

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ
ΤΕΤΡΑΟΡΟΦΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ GARAGE
ΜΕ 2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΑΘΗΝΩΝ.**



ΛΕΚΚΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ
ΤΑΜΒΑΚΕΛΛΗ ΤΑΞΙΑΡΧΟΥΛΑ

ΓΙΩΡΓΟΣ ΖΗΣΙΜΑΤΟΣ
ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε αυτήν την Πτυχιακή εργασία σκοπός μας είναι να αναλύσουμε εδαφομηχανικές δοκιμές που γίνονται είτε επί τόπου του έργου, είτε στους ειδικά εργαστηριακούς χώρους. Η ανάλυση των δοκιμών και των αποτελεσμάτων τους, θα μας βοηθήσει στην κατανόηση των αποτελεσμάτων που μας έδωσε η κατασκευαστική εταιρία << ΓΕΩΔΟΜΗΣΗ Ε.Π.Ε >>.

Ο λόγος αυτής της γεωτεχνικής μελέτης είναι να μπορέσουμε μέσα από μία σειρά δοκιμών να εξασφαλίσουμε τον ασφαλέστερο αλλά και οικονομικότερο τρόπο επεξεργασίας των θεμελίων και των πρανών των εκσκαφών του τετραρόφου κτηρίου garage.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δοκιμές κατάταξης και μηχανικές αντοχές του εδάφους θεμελίωσης για το έργο :

<< Γεωτεχνική έρευνα και Εδαφομηχανική μελέτη ασφαλούς και οικονομικής θεμελίωσης και αντιστήριξης εκσκαφών προβλεπόμενου νέου τετραώροφου κτιρίου GARAGE και καταστημάτων με τρία υπόγεια σε οικόπεδο 1.953,00 τετραγωνικά μέτρα ,επί των οδών Κολοκοτρώνη 35 και Καράγιωργα στο οικοδομικό τετράγωνο (Ο. Τ.) 33,του Δήμου Γλυφάδας-Ν. Αττικής >>.

Περιγράφονται οι δοκιμές που απαιτήθηκαν και πραγματοποιήθηκαν, τόσο σε επίπεδο μελέτης όσο και κατασκευής καθώς και η αξιολόγησή τους.

Η πτυχιακή χωρίζεται σε κεφάλαια που αφορούν την κάθε μία δοκιμή (συνοπτική περιγραφή αυτών), μετρήσεις, επεξεργασία μετρήσεων, έκφραση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών.

Τέλος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των δοκιμών και η αξιολόγησή τους για την ικανοποίηση των αποτελεσμάτων με τις απαιτήσεις των ισχυουσών προδιαγραφών καθώς και μελέτης του εν λόγω έργου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές της σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του τμήματος των Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. για την πολύτιμη βοήθεια και γνώση που μας παρείχαν απλόχερα όλα αυτά τα χρόνια. Κυρίως θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές του μαθήματος της Εδαφομηχανικής και Βραχομηχανικής κ. Παγουλάτος, κ. Βγεντοπούλου, κ. Ζησιμάτο, κ. Χρήστου για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη τους.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κατασκευαστική εταιρία <<ΓΕΩΔΟΜΗΣΗ Ε.Π.Ε.>> για την εν λόγω μελέτη. Τους ευχαριστούμε που μας έδωσαν την γεωτεχνική αυτή μελέτη για να την μελετήσουμε, να την επεξεργαστούμε, να βγάλουμε τα συμπεράσματά μας και να κατανοήσουμε και στην πράξη αυτά που μάθαμε θεωρητικά στα θρανία.

Τέλος πρέπει να ευχαριστήσουμε αυτούς που μας στήριξαν τόσα χρόνια με υπομονή (και όχι μόνο) , ήταν πάντα δίπλα μας και μας βοηθούσαν σε όλα και χωρίς αυτούς θα ήταν αρκετά δύσκολη η επιτυχία μας, την οικογένειά μας...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1	6
1.1 Εισαγωγή.....	6
1.2 Η περιοχή της Γλυφάδας και το έδαφος	8
Κεφάλαιο 2	12
2.1 Δειγματοληψία.....	12
2.2 Κατάταξη εδάφους.....	15
2.3 Βασικές δοκιμές κατάταξης εδαφών.....	22
2.4 Ερευνητικές εργασίες και δοκιμές υπαίθρου και εργαστηρίου	24
Κεφάλαιο 3	25
3.1 Εισαγωγή στις εργαστηριακές δοκιμές και στον τρόπο κατάταξης των εδαφών.	25
3.1.1 Κοκκομετρική ανάλυση.....	26
3.1.2 Δοκιμή συμπίκνωσης (Proctor).....	33
3.1.3 Αντοχή του εδάφους σε διάτμηση-Δοκιμή άμεσης διάτμησης.....	41
3.1.4 Δοκιμή στερεοποίησης.....	46
3.1.5 Όρια ATTERBERG.....	50
3.1.6 Φυσική υγρασία εδάφους.....	55
3.1.7 Προσδιορισμός ειδικού βάρους.....	57
3.1.8 Δοκιμή πρότυπης διείσδυσης (S.P.T).....	60
Κεφάλαιο 4	64
4.1 Αποτελέσματα εδαφομηχανικών δοκιμών του έργου.....	64
4.2 Δοκιμή S.P.T στις θέσεις Γ1,Γ2 και Γ3.....	66
4.3 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών.....	71
4.4 Συμπεράσματα.....	75
Βιβλιογραφία	76
Παραρτήματα	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που θα μας απασχολήσουν σαν επιβλέπων πολιτικούς μηχανικούς επάνω στα έργα υποδομών, κυρίως γιατί ασχολούμαστε με την μελέτη, την θεμελίωση και την κατασκευή δημόσιων έργων υποδομής. Ο πολιτικός μηχανικός συναντά και χρησιμοποιεί το έδαφος σε εφαρμογές όπως, η θεμελίωση διαφόρων κατασκευών (κτηριακές κατασκευές, γέφυρες), ως υλικό κατασκευής (φράγματα και επιχώματα), ως μέσον που πρέπει να προστατευθεί ή αντιστηριχτεί μια άλλη κατασκευή (φυσικό πρηνές, τοίχοι αντιστήριξης), ως μέσον υδατικής ροής (διαρροή σε φράγμα) ή ως μέσον διαδόσεως μηχανικών κυμάτων (κατά την διάρκεια σεισμών, εκρήξεων ή μετάδοσης μηχανικών φορτίων από ανέμους, μηχανές, θαλάσσια κύματα).

Το έδαφος αποτελείται από κόκκους μικρών και μεγάλων μεγεθών. Η διάταξη του ποικίλει. Αποτέλεσμα της ποικιλομορφίας του εδάφους στη σύνθεση και στη δομή του είναι οι διαφορετικές μηχανικές του ιδιότητες, δηλαδή η αντοχή και η καθίζηση που θα υποστεί και θα εκδηλωθεί όταν του ασκηθούν δυνάμεις. Κάποιοι τύποι εδάφους είναι η άμμος, το χαλίκι, η ιλύς, η άργιλος ακόμα και το τεχνητό έδαφος όπως τα τούβλα, τα ξύλα, οι σοβάδες και τα πλαστικά. Εξετάζουμε χωριστά εδάφη όπως, άμμος και χαλίκι γιατί είναι εδάφη χωρίς συγκόλληση μεταξύ των κόκκων τους και χωριστά ιλύς και άργιλο που είναι εδάφη με συγκόλληση μεταξύ των κόκκων τους. Τα εδάφη που δεν έχουν χαρακτηριστικό την συγκόλληση κόκκων τα ονομάζουμε 'μη συνεκτικά εδάφη' ή 'εδάφη χωρίς συνοχή', ενώ τα υπόλοιπα τα ονομάζουμε 'συνεκτικά εδάφη'. Πρέπει λοιπόν να μάθουμε να ξεχωρίζουμε και να αντιλαμβανόμαστε τις ιδιότητες αλλά και τις ιδιοτροπίες του.

Τα εδάφη, από τεχνικής άποψης, είναι είτε φυσικά είτε τεχνητά. Τα τεχνητά εδάφη χωρίζονται σε απορρίμματα και επιλεγμένα υλικά. Μπορούμε να τα ξεχωρίσουμε από τους βράχους γιατί οι κόκκοι των εδαφών δεν είναι ισχυρά δεμένοι μεταξύ τους. Το έδαφος παρουσιάζει συνέχεια, είναι ομοιογενές και ισότροπο σε αντίθεση με τον βράχο, όπου τις περισσότερες φορές η φυσική του κατάσταση παρουσιάζετε με ασυνέχειες.

Έργα που θα μας απασχολήσουν είναι χωματοουργικές εργασίες και γεωκατασκευές, η εκτέλεση έργων οδοποιίας όπως οι αυτοκινητόδρομοι ή η διάνοιξη οδικής σήραγγας, η κατασκευή έργων αποχέτευσης, αποστράγγισης και αντιστήριξης. Σε αρκετές περιπτώσεις θα χρειαστεί να μελετήσουμε το έδαφος για ένα έργο, είτε επιτόπου είτε σε έναν εργαστηριακό χώρο. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να γνωρίζουμε καλά τις ιδιότητες του εδάφους και ιδιαίτερα την ικανότητά του να σηκώνει με ασφάλεια το βάρος των έργων που θα του ζητήσουμε.

Η επιστήμη που ασχολείται με τις ιδιότητες των εδαφών ονομάζεται Εδαφομηχανική, ενώ η επιστήμη που ασχολείται με τις ιδιότητες των βράχων ονομάζεται Βραχομηχανική. Η επιστήμη της εδαφομηχανικής σε θεωρητικό επίπεδο δανείζεται τις γνώσεις της από άλλες επιστήμες όπως την επιστήμη της γεωλογίας και της μηχανικής. Σε πρακτικό επίπεδο όμως, κύριο ρόλο παίζουν η εμπειρία και η συστηματική κρίση για την σωστή επίλυση των προβλημάτων. Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τόσο το εργαστηριακό κομμάτι της εδαφομηχανικής, όσο και το θεωρητικό είναι εξίσου πολύ σημαντικά. Για να μπορούμε όμως να είμαστε ακριβείς στα αποτελέσματά μας, υποβάλλουμε διαφόρων ειδών εδαφικά δείγματα σε εργαστηριακές δοκιμές με απώτερο σκοπό τον προσδιορισμό της μηχανικής αντοχής αυτών. Στη συνέχεια καταγράφουμε τα αποτελέσματά μας σε έντυπα και τα συγκρίνουμε με τα επίσημα αποτελέσματα των διαφόρων πινάκων κατάταξης εδαφών (πχ AASHTO). Με

αυτό τον τρόπο μπορούμε να αποφύγουμε άμεσα αλλά και μελλοντικά πιθανά προβλήματα αντοχών από τα φορτία των τεχνικών έργων που μεταφέρονται στο έδαφος.

1.2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε τις γεωμορφολογικές συνθήκες και την περιοχή του οικοπέδου όπου θέλουμε να κατασκευαστεί το νέο τετραόροφο κτήριο GARAGE και τα καταστήματα με τα τρία (3) υπόγεια.

Η περιοχή βρίσκεται στον Δήμο Γλυφάδας-Ν.Αττικής στο οικοδομικό τετράγωνο (Ο.Τ) 33 στην οδό Κολοκοτρώνη 35 και Καράγιωργα. Τοποθετείτε στο κεντρικό τμήμα της πόλης στην περιοχή Καραπάνου, νοτιοδυτικά της πλατείας Παναγίτσα και βρίσκεται στο χαμηλό τοπογραφικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Ν.Αττικής. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι: Για πλάτος (φ): 37°52'49.36" και για μήκος (λ): 23°45'17.15".

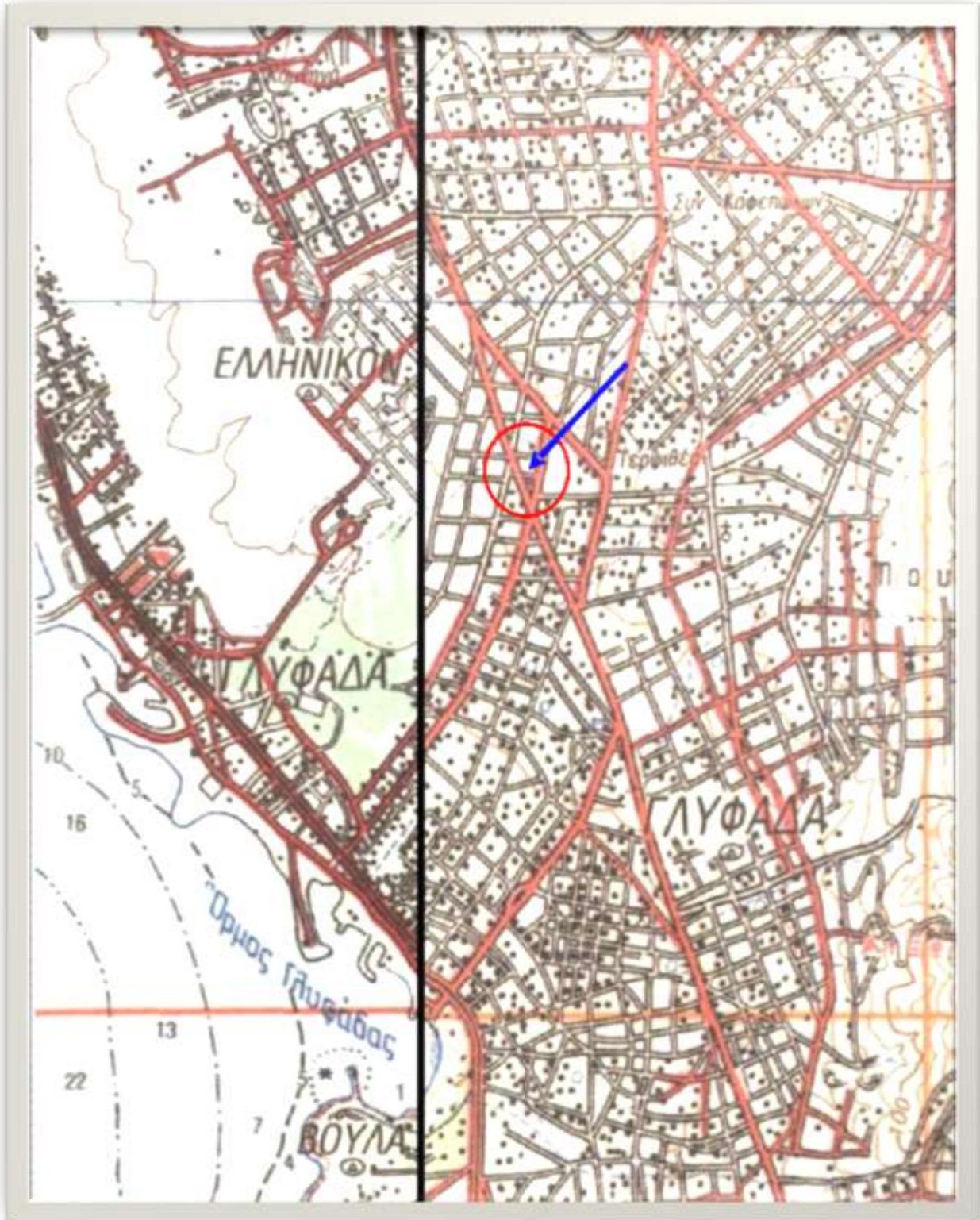
Το συνολικό εμβαδόν οικοπέδου είναι 1.953,00m², με το εμβαδόν κάλυψης κτηρίου να είναι 1.468,00m² και το εμβαδόν κάτοψης εκσκαφής στα 1.500,00m². Η επιφάνεια του εδάφους χαρακτηρίζεται με ήπιες-μεσαίες προς τα νοτιοδυτικά κλίσεις της τάξεως του 3,1%.

Το απόλυτο υψόμετρο του οικοπέδου βρίσκεται μεταξύ τα 54,45m-56,55m πάνω από την θαλάσσια στάθμη. Το συγκεκριμένο τμήμα βρέχεται από το ρεύμα της Γλυφάδας και των παραπόταμών του..

