



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**Η επιδεκτικότητα σε διάβρωση των Πλειοπλειστοκαινικών
ιζηματογενών σχηματισμών και η επιρροή της στις συνθήκες
ευστάθειας παράχθιων πρηνών. Το παράδειγμα του ρέματος της
Πικροδάφνης, Αθήνα.**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χριστίνα Βασιλοπούλου

Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Λουπασάκης,
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας

**Η επιδεκτικότητα σε διάβρωση των Πλειοπλειστοκαινικών
ιζηματογενών σχηματισμών και η επιρροή της στις συνθήκες
ευστάθειας παράχθιων πρυνών. Το παράδειγμα του ρέματος της
Πικροδάφνης, Αθήνα.**

Χριστίνα Βασιλοπούλου

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Λουπασάκης,
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 21/10/2016

Λουπασάκης Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Ροντογιάννη Θεοδώρα, Καθηγήτρια ΕΜΠ

Τριανταφυλλίδης Σταύρος, Λέκτορας ΕΜΠ

Περιεχόμενα

Εικόνες.....	3
Διαγράμματα.....	5
Πίνακες.....	7
Σχήματα.....	8
Πρόλογος.....	9
Περίληψη.....	10
Abstract.....	11
Εισαγωγή.....	12
1 Γεωλογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης.....	14
1.1 Γενικές πληροφορίες.....	14
1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	14
2 Γεωλογία Ευρύτερης περιοχής μελέτης, Αττικής.....	19
2.1 Αλπικοί Σχηματισμοί.....	20
2.1.1 Αυτόχθονη Ενότητα Αττικής.....	20
2.1.2 Αλλόχθονη ενότητα Υποπελαγονικής.....	21
2.1.3 Ενότητα Αθηνών.....	21
2.1.4 Ενότητα Αλεποβουνίου.....	22
2.2 Μεταλπικοί Σχηματισμοί.....	24
2.3 Γεωλογία Στενής περιοχής Ρέματος Πικροδάφνης.....	25
3 Θεωρητικό υπόβαθρο Εργαστηριακών Δοκιμών.....	28
3.1 Προσδιορισμός σκληρότητας με τη χρήση κρουσιμέτρου Schmidt (τύπου N).....	28
3.2 Δοκιμή προσδιορισμού αντοχής σε σημειακή φόρτιση.....	34
3.3 Δοκιμή Διαβρωσιμότητας.....	38
4 Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά σχηματισμών κατά μήκος του ρέματος.....	41
4.1 Θέση 1 (Χ.Θ. 2+196,20).....	42
4.2 Θέση 2 (Χ.Θ. 2+443,06).....	54
4.3 Θέση 3 (Χ.Θ. 2+495,05).....	61
4.4 Θέση 4 (Χ.Θ. 0+041,54).....	68
4.5 Θέση 5 (Χ.Θ. 3+848,97).....	75
4.6 Θέση 6 (Χ.Θ. 3+676,54).....	83
4.7 Θέση 7 (Χ.Θ. 3+741,65).....	91
4.8 Θέση 8 (Χ.Θ. 4+070,49).....	99
4.9 Συμβολή των ημιβραχωδών σχηματισμών στην ευστάθεια των πρανών.....	105

4.10	Τμήμα 2+401- 2+ 470	106
4.11	Τμήμα 3+011,00 – 3+075,77	106
4.12	Τμήμα 3+547,6 -3+607,81	107
4.13	Τμήμα 3+754,11 – 3+822,85	108
5	Ταξινομήσεις γεωυλικών κοίτης ρέματος-Συσχετίσεις γεωτεχνικών χαρακτηριστικών 109	
5.1	Βιβλιογραφικές Συσχετίσεις.....	109
5.2	Ταξινομήσεις γεωυλικών κοίτης ρέματος.....	111
5.3	Συσχετίσεις γεωτεχνικών χαρακτηριστικών.....	115
6	Συμπεράσματα	125
7	Βιβλιογραφία.....	128

Εικόνες

Εικόνα 1-1:	Η περιοχή του ρέματος της Πικροδάφνης. Η κόκκινη περιοχή απεικονίζει το τμήμα μεταξύ Λεωφόρων Βουλιαγμένης-Αγίου Δημητρίου, και η μπλε το τμήμα μεταξύ Λεωφόρου Αγίου Δημητρίου-Εκβολή	16
Εικόνα 2-1:	Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής της Αττικής. (1) μεταλλικοί σχηματισμοί Μεσοκαινικής-Ολοκαινικής ηλικίας, 2) Μη μεταμορφωμένοι αλπικοί σχηματισμοί, 3) Μεταμορφωμένοι αλπικοί σχηματισμοί, 4) κύρια ρήγματα, 5) Μεγάλης κλίμακας τεκτονική επαφή-αποκόλληση) (Παπανικολάου et al, 2002)	19
Εικόνα 2-2:	Σχηματική απεικόνιση της γεωλογικής δομής των αλπικών σχηματισμών του Λεκανοπεδίου Αθηνών. (Παπανικολάου, Μπάση, Κράνης, & Δανάμος, 2004)	20
Εικόνα 2-3:	Παλιά λατομεία Κηπούπολης-Άσπρων Χωμάτων. Φαίνεται η εσωτερική δομή της ενότητας Αθηνών, με συνήπαρη πελαγικών σχιστών, ψαμμιτών και νηρητικών ασβεστολίθων του Άνω κρητιδικού. (CA1: ανοιχτόχρωμοι, CA2: σκουρόχρωμοι) (Παπανικολάου et al, 2004)	22
Εικόνα 2-4:	Σχιστοποιημένα υπερβασικά πετρώματα ενότητας Αλεποβουνίου στο λόφο Λιθάρι. (Παπανικολάου et al, 2004)	23
Εικόνα 2-5:	Χάρτης Μεταλλικών σχηματισμών λεκανοπεδίου Αθηνών. (1) Αλλούβια, 2) Πλευρικά κορήματα, 3) Πλευρικά κορήματα και ριπίδια, 4) Πλειοκαινοί θαλάσσιοι σχηματισμοί, 5) Πλειοκαινοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί, 6) Ανωμειοκαινοί σχηματισμοί – παράκτιες και παράλιες φάσεις, 7) Ανωμειοκαινοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί, 8) Απλικό υπόβαθρο, 9) Γεωλογικό όριο, 10) Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του) (Παπανικολάου et al, 2004)	25
Εικόνα 3-1:	Σφύρα Schmidt.....	29
Εικόνα 3-2:	Χρήση της σφύρας Schmidt στο ύπαιθρο.....	29
Εικόνα 3-3:	αποδεκτές θέσεις οργάνου στο ύπαιθρο (Λουπασάκης, 1998)	30
Εικόνα 3-4:	Συσκευή σημειακής φόρτισης	34

Εικόνα 3-5: Σχέσεις μεταξύ των διαστάσεων του δείγματος για τα διάφορα είδη δοκιμών: (a) Διαμετρική δοκιμή, (b) Αξονική δοκιμή, (c) Δοκιμή σε σχήμα ακανόνιστης μορφής, (d) Δοκιμή σε κυβικό σχήμα (ISRM, 1985)	35
Εικόνα 3-6: (a) έγκυρες διαμετρικές δοκιμές, (b) έγκυρες αξονικές δοκιμές, (c) έγκυρες δοκιμές σε πρισματικά δοκίμια, (d) άκυρη διαμετρική δοκιμή, (e) άκυρη αξονική δοκιμή (ISRM, 1985)	36
Εικόνα 3-7: Συσκευή χαλάρωσης	38
Εικόνα 4-1: Περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρέματος Πικροδάφνης	41
Εικόνα 4-2: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ29, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	42
Εικόνα 4-3: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ29 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	43
Εικόνα 4-4: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 1 (Δείγμα 1)	44
Εικόνα 4-5: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 1 (Δείγμα 2)	44
Εικόνα 4-6: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 1 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	51
Εικόνα 4-7: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 2 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	51
Εικόνα 4-8: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ28, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	54
Εικόνα 4-9: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ28 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	55
Εικόνα 4-10: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 2 (Δείγμα 3)	56
Εικόνα 4-11: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 3 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	60
Εικόνα 4-12: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ27, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	61
Εικόνα 4-13: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ27 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	62
Εικόνα 4-14: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 3 (Δείγμα 4)	63
Εικόνα 4-15: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 4 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	67
Εικόνα 4-16: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ18, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	68
Εικόνα 4-17: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ18 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	69
Εικόνα 4-18: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 4 (Δείγμα 5)	70
Εικόνα 4-19: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 5 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	74
Εικόνα 4-20: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ10, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	75
Εικόνα 4-21: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ29 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	76
Εικόνα 4-22: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 5 (Δείγμα 6)	77
Εικόνα 4-23: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 6 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	82
Εικόνα 4-24: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ12, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	83
Εικόνα 4-25: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ12 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)	84
Εικόνα 4-26: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 6 (Δείγμα 7)	85

Εικόνα 4-27: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 7 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	90
Εικόνα 4-28: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ11, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014).....	91
Εικόνα 4-29:Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ11 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014).....	92
Εικόνα 4-30: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 7 (Δείγμα 8).....	93
Εικόνα 4-31: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 8 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας	98
Εικόνα 4-32: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ7, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014).....	99
Εικόνα 4-33: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου γεώτρησης Γ7 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014).....	100
Εικόνα 4-34: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 8 (Δείγμα 9).....	101
Εικόνα 4-35: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 9 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας ...	104
Εικόνα 4-36: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς με την επιφάνεια αστοχίας ποδός να διέρχεται από τη βάση του πρανούς (2+401- 2+470) (Λουπασάκης, 2016)	106
Εικόνα 4-37: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς με την επιφάνεια αστοχίας(3+011,00 – 3+0,75,77) (Λουπασάκης, 2016).....	107
Εικόνα 4-38: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς (3+547,63 – 3+607,81) με τη δυσμενέστερη δυνητική επιφάνεια αστοχίας(Λουπασάκης, 2016)	107
Εικόνα 4-39: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς (3+754,11 – 3+822,85) με τη δυσμενέστερη δυνητική επιφάνεια αστοχίας ποδός(Λουπασάκης, 2016)	108

Διαγράμματα

Διάγραμμα 4-1: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 1	49
Διάγραμμα 4-2: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 2	50
Διάγραμμα 4-3: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 1	52
Διάγραμμα 4-4: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 2	53
Διάγραμμα 4-5: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 3	59
Διάγραμμα 4-6: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 3	60
Διάγραμμα 4-7: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 4	66
Διάγραμμα 4-8: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 4	67
Διάγραμμα 4-9: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 5	73
Διάγραμμα 4-10: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 5	74
Διάγραμμα 4-11: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 6	81
Διάγραμμα 4-12: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσε του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 6	82
Διάγραμμα 4-13: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 7	89

Διάγραμμα 4-14: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσεως του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 7	90
Διάγραμμα 4-15: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 8	97
Διάγραμμα 4-16: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσεως του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 8	98
Διάγραμμα 4-17: Διάγραμμα LogP-De^2 για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 9	103
Διάγραμμα 4-18: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσεως του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 9	105
Διάγραμμα 5-1: συγκεντρωτική απεικόνιση επί τις εκατό μείωσης του I_{d2} μεταξύ πρώτου και τελευταίου κύκλου δοκιμής.....	112
Διάγραμμα 5-2: Συγκεντρωτική απεικόνιση των τιμών σκληρομέτρησης με σφύρα Schmidt στα δείγματα κροκαλοπαγών	113
Διάγραμμα 5-3: Συγκεντρωτική απεικόνιση των τιμών σκληρομέτρησης με σφύρα Schmidt στα δείγματα αργιλούχων ψαμμιτών	114
Διάγραμμα 5-4 : Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ SHV και $I_{s(50)}$ για το σύνολο των δειγμάτων με $\text{SHV} < 30$	115
Διάγραμμα 5-5: Διάγραμμα συσχέτισης SHV και $I_{s(50)}$ στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη	116
Διάγραμμα 5-6: Διάγραμμα συσχέτισης SHV και $I_{s(50)}$ στα δείγματα κροκαλοπαγούς με $\text{SHV} < 30$	116
Διάγραμμα 5-7: Διάγραμμα συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στο σύνολο των δειγμάτων με $\sigma_c > 18 \text{ MPa}$	117
Διάγραμμα 5-8: συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη.....	118
Διάγραμμα 5-9: Διάγραμμα συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στα δείγματα κροκαλοπαγούς	118
Διάγραμμα 5-10 : Συσχέτιση SHV και $I_{d2} (\%)$ για το σύνολο των δειγμάτων με $I_{d2} (\%) > 60 \%$	119
Διάγραμμα 5-11 : Συσχέτιση SHV και $I_{d2} (\%)$ για δείγματα κροκαλοπαγούς με $I_{d2} (\%) > 60 \%$	120
Διάγραμμα 5-12: Διάγραμμα συσχέτισης $I_{s(50)}$ με I_{d2} , σε κροκαλοπαγή πετρώματα με $I_{s(50)} < 0,9 \text{ MPa}$	121
Διάγραμμα 5-13: Διάγραμμα συσχέτισης $I_{s(50)}$ με I_{d2} σε πετρώματα αργιλούχου ψαμμίτη	121
Διάγραμμα 5-14 : Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_{s(50)}$, στο σύνολο των δειγμάτων με $\sigma_c < 28,6 \text{ MPa}$	122
Διάγραμμα 5-15: : Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_{s(50)}$, σε κροκαλοπαγή δείγματα με $\sigma_c < 28,6 \text{ MPa}$	123
Διάγραμμα 5-16: Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_{s(50)}$, σε δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη με $\sigma_c < 28,6 \text{ MPa}$	123
Διάγραμμα 5-17: συσχέτιση $I_{d2} (\%)$ – διαφοράς I_{d2} μεταξύ πρώτου και τελευταίου κύκλου δοκιμής.....	124

Πίνακες

Πίνακας 3-1: Ταξινόμηση αέριου πετρώματος με βάση τη σκληρότητά του (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002).....	31
Πίνακας 3-2: Ταξινόμηση αέριου πετρώματος με βάση το δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{s(50)}$ (Bieniawski, 1975)	37
Πίνακας 3-3: Ταξινόμηση πετρώματος με βάση το δείκτη διαβρωσιμότητας (Gamble, 1971)	39
Πίνακας 4-1: Μετρήσεις σφύρας Schmidt και ο προσανατολισμός τους για το Δείγμα 1.....	45
Πίνακας 4-2: Μετρήσεις σφύρας Schmidt και ο προσανατολισμός τους για το Δείγμα 2.....	45
Πίνακας 4-3: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 1.....	46
Πίνακας 4-4 :Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 2.....	47
Πίνακας 4-5: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 1	48
Πίνακας 4-6: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 2	50
Πίνακας 4-7: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 1.....	52
Πίνακας 4-8: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 2.....	52
Πίνακας 4-9: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt στο δείγμα 3	56
Πίνακας 4-10: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 3.....	57
Πίνακας 4-11: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 3	58
Πίνακας 4-12: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 3.....	59
Πίνακας 4-13: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt στο Δείγμα 4....	63
Πίνακας 4-14: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 4.....	64
Πίνακας 4-15: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 4	65
Πίνακας 4-16: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 4.....	66
Πίνακας 4-17: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 5.....	70
Πίνακας 4-18: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 5.....	71
Πίνακας 4-19: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 5	72
Πίνακας 4-20: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 5.....	73
Πίνακας 4-21: Αποτελέσματα μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 6 στην περιοχή του δείγματος 6, σε σχηματισμούς αργιλλούχου ψαμμίτη και κροκαλοπαγών.....	77
Πίνακας 4-22: Αποτελέσματα μετρήσεων σφύρας Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών της θέσης 5	78
Πίνακας 4-23: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 6.....	78
Πίνακας 4-24: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο κροκαλοπαγές της Θέσης 6	79
Πίνακας 4-25: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 6	80
Πίνακας 4-26: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 6.....	81
Πίνακας 4-27: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 7.....	85
Πίνακας 4-28: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών της θέσης 6	86

Πίνακας 4-29: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 7.....	86
Πίνακας 4-30: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο κροκαλοπαγές της Θέσης 6	87
Πίνακας 4-31: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 7	88
Πίνακας 4-32: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 7.....	89
Πίνακας 4-33: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 8 (Κροκαλοπαγή) και σε αργιλούχο ψαμμίτη της ίδιας περιοχής	93
Πίνακας 4-34: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στον αργιλούχο ψαμμίτη της θέσης 7.....	94
Πίνακας 4-35: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 8 (κροκαλοπαγές)...	94
Πίνακας 4-36: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στον αργιλούχο ψαμμίτη της Θέσης 7.....	95
Πίνακας 4-37: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 8	96
Πίνακας 4-38: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 8.....	97
Πίνακας 4-39: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 9.....	101
Πίνακας 4-40: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 9.....	102
Πίνακας 4-41: Τα αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 9.....	103
Πίνακας 4-42: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 9.....	104
Πίνακας 5-1: Ταξινόμηση των πετρωμάτων με βάση το δείκτη διαβρωσιμότητας (Gamble, 1971).....	111
Πίνακας 5-2: Ταξινόμηση των δειγμάτων ως προς τη σκληρότητα με βάση τη μέτρηση σφύρας Schmidt	112
Πίνακας 5-3: Ταξινόμηση των δειγμάτων με βάση το δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{s(50)}$ (Bieniawski, 1975)	114

Σχήματα

Σχήμα 3-1: Διάγραμμα κανονικοποίησης τιμών αναπήδησης για τις σφύρες τύπου N και L (ISRM, 2009)	31
Σχήμα 3-2: Νομόγραμμα υπολογισμού μονοαξονικής αντοχής μέσω των μετρήσεων του κρουσιμέτρου Schmidt τύπου N, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή	32
Σχήμα 3-3: Νομόγραμμα υπολογισμού μονοαξονικής αντοχής μέσω των μετρήσεων του κρουσιμέτρου Schmidt τύπου L, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή	32
Σχήμα 3-4: Νομόγραμμα έμμεσου υπολογισμού της μονοαξονικής αντοχής με τη χρήση των μετρήσεων κρουσιμέτρου Schmidt, τύπου L (Deere and Miller, 1966)	33

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος της σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, με στόχο την ολοκλήρωση του κύκλου σπουδών και την απόκτηση του διπλώματος μηχανικού του Ε.Μ.Π.

Για την εκπόνηση της εργασίας πραγματοποιήθηκαν εργασίες και μετρήσεις στο ύπαιθρο, καθώς και λήψη δειγμάτων. Εν συνεχεία, τα δείγματα διαμορφώθηκαν κατάλληλα για την πραγματοποίηση εργαστηριακών δοκιμών στο Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας – Υδρογεωλογίας του τομέα Γεωλογικών Επιστημών της σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, με στόχο τη μελέτη της επιδεκτικότητας τους σε διάβρωση και της επιρροή της στις συνθήκες ευστάθειας των πρανών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Λουπασάκη Κωνσταντίνο, Επίκουρο καθηγητή του Ε.Μ.Π. , για τη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλες τις φάσεις της συγκεκριμένης εργασίας, από τις 2 μας επισκέψεις στο ύπαιθρο έως τη συγγραφή του κειμένου, και που παρά το φορτωμένο πρόγραμμά του ήταν πρόθυμος να βρει χρόνο για να με καθοδηγήσει.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Τραγγαράτο Πάρη, και την κυρία Γρηγοράκου Ελένη για τη σημαντική τους βοήθεια στο εργαστηριακό κομμάτι της συγκεκριμένης εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους για τη στήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Περίληψη

Το αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της επιδεκτικότητας σε διάβρωση των Πλειοπλειστοκαινικών ιζηματογενών σχηματισμών του ρέματος της Πικροδάφνης, η συσχέτισή της με τη σκληρότητα και την αντοχή των σχηματισμών σε σημειακή φόρτιση, και η επιρροή της στις συνθήκες ευστάθειας των πρηνών του ρέματος.

Αρχικά, πραγματοποιηθήκαν επισκέψεις στο ρέμα της Πικροδάφνης με στόχο τη μελέτη των γεωλογικών σχηματισμών και της μορφολογίας του. Εκεί, επιλέχθηκαν οχτώ θέσεις στις οποίες εστιάστηκε η έρευνα, εκ των οποίων προέκυψαν εννέα δείγματα. Στις συγκεκριμένες θέσεις πραγματοποιήθηκαν επίσης επί τόπου μετρήσεις σκληρότητας με τη σφύρα Schmidt.

Εν συνεχεία, τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας – Υδρογεωλογίας του τομέα Γεωλογικών Επιστημών της σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, όπου και πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμές Σημειακής Φόρτισης, και οι δοκιμές Διαβρωσιμότητας. Οι δοκιμές Διαβρωσιμότητας απαιτούσαν σαν προεργασία την κατάλληλη διαμόρφωση των δειγμάτων σε σφαιρικά δοκίμια.

Έπειτα, τα αποτελέσματα των δοκιμών αξιολογήθηκαν και συσχετίστηκαν μεταξύ τους, καθώς και με αναλύσεις των συνθηκών ευστάθειας στις συγκεκριμένες θέσεις, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Abstract

The purpose of this thesis is the study of the susceptibility of the Pliopleistocenic sedimentary formations of the Pikrodafni stream to erosion, the correlation among the susceptibility to erosion, the hardness and the point load resistance of the formations, as well as the effect that it has on the stability of the stream's slopes.

Initially, an in-situ geological and morphological observation took place in the stream, where eight positions were chosen to be focused on in the study. Nine samples were taken from these positions. Moreover, in-situ measurements of hardness with the Schmidt hammer took place.

Following that, the samples were taken to the Laboratory of Engineering Geology and Hydrogeology of the Department of Mining and Metallurgical Engineering of NTUA, where the Point Load test and the Slake Durability test were conducted. For the latter, the samples first had to be formed into spherical pieces.

Finally, the results from all the tests were evaluated and correlated both among them, and with slope stability analyses in the specific positions.

Εισαγωγή

Το ρέμα της Πικροδάφνης αποτελεί ένα από τα τελευταία εναπομείναντα ρέματα της Αττικής. Εκτός από εστία πρασίνου, νερού και ομορφιάς, προσφέρει επιπλέον καταφύγιο σε πολλά είδη πουλιών και ζώων, αλλά και σε διάφορα είδη φυτών και δένδρων.

Οι σχηματισμοί που υπάρχουν στα πρηνή του ρέματος της Πικροδάφνης βρίσκονται σε συνεχή έκθεση σε παράγοντες που προκαλούν διάβρωση, όπως είναι η ροή του νερού, που υπάρχει σχεδόν ολόκληρο το έτος, και οι καιρικές συνθήκες.

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της επιδεκτικότητας σε διάβρωση των Πλειοπλειστοκαινικών ιζηματογενών σχηματισμών του ρέματος της Πικροδάφνης, τη συσχέτισή της με τη σκληρότητα και την αντοχή των σχηματισμών σε σημειακή φόρτιση, καθώς και την επιρροή της στις συνθήκες ευστάθειας των πρηνών του ρέματος.

Ποιο συγκεκριμένα, η εργασία αποτελείται από τα εξής κεφάλαια :

Το 1ο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται τα γεωλογικά, μορφολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του ρέματος της Πικροδάφνης.

Το 2ο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης, της Αττικής. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική αναφορά στους σχηματισμούς της στενής περιοχής μελέτης του ρέματος της Πικροδάφνης.

Το 3ο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται οι δοκιμές που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της εργασίας, και συγκεκριμένα η Δοκιμή Προσδιορισμού Σκληρότητας με Σφύρα Schmidt, η Δοκιμή Σημειακής Φόρτισης, και η Δοκιμή Διαβρωσιμότητας.

Το 4ο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών που συναντήθηκαν σε κάθε θέση δειγματοληψίας, καθώς και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών στα δείγματα κάθε θέσης. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλύσεις ευστάθειας σε πρηνή του ρέματος.

Το 5ο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται οι ταξινομήσεις που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, καθώς και οι συσχετίσεις των αποτελεσμάτων. Επίσης, γίνεται αναφορά σε τρεις μελέτες με συσχετίσεις αντίστοιχες αυτών της συγκεκριμένης εργασίας, μαζί με τα αποτελέσματά τους.

Το 6ο κεφάλαιο στο οποίο γίνεται παρουσίαση των συμπερασμάτων της εργασίας.

1 Γεωλογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης

1.1 Γενικές πληροφορίες

Το ρέμα της Πικροδάφνης βρίσκεται στο ΝΑ τμήμα της Αθήνας. Πηγάζει από τις δυτικές υπώρειες του Υμηττού, και εκβάλλει παρά τη Μαρίνα Αλίμου (σημείο «ΕΔΕΜ»), μέσω έργου εξόδου κατάντη της Λεωφόρου Ποσειδώνος. Διασχίζει, μαζί με τους παραποτάμους του, τους δήμους Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αγίου Δημητρίου, Παλαίου Φαλήρου και Αλίμου. Έχει συνολικό μήκος περίπου 9,3 χιλιόμετρα, τρίτο μεγαλύτερο μετά τον Κηφισό και Ιλισό, και αποτελεί ένα από τα τελευταία εναπομείναντα ρέματα της Αττικής.

Παρουσιάζει ροή σχεδόν ολόκληρο το έτος, και συμπεριλαμβάνεται στα ρέματα της Αττικής που έχουν χαρακτηριστεί ως Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος (ΦΕΚ 281Δ/1993).

Παίρνει το όνομά του από το φυτό πικροδάφνη, που ανήκει στην οικογένεια των Αποκυνίδων, και αναπτύσσεται ιδιαίτερα σε υγρές και ηλιόλουστες τοποθεσίες. Σύμφωνα με τους αρχαίους Έλληνες, τα φύλλα και άνθη της μπορούσαν να σώσουν έναν άνθρωπο από το δάγκωμα δηλητηριωδών εντόμων ή ερπετών. (www.dad.gr)

Αποτελεί καταφύγιο για πολλά είδη πουλιών, θηλαστικών και εντόμων, καθώς και εστία πολλών διαφορετικών ειδών λουλουδιών και δέντρων. Δυστυχώς όμως πλέον, μαζί με τα παραπάνω συνυπάρχουν σε σημεία κατά μήκος του πολλά μπάζα και σκουπίδια, σημάδι της παραμέλησής του.

1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το ρέμα αναπτύσσεται κατά μήκος ενός άξονα ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης. Εμφανίζει ήπιες κλίσεις κατά μήκος της κοίτης, οι οποίες μειώνονται έντονα στον κάτω ρου του ρέματος, αγγίζοντας το 5% κατάντη της Λεωφόρου Αμφιθέας. Παράλληλα αυξάνονται και τα βάθη, και έτσι αποτίθενται εύκολα φερτά υλικά. Στο τμήμα από τη Λεωφόρο Βουλιαγμένης έως Αγίου Δημητρίου, παρουσιάζει κλίση της τάξεως του 21%. Σε αυτό το τμήμα, εμφανίζονται συνεχείς επάλληλες καμπύλες με μικρή ακτίνα, με την παρεμβολή μικρών ενδιάμεσων ευθύγραμμων τμημάτων. Από την

Αγίου Δημητρίου έως την οδό Κουντουριώτη οι κλίσεις κυμαίνονται μεταξύ 16-12 %. Στο συγκεκριμένο τμήμα υπάρχουν τα περισσότερα έργα προστασίας της κοίτης, με τοίχους από σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τοπικές στενώσεις της κοίτης, και κατά συνέπεια διαμορφώνονται ευνοϊκές συνθήκες για τοπικά υδραυλικά άλματα. (Λουπασάκης, 2016)

Τα ύψη των πρανών κυμαίνονται μεταξύ 1 έως 21 m. Οι μικρότερες τιμές εμφανίζονται στο ύψος της πεζογέφυρας της οδού Ηλιακτίδας, και οι μέγιστες στο τμήμα μεταξύ της πεζογέφυρας της πλατείας του Ι.Ν. Αγίου Βασιλείου.

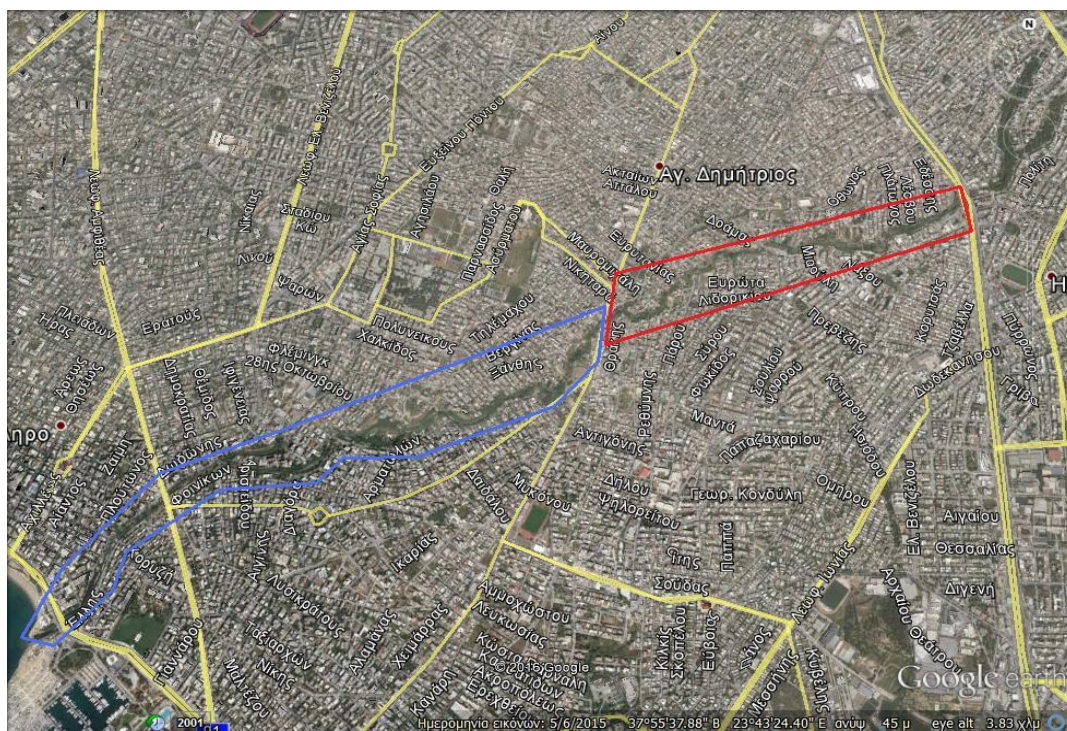
Η λεκάνη απορροής του ρέματος Πικροδάφνης έχει συνολική έκταση 22,2 km². Το άνω μέρος της αποστραγγίζει τμήμα των νοτιοδυτικών πλαγιών του όρους Υμηττός, τμήμα που υπέρκειται κυρίως του δήμου Βύρωνα αλλά και των δήμων Καισαριανής και Ηλιούπολης. Το πιο ψηλό σημείο του υδροκρίτη διέρχεται από την κορυφή Εύζωνος, στα +1026,00 m, και το μέσο υψόμετρο της λεκάνης βρίσκεται στα +258,00 m. Το μεγαλύτερο κομμάτι της λεκάνης, και συγκεκριμένα πάνω από το 60% αυτής, αναπτύσσεται εντός του αστικού ιστού της Αθήνας, στους δήμους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η λεκάνη απορροής περιλαμβάνει και αρκετά επιμέρους υδατορέματα που συμβάλλουν στο ρέμα της Πικροδάφνης, σε διάφορα σημεία. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι :

- Το ρέμα Ζωοδόχου πηγής, που αποστραγγίζει το μεγαλύτερο μέρος της ορεινής λεκάνης. Χωρίζεται σε δύο επιμέρους υπολεκάνες. Η πρώτη συνιστά την ορεινή λεκάνη, η οποία καταλήγει παρά το νεκροταφείο Βύρωνος, και έχει έκταση 5,57 km². Η δεύτερη αποτελεί την ενδιάμεση υπολεκάνη ενός μικρού χειμάρρου κατάντη του ίδιου νεκροταφείου, με έκταση 0,46 km². Οι δύο αυτές υπολεκάνες συμβάλλουν κατάντη, και έτσι σχηματίζουν:
 - το ρέμα Καλογήρων, που συμβάλει στο ρέμα της Πικροδάφνης, κοντά στο σημείο εκβολής αυτού. Έχει έκταση 5,76 km², και εμφανίζει εξ ολοκλήρου ανάπτυξη σε αστική περιοχή.

- Το ρέμα Αγίου Δημητρίου (ή Αμαλίας) , το οποίο αποστραγγίζει τμήμα του δήμου Ηλιούπολης και μικρό τμήμα του δήμου Δάφνης, πριν την είσοδό του στο δήμο Αγίου Δημητρίου. Έχει έκταση 1,70 km², και συμβάλλει στο ρέμα της Πικροδάφνης σε σημείο ανάντη της Λεωφόρου Αγίου Δημητρίου. Το μεγαλύτερο μέρος του ρέματος έχει αποκατασταθεί από δίκτυο όμβριων υδάτων.
- Το ρέμα Κοψαχειλά (ή Καλογραιών, ή Καλαμών), που αποστραγγίζει περιοχές του δήμου Αγίου Δημητρίου, και συμβάλλει στην Πικροδάφνη κοντά στην οδό Καλλικράτους, ανάντη της συμβολής του ρέματος Καλογήρων. Εμφανίζει έκταση 1,12 km², και σε μεγάλο μέρος έχει υποκατασταθεί από δίκτυο όμβριων υδάτων.

Για τη λεπτομερέστερη περιγραφή του, το ρέμα μπορεί να χωριστεί σε δύο νοητά τμήματα. Σε αυτό μεταξύ των Λεωφόρων Βουλιαγμένης και Αγίου Δημητρίου, και αυτό από Λεωφόρο Αγίου Δημητρίου έως την Εκβολή (Εικόνα 1-1).



Εικόνα 1-1: Η περιοχή του ρέματος της Πικροδάφνης. Η κόκκινη περιοχή απεικονίζει το τμήμα μεταξύ Λεωφόρων Βουλιαγμένης-Αγίου Δημητρίου, και η μπλε το τμήμα μεταξύ Λεωφόρου Αγίου Δημητρίου-Εκβολή

Τμήμα Λεωφόρου Βουλιαγμένης-Αγίου Δημητρίου

Το συγκεκριμένο τμήμα έχει μήκος 1900 μέτρα, κλίση 21% , και πλάτος πυθμένα 5-6 μέτρα. Λόγω μιας παλαιάς μελέτης που περιλάμβανε την κατασκευή της Λεωφόρου Πικροδάφνης και χάραξη του κλειστού αγωγού Πικροδάφνης, μέρος της υφιστάμενης κοίτης του συγκεκριμένου τμήματος καταλαμβάνεται από οικοδομικά τετράγωνα. Από τη Λεωφόρο Βουλιαγμένης έως την οδό Τήνου, παρουσιάζεται η εισχώρηση του ρέματος εντός βαθιάς διαβρωσιγενής κοίτης, με ευθυγραμμισμένη χάραξη. Μέχρι την οδό Ικάρου, το βάθος αγγίζει τα 10 μέτρα, και το πλάτος της κοίτης τα 5 μέτρα. Τα πρανή εμφανίζουν έντονες κλίσεις, δηλαδή 1,20:1,00 έως 1,00:1,00. Στην εκβολή του οχετού της Λεωφόρου Βουλιαγμένης βρίσκεται κατώφλι από σκυρόδεμα, με ύψος 2 μέτρα. Από την οδό Αιγαίου έως τη Λεωφόρο Αγίου Δημητρίου η φυσική κοίτη ελίσσεται σε επάλληλες καμπύλες. Η κοίτη κατάντη της οδού Δράμας έχει μεγάλα βάθη, και οι κλίσεις των πρανών κυμαίνονται μεταξύ 1,20:1,00 έως 0,80:1,00. Επιπλέον, σε αυτό το τμήμα του ρέματος υπάρχουν τα ακόλουθα τεχνικά:

- ένας κλειστός αγωγός διατομής 3,50x4,00 , μήκους 180 μέτρων και παροχής $Q=70 \text{ m}^3/\delta\lambda$ υπό τη Λεωφόρο Βουλιαγμένης
- Μία λοξή γέφυρα πλάτος καταστρώματος 10 μέτρων και ορθού ανοίγματος 14 μέτρων, στη διασταύρωση του ρέματος με την οδό Αγίου Δημητρίου
- Μια διάβαση αποτελούμενη από τρεις κυκλικούς οχετούς $\Phi 100$ και κλειστό οχετό πλάτους 4,5-5,5 μέτρων και ύψους 2,40 μέτρων, στη διασταύρωση του ρέματος με την οδό Δράμας
- Πεζογέφυρες στις οδούς Ευρυτανίας και Αιγαίου.

Επίσης, κατά μήκους του τμήματος αυτού το ρέμα συμβάλει με το ρέμα Αμαλίας.

Τμήμα Αγίου Δημητρίου-Εκβολή

Το τμήμα αυτό έχει μήκος 3 περίπου χιλιόμετρα. Εμφανίζει κλίση από 16 έως 12% για 2200 μέτρα κατάντη της Αγίου Δημητρίου, αλλά στα υπόλοιπα 800 η κλίση μειώνεται, και παίρνει τιμές από 8 έως 5% περίπου. Σε αυτό συμβάλουν το ρέμα Καλογήρων (Χ.Θ 0+978) και το ρέμα Καλαμών (Χ.Θ. 1+627). Απαντώνται δύο κύριες οδικές διασταυρώσεις, αυτή της Λεωφόρου Ποσειδώνος, και αυτή της Λεωφόρου Αμφιθέας, καθώς και οκτώ πεζογέφυρες, με

αυτή της οδού Κουντουριώτου να είναι μεταλλική. Παρατηρούνται έντονες διαβρώσεις στις περιοχές των περισσότερων πεζογεφύρων, λόγω κακού σχεδιασμού.

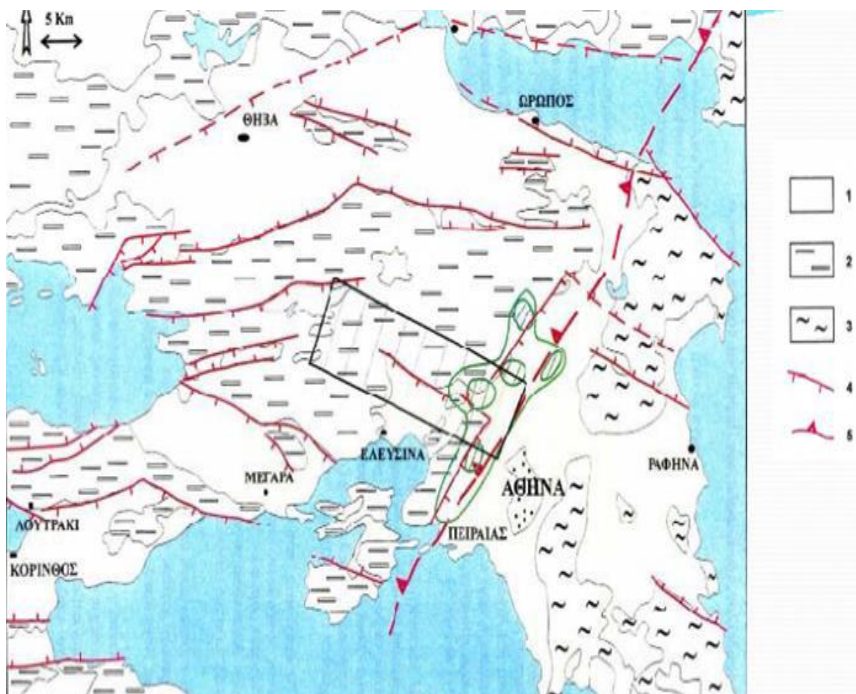
Σχετικά με τις παρόχθιες περιοχές του συγκεκριμένου τμήματος, παρατηρούνται :

- Είκοσι περίπου μονώροφα πλινθόκτιστα σπίτια μεταξύ των οδών Καραολή, Δημητρίου-Μουσών και Αμφιτρίσης, στη δεξιά όχθη του ρέματος. Αποτέλεσμα αυτού είναι η στένεψη της κοίτης λόγω κατάληψης του φυσικού πρानούς.
- Εγκαταστάσεις του αντλιοστασίου 29 της ΕΥΔΑΠ στην οδό Αναπήρων Πολέμου έως τη Λεωφόρο Αμφιθέας.
- Μάνδρα καυσόξυλων, δύο γήπεδα μπάσκετ και ένας μικρός κήπος ανάντη της Λεωφόρου Αμφιθέας έως τη συμβολή του ρέματος Καλογήρων.
- Σποραδικές επεμβάσεις στην κοίτη ανάντη της οδού Αρματωλών.

