

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
Εργαστήριο Εδαφομηχανικής

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σπουδαστές:
ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΧΑΪΚΑΛ ΣΟΝΙΑ
με θέμα:

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΣΤΟ ΣΟΥΣΑΚΙ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ**



Εισηγήτρια: Βιολέττα Πλαστήρα

ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σπουδαιότητα της Εδαφομηχανικής στα τεχνικά έργα παντός τύπου, ήταν καθοριστική για την επιλογή του συγκεκριμένου πεδίου για την πτυχιακή μας εργασία, καθώς οι μηχανικές ιδιότητες κάθε εδάφους επηρεάζουν άμεσα την κατασκευή.

Συγκεκριμένα, θα μελετηθούν οι υπεδαφικές συνθήκες στην περιοχή όπου εδράζεται εργοστάσιο για να εκτιμηθεί ο τρόπος θεμελίωσης των εγκαταστάσεων και οι πιθανές μελλοντικές καθιζήσεις των σχηματισμών που θα μελετηθούν. Επίσης, τα αποτελέσματα των δοκιμών θα συνεκτιμηθούν με προγενέστερες έρευνες και τα γεωλογικά δεδομένα της περιοχής.

Το πρώτο μέρος, σκοπό έχει την παρουσίαση των βασικών εργαστηριακών δοκιμών που απαιτούνται από μια γεωτεχνική μελέτη. Για το λόγο αυτό, κάθε ενότητα αναπτύσσεται στο θεωρητικό και στο πειραματικό μέρος για την κατανόηση των εννοιών και των μεθόδων υπολογισμού των απαραίτητων μεγεθών, τα οποία χαρακτηρίζουν το έδαφος.

Χρησιμοποιήθηκαν δοκίμια αργίλου και ιλύος, από δύο δείγματα γεώτρησης που ελήφθησαν με φραγμό και πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες δοκιμές που αφορούν τα φυσικά χαρακτηριστικά και τις μηχανικές ιδιότητες τους. Προσδιορίστηκε το ποσοστό υγρασίας, τα όρια Atterberg, τα ειδικά βάρη, η κοκκομετρική ανάλυση και στη συνέχεια κατατάχθηκαν σύμφωνα με τα συστήματα A.A.S.H.T.O και A.S.T.M. Επιπλέον, για την εύρεση σημαντικών παραμέτρων των εδαφών τα δοκίμια ελέγχθηκαν σε δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης καθώς και σε διάτμηση.

Το δεύτερο μέρος, αφορά σε καθιζήσεις και θεμελίωση. Χρησιμοποιούνται τα στοιχεία από την γεωτεχνική μελέτη, η οποία μας παραχωρήθηκε μαζί με τα δοκίμια, από την τεχνική εταιρεία με επωνυμία «ΑΣΤΕΡΙΟΥ-ΔΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ-ΦΕΓΓΑΡΑΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε.» για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με το χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. οδήγησαν στην πληρέστερη μελέτη του υπεδάφους του Σουσακίου, Κορίνθου όπου βρίσκεται η γεώτρηση.

Με την ευκαιρία αυτή θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στην καθηγήτρια μας κα. Βιολέττα Πλαστήρα, η οποία μας καθοδήγησε στην ασφαλή χρήση του πειραματικού εξοπλισμού του εργαστηρίου της Εδαφομηχανικής και στην επιτυχή εκπόνηση της πτυχιακής μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	05
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ	06
Α΄ ΜΕΡΟΣ – ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	
1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	10
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	10
1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
1.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	10
2. ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΕΔΑΦΩΝ	11
2.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ (γ_s)	11
2.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2.1.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	11
2.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	12
2.1.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	12
2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΥΝΕΚΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (γ)	13
2.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2.2.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	13
2.2.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
2.2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	13
2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΞΗΡΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΥΝΕΚΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (γ_d)	14
2.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
2.3.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	14
3. ΟΡΙΑ ΑΤΤΕΡΒΕΡΓ	15
3.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ LL	15
3.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
3.1.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	15
3.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	16
3.1.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	16
3.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ LP	21
3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
3.2.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	21
3.2.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	21
3.2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	21
3.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	21
3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
3.3.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	21
4. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΩΝ	23
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
4.2. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	23
4.A. ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΧΟΝΤΡΟΚΟΚΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	23
4.A.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
4.B. ΦΑΣΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	24
4.B.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	24

4.Β.2.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	24
4.Β.3.	ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	24
4.Β.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	25
4.Γ.	ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ	27
4.Γ.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	27
4.Γ.2.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	27
4.Γ.3.	ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	27
4.Γ.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	28
1.	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ	32
1.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	32
1.2.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	32
1.3.	ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	33
1.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	34
2.	ΔΙΑΤΜΗΣΗ	38
2.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	38
2.2.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	38
2.3.	ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	38
2.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	39
3.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	48

Β' ΜΕΡΟΣ – ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ, ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

1.	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ – ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ	
1.1.	ΓΕΝΙΚΑ	53
1.2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	54
1.3.	ΤΟΜΗ	57
1.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	58
1.5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	64

	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65
--	--------------	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις υπεδαφικές συνθήκες που επικρατούν στο οκόπεδο των εγκαταστάσεων του εργοστασίου της «FULGOR ΑΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ στο Σουσάκι Κορινθίας. Οι πληροφορίες αυτές, σε συνδυασμό με τα στοιχεία της γεωτεχνικής έκθεσης του γραφείου μελετών, θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη του τρόπου θεμελίωσης και τον υπολογισμό των αναμενόμενων καθιζήσεων του υπεδάφους.

ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

“Ο Πολιτικός Μηχανικός σχεδόν καθημερινά αντιμετωπίζει προβλήματα που αφορούν το έδαφος: το χρησιμοποιεί σαν μέσο θεμελίωσης (έδρασης) των τεχνικών έργων, σαν υλικό κατασκευής επιχωμάτων, φραγμάτων και άλλων χωμάτων έργων, σχεδιάζει κατασκευές για να το αντιστηρίξει σε περιπτώσεις εκσκαφών ή σηράγγων και τέλος πρέπει να επιλύσει ειδικά προβλήματα που έχουν σχέση με το έδαφος, όπως: αποστραγγίσεις, αντλήσεις, διάδοση κραδασμών και σεισμικών δονήσεων κλπ. Τα ανωτέρω προβλήματα και οι μέθοδοι επίλυσής τους εξαρτώνται άμεσα από τη μηχανική συμπεριφορά των εδαφικών υλικών, που αποτελεί το κύριο αντικείμενο της Εδαφομηχανικής ή γενικότερα της Γεωτεχνικής Μηχανικής.”

Στοιχεία Εδαφομηχανικής Μ. Καθβαδάς

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η συλλογή πληροφοριών που αφορούν τις ιδιότητες των εδαφών καθώς και της συνολικής δομής του υπεδάφους που αφορούν το τεχνικό έργο, αποτελούν τη γεωτεχνική έρευνα, η οποία είναι απαραίτητη για τον σωστό σχεδιασμό του έργου.

Ο προγραμματισμός της γεωτεχνικής έρευνας περιλαμβάνει μερικά ή όλα από τα παρακάτω στάδια, με τις αντίστοιχες μεθόδους :

1) Συλλογή όλων των πληροφοριών σχετικά με την κατασκευή (διαστάσεις, είδος και χρήση έργου, όροι θεμελίωσης του Οικοδομικού Κανονισμού της περιοχής, κ.λ.π.)

2) Αναγνώριση της περιοχής με τη μελέτη διαφόρων πηγών, όπως:

- Αεροφωτογραφίες, γεωλογικοί χάρτες, μελέτες

3) Προκαταρκτική έρευνα για τον καθορισμό του είδους των εδαφών, της στρωματογραφίας και της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.

- Γεωτρήσεις, δοκιμαστικά φρέατα, γεωφυσικές μέθοδοι

4) Λεπτομερής έρευνα για πολύπλοκα έργα ή για περιοχές όπου το έδαφος είναι κακής ποιότητας ή ανομοιόμορφο.

- Επί τόπου ή εργαστηριακές δοκιμές.

Οι εργαστηριακές δοκιμές για να διεξαχθούν χρειάζονται δείγματα εδάφους τα οποία διακρίνονται σε διαταραγμένα και αδιατάρακτα. Η δειγματοληψία μπορεί να γίνει με κατάλληλα εργαλεία ή με γεωτρήσεις.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

“Η ευρύτερη περιοχή του εργοστασίου δομείται γεωλογικά από τους κάτωθι σχηματισμούς

-Νεογενείς αποθέσεις(f-c): Άργιλοι, άμμοι, μάργες , ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι , σε ενστρώσεις μικρού πάχους. Πρόκειται για θαλάσσιες, λιμνοθαλάσσιες-λιμναίες αποθέσεις μεγάλου πάχους.

Η υδροπερατότητα των σχηματισμών αυτών ποικίλει ανάλογα με τη σύσταση και την αλληλουχία των επί μέρους οριζόντων και συχνά οδηγεί στη δημιουργία ελεύθερων ή και υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων τοπικής σημασίας.

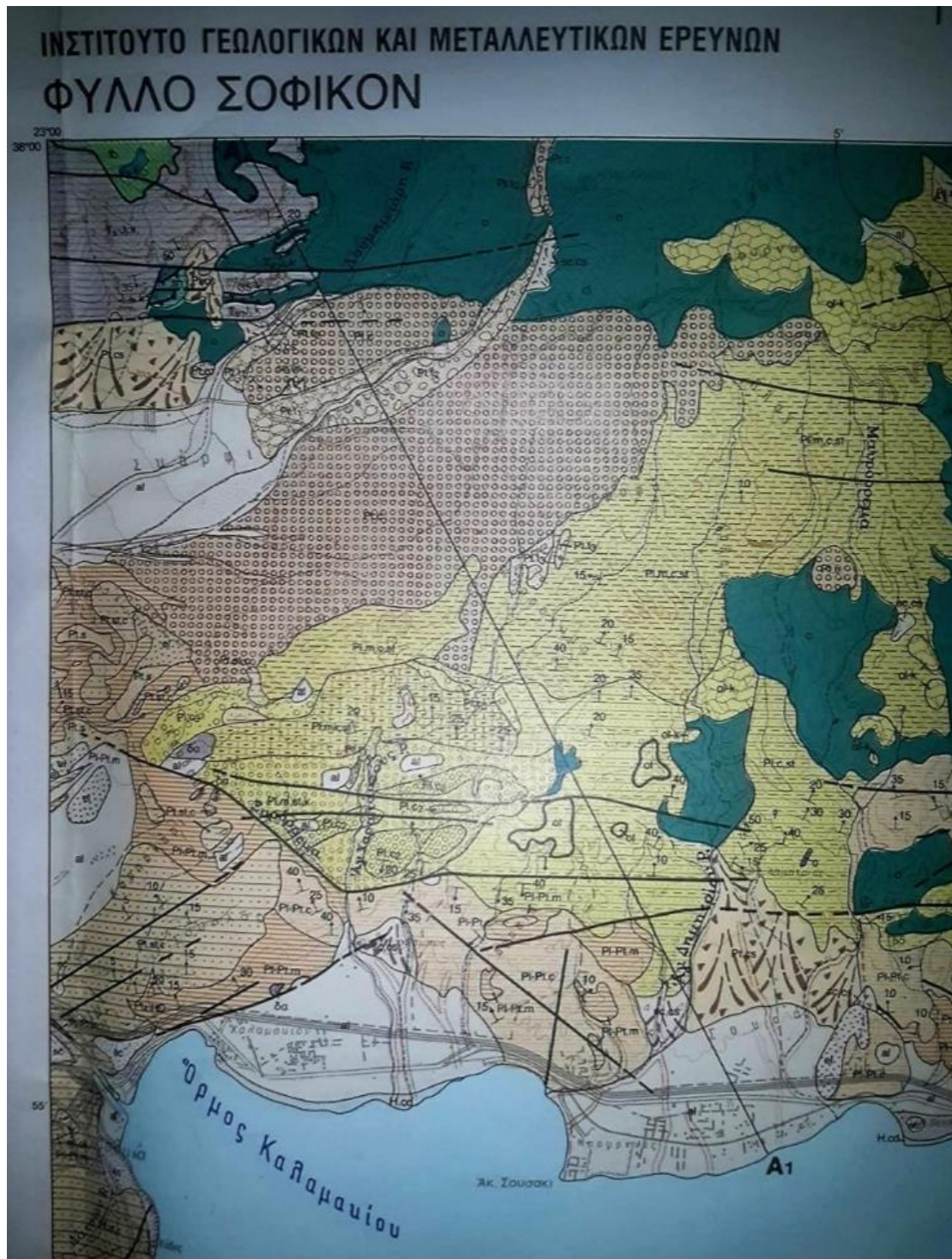
Η ετερογένεια των σχηματισμών συντελεί στην ανομοιόμορφη και ανισότροπη συμπεριφορά αυτών στο σύνολό τους και την μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών στους επί μέρους οριζόντες τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα. Έτσι η συνοχή ποικίλλει σε ευρύτατα όρια , ανάλογα με τη σύστασή τους και το βαθμό αποσάθρωσής τους.

Οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή χαρακτηρίζονται γενικά, (σε υγιή κατάσταση), από υψηλές τιμές συνοχής και διατμητικής αντοχής.

- Τεταρτογενή χαλαρά , μικτών φάσεων (f.c-l): αργιλοϊλύες, άμμοι , ψηφίδες, χάλικες και κροκάλες ποικίλης διαβάθμισης και σε κυμαινόμενα ποσοστά. Αποτελούν αποθέσεις χαμηλών περιοχών, κοιλάδων, χειμάρρων και προέρχονται από τη διάβρωση και απόπλυση παλαιότερων σχηματισμών ποικίλης σύστασης . Εχουν συχνά σημαντικό πάχος και παρουσιάζουν συχνές και ταχείες μεταβολές της λιθολογικής σύστασης και κοκκομετρίας. Χαρακτηρίζονται από μέτρια έως υψηλή υδροπερατότητα και δημιουργούν συνήθως υδροφόρους οριζόντες μεγάλης δυναμικότητας. Συναντήθηκαν κατά την εκτέλεση της παρούσας έρευνας.”

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ – ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ FULGOR ΑΕ ΣΤΟ ΣΟΥΣΑΚΙ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

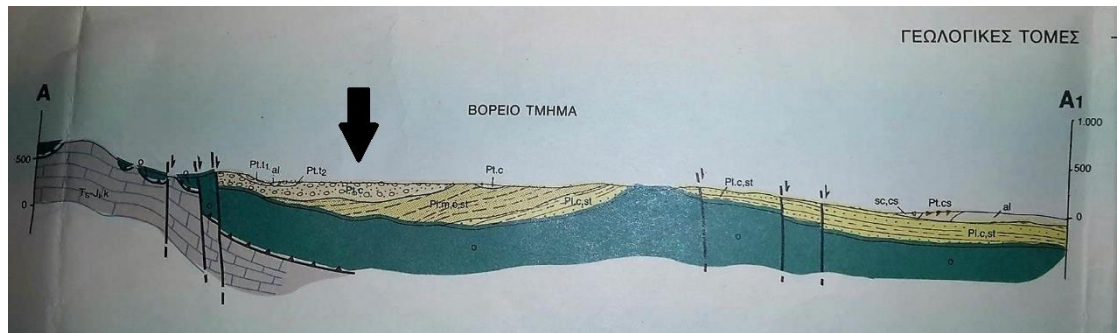
Παρακάτω δίνεται απόσπασμα του Γεωτεχνικού Χάρτη Ελλάδας του ΙΓΜΕ.



Σύμφωνα με τον Γεωλογικό Χάρτη της περιοχής, στο σημείο των Γεωτρήσεων συναντάται Πλειστοκαινικό στρώμα και συγκεκριμένα:

“Ποταμοχερσαίες αποθέσεις (Pt.c): εναλλαγές κροκαλολατυποπαγών, ψαμμιτών, διαστρώσεων καστανοκόκκινων αργίλων, και αμμούχων αργίλων μικρού πάχους χωρίς απολιθώματα. Το συνδετικό υλικό είναι αργιλομαργαϊκό, το δε ποσοστό κροκαλολατυπών είναι 85-90% από οφιόλιθους και 10-15% από ασβεστόλιθους. Μέγιστο πάχος περίπου 150μ.”

Παρακάτω δίνεται η τομή υπεδάφους από τον Γεωλογικό Χάρτη και η περιγραφή της από την Τεχνική Έκθεση.



ΒΑΘΟΣ DEPTH	ΤΟΜΗ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ SOIL PROFILE	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ SUBSOIL DESCRIPTION
0		0,00 (+4,35)
1		Υλικά πρόσφατης τεχνητής επιχωμάτωσης.
2		2,50 (+1,85)
3		Άργιλος (CL), χαμηλής πλαστικότητας, σπιφρή στα ανώτερα και μέσης συνεκτικότητας έως σπιφρή κάτω από την Σ.Υ.Υ., ανοικτοκάστανη.
4		
5		
6		6,40 (-2,05)
7		Άμμος ιλιώδης με χαλίκια (SM), πικνής έως πολύ πικνής εναπόθεσης, με κροκάλες κατά θέσεις, γκρι χρώματος.
8		
9		8,90 (-4,55)
10		Ιλύς (MH) υψηλής πλαστικότητας πολύ μαλακή έως μαλακή, γκρι χρώματος.
11		
12		11,20 (-6,85)
13		Άργιλος (CL), χαμηλής πλαστικότητας, σπιφρή, γκρι χρώματος.
14		
15		15,20 (-10,85)
16		
17		Άμμος ιλιώδης με χαλίκια (SM), πικνής έως πολύ πικνής εναπόθεσης, με κροκάλες κατά θέσεις, ανοικτοκάστανου έως γκρι χρώματος.
18		
19		
20		ΤΕΛΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ- END OF BOREHOLE 20,40 (-16,05)

Το βάθος των δειγμάτων της γεώτρησης της οποίας δείγματα μας παραχωρήθηκαν για μελέτη είναι:

Δείγμα Α: 10,50-10,80m το οποίο ανήκει στο στρώμα ΙΛΥΟΣ (ΜΗ)

Σύμφωνα με την Τεχνική Έκθεση του γραφείου μελετών για το στρώμα Ιλύος:

“Συνίσταται από ιλύ (ΜΗ) υψηλής πλαστικότητας πολύ μαλακή έως μαλακή, γκρί χρώματος.”

Δείγμα Β: 5,60-5,90m το οποίο ανήκει στο στρώμα ΑΡΓΙΛΟΥ (CL)

Σύμφωνα με την Τεχνική Έκθεση του γραφείου μελετών για το στρώμα Αργίλου:

“Συνίσταται από άργιλο (CL), χαμηλής πλαστικότητας, σιφρή στα ανώτερα και μέσης συνεκτικότητας εως σιφρή κάτω από την Σ.Υ.Υ. ανοικτοκάστανου χρώματος.”

1.ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χαρακτηριστικό το οποίο επιδρά σημαντικά στις μηχανικές ιδιότητες των συνεκτικών εδαφών είναι η υγρασία. Οι μορφές νερού που συναντώνται στο έδαφος είναι:

- νερό βαρύτητας
- νερό τριχοειδές
- νερό υγροσκοπικό

Το νερό βαρύτητας και το τριχοειδές απομακρύνονται από το έδαφος στους 20°C περίπου. Το υγροσκοπικό νερό, που εξαρτάται κυρίως από την μοριακή έλξη, στους 110±5°C.

Με την δοκιμή αυτή προσδιορίζεται η αναλογία του νερού μέσα στο έδαφος, η περιεχόμενη υγρασία, η οποία ορίζεται ως ο λόγος του βάρους του νερού που περιέχεται στο έδαφος (Bνερ), προς το βάρος του ξηρού εδάφους (Bξ.εδ.)

$$W = B_{\text{νερ}} / B_{\text{ξηρ. εδ.}}$$

1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Αλουμινένιες κάψες
- Κλίβανος ξήρανσης ρυθμιζόμενος στους 110±5°C
- Ζυγαριά ακριβείας 1/10 του γραμμαρίου

1.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μέθοδος διαδοχικών ζυγίσεων

Τα τεμάχια A και B του εδάφους είναι αντιπροσωπευτικά και από αδιατάρακτα δείγματα. Ζυγίζεται η κάψα που θα χρησιμοποιηθεί (Bκ), και στη συνέχεια τοποθετείται σε αυτήν το υγρό έδαφος (Bκ+υ). Ζυγίζεται γρήγορα προς αποφυγήν επιφανειακής ξήρανσης του δείγματος και τοποθετείται στον κλίβανο. Παραμένει εκεί μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος του στους 110±5°C, δηλαδή όταν οι 2 τελευταίες ζυγίσεις είναι ίδιες. Αυτή η τελευταία ζύγιση είναι το βάρος κάψας και ξηρού δείγματος (Bκ+ξ).