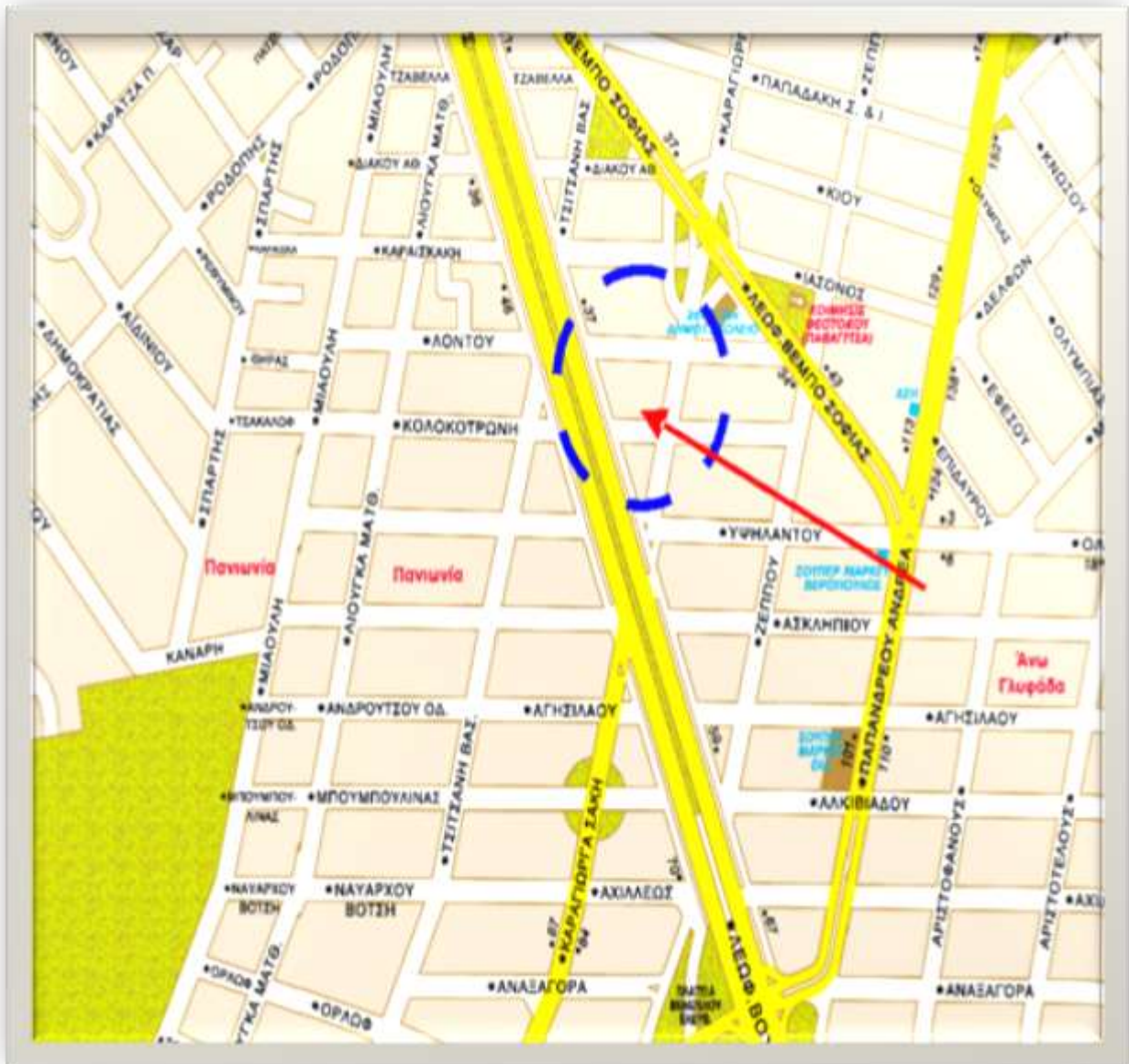
Από Αρχιτέκτονες και Μηχανικούς Μελετητές της ανώνυμης εταιρίας Ανάπτυξης και διαχείρισης Ακινήτων "LRZ A.E" η προτεινόμενη στάθμη θεμελίωσης ορίζεται σε βάθος 10,00m² περίπου, κάτω από την επιφάνεια εδάφους. Στο χώρο έδρασης του έργου δεν παρουσιάζονται φαινόμενα μετακίνησης εδάφους όπως κατολισθήσεις, καθιζήσεις, ερπυσμοί κ.α, καθώς ούτε και φαινόμενα έντονης αποσάρθρωσης ή διάβρωσης. Τα ύδατα που ρέουν δεν δημιουργούν έντονες μεταβολές στο έδαφος και στο υπέδαφος. Είναι επιφανειακά διάχυτα κυρίως μετά από έντονες βροχοπτώσεις και δεν υπάρχει φαινόμενο υδρογραφικού δικτύου. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι το έδαφος είναι πλέον γηραιό χωρίς να δημιουργούνται περαιτέρω προβλήματα.

Γενικά λοιπόν μπορούμε να αναφέρουμε ότι η περιοχή του έργου έχει εξεταστεί γεωμορφολογικά και δεν παρουσιάζει προβλήματα καθώς είναι σταθερή χωροχρονικά.

Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής σε κλίμακα 1:50.000. Ενδεικτική θέση της περιοχής θεμελίωσης.



Ρυμοτομικό διάγραμμα. Σε κλίμακα 1:4,850 στην περιοχή θεμελίωσης του Δήμου Γλυφάδας του τετραρόφου κτηρίου GARAGE σε οικόπεδο 1.953,00m² επί των οδών Καράγιωργα και Κολοκοτρώνη 35, στο οικοδομικό τετράγωνο (Ο.Τ) 33



Τοπογραφικό διάγραμμα. Τοπογραφικό διάγραμμα σε κλίμακα 1:590 στο οικοδομικό τετράγωνο (Ο.Τ) 33, όπου εμφανίζονται οι όμορες ιδιοκτησίες, το ιδιοκτησιακό περίγραμμα του οικοπέδου Α1-Α2-Α3-Α4-Α5-Α6-Α7-Α1 του τετραόροφου κτηρίου με τρία υπόγεια εμβαδού κάλυψης 1,468,00m² σε οικόπεδο 1.953,00m² επιπων οδών Κολοκοτρώνη 35 και Καραγιώργα, στον Δήμο Γλυφάδας – Ν.Αττικής.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Δειγματοληψία ή αλλιώς γεωτεχνική δειγματοληψία είναι η διαδικασία λήψης μιας μικρής ποσότητας εδαφικού υλικού από μια συγκεκριμένη περιοχή. Γίνεται με διάφορους τρόπους οι οποίοι εξαρτώνται από το είδος του εδάφους καθώς και την σημασία του έργου. Τα εδαφικά υλικά εμφανίζουν ανομοιογένειες όχι μόνο μεταξύ των τύπων των εδαφών, αλλά και μεταξύ των υλικών ίδιου τύπου, ή ακόμα και με την διαφορά της θέσης που βρίσκονται. Το αποτέλεσμα της δειγματοληψίας είναι ο προσδιορισμός των φυσικών χαρακτηριστικών και της αντοχής του εδάφους, καθώς και μία τρισδιάστατη διατομή της τοποθεσίας. Οι γεωτρήσεις που θα γίνουν μας βοηθάνε στην κατανόηση του εδάφους αλλά είναι μονοδιάστατα ως αποτελέσματα γιατί γίνονται σε ένα επιτόπου σημείο. Για να έχουμε μία γενική εικόνα της κατάστασης του εδάφους, πρέπει οι γεωτρήσεις να γίνονται σε κοντινές αποστάσεις (εκτός αν είναι απλής μορφολογία έδαφος οπότε μπορούμε να κάνουμε οπές με μεγαλύτερες μεταξύ τους αποστάσεις).

Διαταραγμένα είναι τα δείγματα που προκύπτουν όταν κατά την λήψη τους έχουμε διαταράξει τον εδαφικό τους ιστό. Με αυτά τα δείγματα μπορούμε να προσδιορίσουμε μόνο τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους.

Η λήψη τους γίνεται είτε με κρούσεις, είτε με περιστροφή είτε ακόμα και με απλή εκσκαφή.

Αδιατάρακτα είναι τα δείγματα που η λήψη τους γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έχει διαταραχθεί ο εδαφικός ιστός σχεδόν καθόλου. Έτσι μπορούμε να προσδιορίσουμε όχι μόνο τις φυσικές, αλλά και τις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους. Αυτό μπορεί να συμβεί συνήθως σε μαλακά συνεκτικά εδάφη. Για να πάρουμε τέτοια δείγματα θα πρέπει ο δειγματολήπτης να είναι καθαρός ώστε να εισχωρήσει στο έδαφος με πίεση αλλά όχι με κρούση.

Οι σημαντικότεροι μέθοδοι δειγματοληψίας διακρίνονται με τρεις τρόπους. Με την μέθοδο των ορυγμάτων, την μέθοδο των γεωτρήσεων, την μέθοδο των ράβδων.

Μέθοδος των ορυγμάτων.

Με την μέθοδο των ορυγμάτων έχουμε την δυνατότητα άμεσης παρατήρησης και απλής δειγματοληψίας. Δεν είναι οικονομική μέθοδος όμως γιατί φτάνουν μόνο μερικά μέτρα βάθος αλλιώς δημιουργούνται προβλήματα δαπανών σε θέματα αντλήσεων και επισκευών.

Μέθοδος των Γεωτρήσεων

Είναι η διαδικασία για το άνοιγμα μιας οπής μέσα στην γη σε μεγάλο βάθος (συνήθως γίνεται σε βάθη μεγαλύτερα των 4 μέτρων και με μέγιστη διάμετρο οπής 60 εκ). Με την βοήθεια της μεθόδου γεώτρησης και αντίστοιχων μηχανημάτων όπως τα γεωτρήματα διαφόρων τύπων, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το υπέδαφος και να το εξερευνήσουμε. Μπορούμε να πετύχουμε την ανακάλυψη χρήσιμων ορυκτών, να εντοπίσουμε και να εξάγουμε υγρά ή αέρια του υπεδάφους, να μελετήσουμε την σύσταση του εδάφους, να προχωρήσουμε σε αναλυτικότερη μελέτη θεμελιώσεως μεγάλων τεχνικών έργων. Μία γνωστή σε εμάς δοκιμή που γίνεται επί τόπου του έργου είναι η πρότυπη δοκιμή διείσδυσης (SPT) με την οποία γίνεται γεώτρηση με κρουστικό καλωδιωτό γεωτρήματα. Άλλες δοκιμές είναι η δοκιμή πρεσσιόμετρου (PMT), η δοκιμή πτερυγίου (FVT), η δοκιμή διείσδυσης κώνου (CPT). Τα γεωτρήματα αποτελούνται από τρία μέρη. Το κοπτικό εργαλείο, την κεφαλή και το μέρος ή σύστημα όπου τοποθετούνται οι χαλύβδινες ράβδοι ή αλλιώς τα στελέχη. Το γεωτρήματα είναι είτε χειροκίνητο, είτε μηχανοκίνητο. Η πραγματική απόσταση και οι θέσεις

των γεωτρήσεων εξαρτώνται από την φύση του έργου, το μέγεθός του καθώς και το σχήμα του. Σε κατοικημένες περιοχές οι γεωτρήσεις μπορούν να γίνονται σε αποστάσεις 30-100m. Σε κατασκευές οι κατάλληλες γεωτρήσεις γίνονται σε αποστάσεις 10-30m. Πρέπει να γίνονται στις γωνίες των οικοπέδων ή των χώρων που έχουμε σκοπό να εκμεταλλευτούμε, σε μερικά ενδιάμεσα σημεία και σε θέσεις που φορτίζονται πολύ ή είναι σημεία ειδικής κατασκευής. Στις διερευνητικές γεωτρήσεις όμως πρέπει να γίνονται σε θέσεις μακριά από θεμέλια, σήραγγες ή αεραγωγούς. Ο λόγος είναι ότι μπορεί να προκαλέσουν μόλυνση στα υπόγεια νερά ή ακόμα και διάβρωση στα έργα εάν εισέλθει νερό. Προτιμάτε η πλήρωση των γεωτρήσεων με αδιαπέραστο ένεμα. Παρόλα αυτά υπάρχει μία γενική οδηγία για το πώς να γίνονται γεωτρήσεις, με την προϋπόθεση όμως να μην υπάρχουν έργα εξόρυξης κοντά. Η γεώτρηση να γίνεται σε παχιές, συμπίεστες στρώσεις, σε βάθος όπου η επίδραση στις ασκούμενες τάσεις από τα έργα να είναι ελάχιστες (συνήθως προτείνετε ένα βάθος 1,5 φορά το πλάτος της φορτιζόμενης επιφάνειας). Σε ασυμπίεστες στρώσεις ή τουλάχιστον σε στρώσεις που δεν προβλέπετε να καθιζήσουν ή να μετακινηθούν από τις τάσεις του εδάφους ή το βάρος των φορτίων. Τέλος, σε γερό και μη διαβρωμένο στερεό υπόβαθρο (αυτό κυρίως αναφέρετε για την γεώτρηση σε βράχο).

Οι μέθοδοι γεώτρησης που υπάρχουν είναι τρεις. Η μέθοδος διεκπύσεως, η περιστροφική και η μέθοδος μέσω χειροκίνητου τύπου Auger(όπου είναι και η καταλληλότερη για βάθος γεώτρησης έως 3m).

Μέθοδος με Γεώτρηση Διεκπύσεως.

Τα κύρια εξαρτήματα για την γεώτρηση Διεκπύσεως είναι:

- Κριός για την έμπηξη της επένδυσης στο έδαφος
- Ικρίωμα για τον χειρισμό του κριού και της επένδυσης
- Σωλήνας εκλύσεως διαμέτρου 1in σε τεμάχια μήκους 1.5 ή 3,0m
- Σωλήνες μήκους 1.50m και διαμέτρου 2.5in (για την συγκρότηση των τοιχωμάτων της οπής).

Με τη βοήθεια της κατάλληλης ελεύθερης στρεπτής κεφαλής, το ανώτερο άκρο του σωλήνα εκλύσεως συνδέεται με εύκαμπτο σωλήνα.

Το κατώτερο άκρο του σωλήνα εκπύσεως εφοδιάζεται με κοπίδι και έχει οπές μέσω των οποίων διοχετεύεται νερό υπό πίεση εκτός της επένδυσης της γεώτρησης. Επίσης υπάρχει και δεξαμενή για την αποχέτευση του νερού καθώς και χειροκίνητη ή μηχανοκίνητη αντλία. Αφού διαμορφωθεί το συγκρότημα, τίθεται σε λειτουργία η αντλία και έτσι το νερό διοχετεύεται μέσω της στρεπτής κεφαλής από την δεξαμενή προς τον σωλήνα εκπύσεως. Στη συνέχεια μέχρι του κοπτικού άκρου, από το οποίο εκρέει και ανυψώνεται μέσω του δακτυλιοειδούς χώρου που σχηματίζεται μεταξύ του σωλήνα εκπύσεως και της σωληνώσεως.

Κατά την εξέλιξη της διαδικασίας ελέγχεται το χρώμα και η εμφάνιση του εδαφικού μείγματος και του νερού που εξέρχεται μέχρις ότου παρατηρηθεί εμφανής μεταβολή. Τότε σταματάμε την διοχέτευση νερού και παίρνουμε το δείγμα του εδάφους. Αυτά τα δείγματα θα πρέπει να παίρνονται ανά 1.50m βάθος.

Περιστροφικές γεωτρήσεις.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των περιστροφικών γεωτρήσεων συμπίπτουν με αυτά της προηγούμενης διαδικασίας με την διαφορά ότι τα στελέχη του γεωτρήσανου και το κοπτικό άκρο περιστρέφονται μηχανικά.

Το κοπτικό μέρος έχει οπές μέσω των οποίων κυκλοφορεί νερό, το οποίο ανυψώνει τα θραύσματα του εδάφους όταν διέρχεται από το δακτυλιοειδή χώρο. Όταν θέλουμε να

πάρουμε δείγμα τα στελέχη ανασύρονται και το κοπτικό άκρο αντικαθίστανται με δειγματολήπτη. Αντί για νερό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γεωτρητικό πολτό ειδικού βάρους 1.0g-1.15gr/cm³. Με το μεγαλύτερο ειδικό βάρος διευκολύνετε η απομάκρυνση των θραυσμάτων και εμποδίζετε η συσσώρευση τους στον πυθμένα της οπής. Επίσης ο πολτός σχηματίζει στα τοιχώματα της οπής μία λεπτή στρώση που εμποδίζει την πτώση εδάφους με μικρή ή μηδαμινή συνοχή. Έτσι δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση επένδυσης.

Γεωτρήσεις εδαφολήπτη τύπου AUGER.

Την μέθοδο AUGER την χρησιμοποιούμε για γεωτρήσεις μικρού εδάφους. Ο εδαφολήπτης περιστρέφεται μέσα στο έδαφος μέχρι να φτάσει στο επιθυμητό σε εμάς βάθος. Στην συνέχεια βγαίνει πάλι προς τα έξω έχοντας παρασύρει μαζί του το εδαφικό δείγμα. Αφού εξεταστεί το δείγμα ο εδαφολήπτης περιστρέφεται ξανά μέσα στο έδαφος για να μας ξαναφέρει δεύτερο δείγμα. Σε περίπτωση που η οπή δεν είναι ανοικτή την επενδύουμε με σωλήνωση μεγαλύτερης διαμέτρου από τον εδαφολήπτη. Τέτοιου είδους γεωτρήσεις δεν είναι δυνατό να γίνουν κάτω από την στάθμη του φρεάτιου ορίζοντα γιατί το δείγμα δεν θα μπορέσει να προσκολληθεί στον εδαφολήπτη. Τα δείγματα που έχουμε λάβει όμως θα έχουν πιθανότατα μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό. Αν και θα περιέχουν όλα τα συστατικά τους το σίγουρο είναι ότι η δομή τους θα έχει καταστραφεί. Ο εδαφολήπτης AUGER ξεκινάει σε βάθος μεγαλύτερο των 30m και με διάμετρο της τάξης του 1m. Υπάρχουν εδαφολήπτες συνεχούς πτερυγίου όπου την ώρα της γεώτρησης προστίθενται και άλλα πτερύγια καθώς και εδαφολήπτες με κοίλο στέλεχος, όπου επιτρέπει την λήψη του δείγματος από το κατώτερο άκρο χωρίς να χρειαστεί να εξέλθει από την οπή.

Δοκιμαστικοί ράβδοι

Στη μέθοδο των δοκιμαστικών ράβδων, οι παρατηρήσεις σχεδιάζονται και αξιολογούνται. Διακρίνουμε ανάλογα με τον τρόπο δεισδυσσης και εργασίας τους ράβδους κρούσης, θλίψης, πτερυγιοφόρους και περιστροφικούς.

Ράβδοι κρούσης: χρησιμοποιούμε ελαφριές ή βαριές ράβδους κριού 10-50 kp με στελέχη που μπορούν να δεισδύουν σε βάθος 8m-20m περίπου. Μετριοούνται οι κτύποι που απαιτούνται για να εισχωρήσει η ράβδος σε ένα σταθερό μήκος 10 ή 20cm. Η αξιολόγηση γίνεται εμπειρικά.

Ράβδοι θλίψης: πιέζονται αργά με σταθερή ταχύτητα στο έδαφος μέχρι περίπου τα 25m. Ταυτόχρονα μετριέται η συνολική αντίσταση και χωριστά η αντίσταση αιχμής, μηχανικά ή ηλεκτρονικά. Η διαφορά αυτών των δύο μας δίνει την τριβή στην παράπλευρη επιφάνεια, πληροφορία σημαντική στις πασσαλώσεις.

Ράβδοι πτερυγιοφόρες: διαθέτουν στο κάτω άκρο σταυρωτά πτερύγια. Όταν η ράβδος εισχωρήσει στο έδαφος μέχρι το βάθος που θέλουμε περιστρέφεται αργά με σταθερή ταχύτητα ενώ στο πάνω μέρος μετριέται η ροπή που απαιτείται μέχρι να σχηματιστεί ένας κύλινδρος στο έδαφος.

Περιστροφικές ράβδοι: διαθέτουν περιστροφικό γεωτρήπανο μήκους περίπου 20cm. Φορτίζονται κατακόρυφα και στρέφονται μέσα στο έδαφος, ενώ μετράμε την δύναμη και την ροπή που επιβάλλουμε. Η αξιολόγηση γίνεται εμπειρικά.

