

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ.

ΓΙΑΧΟΥ ΟΛΓΑ (Α.Μ. 28436)
ΤΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (Α.Μ. 32581)

ΕΠΙΒΛΕΨΗ: **ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΒΙΟΛΕΤΤΑ**

ΑΙΓΑΛΕΩ
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2009

Περιεχόμενα

ΕΝΝΟΙΕΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 4
ΕΔΑΦΗ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΜΕΓΕΘΗ 4
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ 5
ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ 6

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ 7

ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ 11
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ 14

ΑΜΜΩΔΗ ΕΔΑΦΗ 15
ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥ 18
ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ΑΜΜΟΥ (Θραύση) 18

ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΕΔΑΦΗ 20
ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ 23
ΤΙΜΗ ΟΡΘΗΣ ΤΑΣΗΣ σ 23
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΕΡΟ 24
ΌΡΙΑ ATTERBERG 24
ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ 28
ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ 31

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 33

ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΕΔΑΦΩΝ 35
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ 37

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 38
ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ 38
ΓΕΝΙΚΑ – ΟΡΙΣΜΟΣ 38
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 40
ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ 46
ΑΜΜΟΣ 53
ΑΡΓΙΛΟΣ 94
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ (ΜΕΘΟΔΟΣ TERZAGHI) 135

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 137

Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της διατμητικής αντοχής καθώς και της φέρουσας ικανότητας των εδαφών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της διατμητικής αντοχής καθώς και της φέρουσας ικανότητας των εδαφών.

Ελέγχθηκαν σε **άμεση διάτμηση**, συνεκτικά – αργιλώδη εδάφη καθώς και μη συνεκτικά – αμμώδη εδάφη. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε άμμο η οποία βρισκόταν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής του ΤΕΙ Πειραιά για την πραγματοποίηση αντίστοιχων εργαστηριακών δοκιμών. Το εδαφικό δείγμα αργίλου συλλέχθηκε από εμάς από εκσκαφή που είχε πραγματοποιηθεί στον χώρο του ΤΕΙ Πειραιά για την ανέγερση νέου κτιρίου.

Για κάθε κατηγορία εδάφους ελέγχθηκαν τρία δείγματα διαφορετικής περιεχόμενης υγρασίας αφού πρώτα λάβαμε ποσότητα υλικού προκειμένου να προσδιοριστεί το ακριβές ποσοστό υγρασίας. Μετά την ολοκλήρωση των δοκιμών άμεσης διάτμησης σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα μέσω των οποίων υπολογίστηκε η συνοχή , η γωνία εσωτερικής τριβής καθώς και η διατμητική αντοχή κάθε δείγματος εδάφους. Τέλος έγινε συσχετισμός των δεδομένων που προέκυψαν με τη φέρουσα ικανότητα του εδάφους.

ΕΝΝΟΙΕΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η εδαφομηχανική είναι ο κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με τη δράση των δυνάμεων πάνω στο έδαφος. Δυνάμεις οι οποίες προέρχονται από τεχνικά κατασκευαστικά έργα, θεμελιώσεις, έργα αντιστήριξης, κατασκευή έργων μέσα στο έδαφος αλλά και οδοστρωμάτων, καθώς επίσης και τη σταθεροποίηση και πιθανή βελτίωση των εδαφών.

Χαρακτηριστικό στην Εδαφομηχανική είναι το γεγονός ότι οι δυνάμεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν αστοχίες επιφέροντας διάφορες συνέπειες. Αυτό συμβαίνει λόγω της απεριόριστης ποικιλίας του εδάφους και των μηχανικών του ιδιοτήτων οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από θέση σε θέση, ακόμα και μέσα στο μικρό σχετικά χώρο κατασκευής ενός τεχνικού έργου. Οι ιδιότητες του εδάφους μεταβάλλονται συνέχεια, ανάλογα με την περιεχόμενη υγρασία και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας μας, είναι ο υπολογισμός, η σχέση καθώς και η σύγκριση της διατμητικής αντοχής των συνεκτικών και μη συνεκτικών εδαφών, ανάλογα με την διακύμανση της περιεχόμενης υγρασίας και, κατά συνέπεια, η επίδραση στη φέρουσα ικανότητά τους.

ΕΔΑΦΗ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΜΕΓΕΘΗ

Οι φυσικές ιδιότητες των εδαφών αναφέρονται σε μεγέθη που είναι απαραίτητα τόσο για την αναγνώριση όσο και την ταξινόμησή τους.

Το έδαφος είναι υλικό που αποτελείται από τρεις φάσεις (στερεή, υγρή και αέρια), παρουσιάζει σημαντική ανομοιογένεια και ανισοτροπία, ενώ παράλληλα, οι ιδιότητές του επηρεάζονται και από την προϊστορία του.

Οι μηχανικές ιδιότητες των εδαφών δεν συνδέονται άμεσα με τις φυσικές ιδιότητές τους. Υπάρχουν όμως εμπειρικές σχέσεις και νομογραφήματα, τα οποία επιτρέπουν τον προσεγγιστικό προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων τους από τις φυσικές ιδιότητες.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των φυσικών ιδιοτήτων γίνεται στο εργαστήριο ή επί τόπου.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

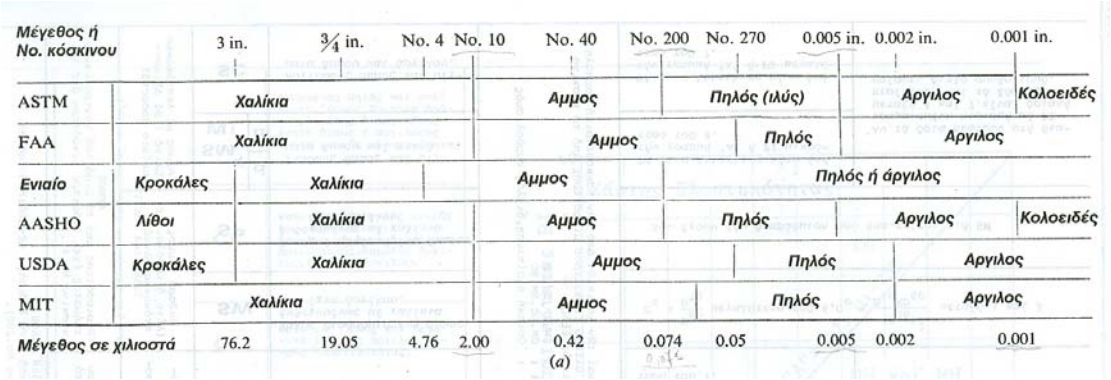
Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας των εδαφών χρησιμοποιείται η ταξινόμηση βάσει των διαστάσεων των κόκκων, που επιτρέπει να οριστούν τα βασικά εδάφη τα οποία χωρίζονται σε:

Α) Χαλίκια (Gravel): Κομμάτια που προέρχονται από βραχώδη πετρώματα και έχουν μέγεθος από 150 mm έως 4 mm. Στα χαλίκια δεν υπάρχουν δυνάμεις συνοχής μεταξύ των στοιχείων του και κατά συνέπεια είναι μη συνεκτικό έδαφος.

Β) Άμμος (Sand): Κομμάτια ορυκτών τα οποία έχουν μέγεθος από 2 mm έως 0,075 mm (75 μm). Η άμμος είναι μη συνεκτικό έδαφος. Όμως, όταν είναι υγρή ή λίγο βρεγμένη οι επιφανειακές τάσεις του νερού της προσδίδουν μία φαινόμενη συνοχή, η οποία όμως εξαφανίζεται όταν το υλικό στεγνώσει ή κορεσθεί τελείως με νερό.

Γ) Ιλύς (Silt): Κομμάτια ορυκτών των οποίων το μέγεθος κυμαίνεται από 0,075 mm (75 μm) μέχρι 0,005 mm (5 μm). Η ιλύς συνήθως παρουσιάζει συνοχή (cohesion), αλλά μπορεί επίσης να παρουσιάσει και φαινόμενη συνοχή.

Δ) Άργιλος (Clay): Το μέγεθος των κόκκων της κυμαίνεται από 0,005 mm (5 μm) έως 0,001 mm (1 μm). Είναι κατ' εξοχήν συνεκτικό υλικό.



ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Τα εδάφη διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους, σε αυτόχθονα, τα οποία σχηματίζονται από αποσύνθεση μητρικού πετρώματος και παραμένουν στην περιοχή όπου σχηματίστηκαν, και στα προσχωσιγενή, τα οποία έχουν μεταφερθεί από τον αέρα (αιολικής διαπλάσεως), το νερό, τους παγετώνες (παγετώδη) ή από δυνάμεις βαρύτητας σε νέα περιοχή.

Σημαντικό στοιχείο αποτελεί και το χρώμα των εδαφών, όχι όμως ως προς την ταξινόμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών τους, αλλά σε περίπτωση που υπάρχει μία στρώση εδάφους γνωστής ποιότητας και χαρακτηριστικού χρώματος αποτελεί πολύτιμο στοιχείο, χωρίς όμως να βασιζόμαστε αποκλειστικά και μόνο σε αυτό.

Σκούρα και μαύρα εδάφη περιέχουν συνήθως πολλά οργανικά συστατικά, τα κόκκινα και ανοιχτά χρώματα αντιστοιχούν σε εδάφη με καλή διαπερατότητα και αερισμό, ενώ το γκρίζο χαρακτηρίζει εδάφη με μικρή διαπερατότητα.

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

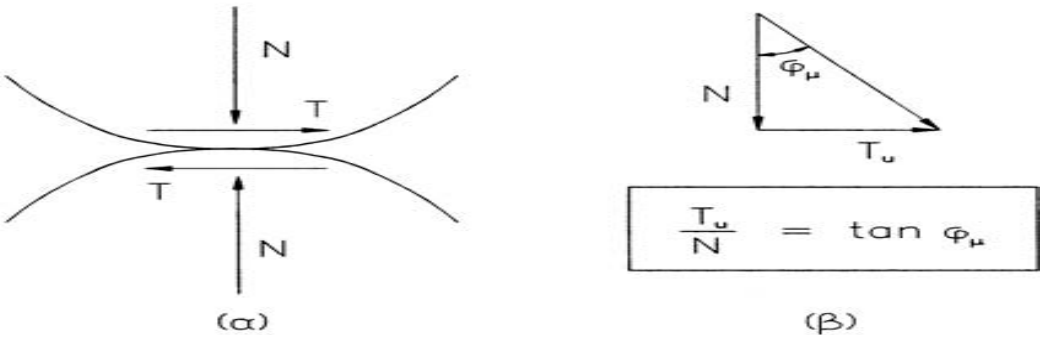
Για κάθε (εδαφικό) υλικό υπάρχουν ορισμένοι συνδυασμοί τάσεων που οδηγούν σε απεριόριστες παραμορφώσεις. Οι συνδυασμοί αυτοί ονομάζονται εντατικές καταστάσεις αστοχίας. Το σύνολο των εντατικών καταστάσεων αστοχίας (δηλαδή το σύνολο των σημείων στον εξαδιάστατο χώρο των τάσεων) σχηματίζει μία "επιφάνεια" που ονομάζεται περιβάλλουσα των καταστάσεων αστοχίας ή, απλά, περιβάλλουσας αστοχίας. Είναι προφανές ότι, εφόσον οι καταστάσεις αστοχίας συνδέονται με την παραμόρφωση του εδάφους, πρέπει να εκφράζονται ως προς τις ενεργές τάσεις. Έτσι, οι εντατικές καταστάσεις αστοχίας εκφράζονται από συνδυασμούς των ενεργών τάσεων.

Ο προσδιορισμός του συνόλου των εντατικών καταστάσεων αστοχίας ενός εδαφικού υλικού είναι πολύ σημαντικός για την ασφάλεια των έργων, επειδή η σύγκριση των εντατικών καταστάσεων που αναπτύσσονται στο έδαφος λόγω των επιβαλλόμενων φορτίων με τις αντίστοιχες καταστάσεις αστοχίας δίνει το βαθμό ασφαλείας του έργου, δηλαδή τα περιθώρια ασφάλειας του έργου σε σχέση με την κατάσταση αστοχίας.

Τα κοκκώδη εδαφικά υλικά αποτελούνται από ασύνδετους ή χαλαρά συνδεδεμένους στερεούς κόκκους που σχηματίζουν τον εδαφικό σκελετό. Τα εξωτερικώς επιβαλλόμενα φορτία αναλαμβάνονται από τον εδαφικό σκελετό με την ανάπτυξη ορθών και διατμητικών δυνάμεων μεταξύ των κόκκων και οδηγούν σε παραμορφώσεις που κυρίως οφείλονται σε ολισθήσεις και κυλίσεις μεταξύ των κόκκων. Είναι προφανές ότι η **τριβή** μεταξύ των κόκκων επηρεάζει σημαντικά την παραμόρφωση των εδαφικών υλικών.

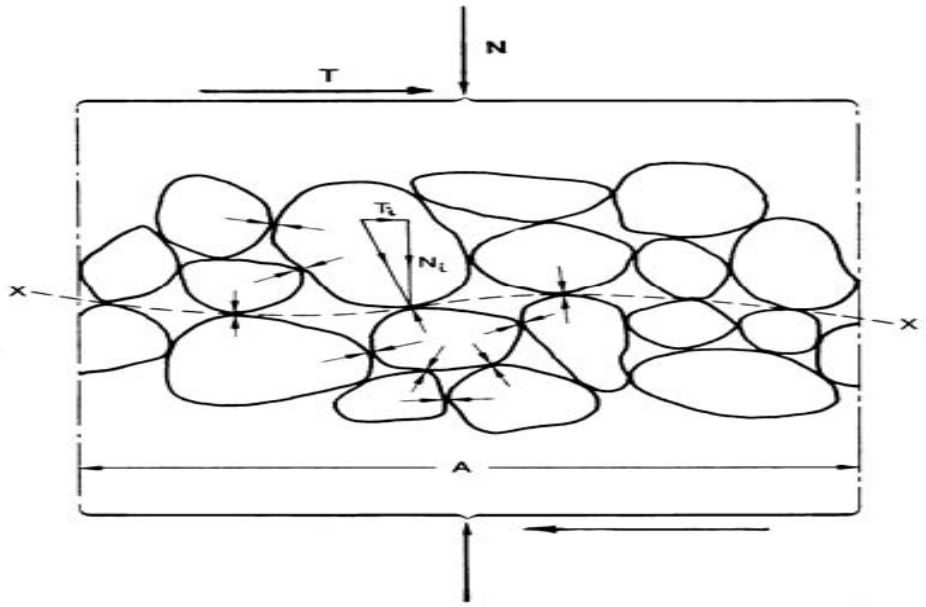
Ένας άλλος παράγοντας που επίσης συντελεί στην παραμόρφωση των εδαφών είναι η **πραγματική συνοχή**, η "συγκόλληση" δηλαδή των κόκκων λόγω ηλεκτροχημικών ή άλλων δυνάμεων. Στα αμμώδη εδαφικά υλικά η τριβή αποτελεί τον κύριο παράγοντα παραμορφώσεων, επειδή η επιρροή της πραγματικής συνοχής είναι αμελητέα, με εξαίρεση τις λεγόμενες "σιμεντωμένες" άμμους.

Το Σχήμα παρουσιάζει την επαφή μεταξύ δυο κόκκων αμμώδους υλικού και τις ορθές (N) και διατμητικές (T) δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των κόκκων.



Ο θεμελιώδης νόμος της μηχανικής τριβής καθορίζει ότι για κάθε τιμή της ορθής δύναμης (N) ορίζεται η διατμητική αντοχή (T_u) της επαφής μεταξύ των κόκκων από τη σχέση: $T_u = N \tan\varphi_\mu$ έτσι ώστε, αν η πραγματική διατμητική δύναμη (T) είναι μικρότερη από τη διατμητική αντοχή (T_u), η επαφή μεταξύ των κόκκων είναι ευσταθής, ενώ, αν $T = T_u$, παρατηρείται ***ολίσθηση*** μεταξύ των κόκκων (υπέρβαση της διατμητικής αντοχής) και αναδιάταξή τους σε μία νέα δομή στην οποία η διατμητική δύναμη είναι μικρότερη από τη διατμητική αντοχή. Ο συντελεστής ($\tan\varphi_\mu$) είναι σταθερά, χαρακτηριστική του υλικού των κόκκων, η οποία εξαρτάται από τον τύπο και την ομαλότητα της επιφάνειας επαφής μεταξύ των κόκκων και η γωνία φ_μ ονομάζεται ***πραγματική γωνία τριβής του υλικού των κόκκων.***

Εάν σε ένα δοκίμιο κοκκώδους εδαφικού υλικού (που αποτελείται από πολλούς κόκκους) επιβληθούν εξωτερικά μία ορθή δύναμη (N) και μία διατμητική δύναμη (T) (όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα), στις επαφές μεταξύ των κόκκων θα αναπτυχθούν ορθές δυνάμεις (N_i) και διατμητικές δυνάμεις (Ti). Το μέγεθος των δυνάμεων Ni και Ti είναι διαφορετικό σε κάθε θέση και ικανοποιεί (προφανώς) τις στερεοστατικές συνθήκες ισορροπίας σε οποιοδήποτε τμήμα του δοκιμίου. Λόγω της ποικιλίας των σχημάτων και μεγεθών των κόκκων του εδαφικού υλικού, στις επαφές μεταξύ των κόκκων αναπτύσσονται ορθές και διατμητικές δυνάμεις ακόμη και στην περίπτωση που εξωτερικά επιβάλλεται μόνο ορθή δύναμη (N).



Βεβαίως, όσο μεγαλύτερη είναι η εξωτερικώς επιβεβλημένη ορθή δύναμη (*N*) τόσο αυξάνει ο μέσος όρος των ορθών δυνάμεων μεταξύ των κόκκων, όπως επίσης όσο μεγαλύτερη είναι η εξωτερικώς επιβεβλημένη διατμητική δύναμη (*T*) τόσο αυξάνει ο μέσος όρος των διατμητικών δυνάμεων μεταξύ των κόκκων. Εάν, λοιπόν, η εξωτερικώς επιβεβλημένη διατμητική δύναμη είναι αρκετά μεγάλη, τότε κάποιες από τις διατμητικές δυνάμεις μεταξύ των κόκκων θα υπερβούν τη διατμητική αντοχή της επαφής μεταξύ των κόκκων. Κατά συνέπεια, το ποσοστό των επαφών μεταξύ των κόκκων στις οποίες η διατμητική δύναμη υπερβαίνει τη διατμητική αντοχή της επαφής αυξάνει όσο αυξάνει ο λόγος T/N .

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, ακόμη και στην περίπτωση της ισότροπης συμπίεσης (οπότε $T = 0$), σε κάποιο (μικρό) ποσοστό επαφών κόκκων συμβαίνει υπέρβαση της διατμητικής αντοχής του υλικού και, συνεπώς, ολισθήσεις. Οι ολισθήσεις αυτές, αν και διατμητικές σε μικροσκοπική κλίμακα, μακροσκοπικά (δηλαδή στη διάσταση του δοκιμίου) εμφανίζονται με τη μορφή ισότροπης συμπίεσης του εδαφικού υλικού. Με την αύξηση του λόγου T/N, το ποσοστό των επαφών των κόκκων που ολισθαίνουν αυξάνει και η παραμόρφωση του εδάφους μακροσκοπικά παρουσιάζει μία ισότροπη συνιστώσα (συμπίεση) και μία διατμητική συνιστώσα (στρέβλωση), η συμμετοχή της οποίας διαρκώς αυξάνεται. Τελικά, για κάποιο ποσοστό των επαφών μεταξύ των κόκκων, ώστε η μακροσκοπική παραμόρφωση του υλικού να εμφανίζεται σαν μια γενικευμένη ολίσθηση

(απεριόριστη διατμητική παραμόρφωση). Στην κατάσταση αυτή το δοκίμιο δεν μπορεί να αναλάβει μεγαλύτερη διατμητική δύναμη, έχει δηλαδή ***αστοχήσει μακροσκοπικά***. Η εξωτερικώς επιβεβλημένη διατμητική δύναμη (*Tu*) στην κατάσταση αστοχίας ονομάζεται ***διατμητική αντοχή του υλικού*** και εξαρτάται από την ορθή δύναμη (*N*).

ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Κατά την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου, πρέπει να κατασκευαστούν θεμέλια τέτοια ώστε, τα φορτία της κατασκευής να μεταφερθούν με ασφάλεια στο υπόστρωμα του εδάφους χωρίς να έχουμε αστοχία λόγω διατμητικής θραύσης, αλλά και χωρίς να προκληθούν καθιζήσεις του εδάφους κάτω από τα φορτία που επιβάλαμε.

Έτσι λοιπόν, ***φέρουσα ικανότητα q***, ονομάζεται το φορτίο, ανά μονάδα επιφανείας εδάφους, που θα προκαλέσει θραύση του εδάφους θεμελίωσης.

Επιτρεπόμενη τάση q_s, ονομάζεται το μέγιστο φορτίο, ανά μονάδα επιφανείας εδάφους, που εφαρμόζεται μέσω των πεδίλων θεμελίωσης, χωρίς να προκληθούν απαράδεκτες παραμορφώσεις, ρηγματώσεις ή ακόμα και θραύση του κτίσματος.

Αντίστοιχα, ***ωφέλιμο φορτίο***, ονομάζεται το ολικό φορτίο που μπορεί να μεταφέρει το σύνολο της θεμελίωσης, χωρίς να προκληθούν καθιζήσεις.

Σύμφωνα με τον TERZAGHI, επιφανειακή θεμελίωση, εννοούμε εκείνη τη θεμελίωση, της οποίας το βάθος, μέχρι την επιφάνεια έδρασης, είναι ίσο ή μικρότερο της ελάχιστης διάστασης του πεδίλου.

Δηλαδή ισχύει: $D_f \leq B$

Όπου D_f = το βάθος θεμελίωσης
και B = η μικρότερη διάσταση του πεδίλου.

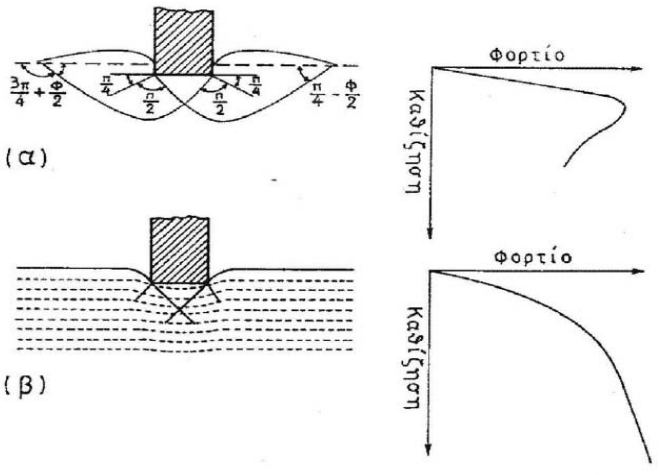
Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις :

. •**Γενική** θραύση (Σχήμα α): Απότομη θραύση του εδάφους θεμελίωσης, λόγω φόρτισης μεγαλύτερης της διατμητικής αντοχής του.

. •Συνοδεύεται από απότομη βύθιση και στροφή του θεμελίου καθώς και από διόγκωση των επιφανειακών στρωμάτων (πυκνή άμμος , συμπαγής άργιλος).

. •**Τοπική** θραύση (Σχήμα β): Συνεχής βύθιση του θεμελίου και συμπύκνωση του εδάφους στην περιοχή κάτω από το θεμέλιο.

•Δεν παρατηρείται διόγκωση στα γύρω εδάφη (χαλαρά -συμπιεστά εδάφη).



Σύμφωνα με κάποιες παραδοχές και κατόπιν διαφόρων υπολογισμών, ο TERZAGHI κατάληξε στις παρακάτω εξισώσεις:

. • **Γενική** θραύση:

.

. • Επίμηκες θεμέλιο: q = cNc + γDfNq + 0.5 γBNγ

ή q = cNc + qNq + 0.5 γBNγ

.

. • Τετράγωνο θεμέλιο: q=1.3cNc+γDfNq+0.4γBNγ

ή q=1.3cNc+qNq+0.4γBNγ

. • Κυκλικό θεμέλιο: q=1.3cNc+γDfNq+0.3γBNγ

ή q=1.3cNc+qNq+0.3γBNγ

όπου
q: η φέρουσα ικανότητα του εδάφους
c: η συνοχή του εδάφους
φ: η γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους
q:= γ*Df
B: η ελάχιστη πλευρική διάσταση του πεδίλου (ισχύει και για διάμετρο κυκλικού πεδίλου)
γ: το φαινόμενο βάρος του εδάφους
Nc: ο συντελεστής φέρουσας ικανότητας

$$Nc = \cos\phi \left[\frac{\alpha^2}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} - 1,0 \right]$$

$$Nq = \frac{\alpha^2}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N\gamma = \frac{\tan\phi}{2}\left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1,0 \right)$$

$$\alpha = e^{(\pi\ 3/4 - \phi/2)\tan\phi}$$

. • **Τοπική** θραύση:

.

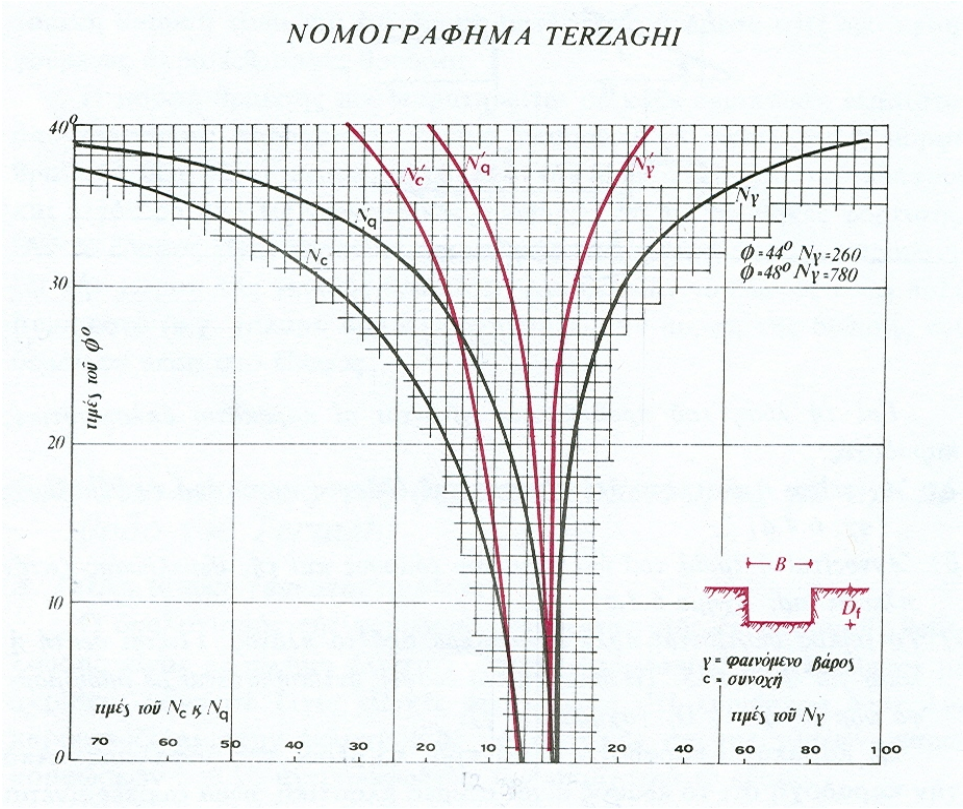
. • αντί c τίθεται: c'= (2/3)c

. • αντί του tanφ τίθεται: tanφ'= (2/3)tanφ

. • αντί των Nc , Nq , Nγ τίθενται: Nc' , Nq' , Nγ '

Στον πίνακα παρακάτω, δίνονται οι συντελεστές φέρουσας ικανότητας για συνθήκες γενικής διατμητικής θραύσης Nc, Nq, Nγ και τοπικής διατμητικής θραύσης Nc', Nq', Nγ'.

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5.7	1.0	0.0	5.7	1.0	0.0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8.0	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19.0	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9.0
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.5	415.1	1,153.2	81.3	65.6	87.1



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

. • **<u>Θεμελίωση</u>** εντός του υδροφόρου **στρώματος**:

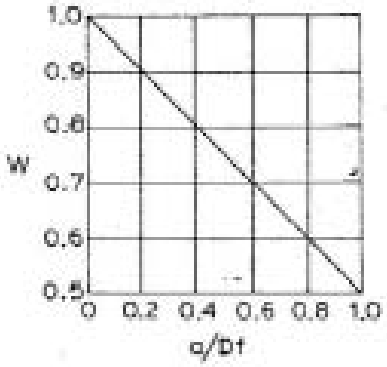
. • Επίμηκες θεμέλιο: $q=cN_c+\gamma D_f N_q W+0.5\gamma' N_\gamma$

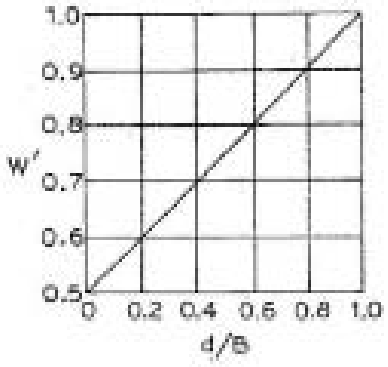
. • **<u>Θεμελίωση</u>** επάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα:

. • Επίμηκες θεμέλιο: $q=cN_c+\gamma D_f N_q+0.5\gamma N_\gamma W'$

. • **<u>Ροή</u>** υπόγειου νερού με υδραυλική κλίση i:

. • Φαινόμενο βάρους εδάφους: $\gamma'=(\gamma-\gamma_w)-i\gamma_w$





ΑΜΜΩΔΗ ΕΔΑΦΗ

Τα αμμώδη εδάφη είναι τα εδάφη εκείνα τα οποία αποτελούνται από κόκκους των οποίων οι διάμετροι κυμαίνονται από 2 mm έως 0,02 mm σύμφωνα με τη γαλλική ταξινόμηση. Παρόλο που το κατώτερο όριο ποικίλει, ανάλογα με την ταξινόμηση στην οποία αναφερόμαστε, μπορούμε να πούμε ότι είναι λίγο αυθαίρετος ο ορισμός αυτός, καθώς υπάρχει μικρή διαφορά στον διαχωρισμό μεταξύ άμμου και ιλύος, διότι τα όρια μεταξύ τους δεν είναι τελείως καθορισμένα ούτε ξεκαθαρισμένα.

Αν οι κόκκοι ήταν σφαιρικοί, τότε θα υπήρχε μεγάλη σαφήνεια στον ορισμό της διάστασης των κόκκων και θα ορίζονταν σύμφωνα με τη διάμετρό τους. Επειδή όμως αυτό δεν συμβαίνει, καθώς υπάρχουν ανωμαλίες στη διάμετρό τους, τότε πρέπει να οριστεί μία ονομαστική διάμετρος που να χαρακτηρίζει τον εκάστοτε κόκκο και κατά συνέπεια το είδος του εδάφους στο οποίο αναφερόμαστε.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον λόγο του μήκους L, προς το πλάτος W του κόκκου. (L/W).

Για συνηθισμένες άμμους οι οποίες αποτελούνται συνήθως από χαλαζία, ο λόγος αυτός είναι L/W=1,40

Από πρακτικής απόψεως, αυτό προσδιορίζεται από τη χρήση κοσκίνων τα οποία έχουν άνοιγμα συγκεκριμένης διαμέτρου d, μέσα από τα οποία διαπερνά το συγκεκριμένο υλικό.

Οι κόκκοι της ξηρής άμμου εμφανίζονται σαν ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλον. Δεν συνδέονται μεταξύ τους με καμία επιφανειακή συνοχή, οπότε λέμε ότι δεν έχουν καμία συνοχή. Οι μόνες δυνάμεις που δημιουργούνται μεταξύ των κόκκων είναι οι δυνάμεις τριβής και οι δυνάμεις που οφείλονται στην αλληλοσύνδεσή τους.

Οι μοναδικές περιπτώσεις που μπορεί να εμφανιστεί μία μικρή συνοχή οφείλεται στη χημική αλλοίωση της επιφάνειας των κόκκων, που προκαλεί συγκόλληση με δυνάμεις έλξεως, και στις δυνάμεις της τριχοειδούς ανύψωσης.

Έτσι λοιπόν, τα εδάφη που δεν παρουσιάζουν δυνάμεις συνοχής, ονομάζονται ψαθυρά και επομένως το πιο χαρακτηριστικό ψαθυρό έδαφος είναι η άμμος καθώς και τα χαλίκια αλλά και ένα μέρος από την χονδρή ίλυ.

Αυτά λοιπόν τα εδάφη ονομάζονται χονδρόκοκκα, σε αντίθεση με τα λεπτόκοκκα όπου κατατάσσονται οι άργιλοι.

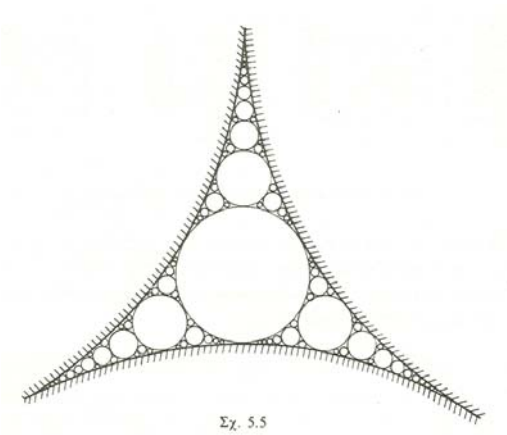
Επομένως, στα αμμώδη εδάφη συμπεραίνουμε ότι η μηχανική τους συμπεριφορά δεν εξαρτάται από την παρουσία νερού μέσα στο έδαφος καθώς δεν έχουμε την εμφάνιση επιφανειακών δυνάμεων κάθετες ως προς την επιφάνεια των κόκκων, αλλά μόνο δυνάμεις τριβής. Επιτυγχάνεται καλή μελέτη των ιδιοτήτων τους στο ξηρό και στο τελείως βυθισμένο έδαφος, πράγμα που απλοποιεί αρκετά την έρευνα και τους υπολογισμούς. Επίσης, τα αμμώδη εδάφη δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού – μέγιστη ποσότητα νερού είναι περίπου 40% – σε αντίθεση με τα αργιλικά.

Προκύπτει λοιπόν ότι γενικά το αμμώδες έδαφος εμφανίζεται σαν ένα υλικό που αποτελείται από δύο φάσεις, τη στερεή μορφή όπου εννοούμε τους κόκκους, και την αέρια φάση όπου έχουμε τα κενά που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων, τα οποία αποτελούν τους πόρους.

Ο δείκτης πόρων χαρακτηρίζει το ποσοστό επί τοις εκατό των κενών ενός εδάφους και ισούται με τον λόγο του όγκου των κενών Vv, προς τον όγκο της στερεάς φάσης Vs. Ισχύει δηλαδή:

$$e = \frac{Vv}{Vs} 100$$

Στην περίπτωση που έχουμε ανομοιόμορφους κόκκους, τότε τα κενά που δημιουργούνται από τους μεγαλύτερους σε μέγεθος κόκκους, γεμίζουν από τους μικρότερους σε μέγεθος.



Σχ. 5.5

Με αυτόν τον τρόπο, ο δείκτης πόρων παίρνει μικρότερες τιμές, οπότε προκύπτει άμμος καλύτερης κοκκομετρικής σύνθεσης.

Στην αντίθετη περίπτωση, ομοιόμορφοι και σφαιρικοί κόκκοι με λεία επιφάνεια μετακινούνται δυσκολότερα, με αποτέλεσμα να μην γεμίζουν τα κενά που δημιουργούνται.

Επειδή τα δύο αυτά φαινόμενα είναι αντίθετα μεταξύ τους, γι' αυτό και οι ακραίες τιμές του δείκτη πόρων δεν έχουν μεγάλη απόκλιση, οπότε δεχόμαστε κατά μέσο όρο e_{max}=100 και e_{min}=30.

Η τιμή του δείκτη πόρων χαρακτηρίζει τη δυνατότητα που έχει ένα έδαφος να παραμορφωθεί. Όσο περισσότερα είναι τα κενά μεταξύ των κόκκων τόσο αυξάνει η πιθανότητα να μετατοπιστούν. Ενώ, όσο η τιμή του δείκτη πόρων κυμαίνεται σε χαμηλές τιμές, τόσο η μετατόπιση των κόκκων είναι δυσκολότερη.

Επίσης η ικανότητα παραμόρφωσης της άμμου μπορεί να χαρακτηριστεί από το δείκτη Dr της σχετικής πυκνότητας:

$$Dr = \frac{e_{max} - e}{e - e_{min}} x100$$

Ανάλογα με την τιμή του δείκτη Dr, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το βαθμό της άμμου, δηλαδή την κατάσταση του εδάφους.

Έχουμε: Dr	κατάσταση εδάφους
0-15	Πολύ χαλαρό
15-35	Χαλαρό
35-65	Μέσης πυκνότητας
65-85	Πυκνό
85-100	Πολύ πυκνό

Στην περίπτωση που έχουμε ένα ξηρό έδαφος, τότε το βάρος του εδάφους είναι ίσο με το βάρος των κόκκων.

Οπότε ισχύει: $$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e}$$

Όπου γd = φαινόμενο ξηρό βάρος και

γs = φαινόμενο βάρος της συμπαγούς ύλης των κόκκων

Και για μέση τιμή του γs = 2,7 t/m^3 προκύπτει ότι 1,4 ≥ γd ≥ 2 t/m^3

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥ

Γενικά, οι παραμορφώσεις του εδάφους οφείλονται αποκλειστικά στη μεταβολή του δείκτη πόρων. Όσο εξελίσσεται μία παραμόρφωση, τόσο μειώνεται ο δείκτης πόρων, καθώς γίνεται η πλήρωση των κενών, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η μετακίνηση των κόκκων και να δυσχεραίνεται η περαιτέρω μετατόπιση της άμμου.
Στην περίπτωση όμως υψηλών τιμών τάσεων, τότε έχουμε θραύση των κόκκων της άμμου.

Οπότε, για συνηθισμένα φορτία, δηλαδή για φορτία όπου δεν έχουμε θραύση των κόκκων, παρατηρούμε μικρές παραμορφώσεις, ενώ σε υψηλότερες τάσεις έχουμε μεγάλες παραμορφώσεις. Έτσι λοιπόν, προκύπτει ότι η άμμος δεν παρουσιάζει ελαστική συμπεριφορά. Μπορεί μετά από την αποφόρτιση της πρώτης φόρτισης να επανεμφανίζεται η αρχική πυκνότητα, αλλά εξακολουθεί να μην παρουσιάζει γραμμική παραμόρφωση σε συνάρτηση με τη φόρτιση.

ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ΑΜΜΟΥ (Θραύση)

Όταν κατά την άσκηση ενός εξωτερικού φορτίου, παρατηρείται σημαντική μετατόπιση των κόκκων, τότε λέμε ότι έχουμε θραύση της άμμου. Οι μόνες δυνάμεις που μπορεί να εμποδίσουν αυτή τη μετατόπιση είναι οι δυνάμεις τριβής. Η θραύση επέρχεται όταν η κλίση της τάσεως που ενεργεί στο επίπεδο επαφής, με την κάθετο στο επίπεδο, σχηματίζει μία μεγαλύτερη γωνία φ, από αυτή που αποτελεί τη γωνία τριβής του εδάφους.

Αυτό εκφράζεται μέσα από τη σχέση COULOMB η οποία είναι:

$\tau \leq \sigma \tan\varphi$

όπου τ είναι η μέγιστη τιμή της διατμητικής τάσης και όχι η διατμητική τάση.

Επομένως μπορούμε να πούμε ότι εφόσον η γωνία τριβής φ επηρεάζεται από τη δυσκολία της σχετικής μετακίνησης των κόκκων, η τιμή της υποχρεωτικά είναι συνάρτηση του δείκτη πόρων. Άρα, όσο πιο χαλαρή είναι η άμμος, τόσο πιο μικρή είναι η τιμή της γωνίας τριβής φ και κατά συνέπεια όσο πυκνότερη είναι η άμμος, τόσο μεγαλύτερη είναι η γωνία τριβής φ.

Η παρουσία του νερού σε ηρεμία, δεν επηρεάζει αισθητά τη μηχανική συμπεριφορά της άμμου. Οι τιμές φ και Ε παραμένουν περίπου οι ίδιες, σε αντίθεση με την περίπτωση που έχουμε υπόγειες ροές όπου εκεί παρατηρείται μεταβολή της μηχανικής συμπεριφοράς και ιδιοτήτων της άμμου, διότι η ταχύτητα του νερού μπορεί να παρασύρει τους κόκκους της άμμου και να προκαλέσει τη διάβρωση του εδάφους καθώς καταργούνται οι δυνάμεις τριβής, οπότε και της αντοχής, προκαλώντας έτσι τη ρευστοποίηση, φαινόμενο που μπορεί να εμφανισθεί και στη περίπτωση σεισμού.

ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΕΔΑΦΗ

Τα αργιλικά εδάφη είναι τα εδάφη τα οποία αποτελούνται από κόκκους μικρότερους από 2 μ (μικρά) δηλαδή 0,002 mm. Πρόκειται δηλαδή για το πιο λεπτόκοκκο έδαφος.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες επίδρασης της αργίλου είναι:

Α) Η περιεκτικότητα σε νερό

Β) Η χημική σύνθεση των κόκκων

Γ) Η υφή του εδάφους

Δ) Η προϊστορία του εδάφους

Δευτερεύοντες παράγοντες είναι η θερμοκρασία και η ταχύτητα αυξήσεως των τάσεων και των παραμορφώσεων.

Η αντοχή της αργίλου περιγράφεται από τη σχέση του που είχαμε δει και στην άμμο.

$\tau = \sigma \tan\varphi + c$

όπου τ: η οριακή διατμητική τάση θραύσεως

σ: η ορθή τάση στο επίπεδο θραύσεως

φ: η γωνία τριβής και

c: η συνοχή

Επομένως, η αντοχή της αργίλου εξαρτάται από την αντοχή στη διάτμηση, όπως ακριβώς συμβαίνει και στην άμμο.

Η παραπάνω σχέση δεν επιτρέπει τον υπολογισμό της τάσης *τ* όταν είναι γνωστή η τάση *σ*, αλλά σημαίνει ότι για μια ορισμένη τιμή του *σ*, το *τ* δεν πρέπει να ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή, διότι πέρα από αυτή, θα έχουμε θραύση.

Θα μπορούσαμε λοιπόν να γράψουμε την σχέση αυτή με μορφή ανισότητας όπως είχαμε και στην άμμο:

$\tau \leq \sigma \tan\varphi + c$

Ο παραπάνω τύπος είναι μία απλή παρουσίαση του κριτηρίου θραύσεως, το οποίο καταλήγει σε μία γραμμική σχέση, η οποία όμως αν εφαρμοστεί σε λεπτομερείς αναλύσεις διαπιστώνεται ότι είναι αρκετά πολύπλοκη έως και ανεφάρμοστη.

Στον παραπάνω τύπο παρατηρήσαμε την εμφάνιση του *c*, σε σχέση με τον αντίστοιχο τύπο της άμμου, όπου εκφράζει την συνοχή της αργίλου. Η συνοχή λοιπόν οφείλεται στις ελκτικές δυνάμεις που δημιουργούνται από τους ηλεκτρισμένους κόκκους του εδάφους. Είναι δηλαδή το αποτέλεσμα της τριβής των κόκκων υπό την ενέργεια των ορθών τάσεων. Και επειδή οι δυνάμεις αυτές έχουν πρακτική σημασία μόνο για τους πολύ μικρούς κόκκους, γι' αυτό και έχουμε την εμφάνιση του μεγέθους αυτού, μόνο στην άργιλο.

Οι δυνάμεις αυτές αντιστοιχούν σε μια μέση τάση σ_n η οποία είναι κάθετη στην επιφάνεια ολίσθησης και εξαρτάται από τη σύσταση των κόκκων, τη μορφή και τον αριθμό των σημείων επαφής των κόκκων. Σε περίπτωση που έχουμε μια προσυμπίεση και κατά συνέπεια μείωση του δείκτη πόρων άρα και αύξηση των σημείων τομής των κόκκων, τότε δημιουργείται μια νέα εντατική κατάσταση, και επομένως μια πρόσθετη ορθή τάση σ_p . Άρα ο τύπος της συνοχής δίνεται από τη σχέση:

$c = (\sigma_n + \sigma_p) \tan\varphi$

αλλά για πρακτικούς λόγους χρησιμοποιείται το μέγεθος *c*.

Η συνοχή *c* μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται η περιεκτικότητα σε νερό, καθώς μια άργιλος τελείως ξηρή συμπεριφέρεται σαν στερεό σώμα, ενώ μια άργιλος με μεγάλη ποσότητα νερού έχει συμπεριφορά υγρού. Μεταξύ των δύο αυτών ακραίων καταστάσεων, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια και γι' αυτό το λόγο έχουμε μεγάλες μεταβολές της συνοχής *c*.

Σημαντικό ρόλο παίζει και ο βαθμός κορεσμού της αργίλου. Λόγω της δυσκολίας που υπάρχει στη μελέτη των ακόρεστων εδαφών, στα οποία συνυπάρχουν και οι τρεις φάσεις, στερεή, υγρή, και αέρια, αλλά και επειδή η

άργιλος στο έδαφος είναι συνήθως κορεσμένη, η ανάλυση των φαινομένων της αντοχής περιορίζεται στις κορεσμένους αργίλους.

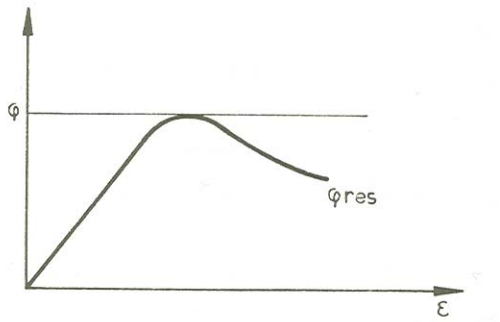
Ένας δεύτερος λόγος μεταβολής της συνοχής είναι όταν γίνεται μάλαξη του υλικού ή ακόμα και μια απλή δόνηση καθώς επίσης και η μεταφορά ενός δοκιμίου, μπορεί να επηρεάσουν και να μεταβάλλουν τη δομή, έχοντας ως αντίκτυπο την επίδραση στη συνοχή.
Έτσι λοιπόν εμφανίζεται το φαινόμενο της ευαισθησίας της αργίλου, η οποία χαρακτηρίζεται, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα τιμών του TERZAGHI:

Ευαισθησία	Χαρακτηρισμός
<2	Χωρίς ευαισθησία
2-4	Μικρή ευαισθησία
4-8	Ευαίσθητη
8-16	Πολύ ευαίσθητη
16-64	Ρέουσα
64>	Πολύ μεγάλης ρευστότητας

Επειδή είναι αδύνατο να υπάρξει τελείως αδιατάρακτο δοκίμιο, η ευαισθησία είναι πάντα μεγαλύτερη από αυτή που προσδιορίζεται εργαστηριακά. Για αυτόν το λόγο, η συνοχή είναι αδύνατο να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια. Για εργαστηριακές δοκιμές δίνεται η ελάχιστη τιμή του c. Για τις επιτόπου δοκιμές δίνονται τιμές μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής. Καθώς τα περιθώρια μέσα στα οποία κυμαίνεται η συνοχή δεν είναι πολύ μεγάλα, ενδεικτικά μπορούμε να πούμε ότι μια μέση τιμή είναι c = 2 t/m^3.

ΓΩΝΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

Όπως στην άμμο, έτσι και στην άργιλο, υπάρχει εκτός από την γωνία μέγιστης αντοχής φ, και μια γωνία φ_{res}, η οποία αντιστοιχεί στη φάση των μεγάλων παραμορφώσεων και ισχύει $\varphi < \varphi_{res}$. Οι γωνίες είναι σχετικά σταθερές και περίπου 20 - 25º. Η μεταβολή τους σε σχέση με το δείκτη πλαστικότητας φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



ΤΙΜΗ ΟΡΘΗΣ ΤΑΣΗΣ σ

Ιδιαίτερη σημασία για τον υπολογισμό της αντοχής έχει η ορθή τάση σ που οφείλεται στις εξωτερικές φορτίσεις.