1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

				A	B
Βάρος κάψας	gr	Bκ		34,76	34,43
Βάρος κάψας + υγρού δείγματος	gr	Bκ+υ		58,09	62,37
Βάρος κάψας + ξηρού δείγματος	gr	Bκ+ξ		50,93	56,75
Βάρος περιεχόμενου νερού	gr	Bν	(Bκ+υ) – (Bκ+ξ)	7,16	5,62
Βάρος ξηρού δείγματος	gr	Bξ	(Bκ+ξ) – (Bκ)	16,17	22,32
Περιεχόμενη υγρασία		W	(Bν / Bξ)*100	44,3	25,2

Όπως παρατηρείται και στον παραπάνω πίνακα για να υπολογιστεί η φυσική υγρασία του δείγματος επί τοις εκατό, διαιρείται το βάρος του νερού που εξατμίσθηκε με το βάρος του ξηρού εδάφους που έμεινε στην κάψα.

2. ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΕΔΑΦΩΝ

2.1 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Στερεών Συστατικών (γ_s)

Για λεπτόκοκκα

2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ειδικό βάρος στερεών συστατικών ενός εδάφους χρησιμοποιείται για τον συσχετισμό του βάρους του εδάφους προς τον όγκο του. Υπολογίζεται με το λόγο του ξηρού βάρους του εδαφικού δείγματος, προς τον όγκο των κόκκων του.

Ο όγκος των κόκκων του θα υπολογιστεί με το παρακάτω πείραμα

2.1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Εξοπλισμός
- Κλίβανος
- Κάψες αλουμινένιες
- Γουδί, γουδοχέρι
- Ζυγός ακριβείας 0,01 gr
- Κόσκινο N0 10
- Πυκνόμετρο χωρητικότητας 100
- Απεσταγμένο νερό
- Αντλία κενού
- Ζυγός ακριβείας 0,01 gr

2.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα εδάφους το οποίο ξηραίνεται στον κλίβανο και στη συνέχεια τρίβεται στο γουδί με το γουδοχέρι. Χρησιμοποιούμε περίπου 50gr από το διερχόμενο εδαφικό δείγμα από το κόσκινο N010 (2mm) το οποίο χαρακτηρίζεται ως λεπτόκοκκο.



Αρχικά, καθαρίζεται και ξηραίνεται το πυκνόμετρο για να υπολογιστεί το βάρος του (Bπ). Έπειτα, τοποθετείται σε αυτό το ξηρό εδαφικό δείγμα και τα ζυγίζεται μαζί με το πυκνόμετρο (Bπ+ξ). Στη συνέχεια, προστίθεται απεσταγμένο νερό μέχρι τα ¾ της φιάλης και απομακρύνεται ο παγιδευμένος αέρας με τη χρήση αντλίας κενού. Συμπληρώνεται νερό μέχρι την χαραγή της φιάλης και ζυγίζουμε ξανά (Bπ+ξ+ν). Τέλος, ξεπλένεται το πυκνόμετρο, γεμίζεται μέχρι τη χαραγή μόνο με απεσταγμένο νερό και ζυγίζεται (Bπ+ν)



Το ειδικό βάρος γς υπολογίζεται από τον τύπο

$$\gamma_s = \frac{B\xi}{[B\xi + (B\pi + \nu - B\pi + \xi + \nu)]}$$

*Ο παρανομαστής αποτελεί το βάρος ίσου όγκου νερού με τον όγκο των κόκκων

2.1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

				A	B
Βάρος Πυκνομέτρου	Bπ		gr	96,13	85,2
Βάρος(Πυκνόμετρου + Ξηρού Δείγματος)	Bπ+ξ		gr	145,75	134,93
Βάρος Ξηρού Δείγματος	Bξ	(Bπ+ξ) - (Bπ)	gr	49,62	49,73
Βάρος (Πυκνομέτρου + Ξ. Δείγματος + Νερού)	Bπ+ξ+w		gr	377	364,53
Όγκος Συνολικού Νερού	Vw	(Bπ+ξ+w) - (Bπ+ξ)	cm ³	231,25	229,6
Βάρος Πυκνομέτρου +Νερού	Bπ+w		gr	345,77	335,48
Όγκος Πυκνομέτρου	Vπ	(Bπ+w) - (Bπ)	cm ³	249,64	250,28
Όγκος Δείγματος	Vs	(Vπ) - (Vw)	cm ³	18,39	20,68
Ειδικό Βάρος Στερεών Συστατικών	γs	Bξ / Vs	gr/c m ³	2,698	2,405

2.2. Προσδιορισμός υγρού φαινομένου βάρους συνεκτικών υλικών (γ)

2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υγρό φαινόμενο βάρος εδάφους είναι ο λόγος του υγρού εδαφικού δείγματος προς τον συνολικό του όγκο.

$$\gamma = \text{Βυγρ} / \text{Vολ}$$

Στην περίπτωση που εξετάζεται το εδαφικό δείγμα έχει κανονικό σχήμα, ο υπολογισμός του όγκου είναι απλός και δεν χρειάζεται η μέθοδος παραφίνης.

Με τον υπολογισμό του υγρού φαινομένου βάρους από $\text{Βυγρ} / \text{Vs}$, παρατηρείται πως η τιμή του είναι μικρότερη του 2. Συνεπώς καθίσταται απαραίτητος ο υπολογισμός του γ με χρήση παραφίνης.

2.2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ζυγός ακριβείας 0,01gr
- Ογκομετρικός σωλήνας 200ml
- Δοχείο τήξεως παραφίνης
- Παραφίνη

2.2.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Καθαρίζεται καλά ο ογκομετρικός σωλήνας, γεμίζεται κατά τα $\frac{3}{4}$ περίπου με απεσταγμένο νερό και καταγράφεται ακριβώς η στάθμη του νερού (αρχική ένδειξη). Παίρνεται ένα κομμάτι του εδαφικού δείγματος βάρους περίπου 100 g και σχήματος τέτοιου που να χωράει εύκολα στον ογκομετρικό σωλήνα. Ζυγίζεται με ακρίβεια 0,01 g και εμβαπτίζεται στο δοχείο με τη λιωμένη παραφίνη μέχρι να επικαλυφθεί όλη η επιφάνεια του δείγματος με μία λεπτή φλούδα παραφίνης. Στη συνέχεια ζυγίζεται παραφινωμένο το δείγμα και εισάγεται με προσοχή μέσα στον ογκομετρικό σωλήνα με το νερό. Καταγράφεται η νέα ένδειξη της στάθμης του νερού (τελική ένδειξη).

2.2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

				A	B
B Υγρού εδάφους	Βυγρ		gr	18,86	15.59
B Υγρού εδάφους + Παραφίνης	Βυγρ+π		gr	20,05	17.80
Βάρος Παραφίνης	Βπ	(Βυγρ+π) – (Βυγρ)	gr	1,19	2.21
Ειδικό Βάρος Παραφίνης	ρπ		gr/cm ³	0.893	0.893
Όγκος παραφίνης	Vπ	Bπ / ρπ	cm ³	1,332	2.475
Αρχική Ένδειξη Στάθμης Νερού	A.Ε.Σ		cm ³	210	210
Τελική Ένδειξη Στάθμης Νερού	T.Ε.Σ		cm ³	220	220
Όγκος Εδάφους + Παραφίνης	Veδ+π	T.Ε.Σ. – A.Ε.Σ.	cm ³	10	10
Όγκος Εδάφους	Veδ	(Veδ+π) - (Vπ)	cm ³	8,67	7,525
Φαινόμενο Βάρος	γ	Βυγρ / Veδ	gr/cm ³	2,17	2,07

2.3. Προσδιορισμός ξηρού φαινομένου βάρους συνεκτικών υλικών (γ_d)

2.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ξηρό φαινόμενο βάρος εδάφους είναι ο λόγος του βάρους του ξηρού εδαφικού δείγματος προς τον συνολικό του όγκο.

$$\gamma_d = \text{Βξηρ} / \text{Νολ}$$

Αφού προσδιορίστηκε το υγρό φαινόμενο βάρος του δείγματος με την παραπάνω μέθοδο και η περιεχόμενη υγρασία με τη μέθοδο των διαδοχικών ζυγίσεων, υπολογίζεται και με τη βοήθεια του τύπου

$$\gamma_d = \gamma / (1+w)$$

2.3.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

				A	B
Βάρος Ξηρού Δείγματος	gr	Βξηρ		49.62	49.73
Όγκος Δείγματος	cm ³	Νολ	Vs	18.39	20.68
Ξηρό Φαινόμενο Βάρος	gr/cm ³	γ_d	Βξηρ / Νολ	2.698	2.401

3. ΟΡΙΑ ATTERBERG

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συνεκτικά εδάφη, ανάλογα με την περιεχόμενη υγρασία αλλάζουν κατάσταση δραματικά. Ο λόγος είναι ότι εδάφη αυτά κρατάνε το νερό στο εσωτερικό τους, δεν στραγγίζουν όπως τα χοντρόκοκκα. Γι' αυτό θεωρούνται πρακτικά αδιαπέρατα. Με αφαίρεση υγρασίας μπορούν να περιέλθουν από μία **ρευστή** κατάσταση, σε μία κατάσταση σκληρού **στερεού** με μεγάλη αντοχή. Ενδιάμεσα μπορούν να είναι σε μία **πλαστική** κατάσταση, να μπορούν δηλαδή να παραμορφώνονται μόνιμα (να πλάθονται), χωρίς να θραύονται. Επίσης μπορούν να περιέλθουν σε **ημιστερεή** κατάσταση, που μοιάζει με την πλαστική, αλλά σε αυτή ενώ πλάθονται παρουσιάζουν ρωγμές. Συνεπώς η περιεχόμενη υγρασία στα συνεκτικά εδάφη καθορίζει και τις μηχανικές τους ιδιότητες.

Οι υγρασίες που αποτελούν τα όρια ανάμεσα στις καταστάσεις αυτές είναι τα όρια Atterberg.

- Όριο Υδαρότητας LL
- Όριο Πλαστικότητας LP
- Όριο Συρρίκνωσης SW

Τέλος ο Δείκτης Πλαστικότητας IP εκφράζει το φάσμα των υγρασιών, για τις οποίες το έδαφος παραμένει σε πλαστική κατάσταση. Όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο πιο πλαστικό θεωρείται ένα έδαφος,

Πιν.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ATTERBERG

ΒΑΘΜΟΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ IP
Έδαφος μικρής πλαστικότητας	< 5
Έδαφος μέσης πλαστικότητας	5–15
Έδαφος μεγάλης πλαστικότητας	> 15

Ο προσδιορισμός των παραπάνω έχει σαν σκοπό την κατάταξη των λεπτόκοκκων εδαφών.

3.1. Προσδιορισμός του Ορίου Υδαρότητας LL

3.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όριο Υδαρότητας είναι η περιεχόμενη υγρασία κατά την οποία το έδαφος αφού χάσει νερό, μεταφέρεται από την υδαρή κατάσταση στην πλαστική

3.1.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Δοχείο από πορσελάνη με διάμετρο 12cm
- Σπάτουλα με διαστάσεις 8cm x 2cm
- Συσκευή CASAGRANDE με προδιαγεγραμμένες διαστάσεις
- Όργανο για τη χάραξη
- Δοχεία
- Ζυγαριά με ανάγνωση 0,1gr
- Κλίβανος 110°C, κάψες αλουμιένιες
- Κόσκινο No 40 (0,42mm)



Συσκευή Casagrande

3.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μέθοδος των τριών σημείων

Αντιπροσωπευτικό δείγμα ξηραίνεται σε θερμοκρασία μικρότερη των 60°C, κατατρίβεται προσεκτικά ώστε να μην μειωθεί το μέγεθος των κόκκων, τετραμερίζεται, και κοσκινίζεται στο κόσκινο No 40.

Αναμειγνύεται περίπου 100gr από το διερχόμενο δείγμα με απεσταγμένο νερό. Όσο πιο πλαστικό είναι τόσο περισσότερο νερό προστίθεται και απορροφάται πριν φτάσει στην ρευστή κατάσταση. Φροντίζεται εμπειρικά, η περιεχόμενη υγρασία του να ναι μικρότερη του ορίου υδαρότητας.

Η ανάμειξη γίνεται με τη σπάτουλα και αν χρειαστεί περισσότερο νερό προστίθεται σε ποσότητα απο 1 μέχρι 3ml. Όταν ολοκληρωθεί και σχηματιστεί ομοιόμορφη πηχτή μάζα τοποθετείται στον υγραντήρα για μισή ώρα περίπου.



Έπειτα, το υλικό τοποθετείται σε στρώση μέγιστου πάχους 1cm μέσα στο κύπελλο της συσκευής Casagrande με προσοχή ώστε να αποφευχθεί εγκλεισμός φυσαλίδων αέρα στη μάζα του υλικού. Με το όργανο χάραξης διαχωρίζεται το δείγμα σε δύο τμήματα και η χαραγή να είναι καθαρή, απότομη και να φτάνει μέχρι τον πυθμένα. Επιτρέπονται μέχρι 6 πλήρεις χειρισμοί. Αμέσως μετά περιστρέφεται ο στρόφαλος της συσκευής με συχνότητα 2 στροφές το δευτερόλεπτο μέχρις ότου η τα δύο τμήματα του εδάφους να έρθουν σε επαφή σε μήκος 1,27cm. Καταγράφεται ο αριθμός των κύππων που πραγματοποιήθηκε. Από το τμήμα εδάφους κάθετα προς τη χαραγή παίρνεται με τη σπάτουλα υλικό το οποίο ζυγίζεται, ξηραίνεται στους 110°C, ξαναζυγίζεται και προσδιορίζεται η υγρασία του (W%) με τη μέθοδο των διαδοχικών ζυγίσεων.



Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται σε δύο ακόμα τμήματα του εδάφους μας προσθέτοντας κάθε φορά μικρή ποσότητα νερού (1 – 3 ml). Γίνεται προσπάθεια ώστε σε κάθε μία από τις δοκιμές να ενώνονται κατά 1,27 cm σε αριθμό κτύπων, που ανήκουν στις παρακάτω περιοχές :

- 1η δοκιμή : 25 – 35 κτύπους
- 2η δοκιμή : 20 – 30 κτύπους
- 3η δοκιμή : 15 – 25 κτύπους

Η υγρασία που έχει το έδαφος όταν ενώνεται κατά μήκος 1,27 cm στη συσκευή Casagrande, είναι το όριο υδαρότητας.

3.1.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

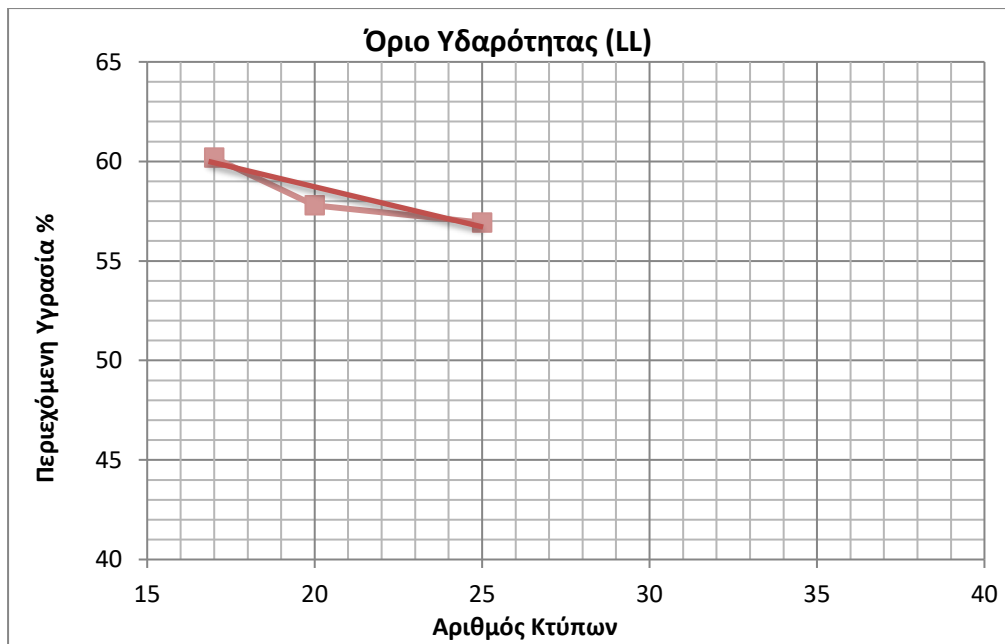
Σε ένα ημιλογαριθμικό χαρτί, απεικονίζουμε τα ζεύγη των τιμών των κτύπων με τις αντίστοιχες περιεχόμενες υγρασίες. Στον άξονα των τετμημένων τοποθετούμε τον αριθμό των κτύπων και στον άξονα των τεταγμένων τις τιμές των υγρασιών.

Το όριο υδαρότητας LL αντιστοιχεί στους 25 κτύπους

Ακολουθεί πίνακας με τους υπολογισμούς A1 και A2 των δύο δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν με το δείγμα από το έδαφος A, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα τους με τα ζεύγη των κτύπων με τις περιεχόμενες υγρασίες.

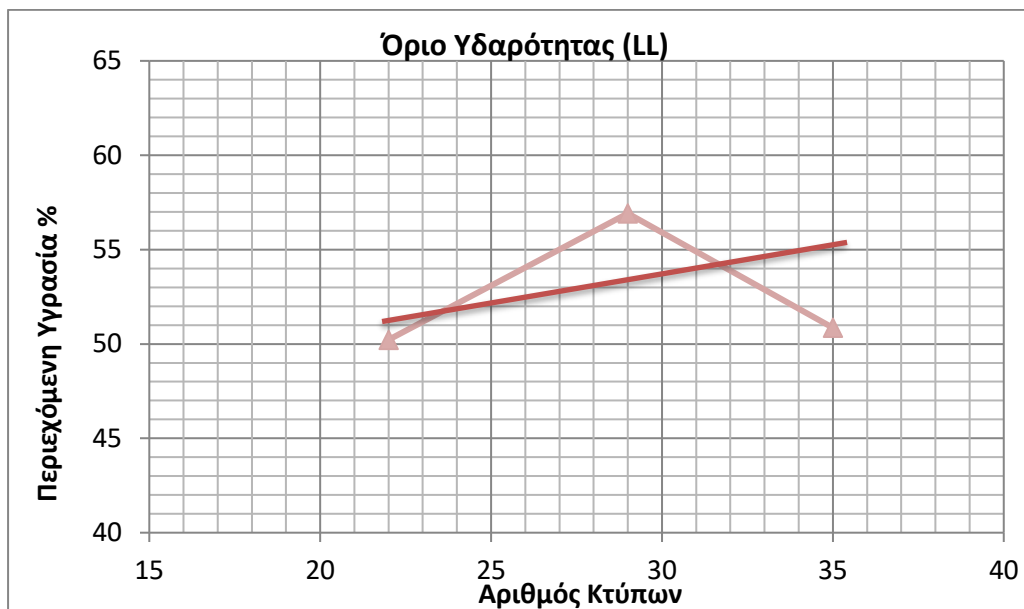
A/A Δοκιμής		A1			A2		
		1	2	3	1	2	3
Αριθμός κτύπων		25	20	17	35	29	22
Αριθμός Κάψας		10	0	1	18	21	58
Βάρος Κάψας	gr	22.22	35.74	37.86	36.84	36.77	20.84
Βάρος υγρού δείγματος+ κάψας	gr	30.38	43.74	46.59	44.79	48.79	37.8
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	gr	27.42	40.81	43.31	42.11	44.43	32.13
Βάρος νερού	gr	2.96	2.93	3.28	2.68	4.36	5.67
Βάρος ξηρού δείγματος	gr	5.2	5.07	5.45	5.27	7.66	11.29
Περιεχόμενη Υγρασία	(%)	56.92308	57.79093	60.18349	50.85389	56.91906	50.22143

1^η ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΑΦΟΣ Α



Το όριο υδαρότητας για το δείγμα εδάφους Α είναι 56,50% για αριθμό κτύπων 25

2^η ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΑΦΟΣ Α

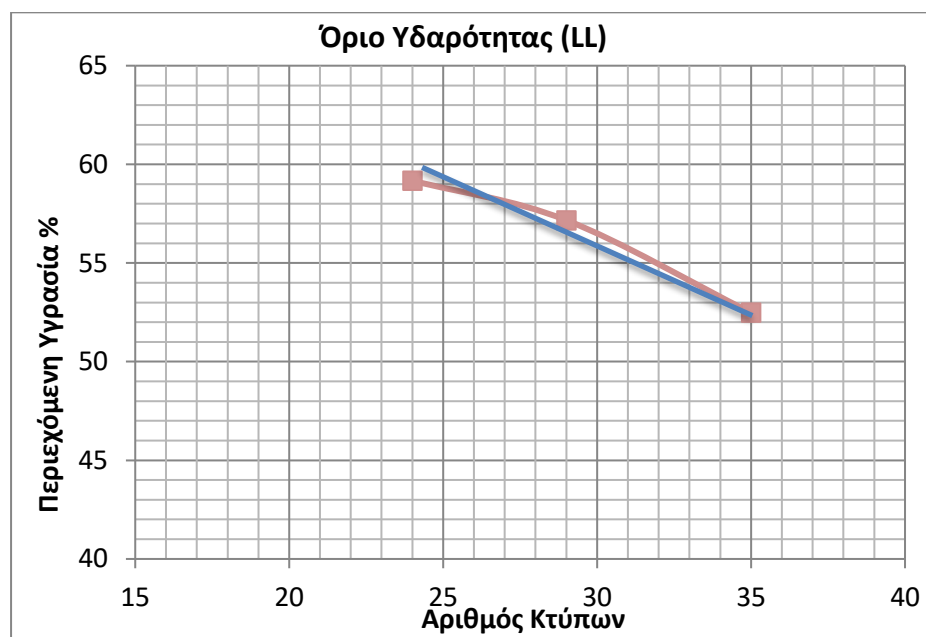


Το όριο υδαρότητας για το δείγμα εδάφους Α2 είναι 52% για αριθμό κτύπων 25

Ακολουθεί πίνακας με τους υπολογισμούς B1 και B2 των δύο δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν με το δείγμα από το έδαφος Β, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα τους με τα ζεύγη των κτύπων με τις περιεχόμενες υγρασίες.

