και προσδιορισμός της στρωματογραφικής τοποθέτησης αυτών στο χώρο
4. Άντληση συγκεντρωμένης και επεξεργασμένης πληροφόρησης από τη βάση δεδομένων για τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά, καθώς επίσης για τα αποτελέσματα των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών ανά γεωτεχνική ενότητα
5. Εκτέλεση στατιστικής επεξεργασίας στα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών ανά γεωτεχνική ενότητα και
6. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων κάθε γεωτεχνικής ενότητας.

6.2 ΣΥΛΛΟΓΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ HELGEORDAS

6.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη γεωτεχνική - γεωλογική βάση δεδομένων και προέρχονται από τις γεωτεχνικές έρευνες που έχουν εκτελεστεί στην άμεση και ευρύτερη περιοχή του έργου, μπορεί να ομαδοποιηθεί σε τρεις (3) κατηγορίες:

- ✓ Γεωγραφική κατηγορία. Περιλαμβάνονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες των θέσεων των ερευνών, το βάθος αυτών καθώς και στοιχεία της μορφολογίας της περιοχής.
- ✓ Γεωλογική κατηγορία. Περιλαμβάνονται οι περιγραφές των λιθολογικών ενοτήτων της θέσης, ο τεκτονισμός που έχει υποστεί η περιοχή, η αποσάθρωση των γεωλογικών σχηματισμών, τα υπόγεια νερά εφόσον υπάρχουν κλπ.
- ✓ Γεωτεχνική κατηγορία. Η κατηγορία περιέχει τα αποτελέσματα όλων των επιτόπου αλλά και των εργαστηριακών δοκιμών που έχουν εκτελεστεί για τις ανάγκες της εκάστοτε γεωτεχνικής έρευνας.

Η αποθήκευση των πληροφοριών αυτών απαιτεί την εισαγωγή όλων των προηγούμενων διαθέσιμων δεδομένων σε πίνακες-αρχεία που έχουν μεταξύ τους ένα ή περισσότερα κοινά πεδία. Οι πίνακες σχετίζονται μεταξύ τους με μια βασική μονάδα πληροφορίας, το ρόλο της οποίας έχει το πεδίο κωδικός του γεωτεχνικού έργου, αφού αυτός μπορεί να λειτουργήσει και στις τρεις κατηγορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Είναι γνωστό ότι κάθε γεωτεχνικό έργο καθορίζεται από τις γεωγραφικές του συντεταγμένες, από τη λιθολογική του περιγραφή αλλά και από τα αποτελέσματα των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών που έχουν γίνει σε δοκίμια που προέκυψαν από αυτό.

6.2.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΟΜΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HELGEORDAS

Το γεωτεχνικό σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (HELGEORDAS: HELlenic GEOtechnical Relational DAtabase management System) σχεδιάστηκε στον Τομέα Γεωτεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Microsoft Office Access®. Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο πρόγραμμα λογισμικού γιατί είναι

ευρύτητα διαδεδομένο σε προσωπικούς υπολογιστές μέσω του πακέτου προγραμμάτων της Microsoft Office, ενώ έχει και φιλικό περιβάλλον για τον όχι ιδιαίτερα ειδικευμένο χρήστη.

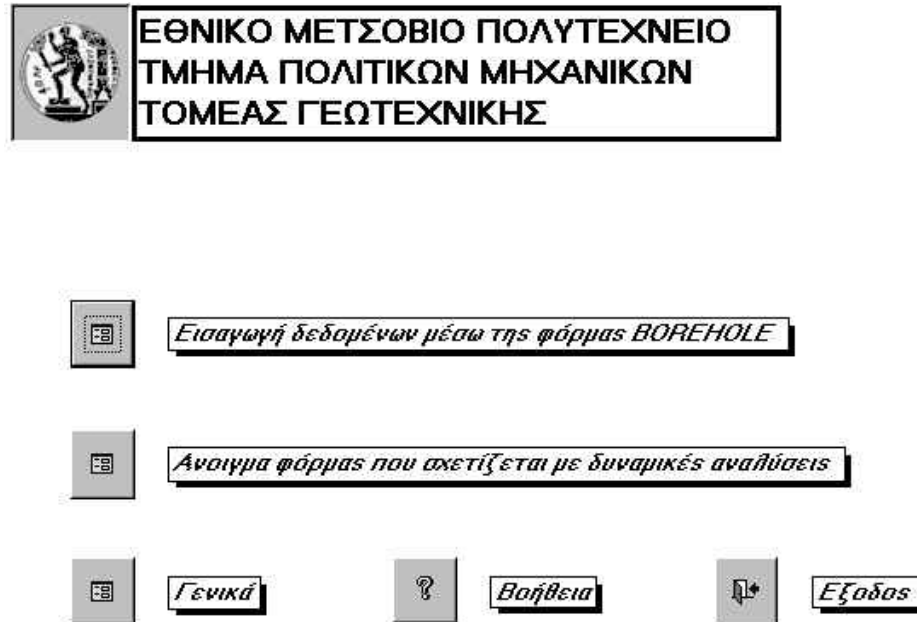
Το σύστημα έχει σχεδιασθεί να αποτελείται από πίνακες, που συνδέονται μεταξύ τους με κοινά πεδία, όπου καθένας δεσμεύει τμήμα της πληροφορίας που προέρχεται από ένα γεωτεχνικό έργο. Έτσι σε έναν πίνακα αποθηκεύονται τα γενικά στοιχεία του γεωτεχνικού έργου, σε άλλον η γεωλογική πληροφορία κλπ. Η πληροφορία κατανεμήθηκε στους αντίστοιχους πίνακες λαμβάνοντας υπόψη αφενός τα γεωτεχνικά μητρώα που έχουν τα διάφορα γεωτεχνικά γραφεία και αφετέρου το γεγονός ότι θα πρέπει να υπάρχει σε κάθε πίνακα σχετική γεωτεχνική πληροφορία.

Το σύστημα αποτελείται από κύριους και δευτερεύοντες πίνακες, όπου και αποθηκεύονται τα δεδομένα, ενώ έχουν δημιουργηθεί και αντίστοιχες φόρμες για γρήγορη εισαγωγή τους. Τέλος έχουν δομηθεί αρκετά ερωτήματα, όπου με παράλληλη χρήση άλλων πακέτων λογισμικού (πχ. Microsoft Office Excel), υπάρχει πιο εποπτική εικόνα των αποτελεσμάτων, ενώ το σύστημα μέσω της δομημένης γλώσσας ερωτημάτων (Structured Query Language, SQL) δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής αποτελεσμάτων, υπό μορφή πίνακα, σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για να προκύψει θεματικός χάρτης αντίστοιχος του ερωτήματος. Στα επόμενα γίνεται αναλυτική παρουσίαση του γεωτεχνικού σχεσιακού συστήματος.

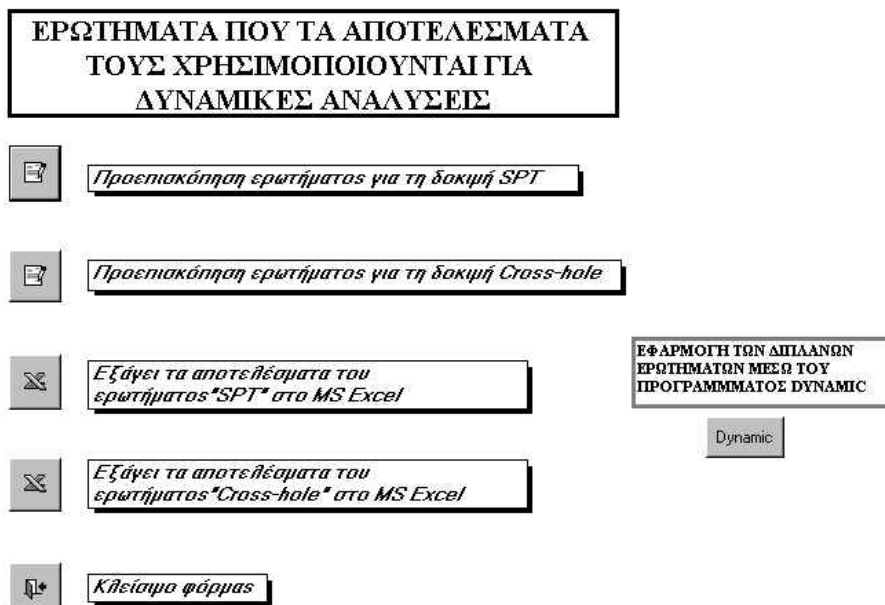
Όταν γίνεται εκκίνηση του συστήματος, εμφανίζεται η εισαγωγική φόρμα (ΑΡΧΙΚΗ_ΦΟΡΜΑ), (Εικ. 6-1) και με χρήση των κουμπιών εντολών (command buttons) που υπάρχουν σε αυτή αρχίζει η πλοήγηση μέσα σε αυτό.

Το πρώτο κουμπί εντολής ανοίγει μια καινούργια φόρμα, τη φόρμα εισαγωγής BOREHOLE (ΓΕΩΤΡΗΣΗ), όπου γίνεται η αρχή εισαγωγής δεδομένων στο σύστημα. Το δεύτερο κατά σειρά κουμπί εντολής ανοίγει τη φόρμα DYNAMIC (Εικ. 6-2). Στη φόρμα αυτή τα δύο πρώτα κουμπιά εντολών ανοίγουν δύο δομημένα ερωτήματα σε μορφή σχεδίασης, ζητώντας εισαγωγή ορισμάτων (κριτηρίων) για τα ερωτήματα, ενώ τα δύο επόμενα εξάγουν τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερωτημάτων στο πρόγραμμα Microsoft Office Excel. Το κουμπί εντολής που βρίσκεται στο δεξιό μέρος της εικόνας χρησιμοποιείται για να γίνει εκκίνηση προγράμματος που έχει γραφτεί σε Visual Basic, αφορά στην εκτίμηση της εδαφικής επίδρασης σε σεισμική φόρτιση - μέσω εμπειρικών συσχετίσεων από επιτόπου στατικές και δυναμικές δοκιμές - και περιέχει τα δεδομένα από τα δύο προηγούμενα ερωτήματα. Το τρίτο κουμπί εντολής ανοίγει τη φόρμα STARTUP η οποία περιέχει πληροφορίες σχετικές με την κατασκευή του συστήματος, το προσωπικό που ασχολήθηκε για την εισαγωγή των δεδομένων, καθώς και τα γεωτεχνικά γραφεία, δημόσια ή ιδιωτικά που διέθεσαν τμήμα του αρχείου τους προκειμένου να εισαχθεί στο σύστημα. Το τέταρτο κουμπί

εντολής δίνει τη δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε κείμενο, υπό μορφή Acrobat Reader®, που αποτελεί το εγχειρίδιο χρήσης του συστήματος, ενώ το πέμπτο κουμπί κλείνει το σύστημα.



Εικ.6-1: Άποψη της εισαγωγικής φόρμας του συστήματος HELGEORDAS



Εικ.6-2: Άποψη της φόρμας DYNAMIC

Κύριοι και δευτερεύοντες πίνακες του συστήματος

Για να αποθηκεύονται τα δεδομένα που προέρχονται από μια γεωτεχνική μελέτη στο γεωτεχνικό σχεσιακό σύστημα έχουν δομηθεί επτά (7) κύριοι πίνακες-αρχεία, ενώ υπάρχουν και οκτώ δευτερεύοντες πίνακες που υποστηρίζουν ορισμένα πεδία κάποιων από τους κύριους πίνακες.

Οι κύριοι πίνακες που εισάγονται - αποθηκεύονται τα δεδομένα είναι οι: BOREHOLE (ΓΕΩΤΡΗΣΗ), REAL_ID (ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ_ΚΩΔΙΚΟΣ_ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ), WATER_TABLE (ΥΠΟΓΕΙΟΣ_ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ_ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ), LITHOLOGY (ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ), INSITU_TESTS (ΕΠΙΤΟΠΟΥ_ΔΟΚΙΜΕΣ), LAB_TESTS (ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ_ΔΟΚΙΜΕΣ) και ROCKMASS_CLASSIFICATION (ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ_ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ), ενώ οι δευτερεύοντες είναι οι: SOIL (ΤΥΠΟΙ_ΕΔΑΦΩΝ), ROCK (ΤΥΠΟΙ_ΒΡΑΧΩΝ), COLOUR (ΧΡΩΜΑ), WEATHER (ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ), SPACING (ΑΠΟΣΤΑΣΗ_ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ), SURFACE_JOINTS (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ_ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ_ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ), FILLING_MATERIAL (ΥΛΙΚΟ_ΠΛΗΡΩΣΗΣ_ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ) και JRC (ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ_ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ_ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ).

Πίνακας BOREHOLE

Ο πρώτος πίνακας-αρχείο του συστήματος ονομάζεται BOREHOLE (ΓΕΩΤΡΗΣΗ) και αφορά τα γενικά στοιχεία της γεωτεχνικής έρευνας. Υπάρχουν συνεπώς πεδία όπως:

- Κωδικός (Bore_ID): Είναι το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και περιέχει μοναδικές τιμές, για κάθε γεωτεχνικό έργο, που δίνονται από το σύστημα.
- Κωδικός γεωτεχνικού έργου (BOREHOLE_ID): Περιλαμβάνεται το όνομα (κωδικός) του κάθε γεωτεχνικού έργου. Τα δεδομένα του πεδίου είναι αλφαριθμητικά και είναι μοναδικά για κάθε έργο.
- Περιοχή που έγινε το έργο (ΠΕΡΙΟΧΗ): Προσδιορίζεται γεωγραφικά (όνομα οδού, τοπωνύμιο κλπ.) η θέση που έγινε το έργο.
- Συντεταγμένη Χ του γεωτεχνικού έργου (COORDX): Αφορά τη συντεταγμένη Χ του έργου ως προς το γεωγραφικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.
- Συντεταγμένη Υ του γεωτεχνικού έργου (COORDY): Αφορά τη συντεταγμένη Υ του έργου ως προς το γεωγραφικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

Επιπλέον στον πίνακα αυτό αποθηκεύονται και άλλες γενικές πληροφορίες που αφορούν τη γεωτεχνική έρευνα.

BOREHOLE		
Bore_ID	2835	Find Record
Borehole id		REAL_ID Form
Τεχνικό έργο		WATER_TABLE Form
Project		LITHOLOGY Form
Θέση εκτέλεσης		INSITU_TESTS Form
Name of the area of the borehole		LAB_TESTS Form
Coordinate X of the borehole		ROCKMASS_CLAS SIFICATION Form
Coordinate Y of the borehole		Add Record
Elevation of the borehole		Close Form
Depth of the borehole		
Start day of the borehole		
End day of the borehole		
Diameter of the borehole		
Inclination of the borehole	V	
Type of the sampler		
Γραφείο εκτέλεσης		
Executed		
Επίθετο γεωλόγου που περιέγραψε τη γεώτρηση		
Last name of the geologist who described the borehole		
Επίθετο γεωτροπανιστή		
Last name of the driller		
Type of the drilling rig		

Εικ.6-3: Άποψη του Πίνακα BOREHOLE

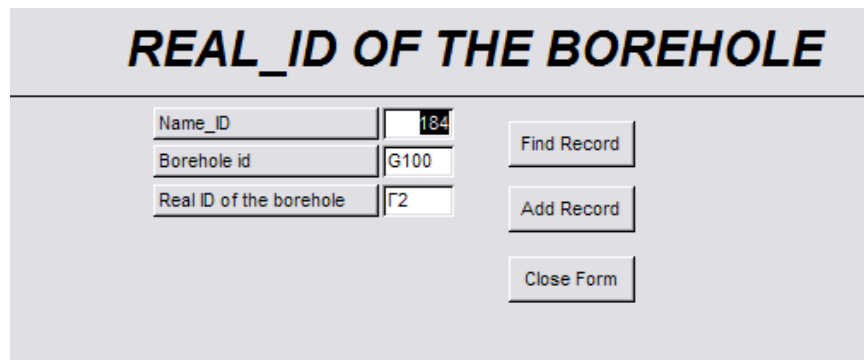
Πίνακας REAL ID

Ο δεύτερος πίνακας-αρχείο της σχεσιακής γεωτεχνικής βάσης δεδομένων ονομάζεται REAL_ID και αφορά τον πραγματικό κωδικό που έχει το κάθε γεωτεχνικό έργο στο αρχείο της οποιαδήποτε εταιρείας. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα πεδία:

- Κωδικός (Name_ID): Το πεδίο αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και περιέχει μοναδικές τιμές, για κάθε γεωτεχνικό έργο, που δίνονται από το σύστημα.
- Κωδικός γεωτεχνικού έργου (BOREHOLE_ID): Περιλαμβάνεται το όνομα (κωδικός) του κάθε γεωτεχνικού έργου. Τα δεδομένα του πεδίου είναι αλφαριθμητικά και είναι

μοναδικά για κάθε έργο αντίστοιχα με αυτά που αποθηκεύονται στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα BOREHOLE.

- Πραγματικό όνομα γεωτεχνικού έργου (REAL_ID_OF_BOREHOLE): Περιέχει τον πραγματικό κωδικό του γεωτεχνικού έργου, με τον οποίο έχει αποθηκευτεί στο αρχείο του γεωτεχνικού γραφείου.



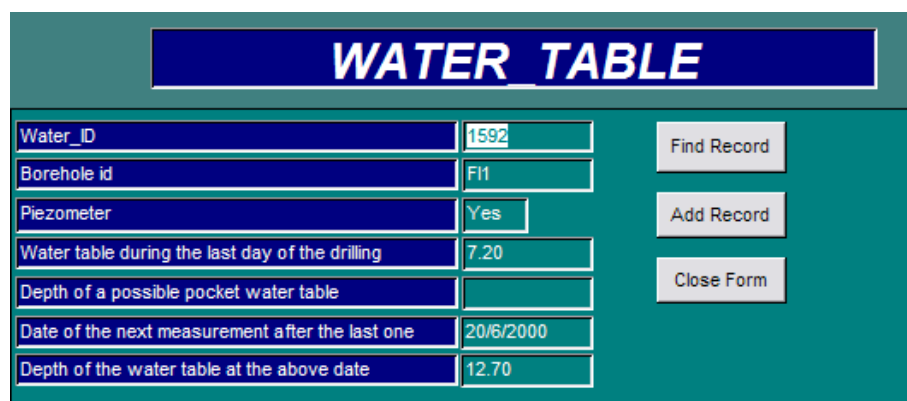
REAL_ID OF THE BOREHOLE	
Name_ID	184
Borehole id	G100
Real ID of the borehole	Γ2

Buttons: Find Record, Add Record, Close Form

Εικ.6-4: Άποψη του Πίνακα REAL_ID

Πίνακας WATER_TABLE

Ο τρίτος πίνακας-αρχείο της σχεσιακής γεωτεχνικής βάσης δεδομένων ονομάζεται WATER_TABLE και αφορά δεδομένα που αφορούν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα (Υ.Υ.Ο.) και συγκεκριμένα στοιχεία που αναφέρονται στο βάθος του Υ.Υ.Ο. κατά την εκτέλεση του γεωτεχνικού έργου ή και σε στοιχεία μεταγενέστερου χρόνου εφόσον έχει εγκατασταθεί πιεζόμετρο. Ο πίνακας θεωρείται αρκετά σημαντικός γιατί έχει τη δυνατότητα παρουσίασης δυναμικής πληροφορίας όπως είναι η εξέλιξη της στάθμης του Υ.Υ.Ο. με το χρόνο.



WATER TABLE	
Water_ID	1592
Borehole id	F1
Piezometer	Yes
Water table during the last day of the drilling	7.20
Depth of a possible pocket water table	
Date of the next measurement after the last one	20/6/2000
Depth of the water table at the above date	12.70

Buttons: Find Record, Add Record, Close Form

Εικ.6-5: Άποψη του Πίνακα WATER_TABLE

Πίνακας LITHOLOGY

Ο τέταρτος πίνακας-αρχείο του συστήματος ονομάζεται LITHOLOGY και αναφέρεται σε δεδομένα που αφορούν το γεωλογικό υλικό που συνάντησε η γεώτρηση. Ενδεικτικά στα επόμενα παρουσιάζονται μερικά από τα πεδία που δομούν τον πίνακα:

- Κωδικός (Lith_ID): Το πεδίο αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και περιέχει μοναδικές τιμές, για κάθε γεωτεχνικό έργο, που δίνονται από το σύστημα.
- Κωδικός γεωτεχνικού έργου (BOREHOLE_ID): Περιλαμβάνεται το όνομα (κωδικός) του κάθε γεωτεχνικού έργου. Τα δεδομένα του πεδίου είναι αλφαριθμητικά και είναι μοναδικά για κάθε έργο αντίστοιχα με αυτά που αποθηκεύονται στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα BOREHOLE.
- Βάθος οροφής εδαφικού ή βραχώδους στρώματος (ROOFDEP): Αναφέρεται στο βάθος που ο δειγματολήπτης συνάντησε συγκεκριμένο στρώμα.
- Βάθος βάσης εδαφικού ή βραχώδους στρώματος (BASEDEP): Αναφέρεται στο βάθος που ο δειγματολήπτης σταμάτησε να συναντά συγκεκριμένο στρώμα
- Περιγραφή εδαφικού στρώματος (DESCRIPT): Το συγκεκριμένο πεδίο αναφέρεται στην περιγραφή - στην Ελληνική και στην αγγλική γλώσσα – κάθε εδαφικού και βραχώδους στρώματος που συναντά ο δειγματολήπτης. Αν πρόκειται για εδαφικό στρώμα χρησιμοποιείται συμβουλευτικά ο πίνακας-λεξικό SOIL, ενώ αν πρόκειται για βραχώδες στρώμα χρησιμοποιείται ο πίνακας-λεξικό ROCK.
- Επιπλέον υπάρχουν πεδία μορφής σύνθετου πλαισίου (combo box) που αφορούν το χρώμα του στρώματος, την αποσάθρωση, την πυκνότητα των ασυνεχειών, την κατάσταση των επιφανειών των ασυνεχειών – σύμφωνα και με την ταξινόμηση της Διεθνούς Ένωσης Βραχομηχανικής (ISRM, 1981) κλπ.

Εικ.6-6: Άποψη του Πίνακα LITHOLOGY

Πίνακας INSITU TESTS

Ο πέμπτος πίνακας-αρχείο ονομάζεται INSITU_TESTS και σχετίζεται με τις επιτόπου δοκιμές που έγιναν με σκοπό να προσδιορισθούν κάποιες άμεσα ή έμμεσα κάποιες από τις παραμέτρους του εδαφικού ή του βραχώδους υλικού. Ενδεικτικά περιέχονται τα ακόλουθα πεδία:

- Insitu_ID: Το πεδίο αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και περιέχει μοναδικές τιμές, για κάθε γεωτεχνικό έργο, που δίνονται από το σύστημα.
- Κωδικός γεωτεχνικού έργου (BOREHOLE_ID): Περιλαμβάνεται το όνομα (κωδικός) του κάθε γεωτεχνικού έργου. Τα δεδομένα του πεδίου είναι αλφαριθμητικά και είναι μοναδικά για κάθε έργο αντίστοιχα με αυτά που αποθηκεύονται στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα BOREHOLE.
- Βάθος στο οποίο ξεκινά να εφαρμόζεται η δοκιμή (STARTDEP): Αφορά το βάθος που ξεκίνησε η υπαίθρια δοκιμή ή εμφανίσθηκε αλλαγή στην τιμή της παραμέτρου που μετριέται με τη συγκεκριμένη δοκιμή.
- Βάθος στο οποίο σταματά να εφαρμόζεται η δοκιμή (ENDDEP): Αφορά το βάθος που σταμάτησε να εφαρμόζεται η δοκιμή ή έπαψε να εμφανίζεται η ίδια τιμή της παραμέτρου.

- Αριθμός κρούσεων N της πρότυπης δοκιμής διείσδυσης (SPT): Τα δεδομένα του πεδίου αναφέρονται στα αποτελέσματα της δοκιμής SPT. Στο πεδίο αυτό δεν αποθηκεύονται μόνο οι κρούσεις N που απαιτούνται για συνολική διείσδυση 30cm, αλλά και οι κρούσεις που έχουν καταγραφεί για διεισδύσεις μικρότερες των 30cm πχ. 50/10 που αντιστοιχεί σε 50 κρούσεις για διείσδυση 10cm.

Επιπλέον υπάρχουν πεδία που αναφέρονται στα αποτελέσματα των δοκιμών υδατοπερατότητας των σχηματισμών, ή των αποτελεσμάτων πρεσσιομετρικής δοκιμής, ή και τέλος αποτελέσματα δοκιμών εδαφοδυναμικής.

INSITU TESTS	
Insitu_ID	7978
Borehole id	FH2231
Start depth of the test	14.30
End depth of the test	19.30
Stroma_ID	19304
Number of blows N	
K from Lefranc test (10-7m/s)	
K from Maag test (10-7m/s)	
K from Lugeon test (10-7m/s)	184.00
Results from pressuremeter test	
Vs m/s	
Vp m/s	

Εικ.6-7: Άποψη του Πίνακα INSITU_TESTS

Πίνακας LAB_TESTS

Ο έκτος πίνακας-αρχείο ονομάζεται LAB_TESTS και σχετίζεται με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών πειραμάτων που έγιναν με σκοπό να προσδιορισθούν κάποιες από τις παραμέτρους του εδαφικού ή του βραχώδους υλικού. Μερικά από τα πεδία είναι τα ακόλουθα:

- Lab_ID: Το πεδίο αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και περιέχει μοναδικές τιμές, για κάθε γεωτεχνικό έργο, που δίνονται από το σύστημα.

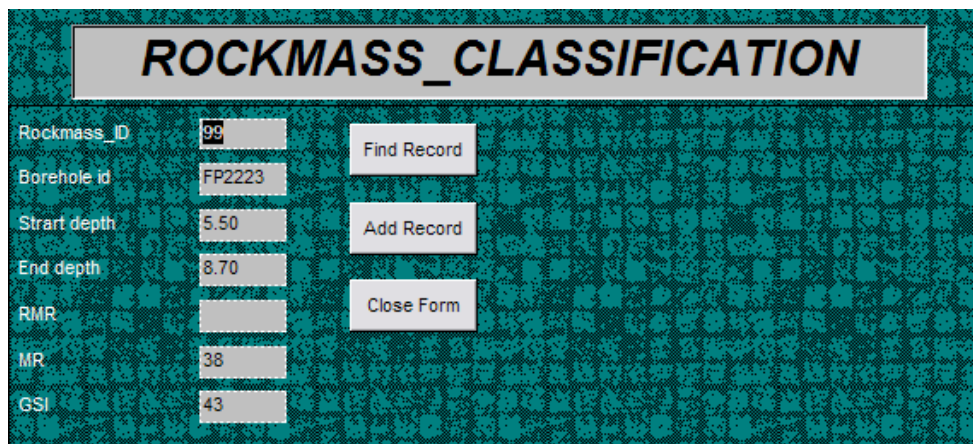
- Κωδικός γεωτεχνικού έργου (BOREHOLE_ID): Περιλαμβάνεται το όνομα (κωδικός) του κάθε γεωτεχνικού έργου. Τα δεδομένα του πεδίου είναι αλφαριθμητικά και είναι μοναδικά για κάθε έργο αντίστοιχα με αυτά που αποθηκεύονται στο αντίστοιχο πεδίο του πίνακα BOREHOLE.
- Βάθος οροφής του εδαφικού ή του βραχώδους δοκιμίου (ROOFDEP).
- Βάθος βάσης του εδαφικού ή του βραχώδους δοκιμίου (BASEDEP).

Επιπλέον υπάρχουν πεδία όπου υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης των αποτελεσμάτων όλων των δοκιμών εδαφομηχανικής και βραχομηχανικής (π.χ. κοκκομετρικές αναλύσεις, φαινόμενο και ειδικό βάρος, όρια Atterberg, τριαξονικές δοκιμές σε αστράγγιστες και σε στραγγιζόμενες συνθήκες και με ταυτόχρονη μέτρηση της πίεσης πόρων, δοκιμές διάτμησης σε αστράγγιστες και στραγγιζόμενες συνθήκες, ανεμπόδιση θλίψη, δοκιμή συμπίεσόμετρου κλπ).

Εικ.6-8: Άποψη του Πίνακα LAB_TESTS

Πίνακας ROCKMASS CLASSIFICATION

Ο τελευταίος πίνακας-αρχείο ονομάζεται ROCKMASS_CLASSIFICATION και σχετίζεται με στοιχεία που αφορούν την κατάσταση – ποιότητα της βραχώμαζας. Συγκεκριμένα αποθηκεύονται βάθη και τιμές που αφορούν σε αλλαγές στη γεωτεχνική ταξινόμηση μιας βραχώμαζας σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης Bieniawski, 1974, 1979, το γεωλογικό δείκτη αντοχής GSI κλπ.



Field	Value
Rockmass_ID	99
Borehole id	FP2223
Start depth	5.50
End depth	8.70
RMR	
MR	38
GSI	43

Εικ.6-9: Άποψη του Πίνακα ROCKMASS_CLASSIFICATION

Συνοπτικά οι κύριοι και οι δευτερεύοντες πίνακες του συστήματος παρουσιάζονται στην Εικ. 6-10.



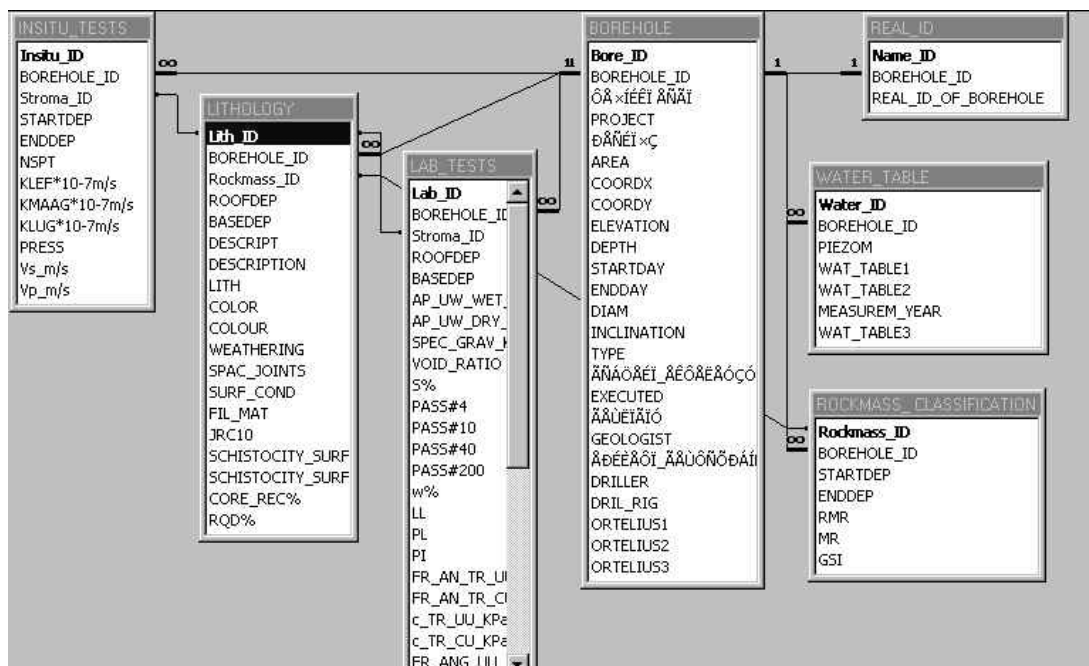
Εικ.6-10 Γενική άποψη των κύριων και δευτερευόντων πινάκων του συστήματος

Σχέσεις μεταξύ των κύριων πινάκων του συστήματος

Το γεωτεχνικό σύστημα είναι σχεσιακό και υπάρχει μια σχέση της μορφής «ένα προς πολλά» (one to many), που συνδέει όλους τους κύριους πίνακες του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένα κοινό πεδίο, το πεδίο BOREHOLE_ID, που ενώ εμφανίζει μοναδική τιμή στον πίνακα BOREHOLE, υπάρχει περισσότερες φορές σε όλους τους υπόλοιπους πίνακες ή και καθόλου, γιατί είναι πιθανό σε ένα γεωτεχνικό έργο να έχουν γίνει πολλές επιτόπου ή εργαστηριακές δοκιμές, ή και καθόλου, ή θα υπάρχουν και περισσότερα του ενός γεωλογικά-γεωτεχνικά στρώματα. Εξαιρέση αποτελεί ο πίνακας REAL_ID, όπου για κάθε γεωτεχνικό έργο υπάρχει μόνο ένας πραγματικός κωδικός που του έχει δοθεί από το γεωτεχνικό γραφείο, άρα εδώ η σχέση θα είναι της μορφής «ένα προς ένα». Μια δεύτερη σχέση αναπτύσσεται μόνο μεταξύ των κύριων πινάκων LITHOLOGY, INSITU_TESTS και LAB_TESTS. Είναι πιθανό μέσα σε ένα γεωλογικό στρώμα να έχουν γίνει περισσότερες δοκιμές, συνεπώς ο κωδικός (Lith_ID) που υπάρχει στον πίνακα LITHOLOGY και είναι μοναδικός για κάθε στρώμα, εμφανίζεται περισσότερες από μια φορές ή και καθόλου στο πεδίο Stroma_ID του πίνακα INSITU_TESTS και στο ίδιο πεδίο του πίνακα LAB_TESTS.

Τέλος υπάρχει και τρίτη σχέση μεταξύ των κύριων πινάκων ROCKMASS_CLASSIFICATION και LITHOLOGY. Όταν ένα γεωλογικό στρώμα βαθμονομείται χρησιμοποιώντας κάποιο από τα συστήματα που υπάρχουν στον πίνακα, η βαθμονόμηση μπορεί να έχει την ίδια τιμή σε περισσότερα του ενός γεωλογικά στρώματα. Έτσι ο μοναδικός κωδικός που υπάρχει στο πεδίο Rockmass_ID του πίνακα ROCKMASS_CLASSIFICATION ταυτίζεται με το πεδίο Rockmass_ID του πίνακα LITHOLOGY (Εικ. 6-11).

Για να γίνεται εύκολα η εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα έχουν δομηθεί φόρμες εισαγωγής δεδομένων αντίστοιχες με τους κύριους πίνακες. Με το πρώτο κουμπί εντολής στην αρχική φόρμα GENERAL (ΑΡΧΙΚΗ_ΦΟΡΜΑ) γίνεται μεταφορά στο περιβάλλον της φόρμας BOREHOLE και αφού συμπληρωθούν τα πεδία της φόρμας αυτής με την κατάλληλη πληροφορία, η μεταφορά συνεχίζεται στις υπόλοιπες φόρμες και εισάγονται τα δεδομένα. Συνεπώς η φόρμα BOREHOLE αποτελεί την κεντρική φόρμα και μέσω αυτής γίνεται πλοήγηση στις υπόλοιπες. Έτσι είναι αδύνατο να παραληφθεί τμήμα του συνολικού όγκου της πληροφορίας που υπάρχει σε ένα γεωτεχνικό έργο, ενώ είναι επίσης αδύνατο να μην εισαχθούν τα γενικά στοιχεία του γεωτεχνικού έργου.



Εικ.6-11: Άποψη των σχέσεων μεταξύ των κύριων πινάκων του συστήματος

Στη φόρμα εισαγωγής LITHOLOGY εκτός από τα πεδία στα οποία εισάγεται πληροφορία, υπάρχουν στο κάτω μέρος της και πεδία όπου εισάγεται αυτόματα κάποιος κωδικός αριθμός, καθώς αποθηκεύεται περιγραφική πληροφορία τόσο στην Ελληνική όσο και στην Αγγλική γλώσσα. Τα πεδία αυτά είναι πολύ χρήσιμα, γιατί μπορεί να γίνει πολύ εύκολα αναζήτηση αλφαριθμητικών δεδομένων χρησιμοποιώντας έναν αριθμό και όχι τμήμα κειμένου.

6.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

Για την καλύτερη παρουσίαση της διάθεσιμης, ταξινομημένης πληροφορίας για την περιοχή της χάραξης, κατασκευάστηκαν ψηφιακοί χάρτες γεωλογικής – γεωτεχνικής πληροφόρησης με χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcView. Οι ψηφιακοί χάρτες που κατασκευάστηκαν είναι οι ακόλουθοι:

- Ψηφιακός χάρτης παρουσίασης γεωτεχνικών ερευνών και πυκνότητας αυτών στην περιοχή της χάραξης (Σχ-03)
- Ψηφιακός χάρτης ισοπιεζομετρικών καμπυλών για τη στάθμη των υπογείων υδάτων (Σχ-04)
- Ψηφιακός χάρτης ισοβαθών αλπικού υποβάθρου (Σχ-05)

- Ψηφιακός χάρτης ισοπαχών πλειο-πλειστοκαινικών αποθέσεων (Σχ-06).

Για την κατασκευή των χαρτών, έγινε εισαγωγή του επικαιροποιημένου με τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν κατά την παρούσα εργασία γεωτεχνικού σχεσιακού συστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων HELGEORDAS σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών που στήθηκε για το σκοπό αυτό.

6.4 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

Σύμφωνα με τη γεωλογική τομή που συντάχθηκε μετά από συναξιολόγηση των διαθέσιμων γεωλογικών δεδομένων (χάρτες, δημοσιεύσεις) και των γεωτεχνικών ερευνών που έχουν εκτελεστεί στην περιοχή της υπό μελέτη χάραξης, προέκυψε ότι στο βάθος διέλευσης της σήραγγας αναμένεται να συναντηθούν οι ακόλουθοι γεωλογικοί σχηματισμοί:

- Από χ.θ. 13+565 (σταθμός Φάρος) έως χ.θ. 14+150: Σχηματισμοί της σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς (ανώτερη ενότητα Αθηναϊκών Σχιστολίθων)
- Από χ.θ. 14+150 έως χ.θ. 14+180: Κατώτερη ενότητα Αθηναϊκών Σχιστολίθων
- Από χ.θ. 14+180 έως χ.θ. 14+220: Σχηματισμοί της σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς (ανώτερη ενότητα Αθηναϊκών Σχιστολίθων)
- Από χ.θ. 14+220 έως χ.θ. 14+380: Νεογενείς σχηματισμοί Ψυχικού
- Από χ.θ. 14+380 έως χ.θ. 16+500: Κατώτερη ενότητα Αθηναϊκών Σχιστολίθων
- Από χ.θ. 16+500 έως χ.θ. 19+230: Σχηματισμός ερυθρών πηλών
- Από χ.θ. 19+230 έως χ.θ. 20+883: Νεογενείς σχηματισμοί Αμαρουσίου

Οι σχηματισμοί που συναντήθηκαν στις ερευνητικές, δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν για τις ανάγκες του υπόψη έργου αλλά και πολλών υφιστάμενων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στην ευρύτερη περιοχή, διακριτοποιήθηκαν βάσει των κοινών γεωλογικών – γεωτεχνικών χαρακτηριστικών τους στις ακόλουθες γεωτεχνικές ενότητες:

Επιφαν. στρώση: Τεχνητές επιχώσεις αποτελούμενες από ασυμπύκνωτο αμμοχαλικώδες έδαφος με σημαντικό ποσοστό αργιλικού υλικού αναμεμιγμένου με διάφορα ανθρωπογενή υλικά (μπάζα).

Γεωτεχνική ενότητα Α: Πρόσφατες και παλαιότερες αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούμενες από καστανού έως καστανότεφρου χρώματος αργίλους έως αμμώδεις αργίλους καθώς και από ιλυώδεις - αργιλώδεις άμμους με χαλίκια και κροκάλες, χαμηλής πλαστικότητας, χαλαρής έως μέτρια συνεκτικής δομής.

Γεωτεχνική ενότητα Β: Σχηματισμός ερυθρών πηλών οι οποίοι συνίστανται κυρίως από καστανέρυθρη ιλυοάργιλο έως αμμώδη άργιλο με κυμαινόμενο ποσοστό λεπτών χαλίκων, χαμηλής έως μέσης και τοπικά υψηλής πλαστικότητας, με ενστρώσεις αμμοχάλικων, χαλαρών κροκαλοπαγών και τοπικά αργιλικών μαργών.

Γεωτεχνική ενότητα Γ: Νεογενείς σχηματισμοί Αμαρουσίου αποτελούμενοι από καστανού έως καστανόλευκου χρώματος, μέτρια συγκολλημένα κροκαλοπαγή, ελαφρά έως μέτρια και τοπικά πολύ κερματισμένα, τα οποία τοπικά εναλλάσσονται με ενστρώσεις ψαμμιτικών μαργών - ιλυολίθων και ψαμμιτών. Τα υλικά κατά τόπους είναι αποσαθρωμένα σε αργιλοϊλυώδη αμμοχάλικα με κροκάλες, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας.

Γεωτεχνική ενότητα Δ1: Μανδύας αποσάθρωσης των νεογενών σχηματισμών Ψυχικού υπό τη μορφή αμμώδους αργιλοίλλυος με λίγους χάλικες, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας, τοπικά με λεπτές ενστρώσεις οργανικών.

Γεωτεχνική ενότητα Δ2: Νεογενείς σχηματισμοί Ψυχικού αποτελούμενοι από αργιλόλιθους - ιλυόλιθους, αργιλικές και ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και ενστρώσεις χαλαρών έως συνεκτικών πολύμικτων κροκαλολατυποπαγών, ελαφρά έως μέτρια και τοπικά πολύ κερματισμένοι, ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένοι. Τα υλικά κατά τόπους είναι αποσαθρωμένα σε ιλυοάργιλο με άμμο και λίγους χάλικες, μέσης και τοπικά υψηλής πλαστικότητας, ενώ τοπικά εντοπίζονται κοιτάσματα λιγνιτών.

Γεωτεχνική ενότητα Ε1: Μανδύας αποσάθρωσης αθηναϊκών σχιστολίθων υπό τη μορφή αμμώδους αργιλοίλλυος έως ιλυώδους άμμου με κυμαινόμενο ποσοστό χαλίκων, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας.

Γεωτεχνική ενότητα Ε2: Σχηματισμοί ανώτερης, σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς αθηναϊκών σχιστολίθων αποτελούμενοι από καστανού έως γκριζοκάστανου χρώματος ψαμμίτες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, με λεπτές παρεμβολές μαργών, αργιλικών σχιστολίθων, ιλυολίθων, λατυποπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, ασθενείς έως μέτρια ισχυροί, μέτρια έως πολύ κερματισμένοι και τοπικά κατακερματισμένοι.

Γεωτεχνική ενότητα Ε3: Σχηματισμοί κατώτερης σειράς αθηναϊκών σχιστολίθων αποτελούμενοι από τεφρούς γκρι έως μαύρους αργιλικούς σχιστολίθους και ελαφρά μεταμορφωμένους ιλυολίθους και ψαμμίτες, πολύ ασθενείς έως ασθενείς, ελαφρά έως πολύ κερματισμένοι.

Γεωτεχνική ενότητα ΣΤ: Μεσοστρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις και τοπικά φυλλώδεις, μικριτικοί ασβεστόλιθοι Τουρκοβουνίων, γκριζόλευκου και κατά θέσεις ερυθρωπού χρώματος, μέτρια ισχυρός, ελαφρά κερματισμένος.

Οι γεωτεχνικές ενότητες που αναγνωρίστηκαν, κατατάσσονται βάσει της γεωμηχανικής συμπεριφοράς τους σε εδαφικούς, μεικτούς και βραχώδεις σχηματισμούς (Πίν. 6-1).

Πίν. 6-1: Γεωμηχανική συμπεριφορά γεωτεχνικών ενότητων

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ
Τ.Ε.	Εδαφική
Α	Εδαφική
Β	Εδαφική / Μεικτή
Γ	Βραχώδης - Μεικτή
Δ1	Εδαφική
Δ2	Βραχώδης - Μεικτή
Ε1	Εδαφική
Ε2	Βραχώδης - Μεικτή
Ε3	Βραχώδης - Μεικτή
ΣΤ	Βραχώδης

6.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται η αξιολόγηση των φυσικών & μηχανικών χαρακτηριστικών των γεωτεχνικών ενότητων που διακριτοποιήθηκαν, βάσει των αποτελεσμάτων των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών που έγιναν σε αντιπροσωπευτικά δείγματα κάθε ενότητας.

Ακολούθως παρουσιάζεται η αξιολόγηση των γεωτεχνικών ενότητων, ανά κατηγορία:

6.5.1 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι τεχνητές επιχώσεις Τ.Ε. και γεωτεχνικές ενότητες Α, Δ1 & Ε1, οι οποίες παρουσιάζουν συμπεριφορά εδαφικού υλικού.

Κατά την αξιολόγηση των γεωτεχνικών αυτών ενότητων χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα στοιχεία για τα φυσικά (κοκκομετρική σύσταση, όρια πλαστικότητας, συνεκτικότητα) και μηχανικά (αστράγγιστη διατμητική αντοχή c_u , ενεργός συνοχή c' και ενεργός γωνία τριβής ϕ' , συντελεστής στερεοποίησης c_v) χαρακτηριστικά.

Τεχνητές επιχώσεις

Οι τεχνητές επιχώσεις αναπτύσσονται επιφανειακά από τη χ.θ. 15+250 έως το τέλος της υπό μελέτη χάραξης. Το σύννηθες πάχος τους είναι περί τα 2.0 – 3.5 m ενώ τοπικά φτάνει έως και 5.5 – 6.5 m (γεωτρήσεις FH2231 & SI2).

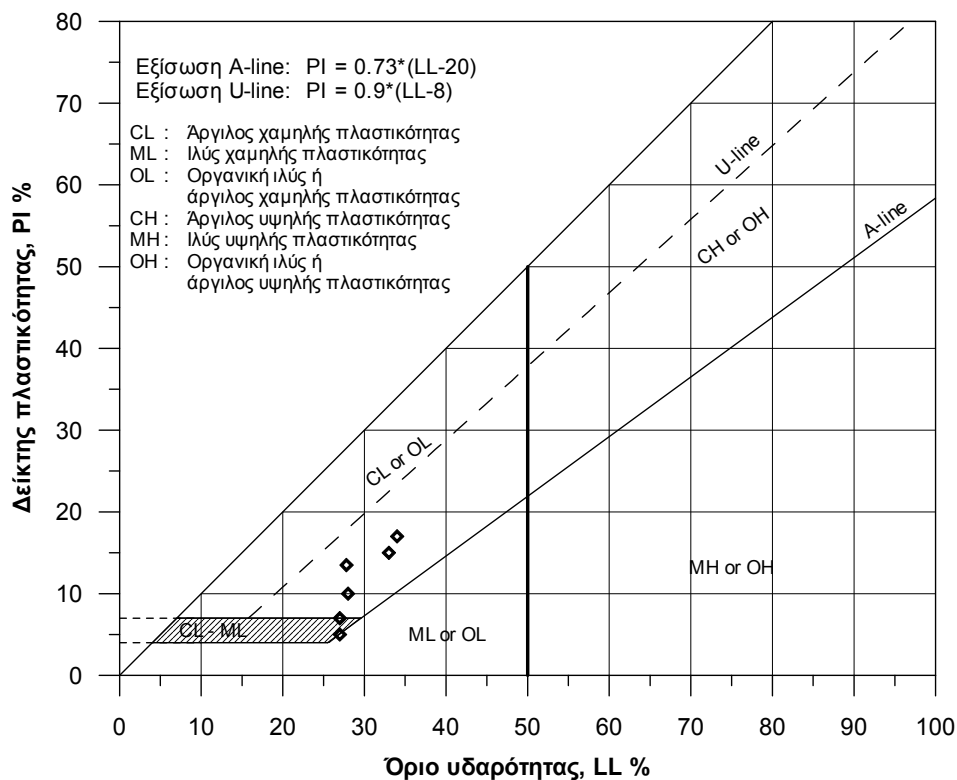
Λόγω της ανθρωπογενούς προέλευσης των υλικών αυτών, αναμένεται ότι τα υλικά της στρώσης αυτής θα παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις στη σύστασή τους από θέση σε θέση. Από τις δοκιμές κατάταξης που εκτελέστηκαν σε ορισμένα αντιπροσωπευτικά δείγματα προέκυψε ότι η στρώση συνίσταται κατά μέσο όρο από 23% χάλικες, 28% άμμο και 50% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 28.2\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 11.6\%$.

Γεωτεχνική ενότητα A

Οι σχηματισμοί της γεωτεχνικής ενότητας A αναπτύσσονται επιφανειακά κατά μήκος της κοίτης των ρεμάτων Φιλοθέης και Χαλανδρίου, τα οποία τέμνουν κάθετα ή σχεδόν κάθετα την υπό μελέτη χάραξη και το πάχος τους δεν ξεπερνά τα 6.5 m.

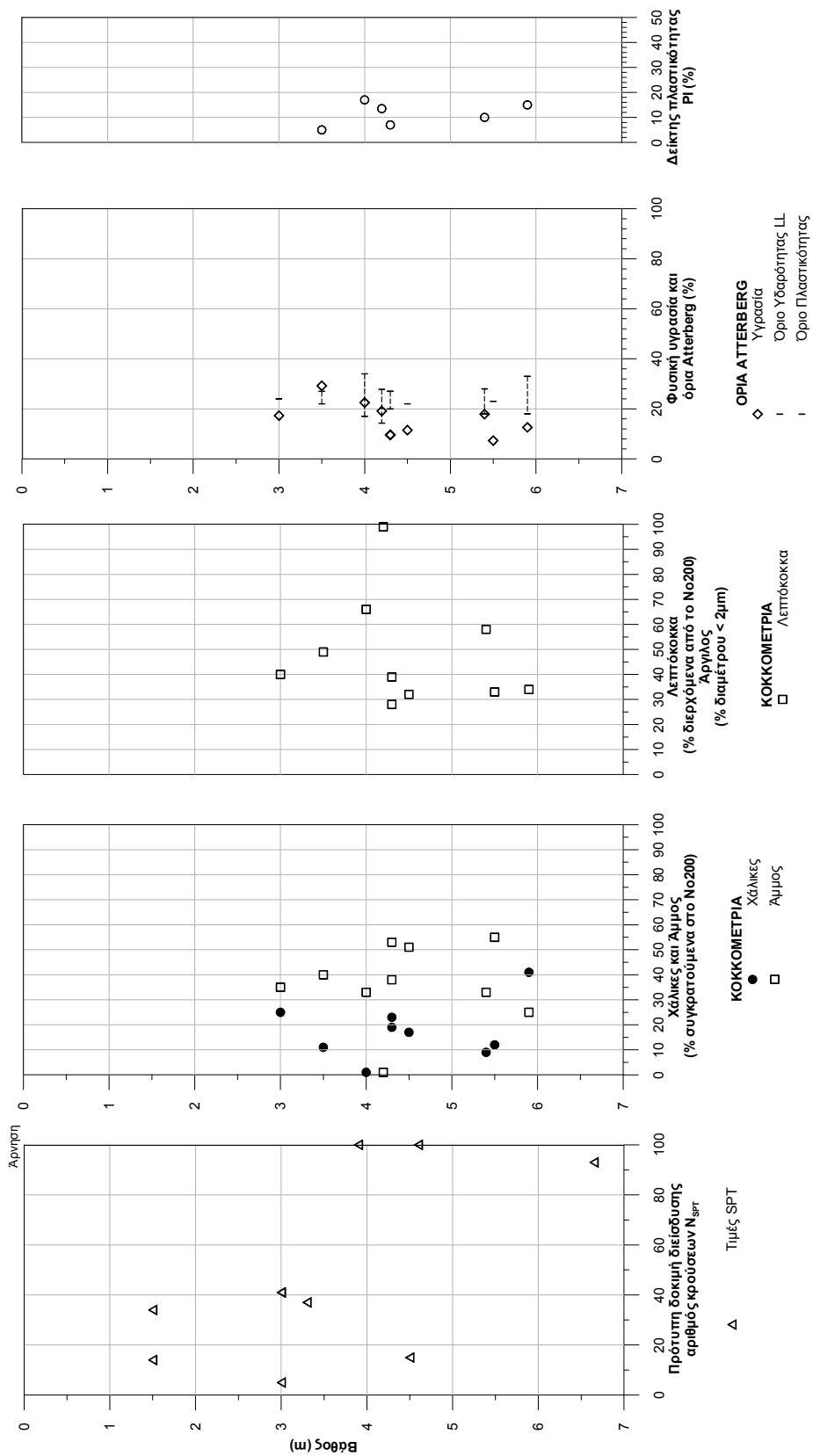
Η γεωτεχνική ενότητα A συνίσταται κατά μέσο όρο από 18% χάλικες, 36% άμμο και 48% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 27.3\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 16.4\%$.