Παρόλο που για την ξηρή άμμο, ο προσδιορισμός του σ είναι ένα απλό πρόβλημα στατικής, αφού η τιμή του αντιστοιχεί ακριβώς στα εξωτερικά φορτία, αντίθετα στην άργιλο έχουμε ένα εντελώς διαφορετικό πρόβλημα εξαιτίας της μεταβολής της πίεσης του ύδατος πόρων το οποίο εμφανίζεται όταν το έδαφος φορτισθεί.

Έτσι λοιπόν, η ενεργός τάση σ΄ που μεταφέρεται στο στερεό σκελετό που αποτελούν οι κόκκοι, σύμφωνα με την κλασσική ανάλυση του TERZAGHI, είναι:

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

όπου σ, είναι η ολική τάση που οφείλεται σε μια ορισμένη φόρτιση και
u, είναι η πίεση του ύδατος πόρων που δημιουργεί η φόρτιση αυτή.

Με αυτόν τον τρόπο, χάνεται ένα μέρος της αντοχής τριβής όταν δημιουργείται υπερπίεση στους πόρους, το οποίο είναι ίσο με

u tanφ.

Επειδή όμως η τιμή της πιέσεως u δεν μένει σταθερή από σημείο σε σημείο, είναι γενικότερα δύσκολος ο προσδιορισμός της και μπορεί να μετρηθεί πειραματικά, να υπολογισθεί με διάφορες θεωρητικές μεθόδους ή ακόμα να εκτιμηθεί με εμπειρικές σχέσεις που βασίζονται στη μεταβολή του όγκου των δοκιμίων. Σε οποιαδήποτε λοιπόν περίπτωση, η εκτίμηση του u, το οποίο μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο, λόγω της στερεοποίησης, είναι πολύ δύσκολη έως αδύνατη.

Γι' αυτό τον λόγο γίνεται η παραδοχή ότι

φ = 0

οπότε η αντοχή στη διάτμηση γράφεται απλουστευμένα

τ = c

χωρίς να γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στον προσδιορισμό του u.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΕΡΟ

ΌΡΙΑ ATTERBERG

Σε όλα τα λεπτόκοκκα εδάφη και κατά συνέπεια και στην άργιλο που εξετάζουμε, η επίδραση του νερού επηρεάζει σημαντικά τη μηχανική συμπεριφορά τους. Ανάλογα με την περιεκτικότητα % σε νερό, αλλάζει η κατάσταση του εδάφους και γίνεται στερεό, ημιστερεό, πλαστικό ή ρευστό.

Η πιο χαρακτηριστική μορφή, στην οποία βρίσκονται τα περισσότερα λεπτόκοκκα εδάφη, είναι η πλαστική κατάσταση όπου το έδαφος μπορεί να υποστεί συνεχή παραμόρφωση υπό σταθερό φορτίο και να μην επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση κατά την αφαίρεση του φορτίου.

Αντίθετα, στη στερεή μορφή, το υλικό συμπεριφέρεται σαν ελαστικό, ενώ στη ρευστή μορφή, δεν μπορεί να δεχθεί κανένα φορτίο.

Οι περιεκτικότητες σε νερό που αντιστοιχούν στα όρια μεταξύ των διαφόρων καταστάσεων, ονομάζονται όρια ATTERBERG και ορίζονται από τον παρακάτω πίνακα:

Κατάσταση του εδάφους	Περιεκτικότητα σε νερό
Ρευστή Πλαστική Ημιστερεή Στερεή	W_L = όριο υδαρότητας W_P = όριο πλαστικότητας W_S = όριο συρρικνώσεως

Έχουμε $W_L > W_P > W_S$

Ο δείκτης πλαστικότητας είναι:

$IP = W_L - W_P$

Η τιμή της περιεκτικότητας σε νερό w κυμαίνεται μεταξύ W_P και W_L για τα περισσότερα εδάφη.

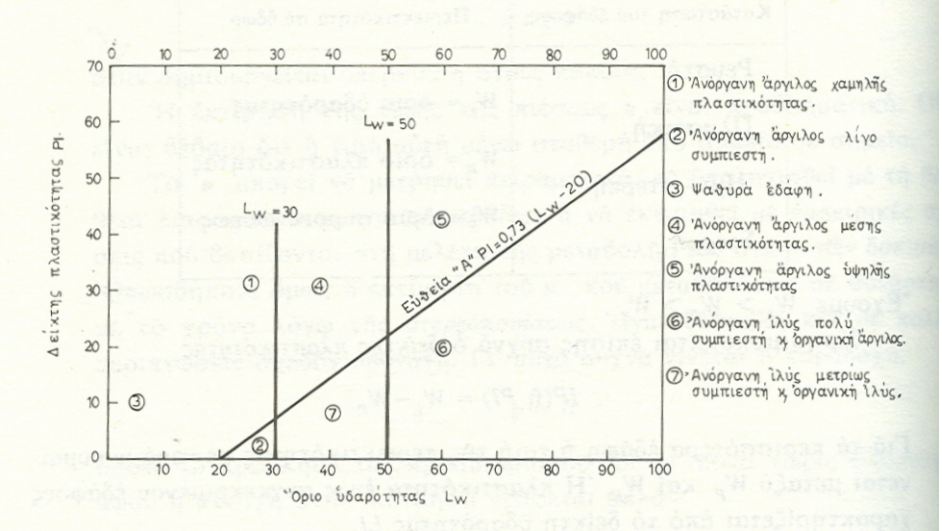
Η πλαστικότητα ενός συγκεκριμένου εδάφους χαρακτηρίζεται από το δείκτη υδαρότητας LI και δίνεται από τον τύπο:

$$LI = \frac{w - W_P}{W_L - W_P}$$

Το όριο συρρικνώσεως δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον σε σχέση με τα άλλα δύο όρια, τα οποία χρησιμοποιούμε περισσότερο, κυρίως για τον χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των λεπτόκοκκων εδαφών, αφού υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των W_P και W_L , με τα οποία μπορούμε να προσεγγίσουμε τα χαρακτηριστικά της πλαστικότητας ενός εδάφους, σύμφωνα και με το παρακάτω διάγραμμα.

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Δείκτης πλαστικότητας IP	0,5	5 – 15	15 – 40	>40
Βαθμός πλαστικότητας του εδάφους	Όχι πλαστικό	Λίγο πλαστικό	Πλαστικό	Πολύ πλαστικό



Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του IP, τόσο πιο ανεπαρκής είναι η συμπεριφορά του εδάφους. Για IP < 5, η άργιλος σε συνθήκες ξηρασίας ρηγματώνεται εύκολα και χάνει την αντοχή της όταν επενεργούν πάνω της φορτία.

Για τον χαρακτηρισμό του δείκτη πλαστικότητας είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των δύο ορίων ATTERBERG, W_P και W_L, τα οποία προσδιορίζονται με απλό τρόπο.

Το όριο υδαρότητας W_L προσδιορίζεται μετρώντας τον αριθμό των κτύπων που χρειάζεται για να κλείσει μια εγκοπή σε μια συγκεκριμένη ημισφαιρική κάψα. Η διαδικασία αυτή είναι μια δοκιμή αντοχής σε διάτμηση.

Το όριο πλαστικότητας W_P βασίζεται στον έλεγχο αντοχής ενός κυλίνδρου διαμέτρου 1/8 in.

Αυτά τα δύο όρια επιτρέπουν μία καλή απεικόνιση της συμπεριφοράς των λεπτόκοκκων εδαφών, γιατί εξαρτώνται από τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή και τη διαπερατότητα (μορφή των κόκκων, μέγεθος και βαθμός ομοιομορφίας)

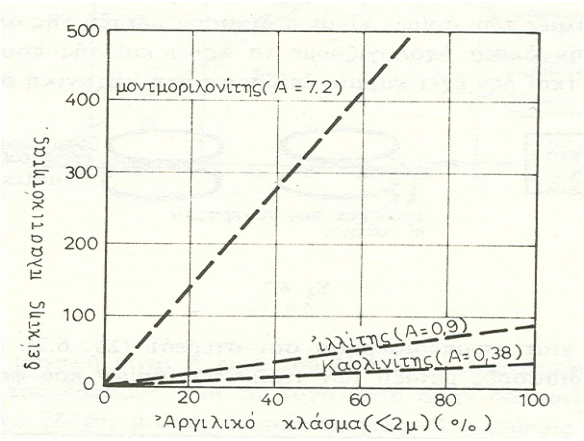
Τα όρια του ATTERBERG εξαρτώνται από τα λεπτότερα συστατικά του εδάφους δηλαδή τα αργιλικά (αυτά που είναι μικρότερα από 2 μ), των οποίων η συμπεριφορά εξαρτάται από τη χημική σύσταση των κόκκων.

Το νερό που επηρεάζει την πλαστικότητα και συνεπώς τις τιμές των ορίων, είναι η διαφορά μεταξύ της ολικής ποσότητας, για την οποία υπολογίζουμε τα όρια, και της ποσότητας που απορροφάται η οποία δεν έχει καμία επίδραση στη μηχανική συμπεριφορά του εδάφους γιατί συμπεριφέρεται σαν στερεό.

Αυτός είναι και ο λόγος όπου προκύπτουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των τιμών των ορίων σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Συστατικά της αργίλου	W_L	W_P
Μοντμοριλονίτης	100 – 900	50 – 100
Ιλλίτης	60 – 120	35 – 60
Καολινίτης	30 – 110	25 – 40
Χλωρίτης	44 – 47	36 – 40

Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η τιμή του δείκτη πλαστικότητας IP και της ενεργότητας A για διάφορα υλικά, με εξαίρεση τους κόκκους του χαλαζία οι οποίοι είναι τελείως ουδέτεροι, έστω και με διάσταση μικρότερη των 2μ.



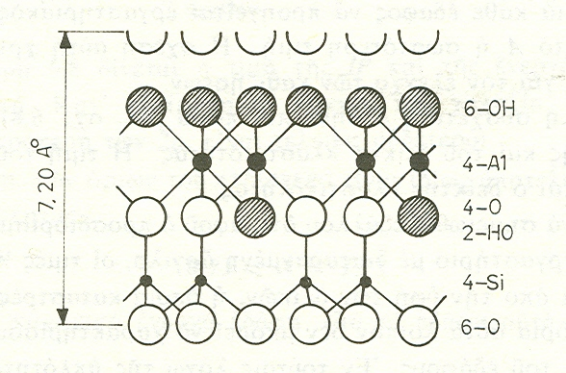
Η ενεργότητα A εξαρτάται από τη χημική σύσταση των κόκκων και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$A = \frac{IP}{\%\ \text{Αργίλου}}$$

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

Οι διάφορες στρώσεις που αποτελούν τους κόκκους τετραεδρικών ή οκταεδρικών σχηματισμών ιόντων οξυγόνου γύρω από ένα ανιόν Si ή ένα ιόν Al ή Mg αντίστοιχα, μαζί με νερό, δημιουργούν διάφορα ορυκτά που καθορίζουν χαρακτηριστικούς τύπους αργίλων, όπως ο καολινίτης, ο πυροφυλίτης, ο μοντμοριλονίτης και ο χλωρίτης.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται σχηματικά η δομή του καολινίτη.

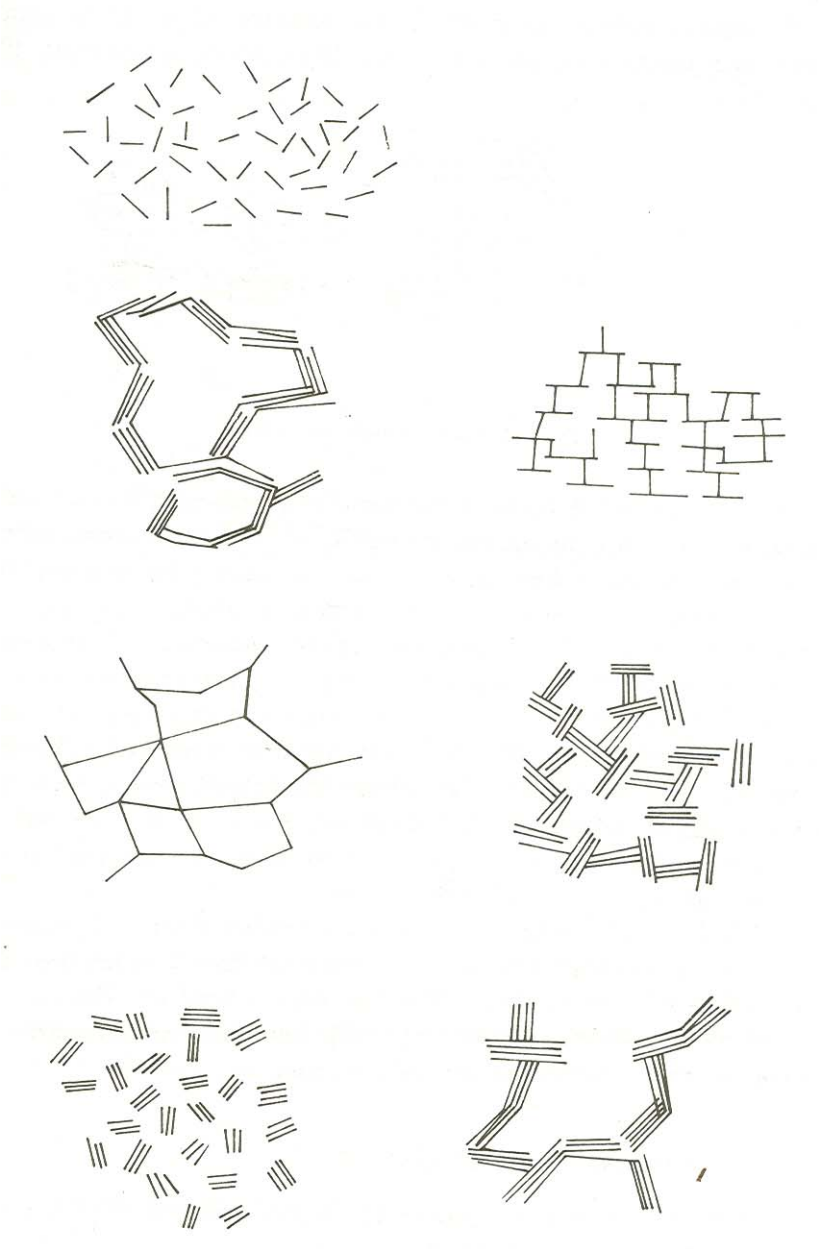


Στις στρώσεις των υλικών αυτών, επενεργούν οι δυνάμεις των επιφανειακών ιόντων. Οι κόκκοι της αργίλου έχουν πεπλατυσμένη μορφή και χαρακτηρίζονται από τη διάταξη των ιόντων οξυγόνου (O), πυριτίου (Si), αργίλου (Al) και μαγνησίου (Mg) αλλά και υδροξυλίου (OH).

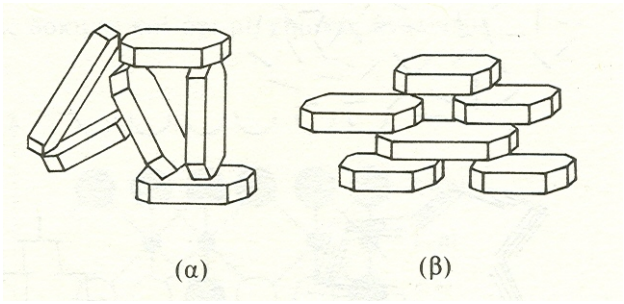
Η δομή των κόκκων οδηγεί σε ενδιαφέροντα ποιοτικά συμπεράσματα ως προς τη συμπεριφορά της αργίλου και όχι σε ποσοτικούς προσδιορισμούς, οι οποίοι γίνονται με εργαστηριακές εδαφοτεχνικές μελέτες και όχι με χημικές αναλύσεις.

Τα λεπτόκοκκα συστατικά παρουσιάζονται από τον ***μοντμοριλονίτη***, ο οποίος έχει μικρότερη αντοχή και μεγαλύτερη πλαστικότητα, σε αντίθεση με τον ***καολινίτη***, ο οποίος έχει μεγαλύτερη αντοχή και μικρότερη πλαστικότητα. Ο χαλαζίας είναι αδρανής χωρίς καμία πλαστικότητα, αλλά με μεγάλη γωνία τριβής.

Από το σχήμα που ακολουθεί, φαίνονται οι βασικοί τρόποι με τους οποίους συνδέονται οι κόκκοι της αργίλου.



Πρακτικά όμως οι επαφές που έχουν ουσιαστικό ενδιαφέρον είναι οι δύο περιπτώσεις που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα



Στην πρώτη περίπτωση (α), απεικονίζεται πώς γίνονται οι επαφές μεταξύ των κόκκων και παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή και μικρότερη τάση προς παραμόρφωση όπως επίσης και αυξημένη διαπερατότητα., ενώ στην (β) περίπτωση, έχουμε τη δημιουργία κενών μεταξύ των κόκκων.

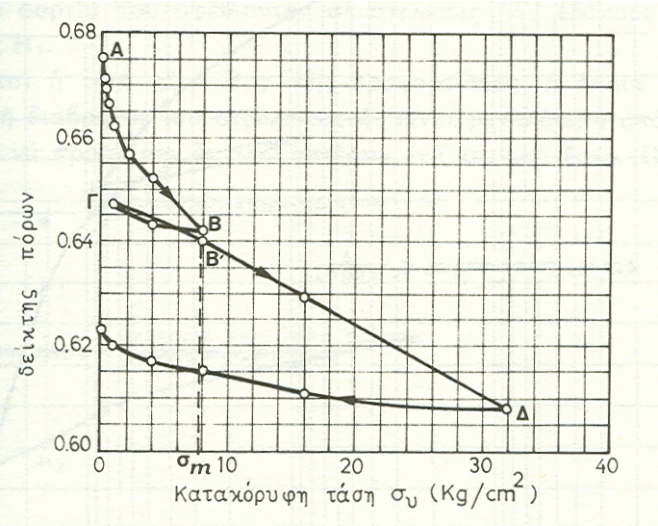
Η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα σε αυτές τις δύο μορφές είναι ότι όταν διαταραχθεί η άργιλος έχουμε μετάβαση από την πρώτη μορφή στη δεύτερη, όπου οι κόκκοι είναι παράλληλοι, και κατά συνέπεια έχουμε απώλεια της αντοχής της αργίλου, με ταυτόχρονη αύξηση των παραμορφώσεων προς τη διεύθυνση των κόκκων.

Παρόλο που οι δύο αυτές μορφές μπορεί να αντιστοιχούν στον ίδιο δείκτη πόρων, εμφανίζουν διαφορετική μηχανική συμπεριφορά. Αξιοσημείωτο επίσης είναι, ότι η πρώτη μορφή είναι πρακτικά ισότροπη, ενώ η δεύτερη είναι ανισότροπη.

Η μείωση της αντοχής και η αύξηση της παραμόρφωσης αντιστοιχεί στη διεύθυνση του μεγάλου άξονα των κόκκων. Στην κάθετη διεύθυνση η άργιλος θα πρέπει να παρουσιάζει αντίθετα αυξημένα μηχανικά χαρακτηριστικά.

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η καμπύλη της αργίλου κατά τη φόρτιση και την αποφόρτιση.



Από το διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι η καμπύλη της αποφόρτισης ΒΓ είναι διαφορετική από αυτή της φόρτισης ΑΒ. Δηλαδή, για μία ορισμένη τάση σ_1, έστω ότι αντιστοιχεί ένας δείκτης πόρων e_1. Μετά τη φόρτιση και αποφόρτιση όμως, αντιστοιχεί ένας διαφορετικός δείκτης πόρων e_1', ο οποίος είναι μικρότερος από τον αρχικό e_1. Από αυτό λοιπόν προκύπτει ότι η άργιλος άλλαξε συμπεριφορά και έγινε πιο συμπαγής. Κατά συνέπεια, αν συνεχιστούν οι κύκλοι φορτίσεων, για τάσεις μικρότερες από τη μέγιστη τάση σ_m , που έχει αρχικά εφαρμοστεί, οι παραμορφώσεις θα είναι μικρές και θα γίνουν σύμφωνα με την καμπύλη ΓΒ΄. Σε περίπτωση που έχουμε τάσεις, είναι μεγαλύτερες από τη σ_m , δηλαδή πέρα από το σημείο Β΄, η καμπύλη της παραμόρφωσης Β΄Δ, θα είναι η προέκταση της αρχικής καμπύλης ΑΒ.

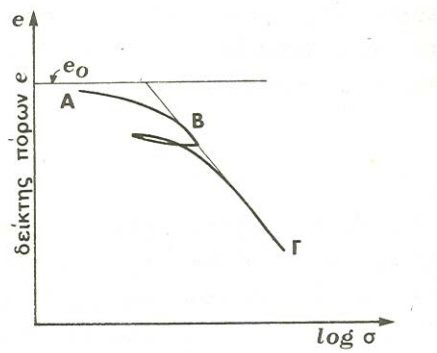
Το διάγραμμα που ακολουθεί, είναι το ίδιο διάγραμμα με το προηγούμενο, με τη μόνη διαφορά ότι οι καμπύλες έχουν τοποθετηθεί σε ημιλογαριθμική κλίμακα.

Στην περίπτωση αυτή, τα τμήματα των καμπυλών είναι περίπου ευθύγραμμα, οπότε η κλίση τους είναι σταθερή με αποτέλεσμα να είναι δυνατός ο

προσδιορισμός του συντελεστή παραμορφώσεως που ονομάζεται δείκτης συμπιεστότητας Cc ο οποίος προκύπτει από τον παρακάτω τύπο.

$$Cc = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma}$$

Στο επόμενο σχήμα δίνεται σχηματικά η καμπύλη παραμορφώσεως (logσ , e).



Το ΑΒ είναι ένα καμπύλο τμήμα που αφορά μικρές παραμορφώσεις, ενώ το ΒΓ είναι ευθύγραμμο και απεικονίζει τις μεγάλες παραμορφώσεις.

Ο δείκτης συμπιεστότητας Cc αντιστοιχεί στο ευθύγραμμο τμήμα ΒΓ.

Όσον αφορά το τμήμα ΑΒ, δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ευκολία ένας σταθερός συντελεστής. Καθώς όμως στο τμήμα αυτό, έχουμε μικρές παραμορφώσεις, μπορούμε να το θεωρήσουμε ευθύγραμμο, και να υπολογίσουμε κατά προσέγγιση έναν συντελεστή Cc.

Η τάση σ_o που αντιστοιχεί στο σημείο Β, είναι η τάση προστερεοποίησης. Όταν έχουμε φορτία που αντιστοιχούν σε μικρότερη τάση από τη σ_o, τότε η άργιλος θεωρείται προστερεοποιημένη. Όταν οι τάσεις είναι μεγαλύτερες από τη σ_o, τότε η άργιλος ονομάζεται κανονική. Η τάση σ, είναι η κατακόρυφη τάση που αντιστοιχεί στο άθροισμα των εξωτερικών φορτίων και του ιδίου βάρους.

Ένας απλός έλεγχος της προστερεοποίησης, γίνεται με τη σύγκριση της περιεκτικότητας σε νερό w, προς το όριο πλαστικότητας Wp. Όσο πιο κοντά είναι το w στο Wp, τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα υπάρχει να πρόκειται για προστερεοποιημένο έδαφος.

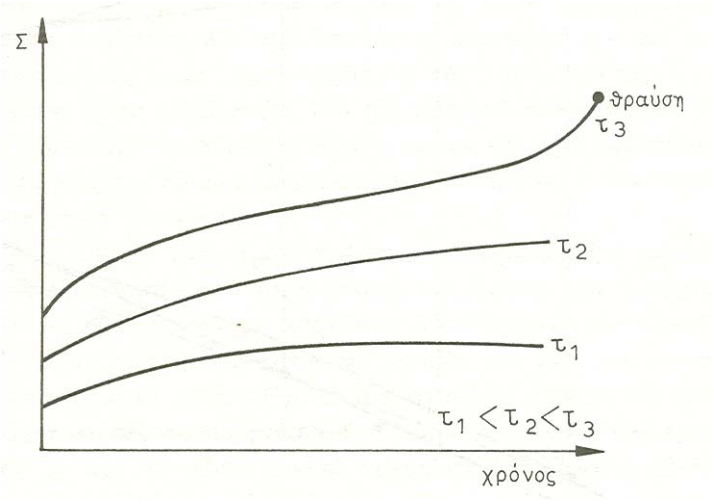
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι παραμορφώσεις της αργίλου, σε αντίθεση με τα ελαστικά σώματα αλλά και με την άμμο, δεν πραγματοποιούνται αμέσως μετά την εφαρμογή του φορτίου. Για να παραμορφωθεί μία κορεσμένη άργιλος πρέπει να απομακρυνθεί το νερό των πόρων, πράγμα το οποίο είναι ιδιαίτερα χρονοβόρο, γιατί η διαπερατότητα της αργίλου είναι πολύ μικρή και σε μεγάλα πάχη στρωμάτων, πρακτικά αδιαπέραστη. Αυτό συμπεραίνεται και από τον συντελεστή διαπερατότητας k, ο οποίος έχει τιμή μικρότερη από 10^{-7} cm/sec.έτσι προκύπτει ότι η ποσότητα του νερού σε ένα αργιλικό στρώμα, είναι αρκετά μεγάλο.

Στερεοποίηση της αργίλου ονομάζεται το φαινόμενο εκείνο της παραμόρφωσης λόγω της απομάκρυνσης των υδάτων. Όμως, ακόμα και μετά τη στερεοποίηση της αργίλου, δεν σημαίνει ότι σταματάει και η κίνηση των κόκκων. Απλώς η διαδικασία γίνεται με πιο αργούς ρυθμούς.

Έτσι λοιπόν εξηγείται γιατί οι παραμορφώσεις της αργίλου με σταθερό φορτίο είναι μεγάλες με τελικό αποτέλεσμα τη θραύση.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι καμπύλες παραμόρφωσης σε συνάρτηση με το χρόνο υπό σταθερό φορτίο.



Ιδιαίτερη σημασία έχει ο δείκτης πόρων για την αντοχή και την παραμόρφωση της αργίλου, η οποία εξαρτάται από το βαθμό προφόρτισης δηλαδή από την τιμή του δείκτη πόρων. Από τα όρια ATTERBERG διαπιστώνουμε ότι ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό, μια κορεσμένη άργιλος έχει αντοχή που μεταβάλλεται από μια υψηλή τιμή μέχρι το μηδέν, που αντιστοιχεί στην υδαρή κατάσταση.

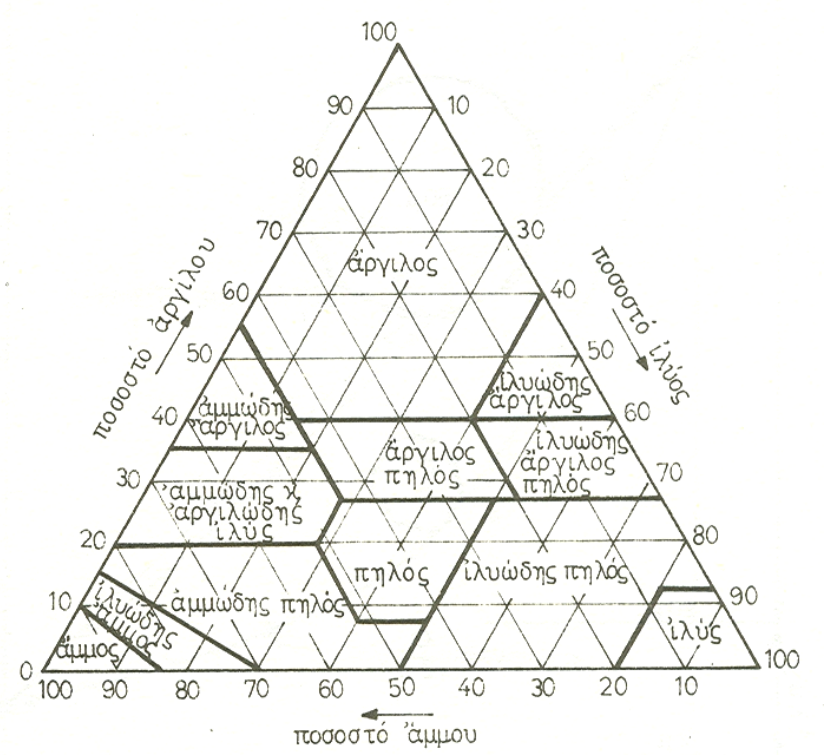
Ως εκ τούτου, μία κορεσμένη άργιλος, εξαρτάται μόνο από τον δείκτη πόρων, για κάθε τιμή του οποίου, το υλικό έχει και διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες.

Γενικά πάντως, το θέμα της παραμόρφωσης της αργίλου, είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα, το οποίο δεν χαρακτηρίζεται μόνο με τη βοήθεια των συντελεστών, αλλά πρέπει κάθε περίπτωση να εξετάζεται ξεχωριστά.

ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

Εκτός από τα δύο βασικά εδάφη που είναι η άμμος και η άργιλος, τα περισσότερα που συναντάμε είναι κυρίως μείγματα εδαφών και σπανίως καθαρή άμμο ή καθαρή άργιλο.

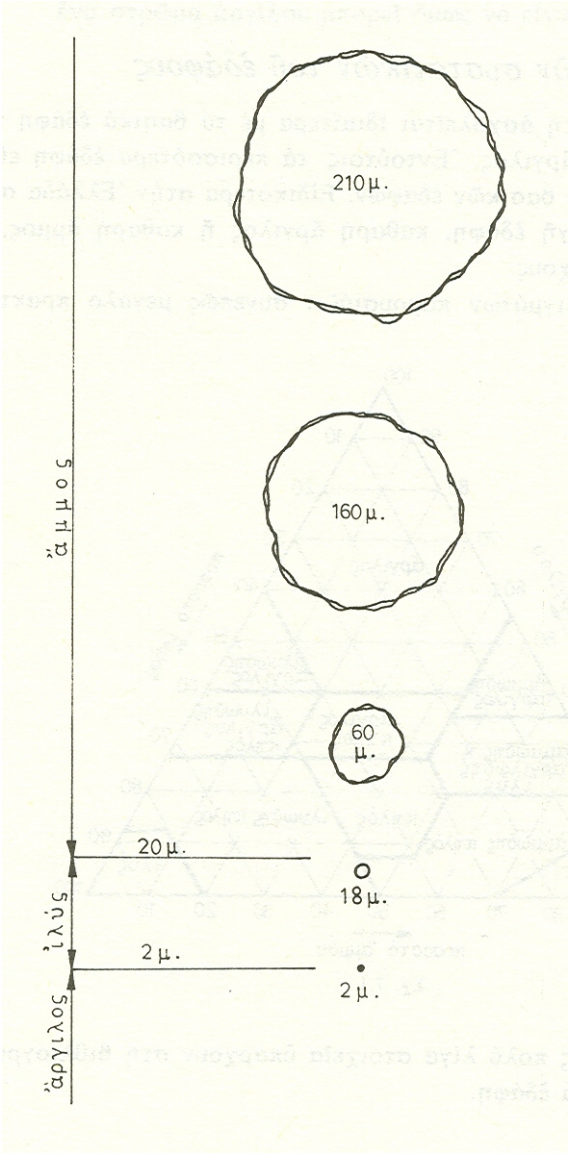
Στο σχήμα που ακολουθεί, δίνονται τα ποσοστά των τριών βασικών εδαφών. Άμμου, ιλύος, και αργίλου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μείγματος αποτελούν τα πηλώδη εδάφη, τα οποία είναι μείγματα ιλύος και είναι ακατάλληλα για κατασκευές.



Όσον αφορά εδάφη τα οποία αποτελούνται από πολλές μικρές στρώσεις των γνωστών βασικών εδαφών, είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, διότι αυτό εμφανίζει τελείως διαφορετική συμπεριφορά, σε σχέση με τη συμπεριφορά των επιμέρους στρώσεων, η οποία μας είναι ήδη γνωστή.

Η μελέτη των μειγμάτων πάντως, μπορεί να γίνει καλύτερα, αν μέσα στο εργαστήριο, δημιουργηθεί η σύνθεση ενός μείγματος, ξεκινώντας από ορισμένα βασικά υλικά.

Το πρόβλημα που προκύπτει, είναι η σημαντική διαφορά του μεγέθους και των διαστάσεων των κόκκων. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται σχηματικά τα όρια των διαστάσεων των κόκκων μεταξύ άμμου και αργίλου.



Οι χημικές ιδιότητες των συστατικών, επιδρούν στη συμπεριφορά των μειγμάτων, με τρόπο τέτοιο, ώστε να μην είναι δυνατό να συσχετίσουμε ή να προσδιορίσουμε αναλογικά, τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν διάφορες ιδιότητες των μειγμάτων, με τα ποσοστά των διαφόρων συστατικών.

Στα μείγματα, το σημαντικότερο ρόλο το έχει η άργιλος. Όταν το ποσοστό της υπερβαίνει το 30%, τότε σε όλες τις επαφές μεταξύ των κόκκων, μεσολαβεί ένα στρώμα αργίλου, και κατά συνέπεια, η μηχανική συμπεριφορά του μείγματος, πλησιάζει κατά πολύ τη συμπεριφορά της αργίλου.

Όταν αυξάνει η περιεκτικότητα σε νερό w, το ποσοστό της αργίλου Π που απαιτείται για να συμπληρωθούν όλα τα κενά, μειώνεται. Ο υπολογισμός του ποσοστού αυτού, δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi = 48,4 - 1,42w \ (\%)$$

Γενικότερα ισχύει ότι, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό της αργίλου, τόσο έχουμε:

α) Μεγαλύτερη πλαστικότητα,

β) Μικρότερη διαπερατότητα,

γ) Μεγαλύτερη συμπιεστότητα,

δ) Μεγαλύτερη συνοχή,

ε) Μικρότερη γωνία τριβής

ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Σημαντικό ρόλο παίζουν και τα οργανικά συστατικά που υπάρχουν μέσα στο έδαφος. Όταν υπερβαίνουν το 10%, το έδαφος κρίνεται πρακτικά ακατάλληλο για κατασκευές. Ο λόγος είναι ότι αφενός έχουμε μείωση στην ποιότητα των υλικών και αφετέρου έχουμε συνεχείς απρόβλεπτες μεταβολές εξαιτίας των οξειδώσεων και άλλων χημικών αντιδράσεων.

Η παρουσία των συστατικών αυτών μπορεί να εντοπιστεί και να διαπιστωθεί εύκολα και επί τόπου, από την οσμή και το χρώμα ενός σφαιρικού στοιχείου, το οποίο κατά την παραμονή του 2 – 3 ώρες στον αέρα, οξειδώνεται και εμφανίζει ομόκεντρες κηλίδες.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ – ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τη δοκιμή της Άμεσης Διάτμησης, μετριέται η μεταβολή της διατμητικής αντοχής του εδάφους με την μεταβολή της ορθής τάσης, η οποία εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνεια διάτμησης. Η δοκιμή εφαρμόζεται σε συνεκτικά και μη συνεκτικά εδάφη.

Κατά την δοκιμή αυτή, το έδαφος οδηγείται σε θραύση με την επιβολή μετακίνησης του ενός τμήματος του υποδοχέα που περιέχει το δοκίμιο σε σχέση με το άλλο. Έτσι, το έδαφος θραύεται κατά μια προδιαγεγραμμένη επίπεδη επιφάνεια που λέγεται και επιφάνεια διατμήσεως.

Η ταχύτητα της επιβαλλομένης παραμορφώσεως είναι τέτοια, ώστε η ολική διάρκεια της δοκιμής να μην ξεπερνά τα 15 με 20 λεπτά. Ο ρυθμός της επιβαλλομένης διατμητικής παραμορφώσεως θα είναι της τάξεως των ½ έως 2% της διαμέτρου του δοκιμίου ανά λεπτό (min).

Η διάτμηση του δοκιμίου συνεχίζεται έως ότου η διατμητική τάση αποκτήσει σταθερή τιμή για αυξανόμενη διατμητική παραμόρφωση ή έως ότου η διατμητική παραμόρφωση φτάσει στο 10% της αρχικής διαμέτρου του δοκιμίου.

Για τον προσδιορισμό της συνοχής (**c**) και της γωνίας εσωτερικής τριβής (**φ**) της Άμεσης Διατμήσεως απαιτούνται τουλάχιστον τρεις δοκιμές. Από κάθε δοκιμή προκύπτει ένα ζεύγος τιμών **τ**, **σ**,(τ= μέγιστη διατμητική τάση, σ = εφαρμοζόμενη ορθή τάση, κατά την διάτμηση του δοκιμίου) οι οποίες παρουσιάζονται σε αντίστοιχο διάγραμμα.

Για κάθε δοκιμή διατμήσεως παρουσιάζονται οι καμπύλες οριζόντιας μετακίνησης-οριζόντιου φορτίου, οριζόντιας μετακίνησης- καθιζήσεων και ορθής τάσης – μέγιστης διατμητικής τάσης. Μέσω του τελευταίου αυτού διαγράμματος υπολογίσαμε για κάθε δοκίμιο την συνοχή **c** καθώς και την γωνία εσωτερικής τριβής **φ**.

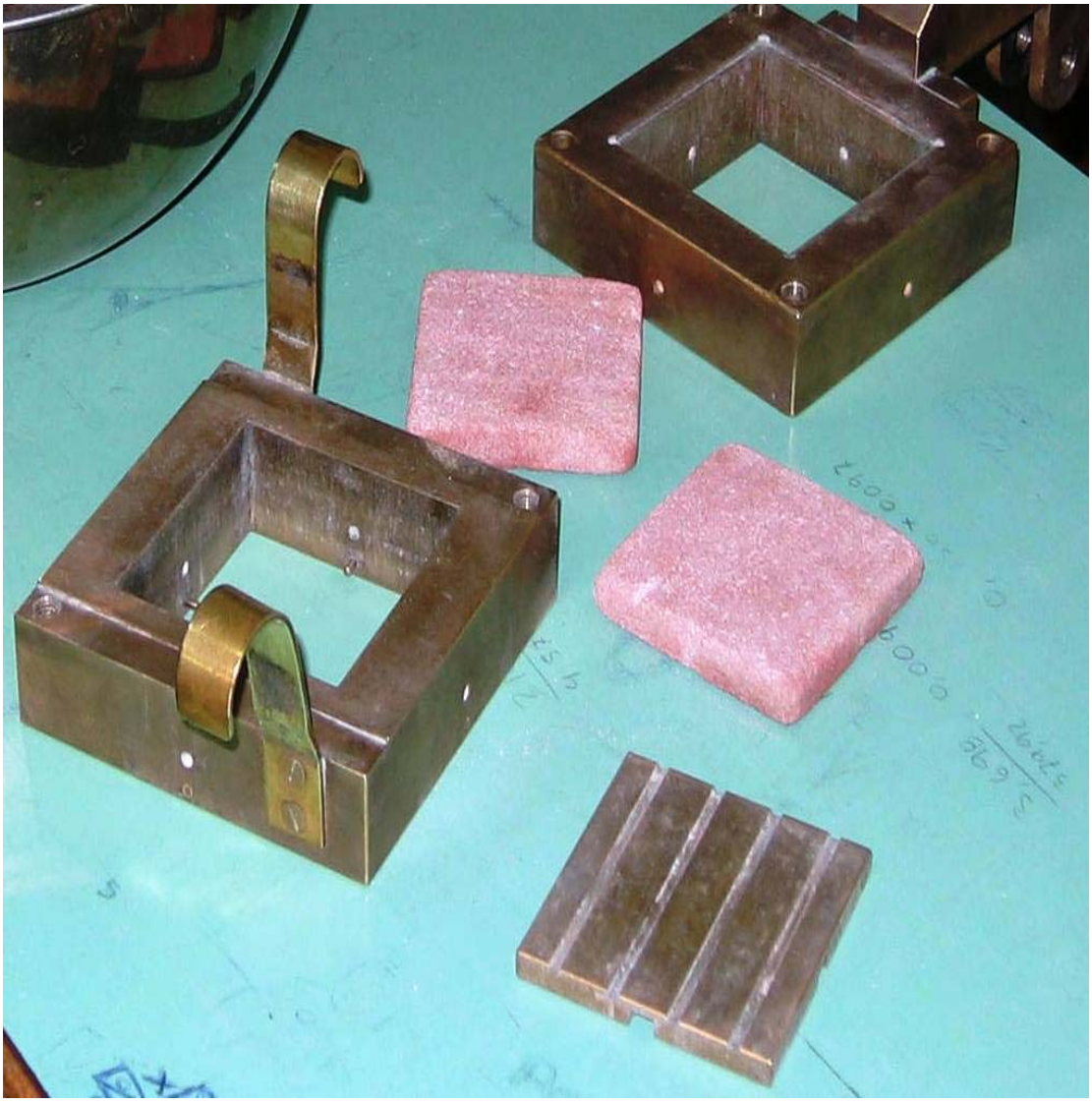


Μηχανή άμεσης διάτμησης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Α. Περιγραφή της συσκευής:

Η συσκευή είναι χωρισμένη σε 2 ανεξάρτητα και σχετικά ολισθαίνοντα μέρη. Τοποθετήσαμε το εδαφικό δείγμα τετραγωνικής διατομής και μικρού πάχους (20 mm περίπου) στο εσωτερικό δυο μεταλλικών δακτυλίων μεταξύ πορωδών λίθων (πορόλιθοι) που επιτρέπουν την στράγγιση του δοκιμίου . Το δοκίμιο κρατείται μέσα σε αυτούς τους δακτυλίους και μεταξύ των δύο πορόλιθων , έτσι ώστε να αποκλείεται στρέβλωση του δοκιμίου .

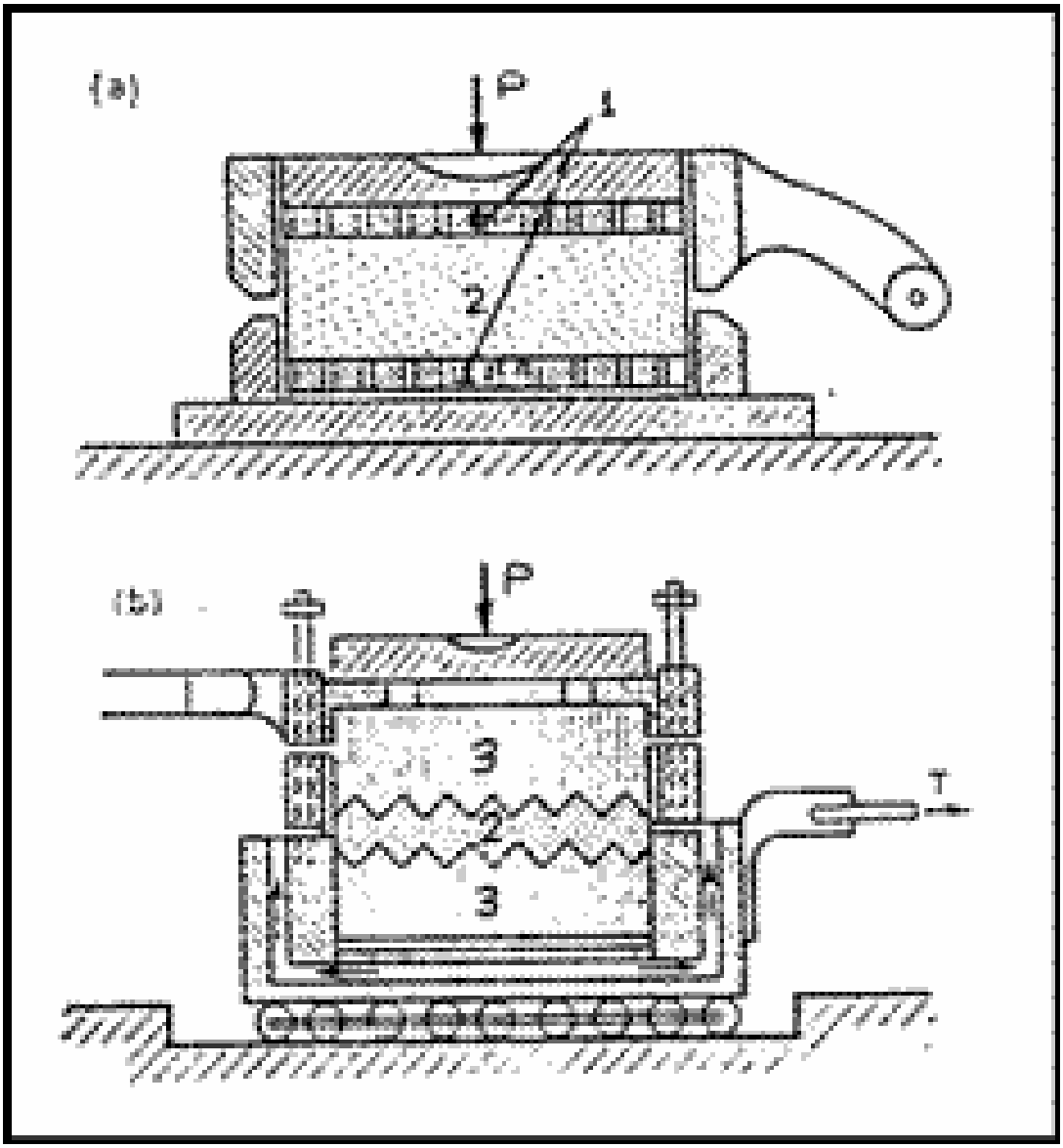


Πορόλιθοι και μεταλλικό πλαίσιο

Β. Σύστημα εφαρμογής του φορτίου:

Η συσκευή επιτρέπει την εφαρμογή ενός κατακόρυφου φορτίου (P) στο δοκίμιο (επιβολή ορθής τάσεως) καθώς και τη σχετική κίνηση του άνω δακτυλίου σε σχέση με τον κάτω, στην οριζόντια διεύθυνση με την εφαρμογή οριζόντιου φορτίου, παράλληλο προς την επιφάνεια διατμήσεως (επιβολή διατμητικής τάσεως).

Το παράλληλο προς την επιφάνεια διατμήσεως, φορτίο, επιβάλλεται με σταθερή ταχύτητα και μετριέται με ειδικά προσαρμοσμένο δακτύλιο.



Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας συσκευής άμεσης διάτμησης

Γ. Πορόλιθοι:

Οι πορόλιθοι αποτελούνται από καρβίδια του πυριτίου τα οποία δεν διαβρώνονται από την υγρασία ή ουσίες που βρίσκονται μέσα στο έδαφος. Οι πορόλιθοι πρέπει να είναι επαρκώς τραχείς προκειμένου να συγκρατούν το δοκίμιο μέσα στο δακτύλιο και αρκετά λείοι ώστε να αποφεύγεται η εισχώρηση του εδάφους μέσα στους πόρους .