Με την χρήση των ράβδων δεν παίρνουμε άμεσα αποτελέσματα αλλά μας δίνουν την δυνατότητα βελτίωσης και επαλήθευσης των αποτελεσμάτων των απομακρυσμένων γεωτρήσεων με γρήγορο και οικονομικό τρόπο. Μπορούμε με την χρήση εμπειρικών τύπων να βρούμε σχέσεις ανάμεσα στους κτύπους κρούσης, την πίεση των ράβδων θλίψης ή τις ροπές των πτερυγιοφόρων.

2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος είναι ένα υλικό που αποτελείται από ασύνδετους ή ελαφρά συνδεδεμένους στερεούς κόκκους, όπου τα κενά μεταξύ τους (πόροι) περιέχουν υγρά (συνήθως νερό) ή και αέρια (συνήθως αέρα). Τα εδαφικά υλικά προέρχονται είτε από χημική, είτε από μηχανική αποσάθρωση των πετρωμάτων. Η μηχανική αποσάθρωση οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως ο παγετός ή οι θερμοκρασιακές μεταβολές, ενώ η χημική αποσάθρωση προκαλεί την αποσύνθεση των πετρωμάτων λόγω χημικών διαδικασιών. Σε γενικές γραμμές, η χημική αποσάθρωση είναι ο λόγος της δημιουργίας λεπτόκοκκων εδαφικών υλικών, ενώ η μηχανική αποσάθρωση είναι ο λόγος της δημιουργίας χονδρόκοκκων εδαφών.

Με βάση τον τρόπο της μεταφοράς και τοποθέτησης των εδαφικών υλικών λόγω της αποσάθρωσης, τα εδάφη διακρίνονται σε αυτόχθονα και ιζηματογενή. Η διαφορά τους οφείλεται στο ότι τα αυτόχθονα εδάφη προέρχονται από την επιτόπου απόθεση των προϊόντων αποσάθρωσης, ενώ τα ιζηματογενή εδάφη προέρχονται από την μεταφορά των προϊόντων αποσάθρωσης, με τα νερά των ποταμών ή με την βοήθεια του αέρα, μακριά από την αρχική τους θέση. Γι αυτό και τα ιζηματογενή εδάφη βρίσκονται συνήθως στις εκβολές των ποταμών. Με την βοήθεια του νερού τα ιζηματογενή εδάφη καταφέρνουν να διαχωρίσουν τους κόκκους τους. Έτσι τα χονδρόκοκκα ιζήματα (χάλικες και άμμοι) παραμένουν στις κοίτες των ποταμών, σε αντίθεση με τα λεπτόκοκκα ιζήματα (ιλείς και άργιλοι) όπου μεταφέρονται αιωρούμενα σε μεγάλες αποστάσεις, μακριά από τις όχθες των ποταμών, και σιγά-σιγά κατακάθονται στους πυθμένες των θαλασσών και λιμνών δημιουργώντας περίπου οριζόντιες στρώσεις.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο της γέννησης των εδαφών η διάταξη που είναι τοποθετημένοι οι κόκκοι τους, καθώς επίσης το μέγεθος και το σχήμα τους, δημιουργεί κενά τα οποία καλύπτονται με νερό ή αέρα. Τα μεγέθη των κόκκων ποικίλουν αρκετά. Για την εύρεση του σχήματος των κόκκων υπάρχουν δοκιμές αν και κάποιες φορές, μας αρκεί να χρησιμοποιήσουμε κάποιους γενικούς όρους. Η προέλευση των κόκκων, όπως ένας θραυσμένος βράχος που έχει γωνίες και τραχιά επιφάνεια ή ακόμα τα χαλίκια που είναι πιο στρογγυλεμένα και ομαλά. Το γεωμετρικό τους σχήμα. Μπορεί να είναι σε σφαιρική, πρισματική, κυλινδρική ή πλακοειδής μορφή. Στην τραχύτητα της επιφάνειας ή των γωνιών των κόκκων. Με στρογγυλεμένες άκρες ή και με κοφτερές γωνίες. Όταν όμως δεν μπορούμε ή δεν μας είναι αρκετό να ξεχωρίσουμε τόσο απλοϊκά τα εδάφη καταφεύγουμε σε πειράματα και δοκιμές.

Υπάρχουν πολλές εργαστηριακές δοκιμές για την κατάταξη των εδαφών. Οι περισσότερες και πιο κύριες δοκιμές αναφέρονται στην φύση των κόκκων, όπως η πυκνότητα των κόκκων, η κοκκομετρική διαβάθμιση, το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων καθώς και στην σχέση τους με το νερό και την υγρασία. Η κοκκομετρική διαβάθμιση μας βοηθάει στην ταξινόμησή τους, καθώς σε ένα φυσικό έδαφος μπορούμε να έχουμε ποικίλους συνδυασμούς από μεγέθη κόκκων. Η ταξινόμηση και η κατανομή τους σε ομάδες ή και υποομάδες μας βοηθάει σημαντικά στο να ξεχωρίζουμε και να κατανοούμε καλύτερα την μηχανική συμπεριφορά του εδάφους. Η πυκνότητα των κόκκων. Μας βοηθάει στην ανακάλυψη κάποιων ορυκτών, αν και κύρια χρήση της είναι ο προσδιορισμός εδαφικών ιδιοτήτων. Κάποιες εδαφικές ιδιότητες είναι ο δείκτης πόρων ή ο βαθμός κορεσμού. Μας χρησιμεύει επίσης σε δοκιμές όπως οι δοκιμές με αραιόμετρο ή σε δοκιμές όπου ψάχνουμε να βρούμε τις καμπύλες κενών αέρα όπως η δοκιμή συμπίκνωσης. Η σχέση του νερού, του αέρα και της υγρασίας με τους κόκκους του εδάφους παίζει ίσως τον σημαντικότερο ρόλο για τις κατασκευές μας. Οι καθιζήσεις που πολλές φορές θα χρειαστεί να αντιμετωπίσουμε,

παράδειγμα από μία πιθανή βροχόπτωση, είναι από τα πιο σημαντικά πράγματα και μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και στην κατάρρευση της κατασκευής μας. Γι αυτό τον λόγο θα πρέπει να γνωρίζουμε και να επεξεργαζόμαστε κατάλληλα τις πληροφορίες που μας δίνει το έδαφος. Μερικά εδάφη μπορεί να είναι σε κατάσταση πλήρους κορεσμού και τα κενά τους να είναι γεμάτα με νερό. Κάποια πάλι μπορεί να περιέχουν στα κενά τους εκτός από νερό και ένα ποσοστό αέρα. Το ποσοστό υγρασίας, ο λόγος δηλαδή της μάζας του νερού προς την μάζα των στερεών κόκκων, είναι ένας δείκτης για την κατανόηση της συμπεριφοράς του εδάφους.

Μία άλλη προσέγγιση που τις περισσότερες φορές μας δίνει αποτελέσματα για την συμπεριφορά των εδαφών (ισχύει για περιπτώσεις λεπτόκοκκων εδαφών όπως η ίλη και ο άργιλος), είναι η δοκιμή των ορίων του Atterberg. Ο Atterberg ήταν ένας Σουηδός επιστήμονας της Εδαφομηχανικής ο οποίος ανακάλυψε τα όρια υδαρότητας, πλαστικότητας και συρρίκνωσης. Μετά από κάποια χρόνια και μετά την εύρεση των ορίων Atterberg, ένας άλλος επιστήμονας μας βοηθάει στο πρόβλημα της υγρασίας του εδάφους. Ο Casagrande. Η μέθοδός του έγινε γνωστή πολλά χρόνια πριν. Με ένα μπρούτζινο δοχείο στηριγμένο σε βάση από καουτσούκ και με ένα διάγραμμα ποσοστού υγρασίας προς τον αριθμό πτώσεων δίνει απαντήσεις στο όριο υδαρότητας. Έχοντας το όριο υδαρότητας, το Βρετανικό Σύστημα Κατάταξης Εδαφών μας δίνει ένα διάγραμμα πλαστικότητας που διακρίνει τα λεπτόκοκκα εδάφη με βάση της αργίλους (C) και τις ίλες (M) και κυμαινόμενους βαθμούς πλαστικότητας από χαμηλό ($LL < 35\%$) έως υψηλό ($LL > 90\%$). Τέλος το όριο συρρίκνωσης ορίζεται με ακριβή τρόπο. Είναι το όριο μεταξύ ημιστερεάς και στερεάς κατάστασης όπου ο όγκος του νερού παύει να μειώνεται καθώς το εδαφικό δείγμα συνεχίζει να αποξηραίνεται. Δηλαδή η συμπύκνωση έχει επιτευχθεί ακόμα και αν το έδαφος συνεχίζει να βγάζει νερό.

Το ενοποιημένο σύστημα κατάταξης εδαφών U.S.C.S. (από ASTM, 1983).

Βασικός Διαχωρισμός		Σύμβολα	Περιγραφή	Κριτήρια Κατάταξης		
Χονδρόκοκκα εδάφη Περισσότερο από 50% παραμένει στο κόσκινο No 200	Χάλικες 50% ή περισσότερα παραμένουν επί του κόσκινου No 4	Χάλικες	GW	Καλά διαβαθμισμένοι χάλικες ή αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα	Κατάταξη με βάση το λεπτόκοκκο κλάσμα Διερχ. από το κόσκινο No 200 < 5% GW, GP, SW, SP Διερχ. από το κόσκινο No 200 > 12% GM, GC SM, SC Διερχ. από το κόσκινο No 200 μεταξύ 5% και 12% οριακή περίπτωση χρήση δικλού συμβολισμού	
			GP	Ομοιόμορφοι χάλικες ή αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα		
		Χάλικες με λεπτόκοκκα	GM	Πυλώδεις χάλικες. Μίγματα χαλικών - άμμου - υλός		$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $1 < C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60}) < 3$ Δεν ισχύουν τα δύο πιο πάνω κριτήρια για GW.
			GC	Αργιλώδεις χάλικες. Μίγματα χαλικών - άμμου - αργίλου		
	Άμμοι 50% ή περισσότερα διέρχονται από το κόσκινο No 4	Άμμοι	SW	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $1 < C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60}) < 3$ Δεν ισχύουν τα δύο κριτήρια για SW PI < 4 η θέση στο σχήμα κάτω από τη γραμμή A PI > 7 & θέση στο σχήμα επάνω από τη γραμμή A PI < 4 η θέση στο σχήμα κάτω από τη γραμμή A PI > 7 & θέση στο σχήμα επάνω από τη γραμμή A	
			SP	Ομοιόμορφα άμμοι ή αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα		
		Άμμοι με λεπτόκοκκα	SM	Πυλώδεις άμμοι. Μίγματα άμμου - υλός		
			SC	Αργιλώδεις άμμοι. Μίγματα άμμου - αργίλου		
Λεπτόκοκκα εδάφη Λιγότερο από 50% παραμένει στο κόσκινο No 200	Ψιλά και άργιλοι WL < 50%	ML	Ανόργανες υλές, πολύ λεπτές άμμοι, υλώδεις και αργιλώδεις άμμοι	Διάγραμμα πλαστικότητας 		
		CL	Ανόργανες άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας (ενίοτε χαλικώδεις, αμμώδεις ή υλώδεις)			
		OL	Οργανικές υλές ή υλώδεις άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας			
	Ψιλά και άργιλοι WL > 50%	MH	Ανόργανες, συχνά μαρμαρυγιακές υλές υψηλής πλαστικότητας			
		CH	Ανόργανες άργιλοι υψηλής πλαστικότητας			
		OH	Οργανικές άργιλοι μέσης έως υψηλής πλαστικότητας			
Πολύ οργανικά εδάφη	Pt	Βουρκώδη και τυρφώδη εδάφη	Ηνώδη οργανικά γεωυλικά προϊόντα απανθράκωσης			

Συστήματα κατάταξης εδαφών και αντιστοιχία αυτών.

Κύριες κατηγορίες				Σύμβολα ομάδων.	Όνομα/γία εδαφικών ομάδων	
Χονδρόκοκκα εδάφη(πάνω από το μισό υλικό μεγαλύτερο από 0.06mm)	Χαλίκια	Καθαρά χαλίκια	<5%	GW	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια	
		Άμμιοι	Ανάμικτα χαλίκια	>12%	GM	Φτωχά διαβαθμισμένα χαλίκια
			Καθαροί άμμιοι	<5%	GC	Ιλυώδη χαλίκια
	Άμμιοι	Καθαροί άμμιοι	<5%	SW	Αργιλώδη χαλίκια	
				SP	Καλά διαβαθμισμένη άμμος	
		Ανάμικτοι άμμιοι	>12%	SM	Φτωχά διαβαθμισμένη άμμος	
Λεπτόκοκκα εδάφη(πάνω από το μισό υλικό μικρότερο από 0.06mm)	Μη πλαστική ιλύς		SC	Ιλυώδης άμμος		
			ML	Αργιλώδης άμμος		
			MH	Ιλύς		
	Πλαστικοί άργιλοι		OL	Ανόργανη ιλύς		
			CL	Οργανική ιλύς		
			CH	Ιλυώδης άργιλος		
Οργανικά			OH	Υψηλής πλαστικότητας άργιλος		
			PT	Οργανική άργιλος		
					Τύρφη και κοπριά	

Κατάταξη εδαφών σε υποομάδες AASHTO

	Χονδρόκοκκα εδάφη διερχόμενο ποσοστό από το Νο 200 μικρότερο από 35%							Λεπτόκοκκα εδάφη διερχόμενο ποσοστό από το Νο 200 μεγαλύτερο από 35%					
	A-1		A-3	A-2(*)			A-4	A-5	A-6	A-7			
Κοκκομετρία	A-1-α	A-1-β		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
Διερχόμενο ποσοστό:													
Νο10 (2mm)	50 max												
Νο40 (0,42mm)	30 max	50 max	51min										
Νο200 (0,074mm)	15 max	30 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min	
Όρια Atterberg:											IP<WL-30	IP>WL-30	
Όριο υδαρότητας	6 max		NP	40max	41 max	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	41 min	
Δείκτης πλαστικότητας				10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min	11min	
Δείκτης ομάδας	0		0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	16 max	20 max	20 max	
Χαρακτηριστικά συστατικά	Χαλίκια, άμμος		Λεπτή άμμος	Χαλίκια, ιλυώδης άμμος, αργιλώδης άμμος			Ιλυώδη εδάφη		Αργιλικά εδάφη				
Εκτίμηση ως έδαφος έδρασης	Εξαιρετικό έως καλό							Μέτριο έως ακατάλληλο					
<p>Μέθοδος κατάταξης: Γνωρίζοντας τα αποτελέσματα των δοκιμών ακολουθούμε τον πίνακα από αριστερά προς τα δεξιά. Η ζητούμενη ομάδα ή υποομάδα είναι η πρώτη που θα συναντήσουμε, και στην οποία ανταποκρίνονται τα αποτελέσματα των δοκιμών. Η ένδειξη του δείκτη ομάδας μπορεί να τοποθετηθεί σε παρένθεση μετά το σύμβολο της ομάδας, π.χ. A-2-6 (3), A-4 (5), A-6 (12)</p>													
<p>(*): Η κατάταξη σε υποομάδες των υλικών της ομάδας A-2 γίνεται με κριτήριο του δείκτη πλαστικότητας. Τα εδάφη των υποομάδων A-2-4 και A-2-5 θεωρούνται ως μη συνεκτικά, ενώ εκείνα των A-2-6 και A-2-7 ως συνεκτικά.</p>													

USCS	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AASHTO	ΚΑΤΑΤΑΞΗ FAA
GW	A-1-α	ΧΑΛΙΚΩΔΗ, ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΩΔΗΕΔΑΦΗ, ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΑ ΜΗ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
GP	A-1-α	
GM	A-1-β,A-2-4,A-5	
GC	A-2-6,A-2-7	
SW	A-1-β,	
SP	A-3	E-1,E-2,E-3
SM	A-1-3,A-2-5,A-5	E-3,E-4,E-5
SC	A-2-6,A-2-7	E-4,E-5
ML	A-4	E-6,E-8,E-9
CL	A-6,A-7-5	E-7,E-8,E-9
OL	A-5,A-7-5	E-6
MH	A-5	E-9
CH	A-7	E-10,E-11,E-12
OH	A-7	E-11,E-12
PT		E-13

Σύστημα κατάταξης εδαφών σε χώρες του εξωτερικού.

ASTM	ΚΟΛΛΟΙΔΗ	ΑΡΓΙΛΟΣ	ΙΑΥΣ			ΑΜΜΟΣ			ΧΑΛΙΚΙ			
					λεπτή	μέση	χονδρή					
		1	5									
USCS		ΛΕΙΠΤΟΚΟΚΚΑ			ΑΜΜΟΣ			ΧΑΛΙΚΙ				
					λεπτή	μέση	χονδρή	λεπτό	χονδρό			
					75 μm	0.425 mm	4.75	19	75	ΚΡΟΚΑΛΛΕΣ		
BSCS		ΑΡΓΙΛΟΣ	ΙΑΥΣ			ΑΜΜΟΣ			ΧΑΛΙΚΙ			
			λεπτή	μέση	χονδρή	λεπτή	μέση	χονδρή	λεπτό	μέσο	χονδρό	
		2	6	20	60	0.2	0.6	2	6	20	60	200
			μm			mm						

ASTM – American Society for Testing and Materials
 USCS – Unified Soil Classification System (US Bureau of Reclamation, Corps. of Engineers)
 BSCS – British Soil Classification System (BS 5930 :1981)

2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ

Η Εδαφομηχανική, όπως προαναφέραμε, είναι ο κλάδος της εφαρμοσμένης μηχανικής όπου ασχολείται με την συμπεριφορά και τις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους, τις μεθόδους σχεδιασμού τεχνικών έργων που αλληλεπιδρούν με αυτό καθώς και των κατασκευών από έδαφος. Μία ιδιαιτερότητα της εδαφομηχανικής είναι η αδυναμία της στις ιδιότητες των υλικών. Ως παράδειγμα αναφέρουμε τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα όπου τα υλικά (χάλυβας και σκυρόδεμα) κατασκευάζονται βιομηχανικά με τέτοιες μεθοδολογίες ώστε να ελέγχονται οι ιδιότητες και να πληρούνται οι προδιαγραφές. Στην περίπτωση των κατασκευών επί του εδάφους, ο σχεδιασμός γίνεται με βάση το υλικό που υπάρχει και τις ιδιότητές του. Άλλωστε σε αρκετές περιπτώσεις βάσει αυτού του σχεδιασμού πολλά έργα έχουν αλλάξει θέση (μεταβολή της χάραξης οδού). Οι ιδιότητες των εδαφικών υλικών προσδιορίζονται με τους παρακάτω τρόπους:

- **Επί τόπου δοκιμές.** Η διαδικασία αυτή γίνεται επί τόπου του έργου. Είναι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την παραλαβή εδαφικού δείγματος από τις περιοχές που θέλουμε να εξετάσουμε. Σκοπό έχουν την εξέταση, την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την συγκεκριμένη περιοχή. Δεν διαθέτουν την ακρίβεια των εργαστηριακών δοκιμών, είναι πολλές φορές όμως οι μόνες που μας δίνουν μία ιδέα για την ιδιότητα του εδάφους που εξετάζουμε. Ανάλογα με την σκοπιμότητα του ελέγχου των εδαφών διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες εδαφικών δειγμάτων. Τα αδιατάρακτα και τα διαταραγμένα δείγματα. Στις εργασίες υπαίθρου πρέπει να δείχνουμε προσοχή στα δείγματα μέχρι να καταφέρουν να έρθουν στο εργαστήριο για την ανάλυσή τους. Αυτό συνεπάγεται διαδικασίες όπως την παραφίνωση των δειγμάτων για την προστασία της φυσικής τους υγρασίας κλπ. Συνήθως δοκιμές για επί τόπου του έργου είναι η δοκιμή κώνου και άμμου καθώς και η δοκιμή άμεσης διείσδυσης S.P.T.(standard penetration test) με την οποία θα ασχοληθούμε αναλυτικότερα σε παρακάτω κεφάλαιο.

