



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Διδακτορική Διατριβή

Συσχέτιση μηχανικών παραμέτρων
εδαφικών σχηματισμών
μέσω συστήματος ταξινόμησης

Χρήστος Αρβανιτίδης
MSc Μηχανικός Ορυκτών Πόρων

Χανιά, Οκτώβριος 2019

*Εις μνήμη του
Αριστείδη Ν. Μπαρούνη (1927-2016),
Μηχανικού Μεταλλείων, αποφοίτου της
πρώτης σειράς που αποφοίτησε από τη Σχολή
του ΕΜΠ,
ο οποίος υπήρξε ο Μέντοράς μου στην
Εδαφομηχανική*

Copyright © Χρήστος Αρβανιτίδης 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ζαχαρίας Αγιουτάντης, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων (επιβλέπων)

Γεώργιος Εξαδάκτυλος, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Εμμανουήλ Στειακάκης, Αν. Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ζαχαρίας Αγιουτάντης, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων (επιβλέπων)

Γεώργιος Εξαδάκτυλος, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Εμμανουήλ Στειακάκης, Αν. Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Τσομπανάκης Ιωάννης, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος

Γαλετάκης Μιχαήλ, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Βαφείδης Αντώνιος, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Σταυρουλάκη Μαρία, Αν. Καθηγήτρια Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Οκτώβριος 2019

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά με κριτές:

1. Arvanitidis, C., Steiakakis, E. and Agioutantis, Z., (2019). Peak Friction Angle of Soils as a Function of Grain Size. *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 37, no. 3, pp. 1155-1167. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0675-8>

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή	iii
Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή	iii
Επιστημονικές Δημοσιεύσεις που Προέκυψαν από την Παρούσα Διατριβή.....	iv
Πίνακας Περιεχομένων	v
Κατάλογος Πινάκων	viii
Κατάλογος Σχημάτων	x
Πίνακας Συμβόλων.....	xv
Περίληψη	1
Abstract	1
1. Εισαγωγή	2
1.1 Υφιστάμενη κατάσταση	2
1.2 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων	3
1.3 Συγκρότηση της βάσης δεδομένων	5
2. Τεκμηρίωση της Ανάγκης του Ερευνητικού Έργου	7
2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	7
2.1.1 Γενικές εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	8
2.1.2 Σχετικές με το ερευνητικό αντικείμενο εργασίες και αναφορές που παρατίθενται στη διεθνή βιβλιογραφία	9
2.2 Ανάλυση της αναγκαιότητας του ερευνητικού έργου.....	13
2.3 Καινοτομία την οποία ενσωματώνει το ερευνητικό έργο	13
3. Δειγματοληψία και Εργαστηριακός Χειρισμός των Δειγμάτων.....	14
3.1 Προέλευση των δειγμάτων και αποτελεσμάτων των δοκιμών	14
3.2 Περιοχές δειγματοληψίας	15
3.3 Φυσιογραφική περιγραφή θέσεων δειγματοληψίας.....	17
3.4 Μέθοδος δειγματοληψίας.....	28
3.5 Λοιπές παράμετροι δειγματοληψίας.....	29
3.6 Εκτέλεση δοκιμών SPT	30
3.7 Προετοιμασία, συσκευασία και μεταφορά δειγμάτων.....	30
3.8 Δείγματα αναφοράς και δείγματα ελέγχου.....	31
3.8.1 Δείγματα αναφοράς.....	31
3.8.2 Διαδικασία σύνθεσης αδρόκοκκων δειγμάτων αναφοράς.....	32
3.8.3 Διαδικασία επιλογής λεπτοκόκκων δειγμάτων αναφοράς	32
3.8.4 Δείγματα ελέγχου	33
3.9 Ανάλυση λιθοστρωματογραφικών προτύπων του Ελλαδικού χώρου	33
3.10 Υποδείγματα γεωμορφολογικής διαμόρφωσης των χώρων δειγματοληψίας.	34
3.11 Υποδείγματα λιθοστρωματογραφικών διατάξεων.....	34
4. Χρήση Βάσης Δεδομένων για Καταχώρηση και Ανάλυση Δεδομένων.....	37
4.1 Βασικά στοιχεία	37
4.1.1 Σύνδεση με περιβάλλον Access	37

4.1.2	Παρουσίαση δεδομένων.....	38
4.1.3	Καταχώρηση δεδομένων.....	39
4.2	Ανάλυση ταξινομικής προεργασίας, για την έρευνα της στατιστικής εξάρτησης των παραμέτρων	39
4.2.1	Κριτήρια ομαδοποίησης των δειγμάτων, βάσει κοκκομετρικών παραμέτρων. ...	39
4.2.2	Κριτήρια ομαδοποίησης των δειγμάτων, βάσει γεωλογικών δεδομένων.....	40
4.3	Στατιστική εξάρτηση παραμέτρων.....	43
4.3.1	Επιλογή παραμέτρων προς συσχέτισμό	43
4.3.2	Παράμετροι χρησιμοποιούμενες ως ανεξάρτητες μεταβλητές.....	43
4.3.3	Παράμετροι χρησιμοποιούμενοι ως εξαρτημένες μεταβλητές (μηχανικές παράμετροι)	45
4.3.4	Επιλογή στατιστικού μοντέλου εξάρτησης	47
4.3.5	Κριτήρια επιλογής της μεθόδου	48
4.3.6	Πλεονεκτήματα της μεθοδολογίας	48
4.3.7	Μειονεκτήματα της μεθόδου	48
4.3.8	Εφαρμογή της μεθόδου στα υπάρχοντα δεδομένα.....	48
4.3.9	Εφαρμογή της μεθόδου στις μετρηθείσες τιμές δεδομένων	50
4.3.9.1	Δείγματα εδαφών που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον	50
4.3.9.2	Δείγματα εδαφών αποτεθέντων σε χερσαίο περιβάλλον (χωρίς την παρουσία μονίμου υδροφόρου ορίζοντα)	56
4.3.9.3	Δείγματα που αποτελούν τμήματα αποσαθρωμένου υποβάθρου.....	62
4.3.9.4	Δείγματα προερχόμενα από πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου. ...	67
4.3.10	Εξαγωγή τιμών μέσου όρου και τυπικής απόκλισης των παραμέτρων.....	72
4.3.11	Κριτήρια επιλογής τιμών βάσει προδιαγραφών των δοκιμών μηχανικής συμπεριφοράς.....	78
4.3.11.1	Τελική διαμόρφωση κριτηρίων αποκλεισμού δειγμάτων από συσχετισμούς	79
4.4	Επιβεβαίωση στατιστικού μοντέλου εξάρτησης	79
4.4.1	Ομάδα προτύπων δειγμάτων.....	80
4.4.1.1	Ομάδα τυχαίων δειγμάτων (Δείγματα Ελέγχου)	82
5.	Αποτελέσματα Προτεινόμενης Μεθοδολογίας Κατάταξης Εδαφών	87
5.1.1	Ερμηνεία αποτελεσμάτων δειγμάτων εδαφών υδατικής απόθεσης	87
5.1.2	Ερμηνεία των αποτελεσμάτων συσχετισμού δειγμάτων χερσαίας απόθεσης ...	96
5.1.3	Ερμηνεία των αποτελεσμάτων του συσχετισμού δειγμάτων του αποσαθρωμένου υποβάθρου	101
5.1.4	Ερμηνεία αποτελεσμάτων συσχετισμών δειγμάτων υποβάθρου	111
5.2	Παρουσίαση, σχολιασμός και βαθμονόμηση σχέσεων εκτίμησης μηχανικών ιδιοτήτων εδαφών, με χρήση μιας μόνο ανεξάρτητης μεταβλητής.....	119
5.3	Βέλτιστες σχέσεις (μίας ανεξάρτητης μεταβλητής), για την εκτίμηση των μηχανικών παραμέτρων	120
5.3.1	Δείγματα υδατικής απόθεσης.....	120
5.3.2	Δείγματα χερσαίας απόθεσης	124
5.3.3	Δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου.....	128
5.3.4	Δείγματα υποβάθρου	131
5.4	Σχέσεις που προκύπτουν με βάση τη συμβατικής ταξινόμησης εδαφών	134
5.5	Συναρτήσεις πολλών μεταβλητών για την εκτίμηση μηχανικών παραμέτρων.....	134

5.6	Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών	135
5.7	Κατάρτιση σχέσεων εξάρτησης πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών	152
5.7.1	Σχέσεις χωρίς τους συντελεστές C_u και C_g	152
5.7.2	Σχέσεις με τους συντελεστές C_u και C_g	155
5.7.3	Σύγκριση των πολυπαραμετρικών σχέσεων, στην απλοποιημένη και σύνθετη (με τη συμμετοχή των συντελεστών C_u και C_g), μορφή τους	208
5.8	Προτεινόμενες σχέσεων συσχετισμού	210
5.8.1	Προτεινόμενες σχέσεις μιας ανεξάρτητης μεταβλητής για την εκτίμηση παραμέτρων αντοχής.....	210
5.8.1.1	Εδάφη που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον	210
5.8.1.2	Εδάφη αποτεθέντα σε χερσαίο περιβάλλον	212
5.8.1.3	Εδάφη προερχόμενα από αποσαθρωμένους σχηματισμούς.....	213
5.8.1.4	Σχηματισμοί υποβάθρου	214
5.8.2	Προτεινόμενες σχέσεις πολλών μεταβλητών για την εκτίμηση παραμέτρων αντοχής	216
5.9	Διορθώσεις στις σχέσεις υπολογισμού	220
5.9.1	Διορθώσεις των σχέσεων που αφορούν εδάφη που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον	220
5.9.2	Διορθώσεις που αφορούν εδάφη που έχουν αποτεθεί σε χερσαίο περιβάλλον	222
5.9.3	Εδάφη προερχόμενα από το αποσαθρωμένους σχηματισμούς	223
5.9.4	Διόρθωση αποτελεσμάτων σχέσεων που αφορούν εδάφη από σχηματισμούς του υποβάθρου.....	225
5.10	Βελτίωση των εκτιμήσεων σε σχέση με τις υφιστάμενες μεθόδους	226
6.	Συμπεράσματα	232
7.	Βιβλιογραφικές αναφορές	235
8.	Συμπληρωματική Βιβλιογραφία	236
	Παράρτημα	240

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αποτελέσματα συσχετισμών του αταξινόμητου υλικού	5
Πίνακας 2: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με την αντοχή σε μοναξονική θλίψη και τη συνοχή (Bowles, 1982)	9
Πίνακας 3: Αντιστοίχιση τιμών συνοχής για διάφορους τύπους εδαφών, ανάλογα με τον χαρακτηρισμό τους, κατά USCS (Rasmussen, 2006).....	10
Πίνακας 4: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής για κοκκώδη εδάφη κατά Bowles (1982)	10
Πίνακας 5: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής άμμων κατά Peck et al. (1974)	10
Πίνακας 6: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής άμμων κατά Meyerhof (1956)	11
Πίνακας 7: Συσχετισμός δείκτη εδάφους για αργίλους, βάσει του χαρακτηρισμού κατά Terzaghi (1963).....	11
Πίνακας 8: Συσχετισμός δείκτη εδάφους για άμμους, βάσει του χαρακτηρισμού τους κατά Terzaghi (1963).....	11
Πίνακας 9: Συσχετισμός μέτρου ελαστικότητας εδάφους, για αργίλους και άμμους, ανά κατηγορία εδαφικού τύπου (USACE, Settlement Analysis 1110-1-1904, 1990)	12
Πίνακας 10: Συνοπτική παρουσίαση των περιοχών και των έργων δειγματοληψίας.....	16
Πίνακας 11: Θέσεις δειγματοληψίας	26
Πίνακας 12: Κλίμακα κοκκομετρικών μεγεθών που καταγράφονται στη βάση δεδομένων.....	40
Πίνακας 13: Λιθοστρωματογραφικοί χαρακτηρισμοί.....	40
Πίνακας 14: Κατηγορίες περιβάλλοντος δειγματοληψίας.....	41
Πίνακας 15: Συσχετισμός φορτίου υπερκειμένων και γεωτεχνικών παραμέτρων.....	47
Πίνακας 16: Λεπτόκοκκα αποθέσεων σε υδατικό περιβάλλον.....	51
Πίνακας 17: Αδρόκοκκα αποθέσεων σε υδατικό περιβάλλον	54
Πίνακας 18: Λεπτόκοκκα αποθέσεων σε χερσαίο περιβάλλον.....	56
Πίνακας 19: Αδρόκοκκα αποθέσεων σε χερσαίο περιβάλλον	59
Πίνακας 20: Λεπτόκοκκα αποσαθρωμένων σχηματισμών	62
Πίνακας 21: Αδρόκοκκα αποσαθρωμένων σχηματισμών.....	64
Πίνακας 22: Λεπτόκοκκα σχηματισμών υποβάθρου	67
Πίνακας 23: Αδρόκοκκα σχηματισμών υποβάθρου	70
Πίνακας 24: Όρια τιμών Παραμέτρων Μηχανικής Συμπεριφοράς Προτύπων Δειγμάτων.....	82
Πίνακας 25: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμούμενων παραμέτρων - Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον.....	83
Πίνακας 26: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμούμενων παραμέτρων - Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον.....	84
Πίνακας 27: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμούμενων παραμέτρων - Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί	85
Πίνακας 28: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμούμενων παραμέτρων - Σχηματισμοί υποβάθρου.....	86
Πίνακας 29: Σχέσεις συσχετισμού μέγιστης γωνίας τριβής	134
Πίνακας 30: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (Μέρος Α').....	136

Πίνακας 31: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (Μέρος Β')	137
Πίνακας 32: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (Μέρος Α')	138
Πίνακας 33: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (Μέρος Β')	139
Πίνακας 34: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (Μέρος Α')	141
Πίνακας 35: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (Μέρος Β')	142
Πίνακας 36: Σχηματισμοί υποβάθρου (Μέρος Α')	143
Πίνακας 37: Σχηματισμοί υποβάθρου (Μέρος Β')	144
Πίνακας 38: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον	146
Πίνακας 39: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον	146
Πίνακας 40: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί	147
Πίνακας 41: Σχηματισμοί υποβάθρου	147
Πίνακας 42: Λεπτόκοκκα (συνολικά)	148
Πίνακας 43: Αδρόκοκκα (συνολικά)	150
Πίνακας 44: Συγκριτικές τιμές λεπτόκοκκων (Προτεινόμενη Σχέση)	159
Πίνακας 45: Συγκριτικές τιμές αδρόκοκκων (Προτεινόμενη Σχέση)	160
Πίνακας 46: Συγκριτικές τιμές αντοχής λεπτόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την υπάρχουσα εμπειρική σχέση)	228
Πίνακας 47: Συγκριτικές τιμές αντοχής αδρόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την υπάρχουσα εμπειρική σχέση)	229
Πίνακας 48: Συγκριτικές τιμές αντοχής λεπτόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την προτεινόμενη σχέση.)	230
Πίνακας 49: Συγκριτικές τιμές αντοχής αδρόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την προτεινόμενη σχέση)	231

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Χάρτης των θέσεων δειγματοληψίας.....	15
Σχήμα 2: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)	51
Σχήμα 3: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής - αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα).....	52
Σχήμα 4: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)	52
Σχήμα 5: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)	52
Σχήμα 6: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-φυσικής υγρασίας (λεπτόκοκκα) ..	53
Σχήμα 7: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)	53
Σχήμα 8: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπιεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα).....	53
Σχήμα 9: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πλ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)	54
Σχήμα 10: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	55
Σχήμα 11: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	55
Σχήμα 12: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα).....	55
Σχήμα 13: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αρχικού λόγου κενών (αδρόκοκκα)	56
Σχήμα 14: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπιεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	56
Σχήμα 15: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική. θλίψη-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)	57
Σχήμα 16: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)	57
Σχήμα 17: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)	58
Σχήμα 18: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)	58
Σχήμα 19: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)	58
Σχήμα 20: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπιεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)	59
Σχήμα 21: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)	60
Σχήμα 22: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	60
Σχήμα 23: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	60
Σχήμα 24: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)	61
Σχήμα 25: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα) ...	61

Σχήμα 26: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα).....	61
Σχήμα 27: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πληρ. διορθωμένου αριθμού SPT (λεπτόκοκκα).....	62
Σχήμα 28: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής -πληρ. διορθωμένου αριθμού SPT (λεπτόκοκκα).....	63
Σχήμα 29: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα).....	63
Σχήμα 30: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα).....	63
Σχήμα 31: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)..	64
Σχήμα 32: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα).....	64
Σχήμα 33: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-πληρ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα).....	65
Σχήμα 34: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα).....	65
Σχήμα 35: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-ποσοστού ιλύος (αδρόκοκκα)	66
Σχήμα 36: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (αδρόκοκκα)	66
Σχήμα 37: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-ποσοστού χαλίκων (αδρόκοκκα)	66
Σχήμα 38: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (αδρόκοκκα).....	67
Σχήμα 39: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα).....	68
Σχήμα 40: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)	68
Σχήμα 41: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα).....	68
Σχήμα 42: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα).....	69
Σχήμα 43: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)..	69
Σχήμα 44: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα).....	69
Σχήμα 45: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα).....	70
Σχήμα 46: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-πληρ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα).....	70
Σχήμα 47: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-ποσοστού ιλύος (αδρόκοκκα)	71
Σχήμα 48: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα).....	71
Σχήμα 49: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)...	71
Σχήμα 50: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα).....	72
Σχήμα 51: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)	161

[illegible]

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

W%	: φυσική υγρασία
W_w	: υγρό φαινόμενο βάρος
G_s	: ειδικό βάρος κόκκων
e₀	: λόγος κενών
LL	: όριο υδαρότητας
PL	: όριο πλαστικότητας
PI	: δείκτης πλαστικότητας
N	: αριθμός κρούσεων SPT
N'₆₀	: διορθωμένος αριθμός κρούσεων SPT
C_e	: διορθωτικός συντελεστής λόγω του μήκους των στελεχών κάτω από τον άκμονα
C_n	: συντελεστής διόρθωσης λόγω της ενεργής τάσης των υπερκειμένων
C_r	: συντελεστής διόρθωσης λόγω μήκους του σχοινιού
C_b	: συντελεστής διόρθωσης λόγω διαμέτρου της γεώτρησης
C_s	: συντελεστής διόρθωσης ανάλογα με τον τύπο του δειγματολήπτη
gravel%	: ποσοστό περιεχομένων χαλίκων
sand%	: ποσοστό περιεχομένης άμμου
silt%	: ποσοστό περιεχομένης ιλύος
clay%	: ποσοστό περιεχομένης αργίλου
c/f	: ποσοστό αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτόκοκκων
C_u	: δείκτης κοκκομετρικής ομοιομορφίας
C_g	: δείκτης κοκκομετρικής διαβάθμισης
α	: σχετική αβεβαιότητα, προκύπτουσας τιμής παραμέτρου
q	: αντοχή σε μοναξονική θλίψη (kp/cm ² ή kPa)
c	: συνοχή (kp/cm ² ή kPa)
φ	: γωνία εσωτερικής τριβής (deg)
φ'	: μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής (deg)
C_c	: δείκτης συμπιεστότητας (αδιάστατος)
k	: δείκτης εδάφους (MN/m ³)
1/M_v	: μέτρο συμπιεστότητας (kp/cm ² ή kPa)
R²	: συντελεστής προσδιορισμού
R	: συντελεστής συσχέτισης

Περίληψη

Στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή διερευνάται ο συσχετισμός ορισμένων, θεμελιωδών ιδιοτήτων μηχανικής συμπεριφοράς εδαφών, με ορισμένες θεμελιώδεις παραμέτρους κατάταξης και βασικές φυσικές ιδιότητές τους, όπως αυτές προσδιορίζονται, ποσοτικά, με εργαστηριακές δοκιμές, καθώς και με μαθηματικούς συνδυασμούς των προηγούμενων.

Σκοπός είναι η παραγωγή σχέσεων από τις οποίες να μπορεί να προβλεφθεί η τιμή των μηχανικών ιδιοτήτων, με βάση τις τιμές κάποιας ή κάποιων παραμέτρων ταξινόμησης ή φυσικών ιδιοτήτων, ενός εδαφικού δείγματος, χωρίς την εκτέλεση της αντίστοιχης εργαστηριακής δοκιμής, η οποία δεν μπορεί να εκτελεσθεί, είτε για λόγους κόστους και χρόνου, είτε για λόγους ακαταλληλότητας του διαθέσιμου δείγματος.

Για τον παραπάνω σκοπό, συγκεντρώθηκε μεγάλος αριθμός δειγμάτων σε βάση δεδομένων η οποία περιέχει όλες τις τιμές των αναγκαίων παραμέτρων για τον συσχετισμό.

Τα δείγματα ταξινομήθηκαν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τη στρωματογραφική περιγραφή τους και ακολούθησε συσχετισμός, όπως προαναφέρθηκε, με τη χρήση Στατιστικών μεθόδων.

Ο συσχετισμός αυτός παρήγαγε σχέσεις εξάρτησης με τις οποίες είναι δυνατόν οι τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων ενός δείγματος εδάφους να εκτιμηθούν, χωρίς εκτέλεση της σχετικής δοκιμής, με ακρίβεια μεγαλύτερη του $\pm 20\%$, της εργαστηριακά μετρούμενης τιμής.

Abstract

In this Thesis the problem of correlating the mechanical properties of a given soil sample, as quantitatively determined by laboratory testing, with the laboratory determined values of classification parameters and/or physical properties, for the purpose of producing a mathematical model that will allow the prognosis of the value of a given mechanical property, without actually performing the laboratory test.

This can be of use when there is a shortage of time, or budget limitations or, more significantly, in cases where the soil sample obtained is small, of poor physical condition or damaged and cannot provide suitable material for the forming of test samples.

To this end, a data base containing a great number of soil samples, subjected to laboratory testing, was compiled.

The samples were classified into four different categories, according to their stratigraphical origin and description and a Statistical analysis and correlation of the mechanical properties to either single, or combinations of physical properties and classification parameters, was a performed.

From this resulted a number of functions, through the use of which, the mechanical properties can be predicted within a range of less than $\pm 20\%$, without actually performing the relevant laboratory test, if one or more of the physical properties or classification properties is of known value.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή προέκυψε σαν αποτέλεσμα της διαπίστωσης, ότι σε μια πληθώρα περιπτώσεων, παρίσταται η ανάγκη προσδιορισμού κάποιας παραμέτρου αντοχής ενός γεωυλικού (εδάφους, βράχου), τη στιγμή κατά την οποία δείγμα υπάρχει σε ποσότητα ανεπαρκή για την εκτέλεση της κατάλληλης δοκιμής.

Τα αίτια τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε αυτήν την απευκαία κατάσταση είναι πολλά και μπορεί να περιλαμβάνουν τις συνθήκες δειγματοληψίας, εμπειρία και ικανότητα του γεωτρητικού συνεργείου, επάρκεια και διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, συνθήκες συσκευασίας, μεταφοράς και αποθήκευσης των δειγμάτων, χειρισμό των δειγμάτων από το εργαστηριακό προσωπικό, τυχαία συμβάντα και τέλος, αλλά όχι λιγότερο σημαντικά, αλλαγή σχεδιασμού του έργου από τον εργοδότη ή τον μελετητή η οποία γίνεται μετά τη τέλεση του ερευνητικού προγράμματος και δημιουργεί, αναπόφευκτα, «δειγματοληπτικά κενά» μεταξύ των διαθέσιμων γεωτεχνικών δεδομένων και αυτών που απαιτούνται από τον νέο σχεδιασμό.

Το προαναφερθέν «δειγματοληπτικό κενό» μπορεί βέβαια, να καλυφθεί, με βάση την κρίση και εμπειρία του μηχανικού και να επιλεγεί μια βιβλιογραφική ή και κατ' εκτίμηση τιμή, ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί ο περαιτέρω σχεδιασμός. Εν τούτοις, η πλειονότητα των μελετητών αποφεύγει τη λύση αυτή και επί πλέον έχει αρχίσει να διαμορφώνεται νομικό πλαίσιο, το οποίο απαιτεί τεκμηρίωση των επιλογών του μελετητή κατά τρόπο κατανοητό και ελέγξιμο από μη μηχανικούς.

Η παρούσα διατριβή φιλοδοξεί να συμβάλλει στη λύση του προβλήματος, παρέχοντας μια μεθοδολογία υπολογισμού παραμέτρων αντοχής εδαφών, συναρτήσει φυσικών ιδιοτήτων και παραμέτρων ταξινόμησης. Η βάση της προσπάθειας αυτής είναι το γεγονός ότι, σχεδόν πάντοτε, μια μικρή ποσότητα, έστω και κακής ποιότητας δείγματος, διατίθεται, από μια συνεχή δειγματοληψία, η οποία ποσότητα επαρκεί για την εκτέλεση δοκιμών ταξινόμησης και φυσικών ιδιοτήτων. Επί πλέον, οι συνθήκες απόθεσης και γεωλογικών διεργασιών, καθώς και φυσιογραφικά δεδομένα του περιβάλλοντος απόθεσης του γεωυλικού, μπορούν να διαπιστωθούν επί τόπου, κατά τη δειγματοληψία και να συνοδεύσουν το δείγμα σαν χαρακτηρισμός επί του πεδίου. Επί πλέον, ένας έμπειρος γεωτεχνικός είναι σε θέση και μόνο από τον παραπάνω γενόμενο χαρακτηρισμό, να εκτιμήσει, με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια, αρκετές παραμέτρους του δείγματος, πριν από την εκτέλεση των εργαστηριακών δοκιμών. Τέλος κάποιες, επί τόπου, δοκιμές αντοχής (π.χ. SPT ή πενετρομέτρηση κώνου) μπορούν να υποκαταστήσουν ικανοποιητικά την έλλειψη δείγματος κατάλληλου για εκτέλεση συμβατικής εργαστηριακής δοκιμής αντοχής.

Όλα τα παραπάνω μπορούν, να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της αδυναμίας εκτέλεσης μίας, συμβατικής, εργαστηριακής, δοκιμής αντοχής σε συγκεκριμένο δείγμα, με την υποκατάσταση του αποτελέσματός της από μια τιμή της αντίστοιχης ιδιότητας, στην οποία ο μελετητής θα έχει αχθεί υπολογιστικά, με τη χρήση μίας (της προτεινόμενης από την παρούσα διατριβή) ημιεμπειρικής συνάρτησης συσχετισμού παραμέτρων.

1.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Σήμερα, εμφανίζεται μια ανισορροπία, όσον αφορά τον αριθμό συστημάτων ταξινόμησης των δύο μεγάλων ομάδων των γεωυλικών, δηλαδή των πετρωμάτων και των εδαφών. Ασχέτως αιτίων, υπάρχει αυτή τη στιγμή μια ποικιλία συστημάτων ταξινόμησης βραχομάζας τα οποία καταλήγουν σε ένα χρηστικό χαρακτηρισμό του πετρώματος από πλευράς γεωτεχνικής μηχανικής και εφαρμογών της (GSI, κλπ) ενώ για τα εδάφη υπάρχουν κυρίως δύο εν χρήσει συστήματα, το USCS και το ASTM, κανένα από τα οποία δεν δίνει άμεσα αναγνώσιμες και εύχρηστες, από τον μελετητή, τιμές παραμέτρων αντοχής. Επί πλέον το ASTM, για το οποίο έχουν δημοσιευθεί ορισμένες αντιστοιχίσεις μεταξύ των χαρακτηρισμών της ταξινόμησης και κάποιων παραμέτρων αντοχής (π.χ. γωνίας τριβής) αφορά τεχνικώς διαμορφωμένα εδάφη (engineered soils), ενώ για τον μελετητή, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, αυτό που έχει σημασία είναι η επί τόπου κατάσταση του εδάφους.

Επίσης, παρά το ότι υπάρχουν ορισμένες γνωστές και ευρείας χρήσης σχέσεις που συνδέουν παραμέτρους ταξινόμησης με παραμέτρους αντοχής, (όπως, π.χ. η σχέση του Terzaghi που συνδέει το όριο υδαρότητας του εδάφους με τον δείκτη συμπίεσιμότητας, ή δεδομένα in situ δοκιμών (π.χ. SPT) με παραμέτρους όπως η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη και η γωνία εσωτερικής τριβής), ελλείπει ένα σύστημα, κατά το μάλλον ή ήττον γενικευμένο, το οποίο θα συνδέει τις παραμέτρους του εδάφους, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα in situ δοκιμών, με τις σημαντικότερες παραμέτρους μηχανικής αντοχής.

Στην ανάγκη αυτή, της δημιουργίας ενός συστήματος χαρακτηρισμού της «εδαφόμαζας» το οποίο να παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής χρηστικών λειτουργικών συμπερασμάτων για τη συμπεριφορά του εδάφους ως γεωυλικού, από δεδομένα ταξινόμησης, φιλοδοξεί να συμβάλλει, η παρούσα εργασία.

1.2 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Τα δεδομένα των δοκιμών επί εδαφικών δειγμάτων χωρίζονται σε δύο ομάδες:

- α) Δεδομένα προερχόμενα από φυσικά δείγματα
- β) Δεδομένα προερχόμενα από δείγματα αναφοράς.

Τα φυσικά δείγματα ομαδοποιούνται ανάλογα με τον χαρακτηρισμό τον οποίο έχουν λάβει, είτε επί τόπου κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας είτε κατά τον αρχικό εργαστηριακό έλεγχο που προηγήθηκε της εκτέλεσης των δοκιμών και με τον χαρακτηρισμό αυτό έχουν εισαχθεί σε μια βάση δεδομένων.

Η αρχική ομαδοποίηση περιλαμβάνει τέσσερις ομάδες ανάλογα με τις συνθήκες απόθεσης του εδαφικού υλικού. Οι ομάδες αυτές είναι:

- α) **Εδάφη που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον, από πρωτογενές υλικό το οποίο μεταφέρθηκε στη θέση απόθεσης, από τη δράση επιφανειακών υδάτων.**
Στο σύνολο των περιπτώσεων, σε κάποιο βάθος, υπό την επιφάνεια του εδάφους, συναντάται υδροφόρος ορίζοντας.
- β) **Εδάφη που έχουν αποτεθεί είτε σε χερσαίο περιβάλλον ή σε υδατικό περιβάλλον, στα οποία όμως δεν εντοπίζεται σήμερα μόνιμος υδροφόρος ορίζοντας.**
- γ) **Εδάφη που αποτελούν προϊόντα αποσάθρωσης ή αναζύμωσης ενός, υποκείμενου ή γειτνιάζοντος, μητρικού πετρώματος ή εδάφους.**
- δ) **Εδάφη τα οποία αποτελούν το υγιές γεωλογικό υπόβαθρο μιας περιοχής.**

Σε κάθε μια από τις παραπάνω, βασικές κατηγορίες γίνεται διάκριση δύο υποκατηγοριών.

Η πρώτη περιλαμβάνει τα **Λεπτόκοκκα δείγματα**, δηλαδή όσα αποτελούνται από πάνω από 50%, κατά βάρος υλικό **διερχόμενο** από το κόσκινο **No 200**.

Η δεύτερη περιλαμβάνει τα **Αδρόκοκκα δείγματα**, δηλαδή δείγματα αποτελούμενα, πάνω από του 50%, κατά βάρος, υλικό **συγκρατούμενο** από το κόσκινο **No 200**.

Μία δεύτερη ταξινόμηση γίνεται με βάση την λιθολογική περιγραφή του δείγματος, έτσι όπως αυτή προέκυψε από την επί τόπου εξέταση κατά τη δειγματοληψία ή από τον χαρακτηρισμό που δόθηκε κατά την εξέταση του δείγματος στο εργαστήριο, πριν από την εκτέλεση των δοκιμών. ο αριθμός των φυσικών δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για παραγωγή σχέσεων συσχετισμού ταξινομημένα με βάση τις προαναφερόμενες κατηγορίες, είναι περίπου 850, 250, 600 και 500 αντίστοιχα, ενώ ο αριθμός των δειγμάτων αναφοράς 100.

Τα δείγματα αναφοράς αποτελούνται από δείγματα δεδομένης κοκκομετρίας, όσον αφορά τα αμμώδους σύστασης, και όσον αφορά τα αργιλικά, αποτελούνται από επιλεγμένα φυσικά δείγματα τα οποία περιέχουν τουλάχιστον 98% υλικό διερχόμενο από το κόσκινο No 200 (βρογχίδα 75μm).

Η μέθοδος συσχετισμού δεδομένων ταξινόμησης/φυσικών ιδιοτήτων και μηχανικών παραμέτρων,

που ακολουθήθηκε κάνει χρησιμοποιεί ορισμένους αδιάστατους δείκτες οι οποίοι περιγράφουν μια συγκεκριμένη ταξινομική ιδιότητα ή συμπεριφορά.

Τέτοιοι δείκτες είναι ο λόγος αδρόκοκκων/λεπτόκοκκα, του συγκεκριμένου δείγματος, ο λόγος φυσικής υγρασίας/ορίου υδαρότητας, ο λόγος περιεχόμενης αργίλου/ποσοστό αδρόκοκκων, ο λόγος ιλύος/λεπτόκοκκα και ο λόγος ιλύος/αδρόκοκκα, ο λόγος φυσικής υγρασίας/λόγο αδρόκοκκων/λεπτοκόκκων κ.ο.κ.

Για κάθε ομάδα εδαφών γίνεται στατιστική επεξεργασία των τιμών φυσικών ιδιοτήτων ή δεικτών ταξινόμησης που μετρήθηκαν εργαστηριακά και εν συνεχεία όλες οι προαναφερθείσες τιμές συσχετίζονται με κάποια παράμετρο μηχανικής συμπεριφοράς. Σκοπός της επεξεργασίας και του συσχετισμού είναι ο προσδιορισμός ημιεμπειρικών εξισώσεων συσχετισμού ή νομογραφημάτων, τα οποία θα δίνουν τη δυνατότητα άμεσης εκτίμησης των παραμέτρων μηχανικής αντοχής από δεδομένα φυσικών ιδιοτήτων και ιδιοτήτων ταξινόμησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα είναι ουσιαστικά ανοικτό και υπόκειται σε προσθήκες και βελτιώσεις και ως προς τα δεδομένα εισαγωγής και ως προς τα εξαγόμενα αποτελέσματα και φιλοδοξεί να επεκταθεί με μελλοντικές εργασίες ώστε να αποτελέσει ένα γενικευμένο σύστημα κατάταξης ανάλογο με τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης βραχομάζας.

Για λόγους σύγκρισης των αποτελεσμάτων, έγινε ομαδοποίηση των δειγμάτων και με χρήση διαφορετικών κριτηρίων, χρησιμοποιώντας την περισσότερο συμβατική κατηγοριοποίηση των εδαφών, βάσει των συνθηκών απόθεσης τους. Σύμφωνα με αυτή την ομαδοποίηση, διακρίθηκαν τέσσερις ομάδες δειγμάτων, όπως παρακάτω :

- 1) Κανονικά στερεοποιημένα, λεπτόκοκκα εδάφη (ποσοστό άνω του 50% κ.β διέρχεται από το κόσκινο No 200).
- 2) Υπερστερεοποιημένα, λεπτόκοκκα εδάφη (ποσοστό άνω του 50% κ.β διέρχεται από το κόσκινο No 200).
- 3) Χαλαρής απόθεσης, αδρόκοκκα εδάφη (πάνω από 50% κ.β συγκρατείται από το κόσκινο No 200).
- 4) Πυκνής απόθεσης, αδρόκοκκα εδάφη (πάνω από 50% κ.β συγκρατείται από το κόσκινο No 200).

Στα δείγματα τα οποία ομαδοποιήθηκαν όπως παραπάνω, έγινε δοκιμή συσχετισμού της γωνίας τριβής σαν εξαρτημένης μεταβλητής, με τον λόγο του ποσοστού των αδρόκοκκων (% κ.β δείγματος) προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα (% κ.β δείγματος) συστατικά, σαν ανεξάρτητη μεταβλητή.

Τα αποτελέσματα του συσχετισμού αυτού αποτέλεσαν αντικείμενο δημοσίευσης και παρατίθενται σε ιδιαίτερη ενότητα, στο Κεφάλαιο 5 (§ 5.4).

Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι, πριν από τη διάκριση των δειγμάτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με τις συνθήκες απόθεσης και την κοκκομετρική τους σύσταση, έγινε απόπειρα συσχετισμού των ανεξαρτήτων και εξαρτημένων παραμέτρων, αρχικά του συνόλου των δειγμάτων και εν συνεχεία, δύο ομάδων δειγμάτων (λεπτοκόκκων και αδρόκοκκων), χωρίς κανένα άλλο κριτήριο ομαδοποίησης.

Οι συσχετισμοί οι οποίοι έγιναν με αυτόν τον τρόπο, έδωσαν πολύ χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης για το σύνολο των δειγμάτων και ελαφρά μεγαλύτερους για τις δύο υποομάδες, Λεπτόκοκκων-Αδρόκοκκων. Εντούτοις και στη δεύτερη περίπτωση, οι συσχετισμοί είναι πολύ χαμηλοί για να μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστοι και πρακτικά αξιοποιήσιμοι.

Πρέπει να παρατηρηθεί εδώ ότι, από όλες τις παραμέτρους οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στους συσχετισμούς, σαν ανεξάρτητες μεταβλητές, μόνο ο λόγος ποσοστού αδρόκοκκων/λεπτοκόκκων έδωσε καλές τιμές συντελεστών συσχέτισης με ορισμένες μηχανικές παραμέτρους.

Αξιοπερίεργο είναι ότι ο συσχετισμός, με τον λόγο αυτό, έδωσε, σχετικά καλές τιμές συντελεστών συσχέτισης και για το σύνολο των δειγμάτων, χωρίς να προηγηθεί διαχωρισμός σε λεπτόκοκκα και αδρόκοκκα.

Μετά από αυτή την εισαγωγική προεργασία, αποφασίσθηκε ο διαχωρισμός των δειγμάτων σε τέσσερις (4) βασικές ομάδες, με βάση ενός συνθήκες σχηματισμού και ενός αντίστοιχες, κοκκομετρικές υποομάδες ενός, ενός αναφέρθηκε στα προηγούμενα.

Ο διαχωρισμός ενός συμφωνεί με την εργαστηριακή εμπειρία αφ' ενός και αφ' ετέρου, δεν παράγει πολύ μεγάλο αριθμό κατηγοριών, γεγονός το οποίο θα είχε αρνητικές συνέπειες και στον αριθμό των συσχετιζόμενων δειγμάτων, ανά κατηγορία και θα δυσχέραινε την πρακτική εφαρμογή των αποτελεσμάτων των τελικών συσχετισμών.

Στη συνέχεια (Πίνακας 1) δίνονται ενδεικτικά οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης που παρήχθησαν από τον διερευνητικό συσχετισμό του αδιαίρετου συνόλου των δειγμάτων και της στοιχειώδους ομαδοποίησής του, απλώς σε Λεπτόκοκκα και Αδρόκοκκα δείγματα.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα συσχετισμών του αταξινόμητου υλικού

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
			R ²	R ²
1	σ	c/f	0,0026	0,0038
2	c	c/f	0,0658	0,4469
3	φ	c/f	0,8549	0,4801
4	Cc	c/f	0,2603	0,3503
5	k	c/f	0,0124	0,0544
6	σ	W%	0,1634	0,0041
7	c	W%	0,0842	0,1853
8	φ	W%	0,2438	0,1788
9	Cc	W%	0,5162	0,1174
10	k	W%	0,1623	0,0852
11	σ	Ww	0,2502	0,2023
12	c	Ww	0,1874	0,0419
13	φ	Ww	0,1052	0,0430
14	Cc	Ww	0,3870	0,1195
15	k	Ww	0,2121	0,1302
16	σ	PI	0,0743	0,0120
17	c	PI	0,1428	0,1914
18	φ	PI	0,1209	0,1789
19	Cc	PI	0,1557	0,2681
20	k	PI	0,0568	0,0011

1.3 Συγκρότηση της βάσης δεδομένων

Για τη ταξινόμηση των δεδομένων με βάση τα οποία έγινε προσπάθεια συσχετισμού και εξαγωγής συμπερασμάτων, αποφασίσθηκε η σύνταξη μίας βάσης δεδομένων μέσω το προγράμματος Microsoft Access και η βάση έλαβε τον χαρακτηρισμό «Βάση Διαχείρισης Γεωτεχνικών Δεδομένων». Η βάση διαχειρίζεται τα υπάρχοντα δεδομένα με βάση ένα σύστημα ταξινόμησης

δειγμάτων και ένα σύστημα ταξινόμησης δοκιμών πεδίου και εργαστηριακών δοκιμών.

Το σύστημα ταξινόμησης δειγμάτων αρχειοθετεί τα δείγματα με βάση τη γεωγραφική θέση της δειγματοληψίας, την τεχνική δειγματοληψίας, (γεώτρηση ή φρέαρ δειγματοληψίας), την ταυτότητα του έργου και το βάθος της δειγματοληψίας. Σε δεύτερο επίπεδο παρέχονται πληροφορίες για το περιβάλλον δειγματοληψίας δηλαδή το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα και τις συνθήκες απόθεσης και πληροφορίες για το ίδιο το δείγμα. Δηλαδή, επί τόπου γενόμενος, γεωλογικός και πετρογραφικός χαρακτηρισμός, σύσταση και χρώμα του δείγματος.

Οι δοκιμές ταξινομούνται σε δύο βασικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα αφορά δοκιμές φυσικών ιδιοτήτων και κατάταξης οι οποίες περιλαμβάνουν την κοκκομετρική ανάλυση με εμφάνιση του ποσοστού διερχομένων από τις βρογχίδες των κοσκίνων 1", ½", No 4, No 10, No 40, No 200, το ποσοστό αργίλου όπως προκύπτει από τη δοκιμή υδρομέτρου και ιδιότητες όπως το υγρό φαινόμενο βάρος, η φυσική υγρασία, ο λόγος κενών και το ειδικό βάρος κόκκων. Στην ίδια ομάδα δοκιμών περιλαμβάνεται ο προσδιορισμός του ποσοστού οργανικού υλικού, εφ' όσον υπάρχει και οι δοκιμές ορίων Atterberg (όριο υδαρότητας, όριο πλαστικότητας, δείκτης πλαστικότητας) καθώς και μια διαδικασία χαρακτηρισμού του δείγματος κατά USCS.

Οι δοκιμές μηχανικής αντοχής και των λοιπών μηχανικών ιδιοτήτων ακολουθούν σε ένα δεύτερο επίπεδο λειτουργίας της βάσης, χωρισμένες σε δύο ομάδες.

Η πρώτη περιλαμβάνει τις τιμές των βασικών δοκιμών αντοχής που εκτελούνται στο εργαστήριο, δηλαδή, μοναξονικής θλίψης, τριαξονικής θλίψης (τιμές συνοχής και γωνίας τριβής), διάτμησης (τιμές συνοχής και γωνίας τριβής) και συμπιεστότητας (δείκτης και συντελεστής συμπιεστότητας).

Η δεύτερη παρέχει δεδομένα για εκτελούμενες *in situ* δοκιμές καθώς και δοκιμές εργαστηρίου οι οποίες δεν είναι συνήθους εφαρμογής ή δεν είναι πάντα συμβατές με όλα τα είδη δειγμάτων. Οι δοκιμές αυτές είναι πρωτίστως η δοκιμή SPT για την οποία παρέχεται ο *in situ* μετρούμενος και ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων, η δοκιμή φόρτισης πλάκας, η δοκιμή υδραυλικής αγωγιμότητας, η δοκιμή σημειακής φόρτισης για βραχώδη δείγματα κλπ.

Η βάση δεδομένων έχει τη δυνατότητα παρουσίασης των δεδομένων με διάφορες μορφές, τμηματικά ή συνολικά, υπό τύπο απλής προβολής των τιμών, εξαγωγής ομαδικών πινάκων με ομάδες δεδομένων επιλεγμένες κατά τη διαμόρφωση που επιλέγει ο χρήστης και εκτυπώσεις όλων των παραπάνω τύπων παρουσίασης στοιχείων.

Σε γενική θεώρηση, το βασικό πλεονέκτημά της είναι η δυνατότητα προσπέλασης των αποθηκευμένων στοιχείων υπό μορφή ομαδοποιημένη και διαμορφωμένη σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Επί πλέον λόγω της δομής της, η βάση είναι επεκτάσιμη και ως προς τον τύπο και τα δεδομένα ταξινόμησης των δειγμάτων και ως προς τον αριθμό και το είδος των δοκιμών και των παρεχόμενων, ανά δοκιμή, πληροφοριών.

2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΈΡΓΟΥ

2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η ενεργός συνοχή (c') και γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ') είναι δύο εγγενείς ιδιότητες, απαραίτητες για τη διατμητική αντοχή μιας εδαφικής μάζας, σε οποιαδήποτε γεωτεχνική ανάλυση. Η συνοχή είναι παρούσα μόνο σε περιπτώσεις τσιμεντοποιημένων εδαφών, μερικώς κορεσμένων εδαφών και πολύ υπερστερεοποιημένων αργίλων, και, όπως αναφέρθηκε από τους Kulhawy και Mayne (1990), σταδιακά μειώνεται με το χρόνο. Αντίθετα, σε μη τσιμεντοποιημένα εδάφη (συμπεριλαμβανομένων των αργίλων) η αντοχή στη διάτμηση είναι αποτέλεσμα κυρίως της τριβής και εξαρτάται από τη μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής (Ameratunga et al., 2016).

Αρκετοί συγγραφείς έχουν παρουσιάσει συσχετίσεις για την εκτίμηση της μέγιστης γωνίας εσωτερικής τριβής (ϕ'_p) σε μια προσπάθεια να παρέχουν ένα εργαλείο εκτίμησης της διατμητικής αντοχής μη συνεκτικών εδαφών. Αρχικά, η ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής (μετρούμενη σε δοκιμές τριαξονικής φόρτισης) συσχετίστηκε με το μέγεθος των κόκκων και τη σχετική πυκνότητα (Terzaghi and Peck, 1967; Schmertmann, 1978). Οι επόμενες προσεγγίσεις συσχέτισαν τη μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής με μια ή περισσότερες παραμέτρους του εδάφους, όπως ο τύπος του εδάφους, η σχετική πυκνότητα, το μοναδιαίο βάρος και ο λόγος κενών (Kulhawy and Mayne, 1990).

Περαιτέρω έρευνα έδειξε ότι η μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής των κοκκωδών εδαφών αυξάνεται με τη γωνιότητα των κόκκων, την τραχύτητα της επιφάνειας και τη σχετική πυκνότητα. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, το πρότυπο BS 8002 (1994) προτείνει ότι η μέγιστη ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ'_p) ενός κοκκώδους εδάφους μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση:

$$\phi'_p = 30 + k_A + k_B + k_C$$

όπου τα k_A , k_B και k_C αντιπροσωπεύουν τη γωνιότητα των κόκκων (0° – 4°), την κατανομή του μεγέθους των κόκκων (0° – 4°) και τη σχετική πυκνότητα που εκφράζεται με αριθμό χτυπημάτων της τυπικής δοκιμής διεύθυνσης (0° – 9°), αντίστοιχα.

Ταυτόχρονα, ο Salgado (2008) ορίζει ότι για τριαξονική φόρτιση συμπίεσης, η μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής των κοκκωδών εδαφών μπορεί να εκτιμηθεί από την παρακάτω εξίσωση που περιλαμβάνει τη γωνία διαστολής:

$$\phi'_p \approx \phi'_{CV} + 5\psi$$

όπου (ϕ'_p) είναι η μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής σε συνθήκες τριαξονικής φόρτισης, (ϕ'_{CV}) είναι η γωνία εσωτερικής τριβής κρίσιμης κατάστασης και ψ είναι η συνιστώσα της γωνίας διαστολής.

Στα λεπτόκοκκα εδάφη, υπάρχει σαφής τάση μείωσης της μέγιστης γωνίας τριβής (ϕ'_p) με την αύξηση του δείκτη πλαστικότητας (PI). Οι Sorensen και Okkels (2013) ανέλυσαν μια εκτενή βάση δεδομένων με κανονικά στερεοποιημένες, αναζυμωμένες και αδιατάρακτες αργίλους από το Γεωτεχνικό Ινστιτούτο της Δανίας, σε συνδυασμό με τα δεδομένα των Kenney (1959), Brooker and Ireland (1965), Bjerrum and Simons (1960) και Terzaghi et al. (1996). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η καλύτερη εκτίμηση της μέγιστης ενεργής γωνίας εσωτερικής τριβής για λεπτόκοκκα εδάφη δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\phi'_p = 43 - 10 \log PI$$

όπου PI είναι ο δείκτης πλαστικότητας.

Για υπερστερεοποιημένες αργίλους, οι Sorensen και Okkels (2013) προτείνουν ότι η βέλτιστη εκτίμηση της μέγιστης γωνίας εσωτερικής τριβής μπορεί να δοθεί από τις εξισώσεις που ακολουθούν:

$$\begin{aligned} \phi'_p &= 45 - 14 \log PI & \text{για} & & 4 < PI < 50 \\ \phi'_p &= 26 - 3 \log PI & \text{για} & & 50 < PI < 150 \end{aligned}$$

Από την προαναφερθείσα βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι σαφές ότι η εκτίμηση της μέγιστης γωνίας εσωτερικής τριβής είναι ένα δύσκολο εγχείρημα, καθώς εξαρτάται από πολλές άγνωστες μεταβλητές. Αρκετές μελέτες προσπαθούν να αναπτύξουν ημιεμπειρικές μεθόδους εκτίμησης γεωτεχνικών παραμέτρων όταν εργαστηριακές μετρήσεις ή δεδομένα πεδίου είναι σποραδικά ή μη διαθέσιμα. Η πλειοψηφία αυτών των μεθόδων βρίσκει εφαρμογή σε συνεκτικά εδάφη και δημιουργούν μια άμεση συσχέτιση μεταξύ της μη στραγγιζόμενης διατμητικής αντοχής και της αντίστασης κώνου κατά τη δοκιμή CPT (Zein, 2017).

Στην Ελλάδα, έχουν παρουσιαστεί αρκετές μελέτες για τη συσχέτιση δοκιμών *in situ* (τυποποιημένη δοκιμή διείσδυσης, δοκιμή crosshole, σεισμοκώνος) και εργαστηριακά αποτελέσματα δοκιμών (Anagnostopoulos 1974; Ζερβογιάννης κ.ά. 1987; Bouckovalas et al. 1989; Κούκης κ.ά. 1997; Zervogiannis and Kalteziotis 1988; Anagnostopoulos et al. 2003) αλλά περιορίζονται κυρίως σε συνεκτικά εδάφη. Επομένως είναι επιθυμητή μια απλή, αλλά ορθολογική προσέγγιση για την εκτίμηση της μέγιστης γωνίας εσωτερικής τριβής ενός ευρέος φάσματος εδαφικών σχηματισμών, για πρακτικές εφαρμογές μηχανικής.

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη εργαλείων για την εκτίμηση της μέγιστης ενεργής γωνίας εσωτερικής τριβής με βάση τις ιδιότητες της εδαφικής μάζας. Τα δεδομένα για αυτήντην έρευνα συλλέχθηκαν από μια σειρά μεγάλων έργων οδοποιίας σε όλη την ελληνική επικράτεια. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα ελήφθησαν με τυπικές δοκιμές που εφαρμόστηκαν σε διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς, του Νεογενούς έως και του Τεταρτογενούς σε ηλικία.

2.1.1 Γενικές εισαγωγικές παρατηρήσεις

Από πλευράς γενικότερης φιλοσοφικής προσέγγισης ο συσχετισμός κάποιων παραμετρικών χαρακτηριστικών ενός υλικού με κάποια άλλα, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο να παρακάμπτει την ανάγκη για ενδελεχείς πειραματικές δοκιμές ή να παρέχει ένα υπόβαθρο τιμών ελέγχου, δεν είναι κάτι καινοφανές.

Έχουν γίνει, στο παρελθόν, αρκετές προσπάθειες συσχετισμού φυσικών ιδιοτήτων ή ιδιοτήτων κατάταξης, ή/και αποτελεσμάτων δοκιμών πεδίου, με μηχανικές ιδιότητες, οι οποίες κατά τεκμήριο αξιολογούνται μετά από ένα πρόγραμμα εξειδικευμένων εργαστηριακών δοκιμών. Εν τούτοις, όπως παρατηρεί ο Καββαδός (2005), οι σχετικές προσπάθειες συσχετισμού που έχουν πραγματοποιηθεί, συνήθως επικεντρώνονται σε ένα συγκεκριμένο είδος ή ποιότητα εδάφους (η άργιλος του Λονδίνου είναι χαρακτηριστική περίπτωση), το οποίο έχει ερευνηθεί διεξοδικά με πληθώρα γεωτρήσεων και για το οποίο έχει εκτελεσθεί ένας πολύ μεγάλος αριθμός δοκιμών υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, εις τρόπον ώστε τα αποτελέσματα των συσχετισμών που έγιναν να μπορούν μεν να θεωρηθούν αξιόπιστα αλλά είναι παρακινδυνευμένο να γενικευθούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλα γεωυλικά, παρομοίου υφής αλλά, όχι κατ' ανάγκη εντελώς πανομοιότυπα και κυρίως, σχηματισθέντα σε διαφορετικές γεωλογικές συνθήκες.

Προσπάθειες αυτού του τύπου, μεταφέρουν στα αποτελέσματα που παράγονται, το εγγενές μειονέκτημα της συσχέτισης των μηχανικών ιδιοτήτων ενός και μόνο, συγκεκριμένου τύπου, γεωυλικού με συγκεκριμένες φυσικές παραμέτρους ή αποτελέσματα δοκιμών πεδίου. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει εδαφικά υλικά μιας σχετικά ευρείας περιοχής, όπως είναι ο Ελλαδικός χώρος, πραγματοποιώντας κατά το δυνατόν, όλους τους δυνατούς συσχετισμούς, φυσικών παραμέτρων και παραμέτρων ταξινόμησης με παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς και αυτό για όλους τους απαντώμενους τύπους εδαφών σε μικρά βάθη (έως 50m από την επιφάνεια). Αυτοί οι εδαφικοί τύποι, αν και γεωλογικά και ορυκτολογικά δεν είναι ταυτόσημοι, εν τούτοις ανταποκρίνονται σε ένα μικρό αριθμό συστημάτων απόθεσης και γεωπεριβαλλόντων. Επομένως, γίνεται προσπάθεια ταξινόμησης και συσχετισμού σχηματισμών οι οποίοι έχουν, σαν κοινό παρονομαστή, τις γενικότερες συνθήκες σχηματισμού τους και όχι μόνο την ακριβή λιθολογική και ορυκτολογική ταυτότητα.

Επομένως το σκέλος της πρωτοτυπίας της παρούσας έγκειται στο διαφορετικό υπόβαθρο του συσχετισμού με βάση τον μεγάλο αριθμό δειγμάτων τα οποία καλύπτουν σχεδόν το σύνολο του Ελλαδικού χώρου.

Επίσης η εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων δεν έγινε υπό αυστηρές προδιαγραφές και

εργαστηριακές συνθήκες, αλλά υπό συνθήκες παραγωγής αποτελεσμάτων όπως αυτά παρέχονται, κατά τις ισχύουσες προδιαγραφές εκτέλεσης δοκιμών εδαφομηχανικής για τον σκοπό εκπόνησης μελετών δημοσίων και ιδιωτικών έργων και με όλες τις εγγενείς αδυναμίες και αναπόφευκτα σφάλματα τα οποία συνεπάγεται τούτο.

Σαν παράπλευρη συνέπεια αυτής της προσέγγισης έρχεται το γεγονός ότι το αθροιστικό σφάλμα, το οποίο προκύπτει από την εργαστηριακή διαδικασία έχει ενσωματωθεί, κατά τρόπο αντιπροσωπευτικό για τον συνολικά επαγγελματικά δραστηριοποιούμενο εργαστηριακό γεωτεχνικό τομέα και συνεπώς, τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της εργασίας όπως αυτά διατυπώνονται στα συμπεράσματα, μπορούν να θεωρηθούν γενικής ισχύος.

2.1.2 Σχετικές με το ερευνητικό αντικείμενο εργασίες και αναφορές που παρατίθενται στη διεθνή βιβλιογραφία

Για το ερευνητικό αντικείμενο του συσχετισμού μίας ή περισσότερων παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς, με κάποιες παραμέτρους κατάταξης ή φυσικών ιδιοτήτων εδαφών, υπάρχει σωρεία βιβλιογραφικών αναφορών, κάποιες από τις οποίες έχουν ενσωματωθεί σε εγχειρίδια γεωτεχνικής μηχανικής.

Η γνωστότερη, ενδεχομένως, σχετική αναφορά συσχετισμού η οποία εμφανίζεται στη βιβλιογραφία είναι αυτή που μνημονεύεται από τον Bowles (1982) (**Πίνακας 2**), η οποία συσχετίζει τον αριθμό κρούσεων SPT για συνεκτικά εδάφη, με την αντοχή σε μοναξονική θλίψη και κατ' επέκταση (με θεωρούμενη τη γωνία εσωτερικής τριβής να λαμβάνει την ονομαστική τιμή 0 μοιρών, για αργιλικά εδάφη), με τη συνοχή.

Πίνακας 2: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με την αντοχή σε μοναξονική θλίψη και τη συνοχή (Bowles, 1982)

Κρούσεις SPT (30cm)	Αντοχή σε θλίψη (kp/cm ²)	Συνοχή (kp/cm ²)
0-2	0,00-0,24	0,00-0,12
2-4	0,24-0,49	0,12-0,25
4-8	0,49-0,98	0,25-0,49
8-16	0,98-1,95	0,49-0,98
16-32	1,95-3,90	0,98-1,95
Άνω των 32	Άνω των 3,90	1,95-3,90

Ο Bowles ταξινομεί τα συνεκτικά εδάφη ως πολύ μαλακά, μαλακά, μεσαίας στιφρότητας, στιφρά, πολύ στιφρά και σκληρά αυτά που εμφανίζουν άνω των 32 κρούσεων SPT. Ο κανονισμός λιμενικών έργων του Αμερικανικού Ναυτικού (NAVFAC 7.02/7.03) δίνει σχεδόν ίδιες τιμές με τον Bowles, διαφέροντας μόνο στο ότι η κλίμακα του εύρους των τιμών κρούσεων που χρησιμοποιεί είναι <2, 2-4, 4-8, 8-15, 15-30 και >30 αντίστοιχα. Κλίμακες εμπειρικής αντιστοίχισης τιμών συνοχής για διάφορους τύπους εδαφών, ανάλογα με τον χαρακτηρισμό τους κατά USCS, δίνονται και από τον Rasmussen (2006), σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα τιμών συνοχής (**Πίνακας 3**), σε συμπυκνωμένα εδάφη (επομένως μετά από επέμβαση) και κορεσμένα εδάφη (σε kp/cm²).

Πίνακας 3: Αντιστοίχιση τιμών συνοχής για διάφορους τύπους εδαφών, ανάλογα με τον χαρακτηρισμό τους, κατά USCS (Rasmussen, 2006)

Κατάταξη USCS	Συνοχή c (kp/cm ²)	
	Συμπυκνωμένου εδάφους	Κορεσμένου εδάφους
SM	0,51	0,205
SM-SC	0,51	0,147
SC	0,76	0,112
ML	0,68	0,093
SL-CL	0,66	0,225
CL	0,88	0,132
MH	0,73	0,205
CH	1,03	0,112

Για τις κατηγορίες εδαφών GW, GP, GM, SW, SP η τιμή συνοχής δίνεται σε συμπυκνωμένο και κεκορεσμένο έδαφος ίση με 0 kp/cm², ενώ δεν παρέχεται τιμή για εδάφη κατηγορίας OL. Όσον αφορά τη γωνία εσωτερικής τριβής και πάλι οι συσχετισμοί που αναφέρονται σε εγχειρίδια εδαφομηχανικής είναι αυτοί που αφορούν τη δοκιμή SPT και κυρίως αναφέρονται σε άμμους. Ο Bowles (1982) δίνει πίνακα τιμών συσχετισμού για κοκκώδη εδάφη (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής για κοκκώδη εδάφη κατά Bowles (1982)

SPT (αριθμός κρούσεων)	Γωνία εσωτερικής τριβής ϕ (μοίρες)
0	25-30
4	27-32
10	30-35
30	35-40
50	38-43

Οι Peck et al., (1974) δίνουν για άμμους τις παρακάτω τιμές (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής άμμων κατά Peck et al. (1974)

SPT (αριθμός κρούσεων)	Χαρακτηρισμός άμμου	Γωνία εσωτερικής τριβής ϕ (μοίρες)
<4	Πολύ χαλαρή	<29
4-10	Χαλαρή	29-30
10-30	Μέσης πυκνότητας	30-36
30-50	Πυκνής απόθεσης	36-41
>50	Πολύ πυκνής απόθεσης	>41

Αντίστοιχη κατηγοριοποίηση γίνεται και από τον Meyerhof (1956) (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Συσχετισμός αριθμού κρούσεων SPT, με τη γωνία εσωτερικής τριβής άμμων κατά Meyerhof (1956)

SPT (αριθμός κρούσεων)	Χαρακτηρισμός	Γωνία εσωτερικής τριβής φ (μοίρες)
<4	Πολύ χαλαρή	<30
4-10	Χαλαρή	30-35
10-30	Μέσης πυκνότητας	35-40
30-50	Πυκνής απόθεσης	40-45
>50	Πολύ πυκνής απόθεσης	>45

Ο Terzaghi (1963) έχει δώσει μια εμπειρική προσέγγιση, για τον υπολογισμό του δείκτη στερεοποίησης σε αργίλους, με βάση τη σχέση $Cc=0,09 (LL-10)$. Όσον αφορά τον δείκτη εδάφους οι προτεινόμενοι συσχετισμοί με άλλες παραμέτρους, κυρίως το SPT, αφορούν κυρίως τα αδρόκοκκα εδάφη και μάλιστα, τα αμμώδη, αν και δίνονται τιμές και για αργίλους, ακολουθώντας, στην ταξινόμηση, για τις αργίλους, τους χαρακτηρισμούς πολύ μαλακή, στιφρή κλπ (Πίνακας 7) και τις άμμους: χαλαρή, μέσης απόθεσης, κλπ (Πίνακας 8).

Πίνακας 7: Συσχετισμός δείκτη εδάφους για αργίλους, βάσει του χαρακτηρισμού κατά Terzaghi (1963)

Άργιλοι		
α/α	Χαρακτηρισμός	Δείκτης εδάφους, k (MN/m ³)
1	Πολύ μαλακή	<3
2	Μαλακή	<5
3	Μέσης στιφρότητας	6-7
4	Στιφρή	7-29
5	Πολύ στιφρή	29-56

Οι τιμές αυτές δίνονται για αργίλους των οποίων η αντοχή σε μοναξονική θλίψη δεν υπερβαίνει περίπου τα 2kpc/m² (200kPa). Αντίστοιχα, για άμμους προκύπτουν οι τιμές:

Πίνακας 8: Συσχετισμός δείκτη εδάφους για άμμους, βάσει του χαρακτηρισμού τους κατά Terzaghi (1963)

Άμμοι		
α/α	Χαρακτηρισμός	Δείκτης εδάφους, k (MN/m ³)
1	Πολύ χαλαρή	<8
2	Χαλαρή	8-25
3	Μέσης πυκνότητας	25-60
4	Πυκνής απόθεσης	60-90
5	Πολύ πυκνής απόθεσης	90-110

Κατά τον Meyerhof (1956), για αμμώδη εδάφη και γενικά, αδρόκοκκα, παρέχεται μια σχέση υπολογισμού του δείκτη εδάφους (για πέδιλο τετράγωνο, πλευράς 0,305m ή κυκλικό, διαμέτρου 0,305m, δηλαδή πέδιλο διαστάσεων ίσων με αυτές της πλάκας της συσκευής δοκιμαστικής φόρτισης, από την υποχώρηση της οποίας, εξάγεται η τιμή του δείκτη εδάφους, σαν ο λόγος του

επιβαλλόμενου φορτίου προς την αντίστοιχη υποχώρηση, $k=1,8N$, όπου N ο αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT και k ο δείκτης εδάφους.

Τέλος, για το μέτρο ελαστικότητας του εδάφους, το οποίο, στα σχετικά συγγράμματα δεν διαφοροποιείται από το μέτρο συμπίεστότητας (για το οποίο γίνεται απόπειρα συσχετισμού, στην παρούσα εργασία), το εγχειρίδιο USACE, Settlement Analysis (1110-1-1904, 1990) δίνει πίνακα εμπειρικών τιμών, ανά κατηγορία εδαφικού τύπου (**Πίνακας 9**).

***Πίνακας 9:** Συσχετισμός μέτρου ελαστικότητας εδάφους, για αργίλους και άμμους, ανά κατηγορία εδαφικού τύπου (USACE, Settlement Analysis 1110-1-1904, 1990)*

α/α	Άργιλοι		Άμμοι	
	Κατηγορία	Es (kp/cm ²)	Κατηγορία	Es (kp/cm ²)
1	Πολύ μαλακή	4,9-49	Χαλαρή άμμος	97-244
2	Μαλακή	49-195	Πυκνή άμμος	244-977
3	Μέσης στιφρότητας	195-488	Πυκνό αμμοχάλικο	977-1954
4	Στιφρή ή ιλυώδης	488-977	Ιλυώδης άμμος	244-1954
5	Αμμώδεις άργιλοι	244-1954		
6	Ιλυόλιθος	977-1954		

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία υπάρχουν μεμονωμένες, ως επί το πλείστον, περιπτώσεις εδαφών για τα οποία κάποια, μεμονωμένη, παράμετρος μηχανικής συμπεριφοράς συναρτάται με κάποια ταξινομική ή φυσική παράμετρο.

Σε κάποιες περιπτώσεις επίσης, οι μελετούμενες παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς δεν είναι οι πρωτεύουσες, αλλά ενδιαμέσου αποτελέσματος, όπως η τάση στερεοποίησης η οποία διαχωρίζει, κατά τη διαδικασία της στερεοποίησης ενός εδαφικού δείγματος, την περιοχή της πλαστικής παραμόρφωσης.

Σε άλλες περιπτώσεις, συσχετίζονται ταξινομικές ή φυσικές ιδιότητες επεκτείνονται σε χώρους όπως η αντοχή του γεωυλικού σε κύκλους καταπόνησης που προσομοιώνουν συνθήκες αποσάθρωσης. Επίσης είναι χαρακτηριστικό ότι, εργασίες οι οποίες εξετάζουν τον συσχετισμό δομικών χαρακτηριστικών του γεωυλικού, όπως το μέγεθος, το σχήμα, τη συγκόλληση, το σχήμα των κόκκων, τις ασυνέχειες της δομής κλπ, με τις μηχανικές του ιδιότητες, αφορούν κυρίως γεωυλικά τα οποία εντάσσονται, από γεωτεχνικής πλευράς στην κατηγορία του βράχου ή ημίβραχου.

Χαρακτηριστικές εργασίες οι οποίες ασχολούνται με το ζήτημα, ιδίως των μαλακών βράχων, όπως οι ιλυόλιθοι, είναι των Koncagul και Santi (1998), για τον συσχετισμό της αντοχής, σε μοναξονική θλίψη του ιλυολίθου Breatlitt, με τα δομικά χαρακτηριστικά του (μέγεθος κόκκων, βαθμός συγκόλλησης, σημεία επαφής μεταξύ κόκκων), του Al Tahin (2003) για την επίδραση της συγκόλλησης των κόκκων του ψαμμίτη του Jant, στις μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος. Οι εργασίες αυτές επικεντρώνονται στην επίδραση της ορυκτολογικής σύστασης των κόκκων του γεωυλικού στην μορφολογία των κόκκων του και της δημιουργίας δεσμών συνοχής, λόγω χημικών αιτιών, και βασίζονται στην ενδελεχή μελέτη και περιγραφή του κοκκώδους ιστού ο οποίος έχει ερευνηθεί μικροσκοπικά, οπτικά και ακτινογραφικά.

Επί τη βάση των στοιχείων επαληθεύσης τα οποία παρατίθενται, δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα για τα συγκεκριμένα γεωυλικά, όμως τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να γενικευθούν επειδή προϋποθέτουν συγκρίσιμη μικροσκοπική εικόνα του γεωυλικού στο οποίο θα εφαρμοσθούν.

Σποραδικά έχουν δημοσιευθεί εργασίες οι οποίες συσχετίζουν ιδιότητες γεωυλικών όπως π.χ. μειγμάτων χαλίκων και άμμου ή αμμοίλυωδών φυσικών εδαφών, με το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων τους [Evans and Zhou (1995), Vallejo (2001), Yazdanjou et al. (2008), Yagiz (2001), Hara et al. (2004), Simoni and Houlsby (2006)]. Οι εργασίες αυτές εστιάζουν κυρίως στον συσχετισμό της

διατμητικής αντοχής εδάφους ή κοκκώδους μείγματος (υλικού επιχώματος), με την κοκκομετρία στο πλαίσιο διερεύνησης προβλημάτων ρευστοποίησης του εδάφους, όπως έχει τεθεί από παλαιότερες σχετικές εργασίες [Poulos et al. (1985), Bolton (1986)].

Οι παραπάνω εργασίες γενικεύουν το πρόβλημα, μη περιοριζόμενες σε κάποια συγκεκριμένη προέλευσης γεωυλικό, αλλά δεν εκφεύγουν της χρήσης δεδομένων τα οποία προϋποθέτουν, κάποιου βαθμού, μικροσκοπική εξέταση και ταυτοποίηση του δείγματος, προκειμένου να περιγραφούν οι γραμμικές διαστάσεις των κόκκων και το γωνιώδες του σχήματος τους, ποσοτικά, με κάποια στατιστική ακρίβεια. Επί πλέον, προσανατολίζονται περισσότερο στην εκτίμηση των ιδιοτήτων ενός μείγματος αδρανών υλικών το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε κάποια εφαρμογή, παρά την εκτίμηση των αντιστοιχών ιδιοτήτων ενός φυσικού εδάφους.

Ως εκ τούτου, οι προαναφερθείσες εργασίες δεν προσεγγίζουν το πρόβλημα το οποίο επιχειρεί να αντιμετωπίσει η παρούσα εργασία, από την ίδια σκοπιά και κατά την ίδια έκταση.

2.2 Ανάλυση της αναγκαιότητας του ερευνητικού έργου

Είναι προφανές και από τα παρατεθέντα προηγουμένως, έχουν γίνει απόπειρες συσχετισμού, τιμών παραμέτρων, γνωστών μέσω κάποιας πειραματικής διαδικασίας, με τιμές άλλων παραμέτρων οι οποίες είναι άγνωστες και ζητούμενες, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων, χωρίς την εκτέλεση δοκιμών. Οι λόγοι μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Ατελής δειγματοληψία
- 2) Εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος
- 3) Ανάγκη ύπαρξης ανεξάρτητης μεθόδου ελέγχου

2.3 Καινοτομία την οποία ενσωματώνει το ερευνητικό έργο

Η θεμελιώδης καινοτομία της παρούσας έρευνας είναι ότι τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν, για την παραγωγή σχέσεων συσχετισμού, δεν προήλθαν από ερευνητική διαδικασία η οποία είχε εκ προοιμίου σχεδιασθεί, ώστε να τηρηθούν κατά το δυνατόν, όλες οι προδιαγραφές δειγματοληψίας και εκτέλεσης των δοκιμών, έτσι ώστε η ποιότητα των δεδομένων τα οποία συσχετίστηκαν, να τείνει προς το θεωρητικά ιδανικό, αλλά, συνειδητά, χρησιμοποιήθηκε υλικό το οποίο υπεβλήθη σε διαδικασία δειγματοληψίας και εργαστηριακών δοκιμών σύμφωνα με την καλώς νοούμενη, ως προς τη δεοντολογία, επαγγελματική μεθοδολογία.

Ως εκ τούτου, ενσωματώθηκε στο υλικό το σύνολο των σφαλμάτων τα οποία υπεισέρχονται στις διαδικασίες αυτές και δη κατά τρόπο τυχαίο. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των δοκιμών τα οποία συμπεριελήφθησαν στη βάση δεδομένων, πέραν του ότι καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του Ελλαδικού χώρου, αντιπροσωπεύουν και ένα χρονικό διάστημα περίπου 20 ετών, κατά το οποίο ο εξοπλισμός δοκιμών που χρησιμοποιήθηκε υποβλήθηκε σε διακριβώσεις από αρμόδιους φορείς.

Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, ο αριθμός των δειγμάτων και εν γένει των τιμών που χρησιμοποιήθηκε για τους συσχετισμούς είναι πολύ μεγάλος, σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν ο οποίος χρησιμοποιείται σε προγενέστερες εργασίες παρόμοιου τύπου. Επιπλέον επιχειρήθηκε συσχετισμός όλων των συνήθως χρησιμοποιούμενων παραμέτρων και φυσικών ιδιοτήτων με όλες τις συνήθως χρησιμοποιούμενες μηχανικές παραμέτρους, με την πρόθεση να εντοπισθεί τουλάχιστον μια παράμετρος κατάταξης ή και άλλες φυσικές παράμετροι οι οποίες θα μπορούσαν να δώσουν αξιόπιστους συσχετισμούς, με κάθε μια από τις μηχανικές παραμέτρους.

3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

3.1 Προέλευση των δειγμάτων και αποτελεσμάτων των δοκιμών

Όλα τα δείγματα που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων, προέρχονται από σειρά ερευνητικών προγραμμάτων τα οποία πραγματοποίησε η μελετητική εταιρεία «Γεωφυσική Ε.Ε.», στο πλαίσιο εκπόνησης γεωτεχνικών μελετών, σε μια μεγάλη ποικιλία έργων Δημόσιων και Ιδιωτικών φορέων μεταξύ των ετών 1981 και 2000.

Τα έργα αυτά, που η φύση τους ποικίλλει, από ιδιωτικές οικοδομές έως τμήματα της νέας χάραξης του σιδηροδρομικού δικτύου της χώρας, απαίτησαν κατά περίπτωση, ερευνητικά έργα που εκτελέσθηκαν στην πλειονότητα των περιπτώσεων, μέσω δειγματοληπτικών γεωτρήσεων αλλά, για ένα μικρό αριθμό έργων, με σκαπτά φρέατα δειγματοληψίας. Για τις ανάγκες των έργων πραγματοποιήθηκε αριθμός δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, από 1 έως 40, κατά περίπτωση, και ο αριθμός των ληφθέντων και εργαστηριακώς εξετασθέντων δειγμάτων κυμάνθηκε από 2 έως 25 ανά γεώτρηση, ανάλογα με το μέγιστο βάθος της γεώτρησης.

Το σύνολο των δειγμάτων ελήφθη από τρία διαφορετικά συνεργεία, αναγνωριζόμενα από τους ανθρώπους του χώρου, ως τα πλέον έμπειρα. Η δειγματοληψία έγινε, σε όλες τις περιπτώσεις σύμφωνα με τις καθοριζόμενες από το ΥΠΕΧΩΔΕ προδιαγραφές και οσάκις ο φορέας του έργου ήταν το Δημόσιο ή ΝΠΔΔ, πραγματοποιήθηκε υπό την εποπτεία των αρμόδιων οργάνων επίβλεψης του φορέα.

Από τη βάση δεδομένων εξαιρέθηκαν όλες οι περιπτώσεις δειγμάτων τα οποία παρουσίασαν προβλήματα ποιότητας, λόγω ελαττωματικής ή δυσχερούς δειγματοληψίας καθώς και εκείνα τα οποία απέκλιναν από την ιδανική κατάσταση, λόγω καταπόνησης κατά την μεταφορά στο εργαστήριο και αποθήκευση, μέχρι την εκτέλεση των δοκιμών.

Το σύνολο των δοκιμών κατάταξης φυσικών ιδιοτήτων και μηχανικής συμπεριφοράς, εκτελέσθηκε στο Εργαστήριο Εδαφομηχανικής και Βραχομηχανικής της εταιρείας, πλην ορισμένων δοκιμών τριαξονικής θλίψης για τις οποίες γίνεται ειδική αναφορά στη βάση δεδομένων και οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο ΚΕΔΕ.

Όσον αφορά τα δείγματα αναφοράς, αυτά γενικά ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Δεδομένου ότι ο σκοπός της εξέτασής τους ήταν να προκύψουν τιμές αναφοράς για δείγματα ομοιογενούς σύστασης, δηλαδή δείγματα τα οποία συνίστανται από υλικό συγκεκριμένης κοκκομετρίας, ταξινομήθηκαν σε αμμώδη/χαλικώδη ή εν γένει αδρόκοκκα, και αργιλικά/ιλυώδη, δηλαδή λεπτόκοκκα.

Όσον αφορά τα αδρόκοκκα δείγματα, οι κατηγορίες κοκκομετρικών κλάσεων που θεωρήθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

- α) περιοχή ½" έως Νο 4 (συγκρατούμενο)
- β) περιοχή από Νο 4 έως Νο 10
- γ) περιοχή από Νο 10 έως Νο 40
- δ) περιοχή από Νο 40 έως Νο 200 (74 μm)

Τα δείγματα διαμορφώθηκαν με ανάμιξη υλικού κατάλληλης διαβάθμισης το οποίο προερχόταν από διάφορους εδαφικούς τύπους ούτως ώστε, κατά το δυνατόν να εξασφαλισθεί ποικιλομορφία του δείγματος, ως προς την μορφολογία του κόκκου. Ως μέγιστο μέγεθος κόκκου, επελέγη ίσο με ½ " (12,7 mm) δεδομένου ότι, το μέγεθος αυτό, είναι το μέγιστο το οποίο επιτρέπει την εκτέλεση δοκιμών, σε συνήθων διαστάσεων δοκίμια, συσκευές διάτμησης και συμπίεστότητας.

Όσον αφορά τα λεπτόκοκκα δείγματα, λόγω της αδυναμίας σύνθεσης δείγματος από λεπτόκοκκο υλικό με ανάμιξη και συμπίεση σε βαθμό που να αντιπροσωπεύει ικανοποιητικά ένα «πρότυπο» αργιλικό ή ιλυώδες έδαφος, προτιμήθηκε η επιλογή συγκεκριμένων φυσικών δειγμάτων τα οποία αφ' ενός μεν είχαν, με βάση μια αρχική κοκκομετρική ανάλυση, την κατάλληλη κοκκομετρική σύσταση, αφ' ετέρου δε, ως προς τις συνθήκες απόθεσης, αντιπροσωπεύουν διάφορους τύπους

αργιλικών εδαφών διαφορετικού βαθμού συμπύκνωσης.

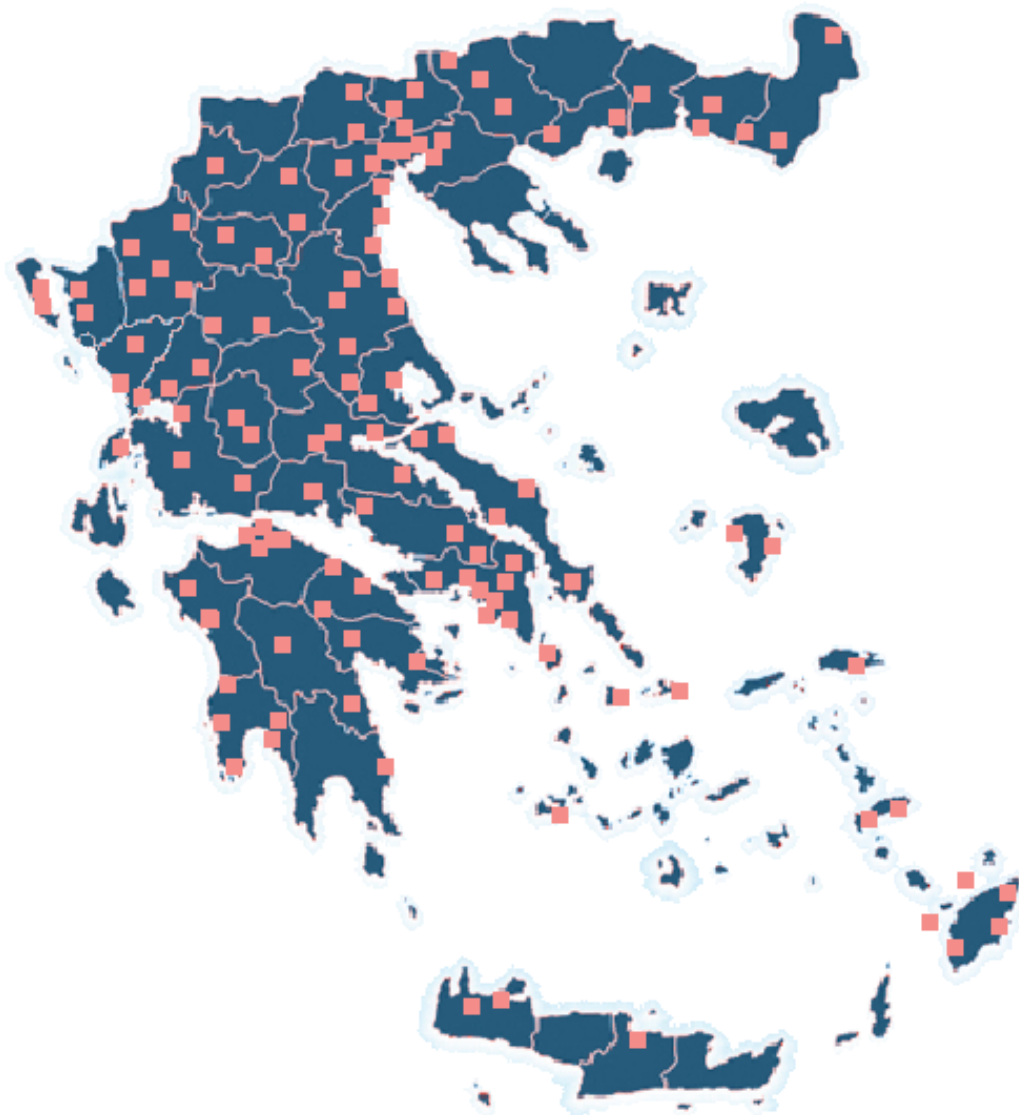
Επίσης, καταβλήθηκε προσπάθεια, χωρίς αναφορά σε ορυκτολογική ανάλυση, τα λεπτόκοκκα δείγματα να καλύπτουν βάσει οπτικής αναγνώρισης, το φάσμα των πιθανών ορυκτολογικών συστάσεων ενός λεπτόκοκκου εδάφους

Σε όλα τα πρότυπα δείγματα εκτελέσθηκαν όλες οι δοκιμές κατάταξης και φυσικών ιδιοτήτων και οι βασικές δοκιμές μηχανικής συμπεριφοράς (διάτμηση, τριαξονική θλίψη, μοναξονική θλίψη, και όπου αυτό ήταν εφικτό προσδιορισμός της συμπίεστότητας.)

Οι τιμές των παραμέτρων μηχανικής αντοχής των προτύπων δειγμάτων που προέκυψαν, χρησιμοποιήθηκαν σαν τιμές αναφοράς, για σύγκριση και βαθμονόμηση της μεθόδου συσχετισμού.

3.2 Περιοχές δειγματοληψίας

Οι περιοχές προέλευσης των δειγμάτων περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της ηπειρωτικής Ελλάδας και αρκετές νησιωτικές περιοχές (**Σχήμα 1**). Συγκεκριμένα καλύπτεται η Θράκη, η Μακεδονία, Ήπειρος, Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα και Πελοπόννησος. Από την νησιωτική Ελλάδα δείγματα έχουν ληφθεί από την Κρήτη, Ρόδο, Σάμο, Μύκονο και Κέρκυρα.



Σχήμα 1: Χάρτης των θέσεων δειγματοληψίας

Συνολικά έχουν ληφθεί δείγματα από 87 περιοχές δειγματοληψίας με 328 γεωτρήσεις ή φρεάτια

δειγματοληψίας. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι κάποιες περιοχές, όπως είναι η Αττική και η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης καλύπτονται αναλογικά της έκτασης με πολύ μεγαλύτερο αριθμό δειγματοληπτικών εργασιών, οι οποίες, συνήθως προχωρούν και σε μεγαλύτερο βάθος από αλλού, λόγω της φύσης και της σημασίας των έργων που διερευνήθηκαν.

Επίσης τα μεγαλύτερα προγράμματα, από πλευράς ποσότητας γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν, αφορούν έργα του ΟΣΕ σχετικών με την νέα χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης-Γευγελής ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός ερευνών με λίγες γεωτρήσεις και μικρό αριθμό δειγμάτων, αφορά ιδιωτικά οικοδομικά έργα, της περιοχής της μείζονος Αττικής και των Πατρών.

Η αναλυτική κατάσταση των δειγμάτων ανά θέση παρέχεται στη συνημμένη βάση δεδομένων, όπου παρατίθεται ο συνοπτικός **Πίνακας 10**, με τις περιοχές δειγματοληψίας, ομαδοποιημένες κατά μείζονα περιοχή, και τον συνολικό αριθμό δειγματοληπτικών έργων κάθε περιοχής.

Πίνακας 10: Συνοπτική παρουσίαση των περιοχών και των έργων δειγματοληψίας

Περιφέρεια	Νομός ή περιοχή	Αριθμός γεωτρήσεων ή φρεάτων
Θράκη	Ορεστιάδα	4
	Κομοτηνή	3
	Αλεξανδρούπολη	5
Ανατολική Μακεδονία	Τούμπα Σερρών	4
Κεντρική Μακεδονία	Πλατύ	4
	Άδενδρο	6
	Αξιός	6
	Σίνδος	3
	Βέρροια	4
	Πρόχωμα Κιλκίς	8
	Λεπτοκαρυά	5
	Δενδροπόταμος	8
	Ειδομένη	5
Δυτική Μακεδονία	Πτολεμαΐδα	5
Θεσσαλία	Λάρισα (Γυρτώνη, Ομορφοχώρι	29
	Καρδίτσα (Ορφανά)	7
	Μαγνησία	2
Ήπειρος	Θεσπρωτία	11
	Ιωάννινα	5
	Άρτα	6
Στερεά Ελλάδα	Αττική	67
	Λαμία	6
	Ευρυτανία	4
	Βοιωτία	12

Περιφέρεια	Νομός ή περιοχή	Αριθμός γεωτρήσεων ή φρεάτων
Πελοπόννησος	Εύβοια	5
	Πάτρα (Αχαΐα)	13
	Κορινθία	23
	Μεσσηνία	3
	Ηλεία	1
Νήσοι	Κρήτη	13
	Ρόδος	18
	Σύρος	3
	Σάμος	3
	Κέρκυρα	3
	Μύκονος	2

3.3 Φυσιογραφική περιγραφή θέσεων δειγματοληψίας

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται από πλευράς γεωμορφολογίας η θέση δειγματοληψίας, ώστε να εκτιμηθούν οι παράγοντες, που επηρεάζονται από τις συνθήκες απόθεσης και να προκύψουν στοιχεία τα οποία να διευκρινίζουν ή να ταυτοποιούν ιδιάζουσες καταστάσεις όσον αφορά την φύση του εξεταζόμενου εδάφους και την μηχανική του συμπεριφορά (π.χ. συνθήκες υπό τις οποίες σχηματίστηκαν υπερστεροποιημένες άργιλοι, εφ' όσον ελλείπει η καθαρά γεωλογική αναφορά και ερμηνεία του φαινομένου).

Η φυσιογραφική περιοχή ακολουθεί τη ταξινόμηση των δειγμάτων κατά γεωγραφικές περιοχές και βασίζεται στην επί τόπου αυτοψία κατά την περίοδο δειγματοληψίας καθώς και σε δεδομένα που βασίζονται στα φύλλα χαρτών 1:50000 της ΓΥΣ, της ευρύτερης περιοχής.

1) Νοτιοδυτικά παράλια νομού Αττικής

Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει την παράλια περιοχή της Αττικής από τον Πειραιά, προς Βορρά, έως τα όρια του πολεοδομικού συγκροτήματος της Πρωτεύουσας προς Νότο, δηλαδή την περιοχή Βουλιαγμένης και Λαγονησίου. Οι περιοχές αυτές είναι τα Καμίνια Πειραιώς, το Παλαιό Φάληρο, το Μοσχάτο, η Καλλιθέα, οι Τζιτζιφιές, η Αμφιθέα, ο Άλιμος, τα Καλύβια.

Η παράκτια αυτή ζώνη, η οποία εκτείνεται σε πλάτος 1 περίπου km από την ακτογραμμή, περιλαμβάνει στο σύνολο σχεδόν, ποτάμιας αποθέσεις, κυρίως από τον Κηφισό και Ιλισό ποταμό αλλά και πολλούς μικρότερους χείμαρρους οι οποίοι τα τελευταία χρόνια έχουν προσχωθεί ή καλυφθεί με οικοδομές, οδούς και πλατείες. Οι αποθέσεις αυτές εκτείνονται, τοπικά, μέχρι το βάθος των 20 m περίπου και επικαλύπτουν το παλαιότερο υπόβαθρο το οποίο είναι μαργαϊκής και ψαμμιτικής σύστασης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδίως στην περιοχή Αλίμου, η περιοχή που ερευνηθήκε είναι, κατ' ουσία, τμήμα της παλαιάς φυσικής ακτογραμμής η οποία προσχώθηκε και επικαλύφθηκε με έργα οδοποιίας και οικοδομικές κατασκευές. Ανήκει στην ζώνη των παρακτίων αποθέσεων της Αττικής όπου έχει γίνει πλέον αισθητή η θαλάσσια επίδραση στα δελταϊκά, αρχικά, υλικά.

Οι έρευνες στην περιοχή Μοσχάτου και Καλλιθέας αφορούν αναβαθμίδες του Κηφισού και Ιλισσού αντίστοιχα, ενώ οι έρευνες στην Λεωφόρο Θησέως και Τζιτζιφιές εντόπισαν τον δελταϊκό σχηματισμό του Ιλισού ποταμού.

Η περιοχή των Καμινίων Πειραιώς η οποία έχει ερευνηθεί εκτενώς, είναι παλαιός κόλπος της ακτογραμμής ο οποίος πληρώθηκε από δελταϊκά ιζήματα και κώνους κορημάτων στο ΒΔ άκρο της

και, επί πλέον, κατά μια περίοδο, βάσει των οργανικών υλικών που εντοπίστηκαν, φαίνεται ότι περιήλθε στην κατάσταση παρακτίου τέλματος, μέχρι πολύ πρόσφατες εποχές.

Η περιοχή των Καλυβίων Αττικής είναι διαφορετική διότι αφορά κυρίως συγκεκολλημένα κορήματα σε σχετικά μεγάλης κλίσης πρηνή λόφων, που προσεγγίζουν την ακτή

Αντίστοιχο φαινόμενο είναι η περίπτωση της Αμφιθέας όπου η έρευνα πραγματοποιήθηκε στη παράκτια ζώνη μεταξύ των προβούνων του Υμηττού (υψώματα Νέας Σμύρνης, Αργυρούπολης, Ηλιούπολης κλπ) και της ακτογραμμής του Ανατολικού Σαρωνικού. Η πεδιάδα αυτή καλύπτεται από στρώμα χειμαρρωδών αποθέσεων που έχουν μεταφερθεί, από τα υπερκείμενα υψώματα και έχουν διαστρωθεί.

2) Περιοχή Λεκανοπεδίου Αθηνών

Η μείζων αυτή περιοχή περιλαμβάνει έρευνες στις περιοχές Σεπολίων, Ρέντη, Σταθμού Πελοποννήσου, Αγίων Αναργύρων, Αμαρουσίου, περιοχής ΟΑΚΑ, λόφου Καραβά Πειραιά, οδού Πειραιώς/Κεραμικού, Κηφισιάς καθώς και κάποιων, περιμετρικών ή στα όρια του λεκανοπεδίου, θέσεων, όπως είναι η Αγία Σοφία Πειραιά, η Δροσιά και οι Θρακομακεδόνες.

Η περιοχή του Λεκανοπεδίου γενικά εμφανίζεται λοφώδης και οι περισσότερες έρευνες στον χώρο αυτό, (Σταθμός Πελοποννήσου, Άγιοι Ανάργυροι, Αμαρούσιο ΟΑΚΑ, Καραβά, οδός Πειραιώς), έχουν εκτελεσθεί σε πρηνή λόφων ή προβούνων της ορεινής περιμέτρου του Λεκανοπεδίου, συνήθως σε πολύ ομαλές (0-15%) αλλά και σε μεγαλύτερες κλίσεις (10-20%), όπως στην περίπτωση του Καραβά και των Θρακομακεδόνων.

Οι έρευνες της περιοχής ΟΑΚΑ εκτείνονται από παλαιές χειμαρρώδεις αποθέσεις στα χαμηλότερα υψόμετρα, προς ΝΔ του χώρου, μέχρι την λοφώδη ζώνη στα ΒΔ. Η έρευνα στην Κηφισιά (Κεφαλάρι) έγινε σε κώνο κορημάτων κατερχόμενο από τα πρηνή της ΝΔ πλευράς της Πεντέλης, ομοίως δε η περίπτωση της Δροσιάς, που αφορά τους Δ/ΝΔ πρόβουνους του ιδίου όρους.

Αντίθετα, οι έρευνες Ρέντη και Σεπολίων εκτείνονται στις αναβαθμίδες του Κηφισού ποταμού και η έρευνα στην περιοχή Αγίας Σοφίας Πειραιά, εκτελέστηκε στις αναβαθμίδες τοπικού ρεύματος του οποίου η κοίτη ακολουθούσε τον άξονα της οδού Θηβών.

3) Ορεστιάδα Έβρου

Η περιοχή της Ορεστιάδας που ερευνήθηκε, βρίσκεται Ανατολικά της πόλης, στην περιοχή του παλαιού πλημμυρικού πεδίου του Έβρου ποταμού (το οποίο δεν πλημμυρίζει, πλέον, συστηματικά, λόγω της κατασκευής αναχωμάτων) και, σε μεγαλύτερη απόσταση, Δυτικά της πόλης, στην μείζονα ζώνη των αναβαθμίδων του ποταμού. Οι ερευνητικές γεωτρήσεις και στις δύο περιπτώσεις εκτελέστηκαν σε σχεδόν οριζόντιο έδαφος, το οποίο καλλιεργείται και επομένως καλύπτεται από ένα στρώμα οργανικής φυτικής γης.

4) Αλεξανδρούπολη Έβρου

Η έρευνα στην περιοχή Αλεξανδρούπολης έγινε στην παράλιο ζώνη της πόλης επί της παλαιάς επιχωθείσας και οικοδομηθείσας ζώνης της ακτής και μέσα στην ζώνη των δελταϊκών αποθέσεων ενός χειμάρρου που αποστραγγίζει την ελαφρά λοφώδη ζώνη στα Β και ΒΔ της πόλης.

Ο συγκεκριμένος χώρος είναι οικοπεδική έκταση εντός της οποίας επρόκειτο να πραγματοποιηθεί επέκταση υπάρχοντος ξενοδοχειακού συγκροτήματος και η επιφάνεια του εδάφους καλύπτεται από τεχνητό επίχωμα μικρού πάχους που καλύπτει την φυσική παράκτια αμμόδη απόθεση και τον δελταϊκό σχηματισμό.

5) Κομοτηνή

Οι έρευνες στην περιοχή της πόλης της Κομοτηνής αφορούν οικοπεδικές εκτάσεις, εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος Κομοτηνής και ως προς την φυσιογραφία, βρίσκονται σε πεδινό έδαφος το οποίο σχηματίζεται από την αναβαθμίδα του ποταμού ο οποίος διασχίζει την πόλη.

Οι χώροι των ερευνών εκτείνονται στο ΝΑ και Ν/ΝΑ όριο της πόλης σε περιοχές οι οποίες τελούν υπό οικοδόμηση.

6) Τούμπα Σερρών

Οι δύο περιοχές έρευνας, στην μείζονα περιοχή της κοινότητας Τούμπας Σερρών, αφορούν την προγραμματιζόμενη νέα χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης–Αλεξανδρούπολης, και συγκεκριμένα, θέσεις κατασκευής ανισόπεδων διαβάσεων, σε θέσεις όπου, κοινοτικές οδοί διασταυρώνουν την χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής. Οι γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν στην πεδιάδα των Σερρών, σε ζώνη των αναβαθμίδων του Στρυμόνα ποταμού, σε έδαφος οριζόντιο και στις δύο θέσεις, το οποίο καλλιεργείτο κατά την εποχή της εκτέλεσης του ερευνητικού προγράμματος και αρδευόταν συστηματικά, από παρακείμενες αρδευτικές τάφρους.

7) Πρόχωμα Κιλκίς

Οι γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν για την έρευνα της νέας χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης – Γευγελής, στην πεδινή περιοχή της κοινότητας Προχώματος. Η θέση των γεωτρήσεων είναι στο μείζον πλημμυρικό πεδίο του Αξιού ποταμού, ο οποίος στη συγκεκριμένη θέση έχει διαβρώσει και ανοίγει νέα κοίτη εντός παλαιότερων αναβαθμίδων του, ενώ, πολύ κοντά στη θέση των γεωτρήσεων, και ΒΑ αυτής, αρχίζει λοφώδης ζώνη λόγω εξάρσεων του γεωλογικού υποβάθρου, πάνω στην οποία είναι κτισμένη η κοινότητα Προχώματος.

Οι γεωτρήσεις είχαν διάταξη σε ευθεία γραμμή, κατά τον σχεδιαζόμενο άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής. Στη συγκεκριμένη θέση των γεωτρήσεων υπάρχει ζώνη προσχώσεων μικρού παραπόταμου του Αξιού, ο οποίος αποστραγγίζει τα προαναφερθέντα υψώματα προς ΒΑ.

8) Ειδομένη Κιλκίς

Η περιοχής Ειδομένης αποτελεί το τελευταίο τμήμα της έρευνας, για την νέα χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης-Ειδομένης και εκτελέσθηκε επί του προτεινόμενου άξονα της γραμμής. Οι γεωτρήσεις εκτείνονται, εν μέρει στο δυτικό όριο της αναβαθμίδας του Αξιού ποταμού και εν μέρει στην λοφώδη ζώνη η οποία δημιουργείται στο δυτικό όριο της αναβαθμίδας λόγω εξάρσης του γεωλογικού υποβάθρου. Οι γεωτρήσεις έχουν εκτελεσθεί εν μέρει σε οριζόντιο έδαφος και εν μέρει σε ελαφρώς επικλινές, στο πρηνές της λοφώδους ζώνης. Επίσης ορισμένες από αυτές, τόσο επί του πρηνούς όσο και επί της πεδιάδας, έχουν εκτελεσθεί σε καλλιεργούμενο έδαφος, ενώ οι λοιπές επί του φυσικού εδάφους.

9) Σίνδος Θεσσαλονίκης

Η έρευνα της περιοχής Σίνδου αφορά τμήμα της χάραξης της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών - Θεσσαλονίκης και ειδικότερα, τμήμα της νέας χάραξης, Πλατέως-Σιδηροδρομικού Σταθμού Θεσσαλονίκης. Η έρευνα αφορά την θέση μίας μικρής γέφυρας της σιδηροδρομικής γραμμής η οποία διασταυρώνει μια αρδευτική τάφρο του δικτύου της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης και δύο θέσεις ανισόπεδων διαβάσεων σε θέσεις όπου αγροτικές οδοί διασταυρώνουν τη σιδηροδρομική γραμμή.

Ο περιοχή έρευνας βρίσκεται στην ζώνη των αναβαθμίδων των ποταμών Αξιού, Λουδία και Γαλλικού, και ειδικότερα μέσα στο πλημμυρικό πεδίο του τελευταίου, ενώ, σε βάθη μεγαλύτερα των 6-7m, οι γεωτρήσεις συνάντησαν παλαιές δελταϊκές και παράκτιες (σύμφωνα με τα δεδομένα της παλαιάς ακτογραμμής), αποθέσεις του ποτάμιου συστήματος.

Οι γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν σε πρακτικά οριζόντιο έδαφος το οποίο καλλιεργείται ενώ μια από αυτές εκτελέσθηκε επί του τεχνητού αναχώματος της κοίτης του Γαλλικού ποταμού.

10) Αξιός Θεσσαλονίκης

Όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί τμήμα της έρευνας για την νέα χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Πλατύ-Θεσσαλονίκης. Οι 6 γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν στην περιοχή της ευρύτερης κοίτης του Αξιού, μέσα στην ζώνη της πλημμυρικής κοίτης και μια εξ αυτών στο ανάχωμα που οριοθετεί την ανατολική πλευρά της μείζονος κοίτης. Σύγχρονα φερτά υλικά καλύπτουν παλαιότερες δελταϊκές αποθέσεις των τελευταίων αιώνων, ενώ υποκείμενες δελταϊκές αποθέσεις έχουν ενδείξεις παρακτίου δραστηριότητας.

11) Λουδίας Θεσσαλονίκης

Οι γεωτρήσεις αυτές αποτελούν μέρος της έρευνας της νέας γραμμής Πλατύ-Θεσσαλονίκης και συγκεκριμένα υποστηρίζουν τη γεωτεχνική μελέτη της νέας σιδηροδρομικής γέφυρας που γεφυρώνει τον Λουδία ποταμό. Έχουν εκτελεσθεί εντός του πλημμυρικού πεδίου του Λουδία στη ζώνη των παλαιών αναβαθμίδων και της σημερινής κοίτης του ποταμού, σε σχεδόν επίπεδο έδαφος και εκτός των επιφανειακών σύγχρονων αποθέσεων έχουν συναντήσει παλαιότερους δελταϊκούς σχηματισμούς και δελταϊκά ιζήματα που αποτελούσαν τμήμα της παλαιότερης ακτογραμμής.

12) Είσοδος και Έξοδος Αδένδρου

Αποτελούν δύο διαφορετικές θέσεις έρευνας, Ανατολικά και Δυτικά του χωριού Άδενδρον, οι οποίες περιβάλλουν εκατέρωθεν τον άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής Πλατέως-Θεσσαλονίκης. Πιο συγκεκριμένα ερευνούν τρεις θέσεις όπου ανισόπεδες οδικές διαβάσεις διασταυρώνουν τη σιδηροδρομική γραμμή. μια στην είσοδο του οικισμού και προς τα Δυτικά και δύο, με αραιώση 700 m μεταξύ τους, στην έξοδο, Ανατολικά του οικισμού.

Η περιοχή του οικισμού βρίσκεται σε πεδινό, καλλιεργούμενο έδαφος το οποίο αποτελεί τμήμα των αναβαθμίδων του ποταμίου συστήματος της περιοχής, κυρίως του Αλιάκμονα και του Αξιού.

13) Πλατύ Ημαθίας

Ομοίως η έρευνα αυτή έγινε επί της νέας χάραξης της γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης, στην περιοχή του κόμβου στο Πλατύ Ημαθίας, όπου θα κατασκευασθεί δευτερεύων σταθμός και χώρος στάθμευσης συρμών. Η έρευνα αφορά δύο ανισόπεδες οδικές διαβάσεις στην είσοδο και έξοδο του σταθμού και έχει εκτελεσθεί σε επίπεδο έδαφος το οποίο επίσης αποτελεί τμήμα των παλαιών αναβαθμίδων του Αλιάκμονα ενώ το επιφανειακό στρώμα καλλιεργείται. Στη συγκεκριμένη θέση δεν φαίνεται να υπάρχουν παλαιότερα δελταϊκά ιζήματα, σε βάθος.

14) Βέροια Ημαθίας

Η έρευνα στην περιοχή της Βεροίας αφορά οδική, ανισόπεδη, διάβαση, στον περιφερειακό δρόμο της πόλης της Βέροιας και έχει εκτελεσθεί στο πρηνές της λοφώδους περιοχής επί της οποίας είναι οικοδομημένη η πόλη. Η περιοχή αποτελεί το όριο μεταξύ της αναβαθμίδας, προς Δ/ΒΔ της κοίτης του ποταμού Αλιάκμονα και των εξάρσεων του γεωλογικού υποβάθρου, το οποίο σχηματίζει τα υψώματα της πόλης.

15) Δενδροπόταμος Θεσσαλονίκης

Η έρευνα έχει εκτελεσθεί προκειμένου να μελετηθεί η νέα σχεδίαση της σιδηροδρομικής σύνδεσης του εμπορικού λιμένα Θεσσαλονίκης με το δίκτυο των γραμμών του κυρίως σιδηροδρομικού σταθμού της πόλης. Η έρευνα εκτελέστηκε στον ευρύτερο χώρο του νέου λιμένα, από την προβλήτα προς το εσωτερικό και σε οριζόντιο έδαφος, το οποίο επιφανειακά είναι τεχνητό επίχωμα, ενώ ο κυρίως απαντώμενος σχηματισμός είναι οι δελταϊκές αποθέσεις του Δενδροποτάμου και ορισμένων, επιχωμένων σήμερα, χειμάρρων της περιοχής.

Τα νεώτερα δελταϊκά ιζήματα καλύπτουν και εδώ, παλαιότερες ακτογραμμές.

16) Λεπτοκαρυά Πιερίας

Η έρευνα εκτελέστηκε για τον σχεδιασμό της νέας χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης και αφορά το επίχωμα επί του οποίου θα φέρεται η γραμμή.

Η περιοχή αποτελείται από δελταϊκές αποθέσεις του μείζονος δελταϊκού πεδίου του Πηνειού ποταμού, στον σχηματισμό του οποίου συμβάλλουν και ο ποταμός του Λιτοχώρου, τοπικοί χειμάρροι και εν μέρει ο Αλιάκμονας. Η έρευνα έχει εκτελεσθεί εντός του δελταϊκού πεδίου το οποίο, στην ευρύτερη περιοχή του χώρου των γεωτρήσεων, οριοθετείται προς τα Δυτικά από μια σειρά αναβαθμίδων τοπικών χειμάρρων.

17) Μακρυχώρι Λάρισας

Η έρευνα αφορά ανισόπεδη διάβαση της κοινοτικής οδού η οποία διασταυρώνει την νέα χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης, στην είσοδο της κοιλάδας των Τεμπών.

Η έρευνα έχει εκτελεσθεί στα ομαλά πρηνή των βορειοδυτικών προβούνων της Όσσας, σε μικρό υψόμετρο, υπεράνω του πλημμυρικού πεδίου του Πηνειού, ο οποίος διέρχεται, σε μικρή απόσταση. Το έδαφος, την περίοδο της έρευνας ήταν καλλιεργήσιμες γαίες. Οι λοφώδεις σχηματισμοί της περιοχής εντάσσονται στα ορεινά όρια της λεκάνης της Θεσσαλίας.

18) Ομορφοχώρι Λάρισας

Η έρευνα της θέσης αυτής, αφορά μικρή γέφυρα η οποία διασταυρώνει χειμάρρο, συμβάλλοντα με τον Πηνειό ποταμό, ο οποίος κατέρχεται από τις Δυτικές πλαγιές της Όσσας, στο ΒΑ άκρο της Θεσσαλικής πεδιάδας. Η γέφυρα αποτελεί τμήμα της γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης και η έρευνα έχει εκτελεσθεί στην περιοχή των χειμαρρωδών αποθέσεων ή, ακριβέστερα, στη δελταϊκή συμβολή του χειμάρρου με το ευρύτερο πλημμυρικό πεδίο του Πηνειού στην περιοχή.

19) Γυρτώνη Λάρισας

Η έρευνα αφορά μια ευθυγραμμία της νέας χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης, στο ΒΑ άκρο της Θεσσαλικής πεδιάδας, στα όρια του πλημμυρικού πεδίου του Πηνειού ποταμού και της ευρύτερης λεκάνης της Θεσσαλικής πεδιάδας, με τους πρόβουνους της Όσσας, προς τα Α και ΒΑ. Η έρευνα εκτελέσθηκε σε καλλιεργούμενα εδάφη και σε μορφολογία σχεδόν οριζόντια και επίπεδη. Πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της μελέτης του επιχώματος της γραμμής.

20) Συκούριο-Ομορφοχώριο Λάρισας

Η έρευνα έγινε ΒΑ της Λάρισας, για την κατασκευή του νέου Τελωνείου της πόλης. Εκτελέσθηκε σε πεδινό καλλιεργούμενο έδαφος, το οποίο αποτελεί τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας ενώ, σε μικρή απόσταση, ΝΑ από την θέση έρευνας, τοπικό ρυάκι δημιουργεί ελώδεις σχηματισμούς οι οποίοι, στο παρελθόν επεκτεινόταν και στη θέση έρευνας.

21) Αγιά Λάρισας

Η έρευνα αφορά έργο οδοποιίας της νέας χαράξεως της οδού Λάρισας -Αγιάς και έχει εκτελεσθεί στην κοιλάδα η οποία δημιουργείται μεταξύ της Όσσας προς Β -ΒΔ και Μαυροβουνίου προς Ν-ΝΑ σε έδαφος το οποίο είναι ελαφρώς επικλινές και αποτελεί τμήμα των νοτίων προβούνων της Όσσας. Η θέση του άξονα της οδού διασταυρώνεται στα ερευνηθέντα σημεία από κοίτες και ριπίδια χειμάρρων οι οποίοι κατέρχονται από τον όγκο της Όσσας και συμβάλλουν στα όρια της Θεσσαλικής πεδιάδας ή εκφορτίζονται προς το Αιγαίο στην Ανατολική πλευρά της κοιλάδας.

22) Ορφανά Καρδίτσας

Η έρευνα αυτή διακρίνεται σε τρεις φάσεις οι οποίες καλύπτουν κατά συνεχόμενο τρόπο τα έργα της νέας χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης και συγκεκριμένα την περιοχή ΒΔ των Φαρσάλων, όπου η χάραξη της γραμμής διασταυρώνει τον ποταμό Ενιππέα τον οποίο προσεγγίζει από Ν-ΝΔ με επίχωμα, το οποίο καταλήγει σε γέφυρα και συνεχίζει προς Β-ΒΑ της γέφυρας με νέο επίχωμα το οποίο οδηγεί τη γραμμή σε σήραγγα επί των ΒΑ προβούνων του Χαλκηδονίου όρους.

Οι θέσεις των γεωτρήσεων είναι σε άξονα Ν-ΝΔ/Β-ΒΑ προσανατολισμού και γενικώς έχουν εκτελεσθεί μέσα στον χώρο των αναβαθμίδων και του πλημμυρικού πεδίου του Ενιππέα, ενώ οι ακραίες προς Β-ΒΑ εγγίζουν επιφανειακά τα πρηνή των προβούνων του Χαλκηδονίου όρους (υψώματα Δοξαρά). Εκτός των προαναφερθεισών δύο γεωτρήσεων που έχουν εκτελεσθεί σε ελαφρώς επικλινές έδαφος, οι υπόλοιπες έχουν πραγματοποιηθεί σε οριζόντιο πεδινό καλλιεργούμενο έδαφος.

23) Νέα Αγχίαλος Μαγνησίας

Οι έρευνες αφορούσαν την εγκατάσταση υπόγειων δεξαμενών καυσίμων, στο αεροδρόμιο

Αγχιάλου και εκτελέσθηκαν μέσα στα όρια του διαμορφωμένου χώρου του αεροδρομίου. Το αεροδρόμιο αποτελεί τμήμα της παραθαλάσσιας ζώνης της πεδιάδας της Μαγνησίας (Αλμυρού) και παρά τη τεχνητή διαμόρφωση του χώρου είναι εμφανές ότι η περιοχή αποτελούσε χώρο συνδυασμένων δελταϊκών σχηματισμών, ρυακίων και χειμάρρων, που αποστραγγίζουν την ενδοχώρα της Αγχιάλου και το προς το Α άκρο της παλαιό παράκτιο τέλμα. Το έδαφος όπου εκτελέσθηκαν οι έρευνες είναι τελείως οριζόντιο και, στην επιφάνεια, τεχνητώς επιχωμένο.

24) Μακρακώμη Φθιώτιδας

Η έρευνα της Μακρακώμης αφορά την κατασκευή Δικαστικού μεγάρου και εκτελέσθηκε στην ζώνη των αναβαθμίδων του Σπερχειού ποταμού, σε έδαφος ελαφρά επικλινές και το οποίο καλλιεργείται. Σε μικρή απόσταση (500-1000 m), προς Β της θέσης έρευνας υπάρχουν μικροί λόφοι ως εξάρσεις του υπεδάφους. Η θέση βρίσκεται στα Β-ΒΑ όρια της ζώνης των αναβαθμίδων και παλαιών κοιτών του Σπερχειού, στην περιοχή.

25) Μώλος Φθιώτιδας

Η έρευνα του Μώλου αφορά την κατασκευή σιδηροδρομικού σταθμού και κτηρίων αποθηκών σιδηροδρομικού υλικού και συνεργείων στην περιοχή, όπως επίσης και τμημάτων της νέας χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης, στο τμήμα μετά τη σήραγγα Καλλιδρόμου.

Η έρευνα εκτελέσθηκε σε πεδινό οριζόντιο έδαφος στην παράκτια ζώνη του Μαλιακού κόλπου και σε χώρο ο οποίος αποτελεί συνδυασμό δελταϊκών αποθέσεων του μείζονος δέλτα του Σπερχειού και τοπικών χειμάρρων οι οποίοι απορρέουν από τους ΒΑ πρόβουνους του Καλλιδρόμου. Το έδαφος ήταν, κατά την εποχή της έρευνας, επιφανειακά καλλιεργημένο.

26) Καρπενήσι Ευρυτανίας

Η έρευνα αφορά την θέση κατασκευής του νέου νεκροταφείου Καρπενησίου και εκτελέσθηκε στον χώρο των ορίων της μείζονος κοίτης του Καρπενησιώτη ποταμού, στα ΒΔ υψώματα επί των οποίων βρίσκεται η πόλη του Καρπενησίου. Στη θέση της έρευνας αναπτύσσεται και ριπίδιο χειμάρρου, κατερχόμενου από τα υψώματα αυτά, το οποίο επικαλύπτει, τοπικά, τις αποθέσεις της κοίτης του Καρπενησιώτη.

27) Ηγουμενίτσα Θεσπρωτίας

Η έρευνα στην περιοχή Ηγουμενίτσας καλύπτει δύο διαφορετικές θέσεις, στο Β και Ν-ΝΑ άκρο της πόλης. Και οι δύο βρίσκονται εντός της μείζονος παραλιακής ζώνης. Η πρώτη στα Ν-ΝΔ της πόλης έχει εκτελεσθεί εκτός του πολεοδομικού συγκροτήματος, σε απόσταση 100-150m από την ακτογραμμή και εντός του δελταϊκού σχηματισμού χειμάρρου ο οποίος έχει, στη θέση εκείνη, εν μέρει επιχωθεί τεχνητά και χρησιμοποιείται σαν χώρος στάθμευσης. Στη συνέχεια κατασκευάσθηκε εκεί το δικαστικό μέγαρο Ηγουμενίτσας.

Ο δεύτερος χώρος, εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος και στο Β άκρο του, αφορά οικόπεδο, επί της παραλιακής οδού, στην ζώνη της παλαιάς παραλίας, η οποία έχει επιχωθεί τεχνητά, επί του οποίου ανεγέρθηκε ιδιωτικό κτήριο αντιπροσωπείας αυτοκινήτων.

Και οι δύο χώροι ήταν κατά την εποχή της έρευνας οριζόντιοι και σε υψόμετρο 1,5m από την επιφάνεια της θάλασσας.

28) Τανάγρα Βοιωτίας

Η έρευνα αφορά την εκτέλεση των έργων της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Αθηνών-Θεσσαλονίκης και εκτελέσθηκε για την υποστήριξη μελέτης αντιστήριξης των πρανών ενός βαθύς ορύγματος (20m) της σιδηροδρομικής γραμμής, στην περιοχή Άρματος-Τανάγρας και σε άξονα παράλληλο σχεδόν με την Εθνική οδό στο τμήμα Οινόης-Θηβών. Η έρευνα εκτελέσθηκε παράλληλα με το όρυγμα, στη στέψη του πρανούς του ορύγματος και σε έδαφος, σχεδόν οριζόντιο, το οποίο αποτελεί τμήμα της λεκάνης των Θηβών και καταλαμβάνει το Ν-ΝΑ, στενότερο άκρο της. Επιφανειακά τα εδάφη κατά την εποχή της έρευνας καλλιεργούνται.

29) Οινόφυτα Βοιωτίας

Η έρευνα αφορά γήπεδο μείζονος εργοστασιακού χώρου, σε ελαφρώς επικλινές έδαφος, το οποίο ανήκει στην λεκάνη Οινοφύτων-Αυλίδας και σε θέση 1000 m ΒΑ της Εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας. Το έδαφος στη θέση έρευνας είναι παλαιές καλλιεργούμενες γαίες οι οποίες έχουν επιχρωθεί τεχνητά με επίχρωμα μικρού πάχους.

30) Ιστιαία Ευβοίας

Η έρευνα αφορά την νέα χάραξη της οδού Ιστιαίας-Βασιλικών και έχει εκτελεσθεί στο όριο της παραλίου ζώνης που αποτελείται, στην περιοχή, από αλίπεδα που εκτείνονται από την ακτογραμμή μέχρι τα υψώματα τα οποία βρίσκονται Α-ΒΑ της Ιστιαίας. Η έρευνα εκτελέσθηκε σε ελαφρά επικλινές έδαφος, η επιφάνεια του οποίου παραμένει χέρσος από πολλά χρόνια. Επίσης έρευνα οικοπέδου είχε εκτελεσθεί στο παρελθόν, στα όρια του πολεοδομικού συγκροτήματος της Ιστιαίας (Δ άκρο), για ανέγερση ξενοδοχείου.

31) Πτολεμαΐδα Κοζάνης

Η έρευνα αυτή αφορά την κατασκευή του νέου κλειστού γυμναστηρίου και αθλητικού κέντρου της πόλης της Πτολεμαΐδας και εκτελέσθηκε σε χώρο ΒΑ του πολεοδομικού συγκροτήματος, επί εδάφους το οποίο είναι οριζόντιο και επίπεδο και κατά την εποχή της έρευνας, καλυπτόταν από καλλιεργούμενες γαίες, αποτελεί δε τμήμα της μείζονος λεκάνης Πτολεμαΐδας Αμυνταίου.

32) Λαψίστα Ιωαννίνων

Η έρευνα αφορά την κατασκευή αντλιοστασίων, στην περιοχή Λαψίστας του οροπεδίου Ιωαννίνων και στην μείζονα περιοχή της λίμνης Παμβώτιδας, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την βαθμιαία αποστράγγιση της περιοχής, η οποία αποτελεί σήμερα τέλμα, ώστε να αποδοθεί στη γεωργία.

Το έδαφος, όπως προαναφέρθηκε, είναι παλαιό τέλμα της περιφέρειας της Παμβώτιδας και οριζόντιο.

33) Λογγάδες Ιωαννίνων

Η έρευνα των Λογγάδων αφορά θέσεις εγκατάστασης αντλιοστασίων του αρδευτικού συστήματος της περιφέρειας της λίμνης Παμβώτιδας Ιωαννίνων. Η θέση της εκτέλεσης των γεωτρήσεων είναι στα όρια της λεκάνης των Ιωαννίνων με τα περιβάλλοντα υψώματα της. Η περιοχή καλύπτεται, επιφανειακά από κώνους κορημάτων οι οποίοι κατέρχονται από τα υψώματα αυτά, είναι δε ελαφρώς επικλινής.

34) Κέρκυρα

Η έρευνα αφορά την κατασκευή του νέου δικαστικού μεγάρου Κερκύρας και έχει πραγματοποιηθεί στα πρηνή του υψώματος όπου βρίσκεται το παλαιό κεντρικό συγκρότημα οχυρώσεων της Κερκύρας (σήμερα φυλακές). Η έρευνα εκτελέσθηκε σε έντονα επικλινές έδαφος και εκατέρωθεν της οδού η οποία οδηγεί, από την πόλη στις φυλακές.

35) Κιάτο Κορινθίας

Η έρευνα αφορά την κατασκευή σταθμού βιολογικού καθαρισμού λυμάτων της πόλης του Κιάτου και εκτελέσθηκε στη δελταϊκή πρόσχωση ποταμού ο οποίος στερεύει τους θερινούς μήνες και βρίσκεται προς Δ της πόλης, σε ζώνη η οποία εκκινεί από απόσταση 300 m από την ακτογραμμή και φθάνει μέχρι τα όρια του αιγιαλού. Η έρευνα ακολούθησε το Δ όριο του δελταϊκού σχηματισμού, σχεδόν σε επαφή προς τα πρηνή της κοίτης, σε έδαφος με ελάχιστη κλίση.

36) Πάτρα Αχαΐας

Η έρευνα στην περιοχή Πατρών αφορά τέσσερις διακεκριμένες περιοχές κατά μήκος της παραλίου ζώνης των Πατρών, εντός και εκτός πολεοδομικού συγκροτήματος, οι οποίες έγιναν για την κατασκευή οικοδομικών έργων. Από Δ προς Α, οι περιοχές έρευνας είναι, η ζώνη των υψωμάτων που υπέρκεινται της Εθνικής οδού στην περιοχή Ρίου και ΒΔ της Πανεπιστημιούπολης,

η περιοχή του κέντρου της πόλης εντός της οικοδομημένης ζώνης, η περιοχή προς Ν.ΝΑ της πόλης, μέσα στην πλημμυρική κοίτη χειμάρρου, ο οποίος κατέρχεται από το Παναχαϊκό και εκβάλλει στην περιοχή της βιομηχανικής ζώνης των Πατρών και τέλος, δελταϊκός σχηματισμός και εν μέρει, αναβαθμίδες άλλου χειμάρρου, ο οποίος εκκινεί από την περιοχή Σαραβαλίου και εκβάλλει 2 km ανατολικά του πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών, στον Πατραϊκό κόλπο. Η θέση της τελευταίας έρευνας είναι Νότια της παλαιάς οδού Πατρών-Πύργου, στο παράλιο τμήμα της.

37) Πύργος Ηλείας

Η έρευνα αφορά ιδιωτικό οικοδομικό έργο και έχει εκτελεσθεί στις Δυτικές παρυφές της πόλης, σε θέση χέρσου οικοπέδου, που είχε παλαιότερα αγροτική χρήση. Η θέση ανήκει στην πεδιάδα της Ήλιδας και βρίσκεται στα όρια της ζώνης των αναβαθμίσεων του Αλφειού ποταμού.

38) Όλβιος

Η έρευνα αφορά μελέτη θεμελίωσης γέφυρας η οποία αποτελεί τμήμα της νέας χάραξης της οδού Κιάτου-Γκούρας (ορεινή Κορινθία) και η οποία διασταυρώνει τον ποταμό Όλβιο. Η εκτέλεση των γεωτρήσεων έγινε στη στέψη των πρανών της κοίτης, στη ζώνη του γεωλογικού υποβάθρου, εντός του οποίου έχει διανοίξει την κοίτη του ο ποταμός και σε δύο θέσεις, εντός της κοίτης, η οποία καλύπτεται με τα πρόσφατα φερτά υλικά και παλαιότερες αποθέσεις του ποταμού.

39) Γκούρα

Η έρευνα εκτελέστηκε για την υποστήριξη της γεωλογικής μελέτης της νέας χάραξης της οδού Κιάτου-Γκούρας και αφορούσε τον άξονα της οδού, στο τμήμα το οποίο διασχίζει το οροπέδιο της Στυμφαλίας. Ο χώρος εκτέλεσης της δειγματοληψίας, που έγινε με σκαπτά φρέατα, είναι τα όρια της ορεινής λεκάνης της Στυμφαλίας με τα παρακείμενα υψώματα και ο άξονας της οδού. Στην ζώνη αυτή, η οδός διέρχεται από μια σειρά, διαδοχικών σχεδόν, κώνων κορημάτων, οι οποίοι κατέρχονται από τα υψώματα του Βόρειου ορίου της λεκάνης και από χειμαρρώδεις δελταϊκές αποθέσεις.

40) Φιλιατρά Μεσσηνίας

Η έρευνα αφορά την θεμελίωση οικοδομικού έργου και έχει εκτελεσθεί στην ευρύτερη παράλια ζώνη της κοινότητας Φιλιατρών, πλησίον της εθνικής οδού Πύργου-Καλαμάτας. Το υψόμετρο είναι μικρό και η περιοχή αποτελεί παράκτιο τέλμα, που έχει διαμορφωθεί στη θέση συμβολής δύο δελταϊκών σχηματισμών, χειμάρρων ή ρυακίων, που αποστραγγίζουν τα ανάντη προς Δ πρανή.

41) Πεταλίδι Μεσσηνίας

Η έρευνα αφορά ιδιωτικό οικοδομικό έργο το οποίο θα κατασκευαζόταν στην παραθαλάσσια ζώνη της κοινότητας Πεταλιδίου Μεσσηνίας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ελαφρώς επικλινές πρανές το οποίο καταλήγει στον αιγιαλό και ανήκει στην λοφώδη ζώνη της περιοχής.

42) Εκβολές Λούρου ποταμού, ΒΔ του Αμβρακικού κόλπου

Η έρευνα αφορά έξι διαφορετικές θέσεις δειγματοληψίας οι οποίες εκτείνονται κατά μήκος της ΒΔ πλευράς του Αμβρακικού κόλπου εντός των λιμνοθαλασσών και παρακτίων ελών τα οποία σχηματίζονται στην ευρύτερη ζώνη του Δέλτα του Λούρου ποταμού, αν και προς Α της ζώνης, υπάρχουν αρκετά ιζήματα προερχόμενα από το Δέλτα του Αράχθου καθώς και αποθέσεις τοπικών χειμάρρων, από τα υψώματα της περιοχής της πόλης της Άρτας και των γειτονικών κοινοτήτων της.

Η ανατολικότερη θέση δειγματοληψίας αφορά παράκτιο τέλμα, στην περιοχή Κορωνησίας Άρτας και, προχωρώντας προς Δ εμφανίζονται μια υποθαλάσσια, σε θαλάσσιο βυθό και σε βάθος 1,5 m, δύο άλλες σε παράκτια τέλματα, στις θέσεις Μαυροβούνι και Αγ. Παρασκευή, μια στην παράκτια ζώνη του στομίου του Λούρου και μια στον αιγιαλό της Φιλιππούπολης, στα όρια του ευρύτερου Δελταϊκού σχηματισμού του Λούρου.

43) Ηράκλειο Κρήτης

Η έρευνα αφορά τμήμα της (τότε) νέας περιφερειακής οδού της πόλης του Ηρακλείου, στο ΝΔ τμήμα αυτής. Έχει εκτελεσθεί στα πρανή λοφώδους έκτασης, όπου, κυρίως, εκτείνεται το πολεοδομικό συγκρότημα Ηρακλείου και υπεράνω της τεκτονικής τάφρου που περιβάλλει την πόλη. Ο χώρος, καλύπτεται επιφανειακά από κορήματα των υπερκειμένων μαργαϊκών στρωμάτων και ήταν χέρσος κατά την περίοδο που εκτελέσθηκε η έρευνα.

44) Φυλακές Αγιάς Χανίων

Η έρευνα φυλακών Αγιάς Χανίων εκτελέσθηκε για την μελέτη κατασκευής νέων πτερύγων των φυλακών και σε λοφώδη περιοχή η οποία τοπικά καλύπτεται, στα πρανή της από κώνους κορημάτων. Επίσης, κατά θέσεις, η επιφάνεια του εδάφους καλλιεργείται (ελαιώνες).

45) Βαθύ Σάμου

Η έρευνα στο Βαθύ της Σάμου έλαβε χώρα στο Ανατολικό τμήμα του νησιού, στην περιοχή του αεροδρομίου και σε χώρο ο οποίος είναι αλίπεδο, στα όρια της σημερινής ζώνης του αιγιαλού. Το έδαφος στη θέση έρευνας είναι οριζόντιο και σχεδόν επίπεδο.

46) Ρόδος

Οι έρευνες στην περιοχή της Ρόδου αφορούν τρεις διακεκριμένους χώρους, μια υποθαλάσσια θέση δειγματοληψίας, για μελέτη του πυθμένα στην θαλάσσια περιοχή της Λίνδου, μια έρευνα οικοδομικού έργου (σχολείου) στην περιοχή Μανδρακίου και μια έρευνα κατασκευής λιμενικού έργου (μαρίνας σκαφών αναψυχής) στην περιοχή Φαληρακίου.

Η υποθαλάσσια έρευνα εκτελέσθηκε με δειγματολήπτη βαρύτητας από ωκεανογραφικό σκάφος και έλαβε δείγματα από το επιφανειακό στρώμα του βυθού, σε βάθος 30 m.