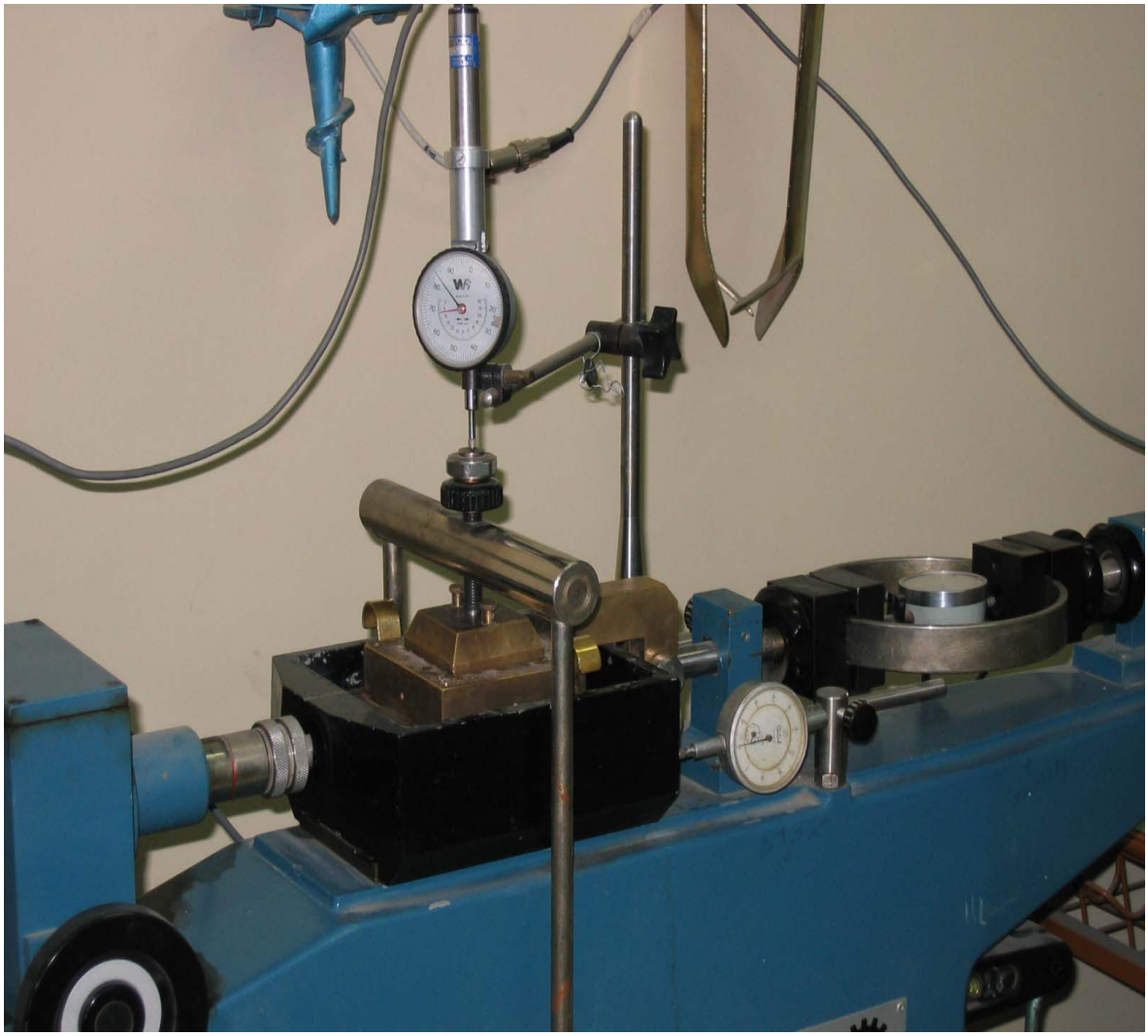


Πορόλιθοι

Δ. Μηκυνσιόμετρα :

Χρησιμοποιήθηκαν τρία μηκυνσιόμετρα. Το πρώτο (κάθετο στην συσκευή) μετρά την καθίζηση του δοκιμίου, το δεύτερο το οποίο και βρίσκεται στο μπροστινό μέρος της μηχανής άμεσης διάτμησης, μετρά τη σχετική μετατόπιση των δύο διατεμνόμενων εδαφικών τιμημάτων και τέλος το τρίτο μηκυνσιόμετρο μετρά την βράχυνση του δυναμομετρικού δακτυλίου εξαιτίας της ανάληψης του διατμητικού φορτίου από τον δακτύλιο αυτό.

Συγκεκριμένα, για τη μέτρηση μεταβολής του πάχους του δοκιμίου χρησιμοποιήθηκε μηκυνσιόμετρο βαθμολογημένο σε διαστήματα 0,002 mm, ενώ για την μέτρηση των μετακινήσεων κατά τη διεύθυνση διατμήσεως χρησιμοποιήθηκε μηκυνσιόμετρο βαθμολογημένο ανά 0,02 mm.



Μηκυνσιόμετρα

Ε. Μορφωτής δοκιμίου με τα εξαρτήματα του :

I. Πλαίσιο μορφοποίησης
II. Συρμάτινο πριόνι
III. Μαχαίρια

ΣΤ. Εξολκέας δείγματος :

Χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των δειγμάτων από τον δειγματολήπτη. Η εξαγωγή του δείγματος έγινε με την ελάχιστη δυνατή διατάραξη.

Ζ. Γενικός Εργαστηριακός Εξοπλισμός:

I. Κλίβανος ξηράνσεως

Για τον προσδιορισμό της φυσικής υγρασίας των εδαφικών δοκιμίων, άμμου και αργίλου που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εργαστηριακή δοκιμή χρησιμοποιήθηκε κλίβανος ξηράνσεως ελεγχόμενος με θερμοστάτη, ικανός να διατηρήσει θερμοκρασία 110 ± 5 °C .

II. Ζυγοί ακριβείας 0,01 και 0,1 του γραμμαρίου

Από κάθε δοκίμιο που τοποθετήθηκε στην συσκευή διάτμησης, λήφθηκε προηγουμένως δείγμα για τον προσδιορισμό της φυσικής του υγρασίας. Κάθε ένα από αυτά, ζυγίστηκε με ακρίβεια 0,01 του γραμμαρίου προτού τοποθετηθεί στον κλίβανο ξηράνσεως .

III. Διάφορες άλλες συσκευές γενικής χρήσεως:

Μαχαίρια, σπάτουλες, κάψες για τον προσδιορισμό της φυσικής υγρασίας .

IV. Υγρός θάλαμος διατηρήσεως των δοκιμίων .



Κλίβανος



Ζυγός ακριβείας

ΠΟΡΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Κατά την εργαστηριακή δοκιμή άμεσης διάτμησης ελέγχθηκαν συνεκτικά και μη συνεκτικά εδαφικά δοκίμια, διαφόρων ποσοστών υγρασίας. Προετοιμάσαμε τρία δοκίμια της ίδιας πυκνότητας και ποσοστού υγρασίας, και καθένα ελέγχθηκε σε διαφορετική ορθή τάση, προκειμένου να ληφθούν τιμές μέγιστης διατμητικής τάσης για κάθε ένα από αυτά και να σχηματιστούν τα αντίστοιχα διαγράμματα .

Συγκεκριμένα, για τον έλεγχο μη συνεκτικών εδαφών χρησιμοποιήσαμε άμμο η οποία βρισκόταν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής του Τ.Ε.Ι. Πειραιά για την πραγματοποίηση των εργαστηριακών ασκήσεων. Για την περίπτωση δε, των συνεκτικών εδαφών χρησιμοποιήθηκε άργιλος, την οποία συλλέξαμε από εκσκαφή που πραγματοποιούνταν στον χώρο του Τ.Ε.Ι Πειραιά, για την ανέγερση νέου κτιρίου. Δεδομένου ότι το δείγμα αργίλου που συλλέξαμε δεν ήταν αδιατάρακτο, πραγματοποιήσαμε **συμπύκνωση** του εδαφικού δείγματος.

Μέσω της συμπύκνωσης του εδαφικού δείγματος εξασφαλίσαμε μείωση της διαπερατότητας, αύξηση ικανότητας φόρτισης και κατά συνέπεια αύξηση της διατμητικής αντοχής, η οποία μειώθηκε κατά την εκσκαφή και διατάραξη του εδάφους.

Για να γίνει η συμπύκνωση της αργίλου, εφαρμόσαμε την πρότυπη μέθοδο Proctor στην οποία χρησιμοποιήσαμε τον ακόλουθο εξοπλισμό :

- Γουδί, γουδοχέρι για τον διαχωρισμό των κόκκων
- Μήτρα Proctor με εσωτερική διάμετρο 10,2 cm και ύψους 11,46 cm
- Μεταλλικός κόπανος με διάμετρο 5,03cm, ύψος πτώσης 30.48cm και βάρος 2,5 kg
- Εξολκέας για την εξαγωγή του δείγματος από την μήτρα

Αρχικά κατατρίψαμε προσεκτικά το ξηρό εδαφικό δείγμα αργίλου έτσι ώστε να μην ελαττωθεί το φυσικό μέγεθος των κόκκων και στην συνέχεια πήραμε δείγμα 3 kg. Το δείγμα αυτό ανακατεύτηκε καλά με νερό ώστε η υγρασία του εδάφους που προέκυψε τελικά, ήταν περίπου 4 μονάδες κάτω από την πιθανή βέλτιστη.



Μήτρα συμπύκνωσης

Τοποθετήσαμε το δείγμα στον τύπο (μήτρα) σε τρεις στρώσεις μέχρι περίπου το ύψους των 12,70 cm. Κάθε στρώση δέχθηκε 25 ομοιόμορφα χτυπήματα με τον κόπανο κυκλικά , με τέτοιο τρόπο ώστε, ο ένας κτύπος να περιέχει τον προηγούμενο.

Μετά την συμπύκνωση αφαιρέσαμε τον δακτύλιο και με τον κανόνα απομακρύναμε το υλικό που εξείχε από τον τύπο. Τέλος, με την βοήθεια του εξολκέα εξαγαμε το δείγμα από τον τύπο.

Επαναλάβαμε την ίδια διαδικασία για τρία εδαφικά δείγματα αργίλου. Το πρώτο δείγμα αμέσως μετά την εξαγωγή του από την μήτρα εξετάστηκε σε άμεση διάτμηση. Συγκεκριμένα λάβαμε από την καρδιά του δοκιμίου δείγμα για τον προσδιορισμό της υγρασίας και χρησιμοποιώντας τον μορφωτή δοκιμίου λάβαμε επίσης δείγμα για την δοκιμή άμεσης διάτμησης.

Το δεύτερο δοκίμιο έμεινε εκτός υγραντήρα, για περίπου 3 ώρες προκειμένου να μειωθεί η περιεχόμενη υγρασία αυτού και κατά συνέπεια να έχουμε ένα δείγμα έστω υγρασίας Α.

Το τρίτο και τελευταίο δοκίμιο έμεινε εκτός υγραντήρα για τουλάχιστον 6 ώρες έτσι ώστε η περιεχόμενη υγρασία αυτού να είναι σχεδόν ίση με την υγροσκοπική.



Μήτρα συμπύκνωσης

Επιπλέον, πριν την προπαρασκευή των δοκιμίων και την έναρξη της δοκιμής έγινε **κοκκομετρική ανάλυση** των προς δοκιμή υλικών. Για το δείγμα της άμμου χρησιμοποιήσαμε κατακόρυφη στήλη κοσκίνων, ενώ για το δείγμα της αργίλου έγινε κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο.

Πιο συγκεκριμένα, έγινε ξήρανση του εδαφικού δείγματος άμμου και λάβαμε δείγμα μετά από τετραμερισμό, τόσο ώστε το διερχόμενο από το κόσκινο No 10 να έχει βάρος 110 ,00 gr. Στη συνέχεια, κατατρίψαμε το υλικό, χρησιμοποιώντας γουδί με γουδοχέρι (συσκευή κονιοποίησης). Έπειτα, κοσκινίσαμε το προς έλεγχο εδαφικό δείγμα με το κόσκινο No 10 προκειμένου να αποφευχθεί τυχόν ύπαρξη χονδρόκοκκου υλικού. Το διερχόμενο από το κόσκινο No 10 υλικό κοσκινίστηκε, χρησιμοποιώντας κόσκινα ανάμεσα στο No 10 και στο No 200, σε ανάλογη σειρά (No 10, No 40, No 70, No 100, No 200) προκειμένου να διαχωριστούν οι κόκκοι. Τοποθετήσαμε τα κόσκινα σε κατακόρυφη στήλη με βαθμιαία μειούμενη βροχίδα από πάνω προς τα κάτω. Το προς έλεγχο υλικό (ξηρό στον κλίβανο) ρίχτηκε στο υψηλότερο κόσκινο και ακολούθησε το κοσκίνισμα. Στη συνέχεια, με οριζόντιες και κάθετες κινήσεις, που περιοδικά συνοδεύονταν από προσεκτικές ανατινάξεις του δείγματος, έγινε το κοσκίνισμα του υλικού. Τέλος, ζυγίστηκαν τα συγκρατούμενα βάρη σε κάθε κόσκινο με ακρίβεια και το βάρος τους καταγράφηκε. Στη συνέχεια, με υπολογισμούς βρήκαμε το διερχόμενο βάρος και το % ποσοστό του διερχόμενου από το κάθε κόσκινο.



Κόσκινα

Για το λεπτόκοκκο εδαφικό δείγμα (άργιλο), προκειμένου να προσδιορίσουμε την κατά μέγεθος κατανομή των κόκκων, χρησιμοποιήσαμε την **μέθοδο του αραιομέτρου**. Για την πραγματοποίηση αυτής της κοκκομετρικής ανάλυσης χρησιμοποιήσαμε τον εξής εξοπλισμό:

- Ζυγό ακριβείας 0,1 gr
- Μηχανική συσκευή αναδεύσεως
- Υδρόμετρο (πυκνόμετρο) τύπου 152 Η. Κλίμακας Α το οποίο είχε υποδιαιρέσεις από 0 έως 60 γραμ. ανά λίτρο.
- Γυάλινους ογκομετρικούς κυλίνδρους των 1000 ml
- Θερμόμετρο ακριβείας 0,5 °C
- Κόσκινο Νο 10
- Υδρόλουτρο για τη διατήρηση σε σταθερή θερμοκρασία του εδαφικού αιωρήματος κατά την διάρκεια εκτελέσεως της δοκιμής
- Γυάλινο ποτήρι, χωρητικότητας 250 ml

Από το διερχόμενο κλάσμα από το κόσκινο Νο 10 λάβαμε περίπου 50 gr. Αφού ζυγίσαμε το υλικό, το τοποθετήσαμε σε ποτήρι των 250 ml, το καλύψαμε με 125 ml από το έτοιμο διάλυμα του παράγοντα διασποράς-εξαμεταφωσφορικό Νάτριο με Ανθρακικό Νάτριο ως ρυθμιστικό ($NaPO_3$). Αφού αναδεύσαμε καλά με γυάλινη ράβδο, αφήσαμε το υλικό να διαβραχεί επί 12 ώρες. Το έτοιμο διάλυμα παρασκευάστηκε με διάλυση 45,7 gr άλατος σε απεσταγμένο νερό. Συνολικά, παρασκευάστηκε ένα λίτρο διαλύματος.

Μετά τη διαβροχή, μεταφέραμε το περιεχόμενο του ποτηριού, με επίπλυση σε κύπελο διασποράς και προσθέσαμε απεσταγμένο νερό. Αναδεύσαμε με μηχανική συσκευή αναδεύσεως επί ένα λεπτό, προκειμένου να επιτύχουμε διασπορά. Έπειτα, μεταφέραμε το μείγμα σε γυάλινο ογκομετρικό σωλήνα και προσθέσαμε απεσταγμένο νερό μέχρι τελικού όγκου 1000 ml.

Τοποθετήσαμε τον ογκομετρικό κύλινδρο σε υδατόλουτρο σταθερής θερμοκρασίας. Όταν το εδαφικό αιώρημα απέκτησε τη θερμοκρασία του υδατόλουτρου αφαιρέσαμε τον κύλινδρο και αναταράξαμε επί ένα λεπτό το περιεχόμενό του. Μετά την ανατάραξη, τοποθετήσαμε τον ογκομετρικό κύλινδρο στο υδατόλουτρο και διαβάσαμε την πρώτη ένδειξη μετά από 2

λεπτά. Οι μετέπειτα ενδείξεις λήφθηκαν κατά χρονικά διαστήματα 5, 15, 30, 60, 250, 1440 min. από την έναρξη της κατακαθίσεως.

Μετά την τελική ανάγνωση του υδρομέτρου, το αιώρημα πλύθηκε επάνω σε κόσκινο Νο 200. Το κλάσμα που συγκρατήθηκε στο κόσκινο Νο 200 ξηράθηκε και με αυτό το υλικό εκτελέσαμε κοκκομετρική ανάλυση με τα ακόλουθα κόσκινα : Νο 10 Νο 40, Νο 70 Νο 100 και Νο200.

Τέλος, προκειμένου να προσδιορίσουμε την Περιεχόμενη Υγρασία των εδαφικών δειγμάτων που εξετάσαμε, χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο των διαδοχικών ζυγίσεων. Λάβαμε αντιπροσωπευτικό δείγμα εδάφους πριν από κάθε δοκιμή (περίπου 15 gr). Τοποθετήσαμε το υλικό σε αλουμινένιες κάψες, τις οποίες είχαμε προηγουμένως ζυγίσει σε ζυγό ευαισθησίας 1/10 του γραμμαρίου. Έπειτα, ζυγίσαμε την κάψα με το υγρό βάρος. Η ζύγιση έγινε γρήγορα προκειμένου να αποφύγουμε επιφανειακή ξήρανση του δείγματος. Τοποθετήσαμε τα δείγματα με τις κάψες μέσα στον κλίβανο ο οποίος ήταν ρυθμισμένος στους 110 ± 5 °C .Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο εωσότου σταθεροποιήθηκε το βάρος τους (έγιναν διαδοχικές ζυγίσεις).



Κάψες

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΜΜΩΔΟΥΣ ΕΔΑΦΟΥΣ							
ΚΟΣΚΙΝΟ (No)	ΚΟΣΚΙΝΟ (mm)	Βάρος Κοσκίνου (gr)	Βάρος Μεικτό (gr)	Συγκρατούμενο R (gr)	R (%)	Διερχόμενο P(gr)	Διερχόμενο P(%)
No 10	2,00	572,62	573,18	0,56	0,51	109,44	99,49
No 40 (0,42mm)	2,38	412,46	452,35	39,89	36,26	69,55	63,23
No 70 (0,212mm)	0,21	470,75	509,45	38,70	35,18	30,85	28,05
No 100 (0,15mm)	0,15	458,78	474,40	15,62	14,20	15,23	13,85
No 200 (0,075mm)	0,07	371,92	384,92	13,00	11,82	2,23	2,03
Υποδοχέας		413,20	415,43	2,23	2,03	0,00	0,00

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΓΙΛΩΔΟΥΣ ΕΔΑΦΟΥΣ						
ΚΟΣΚΙΝΟ (No)	Βάρος Κοσκίνου (gr)	Βάρος Μεικτό (gr)	Συγκρατούμενο R (gr)	R (%)	Διερχόμενο P(gr)	Διερχόμενο P(%)
No 10	572,62					
No 40 (0,42mm)	412,46	416,72	4,26	25,83	12,23	74,17
No 70 (0,212mm)	470,75	475,03	4,28	25,96	7,95	48,21
No 100 (0,15mm)	458,78	461,38	2,60	15,77	5,35	32,44
No 200 (0,075mm)	446,00	451,25	5,25	31,84	0,10	0,61
Υποδοχέας	413,20	413,30	0,10	0,61	0,00	0,00

ΑΜΜΟΣ

Κατά την εξέταση της άμμου, ελέγξαμε την διατμητική αντοχή σε τρία δείγματα διαφορετικής περιεχόμενης υγρασίας. Το κάθε δείγμα ήταν αρκετό για τον σχηματισμό 3 δοκιμίων με τις ίδιες ακριβώς διαστάσεις, καθώς και για τον υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας κάθε δείγματος.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατά το κοσκίνισμα της άμμου βρέθηκε μικρή ποσότητα υλικού, διερχόμενου από το κόσκινο No 200 (δηλ. ιλύς και άργιλος), το οποίο όπως αναμενόταν επηρέασε τα αποτελέσματα της δοκιμής μας.

Στην συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά οι τρεις δοκιμές διατμητικής αντοχής άμμου που πραγματοποιήθηκαν. Κατά την πρώτη δοκιμή η άμμος που εξετάστηκε είχε υγροσκοπική υγρασία, στην δεύτερη μικρό ποσοστό υγρασίας έστω υγρασία Α ενώ στην τρίτη δοκιμή η άμμος ήταν σχεδόν κορεσμένη.

Και για τις τρεις δοκιμές λάβαμε δοκίμια, όπως προαναφέρθηκε προκειμένου να υπολογιστεί στην συνέχεια το ακριβές ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας για κάθε ένα από τα τρία δοκίμια.



Δείγμα άμμου

ΠΡΩΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΑΜΜΟΣ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ					
	No ΚΑΨΑΣ			***48***	***46***	***55***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	22,97	21,2	21,99
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	35,28	35,02	38,67
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	35,18	34,91	38,57
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	0,1	0,11	0,1
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	12,21	13,71	16,58
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,008	0,008	0,006
		%		0,819	0,802	0,603
	Μ.Ο	**%**			**0,741**	

ΔΕΥΤΕΡΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΑΜΜΟΣ ΕΣΤΩ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α					
	No ΚΑΨΑΣ			***50***	***49***	***45***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	22,14	21,45	22,67
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	35,99	31,68	36,25
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	34,45	30,52	34,7
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	1,54	1,16	1,55
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	12,31	9,07	12,03
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,125	0,128	0,129
		%		12,510	12,789	12,884
	Μ.Ο	**%**			**12,728**	

ΤΡΙΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ ΑΜΜΟΣ					
	No ΚΑΨΑΣ			***53***	***4***	***54***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	22,24	22,06	21,04
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	59,11	56,39	60,19
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	52,09	49,95	52,75
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	7,02	6,44	7,44
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	29,85	27,89	31,71
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,235	0,231	0,235
		%		23,518	23,091	23,463
	Μ.Ο	**%**			**23,357**	

♦ ΑΜΜΟΣ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ :

Η πρώτη δοκιμή άμμου πραγματοποιήθηκε σε δείγμα με υγροσκοπική υγρασία. Πριν την έναρξη της δοκιμής λήφθηκε ποσότητα υλικού για τον υπολογισμό της υγρασίας, το οποίο αφού τοποθετήθηκε σε κάψα, μπήκε στον κλίβανο ξηράνσεως (110 ± 5 °C).

Στην συνέχεια συναρμολογήθηκε η συσκευή διατμήσεως με τα πλαίσια ευθυγραμμισμένα και σταθερά, συνδέοντας τα δύο τμήματα του κιβωτίου με τις βίδες. Έγινε ελαφρό γρασάρισμα στις επιφάνειες επαφής των πλαισίων για τη μείωση των τριβών κατά την διάρκεια της δοκιμής. Στη συνέχεια, μετρήθηκε η διάμετρος της συσκευής (6cm x 6 cm) και τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο. Το δοκίμιο τοποθετήθηκε προσεχτικά και σταδιακά μέχρι 5 mm περίπου, από την κορυφή και τέλος εφαρμόσαμε τον πάνω πορόλιθο.

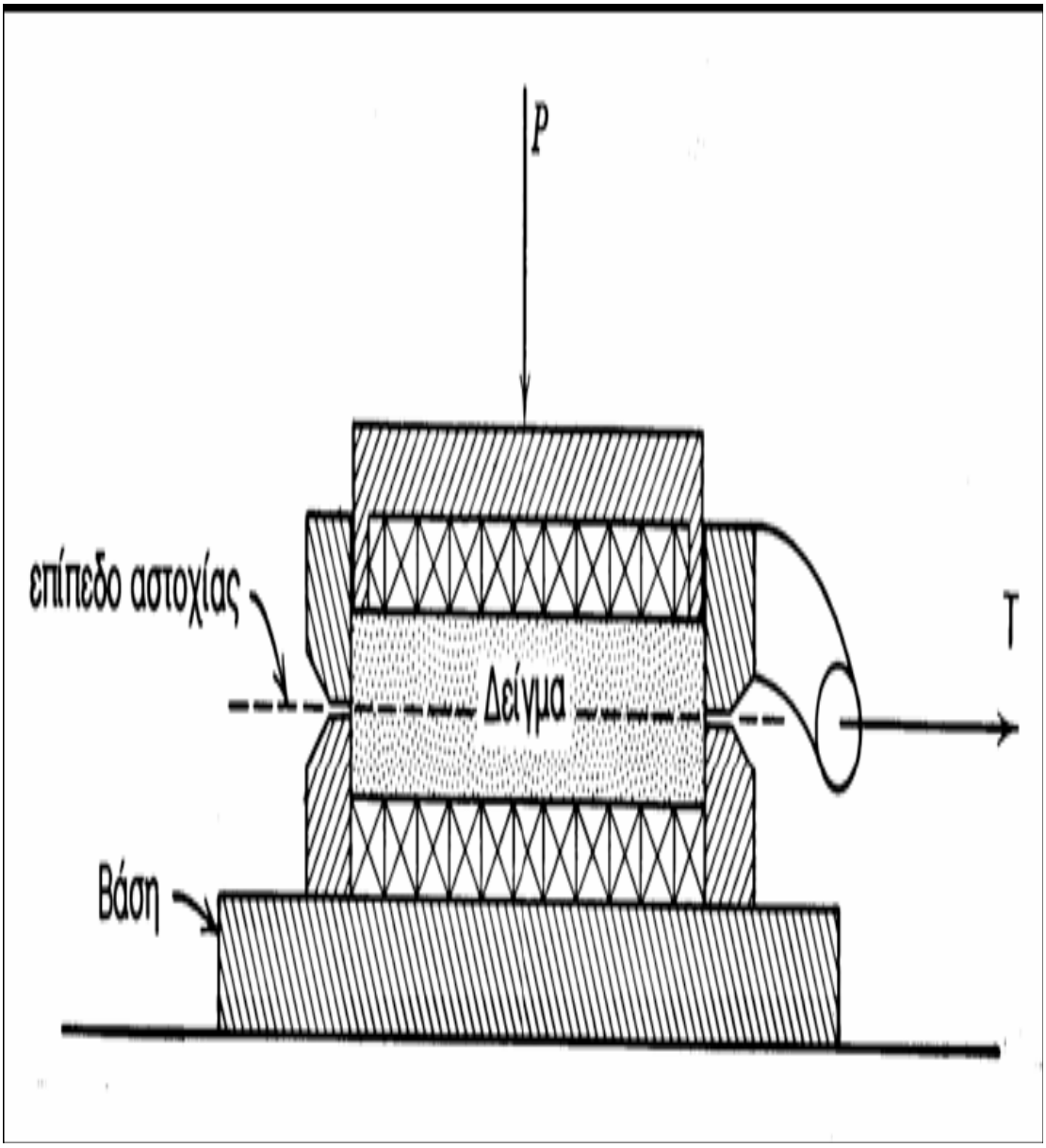


Δοκίμιο άμμου εντός μεταλλικού πλαισίου

Έπειτα, έγινε σύνδεση των μηχανισμών φορτίσεως φέρνοντας σε επαφή το σύστημα: άξονας ώθησης – κιβώτιο –δυναμόμετρο. Μηδενίσαμε τα μηκυνσιόμετρα:

- Καθιζήσεων
- Οριζόντιας μετατόπισης και
- Βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου

Εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο με την χρήση ειδικών βαριδίων τα οποία προσαρτήσαμε στο κάτω μέρος της μηχανής διατμήσεως. Συγκεκριμένα, τοποθετήσαμε 2 kg στο πρώτο δοκίμιο 4 kg στο δεύτερο και 8 kg στο τρίτο δοκίμιο, τα οποία έδωσαν ανάλογες τάσεις . Η ορθή τάση παρέμεινε σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμής .



Τρόπος εφαρμογής –άσκησης ορθών και διατμητικών τάσεων

Στη συνέχεια αποσυνδέσαμε τα δυο τμήματα του κιβωτίου, ξεβιδώνοντας τις βίδες και εφαρμόσαμε οριζόντια ώθηση περιστρέφοντας τον στρόφαλο. Η οριζόντια ταχύτητα που προσδώσαμε ήταν από 0,5 μέχρι 2 mm ανά λεπτό.

Ταυτόχρονα με την έναρξη της δοκιμής ενεργοποιήσαμε και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τα μηκυνσιόμετρα της συσκευής άμεσης διάτμησης. Μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή λάβαμε τις ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου οριζόντιας μετατόπισης και αυτού της βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου. Επίσης, για κάθε δέκα ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου οριζόντιας μετατόπισης παίρναμε ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου μέτρησης καθιζήσεων.

Συγκεκριμένα, για το πρώτο δοκίμιο (P=2 kg) κατά την έναρξη της δοκιμής υπήρξε πρόβλημα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, κατά συνέπεια έχουμε ενδείξεις μόνο για την βράχυνση του δυναμομετρικού δακτυλίου και για τη σχετική μετατόπιση των διατεμνόμενων εδαφικών τμημάτων.

Μετά την αφαίρεση του πρώτου δοκιμίου και τον απαραίτητο καθαρισμό τον δακτυλίων και των πορόλιθων , επαναλάβαμε την παραπάνω διαδικασία για νέο δοκίμιο.

Συναρμολογήσαμε εκ νέου τη συσκευή και αφού τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο, προσθέσαμε σταδιακά το νέο δοκίμιο άμμου υγροσκοπικής υγρασίας . Κατά την τοποθέτηση του δοκιμίου εντός του μεταλλικού πλαισίου φροντίσαμε να μη δημιουργηθούν κενά μεταξύ των στρωμάτων τα οποία θα εμπόδιζαν την λήψη ορθών αποτελεσμάτων. Εφαρμόσαμε τον πάνω πωρόλιθο και αφού έγινε σύνδεση των μηχανισμών φορτίσεως, εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο P= 4 kg . Αποσυνδέσαμε τα 2 τμήματα του κιβωτίου και περιστρέφοντας τον στρόφαλο προσδώσαμε οριζόντια ώθηση.

Τέλος, θέσαμε σε κίνηση τη συσκευή άμεσης διάτμησης. Ταυτόχρονα, βάλαμε σε λειτουργία τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τα δυο μηκυνσιόμετρα, ενώ εμείς λαμβάναμε τις ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου μέτρησης καθιζήσεων .

Στην συνέχεια, αφαιρέσαμε το παραμορφωμένο πλέον δοκίμιο και καθαρίσαμε σχολαστικά το μεταλλικό πλαίσιο και τους δυο πωρόλιθους .Έπειτα, συναρμολογήσαμε και πάλι τη συσκευή και τοποθετήσαμε σταδιακά και με την απαραίτητη προσοχή το τρίτο και τελευταίο δοκίμιο άμμου

υγροσκοπικής υγρασίας. Τοποθετήσαμε και τον δεύτερο πορόλιθο, συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως και εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο P=8 kg . Αποσυνδέοντας πρώτα τα δυο τμήματα του κιβωτίου, προσδώσαμε οριζόντια ώθηση στο δοκίμιο με την περιστροφή του στρόφαλου. Τέλος, εκκινήσαμε τη συσκευή άμεσης διάτμησης και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή από τον οποίο και λάβαμε τις ενδείξεις των μηκυνσιομέτρων οριζόντιας μετατόπισης και βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου .

Με την ολοκλήρωση του ελέγχου και αυτού του δοκιμίου σε άμεση διάτμηση, ολοκληρώθηκε η πρώτη δοκιμή Άμεσης Διάτμησης σε Άμμο Υγροσκοπικής Υγρασίας. Αξίζει να σημειωθεί πως και τα τρία αυτά δοκίμια απέκτησαν μέγιστη διατμητική τάση πριν η διατμητική παραμόρφωση φτάσει στο 10% της αρχικής διαμέτρου του κάθε δοκιμίου (δηλ.6 mm).

Έχοντας πλέον τις αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων και για τα τρία δοκίμια συντάξαμε συγκεντρωτικούς πίνακες, για κάθε δοκίμιο καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα :

- Οριζόντιας μετακίνησης –οριζόντιου φορτιού
- Οριζόντιας μετακίνησης – καθιζήσεων
- Ορθής τάσης –μέγιστης διατμητικής τάσης

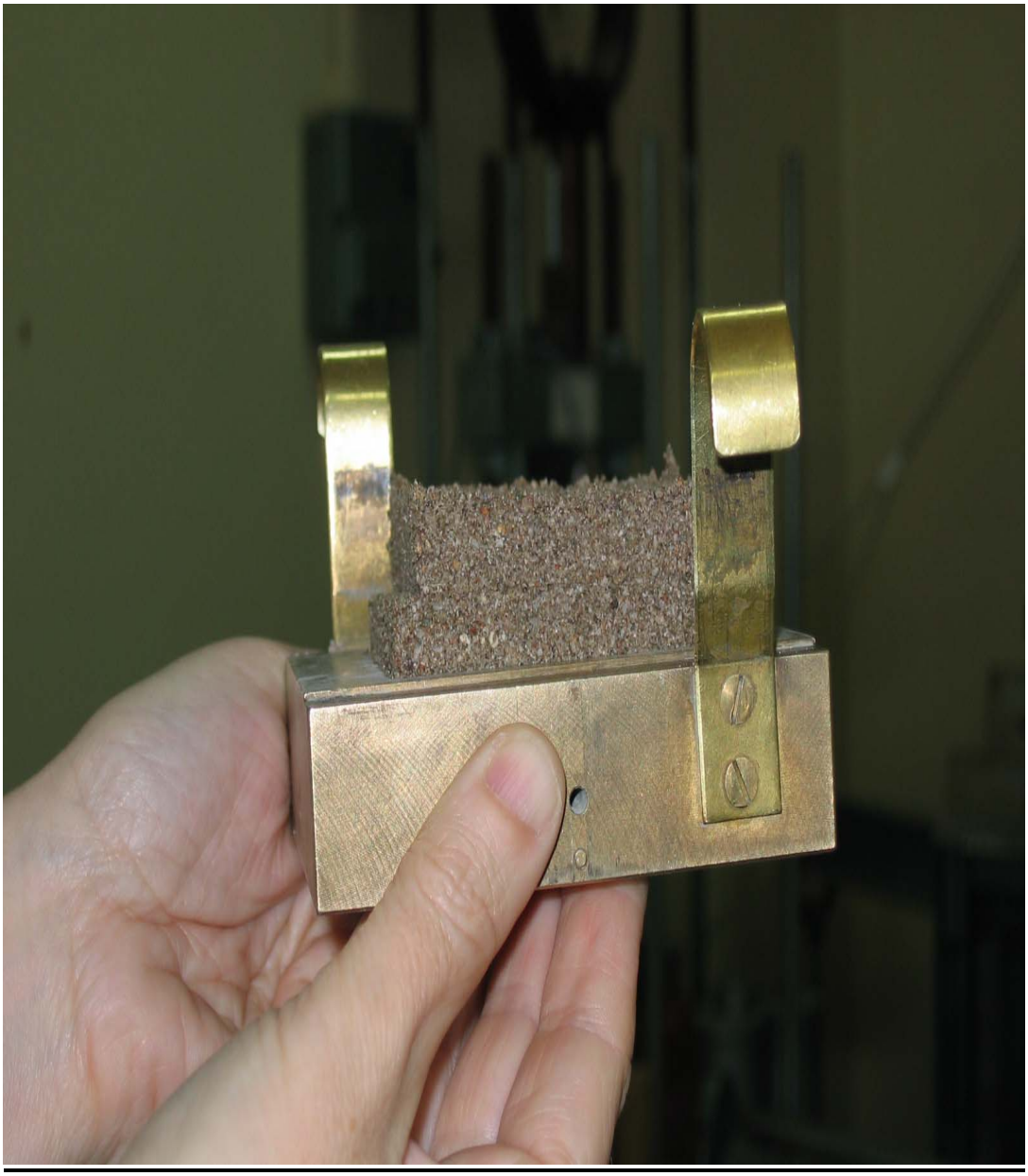
Συγκεκριμένα, στο διάγραμμα ορθής τάσης – μέγιστης διατμητικής τάσης σημειώσαμε ένα σημείο για κάθε δοκίμιο και στην συνέχεια σχεδιάσαμε την ευθεία των σημείων. Από αυτό το διάγραμμα προσδιορίσαμε τη συνοχή C καθώς και την γωνία εσωτερικής τριβής (φ).

Κατά την σχεδίαση του διαγράμματος ορθής – μέγιστης διατμητικής τάσης του πρώτου δοκιμιού η συνοχή C που προέκυψε ήταν αρκετά υψηλή, όπως ήταν αναμενόμενο, εξαιτίας της μικρής ποσότητας αργίλου που βρέθηκε στο δείγμα, κατά το κοσκίνισμα πριν την έναρξη της δοκιμής.

Στους συγκεντρωτικούς αυτούς πίνακες, περιλαμβάνονται οι αναγνώσεις και των τριών μυκηνσιομέτρων για κάθε δοκίμιο, οι διαστάσεις του προς έλεγχο δοκιμίου καθώς και το φορτίο P που εφαρμόσαμε σε κάθε δοκιμή. Συγκεκριμένα όπου :

- P : το κατακόρυφο φορτίο **(kg)**
- D: πλευρά δοκιμίου **(mm)**
- A : εμβαδό δοκιμίου **(cm^2)**
- σ : ορθή τάση **(kg/ cm^2)** (σ= P x 10/A)

- CRT: συντελεστής βράχυνσης της διαμέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου
- ΔD: οριζόντια μετατόπιση **(mm)**
- ε : οριζόντια παραμόρφωση δοκιμίου (ε = Δd/D)
- ε % : οριζόντια παραμόρφωση δοκιμίου %
- RT: αναγνώσεις μυκηνσιομέτρου βράχυνσης της διαμέτρου δυναμομετρικού δακτυλίου.
- T: φορτίο διατμητικής τάσης **kg** (T = RT x CRT)
- τ : διατμητική τάση **kg/cm^2** (τ= T/A)

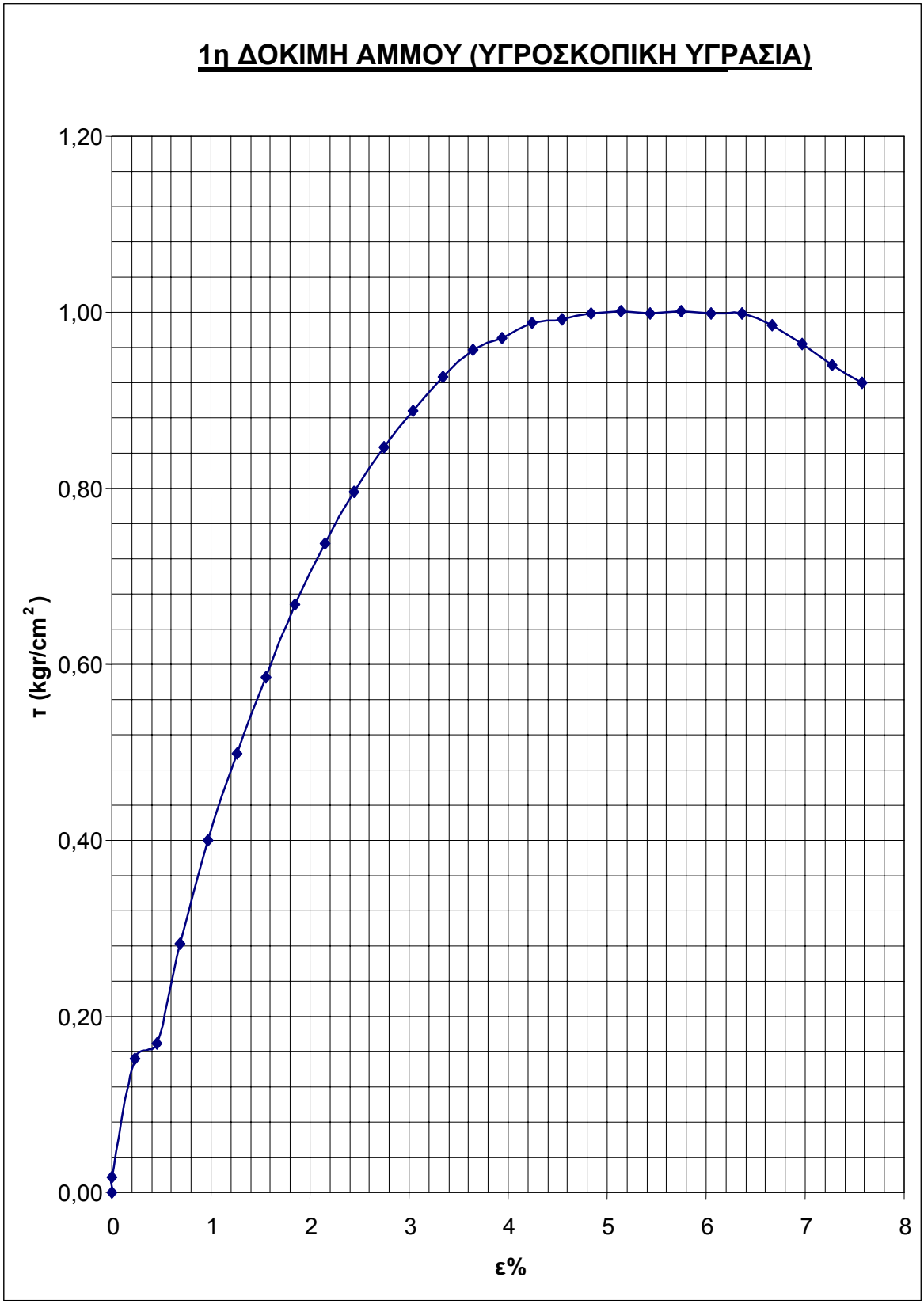


Δοκίμιο Άμμου μετά τη δοκιμή άμεσης διάτμησης

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)

P =	2	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	0,556	kgr/cm^2

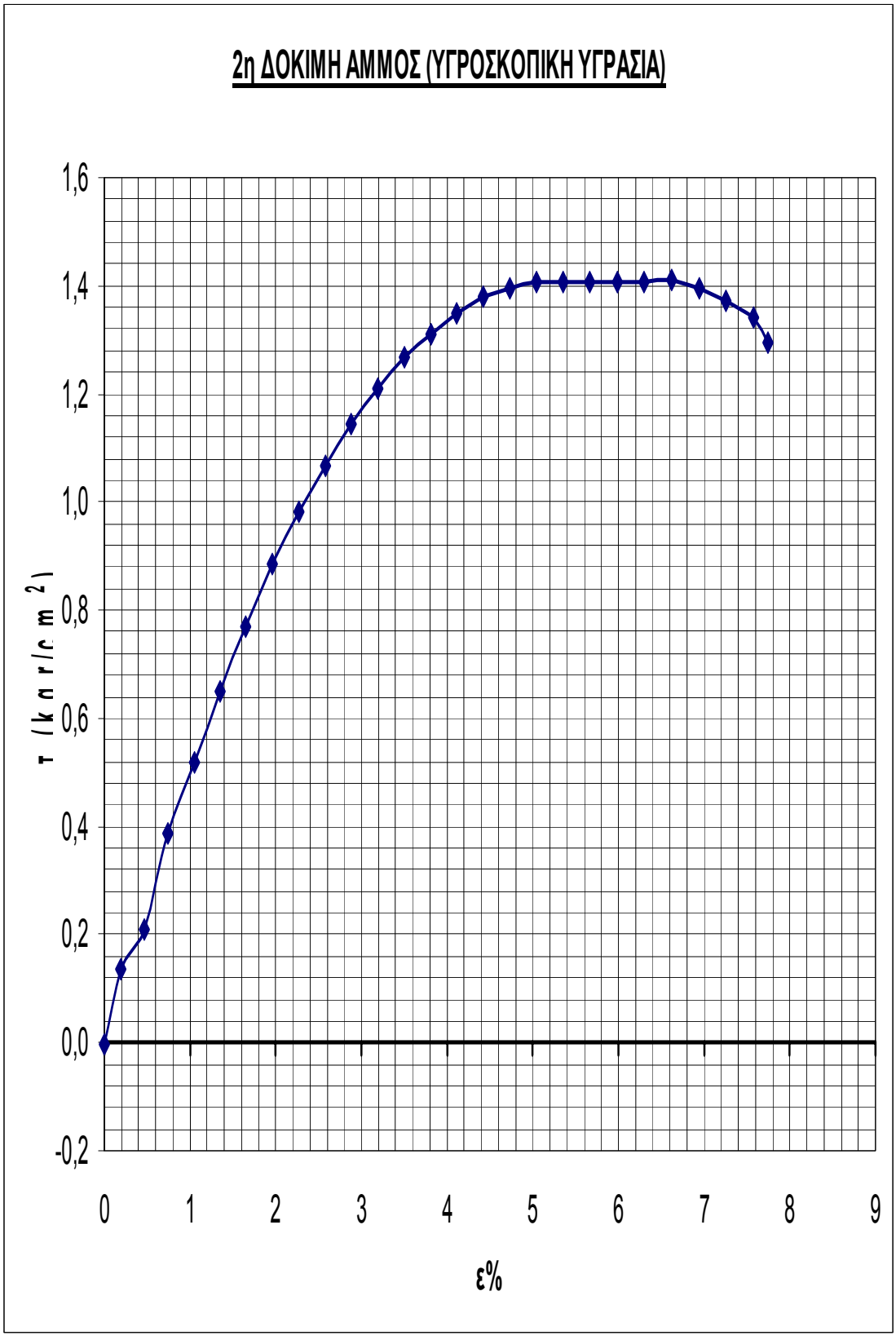
Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,001706	0,000028	0,002844	0,008705	0,619777	0,017216
0,136500	0,002275	0,227500	0,076602	5,454039	0,151501
0,271294	0,004522	0,452157	0,085306	6,073816	0,168717
0,414619	0,006910	0,691032	0,142758	10,164345	0,282343
0,580126	0,009669	0,966876	0,201950	14,378830	0,399412
0,755870	0,012598	1,259783	0,252437	17,973538	0,499265
0,933320	0,015555	1,555533	0,295961	21,072423	0,585345
1,110770	0,018513	1,851283	0,337744	24,047354	0,667982
1,288220	0,021470	2,147033	0,372563	26,526462	0,736846
1,467376	0,024456	2,445627	0,402159	28,633705	0,795381
1,646533	0,027442	2,744221	0,428273	30,493036	0,847029
1,825689	0,030428	3,042816	0,449164	31,980501	0,888347
2,006552	0,033443	3,344253	0,468315	33,344011	0,926223
2,185708	0,036428	3,642847	0,483983	34,459610	0,957211
2,366571	0,039443	3,944285	0,490947	34,955432	0,970984
2,545728	0,042429	4,242879	0,499652	35,575209	0,988200
2,724884	0,045415	4,541473	0,501393	35,699164	0,991643
2,905747	0,048429	4,842911	0,504875	35,947075	0,998530
3,084903	0,051415	5,141505	0,506616	36,071031	1,001973
3,262353	0,054373	5,437255	0,504875	35,947075	0,998530
3,446628	0,057444	5,744381	0,506616	36,071031	1,001973
3,630904	0,060515	6,051506	0,504875	35,947075	0,998530
3,815179	0,063586	6,358631	0,504875	35,947075	0,998530
3,999454	0,066658	6,665757	0,497911	35,451253	0,984757
4,182023	0,069700	6,970038	0,487465	34,707521	0,964098
4,364592	0,072743	7,274320	0,475279	33,839833	0,939995
4,547161	0,075786	7,578601	0,464833	33,096100	0,919336


1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
τ (kgr/cm2)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
ε%

2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)

