

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Θεοδωροπούλου Φωτεινή

A.E.M 4291

**Γεωτεχνική και Εδαφομηχανική Μελέτη κατά την ανέγερση
διώροφης οικοδομής με πυλωτή και υπόγειο στα Ηπειρώτικα
Λάρισας**



Θεσσαλονίκη 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1.ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ-ΜΕΛΕΤΗΣ
- 1.2.ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ
- 1.3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ-ΜΕΛΕΤΗΣ

2.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ-ΓΕΝΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- 2.1.ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- 2.2.ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

4.ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΥΡΥΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΜΕΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

- 4.1.ΓΕΝΙΚΑ
- 4.2.ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΥΠΟ
- 4.2.1.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ

5.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

- 5.1.ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ
- 5.2.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΜΕΣΟΥ ΧΩΡΟΥ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

6.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

7.ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

- 7.1.ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ
 - 7.1.1.ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ-ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ
 - 7.1.2.ΘΕΣΕΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
 - 7.1.3..ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ
 - 7.1.4.ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
 - 7.1.5.ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΩΣ(S.P.T.)
- 7.2.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ
 - 7.2.1.ΓΕΝΙΚΑ
 - 7.2.2.ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ
 - 7.2.2.1.ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ
 - 7.2.3.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
- 7.3.ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

8.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

8.1.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

8.2.ΣΤΑΘΜΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

8.3.ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

8.4.ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

8.5.ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ\

8.6.ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

8.6.1.ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

8.6.2.ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ

8.7.ΑΝΕΚΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

8.8.ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

8.9.ΕΚΣΚΑΨΙΜΟΤΗΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

9.ΕΚΣΚΑΦΕΣ-ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΛΙΣΗΣ ΠΡΑΝΩΝ(ΣΤΑ -4,00m)

9.1.ΓΕΝΙΚΑ

9.2.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

9.3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ

9.4.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΑΝΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ

9.5.ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ

9.6.ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

9.7.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΠΡΑΝΩΝ

9.8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΡΑΝΩΝ ΤΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

10.ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΕΡΙ ΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- ❑ **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**
- ❑ **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΜΕΛΕΤΗΣ.

Αντικείμενο της γεωτεχνικής έρευνας είναι να διαπιστωθούν και να προσδιορισθούν με κατάλληλες υπαίθριες και εργαστηριακές δοκιμές οι γεωτεχνικές συνθήκες και οι εδαφομηχανικές παράμετροι του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, με σκοπό την ασφαλή θεμελίωση και αντιστήριξη των πρηνών των εκσκαφών του κατά τον καλύτερο τεχνικοοικονομικά τρόπο.

Το ζητούμενο είναι δηλαδή να προσδιοριστούν οι απαιτούμενοι γεωτεχνικοί παράμετροι σχεδιασμού του έργου (παράμετροι αντοχής, υποχωρήσεων και συνθήκες ευστάθειας του υπεδάφους θεμελίωσης και των πρηνών εκσκαφής), καθώς και να διερευνηθεί ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής (βάθος πιεζομετρικής επιφάνειας) που ως γνωστόν επηρεάζει τις συνθήκες θεμελίωσης των κτιρίων και τεχνικών έργων.

Πιο αναλυτικά και συγκεκριμένα με κατάλληλες εδαφο-μηχανικές αναλύσεις και υπολογισμούς θα προσδιοριστούν στο χώρο θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρηνών των εκσκαφών προβλεπόμενου κτιρίου οι κύριες εδαφομηχανικές παράμετροι θεμελίωσης, [όπως: φέρουσα ικανότητα, αντοχή σε θραύση εδάφους, καθιζήσεις (ελαστικές καθιζήσεις και καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης), επιτρεπόμενη τάση εδάφους, δείκτης εδάφους (K_s), πλευρικές ωθήσεις γαιών (ενεργητικές και παθητικές), ενεργές και παθητικές πλευρικές τάσεις και ωθήσεις εδαφών, εκτίμηση ευστάθειας κεκλιμένου ανυποστήρικτου κατακόρυφου πρηνούς, κατηγορία σεισμικότητας και εδαφικής σεισμικής επικινδυνότητας, εκτίμηση της εκσκαψιμότητας των εδαφών, στοιχεία διαπερατότητας υπεδάφους, κλπ.].

Για τον σκοπό αυτό έγιναν οι παρακάτω εργασίες:

- α)** Γεωτεχνική διερεύνηση της στρωματογραφίας του υπεδάφους στον άμεσο χώρο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, με εκτέλεση ενός (01) ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης, συνολικού βάθους 15,45 μέτρων, για τον προσδιορισμό της στρωματογραφίας, λιθολογίας και των εδαφο-μηχανικών χαρακτηριστικών της περιοχής θεμελίωσης του κτιρίου,
- β)** Διερεύνηση ύπαρξης υπόγειων νερών με μορφή υψηλού φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα στο χώρο θεμελίωσης του κτιρίου, που ως γνωστό επιδρούν δυσμενέστατα στις γεωτεχνικές ιδιότητες των εδαφών θεμελίωσης και αντιστήριξης πρηνών εκσκαφών των κτιρίων και τεχνικών έργων,

γ) Εκτέλεση υπαίθριων και εργαστηριακών δοκιμών για τον προσδιορισμό των φυσικό-μηχανικών και εδαφοτεχνικών χαρακτηριστικών, παραμέτρων και ιδιοτήτων των εδαφών θεμελίωσης, καθώς και την ταξινόμησή τους σε σχέση με την γεωτεχνική συμπεριφορά τους στις θεμελιώσεις και στις αντιστηρίξεις τεχνητών πτράνων,

δ) Προσδιορισμός της σεισμικότητας της περιοχής, της εδαφικής σεισμικής επικινδυνότητας και κατηγορίας εδάφους, των σεισμικών δράσεων σχεδιασμού, καθώς και της εδαφικής ιδιοπεριόδου,

ε) Με βάση τα στοιχεία που αποκτήθηκαν από τα αποτελέσματα των παραπάνω επί τόπου γεωτεχνικών εργασιών και των εργαστηριακών δοκιμών, δίδονται τα παρακάτω στοιχεία:

- Το τοπογραφικό διάγραμμα σε κλίμακα 1 : 200 με την ακριβή θέση του εκτελεσθέντος ερευνητικού φρέατος στην περιοχή του προβλεπόμενου κτιρίου,
- Το μητρώο και η τομή της γεώτρησης,
- Την συνολική τομή της γεώτρησης,
- Τους πίνακες με την στρωματογραφία (βάθη εναλλαγών στρωμάτων, περιγραφή στρωμάτων), τις θέσεις λήψης δοκιμών και τον τύπο δειγματοληψίας, τον αριθμό κρούσεων κατά την Δοκιμή Πρότυπης Διείσδυσης (S.P.T.), καθώς και τις θέσεις και το είδος των εκτελεσθέντων εργαστηριακών δοκιμών στην ερευνητική γεώτρηση,,
- Τους πίνακες με τα αποτελέσματα των μετρήσεων της στάθμης ηρεμίας της πιεζομετρικής επιφάνειας των υπόγειων νερών στη γεώτρηση,
- Τους συνοπτικούς και συγκεντρωτικούς πίνακες των εργαστηριακών δοκιμών,
- Τις εργαστηριακές μετρήσεις για κάθε δοκιμή (φυλλάδια εργαστηρίου),
- Τα διαγράμματα Εδαφομηχανικής που προέκυψαν για κάθε δοκιμή σαν αποτέλεσμα των παραπάνω μετρήσεων,
- Την επεξεργασία των υπαίθριων και εργαστηριακών δοκιμών και ερευνών και την ακόλουθη ομαδοποίηση των εδαφικών στρωμάτων,
- Γενικά κάθε γεωτεχνική, τεχνικογεωλογική και υδρογεωλογική πληροφορία που θεωρείται χρήσιμη στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

στ) Προσδιορισμός της μέγιστης ασφαλούς φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης στην προτεινόμενη στάθμη θεμελίωσης του κτιρίου (στα -4,00 m), καθώς και της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους που τελικά θα πρέπει να ληφθεί για την ασφάλεια του κτιρίου,

ζ) Υπολογισμός του μεγέθους των αναμενόμενων ελαστικών, αλλά και λόγω στερεοποίησης καθιζήσεων που θα προξηγηθούν από την έδραση και φόρτιση του κτιρίου. Επίσης εντοπισμός των ανεκτών διαφορικών καθιζήσεων του κτιρίου,

- η) Εκτίμηση της εκσκαψιμότητας των εδαφών και υπολογισμός του μέγιστου κρίσιμου ύψους κατακόρυφου ανυποστήρικτου πρανούς,
- θ) Σε εκείνες τις πλευρές του οικοπέδου όπου υφίστανται θεμελιωμένα όμορα κτίρια με στάθμη θεμελίωσης υψηλότερη του προβλεπόμενου κτιρίου και σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμος περιμετρικά χώρος για κατασκευή κεκλιμένης εκσκαφής παρειών των πρανών με αποτέλεσμα να επιβάλλεται η απαίτηση δημιουργίας κατακόρυφων πρανών εκσκαφής, θα πραγματοποιηθεί εκτίμηση της ευστάθειας ανυποστήρικτων κατακόρυφων πρανών εκσκαφής. Εάν δεν προκύπτει άμεση αστοχία με μορφή κατάρρευσης θα προταθεί όπως οι εργασίες κατασκευής των περιμετρικών τοιχωμάτων του υπόγειου γίνουν το συντομότερο δυνατόν αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκσκαφής, οι οποίες στη συνέχεια θα πρέπει να γίνουν τμηματικά κατά περιοχή με την μέθοδο γνωστή ως "ντουλάπια",
- ι) Υπόδειξη της βέλτιστης τεχνικοοικονομικά λύσης σχετικά με τον τρόπο, τον τύπο και το βάθος θεμελίωσης του κτιρίου, καθώς και της μεθόδου αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής, όπου και εάν απαιτείται,
- κ) Με βάση τη γνώση που αποκτήθηκε από τα αποτελέσματα της επιτόπου γεωτεχνικής διερεύνησης και των εργαστηριακών δοκιμών, εξάγονται συμπεράσματα και διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις, για την ασφαλή και οικονομική θεμελίωση και αντιστήριξη των πρανών των εκσκαφών του προβλεπόμενου κτιρίου, με αναφορά στις εδαφομηχανικές παραμέτρους θεμελίωσης, όπως π.χ. της φέρουσας ικανότητας, της αντοχής σε θραύση εδάφους, των καθιζήσεων (ελαστικές καθιζήσεις και καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης), της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους, του δείκτη εδάφους (K_s), των ενεργών και παθητικών πλευρικών τάσεων και ωθήσεων εδαφών, της εκτίμησης ευστάθειας κεκλιμένου και κατακόρυφου ανυποστήρικτου πρανούς, της μεθόδου εκσκαφής των πρανών του ημιυπόγειου ή και αντιστήριξης εάν απαιτηθεί των τεχνητών πρανών, της κατηγορίας σεισμικής επικινδυνότητας, των στοιχείων διαπερατότητας υπεδάφους, κλπ.

1.2. ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ.

Η περιοχή του προβλεπόμενου κτιρίου εντοπίζεται στην πόλη της Λάρισας, και βρίσκεται σε απόσταση 2,5 km από το κέντρο αυτής (σχ.1.1).



Σχ. 1.1. Απεικόνιση μέσω Google earth της ευρύτερης περιοχής του έργου.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής του κέντρου του οικοπέδου του προβλεπόμενου κτιρίου στην Λάρισα είναι : $X = 0364201$ και $\Psi = 4385451$.

Το απόλυτο υψόμετρο του εξεταζόμενου οικοπέδου του προβλεπόμενου κτιρίου είναι 78m περίπου.

1.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΜΕΛΕΤΗΣ.

Για την εκτέλεση του προγράμματος των γεωτεχνικών εργασιών διερεύνησης των γεωσυνθηκών του υπεδάφους στον άμεσο χώρο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτηρίου, χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση οι σχετικές Ελληνικές τεχνικές προδιαγραφές που συντάχθηκαν από την Διεύθυνση του Κ.Ε.Δ.Ε. του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., και αφ' ετέρου οι Διεθνείς τεχνικές προδιαγραφές, κανονισμοί και μεθοδολογίες διερεύνησης υπεδάφους όπως περιγράφονται στην συνέχεια:

Ελληνικές προδιαγραφές - κανονισμοί.

- Τις διατάξεις του Ν. 3316/05 «Περί ανάθεσης και εκτέλεσης δημοσίων συμβάσεων, εκπόνησης μελετών και παροχής υπηρεσιών».
- Την υπ' αριθμ. ΔΜΕΟ/α/οικ/1257/9-8-2005 Απόφαση Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε «Έγκριση Κανονισμού Προεκτιμώμενων Αμοιβών Μελετών και Υπηρεσιών κατά τη διαδικασία της παρ.7 του άρθρου 4 του Ν.3316/2005».

- Οι "Τεχνικοί Όροι Εκτέλεσης Εδαφοτεχνικών Ερευνών" που εγκρίθηκαν με την υπ' αριθμ.Δ20192/22.1.1966 Υπουργική Απόφαση καθώς και το αντίστοιχο Τιμολόγιο που αναθεωρήθηκε με την υπ' αριθμ.Δ23713/2.9.70 Απόφαση του ΥΠ.Δ.Ε. και αναπροσαρμόστηκε με τις αρ. ΒΜ3/22465/14.11.1980, ΕΚ1/72/10/οικ./11.1.1983, ΕΚ1/5540/765/οικ./8.7.1985 και Δ14α/4769/606/οικ.-/25.7.1988 Αποφάσεις Υ.Δ.Ε..
- Η απόφαση ΒΜ5/0/30377/83 (Ε 101/83-Φ.Κ.363/Β/24.6.1983 Τεύχος 2) περί Εγκρίσεως "Τεχνικών Προδιαγραφών Δειγματοληπτικών Γεώτρησης Ξηράς για γεωτεχνικές έρευνες".
- Η Ε 102-84 και Ε 103-84 (ΦΕΚ/70/Β/8.2.85) "Περί προδιαγραφών επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών βραχομηχανικής" αντίστοιχα.
- Η Ε 105-86 και η Ε 106-86 (ΦΕΚ/955/Β/31.12.1986 Τεύχος 2) "Περί προδιαγραφών εργαστηριακών και επί τόπου δοκιμών εδαφομηχανικής" αντίστοιχα.
- Το Φ.Ε.Κ. 1221/30 Νοεμβρίου 1998, "Ανάλυση τιμών και λοιπά θέματα Γεωτεχνικών Ερευνών, Μελετών Γεωτεχνικών Έργων και Γεωτεχνικών Μελετών", 1998.
- Η αρ. Γ2β/γ/0/3/115/7.7.1976 Διαταγή (Εγκύκλιος Α.122) του ΥΔΕ η σχετική με Γεωλογικές και Εδαφοτεχνικές μελέτες οδών, Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές Θεμελιώσεων τεχνικών έργων.
- Η αρ.ΒΜ1/0/6/55/30.3.1979 Διαταγή (Εγκύκλιος Β10) του ΥΔΕ η σχετική με αμοιβή για την αξιολόγηση, κλπ. Εδαφοτεχνικών Εργασιών.
- Η αρ. ΓΓ.1363/13.4.1984 Εγκύκλιος του Υπουργείου Δημοσίων Έργων περί γεωλογικών κλπ. ερευνών, καθώς και το σχέδιο τιμολόγησης γεωλογικών και λοιπών ερευνών που συνέταξε η ΒΜ3 και διαβιβάστηκε με το υπ' αριθμ. ΒΜ3/22113/9.10.1981 έγγραφο για έγκριση και αναπροσαρμόστηκε με την 102/9.5.1985 γνωμάτευση Σ.Δ.Ε. (Απόφαση ΒΜ1/0/2278/22.5.1986/5).
- Η Ε 104-85 (ΦΕΚ/29/Β/11.2.1986) "Περί τεχνικών προδιαγραφών γεωλογικών εργασιών".
- Η υπ' αριθμ. 69269/5387/90 Κ.Υ απόφαση περί προστασίας του περιβάλλοντος.
- Ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK): Υπ. Απόφαση 39/26-8-1993/ΔΜΕΟ γ/0/695 με τις τροποποιήσεις του το 1995, τον Σεπτέμβριο του 1999, το 2000 και το 2003.
- Η Ανάλυση Τιμών Δειγματοληπτικών Γεώτρησης Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες κλπ., που εγκρίθηκαν με την υπ' αριθμ. ΔΜΕΟ/α/οικ/1257/9-8-2005 Απόφαση Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

- Η ανάλυση τιμών εργαστηριακών και επί τόπου δοκιμών εδαφομηχανικής και εργαστηριακών βραχομηχανικής, που εγκρίθηκαν με την υπ' αριθμ. ΔΜΕΟ/α/οικ/1257/9-8-2005 Απόφαση Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Για την αμοιβή του Προγραμματισμού, της Αξιολόγησης και της Σύνταξης της Τεχνικής Έκθεσης Αξιολόγησης της Γεωτεχνικής Μελέτης, που εγκρίθηκαν με την υπ' αριθμ. ΔΜΕΟ/α/οικ/1257/9-8-2005 Απόφαση Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Σε ότι αφορά τα βραχώδη πετρώματα οι όροι χαρακτηρισμού αναφέρονται σε μακροσκοπική τεχνικογεωλογική περιγραφή σύμφωνα με τις απαιτήσεις των: ANON. (1977): "The description of rock masses for engineering purposes". Report by the Geological Society Engineering Group Working Party. Q.J1. Engng. Geol., 10, 355-388, Bell F.G. (1981): "Engineering properties of soils and rocks", P.G. Fookes, P.R. Vaughan (1986): "Engineering Geomorphology", και Blyth F.G.H. and DeFreitas M.H., (1979): "A Geology for Engineers". Ειδικές πετρογραφικές και ορυκτολογικές εξετάσεις δεν εκτελέστηκαν.
- ΣΑΧΠΑΖΗΣ, Κ. (1988). "Μεθοδολογία Γεωτεχνικής διερεύνησης Υπεδάφους για τη θεμελίωση Τεχνικών Έργων". Δελτίο Κέντρου Ερευνών Δημοσίων Έργων. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.. Τεύχη 1 - 2, Ιανουάριος-Ιούνιος 1988.

Διεθνείς προδιαγραφές - κανονισμοί.

- BS 5930, 1977: "Code of Practice for Site Investigations".
- BS 1377, 1990 April.: "Methods of test for Soils for Civil Engineering purposes". B.S.I., London.
- BS 8006, 1995: Κώδικας Πρακτικής για Ενισχυμένα/Οπλισμένα Εδάφη και άλλες επιχώσεις.
- BS 8081: Κώδικας πρακτικής για αγκυρώσεις εδάφους.
- C.P.: 2004: "Code of Practice for Foundations".
- American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) και EARTH MANUAL, σχετικές προδιαγραφές.
- ASTM D751, 1995: Πρότυπες μέθοδοι δοκιμών για επενδεδυμένα πλέγματα.
- DIN 1054: Επιτρεπόμενες Φορτίσεις Εδάφους Θεμελίωσης.
- DIN 1055: Επιφόρτιση εδάφους και φόρτιση λόγω ωθήσεων γαιών.
- DIN 4014: [Μέρος 1] Φρεατοπάσσαλοι συμβατικού τύπου: διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενο φορτίο.
- DIN 4014: [Προσθήκη στο 1] Φρεατοπάσσαλοι συμβατικού τύπου: διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενο φορτίο, σχόλιο.
- DIN 4014: [Μέρος 2] Φρεατοπάσσαλοι μεγάλης διαμέτρου, διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενο φορτίο.
- DIN 4015: Εδαφομηχανική και Μηχανική θεμελιώσεων.

- DIN 4017: Υπολογισμός του υπεδάφους για φέρουσα ικανότητα θεμελίου. [Μέρος 1] Κατακόρυφη, κεντρική φόρτιση [κοιτόστρωση]. [Μέρος 2] Έκκεντρη και λοξή φόρτιση [θεμελίωση με πέδιλο].
- DIN 4018: Υπέδαφος - Κατανομή των πιέσεων επαφής κάτω από κοιτόστρωση, υπολογισμοί.
- DIN 4019: Υπέδαφος - [Μέρος 1] Υπολογισμοί καθιζήσεων για κατακόρυφη και κεντρική φόρτιση. [Μέρος 2] Υπολογισμοί καθιζήσεων στην περίπτωση κεκλιμένων και έκκεντρων φορτίων [cant./πρόβολος]. Οδηγίες.
- DIN 4020: Θέματα Γεωτεχνικής Μηχανικής.
- DIN 4023: Καταχώρηση στοιχείων γεώτρησης, γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.
- DIN 4026: Εμπυγνύμενοι πάσσαλοι έμπηξης - διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενο φορτίο [Προσθήκη στο 4026] Πάσσαλοι έμπηξης: διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενο φορτίο, σχόλιο.
- DIN 4030: Αξιολόγηση του νερού, του εδάφους και των αερίων για την δραστικότητα τους στο σκυρόδεμα.
- DIN 4084: [Μέρος 1] Υπέδαφος - ερεύνηση της ευστάθειας για κατασκευές αντιστήριξης, αποφυγή αστοχίας της βάσης. [Μέρος 2] Υπέδαφος - ερεύνηση της ευστάθειας πρανών, αποφυγή αστοχίας πρανών [Προσθήκη]. Υπέδαφος - ερεύνηση της ευστάθειας κατασκευών αντιστήριξης και πρανών για την αποφυγή αστοχίας βάσης και πρανών - σχόλια και παραδείγματα υπολογισμών.
- DIN 4085: Υπέδαφος - υπολογισμοί ωθήσεων γαιών για άκαμπτους τοίχους αντιστήριξης και ακρόβαθρα.
- DIN 4093: Μηχανική των θεμελιώσεων, τιμεντενέσεις στο υπέδαφος και σε κατασκευές. Οδηγίες για σχεδιασμό και εκτέλεση.
- DIN 4107: Υπέδαφος - παρακολούθηση καθιζήσεων κατά την κατασκευή και μετά την ολοκλήρωση κατασκευών.
- DIN 4123: Προστασία κτιρίων στα όρια της εκσκαφής, θεμελιώσεων και υποστυλώσεων.
- DIN 4124: Εκσκαφές και ορύγματα - πρανή, πλάτη χώρων εργασίας, αντιστήριξη (σανίδωση και τοποθέτηση αντηρίδων).
- DIN 4125: [Μέρος 1] Αγκυρώσεις εδάφους και βράχου - προσωρινά αγκύρια εδάφους - ανάλυση, στατική μελέτη και δοκιμές.
- DIN 4125: [Μέρος 2] Αγκυρώσεις εδάφους και βράχου - μόνιμα αγκύρια εδάφους - ανάλυση, δομική μελέτη και δοκιμές.
- DIN 4128: Ενέσιμοι πάσσαλοι μικρής διαμέτρου (έγχυτοι και σύνθετοι).
- SIA 160: "Δράσεις επί των κατασκευών".
- SIA 191: "Προεντεταμένα Αγκύρια σε (χαλαρά) εδάφη και βράχο".
- SIA 2009: "Διαστασιολόγηση δομικών έργων με αγκυρώσεις".

- SIA V 193.001: "Σχεδιασμός, ανάλυση και διαστασιολόγηση στα γεωτεχνικά έργα (Σχέδιο Ευρωπαϊκού Κανονισμού ENV 1997-1. Ευρωκώδικας 7).
- "Handbook of Soil Mechanics", Elsevier (1974).
- "Foundation Engineering Handbook", Van Norstrand Reinhold Co. (1969).
- MORGENSTERN, N.R., PRICE, V.E., (1965): "The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces", Geotechnique, 15, pp. 79-93.
- BISHOP, A.W., (1955). "The Use of Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes", Geotechnique, 5(1), pp. 7-17.
- "Slopes: Analyses and Stabilization". COMPENDIUM 13, Transportation Research Board. National Academy of Sciences. U.S.A.
- HOEK, E. and BRAY, J. (1974): Rock Slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy, London. 309 p.
- Συμβουλευτικό σημείωμα HA68/94 Μέθοδοι σχεδίασης για την ενίσχυση οδικών πρηνών με Οπλισμένο Έδαφος και Τεχνικές Ήλωσης του Εδάφους, Εγχειρίδιο Σχεδίασης για Οδούς και Γέφυρες, Τόμος 5, Παράγραφος 1, Τμήμα 4, Υπουργείο Μεταφορών, Μεγ. Βρετανία.
- Bieniawski, Z.T. (1979) Ταξινομήσεις Βραχομάζας για κατασκευαστικούς σκοπούς, εκδ. John Wiley and Sons.

