



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΝΑΚΑΡΗ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ

Σπηλιωτοπούλου Χριστίνα (5298)

Δάνδολα Φωτεινή (5541)

Ζανίδη Ειρήνη (5483)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Βγενοπούλου Ειρήνη

ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο :

“ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΝΑΚΑΡΗ”, παρουσιάζονται αρχικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων που αφορούν το γεωλογικό/εδαφικό κομμάτι στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η διάνοιξη της οδού Κανακάρη, στην Πάτρα, από την οδό Νόρμαν -Αγ. Σοφίας και Πουκεβίλ - Γκότση. Επίσης, παρουσιάζονται και οι μέθοδοι οι οποίοι ακολουθήθηκαν ώστε να αντιστηριχτεί σωστά το έργο.

Θα επικεντρωθούμε κυρίως στο Τμήμα 2 το οποίο είναι αυτό που ξεκινάει από την οδό Νόρμαν και τερματίζει στην οδό Αγίας Σοφίας. Το συγκεκριμένο υπό διάνοιξη Τμήμα της οδού Κανακάρη, βρίσκεται στο βόρειο άκρο του πολεοδομικού συγκροτήματος της Πάτρας και αποτελεί το τελευταίο τμήμα της οδού πριν από τη συμβολή της με την Ε.Ο. Πατρών-Κορίνθου.

Στα πλαίσια της συνολικής αυτής παρουσίασης των έργων αντιστήριξης, παρουσιάζονται κατ’ αρχάς, τα γεωτεχνικά και γεωλογικά δεδομένα για την περιοχή του έργου, τα αποτελέσματα των πειραματικών δοκιμών που έγιναν στα εδαφικά δείγματα , οι τυπικές εδαφικές τομές, καθώς και τα γεωτεχνικά έργα που έγιναν για την αντιστήριξη του έργου (αγκύρια, πασσαλότοιχοι, σαρζανέτ κ.α.)

Στο πρώτο κεφάλαιο, εξετάζεται η γεωλογική και η γεωτεχνική έρευνα της περιοχής καθώς επίσης παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα από τις εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν. Στο δεύτερο κεφάλαιο, δίνεται βάση στη γεωτεχνική μελέτη του έργου και παραθέτονται στοιχεία σχετικά με την δομή του εδάφους, τα αποτελέσματα από ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν όπως επίσης και προτάσεις όσον αφορά τα μέτρα αντιστήριξης. Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύονται τα μέτρα αντιστήριξης που πάρθηκαν και γίνεται πλήρης περιγραφή των πασσάλων, των τοίχων αντιστήριξης, των αγκυρίων και τέλος των θεμελίων. Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνονται γνωστές οι γεωτεχνικές μέθοδοι παρακολούθησης του έργου, ακολουθείται ανάλυση των αποκλισημέτρων και κλισίμετρων και στη συνέχεια δίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, επισημαίνονται και αναλύονται τα έργα προστασίας που ήταν απαραίτητα για την ολοκλήρωση των μέτρων αντιστήριξης του έργου τα οποία είναι τα γεωπλέγματα, η φύτευση και τα συρματοκιβώτια (σαρζανέτ).

Εκφράζονται ευχαριστίες στην Εποπτεύουσα Καθηγήτρια κ. Βγενοπούλου Ειρήνη, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό καθώς και τον Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π. Msc eng, Δ/ντή της Διεύθυνσης Έργων Υποδομής του Δήμου Πατρέων κ. Γεώργιο Ι. Σπηλιωτόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση τους και παροχή πληροφοριών για στο έργο. Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μας στις οικογένειες μας και στους φίλους μας για την συνεχή στήριξη και υπομονή που μας παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	3
1.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	3
1.1.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	5
1.2 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	8
1.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	13
1.3.1 ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ.....	13
1.3.2 ΜΗΤΡΩΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.....	14
1.3.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΩΝ	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	42
2.1 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ	42
2.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (ΚΩΔΙΚΑΣ PLAXIS V.8.6)	49
2.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	51
2.4 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	57
3.1 ΠΑΣΣΑΛΟΙ / ΠΑΣΣΑΛΟΤΟΙΧΟΙ	58
3.2 ΑΓΚΥΡΙΑ.....	87
3.2.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΑΓΚΥΡΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ	88
3.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ / ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΚΥΡΙΩΝ	89
3.2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΚΥΡΙΩΝ	90
3.2.4 ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	90
3.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΑΓΚΥΡΙΩΝ/ ΤΑΝΥΣΗ ΑΓΚΥΡΙΩΝ	94
3.3 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ (Retaining walls)	102
3.4 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	120
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	124
4.1 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	124
4.2 ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΑ (Inclinometer).....	125
4.2. ΚΛΙΣΙΜΕΤΡΑ	134
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	146
5.1. ΓΕΩΠΛΕΓΜΑΤΑ	146
5.2. ΦΥΤΕΥΣΗ/ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ	153
5.3. ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ Ή ΣΑΡΖΑΝΕΤ	157

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΕΡΓΟΥ.....	166
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	169

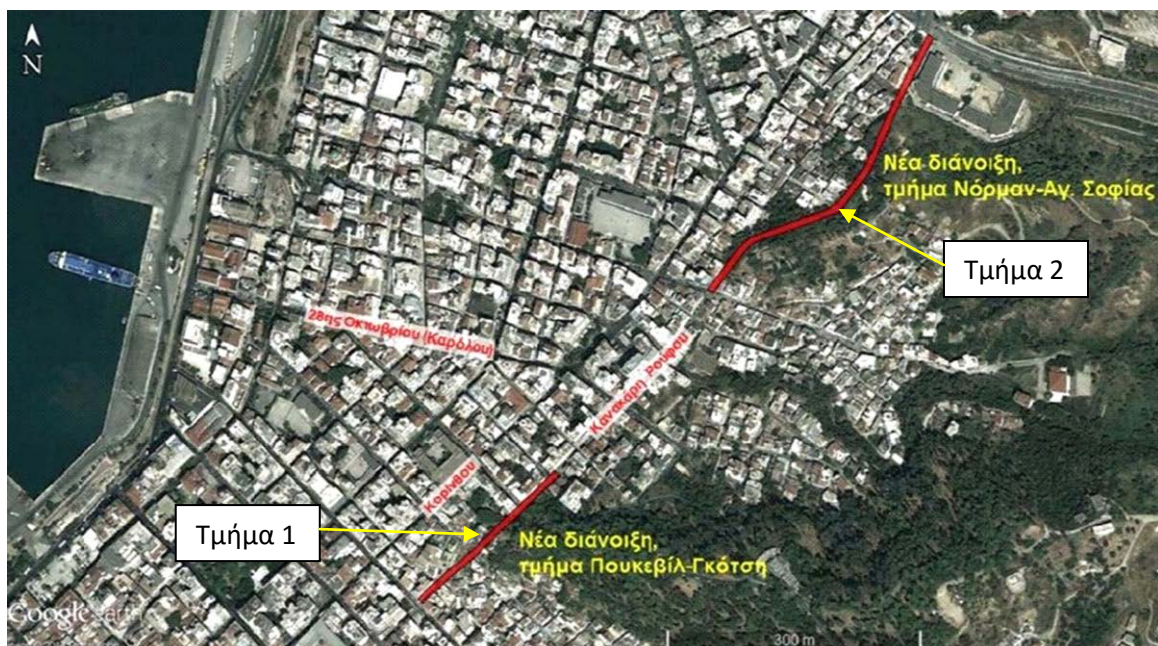
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οδός Κανακάρη διασχίζει ολόκληρο σχεδόν το πολεοδομικό συγκρότημα της Πάτρας με γενική ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση. Έχει συνολικό μήκος 900m περίπου ξεκινώντας από την σύνδεση της οδού Κανακάρη με την οδό Πουκεβίλ και καταλήγοντας στην αρχή της οδού Αγ. Σοφίας, στην περιοχή του Νέου Πολυκλαδικού Λυκείου. Αντικείμενο των εκτελούμενων σήμερα (Απρίλιος 2015) έργων, αποτελεί το υπό διάνοιξη βόρειο ακραίο τμήμα της χάραξης, μήκους περίπου 450m, το οποίο ακολουθεί διεύθυνση παράλληλη με αυτήν της οδού Κορίνθου, σε απόσταση 100m, περίπου, προς τα ανατολικά της (Τμήμα 2).

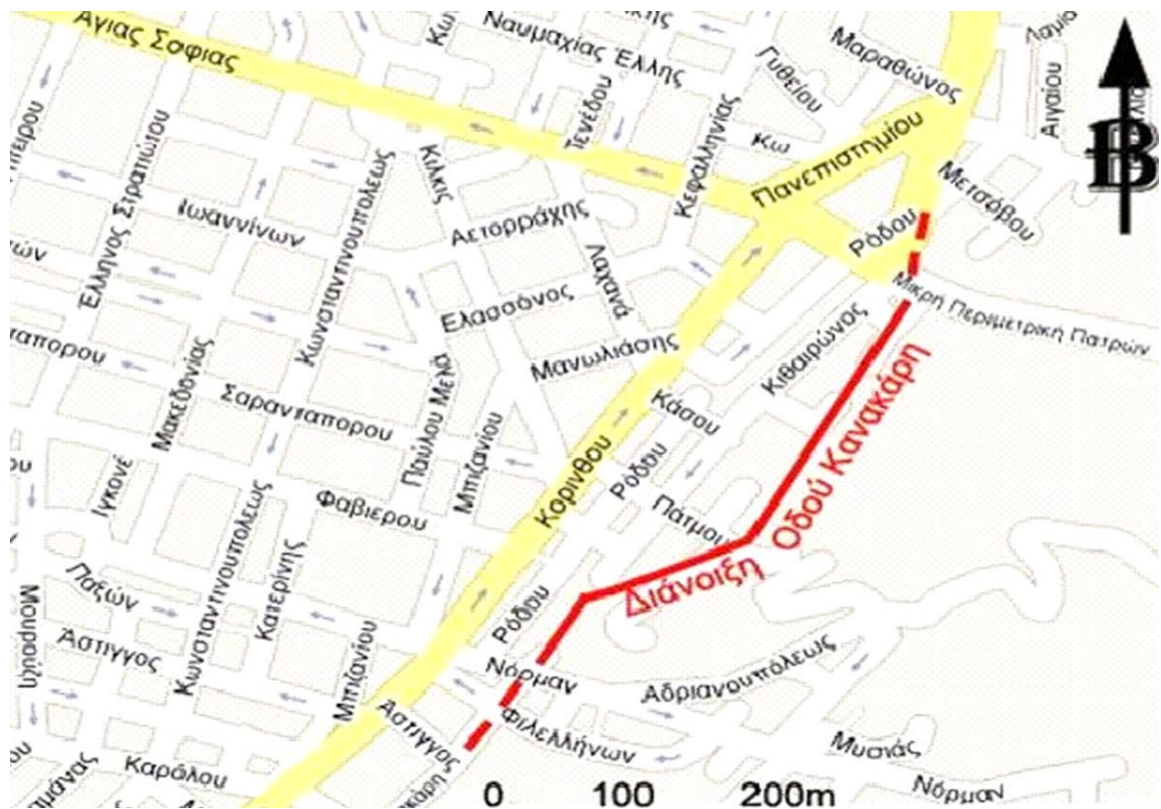
Πρόκειται για ένα έργο το οποίο έχει ως σκοπό την αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας του κέντρου της Πάτρας, καθώς επίσης και την επέκταση – διεύρυνση του κυκλοφοριακού δικτύου της. Με την ολοκλήρωση αυτού του έργου κατασκευάζεται τμήμα οδικού δικτύου το οποίο μαζί με το υφιστάμενο τμήμα της οδού Κανακάρη θα αποτελέσει την βασική αρτηρία σύνδεσης της πόλης με την εθνική οδό Πατρών-Αθηνών ή αλλιώς την έξοδο από την πόλη.

Οι μελέτες όλων των έργων όπως και όλων των απαιτούμενων, πολεοδομικών κυρίως, παρεμβάσεων ξεκίνησαν περίπου πριν μια δεκαετία και ολοκληρώθηκαν το 2011 με Δ/νους υπηρεσία την τότε Δ/ση Έργων του Δήμου Πατρέων.

Συγκεκριμένα, οι εργασίες ξεκίνησαν τον Νοέμβριο του 2013 από την οδό Αγ. Σοφίας και προχώρησαν σταδιακά προς την οδό Νόρμαν (Τμήμα 2). Οι εργασίες πάνω στο Τμήμα 1 της οδού ξεκίνησαν τον Απρίλιο του 2015 και το έργο υπολογίζεται να παραδοθεί μέσα στο έτος 2016.



Σχήμα 1. Δορυφορική κάτοψη της διάνοιξης της οδού Κανακάρη στα δύο τμήματα της.



Σχήμα 1. Τμήμα του χάρτη της πόλης της Πάτρας με την περιοχή διάνοιξης της οδού Κανακάρη στο εξεταζόμενο τμήμα (Νόρμαν – Αγ. Σοφία)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

1.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Ο Ελλαδικός χώρος αποτελείται σχεδόν στο σύνολό του από τις Ελληνίδες οροσειρές που σχηματίστηκαν από την πτύχωση των Τριαδικής – Κάτω-Μειοκαινικής ηλικίας ιζημάτων που είχαν αποθεθεί στο χώρο του αλπικού γεωσυγκλίνου κατά την διάρκεια του Μεσοζωικού αιώνα και του Παλαιογενούς. Τα αλπικά αυτά ιζήματα που σχημάτισαν τις Ελληνίδες οροσειρές, έχουν διαρθρωθεί σε διάφορες γεωτεκτονικές ζώνες, δηλαδή σε μεγάλες γεωλογικές ενότητες, όπου κάθε μία από αυτές παρουσιάζει τους δικούς της λιθολογικούς, παλαιογεωγραφικούς και τεκτονικούς χαρακτήρες.

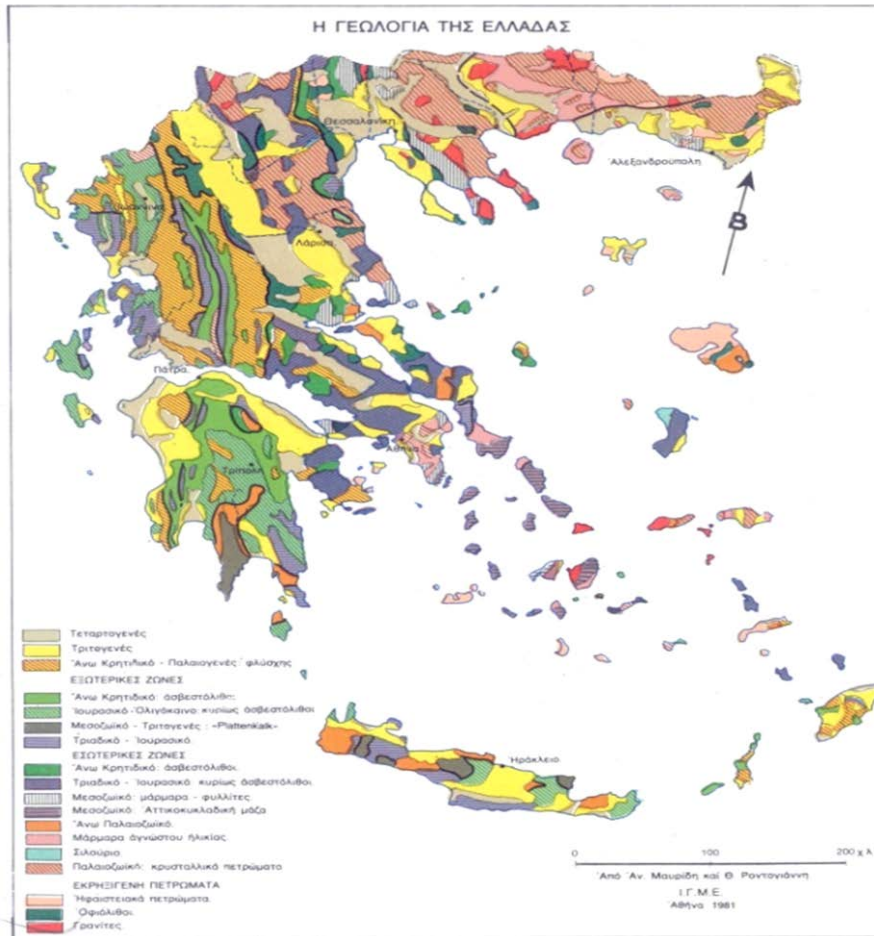
Οι γεωτεκτονικές ζώνες που δομούν τις Ελληνίδες οροσειρές έχουν διεύθυνση ΒΒΔ/κή – ΝΝΑ/κή και διακρίνονται σε δύο ομάδες : τις *εσωτερικές* και τις *εξωτερικές* (από Ανατολικά προς τα Δυτικά) κατά την διεύθυνση εξέλιξης των γεωτεκτονικών συμβάντων.

Σε γενικές γραμμές, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος είναι οι σχηματισμοί των ζώνων Ωλονού – Πίνδου, Γαβρόβου - Τρίπολης και οι υπερκείμενες αυτών Πλειο – Πλειστοκαινικές και Τεταρτογενείς αποθέσεις.

Όσον αφορά τους λιθολογικούς σχηματισμούς, αυτοί που επικρατούν στην υπο μελέτη περιοχή είναι οι Νεογενείς και οι Τεταρτογενείς αποθέσεις. Ειδικότερα ,διαπιστώνονται αποθέσεις Πλειοκαινικών – Πλειστοκαινικών ιζημάτων, όπως και χαλαρές εδαφικές αποθέσεις, σαν αποτέλεσμα αποσάθρωσης των προηγούμενων ενοτήτων χωρίς να γίνεται εμφάνιση του υποβάθρου της αλπικής ορογένεσης.

Οι Νεογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από αμμομάργες και μαργαικούς ψαμμίτες, κυανόγκριζου και καφεκίτρινου χρώματος. Η μάζα του σχηματισμού των Νεογενών περιέχει ενστρώσεις πλούσιες σε αργιλοιλύ γκριζόμαυρου χρώματος, καθώς και ενστρώσεις κροκαλοπαγών (αμμοχαλικώδεις).

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και προσχώσεις. Οι αλλουβιακές και ελλουβιακές αποθέσεις του Τεταρτογενούς συσσωρεύονται στα ιζήματα του Νεογενούς.



Σχήμα 1.1 Γεωτεκτονικός χάρτης του Ελλαδικού χώρου.

1.1.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τα στοιχεία υπαίθρου που συλλέχθηκαν κατά την επί τόπου έρευνα στο χώρο, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή μελέτης είναι Νεογενούς ηλικίας και νεώτεροι. Αναλυτικά :

Αναμοχλευμένα υλικά από κατολισθήσεις και εδαφικές κινήσεις: Σύγκειται από τελείως αποσαθρωμένα και υπομοχλευμένα υλικά μετακινήσεων που έχουν καλύψει σε πολλές θέσεις τα αδιατάρακτα Πλειο-Πλειστοκαινικά ιζήματα. Επίσης, περιλαμβάνουν εδαφικά υλικά αργιλοαμμώδους σύστασης με ποσότητα άμμου και κατά θέσεις λίγα χαλίκια.

Τεχνητές επιχωματώσεις από θραύσματα δομικών υλικών: Συνίσταται από μπάζα φυσικών ή τεχνητών καταστροφών αστικών τμημάτων της πόλης, από θράσματα δομικών λίθων, κεράμους, επιχρίσματα και λοιπά δομικά υλικά συστατικό χαλαρών σχηματισμών αλλουβιακών αποθέσεων, καθώς και του μανδύα αποσάθρωσης των Πλειοκαινικών σχηματισμών.

Μανδύας αποσάθρωσης Πλειοκαινικών σχηματισμών: Απαρτίζεται από ανάμεικτα αργιλοιλυώδη έως αμμοιλυώδη υλικά τεφροκίτρινου έως καφεκίτρινου χρώματος, άμμο, θραύσματα μαργαϊκής και ψαμμιτικής σύστασης και διάσπαρτες κροκάλες και χάλικες.

Αλλουβιακές αποθέσεις και προσχώσεις καστανού χρώματος: Περιλαμβάνουν αργιλοιλυώδη υλικά ,χαλίκια, άμμο, και κροκάλες σε ποσοστά που μεταβάλλονται από θέση σε θέση. Ειδικότερα, τόσο κατά την οριζόντια, όσο και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, εμφανίζουν μεταβολές στη δομή και στο λιθολογικό σχηματισμό τους. Το παραπάνω, έχει σαν αποτέλεσμα ο μηχανισμός να παρουσιάζει έντονη ετερογένεια και ανομοιόμορφη μηχανική συμπεριφορά.

Άμμοι με φακούς και ενστρώσεις κροκαλοπαγών: Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι οι μεσόκοκκοι άμμοι καστανοκίτρινου χρώματος με φακούς και ενστρώσεις χαλαρών ή και μέτρια συμπαγών κροκαλοπαγών και ψηφιδοπαγών. Βρίσκονται επιφανειακά στις λοφώδεις εξάρσεις στα ανατολικά του έργου. Το πάχος των επιμέρους οριζόντων κυμαίνεται από 20-80 cm , ενώ το μέγιστο πάχος της ενότητας είναι περίπου 20 m. Έχουν χαλαρή και αποσαθρωμένη δομή με υποβαθμισμένα μηχανικά χαρακτηριστικά. Τέλος ,ο μανδύας αποσάθρωσης που σχηματίζουν έχει πάχος περίπου 1-1.5m.

Άμμοι με ενστρώσεις ιλύων και αργίλων: Συγκεκριμένα, αναφέρονται σε μεσόκοκκες πυκνές άμμους καστανοκίτρινου χρώματος σε οριζόντες πάχους περίπου 10-30m, με κάποια σημάδια λεπτών ιλυωδών και αργιλικών οριζόντων τεφρού ή καστανότεφρου χρώματος. Το ποσοστό κατά το οποίο συναντώντε μεταβάλλεται, πιο συγκεκριμένα αυξάνεται, ανάλογα με το βάθος. Όταν οι συνθήκες είναι ξηρές, έχουν συμπαγή δομή, ενώ μετά από διαβροχή ο σχηματισμός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος και εύθραπτος στις διεργασίες της επιφανειακής διάβρωσης. Έτσι, παρουσιάζονται φαινόμενα λασπορρών και επιφανειακών ολισθήσεων. Επίσης πολλές φορές παρουσιάζονται φαινόμενα κατολισθήσεων, κυρίως αβαθών ολισθήσεων και πτώση μεγάλων κομματιών, αποτέλεσμα του συνδυασμού της ανθρώπινης παρέμβαση ,της γεωμετρίας των πρηνών και του αποπροσανατολισμού των ασυνεχειών.

Στην φωτογραφία που ακολουθεί παρατίθενται οι ευρύτερες γεωλογικές συνθήκες:

1.1.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στην περιοχή χάραξης της οδού, δεν αναμένονται προβλήματα αβαθούς υδροφόρου ορίζοντα, καθώς κατά την διάρκεια της γεωτεχνικής έρευνας δεν εντοπίστηκε στάθμη υπογείων υδάτων στις οπές των γεωτρήσεων.

1.1.3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η ευρύτερη περιοχή του έργου ανήκει στην ζώνη υψηλής επικινδυνότητας **II** με συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους **$\alpha=0.24g$**

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής (αργιλοιλιώδη υλικά, άμμοι) σύμφωνα με την σεισμική τους επικινδυνότητα κατατάσσονται στις κατηγορίες **Γ** (στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας, ιλυοαργιλικά εδάφη) και **Δ** (έδαφος με μαλακές αργίλους), και μεμονωμένα στην κατηγορία **Χ** (χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη, εδάφη κοντά σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα, χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις, οργανικά εδάφη, εδάφη κατηγορίας Γ με μεγάλη κλίση).

Όλα τα παραπάνω συμπεράσματα συνδέονται και προκύπτουν από τον ισχύοντα νέο **ΕΑΚ 2000** όπως ισχύει σήμερα (Κεφάλαιο 2).



Σχήμα 1.2 Εδαφικό υλικό (Ιλυόλιθος) από εκσκαφή στο έργο.



Σχήμα 1.3 Επί τόπου εκσκαφή.



Σχήμα 1.4 Σχηματισμοί των εδαφικών υλικών κατά την εκσκαφή.

1.2 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

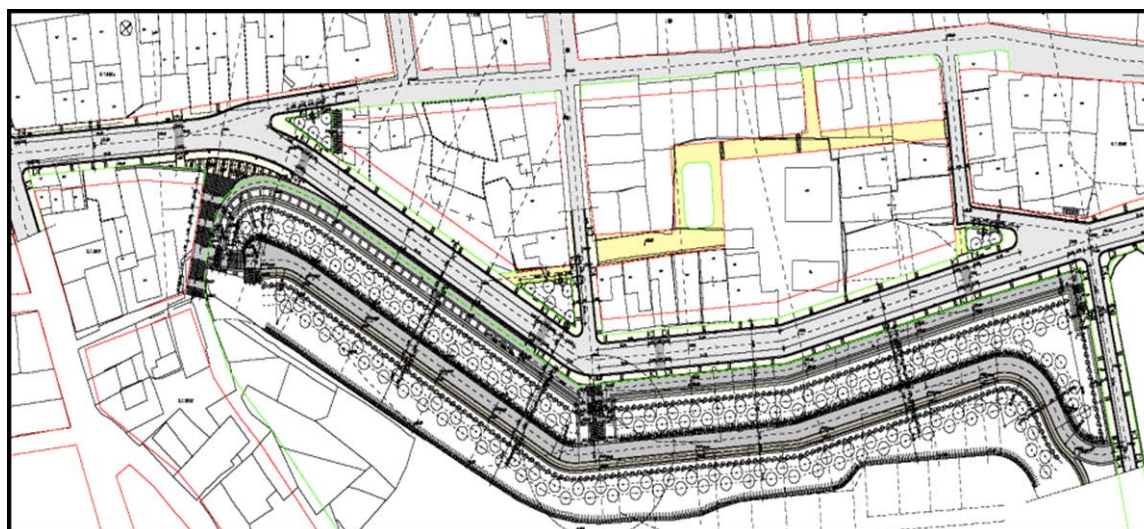
Για τη διάνοιξη – κατασκευή της οδού Κανακάρη (στα αδιάνοιχτα τμήματα της), λόγω των λοφοειδών εξάρσεων στην περιοχή δασυλλίου και Γούβας, προβλέπονται οι εργασίες σε δύο τμήματα τα οποία είναι :

**Τμήμα 1. Πουκεβίλ – Γκότση και
Τμήμα 2. Νόρμαν – Αγ. Σοφίας**

Παρακάτω φαίνονται με αρκετή λεπτομέρεια οι κατόψεις των δυο κομματιών της οδού τα οποία προβλεπόταν να κατασκευαστούν.



Σχήμα 1.5 Τμήμα του χάρτη της πόλης της Πάτρας με την περιοχή διάνοιξης της οδού Κανακάρη στο εξεταζόμενο τμήμα Πουκεβίλ-Γκότση (Τμήμα 1).



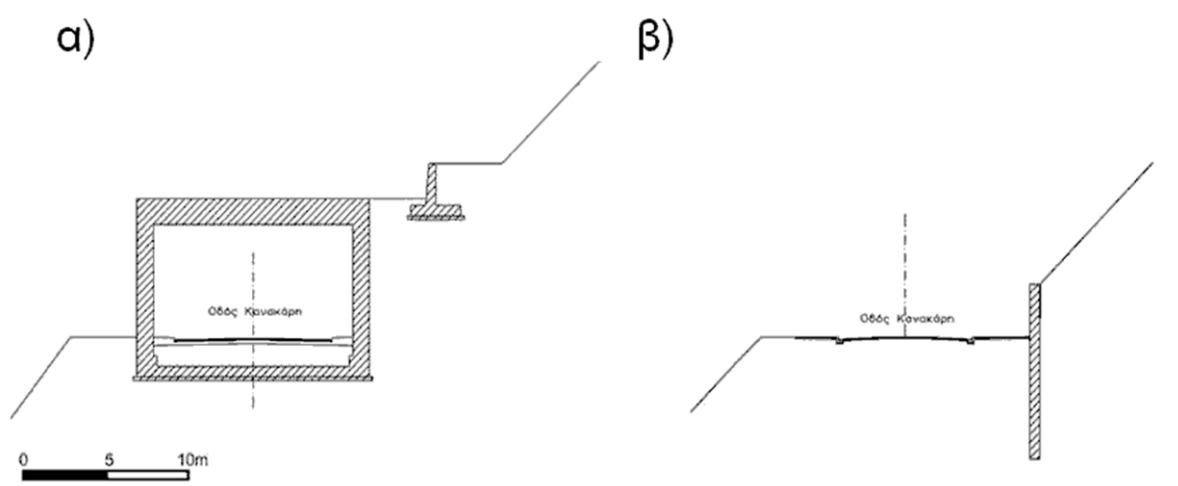
Σχήμα 1.6 Τμήμα του χάρτη της πόλης της Πάτρας με την περιοχή διάνοιξης της οδού Κανακάρη στο εξεταζόμενο τμήμα Νόρμαν-Αγ. Σοφίας (Τμήμα 2).

Όπως κάθε έργο οδοποιίας έτσι κι αυτό, είχε κάποια εμπόδια στην επίτευξη του, τα οποία αντιμετωπίστηκαν στη φάση της μελέτης. Η κύρια δυσκολία στην διάνοιξη των ανωτέρω τμημάτων ήταν οι απότομες κλίσεις των δύο λόφων πάνω στους οποίους και στις παραυφές αυτών, προβλέπονταν οι εργασίες, καθώς και το γεγονός ότι το έργο θα γινόταν εντός ενός ήδη δομημένου περιβάλλοντος όπως είναι το σχέδιο πόλεως Πατρών.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής απαιτούσε σοβαρά μέτρα αντιστήριξης στα οποία συμπεριλαμβάνονται φρεατοπασσάλοι με ή χωρίς αγκύρια, τοίχοι αντιστήριξης επί πασσάλων, σαρζανέτ κ.α.

Το κύριο μέλημα της μελέτης, δεδομένου ότι κάθε μελέτη ενός έργου είναι οικονομοτεχνική, ήταν να επιλεγθούν οι οικονομικότερες λύσεις της διάνοιξης της οδού. Ειδικότερα, για την κατασκευή του μεγαλύτερου τμήματος αυτής, Νόρμαν-Αγίας Σοφίας (Τμήμα 2), εξετάστηκαν οι ακόλουθες δύο οικονομοτεχνικές λύσεις:

- (α) Κλειστή διατομή κιβωτιοειδούς σχήματος από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία αποτελεί ταυτόχρονα και το σύστημα εδαφικής αντιστήριξης (Σχ. 1.7 α διατομή) και
(β) Ανοιχτής διατομής οδού σε συνδυασμό με σύστημα αντιστήριξης των ανάντη εδαφικών μαζών, (Σχ. 1.7 β διατομή).



Σχήμα 1.7 Οι δύο εξεταζόμενες κατασκευαστικές λύσεις για την διάνοιξη της οδού Κανακάρη στο τμήμα από Νόρμαν έως Αγ. Σοφίας: (α) κιβωτιοειδής διατομή, (β) ανοιχτή οδοποιία.

Οι δυσκολίες του συγκεκριμένου έργου ήταν πολλές αλλά και στις δύο περιπτώσεις δόθηκαν λύσεις οι οποίες επέφεραν το επιθυμητό, οικονομοτεχνικά, αποτέλεσμα.

Λόγω του ότι αναφερόμαστε σε μια σεισμογενή περιοχή, έπρεπε να μελετηθούν μέτρα αντιστήριξης προσωρινά και μόνιμα ώστε κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου να μην προκληθούν κατολισθήσεις από τα ανάντη εδάφη στα οποία θα κατασκευαζόταν η οδός. Στη συνέχεια αφού η διάνοιξη θα γινόταν εντός αστικής περιοχής έπρεπε να ληφθεί υπόψη ότι ορισμένα τμήματα αυτής θα περνούσαν δίπλα

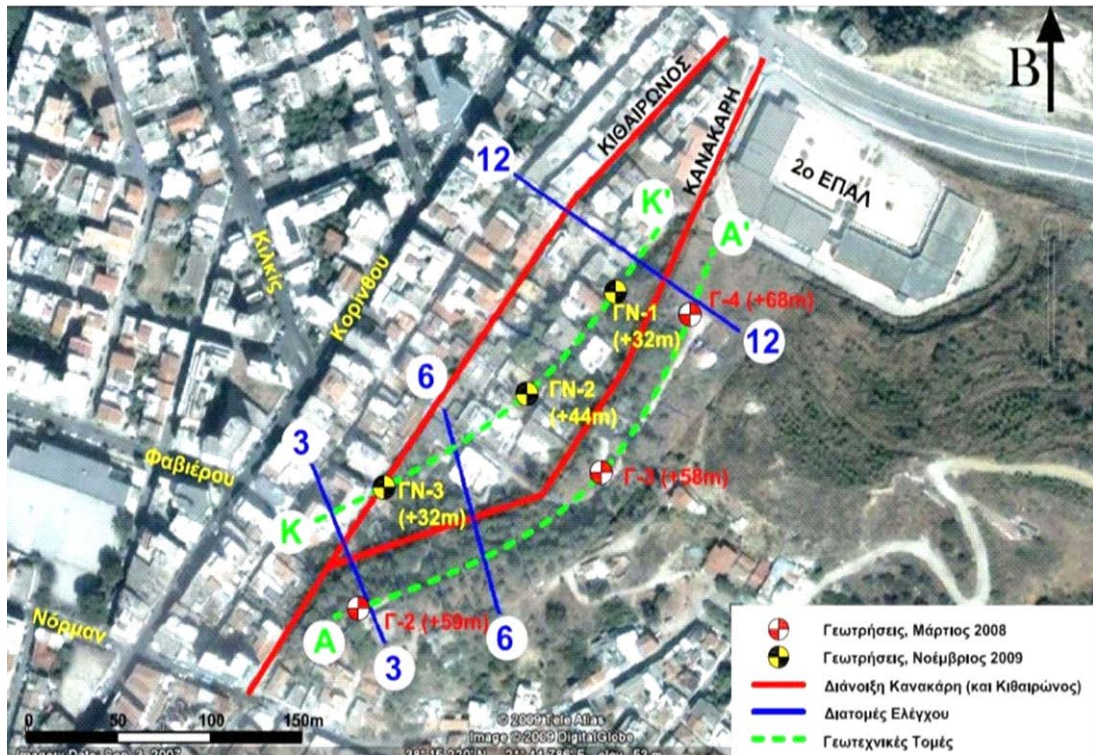
από τις υφιστάμενες οικοδομές. Έτσι, η κατασκευή στο σύνολό της δεν θα έπρεπε να επηρεάζει την ευστάθεια και την λειτουργικότητα αυτών. Για τον λόγο αυτό, επιλέχθηκαν τρόποι για να μην προκληθούν δονήσεις κατά την κατασκευή του έργου καθώς και ηχορύπανση.

Επίσης, η οδός Κανακάρη λόγω της θέσης της στο σχέδιο πόλεως Πατρών έπρεπε να συνδεθεί με τους κάθετους δρόμους αυτού (π.χ. οδός Πάτμου) και γι' αυτό από τις προτεινόμενες λύσεις επιλέχθηκε τελικά αυτή της ανοιχτής διατομής και όχι της κλειστής διατομής που είχε προταθεί στην προμελέτη του έργου. Σε παρακάτω κεφάλαιο θα εξετάσουμε τους λόγους για τους οποίους επιλέχθηκε η ανοιχτή διατομή.

Τα γεωτεχνικά δεδομένα που παρατίθενται στην παρούσα Πτυχιακή εργασία αντλούνται και βασίζονται στα αποτελέσματα παλαιότερης γεωτεχνικής διερεύνησης στη θέση του έργου (Μάρτιος 2008), καθώς και σε διερεύνηση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Τεχνικής Εκθεσης με τίτλο «ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ & ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ NORMAN-ΑΓ. ΣΟΦΙΑΣ» του Πανεπιστημίου Πατρών τον Νοέμβριο του 2009.

Συγκεκριμένα, παρατίθενται τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας του Μαρτίου 2008, η οποία περιέλαβε τη διεξαγωγή των γεωτρήσεων Γ-1, Γ-2, Γ-3 και Γ-4, καθώς και του Νοεμβρίου 2009 με την διεξαγωγή των γεωτρήσεων ΓΝ-1 και ΓΝ-2. Στο Σχ.1.8 παρουσιάζεται δορυφορική φωτογραφία (Google Earth) της περιοχής του έργου στην οποία σημειώνεται ο άξονας της οδού Κανακάρη, οι θέσεις των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και οι εγκάρσιες τομές (3-3, 6-6 και 12-12) που χρησιμοποιήθηκαν για τις αναλύσεις ευστάθειας. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.8 οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις Γ-2, Γ-3 και Γ-4 της παλαιότερης γεωτεχνικής έρευνας (Μάρτιος 2008) διεξήχθησαν σε θέσεις ανάντη του άξονα της διάνοιξης. Τα μητρώα των γεωτρήσεων αυτών περιλαμβάνονται στο υποκεφάλαιο 1.3.2.

Οι θέσεις των τριών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων της νέας γεωτεχνικής έρευνας(γεωτρήσεις: ΓΝ-1, ΓΝ-2 και ΓΝ-3) που έγιναν στα πλαίσια έρευνας του Πανεπιστημίου, σημειώνονται στο Σχ.1.8. Οι γεωτρήσεις αυτές διανοίχθηκαν σε οριζοντιογραφικά συμμετρικές θέσεις –ως προς τον άξονα της χάραξης- με αυτές των γεωτρήσεων Γ-2, Γ-3 και Γ-4, αλλά σε χαμηλότερο υψόμετρο, κατάντη του άξονα της οδού. Τα μητρώα των γεωτρήσεων αυτών περιλαμβάνονται στο υποκεφάλαιο 1.3.2, ενώ στο υποκεφάλαιο 1.3.3 συνοψίζονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης των εδαφικών δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, ανεμπόδιστης θλίψης, τριαξονικής φόρτισης και άμεσης διάτμησης σε εδαφικά δοκίμια τα οποία προερχόνται από τις γεωτρήσεις, τόσο της παλαιότερης όσο και της πρόσφατης γεωτεχνικής έρευνας, συνοψίζονται στους Πίν.1.1, Πίν.1.2 και Πίν.1.3, αντίστοιχα.



Σχήμα 1.8 Δορυφορική φωτογραφία της περιοχής διάνοιξης του εξεταζόμενου τμήματος (Νόρμαν-Αγίας Σοφίας) της οδού Κανακάρη με τις θέσεις των γεωτρήσεων, των θέσεων των εδαφικών τομών A-A' και K-K' και των διατομών 3-3, 6-6 και 12-12.

Στο Σχήμα 1.8 παρουσιάζονται οι εδαφικές κατά μήκος και παράλληλες του άξονα τομές A-A' και K-K' οι οποίες παρουσιάζουν την δισδιάστατη εδαφική στρωματογραφία στις θέσεις των ανάντη (Γ-2, Γ-3 και Γ-4) και κατόντη (ΓΝ-1, ΓΝ-2 και ΓΝ-3) γεωτρήσεων, αντίστοιχα. Η κατάρτιση των δύο ανωτέρω εδαφικών τομών επέτρεψε την αξιόπιστη χαρτογράφηση των εδαφικών συνθηκών σε ζώνη πλάτους 100m, περίπου, κατά μήκος του άξονα της χάραξης της οδού. Έγινε, επομένως, δυνατή κατάρτιση εγκάρσιων, προς τον άξονα της χάραξης, δισδιάστατων εδαφικών τομών σε οποιαδήποτε θέση κατά μήκος του άξονα αυτής.

Με βάση τα αποτελέσματα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και τα στοιχεία από τις διαθέσιμες γεωλογικές έρευνες - μελέτες, διαπιστώνεται ότι στην περιοχή του έργου οι κατά μήκος του άξονα εδαφικές τομές, περιλαμβάνουν την ακόλουθη στρωματογραφία μεταβαλλόμενου πάχους από θέση σε θέση :

ΣΤΡΩΣΗ 1: Επιφανειακή στρώση φυτικών γαιών, κυμαινόμενου πάχους από 0.40m έως 4.0m.

ΣΤΡΩΣΗ 2: Καστανού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος, μέτρια σφιγρή έως πολύ πυκνή ιλυώδης Άμμος (ML) χαμηλής πλαστικότητας.

ΣΤΡΩΣΗ 3: Τεφρού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος, πολύ σκληρή Ιλυώδης Άργιλος (CL) χαμηλής πλαστικότητας, με ενστρώσεις καστανής άμμου.

ΣΤΡΩΣΗ 4: Τεφρού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος πολύ σκληρή Άργιλος (CL) χαμηλής πλαστικότητας, με κατά τόπους ενστρώσεις άμμου, όστρακα και οργανικά.

Επισημαίνεται, ότι σε καμία από τις γεωτρήσεις (των οποίων το βάθος από την επιφάνεια του εδάφους κυμάνθηκε από 20m έως 50m), δεν συναντήθηκε ο υδροφόρος ορίζοντας.

Στα πλαίσια της μελέτης ως πλέον κρίσιμες (εγκάρσιες στη χάραξη) διατομές ελέγχου, θεωρήθηκαν οι 3-3, 6-6 και 12-12, η οριζοντιογραφική θέση των οποίων σημειώνεται στο Σχ. 2.1 του κεφαλαίου 2.

Στα σχήματα 2.3, 2.4 και 2.5 παρουσιάζεται η γεωμετρία και η εδαφική στρωματογραφία στις θέσεις των ανωτέρω τριών διατομών ελέγχου, καθώς και οι χαρακτηριστικές τιμές των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων κάθε στρώσης. Οι τιμές αυτές προέκυψαν από την αξιολόγηση του συνόλου των γεωτεχνικών δεδομένων για την περιοχή του έργου και χρησιμοποιούνται στις αναλύσεις ευστάθειας των τριών διατομών (3-3, 6-6 και 12-12) που παρουσιάζονται στο επόμενο Κεφάλαιο (Κεφ. 2).

1.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

1.3.1 ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η λήψη δειγμάτων από το έδαφος ονομάζεται γεωτεχνική δειγματοληψία και προκειμένου να λάβουμε γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους, εκείνη έγινε με γεωτρήσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε πληθώρα στο έργο αυτό. Οι γεωτρήσεις είναι γεωτεχνικές εργασίες η οποίες εκτελούνται συνήθως σε βάθη μεγαλύτερα των 4-5 μέτρων με το κατάλληλο μηχάνημα που ονομάζεται **γεωτρύπανο**. Κατά τη μέθοδο αυτή, δημιουργείται μία κυλινδρική οπή στο έδαφος με τη διείσδυση ενός μεταλλικού στελέχους (**διατρητική στήλη**) εφοδιασμένου με **κοπτική κεφαλή**. Η διείσδυση γίνεται, είτε με κρούση ή δόνηση (κρουστικές γεωτρήσεις), είτε με συνδυασμό πίεσης και περιστροφής του στελέχους (περιστροφικές γεωτρήσεις). Οι λόγοι που πραγματοποιούμε γεωτρήσεις στο έδαφος είναι :

- Η συγκέντρωση στοιχείων σχετικά με την δομή, την σύσταση και την στρωματογραφία του εδάφους.
- Η λήψη εδαφικών ή βραχωδών δειγμάτων από διάφορα βάθη για να πραγματοποιηθούν οι προαναφερθείσες εργαστηριακές δοκιμές.
- Η τοποθέτηση μέσα στην οπή ειδικών οργάνων παρακολούθησης της συμπεριφοράς του υπεδάφους(π.χ.αποκλισίόμετρα).
- Ο προσδιορισμός των επιπέδων των στρώσεων, των ρηγμάτων καθώς και άλλων τεκτονικών χαρακτηριστικών και ασυνεχειών των γεωλογικών σχηματισμών.
- Η ανίχνευση, ο εντοπισμός υδροφόρων στρωμάτων, όπως και η υδροπερατότητά του.



Σχήμα 1.9 Γεωτρύπανο

Αναφερόμενοι σε δύο βασικά στοιχεία από τα οποία απαρτίζεται το γεωτρύπανο, θεωρήσαμε απαραίτητο να αναλυθούν το κάθε ένα ξεχωριστά παρακάτω :

- Η **διατρητική στήλη** είναι μια άκαμπτη χαλύβδινη στήλη που αποτελείται από αλληλοσυνδεόμενα τεμάχια ειδικών σωλήνων που επιμηκύνονται βαθμιαία με την πρόοδο της γεώτρησης. Δια μέσου της διατρητικής στήλης μεταφέρεται από την επιφάνεια του εδάφους στο βάθος διάτρησης η απαιτούμενη πίεση και περιστροφική κίνηση για την διάτρηση.
- Η **κοπτική κεφαλή**, κοινώς κορώνα, είναι χαλύβδινος κύλινδρος ύψους μερικών εκατοστών που στην βάση του φέρει σπλισμό ανθεκτικό και σκληρό σε φθορά. Η ίδια αποτελεί ένα από τα 5 στελέχη της διατρητικής στήλης και ένα από τα πιο σημαντικά στην γεώτρηση.



Σχήμα 1.10 Κεφαλές Γεωτρύπανου.

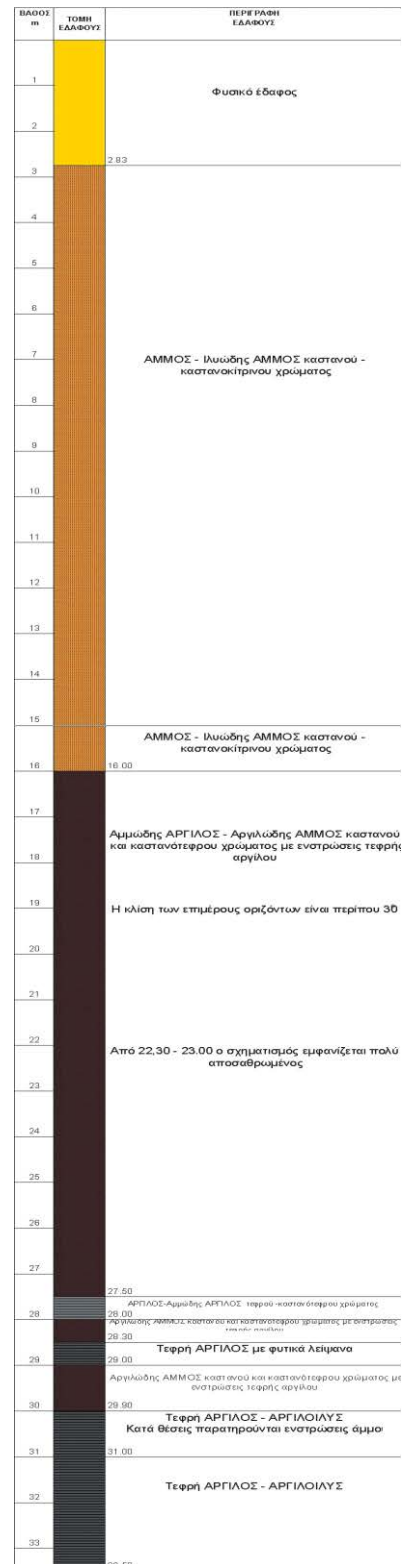
1.3.2 ΜΗΤΡΩΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Κανακάρη Γ1 (αφορά το Τμήμα 1)

0,00–1,50:	Εδαφικά
1,50–2,00:	Καστανή – καστανοκίτρινη άμμος – αμμοίλυς
2,00–2,14:	SPT 50 (14cm) άρνηση
2,14–3,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς με χαλίκια ασβεστολιθικής σύστασης (λεπτά χαλίκια) διάσπαρτα
3,00–4,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς με χαλίκια ασβεστολιθικής σύστασης (λεπτά χαλίκια) διάσπαρτα
4,00–4,26:	SPT 29 – 50(11cm)
4,26–5,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς(πυκνή)
5,00–6,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς(πυκνή)
6,00–6,29:	SPT 24 – 50(14cm)
6,29–8,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς με διάσπαρτα χαλίκια ασβεστολιθικής σύστασης
8,00–8,13:	SPT 50(άρνηση)
8,13–10,00:	Καστανή – καστανοκίτρινη άμμος – αμμοίλυς
10,00–10,23:	SPT 27 – 50(8cm)
10,23–11,00:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς
11,00–12,00:	Καστανή – καστανότεφρη αμμοίλυς και αμμώδης άργιλος σε εναλλαγές
12,00–12,70:	Καστανή άμμος – αμμοίλυς
12,70–14,00:	Καστανή – καστανότεφρη αμμοίλυς και αμμώδης άργιλος σε εναλλαγές
14,00–14,27:	SPT 24 – 50(12cm)
14,27–15,50:	Καστανή – καστανότεφρη αμμώδης άργιλος
15,50 -16,00:	Αμμοχάλικο καστανού χρώματος
16,00–16,12:	SPT
16,12–16,70:	Αμμοχάλικο καστανού χρώματος – χαλίκια ασβεστολιθικής και φαμμιπικής σύστασης(και λίγα κερατολιθικής) σε αμμώδη θεμελιώδη μάζα
16,70–17,20:	Αμμώδης άργιλος καστανότεφρου –τεφρού χρώματος
17,20–17,70:	Χαλαρό αμμοχάλικο
17,70–19,20:	Καστανή – καστανοκίτρινη άμμος με λίγα χαλίκια ασβεστολιθικής σύστασης
19,20–20,20:	Αργιλώδης άμμος καστανού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος με διάσπαρτα μικρά χαλίκια ασβεστολιθικής σύστασης

20,20–22,00:	Αμμοχάλικο ανοιχτού καστανού – καστανοκίτρινου χρώματος με χαλίκια και μικρές κροκάλες (έως 3cm) ασβεστολιθικής σύστασης
22,00–22,10:	SPT άρνηση(10cm)
22,10–26,00:	Αμμοχάλικο ανοιχτού καστανού – καστανοκίτρινου χρώματος με χαλίκια και μικρές κροκάλες(έως3cm) ασβεστολιθικής σύστασης(Από25,60–26,00 έχουμε μείωση του ποσοστού των χαλικιών)
26,00–27,00:	Εναλλαγές καστανής άμμου και καστανότεφρης αμμώδους αργίλου κατά θέσεις παρατηρούνται οριζόντες με οξειδία Fe και φυτικά οργανικά
27,00–27,50:	Άργιλος σκληρή τεφρού –καστανότεφρου χρώματος
27,50–28,30:	Αμμώδης άργιλος σκληρή
28,30–28,70:	Καστανή αργιλώδης άμμος με μικρά χαλίκια
28,70–29,00:	Καστανή αμμώδης άργιλος
29,00–29,70:	Καστανή – καστανότεφρη αμμοίλος με ενστρώσεις αργίλου και παρουσία οργανικών
29,70–31,00:	Καστανή – καστανότεφρη αμμώδης άργιλος
31,00–33,00:	Καστανή – καστανότεφρη αμμώδης άργιλος – αργιλώδης άμμος σε εναλλαγές
33,00–34,00:	Καστανή άμμος– αμμοίλος με ενστρώσεις αργίλου
34,00–34,38:	SPT 23 – 34 –50
34,38–35,40:	Καστανή άμμος –αμμοίλος με ενστρώσεις αργίλου
35,40–35,70:	Αμμοχάλικο ανοιχτού καστανού χρώματος με λεπτά χαλίκια Ασβεστολιθικής σύστασης
35,70–36,00:	Άμμος– αμμοίλος ανοιχτού καστανού χρώματος
36,00–38,00:	Αμμοχάλικο ανοιχτού τεφρού – τεφρόλευκου χρώματος με λεπτά χαλίκια και λεπτές κροκάλες ασβεστολιθικής σύστασης κατά θέσεις έχει μέτρια συγκόλληση
38,00–42,00:	Χαλαρό αμμοχάλικο με αμμώδη – αμμοιλυώδη συνδετική ύλη και χαλίκια και μικρές κροκάλες ασβεστολιθικής και κερατολιθικής σύστασης
42,00–46,00:	Ομοίως κατά θέσεις μεγάλες κροκάλες έως10cm
46,00–46,27:	SPT 29 – 50(12cm)
46,27–47,30:	Καστανή – καστανότεφρη αργιλώδης άμμος
47,30–49,30:	Καστανή άμμος με λεπτές ενστρώσεις κατάθέσεις καστανότεφρης αμμώδους αργίλου
49,30–50,00:	Καστανή – καστανότεφρη αμμώδης άργιλος

- 50,00–50,70: Καστανή άμμος– αμμοίλυσ με ενστρώσεις καστανότεφρης αργίλου
- 50,70–51,00: Καστανότεφρη αμμώδης άργιλος
- 51,00–52,00: Καστανή άμμος– αμμοίλυσ με ενστρώσεις καστανότεφρης αργίλου
- 52,00–52,70: Καστανότεφρη αμμώδης άργιλος
- 52,70–53,70: Καστανή άμμος – αμμοίλυσ με ενστρώσεις καστανότεφρης αργίλου
- 53,70–54,00: Τεφρή άργιλος
- 54,00–56,70: Καστανή – καστανότεφρη άμμος– αργιλώδης άμμος σε εναλλαγές
- 56,70–57,00: Τεφρή άργιλος – αμμώδης άργιλος
- 57,00–58,00: Καστανότεφρη αργιλώδης άμμος – αμμώδης άργιλος με οριζοντες τεφρής αργίλου –αργιλοίλυσ
- 58,00–59,30: Καστανή – καστανοκίτρινη άμμος– αμμοίλυσ
- 59,30–60,00: Τεφρή άργιλος –αργιλοίλυσ
- 60,00–61,00: Καστανή αργιλώδης άμμος – αμμώδης άργιλος



Κανακάρη Γ2

1.00-2.83: Φυσικό έδαφος

- 2.83-16.0: Άμμος –Ιλυώδης Άμμος καστανού-καστανοκίτρινου χρώματος
- 16.00-27.50: Αμμώδης Άργιλος –Αργιλώδης Άμμος καστανού και καστανότεφρου χρώματος με ενστρώσεις τεφρής αργίλου
- *19.00: Η κλίση των επιμέρους οριζόντων είναι περίπου 30**
- **Από 22.30-23.00: Ο σχηματισμός εμφανίζεται πολύ αποσαθρωμένος**
- 27.50-28.00: Άργιλος- Αμμώδης Άργιλος τεφρού-καστανότεφρου χρώματος
- 28.00-28.30: Αργιλώδης άμμος καστανού και καστανότεφρου χρώματος με ενστρώσεις τεφρής αργίλου
- 28.30-29.00: Τεφρή άργιλος με φυτικά λείψανα
- 29.00-29.90: Αργιλώδης άμμος καστανού και καστανότεφρου χρώματος με ενστρώσεις τεφρής αργίλου
- 29.90-31.00: Τεφρή άργιλος-αργιλοΐλυσ.
- Κατά θέσεις παρατηρούνται ενστρώσεις άμμου**
- 31.00-33.50: Τεφρή άργιλος-αργιλοΐλυσ
- 33.50-36.00: Αμμώδης άργιλος-Αμμώδης άργιλος τεφρού χρώματος
- 36.00-37.20: Αμμώδης άργιλος τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
- *37.00-37.20: Παρατηρούνται φυτικά λείψανα
- 37.20-37.50: Χονδρόκοκκη άμμος καστανότεφρου χρώματος
- 37.50-42.00: Τεφρή άργιλος-Αργιλοΐλυσ

ΒΑΘΟΣ m	ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΥΣ
1	2.50	Φυσικό έδαφος
2		
3	8.10	ΑΜΜΟΣ - αργιλώδης άμμος καστανότεφρου χρώματος
4		
5		
6		
7	8.00	Χονδρόκοκκη ΑΜΜΟΣ καστανότεφρου χρώματος
8		
9	10.07	ΑΜΜΟΣ καστανού - καστανότεφρου χρώματος Κατά θέσεις παρατηρούνται λεπτές ενστρώσεις τεφρής αργίλου
10		
11	12.08	ΑΜΜΟΣ καστανού - καστανότεφρου χρώματος με λίγα μικρά χαλίκια
12		
13	13.00	ΑΜΜΟΣ καστανού - καστανότεφρου χρώματος Κατά θέσεις παρατηρούνται λεπτές ενστρώσεις τεφρής αργίλου
14		
15	13.40	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ με ενστρώσεις αμμώδους αργίλου
16		
17	21.00	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ καστανού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
18		
19		
20		
21	21.50	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
22		
23	22.00	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ με ενστρώσεις καστανής αμμώδους αργίλου
24		
25	24.00	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ καστανού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
26		
27	26.45	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ - Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ
28		
29	30.00	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
30		

Κανακάρη Γ3

- 1.00-2.50: Φυσικό έδαφος
- 2.50-6.10: Άμμος-αργιλώδης άμμος

- 6.10-8.00: καστανότεφρου χρώματος
Χονδρόκοκκη άμμος
καστανότεφρου χρώματος
- 8.00-10.07: Άμμος καστανού-
καστανότεφρου χρώματος.
- Κατά θέσεις παρατηρούνται λεπτές ενστρώσεις τεφρής αργίλου**
- 10.07-12.0 Άμμος καστανού-
καστανότεφρου χρώματος με
λίγα μικρά χαλίκια
- 12.08-13.00: Άμμος καστανού-
καστανότεφρου χρώματος.
- Κατά θέσεις παρατηρούνται λεπτές ενστρώσεις τεφρής αργίλου**
- 13.00-13.40: Τεφρή άργιλος με ενστρώσεις
αμμώδους
αργίλου
- 13.40-21.00: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης Άμμος
καστανού και καστανότεφρου
χρώματος σε εναλλαγές
- 21.00-21.50: Τεφρή άργιλος
- 21.50-22.00: Τεφρή άργιλος με ενστρώσεις καστανής
αμμώδους αργίλου
- 22.00-24.00: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης άμμος
καστανού και καστανότεφρου
χρώματος σε εναλλαγές
- 24.00-26.45: Τεφρή άργιλος-Αμμώδης άργιλος
- 26.45-30.00: Τεφρή άργιλος

Κανακάρη Γ4

- 0.00-0.50 Φυσικό έδαφος
- 0.50-4.00: Ιλυώδης άμμος ανοιχτού καστανού χρώματος με
διάσπαρτους κατά θέσεις ασβεστολιθικούς χάλικες

- 4.00-6.60: Αμμοχάλικο λευκότεφρου χρώματος με χαλίκια και μικρές κροκάλες ασβεστολιθικής, κερατολιθικής και ψαμμιτικής σύστασης
- 6.60-8.00: Άργιλος- Αργιλοίλος τέφρου και τοπικά τεφροκάστανου χρώματος
- 8.00-12.90 Λεπτόκοκκη άμμος και αμμοίλος τεφρού-τεφροκάστανου και τοπικά καστανοκίτρινου χρώματος.

Προς τα κάτω παρατηρείται αύξηση στο ποσοστό και στο μέγεθος των κόκκων της άμμου

- 12.90-14.00: Μεσόκοκκη-Χονδρόκοκκη άμμος καστανού χρώματος
- 14.00-15.00: Τεφρή άργιλος
- 15.00-17.00: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης άμμος καστανού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
- 17.00-17.60: Τεφρή άργιλος
- 17.60-19.20: Αμμώδης άργιλος καστανού χρώματος
- 19.20-20.00: Τεφρή άργιλος
- 20.00-21.25: Αμμώδης άργιλος καστανού χρώματος
- 21.25-22.00: Τεφρή άργιλος
- 22.00-26.00: Αργιλοίλος τεφρού-καστανότεφρου χρώματος
- 26.00-29.70: Αργιλοίλος τεφρού-καστανότεφρου χρώματος με άμμο
- 29.70-31.50: Τεφρή άργιλος. Προς τα κάτω παρατηρείται αύξηση του ποσοστού συμμετοχής της άμμου
- 31.50-35.00: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης άμμος τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
- 35.00-40.00: Τεφρή άργιλος
- 40.00-42.00: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης άμμος τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
- 42.00-43.60: Τεφρή άργιλος
- 43.60-44.00: Τεφρή άμμος με ενστρώσεις τεφρής αργίλου
- 44.00-44.50: Τεφρή άργιλος με άμμο
- 44.50-45.00: Αμμώδης άργιλος τεφρού-καστανότεφρου χρώματος
- 45.00-45.80: Τεφρή άργιλος
- 45.80-46.80: Αμμώδης άργιλος-Αργιλώδης άμμος καστανού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
- 46.80-47.30: Τεφρή άργιλος
- 47.30-50.00: Ιλυώδης-αργιλώδης άμμος καστανού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος

ΒΑΘΟΣ m	ΤΟΜΗ ΕΛΛΕΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΛΕΦΟΥΣ
1	0.50	Φυσικό έδαφος
2		Ιλυώδης ΑΜΜΟΣ ανοιχτού καστανού χρώματος με διάσπέρτους κατά θέσεις ασβεστολιθικούς χάλκιες
3		
4	4.00	
5		ΑΜΜΟ ΧΑΛΙΚΟ λευκότεφρου χρώματος με χαλικά και μικρές κροκάλες ασβεστολιθικής, κερατολιθικής και ψαμμιτικής σύστασης
6	6.60	
7		ΑΡΓΙΛΟΣ - ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ τεφρού και τοπικά τεφροκάστανου χρώματος
8	8.00	
9		Λεπτοκοκκή ΑΜΜΟΣ και ΑΜΜΟΙΛΥΣ τεφρού-τεφροκάστανου και τοπικά καστανοκίτρινου χρώματος
10		Προς τα κάτω παρατηρείται αύξηση το ποσοστό και το μέγεθος των κόκκων της άμμου
11		
12		
13	12.90	
14	14.00	Μεσόκοκκη - χονδροκοκκή ΑΜΜΟΣ καστανού χρώματος
15	15.00	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
16		Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ καστανού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
17	17.00	
18	17.60	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
19		Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ καστανού χρώματος
20	19.20	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
21	20.00	
22	21.25	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ καστανού χρώματος
23	22.00	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
24		ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ τεφρού - καστανότεφρου χρώματος

ΒΑΘΟΣ m	ΤΟΜΗ ΕΛΛΕΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΛΕΦΟΥΣ
25		
26	26.00	
27		ΑΡΓΙΛΟΙΛΥΣ τεφρού - καστανότεφρου χρώματος με άμμο
28		
29		
30	28.70	
31		Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ Προς τα κάτω παρατηρείται αύξηση του ποσοτού συμμετοχής της άμμου
32	31.50	
33		Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
34		
35	35.00	
36		
37		Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
38		
39		
40	40.00	
41		Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
42	42.00	
43		Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
44	43.60	
45	44.00	Τεφρή ΑΜΜΟΣ με ενσπράξεις τεφρής ΑΡΓΙΛΟΥ
46	44.50	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ με άμμο
47	45.00	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ τεφρού - καστανότεφρου χρώματος
48	45.90	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
49	46.80	Αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ - Αργιλώδης ΑΜΜΟΣ τεφρού και καστανότεφρου χρώματος σε εναλλαγές
50	47.20	Τεφρή ΑΡΓΙΛΟΣ
51	48	
52	48	Ιλυώδης - αργιλώδης ΑΜΜΟΣ καστανού και τοπικά καστανότεφρου χρώματος
53	50.00	

*Με την έννοια άρνηση σε δοκιμή SPT εννοείται ότι το έδαφος δεν συμπυκνώνεται.

Φωτογραφίες Γεωτεχνικής Έρευνας (Νοέμβριος 2009)

Γεώτρηση ΓΝ-1



Σχήμα 1.11 Γεώτρηση ΓΝ-1 με χρήση μικρού γεωτρύπανου



Σχήμα 1.12 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-1 (0-5m)



Σχήμα 1.13 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-1 (5-10m)



Σχήμα 1.14 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-1 (10-15m)



Σχήμα 1.15 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-1 (15-20m)

Γεώτρηση ΓΝ-2



Σχήμα 1.16 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ2 (0-5m)



Σχήμα 1.17 Εδαφικά δείγματα από την γεωτρηση ΓΝ-2 (5-10m)



Σχήμα 1.18 Γεωτρύπανο με το στέλεχος του να είναι μαζεμένο στην καρότσα του μικρού φορτηγού με το οποίο μεταφέρεται.

Γεώτρηση ΓΝ-3



Σχήμα 1.19 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-3 (0-5m)



Σχέδιο 1.20 Εδαφικά δείγματα από την γεώτρηση ΓΝ-3 (10-14m)

1.3.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΩΝ

Ύστερα από τη λήψη των δειγμάτων μέσω των γεωτρήσεων έγιναν οι απαραίτητες δοκιμές ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις γεωτεχνικές παραμέτρους και τις μηχανικές αντοχές του εδάφους. Συγκεκριμένα, έγιναν οι παρακάτω δοκιμές :

1. Δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης
2. Δοκιμές τριαξονικής φόρτισης
3. Δοκιμές άμεσης διάτμησης
4. Δοκιμή SPT (δοκιμή πρότυπης διείσδυσης) για τον υπολογισμό των διάφορων ιδιοτήτων του εδάφους.
5. Κατάταξη/Ταξινόμηση εδαφών κατά USCS σύμφωνα με τις φυσικές παραμέτρους (φυσική υγρασία, όρια Atterberg)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι δοκιμές μαζί με τα συμπεράσματα τους σε αντίστοιχους πίνακες.

Διατμητική αντοχή

Η μηχανική αντοχή του εδάφους που καθορίζει την συμπεριφορά αυτού όσον αφορά στις ωθήσεις γαιών, ευστάθεια πρανών, αντοχή εδάφους θεμελίωσης, καθορίζεται από την διατμητική αντοχή αυτού και οφείλεται σε δύο μηχανισμούς:

α) Στον καθορισμό της παραμέτρου **C**, δηλαδή στη συνοχή ανάμεσα στους κόκκους.

Ο υπολογισμός της παραμέτρου αυτής, για την άργιλο του εδάφους μέσω των παρακάτω δοκιμών γίνεται με σταθερό ποσοστό υγρασίας (η **C** εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας).

Στην πραγματικότητα η συνοχή **C** ορίζεται ως η “συγκόλληση” των κόκκων του εδαφικού υλικού λόγω ηλεκτροχημικών ή άλλων δυνάμεων.

β) Η γωνία εσωτερικής τριβής **φ**, δηλαδή η αντίσταση στην ολίσθηση μεταξύ των κόκκων.

Από το κριτήριο αστοχίας Mohr Culomb και την εξίσωση της ευθείας Culomb $\tau=c+\sigma \tan \varphi$, υπολογίζονται οι τιμές των παραμέτρων **C** και **φ**.

Η διατμητική αντοχή περιέχει τις δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, τριαξονικής φόρτισης καθώς και την δοκιμή άμεσης διάτμησης.

1) Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης

Η δοκιμή αυτή είναι κατάλληλη για την εκτίμηση της συνοχής(C) των συνεκτικών εδαφών.

Σε αυτή τη δοκιμή το έδαφος φτάνει σε αστοχία με την αύξηση μόνο του αξονικού φορτίου(P), χωρίς την επιβολή πλευρικής πίεσης, μέχρι την θραύση του ή την πλαστική διαρροή του.

Η δοκιμή πραγματοποιείται σε κυλινδρικά δοκίμια, συνήθως διαμέτρου 38mm και μήκους 76mm, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν και μεγαλύτερες διαμέτροι (μέχρι 100mm) σε μεγαλύτερες μηχανές θλίψης.

Προπαρασκευή δοκιμίου

Το δοκίμιο θα πρέπει να είναι αδιατάραχτο ή αναζυμωμένο. Για την παρασκευή των αδιατάραχτων δοκιμίων χρησιμοποιούνται μεγάλα αδιατάραχτα δοκίμια τα οποία λαμβάνονται με δειγματοληπτικούς σωλήνες λεπτών τοιχωμάτων ενώ τα αναζυμωμένα δοκίμια παρασκευάζονται με αναζύμωση του αδιατάρακτου δείγματος μέσα σε λεπτές ελαστικές μεμβράνες με τα δάχτυλα για την διατήρηση της υγρασίας.

Πορεία δοκιμής

Στο δοκίμιο εφαρμόζεται θλιπτικό αξονικό φορτίο το οποίο επιβάλλει παραμόρφωση με ρυθμό της τάξης των 0.5 έως 2% ανά λεπτό και καταγράφονται οι τιμές του φορτίου καθώς και οι παραμορφώσεις κάθε 30 sec (διάρκεια δοκιμής <=10). Η ταχύτητα παραμόρφωσης ρυθμίζεται έτσι ώστε ο χρόνος θράυσης για τα μη καλυμμένα δοκίμια να μην ξεπερνάει τα 10 λεπτά. Η επιβολή του φορτίου συνεχίζεται μέχρι την θραύση του (μείωση του φορτίου με αυξανόμενες παραμορφώσεις) ή μέχρι η ανηγμένη αξονική παραμόρφωση ϵ να φθάσει στο 20%. Απο τις δύο αυτές τάσεις, θα δεχόμαστε σαν αντοχή του δοκιμίου αυτή που χρονικά εφαρμόζεται πρώτη.

Αν είναι (A) η επιφάνεια του δοκιμίου σε κάθε χρονική στιγμή, τότε η ορθή τάση θα είναι:

$$\sigma = P/A$$

Η ανηγμένη αξονική παραμόρφωση (ϵ) δίνεται απτην σχέση :

$$\epsilon = \Delta H/H_0$$

όπου ΔH η ολική αξονική παραμόρφωση του δοκιμίου

και H_0 το αρχικό ύψος του δοκιμίου



Σχήμα 1.21 Μηχανή ανεμπόδιστης θλίψης

2) Τριαξονική δοκιμή

Με την δοκιμή αυτή, προσδιορίζεται επαρκώς η διατμητική αντοχή κυλινδρικών δοκιμών, αδιατάρακτων ή αναζυμωμένων, συνεκτικών εδαφών. Κατά τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η αντοχή και οι σχέσεις παράπλευρης τάσης-πίεσης με πολλά ζεύγη δοκιμών σ_1, σ_3 και πίεσης-υπερπίεσης σε οποιοσδήποτε συνθήκες στράγγισης. Τέλος, με τα ζεύγη δοκιμών εκτιμούνται οι παράμετροι ϕ και c .

Ανάλογα με τις συνθήκες στράγγισης, έχουμε τρεις τύπους τριαξονικής φόρτισης και είναι :

Δοκιμή UU: Ταχεία δοκιμή χωρίς στερεοποίηση και χωρίς αποστράγγιση

Δοκιμή CU ή CUPP: Δοκιμή με στερεοποίηση, χωρίς αποστράγγιση, με ή χωρίς τη μέτρηση της πίεσης πόρων.

Δοκιμή CD: Αργή δοκιμή με στερεοποίηση και αποστράγγιση.

Διαστάσεις δοκιμίου :

Σχέση διαμέτρου προς ύψος 1:2 έως 1:3 με ελάχιστη διάμετρο 33mm

Τα περισσότερα δοκίμια που χρησιμοποιούνται έχουν τιμές ζεύγους ύψους-διαμέτρου είτε 72mm-35mm, είτε 165mm-71mm

Προπαρασκευή δοκιμίου :

Το δοκίμιο θα πρέπει να είναι αδιατάραχτο ή αναζυμωμένο

Για την παρασκευή των αδιατάραχτων δοκιμίων χρησιμοποιούνται μεγάλα αδιατάραχτα δοκίμια τα οποία λαμβάνονται με δειγματοληπτικούς σωλήνες λεπτών τοιχωμάτων ενώ, τα αναζυμωμένα δοκίμια παρασκευάζονται με αναζύμωση του αδιατάρακτου δείγματος μέσα σε λεπτές ελαστικές μεμβράνες με τα δάχτυλα για την διατήρηση της υγρασίας.

Πορεία δοκιμής αστράγγιστης δοκιμής χωρίς μέτρηση της πίεσης πόρων(λόγω μη ύπαρξης υδροφόρου ορίζοντα)

Για τον συγκεκριμένο τύπο χρησιμοποιείται δείγμα διαμέτρου 35mm.

Αρχικά, το αδιατάρακτο δείγμα μορφώνεται σε κυλινδρικό δοκίμιο προσεχτικά και τοποθετείται μεταξύ δυο υπάρχουσων πλακών φόρτισης. Απαραίτητο είναι αμέσως να στεγανοποιηθεί με ειδικές ελαστικές μεμβράνες και o-rings.

Στη συνέχεια ,κλειδώνει η κυψέλη στο σύστημα περισφυξης , τοποθετείται μεταξύ των εμβόλων φόρτισης και γεμίζεται με νερό.

Ακολούθως, ενεργοποιείται η διάταξη της μηχανής που επιβάλλει υδροστατική πίεση(στήλες υδραργύρου) και αυξάνεται η υδατική πίεση μέχρι το επιθυμητό σημείο ώστε το δείγμα να βρεθεί σε ομοιόμορφη-υδροστατική πίεση $\sigma = \sigma_{1,2,3}$.

Το κατακόρυφο φορτίο μηδενίζεται και γίνεται επιβολή αξονικού φορτίου στο δείγμα (**P**).

Έτσι, λαμβάνονται τιμές για το αξονικό φορτίο(**P**) καθώς και για την αξονική παραμόρφωση που δημιουργείται στο δείγμα(**Δl**).Εάν με την παραμόρφωση, η τιμή του φορτίου μείνει σταθερή ή μειωθεί, υπάρχει αστοχία στο δοκίμιο και καταγράφονται οι τιμές του οριακού φορτίου ώστε να υπολογιστεί η αντοχή του

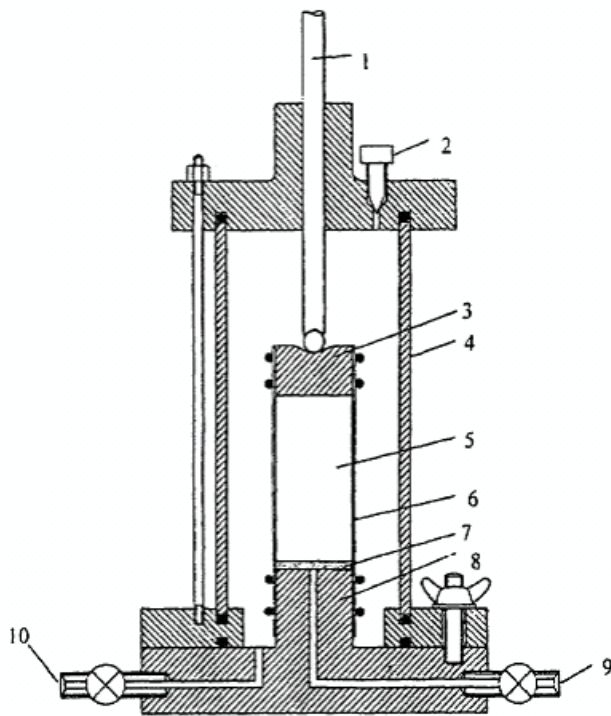
Τελικά, η αντοχή καθώς και οι παράμετροι **φ** και **C** υπολογίζονται από τον σχεδιασμό του κύκλου Mohr για την αστοχία και από τον σχεδιασμό της περιβάλλουσας αστοχίας. Απαραίτητα στοιχεία, είναι τα ζεύγη τάσεων σ . Πιο συγκεκριμένα :

Η κύρια τάση κατά την αστοχία δίνεται από την σχέση $\sigma_1 = \sigma_r + q$. Ειδικότερα :

Η κύρια τάση σ_1 , πριν επιβληθεί κατακόρυφο φορτίο είναι ίση με την παράπλευρη πίεση.

Αποτέλεσμα της επιβολής του κατακόρυφου φορτίου είναι η αύξηση της τάσης σ_1 κατά ένα μέγεθος q αναφερόμενο ως απόκλιση και ορισμένο ως $q = P/A$

Όπου **A** ,η επιφάνεια φόρτισης.



Σχήμα 1.22 Διάταξη τριαξονικής δοκιμής – κυψέλη, σχεδιάγραμμα (α) (Craig, Soil Mechanics), φωτογραφία (β)

3) Δοκιμή Άμεσης Διάτμησης

Η δοκιμή άμεσης διάτμησης χρησιμοποιείται για την διερεύνηση των ιδιοτήτων της διατμητικής αντοχής των πλέον ασυνήθιστων κοκκωδών εδαφών, όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμες οι σχέσεις μεταξύ ϕ και επιτόπου δοκιμών, όπως η πρότυπη δοκιμή διείσδυσης (SPT).

Κατά τη δοκιμή αυτή, επιβάλλεται βαθμιαία διατμητική μετακίνηση σε εδαφικό δοκίμιο, το οποίο είναι προσαρμοσμένο εντός υποδοχέα διάτμησης. Η μετακίνηση αυτή γίνεται μέσω της ορθής φόρτισης που εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνεια του δοκίμιου. Η δοκιμή σταματάει όταν υπάρξει θραύση του δοκίμιου κατά μήκος προδιαγεγραμμένης επιφανείας.

Διαστάσεις δοκίμιου

Η ελάχιστη επιθυμητή διάμετρος του δοκίμιου ή το πλάτος ορθογωνικής διατομής τετραγωνικού δοκίμιου είναι 50mm. Το ελάχιστο πάχος του δοκίμιου είναι 25mm και οι μέγιστες διαστάσεις των κόκκων δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 1/6 του πάχους.

Προπαρασκευή δοκιμίου

Το δοκίμιο θα πρέπει να είναι αδιατάραχτο ή αναζυμωμένο. Για την παρασκευή των αδιατάραχτων δοκιμίων χρησιμοποιούνται μεγάλα αδιατάραχτα δοκίμια τα οποία λαμβάνονται με δειγματοληπτικούς σωλήνες λεπτών τοιχωμάτων ενώ, τα αναζυμωμένα δοκίμια παρασκευάζονται με αναζύμωση του αδιατάρακτου δείγματος μέσα σε λεπτές ελαστικές μεμβράνες με τα δάχτυλα για την διατήρηση της υγρασίας.

Πορεία δοκιμής

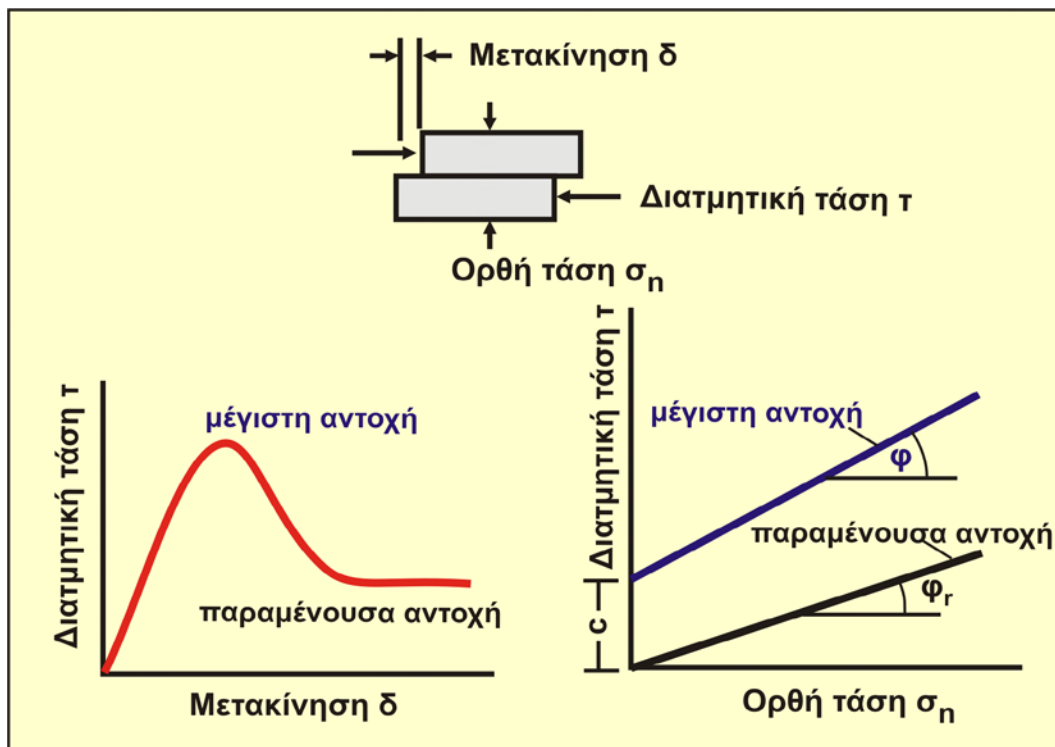
Αρχικά, τοποθετείται προσεχτικά το δοκίμιο, συνδέεται με τους μηχανισμούς φόρτισης και στη συνέχεια τοποθετούνται επιμηκυνσιόμετρα.

Ο τρόπος φόρτισης και θραύσης του δοκιμίου εξαρτάται από τον τύπο της δοκιμής.

Στην ταχεία δοκιμή χωρίς προηγούμενη στερεοποίηση του δοκιμίου επιβάλλουμε ορθή τάση μέχρι την θραύση του δοκιμίου. Η ταχύτητα της παραμόρφωσης του δοκιμίου είναι 0.5-2% της διαμέτρου/min και η διάρκεια της δοκιμής είναι 15-20min

Στην ταχεία δοκιμή με στερεοποίηση γίνεται στερεοποίηση του δοκιμίου μέχρις ότου να φτάσει την τιμή της ορθής τάσης που επιβάλλεται για την θραύση του δοκιμίου. Η ταχύτητα και η διάρκεια δοκιμής είναι ίδια.

Στην βραδεία δοκιμή με στερεοποίηση, γίνεται πάλι στερεοποίηση του δοκιμίου μέχρις ότου να φτάσει την τιμή της ορθής τάσης που επιβάλλεται για την θραύση του. Η ταχύτητα παραμόρφωσης σε αυτή τη δοκιμή ορίζεται ως ο χρόνος θραύσης του δοκιμίου προς την εκτιμώμενη διατμητική παραμόρφωση. Η επιβολή του φορτίου και το τέλος της δοκιμής σταματάει όταν το δοκίμιο θραυστεί.



Σχήμα 1.23 Η δοκιμή άμεσης διάτμησης σε γραφική απόδοση και τα 2 διαγράμματα της διατμητικής τάσης προς την μετακίνηση (δ) και προς την ορθή τάση σ_n αντίστοιχα.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ H	ΒΑΘΟΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ, q_u	ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ, ϵ
	(m)	(kPa)	(%)
Γ-2	22.00	669.10	1.19
	32.00	1258.65	2.17
	39.00	571.44	5.31
	42.70	1095.31	3.57
Γ-3	26.00	171.50	12.5
	28.00	304.26	7.08
	30.00	473.58	5.27
Γ-4	10.60	215.16	2.38
	12.40	245.85	3.27
	14.20	515.90	5.53
	16.70	957.37	4.48
	18.60	303.41	4.37
	20.30	211.07	5.17
	22.20	231.51	3.53
	23.60	271.79	7.54
	24.70	426.29	7.08
	26.65	462.37	3.72
	28.70	268.84	4.88
	30.40	70.07	21.23
	32.70	1292.94	4.97
	34.25	729.92	7.31
45.40	222.99	19.38	
49.60	250.49	6.22	
ΓN-1	4.70	646.00	3.8
ΓN-2	6.75	362.00	3.0
ΓN-3	4.30	96.00	6.2
	9.40	199.00	7.6

Πίνακας 1.1 Αποτελέσματα δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	ΣΥΝΟΧΗ c	ΓΩΝΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ϕ
	(m)	(kPa)	($^{\circ}$)
Γ-3	30.00	120.0	25
Γ-4	24.70	120.0	5
	28.70	200.0	3
	36.70	120.0	4

Πίνακας 1.2 Αποτελέσματα δοκιμών τριαξονικής φόρτισης.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	ΣΥΝΟΧΗ c	ΓΩΝΙΑ
	Σ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ
	(m)	(kPa)	ΤΡΙΒΗΣ φ
			(^ο)
Γ-1	29.00	100.0	36
	30.00	160.0	25
	60.00	165.0	17
Γ-2	30.00	200.0	33
	39.00	240.0	25
Γ-3	14.00	80.0	27
	28.00	120.0	20
Γ-4	8.30	100.0	20
	15.60	130.0	24
	18.60	90.0	37
	22.20	180.0	21
	31.20	160.0	32
	34.25	100.0	11
	40.30	200.0	23
	42.70	220.0	25
	45.40	20.0	40
ΓN-1	8.20	7.9	40.2
ΓN-2	4.80	131.4	30.5

Πίνακας 1.3 Αποτελέσματα δοκιμών άμεσης διάτμησης.

4) Δοκιμή SPT

Χρησιμοποιείται ευρέως για την ένδειξη των ιδιοτήτων των εδαφών και τον άμεσο προσδιορισμό των παρακάτω :

- σχετική πυκνότητα
- αντίσταση των σχηματισμών στη διείσδυση
- παράμετροι διατμητικής αντοχής
- μεταβολής του όγκου του εδάφους με το χρόνο
- καθορισμός της επιτρεπόμενης φέρουσας ικανότητας.
- υπολογισμός των καθιζήσεων των κατασκευών στην επιφάνεια του εδάφους με το χρόνο
- εκτόνωση της πίεσης των πόρων με το χρόνο

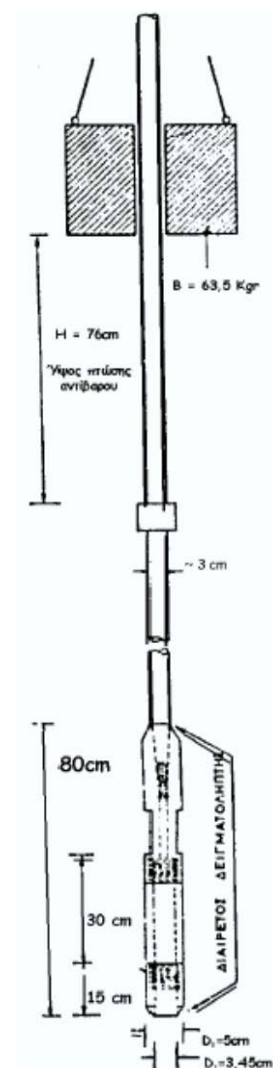
Η δοκιμή SPT (πρότυπης διείσδυσης) εκτελείται με την βοήθεια γεωτρήπανου όπου συλλέγεται δείγμα εδαφικού υλικού και τοποθετείται στο εργαστήριο.

Στην συνέχεια, άμεσο ρόλο έχει ένας ειδικός δειγματολήπτης όνοματι Terzaghi.

Ο δειγματολήπτης αυτός, εισχωρεί μέσα στο έδαφος και γίνεται πτώση αυτού ανα τρία διαστήματα των 15cm (δηλαδή αντίβαρου 63.5kg μείωνει το ύψος από 76.2 cm σε 45 cm) με σκοπό των προσδιορισμό των κρούσεων N.

Λόγω ότι το υλικό διαταράχτηκε από την διαδικασία της διάτρησης ή έχει ως συστατικό υλικά που έχουν κυλήσει από το ασωλήνωτο τμήμα της γεώτρησης, δεν λαμβάνουμε υπόψη τον αριθμό κρούσεων των πρώτων 15cm της διείσδυσης.

Αντίθετα, λαμβάνουμε υπόψην το άθροισμα του αριθμού κρούσης της προσχώρησης στα επόμενα δύο διαστήματα (σύνολο 30cm).



Σχήμα

δειγματολήπτης Terzaghi (S.P.T)

1.24 Πρότυπος

5) Ταξινόμηση κατά USCS

Το **Ενιαίο Σύστημα Ταξινόμησης** (Unified Soil Classification System ή USCS) χαρακτηρίζεται ως το πιο διαδεδομένο και αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο διεθνώς για την πλειονότητα των γεωτεχνικών έργων. Η θεωρία αυτή βασίζεται στην διαφορά των συστατικών του εδάφους. Υποστηρίζεται, ότι τα εδάφη στα οποία τα λεπτά συστατικά (άργιλος και ιλύς) δεν επηρεάζουν τη μηχανική τους συμπεριφορά ταξινομούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μεγέθους των κόκκων τους. Αντίθετα, τα εδάφη στα οποία τα λεπτά συστατικά ελέγχουν την μηχανική τους συμπεριφορά, ταξινομούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά πλαστικότητας τους. Για την διεκπεραίωση της ταξινόμησης αυτής, πρέπει να έχει πραγματοποιηθεί κοκκομετρική ανάλυση (προσδιορισμός κοκκομετρικής καμπύλης) και να έχουν προσδιοριστεί τα όρια Atterberg.

ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ (ASTM D-2487)			
Κύριος διαχωρισμός	Σύμβολα ομάδας	Όνομα	Εργαστηριακά κριτήρια ταξινόμησης
Χονδρόκοκκα εδάφη (Περισσότερο από το 50% των κόκκων έχουν διάμετρο μεγαλύτερη του κόσκινου No. 200)		Προσδιορισμός του ποσοστού της άμμου και των χαλικιών από την κοκκομετρική καμπύλη. Ανάλογα με το ποσοστό των λεπτόκοκκων ($d < 0.075 \text{ mm}$) τα χονδρόκοκκα εδάφη ταξινομούνται ως εξής: $< 5\%$ GW, GP, SW, SP $> 12\%$ GM, GC, SM, SC $5-12\%$ Οριακές περιπτώσεις (διπλή ονομασία)	
Καθαροί χαλίκες (καθόλου λεπτόκοκκα)	GW	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D}{d_{60}} > 4$, $1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$
	GP	Μη διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν GW
Χάλικες με λεπτόκοκκα (σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	GM ^a	Ιλυώδη χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλίκια-ιλύς	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "A" ή P.I. μικρότερος του 4
	GC	Αργιλώδη χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλίκια-άργιλος	Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "A" και P.I. μεγαλύτερος του 7
Άμμοι (περισσότερο από το 50% του χονδρόκοκκων τμημάτων έχουν διάμετρο μικρότερη από αυτή του κόσκινου No. 4)			
Καθαρές άμμοι (λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα)	SW	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D}{d_{60}} > 6$, $1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$
	SP	Μη διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν SW
Άμμοι με λεπτόκοκκα (Σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	SM ^a	Ιλυώδεις άμμοι, μείγμα άμμου-άργιλος	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "A" ή P.I. μικρότερος του 4
	SC	Αργιλώδεις άμμοι, μείγμα άμμου-άργιλος	Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "A" και P.I. μεγαλύτερος του 7
Λεπτόκοκκα εδάφη (Περισσότερο από το 50% των κόκκων έχουν διάμετρο μεγαλύτερη του κόσκινου No. 200)			
Ίλιες και άργιλοι (LL < 50)	ML	Ανόργανες ιλύς και λεπτόκοκκες άμμοι, ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμοι, ή αργιλώδεις ιλύς με μικρή πλαστικότητα	
	CL	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας	
	OL	Οργανικές ιλύς και οργανικές ιλυώδεις άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας	
Ίλιες και άργιλοι (LL > 50)	MH	Ανόργανες ιλύς, μαρμαρυγικές ή διατομικές λεπτόκοκκες άμμοι ή ιλυώδη εδάφη, ελαστικές ιλύς	
	CH	Ανόργανες άμμοι μεγάλης πλαστικότητας, ιλυώδεις άργιλοι	
	OH	Οργανικές άργιλοι μέτριας ή μεγάλης πλαστικότητας, οργανικές ιλύς	
Πολύ οργανικά εδάφη	PT	Τύρφη και άλλα οργανικά εδάφη	

Πίνακας 1.4 Ταξινόμηση κατά USCS

Όρια Atterberg

Τα όρια Atterberg αποτελούν σημαντική ιδιότητα των εδαφικών υλικών καθώς αντικατοπτρίζουν τη συμπεριφορά αυτών υπό την επίδραση του νερού. Έτσι εισάγονται τρεις χαρακτηριστικές περιεκτικότητες νερού που σε συνάρτηση με τις αντίστοιχες καταστάσεις του εδαφικού υλικού παρέχουν τα όρια :

Υδαρότητας, Πλαστικότητας και Συρρίκνωσης.

Η περιεκτικότητα σε νερό στο όριο μεταξύ ημιστέρας και στερεάς κατάστασης παρέχει το όριο συρρίκνωσης W_s όπου ο όγκος του εδάφους παύει να μειώνεται καθώς το εδαφικό δείγμα συνεχίζει να αποξηραίνεται. Δηλαδή η συρρίκνωση έχει ολοκληρωθεί, ακόμα και αν το έδαφος συνεχίζει να βγάζει νερό. Γενικά, όταν το έδαφος έχει υγρασία ίση με το όριο συρρίκνωσης, τότε το νερό καταλαμβάνει όλα τα κενά.

Στην συνέχεια η μετάβαση από την υδαρή στην πλαστική κατάσταση δίνεται από το όριο υδαρότητας W_L και η μετάβαση από την πλαστική στην ημιστέρα κατάσταση δίνεται από το όριο της πλαστικότητας W_p , οι οποίες είναι σταδιακές.



Σχήμα 2.25 Όρια Atterberg

Το όριο συρρίκνωσης W_s , ορίζεται ως η υγρασία εκείνη για την οποία ο όγκος του εδάφους δε μειώνεται όσο και αν αυτό ξηρανθεί.

Αντίθετα, τα όρια υδαρότητας και πλαστικότητας ορίζονται με αυθαίρετες εργαστηριακές διαδικασίες από τον Atterberg δηλαδή :

Το όριο πλαστικότητας W_p ορίζεται ως η υγρασία για την οποία το έδαφος πλάθεται σε κυλίνδρους διαμέτρου 3.2 mm χωρίς να θρυμματίζεται. Η δοκιμή πραγματοποιείται πλάθοντας ραβδίσκους εδάφους διαφόρων υγρασιών σε γυάλινη πλάκα.

Το όριο υδαρότητας W_L προσδιορίζεται με την συσκευή Casagrande.

Ο δείκτης πλαστικότητας (PI) δίνεται από την σχέση $PI=W_L-W_p$, δηλαδή της διαφοράς υγρασίας ανάμεσα στο όριο υδαρότητας και στο όριο πλαστικότητας, ενώ ο δείκτης υδαρότητας δίνεται από την σχέση $LI=W_n-W_p/W_L-W_p$, όπου W_n η φυσική υγρασία.

Φυσική υγρασία $W_n\%$

Φυσική υγρασία είναι η ποσότητα του νερού που περιέχει ένα πέτρωμα στο φυσικό του περιβάλλον. Μετρείται σε % και είναι ο λόγος του νερού προς το ξηρό βάρος των στερεών συστατικών σε ένα εδαφικό στοιχείο $W_n=W_w/W_s$ (%).

Φαινόμενο βάρος γ

Για κάθε υλικό (και όχι μόνο για τα εδάφη) ορίζεται ως ο λόγος του βάρους (W) προς τον όγκο (V) του υλικού. Όσον αφορά στα εδάφη στο βάρος και τον όγκο του εδάφους συμπεριλαμβάνονται τα στερεά και οι πόροι του εδάφους με το περιεχόμενό τους (νερό και αέρας). (W_a =βάρος αέρα, V_a =όγκος αέρα). Έτσι, το υγρό φαινόμενο βάρος γ_t και το ξηρό φαινόμενο βάρος γ_d ορίζονται ως ο λόγος του βάρους του νερού προς τον όγκο του και ο λόγος του βάρους των στερεών με τα κενά προς τον όγκο τους αντίστοιχα.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ w (%)	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_t (kN / m ³)	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_d (kN / m ³)	% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ			ΣΥΜΒΟΛ. ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΤΑ ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (U.S.C.S.)
			LL (%)	PL (%)	PI (%)			ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ	
Γ-2	4.00	11.9	38.20	15.80	22.40			0	2	98	CL
	5.00	14.2	51.60	17.90	33.70			0	4	96	CH
	7.00	5.4	22.30	16.90	5.40			1	40	59	CL-ML
	9.00	4.0	22.70	19.00	3.70			2	50	48	SM
	11.00	9.3	27.90	14.60	13.30			6	22	72	CL
	13.00	7.5	25.80	14.80	11.00			1	21	78	CL
	16.00	6.8	24.30	15.40	8.90			0	22	78	CL
	17.85		24.80	14.60	10.20			1	22	77	CL
	19.00	7.7	26.00	14.10	11.90			1	20	79	CL
	20.00		33.90	15.70	18.20			2	11	87	CL
	22.00	17.4	39.30	18.70	20.60	21.24	18.09	0	6	94	CL
	27.50		48.90	20.30	28.60			1	6	93	CL
	30.00	16.7	30.10	12.90	17.20	21.36	18.30	0	22	78	CL
	32.00	16.8	42.00	19.50	22.50	21.34	18.27	0	0	100	CL
	34.00		31.20	18.40	12.80			3	9	88	CL
39.00	18.2	45.30	18.20	27.10	20.63	17.45	0	2	98	CL	
42.70	18.8	44.30	17.30	27.00	20.46	17.22	0	2	98	CL	

Πίνακας 1.5 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης (γεώτρηση Γ-2).

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ w (%)	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_t (kN / m ³)	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_d (kN / m ³)	% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ			ΣΥΜΒΟΛ. ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΤΑ ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (U.S.C.S.)
			LL (%)	PL (%)	PI (%)			ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ	
Γ-3	4.00	11.9	N.P.	N.P.	N.P.			1	50	49	SM
	7.00	9.5	22.20	15.70	6.50			0	35	65	CL-ML
	10.00	4.4	N.P.	N.P.	N.P.			7	77	16	SM
	12.00		N.P.	N.P.	N.P.			1	78	21	SM
	13.00		29.00	12.00	17.00			3	16	81	CL
	14.00	17.7	49.90	17.60	32.30	20.00	16.99	0	1	99	CL
	17.00		33.30	15.50	17.80			0	4	96	CL
	19.00		40.30	15.60	24.70			1	5	94	CL
	21.50		49.70	14.30	35.40			0	2	98	CL
	26.00	23.4	43.90	17.50	26.40	19.71	15.97	0	2	98	CL
	28.00	18.4	52.00	15.50	36.50	20.87	17.63	1	3	96	CH

Πίνακας 1.6 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης (γεώτρηση Γ-3).

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ w (%)	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_t (kN / m ³)	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_d (kN / m ³)	% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ			ΣΥΜΒΟΛ. ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΤΑ ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (U.S.C.S.)
			LL (%)	PL (%)	PI (%)			ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ	
Γ-4	2.65		27.80	15.90	11.90			7	31	62	CL
	4.85		17.40	12.80	4.60			36	46	18	SC-SM
	5.85		18.50	12.90	5.60			39	41	20	SC-SM
	8.50	14.9	32.80	20.10	12.70	19.62	17.07	0	2	98	CL
	10.80	9.5	19.60	17.10	2.50	19.60	17.89	0	30	70	ML
	12.65	13.9	26.70	17.40	9.30	20.03	17.59	0	4	96	CL
	14.40	15.0	50.70	19.40	31.30	20.64	17.95	0	5	95	CH
	15.80	16.1	40.10	18.20	21.90	20.40	17.58	0	4	96	CL
	16.85	14.1	44.60	15.90	28.70	21.41	18.76	1	1	98	CL
	17.90		22.40	17.80	4.60			0	18	82	CL-ML
	18.80	17.1	25.80	14.80	11.00	20.29	17.33	0	18	82	CL
	19.65	14.3	32.90	14.30	18.60	21.55	18.86	0	5	95	CL
	20.45	17.0				20.38	17.41			100	
	21.80		47.10	19.20	27.90			0	1	99	CL
	22.35	17.3				20.39	17.39			100	
	23.75	16.9	32.50	18.80	13.70	20.66	17.67	0	5	95	CL
	24.85	15.8	43.20	16.90	26.30	21.15	18.26	0	4	96	CL
	26.85	14.0	45.30	16.60	28.70	21.11	18.52	0	2	98	CL
	27.85	15.2	29.60	14.90	14.70			0	7	93	CL
28.85	15.2	27.90	14.90	13.00	19.05	16.53	0	9	91	CL	
30.55	23.0	36.00	17.00	19.00	20.81	16.92	0	1	99	CL	
31.35	20.8	31.00	17.40	13.60	20.16	16.68	0	6	94	CL	

Πίνακας 1.7 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης (γεώτρηση Γ-4).

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ w (%)	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_t (kN / m ³)	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_d (kN / m ³)	% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ			ΣΥΜΒΟΛ. ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΤΑ ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (U.S.C.S.)
			LL (%)	PL (%)	PI (%)			ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ	
Γ-4	32.85	17.1	33.10	15.10	18.00	21.33	18.21	0	5	95	CL
	34.40	19.5	37.50	15.30	22.20	21.60	18.08	0	7	93	CL
	35.85		41.10	17.60	23.50			1	5	94	CL
	36.85		45.20	15.00	30.20			1	2	97	CL
	37.80		36.90	16.60	20.30			1	4	95	CL
	39.32	12.4	34.80	15.70	19.10	20.69	18.41	0	3	97	CL
	40.40	12.2	28.40	13.10	15.30	20.80	18.54	0	17	83	CL
	41.45	19.6	19.70	17.00	2.70	19.42	16.24	0	45	55	CL
	42.85	18.6	65.50	25.80	39.70	19.18	16.17	0	7	93	CL
	45.60	18.9	31.50	17.70	13.80	20.19	16.98	0	6	94	CL
	46.65	19.7	36.10	14.80	21.30	20.83	17.4	0	1	99	CL
	49.75	11.0	22.00	15.20	6.80	20.51	18.48	0	29	71	CL

Πίνακας 1.8 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης (γεώτρηση Γ-4).

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (m)	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ w (%)	ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΥΓΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_t (kN / m ³)	ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ γ_d (kN / m ³)	% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ			ΣΥΜΒΟΛ. ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΤΑ ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (U.S.C.S.)
			LL (%)	PL (%)	PI (%)			ΧΑΛΙΚΕΣ	ΑΜΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ	
ΓΝ-1	2.25		N.P.	N.P.	N.P.			0	25	75	ML
	4.70	14.1	38.00	20.00	18.00	21.13	18.53	0	1	99	CL
	8.20	13.9	27.00	17.00	10.00			0	16	84	CL
ΓΝ-2	2.70		30.00	20.00	10.00			0	2	98	CL
	4.80	11.7	33.00	18.00	15.00			0	2	98	CL
	6.80	15.1	41.00	20.00	21.00	19.55	16.98	0	1	99	CL
	15.25		23.00	18.00	5.00			0	29	71	CL-ML
ΓΝ-3	2.70		32.00	20.00	12.00			0	3	97	CL
	4.30	23.9	50.00	22.00	28.00	18.63	15.03	0	1	99	CL
	7.75		N.P.	N.P.	N.P.			0	52	48	SM
	9.40	16.1	30.00	17.00	13.00	20.3	17.48	0	10	90	CL

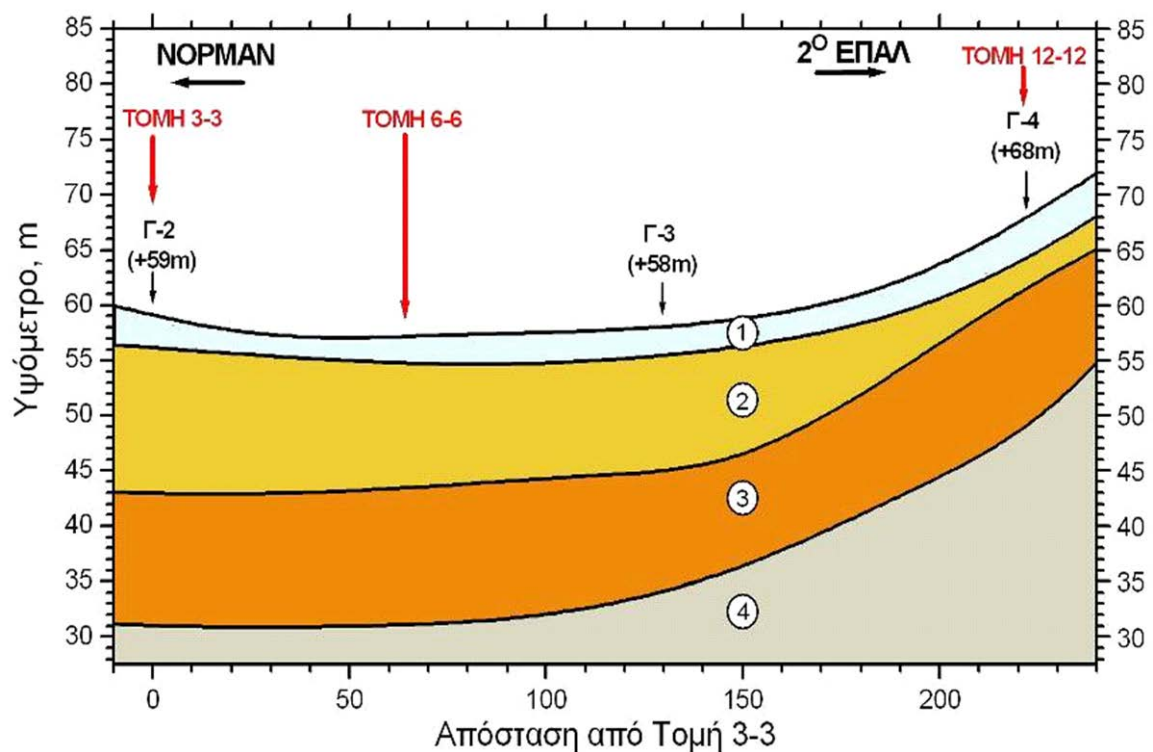
Πίνακας 1.9 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης (γεωτρήσεις: ΓΝ-1, ΓΝ-2 και ΓΝ-3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

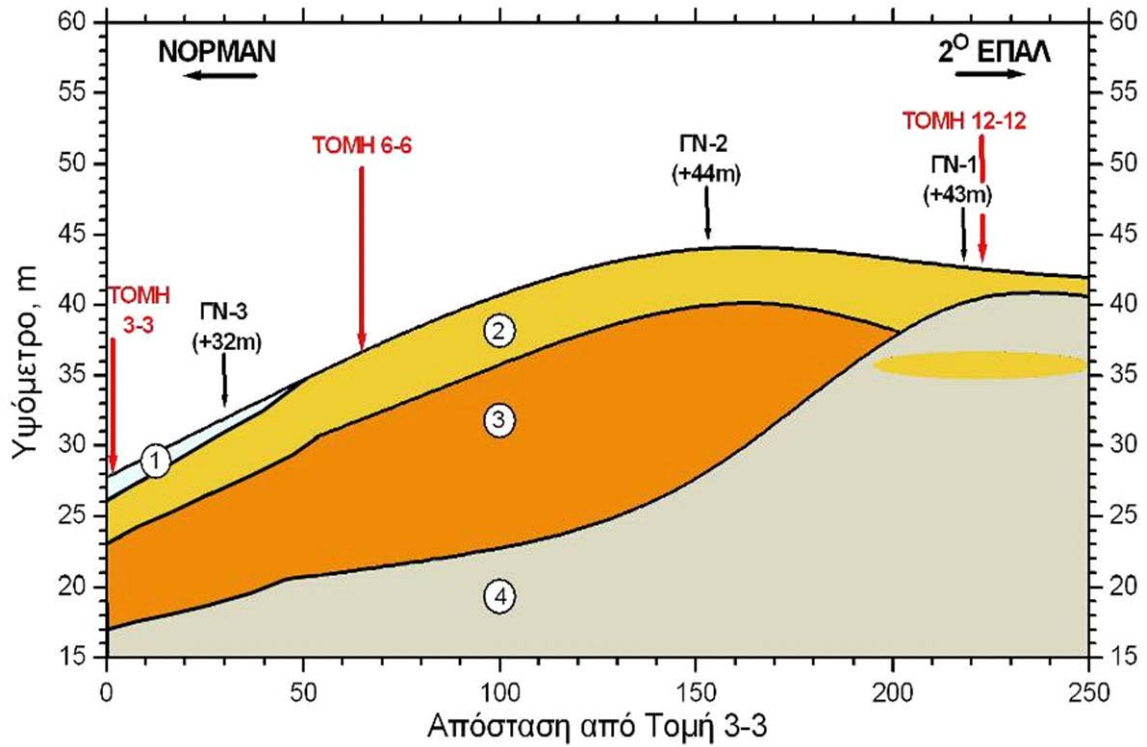
Στο παρόν κεφάλαιο (2) περιλαμβάνεται η γεωτεχνική μελέτη του έργου και συγκεκριμένα του τμήματος Νόρμαν-Αγίας Σοφίας το οποίο αποτελεί το αντιπροσωπευτικότερο και μεγαλύτερο τμήμα της οδού Κανακάρη. Παραθέτονται στοιχεία σχετικά με την δομή του εδάφους, κάποια αποτελέσματα από ελέγχους που έγιναν στο γεωτεχνικό κομμάτι και οι προτάσεις που έγιναν όσο αφορά τα μέτρα αντιστήριξης του έργου οδοποιίας.

2.1 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ

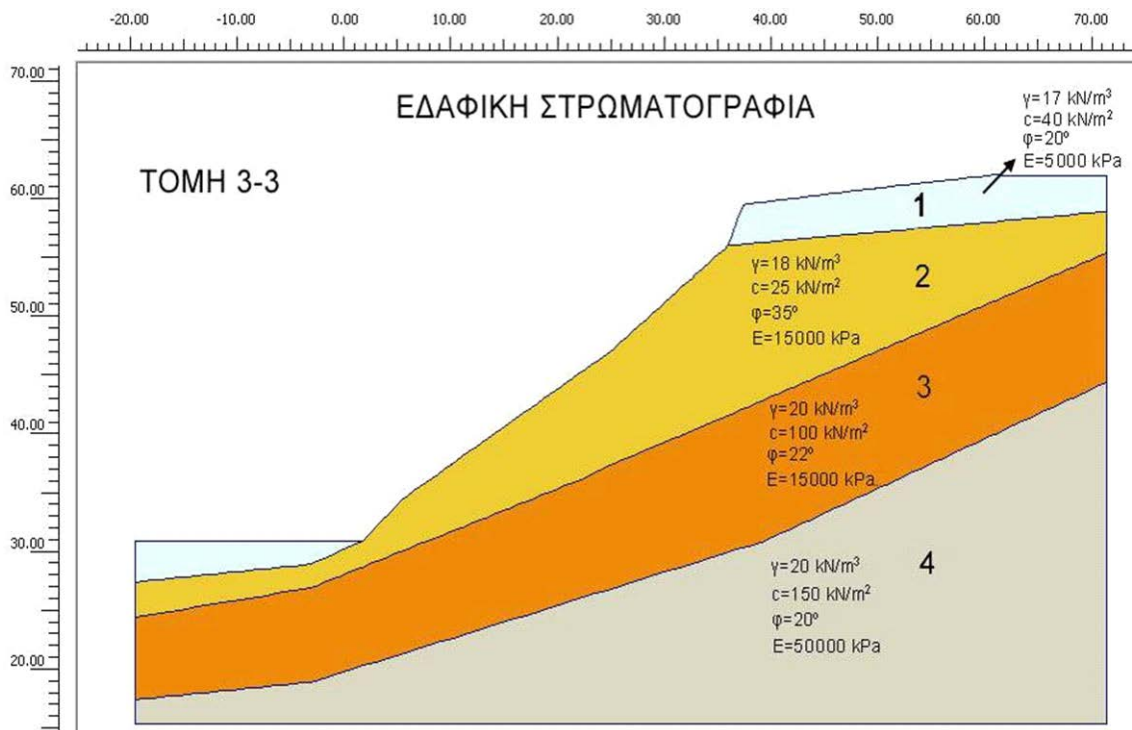
Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 1, προκειμένου να γίνει η γεωτεχνική μελέτη του έργου και οι αναλύσεις ευστάθειας των εδαφών έγινε ανάλυση αυτού σε εγκάρσιες στον άξονα διατομές, για τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της γεωλογικής έρευνας (Κεφ 1.1). Σύμφωνα με τα ανωτέρω στοιχεία και πορίσματα που διεξάχθηκαν από τις εργαστηριακές δοκιμές του εδάφους, σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχες τομές. Συγκεκριμένα στα σχήματα 2.1 και 2.2 φαίνονται οι δύο, κατά μήκος του άξονα της οδού, τομές του εδάφους ενώ στα σχήματα 2.3, 2.4 και 2.5 φαίνονται οι εγκάρσιες του άξονα της οδού, τομές 3-3, 6-6, 12-12.



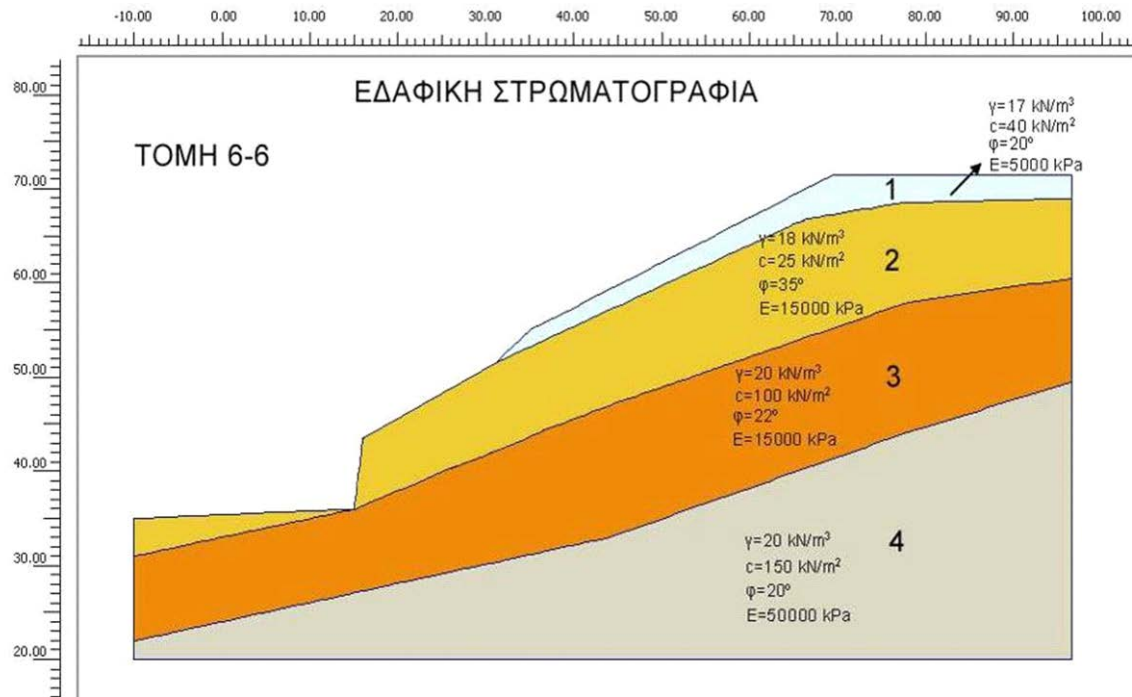
Σχήμα 2.1 Εδαφική τομή Α-Α' με βάση τα στοιχεία των ανάντη της διάνοιξης της οδού Κανακάρη γεωτρήσεων Γ-2, Γ-3 και Γ-4.



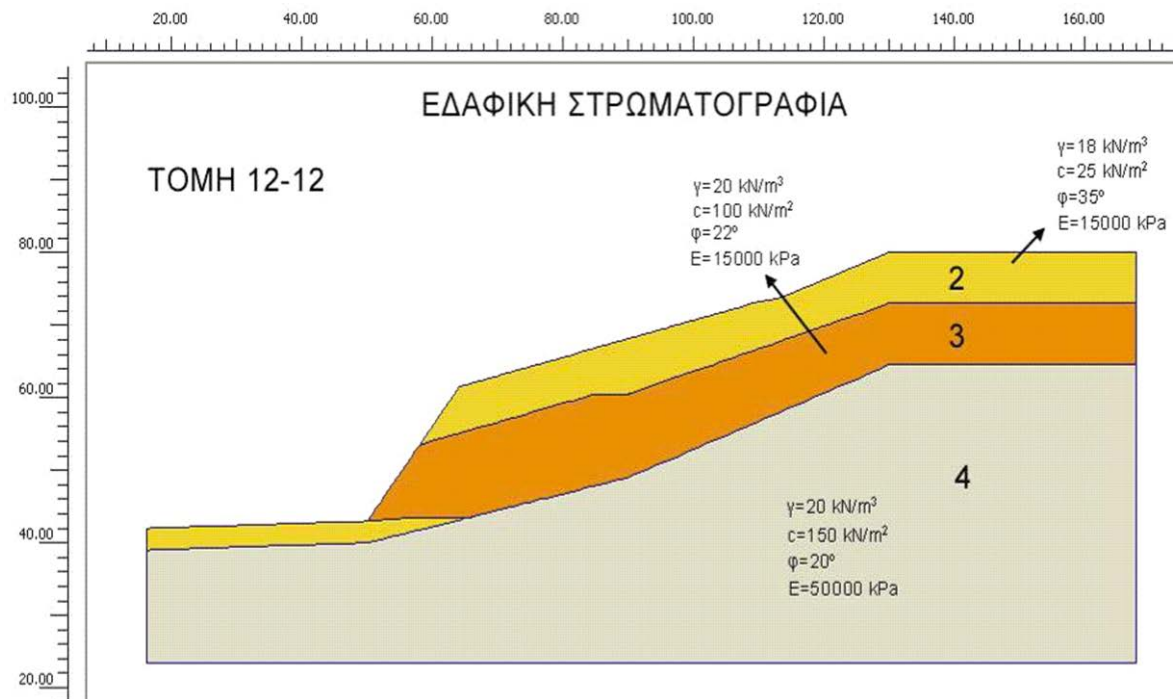
Σχήμα 2.2 Εδαφική τομή Κ-Κ' με βάση τα στοιχεία των κατόντη της διάνοιξης της οδού Κανακάρη γεωτρήσεων ΓΝ-1, ΓΝ-2 και ΓΝ-3.



Σχήμα 2.3 Τομή ελέγχου 3-3 με την εδαφική στρωματογραφία και τις εδαφικές παραμέτρους των εδαφικών υλικών.



Σχήμα 2.4 Τομή ελέγχου 6-6 με την εδαφική στρωματογραφία και τις εδαφικές παραμέτρους των εδαφικών υλικών.



Σχήμα 2.5 Τομή ελέγχου 12-12 με την εδαφική στρωματογραφία και τις εδαφικές παραμέτρους των εδαφικών υλικών

Η κλίση των κατωτέρω στρωμάτων του εδάφους (2,3,4) φαίνεται σχετικά ομοιόμορφη και ήπια πλην όμως δυσμενής ως προς την κατεύθυνση τους, πράγμα το οποίο αξιολογήθηκε ως θετικό για τα έργα υποδομής της κατασκευής.

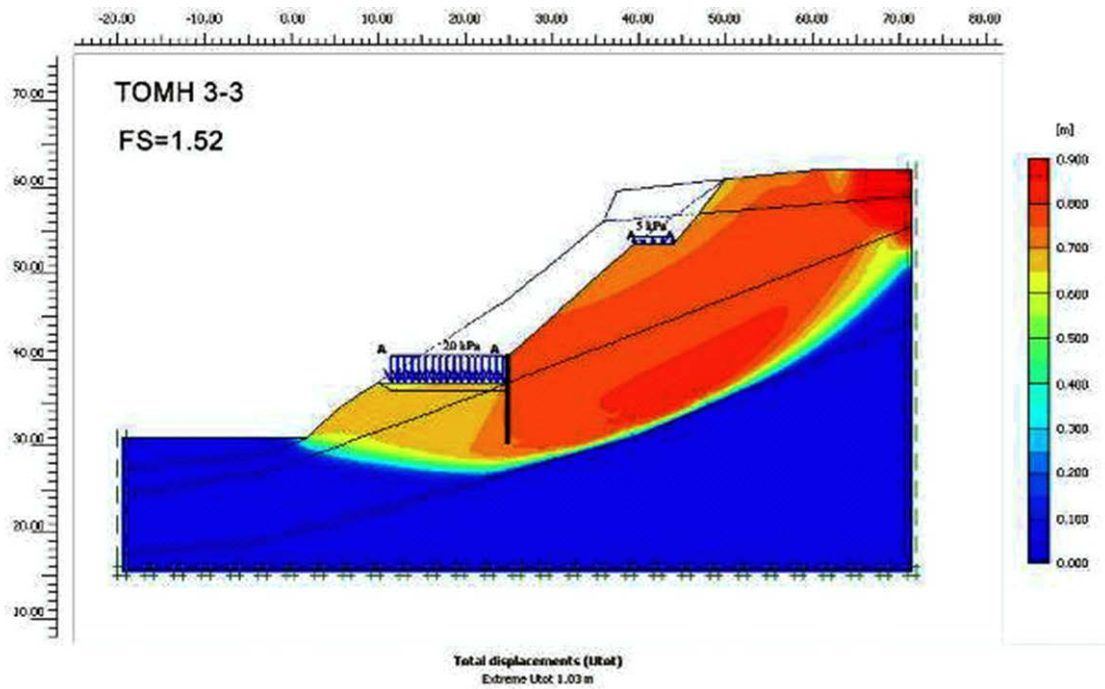
Η ανάλυση της ευστάθειας των διατομών έγινε με το πρόγραμμα (κώδικας) Plaxis το οποίο περιγράφεται σε γενικές γραμμές στη παρακάτω παράγραφο 2.2.

Κάτι που πρέπει να τονιστεί εδώ, είναι η γενική συνθήκη ισορροπίας, που ισχύει σε όλες τις επιλύσεις ευστάθειας τόσο των βραχωδών, όσο και των εδαφικών πρηνών, όπου τονίζει ότι οι δυνάμεις ή οι ροπές συγκράτησης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες από αυτές της ολίσθησης. Η σχέση αυτή καθορίζεται από τον συντελεστή ασφαλείας (Factor Safety).

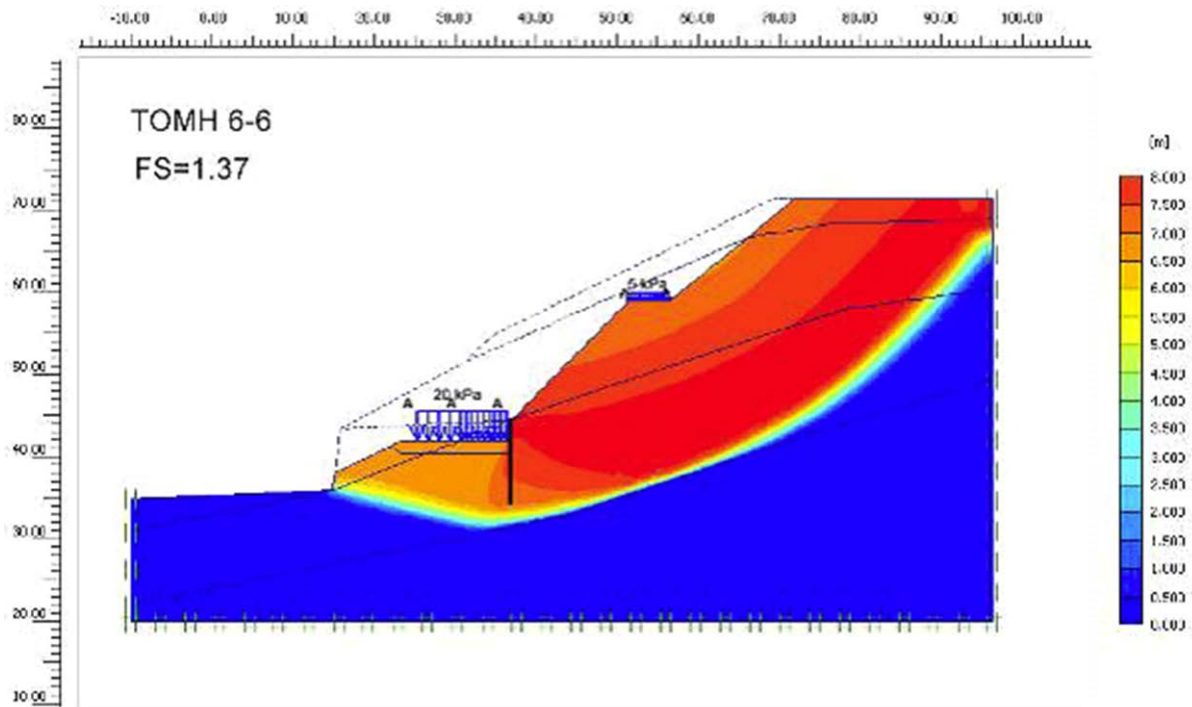
Ο συντελεστής ασφαλείας, **F** ή **FS**, καθορίζεται από το λόγο του συνόλου των δυνάμεων ή ροπών που ανθίστανται στην ολίσθησή μιας εδαφικής μάζας και που οφείλονται στη διατμητική αντοχή του εδάφους, προς τις αντίστοιχες δυνάμεις ή ροπές που συνεισφέρουν στην αστάθεια του πρηνούς, προκαλώντας την ολίσθησή του. Στην περίπτωση όπου ο συντελεστής ασφάλειας ισούται με τη μονάδα το πρηνές βρίσκεται σε κατάσταση **οριακής ισορροπίας**.

$$F = \frac{\text{Δυνάμεις ή Ροπές Συγκράτησης}}{\text{Δυνάμεις ή Ροπές Ολίσθησης}}$$

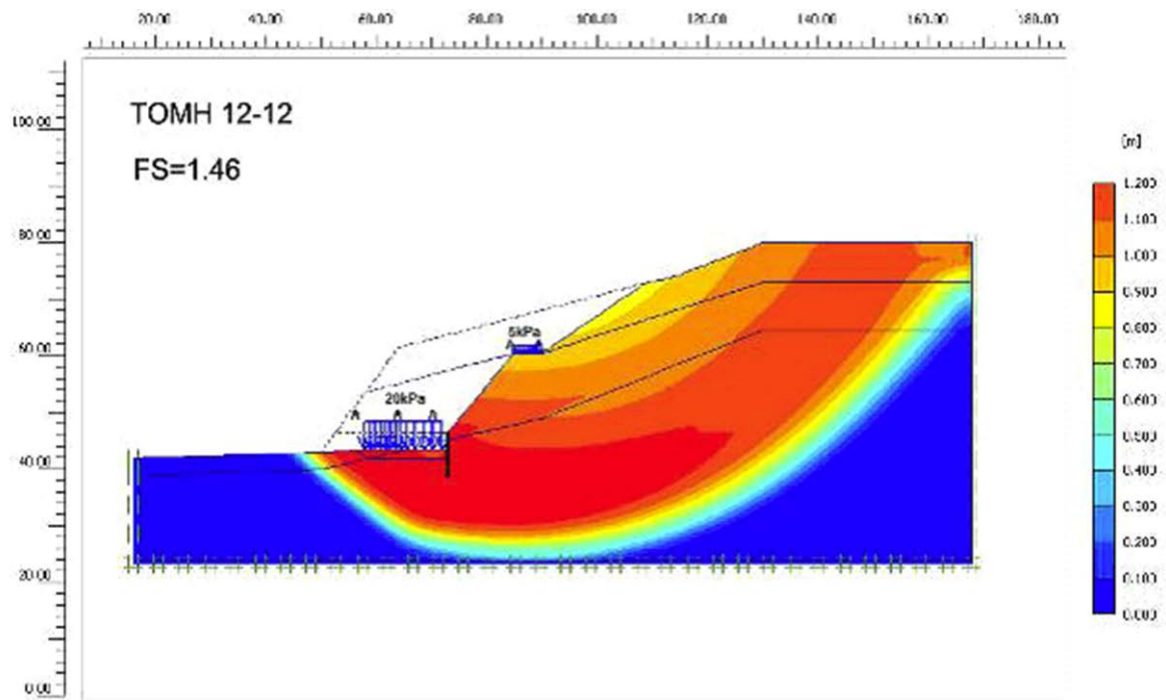
Από γεωτεχνικής άποψης τα συμπεράσματα για την λύση, που αφορούν την ανοιχτή διατομή, όσον αφορά την ευστάθεια των διατομών παρουσιάζονται παρακάτω με συνοδεία εικόνων από στάδια της χρήσης του προγράμματος Plaxis το οποίο θα αναλυθεί στο υποκεφάλαιο 2.2.



Σχήμα 2.6 Προσδιορισμός του συντελεστή ασφαλείας στη Τομή 3-3: (α)στάδιο προσωρινής εδαφικής εκσκαφής και (β) τελική κατάσταση (λύση ανοικτής οδοποιίας)



Σχήμα 2.7 Προσδιορισμός του συντελεστή ασφαλείας στη Τομή 6-6: (α)στάδιο προσωρινής εδαφικής εκσκαφής και (β) τελική κατάσταση (λύση ανοικτής οδοποιίας)



Σχήμα 2.8 Προσδιορισμός του συντελεστή ασφαλείας στη Τομή 12-12: (α)στάδιο προσωρινής εδαφικής εκσκαφής και (β) τελική κατάσταση (λύση ανοικτής οδοποιίας)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την χρήση του προγράμματος Plaxis εξετάστηκαν και οι δύο προτεινόμενες περιπτώσεις τρόπου διάνοιξης της οδού οι οποίες ήταν ανοιχτή διατομή ή κλειστή κιβωτιοειδούς σχήματος διατομή. Για να καταλήξουν στην τελική απόφαση και λύση της ανοιχτής διατομής διερευνήθηκαν από γεωτεχνικής άποψης τα συμπεράσματα για κάθε λύση τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

A. Ανοιχτή διατομή

Στο αρχικό τμήμα όπου οι κλίσεις των στρώσεων είναι αντίρροπες μπορούσε να εφαρμοστεί. Αυτό όμως θα απαιτούσε έλεγχο επάρκειας των ορίων απαλλοτρίωσης. Στο τμήμα όπου οι κλίσεις είναι ομόρροπες με του πρανούς θα έπρεπε να γίνουν τα εξής :

- Εκσκαφή εκτός σημερινών ορίων απαλλοτρίωσης
- Αποκάλυψη της ζώνης επιφάνειας ολίσθησης
- Αποστράγγιση πρανών με στραγγιστήρια για αποτόνωση υδάτων από το πρανές. Σταθεροποίηση πρανών με διαφράγματα πασσάλων
- Μεγάλα προβλήματα σε περίπτωση αστοχίας

B. Κλειστή Διατομή

Στην περίπτωση αυτή θα είχαμε μικρότερα τελικά πρανή εκσκαφής επίσης εκτός ορίων απαλλοτρίωσης. Με μικρή επίχωση της κλειστής διατομής θα επαρκούσαν τα όρια απαλλοτρίωσης. Έτσι θα είχαμε :

- Δημιουργία αντίβαρου
- Συγκράτηση – κάλυψη αποσαθρωμένης ζώνης
- Καλύτερη αποστράγγιση μέσω μεταβατικού επιχώματος επανεπίχωσης προσωρινής εκσκαφής και συγκράτηση της ευπαθούς ζώνης
- Μικρότερα προβλήματα σε περίπτωση αστοχίας (όχι διακοπή κυκλοφορίας και μικρότερες ζημιές)

Συμπερασματικά και οι δύο λύσεις ήταν εφικτές από γεωτεχνικής άποψης.

Η ανοιχτή διατομή θα μπορούσε να επιτευχθεί με μεγαλύτερα όρια απαλλοτρίωσης, αποστραγγιστικά μέτρα και μέτρα υποστήριξης όχι απαραίτητα οικονομικότερα της κλειστής διατομής.

Η κλειστή διατομή απαιτούσε διαμόρφωση με τις περιοριστικές κλίσεις πρανών (1:1, 2:3) για κάθε στρώση για την επίτευξη κατασκευής εντός ορίων απαλλοτρίωσης.

Η αναλυτικότερη οικονομοτεχνική διερεύνηση απαιτούσε εκπόνηση αναλυτικών μελετών από όλα τα στελέχη της ομάδας μελέτης. Οι λύσεις αξιολογήθηκαν επίσης και από τους λοιπούς μελετητές για θέματα οδοποιίας (υψομέτρων χάραξης), περιβαλλοντικών όρων και επιπτώσεων, αρχιτεκτονικών και στατικών. Έτσι, διατυπώθηκαν τα παρακάτω συμπεράσματα. Πρέπει όμως να τονισθεί, ότι η ορθότητα των συμπερασμάτων εξαρτήθηκε από την αξιοπιστία των γεωτεχνικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις και από το βαθμό κατά τον οποίο τα δεδομένα αυτά αντικατοπτρίζουν τις εδαφικές συνθήκες στη θέση του έργου.

Τα συμπεράσματα ήταν τα εξής :

1. Η κατασκευαστική λύση της ανοιχτής διατομής, η οποία και τελικά προκρίθηκε, ικανοποιούσε τους απαιτούμενους συντελεστές ασφαλείας. Ως κατασκευή αντιστήριξης των ανάντη εδαφικών πρηνών της οδού προτάθηκε αρχικά η εγκατάσταση πασσαλοστοιχίας αποτελούμενης από φρεατοπασσάλους οπλισμένου σκυροδέματος Φ60 ανά αξονικές αποστάσεις 1m και μήκους 10m (βάθος έμπηξης 7m και ελεύθερο ύψος 3m). Τελικά μετά και από τις στατικές μελέτες που έγιναν προέκυψε απαιτούμενη διατομή των πασσάλων Φ100 με τις ίδιες αποστάσεις και βάθη έμπηξης διαφορετικά ανά εδαφική τομή.

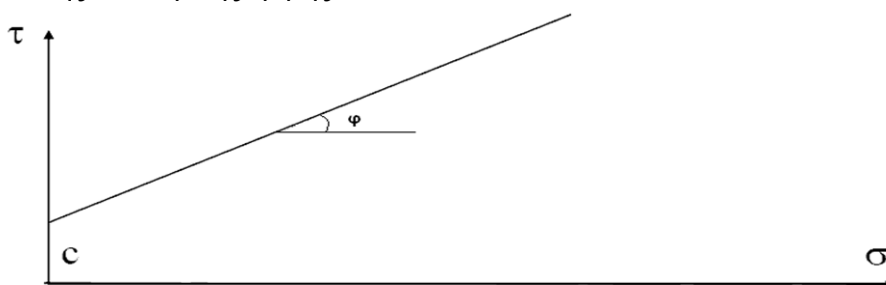
2. Σε όλες τις διατομές που αναλύθηκαν παρουσιάζεται ικανοποιητικός συντελεστής ασφαλείας περίπου 1,40 ο οποίος κρίνεται ικανοποιητικός για γεωκατασκευές και από ΕΑΚ 2000.

3. Από τις ανωτέρω ανάλυση προέκυψαν οι ασφαλείς κλίσεις των διαμορφωμένων πρηνών καθώς επίσης και το σύστημα αντιστήριξης τόσο το προσωρινό όσο και το μόνιμο. Τα συστήματα αυτά αντιστήριξης παρουσιάζονται παρακάτω στο Κεφ. 3

2.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (ΚΩΔΙΚΑΣ PLAXIS V.8.6)

Οι αναλύσεις ευστάθειας έγιναν με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων και χρησιμοποιήθηκε ο δισδιάστατος κώδικας **PLAXIS. v.8.6** ο οποίος επιτρέπει τη θεώρηση μη-γραμμικής συμπεριφοράς των εδαφικών υλικών (ελαστοπλαστικά υλικά), σε συνδυασμό με το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb.

Το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb είναι ένα από τα βασικότερα προσομοιώματα που έχουν αναπτυχθεί για να εκφράσουν την σχέση διατμητικής αντοχής « τ » και ορθής τάσης « σ » σε μία επιφάνεια. Το κριτήριο αυτό, αν και αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται για τα εδάφη και τα πετρώματα στα πλαίσια της Εδαφομηχανικής, ωστόσο έχει αποδειχθεί εξ ίσου επιτυχές και σε άλλα γεωυλικά όπως το σκυρόδεμα. Η διατμητική αντοχή « τ », όπως αυτή προκύπτει από τη δοκιμή άμεσης διάτμησης, δίδεται από το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb (Σχήμα) μέσω της σχέσης : $\tau = c + \sigma \cdot \tan\varphi$, όπου c η συνοχή του υλικού, φ η γωνία εσωτερικής τριβής αυτού και $\tan\varphi$ ο δείκτης εσωτερικής τριβής του υλικού.



Σχήμα 2.9 Γενική γραφική απεικόνιση του κριτηρίου Mohr - Coulomb.

Στα πλαίσια της μελέτης του έργου που αναλύεται στη παρούσα πτυχιακή εργασία, οι αριθμητικές αναλύσεις διεξήχθησαν κατά μήκος των τριών τομών (3-3, 6-6, 12-12) και ελήφθη υπ' όψη η εδαφική στρωματογραφία σχεδιασμού και η ύπαρξη των φορτίων του παρακείμενου λόφου και δρόμων.

Ο κώδικας **Plaxis**, που χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις ευστάθειας του συγκεκριμένου έργου αντιστήριξης, είναι ένα πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων το οποίο έχει εξειδικευμένα αναπτυχθεί για την ανάλυση των παραμορφώσεων και της ευστάθειας, σε γεωτεχνικά προβλήματα. Η απλή γραφική διαδικασία εισαγωγής δεδομένων, παρέχει τη δυνατότητα μιας γρήγορης παραγωγής πολύπλοκων προσομοιωμάτων από πεπερασμένα στοιχεία ενώ οι αυξημένες δυνατότητες εξαγωγής δεδομένων, επιτρέπουν μια λεπτομερή επισκόπηση και παρουσίαση υπολογιστικών αποτελεσμάτων. Οι υπολογισμοί είναι πλήρως αυτοματοποιημένοι και βασίζονται σε αυτοδύναμες και αυτόνομες αριθμητικές διαδικασίες. Κατ' αυτή την έννοια ο κώδικας, δίνει τη δυνατότητα σε νέους χρήστες να εργαστούν με το συγκεκριμένο πρόγραμμα μετά από λίγων ωρών εκπαίδευση.

Στο συγκεκριμένο έργο, έγινε δεκτή ελαστοπλαστική συμπεριφορά των εδαφικών υλικών σε συνδυασμό με το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb που περιγράφηκε πιο πάνω, ενώ για τα τμήματα του έργου που κατασκευάζονται από σκυρόδεμα έγινε δεκτή γραμμική ελαστική συμπεριφορά τάσεων-παραμορφώσεων. Ο υπολογισμός του συνολικού συντελεστή ασφάλειας έναντι αστοχίας για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση, πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της σταδιακής μείωσης των τιμών της γωνίας εσωτερικής τριβής φ , και της συνοχής c .

Για κάθε μία από τις ελεγχόμενες Τομές (3-3, 6-6 και 12-12) οι αναλύσεις ευστάθειας πραγματοποιήθηκαν για τα παρακάτω κατασκευαστικά στάδια :

Στάδιο 1: Υπολογισμός του συντελεστή ασφάλειας (**FS**) για το φυσικό πρηνές και εντοπισμός της δυνητικής επιφάνειας ολίσθησης πριν από οποιαδήποτε επέμβαση.

Στάδιο 2: Υπολογισμός του συντελεστή ασφάλειας για την προσωρινή κατάσταση του πρηνούς, μετά τη διεξαγωγή της αρχικής εκσκαφής.

Στάδιο 3: Υπολογισμός του τελικού συντελεστή ασφάλειας του έργου, μετά την εγκατάσταση του συστήματος εδαφικής αντιστήριξης και την τελική εκσκαφή/επίχωση.

Στάδιο 4: Υπολογισμός της επάρκειας της τελικής διατομής, κάτω από συνθήκες οριζόντιας ψευδοστατικής σεισμικής φόρτισης ($A=0.12g$).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν έχουμε χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα αυτό ποτέ, αλλά θεωρήσαμε απαραίτητο να γίνει αναφορά λόγω σημαντικότητας και χρησιμότητας στο έργο.

2.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε συμφωνία με προκρίμενη την λύση της ανοικτής διατομής, εξετάστηκε η προτεινόμενη γεωμετρία που προέκυψε από το μοντέλο της στατικής μελέτης με ανοιχτή εκσκαφή, κλίση πρανών εκσκαφής 2:3 και μόνιμο τοίχο αντιστήριξης στον πόδα του πρανούς.

Για τους λόγους αυτούς, δεν ήταν δυνατή η δημιουργία πρανών ορυγμάτων ανοικτής εκσκαφής χωρίς την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων.

Βάσει των ανωτέρω αναλύσεων, προτάθηκαν κάποια **προσωρινά** και κάποια **μόνιμα** μέτρα αντιστήριξης.

Προσωρινά: Κατασκευή πασσαλοδιαφραγμάτων με εφαιπτομενικούς φρεατοπασσάλους $\phi 100$, με ή χωρίς αγκύρια. Από τα σχέδια της πολεοδομικής μελέτης και μελέτης οδοποιίας προέκυψε ότι το ελεύθερο ύψος του προσωρινού πασσαλότοιχου (πασσαλοδιαφράγματα) θα ήταν της τάξης των $H=9,50\text{m}$ για τις διατομές $\Delta 3-3$ έως $\Delta 7-7$ και μικρότερο με $H=6.40\text{m}$ για τις διατομές $\Delta 8-8$ έως $\Delta 12-12$. Οι πάσσαλοι του προσωρινού διαφράγματος είχαν διάμετρο $\Phi 100$ και τοποθετήθηκαν σε αξονική απόσταση $1,00\text{m}$.

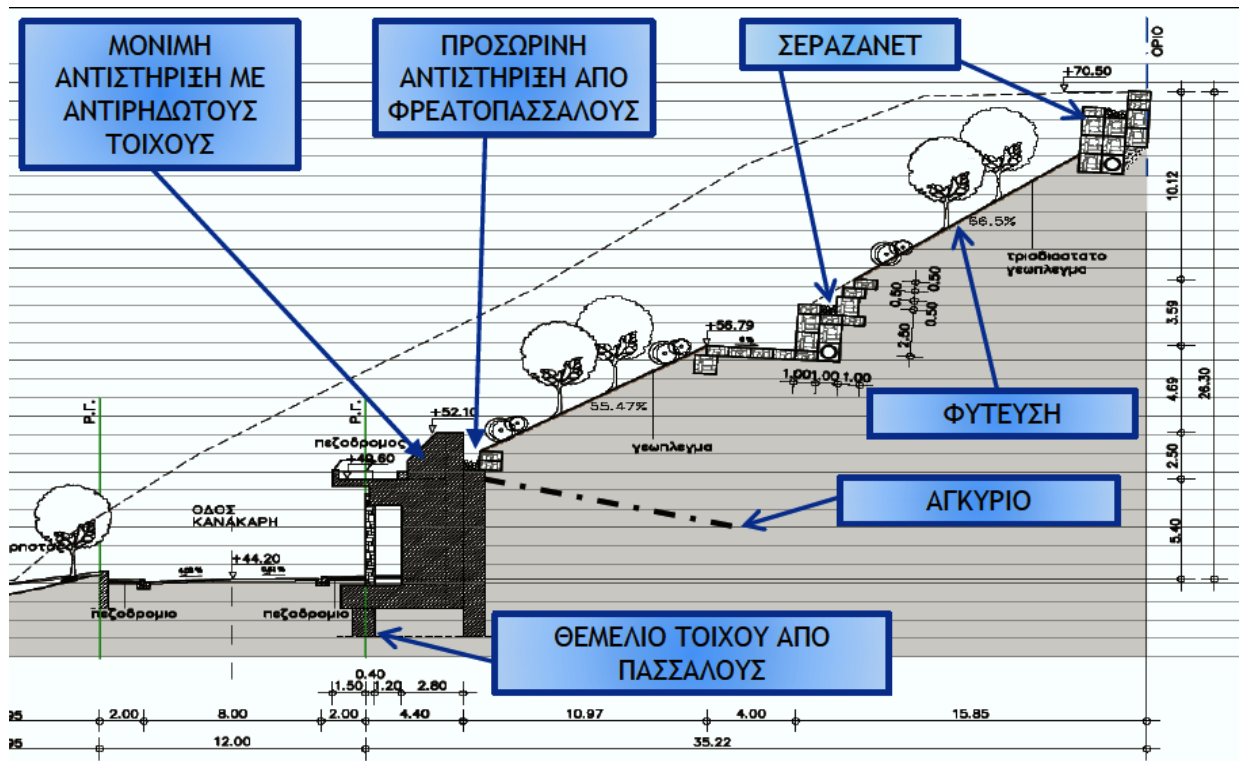
Μόνιμα: Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης έμπροσθεν των φρεατοπασσάλων που εφάπτεται των προσωρινών μέτρων αντιστήριξης που είναι οι φρεατοπάσσαλοι. Η θεμελίωση των τοίχων αυτών προβλεπόταν επί νέων φρεατοπασσάλων σε απόσταση μεταξύ τους με πέλδιλο το οποίο λειτουργούσε και ως πασσαλόδεσμος αυτών. Οι τοίχοι αυτοί στη αναδομή τους περιελάμβαναν και αντηρίδες (εγκάρσια τοιχεία).

Για την επίτευξη του περιορισμού της εκσκαφής εντός των ορίων απαλλοτρίωσης απαιτήθηκε δημιουργία δεύτερης υπερύψωσης της ανοιχτής εκσκαφής. Το ελεύθερο ύψος της δεύτερης αντιστήριξης κυμάνθηκε περίπου στα $4,0\text{m}$.

Πέραν των ανωτέρω, προτάθηκαν και μέτρα για την προστασία των ήδη διαμορφωμένων πρανών από σαρζανέτ (Gabion Wall), προκειμένου να αντιμετωπιστούν τοπικές αστοχίες και ενδεχόμενες λασποροές. Πρόκειται για ήπια μορφή αντιστήριξης η οποία αποτελείται από συρματοκιβώτια πλάτους $1,0\text{m}$ και ύψους 1.0m τοποθετημένα με κλίση 6% αντίρροπη προς την κλίση του πρανούς και με απόκλιση 25cm οριζόντια από το ένα επίπεδο στο άλλο για τη δημιουργία του επιθυμητού αντίβαρου με σκοπό την αντιστήριξη του πρανούς. Ταυτόχρονα δημιουργήθηκε ένας οριζόντιος αναβαθμός ελαχίστου πλάτους $4,0\text{m}$ καθ ύψος της διατομής.

Στην συνέχεια στα "γυμνά" πλέον πρανή έγινε η κατάλληλη φύτευση δέντρων και άλλων φυτών για πολλούς λόγους όπως ο καλοπισμός και η καλαισθησία του έργου. Τέλος, για να εξασφαλιστεί ακόμα περισσότερο η ευστάθεια του πρανούς αλλά και για την αποφυγή διαβρώσεων τοποθετήθηκαν γεωπλέγματα σε όλη την έκταση του πρανούς.

Στο παρακάτω σχέδιο, φαίνονται με γραφικό τρόπο όλα τα ανωτέρω μέτρα αντιστήριξης που εφαρμόστηκαν στο έργο, σε χαρακτηριστική διατομή.



Σχήμα 2.10 Τμήμα 2 (Νόρμαν - Αγ. Σοφίας) - Τυπική διατομή 1

2.4 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΓΕΩΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Το υπέδαφος, η τοπογραφία, καθώς και η γενικότερη γεωλογία της περιοχής ενός δομικού έργου πρέπει να εξασφαλίζουν με επαρκή πιθανότητα ότι δεν θα υπάρξει κίνδυνος εδαφικής διάρρηξης, αστάθειας πρηνών, μεγάλων μόνιμων παραμορφώσεων ή και ρευστοποιήσεως κατά τη διάρκεια σεισμικού κραδασμού συμβιβαστού με την ένταση και τα φασματικά χαρακτηριστικά του σεισμού σχεδιασμού που προβλέπει ο ισχύων κανονισμός.

Έτσι σε ένα έργο γενικά, θα πρέπει :

α) Να αποφεύγεται η γεινίαση με ενεργή σεισμοτεκτονικά ρήγματα.

Ο χαρακτηρισμός ρημάτων ως σεισμικής ενεργών γίνεται με βάση σεισμιοιστορικά και σεισμοτεκτονικά δεδομένα λαμβάνοντας υπόψη και το πιθανό μέγεθος τυχόν σεισμικής διάρρηξης.