Στο Σχ. 6-1 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα A.



Σχ. 6-1: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας A

Στο Σχ. 6-2 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) και των επιτόπου δοκιμών SPT συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας A.



Σχ. 6-2: Διαγράμματα διακύμανσης δοκιμών SPT και φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Α

Σε δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Α εκτελέσθηκαν δύο (2) δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης και μία (1) δοκιμή άμεσης διάτμησης με στερεοποίηση χωρίς μέτρηση πίεσης πόρων (DS:CU) για τον προσδιορισμό της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής και των ενεργών παραμέτρων αντοχής.

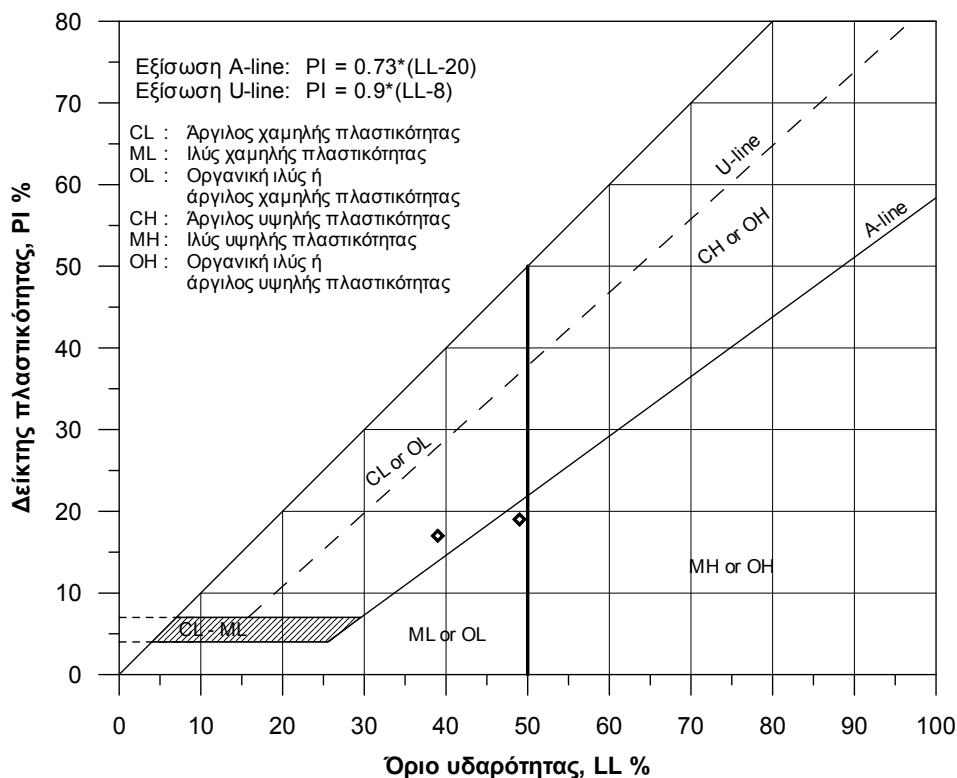
Τα αποτελέσματα των δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους (304 & 2574 kPa) και επιλέγεται επί το δυσμενέστερο η τιμή 304 kPa που δίνει $c_u = 152$ kPa. Τα αποτελέσματα των δοκιμών DS:CU δίνουν ενεργή συνοχή $c' = 15.1$ kPa και γωνία εσωτερικής τριβής $\phi' = 39.7^\circ$.

Γεωτεχνική ενότητα Δ1

Οι σχηματισμοί της γεωτεχνικής ενότητας Δ1 αναπτύσσονται επιφανειακά στην περιοχή από χ.θ. 14+150 έως χ.θ. 14+500 και το πάχος τους φθάνει έως τα 5.5 m.

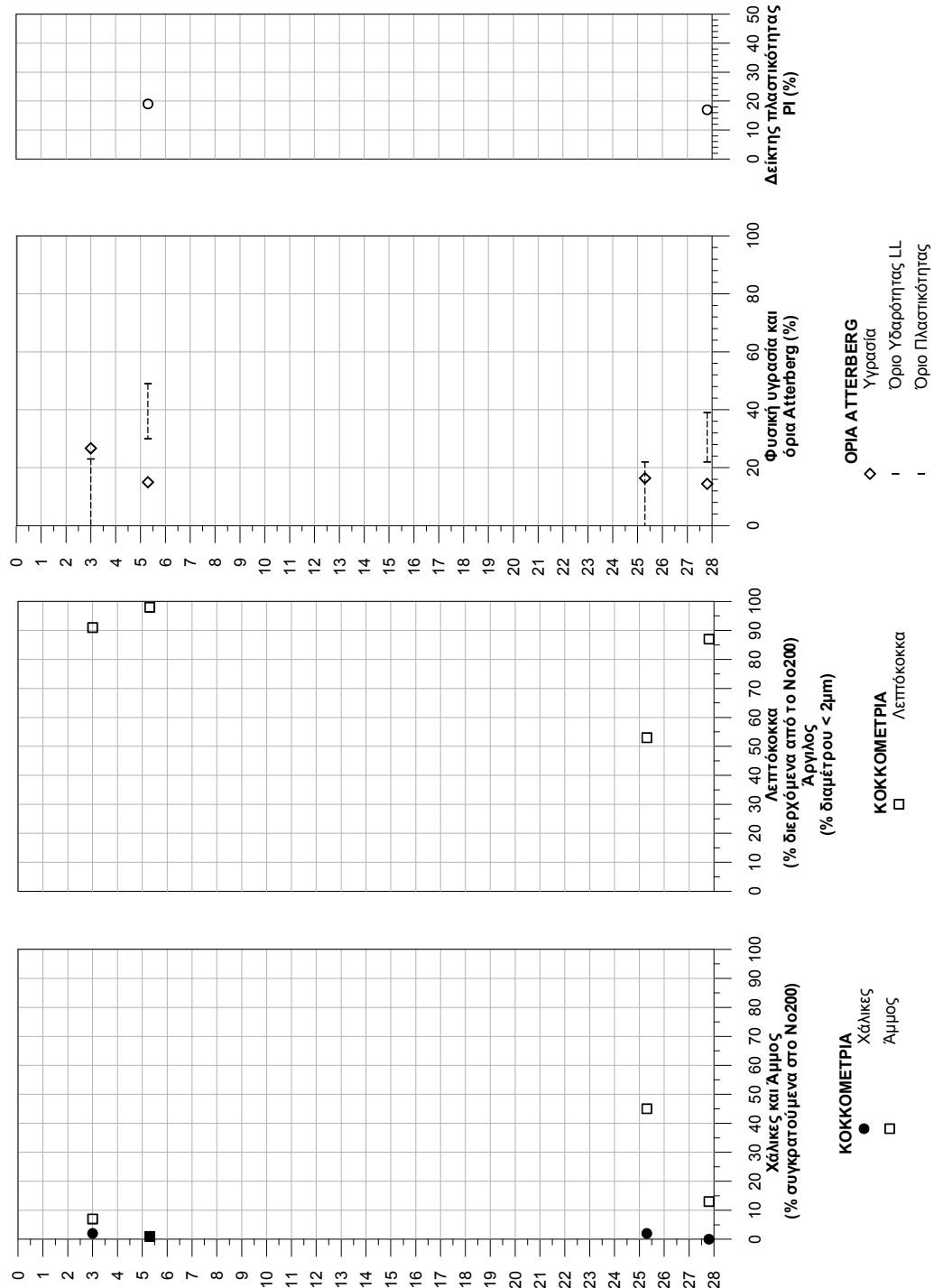
Η γεωτεχνική ενότητα Δ1 συνίσταται κατά μέσο όρο από 1% χάλικες, 17% άμμο και 82% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 33.3\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 18.0\%$.

Στο Σχ. 6-3 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα Δ1.



Σχ. 6-3: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας Δ1

Στο Σχ. 6-4 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ1.

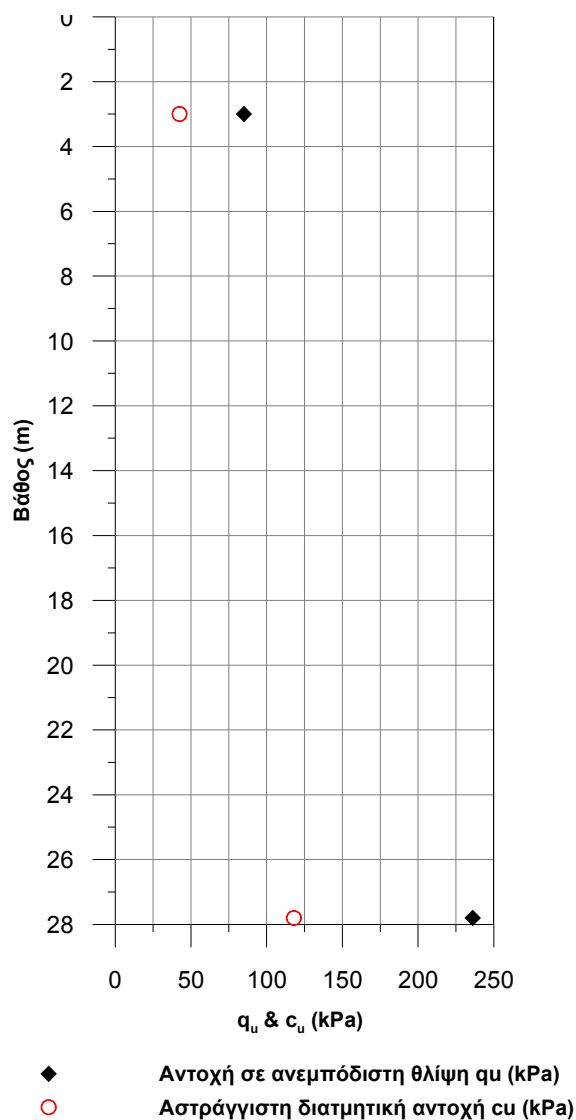


Σχ. 6-4: Διαγράμματα διακύμανσης φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ1

Σε δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Δ1 εκτελέσθηκαν δύο (2) δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης και μία (1) δοκιμή τριαξονικής θλίψης χωρίς στερεοποίηση και μέτρηση πίεσης πόρων (UU) για τον προσδιορισμό της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής.

Τα αποτελέσματα των δύο δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης έδωσαν τιμές $q_u = 85 \text{ kPa}$ & 236 kPa και άρα $c_u = 42.5 \text{ kPa}$ & 118 kPa αντίστοιχα, ενώ από τη δοκιμή UU προέκυψε $c_u = 33 \text{ kPa}$.

Στο Σχ. 6-5 παρουσιάζεται το διάγραμμα διακύμανσης της αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u και της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ1.



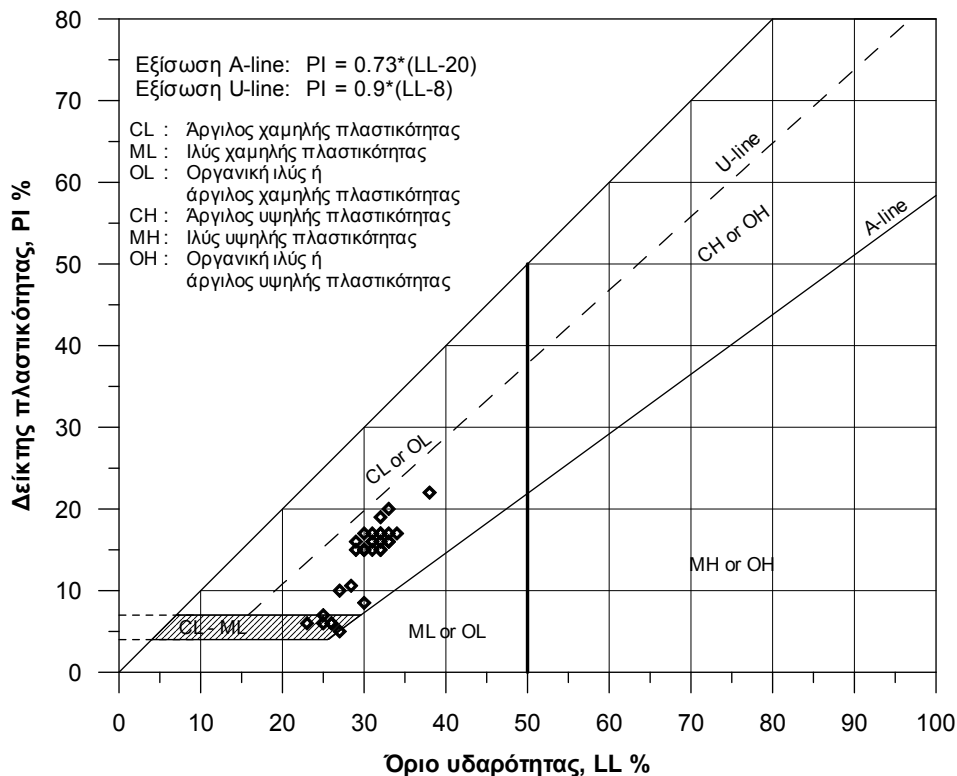
Σχ. 6-5: Διάγραμμα διακύμανσης αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ1

Γεωτεχνική ενότητα E1

Οι σχηματισμοί της γεωτεχνικής ενότητας E1 αναπτύσσονται επιφανειακά στην περιοχή από χ.θ. 14+150 έως χ.θ. 14+500 και το πάχος τους συνήθως είναι περί τα 7 m ενώ τοπικά φθάνει έως τα 11.5 m.

Η γεωτεχνική ενότητα E1 συνίσταται κατά μέσο όρο από 1% χάλικες, 17% άμμο και 82% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 33.3\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 18.0\%$.

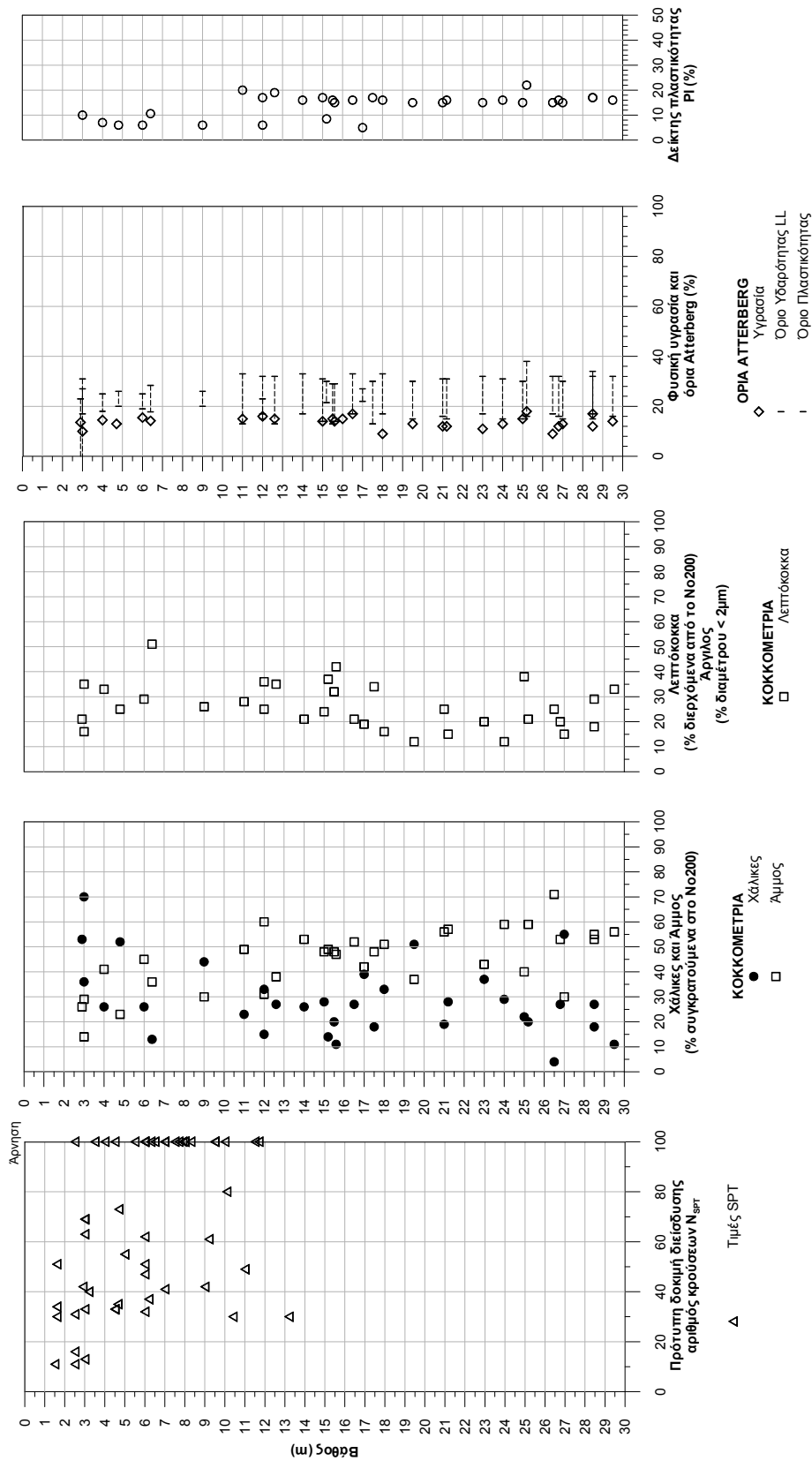
Στο Σχ. 6-6 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα E1.



Σχ. 6-6: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας E1

Στο Σχ. 6-7 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) και των επιτόπου δοκιμών SPT συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E1.

Σε ένα δείγμα της γεωτεχνικής ενότητας E1 εκτελέσθηκε δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης η οποία έδωσε τιμή συντελεστή στερεοποίησης $c_v = 46.2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$.



Σχ. 6-7: Διάγραμμα διακύμανσης δοκιμών SPT και φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E1

6.5.2 ΜΕΙΚΤΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι γεωτεχνικές ενότητες Β, Γ & Δ2, οι οποίες παρουσιάζουν μεικτή συμπεριφορά, με τμήματα στα οποία επικρατούν το εδαφικά υλικά να εναλλάσσονται με τμήματα όπου ο εν γένει χαρακτήρας του υλικού είναι βραχώδης.

Κατά την αξιολόγηση των γεωτεχνικών αυτών ενότητων χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα στοιχεία για τα φυσικά (κοκκομετρική σύσταση, όρια πλαστικότητας, συνεκτικότητα) και μηχανικά (αστράγγιστη διατμητική αντοχή c_u , ενεργός συνοχή c' και ενεργός γωνία τριβής ϕ' , συντελεστής στερεοποίησης c_v) χαρακτηριστικά σε εδαφικά δείγματα σε περιοχές που επικρατεί το εδαφικό κλάσμα καθώς και τα δεδομένα από δοκιμές σε βραχώδεις πυρήνες (αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_c , μέτρο ελαστικότητας E , δείκτες I_s από δοκιμές σημειακής φόρτισης) στα τμήματα που παρουσιάζουν κυρίως βραχώδη χαρακτηριστικά.

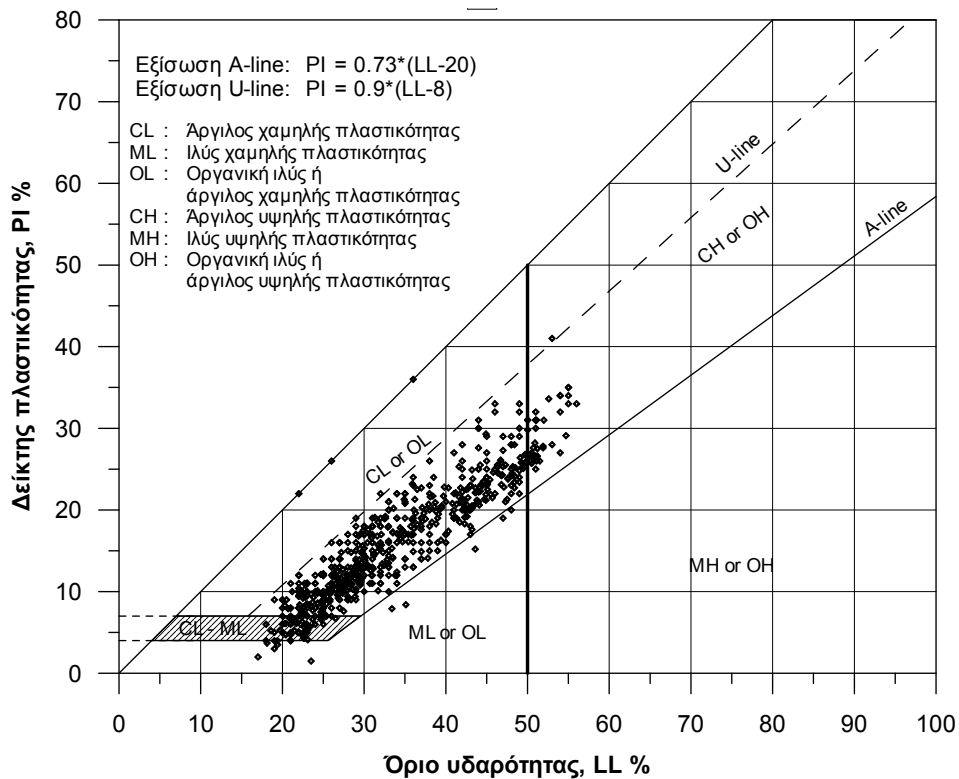
Γεωτεχνική ενότητα Β

Η γεωτεχνική ενότητα Β εντοπίζεται σε μεγάλο τμήμα της περιοχής του έργου. Το αρχικά μικρό πάχος της στη χ.θ. 15+750 αυξάνεται σταδιακά προς βορρά, μεγιστοποιείται στην περιοχή από χ.θ. 17+500 έως χ.θ. 19+000 και στη συνέχεια βαίνει μειούμενο έως το τέλος της χάραξης.

Η ενότητα αυτή αποτελείται από σχηματισμούς που της προσδίδουν μεικτή συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα, στις περιοχές που επικρατεί η καστανέρυθρη ιλυοάργιλος έως αμμώδης άργιλος με κυμαινόμενο ποσοστό λεπτών χαλίκων, χαμηλής έως μέσης και τοπικά υψηλής πλαστικότητας, με ενστρώσεις αμμοχάλικων, τα υλικά είναι εδαφικά. Αντίθετα στις θέσεις όπου υπάρχουν ενστρώσεις μέτρια συνεκτικών κροκαλοπαγών και αργιλικών μαργών, η ενότητα Β αποκτά ημιβραχώδη έως τοπικά βραχώδη χαρακτηριστικά.

Η γεωτεχνική ενότητα Β συνίσταται κατά μέσο όρο από 9% χάλικες, 27% άμμο και 65% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής έως μέσης και τοπικά υψηλής πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 33.4\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 15.9\%$.

Στο Σχ. 6-8 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα Β.



Σχ. 6-8: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας B

Σε αντιπροσωπευτικά εδαφικά δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας B εκτελέσθηκαν:

- 189 δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 575.2$ kPa και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 287.6$ kPa
- 40 δοκιμές τριαξονικής θλίψης χωρίς στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (UU), οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 165.9$ kPa
- 28 δοκιμές άμεσης διάτμησης χωρίς στερεοποίηση και μέτρηση πίεσης πόρων (DS:UU), οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 51.8$ kPa
- 6 δοκιμές τριαξονικής θλίψης με στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (CUPP), οι οποίες έδωσαν μέση ενεργή συνοχή $c' = 32.8$ kPa και ενεργή γωνία εσωτερικής τριβής $\phi' = 29.4^\circ$
- 17 δοκιμές άμεσης διάτμησης με στερεοποίηση χωρίς μέτρηση πίεσης πόρων (DS:CU) οι οποίες έδωσαν μέση ενεργή συνοχή $c' = 57.3$ kPa και ενεργή γωνία εσωτερικής τριβής $\phi' = 22.0^\circ$ και
- 75 δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης οι οποίες έδωσαν μέση τιμή συντελεστή στερεοποίησης $c_v = 27.08 \times 10^{-4}$ cm²/s και δείκτη συμπίεστότητας $c_c = 0.105$.

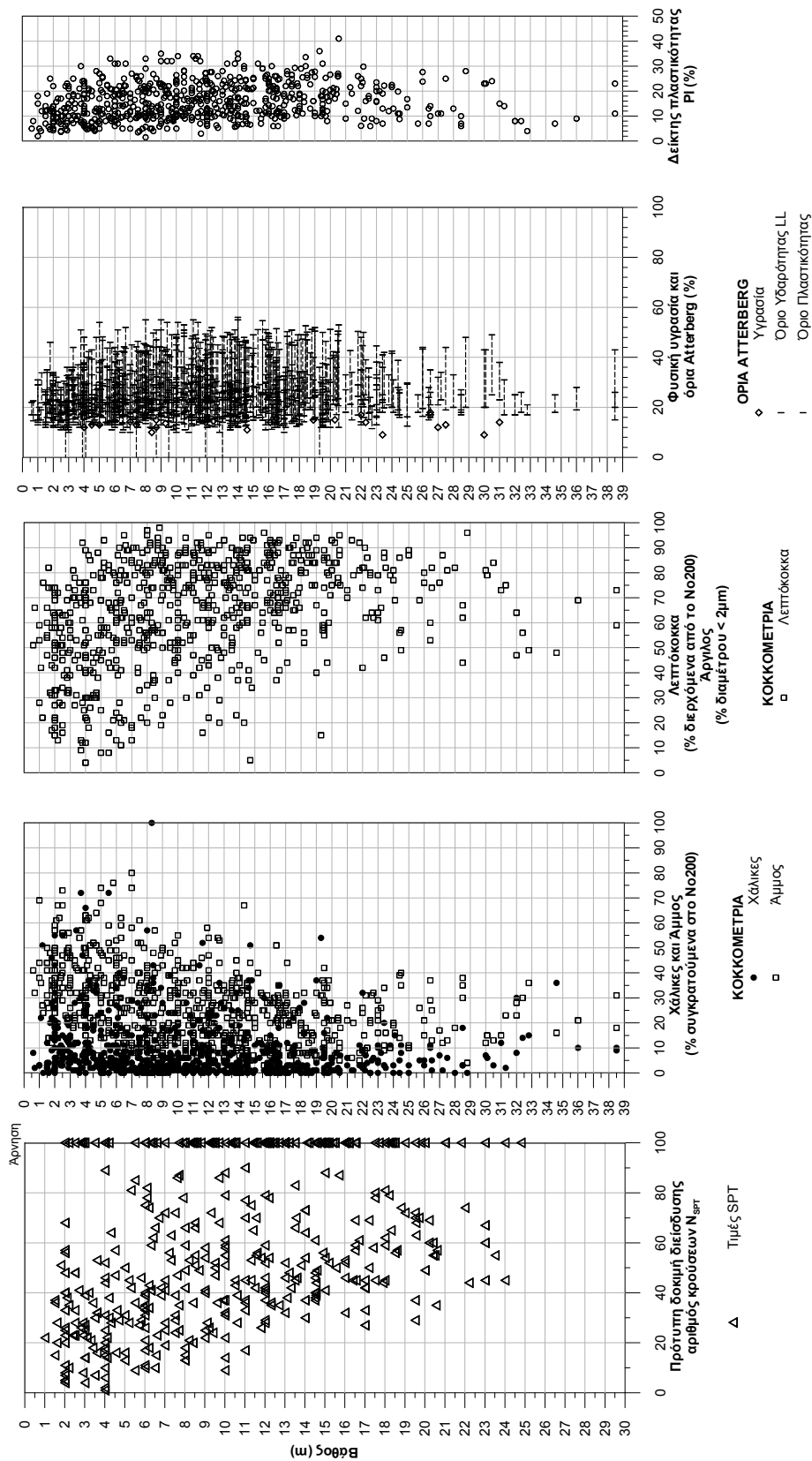
Στο Σχ. 6-9 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) και των επιτόπου δοκιμών SPT συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Α.

Στο διάγραμμα αυτά απεικονίζεται πολύ καλά η πολύ μεγάλη διασπορά των αποτελεσμάτων των δοκιμών SPT καθ' όλο το βάθος των ερευνών. Το ποσοστό χαλίκων παρουσιάζει σταθερά χαμηλές τιμές (έντονες συγκεντρώσεις των σημείων στα χαμηλά ποσοστά), ενώ τα ποσοστά άμμου και λεπτόκοκκων παρουσιάζουν σαφώς μεγαλύτερη διακύμανση. Οι τιμές των ορίων Atterberg εμφανίζουν συστηματικότητα, καθ' όλο το βάθος των ερευνών.

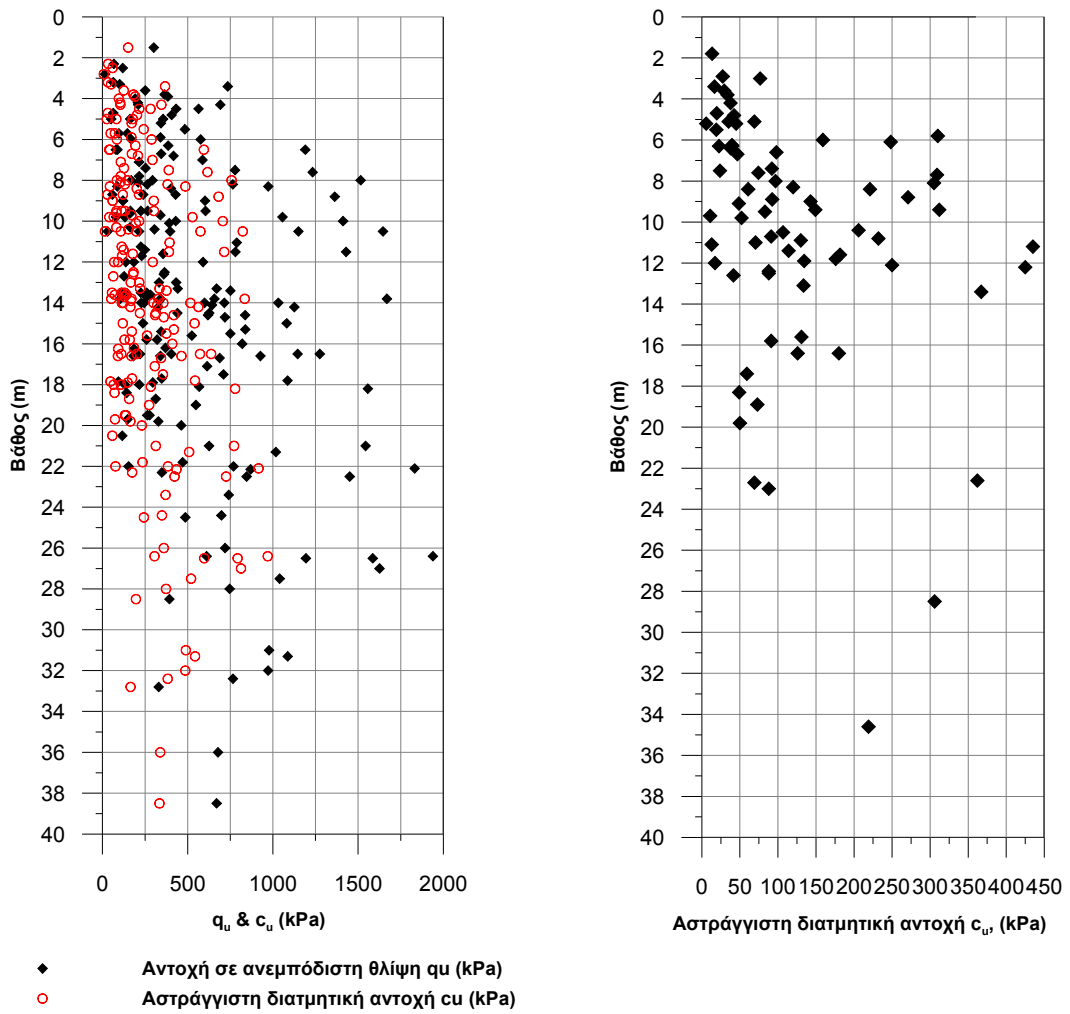
Στα Σχ. 6-10, 6-11 & 6-12 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β.

Όπως παρατηρείται, οι τιμές της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις στις τιμές κάτω των 250 kPa, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζουν σαφώς αυξημένη διασπορά.

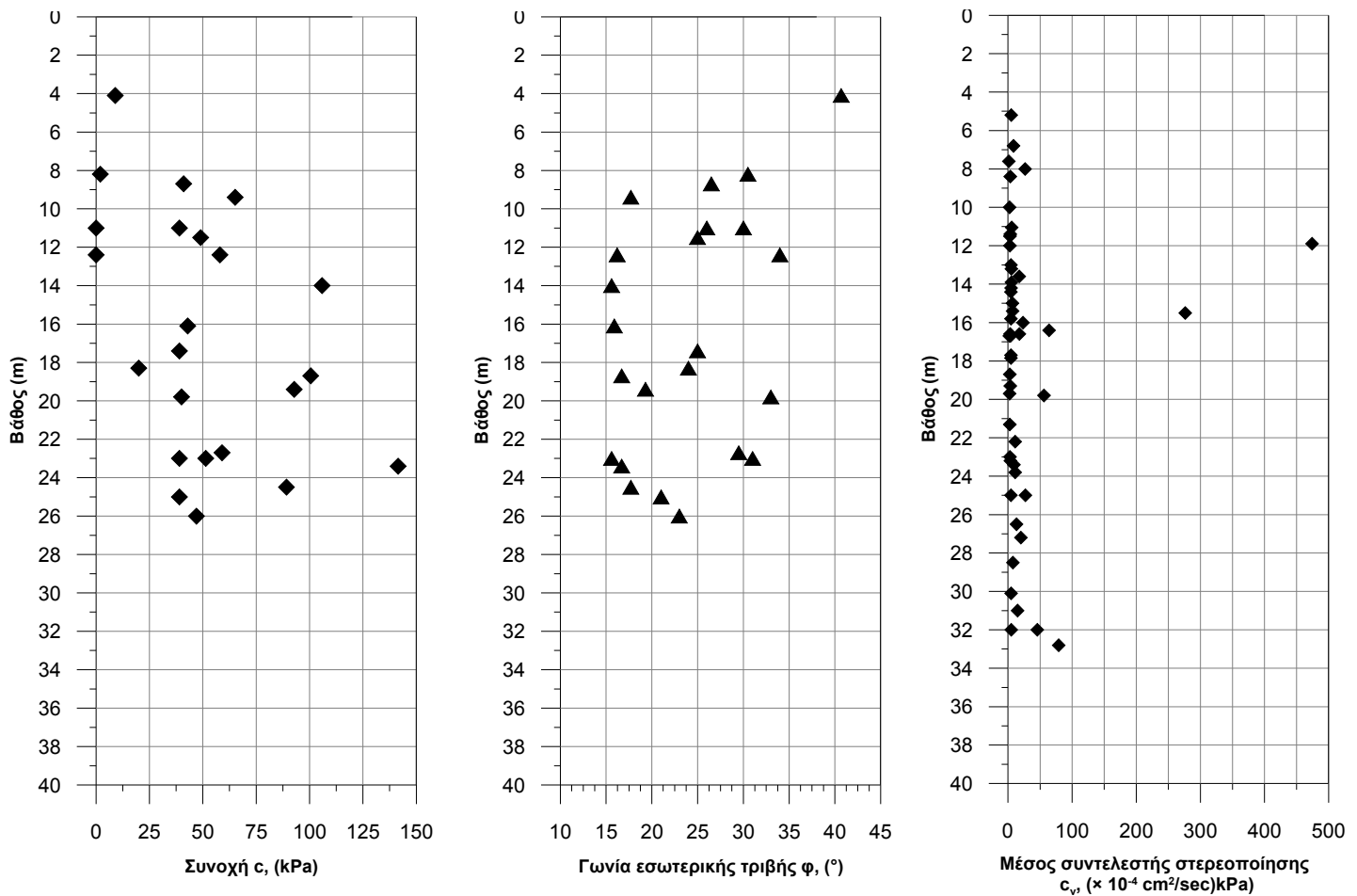
Οι τιμές της ενεργής συνοχής c' και ενεργής γωνίας τριβής ϕ' παρουσιάζουν ευρεία διασπορά με τις πρώτες να εμφανίζουν μία αυξητική τάση με το βάθος. Οι τιμές του συντελεστή στερεοποίησης c_v παρουσιάζουν μία ομοιόμορφη κατανομή καθ' όλο το βάθος των ερευνών με τιμές κάτω των $60 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$, ενώ τοπικά εντοπίζονται κάποια δείγματα με πολύ αυξημένες τιμές που δεν θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την στατιστική επεξεργασία.



Σχ. 6-9: Διαγράμματα διακύμανσης δοκιμών SPT και φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β



Σχ. 6-10: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β

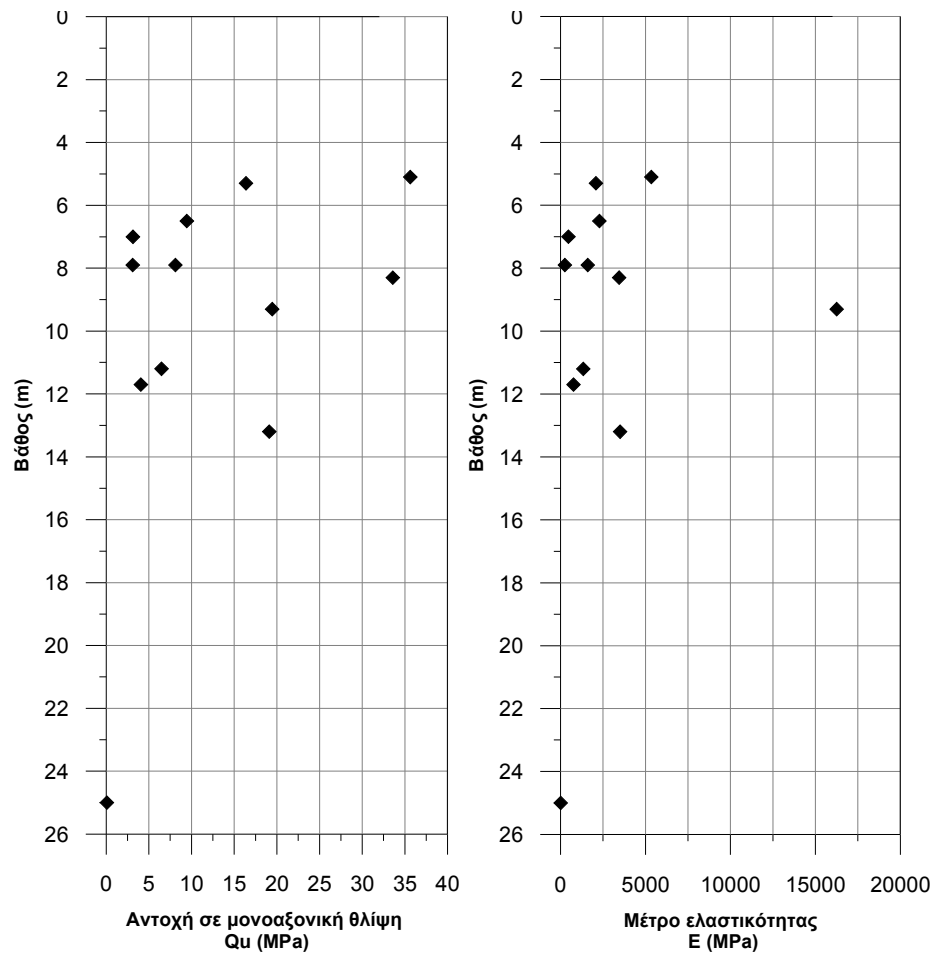


Σχ. 6-11: Διαγράμματα διακύμανσης ενεργής συνοχής c' , γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ' και συντελεστή στερεοποίησης c_v με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β

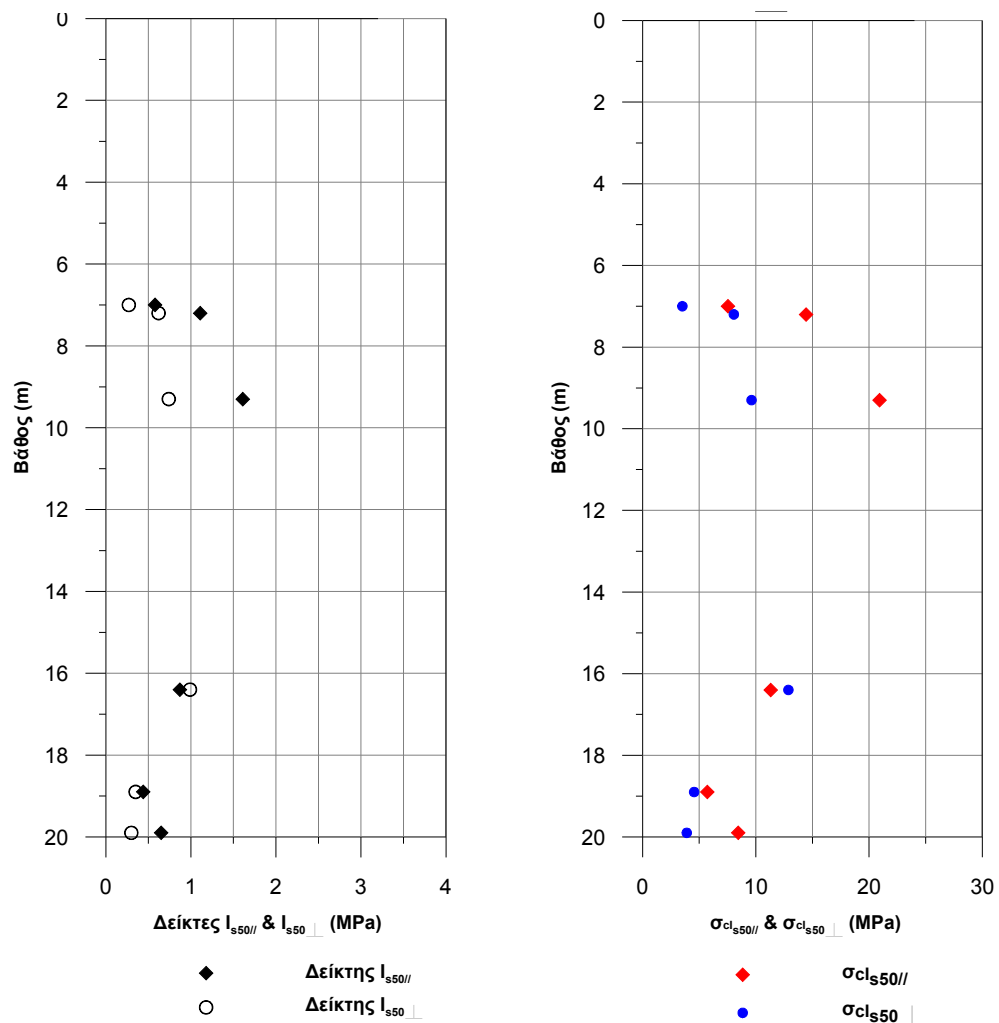
Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Β εκτελέσθηκαν:

- 12 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 13.22 \text{ MPa}$ και μέτρου ελαστικότητας $E = 1978.4 \text{ kPa}$
- 12 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50, \text{παρ}} = 0.88 \text{ MPa}$ και $I_{s50, \text{καθ}} = 0.55 \text{ MPa}$.

Στα Σχ. 6-12 & 6-13 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β.



Σχ. 6-12: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β



Σχ. 6-13: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Β

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη από τους δείκτες $I_{s50,παρ}$ και $I_{s50,καθ}$ των δοκιμών σημειακής φόρτισης έγινε με τη χρήση των ακόλουθων σχέσεων (Τσιαμπάος, Σαμπατακάκης 2004 [13]):

$$\sigma_c = 13 I_{s(50)}, \text{ όταν } 0 < I_{s(50)} < 2$$

$$\sigma_c = 20 I_{s(50)}, \text{ όταν } 2 < I_{s(50)} < 5$$

$$\sigma_c = 28 I_{s(50)}, \text{ όταν } I_{s(50)} > 5$$

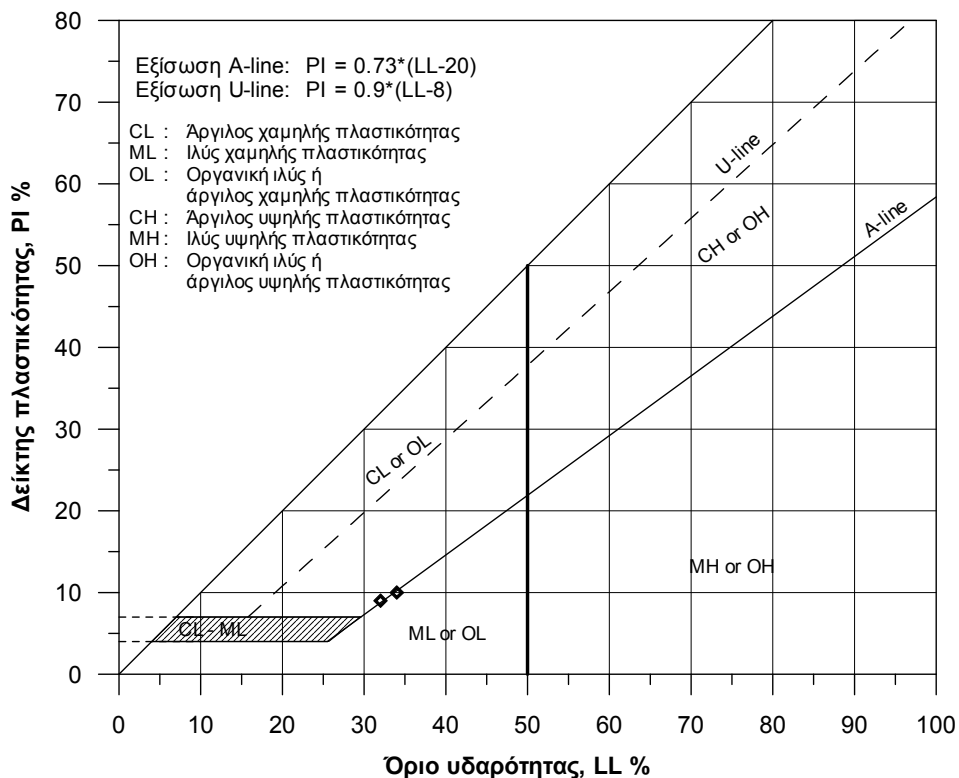
Γεωτεχνική ενότητα Γ

Η γεωτεχνική ενότητα Γ εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα της περιοχής του έργου. Το αρχικά μεγάλο βάθος συνάντησής της στη χ.θ. 19+000 μειώνεται σταδιακά έως το τέλος της χάραξης.

Η ενότητα αυτή αποτελείται από σχηματισμούς που της προσδίδουν μεικτή συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα στις θέσεις όπου υπάρχουν μέτρια συγκολλημένα κροκαλοπαγή τα οποία τοπικά εναλλάσσονται με ενστρώσεις φαμμιτικών μαργών - ιλυολίθων και φαμμιτών, η ενότητα έχει βραχώδη και τοπικά ημιβραχώδη συμπεριφορά. Αντίθετα στις περιοχές που οι βραχώδεις σχηματισμοί είναι αποσαθρωμένοι σε αργιλοίλυωδη αμμοχάλικα με κροκάλες, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας, τα υλικά είναι εδαφικά.

Το εδαφικό κλάσμα της γεωτεχνικής ενότητας Γ συνίσταται κατά μέσο όρο από 25% χάλικες, 31% άμμο και 44% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 31.4\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 9.5\%$.

Στο Σχ. 6-14 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα Γ.



Σχ. 6-14: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας Γ

Σε αντιπροσωπευτικά εδαφικά δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Γ εκτελέσθηκαν:

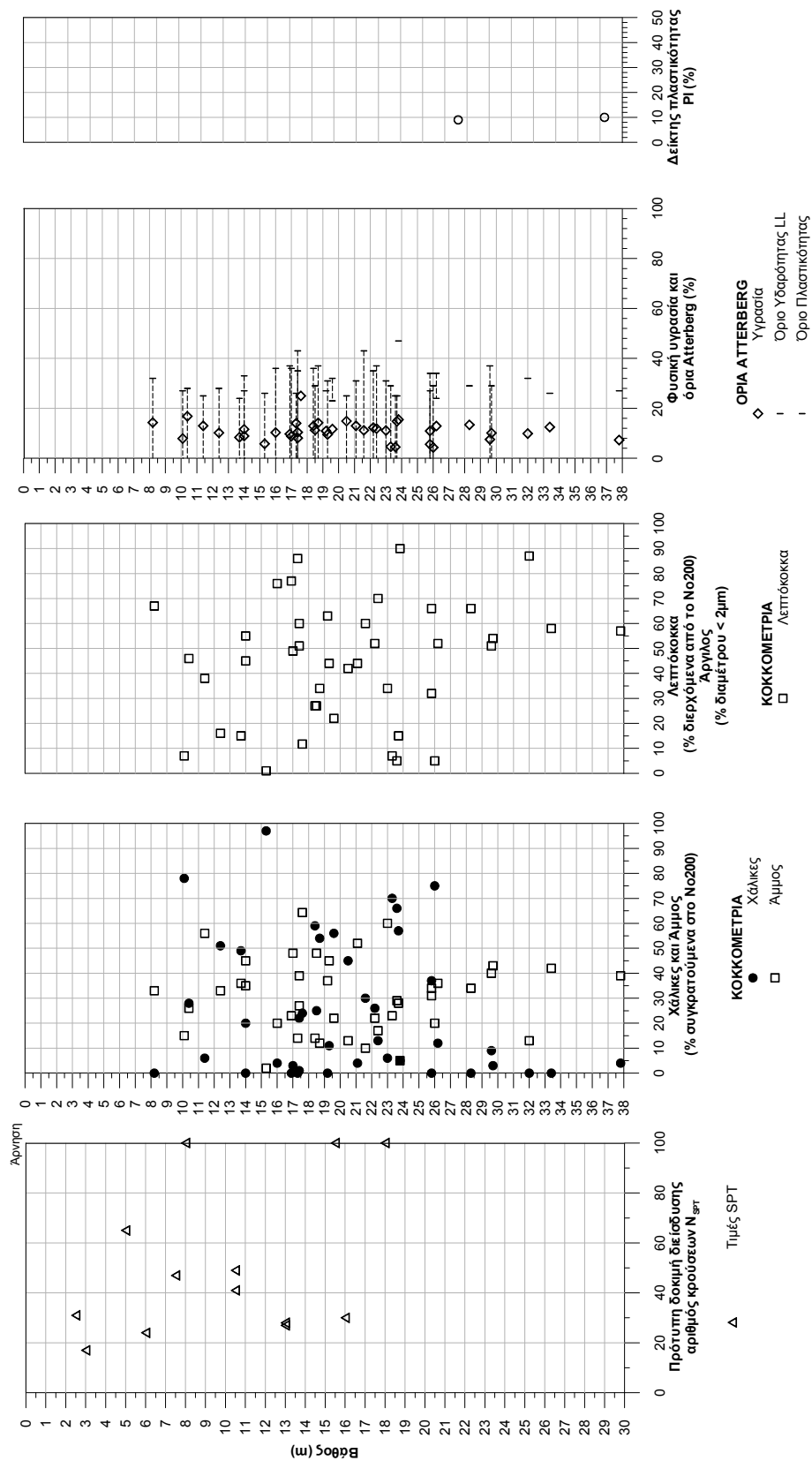
- 19 δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 1146$ kPa και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 573$ kPa
- 5 δοκιμές τριαξονικής θλίψης χωρίς στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (UU), οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 365.8$ kPa
- 4 δοκιμές τριαξονικής θλίψης με στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (CUPP), οι οποίες έδωσαν μέση ενεργή συνοχή $c' = 68.3$ kPa και ενεργή γωνία εσωτερικής τριβής $\varphi' = 40.0^\circ$
- 16 δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης οι οποίες έδωσαν μέση τιμή συντελεστή στερεοποίησης $c_v = 134.7 \times 10^{-4}$ cm²/s και δείκτη συμπιεστότητας $c_c = 0.104$.