Για την επίτευξη των σκοπών της μελέτης ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

- Βιβλιογραφική Έρευνα.
- Γεωτεχνική – Τεχνικογεωλογική Αναγνώριση.
- Μορφολογικές και γεωδυναμικές συνθήκες.
- Υδρολογικά, Υδρογεωλογικά και Υδρολιθολογικά στοιχεία.
- Στοιχεία Σεισμικότητας της Περιοχής.
- Ερευνητικές Γεωτρήσεις- Φρέατα.
- Δοκιμές Προτύπου Διεισδύσεως (S.P.T.).
- Δειγματοληψίες Εδαφών.
- Εργαστηριακές Δοκιμές.
- Τεχνική Έκθεση.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ - ΓΕΝΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Πριν από την έναρξη των ερευνητικών εργασιών υπαίθρου, προηγήθηκε μία, κατά το δυνατόν, πλήρης βιβλιογραφική μελέτη (desk study) των στοιχείων, πληροφοριών, ερευνών και μελετών, καθώς και συναφών έργων, ώστε οι εργασίες υπαίθρου που ακολούθησαν να είναι σχεδιασμένες και προσαρμοσμένες με μεγαλύτερη ακρίβεια και συντομία σύμφωνα με τις γενικές αναμενόμενες γεωτεχνικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες και ιδιαιτερότητες της περιοχής ενδιαφέροντος. Η διαδικασία της εργασίας αυτής περιέλαβε τα εξής στάδια:

- Συλλογή, μελέτη, επεξεργασία και αξιολόγηση κάθε τεχνικής έκθεσης, άρθρου, έρευνας, χάρτη, αεροφωτογραφίας, και ότι σχετικό με την σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος και ειδικότερα της ζώνης έδρασης των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Εντοπισμός των περιοχών όπου ενδέχεται να υπάρχουν αυξημένα γεωτεχνικά, τεχνικογεωλογικά ή υδρογεωτεχνικά προβλήματα και επομένως απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και διερεύνηση.
- Προσπάθεια μιας πρώτης ανάλυσης, ερμηνείας και σύνθεσης της γεωτεχνικής δομής της άμεσης και ευρύτερης περιοχής του έργου.
- Γενικός έλεγχος και επιβεβαίωση των βιβλιογραφικών στοιχείων και πληροφοριών στην περιοχή της μελέτης μετά την ολοκλήρωση της κύριας ερευνητικής υπαίθριας φάσης.

Για την εκπόνηση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (desk study), χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω εκθέσεις - μελέτες - έρευνες - έργα και στοιχεία:

2.1. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- ASTM 4318 (Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils), AASHTO T89 and T90, ASTM (1960),
- ASTM Special Tech. Pub.: 483, American Society for Testing and Materials, (1970), "The Sampling of soil and rock".
- BARNES G.E. (2000): "Soil Mechanics, Principles and Practice", second edition, Antony Rowe Limited, Chippenham, Wiltshire.
- Bell Brian: "Θεμελιώσεις από οπλισμένο μπετό", Fountas.
- BETON KALENDER 1984 – Τόμος 3. Γκιούρδας, Αθήνα

- BISHOP, A.W., (1955). "The Use of Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes", Geotechnique, 5(1), pp. 7-17.
- Bowles E. Joseph: "ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ, Υπολογισμός & Κατασκευή", Τόμος Πρώτος, Fountas, Αθήνα.
- Bowles E. Joseph: "Foundation Analysis and Design", McGraw – Hill International Editions, Civil Engineering Series, 1997.
- BUDHU MUNI (2000): "Soil Mechanics & Foundations", John Wiley & Sons, Inc.
- Capper – Cassie – Geddes: ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ. FOYNTAS ENGINEERING BOOKS.
- COMNINAKIS P.E., PAPAACHOS B.C. (1982) "A catalogue of historical Earthquakes in Greece and surrounding area. 479 B.C.-1900 A.D.". University of Thessaloniki, Geophysical laboratory, Publication No.5.
- COMNINAKIS P.E., PAPAACHOS B.C.(1982): "A catalogue of Earthquakes in Greece and the surrounding area for the period 1901-1980", Publ. Geophys. Labor., Univ. of Thessaloniki, Greece,5,1-146.
- COMNINAKIS, P.E., PAPAACHOS B.C. (1986) "A catalogue of Earthquakes in Greece and the surrounding area, for period 1901-1985", University of Thessaloniki, Geophysical laboratory, Publication No. 1.
- DAS BRAJA M. (2002): "Principles of Geotechnical Engineering", fifth edition, Brooks/Cole.
- DAS BRAJA M. (2000): "Fundamentals of Geotechnical Engineering", Brooks/Cole.
- DAS BRAJA M. (1997): "Advanced Soil Mechanics", second edition, Taylor & Francis.
- DAS BRAJA M. (1993): "Principles of Soil Dynamics", Brooks/Cole.
- DAS BRAJA M. (2002): "Soil Mechanics – Laboratory Manual", OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- DAS BRAJA M. (2004): "Principles of Foundation Engineering", Brooks/Cole.
- DAVID F. MCCARTHY (2002): "Essentials of Soil Mechanics and Foundations", sixth edition, Prentice Hall.
- DAY W. ROBERT (2000): "Geotechnical engineer' s Portable Handbook", McGraw – Hill.
- GRAIG F.R. (2002): "Mechanics", sixth edition, Spon Press.
- Geotechnical Engineering Handbook – Volume 1: Fundamentals, Ernst & Sohn A Willey Company – 2002.
- HOEK E. & BRAY J.W: "Rock Slope Engineering", E & F Spon.

- HOEK E. & BROWN E.T. (1997): "Underground Excavations in Rock", E & F Spon.
- KASTNER R., KJEKSTAD O. and STANDING R.J.: "Avoiding damage caused by soil – structure interaction: lessons learnt from case histories", London 2003.
- NOEL SIMONS, BRUCE MENZIES and MARCUS MATTHEWS: "Soil and Rock Slope Engineering", Thomas Telford 2001.
- "ROCK FOUNDATIONS" (1996), *Technical engineering and design guides as adapted from the US Army corps of engineers, No.16*. American Society of Civil Engineers.
- Rubener / Stiegler: "ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ", Γκιούρδας, Αθήνα.
- STEVEN L. KRAMER (1996): "Geotechnical Earthquake Engineering", Prentice Hall.
- ROBERT W. DAY: "Foundation Engineering Handbook", McGRAW – HILL 2006.
- ROBIN FEEL, PETRICK MacGREGOR, DAVID STAPLEDON: "Geotechnical Engineering of Embankment Dams", Rotterdam 1992.
- Stiegler W. (1973): "Το Έδαφος στις θεμελιώσεις". Γκιούρδας. Αθήνα
- Stiegler W.: "Τοίχοι Αντιστηρίξεως", Γκιούρδας, Αθήνα.
- TERZAGHI K. – PECK R.: "Εφαρμοσμένη Εδαφομηχανική" Α & Β. Γκιούρδας, Αθήνα.
- TOMLINSON M.J. (2001): "Foundation design and construction", seventh edition, Education Ltd.
- WALTHAM TONY (2002): "Foundations of Engineering geology", second edition, Spon Press.
- WEAVER KEN (1991): "Dam Foundation Grouting", American Society of Civil Engineers.
- WHITLOW ROY (2001): "Basic Soil Mechanics", fourth edition, Person Education Limited.
- WOLFF F. THOMAS (1995): "Spreadsheet Applications in Geotechnical engineering", PWS Publishing Company.
- WOODWARD JHON: "An introduction to geotechnical processes", Spon Press 2005.
- WYLLIE C. DUNCAN (1999): "Foundations on Rock", second edition, E & F Spon.
- ROBERT M. KOERNER(1998): "Designing with Geosynthetics", fourth edition, Prentice Hall.

2.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Αναγνωστόπουλος Α. (1988): "Θεμελιώσεις. Φέρουσα Ικανότης των Θεμελιώσεων", Αθήνα.
- Αναγνωστόπουλος Α.: "Θεμελιώσεις με πασσάλους". Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1990.
- Αναγνωστόπουλος Α. – Παπαδόπουλος Β.: "Επιφανειακές Θεμελιώσεις". Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2002.
- Αναγνωστόπουλος Χρ. – Γεωργιάδης, Μιχ. – Πιπιλάκης Κυρ.: "ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ – ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ", Α.Π.Θ., Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Ιούνιος 1994.
- Βαλαλάς Δ. (1981): "Εδαφομηχανική", Θεσσαλονίκη, εκδ. αφοί Κυριακίδη.
- Βαλαλάς Δ.: "Αντιστηρίξεις και θεμελιώσεις". Εκδ. αφοί Κυριακίδη.
- Γραμματικόπουλος Γ., Μάνου, Ν. Αδρεάδου, Χατζηγώγος Θ.: "Εδαφομηχανική, ασκήσεις και προβλήματα", Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Γραμματικόπουλος Γ., Μάνου, Ν. Αδρεάδου, Παπαχαρίσης Ν.: "Γεωτεχνική Μηχανική (Έρευνα – Γεωτρήσεις – Εργαστήρια)". Ε.Ο. Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 2003 Β' Έκδοση.
- Ζάχος Γιάννης.: "Λυμένες ασκήσεις θεμελιώσεων". Εκδόσεις Φούντας – Αθήνα 1995.
- Γ.Υ.Σ. "Τοπογραφικοί χάρτες της Ελλάδας", κλίμακα 1 : 50.000, Φύλλο Λάρισα.
- Γκαζέτας Γ. (1996): "Εδαφοδυναμική & Σεισμική Μηχανική". Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ.
- ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ. (1982). "Σεισμοτεκτονικός χάρτης Ελλάδος, κλίμακας 1:500.000". Έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε.
- Ι.Γ.Μ.Ε. "Γεωλογικοί χάρτες της Ελλάδας. Φύλλο Λάρισα", κλίμακα 1 : 50.000.
- Καββαδά Μ.: "Στοιχεία Εδαφομηχανικής", Ε.Μ.Π. 2001.
- Κολέτσος Κων/νος: "Γεωτεχνική Μηχανική", UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη 2004.
- Κωστόπουλος Σ. (2003): "Γεωτεχνικές Κατασκευές – Ανάλυση των Αρχών Σχεδιασμού & Κατασκευής Ι". Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Κωστόπουλος Σ.(2005): "Πειραματική Γεωτεχνική Μηχανική". Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Κωμοδρόμος Αιμίλιος: "Υπολογιστική Γεωτεχνική Μηχανική (Γραμμική – μη Γραμμική Ανάλυση)", Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 2001.
- Μαραγκός Χρήστος: "Κατασκευές στην επιφάνεια του βράχου – υπόγειες κατασκευές – φράγματα". Θεσσαλονίκη 1997.
- Μαραγκός Χρήστος: "Σχεδιασμός θεμελιώσεων με δοκιμές πεδίου", Θεσσαλονίκη 1993.

- ΟΡΟΙ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ, Απόφαση ΥΠ.Δ.Ε. Δ20192/22-1-1966.
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Β.Π., (1980): "Στοιχεία Γεωτεχνικής", Εκδόσεις Συμεών.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ.Ι., (1986): Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Επτάλοφος. Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα, σελίδες 240.
- ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ Β., ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ Κ., (1989). "Οι σεισμοί της Ελλάδας". Εκδ. Ζήτη.
- ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ (Ε 105-86), Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86. ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ.
- ΠΡΟΦΥΛΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ: "ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ – ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ". Εκδόσεις Γαρταγάνη Θεσσαλονίκη 1985.
- Παπαδόπουλος Β.Π.: "Στοιχεία Γεωτεχνικής", Συμεών, Αθήνα.
- Τσελέντης Άκης: "Σύγχρονη Σεισμολογία", Α' & Β' Τόμος, Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Τσότσος Στέφανος: "Εδαφομηχανική – Θεωρία – Μέθοδοι – Εφαρμογές". Εκδόσεις Βερβερίδης – Πολυχρονίδης Θεσσαλονίκη 1991.
- Χριστούλας Σταύρος: "Επιλογές Εφαρμοσμένης Γεωτεχνικής Μηχανικής", Συμεών, Αθήνα.
- Χρηστάρας Βασ.: "Εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές Εδαφομηχανικής". Τ.Ε.Ε, Αθήνα 2002.
- Τ.Ε.Ε. – ΑΘΗΝΑ 2001: "Γεωτεχνική μελέτη και κατασκευή λιμνοδεξαμενών".
- Terzaghi K. – Peck B.R.: "Εφαρμοσμένη Εδαφομηχανική", Α' & Β' Τόμος, Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.

3. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Η περιοχή του χώρου έδρασης του προβλεπόμενου κτιρίου, τοποθετείται στο Νότιο τμήμα της πόλης της Λάρισας και απέχει περίπου 2,5 km από το κέντρο της πόλης.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής του κέντρου του οικοπέδου είναι :

$X = 0364201$ και $\Psi = 4385451$ και $Z=78m$.

Στον χώρο έδρασης του κτιρίου, δεν παρουσιάζονται φαινόμενα μαζικής μετακίνησης σχηματισμών (κατολισθήσεις, ερπυσμοί, καθιζήσεις, αποπλύσεις κλυτίων κλπ), ούτε και φαινόμενα έντονης απόπλυσης ή διάβρωσης.

Το στάδιο του γεωμορφολογικού ανάγλυφου θεωρείται τελικό (γηραιό) και επομένως δεν υφίστανται σημαντικές διεργασίες μεταβολής του ή αυτές επενεργούν με αργότατο ρυθμό, που δεν προξενούν μελλοντικές ανησυχίες στα κτίρια και τεχνικά έργα της περιοχής, λόγω πάντα των εξωτερικών αυτών γεωμορφολογικών παραγόντων. Η γήρανση οφείλεται στη μακρόχρονη δράση των παραγόντων απόθεσης και διάβρωσης κυρίως κατά το τεταρτογενές. Έχουμε ένα πεδινό

Τέλος, συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι μορφολογικά η περιοχή του έργου δεν παρουσιάζει προβλήματα και είναι γενικά σταθερή, εξεταζόμενη από την γεωμορφολογική και μόνο άποψη.

Η ευρεία περιοχή ενδιαφέροντος, από γεωτεκτονική άποψη, ανήκει στην γεωτεκτονική ζώνη Αλμωπίας ή Πελαγονικής, όπως φαίνεται και στον Γεωτεκτονικό χάρτη, του σχ. (4.1), κατά Δ. Μουντράκη.



Στην περιοχή απαντούν Μεταλτικοί σχηματισμοί (αυτοί μας ενδιαφέρουν) και Αλπικοί που περιβάλλουν την περιοχή και αποτελούν το υπόβαθρό της (κρυσταλοσχιστώδες σύστημα).

Οι Μεταλτικοί περιλαμβάνουν στρώματα που είναι ασύμφωνα πάνω στην Αλπική δομή, ανήκουν στην οπισθοχώρα του σημερινού ελληνικού τόξου και έχουν αποτεθεί κατά το Νεογενές - Τεταρτογενές.

Κατά το Αν. Μειόκαινο με την δράση της Νεοτεκτονικής η Αν. Θεσσαλία αρχίζει να βυθίζεται και έχουμε την απόθεση πάνω στην παλαιοδιαβρωμένη επιφάνεια της Αν. Θεσσαλίας κλαστικών ιζημάτων (κροκαλοπαγή). Η τεκτονική συνεχίζει να δρα υπό μορφή κανονικών ρηγμάτων και κατά το Πόντιο - Κ. Πλειόκαινο έχουμε τον σχηματισμό της λεκάνης της Αν. Θεσσαλίας (Λάρισας). Εδώ έχουμε να κάνουμε με μία μεγάλη λίμνη ή σύστημα λιμνών, όπου αποτίθενται κλαστικά ιζήματα.

Λόγω της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής εμφανίζονται πλευρικές μεταβάσεις - αποσφήνωση υλικών με αποτέλεσμα η λιθολογική δομή να ποικίλει τόσο οριζόντια όσο και κατακόρυφα.

Αφού έκλεισε ο κύκλος ζωής της λίμνης με την δράση της Νεοτεκτονικής δημιουργήθηκε το τεκτονικό κέρασ το οποίο χωρίζει την λεκάνη Λάρισας από την λεκάνη των Φαρσάλων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στο κέρασ (Νίκαια - Καρυές - Ζάππειο - Χαρά - Χαλκιάδες) να εμφανίζονται περισσότερο τα ιζήματα του Πλειοκαίνου - Κ. Πλειστοκαίνου που είναι κυρίως μάργες με ενστρώσεις άμμων και κροκαλοπαγών. Κατά θέσεις εμφανίζονται και τα ιζήματα του Πλειστοκαίνου που είναι υλικά ποταμοχερσαίας προέλευσης (κόκκινοι άργιλοι και αμμοχάλικες).

Γενικά τα υλικά στην ενδιαφερόμενη περιοχή είναι :

- Αλλούβιες ολοκαινικές αποθέσεις: Άργιλοι - ιλύς- άμμοι - κροκαλοπαγείς ποταμοχερσαίου περιβάλλοντος.
- Αν. Πλειοκαινικά - Πλειστοκαινικά ιζήματα: Άργιλοι - άμμοι - μάργες - αμμοχάλικες - κροκαλοπαγή κ.λ.π.

Στον γεωλογικό χάρτη, σχ. (4.2), κλίμακας 1: 50.000, απεικονίζονται οι γενικές γεωλογικές συνθήκες και δομή της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος. Η γενική γεωλογική διαδοχή των πετρωμάτων της περιοχής φαίνεται στη λιθοστρωματογραφική τομή του σχ. (4.3).

Η λιθολογική, στρωματογραφική και τεκτονική ανάλυση της περιοχής, εξετάζεται και περιγράφεται παρακάτω.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν το υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής από πάνω προς τα κάτω ή αντίστοιχα από τους νεώτερους προς τους παλαιότερους σχηματισμούς είναι οι παρακάτω.

4.2. ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ.

Οι πετρολογικοί σχηματισμοί που συμμετέχουν στη σύσταση της ευρύτερης περιοχής του ερευνούμενου χώρου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, ανήκουν κατά αποκλειστικότητα στις Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις, και στους Πλειο - Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς.

Πιο κάτω δίνεται μια αναλυτικότερη περιγραφή των σχηματισμών αυτών, προσανατολισμένη στις ανάγκες της μελέτης.

4.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ.

α) Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις.

Η μελέτη των αποθέσεων του Τεταρτογενούς είναι στενά συνδεδεμένη με την γεωμορφολογική εξέλιξη της μελετούμενης περιοχής και των κύκλων γεωμορφογένεσως δια μέσου των οποίων πέρασε αυτή, για να φθάσει στη σημερινή μορφή της

Στην περιοχή της μελέτης, κατά την περίοδο του τεταρτογενούς και κυρίως κατά το Ολόκαινο, δημιουργούνται γεωλογικοί σχηματισμοί από διάβρωση, μεταφορά και απόθεση. Πρόκειται περί αλλουβιακών προσχώσεων πεδινών περιοχών από αργιλοαμμώδη υλικά με σημαντικό ποσοστό χαλίκων ποικίλης λιθολογικής σύστασης, καθώς και πλευρικών κορημάτων και κώνους κορημάτων αποτελούμενων κυρίως από ασύνδετες κροκαλολατύπες. Οι γεωτεχνικές ιδιότητες και παράμετροι θεμελίωσής τους, μεταβάλλονται σημαντικά από θέση σε θέση λόγω της υψηλής τους ανομοιογένειας κατά την γένεσή τους. Στο άμεσο υπέδαφος του εξεταζόμενου χώρου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου εμφανίζονται αυτοί οι σχηματισμοί, οι οποίοι δημιουργήθηκαν κυρίως από την δράση των πλημμυρικών παροχών του υδρογραφικού δικτύου.

β) Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί.

Πρόκειται περί σχηματισμών ποταμοχερσαίας και ποταμολιμναίας προέλευσης. Αποτελούνται από αργίλους, πηλούς, και άμμους, μικρής συνεκτικότητας με παρεμβολές στρωμάτων αδρομερών υλικών ποικίλου πάχους. Επίσης η κοκκομετρική διαβάθμιση, η πυκνότητα, η συνεκτικότητα, και γενικά οι γεωτεχνικές ιδιότητες και παράμετροι θεμελίωσής τους μεταβάλλονται σημαντικά από θέση σε θέση και απαιτούν ειδική γεωτεχνική έρευνα. Οι σχηματισμοί αυτοί δομούν το υπέδαφος του άμεσου εξεταζόμενου χώρου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, καθώς και εμφανίζονται και

στον ευρύτερο εξεταζόμενο χώρο, από πολύ βορειότερα έως και νοτιότερα της περιοχής ενδιαφέροντος.

γ) Ποντιο - Πλειο - Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί.

Αποτελούνται από ποταμοχερσαίους, ποταμολιμναίους και λιμναίους σχηματισμούς συνιστάμενους από πηλούς, μάργες, αργιλοαμμώδη υλικά, μικρής συνεκτικότητας με διάσπαρτες κροκαλολατύπες ή αδρομερέστερα στοιχεία, ποικίλης λιθολογικής σύστασης, χωρίς προσανατολισμό και κροκαλολατυπτοπαγή με στοιχεία μεγέθους κατά θέσεις, μέχρι 10 cm και σε μερικές περιπτώσεις μέχρι και 1 m, λίγο προσανατολισμένα, με αργιλοαμμώδες συνδετικό υλικό. Γενικά η κοκκομετρική διαβάθμιση, η πυκνότητα, η συνεκτικότητα, και γενικά οι γεωτεχνικές ιδιότητες και παράμετροι θεμελίωσής τους επίσης μεταβάλλονται σημαντικά από θέση σε θέση. Δεν εμφανίζονται στο άμεσο υπέδαφος του προβλεπόμενου κτιρίου.

Τέλος, ας σημειωθεί ότι στην άμεση περιοχή του χώρου έδρασης της προβλεπόμενης οικοδομής, εμφανίζονται από την επιφάνεια του εδάφους έως και το μέγιστο βάθος των 15,00 m που διατρήθηκε, αποκλειστικά και μόνο οι τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις, που συνίστανται από αργίλους με ασβεστιτικά συγκρίματα, χάλικες και με το βάθος αναπτύσσονται ενδιαστρώσεις ή φακοί από αμμοιλείς.

Αναλυτικές λεπτομέρειες και στοιχεία σχετικά με την ακριβή περιγραφή, τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των σχηματισμών αυτών παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο. Τα τεταρτογενή αυτά υλικά αναμένεται να κάθονται σε σημαντικό βάθος επί των Ποντιο - Πλειο - Πλειστοκαινικών σχηματισμών, τα οποία όμως εκτιμώνται να αναπτύσσονται έως το βάθος των 150 μέτρων.

5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ - ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

5.1. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.

Ο υδρογεωλογικός χαρακτήρας των διάφορων σχηματισμών της περιοχής εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες και παραμέτρους, εκ των οποίων οι σημαντικότεροι είναι: **α)** η λιθολογική σύσταση που προσδιορίζεται από δύο παραμέτρους: το πορώδες και την υδραυλική αγωγιμότητα, **β)** οι τεκτονικές συνθήκες, και **γ)** τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος απόθεσης.

Η βασική δηλαδή προϋπόθεση που λειτουργεί ένας σχηματισμός σαν υδροφόρος, είναι η ικανότητά του να αποθηκεύει νερό στα διάκενά του, πρωτογενή ή δευτερογενή, και στη συνέχεια να το μεταβιβάζει.

Γενικά οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με την υδρολιθολογική συμπεριφορά τους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Περαιοί από το νερό σχηματισμοί.
- Ημιπεριοί.
- Αδιαπέραιοι ή υδατοστεγείς.

Παρακάτω αναλύεται η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διάφορων σχηματισμών που αναφέρθηκαν παραπάνω και προσδιορίζονται οι υδρολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες, που αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή.

Υδροπεριοί Σχηματισμοί.

Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται γενικά το σύνολο των λιθοφάσεων που έχουν υψηλό ενεργό πορώδες και η κίνηση του νερού γίνεται με ευχέρεια και με σχετικά μεγάλη ταχύτητα.

Υδροπεριοί σχηματισμοί γενικά είναι οι αδρομερείς Τεταρτογενείς αποθέσεις (άμμοι - αμμοχάλικα), που εμφανίζονται σε ενδιαστρώσεις στα κατώτερα κυρίως στρώματα στην άμεση ερευνούμενη περιοχή θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου. Στους σχηματισμούς αυτούς αναπτύσσεται φρεάτια υδροφορία.

Ημιπεριοί Σχηματισμοί.

Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται οι Τεταρτογενείς αποθέσεις στις οποίες το ποσοστό της αργίλου που περιέχεται είναι σχετικά αυξημένο.

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι μεσόκοκκες συγκεντρώσεις των Τεταρτογενών αποθέσεων, όπως π.χ. ιλυώδεις και αργιλώδεις άμμοι, που εμφανίζονται κατά θέσεις σε ενδιαστρωμένα στρώματα του υπεδάφους στην άμεση ερευνούμενη περιοχή θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

Πρακτικά Υδατοστεγείς Σχηματισμοί.

Σ' αυτούς εντάσσονται γενικά οι αμιγείς άργιλοι και ιλύες των Τεταρτογενών αποθέσεων, που στην άμεση περιοχή θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου εμφανίζονται κάτω από τα δέκα πέντε μέτρα.

Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι επειδή οι λεπτομερείς και αδρομερείς σχηματισμοί των Τεταρτογενών ολοκαινικών αλλουβιακών αποθέσεων εμφανίζονται αλληλοενδιαστρωμένοι μεταξύ τους στο υπέδαφος του εξεταζόμενου χώρου έδρασης της προβλεπόμενης οικοδομής, ο σχηματισμός στο σύνολό του κατατάσσεται στους

ημιπερατούς σχηματισμούς και εμφανίζει ανάπτυξη φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα όπως περιγράφεται παρακάτω.

5.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΜΕΣΟΥ ΧΩΡΟΥ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.

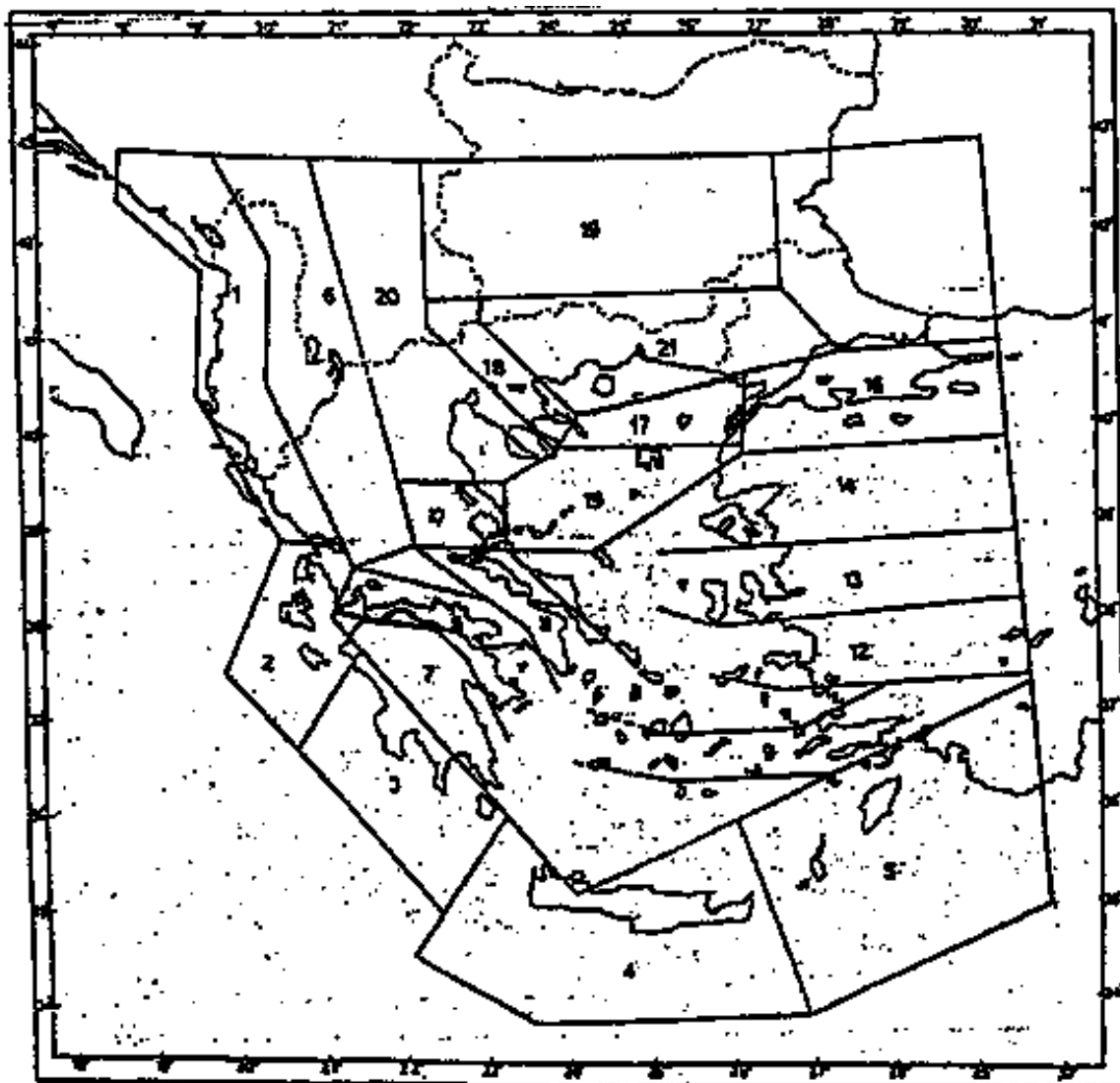
Κατά τις εκτελούμενες εργασίες στην άμεση περιοχή ενδιαφέροντος, πραγματοποιήθηκαν συγχρόνως και παρατηρήσεις σχετικά με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά που αφορούν την πιεζομετρική επιφάνεια του υποκείμενου υδροφόρου ορίζοντα (στάθμη υπόγειων νερών), καθώς και την υδρολιθολογική ταξινόμηση των σχηματισμών όπως περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Ως γνωστόν η ύπαρξη υψηλής στάθμης υδροφορίας δρα αρνητικά στις θεμελιώσεις τεχνικών έργων, καθώς και στην ευστάθεια των φυσικών και τεχνητών πρανών, οπότε και επιβάλλεται η διερεύνησή της.

Σύμφωνα με στοιχεία και παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε παρακείμενα, πλησίον του ερευνούμενου χώρου υδροληπτικά έργα (πηγάδια - υδρογεωτρήσεις), διαπιστώθηκε ότι η πιεζομετρική επιφάνεια του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής, αναπτύσσεται σε βάθος μεγαλύτερο των 15,00 μέτρων. Εξάλλου και κατά την εκτέλεση της ερευνητικής γεώτρησης στην άμεση περιοχή θεμελίωσης, δεν συναντήθηκε ο υπόγειος υδροφόρος φρεάτιος ορίζοντας.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας εντός των Τεταρτογενών αποθέσεων, αποτελεί ιδιαίτερα δυσμενή παράγοντα για τις γεωτεχνικές ιδιότητες και παραμέτρους του εδάφους αντιστήριξης του προβλεπόμενου κτιρίου, επειδή η στάθμη αναπτύσσεται σε βάθος μεγαλύτερο μεν αλλά πλησίον της στάθμης εκσκαφής για την θεμελίωση του κτιρίου, επίσης αποτελεί δυσμενή παράγοντα για τις γεωτεχνικές ιδιότητες και παραμέτρους του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, αφού η φρεάτια υδροφορία αναπτύσσεται σε μεγαλύτερο βάθος των $2 \times B$ μέτρων (όπου B είναι το μέγιστο προβλεπόμενο πλάτος θεμελίωσης του κτιρίου το οποίο σε καμία περίπτωση δεν θα είναι μικρότερο του 1,5 μέτρου) και συνεπώς η στάθμη των υπόγειων νερών βρίσκεται εντός των σημαντικών βολβών τάσεων. Έτσι, εντός των γεωλογικών σχηματισμών θεμελίωσης δημιουργούνται τα γνωστά από την εδαφομηχανική προβλήματα θεμελίωσης εντός της ζώνης ανάπτυξης των σημαντικών βολβών τάσεων (significant pressure bulb) και συνεπώς τα υπόγεια νερά θα ληφθούν υπόψη στις αναλύσεις και τους υπολογισμούς της φέρουσας ικανότητας για τη θεμελίωση του προβλεπόμενου κτιρίου.

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.

Η ευρύτερη περιοχή, εντός της οποίας αναπτύσσεται ο εξεταζόμενος χώρος έδρασης του προβλεπόμενου κτιρίου, ανήκει στην σεισμοτεκτονική ζώνη 10 (βλ. σχ. (6.1) κατά Β. Παπαζάχο).

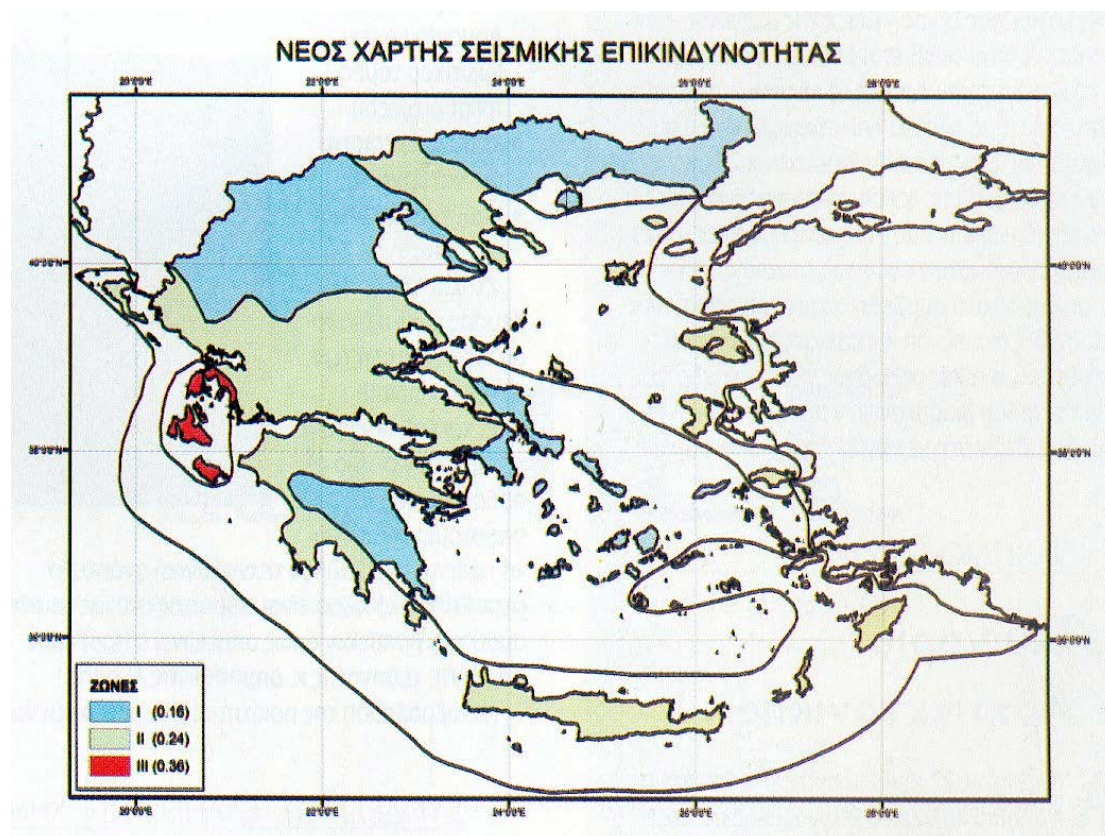


Σχ. (6.1). Σεισμοτεκτονικός χάρτης με την διαίρεση του Ελληνικού χώρου σε 21 ζώνες (Β. Παπαζάχος).

Σύμφωνα με τον Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΝΕΑΚ), ο οποίος με το Φ.Ε.Κ.: 613 - Τεύχος Β/ 12-10-1992 τέθηκε σε ισχύ, τροποποιήθηκε το 1995 και τροποποιήθηκε πάλι σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ) του 2000 και του Ιουνίου του 2003 (ΦΕΚ 781 / ΕΑΚ 2003), η ευρύτερη περιοχή κατατάσσεται από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας στην κατηγορία II (υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας περιοχές), όπως φαίνεται και στο σχ. (6.2). Το έδαφος ανάπτυξης της άμεσης εξεταζόμενης ζώνης θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου

από άποψη εδαφικής σεισμικής επικινδυνότητας κατατάσσεται στην Κατηγορία: Γ: που περιγράφεται σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. του 2003, ως: Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.

"Ίλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής, σε πάχος μεγαλύτερο των 5 m".



Σχ. (6.2). Χάρτης Ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας Ελλάδος.

Για την παρούσα μελέτη, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα στοιχεία, και με βάση τις συνθήκες του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, και τον Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (NEAK) και με τις ακόλουθες τροποποιήσεις του σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ) του 2000 και του Ιουνίου του 2003 (ΦΕΚ 781 / ΕΑΚ 2003), αλλά και το Φ.Ε.Κ. 1221/30 Νοεμβρίου 1998, λαμβάνουμε τις ακόλουθες τιμές για κάθε μία από τις αντίστοιχες παραπάνω παραμέτρους και συντελεστές:

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας	=	II
Κατηγορία εδάφους	=	Γ
α	=	0.24
Οριζόντια Ενεργή Επιτάχυνση σε πρηνή (0,50 x α)	=	0.10 g
Κατακόρυφη Ενεργή Επιτάχυνση σε πρηνή		

$$\begin{aligned}
 (0,25 \times \alpha) &= 0.05 \text{ g} \\
 \beta_0 &= 2.5 \\
 T_1 &= 0.20 \\
 T_2 &= 0.80 \\
 \gamma_i &= 1,00 \\
 T &= \text{ιδιοπερίοδος της κατασκευής σε sec.}
 \end{aligned}$$

	2.5	για $T < 0.80$
$\beta_d(T) =$		
	$2.5 * (0.80/T)^{2/3}$	για $0.80 < T$

$$\begin{aligned}
 q &= 3.5 \\
 q_v &= 1.50 \\
 \zeta(\%) &= 5 \\
 n &= 1.00 \\
 \theta &= 0.90
 \end{aligned}$$

Συνεπώς για $T < 0.80$ sec, έχουμε:

$$\begin{aligned}
 R_d(T) &= 0.24 * 9.81 * 1.00 * (2.5 / 3.5) * 1.00 * 0.90 \implies \mathbf{R_d(T) = 1.51}, \text{ και} \\
 R_{d,v}(T) &= 0.70 * 0.24 * 9.81 * 1.00 * (2.5 / 1.50) * 1.00 * 0.90 \implies \mathbf{R_{d,v}(T) = 2.47}
 \end{aligned}$$

Ενώ για $T > 0.80$ sec, έχουμε:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{R_d(T) = 1.51 * (0.80/T)^{2/3}}, \text{ και} \\
 \mathbf{R_{d,v}(T) = 2.47 * (0.80/T)^{2/3}}
 \end{aligned}$$

7. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.

7.1. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ.

7.1.1. Γεωτρήσεις - Οργάνωση εργοταξίου.

Με σκοπό την εξακρίβωση των γεωτεχνικών και εδαφομηχανικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής του προβλεπόμενου κτιρίου, όσον αφορά την φέρουσα ικανότητά του, την επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης, τον υπολογισμό των αναμενόμενων καθιζήσεων [ελαστικών (άμεσων) και στερεοποίησης (μακροχρόνιων)], την εκτίμηση ευστάθειας του κατακόρυφου ανυποστήρικτου πρανούς, την μέθοδο αντιστήριξης των τεχνητών πρανών εκσκαφής, καθώς και άλλων ιδιοτήτων και παραμέτρων, εκτελέσθηκε μια

κατακόρυφη περιστροφική ερευνητική γεώτρηση μέγιστου βάθους 15,45 μέτρων Γ1 και τελικής διαμέτρου T101.

Για την εκτέλεση της ερευνητικής αυτής γεώτρησης και της εδαφοτεχνικής έρευνας ακολουθήθηκαν οι σχετικές προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ που περιλαμβάνονται στο τεύχος: "Όροι εκτελέσεως εδαφοτεχνικών εργασιών", όπως εγκρίθηκε με την απόφαση του Υ.Π.Δ.Ε Δ20192/22-1-1966 και στο τεύχος "Τεχνικές προδιαγραφές δειγματοληπτικών γεωτρήσεων ξηράς για γεωτεχνικές έρευνες - ΚΕΔΕ", όπως εγκρίθηκε από το ΦΕΚ 363/24-6-1983, καθώς και διεθνείς προδιαγραφές όπως περιγράφονται στα A.S.T.M., A.A.S.H.T.O., D.I.N. και B.S..

Οι εργασίες υπαίθρου περιέλαβαν την εκτέλεση μιας (1) δειγματοληπτικής γεώτρησης, τη δειγματοληψία φραγμού, αδιατάρακτων δειγμάτων, τις δοκιμές προτύπου διεισδύσεως S.P.T. και τη μέτρηση της στάθμης του υπόγειου φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα μέσα στη γεώτρηση κατά την εκτέλεσή της διάτρησης. Οι εργασίες υπαίθρου άρχισαν και περατώθηκαν στις 3/05/07. Η θέση και το βάθος της γεώτρησης καθορίστηκαν βάσει των τοπικών συνθηκών, των απαιτήσεων θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, των μακροσκοπικών γεωλογικών ενδείξεων και κατόπιν συνεννοήσεως και εγκρίσεως από την επίβλεψη του φορέα του έργου. Η γεώτρηση Γ1 διάτρησε συνολικό μήκος 15,45 μέτρων.

Η γεώτρηση εκτελέσθηκε με αυτοκινούμενο περιστροφικό γεωτρύπανο LONGYEAR πλήρως υδραυλικό, ισχύος 60 HP, δυνάμενες να παράσχουν αδιατάρακτα δείγματα, και δείγματα φραγμού και διαταραγμένα σε εδάφη μαλακά (γαιώδη) ή σκληρά (βραχώδη). Στη γεώτρηση εκτελέσθηκαν συνολικά έξι (6) Δοκιμές Προτύπου Διεισδύσεως(S.P.T.).

Η μέθοδος προχώρησης και η αρχική διάμετρος της γεώτρησης επελέγησαν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχής ολοκλήρωσή της στο συμβατικά προβλεπόμενο βάθος έρευνας, χωρίς τεχνικά προβλήματα.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε και η τεχνική διάτρησης ήταν προσαρμοσμένα στη φύση του υπεδάφους έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατόν ποσοστό δειγματοληψίας χωρίς απόπλυση και διατάραξη του δείγματος.

Το διατρητικό υγρό που χρησιμοποιήθηκε ήταν πάντοτε καθαρό νερό και η τροφοδοσία του έγινε με δίκτυο νερού.

Με βάση τη φύση του υπεδάφους κατά την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι δειγματολήπτες – καροταρίες: T101W.

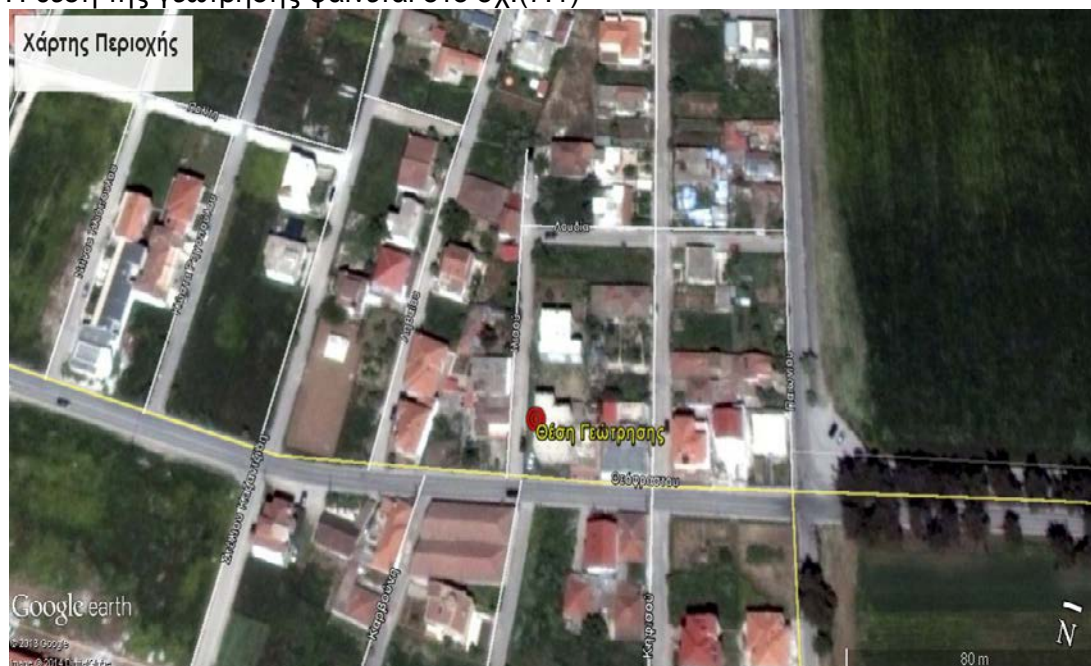
Τα κοπτικά άκρα που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν επίσης προσαρμοσμένα στη φύση του υπεδάφους.

Σε χαλαρούς μαλακούς σχηματισμούς χρησιμοποιήθηκαν κοπτικά άκρα με σκληρομέταλλα από καρβίδια.

Τέλος, οι παρατηρήσεις της γεώτρησης με την περιγραφή των συναντούμενων στρωμάτων και τα βάθη λήψεως των αδιατάρακτων δειγμάτων, των δειγμάτων φραγμού και των διαταραγμένων, τα αποτελέσματα των Δοκιμών Προτύπου Διεισδύσεως, καθώς και άλλων στοιχείων, δίνονται στην αντίστοιχη τομή της Γεώτρησης Γ1 στο σχ. (7.2). Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών στο φρέαρ δίνονται σε αντίστοιχους πίνακες.

7.1.2. Θέση γεώτρησης.

Η θέση της γεώτρησης φαίνεται στο σχ.(7.1)



Σχήμα 7.1. Απεικόνιση θέσης γεώτρησης

Το βάθος και το υψόμετρο της γεώτρησης δίνονται στον παρακάτω πίνακα (7.1).

Πίν. (7.1). Στοιχεία ερευνητικής γεώτρησης για την θεμελίωση του προβλεπόμενου κτιρίου.

Γεώτρηση	Γ-1
Βάθος (m)	15,45
X	0364201
Ψ	4385451
Υψόμετρο κεφαλής (m)	78

7.1.3. Θέσεις και τύπος δειγματοληψίας.

Στην ερευνητική γεώτρηση συλλέχθηκαν συνολικά δώδεκα (12) δείγματα φραγμού εν ξηρώ και έξι (6) δείγματα S.P.T.. Επιπλέον ελήφθη ένα (1) αδιατάρακτο δείγμα.

Η συχνότητα δειγματοληψίας κάθε τύπου δείγματος καθορίστηκε με βάση τον τύπο του εδάφους που διατρήθηκε.

Τα βάθη δειγματοληψίας σε σχέση με το φυσικό έδαφος καταγράφονταν συνεχώς. Κάθε δείγμα έφερε ετικέτα ανεξίτηλης μελάνης προστατευμένη από την υγρασία και τη φθορά. Στην ετικέτα υπήρχαν οι ακόλουθες πληροφορίες:

Η μέθοδος δειγματοληψίας περιελάμβανε τους ακόλουθους τύπους δειγμάτων:

- τίτλος έργου.
- κωδικός αριθμός δείγματος.
- ημερομηνία δειγματοληψίας.
- σύντομη περιγραφή τρόπου δειγματοληψίας.
- ένδειξη βάθους ανώτερου και κατώτερου τμήματος του δείγματος.

Μετά το πέρας όλων των εργασιών υπαίθρου όλα τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για την εκτέλεση των εργαστηριακών δοκιμών που απαιτούνται για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών τους και την κατάταξή τους.

Οι θέσεις των αδιαταράκτων και διαταραγμένων δειγμάτων, δειγμάτων φραγμού S.P.T. που χρησιμοποιήθηκαν για τις εργαστηριακές δοκιμές, δίδονται σε σχετικούς πίνακες όπως παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο των εργαστηριακών δοκιμών όπου και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι εκτελεσθείσες εργαστηριακές δοκιμές.

7.1.4. Διάκριση στρωμάτων.

Οι εδαφικοί σχηματισμοί που δομούν τον άμεσο ερευνούμενο χώρο της προβλεπόμενης οικοδομής, όπως ακριβώς συναντήθηκαν και διατρήθηκαν στην ερευνητική γεώτρηση Γ1, περιγράφονται στον επόμενο πίνακα, πίν. (7.2). Στον πίνακα αυτό δίνονται και τα ακριβή βάθη των επαφών των διάφορων στρωμάτων.

Πίνακας (7.2). Τα εδαφικά στρώματα της ερευνητικής γεώτρησης Γ1.

Α/Α	Βάθος Επαφής Γεωλογικού Στρώματος		Περιγραφή των Στρωμάτων
	από (m)	έως (m)	
1	0,00	0,25	Τεχνητές επιχωματώσεις(μπάζα)
2	0,25	4,55	Άργιλος συνεκτική, καφέ σκούρα χρώματος, με ασβεστοίτικα υλικά και χαλίκια.
3	4,55	5,95	Άργιλος με ασβεστοίτικα υλικά, καφέ ανοιχτού χρώματος
4	5,95	12,00	Άργιλος και ψιλή αμμοιλύ κόκκινου χρώματος, με λίγους χάλικες και ασβεστοίτικα συγκρίμματα
5	12,00	15,45	Άργιλος με χάλικες

Με βάση την διάκριση όλων των συναντούμενων στρωμάτων όπως αυτά διατρήθηκαν στις ερευνητικές εργασίες και περιγράφονται στον παραπάνω πίνακα, προκύπτει ότι η στρωματογραφία στον άμεσο χώρο θεμελίωσης της προβλεπόμενης οικοδομής αποτελείται, από την επιφάνεια του εδάφους έως και το βάθος των 15,45m που διατρήθηκε, αποκλειστικά και μόνο από Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις.

Όλα τα παραπάνω υλικά εξεταζόμενα από εδαφομηχανική άποψη θεωρούνται γενικά ως μέτριας γεωτεχνικής ποιότητας και συμπεριφοράς για την θεμελίωση και αντιστήριξη κτιρίων και τεχνικών έργων και συνεπώς απαιτείται κάποια προσοχή στον τρόπο και τύπο θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρηνών εκσκαφής του κτιρίου.

Λεπτομέρειες των παραπάνω στρωμάτων φαίνονται αναλυτικά στον παραπάνω πίνακα πίν. (7.2).

Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τα προαναφερόμενα προκύπτει ότι στο υπέδαφος του εξεταζόμενου χώρου υπάρχει μικρή χωρική ανομοιογένεια των στρωμάτων κατά την κατακόρυφη και κατά την οριζόντια έννοια, αφού εμφανίζονται κατά θέσεις φακοί και θύλακες με αμμοιλύ, ασβεστοίτικα συγκρίμματα και χάλικες των Τεταρτογενών ολοκαινικών αλλουβιακών αποθέσεων εντός των λεπτομερέστερων υλικών των Τεταρτογενών ολοκαινικών αλλουβιακών αποθέσεων. Έτσι κατηγορίες εδαφών που παρουσιάζονται στο υπέδαφος του εξεταζόμενου χώρου εμφανίζουν κάποια υποτυπώδη στρωματογραφική ακολουθία, με αποτέλεσμα να μπορεί να διακριθεί κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο στρωμάτων με σταθερή γεωμετρία το οποίο

θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις αναλύσεις θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής του κτιρίου. Ως η πλέον αντιπροσωπευτική στρωματογραφική τομή είναι αυτή που παρουσιάζεται ως η δυσμενέστερη από την άποψη του πάχους των εδαφικών στρώσεων. Για το λόγο αυτό σε όλες τις ακόλουθες εδαφομηχανικές αναλύσεις μας λαμβάνονται υπόψη αφενός μεν η εδαφική και στρωματογραφική τομή όπως εμφανίζεται στη γεώτρηση Γ1, και αφετέρου οι τιμές των μέσων όρων των εδαφομηχανικών ιδιοτήτων της κάθε κατηγορίας εδάφους, ώστε οι υπολογισμοί μας να είναι πάντα προς την μεριά της ασφάλειας της θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής της προβλεπόμενης οικοδομής.

7.1.5.ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΩΣ (S.P.T.)

Στην ερευνητική – δειγματοληπτική γεώτρηση εκτελέσθηκαν έξι (6) Δοκιμές Προτύπου Διεισδύσεως (S.P.T.) από τις οποίες συλλέχθηκαν στοιχεία για τα μηχανικά κυρίως χαρακτηριστικά των εδαφών καθώς και για τη μεταβολή των τιμών τους μετά του βάθους.

Οι δοκιμές προτύπου διεισδύσεως (S.P.T.) έγιναν με δειγματολήπτη εξωτερικής διαμέτρου 5,08 εκ., εσωτερικής διαμέτρου 3,48 εκ., και μήκους 60 εκ., με τυποποιημένη αιχμή. Οι κρούσεις στο στέλεχος που έφερε τον δειγματολήπτη προκλήθηκαν με σφύρα 64 χλγ. που έπεφτε ελεύθερα από ύψος 76 εκ. Οι δοκιμές προτύπου διεισδύσεως έγιναν σύμφωνα με την προδιαγραφή Ε 106-86 παρ.8.

Κατά τη δοκιμή αυτή μετράται ο αριθμός κρούσεων που απαιτείται για την διείσδυση του τυποποιημένου δειγματολήπτη (Terzaghi) κατά 15 εκ. τρεις φορές διαδοχικά. Από τις μετρήσεις αυτές λαμβάνεται το άθροισμα των κρούσεων των δύο τελευταίων διεισδύσεων και ονομάζεται αριθμός κρούσεων N. Όταν η διείσδυση είναι μικρότερη από 15 εκ. για 50 κρούσεις, τότε η δοκιμή διακόπτεται λέγοντας ότι έχουμε άρνηση σε διείσδυση. Σημειώνεται τότε το βάθος διεισδύσεως σε εκατοστά για 50 κρούσεις.

Δοκιμές από τους Gibbs και Holtz δείχνουν ότι η επίδραση του βάρους των υπερκείμενων εδαφών σε μη συνεκτικό έδαφος έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό κρούσεων. Δηλαδή για δυο μη συνεκτικά εδάφη της ίδιας πυκνότητας, εκείνο που δέχεται τη μεγαλύτερη πίεση υπερκείμενων, έχει το μεγαλύτερο αριθμό N. Με βάση το γεγονός αυτό έγινε η πρόταση να διορθώνεται ο αριθμός κρούσεων κοντά στην επιφάνεια, έτσι ώστε να ληφθεί υπ' όψη η πίεση των υπερκείμενων αφού ο αριθμός N χωρίς την διόρθωση γίνεται μικρότερος. Η διόρθωση για ξερή ή υγρή αμιγή άμμο, όπως προτείνεται από τους Gibbs και Holtz, είναι:

$$N=N' 3,515/p+0,703$$

Όπου:

N=διορθωμένος αριθμός κρούσεων

N'= πραγματική μέτρηση κρούσεων

P= πίεση των υπερκείμενων εδαφών γη, όχι περισσότερη από 2,8 kg/cm².

Με βάση τον αριθμό κρούσεων NSPT οι Terzaghi και Peck συσχετίζουν την επιτρεπόμενη τάση εδάφους με τον αριθμό αυτό.

Τα αποτελέσματα των έξι (6) δοκιμών των προτύπων διεισδύσεων που εκτελέσθηκαν στην ερευνητική γεώτρηση δίνονται τόσο στην αντίστοιχη τιμή της Γεώτρησης Γ1 στον πίν.(7.2), έτσι ώστε να φαίνεται καλύτερα η συνάρτηση του εδαφικού τύπου προς τον αριθμό κρούσεων.

A/A	Βάθος Δοκιμής Από-έως (m)	Κρούσεις/15 cm	Αριθμός κρούσεων(N)
1	2,40-2,85	13-19-23	42
2	5,50-5,95	5-9-11	20
3	7,50-7,95	13-14-13	27
4	10,00-10,45	28-40-50	90
5	12,40-12,85	28-38-50	88
6	15,00-15,45	12-14-17	31

Πίνακας (7.3) Αποτελέσματα Δοκιμών Προτύπου Διεισδύσεως (S.P.T.) στην γεώτρηση Γ1 στον χώρο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτηρίου.

7.2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ.

7.2.1. Γενικά.

Γενικά οι εργαστηριακές δοκιμές στους εδαφικούς σχηματισμούς έγιναν σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και τις σημερινές επιστημονικές κατευθύνσεις.

Ακολουθούν τις προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ "ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ (Ε 105-86), Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86. ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ", οι οποίες γενικά συμφωνούν με τις αντίστοιχες Αμερικάνικες Προδιαγραφές της AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO), της AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) του EARTH MANUAL, καθώς και BRITISH STANDARDS (B.S.1377/75). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ως σχετική βιβλιογραφία τα βιβλία: "Soil Mechanics" Lambe, R. Whitman, "Soil Testing for Engineers", Massachusetts Institute of Technology, J. Wiley, 1967 του Lambe, T.W., των Bishop, A.W. και D.J. Henkel στο βιβλίο τους "The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test", E. Arnold Ltd, London 1962, 2nd edition, του J. Bowles "Engineering Properties of Soils", Fourth Edition, 1992, και Eurocode 7 - ENV 1997-1.

Στα συλλεχθέντα δείγματα από την ερευνητική γεώτρηση Γ1 εκτελέσθηκαν οι προβλεπόμενες εργαστηριακές δοκιμές και αναλύσεις. Οι δοκιμές αφορούν προσδιορισμούς φυσικών ιδιοτήτων, μηχανικών ιδιοτήτων και κατάταξης. Το εργαστηριακό αυτό πρόγραμμα σχεδιάστηκε τόσο με βάση τις απαιτήσεις θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρηνών εκσκαφής του προβλεπόμενου κτηρίου, η οποία προβλέπεται να πραγματοποιηθεί, σύμφωνα με στοιχεία του στατικού μελετητή του έργου, στη στάθμη των -4,00 m, όσο και με βάση τις γενικότερες γεωτεχνικές - γεωλογικές συνθήκες (φύση του εδάφους) που επικρατούν στην άμεση περιοχή θεμελίωσης του κτιρίου, όπως αποκαλύφθηκαν από την εκτελεσθείσα ερευνητική γεώτρηση Γ1, και τις πλησίον ερευνητικές γεωτρήσεις στοιχεία των οποίων χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς, ώστε να παρασχεθούν όλα τα

απαραίτητα στοιχεία για την σύνταξη των εναλλακτικών προτάσεων θεμελιώσεως κατά την φάση της αξιολόγησης και σύνταξης της μελέτης.

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών γίνεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος τροφοδοτείται με τις μετρήσεις του εργαστηρίου και δίνει τα τελικά επεξεργασμένα αποτελέσματα των παραμέτρων τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν για την παρουσίαση των διαφόρων διαγραμμάτων και καμπυλών, όπως φαίνονται στο παράρτημα.

Στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται αναλυτικά οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν κατά την έρευνα και οι αντίστοιχες προδιαγραφές.

7.2.2. Δοκιμές εδαφικών δειγμάτων.

7.2.2.1. Δοκιμές Κατάταξης.

- i. Κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα και αραιόμετρο (υδραυλική ανάλυση) σύμφωνα με E 105-86 παρ. 7, 8, 9, AASHTO T27 και T86-88 και ASTM C136-84.
- ii. Όρια ATTERBERG (όριο υδαρότητας και όριο πλαστικότητας) σύμφωνα με E 105-86 παρ. 5, 6, AASHTO T89 - T90 και ASTM D4318-84.
- iii. Ξηρό και υγρό φαινόμενο βάρος σύμφωνα με E 105-86 παρ. 3, AASHTO T147 και ASTM D4253 και D4254.
- iv. Φυσική υγρασία σύμφωνα με E 105-86 παρ.2, ASTM D2216-90 και AASHTO T265.
- v. Ειδικό βάρος σύμφωνα με E 105-86 παρ.4, AASHTO T100-85 και ASTM D854.

7.2.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.

Συνοπτικά όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω φυσικομηχανικών δοκιμών περιλαμβάνονται στον συγκεντρωτικό πίνακα [πίν. (7.7)], και τα αναλυτικά αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών δίδονται στα αναλυτικά φύλλα εργαστηρίου στο παράρτημα της μελέτης.

Εκτός από τα συνοπτικά αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα για κάθε δείγμα που εξετάστηκε δίνονται επίσης στο παράρτημα τα ακόλουθα διαγράμματα:

- i. Κοκκομετρική καμπύλη, όπου αναγράφονται ιδιαίτερος τα ποσοστά άμμου, ιλύος και αργίλου, ο συντελεστής ομοιομορφίας, τα όρια ATTERBERG, ο χαρακτηρισμός του δείγματος κατά AUSCS και κατά AASHTO, η φυσική υγρασία και ο δείκτης συνεκτικότητας του δείγματος.
- ii. Ο χάρτης πλαστικότητας κατά CASAGRANDE με τις θέσεις των δειγμάτων που εξετάστηκαν και το σχήμα του Ενιαίου Συστήματος Ταξινόμησης Εδαφών, σχ. (7.11), τυπικές καμπύλες κοκκομετρίας διάφορων εδαφών, σχ. (7.12), καθώς και πίνακας σημαντικών χαρακτηριστικών των διάφορων τύπων εδαφών, πίν. (7.8).

Ο συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών που εκτελέστηκαν στη γεώτρηση και αφορούν τις φυσικές ιδιότητες, τις μηχανικές ιδιότητες και τις δοκιμές κατάταξης, παρουσιάζονται στον πίνακα [πίν. (7.7)].

Τέλος στον παρακάτω πίνακα, πίν. (7.9) δίδονται συγκεντρωτικά οι αναλυτικές επιμετρήσεις των εκτελεσθέντων εργαστηριακών δοκιμών στην ερευνητική γεώτρηση

Πίνακας. (7.9). Είδος και ποσότητες εκτελεσθέντων εργαστηριακών δοκιμών στη γεώτρηση Γ1, στον χώρο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

A/ A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	A.T.	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1.	Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση διαταραγμένων δειγμάτων.	ΕΔΑΦ.1	TEM.	3
2.	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδάφους.	ΕΔΑΦ.2	TEM.	3
3.	Προσδιορισμός φαινομένου βάρους συνεκτικών υλικών.	ΕΔΑΦ.3	TEM.	-
4.	Προσδιορισμός ειδικού βάρους εδαφών.	ΕΔΑΦ.4	TEM.	-
5.	Προσδ.ορ.υδαρότητας, πλαστικότητας και δείκτη πλαστικότητας (ορίων Atterberg).	ΕΔΑΦ.5	TEM.	3
6.	Προσδιορισμός κοκκομετρικής ανάλυσης - ξηρή μέθοδος.	ΕΔΑΦ.6	TEM.	3
7.	Κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο.	ΕΔΑΦ.8	TEM.	-
8	Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης	ΕΔΑΦ.11	TEM.	1
9.	Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης	ΕΔΑΦ.12	TEM.	3

Πίνακας (7.9) Είδος και ποσότητες εκτελεσθέντων εργαστηριακών δοκιμών στη γεώτρηση Γ1, στον χώρο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτηρίου.

7.3. ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.

Όπως προκύπτει και διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών και υπαίθριων δοκιμών, οι εδαφικοί σχηματισμοί που δομούν την άμεση ζώνη θεμελίωσης της προβλεπόμενης οικοδομής, παρουσιάζουν κάποια σχετική χωρική ανομοιογένεια και αταξία τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια. Δηλαδή, οι διάφοροι εδαφικοί σχηματισμοί, του υποβάθρου δεν παρουσιάζονται σταθερά σε συγκεκριμένες στρώσεις ή στρώματα ευδιάκριτα εξαπλούμενα στο χώρο, αλλά συγκροτούν κατά θέσεις φακούς και θύλακες με διαφορετικά υλικά. Η δομή αυτή εξάλλου, είναι απόλυτα δικαιολογημένη και αναμενόμενη εάν ληφθούν υπόψη οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής (Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές διαστρωματούμενες αποθέσεις).

Τα εδάφη του υποβάθρου της άμεσης ζώνης θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, αποτελούνται από λεπτόκοκκα υλικά (άργιλος, ιλύς) με ενδιάμεσες προσμείξεις λεπτόκοκκων υλικών (χάλικες, ψιλή άμμος) ασβεστιτικών συγκριμάτων. Στον πίνακα, πίν. (7.2), καθώς και στη στρωματογραφική τομή της γεώτρησης στο σχ. (7.2) φαίνονται τα στρώματα όπως αυτά εμφανίζονται στη γεώτρηση και συνοδεύονται από τον πίνακα των εδαφομηχανικών παραμέτρων και ιδιοτήτων τους, όπως παρουσιάζονται στον συγκεντρωτικό πίν. (7.7).

Σύμφωνα λοιπόν με τα προαναφερθέντα, μετά από συστηματική παρατήρηση και εξέταση των εργαστηριακών αποτελεσμάτων όλων των επιμέρους "στρωμάτων" του ερευνητικού φρέατος, μπορούμε να ταξινομήσουμε και να ομαδοποιήσουμε τους εδαφικούς αυτούς σχηματισμούς σε μία βασική κατηγορία (ομάδα) εδάφους.

Η μια κατηγορία είναι η παρακάτω:

1. (κατηγορία εδάφους 1): Λεπτόκοκκες Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις.

("Άργιλος καφέ καστανού χρώματος με ασβεστιτικά υλικά, χάλικες και φακούς αμμοιλύς.". Συνεκτικό έδαφος: CH).

Με βάση την ομαδοποίηση αυτή τα διάφορα αρχικά "στρώματα" όπως αυτά συναντήθηκαν στην ερευνητική γεώτρηση, ταξινομήθηκαν στην αντίστοιχη ομάδα που ανήκουν και στη συνέχεια οι διάφορες γεωτεχνικές ιδιότητες, παράμετροι και συντελεστές, ομογενοποιήθηκαν δίδοντας σε κάθε κατηγορία (ομάδα), την ελάχιστη,

μέγιστη και μέση τιμή της κάθε αντίστοιχης ιδιότητας. Ο σκοπός οπωσδήποτε της ομαδοποίησης και ομογενοποίησης των στρωμάτων και των ιδιοτήτων τους είναι για λόγους επεξεργασίας, αξιολόγησης και ανάλυσης των εδαφομηχανικών παραμέτρων θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι οι αναλύσεις της ευστάθειας των πρανών και των διάφορων εδαφοτεχνικών παραμέτρων θεμελίωσης (π.χ. της ασφαλούς φέρουσας ικανότητας, της αντοχής σε θραύση εδάφους, του μεγέθους των αναμενόμενων καθιζήσεων (ελαστικές και λόγω στερεοποίησης καθιζήσεις), της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους, του δείκτη εδάφους (K_s), των ενεργών και παθητικών πλευρικών τάσεων και ωθήσεων γαιών, της εκτίμησης της ευστάθειας κατακόρυφου και ανυποστήρικτου πρανούς, πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ως στοιχεία εισαγωγής των γεωτεχνικών ιδιοτήτων τις τιμές των μέσων όρων των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων της κατηγορίας εδάφους 1 και την στρωματογραφική τομή όπως εμφανίζεται στη γεώτρηση Γ1. Σε όλες τις ακόλουθες εδαφομηχανικές αναλύσεις μας λαμβάνονται υπόψη αφενός μεν η εδαφική και στρωματογραφική τομή όπως εμφανίζεται στη γεώτρηση Γ1, και αφετέρου οι τιμές των μέσων όρων των εδαφομηχανικών ιδιοτήτων της κάθε κατηγορίας εδάφους, ώστε οι υπολογισμοί μας να είναι πάντα προς την μεριά της ασφάλειας της θεμελίωσης και αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής του προβλεπόμενου κτιρίου. Στον πίνακα, πίν. (7.10), που ακολουθεί παρουσιάζεται η δυσμενέστερη ομαδοποιημένη και ομογενοποιημένη εδαφική τομή που θα χρησιμοποιηθεί σε όλες τις ακόλουθες εδαφομηχανικές αναλύσεις και υπολογισμούς.

Πίνακας (7.10). Αντιπροσωπευτική ομαδοποιημένη και ομογενοποιημένη εδαφική τομή.

Α/Α	Βάθος Κατηγορίας από (m)	Επαφής Εδάφους έως (m)	Κατηγορία εδάφους
1	0,25	15,45	1. (κατηγορία εδάφους 1): Λεπτόκοκκες Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις. ("Άργιλος καφέ καστανού χρώματος με ασβεστιτικά υλικά, χάλικες και φακούς αμμοιλύς": Συνεκτικό έδαφος: CH).

Τέλος, από τα αποτελέσματα των αναλύσεων και υπολογισμών, προκύπτουν τελικά χρήσιμα συμπεράσματα για τον τρόπο, τον τύπο και το βάθος θεμελίωσης αλλά και αντιστήριξη ή μη των πρανών εκσκαφής του προβλεπόμενου κτιρίου. Στη συνέχεια

δίδεται ο πίνακας, πίν. (7.11) των γεωτεχνικών παραμέτρων και ιδιοτήτων, με τις ακραίες και μέσες τιμές, της κατηγορίας εδάφους όπως αυτή έχει διακριθεί και ταξινομηθεί παραπάνω.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ 1 (Λεπτόκοκκες Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις).

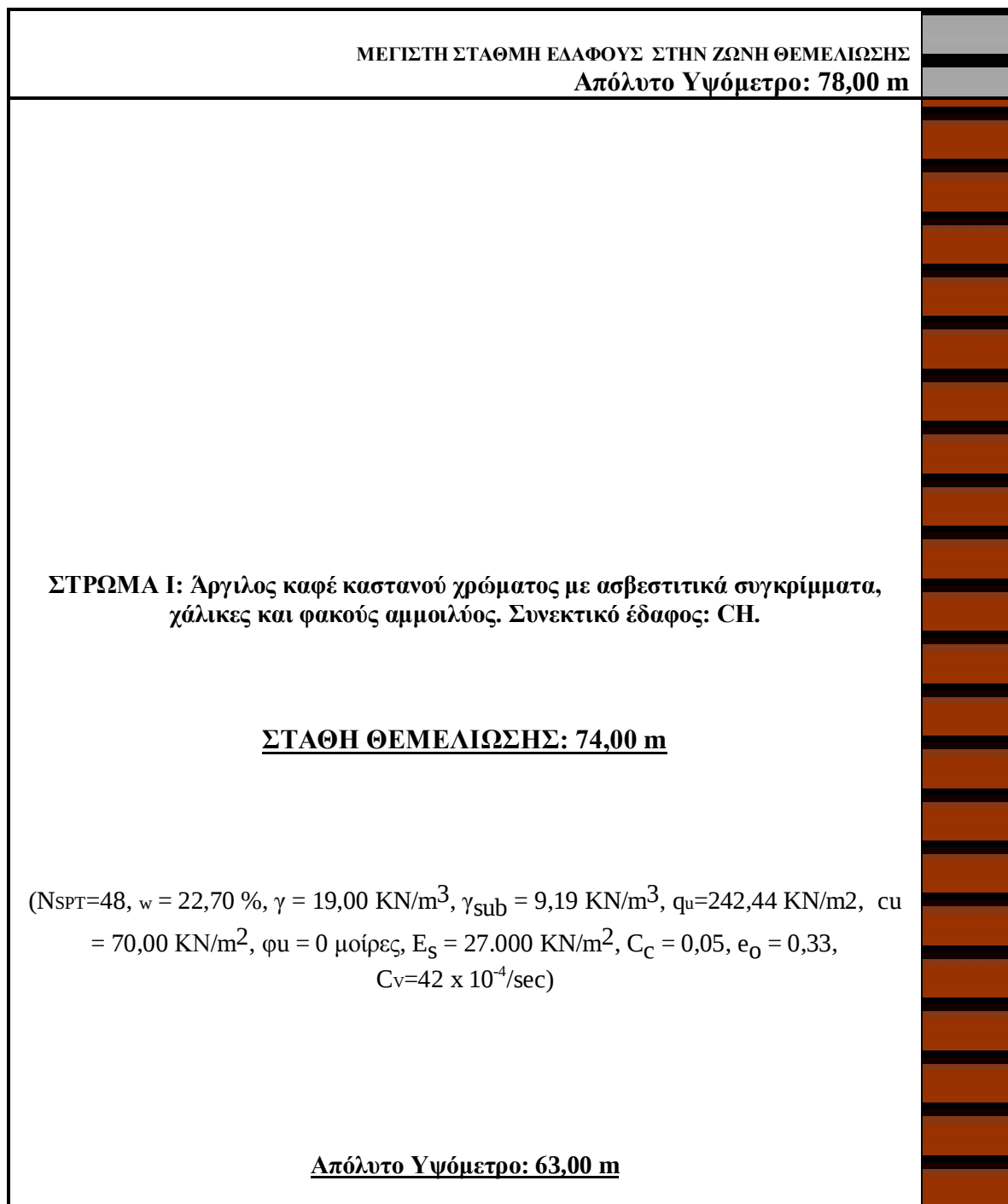
Αποτελείται από άργιλο, καφέ χρώματος, με πολλά ασβεστιτικά συγκρίμματα, χάλικες και ενδιαστρώσεις αμμοιλύος. Το έδαφος αυτό, με βάση το ενιαίο σύστημα ταξινόμησης εδαφών "U.S.C.S.", καθώς και τα Βρετανικά πρότυπα: "British Soil Classification System for Engineering Purposes. B.S. 5930:1981", όπως φαίνεται στο σχ. (7.11), ταξινομείται ως: "CH". Η δοκιμή πρότυπης διείσδυσης (S.P.T.) έδωσε τιμές N, με μέση τιμή ίση περίπου με N=48. Με βάση τις εργαστηριακές δοκιμές προέκυψαν οι ακόλουθες ιδιότητες.

Ιδιότητες - Παράμετροι – Συντελεστές	Σύμβολο	min	max	M.O.
1. Κοκκομετρία				
Περιεκτικότητα σε Κροκάλες- χαλίκια(%)	P-G	0,00	0,99	0,495
Περιεκτικότητα σε Άμμο (%)	S	19,4	37,37	28,385
Περιεκτικότητα σε Ιλύ - Άργιλο (%)	M-C	61,64	80,6	71,12
2. Συνεκτικότητας- Φυσικές Ιδιότητες		min	max	M.O.
Όριο Υδαρότητας (%)	L.L.	57,25	72,46	64,855
Όριο Πλαστικότητας (%)	P.L.	16,76	18,75	17,755
Δείκτης Πλαστικότητας (%)	P.I.	39,65	53,71	46,68
Φυσική Υγρασία (%)	W	19,81	25,59	22,70
Ειδικό βάρος (gr/cm ³)	gs		2,67	2,67
Λόγος Κενών	e		0,33	0,33
Ξηρή πυκνότητα (gr/cm ³)	γd		2,00	2,00

3. Μηχανικές Ιδιότητες	Σύμβολο	min	max	M.O.
Αντοχή σε μοναξονική θλίψη (kn/m²)				
Μέγιστη αξονική τάση (Kpa)	qu ε	180,78	304,09	242,435
Αντίστοιχη παραμόρφωση (%)		5,01	19,42	12,215
Αντοχή σε τριαξονική φόρτιση				
α.Υ.Υ. Αστράγγιστη χωρίς στερεοποίηση				
Συνοχή (Ολική) (kg/cm ²)	Cu		70	100
Γωνία Εσωτερικής Τριβής (Ολική) (0)	φu		0	0
<i>Δ ο κ ι μ ή Σ τ ε ρ ε ο π ο ί η σ η ς</i>				
Δείκτης συμπίεστικότητας	Cc			0,06
Συντελεστής Στερεοποίησης (x 10 ⁻⁴ cm ² /sec)	Cv			42
Μέτρο συμπίεσης (kg/cm ²) Σε φόρτιση 0,25-0,50 kg/cm ²	Es			8200
Μέτρο συμπίεσης (kg/cm ²) Σε φόρτιση 0,50-1,00 kg/cm ²	Es			7800
Μέτρο συμπίεσης (kg/cm ²) Σε φόρτιση 1,00-2,00 kg/cm ²	Es			10800

Μέτρο συμπίεσης (kg/cm ²) Σε φόρτιση 2,00-4,00 kg/cm ²	Es			18100
Μέτρο συμπίεσης (kg/cm ²) Σε φόρτιση 4,00-8,00 kg/cm ²	Es			29800

Σχ. (7.11). Σχηματικό ενιαίο δυσμενέστερο γεωμηχανικό εδαφικό μοντέλο στρωματογραφικής τομής και εδαφομηχανικών ιδιοτήτων & παραμέτρων.



8. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.

8.1. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.

Σκοπός της ενότητας αυτής, είναι να προσδιορίσει:

- α)** Την φέρουσα ικανότητα των σχηματισμών, με ασφάλεια έναντι της θραύσης εδάφους θεμελίωσης για διάφορα εξεταζόμενα πλάτη θεμελίωσης και για στάθμη θεμελίωσης στα $-4,00$ m, (σύμφωνα με στοιχεία του στατικού μελετητή του έργου),
- β)** Τις ελαστικές καθιζήσεις για διάφορα εξεταζόμενα πλάτη θεμελίωσης και για διάφορες επιβεβλημένες τάσεις θεμελίωσης,
- γ)** Τις καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης για διάφορα εξεταζόμενα πλάτη θεμελίωσης και για διάφορες επιβεβλημένες τάσεις θεμελίωσης,
- δ)** Τις ανεκτές διαφορικές καθιζήσεις του κτιρίου,
- ε)** Το δείκτη εδάφους (K_s), ή συντελεστή εδάφους, ή ελατηριακό μέτρο αντίστασης του εδάφους θεμελίωσης για διάφορες επιβεβλημένες τάσεις και πλάτη θεμελίωσης,
- στ)** Την εκσκαψιμότητα των διάφορων εδαφικών σχηματισμών,
- ζ)** Την εκτίμηση και διερεύνηση της ευστάθειας ανυποστήρικτων κεκλιμένων πρανών εκσκαφής, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ευστάθεια και ασφάλεια των πρανών αυτών εκσκαφής, για την θεμελίωση του κτιρίου προς εκείνες τις πλευρές του οικοπέδου όπου δεν υφίστανται θεμελιωμένα όμορα κτίρια που να επιβάλλουν την απαίτηση κατακόρυφων πρανών εκσκαφής, και υπάρχει διαθέσιμος περιμετρικά χώρος για εκσκαφή των πρανών,
- η)** Την υπόδειξη της βέλτιστης τεχνικοοικονομικά λύσης σχετικά με τον τρόπο και τον τύπο θεμελίωσης του κτιρίου.

8.2. ΣΤΑΘΜΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.

Στο προβλεπόμενο κτίριο προτείνεται, σύμφωνα με τα στοιχεία του στατικού μελετητή του έργου η στάθμη θεμελίωσης θα βρίσκεται στα -4,00 m, από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

8.3. ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα (διάκριση και ομαδοποίηση στρωμάτων) ως εδαφικό μοντέλο στρωμάτων θεμελίωσης λαμβάνεται αυτό που παρουσιάζεται στην εδαφική και στρωματογραφική τομή της γεώτρησης Γ1 και φαίνεται στον πίνακα (7.10) της αντιπροσωπευτικής ομαδοποιημένης και ομογενοποιημένης εδαφικής τομής, χρησιμοποιώντας ως στοιχεία εισαγωγής των γεωτεχνικών ιδιοτήτων τις τιμές των μέσων όρων των φυσικομηχανικών ιδιοτήτων της κατηγορίας εδάφους 1.

8.4. ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Η φέρουσα ικανότητα (Q_s) υπολογίσθηκε σύμφωνα με τρεις μεθόδους, Terzaghi – Vesic – DIN 4017. Ο συντελεστής ασφάλειας (F.o.S.), έχει ληφθεί ίσος με 3. Η γενική εξίσωση της φέρουσας ικανότητας είναι:

$$Q_s = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c + p_o \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma$$

όπου:

γ = πυκνότητα εδάφους.

B = πλάτος θεμελίου.

c = συνοχή εδάφους.

p_o = ενεργός τάση υπερκειμένων εδαφών στη στάθμη θεμελίωσης.

N_γ , N_q και N_c = συντελεστές φέρουσας ικανότητας, (Βλ. σχ. (8.1), πιν. 8.13).

s_γ , s_q και s_c = συντελεστές σχήματος. (Βλ. πίν. (8.1) και σχ. (8.2), πιν. 8.14).

d_γ , d_q και d_c = συντελεστές βάθους (Βλ. πίν. (8.1) και σχ. (8.3)).

i_γ , i_q και i_c = συντελεστές κλίσης φορτίου (Βλ. πίν. (8.1) και σχ. (8.4)).

b_γ , b_q και b_c = συντελεστές κλίσης θεμελίου (Βλ. πίν. (8.1) και σχ. (8.5)).

Για τους υπολογισμούς της Φέρουσας Ικανότητας χρησιμοποιήθηκε το ειδικό Αμερικάνικο πρόγραμμα που αναπτύχθηκε από τον Thomas F. Wolff. Εδώ θα

πρέπει να αναφερθεί ότι για λόγους πληρότητας και μεγαλύτερης ακρίβειας της μελέτης, οι υπολογισμοί της Φέρουσας Ικανότητας έγιναν χρησιμοποιώντας και τις τρεις πλέον αποδεκτές διεθνώς μεθόδους προσδιορισμού της Φέρουσας Ικανότητας, όπως είναι αυτές των: α) Terzaghi, β) Vesic, γ) DIN 4017 και δ) DAS (1985) και TOMLINSON (1987). Επίσης αναφέρεται ότι οι υπολογισμοί της Φέρουσας Ικανότητας γίνονται στην κατάσταση της άμεσης - βραχυπρόθεσμης συμπεριφοράς του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου χρησιμοποιώντας τις τιμές των μέσων όρων των ολικών ή αστράγγιστων διατμητικών παραμέτρων (c_u και ϕ_u) του εδάφους θεμελίωσης, που αποτελεί και την δυσμενέστερη συνθήκη ευστάθειας. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στο παράρτημα της μελέτης. Τα στοιχεία εισαγωγής στο πρόγραμμα αναφέρονται:

α) Στις γεωτεχνικές ιδιότητες του εδάφους θεμελίωσης:

Ως έδαφος θεμελίωσης λαμβάνεται αυτό της κατηγορίας "1". Συνεπώς η φέρουσα ικανότητα ή η αστοχία σε θραύση του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου ελέγχεται και καθορίζεται αποκλειστικά και μόνο από την στρώση του εδάφους της κατηγορίας "1".

Σύμφωνα με τα εργαστηριακά στοιχεία όπως αυτά έχουν διεξοδικά αναλυθεί και παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι εδαφομηχανικές παράμετροι και ιδιότητες που ενδιαφέρουν τις παρούσες αναλύσεις της φέρουσας ικανότητας και των καθιζήσεων του κτιρίου, συνοψίζονται και παρουσιάζονται στην συνέχεια:

- i) Μέση Αστράγγιστη (Ολική) Συνοχή του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{c_u = 100 \text{ KN/m}^2}$.
- ii) Μέση Αστράγγιστη (Ολική) Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{\phi_u = 0 \text{ μοίρες}}$.
- iii) Μονάδα βάρους του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{\gamma = 19 \text{ KN/m}^3}$.
- iv) Βυθιζόμενη μονάδα βάρους του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{\gamma = 10 \text{ KN/m}^3}$.
- v) Μέσο μέτρο συμπίεσης του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{E_s = 27.000 \text{ KN/m}^2}$.
- vi) Λόγος Poisson του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{\nu = 0,35}$.
- vii) Μέσος δείκτης συμπιεστότητας του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{C_c = 0,06}$.
- viii) Μέσος λόγος κενών του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{e_0 = 0,33}$.
- ix) Μέσος συντελεστής στερεοποίησης του εδάφους της κατηγορίας "1": $\underline{C_v = 42 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}}$

Σημείωση: Να αναφερθεί ότι οι υπολογισμοί και οι αναλύσεις της φέρουσας ικανότητας και των καθιζήσεων πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το δυσμενέστερο από εδαφομηχανική άποψη εδαφικό μοντέλο στρωμάτων, οπότε και

τα αποτελέσματα είναι πάντα προς την μεριά της ασφάλειας. Επίσης οι υπολογισμοί και οι αναλύσεις της φέρουσας ικανότητας πραγματοποιήθηκαν σε αστράγγιστες συνθήκες άμεσης επιβολής φορτίων, χρησιμοποιώντας τις αστράγγιστες (Ολικές) παραμέτρους της διατμητικής αντοχής, που αποτελεί την δυσμενέστερη κατάσταση.

β) Στα γεωμετρικά στοιχεία της θεμελίωσης:

Για λόγους πληρότητας των υπολογισμών της φέρουσας ικανότητας, ελέγχονται διάφορα γεωμετρικά στοιχεία των θεμελίων, όπως αναφέρεται στην συνέχεια:

- i) Διάφορα εξεταζόμενα πλάτη θεμελίων: 1.0, 2.0, 3.0 και 4.0 m, και
- ii) Βάθος στάθμης θεμελίωσης: -4,00 m, (σύμφωνα με στοιχεία του στατικού μελετητή του έργου).

γ) Βάθος πιεζομετρικής στάθμης των υπόγειων νερών: δεν συναντήθηκε

Οι μέγιστες φέρουσες ικανότητες (Q_s) σε KN/m^2 του εδάφους θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου, στην κατάσταση της βραχυπρόθεσμης - άμεσης φόρτισης του εδάφους θεμελίωσης, χρησιμοποιώντας την μέθοδο Terzaghi, παρουσιάζονται στον πίνακα (8.2), χρησιμοποιώντας την μέθοδο Vesic, στον πίνακα (8.4) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο DAS (1985) και TOMLINSON (1987) και στον πίνακα (8.5) χρησιμοποιώντας την μέθοδο DIN 4017.

Πρέπει να τονισθεί ότι οι παρακάτω τιμές της φέρουσας ικανότητας του εδάφους αναφέρονται σε ομοιόμορφη και κεντρική φόρτιση.

Πίνακας (8.2). Ασφαλής Φέρουσα Ικανότητα, (σε kN/m^2), ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B), για βάθος θεμελίωσης (D) στα -4,00 m, σύμφωνα με την μέθοδο Terzaghi.

Κατάσταση Φόρτισης	B (m)			
	1	2	3	4
Άμεση Επιβολή Φορτίων	215	215	215	215

Πίνακας (8.3). Ασφαλής Φέρουσα Ικανότητα, (σε kN/m^2), ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B), για βάθος θεμελίωσης (D) στα $-4,00 \text{ m}$, σύμφωνα με την μέθοδο Vesic.

Κατάσταση Φόρτισης	B (m)			
	1	2	3	4
Άμεση Επιβολή Φορτίων	293	282	274	284

Πίνακας (8.4). Ασφαλής Φέρουσα Ικανότητα, (σε kN/m^2), ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B), για βάθος θεμελίωσης (D) στα $-4,00 \text{ m}$, σύμφωνα με τη μέθοδο DAS (1985) και TOMLINSON (1987).

Κατάσταση Φόρτισης	B (m)			
	1	2	3	4
Άμεση Επιβολή Φορτίων	471	334	288	265

Πίνακας (8.5). Ασφαλής Φέρουσα Ικανότητα, (σε kN/m^2), ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B), για βάθος θεμελίωσης (D) στα $-4,00 \text{ m}$, σύμφωνα με τη μέθοδο DIN 4017.

Κατάσταση Φόρτισης	B (m)			
	1	2	3	4
Άμεση Επιβολή Φορτίων	192	192	192	192

Σημείωση: Η μετατροπή της Φέρουσας Ικανότητας από kN/m^2 σε kgf/cm^2 γίνεται, διαιρώντας τις τιμές της Φέρουσας Ικανότητας του παραπάνω πίνακα με το 98,1.

Επίσης, χρησιμοποιείται και η ενδεικτική αναλυτική μέθοδος για τον υπολογισμό του οριακού φορτίου ορθογωνικής επιφανειακής θεμελιώσεως, που αναφέρεται σε αργιλώδη εδάφη υπό αστράγγιστες συνθήκες.

Με τη μέθοδο αυτή το οριακό αξονικό φορτίο R_{Nd} (φέρουσα ικανότητα) υπό την ταυτόχρονη παρουσία V και M (V = η τέμνουσα δύναμη και M = η ροπή, που μεταφέρονται στο έδαφος μέσω της έδρασης), υπολογίζεται από τη σχέση :

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) C_u K_c i_c + q$$

με τις ακόλουθες τιμές των αδιάστατων συντελεστών για :

- Το σχήμα του θεμελίου :

$$K_c = 1 + 0.2(B / L')$$

- Την κλίση του φορτίου, η οποία προκαλείται από την τέμνουσα V :

$$i_c = 0.5 \left(1 + \sqrt{1 - V / A S_u} \right)$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάμε το $i_c=1$, $q=0$ και τέλος όπου $C_U=100$ KN/m^2 .

Άρα σύμφωνα με τους υπολογισμούς προκύπτει ότι για κάθε πλάτος και για βάθος θεμελίωσης $-4,00\text{m}$ η τιμή της φέρουσας ικανότητας είναι :

Κατάσταση Φόρτισης	B (m)			
	1	2	3	4
Άμεση Επιβολή Φορτίων	200	204	207	210

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς της Ασφαλούς Φέρουσας Ικανότητας, προκύπτει ότι οι συντηρητικότερες τιμές στην κατάσταση της άμεσης φόρτισης (αστράγγιστες συνθήκες) του εδάφους θεμελίωσης, δίδονται με βάση την μέθοδο της άμεσης επιβολής φορτίων και αυτές προτείνεται να ληφθούν ως οι πλέον ασφαλείς και αντιπροσωπευτικές.

Τέλος, στον πίνακα (8.5), δίδονται οι συμβατικές τιμές της φέρουσας ικανότητας, όπως αυτή ορίζεται από διάφορους διεθνείς οικοδομικούς κανονισμούς για διάφορους εδαφικούς τύπους. Ο πίνακας παρατίθεται για συγκριτικούς σκοπούς και μόνο. Σύμφωνα με τον πίνακα αυτό, η προτεινόμενη μέγιστη ασφαλής φέρουσα ικανότητα τέτοιων εδαφών κυμαίνεται συνήθως μεταξύ $1,22$ και $2,93 \text{ Kgr/cm}^2$ ή 122 και 293 KN/m^2 αντίστοιχα.

8.5 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

Οι τιμές των επιτρεπόμενων τάσεων που υπολογίσθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο αφορούσαν, όπως ήδη αναφέρθηκε, στατικές συνθήκες φόρτισης και χρησιμοποιήθηκε συντελεστής ασφάλειας $F=3$. Για την περίπτωση σεισμικής φόρτισης, τόσο η αναπτυχθείσα μεθοδολογία υπολογισμού, όσο και οι υπολογισθείσες τιμές της οριακής φέρουσας ικανότητας εξακολουθούν να ισχύουν, καθώς λόγω της απουσίας υδροφόρου ορίζοντα δεν προκύπτει ενδεχόμενο ανάπτυξης υδατικών υπερπιέσεων και ανάγκη μείωσης της γωνίας τριβής.

Όσον αφορά τις τιμές της επιτρεπόμενης φέρουσας ικανότητας (ή της επιτρεπόμενης τάσης θεμελίωσης) υπενθυμίζεται ότι όταν χρησιμοποιούνται ικανοποιητικά μεγέθη έντασης για το σχεδιασμό, ο απαιτούμενος συντελεστής ασφάλειας είναι $F=1.3$ (άρθρο 5.3.1 του EC8). Κατά συνέπεια για τον έλεγχο των συνδυασμών που περιλαμβάνουν σεισμική φόρτιση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τιμή της επιτρεπόμενης τάσης θεμελίωσης, η τιμή της οριακής φέρουσας ικανότητας που υπολογίσθηκε παραπάνω (χωρίς συντελεστή ασφάλειας).

Σε κάθε περίπτωση, η τελική τιμή της επιτρεπόμενης τάσης θα προκύψει έπειτα και από τον έλεγχο καθιζήσεων, ενώ η επιλογή του κατάλληλου πλάτους πεδιλοδοκών θα γίνει με κριτήριο την ικανοποίηση των απαιτήσεων της στατικής μελέτης.

	B (m)				
<i>ΜΕΘΟΔΟΣ</i>		1	2	3	4
Terzaghi	Οριακό φορτίο	645	645	645	645
	Επιτρεπόμενο στατικό φορτίο	215	215	215	215
	Επιτρεπόμενο σεισμικό φορτίο	496	496	496	496
Vesic	Οριακό φορτίο	879	846	822	852
	Επιτρεπόμενο στατικό φορτίο	293	282	274	284
	Επιτρεπόμενο σεισμικό φορτίο	676	651	632	656
DIN 4017	Οριακό φορτίο	576	576	576	576
	Επιτρεπόμενο στατικό φορτίο	192	192	192	192
	Επιτρεπόμενο σεισμικό φορτίο	443	443	443	443
DAS (1985) και TOMLINSON (1987)	Οριακό φορτίο	1413	1002	864	795
	Επιτρεπόμενο στατικό φορτίο	471	334	288	265
	Επιτρεπόμενο σεισμικό φορτίο	1087	771	665	612
Αναλυτική μέθοδος ορθογωνικής επιφάνειας	Οριακό φορτίο	600	612	621	631
	Επιτρεπόμενο στατικό φορτίο	200	204	207	210
	Επιτρεπόμενο σεισμικό φορτίο	462	471	478	485

8.6. ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.

8.6.1. ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ.

Οι ελαστικές καθιζήσεις (Elastic Settlements) υπολογίζονται με την μέθοδο Janbu - Bjerrum και Kjaernsli, χρησιμοποιώντας ως στοιχεία εισαγωγής την αντιπροσωπευτική γεωτεχνική - εδαφομηχανική τομή του υπεδάφους, όπως εμφανίζεται στη γεώτρηση Γ1, και παρουσιάζεται στον πίνακα (7.10) της αντιπροσωπευτικής ομαδοποιημένης και ομογενοποιημένης εδαφικής τομής, καθώς και τις τιμές των μέσων όρων των γεωτεχνικών παραμέτρων της κατηγορίας του εδάφους 1.

Η άμεση καθίζηση των θεμελίων σε λεπτόκοκκα εδάφη υπολογίζεται από την γνωστή σχέση των Janbu - Bjerrum και Kjaernsli:

$$S = \mu_1 \mu_0 \frac{qB}{E_u}$$

όπου τα μ_1 , μ_0 , q , B διευκρινίζονται στο σχήμα, σχ. (8.6), και E_u το μέτρο ελαστικότητας της αργιλικής στρώσης σε αστράγγιστες συνθήκες.

Το E_u συνδέεται με το μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης E_s με την ακόλουθη σχέση:

$$E_u = \frac{3}{2} \frac{(1-2\nu)}{(1-\nu)} E_s, \text{ όπου } \nu \text{ ο λόγος Poisson. (Μ. Καβαδάς, σελ. 137\&207).}$$

Για $\nu = 0,4$ έχουμε $E_u = 0,5 E_s$, και για $\nu = 0,25$ έχουμε $E_u = E_s$.

Επίσης η άμεση καθίζηση των θεμελίων σε αδρόκοκκα εδάφη υπολογίζεται από τη γνωστή θεωρία Terzaghi με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$S = \frac{qh}{E_s}, \text{ όπου}$$

S : η καθίζηση της στρώσης,

q : Το φορτίο πάνω στην στρώση,

h : Το πάχος της στρώσης, και

E_s : Το μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης της στρώσης.

Στον πίνακα (8.6), δίδονται τα αποτελέσματα των ελαστικών καθιζήσεων για τις διάφορες περιπτώσεις επιβαλλόμενων καθαρών τάσεων και πλάτους θεμελίωσης, για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης στα -4,00 m. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται ανάλυση για διάφορα πλάτη θεμελίωσης, είναι ακριβώς για να προσδιοριστούν οι άμεσες ελαστικές καθιζήσεις σε διάφορες περιπτώσεις θεμελίωσης και τελικά θα επιλεγεί, σε συνδυασμό με τις φέρουσες ικανότητες, ο βέλτιστος τρόπος και τύπος θεμελίωσης του κτιρίου.

Πίνακας (8.6). Αναμενόμενες ελαστικές καθιζήσεις για διάφορα πλάτη (B) και επιβαλλόμενες καθαρές τάσεις (σ) θεμελίωσης, για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης στα -4,00 m.

Περίπτωση θεμελίωσης:	1	2	3	4	5	6	7	8
Η άμεση ελαστική καθίζηση είναι:								
Για άκαμπτη θεμελίωση:								
Καθίζηση θεμελίου (mm)	1,30	3,89	6,49	2,76	8,28	13,80	3,87	11,60
Καθαρή Τάση θεμελίου KN/m ² (Net Foundation Pressure) (ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΦΑΙΡΕΙΤΑΙ Η ΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΝΤΩΝ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΩΝ.	50	150	250	50	150	250	50	150
Πλάτος θεμελίου (B) (m)	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00
Βάθος τοποθέτησης θεμελίωσης (D) σε (m)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Συνέχεια πίνακα.

Περίπτωση θεμελίωσης:	9	10	11	12
Η άμεση ελαστική καθίζηση είναι:				
Για άκαμπτη θεμελίωση:				
Καθίζηση θεμελίου (mm)	19,34	4,69	14,07	23,46
Καθαρή Τάση θεμελίου KN/m ² (Net Foundation Pressure) (ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΦΑΙΡΕΙΤΑΙ Η ΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΝΤΩΝ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΩΝ.	250	50	150	250
Πλάτος θεμελίου (B) (m)	3,00	4,00	4,00	4,00
Βάθος τοποθέτησης θεμελίωσης (D) σε (m)	4,00	4,00	4,00	4,00

Από τον παραπάνω πίνακα εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την μεταβολή των αναμενόμενων ελαστικών καθιζήσεων μετά του πλάτους θεμελίωσης και της φόρτισης της θεμελίωσης που οδηγούν στην βέλτιστη επιλογή της θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

Προκύπτει λοιπόν εμφανώς ότι με μεταβολή των:

- α) Καθαρών επιβαλλομένων τάσεων θεμελίωσης (Net Foundation Pressures), οι οποίες λαμβάνονται από 50 έως 250 KN/m^2 , (ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΑΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ Η ΤΑΣΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΟ ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΠΟΥ ΕΠΙΒΑΛΛΕΤΑΙ ΕΠΙ ΤΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΔΙΑ ΤΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΤΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΤΑΣΗΣ) ΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΝΤΩΝ (ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΩΝ) ΕΔΑΦΩΝ ΠΟΥ ΙΣΟΥΝΤΑΙ ΜΕ $(4,00 \text{ m} \times 19 \text{ KN/m}^3 = 76 \text{ KN/m}^2)$, και
- β) Πλάτους B της θεμελίωσης, οι αναμενόμενες ολικές ελαστικές καθιζήσεις μεταβάλλονται ευρέως από πολύ χαμηλές έως μέτριες.

Συγκεκριμένα, για την περίπτωση θεμελίωσης στο βάθος των -4,00 m με πλάτος θεμελίωσης B = 1,0 m, και με επιβαλλόμενη τάση θεμελίωσης στα $Q = 50 \text{ KN/m}^2$ ή περίπου 0.5 kg/cm^2 , οι αναμενόμενες ελαστικές καθιζήσεις θα είναι χαμηλές της τάξης των 1,30 mm, ενώ για την περίπτωση θεμελίωσης πλάτους B = 4,0 m, με επιβαλλόμενη τάση θεμελίωσης στα $Q = 250 \text{ KN/m}^2$ ή περίπου $2,5 \text{ kg/cm}^2$, οι αναμενόμενες ελαστικές καθιζήσεις θα είναι χαμηλές της τάξης των 23,46 mm. Οι τελευταίες αυτές καθιζήσεις θεωρούνται μέτριες.

8.6.2. ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ.

Οι καθιζήσεις του εδάφους θεμελίωσης λόγω στερεοποίησης για τις διάφορες περιπτώσεις επιβαλλόμενων καθαρών τάσεων και πλάτους θεμελίωσης, υπολογίσθηκαν κατά την θεωρία συμπίεστότητας (Consolidation Settlement Method) σύμφωνα με τις μεθόδους των Skempton - Bjerrum και του Terzaghi, χρησιμοποιώντας ως στοιχεία εισαγωγής την αντιπροσωπευτική γεωτεχνική - εδαφομηχανική τομή του υπεδάφους, όπως εμφανίζεται στη γεώτρηση Γ1 και παρουσιάζεται στον πίνακα (7.10) της αντιπροσωπευτικής ομαδοποιημένης και ομογενοποιημένης εδαφικής τομής, καθώς και τις τιμές των μέσων όρων των γεωτεχνικών παραμέτρων της κατηγορίας των εδάφους 1 όπως αυτές έχουν παρουσιασθεί σε προηγούμενη ενότητα, αλλά και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της θεμελίωσης (διάφορα πλάτη θεμελίωσης από 1,00 έως 4,00 m και βάθος θεμελίωσης = 4,00 m).

Ο υπολογισμός των καθιζήσεων από στερεοποίηση S_c , στηρίζεται στην γνωστή θεωρία του Terzaghi σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$S_c = m_{ui} \times \Delta \sigma'_i \times H_i, \quad \text{ή}$$

$$S_c = \frac{H_i}{1+e_0} \times C_c \times \log_{10} \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_i}{\sigma'_{v0}} \quad \text{ή}$$

$$S_c = \frac{\Delta\sigma'_i \times H_i}{E_s}, \text{ όπου}$$

S_c = ολική καθίζηση από στερεοποίηση της θεμελίωσης.

$\Delta\sigma'_i$ = Η πρόσθετη ενεργός τάση, στο μέσο της κάθε εξεταζόμενης συμπίεστης στρώσης που υπολογίζουμε την καθίζηση, η οποία οφείλεται στην πρόσθετη τάση λόγω φορτίου.

σ'_{v0} = Η αρχική ενεργός τάση, στο μέσο της κάθε εξεταζόμενης συμπίεστης στρώσης.

H_i = το πάχος κάθε εξεταζόμενης συμπίεστης στρώσης,

$m_{ui} = 1/E_s$ = ο συντελεστής μεταβολής όγκου της κάθε εξεταζόμενης συμπίεστης στρώσης.

E_s = το μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης της κάθε στρώσης.

C_c = δείκτης συμπίεστότητας της κάθε στρώσης.

e_0 = αρχικός δείκτης πόρων της κάθε στρώσης.

Ο Συντελεστής μεταβολής όγκου (μ) ή Συντελεστής συμπίεστότητας ορίζεται από τον τύπο:

$$\mu = \frac{1}{1+e_0} \left(\frac{e_0 - e_1}{\sigma'_1 - \sigma'_0} \right)$$

Η κατανομή των πρόσθετων τάσεων που προκαλεί η έδραση της θεμελίωσης στις υποκείμενες αργλικές στρώσεις σε συνάρτηση με το βάθος στηρίζεται στο διάγραμμα Boussinesq (σχ. (8.7)). Με τη βοήθεια του διαγράμματος υπολογίζεται η πρόσθετη τάση συναρτήσει του βάθους των αργλικών στρώσεων.

Επιπλέον, να αναφερθεί ότι για τις καθιζήσεις από στερεοποίηση ο Skempton προτείνει ένα διορθωτικό συντελεστή μ λόγω μειωμένης ανάπτυξης πίεσης πόρων, βλέπε σχ. (8.8). Στην περίπτωση μας έχουμε κανονικά συμπίεσμένες αργίλους οπότε ο συντελεστής μ παίρνει την τιμή $\mu = 1$, και κατά συνέπεια οι παραπάνω υπολογισμοί δεν απαιτούν διόρθωση.

Με βάση τις προαναφερόμενες σχέσεις, τα πάχη των στρωμάτων και τα αποτελέσματα της εργαστηριακής έρευνας, όσον αφορά την δοκιμή μονοδιάστατης

στερεοποίησης, προκύπτουν οι ακόλουθες καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης που προκαλούνται από τα φορτία της θεμελίωσης της προβλεπόμενης οικοδομής .

Τα χαρακτηριστικά θεμελίωσης (διάφορες περιπτώσεις επιβαλλόμενων καθαρών τάσεων και πλάτους θεμελίωσης) που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς δίδονται στον πίνακα (8.7). Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υπολογισμών των καθιζήσεων για τις διάφορες περιπτώσεις επιβαλλόμενων καθαρών τάσεων και πλάτους θεμελίωσης δίδονται στον παρακάτω πίνακα (8.7).

Πίνακας (8.7). Αναμενόμενες καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης (μακροχρόνιες) για διάφορα πλάτη (B) & επιβαλλόμενες καθαρές τάσεις (σ) θεμελίωσης.

Περίπτωση θεμελίωσης:	1	2	3	4	5	6	7	8
Η άμεση ελαστική καθίζηση είναι:								
Για άκαμπτη θεμελίωση:								
Καθίζηση θεμελίου (mm)	6,76	18,52	28,67	10,21	27,29	41,53	12,45	32,86
Καθαρή Τάση θεμελίου KN/m ² (Net Foundation Pressure) ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΦΑΙΡΕΙΤΑΙ Η ΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΝΤΩΝ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΩΝ.	50	150	250	50	150	250	50	150
Πλάτος θεμελίου (B) (m)	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00
Βάθος τοποθέτησης θεμελίωσης (D) σε(m)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Συνέχεια πίνακα.

Περίπτωση θεμελίωσης:	9	10	11	12
Η άμεση ελαστική καθίζηση είναι:				
Για άκαμπτη θεμελίωση:				
Καθίζηση θεμελίου (mm)	49,57	14,06	36,82	55,24
Καθαρή Τάση θεμελίου KN/m ² (Net Foundation Pressure) ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΦΑΙΡΕΙΤΑΙ Η ΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΝΤΩΝ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΩΝ.	250	50	150	250
Πλάτος θεμελίου (B) (m)	3,00	4,00	4,00	4,00
Βάθος τοποθέτησης θεμελίωσης (D) σε(m)	4,00	4,00	4,00	4,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται η σχέση μεταξύ αναμενόμενης καθιζήσεως στερεοποίησης και επιβαλλόμενης καθαρής τάσης θεμελίωσης Q, για διάφορα πλάτη θεμελίωσης (B). Από τον πίνακα αυτό εξάγονται επίσης χρήσιμα συμπεράσματα για την μεταβολή των αναμενόμενων καθιζήσεων στερεοποίησης μετά του πλάτους θεμελίωσης και της φόρτισης της θεμελίωσης του κτιρίου, που οδηγούν στην βέλτιστη επιλογή της θεμελίωσης.

Συγκεκριμένα, για την περίπτωση θεμελίωσης πλάτους B = 1.0 m, με επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης στα Q = 50 KN/m² ή περίπου 0,5 kg/cm², οι αναμενόμενες

καθιζήσεις στερεοποίησης θα είναι χαμηλές της τάξης των 6,76mm, ενώ για την περίπτωση θεμελίωσης πλάτους $B = 4.0 \text{ m}$, με επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης στα $Q = 250 \text{ KN/m}^2$ ή περίπου $2,5 \text{ kg/cm}^2$, οι αναμενόμενες καθιζήσεις στερεοποίησης θα είναι υψηλές της τάξης των 55,24mm. Οι τελευταίες αυτές καθιζήσεις θεωρούνται μέτριες έως υψηλές και μη αποδεκτές. Επομένως το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης φέρουσας ικανότητας και συνεπώς της τάσης θεμελίωσης θα είναι η εξασφάλιση των αποδεκτών συνολικών καθιζήσεων (ελαστικών και λόγω στερεοποίησης).

8.7. ΑΝΕΚΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Ο πίνακας (8.8) δίνει μερικές τιμές, που υποστηρίζει και προτείνει ο Οικοδομικός Κανονισμός της U.S.S.R., για τις μέγιστες επιτρεπτές διαφορικές καθιζήσεις (βλ. σχ. (8.9)). Όπως προκύπτει από τον πίνακα αυτό οι μέγιστες τιμές διαφορικής καθίζησης που μπορούν να εκδηλωθούν σε κάποια κατασκευή χωρίς να προξηνηθούν βλάβες στον φέροντα οργανισμό της ανωδομής της είναι:

$$(0.002)^* \times L \text{ σε mm}$$

* η τιμή αυτή θεωρείται γενικά διεθνώς αρκετά συντηρητική.

όπου:

L = το μήκος της κατασκευής σε mm.

Για ενδεικτική τιμή $L = 16,00$ μέτρα προκύπτει:

Μέγιστη επιτρεπτή διαφορική καθίζηση = 32 mm.

Κατά Bjerrum δίδεται ο πίνακας (8.9) στον οποίο παρουσιάζονται οι διάφορες επιπτώσεις στη λειτουργία και την ασφάλεια των κατασκευών λόγω διαφορικών καθιζήσεων.

Επιπλέον, κατά τους Skempton - McDonald (πίν. (8.10)) ισχύει :

Μέγιστη επιτρεπτή διαφορική καθίζηση (κατά Skempton - McDonald) = $(1/300) \times L$, ή 53 mm.

Επομένως στην περίπτωση όπου εκδηλώνονται διαφορικές καθιζήσεις στο κτίριο αυτές δεν θα πρέπει να ξεπερνούν την τιμή των $(1/500 \text{ έως } 1/300) \times L$. Οι τιμές αυτές

θα πρέπει επίσης να αποτελέσουν κριτήριο για την τελική επιλογή του τρόπου και τύπου θεμελίωσης του κτιρίου.

8.8. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (K_S).

Όσον αφορά το δείκτη εδάφους (K_S), ή συντελεστή εδάφους, ή ελατηριακό μέτρο αντίστασης του εδάφους, είναι γνωστό ότι αυτός αντιστοιχεί σε ιδεατό μοντέλο και δεν είναι πραγματική εδαφική παράμετρος, και συνεπώς το μέγεθός του δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα. Επίσης ο δείκτης αυτός δεν είναι κάποια σταθερά όπως θα φαινόταν από τον ορισμό του, ως το πηλίκο της καθαρής τάσης έδρασης (ή καθαρής τάσης εδάφους - Net Foundation Pressure) σ , προς την αντίστοιχη καθίζηση s , αλλά αυτός παίρνει διαφορετικές τιμές ανάλογα με το σημείο στη δοκό, καθώς και την τάση έδρασης και το πλάτος του πέλδου.

$$K_S = \frac{\sigma}{s}$$

Η τιμή λοιπόν του K_S υπολογίζεται για συγκεκριμένη τάση έδρασης της θεμελίωσης και συγκεκριμένο πλάτος θεμελίωσης. Οι διάφορες λοιπόν τιμές του K_S σε kgf/cm^3 , για διάφορες καθαρές τάσεις θεμελίωσης και για διάφορα πλάτη πέλδου (B), για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης (D) στα 4,00 m, παρουσιάζονται στον πίνακα, πίν. (8.11).

Πίνακας (8.11). Οι τιμές του K_S σε kgf/cm^3 , ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B) και της καθαρής τάσης θεμελίωσης, για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης (D) στα 4,00 m.

(Q _S) σε (kgf/cm^2)	B (m)			
	1	2	3	4
0,5	3,85	1,81	1,29	1,06
1,5	3,85	1,81	1,29	1,06
2,5	3,85	1,81	1,29	1,06

8.9. ΕΚΣΚΑΨΙΜΟΤΗΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.

Όσον αφορά την εξορυξιμότητα και εκσκαψιμότητα των διάφορων εδαφικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης, δίδεται ο πίνακας (8.12) όπου παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την ευκολία και τον τρόπο εκσκαφής τους.

Πίνακας (8.12). Εκσκαψιμότητα των σχηματισμών.

Σχηματισμός	Αμώδεις Τεταρτογενείς ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις. (κατηγορία εδάφους 1)
* Συντελεστής εξορυξιμότητας (κατά Bogomolov 1965)	1.5 - 2.0
Εκσκαψιμότητα	Εύκολη έως Μέτρια. Με μηχανικά μέσα (Τσάπα Draglines).

* Συντελεστής εξαρτώμενος από την "σκληρότητα" του σχηματισμού, που αντιτίθεται κατά την εξόρυξή του

9.ΕΚΣΚΑΦΕΣ-ΕΥΣΤΑΘΗΣ ΚΛΙΣΗ ΠΡΑΝΩΝ(στα -4.00 m).

9.1.ΓΕΝΙΚΑ.

Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται τα στοιχεία που αφορούν τις αναλύσεις της ευστάθειας των ανυποστήρικτων κατακόρυφων παρειών της εκσκαφής, και στην συνέχεια τον προσδιορισμό της αναγκαιότητας ή μη δημιουργίας και διαμόρφωσης ηπιότερης κλίσης τους ή αντιστήριξης, για την θεμελίωση του προβλεπόμενου κτηρίου και με στάθμη θεμελίωσης στα -4.00m. Για τις αναλύσεις της ευστάθειας χρησιμοποιήθηκαν οι γεωτεχνικές παράμετροι και η στρωματογραφία των εδαφών, όπως φαίνονται στην αντιπροσωπευτική γεωτεχνική-εδαφομηχανική τομή του υπεδάφους, και εμφανίζεται στη Γεώτρηση Γ-1, και παρουσιάζεται στον πίνακα (7.10) της αντιπροσωπευτικής ομαδοποιημένης και ομογενοποιημένης εδαφικής τομής, καθώς και τις τιμές των μέσων όρων των γεωτεχνικών παραμέτρων της κατηγορίας 1, όπως αυτές έχουν παρουσιασθεί σε προηγούμενη ενότητα.

9.2.ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.

Σύμφωνα με τα εργαστηριακά στοιχεία όπως αυτά έχουν διεξοδικά αναλυθεί και παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι εδαφομηχανικές παράμετροι και ιδιότητες που ενδιαφέρουν τις παρούσες αναλύσεις της ευστάθειας των ανυποστήρικτων κατακόρυφων και κεκλιμένων παρειών της εκσκαφής, συνοψίζονται και παρουσιάζονται στην συνέχεια:

- 1) Μέση Αστράγγιστη (Ολική) Συνοχή του εδάφους της κατηγορίας "1":
 $C_u=100 \text{ KN/m}^2$.
- 2) Μέση Αστράγγιστη (Ολική) Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους της κατηγορίας "1": $\phi_u=0$ μοίρες.
- 3) Μονάδα βάρους του εδάφους της κατηγορίας "1": $\gamma=19,0 \text{ KN/m}^3$.

Τέλος, οι παραπάνω αναφερόμενοι παράμετροι χρησιμοποιούνται στις ακόλουθες αναλύσεις της ευστάθειας των ανυποστήρικτων κατακόρυφων και κεκλιμένων παρειών της εκσκαφής.

9.3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.

Η εδαφομηχανική ανάλυση και οι υπολογισμοί της ευστάθειας των κεκλιμένων πρανών, πραγματοποιήθηκαν με βάση τη μέθοδο ανάλυσης ευστάθειας γαιώδους πρανούς των λωρίδων κατά KREY. Οι έλεγχοι έγιναν για ομαλή περιστροφική επιφάνεια ολίσθησης (Circular Sliding Surface), χρησιμοποιώντας το ειδικό Γεωτεχνικό Λογισμικό πρόγραμμα LARIX 4 (S) – CUBUS – ZURICH – SWITZERLAND – VERSION 2.20 – 2004, που λειτουργεί με βάση το Σχέδιο Ευρωπαϊκού Κανονισμού ENV 1997-1 Ευρωκώδικας 7 (EC-7).

Οι αναλύσεις έγιναν λαμβάνοντας υπόψη και τις πιθανές επιδράσεις της σεισμικής φόρτισης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής, όπως έχουν αναλυθεί και παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Επίσης δεν λαμβάνονται υπόψη τα υπόγεια νερά αφού στην περιοχή αναπτύσσονται σε βάθος που είναι μεγαλύτερο της προβλεπόμενης στάθμης εκσκαφής για την θεμελίωση του κτηρίου οπότε δεν δημιουργούν επιπρόσθετα προβλήματα στην ευστάθεια των πρανών.

9.4.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΑΝΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.

Σε τυχαία παρειά ύψους 4,00 m, ελέγχεται η ευστάθεια ανυποστήρικτου κατακόρυφου πρανούς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος ανάλυσης της ευστάθειας, διαπιστώθηκε ότι ο συντελεστής ασφάλειας είναι:

Κατακόρυφο πρανές παρειάς	Συντελεστής Ασφάλειας (F.o.S.)
Τυχαίας εκσκαφής με ύψος 4,00, χωρίς σεισμική φόρτιση	3,60
Τυχαίας εκσκαφής με ύψος 4,00, με σεισμική φόρτιση	-

Με βάση τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης και με σκοπό την ικανοποίηση του κριτηρίου του συντελεστή ασφαλείας, όπως αυτό αναφέρεται παρακάτω, προκύπτει συμπερασματικά ότι οι τιμές αυτές του συντελεστή ασφαλείας θεωρούνται μη αποδεκτές και δηλώνουν ότι κατά τη φάση εκσκαφής θα παρατηρηθούν μικρές κυκλικές ολισθήσεις. Κρίνεται η

διαμόρφωση ηπιότερης κλίσης των μετώπων των πρανών εκσκαφής, όπως αναλύεται και υπολογίζεται στην συνέχεια.

9.5.ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ.

Όπως έχει διαπιστωθεί στην προηγούμενη ενότητα, τα κατακόρυφα πρανή των παρειών στέκονται αυτουποστηριζόμενα, χωρίς να εμφανίζουν κινδύνους αστοχίας λόγω κυκλικών ολισθήσεων, στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν όμορα φορτισμένα θεμέλια διπλανών κτιρίων, κάνοντας αναγκαία τη διαμόρφωση ηπιότερης κλίσης. Στη βόρεια και ανατολική πλευρά του υπό μελέτη κτιρίου υπάρχουν όμορα φορτισμένα θεμέλια διπλανών κτιρίων και επομένως για την αποφυγή αστοχιών πρέπει να χρησιμοποιηθεί, στο τμήμα αυτό, για την εκσκαφή η μέθοδος γνωστή και ως ‘ντουλάπια’. Αναλυτικότερα οι εργασίες για την εκσκαφή στα -4.00m με τη γνωστή μέθοδο ως ‘ντουλάπα’, ακολουθούν την παρακάτω πορεία.

- 1) Υλοποίηση επί της επιφάνειας του φυσικού εδάφους του οικοπέδου του περιγράμματος των θεμελίων που βρίσκονται στα όρια ακριβώς του οικοπέδου με τις γειτονικές ιδιοκτησίες όπου θα δημιουργηθούν τελικά οι παρειές εκσκαφής.
- 2) Εκσκαφή μόνο στα τμήματα αυτά (δηλαδή των θεμελίων) μέχρι το βάθος των -4.00m από τη στάθμη του φυσικού εδάφους και δημιουργία τμηματικής κατακόρυφης παρειάς. Εάν τα προβλεπόμενα θεμέλια του κτιρίου είναι πολύ κοντά το ένα με το άλλο, και κατά την εκσκαφή του “φρεατίου” της θεμελίωσης δεν παραμένει ενδιάμεσα κάποιο τμήμα φυσικού εδάφους, τότε τα “φρεάτια” αυτά των θεμελίων θα γίνονται σε διάταξη ένα παρά ένα.
- 3) Κατασκευή του θεμελίου και σύνδεση των απέναντι κειμένων θεμελίων αν επιλεγεί η μέθοδος με την προβλεπόμενη πεδιλοδοκό, ώστε να αντιστηρίζονται πλευρικά και να αναλάβουν τις πιθανές πλευρικές ωθήσεις του περιμετρικού τοιχίου όπως περιγράφεται στην συνέχεια.
- 4) Παράλληλη (ταυτόχρονη) κατασκευή του περιμετρικού τοιχίου του υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα, ώστε να εξασφαλίζεται, να προστατεύεται και να αντιστηρίζεται το τμήμα της κατακόρυφης παρειάς που μόλις έχει ήδη εκσκαφθεί. Με την κατασκευή του τοιχίου αυτού, αποτρέπεται άμεσα η διαδικασία διάβρωσης, αποσάθρωσης, υδατο-απορρόφησης και διόγκωσης του εδάφους που εμφανίζεται στην επιφάνεια της παρειάς, φαινόμενα που έχουν σαν αποτέλεσμα, εάν δεν αποτραπούν με την κατασκευή του τοιχίου, να υποβαθμίζουν περαιτέρω τις εδαφομηχανικές ιδιότητες και παραμέτρους του

εδάφους του μετώπου του πρανούς και ιδιαίτερα να μειώνουν τη συνοχή (cohesion) του εδάφους λόγω κατάρρευσης της δομής του (texture and structure collapse). Η μείωση της συνοχής στην συνέχεια προκαλεί μείωση της διατμητικής αντοχής του εδάφους της παρειάς και την συνέχεια πιθανή αστοχία του πρανού. Για τον παραπάνω λόγο η κατασκευή του περιμετρικού τοιχίου θα πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν αμέσως μετά την εκσκαφή.

- 5) Εκσκαφή στα υπόλοιπα τμήματα του πρανού μέχρι το τελικό βάθος των -4.00m και η δημιουργία των υπολοίπων κατακόρυφων παρειών σε όλο πλέον το μήκος της περιμέτρου του οικοπέδου.
- 6) Ολοκλήρωση των εργασιών εκσκαφής και θεμελίωση του κτιρίου.

9.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.

Παραπάνω πραγματοποιείται πολυπαραμετρική ανάλυση και διερεύνηση της ευστάθειας των πρανών της εκσκαφής, για τρεις κλίσεις πρανών, κλίση 1:1, 2:1 και 4:1 (ύψος / μήκος), για ύψος πρανών ίσο με 4.00 μέτρα, με τη μέθοδο Krey με επαναλήψεις. Στην συνέχεια καθορίζεται η επαρκής κλίση των τεχνητών πρανών της εκσκαφής ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ευστάθεια (επαρκής συντελεστής ασφάλειας) των τεχνητών πρανών της εκσκαφής προς τις πλευρές που δεν υφίστανται όμορα θεμελιωμένα κτίρια, για την θεμελίωση του προβλεπόμενου κτιρίου.

Η εδαφομηχανική ανάλυση και ο υπολογισμός της ευστάθειας των πρανών της εκσκαφής, πραγματοποιήθηκε με βάση την μέθοδο Krey με επαναλήψεις. Οι έλεγχοι έγιναν για ομαλή κυκλική επιφάνεια ολίσθησης (Circular Sliding Surface), χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Larix-4.

Όλες οι αναλύσεις έγιναν σε στατικές συνθήκες. Επίσης δεν λαμβάνονται υπόψη τα υπόγεια νερά της περιοχής γιατί βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος από την στάθμη θεμελίωσης.

9.7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.

Στην συνέχεια δίνονται οι αναλύσεις ευστάθειας των τεχνητών πρανών της εκσκαφής, με σκοπό να ελεγχθεί και να καθοριστεί η επαρκής κλίση των τεχνητών πρανών της εκσκαφής προς τις πλευρές που δεν υφίστανται όμορα θεμελιωμένα κτίρια, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ευστάθεια των τεχνητών πρανών για την θεμελίωση του προβλεπόμενου κτιρίου.

Οι αναλύσεις έγιναν για ύψος πρανών 4,00 m. Επίσης οι αναλύσεις έγιναν σε τρεις διαφορετικές κλίσεις πρανών, δηλαδή σε κλίση 1:1 (ύψος / μήκος), σε κλίση 2:1 (ύψος / μήκος), και σε κλίση 4:1 (ύψος / μήκος).

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι οι αναλύσεις έγιναν σε στατικές συνθήκες.

Στον πίνακα (9.1) που ακολουθεί, παρουσιάζονται συνοπτικά και συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ευστάθειας των πρανών της εκσκαφής, για τις διάφορες κλίσεις των μετώπων τους.

Πίνακας (9.1). Αποτελέσματα της ανάλυσης ευστάθειας πρανών της εκσκαφής.

α/ α	ΥΨΟΣ ΠΡΑΝΟΥΣ (m)	ΚΛΙΣΗ ΠΡΑΝΟΥΣ (ύψος/μήκο ς)	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤ.	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (F.S.)	ΕΠΑΡΚΕΙ Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΕΠΑΡΚΕΙ Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
1	4,00	1:1	Κατηγορία εδάφους 1	ΟΧΙ	5,95	ΝΑΙ	ΝΑΙ
2	4,00	2:1	Κατηγορία εδάφους 1	ΟΧΙ	4,94	ΝΑΙ	ΝΑΙ
3	4,00	4:1	Κατηγορία εδάφους 1	ΟΧΙ	4,08	ΝΑΙ	ΝΑΙ

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία και αποτελέσματα της ανάλυσης της ευστάθειας, διαπιστώνεται ότι ο συντελεστής ασφάλειας (F.o.S.) στα πρανή της εκσκαφής για ύψος ίσο με 4,00m , κυμαίνεται από 4,08 (για πρανές με κλίση 4:1 (ύψος / μήκος) με χωρίς σεισμική επιβάρυνση έως 5,95 (για πρανές με κλίση 1:1 (ύψος / μήκος) χωρίς σεισμική επιβάρυνση).

9.8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΤΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.

Ως γνωστόν, για να επιτυγχάνεται πλήρης ευστάθεια στα πρανή έναντι αστοχιών και κατολισθήσεων, θα πρέπει, σύμφωνα με το Φ.Ε.Κ. 1221/30 Νοεμβρίου 1998, ‘‘Ανάλυση τιμών και λοιπά θέματα Γεωτεχνικών Ερευνών, Μελετών Γεωτεχνικών Έργων και Γεωτεχνικών Μελετών’’, 1998, το Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΝΕΑΚ), (Φ.Ε.Κ.:613-Τεύχος Β/ 12-10-1992, όπως τροποποιήθηκε το 1995), αλλά και με το Σχέδιο Ευρωπαϊκού Κανονισμού ENV 1997-1, Ευρωκώδικας 7, να εξασφαλίζεται για μόνιμες συνθήκες ευστάθειας πρανών, ένας συντελεστής ασφάλειας μεγαλύτερος ή ίσος του 1,4 υπό στατικές συνθήκες φόρτισης, χωρίς δηλαδή την επίδραση της σεισμικής επιβάρυνσης. Επιπλέον, για προσωρινές συνθήκες πρανών, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ένας συντελεστής ασφάλειας μεγαλύτερος ή ίσος του 1,2 υπό στατικές συνθήκες φόρτισης, χωρίς την επίδραση της σεισμικής επιβάρυνσης.

Η ανάλυση ευστάθειας πρανών έγινε χωρίς την επιβολή φορτίων από τα όμορα κτίρια. Σε περίπτωση που τα όμορα κτίρια βρίσκονται σε βάθος θεμελίωσης υψηλότερο από την τρέχουσα κατασκευή πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω. Με βάση τα αποτελέσματα όλων των παραπάνω αναλύσεων και με σκοπό την ικανοποίηση του κριτηρίου του συντελεστή ασφαλείας, όπως αυτό αναφέρεται παραπάνω, προκύπτει συμπερασματικά ότι οι κλίσεις των τεχνητών πρανών της εκσκαφής πρέπει να κοπούν και να διαμορφωθούν σε κλίσεις της τάξης του 4:1 (ύψος / μήκος).

9.9 ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.

Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες, παραμέτρους και στοιχεία, όπως έχουν αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, τα οποία αντικατοπτρίζουν τις ιδιαιτερότητες στις γεωτεχνικές συνθήκες θεμελίωσης της εν λόγω περιοχής του προβλεπόμενου κτιρίου, καθώς και κατόπιν επεξεργασίας, ανάλυσης και γενικής συγκριτικής σύνθεσής τους, έγινε δυνατή η δημιουργία ενός μοντέλου μικρής κλίμακας, προσομοιωτικού των πραγματικών γεωτεχνικών συνθηκών του χώρου έδρασης του προβλεπόμενου κτιρίου.

Οι συνθήκες αυτές αποκαλύπτονται και αποδίδονται εποπτικά, με μία σύντομη αναφορά στους χάρτες, διαγράμματα, σχέδια, σχεδιαγράμματα, πίνακες και νομογραφήματα που επισυνάπτονται στην παρούσα μελέτη.

Σύμφωνα λοιπόν με τις αναμενόμενες αυτές συνθήκες θεμελίωσης, καθώς και τα υπολογιζόμενα μεγέθη των καθιζήσεων και φέρουσας ικανότητας, όπως αυτά

παρουσιάζονται στους πίνακες (8.2) έως (8.6), προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα και προτείνεται η παρακάτω πρόταση περί του τύπου και τρόπου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

Η θεμελίωση του προβλεπόμενου κτιρίου προτείνεται να γίνει στο βάθος των -4,00m, κάτω από την φυσική επιφάνεια του εδάφους. Η θεμελίωση προτείνεται να γίνει σύμφωνα με τα ακόλουθα:

Ως πλέον ενδεδειγμένη από γεωτεχνική - εδαφομηχανική άποψη για τις δεδομένες εδαφικές συνθήκες, προτείνεται η λύση της θεμελίωσης με εσχάρα πεδιλοδοκών (Strip Mat Foundation) διάφορων πλατών, εφόσον οι επιβαλλόμενες από αυτές τάσεις στο έδαφος είναι αποδεκτές σύμφωνα με τα ακόλουθα αναφερόμενα. Η επιλογή αυτή εξασφαλίζει αφενός μεν την οικονομικότερη λύση στην κατασκευή της θεμελίωσης και αφετέρου την ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων της ανωδομής του κτιρίου στο έδαφος θεμελίωσης. Έτσι με την κατασκευή θεμελίωσης με εσχάρα πεδιλοδοκών αποτρέπεται η πιθανότητα εμφάνισης του φαινομένου των διαφορικών καθιζήσεων λόγω πιθανών διαφορετικών από θέση σε θέση του οικοπέδου συνθηκών εδάφους θεμελίωσης. Δεν αποκλείεται όμως και ο τρόπος θεμελίωσης με γενική κοιτόστρωση. Αυτό όμως είναι στην επιλογή του στατικού μηχανικού.

Από τους πίνακες (8.2), (8.6) και (8.7), προκύπτει σαν γενικός κανόνας σχετικά με την διαστασιολόγηση και φόρτιση της εσχάρας πεδιλοδοκών ότι:

- α)** Σύμφωνα με τα γενικά αποτελέσματα της ασφαλούς φέρουσας ικανότητας όπως προέκυψαν από τις αναλύσεις, κάτω από διάφορους συνδυασμούς πλάτους θεμελίωσης σε αστράγγιστες συνθήκες, στην εξεταζόμενη στάθμη θεμελίωσης, συμπεραίνεται ότι η ασφαλής φέρουσα ικανότητα του εδάφους με βάση τις μεθόδους DIN 4017, είναι 192 KN/m^2 (με $B = 1,0 \text{ m}$ έως και $B = 4,0 \text{ m}$) για βάθος θεμελίωσης στα $-4,00 \text{ m}$. Βλέπε πίν. (8.2 έως 8.5).
- β)** Οι ελαστικές καθιζήσεις γενικά μειώνονται όσο μειώνεται το πλάτος θεμελίωσης, και μειώνεται η επιβαλλόμενη τάση θεμελίωσης, (πίν. (8.6)). Με βάση όλους τους συνδυασμούς του πλάτους θεμελίωσης για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης στα $-4,00 \text{ m}$, προκύπτει ότι οι ελαστικές καθιζήσεις κυμαίνονται από πολύ χαμηλές της τάξης των $1,30 \text{ mm}$ (Επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης $Q = 50 \text{ KN/m}^2$, $B = 1,0 \text{ m}$) έως υψηλές της τάξης των $23,46 \text{ mm}$ (Επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης $Q = 250 \text{ KN/m}^2$, $B = 4,0 \text{ m}$). Βλέπε πίν. (8.6). Οι τελευταίες αυτές καθιζήσεις θεωρούνται χαμηλές και αποδεκτές.

γ) Οι καθιζήσεις λόγω στερεοποίησης επίσης, γενικά μειώνονται όσο μειώνεται το πλάτος θεμελίωσης, και μειώνεται η επιβαλλόμενη τάση θεμελίωσης, (πίν. (8.7)). Οι καθιζήσεις στερεοποίησης για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης στα -4,00 m, κυμαίνονται από χαμηλές της τάξης των 6,76 mm (Επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης $Q = 50 \text{ KN/m}^2$, $B = 1,0 \text{ m}$) έως υψηλές της τάξης των 55,24mm (Επιβαλλόμενη καθαρή τάση θεμελίωσης $Q = 250 \text{ KN/m}^2$, $B = 4,0 \text{ m}$). Βλέπε πίν. (8.7). Οι τελευταίες αυτές καθιζήσεις θεωρούνται υψηλές και μη αποδεκτές. Επομένως το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης φέρουσας ικανότητας και συνεπώς της τάσης θεμελίωσης θα είναι η εξασφάλιση των αποδεκτών συνολικών καθιζήσεων (ελαστικών και λόγω στερεοποίησης).

Τελικά, εξετάζοντας και βελτιστοποιώντας τις μεταβολές τόσο των καθιζήσεων, όσο και της φέρουσας ικανότητας σε σχέση με τα εξεταζόμενα πλάτη θεμελίωσης καταλήγουμε στο ακόλουθο συνολικό συμπέρασμα - πρόταση όσον αφορά τον τύπο και τον τρόπο θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου καθώς και την ασφαλή - επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης:

Αν επιλεγεί η μέθοδος των πεδιλοδοκών προτείνεται τα πλάτη τους να μπορούν να κυμαίνονται από 1,00 m έως 4,00 m ή και μεγαλύτερα ανάλογα με τις απαιτήσεις της στατικής μελέτης (φορτία της ανωδομής). Ας σημειωθεί ότι στον καθορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης καθαρής τάσης θεμελίωσης, το κριτήριο είναι ο περιορισμός των ολικών και διαφορικών καθιζήσεων και όχι η μέγιστη ασφαλής φέρουσα ικανότητα του εδάφους (έναντι θραύσης) αυτή καθ' εαυτή, μιας και εάν επιβληθούν τάσεις στη θεμελίωση ίσες με τις μέγιστες κατά περίπτωση φέρουσες ικανότητες, οι καθιζήσεις θα ξεπεράσουν κατά πολύ τα επιτρεπτά όριά τους.

Για τον λόγο αυτό προτείνεται τελικά ότι η μέγιστη ασφαλής επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης να μην ξεπερνά τις τιμές του ακόλουθου πίνακα (10.1):

Πίνακας (9.1). Μέγιστη προτεινόμενη τάση θεμελίωσης, (σε KN/m^2), ως συνάρτηση του πλάτους θεμελίωσης (B) στη στάθμη θεμελίωσης των - 4,00m.

D (m)	B (m)			
	1	2	3	4
4,00	200	200	150	150

Σημείωση: Η μετατροπή της Φέρουσας Ικανότητας από kN/m^2 σε kgf/cm^2 γίνεται, διαιρώντας τις τιμές της Φέρουσας Ικανότητας του παραπάνω πίνακα με το 98,1.

Στις τάσεις αυτές, οι αναμενόμενες ολικές καθιζήσεις που είναι η αιτία των πιθανών διαφορικών καθιζήσεων του κτιρίου, δεν θα ξεπερνούν τα 53 mm. Η τιμή αυτή της καθίζησης, που είναι και το μέγιστο όριο της επιτρεπόμενης διαφορικής καθίζησης για κτίριο μέγιστου μήκους 16,00 μέτρων, ακόμη και εάν εκφρασθεί σαν διαφορική καθίζηση στο εξεταζόμενο κτίριο δεν θα είναι ικανή να προξενήσει βλάβη στην κτιριακή κατασκευή, οπότε και θεωρείται αποδεκτή.

Όσον αφορά το δείκτη εδάφους (K_S), ή συντελεστή εδάφους, ή ελατηριακό μέτρο αντίστασης του εδάφους, αυτό παίρνει τις ακόλουθες τιμές, σε kgf/cm^3 , ανάλογα με το πλάτος θεμελίωσης και την καθαρή τάση θεμελίωσης, για βάθος τοποθέτησης της θεμελίωσης (D) στα -4,00 m.

(Q _S) σε (kgf/cm ²)	B (m)			
	1	2	3	4
0,5	3,85	1,81	1,29	1,06
1,5	3,85	1,81	1,29	1,06
2,5	3,85	1,81	1,29	1,06

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Φύλλα και πίνακες με τα αποτελέσματα των εκτελεσθέντων εργαστηριακών φυσικομηχανικών δοκιμών και δοκιμών κατάταξης στο φρέαρ του χώρου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

B. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

**ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
ΚΑΘΙΣΗΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Γ. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Φύλλα και πίνακες με τα αποτελέσματα των εκτελεσθέντων εργαστηριακών φυσικομηχανικών δοκιμών και δοκιμών κατάταξης στο φρέαρ του χώρου θεμελίωσης του προβλεπόμενου κτιρίου.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Ε 105 - 86 .2 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	Ανέγερση διώροφης οικοδομής με πυλωτή και υπόγειο στα "Ηπειρώτικα" (Θεοφράστου-Ιλισσού) Ο.Τ.Γ1975.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	Γεώτρηση Γ1 , Βάθος: 4,00 – 4,55 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 147/11-05-07/01
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	5/12/2007

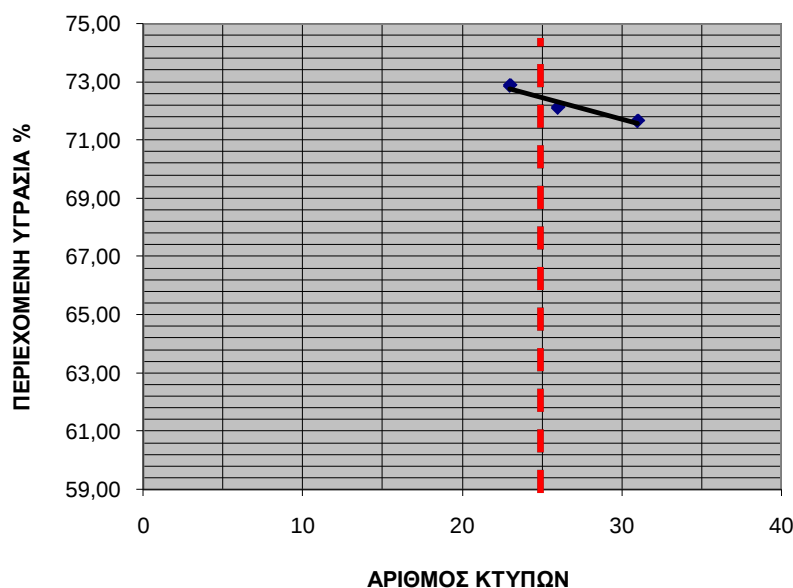
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΨΑΣ		6	
ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ	gr	1231,13	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1905,61	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1768,19	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	gr	137,42	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	gr	537,06	
ΥΓΡΑΣΙΑ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	%	25,59	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	%	25,59	

**ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ
ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΦΩΝ**

Ε 105 - 86 .5 .6 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ "ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ"(ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)Ο.Τ.Γ1975.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	Γεώτρηση Γ1 , Βάθος: 4,00 - 4,55 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 147/11-05-07/02
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	12/2/2009

Δ Ο Κ Ι Μ Η :			ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ				ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			1	2	3	4	1	2	3	4
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ		46	50	42		41	49	2	4
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΥΠΩΝ		23	26	31					
A	ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		44,26	43,15	45,84		38,40	37,96		
B	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		41,52	40,95	43,49		38,35	37,93		
Γ	ΒΑΡΟΣ ΥΔΑΤΟΣ (gr)		2,74	2,20	2,35		0,05	0,03		
Δ	ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		37,76	37,90	40,21		38,11	37,75		
Ε	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)		3,76	3,05	3,28		0,24	0,18		
Z	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ %		72,87	72,13	71,65		20,83	16,67		



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ **WL = 72,46**

ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ **WP = 18,75**

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ **IP = 53,71**

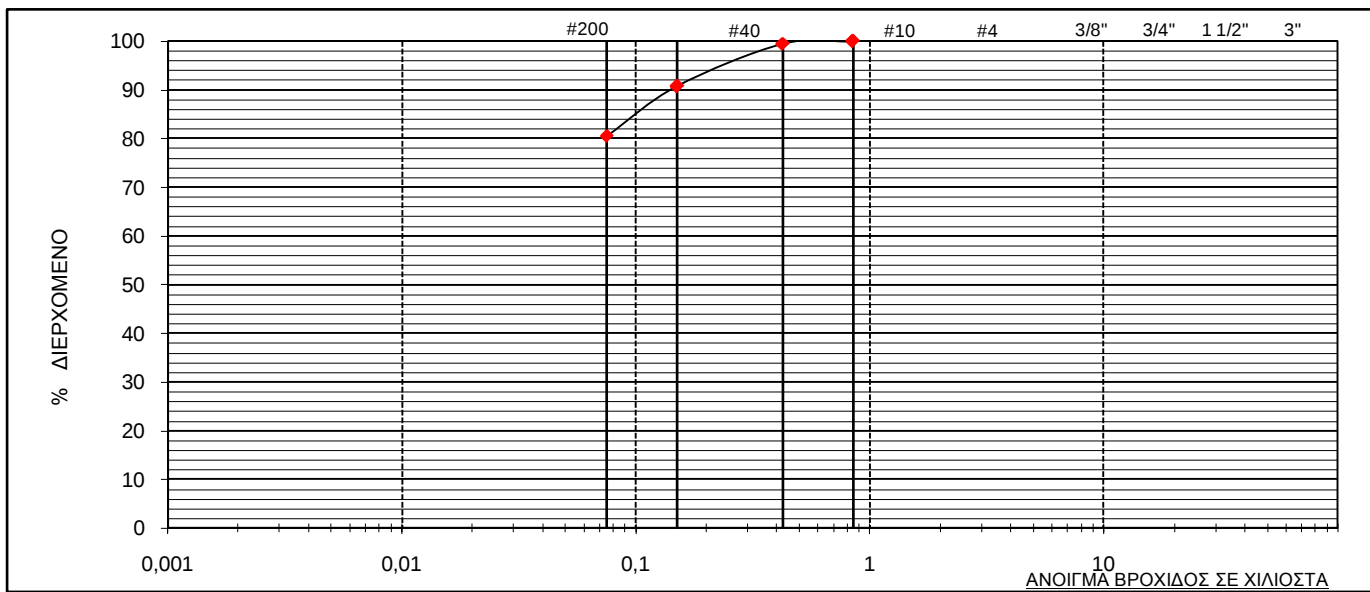
ΕΝΤΥΠΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ**Ε 105-86.7.8 (Φ.Ε.Κ.955/31-12-86)**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

ΕΡΓΟ :	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ "ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ"(ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)	
ΘΕΣΗ :	ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 27/05/2004
ΒΑΘΟΣ :	: 4,00 – 4,50 m	
		ΒΑΡΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: 250,33 gr

ΟΡΙΑ ATTENBERG: WL=72,4 WP=18,7 IP=53,7

No κόσκινου	Πρότυπο μέγεθος Κόσκινου (mm)	Συγκρατούμενο βάρος σε gr		
			gr	%
3 in	75,0	0,00		
1 ^{1/2} in	37,5	0,00		
¾ in	19,0	0,00		
3/8 in	9,50	0,00		
No 4	4,75	0,00		
No 10	2,00	0,00		
No 20	0,850	0,00	250,33	100,00
No 40	0,425	1,18	249,15	99,53
No 100	0,150	21,77	227,38	90,83
No 200	0,075	25,62	201,76	80,60
	Παιπάλη			
	Ολικό Βάρος			

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ: ASTM D-2487: CH,ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
/ AASHO: A-7



ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΨΗ

(ΣΕ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ)
(ASTM D 2166 – 66, AASHTO T 208)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

ΕΡΓΟ : ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ
ΎΠΕΙΡΩΤΙΚΑ (ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)

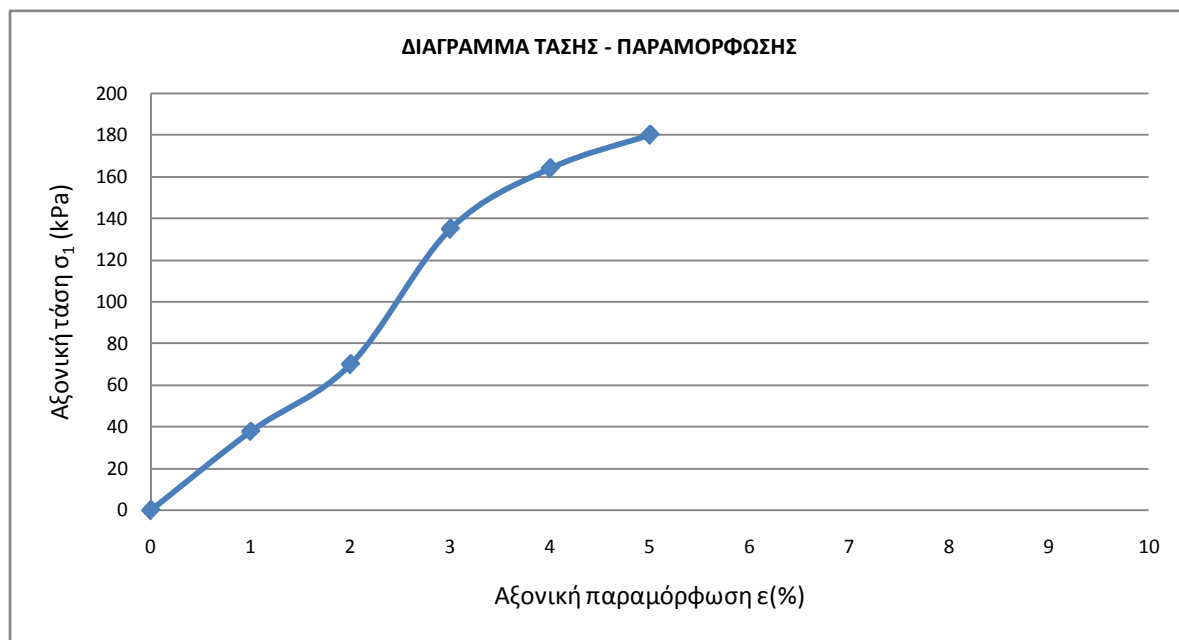
ΘΕΣΗ Γ1

:

ΒΑΘΟΣ : 4,00 – 4,55 m

ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : 1

Στοιχεία δοκιμίου:				
Διάμετρος:	Ύψος:	Επιφάνεια:	Αρχικό Βάρος	Περιεχόμενη Υγρασία
D (cm) = 4,20	L (cm) = 9,99	Ao (cm ²) = 13,854	W (gr) = 266,21	W _c (%) = 25,6



Παρ/φωση ΔL (mm)	Ανάγνωση Δακτυλίου	Φορτίο Θραύσης P (N)	Αξονική Παρ/φωση $\epsilon = \Delta L/L$ (%)	Ανηγγμένη Επιφάνεια A_i (cm ²)	Αντοχή σε Ανεμπόδιστη Θλίψη q_u (kPa)
5	62	4263,66	5,01	14,584	180,78

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Ε 105 - 86 .2 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1 , Βάθος: 8,00 – 8,45 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 148/11-05-07/01
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	5/12/2007

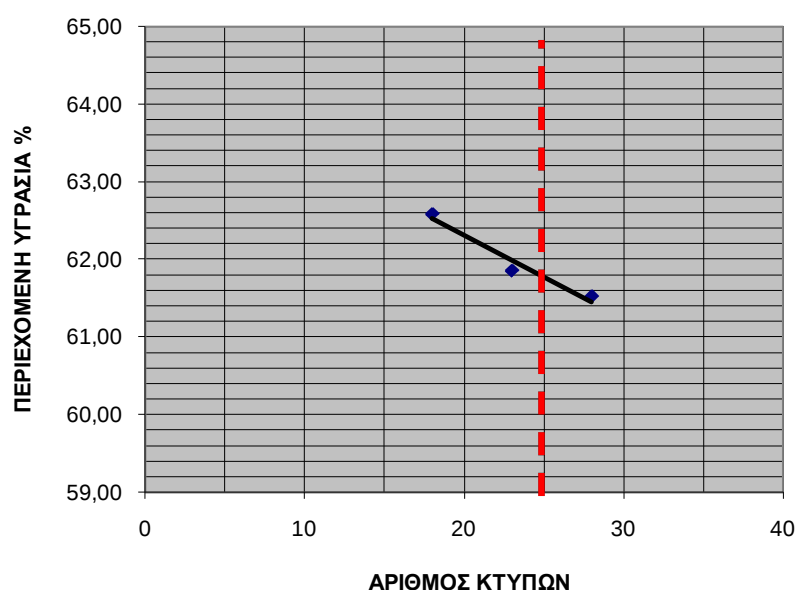
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΨΑΣ		3	
ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ	gr	1219,05	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1841,72	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1719,64	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	gr	122,08	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	gr	500,59	
ΥΓΡΑΣΙΑ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	%	24,39	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	%	24,39	

ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΦΩΝ

Ε 105 - 86 .5 .6 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ "ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ"(ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)Ο.Τ.Γ1975.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	Γεώτρηση Γ1 , Βάθος: 8,00 – 8,45 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 148/11-05-07/02
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	14/5/2007

Δ Ο Κ Ι Μ Η :			ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ				ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			1	2	3	4	1	2	3	4
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ		53	52	44		55	51		
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΥΠΩΝ		18	23	28					
A	ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		43,82	44,67	48,68		35,90	36,36		
B	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		41,06	41,28	45,93		35,87	36,31		
Γ	ΒΑΡΟΣ ΥΔΑΤΟΣ (gr)		2,76	3,39	2,75		0,03	0,05		
Δ	ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		36,65	35,80	41,46		35,66	36,05		
E	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)		4,41	5,48	4,47		0,21	0,26		
Z	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ %		62,59	61,86	61,52		14,29	19,23		



ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ	WL =	61,78
ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	WP =	16,76
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	IP =	45,02

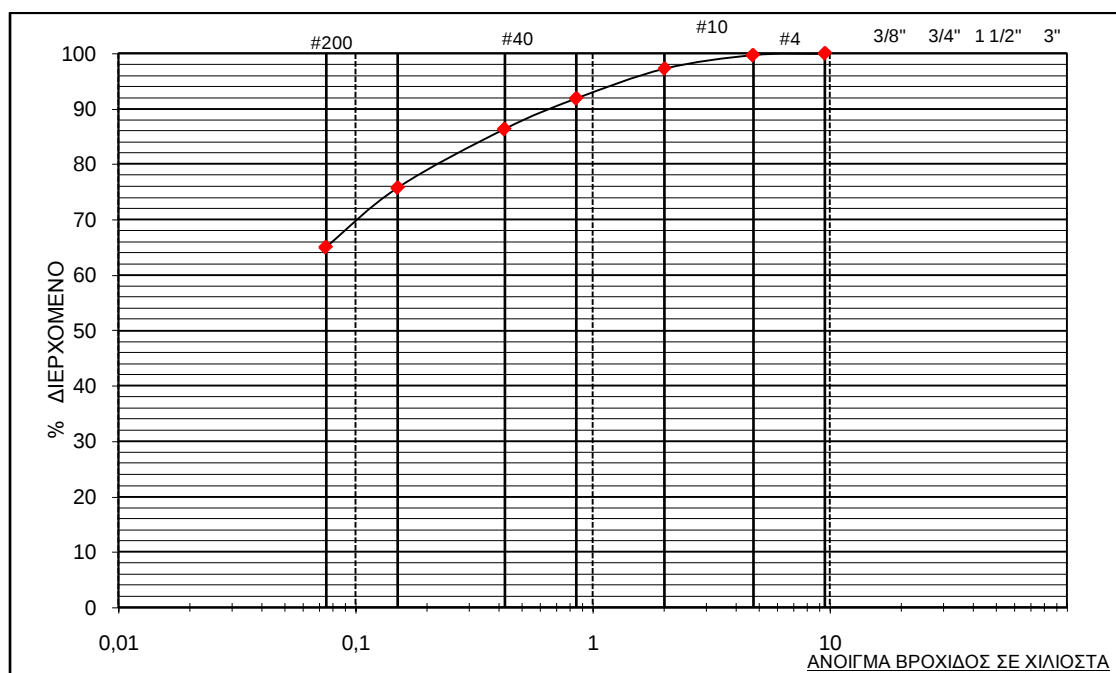
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

No κόσκινου	Πρότυπο μέγεθος Κόσκινου (mm)	Συγκρατούμενο βάρος σε gr		
			gr	%
3 in	75,0	0,00		
1 ^{1/2} in	37,5	0,00		
¾ in	19,0	0,00		
3/8 in	9,50	0,00	203,19	100,00
No 4	4,75	0,47	202,72	99,77
No 10	2,00	5,07	197,65	97,27
No 20	0,850	11,09	186,56	91,82
No 40	0,425	11,00	175,56	86,40
No 100	0,150	21,48	154,08	75,83
No 200	0,075	22,13	131,95	64,94
	Παιπάλη			
	Ολικό Βάρος			

ΟΡΙΑ ATTENBERG: WL=57,3 WP=17,6 IP=39,7

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ ASTM D-2487: CH, ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΨΗΛΗΣ

ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / AASHO: A-7



ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΨΗ

(ΣΕ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ)
(ASTM D 2166 – 66, AASHTO T 208)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

ΕΡΓΟ : **ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ
"ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ" (ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)**

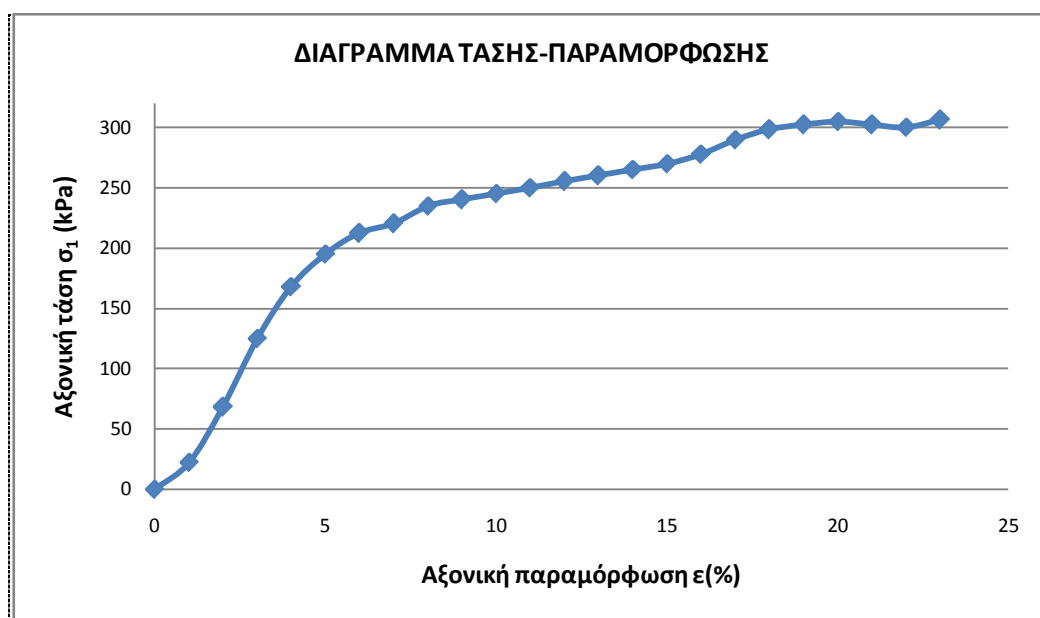
ΘΕΣΗ **Γ1**

:

ΒΑΘΟΣ : **8,00 – 8,45 m**

ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : **1**

Στοιχεία δοκιμίου:					
Διάμετρος:	Ύψος:	Επιφάνεια:	Αρχικό Βάρος	Περιεχόμενη Υγρασία	
D (cm) = 3,84	L (cm) = 10,30	Ao (cm ²) = 11,581	W (gr) = 231,57	W _c (%) =	24,4



Παρ/φωση ΔL (mm)	Ανάγνωση Δακτυλίου	Φορτίο Θραύσης P (N)	Αξονική Παρ/φωση $\epsilon = \Delta L / L$ (%)	Ανηγμένη Επιφάνεια A _i (cm ²)	Αντοχή σε Ανεμπόδιστη Θλίψη q _u (kPa)
20	104	437,04	19,42	14,372	304,09

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Ε 105 - 86 .2 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ "ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ"(ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1 , Βάθος: 11,75 – 12,00 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 149/11-05-07/01
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	5/12/2007

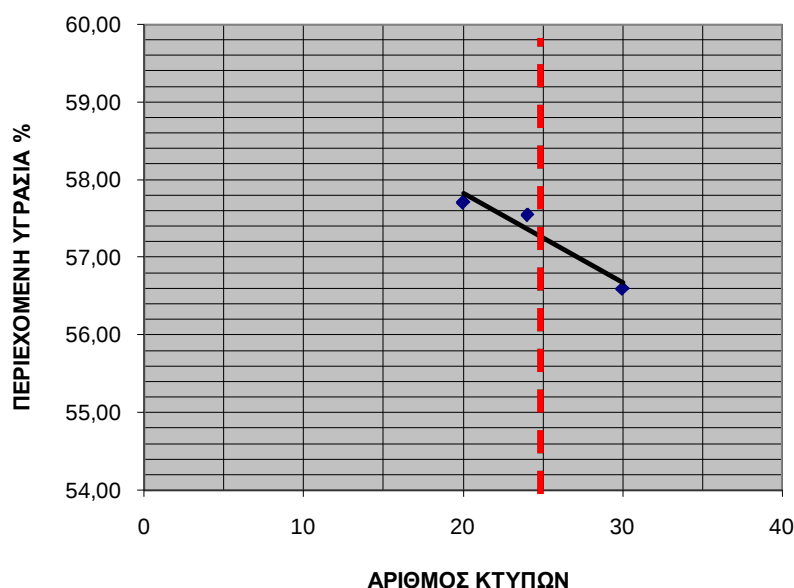
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΨΑΣ		2	
ΒΑΡΟΣ ΚΑΨΑΣ	gr	1221,94	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1876,76	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΨΑΣ	gr	1768,47	
ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	gr	108,29	
ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	gr	546,53	
ΥΓΡΑΣΙΑ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	%	19,81	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	%	19,81	

ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ
ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΦΩΝ

Ε 105 - 86 .5 .6 (Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86)

ΕΡΓΟ	:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ "ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ"(ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)Ο.Τ.Γ1975.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	:	Αργιλικό
ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	:	Γεώτρηση Γ1 , Βάθος: 11,75 – 12,00 m
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	:	ΕΔ 149/11-05-07/02
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	:	14/5/2007

Δ Ο Κ Ι Μ Η :			ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ				ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			1	2	3	4	1	2	3	4
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ		54	59	58		57	46		
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΥΠΩΝ		20	24	30					
A	ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		41,35	43,75	43,24		36,31	35,90		
B	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ + ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		38,28	40,70	40,21		36,26	35,85		
Γ	ΒΑΡΟΣ ΥΔΑΤΟΣ (gr)		3,07	3,05	2,83		0,05	0,05		
Δ	ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr)		32,96	35,40	35,41		35,99	35,55		
E	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)		5,32	5,30	5,00		0,27	0,30		
Z	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ %		57,71	57,55	56,60		18,52	16,67		



ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ	WL =	57,25
ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	WP =	17,59
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	IP =	39,65

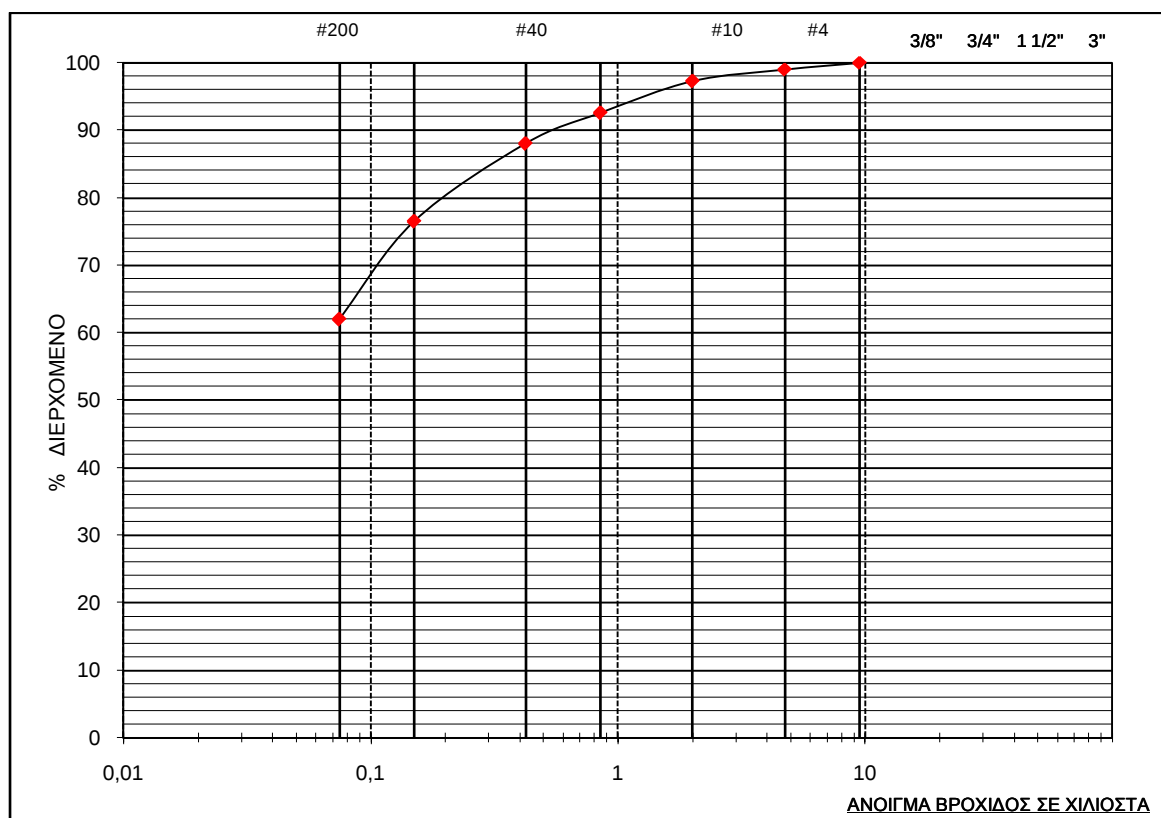
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

No κόσκινου	Πρότυπο μέγεθος Κόσκινου (mm)	Συγκρατούμενο βάρος σε gr		
			gr	%
3 in	75,0	0,00		
1 ^{1/2} in	37,5	0,00		
¾ in	19,0	0,00		
3/8 in	9,50	0,00	249,12	100,00
No 4	4,75	2,47	246,65	99,01
No 10	2,00	6,07	240,58	96,57
No 20	0,850	10,38	230,20	92,41
No 40	0,425	10,96	219,24	88,01
No 100	0,150	27,18	192,06	77,10
No 200	0,075	38,42	153,64	61,67
	Παιπάλη			
	Ολικό Βάρος			

ΟΡΙΑ ATTENBERG: WL=57,3 WP=17,6 IP=39,7

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ: ASTM D-2487: CH, ΑΡΓΙΛΟΣ ΥΨΗΛΗΣ

ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / AASHO: A-7



ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΨΗ

(ΣΕ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ)
(ASTM D 2166 – 66, AASHTO T 208)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

ΕΡΓΟ : **ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΤΑ
"ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ" (ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΥ-ΙΛΙΣΣΟΥ)**

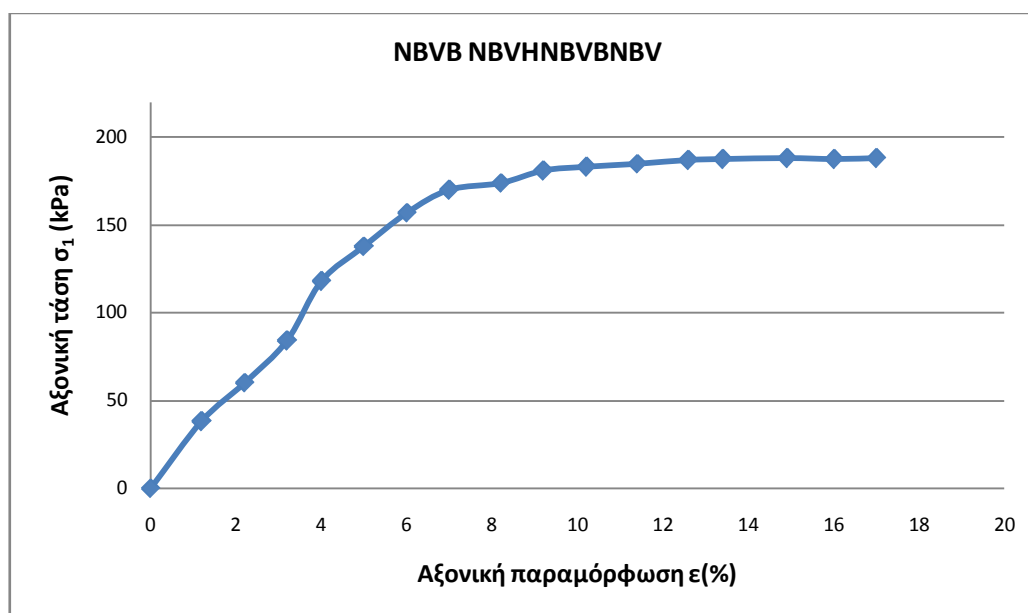
ΘΕΣΗ **Γ1**

:

ΒΑΘΟΣ : **11,75– 12,00 m**

ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : **1**

Στοιχεία δοκιμίου:					
Διάμετρος:	Ύψος:	Επιφάνεια:	Αρχικό Βάρος	Περιεχόμενη Υγρασία	
D (cm) = 4,02	L (cm) = 9,34	Ao (cm ²) = 12,692	W (gr) = 236,89	W _c (%) =	19,8



Παρ/φωση ΔL (mm)	Ανάγνωση Δακτυλίου	Φορτίο Θραύσης P (N)	Αξονική Παρ/φωση $\varepsilon = \Delta L/L$ (%)	Ανηγμένη Επιφάνεια A_i (cm ²)	Αντοχή σε Ανεμπόδιστη Θλίψη q_u (kPa)
14	68	288,43	14,99	14,930	193,18

Γ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ 2. ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΡΓΟ: ΔΙΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΣ : Terzaghi

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
γ=	19	KN/m ³
B=	1	m
φ=	0	

N _c =	5,7
N _q =	1
N _γ =	0

q= cN _c + γDN _q + 1/2 γBN _γ =	646	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	215	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	497	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΜΕΘΟΔΟΣ: DIN 4017

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
γ ₁ =	19	KN/m ³
γ ₂ =	19	KN/m ³
B=	1	m
φ=	0	

N _c =	5
N _d =	1
N _b =	0
v _c =	1
v _d =	1
v _b =	1

q= cN _c *v _c + γ ₁ DN _d *v _d + γ ₂ BN _b *v _b =	576	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	192	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	443	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

Ενδεικτική αναλυτική μέθοδος για τον υπολογισμό του οριακού φορτίου ορθογωνικής επιφανειακής θεμελιώσεως

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) C_u K_c i_c + q$$

$$K_c = 1 + 0.2(B / L')$$

C_u= 100 KN/m²

$\gamma =$	19	KN/m ³
$B =$	1	m
$L =$	10	m
$q =$	76	KN/m ²
$K_c =$	1,08	
$i_c =$	1	
$D =$	4	m

q (φέρουσα ικανότητα)=	600	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	200	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	462	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΕΡΓΟ: ΔΙΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΣ : Terzaghi

$D =$	4	m
$c =$	100	KN/m ²
$\gamma =$	19	KN/m ³
$B =$	2	m
$\varphi =$	0	

$N_c =$	5,7
$N_q =$	1
$N_\gamma =$	0

$q = cN_c + \gamma DN_q + 1/2 \gamma B N_\gamma =$	646	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	215	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	497	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΜΕΘΟΔΟΣ: DIN 4017

$D =$	4	m
$c =$	100	KN/m ²
$\gamma_1 =$	19	KN/m ³
$\gamma_2 =$	19	KN/m ³
$B =$	2	m
$\varphi =$	0	

$N_c =$	5
$N_d =$	1
$N_b =$	0
$v_c =$	1
$v_d =$	1
$v_b =$	1

$q = cN_c \cdot v_c + \gamma_1 DN_d \cdot v_d + \gamma_2 BN_b \cdot v_b =$	576	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	192	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	443	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

Ενδεικτική αναλυτική μέθοδος για τον υπολογισμό του οριακού φορτίου ορθογωνικής επιφανειακής θεμελιώσεως

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) C_u K_c i_c + q$$

$$K_c = 1 + 0.2(B / L')$$

Cu=	100	KN/m ²
γ=	19	KN/m ³
B=	2	m
L=	10	m
q=	76	KN/m ²
Kc=	1,08	
ic=	1	
D=	4	m

q (φέρουσα ικανότητα)=	612	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	204	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	471	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΕΡΓΟ: ΔΙΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΣ : Terzaghi

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
γ=	19	KN/m ³
B=	3	m
φ=	0	

Nc=	5,7
Nq=	1
Nγ=	0

q= cNc + γDNq + 1/2 γBNγ=	646	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	215	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	497	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΜΕΘΟΔΟΣ: DIN 4017

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
γ ₁ =	19	KN/m ³
γ ₂ =	19	KN/m ³

Nc=	5
N _d =	1
N _b =	0
v _c =	1

B=	3	m
φ =	0	

v_d =	1
v_b =	1

$q = cN_c \cdot v_c + \gamma_1 D N_d \cdot v_d + \gamma_2 B N_b \cdot v_b =$	576	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	192	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	443	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

Ενδεικτική αναλυτική μέθοδος για τον υπολογισμό του οριακού φορτίου ορθογωνικής επιφανειακής θεμελιώσεως

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) C_u K_c i_c + q$$

$$K_c = 1 + 0.2(B / L')$$

$C_u =$	100	KN/m ²
$\gamma =$	19	KN/m ³
B=	3	m
L=	10	m
q=	76	KN/m ²
$K_c =$	1,08	
$i_c =$	1	
D=	4	m

q (φέρουσα ικανότητα)=	621	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	207	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	478	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΕΡΓΟ: ΔΙΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΣ : Terzaghi

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
$\gamma =$	19	KN/m ³
B=	4	m
$\varphi =$	0	

$N_c =$	5,7
$N_q =$	1
$N_\gamma =$	0

$q = cN_c + \gamma DN_q + 1/2 \gamma B N_\gamma =$	646	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/3 =$	215	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
$q/1,3 =$	497	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

ΜΕΘΟΔΟΣ: DIN 4017

D=	4	m
c=	100	KN/m ²
γ ₁ =	19	KN/m ³
γ ₂ =	19	KN/m ³
B=	4	m
φ=	0	

N _c =	5
N _d =	1
N _b =	0
v _c =	1
v _d =	1
v _b =	1

q= cN _c *v _c + γ ₁ DN _d *v _d + γ ₂ BN _b *v _b =	576	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	192	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	443	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

Ενδεικτική αναλυτική μέθοδος για τον υπολογισμό του οριακού φορτίου ορθογωνικής επιφανειακής θεμελιώσεως

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) C_u K_c i_c + q$$

$$K_c = 1 + 0.2(B / L')$$

C _u =	100	KN/m ²
γ=	19	KN/m ³
B=	4	m
L=	10	m
q=	76	KN/m ²
K _c =	1,08	
i _c =	1	
D=	4	m

q (φέρουσα ικανότητα)=	631	KN/m ²	(ΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/3=	210	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)
q/1,3=	485	KN/m ²	(ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ)

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
BEARING CAPACITY BY VESIC'S METHOD										
Spreadsheet Name: BEARING1.WQ1					17/2/2009					
Ref: Das, "Principles of Foundation Engineering," Section 3.4										(B'≤L')
8	Phi(deg)=	0	Nc =	5,14	B =	1	e=	0	B' =	1
9	Phi(rad)=	0	Nq =	1	L =	10	e=	0	L' =	10
10	beta(dg)=	0	Ngamma =	0	Area =	10	D/B=	4	Eff Area =	10
	c	Nc	Fcs	Fcd	Fci			q	Q	
14	100	5,14	1,019455	1,5303	1			802	8019	
	gamma	D	Nq	Fqs	Fqd	Fqi				
17	19	4	1	1	1	1		76	760	
		B	gamma	Ngamma	Fgs	Fgd	Fgi			
20	0,5	1	19	0	0,96	1	0	0	0	
22							ult =	878	8779	
23							FS =	3,00		
24							Allow=	293	2926	

ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

D=	4 m
Es=	27.000 kN/m ²

$$w = \mu_0 * \mu_1 * P * B * \left(\frac{1 - \mu^2}{Es} \right)$$

P=	50	kN/m ²
----	----	-------------------

B (m)	1	2	3	4
w (mm)	1,30	2,76	3,87	4,69

P=	150	kN/m ²
----	-----	-------------------

B (m)	1	2	3	4
w (mm)	3,89	8,28	11,60	14,07

P=	250	kN/m ²
----	-----	-------------------

B (m)	1	2	3	4
w (mm)	6,49	13,80	19,34	23,46