Η έρευνα του σχολείου έλαβε χώρα σε σχεδόν οριζόντιο χώρο με υψόμετρο περίπου 5 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, σε σχηματισμούς της ακτής (φλύσχης), οι οποίοι, τοπικά, καλύπτονταν από τεχνητό επίχωμα και χειμαρρώδεις αποθέσεις.

Η έρευνα του λιμενικού έργου έλαβε χώρα επί της ζώνης του αιγιαλού, πολύ κοντά (2-10 m), στην νοητή γραμμή του κύματος, πάνω στον φυσικό, αιγιαλό, ο οποίος κατά το μεγαλύτερο μέρος του, είχε επιχωθεί από τεχνητό επίχωμα, αποτελούμενο από θαλάσσιο αμμοχάλικο, ελαφρώς συμπυκνωμένο, σαν τμήμα έργων καλλωπιστικής διαμόρφωσης της ακτής.

Εκτελέσθηκαν δύο ομάδες γεωτρήσεων. μια ομάδα 10 γεωτρήσεων κατά μήκος του κρηπιδότοιχου και μια άλλη ομάδα 3 γεωτρήσεων, σε θέση μικρής υφιστάμενης προβλήτας που θα αντικατασταθεί από άλλη, μεγαλύτερη.

47) Ερμούπολη Σύρου

Η έρευνα αφορά οικοδομικό έργο (κτήριο μεγάλων διαστάσεων), το οποίο επρόκειτο να κατασκευασθεί σε οικόπεδο του παραλίου δρόμου της Ερμούπολης σε απόσταση 50 m περίπου από τον κρηπιδότοιχο. Το έδαφος ήταν οριζόντιο γενικά, αλλά εντός του οικοπέδου υπήρχε αναβαθμός ύψους 2m που σχηματιζόταν από έξαρση του σχιστολιθικού υπεδάφους.

48) Μύκονος

Η έρευνα της Μυκόνου εκτελέσθηκε υποθαλάσσια, για έρευνα της καταλληλότητας του βυθού για την πόντιση καλωδίου οπτικών ινών. Εκτελέσθηκε σε θαλάσσιο βάθος 20m, σε θέση όπου ο βυθός είναι οριζόντιος και εκτελέσθηκε με δειγματολήπτη βαρύτητας από ωκεανογραφικό σκάφος. Ερευνήθηκε μόνο το επιφανειακό στρώμα του βυθού σε βάθος περίπου 1,5m.

Στον ακόλουθο πίνακα (**Πίνακας 11**), φαίνεται η γεωγραφική εξάρτηση των θέσεων δειγματοληψίας.

Πίνακας 11: Θέσεις δειγματοληψίας

A/A	Τοποθεσία	Γεωγρ. Πλάτος Β	Γεωγρ. Μήκος Α	Απόλυτο Υψόμετρο (m)
1	Μύκονος	37° 29' 51"	25° 17' 27"	-40
2	Ρόδος 1	36° 22' 34,39"	28° 04' 55,28"	-20
3	Εκβολές Λούρου	39° 03' 35"	20° 46' 19"	+0.2
4	Ηγουμενίτσα	39° 29' 33"	20° 15' 41"	+1.5
5	Πλατύ Ημαθίας	40° 38' 44"	22° 32' 36"	+5.5
6	Γέφυρα Λουδία	40° 39' 26"	22° 33' 51"	+5.6
7	Είσοδος Αδένδρου	40° 40' 10"	22° 35' 24"	+5.6
8	Έξοδος Αδένδρου	40° 40' 40"	22° 36' 55"	+6
9	Αξιός	40° 41' 41"	22° 41' 20"	+5
10	Σίνδος	40° 40' 46"	22° 46' 42"	+6.8
11	Μώλος Φθιώτιδα	38° 48' 45"	22° 39' 25"	+19
12	Μοσχάτο Αττικής	37° 56' 55"	23° 41' 06"	+5
13	Τούμπα Σερρών	41° 12' 32"	23° 19' 49"	+54
14	Ορεστιάδα Έβρου	41° 29' 53"	26° 32' 23"	+26
15	Καλλιθέα Αττικής	37° 57' 37"	23° 42' 29"	+32
16	Μοσχάτο Αττικής	37° 56' 38"	23° 40' 57"	+5.6
17	Αμφιθέα Αττικής	37° 56' 11"	23° 42' 05"	+10.5
18	Σεπόλια Αττικής	38° 00' 21"	23° 42' 50"	+36
19	Πάτρα Ι (Αχαΐας)	38° 18' 11"	21° 47' 42"	+6
20	Κομοτηνή Ι (Ροδόπης)	41° 06' 44"	25° 22' 32"	+104
21	Βέροια Ημαθίας	40° 30' 33"	22° 13' 19"	+130
22	Ομορφοχώρι Λάρισας	39° 41' 48"	22° 29' 15"	+61
23	Γυρτώνη Λάρισας	39° 46' 38"	22° 28' 42"	+82
24	Ηράκλειο Κρήτης	35° 19' 19"	25° 07' 23"	+44
25	Αλεξανδρούπολη Έβρου	40° 50' 38"	25° 51' 41"	+5
26	Νέα Αγχίαλος Μαγνησίας	39° 13' 02"	22° 47' 35"	+11
27	Πρόχωμα Κιλκίς	40° 47' 08"	22° 38' 56"	+21
28	Κιάτο Κορινθίας	38° 00' 05"	22° 45' 30'	+8
29	Άγιοι Ανάργυροι Αττικής	38° 01' 37"	23° 43' 17"	+79
30	Μακρυχώρι Λάρισας	39° 48' 43"	22° 29' 52"	+60
31	Τούμπα Σερρών	41° 10' 33"	23° 22' 40"	+58
32	Καλύβια Αττικής	37° 46' 54"	23° 55' 34"	+38

A/A	Τοποθεσία	Γεωγρ. Πλάτος Β	Γεωγρ. Μήκος Α	Απόλυτο Υψόμετρο (m)
33	Ταραμπούρα Αχαΐας	38° 11' 50"	23° 43' 50"	+29
34	Μοσχάτο Αττικής	37° 56' 52	23° 40' 38	+10
35	Καλλιθέα Αττικής	37° 56' 49"	23° 41' 11"	+8
36	Μαρούσι Αττικής	38° 02' 05"	23° 47' 22"	+229
37	Δενδροπόταμος Θεσσαλονίκης	40° 38' 28"	22° 54' 33"	+3
38	Σ.Σ Πελοποννήσου, Αθηνών	37° 59' 19"	23° 43' 10"	+44
39	Λεπτοκαρυά Πιερίας	40° 03' 38"	22° 33' 56"	+5
40	Νέο Φάληρο Πειραιώς	37° 56' 38"	23° 40' 00"	+2
41	Οινόφυτα Βοιωτίας	38° 18' 30"	23° 37' 57"	+142
42	Ορφανά Καρδίτσας	39° 24' 35"	22° 13' 47"	+105
43	Ειδομένη Κιλκίς	41° 07' 09"	22° 31' 07"	+51
44	Ερμούπολη Σύρου	37° 26' 59"	24° 56' 52"	+1.3
45	Μακρακώμη Φθιώτιδος	38° 56' 16"	22° 07' 00"	+123
46	ΟΑΚΑ Μαρούσι Αττικής	38° 02' 34"	23° 46' 55"	+170
47	Πεταλίδι Μεσσηνίας	36° 57'12"	21° 56' 00"	+78
48	Λεωφ.Θησέως, Τζιτζιφιές Αττικής	37° 56' 36"	23° 41' 08	+2
49	Ρόδος 2	36° 04' 01,66"	27° 59' 31,45"	+1.5
50	Θρακομακεδόνες Αττικής	38° 08' 06"	23° 45' 35"	+329
51	Άγιος Ιωάννης Ρέντης Αττικής	37° 57' 42"	23° 40' 24"	+12
52	Λόφος του Καραβά Αττικής	37° 57' 46"	23° 38' 11"	+61
53	Ηγουμενίτσα 2 Θεσπρωτίας	39° 29' 12"	20° 15' 40"	+2.5
54	Νίκαια Αττικής	37° 58' 06"	23° 38' 51"	+40
55	Καρπενήσι Ευρυτανίας	38° 54' 20"	21° 49' 55"	+897
56	Πύργος Ηλείας	37° 40' 35"	21° 27' 15"	+14
57	Κηφισιά Αττικής	38° 04' 49"	23° 48' 17"	+227
58	Τανάγρα Βοιωτίας	38° 21' 30"	23° 31' 41"	+140
59	Άλιμος Αττικής	37° 53' 09"	23° 43' 32"	+5
60	Ορεστιάδα Έβρου	41° 30' 01"	26° 31' 06"	+36
61	Αμφιθέα 2 Αττικής	37° 56' 06"	23° 42' 15"	+17
62	Μοσχάτο Αττικής	37° 56' 54"	23° 40' 31"	+10
63	Αγυιά Λάρισας	39° 42' 42"	22° 45' 58"	+110
64	Κομοτηνή Ι Ροδόπης	41° 07' 17"	25° 24' 53"	+104
65	Ιστιαία Ι Ευβοίας	38° 57' 51	23° 08' 44	+27

A/A	Τοποθεσία	Γεωγρ. Πλάτος Β	Γεωγρ. Μήκος Α	Απόλυτο Υψόμετρο (m)
66	Πάτρα Αχαΐας	38° 17' 16"	21° 46' 01"	+23
67	Άγιος Ιωάννης Ρέντης Αττικής	37° 58' 10"	23° 40' 12"	+12
68	Ιστιαία 2 Ευβοίας	38° 58' 21"	23° 09' 21"	+27
69	ΕΤΒΑ Πατρών Αχαΐας	38° 14' 42"	21° 43' 45"	+4
70	Τζιτζιφιές Αττικής	37° 56' 32"	23° 41' 11"	+2
71	Φιλιατρά Μεσσηνίας	37° 09' 12"	21° 34' 30"	+31
72	Γκάζι Κεραμικού Αττικής	37° 58' 37"	23° 42' 46"	+57
73	Βαθύ, Σάμου	37° 45' 06"	26° 58' 43"	+8
74	Ορφανά 2 Καρδίτσας	39° 24' 46"	22° 13' 50"	+105
75	Πτολεμαΐδα Κοζάνης	40° 31' 10"	21° 41' 44"	+597
76	Ορφανά 3 Καρδίτσας	39° 24' 58"	22° 13' 54"	+106
77	Φάληρο Αττικής	37° 55' 16"	23° 41' 54"	+3
78	Κέρκυρα	39° 37' 26"	19° 54' 44"	+29
79	Δροσιά Αττικής	38° 07' 16"	23° 52' 24"	+250
80	Καμίνια Αττικής	37° 57' 05"	23° 39' 26"	+17
81	Όλβιος Κορινθίας	37° 57' 34"	22° 20' 51"	+835
82	Γκούρα Κορινθίας	37° 55' 20"	22° 19' 50"	+769
83	Λαψίστα Ιωαννίνων	39° 44' 48"	20° 46' 30"	+460
84	Λογγάδες Ιωαννίνων	39° 39' 57"	20° 55' 47"	+470
85	Ρόδος 2 Δωδεκανήσου	39° 20' 19"	28° 12' 16"	+2.5
86	Ρόδος 3 Δωδεκανήσου	36° 16' 18,10"	23° 49' 18,01"	+2.5
87	Αγία Χανίων	35° 28' 29,33"	23° 55' 37,79"	+114
88	Αγία Σοφία Πειραιώς	37° 57' 21,59"	23° 38' 33,51"	+20

3.4 Μέθοδος δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία σε όλες τις περιπτώσεις έγινε από τρία διαφορετικά γεωτρητικά συνεργεία, τα οποία χρησιμοποίησαν πανομοιότυπο εξοπλισμό δηλαδή δειγματοληπτικό γεωτρώπανο τύπου Edesco, περιστροφικό, με υδραυλική καταβίβαση και έλεγχο της γεωτρητικής στήλης, το οποίο χρησιμοποιούσε την πλήρη σειρά δειγματοληπτών και παρελκόμενων που προβλέπουν οι προδιαγραφές του Υπουργείου Δημοσίων Έργων για την εκτέλεση επί τόπου δοκιμών (κανονισμός Ε 106-86) και οι οποίες βασίζονται στις Αμερικανικές προδιαγραφές δειγματοληψίας (AASHTO T-87).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η δειγματοληψία έχει γίνει όχι με γεώτρηση, αλλά με σκαπτά φρέατα τα οποία έχουν διανοιγεί από εκσκαφέα. Η περίπτωση αυτή αφορά κυρίως τα δείγματα της οδού Κιάτου-Γκούρας και σε κάθε περίπτωση, καταβλήθηκε προσπάθεια να επιλεγούν μόνο δείγματα από μη συνεκτικά εδάφη, εφ' όσον έχει χρησιμοποιηθεί φρέαρ και όχι γεώτρηση για τη δειγματοληψία. Εξάιρεση, επίσης, αποτελούν τα δείγματα της περιοχής εκβολών Λούρου τα οποία

ελήφθησαν με χειροκίνητο δειγματολήπτη, προωθούμενο με δονητικό κινητήρα, ο οποίος χρησιμοποιούσε ως διάταξη δειγματοληψίας, σωλήνα PVC του εμπορίου, με αρπάγη (catcher), στο ανοικτό άκρο της.

Τρίτος τύπος εξαίρεσης είναι τα υποθαλάσσια δείγματα, τα οποία ελήφθησαν με, συνήθη για υποθαλάσσιες έρευνες, δειγματολήπτη βαρύτητας, εξαπολύόμενο από ωκεανογραφικό σκάφος και εφοδιασμένο με αντίβαρα και ειδικού τύπου, διαφανή σωλήνα δειγματοληψίας με αρπάγη.

Οι συμβατικά εκτελεσθείσες γεωτρήσεις, οι οποίες αποτελούν την πλειοψηφία των περιπτώσεων, εκτελέσθηκαν με τη συνήθη διαδικασία της διεύθυνσης γεωτρητικής στήλης, συγκείμενης από χαλύβδινα σωληνωτά στελέχη, μήκους 7,62m και εξωτερικής διαμέτρου 76,2 mm τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους με σπειρώματα και δια των οποίων διέρχεται και το γεωτρητικό ρευστό το οποίο σε όλες ανεξαιρέτως τις περιπτώσεις ήταν απλό νερό. Στο άκρο της γεωτρητικής στήλης ήταν προσαρμοσμένη δειγματοληπτική κεφαλή, στο εσωτερικό της οποίας τοποθετούνταν, κατά περίπτωση, δειγματοληπτική διάταξη διαιρούμενου τύπου ή τύπου Shelby (Το λαμβανόμενο, εγκιβωτισμένο, δείγμα καταπονείται περιμετρικά, κατά τη διαδικασία της αποσυσκευασίας, πέραν της καταπόνησης κατά τη δειγματοληψία, γεγονός το οποίο λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την προετοιμασία των δοκιμών). Το άκρο της δειγματοληπτικής κεφαλής έφερε τη διατρητική διάταξη, δηλαδή, κοπτική στεφάνη, συνηθέστερα με καρβίδια του βολφραμίου, αλλά και αδαμαντόσκονη, για χρήση σε περιπτώσεις σκληρών χαλίκων ή βραχωδών σχηματισμών.

Η κυλινδρική δειγματοληπτική κεφαλή είχε μήκος 0,90, 1,80 ή 2,70 m, κατά περίπτωση, με μακρύτερη κεφαλή να χρησιμοποιείται σε συνεκτικά εδάφη, περισσότερο ή λιγότερο μαλακά, ενώ η κεφαλή μικρού μήκους χρησιμοποιείται σε χαλικώδη εδάφη ή βράχους και σε κάθε περίπτωση, όπου απαιτείται η λήψη δείγματος με δειγματολήπτη τύπου Shelby ή διαιρούμενο. Όσον αφορά τις διαμέτρους δειγματοληψίας, το σύνολο των γεωτρήσεων ξεκινούσε με διάμετρο 4,5" (114mm) και συνεχιζόταν, ανάλογα με τις συνθήκες, τηλεσκοπικά, με διάμετρο 3,5" (90 mm) μέχρι το τέλος της γεώτρησης. Στις περιπτώσεις των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή, η μικρότερη διάμετρος 3" (76,2 mm) χρησιμοποιήθηκε μόνο σε περιπτώσεις όπου συναντήθηκε βραχώδης σχηματισμός.

Ο χειροκίνητος δειγματολήπτης είχε δυνατότητα δειγματοληψίας δείγματος διαμέτρου 1,5" (38 mm) και μήκους 1,5 m. Ο δειγματολήπτης των υποθαλάσσιων εργασιών είχε, σε όλες τις περιπτώσεις, μήκος 1,5 m και διάμετρο 3,5" (90 mm).

Εκτός από όσα δείγματα λήφθησαν με διαιρούμενο ή τύπου Shelby δειγματολήπτη, υπήρξαν και ορισμένα δείγματα τα οποία ελήφθησαν απ' ευθείας, με τη δειγματοληπτική κεφαλή, με διακοπή της ροής του διατρητικού ρευστού, ήταν δηλαδή δείγματα φραγμού. Επίσης, ορισμένα δείγματα ελήφθησαν με τη χρήση του διαιρούμενου δειγματολήπτη της δοκιμής SPT και τα δείγματα αυτά είχαν διάμετρο 38 mm.

3.5 Λοιπές παράμετροι δειγματοληψίας

Όπως προαναφέρθηκε, η λήψη των δειγμάτων που έγινε με τη χρήση γεωτρύπανου και πλήρους γεωτρητικού εξοπλισμού, πραγματοποιήθηκε από γεωτρύπανο τύπου Edeco (English Drilling Equipment Company) επί ελκλήθρου και ήταν εφοδιασμένο με πετρελαιοκινητήρα, μηχανική μετάδοση περιστροφής για την κεφαλή (κωνικό οδοντωτό τροχό και οδοντωτή στεφάνη), σύστημα περίσφιξης των στελεχών με μηχανικές σταγόνες (choke) για την μεταφορά της ροπής στη γεωτρητική στήλη και διάταξη υδραυλικού καταβιβασμού της στήλης με τη χρήση δύο παράλληλων εμβόλων στην κεφαλή, εκατέρωθεν της στήλης των στελεχών.

Η μέγιστη διαδρομή (βήμα) καταβιβασμού της στήλης ήταν 91,4cm και η μέγιστη, ασκούμενη από την υδραυλική κεφαλή προς τα κάτω, δύναμη της γεωτρητικής στήλης, για διεύθυνση στον διατρυόμενο σχηματισμό ήταν (αναλόγως του εκάστοτε μήκους της γεωτρητικής στήλης), μεταξύ 1250 και 1750 kp (12,5-17,5 kN). Δεν έγινε χρήση, σε καμία περίπτωση, αντίβαρων για αύξηση του απόβαρου του γεωτρύπανου, ή αγκυρώσεων της γεωτρητικής διάταξης. Η μέγιστη ταχύτητα περιστροφής της γεωτρητικής στήλης ήταν 150 στροφές ανά λεπτό με συνηθέστερη ταχύτητα τις 100-120 σ.α.λ.

3.6 Εκτέλεση δοκιμών SPT

Σε όλες τις θέσεις των γεωτρήσεων δειγματοληψίας εκτελέσθηκαν δοκιμές SPT (Standard Penetration Test). Η δοκιμή εκτελέσθηκε με τον ίδιο τύπο και την ίδια μεθοδολογία ανεξάρτητα από το γεωτρητικό συνεργείο. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη διακοπή της διατρητικής και δειγματοληπτικής διαδικασίας, την αντικατάσταση του συμβατικού δειγματολήπτη, στην άκρη της στήλης με τον ειδικό διαιρούμενο δειγματολήπτη και τη διεισδυτική κεφαλή της δοκιμής SPT (διαμέτρου 38 mm και μήκους 60 cm) και την τοποθέτηση, στο άνω άκρο της γεωτρητικής στήλης, του ειδικού στελέχους το οποίο φέρει τον μηχανισμό του ολισθαίνοντος αντίβαρου και της ανυψωτικής διάταξης. Το αντίβαρο είχε τις τυποποιημένες προδιαγραφές (βάρος 64 kp ή 640 N και ύψος πτώσης 0,76 m). Η ανύψωση και πτώση του ελεγχόταν μηχανικά.

Η μέτρηση των κρούσεων γινόταν πρώτα για αρχική διείσδυση των 15 cm και εν συνεχεία, για τη τελική, αποτελούμενη από δύο τμήματα των 15 cm το κάθε ένα. Οι τιμές αριθμού κρούσεων οι οποίες αναγράφονται στη βάση δεδομένων είναι το άθροισμα των τιμών των δύο τελικών διεισδύσεων των 15cm, δηλαδή αντιπροσωπεύουν τα τελευταία 30 cm διείσδυσης. Σε περίπτωση άρνησης διείσδυσης, δηλαδή μη επίτευξης της διείσδυσης στο πλήρες μήκος των 30 cm, μετρούνταν ο συνολικά απαιτούμενος αριθμός κρούσεων, μέχρι του 100 και η αντίστοιχη διείσδυση σε cm. Εν τούτοις, πρέπει να σημειωθεί, ότι για λόγους ομοιογένειας και δυνατότητας σύγκρισης, στη βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν μόνο περιπτώσεις όπου η διείσδυση έφθασε το απαιτούμενο μήκος των 30 cm και σημειώθηκε ο αναγκαίος προς τούτο, αριθμός κρούσεων.

Επίσης, όλες οι μετρήσεις πεδίου έχουν υποστεί διόρθωση, βάσει των εκτιμώμενων προδιαγραφών για την ενέργεια της κρούσης που παρέχεται από το αντίβαρο (N_{60}), το μήκος της γεωτρητικής στήλης και την παρουσία υδροφόρου ορίζοντα. Το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων SPT για διείσδυση 30 cm, αναγράφεται επίσης στη βάση δεδομένων.

Τα δείγματα τα προερχόμενα από τον δειγματολήπτη διαμέτρου 38mm έχουν χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση δοκιμών κατάταξης και φυσικών ιδιοτήτων ενώ, αν το υλικό ήταν μη συνεκτικό, χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση δοκιμών διάτμησης και συμπίεστότητας.

Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι η εκτέλεση της δοκιμής SPT και η λήψη του αντίστοιχου δείγματος, μπορούσε να λάβει χώρα είτε σε συγκεκριμένα βάθη, με μια προσυμφωνημένη αραιώση (π.χ. ανά 2 ή 3 μέτρα βάθους), είτε με τον εντοπισμό κάποιας λιθοστρωματογραφικής μεταβολής. Ως εκ τούτου, ο αριθμός SPT που αναγράφεται στη βάση δεδομένων είναι ο χαρακτηριστικός του συγκεκριμένου δείγματος το οποίο ορίζεται από τα όρια βάθους δειγματοληψίας (π.χ. 11,50-12,50m) και αντιπροσωπεύει συγκεκριμένη λιθοστρωματογραφική ενότητα και όχι κάποια συγκεκριμένη τιμή βάθους, μέσα στα όρια του βάθους λήψης του δείγματος. Επί παραδείγματι, σε ένα δείγμα αντιπροσωπευτικό μίας λιθοστρωματογραφικής ενότητας που εντοπίστηκε μεταξύ 10,50 και 12,00m βάθους, και η οποία παρουσιάζεται ομογενής, η λήψη του δείγματος SPT, μπορεί να αφορά το τμήμα 10,50-10,95 m (αρχή της ενότητας λόγω αλλαγής στρώσης) αλλά και το 11,0-11,45m, λόγω προσυμφωνηθείσας αραιώσης της δειγματοληψίας. Σε κάθε περίπτωση, η τιμή SPT είναι η τιμή σχεδιασμού η οποία χρησιμοποιήθηκε στην εκπόνηση της αντίστοιχης μελέτης, για την εξαγωγή συμπερασμάτων και την εκτέλεση εδαφομηχανικών υπολογισμών.

Σε κάθε περίπτωση, με τη διακοπή της συμβατικής διάτρησης/δειγματοληψίας και πριν την εκτέλεση της δοκιμής SPT, γινόταν καθαρισμός και πλύση της γεώτρησης, έτσι ώστε, η δοκιμή να εκτελεσθεί επί του διερευνούμενου στρώματος εδάφους και όχι επί τυχόν υπολειμμάτων διάτρησης που είχαν καταπέσει από τα προηγούμενως διατρηθέντα υπερκείμενα στρώματα.

3.7 Προετοιμασία, συσκευασία και μεταφορά δειγμάτων

Μετά την αφαίρεσή τους από τον δειγματολήπτη, τα δείγματα, αν ήταν συνεκτικά, υφίσταντο αδιαβροχοποίηση με εμβάπτιση σε τήγμα παραφίνης και εν συνεχεία τοποθετούνταν σε νάιλον περιτύλιγμα (μεμβράνη σελοφάν) και κατά το δυνατόν, κλείνονταν ερμητικά. Τα δείγματα, τα

λαμβανόμενα με δειγματολήπτη τύπου Shelby σφραγίζονταν με παραφίνη και στα δύο άκρα τους, ενώ τα μικρής συνοχής δείγματα τα οποία δεν ήταν δυνατόν να παραφινωθούν, τοποθετούνταν σε περιτύλιγμα μεμβράνης και εν συνεχεία, σε ερμητικά κλεισμένη, νάιλον σακούλα, για να αποφευχθεί η απώλεια υγρασίας.

Εν συνεχεία, τα δείγματα, καταγράφονταν σύμφωνα με το βάθος δειγματοληψίας, χρώμα υφή κλπ, από τον επί τόπου επιβλέποντα του γεωτρητικού συνεργείου, εφοδιάζονταν με πινακίδα που περιείχε τα στοιχεία αναγνώρισης (έργο, κωδικό συμβολισμό γεώτρησης, βάθος δειγματοληψίας), συσκευάζονταν σε τυποποιημένα ξύλινα κιβώτια τα οποία κλείνουν με καπάκι και τα δείγματα αποθηκευόντουσαν, αρχικά επί τόπου, μέχρι την αποστολή τους στο εργαστήριο και εν συνεχεία, στο εργαστήριο εκτέλεσης των δοκιμών όπου και γινόταν η αποσυσκευασία τους και η διαμόρφωση των δοκιμών.

Γενικώς καταβαλλόταν προσπάθεια για την, κατά το ταχύτερο δυνατόν, αποστολή των δειγμάτων στο εργαστήριο. Εν γένει, ο μέσος χρόνος, ο παρεμβαλλόμενος από τη δειγματοληψία μέχρι την εκτέλεση των δοκιμών στο εργαστήριο, ήταν της τάξης των 4 ημερών, με την πλειονότητα των περιπτώσεων, να ολοκληρώνεται εντός 2 ημερών και σε κάποιες περιπτώσεις, ερευνών (σε απομακρυσμένες ή δύσκολες στην προσπέλαση περιοχές), να έχουν χρόνο μεταξύ λήψης του δείγματος και εκτέλεσης της δοκιμής, 7 ημέρες.

3.8 Δείγματα αναφοράς και δείγματα ελέγχου

3.8.1 Δείγματα αναφοράς

Εξ αρχής, είχε προγραμματισθεί να χρησιμοποιηθεί ένας αριθμός δειγμάτων, ανεξάρτητος και μη συνδεδεμένος, με τα δείγματα τα οποία θα υφίσταντο επεξεργασία, για την εξαγωγή συναρτήσεων συσχετισμού, τα οποία θα χρησιμοποιούνταν σαν πρότυπα δείγματα και τα οποία θα παρείχαν μια ομάδα τιμών αναφοράς, για λόγους σύγκρισης με τις αντίστοιχες τιμές ιδιοτήτων που θα παρείχαν τα δείγματα του πυρήνα της ερευνητικής διαδικασίας.

Ο όρος "πρότυπο δείγμα" θεωρήθηκε ότι θα είχε την έννοια του δείγματος το οποίο συντίθεται, τεχνητά, στο εργαστήριο, με απόλυτα ελεγχόμενες προδιαγραφές κοκκομετρίας, περιεχόμενης υγρασίας, ξηρού φαινομένου βάρους, γεωμετρίας κόκκων και λιθολογικής σύστασης. Εν συνεχεία, τα δείγματα αυτά θα υποβάλλονταν στην πλήρη σειρά δοκιμών στην οποία υποβλήθηκαν και τα δείγματα του πυρήνα της έρευνας.

Τα πρότυπα δείγματα χρησιμοποιήθηκαν, για τη δημιουργία ενός μητρώου οριακών τιμών, οι οποίες οριοθετούν, προς τα άνω και προς τα κάτω, το εύρος τιμών το οποίο παρέχεται από τις σχέσεις που προκύπτουν από τον συσχετισμό των παραμέτρων.

Η αρχική πρόθεση ήταν τα δείγματα αναφοράς να διαμορφωθούν στο εργαστήριο, με τη χρήση επιλεγμένου πρωτογενούς υλικού το οποίο θα προέκυπτε από τη διαμόρφωση δοκιμών και από το υπολειμματικό υλικό από δοκιμές που είχαν πραγματοποιηθεί. Προέκυψε, εν τούτοις, εξ αρχής το πρόβλημα ότι, ενώ η διαδικασία συλλογής υλικού και σύνθεσης δείγματος ήταν ευχερής για τα αδρόκοκκα υλικά, δεν μπορούσε να διαμορφωθούν πλήρως οι συνθήκες σχηματισμού ενός λεπτόκοκκου εδάφους, στο οποίο η αποκτηθείσα συνοχή είναι προϊόν και χημικών διεργασιών και του χρόνου έκθεσης του εδαφικού στρώματος σε εξωτερικές τάσεις, οι οποίες δεν είναι δυνατό να αναπαραχθούν με ακρίβεια και πληρότητα, εργαστηριακά. Λόγω των προβλημάτων αυτών, αποφασίσθηκε να χρησιμοποιηθεί μια άλλη λύση για τη δημιουργία μητρώου δειγμάτων αναφοράς.

Για τα αδρόκοκκα δείγματα, κοκκομετρικής σύστασης τέτοιας που το σύνολο του υλικού να συγκρατείται από το κόσκινο βρογχίδος 74 μ m (No 200), επελέγη η τεχνητή σύσταση του εδάφους από υλικό δειγμάτων πεδίου τα οποία επιλέγονται βάσει της καταλληλότητας τους από πλευράς κοκκομετρικής σύστασης, μορφολογίας κόκκων κλπ.

Για τα δείγματα αναφοράς υλικού διερχόμενου από το No 200 κόσκινο, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα πεδίου τα οποία ήταν γνωστού, κατά το γεωλογικό ιστορικό, σχηματισμού και συνθηκών δειγματοληψίας και τα οποία είχε διαπιστωθεί ότι ανταποκρίνονταν στην επιθυμητή κοκκομετρική

διαβάθμιση, σε ποσοστό τουλάχιστον 98%.

3.8.2 Διαδικασία σύνθεσης αδρόκοκκων δειγμάτων αναφοράς

Για τα συντιθέμενα στο εργαστήριο αδρόκοκκα δείγματα αναφοράς τηρήθηκε η ακόλουθη διαδικασία παρασκευής:

1. Με βάση την οπτική αναγνώριση της λιθολογικής σύστασης και της γεωμετρίας των κόκκων επελέγη το αρχικό υλικό από υπολειμματικό υλικό εργαστηριακών δοκιμών που δεν αποτελούν μέρος της βάσης δεδομένων.
2. Το υλικό εκπλυνόταν και απομακρύνονταν οι λεπτόκοκκες (<74μm) προσμίξεις του και εν συνεχεία, ξηραίνονταν.
3. Ακολουθούσε δεύτερη διαλογή του καθαρού υλικού και ταξινόμηση του με βάση τη λιθολογική του σύσταση και τη γεωμετρία των κόκκων (γωνιώδεις ή αποστρογγυλευμένοι). Σε κάθε λιθολογική κατηγορία διακρίνονταν δύο κύριες μορφολογικές κατηγορίες κόκκων, αποστρογγυλευμένοι και γωνιώδεις.
4. Σε κάθε λιθολογική κατηγορία και κάθε μορφολογική υποκατηγορία της πραγματοποιούνταν κοκκομετρική ανάλυση του δείγματος για λόγους αναφοράς.
5. Μετά την αρχική κοκκομετρική ανάλυση, ακολουθούσε διαχωρισμός με ξηρά κοσκίνιση κάθε υποδείγματος και διαχωρισμός του σε κλάσματα ομογενούς κοκκομετρικής σύστασης, συγκεκριμένου μεγέθους κόκκων M με τιμές: $200 < M < \text{No}40$, $\text{No}40 < M < \text{No}10$, $\text{No}10 < M < \text{No}4$, $\text{No}4 < M < \frac{1}{2}\text{inch}$, $\frac{1}{2} < M < 1\text{ inch}$, $M > 1\text{ inch}$. Έτσι ουσιαστικά δημιουργήθηκαν 12 δείγματα ανά λιθολογική κατηγορία - έξι δείγματα με αποστρογγυλευμένους κόκκους και έξι (6) δείγματα με μεγαλύτερη τραχύτητα κόκκων. Η αρχική υγρασία αυτής της ομάδας δειγμάτων ήταν 0,0-1% (τιμές που μετρήθηκαν πριν από την κατεργασία τους). Προκειμένου να υποβληθούν σε δοκιμές, τα ομογενούς κοκκομετρικής σύστασης δείγματα υγραίνονταν με τρόπο ώστε να αποκτήσουν κάποια κλιμακούμενη προκαθορισμένη τιμή περιεχομένης υγρασίας, σε βαθμίδες 5 μονάδων. Αναλυτικά αποκτούσαν διαδοχικά διαφορετική υγρασία: 5%, 10%, 15%, 20%, 25% και 30%, λαμβανομένης υπ όψιν και της κοκκομετρίας τους και της ικανότητας τους να συγκρατήσουν υγρασία επί των κόκκων. Πραγματοποιήθηκε διαβροχή των δειγμάτων μέχρις ορατού κορεσμού και σημειώθηκε η τιμή υγρασίας κορεσμού ως η ανωτάτη τιμή. Ακολούθησε η υποβολή των δειγμάτων σε δοκιμές, όπως περιγράφεται παρακάτω.

3.8.3 Διαδικασία επιλογής λεπτοκόκκων δειγμάτων αναφοράς

Τα κριτήρια τα οποία ετέθησαν για την επιλογή κάποιων φυσικών δειγμάτων ως δειγμάτων αναφοράς ήταν δύο:

- α) Το ιστορικό λήψης και αποθήκευσης του δείγματος μέχρι την εκτέλεση των δοκιμών έπρεπε να εγγυάται ότι το δείγμα δεν είχε διαταραχθεί και
- β) Η κοκκομετρική εξέταση του δείγματος δίνει ένα ποσοστό διερχόμενου υλικού από το κόσκινο #200, ίσο ή μεγαλύτερο του 98%.

Το ποσοστό 98% ορίστηκε διότι, από εργαστηριακή εμπειρία προκύπτει ότι, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δειγματοληψίας από ιλυώδη ή αργιλικά εδάφη είναι αδύνατον να μην εντοπισθεί ένα πολύ μικρό ποσοστό αδρόκοκκου υλικού, το οποίο, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι μη πετρογραφικής σύστασης, δηλαδή να αποτελείται από όστρακα, τεμάχια ξύλου, εν μέρει απολιθωμένα ή απανθρακωμένα ή και ανθρώπινης κατασκευής υλικά, π.χ. θραύσματα κεραμικών ή σκωρίες καμινεύσεων. Το υλικό αυτό, κατά πάγια τακτική, εφόσον μπορεί να εντοπισθεί, αφαιρείται από το δείγμα που θα υποβληθεί σε δοκιμές μηχανικών ιδιοτήτων ή δεν μορφώνεται δείγμα από το τμήμα του δείγματος στο οποίο περιέχεται, δεδομένου ότι η παρουσία αδρόκοκκου κλάσματος, δρα συντηρητικά ως προς τις τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων. (Εξαιρούνται οι περιπτώσεις ελωδών εδαφών πλούσιων σε τύρφη, η οποία μπορεί να αποτελεί το άνω του 50%, κ.β του δείγματος, οπότε η δοκιμή εκτελείται επί του δοκιμίου, όπως έχει μορφοποιηθεί).

Γενικά, αντιμετωπίζεται ως συντηρητική παραδοχή, για την εκτέλεση των δοκιμών και την

εκπόνηση της μελέτης, η παρουσία του αδρόκοκκου ποσοστού στις περιπτώσεις αυτές. Επομένως, το σύνολο των δειγμάτων αυτών, από πλευράς δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, έχουν αντιμετωπισθεί σαν αμιγώς λεπτόκοκκα εδάφη και έχουν ταξινομηθεί ως ιλυώδους, ιλυοαργιλώδους ή αργιλώδους σύστασης.

Από πλευράς γεωλογικής προέλευσης, καλύπτουν όλες τις βασικές κατηγορίες, (αποθέσεων σε υδατικό περιβάλλον, χερσαίων αποθέσεων, αποσαθρωμένου υποβάθρου και γεωλογικού υποβάθρου).

3.8.4 Δείγματα ελέγχου

Τα δείγματα ελέγχου αποτελούν μια ομάδα δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την επαλήθευση των προβλέψεων των τιμών των παραμέτρων οι οποίες έχουν προκύψει από τις σχέσεις συσχετισμού που εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων της μελέτης. Πρόκειται, επομένως, για δείγματα τα οποία επιλέχθηκαν, κατά κάποιο τρόπο τυχαία και τα οποία δεν αποτελούν τμήμα της βάσης δεδομένων, αλλά προέρχονται από μια πληθώρα εργαστηριακού υλικού που χρησιμοποιήθηκε σε ανάπτυγμα πολλών ετών, στην εκπόνηση γεωτεχνικών μελετών διαφόρων έργων.

Πέραν της κοκκομετρικής διαβάθμισης η οποία έπρεπε να βρίσκεται εντός των συγκεκριμένων ορίων, έπρεπε, να είναι αντιπροσωπευτικά των κατηγοριών γεωλογικής περιγραφής, δηλαδή να έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον, ή να προέρχονται από χερσαίο, αποσαθρωμένο υπόβαθρο ή γεωλογικό υπόβαθρο περιοχών. Οι θέσεις δειγματοληψίας δεν ελήφθησαν υπ' όψιν και, εν γένει, δεν γειτνιάζουν με τις θέσεις δειγματοληψίας των δειγμάτων της βάσης δεδομένων, αν και μπορεί να εντάσσονται στην ίδια, ευρύτερη, γεωγραφική ζώνη.

Όσον αφορά την μεθοδολογία εκτέλεσης των δοκιμών, αυτή ήταν ακριβώς η ίδια με των δειγμάτων της βάσης δεδομένων, δηλαδή η πάγια εφαρμοζόμενη στο εργαστήριο, και οι έλεγχοι των αποτελεσμάτων και η διαδικασία εξαγωγής των τιμών των παραμέτρων, ακριβώς η ίδια.

3.9 Ανάλυση λιθοστρωματογραφικών προτύπων του Ελλαδικού χώρου

Η λιθοστρωματογραφία των περιοχών στις οποίες εκτελούνται δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με γεωτεχνικό αντικείμενο, παρουσιάζει μια δομική μορφή η οποία μπορεί, να ληφθεί υπόψη και να υπαχθεί σε ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από ένα αριθμό τυποποιημένων υποδειγμάτων.

Η τυποποίηση αυτή σχετίζεται με το, σχετικά περιορισμένο, βάθος μέχρι το οποίο εκτελούνται οι συνήθεις γεωτεχνικές έρευνες (συνήθως μέχρι 50m) και το οποίο, με τη σειρά του, εξαρτάται από την ιδιαίτερη φύση των γεωτεχνικών έργων τα οποία αφορούν είτε θεμελιώσεις επιφανειακών έργων (οδών, γεφυρών, ανισόπεδων διαβάσεων, κτηρίων, επιχωμάτων, αγωγών και στραγγιστηρίων τάφρων, τοίχων αντιστηρίξεως) είτε έλεγχο ευστάθειας πρανών και σχεδίαση αβαθών, σχετικά εκσκαφών (ορυγμάτων οδών και σιδηροδρομικών γραμμών ή ανισόπεδων διαβάσεων, εν εκχώσει). Ένας σχετικά μικρός αριθμός μεγάλων επιφανειακών και υπογείων έργων (μεγάλες γέφυρες, σιδηροδρομικές και οδικές σήραγγες, μεγάλα φράγματα) απαιτούν τον γεωτεχνικό έλεγχο του υπεδάφους, ως προς τη δομή και την ευστάθεια, σε μεγάλα βάθη, τα οποία υπερβαίνουν τα 50m και συχνά στην περίπτωση αυτή, το μέσον το οποίο ελέγχεται, κατά τη γεωτεχνική έρευνα είναι η βραχομάζα του γεωλογικού υποβάθρου, η οποία αντιμετωπίζεται με τις μεθόδους της βραχομηχανικής και εκφεύγει του πλαισίου αυτής της διατριβής.

Το γεωλογικό σύστημα το οποίο μας ενδιαφέρει εδώ είναι αυτό το οποίο εκτείνεται από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους μέχρι το προαναφερθέν βάθος των 50m, υποκείμενο σε κάποιες μικρές προσαρμογές και διαφοροποιήσεις, όπως πχ στην περίπτωση κατά την οποία η ερευνητική γεώτρηση, ή γενικά η δειγματοληψία, εκτελείται επί του δαπέδου μίας προηγηθείσας εκσκαφής διαμόρφωσης, αλλά αυτό, εν γένει, δεν περιορίζει την αρχική προσέγγιση.

Η έρευνα του τύπου που προαναφέρθηκε συναντά, σχεδόν πάντοτε, μια λιθοστρωματογραφική σειρά η οποία αποτελείται από μια επαλληλία εδαφών, ο σχηματισμός της οποίας σχετίζεται με το γεωλογικό και γεωμορφολογικό ιστορικό της περιοχής ενδιαφέροντος. Αυτή η εξάρτηση

δημιουργεί μια ομοιομορφία και επαναληψιμότητα η οποία επιτρέπει τη ταξινόμηση των περιοχών έρευνας σε μια σειρά από τυποποιημένες μορφολογίες και δομές, κατ' αρχάς ανάλογα με τη γεωμορφολογία της περιοχής και δεύτερον, ανάλογα με τη γεωλογική δομή της περιοχής.

3.10 Υποδείγματα γεωμορφολογικής διαμόρφωσης των χώρων δειγματοληψίας.

Οι χώροι δειγματοληψίας μπορούν να ταξινομηθούν, γεωμορφολογικά, στις ακόλουθες κατηγορίες περιβάλλοντος:

- α) Βυθός θάλασσας: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει υποθαλάσσιες δειγματοληψίες σε σχετικά αβαθείς θαλάσσιες περιοχές (βάθη μικρότερα των 100m) με τη χρήση δειγματοληπτών βαρύτητας οι οποίοι, από την φύση τους, δεν επιτρέπουν δειγματοληψία σε πάχος μεγαλύτερο των 3-6m, από την επιφάνεια του βυθού και βεβαίως, όχι σε βραχώδεις βυθούς.
- β) Παράκτια ζώνη: Οι περιοχές αυτές αφορούν την ζώνη της ακτής σε μικρή απόσταση από την ακτογραμμή, οπότε, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρης γεωτρητικός εξοπλισμός δειγματοληψίας, δεδομένου ότι το γεωτρύπανο μπορεί να έχει τοποθετηθεί επί πλωτής εξέδρας, προβλήτας ή επίχωσης.
- γ) Δελταϊκό πεδίο: Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν δελταϊκές αποθέσεις, τενάγη και παράκτια τέλματα, όχι μόνον παραθαλάσσιων ζωνών αλλά και λιμναίων περιοχών, στις οποίες υπάρχουν ζώνες εκβολών σύγχρονων ποταμών και χειμάρρων.
- δ) Πλημμυρικό πεδίο μειζόνων ποταμών: Οι περιοχές αυτές αφορούν πεδιάδες διαρρεόμενες από σχετικά μεγάλους ποταμούς οι οποίοι έχουν διαμορφώσει, με το σύστημα των παλαιών και συγχρόνων κοιτών τους, ένα σύστημα αναβαθμίδων και παρόχθιων ζωνών απόθεσης ιζημάτων, το οποίο έχει επικαλύψει κάποιο παλαιότερο γεωλογικό υπόβαθρο, το οποίο όμως είναι δυνατόν να εντοπισθεί από το γεωτρητικό πρόγραμμα.
- ε) Πεδίο καρστικών εγκοίλων: Συνήθης σχηματισμός στο Ελληνικό ασβεστολιθικό τοπίο, μπορεί να εμφανίζει λιθοστρωματογραφία βυθού παλαιάς λίμνης στο κέντρο, και δελταϊκών αποθέσεων στην περιφέρεια. Ακόμη, μπορεί να περιλαμβάνει κάποιο, σύγχρονο, λιμναίο ή βαλτώδη σχηματισμό.
- στ) Πρανές εδαφικών εξάρσεων: Η περίπτωση αυτή αφορά είτε ορεινούς ή λοφώδεις όγκους, στην περίμετρο μίας λεκάνης ή στα όρια μίας κοιλάδας, είτε εξάρσεις, που αναδύονται στο μέσον ενός πεδινού, παράκτιου ή ποτάμιου σχηματισμού.

3.11 Υποδείγματα λιθοστρωματογραφικών διατάξεων

Οι γεωμορφολογικές διαμορφώσεις που προαναφέρθηκαν συνδέονται με ορισμένες λιθοστρωματογραφικές αλληλουχίες, στις αντίστοιχες περιοχές, οι οποίες μπορούν να ενταχθούν σε ένα από τα κατωτέρω λιθοστρωματογραφικά υποδείγματα.

α) Αλλούβιοι σχηματισμοί

Εντοπίζονται με τη γεωτεχνική έρευνα συνήθως ως καλύμματα της επιφανείας και στην πλειονότητα των περιπτώσεων η έρευνα προχωρεί σε βάθος μεγαλύτερο από το πάχος τους, με αποτέλεσμα να εντοπίζει και υποκείμενα στρώματα. Αρα, συνήθως αποτελούν το στρώμα το οποίο αποτελεί το μοναδικό εύρημα σε έρευνες μικρού βάθους (της τάξης των 3-5 μέτρων, συνήθως εκτελούμενες με φρέατα δειγματοληψίας).

Η παρουσία τους είναι εμφανής σχεδόν σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας και υπό την ευρεία έννοια του όρου, περιλαμβάνει εδάφη στα οποία έχει γίνει μακροχρόνια ανθρώπινη παρέμβαση, όπως π.χ. καλλιεργούμενες γαίες, ή εδαφικά καλύμματα σε αστικά περιβάλλοντα.

β) Διλλούβιοι σχηματισμοί

Συνήθως υπόκεινται κάποιου, μικρού πάχους, αλλουβιακού καλύμματος και συνιστούν τη λιθοστρωματογραφική δομή των παράκτιων ζωνών, δελταϊκών πεδίων και πλημμυρικών πεδίων

ποταμών και χειμάρρων. Το πάχος τους μπορεί να είναι μεγάλο και γεωτρήσεις βάθους 20-30m, πιθανόν να μην εντοπίζουν το υποκείμενο σύστημα.

γ) Σύστημα αλλουβίων-διλλουβίων και μαργών-ψαμμιτών

Το σύστημα αυτό αποτελείται από το προαναφερθέν κάλυμμα αλλουβίων-διλλουβίων το οποίο υπέρκειται ενός συστήματος μαργών ή αργίλων (συνήθως κυανών) και ψαμμιτών (με τις ενδιάμεσες κατηγορίες ψαμμιτικών μαργών και μαργαϊκών ψαμμιτών) ηλικίας, σε ορισμένες περιπτώσεις, Πλειστοκαινικής, αλλά συνήθως παλαιότερης. Συνηθέστατα στην Ελλάδα είναι τα Νεογενή συστήματα τα οποία έχουν πολύ μεγάλο πάχος και σε αυτά σταματούν οι ερευνητικές γεωτρήσεις, σε πολλές περιοχές, οπότε και αποτελούν το γεωλογικό υπόβαθρο όσον αφορά το ερευνητικό πρόγραμμα.

δ) Σύστημα αλλουβιακού-διλλουβιακού καλύμματος, μαργαϊκού σχηματισμού και βραχώδους υποβάθρου

Το σύστημα αυτό εντοπίζεται συνήθως σε παρυφές λεκανών, είτε στα όρια της πεδινής ζώνης, είτε στα χαμηλά των περιβαλλόντων πρανών. Αποτελείται από το αλλουβιακό-διλλουβιακό κάλυμμα, κάτω από το οποίο εντοπίζεται ένα σφηνοειδούς διατομής, μαργαϊκό-ψαμμιτικό σύστημα, υπό το οποίο, στη συνέχεια, εντοπίζεται το παλαιότερο βραχώδες υπόβαθρο της περιοχής, συνηθέστερα ασβεστολιθικής ή σχιστολιθικής σύστασης αλλά, σε ορισμένες περιπτώσεις αποτελούμενο από φλύσχη. Το υπόβαθρο αυτό είναι συνήθως ορατό στα ανάντη των περιβαλλόντων πρανών και στις εξάρσεις οι οποίες αναδύονται από το μέσον των πεδινών εκτάσεων.

ε) Αλλουβιακό-διλλουβιακό κάλυμμα επικείμενο βραχώδους υποβάθρου

Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται συνήθως σε παράκτιες ρηξιγενείς ζώνες όπου, σχετικά πρόσφατη, τεκτονική δραστηριότητα συνδυάστηκε με ποτάμια ή χειμαρρώδη ενέργεια και είχε ως αποτέλεσμα την επικάλυψη του βραχώδους υποβάθρου (ασβεστολιθικού, σχιστολιθικού ή φλύσχη) από ποτάμια και χειμαρρώδεις αποθέσεις χωρίς την ενδιάμεση δημιουργία μαργαϊκών σχηματισμών. Χαρακτηριστική εμφάνιση αυτού του υποδείγματος γίνεται στην Ανατολική-Βορειοανατολική ακτογραμμή του Αμβρακικού κόλπου, όπου συναντάται το ασβεστολιθικό υπόβαθρο των εξάρσεων του δελταϊκού πεδίου του Λούρου σε μικρό βάθος (5-10m), κάτω από τα δελταϊκά και ελώδη ιζήματα της επιφανείας. Επίσης είναι συχνή περίπτωση σε περιοχές απότομων πρανών λοφωδών και ορεινών ζωνών της ενδοχώρας, με κώνους πλευρικών κορημάτων να καλύπτουν απ' ευθείας το υποκείμενο βραχώδες υπόβαθρο.

στ) Ηφαιστειακές διεισδύσεις στα προηγούμενα υποδείγματα

Η παρουσία ηφαιστειακών διεισδύσεων, συνήθως βασικού μάγματος (σερπεντίνες) ή υδροθερμικού υλικού, είναι συχνή σε όλες τις προαναφερόμενες περιπτώσεις λιθοστρωματογραφικών υποδειγμάτων και είναι δυνατόν η διείσδυση να έχει εντοπισθεί, από την ερευνητική γεώτρηση, αντί του βραχώδους υποβάθρου της περιοχής (συνήθως ασβεστολιθικού ή σχιστολιθικού).

ζ) Επιφανειακή εμφάνιση μαργαϊκού σχηματισμού με υποκείμενο βραχώδες υπόβαθρο.

Αποτελεί ειδική περίπτωση, απαντώμενη σε μορφολογία απότομων πρανών, όπου η διάβρωση έχει απομακρύνει οποιοδήποτε, άξιο λόγου, αλούβιο ή διλλούβιο κάλυμμα. Σε αρκετές περιπτώσεις δεν εντοπίζεται παλαιότερο βραχώδες υπόβαθρο και τον ρόλο του νεογενούς ή νεωτέρου σχηματισμού, λαμβάνει ο φλύσχη.

η) Επιφανειακή εμφάνιση του βραχώδους υποβάθρου

Παρόμοια περίπτωση με την προηγούμενη, αλλά στην περίπτωση αυτή το Κρητιδικό ή το παλαιότερο υπόβαθρο (συνήθως ασβεστολιθικό ή σχιστολιθικό, σε ειδικές περιπτώσεις νεώτερο, πλουτώνιο ή ηφαιστειακό, συνήθως αποτελούμενο από αποκαλυφθέντες βαθολίθους), συναντάται στην επιφάνεια και αποτελεί το σύνολο του υλικού δειγματοληψίας με τις συνήθεις διαφοροποιήσεις του (ζώνες ερυθράς γης, χαλαζιακές ή σερπεντινικές διεισδύσεις κλπ).

Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις (ζ, η) μια ζώνη επιφανειακής αποσάθρωσης του μητρικού πετρώματος αντικαθιστά το μητρικό κάλυμμα και περιγράφεται, ως τέτοια, στη ταξινόμηση των δειγμάτων στη βάση δεδομένων και στα κεφάλαια της διατριβής.

Επίσης σε όλα τα λιθοστρωματογραφικά υποδείγματα είναι εμφανής η παρουσία ζωνών αποσάθρωσης, σε όλα τα όρια των λιθοστρωματογραφικών μονάδων και επειδή, πολλές φορές, το πάχος τους και η έκταση τους είναι σημαντικά και οι μηχανικές τους ιδιότητες διακριτές, κατά τον εργαστηριακό έλεγχο και τις δοκιμές πεδίου, οι ζώνες αυτές αποτελούν ειδική κατηγορία του συστήματος ταξινόμησης εδαφών.

4. ΧΡΗΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1 Βασικά στοιχεία

Η καταχώρηση των δεδομένων, δηλαδή των στοιχείων (συντεταγμένες θέσεων, υψόμετρο, λιθοστρωματογραφικά δεδομένα) των θέσεων δειγματοληψίας, των ληφθέντων δειγμάτων και των αποτελεσμάτων των δοκιμών, πεδίου και εργαστηριακών, που πραγματοποιήθηκαν επί των δειγμάτων καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων με χρήση του λογισμικού Microsoft Access. Η διάρθρωση της βάσης έγινε σε επάλληλα επίπεδα τα οποία περιλάμβαναν την καταχώρηση των δεδομένων, την οργάνωση και ταξινόμηση τους και τις υπολειτουργίες που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιοποίηση των συσσωρευμένων και ταξινομημένων δεδομένων, με δυνατότητα επιλεκτικής παρουσίασης σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη.

Ειδικότερα τα επίπεδα επικοινωνίας με τον χρήστη διαμορφώθηκαν σε 3, κάθε ένα από τα οποία διαχειρίζεται ένα σύνολο ενεργειών και καταχωρήσεων. Αναλυτικά, τα επίπεδα παρουσιάζονται όπως παρακάτω:

4.1.1 Σύνδεση με περιβάλλον Access

Το επίπεδο σύνδεσης με το λειτουργικό περιβάλλον Access περιλαμβάνει τέσσερα υποεπίπεδα διαχείρισης ενεργειών.

α) Πίνακες (Tables)

Στο τμήμα αυτό ομαδοποιούνται ενέργειες οι οποίες κατατείνουν στον σχηματισμό πινάκων, και στους οποίους εντάσσονται τα δεδομένα για την καταχώρησή και την παρουσίαση τους. Μορφοποιήθηκαν τα παρακάτω τμήματα του υποεπιπέδου των πινάκων:

1. Βασικού (Γενικού) πίνακα: Διάρθρωσης Γενικού πίνακα: Περιέχει τη διάρθρωση των επί μέρους τμημάτων του Γενικού πίνακα.
2. Λεπτομερειών του γενικού πίνακα: Περιέχει λεπτομερή σχεδιασμό τμημάτων του Γενικού πίνακα.
3. Χρωμάτων: Περιέχει τις αντιστοιχίες κωδικών αριθμών και χρωμάτων των εδαφικών δειγμάτων που καταχωρήθηκαν.
4. Γεωγραφικής κατανομής: Περιέχει τις ονομασίες των νομών της Ελλάδος, οι οποίοι καταχωρούνται ως τμήμα της περιγραφής των θέσεων δειγματοληψίας.
5. Κοκκομετρικής διαβάθμισης: Περιέχει τη διάρθρωση της εισαγωγής δεδομένων κοκκομετρίας από δοκιμές κατάταξης των δειγμάτων
6. Εδαφικής διόγκωσης: περιέχει τη διάρθρωση εισαγωγής δεδομένων από δοκιμές διόγκωσης του εδάφους
7. Γεωλογικής περιγραφής: Περιέχει τη διάρθρωση της ταξινόμησης των δειγμάτων ανάλογα με τη λιθοστρωματογραφική περιγραφή της θέσης δειγματοληψίας.
8. Αξιοπιστίας: Περιέχει τη διάρθρωση της αξιολόγησης των δεδομένων αναλόγως της αξιοπιστίας τους και σύμφωνα με τον χρήστη.
9. Λιθογραφικής και πετρογραφικής περιγραφής: Περιλαμβάνει τη ταξινόμηση των δειγμάτων αναλόγως της λιθολογικής τους σύστασης.
10. Τριαξονικών δοκιμών: Περιλαμβάνει τη διάρθρωση της καταχώρησης των δεδομένων από τριαξονικές δοκιμές, αναλόγως του ιδιαίτερου τύπου της δοκιμής.
11. Δοκιμών διάτμησης: Περιλαμβάνει τη διάρθρωση της καταχώρησης των δεδομένων αναλόγως της κατηγορίας της δοκιμής διάτμησης.
12. Ταξινομήσεις κατά USCS: Περιέχει τους τυποποιημένους χαρακτηρισμούς κατάταξης εδαφών κατά USCS οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό των δειγμάτων, είτε από τον χρήστη, είτε μέσω της διαδικασίας αυτόματου χαρακτηρισμού που ενσωματώνει στην

λειτουργία της η βάση δεδομένων.

β) Ερωτήματα (Queries)

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στον χρήστη να ομαδοποιεί δείγματα από το σύνολο των καταχωρηθέντων σε υποομάδες βάσει συνδυασμού προεπιλεγόμενων ιδιοτήτων. Ο αριθμός των δυνατών συνδυασμών είναι, προφανώς, πολύ μεγάλος. Χάριν παραδείγματος, η λειτουργία αυτή επιτρέπει να ομαδοποιηθούν τα δείγματα βάσει χρώματος χαρακτηρισμού κατά USCS και τιμών τριαξονικής δοκιμής κ.ο.κ.

γ) Προτύπων μορφών εισαγωγής δεδομένων (Forms)

Σε αυτή την υποομάδα περιλαμβάνονται τυποποιημένες μορφές εισαγωγής δεδομένων, με τις οποίες γίνεται η παρουσίαση της εισαγωγής δεδομένων στο τμήμα καταχώρησης δεδομένων της Βάσης. Για τους σκοπούς της παρούσας Βάσης έχουν δημιουργηθεί οι παρακάτω διαμορφώσεις εισαγωγής.

1. Βασική Διαμόρφωση: Περιλαμβάνει τη διαμόρφωση με την οποία εμφανίζεται η σελίδα καταχώρησης δεδομένων στο αντίστοιχο επίπεδο λειτουργίας της Βάσης.
2. Χρωμάτων: Περιέχει τη διαμόρφωση της εισαγωγής δεδομένων χρώματος δείγματος και συγκεκριμένα την αντιστοίχιση κωδικού αριθμού και χρώματος.
3. Νομών: Περιέχει την αντιστοίχιση κωδικών αριθμών και Νομού από όπου προέρχεται το δείγμα.
4. Κοκκομετρικής περιγραφής: Περιέχει την υιοθετηθείσα σειρά κοκκομετρικών μεγεθών, βάσει του ανοίγματος των βρογχίδων των τυποποιημένων κοσκίνων κοκκομετρικής ανάλυσης.
5. Γεωλογικής περιγραφής θέσης δειγματοληψίας: Περιέχει την αντιστοίχιση των κωδικών αριθμών και του γεωλογικού χαρακτηρισμού της θέσης δειγματοληψίας
6. Λιθολογικής και πετρογραφικής περιγραφής: Περιέχει την αντιστοίχιση κωδικών και πετρογραφικών χαρακτηρισμών.
7. Δοκιμής διάτμησης: Περιέχει την αντιστοιχία κωδικών αριθμών και τύπου δοκιμής διάτμησης.
8. Τριαξονικών δοκιμών: Περιέχει την αντιστοιχία κωδικών αριθμών και τύπων τριαξονικών δοκιμών.
9. Κατάταξης δείγματος κατά USCS: Περιέχει την αντιστοιχία κωδικών αριθμών και συμβολικού χαρακτηρισμού του δείγματος κατά USCS, τόσο για εισαγωγή του χαρακτηρισμού από τον χρήστη, όσο και για αυτόματη εισαγωγή από τη βάση.
10. Αναφορών (Reports)

Στο υποεπίπεδο αυτό ανήκουν οι συγκεντρωτικοί πίνακες οι οποίοι είναι δυνατόν να δημιουργηθούν από τη βάση δεδομένων και με τους οποίους παρουσιάζονται οι ιδιότητες και οι παράμετροι των δειγμάτων, ομαδοποιημένες συγκεντρωτικά, βάσει κάποιων προεπιλεγέντων κριτηρίων.

Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα να ομαδοποιηθούν και να παρουσιασθούν, ως κατάλογοι παραμέτρων, οποιεσδήποτε ομάδες δειγμάτων και οποιεσδήποτε παράμετροι και ιδιότητες και δειγμάτων αυτών.

4.1.2 Παρουσίαση δεδομένων

Το επίπεδο αυτό, κατ' ουσία, επιτρέπει άμεση πρόσβαση σε ένα προεπιλεγμένο σύστημα αναφορών, όπως αυτές αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Έχουν δημιουργηθεί οι ακόλουθες οκτώ (8) αναφορές παρουσίασης δεδομένων, που σχετίζονται με τα δείγματα:

1. Φυσικών ιδιοτήτων: Περιλαμβάνει τα τοπογραφικά στοιχεία της θέσης δειγματοληψίας, το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα, το βάθος δειγματοληψίας, την φυσική υγρασία, το ξηρό φαινόμενο βάρος, το ειδικό βάρος των κόκκων και το πορώδες του δείγματος.
2. Ορίων Atterberg: Περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος και τις τιμές των ορίων Atterberg.

3. Κοκκομετρικής διαβάθμισης: περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος και τα ποσοστά διερχομένων, κατά βάρος από τα τυποποιημένα κοκκομετρικά κόσκινα.
4. Κατάταξης κατά USCS: Περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος, την κατάταξη κατά USCS όπως εισήχθη από τον χρήστη και την αυτόματη κατάταξη που έγινε από το λογισμικό της Βάσης
5. Δοκιμής προτύπου διεισδύσεως: Περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος και τις τιμές των δοκιμών SPT, τόσο της τιμής του πεδίου όσο και της διορθωμένης τιμής (N'60)
6. Ταχέων, επί τόπου, δοκιμών διείσδυσης/διάτμησης: Περιέχει στοιχεία του δείγματος και τις τιμές των δοκιμών πενетроμέτρου τσέπης, δοκιμής διάτμησης και δοκιμής πτερυγίου (vane test).
7. Δοκιμές μοναξονικής και τριαξονικής θλίψης. Περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος και των μετρούμενων τιμών των δοκιμών απλής και τριαξονικής θλίψης.
8. Λοιπών δοκιμών: Περιλαμβάνει τα στοιχεία του δείγματος και το σύνολο των βοηθητικών δοκιμών οι οποίες έχουν εκτελεσθεί σε μικρό αριθμό δειγμάτων, όπως γρήγορης διάτμησης, δοκιμής φόρτισης πλάκας, και σφύρας Schmidt, για τα βραχύδη δείγματα.

4.1.3 Καταχώρηση δεδομένων

Είναι το κύριο επίπεδο επικοινωνίας της Βάσης δεδομένων με τον χρήστη και μέσω αυτής γίνεται η καταχώρηση των δεδομένων των δειγμάτων και επομένως και η επέκταση της Βάσης με νέα δεδομένα, οσάκις αυτά καθίστανται διαθέσιμα.

Τα στοιχεία καταχωρούνται σε ένα σύστημα το οποίο εμφανίζεται στον χρήστη με την μορφή έξι (6) σελίδων οι οποίες παρουσιάζουν τις ονομασίες των διαφόρων παραμέτρων και χαρακτηρισμών και τις αντίστοιχες θυρίδες, στις οποίες μπορεί να γίνει χειροκίνητα από τον χρήστη η εισαγωγή της τιμής της παραμέτρου ή να επιλεγεί ο χαρακτηρισμός από ένα προδιαμορφωθέντα κατάλογο έτοιμων χαρακτηρισμών.

4.2 Ανάλυση ταξινομικής προεργασίας, για την έρευνα της στατιστικής εξάρτησης των παραμέτρων

Στην ενότητα αυτή αναλύεται το σκεπτικό και η μεθοδολογία της ταξινόμησης του δειγματικού υλικού, σε υποομάδες, βάσει γεωλογικών/λιθολογικών και κοκκομετρικών κριτηρίων, προκειμένου να αποσαφηνισθεί ο συσχετισμός των παραμέτρων και κυρίως, να μορφοποιηθούν τα αποτελέσματα του συσχετισμού σε αξιοποιήσιμα αποτελέσματα, από τον γεωτεχνικό μελετητή. Επί της ουσίας, αναλύεται η φιλοσοφία δημιουργίας του συστήματος ταξινόμησης εδαφών, όπως το επαγγέλλεται ο τίτλος της διατριβής.

4.2.1 Κριτήρια ομαδοποίησης των δειγμάτων, βάσει κοκκομετρικών παραμέτρων.

Όλα τα δείγματα αποτελούνται από γεωυλικά τα οποία είναι επιδεκτικά ξηρής ή υγρής κοκκομετρίας, βάσει των καθιερωμένων εργαστηριακών τεχνικών, ασχέτως αυστηρού γεωλογικού ή πετρογραφικού χαρακτηρισμού, βάθους δειγματοληψίας κλπ.

Χάριν παραδείγματος, ένας ψαμμίτης ο οποίος εξάγεται από τον δειγματολήπτη, παρουσιάζοντας σαφές σύστημα ρωγμών και εν συνεχεία διαπιστώνεται ότι, εάν αφεθεί σε υδατικό περιβάλλον κατά την προετοιμασία της κοκκομετρικής δοκιμής, επέρχεται, ενδεχομένως, αποσύνθεση κάποιων συστατικών του και εμφανίζει μείωση της συνοχής, επαρκή ώστε να υποστεί κοκκομετρική ανάλυση με το τυποποιημένο σύστημα κοσκίνων, αντιμετωπίζεται ως κοκκώδες υλικό και ταξινομείται ανάλογα κατά το USCS.

Υπό αυτή την έννοια, εκτός υλικών τα οποία ανταποκρίνονται στον κλασσικό εδαφομηχανικό ορισμό του εδάφους, έχουν ενταχθεί στη βάση δεδομένων και ταξινομούνται, κατά τα παρακάτω, σχηματισμοί νεότεροι του Κρητιδικού (συνήθως νεογενή), κοκκώδους σύστασης και χαμηλής μηχανικής αντοχής (μικρότερης των 10kp/cm^2 ή 1000kN/m^2 σε ανεμπόδιστη θλίψη), καθώς και

δείγματα από ζώνες διάρρηξης και αποσάθρωσης ασβεστολίθων, σχιστολίθων ή πυριγενών, τα οποία έχουν κοκκώδη υφή και ευχερώς υφίστανται κοκκομετρική ανάλυση.

Η κλίμακα των κοκκομετρικών μεγεθών, τα οποία καταγράφονται στη βάση δεδομένων, αποτελείται από μεγέθη κόκκων (κατά φθίνουσα σειρά) που δίνονται (**Πίνακας 12**).

Πίνακας 12: Κλίμακα κοκκομετρικών μεγεθών που καταγράφονται στη βάση δεδομένων

Μέγεθος βρογχίδος κοσκίνου	Διάμετρος (mm)
1''	25,4
½''	12,1
No 4	4,76
No 10	2,00
No 40	0,42
No 200	0,074

Επίσης, στη βάση δεδομένων, εμφανίζεται, ως αποτέλεσμα της δοκιμής αραιομέτρου, το κατά βάρος ποσοστό των κόκκων των μικρότερων, ως προς τη διάμετρο, από το μέγεθος των 5μm.

Όλες οι τιμές που εμφανίζονται, στη βάση δεδομένων, έχουν προκύψει από τα διαγράμματα κοκκομετρικών καμπυλών και αναγράφονται με ακρίβεια μονάδας, δεδομένου ότι αυτή είναι η δυνατότητα ακριβούς ανάγνωσης, των αντίστοιχων τιμών, από το κοκκομετρικό διάγραμμα, όπως αυτό σχεδιάζεται για παρουσίαση.

Βάσει των αντίστοιχων ποσοστών, λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων συστατικών που καταχωρήθηκαν στη βάση, τα δείγματα κάθε γεωλογικής υποομάδας ταξινομήθηκαν σε δύο επί μέρους κατηγορίες, ανά γεωλογική υποομάδα, ως εξής:

- α) Αργιλώδη: όσα έχουν κατά βάρος ποσοστό κόκκων διερχόμενο από το κόσκινο No 200 μεγαλύτερο του 50% του δείγματος.
- β) Αμμώδη: όσα αποτελούνται, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του βάρους τους, από κόκκους, διαμέτρου μεγαλύτερης από αυτήν του ανοίγματος της βρογχίδας, του κοσκίνου No 200.

4.2.2 Κριτήρια ομαδοποίησης των δειγμάτων, βάσει γεωλογικών δεδομένων.

Για τον χαρακτηρισμό του δείγματος, κατά την καταχώρησή του στη βάση δεδομένων, έγινε χρήση του γεωλογικού/λιθολογικού χαρακτηρισμού του, ο οποίος έγινε από τον επί τόπου, επιβλέποντα του γεωτρητικού συνεργείου, κατά τη στιγμή της δειγματοληψίας, επί του πεδίου, ή αν αυτό δεν είχε γίνει, του χαρακτηρισμού τον οποίο έκανε ο προϊστάμενος του εργαστηρίου εδαφομηχανικής, όταν τα δείγματα έφθαναν στο εργαστήριο και αποσυσκευάζονταν για την προεργασία εκτέλεσης των δοκιμών.

Στη βάση δεδομένων οι χαρακτηρισμοί αυτού του τύπου καλύπτουν ένα σύνολο τριάντα τέσσερις (34) λιθοστρωματογραφικές περιπτώσεις. Με τον αντίστοιχο τρόπο, του επί τόπου, κατά τη δειγματοληψία, χαρακτηρισμού ή από επισκόπηση των χαρτών της περιοχής στο εργαστήριο, έχουν ταξινομηθεί οι θέσεις δειγματοληψίας, από πλευράς γεωμορφολογίας σε ένδεκα (11) κατηγορίες περιβάλλοντος σχηματισμού του δείγματος ή ένταξής του, κατά την παραλαβή του.

Οι λιθοστρωματογραφικοί χαρακτηρισμοί οι οποίοι έχουν καταγραφεί και καλύπτουν το σύνολο των δειγμάτων που περιέχονται στη βάση δεδομένων παρουσιάζονται ως ακολούθως (**Πίνακας 13**).

Πίνακας 13: Λιθοστρωματογραφικοί χαρακτηρισμοί

1	Μάργα	18	Αργιλώδες αμμοχάλικο
2	Αργιλικός σχιστόλιθος	19	Ιλυώδες αμμοχάλικο

3	Ασβεστόλιθος	20	Αργιλώδης άμμος
4	Ψαμμίτης	21	Ιλυώδης άμμος
5	Σχιστόλιθος	22	Οργανική ιλύς
6	Μάρμαρο	23	Αργιλώδεις χάλικες
7	Οφιόλιθος	24	Ιλυώδεις χάλικες
8	Γρανίτης	25	Μαργαϊκή άργιλος
9	Ηφαιστίτης	26	Μαργαϊκή άργιλος με συσσωματώματα
10	Κροκαλοπαγές ή λατυποπαγές	27	Μαργαϊκή άργιλος με αμμοχάλικο
11	Άργιλος	28	Μαργαϊκος ψαμμίτης
12	Ιλύς [πηλός]	29	Ψαμμιτική μάργα
13	Άμμος	30	Τεταρτογενές κροκαλοπαγές
14	Χάλικες	31	Υπερστερεοποιημένη άργιλος
15	Αμώδης άργιλος	32	Λιθοποιημένη μάργα
16	Ιλυώδης άργιλος	33	Αμμοϊλυώδης άργιλος
17	Αμμοχάλικο	34	Αμμοχαλικώδης άργιλος

Αντίστοιχα, οι επί μέρους κατηγορίες περιβάλλοντος δειγματοληψίας, όπου μπορεί να υπαχθεί ένα δείγμα (**Πίνακας 14**).

Πίνακας 14: Κατηγορίες περιβάλλοντος δειγματοληψίας

1	Χερσαία απόθεση
2	Χειμαρρώδης απόθεση
3	Δελταϊκή απόθεση
4	Ποτάμια αναβαθμίδα
5	Παράκτια απόθεση
6	Υποθαλάσσια απόθεση
7	Τεχνητό επίχωμα
8	Αποσαθρωμένο υπόβαθρο
9	Υπόβαθρο
10	Καλλιεργούμενες γαίες
11	Ελώδης σχηματισμός

Για λόγους ομαδοποίησης των δειγμάτων, για τον περαιτέρω συσχετισμό και κυρίως, όπως προαναφέρθηκε, για τη εφαρμογή των συμπερασμάτων της εργασίας αυτής σε πρακτικές εφαρμογές, τα δείγματα κατανεμήθηκαν σε τέσσερεις ομάδες οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά, στα επόμενα, με βάση τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- Η πλειονότητα των δειγμάτων προέρχεται από βάθη (υπολογιζόμενα από την επιφάνεια του εδάφους), μικρότερα των 50m.
- Η πλειονότητα των δειγμάτων έχει ληφθεί από γεωμορφολογικές λεκάνες σε διάφορα υψόμετρα. Οι λιθοστρωματογραφικοί και μορφολογικοί τύποι οι οποίοι καλύπτουν τις περιοχές δειγματοληψίας του Ελλαδικού χώρου εκ των οποίων έχουν ληφθεί τα δείγματα, δίνονται στο παράρτημα.
- Λόγω της λιθοστρωματογραφικής διαμόρφωσης των περιβαλλόντων δειγματοληψίας, η

πλειονότητα των δειγμάτων αποτελείται από Πλειστοκαινικές χερσαίες ή ποτάμιες και παράκτιες αποθέσεις και από σχηματισμούς υποβάθρου ηλικίας Νεογενούς ή νεώτερης.

- δ) Σχεδόν πάντοτε, κατά την μετάβαση από την νεώτερη απόθεση προς τους ενδιάμεσους μαργαϊκούς, ψαμμιτικούς ή κροκαλοπαγείς σχηματισμούς, και κατά την μετάβαση από αυτούς προς παλαιότερους ασβεστολίθους, σχιστολίθους ή φλύσχη, παρεμβάλλεται μια ζώνη αποσαθρωμένου πετρώματος, εκ των υποκειμένων ή σπανιότερα, μια ζώνη ισχυρά ρηγματωμένη, λόγω τεκτονικής καταπόνησης.

Βάσει των ανωτέρω παρατηρήσεων, αποφασίσθηκε η ομαδοποίηση των δειγμάτων, με κριτήριο τον επί τόπου ή εργαστηριακό λιθολογικό τους χαρακτηρισμό και τον χαρακτηρισμό ή περιγραφή του περιβάλλοντος δειγματοληψίας, σε τέσσερις ομάδες οι οποίες αναλύονται κατωτέρω.

Ομάδες ταξινόμησης δειγμάτων, βάσει γεωλογικών δεδομένων

Οι ομάδες οι οποίες διαμορφώθηκαν παρακολούθησαν τα προαναφερθέντα δεδομένα για τις συνθήκες σχηματισμού των στρωμάτων από τα οποία έγινε η δειγματοληψία και είναι οι εξής:

1. Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον

Περιλαμβάνουν λιθostrωματογραφικούς σχηματισμούς που ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Υποθαλάσσιες αποθέσεις
- Παράκτιες αποθέσεις
- Δελταϊκές αποθέσεις
- Ποτάμιες αποθέσεις
- Ελώδεις αποθέσεις (και παράκτια τέλματα)

Όλοι οι λιθostrωματογραφικοί σχηματισμοί, αυτού του τύπου, είναι πρόσφατοι έως σύγχρονοι και έχουν αποτεθεί στις θέσεις δειγματοληψίας από την μεταφορική δράση του ύδατος. επί πλέον, διατελούν υπό την επίδραση ενός μόνιμου υδροφόρου ορίζοντα, από την εποχή της αρχικής τους απόθεσης, μέχρι τη δειγματοληψία, ασχέτως του αν, ο υδροφόρος αυτός ορίζοντας, είναι ευρέως κυμαινόμενος και πιθανόν να εντοπίζεται, κατά περιόδους, υπό τη στάθμη δειγματοληψίας.

2. Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον

Περιλαμβάνει δείγματα τα οποία ανήκουν στις κατωτέρω κατηγορίες

- Χερσαίες αποθέσεις
- Χειμαρρώδεις αποθέσεις
- Τεχνητά επιχώματα
- Καλλιεργούμενες γαίες

Τα δείγματα αυτών των κατηγοριών έχουν αποτεθεί, ενδεχομένως, από τη δράση του ύδατος, αλλά δεν τελούν υπό την επίδραση ενός υδροφόρου ορίζοντα με μόνιμη, επί ετήσιας βάσης, παρουσία.

Άλλοι μέθοδοι απόθεσης, για την κατηγορία αυτή, είναι η βαρύτητα και η ανθρώπινη επέμβαση. Αντίστοιχα με τη προηγούμενη κατηγορία, συνίσταται από νεώτερους έως συγχρόνους λιθostrωματογραφικούς σχηματισμούς.

3. Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται όλα τα δείγματα τα οποία έχουν προέλθει από ζώνες επαφής, υπερκείμενων αλλουβίων ή διλλουβίων σχηματισμών, με υποκειμένους παλαιότερους σχηματισμούς οι οποίοι είναι δυνατόν να είναι στιφρές άργιλοι, μάργες, ψαμμίτες ή ενδιάμεσες μορφές μαργαϊκών ψαμμιτών και ψαμμιτικών μαργών. Επίσης, οι ζώνες αυτές, μπορεί να διαχωρίζουν νεότερες αποθέσεις από παλαιότερους, προ του νεογενούς, σχηματισμούς, όπως

ασβεστόλιθους, σχιστόλιθους, φλύσχη κλπ. Αντιπροσωπεύουν το ανώτερο τμήμα του παλαιότερου πετρώματος, το οποίο υπέστη, επιφανειακά, αποσάθρωση, πριν από την κάλυψή του από τον νεότερο σχηματισμό.

4. Σχηματισμοί υποβάθρου

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται πετρώματα, οιαδήποτε τύπου, ηλικίας προγενέστερης του διλλουβίου, τα οποία εμφανίζονται σαν υπόβαθρο των νεότερων αποθέσεων και συνήθως, καλύπτονται από ένα στρώμα υλικού το οποίο εντάσσεται στην προηγούμενη κατηγορία του καλύμματος αποσάθρωσης ή της ζώνης διάρρηξης.

Σύνηθες κριτήριο, για τον διαχωρισμό του, από την προηγούμενη κατηγορία, αποτελεί η συνέχεια και η ομοιογένεια της δομής της μάζας, και η απουσία πυκνών διακλάσεων στο λαμβανόμενο δείγμα, λαμβανομένης υπ' όψιν της ιδιάζουσας πετρογραφικής υπόστασης του δείγματος (Χάριν παραδείγματος, η διάκριση της ζώνης αποσάθρωσης ή διάρρηξης, από το μητρικό πέτρωμα, που την ακολουθεί, σε βάθος, είναι δυσχερής σε αρκετές περιπτώσεις μαργών και μαργαϊκών ψαμμιτών, καθώς και αργιλικών σχιστόλιθων ή του Αθηναϊκού σχιστόλιθου και χρειάζεται, ως βοηθητική μέθοδος, διαχωρισμού και αναγνώρισης, να γίνει χρήση της κοκκομετρικής ανάλυσης του δείγματος, δεδομένου ότι οι ζώνες μητρικού πετρώματος δίδουν μεγαλύτερο ποσοστό μεγάλης διαμέτρου τεμαχίων από την ζώνη αποσάθρωσης).

4.3 Στατιστική εξάρτηση παραμέτρων

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η επιλογή παραμέτρων, που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών και των δοκιμών πεδίου, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για τον συσχετισμό και την εξαγωγή των σχετικών συναρτήσεων.

Εκτός των παραμέτρων οι οποίες προέκυψαν από τις δοκιμές, εδώ εντάσσεται και η επιλογή ορισμένων, μαθηματικά υπολογιζόμενων παραμέτρων οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για τον συσχετισμό και την εκτίμηση των παραμέτρων μηχανικής αντοχής και οι οποίες συσχετίζονται κυρίως με συνδυασμούς των φυσικών παραμέτρων και των αποτελεσμάτων των κοκκομετρικών αναλύσεων.

4.3.1 Επιλογή παραμέτρων προς συσχετισμό

Εξ' αρχής απετέλεσε κίνητρο και πρόθεση να συσχετισθούν παράμετροι, προσδιοριζόμενοι επί του πεδίου ή παράμετροι προσδιοριζόμενοι μεν εργαστηριακά, αλλά με τη χρήση δείγματος ενδεχομένως κακής ποιότητας ως προς την κατάστασή του ή την ποσότητά του, με παραμέτρους οι οποίες προσδιορίζονται εργαστηριακά αλλά, είτε απαιτούν δείγμα καλής ποιότητας, είτε οι δοκιμές είναι χρονοβόρες, είτε και τα δύο.

Παράμετροι οι οποίες δεν απαιτούν δείγμα καλής ποιότητας (αδιατάρακτο) ή συγκεκριμένων διαστάσεων, αποτελούν οι τιμές των φυσικών ιδιοτήτων και οι τιμές των κοκκομετρικών παραμέτρων του δείγματος. Επίσης, οι τιμές δοκιμών, πεδίου, όπως οι τιμές SPT, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για τον συσχετισμό με ιδιότητες οι οποίες απαιτούν, σύμφωνα με τις συνήθειες διαδικασίες, την εκτέλεση χρονοβόρων εργαστηριακών δοκιμών.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, οι παράμετροι της πρώτης κατηγορίας επέχουν θέση ανεξάρτητων μεταβλητών, ενώ οι παράμετροι της δεύτερης, θέση εξαρτημένων μεταβλητών.

4.3.2 Παράμετροι χρησιμοποιούμενες ως ανεξάρτητες μεταβλητές

Κεντρική ιδέα της επιλογής των παραμέτρων αυτών είναι ότι αμέσως ή εμμέσως, σχετίζονται με τη δομή του δείγματος εδάφους, άρα θεμελιώνεται, λογικά, ο συσχετισμός τους με τις παραμέτρους οι οποίες περιγράφουν χαρακτηριστικά μηχανικής συμπεριφοράς του δείγματος και οι οποίες θα εκληφθούν ως εξαρτημένες μεταβλητές. Οι παράμετροι αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες.

α) *Τιμές φυσικών ιδιοτήτων του δείγματος εδάφους*

Οι φυσικές ιδιότητες αυτές είναι:

1. Φυσική υγρασία: Συσχετίζει τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς με την περιεκτικότητα του δείγματος σε νερό.
2. Μοναδιαίο βάρος: Συσχετίζει τη μηχανική συμπεριφορά του δείγματος εδάφους με την πυκνότητά του.
3. Λόγος κενών: Συσχετίζει την μηχανική συμπεριφορά του δείγματος εδάφους με τη διάταξη των κόκκων του.

β) *Τιμές δοκιμών πεδίου*

Η βασική δοκιμή πεδίου η οποία επελέγη προς συσχέτισμό είναι αυτή της προτύπου δοκιμής διεισδύσεως (SPT), δεδομένου ότι εκτελείται σχεδόν πάντοτε, κατά τακτά διαστήματα βάθους, σε όλες τις εργασίες δειγματοληψίας πυρήνα.

Αποτελεί δοκιμή ελέγχου της αντοχής του υπεδάφους και επομένως μπορεί να συσχετισθεί απ' ευθείας με τις παραμέτρους που προκύπτουν από τις εργαστηριακές δοκιμές μηχανικής συμπεριφοράς.

Δύο ειδών τιμές SPT χρησιμοποιήθηκαν για συσχέτισμό:

1. Η τιμή κρούσεων πεδίου (N): Αποτελεί τη τιμή της δοκιμής όπως ελήφθη επί του πεδίου, χωρίς απόπειρα διόρθωσης
2. Η διορθωμένη τιμή (N'_{60}): Αποτελεί την υπολογιστικά τροποποιημένη τιμή, αφού έχουν εφαρμοσθεί σ' αυτήν όλες οι δυνατές, κατά τις προδιαγραφές, διορθώσεις. (Η διόρθωση έγινε βάσει της διορθωτικής σχέσης η οποία λαμβάνει υπόψη την ενέργεια της σφύρας, τη γεωστατική τάση, το μήκος της γεωτρητικής στήλης και τη διάμετρο και τύπο του δειγματολήπτη:

$$N'_{60} = N * (Ce * Cn * Cr * Cb * Cs)$$

όπου:

Ce: διόρθωση ενέργειας πύπτοντος βάρους

Cn: αναγωγή σε κατακόρυφη ενεργό τάση ίση με 100kPa

Cr: διόρθωση λόγω του ελεύθερου μήκους του στελέχους

Cb: διόρθωση λόγω της διαμέτρου της γεώτρησης

Cs: διόρθωση λόγω τύπου δειγματολήπτη

γ) *Τιμές κοκκομετρικών παραμέτρων και παραμέτρων κατάταξης*

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια της κοκκομετρίας και των ορίων Atterberg, επελέγησαν οι κατωτέρω παράμετροι, οι οποίες σχετίζονται με τη δομή του κοκκώδους ιστού του εδαφικού δείγματος, προς συσχέτισμό:

1. Ποσοστό χαλίκων
2. Ποσοστό άμμου (έγιναν συσχετισμοί, τόσο με το ολικό ποσοστό άμμου όσο και με την περιεκτικότητα κατά κατηγορία άμμου (αδρόκοκκη, μεσόκοκκη, λεπτόκοκκη)
3. Ποσοστό ιλύος
4. Ποσοστό αργίλου
5. Ποσοστό διερχομένων από το κόσκινο No200
6. Ποσοστό συγκρατούμένων από το κόσκινο No200
7. Όριο υδαρότητας
8. Όριο πλαστικότητας
9. Δείκτης πλαστικότητας

Για τις παραμέτρους (7), (8), (9), στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση των τιμών οι οποίες

προσδιορίσθηκαν εργαστηριακά, ασχέτως αν, οι συγκεκριμένες τιμές, οδηγούν στον χαρακτηρισμό του δείγματος ως πλαστικού ή μη. Από την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων μπορούν να προέλθουν οι τιμές ορισμένων παραμέτρων οι οποίες είναι χαρακτηριστικές της ομοιομορφίας ή μη, του εδαφικού υλικού από πλευράς κοκκομετρικής δομής και οι οποίες ανταποκρίνονται σε ορισμένες μέσες γεωμετρικές ιδιότητες των κόκκων του εδαφικού υλικού.

Οι τιμές αυτών των παραμέτρων προκύπτουν είτε από ανάγνωση της κοκκομετρικής καμπύλης του δείγματος, είτε από υπολογισμό και είναι οι παρακάτω:

α) *Τιμές παραμέτρων κοκκομετρικής ομοιομορφίας οι οποίες χρησιμοποιούνται ως ανεξάρτητες μεταβλητές, στην παρούσα, είναι οι παρακάτω:*

1. Διάμετρος κόκκων D_{50} : Αντιπροσωπεύει τη διάμετρο βρογχίδας κοσκίνου από την οποία διέρχεται το 50%, κατά βάρος, του δείγματος. Η τιμή δίνεται σε mm.
2. Μέση διάμετρος κόκκου: Αντιπροσωπεύει μία, υποθετική, μέση διάμετρο κόκκου του δείγματος η οποία υπολογίζεται ως ο σταθμισμένος μέσος όρος όλων των διαμέτρων κόκκων, όλων των κοκκομετρικών κλασμάτων, βάσει των ποσοστών βάρους επί του συνολικού δείγματος.
3. Λόγος ποσοστού συγκρατούμένων από το κόσκινο No200, προς το ποσοστό διερχομένων δια του κόσκινου No200: Ο λόγος αυτός χαρακτηρίζει, κατ' ουσία, την ανομοιομορφία του δείγματος αλλά αποτελεί και χαρακτηριστικό δείκτη της δομής του, δεδομένου ότι περιγράφει τη δομή σαν μια μήτρα λεπτόκοκκων υλικών, μέσα στην οποία είναι εμφυτευμένα αδρόκοκκα υλικά ή το αντίστροφο.

β) *Τιμές σύνθετων παραμέτρων*

Οι παράμετροι αυτές κατασκευάζονται με λογιστική συνάρτηση δύο ή περισσότερων παραμέτρων από τις προαναφερθείσες. Λόγω της φύσης τους, περιγράφουν την φυσική κατάσταση του δείγματος σαν μια σύνθεση φυσικών και κοκκομετρικών ιδιοτήτων.

1. Λόγος φυσικής υγρασίας προς το όριο υδαρότητας. Χρησιμοποιείται, στη διεθνή βιβλιογραφία, σαν δείκτης ρευστοποίησης του εδάφους σε συνθήκες σεισμικής φόρτισης (Moss and Chen, 2008).

Τα κριτήρια συσχετίζουν το επιρρεπές προς ρευστοποίηση του εδάφους με το κλάσμα αργίλου, την φυσική υγρασία και το όριο υδαρότητας.

2. Γινόμενο της φυσικής υγρασίας με τον λόγο αδρόκοκκων/λεπτοκόκκων: Χαρακτηρίζει την φυσική κατάσταση του δείγματος, θεωρούμενου ως μείγματος, ενός κοκκώδους μέσου, ορισμένης κοκκομετρικής δομής και ύδατος, σε διασπορά, εντός του μέσου.

4.3.3 Παράμετροι χρησιμοποιούμενοι ως εξαρτημένες μεταβλητές (μηχανικές παράμετροι)

Το σύνολο των παραμέτρων συσχετίζεται με την μηχανική συμπεριφορά του εδαφικού δείγματος, έναντι μηχανικής καταπόνησης. Οι παράμετροι αυτές είναι οι συνήθως χρησιμοποιούμενες στους υπολογισμούς φέρουσας ικανότητας του εδάφους, καθιζήσεων και ευστάθειας πρανών και επί πλέον, υπεισέρχονται στο σύνολο των εδαφομηχανικών υπολογισμών και τη διαστασιολόγηση των θεμελιώσεων ή διατάξεων αντιστήριξης. Ως τέτοιες παράμετροι επελέγησαν οι κατωτέρω:

1. Αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη: Αφορά την αντοχή του εδάφους, όπως προσδιορίζεται από την αντίστοιχη εργαστηριακή δοκιμή και παρέχει μια κατευθυντήρια εικόνα για την μέγιστη επιτρεπόμενη τάση φόρτισης, για τα συνεκτικά εδάφη σε αστράγγιστες συνθήκες.
2. Αστράγγιστη συνοχή (σε μη προστερεοποιημένο δείγμα): Αφορά τη τιμή της αντιστοίχου παραμέτρου, όπως προσδιορίζεται από τη δοκιμή διάτμησης ή τριαξονικής θλίψης.
3. Γωνία εσωτερικής τριβής: Αφορά τη τιμή της γωνίας εσωτερικής τριβής του γεωυλικού, όπως προσδιορίζεται από τη δοκιμή ταχείας διάτμησης ή τριαξονικής θλίψης.
4. Συντελεστής συμπίεσότητας (ή στερεοποίησης): Προσδιορίζει την χρονική εξέλιξη της καθίζησης του εδαφικού στρώματος, όπως προσδιορίζεται από τη δοκιμή μονοδιάστατης

στερεοποίησης.

5. Δείκτης συμπιεστότητας: Αφορά την ανηγμένη τιμή της καθίζησης, ανά μονάδα πάχους εδαφικού στρώματος, όπως προσδιορίζεται από τη δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης.
6. Μέτρο συμπιεστότητας εδαφικού δείγματος: Περιγράφει συμπεριφορά του εδάφους υπό θλιπτική φόρτιση και προσδιορίζεται, υπολογιστικά, από τα αποτελέσματα της δοκιμής συμπιεστότητας.
7. Δείκτης εδάφους (soil reaction modulus): Αφορά την αλληλεπίδραση εδάφους και θεμελίου και προσδιορίζεται, είτε δια της δοκιμής φόρτισης πλάκας, είτε (σε αμμώδη εδάφη), από τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT, υπολογιστικά.

Όσον αφορά τις τιμές των προαναφερόμενων παραμέτρων, οι οποίες προσδιορίστηκαν εργαστηριακά για τα δείγματα και εισήχθησαν στον συσχετισμό σαν εξαρτημένες παράμετροι, πρέπει να γίνουν οι εξής παρατηρήσεις:

- α) Οι τιμές της συνοχής και γωνίας εσωτερικής τριβής, σε συνθήκες αστράγγιστες, προτιμήθηκε να ληφθούν από τις δοκιμές ταχείας διάτμησης και όχι από τις δοκιμές τριαξονικής θλίψης. Ο λόγος, γι' αυτό, πέραν του συγκριτικά μικρού αριθμού δοκιμών τριαξονικής θλίψης που πραγματοποιήθηκαν, είναι ότι, σε πολλές περιπτώσεις ότι τα αποτελέσματα των δοκιμών τριαξονικής θλίψης μπορεί να θεωρηθούν αναξιόπιστα λόγω του ότι, ιδίως στην περίπτωση αμμωδών εδαφών, η προετοιμασία του δείγματος μπορεί να υπήρξε πλημμελής και να χρησιμοποιήθηκε, σε πολλές περιπτώσεις, αναζυμωμένο δείγμα. Επιπλέον το σύνολο των δοκιμών τριαξονικής φόρτισης έχει εκτελεσθεί με δοκίμια διαμέτρου 1,5inch (38,1mm), τα οποία, υφίστανται μεγαλύτερη καταπόνηση κατά τη διαμόρφωση τους και την προετοιμασία της δοκιμής. Επίσης, ιδίως όσον αφορά τα αμμώδη και χαλικώδη δείγματα, δεν επιτρέπουν τη διαμόρφωση αντιπροσωπευτικού της κοκκομετρικής σύστασης, δοκιμίου.
Όλες οι δοκιμές διάτμησης εκτελέστηκαν επί δείγματος διαμέτρου 2,5inch (63,5mm), το οποίο επιτρέπει την μορφοποίηση αντιπροσωπευτικότερου δείγματος και σε αδρόκοκκα υλικά, επιτρέπει τη διαμόρφωση δοκιμίου με κόκκους διαμέτρου έως 1/2inch (12,7mm)
- β) Οι τιμές της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη έχουν προσδιορισθεί, εργαστηριακά, με τη χρήση δοκιμών διαμέτρου τουλάχιστον 76,2mm ή και μεγαλύτερης και για τα δείγματα φραγμού, που συνήθως έχουν διάμετρο από 89mm έως και 114mm. Η μεγαλύτερη διάμετρος δίνει, πέραν της μειωμένης διαταραχής κατά τη διαμόρφωση και του εν γένει, αντιπροσωπευτικότερου δείγματος, τη δυνατότητα μορφοποίησης δοκιμίου σε ψαθυρά (αδρόκοκκα) δείγματα, το οποίο να διατηρεί μια ελάχιστη συνοχή, επαρκή ώστε να μπορεί να προσδιορισθεί μια μετρήσιμη τιμή αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη και έτσι να μπορεί να γίνει ο συσχετισμός της παραμέτρου, επί ίσοις όροις για όλα τα δείγματα, λεπτόκοκκα ή αδρόκοκκα.
- γ) Η χρησιμοποιούμενη, στο συσχετισμό, τιμή του δείκτη εδάφους, για αμμώδη εδάφη, είναι αυτή η οποία έχει προσδιορισθεί, υπολογιστικά, από τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT, ενώ, όπου υπάρχει τιμή από δοκιμή πλάκας, αυτή παρέχεται προς αντιπαραβολή.

Διερεύνηση της Εξάρτησης των τιμών των παραμέτρων Μηχανικής Συμπεριφοράς, από τη Γεωστατική Τάση

Μια άλλη Ανεξάρτητη Μεταβλητή, για την οποία, υπήρξε η πρόθεση να χρησιμοποιηθεί στους Συσχετισμούς, ήταν η τάση επί του διευρευνούμενου δείγματος, από το βάρος των υπερκειμένων στρωμάτων.

Η παράμετρος αυτή συσχετίστηκε με όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές, για όλες τις κατηγορίες των εδαφών που διακρίνονται εδώ και τις υποκατηγορίες τους. Κατά το συσχετισμό αυτό και παρά το ότι αναμενόταν το αντίθετο, τουλάχιστον για τα δείγματα τα οποία δεν είχαν υποστεί κάποιο βαθμό διαγένεσης, παρουσίασαν πολύ χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης για όλες τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς.

Συγκεκριμένα, οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης σε καμία περίπτωση και για καμία από τις τέσσερις κατηγορίες δειγμάτων και τις υποκατηγορίες τους λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων, δεν

υπερέβησαν τη τιμή 0,25 και στην πλειονότητα των περιπτώσεων κυμάνθηκαν μεταξύ 0,0006 και 0,09, αναλόγως της μηχανικής παραμέτρου με την οποία συσχετιζόταν η γεωστατική τάση. Εν μέρει τουλάχιστον, το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποδοθεί στο μικρό, σχετικά βάθος δειγματοληψίας το οποίο, όπως έχει προαναφερθεί, πουθενά δεν υπερέβη τα 50 m. Αντίστοιχα, το φορτίο υπερκειμένων σε καμία περίπτωση δεν επέβαλε στα δείγματα που συσχετίστηκαν, τάση μεγαλύτερη από 5,5 kp/cm^2 ή 550 kPa.

Μετά από τα προαναφερόμενα αποτελέσματα, αποφασίσθηκε να μη συμπεριληφθεί στη περαιτέρω διερεύνηση το φορτίο υπερκειμένων σαν ανεξάρτητη μεταβλητή και επίσης, λόγω του πολύ χαμηλού συντελεστή συσχέτισης που προέκυψε, να μην επιχειρηθεί κάποια ομογενοποίηση των τιμών των μηχανικών παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν σε συσχετισμούς, με κριτήριο το φορτίο αυτό. Εν τούτοις, η εξάρτηση των μηχανικών ιδιοτήτων από το φορτίο υπερκειμένων είναι εύλογη και θα πρέπει να διερευνηθεί με υλικό δειγμάτων από μεγαλύτερα βάθη.

Στον ακόλουθο πίνακα (**Πίνακας 15**) παρουσιάζονται οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης που προέκυψαν για τους συσχετισμούς των γεωτεχνικών παραμέτρων με το φορτίο υπερκειμένων.

Πίνακας 15: Συσχετισμός φορτίου υπερκειμένων και γεωτεχνικών παραμέτρων

α/α	Παράμετρος	Συντελεστής Συσχέτισης							
		Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον		Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον		Αποσθρωμένοι σχηματισμοί		Σχηματισμοί υποβάθρου	
		Λεπτ.	Αδροκ.	Λεπτ.	Αδροκ.	Λεπτ.	Αδροκ.	Λεπτ.	Αδροκ.
1	Αντοχή σε μοναξονική θλίψη q (kp/cm^2)	0,2122	0,2705	0,0043	0,0135	0,0349	0,0061	0,0541	0,1256
2	Αστράγγιστη συνοχή c (kp/cm^2)	0,3083	0,0468	0,0087	0,0861	0,0251	0,0250	0,0318	0,0079
3	Μεγίστη γωνία εσωτερικής τριβής ϕ' (deg)	0,0513	0,0024	0,0146	0,0120	0,0065	0,0167	0,0017	0,1879
4	Δείκτης συμπίεστότητας C_c	0,0092	0,0085	0,0127	0,0020	0,0587	0,0042	0,0030	0,1993
5	Αριθμός SPT N	0,4534	0,2917	0,0707	0,1856	0,1053	0,0614	0,2703	0,2772
6	Δείκτης εδάφους k (MN/m^3)	0,1569	0,1849	0,0050	0,0729	0,0531	0,0331	0,0609	0,0742
7	Μέτρο συμπίεστότητας $1/M_v$ (kp/cm^2)	0,0191	0,0277	0,0059	0,0153	0,0316	0,0006	0,0095	0,1874

Διορθώσεις επί του αριθμού των χρησιμοποιηθέντων δειγμάτων

Κατά την εξαγωγή των πολυπαραμετρικών σχέσεων εξάρτησης αφαιρέθηκε, συνολικά, από όλες τις υποκατηγορίες, ένα σύνολο 20 δειγμάτων, για τα οποία ο γενόμενος στατιστικός έλεγχος έδειχνε ότι περιείχαν ακραίες τιμές, οι οποίες τα έθεταν εκτός της κατηγορίας τους ή υπεδείκνυν σοβαρό σφάλμα κατά την εκτέλεση της δοκιμής.

4.3.4 Επιλογή στατιστικού μοντέλου εξάρτησης

Λόγω της φύσης των δεδομένων τα οποία διατίθενται προς συσχετισμό, το βασικό στατιστικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι αυτό της Γραμμικής Παλινδρόμησης το οποίο εφαρμόζεται στην απλή του μορφή (με τον συσχετισμό μίας ανεξάρτητης μεταβλητής με μια

εξαρτημένη) και στην μορφή της πολλαπλής γραμμικής εξάρτησης, με την οποία ελέγχθηκε συνάρτηση των μηχανικών παραμέτρων με συνδυασμούς, περισσότερων της μίας, φυσικών παραμέτρων ή παραμέτρων κατάταξης.

4.3.5 Κριτήρια επιλογής της μεθόδου

Το βασικό κριτήριο επιλογής της μεθόδου αποτελεί η παρατήρηση ότι, τόσο οι φυσικές, όσο και οι παράμετροι κατάταξης, περιγράφουν κάποιο στοιχείο της δομής του εδαφικού δείγματος, αποτελούν, δηλαδή, τιμές παραμέτρων του δομικού ιστού του. Ως εκ τούτου αναμένεται, μια εξάρτηση, των παραμέτρων της μηχανικής συμπεριφοράς, (η οποία είναι παράγωγο της δομής του δείγματος), από τις παραμέτρους αυτές.

Η παραδοχή η οποία γίνεται εδώ είναι ότι σε επίπεδο απλού κόκκου οποιασδήποτε διαμέτρου, η ασκούμενη στο έδαφος τάση, εντός των συνήθων μεγίστων επιτρεπομένων τάσεων που επιβάλλονται από τις κατασκευές δεν προκαλεί αστοχία του μεμονωμένου κόκκου.

Πέραν της αιτιοκρατικής φύσης του συσχετισμού, ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, ένας πρόσθετος παράγοντας, ο οποίος κατατείνει στην επιλογή της, είναι η φύση του προσδοκώμενου αποτελέσματος.

Επιδίωξη της εργασίας, είναι να παραχθούν σχέσεις οι οποίες να μπορούν να εφαρμοσθούν, άμεσα, από τον γεωτεχνικό μελετητή ο οποίος θα κληθεί να επιλύσει ένα πρακτικό πρόβλημα. Η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της παραγωγής σχετικά απλών και άμεσα εφαρμόσιμων μαθηματικών σχέσεων, οι οποίες μπορούν να εμφανισθούν και με την μορφή νομογραφημάτων των οποίων τα όρια εφαρμογής μπορούν, ευχερώς, να προσδιορισθούν από τα αποτελέσματα των δοκιμών επί προτύπων δειγμάτων.

4.3.6 Πλεονεκτήματα της μεθοδολογίας

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- α) Είναι μέθοδος η οποία προσήκει στη φύση των δεδομένων τα οποία διατίθενται προς συσχετισμό.
- β) Έχει ευρεία εφαρμογή και η αποτελεσματικότητα της έχει αποδειχθεί στην πράξη σε μια σωρεία διαφορετικών εφαρμογών.
- γ) Το μαθηματικό της υπόβαθρο είναι κατάλληλο για προσαρμογή σε εφαρμογές λογισμικού, ευρείας αποδοχής, το οποίο είναι απαραίτητο για τη διαχείριση του πολύ μεγάλου αριθμού δεδομένων.
- δ) Παρέχει, με την ολοκλήρωση του συσχετισμού, μαθηματικές σχέσεις, σχετικά απλής μορφής, οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν άμεσα στην πράξη.

4.3.7 Μειονεκτήματα της μεθόδου

Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου, είναι ότι το αποτέλεσμα συσχετισμού επηρεάζεται έντονα από την παρουσία, στα δείγματα, ακραίων τιμών. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία την προσεκτική αξιολόγηση των τιμών πριν την εφαρμογή της μεθόδου και ενδεχομένως, την απόρριψη όσων, αιτιολογημένα, μπορούν να θεωρηθούν αναξιόπιστες ή ακραίες και, επομένως, όχι αντιπροσωπευτικές.

Οι συναρτήσεις που προήλθαν από την εργασία αυτή, πρέπει να ελεγχθούν με επιπλέον δείγματα. Θα ήταν επίσης δόκιμο να γίνει βαθμονόμηση των παραγομένων από το συσχετισμό συναρτήσεων, με τη χρήση δειγμάτων αναφοράς.

4.3.8 Εφαρμογή της μεθόδου στα υπάρχοντα δεδομένα

Όπως προαναφέρθηκε, σαν ανεξάρτητες μεταβλητές στον συσχετισμό, χρησιμοποιούνται τιμές φυσικών παραμέτρων των δειγμάτων, τιμές ταξινομικών παραμέτρων και ορισμένες, συνήθως αδιάστατες, παράγωγες παράμετροι ή δείκτες οι οποίοι προκύπτουν από μαθηματική σύνθεση παραμέτρων των προηγούμενων δύο κατηγοριών.

Σαν εξαρτημένες μεταβλητές θεωρούνται ένας αριθμός παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς οι οποίες έχουν επιλεγεί επειδή είναι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες από τον γεωτεχνικό μελετητή.

Ο συσχετισμός επαναλαμβάνεται για όλες τις αντιστοιχίες ανεξαρτήτων και εξαρτημένων μεταβλητών, σε όλες τις ομάδες δειγμάτων, σύμφωνα με την ταξινόμηση στις τέσσερις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν και στις δύο υποομάδες, λεπτοκόκκων και αδρόκοκκων δειγμάτων, κάθε κατηγορίας.

Παρακάτω παρατίθενται οι χρησιμοποιηθείσες, ανεξάρτητες μεταβλητές παράμετροι και οι εξαρτημένες μεταβλητές.

α) Ανεξάρτητες μεταβλητές

1. Φυσική υγρασία δείγματος: μετρούμενη κατά βάρος %.
2. Υγρό μοναδιαίο βάρος δείγματος: μετρούμενο σε ton/m^3 ή kN/m^3 .
3. Λόγος κενών δείγματος: αδιάστατη παράμετρος.
4. Ποσοστό κόκκων διερχόμενο από το No 200: μετράται % κατά βάρος δείγματος.
5. Ποσοστό κόκκων συγκρατούμενο από το No 200: μετράται % κατά βάρος δείγματος.
6. Ποσοστό χαλίκων (συγκρατούμενο από το No 4): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
7. Ποσοστό άμμου (συγκρατούμενο μεταξύ των No 4 και No 200): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
8. Ποσοστό ιλύος (μεταξύ No 200 και $5\mu\text{m}$): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
9. Ποσοστό αργίλου (το κοκκομετρικό κλάσμα με κόκκους μικρότερους των $5\mu\text{m}$): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
10. Ποσοστό αδρόκοκκης άμμου (το κοκκομετρικό κλάσμα μεταξύ No 4 και No 10): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
11. Ποσοστό μεσόκοκκης άμμου (το κοκκομετρικό κλάσμα μεταξύ No 10 και No 40): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
12. Ποσοστό λεπτόκοκκης άμμου (το κοκκομετρικό κλάσμα μεταξύ No 40 και No 200): μετράται % κατά βάρος δείγματος.
13. Όριο υδαρότητας του δείγματος (LL).
14. Όριο πλαστικότητας δείγματος (PL).
15. Δείκτης πλαστικότητας (PI).
16. Λόγος της φυσικής υγρασίας προς το όριο υδαρότητας (W/LL): αδιάστατη παράμετρος.
17. Μέση ζυγοσταθμισμένη διάμετρος κόκκων δείγματος (d_g): μετράται σε μm , και εξάγεται υπολογιστικά.
18. Λόγος ποσοστού αδρόκοκκων προς ποσοστό λεπτοκόκκων (c/f): αδιάστατη παράμετρος, προκύπτει υπολογιστικά.

β) Εξαρτημένες μεταβλητές

Θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι ο αριθμός κρούσεων των δοκιμών (SPT) και διορθωμένος (N'_{60}) αν και παράμετρος μηχανικής συμπεριφοράς, αντιμετωπίζεται, σε κάποιες περιπτώσεις, ως ανεξάρτητη μεταβλητή, προκειμένου να εξαχθούν σχέσεις οι οποίες να τον συσχετίζουν με εργαστηριακά μετρούμενες παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς. Τέτοιες παράμετροι είναι π.χ. η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη, η συνοχή και η γωνία εσωτερικής τριβής των δειγμάτων.

Πέραν αυτής της διευκρίνισης οι παράμετροι οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν σαν εξαρτημένες μεταβλητές έχουν ως εξής:

1. Αριθμός κρούσεων δοκιμής (SPT): αδιάστατη παράμετρος που αφορά τα τελευταία 30 cm διείσδυσης του δειγματολήπτη.
2. Διορθωμένος αριθμός κρούσεων (N'_{60}) της δοκιμής (SPT): αδιάστατη παράμετρος που προκύπτει από την επεξεργασία του αριθμού κρούσεων της δοκιμής (SPT).

3. Αντοχή σε θλίψη (q): παράμετρος η οποία προκύπτει από την αντίστοιχη εργαστηριακή δοκιμή, μετράται σε kp/cm^2 ή kN/m^2 .
4. Συνοχή (c): παράμετρος που προκύπτει από τη δοκιμή διάτμησης ή την τριαξονική δοκιμή. Μετράται σε kp/cm^2 ή kN/m^2 .
5. Γωνία εσωτερικής τριβής των κόκκων του δείγματος (ϕ): προκύπτει από τη δοκιμή διάτμησης ή την τριαξονική δοκιμή. Μετράται σε μοίρες ($^\circ$).
6. Συντελεστής στερεοποίησης (C_v): προκύπτει από τη δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης. Μετράται σε μονάδες mm^2/sec .
7. Δείκτης συμπίεστότητας (C_c): προκύπτει από τη δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης και λόγω του ορισμού του, είναι αδιάστατη παράμετρος.
8. Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$): προκύπτει υπολογιστικά από την καμπύλη μεταβολής λόγου κενών/λογαρίθμου τάσης φόρτισης της δοκιμής μονοδιάστατης στερεοποίησης. Έχει διαστάσεις τάσης (kp/cm^2 ή kN/m^2).
9. Δείκτης εδάφους (k): Προκύπτει από την πρότυπη δοκιμή πλάκας ή υπολογιστικά, από τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής (SPT) και αφορά τον μοναδιαίο δείκτη για πλάκα φόρτισης, τετράγωνη, πλευράς 0,305m. Μετράται σε μονάδες MN/m^3 ή kp/cm^3 .

4.3.9 Εφαρμογή της μεθόδου στις μετρηθείσες τιμές δεδομένων

Η αναλυτική περιγραφή που ακολουθεί υποδιαιρείται σε ενότητες, με βάση την ταξινομική κατηγορία δειγμάτων στην οποία έγινε η επεξεργασία δεδομένων. Δίνεται η βέλτιστη συνάρτηση και ο βέλτιστος συντελεστής συσχέτισης.

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, τιμές του συντελεστή συσχέτισης, R^2 , έως 0,400 χαρακτηρίζονται ως χαμηλές, μεταξύ 0,400 και 0,700 ως μέσες και άνω του 0,700 ως υψηλές.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι οι συσχετισμοί έγιναν με βάση τις τιμές των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών, εκφρασμένες στο σύστημα μονάδων στο οποίο ήταν βαθμονομημένη η εργαστηριακή συσκευή στην οποία εκτελέστηκε η δοκιμή.

Σχέσεις συσχετισμού, ανηγμένες, για λόγους ομοιογένειας και συμβατότητας σε μονάδες του συστήματος **SI**, παρέχονται, στην παράγραφο όπου παρατίθενται οι προτεινόμενες, χρηστικές σχέσεις.

4.3.9.1 Δείγματα εδαφών που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον

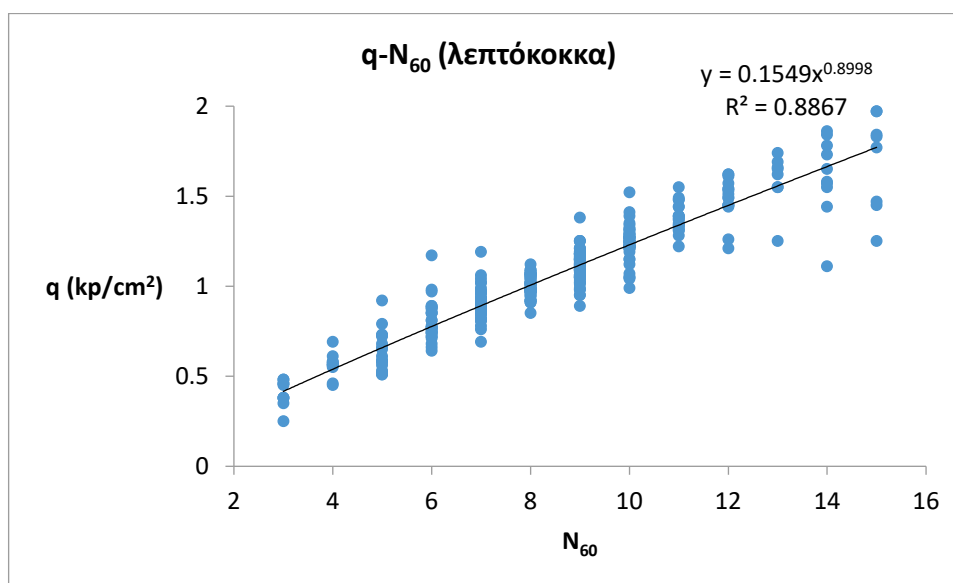
A] Λεπτόκοκκα δείγματα (άνω του 50% του δείγματος διέρχεται από το Νο.200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από τριακόσια εξήντα έξι (366) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (**Πίνακας 16**) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

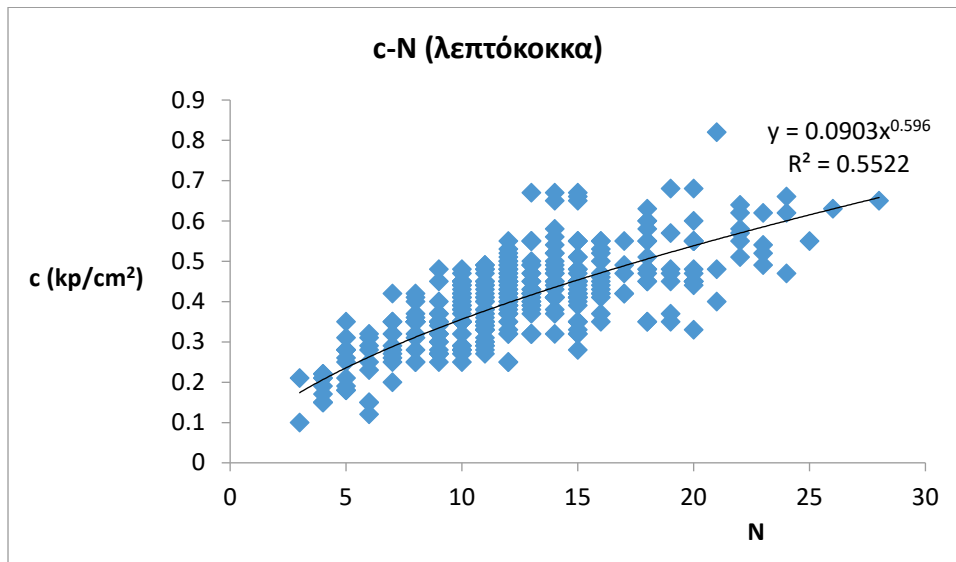
Πίνακας 16: Λεπτόκοκκα αποθέσεων σε υδατικό περιβάλλον

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	Cc	W%	$y = \alpha e^{\beta x}$	0,6170	0,7855
2	ϕ	sand%	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,8617	0,9283
3	ϕ	Md	$y = \alpha \chi^3 - \beta \chi^2 + \gamma \chi - \delta$	0,8147	0,9026
4	Cc	Md	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,5381	0,7336
5	ϕ	c/f	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,9179	0,9581
6	Cc	eo	$y = \alpha e^{\beta x}$	0,7064	0,8405
7	q	N' ₆₀	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,8998	0,9486
8	c	N	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,6056	0,7782
9	k	N' ₆₀	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,9790	0,9894
10	1/Mv	LL	$y = \alpha e^{-\beta x}$	0,6174	0,7857

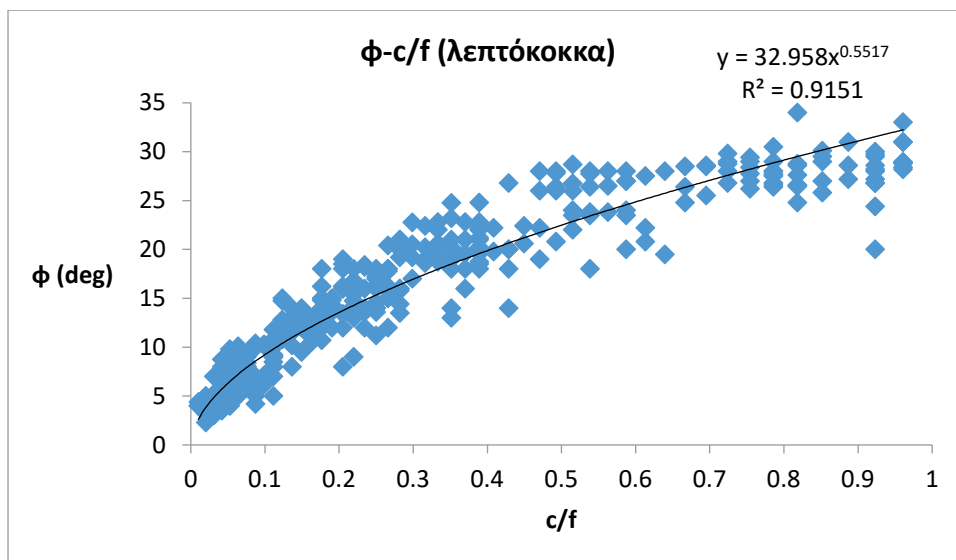
Οι γραφικές παραστάσεις των παραπάνω συσχετισμών παρουσιάζονται στη συνέχεια (**Σχήμα 2** έως **Σχήμα 8**).



