

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



Διπλωματική εργασία: << Χαρακτηρισμός εδαφών κατά μήκος του άξονα του μετρό Θεσσαλονίκης>>

Ιορδανίδου Κυριακή Α.Ε.Μ.:3992

Επιβλέπων καθηγητής: Δημόπουλος Γεώργιος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. Πρόλογος	4
B. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής και της περιοχής έρευνας	5
1. Γεωτεκτονική τοποθέτηση της περιοχής έρευνας	5
2. Πετρολογικές και λιθολογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας	5
Γ. Τεκτονική της περιοχής	9
1. Βασικό τεκτονικό καθεστώς στην περιοχή μελέτης	9
2. Ρήγματα πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης	11
Δ. Στρωματογραφικές ενότητες της περιοχής έρευνας	14
1. Γενικά στοιχεία	14
2. Στρωματογραφία των ιζημάτων και των αποθέσεων	14
α) Αποθέσεις ιστορικών χρόνων	14
i. Τεχνιτές επιχωματώσεις-αρχαιολογικό στρώμα (F)	14
β) Τεταρτογενές (Ολόκαινο – Πλειστόκαινο)	14
i. Σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και υλικά χειμάρριων αποθέσεων (Q1)	14
ii. Ερυθρές άργιλοι (Q2)	15
γ) Νεογενές (Πλειόκαινο – Μειόκαινο)	15
i. Ψαμμιτο-μαργαϊκή σειρά (Sd-M)	15
ii. Σειρά ερυθρών αργίλων (Rc)	16
δ) Αλπικό υπόβαθρο (Σειρά Βερτίσκου)	16
i. Γνεύσιοι (Gn)	16
E. Γεωτεχνική συμπεριφορά των εδαφικών σχηματισμών που συναντήθηκαν στην περιοχή έρευνας	17

1. Γενικά στοιχεία	17
2. Διεξαγωγή και αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών	18
α) Κοκκομετρική ανάλυση	18
β) Δοκιμές προσδιορισμού των ορίων του Atterberg	30
ΣΤ. Συμπεράσματα	46
Η. Βιβλιογραφία	47

A. Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση και το γεωτεχνικό χαρακτηρισμό των εδαφών που συναντήθηκαν κατά μήκος του άξονα του μετρό της Θεσσαλονίκης.

Για το σκοπό αυτόν έγινε αρχικά συλλογή γεωλογικών, τεκτονικών και στρωματογραφικών στοιχείων που αφορούν την ευρύτερη περιοχή, και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές δοκιμές σε δείγματα εδαφών που παραχωρήθηκαν για την εκπόνηση την παρούσας διπλωματικής εργασίας από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. για την παραχώρηση των δειγμάτων και κυρίως τον κ.Πάτσιο Μανώλη αλλά και την υποψήφια διδάκτορα Ζερβοπούλου Άννα για την πολύτιμη βοήθειά τους στην συλλογή των δειγμάτων. Καθώς επίσης και τους Μακεδώνα Θωμά, Βογιατζή Δημήτριο, Χατζηγώγο Νικόλαο και Τσοχατζή Δήμητρα, οι οποίοι με την καθοδήγηση τους, τις συμβουλές τους αλλά και την προσωπική τους δουλειά βοήθησαν στην πραγματοποίηση των εργαστηριακών δοκιμών που έγιναν στο εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας του τομέα Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή Βουδούρη Κωνσταντίνο, καθώς και τους υποψήφιους διδάκτορες Μιχαηλίδου Αναστασία και Σμπόρα Σωτήριο για την πολύτιμη βοήθειά τους στη συλλογή στοιχείων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον καθηγητή μου Δημόπουλο Γεώργιο για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας: <<Χαρακτηρισμός εδαφών κατά μήκος του άξονα του μετρό Θεσσαλονίκης>>.

Β. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ **ΕΡΕΥΝΑΣ**

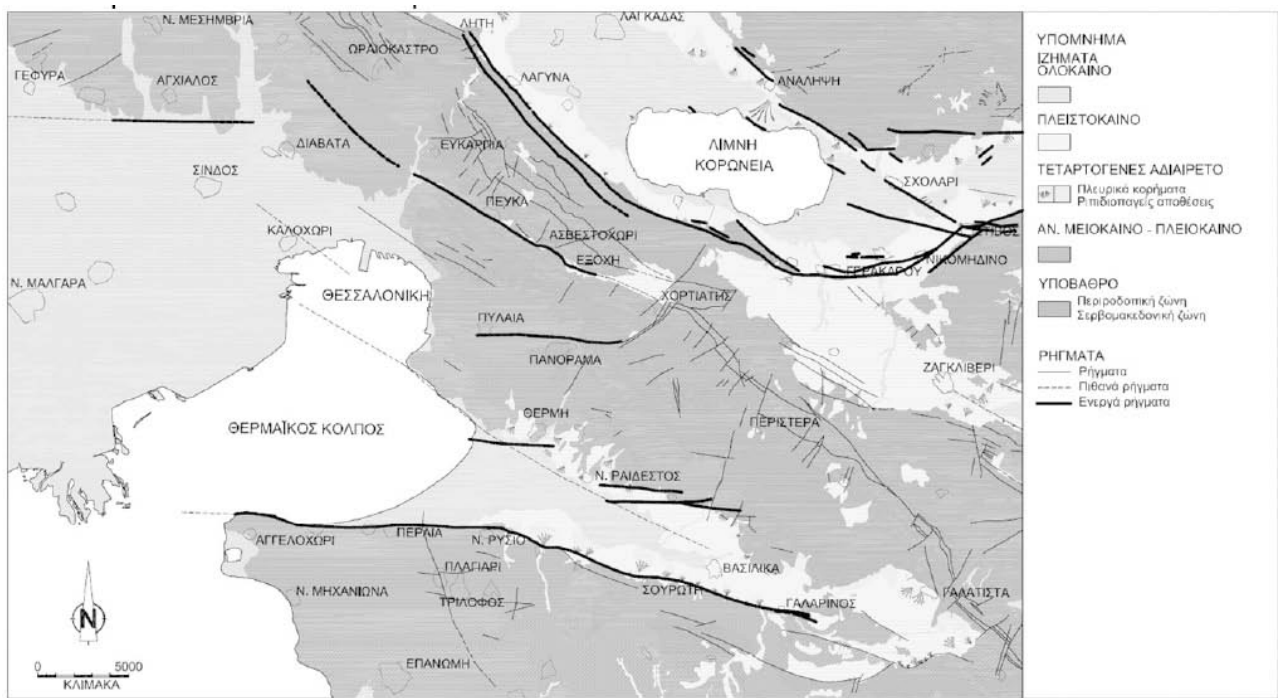
1.Γεωτεκτονική τοποθέτηση της περιοχής έρευνας

Η πόλη της Θεσσαλονίκης και γενικότερα η περιοχή μελέτης, ανήκει γεωλογικά κυρίως στην Περιροδοτική Ζώνη και μερικώς στη Σερβομακεδονική Μάζα (Μουντράκης 1985) όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Πιο συγκεκριμένα από την Περιροδοτική Ζώνη συναντώνται οι ενότητες Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη με τη μαγματική σειρά Χορτιάτη, και Μελισσοχωρίου – Χολομώντα και στη Σερβομακεδονική εμφανίζεται ο σχηματισμός Βερτίσκου. Το υπόβαθρο καλύπτεται από νεογενή ιζήματα και τεταρτογενείς ιζηματογενείς αποθέσεις. Η διάταξη των ζωνών και των πετρωμάτων υποβάθρου ακολουθεί την ΒΔ – ΝΑ διεύθυνση.

2.Πετρολογικές και λιθολογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας

Πιο αναλυτικά το υπόβαθρο αποτελείται από: διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους και σχιστόλιθους της Σερβομακεδονικής ζώνης, αμμούχους αργιλικούς σχιστόλιθους και ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους της ενότητας Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη με χαλαζίτες, φυλλίτες και ασβεστόλιθους της ενότητας Μελισσοχωρίου – Χολομώντα. Στα παραπάνω πετρώματα εμφανίζονται ως παρεμβολές εκρηξιγενή πετρώματα όπως γνεύσιοι, πρασινοσχιστόλιθοι και περιδοίτες της οφειολιθικής σειράς (Μουντράκης 1985).

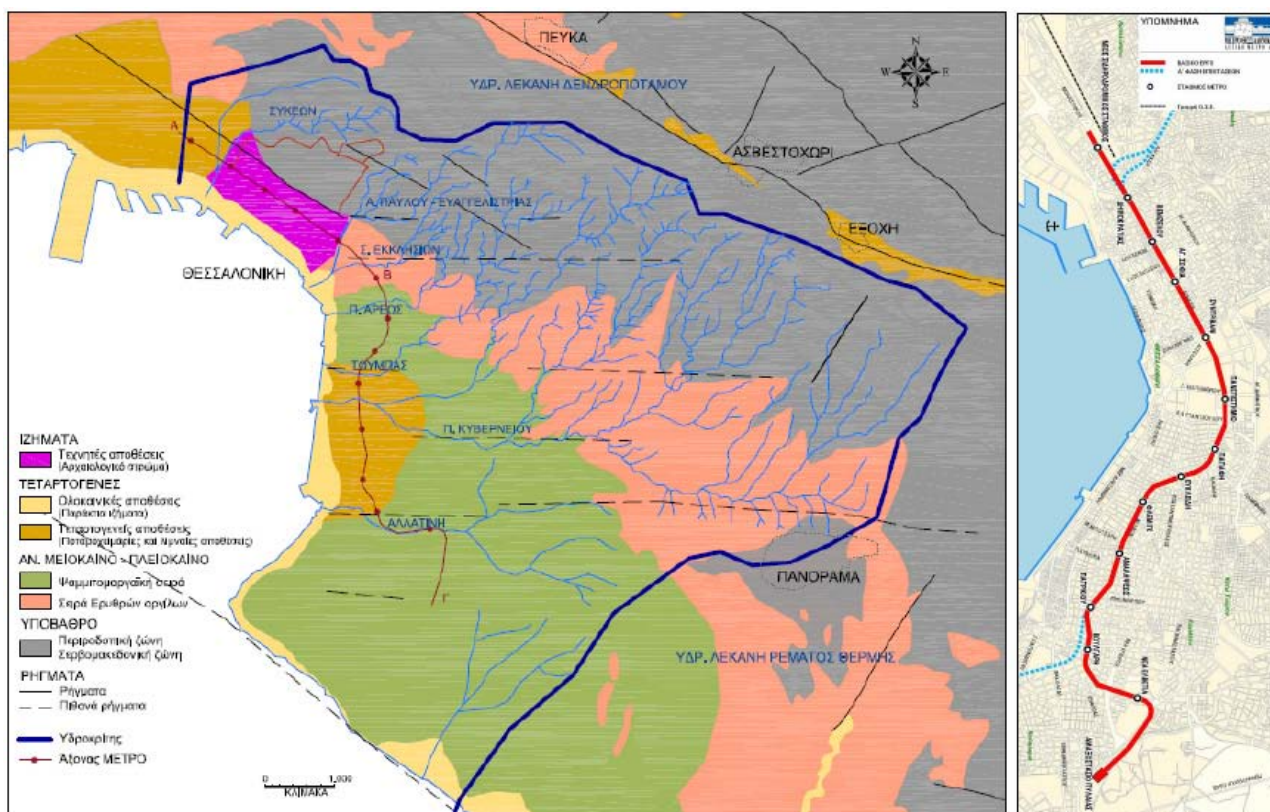
Τα πετρώματα της περιοχής μελέτης τα οποία και καλύπτουν το υπόβαθρο με έκταση πολύ μεγαλύτερη από αυτήν που καταλαμβάνουν τα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι τα Άνω Μειοκαινικά – Κάτω Πλειοκαινικά ιζήματα, τα οποία αποτελούνται από την ψαμμιτο-μαργαϊκή σειρά βαθύτερα και από την σειρά των ερυθρών αργίλων στα ανώτερα στρώματα (Anastasiadis et al., 2001; Ρόζος et al. 1998). Ακολουθούν οι Πλειστοκαινικές σειρές αναβαθμίδων στην περιοχή του Ανθεμούντα και τα Ολοκαινικά ιζήματα (άμμοι, άργιλοι, ιλύες, χαλαρές αποθέσεις, αλλουβιακά και ιστορικά ιζήματα στο κέντρο της Θεσσαλονίκης). Κατά μήκος των αναβαθμίδων παρατηρείται σειρά κώνων κορημάτων χειμάρρων και πλευρικών ριπιδίων.



Σχήμα 1: Συνοπτικός γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2005)

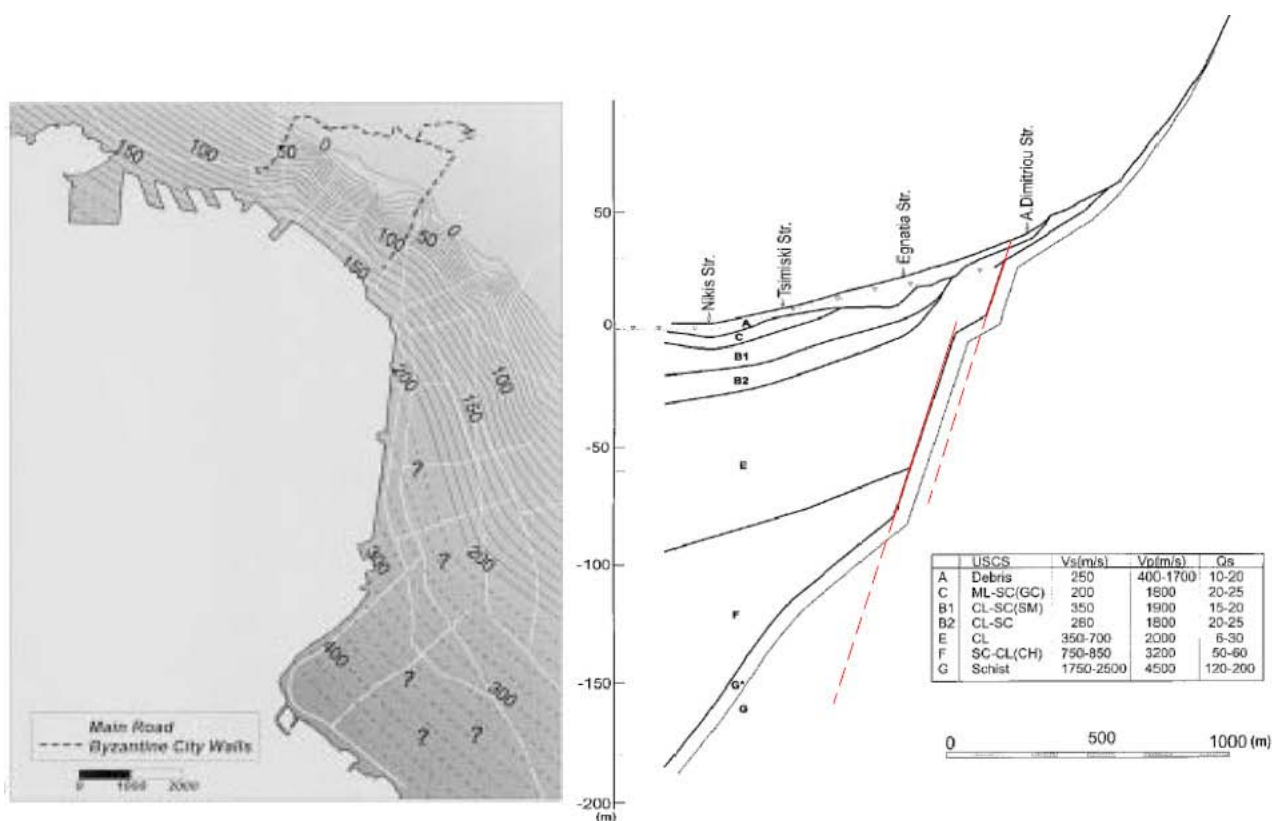
Η γεωλογική δομή του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης είναι η εξής :

Το ιστορικό κέντρο της πόλης εντός των τειχών συνίσταται επιφανειακά από ιστορικές αποθέσεις του αρχαιολογικού στρώματος με κυμαινόμενο πάχος από 1 έως και 12 μέτρα στην περιοχή της παλιάς πόλης νοτιότερα της οδού Εγνατίας. Βαθύτερα συναντώνται το στρώμα διάβρωσης των νεογενών σχηματισμών, ποταμοχειμνάρειες και άλλες τεταρτογενείς αποθέσεις (χαλαρά μη συμπαγοποιημένα ιζημάτα πιθανής Πλειστοκαινικής και Ολοκαινικής ηλικίας). Οι σχηματισμοί αυτοί συναντώνται και επιφανειακά στα δυτικά και ανατολικά των τειχών. Οι ποταμοχειμνάρειες αποθέσεις αποτελούνται από στρώματα και φακούς άμμων, αργίλων και χαλίκων προέλευσης του υποβάθρου της Θεσσαλονίκης. Το στρώμα των τεταρτογενών αποθέσεων συνίσταται κυρίως από μαλακές αργίλους και άμμους με χάλικες σε μικρότερο ποσοστό.