Στο Σχ. 6-15 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) και των επιτόπου δοκιμών SPT συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ.

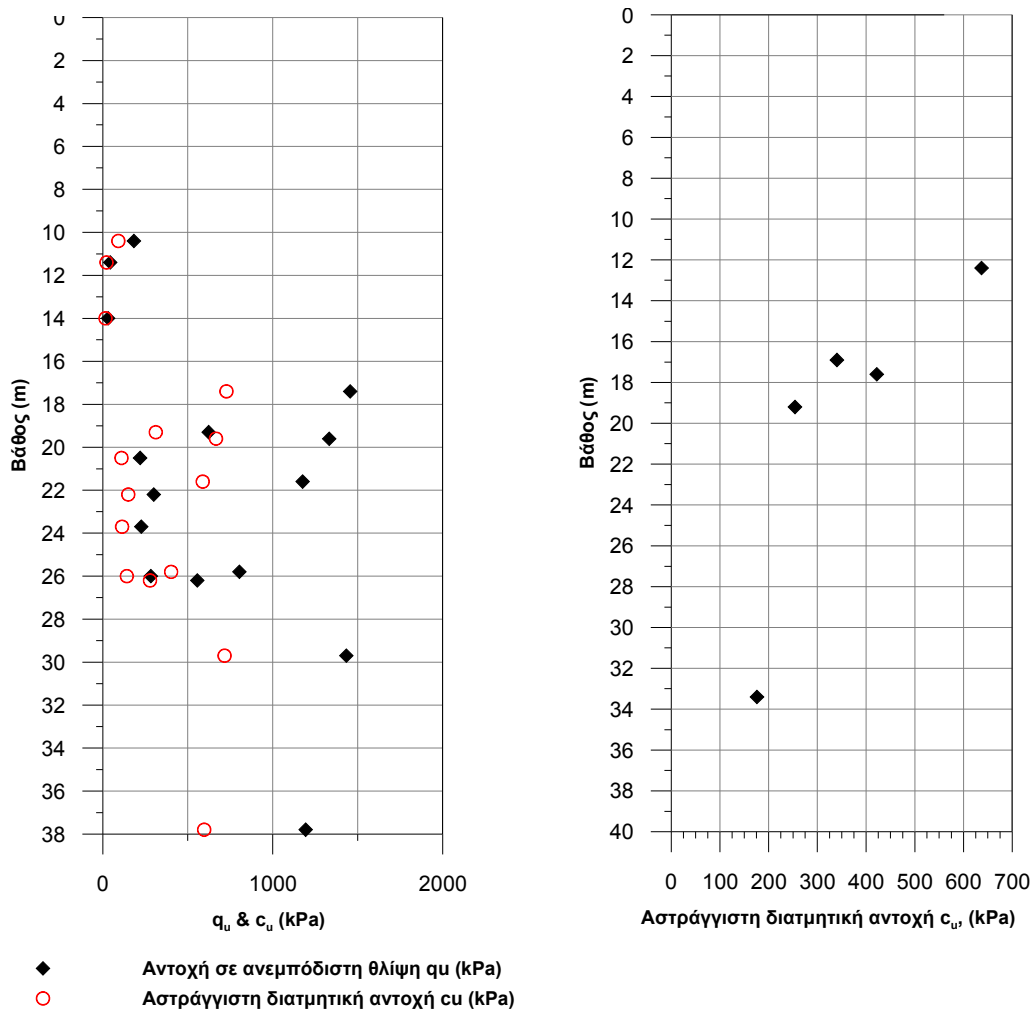
Στο διάγραμμα αυτά απεικονίζεται η μεγάλη διασπορά των αποτελεσμάτων των δοκιμών SPT και κοκκομετρικής διαβάθμισης καθ' όλο το βάθος των ερευνών. Οι τιμές των ορίων Atterberg εμφανίζουν συστηματικότητα, καθ' όλο το βάθος των ερευνών με τιμές που βρίσκονται συνήθως στη ζώνη μεταξύ χαμηλής και μέσης πλαστικότητας.

Στα Σχ. 6-16 & 6-17 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ.

Στα διαγράμματα αυτά δεν εντοπίζεται κάποια ιδιαίτερη συστηματικότητα στις τιμές της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u , ενεργής συνοχής c' & ενεργής γωνίας τριβής φ' όπως επίσης και στις τιμές του συντελεστή στερεοποίησης c_v .



Σχ. 6-15: Διαγράμματα διακύμανσης δοκιμών SPT και φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ

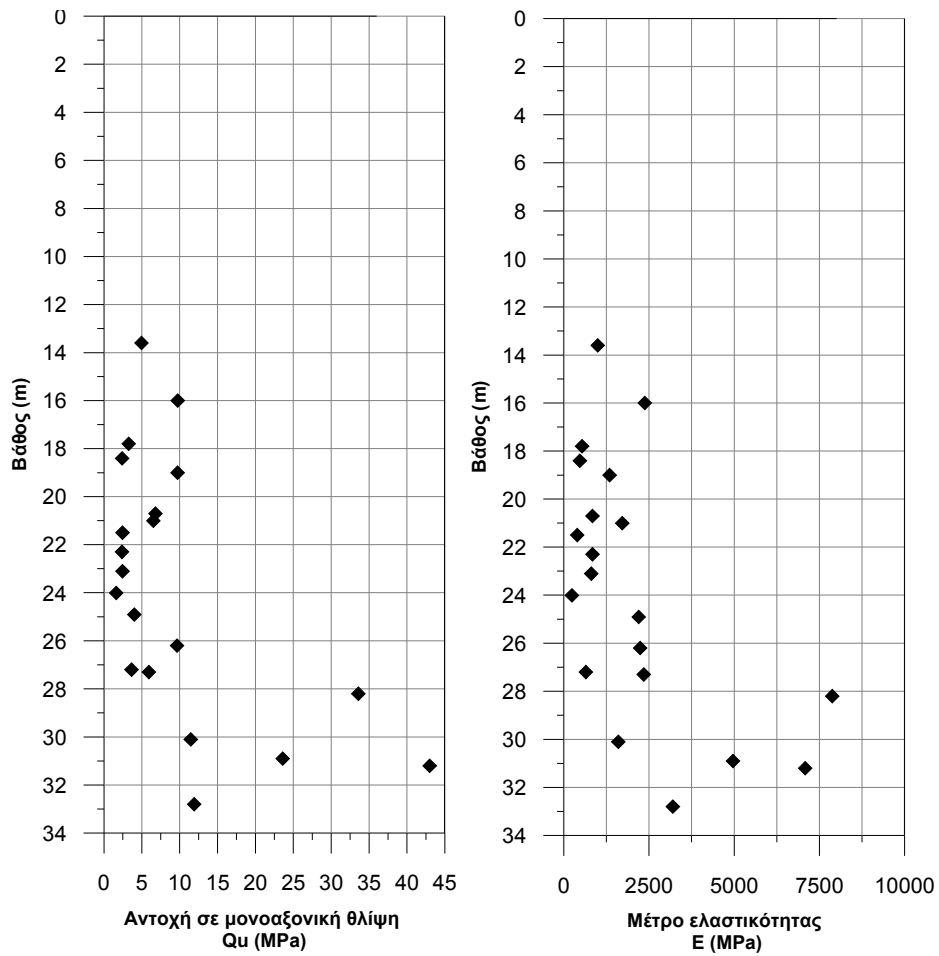


Σχ. 6-17: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ

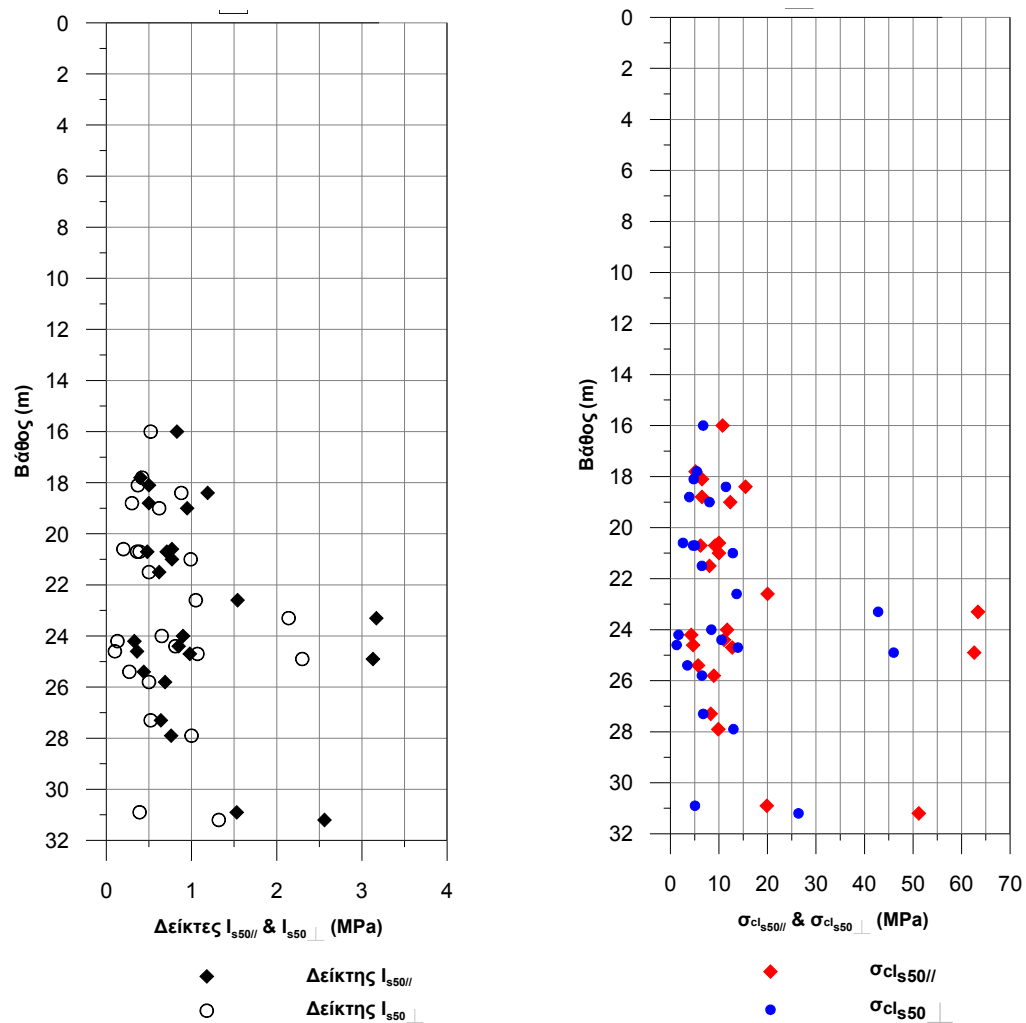
Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Γ εκτελέσθηκαν:

- 20 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη $q_u = 9.95$ MPa και μέτρου ελαστικότητας $E = 2137.3$ kPa.
- 25 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50,παρ} = 1.02$ MPa και $I_{s50,καθ} = 0.71$ MPa.

Στα Σχ. 6-18 & 6-19 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ.



Σχ. 6-18: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ



Σχ. 6-19: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Γ

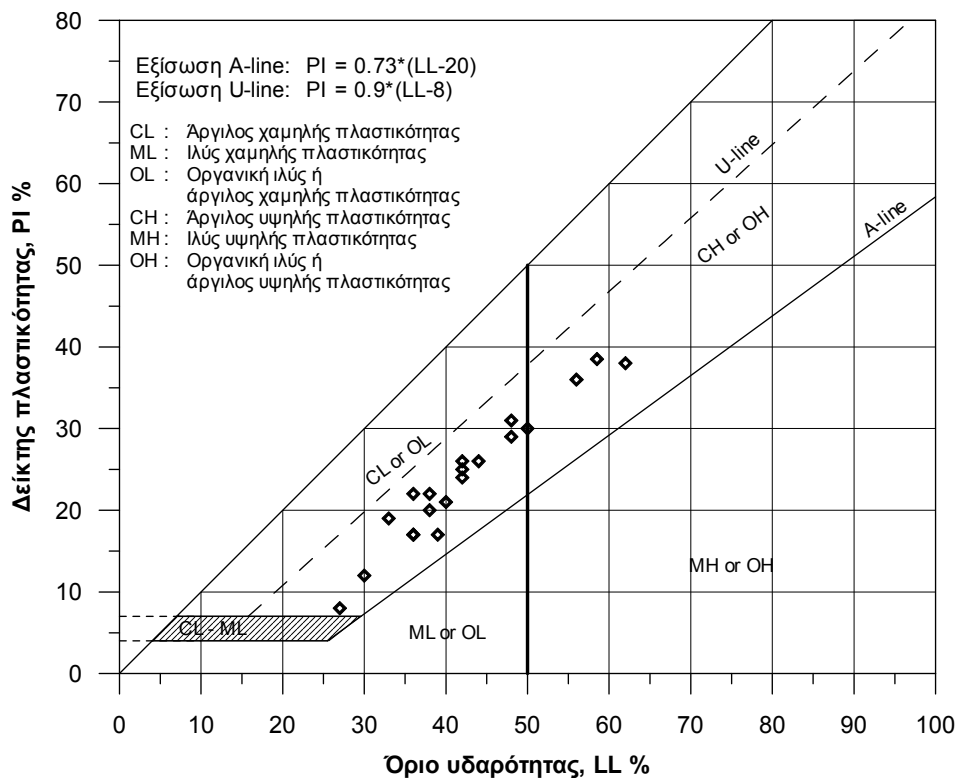
Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα των Σχ 6-18 & 6-19, οι τιμές των παραμέτρων παρουσιάζουν μία σχετικά ομοιόμορφη και σταθερή κατανομή μέχρι βάθους περί τα 26 – 28 m, ενώ βαθύτερα παρατηρείται μία αυξητική τάση και μεγαλύτερα διασπορά των αποτελεσμάτων.

Γεωτεχνική ενότητα Δ2

Η γεωτεχνική ενότητα Δ2 εντοπίζεται στην περιοχή του Ψυχικού, στην περιοχή από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400.

Η ενότητα αυτή αποτελείται από σχηματισμούς που της προσδίδουν μεικτή συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα στις θέσεις όπου υπάρχουν αργιλόλιθοι - ιλυόλιθοι, αργλικές και ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και ενστρώσεις χαλαρών έως συνεκτικών πολύμικτων κροκαλολατυτοπαγών, η ενότητα έχει βραχώδη και τοπικά ημιβραχώδη συμπεριφορά. Αντίθετα στις περιοχές που οι βραχώδεις σχηματισμοί είναι αποσαθρωμένοι σε ιλυοάργιλο με άμμο και λίγους χάλικες, μέσης και τοπικά υψηλής πλαστικότητας καθώς και στις περιοχές όπου εντοπίζονται κοιτάσματα λιγνιτών (γεώτρηση FP 2226) τα υλικά είναι εδαφικά.

Το εδαφικό κλάσμα της γεωτεχνικής ενότητας Δ2 συνίσταται κατά μέσο όρο από 11% χάλικες, 8% άμμο και 85% λεπτόκοκκα. Πρόκειται για εδάφη μέσης έως υψηλής πλαστικότητας με μέση τιμή ορίου υδαρότητας $LL = 42.4\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI = 24.0\%$. Στο Σχ. 6-20 δίνεται το διάγραμμα Casagrande για τη γεωτεχνική ενότητα Δ2.



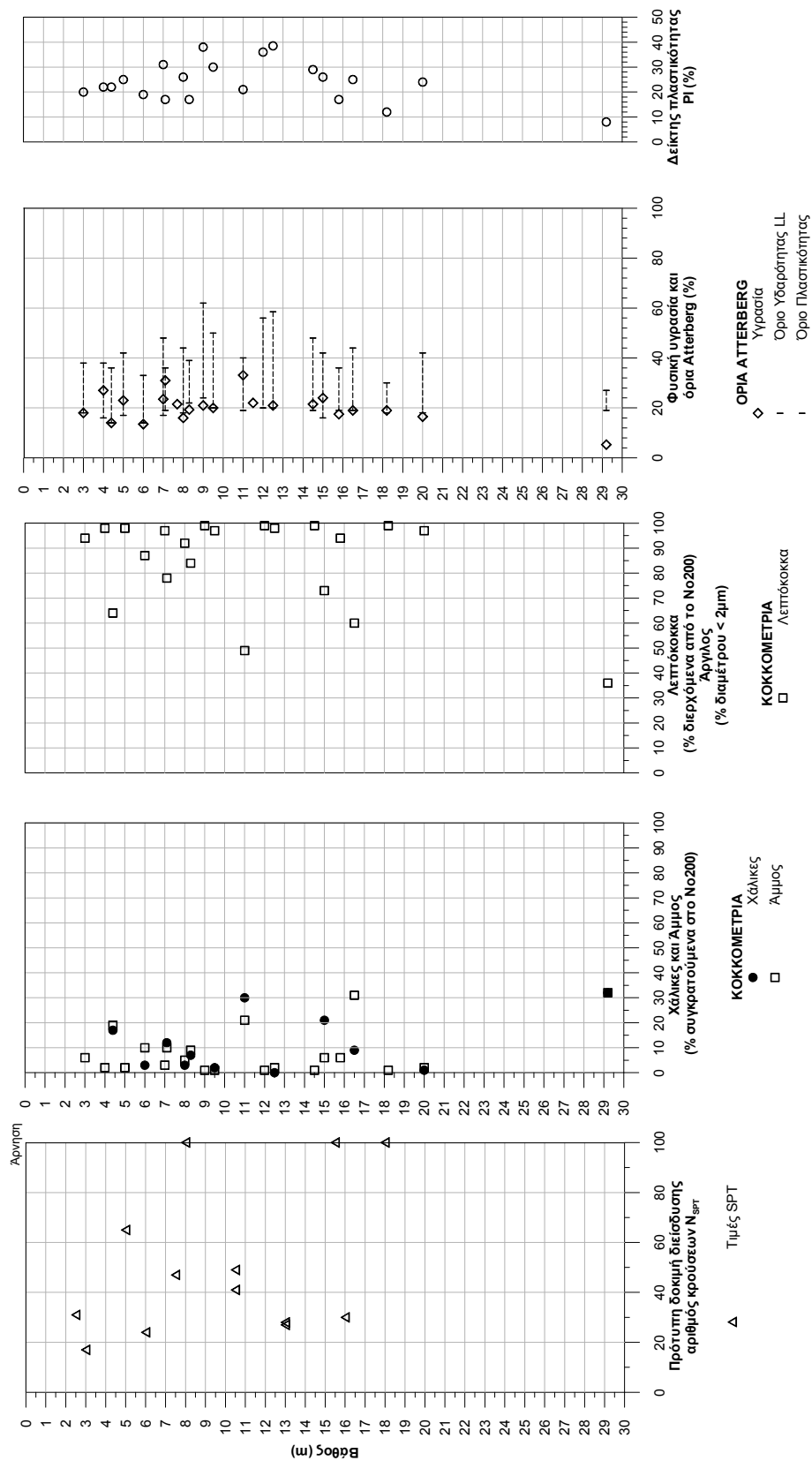
Σχ. 6-20: Διάγραμμα Casagrande δειγμάτων γεωτεχνικής ενότητας Δ2

Σε αντιπροσωπευτικά εδαφικά δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Δ2 εκτελέστηκαν:

- 17 δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 235.4$ kPa και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 117.7$ kPa
- 2 δοκιμές τριαξονικής θλίψης χωρίς στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (UU), οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = 102.5$ kPa
- 2 δοκιμές τριαξονικής θλίψης με στερεοποίηση και μέτρηση πίεση πόρων (CUPP), οι οποίες έδωσαν μέση ενεργή συνοχή $c' = 0$ kPa και ενεργή γωνία εσωτερικής τριβής $\phi' = 25.9^\circ$
- 4 δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης οι οποίες έδωσαν μέση τιμή συντελεστή στερεοποίησης $c_v = 235.4 \times 10^{-4}$ cm²/s και δείκτη συμπιεστότητας $c_c = 0.188$.

Στο Σχ. 6-21 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης των φυσικών χαρακτηριστικών (κοκκομετρική σύσταση, φυσική υγρασία, όρια Atterberg) και των επιτόπου δοκιμών SPT συναρτήσει του βάθους, σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2.

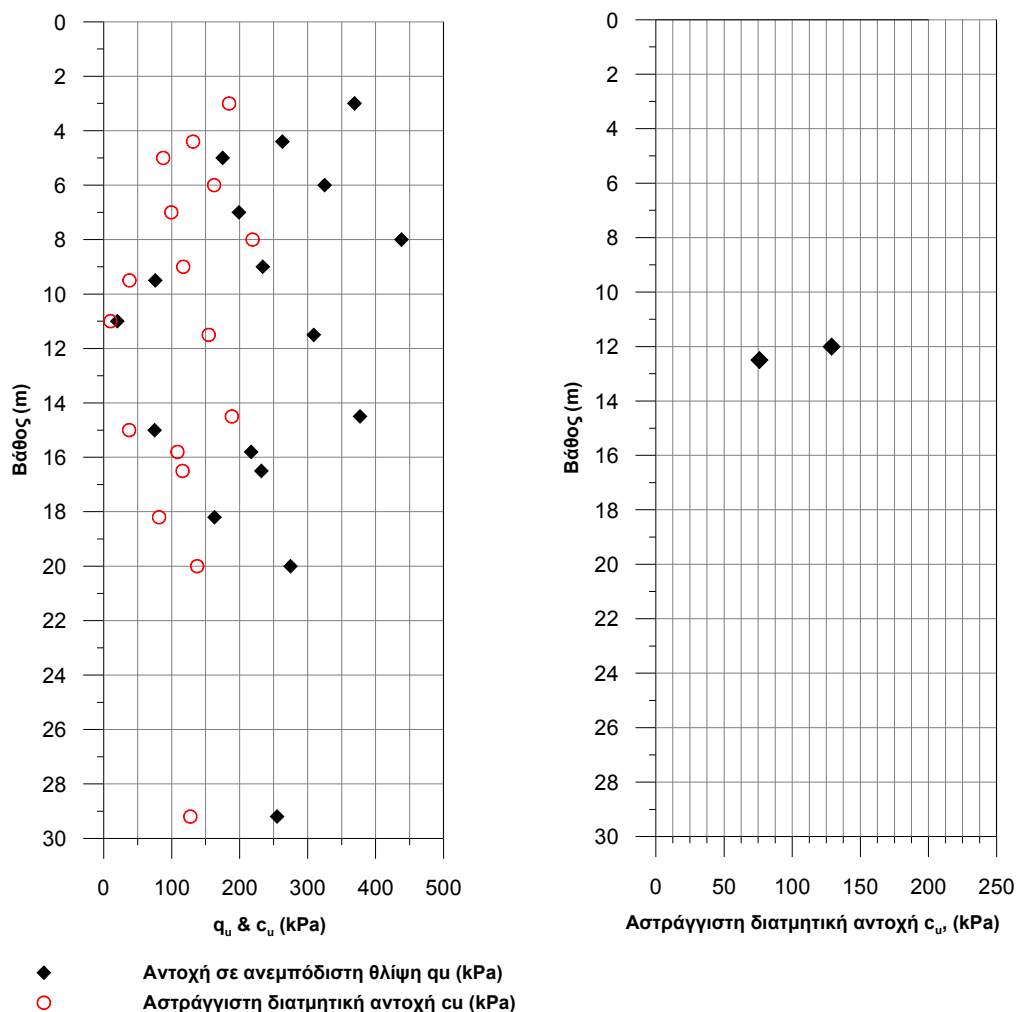
Στα διαγράμματα αυτά απεικονίζεται η μεγάλη διασπορά των αποτελεσμάτων των δοκιμών SPT και η συστηματικότητα των ποσοστών της κοκκομετρικής διαβάθμισης, με λίγες τοπικές εξαιρέσεις, καθ' όλο το βάθος των ερευνών. Οι τιμές των ορίων Atterberg εντοπίζονται εντός ενός σταθερού εύρους τιμών, καθ' όλο το βάθος των ερευνών με τιμές που βρίσκονται συνήθως στη ζώνη μεταξύ μέσης και υψηλής πλαστικότητας.



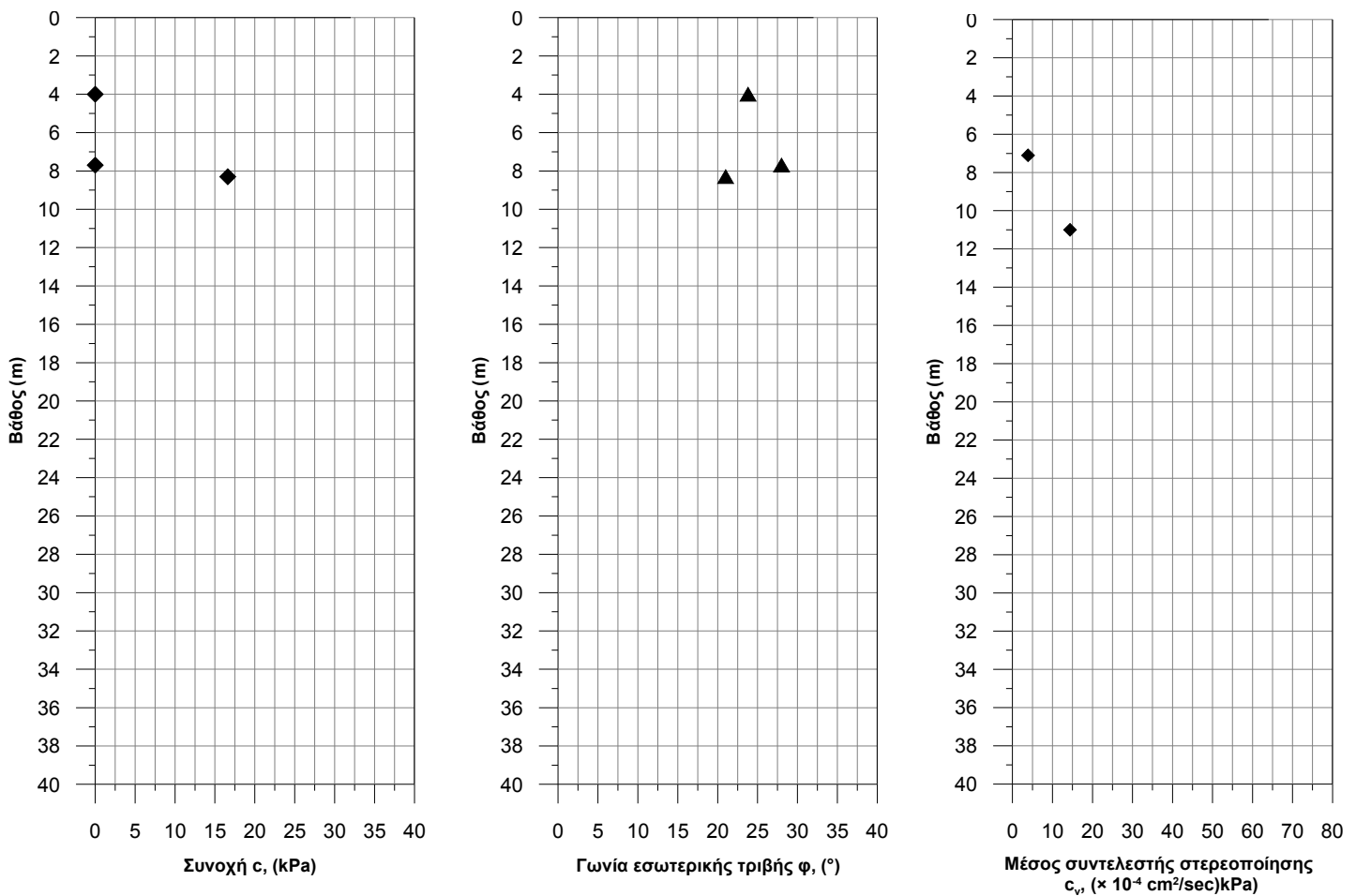
Σχ. 6-21: Διαγράμματα διακύμανσης δοκιμών SPT και φυσικών χαρακτηριστικών με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2

Στα Σχ. 6-22 & 6-23 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2.

Στα διαγράμματα αυτά εντοπίζεται μεγάλη διασπορά των τιμών της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u , ενώ δεν μπορεί να γίνει αξιολόγηση της διασποράς των τιμών ενεργής συνοχής c' & ενεργής γωνίας τριβής ϕ' και του συντελεστή στερεοποίησης c_v λόγω του μικρού αριθμού των διαθέσιμων δοκιμών.



Σχ. 6-22: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη q_u και αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2

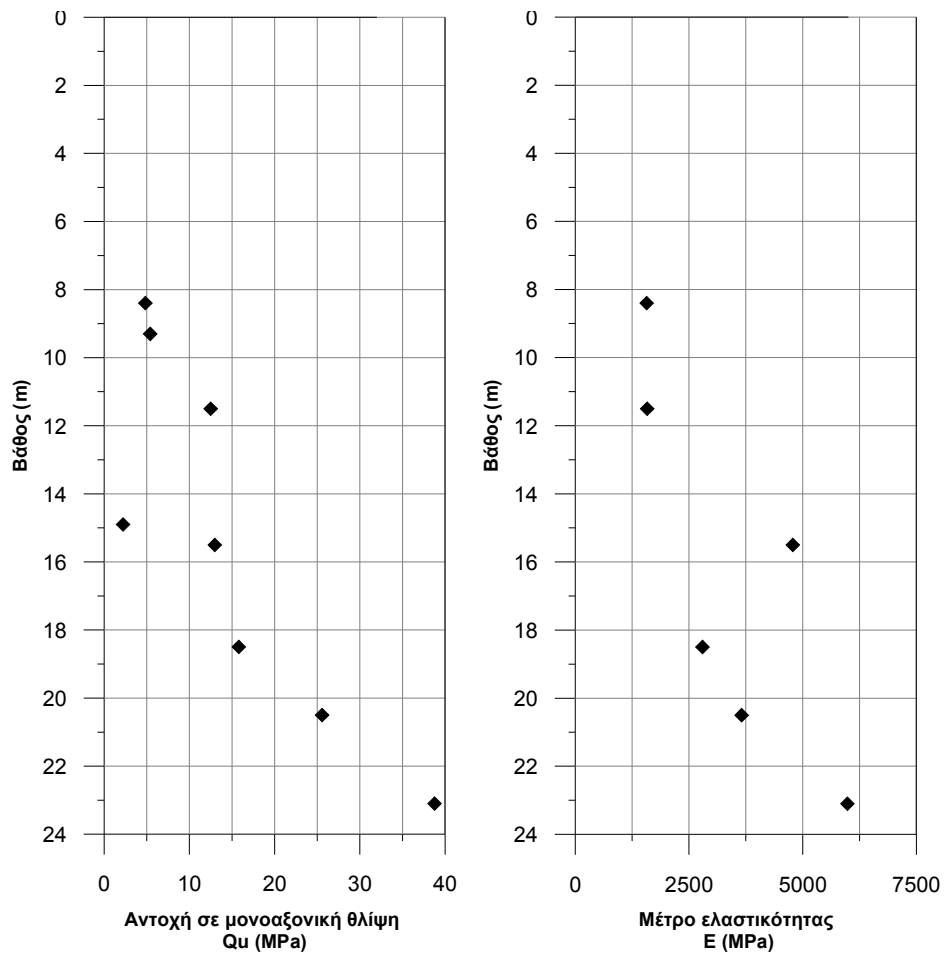


Σχ. 6-23: Διαγράμματα διακύμανσης ενεργής συνοχής c' , γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ' και συντελεστή στερεοποίησης c_v με το βάθος σε εδαφικά υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2

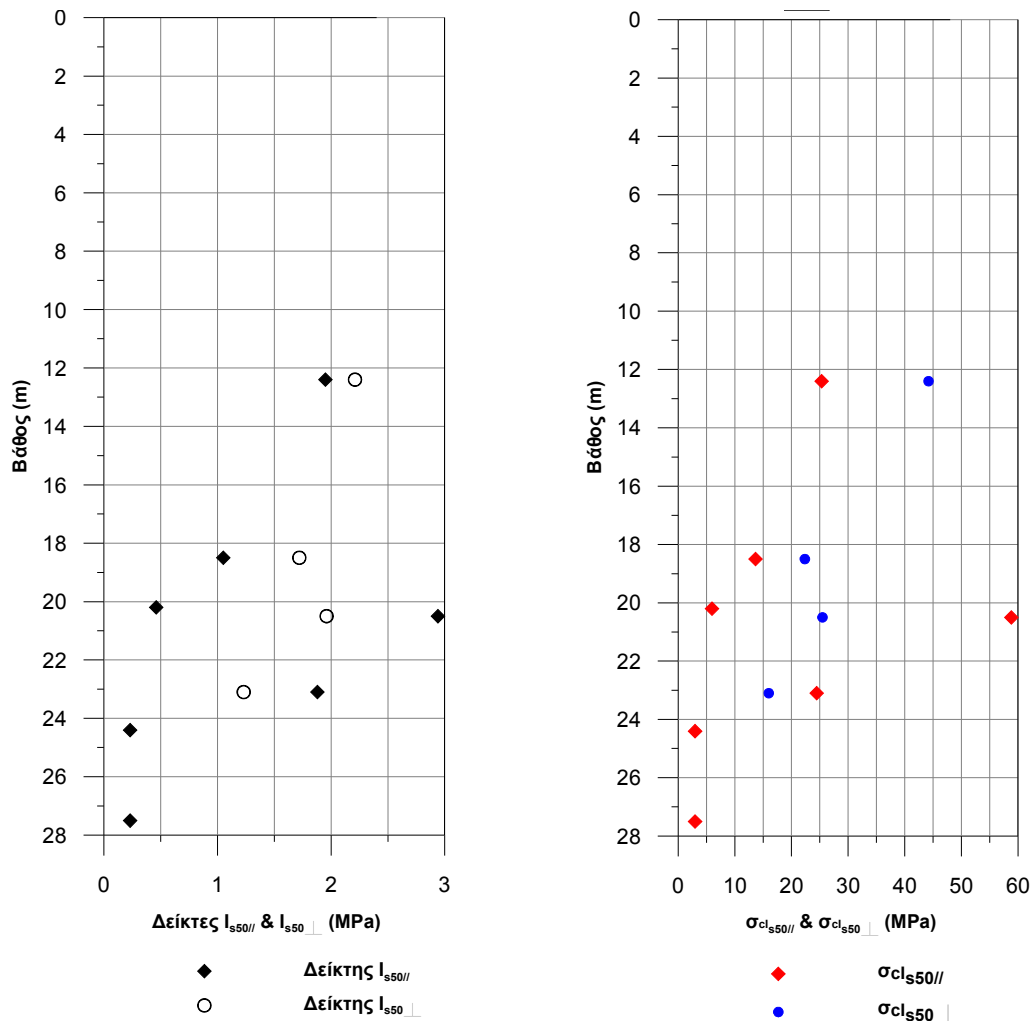
Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας Δ2 εκτελέστηκαν:

- 8 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 14.76$ MPa και μέτρου ελαστικότητας $E = 1719.9$ kPa.
- 11 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50,παρ} = 1.25$ MPa και $I_{s50,καθ} = 1.78$ MPa.

Στα Σχ. 6-24 & 6-25 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2.



Σχ. 6-24: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2



Σχ. 6-25: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Δ2

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα των Σχ 6-24 & 6-25, οι τιμές των παραμέτρων q_u και E παρουσιάζουν μία σταθερά αυξητική τάση με την αύξηση του βάθους. Αντίθετα οι τιμές των δεικτών $I_{s50,παρ}$ και $I_{s50,καθ}$ των δοκιμών σημειακής φόρτισης εμφανίζουν μάλλον μία μείωση αυξανόμενου του βάθους, αλλά και μία μεγαλύτερη διασπορά των τιμών τους.

6.5.3 ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι γεωτεχνικές ενότητες E2, E3 & ΣΤ, οι οποίες παρουσιάζουν συμπεριφορά βράχου.

Κατά την αξιολόγηση των γεωτεχνικών αυτών ενοτήτων χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα στοιχεία από δοκιμές σε βραχώδεις πυρήνες (αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σ_c , μέτρο ελαστικότητας E, δείκτες I_s και ισοδύναμη μοναξονική θλίψη από δοκιμές σημειακής φόρτισης).

Γεωτεχνική ενότητα E2

Η γεωτεχνική ενότητα E2 εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της χάραξης, από την αρχή της χάραξης έως τη χ.θ. 14+150 περίπου.

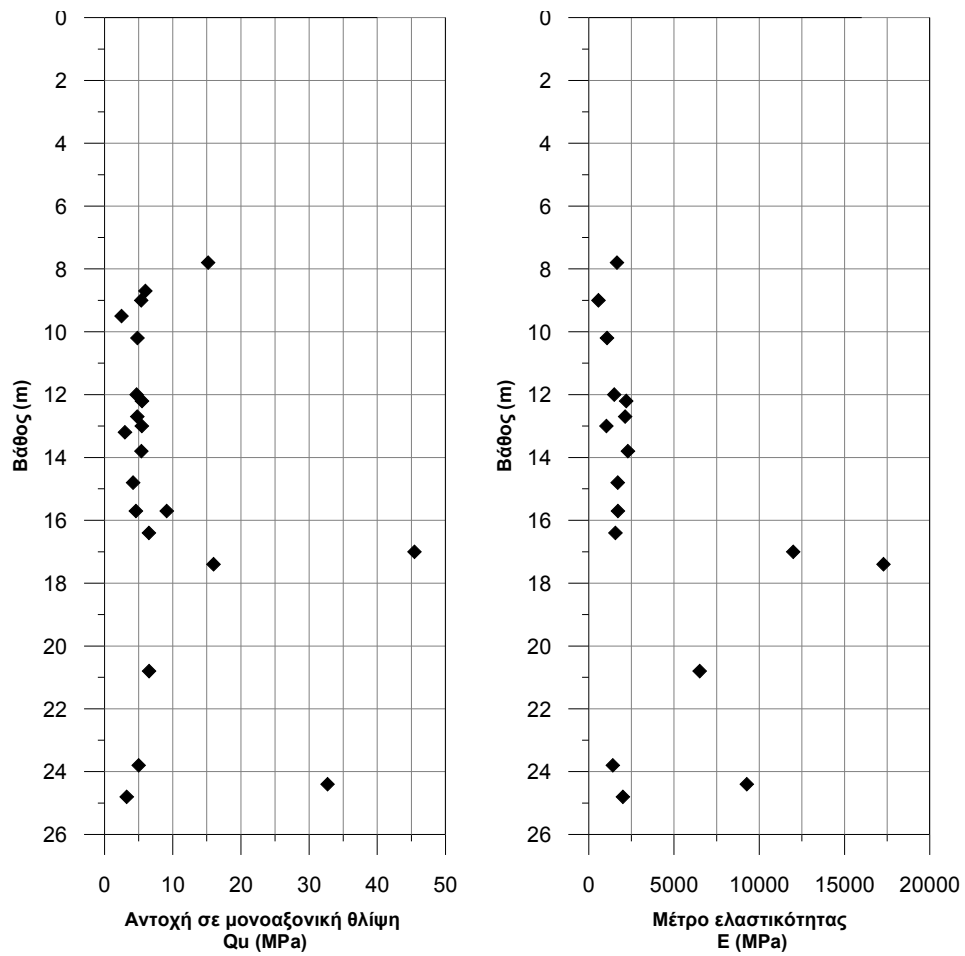
Η ενότητα αυτή αποτελείται από ψαμμίτες και μαργαίικους ασβεστόλιθους, με λεπτές παρεμβολές μαργών, αργιλικών σχιστολίθων, ιλυολίθων, λατυποπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, ασθενείς έως μέτρια ισχυροί, μέτρια έως πολύ κερματισμένοι και τοπικά κατακερματισμένοι, σχηματισμούς δηλαδή που της προσδίδουν εν γένει βραχώδη συμπεριφορά.

Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας E2 εκτελέστηκαν:

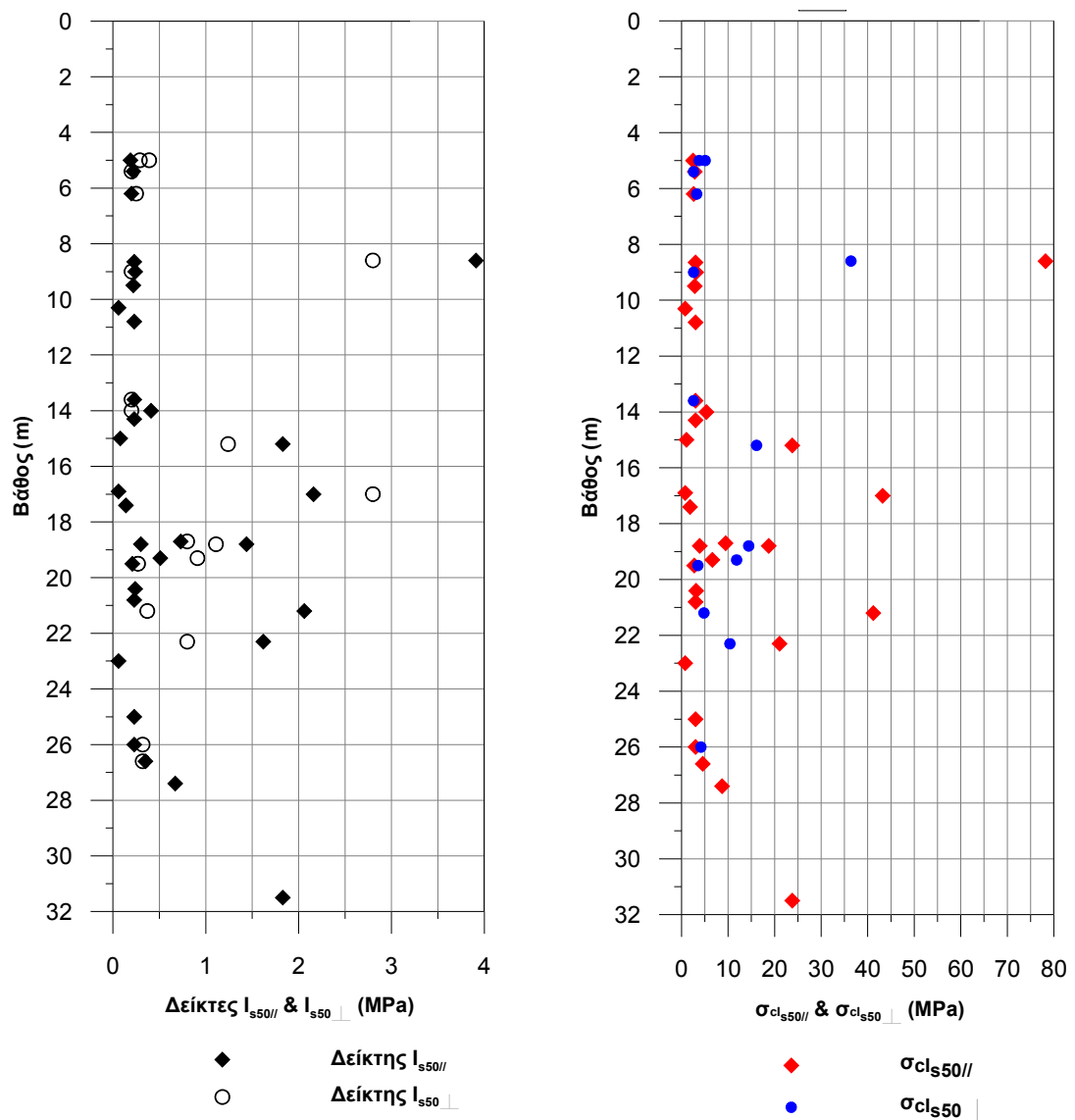
- 21 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 9.34$ MPa, μέτρου ελαστικότητας $E = 3875.9$ kPa και λόγου Poisson $\nu = 0.28$.
- 46 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50,παρ} = 0.67$ MPa και $I_{s50,καθ} = 0.50$ MPa.

Στα Σχ. 6-26 & 6-27 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E2.

Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα αυτά, οι παραμέτροι q_u και E μέχρι το βάθος των 16.5 m παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές, οι οποίες σε μεγαλύτερα βάθη αποκτούν πολύ μεγάλη διασπορά. Οι τιμές των δεικτών $I_{s50,παρ}$ και $I_{s50,καθ}$ των δοκιμών σημειακής φόρτισης εμφανίζουν μία σταθερότητα στην κατανομή τους με τιμές κάτω των 0.5 MPa, με μία απότομη αύξηση της διασποράς τους μεταξύ 15 m έως 22 m.



Σχ. 6-26: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E2



Σχ. 6-27: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E2

Γεωτεχνική ενότητα E3

Η γεωτεχνική ενότητα E3 αποτελεί το βραχώδες αλπικό υπόβαθρο της υπό μελέτη χάραξης μέχρι περίπου το μέσο αυτής περί τη χ.θ. 15+370.

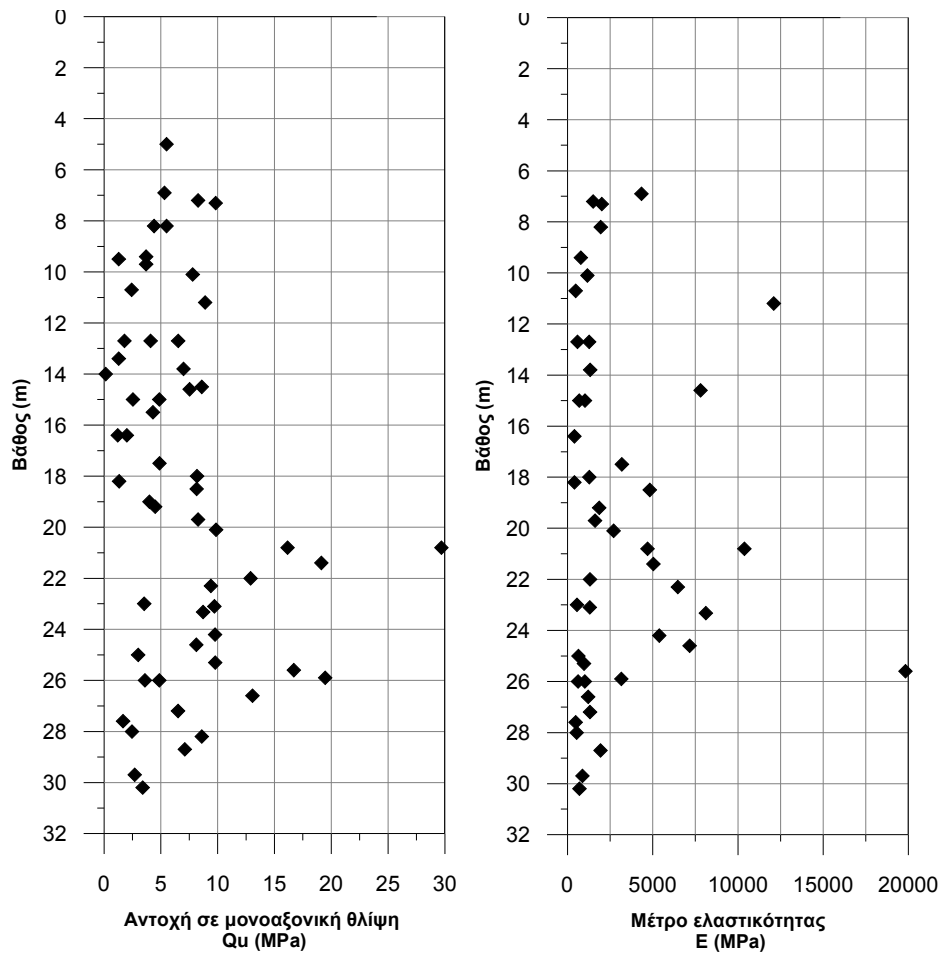
Η ενότητα αυτή αποτελείται από αργιλικούς σχιστολίθους και ελαφρά μεταμορφωμένους ιλυολίθους και ψαμμίτες, πολύ ασθενείς έως ασθενείς, ελαφρά έως πολύ κερματισμένους, που της προσδίδουν βραχώδη συμπεριφορά.

Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας E3 εκτελέστηκαν:

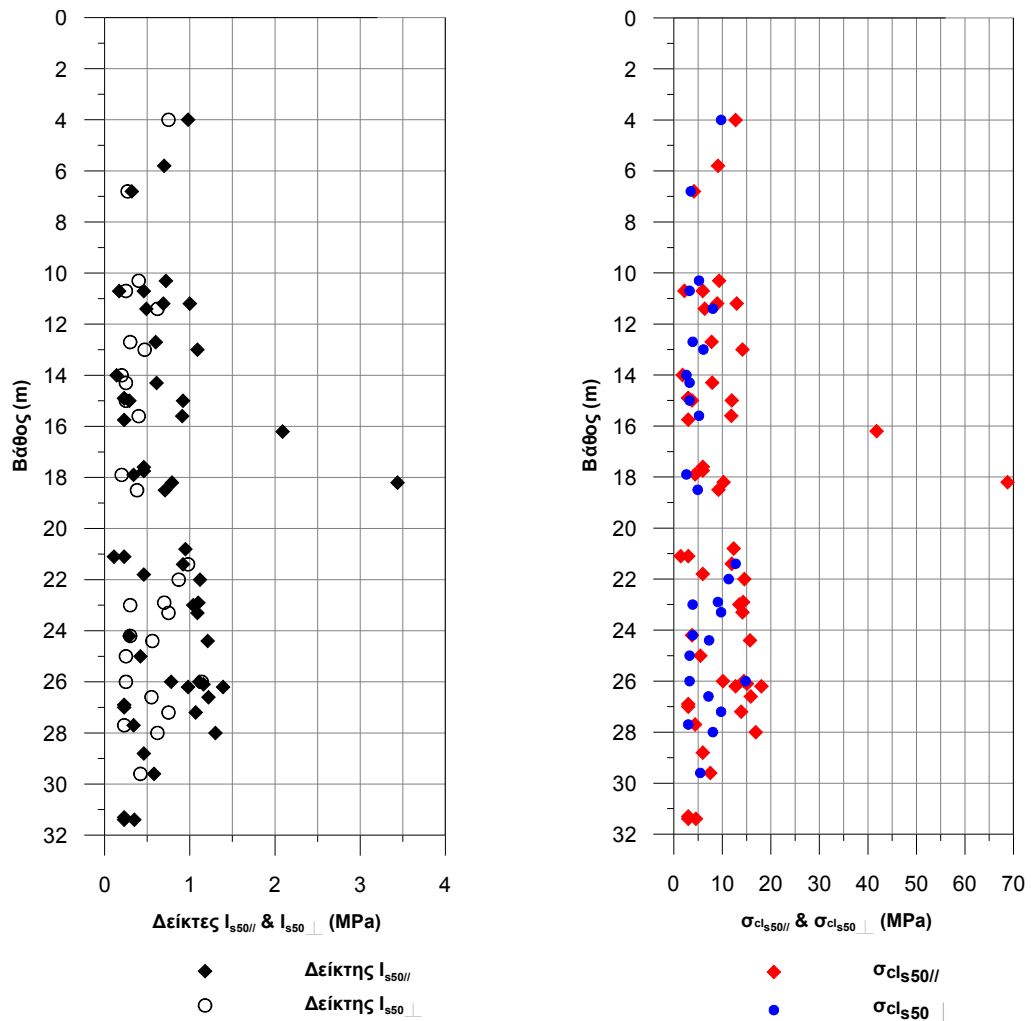
- 57 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 7.0$ MPa, μέτρου ελαστικότητας $E = 3046.1$ kPa και λόγου Poisson $\nu = 0.25$.
- 82 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50,παρ} = 0.73$ MPa και $I_{s50,καθ} = 0.48$ MPa.

Στα Σχ. 6-28 & 6-29 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E3.

Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα αυτά, οι παραμέτροι q_u και E παρουσιάζουν μία σταθερή διακύμανση μεταξύ 0 – 10 MPa και 0 – 5 GPa, ενώ μεταξύ 20 – 26 m παρατηρείται μία σαφής αύξηση στη διασπορά των τιμών. Οι τιμές των δεικτών $I_{s50,παρ}$ και $I_{s50,καθ}$ των δοκιμών σημειακής φόρτισης εμφανίζουν μία σταθερότητα στην κατανομή τους με τιμές κάτω των 1.5 MPa.



Σχ. 6-28: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας E3



Σχ. 6-29: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας Ε3

Γεωτεχνική ενότητα ΣΤ

Η γεωτεχνική ενότητα ΣΤ εντοπίζεται ως τεκτονικό ράκος του γεωλογικού σχηματισμού των ασβεστολίθων Τουρκοβουνίων, στην περιοχή από χ.θ. 14+000 έως χ.θ. 14+050.

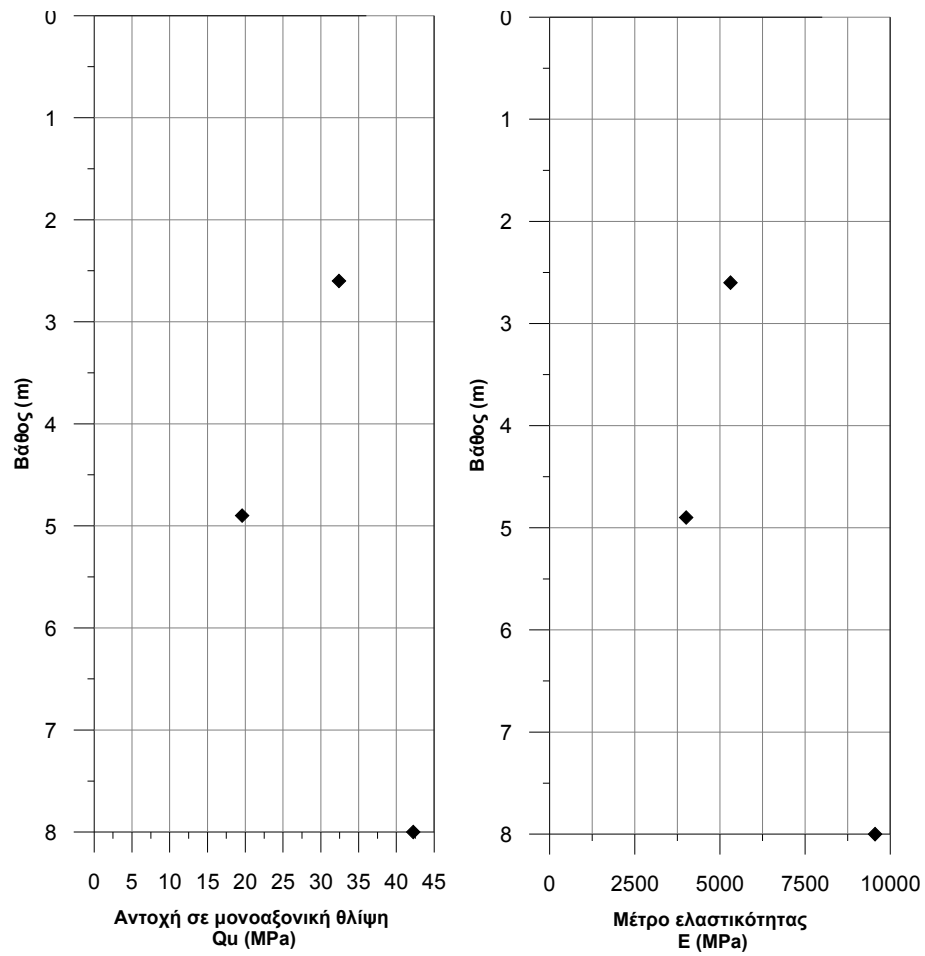
Η ενότητα αυτή αποτελείται από μεσοστρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις και τοπικά φυλλώδεις, μικριτικούς ασβεστόλιθους, μέτρια ισχυρούς, ελαφρά κερματισμένους και παρουσιάζει βραχώδη συμπεριφορά.

Σε αντιπροσωπευτικά βραχώδη δείγματα της γεωτεχνικής ενότητας ΣΤ εκτελέστηκαν:

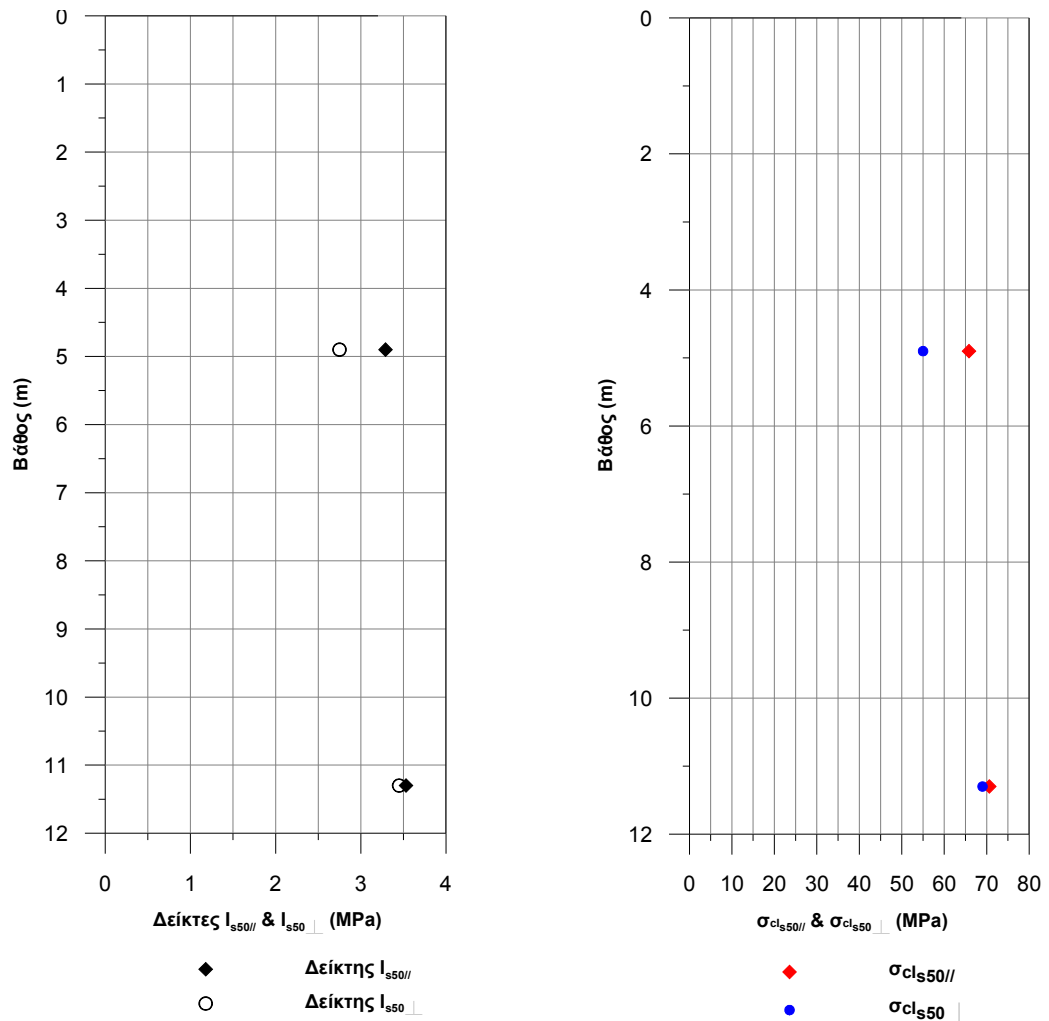
- 3 δοκιμές μονοαξονικής θλίψης, οι οποίες έδωσαν μέση τιμή αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη $q_u = 31.4$ MPa και μέτρου ελαστικότητας $E = 6292.1$ kPa.
- 4 δοκιμές σημειακής φόρτισης, οι οποίες έδωσαν τιμές δεικτών $I_{s50,παρ} = 3.41$ MPa και $I_{s50,καθ} = 3.10$ MPa.

Στα Σχ. 6-30 & 6-31 παρουσιάζονται τα διαγράμματα των μηχανικών χαρακτηριστικών που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές με το βάθος για τα βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας ΣΤ.

Λόγω του πολύ μικρού αριθμού των διαθέσιμων μετρήσεων των παραμέτρων δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα σε σχέση με την πραγματική κατανομή τους με το βάθος.



Σχ. 6-30: Διαγράμματα διακύμανσης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη q_u και μέτρου ελαστικότητας E με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας ΣΤ



Σχ. 6-31: Διαγράμματα διακύμανσης δεικτών $I_{s50,παρ}$ & $I_{s50,καθ}$ και ισοδύναμης αντοχής σε μονοαξονική θλίψη με το βάθος σε βραχώδη υλικά της γεωτεχνικής ενότητας ΣΤ

6.6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τιμών των γεωτεχνικών παραμέτρων κάθε γεωτεχνικής ενότητας που αναγνωρίστηκε στην περιοχή έρευνας, πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών για κάθε μία εξ' αυτών. Οι χαρακτηριστικές τιμές (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των εδαφικών και των βραχωδών γεωτεχνικών ενότητων παρουσιάζονται στους Πίν. 6-2 & 6-3 αντίστοιχα.

Πίν. 6-2: Χαρακτηριστικές τιμές παραμέτρων εδαφικών – μεικτών γεωτεχνικών ενότητων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ															
	Τ.Ε.		Α		Β		Γ		Δ1		Δ2		Ε1			
	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}	X_m	σ_{n-1}		
Ποσοστό χαλίκων	%	23	12.9	18	11.5	9	11.6	25	27.2	1	1.0	11	11.2	29	14.4	
Ποσοστό άμμου	%	28	7.8	36	15.8	27	14.7	31	15.0	17	19.6	8	9.6	45	12.2	
Ποσοστό λεπτόκοκκων	%	50	15.4	48	21.7	65	20.7	44	24.3	82	20.0	85	18.6	26	9.10	
Φυσική υγρασία	w	%	17.2	3.10	15.7	6.83	15.8	5.0	11.0	3.8	18.1	5.78	20.3	5.87	13.6	2.25
Οριο υδαρότητας	LL	%	28.2	2.82	27.3	3.89	33.4	9.4	31.4	5.48	33.3	13.07	42.4	9.0	30.1	3.25
Δείκτης πλαστικότητας	PI	%	11.6	2.81	16.4	7.56	15.9	7.2	9.5	0.71	18.0	1.41	24.0	8.0	14.0	4.55
Ειδικό βάρος κόκκων	Gs				2.68	0.04	2.70	0.06	2.70	0.01	2.57	0.21	2.70	0.01	2.62	-
Υγρό φαινόμενο βάρος	γ_b	t/m ³					20.9	1.42					21.6	0.61		
Δείκτης συμπίεστότητας	C _c						0.105	0.04	0.104	0.038			0.188	0.05	0.125	-
Συντελεστής Στερεοποίησης	C _s	10 ⁻⁴ cm ² /s					27.08	77.09	134.7	195.2			9.15	7.42	46.2	-
Ανεμπόδιση θλίψη	q _u	kPa			1439.0	1605.1	575.2	527.7	1146	1288	160.5	106.8	235.4	112.7		
Τριαξονική θλίψη UU	c	kPa					165.9	113.5	365.8	177.4			102.5	37.4		
	ϕ	(°)					11.9	8.61	19.8	5.7			12.7	2.3		
Τριαξονική θλίψη CUUP	c'	kPa					32.8	20.27	68.3	25.2			0	0.0		
	ϕ'	(°)					29.4	4.13	40.0	14.4			25.9	3.0		
Άμεση διάτμηση DS:UU	c	kPa					51.8	31.22			33.0	-				
	ϕ	(°)					24.0	11.78			17.0	-				
Άμεση διάτμηση DS:CU	c'	kPa			15.1	-	57.3	38.48					16.6	-		
	ϕ'	(°)			39.7	-	22.0	7.01					21.0	-		

Πίν. 6-3: Χαρακτηριστικές τιμές παραμέτρων βραχωδών – μεικτών γεωτεχνικών ενότητων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΡΑΧΟΥ		ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ											
		Β		Γ		Δ2		Ε2		Ε3		ΣΤ	
		χ_m	σ_{n-1}	χ_m	σ_{n-1}	χ_m	σ_{n-1}	χ_m	σ_{n-1}	χ_m	σ_{n-1}	χ_m	σ_{n-1}
R.Q.D.	(%)			42.5	25.51	46.0	30.09	22.2	21.71	38.2	26.17	80	-
Δοκιμές Μονοαξονικής θλίψης	σ_c (MPa)	13.22	11.86	9.95	11.06	14.76	12.22	9.34	10.65	7.0	5.35	31.40	11.36
	E (MPa)	1978.38	1719.93	2137.31	2156.01	3395.52	1771.14	3875.9	4690.35	3046.13	3803.72	6292.16	2899.30
	ν							0.28	0.08	0.25	0.06		
Δοκιμές Σημειακής Φόρτισης	$I_{s,50, }$ (MPa)	0.88	0.43	1.02	0.80	1.25	1.04	0.67	0.87	0.73	0.56	3.41	0.17
	$\sigma_{cls,50, }$ (MPa)	11.4	5.58	15.79	16.92	19.17	19.85	10.45	16.57	10.08	10.42	68.2	3.39
	$I_{s,50,\perp}$ (MPa)	0.55	0.29	0.71	0.56	1.78	0.42	0.50	0.37	0.48	0.26	3.10	0.49
	$\sigma_{cls,50,\perp}$ (MPa)	7.09	3.75	10.87	11.41	27.01	12.12	8.68	9.24	6.23	3.36	62.0	9.90

6.7 ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Για τις ταξινομήσεις βραχομάζας των βραχωδών γεωτεχνικών ενοτήτων χρησιμοποιήθηκαν τα δύο ακόλουθα συστήματα ταξινόμησης:

6.7.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ R.M.R.

Σύμφωνα με το σύστημα αυτό [14] & [15], οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση της βραχομάζας είναι οι εξής:

1. Η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του άρρηκτου πετρώματος ή ο δείκτης αντοχής σε σημειακή φόρτιση.
2. Ο δείκτης ποιότητας του πετρώματος (RQD).
3. Η μέση απόσταση μεταξύ γειτονικών ασυνεχειών.
4. Η κατάσταση των ασυνεχειών (μέγεθος, τραχύτητα, άνοιγμα, υλικό πλήρωσης, βαθμός αποσάθρωσης τοιχωμάτων).
5. Οι συνθήκες υπόγειου νερού.
6. Ο προσανατολισμός των ασυνεχειών σε σχέση με το τεχνικό έργο.

Οι παραπάνω παράμετροι βαθμολογούνται σύμφωνα με τον πίνακα περιγραφής των μηχανικών χαρακτηριστικών (Σχ. 6-32) και τέλος με το άθροισμα όλων των βαθμών δίνεται η συνολική βαθμολογία της βραχομάζας και η αντίστοιχη κατηγορία κατάταξης. Το σύστημα κατάταξης R.M.R. διαχωρίζει τη βραχομάζα σε πέντε (5) κατηγορίες ανάλογα με την ποιότητά της.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ					
1	Αντοχή υγιούς πετρώματος	Αντοχή με τη δοκιμή αιχμής > 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	Στην περίπτωση του χαμηλού αυτού εύρους τιμών προτιμάται η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη	
	Μονοαξονική αντοχή σε θλίψη	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa		
	Βαθμονόμηση	15	12	7	4	5-25 MPa 2 1-5 MPa 1 < 1 MPa 0	
2	RQD	90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%	
	Βαθμονόμηση	20	17	13	8	3	
3	Απόσταση ασυνεχειών	> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm	
	Βαθμονόμηση	20	15	10	8	5	
4	Κατάσταση ασυνεχειών (βλέπε πίνακα Ε)	Πολύ τραχείες επιφάνειες Not continuous	Ελαφρά τραχείες επιφάνειες Άνοιγμα < 1 mm	Ελαφρά τραχείες επιφάνειες Άνοιγμα < 1 mm	Λείες επιφάνειες με γραμμώσεις ολίσθησης H	Μαλακό υλικό πλήρωσης > 5 mm πάχους H Συνεχές άνοιγμα > 5 mm	
		Χωρίς άνοιγμα	Τοιχώματα με ελαφρό βαθμό αποσάθρωσης	Τοιχώματα με υψηλό βαθμό αποσάθρωσης	Υλικό πλήρωσης < 5mm πάχους H		
		Υγιή τοιχώματα			H Συνεχές άνοιγμα 1-5 mm		
	Βαθμονόμηση	30	25	20	10	0	
5	Υπεδαφικό νερό	Εισροή ανά 10 m μήκους σήραγγας	Καμία	< 10 litres/min	10-25 litres/min	25-125 litres/min	> 125
		Πίεση νερού ασυνεχειών	H	H	H	H	H
		Μεγίστη κύρια τάση	= 0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
		Γενικές συνθήκες	H Ξηρή κατάσταση	H Υγρή κατάσταση	H Πολύ υγρή κατάσταση	H Ροή στάγδην	H Ροή συνεχής
	Βαθμονόμηση	15	10	7	4	0	

Β. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

Προσανατολισμός διεύθυνσης και κλίσης ασυνεχειών		Πολύ ευνοϊκός	Ευνοϊκός	Μέτριος	Δυσμενής	Πολύ δυσμενής
Βαθμονομήσεις	Σήραγγες Θεμελιώσεις Πρανή	0 0 0	-2 -2 -5	-5 -7 -25	-10 -15 -50	-12 -25

Γ. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

Κατηγοριοποίηση	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 20
Κατηγορία	I	II	III	IV	V
Περιγραφή βραχομάζας	Πολύ καλής ποιότητας	Καλής ποιότητας	Μέτριας ποιότητας	Πτωχής ποιότητας	Πολύ πτωχής ποιότητας

Δ. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Κατηγορία	I	II	III	IV	V
Μέσος χρόνος ευσταθείας	10 χρόνια για 15 m άνοιγμα	6 μήνες για 8 m άνοιγμα	1 εβδομάδα για 5 m άνοιγμα	10 ώρες για 2.5m άνοιγμα	30 λεπτά για 1 m άνοιγμα
Συνοχή βραχομάζας	> 400 kPa	300 - 400 kPa	200 - 300 kPa	100 - 200 kPa	< 100 kPa
Γωνία τριβής βραχομάζας	> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Ε. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ

	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m
Συνέχεια	6	4	2	1	0
Βαθμονόμηση Άνοιγμα	Κανένα	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm
Βαθμονόμηση Τραχύτητα	6	5	4	1	0
	Πολύ τραχεία	Τραχεία	Ελαφρά τραχεία	Λεία	Λείες επιφάνειες με γραμμώσεις ολίσθησης
Βαθμονόμηση Υλικό πλήρωσης	6	5	3	1	0
Βαθμονόμηση	Κανένα	Σκληρό υλικό πλήρωσης <5mm	Σκληρό υλικό πλήρωσης >5mm	Μαλακό υλικό πλήρωσης <5mm	Μαλακό υλικό πλήρωσης >5mm
	6	4	2	1	0
Αποσάθρωση	Υγιής	Ελαφρά αποσασθρωμένη επιφάνεια	Μέτρια αποσασθρωμένη επιφάνεια	Ισχυρά αποσασθρωμένη επιφάνεια	Πλήρης αποσύνθεση
Βαθμονόμηση	6	5	3	1	0

Σχ. 6-32: Σύστημα κατάταξης βραχομάζας R.M.R.

6.7.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ G.S.I.

Ο Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής (G.S.I.) [16], εισήχθη τα τελευταία χρόνια για την απλούστευση της ταξινόμησης της βραχομάζας στην ύπαιθρο. Ο δείκτης αυτός εξαρτάται τόσο από την δομή της βραχομάζας (συστήματα ασυνεχειών, κερματισμός, πτυχώσεις και ρήγματα) όσο και από την κατάσταση των επιφανειών των ασυνεχειών.

Ο προσδιορισμός του GSI για την περίπτωση βραχωδών σχηματισμών γίνεται με χρήση του Σχ. 6-33:

<p>ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΡΗΓΜΑΤΩΜΕΝΟΥΣ ΒΡΑΧΟΥΣ (Hoek and Marinos, 2000) Βασίζομενοι στην εμφάνιση της βραχομάζας (περιγραφή δομής και κατάσταση επιφανείας ασυνεχειών) εκτιμήστε τη μέση τιμή του GSI, χωρίς υποχρεωτικά μεγάλη ακρίβεια. Το να επιλέξετε ένα εύρος τιμών από 33 ως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι GSI=36. Σημειώνεται ότι ο Πίνακας δεν εφιστάται να υιοθετηθεί ως κριτηριακά ελεγχόμενες οστάθεις. Στην περίπτωση που οι ασθενείς επίπεδες επιφάνειες έχουν μη ευνοϊκό προσανατολισμό σε σχέση με το πρηνές εκσκαφής, τότε αυτές καθορίζουν την συμπεριφορά της βραχομάζας. Η διαμητρική αντοχή επιφανειών σε βράχους που υπόκεινται σε εξασθένηση λόγω διακύμανσης της περιεκτικότητας σε υγρασία, είναι περιμετρώ μειωμένη όταν υπάρχει νερό. Όταν οι βραχομάζες ανήκουν στις μέτριες έως πτωχές κατηγορίες και υπάρχει νερό τότε μετακινούμαστε προς τα δεξιά. Η υδροστατική πίεση λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση ενεργών τάσεων.</p>	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΑΣ				
	<p>ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ Πολύ τραχιές, μη αποσπασθείσες επιφάνειες</p>	<p>ΚΑΛΗ Τραχιές, ελαφρώς αποσπασθείσες και οξείδωμένες επιφάνειες</p>	<p>ΜΕΤΡΙΑ Λείες, μερικές αποσπασθείσες και οξείδωμένες επιφάνειες</p>	<p>ΠΤΩΧΗ Επιφάνειες ολισθηρές, πολύ αποσπασθείσες με σημαντική επιφανειακά ή υλικό πλήρωσης με γωνιώδη βραχομάζα</p>	<p>ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΗ Επιφάνειες ολισθηρές, πολύ αποσπασθείσες με λασακό τραγικό υλικό πλήρωσης</p>
ΔΟΜΗ	ΜΕΙΟΥΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ →				
<p>INTACT OR MASSIVE - Άρηκτα βραχώδη τεμάχια ή άστρωτος βράχος με λίγες ασυνέχειες σε μεγάλη απόσταση</p>	90			N/A	N/A
<p>BLOCKY - Αδιατάρακτη βραχομάζα με πολύ καλό αλληλοκλειδωμά που αποτελείται από κυβικά τεμάχια οριζόμενα από τρεις ορθογώνια τεμνόμενες οικογένειες ασυνεχειών</p>	80	70			
<p>VERY BLOCKY - Μερικώς διαταραγμένη βραχομάζα με πολύπλευρα γωνιώδη τεμάχια (blocks) που σχηματίζονται από τέσσερις ή περισσότερες οικογένειες ασυνεχειών</p>		60	50		
<p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - Πτυχωμένη με γωνιώδη τεμάχια που σχηματίζονται από πολλές αλληλοτεμνόμενες οικογένειες ασυνεχειών. Εμμονή στρώσης ή σχισμότητας</p>			40	30	
<p>DISINTEGRATED - Ισχυρά κερματισμένη βραχομάζα με πτωχό αλληλοκλειδωμά και με ταυτόχρονη παρουσία γωνιωδών και αποστρωγυλωμένων τεμαχίων</p>				20	
<p>LAMINATED/SHEARED - Φυλλώδης ή σχιστοποιημένη και τεκτονικώς διαμητρική ασθενής βραχομάζα. Η σχετικότητα επικρατεί έναντι οποιασδήποτε άλλης οικογένειας ασυνεχειών εμποδίζοντας την δημιουργία γωνιωδών τεμαχίων</p>	N/A	N/A		10	
	ΜΕΙΟΥΜΕΝΟ ΑΛΛΗΛΟΚΛΕΙΔΩΜΑ ΤΩΝ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ↓				

Σχ. 6-33: Διάγραμμα G.S.I.

6.7.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ R.M.R. & G.S.I.

Η κατάταξη των βραχωδών γεωτεχνικών ενότητων που θα συναντηθούν στην περιοχή του έργου κατά τα συστήματα ταξινόμησης βραχομάζας R.M.R. & G.S.I. παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίν. 6-4:

Πίν. 6-4: Κατάταξη βραχωδών γεωτεχνικών ενότητων κατά R.M.R. & G.S.I.

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ				ΤΙΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
		ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	
		min	max	X_m	σ_{n-1}	
Γ	RMR			37		37
	GSI			32		32
Δ2	RMR			31		31
	GSI			26		26
Ε2	RMR	30	52	38	6.1	35
	GSI	17	60	36	11.0	31
Ε3	RMR	23	57	40	8.4	36
	GSI	15	60	35	12.2	29
ΣΤ	RMR			74		74
	GSI			75		75

Οι συγκεντρωτικοί πίνακες με τις κατατάξεις των βραχωδών σχηματισμών στις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν, ανά γεωτεχνική ενότητα, παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ζ.

6.7.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ HOEK & BROWN

Η εκτίμηση των παραμέτρων αντοχής (συνοχή, γωνία τριβής, μέτρο παραμορφωσιμότητας, αντοχή βραχομάζας σε μονοαξονική θλίψη) προσδιορίζεται με εφαρμογή του κριτηρίου “Hoek & Brown (2002)” [17], [18], η οποία θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού Roclab ver.1.031 της εταιρείας Rocscience.

Οι παράμετροι υπολογισμού για την εφαρμογή του κριτηρίου “Hoek – Brown” στις βραχώδεις γεωτεχνικές ενότητες λαμβάνονται ως εξής :

- Η χαρακτηριστική τιμή της αντοχής άρρηκτου πετρώματος σ_{ci} λαμβάνεται με στατιστική επεξεργασία των δοκιμών αντοχής σε μονοαξονική θλίψη, αφαιρώντας από τη μέση τιμή X_m το μισό της τυπικής απόκλισης σ_{n-1} .
- Η παράμετρος m_i για κάθε γεωτεχνική ενότητα λαμβάνεται από τον σχετικό πίνακα που δίδεται στη βιβλιογραφία [19], με ταυτόχρονη συναξιολόγηση του ποσοστού συμμετοχής κάθε γεωυλικού στη βραχομάζα της ενότητας.
- Η παράμετρος MR για κάθε γεωτεχνική ενότητα λαμβάνεται από τον σχετικό πίνακα που δίδεται στη βιβλιογραφία [18], με ταυτόχρονη συναξιολόγηση του ποσοστού συμμετοχής κάθε γεωυλικού στη βραχομάζα της ενότητας.

Θα εξετασθεί τόσο η γενική περίπτωση εφαρμογής του κριτηρίου όσο και η περίπτωση εφαρμογής για σήραγγες (θερώντας ύψος υπερκειμένων περί τα 25 m & φαινόμενο βάρος 24 kN/m³), για κατάσταση αμελητέας διατάραξης πετρώματος (D = 0) λόγω χρήσης T.B.M στις εργασίες διάνοιξης της σήραγγας.

Τα δεδομένα που εισάγονται καθώς και τα αποτελέσματα της εφαρμογής του κριτηρίου “Hoek & Brown” για τις βραχώδεις γεωτεχνικές ενότητες, δίδονται αναλυτικά στο Παράρτημα Z και συγκεντρωτικά στον Πίν. 6-5.

Πίν. 6-5: Εκτίμηση γεωμηχανικών χαρακτηριστικών με χρήση του κριτηρίου Hoek - Brown

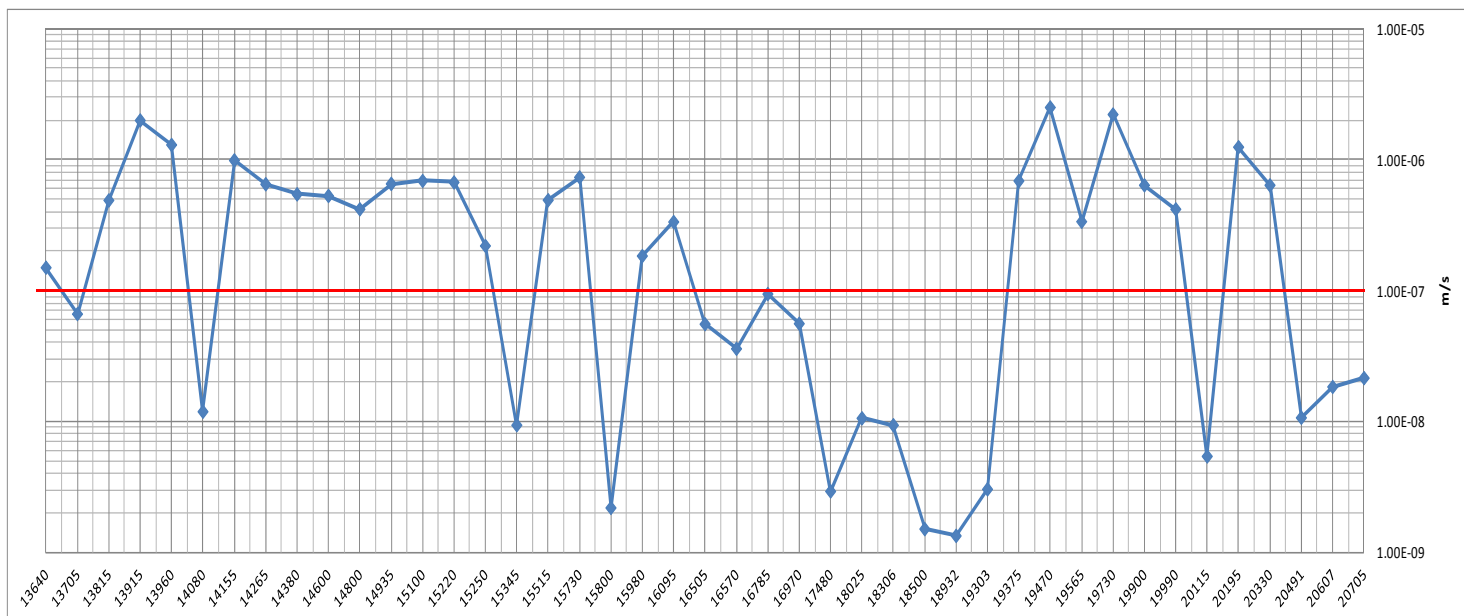
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	G.S.I.	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΑΡΡΗΚΤΟΥ ΒΡΑΧΟΥ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ	ΓΩΝΙΑ	ΣΥΝΟΧΗ	ΑΝΤΟΧΗ	ΜΕΤΡΟ
		ΔΙΑΤΑΡΑΞΗΣ	ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	MR	m_i		ΤΡΙΒΗΣ		ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	ΠΑΡΑΜ/ΤΑΣ
		ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	σ_{ci}				ϕ	c	σ_{cm}	E
		D	(MPa)				(o)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Γ	32	0	4.4	350	16	ΓΕΝΙΚΟ	29.10	0.190	0.087	142.81
						ΣΗΡΑΓΓΑ	40.13	0.075	0.087	142.81
Δ2	26	0	8.7	275	12	ΓΕΝΙΚΟ	24.85	0.300	0.940	151.89
						ΣΗΡΑΓΓΑ	40.61	0.077	0.940	151.89
Ε2	31	0	4.0	225	13	ΓΕΝΙΚΟ	27.05	0.158	0.515	78.15
						ΣΗΡΑΓΓΑ	37.24	0.067	0.515	78.15
Ε3	29	0	4.3	300	10	ΓΕΝΙΚΟ	24.30	0.148	0.459	98.49
						ΣΗΡΑΓΓΑ	34.79	0.060	0.459	98.49
ΣΤ	75	0	25.7	800	10	ΓΕΝΙΚΟ	37.69	2.050	8.350	16784.16

6.8 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Κατά τις γεωτεχνικές έρευνες που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας για την περιοχή της χάραξης, έχουν εκτελεστεί συνολικά 51 δοκιμές υδατοπερατότητας σταθερού φορτίου (MAAG) και 38 δοκιμές τύπου Lugeon.

Όπως προέκυψε από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των δοκιμών αυτών, οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k κυμαίνονται από 10^{-5} έως 10^{-7} m/s και τοπικά είναι μικρότερες από 10^{-7} m/s, που σημαίνει ότι οι σχηματισμοί οι οποίοι εντοπίζονται κατά μήκος του άξονα της χάραξης κατατάσσονται στην κατηγορία των ημιπερατών και κατά τόπους πρακτικά αδιαπέρατων σχηματισμών.

Στο Σχ. 6-34 που ακολουθεί παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του συντελεστή υδατοπερατότητας περίπου στο βάθος διέλευσης της σήραγγας κατά μήκος της χάραξης. Στις περιοχές στις οποίες οι τιμές είναι πάνω από την κόκκινη γραμμή αναμένεται να συναντηθούν ημιπερατοί σχηματισμοί, ενώ σε όσες οι τιμές εμφανίζονται κάτω από την γραμμή οι σχηματισμοί θα είναι πρακτικά αδιαπέρατοι.



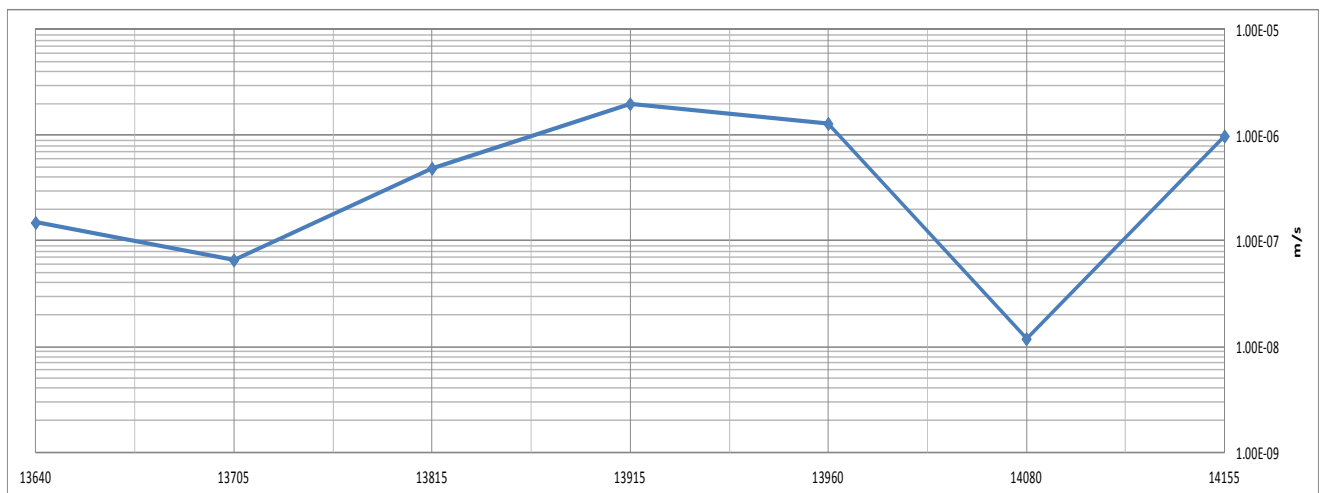
Σχ. 6-34: Διακύμανση τιμών συντελεστή υδατοπερατότητας κατά μήκος της χάραξης

Στη συνέχεια οι μετρηθείσες τιμές κατηγοριοποιήθηκαν αναλόγως του γεωλογικού σχηματισμού στον οποίο πραγματοποιήθηκαν. Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας για τους γεωλογικούς σχηματισμούς που εντοπίζονται κατά μήκος της χάραξης έχουν ως εξής:

➤ Σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκή σειρά

Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k στην περιοχή εμφάνισης του σχηματισμού (από χ.θ. 13+565 έως χ.θ. 14+200) κυμαίνονται από 1.19×10^{-8} m/s έως 2.0×10^{-6} m/s, με μέση τιμή 7.15×10^{-7} m/s, που σημαίνει ότι ο σχηματισμός είναι ημιπερατός και τοπικά αδιαπέρατος.

Στο Σχ. 6-35 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του συντελεστή υδατοπερατότητας περίπου στο βάθος διέλευσης της σήραγγας κατά μήκος της χάραξης στο τμήμα εμφάνισης της σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς.



Σχ. 6-35: Διακύμανση τιμών συντελεστή υδατοπερατότητας από χ.θ. 13+565 έως χ.θ. 14+200

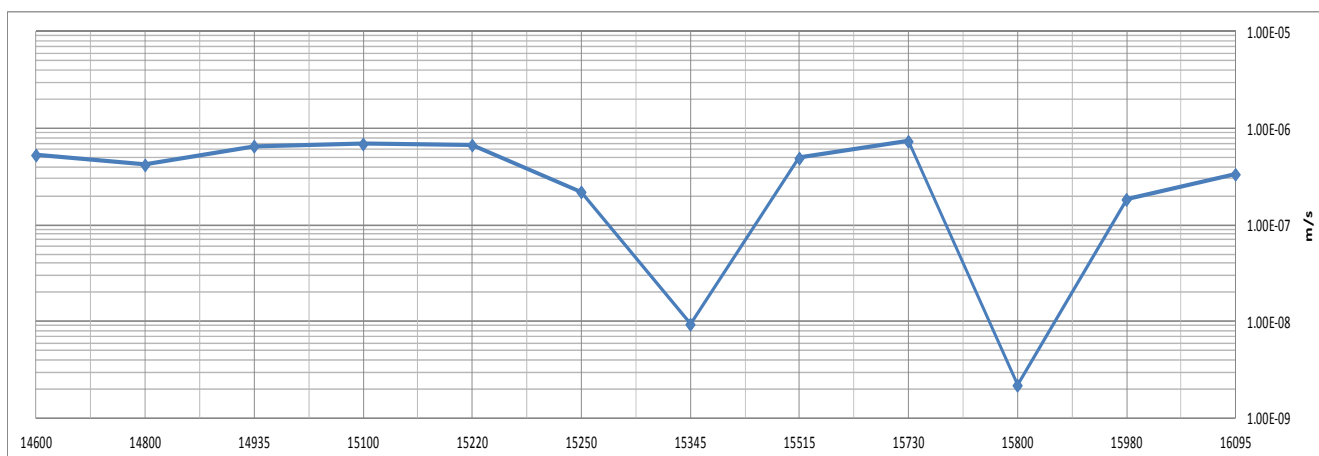
➤ Νεογενείς σχηματισμοί Ψυχικού

Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k στην περιοχή εμφάνισης του σχηματισμού (από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400) κυμαίνονται από 5.45×10^{-7} m/s έως 6.51×10^{-7} m/s, με μέση τιμή 5.98×10^{-7} m/s, που σημαίνει ότι οι σχηματισμοί αυτοί είναι ημιπερατοί.

➤ Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι

Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k στην περιοχή εμφάνισης του σχηματισμού (από χ.θ. 14+400 έως χ.θ. 16+500) κυμαίνονται από 2.19×10^{-9} m/s έως 7.35×10^{-7} m/s, με μέση τιμή 4.12×10^{-7} m/s, που σημαίνει ότι ο σχηματισμός είναι ημιπερατός και κατά τόπους αδιαπέρατος.

Στο Σχ. 6-36 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του συντελεστή υδατοπερατότητας περίπου στο βάθος διέλευσης της σήραγγας κατά μήκος της χάραξης στο τμήμα εμφάνισης των αθηναϊκών σχιστόλιθων.

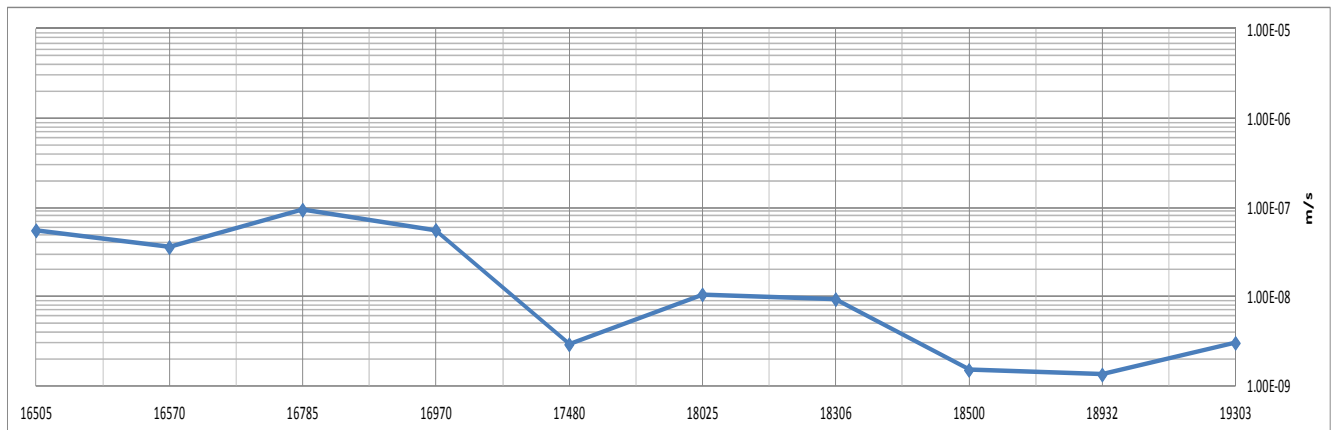


Σχ. 6-36: Διακύμανση τιμών συντελεστή υδατοπερατότητας από χ.θ. 14+400 έως χ.θ. 16+500

➤ Σχηματισμός ερυθρών πηλών

Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k στην περιοχή εμφάνισης του σχηματισμού (από χ.θ. 16+500 έως χ.θ. 19+150) κυμαίνονται από 1.34×10^{-9} m/s έως 9.43×10^{-8} m/s, με μέση τιμή 2.71×10^{-8} m/s, που σημαίνει ότι ο σχηματισμός είναι εν γένει αδιαπέρατος.

Στο Σχ. 6-37 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του συντελεστή υδατοπερατότητας περίπου στο βάθος διέλευσης της σήραγγας κατά μήκος της χάραξης στο τμήμα εμφάνισης των ερυθρών πηλών.

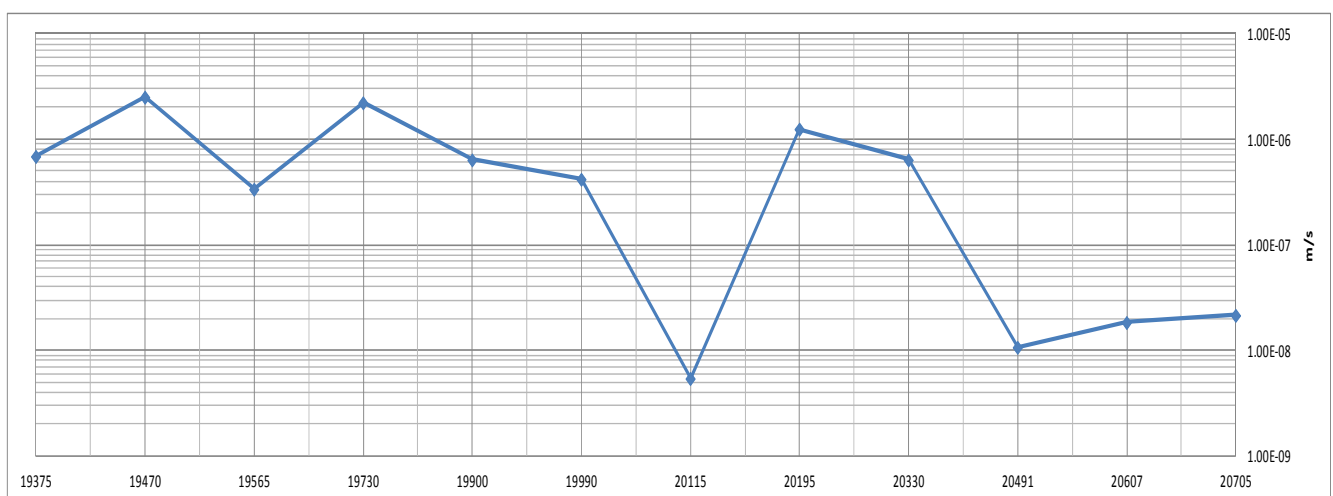


Σχ. 6-37: Διακύμανση τιμών συντελεστή υδατοπερατότητας από χ.θ. 16+500 έως χ.θ. 19+150

➤ Νεογενείς σχηματισμοί Αμαρουσίου

Οι τιμές του συντελεστή υδατοπερατότητας k στην περιοχή εμφάνισης του σχηματισμού (από χ.θ. 19+150 έως χ.θ. 20+883) παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά καθώς κυμαίνονται από 3.2×10^{-9} m/s έως 2.51×10^{-6} m/s, με μέση τιμή 6.74×10^{-7} m/s, που σημαίνει ότι ο σχηματισμός είναι ημιπερατός (στις περιοχές που επικρατούν κροκαλοπαγή – φαμμίτες λόγω του συστήματος των ασυνεχειών τους και του πρωτογενούς πορώδους τους) έως πρακτικά αδιαπέρατος (στις θέσεις που ο σχηματισμός είναι συμπαγής λόγω της αργιλικής σύστασης της συνδετικής ύλης καθώς και στις περιοχές που επικρατούν ιλυόλιθοι).

Στο Σχ. 6-38 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του συντελεστή υδατοπερατότητας περίπου στο βάθος διέλευσης της σήραγγας κατά μήκος της χάραξης στο τμήμα εμφάνισης των σχηματισμών αυτών.



Σχ.6-38: Διακύμανση τιμών συντελεστή υδατοπερατότητας από χ.θ. 19+150 έως χ.θ. 20+883

6.9 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι γεωτεχνικές παράμετροι σχεδιασμού για κάθε αναγνωρισμένη γεωτεχνική ενότητα εκτιμώνται από τη συναξιολόγηση των αποτελεσμάτων των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, της εφαρμογής των εμπειρικών σχέσεων ταξινόμησης και των διαθέσιμων βιβλιογραφικών πηγών [20]. Στον Πίν. 6-6 παρουσιάζονται ανά γεωτεχνική στρώση οι γεωτεχνικές παράμετροι σχεδιασμού.

Πίν. 6-6: Γεωτεχνικές παράμετροι σχεδιασμού

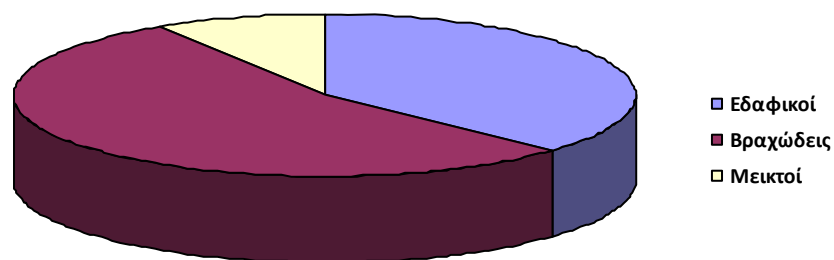
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)	ΕΝΕΡΓΟΣ ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ϕ' ($^{\circ}$)	ΕΝΕΡΓΟΣ ΣΥΝΟΧΗ c' (kPa)	ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ c_u (kPa)	ΜΕΤΡΟ ΠΑΡΑΜ/ΤΑΣ E_s (MPa)	ΑΝΤΟΧΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ σ_{cm} (MPa)	ΛΟΓΟΣ POISSON ν
TE	20.0	25.0	0.0	2.5	10.0		
A	19.0	27.5	7.5	15.0	15.0		
B	21.0	22.5	30.0	50.0	5.0		
Γ	23.0	29.1	190.0		142.8	0.087	
Δ1	20.0	25.0	15.0	33.0	3.5		
Δ2	22.0	24.0	300.0		150.9	0.940	
E1	21.0	32.0	10.0	30.0	15.0		
E2	24.0	27.1	158.0		78.2	0.515	0.28
E3	24.0	24.3	148.0		98.5	0.459	0.25
ΣΤ	26.0	37.7	2050.0		16784.2	8.350	

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν σε σχέση με τις γεωτεχνικές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή κατά μήκος του τμήματος Φάρος – Μαρούσι της Γραμμής 4 του ΜΕΤΡΟ Αθηνών από την επεξεργασία και αξιολόγηση των γεωτεχνικών ερευνών, επισημαίνονται ακολούθως:

- Κατά τις εργασίες διάτρησης της σήραγγας και των ενδιάμεσων σταθμών του τμήματος αυτού της χάραξης θα συναντηθούν σχηματισμοί οι οποίοι παρουσιάζουν πολύ μεγάλες διακυμάνσεις στα γεωμηχανικά τους χαρακτηριστικά και στην εν γένει συμπεριφορά τους. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε η ύπαρξη τόσο εδαφικών όσο και βραχωδών σχηματισμών, ενώ σε πολλές θέσεις εντοπίστηκαν σχηματισμοί που παρουσιάζουν μεικτή συμπεριφορά η οποία εξαρτάται από το υλικό το οποίο επικρατεί.