P =	4	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	1,111	kgr/cm^2

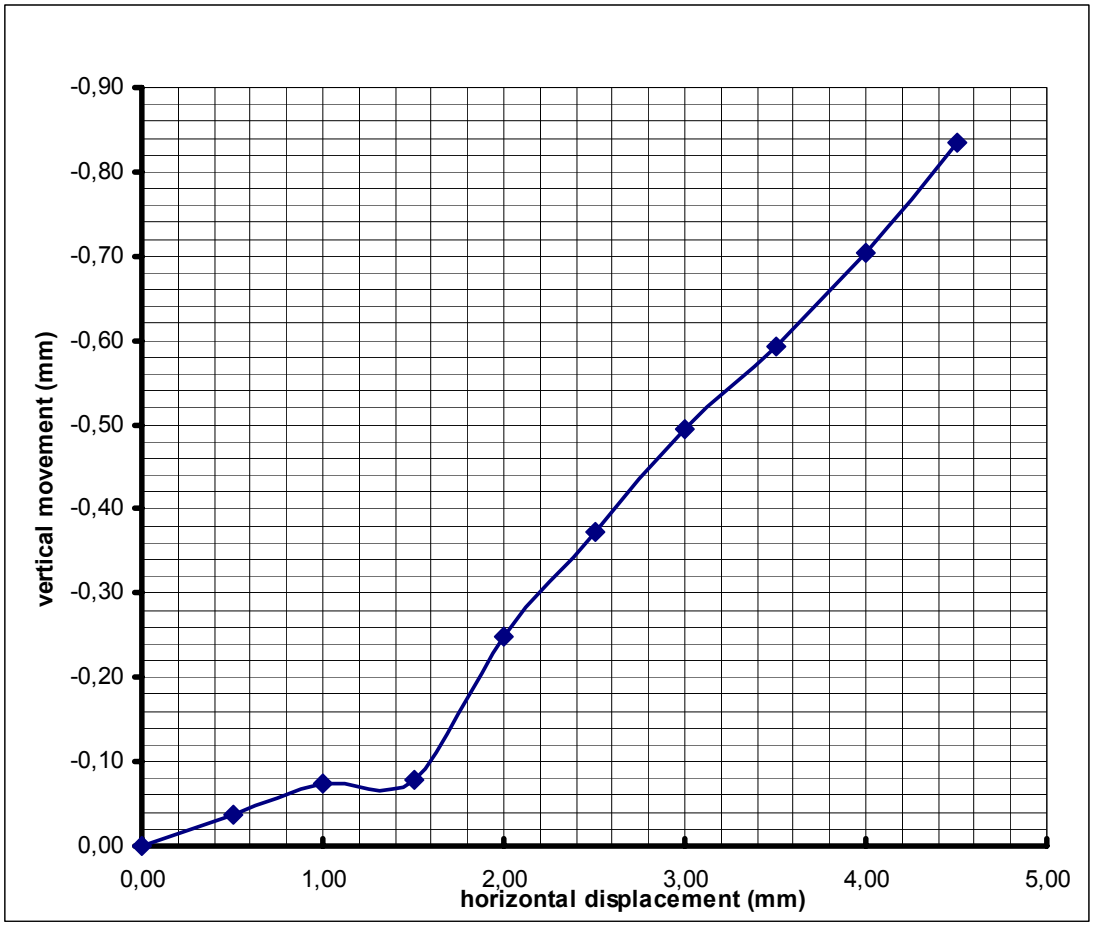
Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	-0,001741	-0,123955	-0,003443
0,116025	0,001934	0,19338	0,067897	4,834262	0,134285
0,278119	0,004635	0,46353	0,106198	7,561281	0,210036
0,447038	0,007451	0,74506	0,194986	13,883008	0,385639
0,629607	0,010493	1,04934	0,262883	18,717270	0,519924
0,810470	0,013508	1,35078	0,329039	23,427577	0,650766
0,993038	0,016551	1,65506	0,389972	27,766017	0,771278
1,177314	0,019622	1,96219	0,447423	31,856546	0,884904
1,359883	0,022665	2,26647	0,496170	35,327298	0,981314
1,545864	0,025764	2,57644	0,539694	38,426184	1,067394
1,730139	0,028836	2,88357	0,577994	41,153203	1,143145
1,914414	0,031907	3,19069	0,611072	43,508357	1,208565
2,098690	0,034978	3,49782	0,640669	45,615599	1,267100
2,284671	0,038078	3,80779	0,661560	47,103064	1,308418
2,468946	0,041149	4,11491	0,682451	48,590529	1,349737
2,653221	0,044220	4,42204	0,698120	49,706128	1,380726
2,840909	0,047348	4,73485	0,705084	50,201950	1,394499
3,026891	0,050448	5,04482	0,712047	50,697772	1,408271
3,214578	0,053576	5,35763	0,712047	50,697772	1,408271
3,402266	0,056704	5,67044	0,712047	50,697772	1,408271
3,591660	0,059861	5,98610	0,712047	50,697772	1,408271
3,781054	0,063018	6,30176	0,712047	50,697772	1,408271
3,972154	0,066203	6,62026	0,713788	50,821727	1,411715
4,163254	0,069388	6,93876	0,705084	50,201950	1,394499
4,354354	0,072573	7,25726	0,692897	49,334262	1,370396
4,545455	0,075758	7,57576	0,677228	48,218663	1,339407
4,646123	0,077435	7,74354	0,654596	46,607242	1,294646


2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΣ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
-0,2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
ε%

2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

ΒΑΡΟΣ=	4	kgr
CRV=	0,002	

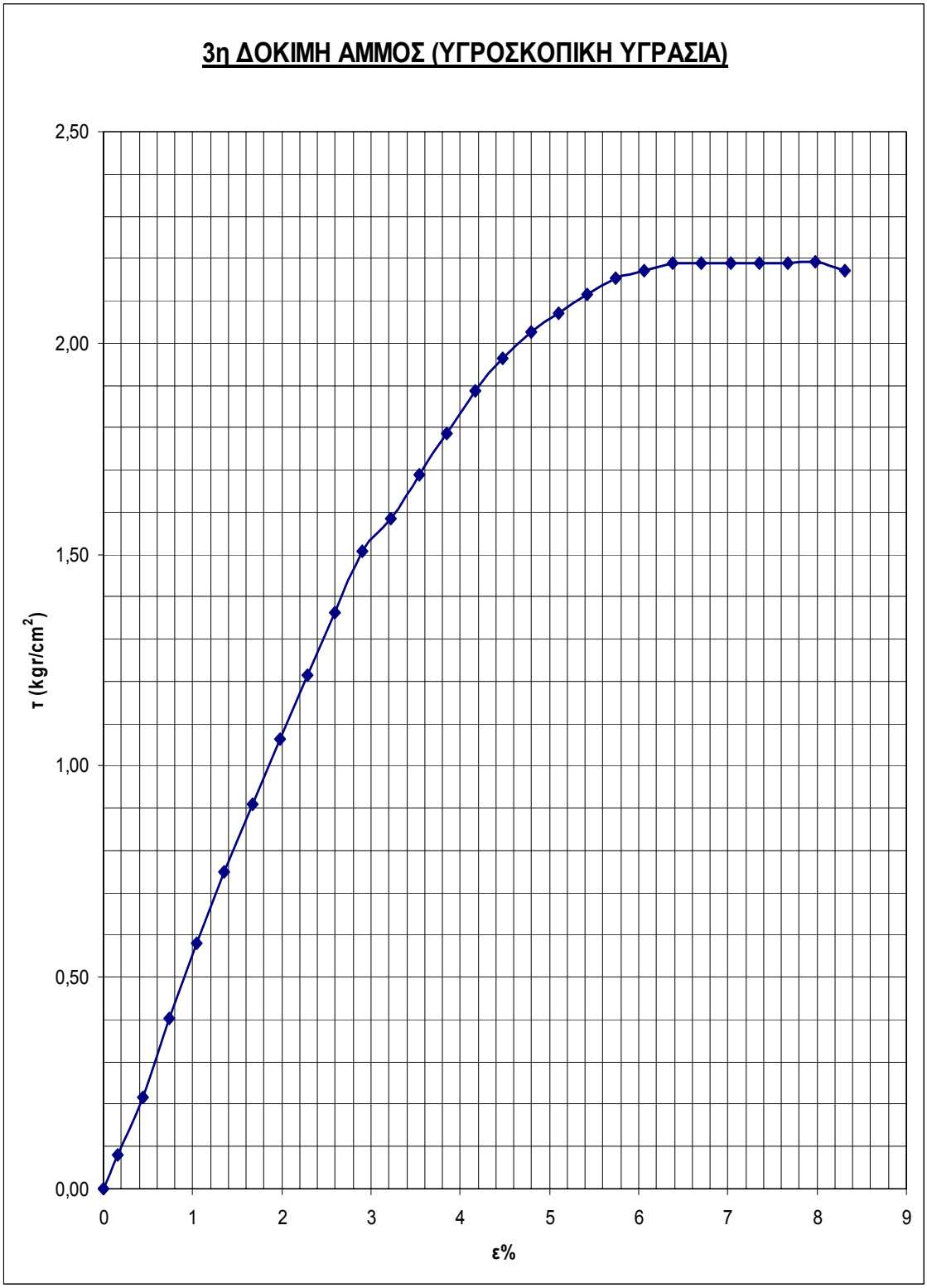
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-18,00	-0,036
1,00	-37,00	-0,074
1,50	-39,00	-0,078
2,00	-124,00	-0,248
2,50	-186,00	-0,372
3,00	-247,00	-0,494
3,50	-296,00	-0,592
4,00	-352,00	-0,704
4,50	-417,00	-0,834



3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)

P =	8	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	2,222	kgr/cm^2

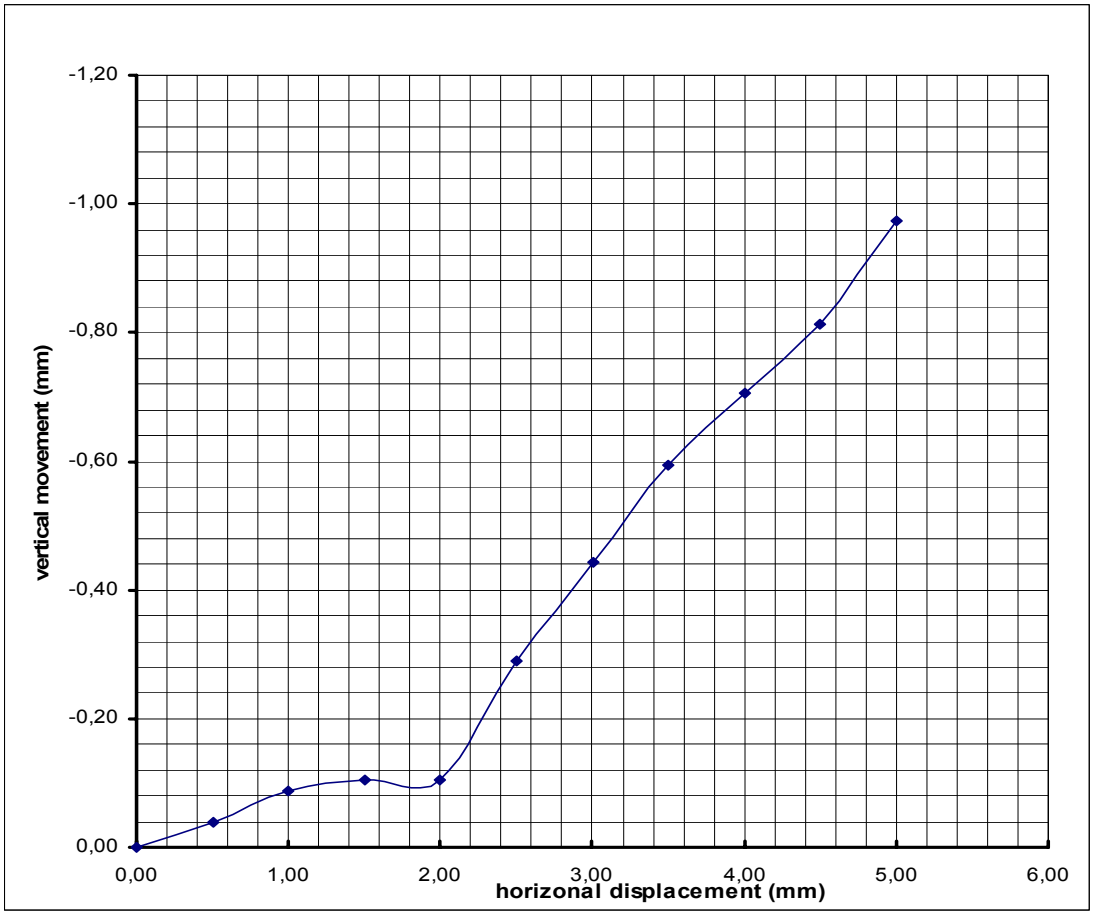
Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kgr)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,098963	0,001649	0,164938	0,040042	2,850975	0,079194
0,267882	0,004465	0,446469	0,109680	7,809192	0,216922
0,443625	0,007394	0,739376	0,203691	14,502786	0,402855
0,627901	0,010465	1,046501	0,294220	20,948468	0,581902
0,813882	0,013565	1,356470	0,379526	27,022284	0,750619
0,999863	0,016664	1,666439	0,459610	32,724234	0,909006
1,187551	0,019793	1,979252	0,537953	38,302228	1,063951
1,371826	0,022864	2,286377	0,614554	43,756267	1,215452
1,557808	0,025963	2,596346	0,689415	49,086351	1,363510
1,743789	0,029063	2,906315	0,762535	54,292479	1,508124
1,933183	0,032220	3,221972	0,800836	57,019499	1,583875
2,122577	0,035376	3,537629	0,853064	60,738162	1,687171
2,310265	0,038504	3,850441	0,903552	64,332869	1,787024
2,499659	0,041661	4,166098	0,954039	67,927577	1,886877
2,687346	0,044789	4,478911	0,992340	70,654596	1,962628
2,876740	0,047946	4,794567	1,023677	72,885794	2,024605
3,064428	0,051074	5,107380	1,046309	74,497214	2,069367
3,255528	0,054259	5,425880	1,068942	76,108635	2,114129
3,448335	0,057472	5,747224	1,088092	77,472145	2,152004
3,639435	0,060657	6,065725	1,098538	78,215877	2,172663
3,832241	0,063871	6,387069	1,107242	78,835655	2,189879
4,023342	0,067056	6,705569	1,107242	78,835655	2,189879
4,217854	0,070298	7,029757	1,107242	78,835655	2,189879
4,408954	0,073483	7,348257	1,107242	78,835655	2,189879
4,601761	0,076696	7,669601	1,107242	78,835655	2,189879
4,791155	0,079853	7,985258	1,108983	78,959610	2,193323
4,983961	0,083066	8,306602	1,098538	78,215877	2,172663


3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΣ (ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
τ (kgr/cm2)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
ε%

3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

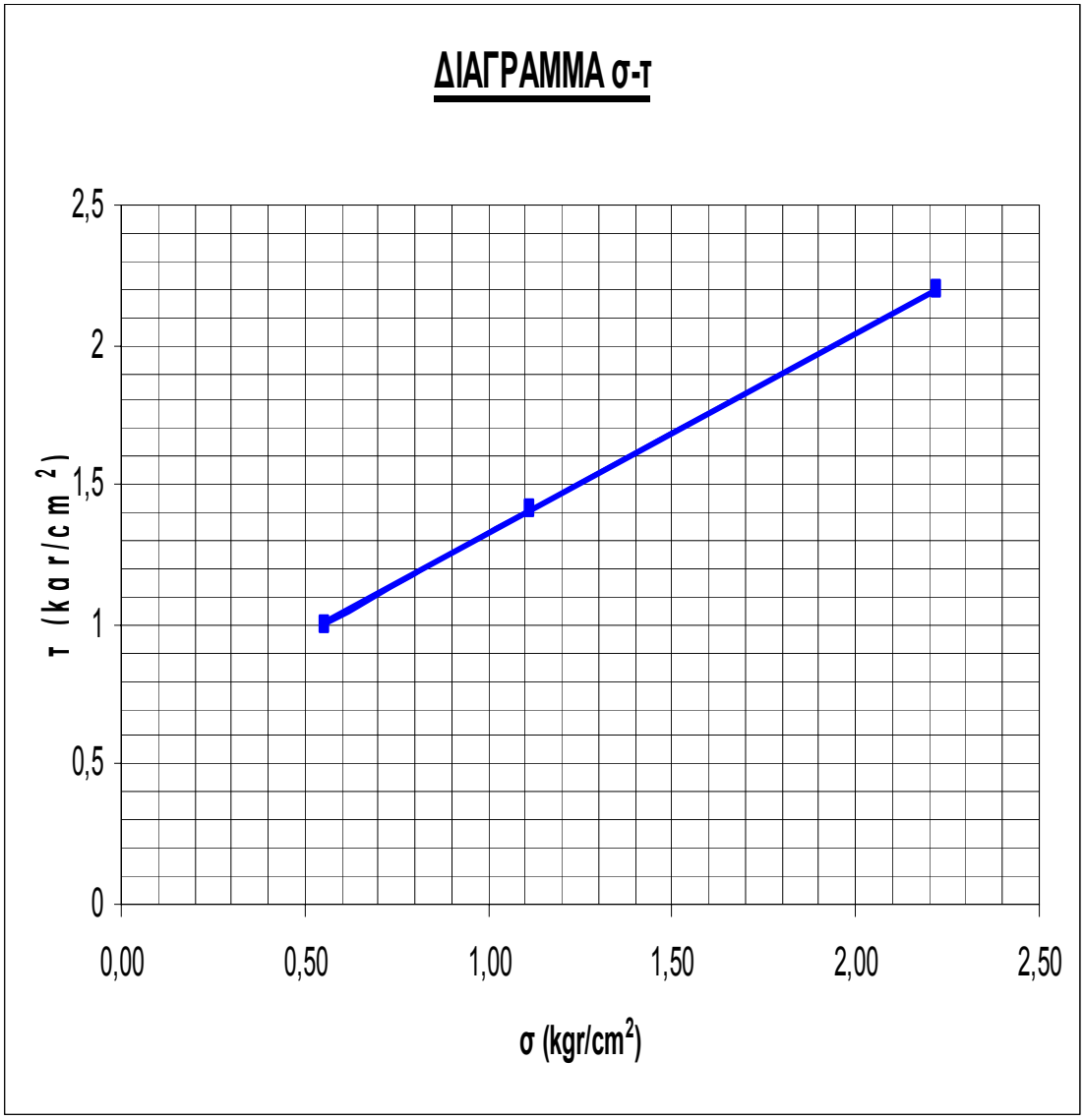
ΒΑΡΟΣ=	**8**	**kgr**
CRV=	0,002	

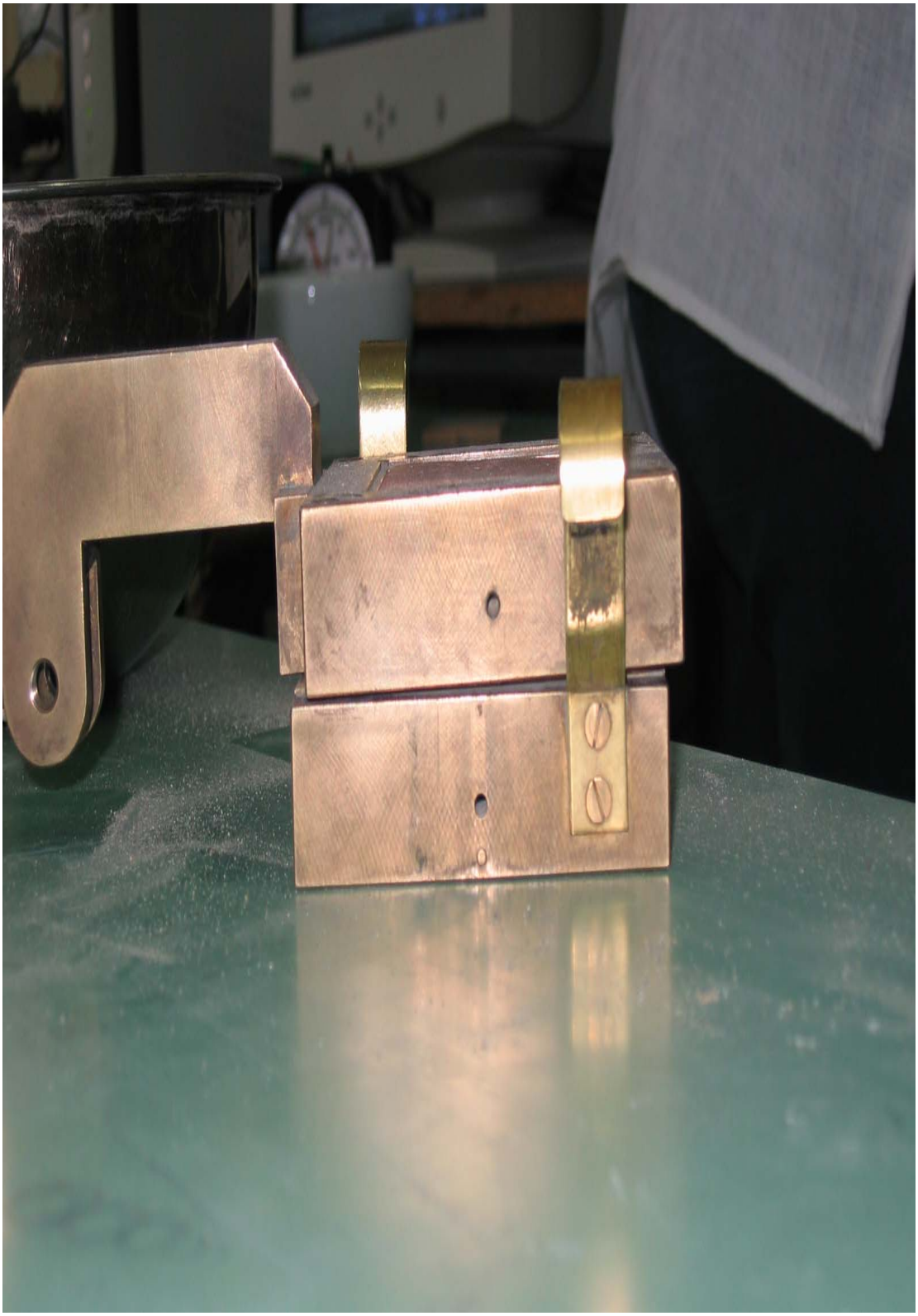
Δd(mm)	**ΔV**	**ΔV(mm)**
0,00	0,00	0,000
0,50	-20,00	-0,040
1,00	-44,00	-0,088
1,50	-52,00	-0,104
2,00	-52,00	-0,104
2,50	-145,00	-0,290
3,00	-222,00	-0,444
3,50	-297,00	-0,594
4,00	-353,00	-0,706
4,50	-406,00	-0,812
5,00	-487,00	-0,974



σ_1=	0,556 kgr/cm^2
σ_2=	1,111 kgr/cm^2
σ_3=	2,222 kgr/cm^2

τ_1=	1,001973 (kgr/cm^2)
τ_2=	1,411715 (kgr/cm^2)
τ_3=	2,193323 (kgr/cm^2)





Δοκίμιο άμμου μετά τη δοκιμή άμεσης διάτμησης και πριν την αφαίρεση των δακτυλίων

- ΑΜΜΟΣ ΕΣΤΩ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α

Κατά τη δεύτερη δοκιμή εξετάσαμε δείγμα άμμου υγρασίας Α. Όμοια με την πρώτη δοκιμή, πριν την έναρξη της, λάβαμε ποσότητα υλικού, προκειμένου να υπολογιστεί η ακριβής περιεχομένη υγρασία του δείγματος, το οποίο και τοποθετήσαμε σε κάψες και έπειτα στον κλίβανο ξηράνσεως.

Συναρμολογήσαμε τη συσκευή Άμεσης Διατμήσεως και μετά την απαραίτητη προεργασία (γρασάρισμα και μέτρηση διαμέτρου συσκευής) τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο. Στη συνέχεια τοποθετήσαμε σταδιακά και σε στρώσεις το δοκίμιο και τέλος τον πάνω πορόλιθο.

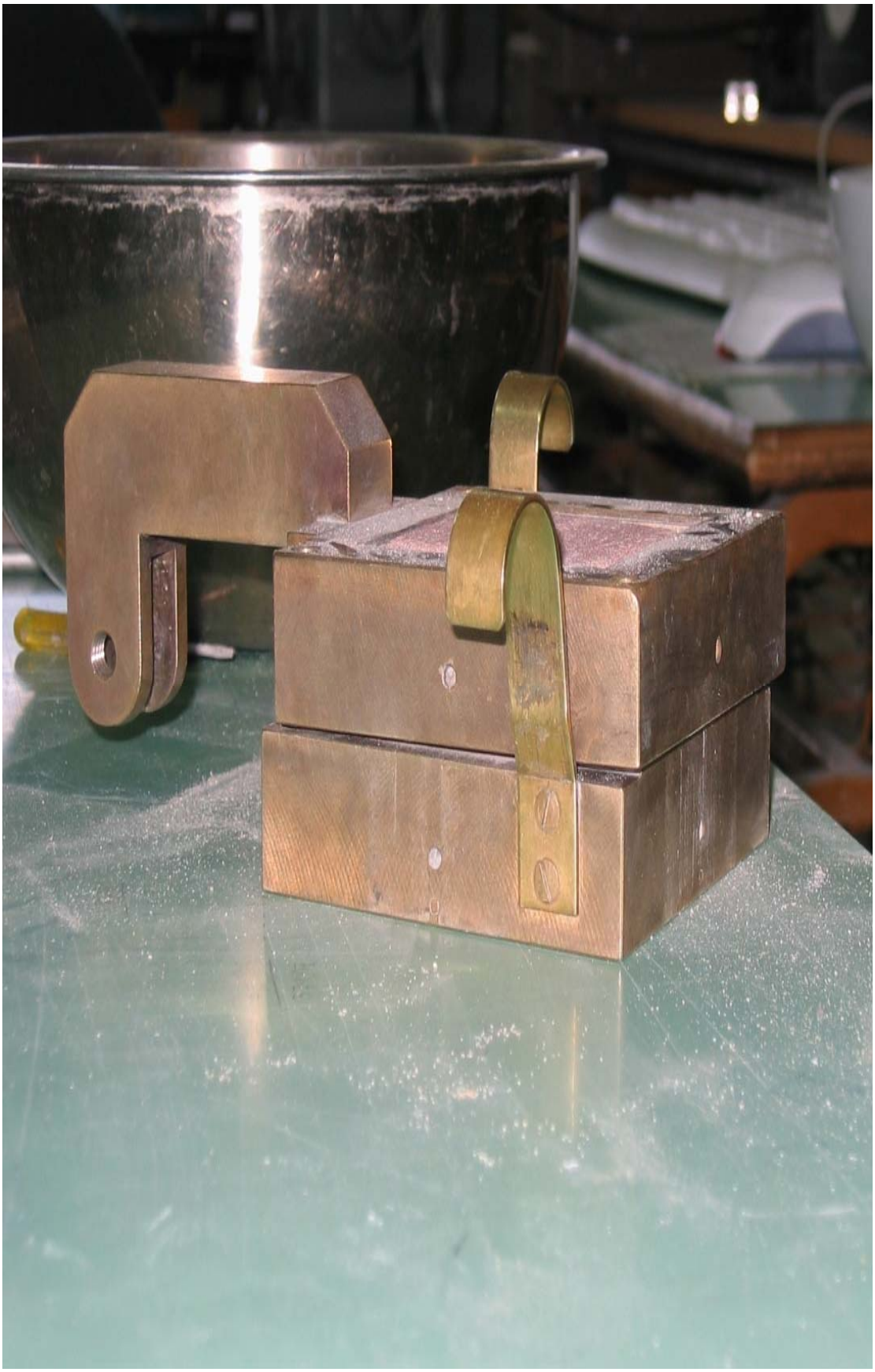
Συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως, μηδενίσαμε τα τρία μηκυνσιόμετρα και εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο (P= 2kg). Αποσυνδέσαμε τα δύο τμήματα του κιβωτίου και εφαρμόσαμε οριζόντια ώθηση περιστρέφοντας τον στρόφαλο.

Με την έναρξη της δοκιμής ενεργοποιήσαμε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέσω του οποίου λάβαμε τις αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων οριζόντιας μετατόπισης και βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου. Παράλληλα, λαμβάναμε τις αντίστοιχες αναγνώσεις του μηκυνσιομέτρου μέτρησης καθιζήσεων (μεταβολής όγκου του δοκιμίου).Μετά το τέλος της δοκιμής αφαιρέσαμε το παραμορφωμένο δοκίμιο, καθαρίσαμε προσεκτικά το μεταλλικό πλαίσιο και τους δυο πωρόλιθους .

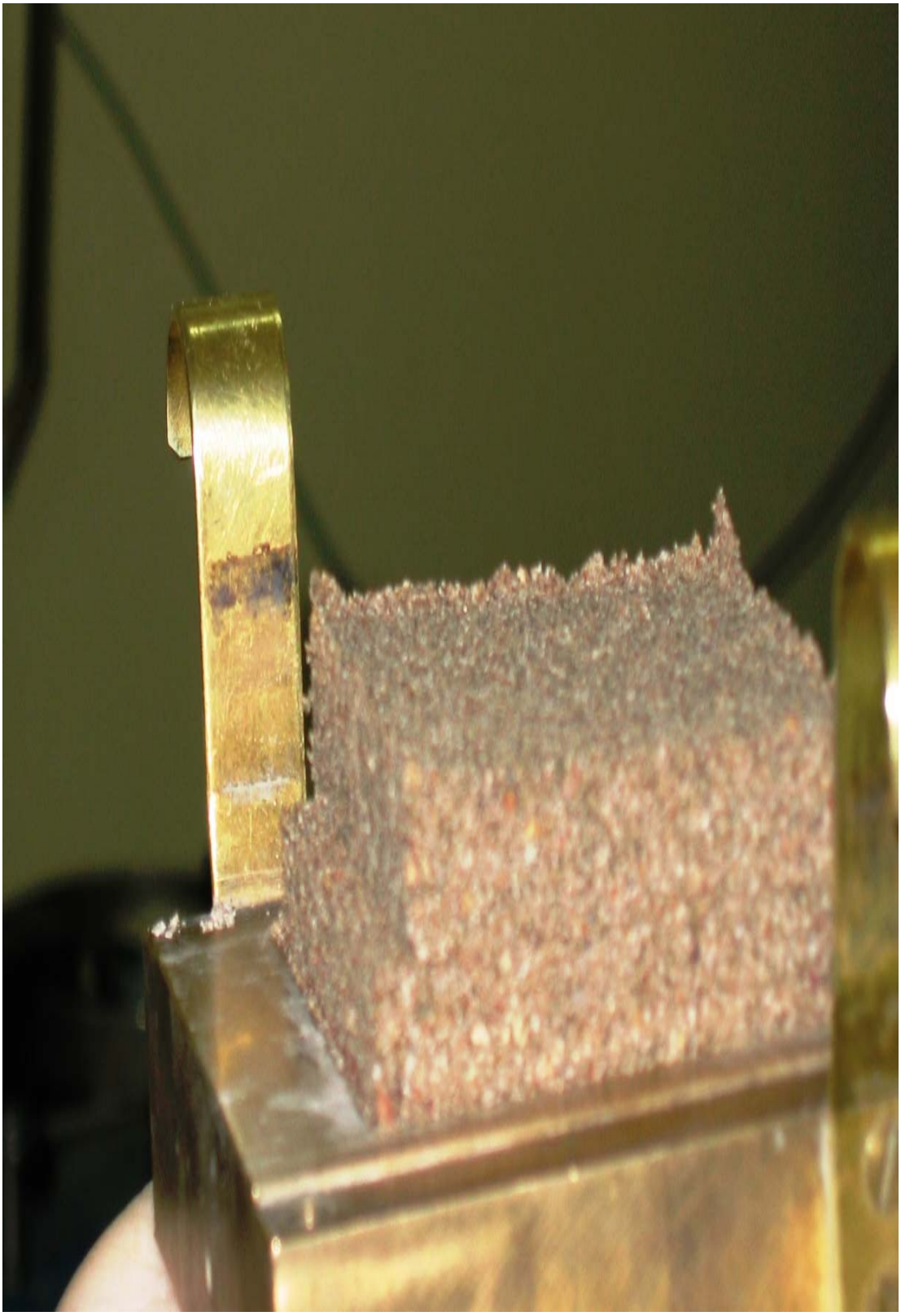
Στη συνέχεια, επαναλάβαμε ακριβώς την ίδια διαδικασία για δύο ακόμα δοκίμια, όμοιας περιεχόμενης υγρασίας. Στο πρώτο από αυτά εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο P= 4kg και στο δεύτερο P=8 kg.

Ολοκληρώνοντας τον έλεγχο και τον τριών δοκιμίων ίδιας υγρασίας, ολοκληρώθηκε και η δεύτερη δοκιμή Άμεσης Διάτμησης, σε Άμμο Υγρασίας Α.

Με τις αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων για κάθε δοκίμιο συντάξαμε τους αντίστοιχους πίνακες όπου περιλαμβάνονται και οι διαστάσεις του κάθε δοκιμίου, καθώς και το φορτίο που εφαρμόσαμε σε κάθε δοκιμή. Τέλος, σχεδιάσαμε τα διαγράμματα: οριζόντιας μετακίνησης-οριζόντιου φορτίου, οριζόντιας μετακίνησης- καθιζήσεων και ορθής τάσης – μέγιστης διατμητικής τάσης.



Δοκίμιο άμμου μετά τη δοκιμή άμεσης διάτμησης

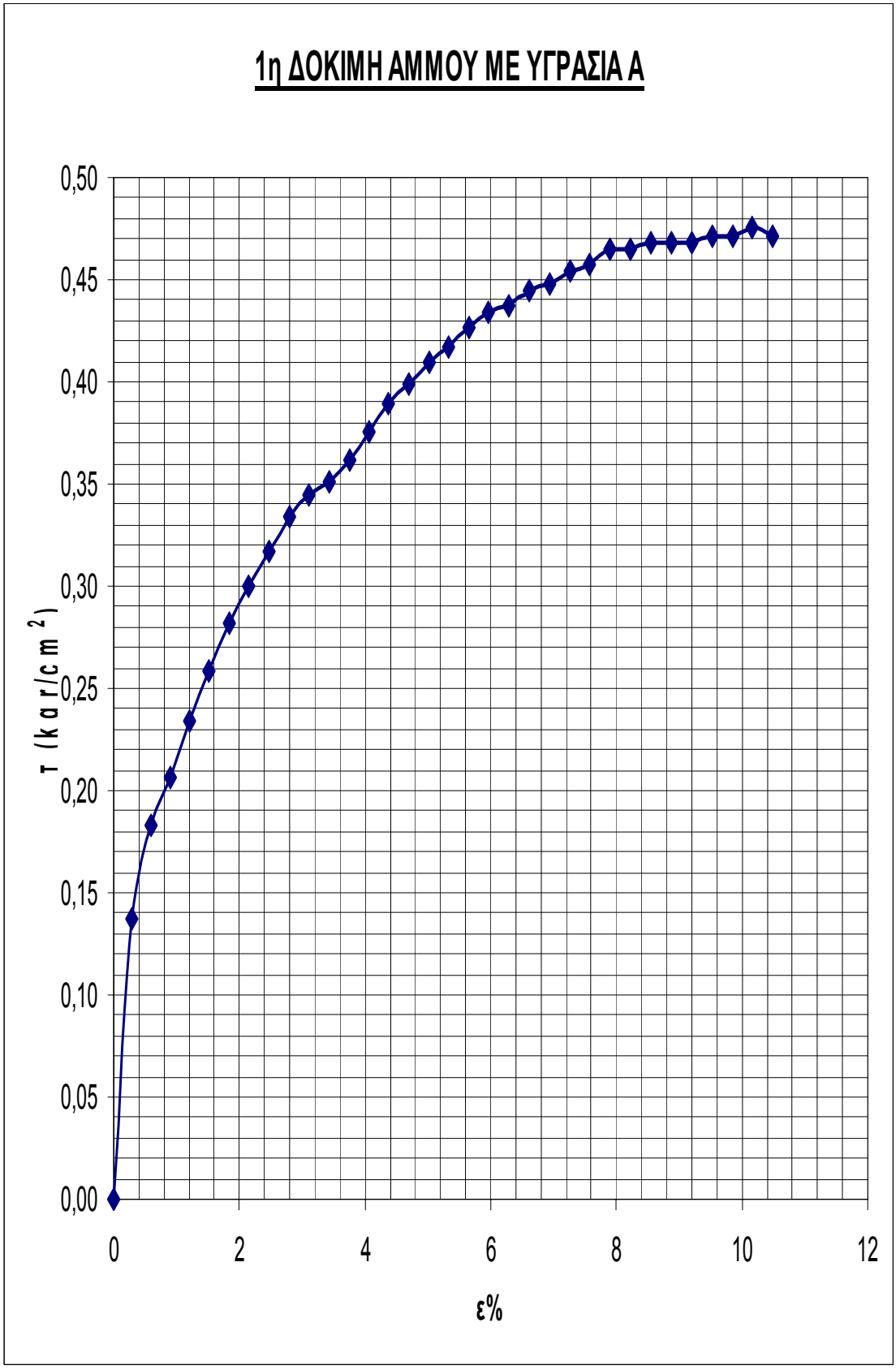


Δοκίμιο άμμου μετά τη δοκιμή άμεσης διάτμησης

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ Α

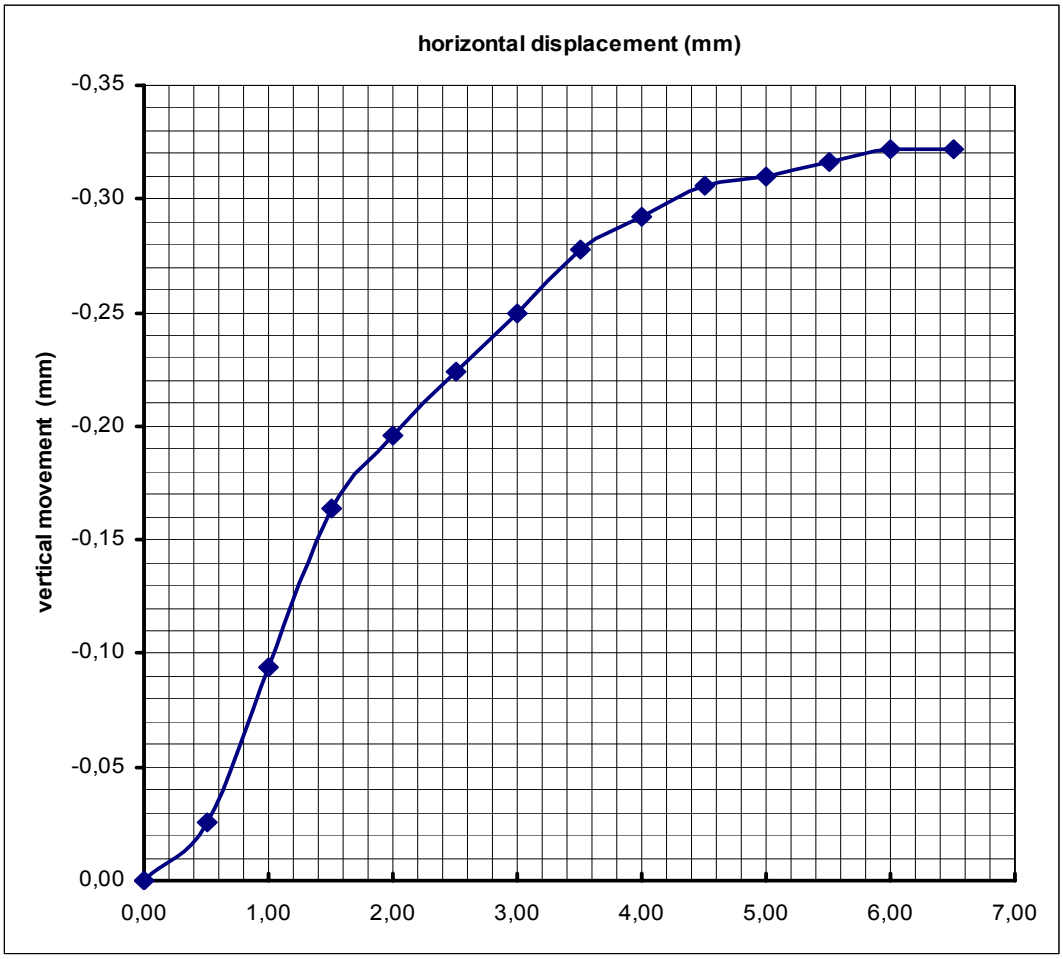
P =	2	kgr
d =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	0,556	kgr/cm^2

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,168919	0,002815	0,281532	0,069638	4,958217	0,137728
0,353194	0,005887	0,588657	0,092270	6,569638	0,182490
0,535763	0,008929	0,892938	0,104457	7,437326	0,206592
0,723451	0,012058	1,205751	0,118384	8,428969	0,234138
0,911138	0,015186	1,518564	0,130571	9,296657	0,258240
1,098826	0,018314	1,831377	0,142758	10,164345	0,282343
1,289926	0,021499	2,149877	0,151462	10,784123	0,299559
1,481026	0,024684	2,468377	0,160167	11,403900	0,316775
1,673833	0,027897	2,789722	0,168872	12,023677	0,333991
1,866639	0,031111	3,111066	0,174095	12,395543	0,344321
2,059446	0,034324	3,432410	0,177577	12,643454	0,351207
2,248840	0,037481	3,748066	0,182799	13,015320	0,361537
2,439940	0,040666	4,066567	0,189763	13,511142	0,375310
2,627628	0,043794	4,379379	0,196727	14,006964	0,389082
2,817022	0,046950	4,695036	0,201950	14,378830	0,399412
3,008122	0,050135	5,013536	0,207173	14,750696	0,409742
3,197516	0,053292	5,329193	0,210655	14,998607	0,416628
3,388616	0,056477	5,647693	0,215877	15,370474	0,426958
3,581422	0,059690	5,969037	0,219359	15,618384	0,433844
3,772523	0,062875	6,287538	0,221100	15,742340	0,437287
3,967035	0,066117	6,611725	0,224582	15,990251	0,444174
4,159842	0,069331	6,933069	0,226323	16,114206	0,447617
4,356061	0,072601	7,260101	0,229805	16,362117	0,454503
4,548867	0,075814	7,581445	0,231546	16,486072	0,457946
4,741673	0,079028	7,902789	0,235028	16,733983	0,464833
4,932774	0,082213	8,221289	0,235028	16,733983	0,464833
5,132405	0,085540	8,554009	0,236769	16,857939	0,468276
5,330330	0,088839	8,883884	0,236769	16,857939	0,468276
5,524843	0,092081	9,208072	0,236769	16,857939	0,468276
5,717649	0,095294	9,529416	0,238510	16,981894	0,471719
5,908750	0,098479	9,847916	0,238510	16,981894	0,471719
6,099850	0,101664	10,166416	0,240251	17,105850	0,475162
6,292656	0,104878	10,487760	0,238510	16,981894	0,471719


1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ Α
0,50
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
τ (k g r/c m 2)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

1.ΑΜΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α	
ΒΑΡΟΣ=	2kg
CRV=	0,002

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-13,00	-0,026
1,00	-47,00	-0,094
1,50	-82,00	-0,164
2,00	-98,00	-0,196
2,50	-112,00	-0,224
3,00	-125,00	-0,250
3,50	-139,00	-0,278
4,00	-146,00	-0,292
4,50	-153,00	-0,306
5,00	-155,00	-0,310
5,50	-158,00	-0,316
6,00	-161,00	-0,322
6,50	-161,00	-0,322

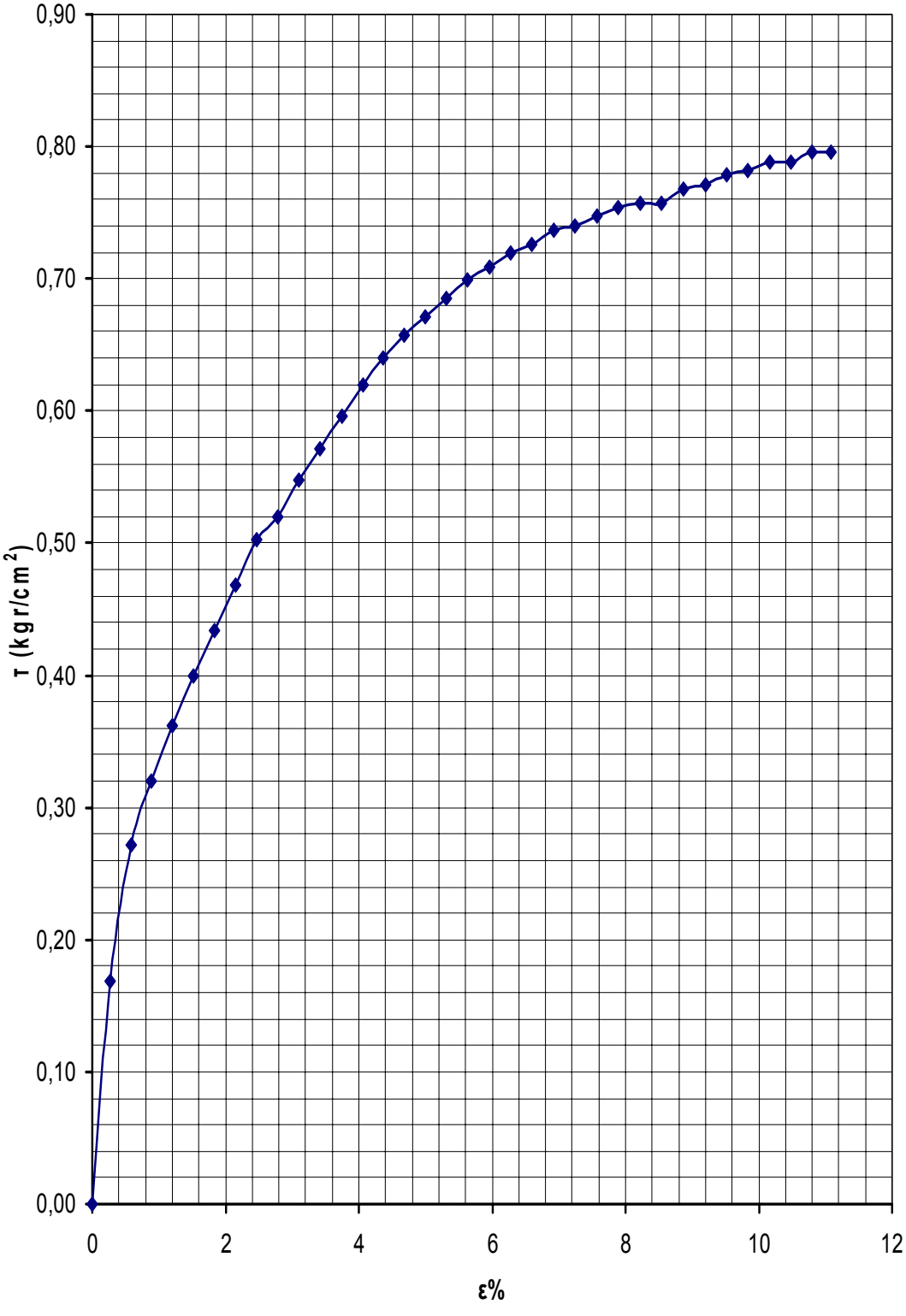


2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ Α

P =	4	kgr
d =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	1,111	kgr/cm^2