- **Εργαστηριακές δοκιμές.** Με την διαδικασία της δειγματοληψίας, η οποία γίνεται συνήθως με την χρήση των γεωτρήσεων, λαμβάνονται εδαφικά δείγματα τα οποία μεταφέρονται στον χώρο του εργαστηρίου. Όταν πλέον τα δείγματα έχουν μεταφερθεί αλώβητα στο εργαστήριο, μορφώνονται κατάλληλα με διάφορους τρόπους (πχ καλούπια) ώστε να τοποθετηθούν στους υποδοχής ελέγχου των εργαστηριακών μηχανών. Με κατάλληλες εργαστηριακές μεθοδολογίες προσδιορίζονται οι μηχανικές και οι φυσικές ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων (γεωτεχνικοί παράμετροι). Οι εργαστηριακές δοκιμές της εδαφομηχανικής έχουν τυποποιηθεί από διάφορους φορείς ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή των εργαστηριακών δοκιμών και η εξαγωγή συμβατών αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών εργαστηρίων. Τέτοιοι φορείς είναι οι ΕΛΟΤ για την Ελλάδα αλλά και διεθνείς φορείς όπως οι ISO, ASTM, UCS, BST, DIN κ.α. Οι προδιαγραφές του ΕΛΟΤ για τις εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές εδαφομηχανικής, εκδίδονται από το ΚΕΔΕ (Κέντρο Ελέγχου Δημοσίων Έργων) σε έντυπα που περιγράφουν τις μεθόδους διεξαγωγής και επιπλέον αποτελούν νόμο του κράτους (ΦΕΚ - Τεχνικές προδιαγραφές δοκιμών εδαφομηχανικής). Η τήρηση αυτών των προδιαγραφών είναι υποχρεωτική από τα εργαστήρια, προκειμένου τα αποτελέσματα των δοκιμών να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό έργων.

Εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
1	Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση διαταραγμένου δείγματος.	E105-86,παρ.1
2	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδάφους	E105-36,παρ.2 ASTM D2216-90
3	Προσδιορισμός φαινόμενο βάρους συν.υλικού	E105-86,παρ.3
4	Προσδιορισμός ειδικού βάρους εδαφών	E105-36,παρ.4 ASTM 854
5	Προσδιορισμός ορίων υδαρότητας-πλαστικότητας	E105-36,παρ5.6,ASTM D 4318-34
6	Προσδιορισμός κόκκου, αναλ. Ξηράς μεθόδου	E105-36,παρ7,ASTM C 136-34
7	Προσδιορισμός υλικού λεπτότερου του Νο 200	E105-36,παρ8,ASTM C 36-84
8	Κοκκομετρική ανάλυση με αραϊόμετρο	E105-36,παρ9,ASTM C 36-84
9	Προσδιορισμός σχέσης υγρασίας-πυκνότητας εδαφών(Proctor test Standard-Modified	E105-36,παρ10.11,ASTM D 1557
10	Προσδιορισμός καλιφ. Λόγου φέρουσας ικανότητας C.B.R	E105-36,παρ125,ASTM D 1883
11	Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης	E105-36,παρ13,ASTM D 2435-30
12	Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης	E105-36,παρ14,ASTM D 2166
13	Τριαξονική δοκιμή	E105-86,παρ.15-6.1,ASTM D2350-43
14	Τριαξονική δοκιμή CUPP	E105-86,παρ.15-6.2 ASTM D2850-82
15	Τριαξονική δοκιμή CD	E105-86,παρ.15-6.31
16	Δοκιμή ταχείας διάτμησης χωρίς στερεοποίηση (UU)	E105-86,παρ.16-5-2.1, ASTM D3080
17	Δοκιμή ταχείας διάτμησης με στερεοποίηση	E105-86,παρ.16-5-2.2, ASTM D3080
18	Δοκιμή βραδείας διάτμησης με στερεοποίηση	E105-86,παρ.16-5-2.3,ASTM D3080
19	Δοκιμή υδατοπερατότητας σταθερού ύψους	E105-86,παρ.17 E-13,USBR 5600-89
20	Δοκιμή υδατοπερατότητας μεταβλητού ύψους	E105-86,παρ.18 E-13,USBR 5600-89
21	Προσδιορισμός συντελεστή υδατοπερατότητας στην συσκευή στερεοποίησης	E105-86,παρ.19 E-13,USBR 5600-89
22	Δοκιμή Vane	ASTM D2573-72
23	Δοκιμή συμπίκνωσης HARVARD	S.P WILSON
24	Δοκιμή PIN-HOLE	J.O.G.E.D., p. 11846.01/76
25	Προσδιορισμός οργανικών ουσιών	AASHTO T194-80
26	Προσδιορισμός ανθρακικού ασβεστίου	ASTM D4373-84
27	Προσδιορισμός θειικών αλάτων και ανιόντων	ASTM C-114

2.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.

Για την εξακρίβωση των γεωτεχνικών και εδαφομηχανικών χαρακτηριστικών του υπέδαφους εκτελέστηκαν κατακόρυφες περιστροφικές ερευνητικές γεωτρήσεις. Το μέγιστο βάθος τους ήταν 20.00m η καθεμία και η τελική διάμετρος T101 έως T86mm.

Για την εκτέλεση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και της εδαφομηχανικής έρευνας τηρήθηκαν οι προδιαγραφές που εγκρίνει ο Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε καθώς και διεθνής προδιαγραφές όπως περιγράφονται στα A.S.T.M, A.A.S.H.T.O, D.I.N, B.S.

Οι εργασίες υπαίθρου που έγιναν περιλαμβάνουν τρεις (3) ερευνητικές δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, την δειγματοληψία φραγμού και αδιατάρακτων, δειγματοληψία συνεχούς πυρηνοληψίας, δοκιμές πρότυπης δειξιδυσης S.P.T και την μέτρηση στάθμης του υπόγειου φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα μέσα στις γεωτρήσεις κατά την εκτέλεση της διάτρησης.

Στις παρακάτω σελίδες θα αναφερθούμε αναλυτικά στις εδαφομηχανικές δοκιμές γενικά και θα συνοψίσουμε τα αποτελέσματα των δοκιμών στις γεωτρήσεις Γ1, Γ2 και Γ3 εκτενέστερα. Θα εξηγήσουμε αναλυτικά τον τρόπο που γίνονται οι επιμέρους δοκιμές καθώς και την σημασία των αποτελεσμάτων τους.

Οι γεωτρήσεις Γ1, Γ2 και Γ3 διάτρησαν συνολικό μήκος 60.00m. Τα βάθη τους ήταν 20.00m η κάθε μία και η διάμετρος από 101-86mm.

Στις γεωτρήσεις Γ1, Γ2 και Γ3 έγιναν οι ακόλουθες εργαστηριακές δοκιμές.

- Κοκκομετρική δοκιμή με κόσκινα και αραιόμετρο.
- Όρια Atterberg (όριο υδαρότητας- όριο πλαστικότητας).
- Ξηρό και υγρό φαινόμενο βάρος.
- Φυσική υγρασία.
- Ειδικό βάρος.

Δεν εκτελέστηκαν δοκιμές Μηχανικών Ιδιοτήτων. Οι γεωτεχνικές παράμετροι υπολογίστηκαν με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών S.P.T.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας με την οποία θα ασχοληθούμε στα πλαίσια της πτυχιακής μας εργασίας παραθέτουμε παρακάτω επιγραμματικά τις εξής εργαστηριακές δοκιμές:

1. Δοκιμή Κοκκομετρικής ανάλυσης.
2. Δοκιμή Συμπύκνωσης PROCTOR.
3. Δοκιμή Άμεσης διάτμησης.
4. Δοκιμή Μονοδιάστατης Στερεοποίησης.
5. Δοκιμή Ορίων ATTERBEG.
6. Δοκιμή φυσικής υγρασίας.
7. Δοκιμή ειδικού βάρους στερεών.
8. Δοκιμή πρότυπης διείσδυσης (S.P.T)

Κάθε μία από αυτές τις δοκιμές αναφέρετε συνοπτικά παρακάτω με έμφαση στην πρότυπη δοκιμή διείσδυσης S.P.T με την οποία θα ασχοληθούμε εκτενέστερα διότι είναι η κύρια μελέτη με την οποία έγιναν οι δειγματοληψίες στον χώρο που μελετάμε στην περιοχή της Γλυφάδας.

Σε κάθε εργαστηριακή μελέτη αναλύονται επιγραμματικά οι πληροφορίες που χρειαζόμαστε για να κατανοήσουμε τον σκοπό και τον λόγο για τον οποίο πραγματοποιούμε την συγκεκριμένη δοκιμή. Επίσης αναφέρουμε τον εξοπλισμό που χρειαστήκαμε για να γίνουν οι δοκιμές, την διαδικασία που ακολουθήσαμε καθώς και φωτογραφίες του εξοπλισμού μας και τα έντυπα φυλλάδια που έπρεπε να συμπληρώσουμε σε κάθε μελέτη.

❖ Να σημειώσουμε ότι τα έντυπα των δοκιμών και οι φωτογραφίες, μας έχουν παραχωρηθεί από τους καθηγητές του εργαστηρίου Εδαφομηχανικής του Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών

3.1.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

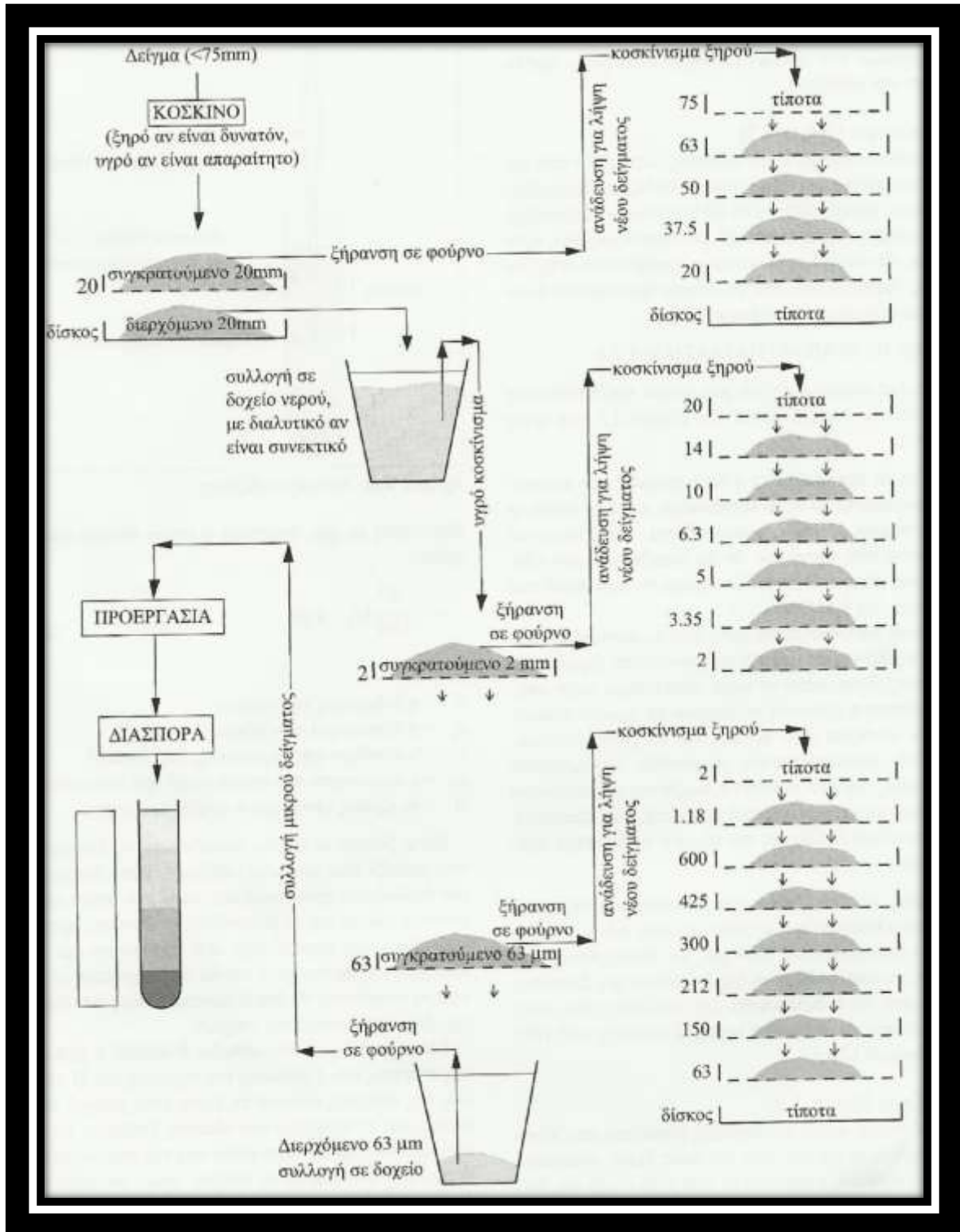
Η κοκκομετρική ανάλυση είναι μία από τις πλέον βασικές μεθόδους για την μηχανική κατάταξη των εδαφών και χρησιμοποιείται διεθνώς. Η καταλληλότητα ενός εδάφους ως υλικού θεμελίωσης ή ως δομικού υλικού εξαρτάται από την κοκκομετρική ανάλυση, δηλαδή από τον προσδιορισμό της συμμετοχής των διαμέτρων των κόκκων, ως ποσοστό, στο συνολικό όγκο του θεωρούμενου εδάφους. Οι πληροφορίες που παίρνουμε από την κοκκομετρική ανάλυση μας διευκολύνουν να προβλέψουμε τη συμπεριφορά των εδαφών, όσον αφορά στην αντοχή και στην παραμόρφωση, να συμπεράνουμε τη δυνατότητα κίνησης του υπόγειου νερού (διήθηση) μέσα από τα κενά μεταξύ των κόκκων και να εκτιμήσουμε την επιρροή του παγετού στο έδαφος.

Στη συνέχεια περιγράφονται ο απαιτούμενος εξοπλισμός, ένα σχηματικό παράδειγμα και η διαδικασία της διεξαγωγής της ανάλυσης.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

1. Συσκευή κοσκινίσματος
2. Σειρά κόσκινων ISO.
3. Αναδευτήρας.
4. Ζυγαριά με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων .
5. Κλίβανος σταθερής θερμοκρασίας

Παράδειγμα κοκκομετρικής διαβάθμισης



Διάταξη κοκκομετρικής δοκιμής. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι Πάτρας)



Κόσκινα τύπου ISO. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Ζυγαριά ακριβείας. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Κλίβανος σταθερής θερμοκρασίας . (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Διαδικασία δοκιμής

- i. Τοποθετούνται τα κόσκινα στη συσκευή με τις διαμέτρους να αυξάνουν από κάτω προς τα άνω.
- ii. Αν το δείγμα είναι κυρίως άμμος , επιλέγουμε μία ποσότητα 500gr το οποίο έχει ξηρανθεί.
- iii. Αν το δείγμα περιέχει χαλίκια, τότε επιλέγεται ποσότητα 1500 έως 5000gr ανάλογα με τη διάμετρο των κόκκων.
- iv. Τοποθετούμε το δείγμα εδάφους στο επάνω κόσκινο(με τη μεγαλύτερη διάμετρο).
- v. Κοσκινίζουμε το δείγμα , ενεργοποιώντας το δονητή της συσκευής, για 5 έως 10λεπτά .
- vi. Αφαιρούμε τα κόσκινα και τα ζυγίζουμε μαζί με την ποσότητα εδάφους που έχουν συγκρατήσει.
- vii. Υπολογίζουμε το ποσοστό του συγκρατούμενου υλικού σε κάθε κόσκινο διαιρώντας το βάρος του συγκρατούμενου με το συνολικό βάρος του δείγματος.
- viii. Υπολογίζουμε το ποσοστό του διερχόμενου ξεκινώντας από το 100% και αφαιρώντας σταδιακά το ποσοστό του συγκρατούμενου σε κάθε κόσκινο.

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση: Αριθ. Δείγματος:
 Ολικό βάρος δείγματος: Ημερομηνία:

Αριθμός Κόσκινου	Άνοιγμα Κόσκινου mm	Συγκρατούμενο Βάρος	Διερχόμενο βάρος	
			gr	%
3 "	76.20			
2 1/2 "	63.50			
2 "	50.80			
1 1/2 "	38.10			
1 1/4 "	31.75			
1 "	25.40			
3/4 "	19.05			
5/8 "	15.88			
1/2 "	12.70			
3/8 "	9.353			
1/4 "	6.35			
No 4	4.76			
No 8	2.38			
No 10	2.00			
No 16	1.19			
No 30	0.59			
No 40	0.420			
No 50	0.297			
No 80	0.177			
No 100	0.149			
No 200	0.074			
	Παιτάλη			
Ολικό Βάρος				
Παρατηρήσεις:				
.....				
.....				
.....				