Σχήμα 2. Συνθετικός Γεωλογικός χάρτης (στοιχεία από χάρτες ΙΓΜΕ, Τεχνικογεωλογικό χάρτη Θεσσαλονίκης και γεωτρήσεις) της υδρολογικής λεκάνης Θεσσαλονίκης, όπου φαίνεται επίσης το υδρογραφικό δίκτυο, τα ρήγματα και ο άξονας του Μετρό Θεσσαλονίκης (Ζερβοπούλου και Παυλίδης, 2008)

Επιφανειακά εμφανίζονται και οι Νεογενείς αποθέσεις (Αν. Μειόκαινο – Κατ. Πλειόκαινο) των ερυθρών αργίλων, σε επαφή με το υπόβαθρο και τα ιζήματα της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς που εμφανίζεται πάνω από τις αργίλους. Η ψαμμιτομαργαϊκή σειρά αντιπροσωπεύει ένα περιβάλλον απόθεσης αβαθές ποταμολιμναίο με εναλλαγές, σε μορφή στρωμάτων και φακών, ανοιχτοκάστανων συνεκτικών άμμων έως ψαμμιτών, οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως ημιβραχώδη πετρώματα και πολύ στιφρών ασβεστιτικών αργίλων –μαργών, οι οποίες επίσης μπορούν να χαρακτηριστούν με το γεωτεχνικό όρο ως ημιβράχος. Στην περιοχή της Νέας Ελβετίας εμφανίζεται πρασινότεφορο αργιλικό στρώμα της ίδιας σειράς με παρουσία απολιθωμάτων και στρώσεων ξυλινών σε βάθος 20m (Σταθμός Βούλγαρη). Το βραχώδες υπόβαθρο της πόλης που αποτελούν οι πρασινοσχιστόλιθοι Θεσσαλονίκης της Περιοδοτικής ζώνης (Μουντράκης 1985). Εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και συναντάται σε ποικίλα βάθη από την επιφάνεια του εδάφους, όπως στην επιφάνεια βορειότερα της οδού Αγ. Δημητρίου, μέχρι τα 40 μέτρα στις οδούς Εγνατία και Αγ. Σοφίας (στοιχεία από γεωτρήσεις Μετρό Θεσσαλονίκης), 55m στη Ροτόντα, 90m στη Θεολογική Σχολή Α.Π.Θ., 70m στο Νοσοκομείο Λοιμωδών (στοιχεία από υδρογεωτρήσεις του Δήμου Θεσσαλονίκης) έως και βαθύτερα από 500m από την επιφάνεια του εδάφους στην περιοχή της Καλαμαριάς.

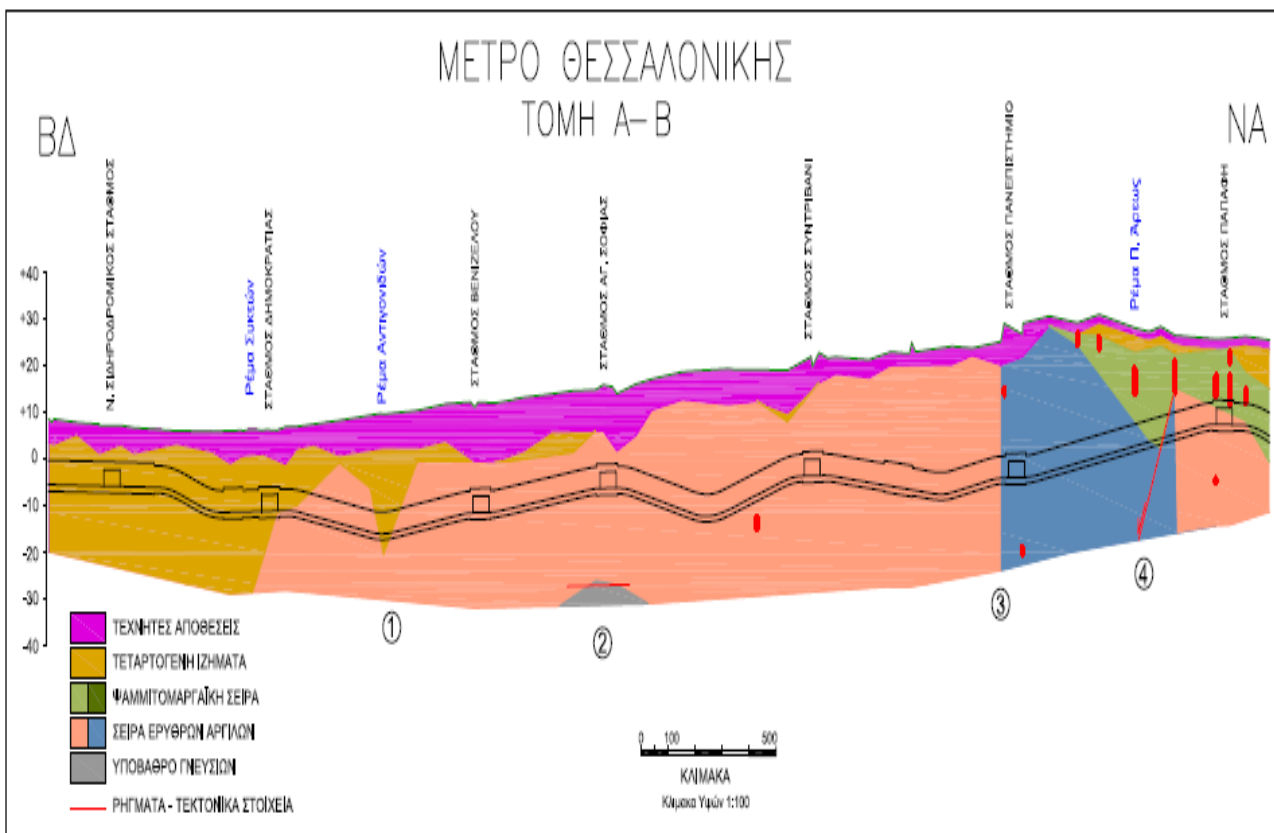


Σχήμα 3. Χάρτης υποβάθρου Θεσσαλονίκης και γεωτεχνική τομή κάθετη στην πόλη η οποία προήλθε από την καταγραφή μικροθρύβου και από δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, όπου φαίνεται το υπόβαθρο αλλά και η διαστρωμάτωση των νεότερων αποθέσεων. Επίσης διαπιστώνεται η ύπαρξη τεκτονικών δομών κατά μήκος των οδών Αγ. Δημητρίου και Εγνατίας (Αποστολίδης, 2002, Anastasiadis et al. 2001 από Ζερβοπούλου και Παυλίδης 2008).

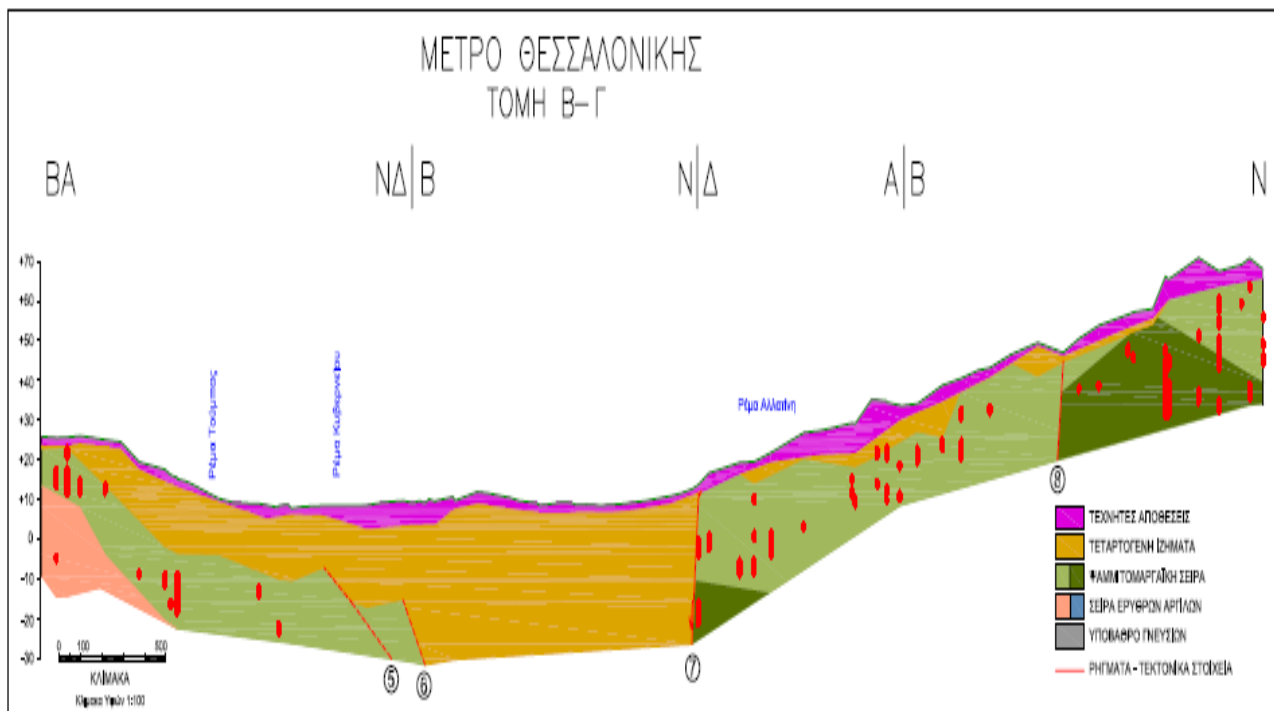
Γ. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

1. Βασικό τεκτονικό καθεστώς στην περιοχή μελέτης

Ο άξονας του Μετρό Θεσσαλονίκης, το οποίο ξεκίνησε να κατασκευάζεται από τον Αύγουστο του 2006, τέμνει κάθετα τα ρέματα της πόλης από την περιοχή του Νέου Σιδηροδρομικού Σταθμού μέχρι την περιοχή Βούλγαρη, αφού εκτείνεται σχεδόν παράλληλα στην ακτογραμμή. Από την στρωματογραφία που προκύπτει από τις 205 γεωτρήσεις, με βάθος διάτρησης από 15 έως και 50 μέτρα, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν πολύ πυκνά και κατά μήκος του άξονα παρατηρήθηκαν έντονα κατακερματισμένες ζώνες, όπως επιφάνειες ολίσθησης σε πυρήνες γεωτρήσεων (Σχ.4 – 5) και ρηξιγενείς δομές με μικρά έως μεγάλα άλματα. Τα ρήγματα που εντοπίζονται είναι σε περιοχές κυρίως πλησίον των τριών ρεμάτων της ανατολικής Θεσσαλονίκης: του Πεδίου του Άρεως, του Κυβερνείου και του Αλλατίνη. Παρακάτω παρουσιάζονται οι γεωλογικές τομές που κατασκευάστηκαν με βάση τα στοιχεία των γεωτρήσεων. Στο Σχ.4.1] εμφανίζεται αύξηση του πάχους των τεταρτογενών ποταμοχειμάρων αποθέσεων που παραπέμπουν στο ρέμα Αντιγονιδών. Στο Σχ.4.2], βόρεια της Εγνατίας οδού, το γνευσιακό υποβάθρο εμφανίζεται σε βάθος 38 μέτρων, έντονα διαβρωμένο και με πολλές διακλάσεις, ενώ νοτιότερα βρίσκεται κάτω των 41 μέτρων. Στην οδό 3^{ης} Σεπτεμβρίου (σχήμα 4.3]) εμφανίζεται διαφορά στη σύσταση, το χρωματισμό και τη σκληρότητα του νεογενούς υποβάθρου με την ενσωμάτωση του διαβρωμένου γνευσιακού υποβάθρου σε μορφή πηλίτη.

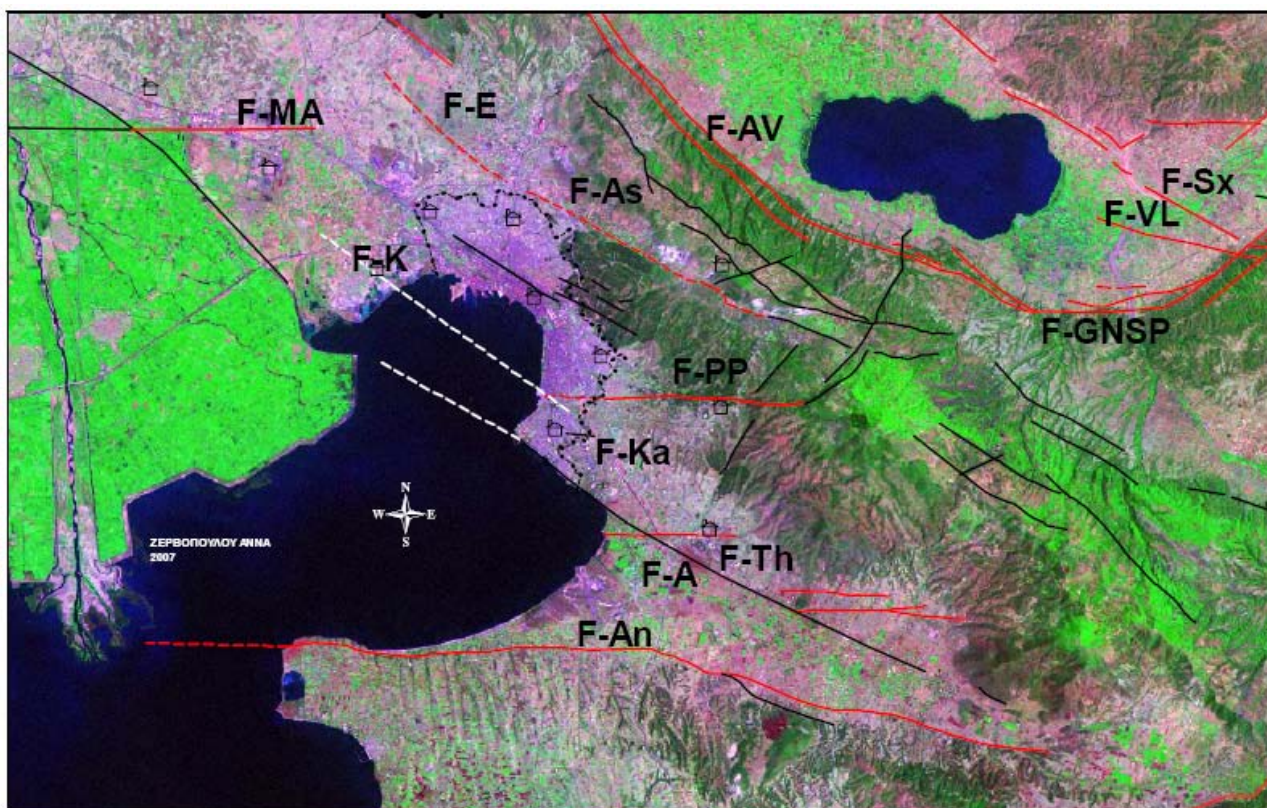


Σχήμα 4. Γεωλογική τομή Α-Β, του άξονα του Μετρό Θεσσαλονίκης, όπου φαίνονται τα ρήγματα που συναντήθηκαν και οι περιοχές που εμφάνισαν τεκτονικές επιφάνειες διάτμησης με γραμμώσεις ολίσθησης (Ζερβοπούλου και Παυλίδης 2008).



Σχήμα 5. Γεωλογική τομή Β-Γ του άξονα του Μετρό Θεσσαλονίκης, όπου φαίνονται επίσης τα ρήγματα που συναντήθηκαν και οι περιοχές που εμφάνισαν τεκτονικές επιφάνειες διάτμησης με γραμμώσεις ολίσθησης (Ζερβοπούλου και Παυλίδης 2008).

Παρακάτω παρουσιάζεται Δορυφορική εικόνα (Landsat7 ETM+ λήψη 2000) με τα νεοτεκτονικά (παλαιότερα και νεότερα) ρήγματα της ευρύτερης περιοχής σε ακτίνα 20km. Λόγω της πυκνής δόμησης τα μέχρι τώρα γνωστά και χαρτογραφημένα ρήγματα έφταναν μόνο μέχρι τις παρυφές του οικιστικού συγκροτήματος.

