

**Υποστηρικτικές μελέτες ΕΕΛ Πρίνου Θάσου
& Υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης εκροών**

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΚΡΟΩΝ

ΕΚΘΕΣΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

- Ο -

Μελετητής,

Κωνσταντίνος Μ. Παπακωνσταντίνου Γεωλόγος – Μηχανικός Πετρελαίων ΑΜ: 17672

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΣΚΟΠΟΣ	3
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	5
3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	7
4. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	16
5. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ	18
6. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	25
7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	28
8. ΠΡΟΤΑΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ & ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΔΑΦΩΝ	31
9. ΠΡΟΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.....	35
10. ΕΚΣΚΑΦΕΣ - ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ.....	36
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	40

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Β. ΤΟΜΕΣ ΓΕΩΡΗΣΕΩΝ

Γ. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

1. ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα έκθεση γεωτεχνικών ερευνών εντάσσεται στην μελέτη με τίτλο «ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Ε.Ε.Λ. ΠΡΙΝΟΥ ΘΑΣΟΥ & ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΚΡΟΩΝ» η οποία ανατέθηκε από το Δήμο Θάσου στη Σύμπραξη ΕΜΒΗΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ – Γαβαλάκη Ευγενία - Παπακωνσταντίνου Κωνσταντίνος και αφορά στην εκπόνηση της μελέτης γεωτεχνικής έρευνας και αξιολόγησης που απαιτείται για την εκτίμηση της στρωματογραφίας της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος όπου πρόκειται να κατασκευαστούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων όπως οι δεξαμενές αερισμού και οι δεξαμενές καθίζησης, καθώς και το φρεάτιο φόρτισης.

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των συνθηκών υπεδάφους (στρωματογραφία, χαρακτηριστικά εδάφους) σε επιλεγμένη θέση του έργου, έτσι ώστε να εκτιμηθούν οι τιμές των εδαφικών παραμέτρων που απαιτούνται στη γεωτεχνική μελέτη θεμελίωσης του έργου (χαρακτηριστικά αντοχής εδάφους, επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης, αναμενόμενες καθιζήσεις, δείκτης εδάφους, σεισμική επικινδυνότητα κ.λ.π.).

Για την εκπόνηση της μελέτης πραγματοποιήθηκαν επί τόπου εξετάσεις των γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών της περιοχής του έργου και αξιολόγηση όλων των διαθέσιμων γεωτεχνικών στοιχείων.

Στο οικόπεδο που πρόκειται να κατασκευαστεί η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων στον Πρίνο, Θάσου, ανορύχθηκαν τρεις (3) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις ενώ στο χώρο κατασκευής του φρεατίου φόρτισης μία (1) δειγματοληπτική γεώτρηση. Σε όλες τις γεωτρήσεις εκτελέστηκε και η Πρότυπη Δοκιμή Διείσδυσης (SPT).

Σκοπός της ανόρυξης των γεώτρησεων Γ1 – Γ4 ήταν η ανάκτηση δειγμάτων μέσω πυρηνοληψίας από το υπέδαφος. Στα δείγματα αυτά εκτελέστηκαν κατάλληλες εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής. Παράλληλα προσδιορίστηκε η στρωματογραφία, οι μηχανικές ιδιότητες του υπεδάφους, καθώς και η πιθανή ή μη παρουσία υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε όλη την έκταση όπου πρόκειται να κατασκευαστεί η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.

Τα γεωλογικά, στρωματογραφικά και γεωτεχνικά στοιχεία του υπεδάφους θεμελίωσης του έργου, προέκυψαν από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4 από τις επιτόπου δοκιμές πρότυπης διείσδυσης (SPT) εντός των παραπάνω γεωτρήσεων καθώς και από την εκτέλεση των κατάλληλων εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής σε δοκίμια από τις προαναφερθείσες γεωτρήσεις. Τα γεωλογικά καθώς και τα σεισμολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής μελέτης που παρατίθενται, βασίστηκαν στο αντίστοιχο φύλλο του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θάσου) καθώς και στον ΕΑΚ 2000.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η περιοχή έρευνας όπου ανορύχθηκαν οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις Γ1-Γ4 βρίσκεται στον Πρίνο, Δήμου Θάσου, της Περιφερειακής Ενότητας Καβάλας.



Εικόνα 1: Περιοχή έρευνας



Εικόνα 2: Περιοχή έρευνας

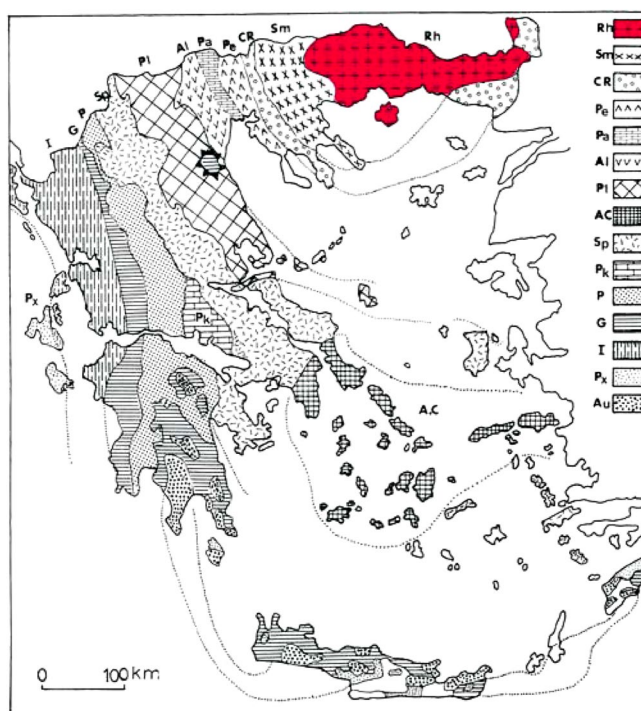


ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Εικόνα 3: Περιοχή έρευνας

3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η θέση έρευνας από γεωλογικής πλευράς, εντάσσεται στη μάζα της Ροδόπης. Η μάζα αυτή καταλαμβάνει την περιοχή μεταξύ των ποταμών Στρυμόνα και Έβρου, τη Θάσο και ένα μεγάλο τμήμα της Νότιας Βουλγαρίας. Σύμφωνα με τις απόψεις της Θεωρίας των Τεκτονικών Πλακών η μάζα της Ροδόπης, μαζί με τη Σερβο-μακεδονική μάζα, θεωρούνται τμήματα της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας, που κατέχουν την πιο εσωτερική περιοχή των Ελληνικών οροσειρών και αποτελούν την Ελληνική Ενδοχώρα. Η περιοχή του έργου ανήκει στις πρόσφατες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις.



Εικόνα 4: Μάζα Ροδόπης

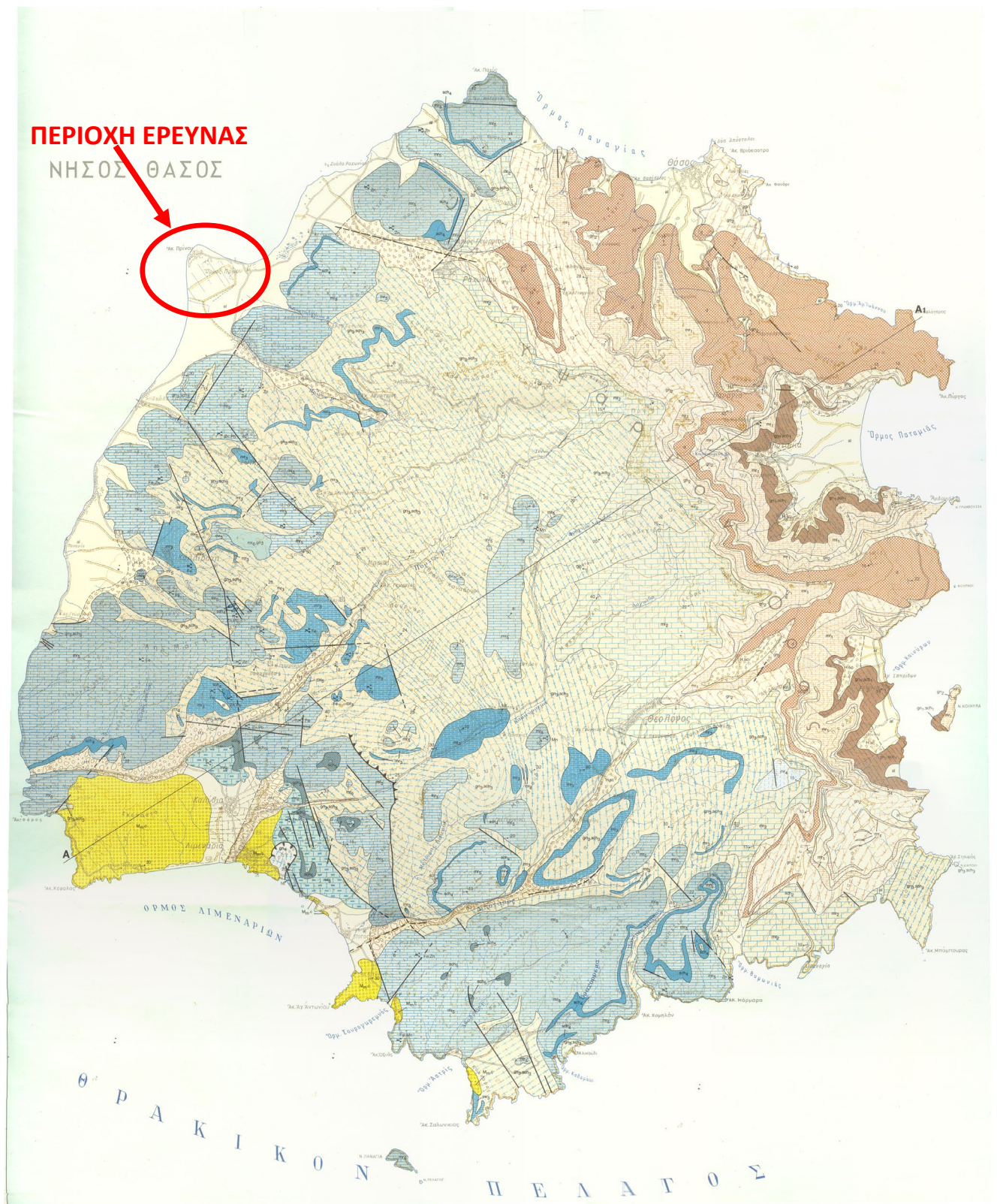
Στα νότια και ανατολικά της Ροδοπικής Μάζας αναπτύχθηκαν επικλυσιογενείς παλαιογενείς λεκάνες με απόθεση μολλασικών ιζημάτων μεταλπικής ηλικίας που συνοδεύτηκαν και από ηφαιστειακή δραστηριότητα ασβεσταλκαλικού τύπου καθώς και πλουτώνια μετατεκτονικά πετρώματα.