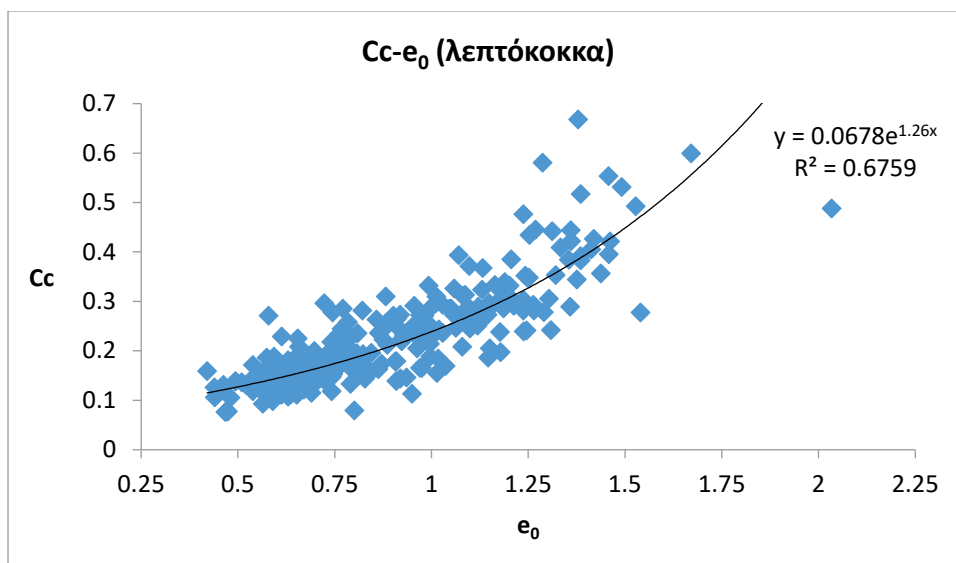
Σχήμα 2: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



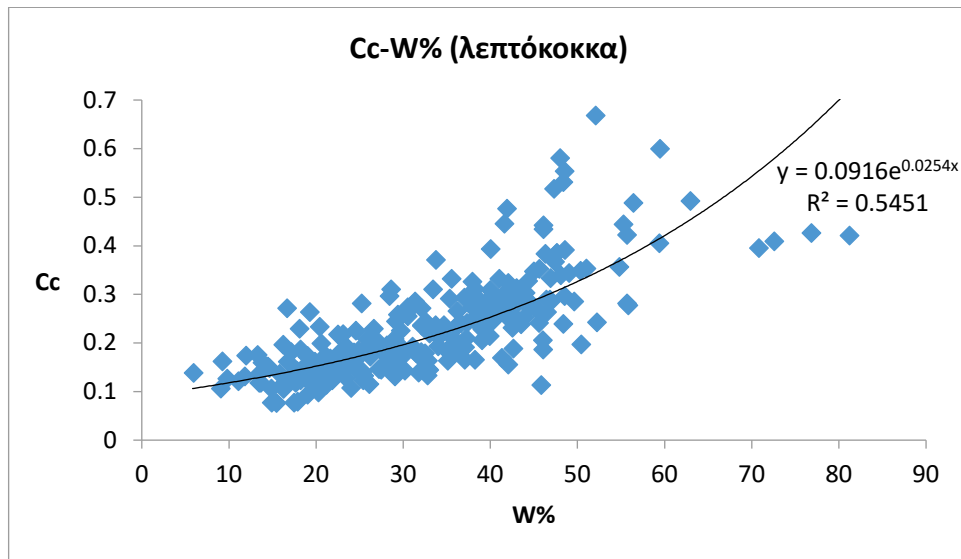
Σχήμα 3: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής - αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



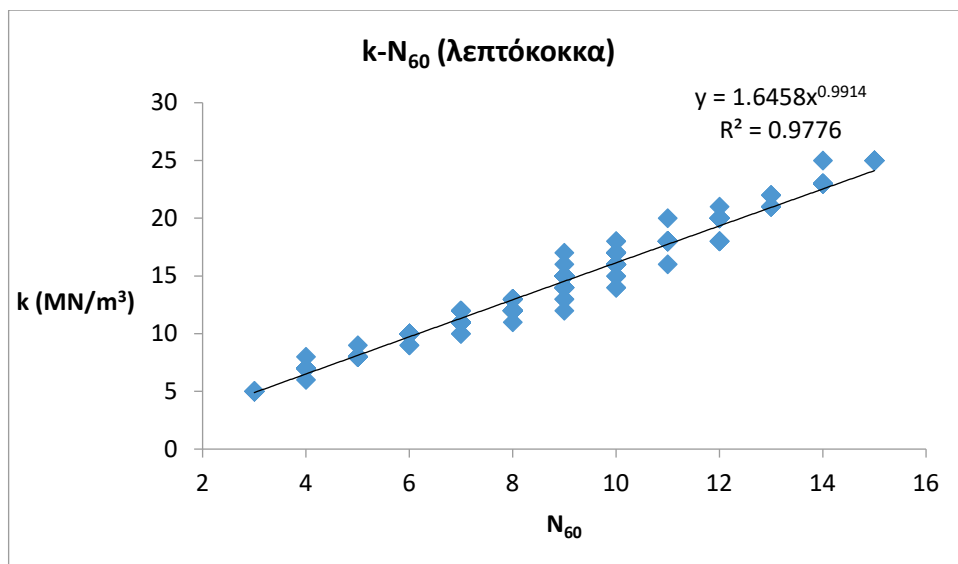
Σχήμα 4: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)



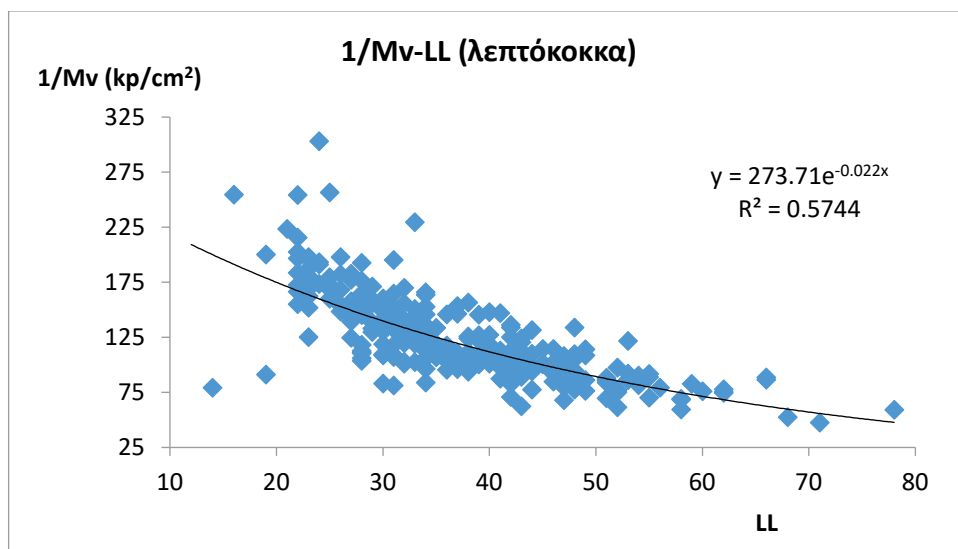
Σχήμα 5: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 6: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-φυσικής υγρασίας (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 7: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 8: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)

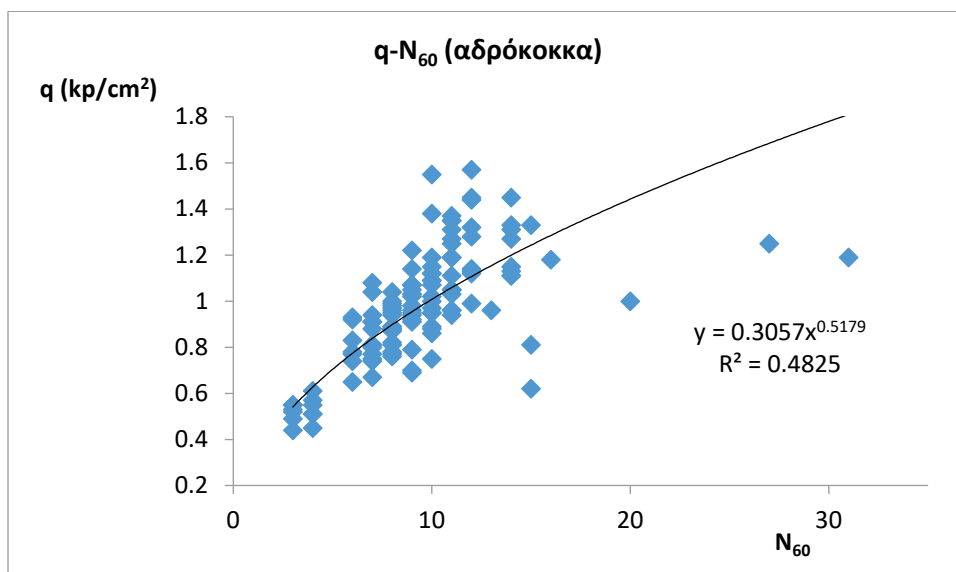
B] Αδρόκοκκα δείγματα (άνω του 50% δείγματος συγκρατείται από το Νο 200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από τριακόσια είκοσι δύο (322) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 17) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

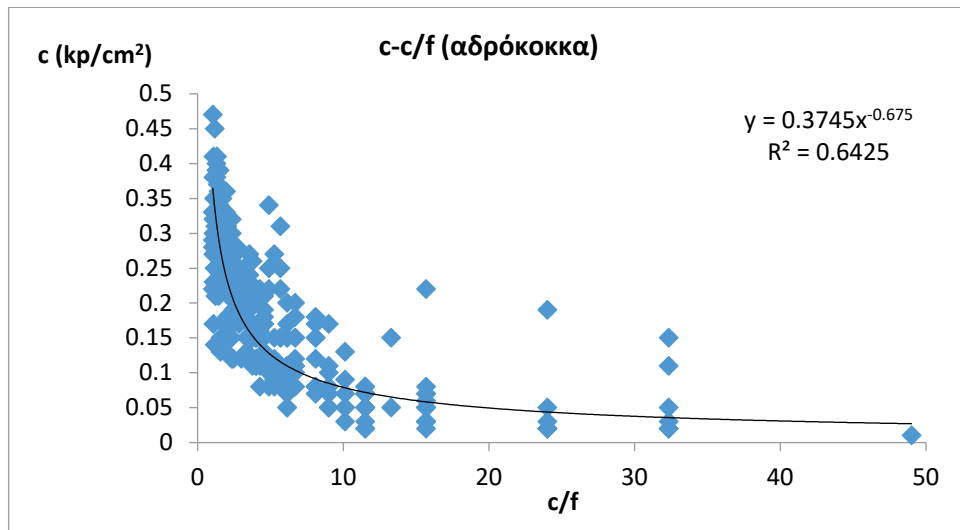
Πίνακας 17: Αδρόκοκκα αποθέσεων σε υδατικό περιβάλλον

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	c	silt%	$y = \alpha x^\beta$	0,6445	0,8028
2	c	Md	$y = \alpha x^\beta$	0,5650	0,7517
3	c	c/f	$y = \alpha x^\beta$	0,6846	0,8274
4	ϕ	c/f	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,5103	0,7144
5	q	N ₆₀	$y = \alpha x^\beta$	0,6141	0,7836
6	k	e ₀	$y = \alpha e^{-\beta x}$	0,5538	0,7442
7	Cc	c/f	$y = \alpha x^\beta$	0,3583	0,5986

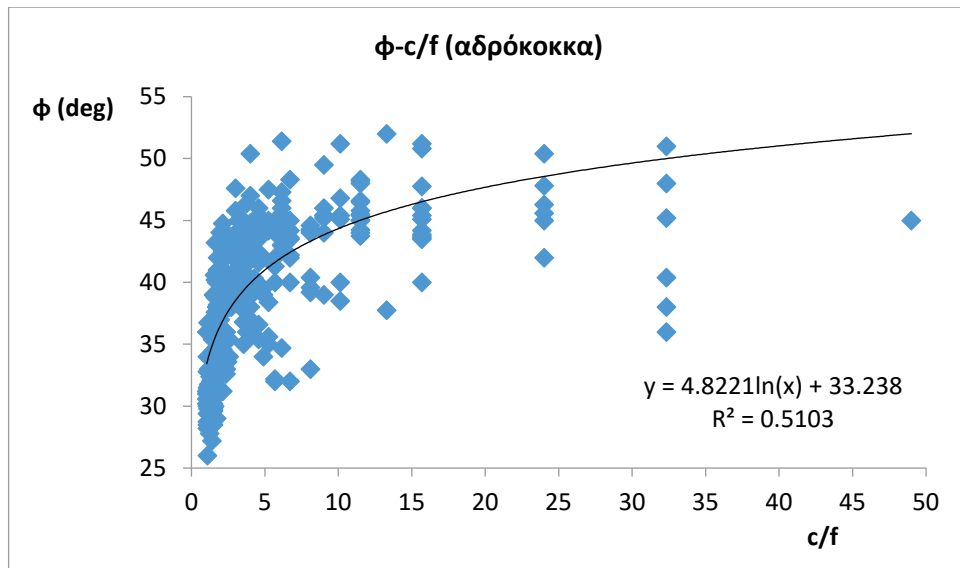
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (Σχήμα 9 - Σχήμα 14), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



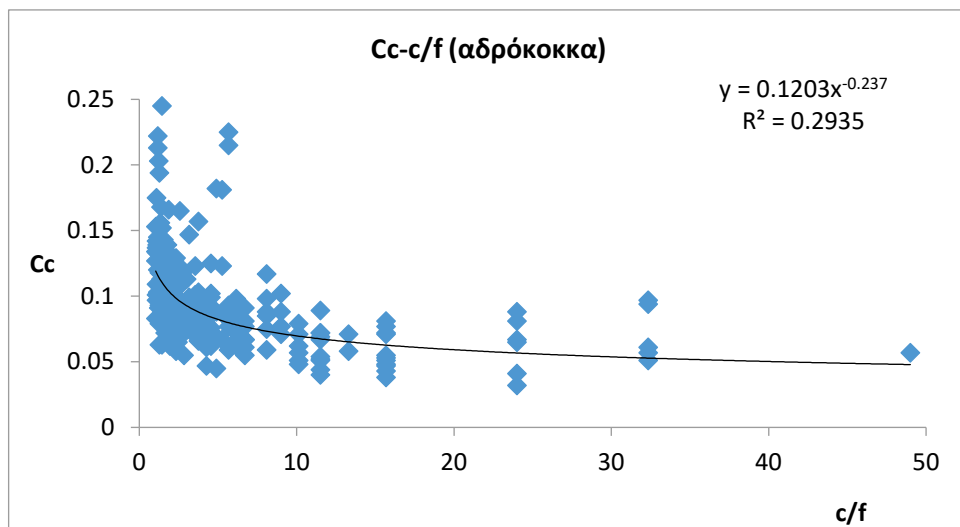
Σχήμα 9: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πλ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



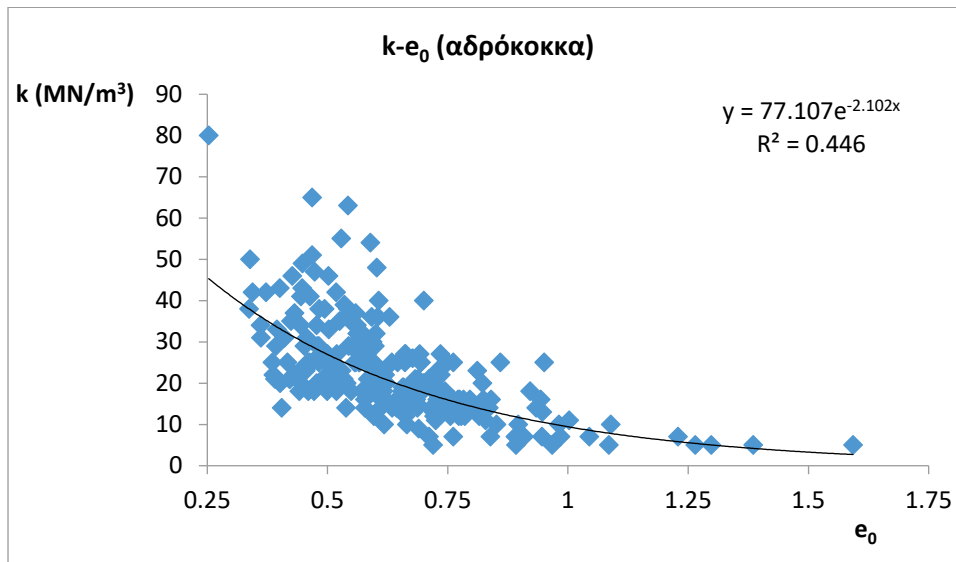
Σχήμα 10: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



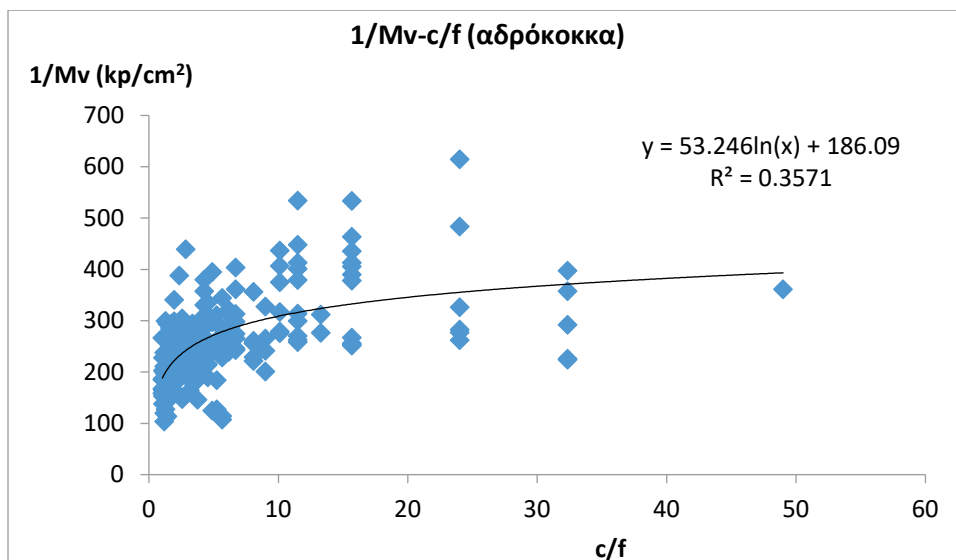
Σχήμα 11: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



Σχήμα 12: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



Σχήμα 13: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη εδάφους-αρχικού λόγου κενών (αδρόκοκκα)



Σχήμα 14: Διάγραμμα συσχέτισμού μέτρου συμπίεστότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)

4.3.9.2 Δείγματα εδαφών αποτεθέντων σε χερσαίο περιβάλλον (χωρίς την παρουσία μονίμου υδροφόρου ορίζοντα)

A] Λεπτόκοκκα δείγματα (άνω του 50% του δείγματος διέρχεται από το κόσκινο Νο 200)

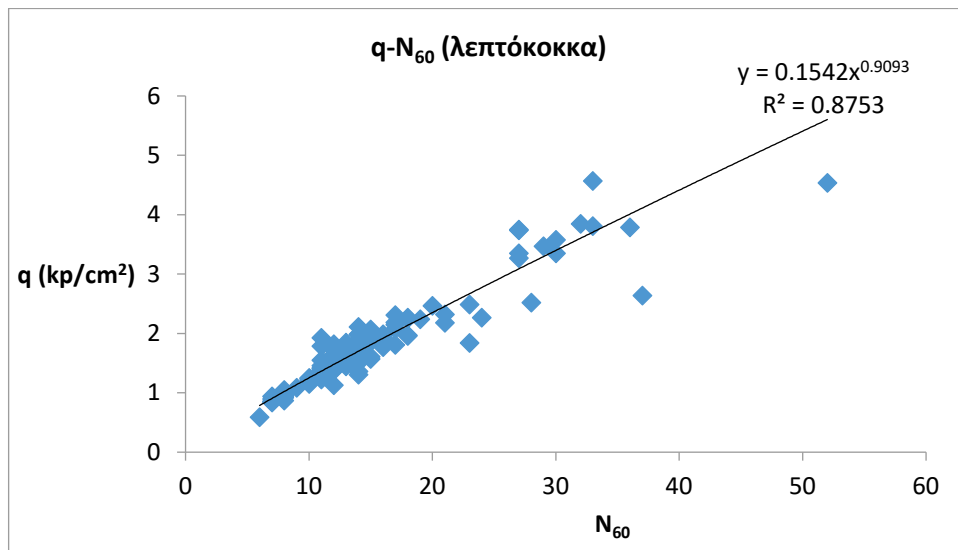
Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από εκατόν είκοσι τρία (123) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (**Πίνακας 18**) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

Πίνακας 18: Λεπτόκοκκα αποθέσεων σε χερσαίο περιβάλλον

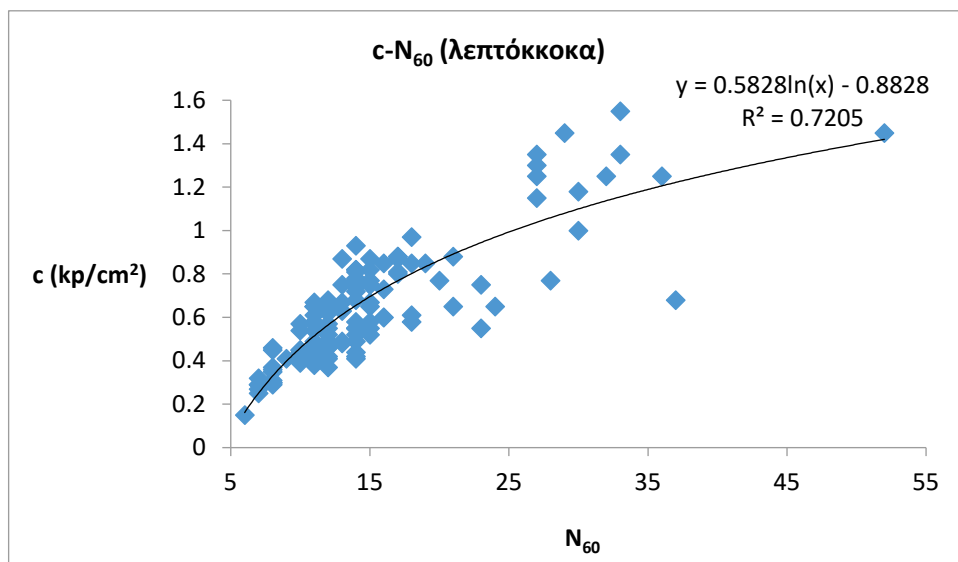
α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	k	eo	$y = \alpha \chi^{-\beta}$	0,4259	0,6526
2	1/Mv	LL	$y = \alpha \chi^2 - \beta \chi + \gamma$	0,4572	0,6761
3	φ	sand%	$y = \alpha \chi^{\beta}$	0,8506	0,9223

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
4	φ	c/f	$\gamma = \alpha \chi^\beta$	0,9112	0,9546
5	Cc	eo	$\gamma = \alpha \chi^\beta$	0,5816	0,7626
6	q	N ₆₀ '	$\gamma = \alpha \chi^\beta$	0,9028	0,9502
7	k	N ₆₀ '	$\gamma = \alpha \chi - \beta$	0,9987	0,9993
8	c	N ₆₀ '	$\gamma = \alpha \ln X - \beta$	0,7205	0,8488

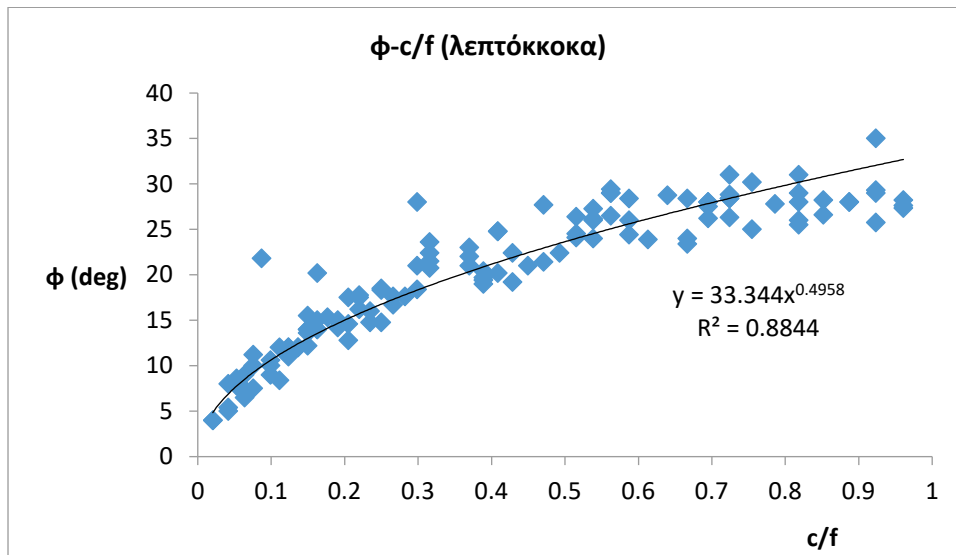
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (**Σχήμα 15** έως **Σχήμα 20**), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



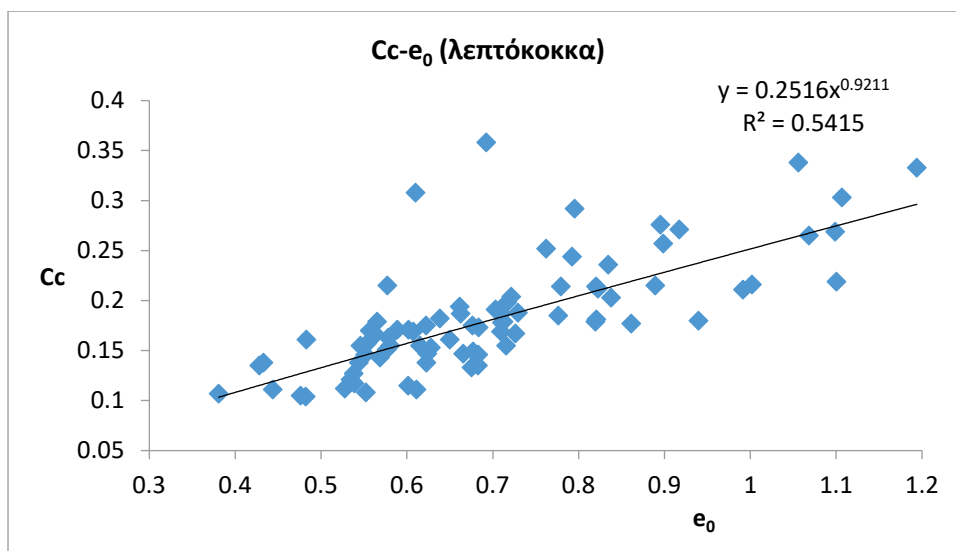
Σχήμα 15: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική, θλίψη-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



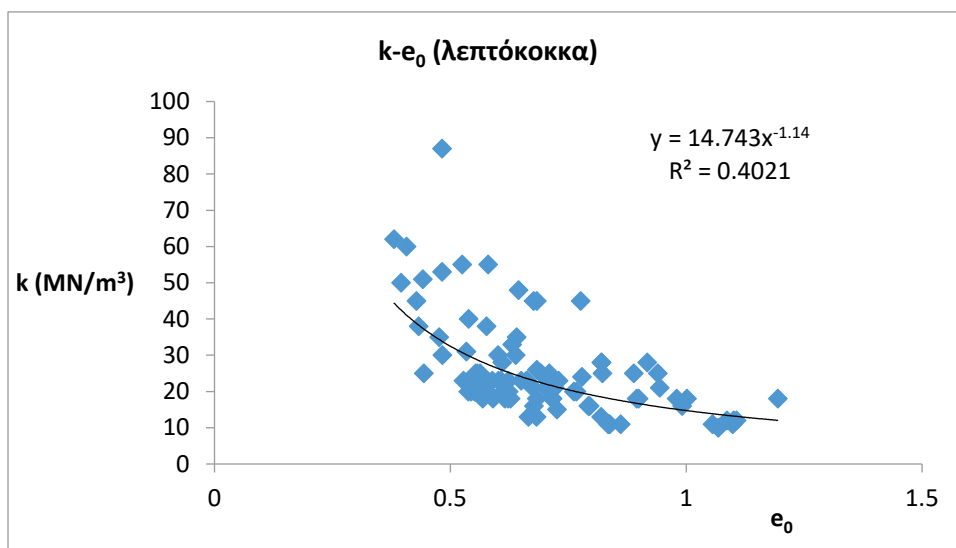
Σχήμα 16: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



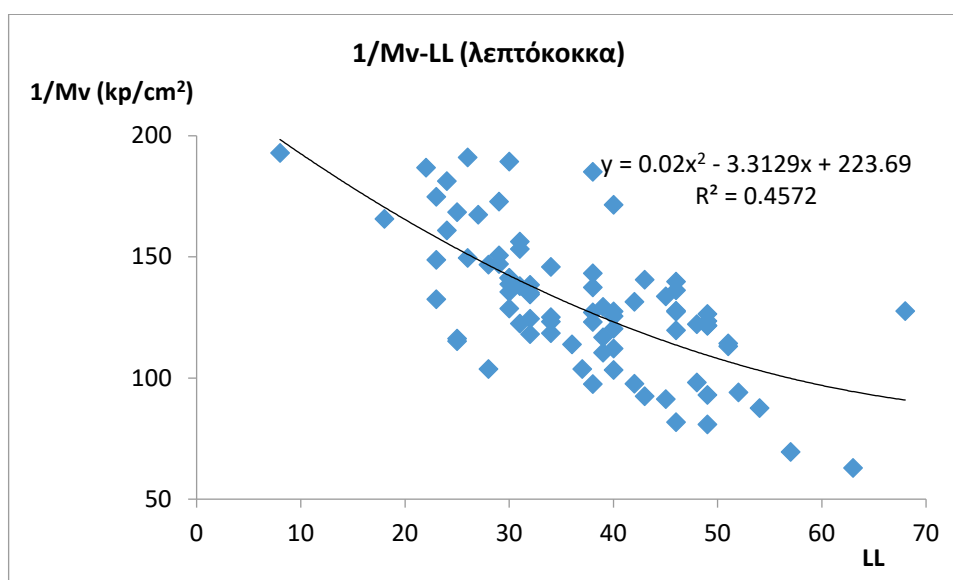
Σχήμα 17: Διάγραμμα συσχέτισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 18: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη συμπίεσότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 19: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη εδάφους-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 20: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)

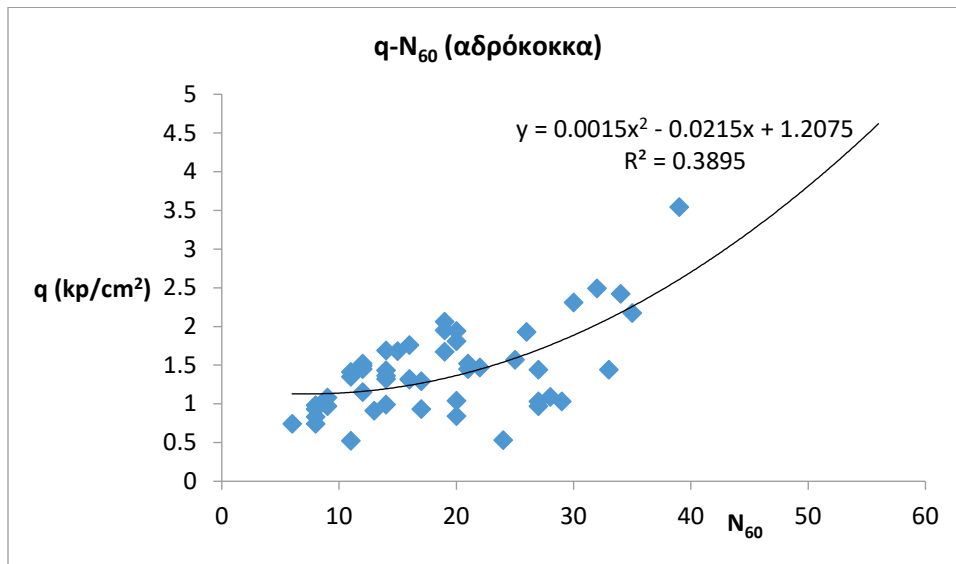
Β] Αδρόκοκκα δείγματα (άνω του 50% του δείγματος συγκρατείται από το κόσκινο Νο 200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από εκατόν εξήντα τρία (163) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 19) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

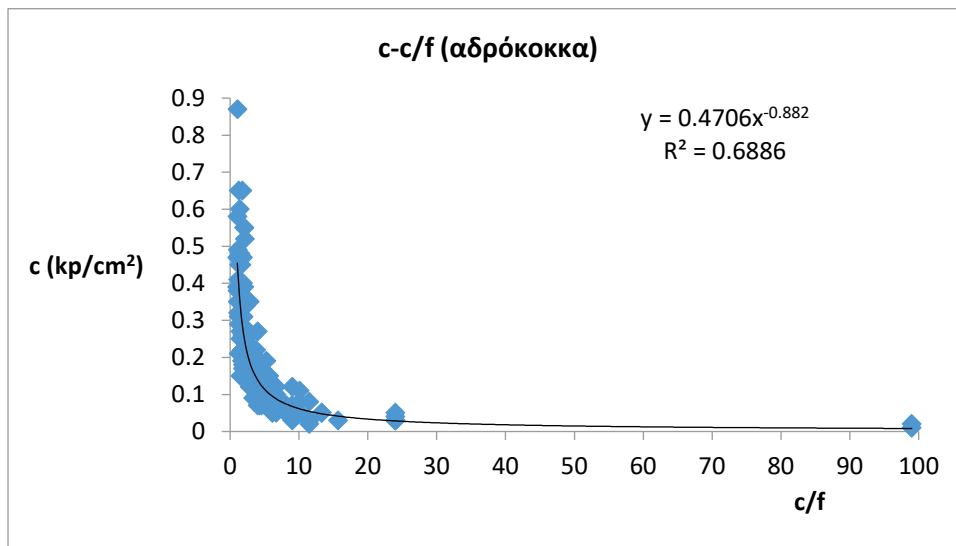
Πίνακας 19: Αδρόκοκκα αποθέσεων σε χερσαίο περιβάλλον

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	Cc	Md	$y = \alpha x^{-\beta}$	0,4361	0,6604
2	c	clay%	$y = \alpha x^{\beta}$	0,3889	0,6236
3	c	Md	$y = \alpha x^{-\beta}$	0,7363	0,8581
4	φ	Md	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,6295	0,7934
5	Cc	LL	$y = \alpha e^{\beta x}$	0,4069	0,6379
6	φ	c/f	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,5991	0,7740
7	c	c/f	$y = \alpha x^{-\beta}$	0,8168	0,9038
8	Cc	c/f	$y = \alpha x^{\beta}$	0,6011	0,7753
9	1/Mv	c/f	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,6311	0,7944
10	k	N ₆₀ '	$y = \alpha x^{\beta}$	0,9972	0,9986

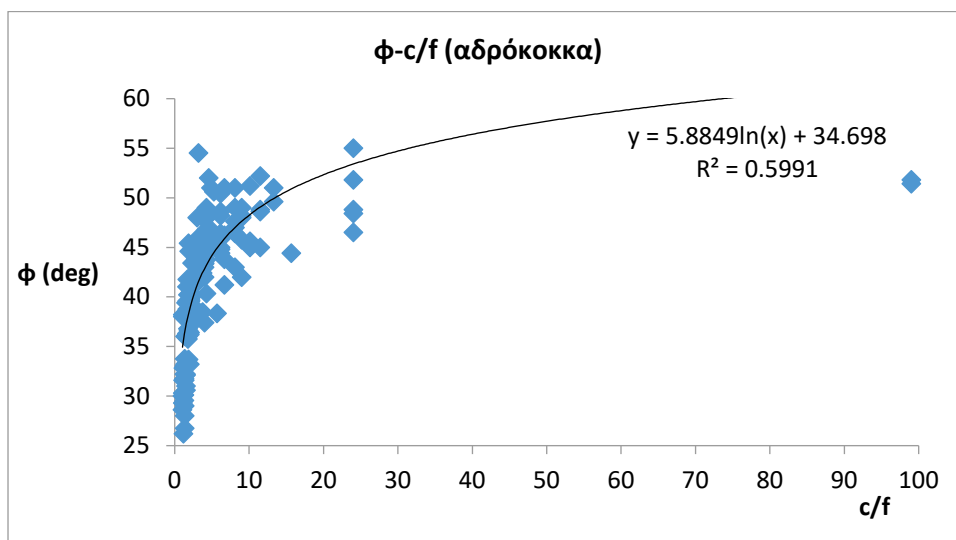
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (Σχήμα 21 - Σχήμα 26), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



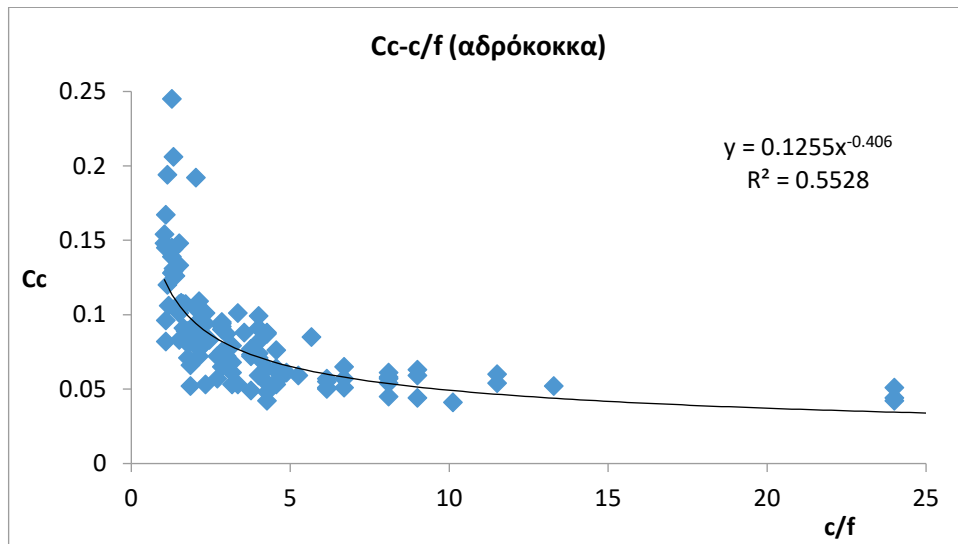
Σχήμα 21: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πλήρως διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



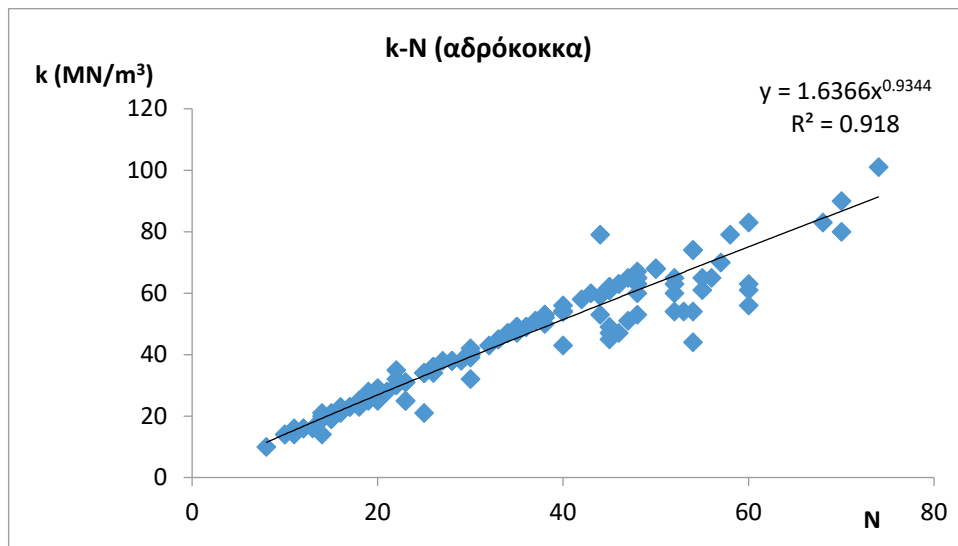
Σχήμα 22: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



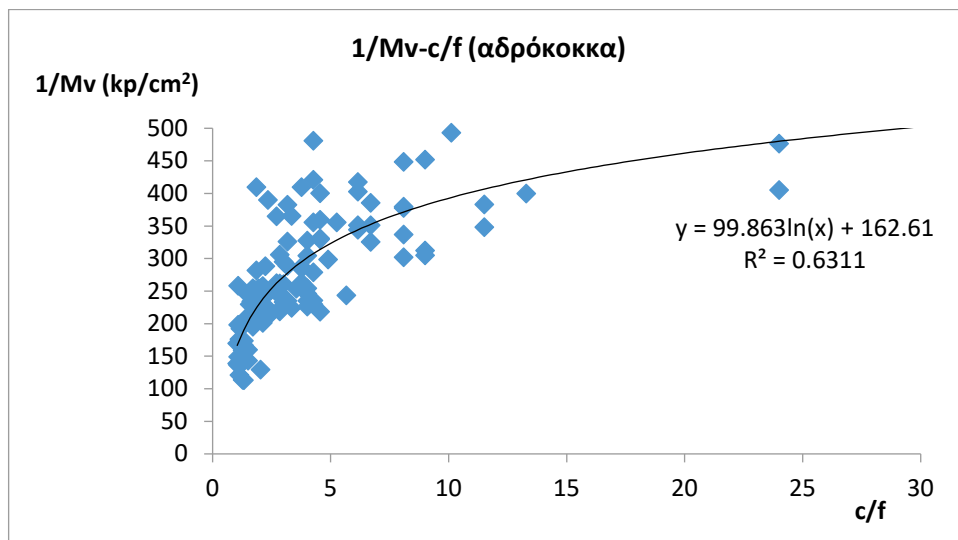
Σχήμα 23: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



Σχήμα 24: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστικότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



Σχήμα 25: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



Σχήμα 26: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστικότητας-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)

4.3.9.3 Δείγματα που αποτελούν τμήματα αποσαθρωμένου υποβάθρου

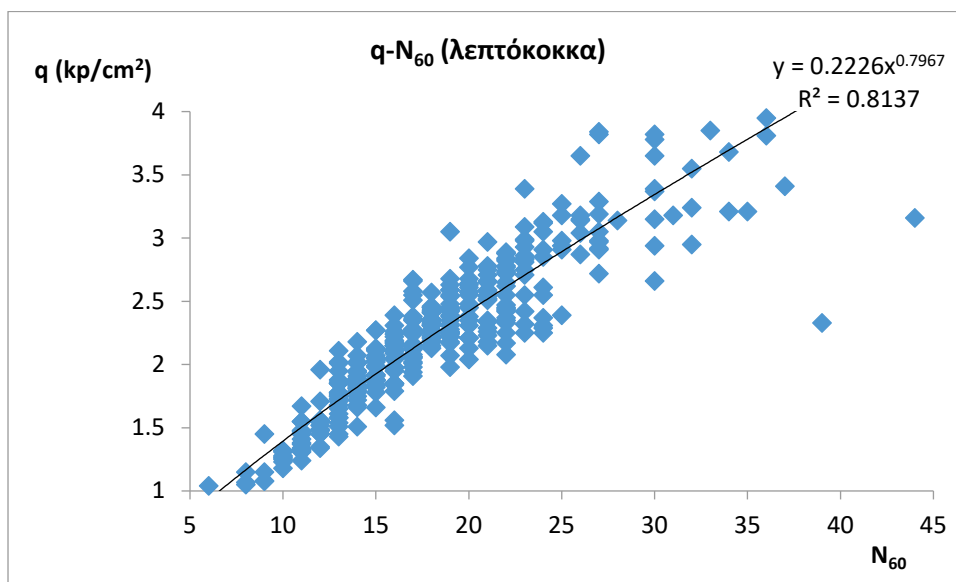
A] Λεπτόκοκκα δείγματα (Άνω του 50% του δείγματος συγκρατείται από το κόσκινο Νο 200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από τριακόσια ενενήντα έξι (396) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 20) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

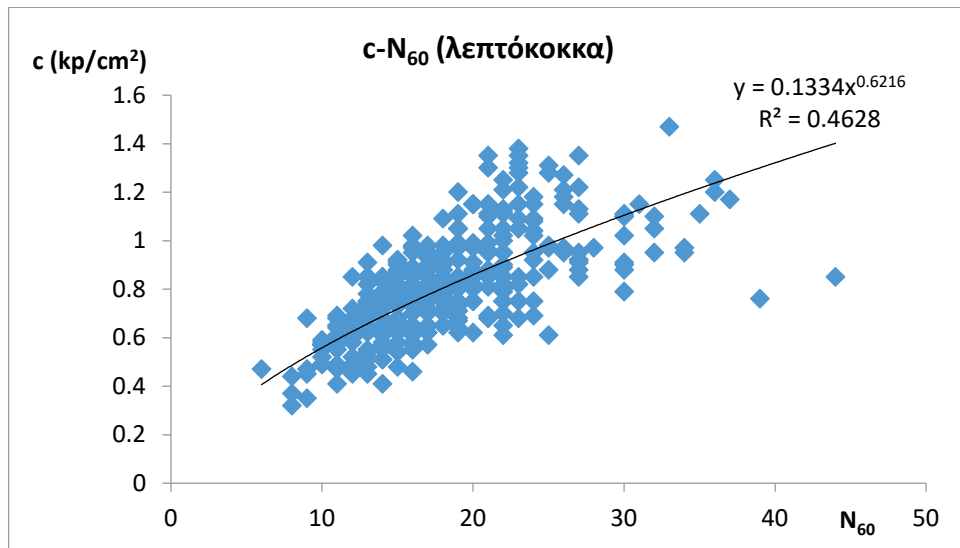
Πίνακας 20: Λεπτόκοκκα αποσαθρωμένων σχηματισμών

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	Cc	LL	$y = \alpha x^\beta$	0,4467	0,6684
2	ϕ	sand%	$y = \alpha x^\beta$	0,8892	0,8430
3	ϕ	Md	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,8062	0,8979
4	ϕ	c/f	$y = \alpha x^\beta$	0,9177	0,9580
5	q	c/f	$y = \alpha x^\beta$	0,8535	0,9239
6	c	N ₆₀ '	$y = \alpha x^\beta$	0,5091	0,7135
7	Cc	e	$y = \alpha x^2 - \beta x + \gamma$	0,5556	0,7454
8	k	N	$y = \alpha x^\beta$	0,5419	0,7361
9	1/Mv	LL	$y = \alpha x^\beta$	0,3595	0,5996

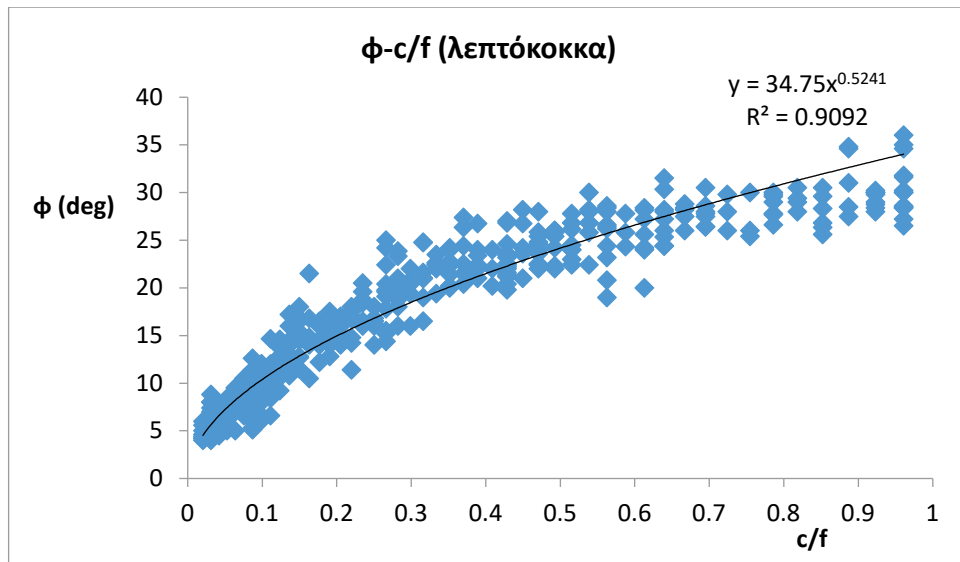
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (**Σχήμα 27** έως **Σχήμα 32**), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



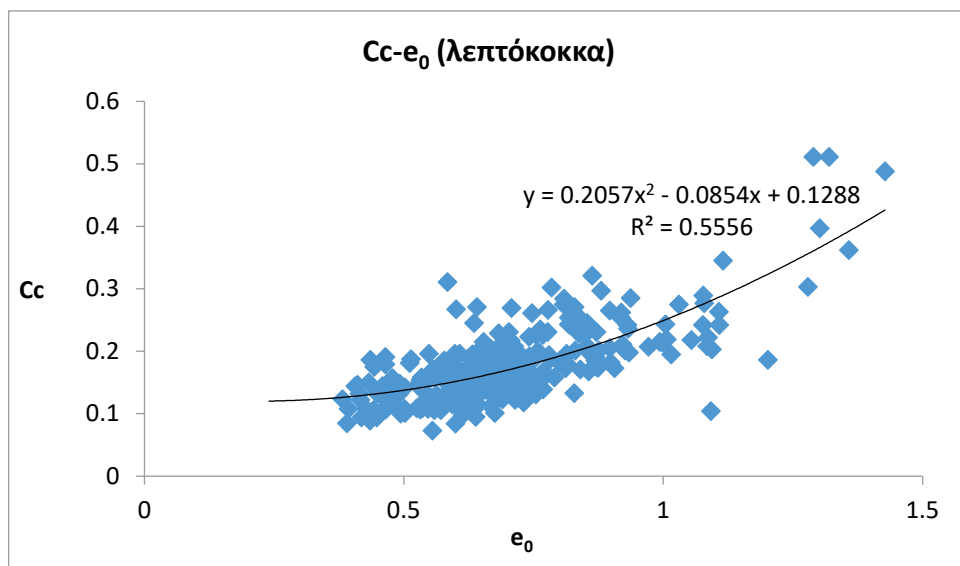
Σχήμα 27: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-πληρ. διορθωμένου αριθμού SPT (λεπτόκοκκα)



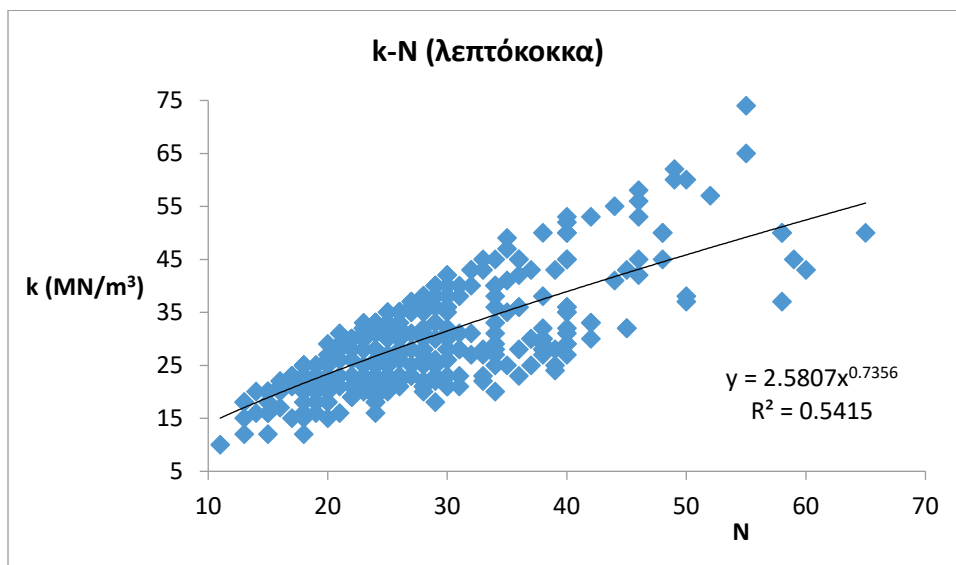
Σχήμα 28: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής -πληρ. διορθωμένου αριθμού SPT (λεπτόκοκκα)



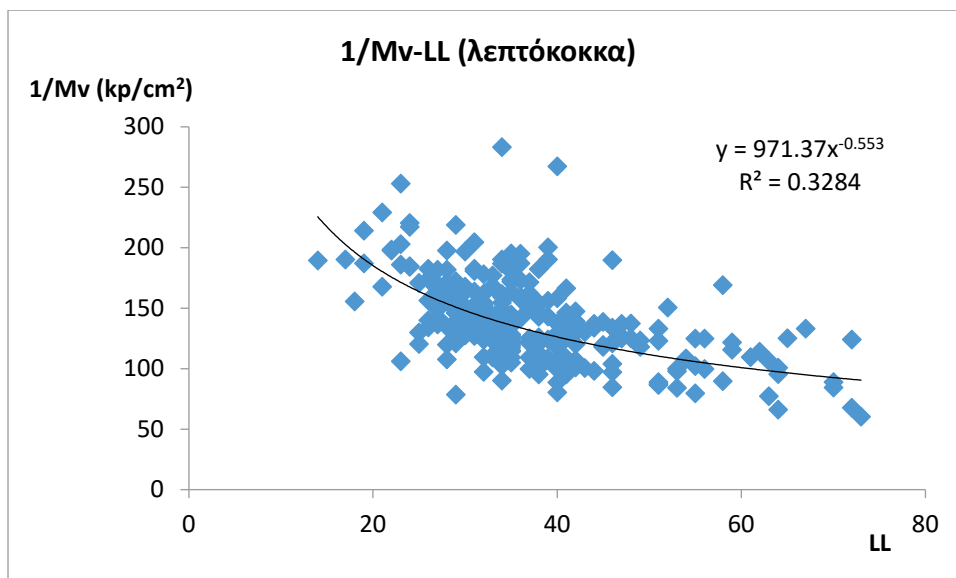
Σχήμα 29: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 30: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπιεστότητας-αρχικού λόγου κενών (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 31: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 32: Διάγραμμα συσχέτισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)

Β] Αδρόκοκκα δείγματα (Ανω του 50% συγκρατείται από το κόσκινο Νο 200)

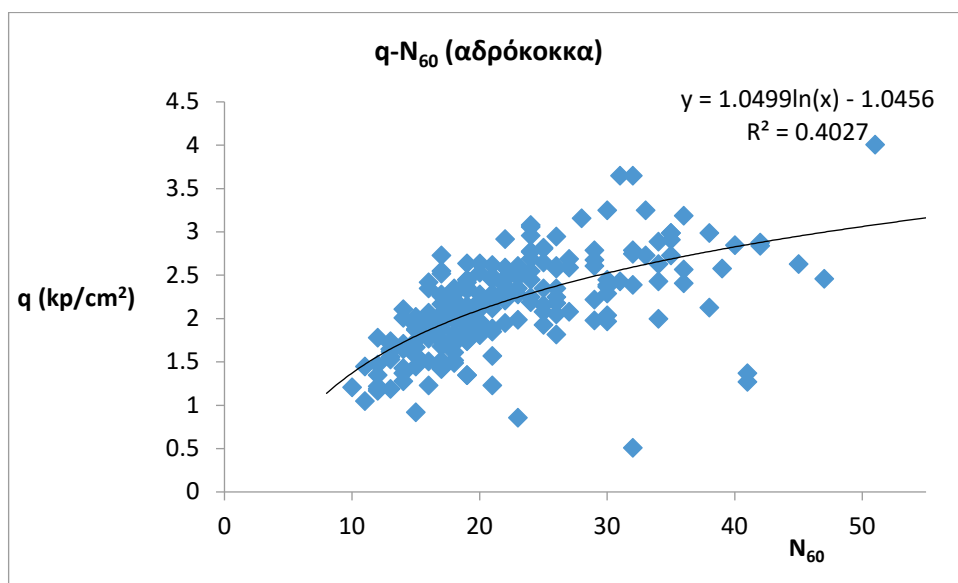
Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από τριακόσια πενήντα επτά (357) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 21) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

Πίνακας 21: Αδρόκοκκα αποσαθρωμένων σχηματισμών

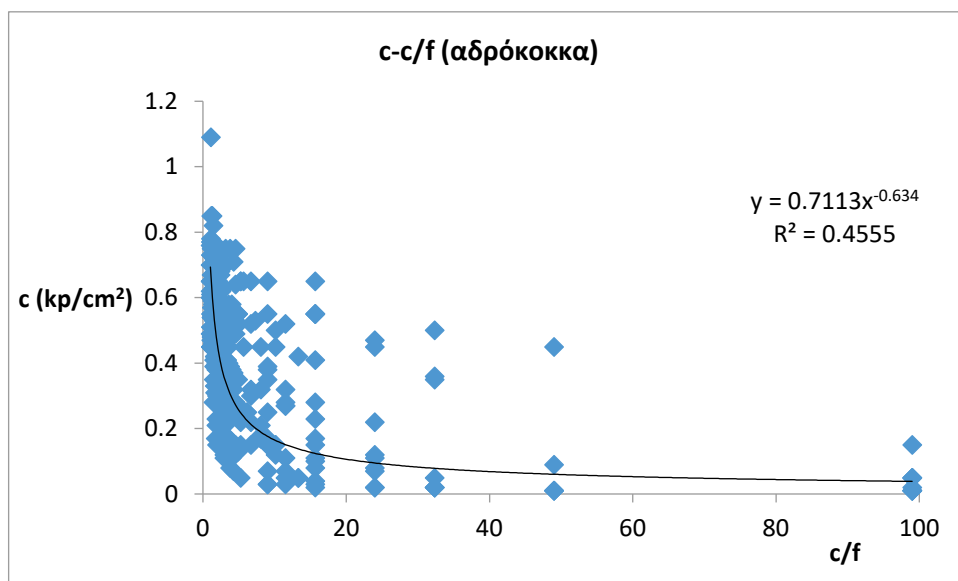
α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	Cc	LL	$y = ae^{\beta x}$	0,4188	0,6471
2	1/Mv	LL	$y = ae^{-\beta x}$	0,4340	0,6588
3	c	gravel%	$y = ae^{-\beta x}$	0,4086	0,6971
4	k	gravel%	$y = \alpha x + \beta$	0,4579	0,6766
5	ϕ	silt%	$y = ae^{-\beta x}$	0,6126	0,7827

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
6	c	Md	$y = \alpha x^{-\beta}$	0,6064	0,7787
7	φ	Md	$y = \alpha \ln x + \beta$	0,5608	0,7489
8	1/Mv	Md	$y = \alpha \ln x - \beta$	0,5608	0,7489
9	φ	c/f	$y = \alpha \ln x - \beta$	0,5542	0,74444
10	k	N' ₆₀	$y = \alpha x - \beta$	0,9917	0,8858

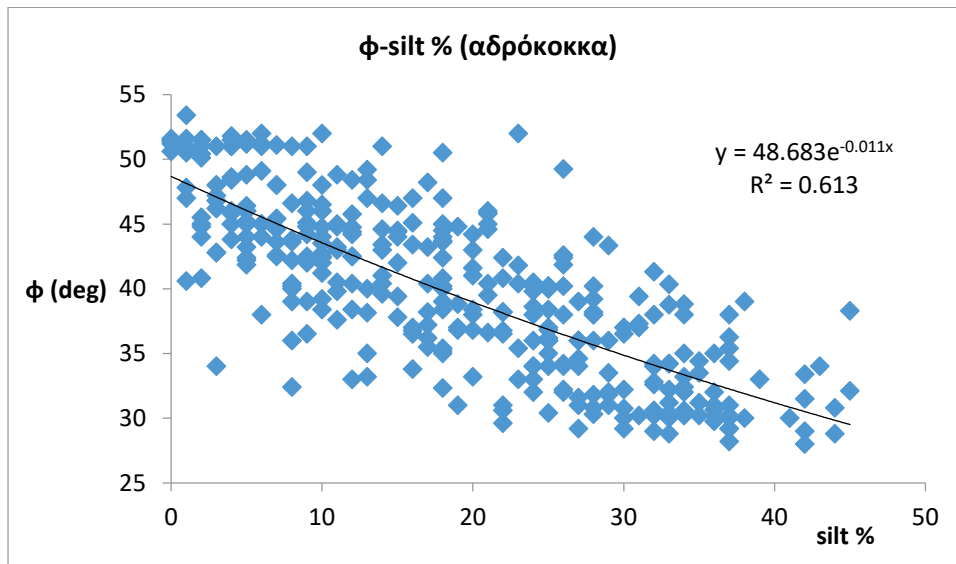
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (**Σχήμα 33** - **Σχήμα 38**), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



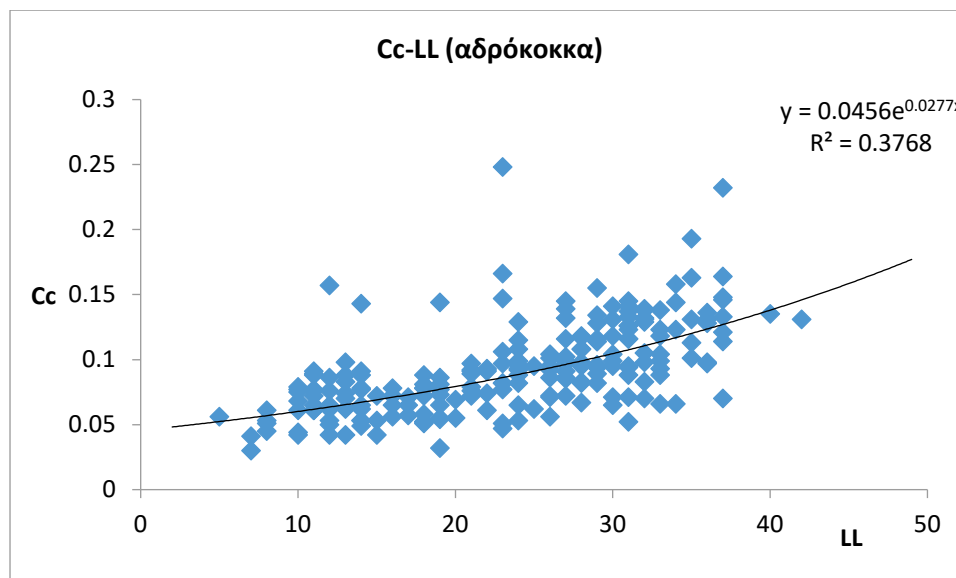
Σχήμα 33: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-πληρ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



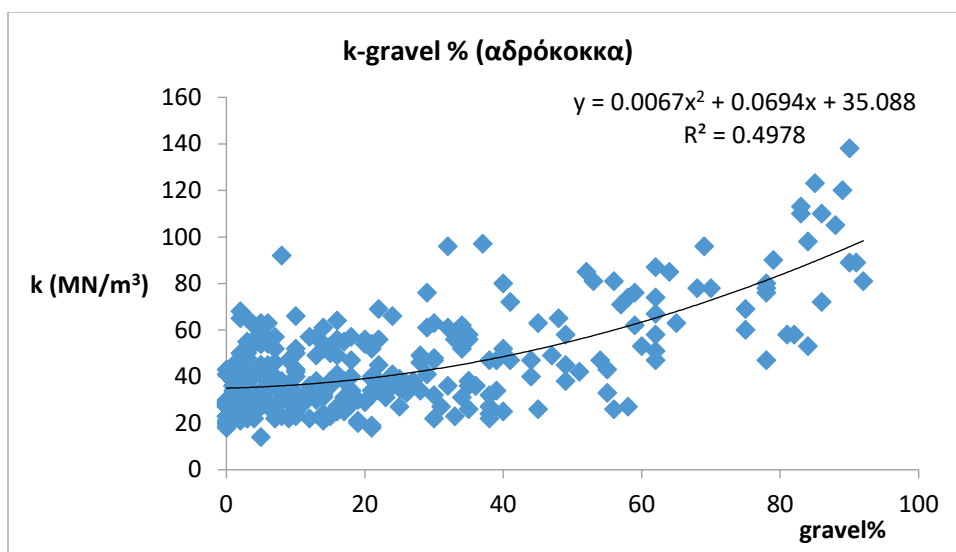
Σχήμα 34: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (αδρόκοκκα)



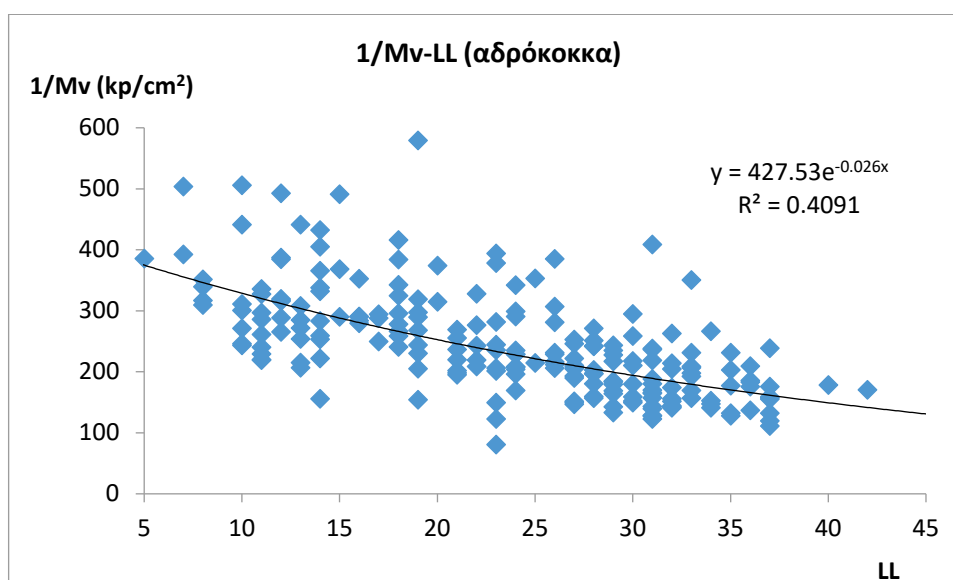
Σχήμα 35: Διάγραμμα συσχέτισμού γωνίας τριβής-ποσοστού ιλύος (αδρόκοκκα)



Σχήμα 36: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (αδρόκοκκα)



Σχήμα 37: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη εδάφους-ποσοστού χαλίκων (αδρόκοκκα)



Σχήμα 38: Διάγραμμα συσχετισμού μέτρου συμπίεστότητας-ορίου υδαρότητας (αδρόκοκκα)

4.3.9.4 Δείγματα προερχόμενα από πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου

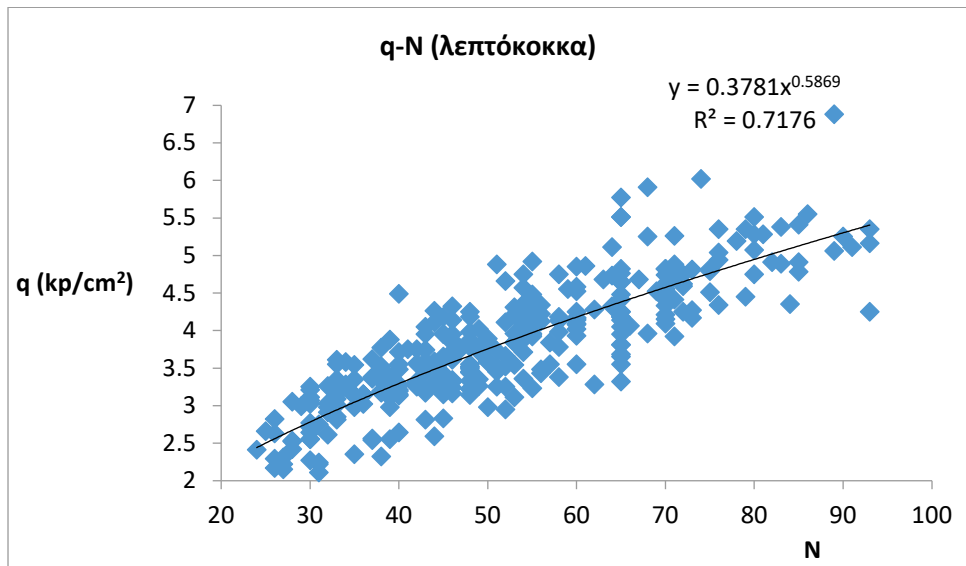
Α] Λεπτόκοκκα δείγματα (Άνω του 50% του δείγματος διέρχεται από το κόσκινο Νο 200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από τριακόσια τριάντα πέντε (335) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (**Πίνακας 22**) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

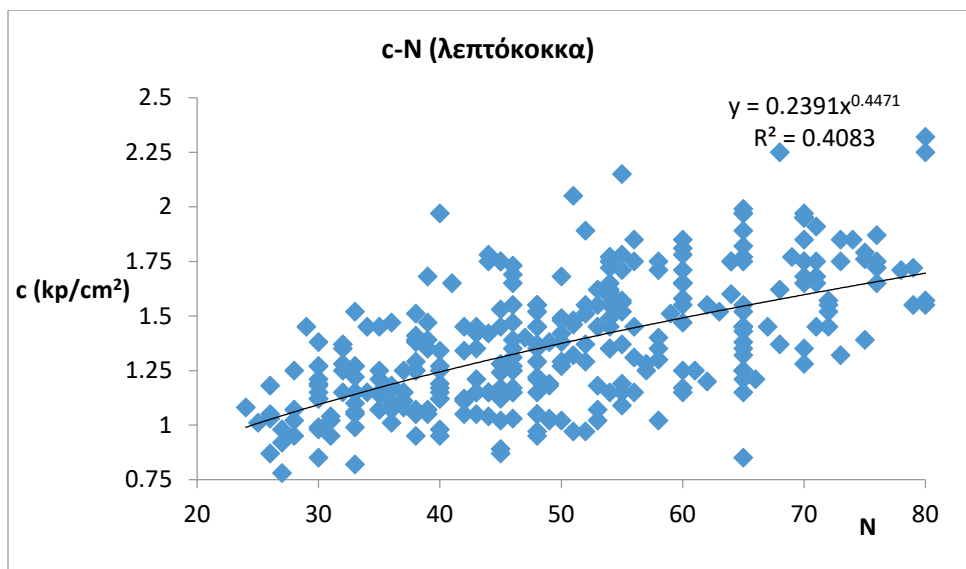
Πίνακας 22: Λεπτόκοκκα σχηματισμών υποβάθρου

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	φ	sand%	$y = \alpha x^\beta$	0,7119	0,8437
2	φ	Md	$y = \alpha \ln x - \beta$	0,6613	0,8132
3	φ	c/f	$y = \alpha x^\beta$	0,7844	0,8857
4	q	N	$y = \alpha x^\beta$	0,7244	0,8511
5	k	N	$y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$	0,7033	0,8386
6	c	N	$y = \alpha x^\beta$	0,405	0,6364
7	Cc	LL	$y = \alpha x^\beta$	0,3234	0,5687
8	1/Mv	LL	$y = \alpha x^\beta$	0,277	0,5263

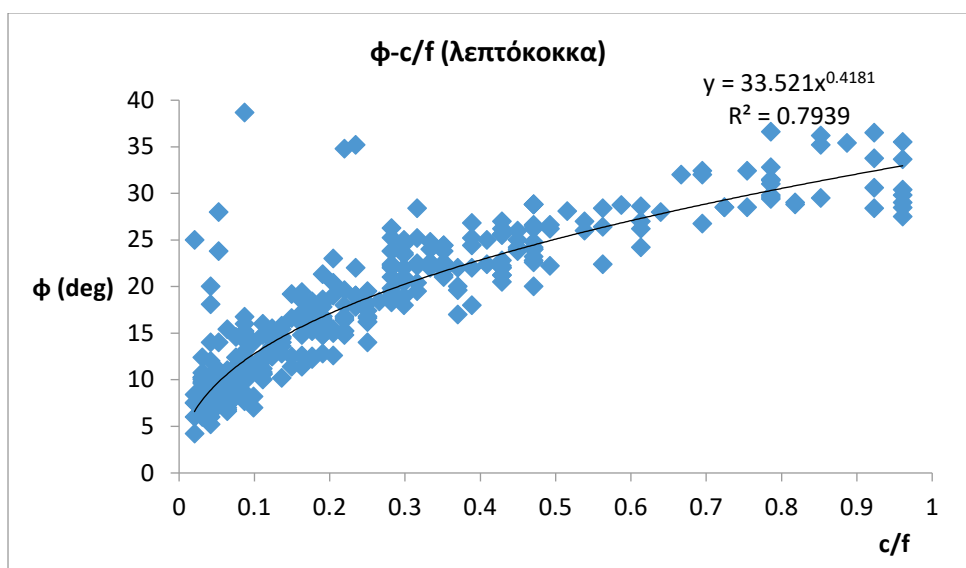
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (**Σχήμα 39** - **Σχήμα 44**), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



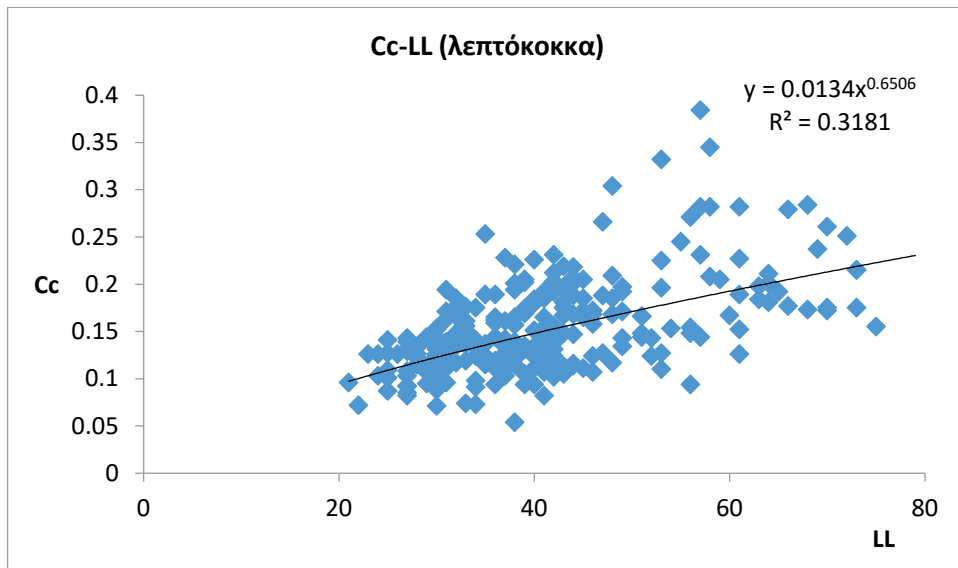
Σχήμα 39: Διάγραμμα συσχέτισμού αντοχής σε μοναξονική θλίψη-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



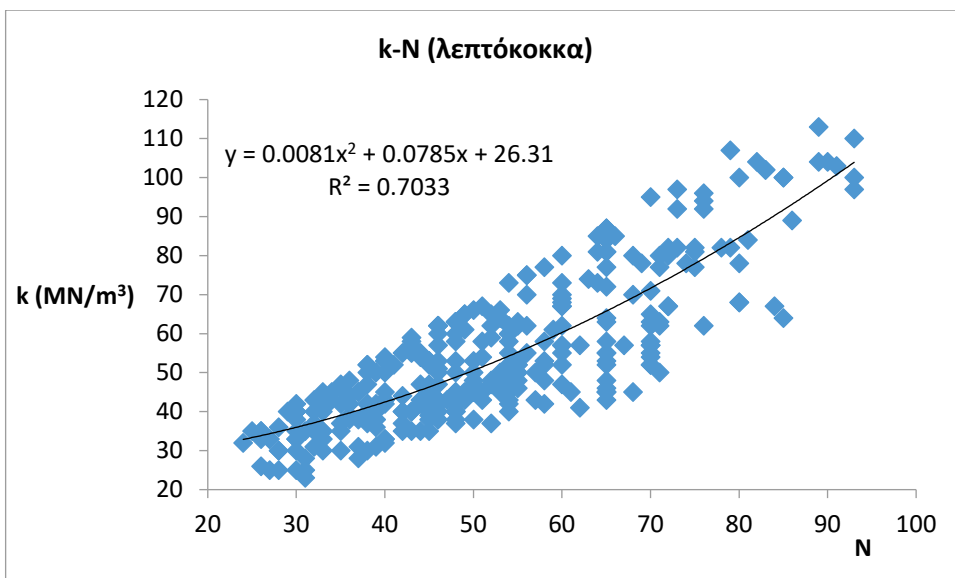
Σχήμα 40: Διάγραμμα συσχέτισμού συνοχής-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



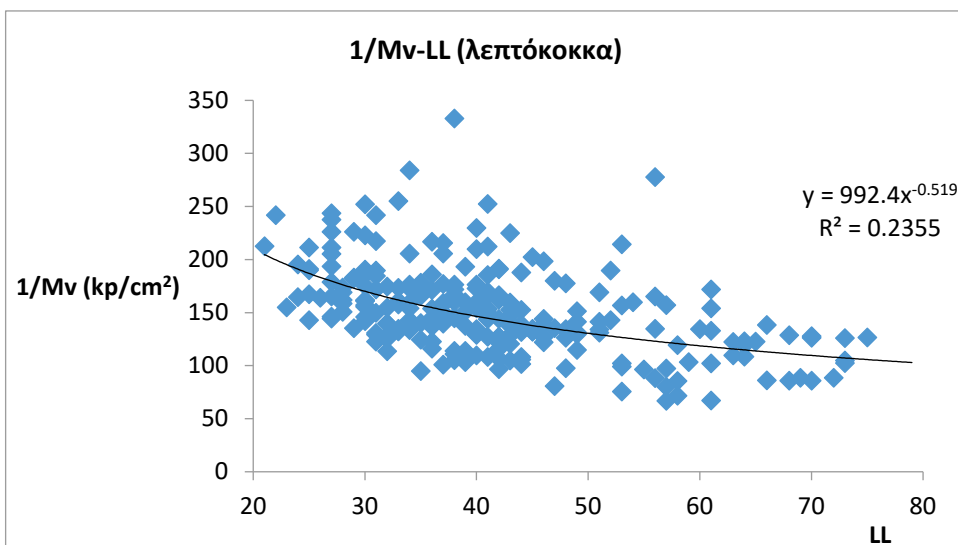
Σχήμα 41: Διάγραμμα συσχέτισμού γωνίας τριβής-λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 42: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη συμπίεστικότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 43: Διάγραμμα συσχέτισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (λεπτόκοκκα)



Σχήμα 44: Διάγραμμα συσχέτισμού μέτρου συμπίεστικότητας-ορίου υδαρότητας (λεπτόκοκκα)

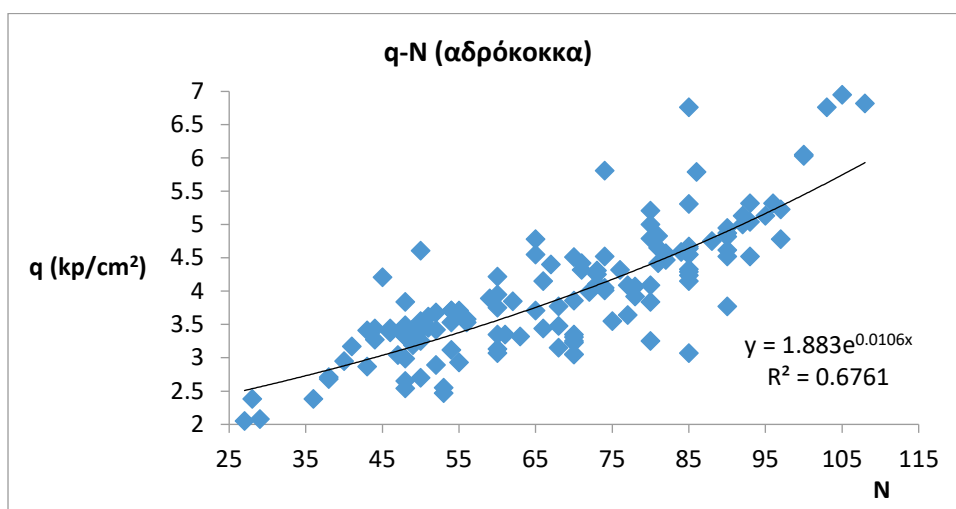
B] Δείγματα αδρόκοκκα (άνω του 50% του δείγματος συγκρατείται από το κόσκινο Νο 200)

Η πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων από εκατόν τριάντα οχτώ (138) δείγματα, δίνεται στο Παράρτημα. Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 23) με τα αποτελέσματα των καλύτερων συσχετισμών και τα σχετικά διαγράμματα, ανά κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες δειγμάτων.

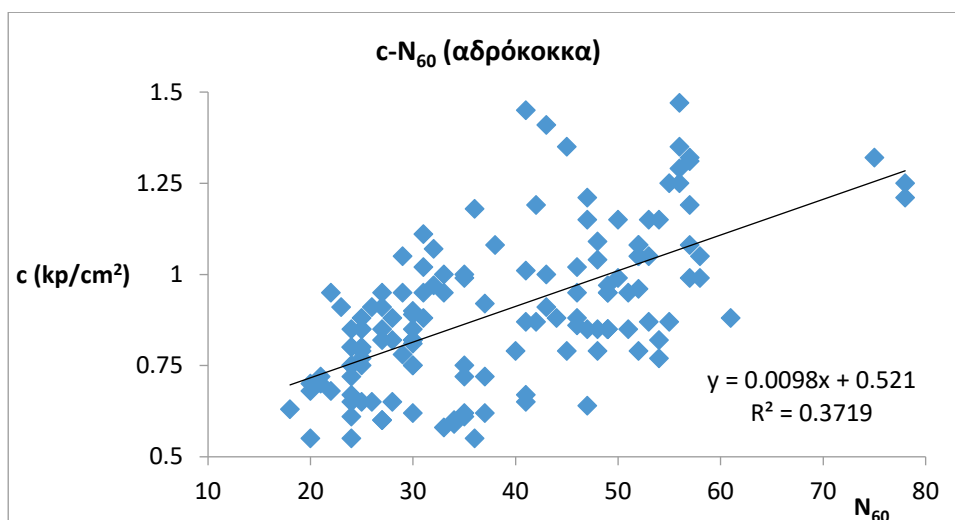
Πίνακας 23: Αδρόκοκκα σχηματισμών υποβάθρου

α/α	Εξαρτημένη μεταβλητή	Ανεξάρτητη μεταβλητή	Μορφή σχέσης	R ²	R
1	φ	Ιλύς %	$y = ae^{-\beta x}$	0,4837	0,7026
2	Cc	N	$y = ae^{-\beta x}$	0,3548	0,5957
3	k	N	$y = ae^{\beta x}$	0,6899	0,8306
4	c	N ₆₀	$y = \alpha x + \beta$	0,3719	0,6098
5	1/M _v	N	$y = \alpha x + \beta$	0,4170	0,6458
6	q	N	$y = ae^{\beta x}$	0,6714	0,8194

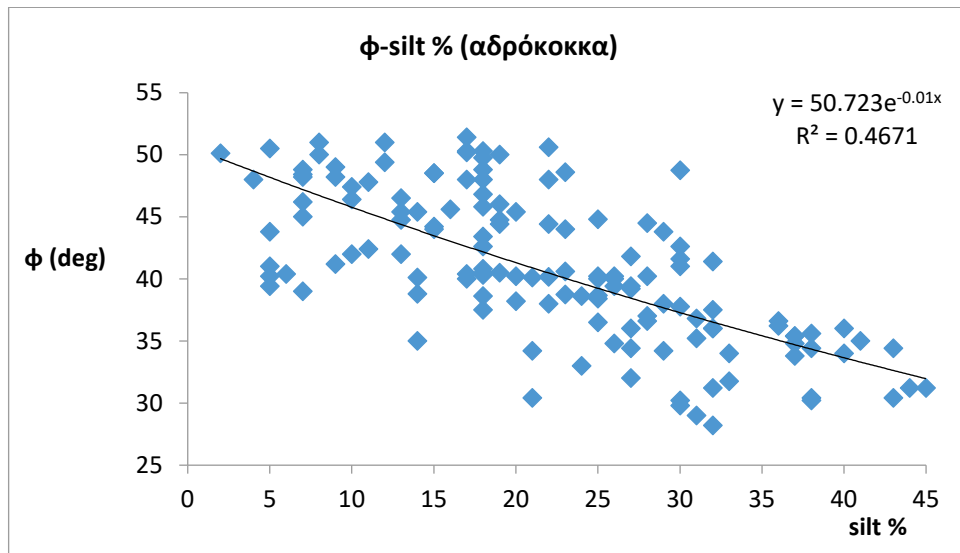
Ακολουθούν, στα παρατιθέμενα σχήματα (Σχήμα 45 - Σχήμα 50), οι παρουσιάσεις των σχετικών γραφικών παραστάσεων των παραπάνω συσχετισμών.



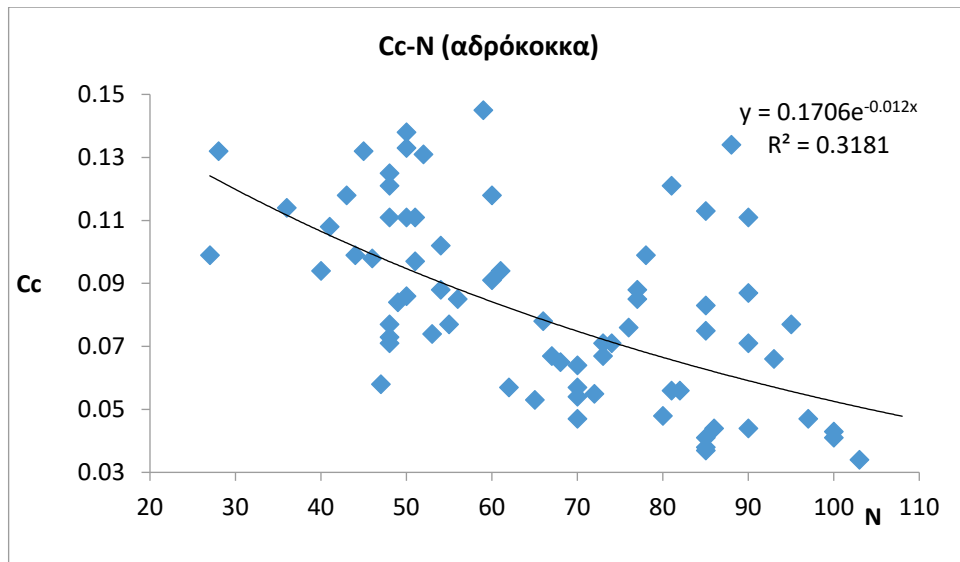
Σχήμα 45: Διάγραμμα συσχετισμού αντοχής σε μον. θλίψη-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



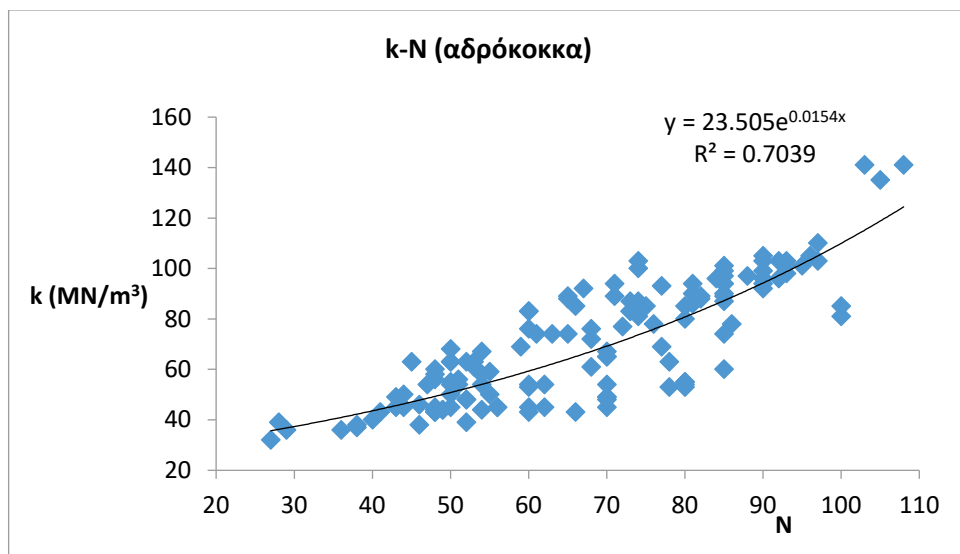
Σχήμα 46: Διάγραμμα συσχετισμού συνοχής-πληρ. διορθωμένου αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



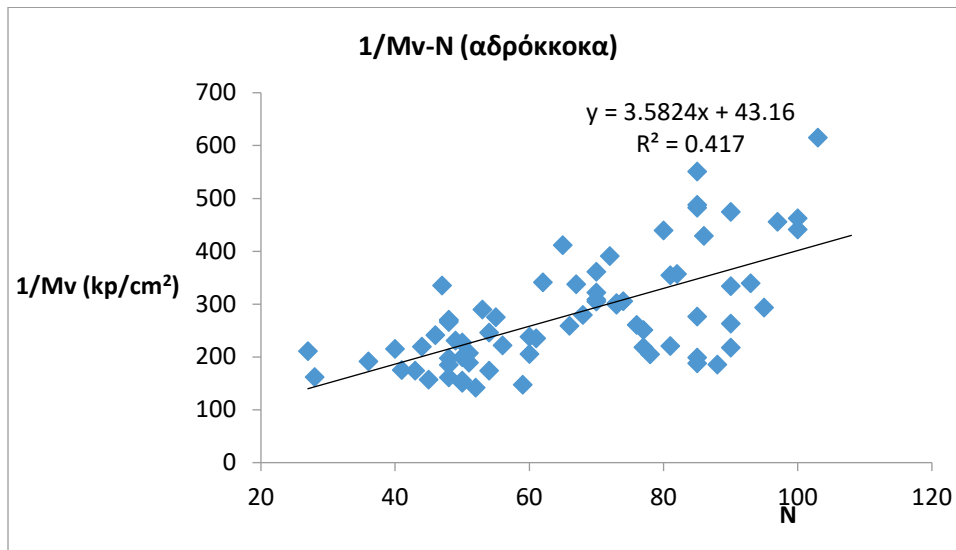
Σχήμα 47: Διάγραμμα συσχετισμού γωνίας τριβής-ποσοστού ιλύος (αδρόκοκκα)



Σχήμα 48: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη συμπίεστότητας-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



Σχήμα 49: Διάγραμμα συσχετισμού δείκτη εδάφους-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)



Σχήμα 50: Διάγραμμα συσχέτισης μέτρου συμπίεστος-αριθμού κρούσεων SPT (αδρόκοκκα)

Ανάλυση παραγόντων οι οποίοι επιδρούν στην εμφάνιση ακραίων τιμών παραμέτρων και κριτήρια πιθανού αποκλεισμού τους

Στα επόμενα αναλύονται οι πιθανοί λόγοι, για τους οποίους μετρηθείσες τιμές παραμέτρων εμφανίζουν μεγάλη απόκλιση από τον μέσο όρο της κατηγορίας και συνεπώς είναι δυνατόν να αποκλεισθούν από περαιτέρω συσχετισμούς.

Οι διαπιστώσεις που γίνονται είναι αξιοποιήσιμες, κυρίως στην παραγωγή πολυπαραμετρικών συναρτήσεων συσχετισμού, οι οποίες παρατίθενται σε επόμενες παραγράφους.

4.3.10 Εξαγωγή τιμών μέσου όρου και τυπικής απόκλισης των παραμέτρων

Σε όλες τις παραμέτρους που καταχωρήθηκαν στη βάση δεδομένων και μεταξύ των οποίων έγινε συσχετισμός, εξήχθησαν τιμές μέσου όρου (Μ.Ο.) και τυπικής απόκλισης (Τ.Α.)

Από τις υπολογισθείσες μέσες τιμές και τιμές τυπικής απόκλισης, κατέστη προφανές ότι, αν και για τις περισσότερες παραμέτρους, εμφανίζεται ικανοποιητική τιμή τυπικής απόκλισης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο αξιοπιστίας των μετρήσεων, εντούτοις εμφανίζονται περιπτώσεις παραμέτρων, για τις οποίες η τυπική απόκλιση εμφανίζεται να έχει υψηλή ή και απαράδεκτη τιμή.

Ο λόγος για τον οποίο μια εργαστηριακά προσδιοριζόμενη παράμετρος, οι διάφορες τιμές της οποίας, υπακούουν στο πρότυπο της κανονικής κατανομής, μπορεί να εμφανίζει απαράδεκτη τιμή τυπικής απόκλισης, αποδίδεται είτε σε συσσωρευόμενα τυχαία και συστηματικά σφάλματα κατά τη διαδικασία εξαγωγής της τιμής, είτε στη φύση των δειγμάτων με αποτέλεσμα να μην υποδεικνύει κάποιο είδος σφάλματος, που έλαβε χώρα, κατά την μέτρηση και εξαγωγή τιμών.

Οι περιπτώσεις των παραμέτρων που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν και τις δύο ανωτέρω περιπτώσεις, όπως αναλύεται στα επόμενα.

α) Υδατικές αποθέσεις

α.1) Κοκκομετρικές παράμετροι

Στις τιμές των κοκκομετρικών διαβαθμίσεων των δειγμάτων εμφανίζεται μια τάση αύξησης της τυπικής απόκλισης των τιμών του ποσοστού διερχομένων, από τα μικρότερης διαμέτρου κόσκινα (No #40, #200) και του κλάσματος, με μέγεθος κόκκων μικρότερης των 0,075mm. Πιο έντονο, το πρόβλημα εντοπίζεται στα αδρόκοκκα δείγματα στις κατηγορίες #40 και #200 και στα λεπτόκοκκα για το κοκκομετρικό κλάσμα <5μm. Όσον αφορά το κλάσμα #40 και #200 και λαμβανομένου υπ' όψιν του μεγάλου αριθμού των δειγμάτων, το σφάλμα μπορεί να αποδοθεί στο μικρό, γενικά, ποσοστό βάρους λεπτόκοκκου υλικού που συμμετέχει στη σύσταση αυτών των, αδρόκοκκων κατά USCS δειγμάτων. Ουσιαστικά το σφάλμα δημιουργείται στις κατηγορίες SM, GW, SP, όπου η

παρουσία επαρκούς λεπτόκοκκου υλικού, μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτική, του συνόλου του υλικού.

Τέλος, κατά πάγια τακτική, οι τιμές της δοκιμής, που δίδονται, προκύπτουν από την κοκκομετρική καμπύλη και το τμήμα της το οποίο αφορά το αραιόμετρο, αποτελείται από μικρές τιμές, οι οποίες, πιθανόν, υπόκεινται σε μεγαλύτερη απόκλιση, σε σχέση με την πραγματική τιμή, λόγω της διαδικασίας εξομάλυνσης της καμπύλης.

α.2) Φυσικές παράμετροι

Στην κατηγορία αυτή, απαράδεκτες τιμές τυπικής απόκλισης, εμφανίζουν η φυσική υγρασία (W%) και ο δείκτης πλαστικότητας (PI) κυρίως στα αδρόκοκκα δείγματα.

Όσον αφορά την φυσική υγρασία, η απόκλιση, από το επιθυμητό μέγεθος, μπορεί να αποδοθεί στον τρόπο με τον οποίο έχει προκύψει η τιμή της φυσικής υγρασίας, η οποία παρατίθεται στη βάση δεδομένων και η οποία αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο των τιμών φυσικής υγρασίας που προέκυψαν, κατά την προετοιμασία των δειγμάτων για υγρή κοκκομετρική ανάλυση, τον υπολογισμό του ξηρού φαινομένου βάρους, δοκιμές αντοχής σε διάτμηση, μοναξονική, ή τριαξονική θλίψη και δοκιμή στερεοποίησης. Στις τρεις τελευταίες περιπτώσεις δοκιμών αντοχής, το υλικό, για τον προσδιορισμό της τιμής φυσικής υγρασίας, προέρχεται από υλικό που προκύπτει από τη διαμόρφωση των δοκιμών. Βάσει της σειράς εκτέλεσης των δοκιμών, το υλικό αυτό, έχει παραμείνει, για αποθήκευση, μεγαλύτερο διάστημα από αυτό που χρησιμοποιείται, αποκλειστικά, για δοκιμές κοκκομετρίας. Επομένως, αναμένεται μια απόκλιση, από τη τιμή η οποία προκύπτει από το υλικό που χρησιμοποιείται για κοκκομετρική ανάλυση και το οποίο είναι συνήθως ποσοτικά περισσότερο (κατ' ελάχιστον 0,300kg και συνήθως, 0,500-1,000 kg) και επομένως αντιπροσωπευτικότερο.

Όσον αφορά τιμές των ορίων Atterberg, μη αποδεκτή τιμή εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση του δείκτη πλαστικότητας (PI). Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και η υποκειμενικότητα της δοκιμής. Είναι γνωστή η δοκιμή αξιοπιστίας που πραγματοποίησε ο Casagrande (1936), σύμφωνα με την οποία, τιμές των ορίων Atterberg, για το ίδιο υλικό, παρουσίασαν απόκλιση, έως και 50%, εκτελούμενες από διαφορετικούς ανθρώπους. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη και ότι, προκειμένου να καταστεί δυνατή η ισότιμη αξιολόγηση των δειγμάτων και η αυτόματη ταξινόμηση κατά USCS, έχουν εκτελεσθεί δοκιμές ορίων Atterberg σε αριθμό δειγμάτων χαμηλής και πολύ χαμηλής πλαστικότητας τα οποία, χαρακτηρίζονται ως μη πλαστικά γεγονός το οποίο δικαιολογεί την πολύ μικρή διαφορά μεταξύ των τιμών, που προσδιορίστηκαν και καταχωρήθηκαν, για τα όρια LL και PL.

α.3) Παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς

1. Τιμές δοκιμών SPT

Οι τιμές των δοκιμών SPT καταγεγραμμένες (N) και διορθωμένες (N'_{60}), παρουσιάζουν τυπική απόκλιση η οποία είναι, απαράδεκτα υψηλή, όσον αφορά τα αδρόκοκκα δείγματα (λιγότερο του 50% διερχόμενου από το #200).

Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος εκτέλεσης της δοκιμής, οδηγεί σε ανομοιογένεια και έλλειψη αντιπροσωπευτικότητας των τιμών, το γεγονός ότι η τιμή της τυπικής απόκλισης για τα λεπτόκοκκα δείγματα δεν είναι απαράδεκτα μεγάλη (αποκλίνει μόνο κατά 9%), τείνει να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η ανομοιογένεια των τιμών στα αδρόκοκκα δείγματα, είναι απόρροια του σφάλματος, το οποίο εισάγουν στη δοκιμή, οι κόκκοι μεγάλης διαμέτρου, που προσεγγίζει ή υπερβαίνει τη διάμετρο του δειγματολήπτη.

Όσον αφορά τις πλήρως διορθωμένες τιμές SPT (N'_{60}), η διόρθωση των οποίων αποτιμά την ενέργεια της σφύρας της διάταξης, το μήκος της στήλης του δειγματολήπτη και το ύψος της υπερκείμενης υδροστατικής στήλης, παρατηρείται ότι εμφανίζεται μια βελτίωση της τυπικής απόκλισης για τα λεπτόκοκκα δείγματα, η οποία βρίσκεται σαφώς εντός των αποδεκτών ορίων, ενώ διατηρείται σχεδόν αναλλοίωτη η σχέση μεταξύ μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης η οποία εμφανίστηκε, για τις καταγεγραμμένες τιμές (N), στα αδρόκοκκα δείγματα. Το γεγονός αυτό συνηγορεί υπέρ της άποψης, ότι η κύρια πηγή σφάλματος στη

δοκιμή είναι το μέγεθος κόκκων που περιέχονται, διάσπαρτοι, σε αδρόκοκκα εδάφη, που μπορεί να είναι, σε πολλές περιπτώσεις ίσο ή μεγαλύτερο, από τη διάμετρο του δειγματολήπτη.

2 Τιμές εργαστηριακά μετρούμενων μηχανικών ιδιοτήτων

Εξαιρουμένης της δοκιμής ανεμπόδιαστη θλίψης, για τα αποτελέσματα της οποίας ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τα όρια τιμών της τυπικής απόκλισης, οι τιμές της τυπικής απόκλισης είναι οριακές, για τις παραμέτρους οι οποίες προσδιορίζονται από τις δοκιμές διάτμησης

Όσον αφορά τη δοκιμή διάτμησης, τα λεπτόκοκκα δείγματα παρουσιάζουν εντελώς αποδεκτή τιμή απόκλισης για τη συνοχή, αλλά οριακή για τη γωνία εσωτερικής τριβής, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει με τα αδρόκοκκα δείγματα.

Το πρόβλημα αποδίδεται σε τρεις παράγοντες. Ο πρώτος είναι το μικρό μέγεθος του δοκιμίου το οποίο χρησιμοποιείται για τη δοκιμή της απλής διάτμησης, (μέγεθος υποδοχέα 63,5x25,4 mm), το οποίο σε πολλές περιπτώσεις ενδεχομένως να μην είναι αντιπροσωπευτικό της μέσης κοκκομετρίας, του μείζονος δείγματος, από το οποίο λαμβάνονται δοκίμια για δοκιμές κατάταξης και μηχανικών ιδιοτήτων. Ο δεύτερος είναι οι προδιαγραφές της δοκιμής διάτμησης, για τα αδρόκοκκα εδάφη (συνήθως, ασύνδετα), οι οποίες ορίζουν ότι, για τη δοκιμή, χρησιμοποιείται κλάσμα του δείγματος διερχόμενο από το κόσκινο #4. Η απόληψη δείγματος διερχόμενου από το #4,, από δοκιμή σε δοκιμή, είναι δυσχερής, για δείγματα εδαφών της κατηγορίας SC, τα οποία έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον και τα οποία συνιστούν μεγάλο ποσοστό των αδρόκοκκων δειγμάτων που υποβλήθηκαν σε δοκιμή.

Επομένως, και εδώ υπεισέρχεται, ως τρίτος παράγοντας, η συμβατική ταξινόμηση σε αδρόκοκκα και λεπτόκοκκα, στη δοκιμή διάτμησης. Τα μεν λεπτόκοκκα δείγματα, με σχετικώς υψηλό (άνω του 10-15%), ποσοστό χαλίκων είναι δύσκολο να είναι αντιπροσωπευτικά ως προς την εκτιμώμενη τιμή της γωνίας τριβής, διότι δεν είναι ευχερές το κοσκίνισμα δείγματος δια του #4, και οι μεγάλοι κόκκοι (μεγαλύτεροι ή ίσοι σε διάμετρο από ½ inch ή 12,7mm) αφαιρούνται, μετά από οπτική αναγνώριση, με το χέρι και αντικαθίστανται με άλλο υλικό. Τα δε αδρόκοκκα, παρουσιάζουν πρόβλημα αντιπροσωπευτικότητας στη συνοχή όταν ανήκουν στην κατηγορία SC και έχουν μεγάλη φυσική υγρασία (αναμενόμενο σε υδατικές αποθέσεις), δεδομένου ότι δείγματα με χαμηλό ποσοστό αργίλου (κάτω του 10-15%) είναι ευκολότερο να κοσκινισθούν, εν ξηρώ, με το κόσκινο#4.

Ένας άλλος, πρόσθετος παράγοντας, είναι αυτός της γενικότερης κατανομής των κόκκων, συγκεκριμένου κοκκομετρικού εύρους,. Στρώσεις ή θύλακες ομογενούς κοκκομετρικού υλικού, το οποίο όμως διαφέρει από τον συνολικό ταξινομικό χαρακτηρισμό του δείγματος, ως λεπτοκόκκου ή αδρόκοκκου. Πιο συγκεκριμένα παρουσία θύλακος άμμου, της περιοχής μεταξύ #40 και #200, εντός δοκιμίου, προερχόμενου από δείγμα κατηγορίας CL, προκαλεί την παραγωγή μη αντιπροσωπευτικών, για την κατηγορία, τιμών c και ϕ .

Όσον αφορά τη δοκιμή στερεοποίησης, οι αποκλίσεις συντελεστή στερεοποίησης (C_v) και του δείκτη στερεοποίησης (C_c), από το αναμενόμενο, που εμφανίζονται στις τιμές της τυπικής απόκλισης, των λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων δειγμάτων, αποδίδονται επίσης στη μη επαρκή αντιπροσωπευτικότητα του δοκιμίου, ως προς την κοκκομετρική σύσταση. Όσον αφορά την ακραία απόκλιση η οποία παρουσιάζεται στις τιμές του συντελεστή συμπίεστότητας (C_v), αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η τιμή η οποία δίνεται για τον συντελεστή, είναι μια μεμονωμένη, ενδεικτική τιμή, η οποία αφορά συγκεκριμένη βαθμίδα κατακόρυφης φόρτισης, αυτή των 2,0kpc/m² (200kN/m²), που είναι αντιπροσωπευτική της τάξης μεγέθους των φορτίων σχεδιασμού.

Η παρατήρηση των διακυμάνσεων των τιμών C_v για τις διάφορες βαθμίδες φόρτισης, του ίδιου δοκιμίου, δείχνει μια ανομοιογενή διακύμανση των τιμών αυτών, η οποία δεν μπορεί να αποδοθεί, μονομερώς, σε κάποια από τις παραμέτρους, και πιθανότατα συναρτάται με ορυκτολογικές και φυσικοχημικές διεργασίες, εντός του δείγματος, οι οποίες εξελίσσονται κατά τη χρονική ανάπτυξη της δοκιμής.

Η εξέταση των τιμών του συντελεστή συμπιεστότητας επιβεβαιώνει, ότι για τα λεπτόκοκκα εδάφη η τάξη μεγέθους του συντελεστή είναι 10^{-4} cm/s ενώ για τα αδρόκοκκα δείγματα είναι, της τάξης του 10^{-3} cm/s.

Όσον αφορά το μέτρο συμπιεστότητας, το οποίο προσδιορίζεται, εμμέσως, από τη δοκιμή στερεοποίησης, πρέπει να παρατηρηθεί ότι δίδονται δύο τιμές, οι οποίες, σε πολλές περιπτώσεις, διαφέρουν σημαντικά. Αυτό συμβαίνει διότι, η κλίση της καμπύλης φορτίου/λόγου κενών (a_v), που υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέτρου συμπιεστότητας, μπορεί να προσδιορισθεί, κατά τις προδιαγραφές της δοκιμής, είτε γραφικά, με βάση την εφαπτομένη, στο σημείο μεγίστης καμπής, του διαγράμματος μεταβολής λόγου κενών/βαθμίδος φόρτισης, είτε υπολογιστικά, οπότε υπεισέρχεται η τιμή του C_c στον υπολογισμό. Δεδομένου ότι έχει εξαχθεί και παρατίθεται η τιμή του C_c για όλες τις δοκιμές στερεοποίησης, προτιμήθηκε ο συσχετισμός της υπολογιστικά εξαγομένης τιμής του μέτρου συμπιεστότητας, η οποία δίνεται, για την βαθμίδα αξονικής φόρτισης, για την οποία εκτιμήθηκε η τιμή του C_c (δηλαδή, μεταξύ 4kp/cm^2 και 8kp/cm^2 , (400-800kPa).

Υπό αυτή την προϋπόθεση, οι τιμές μέτρου συμπιεστότητας δίδουν απολύτως ικανοποιητικές τιμές τυπικής απόκλισης, και για τα λεπτόκοκκα και για τα αδρόκοκκα δείγματα.

β) Χερσαίες αποθέσεις

Παρατηρείται, γενικά, ότι ο αριθμός των δειγμάτων αυτής της κατηγορίας, είναι ο μικρότερος από οιαδήποτε άλλη ταξινομική ομάδα δειγμάτων και αφορά λίγο περισσότερα από 100 λεπτόκοκκα και 100 αδρόκοκκα δείγματα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί καθεστώς λιγότερο ευνοϊκών συνθηκών, για την εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων, απ' ότι συμβαίνει με τα υπόλοιπα δείγματα.

β.1) Ταξινομικές παράμετροι

Όσον αφορά τις μη αποδεκτές τιμές απόκλισης των κοκκομετρικών κλασμάτων στα δείγματα χερσαίων αποθέσεων, εμφανίζονται εντελώς ανάλογα φαινόμενα με αυτά των υδατικών αποθέσεων, και μπορούν να αποδοθούν στους ίδιους, ακριβώς, λόγους.

Επί πλέον, μπορεί να αποδοθεί μέρος της εμφανιζόμενης απόκλισης, στη φύση των εδαφών αυτής της κατηγορίας, τα οποία πιθανότατα έχουν υποστεί, εκλεκτική ανθρώπινη παρέμβαση και μπορούν να περιλαμβάνουν εδάφη τα οποία έχουν αναπτύξει την κοκκομετρική τους σύσταση από φυσικά αίτια, μαζί με εδάφη τα οποία είναι τεχνητά και επιλεγμένης κοκκομετρικής σύστασης. Αυτή η επιλεκτική σύσταση γίνεται εμφανής σε τεχνητά επιχώματα και καλλιεργούμενες γαίες, και συστηματικά, οδηγεί στην απουσία ιλυώδους και αργιλικού υλικού, εξ ου και η αυξημένη τυπική απόκλιση σε αυτές τις κατηγορίες κοκκομετρικής διαβάθμισης.

Αντίστοιχα ερμηνεύονται και οι κακές τιμές της τυπικής απόκλισης, στην περίπτωση των ορίων Atterberg.

β.2) Φυσικές παράμετροι

Οι φυσικές παράμετροι, γενικά, εμφανίζουν απολύτως αποδεκτές τιμές. Ενδεικτικό της επέμβασης, για ομογενοποίηση των ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού, που εμφανίζουν τα δείγματα αυτής της κατηγορίας, είναι οι πολύ καλές τιμές της τυπικής απόκλισης του λόγου κενών για τα λεπτόκοκκα και τα αδρόκοκκα δείγματα.

β.3) Παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς

1. Δοκιμές πεδίου

Η τιμή της τυπικής απόκλισης για το εύρος τιμών της δοκιμής SPT (N) για τα λεπτόκοκκα δείγματα, ταυτίζεται με αυτή που υπολογίστηκε για τα υδατικής απόθεσης ιζήματα. Αυτό συμβαίνει λόγω της φύσης και φυσιογραφικής τοποθέτησης των λεπτόκοκκων που αποτελούνται από κώνους κορημάτων, θίνες και καλλιεργούμενες γαίες. Αντίθετα, τα αδρόκοκκα δείγματα εμφανίζουν περισσότερο αποδεκτή τιμή τυπικής απόκλισης, πιθανότατα, λόγω του γεγονότος ότι περιλαμβάνουν δείγματα από υλικό στο οποίο έχει γίνει επιλεκτική κοκκομετρική διαβάθμιση και ομογενοποίηση λόγω της χρήσης του σε επιχώματα.

Η αντίστοιχη κατάσταση εμφανίζεται και στις πλήρως διορθωμένες τιμές SPT (N'_{60}), με την παρατήρηση, ότι η διαδικασία διόρθωσης των τιμών καθιστά ακόμη πιο έντονη την απόκλιση, από το βέλτιστη, των τιμών των λεπτόκοκκων ιζημάτων, τα οποία, εμφανίζουν την επίδραση της μειωμένης φυσικής ομογενοποίησης, λόγω των συνθηκών απόθεσής τους.

2. Εργαστηριακές δοκιμές

Εξ αιτίας των συνθηκών δημιουργίας των σχηματισμών της κατηγορίας, τα λεπτόκοκκα δείγματα προέρχονται από σχηματισμούς με μειωμένο βαθμό ομογενοποίησης του υλικού, ενώ τα αδρόκοκκα, λόγω ανθρώπινης παρέμβασης, προέρχονται από σχηματισμούς όπου έχει πραγματοποιηθεί κάποιος βαθμός ομογενοποίησης, ισχύουν για το σύνολο των παραμέτρων των μηχανικών ιδιοτήτων.

Ως εκ τούτου, παρατηρείται ελαφρώς μεγαλύτερη απόκλιση στη τιμή τυπικής απόκλισης, της αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη των λεπτόκοκκων, από αυτή των αδρόκοκκων, ενώ, όσον αφορά τη τιμή της συνοχής και της γωνίας τριβής, διαπιστώνεται αύξηση τιμών συνοχής, για τα λεπτόκοκκα δείγματα και γωνίας τριβής, για τα αδρόκοκκα, όπως αυτές προκύπτουν από τη δοκιμή διάτμησης. Ας σημειωθεί ότι ενώ οι αντίστοιχες τιμές, που προκύπτουν από τριαξονική δοκιμή, παρουσιάζουν μεγάλο εύρος.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της δοκιμής συμπίεστότητας, οι μεν τιμές του συντελεστή στερεοποίησης υπόκεινται στους περιορισμούς που αναπτύχθηκαν στην ανάλυση των υδατικών αποθέσεων, οι δε τιμές του δείκτη συμπίεστότητας ανακλούν και πάλι την ανθρώπινη παρέμβαση στο υλικό των αδρόκοκκων δειγμάτων, τα οποία έχουν περισσότερο αποκλίνουσα τιμή τυπικής απόκλισης, από αυτή των λεπτόκοκκων.

Τέλος, η καθολικά ισχύουσα, παρατήρηση περί ανθρώπινης επέμβασης, στα αδρόκοκκα υλικά της κατηγορίας, επιβεβαιώνεται εντονότατα με τη διαφορά τιμών της τυπικής απόκλισης του μέτρου συμπίεστότητας, όπου, αν και οι τιμές τυπικής απόκλισης και αδρόκοκκων και λεπτόκοκκων είναι απολύτως αποδεκτές, αυτή των αδρόκοκκων είναι σαφώς χειρότερη.

γ) Δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου

Στην κατηγορία αυτών των δειγμάτων, γίνονται εμφανή τα αποτελέσματα της μακροχρόνιας έκθεσης σε μηχανισμούς αποσάθρωσης του μητρικού πετρώματος από τις τιμές τυπικής απόκλισης των ιδιοτήτων τους.

γ.1) Ταξινομικές παράμετροι

Οι παρατηρήσεις, σχετικά με την ποιότητα των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης, οι οποίες έγιναν για τις προηγούμενες κατηγορίες δειγμάτων, ισχύουν και στην περίπτωση των ταξινομικών παραμέτρων, με την πρόσθετη παρατήρηση ότι οι μικροδιαφοροποιήσεις στις τιμές της τυπικής απόκλισης των κλασμάτων, ανακλούν και το γεγονός ότι, η φυσική δομή των εδαφών της κατηγορίας αυτής, περιλαμβάνει, σχετικά μεγάλο, αριθμό δειγμάτων των οποίων οι κόκκοι αποσαθρώνονται περαιτέρω (όπως στην περίπτωση των σχιστόλιθων) ή αποσυνδέονται (συνήθως, οι ψαμμίτες), κατά την εκτέλεση της υγρής κοκκομετρικής ανάλυσης και η, τελικά, προσδιοριζόμενη κοκκομετρική σύσταση, είναι διαφορετική από τη σύσταση του υλικού στην κατάσταση της δειγματοληψίας.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, το μεγαλύτερο συσσωρευτικό σφάλμα εμφανίζεται στο κλάσμα το διερχόμενο από το #200 και το υποκείμενο σε δοκιμή αραιομέτρου και είναι εντονότερο στην περίπτωση των αδρόκοκκων δειγμάτων, όπου η δυσκολία απόληψης ενός δοκιμίου, αντιπροσωπευτικού ως προς την περιεκτικότητά του σε λεπτόκοκκο υλικό, είναι μεγαλύτερη.

Όσον αφορά τα όρια Atterberg, επαναλαμβάνεται η τάση η οποία εμφανίζεται και στις άλλες κατηγορίες, ότι δηλαδή η μέγιστη τυπική απόκλιση να εμφανίζεται στις τιμές του δείκτη πλαστικότητας (PI), όπου επιτείνεται συσσωρευτικά το αποτέλεσμα του σφάλματος που εισάγει ο προσδιορισμός του ορίου πλαστικότητας.

γ.2) Φυσικές παράμετροι

Η πλέον, ομογενής δομή των δειγμάτων της κατηγορίας αυτής λόγω συνθηκών σχηματισμού ανακλάται στην βελτίωση η οποία σημειώνεται στις τιμές της τυπικής απόκλισης της φυσικής υγρασίας (W%) των δειγμάτων. Επί της ουσίας, η περισσότερο ομογενής δομή δημιουργεί μικρότερη απόκλιση τιμών, από την πραγματική τιμή, στις επί μέρους μετρήσεις, ο μέσος όρος των οποίων δίνεται ως αντιπροσωπευτική τιμή της φυσικής υγρασίας του δείγματος.

γ.3) Παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς

1 Δοκιμές πεδίου

Πέραν των όσων διαπιστώθηκαν για τις άλλες κατηγορίες δειγμάτων και στα αποτελέσματα της δοκιμής (SPT), μπορεί να αναγνωρισθεί το φαινόμενο της καλύτερης φυσικής ομογενοποίησης της δομής του εδαφικού υλικού, τόσο στα λεπτόκοκκα όσο και στα αδρόκοκκα δείγματα. Όπως είναι φυσικό, η βελτίωση αυτή είναι περισσότερο έντονη στα αποτελέσματα, μετά την διόρθωση των τιμών SPT.

2 Εργαστηριακές δοκιμές

Όσον αφορά τις τιμές συνοχής, γωνίας τριβής, δείκτη συμπιεστότητας και μέτρου συμπιεστότητας, παρατηρείται, η τάση βελτίωσης των τιμών της τυπικής απόκλισης, σε σχέση με τα δείγματα των άλλων κατηγοριών, η οποία μπορεί να αποδοθεί στην πλέον ομογενοποιημένη φύση του αρχικού υλικού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, σε αρκετές περιπτώσεις, μεγαλύτεροι, σε μέγεθος, κόκκοι του υλικού αποτελούνται από συσσωματώματα μικρότερων κόκκων, των οποίων η δομή μεταβάλλεται κατά την εκτέλεση της δοκιμής (διάσπαση των συσσωματωμάτων κατά τις δοκιμές μοναξονικής θλίψης, διάτμησης ή συμπιεστότητας). Ένδειξη, για το φαινόμενο αυτό, μπορεί να αποτελέσει η εξέταση των τιμών του μέτρου συμπιεστότητας στα δείγματα της κατηγορίας αυτής. Είναι εμφανές ότι υπάρχει μικρότερη απόκλιση μεταξύ των τιμών της τυπικής απόκλισης, για τα λεπτόκοκκα και για τα αδρόκοκκα δείγματα, σε σχέση με τις προηγούμενες κατηγορίες εδαφών.

δ) Δείγματα από το υγιές υπόβαθρο

Τα δείγματα αυτά προέρχονται από γεωλογικούς σχηματισμούς οι οποίοι είναι σαφώς αρχαιότεροι από τους υπερκείμενους και βρίσκονται υπό και εκτός της εντοπιζόμενης ζώνης αποσάθρωσης στην οποία ανήκουν οι σχηματισμοί της κατηγορίας αυτής. Και εδώ υπεισέρχεται η παράμετρος των κόκκων, οι οποίοι σχηματίζονται ως συσσωματώματα μικρότερων, αλλά η δομική τους αλλοίωση κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των δοκιμών είναι σποραδική και, γενικώς, δεν αξιολογείται.

Στα δείγματα της κατηγορίας αυτής είναι πιο έντονη η επίδραση της δομικής ομογενοποίησης του υλικού, στις τιμές των αποτελεσμάτων

δ.1) Ταξινομικές παράμετροι

Ένδειξη για τη δομική συγκρότηση των μεγαλύτερων κόκκων, οι οποίοι παρατηρούνται στην μακροσκοπική εξέταση του δείγματος, από συσσωματώματα μικρότερων, αποτελεί, ενδεχομένως, η βελτίωση των τιμών της τυπικής απόκλισης η οποία παρατηρείται στις τιμές της κοκκομετρικής διαβάθμισης των δειγμάτων της κατηγορίας αυτής.

Αντίστοιχα, εξέταση των τιμών της τυπικής απόκλισης για τα πλέον λεπτόκοκκα κλάσματα (#10 και μικρότερα), δείχνουν μια βελτίωση σε σχέση με δείγματα των άλλων κατηγοριών, η οποία είναι αισθητή, ιδίως, στην περίπτωση του κλάσματος, που διέρχεται από το κόσκινο #200 και των αποτελεσμάτων του αραιομέτρου. Η βελτίωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ομογενοποίηση του υλικού η οποία επέρχεται με την επίδραση των παραγόντων της διαγένεσης του αρχικού, κοκκώδους υλικού των δειγμάτων αυτής της κατηγορίας. Άξια λόγου είναι και η σχετική βελτίωση των ορίων Atterberg.

δ.2) Φυσικές παράμετροι

Η ομογενοποίηση του υλικού καθίσταται περισσότερο εμφανής από τις τιμές της τυπικής απόκλισης της φυσικής υγρασίας οι οποίες είναι αισθητά καλύτερες από ότι στις προηγούμενες κατηγορίες εδαφών.

Λιγότερο ορατή, αλλά ενδεικτική πλέον ομογενούς υλικού (εντός του ληφθέντος δείγματος) είναι η βελτίωση των τιμών της τυπικής απόκλισης του λόγου κενών.

δ.3) Παράμετροι μηχανικών ιδιοτήτων

Στα αδρόκοκκα δείγματα, με κακή κατανομή των αποτελεσμάτων δοκιμής διάτμησης, ιδίως όσον αφορά τη συνοχή παύει πλέον η μεγάλη διαφορά μεταξύ κατανομής τιμών λεπτόκοκκων δειγμάτων και αδρόκοκκων δειγμάτων.

Αντίστοιχα, βελτιώνεται η τιμή της τυπικής απόκλισης των τιμών της γωνίας τριβής των λεπτόκοκκων δειγμάτων, παρατηρείται δε και μια βελτίωση των αντίστοιχων τιμών συνοχής και γωνίας τριβής που προέρχονται υπό την, επί της ουσίας, λιγότερο αξιόπιστη, τριαξονική δοκιμή.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, που προσδιορίζονται με τη δοκιμή στερεοποίησης, διαπιστώνεται και αισθητή βελτίωση των τιμών τυπικής απόκλισης του δείκτη συμπίεστότητας, όσον αφορά δε το μέτρο συμπίεστότητας, τα αποτελέσματα ακολουθούν τη τάση που υποδεικνύεται και από τα αποτελέσματα των άλλων δοκιμών, δηλαδή μια ελαφρά βελτίωση των τιμών της τυπικής απόκλισης και βελτίωση της σχέσης μεταξύ των τιμών της τυπικής απόκλισης που αφορούν τα λεπτόκοκκα και τα αδρόκοκκα δείγματα.

Επομένως και αυτά τα αποτελέσματα, συνηγορούν υπέρ της απόψεως ότι τα δείγματα της κατηγορίας αυτής, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια υλικού, εντός του ιδίου δείγματος και ότι μέρος, τουλάχιστον, του αδρόκοκκου υλικού, αποτελείται από συσσωματώματα τα οποία δεν διαφοροποιούνται πολύ ως προς τη συμπεριφορά τους, υπό συνθήκες φόρτισης, από την μήτρα, που αποτελείται από το ομοιογενές λεπτόκοκκο υλικό και η οποία τα περιβάλλει φυσικώς.

4.3.11 Κριτήρια επιλογής τιμών βάσει προδιαγραφών των δοκιμών μηχανικής συμπεριφοράς

Η εκτέλεση δύο δοκιμών μηχανικής συμπεριφοράς, αυτών της διάτμησης (ή και της τριαξονικής) και της στερεοποίησης, περιλαμβάνει, στην περίπτωση του αδρόκοκκου υλικού, το οποίο είναι πολύ χαλαρό για να διαμορφωθεί σε συμπαγές δείγμα, την κοσκίνιση ποσότητας, μέρους του δείγματος, με το κόσκινο #4 και την επιλογή υλικού, για τη διαμόρφωση του δοκιμίου, από το διερχόμενο.

Αντίστοιχα, οι προδιαγραφές (βλέπε Ε 105-86), προβλέπουν την αφαίρεση κόκκων υλικού, διαμέτρου μεγαλύτερης της $\frac{1}{2}$ inch (12,7mm), από το δοκίμιο και εν γένει, το πάχος του δοκιμίου οφείλει να είναι τουλάχιστον 6 φορές μεγαλύτερο από τη διάμετρο του μεγαλύτερου κόκκου, γεγονός το οποίο, σε συνδυασμό με το ότι, στις χρησιμοποιηθείσες συσκευές διάτμησης, το πάχος του δοκιμίου είναι 1inch (25,4mm), οδηγεί στη χρήση κοσκινισμένου υλικού δια του κοσκίνου Νο 4.

Τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, κατά την εκτέλεση των δοκιμών, ένα λεπτόκοκκο υλικό με σημαντικό ποσοστό συγκρατούμενων από το Νο 4 κόσκινο ή ένα αδρόκοκκο με σημαντικό ποσοστό συγκρατούμενων από το Νο 4 κόσκινο σε διασπορά, υφίστανται δοκιμή διάτμησης και στερεοποίησης, η οποία δεν εκτελείται επί υλικού το οποίο μπορεί να θεωρηθεί απολύτως αντιπροσωπευτικό της κοκκομετρικής σύστασης του δείγματος.

Από πρακτικής πλευράς, για τον γεωτεχνικό μελετητή, τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών είναι γνωστό ότι εξάγονται με αυτές τις προϋποθέσεις και είναι στην κρίση του να τις χρησιμοποιήσει.

Από ερευνητικής πλευράς όμως, όπως αντιμετωπίζονται εδώ, όπου τα αποτελέσματα πρέπει να συσχετισθούν με την ακριβή κοκκομετρική σύσταση του δείγματος, είναι προτιμότερο να τεθεί κάποιο κριτήριο απόρριψης δειγμάτων και αποκλεισμού των αποτελεσμάτων των δοκιμών διάτμησης και στερεοποίησης από τη διαδικασία συσχέτισμού με κοκκομετρικές παραμέτρους.

Εξ' ανάγκης, λόγω του γεγονότος ότι η υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν καλύπτει το αντίστοιχο πεδίο συσχετισμών και όγκου δειγμάτων, το ποσοστό κόκκων διαμέτρου μεγαλύτερης από #4, το οποίο μπορεί να τεθεί ως όριο απορρίψεως του δείγματος, από περαιτέρω συσχέτισμό, πρέπει να τεθεί

εμπειρικά και ενδεχομένως, να είναι διαφορετικό για κάθε εξεταζόμενη ταξινομική ομάδα δειγμάτων.

Κατά μια θεώρηση, η ύπαρξη κόκκων μεγάλης διαμέτρου είναι αναπόφευκτη στα αδρόκοκκα δείγματα και επομένως, η διόρθωση πρέπει να περιορισθεί σε απόρριψη κάποιου ποσοστού, από τα λεπτόκοκκα δείγματα, στα οποία εμφανίζονται, εν διασπορά, κόκκοι μεγάλης διαμέτρου, συνήθως σε υδατικής απόθεσης αργιλικά και ιλυώδη ιζήματα, στα οποία, η παρουσία των κόκκων αυτών, δηλώνει πλημμυρική περίοδο ή μάλλον, έκτακτη πλημμυρίδα σε μια γενικότερα ηπιότερη κατάσταση ροής.

Κατά την εμπειρία του υποφαινομένου, που σχετίζεται με το ιστορικό διαμόρφωσης των δοκιμών για την εκτέλεση των δοκιμών προς συσχέτισμό, που συναρτάται με το μέγεθος των κόκκων, είναι σκόπιμο, η εξαίρεση των δειγμάτων από περαιτέρω συσχέτισμό, να γίνεται μόνο για τα υδατικής και χερσαίας απόθεσης (κώνοι κορημάτων) λεπτόκοκκα δείγματα, στα οποία οι ιδιάζοντες, μεγάλου μεγέθους, κόκκοι συναντώνται σε διασπορά.

Και πάλι μόνο εμπειρικά μπορεί να καθορισθεί το κριτήριο απόρριψης, αλλά, για αυτές τις δύο κατηγορίες λεπτόκοκκων, είναι εύλογο να αποκλείονται συσχέτισμού τα δείγματα τα οποία έχουν άνω του 5%, υλικό συγκρατούμενο από το κόσκινο διαμέτρου 1" (25,4mm).

Τέλος, μνεία πρέπει να γίνει, ενός μικρού αριθμού δειγμάτων, τα οποία ανήκουν, κυρίως, στην κατηγορία του αποσαθρωμένου υποβάθρου, τα οποία αποτελούνται από μεγάλα τεμάχια σκληρού μητρικού πετρώματος, ελαφρώς συγκολλημένα με μικρή ποσότητα (συνολικά λιγότερο του 35% διέρχεται από το #4 κόσκινο) λεπτόκοκκου υλικού. Η συνήθως απαντώμενη περίπτωση, είναι καλύμματα αποσαθρώσεως ασβεστολιθικών σχηματισμών ή θύλακες υλικού αποσαθρώσεως, μέσα σε καρστικές κοιλότητες ή ζώνες διεισδύσεως οφιολίθων με χαλαζιακές φλέβες ή όχι, μέσα σε σχιστόλιθους. Εκτός των άλλων, δείγματα αυτού του τύπου, δίδουν τιμή του λόγου, ποσοστού αδρόκοκκων προς ποσοστό λεπτοκόκκων (coarse/fines), άνω του 15 και πολλές φορές μεταξύ 30 και 90.

Αν ληφθεί υπ' όψιν και το ότι, και στις άλλες κατηγορίες δειγμάτων, ένας λόγος ποσοστού αδρόκοκκων/ποσοστό λεπτόκοκκων, άνω του 15 δηλώνει, ασχέτως κατανομής διαβάθμισης, πολύ μικρό ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού και συνεπώς, κατά τεκμήριο, δυσκολία απολήψεως αντιπροσωπευτικού δοκιμίου, δεν είναι παράλογο να αποκλείονται συσχέτισμού, δείγματα στα οποία ο λόγος αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα υπερβαίνει τη τιμή 20 και εκείνα τα οποία έχουν ποσοστό συγκρατούμενων από το #4 κόσκινο άνω του 65%.

4.3.11.1 Τελική διαμόρφωση κριτηρίων αποκλεισμού δειγμάτων από συσχετισμούς

Στη διαμόρφωση των συνολικών κριτηρίων, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν, η μεγάλη ποικιλία του τύπου των δειγμάτων από λιθολογικής πλευράς και το εύρος του γεωγραφικού χώρου τον οποίον καλύπτουν, καθώς και η πρόθεση να μη γίνει ταξινόμηση των δειγμάτων σε πολύ μεγάλο αριθμό υποκατηγοριών, ώστε να είναι εύκολη η χρησιμοποίηση του συστήματος ταξινόμησης.

Κατόπιν αυτού, προτείνεται να αποκλείονται περαιτέρω συσχετισμών:

1. Δείγματα με λόγο αδρόκοκκων/λεπτόκοκκα μεγαλύτερο του 20 από όλες τις κατηγορίες.
2. Δείγματα λεπτόκοκκα, υδατικών και εν ξηρώ αποθέσεων, με ποσοστό συγκρατούμενο από το κόσκινο βρογχίδος 1" (25.4mm) άνω του 5%.
3. Δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου ή υποβάθρου με άνω του 65% συγκρατούμενο από το κόσκινο No 4.

4.4 Επιβεβαίωση στατιστικού μοντέλου εξάρτησης

Το τμήμα αυτό της διατριβής, περιλαμβάνει τη διαδικασία προσδιορισμού ορίων τιμών, μεταξύ των οποίων είναι εύλογο να κυμαίνονται οι τυχούσες τιμές των παραμέτρων, οι οποίες συσχετίστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, και οι οποίες, με τον τρόπο αυτό, θα, αποτελέσουν και τα προτεινόμενα όρια, εντός των οποίων θα πρέπει να κυμαίνονται οι τιμές των παραμέτρων που παράγονται από τις συναρτήσεις συσχέτισμού, προκειμένου να θεωρούνται

αξιόπιστες και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πράξη.

Μετά από την οριοθέτηση των παραγομένων από τις συναρτήσεις συσχετισμού τιμών, επιχειρείται η σύγκριση των τιμών αυτών με τιμές που έχουν μετρηθεί στην πράξη, προκειμένου να διαπιστωθεί τι απόκλιση παρατηρείται, από την εκτιμώμενη με βάση τη σχέση συσχετισμού τιμή και κατά πόσο η απόκλιση αυτή, είναι φυσιολογική και αποδεκτή.

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι σκοποί οι οποίοι αναφέρθηκαν παραπάνω, σχηματίστηκαν δύο ομάδες δειγμάτων οι οποίες αποτελούνται από δείγματα εδαφών, εκτός αυτών που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων και τα οποία δεν έχουν εισαχθεί στη διαδικασία παραγωγής συναρτήσεων συσχετισμού. Η πρώτη ομάδα αφορά δείγματα τα οποία μπορούν να χαρακτηρισθούν ως δείγματα αναφοράς και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον ορισμό οριακών τιμών παραμέτρων, εντός των οποίων θα πρέπει να βρίσκονται οι τιμές που προκύπτουν από τις συναρτήσεις συσχετισμού.

Η δεύτερη ομάδα αφορά τυχαία δείγματα, επιλεγέντα χωρίς κάποιο κριτήριο, πλην του να καλύπτουν όλο το φάσμα των κατηγοριών δειγμάτων, τα οποία αφορά η διατριβή, έχουν υποβληθεί σε διάφορες κατηγορίες δοκιμών αντοχής και οι τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων τους είναι γνωστές. Οι τιμές αυτές των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν για να ελεγχθούν οι τιμές, οι οποίες προκύπτουν από τις συναρτήσεις συσχετισμού. Πιο αναλυτικά, βάσει των ταξινομικών παραμέτρων παρήχθη μια τιμή με εφαρμογή των σχέσεων συσχετισμού και συνεκρίθη με την αντίστοιχη τιμή μηχανικής παραμέτρου, η οποία μετρήθηκε εργαστηριακά για το αντίστοιχο δείγμα, υπολογίστηκε η απόκλιση των δύο τιμών και συγκρίθηκε με την επιθυμητή τάξη μεγέθους. Παρακάτω αναλύονται οι δύο αυτές ομάδες δειγμάτων και παρατίθενται οι τιμές των παραμέτρων τους.

4.4.1 Ομάδα προτύπων δειγμάτων

Η ομάδα των προτύπων δειγμάτων χωρίζεται σε δύο βασικές υποομάδες:

- α) Δείγματα με ποσοστό διερχόμενου από το κόσκινο Νο 200 μεγαλύτερο του 50% (αργιλικά, ιλυώδη).
- β) Δείγματα με ποσοστό διερχόμενου από το κόσκινο Νο 200 μικρότερο του 50% (αμμώδη, χαλικώδη).

Λόγω του συγκεκριμένου σκοπού τον οποίο εξυπηρετούν τα πρότυπα δείγματα και συγκεκριμένα επειδή είναι αντιπροσωπευτικά προκαθορισμένων κοκκομετρικών συνθέσεων, προκειμένου να παράσχουν τιμές ελέγχου για τις συναρτώμενες παραμέτρους, τα δείγματα αυτά επελέγησαν με συγκεκριμένη διαδικασία. Πιο αναλυτικά για τη συγκρότηση της ομάδας των προτύπων δειγμάτων ακολουθήθηκαν δύο μέθοδοι:

1. Για τα αργιλικά και ιλυώδη δείγματα με ποσοστό διερχομένων, από το κόσκινο Νο 200, μεγαλύτερο του 90% και ιδίως αυτά με ποσοστό διερχομένων 98-100%, τα οποία αντιπροσωπεύουν οριακή κατάσταση από πλευράς κοκκομετρικής σύστασης, για την βαθμονόμηση των συναρτήσεων που προκύπτουν από τον συσχετισμό των δεδομένων της βάσεως, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει χρήση φυσικών δειγμάτων, τα οποία επελέγησαν επιμελώς, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες σφάλματος.
2. Για τα πρότυπα δείγματα τα οποία είναι μικτής λεπτοκόκκου/αδρόκοκκου σύστασης, ασχέτως εάν η τελική κοκκομετρική τους ανάλυση τα ταξινομεί, σε κατηγορία αργιλικών ή αμμωδών/χαλικωδών, επελέγη η μέθοδος να διαμορφωθούν δείγματα, από πρωτογενές υλικό άλλων δειγμάτων.

Διαμορφώθηκαν με περίσσεια ύδατος, ώστε να είναι εφικτή η καλή ανάδευση και αρχική ομογενοποίηση του κοκκώδους υλικού. Εν συνεχεία, το ποσοστό του ύδατος μειωνόταν βαθμιαία, με σταδιακή ξήρανση, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η τελική διαμόρφωση πραγματοποιήθηκε με στερεοποίηση του δείγματος, σε τάση φόρτισης η οποία κυμαινόταν από 2 έως 4 kPa/cm² (200-400 kPa), δηλαδή ανταποκρινόμενη στις φυσικές συνθήκες προφόρτισης των περισσότερων δειγμάτων της βάσης δεδομένων ή στις συνθήκες φόρτισης εδαφών, υπό το βάρος τεχνητών

κατασκευών. Αντίστοιχα, ελέγχονταν και καταγραφόταν η υγρασία του δείγματος, με την ολοκλήρωση της σύνθεσης του Η ποσότητα του κοκκώδους υλικού η οποία αναμείχθηκε και από την οποία διαμορφώθηκαν τα δοκίμια, ήταν 2-2,5kg ανά δείγμα.

Στον **Πίνακα 24**, όπου παρατίθενται οι τιμές των παραμέτρων των προτύπων δειγμάτων, εμφανίζονται δύο ομάδες κοκκομετρικής διαβάθμισης. Η πρώτη αφορά την θεωρητική σύσταση βάσει των ποσοτήτων πρωτογενούς υλικού που αναμείχθηκαν για να επιτευχθούν οι προδιαγραφές και η δεύτερη την πραγματική σύσταση των δοκιμών όπως αυτή προέκυψε, σαν μέσος όρος της κοκκομετρικής ανάλυσης, όλων των δοκιμών, από όλες τις δοκιμές, μετά την εκτέλεσή τους. Το ίδιο ισχύει και για τις φυσικές παραμέτρους, των οποίων οι τιμές εμφανίζονται στον αντίστοιχο πίνακα.