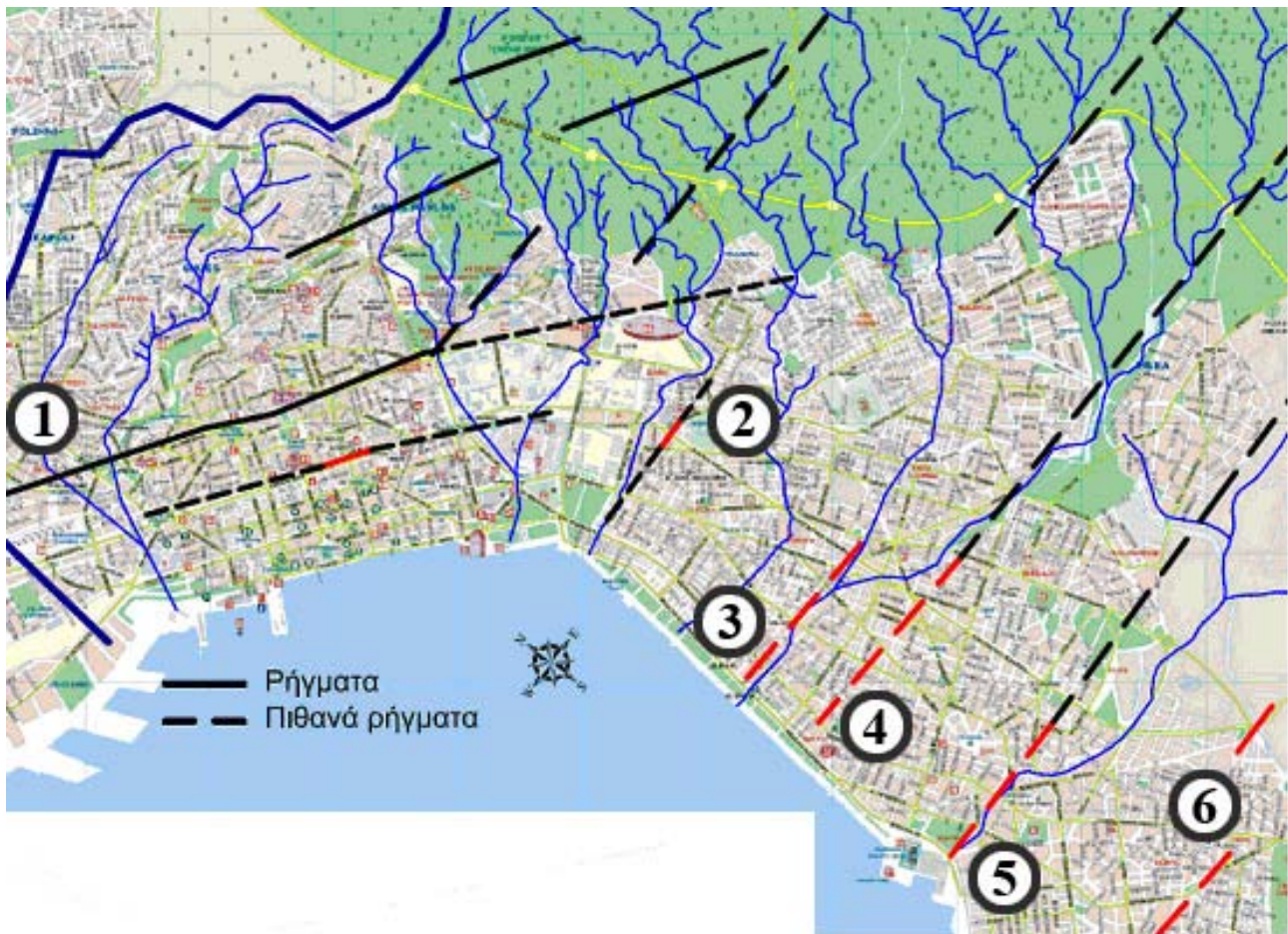


Σχήμα 6. Ρήγματα της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης (F-Th Θέρμης, F-An Ανθεμούντα, F-PP Πυλαίας–Πανοράματος, F-As Ασβεστοχωρίου, F-E Ευκαρπίας, F-A Αεροδρομίου, F-K Καλοχωρίου, FGNSP Γερακαρούς–Νοκμιδηνού–Στίβου–Περιστερώνα F-Ka Καλαμαριάς). Με κόκκινο χρώμα σημειώνονται τα νεοτεκτονικά ρήγματα και με διακεκομμένες γραμμές τα πιθανά (Παυλίδης & Ζερβοπούλου 2004).

2. Ρήγματα πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης

Σύμφωνα με τους Ζερβοπούλου και Παυλίδη (2008) τα κυριότερα ρήγματα ενεργά και ανενεργά, που εντοπίζονται στην περιοχή του Πολεοδομικού Συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης δίνονται αναλυτικά παρακάτω και είναι από Βορά προς Νότο:

- 1) Η τεκτονική δομή της οδού Αγ. Δημητρίου και η δομή που εντοπίζεται παράλληλα και νοτιότερα αυτής με το ρήγμα της Εγνατίας, το οποίο εντοπίζεται τόσο από την καταγραφή μικροθορύβου όσο και από ορισμένες γεωτρήσεις του Μετρό στο Σταθμό Αγ.Σοφίας. Τα ρήγματα αυτά εκτιμάται ότι είναι κανονικά με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και κλίση ΝΔ (Σχ.7).
- 2) Το ρήγμα στο ρέμα Πεδίου Άρεως το οποίο εμφανίζεται με ανάστροφη συνιστώσα (Σχ.7). Η διεύθυνση του είναι περίπου ΒΑ-ΝΔ και η κλίση του προς Β.



Σχήμα 7. Τεκτονικός χάρτης του Πολεοδομικού Συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης από τους Ζερβοπούλου και Παυλίδη (2008). Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα ρήγματα που προτείνουν οι προηγούμενοι συγγραφείς και με μαύρες συνεχείς γραμμές τα ρήγματα όπως προτείνονται από το Ι.Γ.Μ.Ε..

3) Το ρήγμα παράλληλα στο ρέμα Κυβερνείου εντοπίζεται στην περιοχή των οδών Ορέστου και Δελφών (Σχ. 5. Τομή Β-Γ, [5],[6]). Η διεύθυνση του είναι περίπου Α-Δ (Σχ. 7) και η κλίση του είναι προς το Νότο. Παράλληλα σε αυτό εντοπίζεται νοτιότερα δεύτερος κλάδος του, με πιθανό μήκος 5km και κατακόρυφο άλμα μεγαλύτερο από 17m.

4) Το ρήγμα Πυλαίας – Πανοράματος, παράλληλα στο Ξηρόρεμα (Ζερβοπούλου, Παυλίδης 2005), που αποτελεί τμήμα του Μεγάλου Ρέματος της Θεσσαλονίκης, προέκταση του οποίου μέσα στην πόλη αποτελεί κλάδος του ρέματος Αλλατίνη. Το ρήγμα αυτό με αναφορές από Μουντράκης et al 1997 (Νεοτεκτονικός Χάρτης ΟΑΣΠ, Φύλλο Λαγκαδάς) και Tranos et al. 2003, είναι κανονικό με διεύθυνση Α-Δ και κλίση προς Βορρά. Εκτείνεται ανατολικά του Πανοράματος μέχρι τον Δήμο της Πυλαίας και προεκτείνεται πιθανώς και μέσα στην πόλη στην περιοχή των οδών Βούλγαρη και Παπαδάκη και δυτικότερα. Η προέκτασή αυτή εντοπίστηκε από τις γεωτρήσεις του Μετρό Θεσσαλονίκης (Σχ. 5. Τομή Β-Γ, [7]) στο όριο τεταρτογενών αποθέσεων και της νεογενούς ψαμμιτομαργαϊκής σειράς, με κατακόρυφο άλμα μεγαλύτερο από 40m (Σχ. 7).

5) Το ρήγμα στην περιοχή Ν. Ελβετίας εμφανίζεται μέσα στις νεογενείς αποθέσεις της ψαμμιτομαργαϊκής σειράς και εντοπίστηκε από γεωτρήσεις του

Μετρό Θεσσαλονίκης (Σχ. 5. Τομή Β-Γ,⁸). Έχει διεύθυνση περίπου Α-Δ και κλίση προς Β (Σχ.7).

6) Τέλος το ρήγμα Καλαμαριάς με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ (Σχ.7), παράταξη Β100-110 με μετάπτωση προς Βορρά. Το μήκος του υπολογίζεται περίπου στο 1km και το άλμα του στο 1,5m.

Δ. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Γενικά στοιχεία

Από τη γεωλογική αξιολόγηση των διατρηθέντων υλικών που πραγματοποιήθηκε από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., προέκυψε η στρωματογραφία της ευρύτερης περιοχής χάραξης, όπου και διακρίνονται οι παρακάτω, από τις νεότερες προς τις παλαιότερες, στρωματογραφικές ενότητες.

Η περιοχή στην οποία πραγματοποιείται το έργο, δηλαδή από το Ν.Σ. Σταθμό μέχρι το αμαξοστάσιο της Πυλαίας καλύπτεται από ιζήματα του Νεογενούς και Τεταρτογενούς με λιμναίες, υφάλμυρες και χερσαίες φάσεις, στα οποία επικρατούν οι άργιλοι με κυμαινόμενα ποσοστά αδρομερών κλασμάτων. Τα ιζήματα αυτά καλύπτουν ασύμφωνα το αλπικό υπόβαθρο, που ανήκει στη γεωτεκτονική ενότητα της Παιονίας και πιο συγκεκριμένα τα μεταμορφωμένα πετρώματα της μαγματικής σειράς Χορτιάτη.

2. Στρωματογραφία των ιζημάτων και των αποθέσεων

α. Αποθέσεις ιστορικών χρόνων

i. Τεχνητές Επιχωματώσεις – Αρχαιολογικό Στρώμα (F):

Υλικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, ερείπια , υλικά θεμελίωσης , απορρίμματα τα οποία συναντώνται μέσα σε ιλυώδεις - χαλικώδεις – αργιλώδεις άμμους . Ακόμα σύμφωνα με τους Μακεδώνη Θ. et al. (2009) συναντώνται ολόκληρα τμήματα από παλιές υποδομές όπως παλιοί τοίχοι και άλλες κατασκευές, αρχαία ευρήματα μεγάλης αρχαιολογικής σημασίας, ακόμα συναντήθηκαν τεχνητά «ανοίγματα» όπως παλιές δεξαμενές , παλιές σήραγγες ή παλιά υπόγεια. Το πάχος των επιχωματώσεων σύμφωνα με τους παραπάνω δεν υπερβαίνει τα 12,55 m.

β. Τεταρτογενές (Ολόκαινο – Πλειστόκαινο)

i. Σύγχρονες Αλλουβιακές Αποθέσεις και Υλικά Χειμάρριων Αποθέσεων (Q1):

1. Διλουβιακές αποθέσεις και χαλαρές κλαστικές αποθέσεις, ως επί το πλείστον αργιλώδη υλικά, συμπεριλαμβανομένων αμμοχαλικωδών αποθέσεων από τους

χειμάρρους.

2. Καστανές έως καστανοπράσινες, μαλακές έως σταθερές και τοπικά στιφρές αμμώδεις άργιλοι, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητα και χαλαρές έως μέτρια πυκνές ιλυώδεις άμμοι με χάλικες, με κατά τόπους ενστρώσεις μαλακής έως σταθερής αμμώδους ιλύος, καθώς και χαλαροί έως μέτρια πυκνοί αργιλώδεις ή ιλυώδεις χάλικες, με κυμαινόμενο ποσοστό κροκαλών. Το πάχος τους στη περιοχή έρευνας υπερβαίνει τα 38,40 m.

ii. **Ερυθρές Άργιλοι (Q2):**

1. Καστανές έως καστανέρυθρες, σταθερές έως στιφρές αμμώδεις άργιλοι (κατά τόπους με ασβεστιτικά συγκρίματα), χαμηλής πλαστικότητα, με ενστρώσεις χαλαρών έως πυκνών, αργιλωδών ή ιλυωδών άμμων τοπικά με ψηφίδες και χάλικες, και τοπικές εμφανίσεις αμμωδών ιλυών. Το πάχος τους στη περιοχή έρευνας υπερβαίνει τα 14,20m.

γ. Νεογενές (Πλειόκαινο – Μειόκαινο)

i. **Ψαμμιτομαργαϊκή Σειρά (Sd-M):**

Μπεζ συνήθως, καστανοκίτρινες και υπόλευκες στιφρές έως σκληρές, ασβεστιτικές αμμώδεις άργιλοι και ιλύες, (τοπικά καστανέρυθρες άργιλοι) μέσης έως υψηλής πλαστικότητα και ανοιχτές καστανές, πυκνές έως πολύ πυκνές, ασβεστιτικές ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμοι τοπικά με χάλικες. Τα παραπάνω υλικά έχουν υποστεί κατά θέσεις διαγένεση υπό μορφή πολύ ασθενών έως ασθενών μαργών, αργιλομαργών, ιλουλίθων και ψαμμιτών, ενίοτε σε εναλλαγές με μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Τοπική παρουσία οργανικών, απολιθωμάτων, ασβεστιτικών συγκριμάτων και εμφάνιση λεπτοστρωματώδους υφής σε αργίλους και ιλύες. Έντονη κατά θέσεις παρουσία τεκτονικών μικροδομών όπως επιφάνειες με γραμμές ολίσθησης (slickensides), καθώς και διατμημένες (sheared) επιφάνειες.

Το πάχος τους στην περιοχή έρευνας υπερβαίνει τα 37,20m . Στη ψαμμιτομαργαϊκή σειρά ανιχνεύεται εσωτερική στρωματογραφία η οποία από τα πάνω προς τα κάτω, είναι η εξής:

(α) καστανέρυθρη άργιλος,

(β) μπεζ ασβεστιτική άργιλος / ιλύς έως ασβεστιτικός αργιλόλιθος / ιλυόλιθος με ενδιαστρώσεις άμμου κ.λπ.,

(γ) ελαιοπράσινη αμμώδης ιλύς έως ιλυώδης άμμος και

(δ) πράσινος έως κυανοπράσινος ιλυόλιθος, τοπικά με απολιθώματα.

ii. Σειρά Ερυθρών Αργίλων (RC):

Καστανέρυθρες, ερυθρές και τοπικά πολύχρωμες, πολύ στιφρές έως σκληρές, άργιλα με άμμο (κατά τόπους με ασβεστιτικά συγκρίματα και οξειδία Mn), και τοπικά με χαλίκια ή ψηφίδες, χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας, με σποραδικές ενστρώσεις, πυκνών έως πολύ πυκνών αργιλωδών άμμων με χαλίκια και ψηφίδες, αμμωδών ιλυών και πυκνών έως πολύ πυκνών αμμοαργιλωδών χαλίκων. Τα παραπάνω υλικά έχουν υποστεί κατάθέσεις διαγένεση υπό μορφή πολύ ασθενών έως ασθενών αργιολίθων, ιλυολίθων, ψηφίδο-κροκαλοπαγών και λατυποπαγών. Κατά θέσεις παρουσία ρωγμών, ρηγματώσεων, καθώς και τεκτονικών μικροδομών όπως επιφάνειες με γραμμές ολίσθησης (slickensides).

Το πάχος τους στη περιοχή έρευνας υπερβαίνει τα 48,20m.

δ. Αλπικό υπόβαθρο (Σειρά Βερτίσκου)

i. Γνεύσιοι (Gn):

Διμαρμαρυγιακοί, γκριζοπράσινου έως καστανοπράσινου χρώματος, κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, μέσης αντοχής. Σε αυτήν περιλαμβάνονται τα μεταμορφωμένα πετρώματα της μαγματικής σειράς Χορτιάτη (Grs). Πρόκειται για γνευσιοσχιστόλιθους, πρασινοσχιστόλιθους και σχιστοψαμμίτες.