2 Γεωλογία Ευρύτερης περιοχής μελέτης, Αττικής

Το Λεκανοπέδιο των Αθηνών βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της Αττικής, και έχει μήκος 22km από ΒΑ προς τα ΝΔ και πλάτος 11km εγκαρσίως. Αποτελείται από ένα μεγάλο βύθισμα ΒΒΑ-ΝΝΔ διεύθυνσης. Ανατολικά και βορειοανατολικά οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Υμηττού και της Πεντέλης, ενώ δυτικά και βόρεια οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω, του Ποικίλου Όρους και της Πάρνηθας. Εντός του Λεκανοπεδίου εμφανίζεται επίσης ανάπτυξη μιας σειράς λόφων (Τουρκοβούνια, Λυκαβηττός, Στρέφη, Ακρόπολη, Φιλοπάππου, Ζωοδόχος πηγή). (Λουπασάκης, 2014)

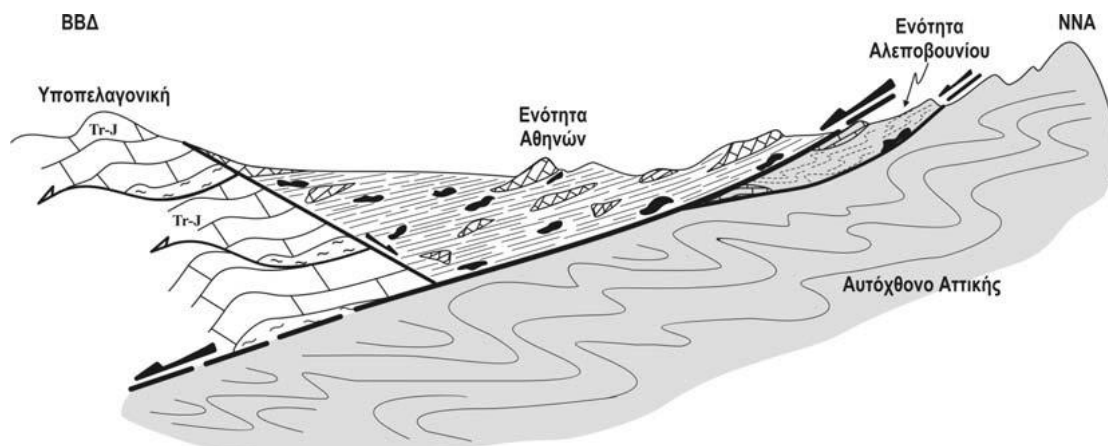
Το λεκανοπέδιο απαρτίζεται από τους αλπικούς και τους μεταλπικούς σχηματισμούς. Οι αλπικοί σχηματισμοί εμφανίζονται στους ορεινούς όγκους γύρω από το λεκανοπέδιο, καθώς και στους μικρούς λόφους εντός αυτού. Οι μεταλπικοί δομούν το εσωτερικό του λεκανοπεδίου, καλύπτοντας ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς σχηματισμούς.



Εικόνα 2-1: Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής της Αττικής. (1) μεταλπικοί σχηματισμοί Μεσοκαινικής-Ολοκαινικής ηλικίας, 2) Μη μεταμορφωμένοι αλπικοί σχηματισμοί, 3) Μεταμορφωμένοι αλπικοί σχηματισμοί, 4) κύρια ρήγματα, 5) Μεγάλης κλίμακας τεκτονική επαφή-αποκόλληση) (Παπανικολάου et al, 2002)

2.1 Αλπικοί Σχηματισμοί

Μια μεγάλη τεκτονική ζώνη (αποκόλληση- detachment) οριοθετεί δύο ενότητες πετρωμάτων στο λεκανοπέδιο. Η μια ενότητα αποτελεί την ενότητα του μεταμορφωμένου Αυτόχθονου συστήματος της Αττικής, στην οποία ανήκουν τα πετρώματα ανατολικά της τεκτονικής ζώνης, ενώ η άλλη ενότητα αποτελεί την αλλόχθονη ενότητα της Υποπελαγονικής, στην οποία ανήκουν τα πετρώματα που βρίσκονται δυτικά της τεκτονικής ζώνης. Στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου, υπερκείμενο τεκτονικά στην Υποπελαγονική Ενότητα, καθώς και ανατολικά στο αυτόχθονο Αττικής εμφανίζονται οι ενότητες Αθηνών και Αλεποβουνίου. (Λουπασάκης, 2014) (Εικόνα 2-2)



Εικόνα 2-2: Σχηματική απεικόνιση της γεωλογικής δομής των αλπικών σχηματισμών του Λεκανοπεδίου Αθηνών. (Παπανικολάου, Μπάση, Κράνης, & Δανάμος, 2004)

2.1.1 Αυτόχθονη Ενότητα Αττικής

Η Αυτόχθονη Ενότητα Αλμυροποτάμου-Αττικής, αναπτύσσεται στην Α-ΒΑ αττική και εμφανίζεται στους ορεινούς όγκους Πεντέλης-Υμηττού καθώς και στα υπόλοιπα ανατολικότερα όρη. Σύμφωνα με τους Παπανικολάου et al (2002), η συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνει και τις παρακάτω επιμέρους ενότητες:

- Τη μεταμορφωμένη ενότητα Βάρης με εν μέρει Τριαδική ηλικία, που περιλαμβάνει σχιστόλιθους και μεταβασικά πετρώματα στη βάση, που

περνούν σε μια παχιά ακολουθία από δολομιτικά μάρμαρα. Εμφανίζει πολύπλοκη δομή με ισοκλινείς πτυχές και εσωτερικές ολισθήσεις.

- Την υπερκείμενη μεταμορφωμένη ενότητα Υμηττού με εν μέρει τριαδικο-ιουρασική ηλικία. Περιλαμβάνει μια ακολουθία από μάρμαρα και δολομίτες που εμφανίζονται πτυχωμένα οσικλινώς, η οποία περνάει σε σχιστόλιθους και εμφανίζει πτυχές χιλιομετρικής κλίμακας που δημιουργούν επαναλήψεις των ίδιων οριζόντων.
- Τη μεταμορφωμένη ενότητα Πεντέλης, η οποία ανήκει στις εξωτερικές ελληνίδες, και περιλαμβάνει μια μετα-ηφαιστειοϊζηματογενή ακολουθία στη βάση, που με μετάβαση περνάει σε μια παχιά ακολουθία μαρμάρων.

2.1.2 Αλλόχθονη ενότητα Υποπελαγονικής

Η Αλλόχθονη ενότητα της Υποπελαγονικής περιλαμβάνει μη μεταμορφωμένα ιζηματογενή πετρώματα, και αναπτύσσεται στη ΒΔ Αττική, δομώντας τους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας, του Ποικίλου Όρους και του Αιγάλεω.

Στη βάση της ενότητας εμφανίζεται ένα ηφαιστειοϊζηματογενές σύμπλεγμα, αποτελούμενο από εναλλαγές τεφροπράσινων και φαιών αργιλικών σχιστών, πηλιτών, ψαμμιτών, χαλαζιών, κροκαλοπαγών, τόφφων και τοφφιτών, εντός των οποίων βρίσκονται και ασβεστόλιθοι, αρκόζες και γραουβάκες, καθώς και τεμάχη λαβών.

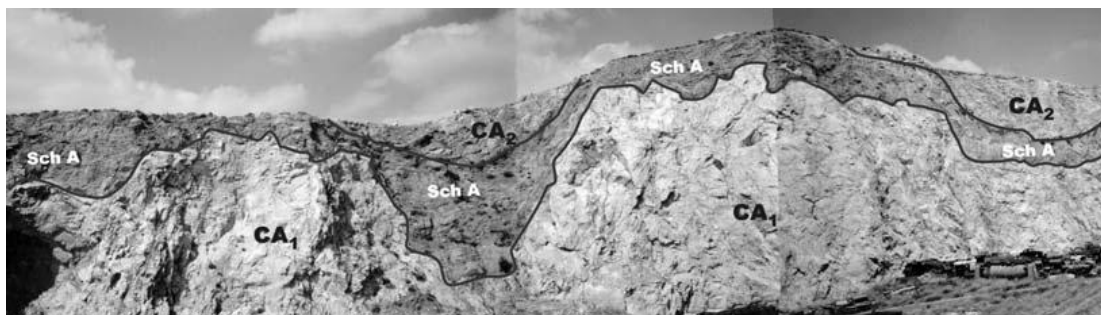
Κατά κύριο λόγο η ενότητα αποτελείται από λευκούς, τεφρόλευκους και κατά θέσεις ροδόχρους ασβεστολίθους και δολομιτικούς ασβεστολίθους νηρητικής φάσεως. Αυτοί εμφανίζονται συνήθως κατακερματισμένοι, αναπτύσσοντας πυκνές διακλάσεις και δευτερογενές πορώδες, ενώ έχουν πάχος μερικών εκατοντάδων μέτρων. (Λουπασάκης, 2014)

2.1.3 Ενότητα Αθηνών

Η ενότητα των Αθηνών αποτελείται από σχηματισμούς που δομούν το μεγαλύτερο μέρος του Λεκανοπεδίου. Κατά μήκος της δυτικής παρυφής του, οι εμφανίσεις της ενότητας σχηματίζουν μια επιμήκη ζώνη, που αποτελείται από τους πρόβουνους

του όρους Αιγάλεω και του Ποικίλου όρους. Το βορειότερο σημείο στο οποίο εμφανίζεται, βρίσκεται στα όρια των Δήμων Άνω Λιοσίων και Αχαρνών, ενώ το νοτιότερο στην περιοχή μεταξύ Νίκαιας και Κερασινίου. Κεντρικά, εμφανίζονται στους λόφους εντός του κέντρου της πρωτεύουσας με διεύθυνση ΒΝ (Παπανικολάου et al, 2004). Από λιθολογική άποψη, η ενότητα χωρίζεται σε δύο υποενότητες:

- Η πρώτη υποενότητα περιλαμβάνει λευκούς-γκριζωπούς, συμπαγείς, άστρωτους- παχυστρωματώδεις νηρητικούς ασβεστόλιθους, κατά θέσεις δολομιτικούς, που τοποθετούνται ηλικιακά στο Σενώνιο. Στους ανατολικούς πρόποδες του Ποικίλου οι ανατώτεροι νηρητικοί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται πιο καστανόχρωμοι.



Εικόνα 2-3: Παλιά λατομεία Κηπούπολης-Άσπρων Χωμάτων. Φαίνεται η εσωτερική δομή της ενότητας Αθηνών, με συνήπαρη πελαγικών σχιστών, ψαμμιτών και νηρητικών ασβεστολίθων του Άνω κρητιδικού. (CA1: ανοιχτόχρωμοι, CA2: σκουρόχρωμοι) (Παπανικολάου et al, 2004)

- Η δεύτερη υποενότητα είναι γνωστή ως «σχιστόλιθοι των Αθηνών» (Marinos et al, 1971). Περιλαμβάνει αμεταμόρφωτα κλαστικά ιζήματα όπως ψαμμίτες, άργιλοι, ψαμμούχες μάργες και γραουβάκες, τοφφικά ηφαιστειοκλαστικά ιζήματα, πηλίτες και αργιλικούς σχιστούς αλλά και πλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, που κατά θέσεις περιέχουν πυριτικές ενδιαστρώσεις και κονδύλους πυριτόλιθων.

2.1.4 Ενότητα Αλεποβουνίου

Η ενότητα του Αλεποβουνίου εμφανίζεται στους δυτικούς πρόποδες του Υμηττού, και παρεμβάλλεται μεταξύ των υποκείμενων μεταμορφωμένων σχηματισμών της

αυτόχθονης ενότητας Αττικής και των υπερκείμενων σχηματισμών της ενότητας Αθηνών. Αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα τα οποία δομούν μια σειρά λόφων (Τσακός, Λιθάρι, Αλοβούνι, Κουταλάδες, Ζωοδόχος Πηγή, Κοπανός κα). Οι λόφοι αυτοί αναπτύσσονται σαν πρόβουνοι του Υμηττού, από την περιοχή του αυχένα του προς την οροσειρά της Πεντέλης, έως την περιοχή της Αργυρούπολης. Επιπλέον, καλύπτεται ασύμφωνα από μεταλλικές αποθέσεις σε ένα μεγάλο μέρος του (Παπανικολάου et al, 2004). Η ενότητα Αλεποβονίου χωρίζεται και αυτή σε δύο υποενότητες:

- Η πρώτη υποενότητα αποτελείται από συμπαγείς κρυσταλλικούς ασβεστολίθους, λευκούς έως ερυθρίζοντες, άστρωτους έως παχυστρωματώδεις, με Τριαδική ηλικία.



Εικόνα 2-4: Σχιστοποιημένα υπερβασικά πετρώματα ενότητας Αλεποβονίου στο λόφο Λιθάρι. (Παπανικολάου et al, 2004)

- Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει μεταμορφωμένα έως ημιμεταμορφωμένα ψαμμιτικά, σχιστομαργαϊκά στρώματα και έντονα πτυχωμένους και σχιστοποιημένους φυλλίτες. Εντός αυτών εμφανίζονται τεφροί ή καστανοί, πλακώδεις ασβεστόλιθοι, και πλακώδεις ερυθροί ή κιτρινωποί μικροκοκκώδεις χαλαζίτες (Παπανικολάου et al, 2004).

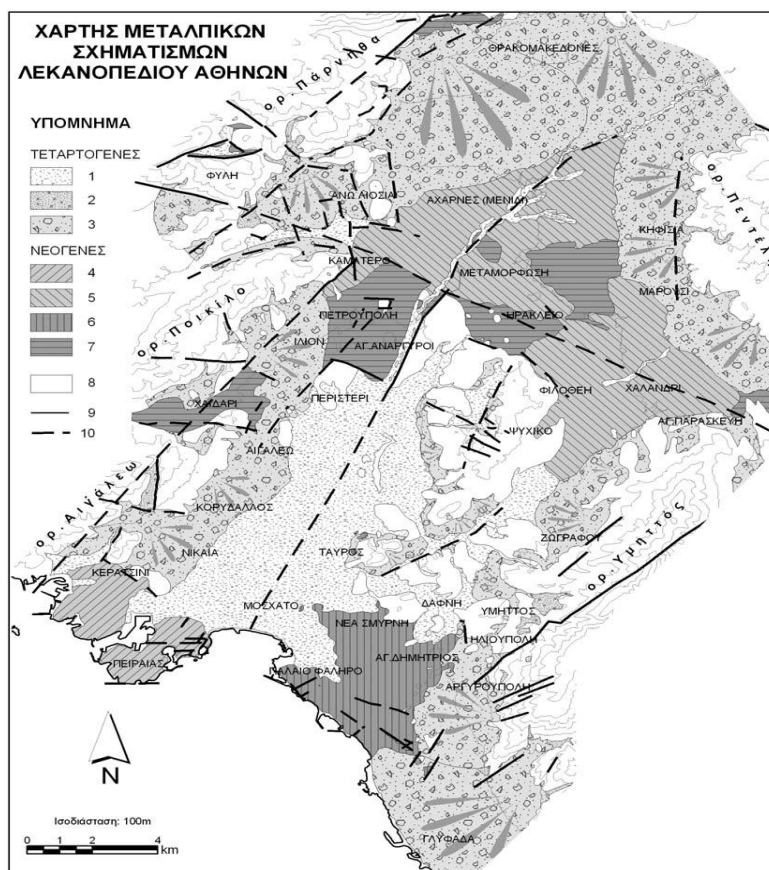
2.2 Μεταλλικοί Σχηματισμοί

Οι μεταλλικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε Νεογενείς σχηματισμούς και Τεταρτογενής αποθέσεις.

Οι Νεογενείς σχηματισμοί χωρίζονται σε:

- Θαλάσσιους, που περιλαμβάνουν αμιγώς θαλάσσιες, παράκτιες και παράλιες φάσεις που εντοπίζονται στο Νότιο Λεκανοπέδιο Αθηνών. Αποτελούνται από Πλειοκαινικούς (μάργες, ψαμμίτες, μαργαϊκοί ψαμμίτες, λατυποπαγή, ασβεστόλιθοι) και Άνω μειοκαινικούς σχηματισμούς (άργιλοι, ιλύες, αμμούχες μάργες, λατυποπαγή)
- Ηπειρωτικούς, που περιλαμβάνουν λιμναίες έως λιμνοχερσαίες αποθέσεις που εντοπίζονται στο βόρειο Λεκανοπέδιο. Αποτελούνται από Πλειοκαινικούς (άμμοι, άργιλοι) και Άνω Μειοκαινικούς (μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, αμμούχες μάργες, μάργες, ερυθρές άργιλοι, λατυποπαγή) σχηματισμούς.

Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις επικάθονται επί των προηγούμενων σχηματισμών. Αυτές περιλαμβάνουν φερτά υλικά των ποταμών του λεκανοπεδίου, παράκτιες αποθέσεις, ποτάμιες αναβαθμίδες, πλευρικές αποθέσεις κορημάτων, και τα ριπίδια και τους κώνους κορημάτων των περιφερειακών ορεινών όγκων. (Λουπασάκης, 2014)



Εικόνα 2-5: Χάρτης Μεταλλικών σχηματισμών λεκανοπεδίου Αθηνών. (1) Αλλούβια, 2) Πλευρικά κορήματα, 3) Πλευρικά κορήματα και ριπίδια, 4) Πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί, 5) Πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί, 6) Ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί – παράκτιες και παράλιες φάσεις, 7) Ανωμειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί, 8) Απλικό υπόβαθρο, 9) Γεωλογικό όριο, 10) Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του (Παπανικολάου et al, 2004)

2.3 Γεωλογία Στενής περιοχής Ρέματος Πικροδάφνης

Κατά μήκος του ρέματος της Πικροδάφνης, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Έρευνα-Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014) , επικρατούν μεταλλικοί σχηματισμοί και αποθέσεις, καθώς και ανθρωπογενείς αποθέσεις. Συγκεκριμένα, εμφανίζονται οι ακόλουθοι σχηματισμοί:

- Τεταρτογενές-Ολόκαινο
- Τεχνητές επιχώσεις (mt) , που αποτελούνται από υλικά ανθρωπογενών δραστηριοτήτων αναμειγμένα με εδαφικούς και βραχώδους σχηματισμούς. Καλύπτουν σχεδόν εξ' ολοκλήρου τις όχθες του ρέματος σε πάχη από 1,5 έως 0,8 μέτρα.

- Παράκτιες αποθέσεις (cd), κατά μήκος της παράκτιας ζώνης, αποτελούμενες από καστανές χονδρόκοκκες έως μεσόκοκκες άμμους, χαλίκια και κροκάλες διαφόρων μεγεθών.
- Αδρομερείς αποθέσεις κοίτης χειμάρρων (r.t) στις οποίες επικρατούν αδρομερή χαλαρά υλικά (χάλικες, κροκάλες, τεμάχια 0,5x0,4x0,4 m ασβεστολιθικής, μαργαϊκής και ψαμμιτικής προέλευσης). Το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 2 m.
- Αμμώδεις αποθέσεις κοίτης χειμάρρων (r.s) με χονδρόκοκκες έως μεσόκοκκες ασύνδετες άμμους με χαλίκια. Εμφανίζουν μικρή επιφανειακή εξάπλωση με πάχος έως τα 2 m.
- Σύγχρονες ποτάμιες αναβαθμίδες (ft) αποτελούμενες από εναλλαγές οριζόντιων στρώσεων ελαφρά έως μέτρια συκολλημένων κροκαλοπαγών και άμμων με χαλίκια
- Αργιλομιγείς αλλουβιακές αποθέσεις (al.c) , οι οποίες αποτελούν σύγχρονες αποθέσεις χειμάρρων από μαλακή άργιλο έως αργιλοϊλύ με λεπτά χαλίκια, και τεμάχια μεγέθους 0,15x0,1x0,08 m ασβεστολιθικής και μαργαϊκής προέλευσης. Κατά θέσεις εμφανίζονται τεμάχια και σώματα μαργών και ψαμμούχων μαργών των πλειστοκαινικών αποθέσεων.
- Αμμοχαλικώδεις αλλουβιακές αποθέσεις (al.s) , που πρόκειται για σύγχρονες αποθέσεις χειμάρρων περιορισμένης εξάπλωσης με χαλαρά έως μέτρια συκολλημένες στρώσεις αμμοχάλικων με άργιλο ή αργιλοϊλύ και διάσπαρτες κροκάλες.
- Τεταρτογενές-Πλειστόκαινο
 - Χερσαίες αμμοχαλικώδεις ποτάμιες αποθέσεις (Pt.s,g) , που συνιστούν μικρού πάχους επιφανειακές στρώσεις των χερσαίων ποτάμιων αποθέσεων. Αποτελούνται από στρώσεις αμμοχάλικων με άργιλο, ενστρώσεις κροκαλοπαγών και ενστρώσεις αργιλικών και ψαμμούχων μαργών, ψαμμιτών, καθώς και μαργαϊκών ασβεστολίθων σε βαθύτερους οριζόντες.
 - Χερσαίες μαργαϊκές ποτάμιες αποθέσεις (Pt.c), που συνίστανται από καστανές, σκληρές αργιλικές μάργες έως μαργαϊκές αργίλους σε εναλλαγές

με κροκαλοπαγείς ενστρώσεις πάχους 0,2 m, και κατά θέσεις ψαμμούχες μάργες.

- Χερσαίες κροκαλοπαγείς ποτάμιες αποθέσεις (Pt. cg), που απαρτίζονται από κροκαλοπαγή με ασβεστολιθικές, μαργαϊκές και σχιστολιθικές κροκάλες μεγέθους 0,2x0,01x0,08 cm, ισχυρά συγκολλημένες με ασβεστομαργαϊκό ή αμμώδες συνδετικό υλικό.
- Νεογενές-Πλειόκαινο
- Εναλλαγές ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και μαργαϊκών ασβεστολίθων (Pl). Ιζήματα παράκτιας ή θαλάσσιας φάσης, αποτελούμενα από εναλλαγές στρώσεων σκληρών, αργιλούχων ψαμμιτών με ισχυρά συγκολλημένα πολύμεικτα κροκαλοπαγή (Pl.cg), σε στρώσεις πάχους 0,2-0,4 m. Σε κάποιες θέσεις συναντώνται σώματα και ενστρώσεις κροκαλοπαγών ή μαργαϊκών ασβεστολίθων (Pl.k).
- Ανθρωπογενής αποθέσεις
- Πρόκειται για χαλαρούς σχηματισμούς σε διάφορες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, που δομούνται από υλικά εκσκαφών και κατεδαφίσεων. Εμφανίζουν μεγάλη εξάπλωση κατά μήκος του ρέματος. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος, εντοπίζονται στις είκοσι τέσσερις γεωτρήσεις αλλά και σε δύο ορύγματα που πραγματοποιήθηκαν εντός των ορίων του δήμου Αγίου Δημητρίου.

Ο πυθμένας της κοίτης, καθώς και η παραλιακή ζώνη εκβολής του ρέματος δομούνται από τους σχηματισμούς του Ολοκαίνου που αναφέρθηκαν παραπάνω, με την κοκκομετρία τους να μειώνεται από τα ανάντη προς τα κατόντη της κοίτης. Τα πρηνή δομούνται από τους υπόλοιπους σχηματισμούς, δηλαδή τους Πλειοκαινικούς και Νεογενείς.

3 Θεωρητικό υπόβαθρο Εργαστηριακών Δοκιμών

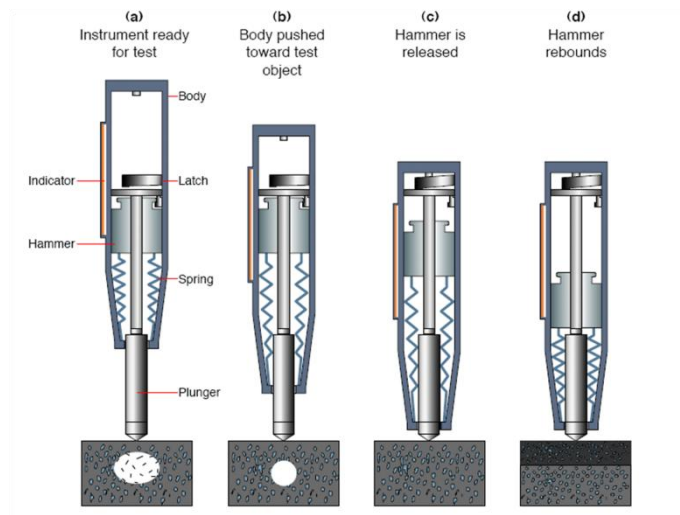
Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις στο ύπαιθρο με τη χρήση της σφύρας Schmidt για τον προσδιορισμό της σκληρότητας των πετρωμάτων, και εν συνεχεία τον έμμεσο προσδιορισμό της αντοχής τους σε ανεμπόδιστη θλίψη (σ_c). Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό του δείκτη σημειακής φόρτισης (I_{s50}), καθώς και δοκιμές διαβρωσιμότητας με στόχο τον προσδιορισμό του δείκτη διαβρωσιμότητας (I_{d2}). Οι δοκιμές αυτές πραγματοποιήθηκαν σε 9 επιλεγμένες θέσεις κατά μήκος του τμήματος που βρίσκεται εντός των ορίων του Δήμου Αγίου Δημητρίου. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο των δοκιμών, ενώ τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα από την επεξεργασία τους παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.1 Προσδιορισμός σκληρότητας με τη χρήση κρουσιμέτρου Schmidt

Το κρουσίμετρο ή η σφύρα αναπήδησης Schmidt αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες συσκευές προσδιορισμού της σκληρότητας των πετρωμάτων, λόγω της ευκολίας του οργάνου. Πρόκειται για ένα φορητό και ελαφρύ όργανο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια ακρίβεια τόσο στο εργαστήριο, όσο και στο ύπαιθρο.

Η συγκεκριμένη μη καταστροφική δοκιμή εφαρμόζεται σε πετρώματα και υλικά μέτριας σκληρότητας, καθώς στα πολύ σκληρά οι ενδείξεις βγαίνουν εκτός ορίου του οργάνου, και στα πολύ μαλακά η κρουσιμέτρηση οδηγεί σε θραύση των δοκιμίων. (Λουπασάκης, 1998)

Το κρουσίμετρο Schmidt αποτελείται από ένα έμβολο στο οποίο είναι προσαρμοσμένα δύο ελατήρια, και μια ατσάλινη μάζα αναπήδησης. (Εικόνα 3-1)



Εικόνα 3-1: Σφύρα Schmidt

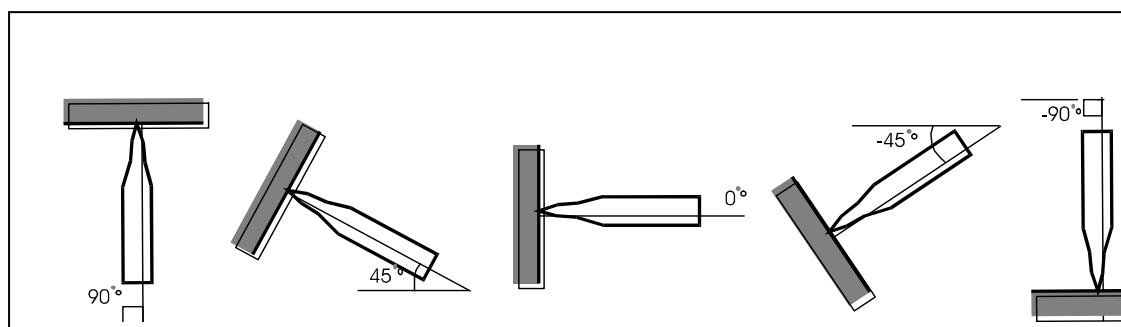
Κατά τη διάρκεια της δοκιμής, το έμβολο πιέζεται στην επιφάνεια του δείγματος έως ότου απελευθερωθεί το ελατήριο αναπήδησης, το οποίο με τη σειρά του προκαλεί εκτίναξη της ασφάλινης μάζας. Η ασφάλινη μάζα αναπηδά και προσκρούει με ενέργεια ίση με 2,207 N/m στο κρουσίμετρο τύπου N, και με 0,735 N/m στο κρουσίμετρο τύπου L. Το ύψος αναπήδησης της μάζας, που είναι ανάλογο με τη σκληρότητα του δείγματος, μετρίεται σε βαθμονομημένη κλίμακα η οποία βρίσκεται στο κυρίως σώμα του κρουσιμέτρου.



Εικόνα 3-2: Χρήση της σφύρας Schmidt στο ύπαιθρο

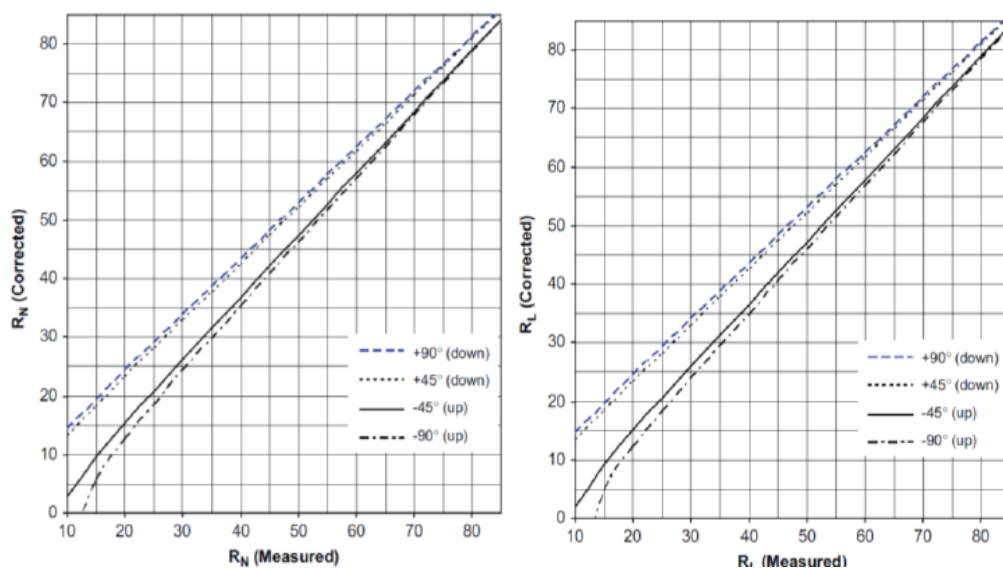
Στην περίπτωση που τα δοκίμια εξετάζονται στο εργαστήριο, πρέπει να προέρχονται από πυρήνες γεωτρήσεων, και να έχουν διάμετρο μεγαλύτερη των 54 mm, ή να έχουν κυβικό σχήμα με ακμή μεγαλύτερη των 6 cm. Επιπροσθέτως, η επιφάνεια των δοκιμών πρέπει να είναι λεία και καθαρή, δίχως μικρορωγμές ή άλλες ασυνέχειες. Το κρουσίμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οριζόντια θέση, σε κατακόρυφη με το έμβολο προς τα κάτω ή σε κατακόρυφη με το έμβολο προς τα πάνω. (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002)

Κατά την πραγματοποίηση δοκιμών στο ύπαιθρο, το έμβολο πρέπει να βρίσκεται κάθετα στην επιφάνεια του υλικού που δοκιμάζεται, ενώ ο άξονας του οργάνου μπορεί να σχηματίζει γωνία 0° , 45° , 90° , -90° , -45° με τον ορίζοντα. (Εικόνα 3-3)



Εικόνα 3-3: αποδεκτές θέσεις οργάνου στο ύπαιθρο (Λουπασάκης, 1998)

Για την αύξηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, ο αριθμός των μετρήσεων που πραγματοποιούνται πρέπει να είναι μεγαλύτερος των 20, εκ των οποίων στο τέλος απορρίπτονται οι δέκα μετρήσεις με τις χαμηλότερες τιμές. Όταν πραγματοποιούνται δοκιμές σε διαφορετικές διευθύνσεις, οι τιμές επηρεάζονται από τη δράση της βαρύτητας στο έμβολο, και έτσι απαιτούνται να γίνουν οι κατάλληλες διορθώσεις. Σύμφωνα με την ISRM, οι διορθώσεις αυτές πραγματοποιούνται με τα παρακάτω διαγράμματα, τα οποία κανονικοποιούν τις τιμές ως προς την οριζόντια διεύθυνση. (Σχήμα 3-1)



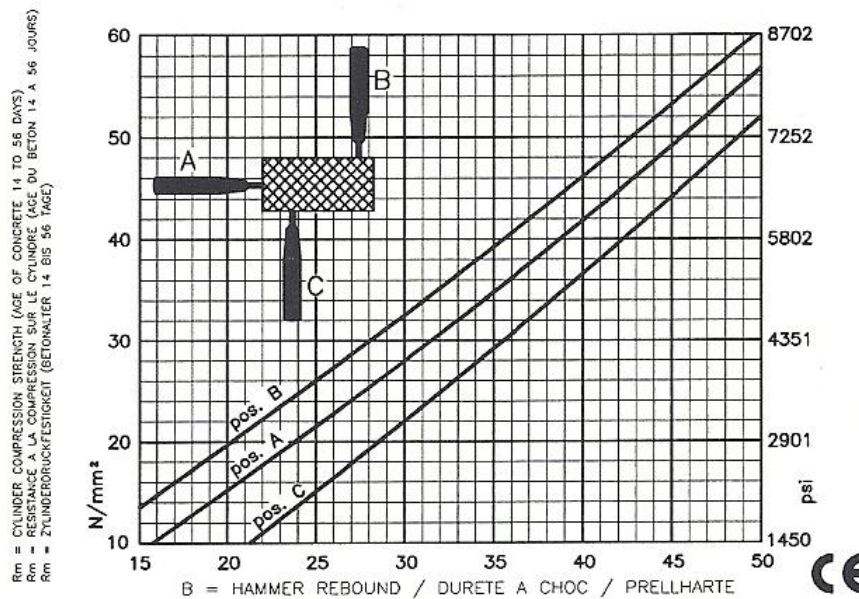
Σχήμα 3-1: Διάγραμματα κανονικοποίησης τιμών αναπήδησης για τις σφύρες τύπου N και L (ISRM, 2009)

Σύμφωνα με τους Κούκη και Σαμπατακάκη (2002), με βάση τις τιμές που προκύπτουν από τη μέτρηση με σφύρα Schmidt, τα πετρώματα μπορούν να ταξινομηθούν ως προς τη σκληρότητά σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-1).

Πίνακας 3-1: Ταξινόμηση αέριου πετρώματος με βάση τη σκληρότητά του (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002)

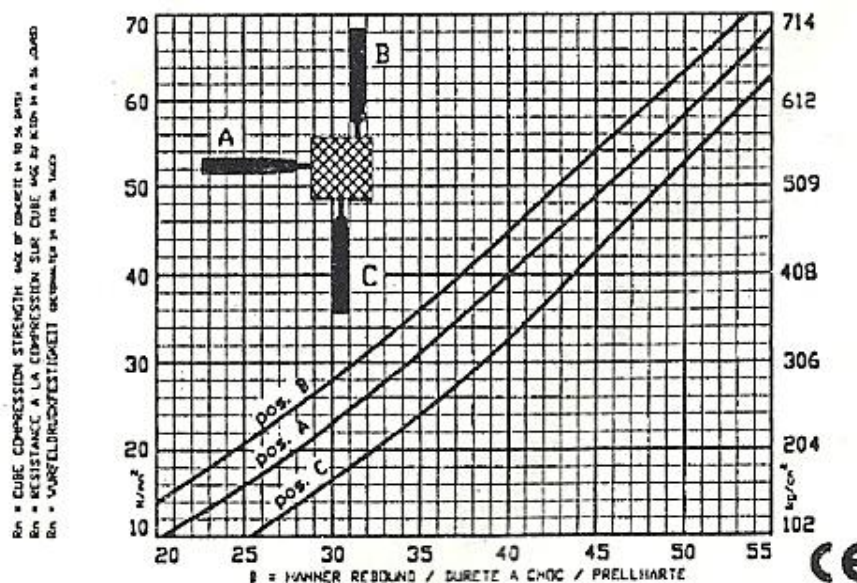
Κατηγορία Πετρωμάτων	Μέση Ένδειξη Σφυριού (SHV)
Πολύ μαλακά πετρώματα	<10
Μαλακά πετρώματα	10-20
Μέτρια πετρώματα	20-50
Σκληρά πετρώματα	50-60
Πολύ σκληρά πετρώματα	>60

Για τον έμμεσο προσδιορισμό της μονοαξονικής αντοχής από τις τιμές της μέτρησης της σκληρότητας με τη σφύρα Schmidt τύπου N, χρησιμοποιείται το παρακάτω νομόγραμμα (Σχήμα 3-2) σύμφωνα με τον κατασκευαστή του οργάνου.