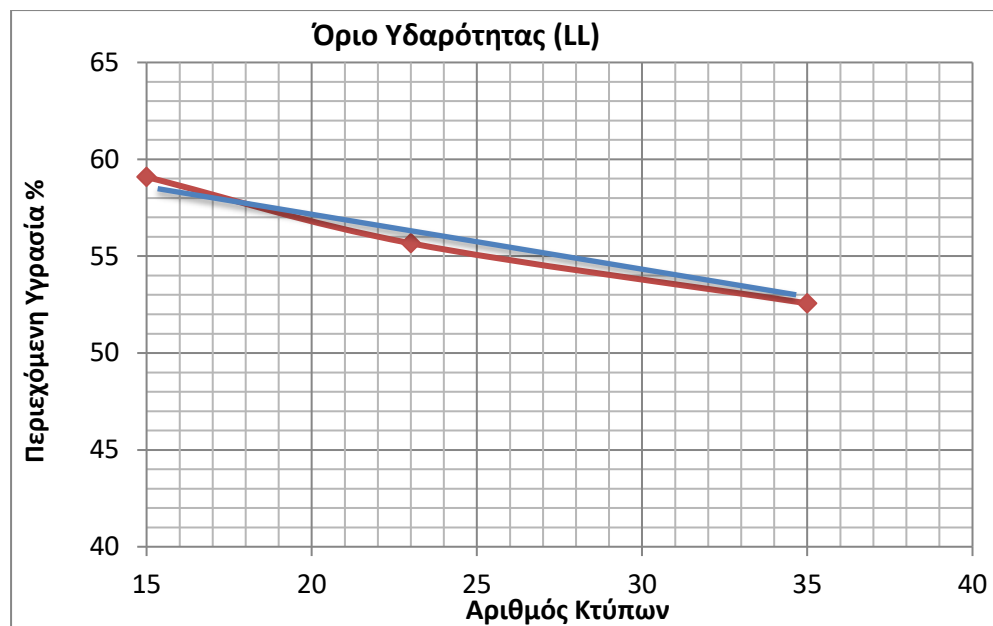
A/A Δοκιμής		B1			B2		
		1	2	3	1	2	3
Αριθμός κτύπων		35	29	24	35	23	15
Αριθμός Κάψας		23	6	20	9	29	10
Βάρος Κάψας	gr	33.67	34.89	33.95	34.03	35.78	35.81
Βάρος υγρού δείγματος+ κάψας	gr	42.27	43.66	42.45	47.12	51.72	48.68
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	gr	39.31	40.47	39.29	42.61	46.02	43.9
Βάρος νερού	gr	2.96	3.19	3.16	4.51	5.7	4.78
Βάρος ξηρού δείγματος	gr	5.64	5.58	5.34	8.58	10.24	8.09
Περιεχόμενη Υγρασία	(%)	52.48227	57.16846	59.17603	52.5641	55.66406	59.08529

1^η ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΑΦΟΣ Β



Το όριο υδαρότητας για το δείγμα εδάφους Β1 είναι 59,4% για αριθμό κτύπων 25

2^η ΔΟΚΙΜΗ ΕΔΑΦΟΣ Β



Το όριο υδαρότητας για το δείγμα εδάφους Β2 είναι 55.8% για αριθμό κτύπων 25

Τα όρια υδαρότητας LL προσδιορίζονται από τον Μέσο Όρο των δύο δοκιμών για το κάθε δείγμα εδάφους

W (%)	A	B
1 ^η ΔΟΚΙΜΗ	56.50	59.4
2 ^η ΔΟΚΙΜΗ	52	55.8
LL	54.25	57.6

3.2. Προσδιορισμός του Ορίου Πλαστικότητας LP

3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όριο πλαστικότητας είναι η πιο χαμηλή περιεχόμενη υγρασία για την οποία το έδαφος παραμένει πλαστικό.

3.2.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Δοχείο από πορσελάνη με διάμετρο 12cm
- Σπάτουλα 8cm x 2cm
- Γυάλινη επιφάνεια για κυλίνδρωση
- Δοχεία
- Ζυγαριά με ανάγνωση 0,1gr

3.2.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντιπροσωπευτικό δείγμα ξεραινεται σε θερμοκρασία μικρότερη των 60°C, κατατρίβεται προσεκτικά ώστε να μην μειωθεί το μέγεθος των κόκκων, τετραμερίζεται, και κοσκινίζεται στο κόσκινο No 40.

Αναμειγνύεται περίπου 20gr από το διερχόμενο δείγμα με απεσταγμένο νερό ώστε να σχηματιστεί αρκετά πλαστική μάζα που να μορφώνεται εύκολα σβόλος. Από αυτήν σχηματίζονται 8 gr σε σχήμα ελλειψοειδές. Κυλινδρώνεται ανάμεσα στα δάκτυλα και στη γυάλινη πλάκα με πίεση, ώστε να σχηματιστεί ραβδίσκος με ίδια διάμετρο σε όλο το μήκος του. Πραγματοποιούνται 80-90 κυλινδρώσεις το λεπτό.



Όταν ο ραβδίσκος γίνει 3mm χωρίς ρηγματώσεις, τεμαχίζεται σε 6-8 τεμάχια τα οποία συμπιέζονται, επαναλαμβάνεται η κυλίνδρωση για το σχηματισμό νέου ραβδίσκου 3mm, έως ότου θρυμματιστεί. Η μάζα του τοποθετείται στον κλίβανο και ακολουθεί η διαδικασία διαδοχικών ζυγίσεων. Η υγρασία αυτή είναι το όριο πλαστικότητας LP.

3.2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ακολουθεί πίνακας με την καταγραφή και τους υπολογισμούς των μεγεθών του πειράματος για τα εδάφη A και B.

A/A Δοκιμής		A		B	
		1	2	1	2
Αριθμός Κάψας		7	30	28	15
Βάρος Κάψας	gr	38,55	34,43	34,6	34,58
Βάρος υγρού δείγματος+ κάψας	gr	42,2	37,35	39,77	39,86
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	gr	41,24	36,6	38,56	38,73
Βάρος νερού	gr	0,96	0,75	1,21	1,13
Βάρος ξηρού δείγματος	gr	2,69	2,17	3,96	4,15
Περιεχόμενη Υγρασία		35,68773	34,56221	30,55556	27,22892
PL		35.12497		28.89224	

3.3. Προσδιορισμός του Δείκτη Πλαστικότητας

3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φάσμα υγρασιών για τις οποίες το έδαφος παραμένει σε πλαστική κατάσταση, καλείται δείκτης πλαστικότητας και είναι η διαφορά του ορίου υδαρότητας μείον το όριο πλαστικότητας.

3.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των παραπάνω πειραμάτων

IP=LL-LP

	A	B
LL	54.25	57.6
LP	35.12497	28.89224
IP	19.12503	28.70776

Συνεπώς, σύμφωνα με την κατάταξη εδαφών κατά τον ATTERBERG (πιν.1) τα εδάφη A και B είναι μεγάλης πλαστικότητας.

4. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κοκκομετρική ανάλυση είναι ο προσδιορισμός της σχέσης του μεγέθους του ανοίγματος των βροχίδων, διαφόρων κοσκίνων και του ποσοστού κατά βάρος της εδαφικής ποσότητας που διέρχεται από τα κόσκινα αυτά.

Σκοπός της είναι η κατάταξη των εδαφών και πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις

A. ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΧΟΝΤΡΟΚΟΚΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

B. ΦΑΣΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Γ. ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΥ

4.2 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προετοιμασία εδάφους για τον διαχωρισμό του σε χοντρόκοκκο και λεπτόκοκκο.

Εδαφικό δείγμα ξεραίνεται σε στους 60°C, κατατρίβεται, τετραμερίζεται, και λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα τόσο ώστε το διερχόμενο βάρος από το κόσκινο 2 mm (No 10) να έχει βάρος 60gr. Το συγκρατούμενο στο κόσκινο No 10 θεωρείται χοντρόκοκκο (W_x) και το διερχόμενο θεωρείται λεπτόκοκκο (W_l). Παρατηρείται ότι το δείγμα έχει υγροσκοπική υγρασία γιατί η ξήρανση έχει γίνει στους 60o C και πρέπει να ξηραθεί εκ νέου στον κλίβανο στους 110o C , μέχρι σταθεροποίησης του βάρους. Το χοντρόκοκκο λόγω αμελητέας υγρασίας θεωρείται ξηρό. Άρα $W_x = W_{x\zeta}$. Στη συνέχεια το λεπτόκοκκο τοποθετείται στον κλίβανο και βρίσκεται η υγρασία του (W). Η συνολική ξηρή ποσότητα του λεπτόκοκκου θα ισούται με $W_{\lambda\zeta} = W_l / (1+w)$ Συνεπώς η συνολική ξηρή ποσότητα W_{ξ} που θα χρησιμοποιήσουμε για την κοκκομετρική ανάλυση θα ισούται με : $W_{\xi} = W_{x\zeta} + W_{\lambda\zeta}$

Με απλή μέθοδο των τριών υπολογίζουμε τα ποσοστά P_x % και P_{λ} % του χοντρόκοκκου και του λεπτόκοκκου υλικού αντίστοιχα στο συνολικό ξηρό βάρος W_{ξ}

4.A. ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΧΟΝΤΡΟΚΟΚΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

4.A.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χρησιμοποιείται το εδαφικό δείγμα το οποίο συγκράτησε το κόσκινο No10 που αντιστοιχεί σε μέγεθος οπής κοσκίνου 2mm.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση τα εδαφικά δείγματα A και B παρατηρείται πως είναι λεπτόκοκκα διότι διαπέρασαν το κόσκινο No10, άρα $W_x=0$

4.Β ΦΑΣΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

4.Β.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χρησιμοποιείται από το διερχόμενο του κοσκίνου Νο10, αντιπροσωπευτικό δείγμα περίπου 50gr, το οποίο θα αναλυθεί με αραιόμετρο, ώστε να προσδιοριστεί κατα μέγεθος η κατανομή των κόκκων στα λεπτόκοκκα εδάφη.

4.Β.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ζυγός ακριβείας 0,1gr
- Γυάλινο ποτήρι 250ml
- Παράγοντας διασποράς
- Συσκευή ανάδευσης, μηχανική
- Αραιόμετρο (Πυκνόμετρο) για τη μέτρηση του ειδικού βάρους
- Γυάλινοι ογκομετρικοί κύλινδροι των 1000ml
- Θερμόμετρο ακριβείας 0,5°C
- Κόσκινο Νο10
- Υδατόλουτρο ή χώρος σταθερής θερμοκρασίας



Φάση Καθίζησης

4.Β.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το δείγμα τοποθετείται μέσα σε ποτήρι των 250 ml και καλύπτεται με 125 ml διάλυμα παράγοντα διασποράς. Αφήνεται να διαβραχεί επί 12 τουλάχιστον ώρες. Μετά τη διαβροχή, το περιεχόμενο του ποτηριού αναδεύεται με τη μηχανική συσκευή ανάδευσης επί 1 min. Το μείγμα μεταφέρεται σε γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο, όπου προστίθεται απεσταγμένο νερό, μέχρι τελικού όγκου 1000 ml. Το περιεχόμενό του αναταράσσεται επί 1 min, κλείνοντάς τον με την παλάμη. Σημειώνεται ο χρόνος περάτωσης της ανατάραξης και

διαβάζεται η ένδειξη του πυκνομέτρου στο τέλος των 2 min. Παράλληλα παίρνουμε μέτρηση και της θερμοκρασίας του αιωρήματος. Οι επόμενες ενδείξεις παίρνονται στα 5, 15, 30, 60, 250, 1440 min 18. Μετά το πέρας των μετρήσεων πυκνότητας και θερμοκρασίας το διάλυμα αδειάζεται πάνω στο κόσκινο Νο 200. Το συγκρατούμενο στο κόσκινο θα είναι η άμμος.

4.B.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση

$$P(\%) = [1606 * (R-1) * a] / B_{ξηρό}$$

-Από τον πιν. 2 προκύπτει ότι για το έδαφος Α με $\gamma_s=2,698 \text{ gr/cm}^3$ η σταθερά $a=0,99$ και για το έδαφος Β με $\gamma_s=2,405 \text{ gr/cm}^3$ η σταθερά $a=1,05$

Ειδικό βάρος	Σταθερά a
2,95	0,94
2,9	0,95
2,85	96
2,8	0,97
2,75	0,98
2,7	0,99
2,65	1
2,6	1,01
2,55	1,02
2,5	1,03
2,45	1,05

-Από τον πιν. 3 διορθώνεται η ένδειξη του πυκνομέτρου ανάλογα με τη θερμοκρασία του.

Πίνακας 4
Συνόψεις διορθώσεων επί των ενδείξεων που διαβάζονται στο πρόσωπο, κατά Δ.Α.Σ.Ε.Ο., υδρομέτρο αέθρους 151 Η, για τις αναγραφόμενες θερμοκρασίες και διαλύματα διασκορής (0), ώστε να γίνει αναγωγή αυτών σε ενδείξεις μέσα σε αεροσταθμίο υπό θερμοκρασίας 20°C.

Θερμοκρασία του διαλύματος Βοήμιοι °C	Διόρθωση της ενδείξεως του υδρομέτρου για τους παρακάτω παράγοντες διασκορής			
	NaPO ₃ Ειδ. Βάρος	Na ₂ P ₂ O ₇ Ειδ. Βάρος	Na ₂ P ₂ O ₁₀ Ειδ. Βάρος	Na ₂ P ₂ O ₁₂ Ειδ. Βάρος
19	-0.00456	-0.00214	-0.00214	-0.00342
19 1/2	-0.00443	-0.00204	-0.00204	-0.00330
20	-0.00430	-0.00193	-0.00193	-0.00318
20 1/2	-0.00418	-0.00183	-0.00183	-0.00308
21	-0.00404	-0.00173	-0.00173	-0.00298
21 1/2	-0.00392	-0.00162	-0.00162	-0.00286
22	-0.00379	-0.00151	-0.00151	-0.00276
22 1/2	-0.00367	-0.00141	-0.00141	-0.00265
23	-0.00354	-0.00131	-0.00131	-0.00254
23 1/2	-0.00342	-0.00120	-0.00120	-0.00243
24	-0.00329	-0.00110	-0.00110	-0.00232
24 1/2	-0.00316	-0.00100	-0.00100	-0.00222
25	-0.00304	-0.00089	-0.00089	-0.00211
25 1/2	-0.00292	-0.00079	-0.00079	-0.00200
26	-0.00280	-0.00068	-0.00068	-0.00190
26 1/2	-0.00267	-0.00058	-0.00058	-0.00179
27	-0.00255	-0.00047	-0.00047	-0.00168
27 1/2	-0.00244	-0.00037	-0.00037	-0.00158
28	-0.00232	-0.00027	-0.00027	-0.00148
28 1/2	-0.00220	-0.00017	-0.00017	-0.00137
29	-0.00207	-0.00006	-0.00006	-0.00125
29 1/2	-0.00195	+0.00004	+0.00004	-0.00115
30	-0.00184	+0.00014	+0.00014	-0.00106
30 1/2	-0.00171	+0.00025	+0.00025	-0.00094
31	-0.00158	+0.00035	+0.00035	-0.00083
31 1/2	-0.00146	+0.00046	+0.00046	-0.00073
32	-0.00134	+0.00057	+0.00057	-0.00062
32 1/2	-0.00122	+0.00068	+0.00068	-0.00051
33	-0.00110	+0.00079	+0.00079	-0.00040
33 1/2	-0.00097	+0.00089	+0.00089	-0.00030

Υπολογίζεται το Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση για το δείγμα Α.

Χρόνος (min)	Μέγιστη Διάμετρος κόκκων (mm)	Θερμοκρασία (°C)	Ενδείξεις Πυκνομέτρου (Ri)	Σύνθετη Διόρθωση Ένδειξης Πυκνομέτρου (c)	Διορθωμένη ένδειξη πυκνομέτρου R=Ri+c	Παράγοντας R-1	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (P%)	Ποσοστό επί του Συνολικού Δείγματος (Pa%)
0								
2	0,041	22	1,033	-0,00399	1,02901	0,02901	0,924027	0,924027
5	0,026	22	1,0316	-0,00399	1,02761	0,02761	0,879434	0,879434
15	0,015	21	1,0285	-0,00404	1,02446	0,02446	0,7791	0,7791
30	0,011	22	1,027	-0,00399	1,02301	0,02301	0,732915	0,732915
60	0,007	22	1,024	-0,00399	1,02001	0,02001	0,637359	0,637359
250	0,004	24	1,0185	-0,00329	1,01521	0,01521	0,484469	0,484469
1440	0,002	23	1,014	-0,00354	1,01046	0,01046	0,333171928	0,333171928

Υπολογίζεται το Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση για το δείγμα Β.

Χρόνος (min)	Μέγιστη Διάμετρος κόκκων (mm)	Θερμοκρασία (°C)	Ενδείξεις Πυκνομέτρου (Ri)	Σύνθετη Διόρθωση Ένδειξης Πυκνομέτρου (c)	Διορθωμένη ένδειξη πυκνομέτρου R=Ri+c	Παράγοντας R-1	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (P%)	Ποσοστό επί του Συνολικού Δείγματος (Pa%)
0								
2	0,041	19	1,03	-0,00456	1,02544	0,02544	0,860054	0,860054
5	0,026	23	1,029	-0,00354	1,02546	0,02546	0,86073	0,86073
15	0,015	22	1,027	-0,00399	1,02301	0,02301	0,777902	0,777902
30	0,011	23	1,025	-0,00354	1,02146	0,02146	0,725501	0,725501
60	0,007	22	1,023	-0,00399	1,01901	0,01901	0,642674	0,642674
250	0,004	24	1,019	-0,00329	1,01571	0,01571	0,53111	0,53111
1440	0,002	23	1,0165	-0,00354	1,01296	0,01296	0,43814	0,43814

4.Γ. ΚΟΣΚΙΝΗΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΥ

4.Γ.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά το πέρας της ανάλυσης με το αραιόμετρο, το δείγμα που βρίσκεται μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο αδειάζεται πάνω στο κόσκινο Νο200 και ξεπλένοντας καλά το δείγμα, απομακρύνονται η ιλύς και η άργιλος που διέρχονται απο το κόσκινο και ήδη αναλύθηκαν. Πάνω στο κόσκινο συγκρατείται η άμμος, η οποία θα μελετηθεί.

4.Γ.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Κόσκινο Νο 10
- Κόσκινο Νο 16
- Κόσκινο Νο 30
- Κόσκινο Νο 100
- Κόσκινο Νο 200

4.Γ.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Χρησιμοποιείται αντιπροσωπευτικό δείγμα περίπου 50gr από την συγκρατούμενη άμμο, αφού πρώτα ξηρανθεί στον κλίβανο.

Στην πράξη χρησιμοποιούμε μια κατακόρυφη στήλη κοσκίνων με βαθμιαία μειούμενη βροχίδα από πάνω προς τα κάτω. Το προς έλεγχο υλικό ρίχνεται στο υψηλότερο κόσκινο και ακολουθεί η κοσκίνηση.



Κατακόρυφη Στήλη Κοσκίνων

4.Γ.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ζυγίζονται τα συγκρατούμενα βάρη και υπολογίζονται τα διέρχόμενα από το κάθε κόσκινο.

Υπολογίζεται το διερχόμενο ποσοστό κόκκων για το δείγμα Α.

Χαρακτηριστικά Κοσκίνων			Δείγμα (gr)	ΜΕΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
No	Οπή	Βάρος (gr)					
No10	2mm	512,14	50	0	0	50	100
No16	1,18mm	527,79	50	527,94	0,15	49,85	99,7
No30	0,6mm	502,97	49,85	503,25	0,28	49,57	99,14
No100	0,15mm	458,81	49,57	459,72	0,91	48,66	97,32
No200	0,075mm	371,94	48,66	372,45	0,51	48,15	96,3

Υπολογίζεται το διερχόμενο ποσοστό κόκκων για το δείγμα Β.