β) Να γίνεται έλεγχος της ευστάθειας των πρηνών.

Επιβάλλεται, ο έλεγχός της, έναντι ολισθήσεως του πρηνούς πάνω στο οποίο θα κατασκευαστεί το έργο, αλλά και ανάντη ή κατάντη πρηνών, των οποίων η αστοχία μπορεί να επηρεάσει την κατασκευή.

γ) Να γίνεται έλεγχος των κινδύνων ρευστοποιήσεως.

Ο κίνδυνος ρευστοποιήσεως κορεσμένων χαλαρών αμμωδών εδαφών πρέπει να ελέγχεται με βάση καθιερωμένες μεθόδους της γεωσεισμικής μηχανικής και με συνεκτίμησης πιθανής ενίσχυσης της εδαφικής κίνησης λόγω των τοπικών εδαφικών συνθηκών.

δ) Να ελέγχεται η διατμητική συνίζηση του εδάφους λόγω ανακυκλικής φόρτισης.

Οι χαλαροί ακόρεστοι αμμώδεις εδαφικοί σχηματισμοί μπορεί να υποστούν μείωση του όγκου (συνίζηση) με αποτέλεσμα παραμένουσες καθιζήσεις και παραμορφώσεις.

ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ

Κριτήρια και κανόνες εφαρμογής :

- Υπό τον σεισμό σχεδιασμού το σύστημα θεμελίωσης πρέπει να εξασφαλίζει την μεταφορά στο έδαφος των δράσεων κάθε εδραζόμενου στοιχείου της ανωδομής, χωρίς να προκαλούνται μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις.
- Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να ελαχιστοποιεί τις αβεβαιότητες της σεισμικής απόκρισης.

ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η σεισμική δράση σχεδιασμού θα πρέπει να μεταφέρεται στο έδαφος χωρίς υπέρβαση των οριακών καταστάσεων αστοχίας του συστήματος εδάφους – θεμελίου. Στις οριακές καταστάσεις περιλαμβάνονται και οι ακόλουθες:

- Γενική ευστάθεια όλου του έργου.
(Αυτή πρέπει να διερευνάται σε περιπτώσεις θεμελίωσης σε εδάφη με έντονες κλίσεις ή κοντά σε πρηνή.)
- Μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις.

Όσο αφορά τις επιφανειακές θεμελιώσεις, απαιτείται ο έλεγχος έναντι των οριακών καταστάσεων:

- Αστοχίας λόγω υπέρβασης της φέρουσας ικανότητας έδρασης (οριακού φορτίου)
- Αστοχία σε ολίσθηση
- Αστοχία δομικών στοιχείων θεμελίου

Βαθιές θεμελιώσεις (πάσσαλοι)

α) Ανάλυση

Αν δεν γίνει ακριβέστερη προσέγγιση, η ανάλυση θα πρέπει να απεικονίζει με ακρίβεια :

- Τη πλευρική δυστημσία του εδάφους
- Τη δυσκαμψία του πασσάλου (καμπτική και διαμήκης)
- Τη δυσκαμψία του κεφαλόδεσμου και της ανωδομής

β) Οριακές καταστάσεις αστοχίας

Πρέπει να γίνεται έλεγχος μη υπέρβασης των οριακών καταστάσεων αστοχίας και πιο συγκεκριμένα :

- Αστοχία σε αξονικό φορτίο (θλιπτικό ή εφελκυστικό)
- Αστοχία σε εγκάρσια αντίσταση του εδάφους
- Αστοχία δομικών στοιχείων θεμελίωσης

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ

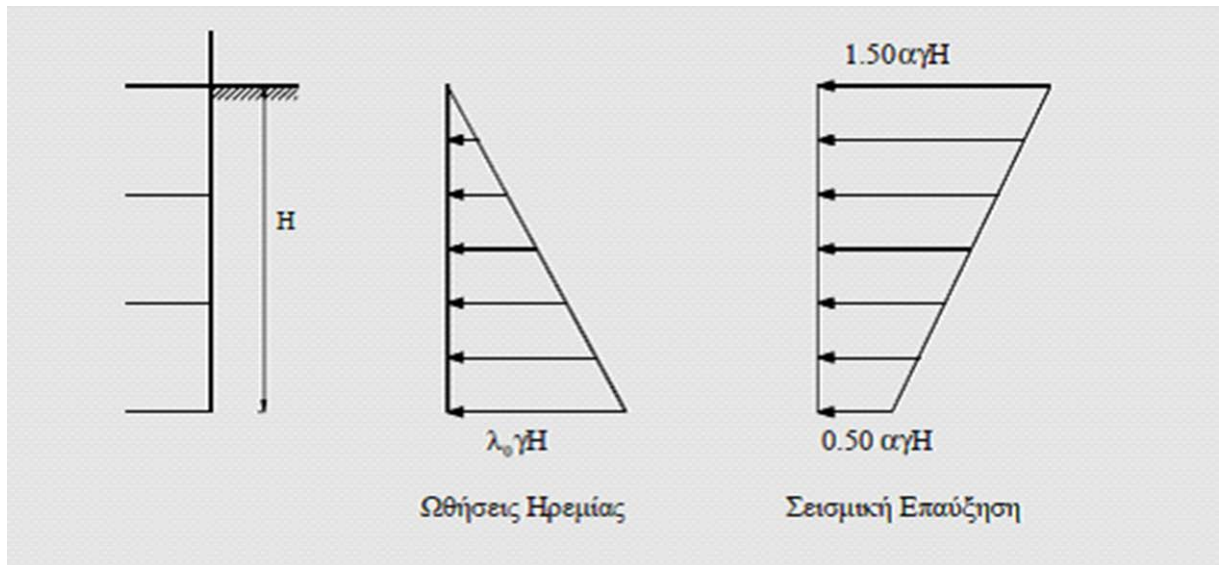
- Τα έργα αντιστήριξης που έχουν φτιαχτεί είναι έτσι σχεδιασμένα έτσι ώστε να πληρούν το σκοπό του κατά την διάρκεια αλλά και μετά το σεισμό σχεδιασμού, χωρίς να υπάρξουν βλάβες ούτε στα ίδια αλλά ούτε και στα αντιστηριζόμενα δομήματα.
- Σε ειδικές περιπτώσεις που υπάρχουν υψηλοί τοίχοι (με ύψος μεγαλύτερο από 10m) οι οποίοι βρίσκονται σε μαλακές εδαφικές στρώσεις πάχους άνω των 30m πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο ενίσχυσης της σεισμικής επιτάχυνσης των γαιών.
- Αν δεν γίνει ακριβής εκτίμηση , οι ωθήσεις από τον σεισμό σχεδιασμού μπορούν να εκτιμηθούν από τις παρακάτω μεθόδους.

α) Τοίχοι που διαθέτουν δυνατότητα μετακινήσεως ή/και παραμορφώσεως

Σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται οι τοίχοι που είτε έχουν δυνατότητα ολισθήσεως- στροφής είτε είναι παραμορφώσιμοι με αναμενόμενη μετακίνηση στη κορυφή 0,10% τουλάχιστον του ύψους. Στους τοίχους που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία οι αυξημένες ωθήσεις που έχουμε κατά την διάρκεια του σεισμού υπολογίζονται με την μέθοδο οριακής ισορροπίας Monopobe – Okabe.

β) Ακλόνητοι τοίχοι

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ωθήσεις υπολογισμού τέτοιων τοιχών :



Σχήμα 2.11 Ωθήσεις σε ακλόνητους τοίχους

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι τοίχοι που είναι πρακτικώς απαραμόρφωτοι και έχουν ακλόνητη έδραση. Για παράδειγμα, τέτοιοι τοίχοι είναι οι περιμετρικοί τοίχοι υπόγειων, ορόφων κτιρίων συνδεδεμένοι με τις πλάκες ή τοίχοι δεξαμενών φρεάτων κλπ.

γ) Αγκυρώσεις

Οι αγκυρώσεις πρέπει να εξασφαλίζουν την ισορροπία του κρίσιμου πρίσματος ολισθήσεως υπό σεισμικές συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Οι βασικές προϋποθέσεις για την ασφαλή κατασκευή και λειτουργία ενός συστήματος αντιστήριξης, με χρονική ακολουθία, είναι :

1. Τοπογραφική αποτύπωση του περιβάλλοντα χώρου
2. Γεωτεχνική και γεωλογική έρευνα του εδάφους
3. Κατασκευή βάσει εμπειριστατωμένης μελέτης
4. Παρακολούθηση συμπεριφοράς

Η γεωλογική έρευνα πρέπει να εκτείνεται σε όλο το βάθος επιρροής του συστήματος αντιστήριξης στο έργο και θα πρέπει να διαπιστώνονται τα εξής :

- Η ύπαρξη ή μη μαλακών εδαφικών υλικών με πιθανά προβλήματα αστάθειας κατά την εκσκαφή-κατασκευή των στοιχείων αντιστήριξης.
- Η ύπαρξη εδαφικών σχηματισμών μεγάλης διαπερατότητας (άμμοι, αμμοχάλικα, κλπ.) και οι κλίσεις αυτών.
- Η παρουσία βραχωδών σχηματισμών ή ογκολίθων που θα ήταν δυνατόν να προκαλέσουν δυσκολίες κατά την εκσκαφή ή την διάτρηση των στοιχείων αντιστήριξης.
- Και τέλος η παρουσία υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και η στάθμη του.

Η αντιστήριξη ενός έργου αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό και απαραίτητο κομμάτι της κατασκευής, διότι αν το ίδιο είναι ελλειπές τότε τα αποτελέσματα που μπορεί να είναι καταστροφικά.

Έτσι ,τα μέτρα τα οποία πάρθηκαν για την διάνοιξη και κατασκευή της οδού Κανακάρη, ύστερα από τα αποτελέσματα της γεωλογικής έρευνας και της γεωλογικής μελέτης, ήταν τα εξής:

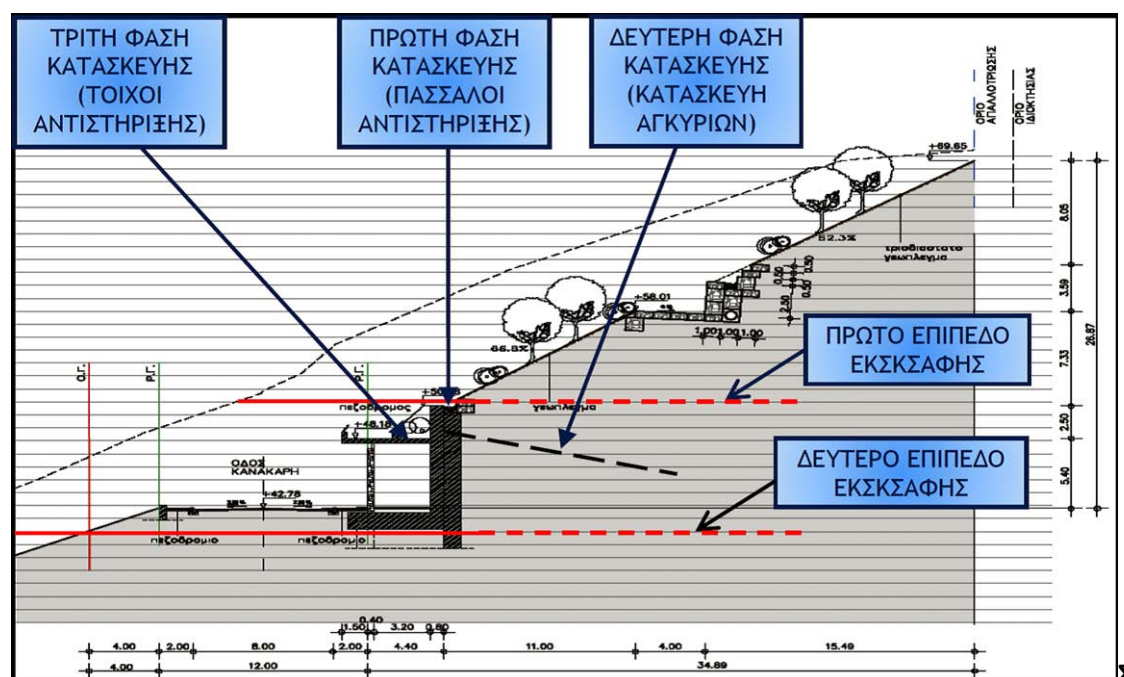
- ❖ **Πάσσαλοι οι οποίοι κατασκευάστηκαν εφαπτομενικά ώστε να δημιουργηθεί πασσαλότοιχος με την κατασκευή κεφαλόδεσμου.**
- ❖ **Αγκύρια τα οποία διαπερνούσαν την διατομή των πασσάλων και εισχωρούσαν στο έδαφος.**
- ❖ **Αντηριδωτοί τοίχοι αντιστήριξης με θεμέλια πασσάλων.**

Ένα επιπρόσθετο μέτρο προστασίας του έργου αλλά και των μέτρων αντιστήριξης, το οποίο κρίνεται αναγκαίο σε κάθε έργο, είναι η **αποστράγγιση** η οποία και έγινε σε πολλά σημεία της διανοίξης της οδού Κανακάρη και περιγράφεται συνοπτικά στο υποκεφάλαιο 3.4.

3.1 ΠΑΣΣΑΛΟΙ / ΠΑΣΣΑΛΟΤΟΙΧΟΙ

3.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στο συγκεκριμένο έργο για την κατασκευή του μόνιμου τοίχου αντιστήριξης ήταν απαραίτητο στη αρχή να κατασκευαστεί πασσαλότοιχος (τοίχος από επαπτόμενους πασσάλους με κεφαλόδεσμο) με σκοπό την αντιστήριξη και τη δημιουργία επιθυμητής στάθμης εργασίας. Στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται συνοπτικά και συνολικά τα στάδια που ακολουθήθηκαν και να κατασκευαστεί τελικά ο τοίχος αντιστήριξης, ο οποίος έχει θεμέλια με πασσάλους σε μια συγκεκριμένη διατομή του έργου.



Σχήμα. 3.1 Τυπική διατομή τμήματος 2 (Νόρμαν-Αγ. Σοφίας).

Γενικά, ως πάσσαλος ορίζεται μια μακρόστενη δύσκαμπτη κατασκευή, από ξύλο ή μπετό, μέταλλο ή άλλα υλικά, η οποία λόγω του σχήματος και της στατικής λειτουργίας της, αντιστηρίζει και θεμελιώνει οποιαδήποτε φρέαρ στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί (π.χ. οικοδομές με την έννοια του θεμελίου, τοίχους αντιστήριξης, φράχτες κ.τ.λ.π). Ο πάσσαλος ως μέλος ενός τοίχου αντιστήριξης αναπτύσσει μεταξύ του ίδιου και του εδάφους δράσεις **τριβής** και αντιδράσεις **αιχμής**.

Η τριβή αναπτύσσεται καθ' όλη την περιμετρικά εξωτερική του επιφάνεια, η οποία βρίσκεται εν επαφή στο έδαφος. Οι αντιδράσεις αιχμής αναπτύσσονται στην βάση του και δημιουργούνται από φορτία ίδιου βάρους και επιπρόσθετων φορτίων. Με κριτήριο την διαφορά του ορίου κατά το οποίο οι δράσεις αυτές αναπτύσσονται, οι πάσσαλοι κατηγοριοποιούνται στους:

- ✓ **πασσάλους αιχμής** και
- ✓ **πασσάλους τριβής**

Ειδικότερα όταν σε έναν πάσσαλο υπερισχύουν οι αντιδράσεις τριβής, ο πάσσαλος θεωρείται τριβής. Όταν υπερισχύουν οι αντιδράσεις αιχμής, ο πάσσαλος θεωρείται αιχμής.

αιχμής. Εκείνο που θα κρίνει το είδος στο οποίο θα ενταχθεί ο πάσσαλος είναι τα χαρακτηριστικά του εδάφους στο οποίο θα εμπηχθεί ή θα κατασκευαστεί. Όταν το έδαφος είναι ομοιογενές, τότε οι αντιδράσεις που αναπτύσσονται είναι κυρίως αντιδράσεις τριβής. Αντίθετα όταν το έδαφος είναι μη συνεκτικό και ανομοιογενές οι αντιδράσεις που αναπτύσσονται είναι κυρίως αιχμής.

Οι πάσσαλοι μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με:

- ❖ Τη μέθοδο εγκατάστασής τους :
 - Πάσσαλοι έμπηξης
 - Έγχυτοι πάσσαλοι (φρεατοπάσσαλοι)
- ❖ Το είδος του υλικού τους:
 - Ξύλινοι
 - Χαλύβδινοι
 - Από σκυρόδεμα προκατασκευασμένοι ή έγχυτοι επί τόπου, μονοκόμματοι ή σύνθετοι
- ❖ Το είδος του συστήματος εγκατάστασής τους:
 - Πασσαλομπήκτης δονητικός
 - Πασσαλομπήκτης περιστροφικός με αφαίρεση εδάφους
 - Διατρητικός Κριός
- ❖ Το μέγεθός τους:
 - Έγχυτοι μικρής διαμέτρου
 - Έγχυτοι μεγάλης διαμέτρου
 - Ριζοπάσσαλοι
 - Μικροπάσσαλοι
- ❖ Τις επιδράσεις κατά την τοποθέτηση:
 - Εκτόπισης υλικού
 - Αντικατάστασης υλικού
- ❖ Τον τρόπο που εξασφαλίζουν την ικανότητα ανάληψης φορτίου:
 - Πάσσαλοι αιχμής
 - Πάσσαλοι τριβής
 - Εφελκούμενοι πάσσαλοι
 - Κεκλιμένοι πάσσαλοι
 - Πάσσαλοι βελτίωσης χαρακτηριστικών εδάφους

Οι πάσσαλοι που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή του έργου ανήκουν στην κατηγορία των έγχυτων πασσάλων(φρεατοπάσσάλων) μεγάλης διαμέτρου, το είδος του υλικού τους είναι οπλισμένο σκυρόδεμα και είναι έγχυτοι επί τόπου. Επίσης, το είδος του συστήματος εγκατάστασής τους ήταν μηχανήματα διάτρησης εδάφους με αφαίρεση υλικού. Η ικανότητα ανάληψης φορτίων εξασφαλίστηκε κυρίως με πασσάλους αιχμής.

Ο σχεδιασμός των πασσαλότοιχων έγινε με την χρήση του προγράμματος Walls της εταιρίας Fides Sofistik.



Τα περιστροφικά γεωτρύπανα (πασσαλομπήκτες) τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την διάνοιξη της οπής στην οποία θα κατασκευαζόταν ο κάθε πάσσαλος ήταν τύπου BAUER BG 14 και BAUER BG 07.



Σχήμα 3.2 Μηχάνημα διάνοιξης φρεατοπασσάλων (πασσαλομπήκτης) τύπου BAUER BG 14

Πρίν αναφέρουμε τις ενέργειες οι οποίες έγιναν για να επιτευχθεί η κατασκευή του τοίχου αντιστήριξης (Σχ. 3.1), πρέπει να τονιστεί ότι πάσσαλοι χρησιμοποιήθηκαν ανάντη και εν επαφή του τοίχου (στην πλάτη του), αλλά και κάτω από το θεμέλιο του τοίχου, το οποίο αποτελούσε και τον κεφαλόδεσμο των πασσάλων.

Πιο συγκεκριμένα για να κατασκευαστεί η πασσαλοσυστοιχία ακολούθησε η παρακάτω διαδικασία :

1. Αρχικά, αφού προηγήθηκαν οι γενικές εκσκαφές, έγινε εκσκαφή και οριζοντιοποίηση του εδάφους μέχρι την στάθμη διάτρησης των πασσάλων της προσωρινής αντιστήριξης. **Πρώτο επίπεδο εκσκαφής (Σχ 3.1)**



Σχήμα 3.3 Οριζοντιοποίηση του εδάφους για την διάτρηση των πασσάλων.

2. Ακολούθησε η κατασκευή φρεατοπασσάλων. Οι πάσσαλοι που κατασκευάστηκαν ήταν εφαπτομενικοί διαμέτρου 1.00m. **Πρώτη φάση κατασκευής.** (Σχ.3.1)



Σχήμα 3.4 Πρώτη φάση εκσκαφής με τους τένοντες των φρεατοπασσάλων να εξέρχουν από το έδαφος αφού έχει προηγηθεί η κατασκευή τους. Δεξιά είναι εμφανής ένας μικρός εκσκαφέας.

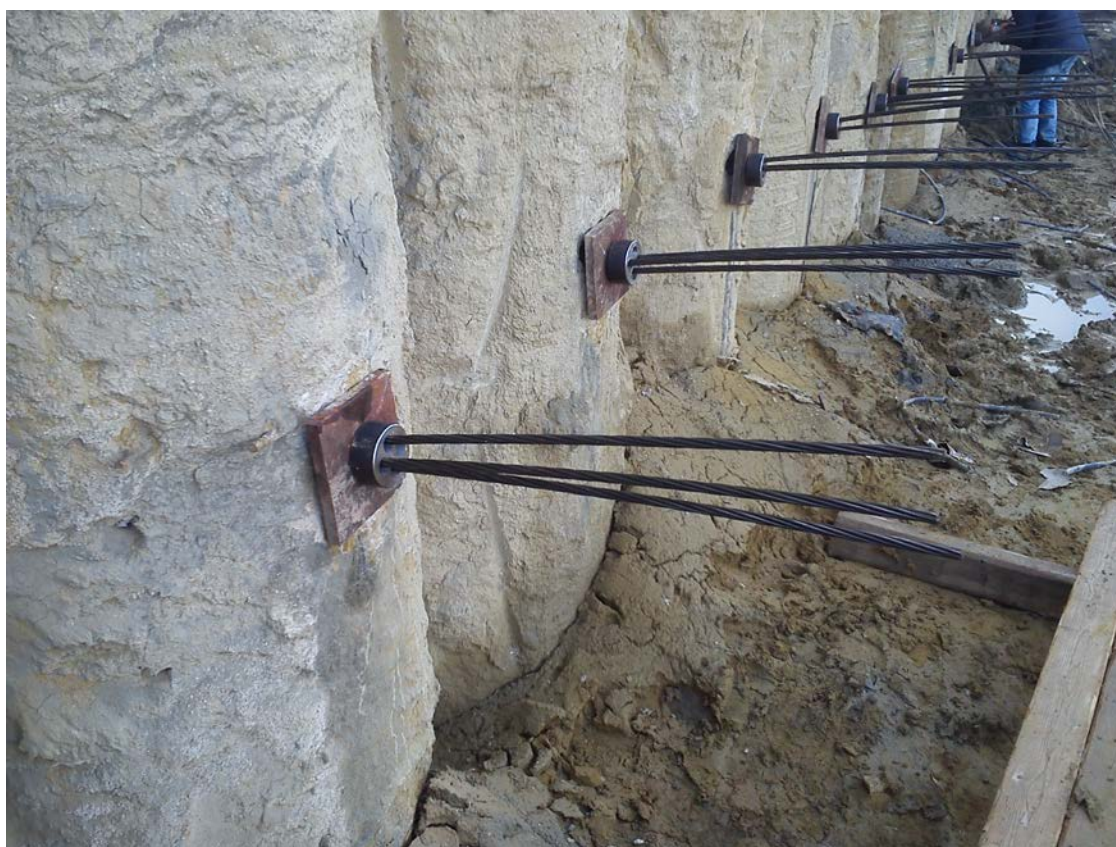


Σχήμα 3.5 Φρεατοπάσσαλος στο τμήμα 2 και γεωτρύπανο για την διάνοιξη των οπών των πασσάλων.

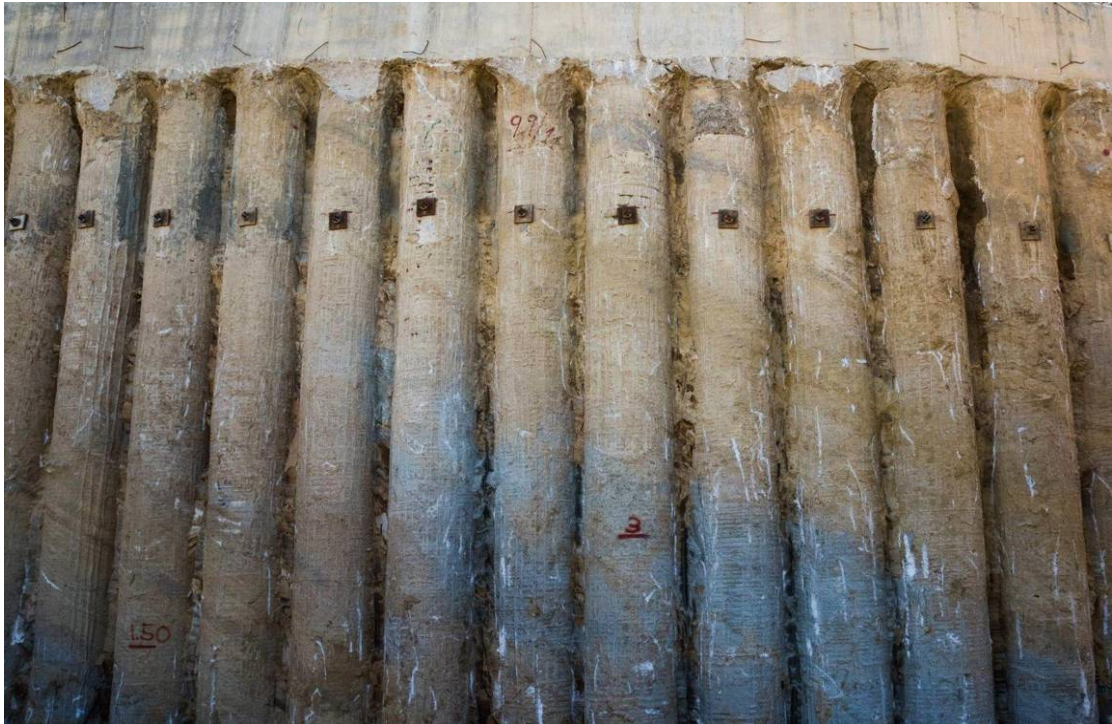
3. Αφού κατασκευάστηκε όλη η πασσαλοσυστοιχία και στη συνέχεια ο κεφαλόδεσμος αυτής, έγινε εκσκαφή των εδαφών κατόπιν αυτής, για την επίτευξη του δεύτερου επιπέδου εκσκαφής. Κατά την σταδιακή εκσκαφή έγινε η κατασκευή των προβλεπόμενων από την μελέτη αγκυρίων στις αντίστοιχες θέσεις και με τα προβλεπόμενα χαρακτηριστικά (βάθος, διατομή τενόντων κ.λ.π.) της μελέτης. **Δεύτερη φάση κατασκευής (Σχ. 3.1)**



Σχήμα 3.6 Εκσκαφή εδαφών κατάντη της πασσαλοσυστοιχίας.



Σχήμα 3.7 Σειρά αγκυρίων



Σχήμα 3.8 Πασσαλότοιχος στο τμήμα 2 της οδού με εμφανέστατη την μία σειρά αγκυρίων.

4. Στη συνέχεια έγινε εκσκαφή μέχρι την απαιτούμενη στάθμη κατάντη της πασσαλοσυστοίχιας για την κατασκευή του μόνιμου τοίχου αντιστήριξης. **Δεύτερο επίπεδο εκσκαφής** (Σχ.3.1)

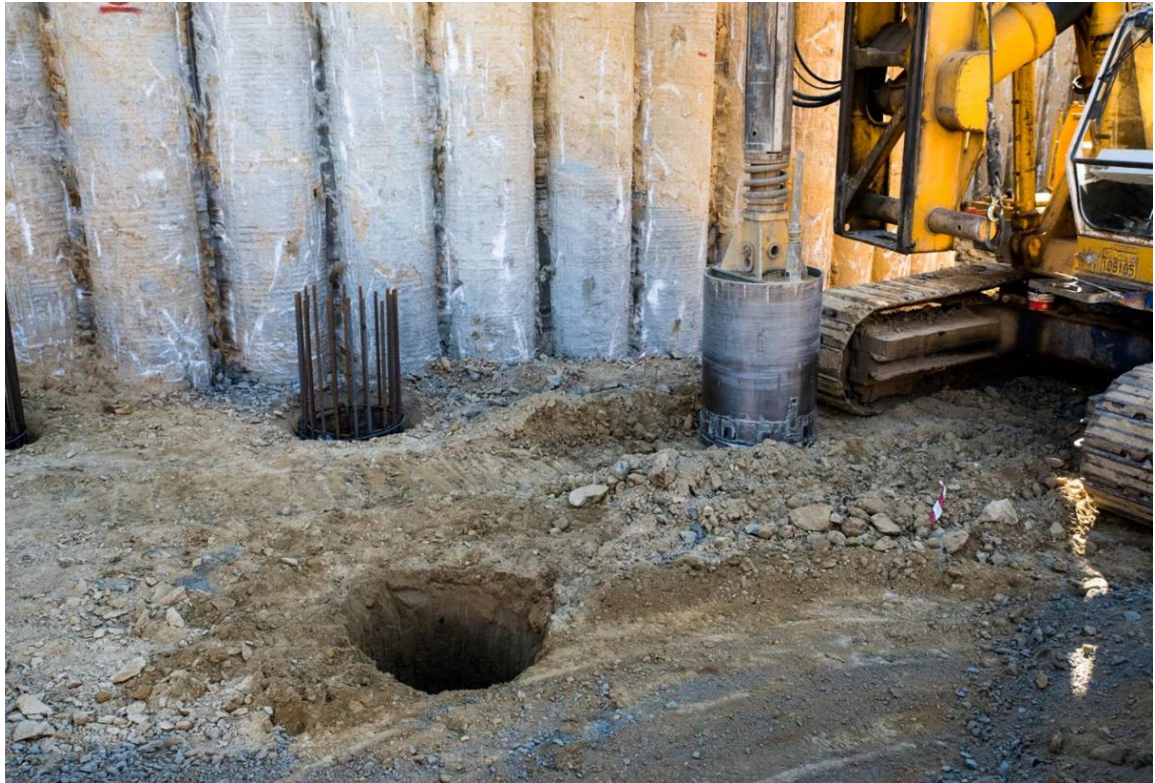


Σχήμα 3.9 Εκσκαφή μέχρι το δεύτερο επίπεδο εργασίας.



Σχήμα 3.10 Φανέρωση του δεύτερου επιπέδου εκσκαφής.

5. Το δεύτερο επίπεδο εκσκαφής χρησιμοποιήθηκε ως δάπεδο εργασίας για την κατασκευή των πασσάλων της θεμελίωσης του τοίχου. (Σχ.3.1)



Σχήμα 3.11 Διάτρηση του εδάφους με ειδικό ερπυστριοφόρο μηχάνημα το οποίο λέγεται περιστροφικό γεωτρύπανο ή αλλιώς “πασσαλομήχτης”.



Σχήμα 3.12 Κομμάτι των δύο σειρών πασσάλων στο δεύτερο επίπεδο εργασίας και διάτρηση πασσάλου.

6. Τέλος έγινε η κατασκευή του μόνιμου τοίχου αντιστήριξης. Ο τρόπος αυτός κατασκευής, του μόνιμου αντιρηδωτού τοίχου αντιστήριξης, με πασσάλους κάτω από το θεμέλιο του πεδίου εξασφαλίζει την κατασκευή έναντι ολίσθησης και ανατροπής. **Τρίτη φάση κατασκευής (Σχ.3.1)**



Σχήμα 3.13 Πασσαλότοιχος με ήδη κατασκευασμένο ένα κομμάτι του τοίχου αντιστήριξης.

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε, ενδιάμεσα των πασσάλων, εκεί που οι καμπύλες διαχωρισμού τους αφήνουν κενό, λευκούς σωλήνες οι οποίοι είναι οι κατακόρυφες αποχετεύσεις όμβριων που ξεκινούν από τα στραγγιστήρια και καταλήγουν σε φρεάτια με αποδέκτη το κεντρικό σύστημα αποχέτευσης όμβριων της οδού.

3.1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σύμφωνα με την μελέτη του έργου, λόγω της χαμηλής στάθμης της ερυθράς της οδού σε σχέση με τη στάθμη του εδάφους, κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης για την αντιστήριξη πρηνών. Οι πάσσαλοι αυτοί, βάσει της διαδικασίας εγκατάστασής τους, θεωρούνται φρεατοπάσσαλοι έγχυτοι επι τόπου και το υλικό κατασκευής τους είναι οπλισμένο σκυρόδεμα.

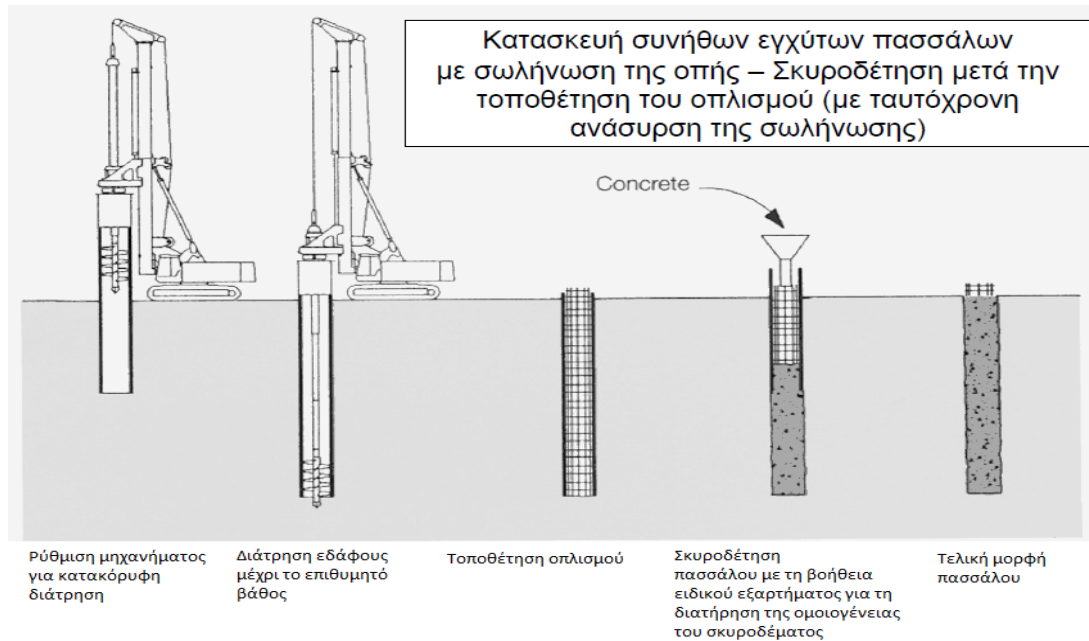
Επίσης, στο υποκεφάλαιο 3.1.1, κατά την πρώτη φάση κατασκευής, προηγήθηκε η δημιουργία φρεατοπασσάλων, οι οποίοι στη συνέχεια ενώθηκαν με πασσαλόδεσμο, με σκοπό την συγκράτηση του ανάντη εδάφους και την επίτευξη ασφαλούς επιπέδου εργασίας για την κατασκευή του τοίχου αντιστήριξης. Κατά αυτό τον τρόπο, η πασσαλοσυστοχία παραλάμβανε όλα τα φορτία που ασκούνται από το πρηνές.

Για την εγκατάσταση των πασσάλων χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικό ερπυστριοφόρο μηχάνημα διάτρησης εδάφους, το περιστροφικό γεωτρύπανο ή αλλιώς "πασσαλομπήχτης". Το μηχάνημα αυτό διαθέτει στο μπροστινό του μέρος έναν κάδο σε κυλινδρική μορφή για την αφαίρεση εδάφους, ο οποίος προσαρμόζεται ανάλογα με την επιθυμητή διάμετρο διάνοιξης του φρέατος του πασσάλου. Αποτελείται από ένα ποτήρι κυλινδρικό με λεπίδες και κενά (θυρίδες) στο κάτω μέρος του. Οι λεπίδες βοηθούν στην εκσκαφή του εδάφους, ενώ το έδαφος που αφαιρείται εισέρχεται στο εσωτερικό του κάδου μέσω των θυρίδων. Μετά το γέμισμα του κάδου, το κυλινδρικό ποτήρι μετακινείται από το φρέαρ και το εκσκαμμένο έδαφος αποτίθεται σε διπλανό σημεί εκτός αυτού. Ο κάδος έχει διάμετρο $D = 100\text{cm}$ και ύψος $H = 130\text{cm}$.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πάσσαλοι στο έργο είναι εφάπτομενικοί μεν αλλά η διάτρησή τους γίνεται σε απόσταση $D = 1.0\text{ m}$ μεταξύ τους, για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των φρεάτων. Συγκεκριμένα, για την κατασκευή ενός πασσάλου που εφάπτεται με έναν άλλον, θα πρέπει πρώτα ο προηγούμενος του να έχει σκυροδετηθεί και να έχει την κατάλληλη αντοχή, για την αποφυγή τυχόν αστοχίας.



Σχήμα 3. 14 Διάτρηση του εδάφους με πασσαλομπήχτη για την διάνοιξη της οπής ώστε να μπει ο κλωβός του πασσάλου. (Στο βάθος αχνοφαίνεται η Κ. Βγενοπούλου, ο Κ. Σπηλιωτόπουλος και ο Κ. Καθρέπτας)



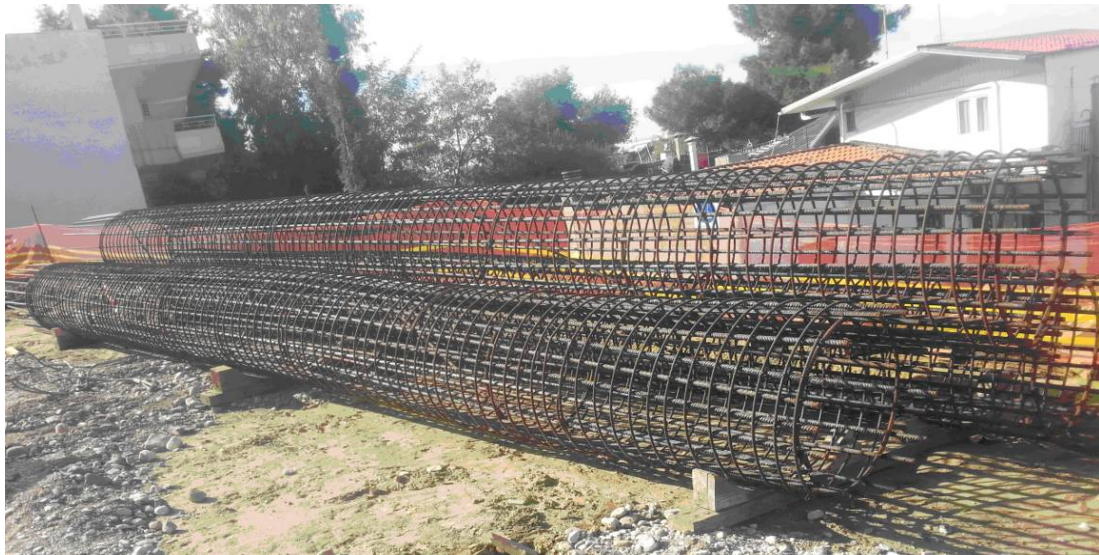
Σχήμα 3.15 Ενδεικτική σειρά εργασιών κατασκευής φρεατοπασσάλων (με μανδύα).

Σημειώνεται ότι, λόγω της μεγάλης αντοχής και συνοχής του εδάφους, δεν χρειάστηκε να τοποθετηθεί μανδύας στο εσωτερικό του φρέατος, καθώς δεν υπήρχε κίνδυνος τοπικών καταπτώσεων από την περίμετρο της, όπως με κίνδυνο την εισχώρηση και ενσωμάτωση ξένων εδαφικών υλικών στο σκυρόδεμα. Μετά την ολοκλήρωση της διάτρησης, τοποθετήθηκε οπλισμός και εν συνεχεία έγινε η σκυροδέτηση των πασσάλων με βοήθεια ειδικού εξαρτήματος μέχρι την τελική μορφή του.

Ειδικότερα, ο οπλισμός είναι ένας μεταλλικός κλωβός που αποτελείται από διαμήκη οπλισμό από χαλύβδινες ράβδους με κυκλική διάμετρο $D = 88\text{cm}$ και από σπειροειδή οπλισμό $\phi 38 (D=38\text{mm})$.



Σχήμα 3.16 Μεταφορά του κλωβού του πασσάλου στο σημείο που θα τοποθετηθεί



Σχήμα 3.17 Μεταλλικοί κλωβοί

- Ο κάθε μεταλλικός κλωβός(Σχ 3.17) αποτελείται από 22 ράβδους, διαμέτρου φ28.
- Η χαλύβδινη σπείρα που λειτουργεί ως οριζόντιος οπλισμός έχει διάμετρο φ12 και οι συνδετήρες κατασκευάζονται με βήμα 10cm.
- Τα στεφάνια έχουν διάμετρο φ14 και τοποθετούνται ανά 20cm.
- Εξωτερικά του μεταλλικού κλωβού , γίνεται προσθήκη κάποιων ειδικών στοιχείων, λεγόμενοι ως αποστάτες, οι οποίοι κρατάνε τον οπλισμό σε επιθυμητή απόσταση από το φρέαρ για την επικάλυψη του σκυροδέματος.



Σχήμα 3.18 Τοποθέτηση των αποστατών στους κλωβούς.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ

Μετά την προσθήκη του οπλισμού, τοποθετήθηκε για την σκυροδέτηση, στο εσωτερικό του φρεατίου, ένα ειδικό εξάρτημα σχήματος κωνικού στη κορυφή που καταλήγει σε κυλινδρικό σωλήνα. Η συγκεκριμένη διάταξη βοηθάει στην έκχυση του σκυροδέματος και το κατώτερο σημείο του τοποθετείται σε απόσταση μέχρι 2m από το δάπεδο του φρέατος και σταδιακά με την πρόοδο της σκυροδέτησης ανεβαίνει και αυτό. Έτσι με την τοποθέτηση αυτού, αποφεύγεται ο κίνδυνος αλλοίωσης της ομοιογένειας του σκυροδέματος και διαχωρισμού των συστατικών του.

Λόγω του ότι κατά την διαδικασία αυτή εγκλωβίζεται αέρας και δημιουργούνται φουσαλίδες στο εσωτερικό του, στα τελευταία 5-6m τοποθετείται ένας δονητής, ώστε με την δόνηση να απομακρυνθούν οι τυχόν φουσαλίδες στο σκυρόδεμα. Στα κατώτερα σημεία του φρέατος το σκυρόδεμα συμπυκνώνεται με το βάρος του.



Σχήμα 3.19 Σωλήνας σκυροδέτησης τοποθετημένος στο εσωτερικό του φρεατίου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Μετά την σκυροδέτηση , λαμβάνονται κυβικά δοκίμια διαστάσεων 15cm * 15cm * 15cm, για να ελεγχθεί η αντοχή του σκυροδέματος ,η ποιότητα του και κατά πόσο αυτά ανταποκρίνονται στην μελέτη σύνθεσης που έχει προδιαγραφεί.

Τα δοκίμια αυτά:

- Συντηρούνται μέσα σε νερό για την αποφυγή αφυδάτωσης μέχρι την μεταφορά τους στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου.
- Συντηρούνται για 28 μέρες.
- Μετά το πέρας των 28 ημερών, ελέγχεται ανά εξάδες αν ικανοποιεί την μελέτη σύνθεσης.
- Σύμφωνα με τον κανονισμό τεχνολογίας σκυροδέματος, κάθε εξάδα δοκιμίων αντιστοιχεί σε μια ημερήσια παρτίδα έως 150 m³.



Σχήμα 3.20 Κυβικά δοκίμια από σκυρόδεμα

Μετά την κατασκευή όλων των πασσάλων, κατασκευάστηκε ο κεφαλόδεσμος. Ο κεφαλόδεσμος είναι μια δοκός η οποία κατασκευάζεται στην κεφαλή των πασσάλων και ενώνει αυτές (τις κεφαλές). Έτσι, η πασσαλοσυστοιχία λειτουργεί σαν ένα σώμα εξαναγκάζοντας αυτή, να παραμορφώνεται με συμμετοχή όλων των πασσάλων. Οι διαστάσεις του κεφαλόδεσμου είναι για το ύψος 1.20m και το πλάτος 1.00m.



Σχήμα 3.21 Αποψη του πασσαλότοιχου με τον κεφαλόδεσμο στο τέλος του τμήματος 2.

Κατά την διαδικασία κατασκευής των πασσάλων, πραγματοποιήθηκαν κάποιοι έλεγχοι σε αυτούς για να διαπιστωθούν πιθανές κατασκευαστικές αστοχίες, καθώς και έλεγχοι αντοχής αυτών. Συγκεκριμένα:

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

Στα πλαίσια ελέγχου ποιότητας των ήδη εμπηγμένων πασσάλων στις 30 Ιουνίου του έτους 2014 εκτελέστηκαν μη καταστροφικοί, ηχητικοί έλεγχοι σε εκατόν πενήντα δύο (152) πασσάλους θεμελίωσης του έργου. Η διάμετρος τους είναι 1000 mm και τα μήκη είναι τα εξής :

- Για τους Π101 έως Π152 και Π61 έως Π89 είναι $L_{\text{πασ}}=11\text{m}$
- Για τους Π153 έως Π154 και Π177 έως Π178 είναι $L_{\text{πασ}}=12\text{m}$
- Για τους Π155 έως Π176 είναι $L_{\text{πασ}}=14\text{m}$
- Για τους Π263 έως Π308 είναι $L_{\text{πασ}}=16\text{m}$

Ο σκοπός των ελέγχων αυτών ήταν να εκτιμηθούν η συνέχεια και η ακεραιότητα των πασσάλων αυτών. Έτσι, με τη χρήση του συστήματος “TDR-2 Pile Integrity Testing System”, το οποίο είναι κατασκευασμένο από την αγγλική εταιρεία ελέγχου θεμελιώσεων “Testconsult Ltd”, εκτελέστηκαν οι έλεγχοι και η ερμηνεία τους.

Περιγραφή μεθόδου

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε εξέταζε ουσιαστικά την απόκριση ενός πασσάλου σε μια εξωτερική δύναμη που εφαρμόζεται από ένα ελαφρύ σφυρί και πρόκειται για έλεγχο ακεραιότητας “χαμηλής έντασης”.

Ο κτύπος του σφυριού προκαλεί ένα κύμα τάσης ή ακουστικό κύμα που γρήγορα διαδίδεται στον πάσσαλο σαν επίπεδο κύμα, προκαλώντας του μηχανική ώθηση. Το κύμα που δημιουργείται είναι καθορισμένης χρονικής διάρκειας και περιέχει ενέργεια με ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων που εξαρτάται από τον τύπο του σφυριού και την σκληρότητα του κτύπου στο σκυρόδεμα. Το κύμα ταξιδεύει στον πάσσαλο σαν μια δέσμη ενέργειας με σχετικά σταθερή ταχύτητα.

Κατα την παρακολούθηση της απόκρισης της κεφαλής του πασσάλου, κρίνοντας από τον αρχικό κτύπο και τις ανακλάσεις που επιστρέφουν, εξάχθηκαν συμπεράσματα για μερικές από τις ιδιότητες του πασσάλου. Η απόκριση της κεφαλής του πασσάλου εξαρτάται :

- από την δύναμη διέγερσης της κρούσης
- από τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους που βρίσκεται ο πάσσαλος και
- από τα χαρακτηριστικά του ίδιου του πασσάλου.