Το μήκος διάτρησης εντός βραχωδών σχηματισμών κατά μήκος της σήραγγας υπολογίζεται σε περίπου 3840 m, ήτοι 54% του συνολικού μήκους αυτής, ενώ περί τα 2730 m (37% μήκους σήραγγας) θα διατρηθούν εντός εδαφικών σχηματισμών. Σημειώνεται επίσης ότι για μήκος περίπου 650 m (9% μήκους σήραγγας) αναμένονται σχηματισμοί που παρουσιάζουν μεικτή συμπεριφορά.



Η ανομοιογένεια αυτή των υλικών διάτρησης θα οδηγήσει σε σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά τη φάση κατασκευής του έργου, σε θέματα όπως η εκσκαψιμότητα των υλικών, η ανάγκη εφαρμογής διαφορετικών μέτρων υποστήριξης αναλόγως του σχηματισμού, η υδατοπερατότητα και τα χαρακτηριστικά της πιθανής υδατικής κυκλοφορίας εντός της μάζας τους και οι χαρακτηριστικές γεωτεχνικές παράμετροι κάθε σχηματισμού.

- Σε πολλές περιοχές κατά μήκος της χάραξης, εντοπίζονται ζώνες έντονου κερματισμού και τεκτονικής καταπόνησης των συναντώμενων σχηματισμών που οφείλονται στην ύπαρξη ρηγματογενών ζωνών και ζωνών διάτμησης σε διάφορες θέσεις.

Χαρακτηριστική ζώνη κατακερματισμού των συναντώμενων υλικών εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της χάραξης από το σταθμό «Φάρος» έως τη χ.θ. 14+200 περίπου. Οι βραχώδεις και τοπικά μεικτής συμπεριφοράς σχηματισμοί της σχιστο-ψαμμιτο-μαργαϊκής σειράς των αθηναϊκών σχιστολίθων είναι πολύ έως εντελώς κατακερματισμένοι σχεδόν στο σύνολο εμφάνισής τους κατά μήκος της σήραγγας στο τμήμα αυτό.

- Κατά μήκος του συγκεκριμένου τμήματος της χάραξης (χ.θ. 13+565 – χ.θ. 20+883) έχουν εκτελεστεί από την εταιρεία ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. συνολικά 59 ερευνητικές, δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, σε δύο φάσεις έρευνας. Τούτο σημαίνει ότι αντιστοιχεί μία γεώτρηση κάθε 125 m μήκους χάραξης, πυκνότητα που θεωρείται πολύ ικανοποιητική για γεωτεχνικές έρευνες σε γραμμικά έργα όπως σιδηροδρομικά, οδοποιίες, σήραγγες κλπ.

Παρ' όλα αυτά, μετά την επεξεργασία των διαθέσιμων στοιχείων παραμένουν κάποια αναπάντητα ερωτήματα σε σχέση με το γεωλογικό – γεωτεχνικό προσομοίωμα κατά μήκος της χάραξης, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην αδυναμία οριοθέτησης της τοπικής Νεογενούς λεκάνης στην περιοχή του 2^{ου} υποτμήματος από χ.θ. 14+200 έως χ.θ. 14+400 και της χωρικής έκτασης που καταλαμβάνει η λιγνιτική εμφάνιση στο βάθος διέλευσης της σήραγγας στην περιοχή αυτή ή το πάχος των αλλουβιακών αποθέσεων στις θέσεις διέλευσης των ρεμάτων Φιλοθέης & Χαλανδρίου.

Για την άρση των αβεβαιοτήτων αυτών ενδεχομένως να απαιτηθεί η εκτέλεση περιορισμένου αριθμού συμπληρωματικών γεωτρήσεων σε συγκεκριμένες θέσεις. Πιο συγκεκριμένα προτείνεται η εκτέλεση:

- μίας (1) γεώτρησης βάθους 30 m περί τη χ.θ. 14+140,
- μίας (1) γεώτρησης βάθους 30 m περί τη χ.θ. 14+450 ,
- μίας (1) γεώτρησης βάθους 10 – 15 m στη χ.θ. 15+750 και
- μίας (1) γεώτρησης βάθους 10 – 15 m στη χ.θ. 16+530.

- Όπως προκύπτει από τις διαθέσιμες μετρήσεις και παρουσιάζεται στον Ισοπιεζομετρικό Χάρτη της ευρύτερης περιοχής (Σχ-04), το σύνολο της σήραγγας βρίσκεται κάτω από τη στάθμη των υπογείων υδάτων. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χάραξης η στάθμη των υπογείων υδάτων εντοπίστηκε σε βάθος μικρότερο των 10 m, με εξαίρεση την περιοχή από χ.θ. 14+800 έως χ.θ. 16+300 όπου συναντήθηκε σε βάθη άνω των 10 m και τοπικά 15 m.

Η υπόγεια υδροφορία είναι ως επί το πλείστον φρέατια ή κατά τόπους υπό πίεση και το σύνολο των συναντώμενων σχηματισμών ανήκουν στην κατηγορία των ημιπερατών έως αδιαπέρατων πετρωμάτων.

Τούτο σημαίνει ότι η σήραγγα θα διανοιχθεί σε υγρές έως ύφυγρες συνθήκες, ενώ θα υπάρχουν και τμήματα (κυρίως στο σχηματισμό των ερυθρών πηλών) στα οποία η διάνοιξη θα γίνει σε στεγνό περιβάλλον.

Τοπικά πάντως, ενδέχεται να συναντηθούν συνθήκες με αυξημένες υδατικές εισροές όπως στις ρηγματωμένες ζώνες και στις ζώνες διάτμησης, στις θέσεις διέλευσης των ρεμάτων και στις θέσεις των υπογείων αξόνων αποστράγγισης της περιοχής, καθώς και στις περιοχές συνάντησης ζωνών με παρουσία χαλαρών κροκαλοπαγών και άλλων αδρόκοκκων υλικών.

Στις περιοχές κατασκευής των σταθμών θα πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε υδροφόρου ορίζοντα, ειδικά όταν συνδυάζονται με παρουσία ρήγματος ή/και διέλευση ρέματος (σταθμός Φιλοθέης, σταθμός Χαλανδρίου).

- Από παρατηρήσεις του ψηφιακού χάρτη ισοβαθών καμπυλών του αλπικού υποβάθρου (Σχ-05), προκύπτει ότι στο νότιο τμήμα της χάραξης, από την αρχή του εξεταζόμενου τμήματος έως τη χ.θ. 15+800 περίπου, το βραχώδες υπόβαθρο εντοπίζεται σε βάθος μικρότερο των 10 m και κατά θέσεις ακόμα ψηλότερα (<5 m) έως και επιφανειακά μέχρι τη χ.θ. 14+000. Στη συνέχεια, το υπόβαθρο βυθίζεται σταθερά προς βορρά με αποτέλεσμα μετά τη χ.θ. 16+800 να συναντάται σε μεγάλα βάθη, άνω των 30 m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

- Ο χάρτης ισοπαχών καμπύλων του σχηματισμού των ερυθρών πηλών (Σχ-06) απεικονίζει τη διακύμανση του πάχους του συγκεκριμένου σχηματισμού κατά μήκος του εξεταζόμενου τμήματος της χάραξης. Έτσι φαίνεται ότι ενώ στο νότιο τμήμα (περί τη χ.θ. 15+800) το πάχος είναι μικρότερο των 5 m, στη συνέχεια αρχίζει και αυξάνεται σταδιακά μέχρι να μεγιστοποιηθεί στην περιοχή από χ.θ. 18+400 έως χ.θ. 19+100 με πάχος άνω των 35 m, ενώ ακολούθως παρατηρείται μία μείωση του πάχους με σχετικά πιο απότομο τρόπο μέχρι το μηδενισμό του και την επιφανειακή εμφάνιση των νεογενών σχηματισμών του Αμαρουσίου.
- Δεδομένου ότι οι παλαιές χρήσεις γης στην περιοχή διέλευσης της χάραξης πριν την αστικοποίησή της αφορούσαν κυρίως την αγροτική δραστηριότητα, ενδέχεται να υπάρχουν παλιά πηγάδια – υδρογεωτρήσεις, τα οποία σήμερα να έχουν καταστραφεί επιφανειακά ή μπαζωθεί. Δεν μπορεί να αποκλειστεί επίσης η ύπαρξη οριζόντιων υπόγειων στοών υδρομάστευσης (π.χ. σε βάθος 21.10 – 23.00 m στη γεώτρηση FP 2223) σε θέσεις κατά μήκος της χάραξης.

Σύμφωνα επίσης με τα διαθέσιμα στοιχεία, περί τη χ.θ. 16+920 αναμένεται η ύπαρξη υπόγειας στοάς η οποία ανήκει στο δίκτυο στοών του Αδριάνειου Υδραγωγείου.

Είναι προφανές ότι σε περίπτωση συνάντησης κάποιας τέτοιας δομής η οποία δεν θα έχει προβλεφθεί, μπορεί να προκύψει απότομη εισροή εδαφικού ασύνδετου υλικού εντός της σήραγγας και εκδήλωση απρόβλεπτων καθιζήσεων στην επιφάνεια του εδάφους.

Κρίνεται ως εκ τούτου σκόπιμη η εκτέλεση οριζόντιων ερευνητικών διατρήσεων μπροστά από το μέτωπο της σήραγγας στις περιοχές αυτές, ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη και το μέγεθός τους και να εφαρμοσθούν μέτρα αντιμετώπισής τους (π.χ. ενεμάτωση ή πλήρωση μεγάλων κενών με σκυρόδεμα κ.α.). Εναλλακτικά, μπορεί να εφαρμοσθεί η μέθοδος προσδιορισμού των συνθηκών μπροστά από το μέτωπο με τη χρήση γεωφυσικών μεθόδων, αφού πρώτα βαθμολογηθεί τοπικά η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί και επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία της.

- Για την περίπτωση διάνοιξης σήραγγας σε περιοχές όπου συναντώνται τόσο έντονα ανομοιογενείς γεωτεχνικές συνθήκες, με μικρό ύψος υπερκειμένων σε αστικό περιβάλλον, εντός του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, η πιο κατάλληλη μέθοδος κατασκευής είναι η χρήση Μηχανήματος Ολομέτωσης Εκσκαφής (TBM) με σύστημα Εξισορρόπησης Εδαφικής Πίεσης (EPB). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία σε αντίστοιχα εδάφη κατά την κατασκευή της επέκτασης της Γραμμής 3 προς Δουκ.

Πλακεντίας (σταθμός Χαλάνδρι έως φρέαρ Ξάνθου) καθώς και στην επέκταση της Γραμμής 2 προς Ελληνικό.

Για τις περιοχές όπου κατά μήκος της σήραγγας θα διατηρηθούν βραχώδεις σχηματισμοί της ανώτερης και κατώτερης σειράς των αθηναϊκών σχιστολίθων και των νεογενών του Αμαρουσίου, θεωρούμε πως η μέθοδος θα λειτουργήσει ικανοποιητικά, καθώς οι τιμές της μονοαξονικής θλίψης κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 5 – 15 MPa και αρκετά συχνά χαμηλότερες, ο κερματισμός των υλικών κυμαίνεται από μέτριος έως υψηλός, ενώ επιπλέον υπάρχουν ζώνες έντονης αποσάθρωσης (εδαφοποίησης) και κατακερματισμού με αποτέλεσμα οι σχηματισμοί στις ζώνες αυτές να παρουσιάζουν μεικτή συμπεριφορά.

Σε περίπτωση πάντως που αποδειχθεί ότι η μέθοδος στα βραχώδη υλικά δεν αποδίδει, είναι εφικτή αρχικά η αντικατάσταση των κοπτικών δίσκων της κεφαλής κοπής με ισχυρότερους και η προσθήκη συρτικών κοπτικών δοντιών (drag picks) για τον θρυμματισμό των πετρωμάτων μικρής αντοχής, ενώ υπό προϋποθέσεις μπορεί ακόμα και να αφαιρεθεί η πρόσθια ασπίδα του EPB ώστε το TBM να λειτουργήσει με συμβατικό τρόπο.

Εναλλακτικά πάντως, μπορεί να εξεταστεί και η χρήση της συμβατικής μεθόδου εκσκαφής (NATM) στην περιοχή από το σταθμό Φάρο έως το σταθμό Σίδερα και στην περιοχή από το φρέαρ του TBM περί τη χ.θ. 19+300 έως το πέρας της χάραξης, με χρήση του TBM – EPB στην περιοχή από το σταθμό Σίδερα έως το φρέαρ εξόδου αυτού.

- Η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την κατασκευή των σταθμών είναι η μέθοδος ανοικτού ορύγματος (Cut & Cover), η οποία έχει εφαρμοστεί σχεδόν σε όλους τους σταθμούς που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα.

Κατά την κατασκευή των σταθμών θα συναντηθεί σε σχετικά μικρό βάθος η στάθμη των υπογείων. Πριν την έναρξη των εργασιών άντλησης των υδάτων του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, θα πρέπει να έχει προηγηθεί διερεύνηση των υδραυλικών χαρακτηριστικών του υπόγειου υδροφορέα, ώστε να μην προκύψουν καθιζήσεις στις γειτνιάζουσες κατασκευές κατά τη διάρκεια της άντλησης. Ειδικά στην περίπτωση του σταθμού «Σίδερα» απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς αναμένεται η διέλευση εντός αυτού του ρέματος του Χαλανδρίου που αναπτύσσεται μάλιστα κατά μήκος πιθανού ίχνους ρήγματος.

Η διερεύνηση αυτή μπορεί να γίνει με την εκτέλεση δοκιμαστικών αντλήσεων σε υφιστάμενες ή νέες εφόσον απαιτηθεί ερευνητικές γεωτρήσεις.

- Κατά μήκος της Λ. Κηφισίας και εκατέρωθεν αυτής έχουν κατασκευαστεί τα τελευταία χρόνια μεγάλα κτίρια επαγγελματικής κυρίως χρήσης, πολλά εκ των οποίων διαθέτουν άνω των δύο υπογείων. Τούτο σημαίνει ότι υπάρχει ισχυρή πιθανότητα κατά τις εργασίες διάτρησης της σήραγγας και εκσκαφής των σταθμών και των φρεάτων αερισμού αυτής να συναντηθούν τμήματα του συστήματος αντιστήριξης των πρανών των ορυγμάτων που είχαν διανοιχθεί για την κατασκευή των υπογείων αυτών, όπως αγκύρια, πάσσαλοι κλπ.

Ειδικά στις περιοχές χ.θ. 18+130 – χ.θ. 18+600, χ.θ. 18+800 – χ.θ. 19+100 και χ.θ. 19+350 – χ.θ. 19+600, η χάραξη δεν διέρχεται κάτωθεν της Λ. Κηφισίας ή άλλων οδών αλλά κινείται κάτωθεν δομημένων ιδιοκτησιών, μεγαλώνει ως εκ τούτου η πιθανότητα συνάντησης των συστημάτων αντιστήριξης του ορύγματος θεμελίωσής τους.

Σε κάθε περίπτωση κάτι τέτοιο θα πρέπει να αποφευχθεί. Το βάθος διέλευσης της σήραγγας θα πρέπει να υπολογιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να συναντηθούν τα στοιχεία της αντιστήριξης κτιρίων που βρίσκονται πλησίον του άξονα της χάραξης.

8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Παπαδέας, Γ., «Γεωλογικές έρευνες στην Αττική», Ε.Κ.Π.Α., 2002.
- [2] Σαμπατακάκης, Ν., «Τεχνικογεωλογική έρευνα λεκανοπεδίου Αθηνών», Διδακτορική διατριβή, Παν/μιο Πατρών, 1991.
- [3] Αντωνίου, Β., «Οι γεωπεριβαλλοντικές συνθήκες του λεκανοπεδίου Αθηνών», Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών, 2000.
- [4] Αντωνίου, Α., «HeIGeoRDaS: Πρωτότυπο σχεσιακό σύστημα διαχείρισης γεωτεχνικών δεδομένων και συνεργασία του με Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών – εφαρμογή γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στη γεωτεχνική μηχανική», Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π., 2003.
- [5] Κουτσογιάννης, Δ., «Υδρολογική Μελέτη Πλημμύρων – Ερευνητικό έργο με τίτλο: Διερεύνηση και αντιμετώπιση προβλημάτων ευστάθειας των πρηνών και του πυθμένα του ρέματος Φιλοθέης με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων και σύγχρονων περιβαλλοντικών τεχνικών», Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων Ε.Μ.Π., Σεπτέμβριος 2004.
- [6] Alexouli - Livaditi, A, Vouvalidis, K., Livaditis, G. and Pechlivanidou S., «Drainage network characteristics of athens plain at the end of the 19th century», Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, том. XXXX, 2007, Πρακτικά 11^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Μάιος 2007.
- [7] Μάνου. Δ., «Σύγχρονες Τεχνικές Τηλεπισκόπησης στον έλεγχο και την καταγραφή της αστικής ανάπτυξης – Μελέτη εφαρμογής: το τμήμα του άνω ρου του Κηφισού ποταμού», Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.
- [8] Χριστουλας, Σ., Σαμπατακάκης, Ν., Τσιαμπάος Γ., Μπουκοβάλας, Γ., «Συσχετισμός εδάφους και ζημιών στο Χαλάνδρι από τους σεισμούς του 1981», Δελτίο Κ.Ε.Δ.Ε., Τεύχος 1-2/1986.
- [9] Marinos, P., Bouckovalas, G., Tsiambaos, G., Sabatakakis, N., Antoniou, A., “Ground zoning against seismic hazard in Athens, Greece”, Engineering Geology 62 (2001), pp 343-356.

- [10] Γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε.- φύλλο Κηφισιά, κλίμακα 1:50.000, 2002.
- [11] Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής Νομαρχίας Αθηνών – φύλλα 7 & 8, κλίμακα 1:10.000, Ι.Γ.Μ.Ε. & Παν/μιο Πατρών, 2007.
- [12] Τεκτονικός χάρτης περιοχής Νομαρχίας Αθηνών, κλίμακα 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε. & Παν/μιο Πατρών, 2007.
- [13] Tsiambaos, G., Sabatakakis, N., “Considerations on strength of intact sedimentary rocks”, Engineering Geology 72 (2004), p.261 -273.
- [14] Bieniawski, Z.T., “The Rock Mass Rating (RMR) System (Geomechanics Classification) in Engineering Practices.” Rock Classification Systems for Engineering Purposes, 17-34. Philadelphia, Pennsylvania: American Society for Testing and Materials, 1988.
- [15] Bieniawski, Z.T., “Engineering Rock Mass Classifications”, John Wiley and Sons, New York, 1989.
- [16] Marinou, P., Hoek, E., “GSI: A geologically friendly tool for rock mass strength estimation”, 2000.
- [17] Hoek, E., Carranza-Torres, C., Corcum, B., “Hoek – Brown failure criterion / 2002 edition”.
- [18] Hoek, E and Diederichs, M.S. 2006. Empirical estimation of rock mass modulus.
- [19] Hoek, E., Kaiser, P., Barton, W., “Support of Underground Excavations in Hard Rock” 1995.
- [20] Türke, H., “Statik im Erdbau”, 3. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, April 1999.
- [21] Εξαδάχτυλος, Γ., Σταυροπούλου, Μ.: Κατασκευή και Μηχανική των σιράγγων και των υπογείων έργων», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2006.
- [22] Κουκουτάς, Σ., Γιούτα – Μήτρα, Π., Πλέτσης, Σ., Σοφιανός, Α.Ι.: «Θεωρητικές και Πραγματικές Καθιζήσεις Κατά τη Διάνοιξη του Μετρό της Αθήνας στην Επέκταση του Ελληνικού», 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής & Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, ΤΕΕ, 29/09 – 1/10 2010, Βόλος.
- [23] Κουκουτάς, Σ., «Επέκταση της γραμμής 3: Η Επιλογή του Μηχανήματος Ολομέτωπης Κοπής με Ασπίδα», Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, Τεύχος 2022, 2002, σελ. 140-144.

Τεχνικές Μελέτες

- [24] Εδαφοτεχνικό ερευνητικό πρόγραμμα για την επέκταση στη Λ. Κηφισίας και για το σταθμό μετεπιβίβασης Εθνική Άμυνα, «Παρουσίαση Γεωτεχνικών Εργασιών για την επέκταση στη Λ. Κηφισίας», ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΩΝ Ε.Π.Ε. – ΙΣΤΡΙΑ, Ιούλιος 2000.
- [25] Γεωτεχνική έρευνα για τις νέες επεκτάσεις του ΜΕΤΡΟ Αθήνας – Νέος κλάδος γραμμής 3 – Θέση Α, «Τελική έκθεση παρουσίασης γεωτεχνικών ερευνών - Έκθεση Μελέτης Γραφείου / Πανόρμου – Μαρούσι (Λ. Κηφισίας), Φάση 2», ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., Ιούλιος 2004.
- [26] Γεωτεχνική έρευνα για τις νέες επεκτάσεις του ΜΕΤΡΟ Αθήνας – Νέος κλάδος γραμμής 3 – Θέση Α, «Τελική έκθεση παρουσίασης γεωτεχνικών ερευνών - Έκθεση Παρουσίασης Αποτελεσμάτων Ερευνών / Πανόρμου – Μαρούσι (Λ. Κηφισίας), Φάση 2», ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., Αύγουστος 2004.
- [27] Γεωτεχνική έρευνα για τις νέες επεκτάσεις του ΜΕΤΡΟ Αθήνας – Νέος κλάδος γραμμής 3 – Θέση Α, «Τελική έκθεση παρουσίασης γεωτεχνικών ερευνών – Τελική Έκθεση Αξιολόγησης Αποτελεσμάτων Γεωτεχνικών Ερευνών / Πανόρμου – Μαρούσι (Λ. Κηφισίας), Φάση 2», ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., Νοέμβριος 2004.
- [28] Οριστική Γεωλογική Μελέτη για το έργο: «Ολοκλήρωση Μελέτης Λ. Κύμης στο Τμήμα: Αττική Οδός-ΑΚ Εθν. Οδού Νο 1 & Βελτίωση Σύνδεσης της με Οδό Μ. Αλεξάνδρου στους Θρακομακεδόνες», Σιδέρης, Ν., Ιούνιος 2010.
- [29] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιριακού συγκροτήματος στη Λ. Κηφισίας 26, στον Παράδεισο Αμαρουσίου», GeoTerra, Αύγουστος 2000.
- [30] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιριακού συγκροτήματος στο Ο.Τ.Γ. 420, στο Μαρούσι», GeoTerra, Σεπτέμβριος 2001.
- [31] Συμπληρωματική Γεωτεχνική Έρευνα για το έργο: «Κατασκευή κτιριακού συγκροτήματος στο Ο.Τ.Γ. 420, στο Μαρούσι», GeoTerra, Αύγουστος 2002.
- [32] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Ανέγερση κτιρίου γραφείων και καταστημάτων στο Ο.Τ. 541, επί των οδών Λ. Κηφισίας 14 & Χαλεπά, στο Μαρούσι», GeoTerra, Σεπτέμβριος 2002.

- [33] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Ανέγερση κτιρίου γραφείων και καταστημάτων σε οικόπεδο στο Ο.Τ. 32, επί των οδών Λ. Κηφισίας, Πλαστήρα & ανωνύμου, στο Μαρούσι», GeoTerra, Σεπτέμβριος 2002.
- [34] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου επί της Λ. Κηφισίας 338, στο Ψυχικό», GeoTerra, Απρίλιος 2009.
- [35] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου γραφείων και καταστημάτων επί των οδών Λ. Κηφισίας & Δελφών, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1994.
- [36] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου γραφείων και καταστημάτων μεταξύ των οδών Λ. Κηφισίας – Φραγκοκλησιάς – Γρανικού & Γραβιάς, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1994.
- [37] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου ΔΙΑΣ επί των οδών Αλαμάνας & Πρεμετής, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1992.
- [38] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Συγκρότημα κτιρίων επί των οδών Λ. Κηφισίας 62 & Πρεμετής – Κτίριο Roche, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1991.
- [39] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή συγκροτήματος κτιρίων επί των οδών Ολυμπιονικών & Κ. Παλαμά στην Αγ. Βαρβάρα Χαλανδρίου», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1991.
- [40] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου IV συγκροτήματος κτιρίων επί των οδών Λ. Κηφισίας 64 & Πρεμετής 3, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1990.
- [41] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Κατασκευή κτιρίου I συγκροτήματος κτιρίων επί των οδών Λ. Κηφισίας 62 & Πρεμετής, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1989.
- [42] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Ανέγερση συγκροτήματος κτιρίων επί των οδών Αιγιαλείας & Επιδαύρου, στον Παράδεισο Αμαρουσίου», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1988.

[43] Γεωτεχνική Έρευνα – Γνωμάτευση Θεμελίωσης για το έργο: «Συγκρότημα κτιρίων επί της Λ. Κηφισίας 54, στο Μαρούσι», ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., 1988.

Δικτυακοί Τόποι

[44] Ιστοσελίδα της εταιρείας ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.: www.ametro.gr

[45] Ιστοσελίδα της εταιρείας ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε.: www.amel.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ
ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ Α΄ ΦΑΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ (m)	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ Σ.Υ.Υ.				ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ Σ.Υ.Υ. (m)
		ΥΨΗΛΗ Σ.Υ.Υ. (m)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΨΗΛΗΣ Σ.Υ.Υ.	ΧΑΜΗΛΗ Σ.Υ.Υ. (m)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ Σ.Υ.Υ.	
GIP2	32.5			11.50	20/6/2000	11.50
GIP1	34.5	8.90		9.10	20/6/2000	0.20
PS1	31.4	5.30	4/4/2000	5.90	20/6/2000	0.60
PSF1	30.7	8.10	17/4/2000	8.10	20/6/2000	0.00
PSF3	31.5	4.80	1/12/1999			
PSP1	31.2	12.50	25/11/1999	15.80	20/6/2000	3.30
PSF4	32.1	10.30	29/11/1999	12.30	20/6/2000	2.00
PSF5	34.0	5.10	22/4/2000	8.40	20/6/2000	3.30
FI1	30.8	7.20	15/12/1999	12.70	20/6/2000	5.50
FIS3	34.4	9.70	29/11/1999	11.60	20/6/2000	1.90
FIS4	33.7	12.90	26/11/1999	13.80	20/6/2000	0.90
PHS1	34.0	11.40	25/11/1999	13.10	20/6/2000	1.70
SI1	33.0	6.80	21/3/2000	11.60	20/6/2000	4.80
SI2	34.0	10.30	21/11/1999	12.40	20/6/2000	2.10
SIO2	31.7	11.40	7/12/1999		20/6/2000	
SIO3	32.0	6.10	7/12/1999	7.40	20/6/2000	1.30
SIO1	37.4	8.60	11/11/1999	5.50	20/6/2000	-3.10
OA1	31.6	5.80	17/3/2000	5.60	20/6/2000	-0.20
OAP2	33.1	6.20	11/12/1999		20/6/2000	
OAP1	32.5	6.50	21/11/1999	7.00	20/6/2000	0.50
OAP3	33.2	6.00	15/12/1999		20/6/2000	
PAE1	34.0	8.30	15/11/1999	12.95	20/6/2000	4.65

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ Β΄ ΦΑΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ (m)	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ Σ.Υ.Υ.				ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ Σ.Υ.Υ. (m)
		ΥΨΗΛΗ Σ.Υ.Υ. (m)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΨΗΛΗΣ Σ.Υ.Υ.	ΧΑΜΗΛΗ Σ.Υ.Υ. (m)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ Σ.Υ.Υ.	
FP 2222	28.10	4.90	22/4/2004	5.68	19/7/2004	0.78
FP 2223	31.10	5.75	19/4/2004	9.49	19/7/2004	3.74
FP 2224	33.60	8.40	1/4/2004	9.87	19/7/2004	1.47
FP 2225	33.00	8.30	19/7/2004	10.25	26/4/2004	1.95
FP 2226	32.00	6.95	1/4/2004	7.50	27/5/2004	0.55
FP 2227	32.40	16.00	19/7/2004	-		
FP 2228	29.50	11.04	19/7/2004	-		
FP 2229	30.20	10.00	1/6/2004	10.43	19/7/2004	0.43
FP 2230	31.90	11.47	19/7/2004	-		
FP 2232	28.10	8.12	27/5/2004	9.28	19/7/2004	1.16
FP 2233	29.70	8.73	19/7/2004	9.47	27/5/2004	0.74
FP 2333	30.10	8.50	27/5/2004	-		
FP 2234	33.00	3.57	27/5/2004	4.00	1/6/2004	0.43
FP 2235	33.20	4.78	19/7/2004	5.32	27/5/2004	0.54
FP 2236	33.30	5.00	1/6/2004	11.62	19/7/2004	6.62
FP 2237	33.10	2.95	27/5/2004	6.64	19/7/2004	3.69
FP 2238	36.60	4.50	20/5/2004	5.50	19/7/2004	1.00
FP 2239	37.20	5.25	20/5/2004	6.60	13/5/2004	1.35
FP 2240	40.10	8.05	24/5/2004	8.37	19/7/2004	0.32
FP 2241	41.00	8.95	24/5/2004	13.50	19/7/2004	4.55
FP 2242	34.10	7.20	20/5/2004	11.90	1/6/2004	4.70
FP 2243	31.00	9.15	20/5/2004	10.59	19/7/2004	1.44
FP 2244	25.00	2.22	20/5/2004	3.79	19/7/2004	1.57
FP 2245	32.10	6.95	24/5/2004	10.11	19/7/2004	3.16
FP 2246	31.00	6.60	20/5/2004	8.40	19/7/2004	1.80
FP 2247	28.20	6.35	20/5/2004	9.93	19/7/2004	3.58
FP 2248	26.40	4.25	20/5/2004	4.70	19/7/2004	0.45
FP 2249	24.00	4.20	20/5/2004	5.40	13/5/2004	1.20
FP 2250	23.00	4.48	20/5/2004	5.55	1/6/2004	1.07
FP 2251	24.30	3.35	20/5/2004	6.10	1/6/2004	2.75
FP 2252	25.00	8.45	10/5/2004	9.10	19/7/2004	0.65
FP 2253	29.10	7.60	6/5/2004	8.86	19/7/2004	1.26
FP 2254	31.20	7.00	20/5/2004	9.45	19/7/2004	2.45
FP 2255	34.20	7.78	19/7/2004	8.65	13/5/2004	0.87
FP 2256	40.10	8.50	27/5/2004	8.32	19/7/2004	-0.18

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ


ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		Σ.Υ.Υ. (m)
	Χ	Υ	
Γ9	480471.249	4206586.978	4.00
Γ11	480496.236	4206600.209	5.50
ΚΧ2	480584.711	4206663.446	3.10
Γ12	480590.135	4206685.060	3.90
Γ15	480905.840	4207205.500	13.50
Γ22	481011.776	4207267.592	12.60
Γ1-G.7	480517.523	4206513.970	8.00
Γ2-G.7	480481.180	4206513.615	12.90
Γ1	480520.623	4206579.739	4.80
Γ2	480511.570	4806560.339	5.00
Γ1-G	482147.025	4209531.219	5.80
Γ2-G	482131.903	4209523.656	8.80
Γ3-G	482162.865	4209492.720	6.10
Γ4-G	482175.047	4209509.778	7.00
Γ1-G.2	482246.730	4209624.080	6.23
Γ2-G.2	482260.417	4209646.465	6.50
Γ3-G.2	482270.621	4209625.324	8.60
Γ4-G.2	482296.752	4209617.614	6.35
Γ5-G.2	482281.777	4209599.001	7.50
Γ1-G.3	482365.762	4209601.715	5.30
Γ1-ΓΤ1	482482.856	4209641.169	3.20
Γ1-ΓΤ2	482751.752	4210371.574	8.00
Γ2-ΓΤ2	482793.409	4210356.439	9.00
Γ3-ΓΤ2	482769.156	4210350.155	9.00
Γ1-ΓΤ3	482772.554	4210426.098	12.00
Γ2-ΓΤ3	482796.329	4210413.666	12.00
Γ1-G.4	482566.452	4210337.307	13.60
Γ2-G.4	482616.694	4210338.360	13.90
Γ3-G.4	482534.683	4210371.933	15.80
Γ4-G.4	482512.113	4210319.161	12.40
Γ5-G.4	482580.374	4210301.362	13.90
Γ1-ΓΤ4	482803.656	4210460.187	10.80
Γ3-ΓΤ4	482820.930	4210448.148	12.50

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ 87		Σ.Υ.Υ. (m)
	X	Y	
Γ1-ΓΤ5	482828.451	4210501.733	10.80
Γ12-ΓΤ5	482841.418	4210489.052	11.25
Γ13-ΓΤ5	482855.069	4210477.461	11.20
Γ1'-ΓΤ5	482825.267	4210486.552	10.50
Γ2'-ΓΤ5	482836.040	4210472.737	11.10
Γ3'-ΓΤ5	482850.062	4210462.233	10.30
Γ4-ΓΤ6	482875.892	4210534.384	8.20
Γ1-G.5	482831.603	4210568.474	8.50
Γ2-G.5	482810.438	4210582.840	7.90
Γ3-G.5	482789.932	4210599.513	7.60
Γ4-G.5	482761.432	4210616.186	2.35
Γ5-G.5	482846.237	4210593.261	2.70
Γ6-G.5	482825.384	4210606.807	7.90
Γ7-G.5	482805.573	4210621.049	2.20
Γ8-G.5	482764.164	4210641.543	2.20
Γ9-G.5	482854.927	4210614.449	2.30
Γ10-G.5	482831.640	4210630.775	2.50
Γ11-G.5	482780.751	4210641.919	2.20
Γ1-G.8	482094.749	4209609.352	8.10
Γ2-G.8	482046.791	4209596.015	8.40
Γ3-G.8	482003.419	4209629.774	8.20

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΑ ΔΙΑΚΡΙΘΕΝΤΑ
ΥΠΟΤΜΗΜΑΤΑ

Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ Σ.Α.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2222
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 103535.400
Y: 102995.770
Z: 178.760

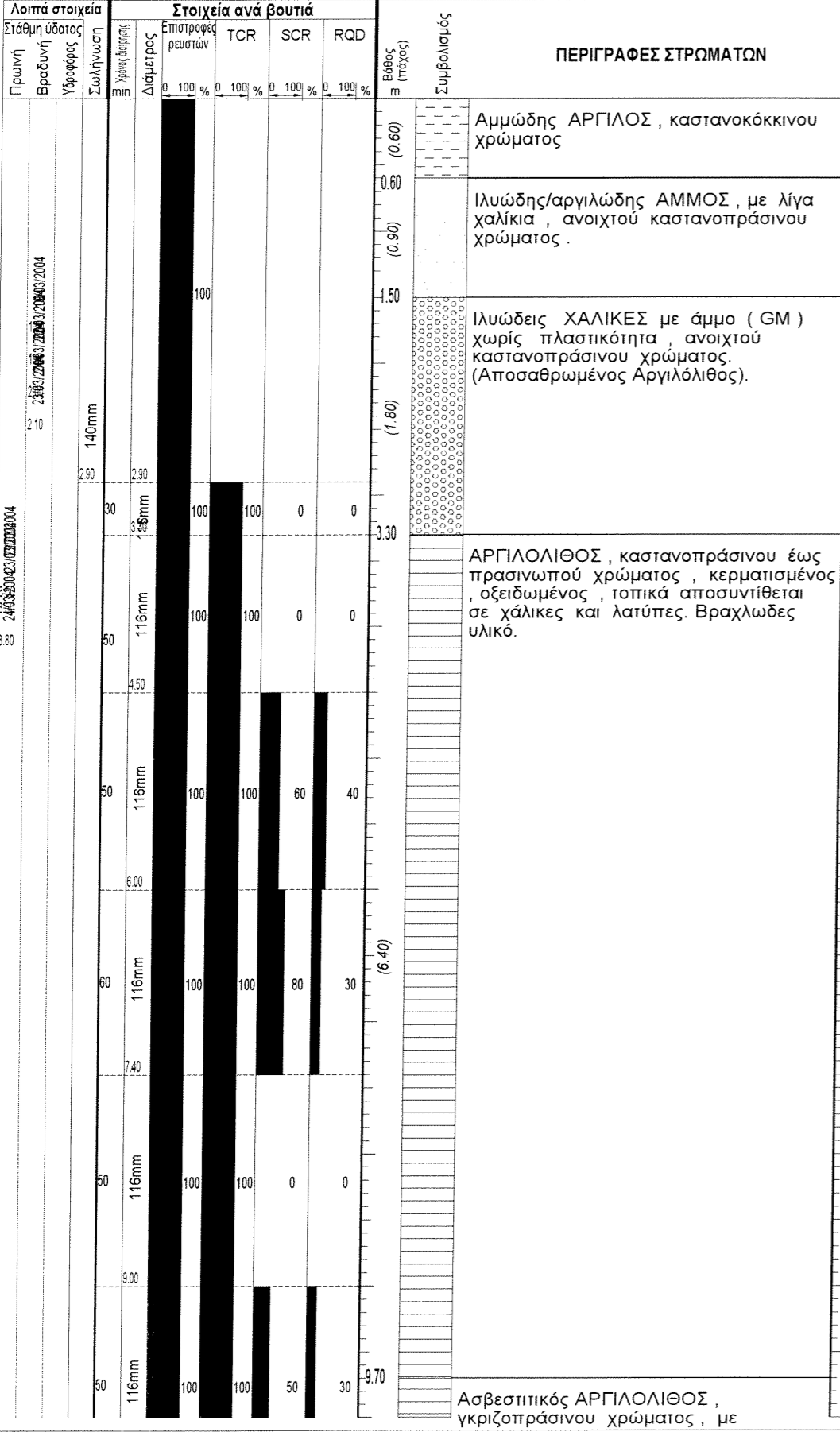
Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

ΣΕΛΙΔΑ 1 / 3
Έναρξη: 19/03/2004
Περάτωση: 24/03/2004

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

DISCONTINUITIES Legend		
Type	rough	Infilling
joint	smooth	clean
fault	strated	staining
bedding		soil infilling
cleavage	stepped	mineral coat
induced	undulating	other
incipient	planar	

988. Διπλόνη τιμή
> 4.5 Kg/cm²
Ios: Ολική αμύληρα
νερού
imp: Αξιοπρεπός
Σχηματοποιός




Βάθος (m)	SOILS density - compactness - strength										WEATHERING	
	Very soft	Soft	Firm	Stiff	Very stiff	Hard	Very loose	Loose	Medium dense	Dense		Very dense
0.60												VI
0.90												V
1.80												IV
3.30												III
4.50												II

Βάθος (m)	DISCONTINUITIES						IN-SITU TESTS		
	Fracture	Index	Dip (°)	Type	Planarity	Roughness	Pocket penetrometer	Standard Penetration Test	Permeability
1.0	2	30	jo	pl	rou	cla	3.00m		
4.50	4	0	ind	un	rou	cla			
	5	10	ind	un	rou	cla			
	4	10	jo	pl	sm	cla			
	4	30	jo	pl	sm	cla			
	1	45	jo	un	rou	cla			
	4	60	jo	un	rou	cla			
	4	60	jo	pl	sm	cla			
	1	90	inc	un	rou	cla			

AUSCS	GRAIN SIZE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS		SHEAR			TRIAXIAL		Unconfined compression		Point Load				
	GRAVEL & SAND %	SILT %	SILT & CLAY %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	CU	UU	CD	UU	CUPP	Stress	Strain	Poisson ratio	MPa			
GM	79	21	23	NP	13.6													
												0.37	0.19	0.39	2.11			
														0.20	0.25	1.20		
												5390	1.47	568	3.73	0.24	0.20	1.21

24/03/2004/22/2204/04
24/03/2004/22/2204/04
24/03/2004/22/2204/04

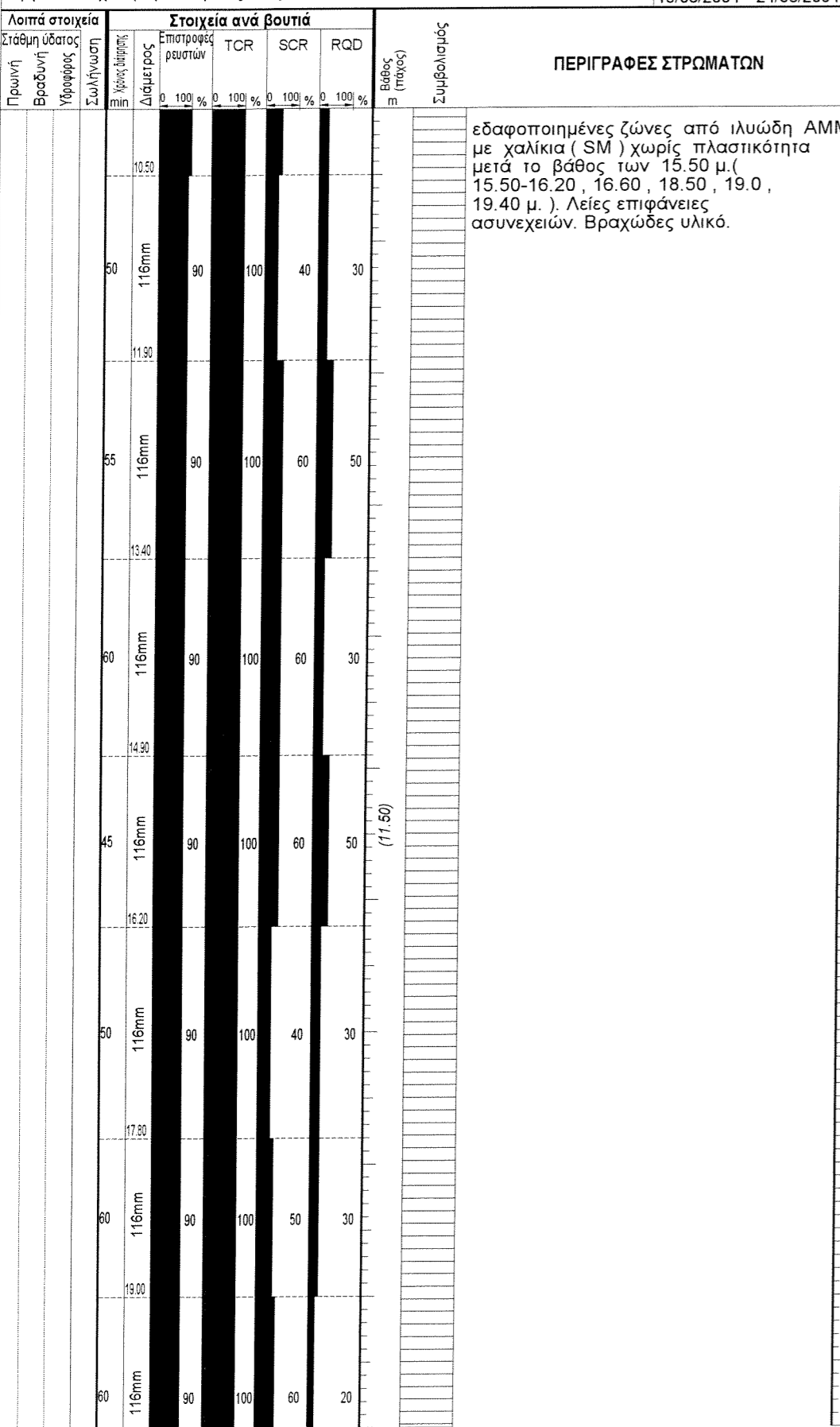
Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2222
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 103535.400
Y: 102995.770
Z: 178.760

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

Σελίδα 2 / 3
Εναρξη: 19/03/2004
Περάτωση: 24/03/2004

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας



SOILS density - compactness - strength

Βάθος (m)
Very soft
Soft
Firm
Stiff
Very stiff
Hard
Very loose
Loose
Medium dense
Dense
Very dense
Cohesive
Cemented
Very weak
Weak
Moderately weak
Moderately strong
Strong
Very Strong
Extremely strong

ROCK strength

Βάθος (m)
III
II

WEATHERING

Βάθος (m)
VI
V
IV
III
II

DISCONTINUITIES

Βάθος (m)
Fracture
Index
No
Dip (°)
Type
Planarity
Roughness
Infilling

IN-SITU TESTS

Pocket penetrometer
Standard Penetration Test
SPT
Permeability
Falling head
Constant head

LABORATORY TESTS

GRAIN SIZE ANALYSIS
ATTEBERG LIMITS
SHEAR
CD
TRIAXIAL
CU
CUPP
Unconfined compression
Point Load

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafa@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: **FP2225**
ΣΕΛΙΔΑ 1 / 4
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ (OMA)
X: 103703.120
Y: 103347.500
Z: 178.440

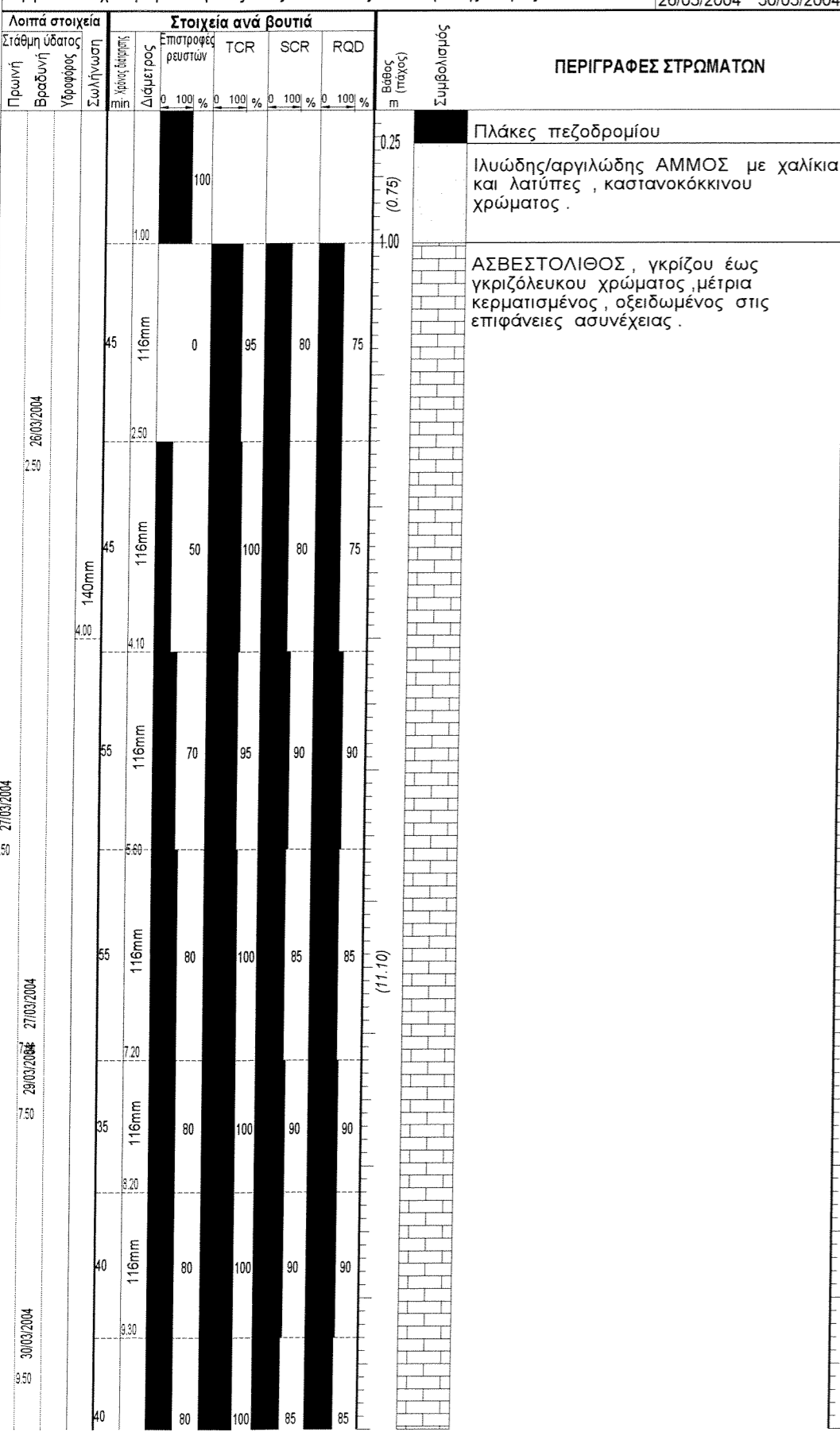
Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Εναρξη: 26/03/2004
Περάτωση: 30/03/2004

DISCONTINUITIES legend	
Type	rough
joint	smooth
fault	striated
bedding	clean
cleavage	staining
induced	soil infilling
incipient	mineral coat
Planarity	stepped
	undulating
	planar
	infilling
	clean
	staining
	soil infilling
	mineral coat
	other

ilos: Ολική επιμέλεια
vepou: Αξιολόγηση
imp: Σχηματισμός



SOILS density - compactness - strength		ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES	IN-SITU TESTS	
Βάθος (m)	Very soft Soft Stiff Very stiff Hard Very loose Medium dense Dense Very dense Cohesive Cemented Very weak Weak Moderately weak Moderately strong Strong Very Strong Extremely strong	Βάθος (m) III II I	Βάθος (m) VI V IV III II	Βάθος (m) Fracture Index No Dip (°) Type Planarity Roughness Infilling	Pocket penetrometer Standard Penetration Test SPT Permeability Falling head Constant head	
0.25					999.0	
1.00				1 90 joi st smcla 1 30 joi st smcla 1 10 joi st smcla 3 70 joi st rou cla 3 70 inc st rou cla 1 10 joi un rou cla 1 30 joi un rou cla 2 70 inc st rou sta 2 70 joi un rou cla 5 90 joi st rou cla 1 70 joi st rou soi 1 30 joi un rou sta 2 45 joi st rou cla 1 70 joi un rou cla 1 60 joi st rou cla 1 70 joi st smcla 2 45 joi st rou cla 3 45 inc st rou cla 1 20 ind st rou cla		
1.40						
5.50				3.0		
7.20						
8.20						
9.30						
40						

LABORATORY TESTS																									
GRAIN SIZE ANALYSIS					ATTERBERG LIMITS			SHEAR			TRIAXIAL			Unconfined compression		Point Load									
AUSCS	GRAVEL & SAND %	SILT %	SILT & CLAY %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	Specific gravity	Moisture Content %	CU friction angle φ	CU cohesion c	UU friction angle φ	UU cohesion c	CD friction angle φ	CD cohesion c	UU friction angle φ	UU cohesion c	CU stress	CU strain	Unconfined stress	Unconfined strain	Poisson ratio ν	Porosity %	Point Load MPa	Point Load MPa	
																	62390	1.48	5311						
																	19580	0.73	4010			3.85	3.29	2.75	1.20
																	42340	1.04	9555						

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ Σ.Α.**
 SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
 19 ΕΜΜ. ΠΑΠΑΔΑΚΗ str., 114 21, N. ΗΡΑΚΛΙΟ, ΑΘΗΝΑΣ, GREECE
 Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: **FP2225**
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ: **(OMA)**
 X: 103703.120
 Y: 103347.500
 Z: 178.440

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

Εναρξη: 26/03/2004
 Περάτωση: 30/03/2004

Εργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

DISCONTINUITIES Legend

Type	Fracture Roughness	Infilling
joint	rough	clean
fault	smooth	staining
bedding	striated	soil infilling
cleavage		mineral coat
induced	stepped	other
incipient	undulating	
	planar	