Χαρακτηριστικά Κοσκίνων			Δείγμα (gr)	ΜΕΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
No	Οπή	Βάρος (gr)					
No10	2mm	512,14	50		0	50	100
No16	1,18mm	527,79	50	527,84	0,05	49,95	99,9
No30	0,6mm	502,97	49,95	503,07	0,1	49,85	99,7
No100	0,15mm	458,81	49,85	459,97	1,16	48,69	97,38
No200	0,075mm	371,94	48,69	373,61	1,67	47,02	94,04

Υπολογίζεται η διάμετρος D που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του διαγράμματος της κοκκομετρικής ανάλυσης εδαφών για το δείγμα Α.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ D ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ $D=D' * KL * KG * KN$					
Χρόνος (min)	D'	KL	KG	KN	D(mm)
1	2	3	4	5	6
2	0,041	0,737	0,985	0,967	0,028782
5	0,026	0,752	0,985	0,967	0,018623
15	0,015	0,778	0,985	0,98	0,011265
30	0,011	0,788	0,985	0,967	0,008256
60	0,007	0,805	0,985	0,967	0,005367
250	0,004	0,86	0,985	0,946	0,003205
1440	0,002	0,85	0,985	0,956	0,001601

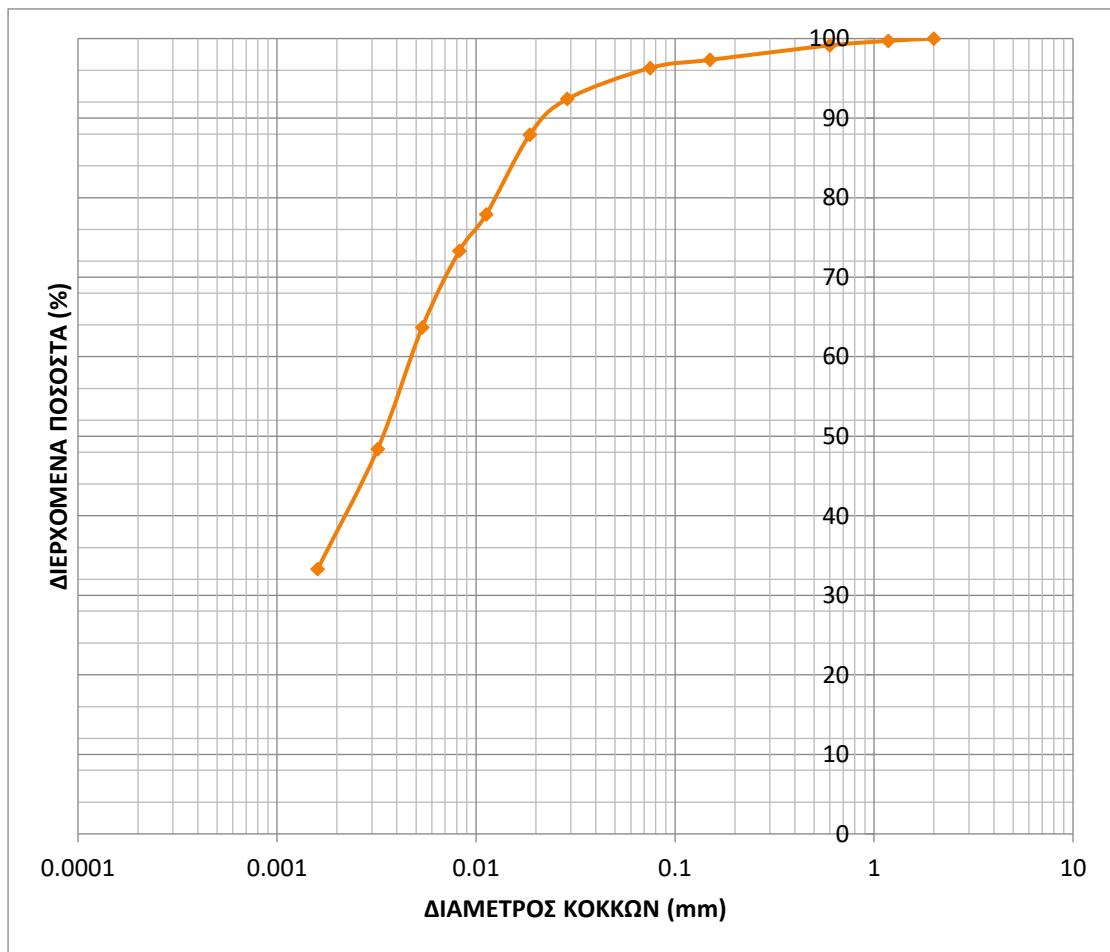
Υπολογίζεται η διάμετρος D που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του διαγράμματος της κοκκομετρικής ανάλυσης εδαφών για το δείγμα Β.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ D ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ $D=D' * KL * KG * KN$					
Χρόνος (min)	D'	KL	KG	KN	D(mm)
1	2	3	4	5	6
2	0,041	0,69	1,016	1	0,028743
5	0,026	0,708	1,016	0,956	0,01788
15	0,015	0,718	1,016	0,967	0,010581
30	0,011	0,743	1,016	0,956	0,007938
60	0,007	0,752	1,016	0,967	0,005172
250	0,004	0,796	1,016	0,946	0,00306
1440	0,002	0,805	1,016	0,956	0,001564

Συνδυάζοντας τις δοκιμές «Ανάλυση με πυκνόμετρο» και «Κοσκίνηση λεπτόκοκκου», χρησιμοποιούνται τα ζεύγη τιμών της διαμέτρου των κόκκων και του ποσοστού του διερχόμενου δείγματος για την κατασκευή του διαγράμματος «Κοκκομετρικής Ανάλυσης Εδαφών».

ΕΔΑΦΟΣ Α

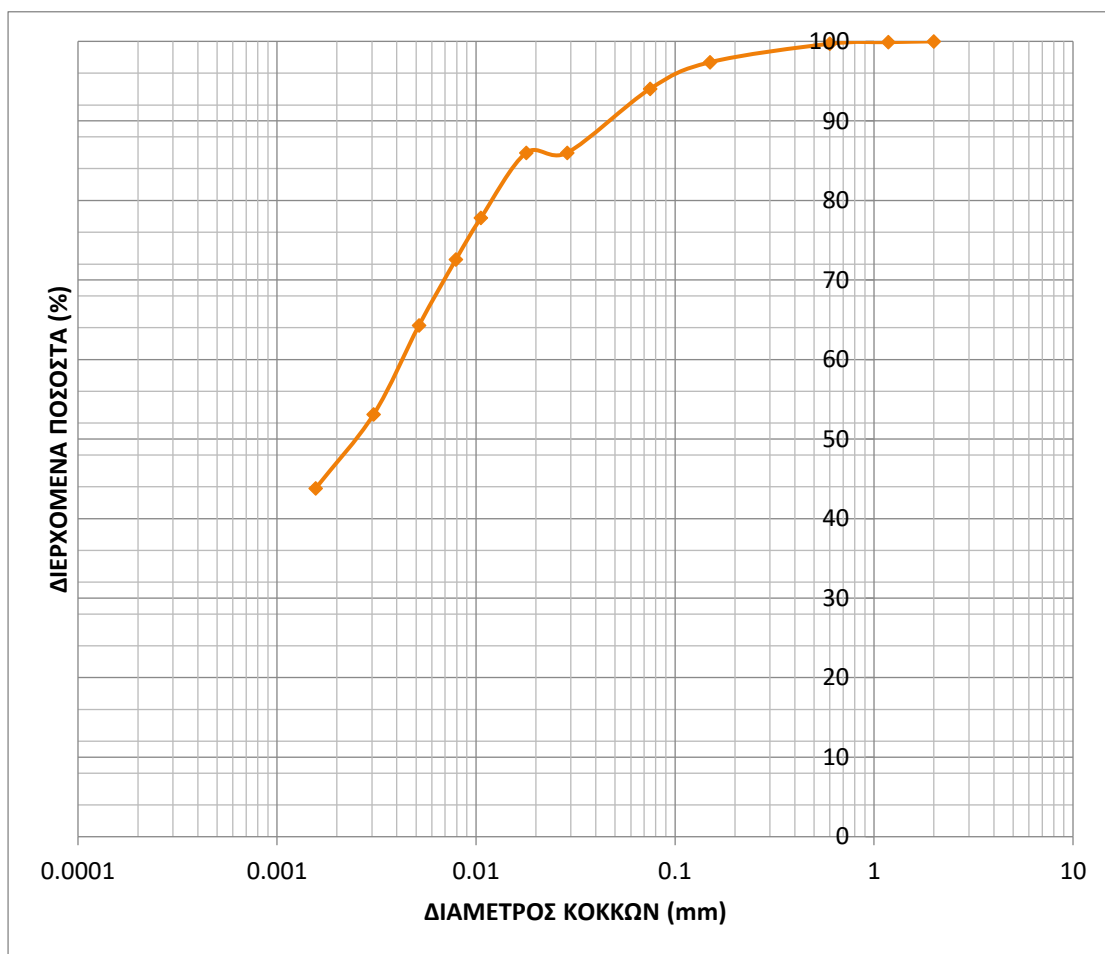
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
2	100
1,18	99,7
0,6	99,14
0,15	97,32
0,075	96,3
0,028781541	92,4
0,018623182	87,9
0,011265051	77,9
0,008256227	73,3
0,005367309	63,7
0,003205426	48,4
0,001600822	33,3



ΑΡΓΙΛΟΣ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ
	ΙΛΥΣ			ΑΜΜΟΣ		

ΕΔΑΦΟΣ Β

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
2	100
1,18	99,9
0,6	99,7
0,15	97,38
0,075	94,04
0,02874264	86
0,017879617	86
0,010581223	77,8
0,007938402	72,6
0,005171733	64,3
0,003060257	53,1
0,001563787	43,8



ΑΡΓΙΛΟΣ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ
	ΙΛΥΣ			ΑΜΜΟΣ		

5. ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της δοκιμής της ανεμπόδιστης θλίψης είναι η εύρεση της συνοχής των κορεσμένων αργιλικών εδαφών.

Αυτο προϋποθέτει:

Το έδαφος συνεκτικό, γιατί το δοκίμιο είναι ελεύθερο πλευρικά.

Η γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 0$.

Η δοκιμή να ολοκληρώνεται μέσα σε 15 min το πολύ, για να μην χάνει υγρασία το δοκίμιο, οπότε η ϕ να διατηρείται ίση με μηδέν.

5.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Συσσκευή για την εκτέλεση της δοκιμής εφοδιασμένη με μετρητή παραμορφώσεως, δακτύλιο ανάγνωσης των ασκούμενων φορτίων, παχύμετρο και χρονόμετρο
- Κλίβανο θερμοκρασίας $105 \pm 5^\circ\text{C}$
- Ζυγαριές ακριβείας 0,1 και 0,01gr
- Δοχεία, εργαλεία κοπής και αναζύμωσης, εξολκέα



Το κυλινδρικό δοκίμιο διαμορφώνεται έτσι ώστε ο λόγος του ύψους του δοκιμίου (H) προς τη διάμετρό του (D) πρέπει να είναι $2 \leq H / D \leq 3$, για να μη γίνεται λυγισμός. Η ελάχιστη διάμετρος του δοκιμίου πρέπει να είναι 3,30 cm. Το δοκίμιο είναι ελεύθερο πλευρικά και δέχεται μία αξονική πίεση αυξανόμενη, μέσω ενός εμβόλου.

5.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η αξονική τάση αυξάνεται έως ότου

- Γίνει θραύση οριακά
- Η παραμόρφωση γίνει 20% (χωρίς να έχει προηγηθεί θραύση)



Θραύση δοκιμίων

Η τάση στην οποία το δοκίμιο εμφανίζει τη μία από αυτές τις καταστάσεις, ορίζεται σαν αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη (q_u) του εδάφους

Στην πορεία της δοκιμής ανά 30 sec καταγράφονται μετρήσεις ταυτόχρονα από τα δύο μηκυσιόμετρα. Το μηκυσιόμετρο του δυναμομετρικού δακτυλίου δίνει αναγνώσεις RP , από τις οποίες υπολογίζεται το αυξανόμενο φορτίο P . Το μηκυσιόμετρο στη βάση του δοκιμίου δίνει αναγνώσεις RH , από τις οποίες υπολογίζεται η βράχυνση.

Το δοκίμιο στην πορεία της δοκιμής βαρελοποιείται.



Ανάγνωση RP και RH

5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Η αξονική παραμόρφωση ορίζεται ως

$$\epsilon = \Delta H / H ,$$

όπου H το αρχικό ύψος και ΔH η βράχυνση

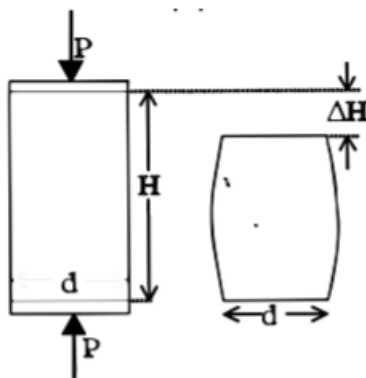
Η διατομή A αυξάνεται με βάση τον τύπο

$$A' = A / 1 - \epsilon$$

Η αξονική τάση αυξάνεται και ορίζεται ως

$$\sigma = P / A' ,$$

όπου P το αυξανόμενο φορτίο μέσω του εμβόλου



Κατασκευάζεται το διάγραμμα με άξονα χ την παραμόρφωση (ϵ ή $\epsilon\%$) και άξονα ψ την αξονική τάση (σ).

Η καμπύλη που προκύπτει καθορίζει την αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη. Αυτή θα είναι η (σ) που αντιστοιχεί στη θραύση ή αυτή που αντιστοιχεί στην $\epsilon = 20\%$.

Από το ίδιο διάγραμμα μπορεί να υπολογιστεί το μέτρο ελαστικότητας του εδάφους E που είναι η κλίση της ευθείας στις αρχικές παραμορφώσεις.

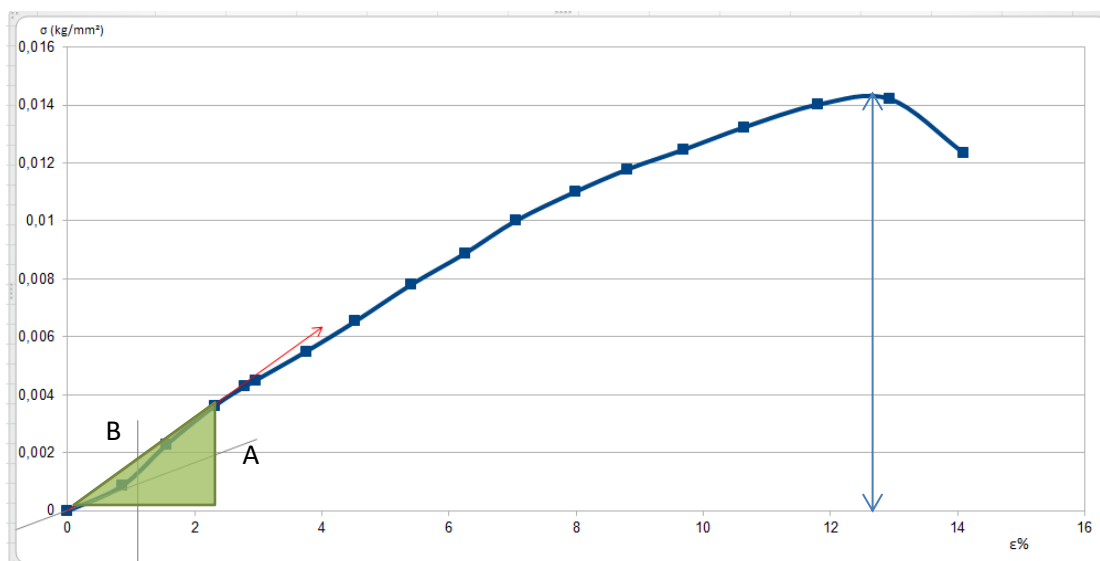
ΈΔΑΦΟΣ Α

Γενικά χαρακτηριστικά Δοκιμίου	
A (mm ²)	1133,54
Ho (mm)	77
D (cm)	3,8
V=A*Ho	872,8258

$$P = RP * CRP$$

$$CRP = 40 \text{ kg/mm}$$

RP (mm)	P (kg)	ΔH (mm)	$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_0}$	$\epsilon\%$	$A' = A / (1 - \epsilon)$ (mm ²)	$\sigma = P/A'$ (kg/mm ²)
	0			0		0
0,02442	0,976801	0,657174	0,008535	0,853473	1143,297737	0,000854371
0,065629	2,625153	1,196262	0,015536	1,553587	1151,428448	0,002279909
0,105311	4,212454	1,783269	0,023159	2,315934	1160,414436	0,003630129
0,125153	5,006105	2,147796	0,027893	2,789345	1166,065594	0,004293159
0,131258	5,250305	2,272727	0,029516	2,951594	1168,015061	0,004495066
0,161783	6,471306	2,887117	0,037495	3,749502	1177,697804	0,005494879
0,193834	7,753358	3,480969	0,045207	4,520739	1187,210702	0,006530734
0,233516	9,340659	4,155257	0,053964	5,396438	1198,200129	0,007795575
0,26862	10,74481	4,815854	0,062544	6,254356	1209,165519	0,008886137
0,30525	12,21001	5,430244	0,070523	7,052265	1219,545581	0,010011936
0,338828	13,55311	6,145605	0,079813	7,981305	1231,858379	0,011002169
0,3663	14,65201	6,783954	0,088103	8,81033	1243,057463	0,011787077
0,39072	15,62882	7,453108	0,096794	9,679361	1255,017692	0,012453064
0,419719	16,78877	8,19414	0,106417	10,64174	1268,534108	0,013234778
0,450244	18,00977	9,085775	0,117997	11,79971	1285,188484	0,014013328
0,462454	18,49817	9,955162	0,129288	12,92878	1301,853834	0,014209098
0,407509	16,30037	10,84851	0,14089	14,08897	1319,434784	0,012354052



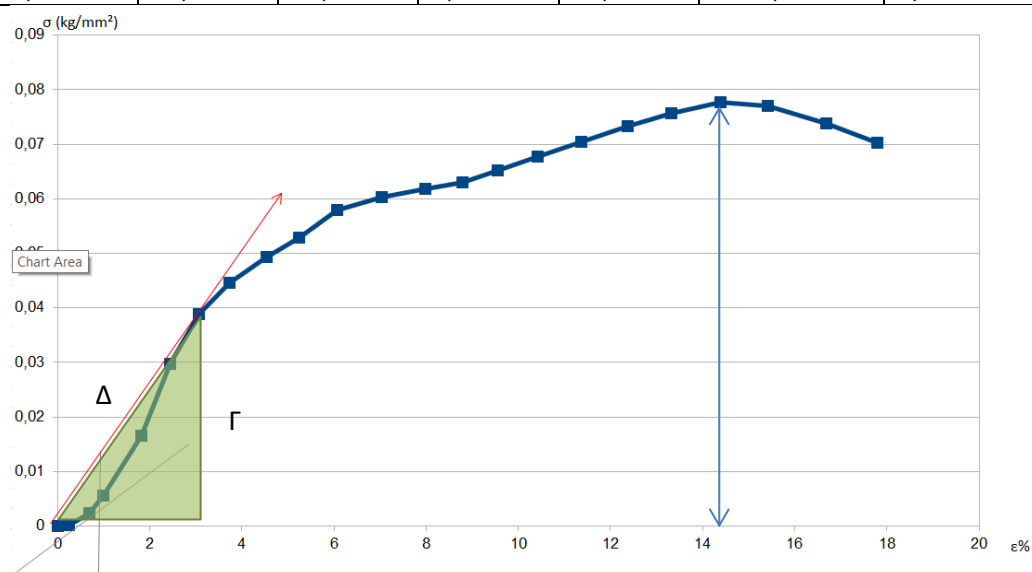
ΈΔΑΦΟΣ Β

Γενικά χαρακτηριστικά Δοκμίου	
A (mm ²)	1074,665
Ho (mm)	78
D (cm)	3,7
V=A*Ho	838,2387

$$P = RP * CRP$$

$$CRP = 40 \text{ kg/mm}$$

RP (mm)	P (kg)	ΔH (mm)	$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_0}$	$\epsilon\%$	$A' = A / (1 - \epsilon)$ (mm ²)	$\sigma = P / A'$ (kg/mm ²)
	0	0		0		0
0,003053	0,1221	0,195099	0,002501	0,250126	1077,359761	0,000113333
0,064103	2,564103	0,54	0,006923	0,692308	1082,156855	0,002369437
0,15	6	0,776972	0,009961	0,996117	1085,477631	0,005527521
0,453297	18,13187	1,413609	0,018123	1,812319	1094,500849	0,016566335
0,818071	32,72283	1,908201	0,024464	2,446412	1101,615037	0,029704417
1,076007	43,04029	2,397659	0,030739	3,073922	1108,747013	0,038818858
1,242369	49,69475	2,917922	0,037409	3,740925	1116,429804	0,044512203
1,385836	55,43346	3,546002	0,045462	4,546157	1125,847805	0,049237077
1,500305	60,01221	4,08509	0,052373	5,237295	1134,05902	0,052918066
1,655983	66,23932	4,730285	0,060645	6,064468	1144,045254	0,05789921
1,741453	69,65812	5,485008	0,070321	7,032062	1155,952279	0,060260377
1,804029	72,16117	6,231175	0,079887	7,988686	1167,970489	0,061783387
1,857448	74,29792	6,85241	0,087851	8,785141	1178,168784	0,063062207
1,936813	77,47253	7,451396	0,095531	9,553072	1188,171925	0,065203129
2,031441	81,25763	8,125685	0,104175	10,41754	1199,637799	0,067735137
2,136752	85,47009	8,859871	0,113588	11,35881	1212,37654	0,07049797
2,246642	89,86569	9,647111	0,123681	12,36809	1226,339829	0,073279598
2,342796	93,71184	10,38472	0,133137	13,31374	1239,71787	0,075591266
2,437424	97,49695	11,21817	0,143823	14,38227	1255,189737	0,077675067
2,446581	97,86325	12,02937	0,154223	15,42227	1270,624015	0,077019832
2,380952	95,2381	13,01171	0,166817	16,68167	1289,830287	0,073837695
2,298535	91,94139	13,87254	0,177853	17,7853	1307,144619	0,070337582



Από την κλίση της ευθείας που σχηματίζεται στα διαγράμματα υπολογίζεται το μέτρο ελαστικότητας E_u για κάθε έδαφος αντίστοιχα

Από το διάγραμμα του Mohr προκύπτει ότι η συνοχή c ισούται με το μισό της αντοχής στην ανεμπόδιση θλίψη.

$$C = q_u / 2$$

ΕΔΑΦΟΣ Α:

ΚΛΙΣΗ ΕΥΘΕΙΑΣ			
E=	A/B= 0,00363/0,02316	0,1567	kg/mm ²
C=	qu/2	0,0071	kg/mm ²

ΕΔΑΦΟΣ Β:

ΚΛΙΣΗ ΕΥΘΕΙΑΣ			
E=	Γ/Δ= 0,03882/0,03074	1,26	kg/mm ²
C=	qu/2	0,0385	kg/mm ²

6. ΔΙΑΤΜΗΣΗ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη δοκιμή της άμεσης διάτμησης το έδαφος θραύεται κατά μία προδιαγεγραμμένη επίπεδη επιφάνεια, που λέγεται επιφάνεια διάτμησης. Οι τάσεις που εφαρμόζονται στο δοκίμιο στη διάρκεια μιάς δοκιμής, είναι : μία σταθερή ορθή τάση (σ) και μία αυξανόμενη διατμητική (τ) με σταθερή ταχύτητα.