Όσον αφορά τα πρότυπα δείγματα, τα οποία ανταποκρίνονται σε χαρακτηριστικές τιμές κοκκομετρίας, εάν αφορούν αργιλικό ή ιλυώδες υλικό, (και συγκεκριμένα με ποσοστό διερχόμενου από το Νο200 άνω των 98% του βάρους τους), όπως προαναφέρθηκε, επελέγησαν μεταξύ φυσικών δειγμάτων με κατάλληλη κοκκομετρία και σε καλή κατάσταση, από πλευράς συνθηκών δειγματοληψίας και μορφοποίησης δοκιμών.

Όσον αφορά τα δείγματα τα οποία αντιπροσωπεύουν αδρόκοκκα υλικά, προκειμένου να δημιουργηθεί μια ομάδα χαρακτηριστικών τιμών, για λόγους βαθμονόμησης των συναρτήσεων συσχετισμού, διαμορφώθηκαν δείγματα, κατά το δυνατόν ομογενούς κοκκομετρικής διαβάθμισης, χρησιμοποιώντας πρωτογενές υλικό, από άλλα δείγματα, το οποίο διήλθε από τα αντίστοιχα κόσκινα και προέκυψε υλικό προτύπων δειγμάτων των παρακάτω κοκκομετρικών μεγεθών:

1. 100% υλικό διερχόμενο από την βρογχίδα $\frac{1}{2}$ ' και συγκρατούμενο από την 3/8''.
2. 100% υλικό διερχόμενο από την βρογχίδα 3/8'' και συγκρατούμενο από την Νο4.
3. 100% υλικό διερχόμενο από την βρογχίδα Νο4 και συγκρατούμενο από την Νο10.
4. 100% υλικό διερχόμενο από την βρογχίδα Νο10 και συγκρατούμενο από την Νο40.
5. 100% υλικό διερχόμενο από την βρογχίδα Νο40 και συγκρατούμενο από την Νο200.

Σε όλες τις περιπτώσεις, για την εκτέλεση των δοκιμών μηχανικής συμπεριφοράς, επελέγη ποσότητα υλικού επαρκής για προετοιμασία 6 δοκιμών ανά δοκιμή και αποθηκεύτηκε το υπόλοιπο πλεονάζον υλικό, για την εκτέλεση δοκιμών φυσικών ιδιοτήτων.

Οι χαρακτηριστικές τιμές προτύπων δειγμάτων οι οποίες εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 24**), προέκυψαν από τον μέσο όρο των τιμών έξι (6) επαναλήψεων ανά δοκιμή.

Πίνακας 24: Όρια τιμών Παραμέτρων Μηχανικής Συμπεριφοράς Προτύπων Δειγμάτων

Παράμετρος	Τιμή Παραμέτρου			
	Λεπτόκοκκα		Αδρόκοκκα	
	Ελάχιστη	Μέγιστη	Ελάχιστη	Μέγιστη
Αντοχή σε μοναξονική θλίψη q (kp/cm ²)	0,30	5,35	-	1,15
Αστράγγιση συνοχή c ((kp/cm ²))	0,15	3,00	-	0,85
Γωνία εσωτερικής τριβής ϕ (deg)	2,00	26,0	24,0	52,0
Δείκτης συμπίεστότητας C_c	0,146	0,485	0,015	0,153
Μέτρο συμπίεστότητας $1/M_v$ (kp/cm ²)	34,5	203,75	174,65	585,45

4.4.1.1 Ομάδα τυχαίων δειγμάτων (Δείγματα Ελέγχου)

Η ομάδα τυχαίων δειγμάτων αποτελείται από, περίπου, χίλια εννιακόσια (1900) δείγματα τα οποία επελέγησαν, με τυχαίο τρόπο, από το αρχείο του εργαστηρίου της εταιρείας «Γεωφυσική Ε.Ε.», με μοναδικό κριτήριο να μπορούν να καλύψουν και τις τέσσερις (4) κατηγορίες ταξινόμησης τις οποίες προτείνει η παρούσα εργασία (και φυσικά και τις υποκατηγορίες λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων κάθε κατηγορίας) και να καλύπτουν, κατά το δυνατόν, το μεγαλύτερο μέρος του Ελλαδικού χώρου.

Τα δείγματα αυτά ελήφθησαν στα πλαίσια προγραμμάτων γεωτεχνικών ερευνών οι οποίες αφορούσαν δημόσια και ιδιωτικά έργα, ακριβώς όπως τα δείγματα τα οποία περιέχονται στη βάση δεδομένων και με τα οποία έγινε η παραγωγή των συναρτήσεων συσχετισμού.

Επίσης ελήφθησαν από τα ίδια γεωτρητικά συνεργεία, και η εκτέλεση των δοκιμών εργαστηρίου έγινε από το ίδιο προσωπικό με τον ίδιο εξοπλισμό. Η χρονολογία λήψης τους είναι κατά ένα μέρος σύγχρονη, με την χρονολογία λήψης των δειγμάτων της βάσης δεδομένων.

Η διαδικασία με την οποία αξιοποιήθηκαν τα δείγματα αυτά, προς επιβεβαίωση των σχέσεων που προέκυψαν από τον συσχετισμό, είναι η εξής:

Οι σχέσεις συσχετισμού που παρήχθησαν και συσχετίζουν φυσικές και ταξινομικές ιδιότητες με τις μηχανικές, εφαρμόστηκαν στα τυχαία δείγματα και το αποτέλεσμα του θεωρητικού υπολογισμού, βάσει της σχέσης συσχετισμού, συγκρίθηκε με το αποτέλεσμα της αντίστοιχης εργαστηριακής δοκιμής, η οποία εκτελέστηκε στο ίδιο δείγμα.

Εν συνεχεία, υπολογίσθηκε η θετική ή αρνητική της εργαστηριακής τιμής σε σχέση με την εκτιμώμενη και ελέγχθηκε κατά πόσον η απόκλιση αυτή βρισκόταν εντός των προδιαγραφέντων ορίων.

Σημειώνεται ότι σκοπός της εργασίας είναι, με τη διαδικασία συσχετισμού, να παραχθούν σχέσεις οι οποίες θα εκτιμούν τιμές μηχανικών παραμέτρων με απόκλιση μικρότερη του 20% από τις πειραματικά προσδιοριζόμενες.

Ανάλυση και ερμηνεία των πιθανών αιτιών, εξαιτίας των οποίων, ορισμένα τυχόντα δείγματα, παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόκλιση από την επιθυμητή, παρουσιάζονται στη συνέχεια (**Πίνακας 25** έως **Πίνακας 28**) όπου συγκρίνονται οι εκτιμώμενες και οι εργαστηριακά μετρηθείσες τιμές.

Πίνακας 25: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμούμενων παραμέτρων - Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον

α/α	Δείγμα	Συγκρ. Τιμές	q kp/cm ²	c kp/cm ²	φ Deg.	C _c	k MN/m ³	1/M _v kp/cm ²	Χαρακτ (USCS)
1	Λήμνος	Μετρηθ.	0,607						CL
		Εκτιμ.	0,660						
		Αποκλ.	+8,73						
2	Λήμνος	Μετρηθ.	1,04						CL
		Εκτιμ.	1,007						
		Αποκλ.	-6,06						
3	Λάρισα	Μετρηθ.	0,876						ML
		Εκτιμ.	1,007						
		Αποκλ.	-14,95						
4	Λάρισα	Μετρηθ.	0,891						ML
		Εκτιμ.	1,119						
		Αποκλ.	+25,59						
5	Λάρισα	Μετρηθ.	0,695						CL
		Εκτιμ.	0,660						
		Αποκλ.	-5,30						
6	Χίος	Μετρηθ.	0,485						CL
		Εκτιμ.	0,417						
		Αποκλ.	-14,1						
7	Χίος	Μετρηθ.		0,200	16,0	0,142			ML
		Εκτιμ.		0,236	19,63	0,150			
		Αποκλ.		+18,0	+22,7	+5,63			
8	Χίος	Μετρηθ.		0,110					CL
		Εκτιμ.		0,173	25,72				
		Αποκλ.		+573					
9	Βέροια	Μετρηθ.		0,300	41				SM
		Εκτιμ.		0,277	35,36				
		Αποκλ.		-7,58	-15,95				
10	Βέροια	Μετρηθ.		0,24	34				SM
		Εκτιμ.		0,336	33,97				
		Αποκλ.		40,22	-0,08				

Πίνακας 26: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμώμενων παραμέτρων - Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον

α/α	Δείγμα	Συγκρ. Τιμές	q kp/cm ²	c kp/cm ²	φ Deg.	C _c	k MN/m ³	1/M _v kp/cm ²	Χαρακτ (USCS)
1	Θορικό	Μετρηθ.	0,607	1,124	30,1				CL
		Εκτιμ.	0,660	1,093	31,71				
		Αποκλ.	+8,73	2,86	+5,33				
2	Θορικό	Μετρηθ.	1,04	1,118	26,1				CL
		Εκτιμ.	1,007	1,093	29,25				
		Αποκλ.	-6,06	-2,24	+12,07				
3	Χαλάνδρι	Μετρηθ.	0,876	0,424	27,1	0,091		192,55	CL
		Εκτιμ.	1,007	0,455	24,2	0,169		163,55	
		Αποκλ.	-14,95	+7,43	-10,70	+86,6		-15,22	
4	Χαλάνδρι	Μετρηθ.	0,352						SC
		Εκτιμ.	0,508						
		Αποκλ.	+44,4						
5	Χαλάνδρι	Μετρηθ.	0,767						CL
		Εκτιμ.	0,787						
		Αποκλ.	+2,61						
6	Αταλάντη	Μετρηθ.	1,18						CL
		Εκτιμ.	1,252						
		Αποκλ.	6,08						
7	Ασπρόπυργος	Μετρηθ.		0,26	43,9				CM
		Εκτιμ.		0,162	41,9				
		Αποκλ.		-37,58	-5,29				
8	Ασπρόπυργος	Μετρηθ.		0,225	42,1				CM
		Εκτιμ.		0,154	41,9				
		Αποκλ.		-31,56	-0,655				
9	Μαρκόπουλο	Μετρηθ.		0,858	12,8				CL
		Εκτιμ.		0,796	18,8				
		Αποκλ.		-7,23	+46,9				
10	Μαρκόπουλο	Μετρηθ.		0,069	49				GM
		Εκτιμ.		0,075	46,79				
		Αποκλ.		+8.69	-4.51				

Πίνακας 27: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμώμενων παραμέτρων - Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί

α/α	Δείγμα	Συγκρ. Τιμές	q kp/cm ²	c kp/cm ²	φ Deg.	Cc	k MN/m ³	1/Mv kp/cm ²	Χαρακτ (USCS)
1	Λήμνος	Μετρηθ.		0,736	30,3				ML
		Εκτιμ.		0,770	18,9				
		Αποκλ.		+4,68	-37,7				
2	Λήμνος	Μετρηθ.		0,398	31,4				SM
		Εκτιμ.		0,324	40,15				
		Αποκλ.		-18,54	27,87				
3	Χίος	Μετρηθ.		0,225	37,9				SM
		Εκτιμ.		0,466	35,65				
		Αποκλ.		+100	-5,95				
4	Χίος	Μετρηθ.		0,823	29,8				ML
		Εκτιμ.		0,825	30,06				
		Αποκλ.		0,24	0,88				
5	Κολωνός	Μετρηθ.		1,066	50,8				GW-GP
		Εκτιμ.		0,147	44,69				
		Αποκλ.			-12,02				
6	Χαλάνδρι	Μετρηθ.		0,466	10,2				CL
		Εκτιμ.		0,483	8,67				
		Αποκλ.		+3,65	-17,65				
7	Χαλάνδρι	Μετρηθ.	0,845						CL
		Εκτιμ.	1,171						
		Αποκλ.	+38,65						
8	Χαλάνδρι	Μετρηθ.		0,571	14,6				CL
		Εκτιμ.		0,621	16,9				
		Αποκλ.		8,72	15,85				
9	Ρόδος	Μετρηθ.		0,580	9,5				ML
		Εκτιμ.		0,621	14,1				
		Αποκλ.		7,07	48,4				
10	Ρόδος	Μετρηθ.	0,864	0,42	38,3				GN
		Εκτιμ.	1,01	0,425	39,68				
		Αποκλ.	16,9	1,19	3,60				

Πίνακας 28: Σύγκριση μετρούμενων και εκτιμώμενων παραμέτρων - Σχηματισμοί υποβάθρου

α/α	Δείγμα	Συγκρ. Τιμές	q kp/cm ²	c kp/cm ²	φ Deg.	Cc	k MN/m ³	1/Mv kp/cm ²	Χαρακτ (USCS)
1	Χαλάνδρι	Μετρηθ.		1,298	14,4			139,88	CL
		Εκτιμ.		1,209	15,4			145,69	
		Αποκλ.		6,89	6,92			4,15	
2	Χαλάνδρι	Μετρηθ.		1,843	9,2				CH
		Εκτιμ.		1,616	10,61				
		Αποκλ.		12,32	15,34				
3	Χαλάνδρι	Μετρηθ.		1,096	29,2				ML
		Εκτιμ.		1,142	7,45				
		Αποκλ.							
4	Χαλάνδρι	Μετρηθ.				0,146		198,15	ML
		Εκτιμ.				0,164		208,92	
		Αποκλ.				12.38		5,43	
5	Ρόδος	Μετρηθ.	5,15						ML
		Εκτιμ.	5,10						
		Αποκλ.	-0,99						
6	Λάρισα	Μετρηθ.		1,603	15,6	0,091		178,5	MH
		Εκτιμ.		1,692	14,8	0,166		186,03	
		Αποκλ.		5,52	-5,10	45.18		4,22	
7	Λάρισα	Μετρηθ.		1,343	7,8				ML
		Εκτιμ.		1,450	18,3				
		Αποκλ.		7,96					
8	Καλαμιάς	Μετρηθ.	3,974	2,08	4,8				CL
		Εκτιμ.	3,83	1,535	18,3				
		Αποκλ.	-3,62	-26,2					
9	Καλαμιάς	Μετρηθ.		1,93	5,8				CL
		Εκτιμ.		1,62	7,16				
		Αποκλ.		-19,1	23,37				

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ

Στην παρούσα ενότητα θα παρατεθεί το αποτέλεσμα των διαδικασιών συσχετισμού οι οποίες παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4. Οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά την διαδικασία συσχετισμού, αποδίδονται σε τρεις κυρίως λόγους:

- α) Σε κάποιες περιπτώσεις η απουσία μηχανισμού συνδέσεως μέσω κάποιου φυσικού ή χημικού μηχανισμού, της ιδιότητας, την οποία περιγράφει η μηχανικής παράμετρος, με την φυσική ή ταξινομική ιδιότητα μπορεί να μην είναι πλήρης, αλλά, ατελής ή ελλιπής. Λαμβανομένου υπ' όψιν ότι οι ταξινομικές και φυσικές παράμετροι, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στον συσχετισμό, ανταποκρίνονται σε περιγραφή της δομής του γεωυλικού, δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι, ο οιοσδήποτε, χαμηλός συντελεστής συσχέτισης που προέκυψε, οφείλεται σε πλήρη έλλειψη μηχανισμού φυσικής ή χημικής σύνδεσης της εξαρτημένης με την ανεξάρτητη παράμετρο. Εν τούτοις, υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο μηχανισμός εξάρτησης μεταξύ δύο παραμέτρων αποδεικνύεται ατελής και ελλιπής και δεν παράγει αξιόπιστο συσχετισμό. Τυπικό παράδειγμα τα αποτελέσματα των συσχετισμών κοκκομετρικών κλασμάτων (π.χ. άμμου) με πολλές μηχανικές ιδιότητες που εν γένει οφείλονται στη δομή του υλικού (π.χ. δείκτη συμπίεστότητας).
- β) Ο χαρακτήρας δεδομένης παραμέτρου ο οποίος δεν επιτρέπει τον συσχετισμό. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί, από τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς, το εύρος τιμών τις οποίες λαμβάνει ο συντελεστής στερεοποίησης (C_v) ανάλογα με τη βαθμίδα φόρτισης. Όχι μόνον η διακύμανση των τιμών του, είναι μεγάλη, αλλά και η γεωμετρία της καμπύλης, C_v /βαθμίδας φόρτισης, διαφέρει σημαντικά από δείγμα σε δείγμα. Είναι εύλογο, επομένως, να δεχθούμε ότι η μεμονωμένη τιμή, η οποία παρέχεται ενδεικτικά σε αυτή την περίπτωση, δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο επιτυχούς συσχετισμού με κάποια ταξινομική ή φυσική παράμετρο.
- γ) Παράμετροι οι οποίες περιγράφουν ιδιότητες του εδαφικού υλικού που εξαρτώνται, εκτός από τη δομή, και από δομικά αίτια, τα οποία επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού σε μικροσκοπικό επίπεδο.
Τέτοιο αίτιο, το οποίο επηρεάζει μηχανικές παραμέτρους, είναι η ακριβής ορυκτολογική σύσταση του δείγματος και ιδίως, του λεπτόκοκκου κλάσματος..

5.1.1 Ερμηνεία αποτελεσμάτων δειγμάτων εδαφών υδατικής απόθεσης

A) Αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη

Από όλες τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς οι οποίες επιχειρήθηκε να συσχετισθούν με ταξινομικές ή φυσικές ιδιότητες των εδαφών, η αντοχή σε μοναξονική θλίψη φαίνεται να είναι εκείνη η οποία υπόκειται λιγότερο σε συσχετισμό και σε καμία από τις εξετασθείσες περιπτώσεις, ο συσχετισμός, ο οποίος επετεύχθη, δεν είναι ικανοποιητικός. Αναλυτικότερα:

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Οι συσχετισμοί, χαρακτηρίζονται, γενικά, ως κακοί, τόσο όσο αφορά τις ταξινομικές ιδιότητες, όσο και με τις φυσικές. Τα περισσότερα από τα δείγματα, εμφανίζουν σχετικά υψηλό ποσοστό λεπτόκοκκων υλικών και ταυτόχρονα, παρατηρείται μια μείωση της τιμής της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη, καθώς, στα δείγματα αυτής κατηγορίας, το ποσοστό αδρομερών υλικών αυξάνεται.

Πέρα από την προηγούμενη διαπίστωση, παρατηρείται ότι καμία κοκκομετρική διαβάθμιση ή μέγεθος κόκκων, δεν συναρτάται καλά με την αντοχή σε θλίψη, όπως επίσης και κανένα από τα όρια Atterberg. Αυτό οδηγεί στην ερμηνεία ότι η κατανομή του μεγέθους των κόκκων και η παρουσία παραγόντων, όπως είναι η φυσική υγρασία που επηρεάζουν την ενεργοποιούμενη γωνία εσωτερικής τριβής, μεταξύ των κόκκων διαδραματίζουν πολύ μικρό ρόλο στην αντίσταση του δείγματος, σε ανεμπόδιση θλίψη και ότι ο βασικός μηχανισμός αντοχής είναι η συγκόλληση και δημιουργία δυνάμεων συνοχής σε επίπεδο κόκκου, η οποία οφείλεται στην ορυκτολογική

σύσταση των κόκκων.

Υπάρχει μια περίπτωση, μίας μεμονωμένης φυσικής παραμέτρου, του αρχικού λόγου κενών, ο οποίος συναρτώμενος με την αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη των λεπτόκοκκων εδαφών δίνει ενδιαμέσου μεγέθους τιμή συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,5041$. Η περίπτωση αυτή δεν κρίνεται επαρκής για να προταθεί ο λόγος κενών, στα εδάφη αυτής της κατηγορίας, ως παράμετρος συσχετισμού για την εκτίμηση της τιμής αντοχής σε θλίψη. Όμως, ενισχύει την άποψη ότι, η αντοχή σε θλίψη, σε αυτήν την κατηγορία εδαφών, υπόκειται σε μηχανισμό ελέγχου, ο οποίος εξαρτάται από τη συμπύκνωση του υλικού και, κατά συνέπεια, την ανάπτυξη δυνάμεων συνοχής, λόγω φυσικοχημικών μηχανισμών συγκόλλησης και όχι απλής μηχανικής τριβής.

Επίσης, ο συσχετισμός της τιμής αξονικής θλίψης με την υγρασία(W%) δίνει μία, σχετικά με τις άλλες περιπτώσεις φυσικών παραμέτρων, υψηλή τιμή ($R^2=0,3673$) συντελεστή συσχέτισης. Παρατηρείται όμως ότι, εν γένει, οι υψηλότερες τιμές αντοχής συναρτώνται, κατά το πλείστον με τις μικρότερες τιμές φυσικής υγρασίας (20-30%), το οποίο και στην περίπτωση αυτή, μάλλον δείχνει μια τάση εξάρτησης της αντοχής από φαινόμενα συγκόλλησης κόκκων, τα οποία εξασθενούν, με την αύξηση της υγρασίας

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Η γενική τάση, όσον αφορά τον συσχετισμό της αντοχής σε αξονική θλίψη, που παρουσιάζεται στα αδρόκοκκα δείγματα είναι ανάλογη με αυτήν που εμφανίζεται στα λεπτόκοκκα, δηλαδή, η συνάρτηση της αντοχής σε θλίψη με τις ταξινομικές και φυσικές παραμέτρους είναι κακή.

Όσον αφορά τη συνάρτηση με τα κοκκομετρικά κλάσματα, αυτή είναι ασθενής, αν και κινείται, σε επίπεδα τιμών, συντελεστή συσχέτισης που είναι γενικά διπλάσια από αυτά των λεπτόκοκκων δειγμάτων).

Αντίστοιχα, σε χαμηλά επίπεδα, διατηρείται και ο συντελεστής συσχέτισης των ορίων Atterberg, γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των δειγμάτων σε αργιλικό υλικό.

Από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, τον καλύτερο συσχετισμό εμφανίζει ο λόγος κενών (e), ο οποίος όμως, δίνει, εδώ, μια σημαντικά μικρότερη τιμή συντελεστή συσχέτισης σε σχέση με τα λεπτόκοκκα δείγματα ($R^2=0,3584$ έναντι $R^2=0,5041$), με ίδιου όμως τύπου συνάρτηση συσχετισμού (εκθετική).

Επαναλαμβάνεται δηλαδή και εδώ η παρατήρηση για μια τάση αύξησης της αντοχής, όσο μειώνεται ο λόγος κενών, γεγονός το οποίο και πάλι, παραπέμπει σε φαινόμενα συγκόλλησης κόκκων, λόγω φυσικοχημικών διαδικασιών (και λόγω τριβής). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πλέον αδρόκοκκα δείγματα της κατηγορίας, που ανήκουν κατά USCS στις κατηγορίες SM, GW, GP είναι αδρόκοκκα υλικά, στερούμενα συνεκτικότητας, τα οποία δεν είναι δυνατόν να μορφοποιηθούν σε δοκίμια κατάλληλα για μοναξονική θλίψη.

Ως εκ τούτου, οι τιμές αντοχής σε θλίψη που συσχετίσθηκαν, αφορούν δείγματα με σχετικά υψηλό περιεχόμενο διερχομένων από το κόσκινο #200 (πάνω από 25-30%), στα οποία η περιεχόμενη άργιλος, συχνά υψηλής πλαστικότητας, παρέχει μια συνεκτικότητα. Επομένως, και στα αδρόκοκκα της κατηγορίας αυτής, η αντοχή σε θλίψη φαίνεται να εξαρτάται, από φαινόμενα συγκόλλησης και συσσωμάτωσης κόκκων, τα οποία ελέγχονται από την ορυκτολογική σύσταση του δείγματος και δεν δίνουν αξιόπιστη σχέση συσχετισμού της παραμέτρου αυτής.

B) Συνοχή

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Η συνοχή στα δείγματα της κατηγορίας αυτής φαίνεται να μην ελέγχεται από κάποια κοκκομετρική διαβάθμιση, δεδομένου ότι ο συσχετισμός της με την περιεκτικότητα του δείγματος σε χάλικες, άμμο, ιλύ ή άργιλο δίνει πολύ χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης (μικρότερους του $R^2=0,1$). Επίσης δεν διαφαίνεται κάποια σταθερή τάση, η οποία να διαμορφώνεται μεταξύ της κοκκομετρίας, και της τιμής συνοχής.

Αντίστοιχα, στα όρια Atterberg, παρατηρείται ότι αν και εμφανίζεται μια βελτίωση των τιμών του συντελεστή συσχέτισης, οι τιμές του R^2 παραμένουν μικρότερες του 0,1. Λαμβανομένου υπ' όψιν ότι τα όρια Atterberg σχετίζονται με την περιεχόμενη άργιλο και τις ιδιότητές της, κατ' ουσία, δεν εμφανίζεται αξιόπιστη συνάρτηση του ποσοστού της περιεχομένης άργιλου με τη τιμή της συνοχής, η οποία μετράται, στο δείγμα.

Όσον αφορά τις φυσικές παραμέτρους, παρατηρείται ότι ο συσχετισμός με την φυσική υγρασία, αν και δίνει μια τιμή $R^2=0,1751$, η οποία είναι σαφώς μεγαλύτερη από αυτή των ταξινομικών παραμέτρων, παραμένει σε χαμηλά επίπεδα και η διαμόρφωση της κατανομής των τιμών δεν δίνει σαφή τάση της παραγομένης συνάρτησης συσχετισμού. Οι υψηλότερες τιμές συνοχής αναπτύσσονται για τιμές περιεκτικότητας σε υγρασία γύρω στο 30%, αλλά ταυτόχρονα, η διασπορά των τιμών συνοχής είναι μεγάλη ενώ εμφανίζεται και πλήθος χαμηλών τιμών συνοχής για το ίδιο ποσοστό περιεχομένης υγρασίας.

Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα συσχετισμού μεταξύ συνοχής και του λόγου φυσικής υγρασίας προς το όριο υδαρότητας (W/LL) το οποίο χρησιμοποιείται ως δείκτης ρευστοποίησης εδαφών. Και εδώ η τιμή του συντελεστή συσχέτισης παραμένει μικρότερη του 0,200.

Αν ληφθεί υπ' όψιν ότι χαμηλός συντελεστής συσχετισμού εμφανίζεται και στη συσχέτιση της τιμής της συνοχής με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο μηχανισμός που προσδίδει συνοχή, στα εδάφη αυτής της κατηγορίας ελέγχεται, όπως και η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη στην ορυκτολογική σύσταση και την ανάπτυξη δυνάμεων συνοχής από συγκόλληση, η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από το μέγεθος των κόκκων, εφ' όσον το ποσοστό του διερχόμενου υλικού από το κόσκινο #200, υπερβαίνει το 50%. Η παρατήρηση αυτή ενισχύεται και από τα αποτελέσματα του συσχετισμού της συνοχής με την μέση διάμετρο κόκκων, η οποία επίσης, δίνει χαμηλό συντελεστή συσχετισμού.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Δεν μπορεί να θεμελιωθεί μηχανισμός εξάρτησης μεταξύ του ποσοστού των περιεχομένων χαλίκων και της περιεχομένης άμμου. Εν τούτοις, από την επιχειρούμενο συσχετισμό, προέκυψε αρκετά υψηλός συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της συνοχής των αδρόκοκκων δειγμάτων και του ποσοστού της περιεχομένης ιλύος. Συγκεκριμένα, ο συσχετισμός παράγει εκθετική σχέση της μορφής $C=0,238(silt\%)^{0,7204}$ με συντελεστή συσχετισμού $R^2=0,6445$. Επί πλέον, παρατηρείται μια σχετικά ομαλή αύξηση της συνοχής, αυξανόμενου του ποσοστού της ιλύος, με ομαλή διασπορά τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης.

Όσον αφορά τον συσχετισμό με τα όρια Atterberg, παρατηρείται χαμηλός συντελεστής συσχετισμού και για τα τρία όρια. Επίσης μικρός συντελεστής συσχέτισης προκύπτει και στους συσχετισμούς με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων και τα παράγωγά τους (λόγος W/LL). Ο καλύτερος συντελεστής συσχέτισης, εμφανίζεται στη συνάρτηση της συνοχής με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα υλικά του δείγματος (c/f). Η σχέση που προκύπτει είναι εκθετική, της μορφής $C=0,3475(silt\%)^{0,675}$ και έχει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,6846$. Επίσης, παρουσιάζει ομαλή κατανομή τιμών και καλή διασπορά, γύρω από τη γραμμή τάσης, τουλάχιστον για τιμές του λόγου (c/f) που κυμαίνονται μεταξύ 1 και 15, η δε συνοχή βαίνει μειούμενη με την αύξηση της τιμής του λόγου. Αν η παρατήρηση αυτή συνδυασθεί με την προηγούμενη, για τον καλό συσχετισμό της συνοχής με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το υλικό στο οποίο αποδίδεται η συνοχή στο δείγμα είναι η ιλύς και η παρουσία μεγάλου ποσοστού κόκκων μεγαλύτερης διαμέτρου από τα 73μm, προκαλεί απομείωση των δυνάμεων συνοχής, ενδεχομένως με την εκλεκτική συγκόλληση κόκκων ιλύος σε μεγαλύτερους κόκκους και συνεπώς, αραίωση των δυνάμεων συνοχής μεταξύ των κόκκων του κλάσματος της ιλύος.

Πράγματι, οι κόκκοι των χαλίκων και της αδρόκοκκης άμμου εμφανίζουν, πολλές φορές, επίστρωση από κόκκους λεπτότερου υλικού, ιλύος ή άργιλου, το οποίο διαφοροποιείται, χρωματικά και αρχίζει να προσκολλάται και να λιθοποιείται, ως επίστρωση, πάνω στο αδρότερο υλικό, συνήθως ασβεστολιθικής ή κερατολιθικής σύστασης.

Γ) Γωνία εσωτερικής τριβής

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Όσον αφορά τον συσχετισμό της γωνίας εσωτερικής τριβής με την κοκκομετρική διαβάθμιση, παρατηρείται ότι συσχετισμός που οδηγεί σε υψηλές τιμές συντελεστή συσχέτισης, αλλά όχι σε όλες τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις.

Από τον συσχετισμό προκύπτει ότι καθοριστική επίδραση, στην τιμή της γωνίας εσωτερικής τριβής, έχει η περιεκτικότητα σε άμμο του δείγματος, καθώς ο συσχετισμός δίνει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,8617$ με καλή διασπορά τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης. Τα ποσοστά χαλίκων, ιλύος και αργίλου δίνουν πολύ χαμηλότερους συντελεστές συσχετισμού, με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ $R^2=0,2673$ και $R^2=0,4348$ και, ανομοιογενή διασπορά τιμών, γύρω από τη γραμμή τάσης.

Όσον αφορά τα όρια Atterberg, οι συντελεστές συσχέτισης είναι μικρότεροι του 0,5000.

Όσον αφορά τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, ο συσχετισμός δεν παρέχει υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, με τη φυσική υγρασία και την, παράμετρο W/LL, παρά το ότι, με βάση τη διασπορά των τιμών εμφανίζεται μια τάση μείωση της γωνίας εσωτερικής τριβής, με την αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας.

Τέλος, το μέσο μέγεθος κόκκου (M_d) και κυρίως, ο λόγος περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα, δίνουν τις καλύτερες τιμές συντελεστή συσχέτισης, με τη γωνία εσωτερικής τριβής. Η συσχέτιση αποδίδεται με την πολυωνυμική σχέση,

$$\phi = -35,062(c/f)^2 + 59,018(c/f) + 3,408$$

και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,9293$.

Η έλλειψη αξιόπιστης εξάρτησης, από το περιεχόμενο ποσοστό χαλίκων, αποδίδεται στο γεγονός της χαμηλής περιεκτικότητας σε χάλικες. Είναι επίσης εμφανές, ότι το σχήμα των κόκκων ιλύος και αργίλου αποδυναμώνει την επίδραση τους στη διαμόρφωση της τελικής τιμής της γωνίας εσωτερικής τριβής του δείγματος.

Από την εξέταση μεμονωμένων κοκκομετρικών κλασμάτων, γίνεται εμφανές ότι η γωνία εσωτερικής τριβής ελέγχεται, κυρίως, από τους κόκκους της άμμου η οποία είναι και το κυριότερο αδρόκοκκο κλάσμα, στο σύνολο των δειγμάτων.

Παράγοντες όπως η φυσική υγρασία και ο λόγος κενών του δείγματος, οι που σαφώς επηρεάζουν τη γωνία τριβής, σύμφωνα με το αποτέλεσμα της διαδικασίας συσχετισμού δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τρόπο αξιόπιστο για την εκτίμηση των τιμών της. Τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη συμμετοχή όλων των κοκκομετρικών κατηγοριών στη δομή του δείγματος και τον προσδιορισμό της γωνίας εσωτερικής τριβής.

Ως γενικό συμπέρασμα, μπορεί ο μηχανισμός γένεσης της εσωτερικής τριβής για αυτήν την κατηγορία δειγμάτων, οφείλεται πρωτίτως στο μέγεθος και την κατανομή των κόκκων, με το περιεχόμενο σε άμμο να παίζει τον κυρίαρχο ρόλο, κυρίως διότι η άμμος αποτελεί το κυριότερο, από πλευράς ποσοτικής συμμετοχής, συστατικό με κόκκους μεγαλύτερους από το #200 κόσκινο, για τα δείγματα των κατηγοριών CL, CH, OL και OH.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Η εξέταση συσχετισμών της γωνίας εσωτερικής τριβής, με τις διάφορες ταξινομικές και φυσικές παραμέτρους των δειγμάτων της κατηγορίας αυτής, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι, παρά το γεγονός ότι ο μηχανισμός ελέγχου της γωνίας τριβής δεν μπορεί να αμφισβητηθεί ότι ανάλογος με αυτόν των λεπτόκοκκων δειγμάτων, (μορφολογία και κοκκομετρική κατανομή των κόκκων), εν τούτοις εμφανίζονται ιδιαιτερότητες.

Όσον αφορά τον συσχετισμό με την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού, το οποίο στην κατηγορία αυτή των δειγμάτων περιέχει μεγάλο ποσοστό χαλίκων, παρατηρείται ότι ο συσχετισμός της γωνίας τριβής, τόσο με το ποσοστό περιεχομένων χαλίκων, όσο και με το ποσοστό περιεχομένης άμμου, είναι κακός, όχι μόνον ως προς τον επιτυγχανόμενο συντελεστή συσχέτισης, αλλά, κυρίως, ως προς την διασπορά των τιμών γωνίας τριβής, ιδίως για ποσοστό χαλίκων άνω

του 15% και άμμου. Αντίστοιχα, χαμηλό συντελεστή συσχέτισης και κακή διασπορά, δίνει ο συσχετισμός με το ποσοστό περιεχόμενης αργίλου.

Αξιοσημείωτα είναι τα αποτελέσματα συσχετισμού με το ποσοστό της περιεχόμενης ιλύος. Δεν αποδίδει πολύ υψηλό συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0,5031$), αλλά παρουσιάζει αξιοσημείωτη ομοιογένεια διασποράς και προδίδει μια σαφή τάση ελάττωσης των τιμών της γωνίας τριβής, με την αύξηση του ποσοστού της ιλύος στο δείγμα.

Τα όρια Atterberg, κατά τρόπο αναμενόμενο, δίνουν χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης (μικρότεροι του 0,2000) και κακή διασπορά τιμών, με εμφανή τάση ομαδοποίησης. Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, επίσης δεν αποδίδει υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται μεταξύ 0,2000 και 0,3000 και η διασπορά των τιμών, της γωνίας τριβής, δεν είναι καλή, αν και επιδεικνύει κάποια τάση ομοιομορφίας και οι τιμές δεν είναι ομαδοποιημένες.

Όπως και στα λεπτόκοκκα δείγματα, η καλύτερη σχέση συσχετισμού επιτυγχάνεται με τη μέση διάμετρο κόκκων (M_d) και, κυρίως του λόγου περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα. Ο τελευταίος παρέχει μια λογαριθμική σχέση συσχετισμού [$\phi=4,8221\ln(c/f)+33,238$] και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5103$.

Όσον αφορά την γωνία εσωτερικής τριβής στα αδρόκοκκα δείγματα, αξιοσημείωτο ρόλο στη συσχέτιση παίζει η συμμετοχή της ιλύος, όπως και στην περίπτωση της συνοχής. Αυτό το οποίο εκτιμάται είναι ότι η δημιουργία μίας επίστρωσης κόκκων από στρώμα ιλύος, το οποίο προσκολλάται, τελικά επιδρά και στη γωνία εσωτερικής τριβής, δεδομένου ότι, κατ' ουσία, το στρώμα αυτό της ιλύος, προστρίβεται με το αντίστοιχο περίβλημα των όμορων κόκκων μεγάλης διαμέτρου και αυτό είναι το στρώμα που συγκρατεί την υγρασία που περιβάλλει τον κόκκο και λειτουργεί ως λιπαντής, όταν ενεργοποιείται η γωνία εσωτερικής τριβής του υλικού.

Επομένως, στα αδρόκοκκα δείγματα, η γωνία εσωτερικής τριβής, ελέγχεται όχι από γεωμετρικούς, αλλά χημικούς και φυσικοχημικούς παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται με την ορυκτολογική σύσταση της ιλύος.

Δ) Συντελεστής στερεοποίησης

Όπως προαναφέρθηκε, η τιμή του συντελεστή συμπίεστότητας για κάθε δείγματος, είναι η ενδεικτική τιμή για τάση φόρτισης 2kp/cm^2 (200 kPa). Ως εκ τούτου, ο συσχετισμός έχει γίνει για λόγους ενδεικτικούς και παρατίθεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων για λόγους πληρότητας της εργασίας.

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του συντελεστή στερεοποίησης με τις διάφορες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, δεν υποδεικνύει συσχέτιση, για όλα τα μεγέθη κόκκων. Επί πλέον, παρατηρείται πολύ κακή και ανομοιογενής διασπορά τιμών, γύρω από τη γραμμή τάσης, χωρίς να μπορεί να εντοπισθεί η επίδραση, συγκεκριμένης, κατηγορίας μεγέθους κόκκων, ως ισχυρότερη, από άλλες, στη διαμόρφωση της τιμής του C_v .

Όσον αφορά τα όρια Atterberg, εμφανίζουν επίσης, χαμηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης, με υψηλότερη αυτή της συσχέτισης με το όριο υδαρότητας, για τον οποίο συσχετισμό επιτυγχάνεται τιμή $R^2=0,1669$.

Επίσης δεν προκύπτει συσχέτιση με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων. Η ίδια τάση προκύπτει και για τον δείκτη W/LL .

Κατά το συσχετισμό του συντελεστή στερεοποίησης με τον αριθμό κρούσεων SPT, εμφανίζεται μια ελαφρά βελτίωση των τιμών του συντελεστή συσχέτισης, αλλά και πάλι, αυτός διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.

Τέλος παρατηρείται, επίσης, μια ελαφρά βελτίωση της κατάστασης κατά τον συσχετισμό με την μέση διάμετρο κόκκων και τον λόγο αδρόκοκκων προς τα λεπτόκοκκα συστατικά, όπου διαφαίνεται μια ελαφρά τάση ελάττωσης, της τιμής του C_v , με την αύξηση της διαμέτρου των κόκκων ή την αύξηση της περιεκτικότητας του δείγματος σε υλικό διαμέτρου κόκκων μεγαλύτερου

του #200. Εντούτοις υπάρχει μεγάλη διασπορά τιμών και ο συσχετισμός δίνει πολύ χαμηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης για να είναι δυνατόν να εξαχθούν πρακτικά αποτελέσματα.

Η γενική τάση η οποία παρατηρείται είναι ότι, ο μηχανισμός ο οποίος ελέγχει την εξέλιξη του φαινομένου της συμπύκνωσης του δείγματος, σε αυτήν την κατηγορία δειγμάτων, ελέγχεται από το μέγεθος των κόκκων και τον λόγο κενών. Εν τούτοις, εξέταση των δειγμάτων τα οποία δημιουργούν την μεγάλη διασπορά τιμών, δείχνει ότι ανήκουν, κατά πλειονότητα, στην κατηγορία των δειγμάτων με πολύ υψηλό ποσοστό διερχομένων από το κόσκινο Νο 200. Λαμβανομένου υπ' όψιν ότι ο συσχετισμός, με το ποσοστό ιλύος και αργίλου, δεν δίνει τάση εξάρτησης από το μέγεθος του κόκκου αυτής της κατηγορίας, μπορούμε να δεχθούμε ότι στις συνθήκες, υπό τις οποίες διεξάγεται η δοκιμή, επέρχονται δομικές μεταβολές στο επίπεδο του κόκκου μικρής διαμέτρου, γεγονός το οποίο πιθανόν οδηγεί σε εξάρτηση του μηχανισμού και από ορυκτολογικούς παράγοντες.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Στα αδρόκοκκα δείγματα της κατηγορίας αυτής, οι γενικές παρατηρήσεις για τον συσχετισμό και τα αποτελέσματά του είναι παρόμοιες με αυτές των λεπτόκοκκων δειγμάτων, δηλαδή εμφανίζεται μεγάλη ανομοιογένεια στην κατανομή των τιμών τη εξαρτημένης μεταβλητής και ο συντελεστής συσχέτισης, σε όλες τις περιπτώσεις έχει τιμή μικρότερη του 0,300.

Εν τούτοις, πρέπει να σημειωθεί ότι εμφανίζεται, συγκριτικά, υψηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης στον συσχετισμό με το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων ($R^2=0,2585$) και ιλύος ($R^2=0,1993$), ενώ οι τιμές του συντελεστή για την άργιλο και για τα όρια Atterberg, είναι πολύ χαμηλότερες. Αντίστοιχη μικρή βελτίωση παρατηρείται στον συσχετισμό με την περιεχόμενη φυσική υγρασία και τον αριθμό των κρούσεων της δοκιμής SPT διορθωμένων και μη.

Η καλύτερη τιμή συντελεστή συσχέτισης επιτυγχάνεται για την μέση διάμετρο κόκκων, για την οποία $R^2=0,3317$. Εν τούτοις και αυτή η παράμετρος, παρουσιάζει μεγάλη διασπορά τιμών, με την πλειοψηφία των δειγμάτων να ανήκουν στην κατηγορία $M_d \leq 2000 \mu m$.

Οι παρατηρήσεις όσον αφορά την εξάρτηση του συντελεστή στερεοποίησης, στα δείγματα της κατηγορίας αυτής, ενισχύουν τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τα λεπτόκοκκα δείγματα. Η παρουσία του αδρόκοκκου υλικού στο αρχικό δείγμα, δείχνει να υποστηρίζει την λογική της εξάρτησης του μηχανισμού συμπύκνωσης, από το μέγεθος των κόκκων και επί πλέον, ο καλύτερος συσχετισμός του ποσοστού της ιλύος σε σχέση με αυτόν των λεπτόκοκκων δειγμάτων, είναι ένδειξη ότι η ιλύς είναι φορέας δομικών και φυσικοχημικών μεταβολών, οι οποίες επηρεάζουν τη συνολική απόκριση των δειγμάτων της κατηγορίας.

Ε) Δείκτης στερεοποίησης

Βάσει των προδιαγραφών της δοκιμής, ο δείκτης στερεοποίησης είναι μια παράμετρος η οποία προσδιορίζεται σε συνθήκες στατικές, και ως εκ τούτου, αντιπροσωπεύει μια κατάσταση στην οποία η δομή του δοκιμίου έχει σταθεροποιηθεί. Επομένως οι τιμές που παρέχονται, δεν είναι, απλώς, ενδεικτικές, αλλά χαρακτηριστικές του δοκιμίου.

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων, παρουσιάζει μια ομαδοποίηση τιμών, η οποία οδηγεί σε κακή διασπορά και χαμηλό συντελεστή συσχέτισης. Ο συσχετισμός με το ποσοστό άμμου δίνει ομαλή κατανομή τιμών, η οποία ακολουθεί λογαριθμική σχέση [$Cc = -0,76 \ln(\text{sand}\%) + 0,4194$] και οριακά αποδεκτή τιμή συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,4792$.

Όσον αφορά τα όρια Atterberg, παρατηρείται γενικά καλή διασπορά των τιμών και οι συντελεστές συσχέτισης που προκύπτουν, εμφανίζονται με μέσες έως υψηλές τιμές. Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται για το όριο υδαρότητας (LL), το οποίο εμφανίζει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,6336$.

Ο συσχετισμός με παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων δίνει αντίστοιχα καλά αποτελέσματα, όσον αφορά τον συσχετισμό με την περιεχόμενη φυσική υγρασία, η οποία ακολουθεί μια εκθετική συνάρτηση της μορφής $Cc = 0,0916e^{0,0254(W\%)}$ και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,6172$.

Από όλες τις φυσικές ιδιότητες, αναμενόμενα ίσως, ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση του λόγου κενών ως ανεξάρτητης μεταβλητής. Εμφανίζεται, σχετικά ομαλή, διασπορά τιμών με αυξημένες αποκλίσεις, για τις ακραίες τιμές του λόγου κενών (άνω του 1,25) και ο συντελεστής συσχέτισης φθάνει τη τιμή $R^2=0,7085$.

Ο συσχετισμός με τη μέση διάμετρο κόκκων (M_d) και το λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα (c/f) δίνουν παραπλήσια αποτελέσματα, δηλαδή, σχέσεις εκθετικής μορφής $Cc=0,8994(M_d)^{-0,4}$ και $Cc=0,1309(c/f)^{-0,276}$ με παραπλήσια μορφή διασποράς τιμών και συντελεστές συσχέτισης $R^2=0,5381$ και $R^2=0,5543$, αντίστοιχα.

Μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, ο βασικός μηχανισμός που καθορίζει τη τιμή του δείκτη στερεοποίησης, εξαρτάται από τον λόγο κενών και την περιεχόμενη υγρασία. Επί πλέον, παρατηρείται ότι οι υψηλές τιμές συσχετισμού των ορίων Atterberg ανταποκρίνονται στην, πλαστική παραμόρφωση του υλικού, σε συνθήκες σχετικά υψηλής τάσης η οποία οφείλεται στη διεύθυνση του αργιλικού υλικού, (ιδίως σε υψηλής πλαστικότητας αργίλους), στα κενά μεταξύ μεγαλύτερων κόκκων, ιλύδους και αργιλικού υλικού.

Μία, επιπλέον, παρατήρηση αφορά την κακή διασπορά η οποία παρατηρήθηκε, στον συσχετισμό με τον λόγο κενών, όταν η τιμή του λόγου υπερβαίνει το 1,25. Στην πλειοψηφία των αντιστοιχών περιπτώσεων, τα δείγματα περιείχαν μεγάλο ποσοστό οργανικού υλικού (φθάνοντας, σε κάποιες περιπτώσεις στην κατηγορία της τύρφης), το οποίο, κατά την προετοιμασία του δείγματος για κοκκομετρική ανάλυση, συρρικνώνεται λόγω αποβολής της υγρασίας του οργανικού υλικού, με επιπτώσεις και στη τιμή του τελικά υπολογιζόμενου λόγου κενών και στη τιμή της φυσικής υγρασίας. Με βάση την εμπειρία τα περισσότερα δείγματα τα οποία μπορούν να χαρακτηρισθούν ως περιέχοντα τυρφώδη συστατικά, ή γενικά (λόγω οσμής και χρώματος) υψηλό ποσοστό οργανικών ουσιών, έχουν ως κύριο λεπτόκοκκο συστατικό τους, την ιλύ.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Στα δείγματα αυτής της κατηγορίας, ο συσχετισμός με διάφορες κοκκομετρικές κατηγορίες εμφανίζεται κακός, με εν μέρει, κακή διασπορά τιμών και τιμές συντελεστή συσχέτισης μικρότερες του 0,2900.

Άξιο προσοχής είναι ότι παρά τη γενικά κακή συσχέτιση, ο υψηλότερος συντελεστής συσχετισμού είναι αυτός της περιεχομένης ιλύος και επιδεικνύεται μια ελαφρά τάση αύξησης της τιμής του Cc με την αύξηση του ποσοστού της ιλύος.

Αντίστοιχα, στην περίπτωση των ορίων Atterberg, ο συσχετισμός δεν βελτιώνεται, με τιμές συντελεστή συσχέτισης, μικρότερες του 0,310. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι η μορφολογία της διασποράς τιμών στον συσχετισμό με το όριο υδαρότητας (LL), παρουσιάζει μια μορφολογία παρόμοια με αυτή του αντίστοιχου συσχετισμού για τα λεπτόκοκκα δείγματα και η γραμμή τάσης περιγράφεται από τριτοβάθμια εξίσωση, αλλά η διασπορά, δεν είναι καλή και ο συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή μόνον $R^2=0,309$.

Όσον αφορά τον συσχετισμό με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, ο συσχετισμός με την φυσική υγρασία του δείγματος ($W\%$) δίνει κακή κατανομή τιμών και χαμηλό συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0,2633$). Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα του συσχετισμού με τον λόγο κενών (e_0) ο οποίος δίνει τιμή $R^2=0,3449$. Επί πλέον, όπως και στα λεπτόκοκκα δείγματα, για τιμές του λόγου κενών μεγαλύτερες του 0,750, παρουσιάζεται πολύ ακανόνιστη διασπορά τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης. Παράγωγοι παράμετροι όπως ο λόγος W/LL , δίνουν επίσης, πολύ χαμηλό συντελεστή συσχέτισης.

Ο συσχετισμός με τη μέση διάμετρο κόκκων εμφανίζει κακή διασπορά, για τιμές διαμέτρου μεγαλύτερες του $M_d=2000\mu m$ και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,3815$. Αντίστοιχα, ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά, δείχνει κακή διασπορά τιμών και τάση ομαδοποίησης των τιμών, για λόγο, c/f μικρότερο του 10. Ο συντελεστής συσχέτισης παραμένει σε χαμηλά επίπεδα με $R^2=0,3583$.

Από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τα οποία, γενικά, θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ασαφή, προκύπτει ότι εμφανίζεται μια ομοιότητα στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των

συσχετισμών του LL, της φυσικής υγρασίας και του αρχικού λόγου κενών, των δειγμάτων αυτών, με τους αντιστοίχους συσχετισμούς των λεπτόκοκκων δειγμάτων, αν και ο βαθμός συσχετισμού που επιτυγχάνεται, είναι πολύ μικρότερος.

Ο μηχανισμός που ελέγχει τη τιμή του Cc φαίνεται να εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος των κόκκων, όπως και στα λεπτόκοκκα δείγματα και αυτό προδιαγράφει και την επιρροή του αρχικού λόγου κενών και της περιεχομένης φυσικής υγρασίας.

Με βάση την εμπειρία, η δοκιμή, εφ' όσον εκτελείται σε μήτρα συνήθους διαμέτρου (2,5inch ή 63,5mm), παρουσιάζει δυσκολία επιλογής αντιπροσωπευτικού υλικού και κατά συνέπεια, διαμόρφωσης δοκιμίου από δείγματα αδρόκοκκης άμμου και χαλίκων χαμηλής συνοχής. Θεωρείται ότι όταν το ποσοστό αδρόκοκκης άμμου είναι υψηλό, (άνω του 20% της σύστασης του δείγματος), ακόμη και αν οι επί μέρους κόκκοι είναι αποστρογγυλεμένοι και λείοι, εφ' όσον απουσιάζει το λεπτόκοκκο υλικό, μεγέθους ιλύος ή αργίλου, η αναπτυσσόμενη τριβή, μεταξύ των κόκκων και κυρίως, μεταξύ των κόκκων και των τοιχωμάτων της μήτρας, δημιουργεί προβλήματα επαναληψιμότητας της δοκιμής, ακόμη και εάν έχει εξασφαλισθεί η ομοιογένεια του υλικού.

Επίσης, η τάση η οποία, διαφάνεται από τη διασπορά των τιμών στον συσχετισμό με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, και η εν γένει εξάρτηση μηχανικών παραμέτρων από την περιεχομένη ιλύ στα εδάφη υδατικής απόθεσης, σχετίζεται, πιθανόν με την παρουσία, στο ιλυώδες υλικό των ελληνικών εδαφών, υψηλού ποσοστού μαρμαρυγία.

ΣΤ) Δείκτης εδάφους

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του δείκτη εδάφους με ταξινομικές κατηγορίες μεγέθους κόκκων, δεν δείχνει συσχέτιση να είναι μικρότεροι του 0,120. Αντίστοιχα, επιδεικνύουν κακή διασπορά τιμών, με τάσεις ομαδοποίησης, ιδίως στην περίπτωση των χαλίκων. Ομοίως, κακό συσχετισμό εμφανίζουν τα όρια Atterberg, αν και η διασπορά των τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης, είναι ομαλότερη και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης φθάνει το 0,195.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, είναι καλύτερος. Πιο συγκεκριμένα, ο συσχετισμός με την φυσική υγρασία παρουσιάζει μια αυξητική τάση με την ελάττωση της περιεκτικότητας σε υγρασία αν και η κατανομή είναι εν γένει ανομοιογενής και με τάση ομαδοποίησης των τιμών. Ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,4009$. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα του συσχετισμού με το φαινόμενο βάρος, ενώ, ο καλύτερος συσχετισμός, γίνεται με τον λόγο κενών. Η παραγόμενη συνάρτηση είναι, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, εκθετικής μορφής $k=30,633e^{-0,947e}$. Εμφανίζεται πάλι η τάση ομαδοποίησης των τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης, αλλά ο συντελεστής συσχετισμού έχει τη τιμή $R^2=0,5033$.

Οι συσχετισμοί με την μέση διάμετρο κόκκων και τον λόγο αδρόκοκκων προς τα λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζουν κακή διασπορά τιμών και χαμηλό συντελεστή συσχέτισης, εν γένει μικρότερο του 0,200.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων συσχετισμού δείχνει μια τάση, ο μηχανισμός ο οποίος παρέχει την αντίσταση στην φόρτιση, στην περίπτωση των λεπτόκοκκων δειγμάτων, να είναι ανεξάρτητος του μεγέθους των κόκκων και αντιθέτως να δείχνει μια τάση εξάρτησης από τον λόγο κενών του δείγματος, γεγονός το οποίο εμμέσως, επηρεάζει και τον συσχετισμό με την φυσική υγρασία του δείγματος και το φυσικό φαινόμενο βάρος του.

Είναι προφανής η ομοιότητα των συνθηκών της εκτέλεσης της δοκιμής, με τη δοκιμή μοναξονικής θλίψης. Οι σχετικές αναλογίες των συσχετισμών και, εμφανώς, ο μηχανισμός συγκόλλησης των κόκκων, είναι αυτός ο οποίος παρέχει την αντίσταση του εδάφους στο θλιπτικό φορτίο και επομένως, είναι φυσικοχημικός και ελεγχόμενος από την ορυκτολογική σύσταση του υλικού.

Δεδομένου ότι, ο λόγος κενών εξαρτάται από το σχήμα και την κατανομή του μεγέθους των κόκκων, για τα οποία όμως δεν μπορεί να επιτευχθεί αξιόπιστος συσχετισμός, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι σύνδεσμοι οι οποίοι σχηματίζονται από διαλυτοποίηση και ανακρυστάλλωση του υλικού, κατά την απόθεσή του, καταστρέφονται κατά την υγρή κοκκομετρική ανάλυση και επομένως, διαφεύγουν του συσχετισμού.

Μία ένδειξη, προς την κατεύθυνση αυτή, είναι ο καλύτερος συντελεστής συσχέτισμού, ο οποίος επιτυγχάνεται από την άργιλο, σε σχέση με τα υπόλοιπα κοκκομετρικά κλάσματα.

Ως συμπέρασμα, μπορεί να διατυπωθεί ότι ο δείκτης εδάφους, στα λεπτόκοκκα εδάφη αυτής της κατηγορίας, εξαρτάται κυρίως από την ορυκτολογία και εξωτερικές φυσικοχημικές συνθήκες (π.χ χημική σύσταση του ύδατος και του περιβάλλοντος απόθεσης), οι οποίες ρυθμίζουν τη συγκόλληση των κόκκων του εδαφικού υλικού.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του δείκτη εδάφους με τις ταξινομικές κοκκομετρικές κατηγορίες των αδρόκοκκων δειγμάτων δεν παρέχει σαφή συσχέτιση, πλην του ότι ο συσχετισμός με το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων δίνει τον διακριτά υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης, με $R^2=0,2747$.

Δεύτερος έρχεται ο συσχετισμός με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, ο οποίος δίνει τιμή συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,1778$, αλλά επιδεικνύει μια σχετικά καλή διασπορά τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης και μια ομαλή τάση αύξησης της τιμής του δείκτη εδάφους με την ελάττωση του ποσοστού ιλύος, με τη τάση να γίνεται, σαφέστερα ανοδική, για ποσοστά ιλύος μικρότερα του 20%.

Ο συσχετισμός του δείκτη εδάφους με τα όρια Atterberg δίνει πολύ χαμηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης, πλην του ορίου υδαρότητας, το οποίο εμφανίζει τιμή $R^2=0,3090$.

Από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων εμφανίζεται και στα αδρόκοκκα δείγματα καλύτερη εξάρτηση από την φυσική υγρασία, το φαινόμενο βάρος και ιδίως τον λόγο κενών.

Ο συσχετισμός με τον λόγο κενών παρέχει μια εκθετική σχέση $k=77,107e^{-2,102e0}$ και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5538$.

Τόσο η εξάρτηση από την μέση διάμετρο κόκκων, όσο και από τον λόγο των περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζει κακή διασπορά τιμών, ιδίως για διάμετρο κόκκων πάνω από 2000μm και λόγο c/f μεγαλύτερο του 10.

Όσον αφορά την ερμηνεία των σχετικών αποτελεσμάτων, οι μηχανισμοί οι οποίοι ελέγχουν την παραμόρφωση των εδαφών, υπό τάση, ελέγχονται από τον λόγο κενών και από την έμμεση πλήρωση των κενών από υγρασία και λεπτόκοκκο υλικό το οποίο μετατοπίζεται και παραμορφώνεται κατά την καταπόνηση, όπως υποδεικνύει ο σχετικά υψηλός συντελεστής συσχέτισης του ορίου υδαρότητας. Εμφανώς ο φυσικοχημικός μηχανισμός συγκόλλησης των κόκκων δεν ελλείπει αλλά, σε σχέση με τα λεπτόκοκκα δείγματα, η συμμετοχή των μεγάλων διαμέτρου κόκκων, διαμέτρου ανώτερης αυτής που διέρχεται από το No4 κόσκινο, είναι περισσότερο αισθητή.

Ζ) Μέτρο συμπιεστότητας

Το μέτρο συμπιεστότητας προσδιορίζεται υπολογιστικά, από τη δοκιμή στερεοποίησης, με τη χρήση της τιμής του δείκτη στερεοποίησης και ως εκ τούτου, σχετίζεται με τη συμπεριφορά του υλικού, που υπόκειται σε κατακόρυφη φόρτιση, στην περιοχή μεταξύ 4kPa/cm² και 8kPa/cm² (400 – 800 kPa).

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις διάφορες ταξινομικές κοκκομετρικές κατηγορίες, δεν δίνει στα δείγματα αυτής της ομάδας, κάποιο ιδιαίτερο συσχετισμό για κάποια συγκεκριμένη κατηγορία μεγέθους κόκκων. Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με το ποσοστό περιεχομένης άμμου, η οποία δείχνει μια ομαλή σχετικά κατανομή τιμών, με μικρό αριθμό ακραίων αποκλίσεων, και επιτυγχάνει τιμή συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,4485$.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg είναι καλός, ιδίως αυτός με το όριο υδαρότητας και δίνει την εκθετική σχέση:

$$1/Mv=273,71e^{-0,22LL} \text{ και συντελεστή συσχέτισης } R^2=0,6174$$

Επιπλέον, η κατανομή των τιμών είναι καλή. Ο χειρότερος συσχετισμός γίνεται με τον δείκτη πλαστικότητας, αλλά και πάλι, ο συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή $R^2=0,3932$.

Οι συσχετισμοί με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, εκτιμώνται σε παρόμοια επίπεδα με αυτά των ορίων Atterberg, παρουσιάζοντας ελαφρά μεγαλύτερη διασπορά τιμών. Γενικά, δεν εμφανίζουν τιμή συντελεστή συσχέτισης μεγαλύτερη του 0,5000.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων δίνει καλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5523$. Δεν, εμφανίζει όμως καλή κατανομή και διασπορά τιμών και ως εκ τούτου, είναι λιγότερο αξιόπιστος από τον συσχετισμό με τον λόγο αδρόκοκκων προς τα λεπτόκοκκα συστατικά, ο οποίος δίνει μεν ελαφρά μικρότερη τιμή συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,5419$ αλλά, πολύ ομαλότερη κατανομή τιμών, ιδίως στην περιοχή όπου ο λόγος c/f λαμβάνει τιμή πάνω από 0,200.

Ερμηνευτικά, φαίνεται ότι η τιμή του μέτρου συμπιεστότητας εξαρτάται και από την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού, ιδίως από το ποσοστό περιεχομένης άμμου, η οποία είναι το κύριο αδρόκοκκο συστατικό στα δείγματα της κατηγορίας αυτής. Επίσης, εξαρτάται από την παρουσία της αργίλου η οποία αναδιατάσσεται κατά τη στερεοποίηση και πληροί τα κενά. Ενδεχομένως, να υπεισέρχεται ο παράγοντας της πλαστικής παραμόρφωσης των κόκκων της αργίλου η οποία μπορεί να εξαρτάται από την ορυκτολογία, αλλά αυτό δεν είναι δυνατόν να αναγνωρισθεί, σαφώς, από κάποια τάση του συσχετισμού.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του μέτρου συμπιεστότητας με την κοκκομετρική διαβάθμιση, στα αδρόκοκκα δείγματα της κατηγορίας, είναι πιο ασαφής και δεν μπορεί να αποδώσει αξιόπιστη σχέση της διακύμανσης του μέτρου συμπιεστότητας, σε συνάρτηση με την περιεκτικότητα του δείγματος σε υλικό κάποιας κατηγορίας. Μόνο ο συσχετισμός με την U_L επιδεικνύει κάποια ομοιογένεια κατανομής τιμών, και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι $R^2=0,2975$. Το θετικό στοιχείο του συσχετισμού με αυτό το κλάσμα, είναι η μη ομαδοποίησης των τιμών, που εμφανίζεται έντονα στους συσχετισμούς με τις άλλες κοκκομετρικές κατηγορίες.

Η ομαδοποίηση των τιμών και η κακή διασπορά είναι εντονότερη στους συσχετισμούς των ορίων Atterberg και οι τιμές των αντίστοιχων συντελεστών συσχέτισης είναι μικρότερες του 0,225. Αντίστοιχα ασαφής είναι και ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων και δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν αξιοποιήσιμα αποτελέσματα.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d) δίνει ελαφρώς καλύτερο συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,3481$, αλλά η κατανομή των τιμών είναι πολύ κακή και για τιμές διαμέτρου άνω των 2000 μ m εμφανίζεται πληθώρα ακραίων τιμών.

Ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζει μεν τιμή $R^2=0,3750$ αλλά, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση η κατανομή των τιμών είναι πολύ κακή με τάσεις ομαδοποίησης για $c/f > 50$.

Η εν γένει αναξιοπιστία, οι μικρές τιμές συντελεστών συσχέτισης και κυρίως, η αξιολόγηση των σχετικών γραφημάτων, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η συμπιεστότητα σε αδρόκοκκα δείγματα υδατικής απόθεσης, όπου κυριαρχούν οι μεγάλοι μεμονωμένοι κόκκοι, επηρεάζεται αρνητικά, όσον αφορά τη δυνατότητα συσχετισμού, δεδομένου ότι είναι δύσκολη η μόρφωση αντιπροσωπευτικού δοκιμίου σε μικρές διαστάσεις (63,5×25,4mm), το οποίο να επιτρέπει επαναληψιμότητα και κατ'επέκταση συσχετισμό των αποτελεσμάτων της δοκιμής.

Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και για τον συσχετισμό του δείκτη συμπιεστότητας και τον συσχετισμό του μέτρου συμπιεστότητας.

5.1.2 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων συσχετισμού δειγμάτων χερσαίας απόθεσης

A) Αντοχή σε απλή (μοναξονική) θλίψη

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, είναι πολύ κακός γ, εμφανίζοντας τάσεις ομαδοποίησης τιμών και πολύ χαμηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης, όλες μικρότερες του 0,1000. Ανάλογο φαινόμενο παρατηρείται και στον συσχετισμό με τα όρια Atterberg, με αποτέλεσμα καμία αξιόπιστη σχέση εξάρτησης να μην είναι

δυνατόν να εξαχθεί.

Όσον αφορά τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, παρατηρείται ότι η κατάσταση βελτιώνεται, στην περίπτωση του λόγου κενών, ο οποίος εμφανίζει μια τιμή συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,3651$. Εντούτοις, εμφανίζεται πολύ κακή διασπορά των τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης, με μεγάλο ποσοστό ακραίων τιμών σε ένα δείγμα το οποίο είναι, ήδη, μικρού μεγέθους σε σχέση με το μέγεθος των δειγμάτων άλλων κατηγοριών.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d), επίσης επιδεικνύει πολύ κακή κατανομή με πληθώρα ακραίων τιμών και $R^2=0,0734$.

Η γενική αδυναμία προσδιορισμού συσχέτισης οφείλεται, πέραν του μικρού αριθμού δειγμάτων ο οποίος μεγιστοποιεί τις διαφορές δομής και συνθηκών μεταξύ μεμονωμένων δειγμάτων, και στο εύρος των υποκατηγοριών τις οποίες περιλαμβάνει η κατηγορία και οι οποίες, εκτός των φυσικών ριπιδίων, περιλαμβάνουν και τεχνητά επιχώματα και στρώματα εδάφους τα οποία υπόκεινται σε τακτική άρωση και περιοδική διαβροχή, λόγω άρδευσης και καλλιεργειών. Υπό αυτήν την έννοια, μόνον ενδεικτικά μπορεί να αξιοποιηθεί ο συσχετισμός, καθώς δεν μπορεί να εντοπισθεί ένας μόνον μηχανισμός απόθεσης και διαμόρφωσης της μηχανικής συμπεριφοράς του υλικού.

2. Αδρόκοκκα υλικά

Ο συσχετισμός της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη των δειγμάτων της κατηγορίας με τις ταξινομικές κατηγορίες κοκκομετρικών διαβαθμίσεων δίνει κακά αποτελέσματα και δεν είναι δυνατόν να θεμελιωθεί συσχετισμός για καμία κατηγορία μεγέθους κόκκων. Τα ίδια παρατηρείται και για τα όρια Atterberg και όσον αφορά τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων. Μόνο ο συσχετισμός με τον λόγο κενών, παρέχει ένα συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,3873$ αλλά η διασπορά των τιμών είναι μεγάλη και δεν υποδεικνύει κάποια σαφή τάση.

Παρόμοια κακή κατανομή, παρατηρείται και στον συσχετισμό των παραγώγων φυσικών παραμέτρων (W/LL). Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d) δίνει επίσης χαμηλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,1451$ και μεγάλη διασπορά τιμών. Το φαινόμενο επαναλαμβάνεται στην περίπτωση του συσχετισμού με τον λόγο των περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, όπου παρατηρείται μεν μια αύξηση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης σε $R^2=0,2007$ αλλά η διασπορά είναι εντελώς τυχαία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα δείγματα της κατηγορίας, εκτός του ότι είναι πολύ λίγα, αντιπροσωπεύουν μια μεγάλη ποικιλία περιβαλλόντων και συνθηκών απόθεσης και σε πολλές περιπτώσεις, ανθρωπογενούς παρέμβασης.

Τα ασαφή αποτελέσματα ανακλούν την κακή ποιότητα του αρχικού δείγματος και όχι κάποια συγκεκριμένη εξάρτηση από κάποιον μηχανισμό. Μόνο η σχετικά καλύτερη, συσχέτιση που γίνεται με τον λόγο κενών και η σχετικά ομαλή κατανομή η οποία εμφανίζεται στις τιμές, υποδεικνύουν μια συσχέτιση με την κοκκομετρία του δείγματος..

B) Συνοχή

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κατηγορίες κοκκομετρικών διαβαθμίσεων του υλικού είναι ασαφής και δεν υποδεικνύει εξάρτηση από κάποια κοκκομετρική κατηγορία και η τιμή των συντελεστών συσχέτισης είναι μικρότερη του 0,180, σε όλες τις περιπτώσεις. Την ίδια τάση εμφανίζει και ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg και τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d) και τον λόγο αδρόκοκκων προς τα λεπτόκοκκα συστατικά, επιδεικνύει μια ομαλή σχετικά, κατανομή τιμών αλλά διατηρεί χαμηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης, (μικρότερη του 0,300). Είναι αξιοσημείωτο ότι η διασπορά των τιμών δείχνει σαφείς τάσεις ομαδοποίησης, η οποία επαναλαμβάνεται και στην περίπτωση συσχέτισης του λόγου κενών και στις τιμές της αναλογίας c/f και του μέσου μεγέθους κόκκων, από τις οποίες ο λόγος κενών, εμμέσως, εξαρτάται.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Τα αδρόκοκκα δείγματα επιδεικνύουν πολύ καλύτερο συσχετισμό, με όλες τις ταξινομικές και φυσικές παραμέτρους, από ότι τα λεπτόκοκκα δείγματα. Ιδιαίτέρως ο συσχετισμός ο οποίος επιτυγχάνεται με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d) και τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά, είναι άριστος, με συντελεστή συσχέτισης της τάξης του $R^2=0,8000$. Επιπλέον εμφανίζει καλή κατανομή τιμών.

Η ομοιογένεια αυτή και η καλύτερη σχέση εξάρτησης οφείλεται στο γεγονός ότι, η συντριπτική πλειοψηφία των δειγμάτων αυτής της κατηγορίας, είναι υλικό επιχωμάτων τα οποία έχουν κατασκευασθεί με υλικό επιλεγμένο και διαβαθμισμένο.

Γ) Γωνία εσωτερικής τριβής

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της γωνίας εσωτερικής τριβής με τις κατηγορίες κοκκομετρικών διαβαθμίσεων δεν είναι καλός σε όλες τις κατηγορίες, αλλά εμφανίζεται να είναι εξαιρετικά καλός όσον αφορά την κατηγορία της άμμου. Από τη διερεύνηση προέκυψε μια εκθετική σχέση της μορφής $\Phi=3,212(\text{sand}\%)^{0,5969}$. Ο συντελεστής συσχέτισης έχει τη τιμή $R^2=0,8506$.

Η συσχέτιση με τα όρια Atterberg, ανακλά την μάλλον κακή εξάρτηση της γωνίας τριβής από την περιεχομένη λύ και άργιλο. Δίνει κακή διασπορά και χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης. Το ίδιο προέκυψε και όσον αφορά τον συσχετισμό με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, για τις οποίες οι παραγόμενοι συντελεστές συσχέτισης έχουν τιμές μικρότερες του 0,2500 και κακή διασπορά τιμών.

Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται για τη γωνία εσωτερικής τριβής σε συνάρτηση με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, ο οποίος εμφανίζει ομαλή διασπορά τιμών, παράγει μια σχέση της μορφής $\Phi=33,344(c/f)^{0,4958}$ και δίνει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,9112$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων αποδίδει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,7334$, επίσης η διασπορά των τιμών είναι λιγότερο ομαλή.

Είναι εμφανές ότι η διαμόρφωση της τιμής της γωνίας τριβής, εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων και την αναλογία των λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων συστατικών στο εδαφικό δείγμα. Επίσης η κυρία κοκκομετρική διαβάθμιση, η οποία επηρεάζει τη τιμή της γωνίας τριβής, είναι η άμμος, η οποία αποτελεί και το κυριότερο αδρόκοκκο συστατικό, στα εδάφη που χαρακτηρίζονται, κατά USCS, σαν CL, CH, OL και OH.

Η υπόθεση αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι η εξάρτηση από το ποσοστό της περιεχομένης άμμου και η εξάρτηση από τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα (c/f), περιγράφονται από σχέσεις της ίδιας βασικής μορφής, δηλαδή, $y=ax^b$.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της γωνίας τριβής, με όλες τις κατηγορίες κοκκομετρικών διαβαθμίσεων, παρέχει ασαφή αποτελέσματα και δείχνει να είναι καλύτερος μόνον με την κατηγορία των χαλίκων, όπου ο συντελεστής συσχέτισης έχει τη τιμή $R^2=0,3816$. Όμως, αν και διακρίνεται από την κατανομή τιμών, μια τάση αύξησης της τιμής της γωνίας τριβής με την αύξηση του ποσοστού χαλίκων, η διασπορά τιμών, περί της γραμμής τάσης, είναι μεγάλη.

Από τα όρια Atterberg, τα οποία γενικά, δεν εμφανίζουν καλό συσχετισμό, καλύτερη είναι η περίπτωση του ορίου υδαρότητας το οποίο εμφανίζει τιμή $R^2=0,372$, αλλά κακή διασπορά τιμών και ανακλά, ίσως, το γεγονός ότι η άργιλος, ως κοκκομετρική κατηγορία, τάσσεται δεύτερη, από πλευράς τιμής συντελεστή συσχέτισης, μετά από τους χάλικες, για τα δείγματα αυτής της κατηγορίας.

Αναμενόμενη, επίσης, είναι και η κακή συσχέτιση με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων. Ο καλύτερος συσχετισμός είναι αυτός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα (c/f), ο οποίος παρέχει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5991$ και ιδίως, ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, ο οποίος παρέχει σχέση της ίδιας μορφής (λογαριθμική, της μορφής

$y = a/\ln x + \beta$), αλλά, με, ελαφρά, υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,6295$.

Και στις δύο περιπτώσεις, δεν λείπουν οι ακραίες τιμές και η διασπορά των τιμών γίνεται κακή όταν ο λόγος c/f προσεγγίζει η υπερβαίνει τη τιμή 10 ή η μέση διάμετρος κόκκων υπερβεί τη τιμή, $M_d = 3500 \mu m$.

Τα αποτελέσματα των συσχετισμών, εν γένει, αποδίδονται στο γεγονός ότι τα δείγματα της κατηγορίας είναι κυρίως από τεχνητά επιχώματα, στα οποία ο άνθρωπος έχει επέμβει στην επιλογή του υλικού, από πλευράς κοκκομετρικής διαβάθμισης.

Παραμένει το ερώτημα όσον αφορά την επίδραση του ποσοστού χαλίκων στη διαμόρφωση της γωνίας τριβής, σε υλικό επιλεγμένης κοκκομετρικής σύστασης. Ο μικρός αριθμός δειγμάτων, πιθανόν δεν επιτρέπει να γίνει εμφανής μια συγκεκριμένη τάση του συσχετισμού.

Δ) Συντελεστής στερεοποίησης

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Πέραν των προβλημάτων προσδιορισμού της τιμής του συντελεστή, στη συγκεκριμένη κατηγορία υπάρχει και το πρόβλημα του μικρού αριθμού δειγμάτων προς συσχέτιση.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης που επιτυγχάνονται, από τα αδρόκοκκα δείγματα, είναι πολύ καλύτερες και συνήθως διπλάσιες ή και πολλαπλάσιες των αντιστοίχων τιμών των λεπτοκόκκων. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι τα αδρόκοκκα δείγματα προέρχονται από τεχνητά επιχώματα των οποίων το υλικό έχει υποστεί επιλογή και κατεργασία, πριν από την λήψη των δειγμάτων.

Ε) Δείκτης στερεοποίησης

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κοκκομετρικές ταξινομικές κατηγορίες, δεν δείχνει κάποια κατηγορία να έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στη διαμόρφωση της τιμής του δείκτη. Σχετικά καλύτερος συσχετισμός γίνεται με την περιεκτικότητα σε άμμο, ενώ ο συσχετισμός με την περιεκτικότητα σε ιλύ και άργιλο είναι λίγο υποδεέστερος και μόνο το ποσοστό χαλίκων φαίνεται να μην έχει συμμετοχή στο τελικό αποτέλεσμα.

Όσον αφορά τα όρια Atterberg, ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με το όριο υδαρότητας, αλλά η διασπορά είναι σημαντική και ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2 = 0,4281$. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα του συσχετισμού με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων και ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών, ο οποίος αποδίδει μια σχέση της μορφής $C_c = 0,2516e_0^{0,9211}$ και συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,2003$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά (c/f), εμφανίζεται ελαφρά καλύτερος και επιδεικνύει μια γενική τάση εξάρτησης, μορφολογικά, αλλά και εδώ η διασπορά είναι μεγάλη και ο συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή μόλις $R^2 = 0,2288$.

Τα αποτελέσματα του συσχετισμού, όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, ανακλούν κυρίως την μεγάλη διαφοροποίηση των δειγμάτων, τα οποία αντιπροσωπεύουν αρκετές διαφορετικές κατηγορίες περιβαλλόντων απόθεσης και συνθηκών και σε αυτό, προστίθεται το γεγονός ότι, ο αριθμός τους είναι, γενικά, μικρός και ανεπαρκής για την εκτέλεση των συσχετισμών. Ενδείξεις μόνον υπάρχουν ότι, εκτός των χαλίκων, οι οποίοι σπανίζουν στα δείγματα της κατηγορίας, όλες οι άλλες κατηγορίες διαβαθμίσεων μεγέθους κόκκων παίζουν ισοδύναμο ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής του δείκτη στερεοποίησης και ότι ο λόγος κενών έχει την μάλλον βαρύνουσα σημασία, όπως ήταν αναμενόμενο, στη διαμόρφωση της τιμής αυτής.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Τα αδρόκοκκα δείγματα παρουσιάζουν μια παρόμοια εικόνα, σε όλες τις περιπτώσεις

συσχετισμών με τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, με τα λεπτόκοκκα, όμως, υπάρχει σαφής διαφοροποίηση, όσον αφορά την επίδραση του ποσοστού χαλίκων και της αργίλου, στη διαμόρφωση της τιμής του δείκτη.

Από τα όρια Atterberg, καλύτερος συσχετισμός γίνεται με το όριο υδαρότητας και από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, με τον λόγο κενών, ο οποίος όμως, δίνει λιγότερο καλό συσχετισμό από ότι στα λεπτόκοκκα δείγματα. Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων είναι σαφώς καλύτερος, από ότι στα λεπτόκοκκα δείγματα, όμως διαταράσσεται η κανονικότητά του, από εμφάνιση, σχετικά μεγάλης, διασποράς περί τη τιμή $Md=2000\mu m$.

Ο πλέον επιτυχημένος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά. Αποδίδει σχέση της μορφής $Cc=0,1255(c/f)^{-0,406}$ και $R^2=0,6011$. Επί πλέον δε, παρουσιάζει κανονικότητα κατανομής και ελάχιστες ακραίες τιμές που αντιστοιχούν σε τιμές του λόγου $(c/f)>20$.

Τα αποτελέσματα του συσχετισμού ανακλούν και εδώ, την ιδιομορφία των δειγμάτων, τα οποία προέρχονται από τεχνητά επιχώματα και αποτελούνται από επιλεγμένο υλικό, επί πλέον δε, η, σχετικά, καλή εξάρτηση από το όριο υδαρότητας και το ποσοστό της περιεχομένης αργίλου, καθώς και η, λειτουργικά, καλή εξάρτηση η οποία επιδεικνύεται από τον λόγο c/f , δηλαδή, κατ' ουσία, από τον λόγο επιθυμητών και ανεπιθύμητων συστατικών, σε ένα υλικό επιχώματος, ενισχύει την άποψη της ερμηνείας των αποτελεσμάτων με βάση τη τεχνητή και κατεργασμένη φύση του υλικού των δειγμάτων.

ΣΤ) Δείκτης εδάφους

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις είναι ανεπιτυχής, με τιμές του συντελεστή συσχέτισης, μικρότερες του 0,1000. Επίσης κακός, είναι και ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg, αντίστοιχα με συντελεστές συσχέτισης μικρότερους του 0,1000.

Από τους συσχετισμούς με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, οι καλύτεροι συσχετισμοί γίνονται με το φυσικό φαινόμενο βάρος και ιδίως, τον λόγο κενών, ο οποίος δίνει μια τιμή $R^2=0,4259$. Εν τούτοις, υπάρχει και εδώ, κακή διασπορά τιμών οι οποίες δείχνουν τάσεις ομαδοποίησης.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, παρουσιάζει καλύτερο συντελεστή συσχέτισης, αλλά δεν είναι ικανοποιητικός και το ίδιο ισχύει για τον συσχετισμό με τον λόγο αδρόκοκκων προς τα λεπτόκοκκα συστατικά. Και στις δύο περιπτώσεις ο συντελεστής συσχέτισης είναι μικρότερος του $R^2=0,2500$.

Επαναλαμβάνεται και εδώ, το φαινόμενο της επίδρασης, στους συσχετισμούς, του μικρού αριθμού δειγμάτων, τα οποία εντάσσονται σε πολλαπλές υποκατηγορίες.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Η γενική εικόνα των συσχετισμών με τις κοκκομετρικές τάξεις και τα όρια Atterberg είναι, όπως στην περίπτωση των λεπτόκοκκων δειγμάτων, ασαφής και μη δεικνύουσα εξάρτηση και το θετικό είναι, μόνο, ότι εμφανίζεται μια καλύτερη συσχέτιση με το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων.

Οι παράμετροι φυσικών ιδιοτήτων δίνουν κακό συσχετισμό και μόνο ο λόγος κενών δείχνει τάσεις εξάρτησης, και σε αυτήν την περίπτωση με το πρόβλημα της μεγάλης διασποράς, η οποία οδηγεί σε ένα τελικό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,2514$.

Από τα όρια Atterberg, το όριο υδαρότητας δίνει σχετικά καλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,4572$, αλλά μεγάλη διασπορά, αν και επιδεικνύεται μια γενική τάση αύξησης της τιμής του μέτρου συμπίεστότητας με την ελάττωση της τιμής του ορίου υδαρότητας.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, δείχνει κάποια κανονικότητα, αλλά ο υψηλότερος συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών, είναι $R^2=0,3245$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων δίνει $R^2=0,2174$ και επιδεικνύει κάποια κανονικότητα, αλλά και πάλι, η διασπορά των τιμών είναι μεγάλη. Ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς

λεπτόκοκκα είναι ελαφρώς καλύτερος, με $R^2=0,2415$ και η διασπορά των τιμών ακολουθεί παρόμοια μορφολογία με αυτή του συσχετισμού με την μέση διάμετρο κόκκων.

Και πάλι γίνεται αισθητή, στον μηχανισμό ή μάλλον, στην έλλειψη σαφούς μηχανισμού εξάρτησης, η ποικιλομορφία των δειγμάτων και ως μόνη παρατήρηση μπορεί να διατυπωθεί το ότι στα εδάφη της κατηγορίας, ο κύριος παράγοντας που διαμορφώνει τη συμπεριφορά, είναι ο λόγος κενών και ότι, απουσιάζοντων των χαλίκων, το υλικό το οποίο κυρίως διαμορφώνει αυτήν την αρχική τιμή του λόγου κενών είναι το αμμώδες.

Z) Μέτρο συμπιεστότητας

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Στα λεπτόκοκκα δείγματα χερσαίας απόθεσης, όλοι οι γενόμενοι συσχετισμοί δεν φαίνεται να αποδίδουν και μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις, δίνουν εξαιρετικά χαμηλές τιμές του συντελεστή συσχέτισης, συνήθως μεταξύ 0,1000 και 0,3000.

Μόνο στην περίπτωση του ορίου υδαρότητας ο συντελεστής συσχέτισης προσεγγίζει τη τιμή 0,5000 αλλά με μεγάλη διασπορά τιμών.

Δεν υπάρχει ερμηνεία του φαινομένου, εκτός του ότι η συγκεκριμένη ταξινομική κατηγορία είναι ολιγομελής και περιλαμβάνει πολλές υποκατηγορίες. επί πλέον, μεγάλο μέρος των δειγμάτων είναι εδάφη τα οποία έχουν υποστεί ανθρώπινη επέμβαση (τεχνητή συμπύκνωση, διαβροχή, κλπ) και τα δείγματα αυτά έχουν ομαδοποιηθεί με άλλα, κατά το μάλλον ή ήττον, φυσικής απόθεσης.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Άξιο παρατήρησης είναι και στην περίπτωση της συσχέτισης του μέτρου συμπιεστότητας με τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, ότι τον καλύτερο συσχετισμό φαίνεται να έχουν το ποσοστό περιεχομένων χαλίκων και το ποσοστό της περιεχομένης αργίλου, ενισχύοντας τα προαναφερθέντα στην περίπτωση του δείκτη στερεοποίησης και των αποτελεσμάτων των δοκιμών διάτμησης.

Από τα όρια Atterberg τεκμαίρεται μία, ασθενής, εξάρτηση από το όριο υδαρότητας ($R^2=0,3487$) και από τον δείκτη πλαστικότητα ($R^2=0,3644$) παρά το ότι ο δείκτης πλαστικότητας εμφανίζει τάσεις ομαδοποίησης των τιμών.

Η εξάρτηση από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων εμφανίζεται κακή, όχι μόνον ως προς τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης αλλά και ως προς τη τυχαία κατανομή των τιμών περί τη τασική γραμμή.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, είναι σχετικά καλός, αλλά εμφανίζεται μεγάλη διασπορά τιμών, για διαμέτρους κόκκων άνω της τιμής $M_d=2000\mu m$ και ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,4108$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, είναι ο καλύτερος επιτυγχανόμενος, υπάρχει μια σαφής τάση αύξησης της τιμής με την αύξηση της τιμής του λόγου c/f , αν και πέραν της τιμής του λόγου $c/f>10$, η διασπορά είναι εμφανής. Εν τούτοις παράγεται μια σαφής λογαριθμική συνάρτηση της μορφής $1/M_v=99,863/\ln(c/f)+162,6$ και ο συντελεστής συσχέτισης είναι ικανοποιητικός $R^2=0,6311$.

Ανακλάται και στα αποτελέσματα αυτά, η τεχνητή προέλευση του γεωυλικού από το οποίο προήλθαν τα περισσότερα δείγματα, του οποίου οι μηχανικές ιδιότητες επηρεάζονται από τα άκρα της κοκκομετρικής διαβάθμισης του υλικού.

5.1.3 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων του συσχετισμού δειγμάτων του αποσαθρωμένου υποβάθρου

A) Αντοχή σε απλή (μοναξονική) θλίψη

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της αντοχής σε μοναξονική θλίψη, με τις κατηγορίες των κοκκομετρικών μεγεθών,

στα δείγματα της κατηγορίας, είναι πολύ κακός, με πολύ μεγάλη διασπορά τιμών και συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι έχουν όλοι τιμές μικρότερες του 0,1000.

Ομοίως, υπάρχει αδυναμία συσχετισμού με τις τιμές των ορίων Atterberg, με αντίστοιχα τυχαία διασπορά τιμών και συντελεστές συσχέτισης μικρότερους του 0,1000 για τα τρία όρια.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων εμφανίζεται ελαφρά καλύτερος. Συγκεκριμένα, παρά το ότι οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, αρχίζει να εμφανίζεται μια καλύτερη διασπορά τιμών και μια γενική τάση κατανομής των τιμών αυτών με ένα κανονικό τρόπο που υποδηλώνει εξάρτηση. Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών, παρά το ότι εμφανίζονται αρκετές ακραίες τιμές.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d), του δείγματος, είναι επίσης κακός με πολύ χαμηλό συντελεστή συσχέτισης ($R^2=0,0309$) και πολύ μεγάλη ανομοιογένεια κατανομής τιμών.

Ο συσχετισμός με τον λόγο των περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, παρουσιάζει αντίστοιχα κακό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,0430$, αλλά εμφανίζει συμμετρική, σχεδόν, διασπορά τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης, η μορφολογία της οποίας διασποράς, είναι σχεδόν ταυτόσημη με την μορφολογία η οποία προκύπτει από τον συσχετισμό με το ποσοστό της περιεχομένης άμμου του δείγματος. Πράγματι και οι δύο συσχετισμοί περιγράφονται από πολυωνυμικές συναρτήσεις τρίτου βαθμού, της ίδιας μορφής και με συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι είναι σχεδόν ταυτόσημοι. (Ο συσχετισμός με το ποσοστό άμμου αποδίδει $R^2=0,0450$)

Τα εδάφη αυτής της κατηγορίας, κατ' ουσία, αποτελούνται από γεωυλικά των οποίων η στερεοποίηση και, σε περιπτώσεις όπως των αποσαθρωμένων σχιστολίθων ή παλαιών ψαμμιτών, η διαγένεση, έχει ολοκληρωθεί ή βρισκόταν σε προχωρημένο στάδιο, όταν αυτά εξετέθησαν σε αποσάθρωση και κατόπιν ετάφησαν εκ νέου, κάτω από νεώτερες αποθέσεις.

Σε πολύ μεγάλο βαθμό, (και πάλι οι διαφόρων τύπων σχιστόλιθοι και ιλύολιθοι ή μαργαϊκοί ψαμμίτες, εντάσσονται σε αυτή την περίπτωση) η κοκκομετρική σύσταση, η οποία προσδιορίζεται από την υγρή κοκκομετρική τους ανάλυση, αντιπροσωπεύει δομή κόκκων οι οποίοι, στην φυσική κατάσταση δειγματοληψίας, είναι μεγαλύτεροι, αποσυντίθενται δε, κατά τη διάρκεια της κοκκομετρικής ανάλυσης, σε μικρότερους. Επομένως, η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη, αντιπροσωπεύει την μετρούμενη αντοχή του σχετικώς αδιατάρακτου δείγματος, του οποίου η κοκκομετρική δομή μπορεί να είναι αρκετά διαφορετική από την, εργαστηριακά προσδιοριζόμενη και χρησιμοποιούμενη, για την κατάταξή του.

Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό έχει, σαν συνέπεια, δείγματα τα οποία, ενδεχομένως, στην κατάσταση δειγματοληψίας και υποβολής σε δοκιμή θλίψεως, να μην ανήκουν στην κατηγορία των περιεχόντων, υλικό διερχόμενο από το No200 κόσκινο, σε ποσοστό άνω του 50% κατά βάρος, και εν τούτοις, έχουν, κατ' ανάγκη, ταξινομηθεί ως λεπτόκοκκα, λόγω των αποτελεσμάτων της υγρής κοκκομετρικής ανάλυσης, ενώ οι επιτυγχανόμενες τιμές αντοχής σε θλίψη, αντιπροσωπεύουν αυτή την αδρόκοκκή τους φυσική δομή.

Εδώ μπορεί να εισέλθει μια ερμηνευτική παρατήρηση, του φαινομένου της πολύ διαφορετικής μορφολογίας, των διαγραμμάτων συσχετισμού, της αντοχής σε θλίψη με το ποσοστό άμμου και της αντοχής σε θλίψη, με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά. Μπορεί να εικασθεί ότι η άμμος είναι η κοκκομετρική διαβάθμιση προς στην οποία, τελικά, αποσυντίθενται οι μεγαλύτεροι (προ κοκκομετρικής ανάλυσης) κόκκοι και ενδεχομένως, αντιπροσωπεύει το βασικό αδρόκοκκο κλάσμα το οποίο απετέθη αρχικά ή το βασικό αδρόκοκκο κλάσμα το οποίο διαμορφώθηκε πλήρως, από τη συγκόλληση και διαγένεση λεπτότερου υλικού, σαν συστατικό του μητρικού πετρώματος πριν το πέτρωμα εκτεθεί σε αποσάθρωση.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη, με τις κοκκομετρικές κατηγορίες, για τα αδρόκοκκα δείγματα της κατηγορίας, είναι, επί της ουσίας, εξ ίσου κακός με αυτόν των λεπτοκόκκων δειγμάτων.

Το ενδιαφέρον στοιχείο δεν έγκειται στην επίτευξη κάποιου καλού συντελεστή συσχέτισης, αλλά,

στο ότι εμφανίζεται μια πύκνωση των τιμών, στο κλάσμα της άμμου, για την περιοχή περιεκτικότητας του δείγματος, σε άμμο, μεταξύ 40% και 60% και στο ότι, η μορφολογία των διαγραμμάτων του συσχετισμού με το ποσοστό ιλύος και το ποσοστό αργίλου, δείχνει σχεδόν πλήρη έλλειψη εξάρτησης από το ποσοστό των δύο αυτών συστατικών.

Οι συσχετισμοί με τα όρια Atterberg είναι επίσης ατελέσφοροι, όπως αναμενόταν.

Επίσης, δεν επιτυγχάνεται συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων και οι παραγόμενοι συντελεστές συσχέτισης είναι ακόμη χαμηλότεροι, σε τιμή, από τους αντίστοιχους των λεπτόκοκκων δειγμάτων.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d), επίσης είναι κακός, με μόνη την παρατήρηση ότι, η πλειοψηφία των τιμών, συγκεντρώνεται περί τις τιμές της μέσης διαμέτρου, του διαστήματος μεταξύ 500 μ m και 1000 μ m, ενώ οι υπόλοιπες τιμές, εμφανίζουν μεγάλη διασπορά.

Παρόμοια είναι η διασπορά, κατά την μορφολογία της, στον συσχετισμό με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα, ο οποίος παρουσιάζει συγκέντρωση των τιμών για τιμή λόγου c/f μεταξύ 1 και 10 και μεγάλη διασπορά για τις υπόλοιπες, αριθμητικά λίγες, τιμές.

Πρέπει, κατ' αρχάς, να υπενθυμισθεί ότι, σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων της κατηγορίας, τα οποία έχουν ταξινομηθεί ως αδρόκοκκα, δεν έχει πραγματοποιηθεί δοκιμή θλίψεως, λόγω αδυναμίας διαμορφώσεως δοκιμίου. Η περίπτωση αυτή είναι ιδιαιτέρως παρατηρήσιμη στην περίπτωση των σχιστολιθικών δειγμάτων διαφόρων τύπων. Κατά τα άλλα, επαναλαμβάνεται η παρατήρηση της προηγούμενης παραγράφου, δηλαδή ότι απέχει, σε πολλές περιπτώσεις, λόγω διαλυτοποίησης των συσσωματωμάτων των κόκκων κατά την κοκκομετρική ανάλυση, η δομή του δείγματος το οποίο υποβάλλεται σε δοκιμή θλίψεως από την κοκκομετρική δομή η οποία προσδιορίζεται από την κοκκομετρική ανάλυση.

Η μορφή των διαγραμμάτων υποδεικνύει ότι, πέραν των δυνάμεων οι οποίες αναπτύσσονται από τη συγκόλληση των κόκκων και των συσσωματωμάτων, η αντοχή του υλικού εξαρτάται από τους μεγαλύτερους σε διάμετρο κόκκους των κοκκομετρικών κατηγοριών. Αντίστοιχα με τα όσα αναφέρθηκαν, στην προηγούμενη παράγραφο, τα δείγματα της κατηγορίας δείχνουν να έχουν σταθεροποιήσει ένα ιστό λεπτών χαλίκων, πέραν της άμμου, ο οποίος διατηρείται ανέπαφος από τη διαδικασία της κοκκομετρικής ανάλυσης.

B) Συνοχή

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών παρουσιάζεται ασαφής, με μεγάλη διασπορά και μόνον ο συσχετισμός με την άμμο επιδεικνύει μια κανονικότητα και τάση εξάρτησης από την περιεκτικότητα του δείγματος σε αμμώδες υλικό.

Οι ακραίες τιμές είναι αρκετές, αλλά, η γενική τάση που παρατηρείται, είναι η ελάττωση της συνοχής, αυξανόμενου του ποσοστού της περιεχομένης άμμου.

Παρά τα αναμενόμενα, ο συσχετισμός με το ποσοστό ιλύος και αργίλου είναι κακός και πέραν του χαμηλού συντελεστή συσχέτισης, επιδεικνύει πολύ κακή κατανομή τιμών.

Ο κακός συσχετισμός με τα κλάσματα υλικού μικρότερου των 74 μ m ανακλάται και στην μορφολογία και τους κακούς συντελεστές συσχέτισης των ορίων Atterberg και είναι άξιο παρατήρησης ότι ο συντελεστής συσχέτισης για το όριο πλαστικότητας είναι μόνον $R^2=0,0003$.

Εντελώς τυχαία και χωρίς ενδείξεις εξάρτησης, είναι και η κατανομή τιμών στον συσχετισμό με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων. Ο συσχετισμός με το μέσο μέγεθος κόκκων (M_d) δίνει χαμηλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,1291$ και κακή διασπορά.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά δίνει επίσης κακή διασπορά τιμών, με μεγάλες διακυμάνσεις της τιμής της συνοχής για μια δεδομένη τιμή του λόγου c/f , όμως δεικνύει μια τάση αύξησης της συνοχής με την ελάττωση της τιμής του λόγου.

Άξιο παρατήρησης είναι ότι και εδώ, η μορφολογία του διαγράμματος συσχετισμού, η μορφή της σχέσης και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης, είναι σχεδόν ταυτόσημα με τα αντίστοιχα του

συσχετισμού, της συνοχής, με το ποσοστό της περιεχόμενης άμμου.

Πρέπει, όσον αφορά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, να επαναληφθεί η παρατήρηση για την απόκλιση της κοκκομετρικής σύστασης, μεταξύ του δείγματος το οποίο υπόκειται σε δοκιμή διάτμησης και της σύστασης η οποία προκύπτει από την κοκκομετρική ανάλυση. Εμφανίζεται και εδώ το φαινόμενο, η προκύπτουσα αντοχή του δείγματος να εξαρτάται από τη συνοχή μεταξύ συσσωματωμάτων, τα οποία έχουν σχηματισθεί από κόκκους μεγέθους άμμου ή μεγαλύτερους και τα οποία αποσυντίθενται, προς λεπτότερο υλικό, κατά την κοκκομετρική ανάλυση, οδηγώντας το δείγμα να ταξινομηθεί ως OL, CH ή συνηθέστερα, CL.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Όσον αφορά τον συσχετισμό της συνοχής με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, παρατηρείται γενικά, πολύ καλύτερος συσχετισμός από ότι στα λεπτόκοκκα δείγματα.

Ο συσχετισμός με το περιεχόμενο ποσοστό χαλίκων είναι σαφής και δείχνει μια τάση αύξησης της συνοχής με την ελάττωση του ποσοστού των χαλίκων, αν και υπάρχει μεγάλη διασπορά τιμών, ιδίως των ακραίων, προς τα άνω, στην περιοχή της περιεκτικότητας του δείγματος σε χάλικες μεταξύ 20% και 45%.

Η κατανομή των τιμών συνοχής και ο προκύπτων συσχετισμός, για την άμμο, είναι κακή και δείχνει τυχαία.

Ο συσχετισμός με την ιλύ είναι καλός, από άποψη μορφολογίας του διαγράμματος και επιδεικνύει μια σαφή τάση ελαττώσεως της συνοχής με την ελάττωση του ποσοστού της περιεχομένης ιλύος, αν και υπάρχει μεγάλο εύρος ακραίων, μεγίστων και ελαχίστων τιμών και ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,3954$.

Ο συσχετισμός με το ποσοστό περιεχομένης αργίλου δείχνει τάση ομαδοποίησης των τιμών, με αποτέλεσμα πολύ μεγάλες διακυμάνσεις της τιμής της συνοχής, για δεδομένη τιμή ποσοστού αργίλου του δείγματος.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg είναι λιγότερο σαφής από τους προηγούμενους και αξιοσημείωτη είναι μόνον η ομοιότητα των μορφολογικών χαρακτηριστικών του διαγράμματος και η παραπλήσια τιμή του συντελεστή συσχέτισης, που παρουσιάζουν ο συσχετισμός του δείκτη πλαστικότητας και ο συσχετισμός με το ποσοστό περιεχομένης αργίλου.

Ο συσχετισμός της συνοχής, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων γενικά, δεν είναι καλός, ιδιαίτερα αυτός με τον λόγο κενών, ενώ παρουσιάζεται το φαινόμενο ομοιότητας του συσχετισμού με την φυσική υγρασία με αυτόν του ορίου υδαρότητας και του ορίου πλαστικότητας.

Ο καλύτερος συσχετισμός της συνοχής γίνεται με την φυσική υγρασία η οποία αποδίδει σχέση της μορφής $c=0,33W^{0,8865}$ και $R^2=0,3354$. Εν τούτοις και εδώ, η διασπορά τιμών είναι μεγάλη.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων είναι καλός και αποδίδει τιμή $R^2=0,6064$ για μια σχέση της μορφής $c=11,278Md^{-0,57}$. Υπάρχει μεγάλη διασπορά τιμών (και μικρός αριθμός δειγμάτων αναλογικά με το σύνολο) για τιμή Md που υπερβαίνει τη τιμή $Md=3500\mu m$. Ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά αποδίδει $R^2=0,5323$ και παρουσιάζει διασπορά και μικρό αριθμό δειγμάτων, για τιμές του λόγου μεγαλύτερες του $c/f=10$.

Πέραν των προαναφερθέντων, για την κοκκομετρική απόκλιση των δοκιμών από τη ταξινομική τοποθέτησή τους, στα αδρόκοκκα δείγματα του αποσαθρωμένου υποβάθρου φαίνεται μια τάση εξάρτησης της συνοχής από ρωγμώσεις και γενικά ασυνέχειες του υλικού, όχι μόνον σε επίπεδο αδρών κόκκων ή συσσωματωμάτων αλλά και σε επίπεδο διαστρώσεως ή γενικά διάταξης των κόκκων μεταξύ τους.

Ιδιαίτερη ένδειξη παρέχει για αυτό ο κακός συσχετισμός με τον λόγο κενών, ο οποίος, σε πολύ μεγάλο βαθμό, στα δείγματα της κατηγορίας, φαίνεται να εξαρτάται από τις διακλάσεις και ασυνέχειες του γεωυλικού.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, τα αποτελέσματα των συσχετισμών ανακλούν τη δυσκολία μορφώσεως δοκιμίου διάτμησης σε δείγματα της κατηγορίας αυτής.

Πράγματι, σε περίπτωση δειγμάτων μαργαϊκού ψαμμίτη, ψαμμίτη ή μάργας είναι σχετικά εύκολο

να μορφωθεί δοκίμιο χωρίς επέμβαση με αναζύμωση ή προσθήκη υλικού. Όμως, μεγάλο μέρος από τα δείγματα προέρχεται από σχιστολιθικό υλικό (σε κάποιες περιπτώσεις terra rosa με ασβεστολιθικά θραύσματα) το οποίο χρειάζεται να υποστεί επέμβαση με αφαίρεση μεγάλων κόκκων και προσθήκη στα κενά λεπτοκόκκου υλικού που είναι και πλέον πλαστικό. μια πρόσθετη δυσκολία του σχιστολιθικού υλικού είναι το ότι είναι εύθρυπτο και παραλαμβάνεται από τη δειγματοληψία, μερικές φορές, σε πολτώδη κατάσταση.

Γ) Γωνία εσωτερικής τριβής

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της γωνίας εσωτερικής τριβής με τις διάφορες κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, εμφανίζεται κακός, στην περίπτωση συσχετισμού με το ποσοστό περιεχομένων χαλίκων, αλλά είναι σαφής στις άλλες περιπτώσεις.

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της ιλύος και της αργίλου εμφανίζεται μια παρόμοια μορφολογία κατανομής τιμών, η οποία είναι ελαφρώς καλύτερη στην ιλύ, με, ορατά, λιγότερες, ακραίες τιμές.

Και στις δύο περιπτώσεις, παράγεται πολυωνυμική συνάρτηση συσχετισμού και οι συντελεστές συσχέτισης είναι $R^2=0,4639$ για την ιλύ και $R^2=0,4079$ για την άργιλο.

Η άμμος παρέχει την κατά πού καλύτερη σχέση συσχετισμού, με ελάχιστες ακραίες τιμές και μικρό εύρος διακυμάνσεων γύρω από τη γραμμή τάσης. Η παραγόμενη συνάρτηση είναι:

$$\phi=2,7685(\text{sand}\%)^{0,6402} \text{ και ο συντελεστής συσχέτισης } R^2=0,8892$$

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg δεν είναι καλός και για τα τρία όρια και μόνον στην περίπτωση του ορίου υδαρότητας προκύπτει μια μορφολογία κατανομής η οποία είναι, χονδρικά, παρόμοια με αυτήν του συσχετισμού με το ποσοστό ιλύος και αργίλου αλλά ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόνον $R^2=0,2114$.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων παράγει πανομοιότυπες πολυωνυμικές συναρτήσεις συσχετισμού και συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι βρίσκονται στην ίδια περιοχή τιμών δηλαδή περίπου 0,2200.

Ο συσχετισμός, με τη μέση διάμετρο κόκκων, εμφανίζεται πολύ καλός και παρέχει μια λογαριθμική συνάρτηση της μορφής $\phi=11,118\ln(Md)-22,88$ και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,8062$. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η εμφάνιση ακραίων τιμών γίνεται έντονη για τιμές μέσης διαμέτρου μεγαλύτερες του $Md=100\mu m$.

Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά ο οποίος εμφανίζει μια εκθετική σχέση, με συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,9177$.

Τα αποτελέσματα των συσχετισμών ενισχύουν την ένδειξη ότι στα δείγματα της κατηγορίας αυτής η βασική δομική μονάδα, από κοκκομετρικής πλευράς, η οποία διατηρεί τη δομή της και προσδίδει μηχανικές ιδιότητες στο δείγμα, είναι το κλάσμα της περιεχομένης άμμου.

Εμφανώς, ο βασικός μηχανισμός παραγωγής της γωνίας τριβής, εξαρτάται από την άμμο, οι κόκκοι της οποίας, αποτελούν τις βασικές μονάδες οι οποίες έρχονται σε επαφή μεταξύ τους κατά την εκτέλεση της δοκιμής και αυτό ισχύει τόσο για το εσωτερικό των μεγαλύτερων συσσωματωμάτων, τα οποία δεν εντοπίζονται, λόγω αποδόμησής τους, κατά την κοκκομετρική ανάλυση, όσο και για τις επιφάνειες ασυνέχειας οι οποίες διαχωρίζουν τμήματα του δοκιμίου.

Η συμμετοχή του ιλυώδους και αργιλικού υλικού, η οποία είναι, στατιστικά, λιγότερο σαφής, αλλά ορατή, ανακλά, ενδεχομένως, σε πρώτο επίπεδο, την ύπαρξη συσσωματωμάτων εντός του δοκιμίου, τα οποία διαλυτοποιούνται κατά την κοκκομετρική ανάλυση και κατά δεύτερο, την ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων, τα οποία περιέχουν, σε μεγάλο ποσοστό ορυκτά όπως οι μαρμαρυγίες, τα οποία, κατά την κοκκομετρική ανάλυση, παρέχουν κλάσμα στην περιοχή μεγέθους των περίπου, $5\mu m$.

Ο λόγος για τον οποίο η αναλογία αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα υλικά παρέχει τον καλύτερο συσχετισμό, ο οποίος εμφανίζεται με διαφορετικού τύπου συνάρτηση από αυτόν της άμμου, μπορεί να είναι το ότι, ο λόγος ενσωματώνει το σύνολο των κοκκομετρικών διαμορφώσεων του

δοκιμίου, κατά την εκτέλεση της δοκιμής διάτμησης και παρακάμπτει το πρόβλημα της διαφοροποίησης που επέρχεται με τη διάλυση των συσσωματωμάτων.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κοκκομετρικές κατηγορίες είναι ενδιαφέρων, για τα δείγματα της κατηγορίας, δεδομένου ότι είναι ασαφής για τους χάλικες και κακός για την άμμο και την άργιλο, όμως είναι πολύ καλύτερος, με σαφή τάση εξάρτησης, για το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος. Η μορφολογία της κατανομής τιμών δεν είναι τέλεια, εμφανίζει σποραδικές ακραίες τιμές και μικρές ζώνες ομαδοποίησης, όμως, υποδεικνύει μια σαφή τάση ελάττωσης της τιμής της γωνίας εσωτερικής τριβής, αυξανόμενου του ποσοστού της περιεχομένης ιλύος.

Η σχέση είναι εκθετικής μορφής και ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,6126$.

Τα όρια Atterberg εμφανίζονται με καλύτερους συντελεστές συσχέτισης, σε σχέση με τα λεπτόκοκκα δείγματα, όμως εξακολουθεί να υπάρχει κακή κατανομή και ομαδοποίηση των τιμών.

Το αυτό ισχύει και για τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, για τις οποίες δεν μπορεί να παραχθεί αξιόπιστος συσχετισμός, κυρίως λόγω μεγάλων διακυμάνσεων τιμών, εκατέρωθεν της γραμμής τάσεως.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, εμφανίζεται με σχετικά υψηλό συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,5608$, αλλά επαναλαμβάνεται το πρόβλημα της μεγάλης διασποράς τιμών και του μικρού αριθμού δειγμάτων, για τιμές του M_d μεγαλύτερες της $M_d=3000\mu m$.

Αντίστοιχα, ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, παρέχει επίσης, όπως ο προηγούμενος, συνάρτηση λογαριθμικής μορφής, με συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5542$. Και εδώ παρουσιάζεται το πρόβλημα της μεγάλης διασποράς και του μικρού αριθμού δειγμάτων για τιμές του λόγου, μεγαλύτερες του $c/f=10$.

Πέραν των όσων ελέχθησαν στις προηγούμενες παραγράφους, τα αποτελέσματα του συσχετισμού ανακλούν και τη σημασία της ιλύος ως λιπαντικού υλικού, σε δείγματα αδρόκοκκα και κατά την εμπειρία του γράφοντος, το γεγονός ότι, ενώ τα λεπτόκοκκα δείγματα της κατηγορίας είναι κυρίως μαργαϊκοί ψαμμίτες, ψαμμίτες και μάργες, τα δείγματα που είναι αδρόκοκκα είναι κυρίως σχιστολιθικής σύστασης και μείζον κλάσμα των δειγμάτων, αυτού του τύπου, αποτελεί η ιλύς η παραγόμενη, κυρίως, από φυλλόμορφα ορυκτά ή συσσωματώματα αργίλου.

Δ) Συντελεστής στερεοποίησης

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο ενδεικτικός χαρακτήρας των τιμών που παρέχονται δεν επιτρέπει ουσιαστικό συσχετισμό της παραμέτρου αυτής με ουδενός τύπου άλλη παράμετρο.

Η μόνη παρατήρηση η οποία μπορεί να γίνει είναι ότι η πλειονότητα των δειγμάτων παρουσιάζει χαμηλές τιμές του συντελεστή και λίγες μόνον ακραίες τιμές παρουσιάζονται υψηλές, χωρίς όμως πουθενά να εμφανίζεται εξάρτηση.

Παρά τη φύση της δοκιμής, δεν μπορεί να εντοπισθεί καμία εξάρτηση με τον λόγο κενών του δείγματος. Το γεγονός παρέχει μια ένδειξη ότι ο λόγος κενών, στα δείγματα της κατηγορίας, εξαρτάται, σε πολύ μεγάλο βαθμό, από τις ασυνέχειες του υλικού και λιγότερο, από την κοκκομετρική του διαβάθμιση.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του συντελεστή στερεοποίησης με τις διάφορες παραμέτρους, για τα αδρόκοκκα δείγματα, παρουσιάζεται, γενικά, παρόμοιος και με ταυτόσημα αποτελέσματα, με αυτόν των λεπτόκοκκων δειγμάτων.

Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται ότι, η συντριπτική πλειοψηφία των δειγμάτων εμφανίζει τιμές συντελεστή στερεοποίησης οι οποίες ανήκουν στο κατώτερο όριο τιμών της κλίμακας τιμών του συνόλου και ότι οι τιμές του συντελεστή που υπερβαίνουν την ενδιάμεση τιμή είναι πολύ λίγες. Πλέον συγκεκριμένα, τιμές C_v μεγαλύτερες της τιμής, $C_v=0,03\text{cm}^2/\text{sec}$ σπανίζουν.

Πέραν των προαναφερθέντων αιτιών, ενδεχομένως αυτό είναι μια ένδειξη ότι υπάρχει πρόβλημα, όσον αφορά την καλή εκτέλεση της δοκιμής, ή ότι, ορισμένα δείγματα, κακώς έχουν αναγνωρισθεί ως ανήκοντα σε αυτήν την κατηγορία και έχουν ενταχθεί στην ομάδα δειγμάτων από αποσαθρωμένο υπόβαθρο.

Ε) Δείκτης συμπιεστότητας

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός με τις κατηγορίες κοκκομετρικών διαβαθμίσεων εμφανίζεται ασαφής, για το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων με ισχυρές τάσεις ομαδοποίησης των τιμών.

Ο συσχετισμός με το ποσοστό περιεχομένης άμμου εμφανίζει, τοπικά, μεγάλες διακυμάνσεις τιμών και μερικές ακραίες, αλλά επιδεικνύει μια σαφή σχέση εξάρτησης, με ελάττωση της τιμής του δείκτη, αυξανόμενου του ποσοστού της άμμου.

Ο συσχετισμός με την περιεχομένη ιλύ είναι κακός, με τυχαία διασπορά και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί.

Ο συσχετισμός με την περιεχομένη άργιλο είναι παρόμοιος, από πλευράς μορφολογίας του συσχετισμού, με την άμμο και περιγράφεται από συνάρτηση εκθετική της ίδιας μορφής, με τη διαφορά ότι αναμενόμενα η τιμή του δείκτη στερεοποίησης αυξάνεται αυξανόμενου του ποσοστού αργίλου. Και εδώ εμφανίζεται το φαινόμενο των μεμονωμένων ακραίων τιμών.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg δίνει καλά αποτελέσματα για το όριο υδαρότητας από πλευράς συντελεστή συσχέτισης, όμως η κατανομή εμφανίζει μεγάλη διασπορά τιμών για περιπτώσεις όπου το όριο υδαρότητας υπερβαίνει το 50%.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, εμφανίζεται καλός, ιδίως αυτός με τον λόγο κενών, ο οποίος αποδίδει συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,5488$. Και στην περίπτωση αυτή, εμφανίζεται μεγάλη διασπορά, στις τιμές της μικρής ομάδας δειγμάτων τα οποία έχουν τιμή, $C_c > 0,9$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων εμφανίζεται κακός, κυρίως λόγω διασποράς, με συσσώρευση τιμών στην περιοχή μέσης διαμέτρου μικρότερης των 50μm και μεγάλων διακυμάνσεων τιμών.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα, εμφανίζεται με χαμηλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,2959$, όμως, σαφώς επιδεικνύει μια τάση αύξησης της τιμής του C_c αυξανόμενης της τιμής του λόγου και αν και δεν περιγράφεται από συνάρτηση της ίδιας μορφής, παρουσιάζει ομοιότητα μορφολογίας διασποράς τιμών, με τον συσχετισμό με την περιεχομένη άμμο.

Τα αποτελέσματα των συσχετισμών ανακλούν την εξάρτηση του δείκτη στερεοποίησης από ορισμένα κοκκομετρικά κλάσματα τα οποία παραμένουν αναλλοίωτα κατά την εκτέλεση της δοκιμής και εντοπίζονται στην κοκκομετρική ανάλυση. Τέτοια είναι η άμμος και η άργιλος. Στη διαπίστωση αυτή υπεισέρχεται η προέλευση των δειγμάτων της κατηγορίας, τα οποία είναι, κυρίως, μαργαϊκοί ψαμμίτες, ψαμμίτες και μάργες ενώ πολλές ακραίες τιμές οφείλονται σε σχιστολιθικό υλικό και ανακλούν τη δυσκολία μορφώσεως δοκιμίου από το υλικό αυτό.

Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών, αναμενόμενα ίσως, αλλά το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τα προηγούμενα παρατηρηθέντα, υποδηλώνει τη σημασία που έχει, για τη στερεοποίηση του υλικού, η παρουσία διακλάσεων και ασυνεχειών οι οποίες δεν σχετίζονται με τη δημιουργία συσσωματωμάτων και γενικά με την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Στην περίπτωση των αδρόκοκκων δειγμάτων, ο συσχετισμός με τα ποσοστά περιεχομένων χαλίκων, άμμου και αργίλου εμφανίζεται ασαφής και ανεπαρκής, με χαμηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης και τάση ομαδοποίησης των τιμών, παρά το ότι, στην περίπτωση της αργίλου, διαφαίνεται κάποια τάση εξάρτησης από το ποσοστό της αργίλου του δείγματος.

Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος και επιδεικνύεται

σαφής τάση εξάρτησης, παρά το γεγονός, ότι εμφανίζονται αρκετές ακραίες τιμές.

Όπως και στην περίπτωση των λεπτόκοκκων δειγμάτων, από τα όρια Atterberg, η καλύτερη εξάρτηση της τιμής του Cc φαίνεται να είναι αυτή από το όριο υδαρότητας, πάλι με την παρουσία μερικών ακραίων τιμών.

Από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, καμία δεν εμφανίζει σαφή συσχετισμό και ο καλύτερος επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών, για τον οποίο ο παραγόμενος συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή $R^2=0,2113$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, είναι ασαφής και παρουσιάζει μεγάλη διασπορά τιμών, για τιμές της διαμέτρου μεγαλύτερες του $Md=2500\mu m$ περίπου.

Ο συσχετισμός με το λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα, παρουσιάζει αντίστοιχα το πρόβλημα της μεγάλης διασποράς τιμών για τιμές του λόγου c/f μεγαλύτερες του $c/f=10$.

Στην περίπτωση του δείκτη συμπίεστότητας παρουσιάζεται, εκ νέου, το φαινόμενο της επιρροής της περιεχομένης ιλύος, στο τελικό αποτέλεσμα της διαμόρφωσης της τιμής του δείκτη. Δεν μπορεί να εντοπισθεί εδώ ένας μηχανισμός ο οποίος, κατά κύριο λόγο, διαμορφώνει τη τιμή του δείκτη, αλλά φαίνεται ότι, μεγάλο ρόλο παίζει, το γεγονός, ότι η πλειοψηφία των δειγμάτων της κατηγορίας, αποτελείται από δείγματα σχιστόλιθων, διαφόρων κατηγοριών, των οποίων το μεγάλο μέγεθος κόκκων και συσσωματωμάτων δυσκολεύει τη διαμόρφωση αντιπροσωπευτικού δοκιμίου.

Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση των δειγμάτων από terra rosa, τα οποία συχνά περιέχουν θραύσματα ασβεστόλιθου, μεγάλου μεγέθους, τα οποία πρέπει να αφαιρεθούν και να αναζυμωθεί το δοκίμιο. Αν και τα θραύσματα αυτά δεν αποσυντίθενται κατά την κοκκομετρική ανάλυση η κοκκομετρική εικόνα του δοκιμίου της δοκιμής συμπίεστότητας, δεν είναι αντιπροσωπευτική, της φυσικής του κατάστασης και της κατάστασης του τμήματος του δείγματος, από το οποίο λαμβάνεται το δοκίμιο.

ΣΤ) Δείκτης εδάφους

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του δείκτη εδάφους με τις κοκκομετρικές ταξινομικές κατηγορίες είναι, γενικά, πολύ κακός και σε καμία κατηγορία ο συντελεστής συσχετισμού δεν υπερβαίνει τη τιμή 0,1000. Η γενική εικόνα είναι ότι ο δείκτης εδάφους δεν συναρτάται με το μέγεθος των κόκκων, ή ακριβέστερα, ότι είναι ανεξάρτητος της περιεκτικότητας του δείγματος σε υλικό συγκεκριμένης κοκκομετρικής κατηγορίας.

Ο συσχετισμός, με τα όρια Atterberg, είναι επίσης κακός, αν και ελαφρώς καλύτερος από τον συσχετισμό με το μέγεθος των κόκκων. Γενικά, εμφανίζεται μεγάλη διασπορά τιμών χωρίς ένδειξη εξάρτησης.

Ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, εμφανίζει χαμηλούς, κατά τη τιμή, συντελεστές συσχέτισης, όμως παρουσιάζεται, στην περίπτωση του αρχικού λόγου κενών, μια μορφολογία κατανομής η οποία δείχνει αύξηση της τιμής του δείκτη εδάφους, με την ελάττωση του αρχικού λόγου κενών. Εμφανίζεται μια ομάδα ακραίων τιμών, στην περιοχή που, ο λόγος κενών, λαμβάνει τιμές μεταξύ 0,4 και 0,7, όπου οι τιμές του δείκτη εδάφους είναι σημαντικά υψηλότερες των υπολοίπων.

Ο συσχετισμός με τη μέση διάμετρο κόκκων (Md), επίσης είναι κακός, με τιμή $R^2=0,0773$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, είναι παρόμοιος προς τον προηγούμενο και ουσιαστικά, εμφανίζει έλλειψη εξάρτησης από την παράμετρο c/f . Ο συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή μόλις $R^2=0,0783$.

Όπως έχει παρατηρηθεί και σε προηγούμενες περιπτώσεις, η έλλειψη σαφούς συσχετισμού, είτε με τις ταξινομικές, είτε με τις φυσικές παραμέτρους, υποδεικνύει έναν μηχανισμό ο οποίος εξαρτάται από την ανάπτυξη παραφυάδων και συγκολλητικού υλικού μεταξύ των κόκκων, το οποίο παράγει την αντίσταση του εδάφους σε παραμόρφωση, υπό συνθήκες εκτελέσεως της δοκιμής, αλλά το οποίο δεν προσδιορίζεται, κοκκομετρικά, λόγω διαλυτοποίησής του. Το υλικό

αυτό μπορεί να είναι ασβεστιτικής φύσης, λαμβανομένης υπ' όψιν της λιθολογικής σύστασης των περισσοτέρων δειγμάτων της κατηγορίας.

Επί πλέον, παρά το ότι δεν είναι σαφής, ο συσχετισμός με τον λόγο κενών, ο οποίος εμφανίζει κάποια δείγματα κανονικότητας, υποδεικνύει ότι, μέρος του μηχανισμού, αποτελεί το σύστημα ασυνεχειών το οποίο εμφανίζεται στο υλικό των δειγμάτων της κατηγορίας.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του δείκτη εδάφους με τις ταξινομικές κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, είναι σαφής σε όλες τις περιπτώσεις και υποδεικνύει μείζονα εξάρτηση από την περιεκτικότητα του δείγματος σε χάλικες.

Οι ακραίες τιμές δεν λείπουν και έχουν ως αποτέλεσμα να ελαττωθεί η τιμή του προκύπτοντος συντελεστή συσχέτισης στο $R^2=0,5050$, αλλά εμφανίζεται σαφής τάση αύξησης της τιμής του δείκτη εδάφους, με την αύξηση της περιεκτικότητας σε χάλικες.

Αντίστοιχα, σαφή εξάρτηση, δείχνει ο συσχετισμός, με το ποσοστό της περιεχομένης άμμου, με αξιοπρόσεκτο χαρακτηριστικό της μορφολογίας της κατανομής τιμών, την εξομάλυνση της γραμμής τάσεως και ουσιαστικά, της απεξάρτησης της τιμής του δείκτη εδάφους, από το ποσοστό περιεχομένης άμμου, άπαξ και το τελευταίο, υπερβεί το 50%, κατά βάρος, του δείγματος.

Παρόμοια είναι και η μορφολογία του συσχετισμού με την περιεχομένη ιλύ, όπου παρατηρείται εξομάλυνση της κλίσεως της καμπύλης, για ποσοστά ιλύος άνω του 10%, όμως η περιοχή μεταξύ 0% και 10% παρουσιάζει τάση ομαδοποίησης τιμών και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αξιόπιστη ένδειξη συσχετισμού.

Το ίδιο παρατηρείται για το σύνολο των τιμών του συσχετισμού με το ποσοστό αργίλου, οι οποίες είναι εντελώς ομαδοποιημένες και ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόλις $R^2=0,0581$.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg, είναι κακός και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ, τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης, αποδίδει ο συσχετισμός με το όριο υδαρότητας, με $R^2=0,1996$.

Αξιοσημείωτα είναι τα αποτελέσματα, τα οποία εμφανίζονται κατά τον συσχετισμό με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων. Πράγματι, ο συσχετισμός ο οποίος επιτυγχάνεται με την φυσική υγρασία του δείγματος είναι πολύ καλός και με εξαίρεση κάποιες, μεμονωμένες, ακραίες τιμές, παρουσιάζει μια σαφή τάση εξάρτησης.

Ο λόγος κενών, παρά το ότι εμφανίζει μια μορφολογία παρόμοια και περιγράφεται από συνάρτηση του ιδίου τύπου, έχει συντελεστή συσχέτισης μόνον $R^2=0,2102$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, εμφανίζει μεγάλη διασπορά τιμών, για μεγέθη κόκκων μεγαλύτερα των $Md=2500\mu m$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, είναι επίσης ασθενής.

Τα αποτελέσματα των ανωτέρω συσχετισμών δείχνουν ότι, στα εδάφη της κατηγορίας, ο μηχανισμός ο οποίος ελέγχει τη τιμή του δείκτη εδάφους, εξαρτάται, κυρίως, από τα μεγαλύτερης διαμέτρου κοκκομετρικά κλάσματα.

Μία εποπτεία των διαγραμμάτων συσχετισμού, των χάλικων και της άμμου, υποδεικνύει ότι υπάρχει μια αλληλεπικάλυψη των επιδράσεων του κάθε κλάσματος, όταν το ποσοστό των χάλικων είναι μικρότερο του 20% και της άμμου μεγαλύτερο του 40%.

Ο ασαφής ή κακός συσχετισμός, με το ποσοστό ιλύος και αργίλου και κυρίως, η ομαδοποίηση των αντίστοιχων τιμών, ανακλά, περισσότερο, το γεγονός ότι, στα δείγματα της κατηγορίας, τα κλάσματα αυτά έχουν την μικρότερη ποσοτική συμμετοχή, ως δομικά συστατικά, και σε πολλές περιπτώσεις, το εντοπιζόμενο ποσοστό τους έχει παραχθεί δευτερογενώς, από την αποσύνθεση μεγαλύτερων κόκκων κατά την κοκκομετρική ανάλυση.

Η ασαφής συμμετοχή, στον μηχανισμό διαμόρφωσης της τιμής του δείκτη εδάφους, του αρχικού λόγου κενών, μπορεί να ερμηνευθεί και από την παρουσία κλασμάτων, μεγάλου μεγέθους κόκκων, τα οποία ελαττώνουν την ποσοστιαία συμμετοχή, ασυνεχειών και διακλάσεων, στη τελική τιμή του υπολογιζόμενου λόγου κενών, επί του δείγματος και στο γεγονός, ότι η καταχωρηθείσα,

στη βάση δεδομένων, τιμή του λόγου κενών του δείγματος είναι αυτή που έχει προκύψει σαν μέσος όρος των τιμών αυτής που υπολογίσθηκε κατά την κοκκομετρική ανάλυση και μέτρηση φυσικών παραμέτρων και της τιμής του λόγου κενών των δοκιμίων, που μορφώθηκαν για εκτέλεση δοκιμών διάτμησης και στερεοποίησης. Όπως σχολιάσθηκε και στα προηγούμενα, η τιμή του αρχικού λόγου κενών, ενός δοκιμίου μικρών διαστάσεων, μπορεί να διαφέρει αρκετά από αυτήν που προσδιορίζεται για ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα του δείγματος με τη χρήση ενός μεγάλων διαστάσεων δοκιμίου.

Η επίδραση της φυσικής υγρασίας του δείγματος, είναι αξιοπρόσεκτη, όχι τόσο για τον μηχανισμό εξάρτησης της τιμής του δείκτη εδάφους, από την παρουσία ύδατος πόρων, ο οποίος είναι προφανής, αλλά, από το γεγονός, ότι δεν επετεύχθη ένας, ακόμα καλύτερος, συσχετισμός. Υπάρχει εδώ η υπόνοια ότι, στα δείγματα της κατηγορίας, εμφανίζεται απώλεια περιεχομένου ύδατος, κατά την αποσυσκευασία και προετοιμασία του δείγματος, η οποία είναι, κατά την εμπειρία του γράφοντος, ορατή και σημαντική, σε δείγματα τα οποία είναι σχιστολιθικής σύστασης και φέρουν μεγάλο αριθμό διακλάσεων.

Τα προαναφερθέντα, περί της αλληλοεπικάλυψης της επιδράσεως της άμμου και των χαλίκων και του μικρού ποσοστού ιλύος και αργίλου, στην πρωτογενή κατάσταση δειγμάτων, ερμηνεύουν τον κακό συσχετισμό με την μέση διάμετρο κόκκων και τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά.

2) Μέτρο συμπιεστότητας

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Από τους συσχετισμούς με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, το μέτρο συμπιεστότητας εμφανίζει καλύτερη σχέση εξάρτησης με την περιεκτικότητα σε άμμο και την περιεκτικότητα σε άργιλο, ενώ ο συσχετισμός με την περιεκτικότητα σε χάλικες και ιλύ είναι κακός.