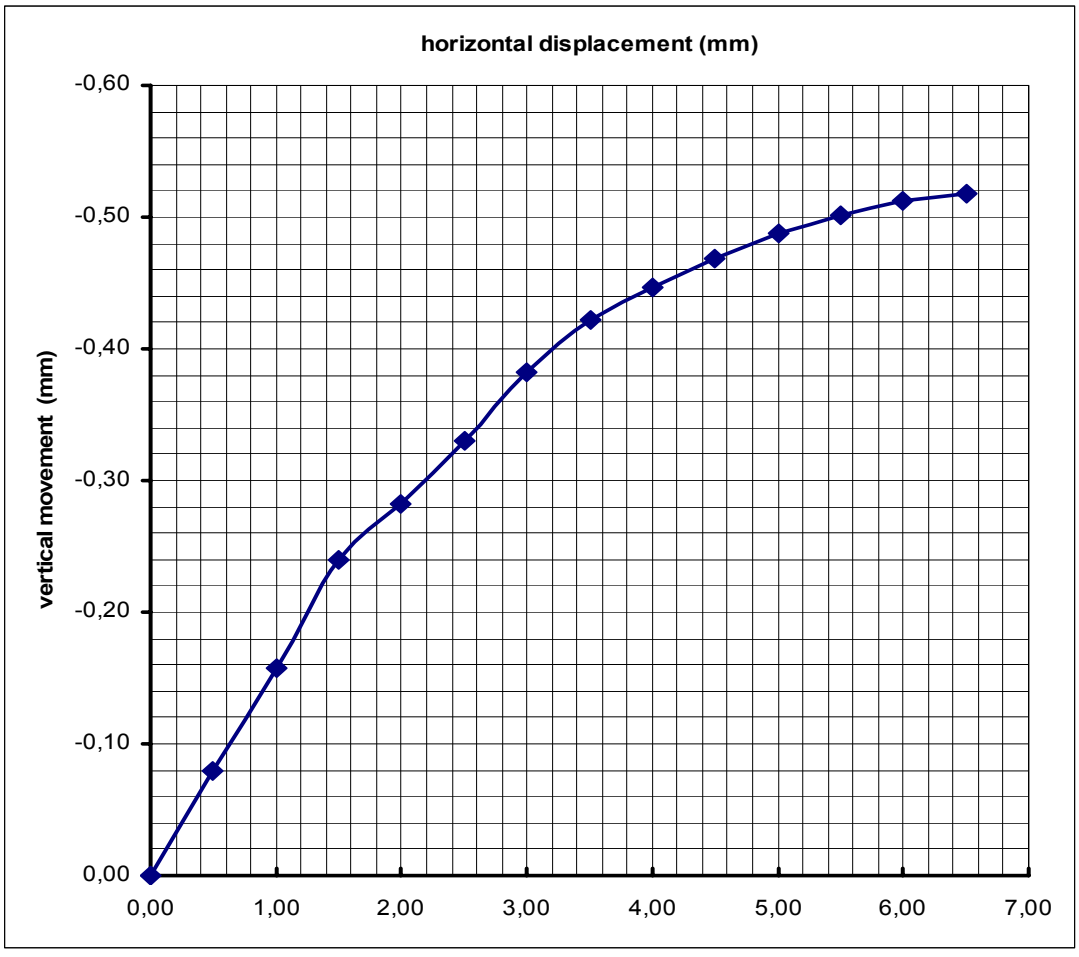
Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,160388	0,002673	0,267313	0,085306	6,073816	0,168717
0,349782	0,005830	0,582969	0,137535	9,792479	0,272013
0,534057	0,008901	0,890095	0,161908	11,527855	0,320218
0,721744	0,012029	1,202907	0,182799	13,015320	0,361537
0,909432	0,015157	1,515720	0,201950	14,378830	0,399412
1,102239	0,018371	1,837064	0,219359	15,618384	0,433844
1,291633	0,021527	2,152721	0,236769	16,857939	0,468276
1,482733	0,024712	2,471221	0,254178	18,097493	0,502708
1,672127	0,027869	2,786878	0,262883	18,717270	0,519924
1,863227	0,031054	3,105378	0,276811	19,708914	0,547470
2,052621	0,034210	3,421035	0,288997	20,576602	0,571572
2,243721	0,037395	3,739535	0,301184	21,444290	0,595675
2,434821	0,040580	4,058035	0,313370	22,311978	0,619777
2,622509	0,043708	4,370848	0,323816	23,055710	0,640436
2,811903	0,046865	4,686505	0,332521	23,675487	0,657652
2,999590	0,049993	4,999317	0,339485	24,171309	0,671425
3,188984	0,053150	5,314974	0,346448	24,667131	0,685198
3,380085	0,056335	5,633474	0,353412	25,162953	0,698971
3,574597	0,059577	5,957662	0,358635	25,534819	0,709301
3,765698	0,062762	6,276163	0,363858	25,906685	0,719630
3,960210	0,066004	6,600350	0,367340	26,154596	0,726517
4,151310	0,069189	6,918851	0,372563	26,526462	0,736846
4,345823	0,072430	7,243038	0,374304	26,650418	0,740289
4,540336	0,075672	7,567226	0,377786	26,898329	0,747176
4,736555	0,078943	7,894258	0,381267	27,146240	0,754062
4,931067	0,082184	8,218446	0,383008	27,270195	0,757505
5,125580	0,085426	8,542634	0,383008	27,270195	0,757505
5,321799	0,088697	8,869665	0,388231	27,642061	0,767835
5,516312	0,091939	9,193853	0,389972	27,766017	0,771278
5,709118	0,095152	9,515197	0,393454	28,013928	0,778165
5,901925	0,098365	9,836541	0,395195	28,137883	0,781608
6,096437	0,101607	10,160729	0,398677	28,385794	0,788494
6,289244	0,104821	10,482073	0,398677	28,385794	0,788494
6,483756	0,108063	10,806261	0,402159	28,633705	0,795381
6,654382	0,110906	11,090636	0,402159	28,633705	0,795381

2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ Α



2.ΑΜΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α	
ΒΑΡΟΣ=	4kg
CRV=	0,002

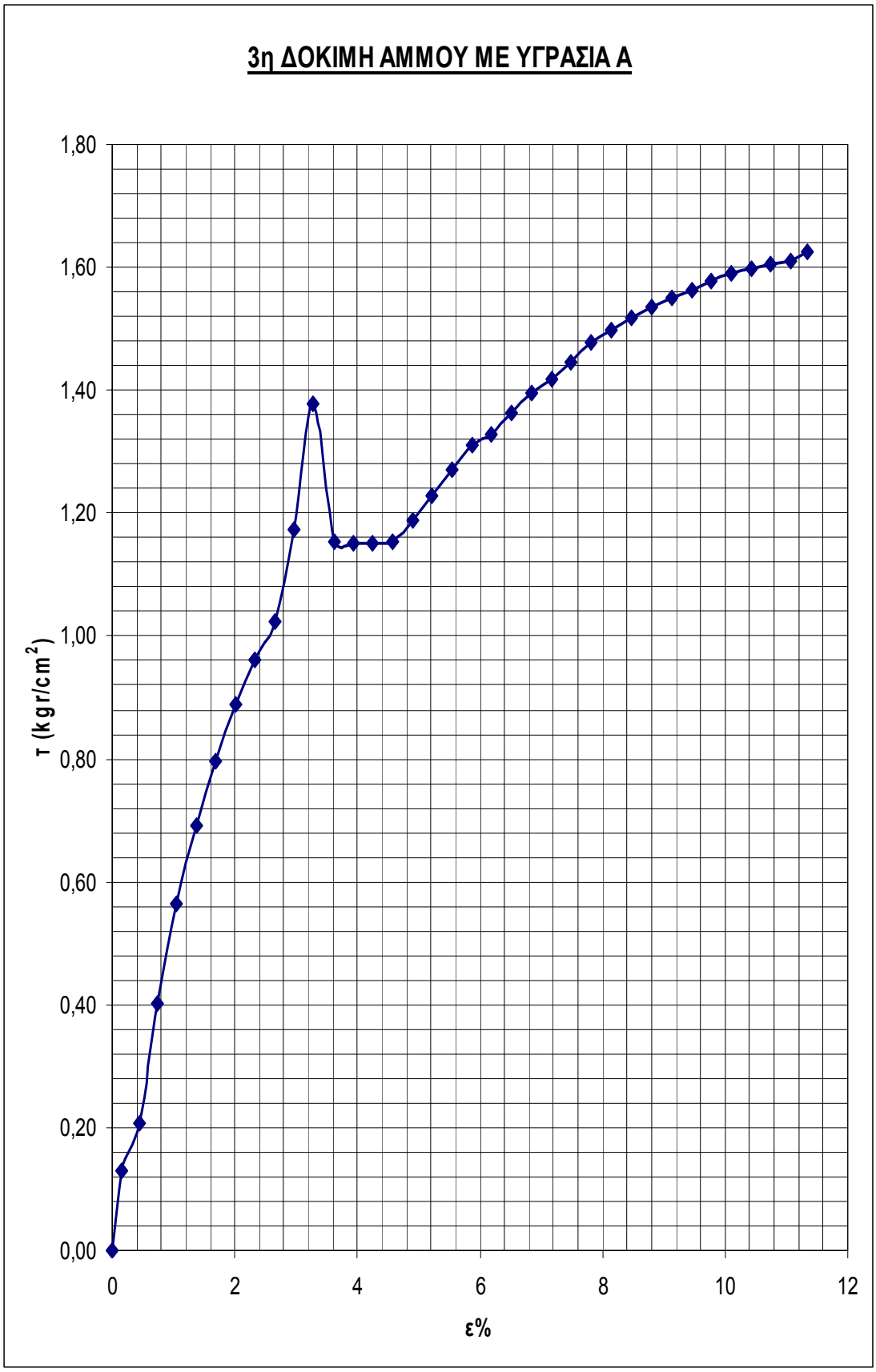
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-40,00	-0,080
1,00	-79,00	-0,158
1,50	-120,00	-0,240
2,00	-141,00	-0,282
2,50	-165,00	-0,330
3,00	-191,00	-0,382
3,50	-211,00	-0,422
4,00	-223,00	-0,446
4,50	-234,00	-0,468
5,00	-244,00	-0,488
5,50	-251,00	-0,502
6,00	-256,00	-0,512
6,50	-259,00	-0,518



3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

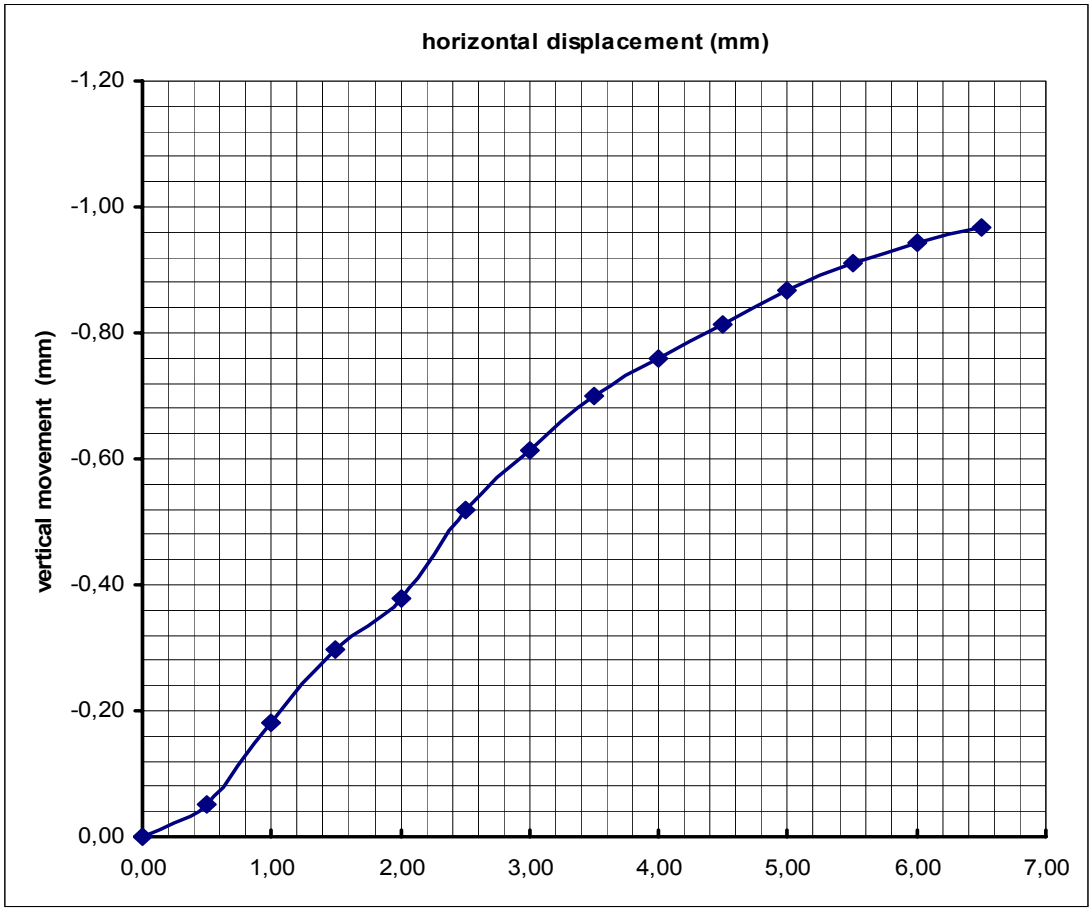
P =	8	kgr
d =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	2,222	kgr/cm^2

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,097256	0,001621	0,162094	0,066156	4,710306	0,130842
0,266175	0,004436	0,443625	0,104457	7,437326	0,206592
0,441919	0,007365	0,736532	0,203691	14,502786	0,402855
0,627901	0,010465	1,046501	0,285515	20,328691	0,564686
0,820707	0,013678	1,367845	0,349930	24,915042	0,692084
1,013514	0,016892	1,689189	0,402159	28,633705	0,795381
1,206320	0,020105	2,010533	0,449164	31,980501	0,888347
1,397420	0,023290	2,329034	0,485724	34,583565	0,960655
1,590227	0,026504	2,650378	0,517061	36,814763	1,022632
1,779621	0,029660	2,966034	0,593663	42,268802	1,174133
1,970721	0,032845	3,284535	0,696379	49,582173	1,377283
2,170352	0,036173	3,617254	0,583217	41,525070	1,153474
2,361452	0,039358	3,935754	0,581476	41,401114	1,150031
2,552553	0,042543	4,254254	0,581476	41,401114	1,150031
2,747065	0,045784	4,578442	0,583217	41,525070	1,153474
2,938165	0,048969	4,896942	0,600627	42,764624	1,187906
3,132678	0,052211	5,221130	0,621518	44,252089	1,229225
3,328897	0,055482	5,548162	0,642409	45,739554	1,270543
3,523410	0,058723	5,872350	0,663301	47,227019	1,311862
3,709391	0,061823	6,182319	0,672006	47,846797	1,329078
3,905610	0,065094	6,509350	0,689415	49,086351	1,363510
4,101829	0,068364	6,836382	0,705084	50,201950	1,394499
4,298048	0,071634	7,163413	0,717270	51,069638	1,418601
4,494267	0,074904	7,490445	0,731198	52,061281	1,446147
4,692192	0,078203	7,820320	0,746866	53,176880	1,477136
4,888411	0,081474	8,147352	0,757312	53,920613	1,497795
5,084630	0,084744	8,474383	0,767758	54,664345	1,518454
5,280849	0,088014	8,801415	0,776462	55,284123	1,535670
5,477068	0,091284	9,128447	0,783426	55,779944	1,549443
5,671581	0,094526	9,452634	0,790390	56,275766	1,563216
5,866093	0,097768	9,776822	0,797354	56,771588	1,576989
6,062312	0,101039	10,103854	0,804318	57,267409	1,590761
6,255119	0,104252	10,425198	0,807799	57,515320	1,597648
6,449631	0,107494	10,749386	0,811281	57,763231	1,604534
6,645850	0,110764	11,076417	0,814763	58,011142	1,611421
6,801119	0,113352	11,335199	0,821727	58,506964	1,625193


3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ Α
1,80
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

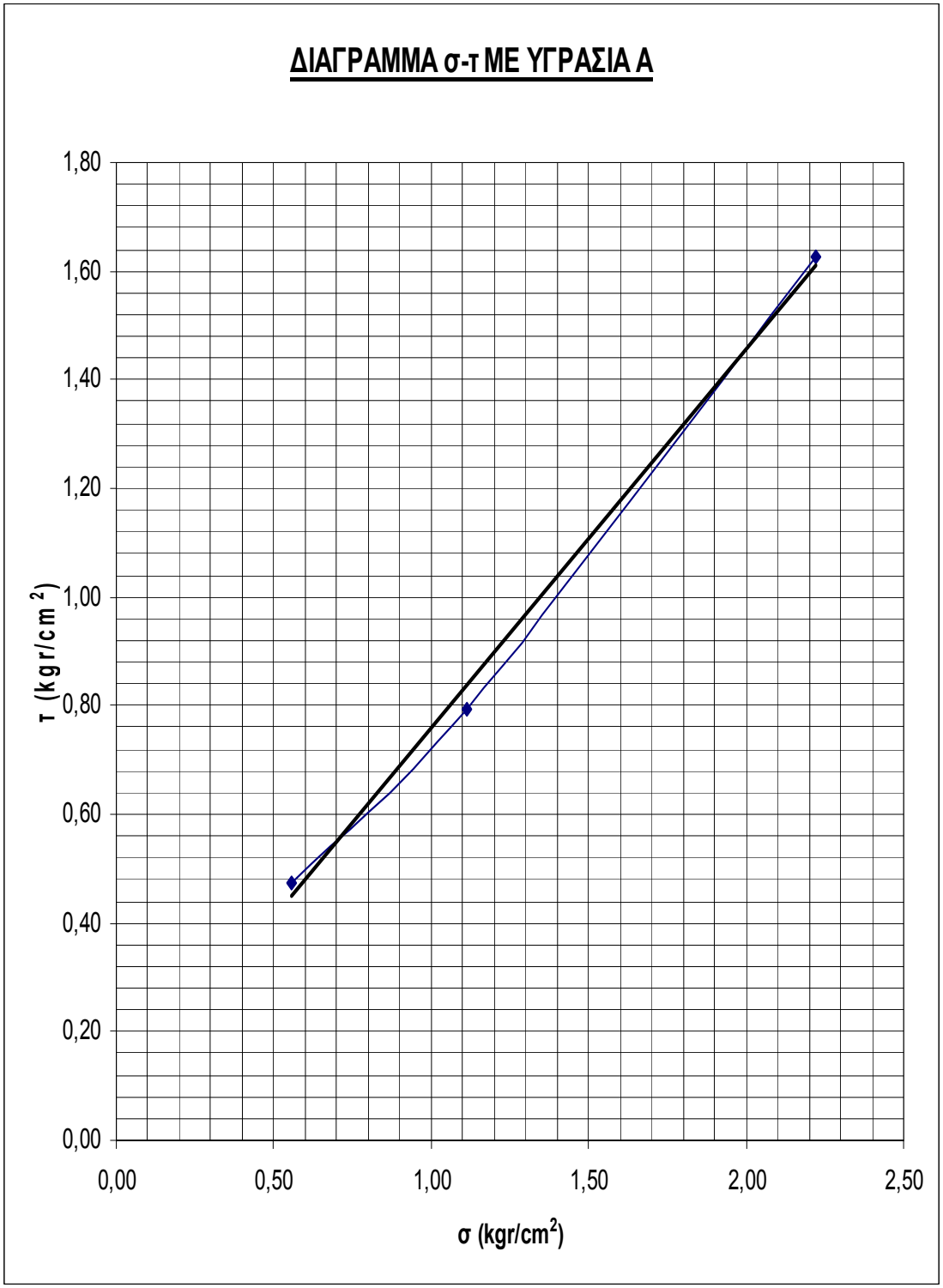
3.ΑΜΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α		
ΒΑΡΟΣ=	8	kgr
CRV=	0,002	

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-26,00	-0,052
1,00	-90,00	-0,180
1,50	-149,00	-0,298
2,00	-189,00	-0,378
2,50	-260,00	-0,520
3,00	-307,00	-0,614
3,50	-350,00	-0,700
4,00	-380,00	-0,760
4,50	-407,00	-0,814
5,00	-434,00	-0,868
5,50	-456,00	-0,912
6,00	-472,00	-0,944
6,50	-484,00	-0,968



σ_1 =	0,556	kgr/cm^2
σ_2 =	1,111	kgr/cm^2
σ_3 =	2,222	kgr/cm^2

τ_1=	0,475162	(kgr/cm^2)
τ_2=	0,795381	(kgr/cm^2)
τ_3=	1,625193	(kgr/cm^2)



♦ ΑΜΜΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ :

Έχοντας ήδη ολοκληρώσει τις δοκιμές άμεσης διάτμησης άμμου για δοκίμια με υγροσκοπική υγρασία καθώς και υγρασίας Α, επαναλάβαμε την δοκιμή για τρία νέα δοκίμια σχεδόν κορεσμένης άμμου. Πριν την έναρξη της δοκιμής λάβαμε ένα δείγμα εδάφους από κάθε δοκίμιο προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της περιεχομένης υγρασίας του προς εξέταση εδαφικού δείγματος.

Συναρμολογήσαμε εκ νέου την συσκευή άμεσης διάτμησης, μετρήσαμε τη διάμετρο της συσκευής και τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο. Στην συνέχεια, προσθέσαμε σταδιακά και με προσοχή, προς αποφυγή δημιουργίας κενών, το δοκίμιο μέχρι περίπου 5 mm από την κορυφή. Τέλος, εφαρμόσαμε τον πάνω πορόλιθο. Κατόπιν, συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως, μηδενίσαμε τα μηκυνσιόμετρα και με τη χρήση ειδικών βαριδίων, εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο (P= 2 kg), το οποίο έδωσε ανάλογη τάση.

Κατά την έναρξη της δοκιμής ενεργοποιήσαμε και πάλι τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέσω του οποίου λάβαμε τις αντίστοιχες αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων. Παράλληλα, για κάθε δέκα ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου οριζόντιας μετατόπισης λαμβάναμε ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου μέτρησης καθιζήσεων – μεταβολής όγκου του δοκιμίου. Μετά την ολοκλήρωση αυτής της δοκιμής, καθαρίσαμε σχολαστικά το μεταλλικό πλαίσιο της συσκευής καθώς και τους πορόλιθους, προκειμένου να απομακρύνουμε τυχόν υπολείμματα άμμου.

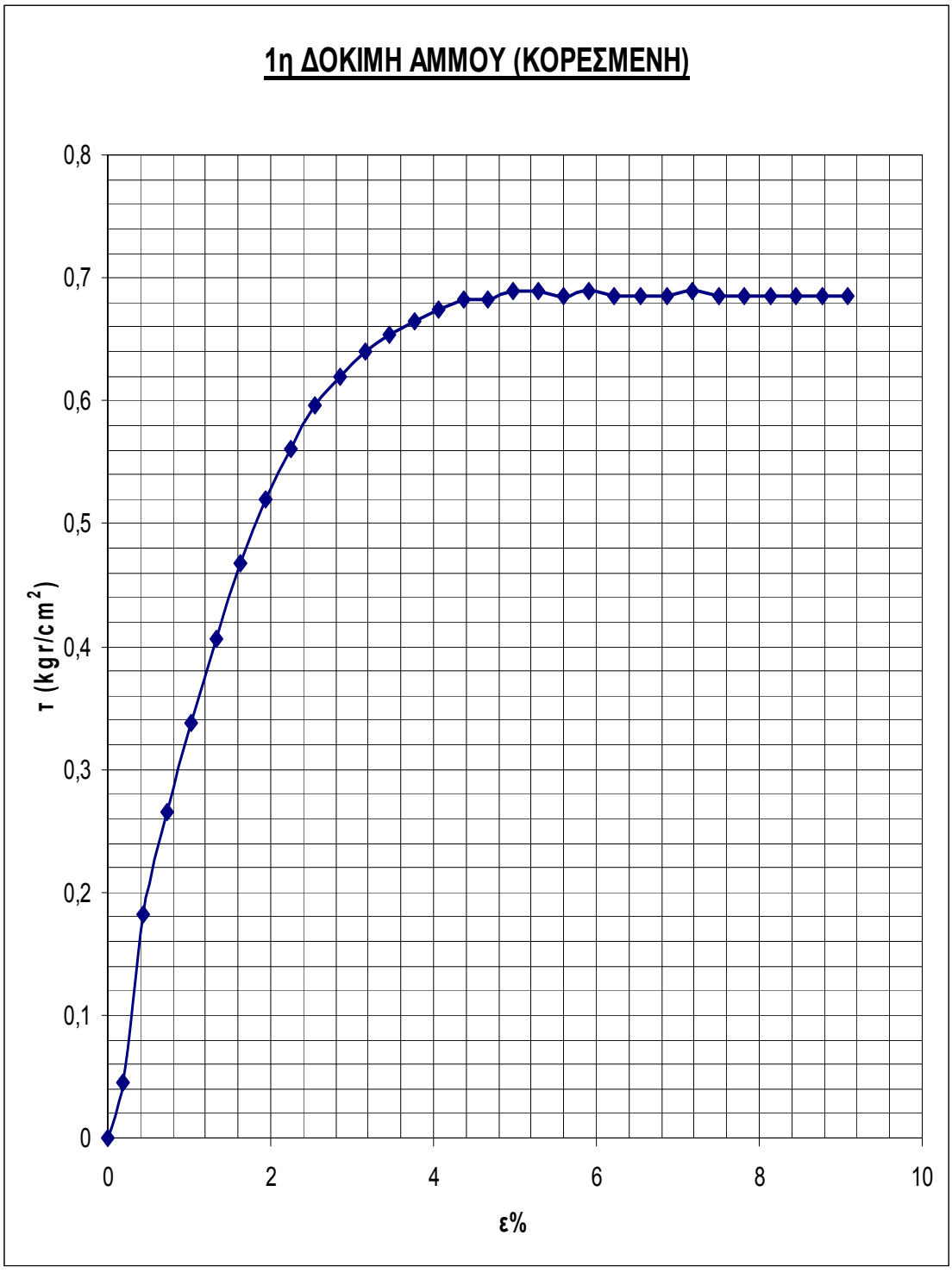
Στη συνέχεια επαναλάβαμε την ίδια ακριβώς διαδικασία για τα δύο απομένοντα δοκίμια άμμου όμοιας υγρασίας. Κατά την εξέταση του δεύτερου κατά σειρά δοκιμίου χρησιμοποιήσαμε βάρος ίσο με 4 kg ενώ για το τρίτο δοκίμιο 8 kg.

Ολοκληρώνοντας τον έλεγχο, σε άμεση διάτμηση και των τριών δοκιμίων και έχοντας πλέον τις απαραίτητες ενδείξεις ολοκληρώθηκε η τρίτη και τελευταία δοκιμή άμμου. Στη συνέχεια, συντάξαμε τους αντίστοιχους πίνακες και μετά από κατάλληλη επεξεργασία σχεδιάσαμε τα αντίστοιχα διαγράμματα οριζόντιας μετακίνησης – οριζόντιου φορτίου, οριζόντιας μετακίνησης – καθιζήσεων και ορθής τάσης- μέγιστης διατμητικής τάσης. Μέσω του τελευταίου διαγράμματος προσδιορίσαμε την συνοχή (C) και τη γωνία εσωτερικής τριβής (φ).

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)

P =	2	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	0,556	kgr/cm^2

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,107494	0,001792	0,179156	0,022632	1,611421	0,044762
0,262763	0,004379	0,437938	0,092270	6,569638	0,182490
0,436800	0,007280	0,728001	0,134053	9,544568	0,265127
0,617663	0,010294	1,029439	0,170613	12,147632	0,337434
0,798526	0,013309	1,330876	0,205432	14,626741	0,406298
0,981095	0,016352	1,635158	0,236769	16,857939	0,468276
1,161957	0,019366	1,936596	0,262883	18,717270	0,519924
1,346233	0,022437	2,243721	0,283774	20,204735	0,561243
1,528802	0,025480	2,548003	0,301184	21,444290	0,595675
1,709664	0,028494	2,849440	0,313370	22,311978	0,619777
1,893939	0,031566	3,156566	0,323816	23,055710	0,640436
2,074802	0,034580	3,458003	0,330780	23,551532	0,654209
2,257371	0,037623	3,762285	0,336003	23,923398	0,664539
2,439940	0,040666	4,066567	0,341226	24,295265	0,674868
2,622509	0,043708	4,370848	0,344708	24,543175	0,681755
2,803372	0,046723	4,672286	0,344708	24,543175	0,681755
2,987647	0,049794	4,979411	0,348189	24,791086	0,688641
3,170216	0,052837	5,283693	0,348189	24,791086	0,688641
3,354491	0,055908	5,590818	0,346448	24,667131	0,685198
3,543885	0,059065	5,906475	0,348189	24,791086	0,688641
3,733279	0,062221	6,222131	0,346448	24,667131	0,685198
3,926085	0,065435	6,543475	0,346448	24,667131	0,685198
4,117185	0,068620	6,861976	0,346448	24,667131	0,685198
4,309992	0,071833	7,183320	0,348189	24,791086	0,688641
4,501092	0,075018	7,501820	0,346448	24,667131	0,685198
4,692192	0,078203	7,820320	0,346448	24,667131	0,685198
4,884999	0,081417	8,141664	0,346448	24,667131	0,685198
5,074393	0,084573	8,457321	0,346448	24,667131	0,685198
5,263787	0,087730	8,772978	0,346448	24,667131	0,685198
5,453180	0,090886	9,088634	0,346448	24,667131	0,685198


1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
ε%

1.ΑΜΜΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ	
ΒΑΡΟΣ=	2 kg
CRV=	0,002

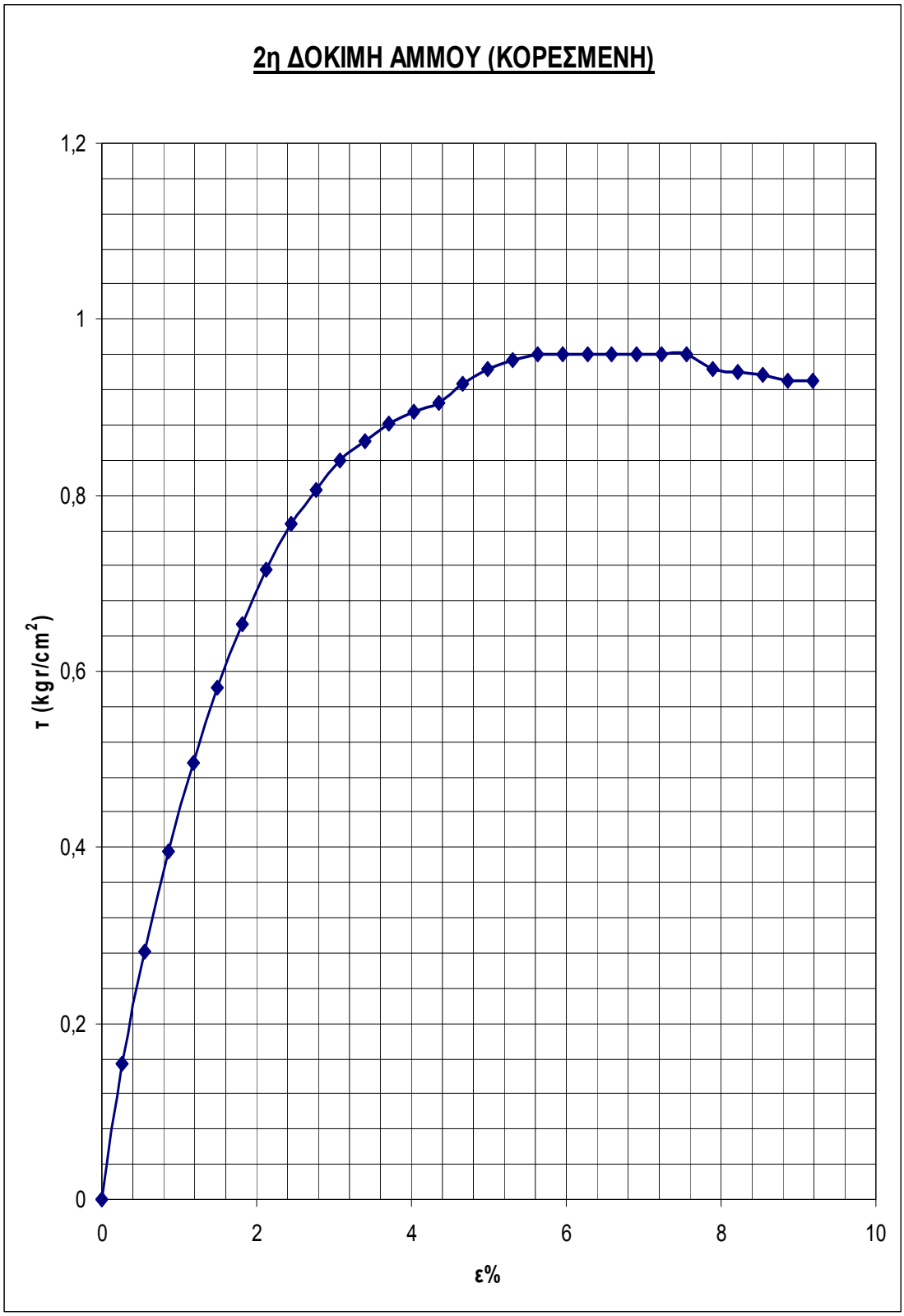
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-3,00	-0,006
1,00	-9,00	-0,018
1,50	0,00	0,000
2,00	1,00	0,002
2,50	25,00	0,050
3,00	56,00	0,112
3,50	85,00	0,170
4,00	98,00	0,196
4,50	98,00	0,196
5,00	98,00	0,196
5,50	98,00	0,196



2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)

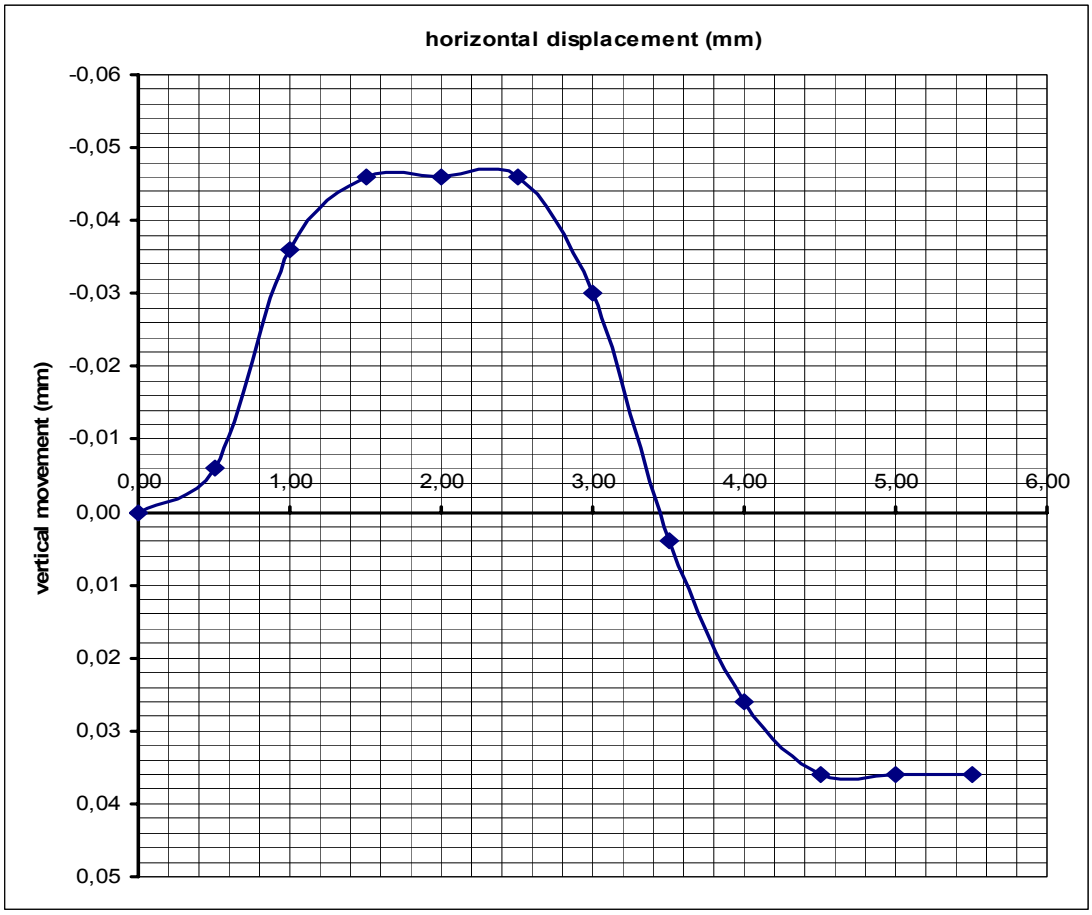
P =	4	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	1,111	kgr/cm^2

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,156975	0,002616	0,261625	0,078343	5,577994	0,154944
0,336132	0,005602	0,560219	0,142758	10,164345	0,282343
0,518701	0,008645	0,864501	0,200209	14,254875	0,395969
0,706388	0,011773	1,177314	0,250696	17,849582	0,495822
0,897488	0,014958	1,495814	0,294220	20,948468	0,581902
1,086882	0,018115	1,811471	0,330780	23,551532	0,654209
1,276276	0,021271	2,127127	0,362117	25,782730	0,716187
1,469083	0,024485	2,448471	0,388231	27,642061	0,767835
1,658477	0,027641	2,764128	0,407382	29,005571	0,805710
1,847871	0,030798	3,079784	0,424791	30,245125	0,840142
2,038971	0,033983	3,398285	0,435237	30,988858	0,860802
2,228365	0,037139	3,713941	0,445682	31,732591	0,881461
2,419465	0,040324	4,032442	0,452646	32,228412	0,895234
2,610565	0,043509	4,350942	0,457869	32,600279	0,905563
2,799959	0,046666	4,666598	0,468315	33,344011	0,926223
2,991059	0,049851	4,985099	0,477019	33,963788	0,943439
3,183866	0,053064	5,306443	0,482242	34,335655	0,953768
3,374966	0,056249	5,624943	0,485724	34,583565	0,960655
3,567772	0,059463	5,946287	0,485724	34,583565	0,960655
3,762285	0,062705	6,270475	0,485724	34,583565	0,960655
3,955091	0,065918	6,591819	0,485724	34,583565	0,960655
4,146192	0,069103	6,910319	0,485724	34,583565	0,960655
4,340704	0,072345	7,234507	0,485724	34,583565	0,960655
4,535217	0,075587	7,558695	0,485724	34,583565	0,960655
4,731436	0,078857	7,885727	0,477019	33,963788	0,943439
4,927655	0,082128	8,212758	0,475279	33,839833	0,939995
5,122168	0,085369	8,536946	0,473538	33,715877	0,936552
5,316680	0,088611	8,861134	0,470056	33,467967	0,929666
5,509487	0,091825	9,182478	0,470056	33,467967	0,929666


2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
τ (kgr/cm2)
0
2
4
6
8
10
ε%

2.ΑΜΜΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ	
ΒΑΡΟΣ=	4 kgr
CRV=	0,002

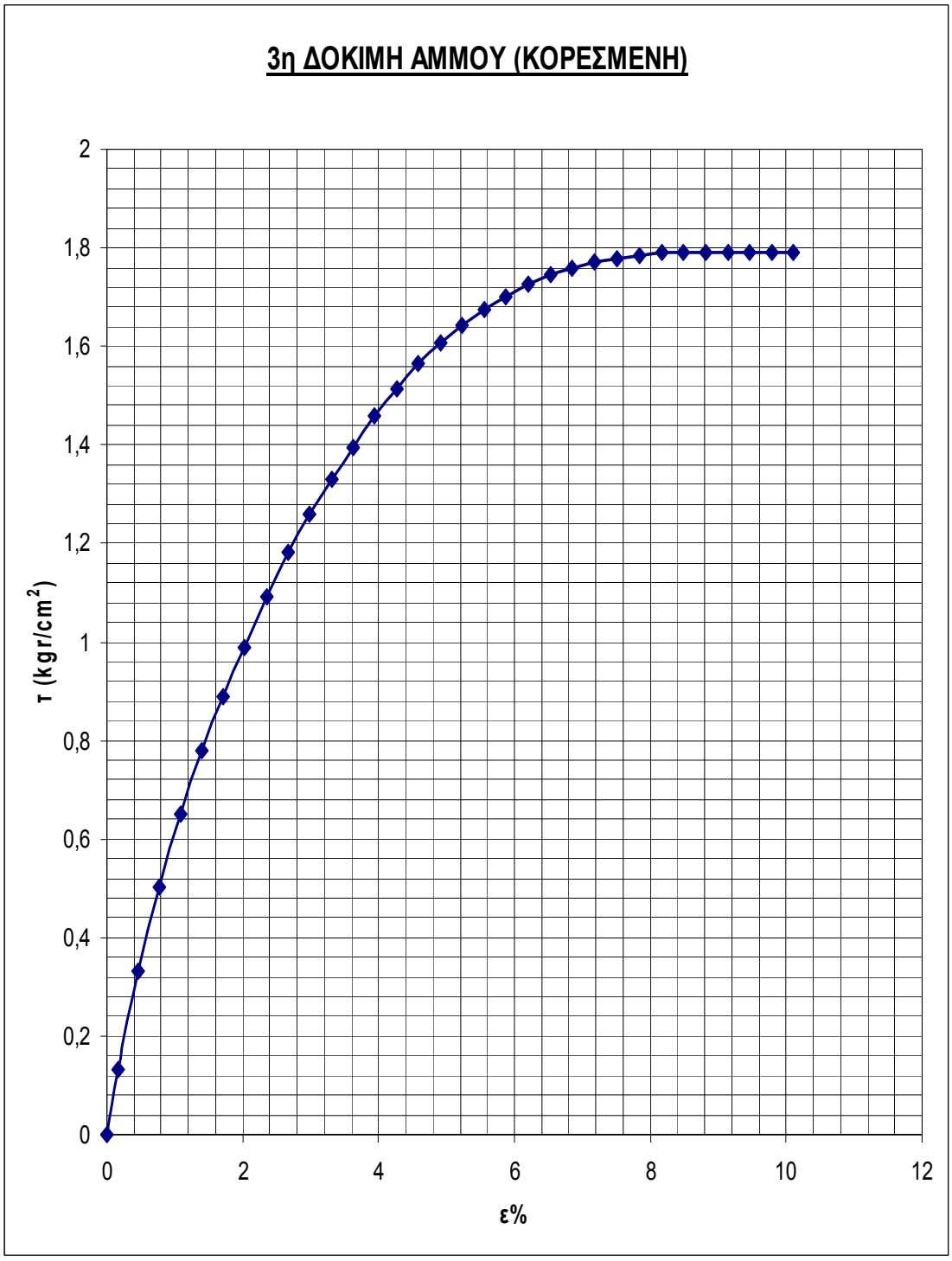
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-3,00	-0,006
1,00	-18,00	-0,036
1,50	-23,00	-0,046
2,00	-23,00	-0,046
2,50	-23,00	-0,046
3,00	-15,00	-0,030
3,50	2,00	0,004
4,00	13,00	0,026
4,50	18,00	0,036
5,00	18,00	0,036
5,50	18,00	0,036



3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)

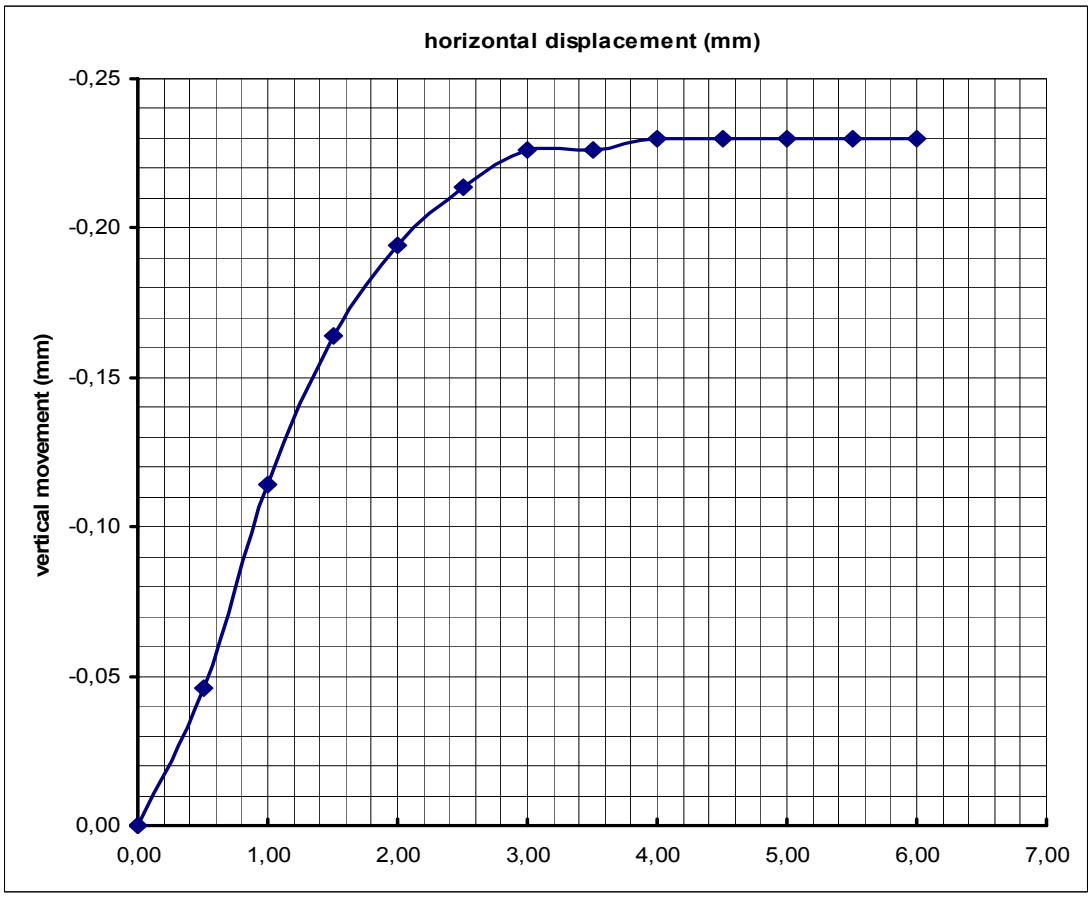
P =	8	kgr
D =	60	mm
CRT =	71,2	kgr/mm
A =	36	cm^2
σ =	2,222	kgr/cm^2

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,095550	0,001593	0,159250	0,066156	4,710306	0,130842
0,273000	0,004550	0,455000	0,167131	11,899721	0,330548
0,458982	0,007650	0,764970	0,254178	18,097493	0,502708
0,648376	0,010806	1,080626	0,329039	23,427577	0,650766
0,837770	0,013963	1,396283	0,393454	28,013928	0,778165
1,027164	0,017119	1,711939	0,449164	31,980501	0,888347
1,218264	0,020304	2,030440	0,499652	35,575209	0,988200
1,409364	0,023489	2,348940	0,551880	39,293872	1,091496
1,602170	0,026703	2,670284	0,597145	42,516713	1,181020
1,793271	0,029888	2,988784	0,637187	45,367688	1,260214
1,986077	0,033101	3,310128	0,672006	47,846797	1,329078
2,177177	0,036286	3,628629	0,705084	50,201950	1,394499
2,368277	0,039471	3,947129	0,738162	52,557103	1,459920
2,559378	0,042656	4,265629	0,766017	54,540390	1,515011
2,750478	0,045841	4,584130	0,792131	56,399721	1,566659
2,943284	0,049055	4,905474	0,813022	57,887187	1,607977
3,136091	0,052268	5,226818	0,830432	59,126741	1,642409
3,330603	0,055510	5,551006	0,846100	60,242340	1,673398
3,525116	0,058752	5,875193	0,860028	61,233983	1,700944
3,719629	0,061994	6,199381	0,872214	62,101671	1,725046
3,915848	0,065264	6,526413	0,882660	62,845404	1,745706
4,112067	0,068534	6,853444	0,889624	63,341226	1,759478
4,308286	0,071805	7,180476	0,894847	63,713092	1,769808
4,502798	0,075047	7,504664	0,898329	63,961003	1,776695
4,700723	0,078345	7,834539	0,901811	64,208914	1,783581
4,898649	0,081644	8,164414	0,905292	64,456825	1,790467
5,094868	0,084914	8,491446	0,905292	64,456825	1,790467
5,289380	0,088156	8,815634	0,905292	64,456825	1,790467
5,483893	0,091398	9,139822	0,905292	64,456825	1,790467
5,678406	0,094640	9,464009	0,905292	64,456825	1,790467
5,871212	0,097854	9,785354	0,905292	64,456825	1,790467
6,064019	0,101067	10,106698	0,905292	64,456825	1,790467


3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΜΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)
τ (kgr/cm²)
ε%
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
0
2
4
6
8
10
12

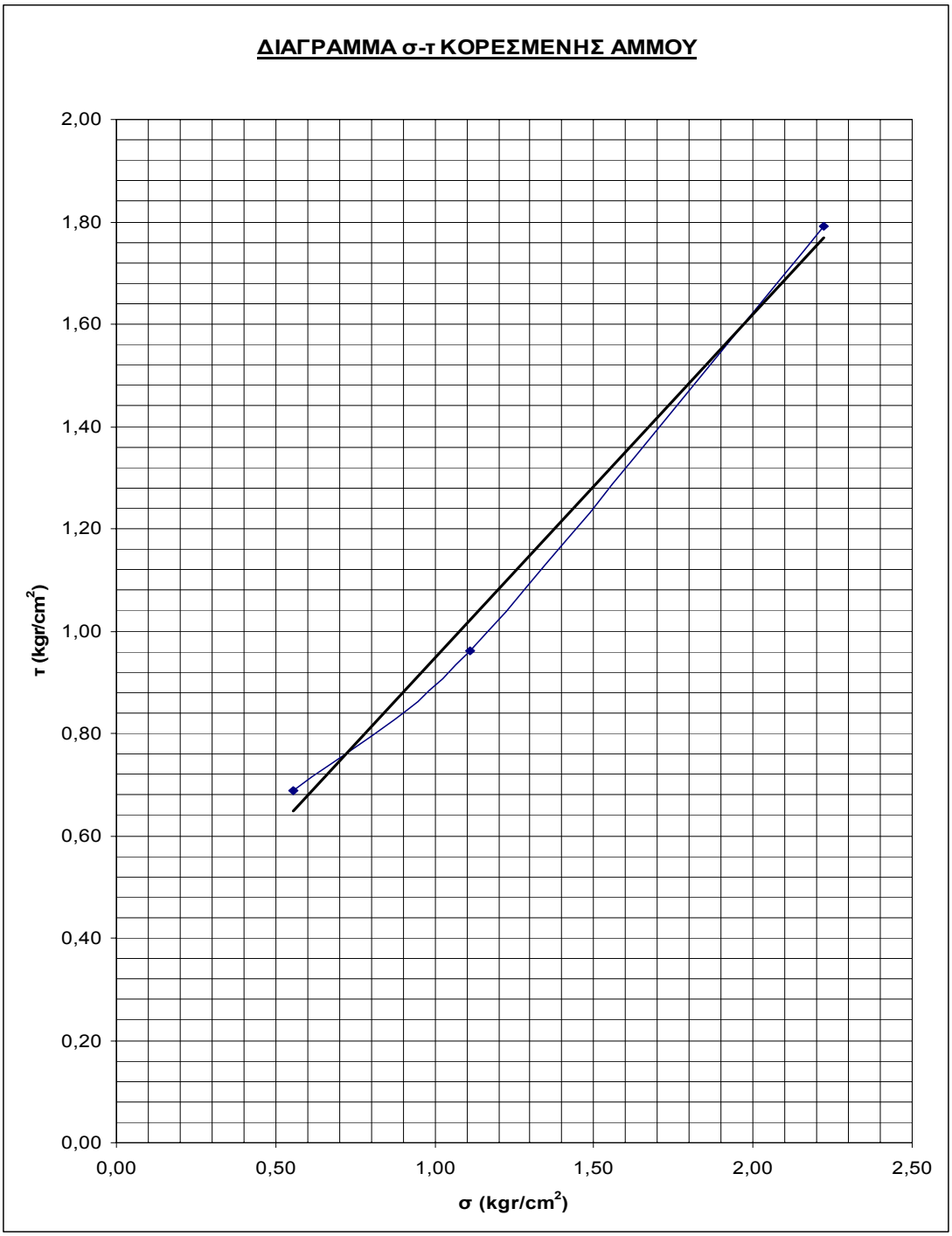
3.ΑΜΜΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ		
ΒΑΡΟΣ=	8	kgr
CRV=	0,002	

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-23,00	-0,046
1,00	-57,00	-0,114
1,50	-82,00	-0,164
2,00	-97,00	-0,194
2,50	-107,00	-0,214
3,00	-113,00	-0,226
3,50	-113,00	-0,226
4,00	-115,00	-0,230
4,50	-115,00	-0,230
5,00	-115,00	-0,230
5,50	-115,00	-0,230
6,00	-115,00	-0,230



σ_1 =	0,556	kgr/cm^2
σ_2 =	1,111	kgr/cm^2
σ_3 =	2,222	kgr/cm^2

τ_1=	0,688641	(kgr/cm^2)
τ_2=	0,960655	(kgr/cm^2)
τ_3=	1,790467	(kgr/cm^2)



ΑΡΓΙΛΟΣ

Κατά τον έλεγχο της διατμητικής αντοχής της αργίλου εξετάσαμε τρία δείγματα, διαφορετικής περιεχόμενης υγρασίας. Το κάθε δείγμα ήταν αρκετό για τον σχηματισμό τριών δοκιμίων, ίδιων διαστάσεων και για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας τους.