Ο εκτελέσας τη δοκιμή

3.1.2 ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ (PROCTOR)

Η συμπίκνωση των εδαφών και των αδρανών υλικών οδοστρωσίας μετριέται ποσοτικά με την τιμή, την οποία παίρνει το ξηρό φαινόμενο (ειδικό) βάρος τους γd (ή η ξερή πυκνότητα), ύστερα από ορισμένη εργαστηριακή δοκιμασία ή επεξεργασία. Έχουν επινοηθεί διάφορες μέθοδοι, με τις οποίες γίνεται συμπίκνωση των εδαφικών δοκιμίων στο εργαστήριο. Απ' αυτές πιο συνηθισμένη είναι η δοκιμασία Proctor (δυναμική μέθοδος συμπίκνωσης με κρούσεις ενός τύππου).

Η δοκιμασία αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό της βέλτιστης περιεκτικότητας σε νερό, με την οποία, με δεδομένο σταθερό έργο συμπίκνωσης επιτυγχάνεται η καλύτερη συμπίκνωση των εδαφικών υλικών, δηλαδή η μέγιστη τιμή του ξερού ειδικού βάρους.

Η δοκιμασία Proctor διακρίνεται σε :

- Πρότυπη (ή απλή), που γίνεται με έργο συμπίκνωσης που ανταποκρίνεται στη χρησιμοποίηση του συνηθισμένου εργοταξιακού μηχανικού εξοπλισμού.
- Τροποποιημένη (βελτιωμένη), που γίνεται με έργο συμπίκνωσης μεγαλύτερο, ώστε να ανταποκρίνεται στη χρησιμοποίηση βαρύτερων μηχανημάτων .

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την επίτευξη της δοκιμής συμπίκνωσης χωρίζεται στον :

α) Ειδικός Εξοπλισμός :

- Μήτρα Proctor
- Αποσυνδεόμενος δακτύλιος μήτρας
- Σφύρα και διάταξη ελέγχου της πτώσης

β) Γενικός Εξοπλισμός :

- Ψεκαστήρας υγρασίας
- Κόσκινο Νο 4
- Δοχείο με πρόσθετο ελαστικό στο άκρο
- Σέσουλα
- Χάρακας και σπάτουλα
- Μεγάλες λεκάνες για ανάμειξη
- Ζυγοί
- Φούρνος ξήρανσης
- Υποδοχής ξήρανσης

Μήτρες PROCTOR. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Μηχανή ελέγχου πτώσης. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας)



Σπάτουλες. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Εργαστηριακός χώρος δοκιμής. Περιέχονται μεγάλες λεκάνες ανάδευσης, ζυγός, κόσκινα. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Διαδικασία δοκιμής

- i. Καθάρισμα της μήτρας του δακτυλίου και της βάσης της συσκευής Proctor, με ελαφρά λαδωμένο πανί από ξεραμένο υλικό και σκόνη για να μπορεί το δοκίμιο να ζυγιστεί καλά.
- ii. Ζύγισμα της κενής μήτρας (με βάση αλλά χωρίς το δακτύλιο).
- iii. Τοποθέτηση του δείγματος στη μήτρα Proctor, σε μια στρώση 4 cm.
- iv. Ελαφριά πίεση του εδάφους για να γίνει ομαλή η επιφάνεια του και έπειτα συμπύκνωση με 25 χτυπήματα της σφύρας. Η σφύρα τοποθετείται με τη κομμένη της άκρη να εφάπτεται στο εσωτερικό τοίχωμα της μήτρας. Ανασήκωση, με ορμή της σφύρας μέχρι το τέλος της διαδρομής της (να ακουστεί καθαρά το χτύπημα μετάλλου σε μέταλλο) και κατόπιν πτώση της με το βάρος της. Μετά από κάθε πτώση, ανασήκωση λίγο της συσκευής και επανατοποθέτηση της περιφερειακά της μήτρας, ώστε τελικά να γίνει ομοιόμορφη κατανομή των κρούσεων.
- v. Επανάληψη της διαδικασίας για δεύτερο και τρίτο στρώμα προσθέτοντας και το δακτύλιο όταν η μήτρα κοντεύει να γεμίσει. Μετά την συμπύκνωση και του τρίτου στρώματος, η επιφάνεια του εδάφους πρέπει να εξέχει ελαφρά από το πάνω χείλος της μήτρας.
- vi. Αφαιρείται ο δακτύλιος και έπειτα το έδαφος που εξέχει ώστε να έρθει στο ύψος του χείλους της μήτρας. Η αφαίρεση του πλεονάζοντος εδάφους πρέπει να γίνεται με πολλές αποξέσεις με το χάρακα (ή μία ίσια, μακριά σπάτουλα, αρχίζοντας από το κέντρο προς το άκρο της μήτρας).
- vii. Ζύγισμα του κυλίνδρου με τη μήτρα.
- viii. Αφαίρεση του δείγματος από τον κύλινδρο, λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος, από την καρδιά του δείγματος .

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΜΕΘΟΔΟΣ PROCTOR

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος:	Αριθ. Δείγματος:
	Αριθ. Φύλλου:
	Ενάρξεως:
Χαρακτηρισμός εδάφους:	Ημερομηνία
	Λήξεως :
	Υπογραφή :

Δείγμα	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η
Βάρος δείγματος				
Βάρος νερού				
Απόβαρο συσκευής				
Βάρος δείγματος + συσκευής				
Απόβαρο υποδοχέα (για υγρασία)				
Βάρος δείγματος + υποδοχέα				
Ξηρό βάρος δείγματος + υποδοχέα				

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΜΕΘΟΔΟΣ PROCTOR

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος:	Αριθ. Δείγματος:
Χαρακτηρισμός εδάφους:	Αριθ. Φύλλου:
	Ενάρξεως:
	Ημερομηνία
Υπογραφή:	Λήξεως :

		Αριθμός δοκιμής				
		1	2	3	4	5
A	Βάρος υγρού δείγματος + τύπου	gr				
E	Βάρος τύπου	gr				
Γ	Βάρος υγρού δείγματος (Γ=A-B)	gr				
Δ	Όγκος τύπου	cm ³				
E	Υγρά πυκνότης (E=(Γ*0.0352)/Δ)=Γ*1.0588)	Kg/m ³				
Ξ	Περιεχόμενη υγρασία	%				
Z	Ξηρά εργαστ. Πυκνότητα (Z=E*100/100+Ξ)	Kg/m ³				

Προσδιορισμός υγρασίας

Θ	Αριθμός κάψης	gr							
I	Βάρος υγρού δείγματος + κάψης	gr							
K	Βάρος ξηρού δείγματος + κάψης	gr							
Λ	Βάρος ύδατος (Λ=I-K)	gr							
M	Βάρος κάψης	gr							
N	Βάρος ξηρού δείγματος (N=K-M)	gr							
Ξ	Περιεχόμενη υγρασία (Ξ=Λ*100/N)	%							

Μέγιστη εργαστηριακή πυκνότητα	Kg/m ³
Βέλτιστη υγρασία	%
Ειδικό βάρος χονδρόκοκκου υλικού (συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 4)	

Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας

		Αριθμός υποδοχέως	
A	Βάρος υγρού δ. + υποδοχέα	gr	
B	Βάρος ξηρού δ. + υποδοχέα	gr	
Γ	Βάρος ύδατος Γ=A-B	gr	
Δ	Βάρος υποδοχέως	gr	
E	Βάρος ξηρού δείγματος E=B-Δ	gr	
	Περιεχόμενη υγρασία	%	
	Μέσος όρος υγρασίας	%	

3.1.3 ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ – ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ:

Σε όλα τα προβλήματα ευστάθειας των εδαφών, όπως ο σχεδιασμός των θεμελιώσεων, τοίχων αντιστήριξης και αναχωμάτων, είναι απαραίτητη η γνώση της αντοχής των εδαφών που σχετίζονται με αυτά. Ο προσδιορισμός της αντοχής αποτελείται ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα Εδαφομηχανικής και ιδιαίτερα αν το έδαφος είναι συνεκτικό. Γενικά, αντοχή σε διάτμηση ονομάζεται η διατμητική τάση, η οποία μπορεί να προκαλέσει ολίσθηση δύο εσωτερικών επιφανειών του εδάφους.

$$T = \sigma \cdot \epsilon \varphi$$

Όπου φ : είναι η γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

T : είναι η διατμητική δύναμη

σ : Ορθή τάση



Αστοχία δοκιμίου αργίλου από θλίψη(α),(β). η αστοχία εκδηλώνεται σε επίπεδο που σχηματίζει γωνία με την διεύθυνση φόρτισης 45°.

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι δοκιμή διάτμησης είναι :

- Η απευθείας (ή άμεση) διάτμηση
- Η κυλινδρική(ή τριαξονική) θλίψη, και
- Η διάτμηση από στρέψη

Στη δοκιμή της **απευθείας διάτμησης**, το έδαφος υπόκειται σε θραύση, με κίνηση, του ενός τμήματος του υποδοχέα του εδάφους, ως προς το άλλο.

Στη δοκιμή της **διάτμησης με στρέψη**, μια κυλινδρική στήλη εδάφους υπόκειται σε περιστροφική κίνηση η οποία μέσω ενός δίσκου, στην κορυφή ή στον πυθμένα.

Στην **κυλινδρική ή τριαξονική θλίψη**, φορτίζεται αξονικά ένα κυλινδρικό δοχείο μέχρι τη θραύση του. Το δοκίμιο καλύπτεται με μια ελαστική μεμβράνη και γύρο από αυτό εφαρμόζεται μια ομοιόμορφη πίεση με τη βοήθεια ενός ρευστού.

Η δοκιμή που προτιμάται για καλύτερα εργαστηριακά αποτελέσματα, είναι αυτή της απευθείας (ή άμεσης) διάτμησης.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Ράβδος για συμπύκνωση του εδάφους
- Ζυγός ακριβείας 0,1 gr
- Παχύμετρο
- Κανόνας
- Χρονόμετρο
- Συσκευή άμεσης διάτμησης

Διαδικασία δοκιμής

- i. Η συσκευή διάτμησης συναρμολογείται με τα πλαίσια ευθυγραμμισμένα και σταθερά. Γίνεται ελαφρό γρασάρισμα στις επιφάνειες επαφής των πλαισίων ώστε να εξασφαλίζεται υδατοστεγανότητα στη περίπτωση που γίνεται στερεοποίηση του δοκιμίου πριν από την κυρίως δοκιμή της διάτμησης και επίσης για τη μείωση των τριβών κατά την διάρκεια της διάτμησης.
- ii. Το δοκίμιο τοποθετείται προσεχτικά, και γίνεται η σύνδεση των μηχανισμών φόρτισης .Προσδιορίζεται το αρχικό πάχος του δοκιμίου.
- iii. Εφαρμόζεται κατακόρυφο φορτίο (0,5–1,0 kg/cm³).
- iv. Τα δύο τμήματα του υποδοχέα αποχωρίζονται ώστε να μην υπάρχει άλλη σύνδεση μεταξύ των τμημάτων του υποδοχέα, εκτός από το έδαφος .
- v. Προσαρτώνται τα μηκυσιόμετρα που μετρούν τις οριζόντιες και κατακόρυφες μετατοπίσεις.
- vi. Αρχίζει η επιβολή της οριζόντιας δύναμης και λαμβάνονται, ανά τακτά χρονικά διαστήματα(συνήθως ανά 3 sec)οι ενδείξεις της διατμητικής, οι ενδείξεις της διατμητικής (οριζόντιας) δύναμης, των οριζοντίων και κατακόρυφων μετατοπίσεων .Συνεχίζεται η επιβολή φορτίου ως ότου ληφθεί οριζόντια μετατόπιση περίπου 15% της διαμέτρου του δοκιμίου, εκτός αν ληφθεί προηγουμένως σταθερή διατμητική δύναμη.
- vii. Επαναλαμβάνονται τα παραπάνω άλλη μια φορά με διαφορετικά κατακόρυφα φορτία .
- viii. Μετά το τέλος της δοκιμής, το δοκίμιο αφαιρείται από το δακτύλιο, ξηραίνεται και ζυγίζεται για το προσδιορισμό του ξηρού βάρους.

Συσκευή διάτμησης. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Φορτία διάτμησης. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Τραπέζι διάτμησης. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



3.1.4 ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ.

Στερεοποίηση είναι η διαδικασία καθίζησης του εδάφους, η οποία οφείλεται σε εξωτερικά φορτία που ασκούνται στο έδαφος και αναγκάζουν το νερό να διαφύγει από τους πόρους του. Η ολική καθίζηση λόγω αυτού απαιτεί συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για να συμπληρωθεί. Στα χονδρόκοκκα εδάφη η απομάκρυνση του νερού γίνεται πιο γρήγορα σε αντίθεση με τα λεπτόκοκκα όπου τα κενά είναι πιο μικρά και η αντίσταση στην διέλευση του νερού είναι μεγαλύτερη. Με την δοκιμή αυτή προσδιορίζεται ο συντελεστής διαπερατότητας του εδαφικού υλικού. Αυτό γίνεται είτε άμεσα με το διαπερατόμετρο μεταβλητού φορτίου είτε έμμεσα από το διάγραμμα χρόνου-παραμόρφωσης.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Συμπιεσόμετρο σταθερού δακτυλίου με το αντίστοιχο κέλυφος
- Σκελετός φόρτισης με τα αντίστοιχα βάρη
- Πωρόλιθοι
- Μηκυσιόμετρο
- Κοπτικός δακτύλιος, εξαγωγέας, συρμάτινο πριόνι, μανόμετρο μεταβλητού υδραυλικού φορτίου.

Διαδικασία δοκιμής :

- i. Αρχικά προσδιορίζουμε την φυσικά υγρασία ,το υγρό φαινόμενο βάρος του εδαφικού υλικού και το ξηρό φαινόμενο βάρος.
- ii. Υγραίνονται οι πωρόλιθοι και όλες οι εσωτερικές επιφάνειες της συσκευής στερεοποίησης.
- iii. Η συσκευή στερεοποίησης τοποθετείται στην συσκευή φορτίσεως
- iv. Εφαρμόζονται πιέσεις 0.125,0.25,0.50,1.0,2.0,4.0,6.0,8.0,Kgr/cm²

Συσκευή στερεοποίησης. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος: _____	Αριθ. δείγματος: _____
Χαρακτηρισμός εδάφους: _____	Αριθ. Φύλλου: _____
Διαστάσεις συσκευής: Υψος: _____ mm Διάμετρος: _____ mm	Επιφάνεια A = _____ cm ²
Ειδικό βάρος Εδάφους G _s : _____	Ενάρξη: _____
	Ημερομηνία: _____
	Λήξας: _____
	Υπογραφή: _____

		Υγρασία %	Πριν τη δοκιμή	Πριν τη δοκιμή	Μετά τη δοκιμή
Βάρος συσκευής + υγρού εδάφους	W = gr				
Βάρος συσκευής	W _u = gr	Δαχ. αρ.			
Βάρος υγρού εδάφους	W _s = gr	Bδ+ε+υ			
Βάρος ξηρού εδάφους	W _t = gr	Bδ+ε			
R ₁ = συσκευή μετά τύπου 30 mm.....	gr	Bυ			
R ₂ = συσκευή χωρίς φορτίο.....	gr	Bδ			
R ₃ = συσκευή με φορτίο.....	kg/cm ² gr	Bε			
H ₀ = Αρχικό ύψος δοκιμίου.....	mm	w%			
H _z = Ύψος κόκκων.....	mm				

Πίεση kg/cm ²	Τελ. αναγν. R	Υπολογ. σε 0.0001 (ΔR)	H ⁰ H ₀ - ΔR	Διάκενα H ₀ - H _z	Αγρ. διακ. H-H _z ε = $\frac{H-H_z}{H_0}$	Ξηρό φαν. Βάρος kg/m ³	% Στερεοπ.	Παρατηρήσεις
0,000								
0,125								
0,250								
0,500								
1,000								
2,000								
4,000								
8,000								
2,000								
0,125								

	Αρχική κατάσταση	Τελική κατάσταση
Ξηρ. φαν. βάρ. kg/m ³		
Συνολικό ύψος H ₀ mm		
Ύψος κόκκων H _z mm		(1)
Ύψος αέρα H _α mm		(2)
Περιεχόμενη υγρασία W%		(3)
Βαθμός κορεσμού		

(1) Κατά παράδοση H_α αμετάβλητα κατέστην κορεσμού

$$(2) S = \frac{H_0 \times A \times 100}{W_s}$$

$$(3) S = \frac{H_0 \times 100}{W_T \times w\%} \times \frac{H - H_z}{H_0 - H_z}$$

$$H_0 = \frac{H - H_z}{A} \times \frac{W_s}{W_T \times w\% - H_0 - H_z - H_0}$$

3.1.5 ΌΡΙΑ ATTERBERG.

Με αυτή την δοκιμή γίνεται η κατάταξη των συνεκτικών εδαφών ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε υγρασία. Η περιεχόμενη υγρασία τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης της συνεκτικότητάς τους.

Έτσι έχουμε τρεις χαρακτηριστικές περιεκτικότητες νερού που σε συνάρτηση με τις αντίστοιχες καταστάσεις του εδαφικού υλικού παρέχουν τα όρια: υδαρότητας, πλαστικότητας και συρρίκνωσης δηλαδή τα όρια Atterberg. Το όριο συρρίκνωσης ορίζεται με ακριβή τρόπο. Στο μικρότερο ποσοστό υγρασίας, όπου το έδαφος πάει από την ημιστερεή στην στερεή του κατάσταση. Αντίθετα η μετάβαση από την υδαρή στην πλαστική κατάσταση που δίνεται από το όριο υδαρότητας και από την πλαστική στην ημιστερεά κατάσταση που δίνεται από το όριο της πλαστικότητας είναι σταδιακή. Τα όρια υδαρότητας και πλαστικότητας τα βρίσκουμε στο εργαστήριο με την βοήθεια των ορίων Atterberg.

