



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Εργαστήριο Εδαφομηχανικής

Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ.
ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ**

ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων:
Β. ΧΡΗΣΤΑΡΑΣ, Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	7
2.1. Γενικά.....	7
2.2. Ρυθμοί Αποσάθρωσης.....	12
2.3. Ορυκτολογία υπολειμματικών εδαφών.....	15
3. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΓΡΑΝΙΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ...	22
4. ΕΔΑΦΙΚΗ ΤΟΜΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΣΕ ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩ- ΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (ΚΑΤΑ DEERE ΚΑΙ RATTON 1971).....	25
5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ....	31
5.1. Γεωλογία και Γεωτεχνικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της έρευνας.....	31
5.2. Σεισμολογικά στοιχεία.....	31
6. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΔΑΦΙΚΗ ΤΟΜΗ) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	34
7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.....	40
8. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.....	52
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών).....	58

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο χώρο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στο τμήμα Γεωλογίας από τη φοιτήτρια του Γεωλογικού Τμήματος, Καζίλη Μαρία. Η επιλογή του θέματος έγινε κατόπιν συζητήσεως με τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Χρηστάρα.

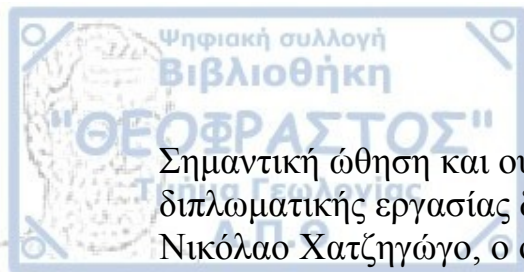
Αφορμή για την σύνταξη της παρούσας εργασίας αποτέλεσε το γεγονός ότι, τα υπολειμματικά εδάφη δεν είναι πολύ γνωστά από τεχνικογεωλογική και γεωτεχνική άποψη στην Ελλάδα (λόγω της σχετικά περιορισμένης εμφάνισης των) και δευτερευόντως, από το ότι έχουν συμβεί περίεργες τεχνικογεωλογικές αστοχίες στην ενεργό πράξη στα υπόψη γεωυλικά που κάνουν απαιτητή την περαιτέρω διερεύνησή τους.

Γίνεται λοιπόν προσπάθεια, αφενός μεν, να γίνει κατανοητή η τεχνικογεωλογική τους συμπεριφορά, με εφαρμογή των γνώσεων τεχνικής γεωλογίας, εδαφομηχανικής και ορυκτολογίας και αφ' ετέρου δε, να εξαχθούν κάποια βασικά συμπεράσματα για την τεχνική αντιμετώπιση των προαναφερθέντων γεωυλικών στην κατασκευή απλών τεχνικών έργων.

Η μεθοδολογία και ειδικότερα τα επί μέρους βήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ετοιμασία αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι:

1. Βιβλιογραφική διερεύνηση (desk study)
2. Επί τόπου αναγνώριση των περιοχών με εμφανίσεις υπολειμματικών εδαφών και ειδικότερα στην περιοχή του κάτω Νευροκοπίου Δράμας,
3. Χρησιμοποίηση στοιχείων από την εκτέλεση γεωερευνητικών εργασιών (ερευνητικών- δειγματοληπτικών γεωτρήσεων) με συνεχή πυρηνοληψία και εκτέλεση επί τόπου δοκιμών (που έγινε στα πλαίσια υλοποίησης ειδικού τεχνικού έργου θεμελίωσης),
4. Χρησιμοποίηση στοιχείων εκτέλεσης εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής και βραχομηχανικής (που έγινε επίσης στα πλαίσια υλοποίησης ειδικού τεχνικού έργου θεμελίωσης)
5. Εκτέλεση εργαστηριακών ορυκτολογικών αναλύσεων με την μέθοδο της περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ που εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής εργασίας,
6. Αξιολόγηση όλων των αποτελεσμάτων των επί τόπου και των εργαστηριακών δοκιμών της γεωτεχνικής έρευνας και
7. Σύνταξη του κειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 2



Σημαντική ώθηση και ουσιαστική βοήθεια στην ετοιμασία αυτής της διπλωματικής εργασίας δόθηκε από τον μεταπτυχιακό ερευνητή κ. Νικόλαο Χατζηγώγο, ο οποίος και προμήθευσε τα πραγματικά στοιχεία της επί τόπου διεξαχθείσας γεωτεχνικής έρευνας και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, τον οποίον και ευχαριστώ ιδιαιτέρως. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον λέκτορα κ. Καντηράνη που με βοήθησε ουσιαστικά στην εκτέλεση και αξιολόγηση των ορυκτολογικών αναλύσεων. Τέλος, ειδικές ευχαριστίες εκφράζονται στον καθ. κ. Χρηστάρα, ο οποίος με καθοδήγησε αποτελεσματικά στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 3

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλοι οι τύποι των πετρωμάτων στην επιφάνεια της γη υφίστανται ορισμένες μεταβολές στη δομή και τη χημική τους σύσταση. Αυτές οι μεταβολές, μεταξύ άλλων, οφείλονται στην αποσάθρωση τους και γενικότερα στην αλλοίωση τους λόγω των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν στην επιφάνεια της γης από τις συνθήκες στις οποίες δημιουργήθηκαν, ή ακόμα και σε μεταβολές του κλίματος και άλλων παραγόντων κατά την πάροδο του χρόνου. Κατά την αποσάθρωση λαμβάνουν χώρα δύο σημαντικές λειτουργίες. Πρώτον, ο σχηματισμός εδάφους στις αρχικές θέσεις αλλοίωσης των μητρικών πετρωμάτων και δεύτερον, ο τεμαχισμός τους στα συστατικά τους μέρη, η μεταφορά τους με τη βοήθεια του νερού, αέρα και άλλων γεωμορφολογικών δυνάμεων, η απόθεση τους σε άλλα σημεία και τέλος ο σχηματισμός νέων πετρωμάτων. Οι διεργασίες αυτές αποτελούν τμήμα του γεωλογικού κύκλου της εξέλιξης των πετρωμάτων.

Η αποσάθρωση και κατ' επέκταση η δημιουργία εδάφους, είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων όπως, το κλίμα, η τοπογραφία, η φύση του μητρικού πετρώματος και ο χρόνος. Το κλίμα ελέγχει τη θερμοκρασία και καθορίζει τη διαθεσιμότητα του νερού στον υδρολογικό κύκλο, τη δράση του ανέμου κ.λ.π. που είναι παράγοντες πολύ σημαντικοί για την εξέλιξη της αποσάθρωσης. Η μορφολογία από την πλευρά της είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως η αποσάθρωση, η διάβρωση, η ιζηματογένεση, ο τύπος των επιφανειακών διεργασιών κ.α.. Υπάρχει αμοιβαία λειτουργία μεταξύ εδάφους και αποσάθρωσης, τέτοια ώστε το έδαφος επηρεάζει τη διαδικασία αποσάθρωσης μεν, αλλά και η πρόοδος της αποσάθρωσης καθορίζει τη τελική μορφή του εδάφους. Με την πάροδο του χρόνου εξελίσσεται και η αποσάθρωση και αυξάνεται το βάθος δράσης της. Βέβαια και οι κλιματικές συνθήκες και η μορφολογία του εδάφους μεταβάλλονται χρονικά με αποτέλεσμα το περιβάλλον αποσάθρωσης να μεταβάλλεται συνεχώς σχηματίζοντας και διαφορετικούς τύπους εδαφών ακόμα και στην ίδια περιοχή. Η σύσταση και η υφή του αρχικού πετρώματος είναι βασικά στοιχεία στη διεργασία της αποσάθρωσης. Με τον όρο υφή εννοούμε το μέγεθος, το σχήμα, την κατανομή των κόκκων του καθώς και το βαθμό και τύπο ανάμιξης κρυστάλλων και σωματιδίων των κρυστάλλων που συνιστούν το πέτρωμα και επηρεάζουν εξίσου το μετασχηματισμό του. Για παράδειγμα, μεγάλα σωματίδια έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια έκθεσης και επομένως είναι περισσότερο εκτεθειμένα στις αποσθρωτικές διεργασίες. Η ορυκτολογία και η χημική σύσταση του πετρώματος καθορίζουν τον

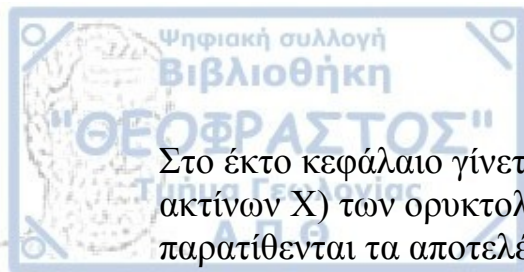
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 4

τύπο και το ρυθμό της μετατροπής του. Ο ρυθμός αποσάθρωσης σχετίζεται με τη σειρά κρυστάλλωσης των ορυκτών κατά Bowen, κατά την οποία ο χαλαζίας και οι καλιούχοι άστριοι είναι λιγότερο επιδεκτικά στην αλλοίωση των πετρωμάτων, ενώ τα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά και οι ασβεστούχοι άστριοι είναι τα πρώτα που αλλοιώνονται. Κατά την αλλοίωση των αστρίων και ορισμένων σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών, σχηματίζονται τα αργιλικά ορυκτά εκ των οποίων ορισμένα είναι διογκώσιμα προκαλώντας διαφόρων τύπων προβλήματα σε ανθρώπινες κατασκευές και στη φύση (καθίζησεις, ολισθήσεις, αστοχίες κ.α.). Επιπλέον η αποσάθρωση των πετρωμάτων γίνεται σε στάδια τα οποία και ελέγχονται από τους προαναφερθέντες παράγοντες με αποτέλεσμα την δημιουργία ζωνών με διαφορετικό χρώμα, ορυκτολογική σύσταση και μηχανικές ιδιότητες. Το πάχος των ζωνών και τα διάφορα χαρακτηριστικά τους είναι βέβαια διαφορετικά, ανάλογα με το αρχικό πέτρωμα, τον τύπο αποσάθρωσης και τους παράγοντες που την ελέγχουν. Το σύνολο των ζωνών αυτών αποτελούν την εδαφική τομή, ή το εδαφικό προφίλ.

Δεδομένων όλων των παραπάνω είναι προφανές ότι σε παράγωγα υλικά αποσάθρωσης είναι δύσκολο, όχι μόνο να αναγνωρισθεί το μητρικό τους πέτρωμα, αλλά και να εκτιμηθούν με ακρίβεια οι μηχανικές τους ιδιότητες. Γι αυτό στην τεχνική γεωλογία και τη γεωτεχνική μηχανική, η μελέτη και η αντιμετώπιση αυτών των γεωυλικών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, ενώ, εκτός πολλών άλλων, θα πρέπει να ελέγχονται, τόσο, οι εδαφομηχανικές ιδιότητές τους, όσο, και η ορυκτολογική σύσταση, ήτοι θα πρέπει να ερευνάται αν υπάρχουν διογκώσιμα αργιλικά ορυκτά, και κατά πόσο αυτά είναι επικίνδυνα.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας αναλύονται διεξοδικότερα, οι βασικές αρχές της αποσάθρωσης, οι συνθήκες και ο ρυθμός της, οι παράγοντες που την επηρεάζουν και τα παράγωγα υλικά της. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος αποσάθρωσης των γρανιτικών και γνευσιακών πετρωμάτων και το εδαφικό προφίλ που σχηματίζεται σε τετοιας φύσης πετρώματα. Στο τρίτο και στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται κάποια γεωλογικά στοιχεία, ήτοι γεωλογικές μονάδες που συναντώνται, σεισμολογικά στοιχεία και η στρωματογραφία του κ. Νευροκοπίου Δράμας, απ' όπου και ελήφθησαν τα εδαφικά δείγματα που μελετήθηκαν εργαστηριακά. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν και παρατίθενται σε πίνακες οι τιμές των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών τους.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 5



Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της μεθόδου (της περιθλασιμετρίας ακτίνων X) των ορυκτολογικών αναλύσεων που εκτέλεστηκαν και παρατίθενται τα αποτελέσματα.

Στο έβδομο κεφάλαιο δίνονται κάποια τελικά συμπεράσματα για τις φυσικές ιδιότητες και τη μηχανική συμπεριφορά του γεωυλικού του υπολειμματικού εδάφους της περιοχής.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 6

2. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ.

2.1. Γενικά

Το έδαφος που απαντά ευρέως στην επιφάνεια της γης και καλύπτει τους υποκείμενους βραχώδεις σχηματισμούς, μπορεί γενικά να ταξινομηθεί σε δύο ευρείες κατηγορίες, ως εξής:

α) **μεταφερμένο έδαφος** (κολουβιακής ή αλλουβιακής προέλευσης), τα αποσυντιθέμενα υλικά έχουν μεταφερθεί από την αρχική τους θέση, κυρίως από την επίδραση της βαρύτητας και την ταυτόχρονη δράση του επιφανειακού ύδατος (ατμοσφαιρικό και επιφανειακής απορροής) και του ανέμου.

β) **υπολειμματικό έδαφος** (ελουβιακής προέλευσης).

Ως υπολειμματικό έδαφος ορίζεται το έδαφος που δημιουργείται από τη επί τόπου αποσύνθεση του μητρικού του πετρώματος, το οποίο δεν έχει μεταφερθεί σε σημαντική απόσταση, ή και καθόλου από τη θέση αποσύνθεσης.

Η σύσταση του υπολειμματικού εδάφους, στα αρχικά στάδια σχηματισμού του, εξαρτάται από τον φύση του μητρικού του πετρώματος. Μπορεί να προέρχεται από διάφορους τύπους μητρικών πετρωμάτων. Στην περίπτωση της πολύ μεγάλης επιτευχθείσας χημικής μεταβολής και απόπλυσης, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη, έως αδύνατη η αναγνώριση της προέλευσής τους.

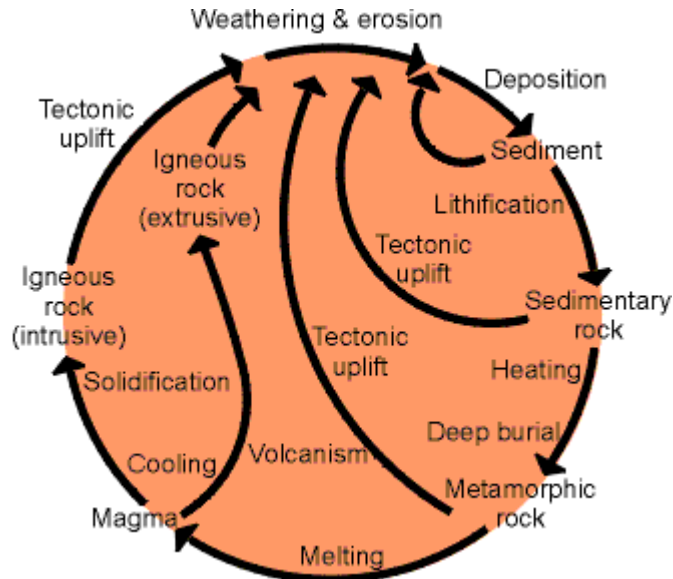
Ο σχηματισμός ενός μανδύα αποσάθρωσης σημαντικής έκτασης (τόσο, επιφανειακά, όσο και κυρίως σε πάχος), είναι πολύ συνηθισμένος σε τέτοιου τύπου εδαφους. Το πάχος του μανδύα αποσάθρωσης ποικίλει σημαντικά, ανάλογα με τις διεργασίες σχηματισμού του και το βάθος, μέχρι το οποίο δρουν οι υπόψη διεργασίες.

Το υπολειμματικό έδαφος, όπως και άλλοι τύποι εδαφών, προκύπτουν από την επίδραση των εξωγενών δυναμικών διεργασιών στο εκάστοτε μητρικό πέτρωμα και αποτελούν τμήμα του γεωλογικού κύκλου της εξέλιξης των πετρωμάτων.

Στο παρακάτω σχήμα αναπαριστώνται τα στάδια γενετικών διεργασιών και τελικής μορφής εξέλιξης των διαφόρων γενετικών τύπων

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 7

πετρωμάτων (πυριγενή, ιζηματογενή, μεταμορφωμένα), όταν αυτά εκτεθούν στις διαφορετικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν κατά τόπους στην γήινη επιφάνεια και οι οποίες είναι εντελώς διαφορετικές από αυτές των σχηματισμών των πετρωμάτων σε μεγάλο βάθος.



Σχ.1. Στάδια γενετικών διεργασιών των διαφόρων τύπων πετρωμάτων.

Γενικά οι μεταβολές που υφίστανται τα αρχικά πετρώματα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: 1) μηχανική και 2) χημική – βιολογική.

1. Μηχανική αποσάθρωση: επιτυγχάνεται με την διάσπαση του πετρώματος, καταστρέφεται η συνοχή του χωρίς να μεταβάλλεται η χημική του σύσταση. Κυριαρχεί σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου και σε μεγάλο γεωγραφικό πλάτος όπου η ύπαρξη νερού περιορίζεται συνήθως σε στερεά μορφή (χιονιού ή πάγου).

Είναι ιδιαίτερα δραστική σε κλιματικές περιοχές με σημαντικές ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές.

Οι διαδοχικές φάσεις θέρμανσης - ψύξης επιφέρουν αντίστοιχα συστολή και διαστολή στα πετρώματα δημιουργώντας ρωγμές, διαρρήξεις και τελικά την χαλάρωση και αποχωρισμό διαφόρων τεμαχίων του. Μικροσκοπικά, οι διαφορετικοί συντελεστές διαστολής των διαφόρων ορυκτών, δημιουργούν τάσεις στις επαφές των κόκκων και οδηγούν σε κοκκώδη διάσπαση. Επομένως οι διαδοχικές φάσεις θέρμανσης - ψύξης των πετρωμάτων αυξάνουν το λειτουργικό πορώδες του και τα κάνουν περισσότερο επιδεκτικά σε άλλες μορφές αποσάθρωσης.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 8

Επιπλέον, λόγω της κακής θερμικής αγωγιμότητας τους, οι εναλλασσόμενες, διαστολή και συστολή, επιδρούν κυρίως στις εξωτερικές επιφάνειές τους, ασκώντας επίσης μεγάλες τάσεις. Με αυτό τον τρόπο λεπιοειδή κομμάτια απομακρύνονται σταδιακά από την επιφάνεια μητρικού υλικού, διαδικασία που ονομάζεται αποφλοιώση.

Η τελευταία μπορεί να συμβεί και από αποφόρτιση τάσεων, όταν σε μια ακολουθία σχηματισμών απομακρύνεται το ανώτερο στρώμα υπό την επίδραση της βαρύτητας σε συνδυασμό με τη δράση νερού μετεωρικού/επιφανειακής απορροής, του ανέμου ή απο ανθρωπογενή δράση. Κατά την αποφόρτιση συμβαίνει εκτόνωση της πίεσης του υπερκείμενου τεμάχους, με αποτέλεσμα την διαστολή της βραχομάζας και τελικά την υποπαράλληλη (προς τη μορφολογική επιφάνεια του σχηματισμού) ρωγμάτωση και φύλλωση (αποφλοιώση μεγάλης κλίμακας). Το βάθος της αποφόρτισης περιορίζεται περίπου στα 25 μέτρα, όπου η τάση συμπίεσης και η εσωτερική τάση υπερεισχύουν της τάσης ελαστικής διόγκωσης. Συνθήκες που ευνοούν την αποφόρτιση εμφανίζονται συνήθως σε ογκώδη, ομογενή πετρώματα (τα πετρώματα που έχουν τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε όλα τα σημεία τους) όπως οι παχυστρωματώδεις ψαμμίτες, οι γρανίτες κλπ).

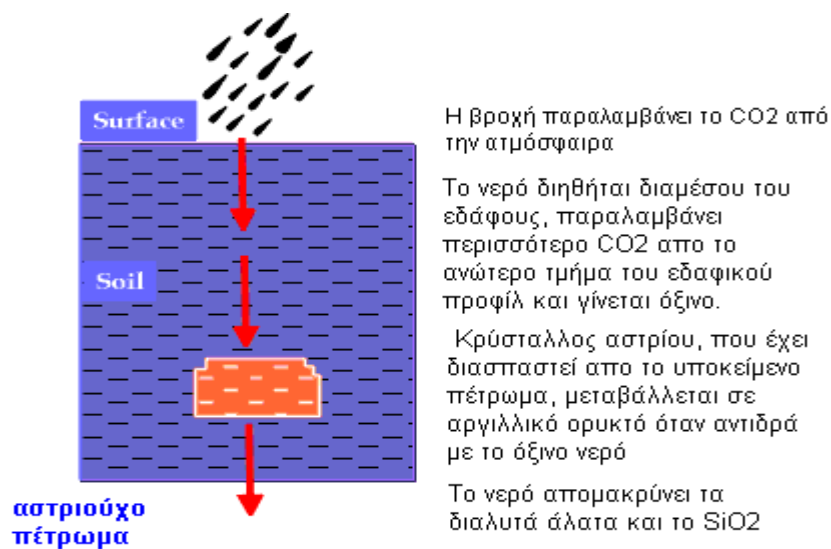
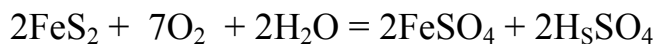
Σημαντικό συντελεστή μηχανικής αποσύνθεσης αποτελεί και ο παγετός. Η ευπάθεια του πετρώματος σε παγετό εξαρτάται από το πορώδες του, το μέγεθος και τη συνέχεια των πόρων του και τον βαθμό κορεσμού του. Όταν το αποθηκευμένο νερό στους πόρους του πετρώματος παγώνει, αυξάνει σε όγκο μέχρι και 9% με αποτέλεσμα να ασκούνται πολύ μεγαλύτερες τάσεις στα τοιχώματα των πόρων. Επαναλαμβανόμενοι κύκλοι τήξης - πήξης του νερού των πόρων συνεισφέρουν στην διεύρυνση των ρωγμών του. Συνήθως χονδρόκοκκοι σχηματισμοί ανθίστανται καλύτερα στη δράση του παγετού σε σχέση με τους λεπτόκοκκους.

Άλλοι παράγοντες που υποβοηθούν την φυσική αποσύνθεση πετρωμάτων είναι η απόθεση αλάτων στους πόρους των σχηματισμών (συναντάται κυρίως σε ιζηματογενείς σχηματισμούς π.χ. ασβεστόλιθους και δολομίτες και δη σε ξηρά κλίματα), η διείδυση των φυτικών ριζών, όλων των ειδών βλάστησης, σε μεγάλα βάθη ασκώντας πολύ μεγάλες τάσεις και τέλος η δράση τρωκτικών και λοιπών ζώων (π.χ. τερμίτες, τρωκτικά, γαιωσκόληκες) που φιλοξενεί το έδαφος, τα οποία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες εδάφους υποβοηθώντας τη μηχανική αποσύνθεσή του.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 9

2.Χημική – βιολογική αποσύνθεση: οδηγεί σε ορυκτολογική μεταβολή και αλλοση των πετρωμάτων και είναι οι κυριότερες διεργασίες σχηματισμού των υπολειμματικών εδαφών. Γενικά το νερό συντελεί αποτελεσματικά στη χημική διάβρωση ενώ διατηρεί σε διάλυση ουσίες που αντιδρούν με τα ορυκτά των σχηματισμών, ήτοι οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, οργανικά και νιτρικά οξέα. Τα παράγωγα των χημικών αντιδράσεων στην πλειονότητα τους καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο από τα αρχικά ορυκτά των μητρικών πετρωμάτων εφόσον βρίσκονται σε πιο σταθερή ισορροπία με το περιβάλλον. Οι χημικές διεργασίες που υφίστανται οι διάφοροι σχηματισμοί είναι οι εξής:

Οξείδωση: αντίδραση των στοιχείων με το οξυγόνο, προς σχηματισμό οξειδίων και υδροξειδίων, ή οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που προκαλεί την απώλεια ηλεκτρονίων και οδηγεί σε θετική φόρτιση των στοιχείων. Π.χ. σχηματισμός του θεικού οξέος από λεπτόκοκκο πυρίτη

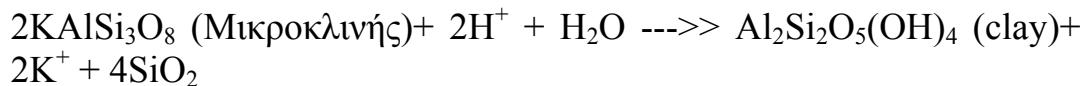


Σχ.2 Μεταβολή αστρίου σε αργιλικό ορυκτό από υδρόλυση

Υδρόλυση: αντίδραση των ορυκτών με το νερό, αντικατάσταση των κατιόντων μετάλλων από κατιόντα υδρογόνου (H⁺) και ανιόντα υδροξυλίου (OH⁻) και σχηματισμό νέων ορυκτών. Η αντίδραση αυτή είναι η κυριότερη μέθοδος αποσύνθεσης των πυριτικών ορυκτών η οποία επιταχύνεται παρουσία άνθρακα.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 10

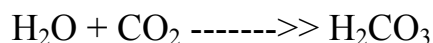
Όταν τα αργιλοπυριτικά ορυκτά (π.χ. οι καλιούχοι άστριοι) υφίστανται υδρόλυση σχηματίζουν αργιλικά ορυκτά (π.χ. καολίνης), κυρίαρχα συστατικά των υπολειμματικών εδαφών. Κατά την αντίδραση αυτή τα αστριούχα ορυκτά διαστέλλονται με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του πετρώματος. **Η κοκκώδης αποσύνθεση των αδρομερών πυριγενών πετρωμάτων, π.χ. των γρανιτών, αποδίδονται κατά μεγάλο ποσοστό στην υδρόλυση των αστρίων, ενώ σε αυτή συνεισφέρουν και άλλα γρανιτικά ορυκτά όπως ο βιοτίτης.**



Ενυδάτωση(/αφυδάτωση): σχετίζεται με την απορρόφηση(/αφαίρεση) μορίων νερού στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ορυκτών. Κατά τη δημιουργία νέων ένυδρων ορυκτών προκαλείται συχνά ογκομετρική αύξηση (π.χ. σε αργιλικά ορυκτά) η οποία και παράγει μεγαλύτερες μηχανικές τάσεις με αποτέλεσμα τη τελική διάσπαση του πετρώματος.

Διάλυση: το νερό (μετεωρικό ή αποθηκευμένο στο πορώδες του πετρώματος) ως διαλύτης αποσυνθέτει τα ορυκτά, υποβοηθούμενο από το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3), το οποίο σχηματίζεται από το υπάρχον (στο περιβάλλον) CO_2 . Η αντίδραση αυτή είναι περισσότερο συνηθισμένη σε ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθος).