Η ιζηματογενής λεκάνη του Δ. Νέστου συνολικής έκτασης 450 Km² αποτελεί μέρος της ευρύτερης ταφρογενούς λεκάνης του ΠΡΙΝΟΥ που και αυτή με τη σειρά της αποτελεί μέρος του

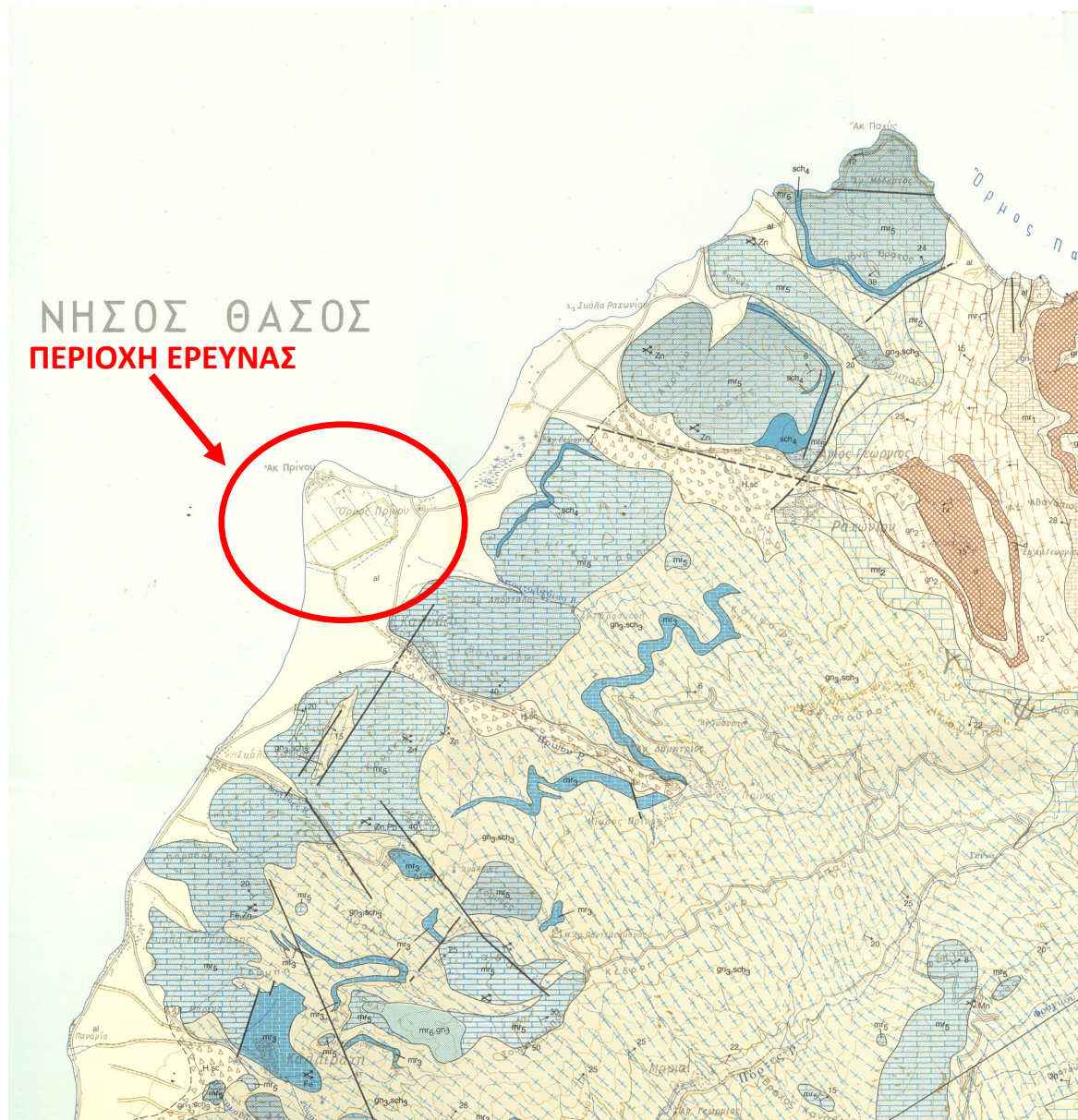
ευρύτερου ιζηματογενούς χώρου που στο Παλαιόκαινο ξεκινά από τη Γιουγκοσλαβία και μέσω του Θερμαϊκού και του Βόρειου Αιγαίου φθάνει στη Μαύρη Θάλασσα. Από τα μέχρι σήμερα στοιχεία, κυρίως της έρευνας υδρογοναθράκων, τα παλαιότερα ιζήματα στο χώρο του Δέλτα ανήκουν στο μειόκαινο (Μέσο-Κατώτερο) και αποτελούνται από κλαστικούς δελταϊκούς και χερσαίους σχηματισμούς με εναλλαγές λεπτόκοκκων έως αδρόκοκκων ψαμμιτών, ιλυολίθων και αργιλιτών, ενώ στα κατώτερα μέρη υπερτερούν τα κροκαλοπαγή.

Πάνω στα κλαστικά ιζήματα αναπτύσσεται εβαποριτική σειρά ιζημάτων θαλάσσιας προέλευσης του Αν. Μειόκαινου, κυρίως όμως στα βαθύτερα της λεκάνης. Οι Πλειοτεταρτογενείς σχηματισμοί κάθονται ασύμφωνα πάνω στους σχηματισμούς του Μειόκαινου και αποτελούνται στα κατώτερα μέρη από εναλλαγές χαλαρών ψαμμιτών και αργίλων χερσαίας και δελταϊκής προέλευσης, που στα κατώτερα μέρη και προς το κέντρο της λεκάνης μεταβαίνουν σε σχηματισμούς θαλάσσιας φάσης με πάχος που φθάνει τα 1.000μ.

Το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής μάζας και κυρίως πετρώματα της Μαρμαρο-αμφιβολιτικής σειράς και των ανθρακικών σειρών (Μάρμαρα του Boz-Dag). Η επαφή μεταξύ των αλλουβιακών αποθέσεων της λεκάνης με τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς καλύπτει κατά το μεγαλύτερο μέρος από κώνους κορημάτων, αποτελούμενοι από υλικά αποσάθρωσης των μαρμάρων και γνευσίων, που κατά θέσεις είναι συγκολλημένα λατυποπαγή με ασβεστιτική συγκολλητική ύλη.



Εικόνα 5: Γεωλογικός Χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θάσου)



Εικόνα 6: Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θάσου)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

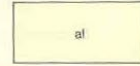
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Πρόσφατες αποθέσεις χειμάρρων: από κροκάλες, λατύπες και λεπτομερέστερα υλικά.



Σύγχρονες προσχώσεις: άργιλοι, άμμοι και χαλίκια.



Πλευρικά κορήματα: ποικίλης λιθολογικής συστάσεως, αναλόγως της γεωλογίας της γύρω περιοχής.



ΝΕΟΓΕΝΕΣ

ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

Λατυποκροκαλοπαγές Κεφαλά (Λιμεναρίων): άδρομερή λατυποκροκαλοπαγή κρυσταλλοσχιστόδους προελεύσεως, ελαφρά ή ελάχιστα άποστρωγυλεμένα. Πρός τα πάνω μεταπίπτει σέ άδρόκοκκους ψαμμίτες μέ λεπτές άργιλικές ένστρώσεις. Τό συνδετικό ύλικό είναι μαργαϊκό. Στίς περιοχές Σουρογκρεμνού και Άστρίδας ό σχηματισμός αυτός περιέχει μεγάλο ποσοστό από κροκάλες έρυθρού γρανίτη, ενώ στίς περιοχές Λιμεναρίων και Κεφαλά τό ποσοστό αυτό είναι πολύ μικρό. (Ήλικία γρανίτη κατά R.D. Schuiling: Όλιγόκαινο).



Ή ήλικία του σχηματισμού συνάγεται από συγκριτικές παρατηρήσεις μέ τά δεδομένα της ήπειρωτικής περιοχής (λεκάνη Σερών) και των γεωτρήσεων του κόλπου Καβάλας.

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Γενέσιοι Τούμπας: χαλαζίας, άστριοι, άργιλικά όρνκτά, άσβεστίτης. Πιθανή προέλευση από μεταμόρφωση άνθρακικού ψαμμίτη ή άρκόζη.



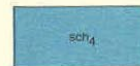
Μάρμαρο Βούβης: μεταλλοφόρο μάρμαρο (Pb, Zn) συνήθως άγκεριτωμένο. Ή μεταλλοφορία συνοδεύεται από χαμηλής θερμοκρασίας γενέσεως βαρύτη (150 - 200° C· προσδιορισμός: Β. Μητσάκη)



Σχιστόλιθος Άγ. Έλευθερίου: τοφκικής μάλλον προελεύσεως σχιστόλιθος, μέ άστριους και μοσχοβίτη, πού μεταβαίνει πρόσ τά πάνω σέ βιοτιτικό σχιστογενέσιο και τελικά σέ άμφιβολιτικό γενέσιο.



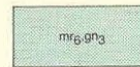
Ένστρώσεις σχιστόλιθων έντός μαρμάρου Κάστρου: πολύ λεπτοπλακώδης και συνήθως πολύ συνεκτικός βιοτιτικός, άμφιβολιτικός σχιστόλιθος.



Μάρμαρο Κάστρου: λευκό έως ελαφρά τεφρό, στρωματώδες, συμπαγές ή λατυποκροκαλοπαγές, ποικίλης κοκκομετρικής διαβαθμίσεως, τοπικά έντονα άγκεριτωμένο. Ό όρίζοντας αυτός μεταλλοφορεί κατά θέσεις (Fe, Mn, Pb, Zn).



Έναλλαγές μαρμάρων μέ βιοτιτικούς γενεσίους.



Μάρμαρο Τρίκορφου: καλά στρωμένα, ταινιωτά μαρμαρυγιακά μάρμαρα σέ τράπεζες πάχους 1 - 1,5 μ.