Ρευστή κατάσταση	
Όριο υδαρότητας	WL, LL
Πλαστική περιοχή εδαφικού υλικού	WL-WP
Περιοχή δείκτη πλαστικότητας	Ip, LL-PL
Όριο πλαστικότητας	WP, PL
Ημιστερεή κατάσταση-περιοχή δείκτη συρρίκνωσης	Is, PS
Όριο συρρίκνωσης	WS, PS
Στερεά κατάσταση	

Χαρακτηριστικές μορφές πλαστικότητας εδαφικού υλικού.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Κάψα από πορσελάνη διαμέτρου 12cm
- Σπαθίδα ή μικρό μαχαίρι με λεπίδα μήκους 8cm και πλάτους 2cm
- Συσκευή ορίου υδαρότητας
- Υποδοχείς γυάλινοι που παρεμποδίζουν την απώλεια υγρασίας κατά την ζύγιση
- Ζυγός ευαισθησίας 0.1gr
- Κλίβανος σταθερής θερμοκρασίας 110C

Ζυγός Atterberg. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας)



Δοκιμή CASAGRANDE. (φωτ. Εργαστήριο εδαφομηχανικής Τ.Ε.Ι. Πάτρας).



Διαδικασία δοκιμής :

- i. Παίρνουμε 100gr εδαφικού υλικού (που έχει περάσει από το κόσκινο Νο40).
- ii. Ανακατεύουμε με μια σπαθίδα το μείγμα μαζί με 15-20cm³ νερού μέσα σε μια κάψα.
- iii. Παίρνουμε και τοποθετούμε μια ποσότητα στο κύπελλο της συσκευής. Ισοπεδώνουμε το υλικό με σπαθίδα ώστε να έχει βάθος
 - a. 8cm στο σημείο μεγίστου πάχους.
- iv. Διαχωρίζουμε με το όργανο χάραξης, έτσι ώστε να σχηματισθεί καθαρή και απότομη χαραγή διαστάσεων 2mm πλάτους και 8mm ύψος
- v. Περιστρέφουμε τον στρόφαλο της συσκευής με ταχύτητα 2 στροφών/2secμέχρις ότου να κλείσει η χαραγή σε μήκος 10mm περίπου. Καταγράφουμε τον αριθμό των κτύπων για το οποίο έκλεισε η χαραγή στο παραπάνω μήκος.
- vi. Παίρνουμε με την σπαθίδα ένα κομμάτι του μείγματος στο οποίο να περιλαμβάνεται το μέρος της χαραγής στο οποίο το έδαφος ενώθηκε. Το βάζουμε στον υποδοχέα και το ζυγίζουμε
- vii. Ξεραίνουμε το υλικό σε θερμοκρασία 110C
- viii. Η διαφορά που θα προκύψει από τις ζυγίσεις 6 και 7 θα είναι και το βάρος του νερού.

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος:	Αριθ. Δείγματος :
	Αριθ. Φύλλου :
	Ενάρξεως:
Χαρακτηρισμός εδάφους:	Ημερομηνία
	Λήξεως :
	Υπογραφή :

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ΑΤΤΕΡΒΕΓ

ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	Ορ.	Ορ.	Ορ.	Ορ.	Ορ.	Ορ.	Ορ.	Ορ.
	Υδ.	Υδ.	Υδ.	Υδ.	Πλ.	Πλ.	Πλ.	Πλ.
Αριθ. υποδοχέως								
Αριθ. κτύπων								
A Βάρος υγρού δειγμ. + υποδοχέως (gr)								
B Βάρος ξηρού δειγμ. + υποδοχέως (gr)								
Γ Βάρος ύδατος (Γ=A-B) (gr)								
Δ Βάρος υποδοχέως (gr)								
Ε Βάρος ξηρού δείγματος (Ε=B-Δ) (gr)								
Z Ένεχόμενη υγρασία $\left(Z = \frac{\Gamma \cdot 100}{Ε} \right)$ (%)								

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

..... Όριο υδαρότητας

..... Όριο πλαστικότητας

..... Δείκτης πλαστικότητας

.....

.....

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ

3.1.6 ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ένα από τα σημαντικότερα και πιο συχνά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουμε στις εργαστηριακές μας μελέτες είναι ο προσδιορισμός της φυσικής υγρασίας του εδάφους. Με τον όρο υγρασία εννοούμε τον λόγο του βάρους του νερού προς το ξηρό βάρος των στερεών κόκκων του εδάφους. Είναι απαραίτητη η μελέτη αυτή γιατί μας βοηθάει να εκτιμήσουμε την συμπεριφορά και τις μηχανικές ιδιότητές του. Μας βοηθάει να ξεχωρίσουμε τα συνεκτικά από τα μη συνεκτικά εδάφη. Με βάση την περιεκτικότητά τους σε νερό μπορούμε να παρατηρήσουμε και να καταγράψουμε την μεγάλη διαφορά των εδαφών αυτών. Ενώ τα συνεκτικά εδάφη εμφανίζουν σημαντικές διαφορές στις ιδιότητες αντοχής και στα χαρακτηριστικά τους, αντίθετα τα μη συνεκτικά εδάφη δεν επηρεάζονται σχεδόν καθόλου.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Κλίβανος ξήρανσης ελεγχόμενης θερμοκρασίας στους 110°C
- Ζυγός
- Υποδοχέας κατασκευασμένος από υλικό που αντέχει σε διάβρωση και θερμοκρασία και δεν υπόκειται σε μεταβολή του βάρους του
- Ξηραντήρας

Διαδικασία δοκιμής :

- i. Επιλογή του δείγματος
- ii. Ζύγιση του δοκιμίου.
- iii. Τοποθέτηση του δείγματος σε φούρνο θερμοκρασίας 105°C-400°C ώστε να ξηρανθεί μέχρι σταθερού βάρους.
- iv. Απομάκρυνση του δοκιμίου από τον φούρνο μέχρι να ψυχθεί.
- v. Ζύγιση του δοκιμίου.

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος:	Αριθ. Δείγματος:
Γεώτρηση:	Βάθος:
Είδος:	Αριθ. Φύλλου:
Χαρακτηρισμός εδάφους:	Ενάρξεως:
	Ημερομηνία
	Λήξεως:
Υπογραφή:	

ΔΟΚΙΜΗ	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Αριθμός κάψης			
Βάρος Υγρού δείγματος + Κάψης W_2 (gr)			
Βάρος Ξηρού δείγματος + Κάψης W_3 (gr)			
Βάρος νερού $W_2 - W_3$ (gr)			
Βάρος κάψης W_1 (gr)			
Βάρος Ξηρού δείγματος $W_3 - W_1$ (gr)			
Περιεχόμενη υγρασία $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	$\omega_a =$	$\omega_b =$	$\omega_\gamma =$
Περιεχόμενη υγρασία $w = \frac{W_a + W_b + W_\gamma}{3}$			
Παρατηρήσεις:			

3.1.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

Ειδικό βάρος στερεών εδάφους ονομάζουμε τον λόγο του βάρους των στερεών κόκκων του προς τον όγκο αυτών.

Για να μπορέσουμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός ξηρού δείγματος που έχουμε τοποθετούμε το υλικό μας σε μία φιάλη ή δεξαμενή γεμάτη νερό. Ο όγκος του νερού που ξεχειλίζει είναι ίσος με τον όγκο του ξηρού δείγματος που βάλαμε στο δοχείο. Για να βρούμε αυτόν τον όγκο παίρνουμε την σχέση που μας λέει ότι το βάρος του νερού είναι ίσο με το άθροισμα του βάρους φιάλης (όταν είναι γεμάτη νερό) και το βάρος του ξηρού δείγματος μείον το συνολικό βάρος (βάρος φιάλης με νερό και την ποσότητα του δείγματος). Σημαντικό για το πείραμα είναι να προσέχουμε την θερμοκρασία και να την διατηρούμε σταθερή.

Βρίσκοντας το ειδικό βάρος ενός δείγματος μπορούμε να προσδιορίσουμε το έδαφος από το οποίο πήραμε το δείγμα, όπως επίσης να μπορέσουμε να το ταξινομήσουμε μέσω των περισσότερων εργαστηριακών δοκιμών.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Πυκνόμετρο
- Ζυγός ακριβείας 0,01gr
- Κάψα
- Εστία θερμάνσεως
- Θερμόμετρο
- Σταγονόμετρο
- Δοχεία βρασμού

Διαδικασία δοκιμής

➤ Συνεκτικό έδαφος:

- i. Επεξεργαζόμαστε το δείγμα αναμειγνύοντάς το με αποσταγμένο νερό.
- ii. Μεταφέρουμε το δείγμα μέσα στην ογκομετρική φιάλη.
- iii. Απομακρύνουμε τον αέρα από το δείγμα θερμαίνοντας το μέχρι τους 30°C. Στη συνέχεια το ψύχουμε μέχρι να φτάσει πάλι στην αρχική θερμοκρασία που έχουμε επιλέξει. Το ζυγίζουμε.
- iv. Μεταφέρουμε το δείγμα μέσα σε ένα δίσκο γνωστού βάρους.
- v. Ξηραίνουμε το έδαφος, το ψύχουμε και το ζυγίζουμε πάλι.
- vi. Το ξηρό βάρος του εδάφους βρίσκεται με αφαίρεση του βάρους του δίσκου από το βάρος του δίσκου μαζί με το έδαφος.

➤ Μη συνεκτικό έδαφος:

- i. Τοποθετούμε με προσοχή 150gr ξηρό έδαφος μέσα σε μία φιάλη γεμάτη μέχρι την μέση με απιονισμένο νερό.
- ii. Απομακρύνουμε όλο τον αέρα από μέσα όπως κάναμε και για το συνεκτικό έδαφος.
- iii. Ψύχουμε την φιάλη μέχρι μία θερμοκρασία που υπάρχει στο πεδίο της καμπύλης θερμοκρασίας.

- iv. Προσθέτουμε νερό μέχρι την χαραγή της φιάλης.
- v. Στεγνώνουμε το εξωτερικό της φιάλης.
- vi. Ζυγίζουμε την φιάλη με το περιεχόμενο.
- vii. Τέλος καταγράφουμε και την θερμοκρασία αφού είμαστε σίγουροι ότι είναι ομοιόμορφη σε όλη την φιάλη.

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Προέλευση δείγματος:	Αριθ. Δείγματος:
Γεώτρηση: Βάθος: Είδος:	Αριθ. Φύλλου:
	Ενάρξεως:
Χαρακτηρισμός εδάφους:	Ημερομηνία
	Λήξεως:
Υπογραφή:	

ΔΟΚΙΜΗ	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η
Τρόπος δοκιμής (δια βρασμού ή κενού)				
Αριθμός χρησιμοποιούμενης φιάλης				
Θερμοκρασία δοκιμής σε °C				
Βάρος φιάλης, νερού & ξηρού υλικού W_1				
Βάρος φιάλης και νερού W_2				
Αριθμός υποδοχέα				
Βάρος υποδοχέα και ξηρού υλικού				
Βάρος υποδοχέα				
Βάρος ξηρού υλικού W_s				
Ειδικό βάρος νερού σε T °C G_T				
Ειδικό βάρος στερεών γ_s				
ΤΥΠΟΣ $\gamma_s = \frac{G_T \times W_s}{W_s - W_1 + W_2}$	Ειδ. Βάρος Στερεού (Μ.Ο.)=gr/cm ³			
Παρατηρήσεις:				
.....				
.....				
.....				

3.1.8 ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T.)

Η δοκιμή S.P.T. ίσως είναι η πλέον διαδεδομένη επί τόπου δοκιμή δειγματοληψίας για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους. Διενεργείται συνήθως σε στιφρούς αργιλικούς σχηματισμούς καθώς και σε ημιβραχώδης σχηματισμούς. Τα αποτελέσματα από τις δοκιμές S.P.T. κάποιες φορές αποτελούν μοναδικό στοιχείο για την κατανόηση και την περαιτέρω εκτίμηση των αστράγγιστων διατμητικών αντοχών του εδάφους. Χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό της σχετικής πυκνότητας, της αντίστασης των σχηματισμών στη διείδυση, των παραμέτρων διατμητικής αντοχής και συμπιεστότητας με την χρήση εμπειρικών συσχετίσεων, στον καθορισμό της φέρουσας επιτρεπόμενης ικανότητας, στον υπολογισμό των καθιζήσεων των κατασκευών. Η δοκιμή γίνεται στον εκάστοτε πυθμένα γεώτρησης και σε βάθη που έχουν προεπιλεχθεί από τον επιβλέπων μηχανικό ή σε βάθη που έχουν υποστεί αλλαγές τα εδάφη τους.

Απαιτούμενος εξοπλισμός :

- Ένα αντίβαρο, βάρους 63,5 Kg
- Πρότυπος δειγματολήπτης Terzaghi

Διαδικασία δοκιμής

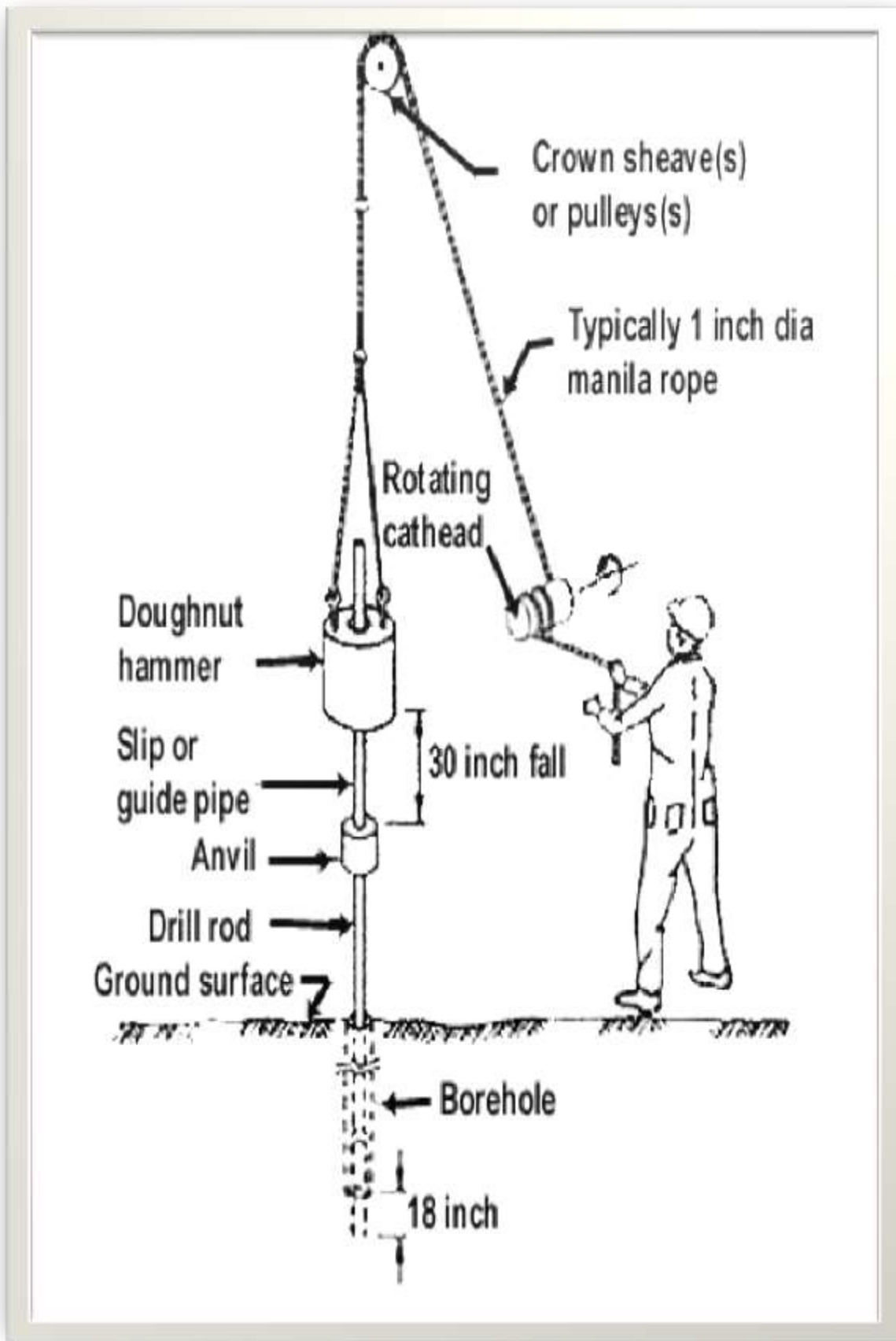
Πριν ξεκινήσει η διαδικασία της εξόρυξης εδαφικού δείγματος θα πρέπει να καθαριστεί, τόσο η περιοχή (ground surface) όσο και ο πυθμένας όπου θα γίνει η γεώτρηση (borehole). Τοποθετείται λοιπόν στην περιοχή αυτή μία ράβδος-στήλη με τα στελέχη (drill rod), με την βοήθεια συρματοσκοινου όπου στο κάτω μέρος βρίσκεται ο δειγματολήπτης Terzaghi. Στην συνέχεια, αφού απελευθερωθεί η ράβδος, τοποθετείτε στην κορυφή της με την βοήθεια ενός σκοινιού που ονομάζεται βοηθητικό τύμπανο ανύψωσης (manila rope), μέσω τροχαλίας (pulley) και την χειραγώγηση-τοποθέτηση από τον άνθρωπο που θα πραγματοποιήσει την εξόρυξη, ένας οδηγός (guide pipe) μαζί με το βάρος περίπου 63,5kg ή όπως λέγεται αλλιώς σύστημα κρούσης (doughnut hammer). Το αντίβαρο ή σύστημα κρούσης βιδώνει επάνω στην ράβδο έτσι ώστε να είναι αρκετά σταθερό. Με αυτόν τον τρόπο το βάρος μπορεί να κατέβει και να ακουμπήσει στην βάση του οδηγού (anvil). Έπειτα στα στελέχη που είχαμε τοποθετήσει πρώτα και προεξέχουνε, σημειώνουμε 3 συνεχόμενα τμήματα από 15cm το καθένα. Προσδιορίζεται ο αριθμός των κρούσεων (N) για προχώρηση του ειδικού δειγματολήπτη Terzaghi με την πτώση αντίβαρου 63,5kg από ύψους 76,2cm, κατά 45cm (σε τρία διαδοχικά τμήματα των 15cm). Ο αριθμός των κρούσεων για τη διείδυση του δειγματολήπτη στο πρώτο τμήμα των 15cm **απορρίπτεται** (διαταραγμένο από τη διαδικασία διάτρησης υλικό, ή πληρωμένο με υλικά που έχουν καταπέσει από το ασωλήνωτο τμήμα της γεώτρησης). Ο χαρακτηρισμός των δειγμάτων γίνεται βάση της προχώρησης στα δύο υπόλοιπα τμήματα των 15cm (σύνολο 30cm), όπως δίνεται βιβλιογραφικά, σύμφωνα με σχετικούς πίνακες. Στην περίπτωση που η δοκιμή εκτελείται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, οι τιμές πρέπει να διορθωθούν όσον αφορά την επίδραση του νερού στη στήλη εκτέλεσης της δοκιμής και η γενική διόρθωση που ισχύει είναι:

$$N' = 15 + \frac{1}{2} (N-15), \quad N > 15$$

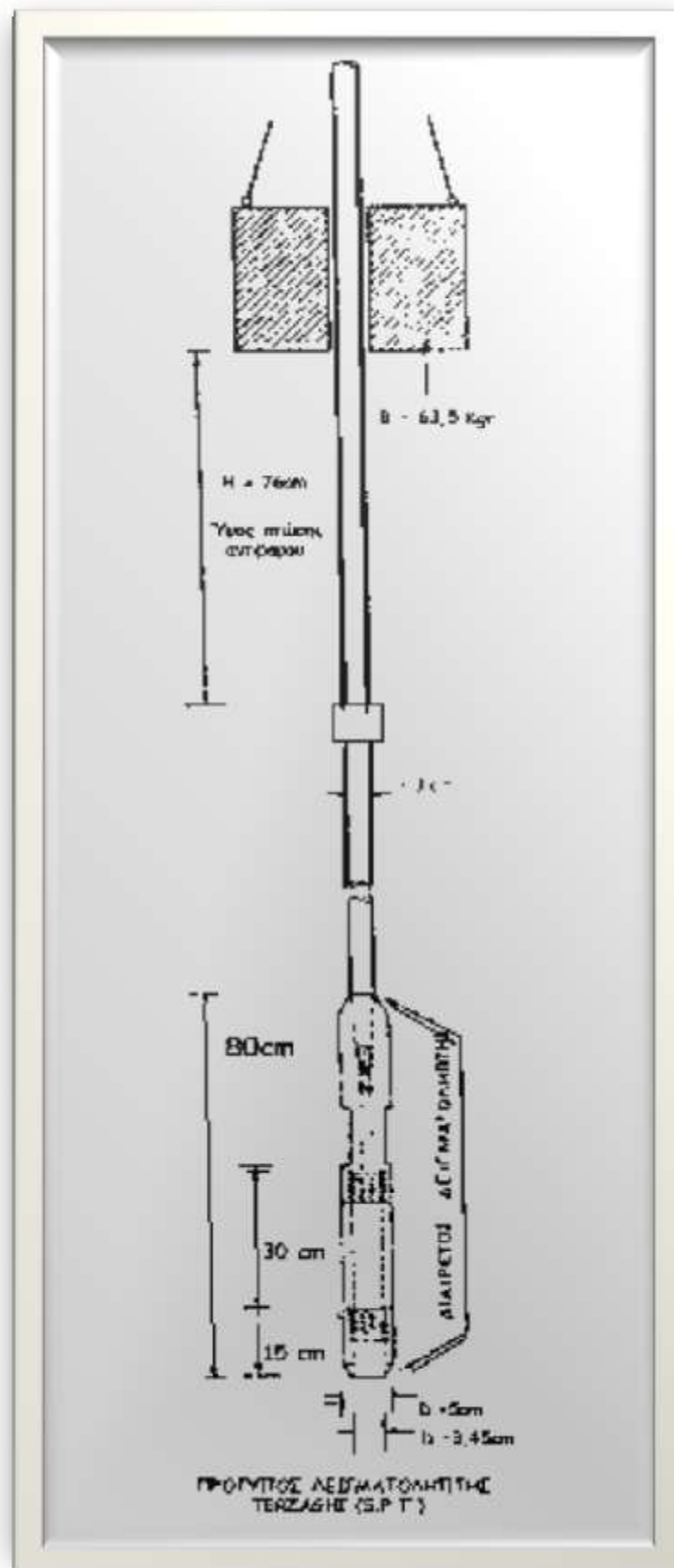
Τέλος να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που αριθμός κρούσεων N υπερβεί τις 50 χωρίς να επιτευχθεί διείσδυση 15cm, θεωρείται ότι υπάρχει άρνηση και η δοκιμή διακόπτεται αναγράφοντας τους 50 κτύπους και τη διείσδυση.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΤΟΥ ΑΣΤΡΑΓΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΗ (kPa)	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΤΟΥ S.P.T. ΚΤΥΠΩΝ "N"	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΠΟΛΥ ΜΑΛΑΚΟ	<20		ΠΟΛΥ ΧΑΛΑΡΟ	<4	
ΜΑΛΑΚΟ	20-40		ΧΑΛΑΡΟ	4-10	
ΣΤΕΡΕΟ	40-75		ΜΕΤΡΙΑ ΠΥΚΝΟ	10-30	
ΣΤΥΦΡΟ	75-150		ΠΥΚΝΟ	30-50	
ΠΟΛΥ ΣΤΥΦΡΟ	150>		ΠΟΛΥ ΠΥΚΝΟ	>50	

Διαδικασία δοκιμής S.P.T Terzaghi



Πρότυπος δειγματολείπτης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.

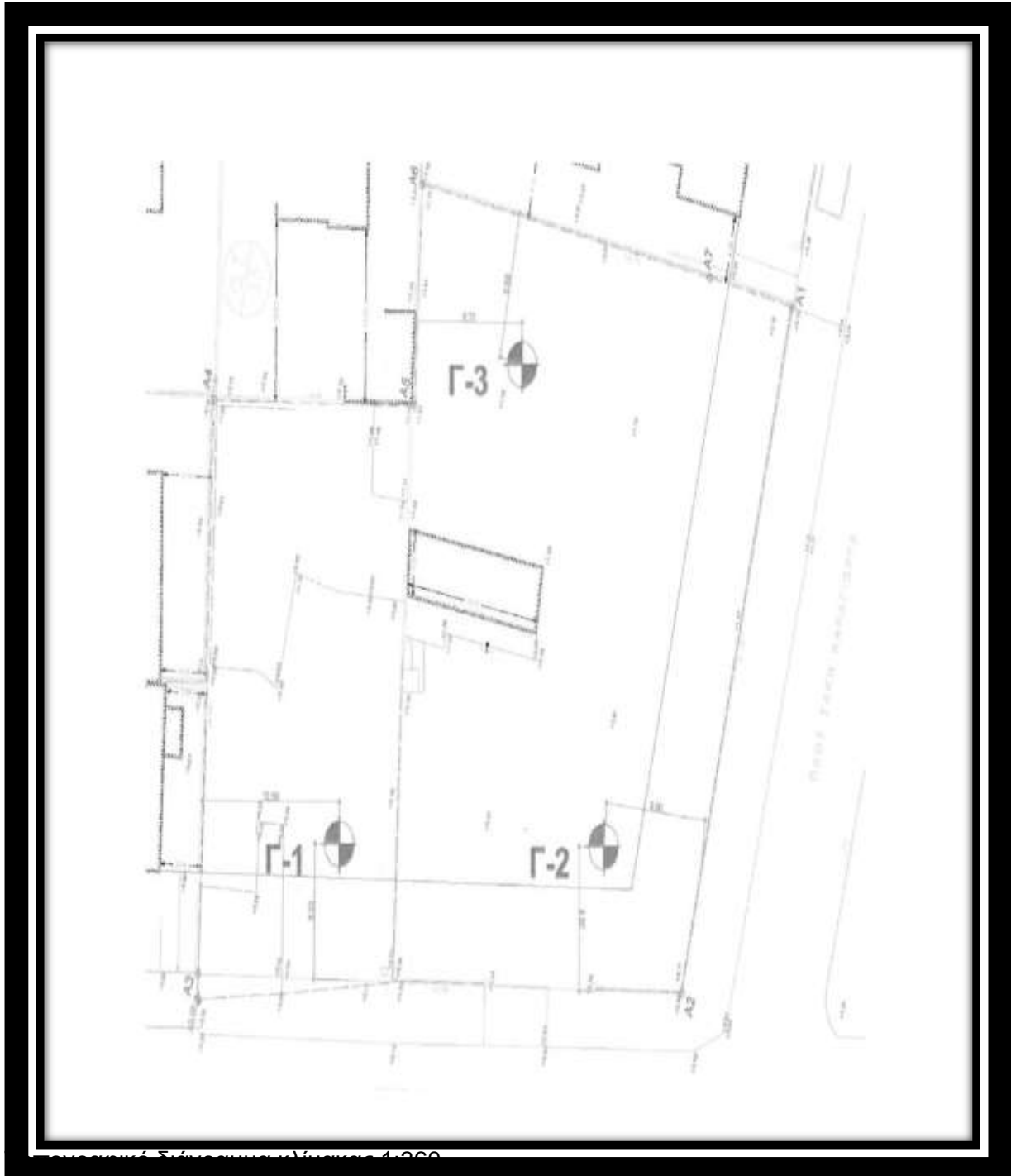
Στο κεφάλαιο αυτό θα παραθέσουμε τα εργαστηριακά φύλλα καθώς και τους πίνακες κατάταξης των αποτελεσμάτων των εδαφομηχανικών δοκιμών του έργου. Θα συζητήσουμε αναλυτικότερα τις επί τόπου δοκιμές καθώς και αυτές που έγιναν στο εργαστήριο. Θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα και θα συγκρίνουμε τις τιμές που ελήφθησαν με τις πρότυπες τιμές.

Θα ελέγξουμε και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των τιμών στις παρακάτω δοκιμές.

- Δοκιμή Κοκκομετρικής Ανάλυσης.
- Δοκιμή Ορίων ATTERBERG.
- Δοκιμή πρότυπης διείδυσης. (S.P.T).
- Ξηρό και υγρό φαινόμενο βάρος.
- Φσική υγρασία
- Ειδικό βάρος.

Δεν εκτελέστηκαν δοκιμές μηχανικών ιδιοτήτων λόγω της πολύ ανδρόκκοκης κοκκομετρικής τους διαβάθμισης. Οι γεωτεχνικές παράμετροι υπολογίστηκαν με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών της πρότυπης διείδυσης (S.P.T).

Στο τοπογραφικό διάγραμμα βλέπουμε τις 3 θέσεις των γεωτρήσεων. Στις θέσεις Γ1, Γ2 και Γ3 θα παρθούν δείγματα τα οποία θα εξεταστούν σε όλες τις δοκιμές εδαφομηχανικής. Θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών σε πίνακες και διαγράμματα.



Τοπογραφικό Σχέδιο κτιρίων 4-200

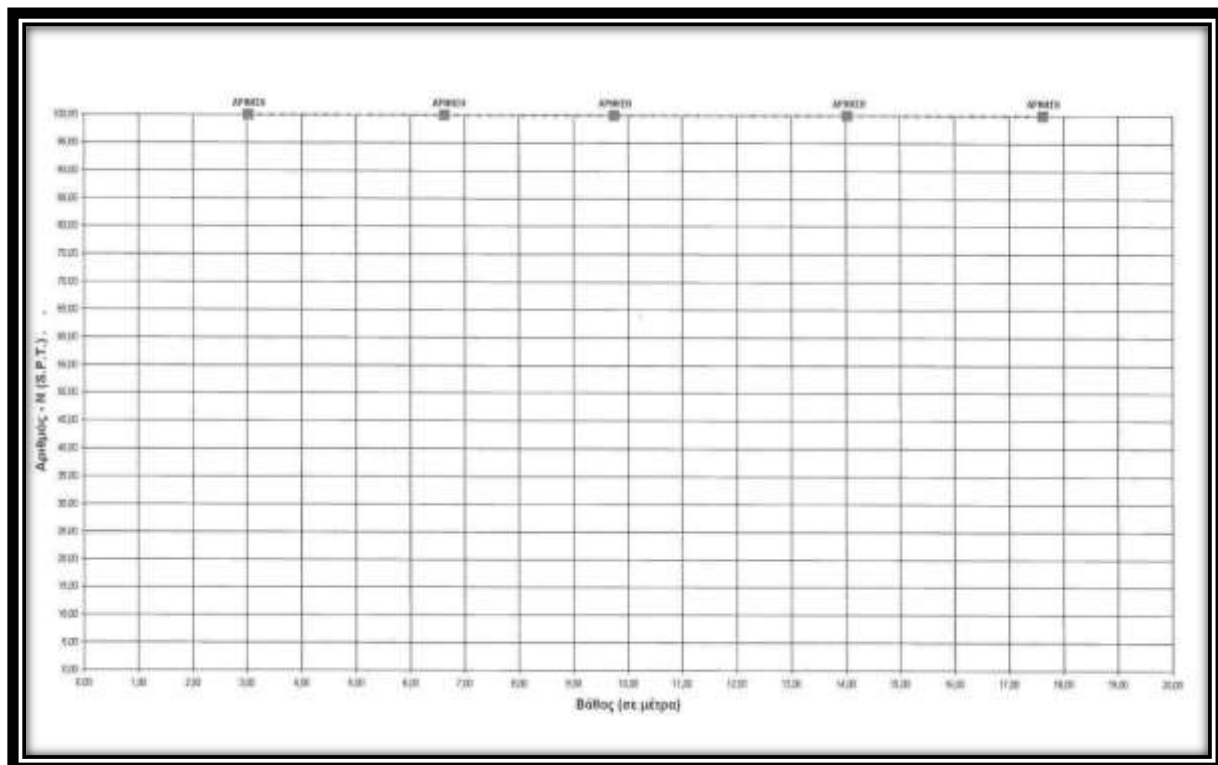
4.2 ΔΟΚΙΜΗ S.P.T ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ Γ1, Γ2 ΚΑΙ Γ3

Αποτελέσματα δοκιμών S.P.T στην γεώτρηση Γ1 στον χώρο θεμελίωσης του τετραρόφου συγκροτήματος garage με 2 υπόγεια στην περιοχή της Γλυφάδας Αθηνών.

Πίνακας Γεώτρησης Γ1

A/A	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΠΟ-ΕΩΣ(m)		ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΑΝΑ 15cm	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΥΣΕΩΝ (N)
1	3.00	3.04	50/04	ΑΡΝΗΣΗ
2	6.60	6.65	50/05	ΑΡΝΗΣΗ
3	9.60	9.90	35-50/15	ΑΡΝΗΣΗ
4	14.00	14.05	50/05	ΑΡΝΗΣΗ
5	17.50	17.75	30-50/10	ΑΡΝΗΣΗ

Διάγραμμα συσχετισμού μεταξύ βάθους και S.P.T στην γεώτρηση Γ1

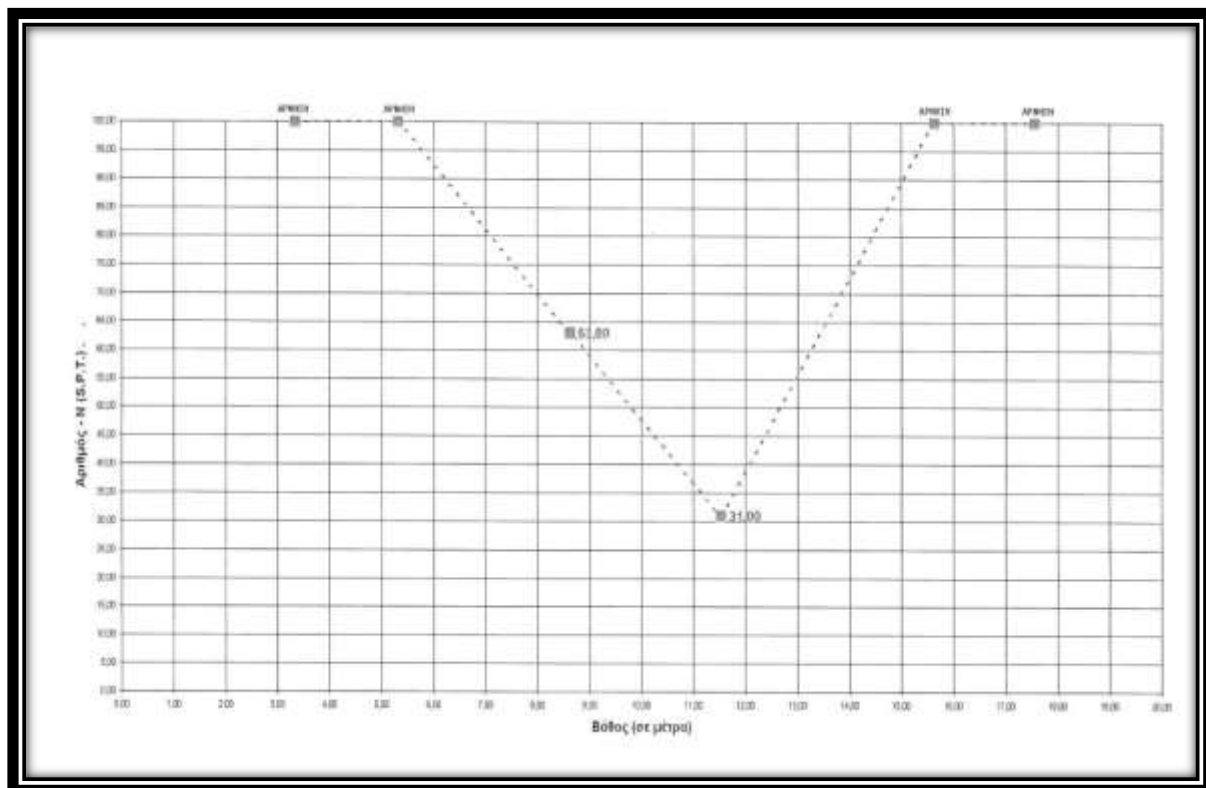


Αποτελέσματα δοκιμών S.P.T στην γεώτρηση Γ2 στον χώρο θεμελίωσης του τετραρόφου συγκροτήματος garage με 2 υπόγεια στην περιοχή της Γλυφάδας Αθηνών.