Σκοπός της δοκιμής είναι η εύρεση της συνοχής c και της γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ των δύο δειγμάτων του εδάφους Α και Β

6.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Μηχανή Διάτμησης η οποία αποτελείται από τα εξής τμήματα:
 - Συσκευή διάτμησης (υποδοχέας δοκιμίου), που αποτελείται από δύο μεταλλικά πλαίσια και δύο πορόλιθους
 - Μηκυσιόμετρο που μετράει τη σχετική μετατόπιση των τμημάτων
 - Μηκυσιόμετρο που μετράει τη βράχυνση του δυναμομετρικού δακτυλίου (αναγνώσεις RT)
 - Μηκυσιόμετρο που μετράει την καθίζηση του δοκιμίου
 - Σύστημα εφαρμογής φορτίου
Κάθετο προς την επιφάνεια διάτμησης (επιβολή ορθής τάσης)
Παραλλήλου προς την επιφάνεια διάτμησης (επιβολή διατμητικής τάσης)
- Εξολκέας δείγματος
- Κλίβανος ξήρανσης (για τον προσδιορισμό της φυσικής υγρασίας)
- Ζυγός ακριβείας 0,01gr
- Υγραντήρας για τη διατήρηση της υγρασίας του δοκιμίου



6.3 ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υποδοχέας, που περιέχει το δοκίμιο, χωρίζεται σε δύο τμήματα, τα οποία ολισθαίνουν το ένα σε σχέση με το άλλο, με σταθερή ταχύτητα. Το δοκίμιο τοποθετείται μέσα στον υποδοχέα με τους δύο πορόλιθους πάνω και κάτω από αυτό. Ο υποδοχέας με το δοκίμιο τοποθετείται μέσα στο μαύρο κιβώτιο της μηχανής το οποίο κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα. Το πάνω κομμάτι του υποδοχέα συνδέεται με το δυναμομετρικό δακτύλιο και είναι σχετικά ακίνητο. Το κάτω κομμάτι κινείται μαζί με το μαύρο κιβώτιο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διάτμηση. Τοποθετούμε βάρος πάνω στο ζυγό, το οποίο λόγω της ροπής πολλαπλασιάζεται $\times 10$. Βιδώνουμε το μεταλλικό πλαίσιο πάνω από τον

υποδοχέα με το δοκίμιο. Με αυτόν τον τρόπο εφαρμόζεται η ορθή τάση. Γίνονται συνολικά τρεις δοκιμές αυξάνοντας κάθε φορά την ορθή τάση. Στη διάρκεια της δοκιμής παίρνουμε μετρήσεις ταυτόχρονα από τα δύο μηκυνσιόμετρα. Το ένα που ακουμπάει πάνω στο μαύρο κιβώτιο μας δίνει αναγνώσεις R_d που μετατρέπονται σε σχετική μετατόπιση Δd . Το άλλο, που βρίσκεται μέσα στο δυναμομετρικό δακτύλιο, μας δίνει αναγνώσεις R_T , που μετατρέπονται σε αυξανόμενο φορτίο T . Όταν γίνει θραύση στο δοκίμιο ή η σχετική μετατόπιση φτάσει στο 10% σταματάει η δοκιμή. Η μεν θραύση αντιστοιχεί σε πτώση των τιμών του μηκυνσιομέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου. Η δε σχετική μετατόπιση φτάνει στο 10% όταν έχουν ολοκληρωθεί 6 κύκλοι στο μηκυνσιόμετρο της μετατόπισης.



6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Στην πορεία της δοκιμής καταγράφονται μετρήσεις ταυτόχρονα από τα δύο μηκυνσιόμετρα

Το μηκυνσιόμετρο του δυναμομετρικού δακτυλίου δίνει αναγνώσεις R_T , από τις οποίες υπολογίζεται το αυξανόμενο φορτίο T της διατμητικής τάσης.

Το μηκυνσιόμετρο στο μαύρο κιβώτιο δίνει αναγνώσεις R_d , από τις οποίες υπολογίζεται η οριζόντια μετατόπιση Δd

CRT : (συντελεστής βράχυνσης της διαμέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου) 71,2 KG/mm

Υπολογίζεται η αυξανόμενη διατμητική τάση τ σε σχέση με τη σχετική μετατόπιση ϵ

$$\tau = T/A \quad \text{και} \quad \epsilon = \Delta d/D$$

όπου, T το μέγιστο οριζόντιο φορτίο, D η πλευρά του τετραγωνικού δοκιμίου και A η διατομή του

D : πλευρά δοκιμίου	60 mm	6 cm	0,6m
A : εμβαδό δοκιμίου	3600 mm ²	36 cm ²	0,36m ²

Υπολογίζεται η ορθή τάση σ

$$\sigma = P/A$$

όπου, P το κατακόρυφο φορτίο

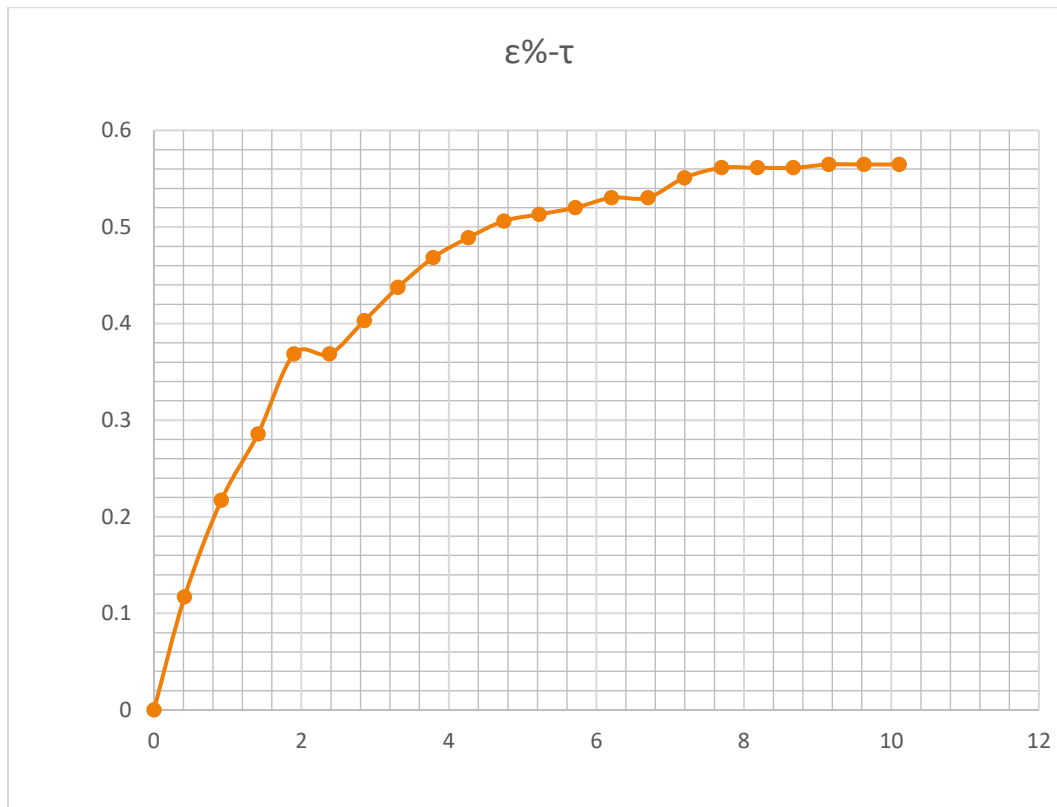
Κατασκευάζεται το διάγραμμα με άξονα χ την διατμητική τάση (τ) και άξονα ψ την σχετική μετατόπιση.

Η καμπύλη που προκύπτει καθορίζει την διατμητική αντοχή τ_{max}

ΕΔΑΦΟΣ Α

1^η δοκιμή	20 kg					
$\sigma_1 =$	0,55555556 kgr/cm²					
Rd	$\Delta d(\text{mm})$	$\varepsilon = \Delta d/D$	$\varepsilon\%$	RT(mm)	T = RT*CRT T (kgr)	$\tau = T/A$ (36cm ²) τ (kg/cm ²)
	0	0	0	0	0	0
	0,249112749	0,00415188	0,4151879	0,059192201	4,21448468	0,117069019
	0,547706798	0,00912845	0,9128447	0,109679666	7,809192201	0,216922006
	0,846300846	0,01410501	1,4105014	0,144498607	10,28830084	0,285786134
	1,139348698	0,01898914	1,8989145	0,186281337	13,2632312	0,368423089
	1,428998544	0,02381664	2,3816642	0,186281337	13,2632312	0,368423089
	1,71060256	0,02851004	2,8510043	0,203690808	14,50278552	0,402855153
	1,984160748	0,03306935	3,3069346	0,221100279	15,74233983	0,437287218
	2,272201427	0,03787002	3,7870024	0,236768802	16,85793872	0,468276076
	2,558632941	0,04264388	4,2643882	0,247214485	17,60167131	0,488935314
	2,846673621	0,04744456	4,744456	0,25591922	18,22144847	0,506151346
	3,134714301	0,05224524	5,2245238	0,259401114	18,46935933	0,513037759
	3,429191644	0,05715319	5,7153194	0,262883008	18,71727019	0,519924172
	3,722059821	0,06203433	6,203433	0,26810585	19,08913649	0,530253791
	4,01814633	0,06696911	6,6969105	0,26810585	19,08913649	0,530253791
	4,315842004	0,0719307	7,19307	0,278551532	19,83286908	0,55091303
	4,618365176	0,07697275	7,6972753	0,283774373	20,20473538	0,561242649
	4,911233353	0,08185389	8,1853889	0,283774373	20,20473538	0,561242649
	5,202492365	0,08670821	8,6708206	0,283774373	20,20473538	0,561242649
	5,490533044	0,09150888	9,1508884	0,28551532	20,32869081	0,564685856
	5,776964558	0,09628274	9,6282743	0,28551532	20,32869081	0,564685856
	6,065005238	0,10108342	10,108342	0,28551532	20,32869081	0,564685856

$\tau_{max1} =$	0,56 kg/cm ²
-----------------	-------------------------



2η δοκιμή

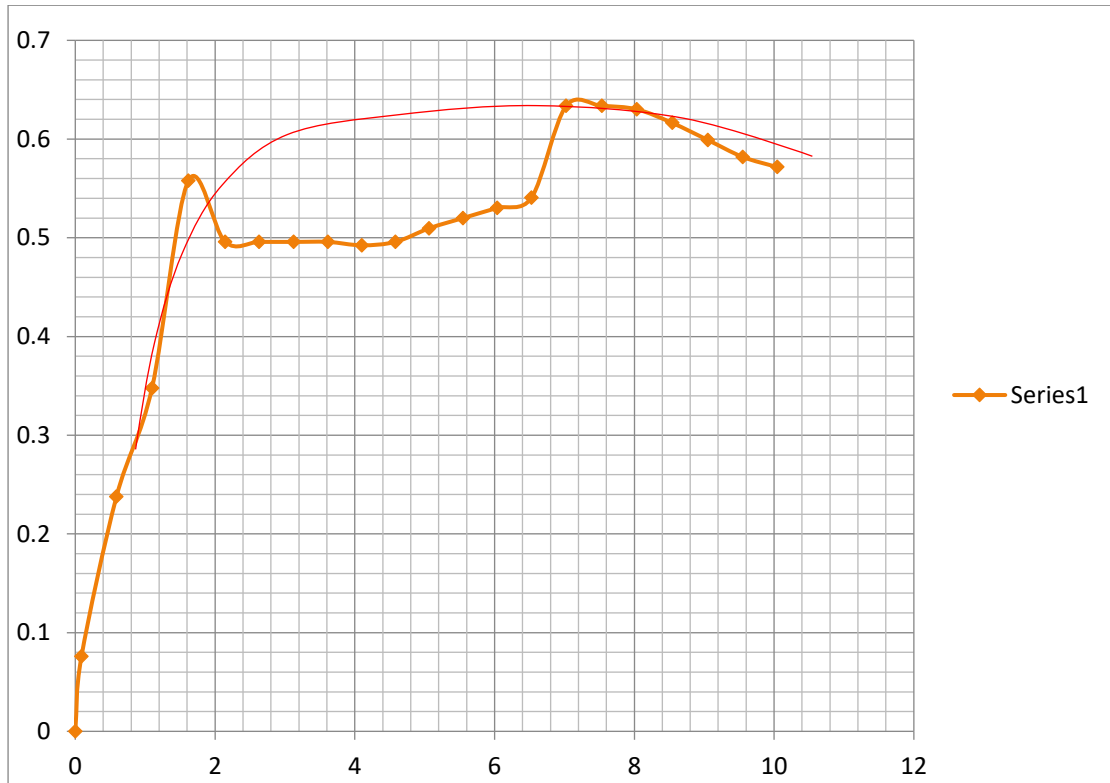
40 kg

$\sigma_2 = 1,11111111 \text{ kgr/cm}^2$

Rd	$\Delta d(\text{mm})$	$\varepsilon = \Delta d/D$	$\varepsilon\%$	RT(mm)	T (kgr)	$\tau = T/A \text{ (36cm}^2\text{)}$
	0	0	0	0	0	0
	0,052893803	0,00088156	0,0881563	0,038300836	2,727019499	0,075750542
	0,353194103	0,00588657	0,5886568	0,120125348	8,552924791	0,237581244
	0,658613159	0,01097689	1,0976886	0,175835655	12,51949861	0,34776385
	0,970857221	0,01618095	1,6180954	0,282033426	20,08077994	0,557799443
	1,286513787	0,0214419	2,1441896	0,250696379	17,84958217	0,495821727
	1,578658871	0,02631098	2,6310981	0,250696379	17,84958217	0,495821727
	1,873136214	0,03121894	3,1218937	0,250696379	17,84958217	0,495821727
	2,167613557	0,03612689	3,6126893	0,250696379	17,84958217	0,495821727
	2,460481734	0,04100803	4,1008029	0,248955432	17,72562674	0,492378521
	2,748522414	0,04580871	4,5808707	0,250696379	17,84958217	0,495821727
	3,038172226	0,0506362	5,0636204	0,257660167	18,3454039	0,509594553
	3,327822105	0,0554637	5,5463702	0,262883008	18,71727019	0,519924172
	3,622299448	0,06037166	6,0371657	0,26810585	19,08913649	0,530253791
	3,916776791	0,06527961	6,5279613	0,273328691	19,46100279	0,540583411
	4,214472466	0,07024121	7,0241208	0,320334262	22,80779944	0,633549985
	4,520213969	0,0753369	7,5336899	0,320334262	22,80779944	0,633549985
	4,821127975	0,08035213	8,0352133	0,318593315	22,68384401	0,630106778
	5,125260313	0,08542101	8,5421005	0,311629526	22,18802228	0,616333952
	5,429392651	0,09048988	9,0489878	0,302924791	21,56824513	0,59911792
	5,730306657	0,09550511	9,5505111	0,294220056	20,94846797	0,581901888
	6,026393166	0,10043989	10,043989	0,288997214	20,57660167	0,571572269

$\tau_{\max 2} =$	0,63	(kg/cm ²)
-------------------	------	-----------------------

ε%-τ

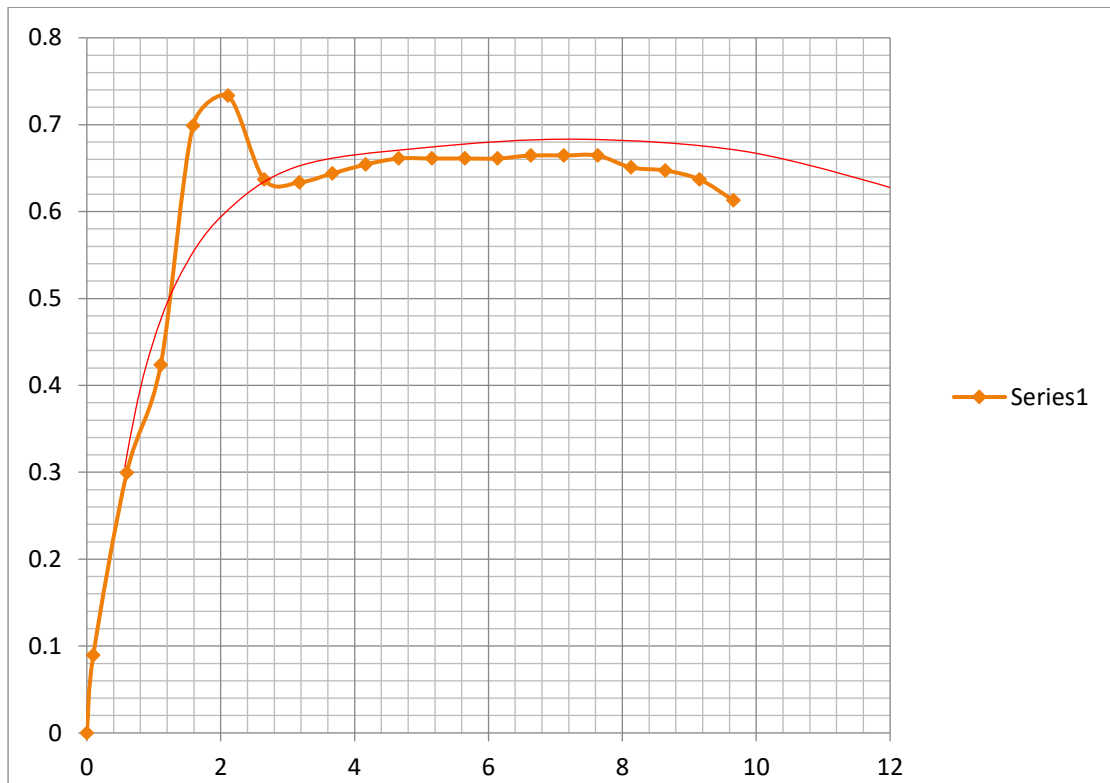


3η δοκιμή

80 kg

σ₃ = 2,22222222 kgr/cm²						
Rd	Δd(mm)	ε = Δd/D	ε%	RT(mm)	T (kgr)	τ = T/A (36cm ²)
	0	0	0	0	0	0
	0,058012558	0,00096688	0,0966876	0,045264624	3,222841226	0,089523367
	0,358312858	0,00597188	0,5971881	0,151462396	10,78412256	0,29955896
	0,662025662	0,01103376	1,1033761	0,21413649	15,24651811	0,423514392
	0,952088452	0,01586814	1,5868141	0,353412256	25,16295265	0,698970907
	1,266038766	0,02110065	2,1100646	0,370821727	26,40250696	0,733402971
	1,588520339	0,02647534	2,6475339	0,322075209	22,93175487	0,636993191
	1,903747266	0,03172912	3,1729121	0,320334262	22,80779944	0,633549985
	2,201442941	0,03669072	3,6690716	0,325557103	23,17966574	0,643879604
	2,497529449	0,04162549	4,1625491	0,330779944	23,55153203	0,654209223
	2,793615958	0,04656027	4,6560266	0,334261838	23,7994429	0,661095636
	3,092920799	0,05154868	5,154868	0,334261838	23,7994429	0,661095636
	3,387398142	0,05645664	5,6456636	0,334261838	23,7994429	0,661095636
	3,681875484	0,06136459	6,1364591	0,334261838	23,7994429	0,661095636
	3,979571159	0,06632619	6,6326186	0,336002786	23,92339833	0,664538842
	4,275657668	0,07126096	7,1260961	0,336002786	23,92339833	0,664538842
	4,57818084	0,07630301	7,6303014	0,336002786	23,92339833	0,664538842
	4,87748568	0,08129143	8,1291428	0,329038997	23,4275766	0,650766017
	5,18483635	0,08641394	8,6413939	0,32729805	23,30362117	0,64732281
	5,492187019	0,09153645	9,153645	0,322075209	22,93175487	0,636993191
	5,796319357	0,09660532	9,6605323	0,309888579	22,06406685	0,612890746