Και στην περίπτωση της άμμου και της αργίλου, εμφανίζονται ακραίες τιμές και περιοχές στις οποίες οι τιμές του μέτρου συμπιεστότητας ομαδοποιούνται, αλλά επιδεικνύεται μία, σαφής, τάση εξάρτησης, στην μεν άμμο, η τιμή του μέτρου να αυξάνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας του δείγματος, στη δε άργιλο, να ελαττώνεται.

Από τα όρια Atterberg, καλύτερος εμφανίζεται ο συσχετισμός με το όριο υδαρότητας, ο οποίος, επίσης, επιδεικνύει σαφή τάση αύξησης της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας με την ελάττωση της τιμής του ορίου υδαρότητας. Παρουσιάζονται και εδώ ακραίες τιμές και ζώνες, στις οποίες οι τιμές ομαδοποιούνται, αλλά η γενική τάση συσχετισμού, είναι σαφής.

Από τους συσχετισμούς με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων κανένας δεν είναι ικανοποιητικός και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα, λόγω πολύ μεγάλων διακυμάνσεων τιμών, παρά το ότι εμφανίζεται μια τάση εξάρτησης, ιδίως όσον αφορά την εξάρτηση της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας από την φυσική υγρασία του δείγματος. Όμως ο συντελεστής συσχέτισης παρουσιάζεται χαμηλός.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων επιδεικνύει μεγάλη συγκέντρωση τιμών, για μέσες διαμέτρους, μικρότερες του $M_d=50\mu m$ και ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,3321$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζει, μεν, αρκετές ακραίες τιμές και χαμηλό συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,2824$, όμως επιδεικνύει μια σαφή τάση εξάρτησης, με άνοδο της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας αυξανόμενης της τιμής του λόγου c/f .

Λαμβανομένης υπ' όψιν της φύσης των δειγμάτων της κατηγορίας, τα οποία είναι κυρίως μαργαϊκοί ψαμμίτες, ψαμμιτικές μάργες, μάργες και ψαμμίτες, με διαμορφωμένα συσσωματώματα, τα οποία διαλυτοποιούνται κατά την κοκκομετρική ανάλυση, μπορεί να ληφθεί ότι οι βασικές δομικές μονάδες του υλικού είναι η άργιλος και η άμμος και αυτό ανακλάται στην παραγομένη εξάρτηση. Δεν μπορεί να αναγνωρισθεί σαφώς εάν κάποια μεγαλύτερα συσσωματώματα διατηρούν την υφή τους κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της δοκιμής στερεοποίησης, για την περιοχή βαθμίδος φόρτισης $4kp/cm^2-8kp/cm^2$ (400-800 kPa) όπου προσδιορίζεται ο δείκτης στερεοποίησης, από τη τιμή του οποίου, εξαρτάται η υπολογιζόμενη τιμή

του μέτρου συμπίεστότητας.

Επίσης, η κακή εξάρτηση από τον λόγο κενών, εκ νέου ανακλά την εξάρτηση της συμπεριφοράς του υλικού από την ύπαρξη ασυνεχειών, οι οποίες δεν είναι εφικτό, σε όλες τις περιπτώσεις, να αντιπροσωπευθούν στο δοκίμιο το οποίο υποβάλλεται σε στερεοποίηση.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός, ο οποίος επιτυγχάνεται με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, για τα αδρόκοκκα δείγματα, είναι, γενικά, καλύτερος από τον επιτυγχανόμενο για τα λεπτόκοκκα.

Κρίνοντας από τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης, ο οποίος είναι παραπλήσιος, σε όλες τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, δεν μπορεί να διαπιστωθεί κάποια ιδιαίτερη εξάρτηση από συγκεκριμένη κοκκομετρική κατηγορία, με εξαίρεση την περίπτωση της ιλύος η οποία αποδίδει τον καλύτερο συσχετισμό και επιδεικνύει μια σαφή τάση αύξησης της τιμής του μέτρου συμπίεστότητας, με μείωση της περιεκτικότητας του δείγματος σε ιλύ.

Ο συσχετισμός, με τα όρια Atterberg, είναι επίσης καλύτερος από των λεπτοκόκκων και επαναλαμβάνεται ο καλύτερος συσχετισμός με το όριο υδαρότητας, παρά το ότι εμφανίζονται αρκετές ακραίες τιμές.

Ο συσχετισμός, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, είναι πολύ κακός, με τιμές συντελεστών συσχέτισης οι οποίες είναι μικρότερες του 0,1000.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων, είναι κακός και η πλειονότητα των τιμών συγκεντρώνεται στην περιοχή μέσης διαμέτρου κόκκων μικρότερης από $Md=2500\mu m$.

Ο συσχετισμός, με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζεται καλύτερος με $R^2=0,4274$, αλλά και πάλι, οι περισσότερες τιμές συγκεντρώνονται στην περιοχή όπου ο λόγος c/f λαμβάνει τιμές από $c/f=1,0$ έως $c/f=10,0$.

Και εδώ επαναλαμβάνονται οι συνέπειες της λιθολογικής σύστασης των περισσότερων δειγμάτων, που είναι σχιστολιθικά και το υλικό τους αποτελείται από μεγάλα συσσωματώματα, τα οποία σε μεγάλο βαθμό, αποσυντίθενται κατά την κοκκομετρική ανάλυση με παραγωγή μεγάλης ποσότητας ιλυώδους υλικού. Λόγω της φύσης του υλικού, η διαμόρφωση δοκιμών αντιπροσωπευτικών κατά τη δομή, του αρχικού δείγματος, είναι ακόμη δυσκολότερη από αυτήν των λεπτοκόκκων δειγμάτων, ιδίως στην, συχνά απαντωμένη, περίπτωση σχιστολιθικού υλικού και του υλικού που προέρχεται από αποσάθρωση ασβεστόλιθων.

5.1.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων συσχετισμών δειγμάτων υποβάθρου

Α) Αντοχή σε απλή (μοναξονική) θλίψη

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Οι συσχετισμοί, των δειγμάτων της κατηγορίας αυτής εδαφών, με τις τάξεις κοκκομετρικών μεγεθών είναι όλοι κακοί και δεν επιδεικνύουν καμία σαφή τάση εξάρτησης της τιμής της αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη από αυτούς.

Οι συντελεστές συσχέτισης είναι όλοι μικρότεροι του 0,1000 και απλώς πληροφοριακά, αναφέρεται εδώ ότι τις υψηλότερες τιμές έχει ο συσχετισμός με την περιεκτικότητα σε άμμο, $R^2=0,0341$ και ιλύ, $R^2=0,0327$.

Ομοίως καμία συσχέτιση δεν μπορεί να γίνει με τα όρια Atterberg, των οποίων οι παραγόμενοι συντελεστές συσχέτισης είναι, και στην περίπτωση αυτή, μικρότεροι του 0,1000.

Η εξάρτηση, από τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, αν και καλύτερη από αυτήν από τις ταξινομικές, είναι επίσης αναξιόπιστη και δεν επιδεικνύει καμία σαφή τάση.

Ο συσχετισμός, με τη μέση διάμετρο κόκκων (Md) αποτυγχάνει, επίσης, με μόνη αξιομνημόνευτη παρατήρηση, το ότι, η πλειονότητα των τιμών αφορά δείγματα με μέση διάμετρο κόκκων στην περιοχή μεταξύ $Md=12,0\mu m$ και $Md=70\mu m$.

Το φαινόμενο επαναλαμβάνεται στην περίπτωση του συσχετισμού με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, και ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόλις

$R^2=0,0403$. Παρατηρείται ότι η πλειονότητα των τιμών συγκεντρώνεται στην περιοχή όπου ο λόγος c/f έχει τιμή μικρότερη του 0,500.

Τα δείγματα της κατηγορίας αποτελούνται από στιφρές αργίλους, πολλές από τις οποίες είναι υψηλής πλαστικότητας, μαργαϊκούς ψαμμίτες, ψαμμιτικές μάργες και μάργες, σε κάποιες περιπτώσεις, λιθοποιημένες. Οι άργιλοι, επίσης, σε πολλές περιπτώσεις, είναι υπερστερεοποιημένες. Άλλο χαρακτηριστικό της λιθολογικής σύστασης των δειγμάτων είναι ότι σχηματίζονται συσσωματώματα τα οποία διαλύονται στα συστατικά τους ή απομειώνονται σε κάποιο κοκκομετρικό μέγεθος, μικρότερο αυτού που απαντάται στο φυσικό δείγμα, κατά τη διάρκεια της κοκκομετρικής ανάλυσης.

Ο αυξημένος χρόνος ταφής και η έλλειψη τεκτονικής διαταραχής των στρωμάτων, από τα οποία ελήφθησαν τα δείγματα της κατηγορίας, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, ο μηχανισμός παραγωγής της αντοχής των δειγμάτων σε θλίψη, δεν οφείλεται στην κοκκομετρική τους διαβάθμιση αλλά στην παραγωγή συνδέσμων συγκόλλησης μεταξύ των κόκκων, υπόθεση η οποία ενισχύεται από την απουσία εξάρτησης της αντοχής από τον λόγο κενών, παρά το ότι εμφανίζει αρκετά μεγάλο εύρος τιμών, από $e_0=0,400$ έως $e_0=0,900$, εντός του οποίου περιλαμβάνονται σχεδόν όλα τα δείγματα.

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι τα δείγματα της κατηγορίας, λόγω της ομοιογενούς δομής την οποία εμφανίζουν σε μακροσκοπική εξέταση, είναι εύκολο να μορφωθούν σε δοκίμια μικρών ή μεγάλων διαστάσεων, τα οποία να είναι αντιπροσωπευτικά της δομής του δείγματος και, επομένως δεν υπεισέρχεται ο παράγοντας της ποιότητας του δοκιμίου ο οποίος επεμβαίνει στο αποτέλεσμα άλλων συσχετισμών.

Επομένως, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο μηχανισμός της αντοχής σε θλίψη, στα δείγματα της κατηγορίας αυτής, είναι, πρωτίστως, ελεγχόμενος από τον ορυκτολογικό παράγοντα, σε συνδυασμό με τις συνθήκες και τον χρόνο ταφής του αρχικού υλικού.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, είναι κακός, χωρίς ενδείξεις κάποιας τάσεως εξάρτησης και με συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι έχουν τιμές μικρότερες του 0,1000.

Παρόμοια παρουσιάζεται η κατάσταση και στους συσχετισμούς με τα όρια Atterberg.

Οι συσχετισμοί, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, εμφανίζονται ελαφρώς καλύτεροι, από ότι αυτοί των λεπτοκόκκων δειγμάτων, αλλά, στο σύνολό τους, είναι ανεπαρκείς, με πολύ μεγάλη διασπορά τιμών.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων εμφανίζεται επίσης κακός, με πολύ μεγάλη διασπορά τιμών και με συγκέντρωση, των περισσότερων δειγμάτων, στην περιοχή τιμών μέσης διαμέτρου μικρότερης του $M_d=500\mu m$.

Και ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προ λεπτόκοκκα συστατικά, δείχνει τυχαία διασπορά τιμών, χωρίς εξάρτηση και η πλειονότητα των δειγμάτων ανήκει στην περιοχή που ο λόγος c/f λαμβάνει τιμές μικρότερες της τιμής, $c/f=4$.

Και εδώ, μπορούν να επαναληφθούν τα όσα αναφέρθηκαν για τη δημιουργία συγκολλητικού υλικού, μεταξύ των πρωτευόντων κόκκων, το οποίο διαλυτοποιείται και ενσωματώνεται στα λεπτόκοκκα κλάσματα, καθώς και ότι τα δείγματα αποτελούνται από ψαμμίτες, μαργαϊκούς ψαμμίτες, μάργες και λιθοποιημένες μάργες στις οποίες έχουν διαμορφωθεί κόκκοι μεγαλύτεροι από αυτούς των λεπτόκοκκων δειγμάτων, οι οποίοι εμφανίζουν μικρότερη απώλεια διαστάσεων κατά την κοκκομετρική ανάλυση και τελικώς, οδηγούν στη ταξινόμηση του δείγματος ως αδρόκοκκου. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις, εμφανίζονται δείγματα λυολίθων ή αργιλικών σχιστόλιθων, τα οποία έχουν έντονη διαστρωμάτωση και η κοκκομετρική τους ανάλυση επίσης τα ταξινομεί ως αδρόκοκκα.

Επομένως, στα εδάφη της κατηγορίας είναι συνολικά αδύνατον να αποδοθεί η αστοχία του δείγματος σε αστοχία των συνδέσμων μεταξύ των κόκκων, η οποία ελέγχεται από φυσικοχημικά αίτια, ή σε αστοχία κατά τα επίπεδα των ασυνεχειών, όπου λειτουργεί περισσότερο, η υφή των εν επαφή επιφανειών και επομένως η κοκκομετρική σύσταση του δείγματος.

Εδώ πρέπει να παρατηρηθεί και το ότι τα δείγματα της κατηγορίας είναι, σχετικά, περιορισμένα, σε αριθμό, και ότι η μόρφωσή τους σε δοκίμια είναι δυσκολότερη από ότι των λεπτόκοκκων δειγμάτων.

B) Συνοχή

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της συνοχής, στα δείγματα της κατηγορίας, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, δεν είναι ικανοποιητικός και απλώς, υποδεικνύει μια τάση εξάρτησης από το ποσοστό περιεχομένης άμμου και περιεχομένης αργίλου, χωρίς όμως να σημειώνονται υψηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης.

Αντίστοιχα ανεπαρκείς, εμφανίζονται και οι συσχετισμοί με τα όρια Atterberg, από τα οποία, ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με το όριο υδαρότητας, χωρίς όμως και πάλι, να εμφανίζεται ως σαφής, λόγω πολύ μεγάλης διακύμανσης τιμών.

Ούτε ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων αποδίδει, αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι ο συσχετισμός με τον λόγο φυσικής υγρασίας προς το όριο υδαρότητας (W/LL) και ο συσχετισμός με το γινόμενο φυσικής υγρασίας επί τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά, αποδίδουν μια μορφολογία κατανομής, η οποία είναι σαφέστερη από την παραγόμενη σε άλλες κατηγορίες δειγμάτων αν και πάλι, η διασπορά τιμών δεν επιτρέπει ασφαλή συμπεράσματα.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d), παρουσιάζει μεγάλη διασπορά, για τις τιμές που αντιστοιχούν σε $M_d \geq 60\mu m$ και ειδικά για τη τιμή $M_d \geq 100\mu m$, η διασπορά είναι εντελώς τυχαία, με πολλές ακραίες τιμές.

Ο συσχετισμός, με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα, δείχνει καλύτερη κατανομή τιμών και μια σαφέστερη τάση εξάρτησης, με την παρατήρηση, ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση των τιμών που αντιστοιχούν σε $c/f \leq 1,0$ και ότι ο μεγαλύτερος αριθμός δειγμάτων ανήκει στην κατηγορία τιμών του λόγου, $0,02 \leq c/f \leq 0,55$.

Λαμβανομένης υπ' όψιν, της λιθολογικής σύστασης των δειγμάτων της κατηγορίας, τα οποία αποτελούνται από λεπτόκοκκο υλικό της κατηγορίας της αργίλου και της ιλύος και με, κυρίαρχο, δομικό αδρόκοκκο συστατικό, την λεπτή άμμο, ενώ το, όποιο ποσοστό, μεγάλων κόκκων, υπάρχει είναι κυρίως συσσωματώματα λεπτότερου υλικού, καθώς και των συνθηκών απόθεσης, φθάνουμε στο συμπέρασμα ότι, ο μηχανισμός, ο οποίος ελέγχει τη τιμή της συνοχής, είναι ο ίδιος ο οποίος ελέγχει τη τιμή της αντοχής σε θλίψη, δηλαδή, δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται από την χημική συγκόλληση των κόκκων, με την ανάπτυξη παραφυάδων, στην επιφάνεια των κόκκων. Συνεπώς, ο μηχανισμός ελέγχεται ορυκτολογικά και δεν μπορεί να αξιολογηθεί, από τα υπάρχοντα δεδομένα, πλη του ότι, τα αποτελέσματα κατατείνουν στο ότι επιδρά το αρχικό μέγεθος των κόκκων και ότι ο μηχανισμός συγκόλλησης αναπτύσσεται, κυρίως, μεταξύ των κόκκων μεγέθους μικρότερου των $5\mu m$.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός της συνοχής, με το μέγεθος των κόκκων, στα δείγματα της κατηγορίας, είναι εντελώς ασαφής, για όλες τις κατηγορίες, και δεν επιδεικνύει καμία σαφή τάση εξάρτησης από κάποια κοκκομετρική διαβάθμιση, πλην του συσχετισμού με την περιεχόμενη ιλύ, ο οποίος δείχνει αύξηση της συνοχής με την αύξηση του ποσοστού της περιεχομένης ιλύος.

Το ίδιο ισχύει και για τα όρια Atterberg.

Ο συσχετισμός με την περιεχόμενη φυσική υγρασία επιδεικνύει κάποια τάση εξάρτησης, αλλά η διασπορά τιμών είναι μεγάλη. Το αξιοσημείωτο πάντως είναι ότι η παραγόμενη συνοχή φαίνεται να αυξάνεται, αυξανόμενης της περιεχομένης υγρασίας. Αντίθετα, ο συσχετισμός με το φυσικό φαινόμενο βάρος και τον λόγο κενών είναι κακός.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d) είναι κακός και υπενθυμίζεται ότι η πλειονότητα των δειγμάτων εμφανίζει τιμή M_d μικρότερη των $500\mu m$, άνω δε του $M_d = 1000\mu m$,

οι εμφανιζόμενες τιμές συνοχής είναι εντελώς ακραίες.

Ο συσχετισμός, με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά είναι σαφώς καλύτερος, αλλά και πάλι, εμφανίζονται πολλές ακραίες τιμές μεταξύ των δειγμάτων τα οποία έχουν τιμή λόγου, $c/f \geq 5,0$.

Τα αποτελέσματα του συσχετισμού, της συνοχής των δειγμάτων της κατηγορίας, επηρεάζονται κυρίως από την λιθολογική σύστασή τους, η οποία περιλαμβάνει, εκτός από ψαμμίτες, μαργαϊκούς ψαμμίτες και σχιστόλιθους, επίσης, ιλυόλιθους και ταφέντα και συγκολλημένα υλικά που έχουν σχηματίσει λατυποπαγείς και κροκαλοπαγείς σχηματισμούς.

Αυτό το γεγονός, βοηθά να ερμηνευθεί το παράδοξο, της αύξησης της τιμής της συνοχής, αυξανόμενου του ποσοστού της φυσικής υγρασίας. Πράγματι, σχηματισμοί των οποίων οι αδροί κόκκοι προέρχονται από συσσωματώματα λεπτότερου υλικού, διατηρούν μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας και όταν μορφώνονται σε δοκίμια, ενώ σχιστόλιθοι και κροκαλοπαγή χάνουν μεγάλο μέρος του ύδατος πόρων κατά την αποσυσκευασία και μόρφωση του υλικού σε δοκίμια. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και αλλού, δείγματα σε μεγάλους πρωτεύοντες κόκκους, τα οποία δεν είναι αρκετά χαλαρά, για να υποστούν ξηρά κοσκίνιση, είναι δύσκολο, έως αδύνατο, σε ορισμένες περιπτώσεις, να δώσουν αντιπροσωπευτικά δοκίμια, μικρών διαστάσεων.

Ο σχετικά καλός συσχετισμός, ο οποίος επιτυγχάνεται με το ποσοστό περιεκτικότητας σε ιλύ, ανακλά, κυρίως, το γεγονός ότι η ιλύς είναι το κυρίως εντοπιζόμενο κλάσμα λεπτόκοκκου υλικού, σε δείγματα αδρόκοκκης σύστασης.

Γ) Γωνία εσωτερικής τριβής

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, της γωνίας εσωτερικής τριβής, δείχνει ασάφεια, με μεγάλο αριθμό δειγμάτων με ακραίες τιμές, στην περίπτωση του ποσοστού χαλίκων και καλύτερη διασπορά τιμών, αλλά και πάλι ασάφεια συσχετισμού, στην περίπτωση της περιεχομένης αργίλου.

Ο συσχετισμός, ο οποίος επιτυγχάνεται με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, είναι σαφής και επιδεικνύει μια τάση αύξησης της γωνίας τριβής, όσο μειώνεται το ποσοστό της ιλύος, αλλά εμφανίζονται αρκετές ακραίες τιμές και ένα μεγάλο εύρος τιμών γύρω από τη γραμμή τάσης, στην περιοχή ποσοστού ιλύος 55%-65%, με αποτέλεσμα, ο συντελεστής συσχέτισης να μην υπερβαίνει τη τιμή $R^2=0,3530$.

Ο καλύτερος συσχετισμός, επιτυγχάνεται με το ποσοστό της περιεχομένης άμμου, όπου, εμφανίζονται μεν, μερικές ακραίες τιμές, όμως ο γενικός συντελεστής συσχέτισης, για μια εκθετική σχέση, είναι $R^2=0,7119$, η δε διασπορά τιμών είναι μικρή.

Ο συσχετισμός, με τα όρια Atterberg, δεν είναι καλός, εμφανίζοντας μεν μια γενική τάση αύξησης, με την αύξηση του ορίου υδαρότητας (LL) και του δείκτη πλαστικότητας (PI), όμως, η διασπορά τιμών είναι μεγάλη, για να χρησιμοποιηθούν οι συσχετισμοί αξιόπιστα.

Αναμενόμενα, για δείγματα των οποίων η δομή έχει σχετικά σταθεροποιηθεί, οι παράμετροι φυσικών ιδιοτήτων δεν αποδίδουν συσχετισμό με εντελώς τυχαία διασπορά τιμών, αλλά οι εξαγόμενοι συντελεστές συσχέτισης διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα τιμών με. $R^2=0,4000$ η λιγότερο.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων, αποδίδει καλό συντελεστή συσχέτισης, με τιμή $R^2=0,6613$, για μια λογαριθμική συνάρτηση, πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι οι τιμές οι οποίες αντιστοιχούν σε $Md \geq 100\mu m$, παρουσιάζουν πολύ μεγάλη διασπορά.

Ο συσχετισμός, με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα, είναι πολύ καλός και αποδίδει μια εκθετική σχέση, παρόμοια με αυτή του συσχετισμού με την περιεχόμενη άμμο και συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,7844$.

Τα αποτελέσματα των συσχετισμών υποδεικνύουν ότι, ο κύριος μηχανισμός της παραγωγής γωνίας εσωτερικής τριβής, ελέγχεται από την κοκκομετρική σύσταση του υλικού και ιδίως την περιεχόμενη άμμο η οποία είναι το κύριο αδρόκοκκο συστατικό των δειγμάτων της κατηγορίας

και, δευτερευόντως από την περιεχομένη ιλύ η οποία, και στα δείγματα αυτής της ομάδας, φαίνεται να λειτουργεί σαν λιπαντικό συστατικό.

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι, μεταξύ των δειγμάτων, περιλαμβάνονται και κάποιες λιθοποιημένες μάργες ή άργιλοι των οποίων ο μηχανισμός θραύσεως, η οποία επέρχεται απότομα και αποδίδει κογχώδη επιφάνεια αστοχίας, δίνει, κατά τη δοκιμή διάτμησης, υψηλή τιμή γωνίας τριβής, η οποία έρχεται σε αντίθεση με την κοκκομετρική σύσταση του υλικού. Και στην περίπτωση αυτή, έχει λειτουργήσει ο μηχανισμός της συγκόλλησης των κόκκων, σε προχωρημένο βαθμό ο οποίος προσδίδει, στο γεωυλικό, μορφολογικά χαρακτηριστικά αστοχίας, βραχώδους δείγματος.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Στα αδρόκοκκα δείγματα της ομάδας, εμφανίζεται ασάφεια στους συσχετισμούς της γωνίας εσωτερικής τριβής, με τις διάφορες κοκκομετρικές κατηγορίες, πλην της περίπτωσης συσχετισμού με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, το οποίο επιδεικνύει μια σαφή τάση συσχέτισης και ένα σχετικά καλό συντελεστή συσχέτισης, $R^2=0,5079$.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg είναι, ασαφής, πλην της περίπτωσης του δείκτη πλαστικότητας (PI), ο οποίος επιδεικνύει έναν συντελεστή συσχέτισης $R^2=0,1545$, αλλά πολύ κακή διασπορά τιμών.

Ο συσχετισμός, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, επίσης επιδεικνύει τυχαία διασπορά και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων, παρουσιάζει μικρό αριθμό τιμών, για δείγματα με $Md \geq 600$ και όλες αυτές οι τιμές εμφανίζουν ακραία κατανομή, με αποτέλεσμα ο συντελεστής συσχέτισης να είναι μόνον $R^2=0,2892$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, παρουσιάζει παρόμοια μορφολογία με τον προηγούμενο και πάσχει από παρόμοιο πρόβλημα κακής κατανομής τιμών, για δείγματα με λόγο $c/f \geq 4$.

Το αποτέλεσμα είναι ότι ο παραγόμενος συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή μόνο $R^2=0,360$ αν και διαφαίνεται μια σαφής τάση εξάρτησης των μεταβλητών.

Η ασάφεια, η οποία προκύπτει, όσον αφορά την εξάρτηση της γωνίας τριβής, από την κοκκομετρία του υλικού, είναι προϊόν της λιθολογικής σύστασης των δειγμάτων της κατηγορίας, ιδίως αυτών τα οποία είναι λατυποπαγούς ή κροκαλοπαγούς δομής, δηλαδή, οι πρωτεύοντες, κόκκοι τους, δεν διαλυτοποιούνται. Σε κάποιο βαθμό, διαλυτοποιείται, όμως, το λεπτότερο υλικό, το οποίο συνιστά την μήτρα, μέσα στην οποία είναι εμφυτευμένοι οι χάλικες ή η αδρόκοκκη άμμος, συνήθως ασβεστολιθικής ή κερατολιθικής σύστασης.

Αν εξαιρεθούν τα δείγματα αυτά, τα υπόλοιπα, των οποίων, οι αδροί κόκκοι, αποτελούνται από συσσωματώματα και τα οποία δίνουν ευκολότερα αντιπροσωπευτικά δοκίμια, μικρού μεγέθους, παρέχουν συσχετισμούς οι οποίοι είναι αξιοποιήσιμοι και ιδίως ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά και να γίνει αξιόπιστος.

Δ) Συντελεστής στερεοποίησης

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ακολουθείται εδώ η τάση, η οποία εμφανίστηκε και στις προηγούμενες ομάδες, δηλαδή ότι, η ενδεικτική φύση της τιμής του συντελεστή που συσχετίζεται, να καθιστά οποιοδήποτε συσχετισμό με άλλη παράμετρο μη αξιόπιστο. Μπορεί, πάντως, να παρατηρηθεί ότι, η πλειοψηφία των δειγμάτων, εμφανίζει τιμές του συντελεστή στερεοποίησης, οι οποίες είναι σημαντικά μικρότερες της ενδιάμεσης τιμής του συνολικού εύρους των τιμών.

Η εποπτεία όλης της κλίμακας τιμών, τις οποίες λαμβάνει ο C_v , των δειγμάτων της κατηγορίας, κατά τη δοκιμή, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στα λεπτόκοκκα δείγματα της κατηγορίας, επέρχεται παραμόρφωση σε επίπεδο κόκκου, η οποία, ενδεχομένως, οφείλεται στην παρουσία ιλυώδους υλικού, σε συσσωματώματα μεγαλύτερης κοκκομετρικής κατηγορίας.

Η παρατήρηση αυτή αφορά όλα τα δείγματα μαργαϊκού ή αργλικού τύπου (χαμηλής ή υψηλής

πλαστικότητας) και αυτά της κατηγορίας των ψαμμιτικών μαργών.

Επί πλέον, το γεγονός ότι είναι, σχετικά εύκολο, να μορφωθεί για τη δοκιμή στερεοποίησης, δοκίμιο, αντιπροσωπευτικό του δείγματος, στην μορφή που ελήφθη, καθιστά δύσκολο τον διαχωρισμό της επιρροής του αρχικού λόγου κενών λόγω ασυνεχειών, στρώσεως ή άλλων, στη διαμόρφωση της τιμής του συντελεστή στερεοποίησης.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Η γενική εικόνα των συσχετισμών στα αδρόκοκκα δείγματα, είναι αντίστοιχα κακή και εν γένει, μη αξιολογήσιμη. Όμως, πρέπει να παρατηρηθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος επιτυγχάνεται για τον συσχετισμό με τις ταξινομικές και φυσικές παραμέτρους των δειγμάτων, είναι πολύ καλύτερος από αυτούς που επιτυγχάνονται για τα λεπτόκοκκα δείγματα.

Εμφανώς, παρά το ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρακτικά οι προκύπτουσες σχέσεις εξάρτησης, αυτό υποδεικνύει ότι, στα δείγματα της κατηγορίας, οι μεγαλύτεροι κόκκοι υφίστανται μικρότερη παραμόρφωση, κατά την εκτέλεση της δοκιμής από ότι τα συσσωματώματα των λεπτόκοκκων δειγμάτων και ότι, οι μεγαλύτεροι αυτοί κόκκοι, είναι συμπαγείς (ασβεστολιθικοί ή άλλοι).

Το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζεται και στον συσχετισμό με την μέση διάμετρο κόκκων και με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα.

Επομένως, τεκμαίρεται, αν και με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν μπορεί να τεκμηριωθεί, η εξάρτηση του μηχανισμού της στερεοποίησης, από την λιθολογική σύσταση του δείγματος.

Ε) Δείκτης στερεοποίησης

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του δείκτη στερεοποίησης, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, είναι ασαφής, στην περίπτωση των χαλίκων και της ιλύος, ενώ δείχνει σαφή τάση εξάρτησης, στην περίπτωση της άμμου και της αργίλου, για την οποία επιτυγχάνεται και ο καλύτερος συσχετισμός.

Παρά το ότι υπάρχουν αρκετές ακραίες τιμές, εν γένει φαίνεται να υπάρχει μια σαφής τάση αύξησης της τιμής του δείκτη, με την αύξηση του ποσοστού αργίλου, ενώ, στην περίπτωση της άμμου, εμφανίζεται τάση ελάττωσης της τιμής του δείκτη, αυξανόμενου του ποσοστού, της περιεχομένης άμμου.

Ο συσχετισμός με τα όρια Atterberg είναι σαφής στην περίπτωση του ορίου υδαρότητας και του δείκτη πλαστικότητας αλλά παρουσιάζεται μεγάλη διασπορά τιμών στην περίπτωση που το όριο υδαρότητας υπερβαίνει τη τιμή $LL=50$ και ο δείκτης πλαστικότητας υπερβαίνει τη τιμή $PI=30$.

Αντίστοιχα σαφής φαίνεται ο συσχετισμός με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, όπου πάλι εμφανίζεται μια σαφής εξάρτηση και από την περιεχόμενη φυσική υγρασία και από τον λόγο κενών, με αρκετές όμως ακραίες τιμές, οι οποίες περιορίζουν τους συντελεστές συσχέτισης σε τιμές μικρότερες του 0,3500.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων και με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά, εμφανίζει αρκετή διασπορά τιμών για $Md \geq 80 \mu m$ και $c/f \geq 0,5$. Επανερχόμαστε εδώ, στην ένδειξη ότι κατά την εκτέλεση της δοκιμής, κόκκοι μεγέθους μεγαλύτερου αυτών της άμμου, παραμορφώνονται ή θραύονται και το φαινόμενο αυτό προκαλεί την ασάφεια συσχετισμού του δείκτη συμπίεστότητας, με ορισμένες κοκκομετρικές κατηγορίες, καθώς και με το μέσο μέγεθος κόκκων και τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα.

Ο ασφαλέστερος συσχετισμός γίνεται με το όριο υδαρότητας και τον λόγο κενών, καθώς και με το ποσοστό της περιεχόμενης αργίλου.

Όλα αυτά συνηγορούν υπέρ του ότι, στα δείγματα της κατηγορίας, τα οποία περιέχουν, κυρίως, άργιλο ή ιλύ (που πιθανόν όμως να διαλύεται, εν μέρει, σε αργιλικό υλικό), ή συσσωματώματα άμμου και ιλύος ή αργίλου, ο μηχανισμός ελέγχου της τιμής του δείκτη στερεοποίησης ελέγχεται από το μέγεθος των κόκκων των λεπτότερων κλασμάτων, κυρίως του κλάσματος με διάμετρο κόκκων μικρότερη των $5 \mu m$.

Η παρουσία, μεταξύ των δειγμάτων, υπερστερεοποιημένων αργίλων, με τάση διόγκωσης και υψηλό δείκτη πλαστικότητας ή και λιθοποιημένων, δημιουργεί μεγάλη διασπορά τιμών και ακραίες τιμές. Στις ακραίες αυτές τιμές, μπορεί να ανιχνευθεί η επίδραση ορυκτολογικών παραγόντων, οι οποίοι διαμορφώνουν την μηχανική συμπεριφορά του λεπτόκοκκου υλικού, ιδίως του κλάσματος μεγέθους μεταξύ 5 και 50μm.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Κατά το συσχετισμό, του δείκτη στερεοποίησης, με τα κοκκομετρικά μεγέθη, στα αδρόκοκκα δείγματα της ομάδας παρατηρείται και πάλι ο καλύτερος συσχετισμός να γίνεται με το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος, παρά το ότι, η διασπορά των τιμών, περί τη τασική γραμμή, είναι σημαντική και εμφανίζει τάσεις ομαδοποίησης.

Καλύτερος συσχετισμός από αυτούς με τα όρια Atterberg είναι αυτός που γίνεται με τον δείκτη πλαστικότητας, παρά το ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόνο, $R^2=0,2777$.

Κακοί εμφανίζονται και οι συσχετισμοί με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, με διασπορά τιμών η οποίας είναι σχεδόν τυχαία.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων (Md), επιδεικνύει μια τάση εξάρτησης, για τα δείγματα με μέσο μέγεθος κόκκων μικρότερο των 750μm, αλλά, για μεγαλύτερες τιμές του Md, η διασπορά είναι εξαιρετικά μεγάλη και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι μόνον $R^2=0,2776$.

Παρόμοια, εντελώς, εικόνα παρουσιάζει και ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά (c/f), ο οποίος δίνει μεγάλη διασπορά τιμών για $c/f \geq 3,5$.

Πέραν της φύσης των δειγμάτων (σχιστόλιθοι, ιλυόλιθοι, συγκεκολλημένα ασβεστολιθικά υλικά, κροκαλοπαγή και λατυποπαγή), πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και το ότι, λόγω της φύσης της δοκιμής, ο αριθμός των δοκιμών που εκτελέστηκαν, σε δείγματα της κατηγορίας, είναι μικρός και δεν καλύπτει το σύνολο των δειγμάτων της κατηγορίας, αλλά οι συσχετισμοί έγιναν με τη χρήση μόνο 72 μετρήσεων, από ισάριθμες δοκιμές, που εκτελέστηκαν σε 72 από τα 138 δείγματα, που περιλαμβάνει η ομάδα των αδρόκοκκων δειγμάτων του υποβάθρου.

Πέραν αυτών, επαναλαμβάνεται ότι, η φύση των δειγμάτων είναι τέτοια, ώστε η προετοιμασία αντιπροσωπευτικού δοκιμίου, μικρού μεγέθους, είναι δυσχερής και επομένως, εν μέρει, η αδυναμία συσχετισμού να οφείλεται σε συστηματικό σφάλμα.

ΣΤ) Δείκτης εδάφους

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός, του δείκτη εδάφους, με όλες τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, είναι κακός, χωρίς ενδείξεις εξάρτησης για καμία κατηγορία και με συντελεστές συσχέτισης οι οποίοι έχουν όλοι τιμή μικρότερη του 0,1000.

Το ίδιο φαινόμενο επαναλαμβάνεται και στον συσχετισμό με τα όρια Atterberg, όπου ίχνη μόνο, πιθανής εξάρτησης, εμφανίζει η μορφολογία του διαγράμματος συσχετισμού του δείκτη εδάφους με το όριο πλαστικότητας.

Η αδυναμία εξάρτησης παρουσιάζεται και στην περίπτωση του συσχετισμού, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, με επανάληψη του φαινομένου οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης να είναι μικρότερες του 0,1000.

Εντελώς τυχαία, φαίνεται να είναι και η διασπορά των τιμών στον συσχετισμό με την μέση διάμετρο κόκκων, ενώ ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά εμφανίζει κάποια τάση εξάρτησης, όμως, οι σημειούμενες διακυμάνσεις τιμών είναι τόσο μεγάλες που ο παραγόμενος συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή μόλις $R^2=0,0711$.

Όπως και σε άλλες, ανάλογες περιπτώσεις, η φύση των δειγμάτων της κατηγορίας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο μηχανισμός ο οποίος ελέγχει τον δείκτη εδάφους, για το εύρος τιμών φόρτισης στις οποίες το έδαφος υποβάλλεται, εξαρτάται, περισσότερο, από την ανάπτυξη ιστού συγκολλητικών παραφυάδων, μεταξύ των κόκκων του υλικού, το οποίο, κατά την κοκκομετρική ανάλυση, ενσωματώνεται στις τυπικές κοκκομετρικές κατηγορίες και αλλοιώνει τα αποτελέσματα

των συσχετισμών.

Αντίστοιχα, υπερστερεοποιημένες άργιλοι, αλλοιώνουν τη συσχέτιση με τις φυσικές παραμέτρους και δίνουν υψηλές τιμές και στους συσχετισμούς με τις κοκκομετρικές κατηγορίες (για τα κλάσματα αργίλου και ιλύος).

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός, με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, παρουσιάζεται και εδώ κακός, χωρίς αισθητή διαφορά από αυτόν που επιτυγχάνεται για τα λεπτόκοκκα δείγματα.

Το ίδιο επαναλαμβάνεται και στην περίπτωση των ορίων Atterberg, όπου καμία εξάρτηση των τιμών του δείκτη δεν φαίνεται να υπάρχει. Ασαφής εξάρτηση με χαμηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης, εμφανίζεται και στον συσχετισμό με την φυσική υγρασία, καθώς και τυχαία διασπορά τιμών, στην περίπτωση του συσχετισμού με τον λόγο κενών.

Ουδείς συσχετισμός μπορεί να γίνει, με την μέση διάμετρο κόκκων, όπου, η διασπορά τιμών είναι εντελώς τυχαία.

Ο συσχετισμός με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα, είναι ελαφρώς καλύτερος, αλλά και πάλι, η μορφολογία του διαγράμματος υποδεικνύει τυχαία διασπορά τιμών.

Δεν μπορεί να αποδοθεί σε άλλο παράγοντα, η αδυναμία συσχέτισης των τιμών του δείκτη εδάφους με κάποιες ταξινομικές ή φυσικές παραμέτρους των δειγμάτων, εκτός από την ίδια την φύση των δειγμάτων, η οποία ενσωματώνει μια ποικιλομορφία λιθολογικών χαρακτηριστικών σε ένα σχετικά μικρό αριθμό δειγμάτων.

Ζ) Μέτρο συμπίεστότητας

1. Λεπτόκοκκα δείγματα

Το μέτρο συμπίεστότητας, κατά τη συσχέτιση με τις κατηγορίες κοκκομετρικών μεγεθών, δείχνει έλλειψη εξάρτησης, από τους περιεχομένους χάλικες, την άμμο και την ιλύ και σαφή τάση εξάρτησης, από την περιεχομένη άργιλο, όπου παρατηρείται άνοδος της τιμής του μέτρου συμπίεστότητας, με μείωση του ποσοστού περιεχομένης αργίλου.

Ο συσχετισμός παρουσιάζει, μεν, προβληματικές ζώνες, όπου εμφανίζονται ομάδες ακραίων τιμών, που ακολουθούν τον γενικό κανόνα εξάρτησης, αλλά δίνουν τιμές, μέτρου συμπίεστότητας, πολύ υψηλότερες των άλλων, αλλά, συνολικά, δείχνει σαφή εξάρτηση της τιμής του μέτρου συμπίεστότητας από το κλάσμα με μέγεθος κόκκων $\leq 5\mu\text{m}$.

Αντίστοιχες τιμές, με αντίστοιχες ομάδες προβληματικών τιμών, εντοπίζονται και στους συσχετισμούς, με τα όρια Atterberg και ο καλύτερος συσχετισμός γίνεται με το όριο υδαρότητας, επιδεικνύοντας μια σαφή τάση αύξησης της τιμής του μέτρου, όσο μειώνεται το όριο υδαρότητας.

Αντίστοιχη τάση εξάρτησης, με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή συντελεστή συσχέτισης, εμφανίζει και ο συσχετισμός με τον δείκτη πλαστικότητας.

Από τον συσχετισμό, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, δεν προκύπτουν αποτελέσματα που να υποδεικνύουν εξάρτηση από τη φυσική υγρασία του δείγματος και η εξάρτηση από τον λόγο κενών ενώ φαίνεται να ακολουθεί κάποια κανονικότητα, όμως, παρουσιάζει πολύ μεγάλες διακυμάνσεις τιμών και ο συντελεστής συσχετισμού της είναι μόνο $R^2=0,1030$.

Ο συσχετισμός με την μέση διάμετρο κόκκων, παρουσιάζει το πρόβλημα της συγκεντρώσεως, της πλειονότητας των διαθεσίμων τιμών, στην περιοχή μέσης διαμέτρου κόκκων $Md \leq 70\mu\text{m}$ και εντελώς τυχούσα διασπορά για τα δείγματα με $Md \geq 70\mu\text{m}$.

Ο συσχετισμός με τον λόγο c/f , είναι πολύ κακός και παρουσιάζει το αξιοπερίεργο φαινόμενο, της τελείας ομαδοποίησης των τιμών σε 8 ομάδες (ένας, διαφοροποιούμενος, αριθμός τιμών μέτρου συμπίεστότητας για κάθε μια από 8, συγκεκριμένες, τιμές του λόγου c/f , καμία από τις οποίες, δεν είναι μεγαλύτερη του $c/f=0,1000$).

Λαμβανομένου υπ' όψιν και του ότι, το μέτρο συμπίεστότητας εξάγεται υπολογιστικά και ως παράμετροι υπεισέρχονται και ο δείκτης συμπίεστότητας και ο λόγος κενών, καθώς και το ότι, ο τρόπος υπολογισμού, από τους παραδεκτούς τύπους, επιτρέπει την υποκειμενική ή μάλλον, την

κατά προσέγγιση, εκτίμηση της τιμής του, σε σχέση με τον γραφικό τρόπο υπολογισμού του (ο οποίος επίσης ενέχει υποκειμενικότητα), μπορεί να επαναληφθεί, εδώ, η ερμηνεία η οποία δόθηκε για τον δείκτη στερεοποίησης, για τα δείγματα της κατηγορίας. Φαίνεται ότι, το κοκκομετρικό κλάσμα το οποίο, τελικά, διαμορφώνει τη τιμή του μέτρου συμπίεστότητας, είναι αυτό με διάμετρο κόκκων μικρότερη των 5μm.

Σε δεύτερο επίπεδο, ο μηχανισμός ελέγχου, φαίνεται να εξαρτάται από την ορυκτολογική σύσταση του κλάσματος του διερχόμενου από το κόσκινο Νο200 και την επίδραση που έχει η σύσταση αυτή στη δημιουργία συγκολλητικού υλικού, μεταξύ των λεπτομερών υλικών τα οποία έτσι σχηματίζουν, στο φυσικό δείγμα και το δοκίμιο, μεγαλύτερους κόκκους, οι οποίοι προσδιορίζουν την απόκριση του δοκιμίου στη δοκιμή στερεοποίησης και τα, εξ αυτής, προκύπτοντα αποτελέσματα.

2. Αδρόκοκκα δείγματα

Ο συσχετισμός του μέτρου συμπίεστότητας, με τις κατηγορίες των κοκκομετρικών μεγεθών, στα αδρόκοκκα δείγματα, γενικά εμφανίζεται καλύτερος από ότι στα λεπτόκοκκα, αλλά η διασπορά τιμών είναι παντού μεγάλη και δεν επιτρέπει ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την εξάρτηση. Παρά τη διασπορά τιμών και εδώ, παρατηρείται ο καλύτερος συσχετισμός με κάποια κοκκομετρική κατηγορία να είναι αυτός που επιτυγχάνεται με την ιλύ, με σαφή τάση μείωσης της τιμής του μέτρου συμπίεστότητας, αυξανόμενου του ποσοστού περιεχομένης ιλύος.

Σαφής τάση εξάρτησης και πάλι με το πρόβλημα της μεγάλης διακύμανσης τιμών, εμφανίζεται και για το όριο υδαρότητας και τον δείκτη πλαστικότητας όπου, όμως, οι μεγάλες διακυμάνσεις τιμών οδηγούν σε συντελεστές συσχέτισης με τιμές μικρότερες του 0,3000.

Ο συσχετισμός, με τις παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, είναι γενικά, κακός και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί.

Ο συσχετισμός, με την μέση διάμετρο κόκκων, παρουσιάζει τυχούσα διασπορά, ιδίως για τιμές του $Md \geq 700\mu m$.

Ο συσχετισμός, με τον λόγο c/f , παρουσιάζεται αισθητά καλύτερος, αλλά και πάλι, οι τιμές έχουν πολύ μεγάλη διασπορά για $c/f \geq 3,5$ και ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόνον $R^2=0,2936$.

Ουσιαστικά, τα αποτελέσματα των συσχετισμών ανακλούν τους συσχετισμούς του δείκτη στερεοποίησης και ελέγχονται από τους ίδιους παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται, κυρίως, με την λιθολογική σύσταση των δειγμάτων, τη δυσκολία μορφώσεως αντιπροσωπευτικού δοκιμίου, μικρού μεγέθους, στα δείγματα της κατηγορίας και τον μικρό αριθμό δοκιμών που εκτελέστηκαν, γενικότερα.

5.2 Παρουσίαση, σχολιασμός και βαθμονόμηση σχέσεων εκτίμησης μηχανικών ιδιοτήτων εδαφών, με χρήση μιας μόνο ανεξάρτητης μεταβλητής

Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν, να παραχθούν σχέσεις, οι οποίες να επιτρέπουν την εκτίμηση, των τιμών των παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς, εδαφών από τις τιμές που προκύπτουν από εργαστηριακές δοκιμές κατάταξης ή φυσικών ιδιοτήτων και επί τόπου δοκιμές, κατά τη δειγματοληψία, ιδίως τη δοκιμή Προτύπου Διείσδυσης (SPT).

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε διαπιστώνεται ότι, σε κάθε μια τις τέσσερις κατηγορίες ταξινόμησης που προτείνονται, και σε κάθε μια υποκατηγορία, μπορεί να υπάρξουν, σχέσεις οι οποίες δίνουν ικανοποιητική εξάρτηση κάθε μίας, από τις επτά, ελεγχόμενες μηχανικές παραμέτρους, από κάποια ταξινομική ή φυσική παράμετρο ή τα αποτελέσματα μίας δοκιμής πεδίου.

Στα ακόλουθα, θα γίνει παρουσίαση των σχέσεων αυτών, στην αρχικώς παραχθείσα μορφή τους, από τη διαδικασία συσχετισμού και θα σχολιασθεί το εύρος τιμών το οποίο παράγει η χρησιμοποιούμενη συνάρτηση, σε σύγκριση με το εύρος τιμών το οποίο παρήγαγε η εκτέλεση της αντίστοιχης δοκιμής επί των δειγμάτων της ομάδας προτύπων δειγμάτων.

Στα επόμενα, παρατίθενται οι σχέσεις οι οποίες παρήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων

και εκείνες οι οποίες, τελικώς, προτείνονται, για στην εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων αντοχής των διαφόρων κατηγοριών εδαφών.

5.3 Βέλτιστες σχέσεις (μίας ανεξάρτητης μεταβλητής), για την εκτίμηση των μηχανικών παραμέτρων

5.3.1 Δείγματα υδατικής απόθεσης

A) Λεπτόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Όπως σχολιάσθηκε, στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, η δοκιμή της απλής θλίψης δεν κατέστη δυνατόν να συσχετισθεί, ικανοποιητικά, με καμία εργαστηριακά προσδιοριζόμενη ταξινομική ή φυσική παράμετρο.

Ως εκ τούτου, προκρίνεται ασφαλής ο συσχετισμός της μόνον με τα αποτελέσματα της δοκιμής SPT και ειδικότερα της πλήρως διορθωμένης, ο συσχετισμός με την οποία παρέχει καλύτερα αποτελέσματα.

Η παραχθείσα σχέση συσχετισμού είναι η:

$$q=0,1549(N'_{60})^{0,8998}$$

Το εύρος των τιμών N'_{60} για τα δείγματα της κατηγορίας από συσχετισμό με τα οποία, παρήχθη η σχέση είναι $3 \leq N'_{60} \leq 15$. Εκ των πραγμάτων, το πεδίο τιμών του N'_{60} είναι ανοικτό προς τα άνω και περιορίζεται μόνο από την μέγιστη διαπιστωθείσα στην πράξη, τιμή για εδάφη της κατηγορίας, έστω μεμονωμένη, η οποία, κατά την εμπειρία του γράφοντος είναι $N'_{60}=15$

Η ελάχιστη τιμή, αντίστοιχα, έχει τυπικά, όριο $N'_{60}=0$ αλλά πρακτικά ποτέ δεν γίνεται μικρότερη του $N'_{60}=2$.

Γενικά, η σχέση παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα, για εδάφη με εύρος τιμών αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη (κατά εργαστηριακή μέτρηση) μεταξύ $0,25 \text{ kPa/cm}^2$ και $2,25 \text{ kPa/cm}^2$ (25-225 kPa).

Βάσει των τιμών που συσχετίστηκαν σε όλο αυτό το εύρος τιμών, η επιτυγχάνομενη απόκλιση για την εργαστηριακά προσδιοριζόμενη τιμή, είναι μικρότερη του $\pm 15\%$, από την εκτιμωμένη τιμή.

2. Συνοχή (c)

Ο καλύτερος συσχετισμός, της τιμής της συνοχής για τα δείγματα της κατηγορίας, επιτυγχάνεται με τον συσχετισμό με τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT, και όχι του πλήρως διορθωμένου όπως θα αναμενόταν.

Η παρεχόμενη σχέση είναι η:

$$c=0,0903(N)^{0,596}$$

Η σχέση έχει προκύψει από συσχετισμό με σύνολο δειγμάτων τα οποία έχουν δώσει τιμές SPT, πεδίου μεταξύ 3 και 28.

Και πάλι, το πιθανό εύρος τιμών για δείγματα της κατηγορίας, κατά την εμπειρία του γράφοντος είναι μεταξύ 3 και 30, εξαιρουμένων περιπτώσεων (σε βαλτώδη εδάφη με πολύ υψηλό ποσοστό οργανικών) όπου η διεύθυνση του δειγματολήπτη είναι άμεση, υπό την επίδραση του ιδίου βάρους του, όπου δεν μπορεί να επιτευχθεί καταμέτρηση κρούσεων, οπότε, δίνεται η συμβατική τιμή 0 ή 1.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι, εδάφη αυτής της κατηγορίας, τα οποία, επί του πεδίου, δεν επιδέχονται δοκιμή SPT, συνήθως, με προσεκτική εκτέλεση της δοκιμής διάτμησης, υπό μειωμένο κατακόρυφο φορτίο (συνήθως από $0,25$ έως $1,0 \text{ kPa/cm}^2$) δίνουν τιμές συνοχής της τάξης του $c=0,10-0,20 \text{ kPa/cm}^2$ (10-20 kPa).

Ως εκ τούτου, θα θεωρηθεί η τιμή $c=0,10 \text{ kPa/cm}^2$ (10 kPa) ως το κατώτατο μετρούμενο, όριο για

την παράμετρο, δεδομένου ότι συμφωνεί και με τα αποτελέσματα των δοκιμών επί των δειγμάτων ελέγχου.

Το άνω όριο, συμβατικά, μπορεί να τεθεί σε αριθμό κρούσεων $N=30$, το οποίο και εδώ, τίθεται εμπειρικά, με την παρατήρηση ότι αντιστοιχεί σε μια τιμή συνοχής, βάσει της σχέσης συσχετισμού, $c=0,7\text{kr/cm}^2$ (70 kPa) ενώ έχουν, σποραδικά, παρατηρηθεί δείγματα της κατηγορίας (βλέπε ομάδα δειγμάτων ελέγχου) με τιμές συνοχής $c=0,8\text{kr/cm}^2$ (80 kPa)

Εν κατακλείδι, το εύρος χρήσης της σχέσης τίθεται στην περιοχή $0,1 \leq c \leq 0,8\text{kr/cm}^2$, με απόκλιση της εκτιμούμενης τιμής, για την περιοχή κρούσεων $1 \leq N \leq 30$, της τάξης του $\pm 20\%$.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού παρέχεται από τον συσχετισμό με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά. Η παρεχόμενη σχέση είναι της μορφής:

$$\phi = 32,958(c/f)^{0,5517}$$

Εκ των πραγμάτων, για λόγους συμμόρφωσης με τον ορισμό των δειγμάτων ως λεπτόκοκκων, ο λόγος c/f έχει μέγιστη τιμή η οποία μπορεί να φθάσει, θεωρητικά το $c/f=1,00$.

Αντίστοιχα, η ελάχιστη θεωρητική τιμή του λόγου είναι $c/f=0,00$. Στην πράξη, δεδομένου ότι η τιμή του ποσοστού συγκρατούμενων από κάθε κατηγορία αναγινώσκεται από την προσαρμοσμένη κοκκομετρική καμπύλη και υπόκειται στο σφάλμα αναγνώσεως, το μικρότερο ποσοστό αδρόκοκκων το οποίο μπορεί να εντοπισθεί είναι της τάξης του 0,5% κατά βάρος δείγματος, και συνηθέστερα, της τάξης του 1%.

Πέραν του ότι η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με την πλειονότητα των δειγμάτων αναφοράς, υπάρχει πάντοτε το ζήτημα της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος.

Κατά συνέπεια, προτείνεται να θεωρείται ένα ποσοστό αδρόκοκκων, μεγέθους άνω των $74\mu\text{m}$, της τάξης του 1%, ως δεδομένο και επομένως ως χαμηλότερη τιμή του λόγου c/f να λαμβάνεται η τιμή $c/f=1/99$ ή $c/f=0,01$.

Για πρακτικούς, αντίστοιχα, λόγους, ως άνω όριο για τη χρήση της σχέσης λαμβάνεται η τιμή $c/f=49/51$ ή $c/f=0,96$.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η σχέση εξήχθη για δείγματα με τιμή c/f κυμαινόμενη μεταξύ $c/f=0,0101$ και $c/f=0,9608$.

Η απόκλιση των εργαστηριακά, μετρούμενων, τιμών των δειγμάτων αναφοράς, από την εκτιμούμενη είναι της τάξης του $\pm 17\%$

4. Συντελεστής στερεοποίησης (C_v)

Σύμφωνα με όσα εξετάστηκαν στα προηγούμενα, ο συσχετισμός του συντελεστή στερεοποίησης είναι μόνον ενδεικτικός και, πρακτικά, καμία παράμετρος που συσχετίσθηκε δεν έδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα.

5. Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Ο καλύτερος συσχετισμός του δείκτη στερεοποίησης, με τις άλλες παραμέτρους της κατηγορίας, είναι αυτός ο οποίος γίνεται με τον λόγο κενών (e_0) του δείγματος και παρέχει σχέση της μορφής

$$C_c = 0,0676e^{1,2603(e_0)}$$

Παρόμοια σχέση παρέχει και ο συσχετισμός με τη τιμή της περιεχόμενης φυσικής υγρασίας

$$C_c = 0,0916e^{0,0254(W\%)}$$

Και στις δύο περιπτώσεις, λόγω της παρουσιαζόμενης διασποράς, χρειάζεται να τεθούν τα άνω όρια της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Για τη σχέση η οποία χρησιμοποιεί τον λόγο κενών, η χαμηλότερη μετρηθείσα τιμή λόγου κενών, σε εδάφη της κατηγορίας ήταν περίπου 0,40 και η ανώτερη περίπου 2,00. Εν τούτοις, η κατώτερη οριακή τιμή, είναι πολύ κοντά στη τιμή που παρουσιάζουν εδάφη άλλων κατηγοριών και δεν

πρέπει να χρησιμοποιούνται μικρότερες τιμές από αυτήν. Οι τιμές του αρχικού λόγου κενών άνω του 1,30, περίπου, αφορούν εδάφη με πολύ υψηλό ποσοστό οργανικών, στα οποία οι μετρηθείσες διακυμάνσεις του C_c ήταν πολύ μεγάλες.

Επομένως, η σχέση παρέχει καλά αποτελέσματα για εύρος τιμών του αρχικού λόγου κενών $0,401 \leq e_0 \leq 1,300$.

Αντίστοιχα, αν χρησιμοποιηθεί η σχέση συσχετισμού με τη φυσική υγρασία, παρατηρείται διασπορά τιμών και αστάθεια αποτελεσμάτων, για τιμές φυσικής υγρασίας μεγαλύτερες του 50%, όπου, πάλι, η πλειονότητα των περιπτώσεων αφορά τυρφώδη ή γενικώς ελώδη, πλούσια σε οργανικό υλικό εδάφη.

Το χαμηλότερο όριο υγρασίας το οποίο μετρήθηκε για συσχετισμό είναι περίπου 6% και το υψηλότερο 81%. Το προτεινόμενο εύρος τιμών για χρήση της σχέσης είναι το $10 \leq W\% \leq 50$.

Και στις δύο περιπτώσεις, η χρήση των σχέσεων παρέχει τιμές οι οποίες βρίσκονται σε απόκλιση $\pm 22\%$ των εργαστηριακά μετρούμενων.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Ο δείκτης εδάφους, στα εδάφη της κατηγορίας, δείχνει καλή σχέση εξάρτησης με τον λόγο κενών (e_0). Η παρεχόμενη σχέση είναι της μορφής

$$k = 30,663e^{-0,947(e_0)}$$

Για τους λόγους οι οποίοι εξετέθησαν προηγουμένως, για τον δείκτη στερεοποίησης, τα όρια της ανεξάρτητης μεταβλητής, τα οποία είναι χρησιμοποιήσιμα για τον υπολογισμό του δείκτη εδάφους, από την παραπάνω σχέση, είναι $e_0 = 0,400$ το κατώτατο όριο και $e_0 = 1,300$, το ανώτατο.

Εντός αυτών των ορίων του αρχικού λόγου κενών ο υπολογιζόμενος δείκτης εδάφους έχει τιμή που διαφέρει κατά $\pm 25\%$, της εργαστηριακά μετρηθείσας.

7. Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού για το μέτρο συμπιεστότητας παράγεται από τον συσχετισμό με το όριο υδαρότητας ο οποίος παρέχει σχέση της μορφής:

$$1/M_v = 273,71e^{-0,022(LL)}$$

Οι μετρηθείσες τιμές του ορίου υδαρότητας των δειγμάτων, με τα οποία έγινε ο συσχετισμός, κυμαίνονται μεταξύ 14 και 78, με τη συντριπτική πλειονότητα των δειγμάτων να βρίσκονται εντός του διαστήματος $LL = 20$ και $LL = 55$.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν και τις τιμές των δειγμάτων αναφοράς, το λειτουργικό εύρος της ανεξάρτητης μεταβλητής μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ αυτών των ορίων, δηλαδή ο τύπος που παρήχθη αποδίδει καλά αποτελέσματα για τον υπολογισμό του μέτρου συμπιεστότητας για την περιοχή $20 \leq LL \leq 55$.

B) Αδρόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Στα δείγματα της κατηγορίας ο καλύτερος συσχετισμός γίνεται με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT. Περιγράφεται από τη σχέση της μορφής

$$q = 0,3057(N'_{60})^{0,5179}$$

Το εύρος τιμών του αριθμού κρούσεων, για τα δείγματα με τα οποία έγινε ο συσχετισμός, είναι μεταξύ 3 και 31 κρούσεων.

Πρέπει, εν τούτοις, να αναφερθεί ότι το είδος των δειγμάτων τα οποία συσχετίστηκαν δεν καλύπτει όλο το φάσμα των αδρόκοκκων γεωυλικών της κατηγορίας, δεδομένου ότι μόνον μέρος αυτών, συνήθως της κατηγορίας SC, έχει τη δυνατότητα να μορφωθεί σε δοκίμιο απλής θλίψεως, ενώ μεγάλο μέρος των δειγμάτων, είναι χαλκώδη και χαλαρά, σχεδόν ασύνδετα εδάφη, περιέχοντα μεγάλους κόκκους, τα οποία δίνουν υψηλό αριθμό κρούσεων, όμως δεν μπορούν να

δώσουν δοκίμιο για δοκιμή απλής θλίψεως και επομένως, δεν έχουν συσχετισθεί.

Βάσει, λοιπόν των προηγούμενων, το εύρος χρησιμοποιήσιμων τιμών, της ανεξάρτητης μεταβλητής, θα πρέπει να περιορισθεί, λαμβανομένων υπ' όψιν και των αποτελεσμάτων της ομάδος των προτύπων δειγμάτων, στο διάστημα $2 \leq (N'_{60}) \leq 20$.

Εντός αυτών των ορίων η σχέση δίνει τιμές αντοχής σε θλίψη οι οποίες αποκλίνουν των εργαστηριακά μετρούμενων κατά $\pm 20\%$.

2. Συνοχή (c)

Εισαγωγικά θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι σε κάθε περίπτωση, ακόμη και χαλαρά, χύδην, υλικά της κατηγορίας, εμφανίζουν μια «εσωτερική συνοχή» η οποία μετράται από τη δοκιμή διάτμησης και, επομένως, έχει επιτευχθεί συσχετισμός με το σύνολο των δειγμάτων στα οποία έχει εκτελεσθεί η δοκιμή.

Από τους διάφορους συσχετισμούς της τιμής της συνοχής, ο καλύτερος είναι αυτός που επιτυγχάνεται με τον λόγο αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά (c/f). Παράγεται μια σχέση της μορφής

$$c=0,3745(c/f)^{-0,675}$$

Τυπικά, βάσει του ορισμού του λόγου (c/f) το εύρος των τιμών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι μεταξύ (c/f)=51/49 και (c/f)=99/1. Στην πράξη, οι συσχετισμοί έγιναν με δείγματα για τα οποία ο λόγος έχει τη τιμή $51/49 \leq (c/f) \leq 98/2$. Εν τούτοις, η συντριπτική πλειονότητα των δειγμάτων έχει τιμή λόγου στο διάστημα $52/48 \leq (c/f) \leq 92/8$.

Επομένως, λαμβανομένων υπ' όψιν και των προτύπων δειγμάτων, η σχέση συσχετισμού αποδίδει τιμές στο διάστημα $1,08 \leq (c/f) \leq 12$.

Εντός αυτών των ορίων, οι παραγόμενες τιμές συνοχής αποκλίνουν των μετρούμενων κατά $\pm 22\%$.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Τυπικά, η καλύτερη σχέση συσχετισμού της γωνίας εσωτερικής τριβής παράγεται από τον συσχετισμό με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά. Η σχέση που διαμορφώνεται είναι η:

$$\phi=4,822\ln(c/f)+33,238$$

Η σχέση αυτή έχει διαμορφωθεί για το εύρος τιμών του c/f μεταξύ c/f=51/49 και c/f=98/2 εν τούτοις, η συντριπτική πλειονότητα των τιμών ανήκει στην περιοχή $1,08 \leq (c/f) \leq 6,69$.

Όμως, για λόγους ομοιοτυπίας, προς τη συνοχή, η οποία μετράται με την ίδια δοκιμή, τα όρια χρήσης της σχέσης μπορούν να τεθούν για το διάστημα $1,08 \leq (c/f) \leq 12$.

Πρέπει να αναφερθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η σχέση η οποία προκύπτει από τον συσχετισμό με το περιεχόμενο ποσοστό ιλύος του δείγματος (silt%).

Η σχέση αυτή είναι της μορφής $\phi=0,0015(\text{silt}\%)^2-0,4422(\text{silt}\%)+46,551$.

Το πλεονέκτημα της είναι ότι παρουσιάζει πολύ ομαλότερη κατανομή τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα περιεκτικότητας σε ιλύ, που για τα δείγματα συσχέτισης είναι από 1% έως 48%.

Λαμβανομένων υπ' όψιν των προτύπων δειγμάτων, η χρήση της σχέσης είναι αποδοτική για το διάστημα $2 \leq \text{silt}\% \leq 38$.

Η αναμενόμενη απόκλιση τιμών, για τις παραπάνω σχέσεις, είναι της τάξης του $\pm 17\%$

4. Συντελεστής στερεοποίησης

Όπως αναφέρθηκε, δεν αξιολογείται οιοσδήποτε συσχετισμός του.

5. Δείκτης στερεοποίησης

Ο καλύτερος συσχετισμός της τιμής του δείκτη στερεοποίησης γίνεται με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι και ο συσχετισμός με τον λόγο κενών προσεγγίζει πολύ τα αποτελέσματα του προηγούμενου.

Η σχέση εξάρτησης από τον λόγο c/f είναι η:

$$C_c = 0,1203(c/f)^{-0,237}$$

και αυτή από τον λόγο κενών η:

$$C_c = 0,1287(e_0)^{0,759}$$

Εάν χρησιμοποιηθεί ο λόγος c/f το εύρος τιμών δίνεται, όπως και προηγουμένως $1,08 \leq (c/f) \leq 12$.

Η σχέση που χρησιμοποιεί τον λόγο κενών έχει ληφθεί από συσχετισμό με δείγματα τα οποία έχουν λόγο κενών, στην πλειονότητα τους, μεταξύ $e_0=0,25$ και $e_0=0,85$. Λαμβανομένων υπ' όψιν των δειγμάτων αναφοράς, τα όρια χρήσης της σχέσης τίθενται για την περιοχή τιμών του λόγου κενών: $0,30 \leq e_0 \leq 0,85$.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Με τη χρήση του διορθωμένου αριθμού κρούσεων της δοκιμής SPT, για τον υπολογισμό του δείκτη εδάφους, ή και του αριθμού κρούσεων πεδίου, όπως ήδη προτείνεται από την βιβλιογραφία, η τιμή του δείκτη μπορεί να ληφθεί από τον συσχετισμό με τον λόγο κενών. Η παραγόμενη από τον συσχετισμό σχέση είναι η:

$$k = 77,107 e^{-2,102(e_0)}$$

Η σχέση έχει προκύψει από τον συσχετισμό με δείγματα των οποίων ο λόγος κενών κυμαίνεται από 0,25 έως 1,60, αλλά, η συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων αφορά δείγματα μεταξύ $e_0=0,35$ και $e_0=0,90$.

Άρα και σε αυτήν την περίπτωση, σκόπιμο είναι τα όρια τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής να τεθούν ως $0,35 \leq e_0 \leq 0,90$.

Η απόκλιση που επιτυγχάνεται είναι της τάξης του $\pm 25\%$.

7. Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Ο καλύτερος συσχετισμός του μέτρου συμπιεστότητας, στα εδάφη της κατηγορίας, επιτυγχάνεται με τη χρήση του λόγου αδρόκοκκων προς λεπτόκοκκα συστατικά. Η σχέση είναι της μορφής:

$$1/M_v = 53,246 \ln(c/f) + 186,09$$

Ο συσχετισμός έχει γίνει για τιμές του c/f στο διάστημα 1,04 έως 49,00 αλλά η πλειονότητα των δειγμάτων έχουν c/f στην περιοχή $1,04 \leq (c/f) \leq 6,692$. Λαμβανομένων υπ' όψιν των δειγμάτων αναφοράς το εύρος χρήσεως των τιμών c/f για χρήση με τον, παραπάνω, τύπο, μπορεί να δοθεί ως $1,08 \leq (c/f) \leq 15$.

Στο διάστημα αυτό εντούτοις, εμφανίζονται αποκλίσεις της τάξης $\pm 30\%$, σε σχέση με τις εργαστηριακά μετρούμενες τιμές.

5.3.2 Δείγματα χερσαίας απόθεσης

A) Λεπτόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Στα δείγματα της κατηγορίας, ο ενδεικνυόμενος συσχετισμός είναι αυτός με τον διορθωμένο αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT (N'_{60}). Η παραγόμενη σχέση είναι η:

$$q = 0,1542(N'_{60})^{0,9093}$$

Ο συσχετισμός έγινε με δείγματα τα οποία αντιπροσωπεύουν ένα εύρος διορθωμένου αριθμού κρούσεων μεταξύ (N'_{60})=6 και (N'_{60})=52.

Εντούτοις, η πλειονότητα των δειγμάτων βρίσκεται στην περιοχή $6 \leq (N'_{60}) \leq 24$ και μάλιστα άνω του 20, τα δείγματα επιδεικνύουν μεγάλη διασπορά και ουσιαστικό κενό αντιπροσωπεύσεως στο διάστημα $23 \leq (N'_{60}) \leq 27$.

Υπό τις συνθήκες αυτές, μπορούμε να θεωρήσουμε, σαν πεδίο εφαρμογής της σχέσης, το διάστημα $5 \leq (N'_{60}) \leq 35$, υποκείμενο σε περιορισμούς και παρατηρήσεις οι οποίες θα αναλυθούν σε επόμενα.

Η εφαρμογή της σχέσης παρέχει αποτελέσματα, τα οποία βρίσκονται εντός ενός διαστήματος $\pm 10\%$ από την μετρηθείσα εργαστηριακή τιμή.

2. Συνοχή (c)

Η καλύτερη συνάρτηση της τιμής της συνοχής στα εδάφη της κατηγορίας, γίνεται με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT. Ο συσχετισμός παράγει σχέση της μορφής:

$$c = 0,5828 \ln(N'_{60})^{-0,8828}$$

Η σχέση έχει παραχθεί για το εύρος τιμών $6 \leq (N'_{60}) \leq 52$, αλλά, η πλειονότητα των τιμών των δειγμάτων ανήκει στην περιοχή $7 \leq (N'_{60}) \leq 20$ και παρουσιάζεται ουσιαστικό κενό συσχετισμού μεταξύ $(N'_{60}) = 21$ και $(N'_{60}) = 27$.

Βάσει των αποτελεσμάτων των δειγμάτων αναφοράς, τα όρια χρήσης της σχέσης πρέπει να τεθούν, συντηρητικά, στο διάστημα $5 \leq (N'_{60}) \leq 25$.

Η απόκλιση των μετρούμενων τιμών από τις εκτιμούμενες, για το πεδίο εφαρμογής της σχέσης είναι $\pm 15\%$.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Η γωνία εσωτερικής τριβής εξαρτάται, ισχυρότερα, από τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά (c/f).

Η προκύπτουσα συνάρτηση είναι η:

$$\phi = 33,344(c/f)^{0,4958}$$

Η σχέση έχει παραχθεί από συσχετισμό με δείγματα τα οποία έχουν πεδίο τιμών (c/f) στην περιοχή $0,02 \leq (c/f) \leq 0,96$.

Η σχέση είναι εφαρμόσιμη για όλο αυτό το πεδίο τιμών, βάσει, όμως, των δειγμάτων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται ότι για τιμές $(c/f) \geq 0,7$, δίνει τιμές γωνίας εσωτερικής τριβής οι οποίες είναι σημαντικά μεγαλύτερες των μετρούμενων.

Δεδομένου ότι ο αριθμός δειγμάτων επί των οποίων βασίσθηκε η εξαγωγή της σχέσης είναι μικρός, προτείνεται εναλλακτικά, ιδίως για την περιοχή τιμών $(c/f) \geq 0,6$ και η σχέση:

$$\phi = -34,887(c/f)^2 + 56,648(c/f) + 5,3781$$

Η σχέση αυτή παρέχει πολύ καλύτερη εξάρτηση, για υψηλές τιμές του λόγου (c/f), όμως έχει αυξημένη απόκλιση προς τα άνω, εάν χρησιμοποιηθεί για τιμές του $(c/f) \leq 0,6$.

Και στις δύο περιπτώσεις, η χρήση των σχέσεων εντός των ορίων του βέλτιστου πεδίου τιμών τους, δηλαδή $0,01 \leq (c/f) \leq 0,6$ για την (1) και $0,6 \leq (c/f) \leq 0,961$ για την (2), παρέχει ακρίβεια της τάξης του $\pm 15\%$ ή και καλύτερη, σε σχέση με τις εργαστηριακά μετρηθείσες τιμές.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (Cv)

Δεν γίνεται εδώ αξιολόγηση κάποιας σχέσης συσχετισμού, δεδομένου ότι ουδεμία αξιόπιστη παρουσιάζεται.

5. Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού παρέχεται από τη συσχέτιση με τον λόγο κενών (e_0). Η σχέση έχει την μορφή

$$Cc = 0,2516(e_0)^{0,9211}$$

Η σχέση έχει παραχθεί από σχετικά μικρό αριθμό δειγμάτων τα περισσότερα των οποίων έχουν

τιμές e_0 στην περιοχή $0,52 \leq e_0 \leq 0,77$. Η περιοχή τιμών του αρχικού λόγου κενών η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, λαμβανομένων υπ' όψιν των δειγμάτων αναφοράς, είναι η $0,35 \leq e_0 \leq 1$.

Στο διάστημα αυτό η συνάρτηση συσχετισμό παρέχει τιμές οι οποίες αποκλίνουν των εργαστηριακά μετρούμενων κατά $\pm 20\%$.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Εάν αγνοηθεί ο συσχετισμός με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT και ο συσχετισμός με τον αριθμό κρούσεων SPT, ο καλύτερος συσχετισμός είναι ο παρεχόμενος από τον λόγο κενών. Η παραγόμενη σχέση είναι της μορφής:

$$k=14,743(e_0)^{-1,14}$$

Η σχέση έχει παραχθεί από ένα εύρος μετρούμενων τιμών του e_0 μεταξύ 0,308 και 1,19 αλλά φαίνεται ότι εδάφη της κατηγορίας $e_0 \leq 0,6$ παρέχουν μεγαλύτερη διασπορά τιμών και μάλιστα προς τιμές υψηλότερες από τις παραγόμενες από τη σχέση. Η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στο εύρος $0,5 \leq e_0 \leq 1,1$. Στο διάστημα αυτό η παρεχόμενη ακρίβεια είναι της τάξης του -20% έως και 10% , αλλά πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν και ο μικρός αριθμός των δειγμάτων και οι παρατηρήσεις και συστάσεις που θα γίνουν στα επόμενα.

7. Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού παράγεται με την εξάρτηση του μέτρου συμπίεστότητας από το όριο υδαρότητας. Η σχετική σχέση είναι:

$$1/M_v=216,2e^{(-0,014LL)}$$

Η σχέση αυτή έχει παραχθεί με μικρό αριθμό δειγμάτων (126) και το εύρος τιμών των ορίων υδαρότητάς του είναι μεγάλο, κυμαινόμενο από $LL=8$ μέχρι $LL=68$. Η σχέση αποδίδει θετικά στην περιοχή τιμών $20 \leq LL \leq 55$ και, όπως θα αναλυθεί στα επόμενα, για τιμές $LL \geq 50$ χρειάζεται μάλλον ειδική τροποποίηση.

B) Αδρόκοκκα δείγματα

Πρέπει να διευκρινισθεί ότι στη συγκεκριμένη κατηγορία δειγμάτων οι συσχετισμοί έχουν προκύψει από μικρό αριθμό δειγμάτων με όλους τους περιορισμούς τους οποίους συνεπάγεται αυτό.

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Ο συσχετισμός που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα είναι αυτός με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT (N'_{60}). Η παραγόμενη συνάρτηση είναι η:

$$q=0,0004(N'_{60})^3-0,0226(N'_{60})^2+0,4453(N'_{60})-1,419$$

Οι τιμές του (N'_{60}) για τις οποίες έχει παραχθεί η σχέση είναι $6 \leq (N'_{60}) \leq 39$.

Η σχέση είναι τρίτου βαθμού, πολυωνυμική και ως εκ τούτου, δεν θα εθεωρείτο, κατ' αρχήν, αξιόπιστη, όμως εμφανίζει την καλύτερη μορφολογία κατανομής τιμών, για την ποσότητα των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τον συσχετισμό και γι' αυτό τον λόγο παρουσιάζεται εδώ, με τηρούμενες όλες τις σχετικές επιφυλάξεις (ο συντελεστής συσχέτισης έχει τιμή 0,5747).

Λαμβανομένων υπ' όψιν των συνθηκών εξαγωγής της σχέσης, της φύσης των δειγμάτων και των δειγμάτων αναφοράς, χρησιμοποιήσιμο μπορεί να θεωρηθεί ένα εύρος $5 \leq (N'_{60}) \leq 35$.

Οι παρεχόμενες, από τη σχέση, τιμές της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη παρουσιάζουν απόκλιση, $\pm 20\%$ σε σύγκριση με τις εργαστηριακά μετρηθείσες.

2. Συνοχή (c)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού, η οποία παράγεται, είναι αυτή με τη τιμή του λόγου περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά. Η σχέση είναι της μορφής:

$$c=0,4706(c/f)^{-0,882}$$

Το εύρος τιμών του c/f είναι από 1,04 έως 99,00, αλλά μόνον 8 δείγματα από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για τον συσχετισμό έχουν τιμή $c/f \geq 15,667$.

Η σχέση μπορεί να θεωρηθεί αποδοτική για την περιοχή τιμών $1,10 \leq c/f \leq 25$.

Η προσέγγιση των, εργαστηριακώς, μετρούμενων τιμών κυμαίνεται στο $\pm 15\%$ της εκτιμούμενης με την εφαρμογή της σχέσης, αλλά υπόκειται σε περιορισμούς οι οποίοι θα εκτεθούν στα επόμενα.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Τυπικά, η καλύτερη σχέση συσχετισμού της γωνίας εσωτερικής τριβής, παρέχεται από τον συσχετισμό της τιμής της με την μέση διάμετρο κόκκων (M_d). Εν τούτοις, η διασπορά τιμών, μετά τη τιμή $M_d \geq 2000 \mu m$, οδηγεί στο να θεωρηθεί προτιμότερη η σχέση που προκύπτει από τον συσχετισμό με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά.

Η σχέση αυτή είναι:

$$\phi = 5,8849 \ln(c/f) + 34,698$$

Όπως και στην περίπτωση της συνοχής, το χρησιμοποιήσιμο εύρος τιμών για τον λόγο c/f είναι και εδώ $1,04 \leq c/f \leq 25$, υποκείμενο σε παρατηρήσεις που θα ακολουθήσουν.

Οι παραγόμενες τιμές από την παραπάνω σχέση βρίσκονται εντός ενός πλαισίου απόκλισης $\pm 15\%$, από τις εργαστηριακά μετρηθείσες.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (C_v)

Οι σχετικές συναρτήσεις συσχετισμού δεν αξιολογούνται και τα αποτελέσματά τους δεν είναι χρησιμοποιήσιμα.

5. Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού παράγεται με τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά. Η σχέση είναι η

$$C_c = 0,1255(c/f)^{-0,406}$$

Η σχέση παράγεται από τον συσχετισμό με δείγματα που έχουν τιμές του λόγου c/f μεταξύ 1,04 και 24. Η περιοχή τιμών για την οποία η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, λαμβανομένων υπ' όψιν των αποτελεσμάτων των δοκιμών επί των δειγμάτων αναφοράς, είναι το διάστημα τιμών $1,10 \leq c/f \leq 15$.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Εκ των πραγμάτων, όπως αποδεικνύεται, στα εδάφη της κατηγορίας, δεν μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικός συσχετισμός του δείκτη εδάφους, άλλος από τον γνωστό, από την βιβλιογραφία, συναρτώμενο με τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τόσο ο αριθμός κρούσεων πεδίου για τον οποίον παρήχθη η σχέση:

$$k = 1,6366(N)^{0,9344}$$

όσο και ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων, για τον οποίο η σχέση είναι:

$$k = 1,6818(N'_{60})^{1,0216}$$

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εύρος τιμών του N μεταξύ 5 και 80 κρούσεων (άνω των 50, κατά τα συνήθως εφαρμοζόμενα, θεωρείται ότι η αντοχή του εδάφους είναι ικανοποιητική) και αντίστοιχα N'_{60} μεταξύ 3 και 50.

7. Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας ($1/M_v$), με τις τιμές άλλων παραμέτρων, για τα εδάφη της κατηγορίας, είναι αυτή η οποία παράγεται από την εξάρτησή του, από τον λόγο περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά.

Η παραγόμενη συνάρτηση είναι η:

$$1/Mv=99,863/\ln(c/f)+162,61$$

Λόγω των τιμών του λόγου c/f που παρουσιάζουν τα δείγματα από τα οποία παρήχθη η σχέση και των αποτελεσμάτων των δοκιμών επί των δειγμάτων αναφοράς, η παραπάνω σχέση δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα για την περιοχή τιμών του λόγου c/f $1,10 \leq c/f \leq 15$. Εντός αυτών των ορίων η απόκλιση της τιμής που υπολογίζεται, βάσει της σχέσης από τις εργαστηριακά προκύπτουσες είναι της τάξης του $\pm 20\%$.

5.3.3 Δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου

Α) Λεπτόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Ο καλύτερος συσχετισμός, ο οποίος έχει επιτευχθεί για την αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη, είναι αυτός με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων SPT (N'_{60}).

Ο συσχετισμός εκφράζεται με τη συνάρτηση:

$$q=0,226(N'_{60})^{0,7967}$$

Το χρησιμοποιηθέν, για την παραγωγή της σχέσης, εύρος τιμών είναι μεταξύ (N'_{60})=6 και (N'_{60})=44 αλλά η συντριπτική πλειονότητα των δειγμάτων της ομάδας βρίσκεται στην περιοχή $8 \leq (N'_{60}) \leq 28$ και μάλιστα, για τιμές μεγαλύτερες του (N'_{60})=28, υπάρχουν λίγα δείγματα, που, επί πλέον, εμφανίζουν κενά, περιοχών τιμών, του (N'_{60}).

Λαμβανομένης υπ' όψιν της λιθολογικής φύσης των δειγμάτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση για το εύρος τιμών $5 \leq (N'_{60}) \leq 35$, υποκείμενη στις παρατηρήσεις που ακολουθούν. Εντός του προαναφερθέντος διαστήματος, του (N'_{60}), οι παραγόμενες, από τη συνάρτηση, τιμές βρίσκονται εντός μίας ζώνης $\pm 17\%$, προς τα άνω ή κάτω των εργαστηριακών τιμών.

2. Συνοχή (c)

Ο καλύτερος συσχετισμός, της συνοχής, επιτυγχάνεται επίσης, με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων SPT (N'_{60}). Η παραγόμενη σχέση είναι η

$$c=0,1334(N'_{60})^{0,6216}$$

Για το χρησιμοποιηθέν πεδίο τιμών του (N'_{60}) ισχύει το εύρος $6 \leq (N'_{60}) \leq 44$, αλλά όπως και προηγουμένως, στην περίπτωση της αντοχής σε θλίψη, η πλειονότητα των δειγμάτων, του πληθυσμού που χρησιμοποιήθηκε για συσχετισμό, είναι στα όρια μεταξύ (N'_{60})=8 και (N'_{60})=28.

Λαμβανομένων υπ' όψιν, των αποτελεσμάτων των δειγμάτων αναφοράς, η σχέση που παρήχθη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιοχή τιμών $5 \leq (N'_{60}) \leq 30$, υποκείμενη στις παρατηρήσεις που θα ακολουθήσουν.

Εντός του διαστήματος τιμών [5,30] η σχέση παρέχει ακρίβεια $\pm 25\%$ ως προς τις μετρηθείσες, εργαστηριακά, τιμές.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Στην περίπτωση της γωνίας εσωτερικής τριβής, των δειγμάτων της κατηγορίας, παρατηρείται η ιδιομορφία, η οποία έχει παρατηρηθεί και αλλού, δύο διαφορετικές συναρτήσεις συσχετισμού να δίνουν καλύτερα αποτελέσματα για δύο διαφορετικές περιοχές τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, η οποία, εδώ, είναι ο λόγος περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά (c/f).

Η πρώτη σχέση είναι η

$$\phi=-35,373(c/f)^2+59,007(c/f)+4,7671$$

και η δεύτερη η

$$\phi=34,75(c/f)^{0,5241}$$

Η σχέση (1) έχει καλύτερο γενικότερο συσχετισμό, σε όλο το εύρος τιμών c/f , που είναι το $0,0205 \leq c/f \leq 0,9608$, αλλά δίνει ελαφρά υψηλότερες τιμές στο διάστημα $0,0205 \leq c/f \leq 0,613$ και χαμηλότερες στο $0,613 \leq c/f \leq 0,9608$.

Η δεύτερη δίνει χαμηλότερες στο πρώτο διάστημα και υψηλότερες στο δεύτερο.

Εάν ληφθεί υπ' όψιν η βαρύνουσα συμμετοχή της γωνίας τριβής στην υπολογιζόμενη φέρουσα ικανότητα του εδάφους και άλλους εδαφοτεχνικούς υπολογισμούς, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι δύο σχέσεις με πεδία τιμών τα $0,1 \leq c/f \leq 0,6$ και $0,6 \leq c/f \leq 1$ αντίστοιχα.

Ως τρίτη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παραγομένη από τον συσχετισμό με το ποσοστό της περιεχομένης άμμου $\phi = 2,7685 * (\text{sand}\%)^{0,6402}$ η οποία δίνει ομοιογενέστερα αποτελέσματα σε όλη την κλίμακα τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, αλλά, σε απόλυτους αριθμούς, ελαφρά υψηλότερες τιμές γωνίας τριβής.

Σε όλο το εύρος χρήσης των σχέσεων, η απόκλιση της εκτιμώμενης τιμής, είναι της τάξης του $\pm 15\%$ σε σχέση με την εργαστηριακή.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (C_v)

Όπως και σε άλλες κατηγορίες εδαφών οι σχέσεις συσχετισμού δεν αξιολογούνται.

5. Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Ο καλύτερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον λόγο κενών (e_0) και παρέχεται από τη σχέση:

$$C_c = 0,245 * e_0 + 0,0053.$$

Η σχέση έχει προέλθει από τον συσχετισμό με δείγματα τα οποία έχουν λόγο κενών $0,3899$ έως $1,4273$, αλλά η πλειονότητα των δειγμάτων βρίσκεται στο διάστημα $0,3899 \leq (e_0) \leq 1,115$.

Λόγω της φύσης των εδαφών της κατηγορίας, τα οποία εμφανίζουν μεγάλο αριθμό ασυνεχειών και γενικά, ανομοιογένεια κατανομής των διακεκριμένων συσσωματωμάτων τους, καθώς και της τάσης των συσσωματωμάτων αυτών να αποσυντίθενται κατά τη διάρκεια της κοκκομετρικής ανάλυσης, η παραπάνω σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα των τιμών του αρχικού λόγου κενών, υποκείμενη στις παρατηρήσεις, οι οποίες θα γίνουν στα επόμενα.

Εντός των ορίων αυτών, η απόκλιση των μετρούμενων τιμών από τις εκτιμώμενες κυμαίνεται στο διάστημα $\pm 25\%$.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Ο καλύτερος συσχετισμός, παρέχεται από τον αριθμό κρούσεων της δοκιμής SPT.

Η σχέση είναι της μορφής

$$k = 2,5807 * (N)^{0,7356}$$

Η σχέση έχει παραχθεί για εύρος τιμών του N μεταξύ $N=11$ και $N=65$ αλλά, πέραν της θεωρήσεως ότι, το έδαφος που υπερβαίνει τις 50 κρούσεις, θεωρείται επαρκούς αντοχής, η πλειονότητα των τιμών που χρησιμοποιήθηκαν κυμαίνεται μεταξύ $N=13$ και $N=37$.

Λαμβανομένης υπ' όψιν και της μορφολογίας της κατανομής, η οποία παρουσιάζει αυξημένη απόκλιση της εκτιμώμενης τιμής από τις οριακές μετρηθείσες τιμές, συνιστάται η χρήση της σχέσης στο διάστημα $10 \leq N \leq 35$.

7. Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Στα εδάφη της κατηγορίας, εμφανίζεται πρόβλημα εντοπισμού ενός ισχυρού συσχετισμού, με κάποια ταξινομική, φυσική ή μετρούμενη επί του πεδίου, παράμετρο.

Μπορούν να προταθούν δύο σχέσεις, οι οποίες δείχνουν ισχυρότερη τάση εξάρτησης, της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας, από άλλες και οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν, υπό προϋποθέσεις, οι οποίες θα αιτιολογηθούν και θα σχολιασθούν στα επόμενα.

Η πρώτη είναι η εξάρτηση από το όριο υδαρότητας, η οποία αποδίδει τη σχέση:

$$1/M_v = 971,37 (LL)^{-0,553}$$

Η δεύτερη, η εξάρτηση από το ποσοστό της περιεχομένης αργίλου:

$$1/Mv=0,0031(\text{clay}\%)^3-0,211(\text{clay}\%)^2+2,1989(\text{clay}\%)+161,77 \quad (2)$$

Και εδώ η σχέση αναφέρεται ως χρησιμοποιήσιμη, αν και πολυωνυμική τρίτου βαθμού, επειδή εμφανίζει, οπτικά, καλή μορφολογία διασποράς τιμών, τουλάχιστον για το πλήθος των δειγμάτων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον συσχετισμό.

Το εύρος τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, για το οποίο οι σχέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είναι για την (1) το $15 \leq LL \leq 55$ και για την (2) το $2,0 \leq (\text{clay}\%) \leq 40,0$.

B) Αδρόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Ο επιτυχέστερος συσχετισμός επιτυγχάνεται με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων SPT (N'_{60}). Η παραγομένη σχέση είναι η:

$$q=1,0499 \ln(N'_{60})-1,0456$$

Το διάγραμμα κατανομής τιμών παρουσιάζει μεγάλη διασπορά, για τιμές του (N'_{60}) οι οποίες είναι μεγαλύτερες του (N'_{60})=27, αλλά, σύμφωνα με τη γεωμετρία της καμπύλης και τα δεδομένα των δειγμάτων αναφοράς η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διάστημα $5 \leq (N'_{60}) \leq 30$.

2. Συνοχή (c)

Ο καλύτερος συσχετισμός της συνοχής, με τα εδάφη της κατηγορίας επιτυγχάνεται με τον λόγο των περιεχομένων αδρόκοκκων προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά.

Η παραγομένη συνάρτηση είναι της μορφής:

$$c=0,7113(c/f)-0,634$$

Η συντριπτική πλειονότητα των δειγμάτων που συσχετίστηκαν, έχουν τιμή του λόγου c/f , στο διάστημα $1,08 \leq c/f \leq 15,670$, αν και μεμονωμένες, τιμές φθάνουν έως το $c/f=99$.

Ως λειτουργικά όρια της σχέσης τίθενται οι τιμές που παράγονται από τα όρια $c/f=1.08$ και $c/f=20$.

Η χρήση της σχέσης υπόκειται σε παρατηρήσεις που θα ακολουθήσουν.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Ο καλύτερος συσχετισμός, της τιμής της γωνίας εσωτερικής τριβής στα εδάφη της κατηγορίας, επιτυγχάνεται με το ποσοστό % περιεχομένης ιλύος του δείγματος.

Η προκύπτουσα συνάρτηση είναι η:

$$\phi=e^{-0,011(\text{silt}\%)}$$

Η συνάρτηση καλύπτει, ικανοποιητικά, όλο το φάσμα τιμών περιεκτικότητας σε ιλύ, από 0% έως 49%, παρατηρούμενου ότι, η ιλύς είναι σημαντικό κοκκομετρικό κλάσμα, για τη σύσταση των εδαφών της κατηγορίας, δεδομένου ότι, αποτελούνται σε πολύ μεγάλο ποσοστό, επί του συνόλου, από σχιστόλιθους και ιλυόλιθους ή ψαμμίτες, που κατά την κοκκομετρική ανάλυση, παρέχουν ιλυώδες προϊόν.

Ως πεδίο εφαρμογής της σχέσης προτείνεται η περιοχή $1\% \leq (\text{silt}\%) \leq 45$.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (Cv)

Δεν αξιολογούνται οι παραγόμενες σχέσεις.

5. Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Η λιθολογική ιδιομορφία των δειγμάτων της κατηγορίας δυσχεραίνει την εύρεση αποδοτικής σχέσης συσχετισμού.

Λαμβανομένης υπ' όψιν της λιθολογικής αυτής ιδιαιτερότητας, ο καλύτερος συσχετισμός της τιμής, του συντελεστή στερεοποίησης, γίνεται με το όριο υδαρότητας (LL).

Εάν αγνοηθούν οι ακραίες τιμές, που μειώνουν την αποτελεσματικότητα του συσχετισμού, μπορεί

να χρησιμοποιηθεί η σχέση:

$$C_c=0,0456e^{0,0277(LL)}$$

Η σχέση είναι αξιοποιήσιμη στην περιοχή τιμών του LL $5 \leq LL \leq 40$.

6. Δείκτης εδάφους (*k*)

Εάν δεν καταφύγουμε, για τον υπολογισμό του δείκτη εδάφους, στον αριθμό κρούσεων, πεδίου, της δοκιμής SPT, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον συσχετισμό με το ποσοστό περιεχομένων χαλίκων. Οι σχέσεις είναι, αντίστοιχα, οι:

$$k=0,9323(N)^{0,8452}$$

και

$$k=0,0067(\text{gravel}\%)^2+0,00694(\text{gravel}\%)+35,098$$

Για την πρώτη σχέση, το πεδίο εφαρμογής είναι το $15 \leq N \leq 50$, ενώ για τη δεύτερη, η κατανομή των τιμών είναι καλύτερη για το διάστημα $1,0 \leq (\text{gravel}\%) \leq 70,0$.

7. Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Αναμενόμενα, ίσως, λόγω του συσχετισμού του δείκτη στερεοποίησης, ο καλύτερος συσχετισμός του μέτρου συμπίεστότητας ($1/M_v$), επιτυγχάνεται, επίσης, με το όριο υδαρότητας (LL). Η σχέση που εξάγεται είναι η:

$$1/M_v=427,53e^{-0,026(LL)}$$

Και πάλι, τηρουμένων των ορίων που τηρήθηκαν για τον δείκτη στερεοποίησης, η σχέση ενδείκνυται να χρησιμοποιείται στο διάστημα των τιμών LL, $5 \leq LL \leq 40$.

5.3.4 Δείγματα υποβάθρου

A) Λεπτόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (*q*)

Ο καλύτερος συσχετισμός, της τιμής της αντοχής των δειγμάτων, σε ανεμπόδιστη θλίψη, επιτυγχάνεται με τη τιμή πεδίου του αριθμού κρούσεων της δοκιμής SPT, (*N*). Η προκύπτουσα, από τον συσχετισμό, συνάρτηση είναι η:

$$q=0,3781(N)^{0,5859}$$

Το εύρος τιμών, από τις οποίες παρήχθη η σχέση, είναι το $24 \leq N \leq 93$.

Λαμβανομένης υπ' όψιν, της φύσης των εδαφών της κατηγορίας και του ότι, το έδαφος θεωρείται αρκούντως ισχυρό για $N \geq 52$, μπορεί να θεωρηθεί, ως πεδίο τιμών εφαρμογής της σχέσης, το διάστημα $20 \leq N \leq 55$.

2. Συνοχή (*c*)

Ο καλύτερος συσχετισμός, της τιμής της συνοχής, επιτυγχάνεται με τον αριθμό κρούσεων, πεδίου της δοκιμής SPT, (*N*). Η προκύπτουσα συνάρτηση είναι η:

$$c=0,2391(N)^{0,4471}$$

Η σχέση έχει παραχθεί από συσχετισμό δειγμάτων, με ένα εύρος τιμών *N*, $24 \leq N \leq 93$, εν τούτοις, εάν τεθεί σαν όριο το $N=52$, κατά τα παραδεδεγμένα, ως λειτουργικό πεδίο τιμών μπορεί να ληφθεί το $20 \leq N \leq 52$.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (*φ*)

Η καλύτερη σχέση συσχετισμού επιτυγχάνεται, για τις τιμές της γωνίας εσωτερικής τριβής, με τις τιμές του λόγου περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά (*c/f*). Η παραχθείσα συνάρτηση είναι η:

$$\phi=33,521(c/f)^{0,4181}$$

Η σχέση έχει παραχθεί για το εύρος τιμών του λόγου c/f $0,02041 \leq (c/f) \leq 0,9608$ και είναι, γενικά, χρησιμοποίησιμη σε όλο το εύρος των τιμών αυτών.

Σύμφωνα και με τα δεδομένα των δειγμάτων αναφοράς, τα αποτελέσματα που δίνει βρίσκονται εντός εύρους $\pm 15\%$ από τις, εργαστηριακά, μετρηθείσες τιμές. Υπόκεινται σε παρατηρήσεις οι οποίες θα δοθούν στα επόμενα.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (C_v)

Δεν αξιολογούνται οι συσχετισμοί, ούτε οι προκύπτουσες σχέσεις.

5. Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Ο καλύτερος συσχετισμός, επιτυγχάνεται με το όριο υδαρότητας (LL) και η παραγόμενη συνάρτηση είναι η:

$$C_c = 0,0134(LL)^{0,6506}$$

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι, η σχέση έχει παραχθεί για ένα εύρος τιμών LL $21 \leq (LL) \leq 75$, αλλά η διασπορά τιμών που εμφανίζεται, στα δείγματα με όριο υδαρότητας άνω του 50, είναι σημαντική. Συντηρητικά, η σχέση μπορεί να εφαρμοσθεί στο πεδίο $15 \leq (LL) \leq 55$, υποκείμενη στις παρατηρήσεις που θα ακολουθήσουν.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Ο δείκτης εδάφους, για τα δείγματα της κατηγορίας, συσχετίζεται, επαρκώς, μόνο με τον αριθμό κρούσεων, πεδίου, της δοκιμής SPT. Η παραγόμενη σχέση είναι η:

$$k = 21,168e^{0,0171N}$$

Η σχέση αυτή παρήχθη για το πεδίο τιμών του N , $24 \leq N \leq 93$, αλλά, βάσει των καθιερωμένων, προτείνεται να χρησιμοποιείται για το διάστημα $20 \leq N \leq 52$.

Στην περιοχή αυτή η εφαρμογή της δίνει αποτέλεσμα εντός ενός εύρους ορίων $\pm 25\%$.

7. Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Ουδείς συσχετισμός του μέτρου συμπιεστότητας, στα εδάφη της κατηγορίας, με άλλη παράμετρο, αποδεικνύεται επιτυχής και εξ ανάγκης, πρέπει να επιλεγεί αυτός ο οποίος φαίνεται να έχει την ομαλότερη κατανομή τιμών, ακόμη και εάν η διασπορά τιμών είναι μεγάλη. Ο συσχετισμός αυτός είναι της τιμής του μέτρου συμπιεστότητας, με το όριο υδαρότητας, του υλικού του δείγματος.

Η παραχθείσα συνάρτηση είναι η:

$$1/M_v = 992,4(LL)^{-0,519}$$

Η σχέση αυτή παρήχθη με τη χρήση τιμών LL στο διάστημα μεταξύ $LL=21$ και $LL=75$.

Εμφανίζεται μεγάλος αριθμός ακραίων τιμών στο διάστημα $30 \leq (LL) \leq 60$, και ως εκ τούτου, η χρήση της σχέσης υπόκειται σε παρατηρήσεις, που θα ακολουθήσουν.

Αν αγνοηθούν οι ακραίες τιμές, οι υπολογιζόμενες, από τη σχέση, βρίσκονται εντός ενός διαστήματος $\pm 30\%$ των μετρούμενων.

B) Αδρόκοκκα δείγματα

1. Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Ο καλύτερος συσχετισμός, επιτυγχάνεται με τον πλήρως διορθωμένο αριθμό κρούσεων SPT, η δε παραγόμενη σχέση είναι η:

$$q = 0,4787(N'_{60})^{0,5771}$$

Η σχέση παρήχθη για πεδίο τιμών του N , $27 \leq N \leq 108$.

Υπενθυμίζεται ότι, ο μέγιστος, καταγραφείς, αριθμός κρούσεων, είναι αυτός ο οποίος πέτυχε διείσδυση 30cm και εξ αυτού η χρήση της σχέσης υπόκειται στους περιορισμούς που θα αναφερθούν στα επόμενα.

2. Συνοχή (c)

Η συσχέτιση, της συνοχής, με κάποια παράμετρο αποδεικνύεται δυσχερής.

Κατά προσέγγιση, μόνο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση:

$$c=0,0098(N'_{60})+0,521$$

Μπορεί να γίνει χρήση της, για την περιοχή τιμών $15 \leq (N'_{60}) \leq 45$, αλλά, υποκείμενη στις διορθώσεις που θα παρατεθούν.

Η απόκλιση των εργαστηριακών τιμών, από τις τιμές που δίνει η συνάρτηση, είναι της τάξης του $\pm 50\%$.

3. Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Ο συσχετισμός και της γωνίας εσωτερικής τριβής, είναι δυσχερής και υπό περιορισμούς.

Μία σχέση η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η:

$$\phi=35,939(c/f)^{0,1353}$$

Αυτή συναρτά, τη γωνία εσωτερικής τριβής, με τον λόγο των περιεχομένων αδρόκοκκων προς περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά.

Η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πεδίο τιμών του λόγου c/f , $1,01 \leq (c/f) \leq 4,60$ και η παρεχόμενη, ακρίβεια είναι της τάξης του $\pm 25\%$.

4. Συντελεστής στερεοποίησης (Cv)

Δεν αξιολογούνται τα αποτελέσματα των συσχετισμών

5. Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Επίσης παρακινδυνευμένη, αποδεικνύεται η συσχέτιση του δείκτη στερεοποίησης, των δειγμάτων της κατηγορίας, με οιαδήποτε παράμετρο. μια τάση εξάρτησης που είναι σαφέστερη άλλων, επιδεικνύει, ο δείκτης, από τον αριθμό κρούσεων πεδίου, SPT (N).

Εάν χρησιμοποιηθεί, η προκύπτουσα σχέση, αυτή είναι η:

$$Cc=0,1706e^{-0,012(N)}$$

Εντούτοις, υπόκειται σε περιορισμούς, οι οποίοι θα αναπτυχθούν στα επόμενα.

6. Δείκτης εδάφους (k)

Ο δείκτης εδάφους, των δειγμάτων της κατηγορίας, συναρτάται, καλά, με τον αριθμό κρούσεων, πεδίου, της δοκιμής SPT. Η παραγομένη συνάρτηση είναι η:

$$k=23,505e^{-0,0154(N)}$$

Λαμβανομένης, υπ' όψιν, της λιθολογικής σύστασης των δειγμάτων, η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για την περιοχή τιμών, $30 \leq (N) \leq 80$, υπό τις προϋποθέσεις που θα αναφερθούν στα επόμενα.

7. Μέτρο συμπιεστότητας (1/Mv)

Αντίστοιχα, το μέτρο συμπιεστότητας, των εδαφών της κατηγορίας, μπορεί να ληφθεί από τη συνάρτηση η οποία το συνδέει με τον αριθμό κρούσεων, πεδίου, της δοκιμής SPT (N).

Η σχέση είναι η:

$$1/Mv=3,5824N+43,160$$

Και πάλι, χρησιμοποιήσιμο πεδίο τιμών του N, για τη σχέση, είναι το $30 \leq (N) \leq 80$, υποκείμενο σε περιορισμούς οι οποίοι θα αναφερθούν στα επόμενα.

Στο διάστημα αυτό, οι αποκλίσεις της υπολογιζόμενης τιμής, από τις προκύπτουσες, βάσει των εργαστηριακών μετρήσεων, είναι της τάξης του $\pm 25\%$.

5.4 Σχέσεις που προκύπτουν με βάση τη συμβατικής ταξινόμησης εδαφών

Σύμφωνα με τα αναφερθέντα στην εισαγωγή, παρήχθη και μια συμβατική ταξινόμηση των δειγμάτων και εξήχθησαν συναρτήσεις συσχετισμού, των παραμέτρων αντοχής, με την παράμετρο του λόγου ποσοστού αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτόκοκκων του δείγματος (c/f).

Από τα αποτελέσματα αυτά, οι συσχετισμοί που εξήχθησαν για τη μέγιστη γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ') αποτέλεσαν αντικείμενο δημοσίευσης (Arvanitidis et al., 2019) και δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 29).

Πίνακας 29: Σχέσεις συσχετισμού μέγιστης γωνίας τριβής

Κατηγορία εδάφους	Πολυωνυμική σχέση	Εκθετική/Λογαριθμική
Κανονικά στερεοποιημένα λεπτόκοκκα	$\phi' = 36,847(c/f)^2 + 56,671(c/f) + 3,6897$ $R^2 = 0,929$	$\phi' = 32,958(c/f)^{0,5384}$ $R^2 = 0,917$
Υπερστερεοποιημένα λεπτόκοκκα	$\phi' = -34,269(c/f)^2 + 56,593(c/f) + 5,9698$ $R^2 = 0,903$	$\phi' = 7,2129 \ln(c/f) + 29,39$ $R^2 = 0,872$
Χαλαρής απόθεσης αδρόκοκκα		$\phi' = 5,697 \ln(c/f) + 33,40$ $R^2 = 0,5434$
Πυκνής απόθεσης αδρόκοκκα		$\phi' = 4,2687 \ln(c/f) + 35,512$ $R^2 = 0,480$

5.5 Συναρτήσεις πολλών μεταβλητών για την εκτίμηση μηχανικών παραμέτρων

Στα προηγούμενα εξετάστηκαν σχέσεις εξάρτησης, των τιμών μηχανικών ιδιοτήτων, από μόνο μια μεταβλητή (φυσική ή ταξινομική παράμετρο).

Για λόγους πληρότητας της ανάλυσης και παρά το ότι, ο συσχετισμός με μια μεταβλητή είναι, λειτουργικά, απλός, δίνει τη δυνατότητα να προβλεφθεί μια τιμή μηχανικής ιδιότητας, ακόμη και με ελάχιστες εκτελεσθείσες δοκιμές και φαίνεται, από δοκιμαστικούς υπολογισμούς, να έχει καλά αποτελέσματα, στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει προσπάθεια προσέγγισης του υπολογισμού των τιμών, των μηχανικών παραμέτρων των εδαφών, μέσω σχέσεων πολλών μεταβλητών.

Για το σκοπό αυτό εξετάστηκε, κατ' αρχάς, ο τύπος της στατιστικής κατανομής των τιμών, των μηχανικών παραμέτρων των δειγμάτων, όπως αυτά ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες και στην προηγηθείσα, μονοδιάστατη ανάλυση.

Εν συνεχεία, χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος ανάλυσης της ευρέσεως των κυρίων συνιστωσών ώστε να προσδιορισθεί η πιθανή εξάρτηση, κάθε μιας μηχανικής παραμέτρου, των δειγμάτων της βάσης δεδομένων, από κάθε φυσική ή ταξινομική παράμετρο.

Στην φάση αυτή, κατόπιν υποδείξεων της Τριμελούς, έγινε έλεγχος και της εξάρτησης δύο άλλων, υπολογιστικά εξαγομένων ταξινομικών παραμέτρων, του Συντελεστή Ομοιομορφίας (Coefficient of Uniformity, **Cu**) και του Συντελεστή Διαβάθμισης (Coefficient of Gradation, **Cg**) των κόκκων του εδαφικού υλικού.

Μετά από την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών, ακολουθήθηκαν δύο προσεγγίσεις του προβλήματος της εξάρτησης πολλών μεταβλητών.

- 1) Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν, για την παραγωγή σχέσεων εξάρτησης, μόνο εκείνες οι μεταβλητές (φυσικές ή ταξινομικές ιδιότητες), οι οποίες έδιναν υψηλές τιμές συσχετισμού με την εκάστοτε μηχανική παράμετρο, κατά την ανάλυση κυρίων συνιστωσών (τυπικά, ένδειξη συσχετισμού >80%).

Από την προσέγγιση αυτή προέκυψαν σχέσεις, σχετικά απλές, με τρεις έως τέσσερις, το

πολύ, μεταβλητές.

- 2) Στη δεύτερη προσέγγιση, χρησιμοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές, για τις οποίες μπορούσε να υπάρξει αξιόπιστη τιμή, εργαστηριακή ή υπολογιστική.

Η διαδικασία κατέληξε σε παραγωγή σχετικά μακροσκελών σχέσεων, η συγκριτική αξία των οποίων, σε σχέση με τις απλούστερες, της περίπτωσης 1), θα συζητηθεί στα επόμενα.

Πρέπει να παρατηρηθεί εδώ ότι, το λογισμικό Statgraphics, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία, συνιστούσε, σε πολλές περιπτώσεις, την απόρριψη μιας μεταβλητής, ως μη επηρεάζουσας το εξαγόμενο της συνάρτησης πολλών μεταβλητών, για λόγους απλουστεύσεως της σχέσης και ότι οι τελικώς παραχθείσες συναρτήσεις, είναι προϊόντα αυτής της διαδικασίας, ως προς τον τελικό αριθμό και είδος των ανεξαρτήτων μεταβλητών που περιέχουν.

Όπως προαναφέρθηκε, το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις ανωτέρω ενέργειες επεξεργασίας δεδομένων είναι το Statgraphics.

5.6 Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών

Εκτελέσθηκαν στατιστικές δοκιμές ελέγχου της επιδράσεως κάθε μιας των ταξινομικών και φυσικών παραμέτρων στις παραμέτρους αντοχής, κάθε κατηγορίας δειγμάτων, με την μέθοδο των κύριων συνιστωσών (principal component analysis).

Αναλυτικά τα αποτελέσματα της εφαρμογής της ανάλυσης, παρουσιάζονται παρακάτω (**Πίνακας 30** έως **Πίνακας 45**).

Πίνακας 30: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (Μέρος Α')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-c/f	60,399	63,516
q-LL	65,187	60,629
q-PL	68,485	53,131
q-PI	57,328	63,85
q-W%	78,494	68,965
q-e ₀	83,487	77,189
q-Ww	75,699	73,59
q-N	92,329	81,25
q-N ₆₀	97,044	80,95
q-gravel%	57,442	57,85
q-sand%	60,858	66,5
q-silt%	51,675	67,25
q-clay%	62,129	55,65
c-c/f	63,628	81,2
c-LL	51,540	72,32
c-PL	54,521	64,3
c-PI	56,046	72,93
c-W%	64,945	62,4
c-e ₀	71,245	55,9
c-Ww	67,019	51,2
c-N	86,411	64,76
c-N ₆₀	87,638	65,2
c-gravel%	56,142	72,04
c-sand%	63,147	54,96
c-silt%	61,472	88,27
c-clay%	53,933	70,16
φ-c/f	96,021	74,25
φ-LL	82,233	72,03
φ-PL	78,963	67,1
φ-PI	74,189	69,8
φ-W%	80,356	72,94
φ-e ₀	80,445	72,86
φ-Ww	70,445	62,01

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
φ-N	60,994	73,21
φ-N ₆₀	68,692	74,1
φ-gravel%	76,859	71,5
φ-sand%	95,225	54,25
φ-silt%	75,768	85,43
φ-clay%	79,827	71,6

Πίνακας 31: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (Μέρος Β')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
C _c -c/f	80,397	69,9
C _c -LL	88,892	75,1
C _c -PL	84,396	40,6
C _c -PI	79,585	71,37
C _c -W%	88,475	73,73
C _c -e ₀	91,988	78,86
C _c -Ww	83,157	70,77
C _c -N	71,762	72,62
C _c -N ₆₀	79,376	72,972
C _c -gravel%	70,157	70,298
C _c -sand%	80,123	52,398
C _c -silt%	63,017	72,684
C _c -clay%	74,618	70,591
k-c/f	63,724	66,93
k-LL	66,973	60,65
k-PL	71,166	58,76
k-PI	57,778	59,300
k-W%	78,912	75,136
k-e ₀	82,838	81,68
k-Ww	74,963	75,059
k-N	91,126	91,666
k-N ₆₀	99,442	99,795
k-gravel%	59,477	75,096
k-sand%	63,599	61,182

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
k-silt%	52,219	69,121
k-clay%	64,898	58,328
1/Mv-c/f	82,883	74,68
1/Mv-LL	86,931	71,212
1/Mv-PL	80,629	64,203
1/Mv-PI	79,661	71,057
1/Mv-W%	80,216	65,961
1/Mv-e ₀	81,493	64,32
1/Mv-Ww	74,292	57,283
1/Mv-N	62,970	64,127
1/Mv-N ₆₀	10,101	65,623
1/Mv-gravel%	77,963	75,688
1/Mv-sand%	78,253	52,864
1/Mv-silt%	62,280	74,575
1/Mv-clay%	76,570	70,952

Πίνακας 32: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (Μέρος Α')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-c/f	56,771	68,433
q-LL	58,628	57,220
q-PL	57,229	56,912
q-PI	64,487	55,094
q-W%	62,697	57,329
q-e ₀	76,119	74,847
q-Ww	75,235	60,444
q-N	94,828	80,746
q-N ₆₀	96,606	79,750
q-gravel%	61,847	62,167
q-sand%	52,644	52,745
q-silt%	52,516	62,911
q-clay%	61,301	54,055
c-c/f	71,023	67,712
c-LL	66,431	75,083

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
c-PL	50,442	71,171
c-PI	69,857	72,844
c-W%	55,560	63,410
c-e ₀	68,050	62,410
c-Ww	69,857	53,58
c-N	90,157	66,666
c-N ₆₀	91,290	64,657
c-gravel%	67,129	78,013
c-sand%	66,909	54,484
c-silt%	57,286	85,626
c-clay%	69,273	75,517
φ-c/f	94,944	69,073
φ-LL	73,551	80,496
φ-PL	68,686	76,249
φ-PI	67,222	77,265
φ-W%	69,983	69,986
φ-e ₀	71,952	74,778
φ-Ww	62,001	60,997
φ-N	56,234	78,539
φ-N ₆₀	57,425	78,639
φ-gravel%	69,114	80,849
φ-sand%	93,877	56,932
φ-silt%	80,937	88,330
φ-clay%	74,803	74,101

Πίνακας 33: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (Μέρος Β')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
C _c -c/f	70,592	74,658
C _c -LL	81,976	81,794
C _c -PL	68,984	75,337
C _c -PI	79,157	79,333
C _c -W%	79,820	70,322
C _c -e ₀	86,791	80,452

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
C _c -W _w	74,717	66,123
C _c -N	70,387	76,210
C _c -N ₆₀	68,284	77,301
C _c -gravel%	54,794	68,414
C _c -sand%	71,481	55,534
C _c -silt%	54,467	80,881
C _c -clay%	70,718	72,156
k-c/f	50,643	56,699
k-LL	55,602	69,045
k-PL	58,770	66,845
k-PI	61,630	66,508
k-W%	65,363	62,066
k-e ₀	77,601	72,576
k-W _w	76,011	61,091
k-N	97,683	97,899
k-N ₆₀	99,968	99,820
k-gravel%	56,045	74,447
k-sand%	52,834	62,726
k-silt%	59,944	77,128
k-clay%	60,936	54,728
1/M _v -c/f	73,171	83,412
1/M _v -LL	83,309	77,881
1/M _v -PL	68,330	69,799
1/M _v -PI	80,980	78,289
1/M _v -W%	73,336	64,648
1/M _v -e ₀	77,586	65,366
1/M _v -W _w	67,976	53,501
1/M _v -N	65,754	73,779
1/M _v -N ₆₀	65,210	75,563
1/M _v -gravel%	57,115	69,460
1/M _v -sand%	73,178	55,774
1/M _v -silt%	56,718	83,422
1/M _v -clay%	71,240	71,900

Πίνακας 34: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (Μέρος Α')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-LL	54,419	57,453
q-PL	60,006	53,695
q-PI	50,900	58,081
q-W%	59,009	51,275
q-e ₀	57,903	51,816
q-W _w	65,812	55,861
q-N	85,567	80,151
q-N ₆₀	94,693	79,835
q-gravel%	54,728	51,741
q-sand%	58,511	51,475
q-silt%	56,176	54,28
q-clay%	55,763	51,608
c-c/f	68,729	73,599
c-LL	59,439	78,005
c-PL	50,899	72,474
c-PI	61,943	75,369
c-W%	54,287	69,331
c-e ₀	52,965	62,829
c-W _w	56,461	56,557
c-N	73,018	63,957
c-N ₆₀	83,096	59,122
c-gravel%	58,771	73,229
c-sand%	68,545	53,016
c-silt%	63,680	80,618
c-clay%	61,739	70,923
φ-c/f	95,472	73,599
φ-LL	72,055	75,385
φ-PL	67,388	69,003
φ-PI	67,567	74,398
φ-W%	72,687	71,096
φ-e ₀	70,958	67,802
φ-W _w	63,928	62,054
φ-N	67,143	76,534

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
φ-N ₆₀	66,590	73,008
φ-gravel%	73,305	76,390
φ-sand%	95,930	52,111
φ-silt%	83,040	89,028
φ-clay%	80,748	70,319

Πίνακας 35: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (Μέρος Β')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
Cc-c/f	73,171	68,414
Cc-LL	82,967	80,450
Cc-PL	75,035	73,066
Cc-PI	76,971	77,984
Cc-W%	83,358	61,981
Cc-e ₀	86,191	69,000
Cc-Ww	74,251	65,084
Cc-N	65,168	67,852
Cc-N ₆₀	64,816	65,233
Cc-gravel%	59,110	63,607
Cc-sand%	74,708	56,399
Cc-silt%	57,637	75,214
Cc-clay%	76,735	70,181
k-c/f	63,507	75,892
k-LL	52,762	60,46
k-PL	57,092	59,998
k-PI	51,227	57,769
k-W%	58,656α	60,956
k-e ₀	61,100	60,382
k-Ww	59,658	56,317
k-N	86,642	93,718
k-N ₆₀	99,908	99,791
k-gravel%	60,226	83,834
k-sand%	62,364	74,03
k-silt%	61,432	70,045

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
k-clay%	56,932	55,916
1/Mv-c/f	75,692	75,238
1/Mv-LL	77,434	82,013
1/Mv-PL	69,511	75,172
1/Mv-PI	73,233	78,423
1/Mv-W%	69,580	53,737
1/Mv-e ₀	69,512	55,752
1/Mv-W _w	62,337	54,744
1/Mv-N	65,488	69,395
1/Mv-N ₆₀	68,033	67,303
1/Mv-gravel%	60,688	61,804
1/Mv-sand%	76,522	59,866
1/Mv-silt%	60,49	76,143
1/Mv-clay%	76,517	74,394

Πίνακας 36: Σχηματισμοί υποβάθρου (Μέρος Α')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-c/f	57,484	52,200
q-LL	57,762	53,722
q-PL	62,043	55,037
q-PI	53,446	51,364
q-W%	55,703	60,165
q-e ₀	63,933	50,138
q-W _w	60,836	57,838
q-N	92,190	90,488
q-N ₆₀	89,989	90,372
q-gravel%	54,542	58,551
q-sand%	57,605	56,411
q-silt%	58,632	51,28
q-clay%	50,762	50,003
c-c/f	71,384	63,685
c-LL	68,071	62,74
c-PL	63,265	60,312

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
c-PI	64,94	62,299
c-W%	50,213	65,363
c-e ₀	57,832	56,711
c-W _w	55,756	50,705
c-N	81,788	78,340
c-N ₆₀	78,058	80,492
c-gravel%	60,242	50,770
c-sand%	70,672	64,767
c-silt%	60,469	68,629
c-clay%	65,636	55,384
φ-c/f	93,045	67,550
φ-LL	66,515	62,720
φ-PL	53,115	55,654
φ-PI	67,877	67,190
φ-W%	58,707	59,034
φ-e ₀	59,563	61,278
φ-W _w	57,844	60,667
φ-N	62,607	73,016
φ-N ₆₀	65,028	68,027
φ-gravel%	72,067	63,828
φ-sand%	92,091	63,566
φ-silt%	77,833	84,549
φ-clay%	74,668	56,971

Πίνακας 37: Σχηματισμοί υποβάθρου (Μέρος Β')

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
C _c -c/f	64,880	69,911
C _c -LL	78,052	73,311
C _c -PL	63,893	65,631
C _c -PI	75,689	76,347
C _c -W%	72,172	53,623
C _c -e ₀	77,954	68,429
C _c -W _w	72,488	72,055

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
C _c -N	62,747	78,175
C _c -N ₆₀	62,119	71,408
C _c -gravel%	59,773	67,382
C _c -sand%	62,944	51,663
C _c -silt%	53,848	71,995
C _c -clay%	73,610	62,206
k-c/f	59,087	55,07
k-LL	58,543	59,155
k-PL	69,276	62,904
k-PI	50,974	53,018
k-W%	54,331	67,195
k-e ₀	51,445	62,912
k-W _w	50,023	51,717
k-N	91,460	91,505
k-N ₆₀	99,983	99,969
k-gravel%	54,425	50,984
k-sand%	60,463	50,755
k-silt%	57,280	55,675
k-clay%	55,232	59,286
1/M _v -c/f	67,579	67,936
1/M _v -LL	74,058	72,370
1/M _v -PL	58,360	65,287
1/M _v -PI	73,633	74,970
1/M _v -W%	60,798	57,408
1/M _v -e ₀	64,862	57,136
1/M _v -W _w	64,439	67,180
1/M _v -N	63,840	82,287
1/M _v -N ₆₀	64,617	79,918
1/M _v -gravel%	59,476	62,701
1/M _v -sand%	66,534	54,919
1/M _v -silt%	50,148	69,029
1/M _v -clay%	72,738	63,804

Πίνακας 38: Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-C _u	51,611	56,023
c-C _u	54,683	53,641
φ-C _u	63,150	51,24
C _c -C _u	55,952	52,148
k-C _u	53463	53,852
1/M _v -C _u	55,822	55,070
q-C _g	54,248	51,882
c-C _g	51,306	56,433
φ-C _g	59,021	56,249
C _c -C _g	57,884	51,490
k-C _g	57,126	55,089
1/M _v -C _g	59,819	51,109

Πίνακας 39: Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-C _u	54,269	53,185
c-C _u	60,836	50,085
φ-C _u	70,570	51,105
C _c -C _u	53,454	51,837
k-C _u	52,195	57,291
1/M _v -C _u	52,915	55,179
q-C _g	53,507	59,670
c-C _g	51,924	64,132
φ-C _g	55,520	65,972
C _c -C _g	52,303	63,240
k-C _g	54,845	57,941
1/M _v -C _g	54,352	60,950

Πίνακας 40: Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-C _u	53,240	52,108
c-C _u	56,086	53,013
φ-C _u	65,801	57,947
C _c -C _u	59,954	52,436
k-C _u	61,064	57,712
1/M _v -C _u	60,565	53,002
q-C _g	52,791	50,989
c-C _g	52,182	57,528
φ-C _g	50,376	60,323
C _c -C _g	52,165	58,245
k-C _g	50,171	57,477
1/M _v -C _g	51,105	58,170

Πίνακας 41: Σχηματισμοί υποβάθρου

Συνδυασμός	Αθροιστικό ποσοστό %	
	Λεπτόκοκκα	Αδρόκοκκα
q-C _u	51,447	58,642
c-C _u	55,314	54,769
φ-C _u	60,068	58,989
C _c -C _u	57,354	67,341
k-C _u	51,128	50,047
1/M _v -C _u	59,608	62,849
q-C _g	54,307	50,986
c-C _g	50,464	54,224
φ-C _g	55,200	55,192
C _c -C _g	52,390	56,111
k-C _g	55,496	51,819
1/M _v -C _g	52,100	53,599

Πίνακας 42: Λεπτόκοκκα (συνολικά)

Συνδυασμός	Ιδιωτική	Αθροιστικό ποσοστό
q-c/f	1,0077	50,385
q-LL	1,17477	58,793
q-PL	1,07721	53,861
q-PI	1,26982	63,491
q-W%	1,30926	65,463
q-e ₀	1,49319	74,660
q-W _w	1,45225	72,613
q-N	1,93949	96,975
q-N ₆₀	1,93828	96,914
q-gravel%	1,03903	51,752
q-sand%	1,00354	50,177
q-silt%	1,00213	50,106
q-clay%	1,0133	50,666
c-c/f	1,25721	62,861
c-LL	1,29226	64,613
c-PL	1,00303	50,151
c-PI	1,37422	68,711
c-W%	1,22348	61,174
c-e ₀	1,4386	70,430
c-W _w	1,38613	69,336
c-N	1,88425	94,212
c-N ₆₀	1,87252	93,626
c-gravel%	1,15254	57,627
c-sand%	1,2342	61,713
c-silt%	1,15896	57,943
c-clay%	1,15525	57,763
φ-c/f	1,88897	94,448
φ-LL	1,45216	72,608
φ-PL	1,37037	68,513
φ-PI	1,34724	67,396
φ-W%	1,46714	73,357
φ-e ₀	1,44825	72,412
φ-W _w	1,29462	64,731
φ-N	1,19225	59,613

Συνδυασμός	Ιδιότητα	Αθροιστικό ποσοστό
ϕ -N ₆₀	1,22456	61,228
ϕ -gravel%	1,45513	73,287
ϕ -sand%	1,88299	94,129
ϕ -silt%	1,58181	79,091
ϕ -clay%	1,5576	77,882
C _c -c/f	1,42423	71,212
C _c -LL	1,55266	77,633
C _c -PL	1,53438	76,719
C _c -PI	1,37162	68,581
C _c -W%	1,72054	86,027
C _c -e ₀	1,79755	89,878
C _c -W _w	1,59887	79,943
C _c -N	1,41495	70,748
C _c -N ₆₀	1,42449	71,225
C _c -gravel%	1,23332	61,666
C _c -sand%	1,42963	71,4891
C _c -silt%	1,13017	56,529
C _c -clay%	1,43869	71,935
k-c/f	1,0449	52,241
k-LL	1,17698	58,849
k-PL	1,0126	50,630
k-PI	1,23346	61,673
k-W%	1,26543	63,272
k-e ₀	1,42836	71,418
k-W _w	1,37265	68,632
k-N	1,93312	96,656
k-N ₆₀	1,99958	99,979
k-gravel%	1,01652	50,826
k-sand%	1,06164	53,082
k-silt%	1,04544	52,275
k-clay%	1,0265	51,325
1/M _v -c/f	1,44816	72,438
1/M _v -LL	1,52006	76,003
1/M _v -PL	1,41228	70,614
1/M _v -PI	1,4035	70,175

Συνδυασμός	Ιδιαιτική	Αθροιστικό ποσοστό
1/M _v -W%	1,46879	73,440
1/M _v -e ₀	1,51654	75,827
1/M _v -W _w	1,41287	70,644
1/M _v -N	1,3732	68,660
1/M _v -N ₆₀	1,39356	69,678
1/M _v -gravel%	1,28029	64,049
1/M _v -sand%	1,42396	71,198
1/M _v -silt%	1,12011	56,005
1/M _v -clay%	1,46534	73,267

Πίνακας 43: Αδρόκοκκα (συνολικά)

Συνδυασμός	Ιδιαιτική	Αθροιστικό ποσοστό
q-c/f	1,03453	51,727
q-LL	1,09676	54,838
q-PL	1,08939	54,470
q-PI	1,07145	53,572
q-W%	1,05707	52,853
q-e ₀	1,34572	67,286
q-W _w	1,38279	69,140
q-N	1,92247	96,124
q-N ₆₀	1,89304	96,652
q-gravel%	1,04801	52,400
q-sand%	1,07882	53,941
q-silt%	1,04616	53,308
q-clay%	1,03077	51,539
c-c/f	1,28892	64,446
c-LL	1,40256	70,128
c-PL	1,33936	66,973
c-PI	1,35444	67,722
c-W%	1,31261	65,630
c-e ₀	1,04023	52,012
c-W _w	1,21473	60,737
c-N	1,49335	74,668
c-N ₆₀	1,45847	72,923
c-gravel%	1,38413	69,206

Συνδυασμός	Ιδιότητα	Αθροιστικό ποσοστό
c-sand%	1,0825	54,125
c-silt%	1,46511	73,256
c-clay%	1,25113	62,557
ϕ -c/f	1,40542	70,271
ϕ -LL	1,43751	71,875
ϕ -PL	1,33348	66,674
ϕ -PI	1,42258	71,129
ϕ -W%	1,3895	69,724
ϕ -e ₀	1,39941	69,970
ϕ -W _w	1,20646	60,323
ϕ -N	1,40603	70,301
ϕ -N ₆₀	1,40662	70,331
ϕ -gravel%	1,48265	74,132
ϕ -sand%	1,01231	50,615
ϕ -silt%	1,730,19	86,509
ϕ -clay%	1,35644	67,882
C _c -c/f	1,3555	67,710
C _c -LL	1,53024	76,527
C _c -PL	1,41743	70,812
C _c -PI	1,48522	74,261
C _c -W%	1,34351	67,176
C _c -e ₀	1,48236	74,118
C _c -W _w	1,33423	66,711
C _c -N	1,37359	68,680
C _c -N ₆₀	1,38319	69,159
C _c -gravel%	1,33796	66,898
C _c -sand%	1,03207	51,604
C _c -silt%	1,48022	74,011
C _c -clay%	1,37176	68,588
k-c/f	1,24765	62,383
k-LL	1,00332	50,166
k-PL	1,02069	51,034
k-PI	1,0162	50,810
k-W%	1,16906	58,453
k-e ₀	1,36018	68,009

Συνδυασμός	Ιδιοτιμή	Αθροιστικό ποσοστό
k-W _w	1,28356	64,178
k-N	1,9876	96,415
k-N ₆₀	1,99815	99,907
k-gravel%	1,3317	66,585
k-sand%	1,2382	61,910
k-silt%	1,21465	60,733
k-clay%	1,01657	60,829
1/M _v -c/f	1,43523	71,761
1/M _v -LL	1,50002	75,001
1/M _v -PL	1,36764	68,382
1/M _v -PI	1,4035	70,175
1/M _v -W%	1,17377	58,689
1/M _v -e ₀	1,19554	59,777
1/M _v -W _w	1,11178	55,589
1/M _v -N	1,37831	68,915
1/M _v -N ₆₀	1,4012	70,073
1/M _v -gravel%	1,3111	66,161
1/M _v -sand%	1,06533	53,266
1/M _v -silt%	1,49644	74,822
1/M _v -clay%	1,40008	70,004

5.7 Κατάρτιση σχέσεων εξάρτησης πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών

Καταρτίσθηκαν πολυδιάστατες συναρτήσεις εξάρτησης των παραμέτρων αντοχής του εδάφους, από τις παραμέτρους φυσικών και ταξινομικών ιδιοτήτων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων αντοχής.