Πίνακας Γεώτρησης Γ2

A/A	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΠΟ-ΕΩΣ(m)		ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΑΝΑ 15cm	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΥΣΕΩΝ (N)
1	3.30	3.36	50/06	ΑΡΝΗΣΗ
2	5.30	5,34	50/04	ΑΡΝΗΣΗ
3	8,40	8,85	22-28-35	63
4	11,30	11,75	12-13-18	31
5	15,50	15,75	42-50/10	ΑΡΝΗΣΗ
6	17.50	17.60	50/10	ΑΡΝΗΣΗ

Διάγραμμα συσχέτισης μεταξύ βάθους και S.P.T στην γεώτρηση Γ2

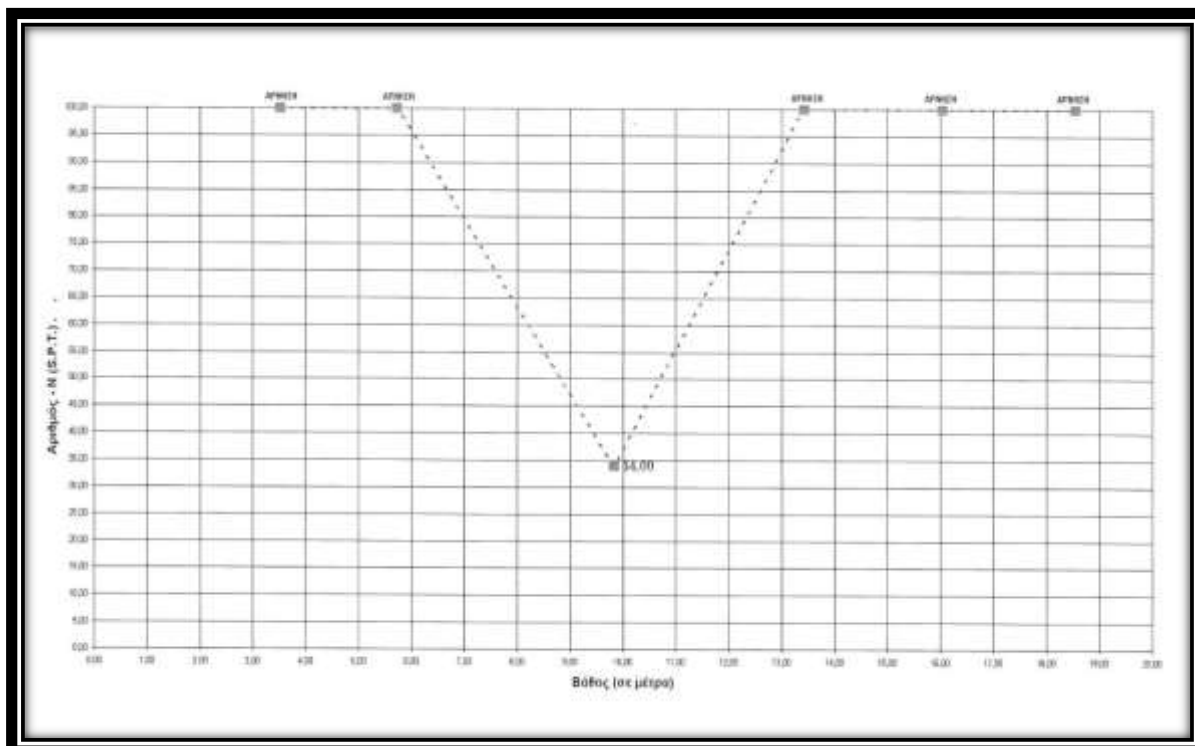


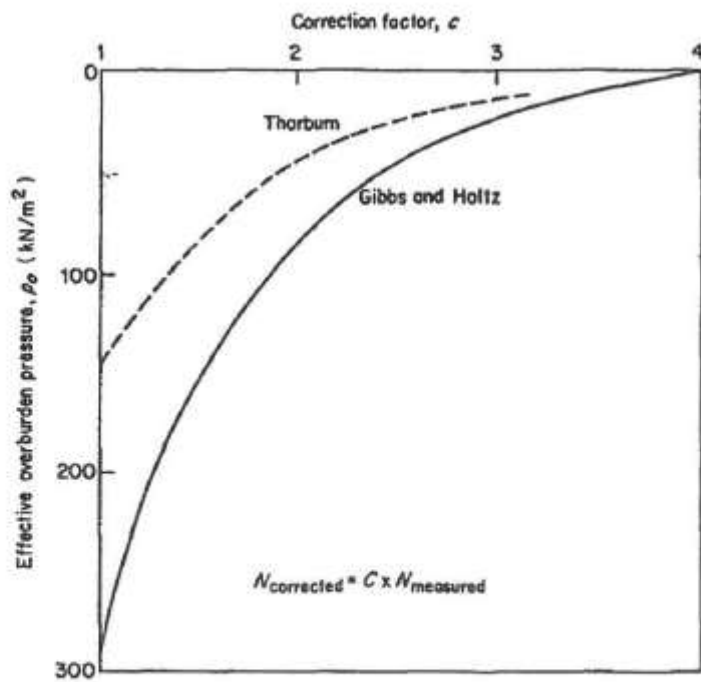
Αποτελέσματα δοκιμών S.P.T στην γεώτρηση Γ3 στον χώρο θεμελίωσης του τετραρόφου συγκροτήματος garage με 2 υπόγεια στην περιοχή της Γλυφάδας Αθηνών.

Πίνακας Γεώτρησης Γ3

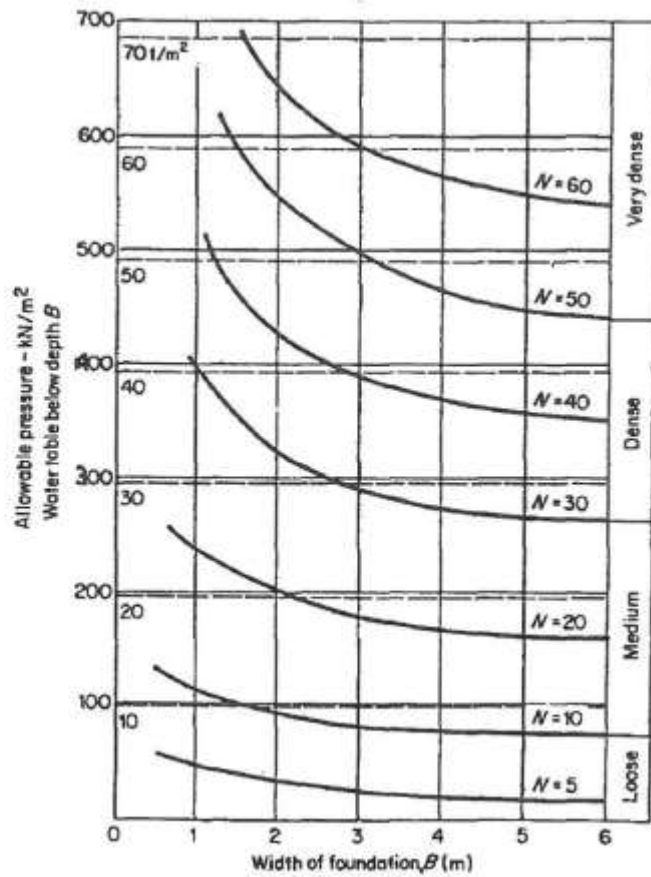
A/A	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΠΟ-ΕΩΣ(m)		ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΑΝΑ 15cm	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΥΣΕΩΝ (N)
1	3.50	3,52	50/02	ΑΡΝΗΣΗ
2	5.70	5,74	50/04	ΑΡΝΗΣΗ
3	9,60	10,05	8-16-18	34
4	13,30	13,55	3-50/10	ΑΡΝΗΣΗ
5	16,00	16,07	50/07	ΑΡΝΗΣΗ
6	18,50	18.60	50/10	ΑΡΝΗΣΗ

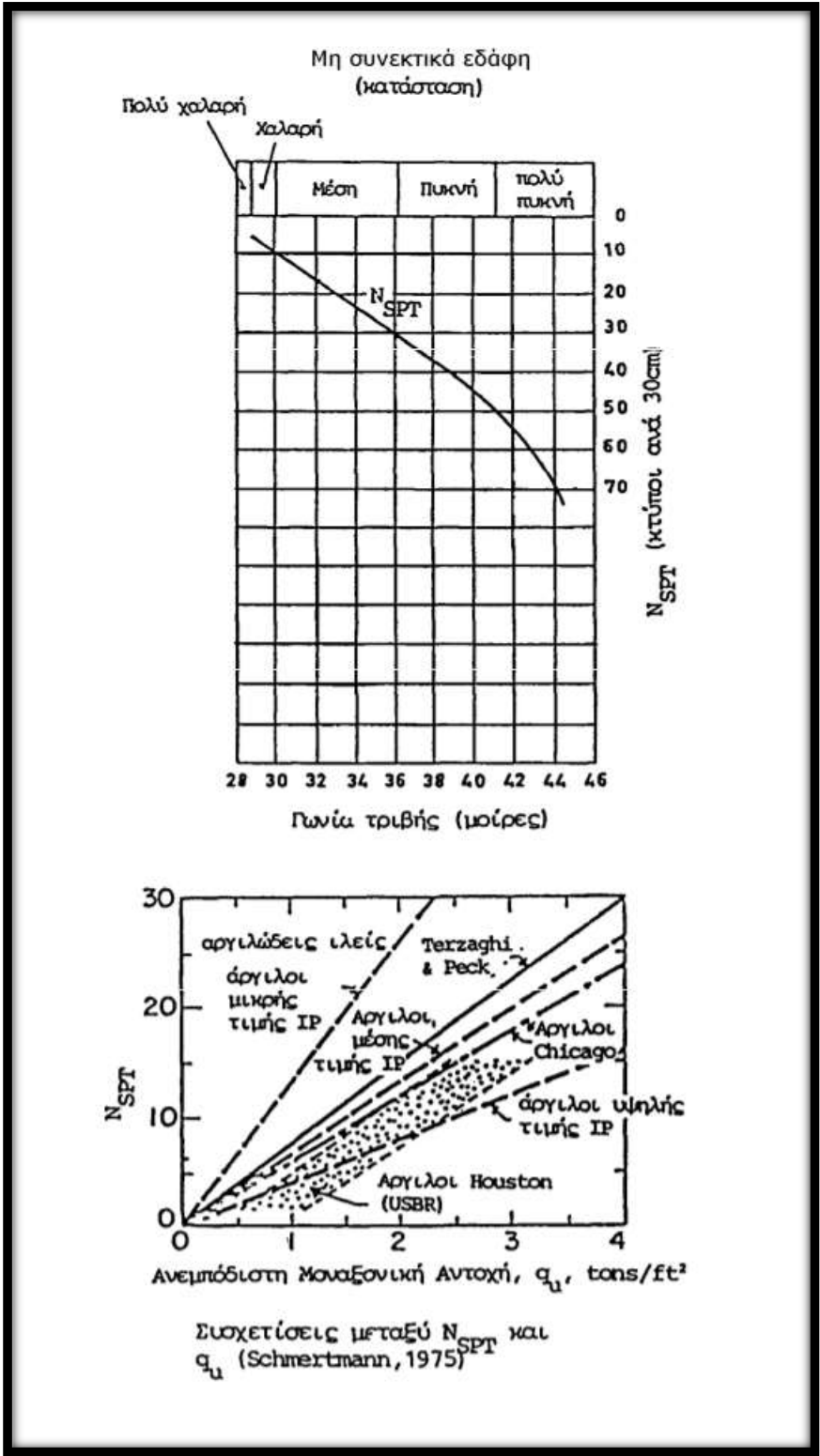
Διάγραμμα συσχέτισμού μεταξύ βάθους και S.P.T στην γεώτρηση Γ3





Διάγραμμα συντελεστών διόρθωσης της δοκιμής προτύπου διεσθύσεως (S.P.T.) κατά (Gibbs-Holtz).





4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

Τα αποτελέσματα των δοκιμών των εδαφομηχανικών δειγμάτων πάρθηκαν μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων αυτών που έγινε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή μας έδωσε τα τελικά αποτελέσματα επεξεργασμένα και διατυπωμένα σε διαγράμματα και καμπύλες.

Εδαφικά δείγματα από τις γεωτρήσεις Γ1,Γ2 και Γ3

Τα δείγματα που θα παρουσιάσουμε στα παραρτήματα είναι από τις γεωτρήσεις στις θέσεις Γ1,Γ2 και Γ3. Στα δείγματα αυτά έγιναν οι εδαφομηχανικές μελέτες.

Είδος και ποσότητες εργαστηριακών δειγμάτων που ελήφθησαν για να γίνουν οι δοκιμές στις γεωτρήσεις Γ1,Γ2 και Γ3.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	A.T	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟ- ΤΗΤΑ
	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΕ ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΕΔΑΦΗ		
1	Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση διαταραγμένων δειγμάτων.	ΕΔΑΦ.1	TEM	14
2	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδάφους.	ΕΔΑΦ.2	TEM	8
3	Προσδιορισμός φαινομένου βάρους συνεκτικών υλικών.	ΕΔΑΦ.3	TEM	6
4	Προσδιορισμός ειδικού βάρους εδαφών.	ΕΔΑΦ.4	TEM	9
5	Προσδ. ορίων Atterberg	ΕΔΑΦ.5	TEM	8
6	Προσδιορισμός κοκκομετρικής ανάλυσης-ξηρή μέθοδος.	ΕΔΑΦ.6	TEM	14
7	Κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο.	ΕΔΑΦ.8	TEM	1

ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑ AUCS	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΕΠΡΟ ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ (KN/m ³)	D ₁₀ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ (%)	D ₃₀ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (%)	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (%)	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΚΟΣΚΩΝΑ			ΕΛΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΡΕΟΤΗΤΗΣ										ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΤΡΙΑΣΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ																	
		ΑΠΟ	ΕΩΣ							ΧΑΛΙΚΟΣ (%)	ΑΜΜΟΣ (%)	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (%)		C _c	e _s	r	C _v (cm ³ /kg)	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ															
																														0.05	0.1	0.2	ΜΕΤΡΟ ΣΥΜΠΛΕΣΤ. D (mm ²)		C _c	e _s	r	C _v (cm ³ /kg)	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ	c	ψ	E ₅₀ ΔΟΚΙΜΗΣ
																																	0.4	0.8										
Γ-1	Δ1	7.50	7.70	SC	*	*	*	*	*	*	3	83	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	Δ2	9.00	9.20	GM	11	19.9	*	*	*	*	45	44	11	2.99	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
	Δ3	11.20	11.40	SC	19	19.2	31	20	11	9	53	28	2.67	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
	Δ4	14.30	14.50	GC	*	*	21	13	8	59	32	9	2.68	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
	Δ5	18.70	18.90	SC-CH	33	*	*	51	18	33	1	44	2.89	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους, τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα που πάρθηκαν από τις εργαστηριακές δοκιμές συμπεραίνουμε τα εξής.

Μετά από τις επεξεργασίες και τις αναλύσεις του εδάφους, η μελέτη κρίθηκε άρτια και επαρκής από εδαφομηχανικής άποψης. Θα γίνει θεμελίωση του κτηρίου μαζί με Beton καθαρότητας. Συνεπώς, η θεμελίωση πρέπει να γίνει είτε με πλάκα γενικής κοιτόστρωσης ή ραντιε (raft foundation), είτε με σχάρα πεδιλοδοκών (strip mat foundation), η οποία θα τοποθετηθεί σε βάθος μεγαλύτερο ή ίσο των 10,00m μαζί με beton καθαρότητας πάχους 10cm.

Ως συμπέρασμα λοιπόν καταλλήγουμε, ότι η θεμελίωση του τετραόροφου συγκροτήματος Garage με 2 υπόγεια στον δήμο της Γλυφάδας Αθηνών, επί της οδού Κολοκοτρώνη 35 + Καράγιωργα είναι ασφαλής, με την επιτρεπόμενη τάση να μην ξεπερνά την τιμή των 180KN/m².

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Graham Barnes (1995 2000). Soil mechanics: Principles and Practice.
- Μ.Σακελαρίου (2003). Εργαστηριακές Δοκιμές Εδαφομηχανικής. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο.
- Βασίλης Χρηστάρας (Θεσσαλονίκη 2005) Εργαστηριακές και Επί τόπου δοκιμές Εδαφομηχανικής, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
- Ι.Ν. Γραμματικόπουλος (2002) Εδαφομηχανική Ασκήσεις και Προβλήματα, Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη Α.Ε Θεσσαλονίκη.
- Κούκης Γ. Σαμπατακάκης Ν. (2002) ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Ελληνική Γεωλογική Εταιρία και Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος Γεωλογικός Χάρτης της Πόλεως των Αθηνών.
- Βαλαλάς Δ. (1981) ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Θεσσαλονίκη εκδ. αφοί Κυριακίδη.
- Όροι εκτέλεσης εδαφοτεχνικών εργασιών Απόφαση ΥΠ.Δ.Ε Δ20192/22-1-1966.
- Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής (Ε105-86) ΦΕΚ955/31-12-86 Τεύχος Δεύτερο.
- Σαχπατζίδης Ι.Κ (1982) ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ Πανεπιστήμιο NEWCASTLE.
- Χρήστος Ν. Μαραγκός (1997) Τεχνικά Έργα Υποδομής, Κατασκευές στην επιφάνεια του βράχου, υπόγειες κατασκευές και φράγματα.
- Αναστάσιος Κ. Μουρατίδης (Θεσσαλονίκη 2007) Οδοποιία, Η κατασκευή των οδικών έργων, δεύτερη έκδοση.
- Παγουλάτος Δ. Παγανός Δ. (Πάτρα 2005) ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Ι & ΙΙ. Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΑΣ.
- Ι. Κουμαντάκης. Καθηγητής στο Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Μεταλλείων Μεταλλουργών, Τομέας Γεωλογικών επιστημών.
- Η Διαξονική Συσκευή Επίπεδης Παραμόρφωσης The Biaxial Plane Strain Apparatus ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ, Ι.Ο. Πολιτικός Μηχανικός, Υποψήφιος Διδάκτορας Ε.Μ.Π. ΒΑΡΔΟΥΛΑΚΗΣ, Ι. Καθηγητής Ε.Μ.Π.
- Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Εργαστήριο δομικής μηχανικής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παραθέτουμε κάποια ενδεικτικά δοκίμια απ' όπου ελήφθησαν οι τιμές των συνοπτικών πινάκων.





Ενδεικτικοί Κοκκομετρικοί πίνακες