999. Διηλεκτρική τιμή > 4.5 Kg/cm²

ilos: Ολική απορρόσηση νερού
 imp: Απορρόσηση νερού Σχηματισμός

Λοιπά στοιχεία		Στοιχεία ανά βουτιά					Βάθος (m)	Συμβολισμός	ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
Πρωινή	Στάθμη υδάτος	Επιτροφοδοσία	TCR	SCR	RQD				
		116mm	95	25	10			καστανοπράσινου χρώματος , με μικρές εμφανίσεις γκριζού ασβεστολίθου . Αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με ιλύ καιάμμο (GP-GM) χωρίς πλαστικότητα .	
		101mm	95	10	0	(3.90)			
		101mm	100	0	0			ΨΑΜΜΙΤΗΣ , έντονα θρυμματισμένος , καστανοπράσινου χρώματος . Αποσυντίθεται σε ΧΑΛΙΚΕΣ κακής διαβάθμισης με άμμο (GP) χωρίς πλαστικότητα .	
		101mm	95	35	35	(0.80)		ΨΑΜΜΙΤΗΣ με λεπτές ενστρώσεις ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΥ, έντονα κερματισμένος γκριζοπράσινου χρώματος . Στο βάθος 25.60-26.30 μ. ΑΜΜΟΣ με χαλίκια .	
		101mm	100	70	45	(3.00)			
		101mm	95	60	15			Εναλλαγές ΨΑΜΜΙΤΗ και ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΥ με μικρές εμφανίσεις ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ (λεπτές ενστρώσεις και λατύπες) , τοπικά με λατυποπαγή μορφή , γκριζότεφρου χρώματος , έντονα κερματισμένος έως θρυμματισμένος .	
		101mm	95	10	10				

SOILS density - compactness - strength		ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES		IN-SITU TESTS	
Bάθος (m)	Very soft soft Stiff Very stiff Hard Very loose Medium dense Dense Very dense Cohesive Cemented Very weak Weak Moderately weak Moderately strong Strong Very Strong Extremely strong	Bάθος (m)	VI V IV III II	Bάθος (m)	Fracture Index No Dip (°) Type Planarity Roughness Infilling	Pocket penetrometer kg/cm ²	Standard Penetration Test SPT
20.25		20.25				1.5	
20.40		20.40				999.0	
						4.0	
						999.0	
						4.0	
						999.0	
						4.0	
						2.5	
						999.0	
						3.0	
						2.0	
					5.0	999.0	
						999.0	
						2.0	
						999.0	
						2.0	
						2.5	

LABORATORY TESTS									
GRAIN SIZE ANALYSIS		ATTERBERG LIMITS		SHEAR		TRIAXIAL		Unconfined compression	
AUSCS	Moisture Content	CU	UU	CD	UU	CUPP	Stress	Strain	Poisson ratio v
GRAVEL & SAND %	%	friction angle φ K/Nm ²	friction angle φ K/Nm ²	friction angle φ K/Nm ²	friction angle φ K/Nm ²	friction angle φ K/Nm ²	MPa	%	
GP-GM 90	10.3	10	25	NP					
	7.7								
GP 95	7.8								
	0.50 (2007)								
									8.74 0.35 0.32 1.06

Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ Σ.Α.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2226
ΣΕΛΙΔΑ 1 / 4
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 103756.240
Y: 103538.720
Z: 175.690

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**
Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Έναρξη: 24/03/2004
Περάτωση: 30/03/2004

DISCONTINUITIES Legend	
Type	rough infilling
joint	smooth clean
fault	striated staining
bedding	soil infilling
cleavage	mineral coat
induced	other
incipient	
Planarity	stepped undulating planar

Imp: Ολική απόκλιση
verou: Αποκλίση
imp: Αποκλίση
Σχηματισμός

Λοιπά στοιχεία		Στοιχεία ανά βουτιά				Βάθος (m)	Συμβολισμός	ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
Στάθμη ύδατος	Υπόφυκος	Επιστροφές ρευστών	TCR	SCR	RQD			
2.00	2.20	100	90	0	0	0.10		Πλάκες πεζοδρομίου Ιλυώδης/αργιλώδης ΑΜΜΟΣ, ανοιχτού πρασινωπού χρώματος Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ έως αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ, καστανόκκινου χρώματος.
2.30	2.60	100	90	0	0	2.30		Ιλυώδης ΑΜΜΟΣ, ανοιχτού πρασινωπού χρώματος. ΙΛΥΣ (ML) χωρίς πλαστικότητα, καστανού χρώματος.
3.00	3.50	100	100	0	0	3.50		ΑΡΓΙΛΟΛΙΘΟΣ. Αποσυντίθεται σε ισχνή ΑΡΓΙΛΟ με χαλίκια (CL) έως αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με άμμο (GC) μέσης πλαστικότητας, καστανού έως ανοιχτού καστανού χρώματος και ασβεστιτικά συγκρήματα λευκού χρώματος. Εμφανίσες Μαργαϊκού ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ καστανάκιτρινου χρώματος στα βάθη 6.50-7.10, 10.50-11.00, 11.50-13.50 μ.
5.50	6.50	100	100	0	0	5.70		
6.50	7.10	100	100	0	0	6.50		
7.10	7.40	0	100	100	100	7.10		
7.40	7.70	0	100	20	20	7.40		
7.70	8.30	0	100	10	10	7.70		
8.30	9.50	0	100	10	10	8.30		
9.50	10.60	0	100	10	10	10.60		

SOILS density - compactness - strength	ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES	IN-SITU TESTS		LABORATORY TESTS																					
				Standard Penetration Test SPT	Permeability	GRAIN SIZE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS		SHEAR		TRIAXIAL		Unconfined compression		Point Load									
Βάθος (m)	Βάθος (m)	Βάθος (m)	Βάθος (m)	Falling head	Constant head	AUSCS	GRAVEL & SAND %	SILT %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	Specific gravity	Moisture Content %	friction angle φ	cohesion c	CU	UU	CD	UU	CUPP	Stress	Strain	Poisson ratio ν	Porosity %	MPa	MPa	
0.10																											
2.30																											
2.60																											
3.50																											
5.70																											
6.50																											
7.10																											
7.40																											
7.70																											
8.30																											
9.50																											

26/03/2004
24/03/2004
26/03/2004
26/03/2004

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ Σ.Α.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: **FP2232**
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ: (OMA)
X: 104680.800
Y: 105379.440
Z: 160.000

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

ΣΕΛΙΔΑ 3 / 3

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

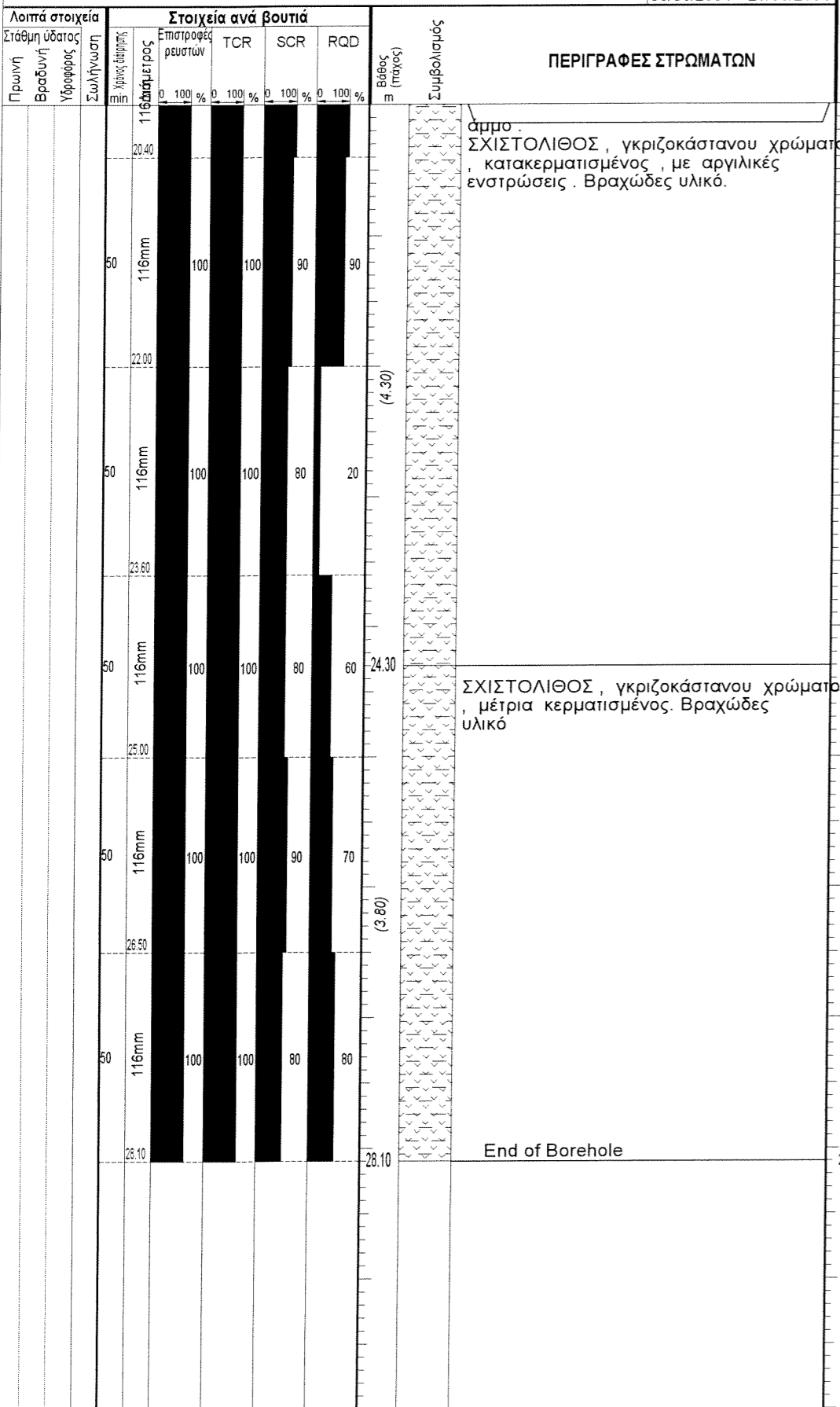
Έναρξη: 03/06/2004
Περάτωση: 25/05/2004

DISCONTINUITIES legend

Type	Planarity	Roughness	Infilling
joint	rough	smooth	clean
fault	smooth	striated	staining
bedding	stepped	undulating	soil infilling
cleavage	induced	planar	mineral coat
incipient			other

999: Δυσλειτουργία ή μη > 4.5 Kg/cm²


Ποσ. Ολική υγρασία
%
Υπόλοιπος
%
Επιπλαστικός
%
Σχηματισμός



SOILS density - compactness - strength				ROCK strength				WEATHERING										
Βάθος (πλάτος)	Very soft	Soft	Firm	Very stiff	Hard	Very loose	Loose	Medium dense	Dense	Very dense	Consolidated	Very weak	Weak	Moderately weak	Moderately strong	Strong	Very Strong	Extremely strong
0-20.40																		
20.40-22.00																		
22.00-23.80																		
23.80-24.30																		
24.30-25.00																		
25.00-26.50																		
26.50-28.10																		

DISCONTINUITIES				IN-SITU TESTS			
Βάθος (πλάτος)	Fracture	Index	Dip (°)	Standard Penetration Test	Permeability	Falling head	Constant head
0-20.40							
20.40-21.00	6	0	ind	un rou cla			
21.00-21.10	5	0	joi	un rou cla			
21.10-21.20	10	10	joi	un rou cla			
21.20-21.30	16	20	joi	un rou cla			
21.30-21.45	2	45	inc	un rou cla			
21.45-21.60	1	45	joi	pl sma cla			
21.60-21.80	1	80	joi	un rou cla			

LABORATORY TESTS																							
GRAIN SIZE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS				SHEAR				Unconfined compression		Point Load									
AUSCS	GRAVEL & SAND %	SILT %	SILT & CLAY %	Liquid %	Plastic %	Plasticity Index %	Specific gravity	Moisture Content %	friction angle φ °	cohesion c kN/m ²	friction angle φ °	cohesion c kN/m ²	friction angle φ °	cohesion c kN/m ²	Stress kN/m ²	Strain %	E MPa	Poisson ratio ν	Porosity %	MPa	MPa		
															8870	0.88	2702						
															6540	1.09	554			10.3	1.04	0.30	3.49
															4860	1.05	617			0.78	0.25	3.13	
															8510	1.03	1321			0.24	1.07	0.75	1.44

Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2237
ΣΕΛΙΔΑ 2 / 4
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 105781.540
Y: 106872.870
Z: 189.650

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**
Εργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Εναρξη: 20/05/2004
Περάτωση: 25/05/2004

DISCONTINUITIES Legend

Type	rough	Infilling
joint	smooth	clean
fault	striated	staining
bedding		soil infilling
cleavage	stepped	mineral coat
induced	undulating	other
incipient	planar	

999: Διήκει τιμή > 4.5 Kg/cm²

ilos: Ολική απώλεια νερού
imp: Ανεπίσημος Σχηματισμός

Λοιπά στοιχεία		Στοιχεία ανά βουτιά				Περιγραφές στρωμάτων	SOILS density - compactness - strength	ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES	IN-SITU TESTS		LABORATORY TESTS																							
Πρωινή	Στάθμη ύδατος	Υδροφόρος	Σωλήνας	Απόκλ. διαμέτρου	Επιστροφές ρευστών						TCR	SCR	RQD	Βάθος (m)	Συμβολισμός	Standard Penetration Test SPT	Permeability	GRAIN SIZE ANALYSIS			ATTERBERG LIMITS		SHEAR		TRIAXIAL		Unconfined compression		Point Load							
Πρωινή	Βραδυνή	Υδροφόρος	Σωλήνας	Απόκλ. διαμέτρου	Επιστροφές ρευστών	TCR	SCR	RQD	Βάθος (m)	Συμβολισμός	Pocket penetrometer	Falling head	Constant head	GRAVEL & SAND %	SILT & CLAY %	Liquid %	Plastic %	Specific gravity	Moisture Content %	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	Stress	Strain	Poisson ratio ν	Porosity %	MPa	MPa			
				53	116mm	100	94	0	0					10.00m																						
				11.00										999.0																						
				11.45										999.0	11.00m																					
				60	116mm	100	100	0	0					999.0	11.00m																					
				12.50										999.0																						
				65	116mm	100	100	0	0					999.0																						
				14.10										999.0																						
				67	116mm	100	100	0	0					999.0																						
				15.70										999.0																						
				16.15										999.0																						
				68	116mm	100	100	0	0					999.0																						
				17.00										999.0																						
				60	116mm	100	100	0	0					999.0																						
				18.60										999.0																						
				55	116mm	100	90	0	0					999.0																						
				19.05										999.0																						
				19.50										999.0																						

Χαλικώδης ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο (CL) μικρής έως μέσης πλαστικότητας , καστανοκόκκινου χρώματος

Ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ (CL) έως ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο (CL) και λίγα λεπτά χαλίκια , μέσης πλαστικότητας , σκληρή , καστανοκόκκινου χρώματος .

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: **FP2237**
ΣΕΛΙΔΑ 3 / 4
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ: (OMA)
X: 105781.540
Y: 106872.870
Z: 189.650

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**
Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Εναρξη: 20/05/2004
Περάτωση: 25/05/2004


DISCONTINUITIES Legend	
Type	rough
joint	smooth
fault	striated
bedding	clean
cleavage	staining
induced	soil infilling
inopient	mineral coat
Planarity	stepped
	undulating
	planar
	other
	Infilling
	clean
	staining
	soil infilling
	mineral coat
	other

log: Ολική απόλυτη
vegol
Απόκλιση
imp. Σχηματισμός

Λοιπά στοιχεία	Στοιχεία ανά βουτιά				ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
	TCR	SCR	RQD		
60	100	92	0	0	Συμβολισμός
65	100	90	0	0	
62	100	100	0	0	
63	100	100	0	0	
61	100	96	0	0	
65	100	97	0	0	
65	100	100	0	0	

SOILS density - compactness - strength										ROCK strength			WEATHERING		DISCONTINUITIES			IN-SITU TESTS																			
Βάθος (m)	Very soft	Soft	Stiff	Very stiff	Hard	Very loose	Medium dense	Dense	Very dense	Cemented	Very weak	Weak	Moderately weak	Moderately strong	Strong	Very Strong	Extremely strong	Βάθος (m)	VI	V	IV	III	II	Βάθος (m)	Fracture	Index	Dip (°)	Type	Planarity	Roughness	Infilling	Pocket penetrometer	Standard Penetration Test	Permeability			
20.80																		21.10													999.0						
21.00																																					
23.40																																					
24.30																																					
25.00																																					
26.30																																					
27.90																																					
28.50																																					
29.50																																					

GRAIN SIZE ANALYSIS															ATTEBERG LIMITS			SHEAR		CD		TRIAXIAL		Unconfined		Poisson ratio		Point Load	
GRAVEL & SAND %	SILT %	SILT & CLAY %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	Plasticity Index %	Specific gravity	Moisture Content %	friction angle φ	cohesion d	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	friction angle φ	cohesion c	Stress	Strain	U	Poisson ratio v	Porosity %	MPa	MPa				
CL	12	55	33	41	22	19	2.70	14.8	11.8	141.																			
CL	13	56	31	34	23	11	2.70	14.6											26.0	45.0									

Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPADAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2237
ΣΕΛΙΔΑ 4 / 4
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 105781.540
Y: 106872.870
Z: 189.650

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**
Εργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Εναρξη: 20/05/2004
Περάτωση: 25/05/2004

DISCONTINUITIES Legend

Type	rough	Infilling
joint	smooth	clean
fault	striated	staining
		soil infilling
		mineral coat
		other
Planarity/Roughness	stepped	
	undulating	
	planar	

999: Άγνωστο ή μη
> 4.5 Kg/cm²

hos: Ολική σμάλτα
vepor: νερό
imp: Ακαθάρτος
Exp: Εμπροσθεν

Λοιπά στοιχεία		Στοιχεία ανά βουτιά					Βάθος (μέτρος)	Συμβολισμός	ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
Πρωινή	Στάθμη υδάτος	Επιστροφές ρευστών	TCR	SCR	RQD				
60		100	100	0	0	30.20			
60		100	100	0	0	31.50			
65		100	100	0	0	33.10		End of Borehole	

SOILS density - compactness - strength

Βάθος (μέτρος) m

Very soft
Soft
Stiff
Very stiff
Hard
Very loose
Loose
Medium dense
Very dense
Cohesive
Cemented
Very weak
Weak
Moderately weak
Moderately strong
Strong
Very Strong
Extremely strong

ROCK strength

Βάθος (μέτρος) m

VI
V
IV
III
II

DISCONTINUITIES

Βάθος (μέτρος) m

Fracture Index
No
Dip (°)
Type
Planarity
Roughness
Infilling

IN-SITU TESTS

Pocket penetrometer
Standard Penetration Test
SPT

Permeability
Falling head
Constant head

LABORATORY TESTS

GRAIN SIZE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS			SHEAR						Unconfined compression		Point Load				
AUSCS	GRAVEL & SAND %	SILT %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	Specific gravity	Moisture Content %	CU friction angle φ (KN/m ²)	UU friction angle φ (KN/m ²)	CD friction angle φ (KN/m ²)	UU friction angle φ (KN/m ²)	UU friction angle φ (KN/m ²)	CU friction angle φ (KN/m ²)	Stress (KN/m ²)	Strain (%)	Poisson ratio ν	Porosity %	Point Load (MPa)	Point Load (MPa)
CL	25	75		31	17	14	9.4							1087	3.24				

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPAĐAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2247

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:
(OMA)
X:106071.260
Y:108172.850
Z:207.500

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

Εναρξη: 07/05/2004
Περάτωση: 10/05/2004

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Λοπά στοιχεία		Στοιχεία ανά βουτιά				Βάθος (m)	Συμβολισμός	ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
Πρωινή	Βραδινή	Επιτροφοδοτικές ρευστών	TCR	SCR	RQD			
07/05/2004	07/05/2004					0.10	Ασφαλιστάπητας ΧΑΛΙΚΙΑ και λατύπες ασβεστολίθου με ιλυώδη άμμο, ανοιχτού καστανού χρώματος.	
10/05/2004	10/05/2004					0.60	Ιλυώδης /αργιλωδής ΑΜΜΟΣ με χαλίκια, καστανόκόκκινου χρώματος.	
08/05/2004	08/05/2004					1.60	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ με χαλίκια, καστανόκόκκινου χρώματος.	
08/05/2004	08/05/2004					3.35	Αμμώδης ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ (CL) μέσης πλαστικότητας, μελιγα λεπτά χαλίκια, καστανόκόκκινου χρώματος.	
10/05/2004	10/05/2004					6.80	Ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ, αμμώδης ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ έως ισχνή ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο (CL), μικρής έως μέσης πλαστικότητας, πολύ σίφρη έως σκληρή, καστανόκόκκινου χρώματος, με στιλπνές επιφάνειες ασυνέχειας.	
						7.75		
						8.90		
						9.90		

SOILS density - compactness - strength		ROCK strength		WEATHERING		DISCONTINUITIES		IN-SITU TESTS	
Very soft	Soft	Very weak	Weak	VI	Fracture	Pocket penetrometer	Standard Penetration Test	Permeability	
Stiff	Firm	Moderately weak	Moderately strong	V	Index	SPT			
Very stiff	Hard	Moderately strong	Very strong	IV	No				
Very loose	Very loose	Extremely strong	Extremely strong	III	Dip (°)				
Medium dense	Dense			II	Type				
Very dense	Very dense				Planarity				
Cohesive	Cemented				Roughness				
Very weak					Infilling				


GRAIN SIZE ANALYSIS		ATTERBERG LIMITS		SHEAR		TRIAXIAL		Unconfined compression		Point Load	
GRAVEL & SAND %	SILT & CLAY %	Liquid Plasticity Index	Plasticity Index	CU	UU	UU	CUPP	Stress	Strain	Poisson ratio ν	Point Load
CL 32 45	23 40	19 21	14.7					210	2.18		
CL 11 60	29 33	23 10	2.71 17.8					417	2.82		

DISCONTINUITIES Legend		IN-SITU TESTS	
Type	rough / smooth / striated	Pocket penetrometer	Standard Penetration Test
Planarity	stepped / undulating / planar	SPT	
Infilling	clean / staining / soil infilling / mineral coat / other		

999: Διήκωνη τιμή > 4.5 Kg/cm²

10s: Ολική απώλεια νερού > 4.5 %

07/05/2004
10/05/2004
08/05/2004
08/05/2004
10/05/2004

Ανάδοχος:  **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ Σ.Α.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPAĐAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2247
ΣΕΛΙΔΑ 2 / 3
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ:
(OMA)
X: 106071.260
Y: 108172.850
Z: 207.500

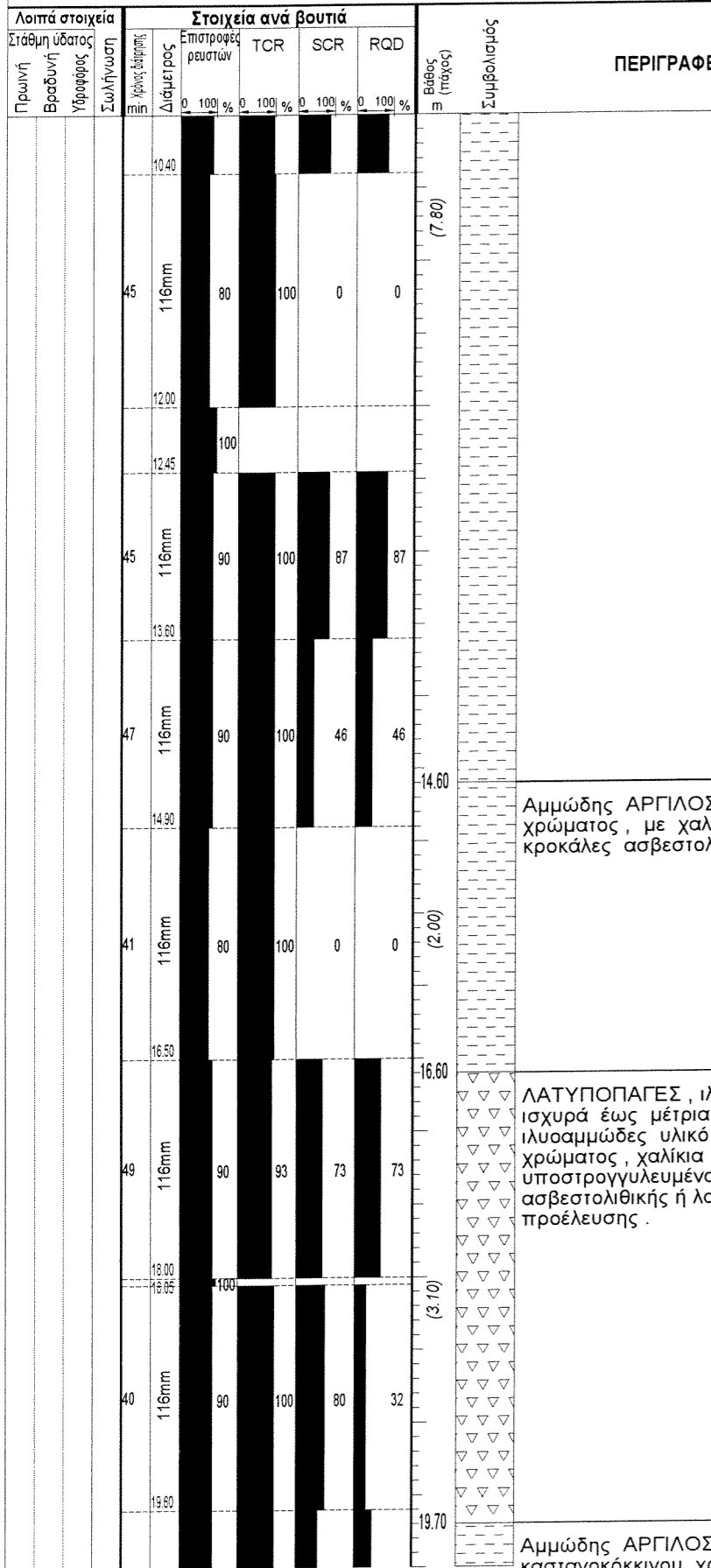
Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Έναρξη: 07/05/2004
Περάτωση: 10/05/2004

DISCONTINUITIES Legend			
Type	rough	Infilling	
joint	smooth	clean	
fault	striated	staining	
bedding		soil infilling	
cleavage	stepped	mineral coat	
induced	undulating	other	
incipient	planar		

Imp: Ολική απώλεια νερού
Απόστραγγισμός
Σχηματισμός



ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

(7.80) Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ, καστανοκόκκινου χρώματος, με χαλίκια και λίγες κροκάλες ασβεστολιθικής προέλευσης.

(2.00) ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ, ιλυώδεις, αμμώδεις, ισχυρά έως μέτρια συγκολλημένο με ιλυοαμμώδεις υλικό καστανοκόκκινου χρώματος, χαλίκια υπογωνιώδη, υποστρογγυλεμένα, επιμήκη, ασβεστολιθικής ή λατυποπαγαούς προέλευσης.

(3.10) Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ με χαλίκια, καστανοκόκκινου χρώματος.

SOILS density - compactness - strength	ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES	IN-SITU TESTS		LABORATORY TESTS											
				Standard Penetration Test SPT	Permeability	GRAIN SIZE ANALYSIS				ATTEBERG LIMITS		SHEAR		CD		TRIAXIAL	
Very soft Soft Firm Stiff Very stiff Hard Very loose Medium dense Dense Very dense Cohesive Cemented Very weak Weak Moderately weak Moderately strong Strong Very Strong Extremely strong	Very weak Weak Moderately weak Moderately strong Strong Very Strong Extremely strong	VI V IV III II	Fracture Index Dip (°) Type Planarity Roughness Infilling	Pocket penetrometer kg/cm ²	Falling head Constant head	AUSCS GRAVEL & SAND % SILT & CLAY % CLAY % Liquid % Plastic % Specific gravity Moisture Content % friction angle φ cohesion c	CU UU CD UU CUPP	Stress Strain E Poisson ratio ν	Porosity MPa MPa	17.5	14.2	14.2	14.7	14.7	18.05	18.05	0.50 0.37 1.35

Ανάδοχος: **ΕΔΑΦΟΜΙΧΑΝΙΚΗ S.A.**
SPECIALIZED GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CONSULTING BUREAU
19 EMM. PAPAĐAKI str., 114 21, N. HERAKLIO, ATHENS, GREECE
Tel: (+30) 210 27 09 600, Fax: (+30) 210 27 09 625, e-mail: edafo@edafomichaniki.gr

ΓΕΩΤΡΗΣΗ:
FP2247

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ:
(OMA)
X:106071.260
Y:108172.850
Z:207.500

Υπηρεσία: **ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

ΣΕΛΙΔΑ 3 / 3

Έργο: Γεωτεχνική Έρευνα για τις Νέες Επεκτάσεις του Μετρό της Αθήνας

Εναρξη: 07/05/2004
Περάτωση: 10/05/2004

DISCONTINUITIES legend		
Type	rough	infilling
joint	smooth	clean
fault	striated	staining
bedding		soil infilling
cleavage	stepped	mineral coat
induced	undulating	other
incipient	planar	

998. Δηλώνει τηρή
> 4.5 Kg/cm²

Προβλή Βραδυλή Υδροφόρος	Στάθμη ύδατος	Στοιχεία ανά βουτιά				Βάθος (m)	Συμβολισμός	ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
		TCR	SCR	RQD	Επιστροφές ρευστών			
42		116mm	90	100	60	50	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ, ιλυώδες, αμμώδες, ισχυρά έως μέτρια συγκολλημένο με ιλυοαμμώδες υλικό καστανοκόκκινου χρώματος, χαλίκια υπογωνιώδη, υποστρογγυλεμένα, επιμήκη, ασβεστολιθικής προέλευσης.	
		21.00				21.00		
41		116mm	90	100	54	54	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ, ιλυώδες, με ιλυώδες-ασβεστιτικό υλικό ανοιχτού καστανοπράσινου χρώματος, χαλίκια υπογωνιώδη, υποστρογγυλεμένα, επιμήκη, ασβεστολιθικής κυρίως και μερικά σχιστολιθικής προέλευσης.	
		22.40				22.40		
45		116mm	90	100	47	41	ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ, ιλυώδες, μέτρια έως ισχυρά συγκολλημένο με σχιστολιθικό σαπυνοειδές υλικό ανοιχτού πρασινωπού χρώματος με γραμμώσεις, χαλίκια υπογωνιώδη, υποστρογγυλεμένα ασβεστολιθικής και σχιστολιθικής προέλευσης. Στο βάθος 25.30-25.50 μέτρα σχιστόλιθου. Στα βάθη 24.60-24.70 και 26.30-26.40 μ αργιλικές ζώνες ιώδεις-καστανές.	
		23.90				24.60		
55		116mm	90	100	87	53	End of Borehole	
		25.50				25.50		
45		116mm	90	100	66	31		
		26.60				26.60		
40		116mm	90	100	0	0		
		28.20				28.20		

SOILS density - compactness - strength		ROCK strength	WEATHERING	DISCONTINUITIES	IN-SITU TESTS
Βάθος (m)	Very soft Soft Firm Stiff Very stiff Hard Very loose Loose Medium dense Dense Very dense Combed Very weak Weak Moderately weak Moderately strong Strong Very Strong Extremely strong	Βάθος (m)	VI V IV III II	Βάθος (m) Fracture Index No Dip (°) Type Planarity Roughness Infilling	Pocket penetrometer Standard Penetration Test SPT
				3.0	

LABORATORY TESTS																			
GRAIN SIZE ANALYSIS					ATTERBERG LIMITS		SHEAR		TRIAXIAL		Unconfined compression		Point Load						
AUSCS	GRAVEL & SAND %	SILT %	SILT & CLAY %	CLAY %	Liquid %	Plastic %	CU	UU	CD	UU	CUPP	Stress	Strain	Poisson ratio v	Point Load				
	%	%	%	%	%	%	κN/m ²	κN/m ²	κN/m ²	κN/m ²	κN/m ²	κN/m ²	%	MPa	MPa				
												6520	0.75	1718	0.77	0.99	1.29		
												1620	0.97	241	0.90	0.65	1.39		
																	0.69	0.50	1.38

Permeability	
Falling head	Constant head
cm/sec	cm/sec

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΥΡΗΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

BOREHOLE FP2222 (0,00 – 13,90)



BOREHOLE FP2222 (13,90 – 28,10)



BOREHOLE FP2226 (0,00 – 14,60)



BOREHOLE FP2226 (14,60 – 28,80)



BOREHOLE FP2226 (28,80 – 32,00)



BOREHOLE FP2228 (0,00 – 11,40)



BOREHOLE FP2228 (11,40 – 22,70)



BOREHOLE FP2228 (22,70 – 29,50)



BOREHOLE FP2232 (0,00 – 14,90)



BOREHOLE FP2232 (14,90 – 28,10)



BOREHOLE FP2237 (0,00 – 15,10)



BOREHOLE FP2237 (15,10 – 30,10)



BOREHOLE FP2237 (30,10 – 33,10)



BOREHOLE FP2247 (0,00 – 14,90)



BOREHOLE FP2247 (14,90 – 28,20)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ
ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Α

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2233	3.00	3.75		0.001	
G7	1.50	1.90	14		
G7	3.00	3.30	41		
G8	1.50	1.80	34		
G8	3.00	3.30	41		
G8	4.60	4.80	22-50/3		
FP2233	3.30	3.75	37		
FP2244	3.00	3.45	5		
FP2244	6.65	7.10	93		
FP2245	4.50	4.95	15		
FP2256	3.90	4.25	20-39-50/5		

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Β

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2233	12.00	13.42		2.10	
FP2233	18.00	20.40		2.06	
FP2244	8.00	9.45		0.0313	
FP2244	14.20	15.20		6.89	
FP2234	18.90	23.90			0.0293
FP2237	16.80	21.80			0.0938
FP2238	21.50	26.00			0.0151
FP2239	22.60	27.10			0.00
FP2240	23.60	28.10			0.00
FP2241	23.70	28.70			0.0134
FP2242	19.80	24.80			0.00
FP2243	7.4	11.9			0.00
FP2243	11.8	16.3			0.00
FP2243	16.3	20.8			0.0304
FP2232	14.1	19.1			0.00
FP2235	17.5	22.5			0.00
FP2232	7.9	8.35	78		
FP2233	6.8	7.25	39		
FP2233	10.4	10.84	24-44-50/14		
FP2233	13	13.42	19-33-50/11		
FP2233	16.1	16.52	37-39-50/12		
FP2234	4	45	20		
FP2234	7.7	8.15	35		
FP2234	10.6	11.05	39		
FP2234	13.3	13.75	42		
FP2236	3.6	4.05	16		
FP2236	6	6.45	39		
FP2236	8.4	8.77	19-30-50/7		
FP2236	11.5	11.95	42		
FP2236	15.1	15.47	22-37-50/7		
FP2237	3.6	4.05	32		
FP2237	6.8	7.25	42		
FP2237	11	11.45	33		
FP2237	15.7	16.15	87		
FP2237	18.6	19.05	57		
FP2238	3	3.32	17-18-50/2		
FP2238	6.7	7.15	70		
FP2238	9.3	9.56	40-50/11		
FP2238	12.2	12.65	78		
FP2238	15.4	15.67	49-50/12		
FP2239	5.5	5.95	85		
FP2239	8.6	9.02	15-39-50/12		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2239	12.1	12.52	20-48-50/12		
FP2239	16.2	16.61	25-43-50/11		
FP2240	3.6	4.05	53		
FP2240	6.2	6.65	74		
FP2240	9.4	9.81	17-37-50/3.5		
FP2240	12.5	12.78	25-50/13		
FP2240	14.9	15.18	36-50/13		
FP2241	3.4	3.85	18		
FP2241	6.6	7.05	23		
FP2241	11	11.45	36		
FP2241	14.2	14.55	20-31-50/5		
FP2242	4.1	4.55	22		
FP2242	11.4	11.53	50/5		
FP2243	3.4	3.85	36		
FP2243	6.5	6.95	66		
FP2243	9.5	9.6	50/10		
FP2243	14.9	15.35	56		
FP2243	17.9	18.35	44		
FP2244	9	9.45	54		
FP2244	12.25	12.69	18-35-50/14		
FP2244	15.2	15.21	50/1		
SI1	15.5	15.8		0.50	
SI2	15	15.5		0.35	
SI2	20	20.7		0.32	
SI2	24	24.7		0.41	
SI02	19.5	20.1		0.085	
SI03	15	15.55		0.56	
OAP2	20	20.5		0.082	
OAP2	26	26.4		0.13	
FP2248	10.2	15.2			6.39
FP2250	6.6	11.6			0.0542
FP2251	7.1	12.1			12.5
FP2254	12.4	17.4			0.184
FP2245	8.2	8.65	21		
FP2245	11.8	12.25	26		
FP2245	15	15.45	88		
FP2245	18	18.05	50/5		
FP2246	3.2	3.65	40		
FP2246	6.4	6.85	62		
FP2246	9.6	10.05	36		
FP2247	2.9	3.35	28		
FP2247	7.3	7.75	63		
FP2247	12	12.45	46		
FP2248	3.5	3.71	36-50/6		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2250	4	4.07	50/7		
FP2251	2.8	3.25	26		
FP2251	6	6.45	35		
FP2251	9.3	9.75	72		
FP2251	12.1	12.54	11-29-50/14		
FP2252	6	6.22	35-50/7		
FP2253	3	3.45	39		
FP2253	6.4	6.45	50/5		
FP2253	9.2	9.42	48-50/7		
FP2253	12.4	12.67	31-50/12		
FP2254	2.9	2.92	50/2		
FP2254	6	6.03	50/3		
FP2254	8.6	8.62	50/2		
FP2254	11.6	11.63	50/3		
FP2254	14.6	14.65	50/5		
G535	1.6	1.9	20		
G535	3.1	3.4	22		
G535	4.6	4.9	33		
G535	5.9	6.2	34		
G535	8	8.3	59		
G535	10	10.3	79		
G535	11.8	12.1	54		
G535	14	14.3	37		
G535	16	16.3	53		
G535	18.3	18.5	56-63/3		
G536	1.6	1.9	28		
G536	3.3	3.6	21		
G536	5.3	5.6	81		
G536	7	7.3	45		
G536	9.5	9.8	47		
G536	11.6	11.9	56		
G536	14.6	14.9	49		
G536	16.7	17	61		
G536	18.3	18.5	63/5		
Γ2-G.5	12	12.45	79		
Γ2-G.5	14	14.45	54		
Γ2-G.5	16.5	16.95	57		
Γ2-G.5	19	19.45	72		
Γ3-G.5	2	2.45	7		
Γ3-G.5	4	4.45	18		
Γ3-G.5	6	6.45	10		
Γ3-G.5	8	8.45	13		
Γ3-G.5	10	10.45	58		
Γ3-G.5	12	12.45	28		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ3-G.5	14.5	14.95	48		
Γ3-G.5	17	17.45	27		
Γ3-G.5	19.5	19.95	70		
Γ4-G.5	2	2.45	4		
Γ4-G.5	4	4.6	2		
Γ4-G.5	6.3	6.75	41		
Γ4-G.5	8.5	8.95	55		
Γ4-G.5	10.5	10.95	43		
Γ4-G.5	13	13.45	34-50/14		
Γ5-G.5	2	2.45	8		
Γ5-G.5	4	4.45	10		
Γ5-G.5	6	6.45	75		
Γ5-G.5	8	8.45	66		
Γ5-G.5	10	10.45	51		
Γ5-G.5	12	12.64	50/14		
Γ5-G.5	14.6	14.83	39-50/8		
Γ6-G.5	2.5	2.52	50/2		
Γ6-G.5	3.5	3.95	7		
Γ6-G.5	5.5	5.95	9		
Γ6-G.5	8	8.45	13		
Γ6-G.5	10	10.45	9		
Γ6-G.5	12	12.45	42		
Γ6-G.5	14.5	14.95	61		
Γ6-G.5	17	17.45	33		
Γ6-G.5	19.5	19.95	72		
Γ7-G.5	2	2.45	5		
Γ7-G.5	4	4.45	1		
Γ7-G.5	7	7.45	19		
Γ7-G.5	9	9.45	25		
Γ7-G.5	11.4	11.85	65		
Γ7-G.5	13.5	13.95	36-50/13		
Γ8-G.5	2	2.45	5		
Γ8-G.5	4.1	4.55	14		
Γ8-G.5	6.3	6.75	41		
Γ8-G.5	7.5	7.95	29		
Γ8-G.5	11.3	11.75	75		
Γ8-G.5	13.5	13.95	66		
Γ9-G.5	3	3.45	4		
Γ9-G.5	6.2	6.65	18		
Γ9-G.5	8.4	8.85	36		
Γ9-G.5	11.3	11.754	45		
Γ9-G.5	13.2	13.64	28-50/14		
Γ1-ΓΤ1	11.55	12	55		
ΓΑ	2.5	2.95	28		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
ΓΑ	5	5.45	31		
ΓΑ	7.2	7.65	56		
ΓΑ	9	9.65	58		
ΓΑ	12	12.45	59		
ΓΑ	14.5	14.93	41-50/12.5		
ΓΑ	16.5	16.95	69		
ΓΒ	2.5	2.95	33		
ΓΒ	4	4.45	89		
ΓΒ	6	6.45	33		
ΓΒ	8.7	9.15	49		
ΓΒ	11	11.45	70		
ΓΒ	13.5	13.95	83		
ΓΒ	16.2	16.6	44-50/10		
ΓΒ	18.3	18.75	65		
ΓΓ	2.4	2.85	23		
ΓΓ	4.2	4.65	38		
ΓΓ	7	7.45	72		
ΓΓ	9.5	9.95	50		
ΓΓ	12	12.45	52		
ΓΓ	15	15.45	54		
ΓΓ	18	18.45	81		
Γ1-ΓΤ2	3	3.45	27		
Γ1-ΓΤ2	6	6.45	11		
Γ1-ΓΤ2	9	9.45	40		
Γ1-ΓΤ2	11.55	12	70		
Γ1-ΓΤ2	13.55	14	70		
Γ1-ΓΤ2	17	17.45	42		
Γ1-ΓΤ2	20.55	21	35		
Γ1-ΓΤ2	23	23.45	60		
Γ2-ΓΤ2	3	3.45	14		
Γ2-ΓΤ2	6.5	6.95	10		
Γ2-ΓΤ2	10.55	10.93	60-60/8		
Γ2-ΓΤ2	13	13.45	46		
Γ2-ΓΤ2	16.55	17	45		
Γ2-ΓΤ2	20	20.45	49		
Γ2-ΓΤ2	23	23.45	45		
Γ3-ΓΤ2	3	3.45	14		
Γ3-ΓΤ2	6	6.45	17		
G99	1	1.3	22		
G99	2.5	2.8	48		
G99	4	4.3	44		
G99	5.8	6.1	46		
G99	7.6	7.9	86		
G99	9.2	9.5	26		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
G99	9.9	10.3	37		
G99	12	12.3	42		
G99	14	14.3	73		
G100	1.5	1.9	37		
G100	3.5	3.9	30		
G100	5.5	5.9	36		
G100	7.3	7.6	53		
G100	9.1	9.5	28		
G100	11	11.4	37		
G100	13.1	13.4	38		
G203	2.9	3.2	23		
G203	5.3	5.6	42		
G203	7.6	7.9	47		
G203	9.5	9.7	35-50/10		
G203	11.9	12.1	25-30-50/14		
G203	14	14.4	73		
G203	16.4	16.7	45		
G203	18.8	19.1	74		
G205	5.2	5.5	45		
Γ1-G	2	2.45	68		
Γ1-G	4	4.45	31		
Γ1-G	6	6.45	31		
Γ1-G	8.5	8.95	68		
Γ1-G	11.3	11.75	53		
Γ1-G	13.5	13.78	12-50/13		
Γ1-G	17.5	17.95	80		
Γ2-G	2	2.45	23		
Γ2-G	4	4.45	15		
Γ2-G	6.2	6.65	34		
Γ2-G	8.5	8.58	50/8		
Γ2-G	10.5	10.95	45		
Γ2-G	13	13.45	52		
Γ2-G	16.5	16.95	59		
Γ3-G	2	2.45	25		
Γ3-G	4	4.45	25		
Γ3-G	6	6.14	50/14		
Γ3-G	8.2	8.65	53		
Γ3-G	11	11.45	45		
G205	7.7	8	87		
G205	9.7	10	86		
G205	12.2	12.4	30-50/13		
G205	14.8	15	21-43-50/10		
G205	17.2	17.6	69		
G205	19.7	20	70		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
G205	22.2	22.5	44		
G205	24.8	25	33-50/12		
Γ3-G	13.5	13.95	45		
Γ3-G	16	16.45	46		
Γ3-G	18.5	18.95	56		
Γ4-G	2.2	2.65	10		
Γ4-G	4.3	4.75	28		
Γ4-G	6.3	6.75	59		
Γ4-G	10	10.45	55		
Γ4-G	12.3	12.75	35		
Γ4-G	14.5	14.95	38		
Γ4-G	17.5	17.95	45		
Γ1-G.2	2	2.45	40		
Γ1-G.2	4	4.13	50/13		
Γ1-G.2	7.7	8.09	50/14		
Γ1-G.2	10.3	10.55	50/14		
Γ1-G.2	10.3	10.55	50/10		
Γ1-G.2	13	13.28	50/13		
Γ1-G.2	16	16.25	50/11		
Γ1-G.2	19	19.22	50/7		
Γ1-G.2	21.8	22.03	50/8		
Γ2-G.2	2.2	2.45	50/10		
Γ2-G.2	5.5	5.9	50/12		
Γ2-G.2	8	8.4	50/10		
Γ2-G.2	10	10.45	88		
Γ2-G.2	13	13.13	50/13		
Γ2-G.2	15.5	15.7	50/5		
Γ2-G.2	17.7	17.97	50/12		
Γ2-G.2	19.8	20.09	50/12		
Γ3-G.2	2	2.45	57		
Γ3-G.2	4	4.27	50/12		
Γ3-G.2	6.3	6.59	50/14		
Γ3-G.2	8.3	8.55	50/10		
Γ3-G.2	10.5	10.63	50/13		
Γ3-G.2	13	13.25	50/10		
Γ3-G.2	16	16.28	50/13		
Γ3-G.2	18.4	18.54	50/14		
Γ3-G.2	21	21.26	50/11		
Γ4-G.2	2	2.45	33		
Γ4-G.2	4	4.45	46		
Γ4-G.2	6.2	6.65	43		
Γ4-G.2	8.4	8.65	50/10		
Γ4-G.2	10.3	10.47	50/12		
Γ4-G.2	13	13.24	50/9		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ4-G.2	16	16.29	50/14		
Γ4-G.2	18.5	18.77	50/12		
Γ4-G.2	21	21.13	50/13		
Γ5-G.2	2	2.45	40		
Γ5-G.2	4.3	4.95	64		
Γ5-G.2	7.5	7.95	72		
Γ5-G.2	10	10.4	50/10		
Γ5-G.2	13	13.26	50/11		
Γ5-G.2	13	13.26	50/11		
Γ5-G.2	15	15.36	50/6		
Γ5-G.2	17.5	17.93	50/13		
Γ5-G.2	20	20.28	50/13		
Γ1-G.3	2.8	3.08	50/13		
Γ1-G.3	6.1	6.55	78		
Γ1-G.3	8.5	8.95	68		
Γ1-G.3	11	11.42	50/12		
Γ1-G.3	14.1	14.4	50/10		
Γ1-ΓΤ1	2.9	3.35	8		
Γ1-ΓΤ1	8	8.45	49		
Γ3-ΓΤ2	7.5	7.95	39		
Γ3-ΓΤ2	10	10.45	37		
Γ3-ΓΤ2	12	12.34	22-60/4		
Γ3-ΓΤ2	14	14.45	30		
Γ3-ΓΤ2	16.55	16.97	52-60/12		
Γ1-ΓΤ3	2	2.45	48		
Γ1-ΓΤ3	4.55	5	16		
Γ1-ΓΤ3	7	7.21	50/6		
Γ1-ΓΤ3	11	11.45	90		
Γ1-ΓΤ3	14.55	15	40		
Γ1-ΓΤ3	17	17.45	45		
Γ1-ΓΤ3	19.5	19.95	29		
Γ2-ΓΤ3	2.5	2.95	23		
Γ2-ΓΤ3	5	5.45	13		
Γ2-ΓΤ3	8	8.45	15		
Γ2-ΓΤ3	11	11.45	17		
Γ2-ΓΤ3	14	14.45	64		
Γ2-ΓΤ3	16	16.45	52		
Γ2-ΓΤ3	19.5	19.95	37		
Γ1Δ	1.5	1.95	36		
Γ1Δ	3	3.45	25		
Γ1Δ	6	6.45	26		
Γ1Δ	8	8.45	18		
Γ1Δ	10	10.45	22		
Γ1Δ	12	12.45	29		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ1Δ	14.5	14.95	37		
Γ1Δ	17	17.45	42		
Γ1-G.4	2.5	2.95	48		
Γ1-G.4	4.7	5.15	29		
Γ1-G.4	7.5	7.95	31		
Γ1-G.4	10.6	11.05	28		
Γ1-G.4	13.8	14.25	51		
Γ1-G.4	16.5	16.79	50/14		
Γ1-G.4	20.2	20.65	69		
Γ1-G.4	23	23.45	34-50/13		
Γ2-G.4	2.2	2.65	35		
Γ2-G.4	4.2	4.65	30		
Γ2-G.4	7	7.45	25		
Γ2-G.4	9	9.45	41		
Γ2-G.4	12	12.45	37		
Γ2-G.4	14.8	15.08	50/13		
Γ2-G.4	17.5	17.95	78		
Γ2-G.4	20.5	20.95	55		
Γ2-G.4	24	24.45	45		
Γ3-G.4	2.7	3.15	41		
Γ3-G.4	5.2	5.65	28		
Γ3-G.4	8.5	8.95	51		
Γ3-G.4	9.7	10.15	68		
Γ3-G.4	13.2	13.65	48		
Γ3-G.4	16	16.28	50/13		
Γ3-G.4	18	18.45	45		
Γ3-G.4	20.4	20.85	55		
Γ3-G.4	23	23.45	67		
Γ4-G.4	2	2.29	50/14		
Γ4-G.4	4	4.29	50/14		
Γ4-G.4	7	7.75	28		
Γ4-G.4	10	10.45	32		
Γ4-G.4	12.7	12.98	50/13		
Γ4-G.4	14.5	14.95	40		
Γ4-G.4	17.2	17.65	50		
Γ4-G.4	20.2	20.65	60		
Γ4-G.4	23.5	23.95	55		
Γ5-G.4	2.8	3.22	30-50/12		
Γ5-G.4	4.5	4.95	47		
Γ5-G.4	7	7.45	41		
Γ5-G.4	9.5	9.95	52		
Γ5-G.4	12	12.29	50/14		
Γ5-G.4	15.2	15.65	52		
Γ5-G.4	18.2	18.42	50/8		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ5-G.4	20.4	20.85	60		
Γ5-G.4	24	24.45	50/14		
Γ1-ΓΤ4	1.5	1.95	15		
Γ1-ΓΤ4	3.6	4.05	32		
Γ1-ΓΤ4	5.7	6.15	27		
Γ1-ΓΤ4	7.5	7.95	24		
Γ1-ΓΤ4	10	10.45	31		
Γ1-ΓΤ4	12	12.45	40		
Γ1-ΓΤ4	13.6	14.05	46		
Γ1-ΓΤ4	15.55	16	50		
Γ1-ΓΤ4	17.4	17.85	58		
Γ1-ΓΤ4	19.55	20	63		
Γ1-ΓΤ4	20.6	21.05	57		
Γ1-ΓΤ4	22	22.45	74		
Γ3-ΓΤ4	2.1	2.55	38		
Γ3-ΓΤ4	4	4.45	17		
Γ3-ΓΤ4	6	6.45	21		
Γ3-ΓΤ4	7.7	8.15	25		
Γ3-ΓΤ4	10	10.45	32		
Γ3-ΓΤ4	13	13.45	32		
Γ3-ΓΤ4	15	15.45	41		
Γ3-ΓΤ4	18	18.45	59		
Γ3-ΓΤ4	19.55	20	68		
Γ1-ΓΤ5	2	2.45	11		
Γ1-ΓΤ5	5	5.55	16		
Γ1-ΓΤ5	9.4	9.85	24		
Γ1-ΓΤ5	12.7	13.15	35		
Γ1-ΓΤ5	14.55	15	39		
Γ1-ΓΤ5	18	18.45	62		
Γ4-ΓΤ5	2.5	2.95	23		
Γ4-ΓΤ5	5.8	6.25	29		
Γ4-ΓΤ5	9	9.45	22		
Γ4-ΓΤ5	12.2	12.65	54		
Γ4-ΓΤ5	16	16.45	32		
Γ4-ΓΤ5	18.2	18.65	79		
Γ4-ΓΤ6	2	2.45	20		
Γ4-ΓΤ6	4	4.45	100		
Γ4-ΓΤ6	6.55	7	15		
Γ4-ΓΤ6	8.4	8.85	20		
Γ4-ΓΤ6	10	10.45	14		
Γ4-ΓΤ6	12.3	12.75	36		
Γ4-ΓΤ6	14.55	15	44		
Γ1-G.5	2	2.45	5		
Γ1-G.5	4	4.45	6		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ1-G.5	6	6.45	39		
Γ1-G.5	8	8.45	42		
Γ1-G.5	10	10.45	59		
Γ1-G.5	12	12.45	41		
Γ1-G.5	14.5	14.95	46		
Γ1-G.5	17	17.45	42		
Γ1-G.5	19.5	19.92	40-50/12		
Γ2-G.5	2	2.45	56		
Γ2-G.5	4	4.45	52		
Γ2-G.5	6	6.45	40		
Γ2-G.5	7.9	8.15	50/10		
Γ2-G.5	10	10.45	61		
Γ1-G.8	2	2.45	26		
Γ1-G.8	4.2	4.31	50/11		
Γ1-G.8	6.1	6.55	82		
Γ1-G.8	8.5	8.95	66		
Γ1-G.8	11.5	11.91	45-50/11		
Γ2-G.8	2.9	3.32	30-50/12		
Γ2-G.8	5	5.45	50		
Γ2-G.8	9.7	9.77	50/7		
Γ2-G.8	10	10.45	55		
Γ2-G.8	12.2	12.45	30-50/10		
Γ2-G.8	15	15.25	45-50/10		
Γ2-G.8	18	18.4	49-50/10		
Γ3-G.8	1.8	2.25	51		
Γ3-G.8	4.5	4.95	57		
Γ3-G.8	6.6	7.02	31-50/12		
Γ3-G.8	8.8	9.03	50/8		
Γ3-G.8	11	11.45	77		
Γ3-G.8	13	13.22	50/7		
Γ3-G.8	16	16.14	50/14		

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Γ

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2253	12.70	14.60		0.107	
FP2245	15.70	20.70			25.10
FP2246	15.70	20.70			3.37
FP2247	13.05	18.05			22.20
FP2249	7.50	12.50			4.19
FP2252	8.70	13.70			6.39
FP2255	15.80	20.80			0.215
FP2256	23.10	28.10			0.032
FP2246	19.30	19.35	50/5		
FP2247	18.00	18.45	50/5		
FP2253	17.50	17.67	23-50/3		
FP2256	12.1	12.3	30-50/5		
FP2256	15.1	15.38	20-40-50/14		
FP2256	18	18.4	20-30-50/10		

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Δ2

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
PSF3	15.50	16.30		4.40	
FP2226	7.50	12.50			6.46
FP2226	13.50	18.50			6.55
Γ9	3.00	3.45	17		
Γ9	6.00	6.45	24		
Γ9	8.00	8.14	50/14		
Γ9	10.50	10.95	41		
Γ9	13.00	13.45	28		
Γ9	15.50	15.64	50/14		
Γ9	18.00	18.13	50/13		
Γ11	2.50	2.95	31		
Γ11	5	5.45	65		
Γ11	7.5	7.95	47		
Γ11	10.5	10.95	49		
Γ11	13	13.45	27		
Γ11	16	16.45	30		
PSF3	20.5	20.95		6.50	
PSF3	28.5	29		34.00	

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε1

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2227	3.20	3.65	40		
KB1	4.00	4.22	35-50/8		
KB1	7.00	7.25	39-50/10		
KB2	3.00	3.45	63		
KB2	6.00	6.35	23-40-50/5		
KB3	3.00	3.45	69		
KB3	6.00	6.22	30-50/8		
Γ4	2.50	2.95	11		
Γ4	6.50	6.90	14-29-50/10		
Γ5	3.50	3.58	50/8		
KX2	3.00	3.45	33		
KX2	6.00	6.45	32		
KX2	9.50	9.65	50/15		
KX3	6.00	6.37	19-41-50/7		
Γ12	2.50	2.95	16		
Γ12	4.50	4.71	18-50/6		
Γ12	7.50	7.78	26-50/13		
Γ12	10.00	10.29	33-50/14		
KΦ1	5.00	5.45	55		
KΦ2	3.00	3.45	69		
Γ15	2.50	2.95	31		
Γ15	5.5	5.88	35-28-50/8		
Γ15	7	7.13	50/13		
Γ15	9.5	9.73	50/13		
Γ15	11.5	11.6	50/10		
Γ22	2.5	2.73	37-50/8		
Γ1	1.5	1.95	11		
Γ1	3	3.45	13		
Γ1	4.5	4.95	33		
Γ1	6	6.45	51		
Γ1	8	8.28	33-60/13		
Γ2	4.65	5	35		
Γ2	6	6.45	47		
Γ2	8	8.05	60/5		
Γ2	9	9.45	42		
Γ3	1.6	2.05	30		
Γ3	4.5	4.95	33		
Γ3	6.3	6.43	60/13		
Γ3	8.3	8.35	60/5		
Γ3	10.4	10.85	30		
Γ3	13.2	13.65	30		
G514	1.6	1.9	51		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
G514	2.9	3.2	42		
G514	4.7	5	73		
G514	6.2	6.5	37		
G514	7.9	8.1	40-52		
G514	9.2	9.5	61		
G514	11	11.3	49		
G515	1.6	1.9	34		
G515	6	6.3	62		
G515	7.7	7.9	52/10		
G515	10.1	10.4	80		
G515	11.7	11.9	53/10		
Γ5-G.4	7	7.45	41		

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε2

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
PS1	15.50	16.20		8	
PS1	24.20	24.70		18	
PSF1	15.00	15.50		9.8	
PSF1	22.80	23.35		10	
FP2223	6.30	7.90		1.42	
FP2222	4.00	9.00			1.38
FP2222	10.90	14.90			1.62
KB2	9.50	9.60	50/10		
KB2	13.50	13.57	50/7		
KB2	16.50	16.56	50/6		
KB3	9.00	9.05	50/5		
KB3	13.00	13.05	50/5		
GIP1	16.00	16.30		4.90	

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε3

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
FP2227	16.10	20.60			4.19
FP2228	16.10	21.10			6.72
FP2229	12.80	17.30			0.09
FP2230	16.50	21.50			0.02
FH2231	14.30	19.30			1.84
PSP1	20.50	21.20		5.10	
PSP1	25.50	25.85		8.00	
PSF4	16.50	16.85		6.40	
PSF4	20.00	20.70		7.40	
PSF5	17.00	17.50		6.50	
PSF5	26.40	26.80		5.10	
FI1	18.00	18.55		2.20	
FIS3	19.00	19.50		9.00	
FIS3	22.50	23.20		83.00	
FIS4	15.00	15.50		7.70	
FIS4	23.00	23.45		7.00	
FIS4	29.10	29.80		1.90	
PHS1	18.00	18.30		2.70	
PHS1	23.50	24.10		4.00	
SI1	23.00	23.80		0.61	
SI02	25.00	25.60		1.80	
G7	4.8	5	50/14		
G6	6.2	6.4	50/9		
G6	8.8	9	50/8		
G6	11.8	12	50/9		
G6	15	15.1	30-50/13		
G7	9.8	10	50/4		
G7	13.5	13.7	21-50/7		
G7	15	15.1	23-50/8		
G8	6.5	6.7	23-50/7		
G8	9.4	9.5	50/11		
G8	12.2	12.3	50/3		
KX2	12.5	12.54	50/4		
Γ22	4.8	4.93	50/13		
Γ22	12.6	12.7	50/10		
Γ1	10.3	10.44	60/14		
Γ1	13	13.13	60/13		
Γ1	14	14.08	60/8		
Γ1	15.5	15.62	60/12		
Γ1	17.5	17.6	60/10		
Γ1	20	20.12	60/12		
Γ1	22.5	22.59	60/9		

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		N _{SPT}	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ k (10 ⁻⁷ m/s)	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		Maag test	Lugeon test
Γ1	25.2	25.39	47-60/4		
Γ1	27	27.1	60/10		
Γ1	30	30.03	60/3		
Γ2	11	11.08	60/8		
Γ2	12.6	12.69	60/9		
Γ2	15	15.09	60/9		
Γ2	15.6	15.64	60/4		
Γ2	16.5	16.95	49		
Γ2	18	18.27	36-60/12		
Γ2	19.5	19.95	94		
Γ2	21.2	21.65	82		
Γ2	23	23.45	101		
Γ2	25	25.08	60/8		
Γ2	26.5	26.7	37-60/5		
Γ2	28.3	28.57	38-60/12		
Γ2	29.5	29.78	35-60/13		
Γ3	14.7	14.75	60/5		
Γ3	16.5	16.56	60/6		
Γ3	18	18.03	60/3		
Γ3	21	21.21	50-60/6		
Γ3	24	24.22	47-60/7		
Γ3	27	27.07	60/7		
Γ3	29	29.06	60/6		
G515	3	3.3	40		
G515	17	17.3	43		
G515	18.3	18.5	53/10		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m											w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	
FP2236	20.30	20.90	16.3	40.0	23.0	17.0	8	8	84											CL
FP2236	23.80	24.20	15.0	33.0	21.0	12.0	11	10	79	2.70								0.125	11.1	CL
FP2236	27.50	28.00	14.0	44.0	19.0	25.0	6	13	81		1040.0									CL
FP2236	30.50	31.00	16.3	49.0	25.0	24.0	3	13	84	2.70										CL
FP2237	6.00	6.50	14.8	38.0	22.0	16.0	8	16	76		576.0									CL
FP2237	9.40	9.90	13.9	41.0	22.0	19.0	6	20	74			DS:CU			65.2	17.7				CL
FP2237	13.40	14.00	14.5	37.0	23.0	14.0	7	15	78	2.71		UU	367	12						CL
FP2237	18.20	18.60	11.7	32.0	21.0	11.0	28	16	56		1557.0									CL
FP2237	23.40	23.90	14.8	41.0	22.0	19.0	3	9	88	2.70		DS:CU			141.5	16.7				CL
FP2237	27.20	27.80	14.6	34.0	23.0	11.0	1	12	87	2.70							0.177	20		CL
FP2237	31.30	31.70	9.4	31.0	17.0	14.0	2	23	75		1087.0									CL
FP2238	4.00	4.40	15.3	36.0	17.0	19.0	5	19	76											CL
FP2238	7.80	8.20	8.0	33.0	17.0	16.0	18	28	54		2575.0									CL
FP2238	11.80	12.20	13.3	39.0	20.0	19.0	3	19	78			UU	176	13						CL
FP2238	16.00	16.50	13.3	32.0	20.0	12.0	15	20	65	2.70										CL
FP2238	18.70	19.10	10.8	33.0	20.0	13.0	9	16	75	2.71		DS:CU			100.5	16.7				CL
FP2238	24.10	24.70	11.9	31.0	18.0	13.0	15	16	69	2.70										CL
FP2238	28.00	28.60	12.7	33.0	20.0	13.0	0	18	82		746.0									CL
FP2238	32.00	32.60	9.2	25.0	17.0	8.0	8	28	64		972.0						0.08	5		CL
FP2239	5.00	5.40	8.7	38.0	21.0	17.0	15	24	61											CL
FP2239	9.50	10.00	16.6	41.0	19.0	22.0	5	13	82		605.0									CL
FP2239	16.60	17.00	12.8	31.0	19.0	12.0	11	25	64	2.70							0.074	3.4		CL
FP2239	21.00	21.50	13.0	33.0	18.0	15.0	6	21	73		1544.0									CL
FP2239	23.00	23.40	12.8	27.0	19.0	8.0	11	25	64	2.71		DS:CU			51.4	15.6				CL
FP2239	26.40	26.90	3.3	24.0	17.0	7.0	10	37	53		1939.0									CL
FP2239	28.50	29.10	9.7	27.0	17.0	10.0	3	35	62	2.70		UU	306	11						CL
FP2239	32.80	33.40	12.5	21.0	17.0	4.0	15	36	49		330.0						0.097	78.9		SC-SM
FP2240	3.00	3.40	14.7	27.0	17.0	10.0	14	26	60											CL
FP2240	8.40	9.00	14.3	33.0	20.0	13.0	0	17	83			UU	221	9						CL
FP2240	14.20	14.80	10.5	34.0	18.0	16.0	10	23	67	2.70	1126.0									CL
FP2240	17.20	17.80	12.8	27.0	17.0	10.0	20	23	57											CL
FP2240	21.00	21.50	11.0	27.0	18.0	9.0	3	27	70		626.0									CL
FP2240	24.50	25.00	11.0	27.0	16.0	11.0	8	35	57	2.71		DS:CU			89.2	17.7				CL

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa	
FP2246	5.00	5.50	20.9	54.0	27.0	27.0	6	14	80			356.0								CH
FP2246	8.40	9.00	14.8	35.0	21.0	14.0	9	33	58	2.71								0.059	3.6	CL
FP2246	11.40	12.00	15.5	36.0	19.0	17.0	43	26	31	2.69										GC
FP2247	4.30	4.80	14.7	40.0	19.0	21.0	10	22	68			210.0								CL
FP2247	6.80	7.30	17.8	33.0	23.0	10.0	1	10	89	2.71		417.0						0.065	8.7	CL
FP2247	10.40	11.00	14.2	36.0	23.0	13.0	2	36	62	2.70			UU	206	8					CL
FP2247	13.60	14.20	14.2	42.0	21.0	21.0	1	16	83	2.70								0.075	17.6	CL
FP2248	5.00	5.50	19.1	34.0	22.0	12.0	1	30	69			163.0								CL
PHS1	7.20		8.6	29.0	15.2	13.8	2	19	79	2.21										CL
PHS1	10.70		8.6	29.2	16.0	13.2	1	25	74	2.14										CL
SI1	8.00		11.4	30.0	14.7	15.3		5	95	2.66		1515.0								CL
SI1	9.00		13.2	29.7	15.0	14.7	0	15	85									0.102		CL
SI1	11.00		16.9	30.0	15.7	14.3	4	8	88	2.66			DS:CU			0	30			CL
SI1	13.40		12.3	29.8	14.8	15.0	12	14	74			751.0								CL
SI1	16.80		12.6	22.4	12.8	9.6	1	24	75	2.64								0.092		CL
SI1	17.80		9.4	22.7	12.4	10.3	4	24	72	2.67		1086.0						0.106		CL
SI2	11.00		18.3	37.1	16.8	20.3	8	15	77	2.77			DS:CU			39	26			CL
SI2	16.20		12.3	21.2	11.2	10.0	1	28	71	2.75										CL
SI2	22.00		11.4	20.3	14.2	6.1	32	26	42											GC-GM
SI2	22.70		13.3	20.5	11.5	9.0	6	32	62	2.75			CUPP	69	23.5	59	29.5			CL
SI02	8.00			36.3	16.7	19.6	0	3	97	2.79										CL
SI02	19.80		12.0	26.3	14.3	12.0	0	21	79	2.70			CUPP	50	29	40	33	0.061		CL
SI02	24.50		13.8	25.8	17.0	8.8	11	40	49	2.77		486.0								SC
SI03	7.30			34.4	17.9	16.5	0	10	90	2.86	21.1									CL
SI03	12.40		17.9	35.8	18.8	17.0	5	16	79	2.74			CUPP	88	23	0	34			CL
SI03	15.30		17.6	51.1	20.1	31.0	6	13	81	2.64		838.0								CH
SI03	23.00		15.4	31.7	16.0	15.7				2.69			CUPP	88	22.5	39	31	0.09	3	CL
SIO1	7.40		19.1	44.2	18.7	25.5	0	18	82	2.81										CL
SIO1	14.90		23.8	40.8	20.0	20.8	0	7	93	2.75	21.3									CL
SIO1	18.30		16.9	34.4	16.6	17.8	0	8	92	2.77	19.7		CUPP	49	16.5	20	24			CL
SIO1	25.00		20.6	29.3	12.5	16.8	3	10	87	2.77								0.103	4.45	CL
SIO1	26.00		20.7	44.0	16.4	27.6	5	15	80	2.77		720.0								CL
OA1	5.20			46.8	21.0	25.8	2	14	84	2.77								0.142	5.2	CL

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa	
Γ2-G.4	14.80	15.08	12.7	24.7	18.1	6.6	37	29	34											GC-GM
Γ2-G.4	16.70	17.00	13	43.2	18.3	24.9	0	19	81	2.69	22.4	688.0						0.143	2.147	CL
Γ2-G.4	17.50	17.95	13	46.0	21.1	24.9	22	21	57											CL
Γ2-G.4	19.70	20.00	14.1	46.4	21.1	25.3	0	14	86	2.70	22.8	2306.0								CL
Γ2-G.4	20.50	20.95	18.4	46.7	20.6	26.1	1	10	89											CL
Γ2-G.4	22.50	22.90	14.1	32.1	15.1	17.0	0	21	79	2.69	21.9	846.0								CL
Γ2-G.4	24.00	24.45	20.8	42.5	20.0	22.5	3	20	77											CL
Γ3-G.4	2.70	3.15	8.1	30.5	17.4	13.1	14	23	63											CL
Γ3-G.4	4.70	4.90	12.1	23.7	15.0	8.7	3	51	46	2.67	17.6		DS:UU	19.5	29.9					SC
Γ3-G.4	5.20	5.65	13.5	28.7	16.0	12.7	4	38	58											CL
Γ3-G.4	8.00	8.40	11.2	28.4	15.5	12.9	5	42	53	2.69	20.5		DS:UU	96.9	21.2					CL
Γ3-G.4	16.00	16.28	15.8	40.3	17.6	22.7	0	7	93											CL
Γ3-G.4	16.60	17.00	16.2	45.8	21.2	24.6	0	7	93	2.70	22.4	927.0								CL
Γ3-G.4	18.00	18.45	20.2	34.3	17.3	17.0	0	19	81											CL
Γ3-G.4	18.70	19.00	18.4	41.8	19.1	22.7	0	13	87	2.69	22.4	313.0						0.113	2.909	CL
Γ3-G.4	20.40	20.85	13	35.9	17.1	18.8	1	21	78											CL
Γ3-G.4	22.50	22.90	13.1	35.7	17.7	18.0	0	20	80	2.69	22.5	1451.0								CL
Γ3-G.4	23.00	23.45	14.7	38.1	16.5	21.6	4	23	73											CL
Γ4-G.4	2.00	2.29	14.5	26.6	14.9	11.7	2	38	60											CL
Γ4-G.4	3.00	3.20	9.7	31.6	16.7	14.9	6	37	57		19.6		DS:UU	76.7	56.3					CL
Γ4-G.4	4.00	4.29	11.5	30.2	17.2	13.0	7	47	46											SC
Γ4-G.4	4.80	5.00	7.9	28.9	17.3	11.6	3	42	55	2.67	18.3		DS:UU	42.3	28.3					CL
Γ4-G.4	7.00	7.45	16.9	33.4	18.1	15.3	1	29	70											CL
Γ4-G.4	9.00	9.20		28.2	16.7	11.5	3	26	71											CL
Γ4-G.4	10.00	10.45	12	28.7	16.5	12.2	3	36	61											CL
Γ4-G.4	12.00	12.20	13.6	24.3	14.2	10.1	10	47	43	2.68	20.3		DS:UU	17.3	31.8					SC
Γ4-G.4	12.70	12.98	10.9	19.7	14.4	5.3	18	53	29											SC-SM
Γ4-G.4	13.80	14.25	11.5	39.5	19.2	20.3	3	17	80	2.69	22.9	1669.0								CL
Γ4-G.4	14.50	14.95	17.4	46.3	21.7	24.6	1	15	84											CL
Γ4-G.4	17.20	17.65	9.8	48.4	20.4	28.0	3	19	78											CL
Γ4-G.4	19.50	19.70	24.8	37.6	17.5	20.1	2	12	86	2.69	20.1									CL
Γ4-G.4	20.20	20.65	19	42.3	21.1	21.2	1	7	92											CL
Γ4-G.4	21.30	21.70	15.6	42.7	21.2	21.5	1	6	93	2.69	22.4	1017.0						0.117	2.809	CL

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ				
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa		φ' °
Γ5-G.4	22.10	22.50	11.4	44.7	21.2	23.5	3	15	82	2.69	21.5	1832.0									CL
Γ5-G.4	24.00	24.45	12.7	41.6	20.0	21.6	0	19	81												CL
Γ1-ΓΤ4	1.50	1.95	11	25.0	13.0	12.0	2	44	54												
Γ1-ΓΤ4	3.60	4.05	9	23.0	13.0	10.0	4	54	42												
Γ1-ΓΤ4	5.70	6.15	22	35.0	14.0	21.0	6	28	66												
Γ1-ΓΤ4	7.50	7.95		22.0	12.0	10.0	8	35	57												
Γ1-ΓΤ5	2.00	2.45	8	34.0	12.0	22.0	1	41	58												
Γ1-ΓΤ5	3.60	4.00	14	37.0	19.0	18.0	0	24	76			251.0									
Γ1-ΓΤ5	5.00	5.45	15	22.0	17.0	5.0	1	74	25												
Γ1-ΓΤ5	7.80	8.30	18	33.0	15.0	18.0	0	32	68			215.0									
Γ1-ΓΤ5	9.40	9.85	11	24.0	16.0	8.0	24	39	37												
Γ1-ΓΤ5	11.60	12.00		19.0	16.0	3.0	52	32	16												
Γ1-ΓΤ5	12.70	13.15	8	24.0	13.0	11.0	36	44	20												
Γ1-ΓΤ5	13.80	14.00	13	27.0	13.0	14.0	2	40	58												
Γ1-ΓΤ5	14.55	15.00	14	28.0	13.0	15.0	6	28	66												
Γ1-ΓΤ5	16.60	16.80	17	32.0	13.0	19.0	0	23	77			340.0									
Γ1-ΓΤ5	18.00	18.45	15	27.0	13.0	14.0	0	20	80												
Γ4-ΓΤ5	1.00	1.20		17.0	15.0	2.0	3	69	28												
Γ1-G	2.00	2.45	1.8				29	49	22												SM
Γ1-G	4.00	4.45	21.9	37.1	18.5	18.6	0	27	73												CL
Γ1-G	5.10	5.30	20.1	38.6	18.2	20.4	0	22	78	2.72	17.4		DS:UU	35.2	27.2						CL
Γ1-G	5.60	5.80	14.9	31.1	18.3	12.8	6	28	66	2.70	19.9										CL
Γ1-G	6.00	6.45	14.3	38.3	19.8	18.5	2	30	68												CL
Γ1-G	8.50	8.95	11.2	49.7	22.9	26.8	2	13	85												CL
Γ1-G	10.50	10.90	15.4	50.9	22.7	28.2	6	11	83	2.74	21.9	1646.0									CH
Γ1-G	11.30	11.75	22.8	47.6	23.7	23.9	2	8	90												CL
Γ1-G	13.50	13.78	18.1	49.4	23.7	25.7	2	8	90												CL
Γ1-G	15.60	16.00	18.9	54.7	25.6	29.1	8	8	84	2.74	21.2	524.0									CH
Γ1-G	17.50	17.95	25.4	44.9	23.0	21.9	1	8	91												CL
Γ2-G	2.00	2.45	5.2				32	50	18												SM
Γ2-G	4.00	4.45	14.6	29.2	17.3	11.9	10	33	57												CL
Γ2-G	6.20	6.65	10	25.4	18.4	7.0	26	46	28												SC
Γ2-G	7.40	7.60	8.6	25.5	16.1	9.4	6	52	42	2.69	18.3		DS:UU	92.1	26.3						SC

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa	
Γ1-G.2	6.60	6.70	19.7	42.3	23.2	19.1	9	12	79											CL
Γ1-G.2	7.80	8.09	18.2	42.6	22.0	20.6	1	23	76											CL
Γ1-G.2	10.30	10.55	17.6	42.3	24.0	18.3	1	16	83											CL
Γ1-G.2	11.90	12.10	20.5	46.9	22.6	24.3	7	10	83											CL
Γ1-G.2	13.00	13.28	22.5				1	6	93											CL
Γ1-G.2	14.70	15.00	20.8	43.8	23.0	20.8	1	5	94	2.69	20.6	719.0						0.057		CL
Γ1-G.2	16.00	16.26	15.6	47.6	23.8	23.8	4	14	82											CL
Γ1-G.2	17.20	17.40	18.9	50.3	23.5	26.8	0	10	90											CH
Γ1-G.2	19.00	19.22	22.1	50.5	24.8	25.7	4	7	89											CH
Γ1-G.2	21.80	22.03	20.4	50.4	24.4	26.0	3	5	92											CH
Γ2-G.2	2.20	2.45	8.7				20	67	13											SM
Γ2-G.2	3.30	3.60	21.1	22.6	15.4	7.2	28	45	27	2.68	20.2	102.0								SC
Γ2-G.2	4.30	4.60	20.8	42.3	22.0	20.3	2	13	85	2.69	20.5	692.0								CL
Γ2-G.2	5.50	5.90	18.7	43.7	21.5	22.2	3	16	81											CL
Γ2-G.2	6.70	6.90	18.4	43.6	21.5	22.1	6	18	76											CL
Γ2-G.2	8.00	8.40	20.3	42.2	22.2	20.0	4	13	83											CL
Γ2-G.2	9.20	9.40	16.3	44.0	21.8	22.2	2	11	87											CL
Γ2-G.2	10.00	10.40	19.3	47.6	23.8	23.8	1	12	87											CL
Γ2-G.2	13.00	13.13	18.3				13	11	76											
Γ2-G.2	13.80	14.00	22.4	48.1	23.8	24.3	4	9	87	2.71	19.8	104.0						0.015		CL
Γ2-G.2	17.30	17.50	21.4	45.4	21.7	23.7	3	7	90											CL
Γ2-G.2	18.80	20.09	16.3	51.2	23.7	27.5	1	15	84											CH
Γ3-G.2	1.80	2.00	7.5	22.6	17.8	4.8	28	41	31											SC-SM
Γ3-G.2	2.00	2.45	10.4	22.6	18.3	4.3	20	49	31											SC-SM
Γ3-G.2	3.70	4.00	1.9				30	57	13											
Γ3-G.2	4.00	4.27	17				24	24	52											
Γ3-G.2	5.20	5.50	17.2	48.2	22.9	25.3	0	7	93	2.70	20.2		UU	5.64	0.0					CL
Γ3-G.2	6.30	6.59	23.1	38.8	20.5	18.3	2	17	81											CL
Γ3-G.2	7.70	8.00	19.8	42.0	20.6	21.4	5	14	81	2.70	21.1		UU	309	8.0					CL
Γ3-G.2	8.30	8.50	16.2	44.5	21.5	23.0	9	17	74											CL
Γ3-G.2	11.90	12.10	19.4	49.3	24.1	25.2	8	15	77	2.70	21.1							0.038		CL
Γ3-G.2	16.00	16.28	22.2	43.2	23.0	20.2	9	9	82											CL
Γ3-G.2	17.70	17.90	20.6	44.9	15.6	29.3	1	5	94	2.69	20.9							0.048		CL

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa	
G9-G.5	6.20	6.65	17.3	29.4	18.1	11.3	40	38	22											GC
G9-G.5	8.40	8.85	9.7				36	28	36											
G9-G.5	10.50	10.80	15.9	29.9	17.1	12.8	3	23	74	2.69	22.2		UU	106.5	0.0					CL
G9-G.5	12.50	12.70	15.6	29.9	15.3	14.6	0	35	65	2.70	22.3		UU	87.9	0.0					CL
G1-G.8	2.00	2.45	14.2	33.4	25.5	7.9	10	19	71											CL
G1-G.8	3.20	3.50	15.8	35.1	26.7	8.4	11	19	70	2.69		64.0								CL
G1-G.8	4.70	5.00	18.6	23.1	19.0	4.1	32	38	30											SC-SM
G1-G.8	6.10	6.55	19.1	41.3	20.6	20.7	10	18	72											CL
G1-G.8	8.00	8.40	19.5	41.7	20.8	20.9	5	16	79	2.70										CL
G1-G.8	10.50	10.80	22.5	49.7	23.9	25.8	3	8	89	2.70		397.0								CL
G1-G.8	11.50	11.91	22.3	43.6	20.9	22.7	1	7	92											CL
G2-G.8	1.70	2.00	10.8	23.2	17.5	5.7	20	48	32											SC-SM
G2-G.8	2.90	3.32	8.2	22.7	18.4	4.3	19	48	33											SC-SM
G2-G.8	3.80	4.20	18.1	24.7	17.2	7.5	31	41	28											SC
G2-G.8	8.10	8.40	15.1	24.3	15.7	8.6	10	34	56	2.70		210.0								CL
G2-G.8	9.40	10.00	21.3	43.2	22.7	20.5	6	17	77	2.70			UU	312	2.2					CL
G2-G.8	12.20	12.45	16.5	45.1	21.9	23.2	9	20	71											CL
G2-G.8	13.10	13.40	20.2	48.1	23.9	24.2	8	16	76	2.70								0.038		CL
G2-G.8	15.00	15.25	22.7	49.0	24.2	24.8	1	22	77	2.70		238.0								CL
G2-G.8	16.30	16.60	21.7	43.2	25.6	17.6	1	7	92											CL
G3-G.8	1.80	2.25	14.2	22.7	18.1	4.6	22	35	43											SC-SM
G3-G.8	4.50	4.95	18.9	25.1	17.8	7.3	17	52	31											SC
G3-G.8	6.60	7.02	21.1	44.2	21.9	22.3	5	16	79											CL
G3-G.8	8.10	8.50	22	44.7	23.4	21.3	9	20	71	2.70			UU	305	7.6					CL
G3-G.8	11.00	11.45	17.4	47.5	26.2	21.3	8	20	72											CL
G3-G.8	13.60	14.00	23.9	47.1	24.3	22.8	2	23	75	2.70		282.0								CL
G99	1.50	2.00		27.0	13.0	14.0	3	31	66											CL
G99	2.90	3.50		36.0	13.0	23.0	4	22	74											CL
G99	4.50	5.80	10.5	33.0	13.0	20.0	33	19	48	21.7	432.0									SC
G99	6.30	7.70	11.5-15	35.0	13.0	22.0	7	24	69	22.5	386.0							0.04		CL
G99	8.00	9.30		30.0	20.0	10.0	57	23	20											GC
G99	9.70	10.00	13.5							21.6								0.12		
G99	10.30	11.50	14	26.0	14.0	12.0	6	42	52			23	163.0							CL

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ											ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ			
	m	m		w %	LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	G _s	γ _b kN/m ³	q _u kPa	c kPa	φ °	c' kPa	
G549	16.10	17.70		41.0	21.0	20.0	5	11	84											CL
G549	19.50	20.00	21	50.0	19.0	31.0	6	9	85		20.3	276.0								CH
G550	1.10	1.40		20.0	15.0	5.0	22	36	42											SM-SC
G550	3.30	3.60		44.0	19.0	25.0	7	23	70											CL
G550	4.80	5.20	22	48.0	20.0	28.0	5	7	88		20.6	406.0								CL
G550	6.30	6.70	24.0								19.5		UU	40	30.7					
G550	6.70	7.00	23	52.0	21.0	31.0	4	7	89		19.9	345.0								CH
G550	10.10	10.50	24	54.0	20.0	34.0	6	6	88		20.1	392.0								CH
G550	11.80	12.20	22								18.9							0.14		
G550	15.80	16.10		45.0	20.0	25.0	3	14	83											CL
G550	18.10	18.40	19	49.0	20.0	29.0	3	8	89		20.7	568.0								CL
G551	0.60	1.00		22.0	17.0	5.0	8	41	51											ML-CL
G551	2.00	2.50		21.0	16.0	5.0	43	36	21											SM-SC
G551	3.80	4.40	25	51.0	21.0	30.0	2	6	92		20	364.0								CH
G551	6.20	7.00		51.0	20.0	31.0	2	8	90											CH
G551	9.40	10.30	22.5	54.0	22.0	32.0	1	6	93		19.5		UU	149	18.6			0.17		CH
G551	12.70	13.00	22	45.0	19.0	26.0	1	8	91		19.5	127.0								CL
G551	14.40	14.80		48.0	19.0	29.0	3	9	88											CL
G551	18.40	18.80	19	49.0	19.0	30.0	3	7	90		19.2	142.0								CL
G550	13.30	13.60	21.0								20.5									
G550	13.80	14.10	19	51.0	20.0	31.0	3	8	89		21	657.0								CH
Πλήθος τιμών		(N)	685	690	681	684	729	731	731	191	156	189	0	74	74	23	23	75	49	0
Ελάχιστη τιμή		(X _{min})	1.8	12.0	10.0	1.5	0.0	0.0	4.0	2.14	17.4	16.0	-	5.6	0.0	0.0	15.6	0.015	1.20	-
Μέγιστη τιμή		(X _{max})	43.4	56.0	28.4	41.0	100.0	80.0	98.0	2.86	23.8	3676.0	-	435.0	56.3	141.5	40.7	0.180	474.10	-
Μέση τιμή		(X _m)	15.8	33.4	17.6	15.9	9	27	65	2.70	20.9	575.2	-	122.2	16.7	50.9	23.9	0.105	27.08	-
Τυπική απόκλιση		(σ _{n-1})	4.96	9.44	3.84	7.21	11.6	14.7	20.7	0.06	1.42	527.68	-	107.12	11.53	35.92	7.12	0.037	77.09	-

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Β

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cls50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cls50\perp}$ (MPa)
FP2248	7.90	8.20	3.11	257.98					
FP2248	11.20	11.50	6.48	1341.96					
FP2249	7.00	7.40	3.14	469.77		0.58	7.54	0.27	3.51
SI2	25.00		0.09	15					
FP2250	18.90	19.10				0.44	5.72	0.35	4.55
FP2250	19.90	20.00				0.65	8.45	0.3	3.9
FP2251	7.90	8.20	8.1	1608.43					
FP2252	7.20	7.40				1.11	14.43	0.62	8.06
FP2253	6.50	6.70	9.46	2291.39					
FP2254	5.30	5.60	16.38	2086.06					
FP2254	9.30	9.70	19.46	16249.93		1.61	20.93	0.74	9.62
FP2254	13.20	13.50	19.1	3505.72					
FP2254	16.40	16.60				0.87	11.31	0.99	12.87
FP2255	5.10	5.30	35.63	5341.02					
FP2255	8.30	8.50	33.58	3448.54					
FP2255	11.70	12.00	4.06	759.75					
Πλήθος τιμών		(N)	12	12	0	6	6	6	6
Ελάχιστη τιμή		(X_{min})	0.09	15.00	-	0.44	5.72	0.27	3.51
Μέγιστη τιμή		(X_{max})	35.63	16249.93	-	1.61	20.93	0.99	12.87
Μέση τιμή		(X_m)	13.22	3114.63	-	0.88	11.40	0.55	7.09
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	11.86	4423.21	-	0.43	5.58	0.29	3.75

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ Gs	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ _b kN/m ³	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ q _u kPa	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		w %	LL	PL	PI	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %				ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %	ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ c kPa	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ φ °	ΣΥΝΟΧΗ c' kPa	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ φ' °	C _c		C _v x10 ⁻⁴ cm ² /sec
	m	m			%	%	%														
FP2256	8.20	8.90	14.30	32.00			0	33	67											ML	
FP2256	11.40	11.90	13.00	25.00			6	56	38	2.69		44.0								SM	
FP2256	14.00	14.40	11.60	27.00			20	35	45											SM	
FP2256	16.90	17.50	9.70	37.00			0	23	77	2.70			UU	340	19			0.143	5.5	ML	
FP2256	19.20	19.80	10.90	27.00			0	37	63				UU	254	13					ML	
FP2256	23.80	24.50	15.50	47.00			5	5	90	2.70								0.161	9.3	ML	
FP2256	28.30	28.80	13.40	29.00			0	34	66											ML	
FP2256	32.00	32.60	9.90	32.00			0	13	87				CU			34	37			ML	
FP2256	33.40	34.00	12.50	26.00			0	42	58	2.70			UU	176			16	0.073	454.2	ML	
FP2256	37.80	38.30	7.30	27.00			4	39	57			1193.0								CL	
Πλήθος τιμών	(N)		42	41	2	2	42	42	42	13	0	19	-	5	4	4	5	16	16	-	
Ελάχιστη τιμή	(X _{min})		4.3	24.0	23.0	9.0	0	2	1	2.69	-	32	-	176.0	13.0	34.0	16.0	0.042	1.70	-	
Μέγιστη τιμή	(X _{max})		25.0	47.0	24.0	10.0	97	64	90	2.70	-	5500	-	637.0	27.0	90.0	50.0	0.161	492.10	-	
Μέση τιμή	(X _m)		11.0	31.4	23.5	9.5	25	31	44	2.70	-	1146	-	365.8	19.8	68.3	40.0	0.104	134.74	-	
Τυπική απόκλιση	(σ _{n-1})		3.79	5.48	0.71	0.71	27.2	15.0	24.3	0.01	-	1287.7	-	177.4	5.7	25.2	14.4	0.038	195.21	-	

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Γ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cis50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cis50\perp}$ (MPa)
FP2243	23.10	23.40	2.45	805.81					
FP2243	30.10	30.30	11.45	1601.36					
FP2244	20.60	20.80				0.77	10.01	0.2	2.6
FP2244	22.60	22.80				1.54	20.02	1.05	13.65
FP2244	24.40	24.60				0.85	11.05	0.81	10.53
FP2245	27.90	28.00				0.76	9.88	1	13.0
FP2245	30.90	31.20	23.59	4963.6		1.53	19.89	0.39	5.07
FP2246	13.60	13.80	4.97	996.59					
FP2246	17.80	18.20	3.26	539.26		0.4	5.2	0.42	5.46
FP2246	22.30	22.60	2.38	841.58					
FP2246	24.20	24.40				0.33	4.29	0.13	1.69
FP2246	24.60	24.70				0.36	4.68	0.1	1.3
FP2246	27.20	27.50	3.64	648.2					
FP2247	18.10	18.40				0.5	6.5	0.37	4.81
FP2247	21.00	21.40	6.52	1718.22		0.77	10.01	0.99	12.87
FP2247	24.00	24.30	1.62	240.68		0.9	11.7	0.65	8.45
FP2247	25.80	26.00				0.69	8.97	0.5	6.5
FP2248	16.00	16.30	9.75	2380.28		0.83	10.79	0.52	6.76
FP2248	18.80	19.00				0.5	6.5	0.3	3.9
FP2248	20.70	21.00	6.78	842.23		0.71	9.23	0.39	5.07
FP2248	25.40	25.60				0.44	5.72	0.27	3.51
FP2249	19.00	19.30	9.71	1346.87		0.95	12.35	0.62	8.06
FP2249	21.50	22.00	2.45	396.99		0.62	8.06	0.5	6.5
FP2253	18.40	18.70	2.41	474.41		1.19	15.47	0.88	11.44
FP2253	20.70	20.90				0.48	6.24	0.36	4.68
FP2253	27.30	27.60	5.93	2349.75		0.64	8.32	0.52	6.76
FP2254	24.70	24.80				0.98	12.74	1.07	13.91
FP2255	23.30	23.50				3.17	63.4	2.14	42.8
FP2255	24.90	25.20	4	2199.06		3.13	62.6	2.3	46
FP2255	28.20	28.40	33.59	7874.55					
FP2255	31.20	31.40	43	7085.34		2.56	51.2	1.32	26.4
FP2255	32.80	33.00	11.92	3202.15					
FP2256	26.20	26.50	9.65	2239.22					
Πλήθος τιμών	(N)		20	20	0	25	25	25	25
Ελάχιστη τιμή	(X_{min})		1.62	240.68	-	0.33	4.29	0.10	1.30
Μέγιστη τιμή	(X_{max})		43.00	7874.55	-	3.17	63.40	2.30	46.00
Μέση τιμή	(X_m)		9.95	2137.31	-	1.02	15.79	0.71	10.87
Τυπική απόκλιση	(σ_{n-1})		11.06	2156.01	-	0.80	16.92	0.56	11.41

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Δ2

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜ/ΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ					ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΑΠΟ	ΕΩΣ		LL %	PL %	PI %	ΧΑΛΙΚΕΣ %	ΑΜΜΟΣ %	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ %				ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	ΣΥΝΟΧΗ	ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ	C _c	C _v x10 ⁻⁴ cm ² /sec	
	m	m																		
FP2226	7.10	7.70	31	36.0	19.0	17.0	12	10	78	2.69						0.25	3.9	CL		
FP2226	8.30	8.70	19.3	39.0	22.0	17.0	7	9	84				DS:CU		16.6	21.0		CL		
FP2226	11.00	11.50	33.1	40.0	19.0	21.0	30	21	49	2.7		20.0				0.20	14.4	GC		
FP2226	29.20	29.70	5.3	27.0	19.0	8.0	32	32	36			255.0						GC		
Γ9	3.00	3.20	18	38.0	18.0	20.0		6	94			369.0						CL		
Γ9	4.00	4.30	27	38.0	16.0	22.0		2	98				CU		0	23.8		CL		
Γ9	5.00	5.30	23	42.0	17.0	25.0		2	98			175.0						CL		
Γ9	7.00	7.20	23.5	48.0	17.0	31.0		3	97			199.0								
Γ9	7.70	8.10	21.5										CU		0	28.0				
Γ9	9.00	9.60	21	62.0	24.0	38.0		1	99			234.0						CH		
Γ9	11.50	12.00	22									309.0								
Γ9	12.00	13.20		56.0	20.0	36.0		1	99				UU	128.91	11.0			CH		
Γ9	14.50	15.10	21.5	48.0	19.0	29.0		1	99			377.0						CL		
Γ9	15.80	16.20	17.5	36.0	19.0	17.0		6	94			217.0						CL		
Γ9	18.20	18.50	19	30.0	18.0	12.0		1	99			163.0						CL		
Γ9	20.00	20.50	16.5	42.0	18.0	24.0	1	2	97			275.0						CL		
Γ11	4.40	5.00	14	36.0	14.0	22.0	17	19	64		22.3	263.0						CL		
Γ11	6.00	6.30	13.5	33.0	14.0	19.0	3	10	87		21.5	325.0					0.18	CL		
Γ11	8.00	8.30	16	44.0	18.0	26.0	3	5	92		22.3	438.0						CL		
Γ11	9.50	10.00	20	50.0	20.0	30.0	2	1	97		21.1	76.0						CH		
Γ11	12.50	13.00	21	58.5	20.0	38.5	0	2	98		21.7		UU	75.99	14.3		0.12	CH		
Γ11	15.00	15.30	24	42.0	16.0	26.0	21	6	73		20.6	75.0						CL		
Γ11	16.50	17.00	19	44.0	19.0	25.0	9	31	60		21.5	232.0						CL		
Πλήθος τιμών	(N)		22	21	21	21	12	21	21	2	7	17	-	2	2	3	3	4	2	-
Ελάχιστη τιμή	(X _{min})		5.3	27.0	14.0	8.0	0	1	36	2.69	20.6	20.0	-	76.0	11.0	0.0	21.0	0.120	3.90	-
Μέγιστη τιμή	(X _{max})		33.1	62.0	24.0	38.5	32	32	99	2.70	22.3	438.0	-	128.9	14.3	16.6	28.0	0.250	14.40	-
Μέση τιμή	(X _m)		20.3	42.4	18.4	24.0	11	8	85	2.70	21.6	235.4	-	102.5	12.7	5.5	24.3	0.188	9.15	-
Τυπική απόκλιση	(σ _{n-1})		5.87	8.98	2.33	7.99	11.2	9.6	18.6	0.01	0.61	112.7	-	37.4	2.3	9.6	3.5	0.05	7.42	-

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Δ2

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cls50//}$ (MPa)	(MPa)	σ_{cls50^\wedge} (MPa)
FH2325	8.40	8.60	4.84	1569.04					
FH2325	11.50	11.80	12.5	1581.92					
FP2226	12.40	12.70				1.95	25.35	2.21	44.2
FP2226	15.50	15.80	12.99	4784.17					
FP2226	18.50	19.00	15.8	2796.37		1.05	13.65	1.72	22.36
FP2226	20.50	20.90	25.57	3656.91		2.94	58.8	1.96	25.48
FP2226	23.10	23.50	38.77	5984.7		1.88	24.44	1.23	15.99
PSF3	9.30	9.50	5.411						
PSF3	14.90	15.10	2.218						
PSF3	20.20					0.46	5.98		
PSF3	24.40					0.23	2.99		
PSF3	27.50					0.23	2.99		
Πλήθος τιμών		(N)	8	6	0	7	7	4	4
Ελάχιστη τιμή		(X_{min})	2.22	1569.04	-	0.23	2.99	1.23	15.99
Μέγιστη τιμή		(X_{max})	38.77	5984.70	-	2.94	58.80	2.21	44.20
Μέση τιμή		(X_m)	14.76	3395.52	-	1.25	19.17	1.78	27.01
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	12.22	1771.14	-	1.04	19.85	0.42	12.12

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε2

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cis50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cis50^{\wedge}}$ (MPa)
FP2222	5.00	5.20				0.19	2.47	0.39	5.07
FP2222	6.20	6.50				0.2	2.6	0.25	3.25
FP2222	9.00	9.40	5.39	567.64		0.24	3.12	0.2	2.6
FP2222	10.20	10.50	4.83	1065.3					
FP2222	13.00	13.20	5.46	1033.88					
FP2222	13.60	13.90				0.23	2.99	0.2	2.6
FP2222	19.50	19.60				0.21	2.73	0.27	3.51
FP2223	5.00	5.20						0.29	3.77
FP2223	7.80	8.20	15.19	1659.47					
FP2223	15.70	16.00	9.12	1712.17					
FP2223	19.30	19.50				0.51	6.63	0.91	11.83
FH2325	15.20	15.40				1.83	23.79	1.24	16.12
FH2325	18.80	19.00				1.44	18.72	1.11	14.43
FH2325	21.20	21.40				2.06	41.2	0.37	4.81
PS1	5.40					0.22	2.86		
PS1	8.60								
PS1	8.60					3.91	78.2		
PS1	11.30								
PS1	12.00		4.7	1496					
PS1	12.70		4.8	2136					
PS1	14.80		4.2	1700					
PS1	22.30					1.62	21.06		
PS1	23.80		5	1413					
PS1	26.00					0.23	2.99		
PS1	27.40					0.67	8.71		
PSF1	8.65					0.23	2.99		
PSF1	8.60								
PSF1	12.20		5.5	2197					
PSF1	13.80		5.4	2292					
PSF1	16.40		6.5	1560					
PSF1	20.40					0.24	3.12		
PSF1	24.40		32.7	9268					
GIP1	10.80					0.23	2.99		
GIP1	14.30					0.23	2.99		
GIP1	17.40					0.14	1.82		
GIP1	17.40	17.80	15.973	17290.1	0.33				
GIP1	20.80					0.23	2.99		
GIP1	20.80	21.60	6.524	6499.6	0.22				
GIP1	25.00					0.23	2.99		
GIP1	31.50					1.83	23.79		
FP2225	14.00	14.30				0.41	5.33	0.2	2.6
FP2225	17.00	17.30	45.45	11993.72		2.16	43.2	2.8	36.4
FP2225	18.70	18.90				0.73	9.49	0.8	10.4
FP2225	24.80	25.00	3.26	2006.72					
FP2225	26.60	26.80				0.35	4.55	0.32	4.16
Γ5	8.70	9.00	6.0						
Γ5	9.50	10.00	2.5			0.22	2.86		
Γ5	10.30	10.40				0.06	0.78		

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cis50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cis50^{\wedge}}$ (MPa)
Γ5	13.20	13.50	3.0						
Γ5	15.00	15.20				0.08	1.04		
Γ5	15.70	16.00	4.6						
Γ5	16.90	17.00				0.06	0.78		
Γ5	18.80	19.00				0.3	3.9		
Γ5	23.00	23.20				0.06	0.78		
Πλήθος τιμών		(N)	21	17	2	32	32	14	14
Ελάχιστη τιμή		(X_{min})	2.50	567.64	0.22	0.06	0.78	0.20	2.60
Μέγιστη τιμή		(X_{max})	45.45	17290.10	0.33	3.91	78.20	2.80	36.40
Μέση τιμή		(X_m)	9.34	3875.92	0.28	0.67	10.45	0.67	8.68
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	10.65	4690.35	0.08	0.87	16.57	0.71	9.24

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε3

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cls50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cls50\perp}$ (MPa)
FH2325	25.00	25.10				0.42	5.46	0.25	3.25
FH2325	27.60	27.90	1.68	479.84					
FP2227	6.80	7.00				0.32	4.16	0.27	3.51
FP2227	12.70	13.20	6.52	1275.38		0.6	7.8	0.3	3.9
FP2227	15.00	15.40	2.54	690.16		0.29	3.77	0.25	3.25
FP2227	18.20	18.50	1.32	411.3					
FP2227	21.40	21.80	19.13	5044.15		0.92	11.96	0.98	12.74
FP2227	24.40	24.60				1.21	15.73	0.56	7.28
FP2227	27.70	28.00				0.34	4.42	0.23	2.99
FP2227	30.20	30.40	3.4	704.74					
FP2228	4.00	4.20				0.98	12.74	0.75	9.75
FP2228	7.30	7.50	9.83	2007.17					
FP2228	11.40	11.60				0.49	6.37	0.62	8.06
FP2228	15.60	15.80				0.91	11.83	0.4	5.2
FP2228	18.00	18.30	8.18	1275.41					
FP2228	22.00	22.40	12.89	1318.81		1.12	14.56	0.87	11.31
FP2228	25.30	25.60	9.78	965.55			0		
FP2228	26.60	27.10	13.07	1213.43		1.22	15.86	0.55	7.15
FP2229	7.20	7.50	8.27	1506.54					
FP2229	10.70	10.90	2.43	480.7		0.17	2.21	0.25	3.25
FP2229	14.00	14.20				0.14	1.82	0.2	2.6
FP2229	18.50	18.90	8.16	4823.01		0.71	9.23	0.38	4.94
FP2229	23.30	23.50				1.09	14.17	0.75	9.75
FP2229	26.00	26.40	3.6	1018.16		1.11	14.43	1.14	14.82
FP2229	28.70	28.90	7.11	1939.06					
FP2230	10.30	10.50				0.72	9.36	0.4	5.2
FP2230	13.00	13.20				1.09	14.17	0.47	6.11
FP2230	15.00	15.50	4.86	1025.78		0.92	11.96		
FP2230	23.10	23.30	9.71	1314.65					
FP2230	24.20	24.60	9.77	5388.48		0.29	3.77	0.3	3.9
FP2230	25.90	26.10	19.46	3156					
FP2230	29.60	29.70				0.58	7.54	0.42	5.46
FH2231	14.30	14.50				0.61	7.93	0.25	3.25
FH2231	17.90	18.30				0.34	4.42	0.2	2.6
FH2231	19.70	19.90	8.27	1616.53					
FH2231	22.90	23.10				1.1	14.3	0.7	9.1
FH2231	28.00	28.40	2.46	540.41		1.3	16.9	0.62	8.06
FP2232	20.10	20.40	9.87	2702.01					
FP2232	23.00	23.40	3.54	554.24		1.04	13.52	0.3	3.9
FP2232	26.00	26.30	4.86	617.45		0.78	10.14	0.25	3.25
FP2232	27.20	27.60	6.51	1321.13		1.07	13.91	0.75	9.75
PSF5	10.10		7.8	1169					
PSF5	12.70		1.8	585					
PSF5	15.75					0.23	2.99		
PSF5	20.80		29.7	4698		0.95	12.35		
PSF5	25.00		3	641					
PSF5	28.80					0.46	5.98		
PSF5	31.30					0.23	2.99		

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cls50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cls50\perp}$ (MPa)
PSP1	9.40		3.7	784					
PSP1	16.40	16.80	2.007						
PSP1	17.60					0.46	5.98		
PSP1	21.80					0.46	5.98		
PSP1	23.32	23.50	8.712	8119.5	0.28				
PSP1	27.00					0.23	2.99		
PSF4	8.20		5.5	1947					
PSF4	13.80		7	1336					
PSF4	16.40		1.2	409					
PSF4	19.20		4.5	1859					
PSF4	22.30	22.50	9.4	6470	0.16				
PSF4	26.90					0.23	2.99		
PSF4	29.70		2.7	874					
FI1	5.80					0.7	9.1		
FI1	11.20					0.69	8.97		
FI1	11.20	12.00	8.906	12099.6	0.29	1.0	13.0		
FI1	16.20					2.09	41.8		
FI1	17.75					0.46	5.98		
FI1	26.20					1.39	18.07		
FIS3	8.20	8.60	4.412						
FIS3	10.70					0.46	5.98		
FIS3	14.60	15.00	7.538	7802.1	0.2				
FIS3	17.50	18.00	4.873	3194.1	0.35				
FIS3	24.60	25.00	8.123	7160	0.24				
FIS4	6.90	7.20	5.32	4335.6	0.27				
FIS4	14.90					0.23	2.99		
FIS4	18.20					3.44	68.8		
FIS4	18.20					0.79	10.27		
FIS4	14.90					0.23	2.99		
PHS1	21.10					0.23	2.99		
PHS1	21.10					0.11	1.43		
PHS1	20.80	21.00	16.152	10371.7	0.2				
PHS1	25.60	26.00	16.708	19831.1	0.28				
PHS1	31.40					0.23	2.99		
PHS1	31.40					0.35	4.55		
SI1	28.20		8.60						
SI1	32.70								
SI02	26.10					1.16	15.08		
SI02	26.20					0.98	12.74		
Γ15	13.40	14.00	1.3						
Γ15	15.50	16.00	4.3						
Γ15	19.00	19.50	4.0						
Γ22	9.50	10.00	1.30						
Γ22	14.50	15.00	8.60						
G6	5.00	6.00	5.50						
G8	9.70	10.00	3.70						
G8	12.70	13.00	4.10						
G514	14.00	14.50	0.16						
Πλήθος τιμών	(N)		57	45	9	54	55	28	28
Ελάχιστη τιμή	(X_{min})		0.16	409.00	0.16	0.11	0.00	0.20	2.60
Μέγιστη τιμή	(X_{max})		29.70	19831.10	0.35	3.44	68.80	1.14	14.82
Μέση τιμή	(X_m)		6.98	3046.13	0.25	0.73	10.08	0.48	6.23
Τυπική απόκλιση	(σ_{n-1})		5.35	3803.72	0.06	0.56	10.42	0.26	3.36

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ		ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ			ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤ/ΤΑΣ	ΛΟΓΟΣ POISSON	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50//}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ $I_{s50\perp}$	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ
	m	m	σ_c (MPa)	E (MPa)	ν	(MPa)	$\sigma_{cis50//}$ (MPa)	(MPa)	$\sigma_{cis50^{\wedge}}$ (MPa)
FP2225	2.60	2.90	32.39	5311.46					
FP2225	4.90	5.30	19.58	4010.39		3.29	65.8	2.75	55
FP2225	8.00	8.20	42.24	9554.62					
FP2225	11.30	11.50				3.53	70.6	3.45	69
Πλήθος τιμών		(N)	3	3	0	2	2	2	2
Ελάχιστη τιμή		(X_{min})	19.58	4010.39	-	3.29	65.80	2.75	55.00
Μέγιστη τιμή		(X_{max})	42.24	9554.62	-	3.53	70.60	3.45	69.00
Μέση τιμή		(X_m)	31.40	6292.16	-	3.41	68.20	3.10	62.00
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	11.36	2899.30	-	0.17	3.39	0.49	9.90

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ R.Q.D. ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
ΕΝΟΤΗΤΑ

ROCK QUALITY DESIGNATION (R.Q.D.) - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Γ

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2243	22.40	28.60	6.20	25	155.00
FP2243	28.60	29.00	0.40	20	8.00
FP2243	29.00	31.00	2.00	35	70.00
FP2244	16.80	17.10	0.30	35	10.50
FP2244	17.10	18.20	1.10	0	0.00
FP2244	18.20	25.00	6.80	65	442.00
FP2245	17.90	19.60	1.70	0	0.00
FP2245	19.60	20.70	1.10	82	90.20
FP2245	20.70	22.50	1.80	0	0.00
FP2245	22.50	25.70	3.20	20	64.00
FP2245	25.70	29.10	3.40	35	119.00
FP2245	29.10	32.10	3.00	55	165.00
FP2246	12.00	17.00	5.00	40	200.00
FP2246	17.00	22.90	5.90	75	442.50
FP2246	22.90	23.40	0.50	64	32.00
FP2246	23.40	24.10	0.70	38	26.60
FP2246	24.10	24.80	0.70	38	26.60
FP2246	24.80	25.90	1.10	71	78.10
FP2246	25.90	26.40	0.50	71	35.50
FP2246	26.40	28.90	2.50	55	137.50
FP2246	28.90	31.00	2.10	65	136.50
FP2247	16.6	19.7	3.10	55	170.50
FP2247	19.7	20.5	0.80	50	40.00
FP2247	20.5	28.2	7.70	55	423.50
FP2248	13.5	16	2.50	75	187.50
FP2248	16	17	1.00	80	80.00
FP2248	17	20.1	3.10	65	201.50
FP2248	20.1	22.2	2.10	72	151.20
FP2248	22.2	26	3.80	20	76.00
FP2248	26	26.4	0.40	50	20.00
FP2249	8.2	14.1	5.90	65	383.50
FP2249	14.1	15.5	1.40	40	56.00
FP2249	15.5	18.4	2.90	85	246.50
FP2249	18.4	20.1	1.70	80	136.00
FP2249	20.1	21.4	1.30	70	91.00
FP2249	21.4	23.8	2.40	80	192.00
FP2249	23.8	24	0.20	70	14.00
FP2250	20.4	23	2.60	45	117.00
FP2251	16.3	23.3	7.00	45	315.00
FP2251	23.2	24.3	1.10	70	77.00

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2252	10.3	10.9	0.60	70	42.00
FP2252	10.9	13.2	2.30	85	195.50
FP2252	13.2	19.6	6.40	65	416.00
FP2252	19.6	21.1	1.50	55	82.50
FP2252	21.1	22.7	1.60	50	80.00
FP2252	22.7	24.8	2.10	65	136.50
FP2252	24.8	25	0.20	65	13.00
FP2253	13.5	15.6	2.10	72	151.20
FP2253	15.6	17	1.40	65	91.00
FP2253	17	17.7	0.70	65	45.50
FP2253	17.7	21.1	3.40	60	204.00
FP2253	21.1	21.5	0.40	68	27.20
FP2253	21.5	26.5	5.00	65	325.00
FP2253	26.5	28.7	2.20	68	149.60
FP2253	28.7	29.1	0.40	68	27.20
FP2254	16.8	18.2	1.40	47	65.80
FP2254	18.2	18.9	0.70	47	32.90
FP2254	18.9	19.1	0.20	47	9.40
FP2254	19.1	19.5	0.40	25	10.00
FP2254	19.5	21.8	2.30	25	57.50
FP2254	21.8	22.3	0.50	25	12.50
FP2254	22.3	23.2	0.90	25	22.50
FP2254	23.2	27.6	4.40	15	66.00
FP2254	27.6	28.4	0.80	55	44.00
FP2254	28.4	29	0.60	55	33.00
FP2254	29	29.7	0.70	35	24.50
FP2254	29.7	30.2	0.50	35	17.50
FP2254	30.2	31.2	1.00	35	35.00
FP2255	15.5	22.1	6.60	30	198.00
FP2255	22.1	23.6	1.50	15	22.50
FP2255	23.6	24.6	1.00	45	45.00
FP2255	24.6	25.8	1.20	55	66.00
FP2255	25.8	26.7	0.90	30	27.00
FP2255	26.7	27.7	1.00	50	50.00
FP2255	27.7	31.6	3.90	40	156.00
FP2255	31.6	32.7	1.10	25	27.50
FP2255	32.7	34.2	1.50	70	105.00
FP2256	5.4	9.4	4.00	0	0.00
FP2256	9.4	10.6	1.20	0	0.00
FP2256	10.6	15.4	4.80	0	0.00
FP2256	15.4	20.2	4.80	0	0.00

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2256	20.2	23.3	3.10	0	0.00
FP2256	23.3	25.6	2.30	20	46.00
FP2256	25.6	27.6	2.00	45	90.00
FP2256	27.6	29.1	1.50	0	0.00
FP2256	29.1	30	0.90	0	0.00
FP2256	30	35.5	5.50	0	0.00
FP2256	35.5	36.3	0.80	0	0.00
FP2256	36.3	40.1	3.80	0	0.00
			199.1		8 467
			MIN :	0	%
			MAX :	85	%
			Μ. ΟΡΟΣ:	42.5	%
			ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.:	25.51	%

ROCK QUALITY DESIGNATION (R.Q.D.) - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Δ2

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FH2325	7.40	12.10	4.70	90	423.00
FP2226	3.50	14.10	10.60	5	53.00
FP2226	14.10	20.10	6.00	70	420.00
FP2226	20.10	25.10	5.00	80	400.00
FP2226	28.20	30.10	1.90	90	171.00
PSF3	5.35	8.60	3.25	40	130.00
PSF3	12.40	13.90	1.50	20	30.00
PSF3	13.90	18.00	4.10	53	217.30
PSF3	18.00	27.80	9.80	51	499.80
PSF3	27.80	31.50	3.70	70	259.00
Γ2-G.7	6.60	15.50	8.90	15	133.50
			59.5		2 737
			MIN :	5	%
			MAX :	90	%
			Μ. ΟΡΟΣ:	46.0	%
			ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.:	30.09	%

ROCK QUALITY DESIGNATION (R.Q.D.) - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε2

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2222	3.30	9.70	6.40	15	96.00
FP2222	9.70	21.20	11.50	40	460.00
FP2222	21.20	28.10	6.90	25	172.50
FP2223	3.90	12.00	8.10	15	121.50
FP2223	15.00	15.90	0.90	25	22.50
FP2223	15.90	20.70	4.80	0	0.00
FP2223	20.70	21.10	0.40	0	0.00
FP2223	23.00	31.10	8.10	0	0.00
PS1	3.00	7.50	4.50	0	0.00
PS1	7.50	11.50	4.00	0	0.00
PS1	11.50	13.30	1.80	65	117.00
PS1	13.30	18.20	4.90	8	39.20
PS1	18.20	19.50	1.30	8	10.40
PS1	19.50	25.20	5.70	12	68.40
PS1	25.20	26.00	0.80	45	36.00
PS1	26.00	31.40	5.40	45	243.00
PSF1	3.00	5.90	2.90	5	14.50
PSF1	5.90	11.70	5.80	15	87.00
PSF1	11.70	17.30	5.60	40	224.00
PSF1	17.30	22.50	5.20	10	52.00
PSF1	22.50	25.60	3.10	45	139.50
PSF1	27	30.7	3.70	5	18.50
FH2325	12.1	14.8	2.70	40	108.00
FH2325	14.8	15.8	1.00	60	60.00
FH2325	15.8	18.8	3.00	50	150.00
FH2325	18.8	19.7	0.90	40	36.00
FH2325	19.7	20.6	0.90	30	27.00
FH2325	20.6	22.6	2.00	60	120.00
GIP1	2	5.2	3.20	0	0.00
GIP1	5.2	13.5	8.30	0	0.00
GIP1	13.5	18.9	5.40	15	81.00
GIP1	18.9	25	6.10	70	427.00
GIP1	25	28.3	3.30	30	99.00
GIP1	28.3	31.7	3.40	45	153.00
GIP1	31.7	33.2	1.50	0	0.00
GIP1	33.2	34.5	1.30	0	0.00
FP2225	12.1	12.5	0.40	60	24.00
FP2225	12.5	12.95	0.45	35	15.75
FP2225	12.95	16.4	3.45	38	131.10
FP2225	16.4	17.7	1.30	45	58.50

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2225	17.7	19.3	1.60	50	80.00
FP2225	19.3	19.8	0.50	50	25.00
FP2225	19.8	23.7	3.90	20	78.00
FP2225	23.7	24.5	0.80	0	0.00
FP2225	24.5	27.5	3.00	20	60.00
FP2225	27.5	33	5.50	5	27.50
			165.7		3 683
			MIN :	0	%
			MAX :	70	%
			M. ΟΡΟΣ:	22.2	%
			ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.:	21.72	%

ROCK QUALITY DESIGNATION (R.Q.D.) - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε3

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2232	20.00	24.30	4.30	50	215.00
FP2232	24.30	28.10	3.80	70	266.00
SI1	20.80	25.00	4.20	0	0.00
SI1	25.00	25.60	0.60	0	0.00
SI1	25.60	26.90	1.30	0	0.00
SI1	26.90	31.60	4.70	17	79.90
SI1	31.60	33.00	1.40	40	56.00
FP2233	24.50	28.40	3.90	0	0.00
FP2233	28.40	29.70	1.30	0	0.00
SI2	25.70	32.80	7.10	13	92.30
SI2	32.80	34.00	1.20	0	0.00
SI02	25.20	31.70	6.50	0	0.00
FH2325	22.60	29.60	7.00	70	490.00
FP2226	30.10	30.80	0.70	60	42.00
FP2226	30.80	32.00	1.20	0	0.00
PSF5	6.70	11.50	4.80	10	48.00
PSF5	11.50	18.00	6.50	17	110.50
FP2227	5.30	6.80	1.50	0	0.00
FP2227	6.80	9.90	3.10	40	124.00
FP2227	9.90	11.70	1.80	35	63.00
FP2227	11.7	12.7	1.00	70	70.00
FP2227	12.7	14.2	1.50	75	112.50
FP2227	14.2	14.7	0.50	70	35.00
FP2227	14.7	19	4.30	65	279.50
FP2227	19	23.7	4.70	70	329.00
FP2227	23.7	32.4	8.70	35	304.50
PSP1	6.3	15.5	9.20	58	533.60
PSP1	15.5	21.2	5.70	53	302.10
PSP1	21.2	26	4.80	70	336.00
PSP1	26	31.2	5.20	70	364.00
PSF4	4.9	13.3	8.40	40	336.00
PSF4	13.3	19.3	6.00	40	240.00
PSF4	19.3	23.7	4.40	60	264.00
PSF4	23.7	26	2.30	26	59.80
PSF4	26	32.1	6.10	55	335.50
FP2228	2	7.7	5.70	50	285.00
FP2228	7.7	10.5	2.80	40	112.00
FP2228	10.5	13.2	2.70	73	197.10
FP2228	13.2	15	1.80	65	117.00
FP2228	15	25.3	10.30	60	618.00

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FP2228	25.3	27.8	2.50	85	212.50
FP2228	27.8	29.5	1.70	75	127.50
FI1	5.65	14.15	8.50	10	85.00
FI1	14.15	18.55	4.40	0	0.00
FI1	18.55	21.3	2.75	0	0.00
FI1	21.3	27	5.70	40	228.00
FI1	27	30.8	3.80	50	190.00
FP2229	4.6	7	2.40	25	60.00
FP2229	7	17.2	10.20	50	510.00
FP2229	17.2	18.5	1.30	15	19.50
FP2229	18.5	20.5	2.00	60	120.00
FP2229	20.5	23.2	2.70	0	0.00
FP2229	23.2	30.2	7.00	45	315.00
FIS3	5.5	16.5	11.00	45	495.00
FIS3	16.5	18	1.50	70	105.00
FIS3	18	22.2	4.20	40	168.00
FIS3	22.2	23.5	1.30	0	0.00
FIS3	23.5	27	3.50	45	157.50
FIS3	27	32.8	5.80	20	116.00
FIS3	32.8	34.4	1.60	0	0.00
FIS4	4.3	5.7	1.40	0	0.00
FIS4	5.7	10	4.30	30	129.00
FIS4	10	13	3.00	35	105.00
FIS4	13	17.5	4.50	45	202.50
FIS4	17.5	18.75	1.25	60	75.00
FIS4	18.75	23.4	4.65	35	162.75
FIS4	23.4	26	2.60	20	52.00
FIS4	26	27	1.00	25	25.00
FIS4	27	30.7	3.70	5	18.50
FIS4	30.7	33.65	2.95	0	0.00
PSF5	20.8	33.3	12.50	60	750.00
PSF5	33.3	34	0.70	10	7.00
FP2230	9.8	16.6	6.80	30	204.00
FP2230	16.6	23.1	6.50	10	65.00
FP2230	23.1	25	1.90	69	131.10
FP2230	25	25.4	0.40	44	17.60
FP2230	25.4	26.6	1.20	40	48.00
FP2230	26.6	27.5	0.90	25	22.50
FP2230	27.5	31.9	4.40	12	52.80
FH2231	14.1	15.4	1.30	5	6.50
FH2231	15.4	17.2	1.80	0	0.00

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΜΗΚΟΣ (m)	R.Q.D. (%)	(ΜΗΚΟΣ) x (R.Q.D.)
	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
FH2231	17.2	20.1	2.90	50	145.00
FH2231	20.1	22.3	2.20	40	88.00
FH2231	22.3	23.7	1.40	50	70.00
FH2231	23.7	31.4	7.70	30	231.00
PHS1	12.1	18.4	6.30	25	157.50
PHS1	18.4	25.6	7.20	70	504.00
PHS1	25.6	30.8	5.20	40	208.00
PHS1	30.8	34	3.20	85	272.00
Γ1-G.7	9.5	13.9	4.40	20	88.00
Γ1-G.7	13.9	14.6	0.70	0	0.00
Γ1-G.7	14.6	15	0.40	80	32.00
			356.2		13 596
			MIN :	0	%
			MAX :	85	%
			Μ. ΟΡΟΣ:	38.2	%
			ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.:	26.17	%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

*ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ R.M.R. - G.S.I. & ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΗΟΕΚ & BROWN ΑΝΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ*

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε2

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	RMR	GSI
FP2222	3.30	9.70	32	35
FP2222	9.70	21.20	39	42
FP2222	21.20	28.10		30
FP2223	3.90	5.20	38	43
FP2223	5.20	5.50		17
FP2223	5.50	8.70	38	43
FP2223	8.7	9.5		17
FP2223	9.5	12	38	43
FP2223	12	15		25
FP2223	15	15.9	51	53
FP2223	15.9	20.7		37
FP2223	20.7	31.1		28
FP2224	3.8	6.5	43	50
FP2224	6.5	7.9	43	50
FP2224	7.9	14.1		25
FP2224	14.1	16.3	39	45
FP2224	16.3	17.3		25
FP2224	17.3	27.9	39	45
FP2224	27.9	29		25
FP2224	29	31.5	39	45
FP2224	31.50	32.70		25
FP2224	32.70	33.60	39	45
FP2225	12.10	16.40	32	40
FP2225	16.40	17.70	52	60
FP2225	17.70	19.80	32	40
FP2225	19.80	23.70		25
FP2225	24.50	27.50	32	40
FP2225	27.50	33.00		25
FH2325	12.10	14.80	30	28
FH2325	14.80	15.80	44	43
FH2325	15.80	18.80	33	32
FH2325	18.80	19.70		20
FH2325	19.70	20.60	31	30
FH2325	20.60	22.60	40	45
Πλήθος τιμών		(N)	21	34
Ελάχιστη τιμή		(X_{\min})	30	17
Μέγιστη τιμή		(X_{\max})	52	60
Μέση τιμή		(X_m)	38	36
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	6.1	11.0

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Ε3

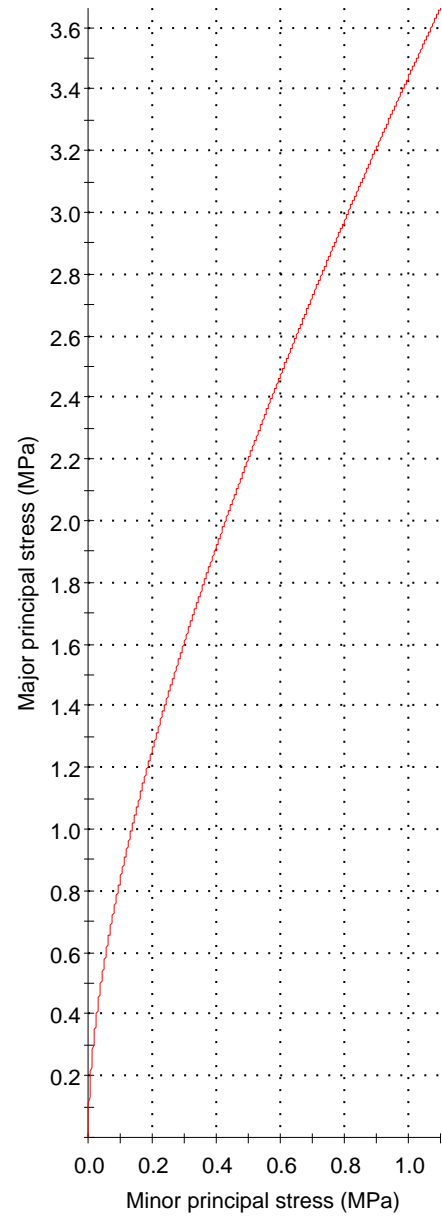
ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	RMR	GSI
FH2325	22.60	23.70		25
FH2325	23.70	29.60		25
FP2227	5.30	6.80	30	28
FP2227	6.80	9.90	33	43
FP2227	9.90	11.70	23	23
FP2227	11.70	12.70	45	50
FP2227	12.70	14.20	57	60
FP2227	14.20	14.70	33	43
FP2227	14.70	19.00	23	23
FP2227	19.00	23.70	45	50
FP2227	23.70	27.70		25
FP2227	27.70	32.40	34	33
FP2228	2.00	7.70	38	40
FP2228	7.70	10.50		25
FP2228	10.50	13.20	33	30
FP2228	13.20	15.00		25
FP2228	15.00	25.30	41	45
FP2228	25.30	27.80	48	50
FP2228	27.80	29.50	38	35
FP2229	4.60	7.00	35	32
FP2229	7.00	17.20	47	50
FP2229	17.2	18.5		25
FP2229	18.5	20.5	47	50
FP2229	18.5	20.5	47	50
FP2229	20.5	23.2		25
FP2229	23.2	30.2	42	45
FP2230	9.8	16.6	37	35
FP2230	16.6	23.1		15
FP2230	23.1	25	50	50
FP2230	25	25.4		15
FP2230	25.4	26.6	53	52
FP2230	26.6	27.5		15
FP2230	27.5	31.9	33	30
FH2231	14.1	15.4	41	38
FH2231	15.4	17.2		17
FH2231	17.2	20.1	39	35
FH2231	20.1	22.3		25
FH2231	22.3	23.7	41	38
FH2231	23.7	31.4	36	32
FP2232	20	24.3	45	45
FP2232	24.3	28.1	52	50
Πλήθος τιμών		(N)	29	41

Ελάχιστη τιμή	(X_{\min})	23	15
Μέγιστη τιμή	(X_{\max})	57	60
Μέση τιμή	$(X_{\bar{m}})$	40	35
Τυπική απόκλιση	(σ_{n-1})	8.4	12.2

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤ

ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ	
	ΑΠΟ	ΕΩΣ	RMR	GSI
FP2225	1.00	12.10	74	75
Πλήθος τιμών		(N)	1	1
Ελάχιστη τιμή		(X_{min})	74	75
Μέγιστη τιμή		(X_{max})	74	75
Μέση τιμή		(X_m)	74	75
Τυπική απόκλιση		(σ_{n-1})	-	-

Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4.4 MPa
GSI = 32 m_i = 16 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 1540 MPa
modulus ratio (MR) = 350

Hoek-Brown Criterion

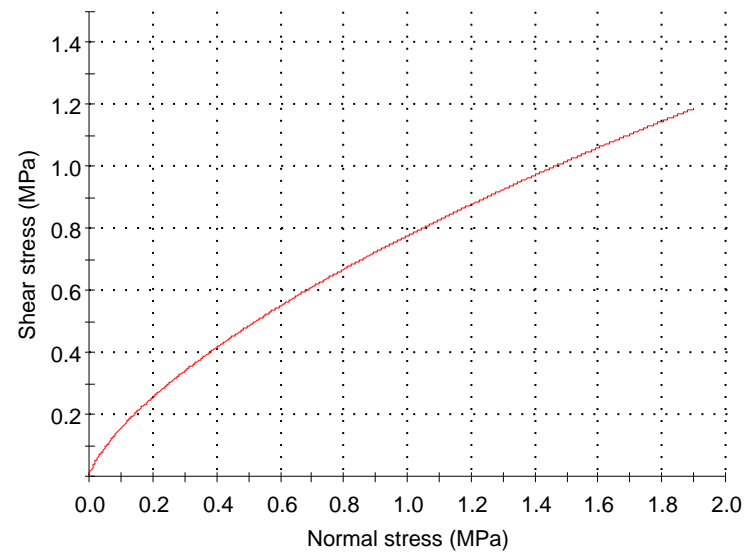
m_b = 1.411 s = 0.0005 a = 0.520

Mohr-Coulomb Fit

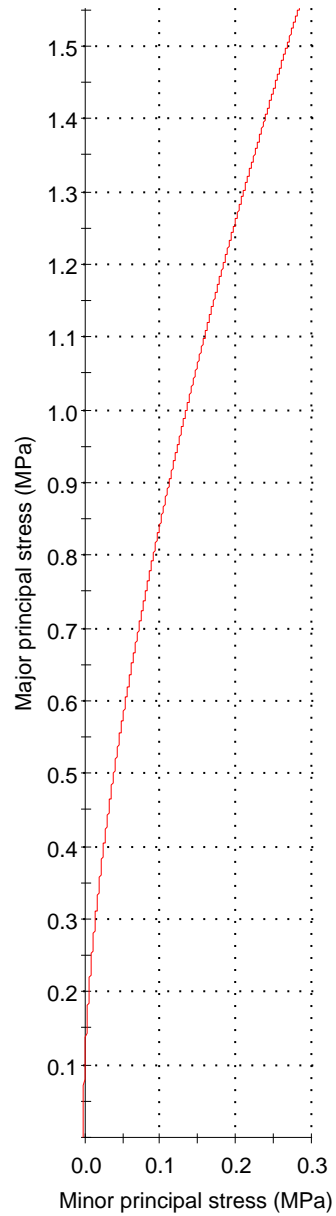
cohesion = 0.190 MPa friction angle = 29.10 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.087 MPa
global strength = 0.646 MPa
deformation modulus = 142.81 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4.4 MPa
GSI = 32 m_i = 16 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 1540 MPa
modulus ratio (MR) = 350

Hoek-Brown Criterion

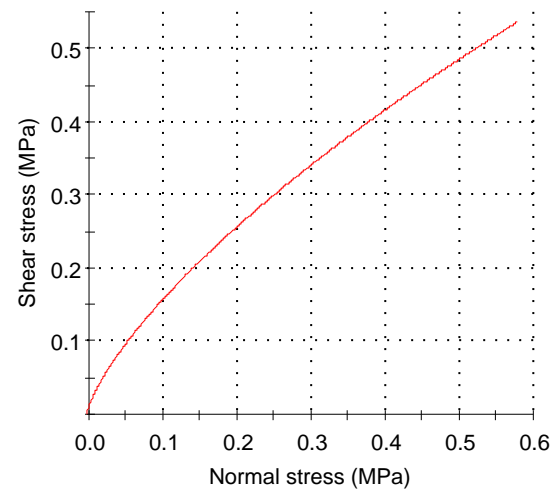
m_b = 1.411 s = 0.0005 a = 0.520

Mohr-Coulomb Fit

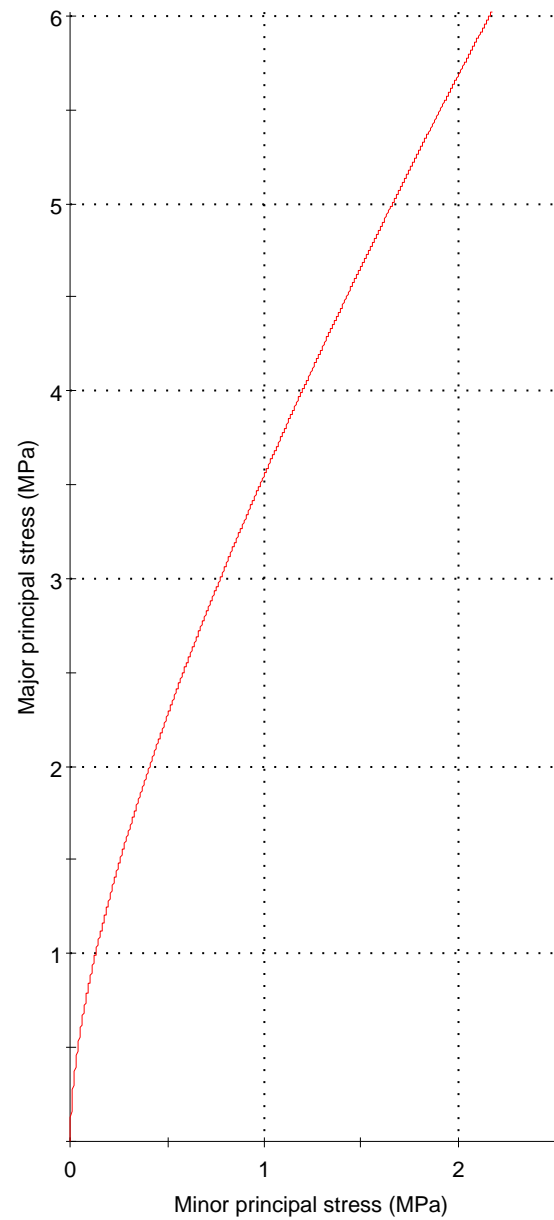
cohesion = 0.075 MPa friction angle = 40.13 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.087 MPa
global strength = 0.646 MPa
deformation modulus = 142.81 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 8.7 MPa
GSI = 26 m_i = 12 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 2392.5 MPa
modulus ratio (MR) = 275

Hoek-Brown Criterion

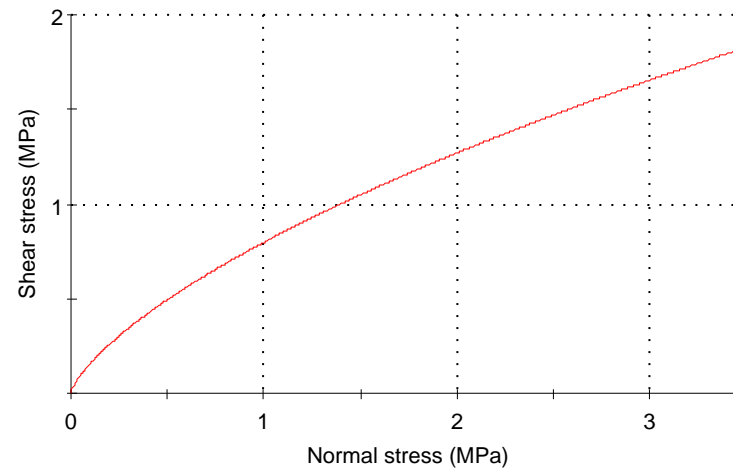
m_b = 0.854 s = 0.0003 a = 0.529

Mohr-Coulomb Fit

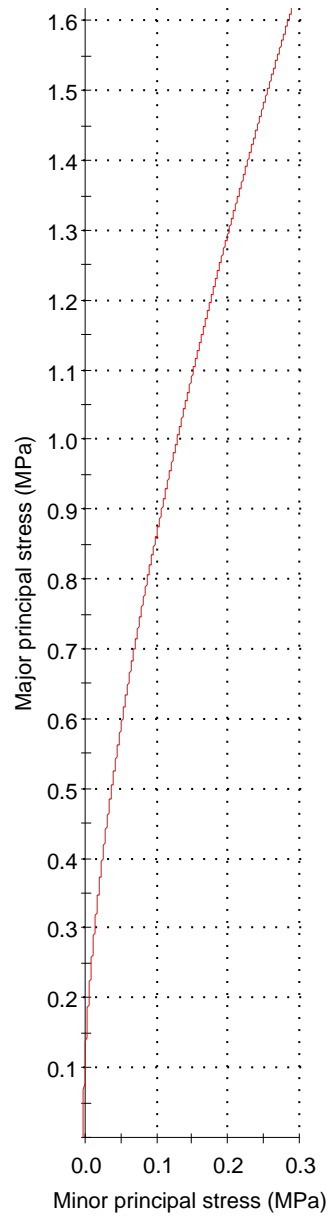
cohesion = 0.300 MPa friction angle = 24.85 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.003 MPa
uniaxial compressive strength = 0.112 MPa
global strength = 0.940 MPa
deformation modulus = 151.89 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 8.7 MPa
GSI = 26 m_i = 12 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 2392.5 MPa
modulus ratio (MR) = 275

Hoek-Brown Criterion

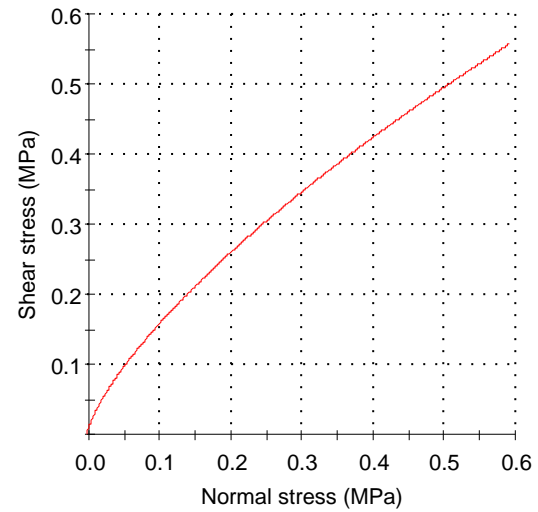
m_b = 0.854 s = 0.0003 a = 0.529

Mohr-Coulomb Fit

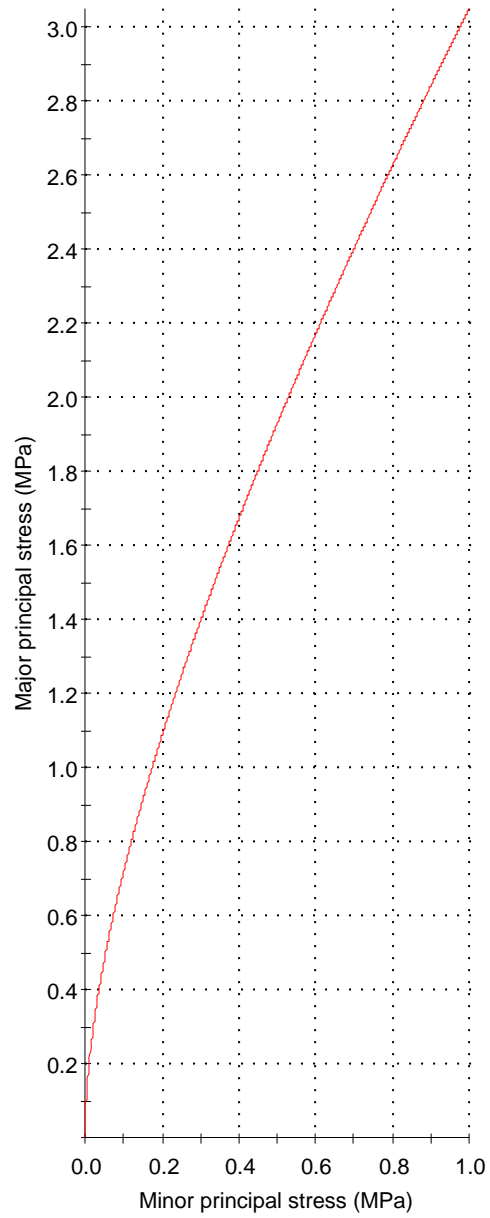
cohesion = 0.077 MPa friction angle = 40.61 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.003 MPa
uniaxial compressive strength = 0.112 MPa
global strength = 0.940 MPa
deformation modulus = 151.89 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4 MPa
GSI = 31 m_i = 13 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 900 MPa
modulus ratio (MR) = 225

Hoek-Brown Criterion

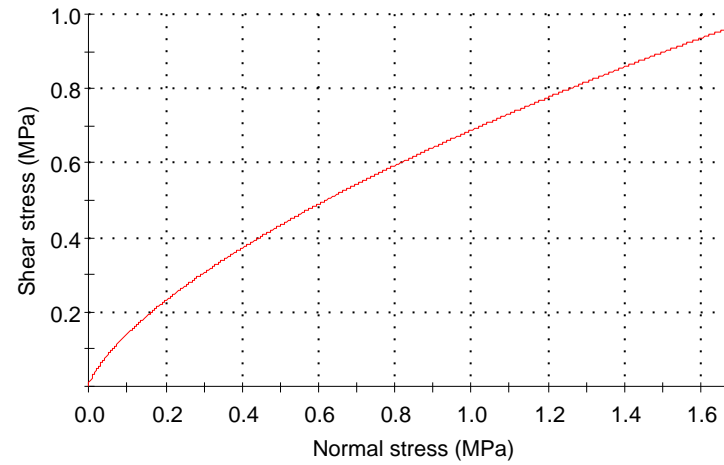
m_b = 1.106 s = 0.0005 a = 0.521

Mohr-Coulomb Fit

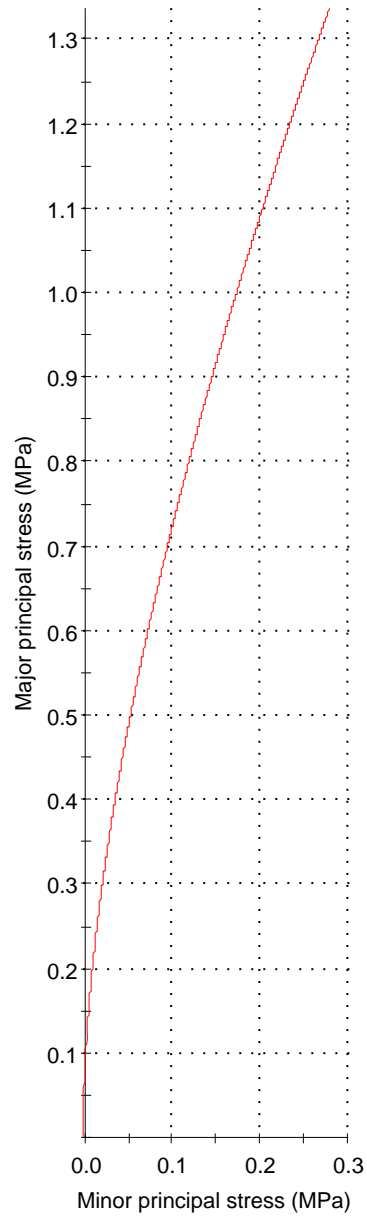
cohesion = 0.158 MPa friction angle = 27.05 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.074 MPa
global strength = 0.515 MPa
deformation modulus = 78.15 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4 MPa
GSI = 31 m_i = 13 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 900 MPa
modulus ratio (MR) = 225

Hoek-Brown Criterion

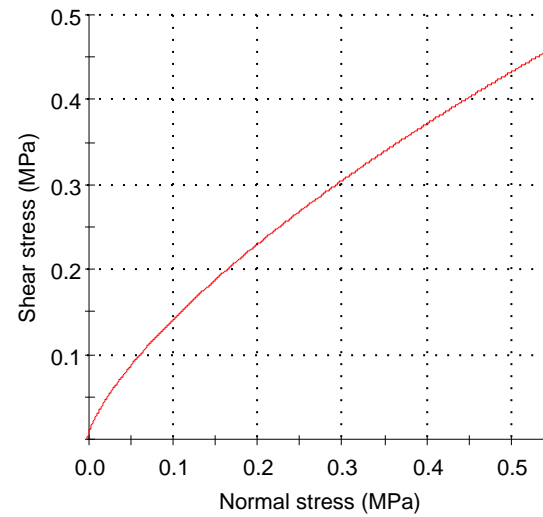
m_b = 1.106 s = 0.0005 a = 0.521

Mohr-Coulomb Fit

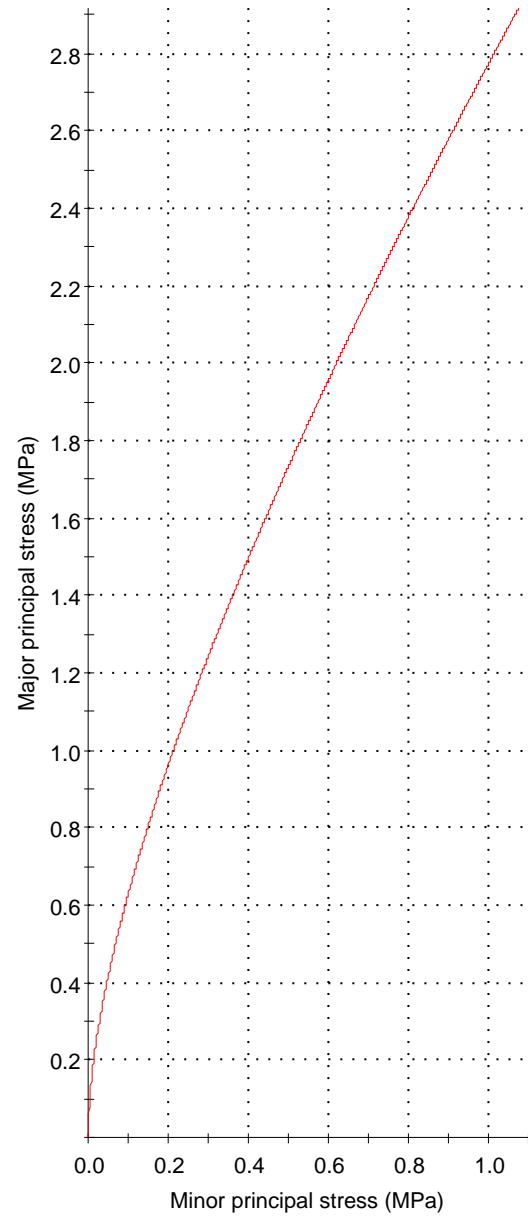
cohesion = 0.067 MPa friction angle = 37.24 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.074 MPa
global strength = 0.515 MPa
deformation modulus = 78.15 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4.3 MPa
GSI = 29 m_i = 10 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 1290 MPa
modulus ratio (MR) = 300

Hoek-Brown Criterion

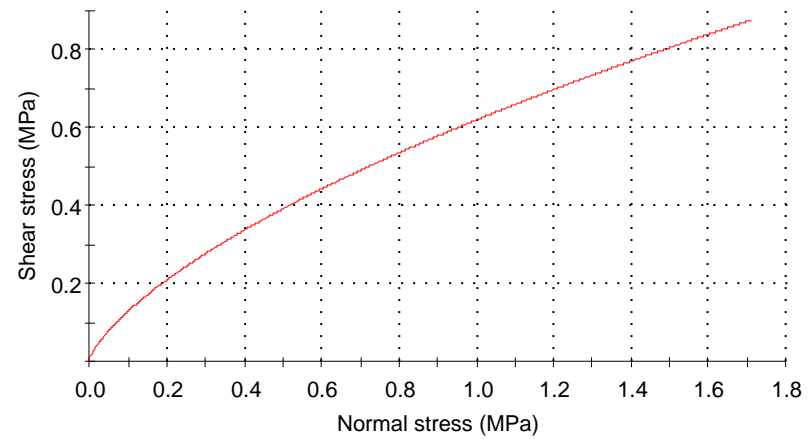
m_b = 0.792 s = 0.0004 a = 0.524

Mohr-Coulomb Fit

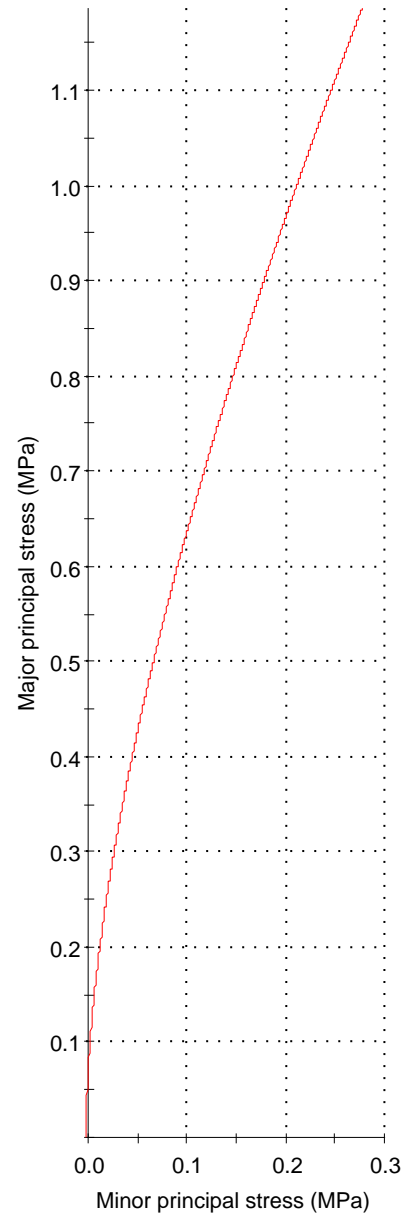
cohesion = 0.148 MPa friction angle = 24.30 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.069 MPa
global strength = 0.459 MPa
deformation modulus = 98.49 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 4.3 MPa
GSI = 29 m_i = 10 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (E_i) = 1290 MPa
modulus ratio (MR) = 300

Hoek-Brown Criterion

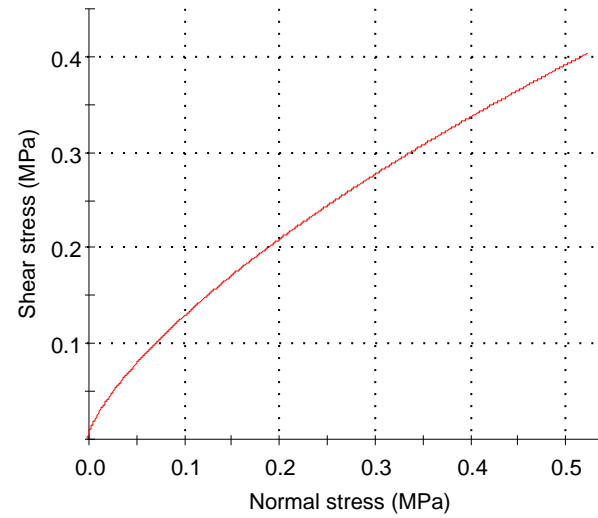
m_b = 0.792 s = 0.0004 a = 0.524

Mohr-Coulomb Fit

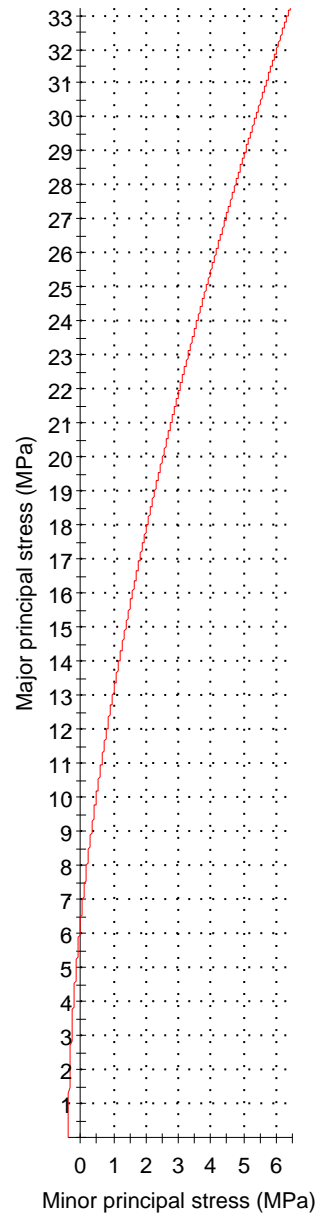
cohesion = 0.060 MPa friction angle = 34.79 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.069 MPa
global strength = 0.459 MPa
deformation modulus = 98.49 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 25.7 MPa
GSI = 75 m_i = 10 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 20560 MPa
modulus ratio (MR) = 800

Hoek-Brown Criterion

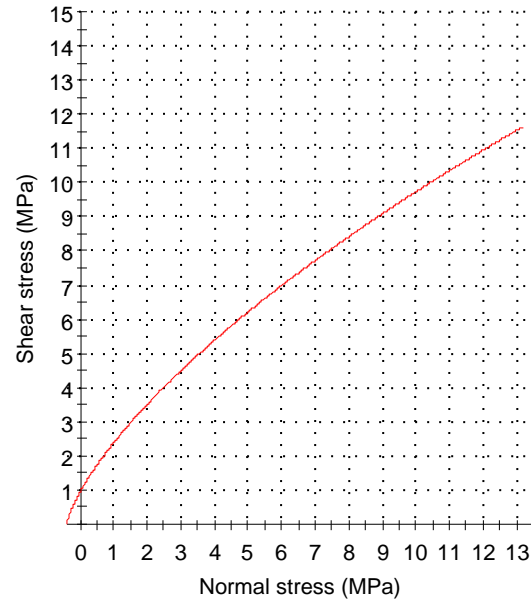
m_b = 4.095 s = 0.0622 a = 0.501

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 2.050 MPa friction angle = 37.69 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.390 MPa
uniaxial compressive strength = 6.392 MPa
global strength = 8.350 MPa
deformation modulus = 16784.16 MPa



ΣΧΕΔΙΑ

- ΣΧ-01:** ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
- ΣΧ-02:** ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ
ΧΑΡΑΞΗΣ
- ΣΧ-03:** ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΘΕΣΕΙΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
- ΣΧ-04:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ
ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
- ΣΧ-05:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΒΑΘΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ
ΑΛΠΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ
- ΣΧ-06:** ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΑΧΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ
ΕΡΥΘΡΩΝ ΠΗΛΩΝ