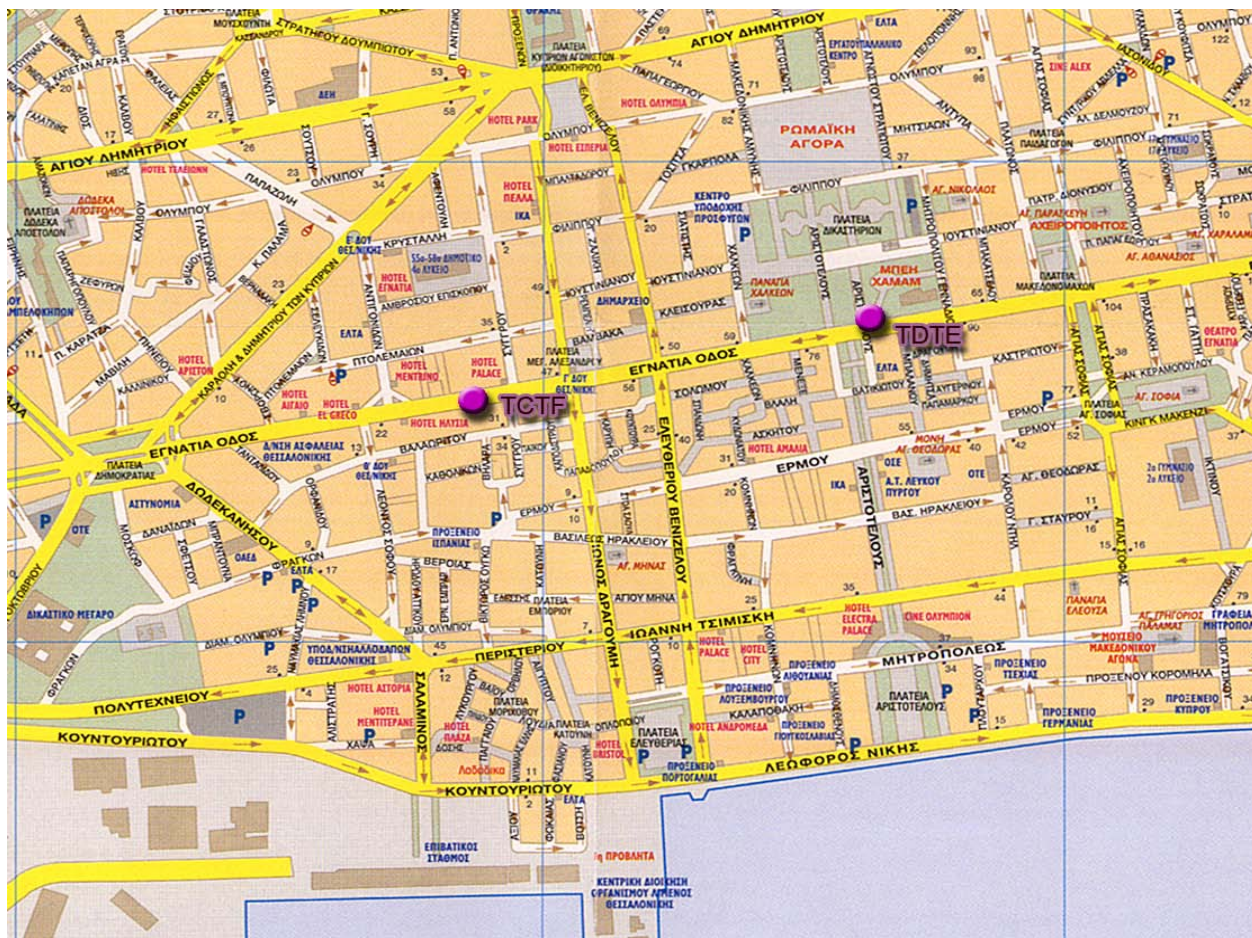
Ε. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Γενικά στοιχεία

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, παραχωρήθηκαν από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. δείγματα από δύο περιοχές για εργαστηριακές δοκιμές, οι οποίες και πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας του τομέα Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

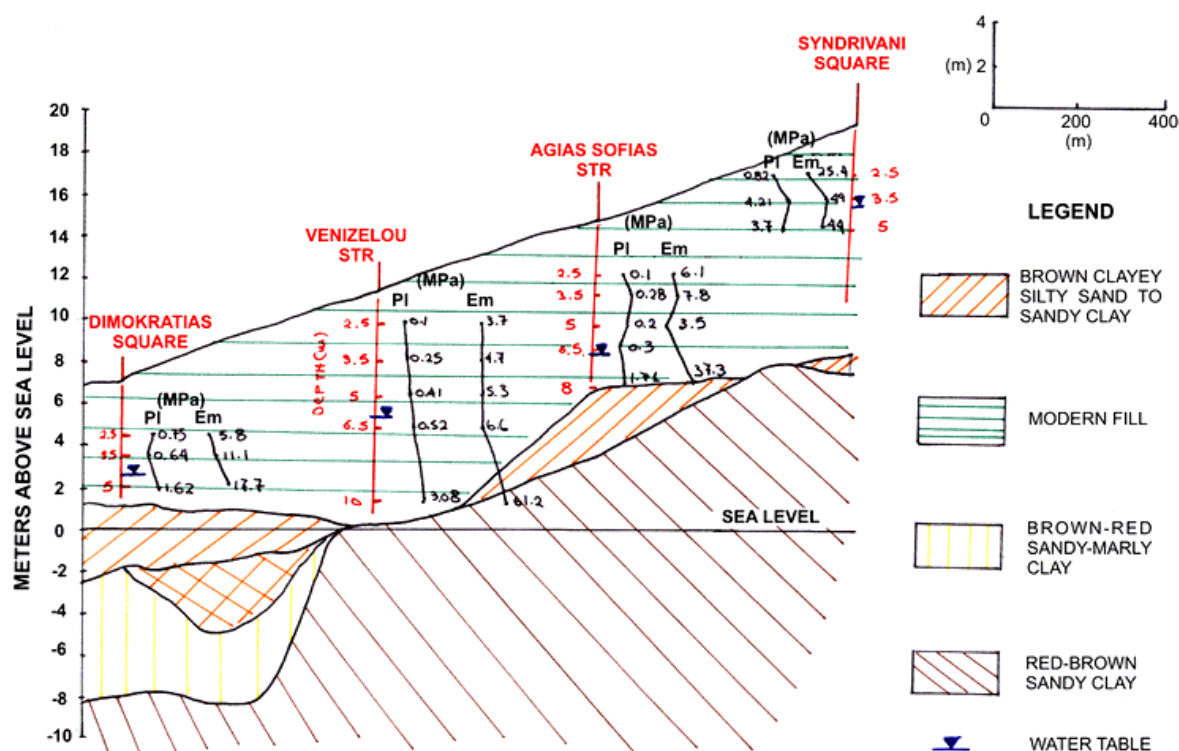
Στα δείγματα πραγματοποιήθηκαν δοκιμές προσδιορισμού φυσικής υγρασίας, κοκκομετρικής ανάλυσης με αραιόμετρο και προσδιορισμού των ορίων ATTERBERG με τη συσκευή Casagrande αλλά και με τη μέθοδο του πενετρόμετρου πύπτοντος κώνου.

Από την πρώτη γεώτρηση (TCTF) εξετάστηκαν έξι δείγματα, ενώ από την δεύτερη (TDTE) τέσσερα δείγματα. Η ακριβής θέση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων φαίνεται στον παρακάτω χάρτη (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Πολεοδομικός χάρτης της Θεσσαλονίκης όπου φαίνονται τα σημεία των γεωτρήσεων.

Το σχήμα 9 προκύπτει από τα αποτελέσματα πρεσσιομετρικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις τοποθεσίες του κέντρου της Θεσσαλονίκης.



Σχήμα 9. Εγκάρσια τομή επί της οδού Εγνατία με βάση τα αποτελέσματα πρεσσιομετρικών δοκιμών κατά Χατζηγώγο et al. (2006).

Με βάση το σχήμα 9, τα βάθη δειγματοληψίας και τη θέση των γεωτρήσεων προκύπτει ότι τα εξετασθέντα δείγματα ανήκουν γεωλογικά σε τρεις σχηματισμούς. Το δείγμα TGTF41_1 ανήκει στο σχηματισμό καστανών αμμωδών αργίλων, το δείγμα TCTF41_3 ανήκει στο σχηματισμό καστανέρυθρων αμμωδών – μαργαϊκών αργίλων και όλα τα υπόλοιπα δείγματα ανήκουν στο σχηματισμό των ερυθρών αργίλων. Τα παραπάνω συμπεράσματα έρχονται σε απόλυτη συμφωνία με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας του Τομέα Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

2. Διεξαγωγή και αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών

α. Κοκκομετρική ανάλυση

Η πρώτη εργαστηριακή δοκιμή που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο ήταν ο προσδιορισμός της φυσικής υγρασίας.

Κατόπιν ακολούθησε η κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για τον ποσοτικό προσδιορισμό της κατά μέγεθος κατανομής των κόκκων στα λεπτόκοκκα εδάφη. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιείται αραιόμετρο (ή υδρόμετρο ή πυκνόμετρο) τύπου 152 Η ή 151 Η. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε τύπου 152 Η.

Το αραιόμετρο μετράει την πυκνότητα του εν αιώρηση στερεού υλικού μέσα σε ένα υγρό μέσο.

Όταν η συγκέντρωση του εν αιώρηση υλικού είναι μεγάλη, τότε το στέλεχος του αραιομέτρου συναντά την επιφάνεια του νερού μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο στο κατώτερο τμήμα του, δηλαδή δίνει μεγάλες τιμές πυκνότητας. Αντίθετα όταν η συγκέντρωση είναι μικρή τότε το στέλεχος βυθίζεται μέσα στο αιώρημα και αυτό μας δείχνει μικρές τιμές πυκνότητας.

Η ταχύτητα καθίζησης των κόκκων μέσα στο νερό του ογκομετρικού κυλίνδρου εξαρτάται από το μέγεθός τους. Οι μεγάλοι κόκκοι καθιζάνουν στον πυθμένα του κυλίνδρου πρώτοι και οι μικροί τελευταίοι. Άρα οι διαφορές που παρατηρούνται κατά την μέτρηση της πυκνότητας του αιωρήματος σε ορισμένα χρονικά διαστήματα δίνουν την καθίζηση των αιωρούμενων κόκκων και τελικά το μέγεθός τους.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω δοκιμών παρατίθενται παρακάτω.

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-1

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO_3

Βάθος δειγματοληψίας:

11,60-12,10

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

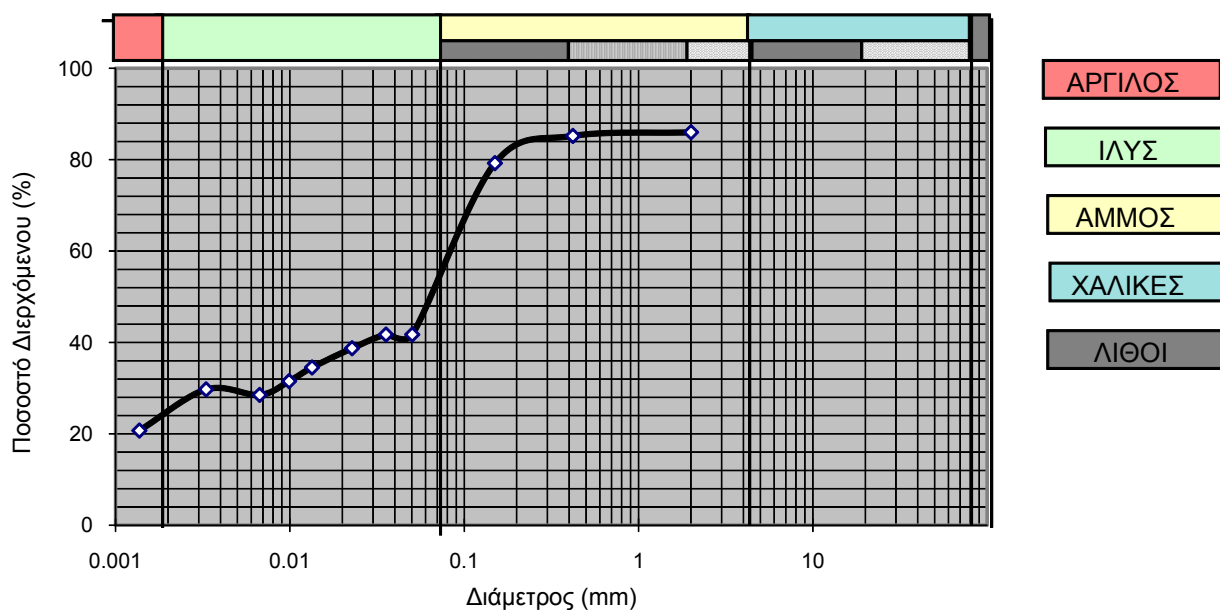
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	52.38
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	48.43
Βάρος ξηρού δείγματος	22.21
Βάρος κάψας	26.22
Περιεχόμενη υγρασία (m)	3.95
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	34.84
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	28.65
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	17.78
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	14.00
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	86.00

Ώρα	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 (%)
9:51	0:00							
9:52	0:01	22	20	-6.1	13.9	48.52	0.0503	41.72
9:53	0:02	22	20	-6.1	13.9	48.52	0.0356	41.72
9:56	0:05	22	19	-6.1	12.9	45.03	0.0227	38.72
10:06	0:15	21	18	-6.5	11.5	40.14	0.0134	34.52
10:21	0:30	21	17	-6.5	10.5	36.65	0.0099	31.52
10:51	1:00	21	16	-6.5	9.5	33.16	0.0067	28.52
14:01	4:10	22	16	-6.1	9.9	34.55	0.0033	29.72
9:51	0:00	22	13	-6.1	6.9	24.08	0.0014	20.71



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-3

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO₃

Βάθος δειγματοληψίας:

16,00-16,80

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

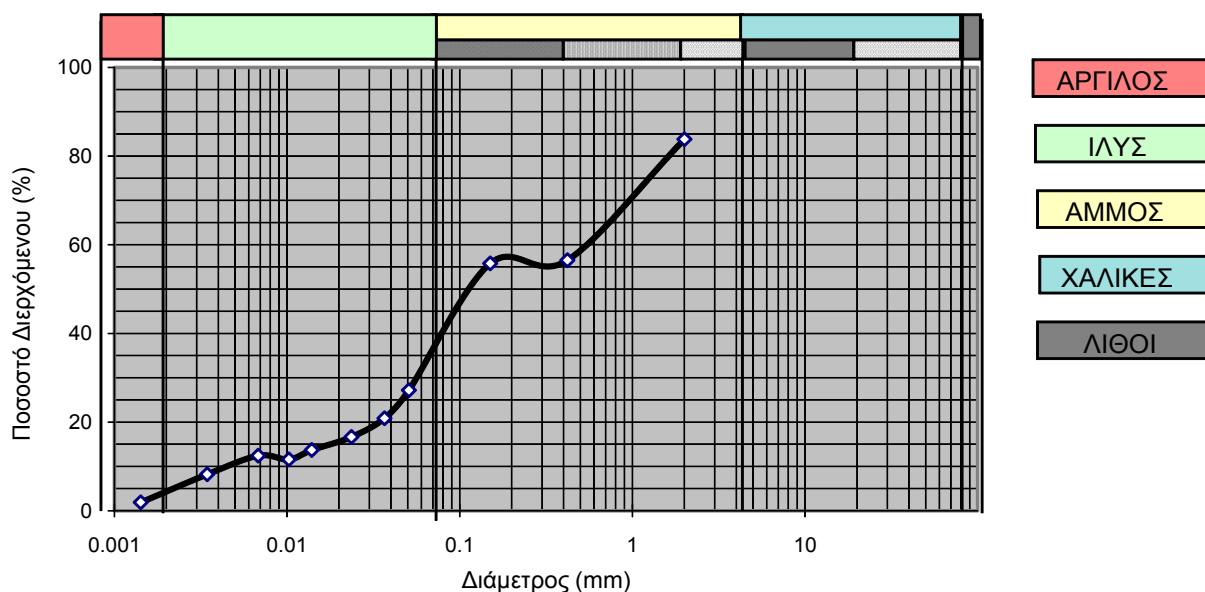
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	54.76
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	50.81
Βάρος ξηρού δείγματος	24.11
Βάρος κάψας	26.71
Περιεχόμενη υγρασία (m)	3.95
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _o)	47.56
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	39.77
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	16.38
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	16.18
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	83.82

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου Ro	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W _o (%)
10:30	0:00							
10:31	0:01	22	19	-6.1	12.9	32.44	0.0507	27.19
10:32	0:02	22	16	-6.1	9.9	24.89	0.0366	20.87
10:35	0:05	22	14	-6.1	7.9	19.86	0.0236	16.65
10:45	0:15	21	13	-6.5	6.5	16.34	0.0139	13.70
11:00	0:30	21	12	-6.5	5.5	13.83	0.0102	11.59
11:30	1:00	22	12	-6.1	5.9	14.84	0.0068	12.43
14:40	4:10	22	10	-6.1	3.9	9.81	0.0034	8.22
10:30	0:00	22	7	-6.1	0.9	2.26	0.0014	1.90



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-4

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO₃

Βάθος δειγματοληψίας:

17,80-18,70

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

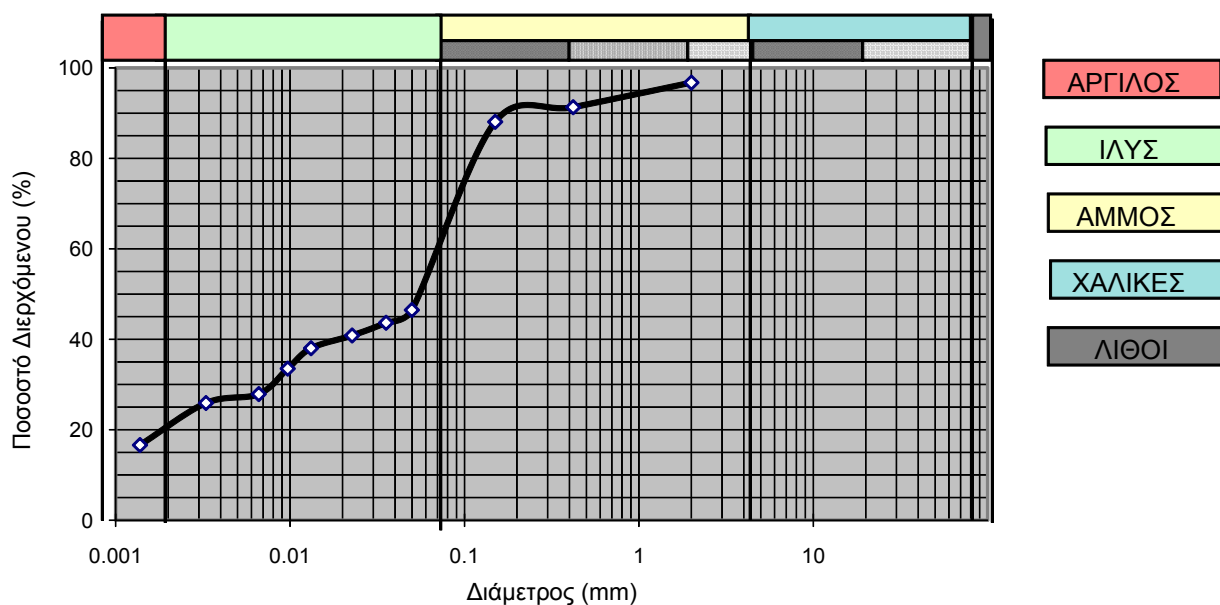
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	56.88
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	52.00
Βάρος ξηρού δείγματος	26.41
Βάρος κάψας	25.59
Περιεχόμενη υγρασία (m)	4.88
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _o)	42.13
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	34.35
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	18.48
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	3.24
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	96.76