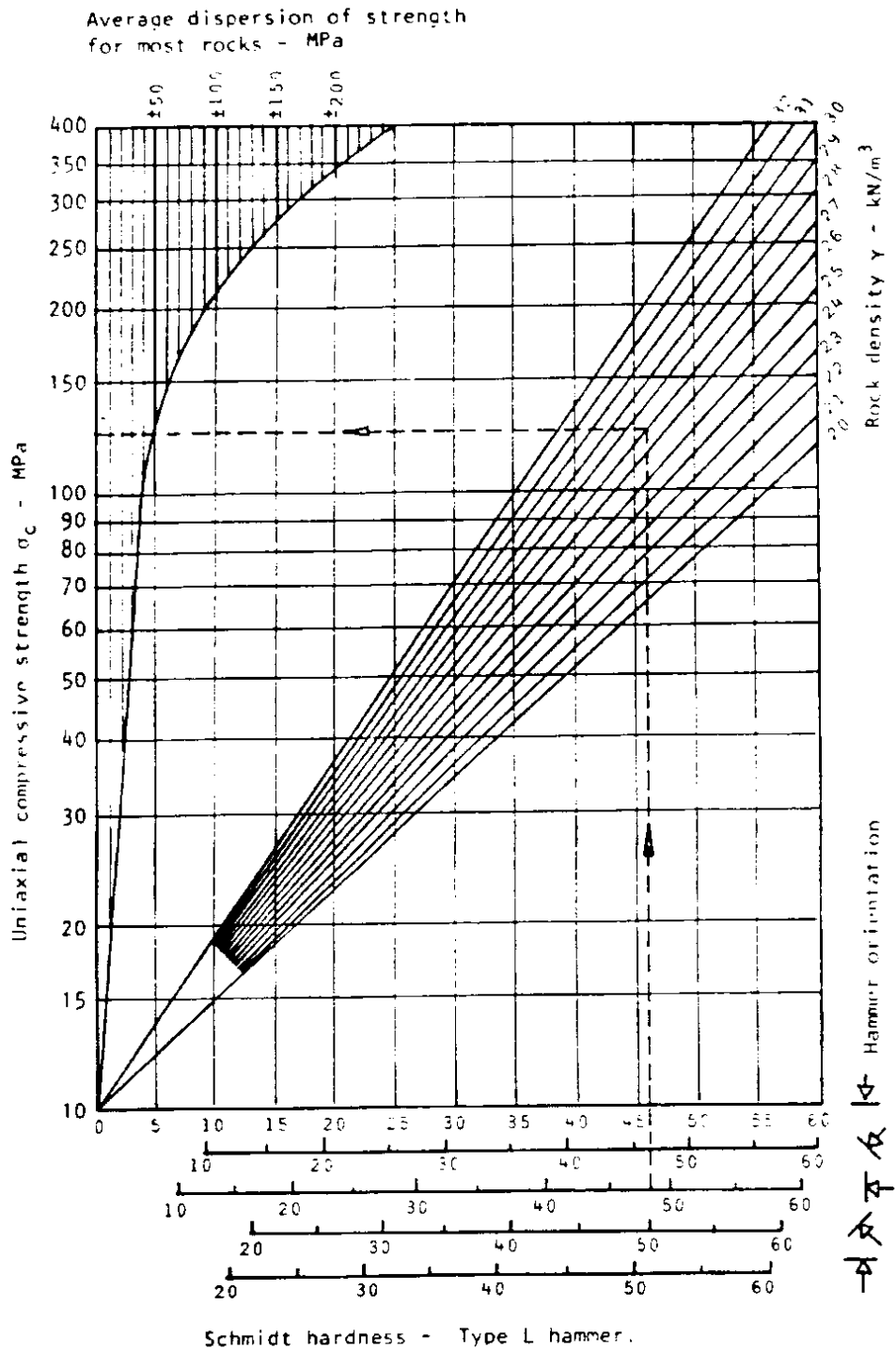


Σχήμα 3-2: Νομόγραμμα υπολογισμού μονοαξονικής αντοχής μέσω των μετρήσεων του κρουσιμέτρου Schmidt τύπου N, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή

Για τον έμμεσο υπολογισμό της μονοαξονικής αντοχής από τις μετρήσεις σκληρότητας με τη σφύρα τύπου L, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το νομόγραμμα που έχει προταθεί από τον κατασκευαστή (Σχήμα 3-3) καθώς και οι καμπύλες συσχέτισης που έχουν προταθεί από τους Deere και Miller (1966), οι οποίες λαμβάνουν υπόψη και το ξηρό φαινόμενο βάρος του πετρώματος (Σχήμα 3-4).



Σχήμα 3-3: Νομόγραμμα υπολογισμού μονοαξονικής αντοχής μέσω των μετρήσεων του κρουσιμέτρου Schmidt τύπου L, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή

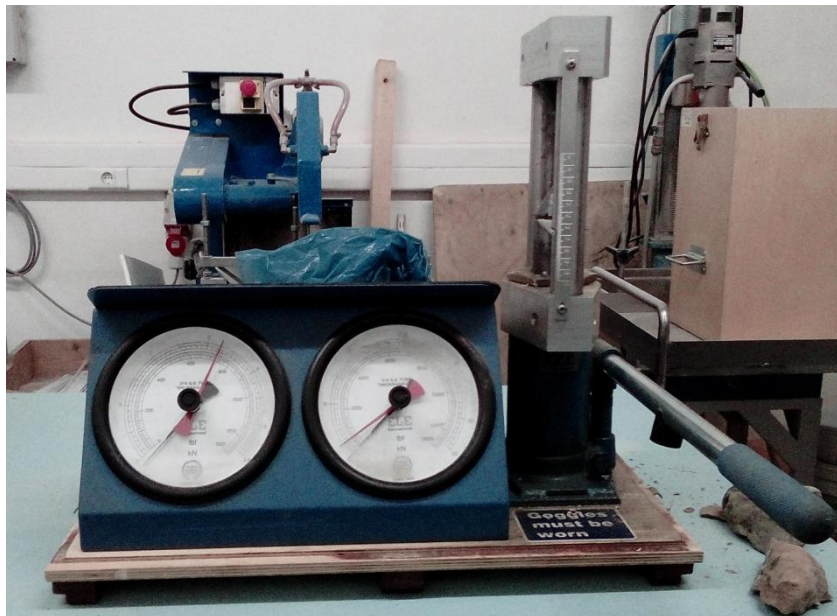


Σχήμα 3-4: Νομόγραμμα έμμεσου υπολογισμού της μονοαξονικής αντοχής με τη χρήση των μετρήσεων κρουσιμέτρου Schmidt, τύπου L (Deere and Miller, 1966)

3.2 Δοκιμή προσδιορισμού αντοχής σε σημειακή φόρτιση

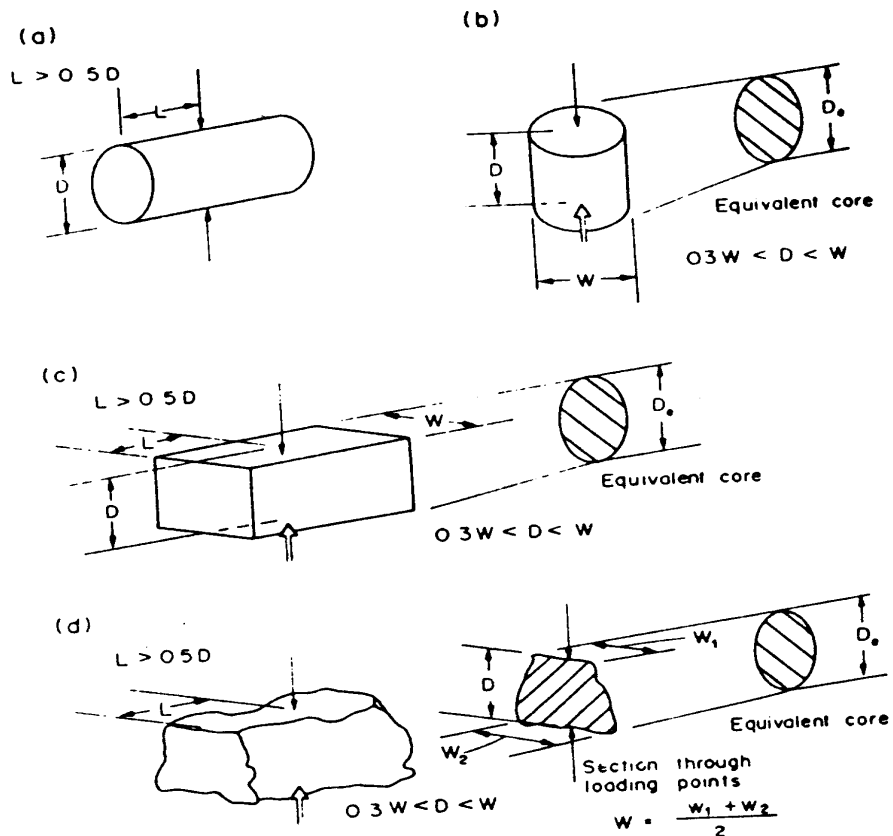
Η δοκιμή σημειακής φόρτισης χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση του ακέραιου πετρώματος από πλευράς αντοχής , αλλά και για τον έμμεσο προσδιορισμό της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη. Η δοκιμή αυτή πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο στο εργαστήριο, αλλά μπορεί να λάβει χώρα και στο ύπαιθρο, καθώς η συσκευή που χρησιμοποιείται μπορεί να μεταφερθεί εύκολα.

Η συσκευή σημειακής φόρτισης με την οποία πραγματοποιείται η δοκιμή (Εικόνα 3-4) αποτελείται από ένα μεταλλικό πλαίσιο, δύο μεταλλικές πλάκες που φέρουν κωνικά άκρα 60° με ακτίνα καμπυλότητας 5 mm, μια χειροκίνητη υδραυλική αντλία για την επιβολή της πίεσης, ένα έμβολο για τη μετακίνηση της μίας πλάκας , και ένα ή δύο μανόμετρα για τη μέτρηση της πίεσης του εμβόλου ή του επιβαλλόμενου φορτίου. Το κάθε δοκίμιο τοποθετείται μεταξύ των κωνικών άκρων, έτσι ώστε η φόρτιση να γίνεται στο μέσο μήκος του δοκιμίου και κατά τη διάμετρό του.



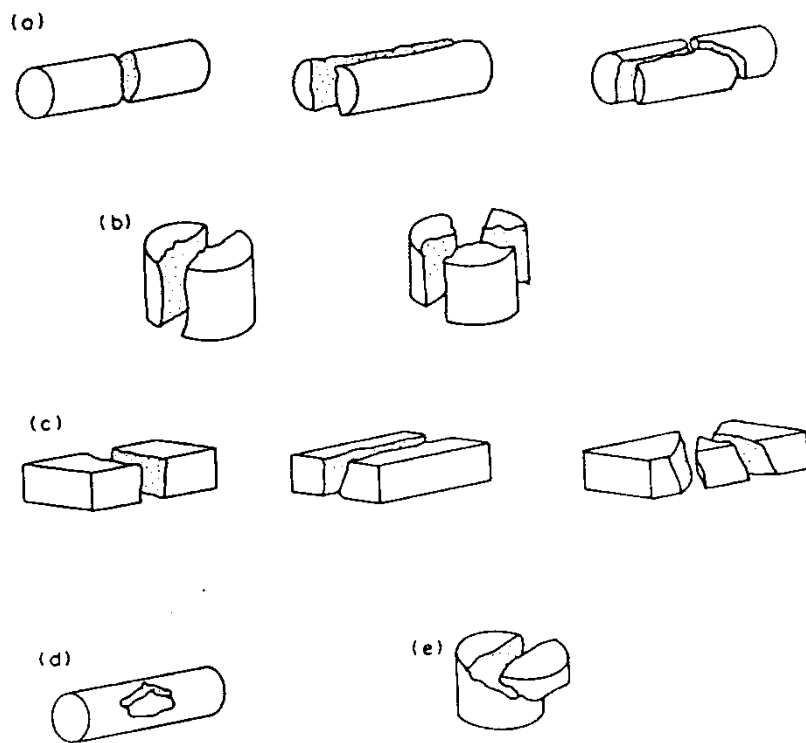
Εικόνα 3-4: Συσκευή σημειακής φόρτισης

Τα δοκίμια που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως κυλινδρικά, για διαμετρική ή αξονική φόρτιση , κυβικά ή και ακανόνιστης μορφής. Απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση της δοκιμής είναι να ικανοποιούνται οι σχέσεις μεταξύ της απόστασης των κωνικών άκρων (D), του μήκους (L), και της χαρακτηριστικής διάστασης (W) του δοκιμίου , όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3-5).



Εικόνα 3-5: Σχέσεις μεταξύ των διαστάσεων του δείγματος για τα διάφορα είδη δοκιμών: (α) Διαμετρική δοκιμή, (β) Αξονική δοκιμή, (γ) Δοκιμή σε σχήμα ακανόνιστης μορφής, (δ) Δοκιμή σε κυβικό σχήμα (ISRM, 1985)

Αφού το δοκίμιο μετρηθεί, τοποθετείται στη συσκευή σημειακής φόρτισης, και φορτίζεται μέχρι τη θραύση του. Η φόρτιση πρέπει να γίνεται με αργό ρυθμό, και η θραύση να επέλθει εντός 10- 60 δευτερολέπτων. Για να θεωρείται η δοκιμή αποδεκτή, πρέπει η θραύση να πραγματοποιηθεί κατά το μήκος των δύο αιχμών της συσκευής. Σε κάθε άλλη περίπτωση απορρίπτεται. Στην Εικόνα 3-6 παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα αποδεκτών και μη αποδεκτών θραύσεων.



Εικόνα 3-6: (a) έγκυρες διαμετρικές δοκιμές, (b) έγκυρες αξονικές δοκιμές, (c) έγκυρες δοκιμές σε πρισματικά δοκίμια, (d) άκυρη διαμετρική δοκιμή, (e) άκυρη αξονική δοκιμή (ISRM, 1985)

Με την εκτέλεση της δοκιμής, είναι δυνατός ο υπολογισμός του δείκτη σημειακής φόρτισης (I_s), ο οποίος ισούται με το λόγο του φορτίου θραύσης P (N) προς το τετράγωνο της ισοδύναμης διάστασης De (mm):

$$I_s = \frac{P}{De^2}$$

Η ισοδύναμη διάσταση De για τη διαμετρική δοκιμή είναι ίση με τη διάμετρο του δοκιμίου (D). Στις υπόλοιπες δοκιμές, η ισοδύναμη διάσταση De δίνεται από τον τύπο :

$$De^2 = \frac{4 \cdot D \cdot W}{\pi}$$

όπου D και W σε mm.

Καθώς όμως ο δείκτης σημειακής φόρτισης I_s μεταβάλλεται ανάλογα με την ισοδύναμη διάσταση του δοκιμίου De , απαιτείται η διόρθωσή του, έτσι ώστε να

αναφέρεται σε μια τυποποιημένη διάσταση δοκιμίου ίση με 50 mm. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

α) Μέσω του συντελεστή διόρθωσης F, ο οποίος ισούται με :

$$F = \left(\frac{De}{50}\right)^{0,45}$$

και έτσι τελικά, θα ισχύει:

$$I_{S(50)} = F \cdot I_s ,$$

όπου $I_{S(50)}$ σε MPa.

β) Μέσω της γραφικής παράστασης $\log P$ σε συνάρτηση με το De^2 . Από αυτή προσδιορίζεται η τιμή του φορτίου που προκαλεί θραύση σε δοκίμιο διαμέτρου 50 mm. Στη συνέχεια διαιρείται το φορτίο με το τετράγωνο της διαμέτρου των 50 mm (2500 mm^2), και προσδιορίζεται το ζητούμενο $I_{S(50)}$.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταξινόμηση των πετρωμάτων ως προς την αντοχή τους, σύμφωνα με τον Bieniawski (1975), όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-2)

Πίνακας 3-2: Ταξινόμηση ακέραίου πετρώματος με βάση το δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{S(50)}$ (Bieniawski, 1975)

Χαρακτηρισμός Αντοχής	Δείκτης Σημειακής Φόρτισης, $I_{S(50)}$, MPa
Πολύ υψηλής αντοχής	>8
Υψηλής αντοχής	4-8
Μέσης αντοχής	2-4
Χαμηλής αντοχής	1-2
Πολύ χαμηλής αντοχής	Δε συνίσταται η δοκιμή

Γνωρίζοντας το δείκτη σημειακής φόρτισης καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός της μονοαξονικής αντοχής των πετρωμάτων. Ο δείκτης σημειακής φόρτισης $I_{S(50)}$ συνδέεται με την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (σ_c) μέσω της σχέσης:

$$\sigma_c = K \cdot I_{S(50)}$$

Το K πρόκειται για ένα συντελεστή που διαφέρει ανάλογα με το είδος του πετρώματος. Η πιο συνηθισμένη τιμή του είναι το 24, αλλά μπορεί να πάρει και

τιμές κοντά στο 10. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν προτεινόμενες τιμές για το K , ανάλογα με το είδος του πετρώματος. Όμως, η πιο ακριβή μέθοδος υπολογισμού του K είναι η πραγματοποίηση δοκιμών σημειακής φόρτισης και μονοαξονικής αντοχής στον ίδιο βράχο, και στη συνέχεια η συσχέτισή τους μέσω γραφικής παράστασης $\sigma_c=f(I_s(50))$. Η κλίση της ευθείας θα ισούται με το συντελεστή K .

3.3 Δοκιμή Διαβρωσιμότητας

Με τη δοκιμή διαβρωσιμότητας εκτιμάται η ανθεκτικότητα ενός σχηματισμού στις διεργασίες της γρήγορης αποσάθρωσης. (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002)

Η δοκιμή περιλαμβάνει διαδοχικούς κύκλους ξήρανσης και ύγρυνσης δειγμάτων. Η ξήρανση πραγματοποιείται σε φούρνο, και η ύγρυνση στην ειδική συσκευή που σχεδιάστηκε από τους Franklin και Chandra (1972). (Εικόνα 3-7)



Εικόνα 3-7: Συσκευή χαλάρωσης

Η συσκευή αποτελείται από ένα μηχανισμό περιστροφής, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τέσσερα δοχεία. Το κάθε δοχείο είναι σχεδιασμένο ώστε να παραλαμβάνει ένα μύλο. Εντός του δοχείου τοποθετείται νερό, και τα δείγματα τοποθετούνται εντός του ειδικού μύλου.

Για την πραγματοποίηση της δοκιμής, διαμορφώνονται δέκα δείγματα από το πέτρωμα. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η επίτευξη της σφαιρικότητας των

δοκιμίων, καθώς και το βάρος τους να κυμαίνεται μεταξύ 40-60 g το καθένα. Τα βήματα που ακολουθούνται κατά τη δοκιμή είναι τα ακόλουθα:

- a) Ζυγίζεται ο κάθε μύλος και καταγράφεται το βάρος του (D), και εν συνεχεία τα δέκα δείγματα τοποθετούνται εντός του μύλου, όπου και ζυγίζεται ο μύλος μαζί με τα δείγματα (A).
- b) Απιονισμένο νερό θερμοκρασίας 20 ° C τοποθετείται εντός του δοχείου μέχρι το ειδικό σημάδι για τη στάθμη του νερού, και στη συνέχεια τοποθετείται σε αυτό ο μύλος εντός του οποίου υπάρχει το δείγμα.
- c) Η συσκευή τίθεται σε λειτουργία για 10 min, στα οποία ο μύλος περιστρέφεται με ταχύτητα 10 rpm, και τα θραύσματα που είναι μικρότερα των 2 mm απομακρύνονται μέσω των κοσκίνων.
- d) Ο συρμάτινος μύλος που περιέχει το δείγμα τοποθετείται σε φούρνο θερμοκρασίας 105 ± 5° C για 24 ώρες. Έπειτα ζυγίζεται , και επαναλαμβάνονται τα βήματα b) και c).
- e) Καταγράφεται το τελικό βάρος του μύλου με το εναπομένον δείγμα (C).

Ο δείκτης διαβρωσιμότητας Id_2 , που αναφέρεται στο δεύτερο κύκλο δοκιμής εκφράζεται σε %, και δίνεται από τη σχέση:

$$Id_2 = \frac{C-D}{A-D} \cdot 100 \quad (\%)$$

Με βάση το δείκτη Id_2 , τα πετρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε σχέση με την ανθεκτικότητά τους στη διάβρωση όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-3) (Gamble, 1971)

Πίνακας 3-3: Ταξινόμηση πετρώματος με βάση το δείκτη διαβρωσιμότητας (Gamble, 1971)

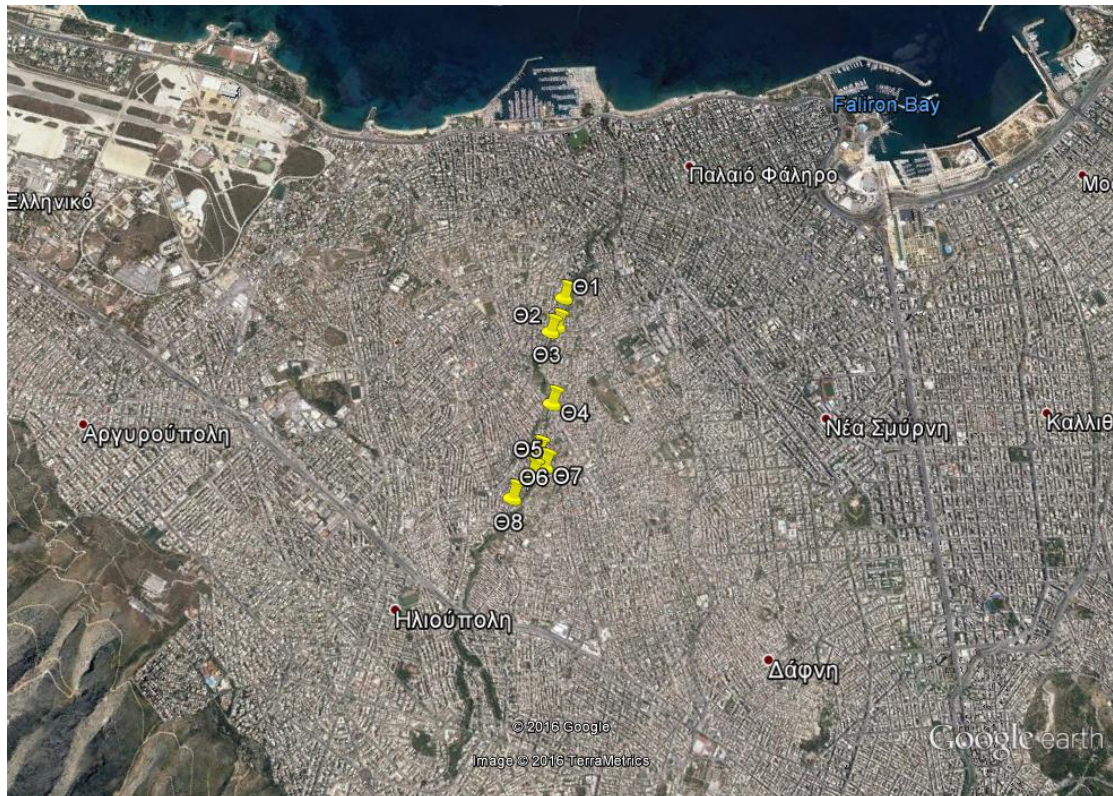
Περιγραφή πετρώματος	Δείκτης διαβρωσιμότητας Id_2 (%)
Πολύ υψηλής ανθεκτικότητας	>98
Υψηλής ανθεκτικότητας	95-98
Μέτρια Υψηλής ανθεκτικότητας	85-95
Μέτριας ανθεκτικότητας	60-85
Χαμηλής ανθεκτικότητας	30-60
Πολύ χαμηλής ανθεκτικότητας	<30

Αν ο δείκτης διαβρωσιμότητας είναι μικρότερος του 10%, χρησιμοποιείται ο δείκτης Id_1 ο οποίος αναφέρεται στον πρώτο κύκλο δοκιμής, και εκφράζεται από τη σχέση :

$$Id_1 = \frac{B-D}{A-D} \cdot 100 (\%)$$

4 Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά σχηματισμών κατά μήκος του ρέματος

Για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, πραγματοποιήθηκε λήψη 9 δειγμάτων από 8 θέσεις κατά μήκος του ρέματος, οι οποίες συμπίπτουν με τις γεωτρήσεις Γ7, Γ10, Γ11, Γ12, Γ18, Γ27, Γ28 και Γ29 που πραγματοποιήθηκαν από την Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ. Οι θέσεις αυτές παρουσιάζονται στην Εικόνα 4-1. Τα 9 δείγματα προέρχονται από τους Μεταλλικούς Νεογενείς Πλειοπλειστοκαινικούς σχηματισμούς Κροκαλοπαγούς και Αργιλούχου Ψαμμίτη.

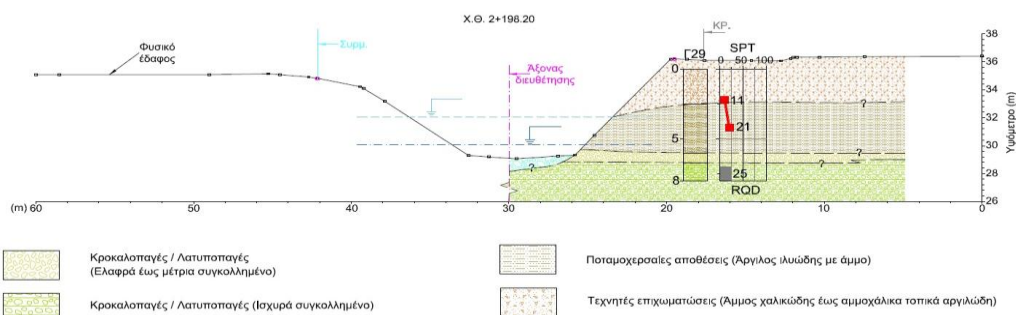


Εικόνα 4-1: Περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρέματος Πικροδάφνης

Για κάθε περιοχή, παρακάτω παραθέτονται οι σχηματισμοί που συναντήθηκαν, και από τους οποίους λήφθηκαν τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν στις εργαστηριακές δοκιμές, καθώς και τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε δείγμα.

4.1 Θέση 1 (Χ.Θ. 2+196,20)

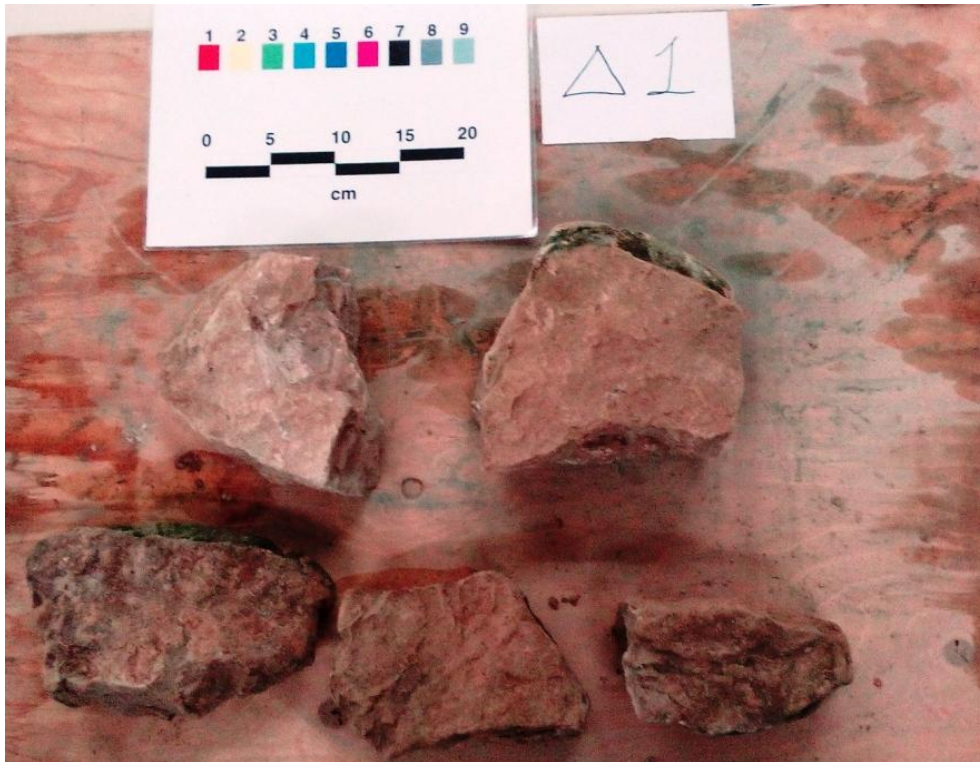
Η Θέση 1 (Χ.Θ. 2+196,20) αντιστοιχεί στην περιοχή της γεώτρησης Γ29 της Γεωτεχνικής Μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ. Η συγκεκριμένη θέση χαρακτηρίζεται από τεχνητές επιχωματώσεις, ποταμοχερσαίες αποθέσεις, κροκαλοπαγή και ψαμμίτη. Συγκεκριμένα, στη στρώση των τεχνητών επιχωματώσεων συναντάται χαλικώδης άμμος με διάφορα ποσοστά αργιλοϊλούς ανοιχτού καστανού χρώματος, που σαν σύνολο είναι ασύνδετο, χαλαρό και ξηρό. Στις ποταμοχερσαίες αποθέσεις απαντάται λυσοαμμώδης άργιλος με μερικούς χάλικες, καστανού χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας. Το κροκαλοπαγές εμφανίζεται ως μέτρια συγκολλημένο, με καστανότεφρο χρώμα, ελαφρά κερματισμένο και ελαφρά αποσαθρωμένο. Ο ψαμμίτης είναι αργιλούχος, ανοιχτού καστανού χρώματος. Από την περιοχή αυτή, το Δείγμα 1 (Εικόνα 4-4) λήφθηκε από τη στρώση του αργιλούχου ψαμμίτη, και το Δείγμα 2 (Εικόνα 4-5) από τη στρώση του κροκαλοπαγούς. Στην Εικόνα 4-3 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης Γ29 (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



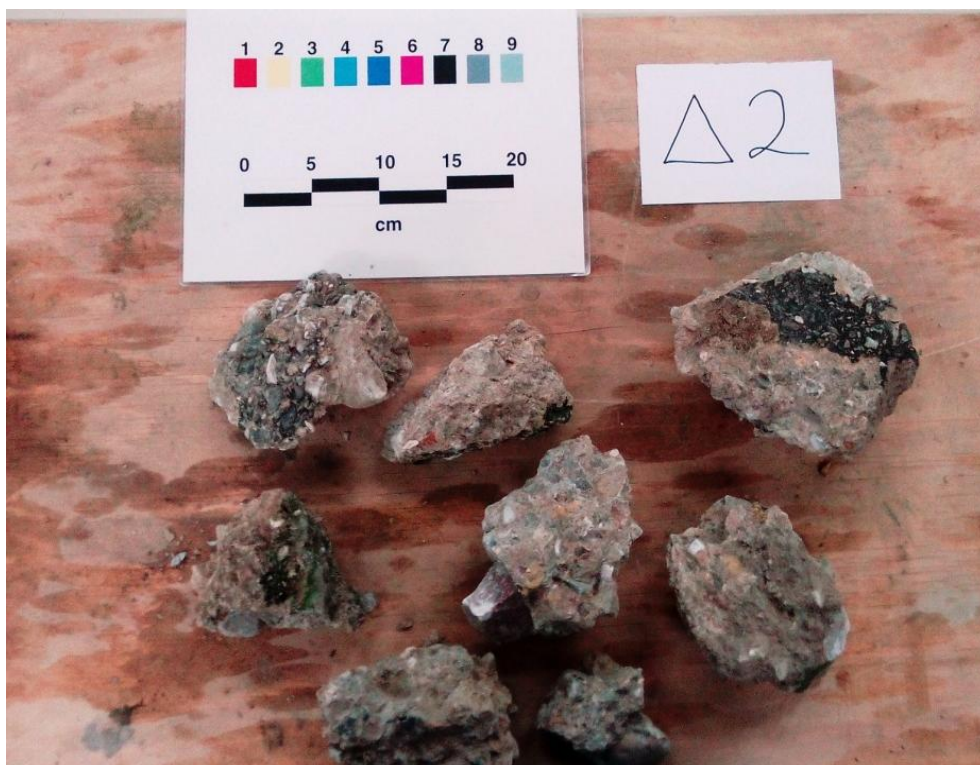
Εικόνα 4-2: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ29, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΒΑΘΟΣ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ (m)	ΕΙΔΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΑΓΗΓΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ				ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΝΕΙΣ		ΛΟΓΟΣ ΚΙΣΙΝ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΜΕΝΕΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (m)	ΓΕΩΤΡΩΜΑΤΟΚΥΚΛΗΣ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΓΕΩΛΟΓΟΣ: ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΙΝΤΖΗΣ	ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	Γ29														
						ΚΑΤΑΓΗΓΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΚΑΤΑΓΗΓΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΚΑΤΑΓΗΓΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΚΑΤΑΓΗΓΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΝΕΙΣ	ΛΟΓΟΣ ΚΙΣΙΝ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΜΕΝΕΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (m)							ΓΕΩΤΡΩΜΑΤΟΚΥΚΛΗΣ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΓΕΩΛΟΓΟΣ: ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΙΝΤΖΗΣ	ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	Γ29											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
1	0,00-1,00	Φ	ΑΜΕΣΟΣ	ΑΜΕΣΟΣ	0,00m	100	99	96	92	73																									
2	1,00-2,00	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
3	2,00-2,45	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
4	2,45-3,00	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
5	3,00-4,00	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
6	4,00-4,45	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
7	4,45-5,00	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
8	5,00-6,00	Φ	SPT	ΑΡΤΙΣΤΟΣ	2,50m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
9	6,00-7,00	Υ	ΚΡΑΧΑΛΩΜΕΝΟΣ	ΚΡΑΧΑΛΩΜΕΝΟΣ	6,00m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							
10	7,00-8,00	Υ	ΚΡΑΧΑΛΩΜΕΝΟΣ	ΚΡΑΧΑΛΩΜΕΝΟΣ	8,00m	100	97	94	89	75	18,4	22,1																							

Εικόνα 4-3: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ29 της Εδαφός Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-4: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 1 (Δείγμα 1)



Εικόνα 4-5: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 1 (Δείγμα 2)

Στην Θέση 1 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό του αργιλούχου ψαμμίτη (Δείγμα 1) και του κροκαλοπαγούς (Δείγμα 2). Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-1 και στον Πίνακα 4-2 αντίστοιχα.

Πίνακας 4-1: Μετρήσεις σφύρας Schmidt και ο προσανατολισμός τους για το Δείγμα 1

Δείγμα 1					
Αργιλούχος Ψαμμίτης					
1)	17	↘	16)	18	↘
2)	18	↘	17)	22	↘
3)	15	↓	18)	26	↓
4)	15	↓	19)	30	↓
5)	32	↘	20)	31	↓
6)	32	↓	21)	26	↓
7)	36	↘	22)	27	↓
8)	15	↓	23)	34	↓
9)	18	↘	24)	28	↓
10)	22	↘	25)	32	↓
11)	23	↓	26)	22	↘
12)	27	↘	27)	21	→
13)	14	↘	28)	20	→
14)	18	↘	29)	20	→
15)	22	↘			

Πίνακας 4-2: Μετρήσεις σφύρας Schmidt και ο προσανατολισμός τους για το Δείγμα 2

Δείγμα 2					
Κροκαλοπαγές					
1)	22	↓	19)	21	↓
2)	25	↓	20)	36	↘
3)	27	↓	21)	40	↓
4)	39	↓	22)	35	↓
5)	34	↓	23)	35	↓
6)	42	↓	24)	40	↓
7)	23	↓	25)	26	↓
8)	18	↓	26)	31	↓
9)	22	↓	27)	22	↓
10)	23	↓	28)	23	↓
11)	12	↓	29)	21	↓
12)	15	↓	30)	39	↓
13)	20	↓	31)	20	↓
14)	16	↓	32)	26	↓
15)	21	↘	33)	16	↓

16)	20	↘	34)	21	↓
17)	32	↘	35)	20	↓
18)	39	↘	36)	22	↓

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή των Δειγμάτων 1 (Πίνακας 4-3) και 2 (Πίνακας 4-4) από το νομόγραμμα του κατασκευαστή.

Πίνακας 4-3: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 1

Θέση 1					
Δείγμα 1					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O. (MPa)
20	→ ₁	20	29,02	15,7	28,5
21	→ ₁	21		16,2	
22	↘	25		21,8	
22	↘	25		21,8	
22	↘	25		21,8	
22	↘	25		21,8	
23	↓	27,7		24,5	
26	↓	30		28	
26	↓	30		28	
27	↘	30		28	
27	↓	31,1		29,5	
28	↓	32,2		31	
30	↓	33,8		33,2	
31	↓	35		35	
32	↘	35		35	
32	↓	36,1		36,5	
32	↓	36,1		36,5	
34	↓	37,5		38	
36	↘	38,05		39,2	

Το Δείγμα 1, έχει SHV = 29,02, και συνεπώς ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Επιπλέον, η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική του αντοχή αντιστοιχεί σε 28,5 MPa.

Πίνακας 4-4 :Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 2

Θέση 1					
Δείγμα 2					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	Μ.Ο	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	Μ.Ο (MPa)
21	↓	25	35	21,8	32,78
21	↓	25		21,8	
21	↓	25		21,8	
22	↓	26,4		23,3	
22	↓	26,4		23,3	
22	↓	26,4		23,3	
22	↓	26,4		23,3	
23	↓	27,7		25	
23	↓	27,7		25	
23	↓	27,7		25	
25	↓	29,4		27,2	
26	↓	30		28	
26	↓	30		28	
27	↓	31,1		29,5	
31	↓	35		35	
32	↘	35		35	
34	↓	37,5		38	
35	↓	38,8		40	
35	↓	38,8		40	
36	↘	38,05		39,2	
39	↓	42,7		45,9	
39	↘	41,38	43,9		
39	↓	42,7	45,9		
40	↓	43,6	47		
40	↓	43,6	47		
42	↓	45	49,2		

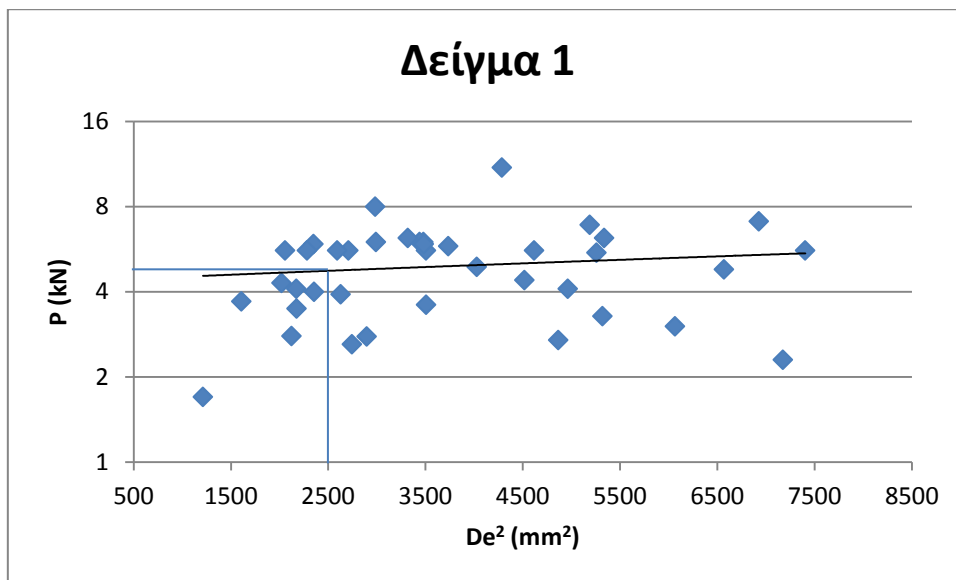
Το Δείγμα 2, με μέσο όρο τιμών SHV (Schmidt Hammer Value) 35 , εντάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η αντοχή του σε μονοαξονική θλίψη υπολογίσθηκε στα 32,78 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στους Πίνακες 4-5, 4-6 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα1 και το Δείγμα 2 αντίστοιχα, που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίσθηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίσθηκε το $Is_{(50)}$ με βάση τον τύπο $Is_{(50)} = F \cdot Is$, καθώς και από το διάγραμμα $LogP - De^2$.