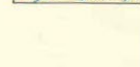
Ένστρώσεις και φακοί μαρμάρων στους γενεσίους των Μαριών: μεσόκοκκα έως άδρόκοκκα μάρμαρα, συχνά δολομιτωμένα και έντονα άγκεριτωμένα. Μέρος αυτών παρουσιάζει μεταλλοφορία (Zn, Pb, Fe). Ή μεταλλοφορία συνοδεύεται από βαρύτη χαμηλής θερμοκρασίας γενέσεως (150 - 205° C στον Μανρόλακκα, προσδιορισμός: Β. Μητσάκη)



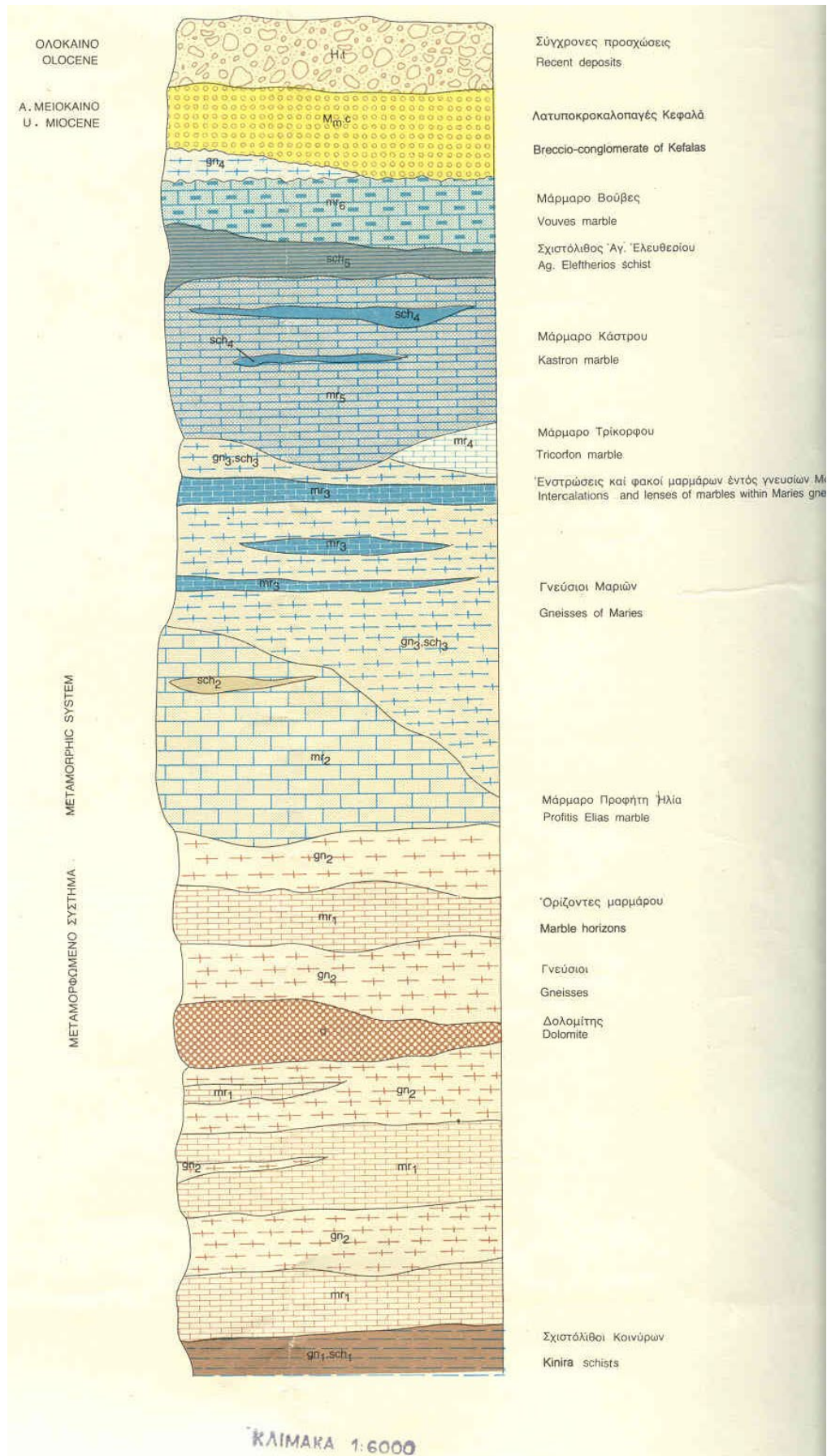
Γενέσιοι Μαριών: στήν κορυφή του όρους Ύψάρι ή βάση της σειράς άποτελείται από λευκοκρατικούς γενεσίους. Στίς υπόλοιπες περιοχές τή βάση άποτελούν βιοτιτικοί και άμφιβολιτικοί γενέσιοι έως άμφιβολίτες (έπικράτηση νατριούχων άμφιβολων). Πρός τά πάνω έναλλαγές μοσχοβιτικών, βιοτιτικών, άμφιβολιτικών γενεσίων και σχιστόλιθων, και άνοιχτόχρωμων βιοτιτικών όφθαλμογενέσιων.



Σύσταση σχιστόλιθων περιοχής Τρίκορφου: άστριοι (καλιούχοι, πλαγιόκλαστα δξίνα έως μέσης βασικότητας), χαλαζίας, έπίδοτο, πιεμοντίτης, θραουνίτης, οπσεαρτίτης, δραβίτης, θουλίτης, κυανίτης, σταυρόλιθος, τιτανίτης, αϊματίτης, άσβεστίτης. Βαθμός μεταμορφώσεως: χαμηλή άμφιβολιτική φάση (ύψηλή πίεση).



Εικόνα 7: Υπόμνημα Γεωλογικού Χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θάσου)



Εικόνα 8: Σχηματική Στρωματογραφική Στήλη Γεωλογικού Χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. (φύλλο Θάσου)

Η μελέτη της μάζας της Ροδόπης παρουσίαζε και παρουσιάζει πολλές δυσκολίες και αυτό οφείλεται κυρίως στην απουσία μη μεταμορφωμένων σχηματισμών και γενικότερα στην ασάφεια που υπάρχει σχετικά με τη λιθοστρωματογραφική διάρθρωσή της. Γενικά, η μάζα της Ροδόπης έχει μελετηθεί μόνο από πλευράς λιθομεταμορφικής εξέλιξης, επειδή αποτελείται εξ ολοκλήρου από κρυσταλλοσχιστώδη και εκρηξιγενή πετρώματα, των οποίων το ορατό πάχος φτάνει τα 10 χλμ. και σύμφωνα με άλλους μελετητές, τα 24 χλμ.

Σύμφωνα με διάφορους μελετητές, στο κρυσταλλοσχιστώδες της μάζας αυτής διακρίνονται τέσσερις ορίζοντες ή σειρές, το συνολικό πάχος των οποίων φθάνει τα 21-24 χλμ. Οι σειρές αυτές, από τις κατώτερες προς τις ανώτερες, είναι:

- Η Σειρά Ε, των γνευσίων,
- Η Σειρά F, των μαρμάρων,
- Η Σειρά G, των μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων,
- Η Σειρά Η, των σχιστόλιθων και μαρμάρων.

- Η Σειρά Ε των γνευσίων της βάσης με πάχος περίπου 7 χιλ. εμφανίζεται στη Δυτική Ροδόπη και περιλαμβάνει κατά σειρά μοσχοβιτικούς γνεύσιους, βιοτιτικούς και διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες και λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων και σιπολινών. Η σειρά αυτή είναι μια παλιά ιζηματογενής σειρά με βαθμιαία μετάβαση προς την υπερκείμενη σειρά μαρμάρων.

- Η Σειρά F των μαρμάρων εκτείνεται στην Ανατολική Μακεδονία μέχρι τον Νέστο. Αποτελείται κυρίως από μάρμαρα με ενστρώσεις σιπολινών, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, ασβεστούχων μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και αμφιβολιτών.

- Η Σειρά G των μαρμαρυγιακών σχιστολίθων εμφανίζεται στην περιοχή του Νέστου με πάχος 5 χιλ. και αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους που συχνά μεταπίπτουν σε γνεύσιους, ενώ σπάνια παρεμβάλλονται αμφιβολίτες καθώς και φακοί μαρμάρων.

- Η Σειρά Η των σχιστολίθων και μαρμάρων αναπτύσσεται στη ΒΑ πλευρά του Νέστου, με πάχος περί τα 3 χιλ. και αποτελείται κυρίως από σχιστόλιθους και μάρμαρα.

Με βάση τα συμπεράσματα των μελετών που έγιναν σε διάφορες περιοχές της μάζας της Ροδόπης για την τεκτονική της εξέλιξη έχει προκύψει ότι σ' αυτήν έλαβαν χώρα τρεις τεκτονικές φάσεις:

α) Η πρώτη φάση έχει προκαλέσει ισοκλινείς, συμμεταμορφικές πτυχές, με διεύθυνση άξονα Β-Ν. Η ηλικία της φάσης αυτής είναι μάλλον παλαιοζωική και έχει προκαλέσει την πρώτη κύρια μεταμόρφωση των πετρωμάτων της μάζας αυτής.

β) Η δεύτερη φάση έχει δώσει υποϊσοκλινείς πτυχές, με διεύθυνση άξονα ΒΑ/κή – ΝΔ/κή έως ΑΒΑ/κή-ΔΝΔ/κή. Οι δομές της φάσης αυτής κυριαρχούν στα πετρώματα της Ροδόπης και οι περισσότεροι πλουτωνίτες είναι προσανατολισμένοι με τη διεύθυνση των αξόνων των δομών που αυτή έχει προκαλέσει. Η ηλικία της φάσης αυτής είναι μάλλον ηωκαινική-ολιγοκαινική, αν και υπάρχουν υπόνοιες ότι αυτή μπορεί να είναι παλαιοζωική ή ιουρασική-κατωκρητιδική.

γ) Η τρίτη φάση έχει δώσει πτυχές ανοικτές με διεύθυνση άξονα ΒΔ/κή-ΝΑ/κή και πιστεύεται ότι είναι ηλικίας του Τριτογενούς, ίσως του Ολιγοκαίνου. Πολλές εφίππευσεις και μικρής έκτασης επωθήσεις που παρατηρούνται στη Ροδόπη οφείλονται στη φάση αυτή. Επίσης, στη φάση αυτή οφείλεται μάλλον και η μεγάλη εφίππευση που απαντάται στο Ελληνικό τμήμα της Ροδόπης.