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου Ro	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W _o (%)
13:13	0:00							
13:14	0:01	21	23	-6.5	16.5	48.04	0.0499	46.48
13:15	0:02	21	22	-6.5	15.5	45.13	0.0355	43.67
13:18	0:05	21	21	-6.5	14.5	42.22	0.0227	40.85
13:28	0:15	21	20	-6.5	13.5	39.31	0.0132	38.03
13:43	0:30	22	18	-6.1	11.9	34.65	0.0097	33.52
14:13	1:00	22	16	-6.1	9.9	28.82	0.0066	27.89
17:23	4:10	23	15	-5.8	9.2	26.79	0.0033	25.92
13:13	0:00	22	12	-6.1	5.9	17.18	0.0014	16.62



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-5

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO_3

Βάθος δειγματοληψίας:

20,20-20,60

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

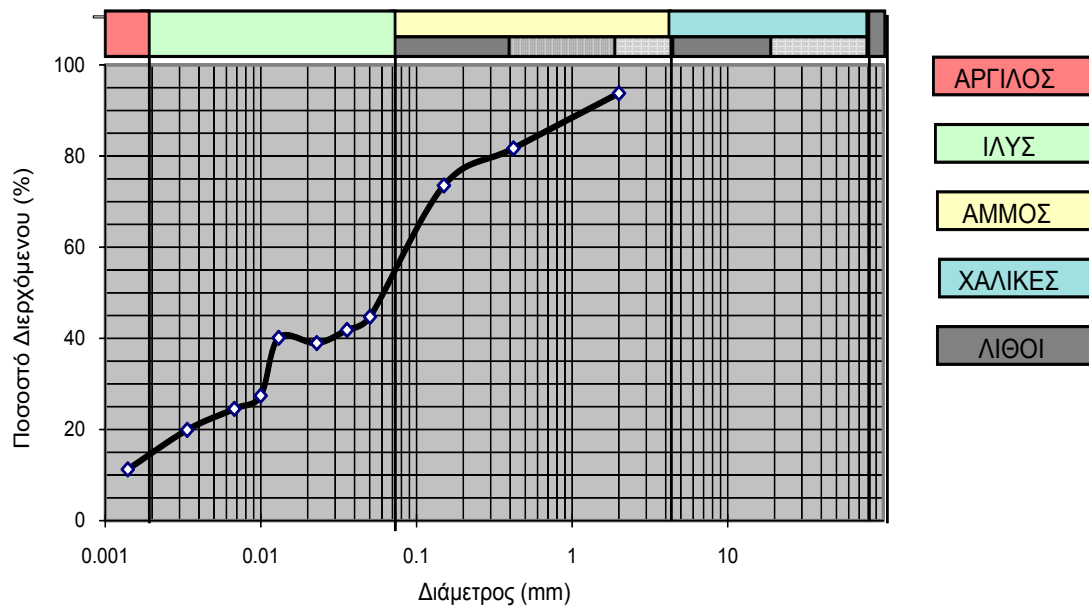
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	46.89
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	44.65
Βάρος ξηρού δείγματος	15.56
Βάρος κάψας	29.09
Περιεχόμενη υγρασία (m)	2.24
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	37.97
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	32.49
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	14.42
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	6.20
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	93.80

Ωρα	Χρόνος μέτρησης (h:min)	Θερμοκρασία (°C)	Ανάγνωση πυκνομέτρου Ro	Διόρθωση R'	Διορθωμένη τιμή R	Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση (%)	Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)	Ποσοστό κόκκων στο δείγμα W_o (%)
14:02	0:00							
14:03	0:01	21	22	-6.5	15.5	47.70	0.0502	44.74
14:04	0:02	21	21	-6.5	14.5	44.62	0.0358	41.86
14:07	0:05	21	20	-6.5	13.5	41.55	0.0229	38.97
14:17	0:15	22	20	-6.1	13.9	42.78	0.0130	40.13
14:32	0:30	21	16	-6.5	9.5	29.24	0.0100	27.42
15:02	1:00	21	15	-6.5	8.5	26.16	0.0068	24.54
18:12	4:10	22.8	13	-6.1	6.9	21.24	0.0034	19.92
14:02	0:00	22	10	-6.1	3.9	12.00	0.0014	11.26



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-6

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO₃

Βάθος δειγματοληψίας:

24,20-24,70

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

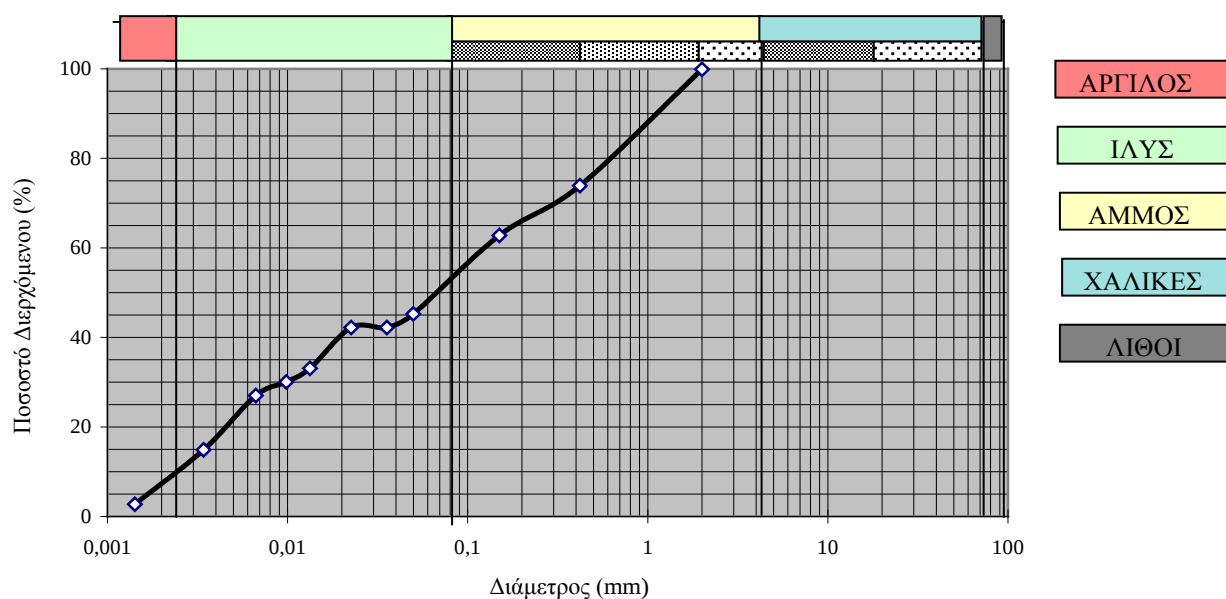
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	53,53
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	50,23
Βάρος ξηρού δείγματος	22,83
Βάρος κάψας	27,40
Περιεχόμενη υγρασία (m)	3,30
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _o)	38,47
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	32,91
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	14,46
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	0,10
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	99,90

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 (%)
12:36	0:00							
12:37	0:01	22	21	-6,1	14,9	45,28	0,0499	45,24
12:38	0:02	22	20	-6,1	13,9	42,24	0,0356	42,20
12:41	0:05	22	20	-6,1	13,9	42,24	0,0226	42,20
12:51	0:15	22	17	-6,1	10,9	33,12	0,0133	33,09
13:06	0:30	22	16	-6,1	9,9	30,09	0,0098	30,06
13:36	1:00	22	15	-6,1	8,9	27,05	0,0067	27,02
16:46	4:10	22	11	-6,1	4,9	14,89	0,0034	14,88
12:36	0:00	22	7	-6,1	0,9	2,74	0,0014	2,73



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TCTF41-7

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO_3

Βάθος δειγματοληψίας:

27,20-28,0

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

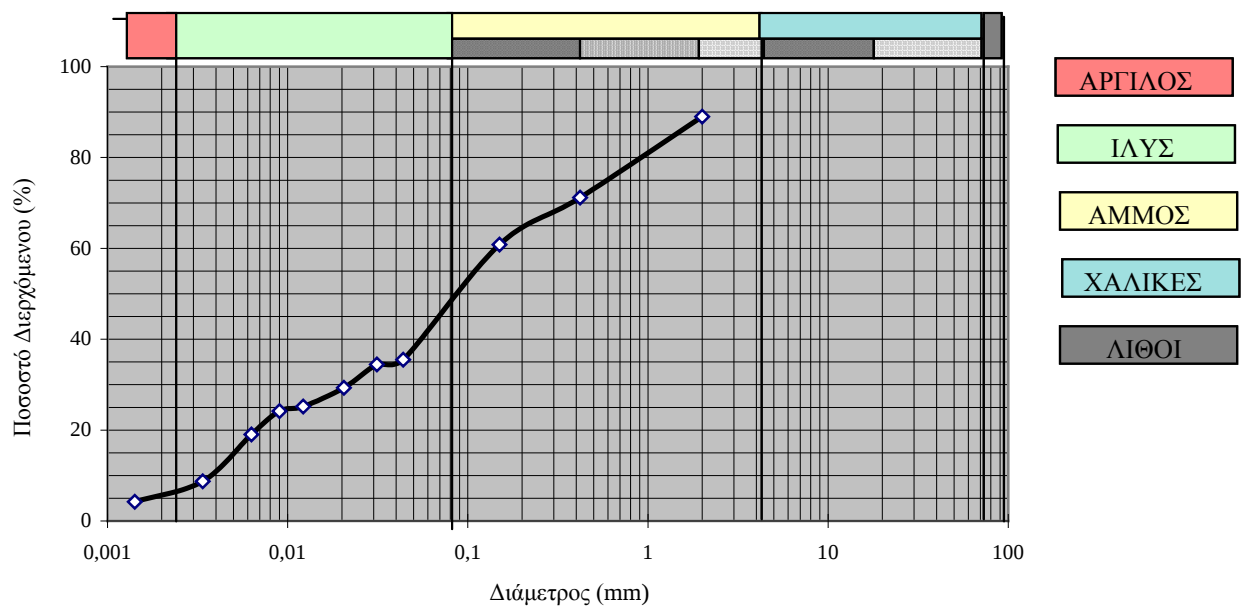
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	49,94
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	46,67
Βάρος ξηρού δείγματος	17,46
Βάρος κάψας	29,21
Περιεχόμενη υγρασία (m)	3,27
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	106,46
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	86,51
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	18,74
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	11,00
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	89,00

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 (%)
9:34	0:00							
9:35	0:01	21	41	-6,5	34,5	39,88	0,0438	35,49
9:36	0:02	21	40	-6,5	33,5	38,72	0,0313	34,46
9:39	0:05	21	35	-6,5	28,5	32,94	0,0205	29,32
9:49	0:15	21	31	-6,5	24,5	28,32	0,0122	25,21
10:04	0:30	21	30	-6,5	23,5	27,16	0,0090	24,18
10:34	1:00	21	25	-6,5	18,5	21,38	0,0063	19,03
13:44	4:10	21	15	-6,5	8,5	9,83	0,0034	8,74
9:34	0:00	20	11	-6,9	4,1	4,74	0,0014	4,22



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TDTE216-1

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO₃

Βάθος δειγματοληψίας:

13,5-13,9

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

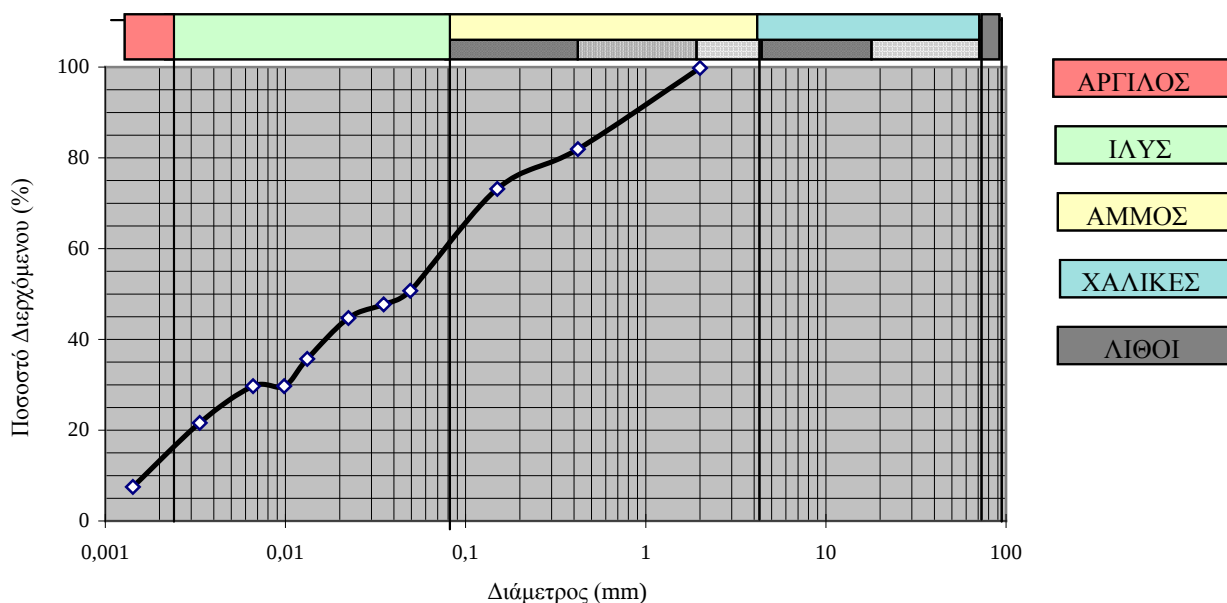
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	44,69
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	41,59
Βάρος ξηρού δείγματος	13,74
Βάρος κάψας	27,86
Περιεχόμενη υγρασία (m)	3,10
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _o)	42,94
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	33,26
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο Νο 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το Νο 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	22,54
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του Νο 10	0,21
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του Νο 10	99,79

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 (%)
8:40	0:00							
8:41	0:01	22	23	-6,1	16,9	50,81	0,0492	50,70
8:42	0:02	22	22	-6,1	15,9	47,80	0,0350	47,70
8:45	0:05	22	21	-6,1	14,9	44,80	0,0224	44,70
8:55	0:15	22	18	-6,1	11,9	35,78	0,0132	35,70
9:10	0:30	22	16	-6,1	9,9	29,76	0,0098	29,70
9:40	1:00	22	16	-6,1	9,9	29,76	0,0066	29,70
12:50	4:10	23	13	-5,8	7,2	21,65	0,0033	21,60
8:40	0:00	21	9	-6,5	2,5	7,52	0,0014	7,50



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TDTE216-2

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO_3

Βάθος δειγματοληψίας:

14,40-14,90

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

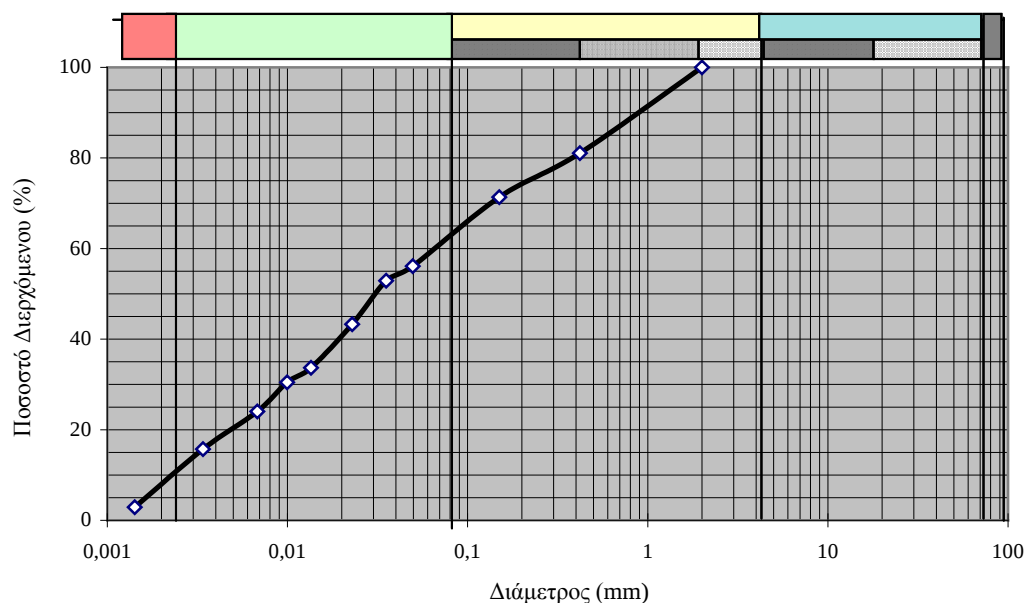
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	49,00
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	46,17
Βάρος ξηρού δείγματος	17,87
Βάρος κάψας	28,29
Περιεχόμενη υγρασία (m)	2,83
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	37,06
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	31,19
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	15,84
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	0,00
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	100,00

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 (%)
12:36	0:00							
12:37	0:01	21	24	-6,5	17,5	56,11	0,0496	56,11
12:38	0:02	21	23	-6,5	16,5	52,90	0,0353	52,90
12:41	0:05	21	20	-6,5	13,5	43,29	0,0229	43,29
12:51	0:15	21	17	-6,5	10,5	33,67	0,0135	33,67
13:06	0:30	21	16	-6,5	9,5	30,46	0,0100	30,46
13:36	1:00	21	14	-6,5	7,5	24,05	0,0068	24,05
16:46	4:10	22,6	11	-6,1	4,9	15,71	0,0034	15,71
12:36	0:00	22	7	-6,1	0,9	2,89	0,0014	2,89



ΑΡΓΙΛΟΣ
ΙΛΥΣ
ΑΜΜΟΣ
ΧΑΛΙΚΕΣ
ΛΙΘΟΙ

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TDTE216-3

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO_3

Βάθος δειγματοληψίας:

15,40-15,90

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

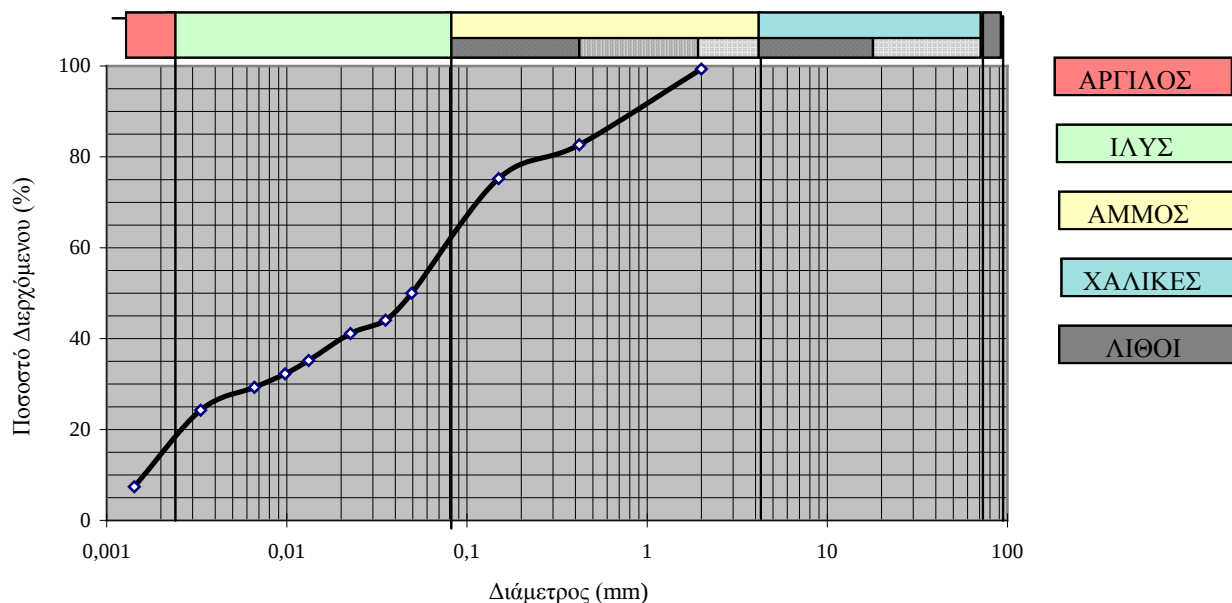
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	77,69
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	73,02
Βάρος ξηρού δείγματος	29,82
Βάρος κάψας	43,21
Περιεχόμενη υγρασία (m)	4,67
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W_o)	39,83
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W_s)	33,59
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο No 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το No 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	15,66
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του No 10	0,65
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του No 10	99,35

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 (%)
9:14	0:00							
9:15	0:01	22	23	-6,1	16,9	50,31	0,0492	49,98
9:16	0:02	22	21	-6,1	14,9	44,36	0,0353	44,07
9:19	0:05	22	20	-6,1	13,9	41,38	0,0226	41,11
9:29	0:15	22	18	-6,1	11,9	35,43	0,0132	35,20
9:44	0:30	22	17	-6,1	10,9	32,45	0,0098	32,24
10:14	1:00	22	16	-6,1	9,9	29,47	0,0066	29,28
13:24	4:10	23	14	-5,8	8,2	24,41	0,0033	24,25
9:14	0:00	21	9	-6,5	2,5	7,44	0,0014	7,39



ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152Η

ΕΡΓΟ

ΔΕΙΓΜΑ

TDTE216-4

Αντιθρομβωτική ουσία: NaPO₃

Βάθος δειγματοληψίας:

17,40-18,30

Ειδικό βάρος κόκκων: 2,65

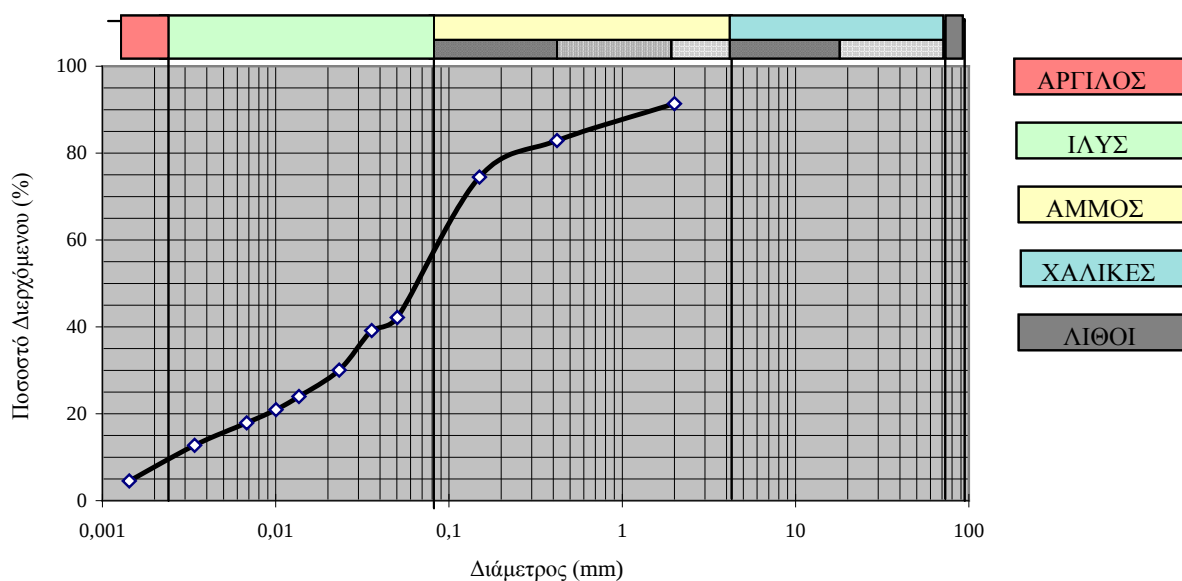
ΒΑΡΗ (gr)

Βάρος υγρού δείγματος + κάψας	64,21
Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας	63,38
Βάρος ξηρού δείγματος	34,76
Βάρος κάψας	28,62
Περιεχόμενη υγρασία (m)	0,83
Βάρος δείγματος για ανάλυση (W _o)	30,85
Βάρος ξηρού δείγματος για ανάλυση (W _s)	30,11
Βάρος δείγματος συγκρατ. στο Νο 10	
Βάρος δείγματος διερχ. από το Νο 10	

ΠΟΣΟΣΤΑ (%)

Υγρασία δείγματος m	2,39
Ποσοστό του δείγματος χονδρότερου του Νο 10	8,62
Ποσοστό του δείγματος λεπτότερου του Νο 10	91,38

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 (%)
8:33	0:00							
8:34	0:01	22	20	-6,1	13,9	46,16	0,0503	42,18
8:35	0:02	22	19	-6,1	12,9	42,84	0,0358	39,15
8:38	0:05	22	16	-6,1	9,9	32,88	0,0232	30,04
8:48	0:15	22	14	-6,1	7,9	26,23	0,0136	23,97
9:03	0:30	22	13	-6,1	6,9	22,91	0,0100	20,94
9:33	1:00	22	12	-6,1	5,9	19,59	0,0068	17,90
12:43	4:10	23	10	-5,8	4,2	13,95	0,0034	12,75
8:33	0:00	21	8	-6,5	1,5	4,98	0,0014	4,55



β. Δοκιμές προσδιορισμού των ορίων του Atterberg

Ένα έδαφος είναι πλαστικό, όταν τα μικροτεμαχίδια του βρίσκονται κυρίως στην κοκκομετρική περιοχή της αργίλου ή της ιλύος αποτελούνται από ορυκτά που έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν νερό. Η περιεκτικότητα σε νερό παίζει αποφασιστικό ρόλο στις ιδιότητες αντοχής και στερεότητας του υλικού. Στα κοκκώδη εδάφη η μεταβολή του περιεχόμενου νερού παίζει μικρό ρόλο στην αντοχή του, αλλά στα συνεκτικά εδάφη μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές. Η συμπεριφορά των αργιλικών εδαφών σε σχέση με την περιεκτικότητά τους σε νερό προκύπτει από τον προσδιορισμό των ορίων Atterberg.

Το όριο υδαρότητας (LL) ορίζεται ως η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό κατά τη χρονική στιγμή που το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή (ρευστή) κατάσταση.

Το όριο πλαστικότητας (PL) αντιστοιχεί στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεή κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3mm χωρίς αυτός να θραύεται (AASHTO T-90/70, ASTM D-4318/83).

Ο δείκτης πλαστικότητας (PI) ορίζεται ως η περιοχή ανάμεσα στο όριο υδαρότητας και στο όριο πλαστικότητας ($PI = LL - PL$), όπου το υλικό είναι εύπλαστο. Τα συνεκτικά εδάφη παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό πλαστικότητας, ο οποίος εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων τους (όσο πιο λεπτόκοκκο είναι το έδαφος, τόσο ο δείκτης πλαστικότητας είναι μεγαλύτερος) και από την ορυκτολογική τους σύσταση. Με την ελαττούμενη περιεκτικότητα σε νερό τα εδάφη αυτά μεταβαίνουν από τη στερεή δια μέσου της πλαστικής στην ημιστερεή κατάσταση.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν και με την μέθοδο του Gasagrande αλλά και με τη μέθοδο του πενετρόμετρου πίπτοντος κώνου παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST**

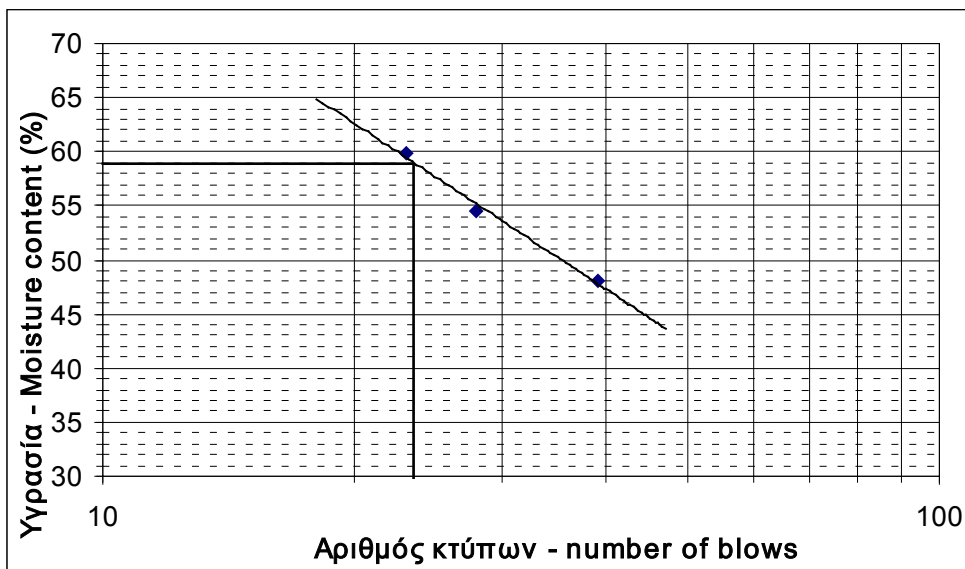
Γεώτρηση : TCTF-41

Ημερομηνία: 10/03/09

Δείγμα: 1

Βάθος (m): 11,60-12,10

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ.Δοκιμής						
Container No.						
Αρ.Υποδοχεία						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	39	28	23			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος (gr) και υποδοχεία	25,53	22,56	25,07	15,26	15,08	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος (gr) και υποδοχεία	23,17	19,53	22,08	14,83	14,65	
Container Wt. Βάρος Υποδοχεία (gr)	18,27	13,97	17,10	12,23	12,08	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	4,90	5,56	4,98	2,60	2,57	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	2,36	3,03	2,99	0,43	0,44	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	48,07	54,50	59,91	16,65	17,07	



Results

Αποτ/σματα

LL 59

PL 17

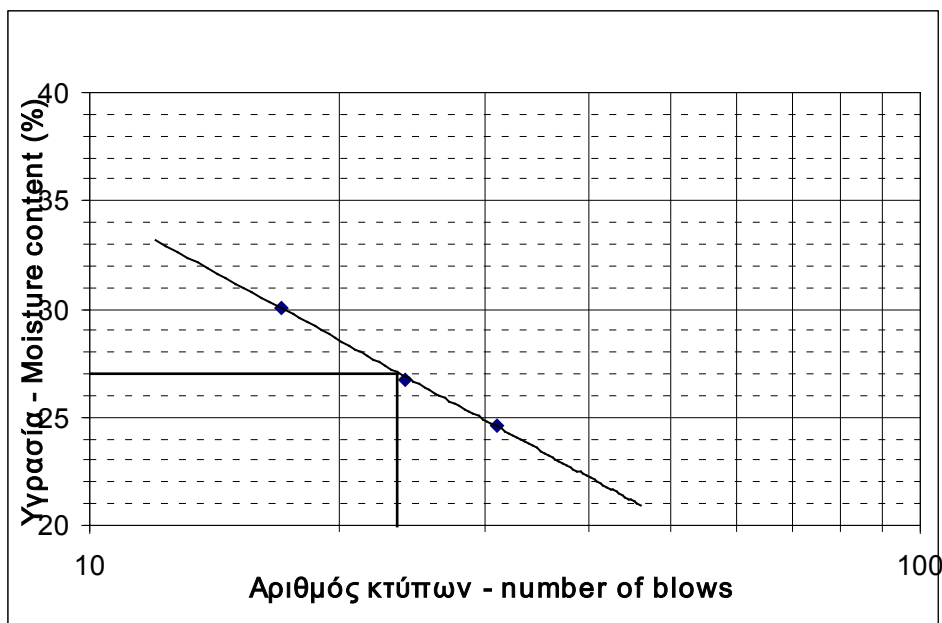
PI 42

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST**

Γεώτρηση : TCTF-41
Δείγμα: 3

Ημερομηνία: 09/03/09
Βάθος (m): 16,0-16,8

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No Αρ.Δοκιμής	1	2	3	1	2	3
Container No. Αρ.Υποδοχεία	2	1	4	7	9	
Number of bumps Αρ. κτύπων	31	24	17			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	45,98	40,45	41,00	16,00	15,50	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	42,62	38,10	38,71	15,20	15,00	
Container Wt. Βάρος Υποδοχεία (gr)	28,98	29,30	31,10	12,20	12,20	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	13,64	8,80	7,61	3,00	2,80	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	3,36	2,35	2,29	0,80	0,50	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	24,63	26,70	30,09	26,67	17,86	



Results

Αποτ/σματα

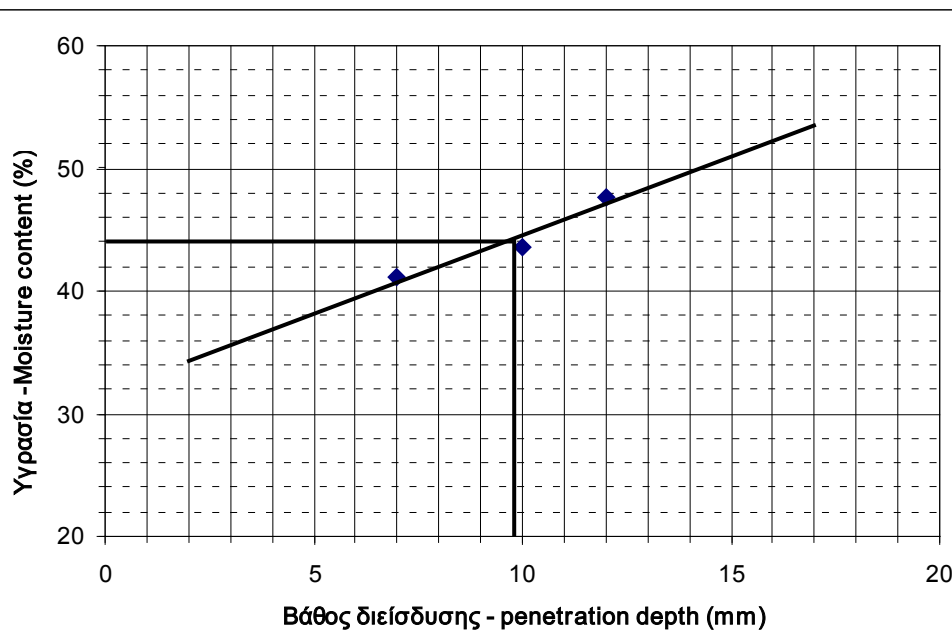
LL 27
PL 23
PI 4

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ
CONE PENETRATION TEST**

Γεώτρηση : TCTF-41
Δείγμα: 4

Ημερομηνία: 13/03/09
Βάθος (m): 17,80-18,70

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ.Δοκιμής						
Container No.						
Αρ.Υποδοχέα						
Penetration depth						
Βάθος διείσδυσης (mm)	7	10	12			
Wet Soil and Container						
Βάρος υγρού δείγματος (gr) και υποδοχέα	38,41	37,62	48,25	34,93	33,06	
Dry Soil and Container						
Βάρος ξηρού δείγματος (gr) και υποδοχέα	35,72	34,21	42,73	34,13	32,53	
Container Wt. (gr)	29,18	26,39	31,16	29,00	29,35	
Dry Soil (gr)	6,54	7,82	11,58	5,13	3,18	
Moisture Loss (gr)	2,69	3,41	5,52	0,80	0,53	
Moisture Content %	41,06	43,55	47,68	16	17	
Περιεχόμενη Υγρασία						