Παρήχθησαν δύο ομάδες σχετικών συναρτήσεων, η πρώτη από τις οποίες δεν περιέχει ως παραμέτρους τους συντελεστές ομοιομορφίας και κοκκομετρικής διαβάθμισης του εδάφους, **Cu** (λόγος D₆₀/D₁₀) και **Cg** (λόγος $\frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$) και, ως εκ τούτου, είναι απλούστερες.

5.7.1 Σχέσεις χωρίς τους συντελεστές Cu και Cg

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

q=0,23-0,0844e₀+0,107N' ₆₀		
R ² =89,436%	α=0,020	st.err=0,107
c=0,2169-0,0539e₀+0,03626N' ₆₀-0,2415(c/f)		
R ² =83,703%	α=0,0207	st.err=0,0479
φ=13,53-4,16e₀-0,075LL+0,2101sand%+15,83(c/f)		
R ² =88,902	α=0,0180	st.err=2,81

$C_c=0,072+0,2035e_0+0,0036LL-0,000885sand\%$		
$R^2=82,817\%$	$\alpha=0,0095$	st.err=0,0418
$k=24,97-10,309e_0-0,0826PL-0,0326gravel\%$		
$R^2=43,881\%$	$\alpha=0,0090$	st.err=3,499
$1/M_v=193,71-2,088LL-1,046sand\%+88,46(c/f)$		
$R^2=64,142\%$	$\alpha=0,0110$	st.err=23,43

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$q=1,0181-0,3562e_0+0,019026N+0,00751silt\%-0,02055(c/f)$		
$R^2=50,57\%$	$\alpha=0,0340$	st.err=0,18
$c=0,062335+0,00506PI+0,005625silt\%-0,0019(c/f)$		
$R^2=66,790\%$	$\alpha =$	st.err =
$\phi=53,768-8,1749e_0-0,1803LL-0,3062silt\%$		
$R^2=60,877\%$	$\alpha=0,0095$	st.err=3,61
$C_c=0,08356e_0+0,001413LL+0,00089silt\%-0,00487$		
$R^2=52,547\%$	$\alpha =$	st.err =
$k=27,8W_w+0,1635gravel\%-0,2213silt\%-0,4206W\%-22,783$		
$R^2=52,881\%$	$\alpha =$	st.err =
$1/M_v=310,858-2,385LL+0,823gravel\%-1,768silt\%+1,879(c/f)$		
$R^2=38,43\%$	$\alpha =$	st.err =

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

$q=0,3029W_w-0,0602e_0+0,9692N'_{60}-0,2765$		
$R^2=86,818\%$	$\alpha=0,0201$	st.err=0,301
$c=0,344+0,0314N_{60}-0,4184(c/f)$		
$R^2=86,121\%$	$\alpha=0,0207$	st.err=0,103
$\phi=10,465-0,0278LL+0,151sand\%+17,265(c/f)$		
$R^2=81,392\%$	$\alpha=0,0108$	st.err=3,292
$C_c=0,1863e_0+0,00223LL-0,0289$		
$R^2=67,634\%$	$\alpha=0,0082$	st.err=0,0323
$k=25,108W_w-26,833e_0-4,84$		
$R^2=31,367\%$	$\alpha=0,0019$	st.err=10,964
$1/M_v=210,39-52,91e_0-1,283LL+0,212sand\%$		
$R^2=53,109\%$	$\alpha=0,0095$	st.err=19,183

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$q=0,953-0,5386e_0+0,0373N$		
$R^2=64,034\%$	$\alpha=0,0335$	st.err=0,352
$c=0,03923+0,004003LL-0,001191gravel\%+0,007803silt\%$		
$R^2=56,167\%$	$\alpha=0,0106$	st.err=0,101
$\phi=50,321-0,2396LL-0,0583gravel\%-0,3177silt\%$		

$R^2=70,004\%$	$\alpha=0,0106$	st.err=3,467
$C_c=0,09833e_0+0,00133LL+0,0015silt\%-0,0244$		
$R^2=65,68\%$	$\alpha=0,0095$	st.err=0,0214
$k=68,43-44,87e_0+0,267gravel\%-0,5133silt\%$		
$R^2=43,203\%$	$\alpha=0,0068$	st.err=13,903
$1/M_v=361,61-6,015PI-3,623silt\%+5,985(c/f)$		
$R^2=63,342\%$	$\alpha=0,0070$	st.err=54,495

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (λεπτόκοκκα)

$q=0,6343W_w+0,0902N'_{60}-0,6736$		
$R^2=82,309\%$	$\alpha=0,0201$	st.err=0,2347
$c=0,4309+0,03053N_{60}-0,002344sand\%-0,354(c/f)$		
$R^2=77,224\%$	$\alpha=0,0212$	st.err=0,0989
$\phi=9,7236-0,09379W\%+0,3591sand\%+10,3053(c/f)$		
$R^2=87,055\%$	$\alpha=0,0073$	st.err=2,926
$C_c=0,0659W_w+0,1987e_0+0,001501LL-0,00072sand\%+0,00071clay\%-0,15166$		
$R^2=65,227\%$	$\alpha=0,0109$	st.err=0,0367
$k=8,8156+0,7665N$		
$R^2=53,588\%$	$\alpha=0,0335$	st.err=6,4333
$1/M_v=177,077-1,1115LL+0,8007sand\%-0,5784clay\%$		
$R^2=41,834\%$	$\alpha=0,0108$	st.err=26,385

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (αδρόκοκκα)

$q=0,6062+0,0139PI+0,0314N+0,0128silt\%$		
$R^2=44,919\%$	$\alpha=0,020$	st.err=0,3943
$c=0,1597+0,00829LL-0,002135gravel\%+0,006195silt\%$		
$R^2=50,174\%$	$\alpha=0,0106$	st.err=0,150
$\phi=47,866-0,118LL+0,0603gravel\%-0,3383silt\%$		
$R^2=66,338\%$	$\alpha=0,0106$	st.err=3,764
$C_c=0,0054+0,0624e_0+0,00143LL+0,00077silt\%+0,000823clay\%$		
$R^2=50,329\%$	$\alpha=0,0108$	st.err=0,0245
$k=31,280+0,4678gravel\%+0,278(c/f)$		
$R^2=49,647\%$	$\alpha=0,007$	st.err=14,01
$1/M_v=380,467-4,606LL-1,878silt\%+1,385(c/f)$		
$R^2=48,712\%$	$\alpha=0,0108$	st.err=61,091

Σχηματισμοί υποβάθρου (λεπτόκοκκα)

$q=2,349-0,6427e_0+0,04236N-0,00543silt\%$		
$R^2=72,007\%$	$\alpha=0,0338$	st.err=0,411
$c=0,2777+0,01312N+0,0078silt\%$		
$R^2=49,506\%$	$\alpha=0,0339$	st.err=0,214

$R^2=76,177\%$	$\phi=9,192+0,2368\text{sand}\%+17,763(c/f)$ $\alpha=0,0070$	st.err=3,825
$R^2=45,991\%$	$C_c=0,1343e_0+0,0018LL-0,0056$ $\alpha=0,0082$	st.err=0,0377
$R^2=68,662\%$	$k=3,4709+0,9788N$ $\alpha=0,0390$	st.err=10,3285
$R^2=28,174\%$	$1/M_v=208,296-1,0911LL-0,7416\text{clay}\%+28,7225$ $\alpha=0,0096$	st.err=34,995

Σχηματισμοί υποβάθρου (αδρόκοκκα)

$R^2=65,305\%$	$q=1,1023+0,04246N$ $\alpha=0,0390$	st.err=0,5673
$R^2=54,053\%$	$c=0,1836+0,00743N+0,00994\text{silt}\%$ $\alpha=0,0393$	st.err=0,1417
$R^2=59,289\%$	$\phi=41,298+0,116N-0,3722\text{silt}\%$ $\alpha=0,0338$	st.err=3,817
$R^2=62,217\%$	$C_c=0,2163-0,0594W_w+0,00193PI-0,00065N+0,00064\text{silt}\%$ $\alpha=0,0339$	st.err=0,0179
$R^2=70,193\%$	$k=1,1045N-0,2415\text{gravel}\%-1,9876$ $\alpha=0,0390$	st.err=12,875
$R^2=62,185\%$	$1/M_v=170,120-4,9442LL+3,649N$ $\alpha=0,0348$	st.err=64,455

Η δεύτερη ομάδα, συναρτήσεων συσχετισμού, λαμβάνει υπ' όψιν της τις τιμές C_u και C_g , παρά το ότι η ανάλυση κυρίων συνιστωσών δίνει χαμηλό βαθμό εξάρτησης, από τις παραμέτρους αυτές, των παραμέτρων αντοχής.

Η ένταξη των C_u και C_g καθιστά τις παραγόμενες σχέσεις περισσότερο πολύπλοκες και πρέπει να εξετασθεί, συγκριτικά, η επίδοσή τους, στη διαδικασία προβλέψεως τιμών, με βάση τα δείγματα ελέγχου τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί.

5.7.2 Σχέσεις με τους συντελεστές C_u και C_g

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

$R^2=90,502\%$	$q=0,3550+0,106N_{60}-0,1647e_0-0,1524(c/f)$ $\alpha=0,0235$	st.err=0,1015	m.err=0,0726
$R^2=85,783\%$	$c=0,2697+0,03644N_{60}-0,0744e_0-0,0083\text{gravel}\%-0,0075\text{sand}\%+0,1495(c/f)$ $\alpha=0,0218$	st.err=0,0445	m.err=0,0320
$R^2=93,318\%$	$\phi=5,9335+0,9467\text{gravel}\%+0,9139\text{sand}\%-2,9655E_0-21,2615(c/f)$ $\alpha=0,3660$	st.err=2,182	m.err=1,637
$R^2=85,921\%$	$C_c=0,6188W_w+0,7999e_0+0,0035LL+0,1276(c/f)-0,0088W\%-0,0041\text{gravel}\%-0,0034\text{sand}\%-1,4776$ $\alpha=0,0130$	st.err=0,0380	m.err=0,0262
$R^2=97,827\%$	$k=1,6555N_{60}+0,0769C_g-0,4092$ $\alpha=0,3570$	st.err=0,6415	m.err=0,4851

$1/M_v=192,069+2,1319\text{gravel\%}+27,3941(c/f)-25,9368e_0-1,5333LL-0,04818C_u$			
$R^2=70,003\%$	$\alpha=0,5630$	$st.err=21,623$	$m.err=16,112$

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$q=1,5349+0,0212N-0,0082\text{sand\%}-0,3777e_0-0,0128\text{gravel\%}$			
$R^2=59,202\%$	$\alpha=0,0355$	$st.err=0,1643$	$m.err=0,1235$
$c=1,7863+0,00705W_w+0,0017PL-0,454W_w-0,6357e_0-0,0067\text{gravel\%}-0,0057\text{sand\%}$			
$R^2=72,952\%$	$\alpha=0,3566$	$st.err=0,0516$	$m.err=0,0399$
$\phi=4,7433+6,0330W_w+0,3572\text{gravel\%}+0,3293\text{sand\%}-0,1001W_w-0,1265(c/f)$			
$R^2=65,587\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=3,379$	$m.err=2,669$
$C_c=0,0791+0,0788E_0+0,0011LL-0,00083\text{gravel\%}-0,00075\text{sand\%}$			
$R^2=52,502\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=0,0242$	$m.err=0,0169$
$k=27,5451W_w+0,3548\text{gravel\%}+0,1845\text{sand\%}-0,3937W_w-40,6252$			
$R^2=53,753\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=8,221$	$m.err=6,215$
$1/M_v=72,793+3,3175\text{gravel\%}+2,4626\text{sand\%}-2,5977PI$			
$R^2=40,835\%$	$\alpha=0,3566$	$st.err=60,164$	$m.err=44,863$

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

$q=26,0673+12,4768W_w+10,7696e_0+0,02952PI-0,1940W_w-18,8992G_s-0,03608\text{gravel\%}-0,0161\text{sand\%}-0,01288\text{silt\%}$			
$R^2=57,068\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=0,567$	$m.err=0,410$
$c=7,8156+3,5734W_w+2,9741e_0+0,0101PI-0,0549W_w-5,3922G_s-0,0185\text{gravel\%}-0,0116\text{sand\%}-0,0048\text{silt\%}$			
$R^2=61,663\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=0,1899$	$m.err=0,1376$
$\phi=114,705+0,9717\text{gravel\%}+0,9781\text{sand\%}-0,1204W_w-39,6712G_s-24,4472(c/f)$			
$R^2=92,437\%$	$\alpha=0,0130$	$st.err=2,158$	$m.err=1,426$
$C_c=0,1999e_0+0,0031LL-0,0025PL-0,0200$			
$R^2=71,692\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=0,0310$	$m.err=0,0214$
$k=218,460+226,782W_w+198,220e_0+0,5590PI-3,3723W_w-262,142G_s$			
$R^2=50,7578\%$	$\alpha=0,6790$	$st.err=9,536$	$m.err=6,770$
$1/M_v=55,1217+61,0086W_w+1,2577PL+17,6426(c/f)-0,6846W_w-1,6524LL$			
$R^2=59,545\%$	$\alpha=0,4360$	$st.err=18,395$	$m.err=13,826$

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$q=1,6344+0,0376N-0,0151LL-0,3779(c/f)$			
$R^2=74,456\%$	$\alpha=0,0352$	$st.err=0,2912$	$m.err=0,2181$
$c=0,9409-0,0102\text{gravel\%}-0,0095\text{sand\%}$			
$R^2=68,054\%$	$\alpha=0,0106$	$st.err=0,086$	$m.err=0,058$
$\phi=8,2497W_w+0,4047\text{gravel\%}+0,3673\text{sand\%}-0,1662W_w-0,7567$			
$R^2=75,075\%$	$\alpha=0,0137$	$st.err=3,165$	$m.err=2,441$
$C_c=0,6495W_w+0,9136e_0+0,0012LL-0,4804G_s+0,0009\text{silt\%}-0,0113W_w-0,0016PL-0,0009\text{gravel\%}-0,0011\text{sand\%}-0,2013$			

$R^2=77,503\%$	$\alpha=0,3570$	st.err=0,0174	m.err=0,012
$k=3,9549+1,1784N$			
$R^2=91,567\%$	$\alpha=0,3580$	st.err=5,345	m.err=3,573
$1/M_v=827,108+22,8917W\%+1051,9300G_s+6,5161PL+5,6023(c/f)-1363,4200W_w-1694,4000e_0-5,2243LL-4,0041silt\%$			
$R^2=67,892\%$	$\alpha=0,0156$	st.err=51,001	m.err=37,946

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (λεπτόκοκκα)

$q=3,3793+0,6563W_w+0,09316N_{60}+0,0018C_g-1,5182G_s-0,0020C_u$			
$R^2=84,973\%$	$\alpha=0,5630$	st.err=0,218	m.err=0,164
$c=0,5128+0,0332N_{60}+0,3997(c/f)+0,00074C_g-0,091e_0-0,0164gravel\%-0,0160sand\%-0,00075C_u$			
$R^2=81,761\%$	$\alpha=0,5630$	st.err=0,087	m.err=0,066
$\phi=3,4528+1,1253gravel\%+1,0827sand\%+0,0424silt\%-3,6697e_0-28,0951(c/f)-0,0129C_g$			
$R^2=94,275\%$	$\alpha=0,4360$	st.err=1,950	m.err=1,476
$C_c=0,5704W_w+0,7754e_0+0,0012PL+0,0020PI+0,1187(c/f)-0,0081W\%-0,0025gravel\%-0,0033sand\%-1,3281$			
$R^2=68,140\%$	$\alpha=0,01333$	st.err=0,0352	m.err=0,0259
$k=120,2780+4,8461e_0+0,1238LL+0,7280N+0,0667sand\%-40,4538G_s-0,5358PL$			
$R^2=59,044\%$	$\alpha=0,0358$	st.err=5,825	m.err=4,760
$1/M_v=141,4320+1,5376N_{60}+0,8169sand\%-1,1155PL-1,4240PI$			
$R^2=46,241\%$	$\alpha=0,3570$	st.err=25,552	m.err=18,714

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (αδρόκοκκα)

$q=0,6013+0,0096LL+0,0365N+0,0113gravel\%+0,0078silt\%$			
$R^2=52,817\%$	$\alpha=0,0363$	st.err=0,368	m.err=0,272
$c=0,9552+0,0295W\%+1,2865G_s+0,0039LL+0,0093N_{60}-1,5155W_w-1,9543E_0-0,00104gravel\%-0,0079sand\%$			
$R^2=58,346\%$	$\alpha=0,0233$	st.err=0,1298	m.err=0,1031
$\phi=0,9488+6,6200W_w+0,0698N_{60}+0,3811gravel\%+0,3460sand\%-0,0857W\%-0,0883(c/f)$			
$R^2=69,069\%$	$\alpha=0,3570$	st.err=3,423	m.err=2,73
$C_c=0,0904+0,0596e_0+0,0015LL-0,0007N_{60}-0,0006gravel\%-0,0007sand\%$			
$R^2=51,358\%$	$\alpha=0,3570$	st.err=0,0240	m.err=0,017
$k=158,179W_w+217,012e_0+0,2895gravel\%-2,9118W\%-100,255G_s-0,1946silt\%-84,9631$			
$R^2=30,865\%$	$\alpha=0,0084$	st.err=12,704	m.err=10,068
$1/M_v=10,9030W\%+814,082G_s+2,5586N_{60}+2,1732gravel\%+2,1956sand\%-496,2510W_w-684,3320e_0-4,2132LL-866,3310$			
$R^2=57,199\%$	$\alpha=0,3570$	st.err=55,801	m.err=38,917

Σχηματισμοί υποβάθρου (λεπτόκοκκα)

q=7,9405+0,0321W%+0,0069LL+0,0421N+0,0311gravel%+0,0355sand%-2,5562W_w-3,5925e₀-1,6265(c/f)			
R ² =73,618%	α=0,0346	st.err=0,397	m.err=0,299
c=4,7932+0,0199W%+0,0026LL+0,0142N-1,5782W_w-1,9882e₀-0,0140gravel%-0,0107sand%			
R ² =71,918,%	α=0,3580	st.err=0,157	m.err=0,120
φ=26,37945W_w+27,6658e₀+0,0427N+0,9323gravel%+0,7843sand%+0,0593silt%-0,3555W%-13,1069(c/f)-0,0047C_u-62,2799			
R ² =82,690%	α=0,3566	st.err=3,199	m.err=2,040
C_c=0,2575W_w+0,4510e₀+0,0018LL-0,0051W%-0,0008N-0,0010gravel%-0,0010sand%-0,0009silt%-0,5036			
R ² =55,031%	α=0,5632	st.err=0,034	m.err=0,025
k=161,072+0,9326N+1,2268gravel%+1,1297sand%-18,6692W_w-46,1731Gs-54,3333(c/f)			
R ² =68,767%	α=0,0359	st.err=9,511	m.err=7,849
1/M_v=192,501+1,6175W%+1,1762N₆₀+23,1754(c/f)-81,0484e₀-1,6606LL			
R ² =38,197%	α=0,5635	st.err=32,462	m.err=23,438

Σχηματισμοί υποβάθρου (αδρόκοκκα)

q=0,0637N₆₀+0,0372gravel%+0,0320sand%+0,0447silt%+0,0004C_u-1,8545			
R ² =72,639%	α=0,5636	st.err=0,504	m.err=0,375
c=0,1424+0,0111N₆₀+0,0124silt%+0,0097(c/f)+0,0001C_u			
R ² =61,252%	α=0,5636	st.err=0,130	m.err=0,099
φ=9,1649+93,3079W_w+112,1690e₀+0,2302PL+0,1643N₆₀+0,6161gravel%+0,6208sand%-1,5619W%-90,1444G_s-1,4019(c/f)			
R ² =71,213%	α=0,0156	st.err=3,315	m.err=2,538
C_c=0,1541W_w+0,2845e₀+0,0007LL-0,0037W%-0,0008N-0,0010gravel%-0,0007sand%-0,2380			
R ² =70,146%	α=0,5632	st.err=0,0160	m.err=0,012
k=67,6521+1,4760W%+0,6517PL-0,3188sand%-0,8718silt%			
R ² =25,331%	α=0,5631	st.err=20,682	m.err=16,978
1/M_v=57,5753+5,4868W%+4,9219N₆₀+2,2228gravel%+1,9994sand%+0,0359C_u-250,194e₀-3,2457LL			
R ² =74,150%	α=0,3571	st.err=53,291	m.err=36,645

Όσον αφορά την αναμενόμενη αβεβαιότητα των εκτιμήσεων, είναι προφανές ότι, αυτή εξαρτάται από τη συνάρτηση η οποία έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της παραμέτρου και την αβεβαιότητα των μετρήσεων, των πειραματικών δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή της σχέσης εξάρτησης.

Η υπολογισθείσα τιμή σχετικής αβεβαιότητας, για κάθε σχέση υπολογισμού μηχανικής παραμέτρου, δίνεται στην προηγούμενη παράγραφο, μαζί με τη σχέση υπολογισμού της αντίστοιχης παραμέτρου.

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η χρησιμοποίηση των δεικτών κοκκομετρικής ομοιομορφίας και διαβάθμισης αυξάνει, λόγω του τρόπου εκτιμήσεώς τους (με ανάγνωση της τιμής των ποσοστών των κοκκομετρικών κλασμάτων, που συμμετέχουν στον υπολογισμό τους, από την κοκκομετρική καμπύλη), την τιμή της σχετικής αβεβαιότητας για τις παραχθείσες σχέσεις υπολογισμού, οι οποίες περιέχουν τους δείκτες, αν και η συμμετοχή τους, στο τελικό εξαγόμενο, είναι πολύ μικρή.

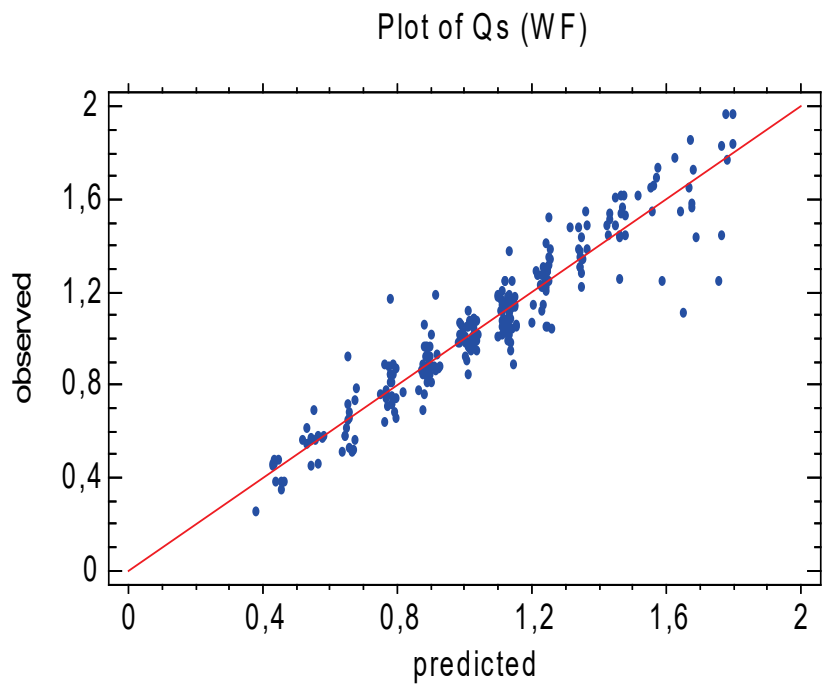
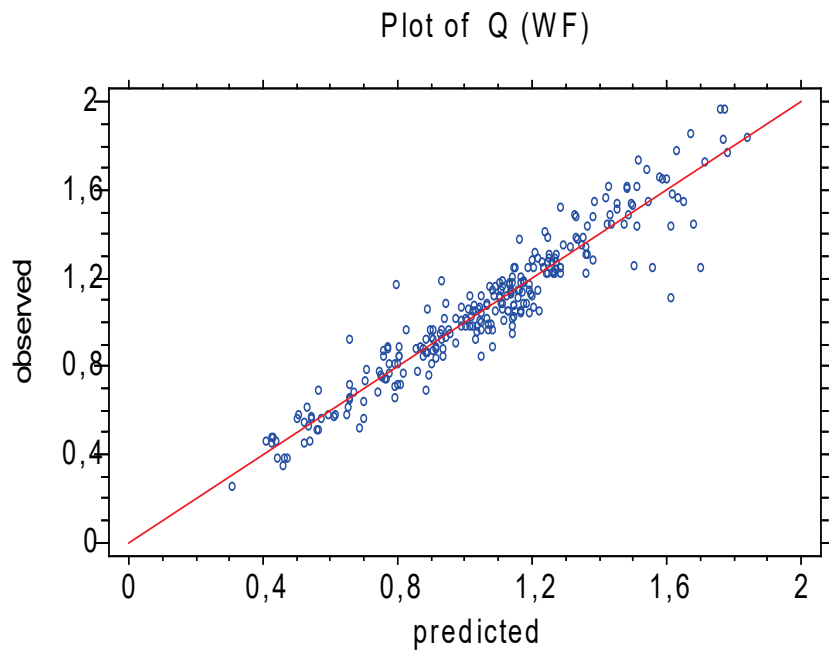
Οι επόμενοι πίνακες (**Πίνακας 44** και **Πίνακας 47**), παραθέτουν συγκριτικά για τα ίδια δείγματα τις εργαστηριακά μετρηθείσες τιμές, σε παραβολή με τις τιμές οι οποίες εκτιμώνται για την αντίστοιχη παράμετρο, από τις σχέσεις οι οποίες προτείνονται από την παρούσα Διατριβή. Τα ακόλουθα σχήματα (**Σχήμα 51 - Σχήμα 98**) απεικονίζουν διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών παραμέτρων, από την πλήρη και απλοποιημένη σχέση εκτίμησης.

Πίνακας 44: Συγκριτικές τιμές λεπτόκοκκων (Προτεινομένη Σχέση)

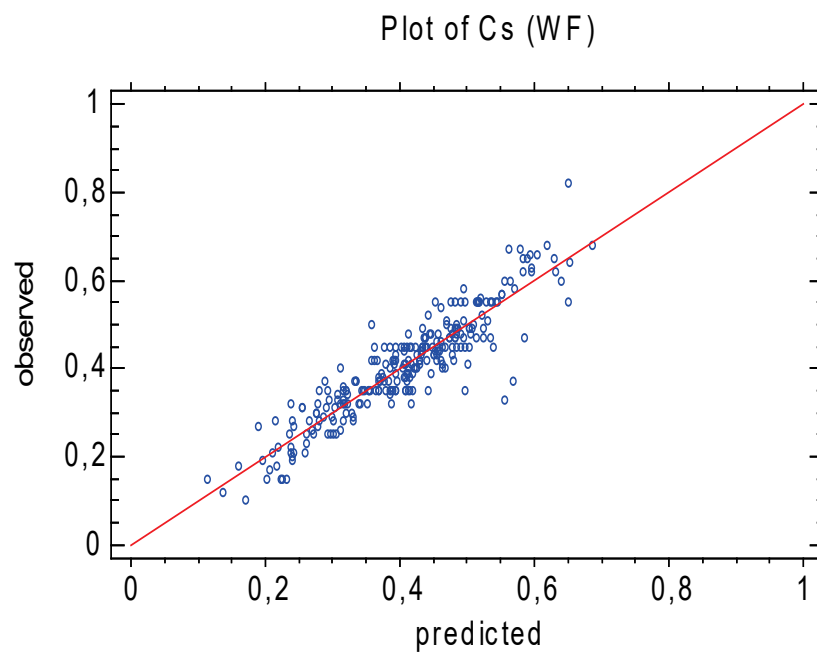
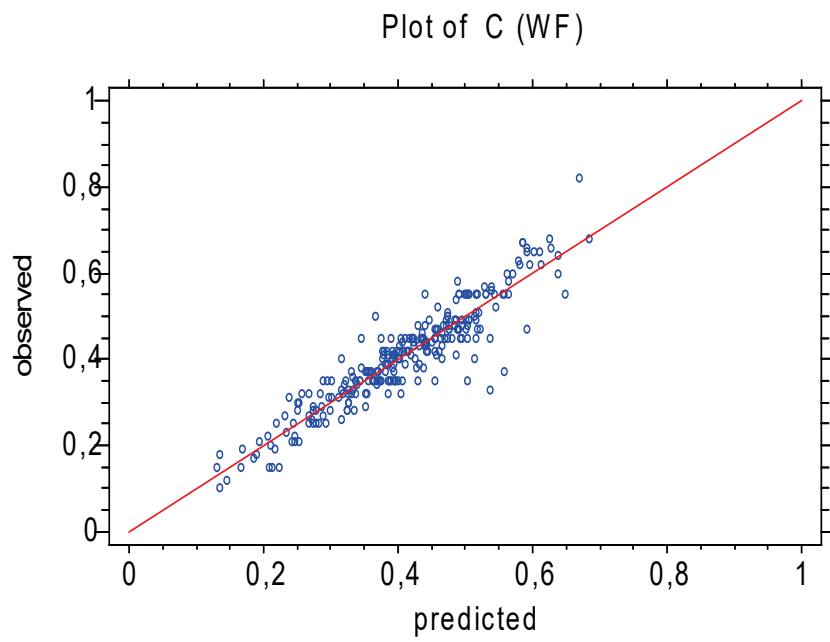
ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακώς μετρηθείσα τιμή						Εκτιμώμενη τιμή					
	q	c	φ	Cc	k	1/Mv	q	c	φ	Cc	k	1/Mv
1	0,61	0,28	4,0	0,531	7	62,343	0,532	0,2789	4,47	0,529	7,37	103,77
2	0,89	0,42	2,3	0,442			0,761	0,359	4,99	0,521	9,55	86,94
3	2,99	1,45	6,0	0,261	40	85,94	2,0809	1,25	10,03	0,218	38,43	106,18
4	2,27	0,97	8,0	0,182	30	119,601	2,112	0,89	10,699	0,1926	28,25	118,41
5	0,97	0,43	7,0	0,288	10	96,67	0,887	0,394	7,83	0,462	11,34	93,87
6	4,55	1,75	15,4	0,198	55	109,661	4,0603	1,787	11,75	0,198	25,19	114,05
7	1,78	0,75	10,5	0,196	21	108,353	1,77	0,79	10,31	0,196	18,77	105,72
8	1,19	0,46	10,0	0,251	16	112,16	1,099	0,462	5,77	0,449	11,55	105,34
9	3,65	1,53	11,8	0,113	53	184,51	3,51	1,43	12,63	0,132	53,3	166,51
10	1,15	0,49	10,2	0,155	15	155,62	1,15	0,65	11,16	0,167	17,24	140,52
11	1,07	0,45	9,0	0,339	12	85,81	0,99	0,42	7,78	0,492	10,6	195,77
12	2,28	0,98	9,0	0,195	31	115,46	2,31	0,95	12,40	0,184	27,2	129,41
13	1,17	0,47	14,75	0,123	17	172,336	1,14	0,48	11,35	0,264	17,45	149,29
14	0,35	0,15	10,5	0,296	5	96,46	0,45	0,22	10,6	0,460	11,11	98,47
15	1,28	0,45	11,5	0,184	16	122,89	1,35	0,54	13,58	0,325	16,0	122,48
16	3,27	1,27	14,8	0,134	33	154,14	3,318	1,306	16,11	0,146	33,33	160,52
17	2,22	0,92	11,4	0,175	33	133,618	2,68	1,13	14,92	0,163	33,21	159,0
18	4,75	1,77	16,8	0,155	58	126,58	3,99	1,49	13,03	0,198	58,36	117,05
19	2,55	1,05	12,2	0,222	35	124,87	2,33	0,98	12,87	0,274	29,5	109,2
20	0,99	0,41	13,6	0,188	12	12,62	1,04	0,43	14,0	0,287	17,33	144,78
21	1,65	0,65	14,2	0,179	20	127,106	1,52	0,64	14,5	0,189	25,26	126,49
22	4,31	1,72	12,6	0,189	52	124,55	3,37	1,265	15,6	0,195	50,18	132,74
23	3,18	1,18	17,5	0,198	43	117,91	2,94	1,11	16,10	0,204	33,33	126,48

Πίνακας 45: Συγκριτικές τιμές αδρόκοκκων (Προτεινόμενη Σχέση)

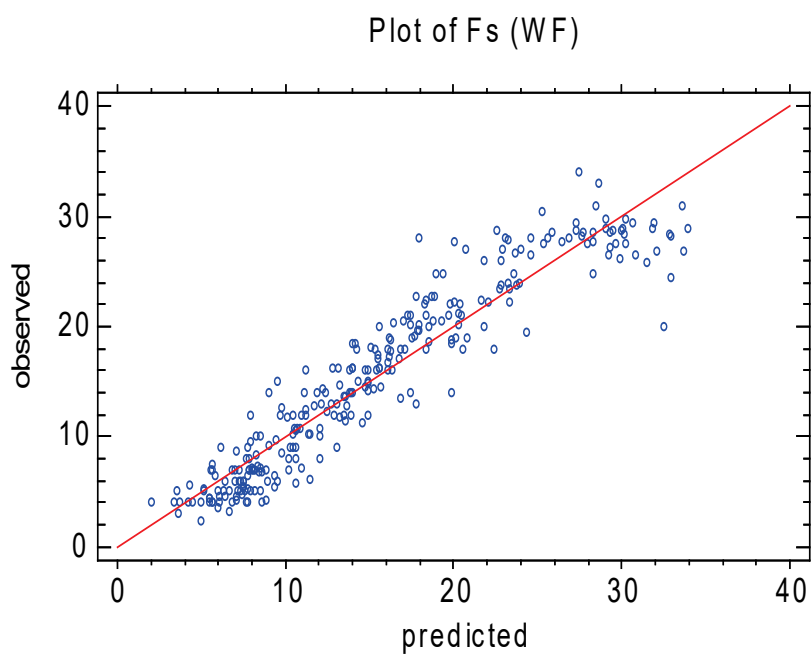
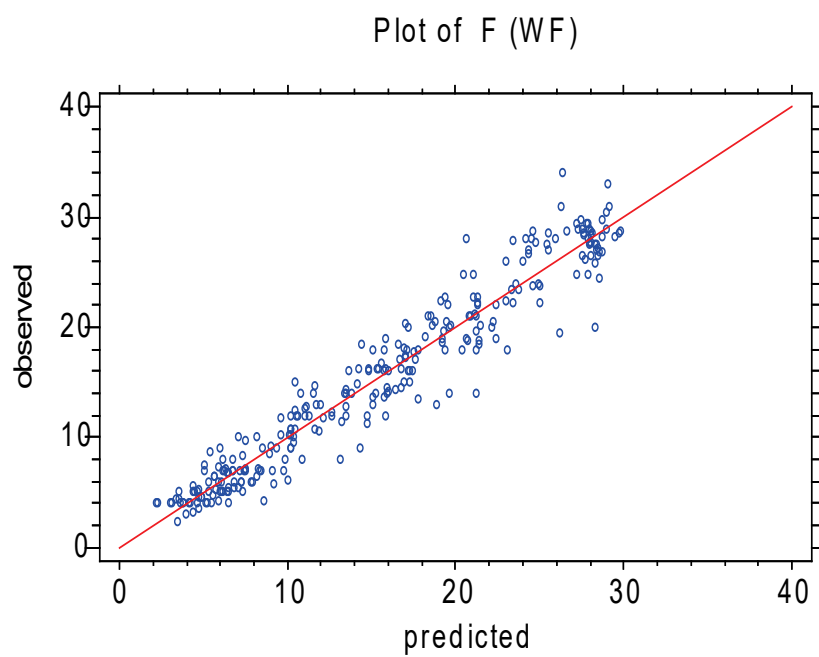
ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακώς μετρηθείσα τιμή						Εκτιμώμενη τιμή					
	q	c	φ	Cc	k	1/Mv	q	c	φ	Cc	k	1/Mv
1	1,04	0,28	31,0		12	185,45	0,87	0,24	35,3	0,117	20,6	209,81
2	1,67	0,47	28,6		34	169,70	1,36	0,44	27,47	0,171	13,66	192,95
3	3,54	0,87	38,0		70	198,30	2,85	0,39	36,63	0,091	29,0	208,75
4	0,98	0,27	32,8		14	227,31	1,08	0,299	34,81	0,111	45,99	221,96
5	4,52	1,19	34,8		103	305,22	4,69	1,19	36,1	0,089	102,7	293,21
6	0,89	0,27	29,8		18	156,99	1,02	0,271	35,38	0,116	23,71	195,59
7	0,55	0,14	31,0		5	237,59	0,58	0,303	24,32	0,203	6,16	195,55
8	3,41	0,91	34,4		49		2,99	0,94	30,28	0,122	48,49	163,18
9	4,64	1,15	38,0		90		4,72	1,11	40,36	0,084	90,25	269,17
10	0,81	0,28	30,6		14	205,14	1,02	0,293	36,96	0,094	26,99	221,77
11	1,41	0,39	33,0		20	159,21	1,19	0,391	34,61	0,118	33,71	167,85
12	4,67	1,25	34,2		101	187,61	4,92	1,07	43,37	0,097	101,0	258,78
13	0,77	0,21	33,0		10	113,30	0,74	0,22	29,28	0,171	20,40	196,52
14	3,45	1,02	29,8		56	189,05	3,31	0,87	36,0	0,109	55,76	219,64
15	0,55	0,14	30,0		5	213,51	0,57	0,21	31,56	0,161	20,74	212,97
16	1,43	0,35	38,75		25	195,24	1,51	0,31	37,16	0,108	39,53	203,03
17	6,95	1,32	48,75		135		6,0	1,35	42,3	0,063	135	397,105
18	2,04	0,49	38,4		54	281,55	2,48	0,45	39,78	0,106	34,6	243,30
19	0,53	0,13	37,0		5	199,50	0,70	0,23	33,9	0,132	7,53	215,53
20	4,52	0,85	49,75		92	262,8	4,87	1,02	45,04	0,091	92,1	280,39
21	2,38	0,51	43,4		40	184,54	2,14	0,41	41,68	0,091	51,95	217,3
22	1,05	0,27	35,4		20	208,77	1,68	0,444	38,63	0,09	40,79	239,00



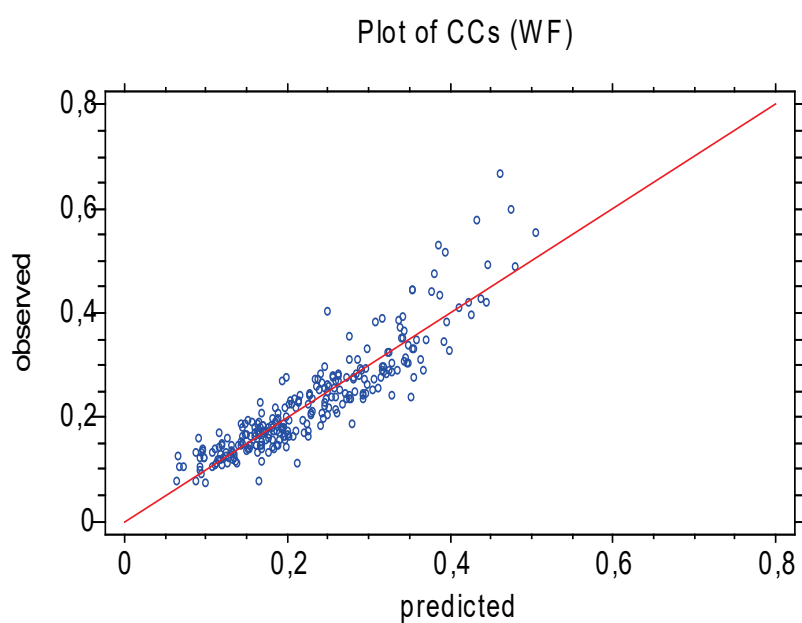
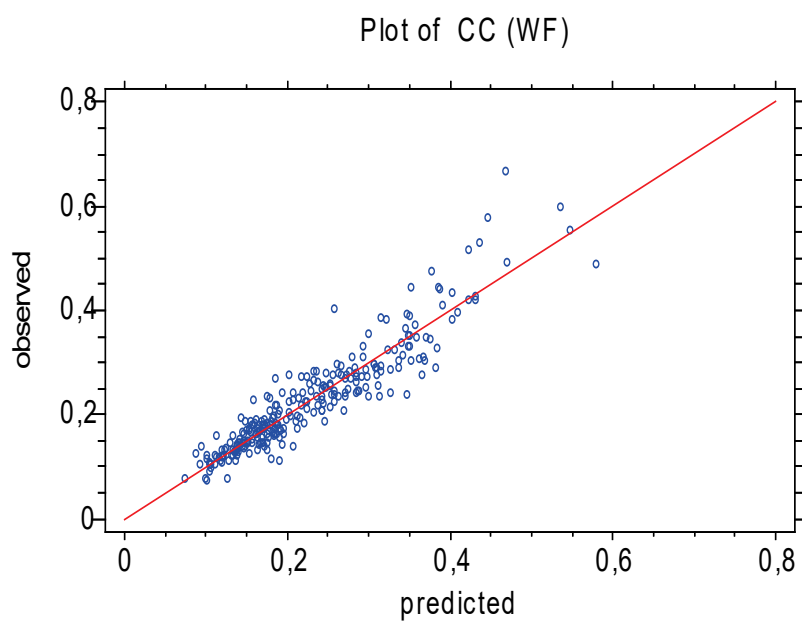
Σχήμα 51: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



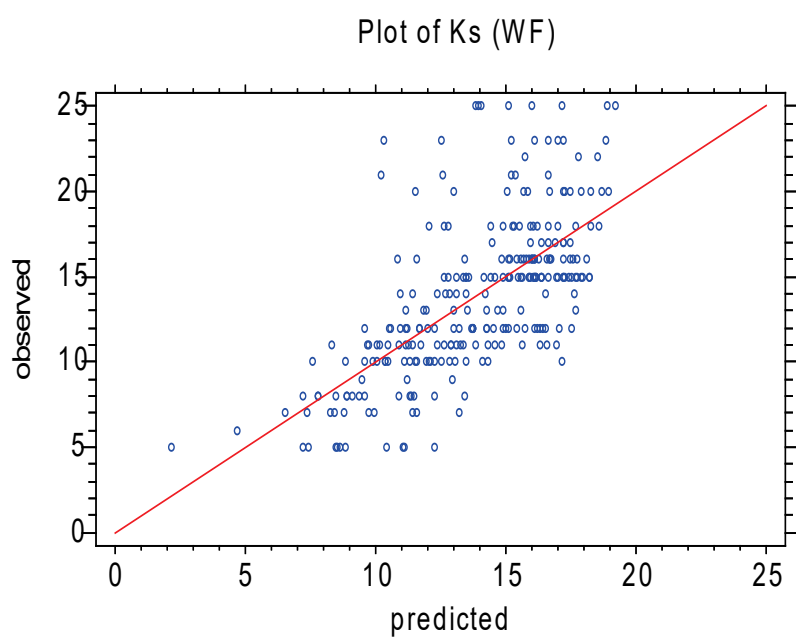
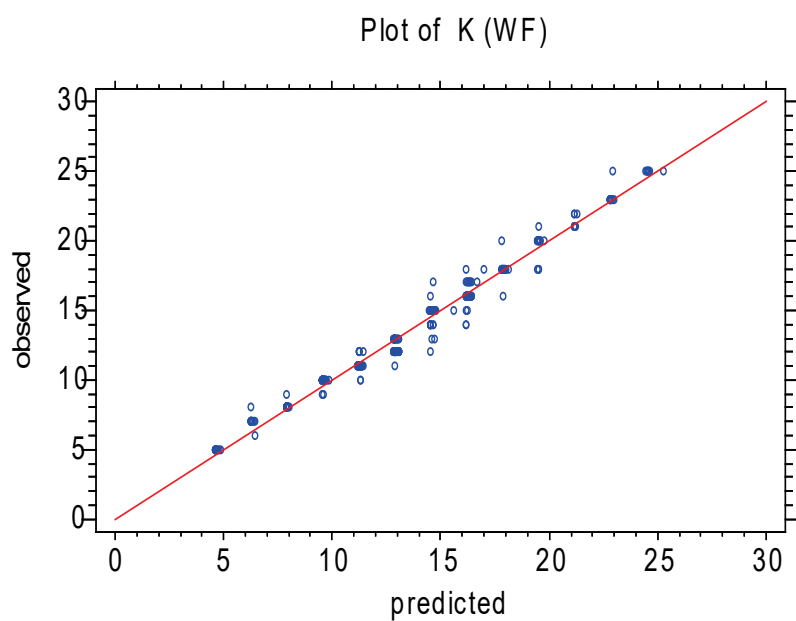
Σχήμα 52: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



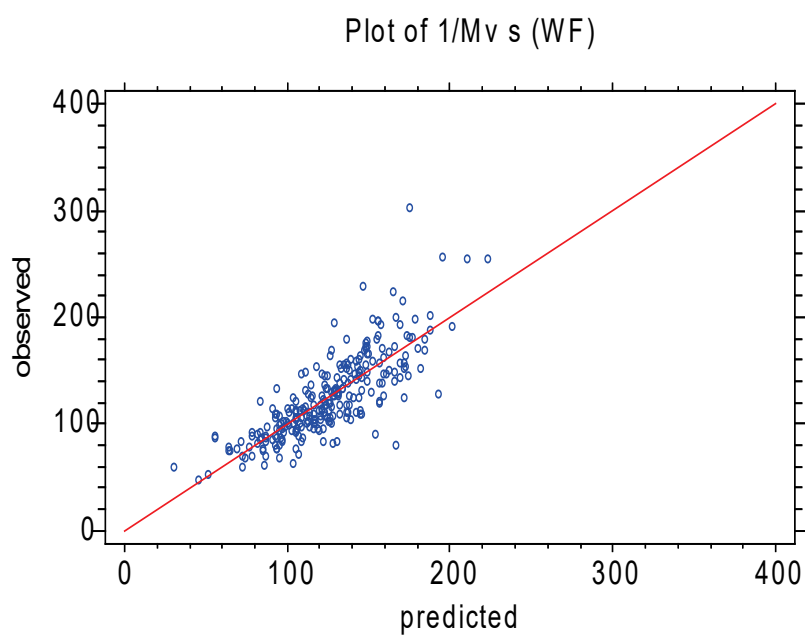
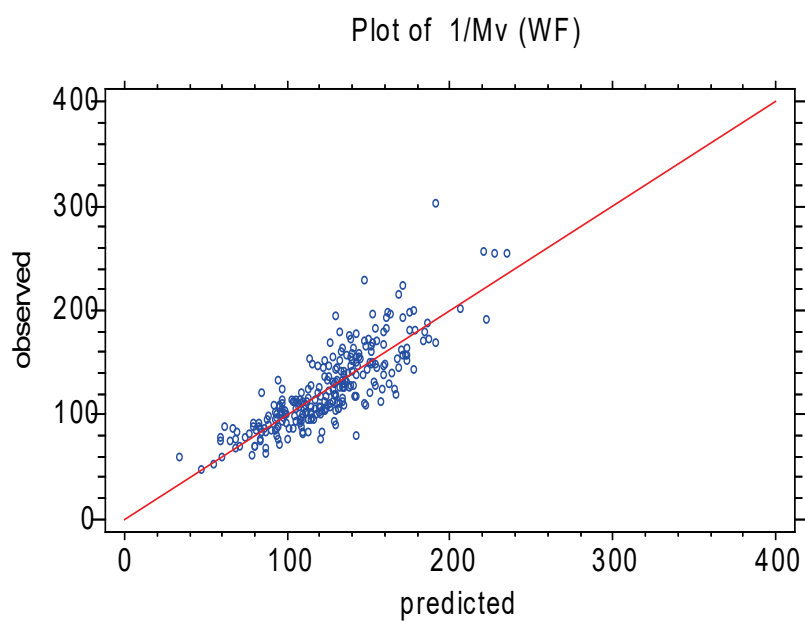
Σχήμα 53: Διαγράμματα συσχέτισης μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



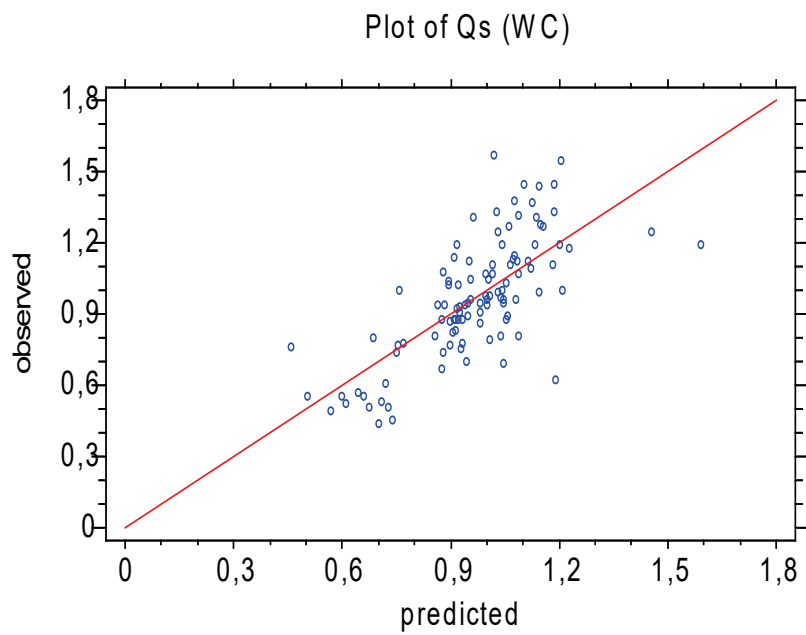
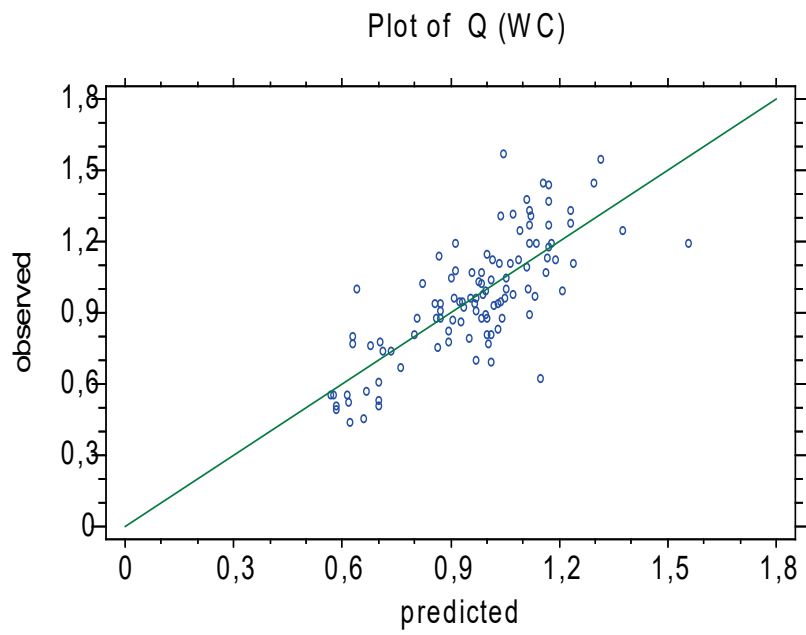
Σχήμα 54: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



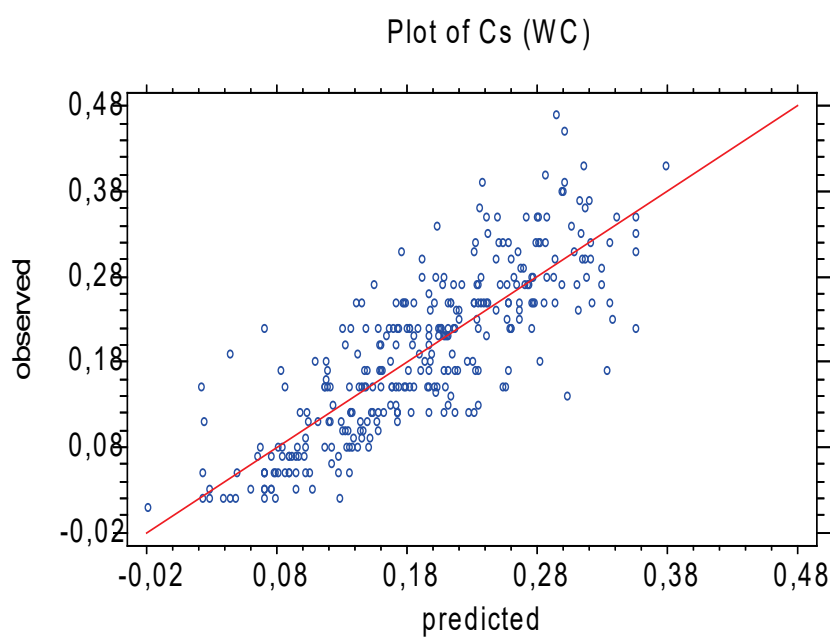
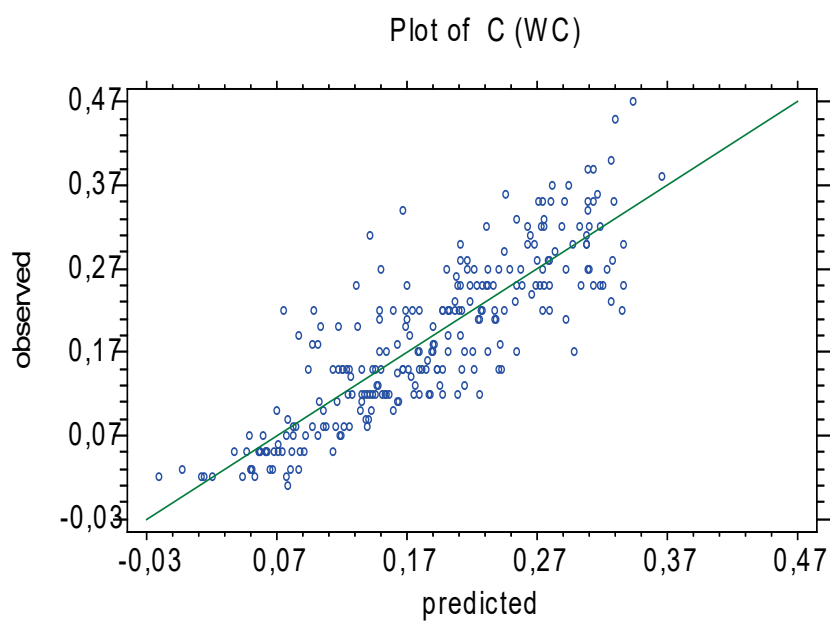
Σχήμα 55: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



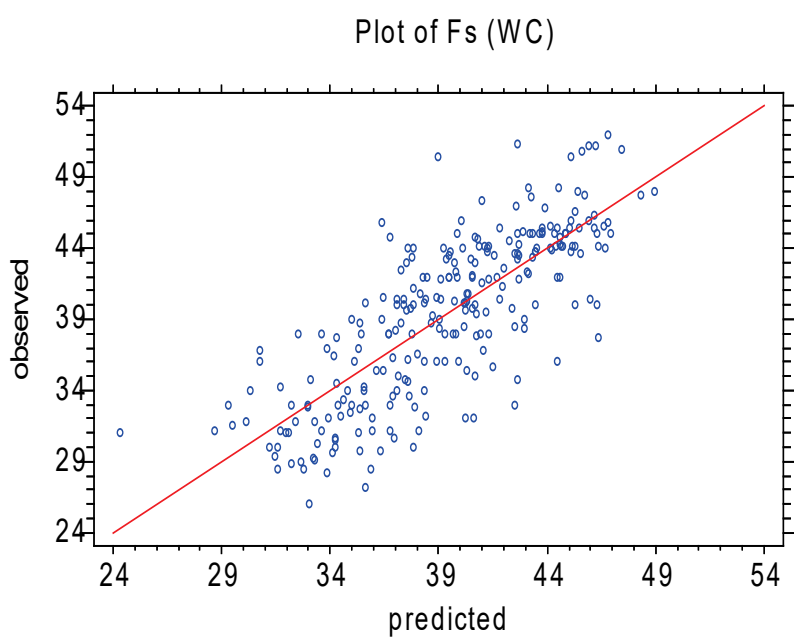
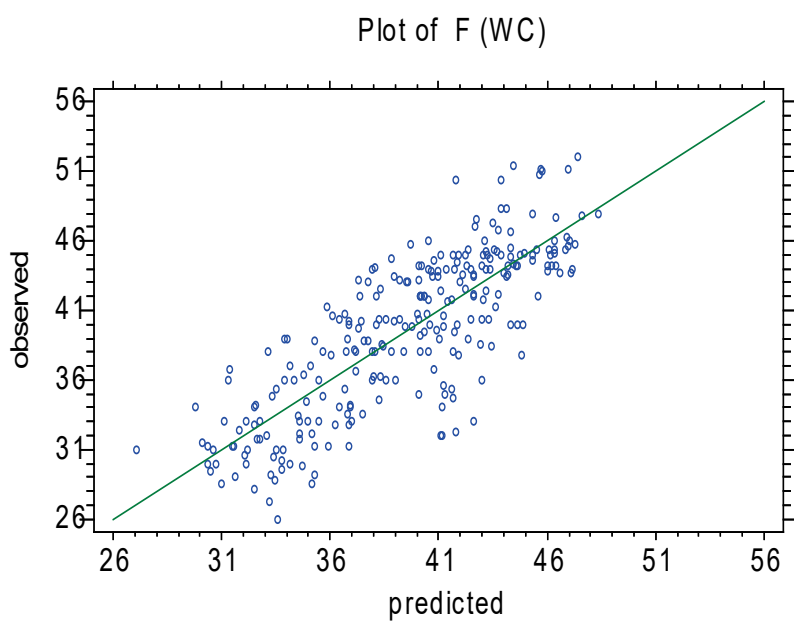
Σχήμα 56: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπιεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (λεπτόκοκκα)



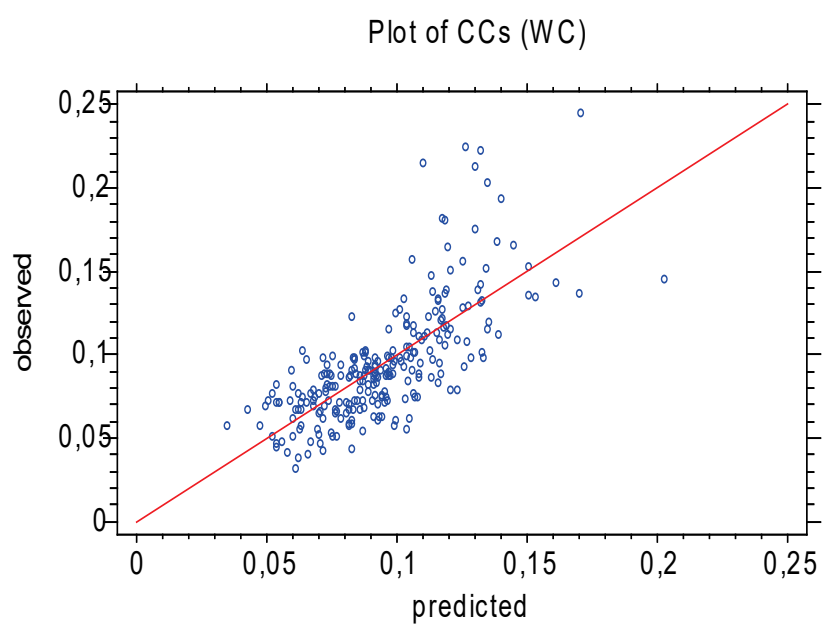
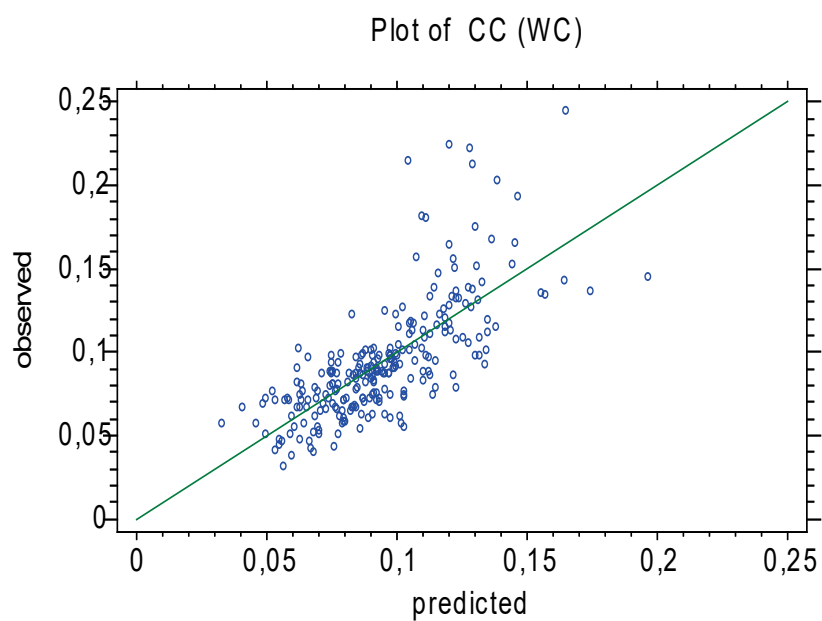
Σχήμα 57: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



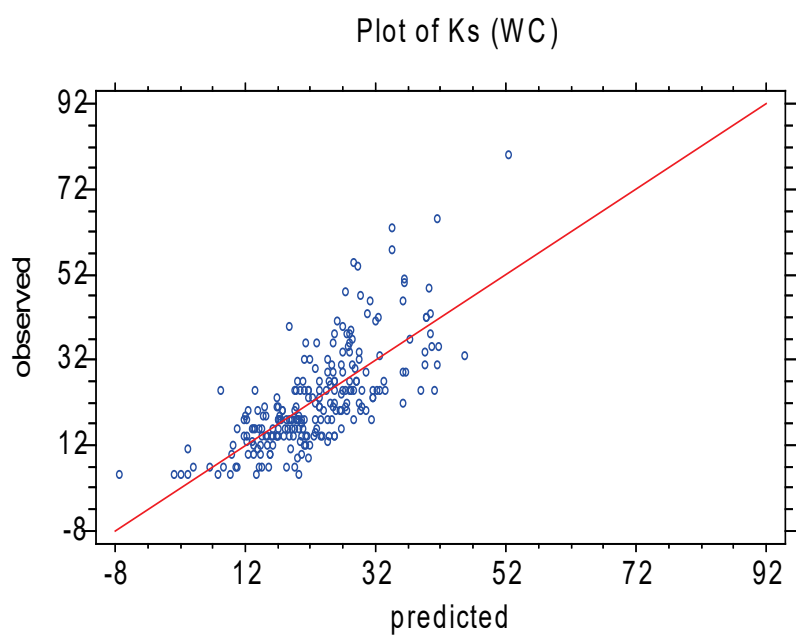
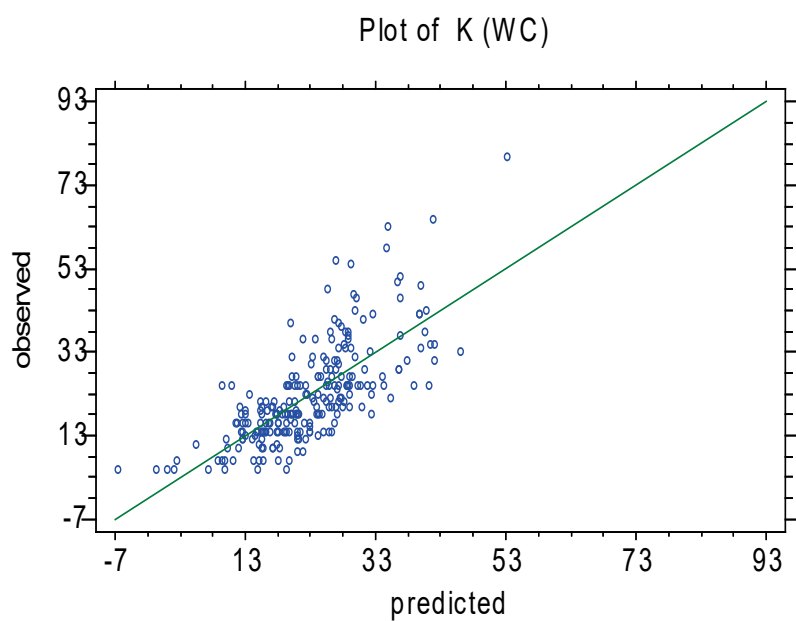
Σχήμα 58: Διαγράμματα συσχέτισης μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



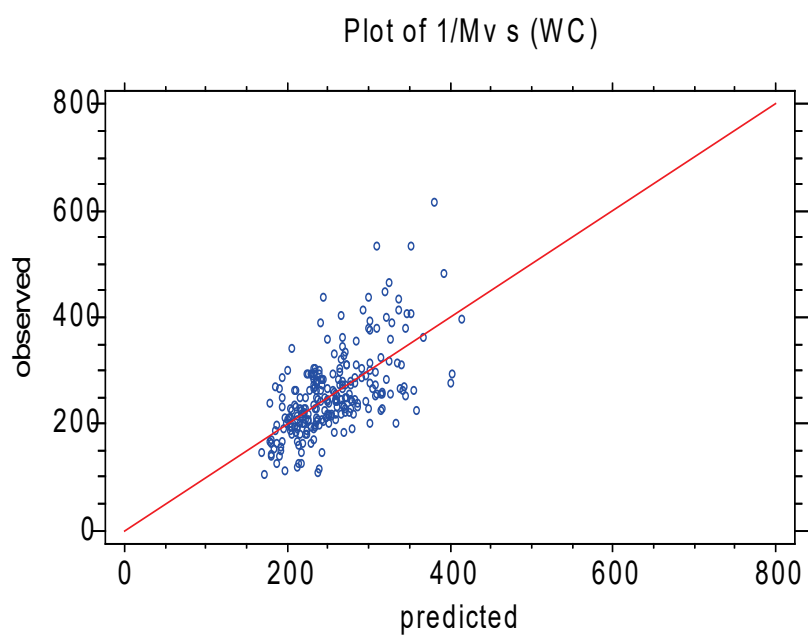
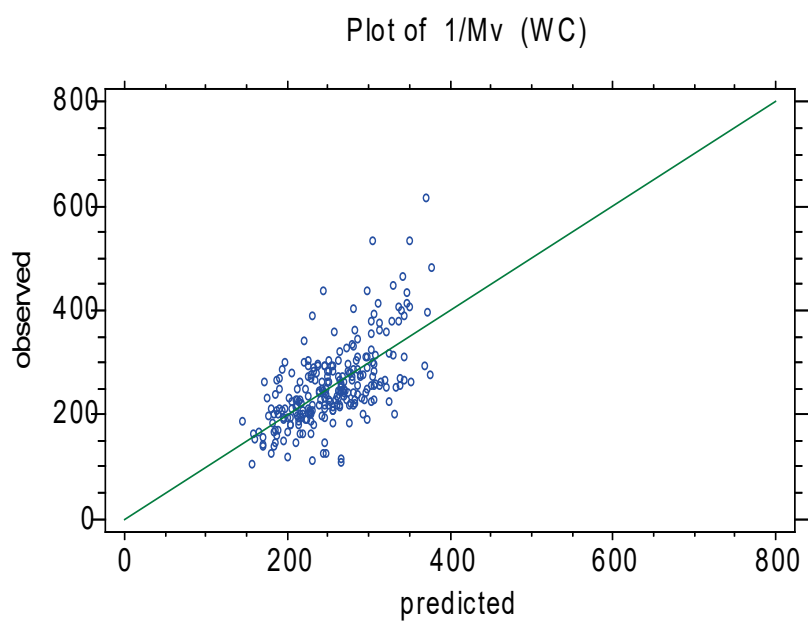
Σχήμα 59: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



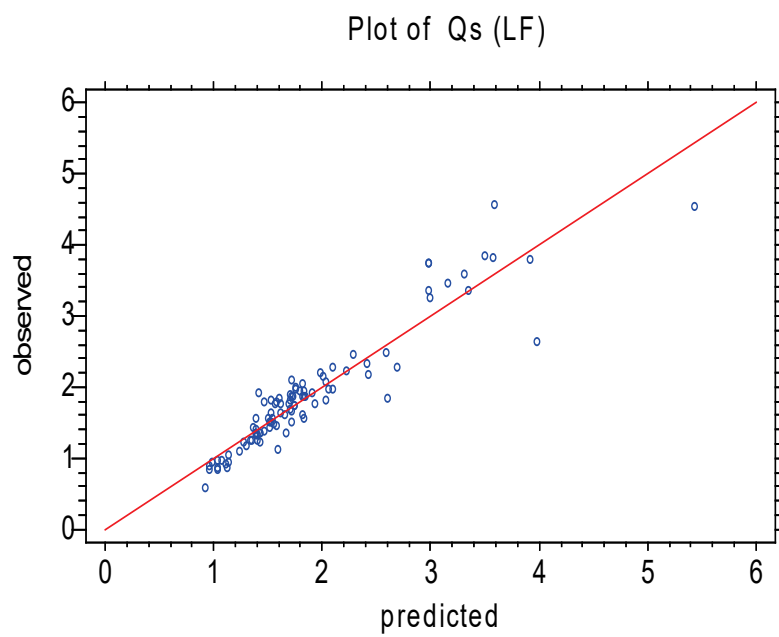
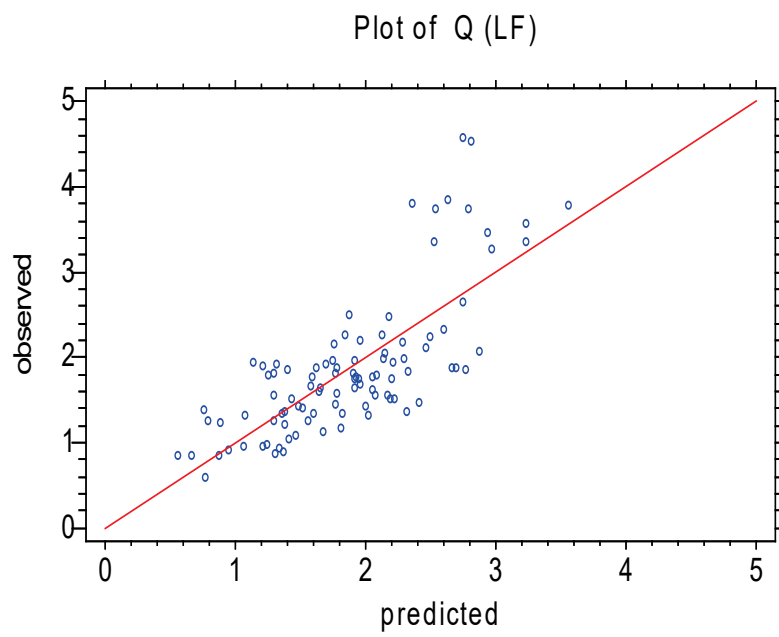
Σχήμα 60: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



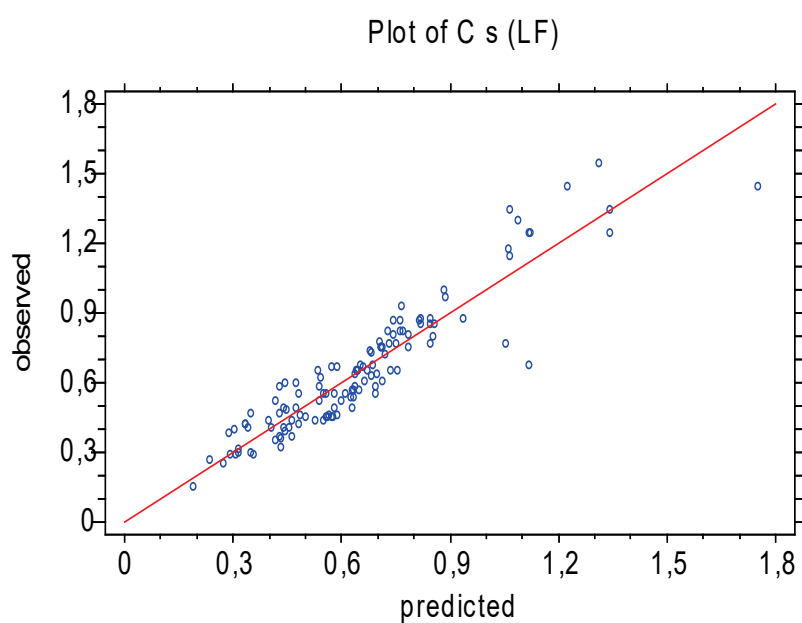
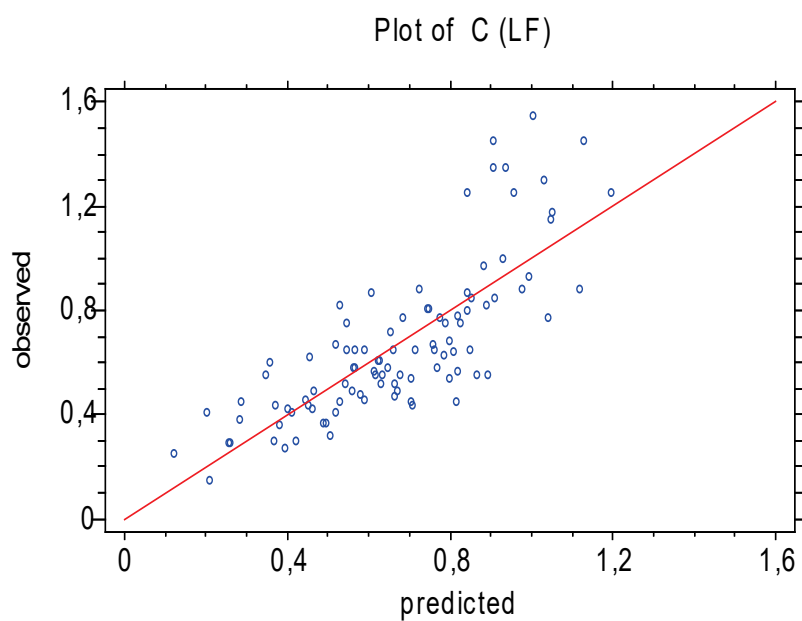
Σχήμα 61: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



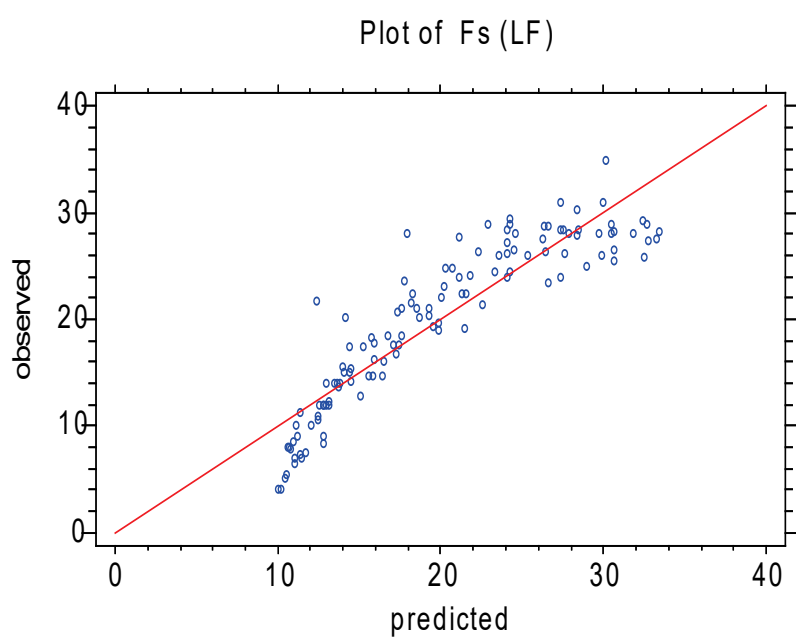
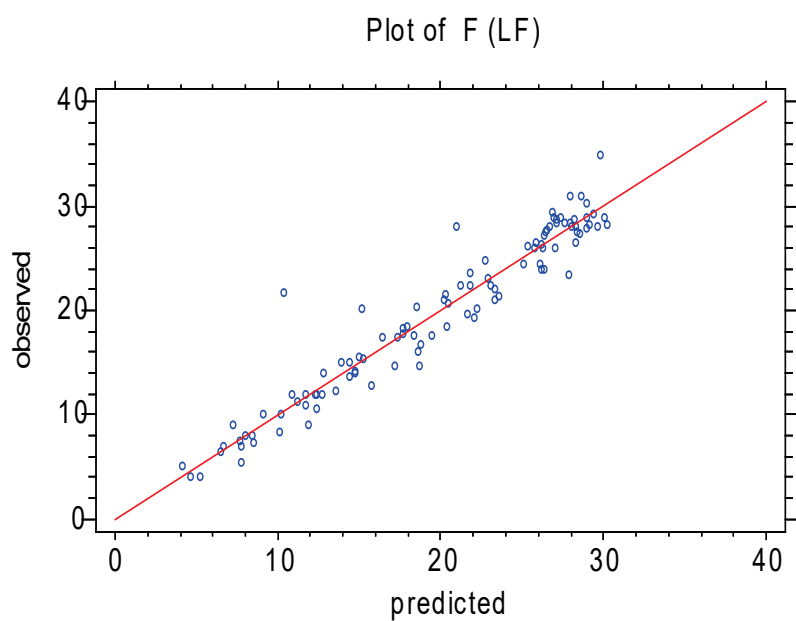
Σχήμα 62: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υδατικής απόθεσης (αδρόκοκκα)



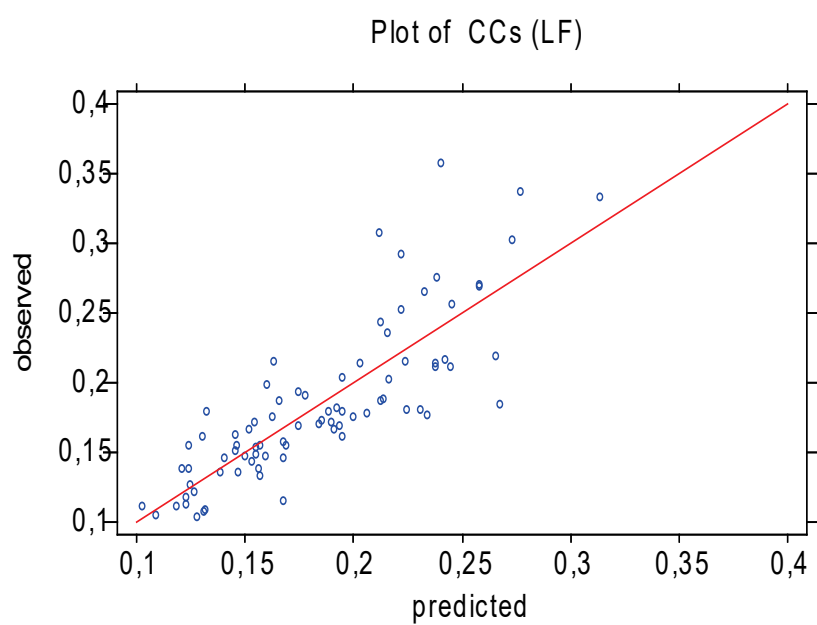
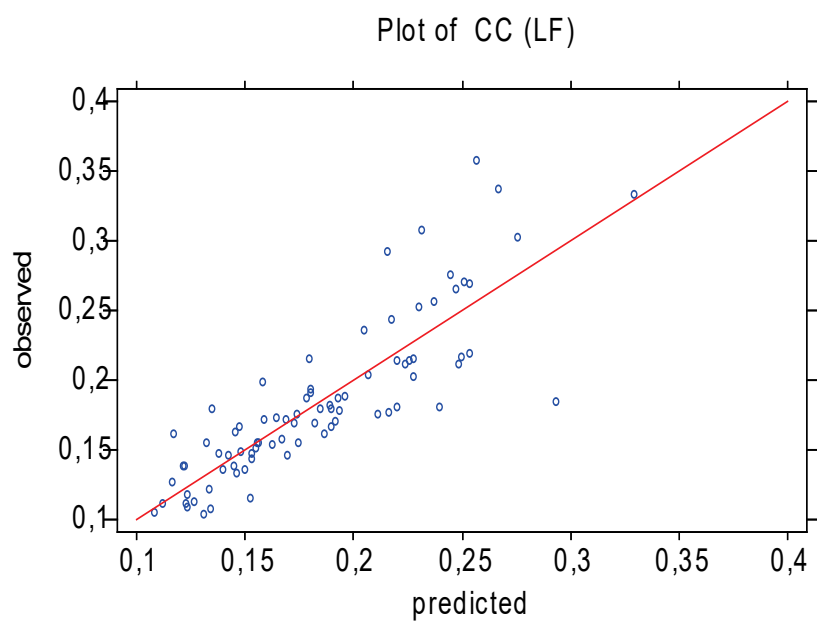
Σχήμα 63: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα)



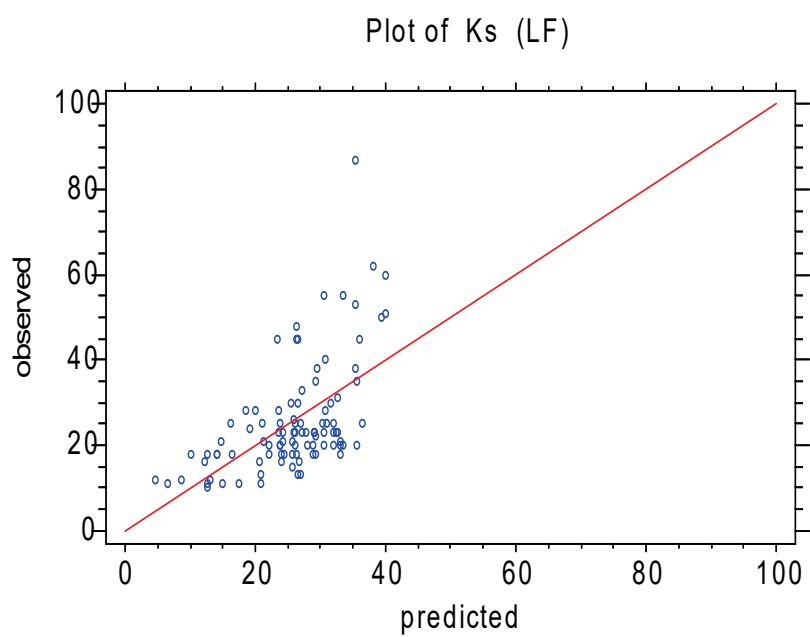
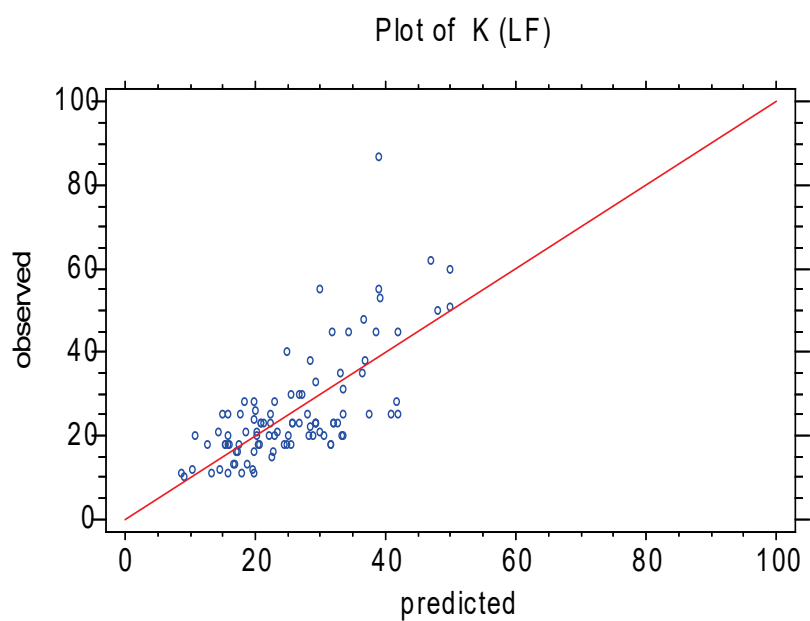
Σχήμα 64: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα)



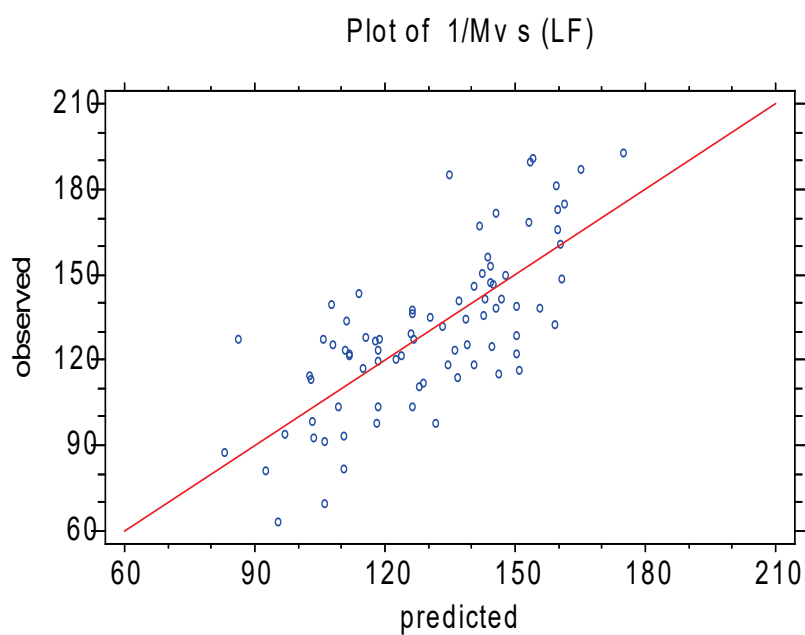
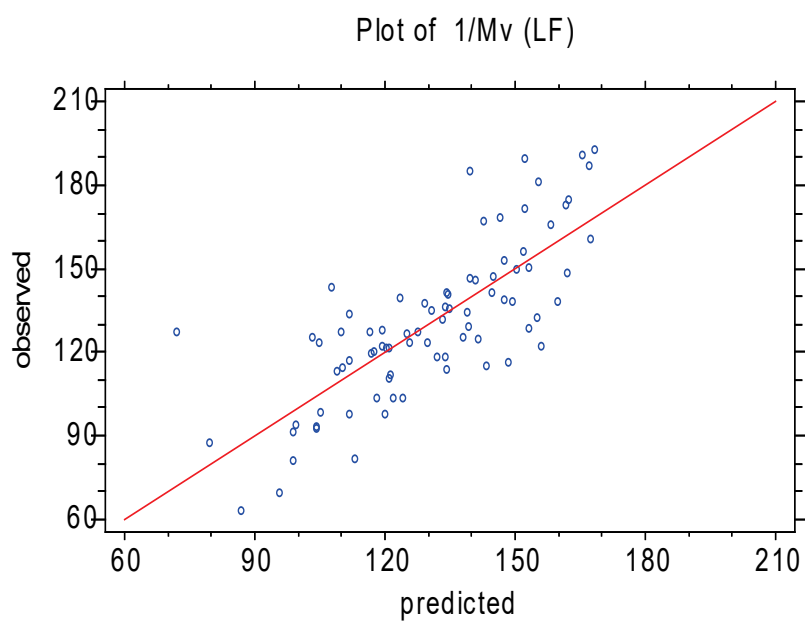
Σχήμα 65: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα)



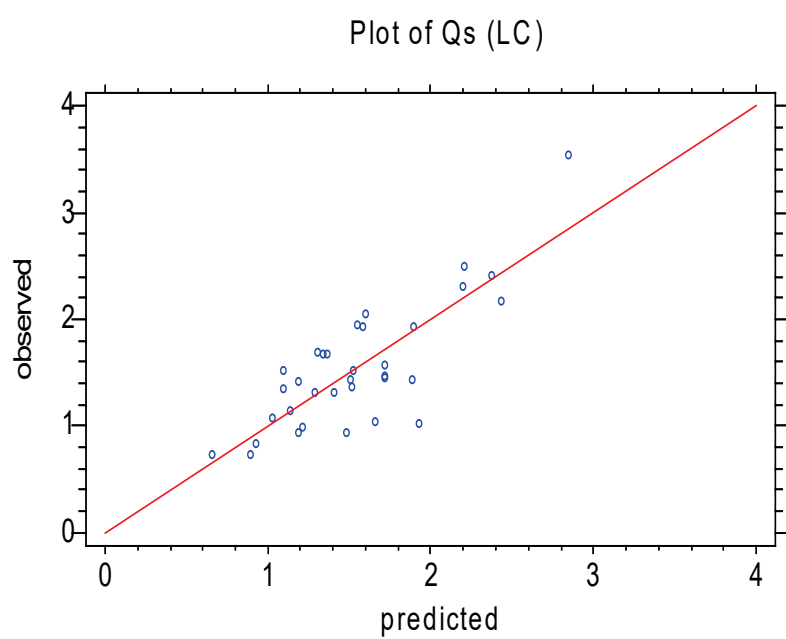
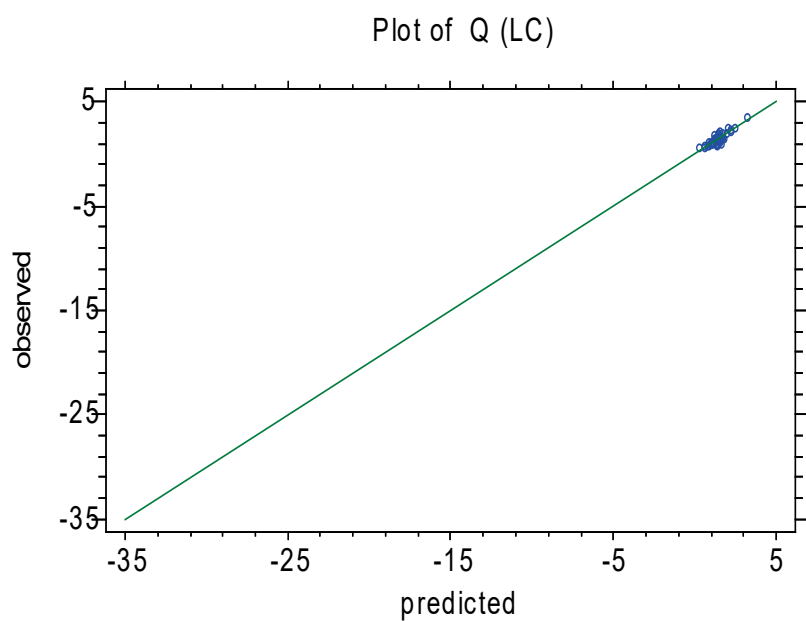
Σχήμα 66: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη συμπίεστικότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα)



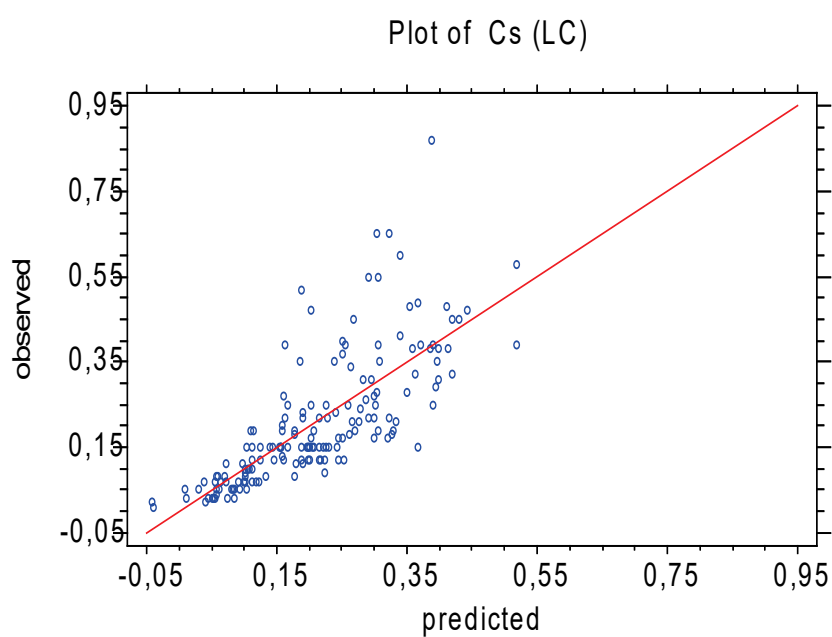
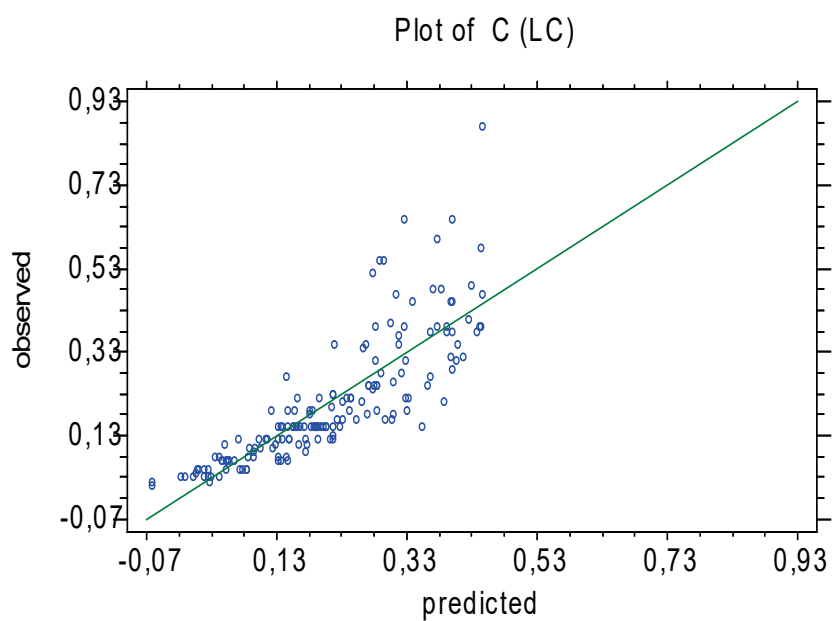
Σχήμα 67: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα).



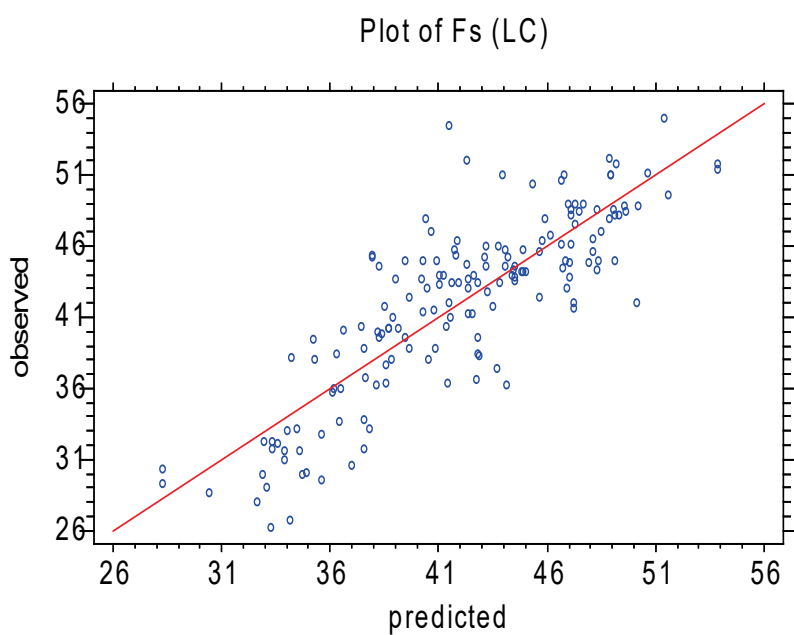
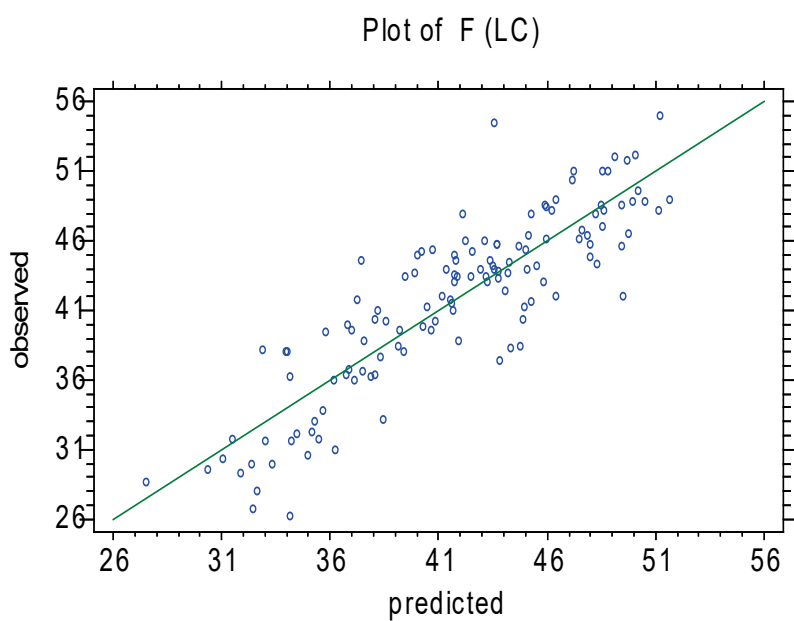
Σχήμα 68: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (λεπτόκοκκα)



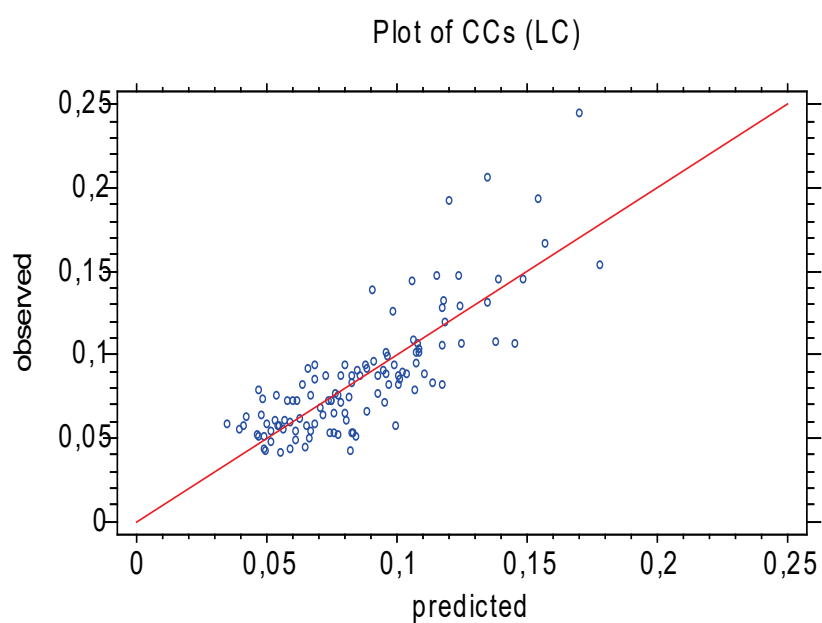
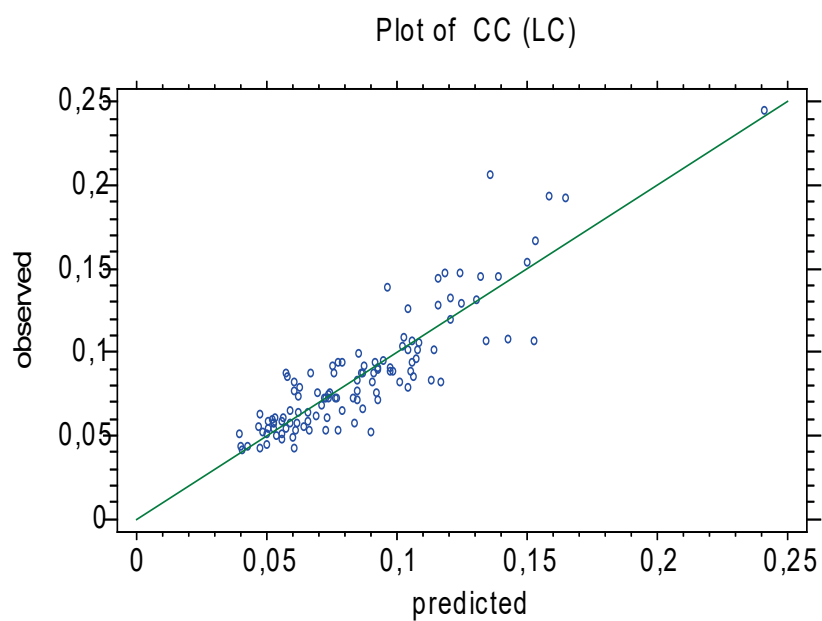
Σχήμα 69: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



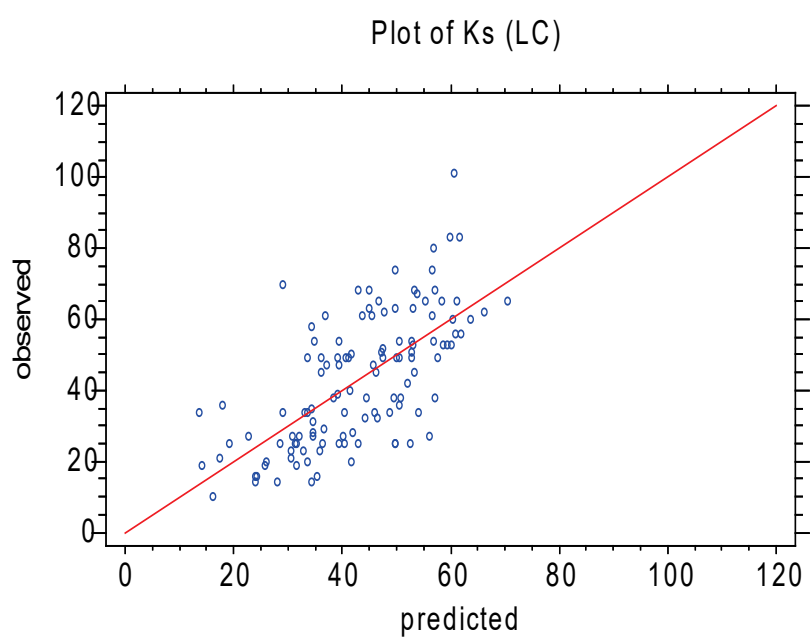
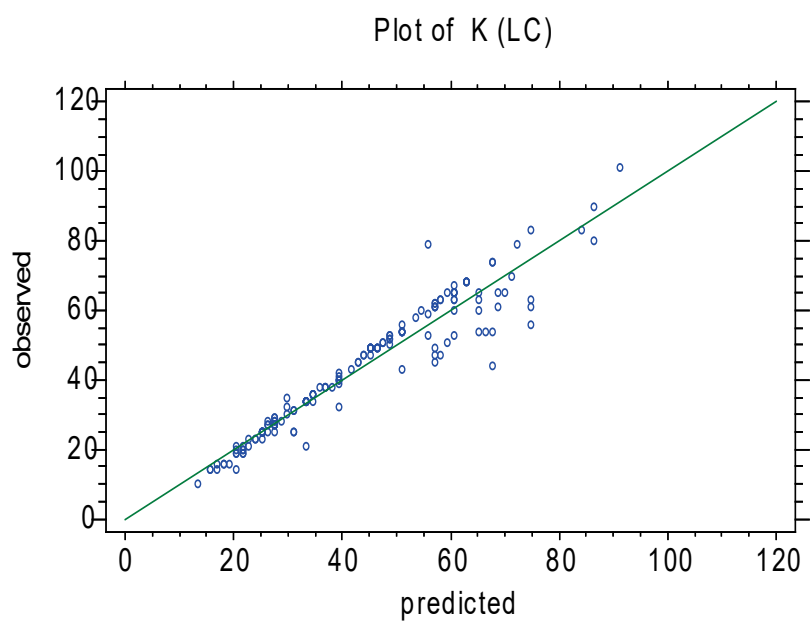
Σχήμα 70: Διαγράμματα συσχέτισης μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



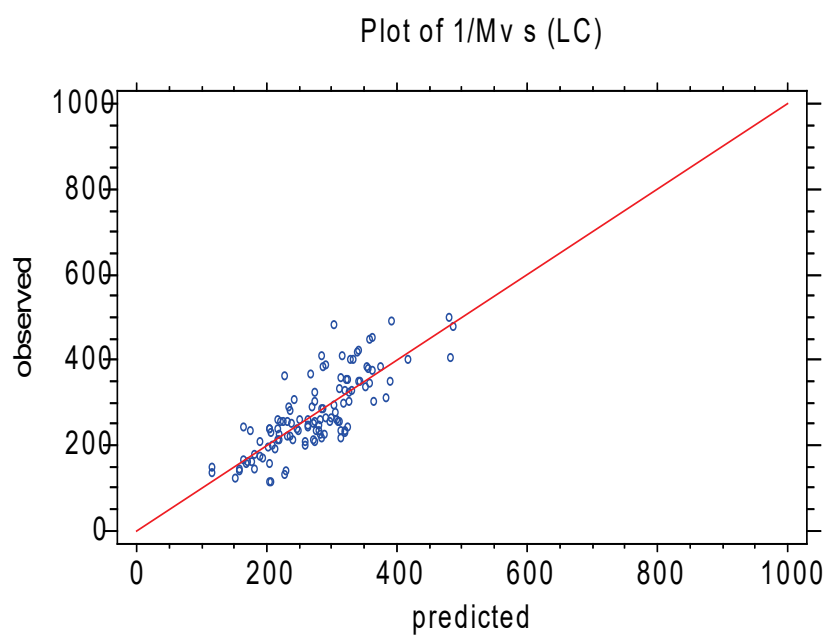
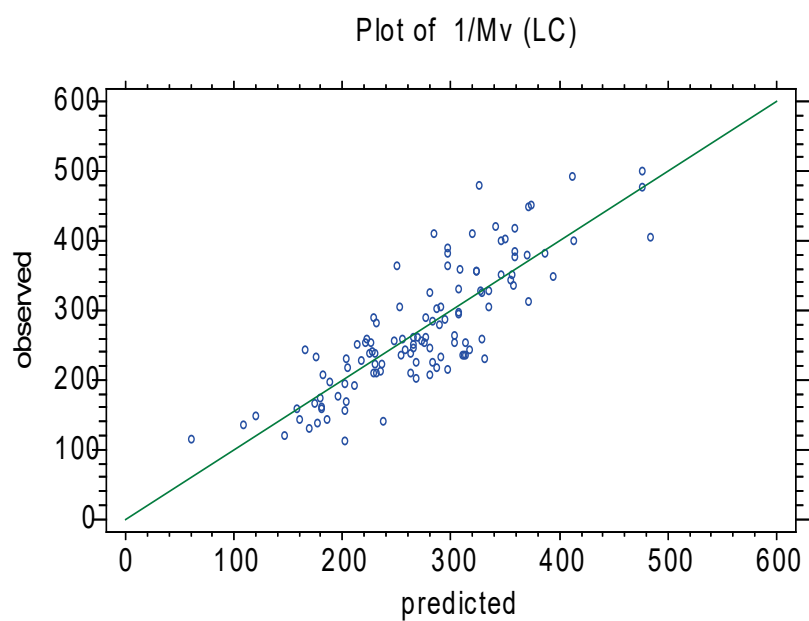
Σχήμα 71: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



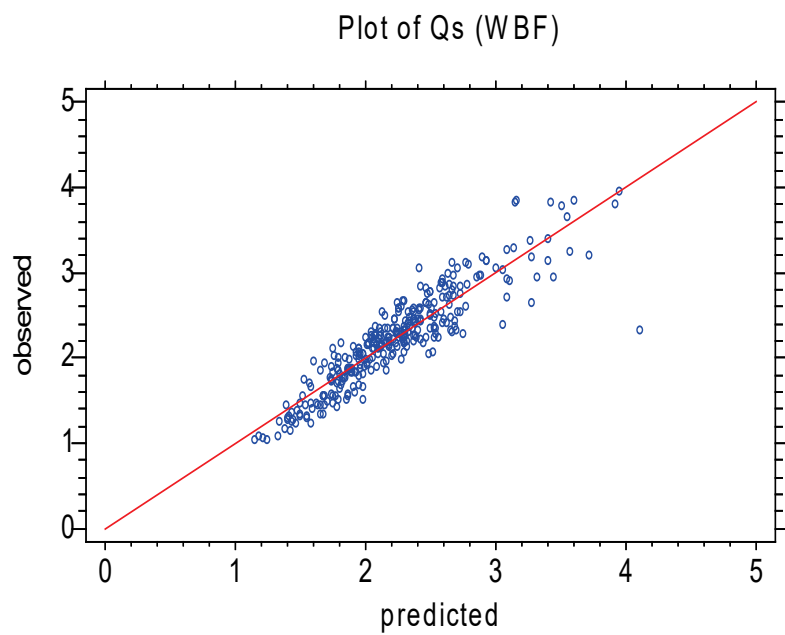
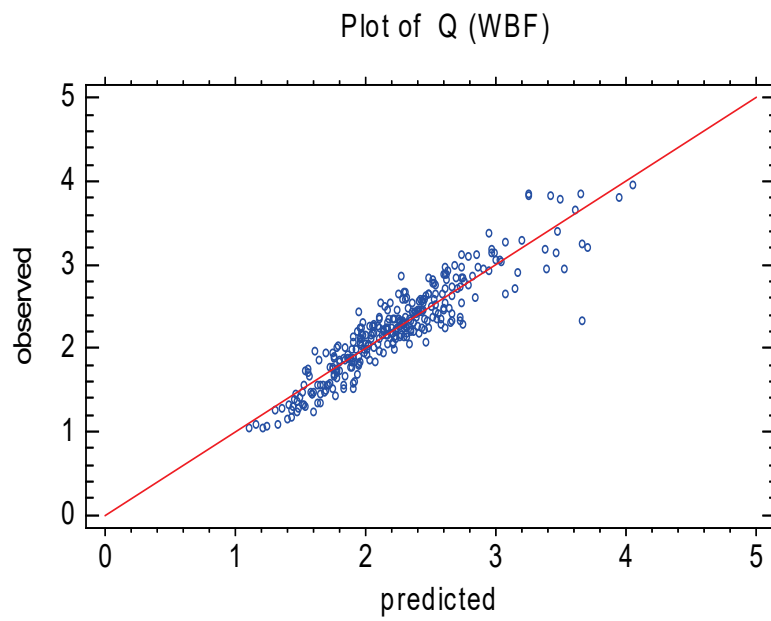
Σχήμα 72: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



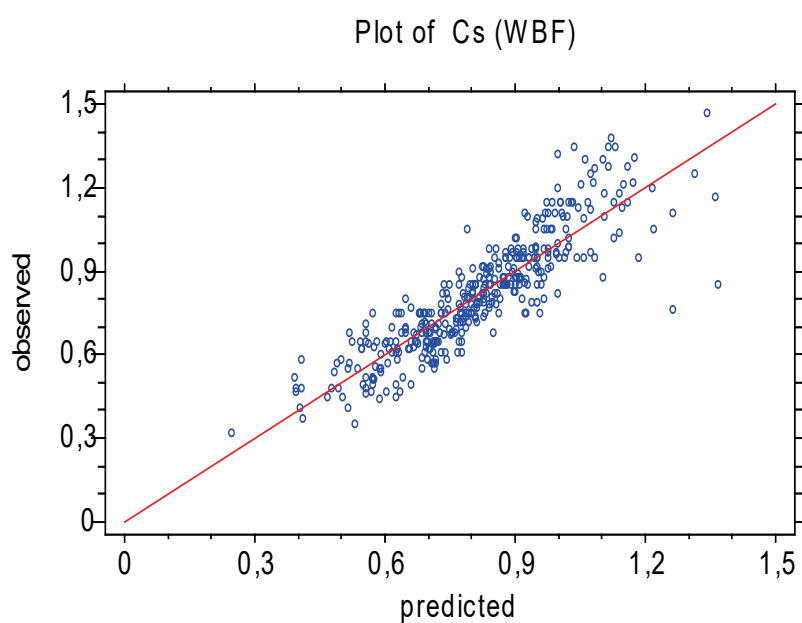
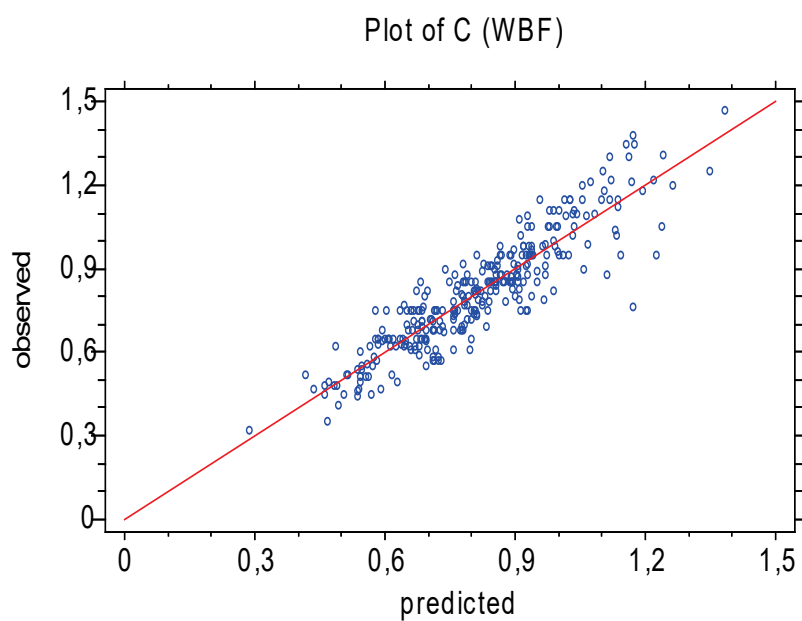
Σχήμα 73: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



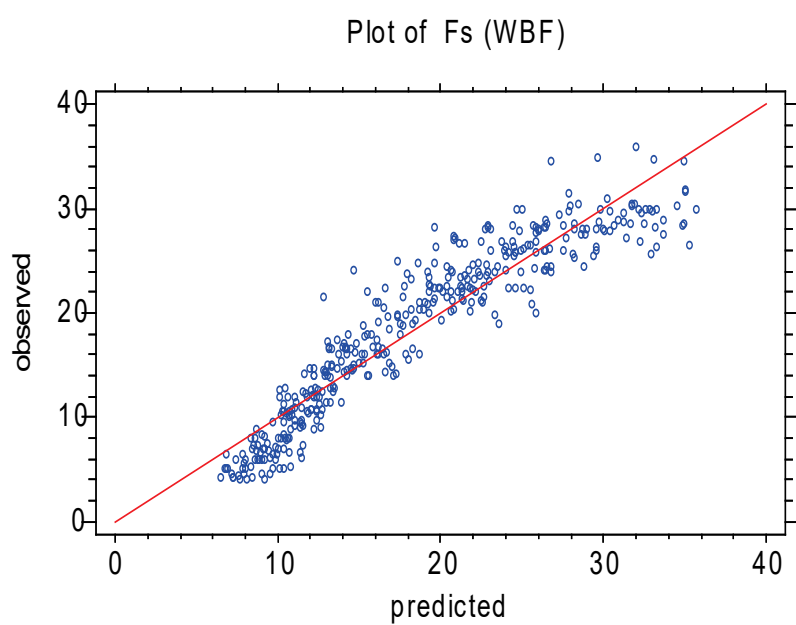
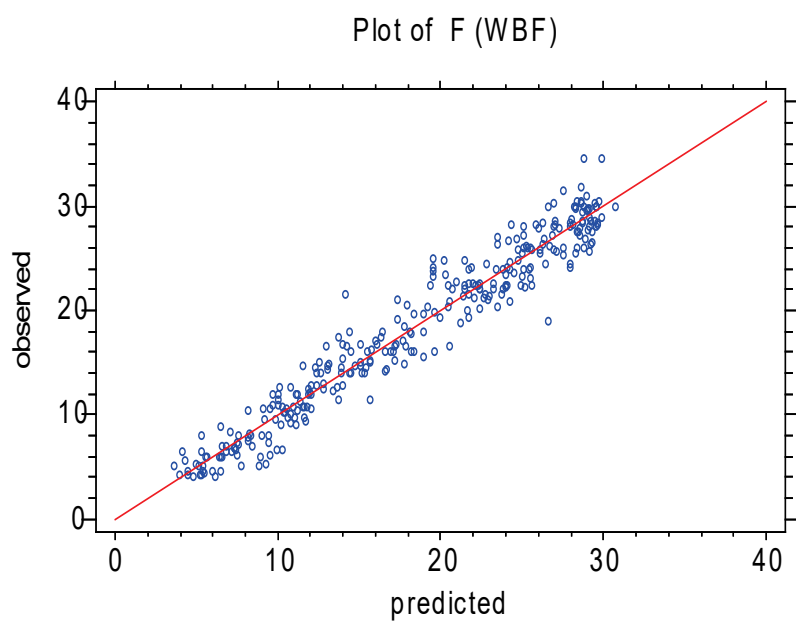
Σχήμα 74: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα χερσαίας απόθεσης (αδρόκοκκα)



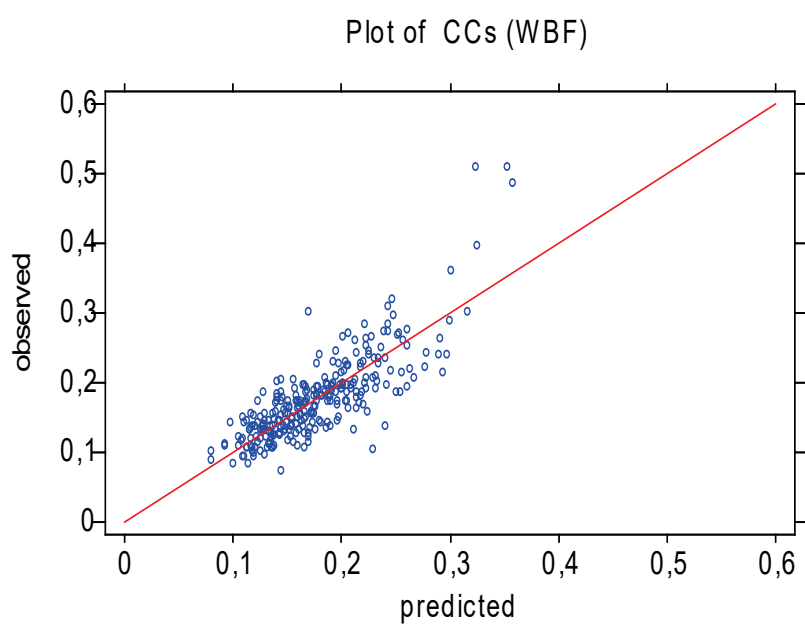
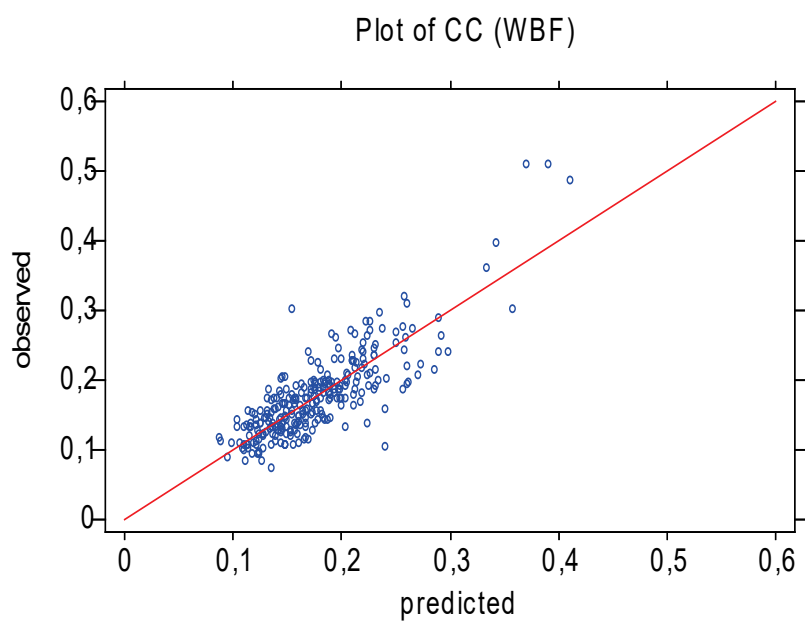
Σχήμα 75: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



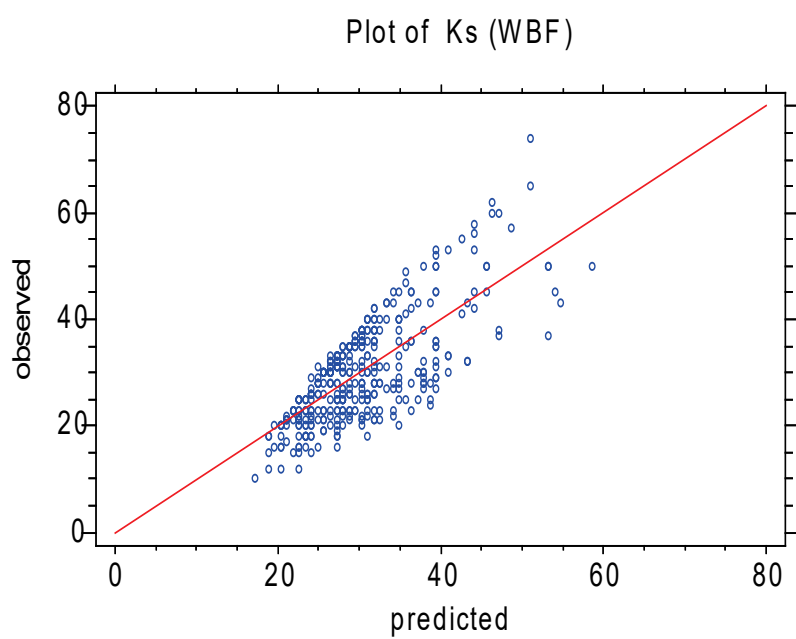
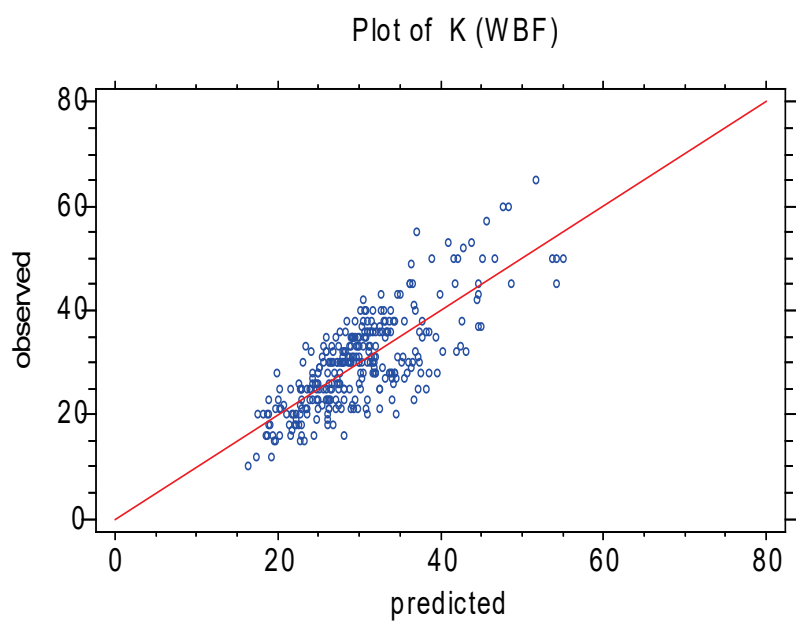
Σχήμα 76: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



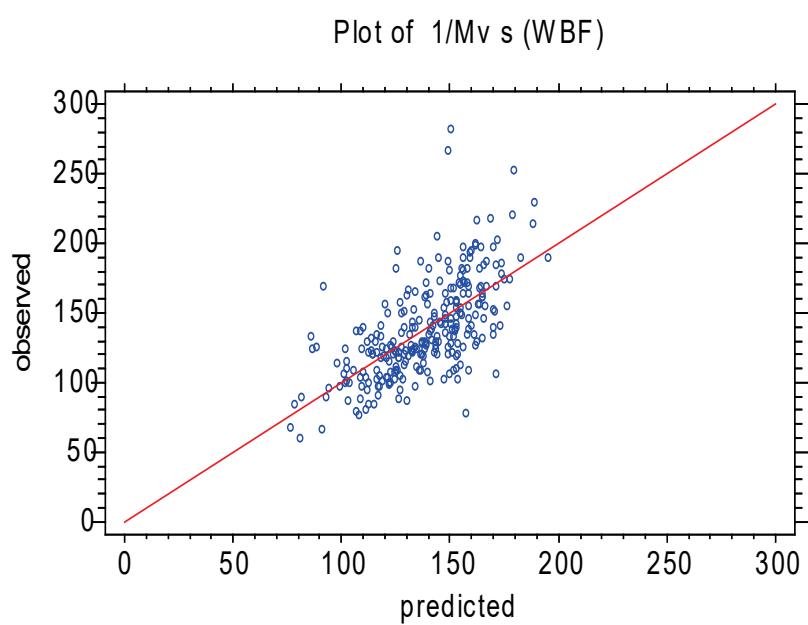
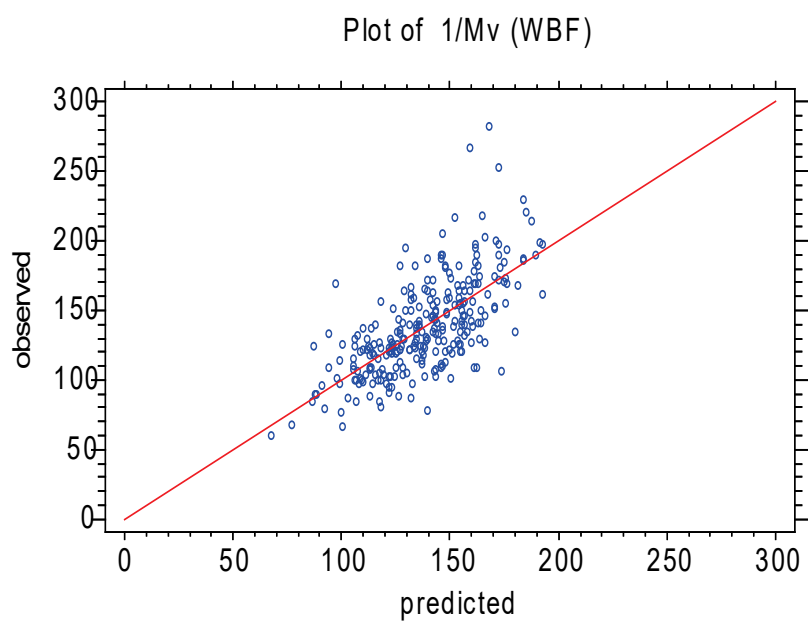
Σχήμα 77: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