Με βάση την παραπάνω εφίππευση, οι Παπανικολάου και Παναγόπουλος (1981) διακρίνουν τη μάζα της Ροδόπης του Ελληνικού τμήματος σε δυο τεκτονικές Ενότητες: μια ανώτερη, την οποία έχουν ονομάσει Ενότητα του Σιδηρόνερου και μια κατώτερη, που την ονόμασαν Ενότητα του Παγγαίου.

Οι μελετητές αυτοί αναφέρουν επίσης ότι η ανώτερη τεκτονική Ενότητα εφίππεύει την κατώτερη με ώθηση από Βορρά προς Νότο.

- Η ανώτερη Ενότητα απαντάται στη βόρεια περιοχή του ελληνικού τμήματος της Ροδόπης, κατά μήκος των ελληνοβουλγαρικών συνόρων και αποτελείται κυρίως από

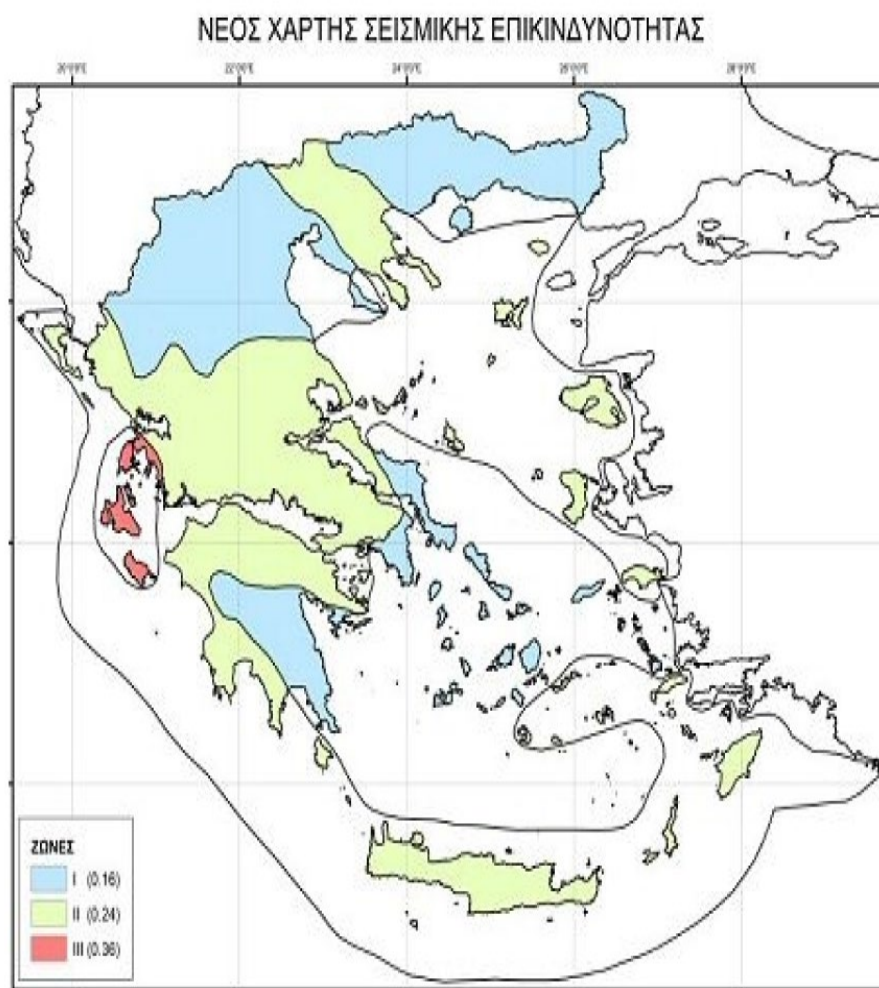
οφθαλμογενεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, με λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων και μειγματίτες (Σειρά Ε).

- Η κατώτερη Ενότητα αποτελείται από: i) έναν κατώτερο ορίζοντα με ορθογενεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, ii) ένα μεσαίο ορίζοντα μαρμάρων και iii) έναν ανώτερο ορίζοντα με εναλλαγές σχιστόλιθων και μαρμάρων (Σειρά Η).

Συμπερασματικά, μπορούμε να σημειώσουμε ότι με τις τεκτονικές φάσεις που περιγράφηκαν παραπάνω συνεπάγεται ότι η μάζα της Ροδόπης δέχτηκε και παραμορφώσεις αλπικής ηλικίας.

4. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο νέος Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας ενσωματώνεται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 2000, που τροποποιήθηκε με την απόφαση Δ 17α/115/9/ΦΝ 275/7-8-2003 του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1154Β/12-8-2003. Ο σχετικός χάρτης με τις τρεις κατηγορίες ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (I, II και III) παρατίθεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8: Νέος Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης ανήκει στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I, με αναμενόμενη σεισμική επιτάχυνση εδάφους 0.16 για πιθανότητα υπέρβασης 10% στα επόμενα 50 χρόνια.

Για κάθε ζώνη προτείνεται επίσης σχέση μεταξύ της αναμενόμενης εδαφικής επιτάχυνσης και της μέσης περιόδου επανάληψης. Η πιθανότητα υπέρβασης ορισμένης τιμής της έντασης P_t , σε

χρονικό διάστημα t ετών και σε συνδυασμό με την περίοδο επανάληψης T , δίνεται από την σχέση (1):

$$P_t = 1 - \exp(-t/T) \quad (1)$$

Για πιθανότητα υπέρβασης $P_t = 10\%$ και χρόνο $t = 50$ έτη προκύπτει με την εφαρμογή της σχέσης (1), ότι η μέση περίοδος επανάληψης είναι $T = 475$ χρόνια.

Με βάση τη στρωματογραφία που αναγνωρίστηκε από τη γεωτεχνική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, το έδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στην Κατηγορία Χ.

- Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλυώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν.
- Οργανικά εδάφη.

Δόμηση μόνιμων έργων σε έδαφος κατηγορίας σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000, μπορεί να γίνει μόνο ύστερα από λεπτομερείς έρευνες και μελέτες, εφόσον ληφθούν κατάλληλα μέτρα βελτίωσης των ιδιοτήτων του εδάφους και αντιμετωπισθούν με ειδικό τρόπο τα συγκεκριμένα προβλήματα που υπάρχουν.

5. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

Για τη συστηματική αναγνώριση των εδαφικών σχηματισμών στη θέση κατασκευής του έργου, ανορύχθηκαν τέσσερις (4) γεωτρήσεις, οι Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4 βάθους 10.0 μ. έκαστη και παράλληλα με τη διάτρησή εκτελέστηκε εντός των γεωτρήσεων και επί τόπου δοκιμή πρότυπης διείδυσης (SPT). Οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων απεικονίζονται στην Εικόνα 9.



Εικόνα 9: Αεροφωτογραφία με αποτυπωμένες τις θέσεις των τεσσάρων γεωτρήσεων Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4.

	WGS 84		ΕΓΣΑ 87		Υψόμετρο
	φ	λ	χ	γ	(m)
Γεώτρηση Γ1	40° 45' 10.08"	24° 34' 13.80"	548010.39	4511186.91	2.00
Γεώτρηση Γ2	40° 45' 11.52"	24° 34' 15.96"	548060.75	4511231.65	2.00
Γεώτρηση Γ3	40° 45' 13.32"	24° 34' 12.00"	547967.53	4511286.55	3.00
Γεώτρηση Γ4	40° 45' 1.25"	24° 33' 42.55"	547279.35	4510909.91	2.00

Πίνακας 1: Συντεταγμένες γεωτρήσεων Γ1 - Γ4.

Η επιλογή των θέσεων των γεωτρήσεων, έγινε με βάση τα εξής κριτήρια:

- Να είναι δυνατή η περιγραφή όλων των γεωϋλικών που εμφανίζονται στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία μίας πλήρους εικόνας για το υλικό θεμελίωσης του προς κατασκευή έργου.
- Να είναι εφικτή η περιγραφή των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών κατά βάθος, στη θέση θεμελίωσης του έργου.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Οι γεωτρήσεις εκτελέστηκαν σύμφωνα με τις θεσμοθετημένες «Τεχνικές Προδιαγραφές Δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες» προδιαγραφές Ε101-83 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (ΦΕΚ 363/24-06-1983, τεύχος Β'). Σύμφωνα με τις προδιαγραφές και με βάση τη φύση του υπεδάφους, χρησιμοποιήθηκε ο καταλληλότερος εξοπλισμός και εφαρμόστηκε η πλέον πρόσφορη τεχνική διατρήσεως ώστε να εξασφαλιστεί ο σωστός και συνεχής προσδιορισμός της φύσεως του υπεδάφους με το μέγιστο ποσό πυρηνοληψίας και τη μείωση στο ελάχιστο του θρυμματισμού των εδαφικών δειγμάτων, της αποπλύσεως και της διαταραχής του εδάφους. Η διάτρηση έγινε με την κρουστικο-περιστροφική μέθοδο διάτρησης με κοπτικό T101W με παράλληλη δειγματοληψία με τη βοήθεια κατάλληλων δειγματοληπτών. Κατά τη διάρκεια της ανόρυξης της γεώτρησης ελήφθησαν δείγματα «φραγμού» με περιστροφή.