Αξίζει δε να αναφέρουμε και πάλι πως τα δείγματα αργίλου υπέστησαν προηγούμενα συμπύκνωση προκειμένου να ανακτήσουμε μέρος της χαμένης τους αντοχής, δεδομένου πως δεν επρόκειτο για αδιατάρακτα δείγματα.



Δείγμα αργίλου

ΠΡΩΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΟΣ					
	No ΚΑΨΑΣ			***44***	***51***	***52***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	21,78	22,22	22,5
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	42,46	43,1	42,87
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	39,06	39,75	39,64
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	3,4	3,35	3,23
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	17,28	17,53	17,14
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,197	0,191	0,188
		%		19,676	19,110	18,845
	Μ.Ο	**%**			**19,21**	

ΔΕΥΤΕΡΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΣΤΩ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α					
	No ΚΑΨΑΣ			***40***	***41***	***43***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	22,34	21,28	22,07
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	43,13	37,03	42,4
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	40,06	34,65	39,37
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	3,07	2,38	3,03
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	17,72	13,37	17,3
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,173	0,178	0,175
		%		17,325	17,801	17,514
	Μ.Ο	**%**			**17,547**	

ΤΡΙΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ					
	No ΚΑΨΑΣ			***46***	***48***	***50***
Α	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ**	**gr**	**Βκ**	21,21	22,97	22,1
Β	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+υ**	34,22	35,33	34,82
Γ	**ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ + ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βκ+ξ**	32,44	33,63	33,05
Δ=Β-Γ	**ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ**	**gr**	**Βν**	1,78	1,7	1,77
Ε=Γ-Α	**ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**	**gr**	**Βξ**	11,23	10,66	10,95
Ζ=Δ/Ε	**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**	**gr**	**W**	0,159	0,159	0,162
		%		15,850	15,947	16,164
	Μ.Ο	**%**			**15,987**	

♦ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΟΣ:

Η πρώτη δοκιμή σε εδαφικό δείγμα αργίλου πραγματοποιήθηκε σε κορεσμένη άργιλο. Εξετάσαμε σε άμεση διάτμηση τρία δοκίμια κορεσμένης αργίλου αφού πρώτα λάβαμε ποσότητα υλικού από κάθε δοκίμιο προκειμένου στη συνέχεια να υπολογίσουμε την περιεχόμενη υγρασία. Το υλικό αυτό τοποθετήθηκε σε κατάλληλες κάψες και στη συνέχεια μπήκε στον κλίβανο ξηράνσεως (110±5°C).

Ξεκινώντας την πρώτη δοκιμή άμεσης διάτμησης σε κορεσμένη άργιλο, συναρμολογήσαμε τη συσκευή με τα πλαίσια ευθυγραμμισμένα, συνδέοντας τα δυο τμήματα του κιβωτίου με τις βίδες. Επίσης έγινε ελαφρύ γρασάρισμα στις επιφάνειες των πλαισίων για τη μείωση πιθανών τριβών κατά τη διάρκεια της δοκιμής και μετρήθηκε η διάμετρος της συσκευής (6 x 6 cm).

Στη συνέχεια τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο, τοποθετήσαμε προσεκτικά το μορφωμένο δοκίμιο και τέλος, εφαρμόσαμε τον πάνω πορόλιθο. Συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως φέρνοντας σε επαφή το σύστημα: άξονας ώθησης – κιβώτιο –δυναμόμετρο. Μηδενίσαμε τα μηκυνσιόμετρα καθιζήσεων, οριζόντιας μετατόπισης και βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου.

Έπειτα, με την βοήθεια βάρους P=2kg που προσαρτήσαμε στο κάτω μέρος της συσκευής, εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο το οποίο απέδωσε ορθή τάση σ= 0,556 kg/cm^2 η οποία παρέμεινε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής. Στη συνέχεια, ξεβιδώνοντας τις βίδες, αποσυνδέσαμε τα δύο τμήματα του κιβωτίου και τέλος εφαρμόσαμε οριζόντια ώθηση περιστρέφοντας τον στρόφαλο.

Παράλληλα, με την έναρξη της δοκιμής ενεργοποιήσαμε και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τα μηκυνσιόμετρα οριζόντιας μετατόπισης και βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου. Ταυτόχρονα, για κάθε δέκα ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου οριζόντιας μετατόπισης λαμβάναμε ενδείξεις του μηκυνσιομέτρου καθιζήσεων.

Με την ολοκλήρωση αυτής της πρώτης δοκιμής, αφαιρέσαμε το παραμορφωμένο πλέον δοκίμιο και αφού καθαρίσαμε με την απαραίτητη προσοχή τους δακτυλίους και τους πωρόλιθους, επαναλάβαμε την παραπάνω διαδικασία για νέο δοκίμιο κορεσμένης αργίλου.

Η δεύτερη δοκιμή έγινε σε δοκίμιο κορεσμένης αργίλου, αφού πρώτα πήραμε υλικό για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας του δοκιμίου. Έπειτα συναρμολογήσαμε εκ νέου τη συσκευή, τοποθετήσαμε αρχικά τον πρώτο πορόλιθο έπειτα το νέο δοκίμιο και τέλος τον πάνω πωρόλιθο. Έγινε σύνδεση των μηχανισμών φορτίσεως, εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο P=4 kg το οποίο απέδωσε ορθή τάση σ= 1,111 kg/cm^2 . Αποσυνδέσαμε τα δύο τμήματα του κιβωτίου και ξεκινήσαμε την δοκιμή, θέτοντας παράλληλα σε λειτουργία τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Μετά το τέλος της δεύτερης δοκιμής άμεσης διάτμησης σε κορεσμένη άργιλο, αφαιρέσαμε το παραμορφωμένο πλέον δοκίμιο και απομακρύναμε τυχόν υπολείμματα από το μεταλλικό πλαίσιο και τους πωρόλιθους. Στη συνέχεια επαναλάβαμε τη δοκιμή για το τρίτο και τελευταίο δοκίμιο κορεσμένης αργίλου.

Αφού πρώτα συναρμολογήσαμε τη συσκευή, τοποθετήσαμε προσεχτικά το νέο δοκίμιο αργίλου και τους δυο πωρόλιθους. Συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως, μηδενίσαμε τα μηκυνσιόμετρα και εφαρμόσαμε P=8 kg το οποίο απέδωσε ορθή τάση ίση με σ= 2,222 kg/cm^2 , σταθερή καθ΄ όλη την διάρκεια της δοκιμής. Αποσυνδέσαμε τέλος τα δυο τμήματα της σύσκεψης άμεσης διάτμησης, προσδώσαμε οριζόντια ώθηση μέσω του στρόφαλου και εκκινήσαμε τη συσκευή ταυτόχρονα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ολοκληρώνοντας τον έλεγχο άμεσης διάτμησης και του τρίτου δοκιμίου ολοκληρώσαμε την πρώτη δοκιμή Άμεσης Διάτμησης Σχεδόν Κορεσμένης Αργίλου. Τα τρία αυτά δοκίμια απέκτησαν μέγιστη διατμητική τάση για διατμητική παραμόρφωση ίση περίπου με το 10% της αρχικής διαμέτρου των προς εξέταση δοκιμίων (6,5 mm).

Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής και έχοντας πλέον όλα τα απαραίτητα στοιχεία συντάξαμε συγκεντρωτικούς πίνακες για κάθε δοκίμιο, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα :

- Οριζόντιας μετακίνησης –οριζόντιου φορτίου
- Οριζόντιας μετακίνησης – καθιζήσεων
- Ορθής τάσης – μέγιστης διατμητικής τάσης

Με τη βοήθεια του τελευταίου αυτού διαγράμματος, υπολογίσαμε την συνοχή c καθώς και τη γωνία τριβής φ του δοκιμίου μας.

Στους συγκεντρωτικούς αυτούς πίνακες περιλαμβάνονται οι αναγνώσεις και των τριών μυκηνσιομέτρων για κάθε δοκίμιο, οι διαστάσεις του προς έλεγχο δοκιμίου καθώς και το φορτίο P που εφαρμόσαμε σε κάθε δοκιμή. Συγκεκριμένα όπου :

- P : το κατακόρυφο φορτίο **(kg)**
- D: πλευρά δοκιμίου **(mm)**
- A : εμβαδό δοκιμίου **(cm^2)**
- σ : ορθή τάση **(kg/ cm^2)** (σ= P x 10/A)
- CRT: συντελεστής βράχυνσης της διαμέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου
- ΔD: οριζόντια μετατόπιση **(mm)**
- ε : οριζόντια παραμόρφωση δοκιμίου (ε = Δd/D)
- ε % : οριζόντια παραμόρφωση δοκιμίου %
- RT: αναγνώσεις μυκηνσιομέτρου βράχυνσης της διαμέτρου δυναμομετρικού δακτυλίου.
- T: φορτίο διατμητικής τάσης **kg** (T = RT x CRT)
- τ : διατμητική τάση **kg/cm^2** (τ= T/A)



Άργιλος κατά τη διαδικασία συμπύκνωσης

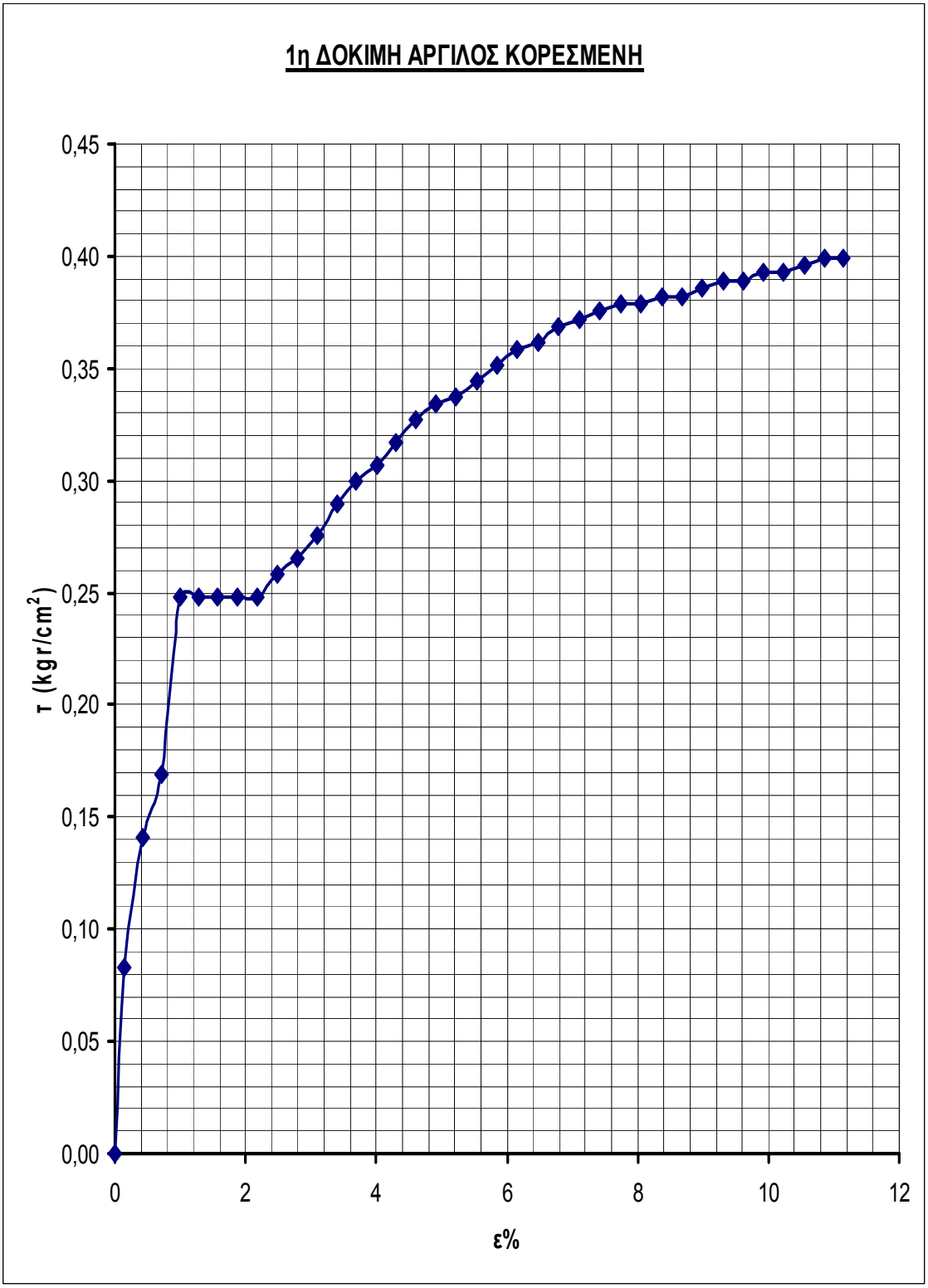


Μεταλλικό πλαίσιο –συσκευής άμεσης διάτμησης

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ

P =	2	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	0,556	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,085313	0,001422	0,142188	0,041783	2,974930	0,082637
0,252525	0,004209	0,420875	0,071379	5,082173	0,141171
0,424857	0,007081	0,708094	0,085306	6,073816	0,168717
0,598894	0,009982	0,998157	0,125348	8,924791	0,247911
0,767813	0,012797	1,279689	0,125348	8,924791	0,247911
0,941851	0,015698	1,569752	0,125348	8,924791	0,247911
1,121007	0,018683	1,868346	0,125348	8,924791	0,247911
1,301870	0,021698	2,169783	0,125348	8,924791	0,247911
1,486145	0,024769	2,476909	0,130571	9,296657	0,258240
1,670420	0,027840	2,784034	0,134053	9,544568	0,265127
1,852989	0,030883	3,088316	0,139276	9,916435	0,275457
2,035558	0,033926	3,392597	0,146240	10,412256	0,289229
2,218127	0,036969	3,696879	0,151462	10,784123	0,299559
2,402402	0,040040	4,004004	0,154944	11,032033	0,306445
2,584971	0,043083	4,308286	0,160167	11,403900	0,316775
2,767540	0,046126	4,612567	0,165390	11,775766	0,327105
2,950109	0,049168	4,916849	0,168872	12,023677	0,333991
3,132678	0,052211	5,221130	0,170613	12,147632	0,337434
3,320366	0,055339	5,533943	0,174095	12,395543	0,344321
3,506347	0,058439	5,843912	0,177577	12,643454	0,351207
3,694035	0,061567	6,156725	0,181058	12,891365	0,358093
3,883429	0,064724	6,472381	0,182799	13,015320	0,361537
4,072823	0,067880	6,788038	0,186281	13,263231	0,368423
4,262217	0,071037	7,103695	0,188022	13,387187	0,371866
4,451611	0,074194	7,419351	0,189763	13,511142	0,375310
4,641005	0,077350	7,735008	0,191504	13,635097	0,378753
4,830399	0,080507	8,050664	0,191504	13,635097	0,378753
5,021499	0,083692	8,369165	0,193245	13,759053	0,382196
5,210893	0,086848	8,684821	0,193245	13,759053	0,382196
5,395168	0,089919	8,991946	0,194986	13,883008	0,385639
5,582856	0,093048	9,304759	0,196727	14,006964	0,389082
5,768837	0,096147	9,614728	0,196727	14,006964	0,389082
5,954818	0,099247	9,924697	0,198468	14,130919	0,392526
6,140800	0,102347	10,234666	0,198468	14,130919	0,392526
6,328488	0,105475	10,547479	0,200209	14,254875	0,395969
6,514469	0,108574	10,857448	0,201950	14,378830	0,399412
6,685094	0,111418	11,141824	0,201950	14,378830	0,399412

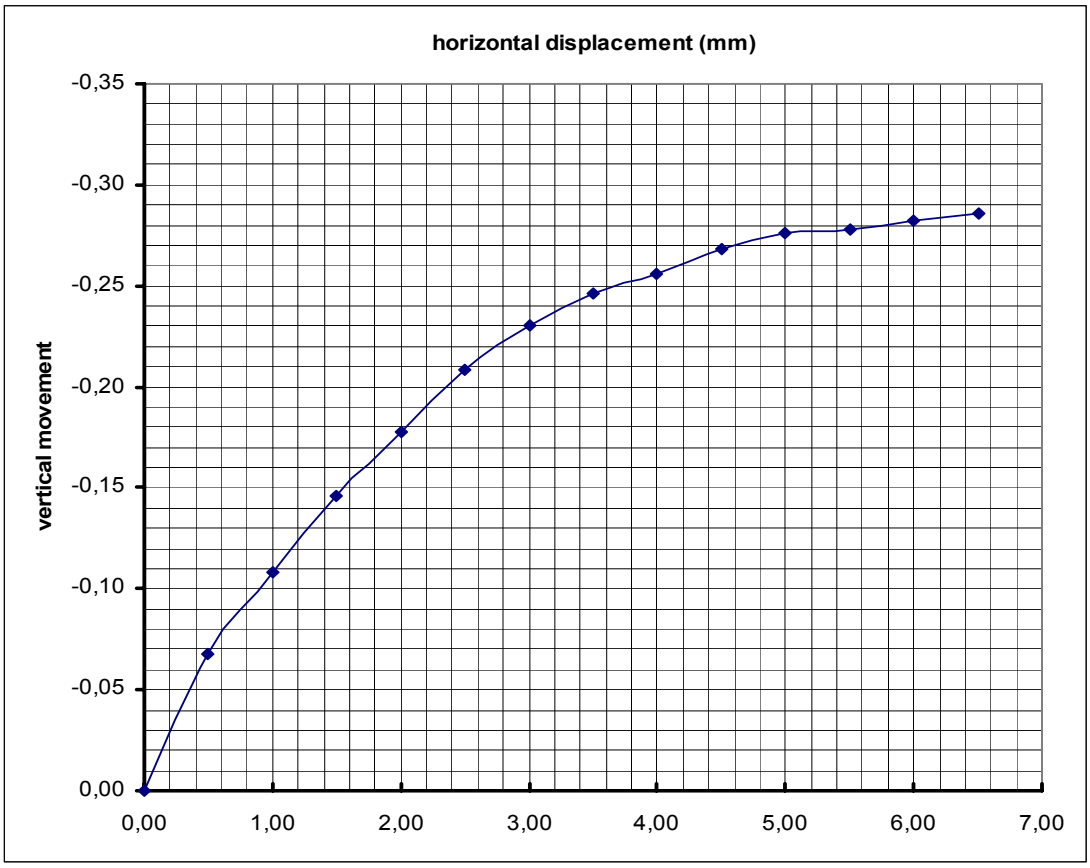

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

1.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ

ΒΑΡΟΣ= 2kg

CRV= 0,002

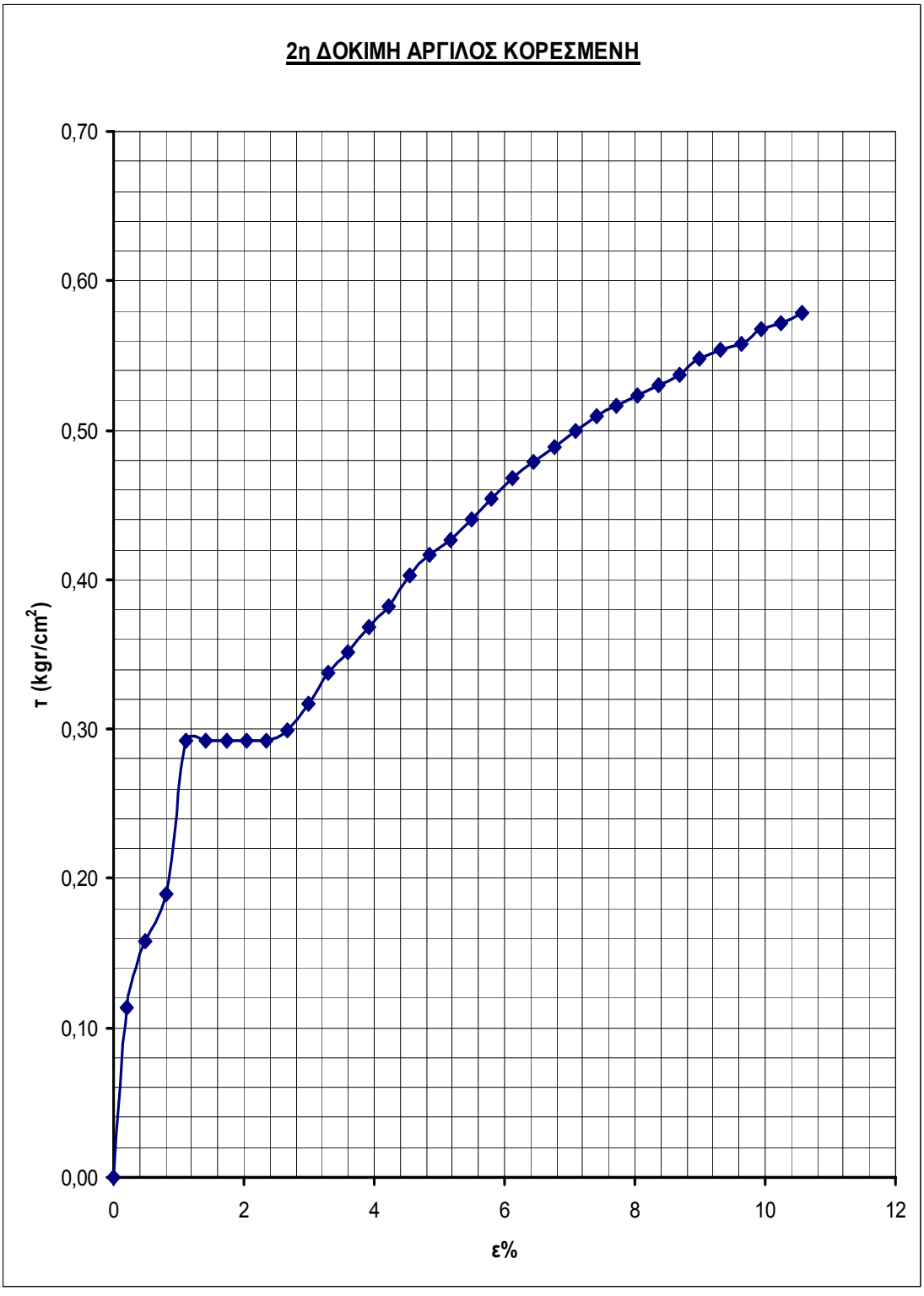
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-34,00	-0,068
1,00	-54,00	-0,108
1,50	-73,00	-0,146
2,00	-89,00	-0,178
2,50	-104,00	-0,208
3,00	-115,00	-0,230
3,50	-123,00	-0,246
4,00	-128,00	-0,256
4,50	-134,00	-0,268
5,00	-138,00	-0,276
5,50	-139,00	-0,278
6,00	-141,00	-0,282
6,50	-143,00	-0,286



2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)

P =	4	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	1,111	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,116025	0,001934	0,193375	0,057451	4,090529	0,113626
0,295182	0,004920	0,491969	0,080084	5,701950	0,158387
0,479457	0,007991	0,799095	0,095752	6,817549	0,189376
0,663732	0,011062	1,106220	0,147981	10,536212	0,292673
0,849713	0,014162	1,416189	0,147981	10,536212	0,292673
1,037401	0,017290	1,729002	0,147981	10,536212	0,292673
1,225089	0,020418	2,041815	0,147981	10,536212	0,292673
1,411070	0,023518	2,351784	0,147981	10,536212	0,292673
1,600464	0,026674	2,667440	0,151462	10,784123	0,299559
1,788152	0,029803	2,980253	0,160167	11,403900	0,316775
1,974133	0,032902	3,290222	0,170613	12,147632	0,337434
2,160115	0,036002	3,600191	0,177577	12,643454	0,351207
2,347802	0,039130	3,913004	0,186281	13,263231	0,368423
2,533784	0,042230	4,222973	0,193245	13,759053	0,382196
2,723178	0,045386	4,538630	0,203691	14,502786	0,402855
2,912572	0,048543	4,854286	0,210655	14,998607	0,416628
3,101966	0,051699	5,169943	0,215877	15,370474	0,426958
3,291360	0,054856	5,485599	0,222841	15,866295	0,440730
3,480753	0,058013	5,801256	0,229805	16,362117	0,454503
3,671854	0,061198	6,119756	0,236769	16,857939	0,468276
3,866366	0,064439	6,443944	0,241992	17,229805	0,478606
4,055760	0,067596	6,759601	0,247214	17,601671	0,488935
4,248567	0,070809	7,080945	0,252437	17,973538	0,499265
4,443079	0,074051	7,405132	0,257660	18,345404	0,509595
4,635886	0,077265	7,726476	0,261142	18,593315	0,516481
4,828692	0,080478	8,047821	0,264624	18,841226	0,523367
5,019793	0,083663	8,366321	0,268106	19,089136	0,530254
5,209186	0,086820	8,681977	0,271588	19,337047	0,537140
5,398580	0,089976	8,997634	0,276811	19,708914	0,547470
5,587974	0,093133	9,313291	0,280292	19,956825	0,554356
5,777368	0,096289	9,628947	0,282033	20,080780	0,557799
5,963350	0,099389	9,938916	0,287256	20,452646	0,568129
6,151037	0,102517	10,251729	0,288997	20,576602	0,571572
6,342138	0,105702	10,570229	0,292479	20,824513	0,578459

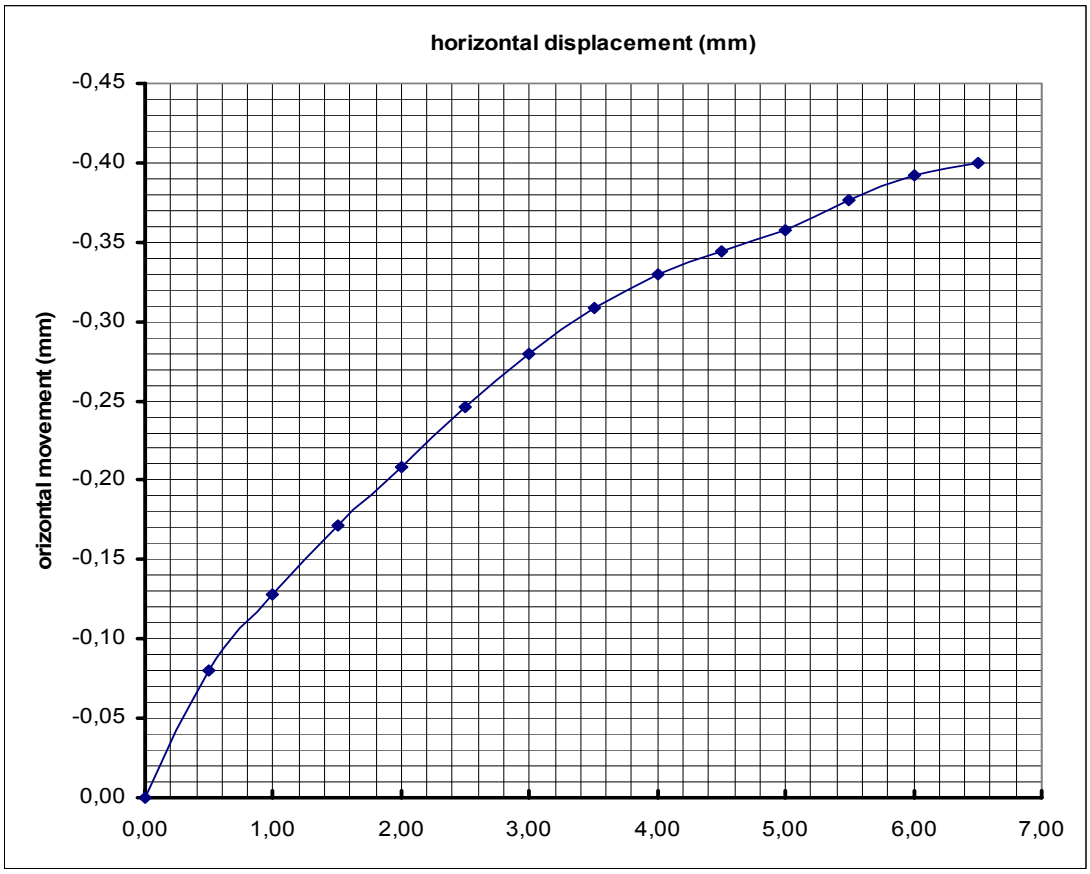

2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
τ (kgr/cm2)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

2.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ

ΒΑΡΟΣ= 4kg

CRV= 0,002

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-40,00	-0,080
1,00	-64,00	-0,128
1,50	-86,00	-0,172
2,00	-104,00	-0,208
2,50	-123,00	-0,246
3,00	-140,00	-0,280
3,50	-154,00	-0,308
4,00	-165,00	-0,330
4,50	-172,00	-0,344
5,00	-179,00	-0,358
5,50	-188,00	-0,376
6,00	-196,00	-0,392
6,50	-200,00	-0,400

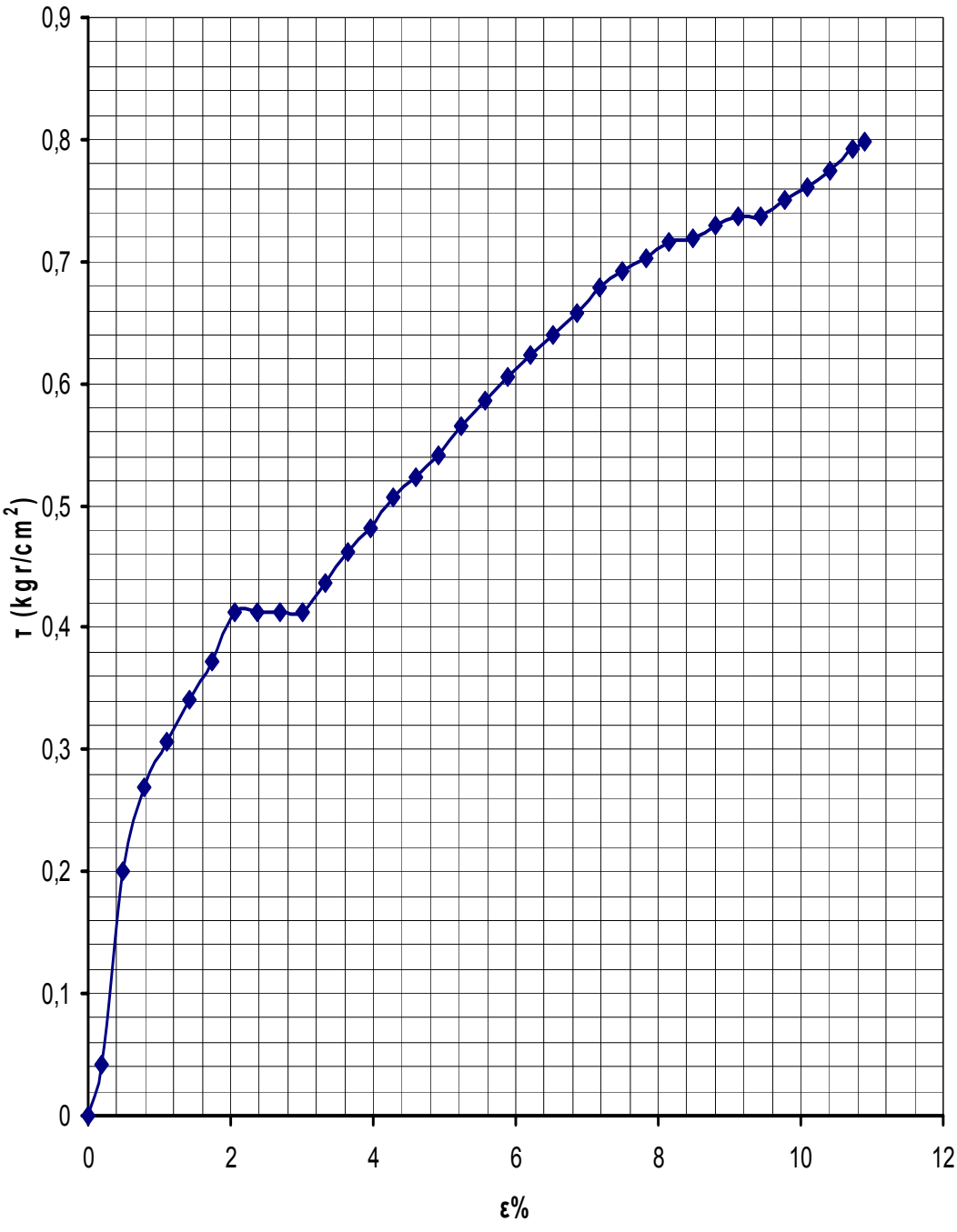


3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ)

P =	8	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	2,222	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,112613	0,001877	0,187688	0,020891	1,487465	0,041318
0,288357	0,004806	0,480594	0,100975	7,189415	0,199706
0,476044	0,007934	0,793407	0,135794	9,668524	0,268570
0,665438	0,011091	1,109064	0,154944	11,032033	0,306445
0,854832	0,014247	1,424720	0,172354	12,271588	0,340877
1,044226	0,017404	1,740377	0,188022	13,387187	0,371866
1,235326	0,020589	2,058877	0,208914	14,874652	0,413185
1,426426	0,023774	2,377377	0,208914	14,874652	0,413185
1,617527	0,026959	2,695878	0,208914	14,874652	0,413185
1,806921	0,030115	3,011534	0,208914	14,874652	0,413185
1,999727	0,033329	3,332878	0,221100	15,742340	0,437287
2,190827	0,036514	3,651379	0,233287	16,610028	0,461390
2,380221	0,039670	3,967035	0,243733	17,353760	0,482049
2,573028	0,042884	4,288379	0,255919	18,221448	0,506151
2,764128	0,046069	4,606880	0,264624	18,841226	0,523367
2,953522	0,049225	4,922536	0,273329	19,461003	0,540583
3,144622	0,052410	5,241036	0,285515	20,328691	0,564686
3,337428	0,055624	5,562381	0,295961	21,072423	0,585345
3,530235	0,058837	5,883725	0,306407	21,816156	0,606004
3,723041	0,062051	6,205069	0,315111	22,435933	0,623220
3,917554	0,065293	6,529257	0,323816	23,055710	0,640436
4,112067	0,068534	6,853444	0,332521	23,675487	0,657652
4,304873	0,071748	7,174788	0,342967	24,419220	0,678312
4,499386	0,074990	7,498976	0,349930	24,915042	0,692084
4,693898	0,078232	7,823164	0,355153	25,286908	0,702414
4,890117	0,081502	8,150196	0,362117	25,782730	0,716187
5,086336	0,084772	8,477227	0,363858	25,906685	0,719630
5,280849	0,088014	8,801415	0,369081	26,278552	0,729960
5,473655	0,091228	9,122759	0,372563	26,526462	0,736846
5,666462	0,094441	9,444103	0,372563	26,526462	0,736846
5,860975	0,097683	9,768291	0,379526	27,022284	0,750619
6,052075	0,100868	10,086791	0,384749	27,394150	0,760949
6,244881	0,104081	10,408135	0,391713	27,889972	0,774721
6,435981	0,107266	10,726636	0,400418	28,509749	0,791937
6,538357	0,108973	10,897261	0,403900	28,757660	0,798824

3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ

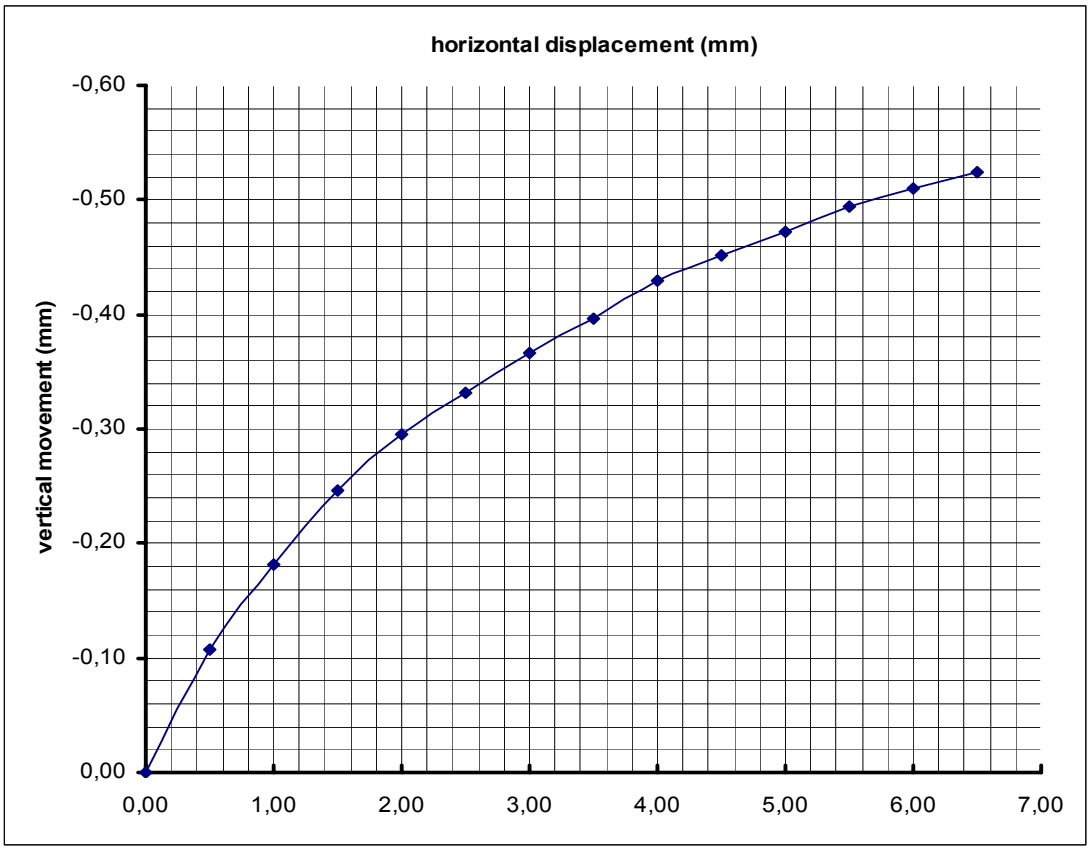


3.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΚΟΡΕΣΜΕΝΗ

ΒΑΡΟΣ= 8kg

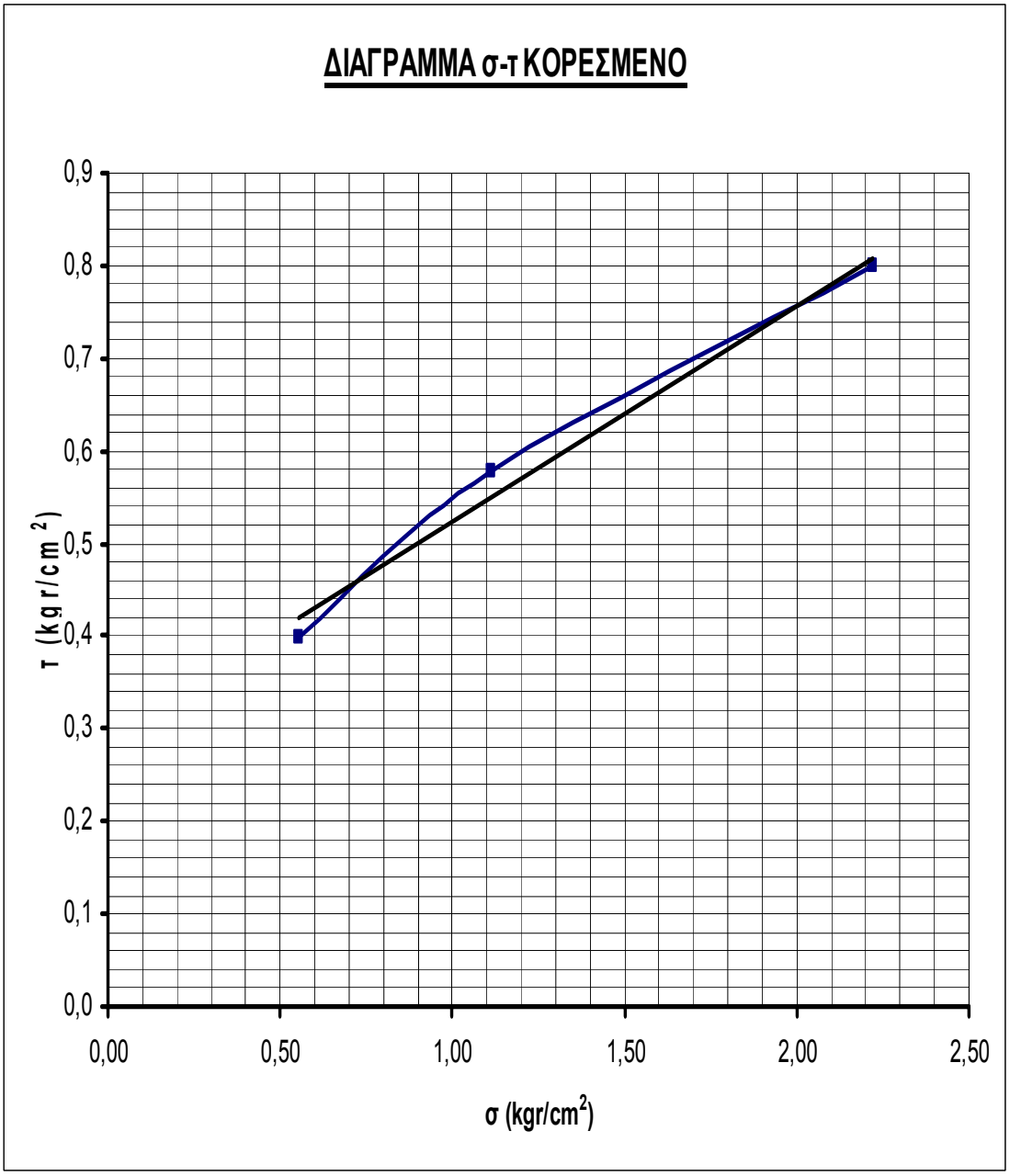
CRV= 0,002

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-54,00	-0,108
1,00	-91,00	-0,182
1,50	-123,00	-0,246
2,00	-148,00	-0,296
2,50	-166,00	-0,332
3,00	-183,00	-0,366
3,50	-198,00	-0,396
4,00	-215,00	-0,430
4,50	-226,00	-0,452
5,00	-236,00	-0,472
5,50	-247,00	-0,494
6,00	-255,00	-0,510
6,50	-262,00	-0,524



σ_1=	0,556	kgr/cm^2
σ_2=	1,111	kgr/cm^2
σ_3=	2,222	kgr/cm^2

τ_1=	0,399412	(kgr/cm^2)
τ_2=	0,578459	(kgr/cm^2)
τ_3=	0,798824	(kgr/cm^2)



- ΑΡΓΙΛΟΣ ΕΣΤΩ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α :

Κατά τη δεύτερη δοκιμή άμεσης διάτμησης εξετάσαμε δείγμα αργίλου έστω υγρασίας Α. Όμοια με την πρώτη δοκιμή, πριν την έναρξη της λάβαμε ποσότητα υλικού και από τα τρία εξεταζόμενα δοκίμια αργίλου περιεχόμενης υγρασίας Α, προκειμένου να υπολογιστεί η ακριβής περιεχομένη υγρασία όλου του δείγματος. Το υλικό αυτό τοποθετήθηκε σε κατάλληλες κάψες και έπειτα στον κλίβανο ξηράνσεως(110± 5 °C)

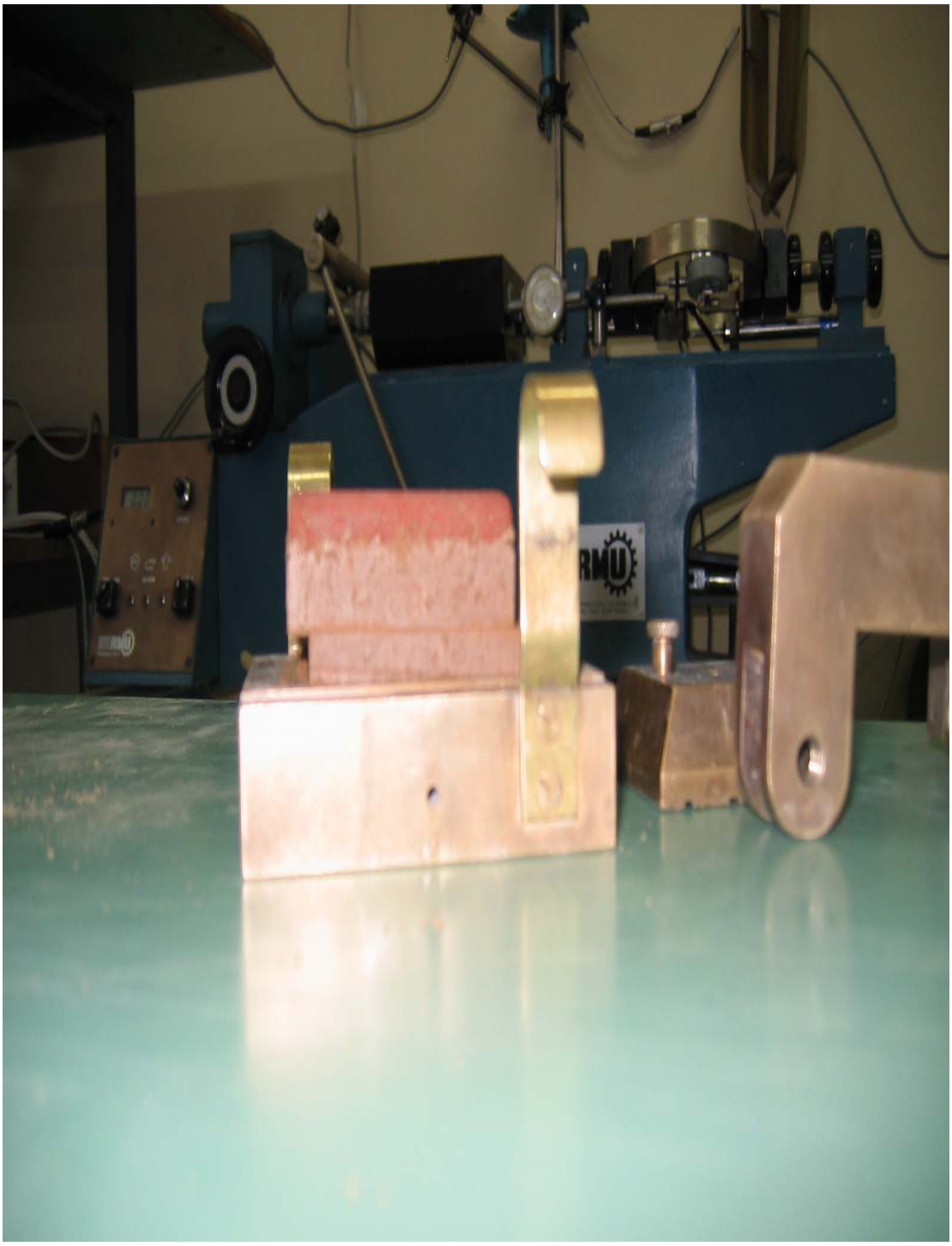
Αφού συναρμολογήσαμε την συσκευή Άμεσης Διατμήσεως και μετά την απαραίτητη προεργασία (γρασάρισμα και μέτρηση διαμέτρου συσκευής) τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο, έπειτα το δείγμα και τέλος τον πάνω πορόλιθο. Συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως, μηδενίσαμε τα τρία μηκυνσιόμετρα και εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο (P= 2kg) το οποίο απέδωσε ορθή τάση σ= 0,556 kg/cm^2 , σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής. Στη συνέχεια, αποσυνδέσαμε τα δύο τμήματα του κιβωτίου και εφαρμόσαμε οριζόντια ώθηση με τη βοήθεια του στρόφαλου της συσκευής.

Ξεκινώντας τη δοκιμή ενεργοποιήσαμε ταυτόχρονα και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέσω του οποίου λάβαμε τις αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων οριζόντιας μετατόπισης και βράχυνσης δυναμομετρικού δακτυλίου. Παράλληλα, λαμβάναμε τις αντίστοιχες αναγνώσεις του μηκυνσιομέτρου μέτρησης καθιζήσεων (μεταβολής όγκου του δοκιμίου).Μετά το τέλος της δοκιμής αφαιρέσαμε το παραμορφωμένο δοκίμιο και αφαιρέσαμε τυχόν υπολείμματα από το μεταλλικό πλαίσιο και τους δυο πωρόλιθους .

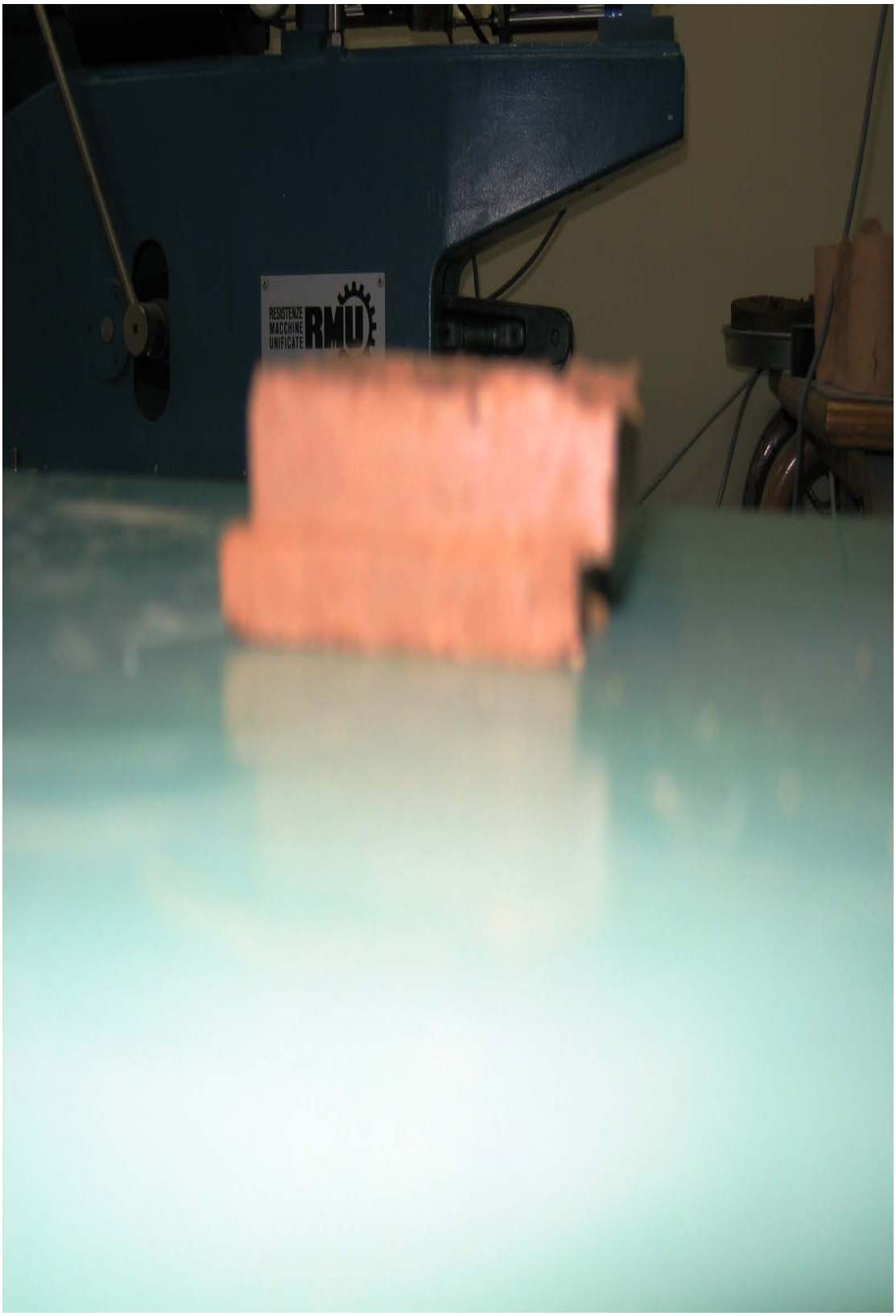
Στη συνέχεια, επαναλάβαμε ακριβώς την ίδια διαδικασία για δύο ακόμα δοκίμια, όμοιας περιεχόμενης υγρασίας. Στο πρώτο από αυτά εφαρμόσαμε σ= 1,11 kg/cm^2 και σ= 2,22 kg/cm^2 αντίστοιχα.

Με την ολοκλήρωση του ελέγχου και τον τριών δοκιμίων ίδιας υγρασίας, ολοκληρώθηκε και η δεύτερη δοκιμή Άμεσης Διάτμησης, σε Άργιλο Υγρασίας Α. Με τις αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων και με τους απαραίτητους υπολογισμούς για κάθε δοκίμιο συντάξαμε, τους αντίστοιχους πίνακες όπου περιλαμβάνονται και οι διαστάσεις του κάθε δοκιμίου καθώς και το φορτίο που εφαρμόσαμε σε κάθε δοκιμή. Τέλος, σχεδιάσαμε τα διαγράμματα: οριζόντιας μετακίνησης-οριζόντιου φορτίου, οριζόντιας

μετακίνησης- καθιζήσεων και ορθής τάσης – μέγιστης διατμητικής τάσης. Από το διάγραμμα σ-τ υπολογίσαμε στη συνέχεια τη συνοχή και την γωνία τριβής του εδαφικού δείγματος.



Δοκίμιο Αργίλου μετά τη δοκιμή

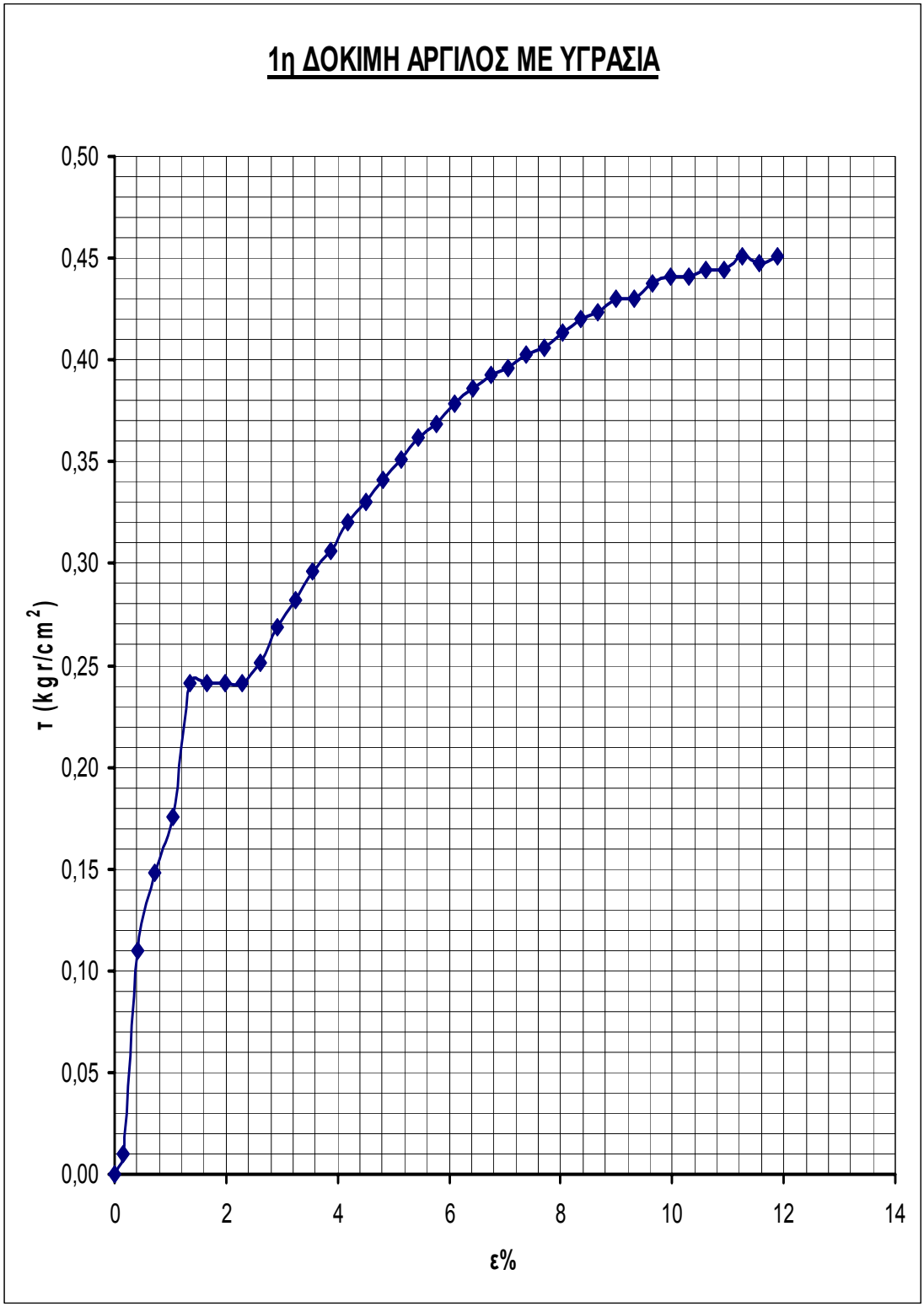


Δοκίμιο Αργίλου

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

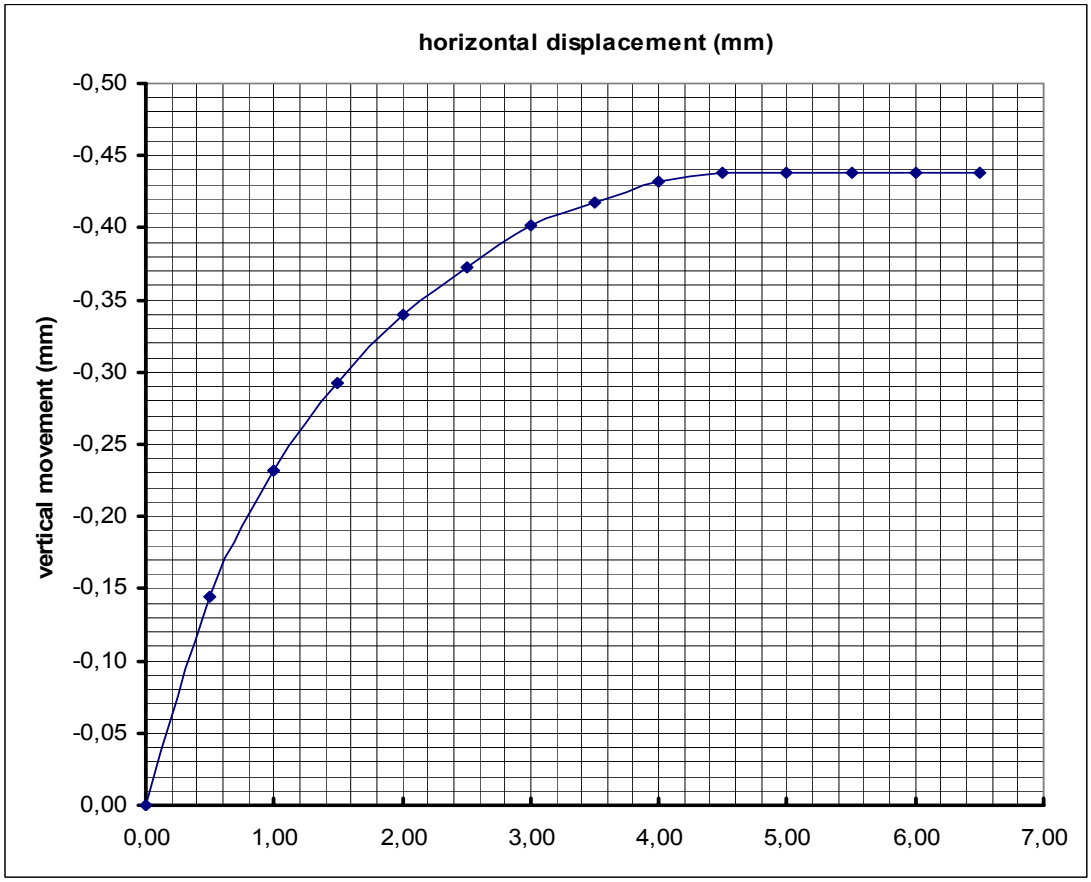
P =	2	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	0,556	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,090431	0,001507	0,150719	0,005223	0,371866	0,010330
0,254232	0,004237	0,423719	0,055710	3,966574	0,110183
0,436800	0,007280	0,728001	0,074861	5,330084	0,148058
0,621076	0,010351	1,035126	0,088788	6,321727	0,175604
0,813882	0,013565	1,356470	0,121866	8,676880	0,241024
0,996451	0,016608	1,660752	0,121866	8,676880	0,241024
1,184139	0,019736	1,973564	0,121866	8,676880	0,241024
1,373533	0,022892	2,289221	0,121866	8,676880	0,241024
1,562927	0,026049	2,604878	0,127089	9,048747	0,251354
1,752321	0,029205	2,920534	0,135794	9,668524	0,268570
1,941714	0,032362	3,236191	0,142758	10,164345	0,282343
2,132815	0,035547	3,554691	0,149721	10,660167	0,296116
2,320502	0,038675	3,867504	0,154944	11,032033	0,306445
2,511603	0,041860	4,186004	0,161908	11,527855	0,320218
2,700996	0,045017	4,501661	0,167131	11,899721	0,330548
2,890390	0,048173	4,817317	0,172354	12,271588	0,340877
3,079784	0,051330	5,132974	0,177577	12,643454	0,351207
3,269178	0,054486	5,448630	0,182799	13,015320	0,361537
3,461985	0,057700	5,769975	0,186281	13,263231	0,368423
3,654791	0,060913	6,091319	0,191504	13,635097	0,378753
3,847598	0,064127	6,412663	0,194986	13,883008	0,385639
4,043817	0,067397	6,739694	0,198468	14,130919	0,392526
4,238329	0,070639	7,063882	0,200209	14,254875	0,395969
4,432842	0,073881	7,388070	0,203691	14,502786	0,402855
4,627355	0,077123	7,712258	0,205432	14,626741	0,406298
4,818455	0,080308	8,030758	0,208914	14,874652	0,413185
5,012968	0,083549	8,354946	0,212396	15,122563	0,420071
5,205774	0,086763	8,676290	0,214136	15,246518	0,423514
5,400287	0,090005	9,000478	0,217618	15,494429	0,430401
5,594799	0,093247	9,324666	0,217618	15,494429	0,430401
5,785900	0,096432	9,643166	0,221100	15,742340	0,437287
5,980412	0,099674	9,967354	0,222841	15,866295	0,440730
6,174925	0,102915	10,291542	0,222841	15,866295	0,440730
6,364319	0,106072	10,607198	0,224582	15,990251	0,444174
6,558832	0,109314	10,931386	0,224582	15,990251	0,444174
6,749932	0,112499	11,249886	0,228064	16,238162	0,451060
6,941032	0,115684	11,568387	0,226323	16,114206	0,447617
7,132132	0,118869	11,886887	0,228064	16,238162	0,451060


1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ
0,50
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
12
14
ε%

1.ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α	
ΒΑΡΟΣ=	2kg
CRV=	0,002

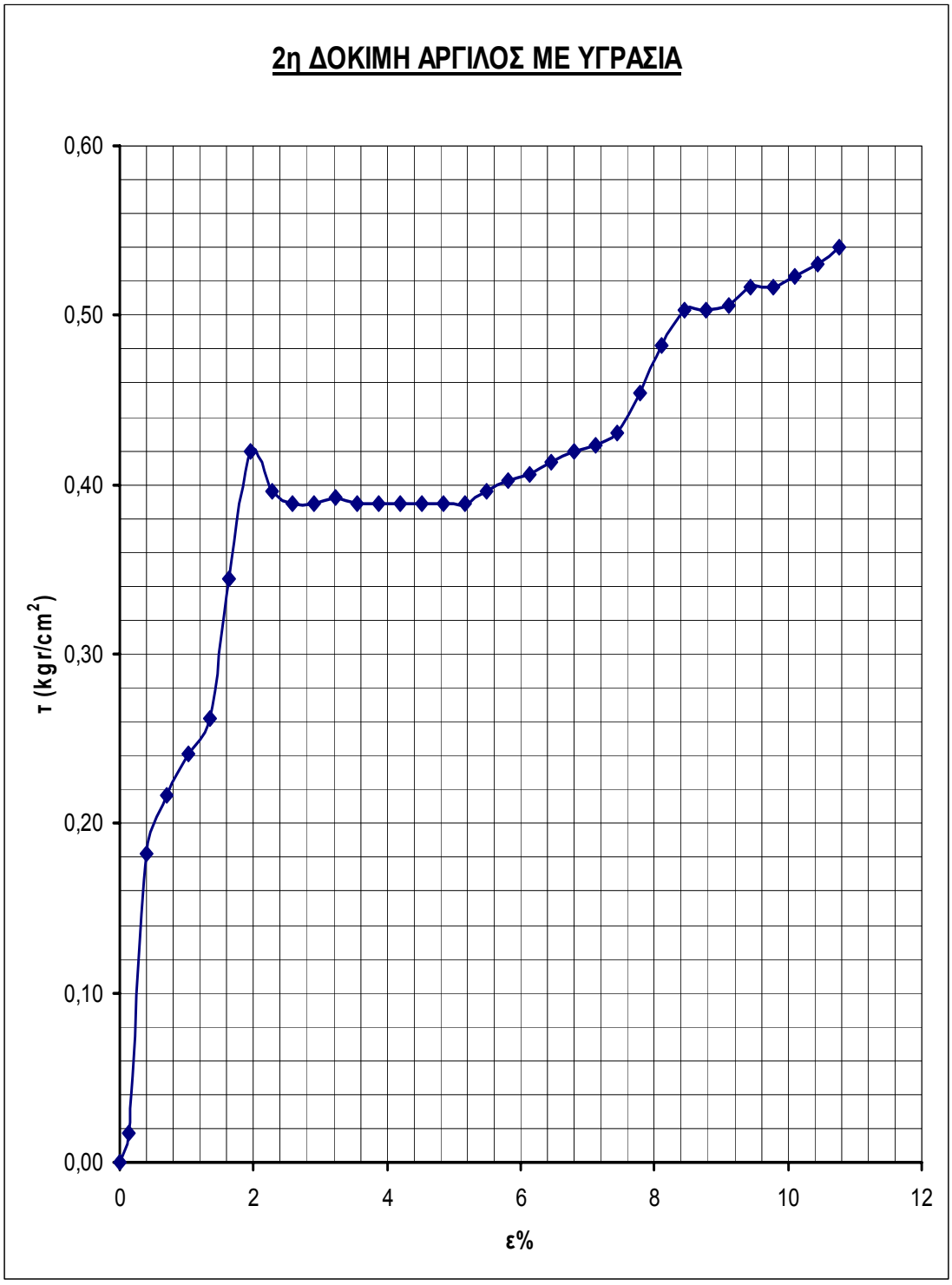
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-72,00	-0,144
1,00	-116,00	-0,232
1,50	-146,00	-0,292
2,00	-170,00	-0,340
2,50	-186,00	-0,372
3,00	-201,00	-0,402
3,50	-209,00	-0,418
4,00	-216,00	-0,432
4,50	-219,00	-0,438
5,00	-219,00	-0,438
5,50	-219,00	-0,438
6,00	-219,00	-0,438
6,50	-219,00	-0,438



2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

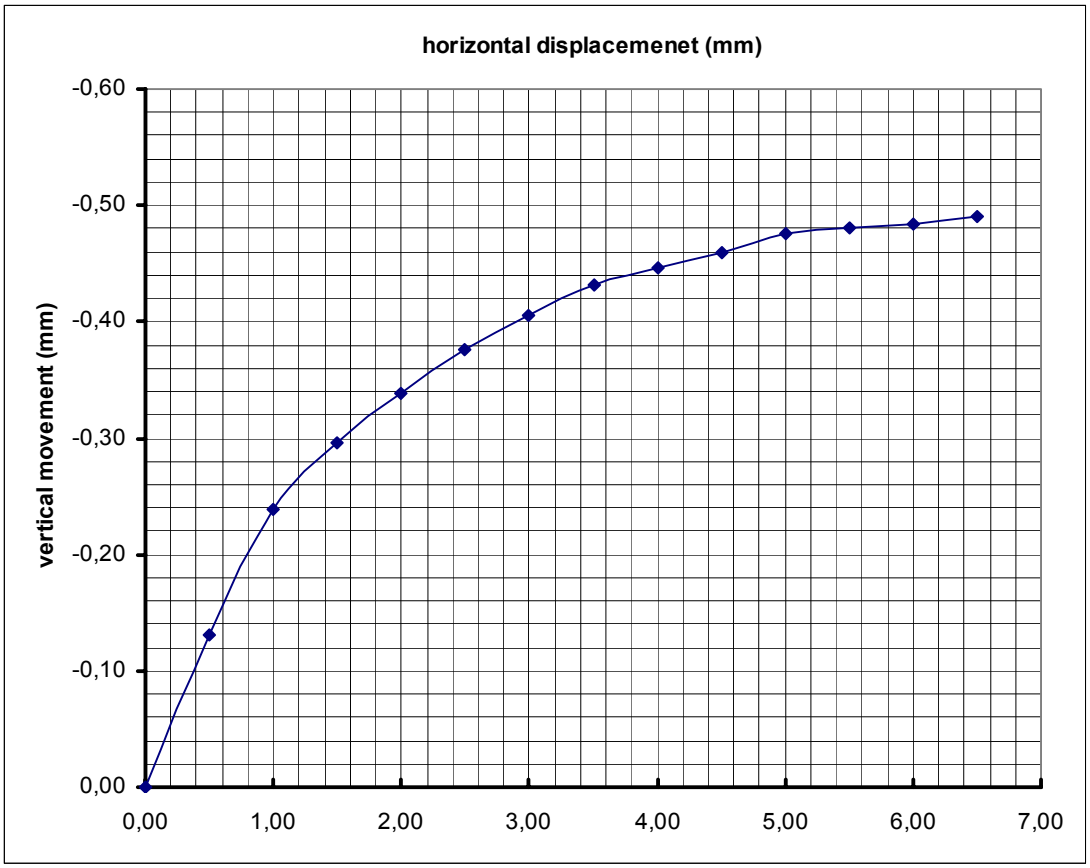
P =	4	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	1,111	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,076781	0,001280	0,127969	0,008705	0,619777	0,017216
0,237169	0,003953	0,395282	0,092270	6,569638	0,182490
0,426563	0,007109	0,710938	0,109680	7,809192	0,216922
0,615957	0,010266	1,026595	0,121866	8,676880	0,241024
0,805351	0,013423	1,342251	0,132312	9,420613	0,261684
0,984507	0,016408	1,640845	0,174095	12,395543	0,344321
1,172195	0,019537	1,953658	0,212396	15,122563	0,420071
1,365001	0,022750	2,275002	0,200209	14,254875	0,395969
1,550983	0,025850	2,584971	0,196727	14,006964	0,389082
1,745495	0,029092	2,909159	0,196727	14,006964	0,389082
1,936596	0,032277	3,227659	0,198468	14,130919	0,392526
2,131108	0,035518	3,551847	0,196727	14,006964	0,389082
2,322209	0,038703	3,870348	0,196727	14,006964	0,389082
2,516721	0,041945	4,194535	0,196727	14,006964	0,389082
2,709528	0,045159	4,515880	0,196727	14,006964	0,389082
2,902334	0,048372	4,837224	0,196727	14,006964	0,389082
3,096847	0,051614	5,161411	0,196727	14,006964	0,389082
3,293066	0,054884	5,488443	0,200209	14,254875	0,395969
3,487578	0,058126	5,812631	0,203691	14,502786	0,402855
3,683797	0,061397	6,139662	0,205432	14,626741	0,406298
3,878310	0,064639	6,463850	0,208914	14,874652	0,413185
4,076235	0,067937	6,793726	0,212396	15,122563	0,420071
4,272454	0,071208	7,120757	0,214136	15,246518	0,423514
4,470379	0,074506	7,450632	0,217618	15,494429	0,430401
4,668305	0,077805	7,780508	0,229805	16,362117	0,454503
4,867936	0,081132	8,113227	0,243733	17,353760	0,482049
5,065861	0,084431	8,443102	0,254178	18,097493	0,502708
5,265493	0,087758	8,775821	0,254178	18,097493	0,502708
5,465124	0,091085	9,108540	0,255919	18,221448	0,506151
5,664756	0,094413	9,441259	0,261142	18,593315	0,516481
5,864387	0,097740	9,773979	0,261142	18,593315	0,516481
6,064019	0,101067	10,106698	0,264624	18,841226	0,523367
6,261944	0,104366	10,436573	0,268106	19,089136	0,530254
6,456456	0,107608	10,760761	0,273329	19,461003	0,540583


2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

2.ΑΡΓΙΛΟΣΥΓΡΑΣΙΑΣ Α
ΒΑΡΟΣ= 4 kg
CRV= 0,002

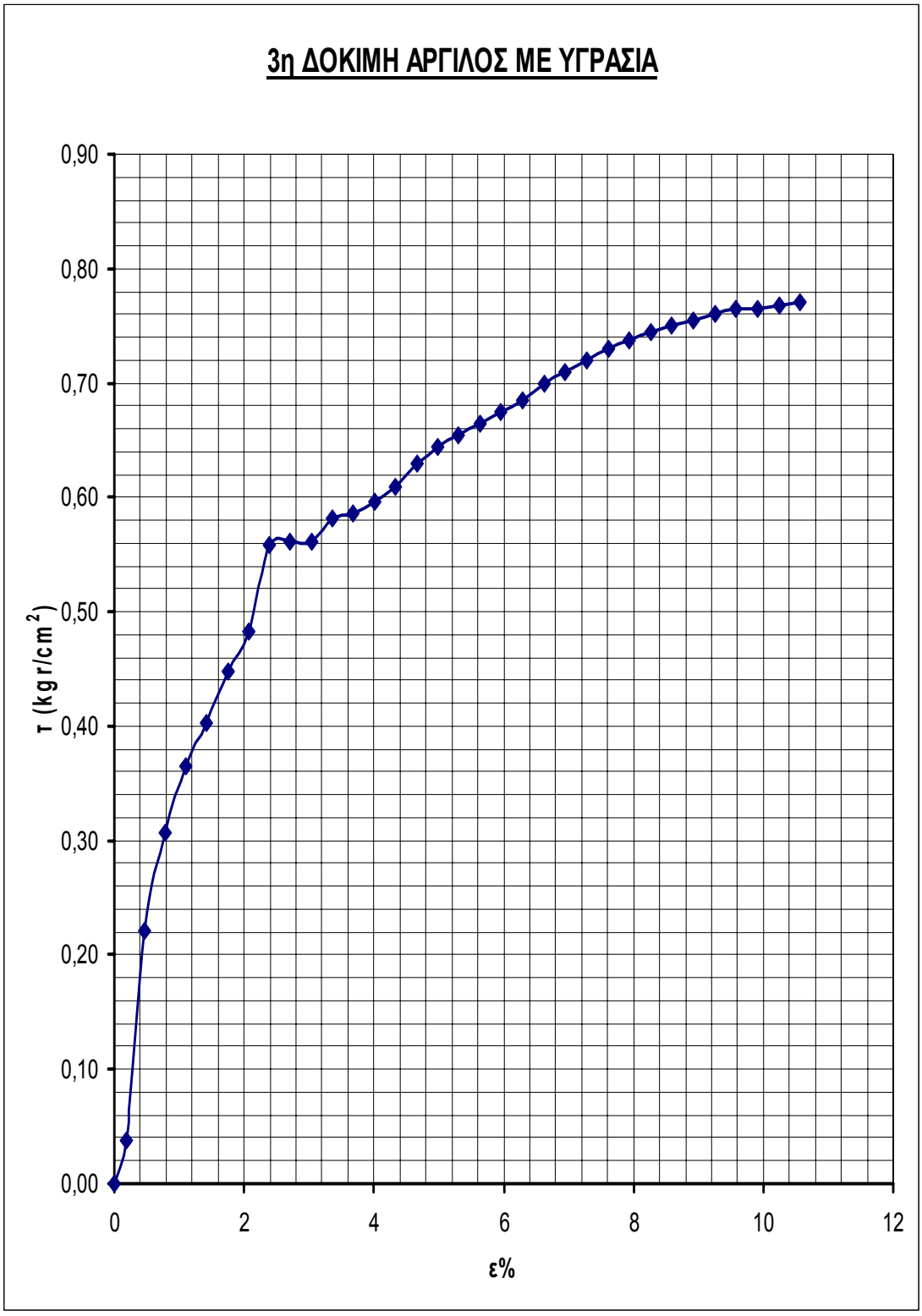
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-65,00	-0,130
1,00	-119,00	-0,238
1,50	-148,00	-0,296
2,00	-169,00	-0,338
2,50	-188,00	-0,376
3,00	-203,00	-0,406
3,50	-216,00	-0,432
4,00	-223,00	-0,446
4,50	-230,00	-0,460
5,00	-238,00	-0,476
5,50	-240,00	-0,480
6,00	-242,00	-0,484
6,50	-245,00	-0,490



3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

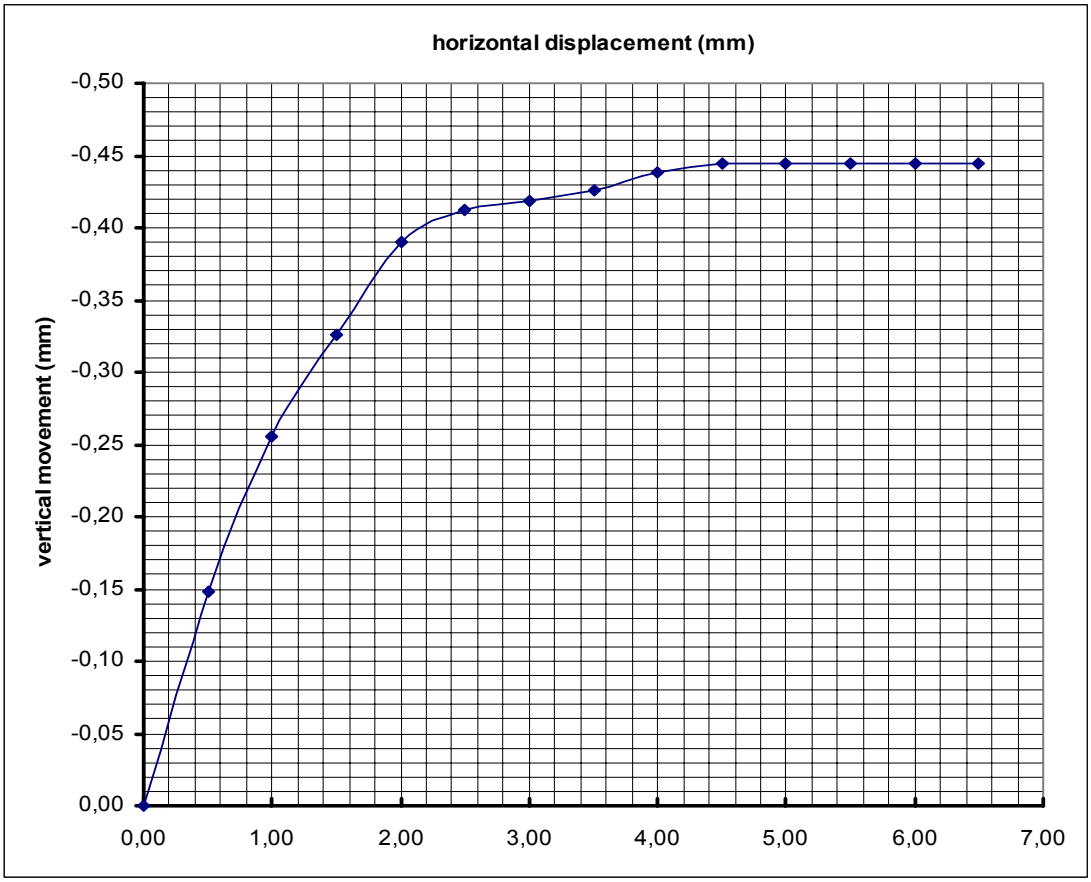
P =	8	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	2,222	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,109200	0,001820	0,182000	0,019150	1,363510	0,037875
0,281532	0,004692	0,469219	0,111421	7,933148	0,220365
0,469219	0,007820	0,782032	0,154944	11,032033	0,306445
0,660319	0,011005	1,100532	0,184540	13,139276	0,364980
0,854832	0,014247	1,424720	0,203691	14,502786	0,402855
1,049345	0,017489	1,748908	0,226323	16,114206	0,447617
1,242151	0,020703	2,070252	0,243733	17,353760	0,482049
1,434958	0,023916	2,391596	0,282033	20,080780	0,557799
1,627764	0,027129	2,712940	0,283774	20,204735	0,561243
1,822277	0,030371	3,037128	0,283774	20,204735	0,561243
2,018496	0,033642	3,364160	0,294220	20,948468	0,581902
2,211302	0,036855	3,685504	0,295961	21,072423	0,585345
2,405815	0,040097	4,009692	0,301184	21,444290	0,595675
2,602034	0,043367	4,336723	0,308148	21,940111	0,609448
2,796547	0,046609	4,660911	0,318593	22,683844	0,630107
2,991059	0,049851	4,985099	0,325557	23,179666	0,643880
3,185572	0,053093	5,309287	0,330780	23,551532	0,654209
3,380085	0,056335	5,633474	0,336003	23,923398	0,664539
3,576304	0,059605	5,960506	0,341226	24,295265	0,674868
3,772523	0,062875	6,287538	0,346448	24,667131	0,685198
3,972154	0,066203	6,620257	0,353412	25,162953	0,698971
4,168373	0,069473	6,947288	0,358635	25,534819	0,709301
4,364592	0,072743	7,274320	0,363858	25,906685	0,719630
4,564223	0,076070	7,607039	0,369081	26,278552	0,729960
4,760442	0,079341	7,934070	0,372563	26,526462	0,736846
4,958367	0,082639	8,263946	0,376045	26,774373	0,743733
5,156293	0,085938	8,593821	0,379526	27,022284	0,750619
5,354218	0,089237	8,923696	0,381267	27,146240	0,754062
5,552143	0,092536	9,253572	0,384749	27,394150	0,760949
5,748362	0,095806	9,580603	0,386490	27,518106	0,764392
5,947993	0,099133	9,913322	0,386490	27,518106	0,764392
6,144212	0,102404	10,240354	0,388231	27,642061	0,767835
6,342138	0,105702	10,570229	0,389972	27,766017	0,771278


3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
τ (kg r/cm 2)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

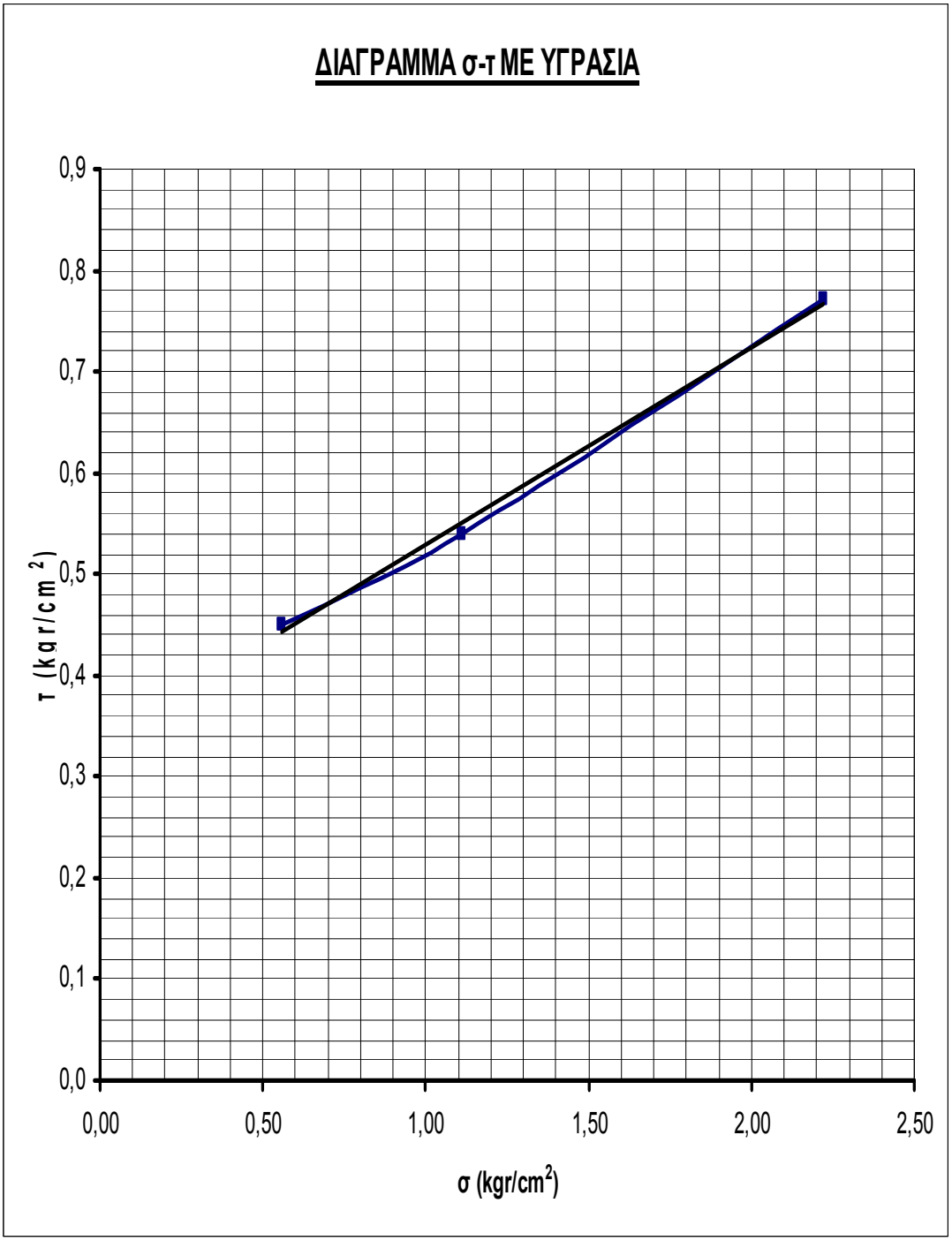
3.ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ Α	
ΒΑΡΟΣ=	8 kg
CRV=	0,002

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-74,00	-0,148
1,00	-128,00	-0,256
1,50	-163,00	-0,326
2,00	-195,00	-0,390
2,50	-206,00	-0,412
3,00	-209,00	-0,418
3,50	-213,00	-0,426
4,00	-219,00	-0,438
4,50	-222,00	-0,444
5,00	-222,00	-0,444
5,50	-222,00	-0,444
6,00	-222,00	-0,444
6,50	-222,00	-0,444



σ_1=	0,556	kgr/cm^2
σ_2=	1,111	kgr/cm^2
σ_3=	2,222	kgr/cm^2

τ_1=	0,451060	(kgr/cm^2)
τ_2=	0,540583	(kgr/cm^2)
τ_3=	0,771278	(kgr/cm^2)



- ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΞΗΡΗ (ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)

Έχοντας ήδη ολοκληρώσει τις δοκιμές άμεσης διάτμησης άμμου για δοκίμια υγρασίας Α και σχεδόν κορεσμένα επαναλάβαμε την δοκιμή για τρία νέα δοκίμια αργίλου υγροσκοπικής υγρασίας. Πριν την έναρξη της δοκιμής λάβαμε ένα δείγμα εδάφους από κάθε δοκίμιο προκειμένου να υπολογίσουμε στη συνέχεια την περιεχομένη υγρασία του προς εξέταση εδαφικού δείγματος.

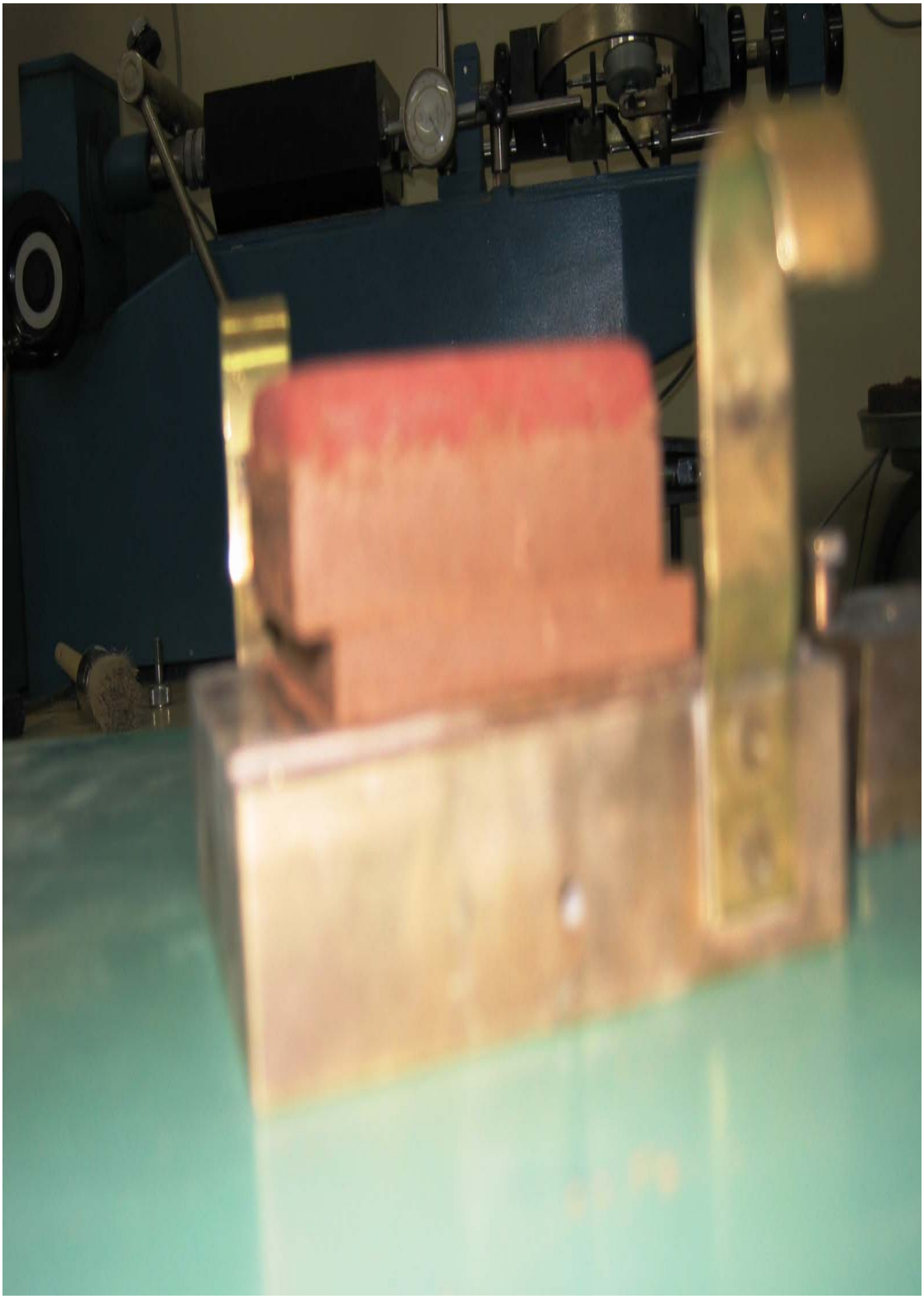
Συναρμολογήσαμε εκ νέου την συσκευή άμεσης διάτμησης, μετρήσαμε την διάμετρο της συσκευής και τοποθετήσαμε τον κάτω πορόλιθο το δοκίμιο και τέλος τον πάνω πορόλιθο. Συνδέσαμε τους μηχανισμούς φορτίσεως, μηδενίσαμε τα μηκυνσιόμετρα και με την χρήση ειδικών βαριδίων, εφαρμόσαμε κατακόρυφο φορτίο (P= 2 kg), το οποίο έδωσε τάση σ=0.556 kg/cm^2.

Κατά την έναρξη της δοκιμής ενεργοποιήσαμε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, προκειμένου να λάβουμε τις αντίστοιχες αναγνώσεις των μηκυνσιομέτρων. Σε αυτήν τη πρώτη δοκιμή σε άργιλο με υγροσκοπική υγρασία ο υπολογιστής δεν λειτούργησε σωστά, κατά συνέπεια λάβαμε μόνοι τις αναγνώσεις και των τριών μηκυνσιομέτρων.