Ειδικότερα, όταν υπάρχει μια απότομη αλλαγή των χαρακτηριστικών του πασσάλου, μέρος του κύματος που διαδίδεται προς το κάτω ανακλάται προς την κεφαλή του πασσάλου, ενώ το υπόλοιπο του σήματος συνεχίζει προς τον πόδα του πασσάλου. Οι ανακλάσεις των κυμάτων εντός του πασσάλου προκαλούνται από αλλαγές των φυσικών ιδιοτήτων του ή του περιβάλλοντος εδάφους που επηρεάζουν την ακουστική συμπεριφορά. Οι αλλαγές μέσα στον πάσσαλο ορίζονται με την έννοια της 'αντίστασης' z όπου :

$$z = \rho * c * A$$

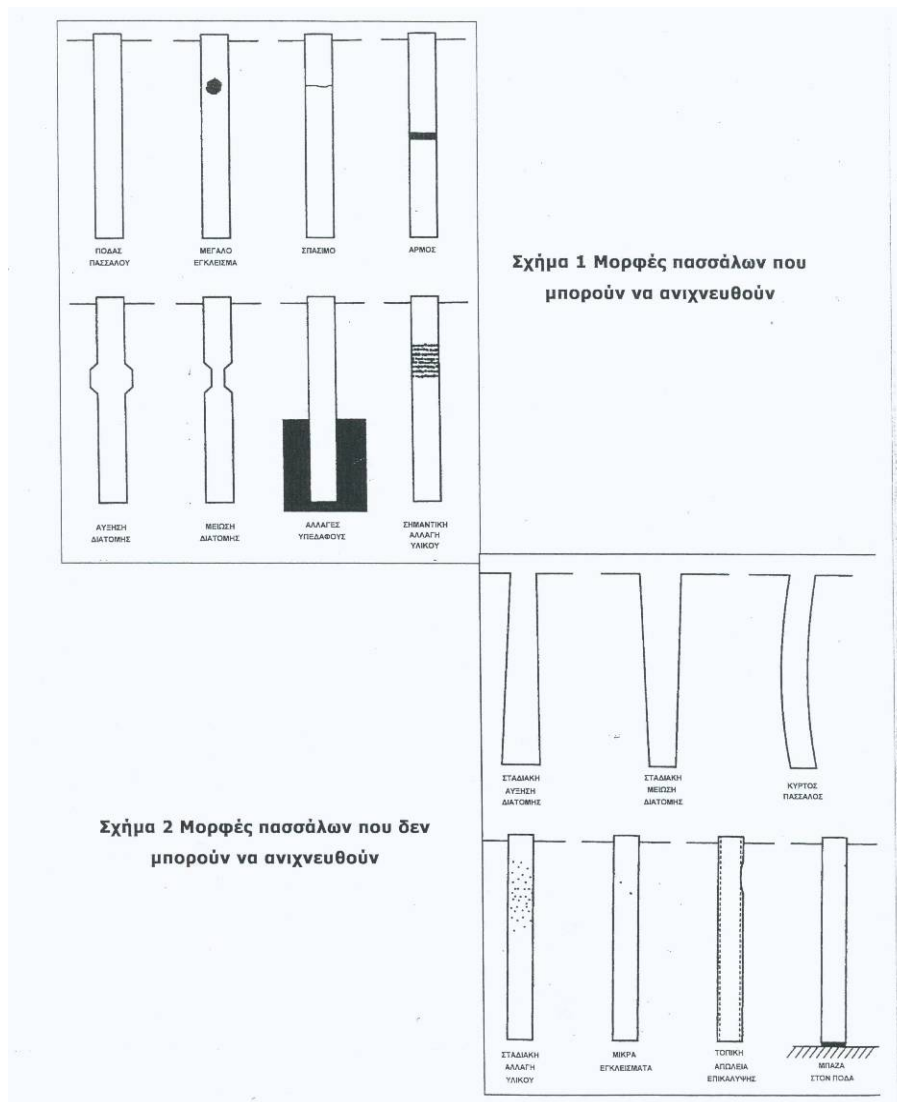
με ρ =πυκνότητα του υλικού του πασσάλου,

c =ταχύτητα διάδοσης του κύματος διαμέσου του πασσάλου

A =διατομή του πασσάλου

Οι δομές οι οποίες δημιουργούν αλλαγές στην αντίσταση του συστήματος πάσσαλος/έδαφος και επομένως και ανακλάσεις του κύματος είναι οι εξής :

- ο πόδας του πασσάλου
- σπασίματα ή αρμοί
- αλλαγές στην διάμετρο του πασσάλου
- επικάλυψη του σπλισμού
- μεταβολές της σκληρότητας του υπεδάφους
- εγκλείσματα εντός του πασσάλου



Σχήμα 3.22 Οι μορφές πασσάλων που μπορούν και που δεν μπορούν να ανιχνευτούν με τους ελέγχους ακεραιότητας “χαμηλής έντασης”.

Μέθοδος μεταβατικής δυναμικής απόκρισης

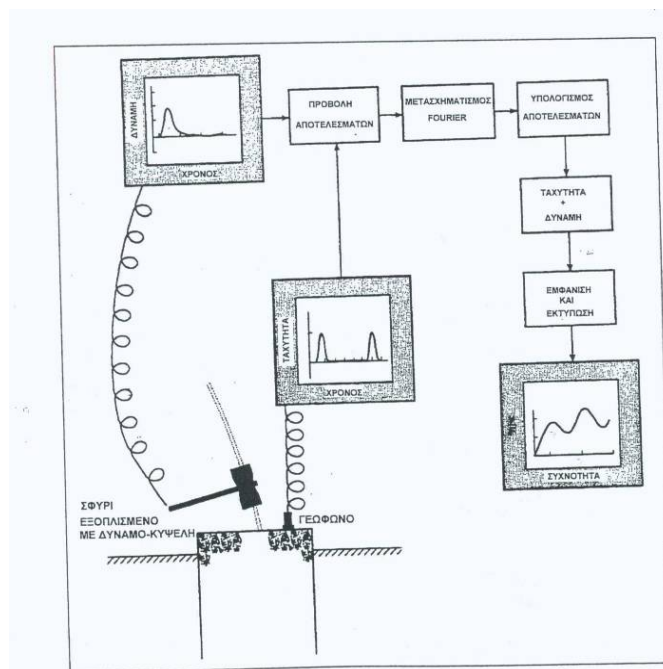
Κατά τη διάρκεια αυτής της μεθόδου, με την βοήθεια ενός σφυριού επιβάλλεται μια συνεχόμενη δύναμη στη κεφαλή του πασσάλου. Η δύναμη αυτή καταγράφεται με τη βοήθεια μιας ηλεκτρονικής δυναμο-κυψέλης συναρτήσεως του χρόνου. Στη κεφαλή του πασσάλου τοποθετείται ένας μορφομετατροπέας ταχύτητας (γεώφωνο) που μετράει την απόκριση του πασσάλου στον κτύπο, όπως φαίνεται και στην τυπική διάταξη της δοκιμής του σχήματος 3.23.

Έτσι, τα αποτελέσματα μπορούν να αναλυθούν με ένα ή και με τα δύο από τα παρακάτω διαγράμματα :

- Διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου, γνωστό ως ίχνος ταχύτητας (ηχητική ανάκλαση)
- Διάγραμμα ταχύτητας ανά μονάδα δύναμης – συχνότητας, γνωστό ως φάσμα κινητικότητας

Οι ιδιότητες του πασσάλου ή καλύτερα του συστήματος πάσσαλος / έδαφος που μπορούν να εκτιμηθούν από το φάσμα κινητικότητας, είναι οι ακόλουθες :

- Ακουστικό μήκος
- Δυναμική σκληρότητα της κεφαλής του πασσάλου
- Χαρακτηριστική κινητικότητα



Σχήμα 3.23 Διατάξη δοκιμής

Σήματα πασσάλων

Κατά την επί τόπου δοκιμή, η συσκευή καταγράφει μια γενική εικόνα της συνέχειας του πασσάλου, ενώ κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων τα διαγράμματα εμφανίζουν το ελάχιστο βάθος που ο πάσσαλος εμφανίζει κάποια ασυνέχεια και το πρόγραμμα κατηγοριοποιεί αυτόματα τον πάσσαλο σύμφωνα με τον τύπο απόκρισης.

Δηλαδή για την τυποποίηση και την διευκρίνιση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται το ακόλουθο σύστημα κατάταξης :

Κατηγορία 1. Μια μοναδική αλλαγή της αντίστασης είναι ορατή και το βάθος της ανταποκρίνεται στον πόδα του πασσάλου.

Κατηγορία 2. Απόκριση με καμία ένδειξη σημαντικών αλλαγών αντίστασης.

Κατηγορία 3. Μια αύξηση της αντίστασης είναι ορατή σε ενδιάμεσο βάθος.

Κατηγορία 4. Μια μείωση της αντίστασης είναι ορατή σε ενδιάμεσο βάθος.

Κατηγορία 5. Μια δραματική αύξηση της αντίστασης διακρίνεται στα πρώτα μέτρα του πασσάλου κοντά στην κεφαλή.

Κατηγορία 6. Μια δραματική μείωση της αντίστασης διακρίνεται στα πρώτα μέτρα του πασσάλου κοντά στην κεφαλή.

Κατηγορία 7. Μειωμένη ποιότητα δεδομένων ώστε δεν μπορεί να γίνει καμία ερμηνεία.

Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Οι ακουστικές ανωμαλίες που ανιχνεύονται με την εξέταση των διαγραμμάτων κινητικότητας – συχνότητας και ταχύτητας – χρόνου , προκαλούνται από εδαφικές αλλαγές, σπασίματα, αλλαγές στη διατομή του φρεατίου, καθώς και από ρωγμές και ζώνες σκυροδέματος χαμηλής ποιότητας.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων γίνεται παραδοχή ότι η μέση ταχύτητα του ηχητικού κύματος στο σκυρόδεμα ή το τσιμέντο κυμαίνεται από 3500 m/sec έως 4000 m/sec. Κάποιο σκυρόδεμα που είναι πιο πυκνό ίσως παρουσιάζει μια ελαφρώς αυξημένη ταχύτητα από 4000 m/sec ενώ ένα σκυρόδεμα με αδρανή χαμηλής ποιότητας ή μερικά τσιμεντενέματα ίσως έχουν ταχύτητα μικρότερη από 3500 m/sec. Παρόλα αυτά το παραπάνω αναφερόμενο εύρος ταχυτήτων θεωρείται αποδεκτό.

Στον έλεγχο που έγινε στην κατασκευή της οδού Κανακάρη, όλοι οι πάσσαλοι εμφάνισαν αποκρίσεις Κατηγορίας 1, επομένως θεωρούνται απολύτως αποδεκτοί.

Pile Number	Pile Head Stiffness (MN/mm)	Primary response depth (m) For C =		Given length (m)	Remarks
		3500 m/s	4000 m/s		
P111	1.94	11.2	12.8	11	CAT 1
P112	2.42	11.2	12.8	11	CAT 1
P113	1.92	10.0	11.4	11	CAT 1
P114	2.04	10.5	12.0	11	CAT 1
P115	1.97	11.2	12.8	11	CAT 1
P116	1.29	10.3	11.8	11	CAT 1
P117	1.91	11.2	12.8	11	CAT 1
P118	1.83	10.5	12.0	11	CAT 1
P119	2.65	11.2	12.8	11	CAT 1
P120	2.04	10.0	11.4	11	CAT 1
P121	1.09	10.0	11.4	11	CAT 1
P122	1.86	10.0	11.4	11	CAT 1
P123	2.21	11.9	13.7	11	CAT 1
P124	1.95	10.0	11.4	11	CAT 1
P125	2.22	11.7	13.4	11	CAT 1
P126	2.02	10.5	12.0	11	CAT 1
P127	1.99	10.5	12.0	11	CAT 1
P128	2.07	10.5	12.0	11	CAT 1
P129	2.37	10.5	12.0	11	CAT 1
P130	2.87	11.2	12.8	11	CAT 1
P131	2.87	11.2	12.8	11	CAT 1
P132	2.09	10.5	12.0	11	CAT 1
P133	2.24	11.7	13.4	11	CAT 1
P134	2.03	10.5	12.0	11	CAT 1
P135	2.75	11.2	12.8	11	CAT 1
P136	1.94	11.2	12.8	11	CAT 1
P137	1.95	10.5	12.0	11	CAT 1
P138	1.92	10.0	11.4	11	CAT 1
P139	2.37	11.7	13.4	11	CAT 1
P140	1.72	10.0	11.4	11	CAT 1
P141	2.14	10.5	12.0	11	CAT 1
P142	2.14	10.0	11.4	11	CAT 1
P143	1.99	11.7	13.4	11	CAT 1
P144	2.26	11.7	13.4	11	CAT 1
P145	2.24	11.7	13.4	11	CAT 1
P146	2.19	11.2	12.8	11	CAT 1
P147	2.24	10.5	12.0	11	CAT 1
P148	2.14	10.5	12.0	11	CAT 1
P149	1.94	10.5	12.0	11	CAT 1

Πίνακας 3.1 Πίνακας αποτελεσμάτων ελέγχων ακεραιότητας

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ

Την Πέμπτη 2 Απριλίου του έτους 2015 έγινε δοκιμαστική στατική φόρτιση σε θλίψη στο λειτουργικό πάσσαλο θεμελίωσης Π92, διαμέτρου 1000 mm και μήκους 10 m. Δύο επίσης παρόμοιοι, λειτουργικοί πάσσαλοι (Π91 και Π93) παρείχαν αντίδραση κατά την επιβολή των φορτίων και στις δύο περιπτώσεις.

Τα φορτία επιβλήθηκαν με κατάλληλο υδραυλικό σύστημα που περιελάμβανε έναν υδραυλικό γρύλλο ENERPAC CLS -6006, συνολικής δυναμικότητας 5987 kN με συνολική επιφάνεια εμβόλου 855.30 cm² και ηλεκτρική αντλία, τύπου ENERPAC ZU4340ME, ανάλογης δυναμικότητας. Ένα μανόμετρο WIKA M210 υπ' αριθμόν έδειχνε την επιβαλλόμενη πίεση.

Επίσης χρησιμοποιήθηκε μια ειδική γέφυρα δράσης-αντίδρασης που αποτελείται από δύο ενισχυμένες μεταλλικούς δοκούς HE 1000 B συνδεδεμένες με δύο πασσάλους αγκύρωσης.

Η παρακολούθηση της υποχώρησης του δοκιμαζόμενου πασσάλου έγινε με δύο ψηφιακά μηκυσιόμετρα KAFER, με μέγιστη διαδρομή 100 χιλ. και υποδιαίρεσεις των 0.01 mm καθώς και με την χρήση χωροβάτη με ακρίβεια 1 mm. Επιπλέον οι μετρήσεις των μετατοπίσεων της γέφυρας, των πασσάλων αντίδρασης καθώς και των δοκιμαζόμενων πασσάλων έγιναν με την χρήση χωροβάτη και ακρίβεια ενός χιλιοστού.

Διαδικασία φόρτισης

Το μέγιστο φορτίο κάθε δοκιμής φόρτισης επιβλήθηκε σταδιακά με βαθμίδες ίσες προς 25% του φορτίου λειτουργίας κάθε δοκιμαζόμενου πασσάλου σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Α/Α ΒΑΘΜΙΔΑΣ	ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΦΟΡΤΙΟ		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
	(% P _w)	(tons)	(λεπτά)	
Προφόρτιση		0 15	10	
0	-	-	*	Αρχικοποίηση
1	25 %	63	10	0, 5, 10 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
2	50 %	125	10	0, 5, 10 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
3	75 %	188	10	0, 5, 10 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
4	100 %	250	10	0, 5, 10 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
5	125 %	313	10	0, 5, 10 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
6	150 %	375	60	0, 5, 10, 20, 40, 60 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
7	125 %	313	5	0, 5 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
8	100 %	250	5	0, 5 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
9	75 %	188	5	0, 5 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
10	50 %	125	5	0, 5 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
11	25 %	63	5	0, 5 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]
12		0	20	0, 5, 10, 20 λεπτά [s<0.25 χιλ./ώρα]

Πίνακας 3.2 Βαθμίδες επιβολής φορτίου στον πάσσαλο

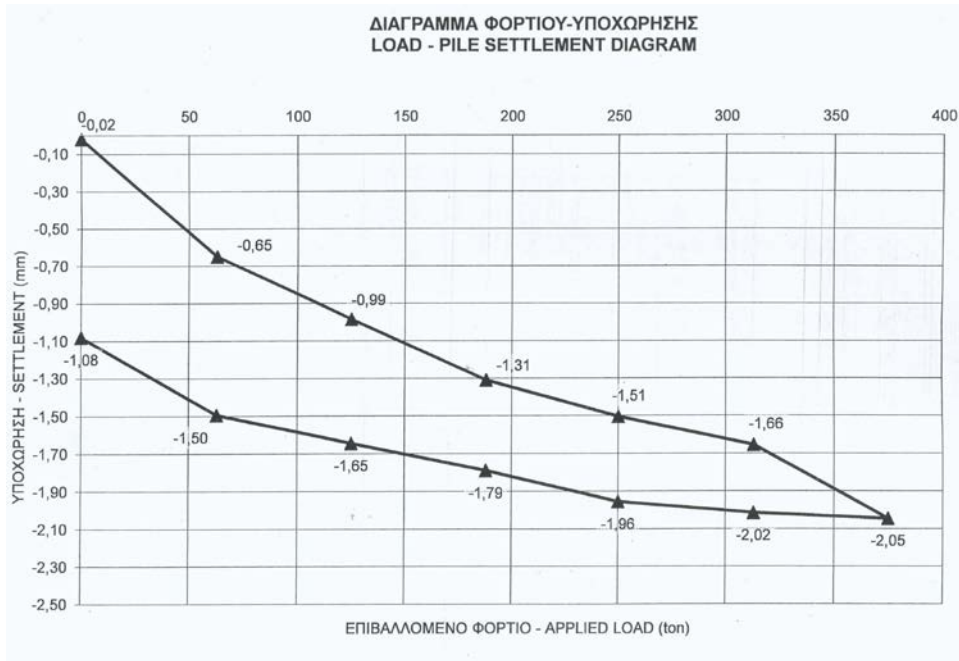
Συμπεράσματα

Συγκεκριμένα, στο έργο, ο δοκιμαζόμενος πάσσαλος παρουσίασε υποχώρηση 1,51 mm, μετά την υποβολή του φορτίου λειτουργίας των 250 ton , υποχώρηση 2,05 mm, μετά την υποβολή του μέγιστου φορτίου των 375 ton και παραμένουσα αποχώρηση 1,08 mm, μετά το τέλος της δοκιμής.

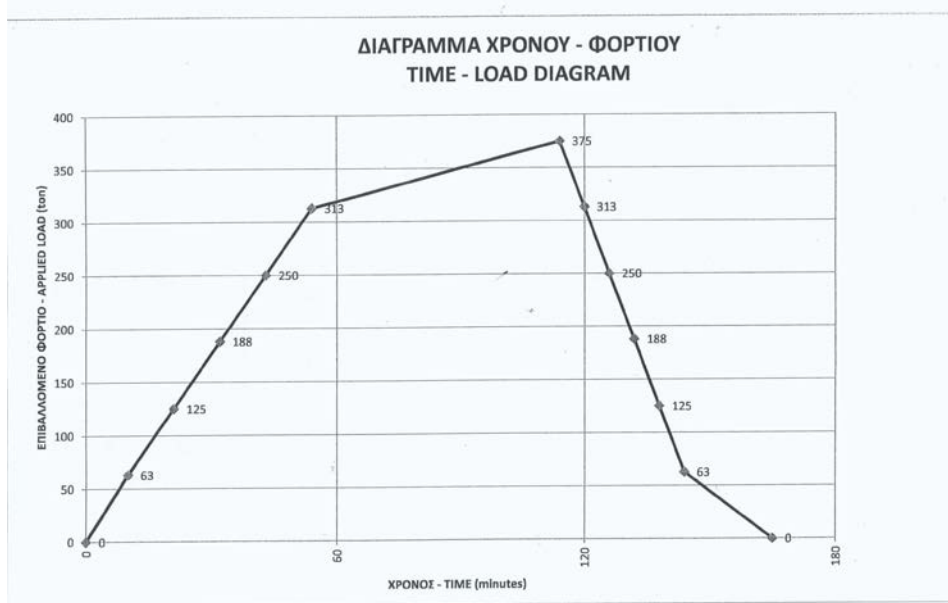
Ο πάσσαλος παρουσίασε ελαστική συμπεριφορά κατά την διάρκεια του κύκλου φόρτισης και κατά συνέπεια η συμπεριφορά του κρίνεται επιτυχής.

ΕΡΓΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ ΑΤΕ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΥ ΚΑΝΑΚΑΡΗ ΜΕ ΔΙΑΝΟΜΕΣ ΣΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ																
ΔΕΛΤΙΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ																				
PILE STATIC COMPRESSION LOAD TESTING SHEET																				
ΑΡ. ΠΑΣΣΑΛΟΥ FILE No		Π92		ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ WORKING PILE <input checked="" type="checkbox"/>				ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟΣ TESTING PILE <input type="checkbox"/>				ΘΕΣΗ LOCATION								
ΜΗΚΟΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥ PILE LENGTH, L		10,0 m		ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥ PILE DIAMETER, D		1000 mm		ΦΟΡΤΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ WORKING LOAD, P _w		250 ton		ΦΟΡΤΙΟ ΔΟΚΙΜΗΣ TEST LOAD, P _t				375 ton				
ΑΝΑΓΝΩΣΕΙΣ [READINGS]																				
ΒΑΡΗΛΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ LOAD STEP	ΜΗΧΗΜΕΤΡΟ ΠΑΣΣΑΛΟΥ PRESSURE GAUGE	ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΑ LOAD CELL	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ DATE	ΩΡΑ ORA	ΧΡΟΝΟΣ TIME	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΑΡΗΣ DURATION OF STEP	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ TEST DURATION	ΧΩΡΟΒΑΘΗΣ-LEVEL TILT						ΜΗΧΗΝΙΣΜΕΤΡΑ DIAL GAUGES			ΚΑΒΑΡΗ ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ NET SETTLEMENT			
								ΠΑΣΣΑΛΟΙ - PILES			ΔΟΚΟΣ - BEAM									
								ΑΡΙΣΤΕΡΑ LEFT	ΔΟΚΙΜΗΣ UNDER TEST	ΔΕΞΙΑ RIGHT	ΑΡΙΣΤΕΡΑ LEFT	ΜΕΣΟ MIDDLE	ΔΕΞΙΑ RIGHT	#1	#2	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ MEAN VALUE		ΚΟΡΥΦΑΙΕΣ LEVEL TILT	ΜΗΧΗΝΙΣΜΕΤΡΑ DIAL GAUGES	
#	(bars)	(bars)	(hr:min)	(min)	(min)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					
6	438	375	11:35	0	54	741		519,4	468,4	479	302,4	1,87	1,95	1,91		1,91				
			11:40	5	59	1		0,6	1,6	2	2,4	1,88	1,98	1,93		1,93				
			11:45	10	64							1,88	1,99	1,94		1,94				
			11:55	20	74							1,90	2,11	2,01		2,01				
			12:15	40	94							1,95	2,13	2,04		2,04				
			12:35	60	114							1,95	2,14	2,05	2	2,05				
7	366	313	12:36	0	115							1,94	2,10	2,02		2,02				
			12:41	5	120							1,93	2,10	2,02		2,02				
8	292	250	12:42	0	121							1,89	2,07	1,98		1,98				
			12:47	5	126							1,88	2,03	1,96		1,96				
9	220	188	12:48	0	127							1,79	1,81	1,80		1,80				
			12:53	5	132							1,78	1,80	1,79		1,79				
10	146	125	12:54	0	133							1,68	1,64	1,66		1,66				
			12:59	5	138							1,65	1,64	1,65		1,65				
11	74	63	13:00	0	139							1,60	1,40	1,50		1,50				
			13:05	5	144							1,59	1,40	1,50		1,50				
12		0	13:06	0	145	740		520,0	470	481	300	0,71	1,10	1,15		1,15				
			13:11	5	150	0		0	0	0	0	0,68	1,09	1,11		1,11				
			13:16	10	155							0,66	1,08	1,09		1,09				
			13:26	20	165							0,64	1,07	1,08	0	1,08				
ΕΙΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΛΑΒΟΣ SPECIAL CONTRACTOR		ΕΡΓΟΛΑΒΟΣ CONTRACTOR				ΕΠΙΒΛΕΨΩΝ SUPERVISOR				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ REMARKS Επιφάνεια εμβόλου γρύλλου (cm ²) : 855,30 (Piston active area)										
ΓΕΡΜΕΚ Α.Κ.Τ.Ε.																				

Πίνακας 3.3 Δελτίο δοκιμαστικών φορτίσεων πασσάλων



Πίνακας 3.4 Διάγραμμα φορτίου-υποχώρησης



Πίνακας 3.5 Διάγραμμα χρόνου-φορτίου



Πίνακας 3.6 Διάγραμμα χρόνου-υποχώρησης

3.2 ΑΓΚΥΡΙΑ

Γενικά, ως **αγκύρια** νοούνται γραμμικοί μεταλλικοί ή και μή μεταλλικοί φορείς, ικανοί σε εφελκυσμό οι οποίοι τοποθετούνται μέσα στο γεωυλικό και αποσκοπούν στην παραλαβή κυρίως αξονικών δυνάμεων. Σκοπός τους, είναι να μεταφέρουν εφελκυστικά φορτία στα γαιώδη ή βραχώδη εδάφη ώστε να επιτύχουν την εσωτερική στήριξη ή ενίσχυση αυτών ή άλλων κατασκευών όπως πασσάλων, τοίχων κ.λ.π.

Σαν πρώτη περίπτωση αποτελούν απαραίτητο στοιχείο της άμεσης/προσωρινής αντιστήριξης μέχρι να τοποθετηθεί η μόνιμη επένδυση στο έδαφος. Ενώ στην περίπτωση αγκύρωσης εξωτερικών κατασκευών, αποτελούν μόνιμη και συμπληρωματική μεταβίβαση εφελκυστικών τάσεων για την ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων των κατασκευών.

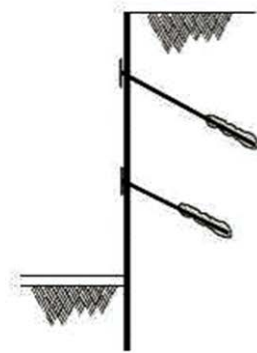
Ένας από τους κυριότερους τρόπους αντιστήριξης, είναι αυτή της τάνυσης αγκυρίων εδάφους. Ως **αγκύριο εδάφους**, ορίζεται ένα σύνολο χαλύβδινου οπλισμού προέντασης το οποίο αγκυρώνεται στο έδαφος διαμέσου τσιμεντένεσης, και στη συνέχεια τανύζεται, μεταβιβάζοντας κατά αυτόν τον τρόπο τη δύναμη προέντασης στο αγκυρωμένο έδαφος. Διακρίνονται δυο βασικές κατηγορίες αγκυρίων :

- **Αγκύρια ενίσχυσης** : ενισχύουν την βραχώμαζα εφαρμοζόμενα μετά την εκσκαφή στην περιφέρεια του υπόγειου ανοίγματος. Περιλαμβάνονται τα αγκύρια σημειακής ή συνεχούς πάκτωσης, τα αγκύρια με συρματόσχοινα.
- **Αγκύρια προενίσχυσης** : εφαρμόζονται πριν την εκσκαφή του υπογείου ανοίγματος και ενισχύουν το εσκαπτόμενο γεωυλικό. Περιλαμβάνονται κυρίως τα αγκύρια μετώπου, τα αγκύρια προενίσχυσης στύλων και τα αγκύρια που τοποθετούνται απο πιλοτική σήραγγα ή από την επιφάνεια ή απο άλλη σήραγγα.

3.2.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΑΓΚΥΡΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

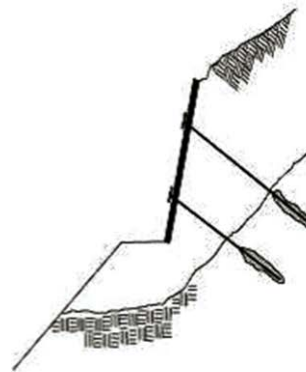
Η τεχνική των προεντεταμένων αγκυρίων μπορεί να εφαρμοσθεί σε πλήθος κατασκευών όπως σε :

- Τοίχους Αντιστήριξης
- Ειδικά γεωτεχνικά έργα (βαθείς εκσκαφές, αντιστηρίξεις)
- Ενίσχυση θεμελίων μεγάλων έργων
- Υποστήριξη σηράγγων και φραγμάτων
- Διευθέτηση ευστάθειας πρανών
- Άλλα έργα πολιτικού μηχανικού



Σχήμα 3.24

Τοίχος Αντιστήριξης

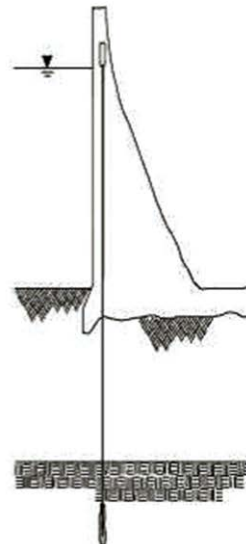


Ευστάθεια Πρανών

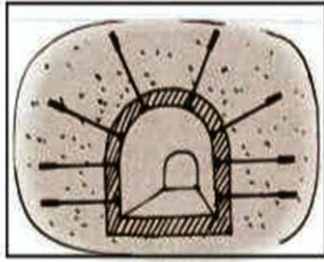


Σχήμα 3.25

Ενίσχυση Θεμελίων



Σταθεροποίηση Φραγμάτων



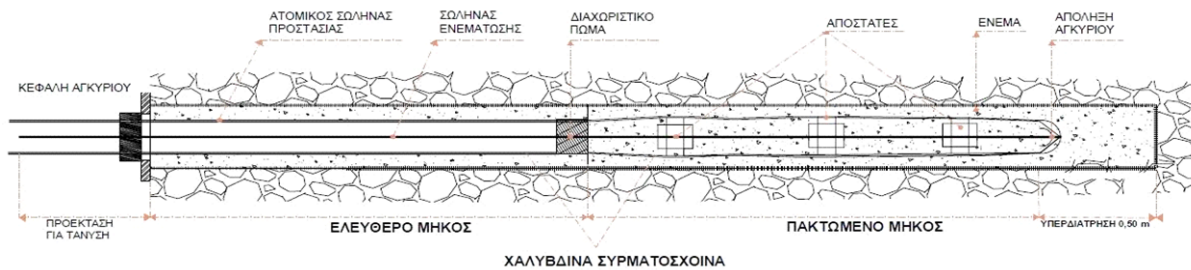
Σχήμα 3. 26 Υποστήριξη Σηράγγων

3.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ / ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Τύποι αγκυρίων

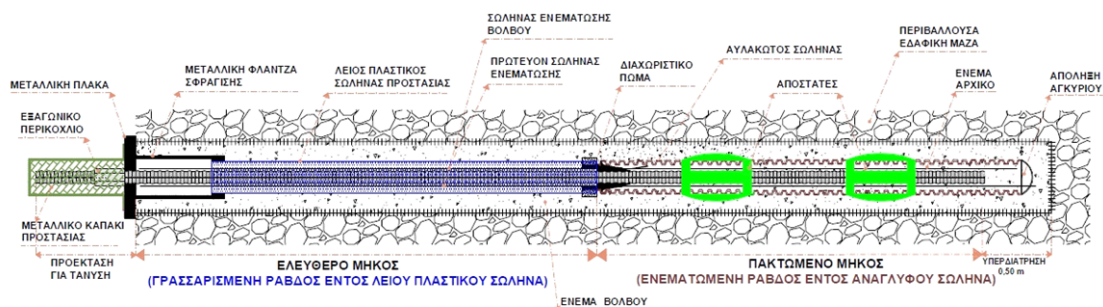
Τα αγκύρια εδάφους ανάλογα με την διάρκεια ζωής τους διαχωρίζονται σε :

- **Προσωρινά** : Αγκύρια που προορίζονται να λειτουργούν για μια περίοδο μικρότερη των 2 ετών (18 έως 24 μήνες) (DIN 4125, cl.2.1.4).



Σχήμα 3.27 Διατομή προσωρινού αγκυρίου

- **Μόνιμα** : Αγκύρια που προορίζονται να λειτουργούν σε όλη τη διάρκεια ζωής μιας κατασκευής. Λόγω της μονιμότητας λειτουργίας τους, απαιτείται ιδιαίτερη προστασία από τον κίνδυνο διάβρωσης, αρκετή εμπειρία όσον αφορά την παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους και προσοχή στην κατασκευή τους (DIN 4124, cl.2.1.5).



Σχήμα 3.28 Διατομή μόνιμου αγκυρίου

Από την πλευρά της στατικής λειτουργίας καθώς επίσης και του ρόλου τους στην εντατική κατάσταση του περιβάλλοντος χώρου (έδαφος) διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. **Ενεργά ή προεντεταμένα**, που προεκτείνονται στην τελική φάση κατασκευής τους και επιβάλλουν μια καινούργια δύναμη που συμβάλλει στη σταθεροποίηση (με τάνυση).
2. **Παθητικά**, που δεν παραλαμβάνουν καμία δύναμη με την εγκατάσταση τους αλλά ενεργοποιούνται όταν αρχίσει η παραμόρφωση (χωρίς τάνυση).

3.2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Ανεξαρτήτως τύπου, τα αγκύρια εδάφους αποτελούνται από τρία βασικά μέρη :

- **Το αγκυρούμενο τμήμα**, το οποίο είναι εκείνο το τμήμα του αγκυρίου που εξασφαλίζει την αγκύρωση στο έδαφος με συνάφεια, δια μέσου τουτσιμεντενέματος.
- **Το ελεύθερο τμήμα**, το οποίο είναι εκείνο το τμήμα στο οποίο ο οπλισμός δύναται να επιμηκύνεται ελεύθερα κατά τη διάρκεια της προέντασης.
- **Το έμβολο σφήνωσης**, η οποία αποτελεί το μηχανικό τμήμα που εξασφαλίζει την εφαρμογή της δύναμης προέντασης.

3.2.4 ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που ενσωματώνονται κατά περίπτωση στα αγκύρια είναι :

- Χάλυβας σε μορφή ράβδων οπλισμού από συρματόσχοινο ή ειδικώς κατασκευασμένα μεταλλικά βλήτρα (μεταλλικοί σύνδεσμοι μεταφοράς διατμητικών δυνάμεων).
- Ατομικοί σωλήνες προστασίας συρματόσχοινων από πολυαιθυλένιο (ελεύθερο τμήμα), λείος πλαστικός σωλήνας προστασίας (ελεύθερο τμήμα), ανάγλυφος σωλήνας προστασίας (αγκυρούμενο τμήμα).
- Εποξειδικές κόλλες κατάλληλες για την αγκύρωση ράβδων οπλισμού στο σκυρόδεμα (βλητρειδή αγκύρια).
- Κονιάματα κατάλληλα για την αγκύρωση ράβδων οπλισμού στο σκυρόδεμα.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Στο εξεταζόμενο έργο για την κατασκευή των αγκυρίων χρησιμοποιήθηκε μια επιφάνεια εργασίας μήκους τουλάχιστον 25m και ένα μηχάνημα σαν ανέμη, από το οποίο ξετυλιγόταν ο τένοντας μέσω κατάλληλου προσαρμοστή ευθυγράμμισης το οποίο ονομάζεται κατασκευαστική κλίνη.

Στην κλίνη κατασκευής τοποθετήθηκαν τα ήδη κομμένα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του έργου, συρματόσχοινα σε ομάδες ανά 3 τένοντες σε σταθερές αποστάσεις μέσω μεταλλικών αποστατών. Το ελεύθερο τμήμα στη συνέχεια γρασαρίστηκε και κατόπιν επικαλύφθηκε με ατομικό σωλήνα προστασίας από πολυαιθυλένιο. Ακολούθως, τοποθετήθηκε η διαχωριστική τάπα νεοπρενίου, οι σωλήνες τσιμεντένεσης και οι αποστάτες νεοπρενίου, οι οποίοι τοποθετούνται στο αγκυρούμενο τμήμα ανά μέτρο. Τέλος, τοποθετήθηκε ο λείος πλαστικός σωλήνας προστασίας του ελεύθερου τμήματος και ο ανάγλυφος σωλήνας του αγκυρούμενου τμήματος, ο οποίος λόγω σχήματος μεταβιβάζει με συνάφεια τα φορτία στο έδαφος.



Σχήμα 3.29 Τένοντες (συρματόσχοινα)

αγκυρίων με αποστατες.



Σχήμα 3.30 Επιφάνεια εργασίας και η ανέμη

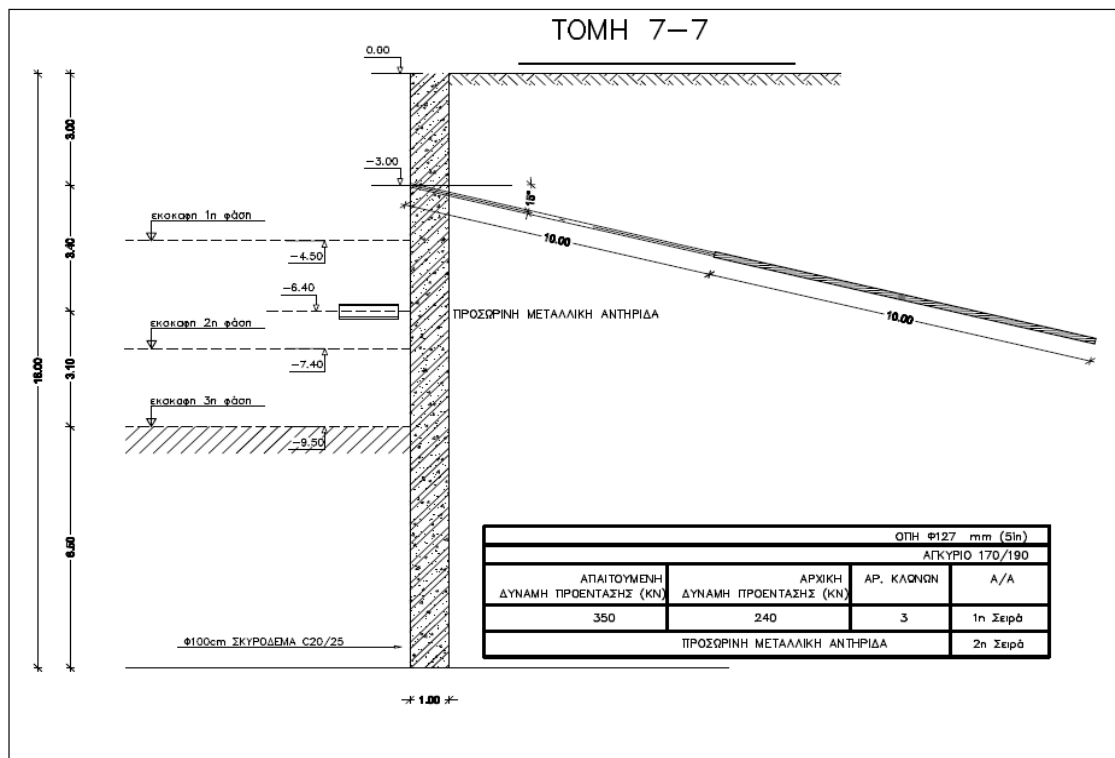


Σχήμα 3.31 Ανέμη για την κατασκευή των αγκυρίων

Για την μείωση της παραμόρφωσης ήταν απαραίτητη η τοποθέτηση σειρών αγκυρίων σε οριζόντια απόσταση 1m κατά μήκος της πασσαλοσυστοιχίας καθώς από τα αποτελέσματα του λογισμικού Walls προέκυψε πως για τους προσωρινούς τοίχους οι αναπτυσσόμενες εντάσεις και οι παραμορφώσεις είναι απαγορευτικές χωρίς την χρήση αγκυρίων.

Στο έργο τα αγκύρια κατασκευάστηκαν σε κάθε πάσσαλο για την μείωση στη μηδενική των παραμορφώσεων της κεφαλής του. Για να κατασκευαστεί το κάθε αγκύριο, (ο αριθμός ανά πάσσαλο καθορίζεται από την μελέτη) πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω εργασίες :

1. Προσδιορίστηκαν και επισημάνθηκαν οι θέσεις τοποθέτησης των αγκυρίων με κόκκινη βαφή έτσι όπως καθορίστηκαν από την μελέτη.
2. Ακολούθησε ο καθαρισμός και η λείανση τραχών επιφανειών του σκυροδέματος στην όψη των πασσάλων.
3. Διανοίχτηκαν οπές στο σκυρόδεμα των πασσάλων και στην συνέχεια πέραν του πάχους αυτών, συνεχίστηκε η οπή εντός του αργιλικού εδάφους με συνολικό μήκος οπής 22m-25m και κλίση ως προς τον ορίζοντα, με κατιούσα φορά, 15 μοίρες. Κατασκευάστηκε ένα αγκύριο στην μέση της διατομής του κάθε πασσάλου και κατά τη διάμετρο αυτού. Στο εξεταζόμενο τμήμα (Νόρμαν-Αγίας Σοφίας) χρησιμοποιήθηκε μια σειρά αγκυρίων στους πασσάλους η οποία είχε απόσταση 2,5 m από την εξόφληση του κεφαλόδεσμου. Στο πρώτο τμήμα (Πουκεβίλ-Γκότση) κατασκευάστηκαν από 2 έως και 5 σειρές αγκυρίων οι οποίες είχαν μεταξύ τους 3 m απόσταση και 2.5 m από την εξόφληση του κεφαλόδεσμου.



Σχήμα 3.32 Διατομή αγκυρίου με διαστάσεις

4. Στην συνέχεια τοποθετήθηκε εντός της οπής επαρκής ποσότητα συγκολλητικού υλικού (κονιάματος) και έγινε περιστροφική έμπηξη του αγκυρίου. Η διάμετρος της οπής ήταν μεγαλύτερη (Φ127 ή 5 in) από την ονομαστική διάμετρο του αγκυρίου για να εξασφαλιστεί το απαραίτητο διάκενο για το κονίαμα. Ένα τμήμα του αγκυρίου (τα πρώτα 10 m) πακτώθηκε, εντός του εδάφους, με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα C20/25 και το υπόλοιπο πληρώθηκε με αμμόδεμα που αποτελούνταν από 100 kg τσιμέντου ανά κ.μ. αμμοδέματος.
5. Το συνολικό μήκος της οπής των αγκυρίων κυμάνθηκε από 18 έως 25 m και το πακτωμένο κομμάτι ήταν πάντα 10 m. Με αυτόν τον τρόπο, γέμισε το διάκενο μεταξύ των τενόντων και των τοιχωμάτων της οπής και απομακρύνθηκε ο εγκλωβισμένος αέρας. Για να μην υπάρξει υπερχείλιση του σκυροδέματος άνω των 10m, τοποθετήθηκε στο αγκύριο μία τάπα ασφαλείας η οποία ουσιαστικά έκοβε την δίοδο του σκυροδέματος πέραν αυτού.

Τα αγκύρια που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο ήταν τύπου FREYSSINET ή αναλόγου με ποιότητα χάλυβα 170/190. Ο χάλυβας τον σιδήρου ήταν κατηγορίας S500. Το

μηχάνημα με το οποίο διανοίχτηκαν οι οπές στους πασσάλους ονομάζεται Wagon Drill και ανήκει στην κατηγορία των περιστροφικών γεωτρήπανων άκαμπτης κεφαλής. Οι οπές που διανοίχτηκαν ήταν Φ127 δηλαδή 127 mm ή 12,7 cm.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα αποτελούσε ένα είδος κονιάματος από μείγμα τσιμέντου, άμμου και λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού με νερό. Αυτό διοχετεύτηκε με ειδική αντλία με μεγάλη ταχύτητα και υπό πίεση ώστε να εφαρμοστεί στο προβλεπόμενο πακτούμενο κομμάτι. Η αναλογία νερού-τσιμέντου που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την περίπτωση είναι τουλάχιστον 1:2 κατά βάρος προκειμένου να επιτυγχανθεί η κατάλληλη αλκαλικότητα του κονιάματος.

Τέλος, για το έργο δεν προβλέφθηκαν κάποιου είδους αντιδιαβρωτικές προστασίες για το λόγο ότι μιλάμε για προσωρινή κατασκευή.

3.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΑΓΚΥΡΙΩΝ/ ΤΑΝΥΣΗ ΑΓΚΥΡΙΩΝ

Η ειδική λειτουργία των προεντεταμένων αγκυρίων εντοπίζεται στην ικανότητα παραλαβής εφελκυστικού φορτίου. Έτσι, από τον κανονισμό EN1537 ορίστηκαν συγκεκριμένες δοκιμές - έλεγχοι επί των προεντεταμένων αγκυρώσεων εδάφους.

Πριν την εφαρμογή του φορτίου λειτουργίας στο αγκύριο, πρέπει να γίνουν δοκιμαστικές φορτίσεις για να εξακριβωθεί η φέρουσα ικανότητα του αγκυρίου, των ερπυστικών χαρακτηριστικών του τσιμεντενέματος και των επιμηκύνσεων του κατά την τάνυση.

Συγκεκριμένα, πριν την εγκατάσταση των αγκυρώσεων προβλεπόταν η διενέργεια δοκιμαστικών φορτίσεων σε συγκεκριμένα αγκύρια και στη συνέχεια πριν την θέση σε λειτουργία κάθε ενός αγκυρίου ξεχωριστά, η διενέργεια δοκιμών αποδοχής. Οι δοκιμαστικές φορτίσεις περιλαμβάνουν δύο διαφορετικά είδη ελέγχων τα οποία είναι το ερευνητικό τέστ (investigation test) και το τέστ καταλληλότητας (suitability test).

Έτσι, μετά την πάροδο 7-10 ημερών, με την προϋπόθεση ότι το τσιμεντένυμα έχει αποκτήσει την απαιτούμενη αρχική αντοχή, έγινε έλεγχος αποδοχής (απόκτηση συνάφειας χάλυβα-κονιάματος) των προεντεταμένων αγκυρίων όπως περιγράφεται στον κανονισμό DIN 4125.

Στα αγκύρια επιβλήθηκε, μέσω του συστήματος υδραυλικής πρέσας-γρύλλος, φορτίο το οποίο παραλαμβάνεται μέσω ενέματος από το έδαφος και εξασφαλίζει την ευστάθεια της αγκυρούμενης κατασκευής και αυτή η διαδικασία ονομάζεται τάνυση. Το μηχάνημα με το οποίο πραγματοποιήθηκε η τάνυση λέγεται πρέσα και είναι της εταιρείας ΕΛΕΜΚΑ Α.Ε.

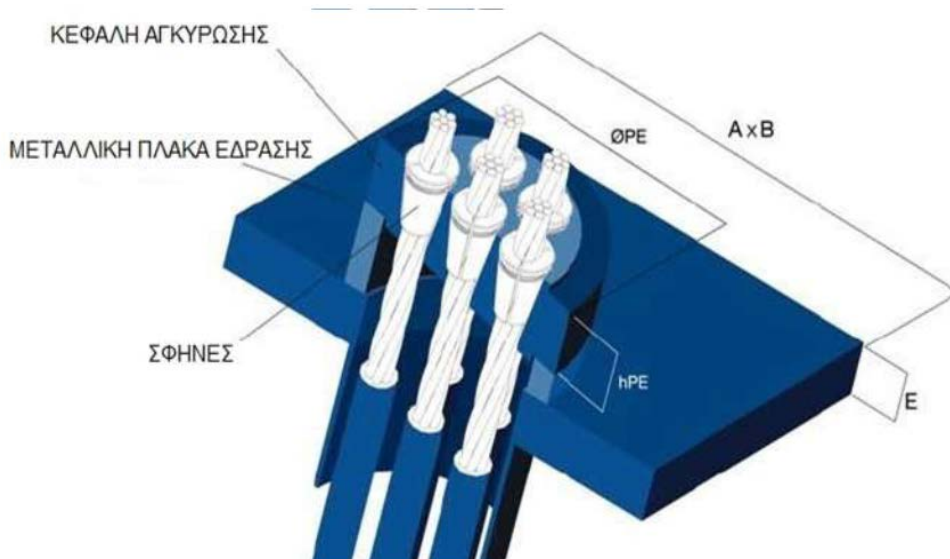


Σχήμα 3.33 Πρέσα τάνυσης

Πιο συγκεκριμένα, στις 9 Οκτωβρίου του έτους 2015, είχαμε την τύχη να παρακολουθήσουμε την τάνυση των αγκυριών στο υπό κατασκευή τμήμα 1 του έργου Κανακάρη (Πουκεβίλ- Γκότση). Η τάνυση πραγματοποιήθηκε από την Ανώνυμη Κατασκευαστική Τεχνική Εταιρεία ΓΕΩΜΕΚ που έχει τη βάση της στην Αθήνα.

Πραγματοποιήθηκαν 45 δοκιμές αποδοχής στα αγκύρια 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} σειράς των πασσάλων 1 έως 15 με υψομετρική θέση του κεφαλόδεσμου στο +39.50 και 32 δοκιμές αποδοχής στα αγκύρια της 1^{ης} και 2^{ης} σειράς των πασσάλων 1 έως 16 με υψομετρική θέση του κεφαλόδεσμου στο +36.50, σύμφωνα με την πρότυπη προδιαγραφή DIN 4125 με φορτίο λειτουργίας, P_w και οριακό φορτίο, όπως ορίζονται από τη μελέτη. Η κάθε δοκιμή αποδοχής εκτελέστηκε με σταδιακή αύξηση του φορτίου σε 5 βαθμίδες μέχρι την επίτευξη του ζητούμενου μέγιστου φορτίου.

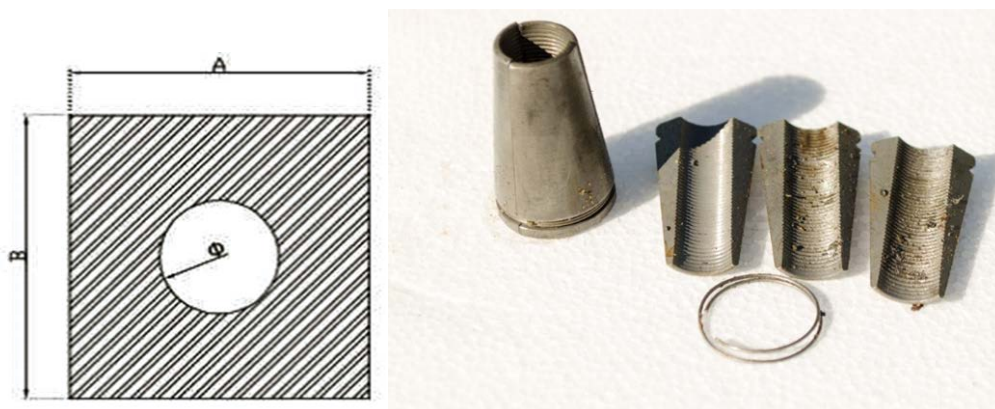
Η διαδικασία έγινε με το μηχάνημα τάνυσης στα αγκύρια A7 και A12 (εκείνα τα οποία είδαμε την παρούσα μέρα) και η προένταση διαχωρίστηκε σε 5 βαθμίδες φόρτισης στο κάθε αγκύριο με ποσοστιαίο (F_w) του φορτίου εργασίας (20%,50%,75%,100%,125%).