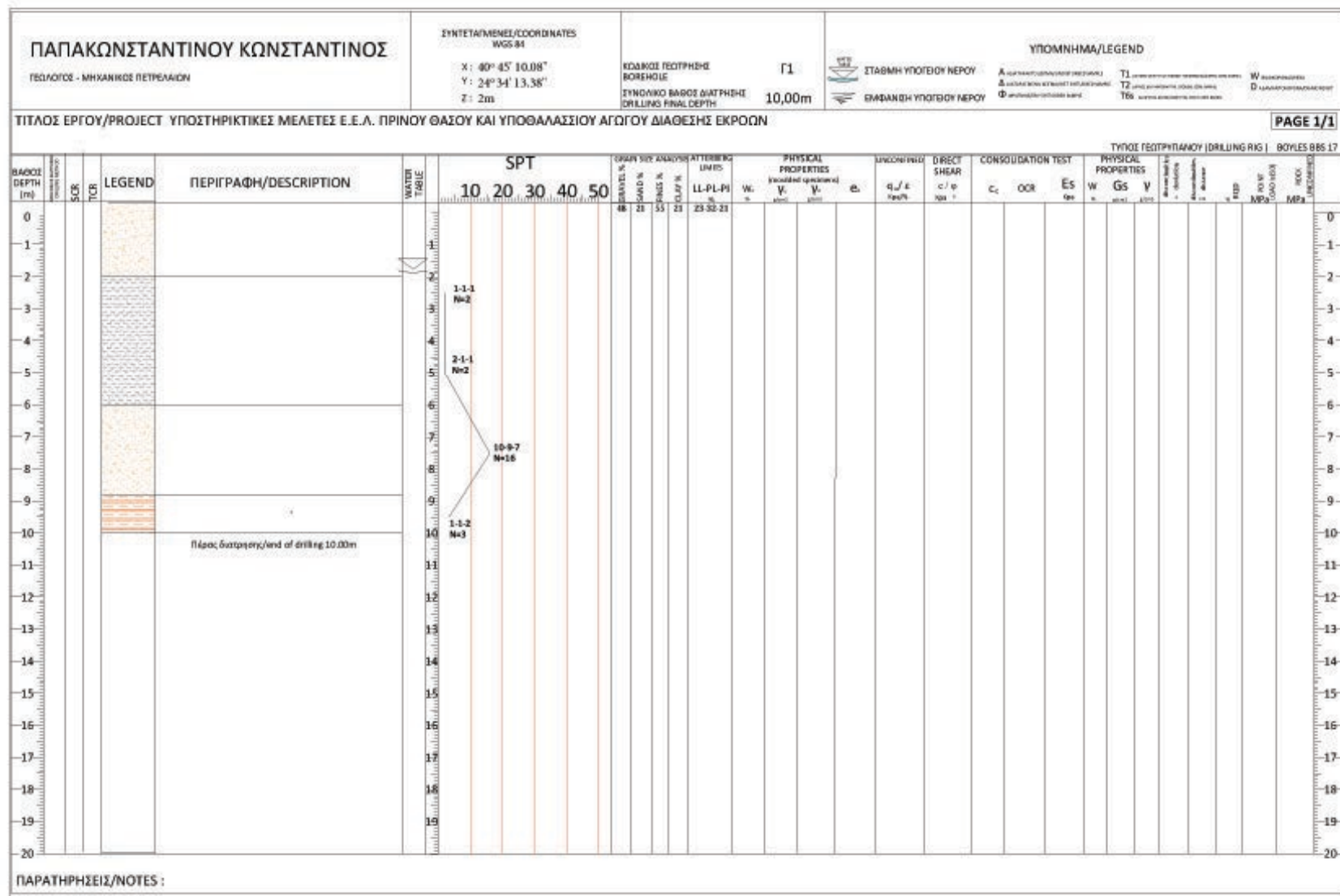
Επιπλέον, έγινε συνεχής καταγραφή της τομής της, των στοιχείων της διάτρησης, της δειγματοληψίας, καθώς και πλήρης φωτογραφική αποτύπωση όλων των παραπάνω από Μηχανικό.

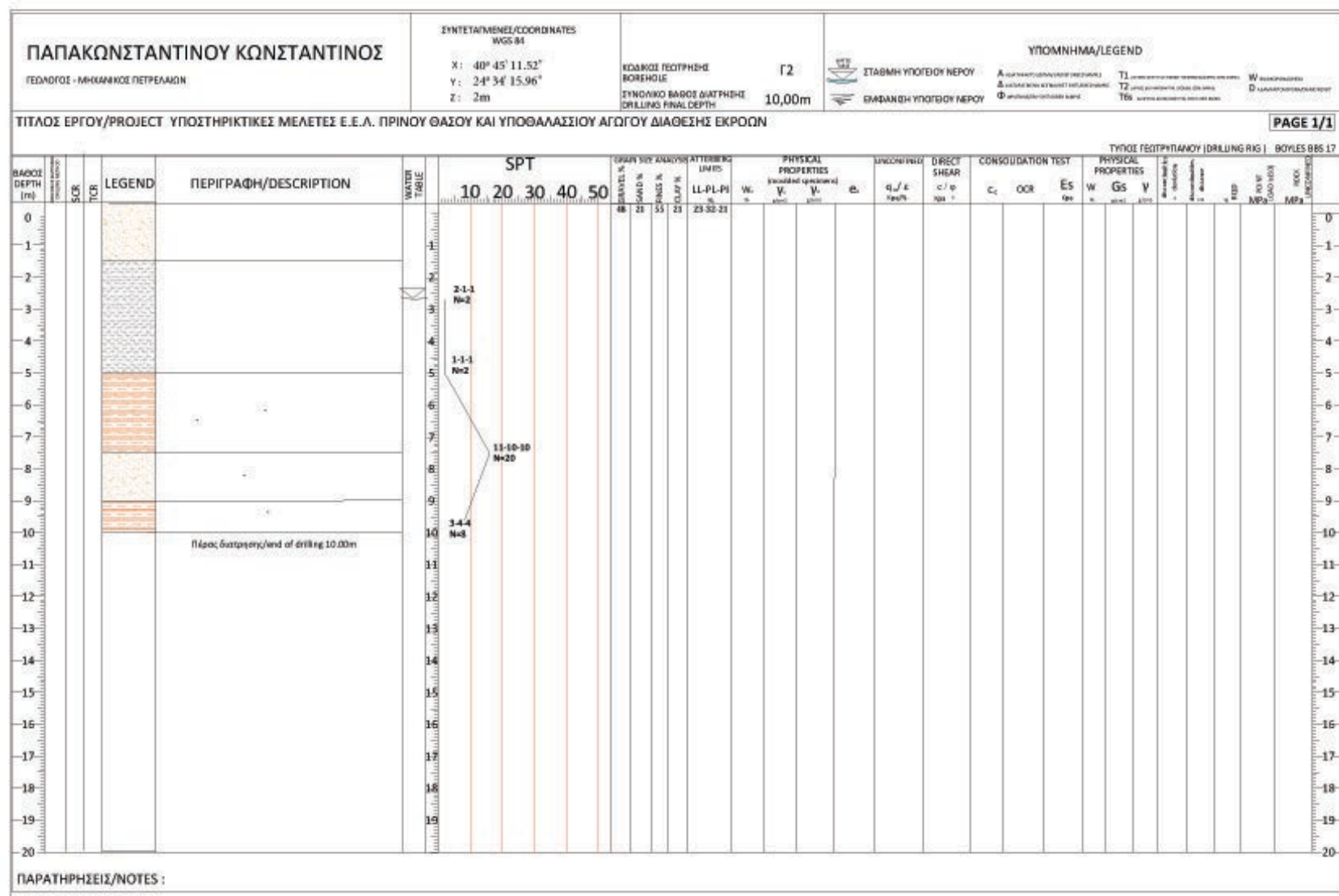
Όλα τα δείγματα συσκευάσθηκαν κατάλληλα σε πλαστικές σακούλες για αποφυγή απώλειας της φυσικής τους υγρασίας και στη συνέχεια σε ξύλινα κιβώτια, αριθμήθηκαν ανά γεώτρηση και έγινε φωτογραφική αποτύπωση τους και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου υποβλήθηκαν σε κατάλληλες εργαστηριακές δοκιμές βραχομηχανικής. Οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.

ΔΟΚΙΜΕΣ SPT

Οι εργασίες πεδίου συμπεριέλαβαν εκτός από την γεωλογικά αναγνώριση των εδαφικών σχηματισμών, την επιλογή εδαφικών δειγμάτων σε αντιπροσωπευτικά βάθη, για την μετέπειτα εκτέλεση ενδεδειγμένων εργαστηριακών δοκιμών και την εκτέλεση, ανά τακτά διαστήματα βάθους, δοκιμών πρότυπης διείσδυσης (SPT), σύμφωνα με τις θεσμοθετημένες «Τεχνικές Προδιαγραφές Επιτόπου Δοκιμών Εδαφομηχανικής για Γεωτεχνικές Έρευνες» (Ε106-86) Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε./Γ.Γ.Δ.Ε./Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών.

Έγινε χρήση του πρότυπου δειγματολήπτη Terzaghi και κατά την εκτέλεση των δοκιμών, ελήφθησαν διαταραγμένα δείγματα. Όλα τα δείγματα συσκευάσθηκαν κατάλληλα σε πλαστικές σακούλες για αποφυγή απώλειας της φυσικής τους υγρασίας και στη συνέχεια σε ξύλινα κιβώτια, αριθμήθηκαν ανά γεώτρηση και έγινε φωτογραφική αποτύπωση τους και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές Εδαφομηχανικής. Στα εδαφικά δείγματα που λήφθηκαν, εκτελέστηκαν εργαστηριακές δοκιμές, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.





Εικόνα 11: Τομή δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ2

6. ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Οι σχηματισμοί που δομούν την περιοχή είναι πρόσφατες αποθέσεις χαλαρών αμμωδών (ψαθυρών) υλικών με μεταβαλλόμενη περιεκτικότητα λεπτών ή και μεγαλύτερου πάχους στρώσεων αργίλου.

Οι διατρηθέντες σχηματισμοί χαρακτηρίζονται ψαθυροί, χαλαρής πυκνότητας ή συνεκτικοί μαλακοί.

Οι σχηματισμοί που αναγνωρίστηκαν στην περιοχή του νέου νηπιαγωγείου Λιμένα, παρουσιάζονται παρακάτω:

Γεώτρηση Γ1

0.00 – 2.00μ	Καστανοπράσινη χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM (ΣΤΡΩΜΑ 1)
2.00 – 6.00μ	Τεφρή οργανική αμμώδης ΙΛΥΣ Κατάταξη κατά AUSCS: ML (ΣΤΡΩΜΑ 2)
6.00 – 8.80μ	Καστανή χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM (ΣΤΡΩΜΑ 3)
8.80 – 10.00μ	Καστανέρυθρη μαλακή χαμηλής-μέσης πλαστικότητας αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 4)

Επισημαίνεται ότι κατά την ανόρυξη της γεώτρησης παρατηρήθηκε ύπαρξη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος \approx - 1.90 μ από την επιφάνεια του εδάφους.

Γεώτρηση Γ2

0.00 – 1.50μ	Καστανή χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SP-SM (ΣΤΡΩΜΑ 1)
1.50 – 5.00μ	Τεφρή οργανική αμμώδης ΙΛΥΣ Κατάταξη κατά AUSCS: ML (ΣΤΡΩΜΑ 2)

5.00 – 7.50μ	Καστανή στιφρή χαμηλής πλαστικότητας αμμώδης-χαλικώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 3)
7.50 – 9.00μ	Καστανή αργιλώδης-χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SC (ΣΤΡΩΜΑ 4)
9.00 – 10.00μ	Καστανή μαλακή χαμηλής-μέσης πλαστικότητας αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 5)

Επισημαίνεται ότι κατά την ανόρυξη της γεώτρησης παρατηρήθηκε ύπαρξη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος \approx - 2.70 μ από την επιφάνεια του εδάφους.