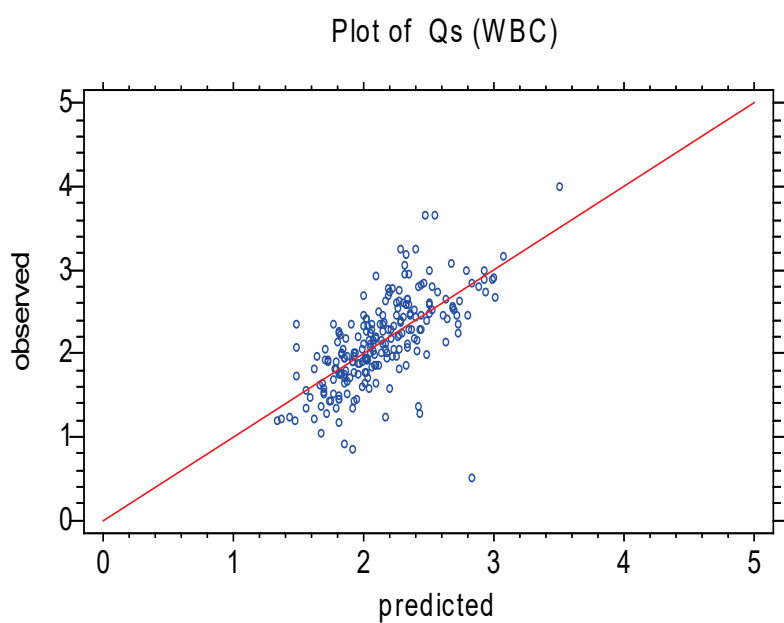
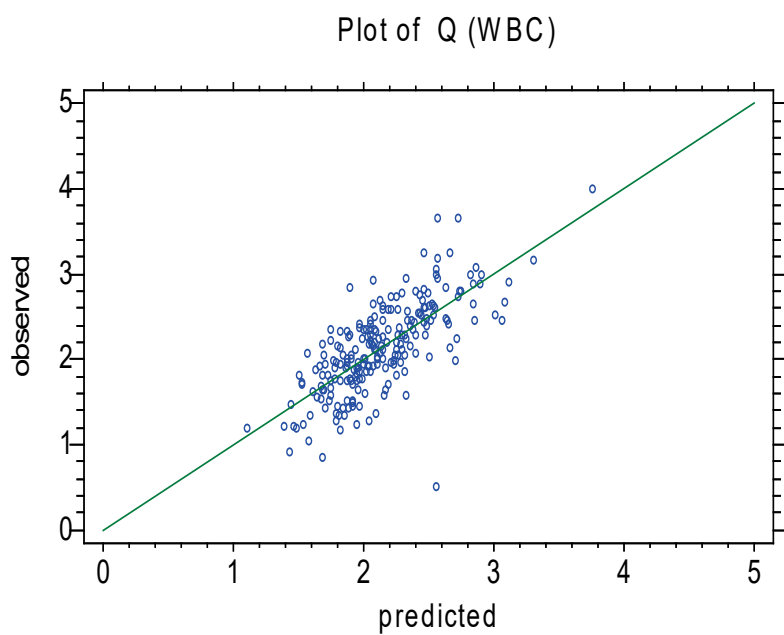
Σχήμα 78: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη συμπίεστικότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



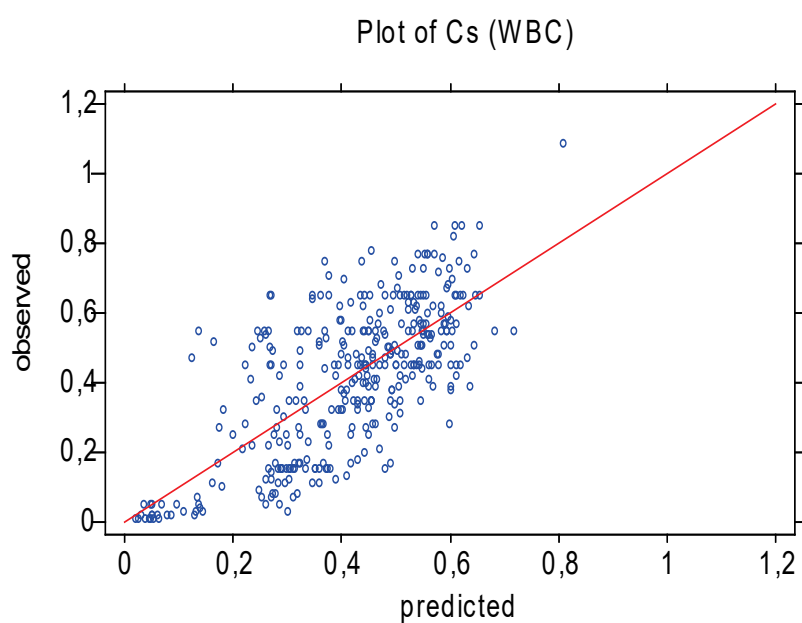
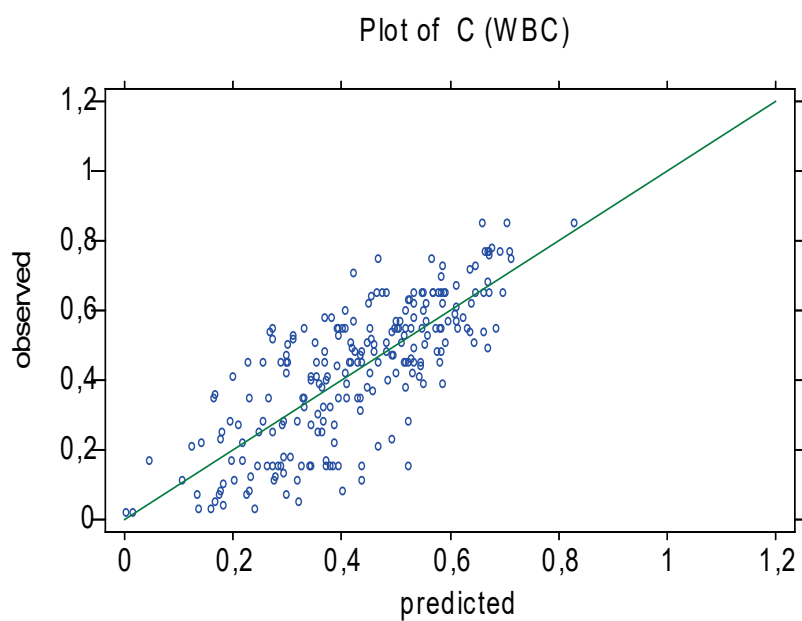
Σχήμα 79: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



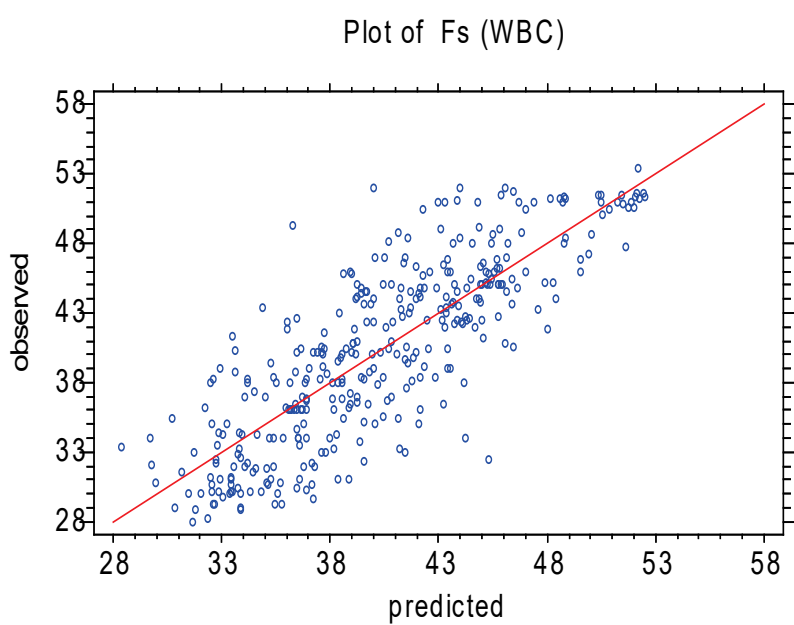
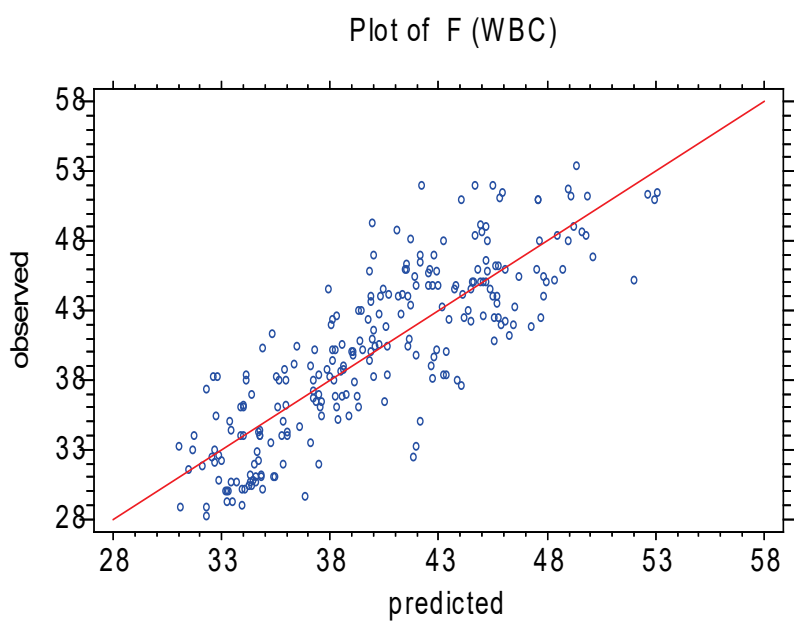
Σχήμα 80: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



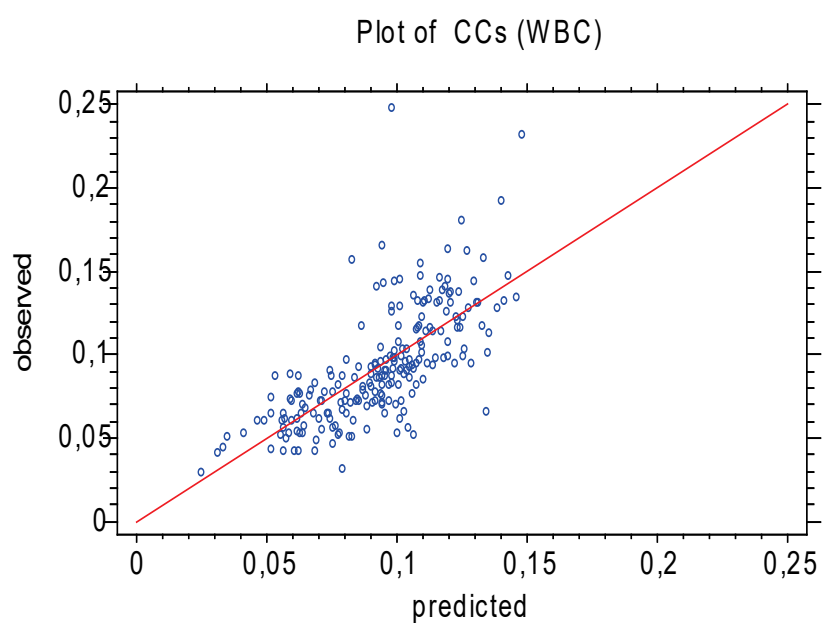
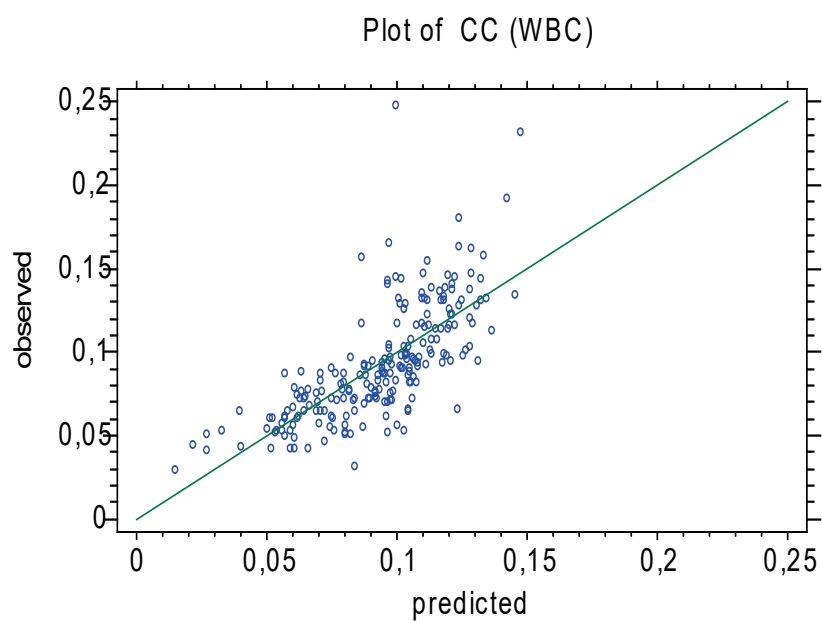
Σχήμα 81: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



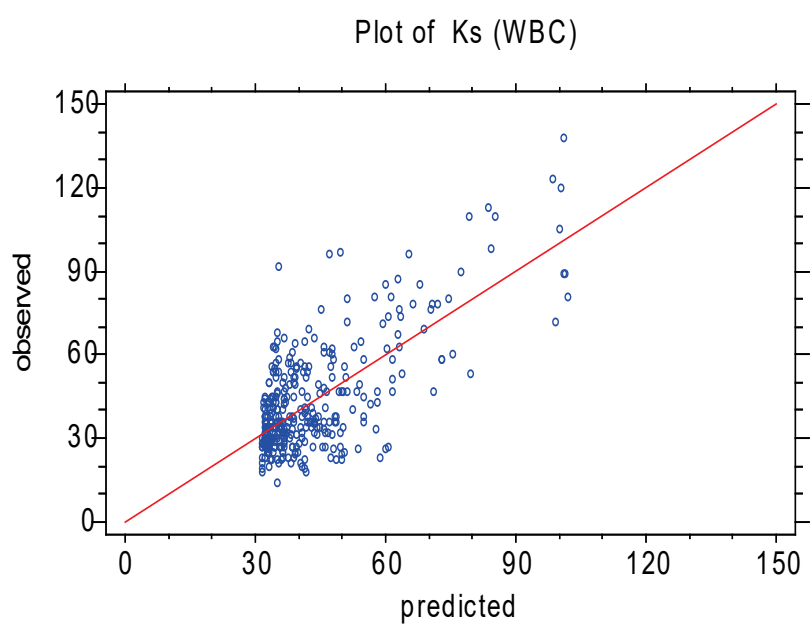
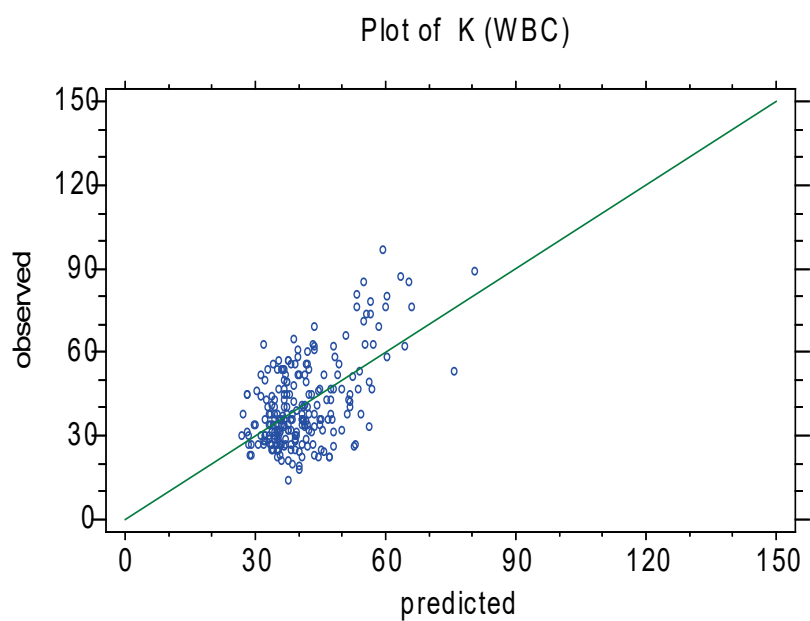
Σχήμα 82: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



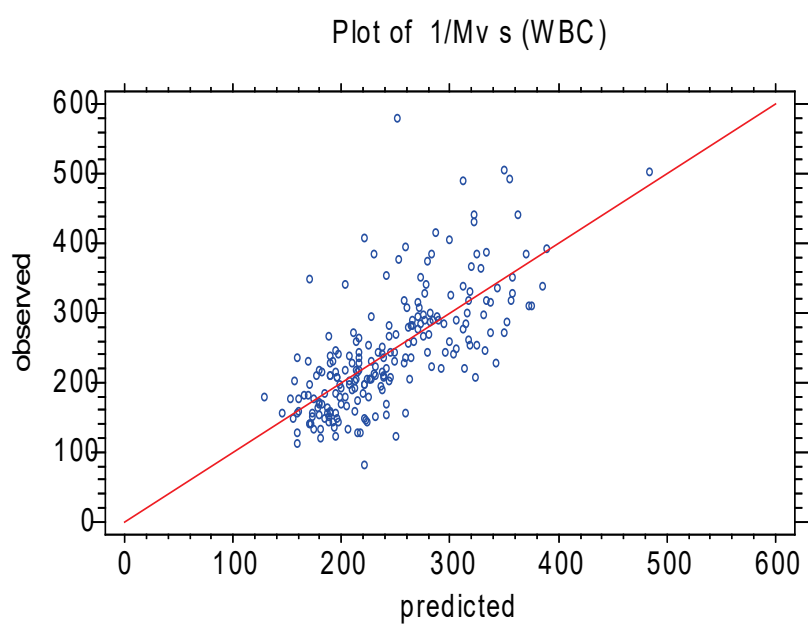
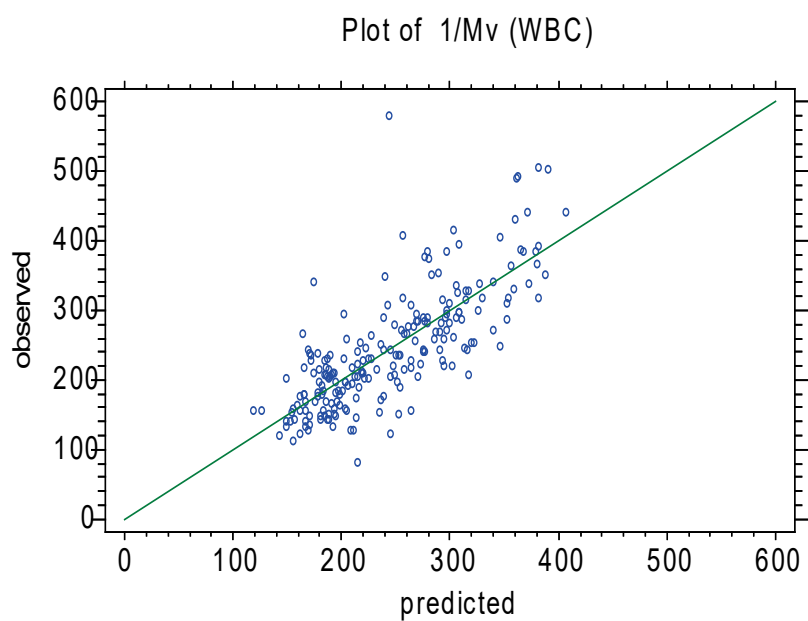
Σχήμα 83: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



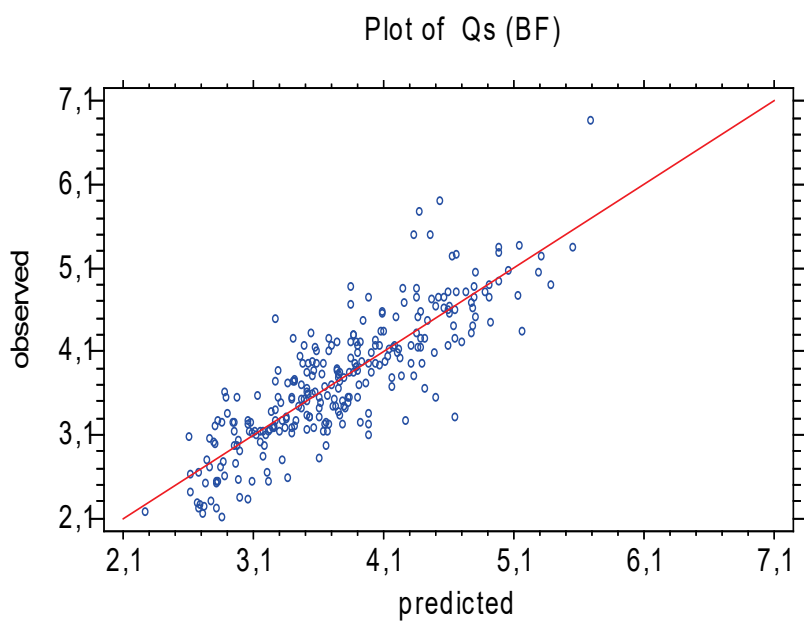
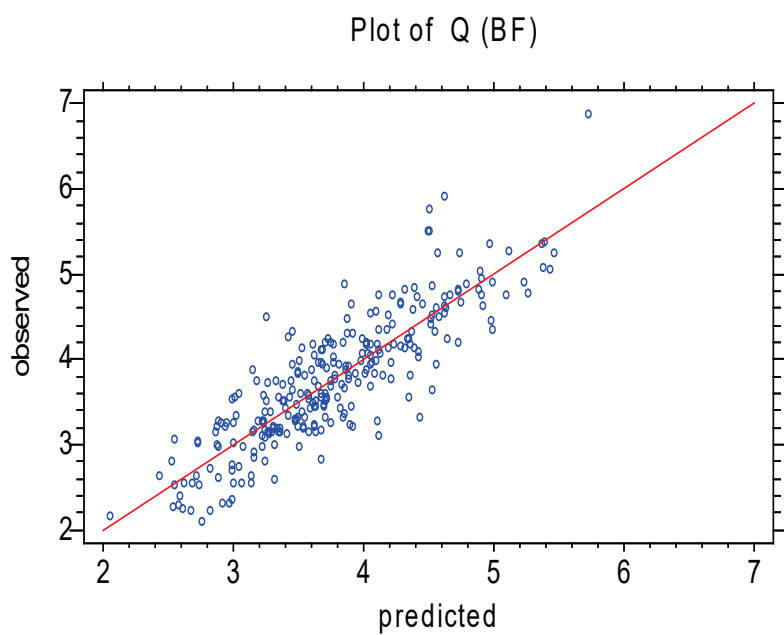
Σχήμα 84: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη συμπίεστικότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



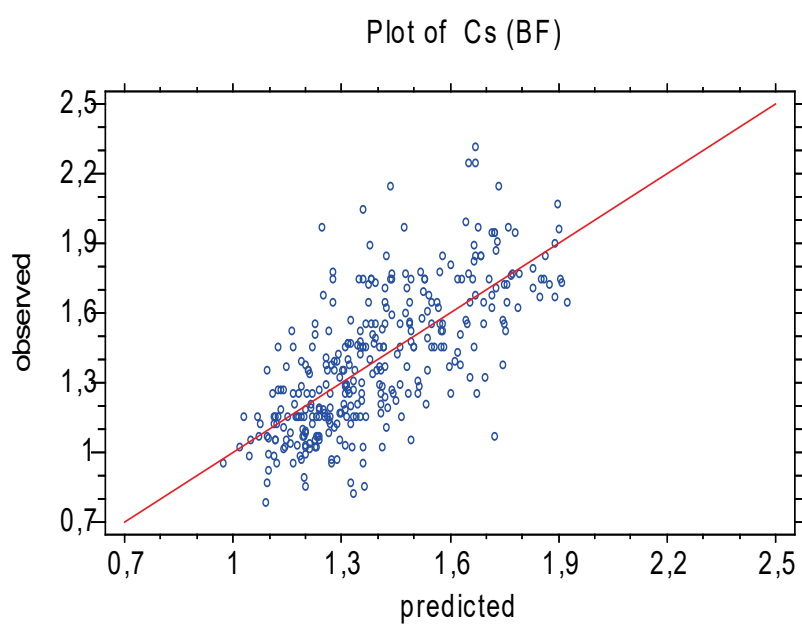
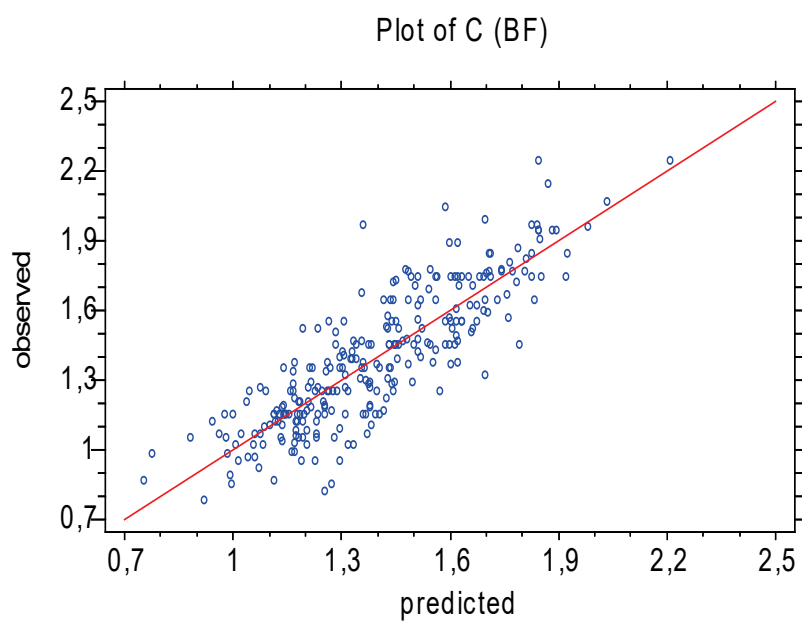
Σχήμα 85: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



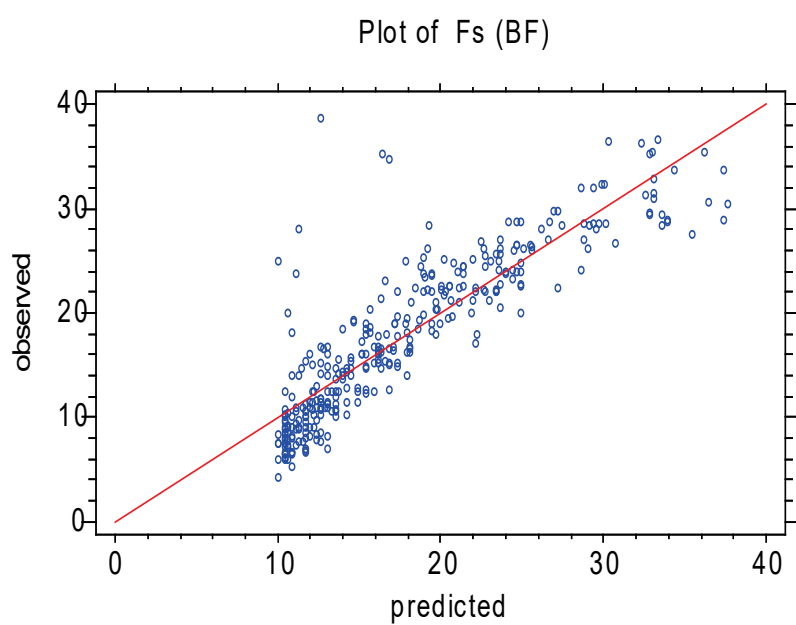
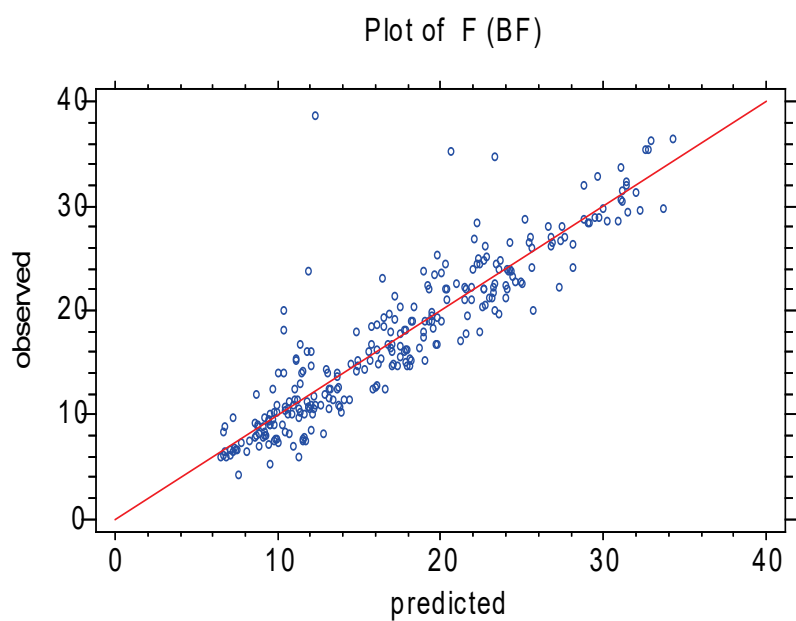
Σχήμα 86: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα αποσαθρωμένου υποβάθρου (αδρόκοκκα)



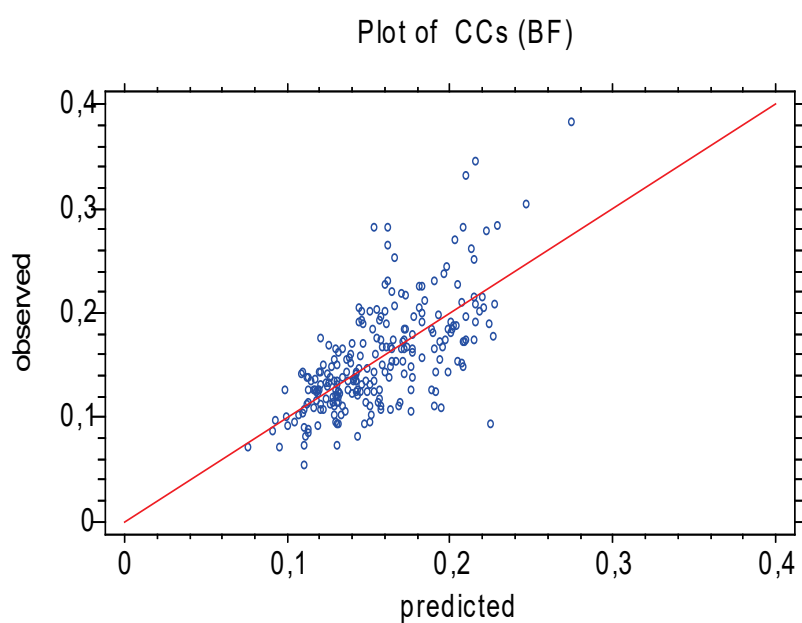
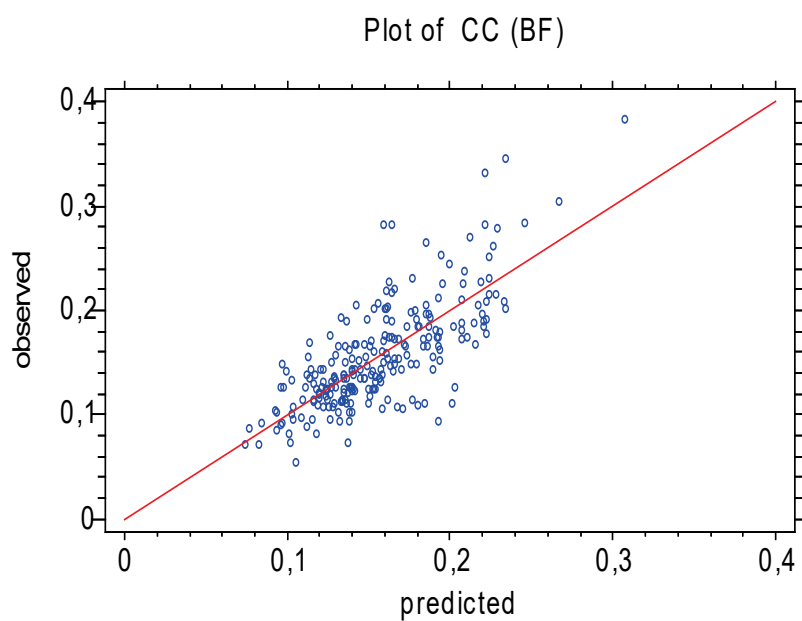
Σχήμα 87: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



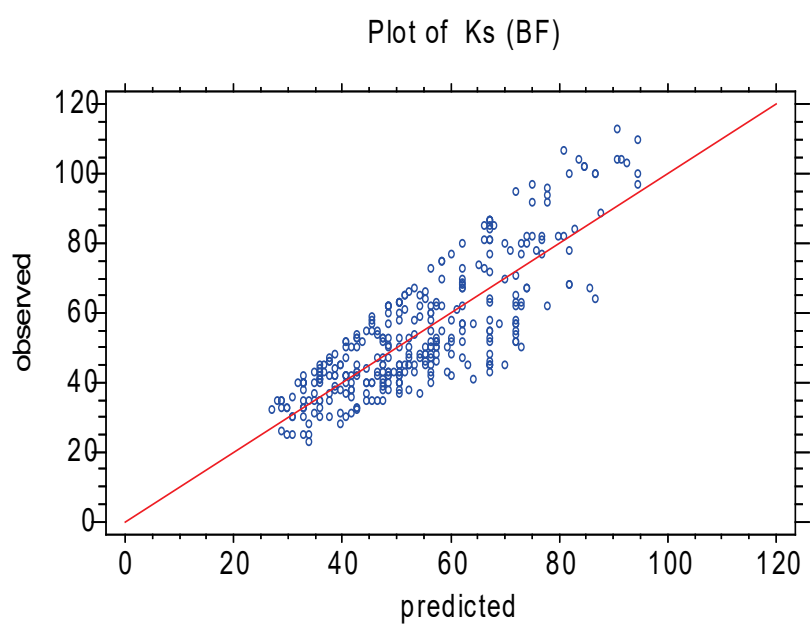
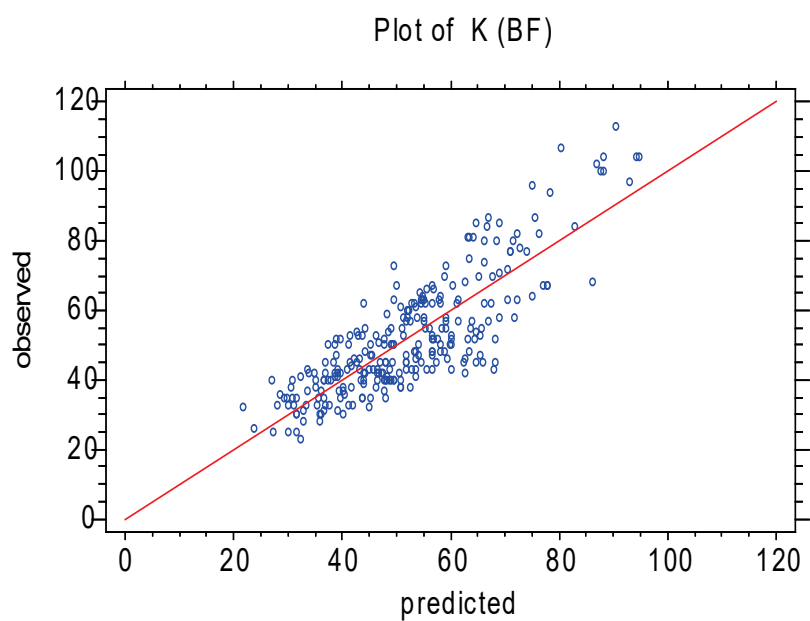
Σχήμα 88: Διαγράμματα συσχετισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



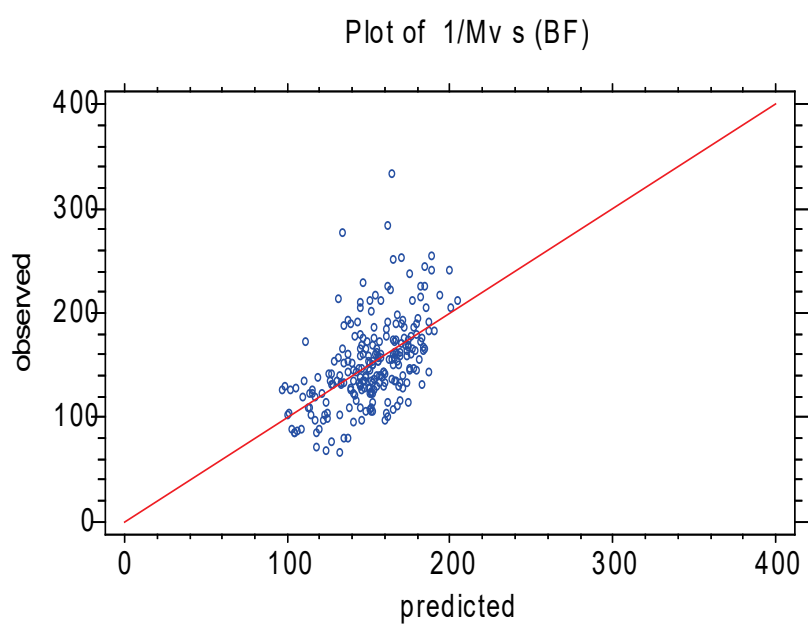
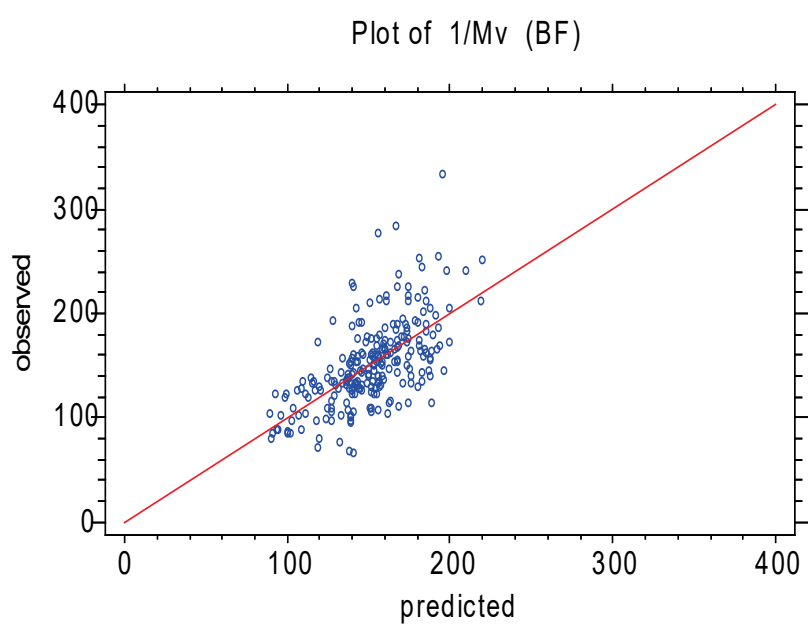
Σχήμα 89: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών γωνίας τριβής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



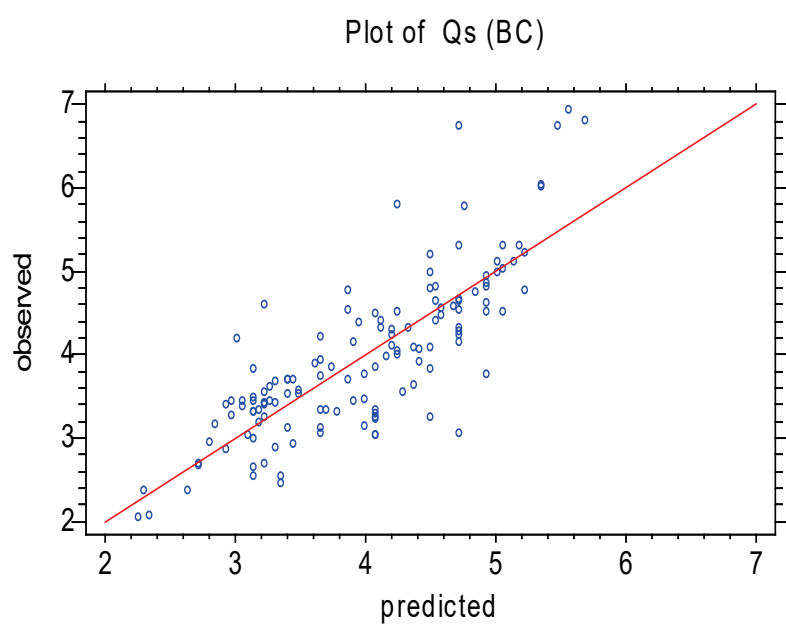
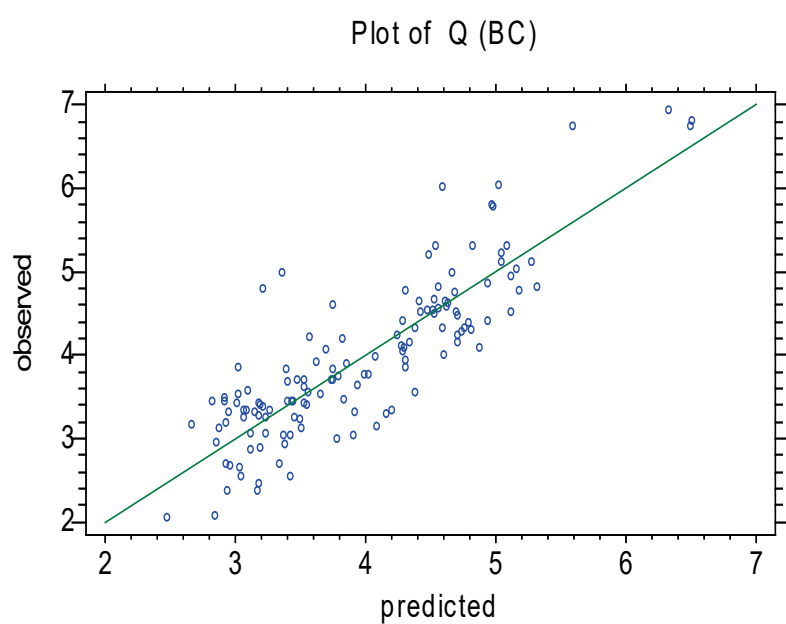
Σχήμα 90: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη συμπίεστικότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



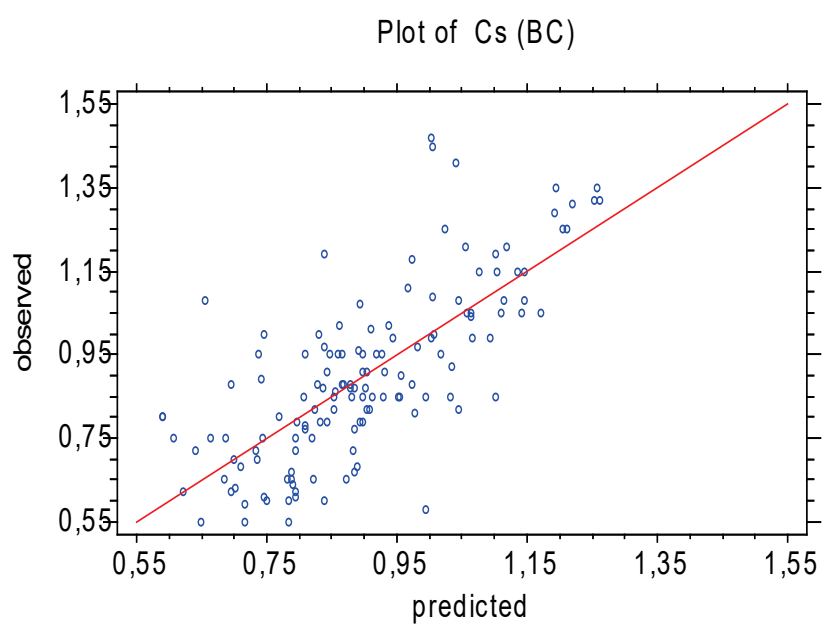
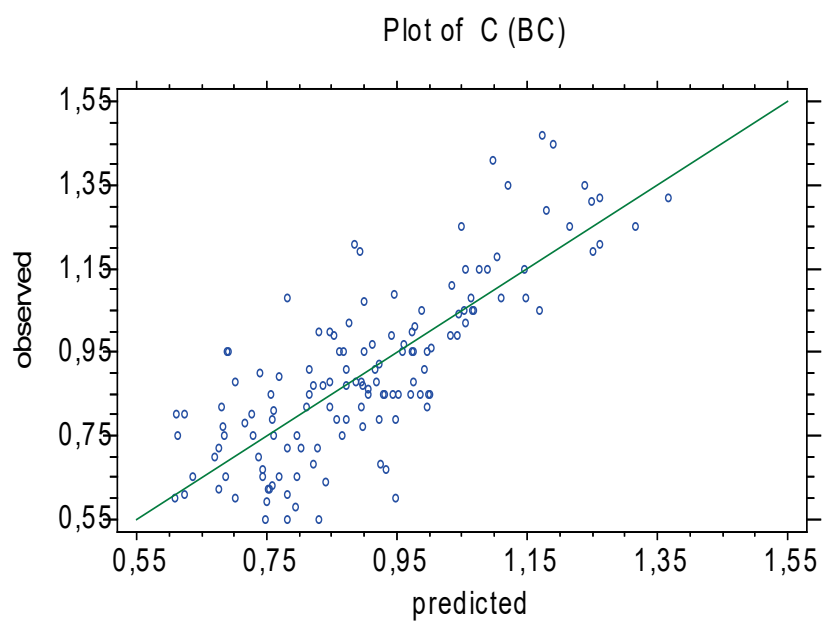
Σχήμα 91: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



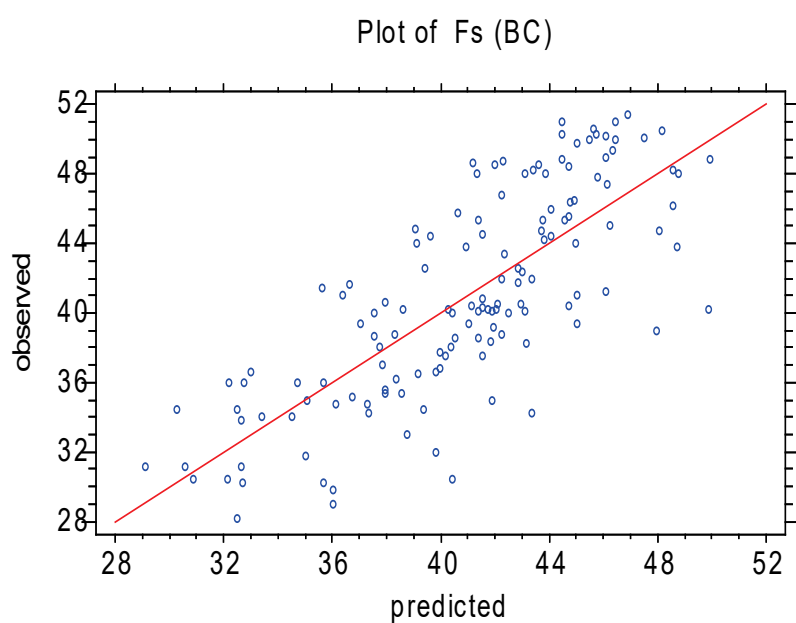
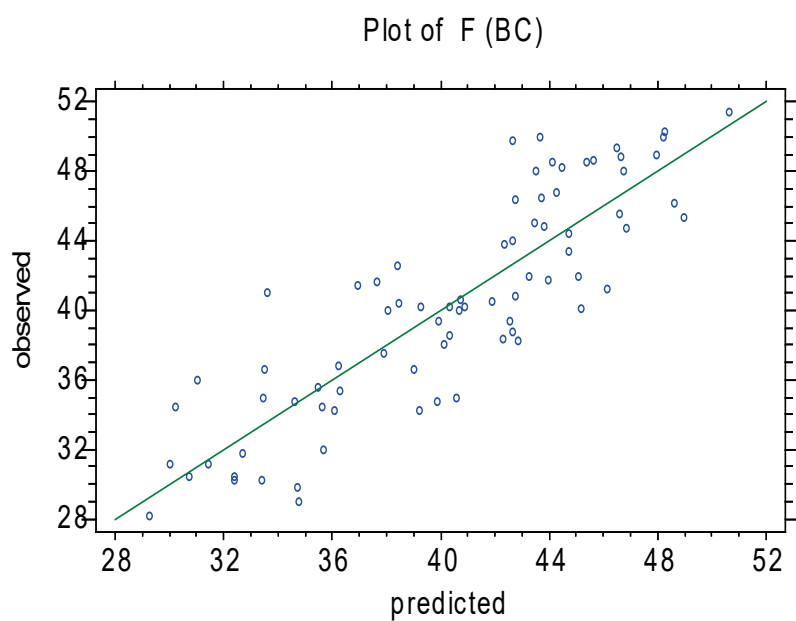
Σχήμα 92: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (λεπτόκοκκα)



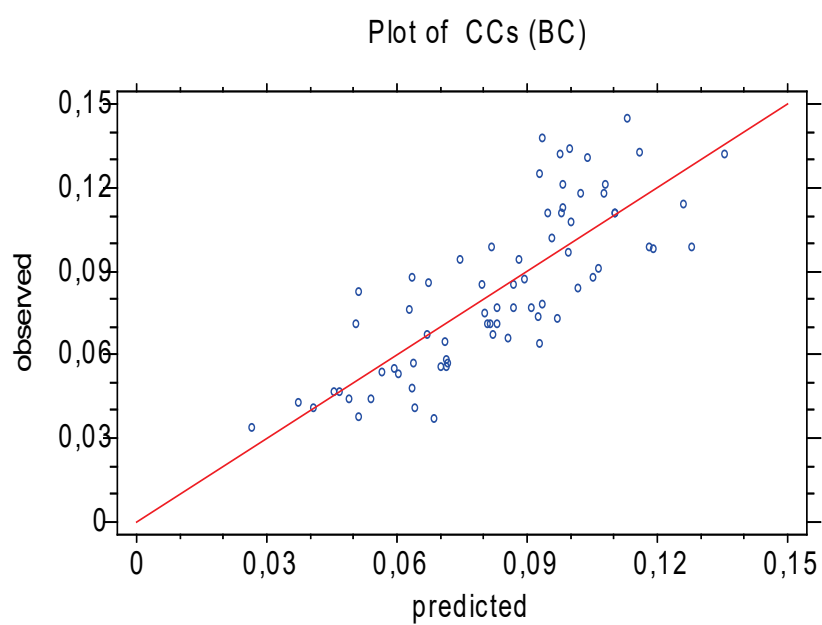
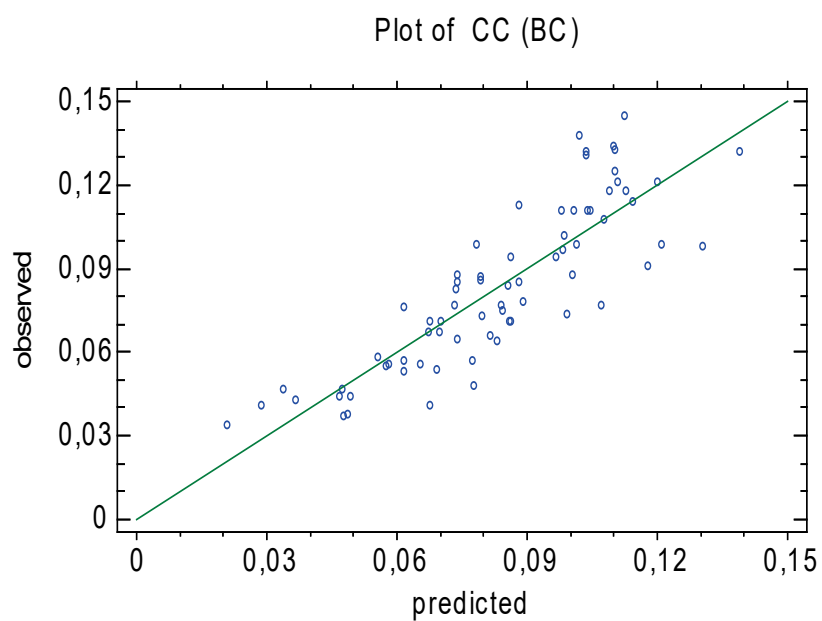
Σχήμα 93: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών αντοχής σε μοναξονική θλίψη, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)



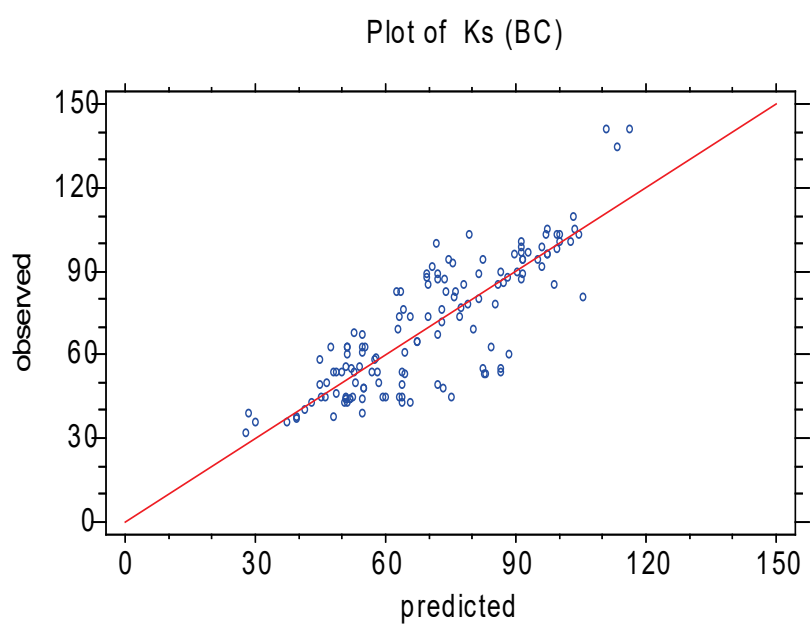
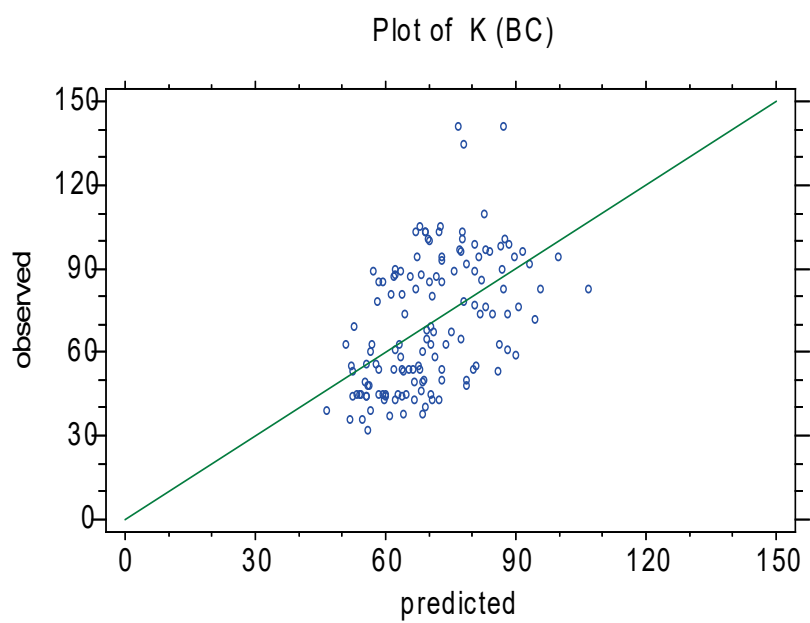
Σχήμα 94: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών συνοχής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)



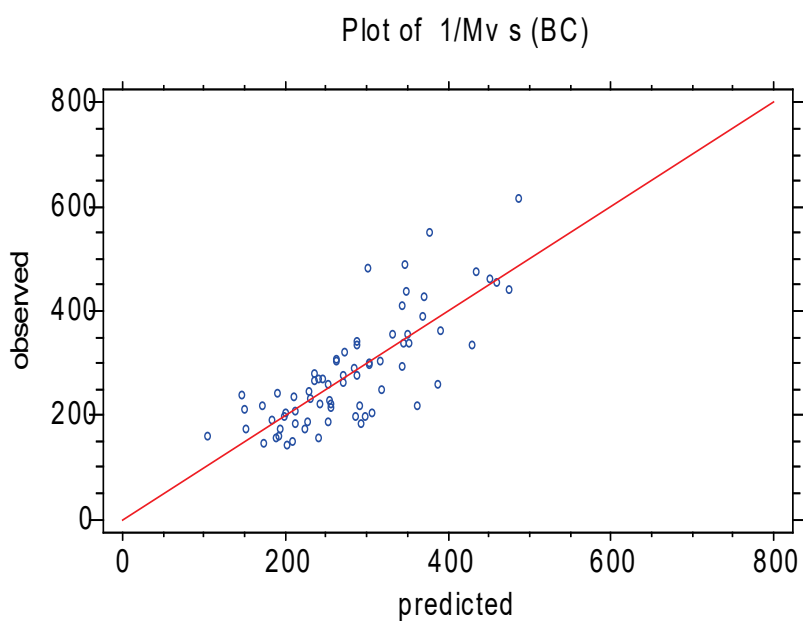
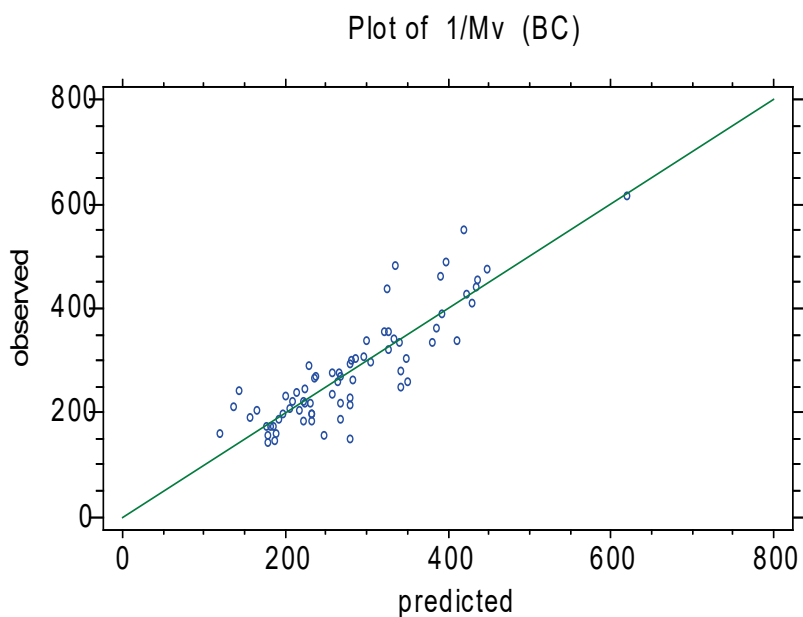
Σχήμα 95: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών γωνίας τριθής, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)



Σχήμα 96: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμούμενων τιμών δείκτη συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)



Σχήμα 97: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών δείκτη εδάφους, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)



Σχήμα 98: Διαγράμματα συσχέτισμού μετρούμενων και εκτιμώμενων τιμών μέτρου συμπίεστότητας, από την πλήρη (άνω) και απλοποιημένη (κάτω) σχέση εκτίμησης, για δείγματα υποβάθρου (αδρόκοκκα)

5.7.3 Σύγκριση των πολυπαραμετρικών σχέσεων, στην απλοποιημένη και σύνθετη (με τη συμμετοχή των συντελεστών C_u και C_g), μορφή τους

Αρχικά, πρέπει να διευκρινισθεί ότι η ένταξη των συντελεστών ομοιομορφίας και διαβάθμισης κόκκων, στις μεταβλητές των αναζητούμενων συναρτήσεων συσχέτισμού, έγινε λόγω του ότι, οι συντελεστές αυτοί χρησιμοποιούνται ευρύτατα σαν ταξινομικά δεδομένα και από τους μελετητές. Από τον έλεγχο των κυρίων συνιστωσών, προέκυψε ότι οι συντελεστές αυτοί σε λίγες περιπτώσεις δείχνουν ισχυρή τάση συσχέτισμού με τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς κυρίως στα

αδρόκοκκα εδαφικά υλικά.

Παρά ταύτα, η εισαγωγή τους στη διαδικασία εξαγωγής συναρτήσεων συσχετισμού, διαφοροποιεί την τελική μορφή της συνάρτησης, ακόμη και αν, στη τελική, προτεινόμενη μορφή, οι συντελεστές δεν συμμετέχουν.

Συνεπώς, παρίσταται η ανάγκη σύγκρισης των αντιστοιχών συναρτήσεων συσχετισμού, με και χωρίς τη συμμετοχή των παραμέτρων C_u και C_g , ως προς την αποτελεσματικότητά τους, στην πρόβλεψη τιμών παραμέτρων.

Η επιλογή μίας συνάρτησης συσχετισμού, από την μια ή την άλλη ομάδα μπορεί να γίνει με βάση τρία κριτήρια. Το πρώτο είναι αντιπροσωπευτικότητα της σχέσης.

Το δεύτερο είναι ο αριθμός των μεταβλητών, οι οποίες πρέπει να είναι γνωστές, προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση.

Το τρίτο είναι η απόκλιση την οποία παρουσιάζει το εξαγόμενο αποτέλεσμα συσχετισμού, σε σχέση με εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή, της αντίστοιχης παραμέτρου, σε δείγμα αναφοράς.

α] Σύγκριση ως προς την αντιπροσωπευτικότητα της συνάρτησης συσχετισμού

Με κριτήριο την αντιπροσωπευτικότητα, προκύπτει ότι οι σχέσεις που διαμορφώθηκαν με τη συμμετοχή των C_u και C_g εμφανίζουν, σε όλες τις ταξινομικές κατηγορίες δειγμάτων, υψηλότερη τιμή συντελεστή συσχέτισης, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου, ο συντελεστής συσχέτισης, είναι πολύ μικρός για να μπορεί αξιόπιστα, να προταθεί η χρησιμοποίηση της σχέσης.

Εντούτοις, πρέπει να παρατηρηθεί, ότι η βελτίωση, στην αντιπροσωπευτικότητα της σχέσης, είναι γενικά της τάξης του 10% ή λιγότερο.

β] Σύγκριση ως προς τον αριθμό των εμπλεκόμενων μεταβλητών

Είναι προφανές, από απλή εξέταση των συναρτήσεων, ότι αυτές που παρήχθησαν με τη συμμετοχή των παραμέτρων C_u και C_g είναι πιο πολύπλοκες και μακροσκελείς και απαιτούν τη γνώση τιμών, μέχρι και 7 ή 8 ανεξάρτητων μεταβλητών, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν.

Η πρώτη ομάδα, των απλούστερων σχέσεων, (χωρίς τη χρήση των C_u και C_g), χρησιμοποιεί, τρεις ή λιγότερες ανεξάρτητες μεταβλητές.

Τυπικά, ο μικρότερος αριθμός απαιτούμενων μεταβλητών, αποτελεί πλεονέκτημα, για προφανείς λόγους, όμως, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι και στη δεύτερη κατηγορία σχέσεων (με τη χρήση των C_u και C_g), οι μεταβλητές αφορούν φυσικές ή ταξινομικές ιδιότητες, για τις οποίες πάντοτε εκτελούνται εργαστηριακές δοκιμές ή οι οποίες υπολογίζονται βάσει, εργαστηριακών δοκιμών που σχεδόν πάντοτε εκτελούνται, για όλα τα δείγματα ή, στην χειρότερη περίπτωση μπορούν να θεωρηθούν με βάση βιβλιογραφικά δεδομένα ή τη χρήση κάποιας αξιόπιστης μεθόδου εκτίμησης.

γ] Ακρίβεια του αποτελέσματος σε σχέση με τις τιμές αναφοράς

Παρατηρείται εν γένει, ότι οι διαφορές τιμών που προκύπτουν από τη χρήση της απλουστευμένης και της πλέον σύνθετης σχέσης, είναι γενικά ελάχιστες και προσεγγίζουν ικανοποιητικά τις τιμές που προέκυψαν από τον εργαστηριακό έλεγχο. Αναλόγως της περίπτωσης, η μια ή η άλλη κατηγορία σχέσεων μπορεί να δώσει ελαφρώς καλύτερα αποτελέσματα, αλλά σε καμία περίπτωση η καλύτερη προσέγγιση δεν βελτιώνει πάνω από 5% την εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή.

Στις περιπτώσεις που εμφανίζεται σημαντική απόκλιση από την εργαστηριακή τιμή, αυτό συμβαίνει και στις δύο κατηγορίες σχέσεων.

Συνεπώς, η επιλογή, ως προς αυτή την παράμετρο σύγκρισης, επαφίεται στην κρίση του χρήστη.

Συνολικά οι αξιολογούμενοι παράγοντες που προαναφέρθηκαν, οδηγούν στην πρόταση, να χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις με τον μεγαλύτερο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών, εφόσον διατίθενται τιμές για τις μεταβλητές αυτές.

5.8 Προτεινόμενες σχέσεων συσχετισμού

Στα επόμενα παρουσιάζονται οι σχέσεις συσχετισμού, για τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς, (οι οποίες στην προηγούμενη παράγραφο εξετάστηκαν στη τυπικά μαθηματική τους μορφή, όπως προέκυψε από τη διαδικασία συσχετισμού), σε ελαφρώς τροποποιημένη μορφή, η οποία αποτελεί και την μορφή στην οποία προτείνεται να χρησιμοποιούνται στην πρακτική εφαρμογή τους.

Τα κριτήρια, σύμφωνα με τα οποία έγινε αυτή η διαμόρφωση, των θεωρητικών σχέσεων, σε χρηστικές, ήταν, κατά σειρά σπουδαιότητας, τα εξής:

1. Να μην αλλοιώνεται η βασική αλγεβρική δομή της σχέσης που συνδέει την εκάστοτε εξαρτημένη μεταβλητή με την ανεξάρτητη.
2. Οι στρογγυλοποιήσεις συντελεστών, εκθετών και σταθερών όρων στις συναρτήσεις, να οδηγούν σε αποτέλεσμα το οποίο να είναι συντηρητικότερο κατά την πρακτική εφαρμογή της τιμής που προκύπτει από τη σχέση, συγκρινόμενο με το αποτέλεσμα που δίνει η αυστηρά διατυπωμένη μαθηματική σχέση, αλλά όχι σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% της «θεωρητικής» τιμής.
3. Η μορφή της σχέσης, όπως προτείνεται για την εφαρμογή της, να είναι εύχρηστη

5.8.1 Προτεινόμενες σχέσεις μιας ανεξάρτητης μεταβλητής για την εκτίμηση παραμέτρων αντοχής

5.8.1.1 Εδάφη που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον

A] Λεπτόκοκκα εδάφη (Άνω του 50% διέρχεται από το κόσκινο #200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού: $q=0,155(N'_{60})^{0,9}$, όπου q η αντοχή σε μοναξονική θλίψη και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της q παρέχεται σε kp/cm^2 .

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=15,500(N'_{60})^{0,9}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση: $c=0,09(N'_{60})^{0,7}$ όπου c η συνοχή του υλικού και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της c παρέχεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c=9,00(N'_{60})^{0,7}$. Το αποτέλεσμα εκτιμάται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Προτείνεται η σχέση: $\phi=33(c/f)^{0,55}$ όπου ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος των περιεχομένων αδρόκοκκων συστατικών προς τα περιεχόμενα λεπτόκοκκα συστατικά του υλικού.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Προτείνεται η σχέση $C_c=0,07e^{1,25e_0}$ όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και e_0 ο λόγος κενών. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση $C_c=0,092e^{0,025(W\%)}$ όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και $W\%$ η φυσική υγρασία του υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση $k=30 \cdot \frac{1}{e^{0,95e_0}}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και e_0 λόγος κενών του εδαφικού υλικού. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστικότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται η σχέση $1/M_v = 270 \cdot \frac{1}{e^{0,022(LL)}}$ όπου $1/M_v$ το μέτρο συμπίεστικότητας και LL το όριο υδαρότητας του δείγματος. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v = 27 \cdot \frac{1}{e^{0,022(LL)}}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

B] **Αδρόκοκκα εδάφη** (Άνω του 50% συγκρατείται από το κόσκινο #200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση $q = 0,3(N'_{60})^{0,52}$ όπου q η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη, N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q = 30,00(N'_{60})^{0,52}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση $c = 0,375 \cdot \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,675}}$ όπου c η συνοχή του υλικού και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών. Η τιμή της δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c = 37,50 \cdot \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,675}}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Προτείνονται δύο σχέσεις: $\phi = 4,82 \ln(c/f) + 33,2$ όπου ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση $\phi = 46,5 \cdot \frac{1}{e^{0,01(silt\%)}}$ όπου ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής και $(silt\%)$ το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος (κόκκοι μικρότεροι των 5 μ m) του υλικού. Η τιμή της ϕ δίνεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Προτείνονται δύο σχέσεις $C_c = 1,3e_0^{0,75}$ (1) όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και e_0 λόγος κενών και $C_c = 0,12 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,24}}$ (2) όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση $k = 77 \frac{1}{e^{2,1(e_0)}}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και e_0 λόγος κενών του εδαφικού υλικού. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστικότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται η σχέση $1/M_v = 53,24 \ln(c/f) + 186$ όπου $1/M_v$ το μέτρο συμπίεστικότητας και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v = 5,324 \ln(c/f) + 18,61$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

5.8.1.2 Εδάφη αποτεθέντα σε χερσαίο περιβάλλον

A] Λεπτόκοκκα εδάφη (Άνω του 50% διέρχεται από το κόσκινο Νο200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q=0,154(N'_{60})^{0,91}$ όπου q η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της q δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=15,40(N'_{60})^{0,91}$ Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $c=0,58 \ln(N'_{60})-0,88$ όπου c η συνοχή του υλικού και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c=58,00 \ln(N'_{60})-88,00$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Προτείνονται δύο σχέσεις υπολογισμού $\phi=33(c/f)^{0,5}$ (1) όπου ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής του υλικού και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών, και η $\phi=56,6(c/f)+5-35(c/f)^2+5$ (2) όπου, ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού. Η σχέση (1) προτείνεται για τιμές του λόγου c/f στην περιοχή $0,05 \leq c/f \leq 0,6$. Η σχέση (2) για τιμές του c/f στην περιοχή $0,60 \leq c/f \leq 0,98$. Η γωνία εσωτερικής τριβής δίνεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $C_c=0,252(e_0)^{0,92}$

όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και e_0 λόγος κενών του εδαφικού υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $k = 14,74 \frac{1}{e_0^{1,14}}$ όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και e_0 λόγος κενών. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $1/M_v = 216 \frac{1}{e^{0,014(LL)}}$ όπου $1/M_v$ το μέτρο συμπίεστότητας και LL το όριο υδαρότητας του υλικού. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v = 21,60 \frac{1}{e^{0,014(LL)}}$ Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

B] Αδρόκοκκα εδάφη (Άνω του 50% του υλικού συγκρατείται από το κόσκινο Νο200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q=0,0015(N'_{60})^2-0,022(N'_{60})+1,207$ όπου q η αντοχή σε μοναξονική θλίψη και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της q δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=0,15(N'_{60})^2-2,20(N'_{60})+120,70$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $c = 0,47 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,88}}$ όπου c η συνοχή του υλικού και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών. Η τιμή της c δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται $47,00 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,88}}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $Cc = 0,125 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,40}}$ όπου Cc ο δείκτης στερεοποίησης και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού.

4) Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Προτείνεται η σχέση $\phi = 5,88 \ln(c/f) + 34,5$ όπου φ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού. Η τιμή παρέχεται σε μοίρες.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $k = 1,64(N)^{0,93}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστικότητας (Mv)

Προτείνεται η σχέση $1/Mv = 100 \ln(c/f) + 160$ όπου 1/Mv το μέτρο συμπίεστικότητας και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $\frac{1}{Mv} = 10,00 \ln\left(\frac{c}{f}\right) + 16,00$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

5.8.1.3 Εδάφη προερχόμενα από αποσαθρωμένους σχηματισμούς

A) Λεπτόκοκκα εδάφη (Άνω του 50% διέρχεται από το κόσκινο Νο200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q = 0,222(N'_{60})^{0,8}$ όπου q η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της q δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q = 22,2(N'_{60})^{0,8}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $c = 0,133(N'_{60})^{0,62}$ όπου c η συνοχή του υλικού και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της c δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c = 13,30(N'_{60})^{0,62}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού, $\phi = 34,75(c/f)^{0,52}$ (1) όπου φ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών. Συνιστάται η χρήση της σχέσης για τιμές του c/f $\geq 0,6$. Η τιμή της γωνίας εσωτερικής τριβής παρέχεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Προτείνεται η χρήση της σχέσης $Cc = 0,206(e_0)^2 - 0,085(e_0) + 0,13$ όπου Cc ο δείκτης

στερεοποίησης και e_0 λόγος κενών του εδαφικού υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η χρήση της σχέσης $k=2,58N^{0,735}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται ο τύπος υπολογισμού $1/M_v=970 \frac{1}{(LL)^{0,55}}$ όπου $1/M_v$ το μέτρο συμπίεστότητας και LL το όριο υδαρότητας του υλικού. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v=97,00 \frac{1}{(LL)^{0,55}}$ Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

B] **Αδρόκοκκα εδάφη** (Άνω του 50% συγκρατείται από το κόσκινο Νο200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q=1,05 \ln N_{60}-1,05$ όπου, q η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²** Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=1,05 \ln N_{60}-1,05$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $c = 0,71 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,63}}$ όπου c η συνοχή και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c = 71,00 \frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,63}}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Προτείνεται η σχέση $\phi=48 \frac{1}{e^{0,0119(silt\%)}}$ όπου ϕ η γωνία εσωτερικής τριβής και $silt\%$ το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος (κόκκοι μικρότεροι των 5μm) του υλικού. Η τιμή της γωνίας εσωτερικής τριβής παρέχεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $C_c=0,046e^{0,028(LL)}$ όπου C_c ο δείκτης στερεοποίησης και LL το όριο υδαρότητας του υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $k=0,0067(grav\%)^{2+0,0069(grav\%)+35,08}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και $(grav\%)$ το ποσοστό των περιεχομένων χαλίκων του δείγματος. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $1/M_v = 427,5 \frac{1}{e^{0,026(LL)}}$ όπου $1/M_v$ το μέτρο συμπίεστότητας και LL το όριο υδαρότητας του υλικού. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v = 42,75 \frac{1}{e^{0,026(LL)}}$ Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

5.8.1.4 Σχηματισμοί υποβάθρου

A] **Λεπτόκοκκα εδάφη** (Άνω του 50% διέρχεται από το κόσκινο Νο200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q=0,375(N)^{0,58}$ όπου σ η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή της σ δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=37,5(N)^{0,58}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $c=0.239(N)^{0,447}$ όπου N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT και C η συνοχή του υλικού. Η τιμή της συνοχής δίνεται σε **kp/cm²**.

Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c=23,90(N)^{0,447}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Προτείνεται ο τύπος υπολογισμού $\phi=33,52(c/f)^{0,418}$ όπου φ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό των περιεχομένων λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού. Η τιμή της γωνίας δίνεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Προτείνεται η σχέση $Cc=0,0135(LL)^{0,65}$ όπου Cc ο δείκτης στερεοποίησης και LL το όριο υδαρότητας του υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $k=0,0067(N)^2+0,208(N)+23,68$ όπου k ο δείκτης εδάφους και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστικότητας (1/Mv)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $1/Mv=992\frac{1}{(LL)^{0,52}}$ όπου 1/Mv το μέτρο συμπίεστικότητας και LL το όριο υδαρότητας του υλικού. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²** Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/Mv=99,20\frac{1}{(LL)^{0,52}}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

B] **Αδρόκοκκα Εδάφη** (Άνω του 50% συγκρατείται από το κόσκινο #200)

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $q=0,0004(N)^2+2,82-0,0125(N)$ όπου σ η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή της σ δίνεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $q=0,04(N)^2+282,00-1,25(N)$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

2) Συνοχή (c)

Προτείνεται η σχέση $c=0,52+0,01(N'_{60})$ όπου c η συνοχή του υλικού και N'_{60} ο διορθωμένος αριθμός κρούσεων της δοκιμής SPT. Η τιμή της c παρέχεται σε **kp/cm²**. Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $c=52,00+N'_{60}$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **kPa**.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $\phi=35,94(c/f)^{0,135}$ ή εναλλακτικά, η $\phi=50,72(e)^{0,01(ιλύς\%)}$ όπου φ η γωνία εσωτερικής τριβής και c/f ο λόγος του ποσοστού των αδρόκοκκων προς το ποσοστό των περιεχομένων λεπτοκόκκων συστατικών του υλικού και silt% το ποσοστό της περιεχομένης ιλύος. Η τιμή της γωνίας δίνεται σε **μοίρες**.

4) Δείκτης στερεοποίησης (Cc)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού $Cc = 0,171\frac{1}{e^{0,012N}}$ όπου Cc ο δείκτης στερεοποίησης και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού: $k = 23,50(e)^{0,015(N)}$ όπου k ο δείκτης εδάφους και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **MN/m³**.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Προτείνεται η σχέση υπολογισμού: $1/M_v = 3,58N + 43,16$ όπου k ο δείκτης εδάφους και N ο αριθμός κρούσεων πεδίου της δοκιμής SPT. Η τιμή δίνεται σε **kp/cm²** Για χρήση μονάδων SI, η σχέση γίνεται: $1/M_v = 358,00(N) + 4316,00$. Το αποτέλεσμα παρέχεται σε **MPa**.

5.8.2 Προτεινόμενες σχέσεις πολλών μεταβλητών για την εκτίμηση παραμέτρων αντοχής

Εάν ο χρήστης κρίνει ότι έχει επαρκή αριθμό δεδομένων και προτιμήσει να χρησιμοποιήσει, μια ή περισσότερες, από τις σχέσεις οι οποίες περιέχουν πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές, παρέχεται εδώ, με την ίδια λογική που περιγράφηκε και για τις σχέσεις μίας μεταβλητής, μια σειρά σχέσεων υπολογισμού των μηχανικών παραμέτρων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχέσεις αυτές, προκύπτουν με τη χρήση των συντελεστών C_u και C_g , (με εξαίρεση τη σχέση εκτίμησης του Δείκτη Εδάφους σε αδρόκοκκα υλικά αποσαθρωμένου υποβάθρου), επειδή, όπως εξετάθη στα προηγούμενα, δίνουν υψηλότερες τιμές συντελεστή συσχέτισης.

Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι, πολλές από τις προτεινόμενες σχέσεις, χρησιμοποιούν ως μεταβλητή την τιμή του αριθμού κρούσεων της δοκιμής SPT, η οποία μπορεί να μην είναι πάντοτε διαθέσιμη. Στην περίπτωση αυτή παρέχεται πάντοτε η δυνατότητα χρησιμοποίησης κάποιας πολυπαραμετρικής σχέσης απλούστερης μορφής.

Στις σχέσεις που δίδονται παρακάτω, η πρώτη σχέση δίνει το αποτέλεσμα με τη χρήση μονάδων του τεχνικού συστήματος (meter, kilorpond, second) και η δεύτερη σχέση σε μονάδες του SI. Σύμφωνα με τα ανωτέρω, οι τιμές της αντοχής σε ανεμπόδιση θλίψη και της συνοχής δίδονται σε **kp/cm² με τη χρήση του πρώτου τύπου** και σε **kPa με τη χρήση του δεύτερου**.

Αντίστοιχα, η τιμή της γωνίας τριβής δίνεται σε μοίρες, αλλά τυχόν βάρη εδαφών ή κόκκων εισάγονται σε **t/m³ στην πρώτη σχέση και σε kN/m³, στη δεύτερη**. Το ίδιο ισχύει και για τις σχέσεις υπολογισμού του δείκτη συμπίεστότητας, του δείκτη εδάφους και του μέτρου συμπίεστότητας. Οι τιμές του Δείκτη Εδάφους δίνονται **πάντοτε σε MN/m³**. Οι τιμές του Μέτρου Συμπίεστότητας δίνονται σε **kp/cm², από τον πρώτο τύπο και σε MPa, από τον δεύτερο**.

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

$$\begin{aligned}
 q &= 0,355 + 0,106N'_{60} - 0,165e_0 - 0,152(c/f) \\
 & \quad Q = 35,5 + 10,60N'_{60} - 16,50e_0 - 13,20(c/f) \\
 c &= -0,270 + 0,036 N'_{60} - 0,074e_0 - 0,008\text{gravel}\% - 0,008\text{sand}\% + 0,150(c/f) \\
 c &= 27,00 + 3,60 N'_{60} - 7,40e_0 - 0,80\text{gravel}\% - 0,80\text{sand}\% + 15,00(c/f) \\
 \phi &= 5,936 + 0,947\text{gravel}\% + 0,914\text{sand}\% - 2,966e_0 - 21,262(c/f) \\
 & \quad 0,619W_w + 0,800E_0 + 0,004LL + 0,128(c/f) - 0,009W\% - 0,004\text{gravel}\% - 0,0034\text{sand}\% - 1,478 \\
 C_c &= C_c = 0,000648W_w + 0,00327LL + 0,2363e_0 + 0,1716(c/f) - 0,000919W\% - 0,004505\text{gravel}\% - \\
 & \quad 0,00419\text{sand}\% - 0,052844 \\
 k &= 1,656 N'_{60} + 0,077C_g - 0,409 \\
 1/M_v &= 192,069 + 2,132\text{gravel}\% + 27,394(c/f) - 25,937e_0 - 1,533LL - 0,048C_u \\
 1/M_v &= 19,2069 + 0,2132\text{gravel}\% + 2,7394(c/f) - 2,5937e_0 - 0,1533LL - 0,0048C_u
 \end{aligned}$$

Αποθέσεις σε υδατικό περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$$\begin{aligned}
q &= 1,535+0,021N-0,008\text{sand\%-}0,378e_0-0,013\text{gravel\%} \\
q &= 153,50+2,10N-0,8\text{sand\%-}37,80e_0-1,30\text{gravel\%} \\
c &= 1,786+0,007W\%+0,002PL-0,454Ww-0,636e_0-0,007\text{gravel\%-}0,006\text{sand\%} \\
c &= 20,204-0,101W\%+0,0023PL-0,0523Ww+21,546e_0-0,2067\text{gravel\%-}0,1952\text{sand\%} \\
\phi &= 4,743+6,033Ww+0,357\text{gravel\%}+0,329\text{sand\%-}0,100W\%-0,127(c/f) \\
\phi &= 15,0266+0,001703Ww+0,3909\text{gravel\%}+0,3517\text{sand\%-}0,1036W\%-0,166(c/f) \\
Cc &= 0,079+0,079E_0+0,001LL-0,001\text{gravel\%-}0,001\text{sand\%} \\
k &= 27,545Ww+0,355\text{gravel\%}+0,185\text{sand\%-}0,393W\%-40,625 \\
1/Mv &= 72,793+3,318\text{gravel\%}+2,463\text{sand\%-}2,598PI \\
1/Mv &= 7,2793+0,3318\text{gravel\%}+0,2463\text{sand\%-}0,2598PI
\end{aligned}$$

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (λεπτόκοκκα)

$$\begin{aligned}
q &= 26,067+12,477Ww+10,770e_0+0,030PI-0,194W\%-18,899Gs-0,036\text{gravel\%-}0,016\text{sand\%-}0,013\text{silt\%} \\
q &= 2606,73+124,77Ww+1076,96e_0+2,920PI-19,40W\%-188,99Gs-3,61\text{gravel\%-}1,61\text{sand\%-}1,288\text{silt\%} \\
c &= 7,816+3,573Ww+2,974e_0+0,010PI-0,055W\%-5,392Gs-0,019\text{gravel\%-}0,012\text{sand\%-}0,005\text{silt\%} \\
c &= 781,56+35,73Ww+297,41e_0+1,009PI-0,055W\%-53,92Gs-1,855\text{gravel\%-}1,165\text{sand\%-}0,475\text{silt\%} \\
\phi &= 114,705+0,972\text{gravel\%}+0,978\text{sand\%-}0,120W\%+0,056Gs-24,447(c/f) \\
\phi &= 5,1666+1,039\text{gravel\%}+1,039\text{sand\%-}0,1045W\%-39,671Gs-28,288(c/f) \\
Cc &= 0,200E_0+0,003LL-0,003PL-0,0200 \\
k &= 218,460+226,782Ww+198,220e_0+0,559PI-3,372W\%-262,142Gs \\
k &= 218,460+22,678Ww+198,220e_0+0,559PI-3,372W\%-26,2142Gs \\
1/Mv &= 55,122+61,009Ww+1,258PL+17,643(c/f)-0,685W\%-1,652LL \\
1/Mv &= 1,89+0,5366Ww+0,2118PL+2,2696(c/f)-0,0728W\%-0,0017LL
\end{aligned}$$

Αποθέσεις σε χερσαίο περιβάλλον (αδρόκοκκα)

$$\begin{aligned}
q &= 1,634+0,038N-0,015LL-0,0378(c/f) \\
q &= 163,40+3,80N-1,50LL-3,78(c/f) \\
c &= 0,941-0,010\text{gravel\%-}0,010\text{sand\%} \\
c &= 94,10-1,00\text{gravel\%-}1,00\text{sand\%} \\
\phi &= 8,250Ww+0,405\text{gravel\%}+0,367\text{sand\%-}0,166W\%-0,757 \\
\phi &= 13,19+0,0428Ww+0,417\text{gravel\%}+0,377\text{sand\%-}0,121W\% \\
Cc &= 0,650Ww+0,914e_0+0,001LL-0,480Gs+0,001\text{silt\%-}0,011W\%-0,002PL-0,001\text{gravel\%-}
\end{aligned}$$

0,001sand%-0,201

$$C_c = 0,0650Ww+0,914e_0+0,00122LL-0,0480Gs+0,0009silt\%-0,011W\%-0,0015PL-0,0009gravel\%-0,001sand\%-0,201$$

$$k = 426,436-117,760Gs-46,232e_0-0,231LL-0,356sand\%-0,825silt\%-0,001Cu-0,305Cg$$

$$k = 95,537-40,614e_0-0,261LL-0,282sand\%-0,717silt\%$$

$$1/M_v = 827,108+22,891W\%+1051,930Gs+6,516PL+5,602(c/f)-1363,420Ww-1694,400Eo-5,224LL-4,004silt\%$$

$$1/M_v = 77,9032+2,1647W\%+9,8123Gs+0,7812PL+0,6551(c/f)-12,7721Ww-161,7030Eo-0,4917LL-0,3621silt\%$$

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (λεπτόκοκκα)

$$q = 3,379+0,656Ww+0,093N'_{60}+0,002Cg-1,518Gs-0,002Cu$$

$$q = 56,010+0,361Ww+9,217N'_{60}+0,1837Cg-0,192Gs-0,121Cu$$

$$c = 0,513+0,033N'_{60}+0,398(c/f)+0,001Cg-0,091e_0-0,016gravel\%-0,016sand\%-0,001Cu$$

$$c = 51,30+3,30N'_{60}+39,80(c/f)+0,10Cg-9,10e_0-1,60gravel\%-1,60sand\%-1,00Cu$$

$$\phi = 3,453+1,125gravel\%+1,083sand\%+0,042silt\%-3,670Eo-28,095(c/f)-0,013Cg$$

$$C_c = 0,570Ww+0,775e_0+0,001PL+0,002PI+0,119(c/f)-0,008W\%-0,003gravel\%-0,003sand\%-1,328$$

$$C_c = 0,04912+0,0066Ww+0,1911e_0+0,0019LL-0,00027PL+0,119(c/f)-0,0009W\%-0,003gravel\%-0,0009sand\%-0,0059Gs$$

$$k = 120,278+4,846e_0+0,124LL+0,728N+0,067sand\%-40,454Gs-0,536PL$$

$$1/M_v = 141,432+1,538N'_{60}+0,817sand\%-1,116PL-1,424PI$$

$$1/M_v = 14,1432+0,1538N'_{60}+0,0817sand\%-0,1116PL-0,1424PI$$

Αποσαθρωμένοι σχηματισμοί (αδρόκοκκα)

$$q = 0,601+0,010LL+0,037N+0,011gravel\%+0,008silt\%$$

$$q = 60,10+1,00LL+3,70N+1,10gravel\%+0,80silt\%$$

$$c = 0,955+0,030W\%+1,287Gs+0,004LL+0,009N'_{60}-1,516Ww-1,954e_0-0,001gravel\%-0,008sand\%$$

$$c = 95,52+2,95W\%+12,87Gs+0,392LL+0,928N'_{60}-15,16Ww-195,43e_0-1,04gravel\%-0,79sand\%$$

$$\phi = 0,949+6,620Ww+0,070N'_{60}+0,381gravel\%+0,346sand\%-0,086W\%-0,088(c/f)$$

$$\phi = 0,949+0,6620Ww+0,070N'_{60}+0,381gravel\%+0,346sand\%-0,086W\%-0,088(c/f)$$

$$C_c = 0,090+0,060e_0+0,002LL-0,001N'_{60}-0,001gravel\%-0,001sand\%$$

$$k = 31,280+0,468gravel\%+0,278(c/f)$$

$$1/M_v = 10,903W\%+814,082Gs+2,559N'_{60}+2,173gravel\%+2,196sand\%-496,251Ww-684,332e_0-4,213LL-866,331$$

$$1/M_v = 1,5952W\%+11,8118Gs+0,1933N'_{60}+0,23019\text{gravel}\%+0,2202\text{sand}\%-9,0601Ww-119,4550E_0-0,2925LL-86,4749$$

Σχηματισμοί υποβάθρου (λεπτόκοκκα)

$$q = 7,941+0,032W\%+0,007LL+0,042N+0,031\text{gravel}\%+0,036\text{sand}\%+2,556Ww-3,593e_0-1,627(c/f)$$

$$q = 135,156+0,8504LL+4,139N+3,066\text{gravel}\%+3,608\text{sand}\%+1,330Ww-46,907e_0-165,683(c/f)-0,910W\%$$

$$c = 4,793+0,020W\%+0,003LL+0,014N-1,578Ww-1,988e_0-0,014\text{gravel}\%-0,011\text{sand}\%$$

$$c = 82,7925+0,3537LL+1,379N+0,496Ww-9,714e_0-1,469\text{gravel}\%-1,0641\text{sand}\%-0,5012W\%$$

$$\phi = 26,379Ww+27,666e_0+0,0427N+0,932\text{gravel}\%+0,784\text{sand}\%+0,059\text{silt}\%-0,356W\%-13,107(c/f)-0,005Cu-62,280$$

$$\phi = 0,1936Ww+0,0479N+0,9461\text{gravel}\%+0,7956\text{sand}\%+0,0746\text{silt}\%+0,0116W\%-12,938(c/f)-0,7148e_0-0,0046Cu-4,2240$$

$$Cc = 0,258Ww+0,451e_0+0,002LL-0,005W\%-0,001N-0,001\text{gravel}\%-0,001\text{sand}\%-0,001\text{silt}\%-0,504$$

$$Cc = 0,0044+0,0046Ww+0,2071e_0+0,0017LL-0,0019W\%-0,0008N-0,0009\text{gravel}\%-0,0009\text{sand}\%-0,0008\text{silt}\%$$

$$k = 161,072+0,933N+1,227\text{gravel}\%+1,130\text{sand}\%-18,669Ww-46,173Gs-54,333(c/f)$$

$$k = 3,155+0,949N+1,3295\text{gravel}\%+1,2794\text{sand}\%+0,02729Gs-0,3092Ww-65,4160(c/f)$$

$$1/M_v = 192,501+1,618W\%+1,176N'_{60}+23,175(c/f)-81,048e_0-1,661LL$$

$$1/M_v = 19,25010+0,1618W\%+0,1176N'_{60}+2,3175(c/f)-8,1048e_0-0,1661LL$$

Σχηματισμοί υποβάθρου (αδρόκοκκα)

$$q = 0,064N'_{60}+0,037\text{gravel}\%+0,032\text{sand}\%+0,045\text{silt}\%+0,0004Cu-1,855$$

$$q = 6,40N'_{60}+3,70\text{gravel}\%+3,20\text{sand}\%+4,50\text{silt}\%+0,04Cu-185,50$$

$$c = 0,142+0,011N'_{60}+0,012\text{silt}\%+0,010(c/f)+0,0001Cu$$

$$c = 14,20+1,10N'_{60}+1,20\text{silt}\%+1,00(c/f)+0,01Cu$$

$$\phi = 9,165+93,308Ww+112,169e_0+0,230PL+0,164N'_{60}+0,616\text{gravel}\%+0,621\text{sand}\%-1,562W\%-90,144Gs-1,402(c/f)$$

$$\phi = 9,165+9,3308Ww+112,169e_0+0,2302PL+0,1643N'_{60}+0,616\text{gravel}\%+0,6208\text{sand}\%-1,5619W\%-9,0144Gs-1,4019(c/f)$$

$$Cc = 0,154Ww+0,285e_0+0,001LL-0,004W\%-0,001N-0,001\text{gravel}\%-0,001\text{sand}\%-0,238$$

$$Cc = 0,0154Ww+0,2845e_0+0,0068LL-0,0037W\%-0,0008N-0,0010\text{gravel}\%-0,0007\text{sand}\%-0,238$$

$$k = 67,652+1,476W\%+0,652PL-0,319\text{sand}\%-0,873\text{silt}\%$$

$$1/M_v = 57,575+5,487W\%+4,922N'_{60}+2,223\text{gravel}\%+1,999\text{sand}\%+0,036Cu-250,194e_0-3,245LL$$

$$1/M_v = 5,7575+0,5487W\%+0,4922N'_{60}+0,2223\text{gravel}\%+0,1999\text{sand}\%+0,0036Cu-25,0194e_0-$$

5.9 Διορθώσεις στις σχέσεις υπολογισμού

Όπως σημειώθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, ορισμένες από τις σχέσεις οι οποίες προτείνονται για τον έμμεσο υπολογισμό των παραμέτρων αντοχής των εδαφών, χρειάζεται να θεωρηθούν εντός ορίων, τα οποία υπαγορεύονται από την μαθηματική τους μορφή, ώστε να έχουν φυσική σημασία, ή, σε αρκετές περιπτώσεις, να υποστούν κάποια διόρθωση με την προσθήκη ενός συντελεστή επί τον οποίο να πολλαπλασιάζεται το αποτέλεσμα. Με τον τρόπο αυτό σχέσης είτε προστίθεται ή να αφαιρείται μια συγκεκριμένη ποσότητα από το αποτέλεσμα, προκειμένου αυτό να εναρμονίζεται καλύτερα, με τα αποτελέσματα Σε κάποιες περιπτώσεις, η προτεινόμενη τροποποίηση οδηγεί σε υπόδειξη να αγνοηθεί κάποιος παράγοντας της σχέσης ο οποίος, συνεισφέρει ελάχιστα στη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος και του οποίου, η επίδραση του οποίου ενσωματώνεται ή εξαφανίζεται από την πιθανή στρογγυλοποίηση ή συντηρητική χρήση του αποτελέσματος.

Οι διορθώσεις οι οποίες προτείνονται, στα επόμενα, αφορούν τόσο τις σχέσεις που περιέχουν μια ανεξάρτητη μεταβλητή, όσο και αυτές που περιέχουν περισσότερες της μίας ανεξάρτητες μεταβλητές

5.9.1 Διορθώσεις των σχέσεων που αφορούν εδάφη που έχουν αποτεθεί σε υδατικό περιβάλλον

A] Λεπτόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη (q)

Εντός του πλαισίου τιμών $3 \leq N'_{60} \leq 15$ το αποτέλεσμα δεν χρειάζεται διόρθωση και η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια.

2) Συνοχή (c)

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την προτεινόμενη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς αλλαγή.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Οι προτεινόμενες σχέσεις παρέχουν αποτελέσματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς διόρθωση. Λόγω συμμετοχής της γωνίας εσωτερικής τριβής στον τύπο υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, οι τιμές οι οποίες προκύπτουν για τιμές του $c/f \leq 0,15$ μπορούν να μειώνονται κατά την κρίση του μελετητή, κατά 2^ο περίπου, ιδίως εάν το ποσοστό λεπτοκόκκων προσεγγίζει το 100% και η φυσική υγρασία έχει υψηλή τιμή.

4) Δείκτης στερεοποίησης C_c

Εφιστάται η προσοχή στη χρήση της σχέσης $C_c = 0,068e^{1,25(e_o)}$, όταν ο λόγος κενών υπερβαίνει την τιμή 1,25 ή σε περίπτωση τυρφωδών εδαφών. Συντηρητικά, στην περίπτωση αυτή, μπορεί να προσαυξάνεται το αποτέλεσμα της σχέσης κατά 20%. Επίσης κατά την κρίση του χρήστη, μπορεί να προσαυξηθεί το εξαγόμενο αποτέλεσμα, σε όλη την κλίμακα τιμών, κατά 10%. Εάν χρησιμοποιηθεί η σχέση $C_c = 0,068e^{0,025(W\%)}$, συνιστάται να μη γίνεται χρήση για τιμές $W\% \geq 50$ και για λόγους συντηρητικούς, να προσαυξάνεται, το αποτέλεσμα κατά 10% σε όλη την κλίμακα τιμών.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Χρειάζεται προσοχή στην εφαρμογή της προτεινόμενης σχέσης, για τιμές του $e_o \geq 1,25$. Συνιστάται η ελάττωση του αποτελέσματος κατά 15% σε κάθε περίπτωση.

6) Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Βάσει της γενικής παρατήρησης για τη σχέση που έχει το υπολογιστικά εξαγόμενο μέτρο συμπιεστότητας, με το γραφικώς εκτιμώμενο, η σχέση υπολογισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς καμία παρέμβαση στο αποτέλεσμα, εφ' όσον γίνει η μείωση της τιμής, κατά 30%, για να συμμορφωθεί η υπολογιστική προς τη γραφικά υπερεκτιμώμενη τιμή του μέτρου.

B] Αδρόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Εάν ο αριθμός των κρούσεων είναι μικρότερος του $N'_{60}=5$, συνιστάται, να δίνεται το αποτέλεσμα της αντοχής σε μοναξονική θλίψη σαν $\sigma=0,5\text{kp/cm}^2$ ή 50kPa

2) Συνοχή (c)

Το εξαγόμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διόρθωση, αλλά, όταν προσεγγίζει τιμή της τάξης του $0,01\text{kp/cm}^2$ ή 1kPa , ή άλλη αντίστοιχη, επαφίεται στην κρίση του χρήστη η επιλογή της τιμής σχεδιασμού.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Αν χρησιμοποιηθεί η σχέση $\phi=4,82\ln(c/f)+33,2$, ο παράγοντας $4,82\ln(c/f)$ μπορεί να αγνοηθεί για τιμές του λόγου (c/f) που δεν υπερβαίνουν το $(c/f)=1,5$. Για τιμές του λόγου $c/f>1,5$ η σχέση δίνει καλά αποτελέσματα που δεν χρειάζονται διόρθωση.

Αν χρησιμοποιηθεί η σχέση $\phi=46,5\frac{1}{e^{0,01(silt\%)}}$, συνιστάται γενικώς μια μείωση της τιμής κατά 5° .

4) Δείκτης στερεοποίησης C_c

Η σχέση $C_c=0,13(e_o)^{0,76}$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει, μέχρι τιμή του λόγου κενών $e_o=0,98$. Αν τυχόν απαντηθεί τιμή μεγαλύτερη σε δείγμα της κατηγορίας αυτής, χρειάζεται να επιβεβαιωθεί και με άλλη μέθοδο.

Εάν χρησιμοποιηθεί η σχέση $C_c=0,12\frac{1}{(\frac{c}{f})^{0,24}}$ για λόγους συντηρητικούς, μπορεί να προσαυξηθεί το αποτέλεσμα κατά 15%, ιδίως για τιμές του (c/f) στην περιοχή $1,01\leq(c/f)\leq1,5$.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Η σχέση που υποδεικνύεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τροποποίηση του αποτελέσματος, για την περιοχή τιμών του αρχικού λόγου κενών $0,5\leq e_o\leq 0,9$. Για μεγαλύτερες τιμές του $0,3$ είναι προτιμότερο να διασταυρωθεί το αποτέλεσμα με άλλη μέθοδο. Για τιμές του e_o σε εδάφη της κατηγορίας GM ή GP που είναι $e_o\leq 0,5$, μπορεί το αποτέλεσμα του υπολογισμού με τη σχέση να αυξομειωθεί, κατά την κρίση του μελετητή κατά 15%.

6) Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Πέραν της γενικής παρατήρησης, για ελάττωση του υπολογιζόμενου μέτρου συμπιεστότητας κατά 30% στη σχέση, $1/M_v=53,24\ln(c/f)+186$ ή την ισοδύναμη $1/M_v=5,324\ln(c/f)+18,61$, οι μη γραμμικοί όροι μπορούν συντηρητικά να αγνοηθούν για τιμές του $c/f\leq 1,5$. Εναλλακτικά, για κάθε τιμή του $c/f\leq 1,6$, σκόπιμο είναι να πολλαπλασιάζεται το αποτέλεσμα που δίνει η σχέση επί $0,60$. Για τιμές του c/f μεγαλύτερες του $1,6$ επαρκεί η ενιαία ελάττωση της τιμής, πολλαπλασιάζοντας το εξαγόμενο επί $0,7$.

5.9.2 Διορθώσεις που αφορούν εδάφη που έχουν αποτεθεί σε χερσαίο περιβάλλον

A] Λεπτόκοκκα δείγματα

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Μπορεί να εφαρμοσθεί, η προτεινόμενη σχέση, σε όλο το φάσμα των τιμών N'_{60} μεταξύ 5 και 40. Για τιμές του $N'_{60} \geq 25$ προτείνεται η τιμή προκύπτει από τη σχέση να μην υπερβαίνει τα $2,5 \text{ kPa/cm}^2$ ή 250 kPa .

2) Συνοχή (c)

Η σχέση $c = 0,58 \ln(N'_{60}) - 0,88$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διορθώσεις μέχρι $N'_{60} = 25$.

Γενικά, για τιμές μεγαλύτερες του $N'_{60} = 25$, το αποτέλεσμα του υπολογισμού είναι πιο συντηρητικό από το αναμενόμενο. Μπορεί, κατά την κρίση του μελετητή, να προσαυξηθεί κατά 15%.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Η σχέση $\phi = 33(c/f)^{0,5}$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα τιμών, του λόγου (c/f), από 0,0101 έως 0,6, χωρίς παρέμβαση.

Ομοίως, για τις τιμές του $c/f \geq 0,6$ (ή 0,55) η σχέση $\phi = 56,6(c/f) + 5 - 35(c/f)^2$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διορθώσεις.

4) Δείκτης στερεοποίησης C_c

Η προτεινόμενη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα τιμών. Όμως πρέπει να δίνεται η δέουσα προσοχή, όταν ο λόγος κενών υπερβαίνει τη τιμή 0,9.

Για συντηρητικούς λόγους, προτείνεται η αύξηση της τιμής, που προκύπτει από τη χρήση της σχέσης κατά 15%, εάν η τιμή του e_0 είναι μεγαλύτερη του 0,9.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Η προτεινόμενη σχέση δίνει καλές τιμές δείκτη εδάφους, για τα δείγματα της κατηγορίας, αλλά προέρχεται από μικρό αριθμό δειγμάτων.

Συντηρητικά προτείνεται να μη δίδονται στον δείκτη εδάφους, μεγαλύτερες τιμές από τις εκτιμώμενες με την εφαρμογή της σχέσης, να χρησιμοποιείται η τιμή του λόγου κενών, η οποία προκύπτει από τη δοκιμή υπολογισμού του φαινομένου και ειδικού βάρους και με τη χρήση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας υλικού.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Η προτεινόμενη σχέση λειτουργεί καλά, από πλευράς κλιμάκωσης των τιμών που προκύπτουν.

Συνιστάται να μην εφαρμόζεται, για εδάφη της κατηγορίας με $LL \geq 50$ και για εδάφη με $LL \leq 20$, τουλάχιστον μέχρι να υπάρξει περαιτέρω έρευνα επί του ζητήματος και, κυρίως, να συσχετισθούν περισσότερα δείγματα.

B] Αδρόκοκκα δείγματα

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Λόγω της φύσης των εδαφών της κατηγορίας, συνιστάται, κατά την εφαρμογή της σχέσης να μην χρησιμοποιείται ως αποτέλεσμα, τιμή που υπερβαίνει τα 2 kPa/cm^2 ή 200 kPa .

2) Συνοχή (c)

Η σχέση που προτείνεται, μπορεί να εφαρμοσθεί γενικά, σε όλο το φάσμα τιμών του

λόγου, αλλά χρειάζεται προσοχή η εφαρμογή της, όταν ο λόγος υπερβαίνει τη τιμή 15.

Κατά την κρίση του χρήστη, εάν το έδαφος περιέχει μεγάλο ποσοστό χαλίκων ή αδρόκοκκης άμμου, η προκύπτουσα τιμή μπορεί να ελαττωθεί κατά 20%.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Το αποτέλεσμα, το οποίο προκύπτει από την προτεινόμενη σχέση, καλό είναι να ελαττώνεται κατά 5^ο όταν η τιμή του c/f είναι $c/f \leq 1,5$.

Προσοχή χρειάζεται για την περιοχή τιμών του λόγου $c/f \geq 15$ και γενικά, συνιστάται να μη δίνεται, ως τιμή για χρήση, γωνία μεγαλύτερη των 50^ο.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Και πάλι, συνιστάται η προσεκτική χρήση της προτεινόμενης σχέσης, για τιμές του $c/f \geq 15$.

Πέραν αυτού, για να αντιμετωπισθεί το ότι, η προτεινόμενη σχέση, δίνει σχετικά χαμηλές τιμές στην περίπτωση αμμοίλλυωδών εδαφών, για τις τιμές $c/f \leq 1,5$ μπορεί να προσαυξάνεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού, κατά 15-20% κατά την κρίση του εφαρμόζοντος.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Εφ' όσον δεν υπερβληθεί ο αριθμός των 52 κρούσεων η προτεινόμενη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διόρθωση, πέραν των όποιων στρογγυλοποιήσεων κρίνονται απαραίτητες.

6) Μέτρο συμπιεστότητας ($1/M_v$)

Η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την απλουστευμένη μορφή $1/M_v = 100/\ln(c/f) + 162$, χωρίς ουσιαστικό σφάλμα.

Εάν τηρηθεί ο κανόνας της ελαττώσεως της τιμής κατά 30%, ουδεμία άλλη προσαρμογή της τιμής που παράγεται από τη σχέση είναι απαραίτητη.

Και πάλι η χρήση της σχέσης, για τιμές $c/f \geq 15$, χρειάζεται να διερευνηθεί περισσότερο και γενικά, δεν συνιστάται η εφαρμογή της για $c/f \geq 20$.

5.9.3 Εδάφη προερχόμενα από το αποσαθρωμένους σχηματισμούς

A] Λεπτόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς προσαρμογή των τιμών, για τιμές του N'_{60} έως 30. Πέραν αυτής, χρειάζεται προσοχή και καλό είναι, σε καμία περίπτωση, η τιμή η οποία θα δοθεί για εφαρμογή, να μην υπερβαίνει τη $\sigma = 3,5 \text{ kp/cm}^2$ ή 350 kPa .

2) Συνοχή (c)

Οι τιμές οι οποίες προκύπτουν από την εφαρμογή της προτεινόμενης σχέσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τιμές του $N'_{60} \leq 25$. Για συντηρητικούς λόγους, συνιστάται να ελαττώνεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού, κατά 15% για τιμές του $N'_{60} \leq 12$. Για τιμές του $N'_{60} > 12$ μπορεί να αυξηθεί η προκύπτουσα τιμή, για τη χρήση, κατά 10%.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Για το πεδίο τιμών $0,01 \leq c/f \leq 0,55$ η χρήση της σχέσης $\phi = 34,75(c/f)^{0,52}$, μπορεί να γίνει χωρίς περιορισμούς. Κατά την κρίση του μελετητή, για τιμές του $c/f \leq 0,1$, η προκύπτουσα τιμή μπορεί να ελαττωθεί κατά 2^ο, ιδίως σε εδάφη της κοκκομετρίας CH. Το υπόλοιπο εύρος τιμών, μέχρι $c/f = 0,55$, δεν χρειάζεται προσαρμογή τιμής. Για τη χρήση της πολυωνυμικής σχέσης, πέραν της τιμής $c/f = 0,55$, δεν χρειάζεται προσαρμογή του αποτελέσματος.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Συνιστάται προσοχή, στην εφαρμογή της σχέσης που προτείνεται, στις περιπτώσεις που ο λόγος κενών υπερβαίνει τη τιμή $e_0=1,0$. Η προκύπτουσα, από την εφαρμογή της σχέσης, τιμή, μπορεί να προσαυξηθεί, για λόγους συντηρητικούς, κατά 15%.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Εφ' όσον τηρηθεί το όριο των 52 κρούσεων, η τιμή του δείκτη εδάφους που προκύπτει από την εφαρμογή της προτεινόμενης σχέσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Εφ' όσον ληφθεί υπόψη η παρατήρηση, για τον υπολογιστικό τρόπο εκτίμησης του μέτρου συμπίεστότητας, σε σχέση με τον γραφικό, δεν χρειάζεται προσαρμογή της τιμής.

B] Αδρόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Συνιστάται να γίνεται επιφυλακτική χρήση της σχέσης για τιμές του $N'_{60} \geq 30$. Γενικά θα πρέπει, οι προκύπτουσες τιμές, να είναι μικρότερες του $\sigma = 3,0 \text{ kp/cm}^2$ ή 300 kPa .

2) Συνοχή (c)

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ως έχει, χωρίς προσαρμογή των παραγομένων τιμών, για όλο το διάστημα $1,01 \leq c/f \leq 15$. Λόγω της φύσης των εδαφών αυτής της κατηγορίας, εάν πρόκειται για σχιστόλιθο ή μυλωνιτωμένη ζώνη ασβεστόλιθου, συνιστάται η ελάττωση της τιμής κατά 20% για τιμές του $c/f \geq 6$.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, και τα αποτελέσματά της εφαρμογής της δεν χρειάζονται προσαρμογή. Για συντηρητικούς λόγους, συνιστάται να μη γίνεται χρήση τιμής γωνίας τριβής, μεγαλύτερης των 40° , εκτός εάν πρόκειται για ασβεστολιθικό υλικό ή άλλου τύπου σκληρό πέτρωμα, το οποίο δίνει γωνιώδεις κόκκους κατά την αποσάθρωσή του.

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς τροποποίηση των αποτελεσμάτων και με μόνη παρατήρηση, ότι συνιστάται μια αύξηση της τιμής κατά 15%, ώστε να παραλάβει τυχόν ασυνέχειες, οι οποίες δεν έχουν εξωτερική εμφάνιση στο δείγμα, ιδίως σε περιπτώσεις σχιστολιθικού υλικού.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Η προτεινόμενη σχέση, η οποία χρησιμοποιεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή το ποσοστό περιεχομένων χαλίκων, χρειάζεται προσοχή στην εφαρμογή της, όταν το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο του 5%, δεδομένου ότι δίνει τιμές του δείκτη, οι οποίες είναι έως και 50% ανώτερες των ελαχίστων που προκύπτουν με άλλες μεθόδους. Πέραν αυτού η προτεινόμενη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τροποποίηση των αποτελεσμάτων της.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τροποποίηση των αποτελεσμάτων και εφ' όσον η τιμή του ορίου υδαρότητας δεν υπερβαίνει τη τιμή $LL=35$. Συνιστάται η ελάττωση της τιμής, κατά 15%, εάν το όριο υδαρότητας βρίσκεται στην περιοχή τιμών $5 \leq LL \leq 20$.

5.9.4 Διόρθωση αποτελεσμάτων σχέσεων που αφορούν εδάφη από σχηματισμούς του υποβάθρου

A] Λεπτόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Εάν το επιτρέπει η φύση του εδάφους (π.χ. ψαμμιτική μάργα ή σκληρή άργιλος) και η δοκιμή συνεχισθεί μέχρι εμπήξεως του δειγματολήπτη κατά 30cm, συνιστάται να ελαττώνεται η προκύπτουσα τιμή, μέχρι το όριο των 5kp/cm^2 ή 500 kPa, πριν χρησιμοποιηθεί.

2) Συνοχή (c)

Η προτεινομένη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα τιμών, μέχρι το όριο των 52 κρούσεων και πέραν αυτού, εάν το επιτρέπει η φύση του εδάφους. Δεν είναι αναγκαία η προσαρμογή της τιμής που προκύπτει από τη σχέση. Εάν ο αριθμός κρούσεων είναι μικρότερος του 20, θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο αλληλοεπικάλυψης με τα εδάφη κάποιας άλλης κατηγορίας.

3) Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ)

Οι μη γραμμικοί όροι της σχέσης μπορούν να αμεληθούν, για τιμές του λόγου $c/f \leq 0,1$. Επίσης, στο αντίστοιχο διάστημα, ιδίως εάν πρόκειται για εδάφη με υψηλή πλαστικότητα, μπορεί να ελαττωθεί το εξαγόμενο της σχέσης, κατά 2° .

4) Δείκτης στερεοποίησης (C_c)

Χρειάζεται προσοχή, στην εφαρμογή της σχέσης, όταν το όριο υδαρότητας είναι $LL \geq 50$. Εάν διαπιστωθεί ότι πρόκειται για άργιλο υψηλής πλαστικότητας ή διογκούμενη, είναι προτιμότερο να ελεγχθεί η τιμή του δείκτη με άλλη μέθοδο ή να γίνει συντηρητική παραδοχή, προσαυξάνοντας τη τιμή που εξάγεται από την προτεινομένη σχέση κατά 30-40%. Για το υπόλοιπο εύρος τιμών του ορίου υδαρότητας, η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς προσαρμογή του εξαγομένου, για δείγματα σχιστολιθικής σύστασης. Για άλλου τύπου, ιδίως μαργαϊκά δείγματα, συνιστάται προσαύξηση της τιμής που εξάγεται, κατά 20%.

5) Δείκτης εδάφους (k)

Η προτεινομένη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλο το φάσμα του αριθμού κρούσεων. Κατά την κρίση του μελετητή, το εξαγόμενο μπορεί να τροποποιηθεί, ιδίως εάν ο αριθμός κρούσεων είναι άνω του 52, αλλά εν γένει, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει.

6) Μέτρο συμπίεστότητας ($1/M_v$)

Και πάλι, συνιστάται η προσεκτική χρήση της σχέσης, σε περίπτωση αργιλικών εδαφών, με όριο υδαρότητας άνω του $LL=50$, τα οποία μπορούν να δώσουν υψηλές τιμές υποχώρησης, αναλόγως της υγρασίας τους. Στην υπόλοιπη κλίμακα τιμών, η σχέση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

B] Αδρόκοκκα εδάφη

1) Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (q)

Η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προσαρμογή του εξαγομένου, πέραν του ότι εναπόκειται στην κρίση του μελετητή για το πώς θα χειρισθεί τιμές αντοχής οι οποίες υπερβαίνουν το όριο των $4,5\text{-}5,5\text{kp/cm}^2$ (450-550kPa) ή προέρχονται από αριθμό κρούσεων πεδίου μεγαλύτερο του 52. Πάντως, εάν έχει εκτελεσθεί αριθμός κρούσεων άνω του 52, η σχέση παρέχει ασφαλή αποτελέσματα, για εδάφη τα οποία ταξινομούνται, ως αδρόκοκκα, λόγω εμφάνισης συσσωματωμάτων λεπτόκοκκου υλικού (π.χ ψαμμίτες ή

στιφρές μάργες).

2) *Συνοχή (c)*

Η σχέση, όπως έχει διαμορφωθεί, επιτρέπει μεγάλα όρια απόκλισης και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ακρίτως. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι, προκειμένου περί ψαμμιτών, μαργαϊκών ψαμμιτών και μαργών που δημιουργούν συσσωματώματα, η χρήση της σχέσης παρέχει μια αξιόπιστη συντηρητική τιμή συνοχής. Εάν πρόκειται για σχιστόλιθους, οι παραγόμενες από την εφαρμογή της σχέσης τιμές συνοχής, θα πρέπει να ελαττώνονται κατά 30-40%.

3) *Γωνία εσωτερικής τριβής (φ)*

Η προτεινόμενη σχέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, σε όλο το φάσμα τιμών $1,04 \leq c/f \leq 5,00$. Οι προκύπτουσες τιμές, στο διάστημα αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν, ιδίως στην περίπτωση ψαμμιτικών, κροκαλοπαγών ή λατυποπαγών και σχιστόλιθων. Συνιστάται να μην χρησιμοποιείται η σχέση για τιμές του $c/f \geq 5,00$, δεδομένου ότι ο αριθμός των δειγμάτων της κατηγορίας με $c/f \geq 5,00$, που έχει χρησιμοποιηθεί για τη διαδικασία συσχτισμού, είναι πολύ μικρός.

4) *Δείκτης στερεοποίησης (Cc)*

Η προτεινόμενη σχέση μπορεί να παράσχει μόνο καθοδηγητικά αποτελέσματα. Η χρήση της δεν είναι ικανοποιητικά ακριβής, για το εύρος 30-52 κρούσεων και η απόκλιση του εξαγομένου αποτελέσματος πρέπει να εκτιμηθεί από τον μελετητή.

5) *Δείκτης εδάφους (k)*

Το αποτέλεσμα της σχέσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει. Εάν ο αριθμός κρούσεων είναι άνω των 52 και ο αριθμός αυτός βρίσκεται στην περιοχή 60-80 κρούσεων, προτείνεται να ελεγχθεί το εξαγόμενο, με βάση την φύση των δειγμάτων. Πάντως η χρήση της σχέσης, στην περιοχή αυτή, δίνει μάλλον συντηρητικά αποτελέσματα.

6) *Μέτρο συμπίεστότητας (1/Mv)*

Επαναλαμβάνεται η παρατήρηση που έγινε για τον δείκτη εδάφους. Συντηρητικά προτείνεται να ελαττώνεται το εξαγόμενο κατά 30%.

5.10 Βελτίωση των εκτιμήσεων σε σχέση με τις υφιστάμενες μεθόδους

Σε σχέση με υφιστάμενες μεθόδους, οι οποίες παρέχουν μια εκτίμηση για τη τιμή παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς εδαφών με βάση δεδομένα πεδίου ή παραμέτρους φυσικών ιδιοτήτων, το προτεινόμενο σύστημα ταξινόμησης, παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι ομαδοποιεί τα εδάφη σε κατηγορίες ανάλογα με λιθοστρωματογραφικά χαρακτηριστικά τα οποία αναγνωρίζονται κατά τη δειγματοληψία, από ένα ερευνητικό πρόγραμμα και χρησιμοποιεί μετά την αρχική κατηγοριοποίηση, την κατάλληλη σχέση για να εκτιμήσει την αναμενόμενη τιμή κάποιας μηχανικής παραμέτρου.

Η ταξινόμηση αυτή οδηγεί σε μεγαλύτερη ακρίβεια, με τη χρήση μίας περισσότερο εξειδικευμένης σχέσης, χωρίς να καθίσταται, υπερβολικά πολύπλοκη, δεδομένου ότι κατατάσσει το δείγμα, σε μια από οκτώ (8) υποκατηγορίες, για κάθε μια από τις οποίες, παρέχεται τουλάχιστον μια χρηστική σχέση υπολογισμού ανά μηχανική παράμετρο.

Οι σχέσεις οι οποίες προτείνονται, απαιτούν, μια μόνο κοκκομετρική ανάλυση και μια σειρά ζυγίσεων, για τον υπολογισμό της φυσικής υγρασίας και του λόγου κενών

Όπου γίνεται χρήση του λόγου c/f , ουσιαστικά, αρκεί μια απλή αξιολόγηση της κοκκομετρικής καμπύλης, για την εκτίμηση ενός χρηστικού αποτελέσματος και σε λίγες μόνον περιπτώσεις, χρειάζεται να εκτελεσθεί δοκιμή προσδιορισμού του ορίου υδαρότητας η οποία είναι σχετικά απλή και ταχεία.

Ακόμη και σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να θεωρηθεί, στη σχέση υπολογισμού, κάποια παράμετρος, όπως το ποσοστό υλός, το οποίο απαιτεί ανάλυση με υγρόμετρο η παράμετρος αυτή μπορεί να εκτιμηθεί από μια κοκκομετρική καμπύλη, η οποία, πέραν του κλάσματος που διέρχεται από το κόσκινο Νο200, έχει επεκταθεί βάσει κάποιας αποδεκτής κατανομής και το αποτέλεσμα είναι χρησιμοποιήσιμο.

Η προτεινόμενη μέθοδος ταξινόμησης, χρησιμοποιεί τη δοκιμή SPT, καθώς δεν ή δυνατόν να εντοπισθεί αξιόπιστος συσχετισμός της αντοχής του εδάφους, σε θλίψη, με οποιαδήποτε, μεμονωμένη, ταξινομική ή φυσική παράμετρο. Η δοκιμή είναι αναπόσπαστο τμήμα κάθε διαδικασίας δειγματοληψίας με λήψη πυρήνων και, ως εκ τούτου, δεν επιβαρύνει τον φόρτο του προγράμματος των εργαστηριακών δοκιμών.

Γενικά, η μέθοδος προσφέρει τη δυνατότητα μίας πιο ακριβούς εκτίμησης της αντοχής των εδαφών, σε σχέση με άλλες μεθόδους, οι οποίες βασίζονται σε χονδροειδείς διαχωρισμούς (π.χ. αργίλους και άμμους ή ταξινομούν σε ταξινομήσεις με υποκειμενικά κριτήρια, όπως π.χ ο διαχωρισμός των αργίλων σε μαλακές, στριφρές, πολύ στριφρές κλπ ή των άμμων σε πυκνής ή χαλαρής απόθεσης).

Επιπλέον, η μέθοδος δεν αποκλείει την διασύνδεση των υποομάδων μεταξύ λεπτοκόκκων και αδρόκοκκων, η δύο παραπλήσιων ομάδων (π.χ χερσαίας ή υδατικής απόθεσης και αποσαθρωμένου υποβάθρου ή υποβάθρου) εφ' όσον, ο χρήστης π.χ, έχει αμφιβολίες για την αρχική κατηγοριοποίηση του δείγματος.

Για ενδεικτικούς λόγους, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή μια πρώτη σύγκριση των τιμών τις οποίες παρέχουν οι εν χρήσει εμπειρικές σχέσεις, με τις τιμές που προκύπτουν με την προτεινόμενη μεθοδολογία, παρατίθενται μερικές, τυχαία επιλεγείσες, περιπτώσεις δειγμάτων για τις οποίες γίνεται σύγκριση, των τιμών που μετρήθηκαν στο εργαστήριο, των εκτιμώμενων τιμών που παρέχουν οι μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενες σχέσεις και των εκτιμώμενων τιμών που παρέχουν οι προτεινόμενες συσχετίσεις.

α] Οι πίνακες που ακολουθούν (**Πίνακας 46** και **Πίνακας 47**) παραθέτουν για σύγκριση, τις εργαστηριακά μετρηθείσες τιμές ενός αριθμού δειγμάτων και τις αντίστοιχες τιμές οι οποίες εκτιμώνται επί τη βάση διαφόρων, ήδη γνωστών και παραδεκτών σχέσεων συσχετισμού.

Πίνακας 46: Συγκριτικές τιμές αντοχής λεπτόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την υπάρχουσα εμπειρική σχέση)

ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή						Εκτιμώμενη τιμή					
	q	c	φ	Cc	k	1/Mv	q	c	φ	Cc	k	1/Mv
1	0,61	0,28	4,0	0,531	7	62,343	0,625	0,26		0,297		
2	0,89	0,42	2,3	0,442			1,71	0,86		0,369		
3	2,99	1,45	6,0	0,261	40	85,94	3,86	1,93		0,54		
4	2,27	0,97	8,0	0,182	30	119,601	3,06	1,53		0,324		
5	0,97	0,43	7,0	0,288	10	96,67	1,71	0,86		0,342		
6	4,55	1,75	15,4	0,198	55	109,661	>4	2-4		0,477		
7	1,78	0,75	10,5	0,196	21	108,353	2,13	1,067		0,396		
8	1,19	0,46	10,0	0,251	16	112,16	2,13	1,067		0,297		
9	3,65	1,53	11,8	0,113	53	184,51	>4	2-4		0,189		
10	1,15	0,49	10,2	0,155	15	155,62	1,43	0,71		0,171		
11	1,07	0,45	9,0	0,339	12	85,81	2,13	1,067		0,369		
12	2,28	0,98	9,0	0,195	31	115,46	3,20	1,60		0,216		
13	1,17	0,47	14,75	0,123	17	172,336	1,714	0,85		0,108		
14	0,35	0,15	10,5	0,296	5	96,455	0,25	0,25		0,324		
15	1,28	0,45	11,5	0,184	16	122,89	1,86	0,93		0,216		
16	3,27	1,27	14,8	0,134	33	154,14	>4	2-4		0,27		
17	2,22	0,92	11,4	0,145	33	133,618	3,6	1,8		0,216		
18	4,75	1,77	16,8	0,155	58	126,58	>4	2-4		0,585		
19	2,55	1,05	12,2	0,222	35	124,87	3,6	1,8		0,405		
20	0,99	0,41	13,6	0,188	12	12,62	1,57	0,79		0,162		
21	1,65	0,65	14,2	0,179	20	127,106	2,13	1,07		0,252		
22	4,31	1,72	12,6	0,189	52	124,55	>4	2-4		0,225		
23	3,18	1,18	17,5	0,198	43	117,91	>4	2-4		0,315		

Πίνακας 47: Συγκριτικές τιμές αντοχής αδρόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την υπάρχουσα εμπειρική σχέση)

ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή					Εκτιμώμενη τιμή				
	q	c	φ	k	1/M _v	q	c	φ	k	1/M _v
1.	1,04	0,28	31,0	12	185,45			28,5	16,2	
2.	1,67	0,47	28,6	34	169,70			32,5	45,0	
3.	3,54	0,87	38,0	70	198,30			38,5	102,6	
4.	0,98	0,27	32,8	14	227,31			29,0	23,4	
5.	4,52	1,19	34,8	103	305,22			38,0	133,25	
6.	0,89	0,27	29,8	18	156,99			30,0	25,2	
7.	0,55	0,14	31,0	5	237,59			26,5	7,2	
8.	3,41	0,91	34,4	49				34,0	77,4	
9.	4,64	1,15	38,0	90				38,0	153,0	
10.	0,81	0,28	30,6	14	205,14			29,0	18,0	
11.	1,41	0,39	33,0	20	159,21			30,5	25,2	
12.	4,67	1,25	34,2	101	187,61			38,5	153,0	
13.	0,77	0,21	33,0	10	113,30			32,0	14,4	
14.	3,45	1,02	29,8	56	189,05			35,5	91,8	
15.	0,55	0,14	30,0	5	213,51			29,0	7,2	
16.	1,43	0,35	38,75	25	195,24			31,5	41,4	
17.	6,95	1,32	48,75	135				40,0	189,0	
18.	2,04	0,49	38,4	54	281,55			35,0	71,0	
19.	0,53	0,13	37,0	5	199,50			26,5	7,2	
20.	4,52	0,85	49,75	92	262,8			38,0	162,0	
21.	2,38	0,51	43,4	40	184,54			33,0	72,0	
22.	1,05	0,27	35,4	20	208,77			31,0	40,0	

β] Οι επόμενοι πίνακες (Πίνακας 48 και Πίνακας 49) παραθέτουν, συγκριτικά, για τα ίδια δείγματα, τις εργαστηριακά μετρηθείσες τιμές, σε παραβολή με τις τιμές οι οποίες εκτιμώνται, για την αντίστοιχη παράμετρο, από τις σχέσεις οι οποίες προτείνονται από την προτεινόμενη μεθοδολογία.

Πίνακας 48: Συγκριτικές τιμές αντοχής λεπτόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την προτεινόμενη σχέση.)

ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή						Εκτιμώμενη τιμή					
	q	c	φ	Cc	k	1/Mv	q	c	φ	Cc	k	1/Mv
1	0,61	0,28	4,0	0,531	7	62,343	0,532	0,2789	4,47	0,529	7,37	103,77
2	0,89	0,42	2,3	0,442			0,761	0,359	4,99	0,521	9,55	86,94
3	2,99	1,45	6,0	0,261	40	85,94	2,0809	1,25	10,03	0,218	38,43	106,18
4	2,27	0,97	8,0	0,182	30	119,601	2,112	0,89	10,699	0,1926	28,25	118,41
5	0,97	0,43	7,0	0,288	10	96,67	0,887	0,394	7,83	0,462	11,34	93,87
6	4,55	1,75	15,4	0,198	55	109,661	4,0603	1,787	11,75	0,198	25,19	114,05
7	1,78	0,75	10,5	0,196	21	108,353	1,77	0,79	10,31	0,196	18,77	105,72
8	1,19	0,46	10,0	0,251	16	112,16	1,099	0,462	5,77	0,449	11,55	105,34
9	3,65	1,53	11,8	0,113	53	184,51	3,51	1,43	12,63	0,132	53,3	166,51
10	1,15	0,49	10,2	0,155	15	155,62	1,15	0,65	11,16	0,167	17,24	140,52
11	1,07	0,45	9,0	0,339	12	85,81	0,99	0,42	7,78	0,492	10,6	195,77
12	2,28	0,98	9,0	0,195	31	115,46	2,31	0,95	12,40	0,184	27,2	129,41
13	1,17	0,47	14,75	0,123	17	172,336	1,14	0,48	11,35	0,264	17,45	149,29
14	0,35	0,15	10,5	0,296	5	96,46	0,45	0,22	10,6	0,460	11,11	98,47
15	1,28	0,45	11,5	0,184	16	122,89	1,35	0,54	13,58	0,325	16,0	122,48
16	3,27	1,27	14,8	0,134	33	154,14	3,318	1,306	16,11	0,146	33,33	160,52
17	2,22	0,92	11,4	0,175	33	133,618	2,68	1,13	14,92	0,163	33,21	159,0
18	4,75	1,77	16,8	0,155	58	126,58	3,99	1,49	13,03	0,198	58,36	117,05
19	2,55	1,05	12,2	0,222	35	124,87	2,33	0,98	12,87	0,274	29,5	109,2
20	0,99	0,41	13,6	0,188	12	12,62	1,04	0,43	14,0	0,287	17,33	144,78
21	1,65	0,65	14,2	0,179	20	127,106	1,52	0,64	14,5	0,189	25,26	126,49
22	4,31	1,72	12,6	0,189	52	124,55	3,37	1,265	15,6	0,195	50,18	132,74
23	3,18	1,18	17,5	0,198	43	117,91	2,94	1,11	16,10	0,204	33,33	126,48

Πίνακας 49: Συγκριτικές τιμές αντοχής αδρόκοκκων (όπως εκτιμώνται από την προτεινόμενη σχέση)

ΔΕΙΓΜΑ	Εργαστηριακά μετρηθείσα τιμή						Εκτιμώμενη τιμή					
	q	c	φ	Cc	k	1/Mv	q	c	φ	Cc	k	1/Mv
1.	1,04	0,28	31,0		12	185,45	0,87	0,24	35,3	0,117	20,6	209,81
2.	1,67	0,47	28,6		34	169,70	1,36	0,44	27,47	0,171	13,66	192,95
3.	3,54	0,87	38,0		70	198,30	2,85	0,39	36,63	0,091	29,0	208,75
4.	0,98	0,27	32,8		14	227,31	1,08	0,299	34,81	0,111	45,99	221,96
5.	4,52	1,19	34,8		103	305,22	4,69	1,19	36,1	0,089	102,7	293,21
6.	0,89	0,27	29,8		18	156,99	1,02	0,271	35,38	0,116	23,71	195,59
7.	0,55	0,14	31,0		5	237,59	0,58	0,303	24,32	0,203	6,16	195,55
8.	3,41	0,91	34,4		49		2,99	0,94	30,28	0,122	48,49	163,18
9.	4,64	1,15	38,0		90		4,72	1,11	40,36	0,084	90,25	269,17
10.	0,81	0,28	30,6		14	205,14	1,02	0,293	36,96	0,094	26,99	221,77
11.	1,41	0,39	33,0		20	159,21	1,19	0,391	34,61	0,118	33,71	167,85
12.	4,67	1,25	34,2		101	187,61	4,92	1,07	43,37	0,097	101,0	258,78
13.	0,77	0,21	33,0		10	113,30	0,74	0,22	29,28	0,171	20,40	196,52
14.	3,45	1,02	29,8		56	189,05	3,31	0,87	36,0	0,109	55,76	219,64
15.	0,55	0,14	30,0		5	213,51	0,57	0,21	31,56	0,161	20,74	212,97
16.	1,43	0,35	38,75		25	195,24	1,51	0,31	37,16	0,108	39,53	203,03
17.	6,95	1,32	48,75		135		6,0	1,35	42,3	0,063	135	397,105
18.	2,04	0,49	38,4		54	281,55	2,48	0,45	39,78	0,106	34,6	243,30
19.	0,53	0,13	37,0		5	199,50	0,70	0,23	33,9	0,132	7,53	215,53
20.	4,52	0,85	49,75		92	262,8	4,87	1,02	45,04	0,091	92,1	280,39
21.	2,38	0,51	43,4		40	184,54	2,14	0,41	41,68	0,091	51,95	217,3
22.	1,05	0,27	35,4		20	208,77	1,68	0,444	38,63	0,09	40,79	239,00

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε υπολογισμός γεωτεχνικών παραμέτρων, με τρόπο έμμεσο, παρακάμπτοντας, την πραγματοποίηση εξειδικευμένων δοκιμών, λόγω ακαταλληλότητας του ληφθέντος δείγματος, με την προοπτική της ανάπτυξης μίας ταχείας μεθόδου ελέγχου η οποία θα επιτρέπει στον μελετητή να αξιολογεί τα εργαστηριακά αποτελέσματα που του παραδίδονται και, ενδεχομένως, να του παράσχει ένα σύνολο εναλλακτικών τιμών παραμέτρων για συγκριτικούς υπολογισμούς.

Η μέθοδος ταξινόμησης των εδαφών και η εξ αυτής εξαγωγή των σχέσεων υπολογισμού των παραμέτρων, βασίσθηκε στην επαναληψιμότητα της εμφάνισης δειγμάτων, παρόμοιων λιθοστρωματογραφικών χαρακτηριστικών, από θέσεις οι οποίες μπορούν να κριθούν ανάλογες, από πλευράς φυσικής γεωγραφίας.

Τόσο ο ορισμός του «εδάφους», όσο και η ταξινόμηση των δειγμάτων σε ομάδες και υποομάδες, έγιναν με κριτήρια ταξινόμησης σε ένα σύστημα όχι υπερβολικά πολύπλοκο που να ανταποκρίνεται σε λογική κατάταξης η οποία θα ήταν αμέσως κατανοητή από μηχανικούς και θα ανήγαγε μία, γεωλογικής υφής γενεσιουργό διαφοροποίηση του γεωυλικού σχηματισμού σε αίτιο ενός διαφορετικού τρόπου υπολογισμού μίας παραμετρικής του ιδιότητας.

Υπό το πρίσμα αυτό, και χρησιμοποιώντας δεδομένα τα οποία ανταποκρίνονται στο φάσμα των συνήθων τιμών που χαρακτηρίζουν τα εδάφη του Ελληνικού χώρου, ο σκοπός της εργασίας γενικά επετεύχθη. Προέκυψε τουλάχιστον μια σχέση ανά παράμετρο, για κάθε υποκατηγορία εδάφους, η οποία παρέχει την ζητούμενη τιμή της παραμέτρου χρησιμοποιώντας, σαν ανεξάρτητη μεταβλητή, τη τιμή μίας ταξινομικής παραμέτρου ή παραμέτρου φυσικής ιδιότητας, που μπορεί να προκύψει από μια απλή εργαστηριακή δοκιμή, με μέθοδο υψηλής εγγενούς ακριβείας, όπως είναι η ζύγιση, ή τη τιμή μίας παραμέτρου από την εκτέλεση δοκιμής πεδίου, όπως η SPT, η οποία εκτελείται, με σχετική πυκνότητα, κατά της εργασίες πυρηνοληψίας εδαφών.

Σαν γενικά συμπεράσματα επί των αποτελεσμάτων της εργασίας μπορούν να διατυπωθούν τα εξής:

1. Σε όλες τις κατηγορίες και υποκατηγορίες εδαφών είναι δυνατή η εξαγωγή τιμών, για τις θεμελιώδεις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς, οι οποίες να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωτεχνικούς υπολογισμούς, εφ' όσον το δείγμα που εξετάζεται ταξινομηθεί σύμφωνα με το προτεινόμενο σύστημα και χρησιμοποιηθεί η αντίστοιχα προτεινόμενη, σχέση υπολογισμού.
2. Οι τιμές οι οποίες προκύπτουν, από την εφαρμογή των σχέσεων του συστήματος, είναι στην πλειονότητα των περιπτώσεων σχετικά συντηρητικές,,.
3. Οι σχέσεις οι οποίες παρήχθησαν, αντανakλούν την εξάρτηση της μηχανικής συμπεριφοράς από παραμέτρους της δομής του εδάφους οι οποίες μπορούν να αξιολογηθούν με βάση δοκιμές κατάταξης και μετρήσεις φυσικών ιδιοτήτων.
4. Ορισμένες παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς, όπως η αντοχή σε μοναξονική θλίψη, διαπιστώθηκε ότι δεν μπορούν να συσχετισθούν μόνο με ταξινομικές ή φυσικές παραμέτρους, δεδομένου ότι υπεισέρχεται ο παράγοντας της ορυκτολογικής σύστασης και της δομής, η οποία δεν αποδίδεται με τις μεθόδους κοκκομετρικής ανάλυσης και τον προσδιορισμό φυσικών ιδιοτήτων.
5. Εγγενώς, η μέθοδος υπολογισμού της παραμέτρου, εξαρτάται από τον αρχικό χαρακτηρισμό του δείγματος, ως προς την προέλευσή του και τη λιθοστρωματογραφική του θέση, όμως, από την εφαρμογή των σχέσεων, αποδεικνύεται ότι δεν είναι αυστηρά η οριοθέτηση, τόσο μεταξύ των υποκατηγοριών εντός της ίδιας ομάδας όσο και μεταξύ παρεμφερών ομάδων. Ως, άρα, υπάρχει ευελιξία στο αποτέλεσμα ή όσο αφορά τη διερεύνηση πιθανότητας μίας άλλης τιμής παραμέτρου, αν ο μελετητής διαφωνεί με τον αρχικό χαρακτηρισμό.
6. Οι συσχετισμοί απέδειξαν ότι, με βάση τον αριθμό των δειγμάτων, που συσχετίσθηκαν, κάποιες παράμετροι οι οποίες αναμενόταν να δείξουν τάση συσχετισμού, δεν κατέστη

δυνατόν να συσχετισθούν (π.χ. η γωνία εσωτερικής τριβής, με τον λόγο της φυσικής υγρασίας προς το όριο υδαρότητας).

7. Υπάρχει μια υποομάδα εδαφών, αυτή των εδαφών υποβάθρου, που μετά την ολοκλήρωση της κοκκομετρικής ανάλυσης, ταξινομούνται ως αδρόκοκκα, και δεν κατέστη δυνατόν να συσχετισθούν ικανοποιητικά στο πλαίσιο του διαθέσιμου πληθυσμού δειγμάτων. Μέχρις ότου διερευνηθεί περαιτέρω το θέμα, αυτό πρέπει να αντιμετωπισθεί ως μια εγγενής αδυναμία του προτεινόμενου συστήματος ταξινόμησης και εκτίμησης των ιδιοτήτων.

Μια σειρά συνθηκών και προβλημάτων τα οποία χρειάζεται να διερευνηθούν περισσότερο έχουν ως εξής:

Ο τρόπος ταξινόμησης είναι μεν απλός και εύκολα κατανοητός από τον χρήστη, όμως, εξ ανάγκης, ομαδοποιεί γεωυλικά με αρκετά διαφορετικές συνθήκες σχηματισμού και αντίστοιχα μεγάλη ανισοτροπία. Το φαινόμενο εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονο στην κατηγορία των εδαφών χερσαίας απόθεσης, όπου εξ ανάγκης, συνυπάρχουν εδάφη προερχόμενα από κώνους κορημάτων που έχουν προκύψει από τη διάβρωση ευρείας ποικιλίας μητρικών σχηματισμών, με εδάφη στα οποία, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο η αναθρωπογενής παρέμβαση έχει διαταράξει την φυσική διαδικασία απόθεσης. Ένα, επιπλέον, πρόβλημα είναι ότι, η συγκεκριμένη κατηγορία, ήταν η πλέον ισχνά αντιπροσωπευόμενη, από πλευράς αριθμού δειγμάτων, στον συνολικό πληθυσμό συσχετισμού και άρα, η περισσότερο επισφαλής από πλευράς επιρροής των σφαλμάτων στο τελικό αποτέλεσμα.

Στην οποιαδήποτε απόπειρα περαιτέρω διαχωρισμού των χαρακτηριστικών του δείγματος θα δημιουργούσε ακόμη περισσότερο ολιγομελείς ομάδες δειγμάτων, με ευνόητες αρνητικές συνέπειες για την αξιοπιστία των εξαγομένων σχέσεων. Παρά ταύτα, το πρόβλημα, πρέπει να μελετηθεί με μεγαλύτερο δυνατό αριθμό δειγμάτων και να προταθεί ενδεχομένως, κάποια περαιτέρω κατηγοριοποίηση των εδαφών, ειδικά της ομάδας αυτής.

Ανάλογο πρόβλημα εμφανίζεται στην περίπτωση των αδρόκοκκων εδαφών της κατηγορίας του αποσαθρωμένου υποβάθρου και περισσότερο, του αναγνωριζόμενου, στο πεδίο και αντίστοιχα χαρακτηριζόμενου, ως στρώματος υποβάθρου.

Στη βάση δεδομένων, τα εδάφη, αυτής της κατηγορίας, ανήκουν κατά κύριο λόγο σε τρία είδη: Μαργαϊκοί ψαμμίτες, ψαμμίτες και λιθοποιημένες μάργες που έχουν σχηματίσει ανθεκτικά συσσωματώματα, σχιστόλιθοι διαφόρων τύπων και κροκαλοπαγή ή λατυποπαγή στα οποία ανήκουν και μείγματα ερυθράς γης και ασβεστολιθικών λατύπων που τελούν σε προϊούσα λιθοποίηση.

Σε κάθε περίπτωση στην περίπτωση ακτολίθων, λατυποπαγών, τεταρτογενών κροκαλοπαγών κλπ χρειάζεται να συγκεντρωθεί ένα μεγαλύτερο δείγμα και να διερευνηθεί, για να κριθεί αν είναι σκόπιμο να διακριθούν, σε επί μέρους υποκατηγορίες.

Η εξέταση μεγάλου αριθμού δειγμάτων εδαφών, αυτού του τύπου, θα βοηθήσει στην αποσαφήνιση της ζώνης αλληλεπικάλυψης των τιμών που λαμβάνονται για μια παράμετρο, εάν το δείγμα χαρακτηριστεί ότι ανήκει σε μια ή άλλη ομάδα.

Μία άλλη πτυχή του ζητήματος, η οποία πρέπει να διερευνηθεί, αφορά την επίπτωση την οποία, πιθανόν να έχει η δομή, το αποτέλεσμα της διαδικασίας συσχετισμού και τις συνέπειες της. Η έρευνα οδήγησε στη χρήση της παραγώγου ταξινομικής παραμέτρου ή δείκτη - δηλαδή, του λόγου ποσοστού, κατά βάρος, αδρόκοκκων συστατικών προς το ποσοστό, κατά βάρος, των περιεχομένων λεπτοκόκκων. Αυτό, με τη σειρά του, οδήγησε, αυτόματα, στη ταξινόμηση, οιαδήποτε εδάφους, είτε σε αυτά που έχουν τιμή λόγου $1/99 \leq c/f \leq 49/51$ (άρα είναι, λεπτόκοκκα, κατά τα γνωστά συστήματα ταξινόμησης), είτε έχουν $99/1 \geq c/f \geq 51/49$, (οπότε είναι αδρόκοκκα), θεωρουμένου πάντα, ότι, μετά την διαμόρφωση της κοκκομετρικής καμπύλης του υλικού μπορεί, να δώσει ακρίβεια της τάξης του 1% όσον αφορά τα ποσοστά βάρους των κλασμάτων των κόκκων, (εφ' όσον χαράχθηκε ως βέλτιστη καμπύλη). Όπως και αν αναγνωσθεί η τιμή του λόγου c/f , είναι γεγονός ότι, εδάφη τα οποία έχουν τιμή λόγου $c/f=1/99$ ή $c/f=99/1$ είναι σπάνια.

Η συντριπτική πλειονότητα των εδαφών, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή σχέσεων συσχετισμού, έχουν τιμή λόγου μεταξύ του διαστήματος $3/97 \leq c/f \leq 92/8$ και μάλιστα. Ειδικά οι

τιμές οι μεγαλύτερες του 92/8, είναι σχεδόν περιστασιακές και αφορούν, εξαιρετικά ιδιάζουσες περιπτώσεις κοκκωδών γαιωυλικών, συχνά, πρόσφατα αποσαθρωμένων ή θρυμματισμένων σκληρών πετρωμάτων: ασβεστολίθων οφιόλιθων, γρανιτών κλπ.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, παρατηρήθηκε ότι, ορισμένες, αν όχι οι περισσότερες, από τις σχέσεις οι οποίες προτείνονται, εάν χρησιμοποιηθούν, εξασφαλίζουν μια ομαλή μετάβαση των τιμών των ιδιοτήτων, από την κατηγορία των λεπτοκόκκων, στην κατηγορία των αδρόκοκκων εδαφών χωρίς άλματα αλληλεπικάλυψης των πεδίων τιμών, εντός της ίδιας ομάδας.

Μία εξέταση, των δειγμάτων της βάσης δεδομένων, υποδεικνύει ότι, μπορεί να εξαχθεί μια συνάρτηση συσχετισμού, για όλη την περιοχή τιμών του λόγου $3/97 \leq c/f \leq 92/8$, με καλύτερους συντελεστές συσχέτισης από τις μεμονωμένες συναρτήσεις λεπτοκόκκων και αδρόκοκκων.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ameratunga, J., Sivakugan, N. and Das, B.M., (2016). *Correlations of soil and rock properties in geotechnical Engineering*. In: Developments in Geotechnical Engineering. Das, B.M. (ed), Henderson; Nagaratnam, S., (eds), Springer India. ISBN 978-81-322-2627-7 ISBN 978-81-322-2629-1 (eBook). <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2629-1>
- Anagnostopoulos, A., (1974). Evaluation of the undrained shear strength from static cone penetration test in a soft silty clay in Patras, Greece. In: Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, 2(2), pp. 13-14.
- Anagnostopoulos, A., Koukis, G., Sabatakakis, N. and Tsiambaos, G., (2003). Empirical correlations of soil parameters based on cone penetration tests (CPT) for Greek soils. *Geotechnical & Geological Engineering*, 21, pp. 377-387.
- Bjerrum, L. and Simons, N.E., (1960). Comparison of shear strength characteristics of normally consolidated clays. In: Proc., Shear Strength Cohesive Soils, ASCE, pp. 711-726.
- Bolton, M.D., (1986). The strength and dilatancy of sands. *Geotechnique*, 36(1), pp 65-78.
- Bouckovalas, G., Kalteziotis, N., Sabatakakis, N. and Zervogiannis, H., (1989). Shear wave velocity in a very soft clay-measurements and correlations. In: Proceedings of the XII international conference on soil mechanics and foundation engineering, ICSMFE, Rio de Janeiro, 13-18 August, pp. 191-194.
- Bowles, E.J., (1982). *Foundation analysis and design*, McGraw Hill.
- Brooker, E.W. and Ireland H.O., (1965). Earth pressure at rest related to stress history. *Canadian Geotechnical Journal*, 2(1), pp. 1-15. <https://doi.org/10.1139/t65-001>
- BS 8002 (1994). Code of practice for earth retaining structures. British Standards Institution, London.
- Casagrande A., (1936). The determination of preconsolidation load and its practical significance. In: Proceedings of International Conference on Soil Mechanical Foundation Engineering, Vol 3, Cambridge, MA. June 22-26, pp. 60-69.
- Evans, M.D. and Zhou, S., (1995). Liquefaction behaviour of sand-gravel composites. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, 121(3), pp. 287-298. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1995\)121:3\(287\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1995)121:3(287))
- Kokusho, T., Hara, T. and Hiraoka, R., (2004). Undrained strength of gravelly soils with different particle gradations. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130(6), pp. 1-9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2004\)130:6\(621\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2004)130:6(621))
- Kenney, T.C., (1959). Discussion of geotechnical properties of glacial lake clays. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, 85(3), pp. 67-79. <https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0000201>
- Koncagul, E.C. and Santi, P.M., (1999). Predicting the unconfined compressive strength of the Breathitt shale using slate durability, shore hardness and rock structural properties. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 36(2), pp. 139-153. [https://doi.org/10.1016/S0148-9062\(98\)00174-0](https://doi.org/10.1016/S0148-9062(98)00174-0)
- Kulhawy, F.H. and Mayne, P.W., (1990). Manual on estimating soil properties for foundation design, Report EL-6800, Research Project No. 1493-6, Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, California.
- Meyerhof, G.G., (1956). Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, 82(1), No SM-1, pp 866-1 to 866-19. <https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0000001>
- Moss, R.E.S. and Chen, G., 2008. Comparing Liquefaction procedures in the U.S and China. 14th

- World conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China.
- Peck, R., Hanson, W. and Thornburn, T., (1974). Foundation Engineering. J. Wiley, p. 514.
- Salgado, R., (2008). The engineering of foundation. McGraw Hill, New York, p. 882.
- Schmertmann, J.H., (1978). Guidelines for cone penetration test performance and design, Report FHWA-TS-78-209. Department of Transportation, Washington, D.C., p. 145.
- Simoni, A. and Houlsby, G.T., (2006). The direct shear strength and dilatancy of sand-gravel mixtures. Geotechnical and Geological Engineering, 24(3), pp. 523-549.
<https://doi.org/10.1007/s10706-004-5832-6>
- Sorensen, K.K. and Okkels, N., (2013). Correlation between drained shear strength and plasticity index of undisturbed overconsolidated clays. In: Proceedings of the 18th international conference on soil mechanics and geotechnical engineering, vol. 1, Paris, 2-6 September, pp. 423-428.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., (1967). Soil mechanics in engineering practice, 2nd edn. Wiley, New York, p. 729.
- Terzaghi, K., Peck, R.B. and Mesri, G., (1996). Soil mechanics in engineering practice, 3rd edn. Wiley, New York.
- Zein, A.K.M., (2017). Estimation of undrained shear strength of fine grained soils from cone penetration resistance. International Journal of Geo-Engineering, 8:9, p. 13
<https://doi.org/10.1186/s40703-017-0046-y>
- Zervogiannis, H. and Kalteziotis, N., (1988). Experience and relationships from penetration testing in Greece. In: Proceedings of 1st international symposium on penetration testing, ISOPT-1, vol. 2, Orlando, pp. 1063-1071.
- Ζερβογιάννης, Χ., Μπουκοβάλας, Γ. και Χρίστουλας, Στ., (1987). Συσχέτιση μηχανικών χαρακτηριστικών και ταξινόμηση εδαφικών αποθέσεων. Δελτίο Διεύθυνσης Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων (ΚΕΔΕ), τομ. 4, σελ. 255-265.
- Κούκης, Γ., Τσιαμπάος, Γ. και Σαμπατακάκης, Ν., (1997). Συσχετισμοί μηχανικών χαρακτηριστικών και ταξινόμηση εδαφικών σχηματισμών της πόλης των Πατρών», Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής, Πάτρα, 20-22 Μαρτίου, Τόμος 1, σελ 121-127.

8. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvarez Grima, M. and Babuska, R., (1999) Fuzzy model for the prediction of unconfined compressive strength of rock samples. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 36(3), pp. 339-349. [https://doi.org/10.1016/S0148-9062\(99\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0148-9062(99)00007-8)
- Amorosi, A. and Rampello, S., (2007) An experimental investigation into the mechanical behaviour of a structured stiff clay. Geotechnique, 57(2), pp. 153-166.
<https://doi.org/10.1680/geot.2007.57.2.153>
- ASTM D2487. Standard test method for classification of soils for engineering purposes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- ASTM D6528-07, (2007) Standard test method for consolidated undrained direct simple shear testing of cohesive soils. ASTM International, West Conshohocken.
- Bardenhagen, S.G. and Brackbill, J.U., (1998). Dynamic Stress bridging in Granular Material, Journal of Applied Physics, Vol. 83, pp. 5732-5740. <https://doi.org/10.1063/1.367429>
- Bardenhagen, S.G., Brackbill, J.U. and Sulsky, D.L., (2000). Shear Deformation in Granular Material. In: Proceedings of the 11th International Detonation Symposium, Ed. Peiris S., ONR 33300-5, pp. 547-555, Elsevier. <https://doi.org/10.2172/329539>

- Barnes, E.G., (1995). Soil mechanics principles and Practice, MacMillan.
- Bieniawski, Z.T., (1974). Estimating the strength of rock materials. Journal of South African Institute of Mining and Metallurgy, 74(8), pp 312-320.
https://hdl.handle.net/10520/AJA0038223X_382
- Bieniawski, Z.T., (1975). The point load test in geotechnical practice. Engineering Geology, 9(1), pp. 1-13. [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(75\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0013-7952(75)90024-1)
- Bieniawski, Z.T. and Bernede, M.J., (1979). Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 16(2), pp 135-140. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(79\)91451-7](https://doi.org/10.1016/0148-9062(79)91451-7)
- Bjerrum, L., (1967). Progressive failure in slopes of overconsolidated plastic clay and clay shales. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Engineering Division, ASCE, 93(5), pp. 3-49.
<https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0001017>
- Bowles, E.J., (1978). Engineering properties of soils and their measurement, McGraw Hill.
- Boylan, N. and Long, M., (2009). Development of a direct simple shear apparatus for peat soils. ASTM Geotechnical Testing Journal, 32(2), pp. 126-138.
- Braja, D., (1993). "Principles of Geotechnical Engineering, PWS publishing.
- British standards (BS 1377/1975). Soils for civil engineering purposes.
- BS 8002, (1994). Code of practice for earth retaining structures. British Standards Institution, London.
- Cernica, N.J., (1995). Foundation design, J. Wiley.
- Cherubini, C. and Orr, T.L.L., (2000). A rational procedure for comparing measured and calculated values in geotechnics. In: Proceedings of the International Symposium on Coastal Geotechnical Engineering in Practice (Nakase, A., Tsuchida, T. and Balkema, A.A.(eds)), Yokohama, vol. 1, pp. 261-265. Rotterdam, The Netherlands.
- Chunsheng, L., Danzer, R. and F.D. Fischer, F.G., (2002). Fracture statistics of brittle materials: Weibull or normal distribution, Physical Review E, vol. 65, 067102.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.65.067102>
- Dawidowski, J.B. and Coolen, A.J., (1994). Computerized determination of the preconsolidation stress in companion testing of field core samples. Soil & Tillage Research, 31(2), pp 277-282.
[https://doi.org/10.1016/0167-1987\(94\)90086-8](https://doi.org/10.1016/0167-1987(94)90086-8)
- Dithinde, M., Phoon, K.K., Ching, J., Zhang, L.M. and Retief, J.V., (2016). Statistical characterisation of model uncertainty. Chapter 5, Reliability of geotechnical structures in ISO2394, pp. 127-158. CRC Press, Leiden. <https://doi.org/10.1201/9781315364179-6>
- Edwards, S.F and Grinev, D.V., (2003). Transmission of Stress in Granular Materials as a problem of Statistical Mechanics. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 302(1-4), pp. 162-186.
[https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(01\)00462-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(01)00462-9)
- Finol, J., Guo, Y.K. and Jing, X.D., (2001). A rule based fuzzy model for the prediction of petrophysical rock parameters. Journal of Petroleum Science and Engineering, 29(2), pp. 97-113.
[https://doi.org/10.1016/S0920-4105\(00\)00096-6](https://doi.org/10.1016/S0920-4105(00)00096-6)
- Fooladmand, H.R., (2011). Estimating soil specific area using summation of the number of spherical particles and geometric mean particle-size diameter. African Journal of Agricultural Research, 6(7), pp. 1758-1762.
- Franzblau, A., (1958). A primer for statistics for non-statistician. Harcourt Brace & World, New York.
- Graig, F.R., (1992). Soil mechanics, Chapman & Hall.

Hamidi, A., Alizadeth, M. and Soleimani, S.M., (2009). Effect of particle crushing on Shear strength and Dilation Characteristics of sand – gravel mixtures. *International Journal of Civil Engineering*, 7(1), pp. 61-71.

Kyaemsili, B. and Sande, A., (1966). Compressibility of some coarse grained material. Norwegian Geotechnical Institute Report, pp. 245-251.

Lagioia, R. and Nova, R., (1995). An experimental and theoretical study of the behaviour of a calcarenite in triaxial compression. *Geotechnique* 45(4), pp. 633-648.

<https://doi.org/10.1680/geot.1995.45.4.633>

Lambe, W., (1951). *Soil Testing for engineers*, J. Wiley.

Leonards, G.A., (1962). *Foundation engineering*, McGraw Hill.

Lun Yew, A., (2011). Influence of grain size distribution on shear strength of sand. Thesis, University of Technology, Malaysia.

Mc Carthy, D.F. (1998). *Essentials of Soil Mechanics and Foundations*, Prentice Hall, Colombus, Ohio.

Mosaddghi, M.R., Hemmat, A., Hayabbasi, M.A. and Alexandrou, A., (2003). Pre compression stress and relation with the physical and mechanical properties of the structurally instable soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 70(1), pp. 53-64. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00120-4](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00120-4)

Novoa-Martinez, B., (2005). Strength properties of granular materials. Thesis, Louisiana State University.

Onyejekwe, S., Kang, X. and Ge, L., (2015). Assessment of empirical equations for the compression index of fine-grained soils in Missouri. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 74(3), pp. 705-716. <https://doi.org/10.1007/s10064-014-0659-8>

Orr, T.L.L. and Cherubini, C., (2003). Use of the ranking distance a san index for assuming the accuracy and precision of the equations for the bearing capacity of piles and at-rest earth pressure coefficient. *Canadian Geotechnical Journal*, 40(6), pp. 1200-1207.

<https://doi.org/10.1139/t03-063>

Ozer, M., Isik, N.S. and Orhan, M., (2008). Statistical and neural network assessment of the compression index of clay-bearing soils. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 67(4), pp. 537-545. <https://doi.org/10.1007/s10064-008-0168-8>

Piccolroaz, A., Bigoni, D. and Cazo, A., (2005). An elastoplastic framework for granular materials becoming cohesive through mechanical densification. *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 25(2), pp. 334-357. <https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2005.10.001>

Poulos, S., Castro, G. and France, J., (1985). Liquefaction Evaluation Procedure. *Journal of Geotechnical Engineering*, 111(6), pp 772-792.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1985\)111:6\(772\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1985)111:6(772))

Skaggs, T.H., Arya, L.M., Shouse, P.J. and Mohenty, B.P., (2001). Estimating particle-size distribution from limited soil texture data. *Soil Science Society of American Journal*, 65, pp 1038-1044.

<https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6541038x>

Smith, P.R., Jardine, R.J. and Hight, D.W., (1992). The yielding of Bothkennar clay. *Geotechnique*, 42(2), pp. 257-274. <https://doi.org/10.1680/geot.1992.42.2.257>

Tatsuoka, F., (2005). *Deformation and Strength Characteristics of Granular Materials*, Institute Henri Poincare, Tokyo University of Science. pp: 1-100.

Taylor, D., (1958). *Fundamentals of soil mechanics*, J. Wiley.

Tkachenco, A. and Witten, T., (1998). Stress propagation through frictionless, granular material. *Physical Review E*, 60(1), pp. 687-696. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.60.687>

Tschebotarioff, G., (1957). Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures. McGraw-Hill civil engineering series, p. 655.

Valejo, L.E., (2001). Interpretation of the limits in shear strength in binary granular mixtures, Canadian Geotechnical Journal, 38(5), pp. 1097-1104. <https://doi.org/10.1139/t01-029>

Whitlow, R., (1995). Basic soil mechanics, Longman Scientific, 3rd edition.

Yazdanjou, V., Salimi, N. and Hamidi, A., (2008). Effect of gravel content on the shear behavior of sandy soils. In: Proceedings of the 4th National Congress on Civil Engineering, Tehran University, Iran.

Yazig, S., (2001). Brief note on the influence of shape and percentage of gravel on the shear strength of sand and gravel mixtures. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 60(4), pp. 321-323. <https://doi.org/10.1007/s100640100122>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παρόν Παράρτημα περιέχονται συμπληρωματικά δεδομένα και πληροφορίες οι οποίες είναι συνδεδεμένες με το ερευνητικό έργο και επηρέασαν την εξέλιξή του αλλά δεν αποτελούν ενεργό τμήμα του. Οι παράγοντες αυτοί είναι η γεωλογική δομή των θέσεων δειγματοληψίας, η βάση δεδομένων η οποία χρησιμοποιήθηκε και το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε. Ανάλυση αυτών γίνεται στα επόμενα.

A] Γεωλογική περιγραφή της μείζονος περιοχής των θέσεων δειγματοληψίας

Η περιγραφή της γεωλογικής δομής των θέσεων δειγματοληψίας καλύπτει την ανάγκη της αιτιολόγησης της εξάρτησης των αποτελεσμάτων της έρευνας, από την λιθολογική δομή των δειγμάτων και τη λιθοστρωματογραφική τους διάταξη, η οποία και ανακλάται στη ταξινόμησή τους, σε κάθε μια από τις ταξινομικές κατηγορίες τις οποίες προτείνει η παρούσα εργασία. Η γεωλογική περιγραφή της μείζονος περιοχής των θέσεων δειγματοληψίας και τα αντίστοιχα λιθοστρωματογραφικά και πετρογραφικά στοιχεία που παρέχονται έχουν ληφθεί από την υπάρχουσα βιβλιογραφία (κυρίως την χαρτογραφική εργασία που έχει εκτελεσθεί από το ΙΓΜΕ και δεν ανακλάται κατ' ανάγκη στην περιγραφή των δειγμάτων, αυτών καθ' εαυτών, όπως παρατίθενται στη βάση δεδομένων, η οποία έχει γίνει από τον επί τόπου επιβλέποντα της δειγματοληψίας ή τον προϊστάμενο του εργαστηρίου κατά την αποσυσκευασία των δειγμάτων. Επίσης, στη γεωλογική περιγραφή των θέσεων δειγματοληψίας έχει τηρηθεί η σειρά με την οποία τα δείγματα έχουν καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων.

Περιγραφή των γεωλογικών χαρακτηριστικών της μείζονος περιοχής ανά θέση δειγματοληψίας

1. Μύκονος (υποθαλάσσια δειγματοληψία)

Η δειγματοληψία αυτή εκτελέσθηκε στην θαλάσσια περιοχή ΝΑ της Μυκόνου, και σε απόσταση περίπου 1000m από την ακτή. Λόγω της υποθαλασσίας φύσης, εκ των πραγμάτων μπορεί να δοθεί μόνο γεωλογική περιγραφή της νήσου Μυκόνου, υποτιθεμένου ότι οι εδαφικές στρώσεις των ανωτέρω ιζημάτων του βυθού, από όπου ελήφθησαν τα δείγματα, είναι προϊόντα διαβρώσεως και μεταφοράς υλικού, της ακτογραμμής της νήσου ή στερεοπαροχής του υδρογραφικού δικτύου της νήσου. Το κυρίαρχο πέτρωμα της νήσου είναι ο χαρακτηριστικός Γνευσιοειδής Γρανίτης της Μυκόνου, Μειοκαινικής ηλικίας. Τοπικά, η νήσος, κατά μήκος της ακτογραμμής της, εμφανίζει Αμφιβολιτικούς σχηματισμούς.

2. Ρόδος 1 (υποθαλάσσια δειγματοληψία)

Ο χώρος δειγματοληψίας είναι η υποθαλάσσια περιοχή, έναντι του ΒΔ άκρου της Ρόδου, σε απόσταση 500-1000m από την ακτογραμμή. Και εδώ γίνεται η υπόθεση ότι το υλικό των αποθέσεων του βυθού έχει προέλθει από τη διάβρωση της ακτογραμμής της νήσου και τη στερεοπαροχή του υδρογραφικού της δικτύου. Το, έναντι της περιοχής δειγματοληψίας, τμήμα της νήσου εμφανίζει γεωλογική δομή αποτελούμενη από μια λιθοστρωματογραφική σειρά επικειμένων Ασβεστολίθων, με υπόστρωμα σχιστολίθων και έναν σχηματισμό φλύσχη, ηλικίας Ηωκαινικής. Τοπικά, εμφανίζεται αλλουβιακό κάλυμμα, κυρίως πάνω σε υπόβαθρο από φλύσχη.

3. Εκβολές Λούρου

Η δειγματοληψία έλαβε χώρα στα όρια της δελταϊκής προσχώσεως, κοντά στο στόμιο εκροής του Λούρου ποταμού, κοντά στην είσοδο του Αμβρακικού κόλπου. Η θέση δειγματοληψίας είναι δελταϊκός σχηματισμός, ο οποίος ανήκει στην αλλουβιακή πεδιάδα που σχηματίζει, στην βόρειο ακτή του Αμβρακικού, η στερεοπαροχή του Λούρου και του Αράχθου. Τα ενδότερα της περιοχής αποτελούνται από λιθοστρωματογραφική σειρά της ζώνης του Ιονίου, σχηματιζομένης από ένα υπόστρωμα φλύσχη επί του οποίου έχει επωθηθεί ο Ασβεστόλιθος του Παντοκράτορος, ο οποίος και σχηματίζει το μεγαλύτερο τμήμα του περιθωρίου του Αμβρακικού. Οι κοίτες των δύο ποταμών που σχηματίζουν την αλλουβιακή, παράκτιο πεδιάδα, τροφοδοτούνται με φερτές ύλες, κατά μήκος της διαδρομής τους, από σχηματισμούς της ζώνης της Πίνδου και της Αδριατικοϊονίου

ζώνης, με εναλλαγές παχυστρωματωδών και υπολιθογραφικών ασβεστολίθων, του φλύσχη της Ιονίου ζώνης και της ζώνης της Πίνδου, σχιστολίθων και κερατολίθων Ιουρασικής ηλικίας.

4. Ηγουμενίτσα

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός ενός δελταϊκού σχηματισμού χειμάρρου, στις ΝΑ παρυφές της πόλης. Υπό τα υλικά της δελταϊκής απόθεσης συναντήθηκε στρώμα μαργαϊκής αργίλου, που ανήκει στο υπόβαθρο της περιοχής, που σχηματίζεται από φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Στην ευρύτερη περιοχή δειγματοληψίας, από όπου και η τροφοδοσία στερεοπαροχής του χειμάρρου, συναντώνται ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορος, φλύσχη της Ιονίου ζώνης, αποτελούμενος από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών και νεότεροι αλλουβιακοί σχηματισμοί από τους οποίους σχηματίζεται η παραθαλάσσια ζώνη της πόλης. Εκτεταμένα ριπίδια συναντώνται στα πρηνή των υψωμάτων τα οποία περιβάλλουν την πόλη.

5. Πλατύ Ημαθίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην περιοχή του σιδηροδρομικού σταθμού του Πλατέως, εντός της αλλουβιακής πεδιάδας η οποία σχηματίζεται στον μυχό του Θερμαϊκού κόλπου και τοπικά, στη συγκεκριμένη θέση, από τις δελταϊκές αποθέσεις του Αξιού και του Λουδία. Η ερευνηθείσα ζώνη σχηματίζεται, επιφανειακά, από τις αναβαθμίδες των ποταμών αυτών ενώ, προϊόντος του βάθους δειγματοληψίας, συναντάται ο παλαιός παράκτιος βυθός του Θερμαϊκού, ο οποίος έχει καλυφθεί με τις νεότερες αλλουβιακές προσχώσεις. Σε βάθος περίπου 25m συναντάται η ανώτερη, αποσαθρωμένη ζώνη, του υποβάθρου το οποίο αποτελείται από σχηματισμούς ψαμμιτών, ψαμμιτικών μαργών και μαργών, Νεογενούς ηλικίας. Το αδιατάρακτο υπόβαθρο, από ψαμμιτικές μάργες συναντήθηκε σε βάθος 32m περίπου.

6. Γέφυρα Λουδία

Όπως και προηγουμένως, το επιφανειακό στρώμα της περιοχής σχηματίζεται από τις αναβαθμίδες του Λουδία ποταμού και η παλαιότερη παράκτια απόθεση απαντάται σε βάθος 7,5m περίπου και εκτείνεται σε επάλληλες στρώσεις μέχρι το βάθος των 25,5m, οπότε και συναντάται η αποσαθρωμένη επικάλυψη του υποβάθρου από ψαμμιτική μάργα. Το υπόβαθρο συναντάται αδιατάρακτο, μετά το βάθος των 35m και αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών, Νεογενούς ηλικίας.

7. Είσοδος Αδένδρου

Η θέση δειγματοληψίας ανήκει στην ευρύτερη περιοχή της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης και αρχικά απαντάται, μέχρι του βάθους των 11m περίπου, δελταϊκή απόθεση του Λουδία και του Γαλλικού ποταμού ενώ, χαμηλότερα, εμφανίζονται παλαιότερες δελταϊκές αποθέσεις του βυθού του Θερμαϊκού κατά μήκος της παλαιάς ακτογραμμής. Το πρώτο, ανώτερο στρώμα του υποβάθρου, εμφανίζεται σε βάθος 30m περίπου και αποτελείται από μαργαϊκή άργιλο από απόσάθρωση και αναζύμωση του υλικού υποβάθρου, ενώ ακολουθεί κροκαλοπαγές βάσεως από υλικά των χειμάρρων που εξέβαλαν στην λεκάνη της Θεσσαλονίκης, κατά το Νεογενές, ακολουθούμενο, προς τα κάτω, από σειρά ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών, Νεογενούς ηλικίας.

8. Έξοδος Αδένδρου

Η θέση δειγματοληψίας εμφανίζει, κατ' ουσία, παρόμοια γεωλογική δομή με την είσοδο Αδένδρου, με ένα ανώτερο ορίζοντα δελταϊκών αποθέσεων του Λουδία και του Γαλλικού ποταμού, η οποία επικάθεται πάνω σε μια αποσαθρωμένη ζώνη του Νεογενούς υποβάθρου, το οποίο σχηματίζεται από εναλλαγές ψαμμιτών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών. Αξιοσημείωτο είναι ότι μια από τις γεωτρήσεις της ομάδας (Γ4), συνάντησε το Νεογενές υπόβαθρο σε βάθος 12,5m περίπου, μετά από την παρεμβολή μόνο μίας στρώσεως υπερστερεοποιημένης αργίλου, χωρίς να εντοπισθούν οι ενδιάμεσες δελταϊκές αποθέσεις που αποτελούσαν τμήμα του παλαιού βυθού, επομένως η γεώτρηση αυτή εντόπισε την παλαιά ρηγιγενή ακτογραμμή του Θερμαϊκού, η οποία σχηματίζεται από τη λιθοστρωματογραφική σειρά του Νεογενούς που αποτελεί του υποβάθρου της λεκάνης του Θερμαϊκού-Πεδιάδος Θεσσαλονίκης.

9. Αξίος

Η θέση αυτή βρίσκεται παρά τη σημερινή, διαμορφωμένη εκβολή του Αξιού, κατά μήκος του αναχώματος. Μέχρι του βάθους των 9,5-10,0m εμφανίζεται ένα κάλυμα δελταϊκών αποθέσεων του ποταμού, πλειστοκαινικής ηλικίας, ακολουθούμενο από εμφάνιση ενός αποσαθρωμένου μανδύα, του ανωτέρου στρώματος του Νεογενούς υποβάθρου, αποτελούμενου από ψαμμίτες και κροκαλοπαγή βάσεως. Η αποσαθρωμένη ζώνη εκτείνεται μέχρι το βάθος των 40m περίπου. Γενικά, από τη γενόμενη δειγματοληψία, δεν είναι σαφές εάν εμφανίζεται, κατά τρόπο ευδιάκριτο, η σειρά των δελταϊκών αποθέσεων πλειοκαινικής ηλικίας που έχουν αποτελέσει τμήμα του βυθού του Θερμαϊκού, μετά τη διαμόρφωσή του και σε άλλες θέσεις επικαλύπτουν τα ιζήματα του βυθού παλαιάς λίμνης, που αποτελούν το γενικό υπόβαθρο της περιοχής. Σε ορισμένες από τις γεωτρήσεις της ομάδας, αυτός ο ενδιάμεσος ορίζοντας εμφανίζεται, σαφέστερα, μεταξύ 19 και 27m βάθους. Το γενικό υπόβαθρο της λεκάνης του Θερμαϊκού, από εναλλαγές ψαμμιτών εμφανίζεται αδιατάρακτο, σε άλλες γεωτρήσεις μετά τα 41m, σε άλλες, περίπου στα 46m. Γενικά, η πλήρης λιθοστρωματογραφική σειρά, των δύο φάσεων δελταϊκών αποθέσεων, καθίσταται περισσότερο ευδιάκριτη, όσον προσεγγίζει κανείς τη σημερινή ακτογραμμή του Θερμαϊκού κόλπου.

10. Σίνδος

Η θέση δειγματοληψίας αποτελεί μέρος της δελταϊκής πεδιάδας του Λουδία ποταμού και των αναβαθμίδων του και βρίσκεται πλησίον του Σιδηροδρομικού Σταθμού Σίνδου. Οι σύγχρονες αποθέσεις εκτείνονται μέχρι του βάθους των 10m περίπου και επίκεινται της σειράς των παλαιότερων δελταϊκών αποθέσεων της παλαιάς ακτογραμμής του Θερμαϊκού, με αποσαθρωμένους ψαμμίτες και κροκαλοπαγή βάσεως. Η σειρά αυτή εκτείνεται περίπου έως τα 28m βάθος και κατόπιν εντοπίζεται το υπόβαθρο της λεκάνης του Θερμαϊκού, από εναλλαγές κυανών ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών.

Γενική παρατήρηση για την ομάδα γεωτρήσεων της Πεδιάδας Θεσσαλονίκης

Όλες οι ανωτέρω (5, 6, 7, 8, 9, 10) θέσεις δειγματοληψίας βρίσκονται εντός της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης/Πέλλας η οποία αποτελεί ένα αλλουβιακό/διλλουβιακό κάλυμμα των νεογενών σχηματισμών της Λεκάνης του Θερμαϊκού. Η λεκάνη περιβάλλεται από σειρά άλλων σχηματισμών, της ζώνης του Αξιού και στην Σερβομακεδονική ζώνη, μεταξύ των οποίων το κρυσταλλοσχιστώδες σύστημα του Ωριακοκάστρου, προς Ανατολάς και τα πυριγενή της ζώνης της Αλμωπίας προς Δυσμάς. Λιθολογικά τμήματα των σχηματισμών αυτών αποτελούν συστατικά όλων των αλλουβιακών και διλλουβιακών αποθέσεων του ανωτέρου και του κατωτέρου ορίζοντα.

11. Μώλος Φθιώτιδας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται κοντά στον Σιδηροδρομικό Σταθμό του Μώλου, επί της αλλουβιακής πεδιάδας των εκβολών του Σπερχειού ποταμού. Η περιοχή καλύπτεται, επιφανειακά, από μια στρώση καλλιεργουμένων εδαφών και μετά τα 4m βάθος εμφανίζεται η δελταϊκή σειρά του Σπερχειού, η οποία επικαλύπτει τον παλαιό βυθό του Μαλλιακού και Β. Ευβοϊκού. Σε βάθος 10-11m εμφανίζεται το υπόβαθρο, αρχικά αποσαθρωμένο και αναζυμωμένο, αποτελούμενο από εναλλαγές ψαμμιτικών μαργών και μαργών. Η μείζων, περιβάλλουσα, περιοχή ανήκει στην ζώνη της Α.Ελλάδας και αποτελείται από σχηματισμούς σχιστόλιθων και ασβεστόλιθων καθώς και εμφανίσεις ηφαιστειακών, κυρίως με την μορφή βαθυλίθων, συνήθως, περιδοτιτών.

12. Μοσχάτο Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται επί της δελταϊκής πεδιάδας των εκβολών του Κηφισού και του Ιλισσού ποταμού. Το πρόσφατο δελταϊκό κάλυμμα εκτείνεται μέχρι το βάθος των 4m περίπου και κατόπιν εντοπίζεται η ζώνη αποσαθρώσεως του σχηματισμού της Μάργας του Πειραιά η οποία αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτικών μαργών, ψαμμιτών και μαργών. Ο σχηματισμός αυτός, σε πολλές θέσεις, εμφανίζει κάλυμμα από μαργαϊκό ασβεστόλιθο (κογχυλιάτη λίθο), ο οποίος όμως δεν εντοπίσθηκε στη θέση δειγματοληψίας. Το σύστημα εμφανίζεται αδιατάρακτο μετά τα 15m βάθος. Στη γεώτρηση Γ2 εμφανίζεται και τμήμα του βυθού του Φαληρικού όρμου, το οποίο έχει

επικαλυφθεί από σύγχρονες δελταϊκές αποθέσεις. Ο ρους του Κηφισού και του Ιλισσού διέρχεται από το λεκανοπέδιο των Αθηνών, το οποίο περιβάλλεται από τους σχιστολιθικούς ορίζοντες (Αθηναϊκό Σχιστόλιθο, Σχιστόλιθο Καισαριανής) και τα ασβεστολιθικά τους καλύμματα, (Υμηττού, Αιγάλεω, ολισθησιολίθων του Λεκανοπεδίου), ενώ, σε πολλές θέσεις, υπάρχουν διεισδύσεις οφιόλιθων. Το σύνολο των λιθολογικών συστατικών αυτών των σχηματισμών συναντάται στο δελταϊκό πεδίο του Κηφισού και του Ιλισσού.

13. Τούμπα Σερρών

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην πεδιάδα των Σερρών, η οποία σχηματίζεται από τις αναβαθμίδες του Στρυμόνος ποταμού. Το υποκείμενο σύστημα είναι ένα σύστημα ψαμμιτικών μαργών και μαργών, μάλλον Μειοκαινικής ηλικίας. Την πεδιάδα του Στρυμόνος περιβάλλουν οι σχηματισμοί της ζώνης του Αξιού και το κρυσταλλοσχιστώδες σύστημα του όρους Κερκίνη, προς Β., του Παγγαίου προς Ν. και ΝΑ και των Κεδρυλλίων προς Δ.

14. Ορεστιάδα Έβρου

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός της πεδιάδας του Έβρου ποταμού και ειδικότερα ενός σχηματισμού ο οποίος αποτελείται από τη δυτική παρυφή των αναβαθμίδων του Έβρου και των δελταϊκών αποθέσεων ρυάκων και χειμάρρων οι οποίοι πηγάζουν από το υψίπεδο Αμπελακίων-Δοξιπάρας και συμβάλλουν με τον Έβρο στην περιοχή της Ορεστιάδας. Λόγω μικρού βάθους δειγματοληψίας συναντήθηκε μόνο το αλλουβιακό κάλυμμα της περιοχής. Η ευρύτερη περιοχή ανήκει, γεωλογικά, στη ζώνη της Ροδόπης. Οι μείζονες σχηματισμοί της περιοχής, πλη των αποθέσεων του Έβρου, του Ερυθροποτάμου και του Άρδα, κυρίως τα υψώματα, αποτελούνται από το κρυσταλλοσχιστώδες της Ροδόπης, με συχνή εμφάνιση ηφαιστειακών διεισδύσεων (ρυολίθων, απλιτών, πηγματιτών, ζεολίθων). Ασβεστολιθικά καλύμματα εμφανίζονται ΝΔ, στην περιοχή Διδυμοτείχου-Ασβεστάδων.

15. Καλλιθέα Αττικής

Η δειγματοληψία έγινε επί του σχηματισμού των αναβαθμίδων του Ιλισσού, αλλά σε περιοχή στην οποία, σε μεγαλύτερο βάθος από αυτό της δειγματοληψίας, απαντάται ο σχηματισμός του Αθηναϊκού σχιστόλιθου, ο οποίος δημιουργεί λόφους οι οποίοι προεξέχουν του συστήματος των αναβαθμίδων του ποταμού. Επίσης, τοπικά, εμφανίζονται διεισδύσεις περιδοτίτου και χαλαζία. Τα υλικά των πετρωμάτων αυτών απαντώνται στο σύνολο των δειγμάτων.

16. Μοσχάτο Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 1000m από την προηγούμενη (13) και ισχύει και γι αυτήν η ίδια γεωλογική δομή.

17. Αμφιθέα Αττικής

Η περιοχή δειγματοληψίας βρίσκεται στην περιοχή των υπωρειών του Υμηττού, με ΝΑ έκθεση και το κυρίως συναντώμενο σύστημα είναι τα πλευρικά κορήματα του Υμηττού (terra rosa, ερυθροί πηλοί). Τα κορήματα καλύπτουν, στη θέση δειγματοληψίας, έναν ορίζοντα λιθοποιημένων μαργών (ή ερυθρών πηλών, κατα θέσεις), οι οποίες έχουν προέλθει από διαγένεση προγενεστέρων κορημάτων. Το υποκείμενο πέτρωμα είναι ο σχιστόλιθος του Υμηττού, ο οποίος δεν συναντήθηκε στη δειγματοληψία. Επίσης, σε όμορες περιοχές, εμφανίζονται μάργες και ψαμμίτες, Νεογενούς ηλικίας, τμήματα του υποβάθρου της λεκάνης του Σαρωνικού.

18. Σεπόλια Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται μέσα στο ευρύτερο σύστημα των αναβαθμίδων του Κηφισού ποταμού, όμως, στην πρώτη γεώτρηση, εντοπίσθηκε, πιο ψηλά, το υπόβαθρο της περιοχής ή ακριβέστερα, η ανώτερη αποσαθρωμένη ζώνη του, αποτελούμενη από σχιστόλιθους (Αθηναϊκός σχιστόλιθος). Πέραν των αναβαθμίδων και του σχιστολιθικού υποβάθρου, το οποίο, κατά θέσεις, εμφανίζει διεισδύσεις οφιόλιθων και εμποτισμούς από υδροθερμικά διαλύματα, στα όρια της λεκάνης του Κηφισού, εμφανίζονται μάργες και μαργαϊκοί ψαμμίτες, επικείμενοι του σχιστόλιθου,

ενώ στους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν την λεκάνη, αυτούς του όρους Αιγάλεω, ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ασβεστόλιθους Κρητιδικής ηλικίας οι οποίοι, δια της διαβρώσεώς τους, δημιουργούν, στους πρόποδες, εκτεταμένους κώνους κορημάτων.

19. Πάτρα Ι (Αχαΐας)

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται επί της παρακτίου προσχωματικής πεδιάδας στην Ανατολική είσοδο του πολεοδομικού συγκροτήματος των Πατρών. Ο σχηματισμός που διατηρήθηκε περιλαμβάνει ένα ανώτερο κάλυμμα σύγχρονων χειμαρρώδων αποθέσεων και χαμηλότερα, πλειστοκαινικές δελταϊκές αποθέσεις, οι οποίες αποτελούν τμήμα του παλαιού βυθού που καλύπτει ο ανώτερος ορίζοντας που εντοπίστηκε. Τα προς Ν υψώματα αποτελούνται από νεογενείς σχηματισμούς των ορίων της λεκάνης του Πατραϊκού κόλπου, της οποίας τα τοιχώματα σχηματίζονται από τη σειρά εναλλαγών φλύσχη και ασβεστόλιθων της ζώνης του Ιονίου από την οποία δομείται το Παναχαϊκό όρος, το οποίο αποτελεί το Ν όριο της λεκάνης.

20. Κομοτηνή Ι (Νομός Ροδόπης)

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στις ΒΔ παρυφές της πόλεως της Κομοτηνής και το επιφανειακό κάλυμμα αποτελείται από χειμαρρώδεις αποθέσεις, σύγχρονες προερχόμενες από τα γειτονικά υψώματα. Οι αποθέσεις αυτές, τοπικά, έχουν επικαλύψει την αλλουβιακή πεδιάδα της Κομοτηνής η οποία σχηματίζεται, κυρίως, από αναβαθμίδες, οι οποίες επίσης εντοπίστηκαν. Το υπόβαθρο δεν εντοπίστηκε από τη δειγματοληψία, εν τούτοις στα υπερκείμενα υψώματα, εμφανίζεται το κρυσταλλοσχιτώδες σύστημα της Ροδόπης το οποίο αποτελεί το υπόβαθρο της ευρύτερης λεκάνης. Τοπικά στα Β και ΒΑ όρια της λεκάνης, εμφανίζονται Νεογενείς μάργες, ενώ τα περιβάλλοντα υψώματα, προς Β της θέσεως δειγματοληψίας, αποτελούνται από διεισδύσεις ηφαιστιτών (ανδεισιτών, τραχειτών, ρυολίθων), οι οποίες έχουν καλύψει το κρυσταλλοσχιτώδες σύστημα.

21. Βέροια Ημαθίας

Η ζώνη δειγματοληψίας βρίσκεται στο κατώτερο πρηνές του όγκου επί του οποίου είναι κτισμένο το πολεοδομικό συγκρότημα της Βεροίας, υπεράνω του επιπέδου της πεδιάδος της Θεσσαλονίκης. Ως εκ τούτου, τα στρώματα τα οποία συναντήθηκαν είναι, κυρίως κώνοι κορημάτων, σύγχρονοι, οι οποίοι ως υπόβαθρο έχουν παρομοίους πλειστοκαινικούς σχηματισμούς, ριτίδια των τοπικών χειμάρρων οι οποίοι εξέβαλλαν στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης. Πέραν των αναβαθμίδων του Αλιάκμονος ποταμού, οι οποίες σχηματίζουν, στην περιοχή το αλλουβιακό κάλυμμα της πεδιάδας, εμφανίζονται, περιμετρικά, μάργες και μαργαϊκοί ψαμμίτες, ενώ ο υπερκείμενος όγκος του Βερμίου όρους αποτελείται από κρυσταλλοσχιτώδες σύστημα κρυσταλλικών ασβεστολίθων οι οποίοι επικάθηνται ή εμφανίζονται σε εναλλαγές, με σχιστολίθους και κερατολίθους Ιουραϊκής ηλικίας

22. Ομορφοχώρι Λάρισας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός του αλλουβιακού πεδίου του Πηνειού, στον οποίον συμβάλλουν και τοπικοί ρύακες, από το παρακείμενο όρος Όσσα. Οι ποτάμιες αναβαθμίδες συνιστούν το επιφανειακό στρώμα, μέχρι του πάχους των 5,0m περίπου και υπό αυτές, συναντάται η αποσαθρωμένη ζώνη του υποβάθρου, συνιστώμενη από αργιλικό σχιστόλιθο ή υπερστερεοποιημένη άργιλο. Η σειρά των νεωτέρων μαργών και ψαμμιτικών μαργών εκτείνεται μέχρι το βάθος των 9-10m και ακολουθεί η λιθοστρωματογραφική σειρά του παλαιού βυθού της Θεσσαλικής λεκάνης, από εναλλαγές κυανών ψαμμιτικών μαργών, μαργών και ψαμμιτών, μέχρι του βάθους των 20m περίπου. Αναλόγως της θέσης της κάθε μιας συγκεκριμένης γεώτρησης της ομάδας, το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα, των μαργών και ψαμμιτικών μαργών, μπορεί να κυμαίνεται από 4 έως 11m. Τα παρακείμενα υψώματα, τα οποία αποτελούν τους προβούνους του όρους Όσσα και εκτείνονται ΒΑ της θέσης δειγματοληψίας, αποτελούνται από το σχιστολιθικό υπόβαθρο της Θεσσαλικής λεκάνης και το ασβεστολιθικό τους κάλυμμα. Σε μεγαλύτερη απόσταση, προς Β και ΒΔ, τα όρια της λεκάνης αποτελούνται από τους σχηματισμούς του τεκτονικού παραθύρου του Ολύμπου.

23. Γυρτώνη Λάρισας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα Βόρεια/ΒΔ όρια της λεκάνης της Θεσσαλίας, σε ελαφρώς υψηλότερη θέση από το αλλουβιακό πεδίο του Πηνειού και ως εκ τούτου, δεν συναντήθηκε κατά τη δειγματοληψία το αλλούβιο της πεδιάδας, αλλά το σύστημα των πετρωμάτων της σειρά του Ολύμπου, ο οποίος εκτείνεται, με τις υπώρειές του, μέχρι τη θέση της δειγματοληψίας, καλυπτόμενο, μέχρι το φυσικό, καλλιεργούμενο έδαφος, κάτω από το σύστημα των μαργών του περιθωρίου της Θεσσαλικής λεκάνης. Σε ορισμένες θέσεις, επιφανειακά, εντοπίστηκαν κώνοι κορημάτων μέχρι του βάθους των 1,5-2m και το στρώμα των μαργών της λεκάνης, ενώ ελλείπει ο αργιλικός σχιστόλιθος, της σειράς του Ολύμπου, από το βάθος των 2m περίπου. Το πάχος της αποσαθρωμένης ζώνης κυμαίνεται από 1-4m και εν γένει, δεν συναντήθηκε το αδιατάρακτο υπόβαθρο, λόγω του μικρού μέσου βάθους δειγματοληψίας. Ο υπερκείμενος όγκος του Ολύμπου αποτελείται από σειρά φυλλιτών, σχιστολίθων και ασβεστολίθων, ιδίως προς τα Α και ΒΑ της θέσης δειγματοληψίας.

24. Ηράκλειο Κρήτης

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα όρια της λοφώδους ζώνης η οποία καλύπτεται από τις Δυτικές και ΝΔ συνοικίες του πολεοδομικού συγκροτήματος του Ηρακλείου και οι οποία σχηματίζεται από τη σειρά μαργών της παρακτίου λεκάνης. Στη θέση δειγματοληψίας, τοπικά, εμφανίζονται κώνοι κορημάτων, από το μαργαϊκό υλικό των υπερκείμενων κλιτύων και κατόπιν, μετά τα 6m βάθους περίπου, απαντάται το αποσαθρωμένο ανώτερο τμήμα του μαργαϊκού ορίζοντα, το οποίο έχει πάχος περίπου 3m στη θέση δειγματοληψίας. Μετά τα 9-10m απαντάται ο αδιατάρακτος ορίζοντας του συστήματος των μαργών και μαργαϊκών ψαμμιτών. Προς Ν και ΝΑ της περιοχής, σε σχετικά μεγάλη απόσταση, εμφανίζονται οι πλησιέστεροι πρόβουνοι του όρους Ίδη, το οποίο εμφανίζει λιθοστρωματογραφική σειρά των σχηματισμών φλύσχη με υπόβαθρο ασβεστολίθων και, τοπικά, κάλυμμα από οφιολιθικό σύμπλεγμα.

25. Αλεξανδρούπολη Έβρου

Η δειγματοληψία έγινε στο Δ άκρο της παρακτίου ζώνης του πολεοδομικού συγκροτήματος της Αλεξανδρουπόλεως, όπου εμφανίζεται μια νεώτερη, σύγχρονη, παράκτια αλλουβιακή πρόσχωση, σε πολλές θέσεις, μορφής παρακτίου τέλματος και σύγχρονων δελταϊκών σχηματισμών, η οποία επικάθεται ενός συμπλέγματος πλειοκαινικών δελταϊκών σχηματισμών χειμάρρων, αποτελούμενων από τις συνήθεις δελταϊκές σειρές κροκαλοπαγών βάσεως, άμμων, και ερυθρών πηλών οι οποίες όμως έχουν, σε μεγάλο βαθμό λιθοποιηθεί. Αυτές οι λιθοποιημένες αποθέσεις, αποσαθρωμένες κατά θέσεις, ιδίως κατά μήκος της ακτογραμμής, δυτικά της πόλης και μέσα στην πόλη, αποτελούν το υπόβαθρο της θέσης δειγματοληψίας. Στη θέση αυτή, η πρόσφατη παράκτια απόθεση έχει πάχος περίπου 35m και εν συνεχεία απαντάται νεώτερος (σύγχρονος) ακτόλιθος και το αντίστοιχο κροκαλοπαγές βάσεως σε βάθος 5m. Το παλαιότερο λιθοποιημένο υπόβαθρο δεν συναντήθηκε, στη συγκεκριμένη θέση δειγματοληψίας, αλλά παρουσιάζεται, σχεδόν επιφανειακά, σε μικρή απόσταση Βόρεια της πόλης. Στα όρια της λεκάνης των εκβολών του Έβρου εμφανίζονται σειρές μολασσών, ενώ το κρυσταλλοσχιτώδες σύστημα της Ροδόπης προσεγγίζει την περιοχή της πόλης Δ, στην περιοχή της Μάκρης. Ορατό είναι επίσης το ρυολιθικό κάλυμα της κορυφογραμμής της Ροδόπης και υλικά εξ αυτού συναντήθηκαν στα δείγματα.

26. Νέα Αγχιάλος Μαγνησίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου της Ν. Αγχιάλου, το οποίο είναι εγκατεστημένο σε μια δελταϊκή πρόσχωση παρακείμενη της ακτογραμμής του Παγασητικού κόλπου. Το πεδίο έχει σχηματισθεί κυρίως από χειμαρρώδεις αποθέσεις των Β/ΒΑ κλιτύων του όρους Όθρυς, αλλά και του μικρού όγκου των Μικροθηβών, ο οποίος υψώνεται στο Β/ΒΔ άκρο της πεδιάδας. Λόγω του μικρού βάθους δειγματοληψίας, δεν απαντήθηκε το φυσικό έδαφος, παρά μόνον τα τεχνητά επιχώματα της υποδομής των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου και ενδεχομένως, ένα ανώτερο χερσαίο στρώμα, φυσικού εδάφους, που προήλθε από μεταφορά και αναζύμωση του επιφανειακού μανδύα της περιοχής, προ της κατασκευής του αεροδρομίου. Εκτός των σχιστολιθικών σχηματισμών της Όθρυς προς Ν και ΝΔ της θέσης δειγματοληψίας, οι

οποίοι εμφανίζουν πληθώρα οφειλιθικών διεισδύσεων και υδροθερμικών εμποτισμών, αξιοσημείωτη είναι η εμφάνιση ηφαιστιτών στην κορυφή των Μικροθηβών προς ΒΔ.

27. Πρόχωμα Κιλκίς

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται παραπλεύρως της σημερινής κοίτης του Αξιού, επί της παροχθίας αγροτικής οδού. Τα πλησιέστερα ιζήματα είναι αυτά των συγχρόνων αναβαθμίδων του ποταμού, τα οποία, στη θέση αυτή, έχουν πολύ μικρό πάχος, περίπου 1,5m. Το επόμενο στρώμα είναι το λιθοποιημένο ριπίδιο κορημάτων, από το προς Α όριο της πεδιάδας του Αξιού και είναι τμήμα της παλαιάς λεκάνης της Κεντρικής Μακεδονίας. Κάτω από τον κώνο κορημάτων εμφανίζεται η σειρά πλειστοκαινικών μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών των παλαιότερων αναβαθμίδων του Αξιού, μέχρι το βάθος των 30m περίπου. Δεν προσδιορίστηκε εάν η ζώνη αυτή είναι αποσαθρωμένη και αναζυμωμένη σε όλο της το πάχος, αλλά εμφανίζει τέτοια δείγματα, μέχρι τουλάχιστον το βάθος των 16-20m. Το παλαιότερο υπόβαθρο της λεκάνης του Θερμαϊκού δεν εντοπίστηκε από τη δειγματοληψία. Τα υψώματα των ορέων προς Β και ΒΑ της θέσης δειγματοληψίας αποτελούνται από τα πετρώματα της ζώνης του Αξιού.

28. Κιάτο Κορινθίας

Ο χώρος δειγματοληψίας βρίσκεται στην παράκτια, αλλουβιακή, πεδιάδα της Νοτίου ακτής του Κορινθιακού κόλπου, η οποία, στην περιοχή, έχει σχηματισθεί από δελταϊκές αποθέσεις των διαφόρων μικρών ποταμών, παροδικής ροής, της περιοχής, οι οποίοι κατέρχονται από τα, προς ΝΔ, υπερκείμενα υψώματα. Η σύγχρονη, δελταϊκή σειρά στρωμάτων εκτείνεται μέχρι του βάθους των 12m περίπου και ακολουθεί η σειρά των Νεογενών σχηματισμών, μαργών, ψαμμιτικών μαργών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών της λεκάνης του Κορινθιακού κόλπου. Τα στρώματα αυτού του σχηματισμού είναι αυτά τα οποία επικρατούν στην χερσαία περιφέρεια της περιοχής και εμφανίζουν μεγάλο πάχος στην ενδοχώρα από όπου αντλούν τη στερεοπαροχή τους οι ποταμίσκοι και οι χείμαρροι που σχηματίζουν το παράκτιο πεδίο. Σε μεγαλύτερη απόσταση, στο εσωτερικό εμφανίζονται οι Αλπικοί σχηματισμοί των ορέων της Β. Πελοποννήσου.

29. Άγιοι Ανάργυροι Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα Δυτικά όρια του λεκανοπεδίου Αθηνών πλησίον των προβούλων και Α/ΝΑ κλιτύων του όρου Αιγάλεω, χωρίς να ανήκει σε αυτές. Μετά από ένα κάλυμμα, πάχους περίπου 4m, το οποίο αποτελείται από χειμαρρώδεις αποθέσεις και ενδεχομένως, τα όρια της αναβαθμίδας του Κηφισού, απαντάται ένα στρώμα, πάχους 10m, το οποίο είναι αργιλικός σχιστόλιθος, προερχόμενος από τη διαγένεση ποτάμιου λεπτόκοκκου υλικού. Σε βάθος 14m περίπου, απαντάται ο σχιστόλιθος του υποβάθρου του όρους Αιγάλεω, ο οποίος διατρήθηκε μόνο κατά την ζώνη αποσαθρώσεώς του. Προς Δ και Β της θέσης δειγματοληψίας εμφανίζονται οι σχηματισμοί ασβεστόλιθων του Αιγάλεω, καλυπτόμενοι, παρά τους πρόποδες, από εκτεταμένους κώνους κορημάτων. Σε αρκετές θέσεις, εντός του σχιστολιθικού υποβάθρου της περιοχής, εμφανίζονται διεισδύσεις οφιόλιθων και οι σχετικοί εμποτισμοί από υδροθερμικά διαλύματα.

30. Μακρυχώρι Λάρισας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο ΒΑ άκρο του αλλουβιακού πεδίου του Πηνειού, προ της κοιλάδας των Τεμπών και το αρχικά εντοπιζόμενο στρώμα είναι οι αναβαθμίδες του ποταμού, μέχρι το βάθος των 8-10m περίπου. Σε ορισμένες γεωτρήσεις της ομάδας φαίνεται οι σύγχρονες αναβαθμίδες του Πηνειού να επικαλύπτουν δελταϊκές απολήξεις χειμάρρων οι οποίοι εξέβαλαν από τους, εν επαφή, προβούνους της Όσσας, περί την είσοδο της κοιλάδας των Τεμπών και σήμερα, συμβάλλουν με τον Πηνειό. Μετά το κροκαλοπαγές βάσεως αυτών των χειμαρρικών σχηματισμών εντοπίζεται ένας παλαιότερος ορίζοντας παρομοίων αποθέσεων ο οποίος έχει διαγενεθεί σε σύστημα μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών, πιθανώς πλειστοκαινικών, με το δικό τους κροκαλοπαγές βάσεως. Δεν εντοπίστηκε, λόγω περιορισμένου βάθους δειγματοληψίας, το υπόστρωμα των κυανών αργίλων και μαργών της λεκάνης της Θεσσαλίας, το οποίο πιθανώς να ελλείπει στην περιοχή και το υπόβαθρο να είναι οι σχηματισμοί σχιστόλιθων,

φυλλιτών και πυριγενών διεισδύσεων του Ολύμπου. Οι σχηματισμοί αυτοί δημιουργούν υψώματα, παρακείμενα Ν και Α της θέσης δειγματοληψίας και οι ανώτεροι όγκοι είναι οι ασβεστόλιθοι της κοιλάδας των Τεμπών.

31. Τούμπα Σερρών

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα ΒΑ όρια της κοιλάδας του Στρυμόνα και τοπικά, το πλημμυρικό πεδίο του ποταμού επικαλύπτεται από χειμαρρώδεις αποθέσεις των υπερκειμένων ΒΑ υψωμάτων. Οι αναβαθμίδες του ποταμού εντοπίζονται σε βάθος 10m και εκτείνονται μέχρι τα 15m περίπου. Σε άλλη γεώτρηση της ομάδας εντοπίστηκε τεφρός αργιλικός σχιστόλιθος του υποβάθρου της λεκάνης των Σερρών. Τα όρια της λεκάνης σχηματίζονται από τα πετρώματα (κρυσταλλοσχιστώδη, σχιστόλιθοι, μάρμαρα) της ζώνης επαφής, της Ζώνης του Αξιού και της Ζώνης της Ροδόπης.

32. Καλύβια Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας καταλαμβάνει το χαμηλότερο σημείο των Δυτικών κλιτύων των Ν/ΝΑ προβούνων του Υμηττού. Το επιφανειακό στρώμα, μέχρι του βάθους των 5m περίπου, αποτελείται από ασβεστολιθικά κορήματα σχετικά ισχυρά συμπυκνωμένα και ακολουθεί παρόμοιος σχηματισμός, υπό τα 5m βάθους, ο οποίος έχει συγκολληθεί σε τεταρτογενές κροκαλοπαγές. Λόγω μικρού βάθους δειγματοληψίας δεν εντοπίστηκε το υπόβαθρο, εν τούτοις το πάχος των κορημάτων σε επάλληλες στρώσεις, είναι μεγάλο και αποτελούν, προφανώς, κάλυμμα στον σχιστόλιθο (σχιστόλιθος Κερατέας), ο οποίος εμφανίζεται, κατά θέσεις, στην ευρύτερη περιοχή και επί αυτού επικάθεται το ασβεστολιθικό σύστημα της περιοχής, η διάβρωση του οποίου παράγει τους κώνους κορημάτων.

33. Ταραμπούρα Αχαΐας

Η θέση βρίσκεται μέσα στον ευρύτερο χώρο του πολεοδομικού συγκροτήματος των Πατρών, στις παρυφές της παρακτίου πεδιάδας η οποία σχηματίζεται από δελταϊκές αποθέσεις χειμάρρων που ρέουν από τα υπερκείμενα υψώματα. Δείγματα οργανικού υλικού εμφανίζονται, μετά τα 4m βάθος και ακολουθούν 15m περίπου εναλλαγών μαργαϊκού αργιλικού υλικού διαβρώσεως, αναμειγμένου με χάλικες και άμμο. Σε βάθος περίπου 17m εμφανίζεται σχηματισμός, με χαρακτηριστικά ακτολίθου, ο οποίος εκτείνεται μέχρι τα 20m βάθος, όπου και σταμάτησε η δειγματοληψία. Τα υψώματα, τα οποία περιβάλλουν την πόλη, αποτελούνται από τον φλύσχη της ζώνης της Πίνδου, από την αποσάθρωση του οποίου προέρχονται και τα χειμαρρώδη υλικά.

34. Μοσχάτο Αττικής

Όπως και στην προηγούμενη δειγματοληψία, στην ίδια περιοχή, ο κύριος σχηματισμός είναι οι δελταϊκές αποθέσεις του Κηφισού και του Ιλισσού ποταμού. Στη συγκεκριμένη θέση δεν εντοπίστηκε, ως υπόβαθρο, η Μάργα του Πειραιά.

35. Καλλιθέα Αττικής

Στη θέση δειγματοληψίας δεν εντοπίστηκε το υπόβαθρο από το σύστημα μαργών, μαργαϊκών ψαμμιτών και ψαμμιτών της Μάργας του Πειραιά, αλλά δελταϊκές αποθέσεις του Ιλισσού, οι οποίες, υπό το βάθος των 10m περίπου, έχουν διαγενεθεί σε αρκετό βαθμό, ώστε να εμφανίζουν χαρακτηριστικά πλειστοκαινικών μαργών και ψαμμιτών.

36. Μαρούσι Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή των εγκαταστάσεων του Ολυμπιακού σταδίου. Η περιοχή εμφανίζεται σαν μια τοπική λεκάνη, στο ΒΑ τμήμα του λεκανοπεδίου, μεταξύ Τουρκοβουνίων και Πεντέλης. Στην περιοχή επικρατεί σύστημα ερυθρών πηλών οι οποίοι, τοπικά, καλύπτονται από τα κορήματα των Τουρκοβουνίων. Σε βάθος, μεγαλύτερο των 15m, εμφανίζονται μάργες και ψαμμιτικές μάργες, του βυθού της παλαιάς λεκάνης, οι οποίες έχουν, προφανώς, προέλθει από διαγένεση χειμαρρωδών αποθέσεων των Τουρκοβουνίων και της Πεντέλης.

37. Δενδροπόταμος Θεσσαλονίκης

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του Δυτικού τμήματος του Λιμένα Θεσσαλονίκης, οι οποίες έχουν κατασκευασθεί στο δελταϊκό πεδίο του Δενδροποτάμου. Η περιοχή καταλαμβάνει το ακραίο, Ανατολικό, τμήμα της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης. Οι νεώτερες δελταϊκές αποθέσεις φθάνουν μέχρι το βάθος των 20m και εν συνεχεία, απαντώνται παλαιότερες δελταϊκές αποθέσεις, πιθανόν χειμάρρων, από τα υπερκείμενα της Θεσσαλονίκης υψώματα, οι οποίες δεν εμφανίζουν οργανικό υλικό και μάλλον δεν αποτέλεσαν τμήματα της παλαιάς ακτογραμμής του Θερμαϊκού. Το σύστημα μαργών και ψαμμιτών του υποβάθρου του βυθού της λεκάνης του Θερμαϊκού συναντάται υπό το βάθος των 40m. Κατά θέσεις, εντοπίστηκαν σχηματισμοί παρακτίων τελμάτων, σε βάθος 10-13m. Εκτός από το, προς Δ, αλλουβιακό σύστημα της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης οι, προς Β και ΒΑ, ορεινοί όγκοι, αποτελούνται από σχηματισμούς φυλλιτών, σχιστόλιθων και τοπικά, πυριγενών πετρωμάτων του συστήματος των Κεδρυλλίων.

38. Σ.Σ. Πελοποννήσου, Αθηνών

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα όρια του αλλουβιακού πεδίου του Κηφισού, αλλά το αλλουβιακό κάλυμμα δεν συναντήθηκε από τις γεωτρήσεις. Στη θέση της δειγματοληψίας υπάρχει ένα κάλυμμα χειμαρρωδών αποθέσεων από παλαιές κοίτες, συμβάλλουσες στον Κηφισό και κάτω από αυτό εμφανίζεται το σχιστολιθικό υποβάθρο, αρχικά από Αθηναϊκό σχιστόλιθο, μέχρι το βάθος των 10m περίπου. Ακολουθούν οφιολιθικές διεισδύσεις και νέο σχιστολιθικό στρώμα το οποίο παρουσιάζει οφιολιθικές διεισδύσεις μέχρι το βάθος των 24m περίπου. Υπό τον Αθηναϊκό σχιστόλιθο εμφανίζεται ο σχιστόλιθος της Καισαριανής, ο οποίος εκτείνεται μέχρι του βάθους των 40m περίπου, οπότε τερματίζεται η δειγματοληψία. Στη γειτονική περιοχή εμφανίζονται εξάρσεις του σχιστολιθικού υποβάθρου, όπως ο λόφος του Βώκου, ενώ, Δυτικά, εκτείνονται οι αναβαθμίδες του Κηφισού.

39. Λεπτοκαρυά Πιερίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται επί του αλλουβιακού πεδίου της Δυτικής παραλίας του Θερμαϊκού, το οποίο σχηματίζεται στην περιοχή από τη στερεοπαροχή αρκετών χειμάρρων και μικρών ποταμών, οι οποίοι πηγάζουν από τον υπερκείμενο, προς Δ, Όλυμπο. Η πεδιάδα αποτελείται από δελταϊκούς σχηματισμούς οι οποίοι έχουν επικαλύψει προγενέστερους ομοειδείς, που αποτελούσαν τον παλαιό βυθό της ακτογραμμής. Οι δελταϊκοί σχηματισμοί επεκτείνονται μέχρι του βάθους των 23m περίπου, όπου και διεκόπη η δειγματοληψία. Οι σχηματισμοί του τεκτονικού παραθύρου του Ολύμπου, προς Δ περιλαμβάνουν φυλλίτες, σχιστόλιθους και ασβεστόλιθους, στα ανώτερα τμήματα.

40. Νέο Φάληρο Πειραιώς

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στον χώρο του τεχνητού επιχώματος, επί του οποίου κατασκευάστηκε το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας. Αρχικά διατρήθηκε το τεχνητό επίχωμα, πάχους περίπου 2m και εν συνεχεία, εντοπίστηκε ο βυθός, ο οποίος αποτελείται από παράκτιες αποθέσεις του Δέλτα του Κηφισού με αρκετή περιεκτικότητα οργανικού υλικού. Οι αποθέσεις αυτές εμφανίζουν ένα πρώτο όριο σε βάθος 17m περίπου, όπου τερματίζεται ο ακτόλιθος βάσεως και εν συνεχεία, ακολουθεί νέα σειρά προγενεστέρων (πλειστοκαινικών) δελταϊκών αποθέσεων, μέχρι του βάθους των 27m, οπότε εντοπίζεται η λιθοστρωματογραφική σειρά των Μαργών του Πειραιά, με εναλλαγές ψαμμιτών, ψαμμιτικών μαργών και μαργών, μέχρι του βάθους των 40m όπου τερματίζεται και η δειγματοληψία. Παρακείμενοι σχηματισμοί είναι ο σχηματισμός των Μαργών του Πειραιά, ο οποίος σχηματίζει τον λόφο της Καστέλλας και τοπικά έχει κάλυμμα από κογχυλιάτη λίθο (μαργαϊκό ασβεστόλιθο), καθώς και λιθοστρωματογραφία παρακτίου τέλους, προς την πλευρά του Σταδίου Καραϊσκάκη, Βόρεια της θέσης, δημιουργείται το παλαιό αλλουβιακό πεδίο της περιοχής των Καμινίων από χειμάρρους που έρρεαν από την Καστέλλα και από τον άξονα της κοίτης του Κηφισού.

41. Οινόφυτα Βοιωτίας

Η περιοχή δειγματοληψίας βρίσκεται εντός της λεκάνης των Οινόφυτων η οποία καλύπτεται από

νεογενείς σχηματισμούς. Στη θέση δειγματοληψίας είναι έντονη η παρουσία χειμαρρωδών αποθέσεων από τις κλιτύες του υψώματος των Οινοφύτων. Το πάχος της στρώσης αυτής υπερβαίνει τα 15m, βάθος το οποίο έφθασε η δειγματοληψία. Το υπόβαθρο, από Νεογενείς σχηματισμούς, είναι ορατό, σε παρακείμενες θέσεις, αλλά δεν εντοπίσθηκε στη θέση δειγματοληψίας.

42. Ορφανά Καρδίτσας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο αλλουβιακό πεδίο του Ενιπέως ποταμού, ενώ, σε μικρή απόσταση, προς Βορρά, εμφανίζονται ασβεστολιθικά υψώματα (Καλέ Μπεργέ και Δοξαρά). Η συγκεκριμένη θέση δειγματοληψίας βρίσκεται Νότια της κοίτης του ποταμού. Το ανώτερο στρώμα, πάχους περίπου 5m, δέχεται την επίδραση των καλλιεργειών που γίνονται επιφανειακά, με διαρκή άρδευση και επί πλέον, επηρεάζεται από τις μεταβολές της στάθμης του ποταμού, η μέση κοίτη του οποίου βρίσκεται σε βάθος περίπου 4m από το επίπεδο της πεδιάδας. Ακολουθεί, μετά τα 5m βάθους, η σειρά των μαργών των νεωτέρων αποθέσεων της Θεσσαλικής λεκάνης, μέχρι του βάθους των 30m περίπου, οπότε τερματίζεται η δειγματοληψία. Στη θέση δειγματοληψίας δεν εντοπίσθηκε ο ορίζοντας κυανών αργίλων και μαργών του βυθού της παλαιάς Θεσσαλικής λεκάνης, ούτε το υπόβαθρό του παρακειμένου ασβεστολιθικού υψώματος, Κρητιδικής ηλικίας.

43. Ειδομένη Κιλκίς

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται επί του αλλουβιακού πεδίου του Αξιού ποταμού, σε μικρή απόσταση από τη σημερινή κοίτη και παραπλεύρως των συνόρων, κατά μήκος της σιδηροδρομικής γραμμής. Παρά την θέση της γεωτρήσεως, το αλλουβιακό κάλυμμα, το οποίο συναντήθηκε, είναι αβαθές, ένα στρώμα πάχους 2,5m περίπου και εν συνεχεία, απαντάται το σύστημα πλειστοκαινικών μαργών, μαργαϊκών ψαμμιτών και ψαμμιτών του παλαιότερου συστήματος αναβαθμίδων του ποταμού, μέχρι του βάθους των 11-12m περίπου. Ακολουθεί η σειρά των παλαιότερων μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών, της λεκάνης του Θερμαϊκού-Αξιού, μέχρι το βάθος των 30m περίπου. Το πάχος του αλλουβιακού καλύμματος ποικίλλει από θέση σε θέση και σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζεται ως καλλιεργημένο έδαφος, αλλά η γενική λιθοστρωματογραφία παραμένει η ίδια. Προς ΝΑ και Δ της θέσης εμφανίζονται οι σχηματισμοί του όρους Πάικο και Β και ΒΑ, του όρους Μπέλλες, οι οποίοι περιλαμβάνουν φυλλίτες, σχιστόλιθους και πυριγενή, κατά τόπους.

44. Ερμούπολη Σύρου

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός της παρακτίου ζώνης της πόλης, σε πεδίο το οποίο έχει σχηματισθεί από χειμαρρώδεις αποθέσεις εκ των παρακειμένων υψωμάτων. Σε βάθος 12m συναντάται το όριο των συγχρόνων σχηματισμών, από αμμουίτες και αργιλλώδεις άμμους και χάλικες, με την παρουσία ακτολίθου (τεταρτογενούς κροκαλοπαγούς). Ακολουθεί η σειρά μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών παλαιότερης λεκάνης, μέχρι το βάθος των 25m περίπου, όπου τερματίσθηκε η δειγματοληψία. Το υπόβαθρο της Αττικοκυκλαδικής ζώνης, από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, δεν εντοπίσθηκε από τη δειγματοληψία αλλά είναι ορατό στα γειτονικά υψώματα, γύρω και μέσα στο πολεοδομικό συγκρότημα Ερμούπολεως.

45. Μακρακώμη Φθιώτιδος

Η ζώνη δειγματοληψίας βρίσκεται εντός του αλλουβιακού πεδίου του Σπερχειού ποταμού και σε μικρή απόσταση από την παρούσα κοίτη του. Το εντοπισθέν σύστημα αποτελείται από αναβαθμίδες του ποταμού με την παλαιότερη, η οποία εντοπίζεται υπό τα 5m βάθος, να έχει ενδείξεις τελματώδους περιβάλλοντος. Τα πετρώματα των υπερκειμένων υψωμάτων, τα οποία ανήκουν στον Τυμφρηστό προς Βορρά και το συγκρότημα Γκιώνας-Βαρδουσίων προς Νότο, ανήκουν στην ζώνη της Πίνδου και εν μέρει, στην ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας. Εμφανίζονται και ο φλύσχος, ο οποίος αποτελεί τα τοιχώματα της λεκάνης του Σπερχειού, στην περιοχή αυτή, και ασβεστόλιθοι σε μεγαλύτερα υψόμετρα.

46. ΟΑΚΑ, Μαρούσι Αττικής

Η θέση αυτή ανήκει, όπως και η προηγουμένως αναφερθείσα, στη τοπική λεκάνη η οποία βρίσκεται στο ΒΑ άκρο του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, μεταξύ Τουρκοβουνίων, Πεντέλης και Υμηττού προς ΝΑ. Συναντήθηκε και εδώ το κάλυμμα των ερυθρών πηλών και αργιλωδών αμμοχάλικων, από τις παλαιές χειμαρρικές αποθέσεις, ενώ, σε βάθος 22-24m εντοπίστηκε το σχιστολιθικό υπόβαθρο του Υμηττού ή της Πεντέλης. Σε ορισμένες γεωτρήσεις εμφανίστηκε και ορίζοντας μαργών και ψαμμιτικών μαργών, πάνω από το σχιστολιθικό υπόβαθρο, υποδηλώνοντας τα όρια των αποθέσεων βυθού της παλαιάς λεκάνης.

47. Πεταλίδι Μεσσηνίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στα υψώματα, τα υπερκείμενα της ακτογραμμής. Το κάλυμμα αποτελείται από χειμαρρώδεις αποθέσεις, λεπτοκόκκων, κυρίως υλικών, πάχους περίπου 7m. Εν συνεχεία εντοπίστηκε η αποσαθρωμένη ζώνη του υποκειμένου φλύσχη, μέχρι το βάθος των 12-13m και ακολούθως εντοπίστηκε το μητρικό πέτρωμα από σειρά μαργών του φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Ο φλύσχος αυτός σχηματίζει και τα υπερκείμενα υψώματα, ενώ ασβεστόλιθοι, της Ιονίου ζώνης, καλύπτουν τον φλύσχη Ν και ΝΔ της θέσης δειγματοληψίας.

48. Λεωφόρος Θησέως, Τζιτζιφιές Αττικής

Η θέση βρίσκεται εντός του Δελταϊκού πεδίου του Ιλισσού ποταμού. Πέραν των δελταϊκών προσχώσεων, πάχους περίπου 10m, εντοπίστηκε σχιστολιθικός όγκος, μάλλον του Αθηναϊκού σχιστολίθου, ο οποίος, σε άλλη γεώτρηση εντοπίστηκε σε βάθος μόλις 3m. Σε συνάρτηση με το γεγονός ότι, σε βάθος 15m περίπου, εμφανίζεται η λιθοστρωματογραφική σειρά Μαργών του Πειραιά και μάλιστα σε λιθοποιημένη κατάσταση, υποδηλώνει ότι ο σχιστόλιθος ήταν ολισθιόλιθος από τις παρυφές του Υμηττού.

49. Ρόδος 2

Η θέση δειγματοληψίας είναι παράκτια, στο ΝΔ τμήμα της νήσου Ρόδου και εντός του δελταϊκού πεδίου τοπικού μικρού ποταμού. Το πάχος των δελταϊκών αποθέσεων, οι οποίες μετά τα 3m περίπου, εμφανίζουν χαρακτηριστικά παλαιού βυθού ακτογραμμής (όστρακα, οργανικά κλπ), υπερβαίνει τα 17m, βάθος μέχρι το οποίο έφθασε η δειγματοληψία. Στην ευρύτερη περιοχή εμφανίζεται φλύσχος από σύστημα στιφρών μαργών και ψαμμιτών και ασβεστόλιθοι στα μεγαλύτερα υψόμετρα.

50. Θρακομακεδόνες Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στις υπώρειες της Πάρνηθας, εντός περιοχής που καλύπτεται από κώνους κορημάτων. Χερσαία κορήματα έχουν επικαλύψει παλαιότερες χειμαρρώδεις αποθέσεις, εντός της αποσαθρωμένης ζώνης του σχιστολιθικού υποβάθρου της Πάρνηθας. Το συμπαγές σχιστολιθικό υπόβαθρο δεν εντοπίστηκε πριν από τη διακοπή της δειγματοληψίας, σε βάθος 17m. Το σχιστολιθικό υπόβαθρο είναι επιφανειακά ορατό στα κατάντη της θέσης δειγματοληψίας, ενώ, στα ανάντη, εμφανίζονται οι ασβεστολιθικοί όγκοι της Πάρνηθας με τη βάση τους καλυπτόμενη από αλλεπάλληλους κώνους κορημάτων.

51. Άγιος Ιωάννης Ρέντης Αττικής

Η ευρύτερη περιοχή της θέσης δειγματοληψίας ανήκει στο αλλουβιακό πεδίο του Κηφισού και οι αναβαθμίδες του ποταμού εντοπίστηκαν, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος των 6m περίπου. Εν συνεχεία, ακολουθεί η αποσαθρωμένη ζώνη του συστήματος των Μαργών του Πειραιά, η οποία έχει πάχος 8-9m, μέχρι να εντοπισθεί το υγιές πέτρωμα. Σε ορισμένες θέσεις, το αλλουβιακό κάλυμμα έχει ελαφρώς μεγαλύτερο πάχος, δηλαδή έως τα 8m περίπου και εμφανίζει ενδείξεις ελώδους περιβάλλοντος. Η δειγματοληψία έφθασε τα 20m περίπου και δεν εντόπισε άλλο στρώμα υπό την Μάργα του Πειραιά.

52. Λόφος του Καραβά Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην Ν κλιτύ του λόφου του Καραβά (Άλσος Βώκου) και εντόπισε μόνο κώνους κορημάτων προερχόμενους από τη διάβρωση των κλιτύων του λόφου, μέχρι πάχους 12m, όπου και περατώθηκε η δειγματοληψία. Ο λόφος αποτελεί έξαρση του υποβάθρου, το οποίο σχηματίζεται, στην περιοχή, από τη σειρά των Μαργών του Πειραιά, η οποία επικάθεται στους σχηματισμούς των προβούνων του όρους Αιγάλεω, πιθανόν, απ' ευθείας επάνω στο σχιστολιθικό υπόβαθρο.

53. Ηγουμενίτσα 2, Θεσπρωτίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο Νότιο τμήμα της παραλίου ζώνης της Ηγουμενίτσας, εντός του δελταϊκού πεδίου ενός από τους χείμαρρους που εκβάλλουν στον κόλπο. Επιφανειακά, υπάρχει ένα κάλυμα από σύγχρονες χείμαρρώδεις αποθέσεις και ακολουθεί η σειρά των παλαιότερων δελταϊκών ιζημάτων του χείμαρρου, τα οποία έχουν σχηματίσει τον παράκτιο βυθό μέχρι του βάθους των 12m, όπου διεκόπη η δειγματοληψία. Τα υψώματα, που περιβάλλουν την περιοχή, σχηματίζονται από παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης, της σειράς του Παντοκράτορος.

54. Νίκαια Αττικής

Στη θέση δειγματοληψίας, που βρίσκεται στην οδό Χίου, επιφανειακά, εμφανίζεται ένα κάλυμμα κορημάτων από τους παρακείμενους προβούνους του όρους Αιγάλεω. Το στρώμα αυτό έχει πάχος περίπου 5m και ακολουθεί η ζώνη αποσαθρώσεως του σχιστολιθικού υποβάθρου. Δεν συναντήθηκε το αδιατάρακτο υπόβαθρο, λόγω μικρού βάθους δειγματοληψίας (10m), αλλά ο σχιστόλιθος είναι εμφανής στις γειτονικές περιοχές καθώς και το ασβεστολιθικό κάλυμμα του, επί του όρους Αιγάλεω.

55. Καρπενήσι Ευρυτανίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην περιοχή του νεκροταφείου του Καρπενησίου, εντός των αναβαθμίδων του Καρπενησιώτη ποταμού, στον οποίον συμβάλλουν, στην ευρύτερη περιοχή, πολλοί τοπικοί χείμαρροι και ρύακες. Λόγω του μικρού βάθους δειγματοληψίας δεν συναντήθηκαν άλλα στρώματα, όμως, το υπόβαθρο αποτελείται από τον φλύσχη της Πίνδου και υπολιθογραφικούς ασβεστολίθους, στα γύρω υψώματα.

56. Πύργος Ηλείας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται μέσα στην πεδιάδα που σχηματίζουν οι εκβολές του Αλφειού ποταμού, στην οποία εκρέουν αρκετοί χείμαρροι και ρύακες, από τα προς ΒΑ υψώματα, οι οποίοι δημιουργούν, τοπικά, ελώδεις συνθήκες. Το πάχος των συγχρόνων αναβαθμίδων είναι περίπου 5m και μετά συναντάται η αποσαθρωμένη ζώνη του Νεογενούς της Ήλιδος το οποίο αποτελείται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτικών μαργών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών. Ειδικά στη θέση δειγματοληψίας, εμφανίζονται δελταϊκές αποθέσεις παλαιότερες οι οποίες επικαλύπτουν το Νεογενές και φαίνεται ότι αποτελούσαν τμήματα παλαιού βυθού, πιθανόν παρακτίου τέλματος.

57. Κηφισιά Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην Κάτω Κηφισιά, παρά την Εθνική Οδό Αθηνών Λαμίας και συνάντησε τους μαργαϊκούς σχηματισμούς, από πλειστοκαινικές μάργες, των ορίων του λεκανοπεδίου των Αθηνών. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι παλαιά κορήματα της Πεντέλης τα οποία έχουν διαβρωθεί και αναζυμωθεί. Στη θέση δειγματοληψίας, λόγω του μικρού της βάθους (10m), δεν συναντήθηκε το υπόβαθρο, το οποίο πρέπει να είναι το σχιστολιθικό υπόβαθρο του Πεντελικού όρους.

58. Τανάγρα Βοιωτίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται πλησίον του αεροδρομίου της Τανάγρας, κατά μήκος της

σιδηροδρομικής γραμμής, μεταξύ των κωμοπόλεων Τανάγρας και Άρματος. Το σύνολο της περιοχής καλύπτεται από νεογενείς σχηματισμούς μαργών, μαργαϊκών ψαμμιτών και ψαμμιτών της Νεογενούς λεκάνης του Σχηματαρίου. Το σύστημα εκτείνεται υπό το μέγιστο βάθος δειγματοληψίας των 40m. Στα γειτονικά υψώματα, προς Β και Ν της περιοχής, εμφανίζονται ασβεστόλιθοι, κρητιδικής ηλικίας.

59. Άλιμος Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται παρά την Λεωφόρο Ποσειδώνος, στην περιοχή του αεροδρομίου του Ελληνικού. Εμφανίζεται ένα κάλυμμα παρακτίων δελταϊκών αποθέσεων, μέχρι το βάθος των 8m περίπου και ακολουθεί μια σειρά μαργών και ψαμμιτών, μέχρι το βάθος των 20m περίπου, όπου και διεκόπη η δειγματοληψία. Προς Ανατολάς εμφανίζεται η σειρά σχιστόλιθων της Καισαριανής και ασβεστόλιθων του Υμηττού.

60. Ορεστιάδα Έβρου

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στις Ανατολικές παρυφές της πόλης της Ορεστιάδας επί των αναβαθμίδων του Έβρου ποταμού. Σε όλο το πάχος που διετρήθη (5m), εντοπίστηκαν μόνο οι σύγχρονες προσχώσεις της κοίτης του ποταμού. Στα υψώματα, προς Δ και ΒΔ της πόλης, εμφανίζονται οι σχηματισμοί της Ροδόπης.

61. Αμφιθέα 2 Αττικής

Εντοπίστηκαν μόνο μάργες των ορίων της παρακτίου λεκάνης του Σαρωνικού, οι οποίες καλύπτουν τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς του υποβάθρου του Υμηττού.

62. Μοσχάτο Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός των δελταϊκών αποθέσεων του Κηφισού οι οποίες είναι και ο μόνος σχηματισμός ο οποίος εντοπίστηκε.

63. Αγυιά Λάρισας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην επαρχιακή οδό, προς Α της πόλης και σε περιοχή όπου χείμαρροι, από τα περιβάλλοντα υψώματα, εκβάλλουν στο Ανατολικό άκρο της Θεσσαλικής πεδιάδας όπου βρίσκεται η πόλη. Εντοπίστηκαν μόνο χειμαρρώδεις αποθέσεις, μέχρι του βάθους των 12m περίπου, ενώ ακολουθεί σειρά πλειστοκαινικών μαργών. Στα υπερκείμενα υψώματα εμφανίζεται το σύστημα των σχιστόλιθων και ασβεστόλιθων της Όσσας.

64. Κομοτηνή Ροδόπης

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται Δυτικά της πόλης της Κομοτηνής, επί του αλλουβιακού πεδίου του ποταμού ο οποίος διέρχεται Δυτικά της πόλης. Εντοπίστηκε μόνο το αλλουβιακό κάλυμμα, από τις γεωτρήσεις, αλλά, προς Βορρά της θέσης δειγματοληψίας, εμφανίζεται το κρυσταλλοσχιτώδες της Ροδόπης, στα υψώματα που υπέρκεινται της πόλης.

65. Ιστιαία Ευβοίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην παράκτιο πεδιάδα της Ιστιαίας-Ωρεών ΒΑ της πόλης, κοντά στα υψώματα τα οποία άπτονται του Α τμήματος της πόλης. Το επιφανειακό στρώμα αποτελείται από κορήματα των παρακείμενων υψωμάτων και έχει πάχος περίπου 7m. Στα υποκείμενα, εντοπίστηκε ο ορίζοντας των μαργών και ψαμμιτών ο οποίος αποτελεί τον βυθό της παλαιάς λεκάνης και σχηματίζει και την κορυφογραμμή Α της πόλης. Προς Δ της θέσης δειγματοληψίας, εκτείνεται στο αλλουβιακό κάλυμμα της πεδιάδας από αναβαθμίδες και το δέλτα του ποταμού ο οποίος διασχίζει την περιοχή, αλλά το κάλυμα αυτό δεν εντοπίστηκε από τη δειγματοληψία.

66. Πάτρα Αχαΐας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην Ανατολική είσοδο της πόλης, στα όρια των υψωμάτων που δεσπόζουν της πόλης ΒΑ της. Η περιοχή σχηματίζεται από χειμαρρώδεις αποθέσεις και λόγω

μικρού βάθους δειγματοληψίας, δεν συναντήθηκε ο φλύσχος του υποβάθρου.

67. Άγιος Ιωάννης Ρέντης, Αττικής

Η περιοχή βρίσκεται μέσα στο αλλουβιακό πεδίο του Κηφισού, Δ της κοίτης, εν τούτοις, στη θέση αυτή, το πάχος του καλύμματος είναι μικρό, και υπό τα 4m βάθους, εντοπίζονται οι μάργες, ψαμμιτικές μάργες, μαργαϊκοί ψαμμίτες και ψαμμίτες του υποβάθρου, οι οποίοι φαίνονται να ανήκουν σε τμήμα παλαιού βυθού, και μάλλον είναι πλειστοκαινικής ηλικίας.

68. Ιστιαία 2 Ευβοίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται βορειότερα της προηγούμενης και οριακά, συναντά την ποτάμιο αναβαθμίδα της περιοχής. Υπό την αναβαθμίδα, εντοπίζονται οι χειμαρρώδεις αποθέσεις εκ των Ανατολικών υψωμάτων και σε βάθος 7m περίπου, η αποσαθρωμένη ζώνη του συστήματος μαργών και ψαμμιτών της περιοχής, ενώ το υγιές υπόβαθρο εντοπίζεται μετά τα 12m βάθος και σε μία, συγκεκριμένη θέση, υπό τα 20m.

69. ΕΤΒΑ Πατρών Αχαΐας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός της παρακτίου ζώνης του πολεοδομικού συγκροτήματος των Πατρών και εντοπίσθηκαν χειμαρρώδεις αποθέσεις οι οποίες έχουν σχηματίσει βυθό ακτογραμμής ή παρακτίου τέλματος. Το σύστημα του υποβάθρου, από μάργες του φλύσχη, εντοπίσθηκε σε βάθος περίπου 18m και η δειγματοληψία δεν προχώρησε πέραν της αποσαθρωμένης ζώνης αυτού.

70. Τζιτζιφιές Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην παράκτιο ζώνη του Φαληρικού όρμου, μέσα στο δελταϊκό πεδίο του Ιλισσού ποταμού. Οι δελταϊκές αποθέσεις έχουν, στη θέση δειγματοληψίας, πάχος περίπου 12m και ακολουθεί η αποσαθρωμένη ζώνη του συστήματος Μαργών του Πειραιά. Το υγιές πέτρωμα εμφανίζεται σε βάθος περίπου 18m και στη θέση αυτή, είναι λιθοποιημένο.

71. Φιλιατρά Μεσσηνίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός του παρακτίου πεδίου των Φιλιατρών, κοντά στην οδό Πύλου-Κυπαρισσίας. Η περιοχή εμφανίζει, επιφανειακά, ένα μάλλον αβαθές, αλλουβιακό κάλυμμα, από αποθέσεις ρυάκων και χειμάρρων και σε βάθος 2m περίπου, εμφανίζεται ένας αβαθής ορίζοντας Πλειστοκαινικών μαργών και μαργαϊκών ψαμμιτών. Σε βάθος 4m περίπου, εμφανίζεται η αποσαθρωμένη ζώνη του υποβάθρου, το οποίο αποτελείται από φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Μέχρι τα 15m βάθος δεν εμφανίστηκε το υγιές υπόβαθρο, το οποίο αποτελείται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτικών μαργών, μαργαϊκών ψαμμιτών και ψαμμιτών του φλύσχη. Στο εσωτερικό της περιοχής εμφανίζονται οι εναλλαγές του φλύσχη με τους ασβεστόλιθους, οι οποίοι σχηματίζουν τα υψώματα προς Α των Φιλιατρών.

72. Γκάζι Κεραμικού Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται σε οικόπεδο, παρακείμενο του εργοστασίου Φωταερίου, επί της οδού Πειραιώς, ΝΔ του λόφου του Φιλοπάππου. Επιφανειακά, υπάρχει ένα αβαθές κάλυμμα, από χειμαρρώδεις αποθέσεις, εκ του λόφου, το οποίο περατούται, σε βάθος 10m, με ένα κροκαλοπαγές βάσεως. Ακολουθεί το υπόβαθρο, το οποίο αποτελείται από Αθηναϊκό σχιστόλιθο, ο οποίος, στην περιοχή, εμφανίζει έντονες οφιολιθικές διεισδύσεις και εμποτισμούς από υδροθερμικά διαλύματα. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζεται συνεχής, μέχρι το βάθος των 30m όπου έληξε η δειγματοληψία. Στους προς ΒΑ κειμένους λόφους του Φιλοπάππου και του Αστεροσκοπείου εμφανίζεται στην επιφάνεια και το σχιστολιθικό υπόβαθρο και, στα ανώτερα τμήματα, το ασβεστολιθικό κάλυμμα, ενώ, σε απόσταση, προς Δυσμάς, εκτείνεται το αλλουβιακό πεδίο του Κηφισού.

73. Βαθύ, Σάμου

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται μέσα στον οικισμό του Βαθέως, το οποίο, στο κέντρο του, καταλαμβάνει ένα δελταϊκό πεδίο, το οποίο έχουν σχηματίσει οι ροές των χειμάρρων από τα περιβάλλοντα υψώματα. Οι αποθέσεις αυτές, οι οποίες εμφανίζουν και χαρακτηριστικά παλαιού βυθού ή παρακτίου τέλματος, μετά τα 2m βάθος, έχουν πάχος περί τα 8-10m και εν συνεχεία, εντοπίζεται το αποσαθρωμένο τμήμα του ασβεστόλιθου, με καρστικές κοιλότητες, πλήρεις θραυσμάτων και ερυθράς γης. Τα περιβάλλοντα υψώματα σχηματίζονται από τους παχυστρωματώδεις, κρητιδικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι αποτελούν και το υπόβαθρο στη θέση δειγματοληψίας.

74. Ορφανά 2, Καρδίτσας

Όπως και στη θέση Ι η δειγματοληψία εκτελέστηκε στο αλλουβιακό πεδίο του Ενιππέως, μεταξύ του χωρίου Ορφανά και των υψωμάτων του Δοξαρά. Μετά από ένα κάλυμμα σύγχρονων καλλιεργημένων γαιών, πάχους περίπου 3m, εμφανίζεται ο ορίζοντας των παλαιών αποθέσεων του ποταμού, οι οποίες έχουν πλέον χαρακτηριστικά πλειστοκαινικών μαργών ψαμμιτικών μαργών και τοπικά, ψαμμιτών. Ο ορίζοντας αυτός εκτείνεται μέχρι τα 25m βάθος περίπου και εν συνεχεία, εντοπίστηκε ο ορίζοντας αποθέσεων του βυθού της λεκάνης της Θεσσαλίας, αποτελούμενος από στριφή, μαργαϊκή, τεφρή ή κυανότεφρη άργιλο. Τα παρακείμενα υψώματα του Δοξαρά αποτελούνται από Κρητιδικούς ασβεστόλιθους, αλλά δεν εντοπίστηκαν οι σχηματισμοί αυτοί στη θέση δειγματοληψίας.

75. Πτολεμαΐδα Κοζάνης

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο ΒΑ άκρο του πολεοδομικού συγκροτήματος και εντός του αλλουβιακού πεδίου, του μικρού ποταμού, ο οποίος ρέει Ανατολικά της πόλης. Το πάχος των αποθέσεων της αναβαθμίδας του ποταμού είναι 2,5m και κατόπιν εμφανίζεται η ανώτερη ζώνη των μαργών, η οποία είναι ο μανδύας αποσαθρώσεως, με το μαργαϊκό υλικό αναζυμωμένο και διάσπαρτο από ασβεστιτικά συσσωματώματα. Το πάχος της αποσαθρωμένης ζώνης είναι περίπου 8m και σε βάθος 10-11m περίπου, εντοπίστηκε ο ορίζοντας του υγιούς μαργαϊκού σχηματισμού, από μάργες και ψαμμιτικές μάργες. Σε απόσταση, προς Δ της πόλης, εμφανίζονται τα πετρώματα του όρους Ασκίου και προς Ανατολάς, οι κρυσταλλοσχιστώδεις σχηματισμοί του Βερμίου όρους.

76. Ορφανά 3 Καρδίτσας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται μεταξύ της κοίτης του Ενιππέως και των υψωμάτων του Δοξαρά, επί της αγροτικής οδού που συνδέει τα Ορφανά με τα υψώματα του Δοξαρά. Εντοπίστηκαν, αρχικά, οι ποτάμιες αναβαθμίδες, οι οποίες, στα κατώτερα στρώματά τους, αποτελούνται από πλειστοκαινικές μάργες. Ο σχηματισμός αυτός εκτείνεται μέχρι τα 12m βάθος και εν συνεχεία εντοπίστηκε ο παλαιός βυθός της Θεσσαλικής λεκάνης, από τεφρές μάργες και ψαμμιτικές μάργες. Ο σχηματισμός συνεχίστηκε μέχρι το βάθος των 45m όπου τερματίστηκε η δειγματοληψία. Τα προς Β υψώματα του Δοξαρά είναι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και δεν εντοπίστηκαν παρά από μια μόνο γεώτρηση, σε βάθος περίπου 24m.

77. Φάληρο Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται μέσα στον χώρο του Φαληρικού Δέλτα, εκτός των Ολυμπιακών εγκαταστάσεων του Φαλήρου. Το κάλυμμα, πάχους περίπου 15m, αποτελείται από δελταϊκές αποθέσεις, με χαρακτηριστικά παλαιού βυθού ή παρακτίου τέλματος. Ακολουθεί ένας ορίζοντας μαργών και ψαμμιτικών μαργών της λεκάνης του Σαρωνικού. Ο σχηματισμός εκτείνεται μέχρι το βάθος των 35m, όπου διεκόπη η δειγματοληψία και εμφανίζεται, κατά ορίζοντες, λιθοποιημένους.

78. Κέρκυρα

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται πλησίον των φυλακών Κερκύρας και εντοπίστηκε, κατ' αρχάς, ο μανδύας αποσαθρώσεως και εν συνεχεία, το υπόβαθρο, αποτελούμενο από τον ορίζοντα των μαργών του φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Ο σχηματισμός εκτείνεται, με εναλλαγές μαργών και

ψαμμιτικών μαργών, μέχρι του βάθους των 30m, οπότε διεκόπη η δειγματοληψία. Οι μαργαϊκοί σχηματισμοί εκτείνονται σε όλη την Νότιο Κέρκυρα και στην Ανατολική ακτογραμμή της Νήσου. Το Β και ΒΔ τμήμα της, εμφανίζει σχηματισμούς παχυστρωματωδών ασβεστόλιθων.

79. Δροσιά Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο ΒΑ άκρο του λεκανοπεδίου, παρά τις υπώρειες του Πεντελικού. Επιφανειακά και μέχρι το βάθος των 10m, όπου διεκόπη η δειγματοληψία, εντοπίστηκαν μάργες του πυθμένα της λεκάνης των Αθηνών. Προς Ν, ΝΔ, τα υψώματα της Πεντέλης εμφανίζουν το κρυσταλλοσχιτώδες σύστημα σχιστόλιθων και μαρμάρων.

80. Καμίνια Αττικής

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται εντός του δελταϊκού πεδίου του Κηφισού, σε θέση στην οποία συμβάλλουν και τοπικοί χείμαρροι, οι οποίοι κατέρχονται από τα υψώματα της Πειραιϊκής Χερσονήσου και της Καστέλας. Οι δελταϊκές αποθέσεις, οι οποίες έχουν χαρακτηριστικά παρακτίου τέλματος, εκτείνονται μέχρι το βάθος των 18m περίπου και ακολουθεί ορίζοντας ψαμμιτών και μαργαϊκών ψαμμιτών, μάλλον του συστήματος των Μαργών του Πειραιά, ο οποίος εμφανίζεται λιθοποιημένος. Στα παρακείμενα υψώματα της Καστέλας, εμφανίζεται η σειρά των Μαργών του Πειραιά με το κάλυμμά της, από μαργαϊκό ασβεστόλιθο (κογχυλιάτη λίθο).

81. Όλβιος Κορινθίας

Λόγω της διαμόρφωσης της φυσιογραφίας της περιοχής, το επιφανειακό κάλυμμα της θέσης δειγματοληψίας αποτελείται από, σχετικά πρόσφατους, κώνους κορημάτων οι οποίοι καλύπτουν, μέχρι τα 10-15m βάθος, τις αναβαθμίδες του ποταμού Ολβίου. Μετά από μια ζώνη προσχώσεων της κοίτης, πάχους περίπου 7m και μια ζώνη πλειστοκαινικών μαργών απαντάται η ζώνη αποσαθρώσεως των νεογενών σχηματισμών, από μάργες, ψαμμιτικές μάργες και ψαμμίτες, της λεκάνης της Στυμφαλίας, η οποία αποτελεί και το υπόβαθρο της περιοχής. Τα περιβάλλοντα υψώματα είναι κρητιδικό ασβεστόλιθοι, ενώ σε ορισμένες θέσεις, προς Β και ΒΔ, εμφανίζονται και οι κροκαλοπαγείς σχηματισμοί του Νεογενούς της Β Πελοποννήσου.

82. Γκούρα Κορινθίας

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται κατά μήκος του ρου του Ολβίου ποταμού, Ν της Γκούρας. Η περιοχή δειγματοληψίας βρίσκεται στα όρια του αλλουβιακού πεδίου του Ολβίου, προς Α της κοίτης του και η αβαθής έρευνα εντόπισε τις αναβαθμίδες του ποταμού σε ένα βάθος μέχρι 5m περίπου. Πλην των αναβαθμίδων, τα γειτονικά υψώματα αποτελούνται από κρητιδικούς, παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους.

83. Λαψίστα Ιωαννίνων

Ο χώρος δειγματοληψίας βρίσκεται στο Β, ΒΑ άκρο της παλαιάς λεκάνης της Παμβώτιδας και στα όρια μίας ζώνης εκροής χειμάρρων οι οποίοι απορρέουν στην πεδιάδα από το όρος Μιτισκέλι. Εντοπίστηκε ένα κάλυμα χερσαίων αποθέσεων (κορήματα) και καλλιεργουμένων εδαφών, πάχους περί τα 2-2,5m και εν συνεχεία, μεγάλο πάχος ελωδών σχηματισμών, που αντιστοιχούν, μάλλον, στον παλαιό βυθό της Παμβώτιδας. Ο σχηματισμός αυτός φθάνει έως τα 14m βάθος, περίπου και τον ακολουθεί το υπόβαθρο της λεκάνης, από μάργες και ψαμμιτικές μάργες, σε ορισμένες θέσεις, με παρουσία κροκαλοπαγών βάσεως, μέχρι το βάθος των 35m περίπου, όπου και τερματίστηκε η δειγματοληψία. Τα υψώματα προς Α της θέσης δειγματοληψίας, σχηματίζονται από ασβεστόλιθους της ζώνης της Πίνδου.

84. Λογγάδες Ιωαννίνων

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο ΝΑ άκρο της λεκάνης των Ιωαννίνων, πολύ κοντά στο ΝΑ όριο της Παμβώτιδας, και σχεδόν εν επαφή προς τα υπερκείμενα υψώματα των κλιτύων του Μιτισκελίου. Εντοπίστηκαν, κατ' αρχάς, κορήματα από τα παρακείμενα υψώματα και εν συνεχεία, πλειστοκαινικές μάργες, του ορίου της λεκάνης της Παμβώτιδας. Η σειρά αυτή εκτείνεται μέχρι το όριο της δειγματοληψίας, σε βάθος 25m και τερματίζεται, στο βάθος αυτό, με κροκαλοπαγείς

βάσεως. Σε άλλη θέση, τοπικά, εντοπίσθηκε τεφρή μάργα, πιθανόν του φλύσχη της Πίνδου. Προς Α και ΝΑ, τα υψώματα του όρους Μητσικέλι, σχηματίζονται από ασβεστόλιθους, στα ανώτερα υψόμετρα και τη σειρά του φλύσχη της Πίνδου, από εναλλαγές τεφρών μαργών και ψαμμιτών, χαμηλότερα, ιδίως στα ΝΑ της θέσης δειγματοληψίας.

85. Ρόδος 2 Δωδεκανήσου

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στο ΒΑ άκρο της νήσου Ρόδου, σε παράκτια περιοχή. Μετά από το επίχωμα της παραλιακής οδού, συναντήθηκε το σύστημα των εναλλαγών μαργών, ψαμμιτικών μαργών και ψαμμιτών του φλύσχη, το οποίο εμφανίζει εναλλαγές υγιών και αποσασθρωμένων ή καταπονημένων στρώσεων. Σε ορισμένες θέσεις εμφανίζεται ως κάλυμμα, μέχρι τα 4m περίπου βάθους, το σύστημα των παλαιών δελταϊκών αποθέσεων, το οποίο έχει συγκολληθεί και δημιουργεί ένα νεότερο παράκτιο ψαμμίτη. Επίσης, ορισμένες γεωτρήσεις, εντόπισαν, στον ανώτερο ορίζοντα και υπερκείμενο του φλύσχη, ένα ορίζοντα παλαιότερων δελταϊκών αποθέσεων, οι οποίες έχουν μετασχηματισθεί σε πλειστοκαινικές μάργες και έχουν πάχος περίπου 4m. Ο σχηματισμός του φλύσχη εντοπίσθηκε μέχρι το βάθος των 15m, όπου περατώθηκε η δειγματοληψία. Τα υψώματα, προς δυσμάς της θέσης δειγματοληψίας, σχηματίζονται από τον φλύσχη, ενώ υπάρχει, μεγάλου πάχους, κάλυμμα από αναβαθμίδες των πολυάριθμων χειμάρρων και ρυάκων οι οποίοι εκβάλλουν στη ΒΑ ακτή της Ρόδου (Φαληράκι, Αφάνδον). Επίσης, εμφανίζεται και ασβεστόλιθος, παχυστρωματώδης, μάλλον Κρητιδικός, στις κορυφές των υψωμάτων προς Ν, ΝΑ.

86. Ρόδος 3, Δωδεκανήσου

Η θέση δειγματοληψίας αποτελεί συνέχεια της προηγούμενης, επί της ίδιας ακτογραμμής, αλλά νοτιότερα. Εντοπίσθηκε ακριβώς το ίδιο σύστημα, ανωτέρων συγχρόνων αποθέσεων και, τοπικά, πλειστοκαινικών μαργών και ψαμμιτών και υπό αυτούς τους ορίζοντες, του φλύσχη, μέχρι του βάθους των 15m οπότε τερματίσθηκε η δειγματοληψία. Η γεωλογική δομή της μείζονος περιοχής είναι παρόμοια με την περιγραφείσα ανωτέρω.

87. Αγία Χανίων

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται σε λοφώδη τοποθεσία, Ν/ΝΑ της κωμοπόλεως Αγιάς. Στη θέση δειγματοληψίας εμφανίζεται ένα αβαθές κάλυμμα, από υλικά διαβρώσεως του μαργαϊκού υποβάθρου, το οποίο καλύπτεται, κατά θέσεις, από κορήματα από τα υψώματα και καλλιεργούμενες γαίες. Σε ορισμένες γεωτρήσεις, συναντήθηκε τεταρτογενές κροκαλοπαγές, κυρίως από ψαμμιτικό υλικό, ανάμικτο με ιλυώδες και αργιλικό, από αποσάθρωση μαργών. Σε βάθος περίπου 12m συναντάται το αδιατάρακτο υπόβαθρο, από σύστημα μαργών ψαμμιτών και ψαμμιτικών μαργών. Παρόμοιοι σχηματισμοί συγκροτούν το σύνολο της παρακτίου πεδιάδας και λοφώδους ζώνης, κατά μήκος της ακτής του νομού Χανίων, από τα Χανιά έως το Κολυμπάρι. Η ζώνη των μαργαϊκών σχηματισμών συνεχίζεται μέχρι τους προβούνους των Λευκών Ορέων, προς Ν. Ασβεστολιθικό υλικό από τα μεγαλύτερα υψώματα, συναντάται σε όλες τις δελταϊκές αποθέσεις χειμάρρων και τις αναβαθμίδες τοπικών ρυάκων και ποταμών, οι οποίοι διασχίζουν τον μαργαϊκό σχηματισμό, μέχρι την θάλασσα.

88. Αγία Σοφία Πειραιώς

Η θέση δειγματοληψίας βρίσκεται στην περιοχή του μείζονος πολεοδομικού συγκροτήματος του Δήμου Πειραιώς και αποτελεί μέρος των ομαλά ανερχομένων πρανών, από την παράλιο ζώνη, προς το εσωτερικό του ΝΔ άκρου του λεκανοπεδίου Αθηνών. Προς τα ΒΔ της θέσης δειγματοληψίας εμφανίζονται οι πρόβουνι του όρους Αιγάλεω. Ο σχηματισμός, ο οποίος εντοπίσθηκε σχεδόν από την επιφάνεια, είναι το σχιστολιθικό υπόβαθρο, το οποίο, στη θέση δειγματοληψίας, εμφανίζει διείσδυση οφιόλιθου, ο οποίος έχει ζώνες οφικαλσιτίτη. Το σχιστολιθικό υπόβαθρο εντοπίσθηκε μέχρι του βάθους των 12m, όπου και περατώθηκε η δειγματοληψία. Στη γειτονική περιοχή εμφανίζονται μικροεξάρσεις του σχιστολιθικού υποβάθρου, αλλά, εν πολλοίς, αυτό δεν είναι ορατό, λόγω της οικοδομήσεως της περιοχής.

B] Παρουσίαση της βάσης δεδομένων

Η βάση δεδομένων χρησιμοποιεί το λογισμικό Access της Microsoft στην έκδοση Access 2007. Η δομή του λογισμικού επιτρέπει τη ταξινόμηση των δεδομένων, με τρόπο ο οποίος διευκολύνει τη ταχεία πρόσβαση και τη δημιουργία πινάκων, από ομαδοποίηση των δεδομένων, με βάση διάφορα κριτήρια. Η διάρθρωση της βάσης δεδομένων περιλαμβάνει μια σειρά από πινακίδες, στις οποίες εμφανίζονται οι γενικές πληροφορίες των θέσεων δειγματοληψίας, η σήμανση των γεωτρήσεων και των δειγμάτων, οι ταξινομικές παράμετροι των δειγμάτων και οι μηχανικές παράμετροι των δειγμάτων.

Για κάθε ένα δείγμα συμπληρώνεται μια πλήρης σειρά αυτών των πινακίδων, με όλα τα διαθέσιμα δεδομένα τα οποία υπάρχουν για το δείγμα αυτό. Εκτός των παραμέτρων του δείγματος καταχωρείται, επίσης, μια εκτίμηση σχετική με τον χαρακτηρισμό της αξιοπιστίας των παραμέτρων οι οποίες προσδιορίστηκαν, ανάλογα με την ποιότητα και την κατάσταση του δείγματος και τις συνθήκες εκτέλεσης των δοκιμών.

Αναλυτικά, τα περιεχόμενα των πινακίδων καταχωρήσεως δεδομένων, για κάθε δείγμα, έχουν ως εξής:

I. Περιγραφή – στοιχεία δειγματοληψιών

1. Θέση δειγματοληψίας;
2. Σήμανση γεωτρήσεως ή φρέατος
3. Κωδικός δείγματος
4. Βάθος δείγματος
5. Συντεταγμένες θέσης δειγματοληψίας
6. Υψόμετρο επιφανείας εδάφους
7. Βάθος υδροφόρου ορίζοντα
8. Γεωλογική περιγραφή θέσης δειγματοληψίας
9. Γεωλογική περιγραφή δείγματος
10. Χρώμα δείγματος
11. Περιγραφή δείγματος (μορφολογία-σύσταση κόκκων)
12. Πηγή δεδομένων

II. Κοκκομετρική διαβάθμιση

Σημειώνονται, σε ειδικό πίνακα, τα ποσοστά διερχομένων κόκκων, κατά βάρος, από τις κατηγορίες κοσκίνων, μεγεθών βρογχίδος, 1'', ½'', #4, #10, #40, #200.

III. Δοκιμές κατάταξης

1. Φυσική υγρασία
2. Υγρό φαινόμενο βάρος
3. Ξηρό φαινόμενο βάρος
4. Ειδικό βάρος
5. Πορώδες
6. Λόγος κενών
7. Ανάλυση με αραιόμετρο (ποσοστό κόκκων κατά βάρος διαμέτρου $\leq 5\mu\text{m}$).
8. Όρια Atterberg
9. Κατάταξη κατά (από τον χρήστη και αυτόματα)
10. Οργανικό περιεχόμενο του δείγματος

IV. Δοκιμές μηχανικής συμπεριφοράς 1

1. Δοκιμή αντοχής σε μοναξονική θλίψη
2. Τριαξονική δοκιμή
3. Δοκιμή συμπίκνωσης (Proctor)
4. Δοκιμή διάτμησης
5. Δοκιμή συμπίεστότητας (όπου καταχωρείται και η τάση προφόρτισης)

V. Δοκιμές μηχανικής συμπεριφοράς 2

1. Πρωτότυπη δοκιμή διείσδυσης (SPT)
2. Δοκιμή διείσδυσης με πενετρόμετρο κώνου
3. Δοκιμή διείσδυσης με πενετρόμετρο τσέπης
4. Δοκιμή σημειακής φόρτισης βραχωδών δειγμάτων (Point load)
5. Δοκιμή σφύρας βραχωδών δειγμάτων
6. Δοκιμή φόρτισης πλάκας
7. Πρόχειρη δοκιμή διάτμησης (vane test)
8. Υδροπερατότητα

VI. Πρόσθετα στοιχεία

1. Βαθμός εμπιστοσύνης
2. Διαλυτοποίηση κόκκων
3. Διόγκωση εδαφών/τάση διόγκωσης

Γ] Παρουσίαση του Στατιστικού Λογισμικού

Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν κυρίως δύο λογισμικά στατιστικής επεξεργασίας.

Κατ' αρχάς, για τον γενικό έλεγχο των πιθανών συσχετισμών και την παραγωγή των αντιστοίχων διαγραμμάτων, το στατιστικό λογισμικό το οποίο περιέχεται στο πρόγραμμα Microsoft Office Excel 2007.

Με τη χρήση του λογισμικού αυτού παρήχθησαν όλων των ειδών τα διαγράμματα, ραβδογράμματα και κυρίως διαγράμματα διασποράς και έγινε ο συσχετισμός των παραμέτρων, σε αρχική μορφή, προκειμένου να διαπιστωθεί ποιοί συσχετισμοί, σε πρώτη προσέγγιση, παρουσίαζαν ικανοποιητικό βαθμό συσχέτισης των παραμέτρων και δικαιολογούσαν περαιτέρω επεξεργασία.

Η διαδικασία ελέγχου των κατανομών των παραμέτρων και η παραγωγή των αντιστοίχων ραβδογραμμάτων, ιστογραμμάτων και διαγραμμάτων κατανομών Weibull και ιεραρχικής κατανομής, έγιναν με τη χρήση του λογισμικού που περιέχεται στα προγράμματα MATLAB 6.1. και Statgraphics

Επίσης με τη χρήση των προγραμμάτων MATLAB 6.1. και Statgraphics έγινε η διαδικασία συσχετισμού των παραμέτρων οι οποίες κρίθηκαν, από την προκαταρκτική διερεύνηση, ότι είναι δυνατόν να παράξουν χρήσιμες σχέσεις συσχετισμού και κατασκευάσθηκαν τα σχετικά διαγράμματα συσχετισμού.

Η εξαγωγή σχέσεων πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών έγινε με το πρόγραμμα Statgraphics.