Πίνακας 4-5: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 1

Δείγμα 1							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De^2 (mm ²)	Is (MPa)	$Is_{(50)}$ (MPa)	M.O. $Is_{(50)}$ (MPa)	$Is_{(50)}$ από διάγραμμα (MPa)
88,29	47,3	3,28	5319,89	0,62	0,73	1,41	1,84
58,94	49,74	5,8	3734,62	1,55	1,70		
52,09	41,36	2,61	2744,51	0,95	0,97		
52,3	52,64	3,6	3507,10	1,03	1,11		
47,12	36,24	3,49	2175,32	1,60	1,55		
82,88	57,45	3,02	6065,55	0,50	0,61		
67,49	49,85	11	4285,83	2,57	2,90		
79,18	29,58	8	2983,62	2,68	2,79		
44,6	52,65	6	2991,32	2,01			
67,47	40,48	6	3479,22	1,72	1,86		
83,09	49,68	5,5	5258,49	1,05	1,24		
93,2	60,43	2,3	7174,62	0,32	0,41		
91,99	63,18	5,6	7403,73	0,76	0,97		
78,56	65,64	4,8	6569,02	0,73	0,91		
65,21	41,41	6	3439,93	1,74	1,87		
64,23	42,85	5,6	3506,06	1,60	1,72		
52,33	31,85	2,79	2123,20	1,31	1,27		
56	56,46	4,9	4027,72	1,22	1,35		
53,2	34,75	4	2355,03	1,70	1,68		
61,56	33,52	3,92	2628,65	1,49	1,51		
49,21	34,66	4,1	2172,76	1,89	1,83		
25,93	36,71	1,7	1212,60	1,40	1,19		
70,75	55,07	4,1	4963,32	0,83	0,96		
45,6	46,62	5,6	2708,12	2,07	2,11		
55,62	28,52	4,3	2020,74	2,13	2,03		
96,76	43,3	6,2	5337,21	1,16	1,38		
85	42,64	5,6	4617,07	1,21	1,39		

101,36	53,65	7,1	6927,34	1,02	1,29
53,92	50,72	5,9	3483,85	1,69	1,82
66,41	53,4	4,4	4517,57	0,97	1,11
60,76	67,04	6,9	5188,98	1,33	1,57
58,21	31,68	5,9	2349,16	2,51	2,48
55,84	68,4	2,7	4865,55	0,55	0,64
65,1	40,02	6,2	3318,86	1,87	1,99
51,52	44,13	2,78	2896,28	0,96	0,99
44,4	36,37	5,6	2057,11	2,72	2,61
42,41	42,25	5,6	2282,58	2,45	2,40
44,81	45,42	5,6	2592,70	2,16	2,18
42,99	29,36	3,7	1607,88	2,30	2,08

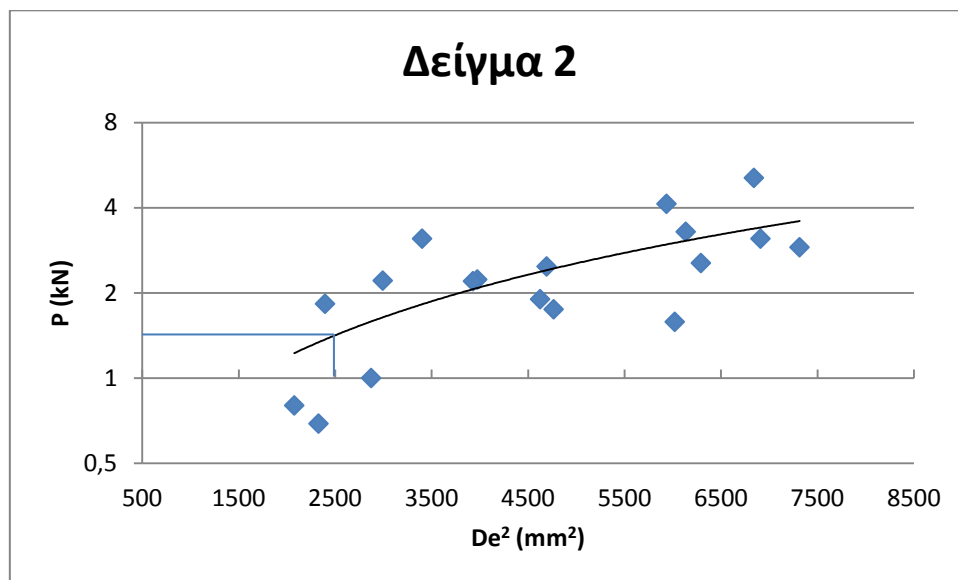


Διάγραμμα 4-1: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του I_{S(50)} του Δείγματος 1

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4-5 το Δείγμα 1 έχει I_{S(50)}= 1,847 MPa , και ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Χαμηλής αντοχής (Bieniawski, 1975).

Πίνακας 4-6: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 2

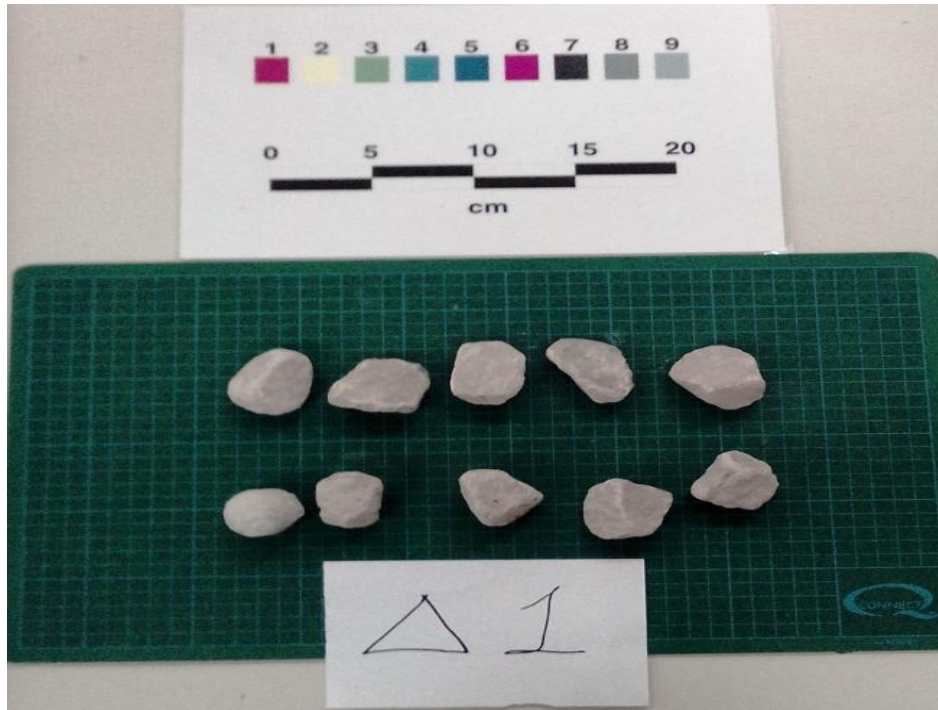
Δείγμα 2							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De ² (mm ²)	Is (MPa)	Is ₍₅₀₎ (MPa)	M.O. Is ₍₅₀₎ (MPa)	Is ₍₅₀₎ από διάγραμμα (MPa)
69,53	38,41	3,11	3402,10	0,91	0,98	0,73	0,61
97,36	55,72	3,11	6910,70	0,45	0,57		
66,96	55,02	2,48	4693,17	0,53	0,61		
56,11	33,52	1,83	2395,93	0,76	0,76		
49,72	47,27	2,21	2993,97	0,74	0,77		
96,34	59,61	2,9	7315,70	0,40	0,50		
61,03	26,71	0,8	2076,57	0,39	0,37		
64,18	48,61	2,23	3974,25	0,56	0,62		
69,99	67,54	1,58	6021,81	0,26	0,32		
54,83	33,33	0,69	2328,00	0,30	0,29		
67,22	45,89	2,2	3929,59	0,56	0,62		
53,85	41,89	1	2873,60	0,35	0,36		
67,35	55,55	1,75	4765,98	0,37	0,42		
80,22	58,09	4,13	5936,28	0,70	0,85		
92,36	52,15	3,29	6135,76	0,54	0,66		
88,04	61,01	5,1	6842,45	0,75	0,93		
78,14	63,22	2,55	6293,01	0,41	0,50		
70,07	51,82	1,9	4625,51	0,41	0,47		



Διάγραμμα4-2: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του Is₍₅₀₎ του Δείγματος 2

Η τιμή Is₍₅₀₎ =0,61 MPa κατατάσσει το Δείγμα 2 στην κατηγορία Πολύ Χαμηλής Αντοχής σύμφωνα με τον Bieniawski (1975).

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στα Δείγματα 1 (Εικόνα 4-6) και 2 (Εικόνα 4-7), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας I_{d2} όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4-7, 4-8 .



Εικόνα 4-6: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 1 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας



Εικόνα 4-7: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 2 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

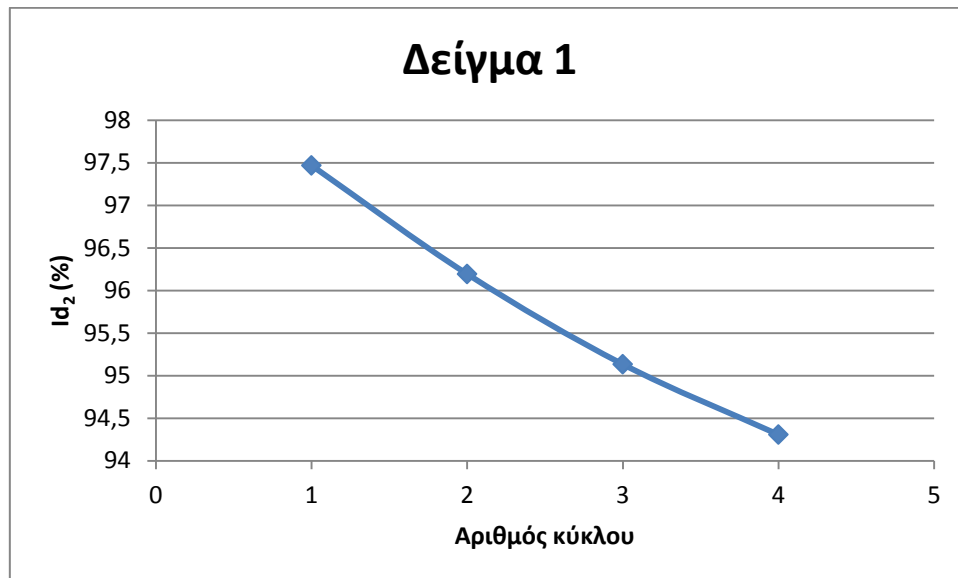
Πίνακας 4-7: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 1

Δείγμα 1				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	Id ₂ (%)
1	2301	2286,9	1744,2	97,47
2	2301	2279,8	1744,2	96,19
3	2301	2273,9	1744,2	95,13
4	2301	2269,3	1744,2	94,30

Πίνακας 4-8: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 2

Δείγμα 2				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	Id ₂ (%)
1	2293,4	2268,8	1744	95,52
2	2293,4	2258,7	1744	93,68
3	2293,4	2250,5	1744	92,19
4	2293,4	2243,1	1744	90,84

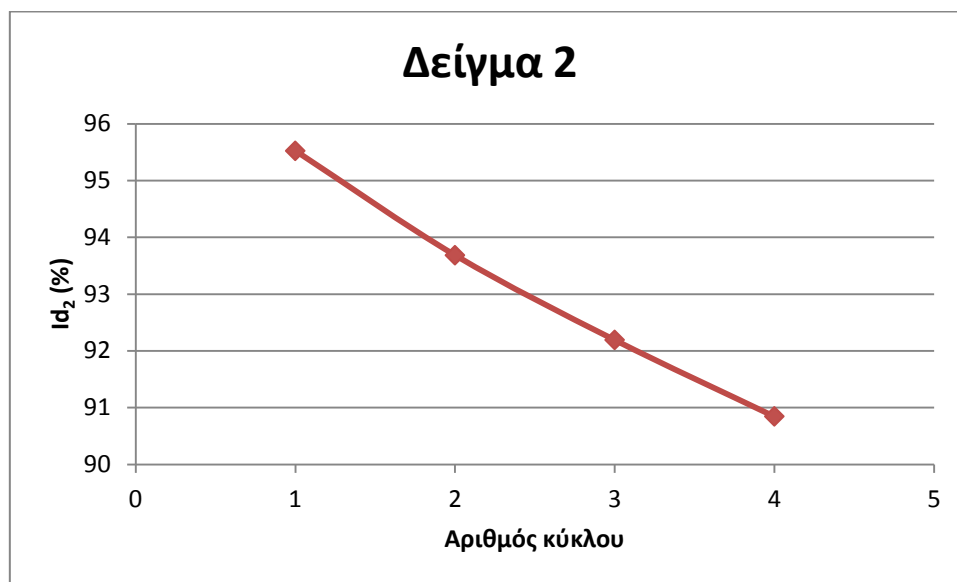
Επιπλέον, στα παρακάτω διαγράμματα (Διάγραμμα 4-3, 4-4) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id₂, συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής στα Δείγματα 1 και 2.



Διάγραμμα 4-3: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 1

Το Δείγμα 1, με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας, παρουσίασε Id₂ = 94,30 % , και ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας ως

προς την διάβρωση (Gamble, 1971) . Επιπλέον, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 6-3 η τελική τιμή του Id_2 παρουσίασε μια πτώση 3,24 % από την αρχική τιμή του Id_2 στον πρώτο κύκλο δοκιμής.

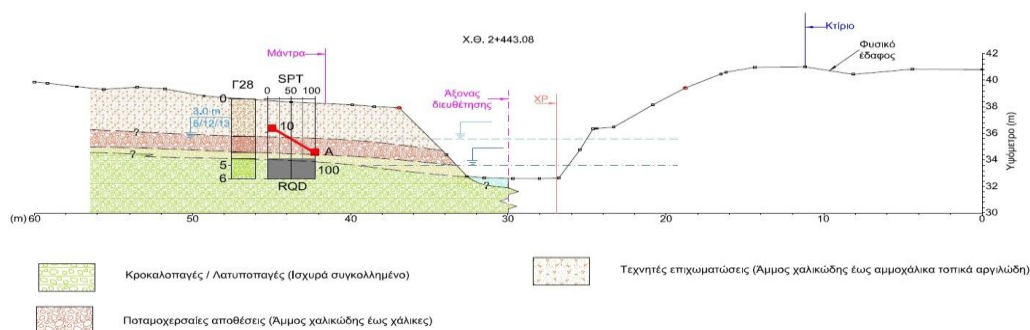


Διάγραμμα 4-4: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 2

Το Δείγμα 2, με $Id_2 = 90,84\%$ ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων με Μέτρια Υψηλή Ανθεκτικότητα στη διάβρωση. Επιπλέον, παρατηρείται μια πτώση της τάξεως του 4,89% από την τιμή του Id_2 στον πρώτο κύκλο της δοκιμής, έως την τελική τιμή του Id_2 στον τέταρτο κύκλο της δοκιμής, όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 4-4.

4.2 Θέση 2 (Χ.Θ. 2+443,06)

Η Θέση 2 (Χ.Θ. 2+443,06) αντιστοιχεί στην περιοχή της γεώτρησης Γ28 της Γεωτεχνικής Μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ. Η συγκεκριμένη θέση αποτελείται από τεχνητές επιχωματώσεις, δηλαδή αργιλοϊλιώδη άμμο με ανοιχτού καστανού χρώματος χάλικες ποικίλης διαμέτρου, που εμφανίζεται σαν σύνολο ασύνδετο, χαλαρό και ξηρό. Επίσης, από ποταμοχερσαίες αποθέσεις με ιλυώδη άμμο και χάλικες με κυμαινόμενα ποσοστά αργίλου καστανού χρώματος. Στο κατώτερο τμήμα εμφανίζεται αδρομερές κροκαλοπαγές με ασβεστιτικές κροκάλες, ισχυρά συγκολλημένο με ασβεστιτικό συγκολλητικό υλικό, καθώς και στρώσεις αδρομερούς αργιούχου ψαμμίτη. Το Δείγμα 3 από την περιοχή αυτή αποτελείται από τον ψαμμίτη (Εικόνα 4-10). Στην Εικόνα 4-9 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-8: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ28, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. ΕΡΓΟ:		ΣΥΝΤΕΛΕΜΕΝΕΣ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ		ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΩΔΕΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (m):		ΓΕΩΤΡΩΜΑΝΟ:		ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ																					
Υπεράνου 9, 105 56 Αθήνα Τηλ: 2103222050, Fax: 2103241607 e-mail: asmh@edafos.gr		*ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΙΚΡΟΔΑΦΝΗΣ (στο Ασκαφόρο Βουλιαγμένης, δ/κς κ/βουλι)		ΑΡΧΗ: 5/12/2013 ΠΕΡΑΣ: 5/12/2013		3.0		ΠΕΡΙΟΣ ΑΚΑΕ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΓΕΩΛΟΓΟΣ: ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΙΝΤΖΗΣ		Γ28																					
ΒΑΘΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ (m)	ΕΙΔΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΚΑΤΑΦΑΝ ΚΑΤΑ AUSCS	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΑΝΕΜΩΜΑΤΗ ΘΛΙΨΗ		ΒΡΑΒΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗ ΛΑΜΕΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΡΙΚΗ		ΠΡΩΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΕΒΕΛΥΣΕΩΣ (SPT)	ΑΠΟΣΒΑΣΕΙΣ					ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΡΩΤΗΤΟΣ ΒΡΑΧΟΥ	ΑΝΤΟΧΗ ΠΙΝΕΒΑΚΗΣ ΦΟΡΤΗΣ	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΗ ΘΛΙΨΗ	ΣΤΟΙΧ. ΔΙΑΤΡΗΧΩ											
			% ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ	3/4"	4"	10"	40"	200"	ΕΠΡΟ	ΥΠΡΟ		1 ^η / κ/β ^η	2 ^η / κ/β ^η	1 ^η / κ/β ^η	2 ^η / κ/β ^η	1 ^η / κ/β ^η				2 ^η / κ/β ^η	3 ^η / κ/β ^η	4 ^η / κ/β ^η	5 ^η / κ/β ^η	6 ^η / κ/β ^η	ΚΟΝΤΡΟ	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ	ΠΕΖΟΜΕΤΡΟ-ΣΤΑΘΜΗ	ΑΠΟΣΒ. ΝΕΡΟΥ	ΣΥΜΒΑΣΜΟΣ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
0,00-1,00	φ	CL	0,00m	6	3,4	4	10	40	200	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1,00-2,00	φ	CL	2,80m	90	84	74	52																								
2,00-2,45	SPT	SM	4,00m	84	76	65	50	32																							
3,00-4,00	φ																														
4,00-4,07	SPT																														
4,07-4,50	φ																														
4,50-5,00	γ																														

Εικόνα 4-9: Αποσπασμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ28 της Εδαφός Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-10: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 2 (Δείγμα 3)

Στη Θέση 2 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό του αργιλούχου ψαμμίτη (Δείγμα 3). Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-9.

Πίνακας 4-9: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt στο δείγμα 3

Δείγμα 3					
Ψαμμίτης					
1)	16	→	18)	29	→
2)	18	→	19)	44	→
3)	16	→	20)	39	→
4)	23	→	21)	39	→
5)	20	→	22)	19	↓
6)	19	→	23)	18	↓
7)	23	→	24)	34	→
8)	22	→	25)	28	→
9)	18	→	26)	27	→
10)	18	→	27)	25	→
11)	19	↘	28)	26	→
12)	12	↘	29)	26	→
13)	18	→	30)	27	↓
14)	20	↘	31)	24	↓

15)	29	→	32)	26	↓
16)	20	→	33)	25	↓
17)	18	→	34)	27	↓

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του δείγματος από το νομόγραμμα του κατασκευαστή (Πίνακας 4-10).

Πίνακας 4-10: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 3

Θέση 2					
Δείγμα 3					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O (MPa)
19	↓	23,05	28,07	19,3	25,77
19	↓	23,8		19,9	
20	→	20		15,7	
20	↓	23,3		19,8	
20	→	20		15,7	
22	→	22		17,8	
23	→	23		19	
23	→	23		19	
24	↓	28,05		25,8	
25	→	25		21,8	
25	↓	29,4		27,2	
26	→	26		22,7	
26	→	26		22,7	
26	↓	30		28	
27	→	27		24	
27	↓	31,1		29,5	
27	↓	31,1		29,5	
28	→	28		25,7	
29	→	29		26,8	
29	→	29		26,8	
34	→	34	33,7		
39	→	39	40,3		
39	→	39	40,3		
44	→	44	47,6		

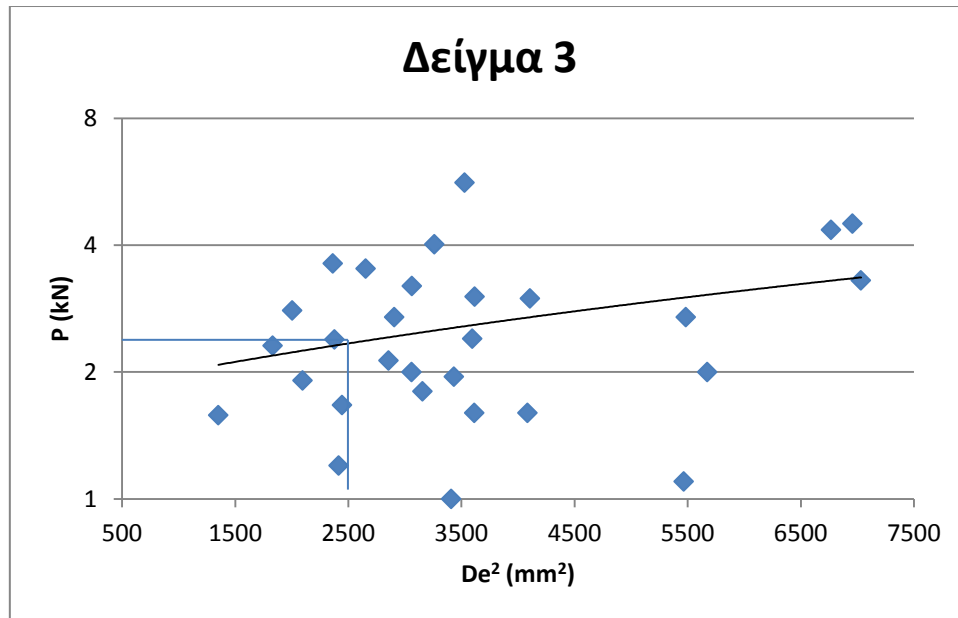
Σύμφωνα με τον Πίνακα 4-10, το Δείγμα 3 , με μέσο όρο τιμών SHV=28,07, ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η αντοχή του σε μονοαξονική θλίψη υπολογίσθηκε σε 25,77 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στον Πίνακα 4-11 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 3 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίσθηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίσθηκε το $Is_{(50)}$ με βάση τον τύπο $Is_{(50)} = F \cdot Is$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{Log}P - De^2$.

Πίνακας 4-11: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 3

Δείγμα 3							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De^2 (mm ²)	Is (MPa)	$Is_{(50)}$ (MPa)	M.O. $Is_{(50)}$ (MPa)	$Is_{(50)}$ από διάγραμμα (MPa)
66,35	48,58	2,99	4106,09	0,73	0,81	0,53	0,98
55,2	44,88	1,8	3155,89	0,57	0,60		
39,7	48,34	1,67	2444,71	0,68	0,68		
71,05	36,03	4,02	3261,06	1,23	1,31		
67,31	27,56	3,62	2363,14	1,53	1,51		
49,01	46,55	2,7	2906,26	0,93	0,96		
56,47	49,99	2,4	3596,10	0,67	0,72		
74,74	57,6	2,7	5484,11	0,49	0,59		
59,65	24,1	2,31	1831,29	1,26	1,18		
56,27	27,96	2,8	2004,22	1,40	1,33		
55,27	48,77	1,95	3433,78	0,57	0,61		
71,02	26,69	1,2	2414,68	0,50	0,49		
58,6	41,02	3,2	3062,13	1,05	1,09		
93,14	58,64	4,5	6957,62	0,65	0,81		
71,74	74,06	4,35	6768,23	0,64	0,80		
73,06	38,83	1,6	3613,91	0,44	0,48		
73,79	43,45	1,6	4084,30	0,39	0,44		
31,14	34,05	1,58	1350,72	1,17	1,02		
56,87	39,42	2,13	2855,82	0,75	0,77		
59,58	40,31	2	3059,45	0,65	0,68		
58,55	35,58	3,52	2653,77	1,33	1,34		
73,18	60,86	2	5673,55	0,35	0,42		
56,41	50,34	3,02	3617,43	0,83	0,91		
60,6	27,15	1,91	2095,91	0,91	0,88		

69,4	38,57	1	3409,88	0,29	0,31		
73,79	74,81	3,3	7032,14	0,47	0,59		
62,99	43,97	5,63	3528,24	1,60	1,72		
43,97	42,45	2,39	2377,74	1,01	0,99		
72,32	59,33	1,1	5465,92	0,20	0,24		



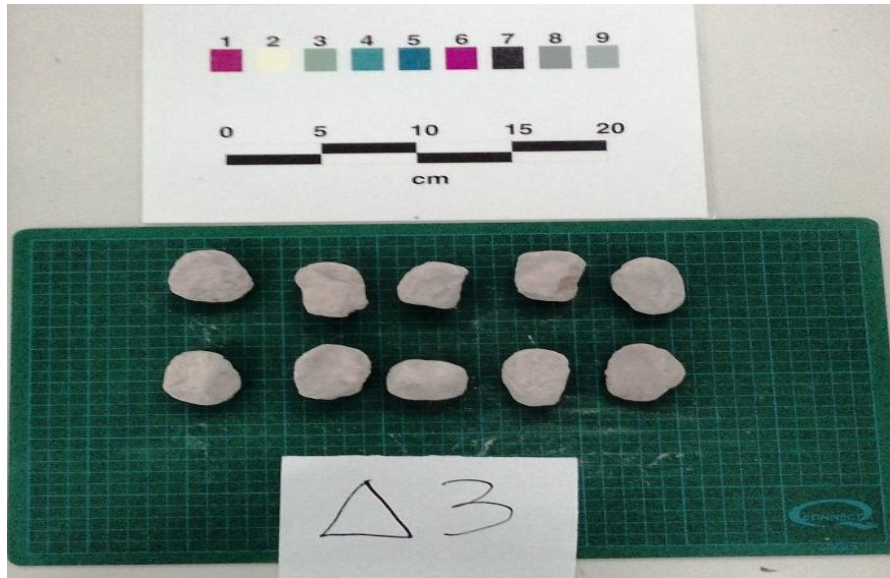
Διάγραμμα 4-5: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του I_{s(50)} του Δείγματος 3

Με I_{s(50)} = 0,984 MPa , το Δείγμα 3 εντάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων Πολύ χαμηλής αντοχής (Bieniawski, 1975)

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 3 (Εικόνα 4-11), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας I_{d2} όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-12.

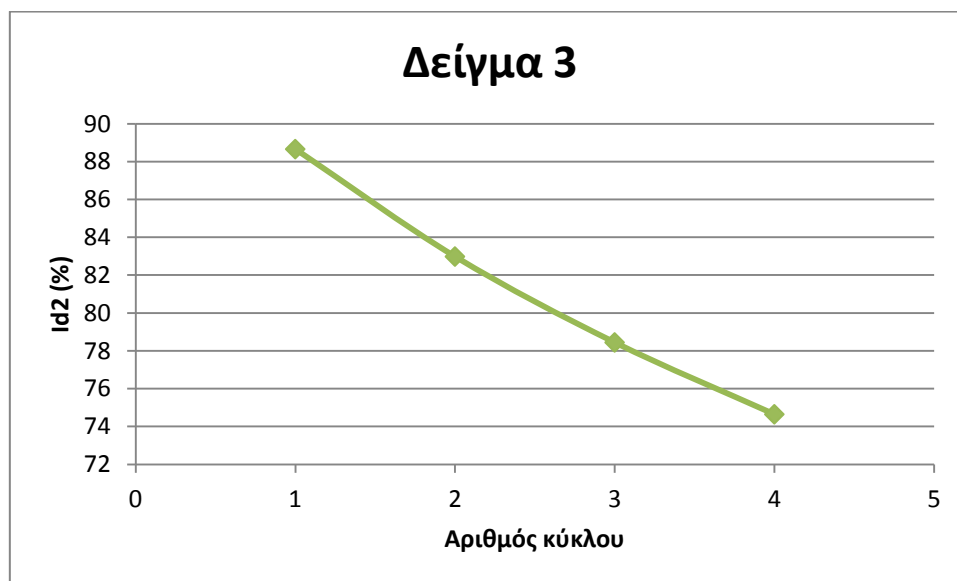
Πίνακας 4-12: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 3

Δείγμα 3				
Αριθμό κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	I _{d2} (%)
1	2309,3	2246,6	1756,3	88,66
2	2309,3	2215,2	1756,3	82,98
3	2309,3	2190,1	1756,3	78,44
4	2309,3	2169,1	1756,3	74,65



Εικόνα 4-11: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 3 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-6) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id_2 , συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής.

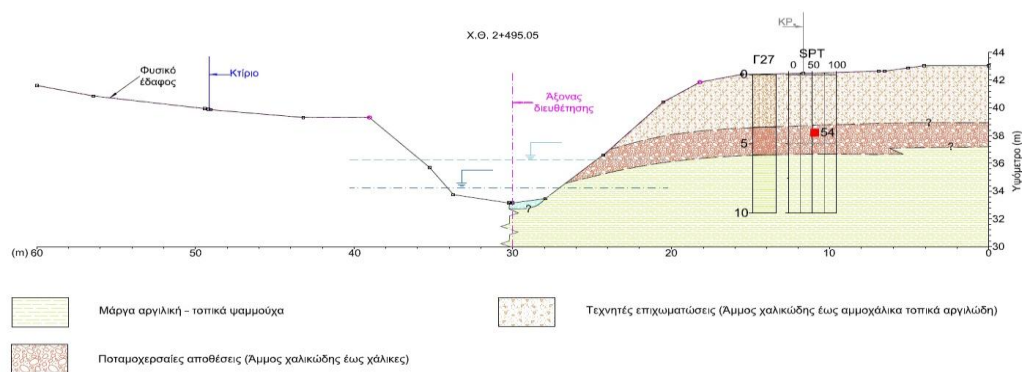


Διάγραμμα 4-6: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 3

Με βάση τα αποτελέσματα της δοκιμής διαβρωσιμότητας, το Δείγμα 3, με $Id_2=74,65\%$, ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Μέτριας ανθεκτικότητας ως προς τη διάβρωση (Gamble, 1971). Επίσης, σύμφωνα με το Διάγραμμα 4-6, παρατηρείται μια πτώση της τάξεως του 15,8 % του Id_2 , από τον πρώτο κύκλο της δοκιμής έως και τον τελευταίο.

4.3 Θέση 3 (Χ.Θ. 2+495,05)

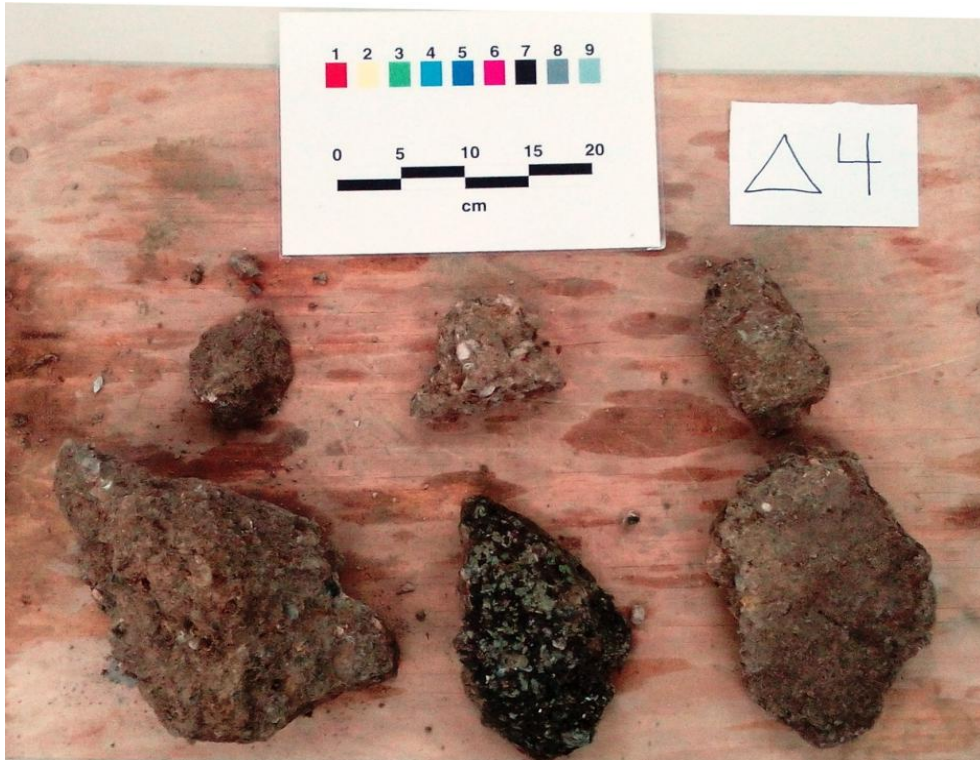
Η Θέση 3 (Χ.Θ. 2+495,05) αντιστοιχεί στην περιοχή της γεώτρησης Γ27 της Γεωτεχνικής Μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ. Η περιοχή της Θέσης 3 δομείται από στρώσεις τεχνητών επιχωματώσεων, ποταμοχερσαίων αποθέσεων και μάργας αργιλικής τοπικά ψαμμούχας με ενστρώσεις κροκαλοπαγούς. Οι τεχνητές επιχωματώσεις αποτελούνται από χαλικώδη άμμο με κυμαινόμενα ποσοστά αργιλοϊλύος καστανού χρώματος, με ασύνδετη σύνδεση και γωνιώδεις χάλικες σε διάφορες διαμέτρους. Οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις περιλαμβάνουν χαλικώδη άμμο έως χάλικες με αργιλοϊλυώδη παρεμβολή, που σαν σύνολο έχουν καστανό χρώμα και εμφανίζουν μεγάλη ετερογένεια. Οι χάλικες εμφανίζονται σε διάφορες διαμέτρους, και υπογωνιώδεις. Το στρώμα των κροκαλοπαγών που παρεμβάλλεται της αργιλικής-ψαμμιτικής μάργας είναι ισχυρά έως μέτρια συγκολλημένο. Το Δείγμα 4 της συγκεκριμένης θέσης προέρχεται από τα κροκαλοπαγή (Εικόνα 4-14). Στην Εικόνα 4-13 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-12: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ27, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΒΑΘΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ (m)	ΕΙΔΟΣ ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΣΥΜΒΟΛΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Δ.Ε. ΕΡΓΟΥ:		ΚΟΜΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΣ				ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ		ΣΤΑΣΗΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (m):		ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ:		ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ		ΛΟΓΟΣ ΚΕΝΩΝ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΠΟΣ. ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ %	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Φ. ΥΓΡΑΣΙΑΣ		ΑΝΕΜΩΜΕΝΗ ΘΛΙΨΗ	ΒΡΑΔΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΜΕΤΕΡΟΣΠΟΝΗΣ		ΑΠΟΣΠΟΡΣΗ	ΔΕΚΤΗΣ ΠΡΕΣΣΗΣ	ΔΙΟΝΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΜΟΝΟΔΙΟΝΗ ΘΛΙΨΗ	ΣΤΟΙΧ. ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ	ΒΑΘΟΣ																																				
		ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ Α.Υ.Σ.Σ.	ΚΟΜΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΥΤΟΣ ΚΕΝΩΝ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΕΛ. ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Φ. ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΑΝΕΜΩΜΕΝΗ ΘΛΙΨΗ	ΒΡΑΔΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΜΕΤΕΡΟΣΠΟΝΗΣ	ΑΠΟΣΠΟΡΣΗ	ΔΕΚΤΗΣ ΠΡΕΣΣΗΣ	ΔΙΟΝΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΜΟΝΟΔΙΟΝΗ ΘΛΙΨΗ	ΣΤΟΙΧ. ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ				ΒΑΘΟΣ																																														
				% ΔΙΕΡΘΜΕΝΟ	ΕΡΓΟ	ΥΠΡΟ																																																													
0,00-0,50	Φ	3	0,00m	34%	4"	10"	40"	200"	SC	SC	7	8	9	10	11	15	15	15	18	18	18	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22																							
0,50-2,70	Φ	2	0,50m						SC	SC																																																									
2,70-3,00	Φ	3	2,70-3,00m						SC	SC																																																									
3,00-4,00	Φ	4	3,00-4,00m						SC	SC																																																									
4,00-4,45	SP	4	4,00-4,45m						CL	CL																																																									
4,45-5,00	Φ	5	4,45-5,00m						CL	CL																																																									
5,00-5,00	Φ	6	5,00-5,00m																																																																
6,00-7,00	Υ	6	6,00-7,00m																																																																
7,00-8,00	Υ	7	7,00-8,00m																																																																
8,00-9,00	Υ	8	8,00-9,00m																																																																
9,00-10,00	Υ	9	9,00-10,00m																																																																

Εικόνα 4-13: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ27 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-14: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 3 (Δείγμα 4)

Στη Θέση 3 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό του κροκαλοπαγούς (Δείγμα 4). Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-13.

Πίνακας 4-13: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt στο Δείγμα 4

Δείγμα 4					
Κροκαλοπαγές					
1)	15	↓	11)	28	↓
2)	25	↓	12)	26	↓
3)	24	↓	13)	20	↓
4)	24	↓	14)	28	↓
5)	16	↓	15)	19	↓
6)	19	↓	16)	39	↓
7)	20	↓	17)	15	↓
8)	15	↓	18)	25	↓
9)	16	↓	19)	16	↓
10)	22	↓			

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχεία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του δείγματος από το νομόγραμμα του κατασκευαστή (Πίνακας 4-14)

Πίνακας 4-14: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 4.

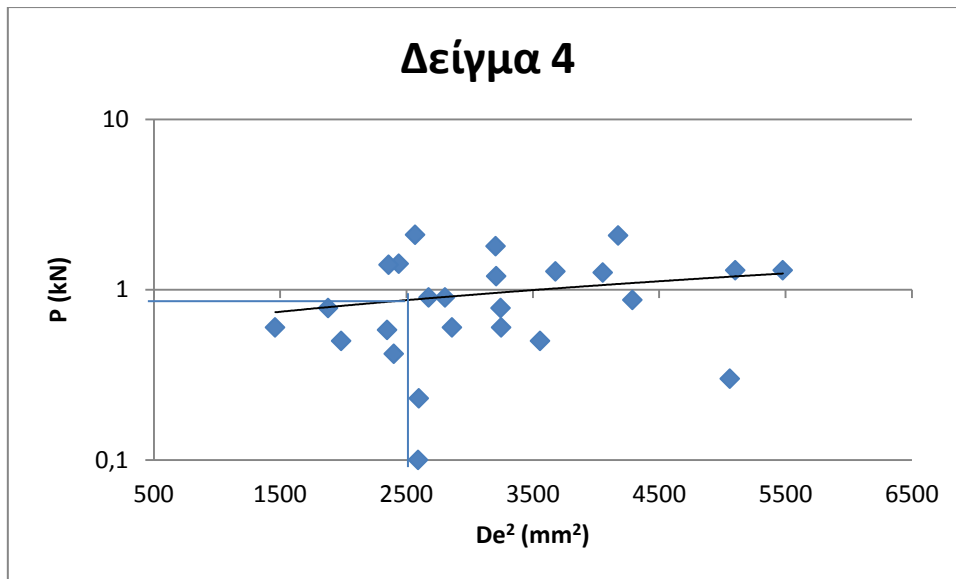
Θέση 4					
Δείγμα 4					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O. (MPa)
20	↓	24,4	30,28	20,9	28,61
22	↓	26,4		23,3	
24	↓	28,05		25,8	
24	↓	28,05		25,8	
25	↓	29,4		27,2	
25	↓	29,4		27,2	
26	↓	30		28	
28	↓	32,2		31	
28	↓	32,2		31	
39	↓	42,7		45,9	

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4-14, το Δείγμα 4 παρουσίασε μέσο όρο τιμών SHV = 30,28, το οποίο το κατατάσσει στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η μονοαξονική του αντοχή υπολογίστηκε στα 28,61 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στον Πίνακα 4-15 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 4 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίστηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίστηκε το $Is_{(50)}$ με βάση τον τύπο $Is_{(50)} = F \cdot Is$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{LogP} - De^2$.