Ανθράκωση: το CO_2 διαλύεται στο νερό και σχηματίζεται ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) το οποίο αντιδρά με τα ορυκτά π.χ. διαλύει τον ασβεστίτη (CaCO_3) σε ασβέστιο και διαττανθρακικά ιόντα.



Αυτή η χημική αντίδραση εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του άνθρακα και της υγρασίας ενώ υπερισχύει σε ανθρακικούς (ασβεστολιθικούς και δολομιτικούς) σχηματισμούς. Είναι επίσης υπεύθυνη για τη μετατροπή περιοχών τέτοιων σχηματισμών σε καρστικά τοπία.

Άλλες χημικές αντιδράσεις δευτερεύουσας σημασίας από άποψη συχνότητας εμφάνισης, σημαντικής όμως για τη δημιουργία των υπολειμματικών εδαφών είναι:

Ιοντοανταλλαγή, δηλαδή ανταλλαγή ιόντων α) μεταξύ ιόντων εδαφικών διαλυμάτων και κρυστάλλων, ανταλλαγή μέσα στο κρυσταλλικό πλέγμα

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 11

του ίδιου ορυκτού ή με άλλα ορυκτά, διεργασία συνηθισμένη σε αργίλους,

Χύλωση, δηλαδή η δημιουργία χυλικής ένωσης (οργανικά παράγωγα φυτών) οι οποίες συνδέονται με ιοντικούς και ομοιοπολικούς δεσμούς με μεταλλικά ιόντα και έχουν τη δυνατότητα να απομαρύνουν χημικά στοιχεία (κάλιο, νάτριο, πυρίτιο κ.α.) σε ευνοϊκές συνθήκες pH όπου αυτά είναι διαλυτά.

Απόπλυση εδαφικού υλικού και μετανάστευση ιόντων από τη διάλυση τους στο νερό. Η ευκινησία των ιόντων εξαρτάται από το ιοντικό δυναμικό τους (Fe: ανθίσταται περισσότερο, Si: σχετικά δυσκίνητο, Al: σχεδόν μη κινητό).

Επιπρόσθετα, τα χουμικά οξέα που περιέχονται στους ανώτερους εδαφικούς ορίζοντες και τα νιτρικά οξέα, το επιπλέον CO₂ που σχηματίζονται από την οργανική αποσύνθεση, συμμετέχουν αν και όχι σημαντικά στην αποσύνθεση του εδάφους, μειώνοντας το pH του εδαφικού περιβάλλοντος.

Τα αποτελέσματα των μηχανικών και χημικών αντιδράσεων πολλές φορές δεν μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους. Λαμβάνουν χώρα σχεδόν ταυτόχρονα και αλληλεπιδρούν υποβοηθώντας η μία την άλλη. Όταν, για παράδειγμα, λόγω της μηχανικής αποσάθρωσης δημιουργούνται ρωγμές ή θρυμματισμός στο μητρικό πέτρωμα, μεγαλώνει η επιφάνεια έκθεσής του, ενώ παράλληλα διευκολύνεται η διείσδυση του νερού και άλλων ουσιών, διαβρώνοντας αρχικά με την δημιουργία επιφανειών διαχωρισμού και μετέπειτα την περαιτέρω έως και ολοκληρωτική αποσύνθεση του.

2.2. Ρυθμοί αποσάθρωσης

Ο ρυθμός με τον οποίο εξελίσσεται η αποσάθρωση εξαρτάται εκτός από τη δυναμική των διαβρωτικών παραγόντων και από την ανθεκτικότητα της μητρικής βραχομάζας. Η τελευταία ελέγχεται από την ορυκτολογική σύσταση, υφή, πορώδες, αντοχή καθώς και την παρουσία και τη συχνότητα εμφάνισης επιφανειών ασυνέχειας, ήτοι σχιστότητας, στρώσης, διακλάσεων, ρωγμών κάθε είδους και ρηγμάτων. Από τα ορυκτά που συνιστούν ένα υγιές πέτρωμα, τα πρωτοσχηματιζόμενα (δηλαδή αυτά που έχουν κρυσταλλωθεί σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες), είναι και τα περισσότερο επιδεκτικά στην αποσάθρωση.

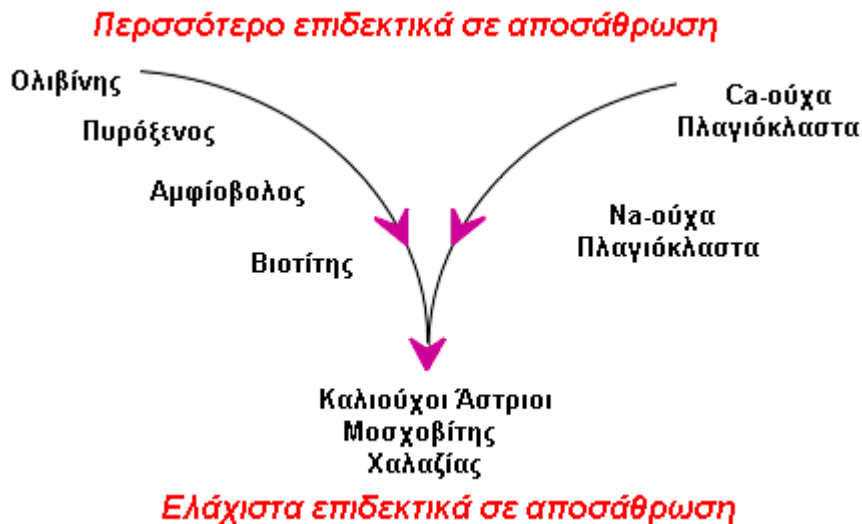
Επομένως, η σειρά επιδεκτικότητας στην αποσάθρωση των ορυκτών φαίνεται να είναι η αντίστροφη της σειράς κρυστάλλωσης κατά Bowen (1922). Σύμφωνα με αυτή:

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 12

- Ο χαλαζίας παραμένει σχεδόν άθικτος, εκτός ίσως από τη στρωγγυλοποίηση των κόκκων του
- Τα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά, είναι τα πρώτα που αποσυντίθενται σε αργιλικά και πολύ ευδιάλυτα οξείδια σιδήρου.

- Οι K – αστριοι αποσυντίθενται σε αργιλικά ορυκτά, συμπεριλαμβανομένων των καολίνιτη, μοντμοριλλονίτη, ιλλίτη, μετά τη διάλυση των Na^+ , Ca^+ , και K^+ στο νερό. Το ίδιο ισχύει και για το μοσχοβίτη.
- Ο ασβεστίτης αποσυντίθεται σε ιόντα CO^- και Ca^+ .

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται κάποιες αλλαγές που υφίστανται ορισμένα ορυκτά.



Σχήμα 3. Σειρά κρυστάλλωσης κατά Bowen (1922) και παράγωγα αποσάθρωσης ορισμένων ορυκτών των πετρωμάτων.

Εκτός από την ορυκτολογική σύσταση, η αλληλεμπλοκή των κρυστάλλων των ορυκτών αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις διεργασίες απασάθρωσης, δεδομένου ότι ένα ισχυρά συγκολλημένο και καλά αλληλοκλειδωμένο (κρυστάλλων ορυκτών) πέτρωμα ανθίσταται περισσότερο στη διάβρωση, ενώ το μικρό πορώδες δεν επιτρέπει τη διείσδυση του νερού και άλλων διαβρωτικών ουσιών. Οσον αφορά στις επιφάνειες ασυνεχειών, τα έντονα διερρηγμένα πετρώματα καθώς και αυτά με στρώση ή σχιστότητα είναι πολύ ευπαθή με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ζώνες αποσάθρωσης μεγάλου βάθους ιδιαίτερα κατα μήκος των επιφανειών αυτών.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 13

Άλλοι παράγοντες που ελέγχουν τις διαβρωτικές διεργασίες και το σχηματισμό των υπολειμματικών εδαφών είναι:

Το κλίμα. Κάθε τύπος κλίματος συνεισφέρει διαφορετικά στις διεργασίες αποσάθρωσης. Ουσιαστικά το κλίμα καθορίζει την διαθεσιμότητα υγρασίας και τα επίπεδα θερμοκρασία. Το νερό ελέγχει τη κινητικότητα των ιόντων ενώ με την αύξηση της υγρασίας παρατηρείται μείωση του ασβεστίου (Ca) και αύξηση του νατρίου (Na) και του οργανικού υλικού. Επίσης η θερμοκρασία και η υγρασία καθορίζουν τη συσσώρευση αλάτων, τις αντιδράσεις του σιδήρου (Fe) και το των εδαφικών διαλυμάτων.

Γενικά σε τροπικές περιοχές με μεγάλο ύψος βροχής και οι υψηλές θερμοκρασίες, επιταχύνονται σημαντικά οι χημικές διεργασίες, ενώ αντίθετα σε ξηρά κλίματα λαμβάνει χώρα κυρίως η μηχανική διάβρωση-αποσάθρωση. Η μηχανική αποσάθρωση «ευδοκιμεί» σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου και μεγάλου γεωγραφικού πλάτους επειδή παρόλο που υπάρχει νερό, αυτό βρίσκεται σε στερεή μορφή (π.χ. παγετού).

Επομένως στις διαφορετικές κλιματικές ζώνες δημιουργούνται αντίστοιχα και διαφορετικοί τύποι εδαφών.

Η τοπογραφία. Η τοπογραφία περιλαμβάνει στοιχεία όπως το ανάγλυφο, την μορφολογική κλίση του εδάφους και την ανωμαλότητά της, τις υψομετρικές διαφορές και την έκθεση των πρανών σε διαβρωτικούς παράγοντες. Η κλίση, το υψόμετρο και η μορφή ενός πρανούς καθορίζουν τον ρυθμό αποσάθρωσης και την ικανότητα των διαβρωτικών διεργασιών να απομακρύνουν τα παραγόμενα υλικά. Χαμηλές και μορφολογικά ήπιες πλαγιές έχουν περισσότερη διαθέσιμη υγρασία λόγω της σχετικά υψηλότερης στάθμης υπόγειου νερού και περισσότερη βλάστηση (σε υγρά και εύκρατα κλίματα). Σε επίπεδες επιφάνειες οι συνθήκες διάβρωσης είναι πιο ομαλές, σε κοίλες επιφάνειες πρανών η αποσάθρωση αυξάνεται προς κατάντη ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε κυρτές επιφάνειες.

Γενικότερα απότομο ανάγλυφο και μεγάλη μορφολογική κλίση συνεπάγεται και μεγαλύτερο ρυθμό αποσάθρωσης-διαβρωσης.

Ο χρόνος. Οι προαναφερθείσες αποσθρωτικές διεργασίες απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για τη δημιουργία μεγάλου πάχους εδαφών.

Τα υπολειμματικά εδάφη φτάνουν τη μέγιστη ανάπτυξή τους σε τροπικές συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και έντονων βροχοπτώσεων, αλλά εμφανίζονται και σε περιοχές με εύκρατο ακόμα και ξηρό κλίμα και

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 14

σποραδικά σε παγωμένα εδάφη. Υπολειμματικά παλαιοεδάφη συναντώνται επίσης σε διάφορες περιοχές.

2.3. Ορυκτολογία υπολειμματικών εδαφών

Λόγω της ποικιλίας παραγόντων που αλληλεπιδρούν για τη δημιουργία των υπολειμματικών εδαφών και επειδή είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ο βαθμός που επηρεάζουν τη σύσταση και τη συμπεριφορά τους η αυστηρή ταξινόμηση τους σε ομάδες κοινών χαρακτηριστικών, δεν είναι ρεαλιστική. Μια χρήσιμη ταξινόμηση θα ήταν δυνατή, βάσει της δομής και της ορυκτολογικής ανάλυσης των αργιλικών ορυκτών.

Μπορούν να διακριθούν οι παρακάτω ομάδες:
βάσει της ορυκτολογικής ανάλυσης:

- 1) Εδάφη χωρίς ισχυρή ορυκτολογική επίδραση
- 2) Εδάφη με μεγάλη ορυκτολογική επίδραση από συνήθη αργιλικά ορυκτά.
- 3) Εδάφη με μεγάλη ορυκτολογική επίδραση από αργιλικά ορυκτά που δεν συναντώνται σε ιζηματογενή εδάφη (διογκούμενα).

Βάσει της δομής:

- 1) Μεγάλη μάκρο - δομική επίδραση
- 2) Μεγάλη μικρο – δομική επίδραση
- 3) Ελάχιστη, ή καθόλου δομική επίδραση.

Η ορυκτολογία των υπολειμματικών εδαφών κληρονομείται εν μέρει από το μητρικό πέτρωμα από το οποίο προέρχεται και παράγεται μερικώς από τις διαδικασίες της επί τόπου αποσάθρωσης. Συνεπώς ποικίλλει σημαντικά όπως και το μέγεθος των κόκκων και το ειδικό βάρος. Οι κόκκοι και η κατανομή τους στο έδαφος εξελίσσονται σταδιακά καθώς προχωρά η αποσάθρωση. Οι χονδροί κόκκοι που συναντώνται σε υπολειμματικά εδάφη συνίστανται συνήθως από χαλαζία και από μερικώς αλλιωμένα πλαγιόκλαστα. Τα τελευταία μπορεί να αλλιωθούν περαιτέρω σε συνθήκες διάτμησης, ήτοι παρουσίας εντός διατμημένης ζώνης. Επιπλέον, κατά την αποσάθρωση του μητρικού πετρώματος, κληροδοτούνται στο δημιουργηθέν έδαφος δομικά στοιχεία, τα οποία προσδίδουν στο έδαφος μια ελαφρά πρόσθετη συνοχή ακόμα και σε

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 15

εξαιρετικά αποσαθρωμένο υλικό. Αυτή η συνοχή επηρεάζει τη μηχανική συμπεριφορά και συμβάλει στην αντοχή και την ακαμψία του υλικού. Οι επιπτώσεις του μητρικού υλικού είναι περισσότερο διακριτές στα αρχικά στάδια αποσάθρωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν δομές ανισοτροπίας που κληρονομούνται, συνήθως από αρχικά μεταμορφωμένα πετρώματα, σχιστόλιθους και γνεύσιους κατά κύριο λόγο. Υπολειπόμενες ζώνες διάτμησης και επιφάνειες στρώσης και σχιστότητας καθώς και οι αναπτυσσόμενες ρωγμές επηρεάζουν δυσμενώς τη συμπεριφορά του εδάφους. Η χαμηλή αντοχή κατά μήκος ασυνεχειών στο έδαφος αποδίδεται σε σωματίδια επενδυμένα με χαμηλής τριβής οργανικές ενώσεις σιδήρου και μαγνησίου.

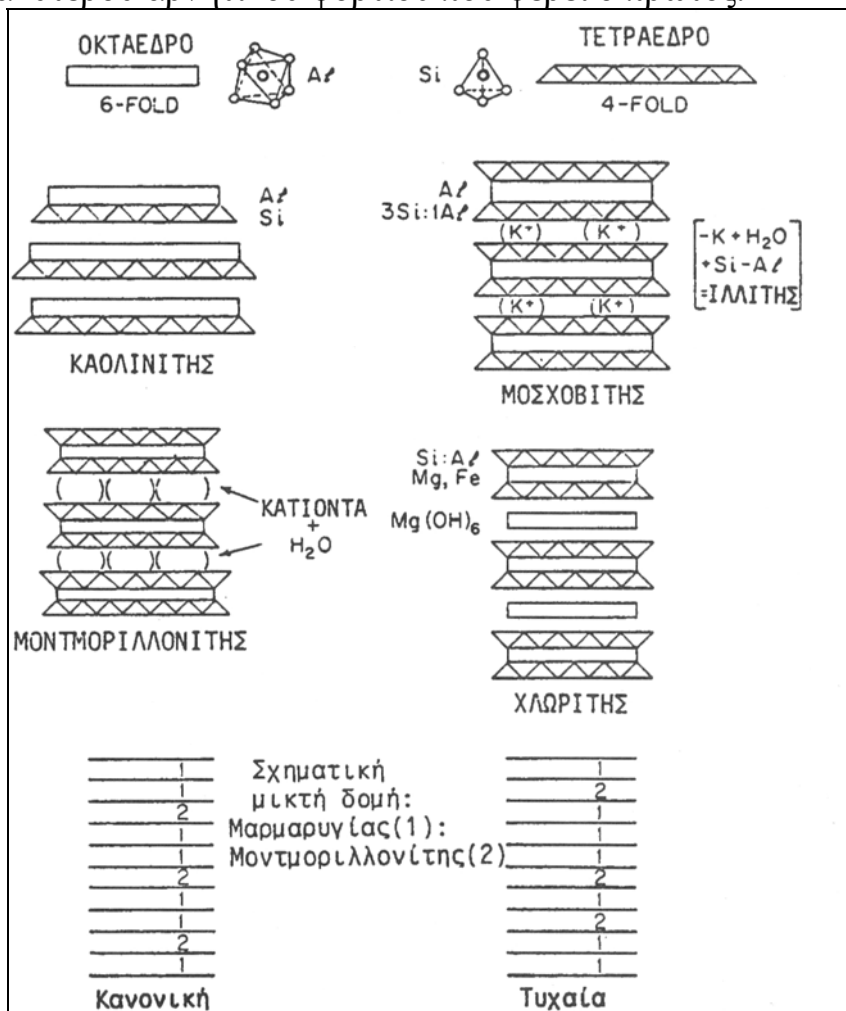
Όσον αφορά τα αργιλικά ορυκτά που προκύπτουν από τη μεταβολή των καλιούχων αστρίων και των μαρμαρυγιών, τα περισσότερο συνηθισμένα είναι, ο καολίνης, ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης, ο σμεκτίτης, ο αλλουσίτης κ.α. Τα αργιλικά ορυκτά ανήκουν στη γενική ομάδα των φυλλοπυριτικών ορυκτών γιατί δομούνται από φύλλα με εξαμελείς δακτυλίους πυριτίου (Si) και ορισμένα με τετραμελείς δακτυλίους. Συγκεκριμένα οι φυλλοπυριτικοί κρύσταλλοι έχουν σχηματιστεί από τη συνένωση τετραεδρικών φύλλων SiO_4 με οκταεδρικά φύλλα αργιλίου (Al^{3+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}). Ένα τετραεδρικό φύλλο SiO_4 σχηματίζεται όταν ένα άτομο οξυγόνου (O^{2-}) μοιράζεται μεταξύ δύο τετράεδρων. Ομοίως ένα οκταεδρικό φύλλο σχηματίζεται όταν ένα άτομο Al μοιράζεται μεταξύ δύο οκταέδρων Al. Ανάλογα με τη σχέση των τετραεδρικών προς τα οκταεδρικά φύλλα σε μια κρυσταλλική στοιβάδα που επαναλαμβάνεται και τη χημική τους σύσταση, δημιουργούνται οι διάφοροι τύποι και τα μέλη των φυλλοπυριτικών ορυκτών.

Σε αρκετά από τα τελευταία παρατηρείται ισόμορφη υποκατάσταση ιόντων με αποτέλεσμα η εξωτερική επιφάνεια ενός κρυστάλλου να εμφανίζεται φορτισμένη ηλεκτρικά. Τα εξωτερικά ιόντα εναλλάσσονται με άλλα που βρίσκονται σε εδαφικά διαλύματα. Η πυκνότητα του φορτίου στην επιφάνεια κάθε ηλεκτρικής στοιβάδας προσδίδει στο προκύπτον ορυκτό διαφορετικές ιδιότητες.

Πολύ σημαντική ιδιότητα των αργιλικών υλικών αποτελεί η απορρόφηση ορισμένων ανιόντων και κατιόντων στην επιφάνεια των κρυστάλλων και η διατήρησή τους σε εναλλασσόμενη μορφή. Ιόντα, τα οποία μπορούν να εναλλάσσονται μεταξύ υγρής και στερεής κατάστασης και που συναντώνται συχνά στο έδαφος είναι: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , H^+ , NH_4^+ κ.α.. Η ικανότητα αυτή (Cation Exchange Capacity-CEC) των αργιλικών ορυκτών να ανταλλάσσουν ιόντα δεν επηρεάζει τη δομή των τετράεδρων/οκταέδρων και εκφράζεται σε χιλιοστο-γραμμοϊσοδύναμα ανά 100gr εδάφους. Φαίνεται ότι τα κατιόντα απορροφώνται πιο εύκολα

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 16

από τα ανιόντα, συνεπώς οι επιφάνειες των αργιλικών ορυκτών εμφανίζονται συνήθως αρνητικά φορτισμένες. Προφανώς, δεν απορροφούν όλοι οι τύποι αργιλικών ορυκτών με την ίδια ικανότητα. Για παράδειγμα ο μοντμοριλλονίτης είναι 10 φορές πιο ενεργός από τον καολινίτη και στην απορρόφηση κατιόντων λόγω της μεγαλύτερης ειδικής επιφάνειας του σε σχέση με τον ιλλίτη και τον καολίνη καθώς και του μεγαλύτερου αρνητικού φορτίου που φέρει ο πρώτος.



Σχ.4. Ορολογία και δομή φυλλοπυριτικών ορυκτών

Παρακάτω δίνεται μια εικόνα σχετικά με τη δομή κάποιων αργιλικών ορυκτών, την ικανότητα ανταλλαγής ιόντων και τις διαστάσεις τους και μια προσπάθεια συσχέτισης των ορίων Atterberg με τον τύπο του ορυκτού και τη φύση του προσροφόμενου ιόντος.

Πιν. 2 : Μέγεθος και εύρος της ικανότητας κατιοντοανταλλαγής των κύριων αργιλικών ορυκτών

	Καολίνης	Ιλλίτης	Μοντμοριλλονίτης
Πάχος κόκκου	0.5-2 μικρά	0,003-0,1 μικρά	Λιγότερο από 9.5 Å
Διάμετρος κόκκου	0,5-4 μικρά	0,5-0,1 μικρά	0,05-10 μικρά
Ειδική επιφάνεια (m/gram)	10-20	65-80	50-840
Ικανότητα ανταλλαγής Ιόντων (CEC)	3-15	10-40	70-80

Πιν. 3. : Τιμές ορίων Atterberg σε σχέση με τα αργιλικά ορυκτά και τα προσροφόμενα ορυκτά

Κατιόν	Na ⁺		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺	
Αργ. /ορυκτό	LL %	PI %	LL %	PI %	LL %	PI %	LL %	PI %
Καολίνης	29	1	35	7	34	8	39	11
Ιλλίτης	61	27	81	38	90	50	83	44
Μοντμοριλ- λονίτης	344	251	161	104	166	101	158	99

Ο **καολίνης** και ο **αλλοϋσίτης** ανήκουν στην ομάδα Σερπεντίνη – Καολινίτη, η δομή τους είναι 1:1 και έχουν δι-οκταεδρικό χαρακτήρα (Martin et al.,1991). Ο καολίνης προέρχεται από την εξαλλοίωση αστρίων και μαρμαρυγιών. Έντονη βροχόπτωση και απόπλυση (ελεύθερα στραγγιζόμενες συνθήκες) καθώς και όξινο περιβάλλον διευκολύνουν το σχηματισμό του και γι αυτό θεωρείται ότι σχηματίζεται σε υγρές τροπικές και υποτροπικές συνθήκες, ή και σε ψυχρά εύκρατα κλίματα με μέτρια βροχόπτωση (100-150 cm) και χαμηλή θερμοκρασία (16-18°C). Απαραίτητη είναι και η ύπαρξη ομαλού σχετικά αναγλύφου και ήρεμων τεκτονικών συνθηκών ώστε η χημική αποσάθρωση να υπερισχύει της διάβρωσης.

Ο **Αλλοϋσίτης** εμφανίζεται συχνά σε τροπικά υπολειμματικά εδάφη, συνήθως προερχόμενα από ηφαιστειακά υλικά (π.χ. τέφρα ηφαιστειακή). Προκαλούν μικρές αλλαγές όγκου ενώ μπορεί να περιέχουν νερό το οποίο όμως δεν επιδρά στη μηχανική του συμπεριφορά.

Ο **Ιλλίτης** ανήκει στην ομάδα των εύκαμπτων μαρμαρυγιών (μαζί με το Μοσχοβίτη και το Βιοτίτη), έχει δομή 2:1, δι-οκταεδρικού χαρακτήρα με ενδοστρωματωμένα άνυδρα μονοσθενή κατιόντα (Martin et al.,1991). Προέρχεται από την εξαλλοίωση αστρίων και μαρμαρυγιών και περιέχει

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 18

λιγότερο K^+ και περισσότερο νερό από τους μαρμαρυγίες και περισσότερο K^+ από τον μοντμοριλλονίτη με τον οποίο μπορεί να είναι ενδοστρωματωμένος. Τείνει να σχηματίζεται σε αλκαλικό περιβάλλον με ελεύθερα στραγγιζόμενες συνθήκες.

Ο **Μοντμοριλλονίτης** ανήκει στην ομάδα σμεκτίτη, έχει δομή 2:1, δι-οκταεδρικού χαρακτήρα με ενδοστρωματωμένα ένυδρα ανταλλάξιμα κατιόντα (Martin et al., 1991). Προέρχεται από την εξαλλοίωση σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών, αστρίων και ηφαιστειακών υλικών. Διογκώνεται πάρα πολύ στο νερό ή στα πολικά υγρά. Απαιτούμενες συνθήκες για το σχηματισμό του αποτελούν έντονος θρυμματισμός, υψηλή ενυδάτωση και περιορισμένη απόπλυση (φτωχά στραγγιζόμενες συνθήκες). Η παρουσία νερού είναι απαραίτητη για τη μεταβολή των αρχικών ορυκτών ενώ η περιορισμένη απόπλυση συσσωρεύει τα ιόντα στο σημείο σχηματισμού του (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}). Επομένως τείνει να σχηματίζεται σε αλκαλικό περιβάλλον με παρουσία ιόντων μαγνησίου, συνθήκες ημί-ξηρών περιοχών με σχετικά χαμηλή ή εποχιακά μέτρια βροχόπτωση και όπου η εξάτμιση υπερσχύει της βροχόπτωσης.

Η ομάδα σμεκτίτη εμφανίζεται συχνά σε μαύρες τροπικές αργίλους (vertisols) και αν εμφανιστούν σε μεγάλες ποσότητες μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες μεταβολές όγκου ως απόκριση σε μικρές εποχιακές αλλαγές στις ενεργές τάσεις. Προσέτι, όταν η επιφάνεια εξάτμισης περιορίζεται οι αλλαγές αυτές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες παραμορφώσεις στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο καολίνης έχει πλακώδη μορφή με χαμηλό συντελεστή τριβής μεταξύ των κόκκων αν και οι τελευταίοι είναι πολύ μεγαλύτεροι και είναι λιγότερο ενεργοί. Ως εκ τούτου, υπολειμματικά εδάφη που περιέχουν καολίνη είναι παρουσιάζουν χαμηλότερη συμπίεστότητα, δεν διογκώνονται και έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε σύγκριση με άλλο τύπο εδάφους, ο οποίος έχει ίδιο ποσοστό αργίλου αλλά περιέχει σμεκτίτη (διογκώσιμο ορυκτό αργίλου).