Σχήμα 3.34 Λεπτομέρεια αγκυρίου

Η διαδικασία έγινε ως εξής :

Οι τένοντες οι οποίοι είναι εμπηγμένοι στο έδαφος είναι τρεις ανά αγκύριο και στην άκρη αυτών επί του πασσάλου τοποθετείται ή “φοριέται” η μεταλλική πλάκα έδρασης, ώστε να κλειδώσουν τα έμβολα σφήνωσης (σφηνάκια), τα οποία βρίσκονται στην άκρη του μηχανήματος. Οι γρύλλοι έχουν δύο έμβολα (τάνυση - σφήνωση) και τρεις υδραυλικές διαδρομές (τάνυση - σφήνωση – επιστροφή προέντασης). Έτσι, μετά την τάνυση του χάλυβα μέχρι το επιθυμητό φορτίο, ο γρύλλος διαμέσω του εμβόλου σφήνωσης μεταβιβάζει το φορτίο στην μεταλλική πλάκα και αυτή με την σειρά της στην αγκυρούμενη κατασκευή ελαχιστοποιώντας τις απώλειες.



Σχήμα 3.35 Μεταλλική πλάκα έδρασης κεφαλής αγκυρίου και έμβολα σφήνωσης.



Σχήμα 3.36 Το ένα από τα δύο κομμάτια του εμβόλου σφήνωσης από την εσωτερική του πλευρά



Σχήμα 3.37 Εισχώρηση των εμβόλων στο αγκύριο

Όπως ορίζει παράγραφος του κανονισμού DIN 4125, η δοκιμή αρχίζει με μια προφόρτιση του αγκυρίου $F_i=0.2F_w$ και το φορτίο αυξάνεται στα επόμενα στάδια (κύκλοι φόρτισης), τα οποία είναι $0.5F_w$, $0.75F_w$, $1.0F_w$, $1.25F_w$ και $1.5F_w$.

Στον πρώτο κύκλο φόρτισης από το στάδιο $0.2F_w$ αυξάνεται το φορτίο στο επόμενο στάδιο $0.5F_w$ όπου κρατείται σταθερό για 1 min. Εν συνεχεία, μειώνεται το φορτίο στο προηγούμενο στάδιο $0.2F_w$. Σε κάθε στάδιο φόρτισης λαμβάνονται μετρήσεις.



Σχήμα 3.38 Προετοιμασία τάνυσης αγκυρίου



Σχήμα 3.39 Μέτρηση επιμήκυνσης Δs

Στο δεύτερο κύκλο φόρτισης ακολουθείται και πάλι η ίδια διαδικασία ανεβάζοντας στο φορτίο $0.5F_w$ όπου λαμβάνονται μετρήσεις μετά από 1 min, και εν συνεχεία στο επόμενο στάδιο $0.75F_w$ (μέτρηση πάλι μετά από 1 min). Ακολουθεί μείωση του φορτίου στο προηγούμενο στάδιο $0.5F_w$ και εν συνεχεία στο $0.2F_w$ (οι μετρήσεις λαμβάνονται πάντα μετά την παρέλευση 1min).



Σχήμα 3.40 Τάνυση αγκυρίου

Στον τρίτο κύκλο με την ίδια λογική φτάνουμε στο φορτίο $1.0F_w$ και στον πέμπτο κύκλο στο τελικό φορτίο $1.5F_w$. Το τελικό φορτίο παραμένει σταθερό για 15min και λαμβάνονται μετρήσεις στους χρόνους 1, 5, 10 και 15min.

Όπως ορίζει ο κανονισμός DIN 4125, ο ελάχιστος χρόνος παρατήρησης επιμηκύνεται αν υπό το υπό το τελικό φορτίο $1.5F_w$ η αύξηση της επιμήκυνσης Δs μεταξύ της μέτρησης του 5ου και 15ου λεπτού ξεπερνά το 0.5mm σε μη συνεκτικά εδάφη, ώστε να προσδιορισθεί ο συντελεστής ερπυσμού K_s , ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος από 2mm.

Στην περίπτωση που ένα αγκύριο αστοχήσει φτάνεται ένα καινούργιο ανάντη ή κατάντη αυτού εκτός αν κριθεί ότι δεν χρειάζεται αντικατάσταση.

Τα συμπεράσματα των δοκιμών αποδοχής ήταν τα ακόλουθα, σύμφωνα με τα στοιχεία που λάβαμε από την εταιρεία ΓΕΩΜΕΚ ΑΚΤΕ.

- Η γραμμή της ελαστικής παραμόρφωσης πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των γραμμών της ΔI ($L_e + 0,5 \cdot L_{\pi}$) και της $(R, S, 0.8 \cdot L_e)$ όπως ορίζονται από τις προδιαγραφές, και τα 77 αγκύρια ήταν μέσα στις γραμμές αυτές.
- Η υποχώρηση του αγκυρίου λόγω ερπυσμού $K_s = (s_2 - s_1) / \lg(t_2/t_1)$, όπου $s_2 - s_1$ είναι η υποχώρηση μεταξύ των μετρήσεων κάθε χρονικής περιόδου και t_1 και t_2 οι χρονικές περίοδοι.

Για τις δοκιμές των αγκυρίων όλων των πασσάλων, όπως φαίνεται από τις μετρήσεις, η υποχώρηση του αγκυρίου λόγω ερπυσμού, k_s σε κάθε χρονική περίοδο ήταν μηδενική. Άρα, η μετατόπιση λόγω ερπυσμού ήταν $k_s < 1.0$ mm. Κριτήριο το οποίο έγινε αποδεκτό για την δοκιμή. Συμπερασματικά, η συμπεριφορά όλων των αγκυρίων στο τμήμα που εξετάστηκαν κρίθηκε επιτυχής. Παρακάτω, εναποθέτονται οι πίνακες των αποτελεσμάτων όπως και τα διαγράμματα των ελέγχων αποδοχής για το αγκύριο A1 της πρώτης σειράς.

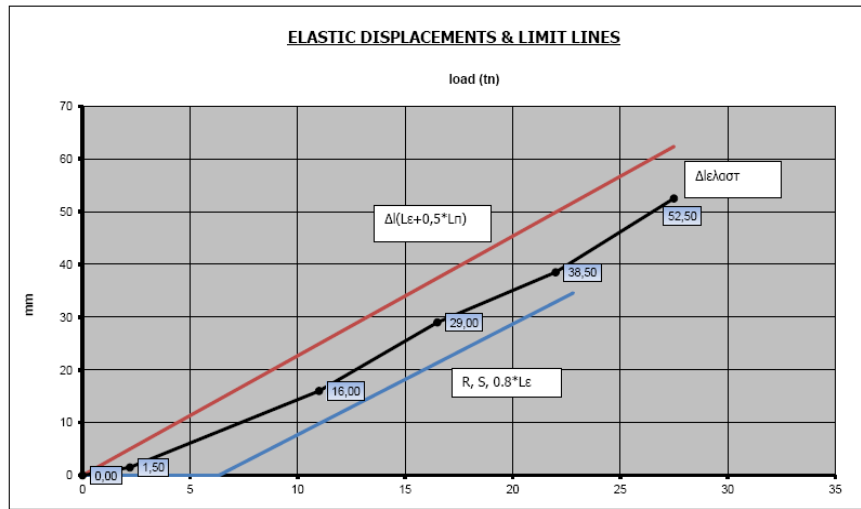
Δελτίο Ελέγχου Record Form	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ ACCEPTANCE INSPECTION OF PRE-STRESSED ANCHORAGES Βάσει των Πρότυπων Προδιαγραφών DIN 4125	Σελίδα 1 από 3 Page 1 of 3											
Θέση εγκατάστασης αγκύρωσης Location of installation	ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΣ +39,50 Αγκύριο Πασσαλού 1ης Σειρά	A/A δελτίου Sheet No											
Σχετικά σχέδια Reference drawings		Ημερομηνία Date 15/10/2015											
Τύπος υδραυλικού(ων) γράλλου(ων) - No Jack type - No	WIKΑ - Ταυτόχρονη τάνυση όλων των συρματόσχοινων												
Τύπος οργάνου μέτρησης μετακινήσεων - No Gauge type - No	Μετρωτό												
Τύπος προεντεταμένης αγκύρωσης Type of pre-stressed anchorage	Αγκύριο αρατούμενο από 3 συρματόσχοινα διαμέτρου 15,7 mm (0,6")												
Μήκος αγκυρίου Anchor length (m)	25,00												
Αριθμός τενόντων Number of tendons	3												
Όριο θραύσης χάλυβα τενόντων Tendons' steel tensile strength (N/mm ²), Ag	873												
Ελεύθερο μήκος αγκυρίου Tendon free length (m)	15,00												
Μήκος πάκτωσης αγκυρίου Tendon bond length (m)	10,00												
	bar	kN	mm/min										
			0	1	2	5	10	15	20	DISPL	CREEP		
ΒΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ LOADING	Προφόρτιση Preloading	0,10 Fw	14	22	10,50	10,50						0,00	0,00
		0,50 Fw	69	110	25,00	25,00						1,50	0,00
		0,75 Fw	104	165	38,00	38,00						29,00	0,00
	Φορτίο λειτουργίας Safe working load	1,00 Fw	138	220	47,50	47,50						38,50	0,00
		1,25 Fw	173	275	61,50	61,50	61,50	61,50	61,50	61,50		52,50	0,00
			14	22	57,00	57,00						48,00	
ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΟΡΤΙΟΥ DISPLACEMENT AT CONSTANT PROOF LOAD: 1,25 Fw	μετά από after 1 min s1	1										61,50	0,00
	μετά από after 5 min s5	2										61,50	0,00
	μετά από after 10 min s10	5										61,50	0,00
	s5-s2											0,00	
	s5-s2 £ 0,20 mm												
	μετά από after 10 min s10	10										61,50	
	μετά από after 15 min s15	15										61,50	
	s15-s5											0,00	
	s15-s5 £ 0,50 mm (test)												
	Μετατόπιση ερπυσμού Creep displacement $k_s = (s_{15} - s_5) / \log(t_{15} / t_5)$												
μετά από after 5 min											0,00		
μετά από after 10 min											0,00		
μετά από after 15 min											0,00		
ks £ 1,00 mm													
ks £ 2,00 mm (test)													
Προφόρτιση Preloading Fw £ 0,10 Fw (kN):	22												
Φορτίο λειτουργίας Safe working load Fw (kN):	220												
ΚΥΡΙΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ			ΑΝΑΔΟΧΟΣ CONTRACTOR										
Όνομα Name	Κ/Ε ΕΡΓΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΑΤΡΩΝ ΑΤΕ		Όνομα Name										
Ημερομηνία Date	ΑΝΑΣΤΑΣΙΤΙΚΗ ΑΤΕ ΑΤΕΣΣ Α.Ε.		ΓΕΩΜΕΚ ΑΚΤΕ										
Υπογραφή Signature	15/10/15		Date										
			Υπογραφή Signature										

Πίνακας 3.7 Πίνακας αποτελεσμάτων του ελέγχου αποδοχής προεντεταμένης αγκύρωσης

Φορτίο (tn)	$\Delta l (L_e + 0,5L_n)$	Διέλιση	DISP			L_e (m)	L_n (m)	Τένοντες	
0	0	0	0			15	10	3	
2,2	4,9867	1,50	1,50			$L_e + 0,5L_n$		Fw (tn)	Ag (tn)
11	24,9333	16,00	16,00			20		22	87
16,5	37,4000	29,00	29,00					0	0
22	49,8667	38,50	38,50					R	6,325
27,5	62,3333	52,50	52,50					S	23
2,2	4,9667	48,00	48,00						34,50

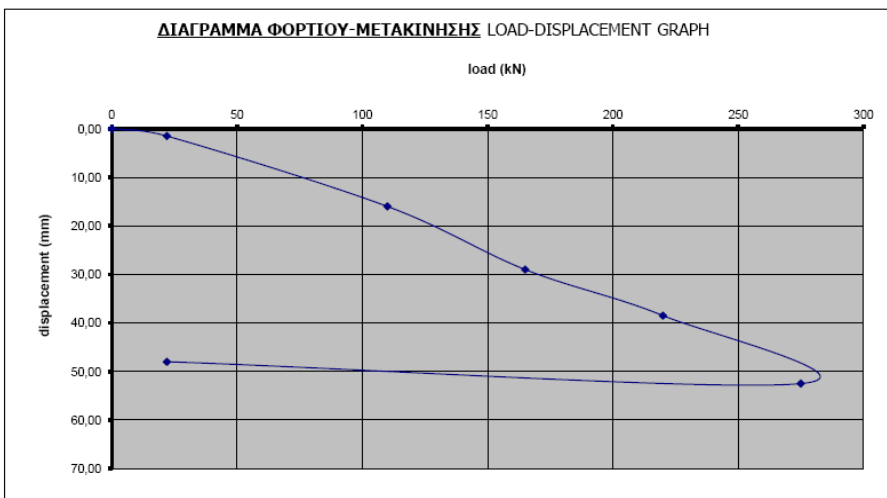
Παρατηρήσεις: Από Πιστοποιητικό Αγκυρίου
 Nominal Cross Section= 150,00mm²
 Nominal Diameter= 15,70mm
 Modulus of Elasticity= 195 kN/mm²
 Tendons Breaking Load= 291,4 kN

Κλειδίωμα Αγκυρίου στα 220kN



Πίνακας 3.8 Πίνακας αποτελεσμάτων του ελέγχου αποδοχής προεντεταμένης αγκύρωσης και

3.9 Διάγραμμα ελαστικών μετατοπίσεων συναρτήσει του χρόνου και οριογραμμές



Πίνακας 3.10 Διάγραμμα του φορτίου που ασκήθηκε συναρτήσει της μετακίνησης που υπήρξε

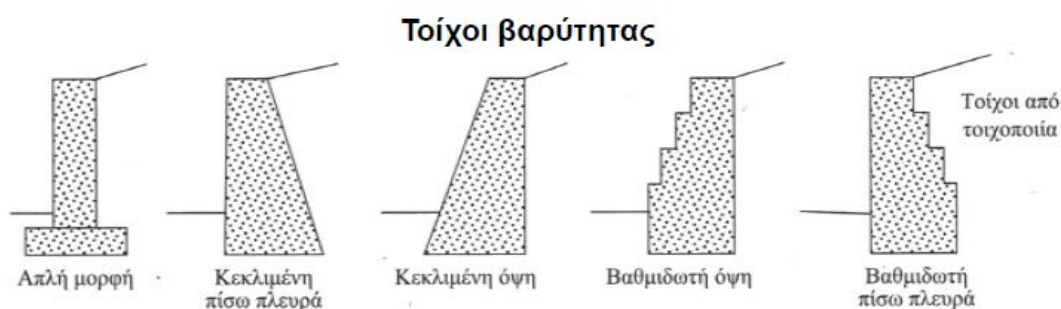
3.3 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ (Retaining walls)

Κατά την διάρκεια εκσκαφών και τη δημιουργία τεχνικών πρανών στο έδαφος, ιδιαίτερα όταν οι κλίσεις αυτών είναι μεγαλύτερες των επιτρεπόμενων και κυρίως υπο την επήρεια σεισμικών φορτίσεων ή την ύπαρξη νερού, υπάρχει ο κίνδυνος τοπικών ή γενικότερων αστοχιών. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή τοίχων αντιστήριξης.

Ως τοίχος αντιστήριξης ορίζεται κάθε τεχνικό έργο που συγκρατεί εδαφικό υλικό ύψους 0.50m και άνω, από την στάθμη του φυσικού εδάφους.

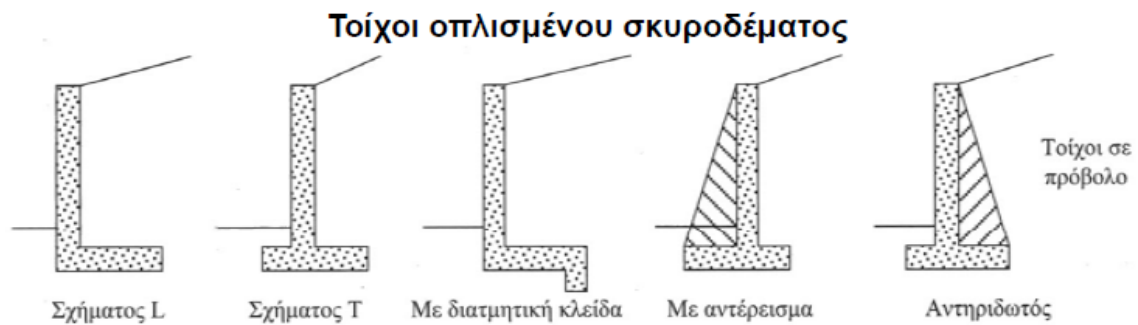
Βασικούς τύπους τοίχων αντιστήριξης αποτελούν οι παρακάτω :

1. **Τοίχος από ξηρολιθοδομή:** Θεωρείται ως η παλιότερη μορφή κατασκευής. Βασικό χαρακτηριστικό του τοίχου αυτού είναι οι πλατειές πέτρες ,χωρίς να συνδέονται με κονίαμα. Για να επιτευχθεί ευστάθεια στο έργο, κύριος παράγοντας είναι η τεχνική χτισίματος. Τα έργα αυτά κατασκευάζονται μέχρι τα 2m. Γνωστό παράδειγμα τέτοιων κατασκευών είναι σε αρχαίες ακροπόλεις πχ στις Μυκήνες, ενώ σήμερα συναντούνται σε αναβαθμούς σε καλλιεργήσιμες περιοχές.
2. **Τοίχοι από λιθοδομή:** Αποτελεί και αυτή παλιά μορφή κατασκευών. Αντίθετα με τους τοίχους από ξηρολιθοδομή, η σύνδεση των λίθων τους γίνεται με κονίαμα απλό ή ενισχυμένο και κατασκευάζονται σε συνεκτικά εδάφη. Λόγω, της ψαθυρότητας και της μειωμένης σχετικά αντοχής των अपαρτιζόμενων υλικών σταδιακά χαρακτηρίστηκε ως αντιοικονομική η κατασκευή τους, σε σχέση με τους τοίχους από οπλισμένο ή άοπλο σκυρόδεμα.
3. **Τοίχοι κατασκευής από άοπλο σκυρόδεμα ή τοίχοι βαρύτητας:** Από τον 20^ο αιώνα, είναι συχνή η δημιουργίας τους σε διάφορα έργα .Κατασκευάζονται για την εμπόδιση της ολίσθησης και ανατροπής των τοίχων, ενεργώντας γι αυτό το ίδιο τους το βάρος .Επιλέγονται για μεγάλα και δύσκαμπτα έργα σε συνεκτικά εδάφη .Μέσω της μονολιθικότητας της κατασκευής, τα φορτία κατανέμονται αρμονικά στον κορμό του τοίχου και έτσι δίνουν το πλεονέκτημα στην κατασκευή να έχει μεγαλύτερη στατική ευστάθεια σε κάμψη και διάτμηση, όταν υπόκειται σε εγκάρσιες τάσεις. Επί τω πλείστον, το ύψος τέτοιων τοίχων φτάνει μέχρι τα 3 m.



Σχήμα 3.41 Τοίχοι βαρύτητας

4. **Τοίχοι από οπλισμένο σκυρόδεμα:** Σε τέτοιους τοίχους, ο οπλισμός είναι τοποθετημένος, ώστε να μπορούν κορμός και βάση του τοίχου να σχεδιάζονται ως πρόβολοι. Το πλάτος της βάσης είναι μεγάλο και το βάρος του επιχώματος πατάει σε μια πλάκα πίσω από τον κορμό, δίνοντας έτσι στην κατασκευή την κατάλληλη ευστάθεια. Όταν πρέπει να αντιστηριχθούν γαίες με μεγάλο ύψος, η κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι η καταλληλότερη από πλευρά χαμηλού κόστους. Επιλέγονται σε μη συνεκτικά εδάφη και με λίγες δυσκολίες στη θεμελίωση. Τέλος, σχεδιάζονται σε ύψος μέχρι τα 8m.



Σχήμα 3.42 Τοίχοι οπλισμένου σκυροδέματος

5. **Τοίχοι μεταλλικοί:** Αποτελούνται από διάφραγμα πασσαλοσανίδων. Οι πασσαλοσανίδες είναι ακριβές κατασκευές, τέτοιοι τοίχοι επιλέγονται για προσωρινές αντιστηρίξεις, ώστε μετά το πέρας του κάθε έργου, να αφαιρούνται και να χρησιμοποιούνται σε άλλο.
6. **Διαφραγματικοί τοίχοι από πετάσματα:** Διαφέρουν από τους τοίχους βαρύτητας, καθώς κατασκευάζονται πριν την εκσκαφή για την υποστήριξη του εδάφους. Συγκεκριμένα, σε περιπτώσεις βαθιών εκσκαφών σε αστικό κυρίως περιβάλλον και με δύο τρόπους. Είτε, χωρίς αγκυρώσεις που χαρακτηρίζονται και ως αυτοευσταθή πετάσματα (εν προβόλω), είτε έχοντας στη περιοχή της κεφαλής μία σειρά αγκυρώσεων για την μείωση του βάθους πάκτωσης. Τέλος, για μεγάλοι ύψους τοιχώματα, κατασκευάζονται πολλαπλές σειρές αγκυρώσεων. Άλλοι τύποι αυτών, είναι τοίχοι μπεντονικού ή πλαστικού αιωρήματος.

Ειδικότερα, στο έργο ο σχεδιασμός έγινε λαμβάνοντας υπόψη τη γεωλογία της περιοχής, τα όρια απαλλοτρίωσης καθώς και τα γεωμετρικά στοιχεία της χάραξης (υψόμετρα ερυθράς).

Όμως, λόγω των ορίων απαλλοτρίωσης, δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί η δημιουργία πρηνών ορυγμάτων ανοικτής εκσκαφής χωρίς την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων αντιστήριξης και έτσι ήταν απαραίτητη η εφαρμογή τοίχων αντιστήριξης στο ύψος της ερυθράς.

Για την διάνοιξη της οδού Κανακάρη, λόγω της συνεκτικότητας του εδάφους πέραν της προσωρινής αντιστήριξης που έγινε από πασσαλότοιχους, κατασκευάστηκαν καθ' όλο το μήκος τοίχοι αντηριδωτοί οπλισμένου σκυροδέματος με θεμέλιο επί πασσάλων.

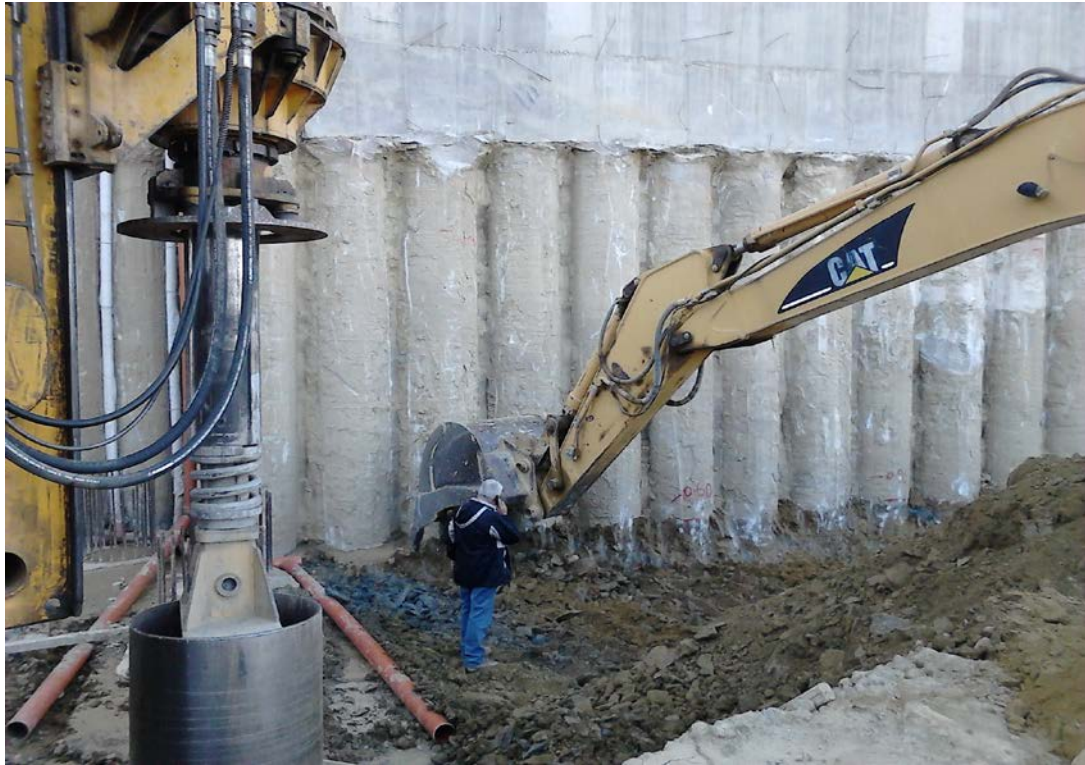
Στη συνέχεια, παραθέτονται αναλυτικά τα βήματα μέχρι την ολοκλήρωσή τους.

Κατασκευή θεμελίων τοίχου αντιστήριξης :

- Μετά την κατασκευή των φρεατοπασσάλων, ακολούθησε η εκσκαφή του εδάφους με παράλληλη αποκάλυψη της πασσαλοσυστοιχίας έως την στάθμη θεμελίωσης του τοίχου.



Σχήμα 3.43 Εκσκαφείας και πασσαλότοιχος στο τμήμα 2 της οδού Κανακάρη

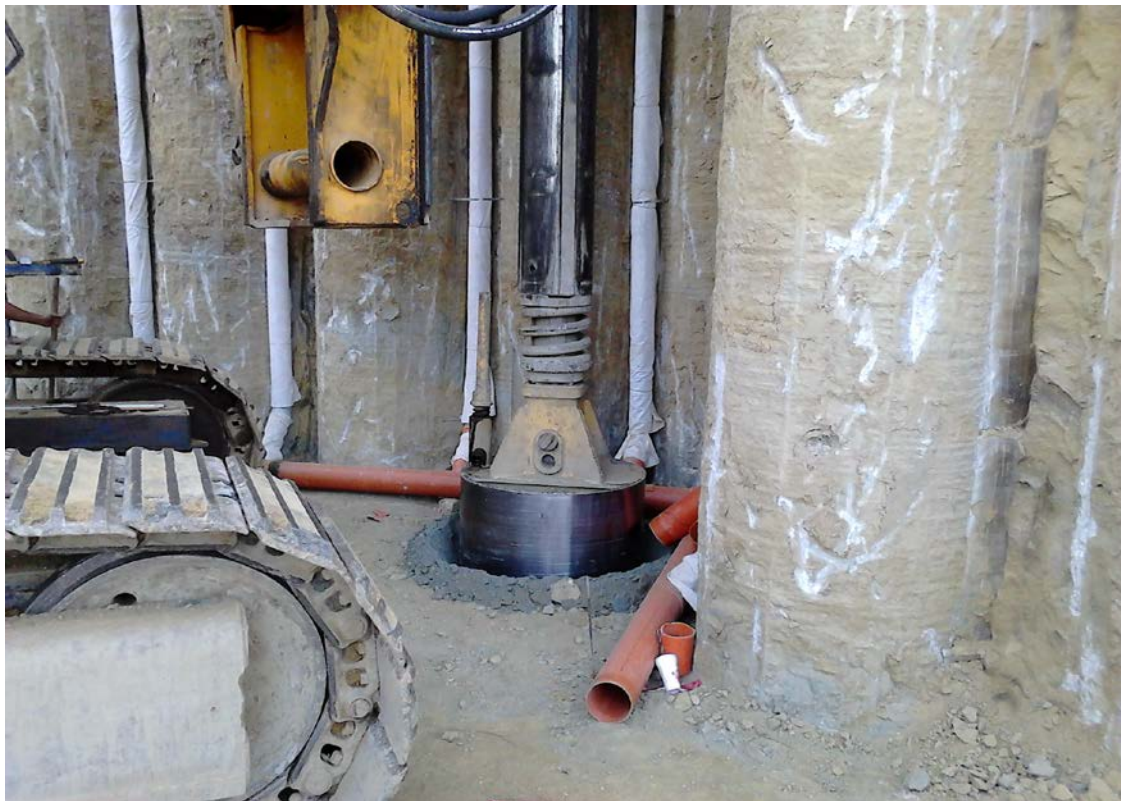


Σχήμα 3.44 Εκσκαφή για την εμφάνιση του δεύτερου επιπέδου εργασίας όπου και κατασκευάστηκε ο τοίχος αντιστήριξης

- Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η κατασκευή των πασσάλων των θεμελίων. Τα θεμέλια αποτελούνται από δύο ή τρεις σειρές πασσάλων, οι οποίοι είναι παράλληλοι στη πασσαλοσυστοιχία και η απόστασή τους από αυτή είναι 20 cm. Ο κάθε πάσσαλος έχει εγκάρσια απόσταση 3.8 m και διαμήκη απόσταση 3.0 m από το κέντρο της διαμέτρου του, σε αντίθεση με τους αρχικούς πασσάλους, που ήταν εφαπτομενικοί. Ο οπλισμός που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από 20 ράβδους διαμέτρου φ28 και σπειροειδή οριζόντιο οπλισμό φ12.



Σχήμα 3.45 Διάνοιξη οπών για την κατασκευή των δύο σειρών πασσάλων που χρησιμοποιήθηκαν για την θεμελίωση του τοίχου.



Σχήμα 3.46 Διάνοιξη οπής για την δημιουργία πασσάλου που χρησιμοποιήθηκε ως θεμελίωση του τοίχου με εμφανής του φρεατικούς σωλήνες του πασσαλότοιχου.

- ο Η διάνοιξη των πασσάλων των θεμελίων έγινε με την βοήθεια ενός ειδικού μηχανήματος, του γεωτρήπανου, και στη συνέχεια τοποθετήθηκε οπλισμός και ακολουθήθηκε η σκυροδέτηση αυτών. Ο τρόπος κατασκευής τους ήταν ίδιος με αυτόν της πασσαλοσυτοιχίας, που περιγράφεται αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 3.1.1.



Σχήμα 3.47 Εναπόθεση του κλωβού στην οπή του πασσάλου



Σχήμα 3.48 Δύο σειρές πασσάλων (θεμέλια τοίχου) ο οποίοι έχουν περάσει και την διαδικασία τσιμεντένεσης.

Κατασκευή κεφαλόδεσμου πασσάλων και αντηρίδων :

- Αφότου σκυροδετήθηκαν οι πάσσαλοι, σειρά έλαβε η τοποθέτηση του οπλισμού του θεμελίου που λειτουργεί και ως κεφαλόδεσμος των ήδη κατασκευασμένων πασσάλων. Ο σκοπός αυτού (ως κεφαλόδεσμος) είναι η συνένωση των πασσάλων μεταξύ τους, έτσι ώστε να λειτουργούν σαν ένα ενιαίο σύστημα .Τέλος,εξυπηρετεί ως βάση των αντηρίδων. Τοποθετήθηκαν επίσης και αναμονές των οπλισμών, τόσο των αντηρίδων, όσο και του τοίχου.



Σχήμα 3.49 Τοποθέτηση του οπλισμού του θεμελίου του τοίχου

- ο Οι αντηρίδες αποτελούν μέρος του τοίχου αντιστήριξης, προσφέρουν ικανοποιητική αντίσταση ανατροπής και μονολιθικότητα του τοίχου. Η κύρια λειτουργία τους είναι να παραλαμβάνουν τις ροπές ανατροπής, να αντιστέκονται σε αυτές και να μεταφέρουν τις τάσεις αυτών στα θεμέλια του τοίχου.



Σχήμα 3.50 Σιδερένιος σκελετός του οπλισμού του θεμελίου και των αντηρίδων.

- Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε η σκυροδέτηση του κεφαλόδεσμου, τοποθετήθηκε επιπρόσθετος οπλισμός, τόσο στις αντηρίδες όσο και στον τοίχο. Στη συνέχεια, έγινε εμφύτευση βλήτρων (χαλύβδινοι ράβδοι) στην πασσαλοσυστοιχία. Τμήμα του οπλισμού αυτού, τοποθετήθηκε στην πασσαλοσυστοιχία και το υπόλοιπο στις αντηρίδες ώστε να επιτευχθεί σύνδεση πασσαλοσυστοιχίας και τοίχου αντιστήριξης.



Σχήμα 3.51 Σκυροδέτηση του κεφαλόδεσμου



Σχήμα 3.52 Σκυροδετημένος κεφαλόδεσμος και κομμάτι του σκελετού των αντηρίδων.



Σχήμα 3.53 Σκυροδετημένος κεφαλόδεσμος και κομμάτι του σκελετού των αντηρίδων.

- Σειρά έλαβε η τοποθέτηση καλουπιών σκυροδέτησης, που ονομάζονται betoform. Το betoform είναι ουσιαστικά ένα είδος από κόντρα πλακέ θαλάσσης με λείες επιφάνειες από 1,8 έως 2 cm. Χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερη ευκολία και απόδοση στην κατασκευή του ξυλότυπου και κυρίως ,όταν χρειάζεται να έχουμε επιμελημένες επιφάνειες σκυροδέματος. Πρίν την σκυροδέτηση, για να μην κολλήσει σκυρόδεμα στο betoform, η επιφάνεια προς την οποία σκυροδετείται, επαλείφεται με ειδικό λάδι.Ο “ξυλότυπος” των αντηρίδων έγινε με μεταλλικά καλούπια (μεταλλότυποι) για καλύτερη και επιμελημένη επιφάνεια.



Σχήμα 3.54 Betoform και ξυλότυπος

- Μετά έγινε η διαδικασία σκυροδέτησης των αντηρίδων, χρησιμοποιώντας ειδική πρέσα. Η κατηγορία του σκυροδέματος ήταν C30/37. Τα ήδη υπάρχοντα καλούπια αφαιρούνται όταν το σκυρόδεμα αποκτήσει την κατάλληλη αντοχή.



Σχήμα 3.55 Σκυροδετημένος κεφαλόδεσμος και αντηρίδες.

- Επόμενο βήμα, είναι η κατασκευή του προβόλου. Ο πρόβολος στηρίζεται στη κορυφή των αντηρίδων, είναι σε συνέχεια του τοίχου λειτουργεί ως σύνδεσμος των αντηρίδων με τον κεφαλόδεσμο της πασσαλοσυστοιχίας.



Σχήμα 3.56 Κατασκευή προβόλου σε δύο φωτογραφίες



Σχήμα 3.57 Σκυροδετημένα όλα τα βασικά στελέχη του τοίχου αντιστήριξης

- Κατά μήκος όλης της κατασκευής και σε απόσταση έως 20 m κατασκευάστηκαν αρμοί σκυροδετημένοι προκειμένου να αναλαμβάνουν τις εντάσεις από συστολές και διαστολές.
- Τέλος, ο πρόβολος παίζοντας τον ρόλο της συλλογής καταπτώσεων εδαφικού υλικού, θα πρέπει να είναι προσβάσιμος για να καθαρίζεται. Για τον λόγο αυτό, κατασκευάστηκαν σκάλες σε κάποια σημεία κατά μήκος του έργου για εύκολη προσβασιμότητα επί του προβόλου.

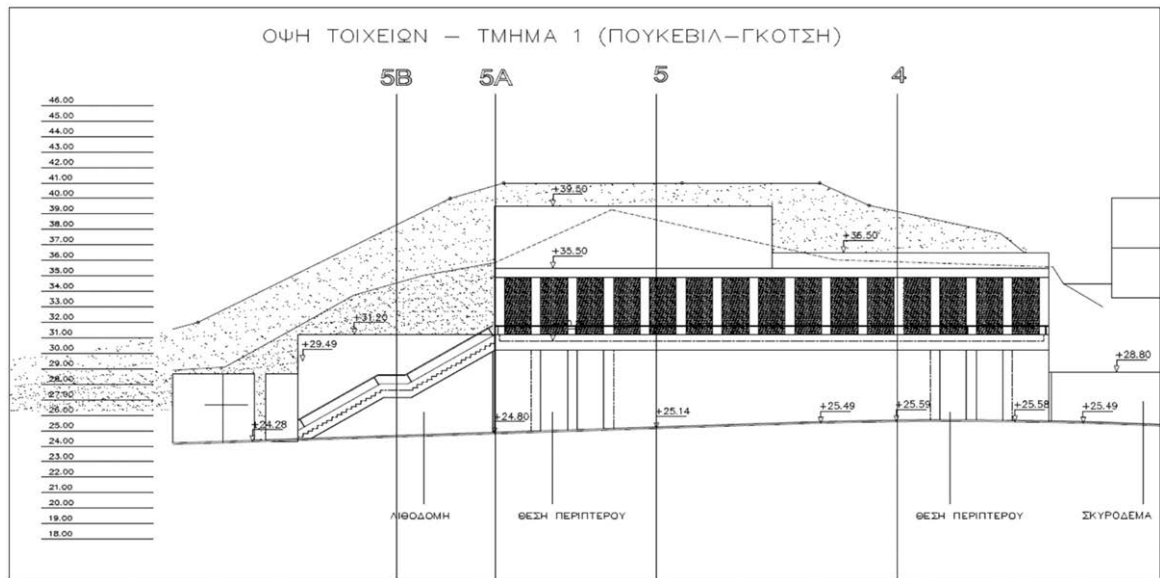


Σχήμα 3.58 Κατασκευή κλιμακοστάσιου σε ένα σημείο του τμήματος 2 της οδού.

Παρακάτω παρουσιάζονται περαιτέρω στοιχεία και για τα δύο τμήματα του έργου.

Τμήμα Πουκεβιλ-Γκότση (Τμήμα 1)

Στο τμήμα Πουκεβιλ – Γκότση κατασκευάστηκαν τεχνικά έργα δηλαδή τοίχοι αντιστήριξης.



Σχήμα 3.59 Όψη του τμήματος Πουκεβίλ-Γκότση με ύψη των διαφόρων τεχνικών έργων που έγιναν

Ειδικότερα :

- Τοίχος αντιστήριξης ύψους 17.50m μήκους 17.85m με αντηρίδες 70/500 και 70/300 με πέδιλο θεμελίωσης διαστάσεων 10.50x17.85x2.20 m. Το πέδιλο θεμελίωσης λειτουργεί και ως κεφαλόδεσμος πασσαλοεσχαρας σε ομάδα πασσάλων 4x8=32 διαμέτρου Φ100 και μήκους 20.00m. Η ομάδα πασσάλων ελέγχθηκε και σε λειτουργία Block.
- Τοίχος αντιστήριξης ύψους 14.50m μήκους 17.85m με αντηρίδες 70/500 και 70/300 με πέδιλο θεμελίωσης διαστάσεων 9.50x17.85x2.20 m. Το πέδιλο θεμελίωσης λειτουργεί και ως κεφαλόδεσμος πασσαλοεσχαρας σε ομάδα πασσάλων 3x8=24 διαμέτρου Φ100 και μήκους 20.00m.
- Τοίχος αντιστήριξης ύψους 9.20m μήκους 14.00m με κλίμακα σε πρόβολο 2.00 m
- Τοίχος αντιστήριξης ύψους 5.50m μήκους 17.00m με κλίμακα σε πρόβολο 2.00 m

Τμήμα Νόρμαν - Αγίας Σοφίας (Τμήμα 2).

Κατασκευάστηκε τεχνικό έργο συνολικού μήκους 155.0 m αποτελούμενο από ανεξάρτητα μεταξύ τους τμήματα μήκους 18m με αρμό. Τα τεχνικά έργα είναι τοίχοι αντιστήριξης υψών 9.5m και 6.5 m με αντηρίδες διαστάσεων 60/400 και 60/280 και διαστάσεις θεμελίων 5.5/1.30 και 4.5/1.1 αντίστοιχα.

Για την παραλαβή ωθήσεων γαιών καθώς και αξονικών φορτίων τοποθετήθηκαν πάσσαλοι ως θεμέλια στο πέδιλο του τοίχου οι οποίοι είναι Φ100 με L=10m στους τοίχους με 9.5 m ύψος και Φ100 με L=8m.

Οι παραπάνω στατικές λύσεις των τοίχων που επιλέχθηκαν ,αντιμετωπίζουν πλήρως την σπουδαιότητα του τεχνικού έργου και την σεισμικότητα της περιοχής η οποία επισημαίνεται ότι βάσει του κανονισμού έχει σεισμικό συντελεστή $=0.24/0.70=0.34$.

3.4 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Η αποστράγγιση αποτελεί το πιο σημαντικό μέτρο προστασίας των πρανών και γενικότερα του ανάντη εδάφους, η οποία συνεισφέρει στην μείωση του βάρους της εδαφικής μάζας που τείνει να μετακινηθεί. Παράλληλα, αυξάνεται η διατμητική αντοχή των εδαφικών υλικών του πρανούς, λόγω της μείωσης της πίεσης του νερού των πόρων. Μπορεί να διαχωριστεί σε δύο βασικές κατηγορίες και συγκεκριμένα στην **επιφανειακή** και την **υπόγεια** αποστράγγιση.

Επιφανειακή αποστράγγιση : Αναφέρεται σε νερά που προέρχονται από επιφανειακή απορροή και από βροχοπτώσεις. Απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό, προσφέρει άμεση προστασία στα πρανή και εντάσσεται γενικά μεταξύ των πρώτων μέτρων που πρέπει να λαμβάνονται για την αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων αστάθειας. Για την παροχέτευση των επιφανειακών υδάτων μακράν του πρανούς κατασκευάζονται τεχνικά έργα τα πιο συνηθισμένα από τα οποία είναι :

- Τάφροι παροχέτευσης
- Εγκάρσια στραγγιστήρια
- Επεμβάσεις-Επικαλύψεις

Υπόγεια αποστράγγιση : Ο έλεγχος του υπόγειου ή διεισδύοντος νερού είναι επίσης πολύ μεγάλης σημασίας για την σταθεροποίηση των πρανών, αλλά η υπόγεια αποστράγγιση είναι δύσκολη και δαπανηρή σε σύγκριση με την επιφανειακή. Όταν η γεωλογική-γεωτεχνική έρευνα εντοπίσει παρουσία υδροφόρου ορίζοντα πάνω από την επιφάνεια ολίσθησης, θα πρέπει ο σχεδιασμός να συμπεριλάβει και την κατασκευή μέτρων υπόγειας αποστράγγισης. Πρόκειται για μια εξαιρετικά σημαντική αποστράγγιση σε πρανή και επιχώματα γιατί έχει βασικό στόχο τον περιορισμό της δυνατότητας ανάπτυξης πιέσεων πόρων ικανών να μειώσουν σημαντικά την διατμητική αντοχή του εδάφους. Οι πιο συνήθεις τεχνικές υπόγειας αποστράγγισης είναι :

- Στραγγιστικές τάφροι
- Αποστραγγιστικά φρεάτια
- Στραγγιστήρια (οριζόντια ή κατακόρυφα)
- Αποστραγγιστικές στοές ή σήραγγες

Για την αποστράγγιση του έργου της Κανακάρη χρησιμοποιήθηκαν **υπόγεια** αλλά και **επιφανειακά** στραγγιστήρια όπως επίσης οριζόντιο και κατακόρυφο σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης του νερού. Πρόκειται για τάφρους που διανοίχθηκαν α) οριζόντια στο μέτωπο του πρανούς, στην πρόσοψη των τοίχων αντιστήριξης, κατάντη των σαρζανέτ και β) κατακόρυφα στο μέτωπο του πρανούς (αναμέσα από τα σαρζανέτ, ενδιάμεσα των πασσάλων κ.τ.λ.) και στην πρόσοψη του πασσαλότοιχου.

Στην τάφρο τοποθετήθηκαν διάτρητοι σωλήνες από άοπλο σκυρόδεμα που ονομάζονται κανάλια. Ύστερα, συνδέθηκαν σε αυτά σωλήνες από PVC οι οποίοι εισάχθηκαν κάτω από το εδαφικό υλικό και ανάμεσα από τα κενά των φρεατοπασσάλων. Οι σωλήνες αυτοί καταλήγουν σε φρεάτια.

Οι διάμετροι της οπών κυμάνθηκαν από 120 έως 150 mm με σωλήνες μήκους 50-70 mm και το μήκος τους, ανάλογα της θέσης τους στο έργο, της τάξεως των 30-60 m.

Μετά την εκσκαφή της τάφρου, στην οποία τοποθετήθηκε το κανάλι, αυτή επενδύθηκε με γεωμεμβράνη η οποία συνεχίστηκε και κάτω από τα σαρζανέτ

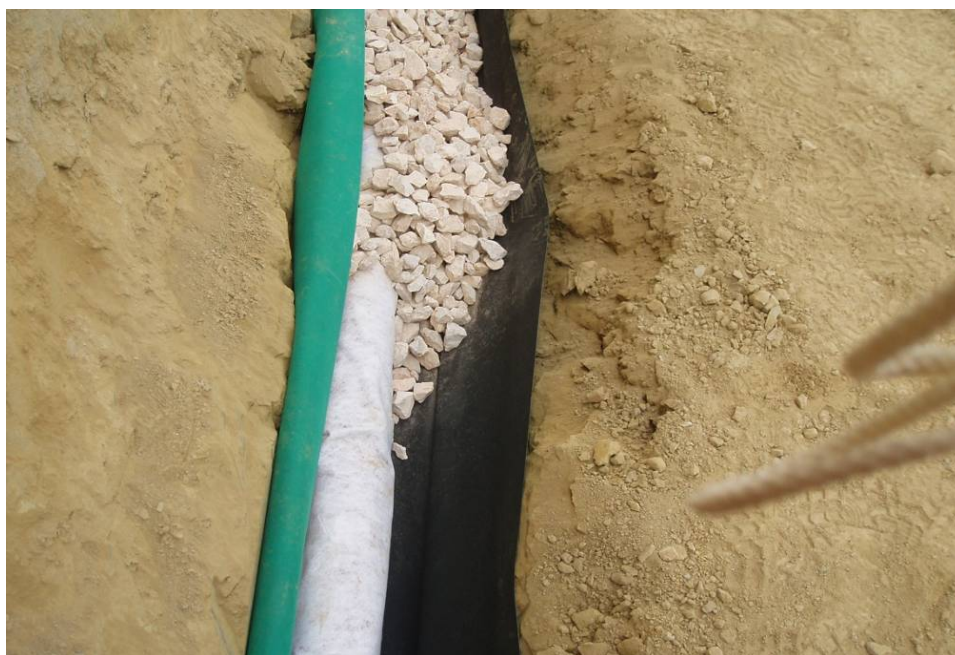
προκειμένου να αποφευχθεί διείσδυση του νερού (όμβρια) προς το έδαφος. Στην συνέχεια περιμετρικά αυτού, του ιδιαίτερα χρήσιμου στραγγιστικού σωλήνα, τοποθετήθηκε γεώφασμα.



Σχήμα 3.60 Γεώφασμα (λευκό κομμάτι) και γεωμεμβράνη (μαύρο κομμάτι) πάνω από το στραγγιστήριο

Το γεώφασμα είναι ένα μη υφαντό ύφασμα το οποίο λειτουργεί σαν φίλτρο και δεν επιτρέπει στο χώμα που βρίσκεται ανάντη αυτού να διέλθει μέσα από αυτό. Η χρήση των γεωυφασμάτων έγινε για να προστατευτούν οι τρύπες στους σωλήνες των στραγγιστηρίων και να μην φράξουν.

Επάνω από το γεώφασμα του σωλήνα, τοποθετήθηκε χαλικόφитρο δηλαδή χαλίκι καθαρό προκειμένου να παίρνει τα πιο χοντρόκοκκα υλικά πριν φτάσει στον μηχανισμό. Δηλαδή, ότι κόκκος υλικού πάει να εισαχθεί μαζί με το νερό μέσω του στραγγιστηρίου μαζεύεται από το χαλικόφитρο και ύστερα από το γεώφασμα, ώστε το νερό να εισέλθει καθαρό μέσα στο στραγγιστήριο.



Σχήμα 3.61 Στραγγιστήριο με γεωμεμβράνη, γεώφασμα και χαλικόφιλτρο



Σχήμα 3.62 Φρεάτιο επενδυμένο με γεωμεμβράνη και γεώφασμα σε ένα σημείο του έργου

Επίσης, στο συγκεκριμένο έργο τοποθετήθηκαν γεωμεμβράνες ανάμεσα απο το έδαφος και τα σαρζανet με αποτέλεσμα, σε περίοδο βροχοπτώσεων, να μην εισχώρησει νερό ανάμεσα στις τρύπες που δημιουργούν οι λίθοι που βρίσκονται στο κιβώτιο. Αυτό έγινε, γιατί οι βροχές δημιουργούν διαβρώσεις στην άργιλο που μπορεί να αποβούν καταστροφικές.

Σκοπός της κατασκευής τους, είναι η επαρκής αντιμετώπιση της αποστράγγισης των ομβρίων και γενικότερα της επιφανειακής υδροφορίας η οποία προκαλεί

λασπορροές και διάβρωση της επιφάνειας του πρανούς με αποτέλεσμα την αστοχία. Άλλη σημαντική προσφορά τους, είναι η αναχαίτιση των υλικών από τις σφηνοειδής ολισθήσεις και πτώσεις τεμαχών, όπως και των φαινομένων εδαφικού ερπυσμού.