Πίνακας 4-15: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 4

Δείγμα 4							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De ² (mm ²)	Is (MPa)	Is ₍₅₀₎ (MPa)	M.O. Is ₍₅₀₎ (MPa)	Is ₍₅₀₎ από διάγραμμα (MPa)
80,45	49,79	1,3	5102,68	0,25	0,30	0,19	0,37
54,59	46,1	1,8	3205,86	0,56	0,59		
54,94	50,83	0,5	3557,45	0,14	0,15		
63,88	28,84	0,58	2346,88	0,25	0,24		
48,54	41,54	2,1	2568,60	0,82	0,82		
51,96	36,85	1,42	2439,14	0,58	0,58		
38,84	29,51	0,6	1460,09	0,41	0,36		
48,2	32,3	0,5	1983,26	0,25	0,24		
59,1	31,33	1,4	2358,73	0,59	0,59		
76,86	33,19	0,6	3249,66	0,18	0,20		
56,51	36,01	0,1	2592,26	0,04	0,04		
98,26	43,77	1,3	5478,78	0,24	0,28		
63,07	51,97	2,08	4175,48	0,50	0,56		
60,44	34,75	0,9	2675,53	0,34	0,34		
41,84	35,27	0,78	1879,87	0,41	0,39		
56,05	45,45	0,78	3245,19	0,24	0,25		
53,52	47,09	1,2	3210,52	0,37	0,40		
52,13	36,14	0,42	2399,97	0,18	0,17		
49,6	45,27	0,6	2860,37	0,21	0,22		
74,44	42,75	1,26	4053,90	0,31	0,35		
62,06	46,54	1,28	3679,33	0,35	0,38		
51,13	43,07	0,9	2805,31	0,32	0,33		
78,18	43,06	0,87	4288,45	0,20	0,23		
88,32	44,97	0,3	5059,55	0,06	0,07		
74,87	27,24	0,23	2598,04	0,09	0,09		



Διάγραμμα 4-7: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του I_{s(50)} του Δείγματος 4

Σύμφωνα με τον Bieniawski (1975), το Δείγμα 4, καθώς έχει I_{s(50)} = 0,37 ΜΡα, ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Πολύ χαμηλής αντοχής.

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 4 (Εικόνα 4-15), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας Id₂ όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-16.

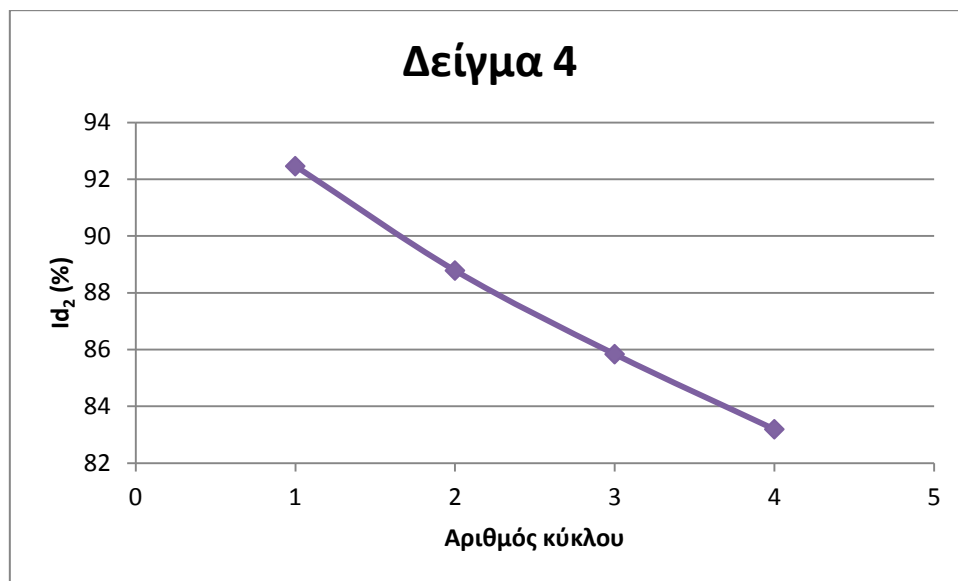
Πίνακας 4-16: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 4

Δείγμα 4				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	Id ₂ (%)
1	2294,1	2253,9	1761,1	92,46
2	2294,1	2234,3	1761,1	88,78
3	2294,1	2218,6	1761,1	85,83
4	2294,1	2204,5	1761,1	83,19



Εικόνα 4-15: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 4 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-8) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id_2 , συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής.

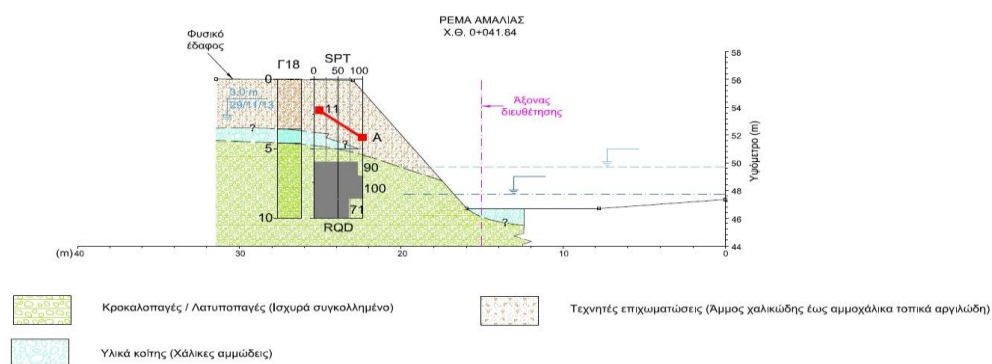


Διάγραμμα 4-8: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 4

Με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 4, υπολογίσθηκε $Id_2 = 83,19\%$. Έτσι, σύμφωνα με τον Gamble (1971), το Δείγμα 4 ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Μέτριας ανθεκτικότητας ως προς τη διάβρωση. Επιπροσθέτως, εμφάνισε πτώση ίση με $10,02\%$ μεταξύ της τιμής του Id_2 στον πρώτο κύκλο της δοκιμής, και της τιμής στον τελευταίο κύκλο της δοκιμής.

4.4 Θέση 4 (Χ.Θ. 0+041,54)

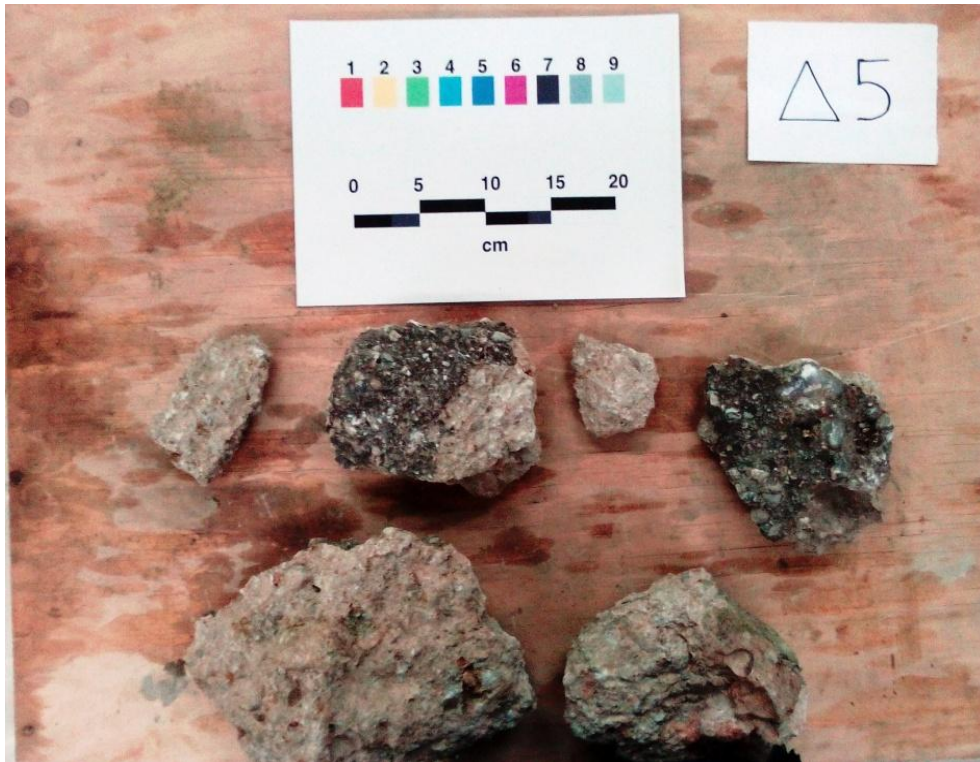
Η Θέση 4 (Χ.Θ. 0+041,54) αντιστοιχεί στην περιοχή της γεώτρησης Γ18 της Γεωτεχνικής Μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ. Στη Θέση 4 απαντώνται τεχνητές επιχωματώσεις, υλικά κοίτης και ισχυρά συγκολλημένα κροκαλοπαγή. Πιο ειδικά, οι τεχνητές επιχωματώσεις περιλαμβάνουν θραύσματα οικοδομικών υλικών, καθώς και αργιλοαμμώδεις χάλικες έως χαλικώδη άμμο, με κυμαινόμενα ποσοστά αργιλοϊλύος. Οι χάλικες εμφανίζονται σε διάφορες διαμέτρους, και είναι ασβεστιτικής προέλευσης. Οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις αποτελούνται από αργιλωμμώδεις χάλικες ανοιχτοκάστανου χρώματος, πολύμεικτοι και γωνιώδεις. Τέλος, το κροκαλοπαγές καστανού χρώματος εμφανίζεται μέτρια έως ισχυρά συγκολλημένο μέτρια έως ελαφρά κερματισμένο, ελαφρά αποσαθρωμένο. Οι κροκάλες είναι ασβεστιτικής, ψαμμιτικής και σχιστολιθικής προέλευσης. Το Δείγμα 5 της συγκεκριμένης περιοχής (Εικόνα 4-18), λήφθηκε από τη στρώση των κροκαλοπαγών. Στην Εικόνα 4-17 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-16: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ18, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ A.U.S.C.S		ΚΟΚΚΙΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ			ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ			ΣΤΑΘΙΝΗ ΥΠΟΤΕΙΧΗΝ ΥΔΑΤΩΝ (m)			ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ:			ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ					
				GC	SM	CL	ΦΑΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΛΟΓΟΣ ΚΕΙΜΕΝ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΠΟΣ. ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ %	ΕΛ. ΒΑΡΟΣ ΣΤΡΕΨΩΝ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Φ.ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΑΝΕΠΙΡΩΣΤΗ ΘΥΜΗ	ΒΡΑΔΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ	ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΣΤΥΣΕΩΣ (SP)	ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΔΕΡΤΙΚΗ ΠΙΣΤΟΤΗΤΑ ΒΡΑΒΙΟΥ	ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΑΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΜΟΝΩΣΤΙΚΗ ΘΥΜΗ	ΚΟΙΤΩ	ΣΤΑΘΙΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΥΜΒΑΘΕΜΟΣ	BAΘΟΣ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0,00-1,00	φ	GC	0.007η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1,00-2,00	φ	GC	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2,00-2,45	SP	SM	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2,45-3,00	φ	SM	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
3,00-4,00	φ	GC	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
4,00-4,10	SP	GC	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
4,10-4,60	φ	GC	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
4,60-6,00	Y	GC	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
6,00-7,00	Y	CL	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
7,00-8,60	Y	CL	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
8,60-10,00	Y	CL	3.60η	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10																										

Εικόνα 4-17: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ18 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-18: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 4 (Δείγμα 5)

Στην Θέση 4 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό του κροκαλοπαγούς (Δείγμα 5). Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-17.

Πίνακας 4-17: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 5

Δείγμα 5					
Κροκαλοπαγές					
1)	14	↘	13)	15	↘
2)	12	→	14)	16	↘
3)	14	↘	15)	12	↘
4)	16	→	16)	12	↘
5)	17	→	17)	13	↘
6)	14	→	18)	19	↘
7)	16	↘	19)	13	↘
8)	12	↘	20)	17	↘
9)	15	→	21)	13	↘
10)	12	→	22)	13	↘
11)	11	↘	23)	14	↘
12)	13	↘			

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχεία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του δείγματος από το νομόγραμμα του κατασκευαστή (Πίνακας 4-18).

Πίνακας 4-18: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 5

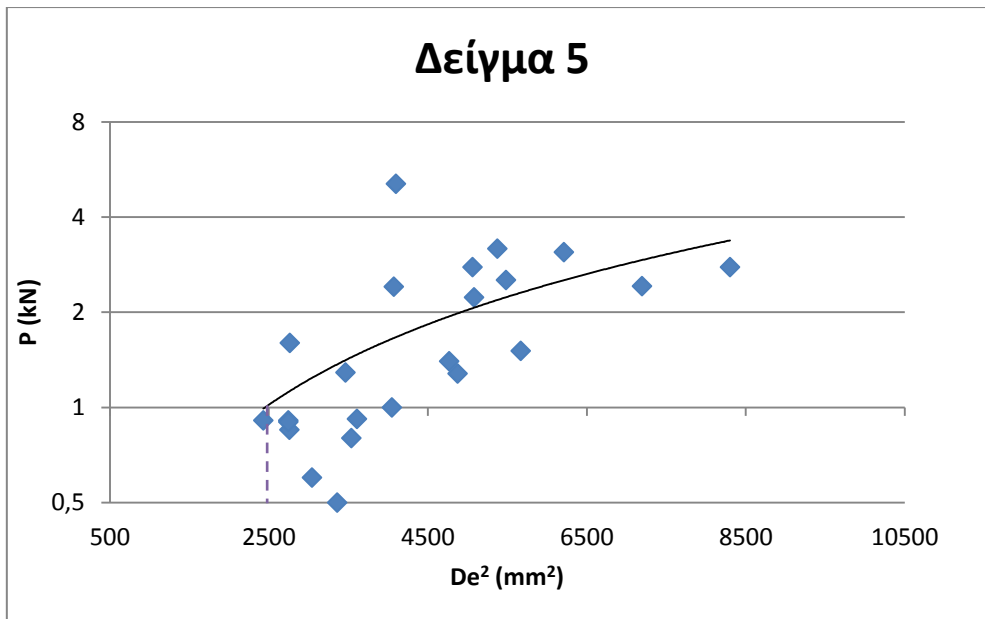
Δείγμα 5					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O (MPa)
13	⊥	16,9	18,01	11,2	12,85
14	⊥	18,05		12,9	
14	⊥	18,05		12,9	
14	→	14		8	
14	⊥	18,05		12,9	
15	→	15		9	
15	⊥	18,6		13,2	
16	→	16		10,2	
16	⊥	19,7		14,9	
16	⊥	19,7		14,9	
17	→	17		11,6	
17	⊥	20,08		16	
19	⊥	23,05		19,3	

Το Δείγμα 5 παρουσίασε μέσο όρο τιμών SHV ίσο με 18,0139, και έτσι, ανήκει στην κατηγορία των μαλακών πετρωμάτων ως προς τη σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η αντοχή του σε μονοαξονική θλίψη υπολογίστηκε στα 12,85 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στον Πίνακα 4-19 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 5 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίστηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίστηκε το $Is_{(50)}$ με βάση τον τύπο $Is_{(50)} = F \cdot Is$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{LogP} - De^2$.

Πίνακας 4-19: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 5

Δείγμα 5							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De ² (mm ²)	Is (MPa)	Is ₍₅₀₎ (MPa)	M.O. Is ₍₅₀₎ (MPa)	Is ₍₅₀₎ από διάγραμμα (MPa)
103,71	41,51	2,53	5484,08	0,46	0,55	0,60	0,4
60,76	35,47	0,91	2745,42	0,33	0,34		
51,4	42,14	0,85	2759,23	0,31	0,31		
78,95	34,45	1,29	3464,75	0,37	0,40		
54,83	51,67	0,92	3609,00	0,25	0,28		
85,23	32,59	0,8	3538,40	0,23	0,24		
68,95	46,67	5,1	4099,23	1,24	1,39		
97,57	66,8	2,78	8302,77	0,33	0,44		
62,64	51,04	2,41	4072,80	0,59	0,66		
55,5	38,83	0,9	2745,31	0,33	0,33		
78,86	48,53	1,28	4875,26	0,26	0,31		
57,79	33,02	0,91	2430,86	0,37	0,37		
106,25	53,16	2,42	7195,22	0,34	0,43		
72,37	51,73	1,4	4769,04	0,29	0,34		
42,62	61,89	0,5	3360,19	0,15	0,16		
74,19	59,99	1,51	5669,63	0,27	0,32		
55,37	39,19	1,6	2764,27	0,58	0,59		
78,38	62,22	3,1	6212,49	0,50	0,61		
53,67	44,51	0,6	3043,12	0,20	0,21		
63,6	62,73	2,23	5082,33	0,44	0,51		
71,91	58,68	3,18	5375,39	0,59	0,70		
62,57	50,79	1	4048,32	0,25	0,28		
66,72	59,57	2,78	5063,07	0,55	0,64		



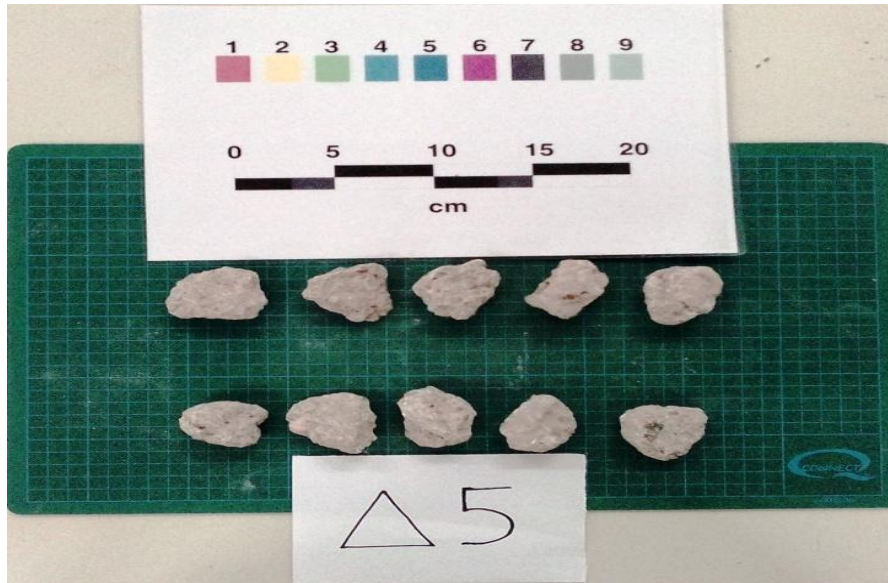
Διάγραμμα 4-9: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του I_{s(50)} του Δείγματος 5

Με $I_{s(50)} = 0,4 \text{ MPa}$, το Δείγμα 5 εντάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων Πολύ χαμηλής αντοχής (Bieniawski, 1975)

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 5 (Εικόνα 4-19), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας I_{d2} όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-20.

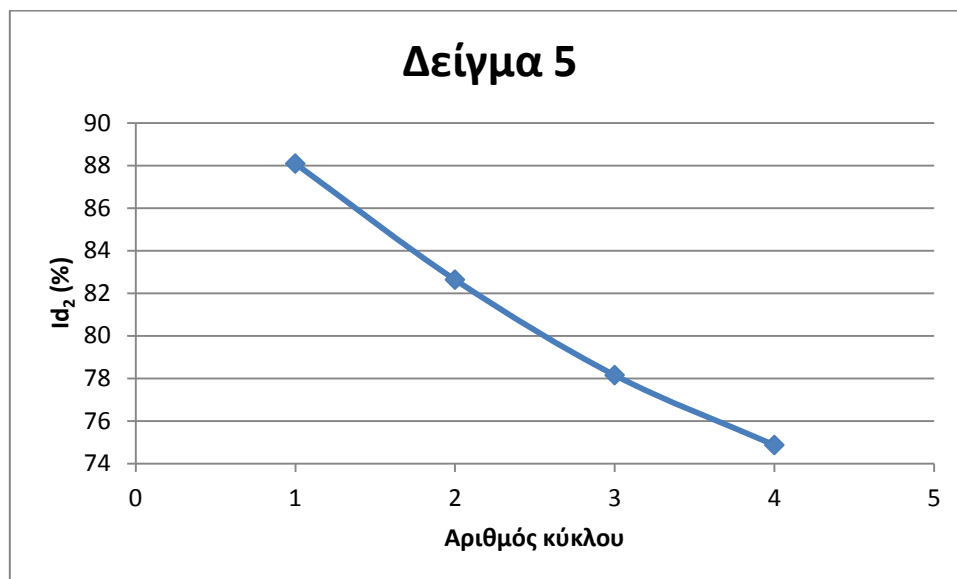
Πίνακας 4-20: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 5

Δείγμα 5				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	I_{d2} (%)
1	2322,4	2254,9	1755,9	88,08
2	2322,4	2224	1755,9	82,63
3	2322,4	2198,6	1755,9	78,15
4	2322,4	2180	1755,9	74,86



Εικόνα 4-19: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 5 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-10) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id_2 , συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής.

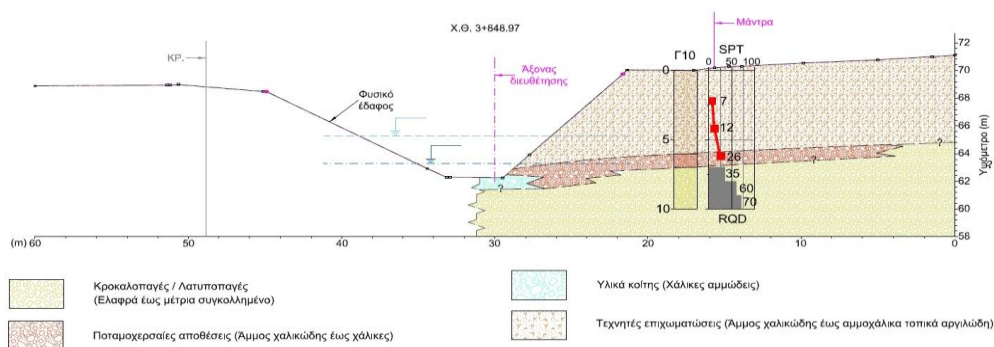


Διάγραμμα 4-10: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 5

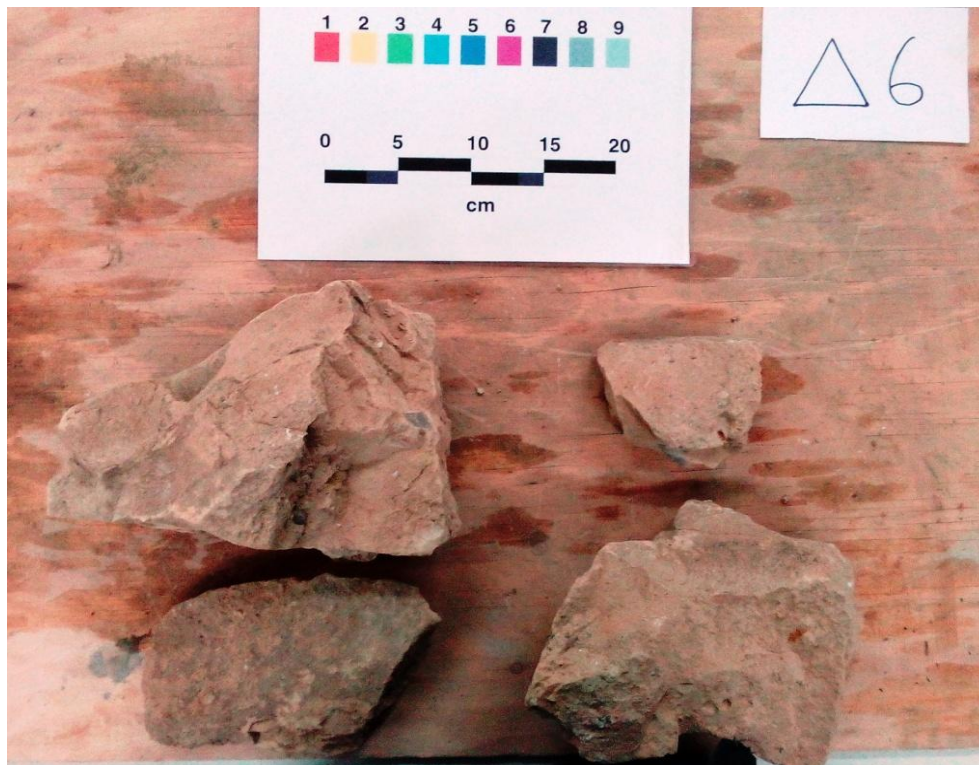
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4-20, με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας υπολογίσθηκε $Id_2 = 74,86 \%$ για το Δείγμα 5. Συνεπώς, σύμφωνα με τον Gamble (1971), το Δείγμα 5 ανήκει στα Μέτριας ανθεκτικότητας ως προς τη διάβρωση πετρώματα. Επίσης, παρουσιάστηκε μείωση ίση με $15,01 \%$ μεταξύ της τιμής του Id_2 στον πρώτο κύκλο της δοκιμής, και της τιμής του στον τελευταίο κύκλο της δοκιμής.

4.5 Θέση 5 (Χ.Θ. 3+848,97)

Η Θέση 5 (Χ.Θ. 3+848,97), αντιστοιχεί με τη θέση της γεώτρησης Γ10 της Γεωτεχνικής μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Στη Θέση 5 απαντάται χαλικώδης άμμος με κυμαινόμενα ποσοστά αργιλοϊλύος ανοιχτού καστανού έως υπόλευκου χρώματος, ασύνδετη και χαλαρή με χάλικες σε διάφορες διαμέτρους. Σε σημεία ο σχηματισμός εμπεριέχει αμμώδεις χάλικες, προερχόμενες από τεχνητές επιχωματώσεις. Εν συνεχεία εμφανίζεται σχηματισμός αργιλλούχου ψαμμίτη ανοιχτού καστανού χρώματος. Ποταμοχερσαίες αποθέσεις εμφανίζονται χαμηλότερα, αποτελούμενες από λεπτούς υποστρογγυλεμένους χάλικες εντός χαλικώδους άμμου με ιλύ. Επιπλέον, εμφανίζεται μια μικρή περιοχή με υλικά κοίτης, και μέτρια έως ελαφρά συγκολλημένο κροκαλοπαγές καστανού χρώματος και μέτρια κερματισμένο, με μαργαϊκή παρεμβολή. Οι χάλικες εμφανίζονται λεπτοί έως μέσοι, και το συγκολλητικό υλικό των κροκάλων είναι ασβεστιτικής-ψαμμιτικής φάσης. Η μάργα είναι καστανού χρώματος και εμφανίζει ημιβραχώδη δομή. Από την περιοχή αυτή λήφθηκε δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη, που αναφέρεται ως Δείγμα 6 (Εικόνα 4-22). Στην Εικόνα 4-21 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-20: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ10, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-22: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 5 (Δείγμα 6)

Στην συγκεκριμένη περιοχή πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στον αργιλούχο ψαμμίτη (Δείγμα 6), καθώς και στα κροκαλοπαγή. Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στους Πίνακες 4-21 και 4-22 αντίστοιχα.

Πίνακας 4-21: Αποτελέσματα μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 6 στην περιοχή του δείγματος 6, σε σχηματισμούς αργιλούχου ψαμμίτη και κροκαλοπαγών

Θέση 5					
Αργιλούχος Ψαμμίτης (Δείγμα 6)					
1)	8	↘	13)	20	↘
2)	10	↘	14)	22	↘
3)	11	↘	15)	18	↘
4)	10	↘	16)	22	↘
5)	11	↘	17)	19	↘
6)	10	↘	18)	16	↘
7)	16	↘	19)	18	↘
8)	11	↘	20)	19	↘
9)	19	↘	21)	16	↘
10)	15	↘	22)	22	↘
11)	19	↘	23)	23	↘
12)	21	↘	24)	21	↘

Πίνακας 4-22: Αποτελέσματα μετρήσεων σφύρας Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών της θέσης 5

Θέση 5					
Κροκαλοπαγή					
1)	10	↘	14)	11	→
2)	10	↘	15)	11	↘
3)	10	↘	16)	18	↘
4)	9	↘	17)	12	↘
5)	13	↘	18)	14	↘
6)	14	↘	19)	17	↘
7)	17	↘	20)	16	↘
8)	17	↘	21)	33	↘
9)	18	↘	22)	26	↘
10)	18	↘	23)	23	↘
11)	11	↘	24)	14	↘
12)	15	↘	25)	19	↓
13)	15	↘	26)	17	↘

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχεία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του Δείγματος 6 (Πίνακας 4- 23) και του κροκαλοπαγούς της Θέσης 5 (Πίνακας 4-24) από το νομόγραμμα του κατασκευαστή.

Πίνακας 4-23: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 6

Θέση 5					
Αργιούχος Ψαμμίτης (Δείγμα 6)					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες Τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O. (MPa)
16	↘	19,7	23,61	15	20
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
20	↘	23,3		19,8	
21	↘	24,4		20,9	
21	↘	24,4		20,9	
22	↘	25		21,8	
22	↘	25		21,8	

22	↘	25		21,8	
23	↘	27,2		24,8	

Πίνακας 4-24: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο κροκαλοπαγές της Θέσης 6

Θέση 5					
Κροκαλοπαγές					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	Μ.Ο	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	Μ.Ο (MPa)
14	↘	18,05	22,26	12,9	18,31
14	↘	18,05		12,9	
15	↘	18,6		13,2	
15	↘	18,6		13,2	
16	↘	19,7		15	
17	↘	20,08		16	
17	↘	20,08		16	
17	↘	20,08		16	
17	↘	20,08		16	
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
19	↓	23,8		19,9	
23	↘	27,2		24,8	
26	↘	29,4		27,2	
33	↘	35,8		35,9	

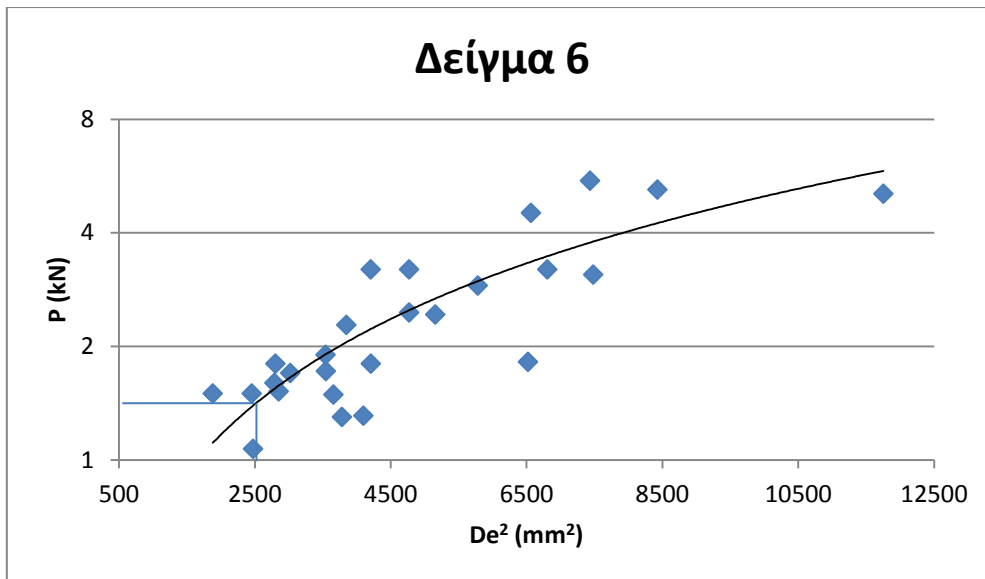
Όπως φαίνεται στους Πίνακες 4-23, 4-24 στη θέση 6, το Δείγμα 6 παρουσίασε SHV=23,61, και το κροκαλοπαγές SHV=22,26 . Έτσι, και το Δείγμα 6 και το κροκαλοπαγές, ανήκουν στα πετρώματα με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002) . Η Μονοαξονική αντοχή του Δείγματος 6 υπολογίσθηκε στα 20 MPa, και του Κροκαλοπαγούς στα 18,31 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα . Στον Πίνακα 4-25. παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 6 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίσθηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι.

Τέλος, υπολογίσθηκε το $I_{s(50)}$ με βάση τον τύπο $I_{s(50)} = F \cdot I_s$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{Log}P - De^2$.

Πίνακας 4-25: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 6

Δείγμα 6							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De^2 (mm ²)	I_s (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	M.O. $I_{s(50)}$ (MPa)	$I_{s(50)}$ από διάγραμμα (MPa)
76,36	43,24	3,2	4206,12	0,76	0,86	0,70	0,60
65,32	29,49	1,5	2453,87	0,61	0,61		
68,99	46,63	1,31	4098,09	0,32	0,36		
65,67	42,38	1,72	3545,34	0,49	0,52		
71,87	33	1,7	3021,29	0,56	0,59		
55,75	26,48	1,5	1880,59	0,80	0,75		
94,66	39,57	2,46	4771,59	0,52	0,60		
57,03	34,05	1,07	2473,72	0,43	0,43		
65,38	34,23	1,52	2850,90	0,53	0,55		
77,47	66,08	1,82	6521,30	0,28	0,35		
62,58	44,42	1,9	3541,15	0,54	0,58		
125,56	42,55	3,2	6805,83	0,47	0,59		
66,47	32,93	1,6	2788,35	0,57	0,59		
91,86	40,77	3,2	4770,87	0,67	0,78		
70,61	42,05	1,3	3782,36	0,34	0,38		
65,68	45,98	2,28	3847,09	0,59	0,65		
95,29	96,83	5,08	11754,05	0,43	0,61		
105,91	55,11	5,5	7435,29	0,74	0,95		
52,85	62,5	1,8	4207,80	0,43	0,48		
80,99	63,63	4,52	6564,83	0,69	0,86		
98,2	59,81	3,1	7481,96	0,41	0,53		
93,44	30,72	1,49	3656,66	0,41	0,44		
97,49	67,86	5,21	8427,61	0,62	0,81		
76,38	28,8	1,8	2802,22	0,64	0,66		
74,9	60,6	2,9	5782,09	0,50	0,61		
92,62	43,7	2,43	5156,04	0,47	0,55		



Διάγραμμα 4-11: Διάγραμμα $\text{Log}P\text{-}De^2$ για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 6

Το Δείγμα 6 , με $I_{s(50)} = 0,60 \text{ MPa}$, κατατάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων Πολύ χαμηλής αντοχής (Bieniawski, 1975)

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 6 (Εικόνα 4-23), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας I_{d2} όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-26.

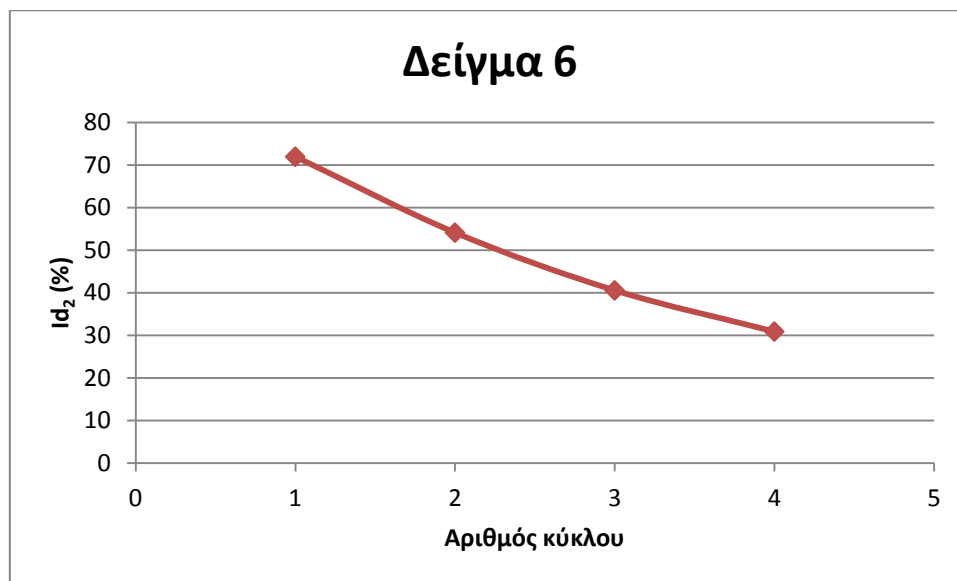
Πίνακας 4-26: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 6

Δείγμα 6				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	I_{d2} (%)
1	2332,1	2167,2	1744	71,96
2	2332,1	2062,3	1744	54,12
3	2332,1	1982,5	1744	40,55
4	2332,1	1925,6	1744	30,88



Εικόνα 4-23: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 6 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-12) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id_2 , όσο αυξάνονταν οι κύκλοι της δοκιμής.

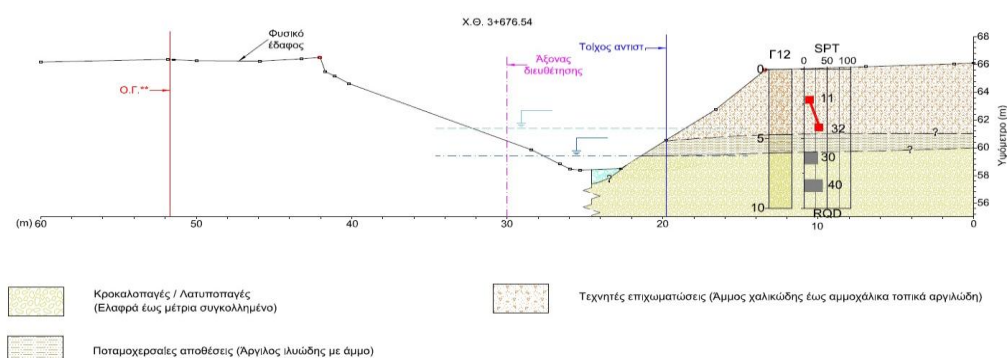


Διάγραμμα 4-12: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 6

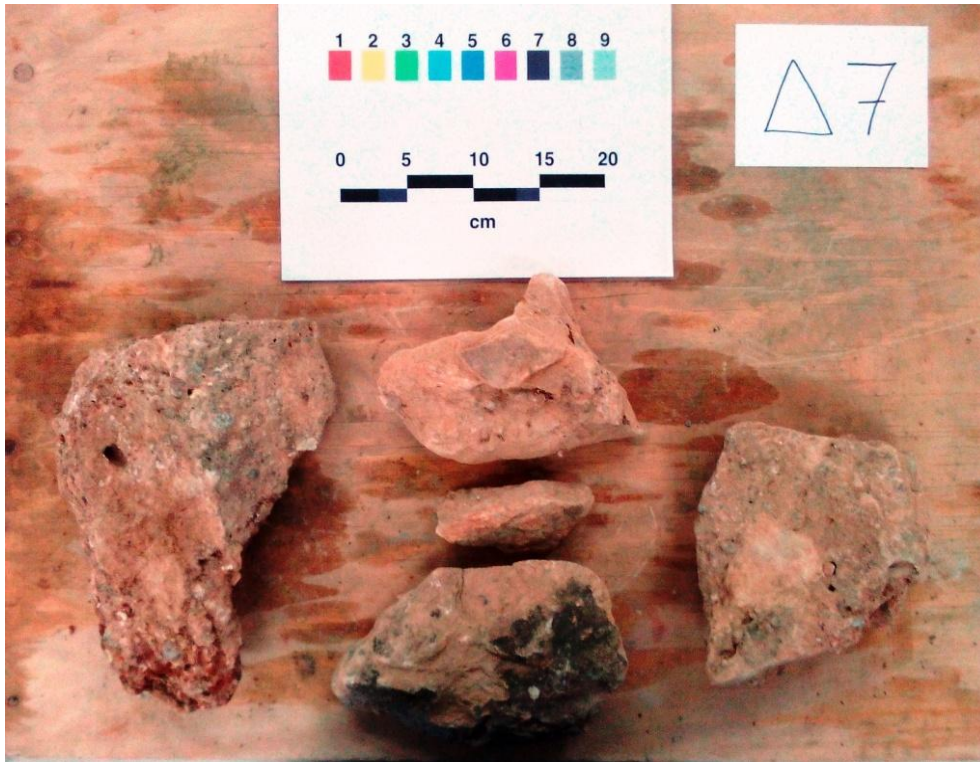
Με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας, τα 10 δοκίμια του Δείγματος 6 είχαν μικρύνει αισθητά σε μέγεθος, και υπολογίσθηκε $Id_2=30,88$ %. Η τιμή αυτή, σύμφωνα με τον Gamble (1971), κατατάσσει το δείγμα στην κατηγορία των πετρωμάτων με Χαμηλή ανθεκτικότητα ως προς τη διάβρωση. Επιπλέον, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4-12, παρατηρείται μια μεγάλη πτώση του Id_2 μεταξύ του πρώτου κύκλου δοκιμής και του τελευταίου, και συγκεκριμένα της τάξεως του 57,09%.