τ _{max3} =	0,68	(kg/cm ²)
---------------------	------	-----------------------



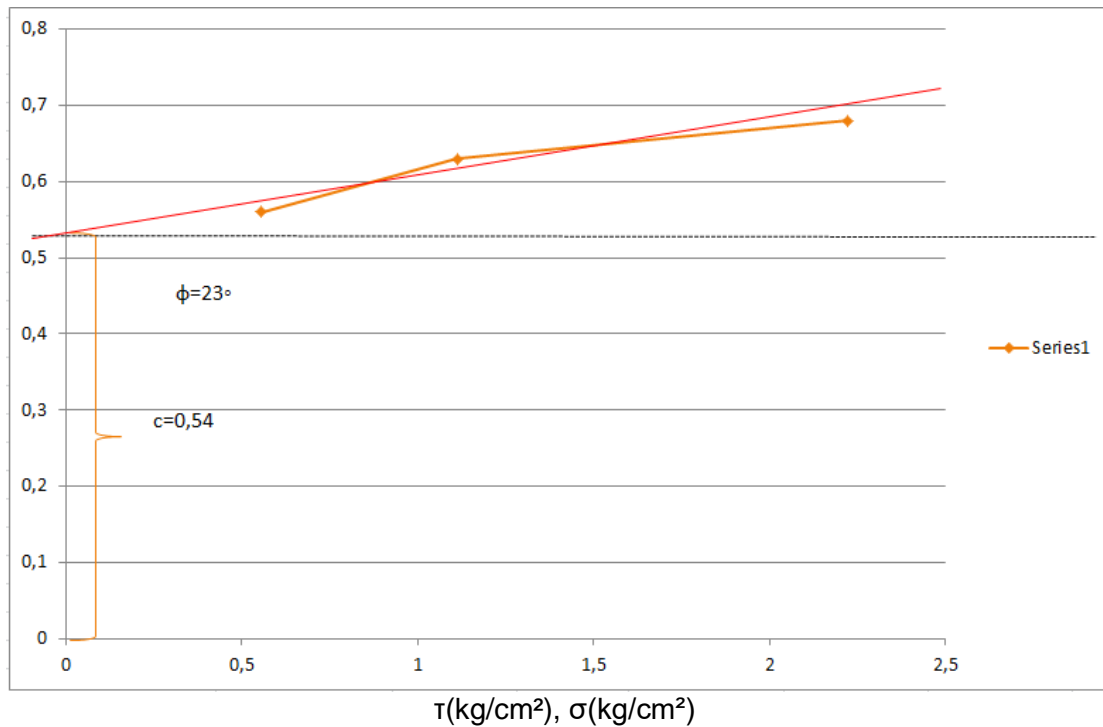
Από τις τρεις δοκιμές τελικώς προκύπτουν τρία ζευγάρια τιμών

- (σ₁, τ_{1max})
- (σ₂, τ_{2max})
- (σ₃, τ_{3max})

Όπου σ₁ , σ₂ , σ₃ οι ορθές τάσεις που εφαρμόζονται αντίστοιχα σε κάθε δοκιμή και τ_{1max} , τ_{2max} , τ_{3max} οι αντίστοιχες διατμητικές αντοχές που υπολογίσαμε

Τα τρία ζευγάρια τιμών (σ₁, τ_{1max}), (σ₂, τ_{2max}), (σ₃, τ_{3max}) αποτελούν συντεταγμένες σημείων της περιβάλλουσας θραύσης στο διάγραμμα Mohr. Επομένως, με αυτά να κατασκευάζεται η περιβάλλουσα θραύσης για τον γραφικό υπολογισμό των c και φ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ MOHR			
	σ(kg/cm ²)		τ(kg/cm ²)
σ ₁	0,555555556	τ _{max1}	0,56
σ ₂	1,111111111	τ _{max2}	0,63
σ ₃	2,222222222	τ _{max3}	0,68
C=0,54 kg/cm ²		φ=23°	

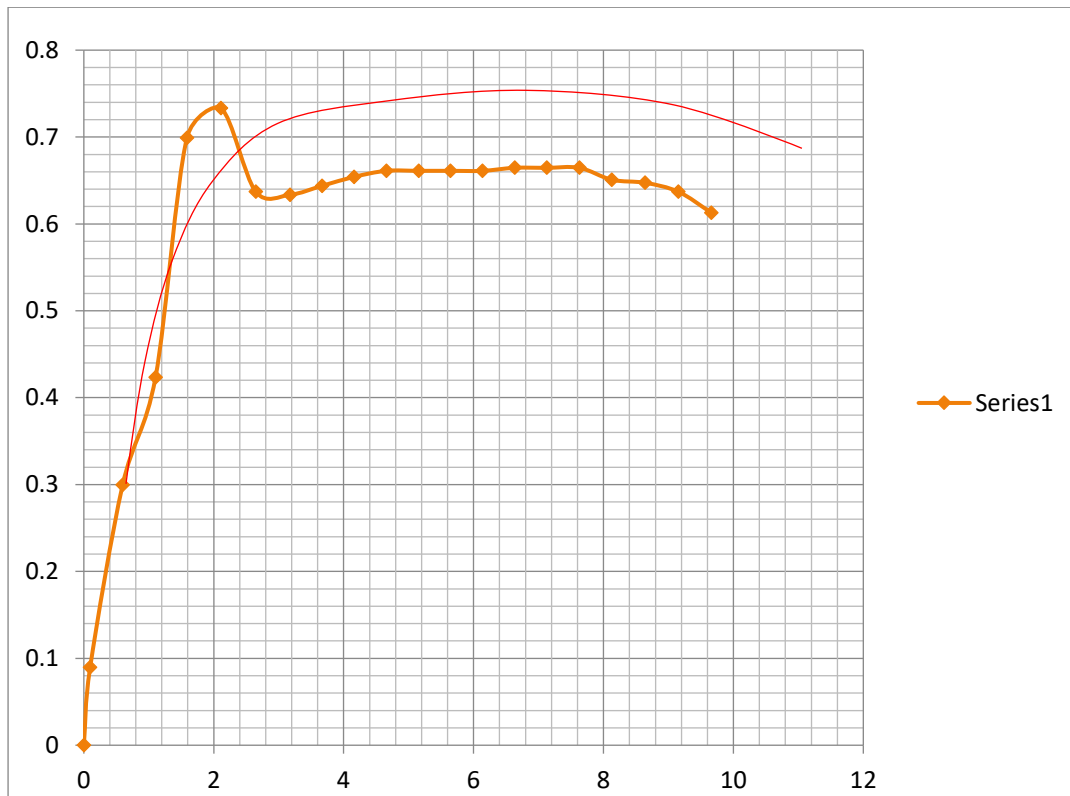


ΕΔΑΦΟΣ Β

1^η δοκιμή		20 kg					
$\sigma_1 =$	0,555555556		kg/cm²				
Rd	Δd (mm)	$\epsilon = \Delta d/D$	$\epsilon\%$	RT(mm)	T = RT*CRT T (kgr)	$\tau = T/A$ (36cm ²) τ (kg/cm ²)	
	0	0	0	0	0	0	0
	0,058012558	0,000966876	0,096688	0,045264624	3,222841226	0,089523367	
	0,358312858	0,005971881	0,597188	0,151462396	10,78412256	0,29955896	
	0,662025662	0,011033761	1,103376	0,21413649	15,24651811	0,423514392	
	0,952088452	0,015868141	1,586814	0,353412256	25,16295265	0,698970907	
	1,266038766	0,021100646	2,110065	0,370821727	26,40250696	0,733402971	
	1,588520339	0,026475339	2,647534	0,322075209	22,93175487	0,636993191	
	1,903747266	0,031729121	3,172912	0,320334262	22,80779944	0,633549985	
	2,201442941	0,036690716	3,669072	0,325557103	23,17966574	0,643879604	
	2,497529449	0,041625491	4,162549	0,330779944	23,55153203	0,654209223	
	2,793615958	0,046560266	4,656027	0,334261838	23,7994429	0,661095636	
	3,092920799	0,05154868	5,154868	0,334261838	23,7994429	0,661095636	
	3,387398142	0,056456636	5,645664	0,334261838	23,7994429	0,661095636	
	3,681875484	0,061364591	6,136459	0,334261838	23,7994429	0,661095636	
	3,979571159	0,066326186	6,632619	0,336002786	23,92339833	0,664538842	
	4,275657668	0,071260961	7,126096	0,336002786	23,92339833	0,664538842	
	4,57818084	0,076303014	7,630301	0,336002786	23,92339833	0,664538842	
	4,87748568	0,081291428	8,129143	0,329038997	23,4275766	0,650766017	
	5,18483635	0,086413939	8,641394	0,32729805	23,30362117	0,64732281	
	5,492187019	0,09153645	9,153645	0,322075209	22,93175487	0,636993191	
	5,796319357	0,096605323	9,660532	0,309888579	22,06406685	0,612890746	

$\tau_{max1} =$	0,75	kg/cm ²
-----------------	------	--------------------

ε%-τ



2η δοκιμή

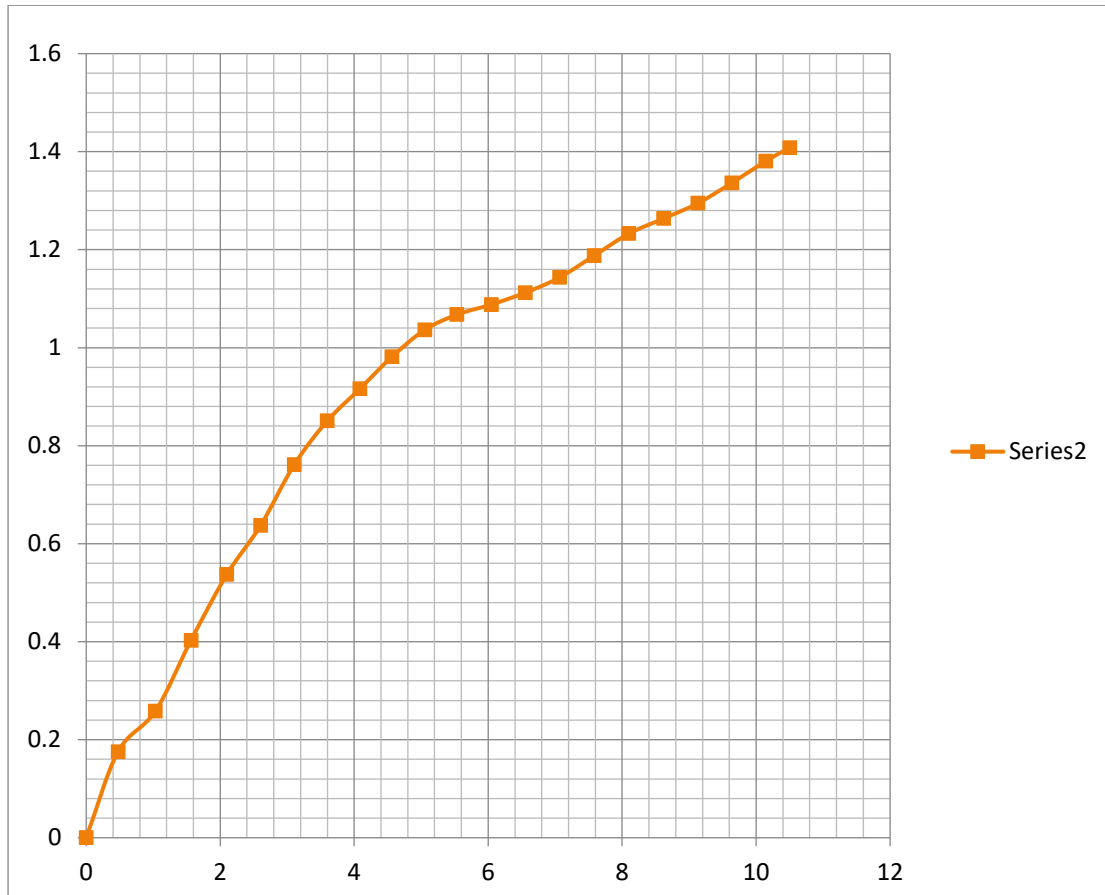
40 kg

σ₂ = 1,111111111 kg/cm²

Rd	Δd(mm)	ε = Δd/D	ε%	RT(mm)	T = RT*CRT T (kgr)	τ = T/A (36cm ²) τ (kg/cm ²)
	0	0	0	0	0	0
	0,284944035	0,004749067	0,474907	0,088788301	6,321727019	0,175603528
	0,619369369	0,010322823	1,032282	0,130571031	9,296657382	0,258240483
	0,938438438	0,015640641	1,564064	0,203690808	14,50278552	0,402855153
	1,258922502	0,020982042	2,098204	0,271587744	19,33704735	0,537140204
	1,561445674	0,026024095	2,602409	0,322075209	22,93175487	0,636993191
	1,86235968	0,031039328	3,103933	0,384749304	27,39415042	0,760948623
	2,158446188	0,035974103	3,59741	0,430013928	30,61699164	0,85047199
	2,4497052	0,04082842	4,082842	0,463091922	32,97214485	0,915892912
	2,737745879	0,045629098	4,56291	0,496169916	35,32729805	0,981313835
	3,032223222	0,050537054	5,053705	0,52402507	37,31058496	1,036405138
	3,320263902	0,055337732	5,533773	0,539693593	38,42618384	1,067393996
	3,627614572	0,060460243	6,046024	0,550139276	39,16991643	1,088053234
	3,931746909	0,065529115	6,552912	0,562325905	40,03760446	1,112155679
	4,239097579	0,070651626	7,065163	0,577994429	41,15320334	1,143144537
	4,54966658	0,075827776	7,582778	0,600626741	42,76462396	1,187906221
	4,860235581	0,081003926	8,100393	0,623259053	44,37604457	1,232667905
	5,172413748	0,086206896	8,62069	0,638927577	45,49164345	1,263656763
	5,478155251	0,091302588	9,130259	0,6545961	46,60724234	1,294645621
	5,780678423	0,09634464	9,634464	0,675487465	48,09470752	1,335964098
	6,086419927	0,101440332	10,14403	0,698119777	49,70612813	1,380725781
	6,300438979	0,105007316	10,50073	0,712047354	50,69777159	1,408271433

τ _{max2} =	1,4	(kg/cm ²)
---------------------	-----	-----------------------

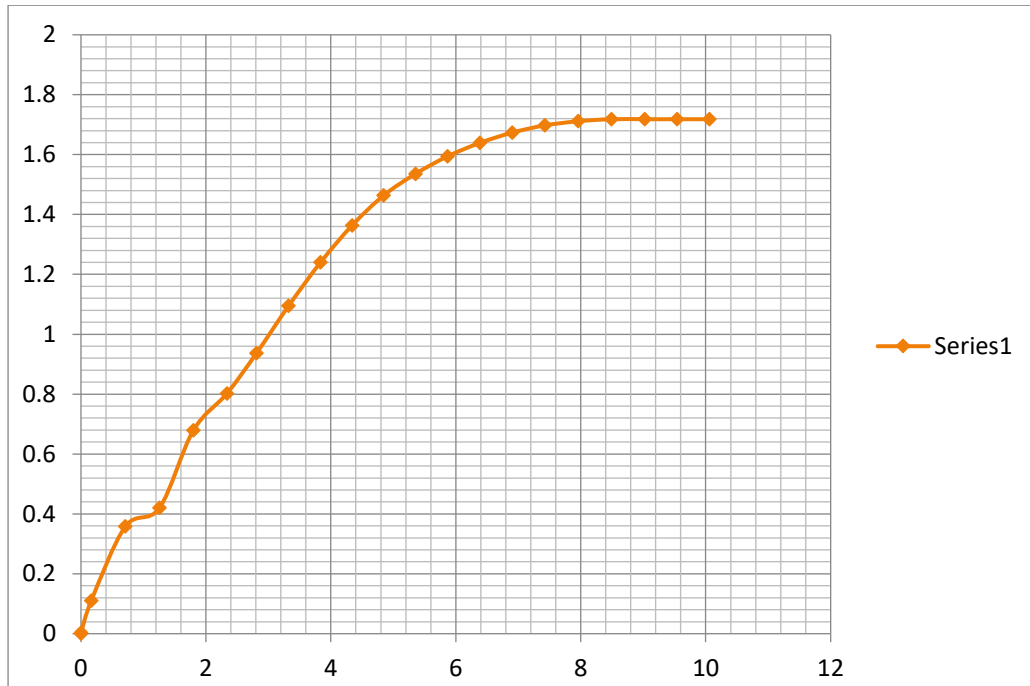
ε%-τ



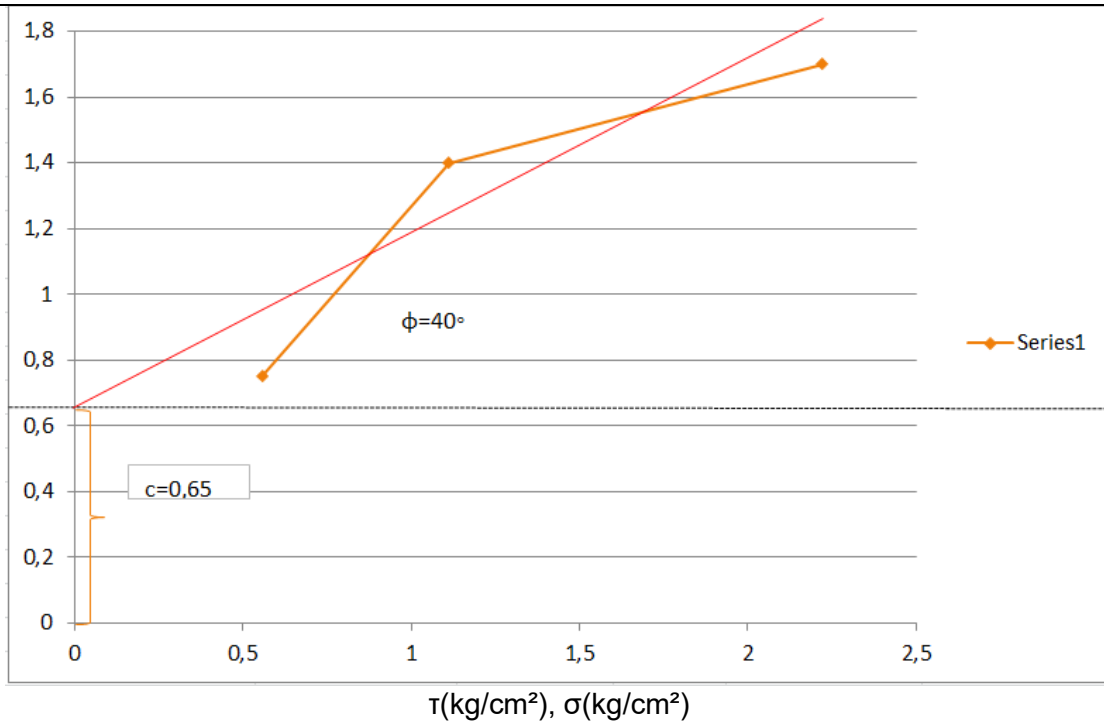
<u>3η δοκιμή</u>		80 kg				
σ3 =		2,2222222 kgr/cm²				
Rd	Δd(mm)	ε = Δd/D	ε%	RT(mm)	T (kgr)	τ = T/A (36cm ²)
	0	0	0	0	0	0
	0,001706252	2,84375E-05	0,002844	0,001740947	0,123955432	0,003443206
	0,098962599	0,001649377	0,164938	0,055710306	3,966573816	0,110182606
	0,426562927	0,007109382	0,710938	0,181058496	12,8913649	0,35809347
	0,754163254	0,012569388	1,256939	0,212395543	15,12256267	0,420071185
	1,078351078	0,017972518	1,797252	0,342966574	24,41922006	0,678311668
	1,40220635	0,023370106	2,337011	0,405640669	28,8816156	0,8022671
	1,685419533	0,028090326	2,809033	0,473537604	33,71587744	0,936552151
	1,994379368	0,033239656	3,323966	0,55362117	39,4178273	1,094939647
	2,300120872	0,038335348	3,833535	0,626740947	44,62395543	1,239554318
	2,604253209	0,04340422	4,340422	0,689415042	49,08635097	1,363509749
	2,906776381	0,048446273	4,844627	0,739902507	52,6810585	1,463362736
	3,212517885	0,053541965	5,354196	0,776462396	55,28412256	1,535670071
	3,52147772	0,058691295	5,86913	0,806058496	57,3913649	1,594204581
	3,830437555	0,063840626	6,384063	0,828690808	59,00278552	1,638966264
	4,142615722	0,069043595	6,90436	0,846100279	60,24233983	1,673398329
	4,456403055	0,074273384	7,427338	0,858286908	61,11002786	1,697500774
	4,775017885	0,079583631	7,958363	0,865250696	61,60584958	1,7112736
	5,093632715	0,084893879	8,489388	0,868732591	61,85376045	1,718160012
	5,413856711	0,090230945	9,023095	0,868732591	61,85376045	1,718160012
	5,724425712	0,095407095	9,54071	0,868732591	61,85376045	1,718160012
	6,034994713	0,100583245	10,05832	0,868732591	61,85376045	1,718160012

τmax3=	1,70	(kg/cm ²)
--------	------	-----------------------

ε%-τ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟHR			
	$\sigma(\text{kg/cm}^2)$		$\tau(\text{kg/cm}^2)$
σ_1	0,555555556	$\tau_{\max 1}$	0,75
σ_2	1,111111111	$\tau_{\max 2}$	1,40
σ_3	2,222222222	$\tau_{\max 3}$	1,70
$C=0,65\text{kg/cm}^2$		$\phi=40^\circ$	



1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση των εργαστηριακών δοκιμών, εξετάζονται τα μεγέθη που βρέθηκαν, ώστε να πληρούν τις προϋποθέσεις που έχουν τεθεί σε κάθε μία από αυτές.

Στη συνέχεια, γίνεται σύγκριση των τιμών των δύο εδαφών ώστε να χαρακτηριστούν ανάλογα.

- Κατά την εύρεση της περιεχόμενης υγρασίας και του ειδικού βάρους των εδαφών, παρατηρείται πως οι τιμές του γ_s τηρούν την συνήθη κύμανση 2.2 - 2.9 gr/cm^3

A	B
$\gamma_s = 2.698 \text{ gr}/\text{cm}^3$	$\gamma_s = 2.405 \text{ gr}/\text{cm}^3$
$W = 44.3 \%$	$W = 49.73 \%$

Το έδαφος A είναι βαρύτερο σε σχέση με τον όγκο του από το έδαφος B, το οποίο παρουσιάζει μεγαλύτερη υγρασία.

- Σύμφωνα με τους Βαθμούς Πλαστικότητας και τα δύο εδάφη έχουν «Μεγάλη Πλαστικότητα» καθώς $I_p > 15$, με το έδαφος B να έχει ακόμα μεγαλύτερη πλαστικότητα.

A	B
$I_p = 19.12503$	$I_p = 28.70776$

- Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των δοκιμών των «Όρια Atterberg» και «Κοκκομετρική Ανάλυση Εδαφών» επιτυγχάνεται η Κατάταξη Εδαφών.

Τα κριτήρια ταξινόμησης των εδαφών σε ομάδες είναι:

1. τα διερχόμενα ποσοστά από τα αντίστοιχα κόσκινα
2. το όριο υδαρότητας και ο δείκτης πλαστικότητας

Σύμφωνα με το Σύστημα A.A.S.H.T.O. M 145-86

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ A.A.S.H.T.O. M 145 – 86

Γενική Κατάταξη	Κοκκώδη Υλικά Π<=35%						Ιλυοαργιλώδη Υλικά Π>35%				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7 A7-s(Ip<LL-30) A7-g(Ip>LL-30)
Τάξη	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				
Ομάδα											
% Ποσοστό Διερχόμενο από το κόσκινο:											
No 10 (2mm)	<50	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No 40 (0.42mm)	<30	<50	>51	...	...	...	...	...	...	...
No 200 (0.07mm)	<15	<25	<10	≤35	≤35	≤35	≤35	>36	>36	>36	
Χαρακτηριστικά του διερχόμενου από το κόσκινο No 40											
Όριο Υδαρότητας	...	...	...	<40	>41	<40	>41	<40	>41	<40
Δείκτης πλαστικότητας Ip	<6	NP	<10	<10	>11	>11	<10	<10	>11	>11	
Γενική ονομασία	Λίθοι, Χαλίκια, Αμμοχάλικο	Λεπτή Άμμος	Ιλυώδη ή Αργιλώδη Αμμοχάλικα				Ιλυώδη Εδάφη	Αργιλώδη Εδάφη			
Καταλληλότητα του υλικού για θεμελίωση Οδών	Τέλειο προς Καλό						Μέτριο προς Κακό				

- 1) Π = Ποσοστό % του διερχόμενου υλικού από το κόσκινο No 200.
- 2) Η τοποθέτηση της ομάδας A₃ πριν από την A₂ είναι αναγκαία για τη διαδικασία της απαλοιφής των ομάδων από αριστερά προς τα δεξιά και δεν σημαίνει ότι η A₃ υπερτερεί της A₂.
- 3) G.I. = Δείκτης Ομάδας (GROOP INTEX) και δίνεται από τη σχέση :
 $G.I. = (P - 35) * [0.2 + 0.005 * (LL - 40)] + 0.01 * (P - 15) * (Ip - 10)$
 Αν ο δείκτης ομάδας είναι αρνητικός, τότε G.I. = 0
 Για τις ομάδες A2-6 και A2-7 G.I. = 0.01*(P-15)*(Ip-10)

Π: Ποσοστό % του διερχόμενου υλικού από το κόσκινο No 200 (0.074mm) .

ΕΔΑΦΟΣ Α

Π= 96.3% ,

Π> 35% → Αποκλείονται οι ομάδες που ανήκουν στο Π<=35: A1,A2,A3

Άρα κατατάσσεται στα Ιλυοαργιλώδη Υλικά - A4,A5,A6,A7

Π>36% → Δεν αποκλείεται καμία ομάδα.

LL= 54.25

LL>41 → Αποκλείονται οι ομάδες που ανήκουν στο Π<40: A4, A6

Ip=19.83

Ip>11 → Αποκλείεται η ομάδα που ανήκει στο Ip < 10: A5

Ip ≤ LL - 30 → 19.83 ≤ 24.25 → Αποκλείεται η ομάδα που ανήκει στο Ip>LL-30

Άρα ανήκει στην ομάδα A7 στα Αργιλώδη Μέτρια προς Κακή Ποιότητα, στην ομάδα

A7-5(Ip<LL-30)

ΕΔΑΦΟΣ Β

Π= 94.4% ,

Π> 35% → Π> 35% Αποκλείονται οι ομάδες που ανήκουν στο Π<=35: A1,A2,A3

Άρα κατατάσσεται στα Ιλυοαργιλώδη Υλικά - A4,A5,A6,A7

Π>36% → Δεν αποκλείεται καμία ομάδα.

LL= 57.6

LL>41 → Αποκλείονται οι ομάδες που ανήκουν στο Π<40: A4, A6

Ip=28.71

Ip>11 → Αποκλείεται η ομάδα που ανήκει στο Ip<10: A5

Ip > LL - 30 → 28.71 > 27.6 → Αποκλείεται η ομάδα που ανήκει στο Ip ≤ LL - 30

Άρα ανήκει στην ομάδα A7 στα Αργιλώδη Μέτρια προς Κακή Ποιότητα, στην ομάδα

A7-6(Ip > LL-30)

Λόγω της εμφανούς διαφοράς του Δείκτη Πλαστικότητας του Εδάφους Α, παρατηρείται πως τείνει προς τα Ιλυώδη Εδάφη ενώ το Έδαφος Β προς τα Αργιλώδη.
Σύμφωνα με το Σύστημα Α.Σ.Τ.Μ.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΤΑ Α.Σ.Τ.Μ D2487-90

ΒΑΣΙΚΟΣ ΔΙΑΚΡΙΣΜΟΣ		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ		ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ		ΥΠΟΜΟΝΗΜΑ				
				ΓΕΝΙΚΑ	ΕΙΔΙΚΑ					
ΚΟΙΛΩΚΟΚΑ ΥΛΙΚΑ Π>50%	ΣΑΜΗΙΑ	Ποσοστό (50% πάνω από το Νο 4	Καθόλου με λεπτά	GW	Καλά διαβρωσιμότητα χαλίκια ή Αμμοαέλιου με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα συστατικά	Cu>4 1<Cc<3	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ Με βάση το % διαβρωμένο ποσοστό εδάφους από το κόσκινο Νο 200	$C_c = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		
				GP	Φτωχά διαβρωσιμότητα χαλίκια ή Αμμοαέλιου με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα συστατικά				Δεν επαληθεύονται τα κριτήρια για το GW	
				GM	Ιλυώδες χαλίκι ή Μίγματα χαλικιών - άμμου - ιλύος				Ip < 4 ή θέση κάτω από την «Α»	Θέση πάνω από την γραμμή «Α» με 4<Ip<7 επιβάλλει δοσλό συμβολισμό
				GC	Αργιλώδες χαλίκι ή Μίγματα χαλικιών - άμμου - ιλύος				Ip > 7 ή θέση πάνω από την «Α»	
	ΑΜΜΟΙΣ	Ποσοστό >50% πάνω από το Νο 4	Καθόλου με λεπτά	SW	Άμμος καλώς διαβρωσιμότητα ή Αμμοαέλιου με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Cu > 6 1 < Cc < 3	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ Με βάση το % διαβρωμένο ποσοστό εδάφους από το κόσκινο Νο 200	$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$		
				SP	Άμμος φτωχά διαβρωσιμότητα ή Αμμοαέλιου με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά				Δεν επαληθεύονται τα κριτήρια για το SW	
				SM	Ιλυώδες Άμμος ή μίγματα άμμου - ιλύος				Ip < 4 ή θέση κάτω από την «Α»	Θέση πάνω από την γραμμή «Α» με 4<Ip<7 επιβάλλει δοσλό συμβολισμό
				SC	Αργιλώδες άμμος ή μίγματα άμμου - ιλύος				Ip > 7 ή θέση πάνω από την «Α»	
ΛΕΠΤΟΚΟΚΑ ΥΛΙΚΑ Π<50%	ΙΛΥΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΣ	LL<50%	ML	Ανόργανη ιλύς πολύ λεπτή άμμος, ιλυώδες και αργιλώδες άμμος χαμηλής πλαστικότητας		Εξίσωση γραμμής "Α": Ip = 0,73(LL - 20)				
			CL	Ανόργανη άργιλος χαμηλής πλαστικότητας ή χαλκιώδες άργιλος ή αμμιώδες άργιλος ή ιλυώδες άργιλος						
			OL	Οργανική ιλύς ή οργανική ιλυώδες άργιλος χαμηλής πλαστικότητας						
			MH	Ανόργανη ιλύς (συχνά μαργαριτακέ) υψηλής πλαστικότητας						
			CH	Ανόργανη άργιλος, υψηλής πλαστικότητας, παχείας άργιλος						
			OH	Οργανική άργιλος μέσης μέχρι υψηλής πλαστικότητας						
PI	Πολύ οργανικά εδάφη	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό	Ποσοστό > 12% οργανικό υλικό			

Π: Ποσοστό % του διερχόμενου υλικού από το κόσκινο Νο 200 (0.074mm) .

ΕΔΑΦΟΣ Α

P= 96.3% , P> 50% Άρα κατατάσσεται στα Ιλυοαργιλώδη Υλικά

LL= 54.25 > 50%

Άρα από το διάγραμμα LL – Ip το έδαφος Α είναι

MH – OH: ανόργανη ιλύς υψηλής πλαστικότητας ή οργανική άργιλος μέσης μέχρι υψηλής πλαστικότητας

ΕΔΑΦΟΣ Β

P= 94.4% , P> 50% Άρα κατατάσσεται στα Ιλυοαργιλώδη Υλικά

LL= 57.6 > 50%

Άρα από το διάγραμμα LL – Ip το έδαφος Β είναι

CH: ανόργανη Άργιλος, υψηλής πλαστικότητας, παχείας άργιλος

- Στη δοκιμή της Ανεμπόδιστης Θλίψης, ορίζεται η αντοχή των εδαφών ως η τάση στην οποία γίνεται θραύση.

Για το Έδαφος Α qu= 0.0142 kg/mm² =1.42 kg/cm²

qu → 1-2 kg/cm²

Συνεπώς, σχετικά με την συνεκτικότητα είναι «σκληρό».

Για το Έδαφος Β qu= 0.0777 kg/mm² = 7.77 kg/cm²

qu > 4 kg/cm²

Συνεπώς, σχετικά με την συνεκτικότητα είναι «πάρα πολύ σκληρό»

- Στη δοκιμή της Ανεμπόδιστης Θλίψης, προκύπτει απο το διάγραμμα Mohr ότι η συνοχή c ισούται με το μισό της αντοχής σε θλίψη

Για το Έδαφος Α $q_u = 0.0142 \text{ kg/mm}^2$ $c = q_u/2 = 0.0071 \text{ kg/mm}^2$

Για το Έδαφος Β $q_u = 0.0777 \text{ kg/mm}^2$ $c = q_u/2 = 0.0385 \text{ kg/mm}^2$

- Σύμφωνα με τη ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (S.P.T. - TERZAGHI), ο χαρακτηρισμός αργιλικών εδαφικών σχηματισμών ως προς τη συνεκτικότητα, τη διατμητική αντοχή (q_u) και τη γωνία εσωτερικής τριβής, δύναται να υπολογιστεί με τη χρήση των κτύπων N , με τους παρακάτω πίνακες.

Αριθμός Κρούσεων	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (Συνεκτικότητα)	Αστράγγιστη διατμητική αντοχή, q_u (kPa)
≤ 2	Πολύ μαλακή	<25
$2 < N \leq 4$	Μαλακή	25 – 50
$4 < N \leq 8$	Μέσης συνεκτικότητας	50 – 100
$8 < N \leq 15$	Στιφρή	100 – 200
$15 < N \leq 30$	Πολύ στιφρή (ημιστερεή)	200 – 400
$30 < N$	Σκληρή	400 – 800

Γωνία τριβής (ϕ)

Τα πρώτα εμπειρικά στοιχεία δόθηκαν από τους TERZAGHI and PECK (1967) σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

N	Χαρακτηρισμός	ϕ°
0 - 4	πολύ χαλαρή	27 - 32
4 - 10	χαλαρή	30 - 35
10 - 30	μέση	35 - 40
30 - 50	πυκνή	38 - 43
>50	πολύ πυκνή	>40

Σύμφωνα με τη μελέτη του γραφείου:

Για το έδαφος Α – Ιλύς: $N_{spt} = 2$ κρούσεις

Συνεπώς χαρακτηρίζεται ως «πολύ μαλακή» με γωνία εσ. τριβής $27^\circ > \phi > 32^\circ$

Για το έδαφος Β – Άργιλος: $N_{spt} = 17$ κρούσεις

Συνεπώς χαρακτηρίζεται ως «πολύ στιφρή» με γωνία εσ. τριβής $35^\circ > \phi > 40^\circ$

➤ Σύγκριση Αποτελεσμάτων

ΕΔΑΦΗ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ		ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	
	A	B	A	B
W(%)	44.3	25.2	65.5	31.1
LL (%)	54.25	57.6	62	41
PL (%)	35.12	28.89	35	23
IP (%)	19.12	28.71	27	18
γ _s (gr/cm ³)	2.698	2.405	2.69	2.68
q _u (kpa)	142	777	46	242
c	54	65	-	10
φ	23	40	-	37

Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των στοιχείων των εργαστηριακών δοκιμών με τη Γεωτεχνική μελέτη, είναι εμφανής η απόκλιση των τιμών.

Η παρατήρηση αυτή, εφιστά την προσοχή και τονίζει τη σπουδαιότητα της άμεσης μελέτης του εδάφους μιας γεώτρησης καθώς και στον τρόπο με τον οποίο συντηρούνται τα δοκίμια.

1. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ – ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα δοκίμια που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη του πρώτου μέρους αποτελούν δείγματα εδάφους από γεώτρηση του 2012. Με το πέρασμα του χρόνου, παρά τις ειδικές συνθήκες που διατηρήθηκαν, παρατηρείται πως παρουσίασαν φυσική φθορά και απώλεια φυσικής υγρασίας.

Για το λόγο αυτό, καθίσταται απαραίτητη η χρήση των στοιχείων της Γεωτεχνικής Μελέτης που παραχωρήθηκε εκ των Γεωτεχνικών Μηχανικών για τη συγκεκριμένη γεώτρηση.



Διατήρηση των δειγμάτων στο εργαστήριο

1.2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι καθιζήσεις στα κορεσμένα αργιλικά εδάφη, λόγω επιβολής εξωτερικού φορτίου οφείλονται κυρίως στο φαινόμενο της Στερεοποίησης:

Στερεοποίηση

Όταν ένα αργιλικό έδαφος, το οποίο είναι κορεσμένο, δεχτεί εξωτερικό φορτίο $\Delta\sigma$, τότε λόγω της μικρής διαπερατότητας της αργίλου η τάση $\Delta\sigma$ παραλαμβάνεται στην αρχή από το νερό των πόρων, το οποίο παίρνει υπερπίεση $\Delta u = \Delta\sigma$. Η υπερπίεση αυτή αναγκάζει το νερό να διαφύγει προς τα διαπερατά στρώματα, με αποτέλεσμα να μειώνεται βαθμιαία, ενώ αυξάνεται ισόποσα η ενεργός τάση που παραλαμβάνεται από τους κόκκους του εδάφους $\Delta\sigma'$ έτσι ώστε να ισχύει η αρχή $\Delta\sigma = \Delta\sigma' + \Delta u$.

Η ενεργός τάση ευθύνεται για την κατακόρυφη παραμόρφωση του εδάφους (καθίζηση).

Όταν ολοκληρωθεί η στερεοποίηση, η υπερπίεση του νερού Δu μηδενίζεται ($\Delta u = 0$) οπότε η ολική τάση παραλαμβάνεται από τους κόκκους του εδάφους, δηλ $\Delta\sigma = \Delta\sigma'$.

Η πίεση του νερού των πόρων επανέρχεται στην αρχική u (την υδροστατική).

Συμπερασματικά, το ολικό εξωτερικό φορτίο $\Delta\sigma$ που επιβάλλεται στο έδαφος, το κερδίζουν τελικά οι κόκκοι, οι οποίοι έρχονται πιο κοντά ο ένας στον άλλο και γίνεται η καθίζηση, δηλαδή μειώνεται ο δείκτης κενών e .

Πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα, οι πιέσεις του νερού των πόρων συνήθως θεωρούνται μηδέν και τότε οι ολικές τάσεις είναι ίσες με τις ενεργές τάσεις. Κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, η ενεργός τάση προκύπτει από την ολική τάση μείον την πίεση του νερού των πόρων. ($\sigma' = \sigma - u$). Η πίεση του νερού των πόρων είναι δυνατόν να μετρηθεί εργαστηριακά με κατάλληλη διάταξη.

Εάν έχουμε δύο εδαφικά στρώματα ύψους H_1 και H_2 με φαινόμενα ειδικά βάρη αντίστοιχα γ_1 και γ_2 , τότε η τάση που ασκείται στο στρώμα 2 από το υπερκείμενο στρώμα 1 θα είναι $\sigma_1 = \gamma_1 \times H_1$

	(Αν θεωρήσουμε το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής

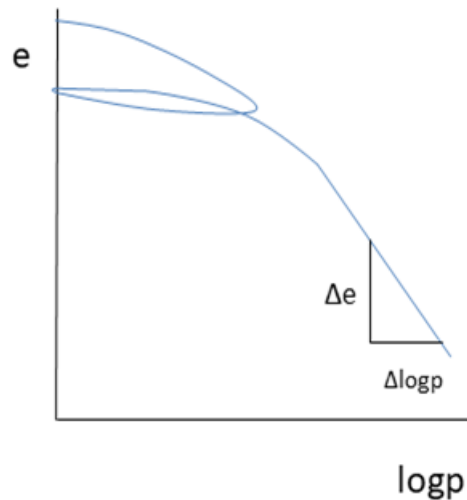
H1	των δύο στρωμάτων ίσο με A, τότε το βάρος του υπερκεί-
_____	μενου στρώματος θα είναι $\gamma_1 \times V = \gamma_1 \times H_1 \times A$.
A	Οπότε η τάση θα είναι : $\frac{\gamma_1 \times H_1 \times A}{A} = \gamma_1 \times H_1$)

H2	
	Θεωρούμε μία αλληλουχία στρωμάτων με ύψη H_1, H_2, H_3 και αντίστοιχα φαινόμενα ειδικά βάρη $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$.

γ_1 H1	Το στρώμα 3 είναι πλήρως κορεσμένο, καθώς
_____	είναι υδροφόρος ορίζοντας.
	Η ενεργός τάση στο επίπεδο AA' θα είναι :
γ_2 H2	$\sigma' = \sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3 \Leftrightarrow$
_____	$\sigma' = (\sigma_1 - u_1) + (\sigma_2 - u_2) + (\sigma_3 - u_3)$
υδροφόρος ορίζοντας	\Leftrightarrow
γ_3 H3	$\sigma' = \gamma_1 \times H_1 + \gamma_2 \times H_2 + (\gamma_3 \times H_3 - \gamma_w H_3)$
$s_r = 100\%$	\Leftrightarrow

$$A \quad \text{-----} \quad A' \quad \sigma' = \gamma_1 \times H_1 + \gamma_2 \times H_2 + (\gamma_3 - \gamma_w) H_3$$

Ο υπολογισμός του ύψους της καθίζησης επιτυγχάνεται με την εύρεση του δείκτη συμπίεστικότητας C_c , ο οποίος ορίζεται από την κλίση του ευθύγραμμου τμήματος του διαγράμματος $\log p - e$, όπου p το φορτίο που ασκείται κάθε φορά στο δοκίμιο.



$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log p}$$

Ο δείκτης συμπίεστικότητας C_c μπορεί να υπολογιστεί και από την παρακάτω εμπειρική σχέση σε συνάρτηση με το όριο υδαρότητας :

$$C_c = 0.009(LL - 0.10)$$

Με το δείκτη συμπίεστικότητας C_c μπορούμε να υπολογίσουμε το ύψος των καθιζήσεων στο στρώμα που εξετάζουμε, με την παρακάτω μέθοδο :

Η ένταση της κατακόρυφης πίεσης κατά μήκος οιασδήποτε κατακορύφου γραμμής, που ξεκινά κάτω από κατανομημένο φορτίο, μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος z από την επιφάνεια φόρτισης. Επομένως, αν η συμπίεστη στρώση έχει μεγάλο πάχος, η κατακόρυφη πίεση μειώνεται σε αυτή σημαντικά, από την ανώτερη επιφάνεια μέχρι τη βάση της. Η συμπίεση όμως στρώσης με μικρό πάχος εξαρτάται μόνο από τη μέση κατακόρυφη πίεση, η οποία προσεγγιστικά είναι ίση με εκείνη που επιβάλλεται στο μέσο του ύψους της στρώσης. Συνεπώς, εάν η συμπίεστη στρώση έχει μικρό πάχος, μπορεί η μεταβολή της πίεσης με το βάθος να μην ληφθεί υπ' όψη και να υπολογιστεί εκείνη που αντιστοιχεί στο μέσον του πάχους της στρώσης, δίνοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στη περίπτωση που το συμπίεστο εδαφικό στρώμα είναι μεγάλου πάχους H , τότε χωρίζεται σε n στρώματα μικρού πάχους.

Η τιμή της καθίζησης αργιλικού στρώματος λόγω στερεοποίησης, δίνεται από τη σχέση:

$$S = H \frac{Cc}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_0 + \Delta\sigma}{\sigma_0} ,$$

όπου :

H : το ύψος του αργιλικού στρώματος

Cc : ο δείκτης συμπίεστότητας του εδάφους

e₀ : ο αρχικός δείκτης κενών του εδάφους

σ₀ : η αρχική εντατική κατάσταση (πριν τη θεμελίωση) και

Δσ : η επιφόρτιση από την κατασκευή (στο μέσον του πάχους της στρώσης), που υπολογίζεται από τη θεωρία του Boussinesq (βλ. Κεφ. 6) και εξαρτάται από το σχήμα, τις διαστάσεις της φορτιζόμενης επιφάνειας και την τιμή της επιφόρτισης.

Για την περίπτωση υπολογισμού των καθιζήσεων ενός αργιλικού στρώματος με πάχος H, όπου θεμελιώνεται ένα τεχνικό ή οικοδομικό έργο, ακολουθούμε τη παρακάτω πορεία :

A) Το αργιλικό στρώμα χωρίζεται σε n στρώματα με πάχος όσο γίνεται μικρότερο, γιατί έτσι αυξάνεται η ακρίβεια του υπολογισμού

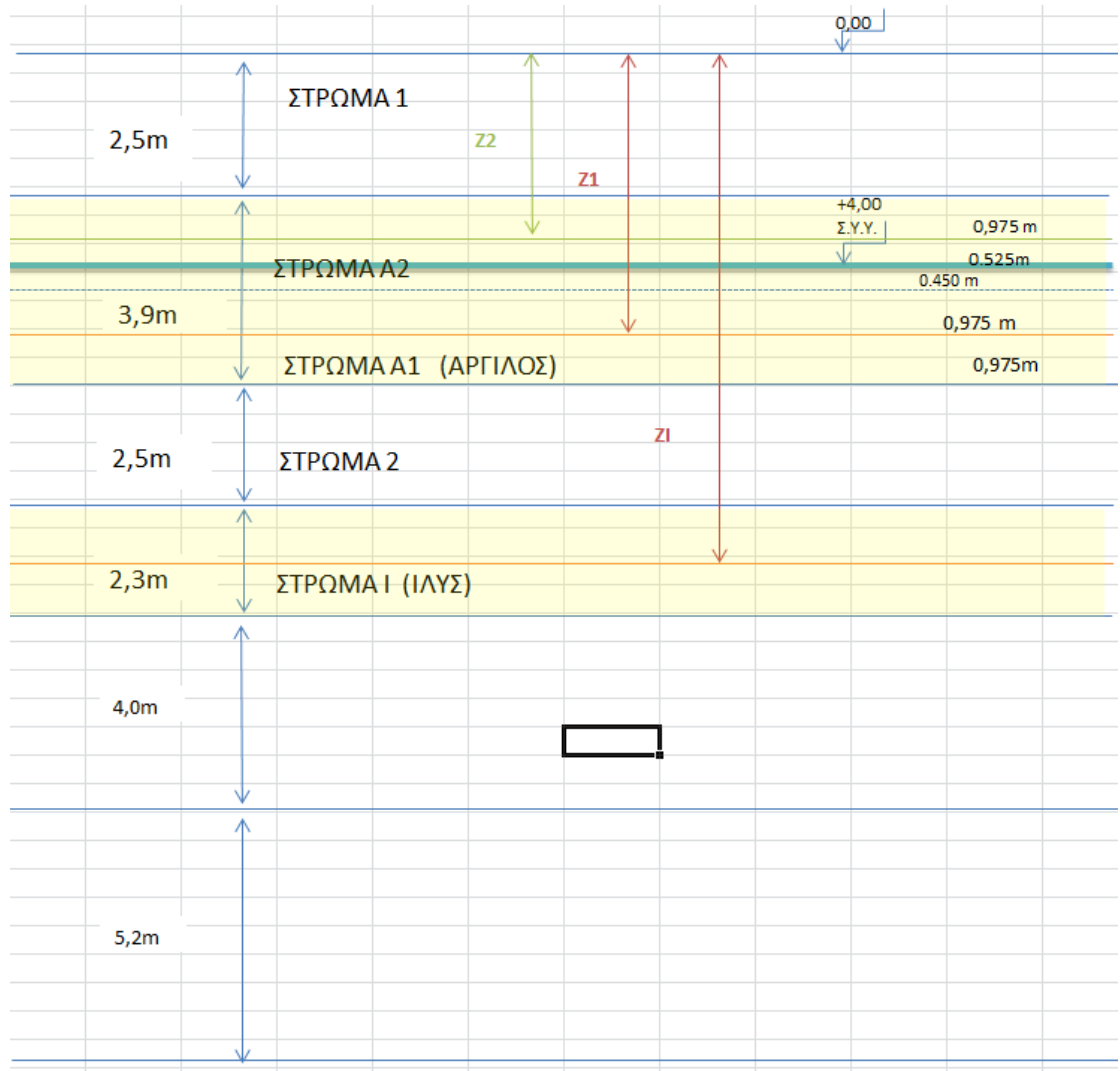
B) Υπολογίζεται η αρχική και η τελική εντατική κατάσταση στο μέσο κάθε στρώματος.

○ Η αρχική εντατική κατάσταση αντιστοιχεί στις τάσεις λόγω ιδίου βάρους του εδάφους και υπολογίζεται από τη γνωστή σχέση $\sigma = \gamma \cdot z$, όπου z η απόσταση του εξεταζομένου σημείου από την ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους.

○ Η τελική εντατική κατάσταση προκύπτει, αν στη αρχική εντατική κατάσταση σ₀ προστεθεί η επιφόρτιση Δσ από την κατασκευή.

1.3. ΤΟΜΗ

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που δόθηκαν από την Τεχνική Έκθεση του εδάφους στο οποίο έγινε η γεώτρηση, κατασκευάζεται η τομή του.



-Τα στοιχεία των στρωμάτων ακολουθούν στον παρακάτω πίνακα:

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ				
ΣΤΡΩΜΑ 1:	H1	2,5 m		
	γ	20 KN/m ³		
ΣΤΡΩΜΑ Α: ΑΡΓΙΛΟΣ	HA	3,9 m		
	H½	1,95 m		
	$\gamma\alpha$	12,7 KN/m ³		
	e	0,75		
	Cc	0,2		
ΣΤΡΩΜΑ 2:	H2	2,5 m		
	γ_2	21 KN/m ³		
ΣΤΡΩΜΑ Ι: ΙΛΥΣ	HI	2,3 m		
	γ_I	13,5 KN/m ³		
	γ_w	10 KN/m ³		
	e	0,7		
	Cc	0,2		

Όπου ο δείκτης συμπίεστικότητας Cc χρησιμοποιήθηκε από τις δοκιμές της μελέτης του γραφείου και όχι από την εμπειρική σχέση.

1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

-Υπολογισμός της ενεργού τάσης σ' πριν την κατασκευή, για το κάθε στρώμα

$$\sigma = \gamma \cdot d$$

$$\sigma = \sigma' + u$$

$$\sigma' = \sigma - u$$

ΑΡΓΙΛΟΣ

ΣΤΡΩΜΑ Α1

$$\sigma_{A1}' =$$

$$\sigma_{A1/2}' w + \sigma_{A2} w + \sigma_{\text{Αυπολ}} + \sigma_{A2/2}' + \sigma_1 =$$

$$(\gamma_A * H_{1/2} / 2 - \gamma_w * H_{1/2} / 2) + (\gamma_A * 0,45 - \gamma_w * 0,45) + (\gamma_A * 0,525) + (\gamma_A * H_{1/2} + H_{1/2} / 2) + \gamma_1 * H_1 =$$

$$\sigma_{A1}' = 72,8975 \quad \text{Kn/m}^2$$

ΣΤΡΩΜΑ Α2

$$\sigma_{A2}' =$$

$$\sigma_1' + \sigma_{A2/2}' =$$

$$(\gamma_1 * H_1) + (\gamma_A * H_{1/2}) =$$

$$(12,7 * 0,975) + (2,5 * 20) =$$

$$\sigma_{A2}' = 62,3825 \quad \text{Kn/m}^2$$

ΙΛΥΣ

ΣΤΡΩΜΑ Ι

$$\sigma_I' =$$

$$\sigma_{I/2}' + \sigma_2' + \sigma_{A1} + \sigma_{\text{Αυπολ}} + \sigma_{A2} + \sigma_1 =$$

$$(\gamma_I * H_{I/2} - \gamma_w * H_{I/2}) + (\gamma_2 * H_2 - \gamma_w * H_2) + (\gamma_A * H_{A1} - \gamma_w * H_{A1}) + (\gamma_A * 0,45 - \gamma_w * 0,45) + (\gamma_A * 1,5) + (\gamma_1 * H_1) =$$

$$\sigma_I' = 106,855 \quad \text{Kn/m}^2$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ			
ΑΡΓΙΛΟΣ	$\sigma_{A1}' =$	72,8975	Kn/m ²
ΑΡΓΙΛΟΣ	$\sigma_{A2}' =$	62,3825	Kn/m ²
ΙΛΥΣ	$\sigma_I' =$	106,855	Kn/m ²

-Τύπος καθίζησης για όλες τις περιπτώσεις θεμελίων που θα εξεταστούν είναι:

$$S = H \frac{Cc}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_0 + \Delta \sigma}{\sigma_0}$$

-Αποστάσεις Z από το μέσον του πάχους της στρώσης που εξετάζουμε ανά στρώμα.

$z_2 = 0,975 + 2,50 =$	3,475 m
$z_1 = 0,975 + 1,95 + 2,50 =$	5,425 m
$z_I = 2,50 + 3,90 + 2,50 + 1,15 =$	10,05 m

1^ο ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α2		z=3,475m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	18X12X2m				
	18		$\alpha=9$ $\beta=6$	$\alpha/\beta=1,5$ $z/\beta=3,475/6 = 0,579167$	$I\sigma=0,228$
Φορτίο=	32400 KN				
P= 32400/216 =	150 Kn/m ²				
$\Delta\sigma= 4*0,228*150=$	136,8 Kn/m ²				

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA2

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S = 1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((62,3825+136,8)/62,3825))$$

$$S= 0,112361987 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α1		z1=5,425m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	18X12X2m				
	18		$\alpha=9$ $\beta=6$	$\alpha/\beta=1,5$ $z/\beta=5,425/6 = 0,904167$	$I\sigma=0,198$
Φορτίο=	32400 KN				
P= 32400/216 =	150 Kn/m ²				
$\Delta\sigma= 4*0,198*150=$	118,8 Kn/m ²				

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA1

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((72,8975+118,8)/72,8975))$$

$$S= 0,093578564 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Ι		z=10,05	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	18X12X2m				
	18		$\alpha=9$ $\beta=6$	$\alpha/\beta=1,5$ $z/\beta=10,05/6 = 1,675$	$I\sigma=0,13$
Φορτίο=	32400 KN				
P= 32400/216 =	150 Kn/m ²	Kn/m ²			
$\Delta\sigma= 4*0,13*150=$	78 Kn/m ²				

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΙΛΥΟΣ SI

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=2,3*(0,2/(1+0,7))*\text{LOG}(((106,855+78)/106,855))$$

$$S= 0,064409837 \text{ m}$$

Συνολικά η καθίζηση της Αργίλου και της Ιλύος είναι

$$S_{\text{ολ}}=S_I+S_{A2}+S_{A1}= 0,270350388 \text{ m}$$

2° ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α2		z2=3,475m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		12x6x2m			
6	12	β	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha=6 \\ \beta=3 \end{array} \right.$	$\alpha/\beta=6/3$ $z/\beta=3,475/3 =$	2
	α			1,158333	Ισ=0,19
Φορτίο= 32400 KN					
P = (32400/72)=		450 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,19*450=		342 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA2

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((62,3825+342)/62,3825))$$

$$S= 0,180899734 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α1		z1=5,425m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		12x6x2m			
6	12	β	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha=6 \\ \beta=3 \end{array} \right.$	$\alpha/\beta=6/3$ $z/\beta=5,425/3 =$	2
	α			1,808333	Ισ=0,15
Φορτίο= 32400 KN					
Δσo = (32400/72)=		450 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,15*450=		270 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA1

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((72,8975+270)/72,8975))$$

$$S= 0,149860661 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Ι		z=10,05	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		12x6x2m			
6	12	β	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha=6 \\ \beta=3 \end{array} \right.$	$\alpha/\beta=6/3=$ $z/\beta=10,05/3 =$	2
	α			3,35	Ισ=0,07
Φορτίο= 32400 KN					
P = (32400/72)=		450 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,07*450=		126 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΙΛΥΟΣ SI

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$


$$S=2,3*(0,2/(1+0,7))*\text{LOG}(((106,855+126)/106,855))$$

$$S= 0,091537489 \text{ m}$$

Συνολικά η καθίζηση της Αργίλου και της Ιλύος είναι

$$S_{\text{ολ}}=S_I+S_{A2}+S_{A1}= 0,422297884 \text{ m}$$

3^ο ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

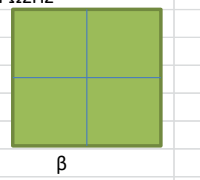
ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α2		z=3,475m
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	3x3x1,5m			
	$\alpha=1,5$ $\beta=1,5$	$\alpha/\beta=1,5/1,5=$	1	$l\sigma=0,07$
		$z/\beta=3,475/1,5=$	2,316667	
Φορτίο=	800 KN			
P = (800/3*3)=	88,888889 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,07*88,888889=	24,888889 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA2

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma0+\Delta\sigma)/\sigma0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((62,3825+24,888889)/62,3825))$$

$$S= 0,032494602 \text{ m}$$

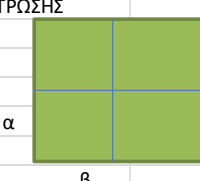
ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α1		z1=5,425m
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	3x3x1,5m			
	$\alpha=1,5$ $\beta=1,5$	$\alpha/\beta=1,5/1,5=$	1	$l\sigma=0,035$
		$z/\beta=5,425/1,5=$	3,616667	
Φορτίο=	800 KN			
P = (800/3*3)=	88,888889 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,035*88,888889=	12,444444 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA1

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma0+\Delta\sigma)/\sigma0\}$$

$$S= 1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((72,8975+12,444444)/72,8975))$$

$$S= 0,015254549 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Ι		z=10,05
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	3x3x1,5m			
	$\alpha=1,5$ $\beta=1,5$	$\alpha/\beta=1,5/1,5=$	1	$l\sigma=0,01$
		$z/\beta=10,05/1,5=$	6,7	
Φορτίο=	800 KN			
P = (800/3*3)=	88,888889 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,01*88,888889=	3,5555556 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΙΛΥΟΣ SI

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma0+\Delta\sigma)/\sigma0\}$$

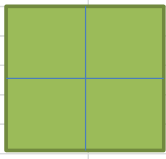
$$S= 2,3*(0,2/(1+0,7))*\text{LOG}(((106,855+3,5555556)/106,855))$$

$$S= 0,003846614 \text{ m}$$

Συνολικά η καθίζηση της Αργίλου και της Ιλύος είναι

$$S_{\text{ολ}}=S_I+S_{A2}+S_{A1}= 0,051595765 \text{ m}$$

4^ο ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

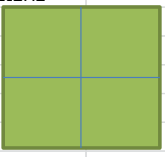
ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α2		z ₂ =3,475m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		1,5x1,5x1,2m			
α		β	α=0,75	α/β=0,75/0,75=	1
			β=0,75	z/β=3,475/0,75 =		4,633333
				Iσ=0,02	
Φορτίο=		800 KN			
P = (800/1,5*1,5)=		355,555556 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,02*355,56=		28,4444444 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA2

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((62,3825+28,4444444)/62,3825))$$

$$S= 0,036359573 \text{ m}$$

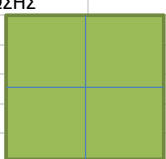
ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Α1		z ₁ =5,425m	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		1,5x1,5x1,2m			
α		β	α=0,75	α/β=0,75/0,75=	1
			β=0,75	z/β=5,425/0,75 =		7,233333
				Iσ=0,009	
Φορτίο=		800 KN			
P = (800/1,5*1,5)=		355,555556 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,009*450=		12,8 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ SA1

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S=1,95*(0,2/(1+0,75))*\text{LOG}(((72,8975+12,8)/72,8975))$$

$$S= 0,015656944 \text{ m}$$

ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ		ΣΤΡΩΜΑ Ι		z=10,05	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ		1,5x1,5x1,2m			
α		β	α=0,75	α/β=0,75/0,75=	1
			β=0,75	z/β=10,05/0,75 =		13,4
				Iσ=0,0005	
Φορτίο=		800 KN			
P = (800/1,5*1,5)=		355,555556 Kn/m ²			
Δσ= 4*0,0005*355,5556=		0,71111111 Kn/m ²			

ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΙΛΥΟΣ SI

$$S=H*(Cc/(1+e0))*\log \{(\sigma_0+\Delta\sigma)/\sigma_0\}$$

$$S= 2,3*(0,2/(1+0,7))*\text{LOG}(((106,855+0,71111111)/106,855))$$

$$S= 0,000779462 \text{ m}$$

Συνολικά η καθίζηση της Αργίλου και της Ιλύος είναι

$$S_{\text{ολ}}=S_I+S_{A2}+S_{A1}= 0,052795978 \text{ m}$$

1.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΔΙΛΟΥ (m)	ΦΟΡΤΙΟ (kN)	ΤΑΣΗ Ρ (kN/m ²)	ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΡΓΙΛΟΥ (m)	ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΙΛΥΟΣ (m)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ (m)
18x12x2	32400	150	0,205940551	0,064409837	0,270350388
12x6x2	32400	450	0,330760395	0,091537489	0,422297884
3x3x1,5	800	88,9	0,047749151	0,003846614	0,051595765
1,5x1,5x1,2	800	355,6	0,052016514	0,000779462	0,052795978

Σε αργιλο-ιλυώδες έδαφος μετά από τεχνική μελέτη και εύρεση των απαραίτητων χαρακτηριστικών του εδάφους πραγματοποιήθηκε προσπάθεια θεμελίωσης του. Στους υπολογισμούς αυτούς, λήφθηκε υπόψη η ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα και έγιναν οι κατάλληλες διορθώσεις της ενεργού τάσης των διαφόρων στρωμάτων, τα οποία αποτυπώθηκαν παραπάνω αναλυτικότερα, σε τομή.

- Για φορτίο ίσο με 32400 kN και κοιτοστρώσεις 18x12x2m και 12x6x2m καθώς οι καθιζήσεις είναι οι παραπάνω και εξαρτώνται από την κατασκευή.
- Για φορτίο ίσο με 800 kN και τετραγωνικά πέδιλα 3x3x1,5 m και 1,5x1,5x1,2m οι καθιζήσεις που προκύπτουν είναι σχετικά μικρές. Παρατηρείται πως στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, παρα την μείωση της περιμέτρου κατα το ήμισυ οι καθιζήσεις που παρουσιάζουν έχουν μικρή διαφορά. Συνεπώς, αφού είναι εξίσου λειτουργικές επιλέγεται η οικονομικότερη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ, Β.ΠΛΑΣΤΗΡΑ
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ, Β.ΠΛΑΣΤΗΡΑ
- ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
«ΑΣΤΕΡΙΟΥ-ΔΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ-ΦΕΓΓΑΡΑΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε.»
- ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ, ΦΥΛΛΟ ΣΟΦΙΚΟΝ, Ι.Γ.Μ.Ε.
- ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ, Σ.Δ. ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ
- ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ. G.BARNES
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ, Μ. Ι. ΚΑΒΒΑΔΑΣ
- <http://eclass.teipir.gr/openeclass>
- <http://www.civil.ntua.gr/~kavvadas/>
- <http://www.legah.metal.ntua.gr/>