Σχήμα 3.63 Σωλήνες αποστράγγισης ενδιάμεσα των πασσάλων ντυμένοι με γεωύφασμα



Σχήμα 3.64 Φρεάτιο στο οποίο καταλήγουν οι πορτοκαλί, από PVC, σωλήνες αποστράγγισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ

Η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του συστήματος αντιστήριξης αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την ασφάλεια του έργου, ιδίως κατά την φάση κατασκευής του αλλά και κατά τη φάση λειτουργίας του. Σε ορισμένες περιπτώσεις όταν οι μετρήσεις παραμορφώσεων διαφέρουν από αυτές που εκτιμήθηκαν στην μελέτη, τότε λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα.

Η παρακολούθηση των παραμορφώσεων γίνεται με :

- **Απλούς τοπογραφικούς στόχους (μάρτυρες) με χρήση θεοδολίχου**
- **Αποκλισιόμετρα (Inclinometers)**
- **Κλισίμετρα (tiltmeters)**

Η ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς του έργου της Κανακάρη, τόσο κατά την κατασκευή του, όσο και κατά τη φάση της λειτουργίας του, προβλεπόταν από την κατασκευαστική διαδικασία και περιλαμβάνει:

- Ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς εδαφικών πρηνών(τοπογραφικοί στόχοι, αποκλισιόμετρα)
- Ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς παρακείμενων οικοδομών (κλισίμετρα)

Για την περάτωση των δύο αυτών παρακολουθήσεων, το συγκεκριμένο έργο ανατέθηκε στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, ενώ τοποθετήθηκαν σε διάφορα σημεία του έργου γεωδαιτικοί στόχοι που παρακολουθούνται από τοπογραφικό συνεργείο του Δήμου Πατρέων.

4.1 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Ο **Γεωδαιτικός σταθμός/στόχος** (Total station) είναι το τοπογραφικό όργανο που έχει δυνατότητα μέτρησης γωνιών και αποστάσεων. Μιλάμε για μια συσκευή η οποία συνδυάζει ψηφιακό θεοδόλιχο και EDM και δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να συλλέγει όλες τις μετρήσεις που χρειάζονται για μία τοπογραφική αποτύπωση πιο εύκολα. Εφόσον πρόκειται για ένα εξαιρετικά σύγχρονο και εξελιγμένο όργανο, έχει την δυνατότητα να αποθηκεύει τα δεδομένα καταγραφής σε δική του μονάδα. Έτσι, ο τοπογράφος εξοικονομεί χρόνο και χρήμα.

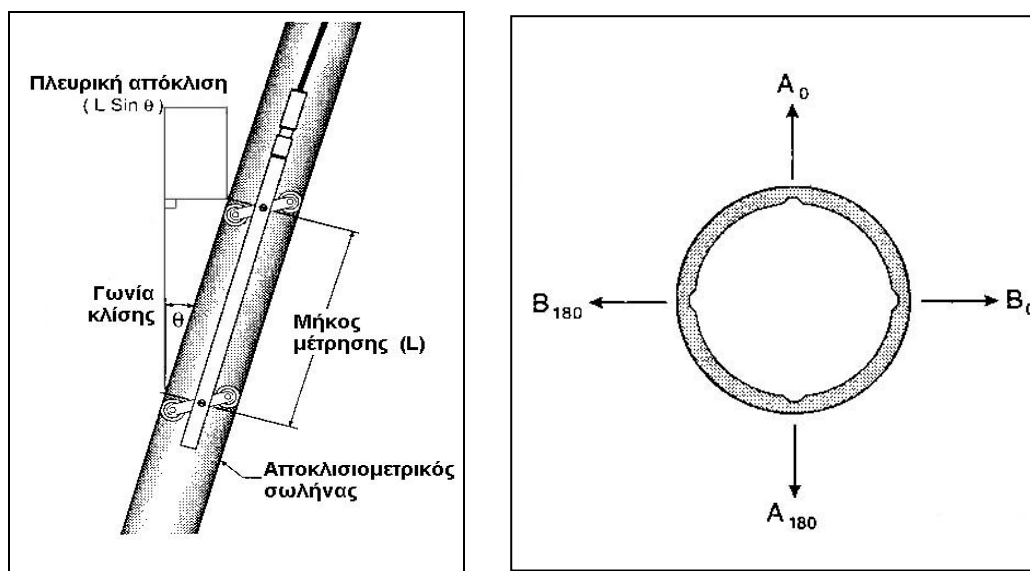


Σχήμα 4.1 Ψηφιακός θεοδόλιχος

4.2 ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΑ (Inclinometer)

Τα αποκλισιόμετρα είναι ειδικά όργανα μέτρησης παραμορφώσεων του εδάφους (διατμητικές, μετακινήσεις, ερπυσμούς, καθιζήσεις κ.λ.π). Πιο συγκεκριμένα, ο

εξοπλισμός από τον οποίο αποτελείται ένα αποκλισιόμετρο είναι η **τορπίλη**, το **καλώδιο σύνδεσης-μεταφοράς των δεδομένων** μήκους 75m, ο **καταγραφέας** καθώς και ο **αποκλισιομετρικό σωλήνα** που τοποθετείται μέσα στη γεώτρηση.



Σχήματα 1.2 και 4.3 Η τορπίλη του αποκλισιόμετρου που έχει εισαχθεί στον αποκλισιομετρικό σωλήνα και η διατομή του σωλήνα αυτού.

Οι αποκλισιομετρικοί σωλήνες εγκαθίστανται συνήθως σε κατακόρυφες γεωτρήσεις ή σε επιχώματα κατά την κατασκευή τους (κατακόρυφα ή ακόμα και οριζόντια) έτσι ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή μικρομετακινήσεων σε εγκάρσια διεύθυνση σε σχέση με τη φορά προώθησης της τορπίλης.

Η τορπίλη αποτελεί μια μεταλλική συσκευή η οποία είναι εξοπλισμένη με ειδικούς τροχίσκους. Αυτοί οι τροχίσκοι έχουν συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται για να σύρεται η τορπίλη πάνω στις αυλακώσεις του αποκλισιομετρικού σωλήνα που έχει τοποθετηθεί σταθερά σε γεώτρηση ή σε πάσσαλο. Έτσι, η τροχιά που εκτελεί η τορπίλη είναι απολύτως καθορισμένη. Η τροχιά αυτή δεν προσδιορίζει απευθείας τις μετακινήσεις αλλά την κλίση του κατά μήκος άξονά της σε κάθε θέση, δηλαδή την κλίση του σωλήνα στη θέση αυτή. Οι μετρήσεις διενεργούνται ανά 0,5 m και ανά μισό μέτρο ο σωλήνας έχει χαραγμένα 4 σημεία σε σχήμα σταυρού. Επομένως, αφού γνωρίζουμε το μήκος του σωλήνα και τις τορπίλης όπως και την κλίση του πρσανούς υπολογίζουμε την βηματική οριζόντια μετακίνηση σε κάθε θέση της τορπίλης. Η μετακίνηση αυτή υπολογίζεται από τον τύπο $s = L \cdot \sin \theta$ με L να είναι το σταθερό «βήμα» μέτρησης που είναι ίσο με 0,5m.

Με τα αποτελέσματα των μετρήσεων του καταγραφέα, ύστερα από επεξεργασία μέσω ειδικού λογισμικού, παράγονται διαγράμματα τα οποία έχουν την δυνατότητα να καθορίσουν το βάθος της εγκάρσιας μετακίνησης, το ρυθμό μετακίνησης, τη διεύθυνση, καθώς και το μέγεθος της. Έχουν αποτελεσματική εφαρμογή στον έλεγχο ευστάθειας πρσανών ορυγμάτων και επιχωμάτων για τον καθορισμό των παραμέτρων της εν γέννη διατμητικής επιφάνειας της αστοχίας, όπως επίσης και στον έλεγχο επάρκειας των μέτρων αντιστήριξης (συμβατικοί τοίχοι αντιστήριξης, πασσαλότοιχοι, κτλ). Χρησιμοποιούνται επίσης, στην καταγραφή καθιζήσεων, με οριζόντια τοποθέτηση αποκλισιομέτρων στη βάση των επιχωμάτων.

Πιο συγκεκριμένα όμως, το αποκλισίμετρο που τοποθετείται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων στο έργο της οδού Κανακάρη είναι της εταιρίας Slope Indicator, Probe 50302599 και οι προδιαγραφές του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

	Metric	English
Sensor Type	Analog force-balanced servo-accelerometers x 2	
Wheel Base	500 mm	24 inch
Cal Range*	±30°	±30°
Sys Resolution*	0.01 mm	0.0006"
Sys Accuracy*	±6 mm / 25m	±0.3" / 100'
Precision	±0.01% FS	
Temp	-20 to +50 °C	-4 to +122 °F
Material	Stainless Steel	

Calibrated Range: Metric and English unit probes are calibrated to ±30° and have an over-range to ±53° and ±42° respectively.

System Resolution: The resolution derived from a two-pass survey converted to mm and inches per standard interval.

System Accuracy: Specifications were derived empirically from the analysis of a large number of surveys and include errors introduced by casing, probe, cable, readout, and operator. Casing was installed within 3 degrees of vertical. Operators followed recommended survey practices. After correcting for systematic errors, the best accuracy obtainable is ±1.4 mm per 50 readings with metric systems and ±0.05 inch per 50 readings with English systems.

Πίνακας 4.1 Προδιαγραφές αποκλισίμετρου Probe 50302599 της Slope Indicator που χρησιμοποιείται για τις αποκλισημετρικές μετρήσεις

Ο πλαστικός αποκλισιομετρικός σωλήνας τοποθετείται μέσα στη γεώτρηση και το διάκενο που δημιουργείται μεταξύ αυτού και των τοιχωμάτων της γεώτρησης, συμπληρώνεται με ένεμα νερού-τσιμέντου-μπετονίτη κατάλληλων αναλογιών, ώστε ο σωλήνας να παρακολουθεί τις εδαφικές μετακινήσεις.

Αρχικά, πριν την έναρξη της διαδικασίας μέτρησης, ο σωλήνας ελέγχεται με την χρήση ψευδοβολίδας. Οι μετρήσεις λαμβάνονται ανά μισό μέτρο βάθους και γίνονται σε δύο αντίθετες κατευθύνσεις για να μην υπάρξουν συστηματικά σφάλματα.



Σχήμα 4.4 Εισαγωγή της τορπίλης στον αποκλισιομετρικό σωλήνα

Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον καταγραφέα και μόλις τελειώσει η μέτρηση γίνεται ένας στατιστικός έλεγχος, μη τυχόν εντοπιστούν τιμές εκτός ορίων και χρειαστεί να επαναληφθεί η μέτρηση. Σε κάθε εγκατάσταση διατηρείται ένα μητρώο που καταχωρούνται εκεί όλα τα σχετικά στοιχεία. Η συχνότητα των μετρήσεων καθορίζεται κάθε φορά ανάλογα με τις συνθήκες της κάθε περιοχής, την φάση υλοποίησης του έργου, καθώς και από την επικινδυνότητα της θέσης και κυμαίνεται από μια φορά την εβδομάδα έως μια φορά τον χρόνο.



Σχήμα 4.5 Ηλεκτρονικό καταγραφικό με εντολέα και το καλώδιο σύνδεσης-μεταφοράς των δεδομένων της μέτρησης



Σχήμα 4.6 Ηλεκτρονικό καταγραφικό αποκλισημετρικού σωλήνα με ενδείξεις από την μέτρηση που έγινε από το Πανεπιστήμιο Πατρών

Για να γίνει επιτυχής παρακολούθηση πιθανών μετακινήσεων του εδάφους και των πρηνών του έργου, τοποθετήθηκαν πέντε αποκλισιομετρικοί σωλήνες. Οι τρεις, μέσα σε γεωτρήσεις (ΓΑ-1, ΓΑ2, ΓΑ-3) και οι άλλοι δυο, P62 και P8, ενσωματώθηκαν σε φρεατοπασσάλους. Ο αποκλισιομετρικός σωλήνας P62 βρίσκεται σε πασσαλοσυστοιχία χωρίς αγκύρια, ενώ ο P8 βρίσκεται σε πασσαλοσυστοιχία με μία σειρά αγκυρίων.



Σχήμα 4.7 Γεώτρηση ΓΑ-1 (32.5m) κατά την μέτρηση με το αποκλισίμετρο



Σχήμα 4.8 Γεώτρηση ΓΑ-2 (32.5m)



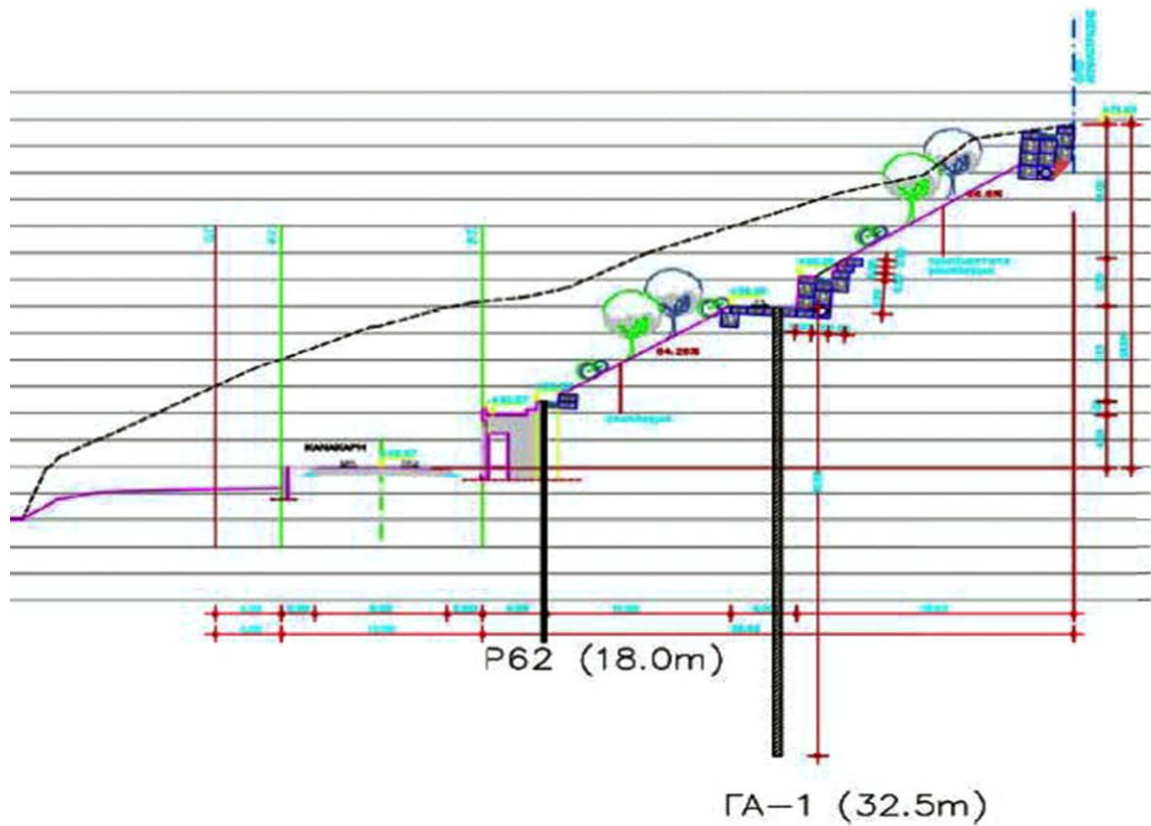
Σχήμα 4.9 Γεώτρηση ΓΑ-3 (34.5m)

Η εγκατάσταση των οργάνων παρακολούθησης άρχισε τον Δεκέμβριο 2013 με την ενσωμάτωση αποκλισιομετρικού σωλήνα εντός του φρεατοπασσάλου οπλισμένου σκυροδέματος με κωδικό **P62** (Χ.Θ. 0+270 Νόρμαν-Αγ. Σοφίας). Το βάθος του φρεατοπασσάλου **P62** είναι 10m (συν 1.20m το ύψος του κεφαλόδεσμου) από την επιφάνεια του διαμορφωμένου εδάφους κατά την περίοδο κατασκευής του, ενώ του αποκλισιομετρικού σωλήνα είναι 18.0m (από την άνω στάθμη του κεφαλόδεσμου). Ο αποκλισιομετρικός σωλήνας προεκτείνεται σε μεγαλύτερο βάθος από τον φρεατοπάσσαλο, σε οπή διαμέτρου 40cm πληρωμένη με σκυρόδεμα. Στις 25 Μαρτίου του έτους 2014 σκυροδετήθηκε κεφαλόδεσμος σύνδεσης των φρεατοπασσάλων με ύψος 1.20m.

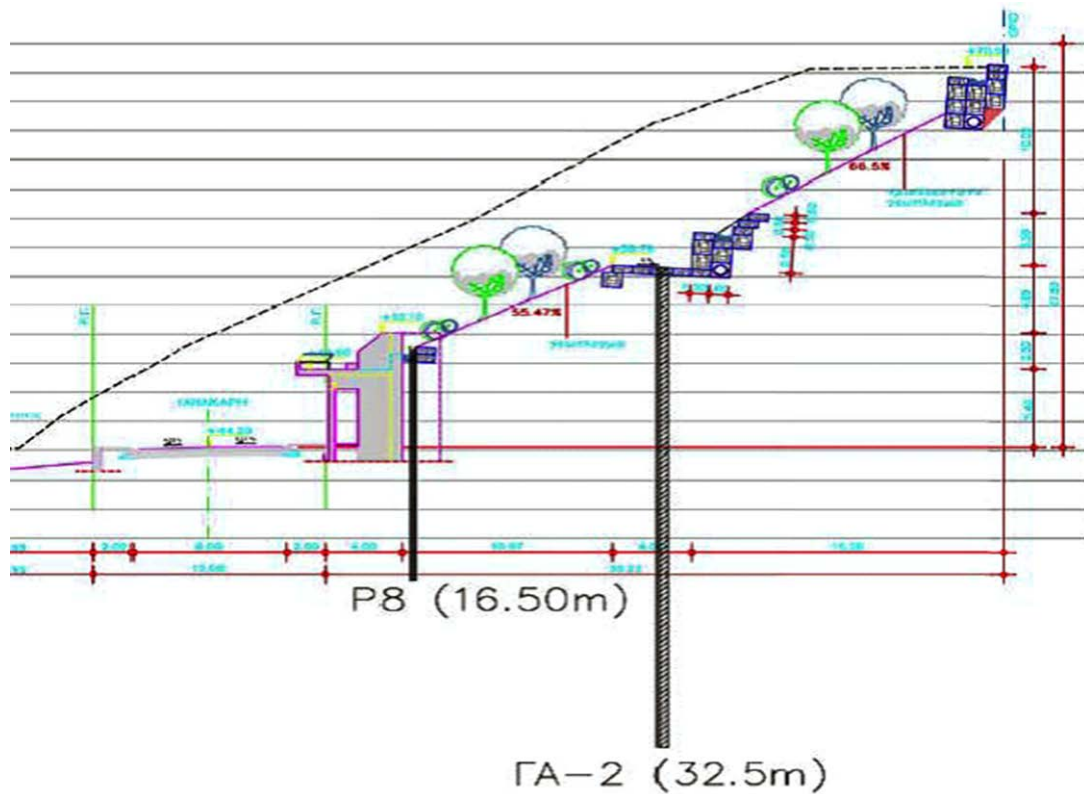
Ακολούθησε η διάνοιξη της γεώτρησης **ΓΑ-1** (Χ.Θ. 0+290, τμήμα Νόρμαν-Αγ.Σοφίας) καθώς και της **ΓΑ-2** (Χ.Θ. 0+183, τμήμα Νόρμαν-Αγ. Σοφίας) και **ΓΑ-3** (Χ.Θ. 0+131, τμήμα Νόρμαν-Αγ. Σοφίας), στον ανάντη της οδού αναβαθμό ή “μονοπάτι”. Παρακάτω παρουσιάζονται φωτογραφίες από τα εδαφικά δείγματα των τριών γεωτρήσεων και των φρεατοπασσάλων. Τέλος, τον Ιούνιο του 2014, εγκαταστάθηκε και αποκλισιομετρικός σωλήνας στον φρεατοπάσσαλο με κωδικό **P8** (Χ.Θ. 0+169 Νόρμαν-Αγ. Σοφίας) με μήκος 16.50m από την επιφάνεια του διαμορφωμένου εδάφους κατά της εργασίες διάτρησής του.

Παρακάτω, παραθέτονται τομές και φωτογραφίες των φρεατοπασσάλων και γεωτρήσεων που έγιναν ώστε να γίνει παρακολούθηση του εδάφους με τα αποκλισιόμετρα.

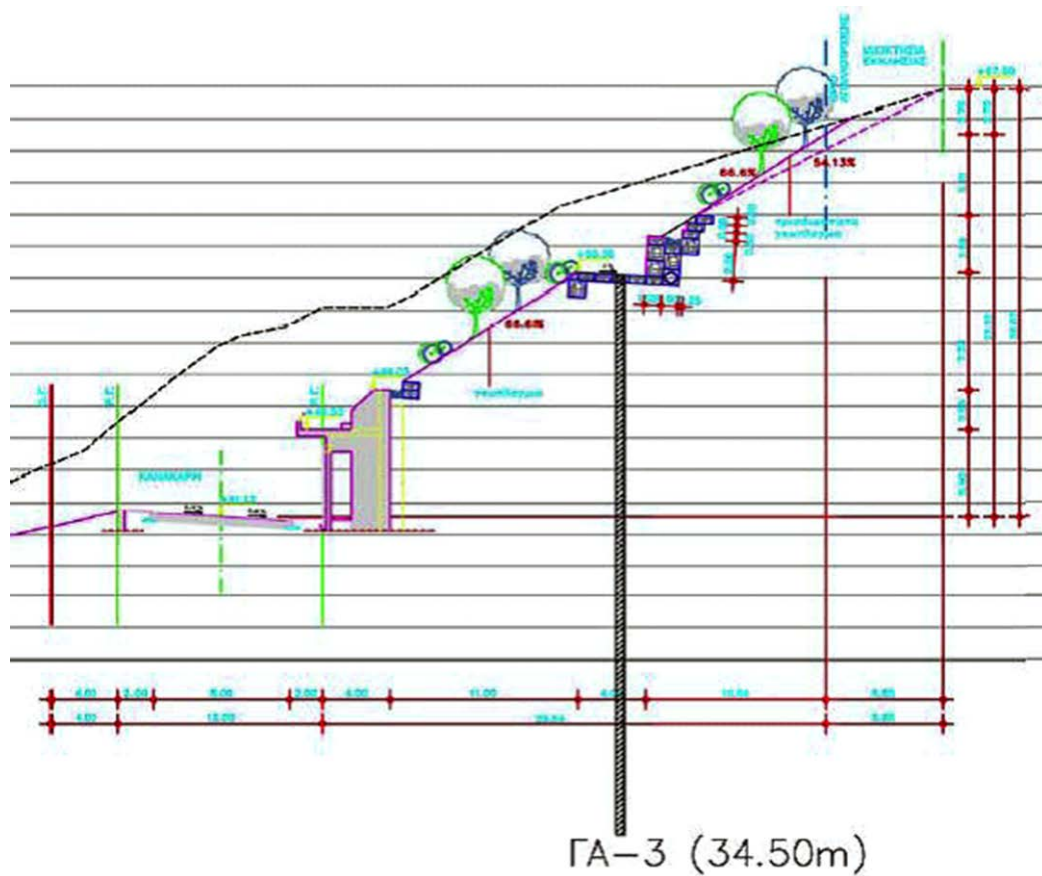
Θέσεις Αποκλισιομετρικών σωλήνων με την μορφή τομών



Σχήμα 4.10 Τομή 1. φρεατοπάσσαλος Ρ62 (18 m) και γεώτρηση ΓΑ-1 (32.5 m)



Σχέδιο 4.11 Τομή 2. Φρεατοπάσσαλος P8 (16.5 m) και γεώτρηση ΓΑ-2 (32.5 m)

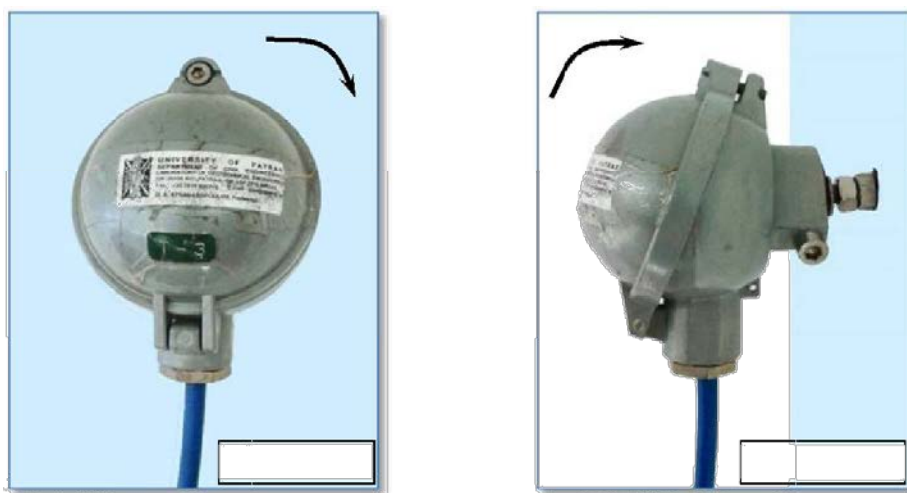


Σχέδιο 4.12 Τομή 3. Γεώτρηση ΓΑ-3 (34.5 m)

4.2. ΚΛΙΣΙΜΕΤΡΑ

Τα κλισίμετρα χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των κινήσεων του υπεδάφους και τις παραμορφώσεις. Τυπικές εφαρμογές του κλισιμέτρου περιλαμβάνουν:

- Ανίχνευση των ζωνών κυκλοφορίας και διαπίστωση κατά πόσον η κίνηση είναι συνεχής, επιταχυμένη, ή περιορίζεται σε διορθωτικά μέτρα.
- Έλεγχος ότι οι παραμορφώσεις είναι εντός των ορίων του σχεδιασμού, ότι οι αντηρίδες και τα αγκύρια αποδίδουν όπως αναμένεται και ότι τα παρακείμενα κτίρια δεν επηρεάζονται από τις κινήσεις του εδάφους.
- Επαλήθευση της σταθερότητας των φραγμάτων και ανάντη πρανών.

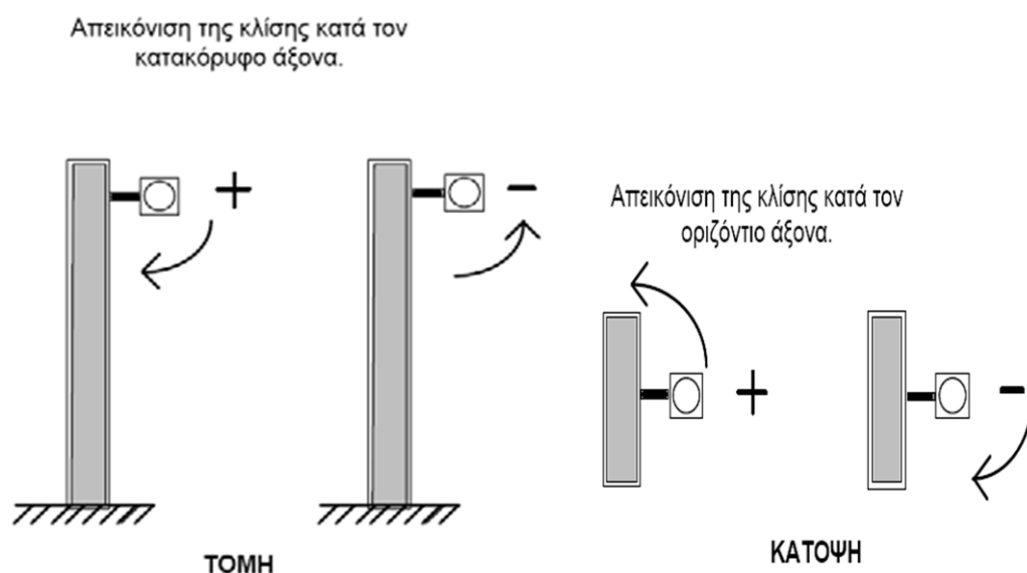


Σχήμα 4.13 Κλισίμετρα της εταιρείας SisGeo που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της κλίσης των οικοδομών.



Σχήμα 4.14 Καταγραφικό όργανο που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση της ένδειξης των κλισιμέτρων

Οι μετρήσεις των κλίσεων ή των πιθανών στροφών στα γειτονικά κτίρια της οδού Κανακάρη, γίνονται με την χρήση κλισιμέτρων της εταιρίας SisGeo. Για την ακρίβεια, χρησιμοποιείται ο τύπος οργάνου 'Surface Magnetoresistive Clinometer', OS532HA10000, το οποίο τοποθετείται στη εξωτερική επιφάνεια των κτιρίων και πακτώνεται στο τοίχο. Το όργανο διαθέτει διαξονικό αισθητήρα που μετράει και κατά τις δύο κατευθύνσεις την μεταβολή της γωνίας του κτιρίου. Αυτός ο αισθητήρας βρίσκεται στο εσωτερικό του κλισιμέτρου και μας δίνει ενδείξεις σε μονάδες έντασης ρεύματος (mA). Στη συνέχεια, βάση των διαγραμμάτων βαθμονόμησης των οργάνων που πήραν μέρος στις μετρήσεις, η διαφορά της μετρούμενης έντασης του ρεύματος από την αρχική μέτρηση, μετριέται σε διαφορά γωνίας $\Delta\phi$. Πιθανές παρεμβολές ή διαστρεβλώσεις στα αποτελέσματα των μετρήσεων, μπορεί να οφείλονται σε θερμοκρασιακές αλλαγές (συστολή/διαστολή), οι οποίες συσχετίζονται με την εποχή του έτους. Οι μετρήσεις γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα εντός λίγων ημερών με την χρήση του καταγραφικού Torricelli.



Σχήμα 4.15 Μετρήσεις κλισιμέτρων κατά τον κατακόρυφο (τομή) και οριζόντιο (κάτοψη) άξονα και επεξήγηση του προσήμου των καταγραφών

Για να ελεγχθούν οι πιθανές στροφές στις οικοδομές από αστοχίες του εδάφους, εγκαταστάθηκαν δύο κλισίμετρα **T-1** και **T-2** (SisGeo OS532HA10000), στην εξωτερική τοιχοποιία δύο οικοδομών, στο κατάντη όριο της διανοιγόμενης οδού. Τα όργανα αυτά, μέτραγαν κατά τις δύο κατευθύνσεις την μεταβολή της γωνίας $\Delta\phi$ του τοίχου. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι δύο με τρεις φορές τον μήνα.

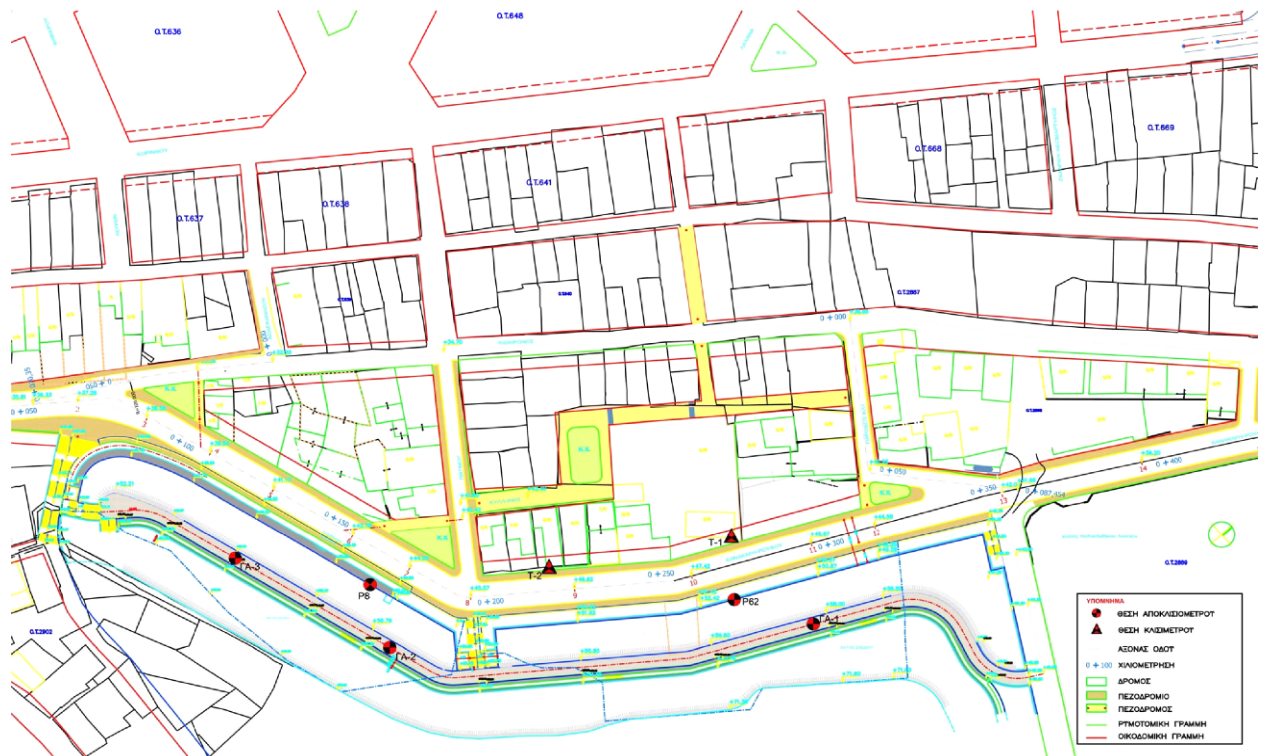
Οι θέσεις εγκατάστασης όλων των οργάνων σημειώνονται στο σχέδιο οριζοντιογραφίας του Σχέδιο 4.18 ενώ στον Πιν 4.2 συνοψίζονται τα στοιχεία των εγκατεστημένων οργάνων (κωδική ονομασία, βάθος, ημερομηνία εγκατάστασης και θέση). Στα σχήματα 4.16 και 4.17 παρουσιάζονται φωτογραφικές απόψεις από τα εγκατεστημένα κλισίμετρα.



Σχήμα 4.16 Φωτογραφική άποψη της θέσης εγκατάστασης του κλισιμέτρου T-1 (Νόρμαν-Αγ.Σοφίας, Χ.Θ. 0+274)



Σχήμα 4.17 Φωτογραφική άποψη της θέσης εγκατάστασης του κλισιμέτρου T-2 (Νόρμαν-Αγ.Σοφίας, Χ.Θ. 0+219)



Σχέδιο 4.18 Θέσεις εγκατάστασης αποκλισημετρικών σωλήνων και κλισιμέτρων στο τμήμα Νόρμαν-Αγ. Σοφίας για την παρακολούθηση των μετακινήσεων των πρανών ανάτη της οδού Κανακάρη και δύο παρακείμενων οικοδομών κατάντη της οδού

Όργανο	Κωδικός οργάνου	Ημερομηνία εγκατάστασης	Βάθος \diamond (m)	Θέση (ΕΓΣΑ'87)	
				X	Y
Αποκλισημετρικοί σωλήνες	ΓΑ-1	06/02/2014	32.50	302708	4236092
	ΓΑ-2	03/05/2014	32.50	302631	4235996
	ΓΑ-3	07/05/2014	34.50	302582	4235981
	P62	03/12/2013	18.00	302686	4236080
	P8	30/05/2014	16.50	302613	4236005
Κλισίμετρα	T-1	12/05/2014	-	302672	4236091
	T-2	12/05/2014	-	302644	4236046

Πίνακας 4.2 Στοιχεία των εγκατεστημένων οργάνων παρακολούθησης συμπεριφοράς.

Επεξήγηση

\diamond βάθος από τελική διαμορφωμένη επιφάνεια διεξαγωγής μετρήσεων (επιφάνεια συρματοκιβωτίων στον αναβαθμό ή άνω επιφάνεια κεφαλόδεσμου)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα της τελευταίας μέτρησης τα οποία έγιναν γνωστά σε εμάς από την 6^η έκθεση προόδου του Πανεπιστημίου Πατρών/Φεβρουάριος 2016. Συγκεκριμένα, είναι διαθέσιμες οι αποκλισημετρικές μετρήσεις στις θέσεις **ΓΑ-1**, **ΓΑ-2**, **ΓΑ-3** και των φρεατοπασσάλων **P62** και **P8** (τμήμα Νόρμαν- Αγ. Σοφίας) και στις θέσεις των γεωτρήσεων **ΓΑ-4** και **ΓΑ-5** (τμήμα Πουκεβίλ – Γκότση). Επίσης διαθέσιμες είναι οι μετρήσεις των κλισιμέτρων **T-1** και **T-2** που έχουν εγκατασταθεί στα δύο εξεταζόμενα, γειτονικά του έργου, κτίρια.

Αποκλισημετρικές Μετρήσεις

Στα σχήματα 4.19 και 4.20 παρουσιάζεται η περιοχή της γεώτρησης ΓΑ-1 και του πασσάλου P62, καθώς και των γεωτρήσεων ΓΑ-2, ΓΑ-3 και του φρεατοπασσάλου P8 αντίστοιχα, στο τμήμα Νόρμαν – Α. Σοφίας, στις οποίες έχουν ολοκληρωθεί τα έργα εδαφικής αντιστήριξης και έχουν αρχίσει οι εργασίες κατασκευής του οδοστρώματος και των πεζοδρομίων. Στο σχήμα 4.21, παρουσιάζεται η πρόοδος των εργασιών στη περιοχή του αποκλισημέτρου ΓΑ-4 (τμήμα Πουκεβίλ – Γκότση). Στο τμήμα αυτό έχει ολοκληρωθεί η εδαφική εκσκαφή από τον Δεκέμβριο του 2015 σε βάθος -6,50m και -9,50m, από την άνω στάθμη των αντίστοιχων κεφαλόδεσμων στα δύο επιμέρους τμήματα και έχει ολοκληρωθεί η τάνυση των δύο και τριών σειρών αγκυριών, στα αντίστοιχα τμήματα.

Στην περιοχή των αποκλισημέτρων ΓΑ-2, ΓΑ-3 και P8, μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των φρεατοπασσάλων, την κατασκευή του κεφαλόδεσμου και την εδαφική εκσκαφή βάθους 4m, περίπου κατάντη της πασσαλοστοιχίας, πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση αγκυριών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πρόσθετη εδαφική εκσκαφή έως την τελική στάθμη εκσκαφής κατάντη της πασσαλοστοιχίας, για την κατασκευή του οδοστρώματος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η τοποθέτηση του γεωπλέγματος έχει ολοκληρωθεί για την αποφυγή εκδήλωσης επιφανειακών αστοχιών των εδαφικών πρανών στη θέση του εξεταζόμενου έργου.

Ενδεικτικά αποτελέσματα αποκλισημετρικών μετρήσεων παρουσιάζονται γραφικά στα σχήματα 4.22 και 4.23, με τη μορφή διαγραμμάτων οριζόντιας μετακίνησης (σε mm), κατά τις δύο διευθύνσεις Α (κατάντη διεύθυνση) και Β (κάθετη στη διεύθυνση Α) αντίστοιχα, ως συνάρτηση του βάθους. Η πράσινη διακεκομμένη γραμμή στα διαγράμματα υποδεικνύει το εύρος σφάλματος του οργάνου (περιλαμβάνει σφάλματα λόγω σωλήνα, τορπίλης, καλωδίου, καταγραφικού και χειριστή) που χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις, δηλαδή οποιαδήποτε τιμή μετακίνησης εκτός του ανωτέρω εύρους θεωρείται ότι δεν αντιπροσωπεύει πραγματική μετακίνηση, αλλά σφάλμα μέτρησης.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το αποκλισημόμετρο στον πάσσαλο P62, υποδεικνύουν ότι δεν έχουν αναπτυχθεί επιπλέον μετακινήσεις σε σχέση με τις παλαιότερες μετρήσεις (αρχική έκθεση προόδου). Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια του τελευταίου έτους μετρήθηκε μετακίνηση της κορυφής του πασσάλου P62 ίση με 1mm. Διευκρινίζεται ότι από την χρονική στιγμή ολοκλήρωσης του συστήματος αντιστήριξης (Σεπτέμβριος 2014) έως σήμερα, η μετρηθείσα διαφορική οριζόντια

μετακίνηση στη κορυφή του πασσάλου P62 προκύπτει ίση με 4mm. Επισημαίνεται, ότι το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής μετακίνησης της κορυφής του πασσάλου (18mm) εμφανίστηκε αμέσως μετά την πραγματοποίηση της εκσκαφής βάθους 6,40m κατάντη της πασσαλοστοιχίας (Ιούνιος 2014) και έφτασε τα 21mm μέχρι τη χρονική στιγμή ολοκλήρωσης του συστήματος αντιστήριξης (Σεπτέμβριος 2014). Τέλος, σημειώνεται ότι η συνολική μετακίνηση της κορυφής του πασσάλου από την αφετηρία των μετρήσεων είναι ίση με 25mm. Η συγκεκριμένη τιμή θεωρείται αποδεκτή για το είδος του έργου, ωστόσο θα πρέπει να συγκριθεί με την αναμενόμενη / επιτρεπόμενη τιμή που έγινε δεκτή στη μελέτη εφαρμογής του συστήματος αντιστήριξης.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τον αποκλισημετρικό σωλήνα στον πάσσαλο P8, δείχνουν συνολική μετακίνηση της κορυφής του πασσάλου από την αφετηρία των μετρήσεων ίση με 8mm. Η ανωτέρω τιμή είναι ίση με το 1/3 της τιμής που μετρήθηκε για τον πάσσαλο P62 και είναι γενικά αποδεκτή για το είδος του έργου. Παρόλα αυτά θα πρέπει να συγκριθεί με την αναμενόμενη / επιτρεπόμενη τιμή της μελέτης εφαρμογής. Διευκρινίζεται ότι η προκύπτουσα διαφορική μετακίνηση της κορυφής του πασσάλου κατά τη διάρκεια του τελευταίου έτους (στο οποίο έχουν ολοκληρωθεί τα έργα εδαφικής αντιστήριξης) είναι ίση με 2,5mm.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για όλες τις υπόλοιπες θέσεις αποκλισημέτρων ευρίσκονται εντός των ορίων του σφάλματος του οργάνου. Με βάση τα ανωτέρω οι μετακινήσεις αυτές δεν αξιολογούνται γιατί είναι πολύ μικρές και ενδέχεται να μην αντιπροσωπεύουν την πραγματική συμπεριφορά των εδαφικών μαζών.

Σημειώνεται ότι στη γεώτρηση ΓΑ-2 και σε μέσο βάθος 21m εμφανίζεται τοπική μετακίνηση της τάξης των 40mm (στη διεύθυνση Α) η οποία αρχικά αυξήθηκε απότομα αλλά παραμένει σταθερή κατά τις τελευταίες μετρήσεις. Η μετακίνηση αυτή θεωρείται ότι οφείλεται σε ανωμαλίες της αυλάκωσης του αποκλισημετρικού σωλήνα (δεδομένου ότι ανάλογη συμπεριφορά αλλά με μικρότερο μέγεθος εμφανίστηκε και κατά την διεύθυνση Β).

Κλισιμετρικές Μετρήσεις

Ενδεικτικά αποτελέσματα μετρήσεων των κλισίμετρα παρουσιάζονται στα σχήματα 4.24 και 4.25. Παρουσιάζεται διάγραμμα στροφής σε μοίρες ως συνάρτηση του χρόνου, για τη διεύθυνση Α, η οποία είναι η κάθετη διεύθυνση στον εξεταζόμενο τοίχο και για τη διεύθυνση Β, η οποία είναι η παράλληλη διεύθυνση στο επίπεδο του τοίχου.

Στο σχήμα 4.16, φαίνεται η θέση της οικοδομής στην οποία έχει εγκατασταθεί το κλισίμετρο T-1, ανάντη του οποίου έχει ήδη ολοκληρωθεί η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης ύψους περίπου 3.70m. Η θέση της οικοδομής που έχει εγκατασταθεί το κλισίμετρο T-2 φαίνεται στο σχήμα 4.17, στο οποίο έχει επίσης ολοκληρωθεί η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης, ύψους περίπου 3.00m. Στις δύο εξεταζόμενες θέσεις (T-1, T-2) δεν έχει παρατηρηθεί καμία επίπτωση (μετακίνηση, στροφή) στις παρακείμενες εδαφικές μάζες και οικοδομές κατά την εξέλιξη των κατασκευαστικών εργασιών.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο κλισίμετρο T-1 παρουσιάζονται στα σχήματα 4.24 και 4.25, υποδεικνύουν ότι κατά τους τελευταίους μήνες, κατά την διεύθυνση Α, οι στροφές κυμαίνονται από 0,10° έως 0,25°, ενώ η τιμή της τελευταίας μέτρησης είναι περίπου ίση με 0,20°.

Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται για το κλισίμετρο Tα-2, κατά τους τελευταίους μήνες οι αντίστοιχες στροφές κυμαίνονται από 0,15° έως 0,35 ° περίπου (διδεύθυνση Α) και από 0,15° έως 0,23° περίπου (διδεύθυνση Β).

Επομένως, τα αποτελέσματα των μετρήσεων, υποδεικνύουν ότι οι μετρηθείσες στροφές των εξεταζόμενων οικοδομών είναι μικρότερες του ορίου ενόχλησης των ενοίκων, το οποίο σύμφωνα με πρόσφατη βιβλιογραφία λαμβάνεται ίσο με 0.57° [McCormick et al., 2008; Keino and Kohiyama, 2012].

Τελικά συμπεράσματα για τα δύο όργανα

Οι μετρηθείσες μετακινήσεις των εδαφικών μαζών στην περιοχή των αποκλισιομέτρων (περίοδος Δεκέμβριος 2015 έως Φεβρουάριος 2016) είναι πολύ μικρές για τις περιπτώσεις των θέσεων των αποκλισιομέτρων (ΓΑ-1, ΓΑ-2, ΓΑ-3 και ΓΑ-4) και βρίσκονται εντός του εύρους σφάλματος του μετρητικού οργάνου. Για την περίπτωση των αποκλισιομέτρων P8 και P62, των οποίων οι αποκλισιομετρικοί σωλήνες βρίσκονται στο εσωτερικό των φρεατοπασσάλων αντιστήριξης του πρανούς, προκύπτουν ίσες με 8mm και 25mm, αντίστοιχα. Οι ανωτέρω τιμές θεωρούνται γενικά αποδεκτές για το είδος του έργου, θα πρέπει όμως να συγκριθούν με τις αναμενόμενες / επιτρεπόμενες τιμές που έχουν γίνει δεκτές στην μελέτη εφαρμογής των αντίστοιχων συστημάτων αντιστήριξης.

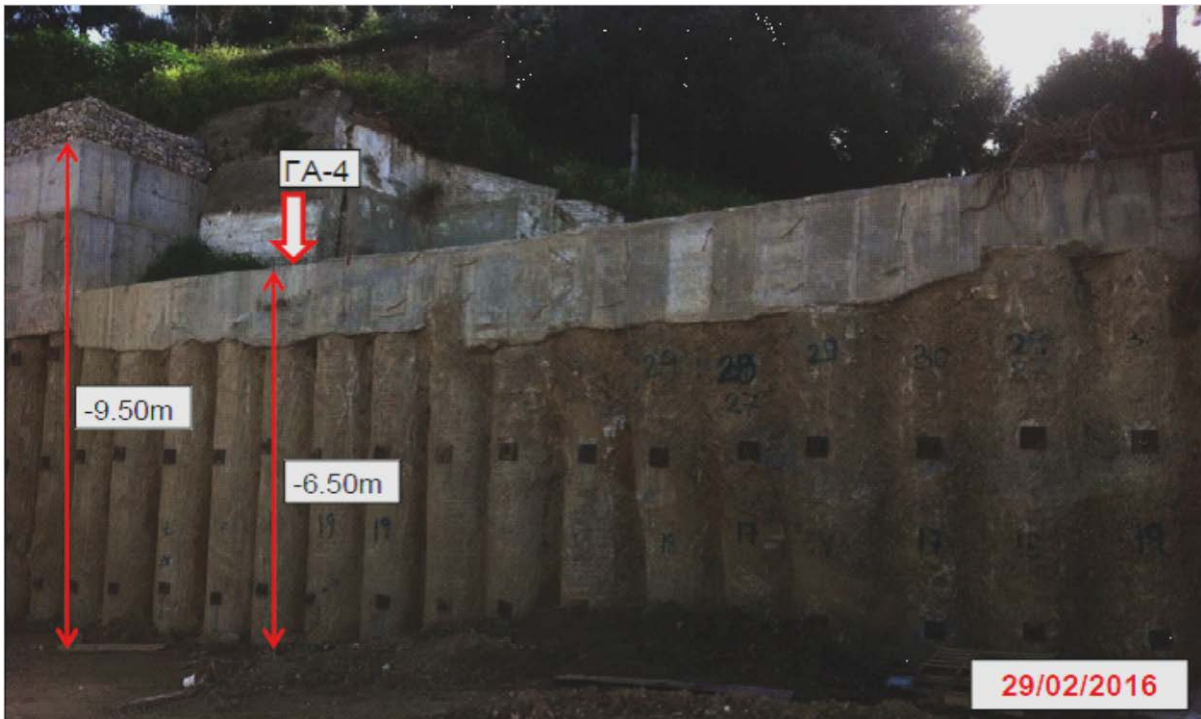
Τέλος, οι μετρηθείσες γωνίες στροφής των δύο κτιρίων στα οποία έχουν εγκατασταθεί κλισίμετρα, προκύπτουν μικρότερες του ορίου ενόχλησης ανθρώπων (κλίση 1:100 ή 0,57°).