Γενικά τα πλακώδη αργιλικά ορυκτά με χαμηλό συντελεστή τριβής μπορεί να αποκτήσουν προσανατολισμό σε πιθανή διάτμηση, με αποτέλεσμα την χαμηλή αντοχή λόγω τριβής και το σχηματισμό λειασμένων διατμητικών επιφανειών. Τέτοιες επιφάνειες μπορεί να είναι παρούσες σε υπολειμματικά εδάφη, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα εκδηλώσεων τάσεων που συνοδεύουν τις διεργασίες δημιουργίας εδάφους, συρρίκνωσης και επέκτασης.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 19

Θα μπορούσε να ειπωθεί βάσει των ιδιοτήτων των αργιλικών ορυκτών ότι τα πιο επικίνδυνα ορυκτά για την δημιουργία φαινομένων καθιζήσεων και γενικά διογκώσεων σε θέσεις θεμελίωσης τεχνικών έργων είναι ο μοντμοριλλονίτης και ο σμεκτίτης και εν μέρει ο ιλλίτης.

Παρακάτω φαίνεται μια προσπάθεια κατάταξης εδαφών βάσει της ορυκτολογικής σύστασης, τις κλιματικές ζώνες όπου εμφανίζονται οι τύποι εδαφών και τις συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης και η κατανομή τους σε παγκόσμια κλίμακα.

Πίνακας 4. : οι κυριότεροι τύποι εδαφών βάσει της ορυκτολογικής σύστασης και η κατανομή τους ανάλογα με τις συνθήκες βροχόπτωσης και θερμοκρασίας.

Τύπος Εδάφους	Ζώνη	Μέση ετήσια Θερμοκρασία (°C)	Ετήσια βροχόπτωση (μ)	Ξηρή Περίοδος
Φερσιαλιτικά (Fersiallitic soils)	Μεσογειακή Υποτροπική	13-20	0,5 – 1,0	NAI
Φερογενή (ferruginous soils) Φεριτικά (μεταβατικά) (Ferrisols)	Υποτροπική	20-25	1,0 – 1,5	Μερικές φορές
Φεραλιτικά (ferallitic soils)	Τροπική	> 25	> 1,5	OXI
Εδάφη ηφαιστειακής Τέφρας (andosols)	Ηφαιστειογενείς Περιοχές			
Εδάφη με πολύ μεγάλο ποσοστό διογκούμενων αργιλικών ορυκτών (vertisols, black cotton clays)			> 1,25	NAI



Εικόνα 1 : χάρτης κατανομής των διαφόρων τύπων εδαφών σε παγκόσμια κλίμακα.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 21

3. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΓΡΑΝΙΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Συγκεκριμένα κατά την μηχανική αποσάθρωση και χημική αποσύνθεση γρανιτών (και γνευσίων που αποτελούν μεταμορφωμένους γρανίτες) υφίστανται αλλαγές στην ορυκτολογική τους σύσταση και μετατροπή σε αργιλικό – ιλυώδες εδαφικό υλικό. Ταυτόχρονα αυξάνεται το πορώδες και μειώνεται η ξηρή πυκνότητά του. Η διαδικασία ξεκινά από τον αναλλοίωτο γρανίτη (1). Στη συνέχεια δημιουργείται μια λεπτή κρούστα κοκκινής-καφέ σκωρίας στα τοιχώματα (3) και μια ζώνη μικροσκοπικά διαβρωμένου γρανίτη (2) οι οποίες μετακινούνται προς το εσωτερικό της βραχομάζας. Ένα αποχρωματισμένη ανοιχτή καστανή προς κιτρινωπή-άσπρη ζώνη σηματοδοτεί το τέλος του συμπαγούς βράχου (4). Η θρυμματισμένη ζώνη (5) αποτελείται κυρίως από άργιλο και ιλύ, υλικά αποσύνθεσης του γρανίτη. Αυτό το υλικό φαίνεται να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο λόγω της μικρής γωνίας τριβής και της τάσης προς διάτμηση κατά μήκος προϋπαρχουσών ασυνεχειών του γρανίτη. Στο στάδιο (6) ο γρανίτης διασπάται σε ένα

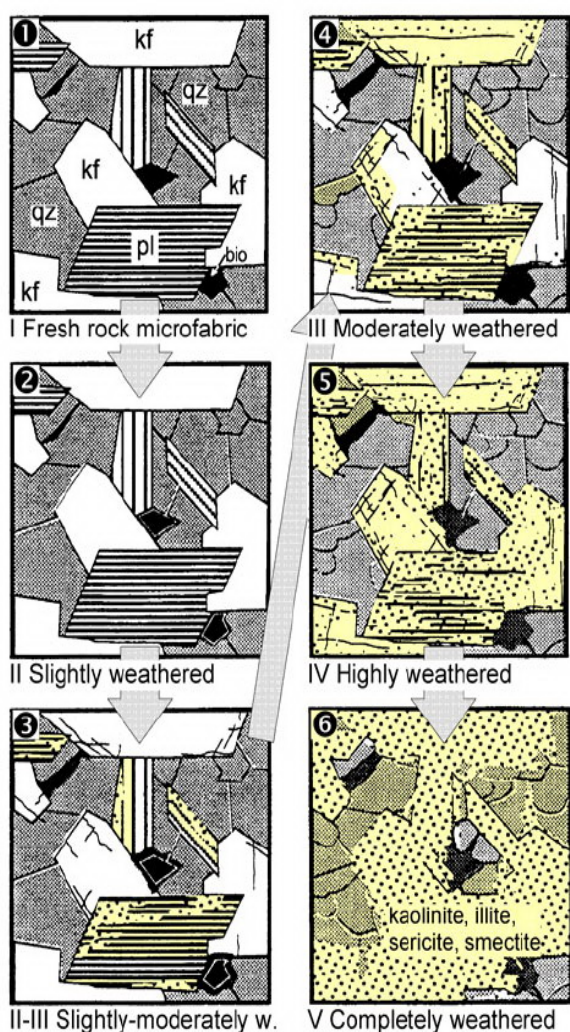


Figure 5: Weathering grades in the microfabric (modified after Scholz 1999).

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 22

μίγμα αμμώδους / αργιλικού-
ιλυώδους υλικού. Στο τελείως
αποσαθρωμένο υλικό τα
χρώματα σκουριάς έχουν
εξαφανιστεί και το
υπολειμματικό έδαφος
διατηρεί ίχνη του
θρυμματισμένου γρανίτη.

Σχ.5: Ορυκτολογικές μεταβολές κατά τα διάφορες φάσεις (I-V)
ξεκινώντας από το αναλλοίωτο πέτρωμα ως το εντελώς αποσαθρωμένου.

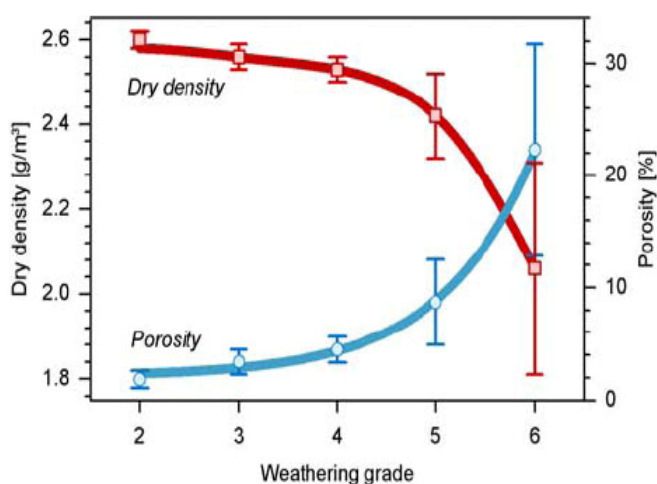


Figure 6: Connection of the weathering grade with
dry density and porosity (pore volume).
High/mean/low values are plotted for each grade.

Σχ.6: Μεταβολή του πορώδους και της ξηρής πυκνότητας με την αύξηση
του βαθμού αποσάθρωσης.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 23

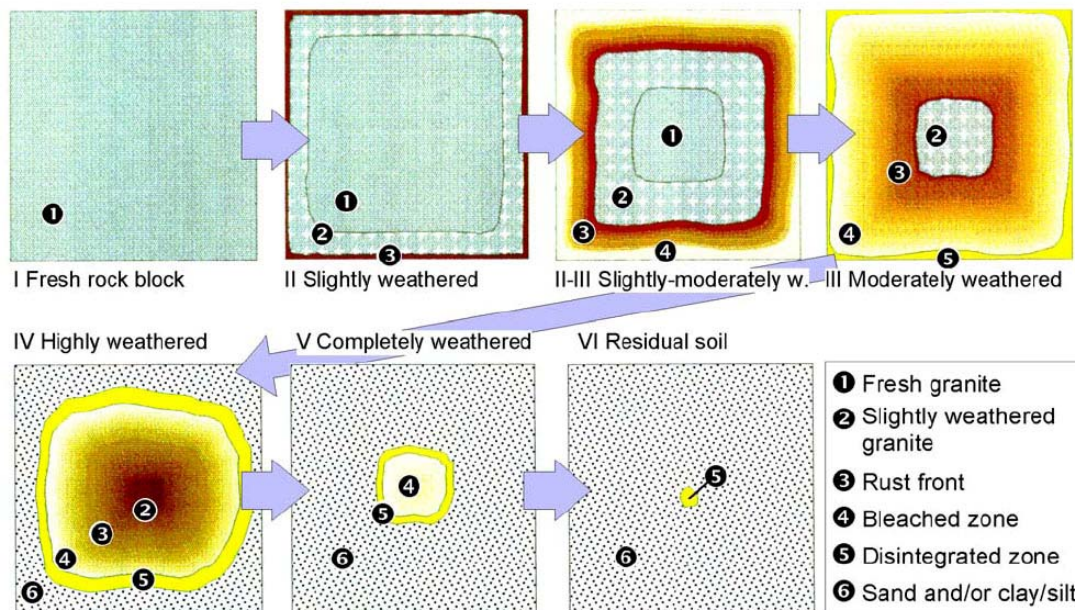


Figure 7: Grades of weathering in a Königshain granite block according to the ISRM 1978 weathering grades (modified after Scholz 1999).

Σχ.7 Σταδιακή αποσάθρωση του γρανίτη και τα αντίστοιχα προϊόντα σε κάθε φάση αποσάθρωσης.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 24

4. ΕΔΑΦΙΚΗ ΤΟΜΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΣΕ ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (κατά DEERE ΚΑΙ PATTON - 1971)

Κατά το σχηματισμό των υπολειμματικών εδαφών, σχηματίζεται μια ακολουθία οριζόντων, σχεδόν παράλληλων προς την επιφάνεια του εδάφους, οι οποίοι υπέρκεινται του υποκειμένου υγιούς πέτρωματος και αποτελούν την εδαφική τομή (ή εδαφικό προφίλ). Οι ορίζοντες έχουν διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες που ελέγχονται από το διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης τους. Το πάχος τους είναι συνάρτηση του μητρικού πετρώματος, της τοπογραφίας, του κλίματος, της τεκτονικής καταπόνησης και των υδραυλικών συνθηκών που επικρατούν κατά τόπους. Τα εδαφικά προφίλ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Συγκεκριμένα το προφίλ που σχηματίζεται πάνω από πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα, υποδιαιρείται σε τρεις κύριες ομάδες:

- 1). Υπολειμματικό έδαφος (I)
- 2). Αποσαθρωμένο πέτρωμα (II)
- 3). Σχετικά ή τελείως αναλλοίωτο, πέτρωμα υποβάθρου (III).

Όσο και αν φαίνεται απλή αυτή η ταξινόμηση, δεν είναι εύκολο να εφαρμοστεί λόγω των ακανόνιστων και συχνά μεταβαλλόμενων επαφών τους.

Ειδικά το υπολειμματικό έδαφος διαρείται σε τρεις ζώνες:

- Ζώνη IA ορίζεται ως η ζώνη έκπλυσης εδαφικού υλικού. Εδώ συχνά αναπτύσσονται αμμώδεις υφές και το ανώτερο τμήμα είναι κανονικά οργανικό.
- Ζώνη IB όπου γίνεται απόθεση των στερεών συστατικών που μεταφέρονται από τον ορίζοντα IA. Ο B ορίζοντας είναι συχνά σκοτεινόχρωμος, πλούσιος σε ορυκτά μεγέθους αργίλου ενώ τα αρχικά ευδιάλυτα στοιχεία έχουν εκπληθεί. Ο υπόψη ορίζοντας έχει μεταβληθεί σημαντικά και δεν παραμένει κανένα στοιχείο που να υποδηλώνει τη αρχική σύσταση και δομή της βραχομάζας. Μερικές φορές εμπλουτίζεται σε πυρίτιο και αργίλιο ή σίδηρο και υφίσταται τσιμεντοποίηση. Λόγω αυτών των αλλαγών του υλικού και επειδή υφίσταται εποχιακές μεταβολές στη περιεχόμενη υγρασία, οι φυσικές ιδιότητες του ποικίλλουν σημαντικά.
- Ζώνη IC Αναγνωρίζεται από την αρχική βραχώδη δομή, η οποία παραμένει παρόλο που το υλικό συμπεριφέρεται περισσότερο σαν

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 25

εδafικό παρά σαν βραχώδες. Η δομή αυτή περιλαμβάνει διακλάσεις, ρήγματα και ορυκτά των οποίων ο προσανατολισμός είναι πανομοιότυπος με την αρχική σχετική τους θέση. Οι άστριοι έχουν μετατραπεί σε καολινίτη, ή άλλα αργιλικά ορυκτά, οι μαρμαρυγίες έχουν μερικώς, ή ολοκληρωτικά διασπαστεί και τα περισσότερα από τα υπόλοιπα ορυκτά του μητρικού πετρώματος, εκτός από το χαλαζία, έχουν μεταβληθεί. Το αποτέλεσμα είναι ότι ο φαινομενικά αρχικά σκληρός βράχος έχει τη σύσταση εδάφους και συμπεριφέρεται από πολλές απόψεις σαν έδαφος. Οι ασθενείς ζώνες που έχουν κληρονομηθεί από το αρχικό πέτρωμα είναι πολυπληθέστερες και πιο συνεχείς απ' ότι συνήθως είναι στα μεταφερμένα εδάφη. Οι αμμώδεις ιλύες και οι ιλυώδεις άμμοι κυριαρχούν καθώς και οι πολύ μαρμαρυγιακές ζώνες είναι συνηθισμένες σε σημεία του αρχικού πετρώματος με υψηλό ποσοστό σε μαρμαρυγίες. Αυτή η ζώνη η οποία διατηρεί την υπολείπουσα βραχώδη δομή ορίζεται ως σαπρόλιθος. Για να μπορεί να αναγνωρίζεται από τις άλλες ζώνες του αποσαθρωμένου πετρώματος προσδιορίζεται από την παρουσία λιγότερου από 10% του όγκου corestones, δηλαδή υγιή, ή μερικώς αποσαθρωμένα κομμάτια βράχου, ή κατάλοιπα ενός προηγούμενα μεγαλύτερου διερρηγμένου τεμάχους υγιούς πετρώματος. Τα ιλυώδη και αμμώδη υλικά της ζώνης αυτής είναι γενικά πολύ συμπιεστά και επιδεκτικά σε επιφανειακή και υπόγεια διάβρωση.

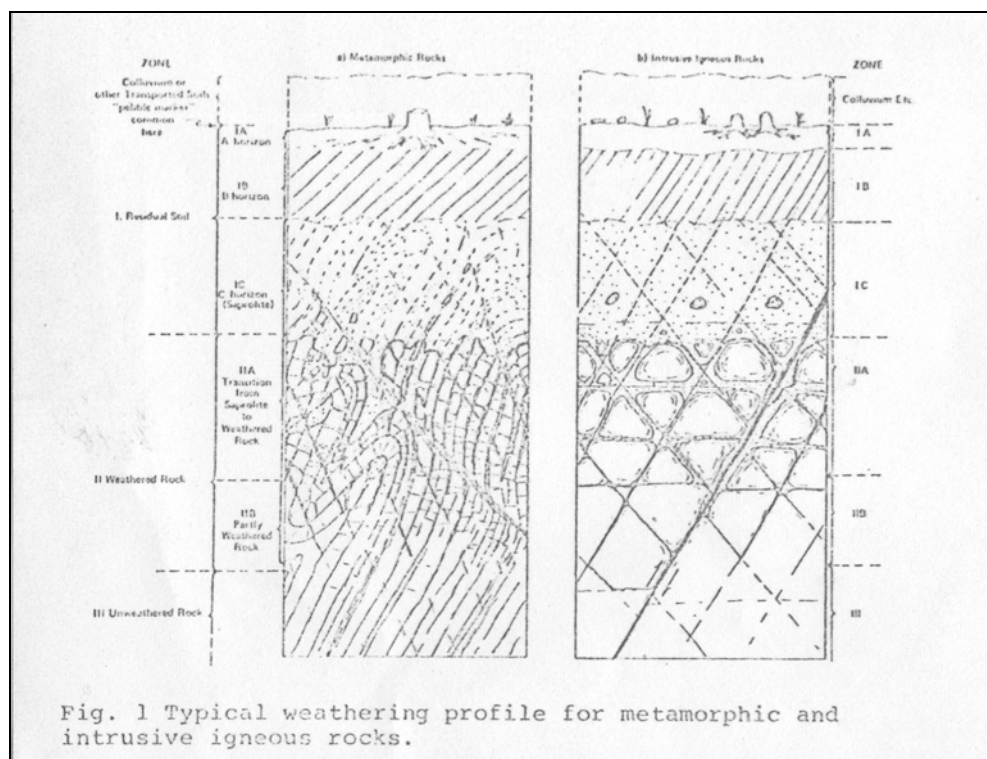
- Ζώνη ΙΙΑ Χαρακτηρίζεται από το μεγάλο εύρος στις φυσικές ιδιότητες των συστατικών τους, ήτοι των εδαφικών υλικών και των βραχωδών τμημάτων (corestones). Τα τελευταία καταλαμβάνουν ποσοστό 10 – 95 % του συνολικού όγκου. Η αποσάθρωση λαμβάνει χώρα κατά μήκος των προϋπαρχουσών διακλάσεων και ρηγμάτων και κατά μήκος λιθολογικών ενοτήτων που είναι πιο ευάλωτα στην αποσάθρωση. Το εδαφικό υλικό μεταξύ των βραχωδών τμημάτων είναι μέση προς αδρόκοκκη άμμο, σχετικά καθαρή ή αμμώδη και μαρμαρυγιακή. Η ζώνη αυτή είναι πολύ διαπερατή και οι απώλειες νερού σε γεωτρήσεις που φτάνουν στο συγκεκριμένο βάθος πολύ συνηθισμένες. Η μεταβατική αυτή ζώνη είναι θέση πολλών προβλημάτων σχετικά με θεμελιώσεις πάνω σε υπολειμματικά εδάφη και αυτό γιατί περιέχουν συστατικά με διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης και ως αποτέλεσμα διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες.

- Μερικώς αποσαθρωμένο πέτρωμα ή ζώνη ΙΙΒ. Περιλαμβάνει πέτρωμα με αισθητό αποχρωματισμό και κάποια μεταβολή κατά μήκος των διαρρήξεων. Επί πλέον η μεταβολή των αστρίων και των

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 26

μαρμαρυγιών έχει ξεκινήσει και κατά περίπτωση εξελιχθεί σε σημαντικό βαθμό. Το πέτρωμα υποβαθμίζεται κατά την εξέλιξη των μεταβολών από την αρχική κατάσταση σε πέτρωμα με μικρότερη αντοχή και μεγαλύτερη διαπερατότητα. Η διαπερατότητα αυξάνεται λόγω των αλλαγών του όγκου μερικών κόκκων ως νέες ορυκτολογικές φάσεις και αυξημένη ρωγμάτωση και άνοιγμα των προϋπαρχουσών διαρρήξεων λόγω της εκτόνωσης των τάσεων, προκαλούμενη από τη αποσάθρωση των υπερκείμενων στρωμάτων.

- Αδιάβρωτο βραχώδες υπόστρωμα ή ζώνη III. Δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή των αστρίων και μαρμαρυγιών ή κάποια μεταβολή που να οφείλεται σε επιφανειακή αποσάθρωση



Σχ.8 Εδαφικό προφίλ που αναπτύσσεται σε μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της ανωτέρω ακολουθίας στρωμάτων είναι η επί τόπου δυσκολία διάκρισης των ορίων μεταξύ υπολειμματικού εδάφους και αποσαθρωμένου βράχου λόγω της διαβαθμιζόμενης σύστασης και δομής. Η διάκριση που βασίζεται στο ποσοστό παρουσίας αδιάβρωτων τεμαχίων γίνεται για καθαρά πρακτικούς σκοπούς.

Η σημασία του εδαφικού προφίλ σε προβλήματα ευστάθειας πρανών είναι προφανής. Κάθε ζώνη στην ακολουθία αυτή έχει σημαντικά διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Δημιουργείται έτσι μια ακολουθία ζωνών χαμηλής διαπερατότητας και αντοχής (ζώνη IB) που υπέρκειται ζωνών υψηλής διαπερατότητας (ζώνες IIA & IIB) οι οποίες είναι υποοριζόντιες προς την εδαφική επιφάνεια. Το όριο μεταξύ των τελευταίων είναι η πιο επικίνδυνη ζώνη για την εμφάνιση ολισθήσεων και αστοχιών.

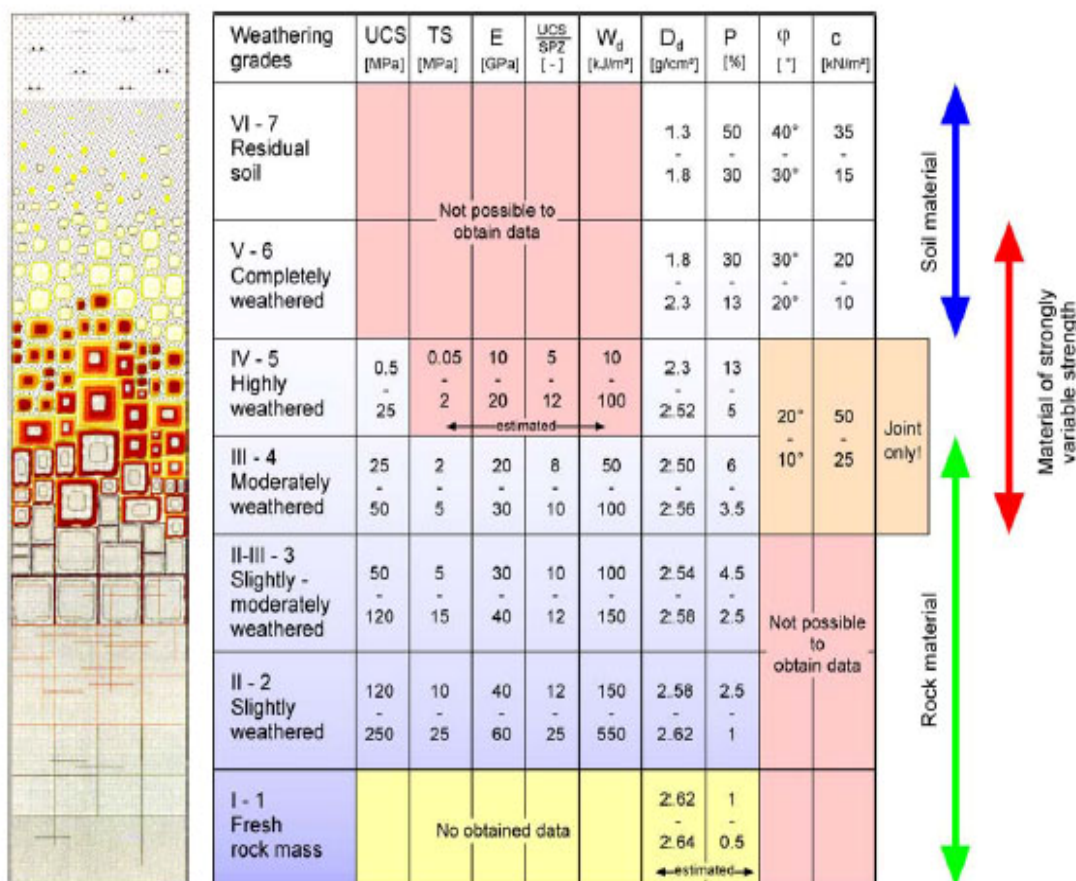


Figure 13: Weathering profile and some physical rock properties. UCS – unconfined compressive strength, TS – tensile strength, E – Young's modulus, W_d – specific destruction work, D_d – dry density, P – porosity, φ – friction angle, c – cohesion (determined through direct shear tests).

Σχ.9 Πίνακας κατανομής των μηχανικών ιδιοτήτων αναλογικά με το βάθος.

Σε ένα εδαφικό προφίλ που δημιουργείται πάνω από ένα αρχικό γρανίτη, οι διάφορες ζώνες που αναπτύχθηκαν παραπάνω με διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης έχουν αντίστοιχα και διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Ένα παράδειγμα κατανομής αυτών με το βάθος παρατίθεται παρακάτω. Οι μετρήσεις των μηχανικών ιδιοτήτων και οι δοκιμές αντοχής εκτελέστηκαν στην περιοχή Königshainer, 100 χλμ, ανατολικά της Δρέσδης στη Γερμανία εν' όψει κατασκευής μιας σήραγγας. Το μητρικό

πέτρωμα είναι και σε αυτή την περίπτωση γρανίτης ενώ εμφανίζονται και υπολειμματικά εδάφη στην ευρύτερη περιοχή.

Συνοψίζοντας από τα παραπάνω, τα υπολειμματικά εδάφη έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία τα διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα μεταφερόμενα εδάφη:

- Δεν υφίστανται την επίδραση προφόρτιση
- Ασυνήθιστα αργιλικά ορυκτά στη σύστασή τους.
- Συχνά ισχυρές δομικές επιδράσεις (μικροσκοπικές και μακροσκοπικές)
- Εμπειρικές σχέσεις/εξισώσεις της συμβατικής εδαφομηχανικής δεν είναι εφαρμόσιμες.
- Συχνά υψηλή διαπερατότητα και μεγάλες τιμές C_v
- Συχνά ισχυρά επηρεαζόμενες από ετερογένεια (όχι πάντα)

Επιπλέον υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ αυτών ανάλογα με το σχηματισμό από τον οποίο προκύπτουν, τη γεωγραφική θέση που εμφανίζονται, το ανάγλυφο της περιοχής, την τεκτονική καταπόνηση που έχουν υποστεί και τις υδραυλικές συνθήκες. Οι διαφοροποιήσεις αυτές έχουν αντίκτυπο στις μηχανικές τους ιδιότητες και τη γενικότερη συμπεριφορά τους.

Κάποιες γενικές παρατηρήσεις σχετικά με την μηχανική συμπεριφορά τους

ως εδαφικά υλικά δίνονται παρακάτω:

- Η διατμητική αντοχή τους τείνει να είναι μεγαλύτερη από τα ιζηματογενή εδάφη – αποδεικνύεται από τις απότομες πλαγιές στις οποίες απαντούν.
- Η αστράγγιστη αντοχή τους είναι σπάνια μικρότερη από 75 kPa και κυμαίνεται περίπου όσο η αντοχή των μαλακών βραχωδών υλικών.
- Οι τιμές του συντελεστή τριβής ϕ' τείνουν να είναι μεγαλύτερες από 30° και η τιμή του c' είναι συχνά σημαντική
- Σε πλαγιές εδαφών που περιέχουν πολυάριθμες ανομοιογένειες είναι σχεδόν αδύνατο να προσδιοριστούν εργαστηριακά οι τιμές αντοχής c' & ϕ' .
- Τέλος να επισημανθεί ότι τα υπολειμματικά εδάφη είναι πολύ ευμετάβλητα και οι γενικεύσεις είναι επικίνδυνες.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 29



Επομένως προκειμένου να γίνει μια σωστή εκτίμηση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του υπό εξέταση εδάφους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη εκτός από τα δομικά στοιχεία της περιοχής και η ορυκτολογική σύσταση του εδάφους και ιδιαίτερα το ποσοστό και η φύση των παρόντων αργιλικών ορυκτών.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 30

5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1. Γεωλογικά και Γεωτεχνικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής έρευνας.

Σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ σε κλίμακα 1:50.000 (σχήμα 10), οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή της κωμόπολης του Κάτω Νευροκοπίου, αποτελείται κυρίως από πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, από αποθέσεις στις κοίτες των ρεμάτων, από κολουβιακούς και ελουβιακούς σχηματισμούς του γεωλογικού υποβάθρου και τοπικά μόνο από γνευσίους και μάρμαρα.

Από τεκτονική άποψη, η ευρύτερη λεκάνη του Κάτω Νευροκοπίου αποτελεί καρστικό βύθισμα (πόλγη). Υπάρχουν δύο κύρια συστήματα ρηγμάτων, διευθύνσεων ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΑ-ΝΝΔ αντίστοιχα. Το υπόψη βύθισμα δεν έχει επιφανειακή αποστράγγιση προς γειτονική λεκάνη. Αντίθετα υπάρχει υπόγεια αποστράγγιση, μέσω καταβοθρών προς την καρστική πηγή του Μααρά.

Ειδικά στην περιοχή της έρευνας δηλαδή στη θέση του συγκεκριμένου οικοπέδου όπου έγιναν οι γεωρευνητικές εργασίες (ερευνητικές – δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και επί τόπου δοκιμές) οι γεωλογικοί σχηματισμοί συνίσταται από υπολειμματικά εδαφικά υλικά τα οποία είναι προϊόντα επί τόπου αποσάθρωσης σχιστογενευσιακών πετρωμάτων που αποτελούν το βραχώδες υπόβαθρο της περιοχής. Από εδαφομηχανική άποψη, στη στενή περιοχή της έρευνας, απαντούν κυρίως, η καστανοκίτρινη αμμώδης ιλύς έως άργιλος με παρουσία αργιλικών ορυκτών μεγάλης ενεργότητας.

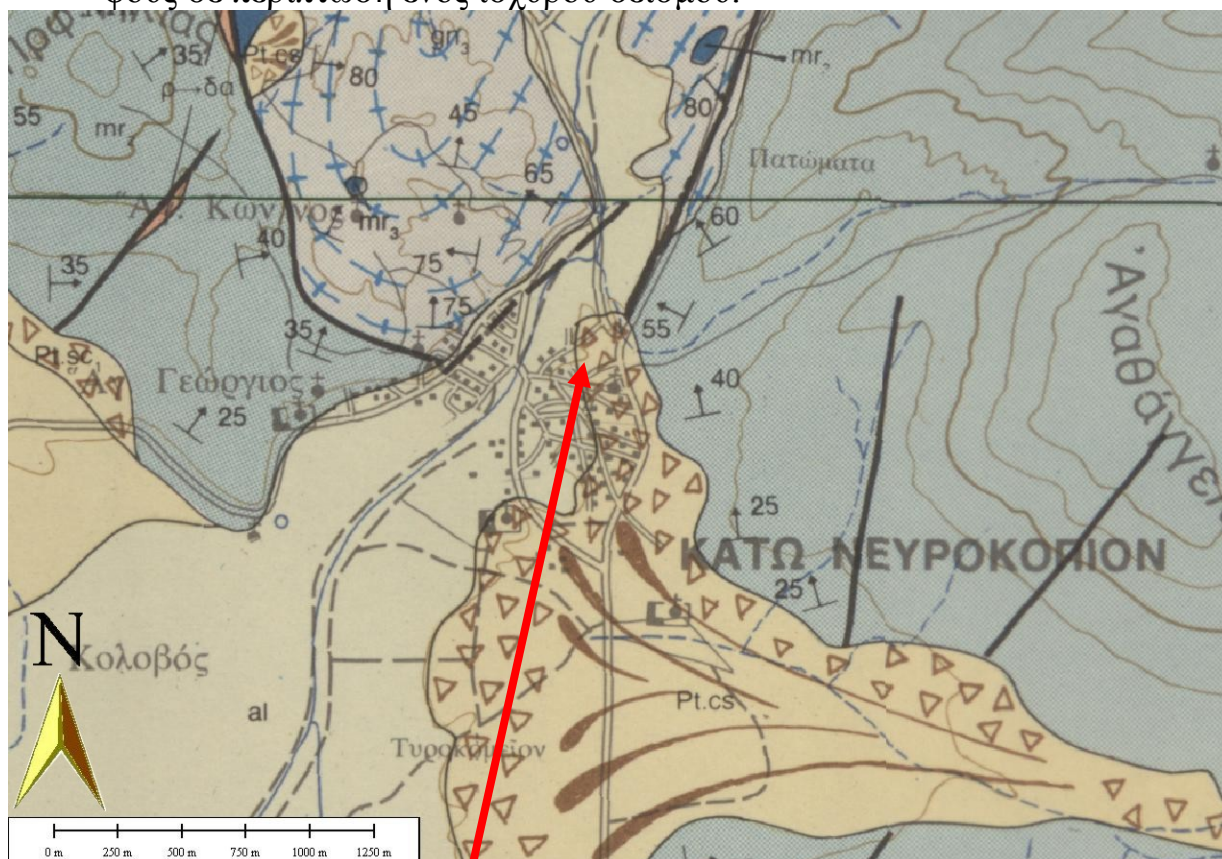
5.2. Σεισμολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με την ισχύουσα τροποποίηση των διατάξεων του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΦΕΚ 1154Β', 12-8-2003), η περιοχή της πόλης της Θεσσαλονίκης εντάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 31

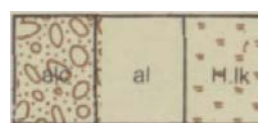
(σχήμα 11), με μέγιστη σεισμική επιτάχυνση $\alpha=0,16g$ (όπου g , επιτάχυνση της βαρύτητας) με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη, το δε υπέδαφος κατατάσσεται στην κατηγορία Γ, έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

Τέλος, η σύσταση των εδαφικών σχηματισμών που συναντώνται στο υπέδαφος του συγκεκριμένου οικοπέδου, καθιστούν μη πιθανό το φαινόμενο ρευστοποίησης του εδάφους σε περίπτωση ενός ισχυρού εδάφους σε περίπτωση ενός ισχυρού σεισμού.



Περιοχή ενδιαφέροντος

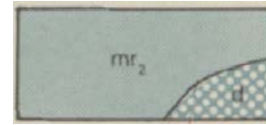
Αποθέσεις στις κοίτες των ρεμάτων (al.c): χαλαρά άργιλοαμμόδη υλικά, άμμοι, κροκάλες και λατύπες. **Άμμοι, άργιλοι, ψηφίδες (al)** και άλλα προϊόντα άποσαθρώσεως μεταμορφωμένων πετρωμάτων, κυρίως των γνευσίων και σχιστολίθων. **Άμμοι, ερυθρή άργιλος και λύς (H.lk)** στις περιοχές όπου υπάρχουν λιμνάζοντα νερά.



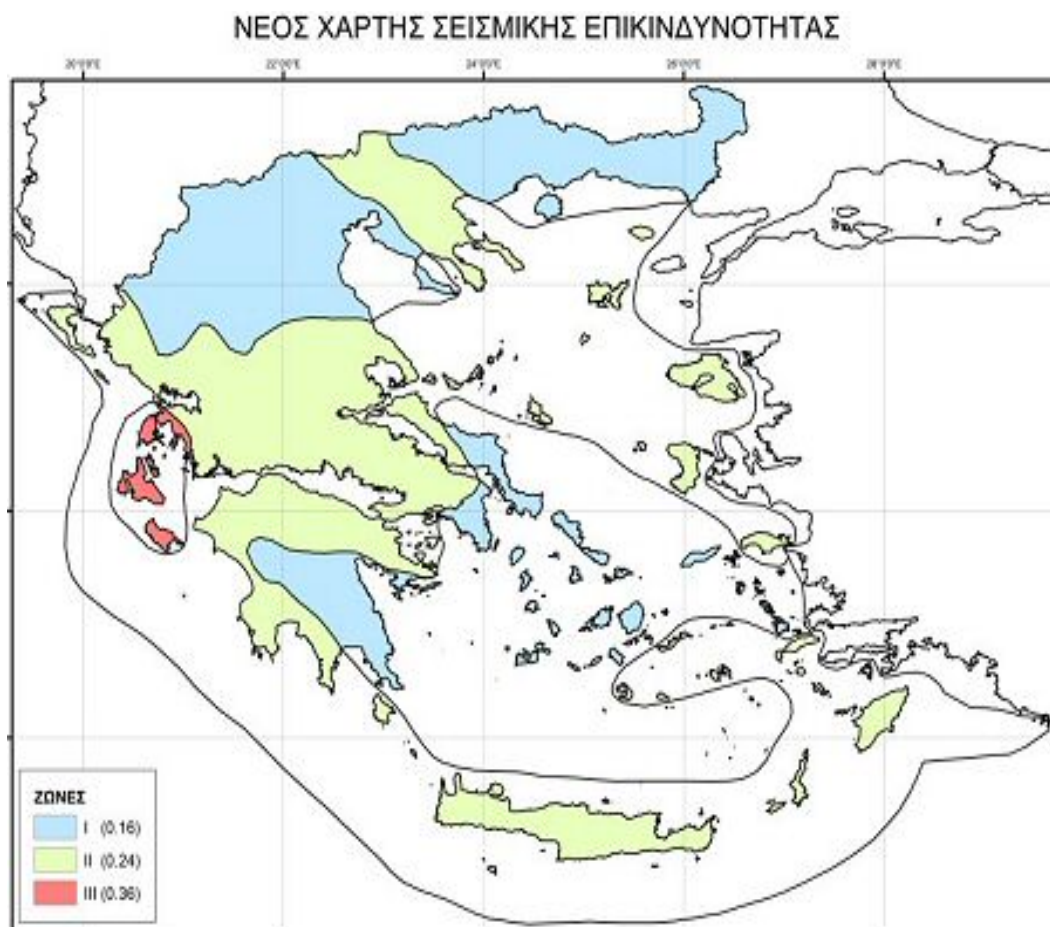
Πλευρικά κορήματα (Pt.sc1) και κώνοι κορημάτων (Pl.cs): κροκαλοπαγή έως κροκαλολατυποπαγή από μάρμαρο, μικρής έως μεγάλης συνεκτικότητας με συνδετικό υλικό από ερυθρή αμμόδη άργιλο. Κατά θέσεις **γρανιτικοί ογκόλιθοι (Pi.sc2)** με ή χωρίς αργιλικό υλικό.



Ανθρακικά και δολομιτικά μάρμαρα Φαλακρού Όρους: μάρμαρα λευκά συμπαγή, εν μέρει δολομιτωμένα, ως επί το πλείστον βιτουμενιούχα. Μέσα & αυτά παρατηρούνται **κρυσταλλικές δολομιτικές ένστρώσεις** (d), χρώματος λευκού έως τεφρόμαυρου. Τοπικά, μέσα στα δολομιτικά μάρμαρα, εμφανίζεται μετακροκαλοπαγές (2 χλμ. ΒΔ του χωριού Γρανίτη). Μεταλατυποπαγές μάρμαρο εμφανίζεται σε δύο θέσεις α) 1 χλμ. ΝΔ του Κάτω Νευροκοπίου και β) στο 24ο χλμ. του δρόμου Δράμας - Κάτω Νευροκοπίου (στο ρέμα Βραχόρεμα). Στα κατώτερα μέλη της σειράς εμφανίζονται λεπτοπλακώδη μάρμαρα με παρεμβολές από μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους με μάρμαρα και από διμαρμαρυγιακούς - επιδοτιτικούς γνευσίους.



Σχ. 10. Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής του έργου. (ΙΓΜΕ, κ. 1:50.000)



Σχ. 11. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (ΦΕΚ 1154Β', 12-8-2003)

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 33

6. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΔΑΦΙΚΗ ΤΟΜΗ) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα του υπεδάφους στην περιοχή ενδιαφέροντος πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή δύο δειγματοληπτικών γεωτρήσεων με δειγματολήπτη τύπου MOSTAR (θέσεις ΔΓ-1 και ΔΓ2, βάθους 12m). Οι θέσεις των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων φαίνονται στο απόσπασμα του τοπογραφικού διαγράμματος.

Πίνακας 5. : Στοιχεία των ερευνητικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων.

Γεωτρήσεις	Βάθος έρευνας (m)	Στάθμη υπόγειου υδάτινου ορίζοντα (m)
Γεώτρηση ΔΓ-1	12m	-
Γεώτρηση ΔΓ-2	12m	-

Η γεώτρηση ΔΓ-1 καθώς και η γεώτρηση ΔΓ-2 πραγματοποιήθηκαν με συνεχή δειγματοληψία αδιατάρακτων δειγμάτων εδάφους.

Τα δείγματα των γεωτρήσεων εξετάσθηκαν μακροσκοπικά και ορισμένα αντιπροσωπευτικά εξ' αυτών υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής στο εργαστήριο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σχετικής γεωτεχνικής έρευνας, το υπέδαφος στη θέση του συγκεκριμένου οικοπέδου συνίσταται κυρίως από υγρή, καστανή έως καστανοκίτρινη αργιλώδη ιλύ, μέσης έως μικρής

πλαστικότητας με υποκείμενες αργιλοιλυώδεις άμμους και ιλυώδεις αργίλους σε εναλλαγές, μέσης έως μεγάλης πλαστικότητας.

Η στρώματογραφία του υπεδάφους είναι πρακτικώς οριζόντια και παρουσιάζεται στις εδαφικές τομές των γεωτρήσεων ΔΓ-1 και ΔΓ-2 στα σχήματα 5 και 6, στην εδαφική τομή του οικοπέδου στο σχήμα .

Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκαν τα εξής στρώματα :

Στρώμα “F” : Επιφανειακά και μέχρι βάθος 0,0÷0,8m περίπου, συναντήθηκαν τεχνητές επιχωματώσεις με μπάζα, λίθους και κεραμικά, με αργιλοιλυώδες συνδετικό υλικό.

Στρώμα “C1” : Από βάθος 0,0÷0,8m μέχρι βάθος 2,0÷2,45m εντοπίσθηκε υγρή, σκούρη καστανή αργιλώδης ιλύς έως οργανική ιλύς μέσης πλαστικότητας, (κατάταξη κατά USCS: **OH-CH**).

Στρώμα “C2” : Από βάθος 0,8÷2,0m μέχρι βάθος 4,5m εντοπίσθηκε ελαφρά υγρή, καστανή έως καστανοκίτρινη αργιλώδης ιλύς μέσης έως μικρής πλαστικότητας, (κατάταξη κατά USCS: **ML-CL**).

Στρώμα “S1” : Από βάθος 4,5m μέχρι βάθος 12m συναντήθηκε ελαφρά υγρή, καστανή έως καστανοκίτρινη αργιλώδης έως ιλυώδης άμμος μικρής έως μέσης πλαστικότητας, μέτρια πυκνή, η οποία κατά ζώνες υψηλού βαθμού αποσάθρωσης μεταβαίνει σε ιλυώδη άργιλο μεγάλης πλαστικότητας. (κατάταξη κατά USCS: **SC-SM/ CH**).

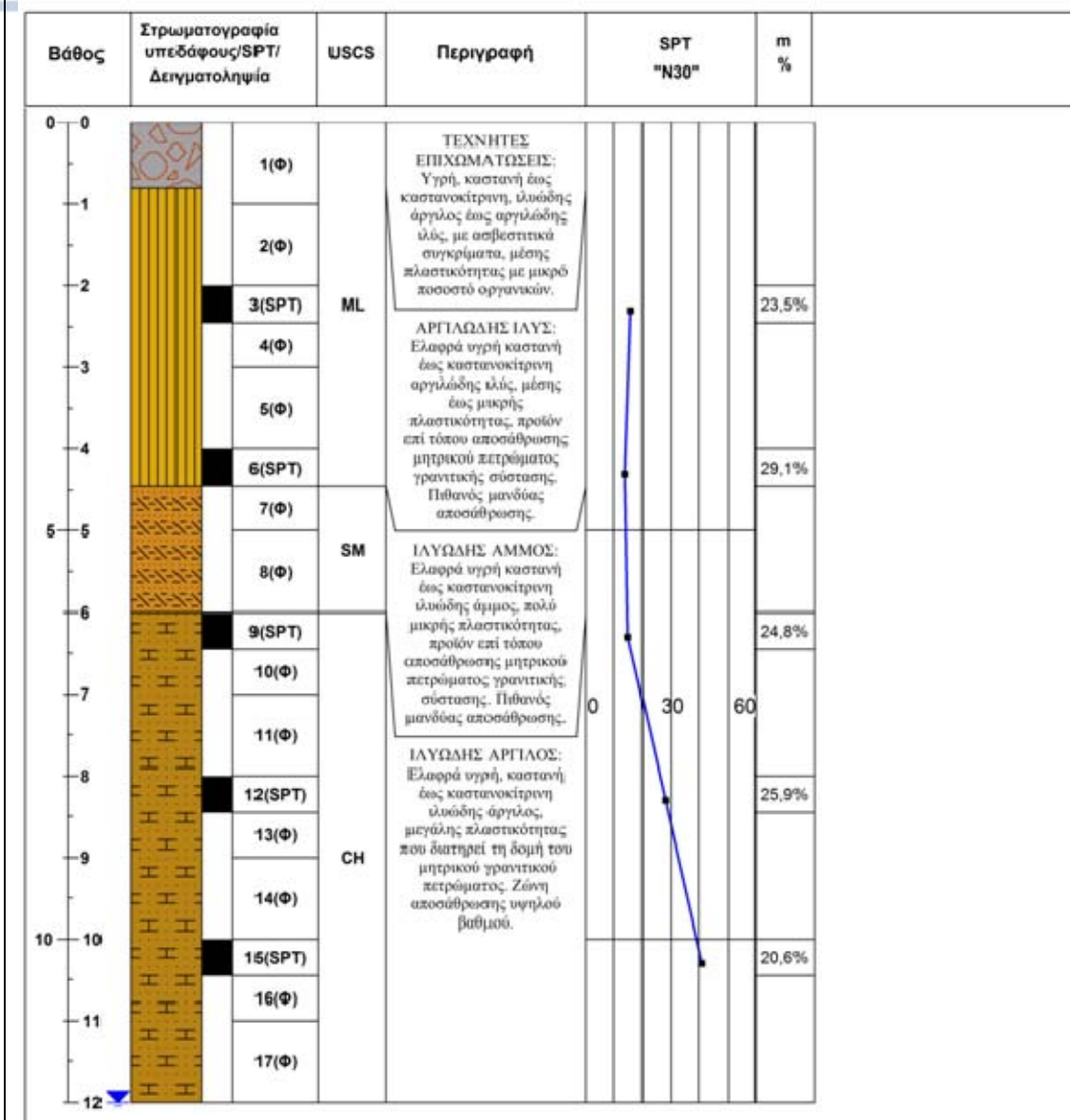
Κατά την εποχή διεξαγωγής της έρευνας (Μάρτιος 2009) ο υπόγειος υδάτινος ορίζοντας δεν εντοπίστηκε μέχρι το βάθος των 12,00m.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 36

ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ: MOSTAP

ΒΑΘΟΣ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΩΝ: 0,80μ

ΒΑΘΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ: 9m

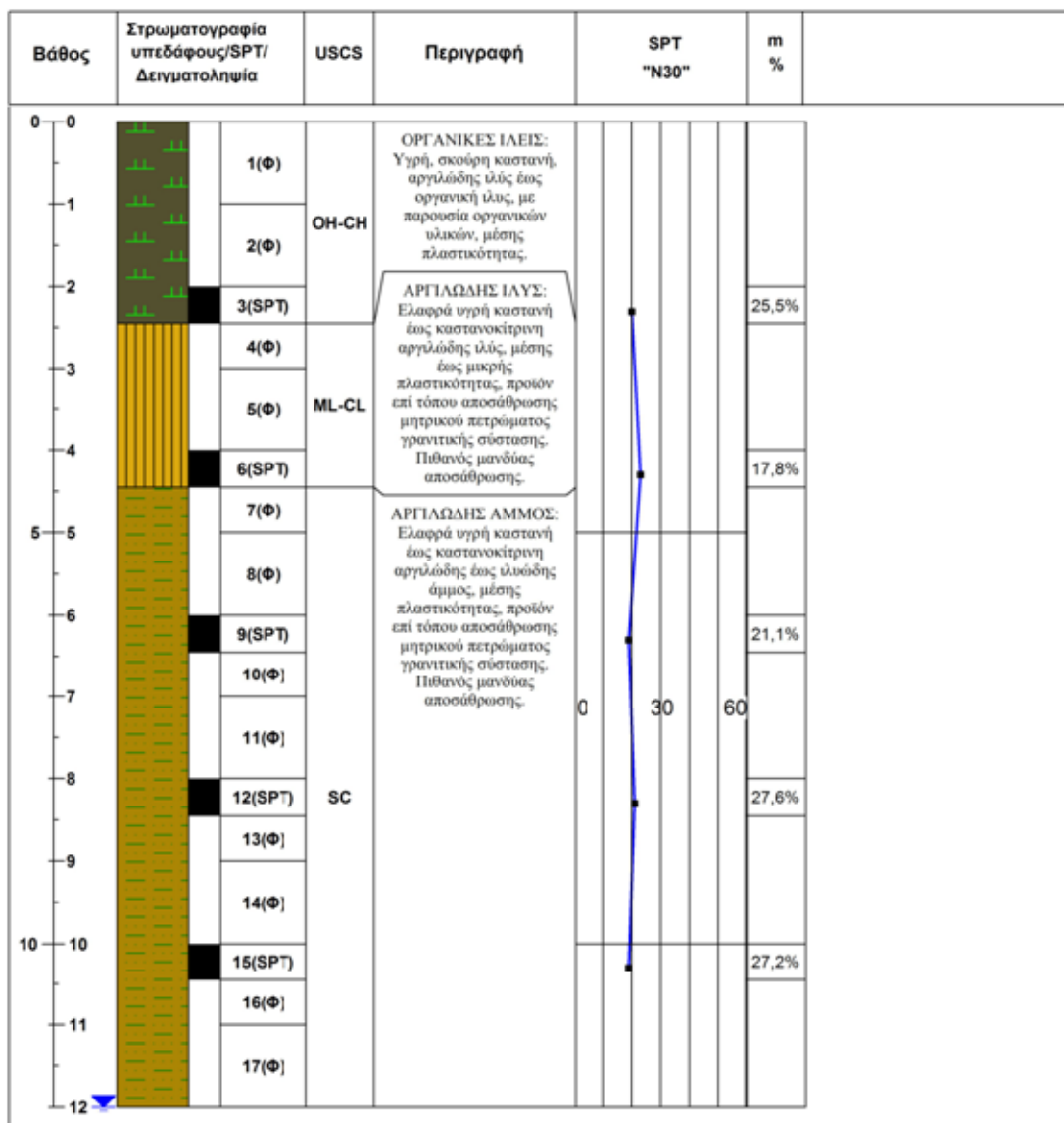


Σχ. 12. Εδαφική τομή γεώτρησης ΔΓ-1

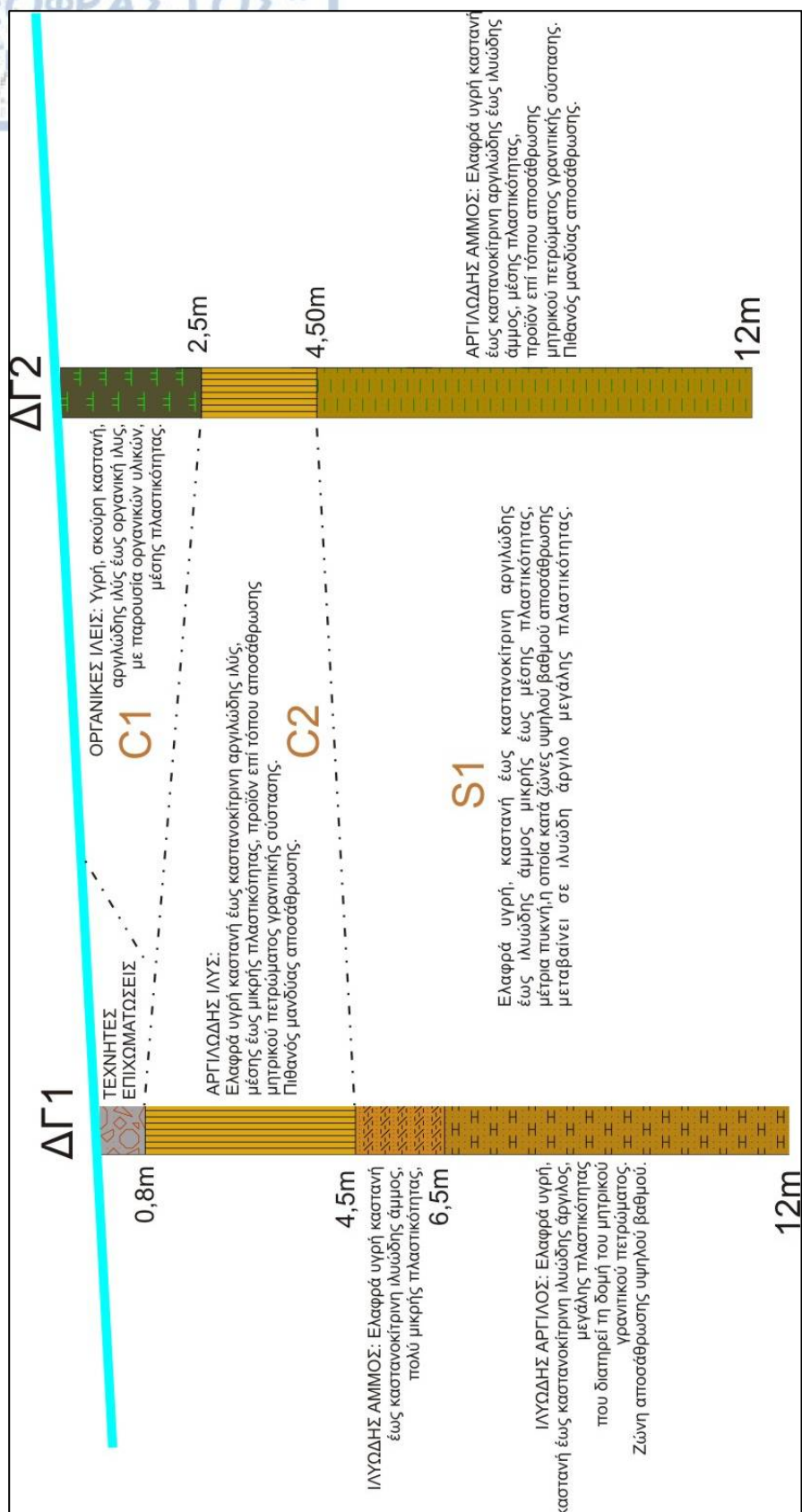
ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ: MOSTAP

ΒΑΘΟΣ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΩΝ: -

ΒΑΘΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ: 9m



Σχ. 13. Εδαφική τομή γεώτρησης ΔΓ-2



Σχ. 14. Τομή εδαφικών σχηματισμών στο χώρο του εξεταζόμενου οικοπέδου.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 39

7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.