Γεώτρηση Γ3

0.00 – 1.00μ	Καστανή χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM (ΣΤΡΩΜΑ 1)
1.00 – 2.60μ	Τεφρή οργανική αμμώδης ΙΛΥΣ Κατάταξη κατά AUSCS: ML (ΣΤΡΩΜΑ 2)
2.60 – 4.00μ	Τεφρή πυκνή ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM (ΣΤΡΩΜΑ 3)
4.00 – 5.50μ	Καστανότεφρη πυκνή ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM (ΣΤΡΩΜΑ 4)
5.50 – 6.00μ	Τεφρή μαλακή αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 5)
6.00 – 8.00μ	Καστανή αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 6)
8.00 – 10.00μ	Καστανέρυθρη μαλακή χαμηλής-μέσης πλαστικότητας αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: CL (ΣΤΡΩΜΑ 7)

Επισημαίνεται ότι κατά την ανόρυξη της γεώτρησης παρατηρήθηκε ύπαρξη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος \approx - 1.40 μ από την επιφάνεια του εδάφους.

Γεώτρηση Γ4

0.00 – 2.30μ	Καστανοπράσινη χαλικώδης ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM <u>(ΣΤΡΩΜΑ 1)</u>
2.30 – 9.50μ	Τεφρή χαλαρή έως πυκνή ΑΜΜΟΣ Κατάταξη κατά AUSCS: SM <u>(ΣΤΡΩΜΑ 2)</u>
9.50 – 10.00μ	Τεφρή οργανική αμμώδης ΙΛΥΣ Κατάταξη κατά AUSCS: ML <u>(ΣΤΡΩΜΑ 3)</u>

Επισημαίνεται ότι κατά την ανόρυξη της γεώτρησης παρατηρήθηκε ύπαρξη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος \approx - 1.20 μ από την επιφάνεια του εδάφους.

7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Σε επιλεγμένα αδιατάρακτα και διαταραγμένα δείγματα (φραγμοί) από τις γεωτρήσεις Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4, εκτελέστηκαν εργαστηριακές δοκιμές, με στόχο τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων των σχηματισμών και τον γεωτεχνικό τους χαρακτηρισμό.

Εκτελέστηκαν δοκιμές κατάταξης όπως:

- Προπαρασκευή διαταραγμένων δοκιμών σε ξηρή κατάσταση
- Πρότυπη Μέθοδος Κοκκομετρικής ανάλυσης λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων αδρανών υλικών - ξηρή μέθοδος
- Προσδιορισμός ορίου υδαρότητας
- Προσδιορισμός ορίου πλαστικότητας και δείκτη πλαστικότητας

και δοκιμές

- Ανεμπόδιστη θλίψης
- Άμεσης διάτμησης

Οι εργαστηριακές δοκιμές Εδαφικών δειγμάτων εκτελέστηκαν σύμφωνα με τις θεσμοθετημένες «Τεχνικές Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής» (Ε105-86) Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε./Γ.Γ.Δ.Ε./Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συνοπτικά οι δοκιμές που εκτελέστηκαν.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	Γεώτρηση Γ1
	Βάθος (m)
Κοκκομετρική ανάλυση (Ε105-86/7-8) Προσδιορισμός Ορίων Atterberg (Ε105-86/5-6) Κοκκομετρική Ανάλυση με Αραιόμετρο (Ε105-86/9)	0.50-1.00, 3.50-4.00, 8.00-8.50, 9.00-9.50
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης (Ε105-86/14)	9.20-9.50
Δοκιμή άμεσης διάτμησης (Ε105-86/16)	3.40-4.00, 8.00-8.50

Πίνακας 2: Πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	Γεώτρηση Γ2
	Βάθος (m)
Κοκκομετρική ανάλυση (Ε105-86/7-8) Προσδιορισμός Ορίων Atterberg (Ε105-86/5-6) Κοκκομετρική Ανάλυση με Αραιόμετρο (Ε105-86/9)	0.50-1.50, 3.60-4.00, 7.20-7.50, 8.00-9.00, 9.20-9.50
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης (Ε105-86/14)	7.20-7.50, 9.20-9.50
Δοκιμή άμεσης διάτμησης (Ε105-86/16)	3.60-4.00, 8.50-9.00

Πίνακας 3: Πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	Γεώτρηση Γ3
	Βάθος (m)
Κοκκομετρική ανάλυση (Ε105-86/7-8) Προσδιορισμός Ορίων Atterberg (Ε105-86/5-6) Κοκκομετρική Ανάλυση με Αραιόμετρο (Ε105-86/9)	0.00-1.00, 2.00-2.50, 3.50-4.00, 5.00-5.50, 5.50-6.00, 7.40-7.80, 9.20-9.50
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης (Ε105-86/14)	5.50-6.00, 7.40-7.80, 9.20-9.50
Δοκιμή άμεσης διάτμησης (Ε105-86/16)	2.00-2.50, 3.50-4.00, 5.00-5.50

Πίνακας 4: Πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	Γεώτρηση Γ4
	Βάθος (m)
Κοκκομετρική ανάλυση (Ε105-86/7-8) Προσδιορισμός Ορίων Atterberg (Ε105-86/5-6) Κοκκομετρική Ανάλυση με Αραιόμετρο (Ε105-86/9)	0.00-1.00, 3.30-4.00, 7.00-7.80, 9.50-10.00
Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης (Ε105-86/14)	
Δοκιμή άμεσης διάτμησης (Ε105-86/16)	3.30-4.00, 7.00-7.80

Πίνακας 5: Πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών

Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα της παρούσας μελέτης.

Η επιλογή των δειγμάτων έγινε με τρόπο ώστε να προσδιοριστούν όσο το δυνατόν ακριβέστερα οι φυσικές παράμετροι του σχηματισμού στην περιοχή έρευνας κάτω από τη στάθμη θεμελίωσης του έργου και από τις τέσσερις γεωτρήσεις, η οποία συνεισφέρει αφενός στη φέρουσα ικανότητα, αφετέρου δε δέχεται τις καθιζήσεις από την επίδραση του φορτίου θεμελίωσης. Οι παράμετροι αυτές θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των μηχανικών παραμέτρων σχεδιασμού και τον υπολογισμό των επιτρεπόμενων τάσεων και καθιζήσεων.

8. ΠΡΟΤΑΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ & ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΔΑΦΩΝ

Οι τεχνικές βελτίωσης και ενίσχυσης εδαφών αποτελούν επεμβάσεις με σκοπό την αλλαγή της δομής του προβληματικού εδάφους που συναντάται στην περιοχή κατασκευής του έργου, ώστε να βελτιωθούν τα μηχανικά του χαρακτηριστικά και να αυξηθεί η φέρουσα ικανότητά του.

Για τη χρησιμοποίηση αυτών των εδαφών γίνεται χρήση μεθόδων βελτίωσης και ενίσχυσης των γεωτεχνικών ιδιοτήτων τους.

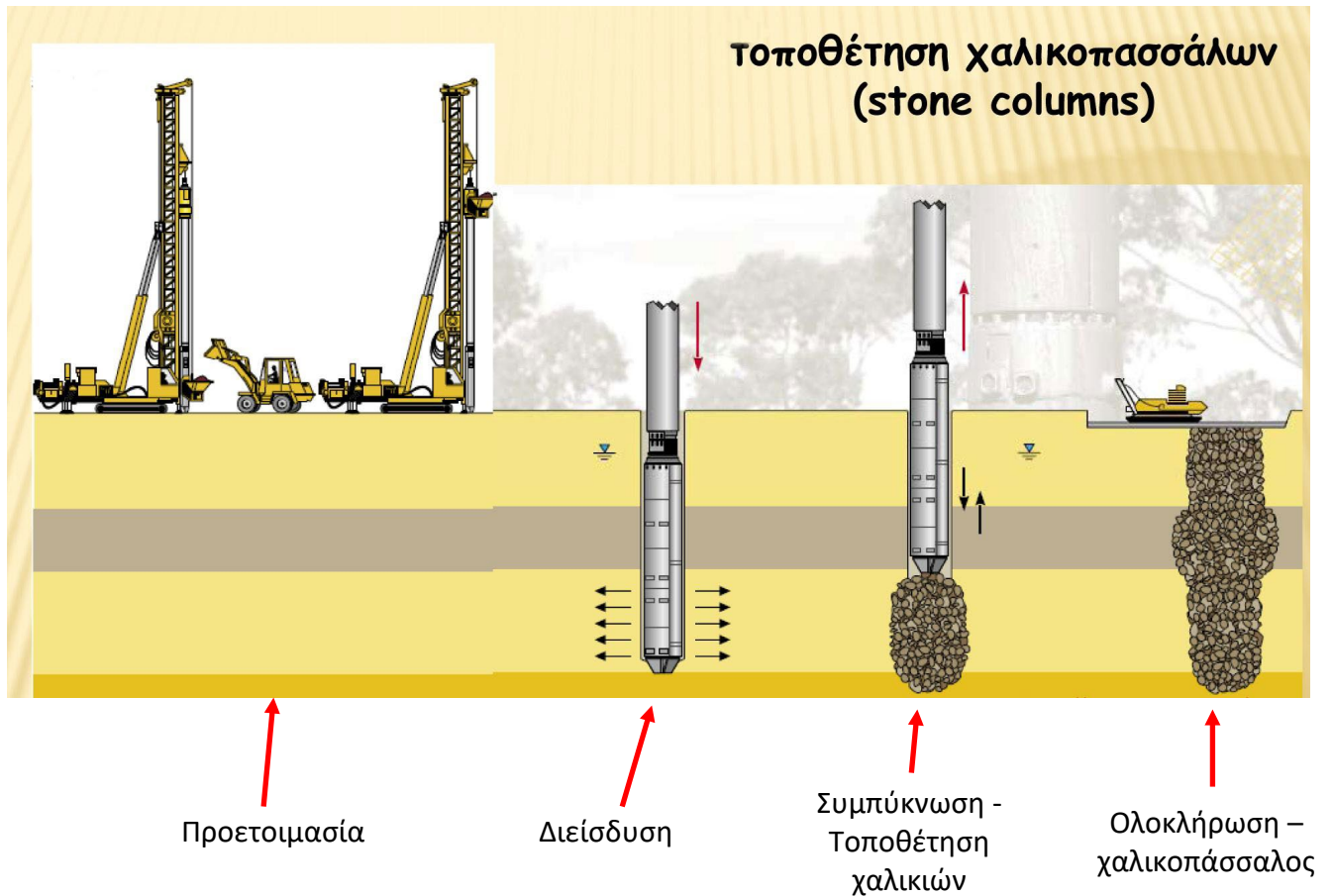
Σε γενικές γραμμές, η ενίσχυση εφαρμόζεται σε μαλακά - χαλαρά εδάφη όπως:

- χαλαρές άμμους, ιδιαίτερα όταν είναι κορεσμένες,
- χαλαρές και μέσης πυκνότητας κορεσμένες άμμους και αμμοχάλικα υπό σεισμική φόρτιση,
- απροφόρτιστες ή υπο-στερεοποιημένες αργίλους και ιλύς.