Σχήμα 4.19 Άποψη των έργων αντιστήριξης στην περιοχή των αποκλισημέτρων ΓΑ-1 και Ρ62.



Σχήμα 4.20 Άποψη των έργων αντιστήριξης στην περιοχή των αποκλισημέτρων ΓΑ-2, ΓΑ-3 και Ρ8.

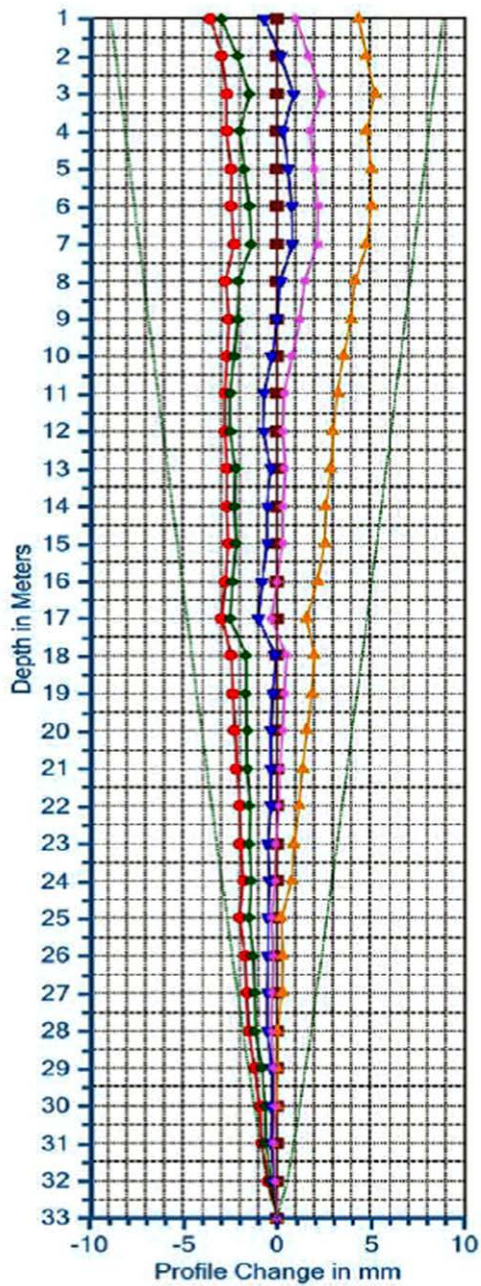


Σχήμα 4.21 Άποψη των έργων αντιστήριξης στην περιοχή του αποκλισιομέτρου ΓΑ-4 (τμήμα Πουκεβίλ-Γκότση)

Παρακάτω, εναποθέτονται δείγματα από τα διαγράμματα των αποτελεσμάτων των αποκλισιομετρικών μετρήσεων και των μετρήσεων στο κλισίμετρο κατά τις διευθύνσεις Α και Β. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί γραμμών στο πρώτο δείγμα υποδηλώνουν τις διαφορετικές ημερομηνίες που πάρθηκαν οι μετρήσεις.

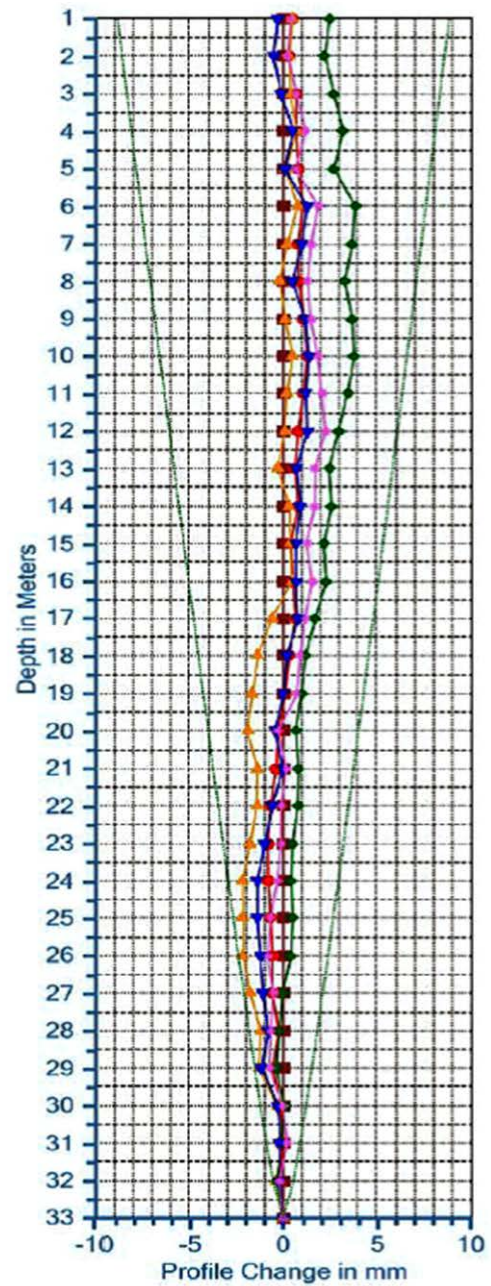
Γεώτρηση ΓΑ-1 (διεύθυνση Α)

20/02/2014 09/07/2014 17/02/2015
04/11/2015 05/01/2016 23/01/2016

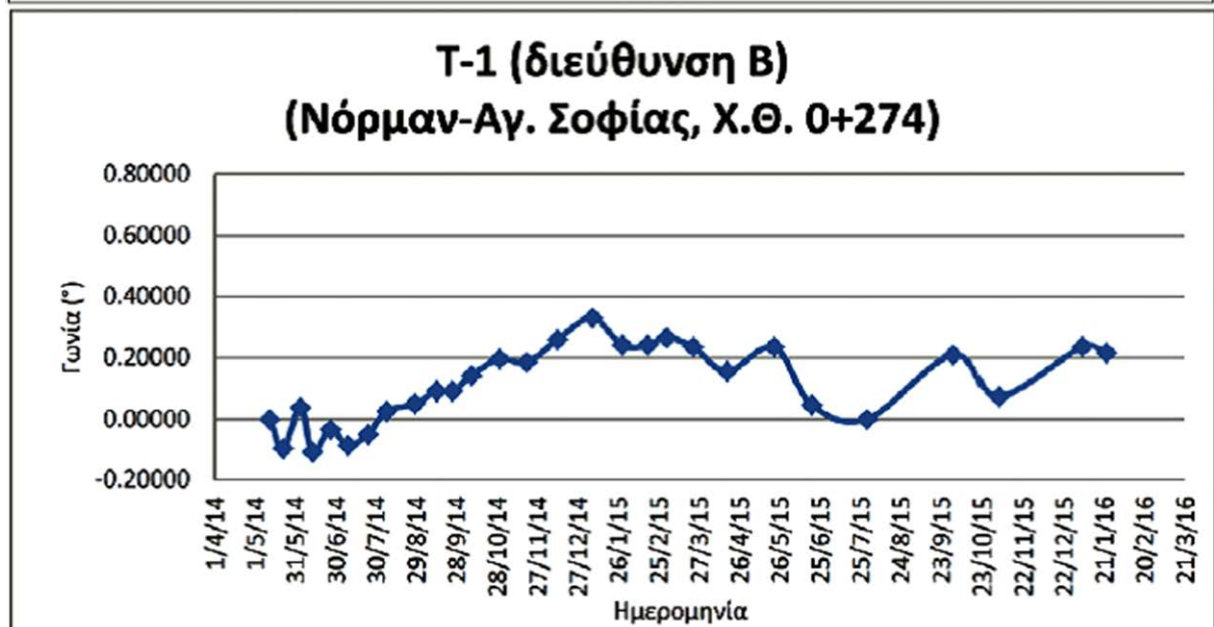
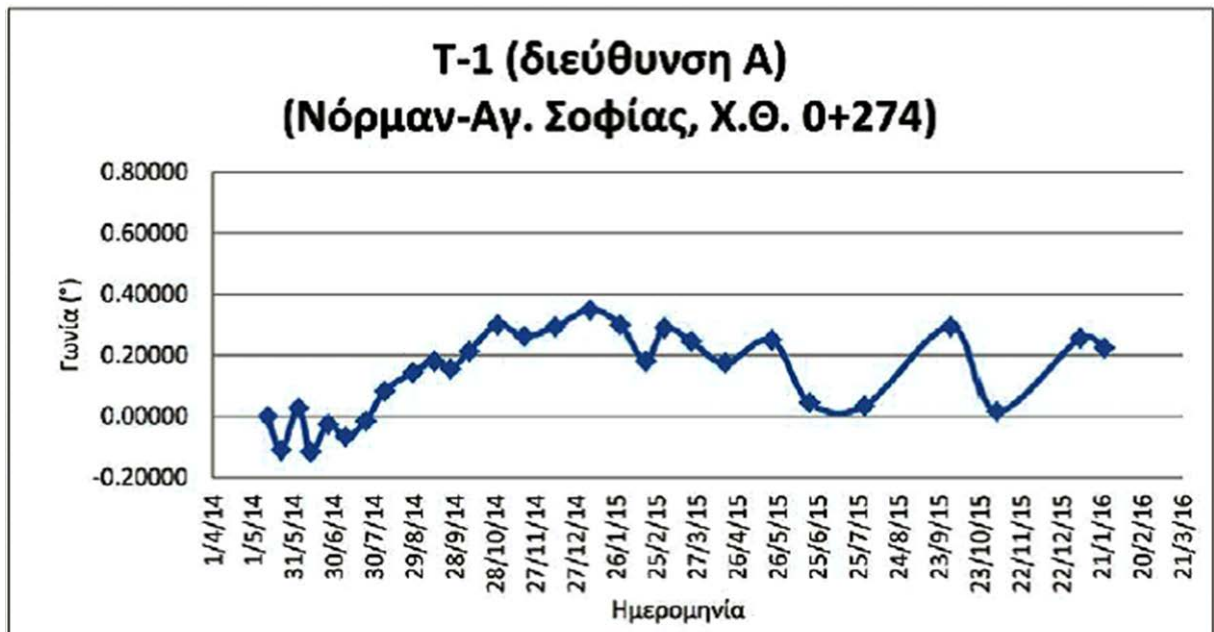


Γεώτρηση ΓΑ-1 (διεύθυνση Β)

20/02/2014 09/07/2014 17/02/2015
04/11/2015 05/01/2016 23/01/2016



Σχήματα 4.22 και 4.23 Αποτελέσματα αποκλισιομετρικών μετρήσεων στη θέση της γεώτρησης ΓΑ-1, κατά την διεύθυνση Α και κατά την διεύθυνση Β αντίστοιχα.



Σχήματα 4.24 και 4.25 Αποτελέσματα μετρήσεων στο κλισίμετρο T-1, κατά την διεύθυνση Α και κατά την διεύθυνση Β αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

5.1. ΓΕΩΠΛΕΓΜΑΤΑ

Τα γεωπλέγματα είναι γεωσύνθετα υλικά που αποτελούνται από διαμήκη και εγκάρσια δομικά στοιχεία, τα οποία σχηματίζουν κάρναβο με τετράγωνα ή ορθογώνια ανοίγματα. Έχουν παρόμοια γεωμετρία και λόγω των απαιτήσεων για υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό συνήθως παράγονται από υψηλής πυκνότητας πολυμερή.

Χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο των φυσικών υλικών όπλισης-ενίσχυσης δομικών στοιχείων, στην επίλυση συνεχώς περισσοτέρων και σύνθετων γεωτεχνικών θεμάτων και ενίσχυση εδαφών σε γεωτεχνικά έργα (σε πρηνή ή/και σε τοίχους αντιστήριξης). Τα γεωπλέγματα έχουν μεγάλη εφαρμογή και στην **ενίσχυση υποστρωμάτων** σε έργα οδοποιίας και σιδηροτροχιών, καθώς και στην κατασκευή **επιχωμάτων**. Χωρίζονται σε **μονοαξονικά** και **διαξονικά** (τελευταίας τεχνολογίας είναι και τα **τριαξονικά**) και κατασκευάζονται κυρίως από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE), πολυπροπυλένιο (PP) και πολυεστέρα με επικάλυψη από PVC.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των γεωπλεγμάτων είναι η αντοχή τους και η εναρμόνισή τους με το περιβάλλον. Επιπλέον, διατίθενται σε διάφορους τύπους αλλά και πάχη για να μπορούν να καλύπτουν διαφορετικές εφαρμογές και περιπτώσεις. Διαθέτουν μεγάλη εφελκυστική αντοχή και προσφέρουν προστασία από τη διάβρωση εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την ευστάθεια το εδάφους σε πιθανές ολισθήσεις, σε κανάλια, σε επιχώματα οδοποιίας αλλά και σε άλλες περιοχές που είναι ευάλωτες στη διάβρωση.

Τα γεωπλέγματα χρησιμοποιούνται :

- Για τον οπλισμό της έδρασης επιχωμάτων σε ασθενές υπέδαφος ή και των ιδίων των επιχωμάτων.
- Για την κατασκευή τοίχων σε απότομες κλίσεις (μέχρι και 90°).
- Για τον οπλισμό του υποστρώματος σε σιδηροδρομικά έργα.
- Για τον οπλισμό ασφαλτοταπήτων για την αποφυγή της ρηγμάτωσής τους.
- Για την ενίσχυση της βάσης και υπόβασης οδοστρωμάτων και την μείωση του πάχους τους.
- Για την αντιδιαβρωτική προστασία ασταθών εδαφών, σε φυσικά ή τεχνητά πρηνή.
- Για την αποφυγή αποκόλλησης τεμαχίων από βραχώδη πρηνή.
- Για την προστασία των οπών στους σωλήνες των στραγγιστηρίων.



Σχήμα 5.1 Γεώπλεγμα τοποθετημένο σε έργο και ξετύλιγμα αυτού πριν την εναπόθεση.

Μονοαξονικά

Με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος, είναι συχνά απαραίτητη η όπλιση/ενίσχυση πρανών, έτσι ώστε να έχουν ευστάθεια. Η χρήση πιο χαμηλής ποιότητας εδαφικών υλικών μπορεί να βοηθήσει ένα έργο κατά τη διάρκεια της σχεδίασής του, αλλά και να μειώσει αρκετά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, δημιουργώντας εύκαμπτες κατασκευές που να καταλαμβάνουν όσο γίνεται λιγότερο χώρο. Η αστοχία φυσικών ή τεχνητών πρανών, είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, κυρίως σε συνεκτικά εδάφη ή σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις.

Τα βασικά πλεονεκτήματα με τη χρήση μονοαξονικών γεωπλεγμάτων, είναι:

- Φιλικά προς το περιβάλλον.
- Μειώνουν την ποσότητα των απαιτούμενων εδαφικών υλικών και επιτρέπουν τη χρήση των τοπικών διαθέσιμων εδαφικών υλικών.
- Απλή και γρήγορη κατασκευή.
- Σημαντική μείωση συνολικού κόστους.

Διαξονικά

Τα διαξονικά γεωπλέγματα είναι κατάλληλα για την όπλιση / ενίσχυση βάσης & υπόβασης, σε ασθενείς και ανομοιογενείς εδαφικούς σχηματισμούς. Με αυτά, επιτυγχάνεται μείωση του κόστους της κατασκευής με σημαντικά πλεονεκτήματα σε κοκκώδεις στρώσεις κάλυψης ή υπόβασης.

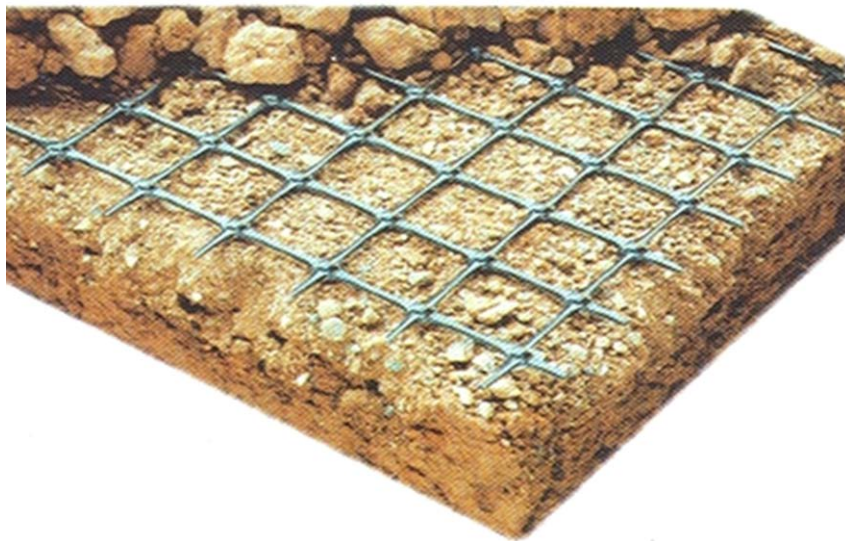
Τα κύρια πλεονεκτήματα με τη χρήση διαξονικών γεωπλεγμάτων, είναι:

- Σημαντική μείωση του πάχους του κοκκώδους υλικού, χωρίς μείωση αντοχής.
- Ελαχιστοποίηση των εκσκαφών και διατήρηση των φυσικών αδρανών.
- Βελτίωση της συμπύκνωσης του επιχώματος.

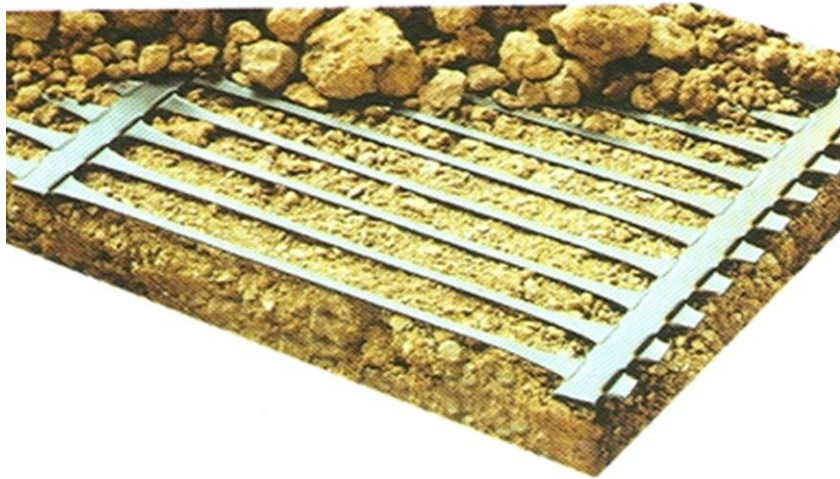
- Έλεγχος διαφορικών καθιζήσεων.

Διακρίνονται, επίσης, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, σε:

α) Εξηλασμένα, τα οποία είναι κατασκευασμένα από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο τα μονοαξονικά και από πολυπροπυλένιο τα διαξονικά. Κατασκευάζονται με το τέντωμα υψηλής ποιότητας διάτρητων πολυμερών φύλλων, κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες. Η αποκτώμενη έτσι δομή των κόμβων έχει πολλή μεγάλη επίδραση στην κατανομή των φορτίων του εδάφους.

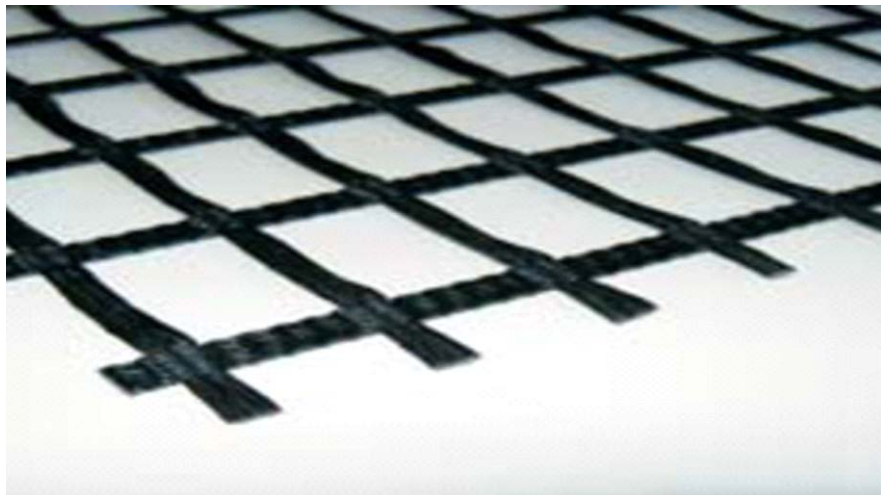


Σχήμα 5.2 Διαξονικά γεωπλέγματα



Σχήμα 5.3 Μονοαξονικό γεώπλεγμα

β) Πλεκτά, τα οποία είναι κατασκευασμένα από πολυεστέρα ή πολυπροπυλένιο. Τα υψηλής αντοχής πολυεστερικά νήματα συνδυάζουν υψηλή αντοχή με χαμηλό ερπυσμό. Είναι καλυμμένα με ένα πολυμερικό προστατευτικό στρώμα και είναι ιδιαίτερως κατάλληλα για την ενίσχυση εδαφών με μικρή έως και μεγάλη κοκκομετρία. Χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των απότομων αναχωμάτων και την υποστήριξη τοίχων και βάθρων γεφυρών.



Σχήμα 5.3 Πλεκτό Γεώπλεγμα

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΠΛΕΓΜΑΤΩΝ

Τα γεωπλέγματα έχουν την ικανότητα να αυξάνουν την αντίσταση του εδάφους σε περίπτωση διάβρωσης αλλά και να βοηθούν στην ανάπτυξη βλάστησης ανάμεσα από το πλέγμα τους. Η διάβρωση του εδάφους όμως αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, κυρίως όταν κάποια ολίσθηση μπορεί να καταστρέψει και το ίδιο το έργο.

Αρχικά, τα γεωπλέγματα τοποθετούνται για να προστατέψουν το έδαφος από τις κατολισθήσεις λόγω των επιδράσεων του ανέμου και της βροχής πριν αποκατασταθεί η βλάστηση της περιοχής. Κατά την ανάπτυξη των φυτών, οι ρίζες τους 'αγκυρώνουν' το πλέγμα στο έδαφος και συνεπώς αυξάνεται η ενίσχυση του εδάφους στα απότομα πρηνή, καθώς και στις υψηλές ταχύτητες απορροής των υδάτων.

Τα γεωπλέγματα προστατεύουν :

- Τις εκτεθειμένες περιοχές από την άμεση επαφή με τη βροχή.
- Το έδαφος στο οποίο υπάρχει σπορά από την διάβρωση και δεν έχει προλάβει να αναπτυχθεί η βλάστηση.
- Ενισχύοντας το ριζικό σύστημα και δεσμεύοντας την εδαφική επιφάνεια.
- Μειώνοντας την ταχύτητα και τον όγκο απορροής ,αυξάνοντας έτσι την υγρασία του εδάφους.

ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΑΝΩΝ

Η φυσική βλάστηση παρέχει άριστη αντιδιαβρωτική προστασία, αλλά σε περιοχές εκτεθειμένες σε πλημμύρες, κυματισμούς, όχθες ποταμών, υπερχειλιστές φραγμάτων και αντιπλημμυρικά αναχώματα που υποφέρουν από διάβρωση, απαιτείται η χρήση επιπρόσθετων μέτρων.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι απαραίτητο ένα επιπλέον μόνιμο υλικό αντιδιαβρωτικής προστασίας, για να ενδυναμώσει την αντοχή της βλάστησης, να οπλίσει το ριζικό σύστημα και ταυτόχρονα να είναι αισθητικά όμορφο. Έτσι τα γεωπλέγματα, καθορίζονται ως μια από τις οικονομικότερες εναλλακτικές λύσεις, από τις περισσότερες άκαμπτες και αδρανείς επεμβάσεις, είναι φιλική προς το περιβάλλον και παρέχει μια μόνιμη λύση με εύκολη τοποθέτηση.



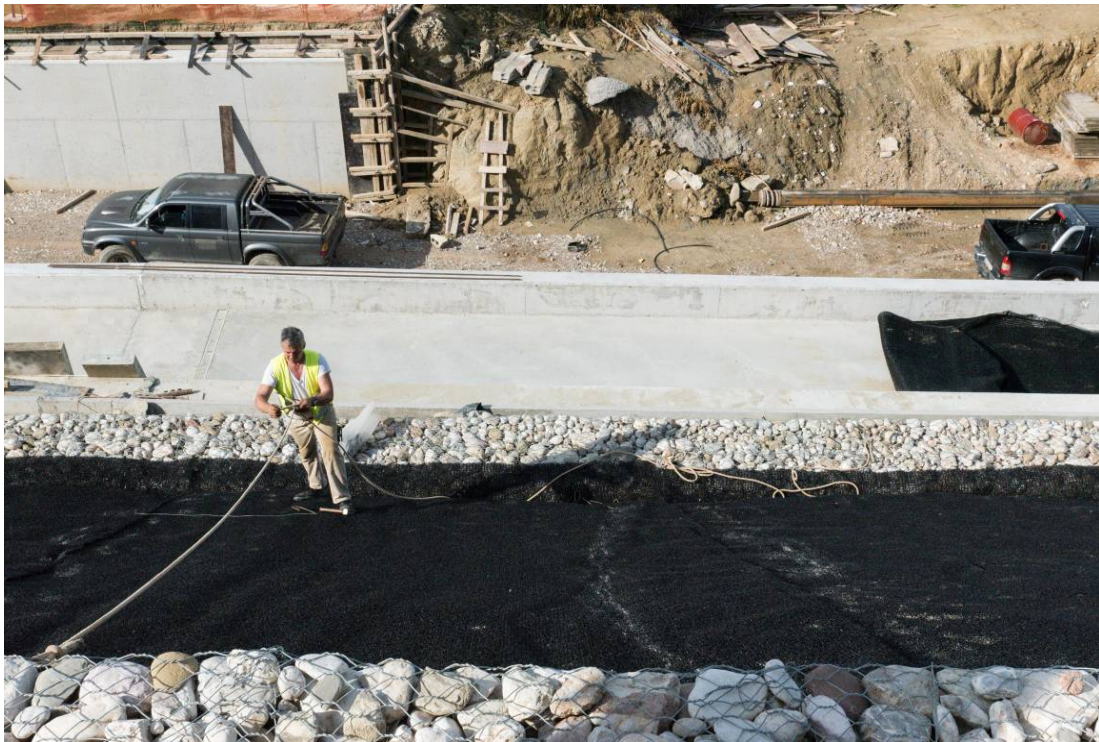
Σχήμα 5.4 Γεωπλέγματα στο έργο της οδού Κανακάρη και συγκεκριμένα στο τμήμα Νόρμαν-Αγίας Σοφίας

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ

Η επιφάνεια των γεωπλεγμάτων έχει τραχιά και λεία πλευρά. Αρχικά, το υλικό ξετυλίχτηκε στο πρανές με την ομαλή πλευρά να έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Στη συνέχεια, το γεώπλεγμα αγκυρώθηκε στο έδαφος με χαλύβδινα αγκύρια. Το γεώπλεγμα ήταν τρισδιάστατο και πλεκτό και τοποθετήθηκε κατά μήκος όλου του γυμνού πρανούς για να προστατεύεται μέχρι την οριστική βλάστηση των φυτών από τα όμβρια ύδατα. Τέλος, ακολούθησε η διαδικασία της φύτευσης με δέντρα, θάμνους κ.α. τα οποία αναλύονται στον υποκεφάλαιο 5.2.



Σχήμα 5.5 Κοντινή άποψη γεωπλέγματος στο έργο και μπουφάν εργατών.



Σχήμα 5.6 Εργάτης κατά την τοποθέτηση του γεωπλέγματος στο έργο.

5.2. ΦΥΤΕΥΣΗ/ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ

Η φυτοκάλυψη αποτελεί έναν από τους πλέον συνηθισμένους τρόπους προστασίας των πρηνών από φαινόμενα επιφανειακής διάβρωσης και επιφανειακών μετακινήσεων, ενώ συμβάλλει θετικά στην ενίσχυση του εδάφους.

Η επιλογή του είδους της βλάστησης βασίζεται σε παράγοντες όπως :

- Ο προσανατολισμός και η τοπογραφία της περιοχής.
- Η κλίση του πρηνούς.
- Το είδος της τοπικής πανίδας.
- Το είδος του εδάφους και η περιεκτικότητα του σε θρεπτικά συστατικά.
- Το μικροκλίμα της περιοχής.

Γενικά, χρησιμοποιούνται ποώδη φυτά, μείγματα αγρωστωδών και ψυχανθών που έχουν υψηλή προσαρμοστικότητα στις κλιματολογικές συνθήκες και αναπτύσσουν πυκνό και βαθύ ριζικό σύστημα. Επιπρόσθετα, θετικά συμβάλλει η υδροσπορά, δηλαδή η επικάλυψη του πρηνούς με μείγμα που περιέχει σπόρους, οργανικά και ανόργανα λιπάσματα, σταθεροποιητές εδάφους κ.α., που εκτοξεύονται υπό πίεση με ειδικά κατασκευασμένο υδραυλικό μηχάνημα, τον υδροσπορέα.

Στα έργα υποδομής για λόγους προστασίας από την διάβρωση και την συγκράτηση των βροχών χρησιμοποιούνται ανάλογα με το είδος κλίσης τους εδάφους διάφορα συστήματα φύτευσης. Στα επίπεδα εδάφη φυτεύουμε κατά ρόμβους ή τρίγωνα, κατά γραμμές ή κατά τετράγωνα. Στα εδάφη με κλίση η φύτευση γίνεται με ισούψεις καμπύλες, ενώ σ' αυτά με μεγάλη κλίση με αναβαθμίδες.

Οι πληροφορίες που καταφέραμε να συλλέξουμε, όσον αφορά τις προδιαγραφές και τα είδη των φυτών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο έργο, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες και είναι κυρίως θαμνώδη και δενδρύλλια.

Καλλωπιστικά δέντρα						
α/α	Είδος φυτού	Κατηγορία	μπάλα χώματος (lt)	ύψος κορμού (cm)	περίμετρος κορμού (cm)	Ποσότητα
1.	Ακακία κυανόφυλλη <i>Acacia cyanophylla</i>	Δ6	25	300-350	16-18	55
2.	Ελιά <i>Olea europaea</i>	Δ6	24	300-350	20-25	28
3.	Κουτσουπιά <i>Cercis siliquastrum</i>	Δ6	35	250-300	20-25	49
4.	Κυπαρίσσι αριζόνικα <i>Cupressus arizonica</i>	Δ6	25	350-380	-	44
5.	Ροβίνια σφαιροειδής <i>Robinia pseudoacacia</i> « <i>Umbraculifera</i> »	Δ6	24	350-380	16-18	20
6.	Σοφόρα <i>Sophora japonica</i>	Δ6	24	350-380	16-18	46
7.	Ψευδοπιπεριά <i>Schinus molle</i>	Δ6	40	300-350	>25	20
					Σύνολο	262 τεμ.

Πίνακας 5.1 Καλλωπιστικά δέντρα

Καλλωπιστικοί θάμνοι						
α/α	Είδος φυτού	Κατηγορία	ύψος φυτού (cm)	μπάλα χώματος (lt)	αριθμός κλάδων / περίμετρος κόμης	Ποσότητα
1.	Κουμαριά <i>Arbutus unedo</i>	Θ4	60-80	4,5	- / >1μ	99
2.	Κυδωνίαστρο φρανκέτι <i>Cotoneaster franchetti</i>	Θ4	>120	10	- / >1,2μ	101
3.	Μυρτιά <i>Myrtus communis</i>	Θ4	60-80	10	- / >1μ	112
4.	Πικροδάφνη <i>Nerium oleander</i>	Θ4	125-150	12	>5 / -	88
5.	Πυράκανθος <i>Pyracantha coccinea</i>	Θ4	80-100	4,5	3 / -	179
6.	Σπάρτο <i>Spartium junceum</i>	Θ4	130-150	8	>5 / -	158
					Σύνολο	737 τεμ.

Πίνακας 5.2 Καλλωπιστικοί θάμνοι



Σχήμα 2.7 Ανεπτυγμένη φύτευση στο έργο τον Μαρτίο του έτους 2016.

5.3. ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ Ή ΣΑΡΖΑΝΕΤ

Γενικά στοιχεία

Τα συρματοκιβώτια είναι ορθογωνικά ή κυλινδρικά καλάθια (κλουβιά) διαχωρισμένα σε τμήματα κατασκευασμένα από μεταλλικό σύρμα εξαγωνικής σπής (στρατζαριστό γαλβανιζέ) βαρέου τύπου ή πλαστικοποιημένο (PVC), τα οποία γεμίζονται με πέτρες. Παράγονται σε διάφορες διαστάσεις. Τα συρματοκιβώτια τα οποία είναι μεγαλύτερα από 2m σε μήκος διαιρούνται με διαφράγματα ανά 1m για την καλύτερη διατήρηση του σχήματος κατά την γέμιση με πέτρες και την τοποθέτησή τους επί του έργου.



Σχήμα 5.8 Λεπτομέρεια από τα σαρζανέτ της οδού (Σύρμα γαλβανιζέ και πέτρες).



Σχήμα 5.9 Συρματοκιβώτια στην οδό Κανακάρη.

Εφαρμόζονται σε :

1) Ποτάμια και ακτές.

Πιο συγκεκριμένα για να επιτευχθεί η σταθερότητα μιας υδάτινης ροής ,είναι απαραίτητος ο καθορισμός μιας μορφής περιγράμματος όπου η μεταφορά και η απόθεση των διάφορων υλικών είναι σε ισορροπία. Σε ορεινά τμήματα αλλά και σε τμήματα ήπιας κοιλάδας, όπου παρατηρείται μεγάλη κλίση του πυθμένα και ποσότητας των στερεών που μεταφέρονται, για να έχουμε το επιθυμητό όριο τοποθετούμε αναβαθμούς με συρματοκιβώτια.

- Σε περίπτωση φαινομένων μεγάλης διάβρωσης κατά μήκος μιας υδάτινης ροής από συνεχή μεταφορά στερεών τοποθετούνται τοιχία “ηρεμίας” κατασκευασμένα από συρματοκιβώτια. Με την εγκατάσταση τους δημιουργούνται **περιοχές “Υδραυλικής ηρεμίας”** και μειώνεται σημαντικά η μεταφορά των διάφορων στερεών.
- Η ανάπτυξη των πηγών ενός ποταμού απαιτεί ο ποταμός να έχει καθ’ολη τη διάρκεια του χρόνου το ελάχιστο **πλεύσιμο βάθος**. Για να διατηρηθεί το βάθος αυτό σε ένα συνεχώς πλεύσιμο επίπεδο, τοποθετούνται διαμήκη τοιχία χρησιμοποιώντας κυλινδρικά συρματοκιβώτια έτσι ώστε να εκτρέπουν το ρεύμα του νερού προς το κέντρο και να διατηρείται ανοικτό το κεντρικό τμήμα της ροής.

- Για την φυσική **αποκατάσταση και διατήρηση της όχθης** των ποταμών τοποθετούνται μικρά τοιχία βαρύτητας από συρματοκιβώτια που σε συνδυασμό με φυτικά μοσχεύματα βοήθανε στην λειτουργία και την προστασία τους.
- Τέλος,σε παραλιακές περιοχές όπου **ο κυματισμός** είναι έντονος,είναι δυνατόν να τοποθετηθούν τα συρματοκιβώτια σαν δευτερεύουσα προστασία επικαλύπτοντας την βάση ή τα θεμέλια της προστασίας με λίθους ανάλογου μεγέθους.

2)Στα εδάφη για την ομαλή λειτουργία.

3)Στα εδάφη για την συγκράτηση και ενίσχυση.

4)Ως επένδυση και διοχέτευση σε κανάλια και αγωγούς.

5)Σε γέφυρες ως βάσεις και υποστηρίγματα.

6)Ως προστασία από την κατακρήμνιση βραχών.

Τα συρματοκιβώτια προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι άλλων κατασκευών. Κάποια από αυτά είναι :

Ευκαμψία :

Η κατασκευή του εξαγωνικού βρόγχου διπλής στρέψης παρουσιάζει αντοχή έναντι διαφορετικών δυνάμεων, διότι οι δυνάμεις αυτές απορροφούνται από την συγκράτηση του εδάφους και της υδροστατικής πίεσης.

Μακροβιότητα :

Τα συρματοκιβώτια έχουν διάρκεια στο χρόνο καθώς αποτελούνται από υψηλής αντοχής διπλής στρέψης εξαγωνικό βρόγχο και γεμίζονται με φυσική πέτρα. Συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν μια ισχυρή κατασκευή ικανή σε υπόγειες μετατοπίσεις χωρίς να χάνετε η αρχική τους σχηματική ακεραιότητα. Επιπλέον, είναι φιλικές κατασκευές και ενσωματώνονται πλήρως αισθητικά με το φυσικό περιβάλλον. Συνήθως, ανάμεσά τους, αναπτύσσονται φυτά παρέχοντας μια φυσική προστασία για τον βρόγχο του κιβωτίου και για τις πέτρες. Αρκετά συχνά, τα συρματοκιβώτια από τα πρώτα χρόνια της ζωής της κατασκευής γεμίζονται φυσικά με χώμα και ρίζες φυτών και αυτό έχει την ιδιότητα να συγκρατεί τις πέτρες κάνοντας αυτές να λειτουργούν ως ένα σώμα με μεγάλη ικανότητα ευκαμψίας.

Αντοχή:

Τα συρματοκιβώτια με την αντοχή και την ευκαμψία που διαθέτουν, αντιστέκονται σε δυνάμεις που δημιουργούν όγκοι νερού και χώματος. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που παρουσιάζεται στα έργα προστασίας και συγκράτησης όχθων ποταμιών και ακτών, όταν η συμπαγής κατασκευή παραμένει δραστηκή και λειτουργική για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμα και αν πέσει ένα μέρος της.

Οικολογία:

Οι κατασκευές από συρματοκιβώτια είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Παρουσιάζουν ελάχιστη παρέμβαση στην ισορροπία των οικοσυστημάτων, λόγω της αδράνειας του υλικού και την χρησιμοποίηση φυσικών πετρών. Το γέμισμα των συρματοκιβωτίων με πέτρες, δημιουργεί φυσικούς πόρους επιτρέποντας την ροή του αέρα. Ποσότητες χώματος συσσωρεύονται ανάμεσα στα μικρά κενά που δημιουργούν οι πέτρες και έτσι ευνοείται η ανάπτυξη φυτών που κατακλύζουν τις κατασκευές. Με την πάροδο του χρόνου πολλές κατασκευές κατακλύστηκαν από φυσική βλάστηση σε τέτοιο σημείο που δεν ήταν ορατές, διατηρώντας την φυσική εμφάνιση του τοπίου. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι συνθήκες για την ανάπτυξη βλάστησης.

Χαμηλό κόστος :

Οι κατασκευές από συρματοκιβώτια απαιτούν χαμηλό κόστος. Χρειάζονται ελάχιστα έργα προπαρασκευής του εδάφους και δεν γίνονται έργα απαγωγής υδάτων, καθώς τα φατνία έχουν πόρους που διευκολύνουν την ροή του νερού. Οι πέτρες προέρχονται από κοντινά λατομεία ή κοντινούς εμπόρους και η κατασκευή τους, η συναρμολόγηση και η τοποθέτησή τους, γίνεται γρήγορα και εύκολα ακόμα και από μη έμπειρο εργατικό προσωπικό. Τέλος, είναι ανθεκτικές κατασκευές, ελαστικές και εύκολες στην εφαρμογή και έτσι δεν χρειάζονται συνέχεια συντήρηση. Οι παραπάνω λόγοι σε συνδυασμό, κάνουν τα συρματοκιβώτια να παρουσιάζονται ως η πιο οικονομική λύση για την προστασία των διάφορων κατασκευών.

Αισθητική Ενσωμάτωση με το Περιβάλλον :

Οι κατασκευές από συρματοκιβώτια ενσωματώνονται ιδανικά με το περιβάλλον. Σε αντίθεση με άλλου είδους προϊόντα όπως τσιμεντένιοι (συνήθως προκάτ) τοίχοι, τα συρματοκιβώτια δεν οξειδώνονται και ξεβάφουν από την διοχέτευση των υδάτων και έτσι μια τέτοια κατασκευή με την πάροδο των ετών μένει αναλλοίωτη και διατηρείται η φυσική εμφάνιση του τοπίου.

Συγκεκριμένα στο έργο, το πλέγμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε στα καλάθια αυτά ήρθε σε κουλούρες και οι πέτρες με τις οποίες γεμίστηκαν ήταν κυρίως ποταμίσιες. Η σύνδεση των κλουβιών έγινε με ειδικούς συνδετήρες από το ίδιο σύρμα με το οποίο κατασκευάστηκαν έτσι ώστε να συμπεριφέρονται όλα μαζί ως μια μάζα. Σε περίπτωση

που η στρώση των σαρζανέτ είναι μεγάλου μήκους και πλάτους, τότε η ένωση των συρματοκιβωτίων γίνεται με μια ακόμα στρώση σύρματος.

Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για την κατασκευή τους ήταν :

1. Έγινε σύνθεση του τετραγωνικού 'κλουβιού' επιτόπου, στην θέση εγκατάστασής του, με το μεταλλικό εξαγωνικό πλέγμα ελικοειδούς μορφής και ύστερα αφέθηκε ανοικτό το επάνω σκέπασμά του.



Σχήμα 5.10 Μεταφορά των ακόμα, ακαθόριστου σχήματος, πλεγμάτων σε ανώτερο επίπεδο εκσκαφής



Σχήμα 5.11 Σύνθεση τετραγωνικών 'κλουβιών' επιτόπου από ειδικευμένους εργάτες

2. Ακολούθησε λιθοπλήρωση με κατάλληλες πέτρες και το συρματόπλεγμα συσφίχθηκε. Οι λίθοι πλήρωσης ήταν τυχαίας διατομής, είχαν τυχαίο ακανόνιστο σχήμα και προήρθαν από κοίτες ποταμών. Οι διατομές των λίθων καθορίστηκαν σύμφωνα με τη μελέτη κατασκευής και τις συγκεκριμένες προδιαγραφές που διέπονται από αντίστοιχους κανονισμούς.



Σχήμα 5.12 Διαδικασία λιθοπλήρωσης

3. Ακολούθησε η συρραφή των δύο απέναντι κυρίων εδρών του συρματοκιβωτίου με ελικοειδούς μορφής σύρμα που γίνεται κατά την διάρκεια της πλήρωσης. Μετά την ολική πλήρωση, έγινε συρραφή του σκεπτάσματος με σύρμα ίδιων χαρακτηριστικών.
4. Τέλος, έγινε η διαδοχική κατασκευή των συρματοκιβωτίων μέχρι την ολοκλήρωση της σχεδιαζόμενης κατασκευής αντιστήριξης.

Τα σαρζανέτ παραλήφθηκαν από την εταιρεία του εξωτερικού Maccaferri S.p.A. για τον λόγο ότι στην Ελλάδα είναι πιο ακριβά, ενώ τα προαναφερθέντα έρχονται προσαρμοσμένα στις συνθήκες του έργου.

Το πλέγμα από το οποίο αποτελείται το συρματοκιβώτιο, ήταν κατασκευασμένο από χάλυβα και οι προδιαγραφές του είναι εξαγωνικός βρόγχος διαμέτρου $D=60\text{mm}$ με πάχος σύρματος 2.20mm ή 2.70mm και $D=80\text{mm}$ με πάχος 2.7mm ή 3.00mm . Οι κατασκευαστικές διατάξεις ορίζονται σύμφωνα με το κανονισμό ΕΛΟΤ EN 10223-3.

Στο τμήμα 2 (Νόρμαν – Αγ. Σοφίας) κατασκευάστηκαν τρεις τοίχοι με σαρζανέτ, οι οποίοι διακρίνονται από την υψομετρική διαφορά τους :

- Ο πρώτος τοίχος σαρζανέτ ο οποίος είναι τοποθετημένος στο πιο ψηλό σημείο της κατασκευής, έχει ως λόγο ύπαρξης του, την αποτροπή πτώσης εδαφικών υλικών από τη κορυφή του λόφου.



Σχήμα 5.13 Διαδικασία λιθοπλήρωσης στο τμήμα 2 της οδού με εμφανέστατη την πρώτη ήδη κατασκευασμένη σειρά σαρζανέτ



Σχήμα 5.14 Σαρζανέτ στο τμήμα 2 (Νόρμαν-Αγίας Σοφίας)

- Ο δεύτερος τοίχος βρίσκεται στη μέση του πρανούς διακόπτοντας την κλίση του για μερικά μέτρα και είναι ο μεγαλύτερος σε διαστάσεις τοίχος σαρζανέτ στο έργο. Έχει συνολικό πλάτος 8.25m με κλίση 6% αντίθετα στην οριζόντια κλίση του εδάφους και ύψος 5.50m και λόγω των διαστάσεων αυτών, αποτελεί τον πιο ενισχυμένο τοίχο. Επισημαίνεται ότι, σε ένα κομμάτι του εδάφους έγινε στεγανοποίηση για να αποφευχθεί η εισροή νερού στο υπέδαφος, ενώ σε ένα άλλο μέρος του, τοποθετήθηκαν αγωγοί αποστράγγισης κατά μήκος και υπόγεια αυτού.



Σχήμα 5.15 Στρώση συρματοκιβωτίων στο έργο η οποία αποτελεί κομμάτι του δεύτερου τοίχου σαρζανέτ που βρίσκεται στην μέση του πρανούς

- Ο κατώτερος τοίχος συρματοκιβωτίων έχει κατασκευαστεί κατά μήκος των φρεατοπασσάλων και πάνω από τον κεφαλόδεσμο το οποίο φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα 5.15 κάτω αριστερά.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων που έγιναν πριν αλλά και μετά την εναπόθεση των σαρζανέτ έδειξαν ότι η αντιστήριξη ελαφριάς μορφής με χρήση σαρζανέτ είναι ασφαλής και καλύπτει επαρκώς τους απαιτούμενους συντελεστές ασφαλείας σε όλους τους απαραίτητους ελέγχους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΕΡΓΟΥ



Φωτογραφία 1 Τμήμα 2 της οδού Κανακάρη τον Μάρτιο του 2016 τραβηγμένη από την δεύτερη σειρά των αγκυρίων.



Φωτογραφία 2 Τοίχος αντιστήριξης με καλοπιστικές λεπτομέρειες πέτρας στην αρχή του τμήματος
2



Φωτογραφία 3 Τοίχος αντιστήριξης τα κένα του οποίου θα καλυφθούν με καλοπιστικό τοίχο από πέτρα



Φωτογραφία 4 Θέα από την δεύτερη σειρά σαρζανέτ του έργου.



Φωτογραφία 5 Η οδός από το κατώτερο της επίπεδο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

SITES

1. www.google.gr
2. http://ekkaf.gr/online_files/Brochure_Anchors_gr.pdf
3. <http://www.ggde.gr/dmdocuments/11-02-04-00.pdf>
4. <http://www.metal.ntua.gr>
5. http://www.hssmge.gr/Lecture_Zervogiannis.pdf
6. <http://www.odo-lexis.gr/>
7. <http://www.antemisararis.gr/product.aspx?iid=5021>
8. <http://themelia.weebly.com/>
9. http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_58018/book_58018.pdf
10. https://eclass.teiath.gr/modules/document/file.php/ET197/Notes_on_Foundations_2014_Giorgos_Belokas.pdf
11. http://www.panmetal.gr/PR1_0!Syrmatos.html?qclid=CP7Vw-LG48kCFUEcGwodYIMHrQ
12. http://civil.teipir.gr/web/uploads/ANAKOINOSEIS%20KATHIGITON/EDAFO_ERG_ASKISEIS_1X12.pdf
13. [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/5B49B91E1E2D22FBC2257A23002AB823/\\$file/22007DimiourgiaSichrononOporononFillovolonDendron.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/5B49B91E1E2D22FBC2257A23002AB823/$file/22007DimiourgiaSichrononOporononFillovolonDendron.pdf?OpenElement)
14. <http://docplayer.gr/8909401-Tehnologiko-ekpaideytiko-idryma-teipeiraia-sholi-stef-tmima-politikon-domikon-ergon-tomeas-v-ptyhiaki-ergasia-thema.html>

ΒΙΒΛΙΑ

1. Γεωλογία Τεχνικών Έργων (Γεώργιος Χρ. Κούκης και Νικόλαος Στ. Σαμπατακάκης)
2. Βιβλίο Εδαφομηχανική Αρχές και Εφαρμογές. G E Barnes, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
3. Τεχνική Γεωλογία (Γεώργιος Χρ. Κούκης και Νικόλαος Στ. Σαμπατακάκης)
4. Τεχνικές Εκθέσεις που αφορούν την αξιολόγηση γεωτεχνικών δεδομένων και οικονομοτεχνική εκτίμηση εναλλακτικών λύσεων διάνοιξης στο τμήμα Νόρμαν-Αγ. Σοφίας (Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής).
5. Γεωτεχνικές Έρευνες, Μελέτες και Τεχνικές Εκθέσεις του Γεωργίου Γκλάβα.
6. Φυλλάδιο της εταιρείας ΓΕΩΜΕΚ ΑΚΤΕ που αφορούσε τα συμπεράσματα δοκιμαστικών τανύσεων αγκυρίων 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} σειράς με την υπογραφή της Πολ.Μηχανικού Υ.Δ Σμαράγδας Ευθυμίου.