Για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού εκτελέστηκαν σε επιλεγμένα δείγματα από τις εκτεσθείσες γεωτρήσεις ορισμένες εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής.

Στις εργαστηριακές δοκιμές περιλαμβάνονται οι δοκιμές προσδιορισμού φυσικών χαρακτηριστικών (φυσική υγρασία, φαινόμενο βάρος και εξ αυτών προσδιορισμό του δείκτη κενών και του βαθμού κορεσμού του εδάφους).

Η Φυσική υγρασία ορίζεται ως ο λόγος του βάρους του νερού που υπάρχει μέσα στους πόρους (W_w) προς το βάρος των ξηρών κόκκων του εδάφους (W_s), δηλαδή:

$$m = W_w / W_s * 100 \%$$

Για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε νερό τα δείγματα ζυγίζονται, αμέσως, με ακρίβεια (W). Στη συνέχεια το δείγμα ξηραίνεται στο φούρνο σε θερμοκρασία 105ο - 110ο C μέχρι σταθερού βάρους. Ο χρόνος ξηράνσεως εξαρτάται από τον τύπο, την ποσότητα και το σχήμα του δείγματος. Γενικά συνιστάται χρόνος ξήρανσης μίας ημέρας.

Μετά την απομάκρυνσή του από το φούρνο, το δείγμα ψύχεται και ζυγίζεται εκ νέου (W_s). Η περιεκτικότητα σε νερό υπολογίζεται από το δοθέν τύπο $m = (W - W_s) / W_s \cdot 100 (\%)$.

Το φαινόμενο βάρος ορίζεται ως το πηλίκο του βάρους του εδάφους προς τον όγκο του εδάφους:

$$\gamma = W / V \text{ (gr / cm}^3\text{)}$$

Όπου: W το συνολικό βάρος του δείγματος συμπεριλαμβανομένων και των πόρων με το περιεχόμενο τους (αέρας και νερό) και V ο συνολικός όγκος του δείγματος.

Για τον υπολογισμό του φαινομένου βάρους, γεμίζουμε έναν ογκομετρικό κύλινδρο με αποσταγμένο νερό, καταγράφοντας τη στάθμη του νερού (αρχική ένδειξη). Παίρνουμε εδαφικό δείγμα βάρους περίπου

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 40

100 gr. Το ζυγίζουμε με ακρίβεια και στη συνέχεια για να μη διαλυθεί το δείγμα στο νερό και για να μην αλλοιωθεί η φυσική περιεκτικότητα σε νερό το εμποτίζουμε σε λιωμένη παραφίνη ώστε να επικαλυφθεί η επιφάνεια του με λεπτή φλούδα παραφίνης. Έτσι εμποδίζεται η εισχώρηση του νερού στους πόρους του δείγματος. Το δείγμα ζυγίζεται παραφινόμενο και εισάγεται στον ογκομετρικό κύλινδρο και καταγράφεται η νέα ένδειξη στάθμης νερού (τελική ένδειξη).

Από τη διαφορά της αρχικής και τελικής ένδειξης της στάθμης βρίσκουμε τον όγκο του δείγματος (αφού αφαιρέσουμε τον όγκο της παραφίνης). Το φαινόμενο βάρος της βρίσκεται με τον δοθέν τύπο.

Το ειδικό βάρος ενός εδάφους ορίζεται ως ο λόγος του βάρους ορισμένου όγκου κόκκων εδάφους προς το βάρος ίσου όγκου αποσταγμένου νερού θερμοκρασίας 4° C.

$$\gamma_s = W_s / (V_s * \gamma_w)$$

όπου W_s το βάρος των κόκκων του εδάφους,

V_s ο όγκος των κόκκων του εδάφους

γ_w το ειδικό βάρος του περιεχόμενου νερού

Με δεδομένο ότι το ειδικό βάρος του νερού γ_w , σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας ισούται με 1, το ειδικό βάρος των στερεών συστατικών γ_s ενός εδάφους ισούται αριθμητικά με το λόγο του βάρους της των κόκκων προς τον αντίστοιχο όγκο.

Για τον υπολογισμό του ογκομετρικού κύλινδρος ζυγίζεται στεγνός και αναγράφεται το βάρος του. Στη συνέχεια γεμίζεται με αποσταγμένο νερό θερμοκρασίας δωματίου μέχρι τα 100 ml. Προσδιορίζεται κατόπιν το βάρος του ογκομετρικού κυλίνδρου με το νερό (W_a).

Εδαφικό δείγμα (το βάρος του πρέπει να ζυγίζει τουλάχιστον 25 gr), τοποθετείται μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο που στη συνέχεια γεμίζεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τα 100 ml. Λαμβάνεται το βάρος W_b του κυλίνδρου με το περιεχόμενό του και η θερμοκρασία T_x του περιεχομένου σε °C.

Το ειδικό βάρος εδάφους ως προς νερό θερμοκρασίας T_x υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 41

$$T_x/T_y(^{\circ}\text{C}) = \frac{W_o}{W_o + (W_a - W_b)}$$

όπου **W_o** το βάρος του ξηρού δείγματος εδάφους

W_a το βάρος του δοχείου γεμάτου με αποσταγμένο νερό

W_b το βάρος του δοχείου γεμάτου με το αποσταγμένο νερό και το ξηρό δείγμα σε θερμοκρασία **T_x**

T_x η θερμοκρασία του περιεχομένου του δοχείου κατά τη μέτρηση του βάρους **W_b**

Οι τιμές του ειδικού βάρους στην πράξη αναφέρονται ως προς νερό θερμοκρασίας 20°C. Η τιμή ως προς νερό 20°C υπολογίζεται από την τιμή για το νερό στην θερμοκρασία **T_y** που μετρήθηκε, με τον ακόλουθο τύπο:

$$\frac{T_x}{T_{20^{\circ}\text{C}}} = k \cdot \frac{T_x}{T_y(^{\circ}\text{C})}$$

όπου **k** ο αριθμός που προκύπτει από την διαίρεση της σχετικής πυκνότητας του νερού θερμοκρασίας **T_y** δια της σχετικής πυκνότητας του νερού στους 20°C και οι τιμές του λαμβάνονται από πίνακα.

Ο δείκτης κενών και ο βαθμός κορεσμού του εδάφους υπολογίζονται από τους εξής τύπους:

Δείκτης πόρων : $e = V_v / V_s = n / (1-n)$

$$e = (\gamma_s / \gamma_d) - 1$$

$$e = (\gamma_s (1+m) / \gamma) - 1$$

όπου **V_v** ο όγκος των κενών

V_s ο όγκος των στερεών συστατικών

n το πορώδες

γ το φαινόμενο βάρος

γ_d η ξηρή πυκνότητα

Ξηρό φαινόμενο βάρος : (**γ_d**) Βάρος των στερεών συστατικών προς τον συνολικό όγκο του δείγματος.

$$\gamma_d = W_s / V \text{ (gr / cm}^3\text{)} \quad \text{ή} \quad \gamma_d = \gamma / (1 + m)$$

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 42

Ο **βαθμός κορεσμού** χαρακτηρίζεται από το λόγο των κενών χώρων (του πορώδους) που είναι γεμάτοι με νερό προς το συνολικό πορώδες του εδάφους:

$$S = n_w/n = V_w / V_s = (\gamma_s * m) / (\gamma_w * e)$$

Στην κατάσταση κορεσμού ($S=1$), η περιεκτικότητα σε νερό έχει τη μεγαλύτερη τιμή της.

- **Δοκιμές κατάταξης του εδάφους (κοκκομετρικές αναλύσεις με αερόμετρο και κόσκινα, μετρήσεις ορίων υδαρότητας - πλαστικότητας).**

Για την κατάταξη των εδαφικών στρωμάτων που συναντήθηκαν στην περιοχή κατά **Casagrande (1948) /σύμφωνα με το ενιαίο σύστημα κατάταξης (ASTM D 2487-85)** χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος κοσκινίσματος (ASTM C-136, E 105-86) για τα αδρόκοκκα υλικά και η μέθοδος του αραιόμετρου για τα λεπτόκοκκα.

Κατά τη μέθοδο κοσκινίσματος το δείγμα, το οποίο αποτελείται από το στεγνό αδρόκοκκο υλικό, χωρίς συσσωματώματα και ξένα σώματα θερμαίνεται στους 105° C και αφού ξηραθεί ζυγίζεται με ακρίβεια σε ζυγό ακριβείας. Το υλικό του δείγματος τοποθετείται μέσα σε μια σειρά κόσκινων με διαφορετική διάμετρο και κατόπιν η σειρά κόσκινων τοποθετείται σε αυτόματη συσκευή κοσκινίσματος για 15 λεπτά περίπου. Το υλικό που έχει μείνει σε κάθε κόσκινο ζυγίζεται και μετατρέπεται σε ποσοστό % του συνολικού βάρους του δείγματος. Στο τέλος ζυγίζουμε και το περιεχόμενο του δίσκου που βρίσκεται κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιέχει τα λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς και άργιλος).

Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης περιγράφονται: (α) με τα % ποσοστά που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο και (β) με τα % ποσοστά που διέρχονται από κάθε κόσκινο και υπολογίζονται με βάση το ολικό βάρος του δείγματος συμπεριλαμβανομένου και του υλικού του λεπτότερου του κόσκινου No 200.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση παριστάνεται με την κοκκομετρική (αθροιστική) καμπύλη και προβάλλεται σε ημilogαριθμικό διάγραμμα.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 43

Κατά τη μέθοδο του αραιομέτρου το δείγμα τοποθετείται σε ποτήρι των 250 ml και καλύπτεται με 125 ml από το έτοιμο διάλυμα του παράγοντα διασποράς που έχει επιλεγεί (πολυφωσφορικό νάτριο $\text{Na}_12\text{P}_{10}\text{O}_{31}$, 21.6 gr/l). Αναδεύεται καλά με γυάλινη ράβδο και αφήνεται να διαβραχεί για 12 τουλάχιστον ώρες για την αποσυσσώματωση των κόκκων. Το περιεχόμενο του ποτηριού μεταφέρεται με επίπλυση μέσα σε ένα κύπελλο διασποράς, προστίθεται αποσταγμένο νερό και αναδεύεται με μηχανική συσκευή ανακίνησης (mixer) για 1 min για να επιτευχθεί η διασπορά.

Το ομογενές αιώρημα μεταφέρεται σε γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο όπου προστίθεται αποσταγμένο νερό μέχρι την ογκομετρική χαραγή των 1000 ml και αναταράσσεται με τα χέρια επί 1 min.

Με το τέλος της αναταράξεως τίθεται σε λειτουργία το χρονόμετρο και διαβάζονται οι ενδείξεις στην βαθμονομημένη κλίμακα του αραιομέτρου με προσέγγιση 0,5 gr/l των 1, 2, 5, 30, 60, 250 και 1440 min από την έναρξη της κατακάθισης. Αμέσως μετά κάθε ανάγνωσης του αραιομέτρου μετριέται η θερμοκρασία του εδαφικού αιωρήματος με τη χρήση υδραργυρικού θερμομέτρου

Μετά το τέλος κάθε ανάγνωσης, το αραιόμετρο απομακρύνεται προσεκτικά από το εδαφικό αιώρημα και τοποθετείται με περιστροφική κίνηση μέσα σε ογκομετρικό κύλινδρο γεμάτο καθαρό νερό. Περίπου 30 sec πριν την επόμενη ανάγνωση, το αραιόμετρο από το καθαρό νερό βυθίζεται αργά μέσα στο εδαφικό αιώρημα έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ακινητοποίησή του πριν από τον καθορισμένο χρόνο αναγνώσεως.

Το κλάσμα που συγκρατείται στο κόσκινο No. 200 ξηραίνεται και εκτελείται κοκκομετρική ανάλυση με τα κόσκινα : No. 40, No. 100 και No. 200.

Το ποσοστό του εδάφους που παραμένει σαν αιώρημα βρίσκεται από τον τύπο:

$$P = R_a / W_s * 100 \%$$

Όπου: P = ποσοστό % του αρχικού δείγματος εδάφους, που αναμίχθηκε και παραμένει σαν αιώρημα

R = διορθωμένη ένδειξη του υδρομέτρου

Ws = βάρος του αρχικού δείγματος του εδάφους ελαττωμένο κατά την υγροσκοπική του υγρασία

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 44

$a =$ σταθερά που εξαρτάται από την πυκνότητα του αιωρήματος και δίνεται από πίνακα (για $\gamma_s = 2.65 \Rightarrow a = 1.00$)

Για τη μετατροπή των % ποσοστών του «εν αιωρήσει» εδάφους σε ποσοστό % του ολικού προς εξέταση δείγματος το πρώτο που παραμένει σε μορφή αιωρήματος πολλαπλασιάζεται επί την έκφραση:

$$(100 - \text{ποσοστό \% συγκρατούμενο επί του κόσκινου No. 10}) / 100.$$

Το **όριο υδαρότητας** ορίζεται ως η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό κατά την χρονική στιγμή που το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή κατάσταση. Για τον προσδιορισμό του ορίου υδαρότητας χρησιμοποιείται η μέθοδος πίπτοντος κώνου (Leroueil, 1985, Christaras, 1991, BNQ-2501-092).

Χρησιμοποιείται το κωνικό βαρίδιο με βάρος 60 gr και γωνία 60° το οποίο απελευθερούμενο βυθίζεται εντός του εδάφους και το όριο υδαρότητας υπολογίζεται από την περιεκτικότητα σε νερό που αντιστοιχεί σε 10 mm βάθους διείσδυσης.

Το **όριο πλαστικότητας αντιστοιχεί** στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεή κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3 mm χωρίς να θραύεται (ASTM D-4318/83). Το όριο πλαστικότητας υπολογίζεται σαν τη περιεχόμενη υγρασία που περιέχεται στους ραβδίσκους των 3 mm και προκύπτει σαν ο μέσος όρος τριών δοκιμών.

Ο **δείκτης πλαστικότητας** ορίζεται ως η περιοχή ανάμεσα στο όριο υδαρότητας και στο όριο πλαστικότητας ($PI = LL - PL$), όπου το υλικό είναι εύπλαστο.

- **Δοκιμές προσδιορισμού των παραμέτρων συμπιεστότητας (δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης).**

Κατά τη δοκιμή της μονοδιάστατης στερεοποίησης προσδιορίζεται ο βαθμός στερεοποίησης και η συμπιεστότητα εδαφικού υλικού όταν είναι πλευρικά μη παραμορφώσιμο, φορτίζεται δε και στραγγίζεται αξονικά. Η καθίζηση είναι έτσι ίση με τη μεταβολή σε όγκο του δοκιμίου, δηλαδή

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 45

είναι ανάλογη με τη μεταβολή του δείκτη πόρων. Οι κατακόρυφες παραμορφώσεις των εδαφών εξετάζονται στη συσκευή του οιδημέτρου.

Το δοκίμιο φορτίζεται αξονικά με φορτία διπλασιαζόμενης πίεσης (0.25, 0.5, 1 και 2 kg/cm²) και κάθε πίεση παραμένει σταθερή για χρονικό διάστημα 24 ωρών. Πριν από την εφαρμογή της επόμενης βαθμίδας πίεσεως καταγράφεται η μεταβολή του πάχους του δοκιμίου και παίρνονται αναγνώσεις κάθε 30 sec, 1 sec, 2 sec, 4 sec, 8 sec, 15 sec, 30 sec, 1h, 2h, 4h, 8h, 24h μετρούμενα από το χρόνο επιβολής της κάθε βαθμίδας πίεσεως. Μετά από 24h αυξάνεται η φόρτιση και μετρούνται οι καθιζήσεις στα ίδια χρονικά διαστήματα με τη νέα φόρτιση. Μία τελική τάση 4 φορές μεγαλύτερη από την τάση προστερεοποίησης δοκιμίου, είναι απαραίτητη, η οποία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο φορές μεγαλύτερη από την αρχική τάση που αναπτύσσεται επί τόπου λόγω του βάρους του υπερκείμενου εδάφους και των εξωτερικών φορτίων. Τέλος αφαιρούμε το επιβαλλόμενο βάρος και μετράμε την αποσυμπίεση του εδαφικού υλικού σε τακτά χρονικά διαστήματα. Μετά το τέλος των μετρήσεων (24h) εξάγεται το δοκίμιο από το δακτύλιο, ζυγίζεται, ξηραίνεται και μετά επαναζυγίζεται για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους των κόκκων του εδάφους και της φυσικής υγρασίας.

Μετά το πέρας των εδαφομηχανικών δοκιμών στα δείγματα, υπολογίστηκε η τιμή της **ενεργότητας A**, η οποία έχει οριστεί από τον Skempton(1953) ως ο λόγος του δείκτη πλαστικότητας (PI) προς το αργιλικό κλάσμα (a%) ενός υλικού. Η ενεργότητα είναι μια σημαντική παράμετρος για να εξεταστεί κατά πόσο το αργιλικό κλάσμα είναι ενεργό.

$$A = PI \% / a\%$$

Ανενεργά χαρακτηρίζονται τα υλικά με ενεργότητα μικρότερη από 0.75, κανονικής ενεργότητας υλικά χαρακτηρίζονται αυτά με ενεργότητα που κυμαίνεται μεταξύ 0.75 έως 1.25 ενώ ενεργά χαρακτηρίζονται τα υλικά με ενεργότητα μεγαλύτερη από 1.25. Γι α παράδειγμα ένας νατριούχος μοντμοριλλονίτης μπορεί να έχει ενεργότητα που κυμαίνεται από 4 έως 7 ενώ η ενεργότητα του χαλαζία είναι μηδενική.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω δοκιμών, οι οποίες εκτελέστηκαν στο εργαστήριο Εδαφομηχανικής του τομέα Γεωλογίας του Α.Π.Θ. παρατίθενται σε πίνακες σε παράρτημα που συνοδεύει την παρούσα

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 46

εργασία. Ωστόσο παρακάτω δίνεται ένας συνολικός πίνακας με όλες τις τιμές των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους για τα αντίστοιχα βάθη των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2 (εξαιρείται βέβαια το στρώμα C1 και οι τεχνητές επιχωματώσεις της περιοχής) καθώς και διαγράμματα με τις μεταβολές των διαφόρων ιδιοτήτων με το βάθος για το στρώμα S1(το οποίο και αντιστοιχεί στον πιθανό μανδύα αποσάθρωσης του υποβάθρου).

Η έρευνα περιορίζεται στο στρώμα εδάφους, που αντιπροσωπεύει προϊόν αποσάθρωσης των υποκείμενων διμαρμαρυγιακών γνευσίων της ευρύτερης περιοχής και του οποίου οι μηχανικές ιδιότητες είναι δύσκολο να προσδιοριστούν. Οι τιμές του ειδικού βάρους (γ_s), του ξηρού φαινόμενου βάρους (γ_d), του ορίου υδαρότητας (LL), του δείκτη πλαστικότητας (PI), του αργιλικού ποσοστού (a%), και της ενεργότητας (A) συσχετίζονται με το βάθος σε γραφήματα και παρακολουθείται η μεταβολή τους με την αύξηση του βάθους. Γίνεται σύγκριση στα γραφήματα αυτά με στόχο να οριστεί βοηθητικό δείκτης που να ποσοτικοποιεί το βαθμό αποσάθρωσης του υλικού και κατ' επέκταση να γίνει ως ένα βαθμό προσέγγιση της μηχανικής συμπεριφοράς.

Τα δείγματα συγκεκριμένου βάθους που μακροσκοπικά έδειχναν περισσότερο αποσαθρωμένα (υλικό με περισσότερα αργιλικά συστατικά και με μικρότερο μέγεθος κόκκων) επιλέχθηκαν για ορυκτολογική ανάλυση και αυτό γιατί δεν ήταν δυνατό να εξεταστούν ορυκτολογικά δείγματα από όλο το βάθος της γεώτρησης (αν και θα προέκυπταν ακριβέστερα συμπεράσματα).

Παρακάτω δίνεται λεπτομερής περιγραφή των ορυκτολογικών αναλύσεων που έγιναν.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 47

ΣΤΡΩΜΑ C2

ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΤΟ 1ο Δ.Σ. ΣΤΟ ΔΗΜΟ Κ.ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ												ΑΝΑΔΟΧΟΣ: ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ																
ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ																												
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ									ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ										
ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ					ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ A.U.S.C.S.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΕΛΑΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΧΙΚΟΣ ΛΟΙΣΤΟΣ ΚΕΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΣ ΚΟΡΣΙΜΟΥ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΑΛΙΝΗΣ		ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ		ΔΟΚΙΜΗ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΜΕΣ. ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ		ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ				
			ΚΟΣΚΙΝΑ				ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΙΞΗΣ														ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΜΕΤΡΟ ΣΥΜΠΙΞΗΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΑΣΕΩΝ		
			4	10	40	200						φ ₂₀₀	m	γ	γ _d	γ _s	e _o	S	σ _v	ε _a	c/c'	φ/φ'	c'				φ'	Cc
			διαρχόμενο %					LL	PL	PI		%	t/m ³	t/m ³		%	KPa	%	KPa	(o)	KPa	(o)		cm2/sec	kg/cm2	KPa		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
G1	3	2,00-245										23,5	2,16	1,75		0,53	119,2											
G1	5	3,00-4,00	100	99,8	97,61	76,89	12,11	42	24	18	ML-CL	28,0					60,2	6,3										
G1	6	4,00-4,45										29,1	1,79	1,39		0,93	83,9											
G2	5	3,00-4,00	99,16	90,56	74,67	51,99	15,83	39	21	18	ML-CL	19,7																
G2	6	4,00-4,45	99,73	96,02	83,07	63,11						17,8	2,11	1,79		0,49	96,9											

Πίνακας 6. : Τιμές γεωτεχνικών (φυσικών και μηχανικών) ιδιοτήτων στρώματος C2 (ταξινόμησης, αντοχής κλπ).

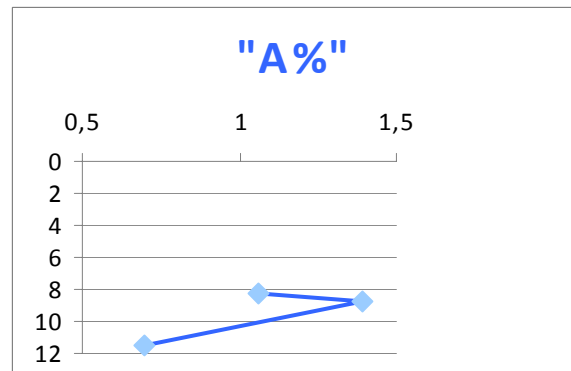
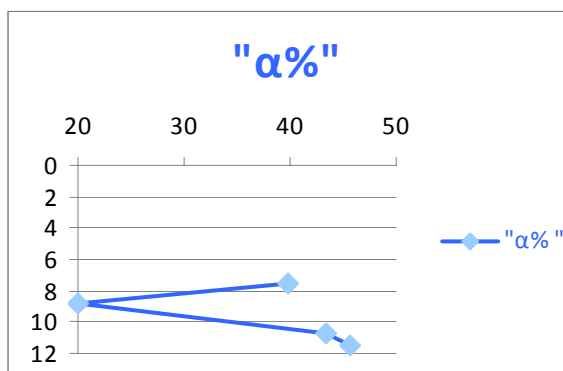
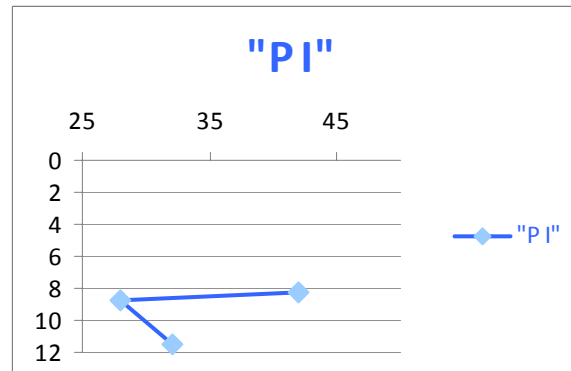
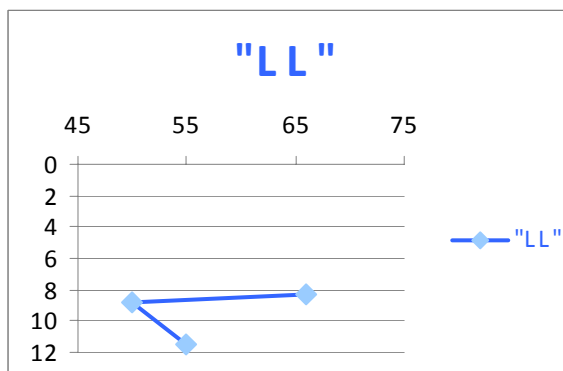
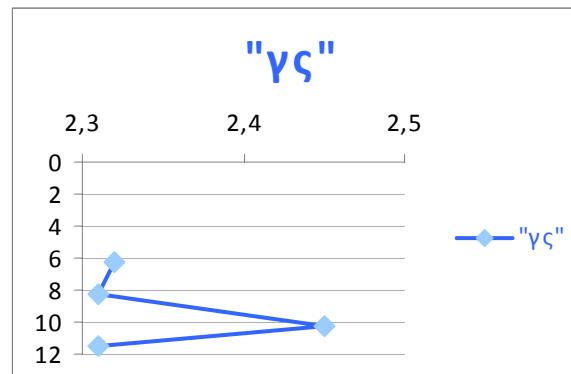
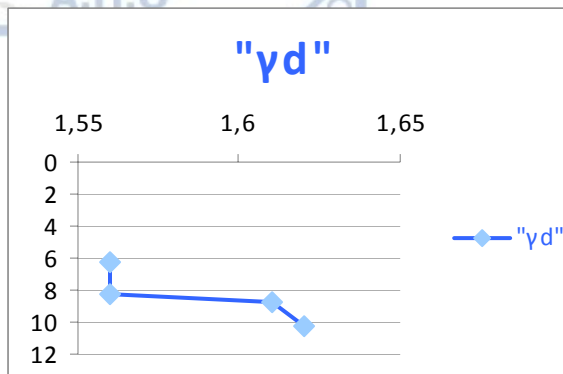
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 48

ΣΤΡΩΜΑ S1

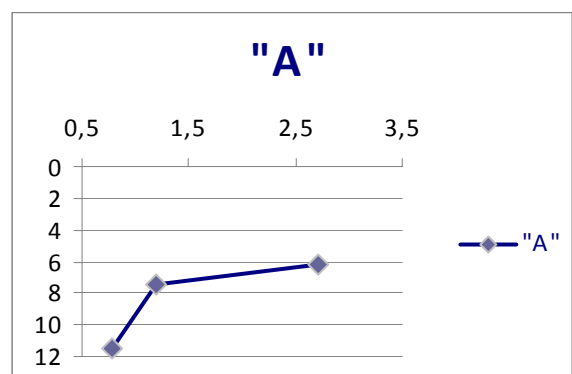
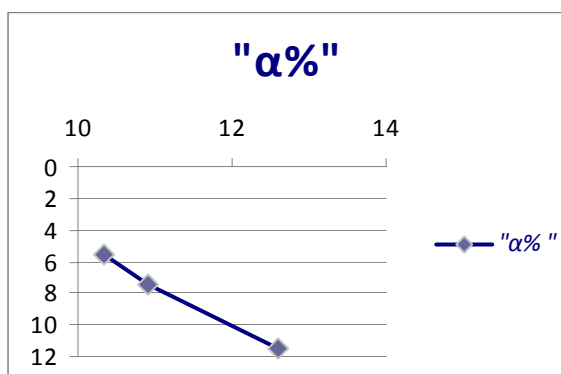
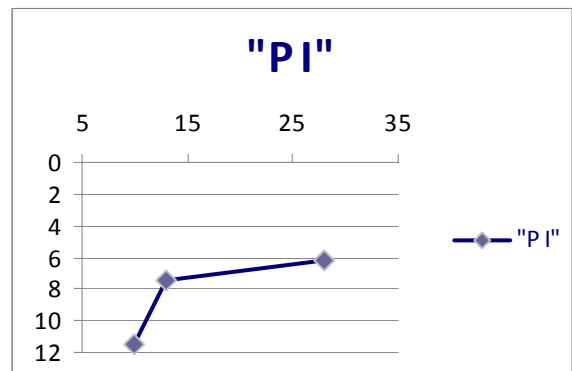
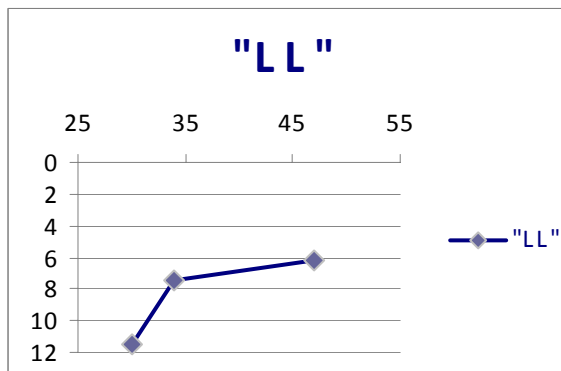
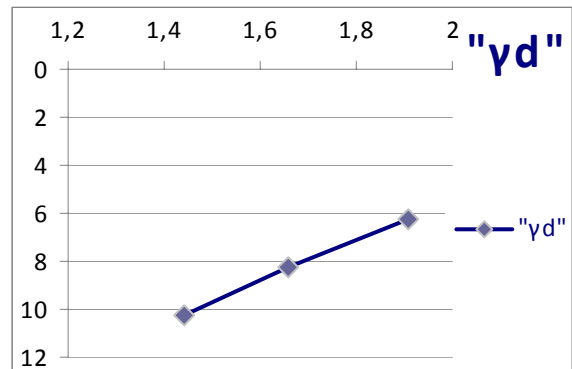
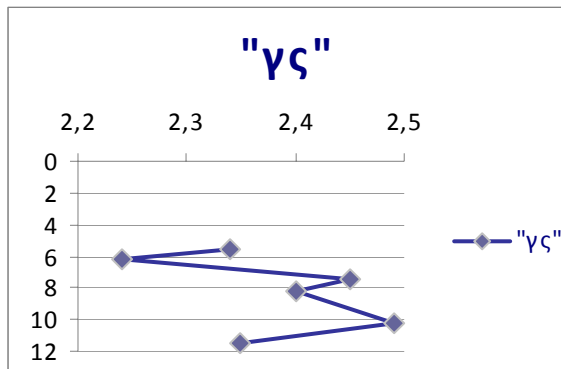
ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΤΟ 1ο Δ.Σ. ΣΤΟ ΔΗΜΟ												ΑΝΑΔΟΧΟΣ: ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ																			
												ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ																			
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ									ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ													
ΓΕΩΤΡΙΞΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ				ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ A.U.S.C.S.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ	ΕΙΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΧΙΚΟΣ ΛΟΓΟΣ ΚΕΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ	ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΑΛΨΗΣ		ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ		ΔΟΚΙΜΗ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΜΕΣ. ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ		ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ								
			ΚΟΣΚΙΝΑ				ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ	ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ														ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΙΞΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΜΕΤΡΟ ΣΥΜΠΙΞΗΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΑΣΕΩΝ					
			4	10	40	200					≤2μ	m	γ	γd	γs	e _o	S	σ _v	ε _a	c/c'	φ/φ'	c'					φ'	Cc	Cvx10-4	Es	p
			διαρχόμενο %								LL	PL	PI	%	t/m ³	t/m ³		%	KPa	%	KPa	(o)					KPa	(o)	cm2/sec	kg/cm2	KPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
G1	7	4,45-5,00	98,27	96,7	75,9	23,18		34	26	8	SM																				
G1	9	6,00-6,45										24,8	1,95	1,56		0,71	93,4							0,087	14,9	6,3					
G1	11	7,00-8,00	100	98,81	94,4	80,47	39,79				CH	34,0																			
G1	12	8,00-8,45						66	24	42	CH	25,9	1,96	1,56		0,72	96,7							0,056	8,13	10,2					
G1	15	10,00-10,45										20,6	1,95	1,62		0,65	84,5														
G1	17	11,00-12,00	100	99,77	96,04	80,92	45,61				CH	22,9																			
G2	8	5,00-6,00	98,24	92,25	71,46	42,88	10,34				SC	16,1																			
G2	9	6,00-6,45						47	19	28		21,1	2,31	1,91		0,40	140,9	275	4,7												
G2	12	8,00-8,45										27,6	2,12	1,66		0,61	121,4														
G2	15	10,00-10,45										27,2	1,83	1,44		0,86	84,9														

Πίνακας 7. : Τιμές γεωτεχνικών (φυσικών και μηχανικών) ιδιοτήτων στρώματος S1 (ταξινόμησης, αντοχής, στερεοποίησης κλπ).

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 49



Σχ. 15. Γραφήματα μεταβολής τιμών ιδιοτήτων ταξινόμησης με το βάθος.
Γεώτρηση ΔΓ1.



Σχ. 16. Γραφήματα μεταβολής τιμών ιδιοτήτων ταξινόμησης με το βάθος.
Γεώτρηση ΔΓ2.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 51

8. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Για την περαιτέρω διερεύνηση ορισμένων δειγμάτων, τα οποία παρουσίασαν μεγάλο ποσοστό αργιλικού κλάσματος ($<0,002 \text{ mm}$) έγινε προσπάθεια προσδιορισμού των ορυκτών συστατικών με χρήση ακτίνων Χ (περιθλασιμετρία). Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την αναγνώριση και το χαρακτηρισμό των λεπτομερών ιζημάτων. Ο διαχωρισμός των ορυκτών συστατικών σε απλούστερες ομάδες δίνει λιγότερες και ευκρινέστερες ανακλάσεις σε κάθε περιθλασιόγραμμα διευκολύνοντας την ημι-ποσοτική και ποιοτική ανάλυση τους.

Οι εντάσεις των ανακλάσεων των αργιλικών ορυκτών ποικίλλουν ανάλογα με τη χημική τους σύσταση και τον τύπο του περιθλασίμετρου ενώ παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία σε αλλαγές στο περιβάλλον απόθεσής τους.

Για τον ημιποσοτικό προσδιορισμό του ορυκτού μετριέται η ένταση μιας χαρακτηριστικής του ανάκλασης σε γωνία 2θ . Η ένταση της ανάκλασης είναι ανάλογη: α) της αφθονίας του ορυκτού στο ιζημα, β) του μεγέθους των κόκκων και της κρυσταλλικής τελειότητας του.

Οι ανακλάσεις των πρώτης τάξης των αργιλικών ορυκτών είναι συχνά οι σπουδαιότερες για τον προσδιορισμό τους και αντιστοιχούν σε πλεγματικές διαστάσεις μέχρι $30 \text{ \AA}$ ενώ το σχήμα της ανάκλασης μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για το βαθμό κρυσταλλικότητας του αργιλικού ορυκτού. Ένα καλά κρυσταλλωμένο ορυκτό δίνει μεγαλύτερες και οξύτερες εντάσεις από το αντίστοιχό του κακώς κρυσταλλωμένο (π.χ. καολινίτης).

Για να εκτιμήσουμε την εκατοστιαία περιεκτικότητα ενός ορυκτού σε ένα δείγμα στρώματος (ιζήματος) ορισμένου βάθους από την ένταση της χαρακτηριστικής τους ανάκλασης πρέπει να αναλύσουμε με ακτίνες Χ διάφορα κλάσματα στενών ορίων των κόκκων του στρώματος αν και πρακτικά ο διαχωρισμός των κόκκων δε μπορεί να είναι τέλειος ώστε να δώσει κλάσματα ενός μόνο ορυκτού.

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τις πλεγματικές διαστάσεις του ορυκτού είναι η σταθερότητα της χημικής του σύστασης. Έτσι κατά την ετοιμασία των δειγμάτων για την ακτινογράφησή τους και για να είναι αξιόπιστο το διάγραμμα:

1) τα δείγματα συγκεκριμένου βάθους ήταν αντιπροσωπευτικά του υλικού στο δοσμένο βάθος,

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 52

2) έγινε προσεκτική κονιοποίηση ούτως ώστε αφενός να ομογενοποιηθεί πλήρως το δείγμα και να αφαιρεθούν ανεπιθύμητα υλικά και αφετέρου να αποφευχθεί η καταστροφή/διαστροφή του κρυσταλλικού πλέγματος.

Γενικά, όσο μικρότεροι οι κόκκοι τόσο πιο λείες και ομαλές είναι κορυφές περίθλασης. Συνήθως παίρνουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα για μέγεθος κόκκων μικρότερο από 45 μικρά ($<45 \mu\text{m}$) για ορυκτά χαμηλής συμμετρίας ενώ για ορυκτά υψηλής συμμετρίας το μέγεθός τους μπορεί να είναι και μεγαλύτερο. Στους προσδιορισμούς ορυκτών είναι πιθανά μεγάλα σφάλματα που μπορεί να οφείλονται:

- στο διαφορετικό βαθμό ομογενοποίησης των επιμέρους μιγμάτων,
- στο διαφορετικό μέσο μέγεθος των κόκκων κάθε ορυκτού,
- στους υψηλότερους συντελεστές απορρόφησης μάζας ορισμένων στοιχείων (π.χ. ασβεστίου, σιδήρου) και κατ'επέκταση ορισμένων ορυκτών πλούσιων σε αυτά (π.χ. δολομίτη, σιδηροπυρίτη).

Για την ακτινογραφική εξέταση των δειγμάτων από τις προαναφερθέντες θέσεις γεωτρήσεων και για συγκεκριμένα βάθη χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω μορφές παρασκευασμάτων:

α) Τυχαία προσανατολισμένο, όπου σε θήκη αλουμινίου τοποθετήθηκε ποσότητα του κονιοποιημένου και ομογενοποιημένου δείγματος από ορισμένη θέση και βάθος γεώτρησης και έγινε σάρωση στο περιθλασίμετρο.

β) Παράλληλα προσανατολισμένο, 10 ml αιωρήματος εκάστου δείγματος τοποθετείται σε αντικειμενοφόρο πλάκα και στεγνώνει σε θερμοκρασία δωματίου. Τα προσανατολισμένα παρασκευάσματα βοηθούν στην ενίσχυση των εντάσεων των ανακλάσεων των φυλλοπυριτικών ορυκτών.

γ) Διαποτισμένο με αιθυλενογλυκόλη (glycolated), παράλληλα προσανατολισμένο παρασκεύασμα αφού έχει ακτινογραφηθεί σε περιθλασίμετρο, τοποθετείται για 12 ώρες σε δοχείο με ατμούς αιθυλενογλυκόλης (ή γλυκερόλη). Μετά το διαποτισμό γίνεται νέα ακτινογράφιση. Η επεξεργασία αυτή προτιμάται για την μελέτη αργιλικών ορυκτών (επειδή π.χ. συντελούν στην αύξηση των εντάσεων δεύτερης, τρίτης κ.λ.π. ανάκλασής τους).

δ) Πυρωμένο στους 550°C , παράλληλα προσανατολισμένο παρασκεύασμα πυρώνεται σε φούρνο σε θερμοκρασία περίπου 550°C και τοποθετείται στο περιθλασίμετρο για νέα σάρωση. Η επεξεργασία

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 53

αυτή χρειάζεται για τη διάκριση του χλωρίτη από σμεκτίτη, βερμικουλίτη και ενδοστρώματωμένα ορυκτά ιλλίτη/σμεκτίτη. Τότε η ανάκλαση του χλωρίτη αυξάνει σε ένταση (από 2 έως 5 φορές) και μετατοπίζεται στα 13,9 Å ενώ όλων των υπολοίπων στα 10 Å περίπου και έτσι επιτυγχάνεται διαχωρισμός του χλωρίτη.

Συμπερασματικά, η αναγνώριση των μη-αργιλικών ορυκτών έγινε με χρήση περιθλασιογραμμάτων των τυχαία προσανατολισμένων παρασκευασμάτων και πινάκων που δίνουν τις πλεγματικές διαστάσεις ορυκτών (ένας τέτοιος πίνακας δίνεται παρακάτω) ενώ οι υπόλοιποι τύποι παρασκευασμάτων χρησιμοποιήθηκαν για την αναγνώριση αργιλικών ορυκτών.

Πλεγματικές διαστάσεις ορυκτών (σε Angstroms).				
Ορυκτό	Πλεγματικές διαστάσεις d			
Χαλαζίας	4,26(100) ¹	3,34(101)	2,46(110)	2,29(102)
Ορθόκλαστο	3,25(040)	4,02(111)	3,80(130)	2,93(222)
Πλαγιόκλαστο ²	3,18(040)	4,03(201)	3,76(111)	2,93(041)
Καολινίτης	7,12(001)	3,56(002)	2,38(003)	
Χλωρίτης	14,2(001)	7,1(002)	4,7(003)	3,6(004)
Ιλλίτης ³	10,0(001)	5,0(002)	3,3(003)	
Σμεκτίτης	12,5(ή 15,5)(001)	6,2(ή 7,8)(002)	3,1(ή 3,9)(003)	
Ιλλίτης/Σμεκτίτης	27(001)	10-13(001/002)	10-9(001/003)	

¹Δείκτες εδρών κατά Miller, ²Σύσταση ολιγόκλαστου, ³Μαρμαρυγίας για τα >2 μm κλάσματα.

Πίνακας 8.: πλεγματικές διαστάσεις ορυκτών.

Γ1 8.00 - 8.45 μ	
διογκουμένα αργιλικά	16%
αργιλικά	6%
mica	2%
χαλαζίας	51%
K- Άστριοι	8%
πλαγιόκλαστα	2%
ασβεστίτης	12%
δολομίτης	3%

Γ1 8.45 - 9.00	
διογκουμένα αργιλικά	28%
αργιλικά	2%
mica	17%
χαλαζίας	23%
K- Άστριοι	9%
πλαγιόκλαστα	12%
πυρόξενος	2%
δολομίτης	1%

Γ2	
διογκουμένα αργιλικά	26%
αργιλικά	2%
mica	13%
χαλαζίας	44%
K- Άστριοι	5%
πλαγιόκλαστα	7%
πυρόξενος	1%
δολομίτης	1%
αμφίβολος	1%

Γ1 11.00 - 12.00	
διογκουμένα αργιλικά	21%
αργιλικά	7%
mica	
χαλαζίας	54%
K- Άστριοι	9%
πλαγιόκλαστα	6%
πυρόξενος	1%
δολομίτης	2%

Σχ.17 Ορυκτολογική σύσταση ορισμένων δειγμάτων των αντίστοιχων βαθμών.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ξεκινώντας μια έρευνα για έδαφος το οποίο συνίσταται από υλικό αποσάθρωσης και δει όταν πρόκειται για υπολειμματικό έδαφος, είναι βασικό να γνωρίζουμε τον τρόπο δημιουργίας του απο γεωλογική άποψη. Γνωρίζοντας την προέλευση θα έχουμε μια γενική ιδέα για την ορυκτολογική του σύσταση, την υφή του, τη παρουσία, ή όχι διακλάσεων κ.α. Στην περίπτωση του στρώματος που εξετάζουμε, αυτό έχει δημιουργηθεί από αποσάθρωση διμαρρυγιακού γνευσίου και άρα αναμένεται υλικό με μαρμαρυγίες (βιοτίτη, μοσχοβίτη), χαλαζία, αστρίους, επίδοτο, χλωρίτη και αργιλικά ορυκτά που δημιουργούνται κυρίως από ενυδάτωση των μαρμαρυγιών και αστρίων.

2. Οι ορυκτολογικές αναλύσεις για τη διερεύνηση τέτοιου τύπου εδαφών είναι απαραίτητες για τη διαπίστωση των παραγόμενων ορυκτών και τα ποσοστά τους στα επιλεγμένα δείγματα και γενικότερα στο έδαφος. Στα αποτελέσματα των ορυκτολογικών αναλύσεων δίνεται προσοχή στο ποσοστό των δευτερογενών ορυκτών (παράγωγα αποσάθρωσης) έναντι των πρωτογενών, στην παρουσία αργιλικών ορυκτών και στο ποσοστό των διογκούμενων αργιλικών έναντι των μη διογκούμενων.

3. Λόγω της μεγάλης ανομοιογένειας τέτοιου τύπου εδαφών επιλέγονται δείκτες που με απλές εργαστηριακές δοκιμές που να μπορούν να δηλώσουν το βαθμό αποσάθρωσης του υλικού. Τέτοιοι δείκτες μπορεί να είναι χαρακτηριστικά πρωτογενή ορυκτά, το ξηρό φαινόμενο βάρος (γ_d), το ειδικό βάρος των κόκκων (γ_s) κ.α. Έτσι όταν το ξηρό φαινόμενο βάρος ελαττώνεται με το βάθος, ο βαθμός αποσάθρωσης του υλικού είναι μεγαλύτερος. Αντίθετα βαθμιαία μείωση των μαρμαρυγιών έναντι των αργιλικών με την μείωση του βάθους συνεπάγεται και μεγαλύτερο βαθμό αποσάθρωσης.

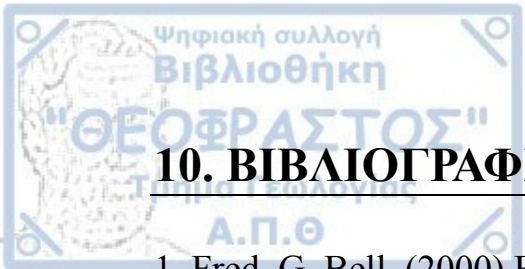
4. Εφόσον διαπιστωθεί η παρουσία επικίνδυνων αργιλικών ορυκτών, τα οποία όταν διαβραχούν διογκώνονται, πρέπει να εκτελούνται περαιτέρω εργαστηριακές δοκιμές, όπως η δοκιμή οιδημέτρου για να υπολογιστεί η τάση διόγκωσής τους.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 55

5. Μία ακόμα εργασία η οποία θα έδινε πολλά χρήσιμα στοιχεία είναι η διερεύνηση του εδαφικού προφίλ της περιοχής ενδιαφέροντος. Αυτό μπορεί να γίνει με γεωτρήσεις σε μεγάλο βάθος και τα αποτελέσματα να συγκριθούν με ήδη υπάρχοντα στοιχεία. Να βρεθεί δηλαδή αν τα προϊόντα αποσάθρωσης διατάσσονται σε στρώματα (από την επιφάνεια προς τα βαθύτερα, πολύ αποσαθρωμένο υλικό, λιγότερο αποσαθρωμένο κ.ο.κ.), ή η έντονη αποσάθρωση εντοπίζεται σε προϋπάρχοντα από το μητρικό πέτρωμα συστήματα διακλάσεων. Το υπό έρευνα έδαφος είναι γενικά ομοιογενές, δε σχηματίζονται ξεχωριστά στρώματα, τουλάχιστον μέχρι το βάθος των γεωτρήσεων που έχουν γίνει.

6. Τέλος στην περίπτωση που πάνω σε τέτοιου είδους εδάφη πρόκειται να γίνουν θεμελιώσεις ή γενικότερα τεχνικά έργα θα πρέπει να προστατεύονται από τις μεταβολές υγρασίας, στις οποίες είναι ιδιαίτερα ευάλωτα.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 56



10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Fred G. Bell, (2000) ENGINEERING PROPERTIES OF SOIL AND ROCK, , Blackwell Science Ltd Fourth edition
2. Arthur Holmes (1978) Principles of physical geology
Third Edition (revised by Doris Holmes)
3. Perry H. Rahn (1996) Engineering Geology. An environmental approach
Second edition South Dakota, USA
4. Proceedings of Fourth Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering San Juan Puerto Rico June 1971
Slope Stability In Residual Soils D. U. Deere and F. D. Patton
5. Laurie Wesley, Geotechnical Engineering In Residual and Volcanic Soils
UNIVERSITY OF AUCKLAND
6. Deep Weathering and Alternation of Granites – a product of Coupled Process
K. Thuro , M. Scholz
GeoProc2003 International Conference on Coupled T-H-M-C Processes in Geosystems Fundamentals, Modelling, Experiments and Applications
Royal Institute of Technology (KTH) Sweden Stockholm 13-15 October 2003.
7. Τσιραμπίδης Ανανίας (Θεσσαλονίκη 2006), Πετρολογία Ιζηματογενών πετρωμάτων, Δεύτερη έκδοση.
8. F.H CHEN ELSEVIER SCIENCE PUBLISHING COMPANY INC (1988)
NEW YORK Foundations on expansive soils
9. Βασίλειος Χρηστάρας (2005), Εργαστηριακές Δοκιμές Εδαφομηχανικής, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2005
10. F. G. BELL (1987) Ground Engineer's Reference Book, Butterworth & Co (Publishers) Ltd 1987.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 57



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

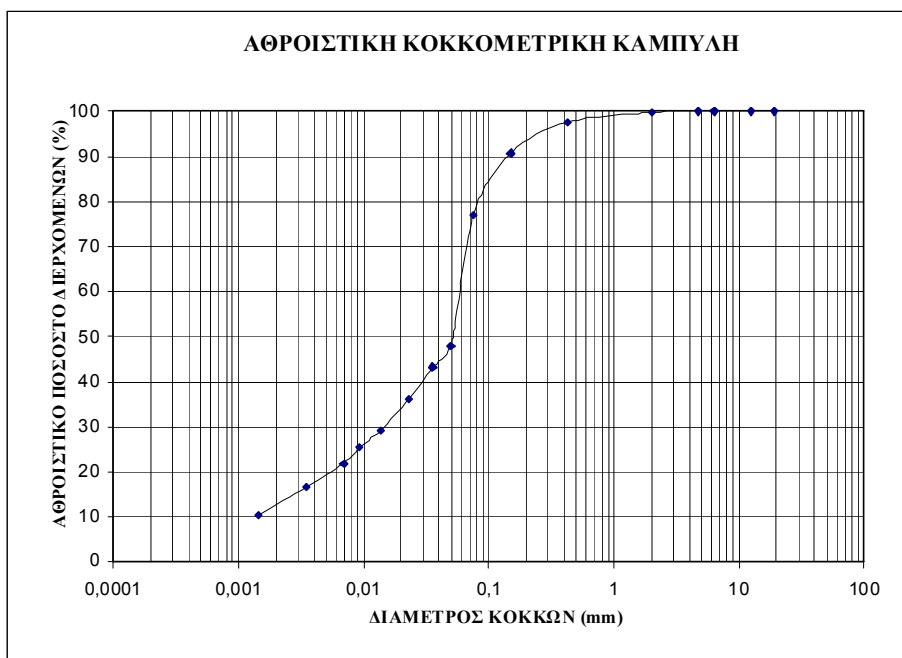
(Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών)

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 58

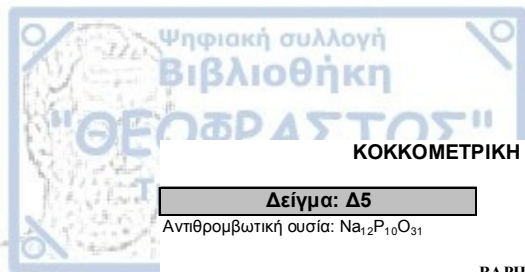
ΔΕΙΓΜΑ: ΔΓ1Δ5

ΒΑΘΟΣ: 3,00-4,00m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοίγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	42,380	100,00
1 in.	25	0	0,00	42,380	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	42,380	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	42,380	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	42,380	100,00
No. 4	4,75	0	0,00	42,380	100,00
No. 10	2	0	0,20	42,295	99,80
No. 40	0,425	0,93	2,19	41,365	97,61
No. 100	0,15	2,9	6,84	38,465	90,76
No. 200	0,075	5,88	13,87	32,585	76,89
	0,0497	12,23	28,85	20,36	48,04
	0,0356	2,00	4,71	18,36	43,33
	0,0231	2,99	7,06	15,37	36,26
	0,0136	2,99	7,06	12,38	29,20
	0,0093	1,60	3,77	10,78	25,43
	0,0069	1,50	3,53	9,28	21,90
	0,0035	2,20	5,18	7,09	16,72
	0,0014	2,69	6,36	4,39	10,36
		4,39	10,36		
		42,380	100,00		



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 59



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ 152Η (ΜΕΘΟΔΟΣ STOKE'S)

Δείγμα: Δ5
Αντηθομβωτική ουσία: $\text{Na}_2\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

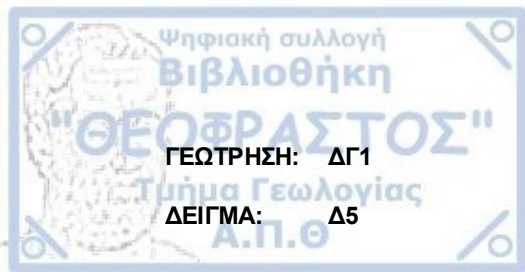
Βάθος δειγματοληψίας: **3.0 - 4.0 μ.**
Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

ΒΑΡΗ (gr)	
Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	43,136
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	40,468
Βάρος ξηρού δείγματος	9,518
Βάρος κάψας	30,95
Περιεχόμενη υγρασία (m)	28,03
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	54,26
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	42,380
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	0,085
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	42,295

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)	
Υγρασία δείγματος m	28,03
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	0,20
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	99,80

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	21,8	23	-2,6	20,4	48,14	0,0497	48,04
9:57	0:02	21,8	21	-2,6	18,4	43,42	0,0356	43,33
10:00	0:05	21,6	18	-2,6	15,4	36,34	0,0231	36,26
10:10	0:15	21,6	15	-2,6	12,4	29,26	0,0136	29,20
10:25	0:30	21,3	13,5	-2,7	10,8	25,48	0,0093	25,43
10:55	1:00	21,1	12	-2,7	9,3	21,94	0,0069	21,90
14:05	4:10	20,9	10	-2,9	7,1	16,75	0,0035	16,72
9:55	0:00	21,6	7	-2,6	4,4	10,38	0,0014	10,36

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 60



ΓΕΩΤΡΗΣΗ: ΔΓ1
ΔΕΙΓΜΑ: Δ5

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 12/3/2009

ΒΑΘΟΣ: 3,00-4,00m

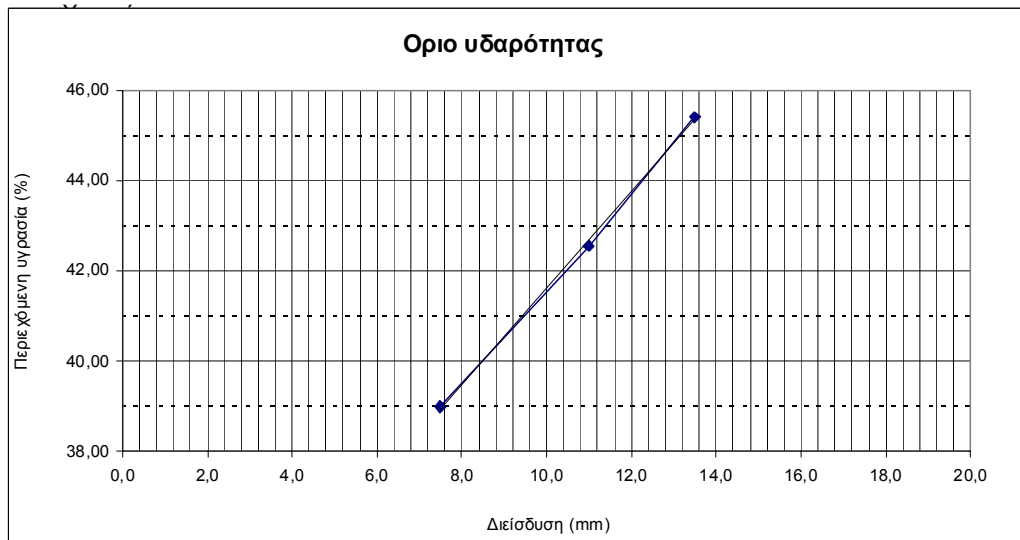
	ΔΟΚΙΜΗ	Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
		1	2	3	4	1	2	3	4
	Αριθμός δοκιμής								
	Αριθμός υποδοχέα								
	Βάθος διείδυσης (mm)	7,5	11	13,5					
A	Βάρος υγρού δείγματος + υποδοχέα gr	42,061	47,901	57,110		26,724	28,584		
B	Βάρος ξηρού δείγματος + υποδοχέα gr	38,169	42,280	48,771		25,305	27,247		
Γ	Βάρος ύδατος gr	3,892	5,621	8,339		1,419	1,337		
Δ	Βάρος υποδοχέα gr	28,188	29,073	30,409		19,467	21,727		
E	Βάρος ξηρού δείγματος gr	9,981	13,207	18,362		5,838	5,520		
Z	Περιεχόμενη υγρασία %	38,99	42,56	45,41		24,31	24,22		

Οριο υδαρότητας **LL** : 42 %

Οριο πλαστικότητας **PL** : 24 %

Δείκτης πλαστικότητας **IP** : 18 %

Παρατηρήσεις:



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 61

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: ΔΓ1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 10/3/09

ΔΕΙΓΜΑ: Δ5

ΒΑΘΟΣ (m) : 3,00-4,00μ

Στοιχεία Δοκιμίου :

Διάμετρος	Υψος	Επιφάνεια	Ανηγμένη επιφ.	Βάρος
1.D (mm) = 38,05	L (mm) = 75,25	S _o (cm ²) = 11,37	S (cm ²) = 12,13	W (gr): 156,88
2.D (mm) =	L (mm) =	S _o (cm ²) =	S (cm ²) =	W (gr):
3.D (mm) =	L (mm) =	S _o (cm ²) =	S (cm ²) =	W (gr):

	Παραμ. ΔL (mm)	Αξον.παρ. ε _a =ΔL/L (%)	Φορτίο θραύσης P (N)	Αντοχή σε ανεμπόδιση τη θλίψη q _u (kPa)	Φαινόμενο βάρος γ (t/m ³)	Ξηρό φαιν. βάρ. γ _d (t/m ³)	Περιεχόμενη υγρασία (%)
1	4,74	6,30	73	60,2	1,83	1,42	29,1
2							
3							
M.O.							

Περιγραφή δείγματος:

Αργιλώδης Άμμος

Παρατηρήσεις :

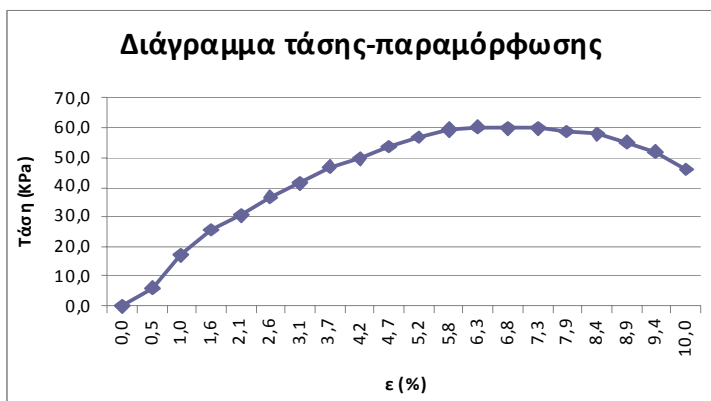
Ταχύτητα θραύσης : παραμόρφωση 1/2-2 % ανά min

Θραύση < 10 min

Μέγιστη παραμόρφωση 20%

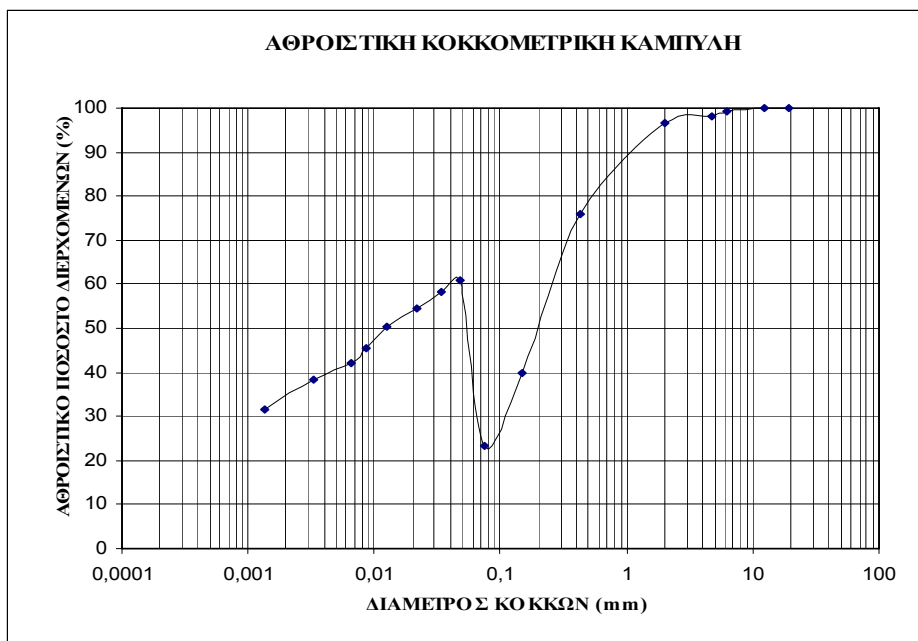


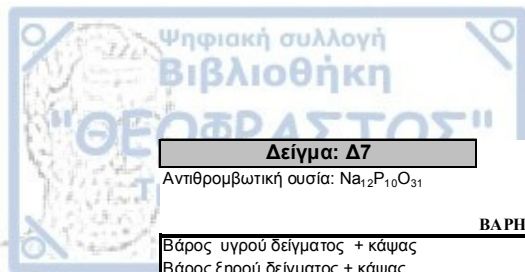
διαμητική θραύση
συζυγής διατμ. θραύση
θραύση με επέκταση



	mm	ε	ένδειξη	N	A	stress	ε%
0	0,00	0,000000	0	0,0	1137,00	0,0	0,0
10	0,25	0,005237	5	7,1	1142,99	6,2	0,5
20	0,51	0,010474	14	19,8	1149,04	17,3	1,0
30	0,76	0,015711	21	29,8	1155,15	25,8	1,6
40	1,02	0,020948	25	35,4	1161,33	30,5	2,1
50	1,27	0,026186	30	42,5	1167,57	36,4	2,6
60	1,52	0,031423	34	48,2	1173,89	41,1	3,1
70	1,78	0,036660	39	55,3	1180,27	46,8	3,7
80	2,03	0,041897	41,5	58,8	1186,72	49,6	4,2
90	2,29	0,047134	45	63,8	1193,24	53,5	4,7
100	2,54	0,052371	48	68,0	1199,84	56,7	5,2
110	2,79	0,057608	50,5	71,6	1206,50	59,3	5,8
120	3,05	0,062845	51,5	73,0	1213,25	60,2	6,3
130	3,30	0,068082	51,5	73,0	1220,07	59,8	6,8
140	3,56	0,073320	51,5	73,0	1226,96	59,5	7,3
150	3,81	0,078557	51	72,3	1233,93	58,6	7,9
160	4,06	0,083794	50,5	71,6	1240,99	57,7	8,4
170	4,32	0,089031	48,5	68,7	1248,12	55,1	8,9
180	4,57	0,094268	46	65,2	1255,34	51,9	9,4
190	4,83	0,099505	41	58,1	1262,64	46,0	10,0

Αριθμός κοσκίνου	Ανοιγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	316,730	100,00
1 in.	25	0	0,00	316,730	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	316,730	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	316,730	100,00
1/4 in.	6,3	1,98	0,63	314,750	99,37
No. 4	4,75	3,51	1,11	311,240	98,27
No. 10	2	4,97	1,57	306,270	96,70
No. 40	0,425	65,88	20,80	240,390	75,90
No. 100	0,15	114,68	36,21	125,710	39,69
No. 200	0,075	52,3	16,51	73,410	23,18
	Παιπάλη	73,410	23,18		
	Ολικό Βάρος:	316,730	100,00		



**Δείγμα: Δ7**Ανθρομοβωτική ουσία: $\text{Na}_2\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

Βάθος δειγματοληψίας:

4.45 -5.00μ.

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

BAPH (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	51,065
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	47,204
Βάρος ξηρού δείγματος	18,92
Βάρος κάψας	28,284
Περιεχόμενη υγρασία (m)	20,41
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	44,46
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	36,925
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	-269,345
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	306,270

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	20,41
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	3,30
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	96,70

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	23,1	25,5	-2,2	23,3	63,10	0,0481	61,02
9:57	0:02	23,1	24,5	-2,2	22,3	60,39	0,0342	58,40
10:00	0:05	23	23	-2,2	20,8	56,33	0,0218	54,47
10:10	0:15	23,4	21,5	-2,2	19,3	52,27	0,0128	50,54
10:25	0:30	23,1	19,5	-2,2	17,3	46,85	0,0086	45,30
10:55	1:00	22,4	18,5	-2,4	16,1	43,60	0,0065	42,16
14:05	4:10	22,3	17	-2,4	14,6	39,54	0,0033	38,23
9:55	0:00	20,8	15	-2,9	12,1	32,77	0,0014	31,69

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 64

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: ΔΓ1
ΔΕΙΓΜΑ: Δ7

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 12/3/2009

ΒΑΘΟΣ: 4,45-5,00m

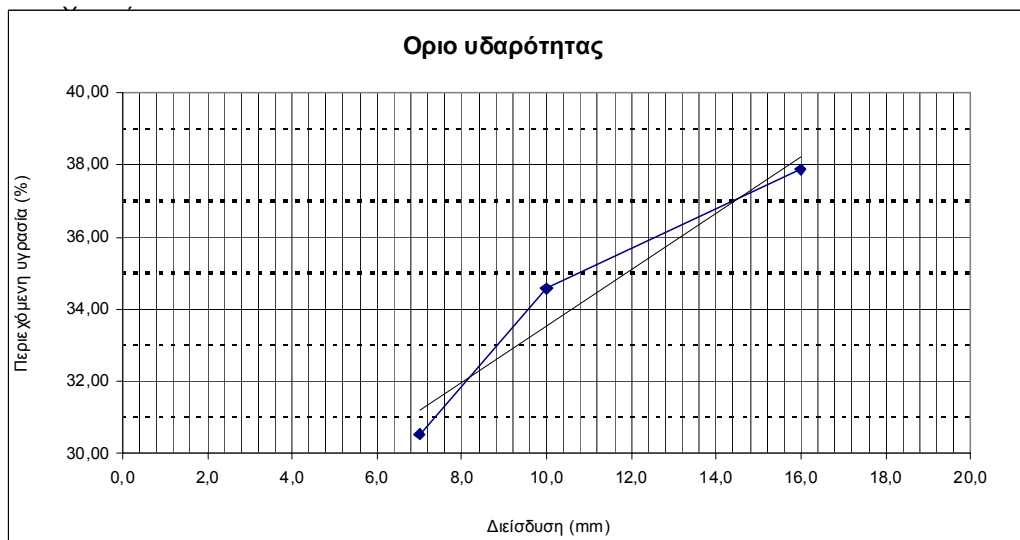
	ΔΟΚΙΜΗ	Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
		1	2	3	4	1	2	3	4
	Αριθμός δοκιμής								
	Αριθμός υποδοχέα								
	Βάθος διείδυσης (mm)	7	10	16					
A	Βάρος υγρού δείγματος + υποδοχέα gr	39,802	47,849	49,304		18,803	18,593		
B	Βάρος ξηρού δείγματος + υποδοχέα gr	36,625	43,599	43,391		17,452	17,149		
Γ	Βάρος ύδατος gr	3,177	4,250	5,913		1,351	1,444		
Δ	Βάρος υποδοχέα gr	26,220	31,303	27,779		12,247	11,601		
E	Βάρος ξηρού δείγματος gr	10,405	12,296	15,612		5,205	5,548		
Z	Περιεχόμενη υγρασία %	30,53	34,56	37,87		25,96	26,03		

Οριο υδαρότητας **LL** : 34 %

Οριο πλαστικότητας **PL** : 26 %

Δείκτης πλαστικότητας **IP** : 8 %

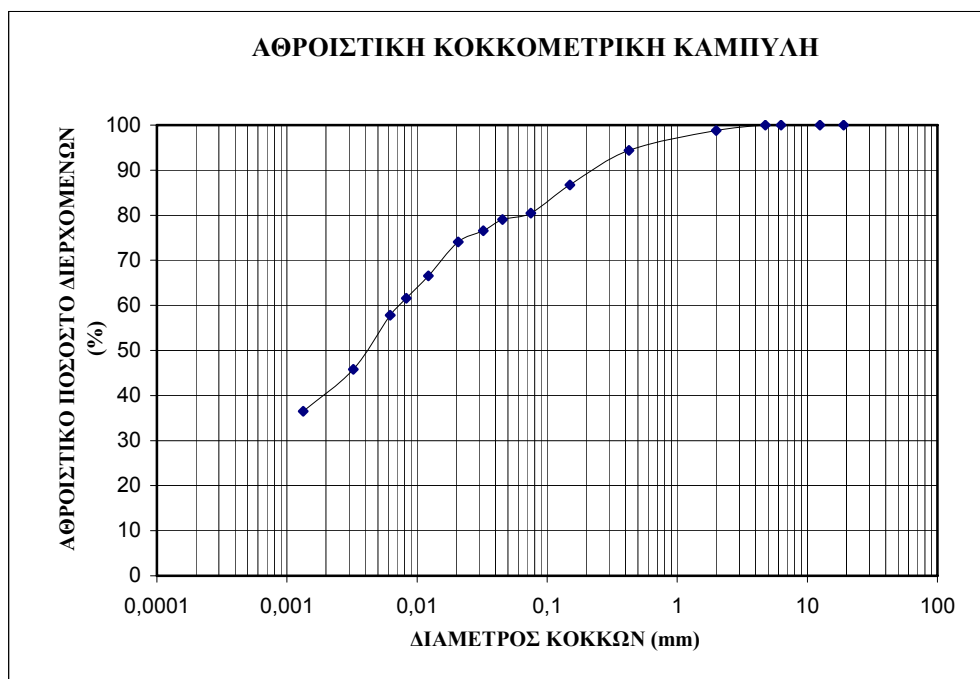
Παρατηρήσεις:



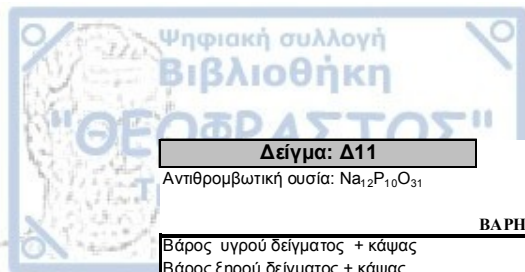
ΔΕΙΓΜΑ: ΔΓ1Δ11

ΒΑΘΟΣ: 7,00-8,00m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοιγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	39,491	100,00
1 in.	25	0	0,00	39,491	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	39,491	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	39,491	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	39,491	100,00
No. 4	4,75	0	0,00	39,491	100,00
No. 10	2	0	1,19	39,020	98,81
No. 40	0,425	1,74	4,41	37,280	94,40
No. 100	0,15	3,02	7,65	34,260	86,75
No. 200	0,075	2,48	6,28	31,780	80,47
	0,0454	0,56	1,41	31,22	79,06
	0,0323	0,99	2,50	30,24	76,56
	0,0207	0,99	2,50	29,25	74,06
	0,0122	2,96	7,51	26,28	66,55
	0,0083	1,98	5,00	24,31	61,55
	0,0062	1,48	3,75	22,82	57,80
	0,0032	4,74	12,01	18,08	45,79
	0,0013	3,66	9,26	14,43	36,53
		14,43	36,53		
		39,491	100,00		



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 66

**Δείγμα: Δ11**Ανθρομοβωτική ουσία: $\text{Na}_2\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

Βάθος δειγματοληψίας:

7.0 - 8.0 μ.

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

BAPH (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	45,616
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	42,371
Βάρος ξηρού δείγματος	9,549
Βάρος κάψας	32,822
Περιεχόμενη υγρασία (m)	33,98
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	52,911
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	39,491
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	0,471
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	39,020

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	33,98
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	1,19
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	98,81

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	22,6	34	-2,4	31,6	80,02	0,0454	79,06
9:57	0:02	22,5	33	-2,4	30,6	77,49	0,0323	76,56
10:00	0:05	22,3	32	-2,4	29,6	74,95	0,0207	74,06
10:10	0:15	22	29	-2,4	26,6	67,36	0,0122	66,55
10:25	0:30	22	27	-2,4	24,6	62,29	0,0083	61,55
10:55	1:00	22,4	25,5	-2,4	23,1	58,49	0,0062	57,80
14:05	4:10	21,3	21	-2,7	18,3	46,34	0,0032	45,79
9:55	0:00	22,4	17	-2,4	14,6	36,97	0,0013	36,53

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 67

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: ΔΓ1
ΔΕΙΓΜΑ: Δ12

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 12/3/2009

ΒΑΘΟΣ: 8,00-8,45m

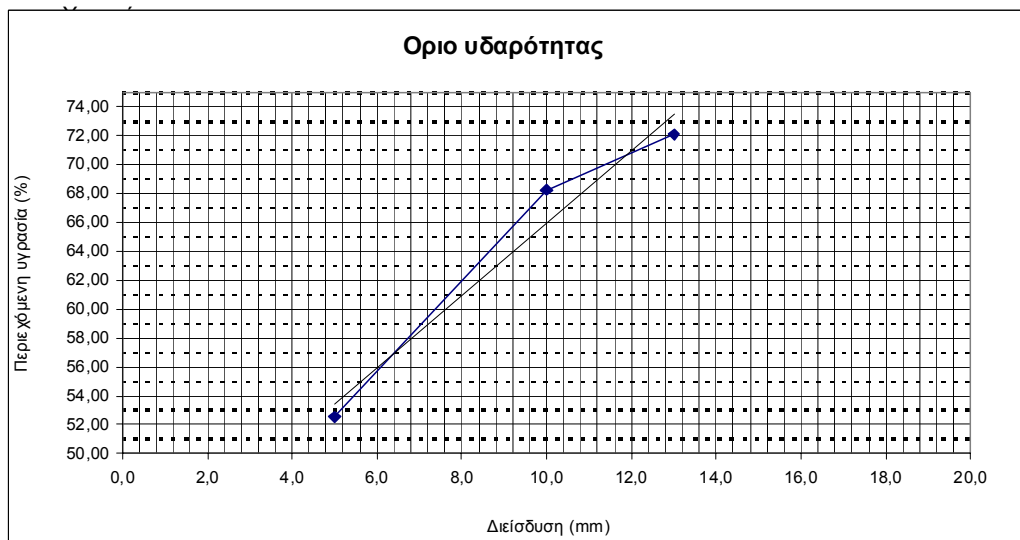
ΔΟΚΙΜΗ	Αριθμός δοκιμής	Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Αριθμός υποδοχέα									
Βάθος διείδυσης (mm)		5	10	13					
A Βάρος υγρού δείγματος + υποδοχέα	gr	43,690	50,650	48,811		26,724	28,584		
B Βάρος ξηρού δείγματος + υποδοχέα	gr	38,071	41,581	39,551		25,305	27,247		
Γ Βάρος ύδατος	gr	5,619	9,069	9,260		1,419	1,337		
Δ Βάρος υποδοχέα	gr	27,381	28,292	26,708		19,467	21,727		
E Βάρος ξηρού δείγματος	gr	10,690	13,289	12,843		5,838	5,520		
Z Περιεχόμενη υγρασία	%	52,56	68,24	72,10		24,31	24,22		

Οριο υδαρότητας **LL** : 66 %

Οριο πλαστικότητας **PL** : 24 %

Δείκτης πλαστικότητας **IP** : 42 %

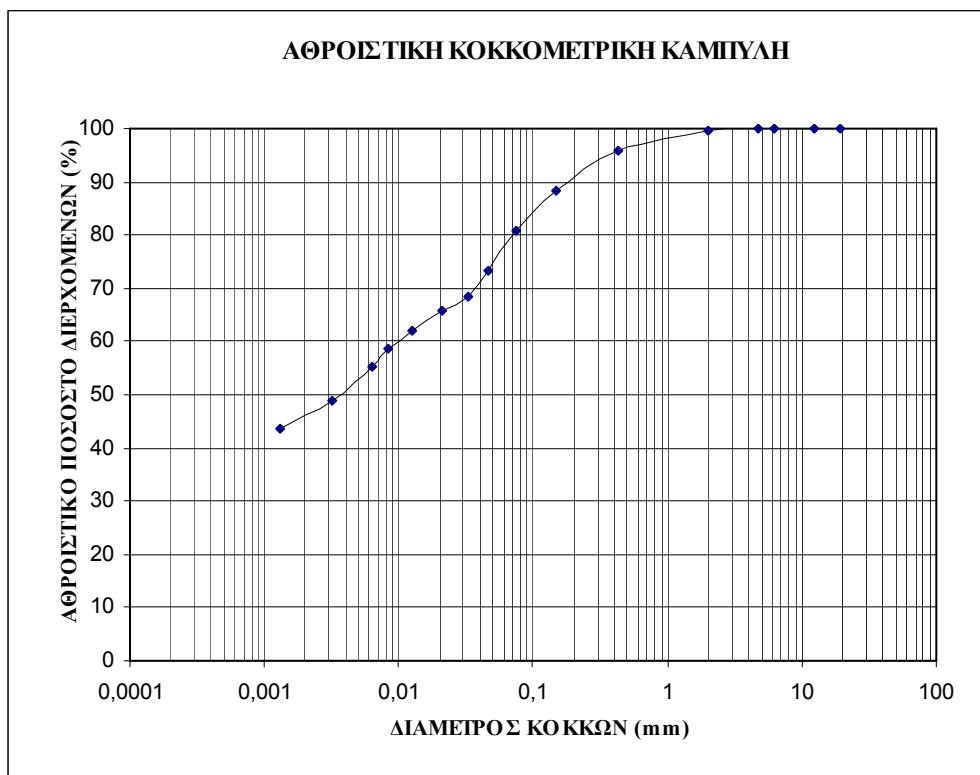
Παρατηρήσεις:



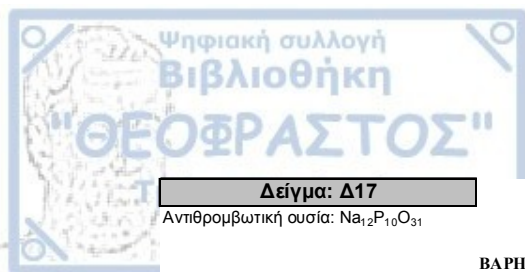
ΔΕΙΓΜΑ: ΔΓ1Δ17

ΒΑΘΟΣ: 11,00-12,00m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοίγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	40,273	100,00
1 in.	25	0	0,00	40,273	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	40,273	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	40,273	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	40,273	100,00
No. 4	4,75	0	0,00	40,273	100,00
No. 10	2	0	0,23	40,180	99,77
No. 40	0,425	1,502	3,73	38,678	96,04
No. 100	0,15	3,07	7,62	35,608	88,42
No. 200	0,075	3,02	7,50	32,588	80,92
	0,0463	3,06	7,59	29,53	73,33
	0,0331	2,00	4,95	27,54	68,37
	0,0211	1,00	2,48	26,54	65,90
	0,0124	1,50	3,72	25,04	62,18
	0,0083	1,50	3,72	23,55	58,46
	0,0063	1,30	3,22	22,25	55,24
	0,0032	2,49	6,19	19,75	49,05
	0,0013	2,19	5,45	17,56	43,60
		17,56	43,60		
		40,273	100,00		



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 69



Δείγμα: Δ17
Ανθρορωπιωτική ουσία: Na₂P₁₀O₃₁

Βάθος δειγματοληψίας: **11.0 - 12.0 μ.**
Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

ΒΑΡΗ (gr)	
Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	59,28
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	56,28
Βάρος ξηρού δείγματος	13,128
Βάρος κάψας	43,152
Περιεχόμενη υγρασία (m)	22,85
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _a)	49,476
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	40,273
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο Νο 10	0,093
Βάρος δείγματος διερχ. από το Νο 10	40,180

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)	
Υγρασία δείγματος m	22,85
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του Νο 10	0,23
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του Νο 10	99,77

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R ₀	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W _a (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	22,3	32	-2,4	29,6	73,50	0,0463	73,33
9:57	0:02	22,1	30	-2,4	27,6	68,53	0,0331	68,37
10:00	0:05	22,4	29	-2,4	26,6	66,05	0,0211	65,90
10:10	0:15	22	27,5	-2,4	25,1	62,32	0,0124	62,18
10:25	0:30	22	26	-2,4	23,6	58,60	0,0083	58,46
10:55	1:00	21,1	25	-2,7	22,3	55,37	0,0063	55,24
14:05	4:10	21	22,5	-2,7	19,8	49,16	0,0032	49,05
9:55	0:00	22,7	20	-2,4	17,6	43,70	0,0013	43,60

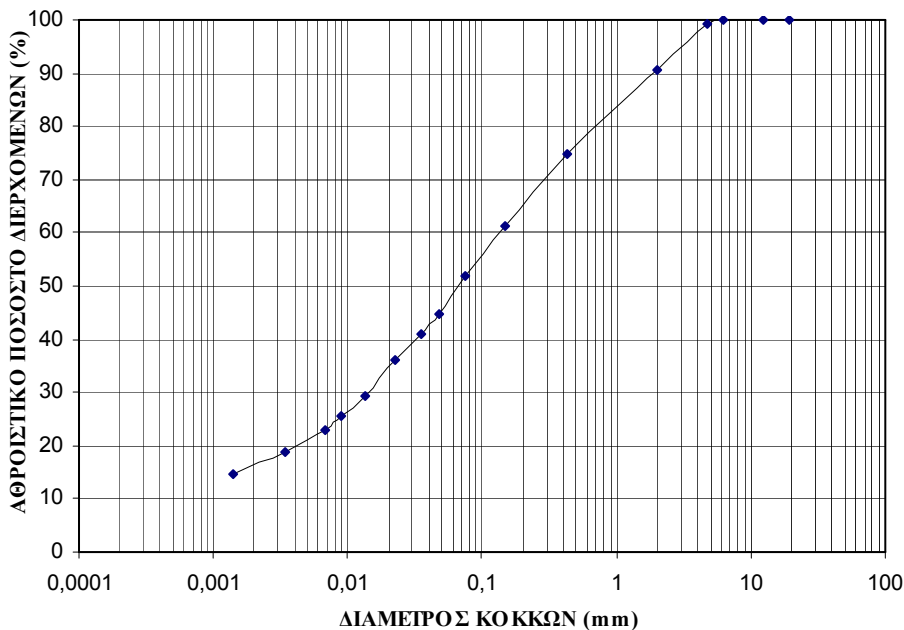
ΔΕΙΓΜΑ: ΔΓ2Δ5

ΒΑΘΟΣ: 3,00-4,00m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοιγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	47,403	100,00
1 in.	25	0	0,00	47,403	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	47,403	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	47,403	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	47,403	100,00
No. 4	4,75	0,398	0,84	47,005	99,16
No. 10	2	0,398	8,60	42,928	90,56
No. 40	0,425	7,531	15,89	35,397	74,67
No. 100	0,15	6,31	13,31	29,087	61,36
No. 200	0,075	4,44	9,37	24,647	51,99
	0,0486	3,46	7,29	21,19	44,70
	0,0349	1,81	3,82	19,38	40,88
	0,0227	2,35	4,97	17,03	35,92
	0,0134	3,17	6,69	13,86	29,23
	0,0091	1,81	3,82	12,04	25,41
	0,0068	1,09	2,29	10,96	23,12
	0,0034	1,99	4,20	8,97	18,91
	0,0014	2,08	4,39	6,88	14,52
		6,88	14,52		
		47,403	100,00		

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 70

ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ



Δείγμα: Δ5

Ανθρομβωτική ουσία: $\text{Na}_2\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

Βάθος δειγματοληψίας:

3.0 - 4.0 μ.

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	46,407
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	43,612
Βάρος ξηρού δείγματος	14,16
Βάρος κάψας	29,452
Περιεχόμενη υγρασία (m)	19,74
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	56,76
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	47,403
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	4,475
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	42,928

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	19,74
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	9,44
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	90,56

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	21,7	26	-2,6	23,4	49,36	0,0486	44,70
9:57	0:02	21,7	24	-2,6	21,4	45,14	0,0349	40,88
10:00	0:05	21,4	21,5	-2,7	18,8	39,66	0,0227	35,92
10:10	0:15	21,4	18	-2,7	15,3	32,28	0,0134	29,23
10:25	0:30	21,2	16	-2,7	13,3	28,06	0,0091	25,41
10:55	1:00	20,8	15	-2,9	12,1	25,53	0,0068	23,12
14:05	4:10	21,6	12,5	-2,6	9,9	20,88	0,0034	18,91
9:55	0:00	22,1	10	-2,4	7,6	16,03	0,0014	14,52

ΓΕΩΤΡΗΣΗ: ΔΓ2
ΔΕΙΓΜΑ: Δ5

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 12/3/2009

ΒΑΘΟΣ: 3,00-4,00m

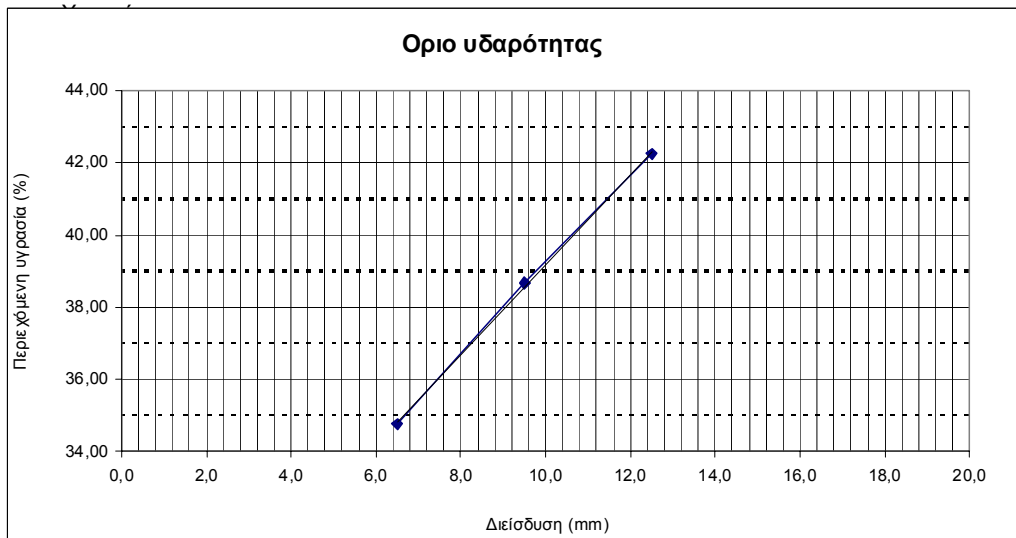
	ΔΟΚΙΜΗ	Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
		1	2	3	4	1	2	3	4
	Αριθμός δοκιμής								
	Αριθμός υποδοχέα								
	Βάθος διείδυσης (mm)	6,5	9,5	12,5					
A	Βάρος υγρού δείγματος + υποδοχέα gr	48,275	56,150	54,222		39,226	36,301		
B	Βάρος ξηρού δείγματος + υποδοχέα gr	44,283	48,967	46,251		37,288	34,932		
Γ	Βάρος ύδατος gr	3,992	7,183	7,971		1,938	1,369		
Δ	Βάρος υποδοχέα gr	32,804	30,391	27,385		28,285	28,452		
E	Βάρος ξηρού δείγματος gr	11,479	18,576	18,866		9,003	6,480		
Z	Περιεχόμενη υγρασία %	34,78	38,67	42,25		21,53	21,13		

Οριο υδαρότητας **LL** : 39 %

Οριο πλαστικότητας **PL** : 21 %

Δείκτης πλαστικότητας **IP** : 18 %

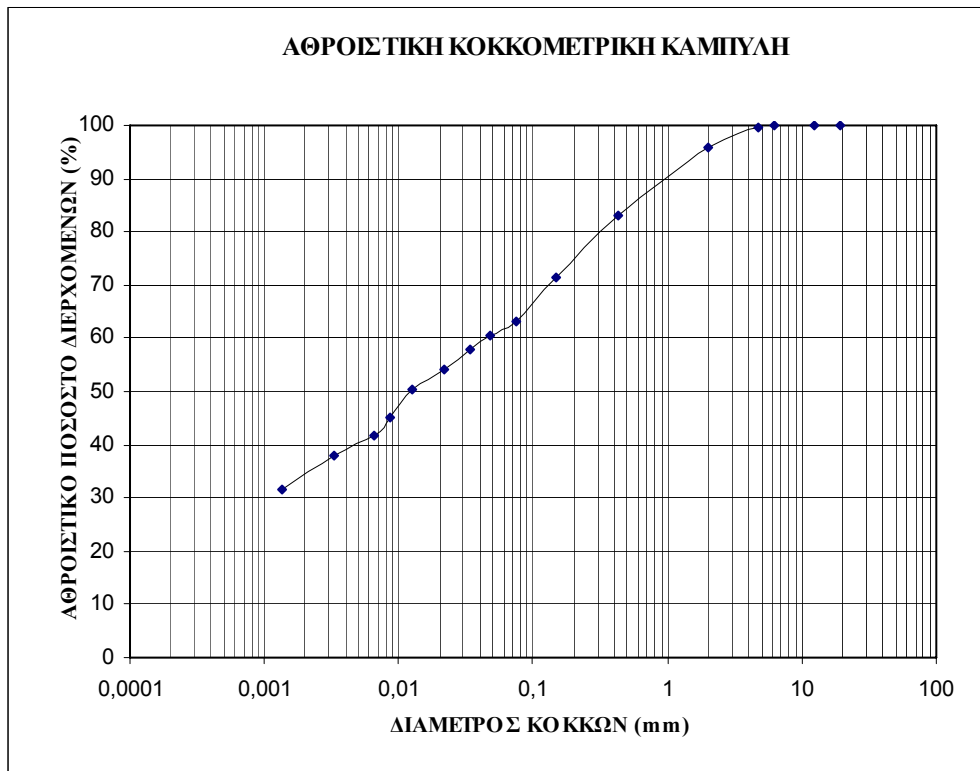
Παρατηρήσεις:



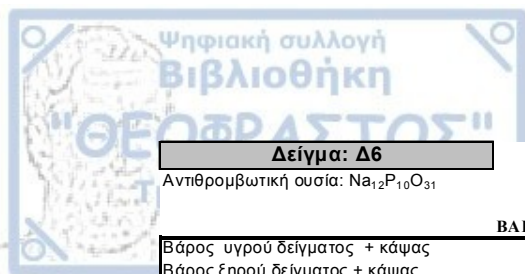
ΔΕΙΓΜΑ: Γ2Δ9

ΒΑΘΟΣ: 6,00-6,45m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοίγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	176,070	100,00
1 in.	25	0	0,00	176,070	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	176,070	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	176,070	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	176,070	100,00
No. 4	4,75	0,48	0,27	175,590	99,73
No. 10	2	0,48	3,70	169,070	96,02
No. 40	0,425	22,81	12,96	146,260	83,07
No. 100	0,15	20,6	11,70	125,660	71,37
No. 200	0,075	14,55	8,26	111,110	63,11
	0,0481	4,42	2,51	106,69	60,59
	0,0342	4,58	2,60	102,11	57,99
	0,0218	6,87	3,90	95,24	54,09
	0,0128	6,87	3,90	88,37	50,19
	0,0086	9,16	5,20	79,21	44,99
	0,0065	5,49	3,12	73,72	41,87
	0,0033	6,87	3,90	66,85	37,97
	0,0014	11,45	6,50	55,40	31,47
		55,40	31,47		
		176,070	100,00		



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 73



Δείγμα: Δ6

Αντιθρομβωτική ουσία: $\text{Na}_{12}\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

Βάθος δειγματοληψίας:

4.00 - 4.45 μ.

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	51,065
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	47,204
Βάρος ξηρού δείγματος	18,92
Βάρος κάψας	28,284
Περιεχόμενη υγρασία (m)	20,41
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_s)	44,46
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	36,925
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	96,020

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	20,41
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	3,98
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	96,02

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_s (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	23,1	25,5	-2,2	23,3	63,10	0,0481	60,59
9:57	0:02	23,1	24,5	-2,2	22,3	60,39	0,0342	57,99
10:00	0:05	23	23	-2,2	20,8	56,33	0,0218	54,09
10:10	0:15	23,4	21,5	-2,2	19,3	52,27	0,0128	50,19
10:25	0:30	23,1	19,5	-2,2	17,3	46,85	0,0086	44,99
10:55	1:00	22,4	18,5	-2,4	16,1	43,60	0,0065	41,87
14:05	4:10	22,3	17	-2,4	14,6	39,54	0,0033	37,97
9:55	0:00	20,8	15	-2,9	12,1	32,77	0,0014	31,47

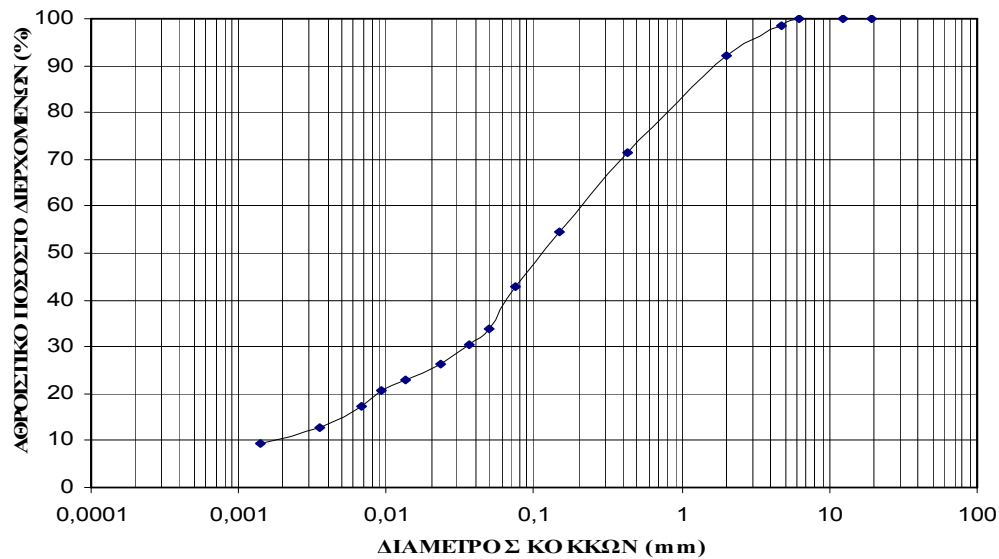
ΔΕΙΓΜΑ: ΔΓ2Δ8

ΒΑΘΟΣ: 5,00-6,00m

Αριθμός κοσκίνου	Ανοίγμα κοσκίνου mm	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
2 in.	50	0	0,00	55,580	100,00
1 in.	25	0	0,00	55,580	100,00
3/4 in.	19	0	0,00	55,580	100,00
1/2 in.	12,5	0	0,00	55,580	100,00
1/4 in.	6,3	0	0,00	55,580	100,00
No. 4	4,75	0,924	1,66	54,656	98,34
No. 10	2	0,924	6,09	51,270	92,25
No. 40	0,425	11,55	20,78	39,720	71,46
No. 100	0,15	9,48	17,06	30,240	54,41
No. 200	0,075	6,41	11,53	23,830	42,88
	0,0499	5,10	9,18	18,73	33,69
	0,0358	1,84	3,32	16,88	30,37
	0,0232	2,31	4,15	14,57	26,22
	0,0135	1,75	3,15	12,82	23,07
	0,0091	1,38	2,49	11,44	20,58
	0,0068	1,84	3,32	9,59	17,26
	0,0035	2,40	4,32	7,20	12,95
	0,0014	2,03	3,65	5,17	9,29
		5,17	9,29		
		55,580	100,00		

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 74

ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ



Δείγμα: Δ8

Ανθρομβωτική ουσία: $\text{Na}_2\text{P}_{10}\text{O}_{31}$

Βάθος δειγματοληψίας:

5.0 - 6.0 μ.

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

BAPH (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	41,388
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	39,946
Βάρος ξηρού δείγματος	8,935
Βάρος κάψας	31,011
Περιεχόμενη υγρασία (m)	16,14
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	64,55
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	55,580
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	4,310
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	51,270

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	16,14
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	7,75
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	92,25

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου R_o	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
9:55	0:00							
9:56	0:01	21,4	23	-2,7	20,3	36,52	0,0499	33,69
9:57	0:02	21,4	21	-2,7	18,3	32,93	0,0358	30,37
10:00	0:05	21,3	18,5	-2,7	15,8	28,43	0,0232	26,22
10:10	0:15	21,6	16,5	-2,6	13,9	25,01	0,0135	23,07
10:25	0:30	21,6	15	-2,6	12,4	22,31	0,0091	20,58
10:55	1:00	21,7	13	-2,6	10,4	18,71	0,0068	17,26
14:05	4:10	21,3	10,5	-2,7	7,8	14,03	0,0035	12,95
9:55	0:00	22,5	8	-2,4	5,6	10,08	0,0014	9,29

ΔΕΙΓΜΑ: Δ9

ΒΑΘΟΣ:

6,00-6,45m

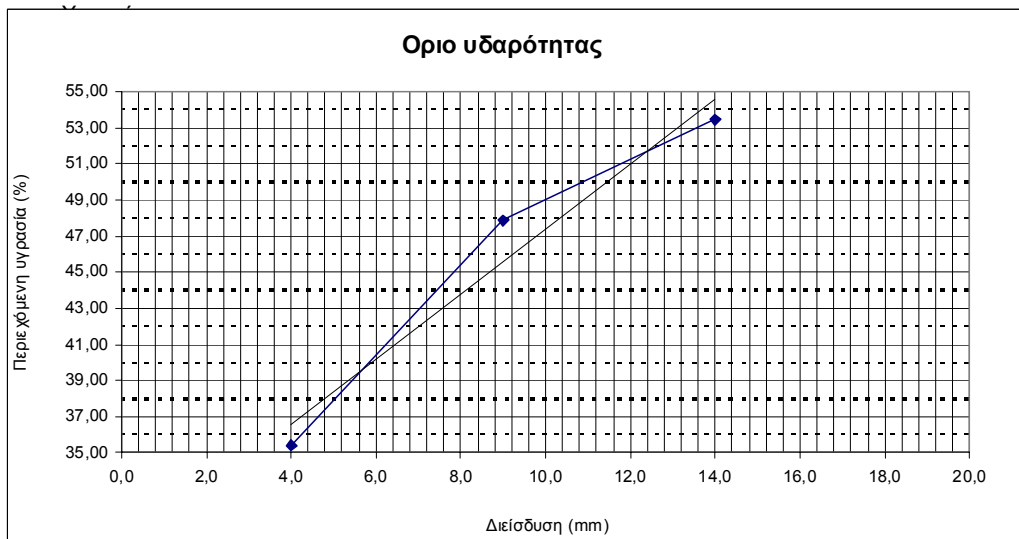
ΔΟΚΙΜΗ	Αριθμός δοκιμής	Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Αριθμός υποδοχέα									
Βάθος διείδυσης (mm)		4	9	14					
A Βάρος υγρού δείγματος + υποδοχέα	gr	37,531	50,796	52,971		15,341	14,540		
B Βάρος ξηρού δείγματος + υποδοχέα	gr	34,401	44,376	44,783		14,827	14,098		
Γ Βάρος ύδατος	gr	3,130	6,420	8,188		0,514	0,442		
Δ Βάρος υποδοχέα	gr	25,564	30,961	29,464		12,225	11,770		
E Βάρος ξηρού δείγματος	gr	8,837	13,415	15,319		2,602	2,328		
Z Περιεχόμενη υγρασία	%	35,42	47,86	53,45		19,75	18,99		

Οριο υδαρότητας **LL** : 47 %

Παρατηρήσεις:

Οριο πλαστικότητας **PL** : 19 %

Δείκτης πλαστικότητας **IP** : 28 %



ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 10/3/09

ΒΑΘΟΣ (m) : 6,00-6,45μ

Στοιχεία Δοκιμίου :

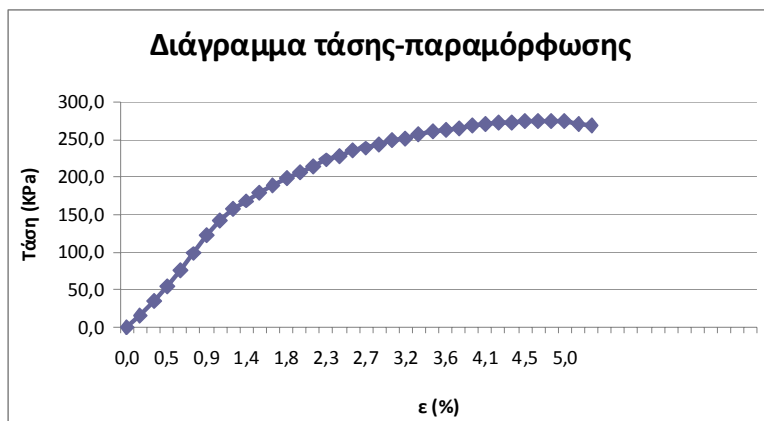
Διάμετρος	Υψος	Επιφάνεια	Ανηγμένη επιφ.	Βάρος
1.D (mm) = 35,5	L (mm) = 85,2	S _o (cm ²) = 9,89	S (cm ²) = 10,38	W (gr): 174,43
2.D (mm) =	L (mm) =	S _o (cm ²) =	S (cm ²) =	W (gr):
3.D (mm) =	L (mm) =	S _o (cm ²) =	S (cm ²) =	W (gr):

	Παραμ. ΔL (mm)	Αξον.παρ. ε _a =ΔL/L (%)	Φορτίο θραύσης P (N)	Αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη q _u (kPa)	Φαινόμενο βάρος γ (t/m ³)	Ξηρό φαιν. βαρ. γ _d (t/m ³)	Περιεχόμενη υγρασία (%)
1	4,00	4,70	285	274,6	2,07	1,71	21,1
2							
3							
M.O.							

Περιγραφή δείγματος: Αργιλοιλώδης Άμμος

Παρατηρήσεις : Διατμητική Θραύση

Ταχύτητα θραύσης : παραμόρφωση 1/2-2 % ανά min
θραύση <10 min
Μέγιστη παραμόρφωση 20%





	mm	ε	ΚΓ2Δ5 ένδειξη	N	A	stress	ε%
0	0,00	0,000000	0	0,0	989,00	0,0	0,0
10	0,25	0,001512	11	15,6	990,50	15,7	0,2
20	0,51	0,003024	24	34,0	992,00	34,3	0,3
30	0,76	0,004536	38	53,9	993,51	54,2	0,5
40	1,02	0,006048	53	75,1	995,02	75,5	0,6
50	1,27	0,007560	69	97,8	996,53	98,1	0,8
60	1,52	0,009071	86	121,9	998,05	122,1	0,9
70	1,78	0,010583	100	141,7	999,58	141,8	1,1
80	2,03	0,012095	111	157,3	1001,11	157,2	1,2
90	2,29	0,013607	119	168,7	1002,64	168,2	1,4
100	2,54	0,015119	127	180,0	1004,18	179,3	1,5
110	2,79	0,016631	134	189,9	1005,73	188,9	1,7
120	3,05	0,018143	141	199,9	1007,27	198,4	1,8
130	3,30	0,019655	147	208,4	1008,83	206,5	2,0
140	3,56	0,021167	152	215,4	1010,39	213,2	2,1
150	3,81	0,022679	159	225,4	1011,95	222,7	2,3
160	4,06	0,024190	163	231,0	1013,52	228,0	2,4
170	4,32	0,025702	168	238,1	1015,09	234,6	2,6
180	4,57	0,027214	171	242,4	1016,67	238,4	2,7
190	4,83	0,028726	175	248,1	1018,25	243,6	2,9
200	5,08	0,030238	179	253,7	1019,84	248,8	3,0
210	5,33	0,031750	181	256,6	1021,43	251,2	3,2
220	5,59	0,033262	185	262,2	1023,03	256,3	3,3
230	5,84	0,034774	188	266,5	1024,63	260,1	3,5
240	6,10	0,036286	190	269,3	1026,24	262,4	3,6
250	6,35	0,037798	192	272,1	1027,85	264,8	3,8
260	6,60	0,039310	195	276,4	1029,47	268,5	3,9
270	6,86	0,040821	196,5	278,5	1031,09	270,1	4,1
280	7,11	0,042333	198	280,7	1032,72	271,8	4,2
290	7,37	0,043845	199	282,1	1034,35	272,7	4,4
300	7,62	0,045357	200	283,5	1035,99	273,6	4,5
310	7,87	0,046869	201	284,9	1037,63	274,6	4,7
320	8,13	0,048381	201	284,9	1039,28	274,1	4,8
330	8,38	0,049893	201	284,9	1040,94	273,7	5,0
340	8,64	0,051405	199	282,1	1042,59	270,5	5,1
350	8,89	0,052917	198	280,7	1044,26	268,8	5,3

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ		
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ Κ. ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2010
	ΚΑΖΙΛΗ ΜΑΡΙΑ	ΣΕΛΙΔΑ 78