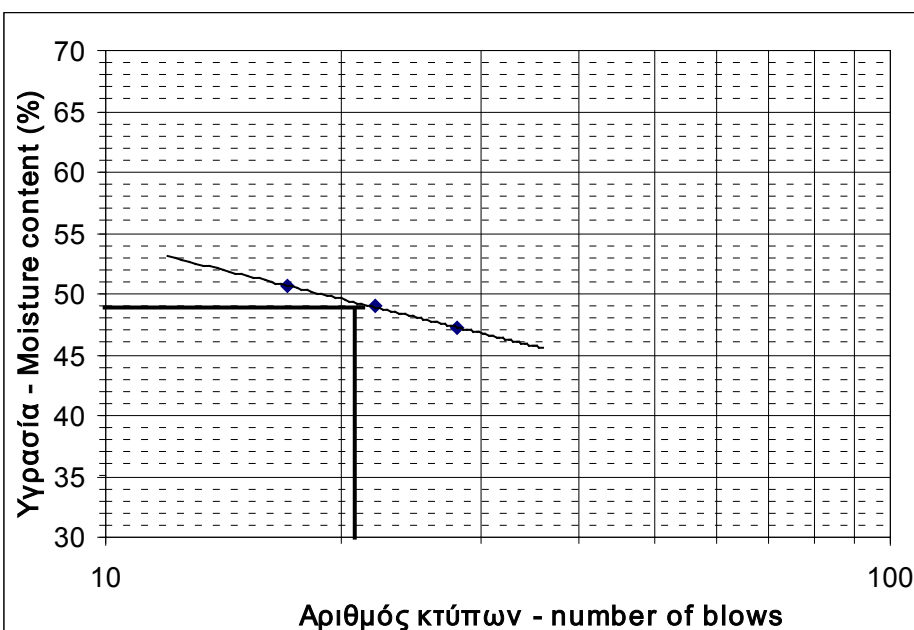


LL= 44
PL= 17
PI= 27

ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST

Γεώτρηση : TCTF-41 Ημερομηνία 10/03/09
Δείγμα: 5 Βάθος (m): 20,20-20,60

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No Αρ. Δοκιμής	1	2	3	1	2	3
Container No. Αρ. Υποδοχεία						
Number of bumps Αρ. κτύπων	28	22	17			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος και (gr) υποδοχεία	108,93	99,73	96,14	111,12	106,07	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος και (gr) υποδοχεία	105,79	96,70	93,34	110,56	105,79	
Container Wt. Βάρος Υποδοχεία (gr)	99,14	90,52	87,81	106,89	103,01	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	6,65	6,18	5,53	3,67	2,78	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	3,14	3,03	2,80	0,56	0,28	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	47,22	49,03	50,63	15,26	10,07	



Results

Αποτ/σματα

LL 49

PL 13

PI 36

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST**

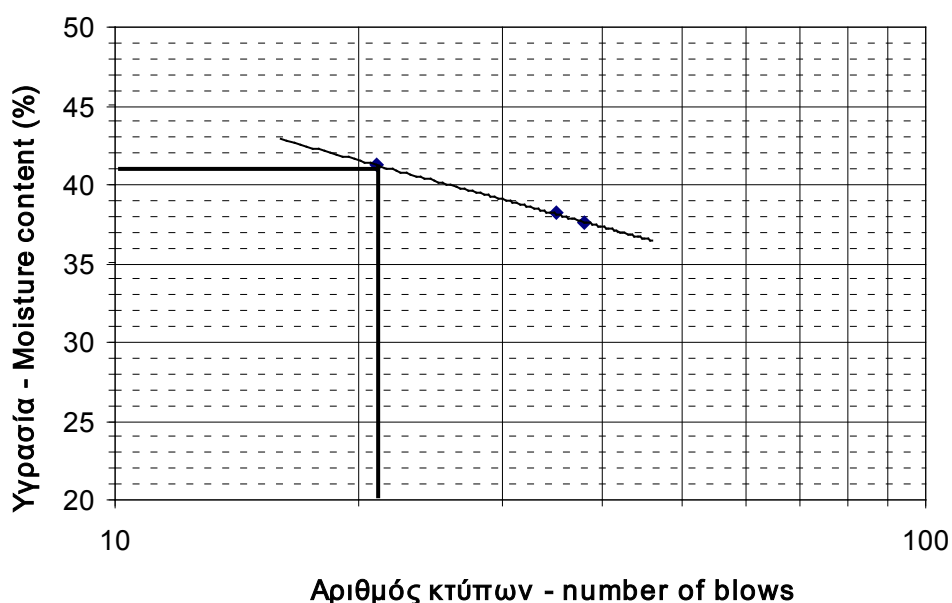
Γεώτρηση : TCTF-41

Ημερομηνία: 09/03/09

Δείγμα: 6

Βάθος (m): 24,20-24,70

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ. Δοκιμής						
Container No.						
Αρ. Υποδοχεία						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	38	35	21			
Wet Soil and Container						
Βάρος υγρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	38,83	36,52	36,60	16,09	15,84	
Dry Soil and Container						
Βάρος ξηρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	36,20	33,72	33,50	15,56	15,30	
Container Wt.						
Βάρος Υποδοχεία (gr)	29,20	26,39	25,98	11,77	11,60	
Dry Soil						
Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	7,00	7,33	7,52	3,79	3,70	
Moisture Loss						
Απώλεια υγρασίας (gr)	2,63	2,80	3,10	0,54	0,54	
Moisture Content						
Περιεχόμενη Υγρασία %	37,57	38,18	41,24	14,18	14,53	



Results

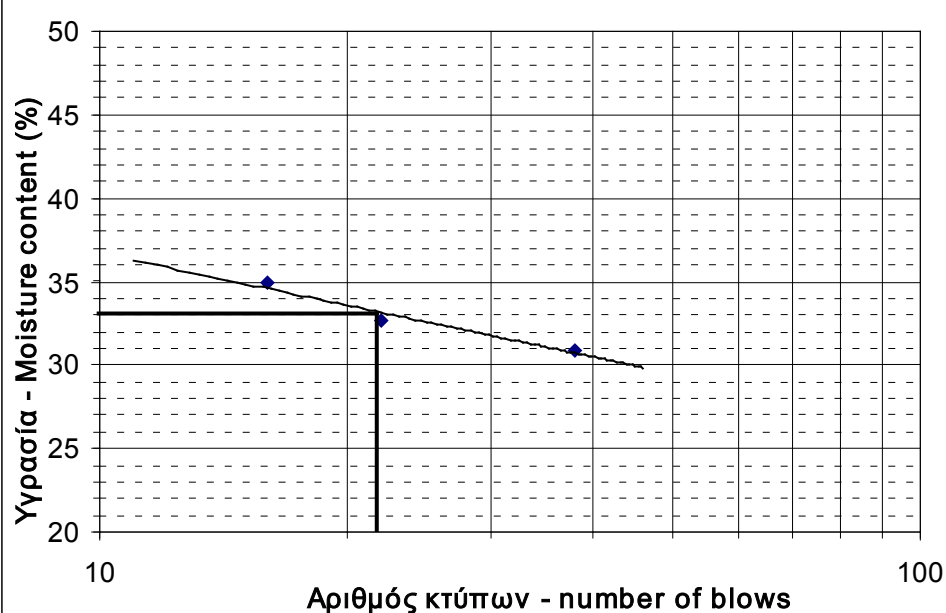
Αποτ/σματα

LL	41
PL	15
PI	26

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST**

Γεώτρηση : TCTF-41 Ημερομηνία: 13/03/09
Δείγμα: 7 Βάθος (m): 27,80-28,00

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ.Δοκιμής						
Container No.						
Αρ.Υποδοχεία						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	38	22	16			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	101,43	97,85	116,43	100,04	93,04	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	98,87	95,78	113,96	98,64	92,37	
Container Wt. Βάρος Υποδοχεία (gr)	90,58	89,45	106,88	90,41	87,68	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	8,29	6,33	7,08	8,23	4,69	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	2,56	2,07	2,47	1,40	0,67	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	30,88	32,70	34,89	17,01	14,29	



Results

Αποτ/σματα

LL 33
PL 16
PI 17

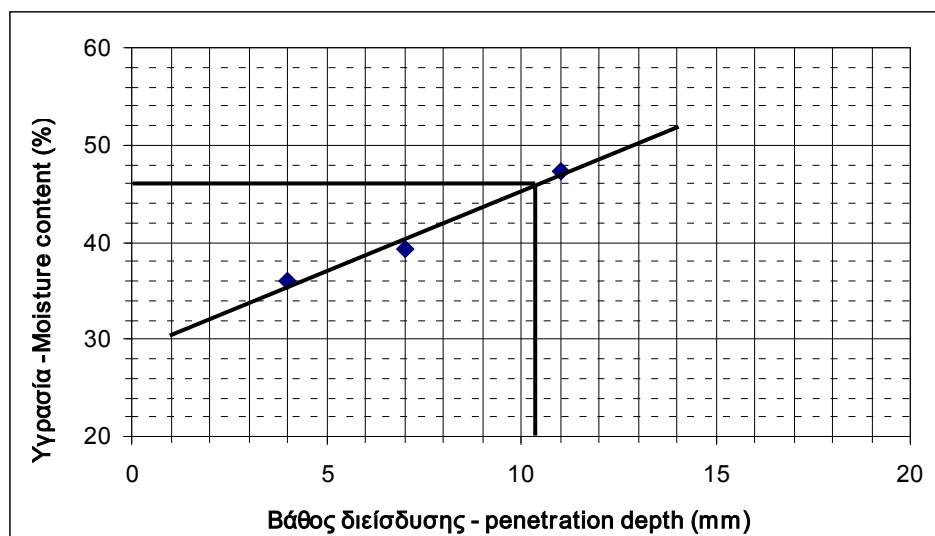
**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG
PENETRATION TEST**

CONE

Γεώτρηση : TDTE-216
Δείγμα: 1

Ημερομηνία: 13/03/09
Βάθος (m): 3,50-13,90

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ.Δοκιμής						
Container No.						
Αρ.Υποδοχέα						
Penetration depth						
Βάθος διείσδυσης (mm)	4	7	11			
Wet Soil and Container						
Βάρος υγρού δείγματος (gr)						
και υποδοχέα	43,25	39,61	44,80	36,14	31,38	
Dry Soil and Container						
Βάρος ξηρού δείγματος (gr)						
και υποδοχέα	39,86	37,02	39,76	35,68	30,97	
Container Wt.						
Βάρος Υποδοχέα (gr)	30,45	30,43	29,13	32,86	28,52	
Dry Soil						
Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	9,41	6,59	10,63	2,82	2,45	
Moisture Loss						
Απώλεια υγρασίας (gr)	3,39	2,60	5,04	0,47	0,41	
Moisture Content						
Περιεχόμενη Υγρασία %	35,98	39,37	47,37	17	17	



LL= 46
PL= 17
PI = 29

ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST

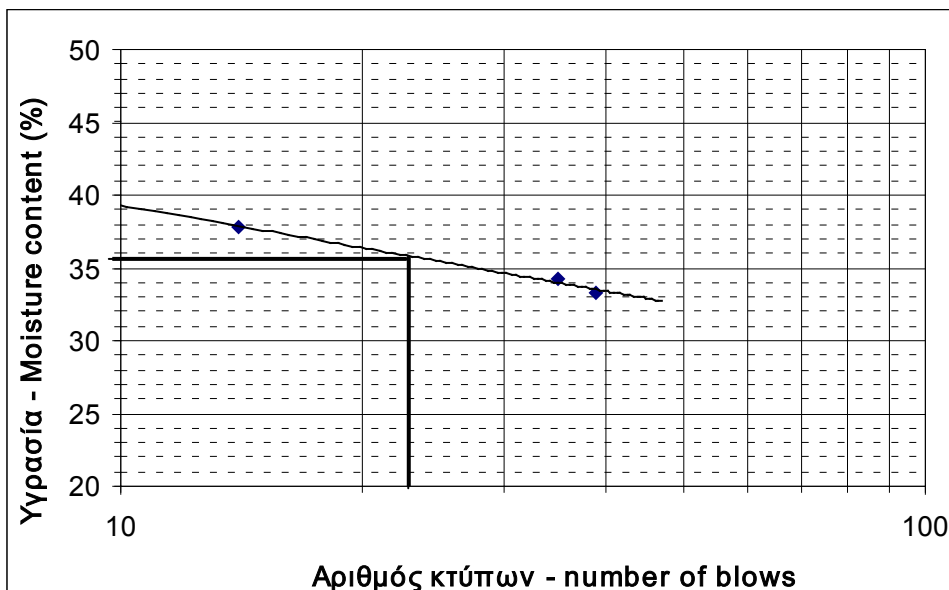
Γεώτρηση : TDTE-216

Ημερομηνία: 11/03/09

Δείγμα: 2

Βάθος (m): 14,40-14,90

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ.Δοκιμής						
Container No.						
Αρ.Υποδοχέα						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	39	35	14			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος και (gr) υποδοχέα	98,17	111,50	88,24	92,75	94,89	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος και (gr) υποδοχέα	96,00	109,61	86,51	92,27	94,41	
Container Wt. Βάρος Υποδοχέα (gr)	89,47	104,10	81,94	88,44	90,56	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	6,53	5,51	4,57	3,83	3,85	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	2,17	1,89	1,73	0,48	0,48	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	33,23	34,30	37,86	12,53	12,47	



Results

Αποτ/σματα

LL 36

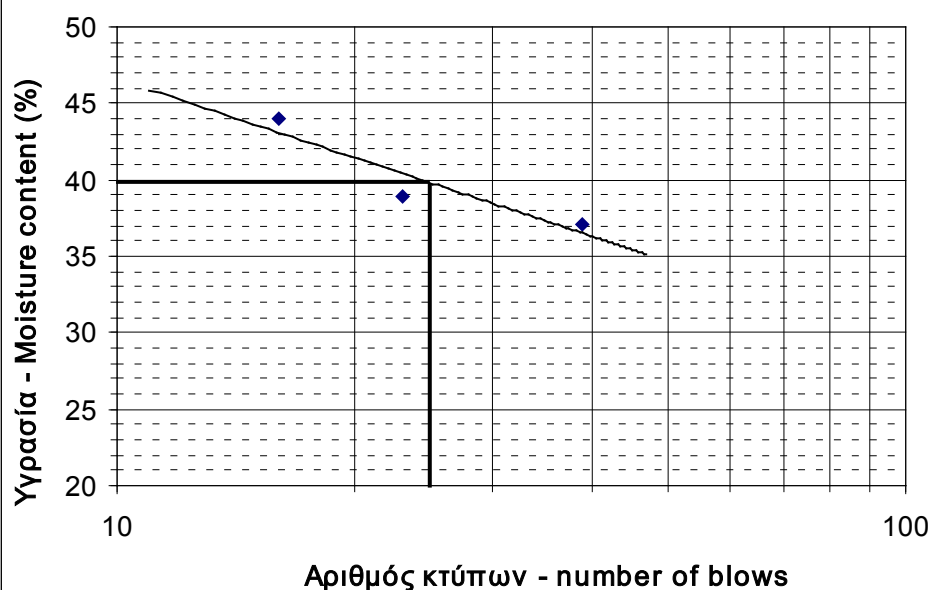
PL 13

PI 23

ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST

Γεώτρηση : TDTE-216 Ημερομηνία: 12/03/09
Δείγμα: 3 Βάθος (m): 15,40-15,90

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ. Δοκιμής						
Container No.						
Αρ. Υποδοχεία						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	39	23	16			
Wet Soil and Container						
Βάρος υγρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	35,18	38,65	38,59	22,67	27,76	
Dry Soil and Container						
Βάρος ξηρού δείγματος και υποδοχεία (gr)	32,89	35,99	34,85	21,93	26,92	
Container Wt.						
Βάρος Υποδοχεία (gr)	26,71	29,17	26,35	17,12	21,80	
Dry Soil						
Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	6,18	6,83	8,50	4,81	5,12	
Moisture Loss						
Απώλεια υγρασίας (gr)	2,29	2,66	3,74	0,75	0,84	
Moisture Content						
Περιεχόμενη Υγρασία %	37,11	38,93	43,99	15,50	16,31	