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της δοκιμής, καθαρίσαμε σχολαστικά το μεταλλικό πλαίσιο της συσκευής καθώς και τους πωρόλιθους , προκειμένου να απομακρύνουμε τυχόν υπολείμματα άμμου.

Στη συνέχεια, επαναλάβαμε την ίδια ακριβώς διαδικασία για δύο ακόμα δοκίμια όμοιας υγρασίας. Κατά την εξέταση του δεύτερου κατά σειρά δοκιμίου χρησιμοποιήσαμε βάρος ίσο με 4 kg ενώ για το τρίτο δοκίμιο 8 kg.

Με το τέλος του ελέγχου, σε άμεση διάτμηση και τον τριών δοκιμίων και έχοντας πλέον τις απαραίτητες ενδείξεις ολοκληρώθηκε η τρίτη και τελευταία δοκιμή αργίλου. Έπειτα, συντάξαμε τους αντίστοιχους πίνακες και μετά από κατάλληλη επεξεργασία σχεδιάσαμε τα αντίστοιχα διαγράμματα οριζόντιας μετακίνησης – οριζόντιου φορτίου, οριζόντιας μετακίνησης – καθιζήσεων και ορθής τάσης- μέγιστης διατμητικής τάσης. Μέσω του τελευταίου διαγράμματος προσδιορίσαμε τη συνοχή (C) και τη γωνία εσωτερικής τριβής (φ).

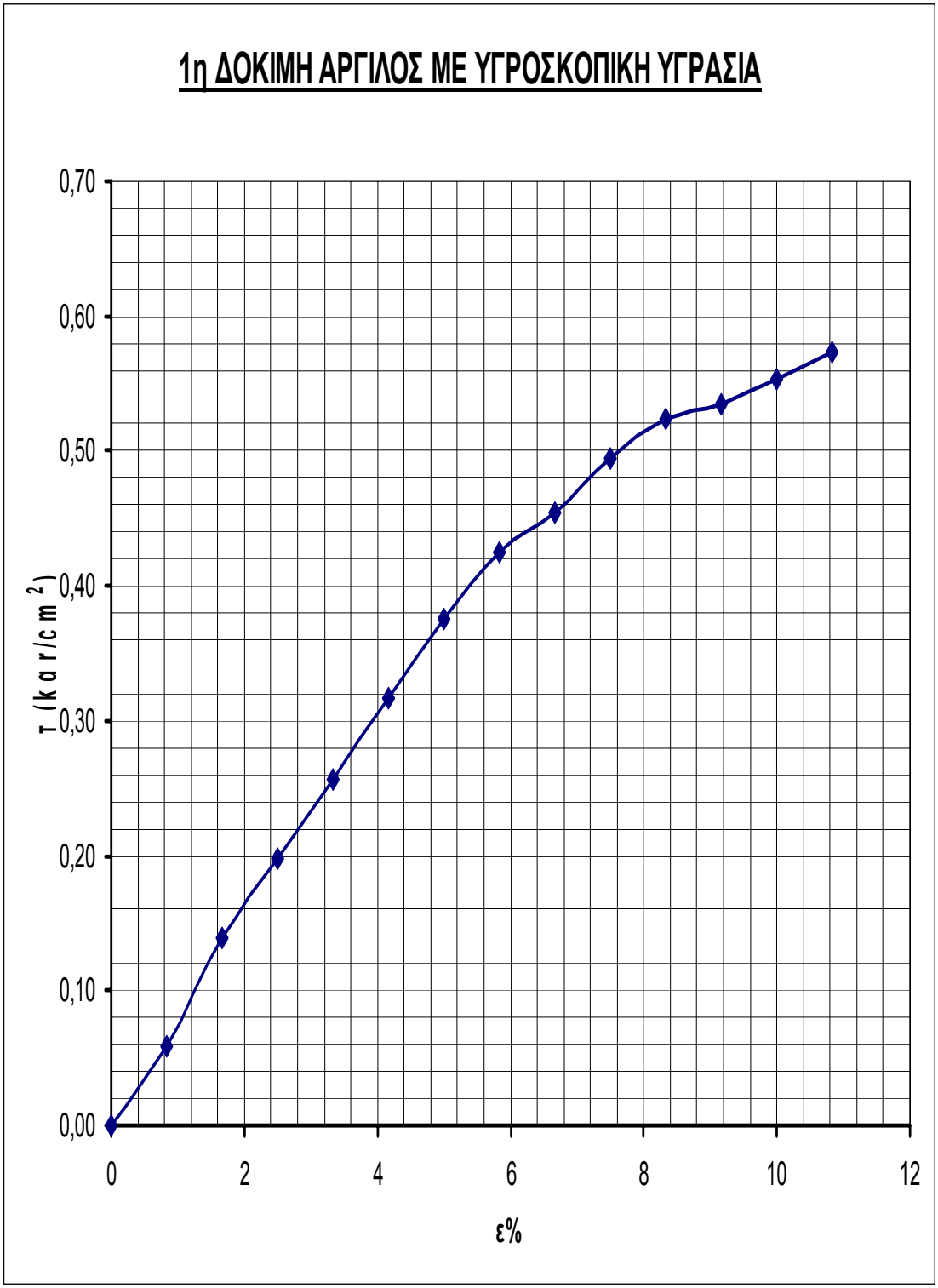


Δοκίμιο Αργίλου και πριν την αφαίρεση του μεταλλικού πλαισίου

1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

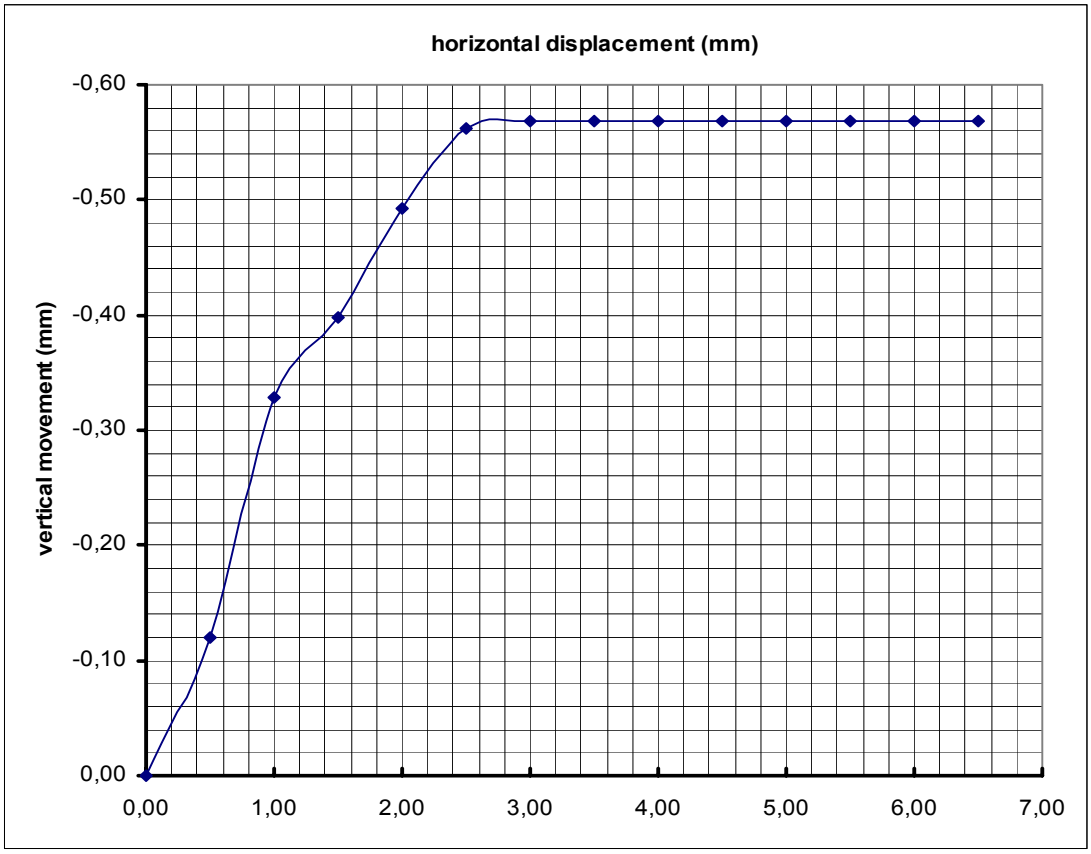
P =	2	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	0,556	kgr/cm^2
CRT =	0,712	kgr/ανάγνωση			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,5	0,0083	0,83	3,0	2,1	0,06
1,0	0,0167	1,67	7,0	5,0	0,14
1,5	0,0250	2,50	10,0	7,1	0,20
2,0	0,0333	3,33	13,0	9,3	0,26
2,5	0,0417	4,17	16,0	11,4	0,32
3,0	0,0500	5,00	19,0	13,5	0,38
3,5	0,0583	5,83	21,5	15,3	0,43
4,0	0,0667	6,67	23,0	16,4	0,45
4,5	0,0750	7,50	25,0	17,8	0,49
5,0	0,0833	8,33	26,5	18,9	0,52
5,5	0,0917	9,17	27,0	19,2	0,53
6,0	0,1000	10,00	28,0	19,9	0,55
6,5	0,1083	10,83	29,0	20,6	0,57


1η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
τ (k a r/c m 2)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

1.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΞΗΡΗ	
ΒΑΡΟΣ=	2 kg
CRV=	0,002

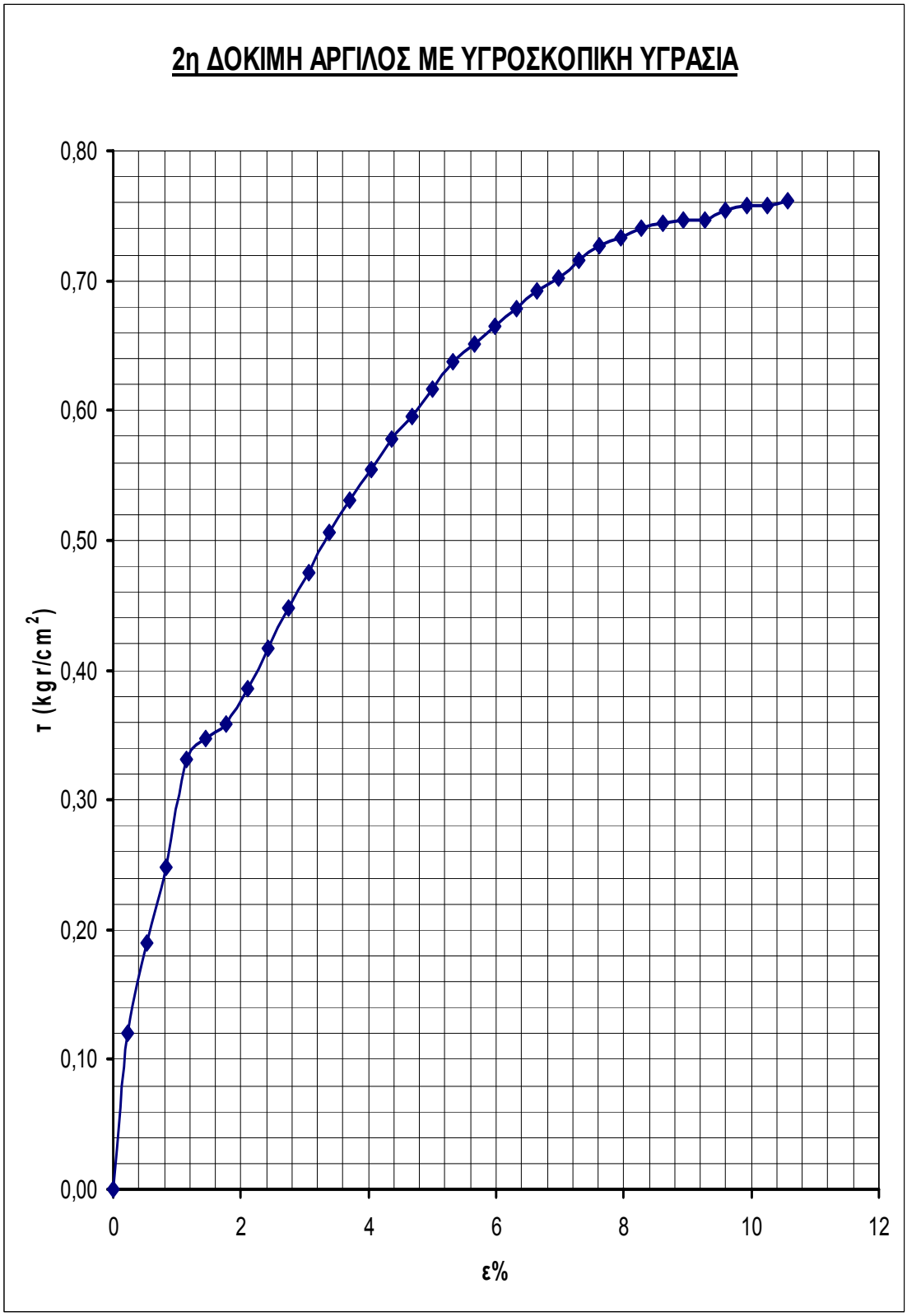
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-60,00	-0,120
1,00	-164,00	-0,328
1,50	-199,00	-0,398
2,00	-246,00	-0,492
2,50	-281,00	-0,562
3,00	-284,00	-0,568
3,50	-284,00	-0,568
4,00	-284,00	-0,568
4,50	-284,00	-0,568
5,00	-284,00	-0,568
5,50	-284,00	-0,568
6,00	-284,00	-0,568
6,50	-284,00	-0,568



2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

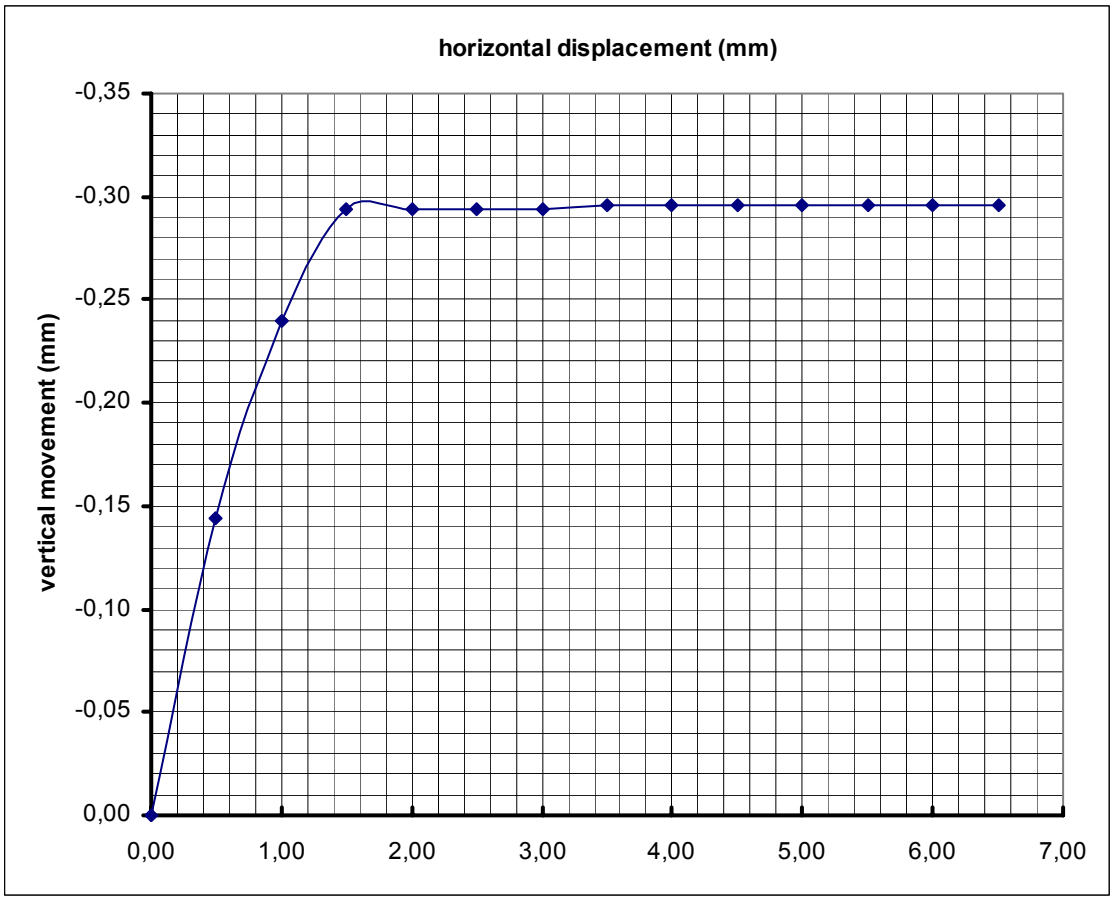
P =	4	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	1,111	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,131381	0,002190	0,218969	0,060933	4,338440	0,120512
0,313950	0,005233	0,523251	0,095752	6,817549	0,189376
0,499932	0,008332	0,833220	0,125348	8,924791	0,247911
0,684207	0,011403	1,140345	0,167131	11,899721	0,330548
0,873601	0,014560	1,456001	0,175836	12,519499	0,347764
1,066407	0,017773	1,777346	0,181058	12,891365	0,358093
1,259214	0,020987	2,098690	0,194986	13,883008	0,385639
1,452020	0,024200	2,420034	0,210655	14,998607	0,416628
1,646533	0,027442	2,744221	0,226323	16,114206	0,447617
1,837633	0,030627	3,062722	0,240251	17,105850	0,475162
2,033852	0,033898	3,389753	0,255919	18,221448	0,506151
2,226658	0,037111	3,711097	0,268106	19,089136	0,530254
2,421171	0,040353	4,035285	0,280292	19,956825	0,554356
2,615684	0,043595	4,359473	0,292479	20,824513	0,578459
2,810197	0,046837	4,683661	0,301184	21,444290	0,595675
3,004709	0,050078	5,007849	0,311630	22,188022	0,616334
3,199222	0,053320	5,332037	0,322075	22,931755	0,636993
3,395441	0,056591	5,659068	0,329039	23,427577	0,650766
3,591660	0,059861	5,986100	0,336003	23,923398	0,664539
3,789585	0,063160	6,315975	0,342967	24,419220	0,678312
3,984098	0,066402	6,640163	0,349930	24,915042	0,692084
4,182023	0,069700	6,970038	0,355153	25,286908	0,702414
4,379948	0,072999	7,299914	0,362117	25,782730	0,716187
4,576167	0,076269	7,626945	0,367340	26,154596	0,726517
4,770680	0,079511	7,951133	0,370822	26,402507	0,733403
4,966899	0,082782	8,278165	0,374304	26,650418	0,740289
5,164824	0,086080	8,608040	0,376045	26,774373	0,743733
5,362749	0,089379	8,937915	0,377786	26,898329	0,747176
5,560674	0,092678	9,267791	0,377786	26,898329	0,747176
5,756893	0,095948	9,594822	0,381267	27,146240	0,754062
5,953112	0,099219	9,921854	0,383008	27,270195	0,757505
6,147625	0,102460	10,246041	0,383008	27,270195	0,757505
6,345550	0,105759	10,575917	0,384749	27,394150	0,760949


2η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΣ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
τ (kgr/cm²)
0
2
4
6
8
10
12
ε%

2.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΞΗΡΗ	
ΒΑΡΟΣ=	4 kg
CRV=	0,002

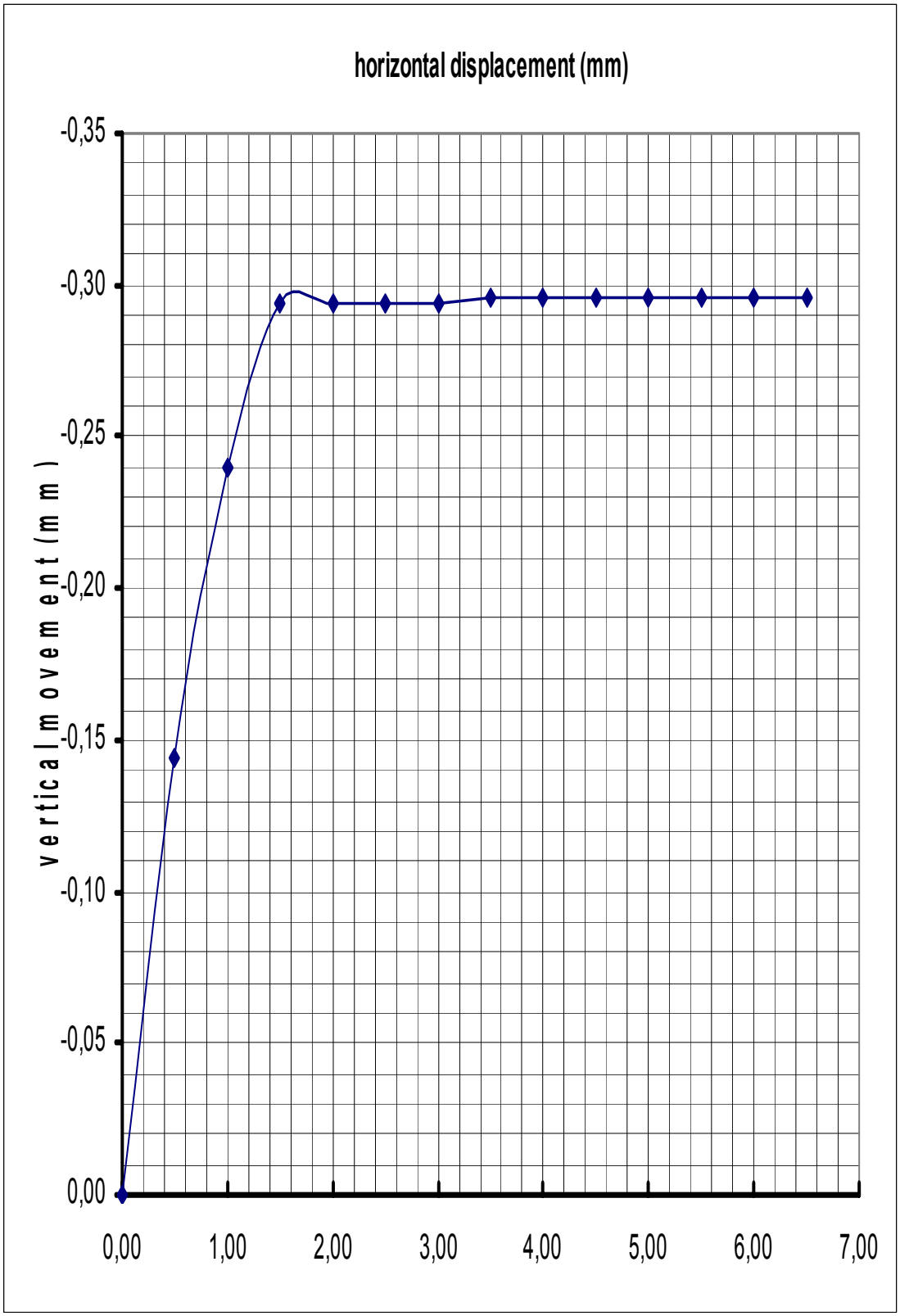
Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-72,00	-0,144
1,00	-120,00	-0,240
1,50	-147,00	-0,294
2,00	-147,00	-0,294
2,50	-147,00	-0,294
3,00	-147,00	-0,294
3,50	-148,00	-0,296
4,00	-148,00	-0,296
4,50	-148,00	-0,296
5,00	-148,00	-0,296
5,50	-148,00	-0,296
6,00	-148,00	-0,296
6,50	-148,00	-0,296



3η ΔΟΚΙΜΗ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

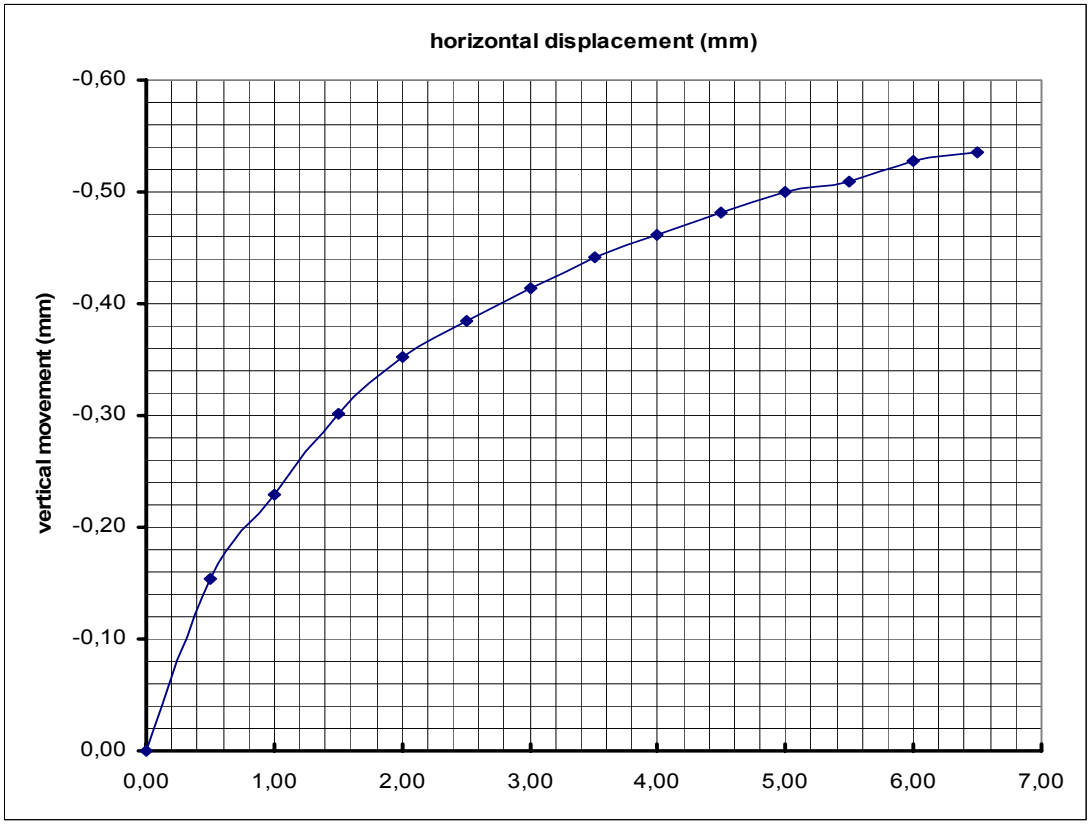
P =	8	kgr	A =	36	cm^2
D =	60	mm	σ =	2,222	kgr/cm^2
CRT =	71,2	kgr/mm			

Δd (mm)	ε=Δd/d	ε%	RT (mm)	T(kg)	τ=T/A (kgr/cm^2)
0	0	0	0	0	0
0,075075	0,001251	0,125125	0,064415	4,586351	0,127399
0,255938	0,004266	0,426563	0,165390	11,775766	0,327105
0,443625	0,007394	0,739376	0,215877	15,370474	0,426958
0,636432	0,010607	1,060720	0,243733	17,353760	0,482049
0,827532	0,013792	1,379220	0,355153	25,286908	0,702414
1,022045	0,017034	1,703408	0,336003	23,923398	0,664539
1,216557	0,020276	2,027596	0,323816	23,055710	0,640436
1,409364	0,023489	2,348940	0,322075	22,931755	0,636993
1,605583	0,026760	2,675971	0,323816	23,055710	0,640436
1,801802	0,030030	3,003003	0,327298	23,303621	0,647323
1,998021	0,033300	3,330035	0,341226	24,295265	0,674868
2,195946	0,036599	3,659910	0,356894	25,410864	0,705857
2,390459	0,039841	3,984098	0,370822	26,402507	0,733403
2,584971	0,043083	4,308286	0,386490	27,518106	0,764392
2,779484	0,046325	4,632473	0,403900	28,757660	0,798824
2,973997	0,049567	4,956661	0,417827	29,749304	0,826370
3,171922	0,052865	5,286537	0,430014	30,616992	0,850472
3,366435	0,056107	5,610724	0,440460	31,360724	0,871131
3,562654	0,059378	5,937756	0,452646	32,228412	0,895234
3,758873	0,062648	6,264788	0,463092	32,972145	0,915893
3,958504	0,065975	6,597507	0,471797	33,591922	0,933109
4,156429	0,069274	6,927382	0,480501	34,211699	0,950325
4,354354	0,072573	7,257257	0,489206	34,831476	0,967541
4,552280	0,075871	7,587133	0,496170	35,327298	0,981314
4,753617	0,079227	7,922695	0,503134	35,823120	0,995087
4,951542	0,082526	8,252571	0,506616	36,071031	1,001973
5,151174	0,085853	8,585290	0,511838	36,442897	1,012303
5,350805	0,089180	8,918009	0,515320	36,690808	1,019189
5,550437	0,092507	9,250728	0,518802	36,938719	1,026076
5,748362	0,095806	9,580603	0,522284	37,186630	1,032962
5,946287	0,099105	9,910479	0,525766	37,434540	1,039848
6,149331	0,102489	10,248885	0,529248	37,682451	1,046735
6,348963	0,105816	10,581604	0,530989	37,806407	1,050178


horizontal displacement (mm)
vertical movement (mm)
-0,35
-0,30
-0,25
-0,20
-0,15
-0,10
-0,05
0,00
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00

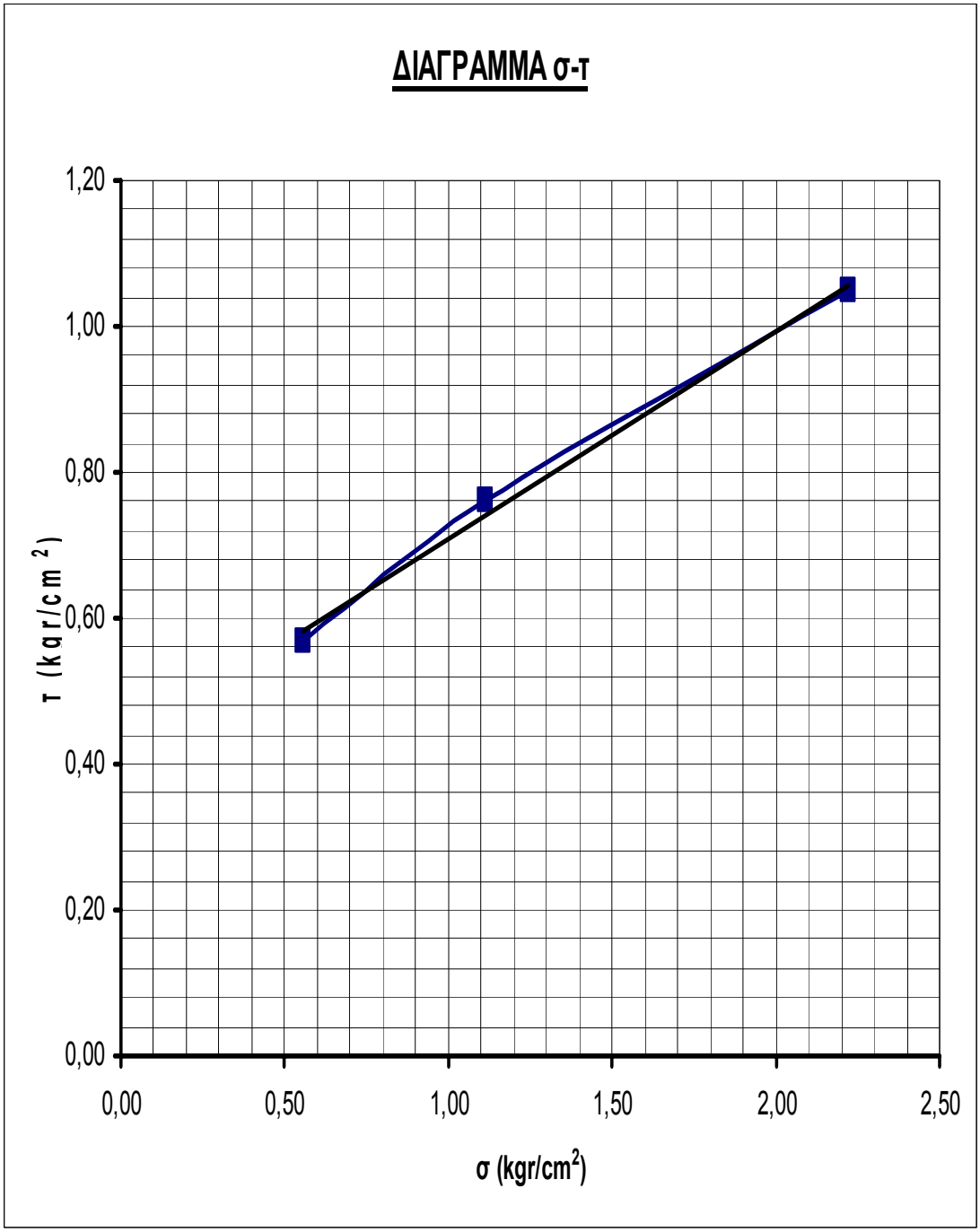
3.ΑΡΓΙΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ ΞΗΡΗ	
ΒΑΡΟΣ=	8 kg
CRV=	0,002

Δd(mm)	ΔV	ΔV(mm)
0,00	0,00	0,000
0,50	-77,00	-0,154
1,00	-115,00	-0,230
1,50	-151,00	-0,302
2,00	-176,00	-0,352
2,50	-192,00	-0,384
3,00	-207,00	-0,414
3,50	-221,00	-0,442
4,00	-231,00	-0,462
4,50	-241,00	-0,482
5,00	-250,00	-0,500
5,50	-255,00	-0,510
6,00	-264,00	-0,528
6,50	-268,00	-0,536



σ_1=	0,556	kgr/cm^2
σ_2=	1,111	kgr/cm^2
σ_3=	2,222	kgr/cm^2

τ_1=	0,57	(kgr/cm^2)
τ_2=	0,760949	(kgr/cm^2)
τ_3=	1,050178	(kgr/cm^2)



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ (ΜΕΘΟΔΟΣ TERZAGHI)

Θα εξετάσουμε τη φέρουσα ικανότητα τετραγωνικού πεδίλου πλευράς B=2m και βάθους θεμελίωσης Df=1.50m, για αμμώδες και αργιλικό έδαφος χρησιμοποιώντας τις τιμές των c και φ, όπως αυτές προέκυψαν, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών μας δοκιμών.
Έχουμε φαινόμενο ειδικό βάρος άμμου: γ=19 KN/m^3 και
φαινόμενο ειδικό βάρος αργίλου: γ=21 KN/m^3

. • Τετράγωνο θεμέλιο: $q=1.3cN_c+\gamma D_f N_q+0.4\gamma B N_\gamma$

ΑΜΜΟΣ

Α) Υγροσκοπική υγρασία

Για C=60 KN/m^3 και φ=34,24° αντιστοιχεί Nc=52.60, Nq=36.50, Nγ=35,00

Άρα

q= 1.3*60*52.60 + 19*1.5*36.50 + 0.4*19*2*35.00 => q=5675 KN/m^2

Β) Υγρασία Α

Για C=10 KN/m^3 και φ=32,62° αντιστοιχεί Nc=42.00, Nq=25.00, Nγ=23,00

Άρα

q= 1.3*10*42.00 + 19*1.5*25.00 + 0.4*19*2*23.00 => q=1608 KN/m^2

Γ) Σχεδόν κορεσμένη

Για C=28 KN/m^3 και φ=32,62° αντιστοιχεί Nc=42.00, Nq=25.00, Nγ=23,00

Άρα

q= 1.3*28*42.00 + 19*1.5*25.00 + 0.4*19*2*23.00 => q=2591 KN/m^2

ΑΡΓΙΛΟΣ

Α) Σχεδόν κορεσμένη

Για C=26 KN/m^3 και φ=11,31° αντιστοιχεί Nc=10.00, Nq=3.00, Nγ=1,50

Άρα

q= 1.3*26*10.00 + 21*1.5*3.00 + 0.4*21*2*1.50 => q=458 KN/m^2

Β) Υγρασία Α

Για C=34 KN/m^3 και φ=11,30° αντιστοιχεί Nc=10.00, Nq=3.00, Nγ=1,50

Άρα

q= 1.3*34*10.00 + 21*1.5*3.00 + 0.4*21*2*1.50 => q=562 KN/m^2

Γ) Υγροσκοπική υγρασία

Για C=43 KN/m^3 και φ=14,57° αντιστοιχεί Nc=12.00, Nq=3.60, Nγ=2,00

Άρα

q= 1.3*43*12.00 + 21*1.5*3.60 + 0.4*21*2*2.00 => q=818 KN/m^2

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση και των τριών δοκιμών για τα αμμώδη καθώς και τα αργιλικά εδαφικά δοκίμια προέκυψαν τα ακόλουθα :

ΑΜΜΟΣ

Δοκίμιο άμμου υγροσκοπικής υγρασίας, η οποία προέκυψε ίση με W=0,741%. Μετά από σχεδιασμό του διαγράμματος σ-τ προέκυψε συνοχή C = 0,6 kg/cm^2 και γωνία εσωτερικής τριβής φ= 34,24°. Έπειτα βάσει του τύπου διατμητικής αντοχής **τ=σ εφφ + c** υπολογίστηκε η μέγιστη διατμητική αντοχή άμμου υγροσκοπικής υγρασίας ίση με τ=1,30 kg/cm^2 για ορθή τάση σ= 1,11 kg/cm^2.

Δοκίμιο άμμου έστω υγρασίας Α η οποία μέσω των διαδοχικών ζυγίσεων δείγματος, το οποίο τοποθετήσαμε στον κλίβανο ξηράνσεως, βρέθηκε ίση με W= 12,78%. Οπότε σύμφωνα με το διάγραμμα σ-τ υπολογίσαμε την συνοχή C= 0,1 και την γωνία εσωτερικής τριβής φ=32,62°. Τέλος υπολογίσαμε την διατμητική αντοχή και αυτού του δείγματος, τ= 0,81 kg/cm^2 (σ= 1,11kg/cm^2).

Δοκίμιο σχεδόν κορεσμένης άμμου, περιεχομένης υγρασίας W=23,57%. Μέσω του διαγράμματος σ-τ , προέκυψε συνοχή C =0,28 kg/cm^2 και γωνιά φ= 32,62°. Επίσης από τον τύπο της διατμητικής αντοχής υπολογίσαμε την διατμητική αντοχή τ= 0,99 kg/cm^2 για ορθή τάση σ=1,11 kg/cm^2 .

Αξίζει δε να αναφέρουμε και πάλι πως για τις δοκιμές άμεσης διάτμησης άμμου, χρησιμοποιήθηκε υλικό το οποίο βρισκόταν στο Εργαστήριο Εδαφομηχανικής του ΤΕΙ Πειραιά. Επίσης κατά το κοσκίνισμα της άμμου αυτής ,βρέθηκε ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού διερχόμενο από το κόσκινο Νο 200 (ιλύς και άργιλος) το οποίο όπως αναμενόταν επηρέασε τα τελικά αποτελέσματα. Η ποσότητα αυτή αργίλου, αιτιολογεί την εμφάνιση κάποιας συνοχής στα δείγματα που εξετάστηκαν.

Όπως μπορούμε να δούμε το σταδιακά αυξανόμενο ποσοστό υγρασίας από δοκιμή σε δοκιμή, δεν επηρέασε κατά πολύ την διατμητική αντοχή των

δοκιμίων της άμμου. Συγκεκριμένα για ορθή τάση σ=1,11 kg/cm^2 η διατμητική αντοχή κυμάνθηκε από 0,81 kg/cm^2 έως 1,30 kg/cm^2 ενώ η αντίστοιχη μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας ήταν της τάξης του 22,83 % .

ΑΡΓΙΛΟΣ

Πρώτο εξετάστηκε δοκίμιο σχεδόν κορεσμένης αργίλου, περιεχόμενης υγρασίας W=19,21%. Μετά από τον σχεδιασμό του διαγράμματος σ-τ υπολογίσαμε την συνοχή C=0,26 kg/cm^2 και την γωνία εσωτερικής τριβής φ=11,31°. Η διατμητική αντοχή , υπολογίστηκε από τον τύπο τ=σ εφφ+C για σ= 1,11 kg/cm^2 , και ήταν ίση με τ= 0,47 kg/cm^2 .

Δεύτερο κατά σειρά εξετάστηκε δείγμα αργίλου έστω υγρασίας Α η οποία υπολογίστηκε ίση με W= 15,47%. Μέσω του διαγράμματος σ-τ προέκυψε συνοχή C=0,34 kg/cm^2 και γωνία εσωτερικής τριβής φ=11,30°. Επίσης υπολογίστηκε η διατμητική αντοχή του δείγματος για ορθή τάση σ=1,11 kg/cm^2, τ = 0,56 kg/cm^2 .

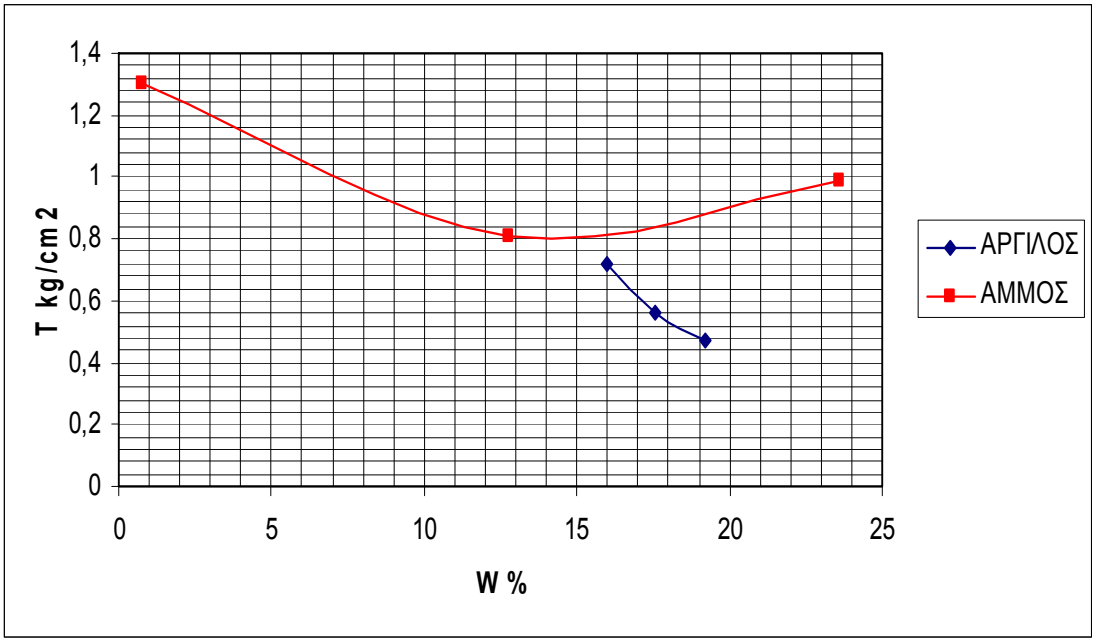
Τέλος εξετάσαμε σε άμεση διάτμηση, δοκίμιο αργίλου υγροσκοπικής υγρασίας η οποία υπολογίστηκε ίση με W= 15,99%. Από το διάγραμμα σ-τ προέκυψε συνοχή C=0,43 kg/cm^2 και γωνία εσωτερικής τριβής φ= 14,57°. Η διατμητική αντοχή αυτού του δοκιμίου για σ=1,11 kg/cm^2 προέκυψε ίση με τ= 0,72 kg/cm^2.

Αξίζει να αναφέρουμε και πάλι πως το δείγμα αργίλου συγκεντρώθηκε από εκσκαφή που πραγματοποιούνταν στον χώρο του ΤΕΙ. Το δείγμα δεν ήταν αδιατάρακτο και γι αυτό τον λόγο πραγματοποιήσαμε συμπύκνωση των προς εξέταση δοκιμίων. Η συμπύκνωση αυτή επηρέασε την σύσταση του εδάφους καθώς και την μετέπειτα διατμητική αντοχή.

Βάσει των παραπάνω μετρήσεων είναι προφανές πως η διατμητική αντοχή της αργίλου που εξετάστηκε, μεταβλήθηκε ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό. Συγκεκριμένα το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας της αργίλου αυξήθηκε κατά 3,22% μεταβαίνοντας από την υγροσκοπική υγρασία στο σχεδόν κορεσμένο δείγμα. Το σχεδόν κορεσμένο δείγμα αργίλου εμφάνισε την χαμηλότερη διατμητική αντοχή (τ=0,47 kg/cm^2). Ενώ αντίθετα η σχεδόν ξηρή άργιλος – υγροσκοπικής υγρασίας έδωσε την υψηλότερη διατμητική αντοχή (τ= 0,72 kg/cm^2).

Συνοψίζοντας, η περιεχόμενη υγρασία επέδρασε στην διατμητική αντοχή, η οποία αυξήθηκε αντιστρόφως ανάλογα με την προστιθέμενη ποσότητα νερού. Για μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας w=3,22% η διατμητική αντοχή των εδαφικών δοκιμίων μεταβλήθηκε κατά 0,25 kg/cm^2.

Αντίθετα η διατμητική αντοχή της άμμου δεν μεταβλήθηκε κατά πολύ εξαιτίας της αυξανόμενης περιεχόμενης υγρασίας. Συγκεκριμένα για αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας κατά w=3,22%, η αντίστοιχη μεταβολή της διατμητικής αντοχής της άμμου ήταν 0,044 kg/cm^2. Επίσης κατά την εξέταση της άμμου παρατηρήθηκαν αρκετά υψηλές τιμές συνοχής C οι οποίες ήταν εν μέρει αναμενόμενες, εξαιτίας του ποσοστού λεπτόκοκκου υλικού που παρουσιάστηκε κατά το κοσκίνισμα της άμμου.



Όπως παρατηρούμε και από το παραπάνω διάγραμμα, στο κοινό τμήμα υγρασιών (%), η μεταβολή της διατμητικής αντοχής της άμμου είναι κατά πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη της αργίλου. Συγκεκριμένα, στην περιοχή όπου έχουμε W=15% - 20%, είναι εμφανές ότι η καμπύλη της άμμου είναι ομαλή με μικρή διακύμανση, ενώ η καμπύλη της αργίλου έχει μεγαλύτερη κλίση και παρουσιάζει μεγαλύτερη διακύμανση.

Σύμφωνα με ενδεικτικό έλεγχο της φέρουσας ικανότητας που πραγματοποιήσαμε, σε τετραγωνικό πέδιλο η περιεχόμενη υγρασία επέδρασε κατά ανάλογο τρόπο και στην φέρουσα ικανότητα των εδαφικών δοκιμίων άμμου και αργίλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Αρχές και εφαρμογές, G. E. Barnes, Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, 2005
- ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ, Δημήτριος Θ. Βαλαλάς, Εκδόσεις: Αφοί Κυριακίδη Α.Ε., 2001
- Γεωτεχνική Μηχανική, Κων/νος Κολέτσος, Εκδόσεις: University Studio Press, Θεσ/νικη 2004
- Θεμελιώσεις, Joseph E. Bowles, Τόμος Ι, Εκδόσεις Γρηγ. Χρ. Φούντας
- Εδαφομηχανική, Ασκήσεις και προβλήματα, Β' Έκδοση, Γ. Γραμματικόπουλος –Ν. Μάνου-Ανδρεάδου Θ. Χατζηγώγος, Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη Α. Ε., Θεσ/νίκη 2003
- Γεωτεχνική Μηχανική, Ν. Παπαχαρίσης, Γ. Γραμματικόπουλος, Ν. Μάνου-Ανδρεάδη, Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη Α. Ε.

Διαδικτυακές πηγές:

1. http://www.cv.nctu.edu.tw/~wwwadm/chinese/teacher/Ppt-pdf/ASMShearStrengh2.pdf
2. http://www.survey.ntua.gr/main/labs/struct/LabTest.pdf
3. http://www.vgtu.lt/leidiniai/elektroniniai/Laboratory_testing.pdf
4. http://www.geo.auth.gr/883/pdf/Edafo4%20Bear%20Cap.pdf
5. http://www.civil.ntua.gr/~kavvadas/Books/books.htm