Η διαδικασία και η μέθοδος εφαρμογής της βελτίωσης και ενίσχυσης των εδαφών εξαρτώνται από τις ειδικές οικονομοτεχνικές συνθήκες κάθε έργου, οι οποίες καθορίζονται από την ποιότητα του εδάφους, τη φυσική ή χημική ιδιότητα που πρέπει να βελτιωθεί, το είδος και το μέγεθος του γεωτεχνικού έργου, το κόστος κατασκευής κτλ.

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΒΑΘΕΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (VIBRO-DISPLACEMENT)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σχεδόν σε όλα τα εδάφη (αμμώδη, ιλυώδη και λεπτόκοκκα). Μέσω της δόνησης που εισάγεται στο έδαφος επιτυγχάνεται συμπίκνωση και ταυτόχρονα τοποθέτηση χαλικιών με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία χαλικοπασσάλων στο επιθυμητό βάθος.



Εικόνα 14: Σχηματική περιγραφή της μεθόδου βελτίωσης εδάφους με βαθειά δυναμική συμπύκνωση

Η δράση των χαλικοπασσάλων είναι σύνθετη παρουσιάζοντας τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ανάληψη φορτίων,
- Αύξηση της ισοδύναμης διατμητικής αντοχής,
- Επιτάχυνση καθιζήσεων λόγω στερεοποίησης,
- Συμπύκνωση του εδάφους.

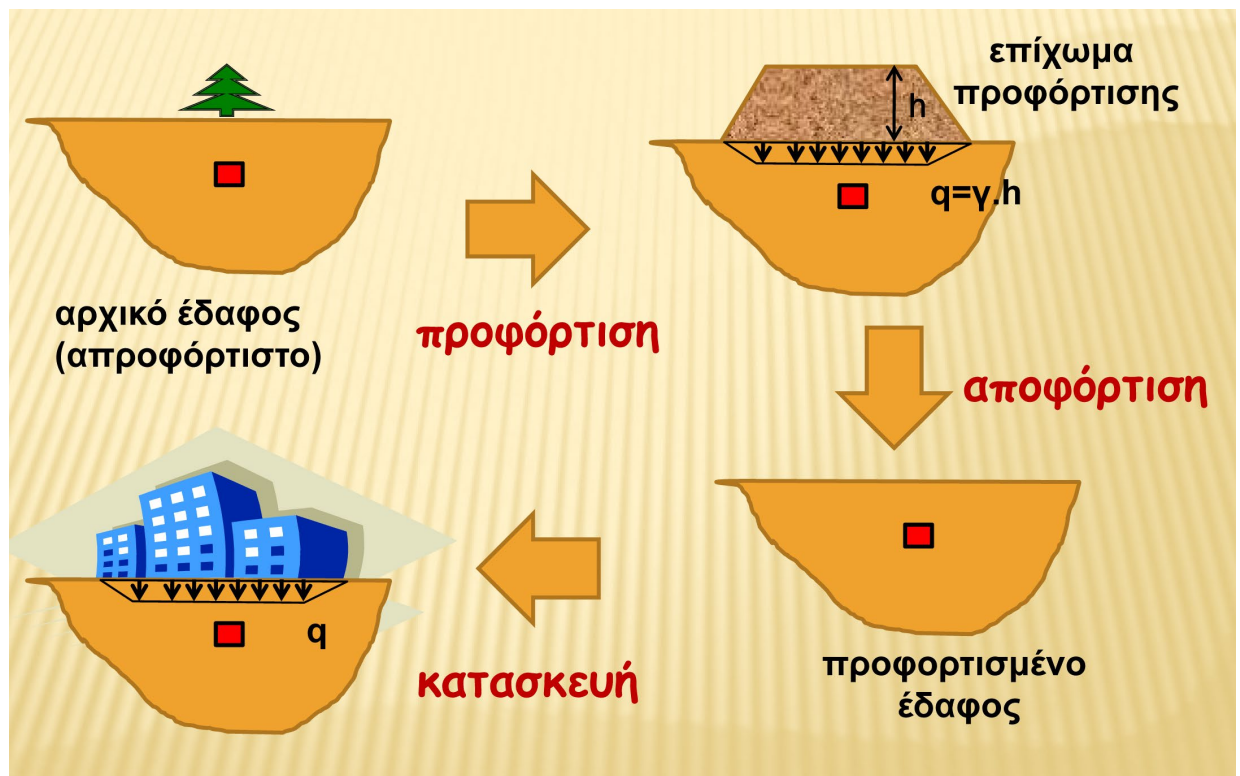
Μειονεκτήματα της παραπάνω πρότασης είναι:

- Η αναγκαία εμπειρία και εξειδίκευση του προσωπικού στην χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού,
- Το υψηλό κόστος για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου της βαθιάς δυναμικής συμπύκνωσης με αντικατάσταση κρίνεται καλή και παρέχει εξαιρετική ενίσχυση.

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε μαλακά λεπτόκοκκα εδάφη. Η λύση της βελτίωσης του υπεδάφους με τη μέθοδο της προφόρτισης εφαρμόζεται για επιφανειακή θεμελίωση. Η προφόρτιση κατασκευάζεται προσωρινά στο μέρος του οικοπέδου όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το κτήριο. Η παραμονή της εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να αναληφθεί το μεγαλύτερο τμήμα των καθιζήσεων και κυμαίνεται σε μερικούς μήνες. Η περιγραφή της μεθόδου βελτίωσης του υπεδάφους με προφόρτιση δίνεται σχηματικά παρακάτω στην Εικόνα 7.



Εικόνα 15: Βελτίωση εδαφών με προφόρτιση

Η προφόρτιση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Αποφυγή καθιζήσεων μετά το πέρας της κατασκευής λόγω της κατασκευής και λειτουργίας του κτηρίου μετά την ανάληψη του μεγαλύτερου τμήματος των καθιζήσεων του υπεδάφους.
- Η εύκολη ενόργανη παρακολούθηση των καθιζήσεων
- Η μη απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού και εξοπλισμού για την εφαρμογή της μεθόδου της προφόρτισης.

Μειονεκτήματα της προφόρτισης είναι:

- Η χρονική καθυστέρηση στην κατασκευή και λειτουργία του κτηρίου.
- Η εύρεση δανειοθαλάμου με τις απαιτούμενες ποσότητες εδαφικού υλικού για την κατασκευή του σωρού.
- Η αναγκαιότητα τακτικής παρακολούθησης, κυρίως ενόργανης, της εξέλιξης των καθιζήσεων.

9. ΠΡΟΤΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

ΒΑΘΕΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕ ΕΓΧΥΤΟΥΣ ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΟΥΣ

Η λύση αυτή διασφαλίζει την ασφαλή θεμελίωση του υπό μελέτη έργου.

Η σύσταση των εδαφών στα οποία είναι δυνατόν να κατασκευαστούν πάσσαλοι, κυμαίνεται, ενδεικτικά, από φερτά υλικά, πρόσφατες αποθέσεις και μάργες μέχρι σχιστόλιθους μεταβαλλόμενου βαθμού κερματισμού και εξαλλοίωσης.

Κατά τη διάτρηση της οπής των πασσάλων θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για την παρεμπόδιση ανεξέλεγκτης ροής υπογείου ύδατος ή εισροής ποσοτήτων εδαφικού υλικού εντός της οπής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι αυξημένος κίνδυνος εκδήλωσης των παραπάνω φαινομένων υπάρχει στις περιπτώσεις διάτρησης εντός μαλακών λεπτόκοκκων (συνεκτικών) εδαφών, όπως είναι οι εδαφολογικοί σχηματισμοί στην περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστούν οι εγκαταστάσεις του ΕΕΛ Πρίνου Θάσου.

Η αλληλουχία εργασιών κατασκευής των πασσάλων θα πρέπει να καθορίζεται έτσι ώστε να αποφεύγεται η διάτρηση κοντά σε πασσάλους που έχουν πρόσφατα σκυροδετηθεί και το σκυρόδεμά τους είναι ακόμα εργάσιμο, ή που δεν έχουν ακόμα σκυροδετηθεί, για την αποφυγή ενδεχομένων ζημιών. Δεν επιτρέπεται η χρήση εκρηκτικών για την απομάκρυνση των όποιων εμποδίων εμφανισθούν κατά τη διάτρηση ή για την υλοποίηση της έμπηξης των πασσάλων εντός του βραχώδους υποβάθρου για την αποφυγή ζημιών σε γειτονικούς πασσάλους ή κατασκευές.

Κατά τον εκτοπισμό εμποδίων της διάτρησης πρέπει να αποφεύγεται κάθε χαλάρωση του εδάφους. Δεν επιτρέπεται η έδραση του πασσάλου πάνω σε εμπόδιο που βρίσκεται πάνω από τον θεωρητικό πυθμένα του πασσάλου και γι' αυτόν ακριβώς το λόγο μετά την ολοκλήρωση της διάτρησης ο πυθμένας της οπής πρέπει να καθαρισθεί από τα τυχόν χαλαρά υπολείμματα και να ενισχυθεί με κτυπήματα ή δυνητικά να χρησιμοποιηθεί μικρή ποσότητα χαλικιών ή ξηρό μίγμα σκυροδέματος.

10. ΕΚΣΚΑΦΕΣ - ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ

Ιδιαίτερα μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στις εκσκαφές και τις αντιστηρίξεις. Για την ασφαλή ολοκλήρωση των εκσκαφών για θεμελίωση της κατασκευής στον χώρο του ΕΕΛ Πρίνου πρέπει να ληφθούν υπόψη η ύπαρξη στις επιφανειακές στρώσεις του εδάφους μη συνεκτικών σχηματισμών, μέσης πυκνότητας, αλλά και η ύπαρξη ιλυωδών και αμμωδών στρώσεων εντός αυτών, καθώς και η ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα σε μικρό βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους.