Results

Αποτ/σματα

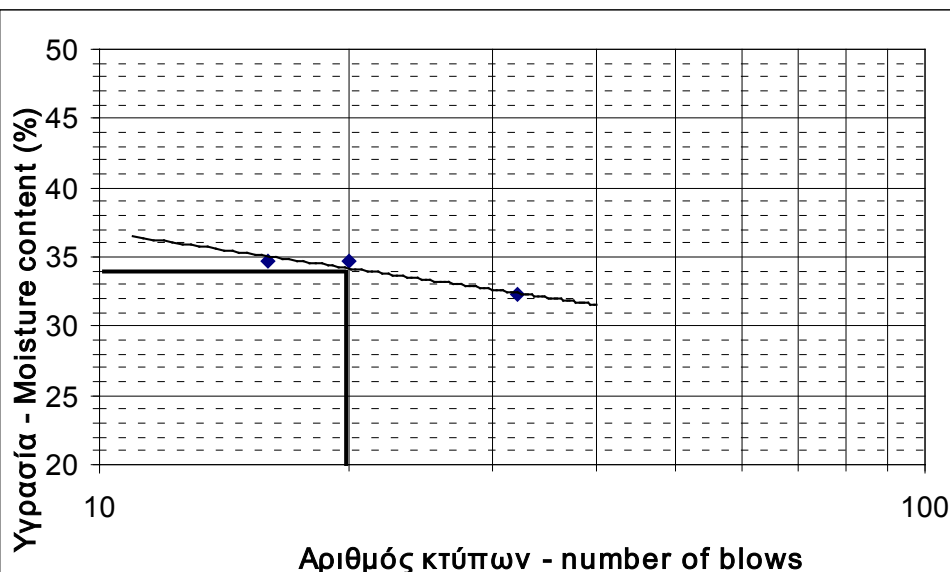
LL	40
PL	16
PI	24

**ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
PLASTICITY INDEX TEST**

Γεώτρηση : TDTE-216
Δείγμα: 4

Ημερομηνία: 11/03/09
Βάθος (m): 17,40-18,30

	Liquid limit - Όριο υδαρότητας			Plastic Limit - Όριο πλαστικότητας		
Test No	1	2	3	1	2	3
Αρ. Δοκιμής						
Container No.						
Αρ. Υποδοχέα						
Number of bumps						
Αρ. κτύπων	32	20	16			
Wet Soil and Container Βάρος υγρού δείγματος και υποδοχέα (gr)	36,80	34,12	34,60	16,82	15,04	
Dry Soil and Container Βάρος ξηρού δείγματος και υποδοχέα (gr)	34,16	32,08	32,27	16,10	14,58	
Container Wt. Βάρος Υποδοχέα (gr)	25,96	26,21	25,56	11,59	11,80	
Dry Soil Βάρος ξηρού δείγματος (gr)	8,20	5,87	6,71	4,51	2,78	
Moisture Loss Απώλεια υγρασίας (gr)	2,64	2,04	2,33	0,72	0,46	
Moisture Content Περιεχόμενη Υγρασία %	32,26	34,66	34,74	16,00	16,55	

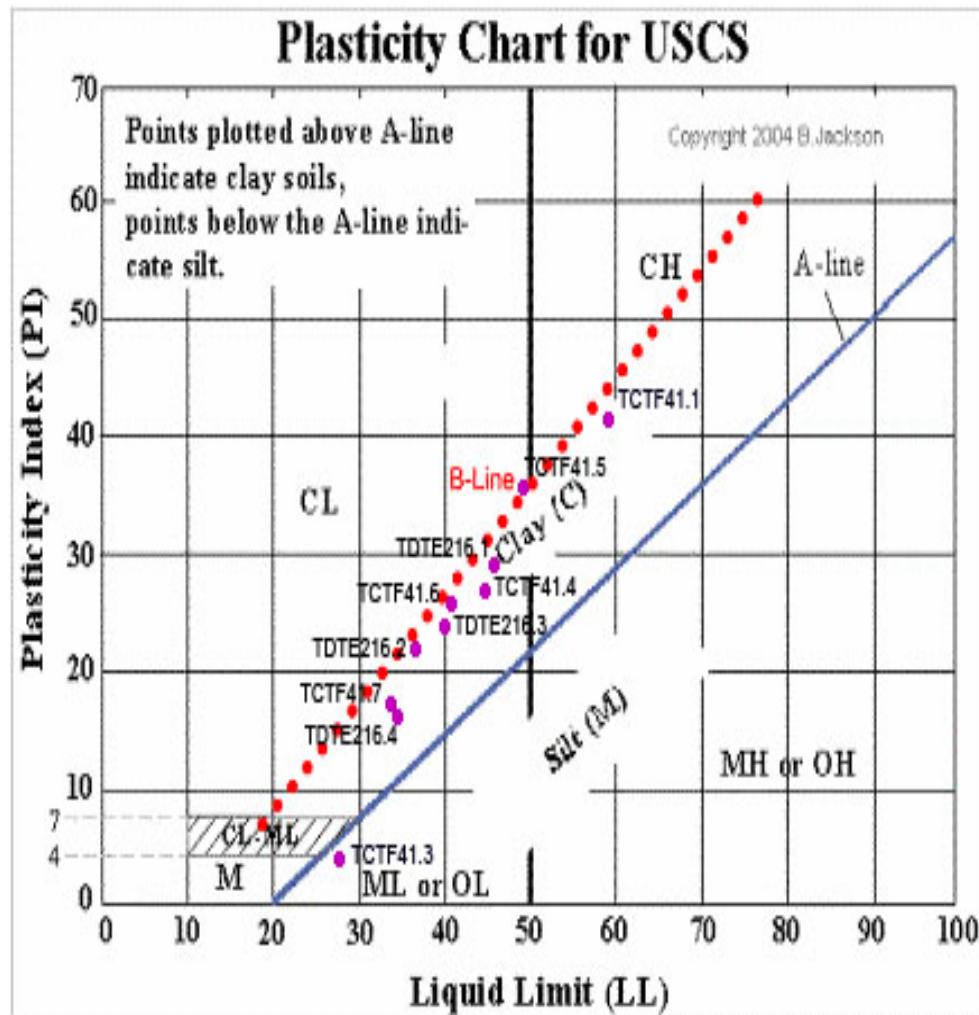


Results

Αποτ/σματα

LL 34
PL 17
PI 17

Με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών του προσδιορισμού των ορίων Atterberg μπορούμε να ταξινομήσουμε το υλικό των δειγμάτων μας με βάση το διάγραμμα κατάταξης εδαφών κατά Casagrande (Plasticity Chart) (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Διάγραμμα πλαστικότητας κατά Gasagrande.

Έτσι από το ενιαίο σύστημα ταξινόμησης εδαφών UCS κατά (ASTM D-2487) έχουμε την παρακάτω ταξινόμηση των εδαφών που εξετάστηκαν (Πίνακας 1.).

Πίνακας 1. Ενιαίο σύστημα ταξινόμησης εδαφών (ASTM D-2487)

ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ (ASTM D-2487)		
ΔΕΙΓΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΟΝΟΜΑ
TCTF41_1	CH	Ανόργανες άμμοι μεγάλης πλαστικότητας, λιπώδεις άργιλοι
TCTF41_3	ML	Ανόργανες ιλείς και λεπτόκκες άμμοι, ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμοι, ή αργιλώδεις ιλείς με μικρή πλαστικότητα
TCTF41_4	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TCTF41_5	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TCTF41_6	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TCTF41_7	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TDTE216_1	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TDTE216_2	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TDTE216_3	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
TDTE216_4	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας

Ακόμη μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα σχετικά με την συμπεριφορά σε θλίψη, σε δόνηση αλλά και την συνεκτικότητα του υλικού που εξετάστηκε κοντά στο όριο πλαστικότητας.

Πίνακας 2. Ταξινόμηση των λεπτόκοκκων εδαφών με την βοήθεια δοκιμών υπαίθρου .

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ ΜΕ ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΤΟΥ ΚΙΣΚΙΝΟΥ Νο:40				
ΔΕΙΓΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΞΗΡΗ ΑΝΤΟΧΗ (Συμπεριφορά σε θλίψη)	ΔΙΟΓΚΩΣΗ (Συμπεριφορά σε δόνηση)	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (Συνεκτικότητα κοντά στο όριο της πλαστικότητας)
TCTF41_1	CH	Μεγάλη, έως πολύ μεγάλη	Μηδενική	Μεγάλη
TCTF41_3	ML	Μηδενική έως ελάχιστη	Ταχεία έως αργή	Μηδενική
TCTF41_4	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TCTF41_5	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TCTF41_6	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TCTF41_7	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TDTE216_1	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TDTE216_2	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TDTE216_3	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια
TDTE216_4	CL	Μέτρια έως μεγάλη	Μηδενική έως πολύ αργή	Μέτρια

Τέλος μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα σχετικά με την καταλληλότητα του υλικού μας ως υλικό θεμελίωσης αλλά και την συμπεριφορά του σε σχέση με διάφορες κλιματικές συνθήκες. Αυτά φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3.

ΔΕΙΓΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Κατάλληλα για υποστρώματα θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για υπόβαση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για βάση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Δυναμική δράση παγετού	Συρρίκνωση και διόγκωση	Αποστράγγιση	Κατάλληλο για επίχρωμα	Συμπύκνωση	Κατάλληλο σαν θεμέλιο	Απαιτήσεις για έλεγχο αποτράγγισης
TCTF41_1	CH	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια	Μεγάλη	Αδιαπέρατα	Μέτρια ευστάθεια σε ορίζοντα πρανή, λεπτοί πυρήνες, κουρτίνες και αναχώματα	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TCTF41_3	ML	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	Ασταθή, χρησιμοποιείται σε προσχώσεις με κατάλληλο έλεγχο	Καλή μέχρι μέτρια, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Κακό, επιδεκτικό σε ρευστοποίηση	Καμία μέχρι τάφρο πόδα
TCTF41_4	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TCTF41_5	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TCTF41_6	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TCTF41_7	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία

Πίνακας 3.(συνέχεια)

ΔΕΙΓΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Κατάλληλα για υποστρώματα θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για υπόβαση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για βάση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Δυναμική δράση παγετού	Συρρίκνωση και διόγκωση	Αποστράγγιση	Κατάλληλο για επίχρωμα	Συμπύκνωση	Κατάλληλο σαν θεμέλιο	Απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγγισης
TDTE216_1	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TDTE216_2	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TDTE216_3	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
TDTE216_4	CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία

ΣΤ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι η περιοχή μελέτης αποτελείται κυρίως από τέσσερις ενότητες.

Οι τεχνητές αποθέσεις που αποτελούνται από τούβλα, ξύλα, υλικά των παλιών κτιρίων που καταστράφηκαν από τις πυρκαγιές που συνέβησαν στην πόλη, άμμοι και χαλίκια.

Τα τεταρτογενή ιζήματα που αποτελούνται από σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και υλικά χειμάρριων αποθέσεων, αλλά και από ερυθρές αργίλους χαμηλής πλαστικότητας με ενστρώσεις άμμων και χαλίκων.

Τέλος τα Νεογενή ιζήματα που συνίστανται από την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά που αποτελείται από ασβεστιτικές, ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμους και από τη σειρά των ερυθρών αργίλων που αποτελείται από σκληρές πλέον αργίλους που περιέχουν ενστρώσεις άμμων με χαλίκια και ψηφίδες.

Τα δείγματα που εξετάστηκαν ανήκουν, όπως προαναφέρθηκε, κυρίως στην σειρά των ερυθρών αργίλων (εκτός από τα δύο πρώτα που ανήκουν στο σχηματισμό καστανών αμμωδών αργίλων το πρώτο και στο σχηματισμό καστανέρυθρων αμμωδών – μαργαϊκών αργίλων το δεύτερο) .

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας του τομέα Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης βρίσκονται σε απόλυτη συμφωνία με τα υφιστάμενα στοιχεία που προέκυψαν, τόσο από την βιβλιογραφία όσο και από στοιχεία της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. και συγκλίνουν στο συμπέρασμα πως στην περιοχή από την οδό Αντιγονιδών έως την οδό Αριστοτέλους και σε βάθος από 10 έως 28 m συναντάμε ανόργανες αργίλους με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα σύμφωνα με το ενιαίο σύστημα ταξινόμησης εδαφών UCS κατά (ASTM D-2487) .

Η συμπεριφορά των υλικών αυτών σε θλίψη είναι μέτρια έως μεγάλη, σε διόγκωση μηδενική έως πολύ αργή, ενώ η συνεκτικότητά τους κοντά στο όριο της πλαστικότητας είναι μέτρια.

Τέλος η καταλληλότητα των υλικών που εξετάστηκαν, ως υποστρώματα, ως υπόβαση αλλά και ως βάση θεμελίου είναι κακή έως μέτρια όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού. Η συμπεριφορά τους στην δυναμική δράση του παγετού είναι μέτρια έως μεγάλη. Είναι αδιαπέρατα υλικά . Είναι σταθερά υλικά ως επιχώματα και αποτελούν αδιαπέρατους πυρήνες και κουρτίνες. Η συμπύκνωσή τους είναι καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες. Σαν υλικά θεμελίωσης έχουν μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα, ενώ τέλος δεν υπάρχουν απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγγισης.

H. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✓ **Anastasiadis An., Raptakis D., Pitilakis K., (2001):** “Thessaloniki’s Detailed Microzoning: Subsurface Structure as Basis for Site Response Analysis”.
-Pure and Applied Geophysics, 158, pp.2597-2633.
- ✓ **Chatzigogos N. , Makedon T. , Tsotsos S. & Christaras B.(2006) :**
Implementation of a ground investigation strategy on urban fills.
-IAEG,688.
- ✓ **Makedon T. , Chatzigogos N. , Spandos S. (2008):** Engineering geological parameters affecting the response of Thessaloniki’s urban fill to a major seismic event.
-Engineering Geology,104, pp 167-180.
- ✓ **Tranos M., Papadimitriou A., Kiliass A., (2003):** “Thessaloniki-Gerakarou fault zone (TGFZ): «the western extension of the 1978 Thessaloniki earthquake fault (northern Greece) and seismic hazard assessment»”.
-Journal of Structural Geology, 25, pp.2109-2123.
- ✓ **Ζερβοπούλου Α. και Παυλίδης Σ.(2005) :** Μορφοτεκτονική Μελέτη της Ευρύτερης Περιοχής της Θεσσαλονίκης για την Χαρτογράφηση Νεοτεκτονικών Ρηγμάτων,
-Bull. Geol. Soc. Greece XXXVIII, pp30-41.
- ✓ **Ζερβοπούλου Α. και Παυλίδης Σ. (2008):** Νεοτεκτονικά ρήγματα Πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης,
-3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Αρθρο 1865.
- ✓ **Δημόπουλος Γ. (2007) :** Γεωλογικές Μελέτες Τεχνικών Έργων , Υδρογεωλογικές Μελέτες.
-Εκδοτικός οίκος αδελφών Κυριακίδη α.ε. , Θεσσαλονίκη.
- ✓ **Δημόπουλος Γ. (2008) :** Τεχνική Γεωλογία
-Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- ✓ **Θεοδωρίδου Γ. και Ιωαννίδου Μ.(2009) :** Πτυχιακή εργασία με θέμα:
<<Διακύμανση Στάθμης Υπόγειου Νερού σε Πιεζόμετρα του ΜΕΤΡΟ Θεσσαλονίκης>>, (Σελ.53),
-Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ✓ **Μουντράκης Δ., Κίλιας Α., Παυλίδης Σ., Σωτηριάδης Λ., Ψιλοβίκος Α., Αστάρης Θ., Βαβλιάκης Ε., Κουφός Γ., Δημόπουλος Γ., Σούλιος Γ., Χρηστάρας Β., Σκορδύλης Μ., Τρανός Μ., Σπυρόπουλος Μ., Πάτρας Δ., Συρίδης Γ., Λαμπρινός Ν., Λαγγάλης Θ. (1996),:** “Νεοτεκτονικός Χάρτης της Ελλάδας”, Κλίμακας 1:100.000,
-Φύλλα: Θεσσαλονίκη, Λαγκαδά. Ο.Α.Σ.Π. και επεξηγηματικά τεύχη (1997).

- ✓ **Μουντράκης Μ. Δ. (1985):** Γεωλογία της Ελλάδας
-Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- ✓ **Ρόζος Δ., Χατζηνάκος Ι., Αποστολίδης Ε., (1998):**, “Τεχνικογεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής πόλης Θεσσαλονίκης”, Κλίμακας 1:25.
- Ι.Γ.Μ.Ε.
- ✓ **Χρηστάρας Β. (2006):** Εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές Εδαφομηχανικής
.-Τ.Ε.Ε. Αθήνα.