4.6 Θέση 6 (Χ.Θ. 3+676,54)

Η Θέση 6 (Χ.Θ. 3+676,54), αντιστοιχεί με τη θέση της γεώτρησης Γ12 της Γεωτεχνικής μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Η Θέση 6 χαρακτηρίζεται από στρώσεις τεχνητών επιχωματώσεων, ποταμοχερσαίων αποθέσεων και κροκαλοπαγών. Συγκεκριμένα, οι τεχνητές επιχωματώσεις περιλαμβάνουν ασύνδετους χάλικες αμμόδεις έως αμμοχάλικα με κυμαινόμενα ποσοστά αργιλοϊλύος σε σκούρο καστανό έως καστανό χρώμα. Οι χάλικες εμφανίζονται σε διάφορες διαμέτρους, και γωνιώδεις-υπογωνιώδεις. Εντός του συγκεκριμένου σχηματισμού υπάρχουν θραύσματα οικοδομικών υλικών. Οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις αποτελούνται από άργιλο ιλυοαμμώδη με χάλικες ανοιχτού καστανού χρώματος, ξηρή και μέση πλαστικότητα. Το κροκαλοπαγές εμφανίζεται χαλαρά έως μέτρια συγκολλημένο, έντονα κερματισμένο και μέτρια έως ελαφρά αποσαθρωμένο. Οι χάλικες είναι λεπτοί, γωνιώδεις και ασβεστιτικής, χαλαζιακής και σχιστολιθικής προέλευσης. Στο σχηματισμό αυτό εμφανίζονται σε σημεία παρεμβολές αδρομερούς αργιλούχου ψαμμίτη, εκ του οποίου προέρχεται το Δείγμα 7 (Εικόνα 4-26). Στην Εικόνα 4-25 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-24: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ12, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-26: Δείγμα αργιλούχου ψαμμίτη από τη θέση 6 (Δείγμα 7)

Στην Θέση 6 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό του αργιλούχου ψαμμίτη (Δείγμα 7), καθώς και στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών. Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στους Πίνακες 4-27 και 4-28 αντίστοιχα.

Πίνακας 4-27: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 7

Θέση 6					
Αργιλούχος Ψαμμίτης (Δείγμα 7)					
1)	19	↘	14)	18	↘
2)	15	→	15)	16	↘
3)	17	→	16)	24	↘
4)	19	→	17)	18	↘
5)	13	↘	18)	21	↘
6)	18	→	19)	18	↘
7)	20	↘	20)	16	↘
8)	14	↘	21)	20	↘
9)	15	↘	22)	24	↘
10)	17	↘	23)	18	↘
11)	20	↘	24)	16	↘
12)	21	↘	25)	18	↘
13)	21	↘			

Πίνακας 4-28: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών της θέσης 6

Θέση 6					
Κροκαλοπαγές					
1)	15	↓	15)	27	↘
2)	15	↓	16)	12	↘
3)	17	↘	17)	12	↘
4)	15	→	18)	14	↘
5)	10	→	19)	15	↘
6)	15	→	20)	18	→
7)	10	→	21)	16	→
8)	12	↓	22)	22	↓
9)	18	↘	23)	25	↓
10)	15	↘	24)	25	↘
11)	15	↘	25)	21	↘
12)	16	→	26)	15	↘
13)	15	↘	27)	28	↘
14)	12	↘			

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του δείγματος 7 (Πίνακας 4-29) και του κροκαλοπαγούς της Θέσης 6 (Πίνακας 4-30) από το νομόγραμμα του κατασκευαστή (Πίνακας 6-28).

Πίνακας 4-29: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 7

Θέση 6					
Αργιλούχος Ψαμμίτης (Δείγμα 7)					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O (MPa)
18	↘	22,2	23,37	18	19,67
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
19	↘	23,05		19,3	
19	→	19		14	
20	↘	23,3		19,8	
20	↘	23,3		19,8	
20	↘	23,3		19,8	

21	⌋	24,4		20,9	
21	⌋	24,4		20,9	
21	⌋	24,4		20,9	
24	⌋	27,2		24,8	
24	⌋	27,2		24,8	

Πίνακας 4-30: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο κροκαλοπαγές της Θέσης 6

Θέση 6					
Κροκαλοπαγές					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	Μ.Ο.	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	Μ.Ο. (MPa)
15	→	15	21,79	9	17,51
15	⌋	18,6		13,2	
15	⌋	18,6		13,2	
15	⌋	18,6		13,2	
15	⌋	18,6		13,2	
15	⌋	18,6		13,2	
16	→	16		10,2	
16	→	16		10,2	
17	⌋	20,08		16	
18	⌋	22,2		18	
18	→	18		12,8	
21	⌋	24,4		20,9	
22	⌋	26,4		23,3	
25	⌋	29,4		27,2	
25	⌋	28,3		26	
27	⌋	30		28	
28	⌋	31,7	30		

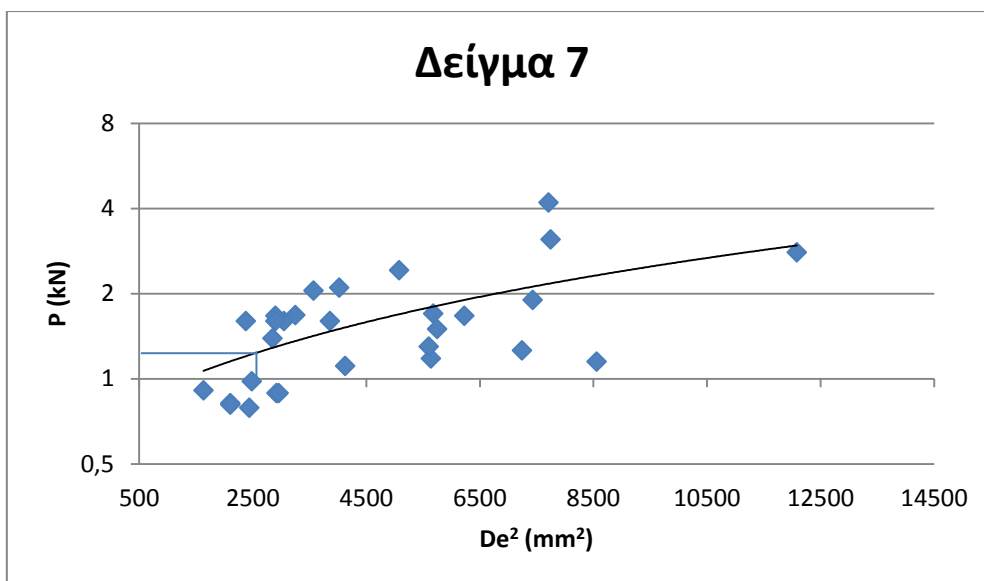
Όπως παρατηρείται και από τους Πίνακες 4-29, 4-30 στη Θέση 6, το Δείγμα 7 παρουσίασε τιμή SHV ίση με 23,37 και το κροκαλοπαγές ίση με 21,79. Συνεπώς και το Δείγμα 7 αλλά και το Κροκαλοπαγές ανήκουν στα πετρώματα με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η μονοαξονική αντοχή του Δείγματος 7 βρέθηκε ίση με 19,67 MPa και του Κροκαλοπαγούς 17,51 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στον Πίνακα 4-31 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 7 που έσπασε με αποδεκτό

τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίστηκαν τα De^2 και I_s όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίστηκε το $I_{s(50)}$ με βάση τον τύπο $I_{s(50)} = F \cdot I_s$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{LogP} - De^2$.

Πίνακας 4-31: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 7

Δείγμα 7							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De^2 (mm ²)	I_s (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	M.O. $I_{s(50)}$ (MPa)	$I_{s(50)}$ από διάγραμμα (MPa)
118,12	56,87	1,15	8557,30	0,13	0,18	0,36	0,51
76,53	57,83	1,18	5637,87	0,21	0,25		
56,28	53,83	1,6	3859,30	0,41	0,46		
59,05	54,87	1,11	4127,48	0,27	0,30		
83,07	114,19	2,8	12083,77	0,23	0,33		
83,68	28,61	1,6	3049,79	0,52	0,55		
56,57	33,84	0,79	2438,64	0,32	0,32		
103,56	58,44	4,2	7709,61	0,54	0,70		
49,15	57,02	2,05	3570,11	0,57	0,62		
86,34	67,56	1,9	7430,74	0,26	0,33		
68,32	46,22	2,1	4022,61	0,52	0,58		
66,11	67,43	1,7	5678,72	0,30	0,36		
83,42	72,9	3,11	7746,90	0,40	0,52		
65,21	61,13	2,42	5078,07	0,48	0,56		
68,71	28,37	0,98	2483,19	0,39	0,39		
77,91	62,74	1,67	6226,85	0,27	0,33		
60,41	37,67	1,67	2898,91	0,58	0,60		
60,41	37,67	1,6	2898,91	0,55	0,57		
52,44	42,63	1,39	2847,79	0,49	0,50		
99,58	45,31	1,5	5747,73	0,26	0,31		
74,17	22,28	0,82	2105,11	0,39	0,37		
84,11	67,59	1,26	7242,03	0,17	0,22		
60,19	38,05	0,89	2917,49	0,31	0,32		
92,55	47,5	1,3	5600,16	0,23	0,28		
55,05	33,91	1,6	2378,02	0,67	0,67		
51,84	44,77	0,89	2956,53	0,30	0,31		
51,26	25,01	0,91	1633,14	0,56	0,51		
45,9	36	0,81	2104,97	0,38	0,37		
67,88	37,58	1,68	3249,59	0,52	0,55		



Διάγραμμα 4-13: Διάγραμμα $\text{Log}P\text{-}De^2$ για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 7

Το Δείγμα 7, με βάση την τιμή $I_{s(50)} = 0,51 \text{ MPa}$, κατατάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων πολύ χαμηλής αντοχής.

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 7 (Εικόνα 4-27), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας Id_2 όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-32.

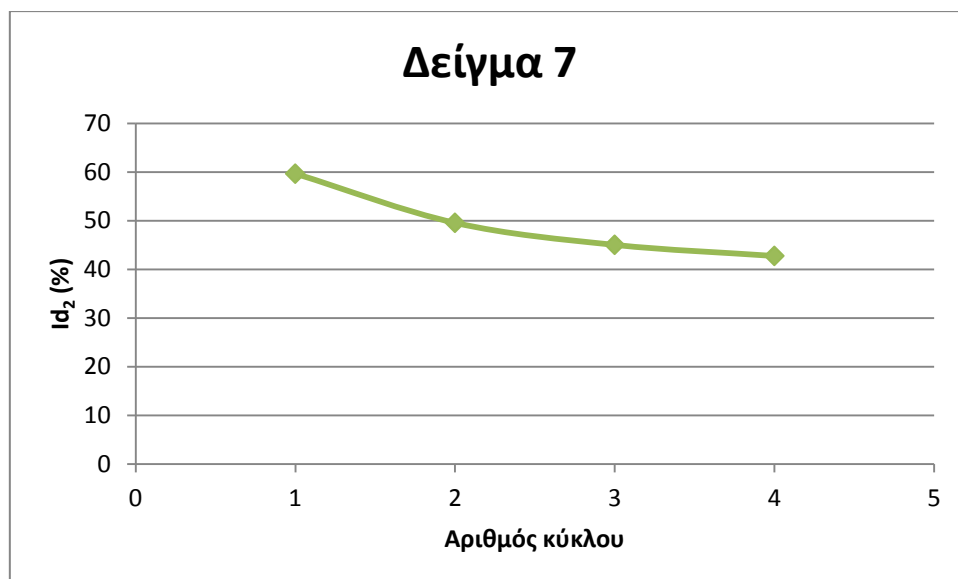
Πίνακας 4-32: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 7

Δείγμα 7				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	Id_2 (%)
1	2300,8	2072,6	1735,1	59,66
2	2300,8	2015,5	1735,1	49,57
3	2300,8	1989,9	1735,1	45,04
4	2300,8	1977	1735,1	42,76



Εικόνα 4-27: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 7 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-14) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη Id_2 , συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής.

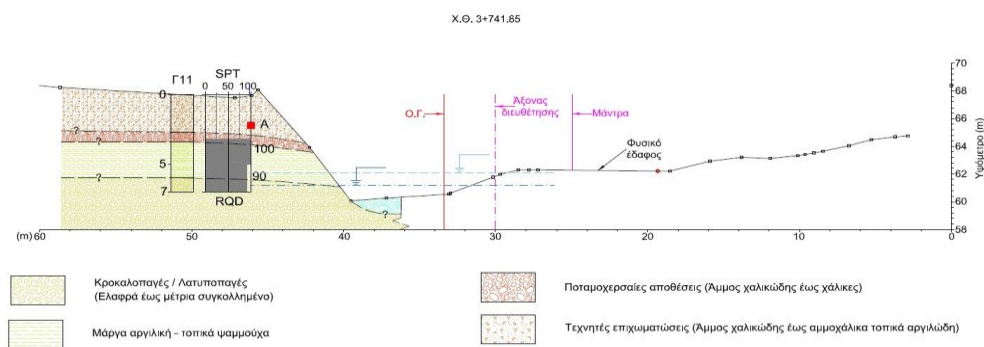


Διάγραμμα 4-14: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 7

Στο Δείγμα 7, με το πέρας της δοκιμής, από τα 10 δοκίμια παρέμειναν τα 5, και έτσι, με $Id_2=42,76$, ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Χαμηλής ανθεκτικότητας στη διάβρωση (Gamble, 1971). Επιπλέον, εμφανίζει μια πτώση 28,32% στη τιμή του Id_2 μεταξύ του πρώτου κύκλου της δοκιμής και του τελευταίου.

4.7 Θέση 7 (Χ.Θ. 3+741,65)

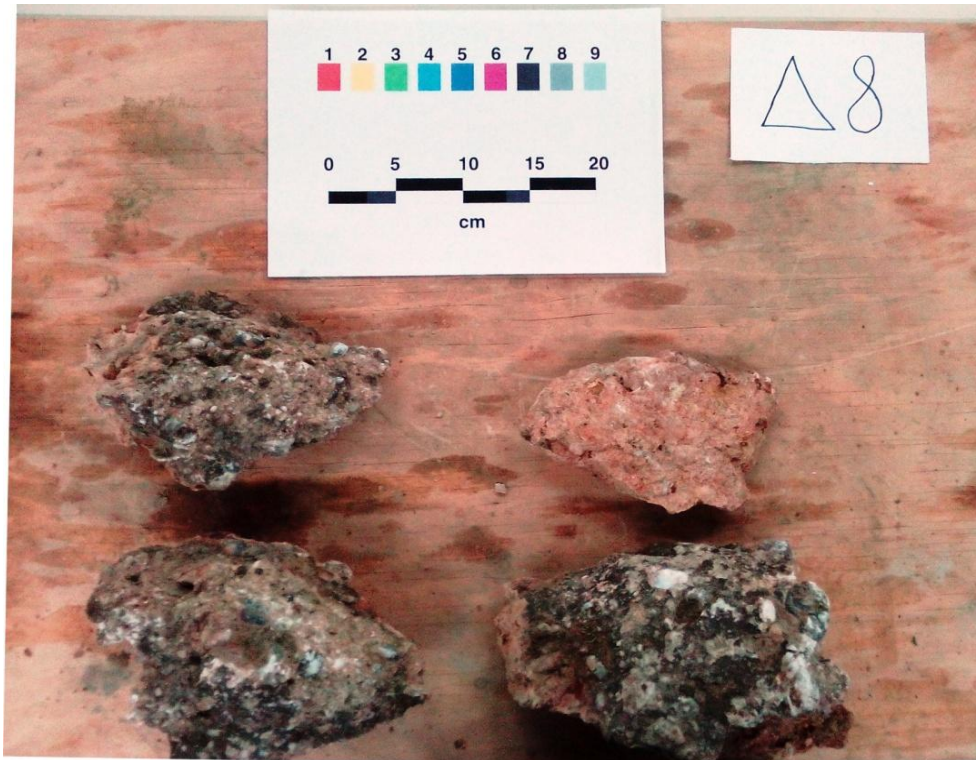
Η Θέση 7 (Χ.Θ. 3+741,65), αντιστοιχεί με τη θέση της γεώτρησης Γ11 της Γεωτεχνικής μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Στη Θέση 7 εμφανίζονται στρώσεις από αμμόδεις χάλικες με διάφορα ποσοστά αργιλοΐλους ανοιχτού καστανού χρώματος. Το σύνολο είναι ασύνδετο, και οι χάλικες γωνιώδεις ποικίλης διαμέτρους (τεχνητές επιχωματώσεις). Επίσης, παρατηρείται στρώμα από λεπτούς χάλικες ανοιχτοκάστανου χρώματος (ποταμοχερσαίες αποθέσεις) με αργιλώδες άμμο, μάργα αργιλική τοπικά ψαμμούχα, και μέτρια συγκολλημένο κροκαλοπαγές, καστανού χρώματος, μέτρια αποσαθρωμένο.. Το Δείγμα 8 από τη συγκεκριμένη περιοχή, αποτελεί δείγμα κροκαλοπαγών (Εικόνα 4-30). Στην Εικόνα 4-29 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-28: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ11, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. ΕΡΓΟ:		ΣΥΝΤΕΛΕΜΕΝΟΣ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ		ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΤΕΙΧΙΩΝ ΥΑΛΤΩΝ (m):		ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ:		ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ		Γ11	
Υπερέδου 9, 105 58, Αθήνα Τηλ: 2105222950, Fax: 2103241607 e-mail: admin@edafos.gr		Χ= 479297,0 Υ= 4198226,0		ΑΡΧΗ: 27/11/2013 ΠΕΡΑΣ: 27/11/2013		ΠΕΡΙΖΩΜΕΤΡΟ (m):		ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ: ΓΩΡΓΟΣ ΛΑΛΕ		ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ		Γ11	
"ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΙΚΡΟΔΑΦΝΗ (από Ακτοφύρο Βουλιγαμένης έως εκβολή)"		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΝΟΣ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ		ΑΝΕΠΙΣΤΑΣΗ		ΠΡΩΤΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΕΙΛΕΥΣΕΙΣ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΜΟΝΟΔΟΝΗΚΗ ΘΥΡΗ	
ΚΟΚΚΙΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ		ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Φ. ΥΓΡΑΣΙΑΣ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΚΑΤΑΓΗΓΗ ΚΑΤΑ Α.Π.Σ.Σ.		ΛΟΓΟΣ ΚΕΙΘΩΝ		ΕΔ. ΒΑΡΟΣ/ΤΥΡΕΝΩΝ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΝΟΣ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΕΙΔΟΣ ΕΙΛΜΑΤΟΣ		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΝΟΣ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΝΟΣ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΒΑΘΟΣ		ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		ΝΟΣ. ΟΡΓΑΝΩΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ		ΑΠΟΔΟΣΗ	
1	0,00-1,00	GM	88	63	58	52	42						
2	1,00-2,00	GM	71	50	42	32	24						
3	2,00-2,45	SPT											
4	2,45-3,00	SC	91	74	65	54	40						
5	3,00-3,40	CL	100	99	97	91	61	17,4	19,8				
6	3,40-5,00												
7	5,00-7,00												

Εικόνα 4-29: Αποτύπωμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ11 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-30: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 7 (Δείγμα 8)

Στη Θέση 7 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών (Δείγμα 8), καθώς και σε κοντινό σχηματισμό αργιλούχου ψαμμίτη. Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στους Πίνακες 4-33 και 4-34 αντίστοιχα.

Πίνακας 4-33: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 8 (Κροκαλοπαγή) και σε αργιλούχο ψαμμίτη της ίδιας περιοχής

Θέση 7					
Κροκαλοπαγές (Δείγμα 8)					
1)	18	↘	14)	27	↘
2)	14	↘	15)	19	↘
3)	26	↘	16)	11	↓
4)	20	↘	17)	13	↘
5)	22	↓	18)	20	↘
6)	14	→	19)	16	→
7)	20	→	20)	15	↘
8)	19	→	21)	22	↘
9)	22	↘	22)	14	↘
10)	11	→	23)	18	→
11)	22	↓	24)	25	↓
12)	19	↘	25)	21	↘
13)	16	↘			

Πίνακας 4-34: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στον αργιλούχο ψαμμίτη της θέσης 7

Θέση 7					
Αργιλούχος Ψαμμίτης					
1)	16	↘	14)	18	↘
2)	16	↘	15)	11	↘
3)	19	→	16)	16	↘
4)	19	→	17)	24	↓
5)	16	↘	18)	22	↘
6)	19	↘	19)	16	→
7)	12	↘	20)	18	↘
8)	19	→	21)	15	↘
9)	24	→	22)	19	↘
10)	20	→	23)	19	↘
11)	16	↘	24)	19	↘
12)	14	↘	25)	18	↘
13)	16	↘			

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες, διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχεία βρέθηκε έμμεσα η μονοαξονική αντοχή του δείγματος 8 (Πίνακας 4-35) και του αργιλούχου ψαμμίτη της Θέσης 8 (Πίνακας 4-36) από το νομόγραμμα του κατασκευαστή.

Πίνακας 4-35: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 8 (κροκαλοπαγές)

Θέση 7					
Κροκαλοπαγές (Δείγμα 8)					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	M.O	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	M.O. (MPa)
18	→	18	24	12,8	20,99
19	→	19		14	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
20	↘	23,3		19,8	
20	→	20		15,2	
20	↘	23,3		19,8	
21	↘	24,4		20,9	
22	↓	26,4		23,3	
22	↘	25		21,5	
22	↓	26,4		23,3	
22	↓	26,4		23,3	

25	↓	29,4		27,2
26	↘	29,4		27,2
27	↘	30		28

Πίνακας 4-36: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στον αργιλούχο ψαμμίτη της Θέσης 7

Θέση 7					
Αργιλούχος Ψαμμίτης					
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	Μ.Ο.	Μονοαξονική αντοχή (MPa)	Μ.Ο. (MPa)
16	→	16	21,92	10,2	17,73
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
18	↘	22,2		18	
19	→	19		14	
19	→	19		14	
19	↘	23,05		19,3	
19	→	19		14	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
19	↘	23,05		19,3	
20	→	20		15,2	
22	↘	25		21,5	
24	→	24		20	
24	↓	28,05		25,8	

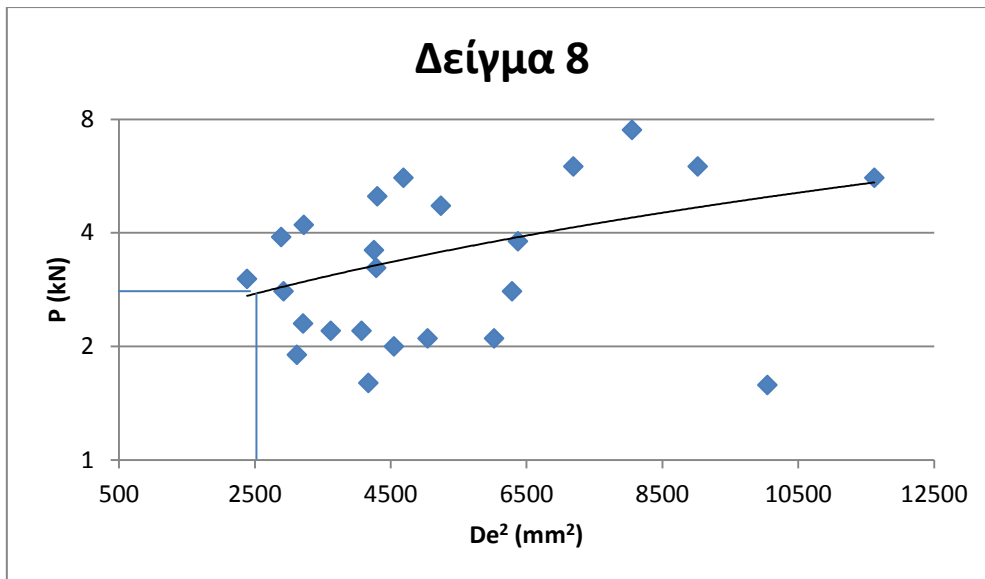
Το Δείγμα 8 με SHV=24 , και ο αργιλούχος ψαμμίτης με SHV=21,92, ανήκουν στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη του Δείγματος 8 υπολογίσθηκε στα 20,99 MPa , και του αργιλούχου ψαμμίτη στα 17,73 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα . Στον Πίνακα 4-37 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 8 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίσθηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι.

Τέλος, υπολογίσθηκε το $I_{s(50)}$ με βάση τον τύπο $I_{s(50)} = F \cdot I_s$, καθώς και από το διάγραμμα $\text{Log}P - De^2$.

Πίνακας 4-37: Αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 8

Δείγμα 8							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De^2 (mm ²)	I_s (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	M.O. $I_{s(50)}$ (MPa)	$I_{s(50)}$ από διάγραμμα (MPa)
85,04	107,28	5,6	11621,77	0,48	0,68	0,58	1,17
105,98	59,65	7,5	8053,13	0,93	1,21		
89,03	63,39	6	7189,31	0,83	1,06		
65,38	34,67	3,9	2887,55	1,35	1,40		
60,16	42,03	4,2	3221,05	1,30	1,38		
65,78	37,22	1,9	3118,89	0,61	0,64		
70,39	46,52	1,6	4171,39	0,38	0,43		
62,41	45,51	2,2	3618,19	0,61	0,66		
112,21	63,11	6	9021,11	0,67	0,89		
60,09	56,21	5	4302,75	1,16	1,31		
105,34	44,88	2,1	6022,50	0,35	0,42		
67,56	37,3	2,3	3210,18	0,72	0,76		
104,2	35,32	5,6	4688,34	1,19	1,38		
51,25	36,52	3,02	2384,27	1,27	1,25		
80,86	41,62	3,23	4287,12	0,75	0,85		
99,02	50,53	3,8	6373,86	0,60	0,74		
82,44	49,89	4,72	5239,40	0,90	1,06		
82,35	40,55	3,6	4253,88	0,85	0,95		
69,24	51,56	2	4547,79	0,44	0,50		
47,39	48,42	2,8	2923,09	0,96	0,99		
80,05	98,52	1,58	10046,53	0,16	0,22		
92,3	53,47	2,8	6286,98	0,45	0,55		
62,11	51,45	2,2	4070,78	0,54	0,60		
69,12	57,28	2,1	5043,56	0,42	0,49		



Διάγραμμα 4-15: Διάγραμμα $\text{Log}P\text{-}De^2$ για τον υπολογισμό του $I_{s(50)}$ του Δείγματος 8

Η τιμή $I_{s(50)} = 1,1732 \text{ MPa}$ κατατάσσει το Δείγμα 8 στην κατηγορία της Χαμηλής αντοχής (Bieniawski, 1975)

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 8 (Εικόνα 4-31), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας Id_2 όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-38.

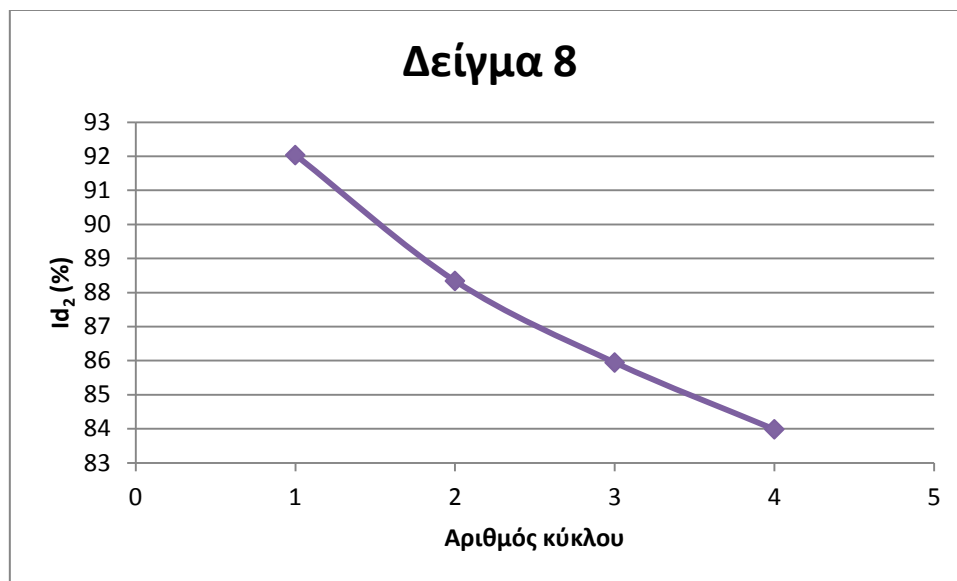
Πίνακας 4-38: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 8

Δείγμα 8				
Αριθμός κύκλου	A	C	D	Id_2 (%)
1	2335,3	2289,4	1759	92,03
2	2335,3	2268,1	1759	88,34
3	2335,3	2254,3	1759	85,94
4	2335,3	2243	1759	83,98



Εικόνα 4-31: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 8 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-16) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη I_{d2} , συναρτήσει της αύξησης των κύκλων της δοκιμής.

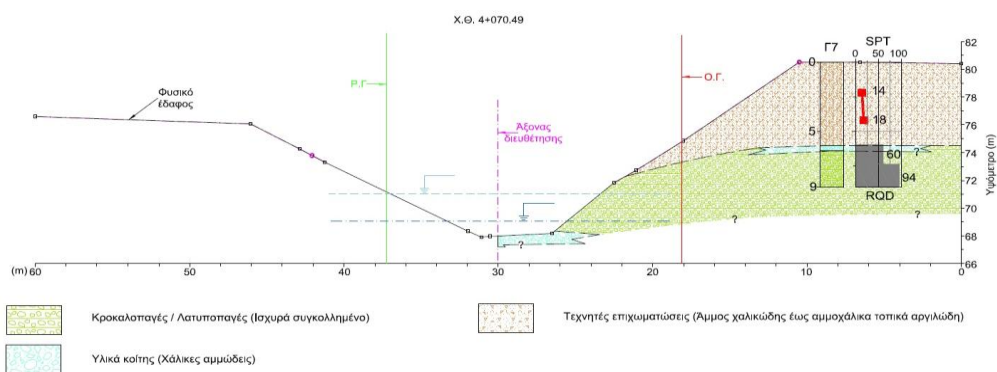


Διάγραμμα 4-16: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 8

Με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας, το I_{d2} του Δείγματος 8 υπολογίσθηκε ίσο με 83,98 %. Συνεπώς, σύμφωνα με τον Gamble (1971), το Δείγμα 8 ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Μέτριας ανθεκτικότητας ως προς τη διάβρωση. Επιπλέον, παρουσιάστηκε μια μικρή πτώση ίση με 8,75% στην τιμή του I_{d2} μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου της δοκιμής.

4.8 Θέση 8 (Χ.Θ. 4+070,49)

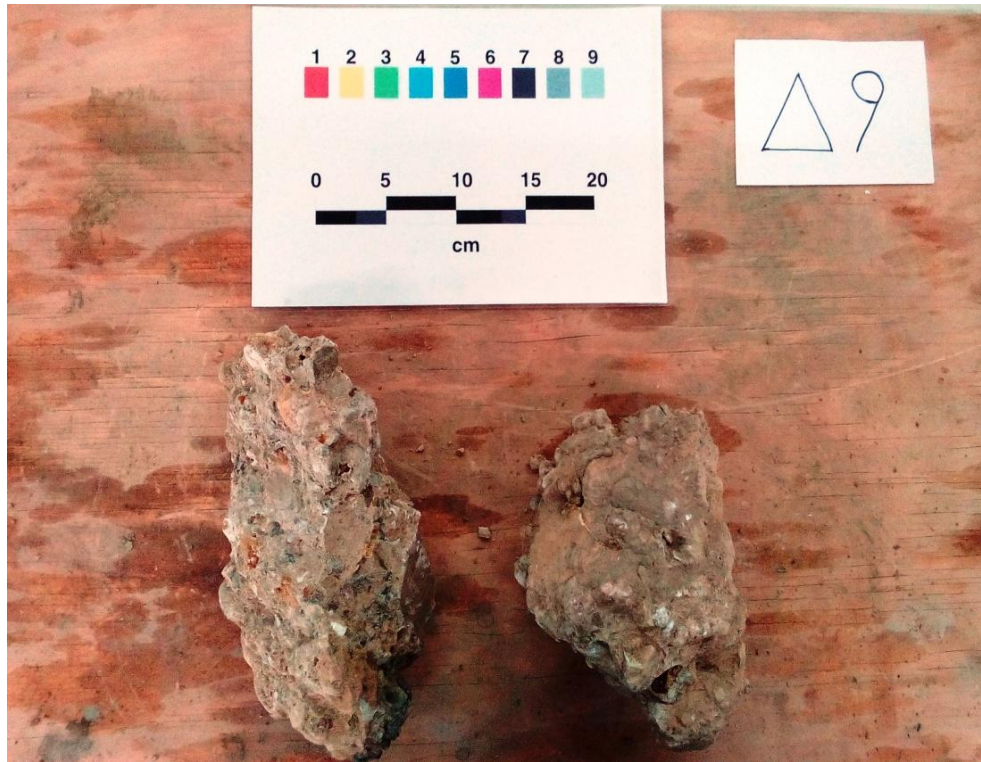
Η Θέση 8 (Χ.Θ. 4+070,49), αντιστοιχεί με τη θέση της γεώτρησης Γ7 της Γεωτεχνικής μελέτης της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Στη συγκεκριμένη θέση, όπως φαίνεται και από το προφίλ της γεώτρησης, απαντώνται τεχνητές επιχωματώσεις, και συγκεκριμένα άμμος πολύ χαλικώδης, με ιλύ έως αμμοχάλικα, με διάφορα ποσοστά αργιλοϊλίου ανοιχτού καστανού έως υπόλευκου χρώματος, με χάλικες ασβεστιτικής προέλευσης κυμαινόμενων διαμέτρων καθώς και θραύσματα οικοδομικών υλικών. Επιπλέον, παρατηρείται μια μικρή στρώση υλικών κοίτης αποτελούμενη από χάλικες ασβεστολιθικής, ψαμμιτικής και σχιστολιθικής προέλευσης. Τέλος, απαντάται ψαμμιτική μάργα με παρεμβολές ισχυρά συγκολλημένου κροκαλοπαγούς. Τα δείγματα που λήφθηκαν ήταν κροκαλοπαγή, και αναφέρονται ως Δείγμα 9 (Εικόνα 4-34). Στην Εικόνα 4-33 παρουσιάζεται το απόσπασμα του φύλλου του μητρώου γεώτρησης της συγκεκριμένης περιοχής. (Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, 2014)



Εικόνα 4-32: Γεωλογική τομή στη θέση γεώτρησης Γ7, σύμφωνα με τη Γεωτεχνική Μελέτη της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)

ΕΛΔΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. ΕΡΓΟ:			ΣΥΝΤΕΛΕΜΕΝΟΣ			ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ			ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (m):			ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ:			ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ			ΣΤΟΙΧ. ΔΙΑΤΡΗΣΕΩΣ															
Υπερδρόν 8, 109 58, 467m Τηλ: 2102222000, fax: 2102241607 e-mail: admin@eldfos.gr			Ν°: 476830.2 Υ# 4197862.9			ΑΡΧΗ: 28/11/2013 ΠΕΡΑΣ: 20/11/2013			ΤΑΣΟΣ ΚΡΑΜΠΟΚΟΥΚΗΣ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΓΕΩΛΟΓΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΙΝΤΣΗΣ			"ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΙΚΡΟΔΑΦΝΗ (από Ακρωτήριο Βουλιαγμένης έως εκβολή)"			ΜΗΤΡΩΟ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ Γ7			ΠΕΖΟΜΕΤΡΟ (m): - -			ΑΝΤΩΝ ΗΜΕΛΑΚΗΣ ΦΟΡΤΗΝ R ₁₀₀ (MPa)			ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ									
BAΘΟΣ	BAΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	9	8	7	6	ΦΑΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ		8	9	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Φ. ΥΓΡΑΣΙΑΣ		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
							ΣΗΜΕΙΟ	ΥΠΟ			ΠΡΟΣΤΙΤΗ ΛΟΓΟΣ ΚΕΝΩΝ	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ																			ΠΟΣ. ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ %	ΕΑ. ΒΑΡΟΣ ΣΤΡΕΦΩΝ	ΑΝΕΜΩΣΙΜΗ ΘΥΡΗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0,00-1,00	φ	ΑΜΜΟΣ, πολύ γυαλιστερή με άμμο έως ΑΜΜΟΚΟΚΚΙΑ με άμμο, με λίγα κλάσματα. Στεγνό συνολικό, γυαλιστός μετρίως πυκνότητας, έργο με γρήγορο πομπής δομέτρου, γυαλιστός, αερικής πράκτασης και βρωμιόμοτα υποδομημάτων υδατών (Τύπος 1 επιρροή).																														
2	1,00-2,00	φ																															
3	2,00-2,45 2,45-3,00	SP φ				SC																											
4	3,00-4,00	φ																															
5	4,00-4,45 4,45-5,00	SP φ				GC																											
6	5,00-6,00	φ				GC																											
7	6,00-7,40	Υ	ΧΑΛΚΕΣ, μέση, στεγνωθεί, αερικής, υπερμεγέθους, συσταλτικής, πράκτασης (1 έως 2 cm).																														
8	7,40-9,00	Υ	ΜΑΡΤΑ, κομμάτι με παραβόλας (ΡΕΟΛΟΓΟ-ΨΗΦΙΔΟΠΛΑΤΩΣ), ανοχολόγητο έως υποπύκνωτο χρωματιστό, μέτρα έως λεπτό κερματιστό, λεπτό έως μέτριο έως 0,8 mm, 10 προσκαταμητές κερματιστά από 0,4-7,0 mm 0,5-0,8 mm, μέτρα έως 0,8 mm κερματιστά.																														
9																																	

Εικόνα 4-33: Απόσπασμα από φύλλο μητρώου της γεώτρησης Γ7 της Έδαφος Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ (2014)



Εικόνα 4-34: Δείγμα κροκαλοπαγούς από τη θέση 8 (Δείγμα 9)

Στη Θέση 8 πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη σφύρα Schmidt στο σχηματισμό των κροκαλοπαγών (Δείγμα 9). Οι τιμές που μετρήθηκαν μαζί με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-39.

Πίνακας 4-39: Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων σφύρας Schmidt στο Δείγμα 9

Θέση 8					
Κροκαλοπαγές (Δείγμα 9)					
1)	17	↘	13)	22	↘
2)	15	↘	14)	11	→
3)	12	↘	15)	16	→
4)	17	→	16)	19	→
5)	10	↘	17)	15	↓
6)	15	→	18)	18	↓
7)	13	→	19)	26	↘
8)	10	↘	20)	26	↘
9)	11	↘	21)	18	↓
10)	10	↘	22)	19	↓
11)	13	↘	23)	37	→
12)	14	↘	24)	41	→

Από τις παραπάνω τιμές, αφαιρέθηκαν οι δέκα χαμηλότερες , διορθώθηκαν οι εναπομείναντες με βάση το διάγραμμα κανονικοποίησης των τιμών αναπήδησης (ISRM, 2009) και αν συνεχία βρέθηκε έμμεσα η Μονοαξονική αντοχή του δείγματος από το νομόγραμμα του κατασκευαστή (Πίνακας 4-40).

Πίνακας 4-40: Οι αποδεκτές και διορθωμένες τιμές των μετρήσεων με τη σφύρα Schmidt, καθώς και η έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, στο Δείγμα 9

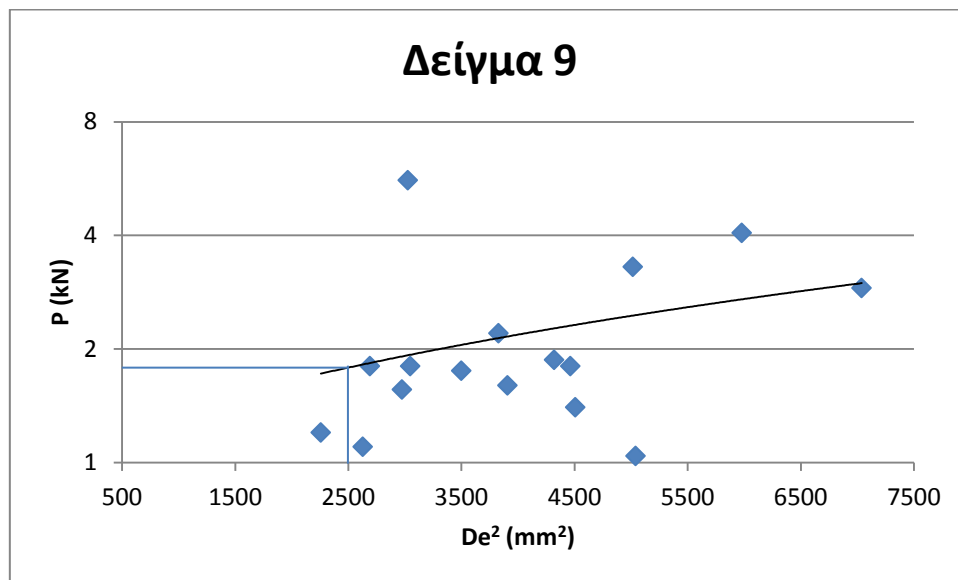
Αποδεκτές τιμές		Διορθωμένες τιμές κατά ISRM	Μ.Ο.	Μονοαξονική Αντοχή (MPa)	Μ.Ο. (MPa)
15	→ _i	15	24,15	9	20,72
15	↓	20		15,2	
16	→ _i	16		10,2	
17	↘	20,08		16	
17	→ _i	17		11,5	
18	↓	22,7		18,8	
18	↓	22,7		18,8	
19	→ _i	19		14	
19	↓	23,8		19,9	
22	↘	25		21,5	
26	↘	29,4		27,2	
26	↘	29,4		27,2	
37	→ _i	37		37,6	
41	→ _i	41		43,2	

Το Δείγμα 9, με μέσο όρο τιμών SHV=24,15 , εντάσσεται στην κατηγορία των πετρωμάτων με μέτρια σκληρότητα (Κούκης & Σαμπατακάκης, 2002). Η αντοχή του σε μονοαξονική θλίψη υπολογίσθηκε στα 20,72 MPa.

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε σημειακή φόρτιση πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες δοκιμές σε ακανόνιστα δείγματα. Στον Πίνακα 4-41 παρουσιάζονται οι τιμές ύψους-πλάτους κάθε δοκιμίου από το Δείγμα 9 που έσπασε με αποδεκτό τρόπο, καθώς και τα kN που χρειάστηκαν για να σπάσει αυτό. Επιπλέον για κάθε δοκίμιο υπολογίσθηκαν τα De^2 και Is όπως παρουσιάστηκε στο θεωρητικό κομμάτι. Τέλος, υπολογίσθηκε το $Is_{(50)}$ με βάση τον τύπο $Is_{(50)} = F \cdot Is$, καθώς και από το διάγραμμα $LogP - De^2$.

Πίνακας 4-41: Τα αποτελέσματα της δοκιμής σημειακής φόρτισης στο Δείγμα 9

Δείγμα 9							
Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	P (kN)	De ² (mm ²)	Is (MPa)	Is ₍₅₀₎ (MPa)	M.O. Is ₍₅₀₎ (MPa)	Is ₍₅₀₎ από διάγραμμα (MPa)
93,38	50,26	4,06	5978,70	0,68	4,28	3,25	0,73
50,24	42,05	1,8	2691,20	0,67	2,94		
83,54	42,35	1,4	4506,90	0,31	1,72		
48,84	48,64	5,6	3026,21	1,85	8,58		
51,26	46,67	1,8	3047,52	0,59	2,75		
80,73	48,77	3,3	5015,54	0,66	3,83		
63,13	47,6	2,2	3828,01	0,57	2,96		
52,48	39,31	1,1	2628,01	0,42	1,82		
71,95	76,79	2,9	7038,27	0,41	2,79		
78,79	43,04	1,87	4319,90	0,43	2,36		
49,6	55,38	1,75	3499,17	0,50	2,48		
59,84	39,02	1,56	2974,47	0,52	2,41		
61,26	50,07	1,6	3907,37	0,41	2,13		
86,18	45,91	1,04	5040,16	0,21	1,20		
68,91	25,71	1,2	2256,91	0,53	2,16		
72,27	48,48	1,8	4463,25	0,40	2,23		



Διάγραμμα 4-17: Διάγραμμα LogP-De² για τον υπολογισμό του Is₍₅₀₎ του Δείγματος 9

Η τιμή Is₍₅₀₎ = 0,73 MPa κατατάσσει το Δείγμα 9 στην κατηγορία Πολύ χαμηλής αντοχής σύμφωνα με τον Bieniawski (1975).

Από τη δοκιμή Διαβρωσιμότητας που πραγματοποιήθηκε στο Δείγμα 9 (Εικόνα 4-35), βρέθηκαν οι συντελεστές A,C,D και ο δείκτης διαβρωσιμότητας I_{d2} όπως αναφέρεται στη θεωρία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-42.

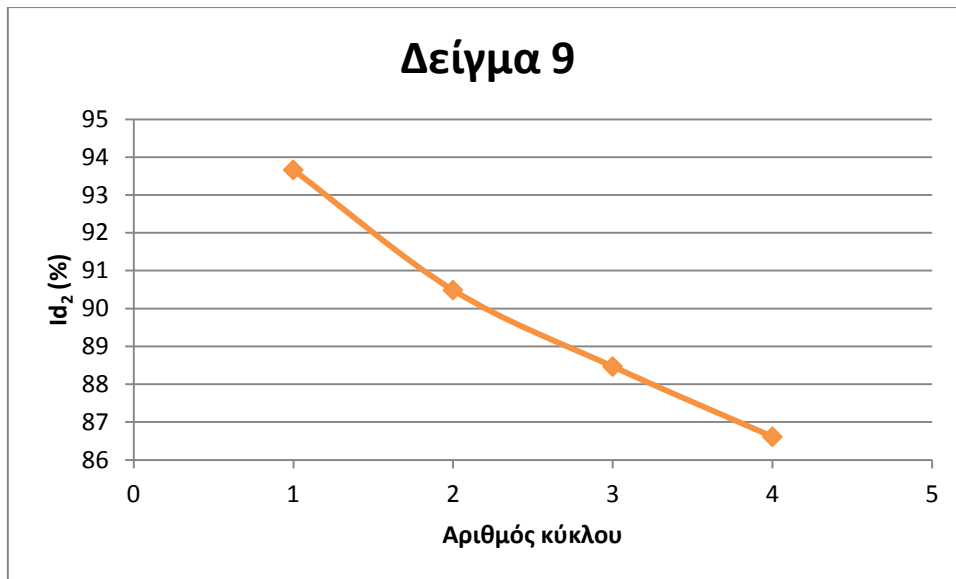
Πίνακας 4-42: Αποτελέσματα δοκιμής Διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 9

Δείγμα 9				
Αριθμός κύκλου	A (g)	C (g)	D (g)	I_{d2} (%)
1	2280	2245,5	1735,5	93,66
2	2280	2228,2	1735,5	90,49
3	2280	2217,2	1735,5	88,47
4	2280	2207,1	1735,5	86,61



Εικόνα 4-35: διαμορφωμένα δοκίμια του Δείγματος 9 για τη δοκιμή διαβρωσιμότητας

Επιπλέον, στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4-18) απεικονίζεται η πορεία του δείκτη I_{d2} , συναρτήσει των κύκλων της δοκιμής.



Διάγραμμα 4-18: Δείκτης χαλάρωσης συναρτήσει του αριθμού κύκλου της δοκιμής διαβρωσιμότητας στο Δείγμα 9

Με το πέρας της δοκιμής διαβρωσιμότητας, υπολογίσθηκε το $Id_2=86,61\%$ για το Δείγμα 9. Συνεπώς, το συγκεκριμένο δείγμα ανήκει στην κατηγορία των πετρωμάτων Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας στη διάβρωση. Επιπροσθέτως, το συγκεκριμένο δείγμα εμφάνισε 7,52% πτώση μεταξύ του Id_2 στον πρώτο και στον τελευταίο κύκλο της δοκιμής.

4.9 Συμβολή των ημιβραχιδών σχηματισμών στην ευστάθεια των πρανών

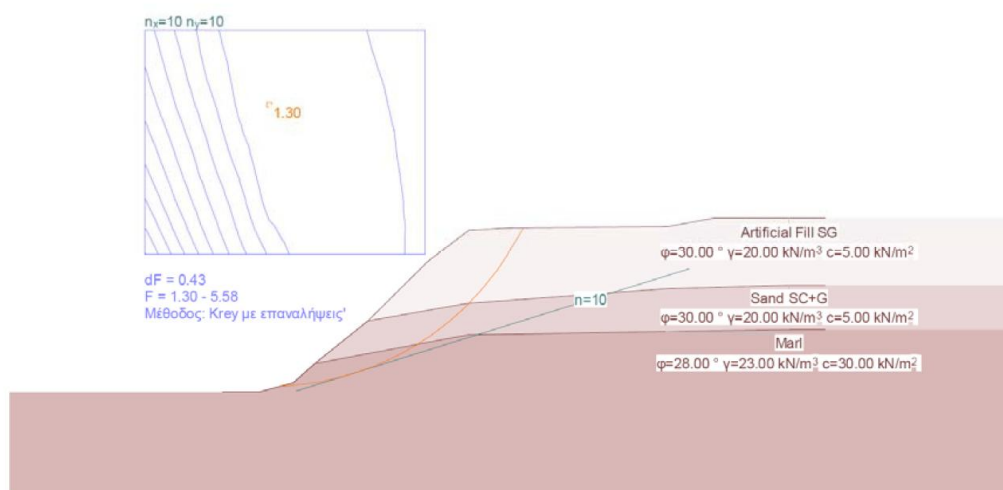
Η συνεχής ροή που παρουσιάζει το ρέμα της Πικροδάφνης σε όλη τη διάρκεια του έτους, σε συνδυασμό με τα καιρικά φαινόμενα και τις φορτίσεις που δέχεται από τις ανθρωπογενείς αποθέσεις και τις κατασκευές που υπάρχουν κατά μήκος του σε πολλές θέσεις, καθιστούν αναγκαίο τον έλεγχο ευστάθειας των πρανών του.

Στην Εργασία Αξιολόγησης Πρότασης Οριοθέτησης-Διευθέτησης του Ρέματος της Πικροδάφνης (Λουπασάκης, 2016) πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις ευστάθειας σε διάφορες θέσεις κατά μήκος του ρέματος, εκ των οποίων οι τέσσερις ταυτίζονται με τις θέσεις δειγματοληψίας της συγκεκριμένης εργασίας και συγκεκριμένα τις θέσεις στις οποίες τα δείγματα εμφάνισαν τις χαμηλότερες τιμές στο δείκτη διαβρωσιμότητας, τις θέσεις 2 ,4, 5 και 6. Οι συγκεκριμένες αναλύσεις

παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο και αναδεικνύουν την ικανότητα των ημιβραχωδών σχηματισμών να εξασφαλίζουν την ευστάθεια των πρηνών.

4.9.1 Τμήμα 2+401- 2+ 470

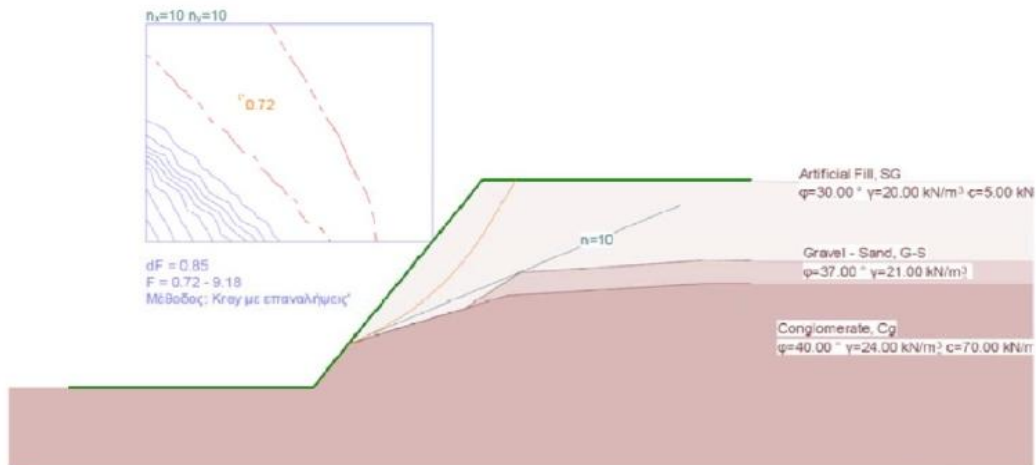
Σύμφωνα με την ανάλυση ευστάθειας στο συγκεκριμένο τμήμα (Λουπασάκης, 2016), ο κύκλος ολίσθησης που διέρχεται από τη βάση του πρηνούς τέμνοντας το σύνολο των σχηματισμών δίνει επαρκή συντελεστή ασφαλείας 1,3 (Εικόνα 4-36). Συνεπώς, ολίσθηση είναι πιθανό να εκδηλωθεί μόνο στην επιφάνεια των ανθρωπογενών αποθέσεων, και όχι στη βάση του πρηνούς. Εντός των ορίων του συγκεκριμένου τμήματος εντάσσεται και η Θέση δειγματοληψίας 2.



Εικόνα 4-36: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρηνούς με την επιφάνεια αστοχίας ποδός να διέρχεται από τη βάση του πρηνούς (2+401- 2+470) (Λουπασάκης, 2016)

4.9.2 Τμήμα 3+011,00 – 3+075,77

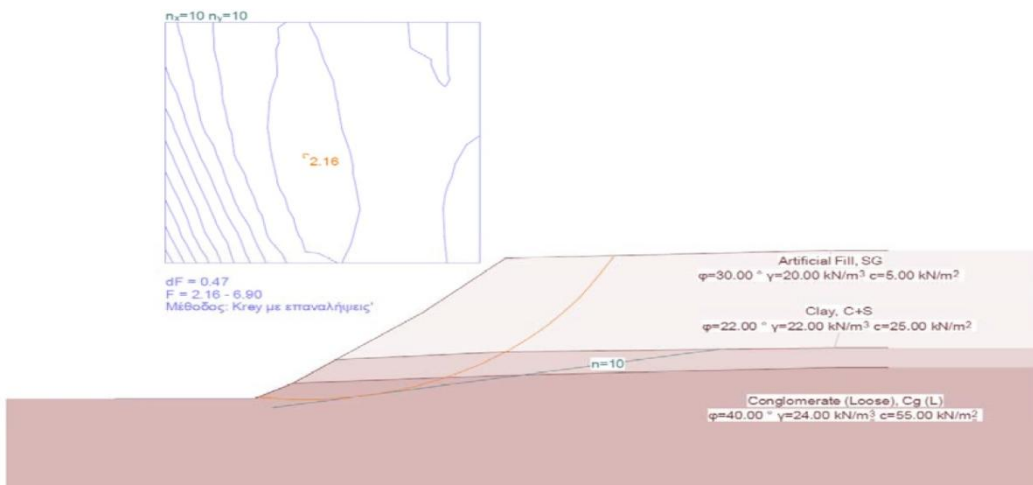
Σύμφωνα με την ανάλυση ευστάθειας στο συγκεκριμένο τμήμα (Λουπασάκης, 2016), ο βραχώδης σχηματισμός δεν τέμνεται από την πιθανή επιφάνεια αστοχίας. Πιθανότητα εκδήλωσης περιστροφικής αστοχίας εμφανίζει μόνο η στρώση των ανθρωπογενών αποθέσεων, με συντελεστή ασφαλείας 0,72 (Εικόνα 4-37). Το συγκεκριμένο τμήμα εμφανίζει δομή ίδια με τη Θέση δειγματοληψίας 4.



Εικόνα 4-37: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς με την επιφάνεια αστοχίας(3+011,00 – 3+0,75,77) (Λουπασάκης, 2016)

4.9.3 Τμήμα 3+547,6 -3+607,81

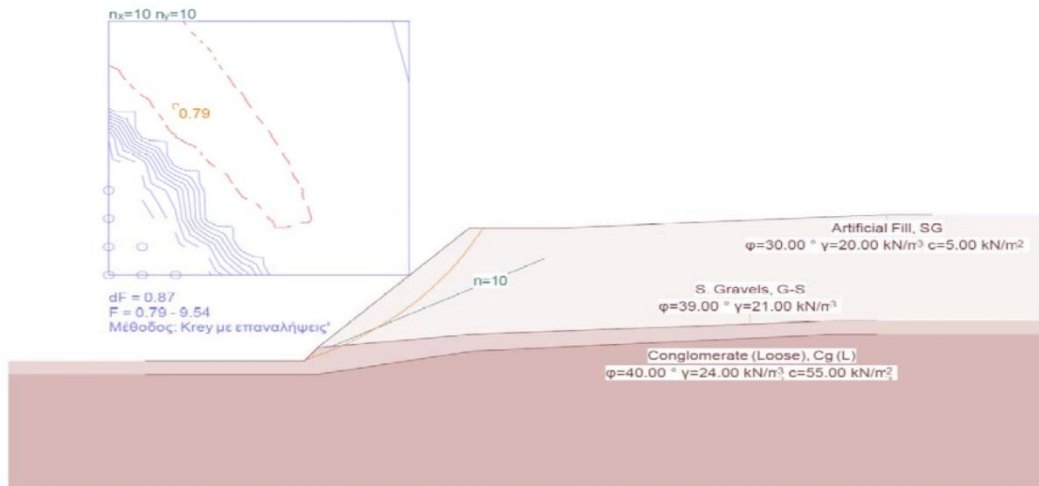
Από με την ανάλυση ευστάθειας στο συγκεκριμένο τμήμα (Λουπασάκης, 2016), προέκυψε πως η πιθανότητα εκδήλωσης αστοχίας ποδός είναι ανύπαρκτη καθώς ο συντελεστής ασφαλείας βρέθηκε στην τιμή 2,16 (Εικόνα 4-38). Η δομή του συγκεκριμένου τμήματος αντιστοιχεί με αυτή της Θέσης δειγματοληψίας 6.



Εικόνα 4-38: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς (3+547,63 – 3+607,81) με τη δυσμενέστερη δυνατή επιφάνεια αστοχίας(Λουπασάκης, 2016)

4.9.4 Τμήμα 3+754,11 – 3+822,85

Σύμφωνα με την ανάλυση ευστάθειας στο συγκεκριμένο τμήμα (Λουπασάκης, 2016), εμφανίζεται δυνατότητα εκδήλωσης αστοχίας ποδός, καθώς ο συντελεστής ασφαλείας βρέθηκε ίσος με 0,79 (Εικόνα 4-39). Ίδια χαρακτηριστικά με τη δομή του συγκεκριμένου τμήματος εμφανίζει η Θέση δειγματοληψίας 5.



Εικόνα 4-39: Εικόνα γεωτεχνικού προσομοιώματος του φυσικού πρανούς (3+754,11 – 3+822,85) με τη δυσμενέστερη δυνατή επιφάνεια αστοχίας ποδός(Λουπασάκης, 2016)

5 Ταξινομήσεις γεωυλικών κοίτης ρέματος-Συσχετίσεις γεωτεχνικών χαρακτηριστικών

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές, και τις αναλύσεις ευστάθειας, τα δείγματα ταξινομήθηκαν ως προς την ανθεκτικότητα και τη διαβρωσιμότητά τους, ενώ έγινε και προσπάθεια συσχέτισης μεταξύ των τιμών των φυσικοχημικών παραμέτρων. Συγκεκριμένα, συσχετίστηκε η διαβρωσιμότητα με τη δοκιμή σημειακής φόρτισης, με τη σκληρομέτρηση από σφύρα Schmidt, την έμμεσα υπολογισμένη μονοαξονική αντοχή, και την ευστάθεια των πρανών. Επιπλέον, συσχετίστηκαν η μονοαξονική αντοχή με τη δοκιμή σημειακής φόρτισης, η δοκιμή σκληρομέτρησης με τη δοκιμή σημειακής φόρτισης, καθώς και η δοκιμή διαβρωσιμότητας με την επί τοις εκατό πτώση του δείκτη διαβρωσιμότητας, μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου της δοκιμής.

5.1 Βιβλιογραφικές Συσχετίσεις

Στο παρελθόν έχουν γίνει προσπάθειες από αρκετούς ερευνητές για τη συσχέτιση του βαθμού διαβρωσιμότητας πετρωμάτων με τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά τους. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο στοχεύει στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει από τρεις μελέτες.

Στη μελέτη «Διερεύνηση της ορυκτολογικής σύστασης, δομής και διαβρωσιμότητας πετρωμάτων της κατηγορίας των σκληρών εδαφών-μαλακών βράχων και συσχέτιση με την τεχνικογεωλογική συμπεριφορά τους» (Ηλία & Ρόζος, 2008), πραγματοποιήθηκε δηγματοληψία σε θέσεις των νομών Αχαΐας, Εύβοιας και Κορινθίας, σε νεογενείς σχηματισμούς, και συγκεκριμένα από ορίζοντες με λεπτομερείς φάσεις. Στη συγκεκριμένη μελέτη, εκτός των δοκιμών Διαβρωσιμότητας και Σημειακής Φόρτισης, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση με Περιθλασιμετρία Ακτίνων- Χ (XRD) και με Διαφορική Θερμική Ανάλυση (DTA), Ανάλυση σε Οπτικό Μικροσκόπιο, Κοκκομετρικές Αναλύσεις και Προσδιορισμός των Ορίων Attenberg. Έτσι, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα :

- Καλή συσχέτιση μεταξύ του Δείκτη Διαβρωσιμότητας (Id_2) και της περιεκτικότητας σε Ανθρακικά (%), και συγκεκριμένα της τάξεως του 0,81

για υλικά χαμηλής πλαστικότητας, και 0,51 για υλικά μέσης πλαστικότητας. Έτσι, παρατηρήθηκε πως όσο αυξάνει η περιεκτικότητα του δείγματος σε ανθρακικά, αυξάνεται ο δείκτης διαβρωσιμότητας, δηλαδή και η ανθεκτικότητα του πετρώματος στις κλιματικές μεταβολές.

- Καλή συσχέτιση μεταξύ της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη (MPa) και της περιεκτικότητας σε Ανθρακικά (%) ($r=0,86$). Αντίστοιχα με παραπάνω, η αντοχή εμφάνισε αύξηση με την αύξηση στην περιεκτικότητα των ανθρακικών. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε τόσο στα δείγματα χαμηλής όσο και στα μέσης πλαστικότητας.

Στη μελέτη « A correlation between P-wave velocity, impact strength index, slake durability index and uniaxial compressive strength” (Sharma & Singh, 2007) , σε ένα δείγμα ηφαιστειακού πετρώματος, τρία ιζηματογενή και ένα μεταμορφωμένο, πραγματοποιήθηκε δοκιμή σφύρας Schmidt, από την οποία προσδιορίστηκε έμμεσα η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη, και δοκιμή Διαβρωσιμότητας . Οι δοκιμές αυτές συσχετίστηκαν με την ταχύτητα των P-κυμάτων . Από αυτό προέκυψε πως :

- Η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη, και η δοκιμή διαβρωσιμότητας παρουσιάζουν μια γραμμική σχέση με την ταχύτητα των P- κυμάτων ($r=0,9$, και $r=0,78$ αντίστοιχα) , και έτσι βρέθηκαν τρεις εμπειρικές εξισώσεις που συσχετίζουν την ταχύτητα των P- κυμάτων με την κάθε μια από τις παραπάνω δοκιμές.

Τέλος, στη μελέτη «Correlation between slake durability and rock properties for some carbonate rocks» (Yagiz, 2011) συσχετίζεται ο δείκτης διαβρωσιμότητας με την μονοαξονική αντοχή και τη σκληρότητα κατά Schmidt σε ανθρακικά δείγματα (ασβεστολίθου και τραβερτίνη) από τη νοτιοδυτική Τουρκία. Προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Η συσχέτιση μεταξύ της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη και του δείκτη διαβρωσιμότητας είναι καλή ($r=0,94$), καθώς και της σκληρότητας κατά

Schmidt σε σχέση με το δείκτη διαβρωσιμότητας ($r=0,89$). Και στις δύο περιπτώσεις, με την αύξηση του δείκτη διαβρωσιμότητας, παρατηρείται και αύξηση της μονοαξονικής θλίψης αλλά και της σκληρότητας κατά Schmidt.

- Η συσχέτιση του δείκτη διαβρωσιμότητας με την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη, για τέσσερεις κύκλους δοκιμής είχε καλύτερα αποτελέσματα ($r=0,94$) σε σχέση με την αντίστοιχη συσχέτιση στους δύο κύκλους δοκιμής ($r=0,93$).

5.2 Ταξινομήσεις γεωυλικών κοίτης ρέματος

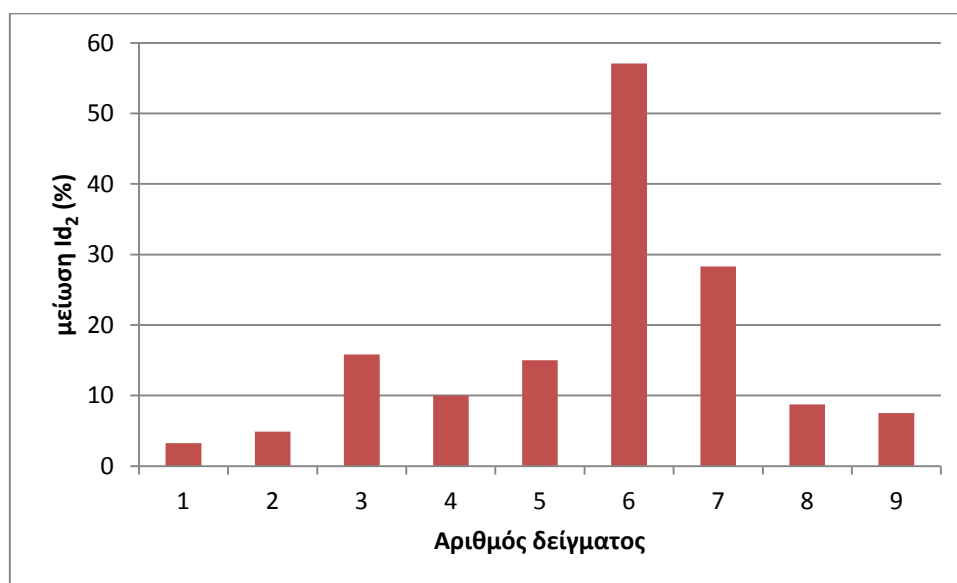
Από τις τιμές του Id_2 που προέκυψαν από τη δοκιμή διαβρωσιμότητας σε κάθε δείγμα, σύμφωνα με τον Gamble (Gamble, 1971), προκύπτει η εξής ταξινόμηση ως προς την ανθεκτικότητα των δειγμάτων στη διάβρωση (Πίνακας 5-1):

Πίνακας 5-1: Ταξινόμηση των πετρωμάτων με βάση το δείκτη διαβρωσιμότητας (Gamble, 1971)

Δείγμα	Id_2 (%)	Περιγραφή Πετρώματος
1	94,31	Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας
2	90,84	Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας
3	74,65	Μέτριας ανθεκτικότητας
4	83,18	Μέτριας ανθεκτικότητας
5	74,86	Μέτριας ανθεκτικότητας
6	30,88	Χαμηλής ανθεκτικότητας
7	42,76	Χαμηλής ανθεκτικότητας
8	83,98	Μέτριας ανθεκτικότητας
9	86,61	Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας

Παρατηρείται πως τα δείγματα 1,2,9 ανήκουν στην κατηγορία Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας, τα δείγματα 3,4,5,8 στην κατηγορία Μέτριας ανθεκτικότητας, και τα δείγματα 6, 7 στην κατηγορία Χαμηλής ανθεκτικότητας.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 5-1) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για όλα τα δείγματα οι επί τις εκατό (%) μειώσεις των δεικτών διαβρωσιμότητας Id_2 μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου της δοκιμής. Παρατηρείται πως το Δείγμα 6 εμφανίζει τη μεγαλύτερη μείωση, και τα δείγματα 1 και 2 τις μικρότερες.



Διάγραμμα 5-1: συγκεντρωτική απεικόνιση επί τις εκατό μείωσης του Id₂ μεταξύ πρώτου και τελευταίου κύκλου δοκιμής

Από τις τιμές της σκληρομέτρησης που προέκυψαν από τη σφύρα Schmidt, σύμφωνα με τους Κούκη και Σαμπατακάκη(2002), τα δείγματα μπορούν να ταξινομηθούν με τον εξής τρόπο (Πίνακας 5-2) :

Πίνακας 5-2: Ταξινόμηση των δειγμάτων ως προς τη σκληρότητα με βάση τη μέτρηση σφύρας Schmidt

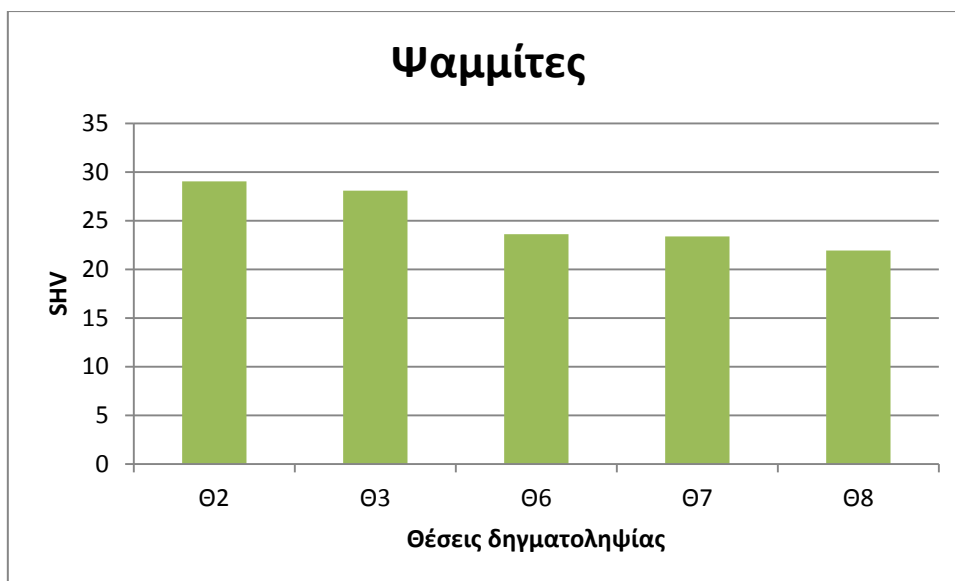
Δείγμα	SHV	Περιγραφή Πετρώματος
1	29,025	Μέτριο Πέτρωμα
2	35	Μέτριο Πέτρωμα
3	28,075	Μέτριο Πέτρωμα
4	30,28	Μέτριο Πέτρωμα
5	18,014	Μαλακό Πέτρωμα
6	23,614	Μέτριο Πέτρωμα
7	23,37	Μέτριο Πέτρωμα
8	24	Μέτριο Πέτρωμα
9	24,15	Μέτριο Πέτρωμα

Παρατηρείται πως το Δείγμα 5 ανήκει στην κατηγορία των μαλακών πετρωμάτων, ενώ όλα τα υπόλοιπα δείγματα ανήκουν στην κατηγορία των Μέτριων πετρωμάτων, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές της σκληρότητας με σφύρα Schmidt στο ύπαιθρο σε όλους τους σχηματισμούς κροκαλοπαγών (Διάγραμμα 5-2) και αργιλούχων ψαμμιτών (Διάγραμμα 5-3) στους οποίους πραγματοποιήθηκε η δοκιμή. Παρατηρείται πως οι μεγαλύτερες τιμές σκληρότητας στα κροκαλοπαγή εμφανίζονται στις Θέσεις 1 και 4, και η μικρότερη στη Θέση 5, ενώ στις Θέσεις 6-9 οι τιμές κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα. Στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη, οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στις Θέσεις 2 και 3, και στις Θέσεις 6-8 οι τιμές εμφανίζονται κοντινές. Σαν σύνολο οι τιμές των κροκαλοπαγών εμφανίζουν μεγαλύτερες αυξομειώσεις από τις τιμές των ψαμμιτών, και έτσι σαν μέσο όσο οι τιμές των ψαμμιτών είναι λίγο μεγαλύτερες από αυτές των κροκαλοπαγών (25,20, 25,07 αντίστοιχα).



Διάγραμμα 5-2: Συγκεντρωτική απεικόνιση των τιμών σκληρομέτρησης με σφύρα Schmidt στα δείγματα κροκαλοπαγών



Διάγραμμα 5-3: Συγκεντρωτική απεικόνιση των τιμών σκληρομέτρησης με σφύρα Schmidt στα δείγματα αργιλούχων ψαμμιτών

Από τις τιμές του δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{s(50)}$ για κάθε δείγμα, προκύπτει η εξής ταξινόμηση σύμφωνα με τον Bieniawski (1975) (Πίνακας 5-3):

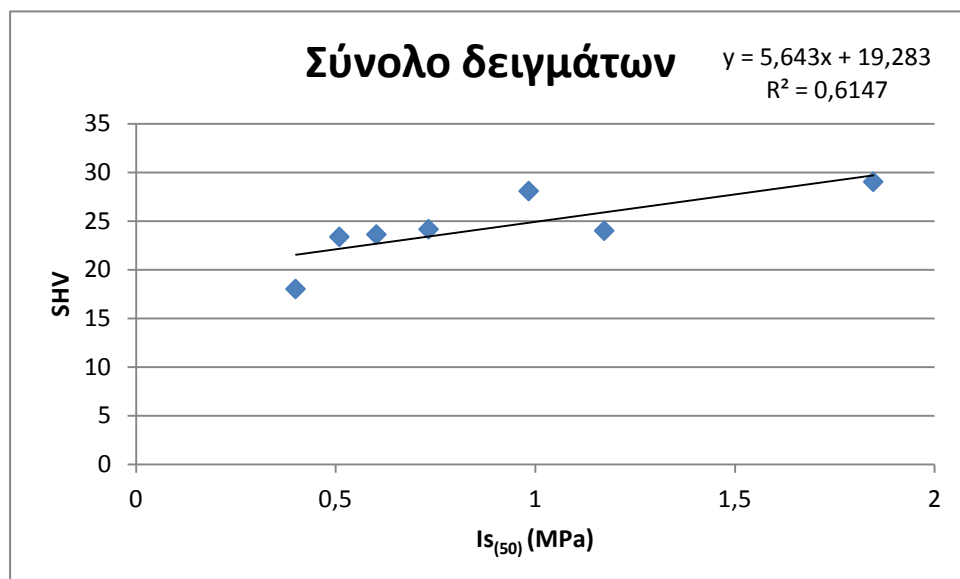
Πίνακας 5-3: Ταξινόμηση των δειγμάτων με βάση το δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{s(50)}$ (Bieniawski, 1975)

Δείγμα	$I_{s(50)}$ (MPa)	Χαρακτηρισμός
1	1,847	Χαμηλής Ανθεκτικότητας
2	0,6109	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
3	0,984	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
4	0,375	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
5	0,4	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
6	0,6026	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
7	0,5098	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας
8	1,1732	Χαμηλής Ανθεκτικότητας
9	0,7332	Πολύ Χαμηλής Ανθεκτικότητας

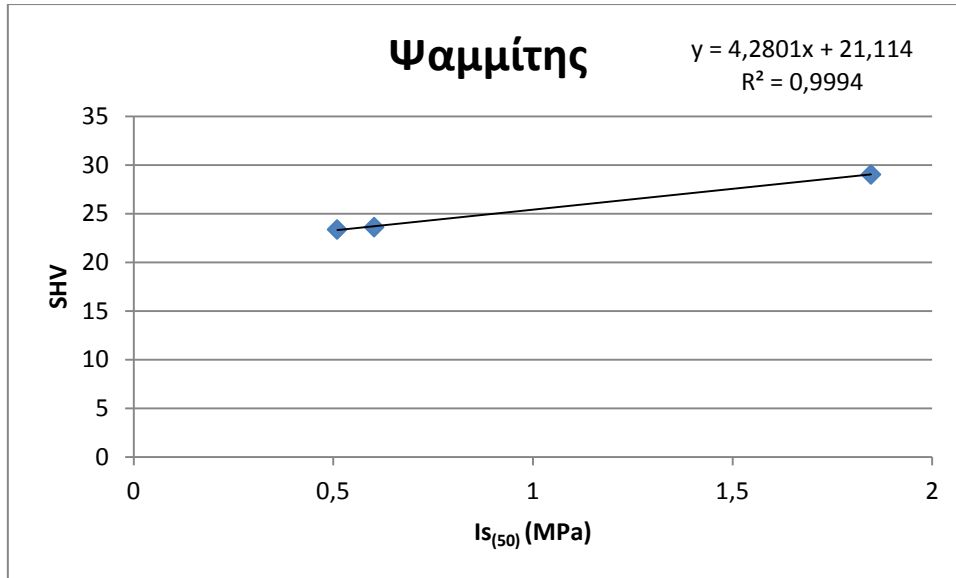
Σύμφωνα με τον Πίνακα 5-3, τα δείγματα 1 και 8 ανήκουν στην κατηγορία των πετρωμάτων Χαμηλής ανθεκτικότητας, και τα δείγματα 2,3,4,5,6,7 και 9 στην κατηγορία Πολύ χαμηλής ανθεκτικότητας.

5.3 Συσχετίσεις γεωτεχνικών χαρακτηριστικών

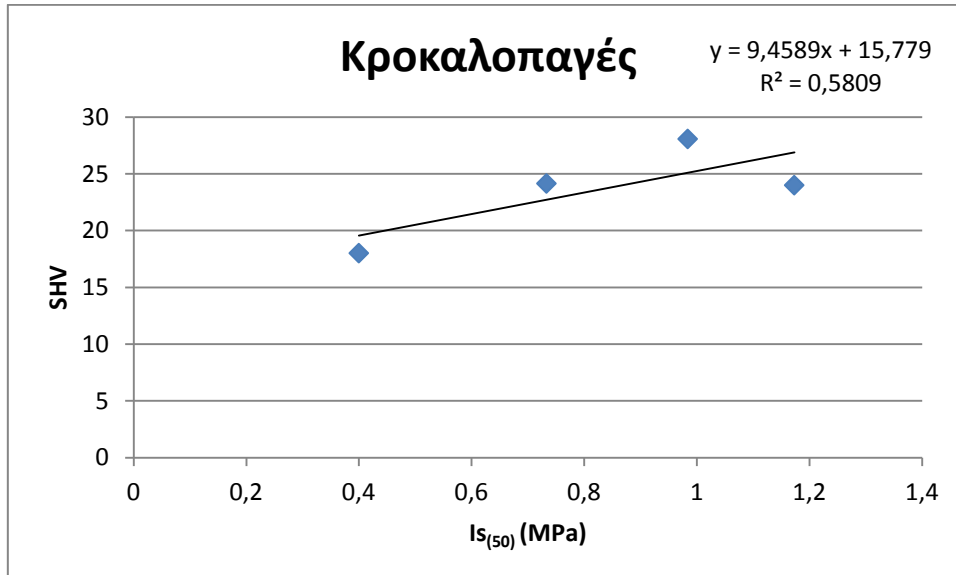
- Συγκρίνοντας τις τιμές SHV που προέκυψαν από τη δοκιμή σκληρότητας με τη σφύρα Schmidt (SHV) και τις αντίστοιχες του δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{S(50)}$ για όλα τα δείγματα, διαπιστώνεται καλή συσχέτιση μεταξύ τους, με $r=0,78$. (Διάγραμμα 5-4). Αντίστοιχα, για τα τρία δείγματα του ψαμμίτη (Δείγματα 1,6,7) (Διάγραμμα 5-5) προκύπτει σχεδόν πλήρης συσχέτιση ($r=0,99$) μεταξύ των παραπάνω αποτελεσμάτων (8-5), καθώς και για τα τέσσερα δείγματα κροκαλοπαγών με $SHV < 30$ (Δείγματα 3,5,8,9), όπου προκύπτει καλή συσχέτιση ($r=0,76$) (Διάγραμμα 5-6) . Συνεπώς, παρατηρείται πως για τα δείγματα με $SHV < 30$, όσο αυξάνονται οι τιμές που προκύπτουν από τη σκληρότητα, τόσο αυξάνονται και οι τιμές του $I_{S(50)}$.



Διάγραμμα 5-4 : Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ SHV και $I_{S(50)}$ για το σύνολο των δειγμάτων με $SHV < 30$

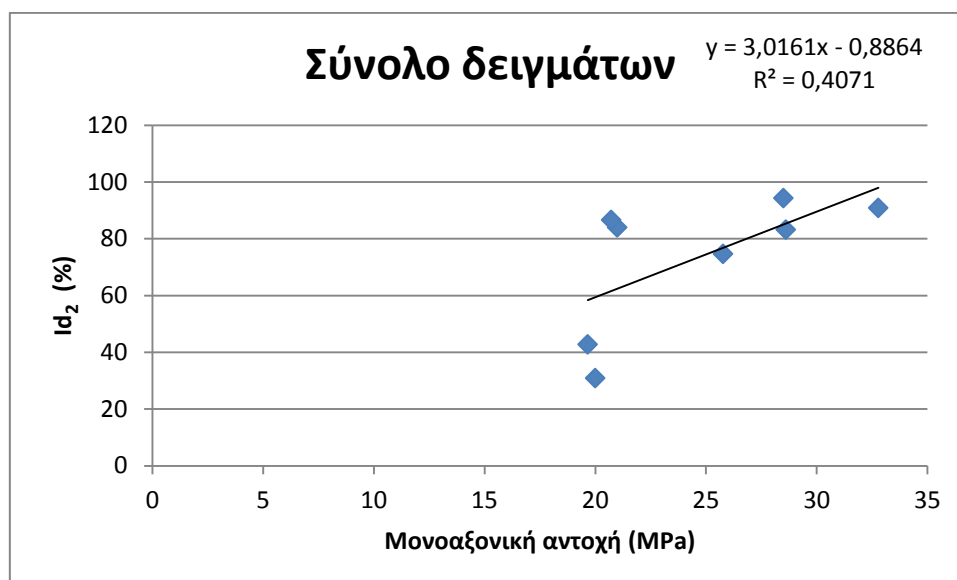


Διάγραμμα 5-5: Διάγραμμα συσχέτισης SHV και $I_{s(50)}$ στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη

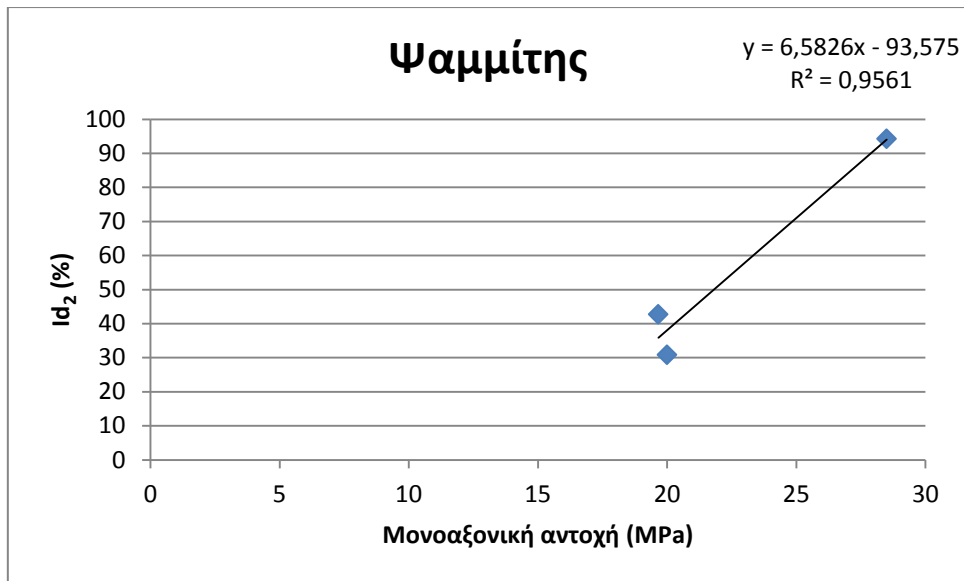


Διάγραμμα 5-6: Διάγραμμα συσχέτισης SHV και $I_{s(50)}$ στα δείγματα κροκαλοπαγούς με SHV <30

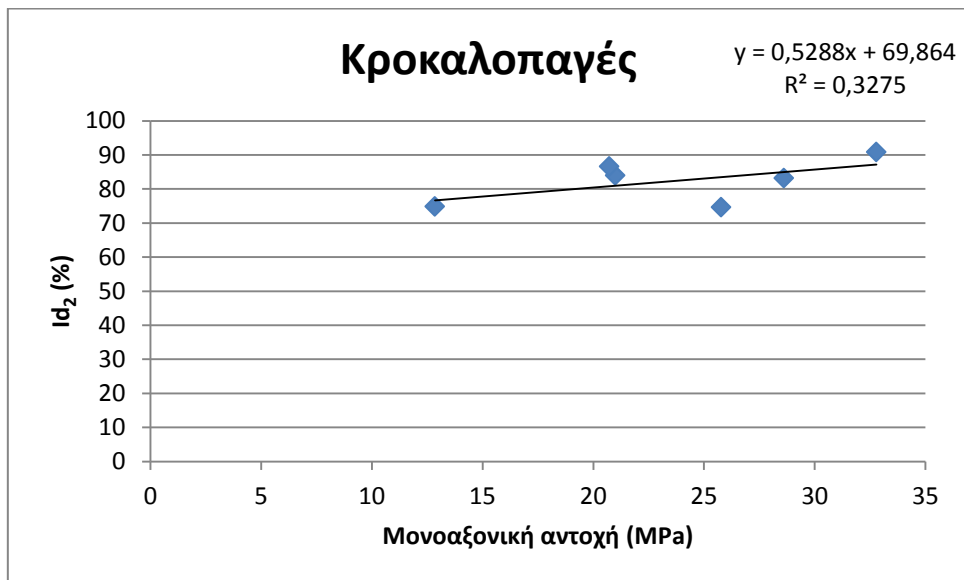
- Συγκρίνοντας την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη με το δείκτη διαβρωσιμότητας των δειγμάτων, παρατηρείται συσχέτιση για τα δείγματα με μονοαξονική αντοχή >18 MPa. Ο συντελεστής συσχέτισης για το σύνολο του δείγματος που πληροί την παραπάνω προϋπόθεση ισούται με $r=0,64$ (Διάγραμμα 5-7) . Επίσης, για τα τρία ψαμμιτικά δείγματα προκύπτει $r= 0,97$ (Διάγραμμα 5-8), καθώς και για το σύνολο των κροκαλοπαγών $r=0,57$ (Διάγραμμα 5-9). Έτσι, προκύπτει πως όσο μεγαλύτερη είναι η μονοαξονική αντοχή του δείγματος, τόσο μεγαλύτερη αναμένεται να είναι η αντοχή του στη διάβρωση.



Διάγραμμα 5-7: Διάγραμμα συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στο σύνολο των δειγμάτων με $\sigma_c > 18$ MPa.

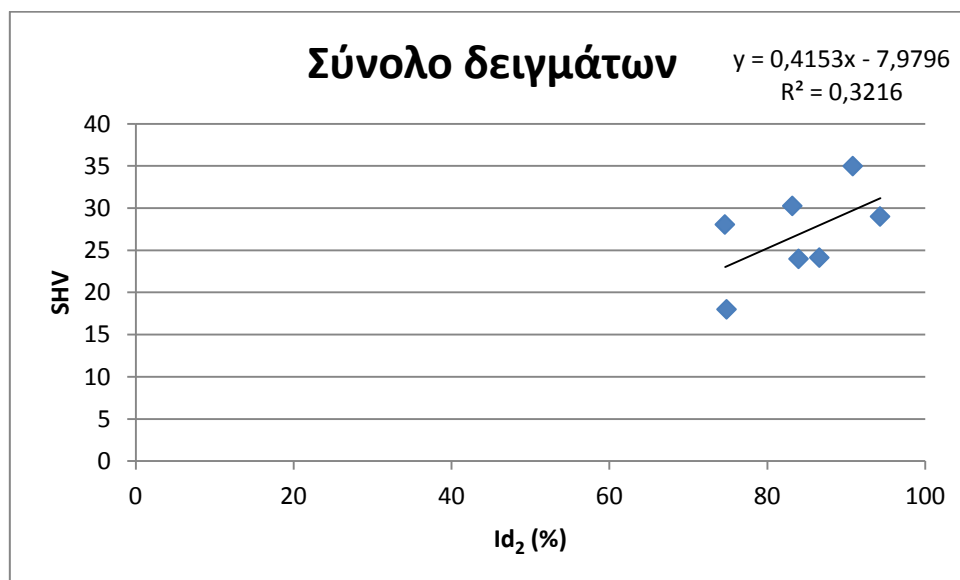


Διάγραμμα 5-8: συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη

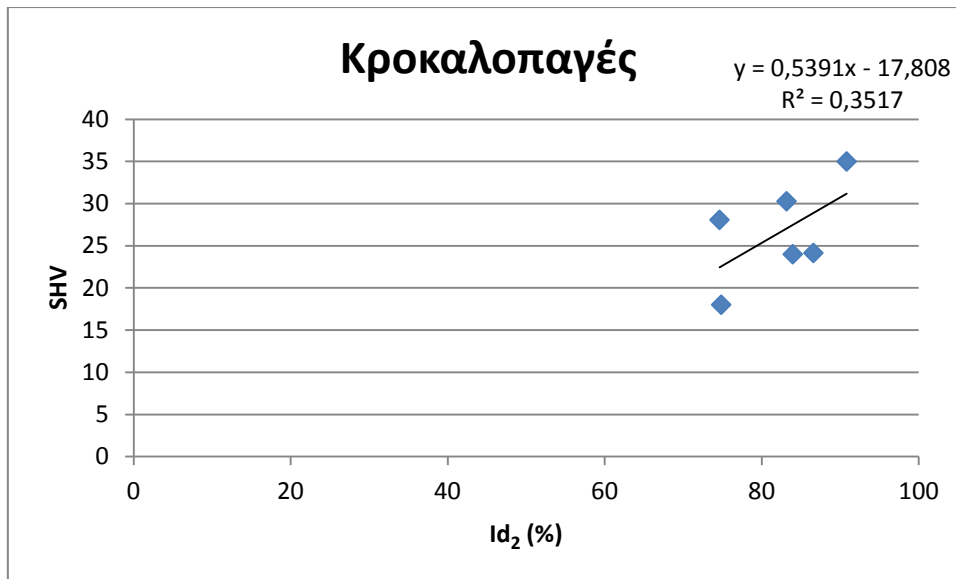


Διάγραμμα 5-9: Διάγραμμα συσχέτισης της μονοαξονικής αντοχής με το δείκτη διαβρωσιμότητας στα δείγματα κροκαλοπαγούς

- Στη συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων της σκληρότητας με σφύρα Schmidt και του δείκτη διαβρωσιμότητας, παρατηρήθηκε πως, για τα πετρώματα μέτριας και μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας ($Id_2 > 60\%$), προκύπτει συντελεστής συσχέτισης $r=0,57$. (Διάγραμμα 5-10). Τα 2 δείγματα (Δείγματα 6, 7) που δεν πληρούν την παραπάνω προϋπόθεση αποτελούν δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη, συνεπώς δε γίνεται να προκύψει η συγκεκριμένη συσχέτιση για τα ψαμμιτικά δείγματα. Στα δείγματα του κροκαλοπαγούς, ο συντελεστής συσχέτισης που προκύπτει ισούται με $r=0,59$ (Διάγραμμα 5-11). Συνεπώς, για δείγματα μέτριας και μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας στη διάβρωση, υπάρχει μέτρια συσχέτιση με τη σκληρότητα.

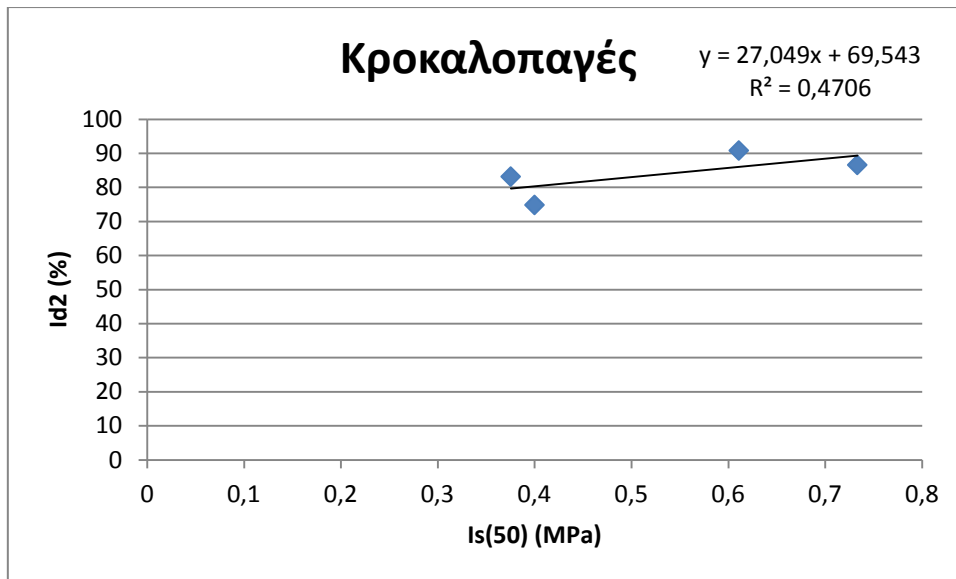


Διάγραμμα 5-10 : Συσχέτιση SHV και Id_2 (%) για το σύνολο των δειγμάτων με Id_2 (%) > 60 %.

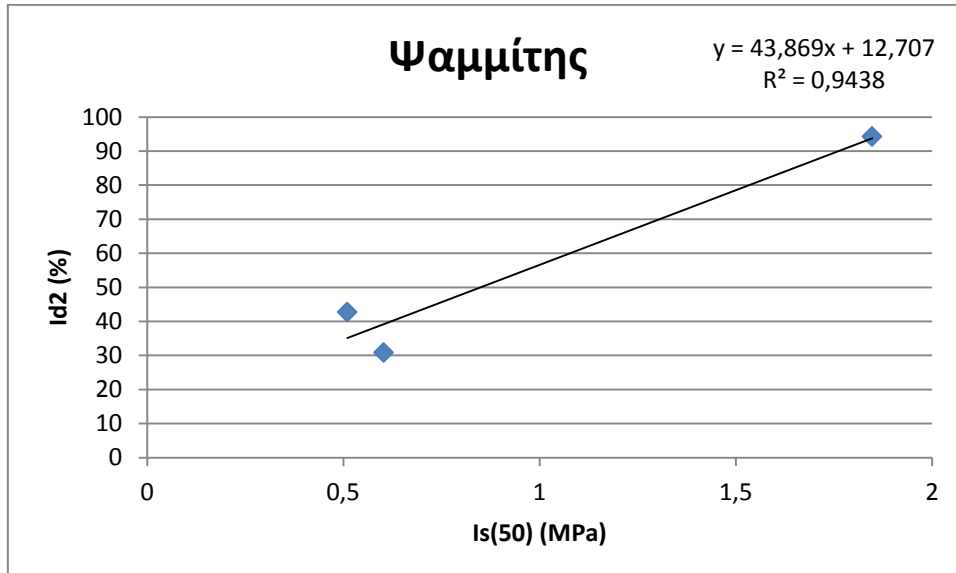


Διάγραμμα 5-11 : Συσχέτιση SHV και Id₂ (%) για δείγματα κροκαλοπαγούς με Id₂ (%) > 60 %.

- Συγκρίνοντας το δείκτη διαβρωσιμότητας Id₂ με το δείκτη σημειακής φόρτισης Is₍₅₀₎, προέκυψε πως στα δείγματα κροκαλοπαγών πολύ χαμηλής ανθεκτικότητας, και συγκεκριμένα σε αυτά με Is₍₅₀₎ < 0,9 MPa (Δείγματα 2,4,5,9), η συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων είναι ίση με r=0,69 (Διάγραμμα 5-12). Επίσης, στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη (Δείγματα 1,6,7) προκύπτει πολύ καλή συσχέτιση, και ίση με r=0,97. (Διάγραμμα 5-13). Συνεπώς, για τα δείγματα κροκαλοπαγών με Is₍₅₀₎ < 0,9 MPa , και για τα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη, εξάγεται το συμπέρασμα πως όσο πιο μεγάλος είναι ο δείκτης σημειακής φόρτισης, τόσο μεγαλύτερος αναμένεται να είναι ο δείκτης διαβρωσιμότητας και κατά συνέπεια μεγαλύτερη η αντοχή του πετρώματος στη διάβρωση.

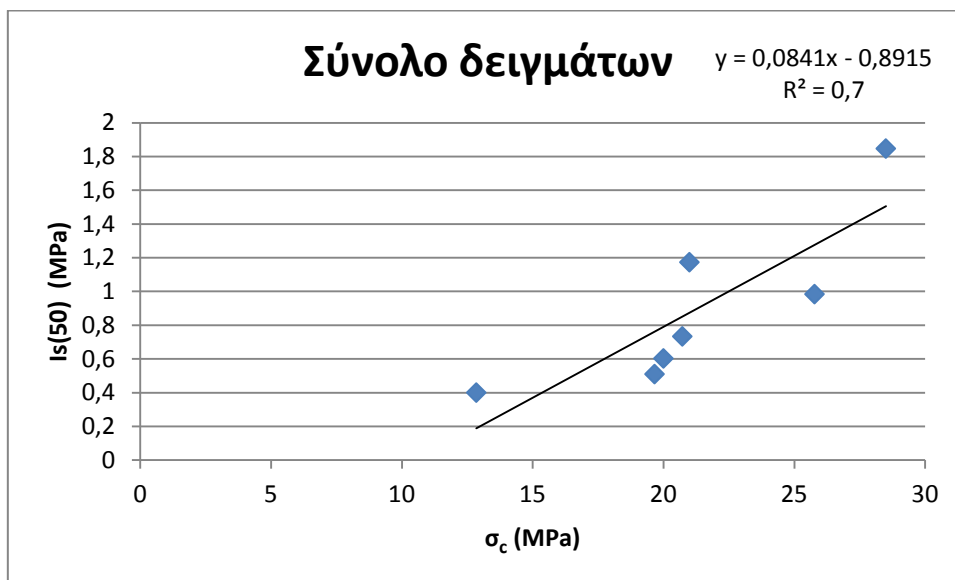


Διάγραμμα 5-12: Διάγραμμα συσχέτισης Is(50) με Id2 , σε κροκαλοπαγή πετρώματα με Is(50) < 0,9 MPa

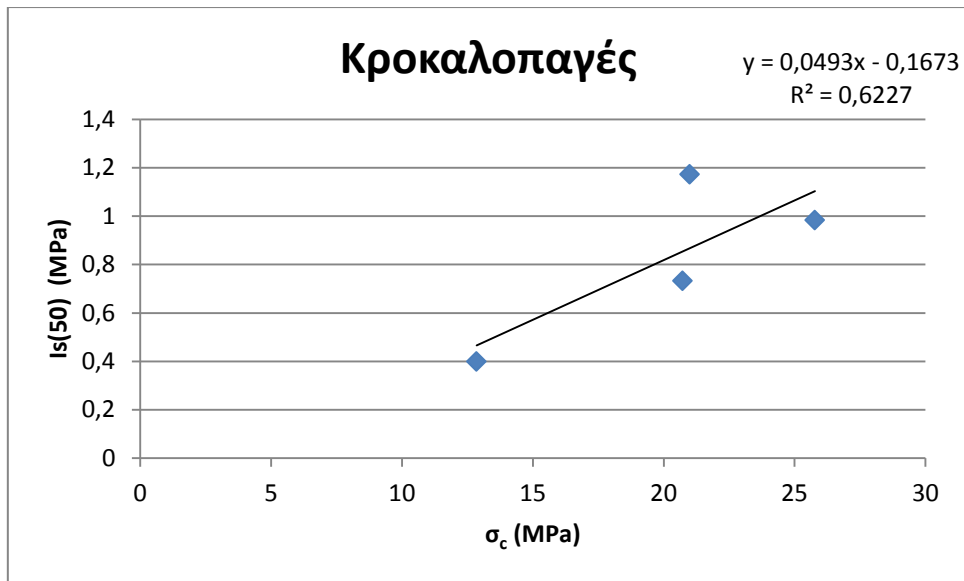


Διάγραμμα 5-13: Διάγραμμα συσχέτισης Is(50) με Id2 σε πετρώματα αργιλούχου ψαμμίτη

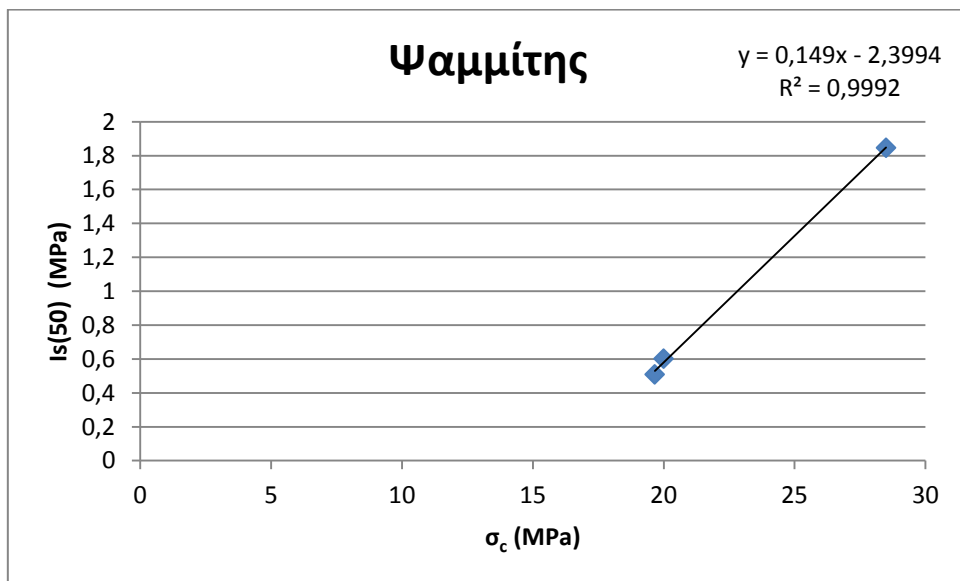
- Στη συσχέτιση μεταξύ μονοαξονικής αντοχής και δείκτη σημειακής φόρτισης, διαπιστώθηκε πως, για πετρώματα με μονοαξονική αντοχή μικρότερη των 28,6 MPa, στο σύνολο του δείγματος προκύπτει συντελεστής συσχέτισης $r=0,84$ (Διάγραμμα 5-14). Επιπλέον, με την ίδια προϋπόθεση, στα κροκαλοπαγή δείγματα (Δείγματα 3,5,8,9) ο συντελεστής συσχέτισης βρέθηκε ίσος με $r=0,79$ (Διάγραμμα 5-15), και στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη (Δείγματα 1,6,7) ίσος με $r=0,99$ (Διάγραμμα 5-16). Από τα παραπάνω προκύπτει πως σε δείγματα με $\sigma_c < 28,6$ MPa, όταν αυξάνεται η αντοχή των πετρωμάτων σε μονοαξονική θλίψη, αυξάνεται και αντοχή τους σε σημειακή φόρτιση.



Διάγραμμα 5-14 : Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_s(50)$, στο σύνολο των δειγμάτων με $\sigma_c < 28,6$ MPa

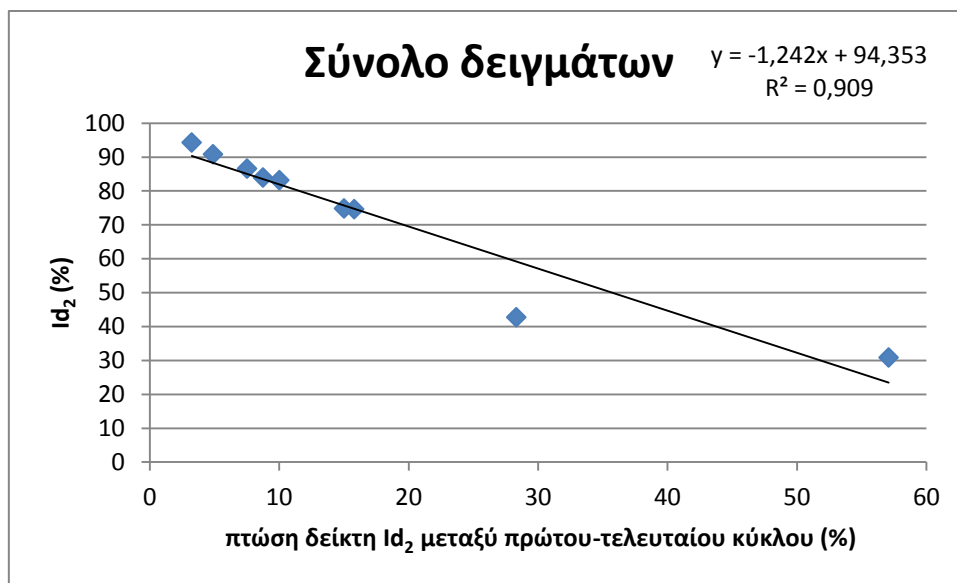


Διάγραμμα 5-15: : Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_{s(50)}$, σε κροκαλοπαγή δείγματα με $\sigma_c < 28,6$ MPa



Διάγραμμα 5-16: : Συσχέτιση μονοαξονικής αντοχής και $I_{s(50)}$, σε δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη με $\sigma_c < 28,6$ MPa

- Συγκρίνοντας τον δείκτη διαβρωσιμότητας Id_2 , με την επί τοις εκατό μείωση που εμφανίζει ο ίδιος δείκτης μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου δοκιμής (Διάγραμμα 5-17), παρατηρείται σχεδόν τέλεια συσχέτιση ($r=0,95$). Συνεπώς, εξάγεται το συμπέρασμα πως όσο μεγαλύτερη η διαφορά στις τιμές του δείκτη Id_2 μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου δοκιμής σε ένα δείγμα, και εν συνεχεία και η επί τοις εκατό μείωση του δείκτη, τόσο μικρότερη είναι και η αντοχή του δείγματος στη διάβρωση.



Διάγραμμα 5-17: συσχέτιση Id_2 (%) – διαφοράς Id_2 μεταξύ πρώτου και τελευταίου κύκλου δοκιμής

6 Συμπεράσματα

Το ρέμα της Πικροδάφνης βρίσκεται στο ΝΑ τμήμα της Αθήνας. Πηγάζει από τις δυτικές υπώρειες του Υμηττού, και εκβάλλει παρά τη Μαρίνα Αλίμου. Απαρτίζεται από μεταλλικούς σχηματισμούς και αποθέσεις καθώς και από ανθρωπογενείς αποθέσεις.

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία από 9 θέσεις κατά μήκος του ρέματος καθώς και επί τόπου μέτρηση σκληρότητας με σφύρα Schmidt στους αντίστοιχους σχηματισμούς. Εν συνεχεία, τα 9 δείγματα, εκ των οποίων τα δείγματα 1, 6 και 7 ήταν δείγματα αργιούχου ψαμμίτη, και τα δείγματα 2, 3, 4, 5, 8 και 9 δείγματα κροκαλοπαγούς, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου και πραγματοποιήθηκε σε αυτά δοκιμή Σημειακής Φόρτισης, και στη συνέχεια δοκιμή Διαβρωσιμότητας. Από όσα παρουσιάστηκαν αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των 9 δειγμάτων που μελετήθηκαν, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Ως προς την ανθεκτικότητα στη διάβρωση, τα δείγματα 1,2,9 ανήκουν στην κατηγορία Μέτρια υψηλής ανθεκτικότητας, τα δείγματα 3,4,5,8 στην κατηγορία Μέτριας ανθεκτικότητας, και τα δείγματα 6, 7 στην κατηγορία Χαμηλής ανθεκτικότητας. Το δείγμα 1 (ψαμμίτη) εμφάνισε τη μεγαλύτερη αντοχή στη διάβρωση, με $Id_2=94,31\%$ και το δείγμα 6 (ψαμμίτη) τη χαμηλότερη, με $Id_2=30,88\%$.
- Το δείγμα 1 εμφάνισε τη μικρότερη μείωση στο δείκτη διαβρωσιμότητας Id_2 μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου δοκιμής (3,24%) και το δείγμα 2 τη δεύτερη μικρότερη (4,89%), ενώ τη δείγμα 6 τη μεγαλύτερη (57,09%) και το δείγμα 7 τη δεύτερη μεγαλύτερη (28,32%). Τα υπόλοιπα δείγματα εμφάνισαν σχετικά κοντινές τιμές.
- Τα δείγματα ταξινομήθηκαν ως προς τη σκληρότητά τους, με βάση τη δοκιμή σκληρότητας με σφύρα Schmidt. Το Δείγμα 5, με $SHV=18,014$ ανήκει στην κατηγορία των Μαλακών πετρωμάτων, ενώ όλα τα υπόλοιπα δείγματα εμφάνισαν $SHV>23$ και έτσι ανήκουν στην κατηγορία των Μέτριων πετρωμάτων.

- Σύμφωνα με τη δοκιμή σκληρότητας με σφύρα Schmidt που πραγματοποιήθηκε σε διάφορους σχηματισμούς στις θέσεις δειγματοληψίας, προέκυψε πως οι μεγαλύτερες τιμές σκληρότητας στα κροκαλοπαγή εμφανίζονται στις θέσεις 1 και 4 (35 και 30,28 αντίστοιχα), και η μικρότερη στη θέση 5 (18,014), ενώ στις θέσεις 6-9 οι τιμές κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα. Στα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη, οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στις θέσεις 2 και 3 (29,025, 28,075), και στις θέσεις 6-8 οι τιμές εμφανίζονται κοντινές. Σαν σύνολο οι τιμές των κροκαλοπαγών εμφανίζουν μεγαλύτερες αυξομειώσεις από τις τιμές των ψαμμιτών, και έτσι σαν μέσο όσο οι τιμές των ψαμμιτών είναι λίγο μεγαλύτερες από αυτές των κροκαλοπαγών (25,20, 25,07 αντίστοιχα).
- Καθώς η μονοαξονική αντοχή των δειγμάτων υπολογίσθηκε έμμεσα από τα αποτελέσματα της σκληρότητας, τα δείγματα εμφανίζουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτή ως προς τη μεγαλύτερη και μικρότερη τιμή.
- Τα δείγματα ταξινομήθηκαν επίσης ως προς την αντοχή τους, με βάση το δείκτη σημειακής φόρτισης $Is_{(50)}$. Έτσι, τα δείγματα 1 και 8 ανήκουν στην κατηγορία των πετρωμάτων Χαμηλής ανθεκτικότητας, και τα δείγματα 2,3,4,5,6,7 και 9 στην κατηγορία Πολύ χαμηλής ανθεκτικότητας. Τα δείγματα 1 και 8 εμφάνισαν τις μεγαλύτερες τιμές (1,85 MPa και 1,17 MPa αντίστοιχα), ενώ τα δείγματα 4 και 5 τις μικρότερες (0,375 MPa και 0,4 MPa).
- Τα δείγματα 1 και 2 της θέσης 1 εμφάνισαν συνολικά τα καλύτερα μηχανικά χαρακτηριστικά, ενώ το δείγμα 6 της θέσης 5 εμφάνισε τα χειρότερα, με το δείγμα 7 από τη θέση 6 να είναι το αμέσως επόμενο.
- Μέσα στα τρία ψαμμιτικά δείγματα εμφανίστηκε αυτό με τα καλύτερα μηχανικά χαρακτηριστικά (δείγμα 1) και αυτό με τα χειρότερα (δείγμα 6). Αντίθετα, στα έξι δείγματα κροκαλοπαγούς οι τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών κυμάνθηκαν σε κοντινά επίπεδα.
- Για τα δείγματα με $SHV < 30$, όσο αυξάνονται οι τιμές που προκύπτουν από τη σκληρότητα, αυξάνονται και οι τιμές του $Is_{(50)}$.
- Όσο μεγαλύτερη είναι η μονοαξονική αντοχή ενός δείγματος, τόσο μεγαλύτερη αναμένεται να είναι η αντοχή του στη διάβρωση.

- Για τα δείγματα κροκαλοπαγών με δείκτη σημειακής φόρτισης $I_{s(50)} < 0,9$ MPa , και για όλα τα δείγματα αργιλούχου ψαμμίτη προέκυψε πως όσο πιο μεγάλος είναι ο δείκτης σημειακής φόρτισης , τόσο μεγαλύτερος αναμένεται να είναι ο δείκτης διαβρωσιμότητας και κατά συνέπεια μεγαλύτερη η αντοχή του πετρώματος στη διάβρωση.
- Για δείγματα με μονοαξονική αντοχή $\sigma_c < 28,6$ MPa , όταν αυξάνεται η αντοχή των πετρωμάτων σε μονοαξονική θλίψη, αυξάνεται και η αντοχή τους σε σημειακή φόρτιση.
- Για το σύνολο των δειγμάτων εξάγεται το συμπέρασμα πως όσο μεγαλύτερη η διαφορά στις τιμές του δείκτη I_{d2} μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου κύκλου δοκιμής , και εν συνεπεία και η επί τοις εκατό μείωση του δείκτη, τόσο μικρότερη είναι και η αντοχή των δειγμάτων στη διάβρωση.
- Το Δείγμα 6 με το μικρότερο δείκτη διαβρωσιμότητας (30,88 %) ήταν το μόνο που εμφάνισε πιθανότητα ολίσθησης ποδός, ενώ για $I_{d2} > 40\%$ οι αναλύσεις ευστάθειας έδειξαν πως δεν υπάρχει αυτή η πιθανότητα. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερος ο δείκτης διαβρωσιμότητας ενός δείγματος και συνεπώς και μεγαλύτερη η αντοχή του στις διεργασίες της διάβρωσης, τόσο μεγαλύτερη ευστάθεια θα παρουσιάζει στο πρηνές στο οποίο βρίσκεται.

7 Βιβλιογραφία

- Adnan A. (2007) *ISRM Suggested Method for Determination of the Schmidt Hammer Rebound Hardness: Revised Version*. R. Ulusay. Elsevier LTd. Great Britain.
- Bieniawski, Z. (1975). *The point load test in geotechnical practise*.
- Franklin J.A., & Chandra R. (1972). *The Slake-Durability test*. Int.J.Rock.Mech.Min.Sci. Vol 9, p 325-341. Pergamon Press. Great Britain.
- Gamble, J. (1971). *Durability-Plasticity: Classification of Shales and Other Argillaceous Rocks*. Urbana, Illinois: University of Illinois.
- ISRM. (1981). *Basic Geotechnical Description of Rock Masses*. Int.J.Rock.Mech.Min.Sci
- ISRM. (1985). *Suggested method for determining point load strength*. Int.J.Rock.Mech.Min.Sci and Geomech. pp.51-62
- Sharma, P., & Singh, T. (2007). *A correlation between P-wave velocity, impact strenght index, slake durability index and uniaxial compressive strength*. Bull. Eng. Geol. Env.
- Yagiz, S. (2011, Αύγουστος). *Correlation between slake durability and rock properties for some carbonate rocks*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. Bull. Eng. Geol. Env.
- Αγιουτάντης Ζ. (2010). *Στοιχεία Γεωμηχανικής. Μηχανική Πετρωμάτων*. Εκδόσεις ΙΩΝ. Αθήνα
- ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. (2014, Μάρτιος). *Ανάπλαση ρέματος Πικροδάφνης (Από Λεωφ. Βουλιαγμένης έως εκβολή), Γεωτεχνική έρευνα-μελέτη*. Αθήνα
- Ηλία, Ι., & Ρόζος, Δ. (2008). *Διερεύνηση της ορυκτολογικής σύστασης, δομής και διαβρωσιμότητας των πετρωμάτων της κατηγορίας σκληρών εδαφών-μαλακών βραχών και συσχέτιση με την τεχνικογεωλογική συμπεριφορά τους*. Αθήνα.
- Ιστότοπος του Δήμου Αγίου Δημητρίου, 2013.
<http://www.dad.gr/index.php/pikrodafni>.
- Κούκης, & Σαμπατακάκης. (2007). *Γεωλογία Τεχνικών Έργων*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα.
- Κούκης, & Σαμπατακάκης. (2002). *Τεχνική Γεωλογία*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα.
- Λουπασάκης, Κ. (2016). *Εργασία αξιολόγησης πρότασης οριοθέτησης-διευθέτησης του ρέματος της Πικροδάφνης*. Αθήνα
- Λουπασάκης, Κ. (1998). *Ταξινόμηση Βραχομάζας και Ανάλυση Μηχανισμών Ολίσθησης σε θέσεις Κατασκευής Σηράγγων*.
- Λουπασάκης, Κ. (2015). *Τεχνική Γεωλογία Ι*. Εκδόσεις ΕΜΠ. Αθήνα

Λουπασάκης, Κ. (2014). *Τεχνική Γεωλογία II*. Εκδόσεις ΕΜΠ. Αθήνα.

Παπαδοπούλου Μ., Κατσούρος Σ., Δακόπουλος Ε., Παπαμακάριος Κ., Αναγνωστόπουλος Δ. και Σια Ε.Ε., Κολαΐτη Ε., Ταχάς Κ., Ανδρέου Κ., Σαχνίκα Α., Σκλαβενίτης Θ. (2014). *Ανάπλαση ρέματος Πικροδάφνης (Από Λεωφ. Βουλιαγμένης έως εκβολή), Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων*. Αθήνα

Παπανικολάου, Δ., Λόζιος, Σ., Σούκης, Κ., & Σκούρτσος, Ε. (2004). *Η γεωλογική δομή του αλλόχθονου συστήματος των "Σχιστολίθων Αθηνών"*. Εφαρμοσμένο ερευνητικό πρόγραμμα. Αθήνα

Παπανικολάου, Δ., Μπάση, Ε., Κράνης, Χ., & Δανάμος, Γ. (2004). *Παλαιογραφική εξέλιξη του λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο έως σήμερα*. Εφαρμοσμένο ερευνητικό πρόγραμμα. Αθήνα