Σημειώνεται πως σε κάθε περίπτωση πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας εντός του εργοταξίου που απαιτούνται για παρόμοιου είδους εκσκαφές (ετοιμότητα για την άμεση εφαρμογή προσωρινών εργοταξιακών μέτρων αντιστήριξης, εάν και όπου τυχόν απαιτηθεί για την προστασία των εργαζομένων από καταπτώσεις, περιφράξεις κλπ).

ΕΚΣΚΑΦΕΣ

Κατά την εκσκαφή σε ρέοντα αμμώδη, χαλικώδη ή παρόμοια εδάφη (όπως είναι τα εδάφη της ευρύτερης περιοχής), θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή ροής των στρώσεων αυτών. Επίσης, μέτρα θα ληφθούν και σε περιπτώσεις εκροής υδάτων για την αποφυγή απορροής λεπτόκοκκων εδαφικών στρωμάτων.

Το όρυγμα προτείνεται να περιφράσσεται μετά το πέρας των εργασιών κάθε ημέρα.

ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ

Οι εργασίες εκσκαφών πρόκειται να εκτελεστούν εν υγρώ.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα λαμβάνονται μέτρα διευθέτησης της ροής των ομβρίων και καθοδήγησης τους εκτός της ζώνης του ορύγματος, για την αποφυγή εισροών εντός αυτού.

Τέτοια μέτρα ενδεικτικά και όχι περιοριστικά είναι:

- Συλλογή και καθοδήγηση των επιφανειακών απορροών εκτός ζώνης ορύγματος.
- Λήψη μέτρων αποστράγγισης της περιοχής γύρω από το όρυγμα, ώστε να μην δημιουργούνται λιμνάζοντα ύδατα.

- Απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής.
- Αποστράγγιση του πυθμένα του ορύγματος (κατά την περίοδο των εκσκαφών) ώστε να εξασφαλίζεται η εν ξηρώ εργασία και να αποφεύγεται η διάβρωση του εδάφους.
- Αντλήσεις υδάτων και παροχέτευσή τους με σωληνώσεις σε κατάλληλο αποδέκτη πλησίον του έργου.
- Η διάρκεια εφαρμογής των μέτρων θα είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η κατασκευή των έργων ή τμημάτων αυτών υπό ελεγχόμενες και ασφαλείς συνθήκες.
- Αποφυγή διαποτισμού συνεκτικών εδαφών με νερό.
- Οι αντλίες που θα χρησιμοποιηθούν για την άντληση των υδάτων θα είναι επαρκούς ισχύος για την κάλυψη των αναγκών, αλλά όχι υπερβολικής, προκειμένου να αποκλείονται φαινόμενα διασωλήνωσης και απορρόφησης λεπτόκοκκων εδαφικών σχηματισμών. Η λειτουργία των αντλιών θα καθορίζεται μετά από δοκιμαστικές αντλήσεις.

Επιπλέον, σε περιπτώσεις όπου οι συνθήκες του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και η σύσταση του εδάφους δεν επιτρέπουν την χωρίς στραγγιστήριο άντληση των υπογείων υδάτων, προτείνεται η κατασκευή στραγγιστηρίων.

Τα υλικά των στραγγιστηρίων αποτελούνται από αμμοχάλικο χείμαρρων ή σκύρα λατομείων, ορισμένης κάθε φορά κοκκομετρικής διαβάθμισης και οπωσδήποτε απαλλαγμένων από προσμίξεις αργίλου και οργανικών ουσιών.

Ως «υπόγεια νερά» θεωρούνται:

- τα κάθε είδους νερά, ακόμη και θάλασσα, του φρεάτιου ορίζοντα
- τα πάσης φύσεως επιφανειακά νερά που για οποιονδήποτε λόγο καταλήγουν μέσα στα ορύγματα
- τα νερά που προέρχονται από διαρροές σωλήνων ύδρευσης
- τα λύματα και/ή βοθρολύματα που προέρχονται από διαρροές αγωγών αποχέτευσης ή διηθήσεις ή υπερχειλίσσεις βόθρων.

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

Λόγω της φύσης των εδαφικών στρωμάτων και όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η υποστήριξη των παρειών του ορύγματος όπως επιβάλλεται από τους κανόνες ασφαλείας. Οι αντιστηρίξεις θα γίνουν με σιδηρά πασσαλοσανίδες ή μεταλλικά πετάσματα τύπου Krings ή με ξυλοζεύγματα ανάλογα με την φύση του εδάφους.

ΞΥΛΟΖΕΥΓΜΑΤΑ

Στις περιπτώσεις όπου κατά την διάνοιξη του ορύγματος συναντηθεί εδαφικό υλικό αργιλικής σύστασης και δεν εμφανίζεται υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, προτείνεται η αντιστήριξη των παρειών με ξυλοζεύγματα.

Σε αυτήν την περίπτωση η επαφή με τις παρειές γίνεται με ξυλεία και στήριξη με διαμήκεις δοκούς διαστάσεων 10 x 10 cm και με εγκάρσιες ξύλινες αντηρίδες ή με μεταλλικές κοχλιωτές αντηρίδες.

ΠΑΣΣΑΛΟΣΑΝΙΔΕΣ

Στην περίπτωση της αντιστήριξης με πασσαλοσανίδες, η αντιστήριξη των παρειών γίνεται με έμπηξη στο έδαφος μεταλλικών πασσαλοσανίδων εγκεκριμένου τύπου για την δημιουργία περιφράγματος στεγανότητας και μεταλλικά στοιχεία αντιστήριξης (δακτύλιοι, σύνδεσμοι αντηρίδες) κατάλληλων διατομών.

Οι πασσαλοσανίδες και τα μεταλλικά στοιχεία αντιστήριξης θα πρέπει να είναι σε άριστη κατάσταση, χωρίς ελαττώματα, στρεβλώσεις ή παραμορφώσεις.

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΠΕΤΑΣΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ KRINGS

Οι αντιστηρίξεις τύπου Krings προτείνεται να εφαρμοστούν στο ορύγμα του συγκεκριμένου έργου λόγω της φύσης του εδάφους, της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και της αποφυγής ανάληψης του κινδύνου καταπτώσεων, κατά τον χρόνο των εργασιών μόρφωσης του πυθμένα και των παρειών του σκάμματος από χειρωνάκτες εργάτες. Σε ειδικές περιπτώσεις ασταθών εδαφών μπορούν να κατασκευαστούν αντιστηρίξεις αυτού του τύπου και σε βάθη μικρότερα των 3.00m, εφόσον οποιοσδήποτε άλλος οικονομικότερος τρόπος αντιστήριξης κριθεί αναποτελεσματικός.

Ιδιαίτερη μέριμνα, προσοχή, αλλά και εμπειρία απαιτούνται για την εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος καταβίβασης και ανέλκυσης των μεταλλικών μπαρών αντιστήριξης. Η σταδιακή καταβίβαση των μπαρών θα πρέπει να εναρμονίζεται με την πρόοδο του βάθους εκσκαφής από τον εκσκαφέα, που εξαρτάται από τις συνθήκες του εδάφους και την ύπαρξη εμποδίων εντός αυτού.

Οι μπάρες κατέρχονται στο προβλεπόμενο από τις μηκοτομές βάθος, με ανάλογο ρυθμό και συνεχή παρακολούθηση για την ασφάλεια εκ των καθιζήσεων των εκατέρωθεν του σκάμματος τμημάτων.

Παρομοίως η ανέλκυση των μπαρών, όπως και η εξόλκευση των πασσαλοφραγμάτων, θα πρέπει να γίνονται υπό την επίβλεψη έμπειρων τεχνικών, μετά την τοποθέτηση των αγωγών και την επίχωση του σκάμματος, με ρυθμό ανέλκυσης εξαρτώμενο από την ποιότητα του εδάφους προς αποφυγή καθιζήσεων εκατέρωθεν του σκάμματος.

Οι μπάρες θα πρέπει να έχουν τις απαιτούμενες διαστάσεις και πάχη ώστε αν είναι ασφαλείς σε κάθε περίπτωση βάθους εκσκαφής και ποιότητας του εδάφους.

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας τα παραπάνω αναφέρεται ότι:

- Στον Πρίνο Θάσου όπου πρόκειται να κατασκευασθούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων καθώς και & ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης εκροών, πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική έρευνα, η οποία περιελάμβανε την ανόρυξη τεσσάρων (4) δειγματοληπτικών γεωτρήσεων Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4, την εκτέλεση πρότυπης δοκιμή διείσδυσης, καθώς και των αναγκαίων εργαστηριακών δοκιμών επί των δειγμάτων.
- Από τις εργασίες πεδίου και τις εργαστηριακές δοκιμές προέκυψε η στρωματογραφία της περιοχής όπου παρατηρείται η ύπαρξη εδαφικών σχηματισμών με αδύναμα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, οι μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των οποίων δίνονται στα αντίστοιχα κεφάλαια της παρούσας μελέτης.
- Σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα της περιοχής έρευνας, προκύπτει ότι ο χώρος που πραγματοποιήθηκε η έρευνα δεν γειτνιάζει με ενεργά σεισμοτεκτονικά ρήγματα και επομένως δεν υφίστανται περιορισμοί ως προς τη δόμηση.
- Από τα δεδομένα της ταξινόμησης των εδαφικών σχηματισμών, το έδαφος θεμελίωσης κατατάσσεται στην Κατηγορία Χ.
 - Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλυώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν.
 - Οργανικά εδάφη.
- Βάσει του παραπάνω, προκύπτει ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης φαινομένων διατμητικής συνίζησης ή/και πιθανότητα εκδήλωσης ρευστοποιητικών φαινομένων.
- Λαμβάνοντας υπόψη τη μορφή του έργου, την στρωματογραφία, τις ιδιότητες του εδάφους θεμελίωσης και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, προτείνεται η βελτίωση και ενίσχυση του ενίσχυση του εδάφους θεμελίωσης, ενώ ως πρόταση θεμελίωσης προτείνεται η λύση της βαθιάς θεμελίωσης με έγχυτους φρεατοπασσάλους.
- Ιδιαίτερα μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στις εκσκαφές και τις αντιστηρίξεις. Για την ασφαλή ολοκλήρωση των εκσκαφών για θεμελίωση της κατασκευής στον χώρο του ΕΕΛ Πρίνου πρέπει να ληφθούν υπόψη η ύπαρξη στις επιφανειακές στρώσεις του εδάφους μη συνεκτικών σχηματισμών, μέσης πυκνότητας, αλλά και η ύπαρξη ιλυωδών και

αμμωδών στρώσεων εντός αυτών, καθώς και η ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα σε μικρό βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους.