ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.

«ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ / ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ "ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΑΜΑΡΙΟΥ"»

R02 : ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ / ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

«ΓΑΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Ε.»

Βοσπόρου 147, 54454 Θεσσαλονίκη
τηλ.: 2310 912635 fax: 2310 912619
E-mail:info@gaioncon.gr

ΜΑΡΤΙΟΣ 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ 2
2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ 3
2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ 3
2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ 3
2.3 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ - ΔΟΜΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ 7
2.4 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ 13
2.5 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ 14
3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ Ε.Ε.Ν. ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΤΑΜΩΝ 16
3.1 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΛΗΣΙΕΣΤΕΡΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ 16
3.2 ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ 19
3.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 27
3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 30
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 34
4 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 36
4.1 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ 36
4.2 ΕΚΣΚΑΨΙΜΟΤΗΤΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ 39
4.3 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ 41
4.3.1 Εισαγωγή 41
4.3.2 Ζώνη Φυλλιτών - Σχιστολίθων 41
4.3.3 Ζώνη Μαργαϊκών Ασβεστολίθων 46
4.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ 50
4.5 ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΙΣ Ε.Ε.Ν. ΚΑΙ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ - ΟΠΛΙΜΕΝΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ 52
4.5.1 Επιχωματώσεις Λεκάνης – Περιμετρικά Αναχώματα 52
4.6 ΖΩΝΕΣ ΕΝΤΟΝΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΛΛΙΤΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ 53
4.7 ΖΩΝΕΣ ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ - ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΗΜΜΕΝΩΝ ΒΡΑΧΟΤΕΜΑΧΩΝ 55
5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ 58
5.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ 58
5.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 59
5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ 60
5.3.1 Κανονισμοί – Κατάταξη Έργου 60
5.3.2 Εκσκαφές Θεμελίωσης – Στρώση Αποστράγγισης 61

5.3.3 Γεωυλικά Κατασκευής Οπλισμένων Επιχωμάτων 62
5.3.4 Γεωσυνθετικά Πλέγματα Όπλισης – Ενίσχυσης Επιχωμάτων..... 66
5.3.5 Επενδύσεις Παρειάς / Τοποθέτηση – Προένταση Γεωπλεγμάτων 67
5.3.6 Μετρήσεις Παραμορφώσεων 69
5.4 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΔΑΦΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ 69
5.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ 70
5.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ 72
6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. - ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ - ΟΔΕΥΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ... 75
6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ - ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ 75
6.2 ΜΕΤΡΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ - ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΜΕΤΩΠΩΝ 76
6.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ 76
6.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ 79
6.4.1 Εκσκαφές Ορυγμάτων 79
6.4.2 Προϊόντα Εκσκαφών Ορυγμάτων 80
6.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ..... 81
6.5.1 Ηλώσεις Εδάφους - Βράχου Ολόσωμης Πάκτωσης 81
6.5.1 Εφαρμογή Πλήρως Αγκυρωμένου Μεταλλικού Πλέγματος Επένδυσης Μετώπου - Αντιδιαβρωτική Προστασία Πρανών 85
6.5.3 Επενδύσεις Βαθμίδων 87
6.6 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΟΔΟΥ 87
6.6.1 Έλεγχοι Ευστάθειας Ορυγμάτων 87
6.6.2 Αποτελέσματα Ελέγχων Ευστάθειας..... 92
7 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ..... 94
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΤΡΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ 94
7.2 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΝΩΝ 94
7.3 ΤΡΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΡΩΝ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ 98
7.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΦΡΑΚΤΕΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ 100
7.4.1. Γενική Διάταξη – Κατασκευαστικά Μέρη..... 100
7.4.2. Κριτήρια Διαστασιολόγησης 101
8 ΕΛΕΓΧΟΙ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΥΡΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ 102
8.1 ΕΙΔΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ..... 102
8.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ – ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ 103

8.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ 104

8.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ 105

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ Ι

Προμέτρηση - Προϋπολογισμός Γεωτεχνικών Έργων Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Νερού

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Φωτογραφίες Περιοχής Έργου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Αναλύσεις Ευστάθειας Οπλισμένων Επιχωμάτων Βόρειας Παρειάς Πλατείας Ε.Ε.Ν. (SLIDE)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Σχεδιασμός Οπλισμένων Επιχωμάτων Βόρειας Παρειάς Πλατείας Ε.Ε.Ν. (ReSSA - MSEW)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Έλεγχοι Ευστάθειας Πρανών Ορυγμάτων Νότιας Παρειάς Πλατείας Ε.Ε.Ν. (SLIDE)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Έλεγχοι Ευστάθειας Πρανών Ορυγμάτων - Αστοχίες Δομικού Τύπου Νότιας Παρειάς Πλατείας Ε.Ε.Ν. (Swedge - Rocplane)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

Έλεγχοι Τροχιών Καταπτώσεων Βράχων Ανάντη Βραχωδών Αντερεισμάτων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

Υπολογισμοί Επιτρεπόμενης Φόρτισης Κτιριακών Έργων και Δεξαμενών ζώνης Ε.Ε.Ν.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση συντάσσεται στα πλαίσια της Γεωτεχνικής Έρευνας - Μελέτης και Γεωτεχνικής - Γεωλογικής Αξιολόγησης για τις ανάγκες του έργου : "Αξιοποίηση Ταμιευτήρα Φράγματος Ποταμών Αμαρίου : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Νερού", στα πλαίσια ων αναγκών ολοκλήρωσης των απαραίτητων μελετών για τη Δημοπράτηση αυτού. Η παρούσα μελέτη εκπονείται από τον Οργανισμό Ανάπτυξης Κρήτης Α.Ε. (Ο.Α.Κ. Α.Ε.) με την υποστήριξη της εταιρείας ΓΑΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Ε., ως Τεχνικού Συμβούλου της Υπηρεσίας.

Το παρόν τεύχος (R-02) επικεντρώνεται στη γεωτεχνική - γεωλογική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας, καθώς και στο γεωτεχνικό σχεδιασμό (σε επίπεδο προμελέτης) των κύριων έργων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Νερού, περιλαμβάνοντας τα ακόλουθα αντικείμενα :

- Την ανασκόπηση και αξιολόγηση των υφιστάμενων γεωλογικών και γεωτεχνικών χαρακτηριστικών στην εγγύτερη περιοχή του Έργου.
- Τη γεωλογική χαρτογράφηση της ζώνης του οικοπέδου του έργου, συμπεριλαμβανομένης της οδού πρόσβασης και την ταξινόμηση της βραχόμαζας σε επιμέρους κατηγορίες.
- Την αξιολόγηση της επιρροής των εντοπιζόμενων ρηγμάτων και ζωνών διάρρηξης της ευρύτερης περιοχής του έργου στην πιθανή σεισμική επιφόρτιση του έργου.
- Τη γεωτεχνική αξιολόγηση των ευρημάτων της γεωτεχνικής - γεωλογικής έρευνας και τον προσδιορισμό της στρωματογραφίας και των μηχανικών χαρακτηριστικών των επιμέρους εδαφικών - βραχωδών ζωνών.
- Το γεωτεχνικό σχεδιασμό, σε επίπεδο προμελέτης, των κύριων χωματουργικών έργων της ζώνης των εγκαταστάσεων (υψηλών ορυγμάτων και οπλισμένων επιχωμάτων), καθώς και την εκτίμηση της απόκρισης της θεμελίωσης των επιμέρους κύριων κατασκευών των εγκαταστάσεων υπό στατική και σεισμική φόρτιση.
- Την τεχνική περιγραφή και τις τεχνικές προδιαγραφές των επιμέρους χωματουργικών έργων και έργων ενίσχυσης -προστασίας.

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ

2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού (ΕΕΝ) και η οδός πρόσβασης προς αυτές χωροθετούνται επί έντονα επικλινούς οικοπέδου, συνολικού εμβαδού περίπου 48.000m^2 (συμπεριλαμβανομένης της οδού πρόσβασης), στο αριστερό (δυτικό) αντέρεισμα του χειμάρου Πλατανιά. Η θέση του οικοπέδου βρίσκεται στο απέναντι αντέρεισμα από το στόμιο εξόδου της σήραγγας Πρασσών, κατάντη αυτού, δια μέσου της οποίας διέρχονται οι αγωγοί μεταφοράς νερού από το φράγμα Ποταμών. Το φυσικό αντέρεισμα της ζώνης του οικοπέδου παρουσιάζει κλίσεις από 14°-18° έως 25° - 30°, με την εξαίρεση του ανώτερου ορίου του οικοπέδου, το οποίο οριοθετείται στο φρύδι υποκατακόρυφου ασβεστολιθικού αντερείσματος, κλίσης μετώπου 50° - 75° και τοπικά έως 85°. Το κυρίως οικόπεδο των εγκαταστάσεων, εμβαδού περίπου 27.000m^2 εκτείνεται από το υψόμετρο +150μ έως το υψόμετρο +218μ. Η οδός πρόσβασης ξεκινά από την αριστερή κοίτη του ρέματος, σε υψόμετρο +32μ και ανερχόμενη με ελιγμούς εισέρχεται στο κατώτερο ανατολικό όριο του κυρίως οικοπέδου, περί το υψόμετρο +150μ.

Η βλάστηση στο σύνολο του αντερείσματος χαρακτηρίζεται ως χαμηλή θαμνώδης, με λίγα διάσπαρτα χαμηλά δέντρα. Μέσα από το οικόπεδο δεν διέρχονται αξιόλογα ρέματα, ούτε διαμορφώνονται διακριτές μισγάγγειες.

Σημειώνεται ότι η θέση του έργου, στο αριστερό αντέρεισμα της κοιλάδας, αμέσως μετά την έξοδο του Πρασσανού Φαραγγιού, βρίσκεται εντός περιοχής Natura (GR4330008), η οποία με τη σειρά της αποτελεί τμήμα ευρύτερης περιοχής Natura (GR4330006), η οποία καλύπτει το σύνολο της έκτασης του υδροκρίτη του φαραγγιού, συμπεριλαμβανομένου του φράγματος Ποταμών.

2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ

Με βάση την επιτόπου παρατήρηση των σχηματισμών, σε συνδυασμό με τα ευρήματα των γεωτρήσεων και λαμβάνοντας υπόψη τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, φύλλο Πέραμα, η εξεταζόμενη έκταση διακρίνεται - από πλευράς δομής υπεδάφους - στους ακόλουθους κύριους σχηματισμούς :

Η ζώνη της κοίτης του χειμάρρου (κατάντη της συμβολής της οδού πρόσβασης με την οδό που κινείται παράλληλα με την κοίτη) καλύπτεται από σύγχρονες ποταμοχειμμάρριες αποθέσεις, υπό τη μορφή ασύνδετων κροκαλών και αμμοχάλικων,κατά θέσεις αυξημένου

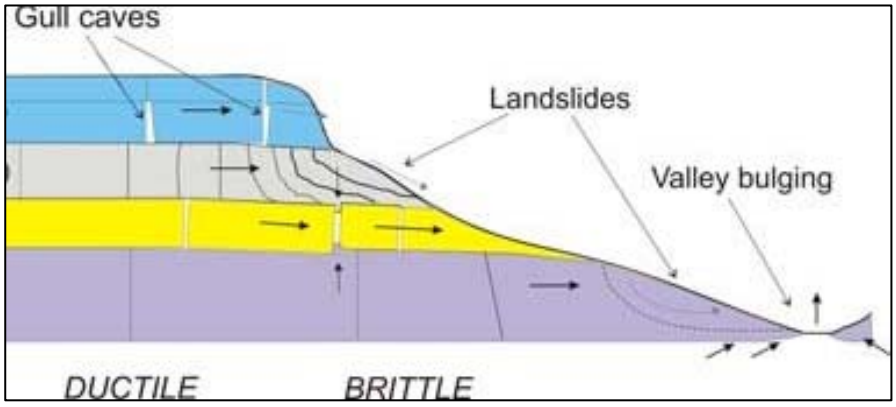
πάχους (>10μ). Παλαιότερες αποθέσεις σχηματίζουν δύο διαδοχικές βαθμίδες εκατέρωθεν της κοίτης, στα πιο διευρυμένα σημεία αυτής, οι οποίες δομούνται γενικά από ιλυώδη αμμοχάλικα. Ίχνη από τις εν λόγω αποθέσεις εντοπίζονται και στα κατώτερα 3,0μ του αντερείσματος, εντός της ζώνης διέλευσης του αρχικού τμήματος της οδού πρόσβασης.

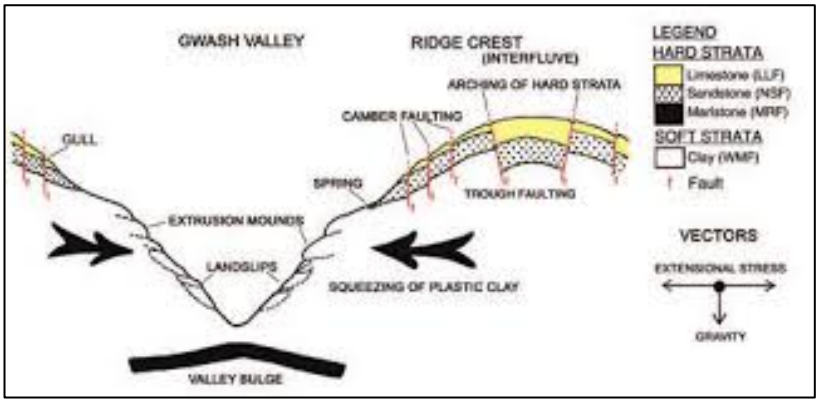
Από το υψόμετρο των 50,0μ έως το υψόμετρο των 150μ περίπου, το αντέρεισμα του οικοπέδου δομείται εξολοκλήρου από βραχώδεις σχηματισμούς της σειράς των φυλλιτών - χαλαζιτών, υπό τη μορφή εναλλαγών πρασινοσχιστολίθων και καστανών φυλλιτών, με παρουσία χαλαζιτικών ενστρώσεων. Η εν λόγω ζώνη καλύπτεται επιφανειακά στο σύνολό της από εδαφικό μανδύα αποσάθρωσης του φυλλιτικού υποβάθρου, πάχους από 2,0μ έως 5,0μ, με παρουσία αποκολλημένων τεμαχών και ογκολίθων ασβεστολιθικής προέλευσης (πλευρικά κορήμματα χαλικώδους σύστασης με παρουσία ιλυοαργιλικού υλικού πλήρωσης, πάχους έως 6,0μ, προερχόμενα από τη διάβρωση και τις αποκολλήσεις τεμαχών των ανάντη ασβεστολιθικών - μαργαϊκών μετώπων).

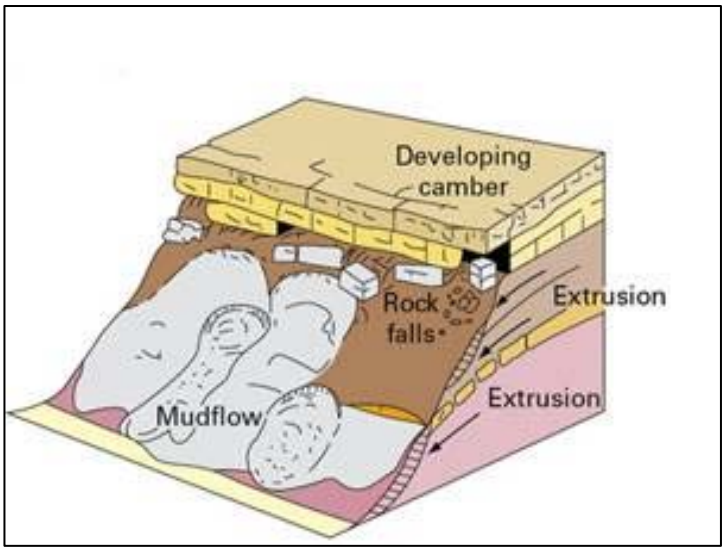
Από το υψόμετρο των 150μ εμφανίζονται οι υπερκείμενοι του φυλλιτικού υποβάθρου μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και μάργες, οι οποίοι επικρατούν μέχρι και το ανάντη του άνω ορίου του οικοπέδου και της αγροτικής οδού που κινείται στο όριο αυτού. Στα υψόμετρα από 150μ έως 170μ οι υποκείμενοι φυλλίτες - σχιστόλιθοι, οι οποίοι βυθίζονται με γενική κλίση 15° προς τα ΒΔ, συναντώνται σε βάθη από 6,0μ έως 14,0μ, συνεχίζοντας να αποτελούν το κύριο υπόβαθρο μεγάλου τμήματος της ζώνης των έργων. Στο ανώτερο τμήμα του οικοπέδου αντιθέτως, οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και οι κατά θέσεις λεπτές ενστρώσεις ψαμμιτικών μαργών αποτελούν το σχηματισμό που καθορίζει πλήρως τη γεωτεχνική συμπεριφορά των έργων της ίδιας περιοχής.

Η ζώνη του οικοπέδου στην εν λόγω έκταση καλύπτεται στο κατώτερο τμήμα (+150μ έως +180μ) από πλευρικά κορήμματα περιορισμένου πάχους, με την επιφανειακή παρουσία μεμονωμένων ογκολίθων, οι οποίοι έχουν αποκολληθεί από τα ανώτερα, πολύ απότομα έως υποκατακόρυφα ασβεστολιθικά αντερείσματα (υψόμετρα +180μ έως +200μ), η στέψη των οποίων οριοθετεί και την ανώτερη, νότια παρειά του οικοπέδου, παράλληλα με την τοπική αγροτική οδό. Η ζώνη των μαργαϊκών ασβεστολίθων συνεχίζεται και ανάντη της υπό εξέταση έκτασης, όπως φαίνεται και από τα πρανή ορυγμάτων της προαναφερθείσας αγροτικής οδού. Τα συγκεκριμένα υποκατακόρυφα μέτωπα του ασβεστολίθου, ύψους έως 15,0μ, είναι αποτέλεσμα τοπικών διαρρήξεων εφελκυστικού τύπου, λόγω της σταδιακής (σε βάθος γεωλογικού χρόνου) παραμόρφωσης, διάβρωσης και ολίσθησης των υποκείμενων "αδύναμων" φυλλιτών προς τα κατάντη των απότομων αντερεισμάτων, με αποτέλεσμα οι ανώτεροι ασβεστόλιθοι να απομένουν επικρεμάμενοι στο φρύδι των αντερεισμάτων και να

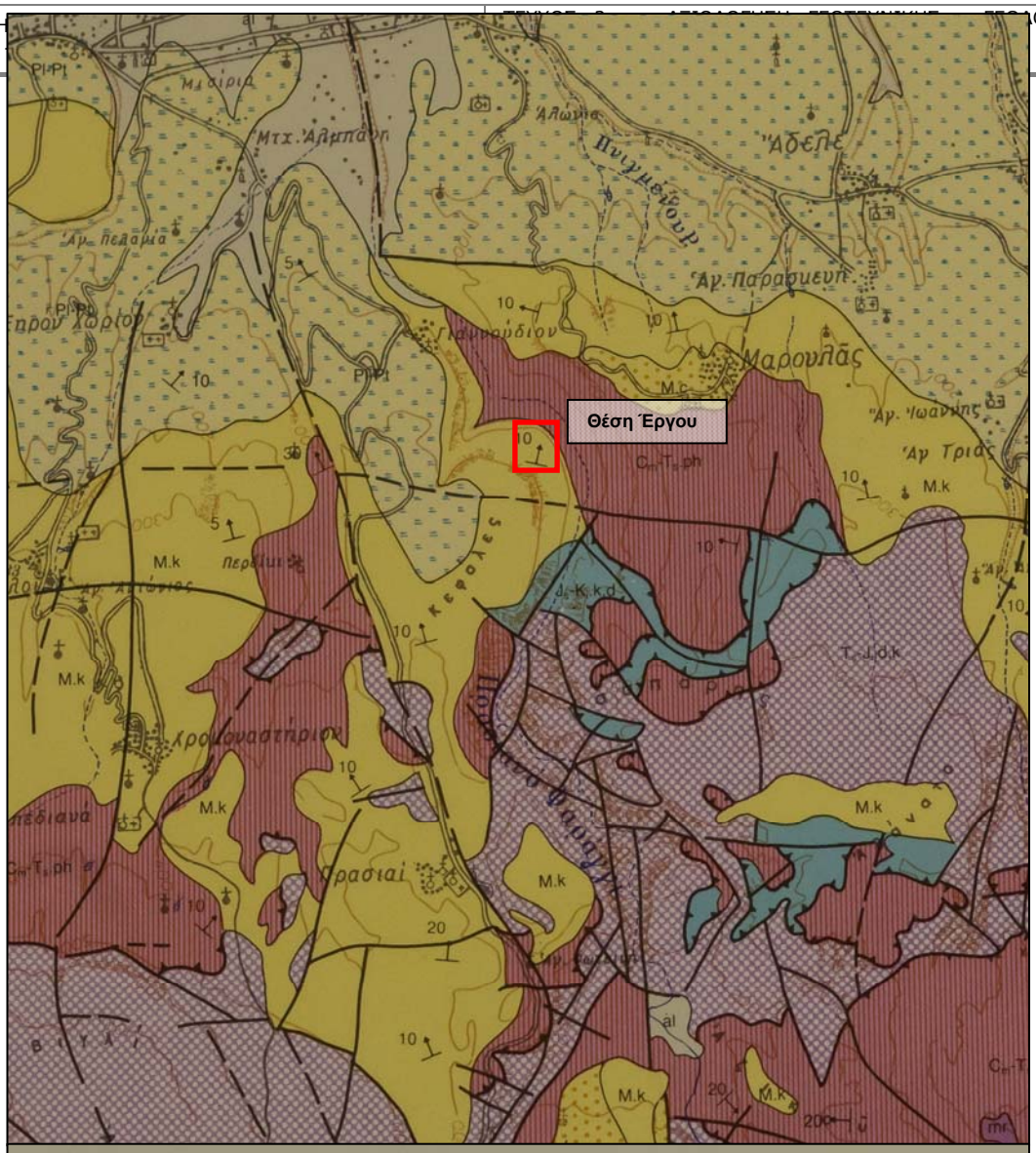
αποκολλώνται σταδιακά, υπό τα αναπτυσσόμενα εφελκυστικά φορτία. Οι τοπικές αυτές διαρρήξεις αποτελούν χαρακτηριστικό επακόλουθο της στρωματογραφίας, του εντατικού πεδίου και του ευρύτερου τεκτονισμού της περιοχής, οι ίδιες όμως δεν αποτελούν τεκτονικά ρήγματα.







Σχήματα 2.2-1/-2/-3 : Χαρακτηριστικοί μηχανισμοί διαμόρφωσης υποκατακόρυφων πρανών στη στέψη απότομων αντερεισμάτων κοιλάδων, εφόσον η στρωματογραφία ευνοεί αντίστοιχο μηχανισμό.



ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ

Βιογενείς ασβεστόλιθοι, μάργες, άργιλοι και κροκαλοπαγή (M.k): υπέρκεινται ασύμφωνα των αλπικών σχηματισμών και διακρίνονται λιθοστρωματογραφικά σε τρεις ορίζοντες, που είναι από πάνω προς τα κάτω οι εξής:

– Ανώτερος ορίζοντας: αποτελείται από οργανογενείς υφαλώδεις ή στρωματώδεις ασβεστόλιθους, χρώματος υπόλευκου έως τεφροκίτρινου, με Κοράλλια και Φύκη, στους οποίους παρεμβάλλονται μάργες με

Ostrea sp., *Pecten* sp.,

και Βρυόζωα. Κατά θέσεις, (ανατολικά του Περάματος) οι ασβεστόλιθοι είναι ανακρυσταλλωμένοι και αλλού (Αλφα - Πέραμα - Κεραμωτά) αντικαθίστανται από εναλλασσόμενες λεπτο-φυλλώδεις και συνεκτικές μάργες, με φυτικά λείψανα, βελόνες Σπόγγων, υπολείμματα Ψαριών, Μαλακίων και Εχινοδέρμων. Στις παραπάνω μάργες παρεμβάλλονται τεμάχη ασβεστολίθων του υποβάθρου.

— Ενδιάμεσος ορίζοντας: θαλάσσιες και υφάλμυρες αποθέσεις. Στη βάση απαντούν μικρολατυποπαγή, τα οποία εξελίσσονται, προς τα πάνω, σε άμμους και ψαμμίτες με

Heterostegina sp., *Pecten* sp., & *Cly*

Εκεί όπου το πάχος τους είναι σημαντικό (Βιγλότοποι), εμφανίζονται παρεμβολές ψαμμούχων ασβεστολίθων με Φύκη και Γαστερόποδα (*Turritella* sp.). Οι αποθέσεις αυτές προς τα πάνω εξελίσσονται σε μάργες και αργίλους, κατά θέσεις λεπτοφυλλώδεις με Ελασματοβράγχια.

ΜΕΣΟ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟ ; - ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Παρα και ορθοπετρώματα: τα παραπετρώματα αντιπροσωπεύονται από σχιστολίθους (μαρμαρυγιακούς, μαρμαρυγιακούς-χλωριτικούς, μοσχοβιτικούς με χλωριτοειδή, χαλαζιτικούς, ανθρακομιγείς-μαρμαρυγιακούς, γραφιτικούς-μαρμαρυγιακούς), φυλλίτες (κυρίως ανθρακομιγείς με χλωριτοειδή) και χαλαζίτες. Μέσα σ' αυτά απαντούν **ενστρώσεις ασβεστολίθων** (mr), μαύρου έως υπόλευκου χρώματος, μεσοστρωματώδεις, κρυσταλλικοί και κατακερματισμένοι, καθώς και διάσπαρτα τεμάχη μεταψαμμιτών και μεταπηλιτών.

Τα **ορθοπετρώματα** (θ) κυρίως μεταβασάλτες, (πρασινίτες), περιέχονται στα παραπετρώματα σαν φλέβες και κοίτες. Έχουν ιστό μικρο-μεσο-λεπιδοβλαστικό και υφή συμπαγή, παράλληλη μικροπτυχωμένη.

Κυρία ορυκτολογικά συστατικά: χλωρίτης, αμφίβολοι, (κεροστίλθη, τρεμολίτης και ακτινόλιθος), άστριοι (κυρίως αλβίτης), επίδοτα, πυρόξενος, χαλαζίας και αιματίτης.

Δευτερεύοντα: σερικίτης, βιοτίτης, τιτανίτης, απατίτης, και οξείδια-υδροξείδια του σιδήρου. Σε αρκετές θέσεις μέσα στη φυλλιτική-χαλαζιτική σειρά, και κυρίως στους χαλαζίτες, παρατηρούνται μικρές συγκεντρώσεις σιδηρομεταλλευμάτων (λειμονίτης-γκαιτίτης-αιματίτης).

Η ηλικία της σειράς αυτής συμπεραίνεται από τη σύγκρισή της με ανάλογες σειρές της Κρήτης, μέσα στις οποίες έχουν βρεθεί απολιθώματα.

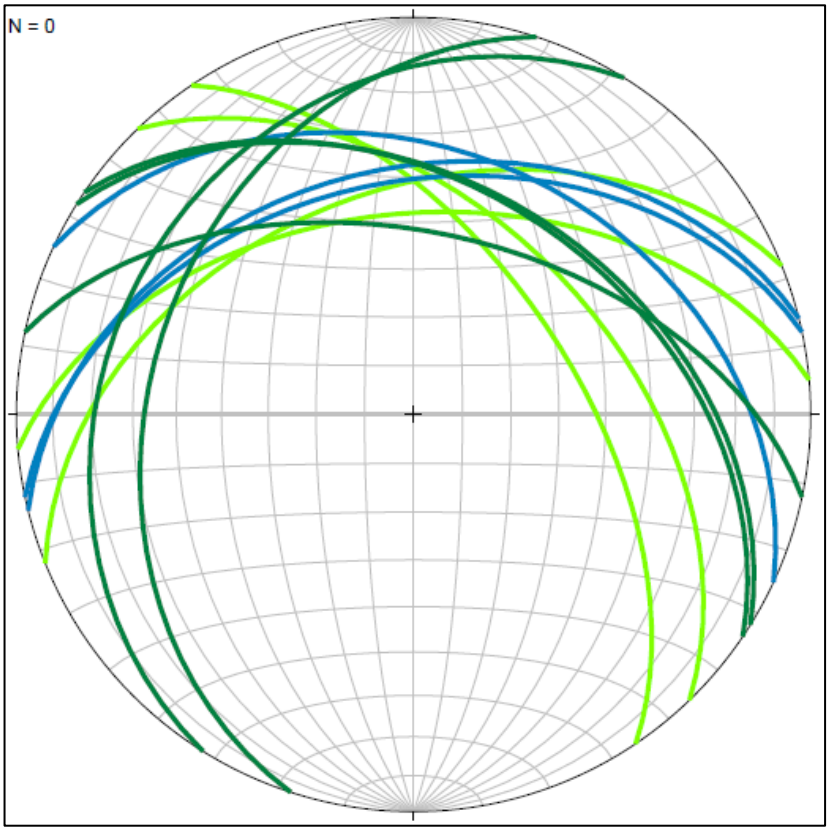
Πάχος: 300 m περίπου.

2.3 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ - ΔΟΜΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

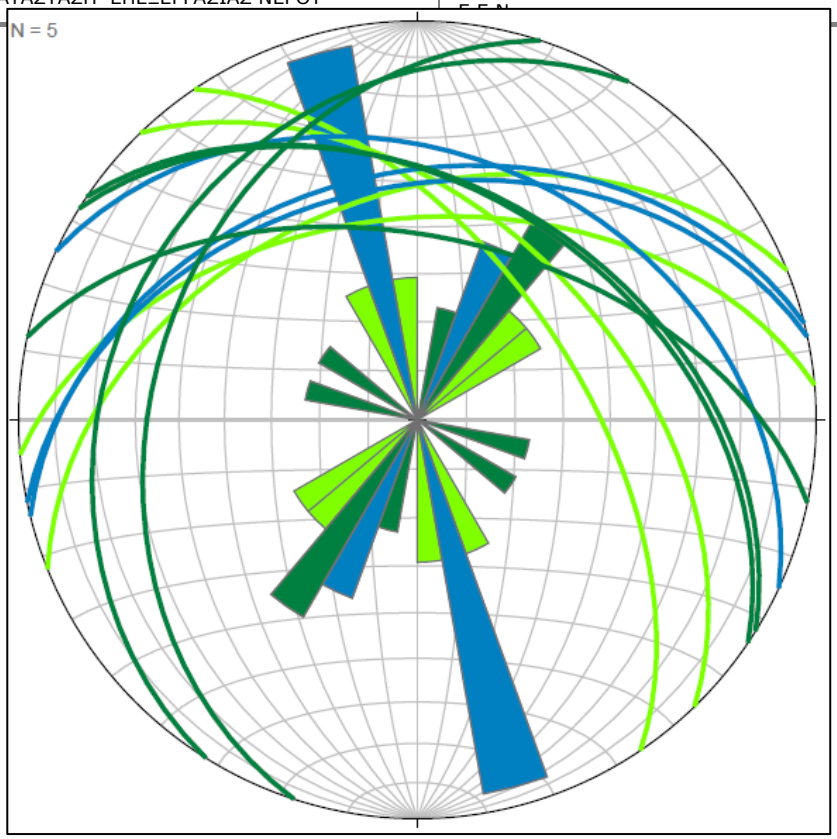
Η ζώνη του έργου χαρακτηρίζεται από την παρουσία πολλών ρηγμάτων, τόσο εντός της φυλλιτικής - χαλαζιτικής σειράς, όσο και εντός της ζώνης των μαργαϊκών και δολομιτικών ασβεστολίθων, κυρίως κατά τη διεύθυνση βορρά - νότου, με συνέπεια τη δημιουργία κοιλάδων και βαθειών χαραδρώσεων κατά την ίδια διεύθυνση. Αντίστοιχο ρήγμα (ή σύστημα ρηγμάτων) οδήγησε στη δημιουργία του Πρασσανού Φαραγγιού. Εγκάρσια ρήγματα στη διεύθυνση ανατολής - δύσης, μικρότερου μήκους αλλά εξίσου αξιόλογα αναπτύσσονται στη ζώνη του έργου και νοτίως αυτού. Τα εν λόγω ρήγματα είναι άλλοτε εμφανή, με σημαντικό άλμα. μεγαλύτερο των 5,0μ - 10,0μ, όπως το ρήγμα που οριοθετεί τη νότια παρειά του εξεταζόμενου οικοπέδου, ενώ σε άλλες περιπτώσεις δεν είναι πλήρως εμφανή, λόγω μικρότερου άλματος και αυξημένου πάχους εδαφικού καλύμματος.

Η επαφή μεταξύ της ασβεστολιθικής και της φυλλιτικής - χαλαζιτικής σειράς διέρχεται από τη ζώνη του οικοπέδου, με γενική διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ. Οι ασβεστόλιθοι επικάθονται επί των υποκείμενων φυλλιτών και συναντώνται γενικά συμπαγείς έως μέτρια κερματισμένοι, ελαφρά έως αμυδρά αποσαθρωμένοι, τοπικά οξειδωμένοι. Εξαίρεση αποτελεί η ζώνη της μετάβασης στους υποκείμενους φυλλίτες - χαλαζίτες, όπου ο ασβεστόλιθος συναντάται έντονα κερματισμένος και τεκτονισμένος. Σε θέσεις όπου εμφανίζονται αυξημένου πάχους μαργαϊκές ενστρώσεις ο σχηματισμός παρουσιάζει σχετικά περιορισμένη αντοχή και αυξημένο πάχος εδαφικού μανδύα αποσάθρωσης, αργιλομαργαϊκής σύστασης.

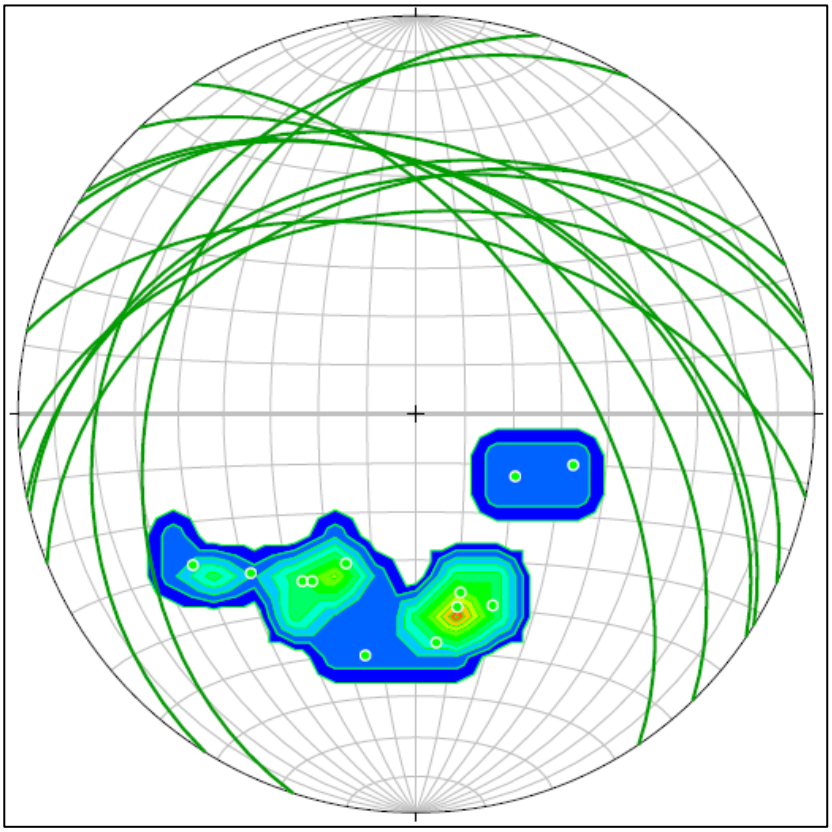
Οι σχιστόλιθοι - φυλλίτες συναντώνται σε εναλλαγές στρώσεων, μέτρια έως έντονα σχιστοποιημένοι, γενικά ελαφρά αποσαθρωμένοι, τοπικά έντονα πτυχωμένοι και αποσαθρωμένοι - μυλονιτιωμένοι. Στα τεκτονικά διαγράμματα των ακόλουθων σχημάτων 2.3-1 και 2.3-2 παρουσιάζονται οι συνολικές μετρήσεις των επιπέδων σχιστότητας, οι συγκεντρώσεις των πόλων σχιστότητας, καθώς και τα κύρια επίπεδα σχιστότητας, συγκεντρωτικά για την περιοχή της ΕΕΝ και της εξωτερικής οδού πρόσβασης, κατόπιν στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων των ασυνεχειών. Από αυτά προκύπτει ένα "δίδυμο" σύστημα επιφανειών σχιστότητας, όπου το κύριο σύστημα των επιφανειών σχιστότητας (1) έχει προσανατολισμό S1: 43°/349° (κλίση / δ/νση κλίσης), ενώ το σύστημα με προσανατολισμό S2: 39°/030° είναι δευτερεύον σύστημα.



Σχήμα 2.3-1: Συνολικές μετρήσεις των επιπέδων σχιστότητας. Τα επιμέρους χρώματα αντιπροσωπεύουν τρεις επιμέρους θέσεις επιφανειακών εξάρσεων των σχιστολίθων : Μπλέ χρώμα : 500μ ΒΔ του οικοπέδου, πλησίον της κοίτης. Σκούρο πράσινο χρώμα : Στο κατώτερο τμήμα του οικοπέδου (οδός πρόσβασης). Ανοικτό πράσινο χρώμα : Βραχώδης έξαρση 100μ ανατολικά του οικοπέδου, σε υψόμετρο περίπου 10μ χαμηλότερα από τη μέση στάθμη έδρασης των εγκαταστάσεων. Τα δύο κύρια επίπεδα σχιστότητας μετρήθηκαν και στις τρεις επιμέρους θέσεις.



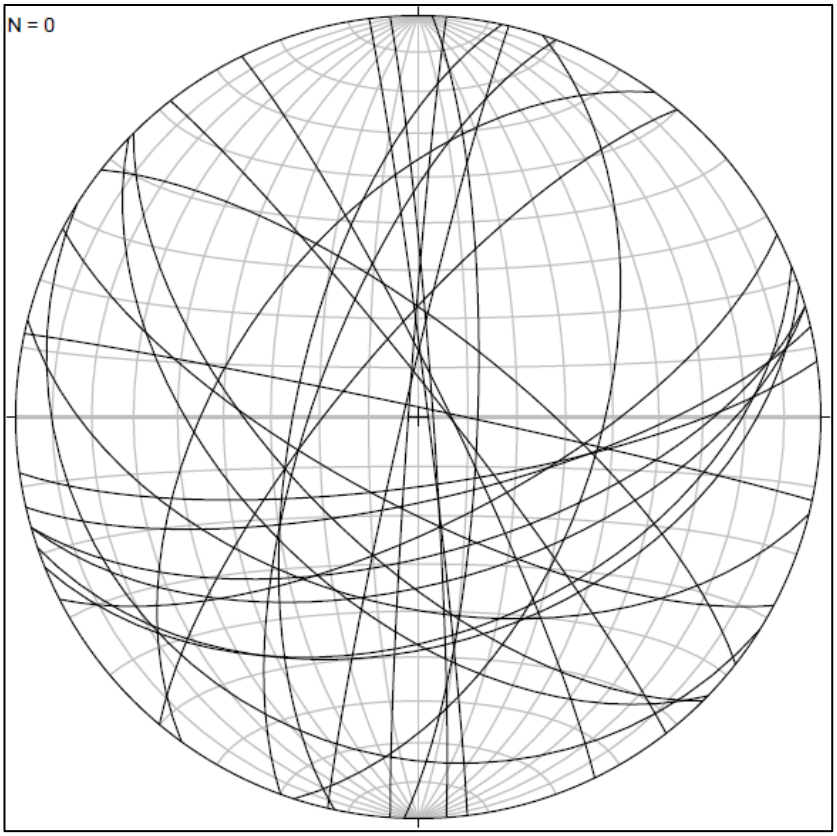
Σχήμα 2.3-2 : Ροδοδιάγραμμα επιπέδων σχιστότητας για κάθε επιμέρους θέση και συνολικά.



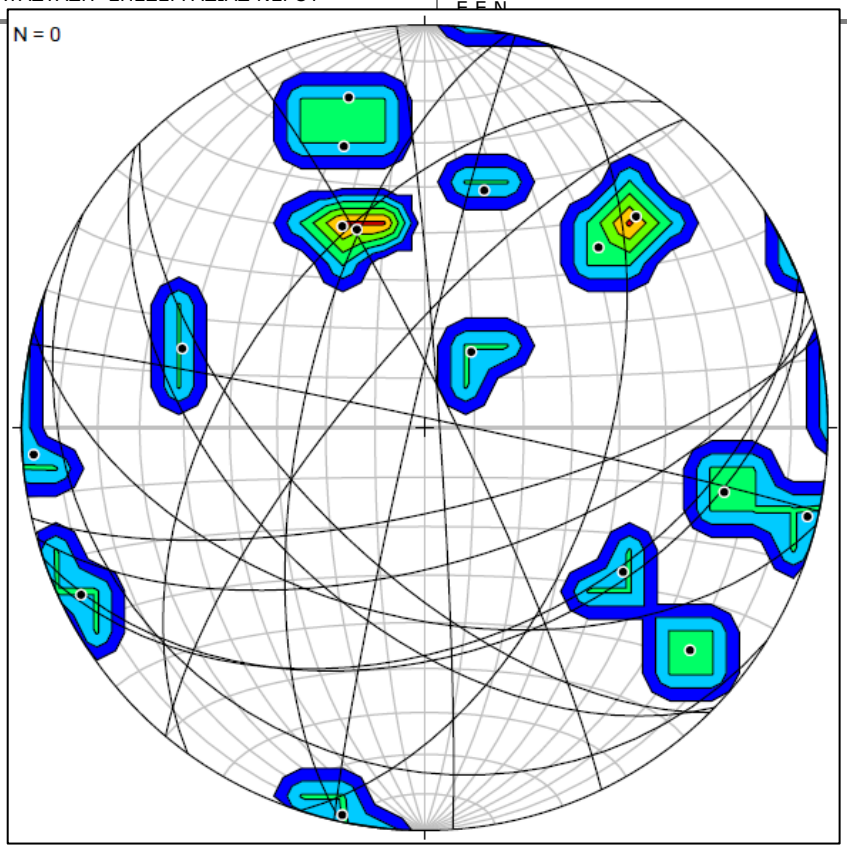
Σχήμα 2.3-3 : Κατανομή πόλων επιπέδων σχιστότητας. Διακρίνονται τα δύο επίπεδα σχιστότητας: **S1 : 43°/349° , S2 : 39°/030°**.

Στα τεκτονικά διαγράμματα των σχημάτων 2.3-4 και 2.3-5 παρουσιάζονται αντίστοιχα οι συνολικές μετρήσεις των επιμέρους συστημάτων διακλάσεων της βραχόμαζας στη ζώνη του έργου, καθώς και οι συγκεντρώσεις πόλων των κύριων επιπέδων ασυνεχειών, μετά από στατιστική επεξεργασία. Από αυτά προκύπτουν τα ακόλουθα κύρια επίπεδα διακλάσεων :

- J1: $66^{o}/168^{o}$ (κλίση / δ/νση κλίσης) , J1b : 45°/164°
- J2: $61^{o}/225^{o}$
- J3 : 69°/284°
- J4 : 88°/091° , J4b : 85°/058°

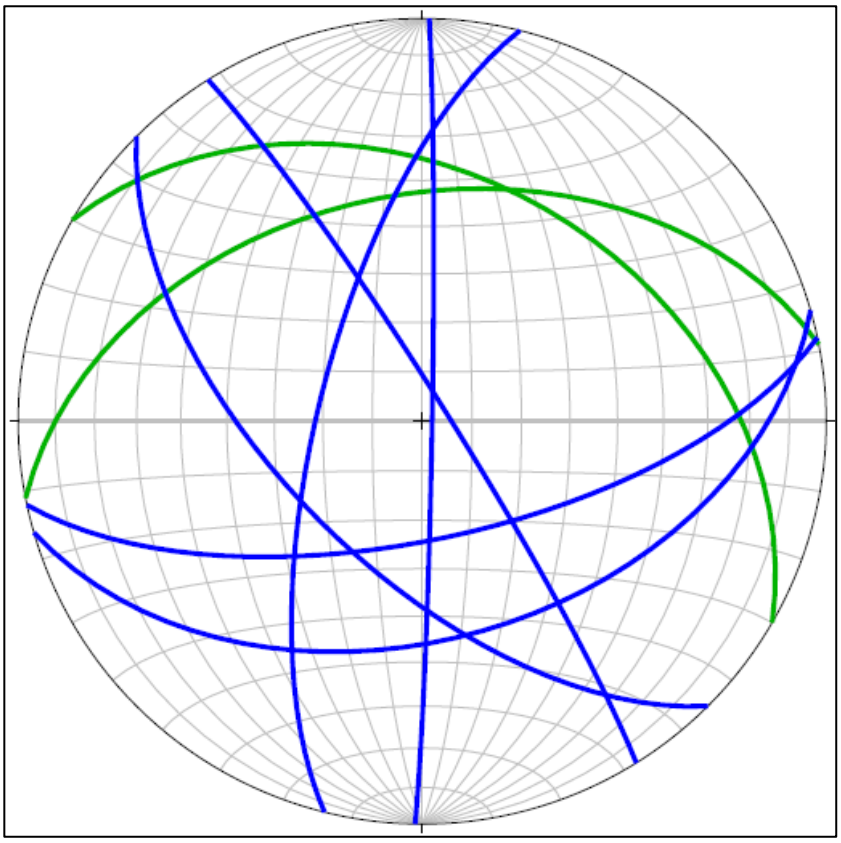


Σχήμα 2.3-4 : Μετρήσεις διακλάσεων της φυλλιτική - σχιστολιθικής βραχόμαζας.



Σχήμα 2.3-5 : Κατανομή πόλων κύριων επιπέδων διακλασεων : **J1 : 66°/168° , J1b : 45°/164° , J2 : 61°/225° , J3 : 69°/284° , J4 : 88°/091° , J4b : 85°/058°**.

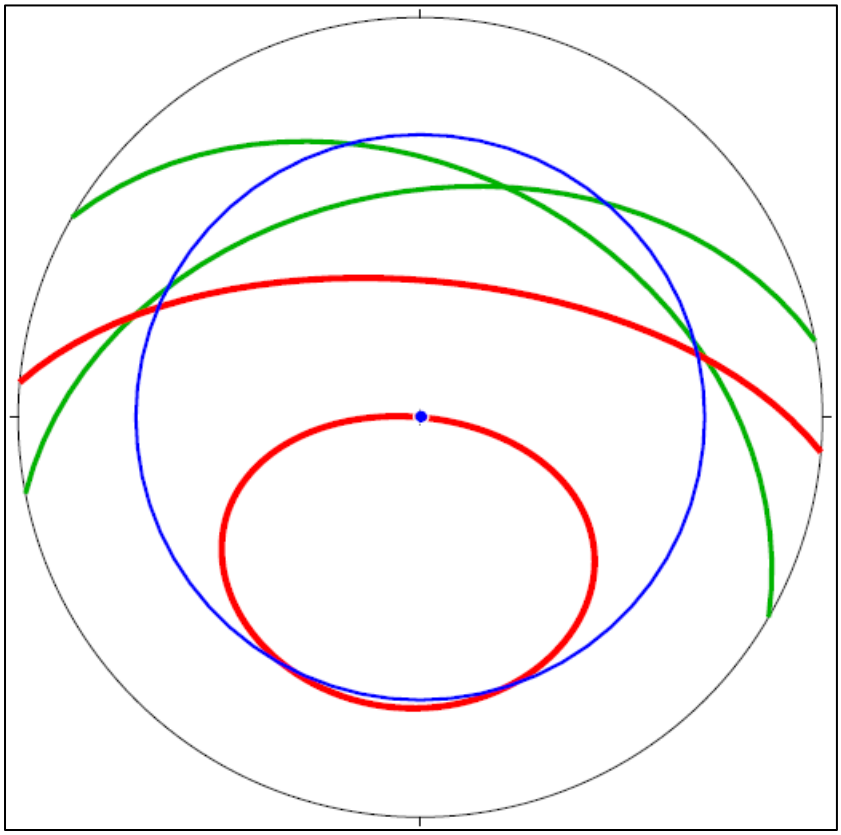
- Από τα παραπάνω προκύπτει ο δυσμενής προσανατολισμός του κύριου επιπέδου σχιστότητας, σε ό,τι αφορά στα κύρια πρανή ορυγμάτων διαμόρφωσης της πλατείας της ΕΕΝ, στο βαθμό που αυτά διαμορφώνονται εντός της σχιστολιθικής - φυλλιτικής βραχόμαζας, και στα πρανή εκσκαφών της εξωτερικής οδού πρόσβασης, καθώς η παρουσία σχιστότητας ομόρροπης προς τα μέτωπα των εν λόγω πρανών, με μέσες κλίσεις 39° και 43° έναντι διαμορφούμενων κλίσεων πρανών 2:1 (62°) έως 3:2 (56°), καθιστά ιδιαίτερα πιθανή την εκδήλωση δομικού τύπου αστοχιών υπό τη μορφή επίπεδων ολισθήσεων και αποσφηνώσεων στα μέτωπα αυτών, ανεξαρτήτως της συνολικής αντοχής της βραχόμαζας, η οποία παρουσιάζει σε κάθε περίπτωση μέτρια έως πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά. Τούτο πιστοποιείται από τη συμπεριφορά της βραχόμαζας σε ήδη διανοιχθέντα πρανή στον πόδα του αντερείσματος του οικοπέδου, πλησίον της κοίτης, με παρόμοιο προσανατολισμό και αρχικώς διαμορφωμένη κλίση. Από το παραπάνω συμπέρασμα εξαιρούνται τα πρανή ορυγμάτων διαμόρφωσης της πλατείας της ΕΕΝ που διαμορφώνονται εντός της ασβεστολιθικής βραχόμαζας.



Σχήμα 2.3-6 : Κύρια επίπεδα ασυνεχειών (Σχιστότητα / Διακλάσεις) που συναντώνται στην έκταση του οικοπέδου (εκσκαφές ΕΕΝ και ορύγματα οδού πρόσβασης).

S1 : 43°/349° , S2 : 39°/030°

J1 : 66°/168° , J1b : 45°/164° , J2 : 61°/225° , J3 : 69°/284° , J4 : 88°/091° , J4b : 85°/058°



Σχήμα 2.3-7 : Διάγραμμα κύριων επιπέδων σχιστότητας, μετώπου πρανούς κύριας εκσκαφής της ΕΕΝ (κλίση 2:1) και της διαθέσιμης γωνίας τριβής στη σχιστότητα (φ=30°).

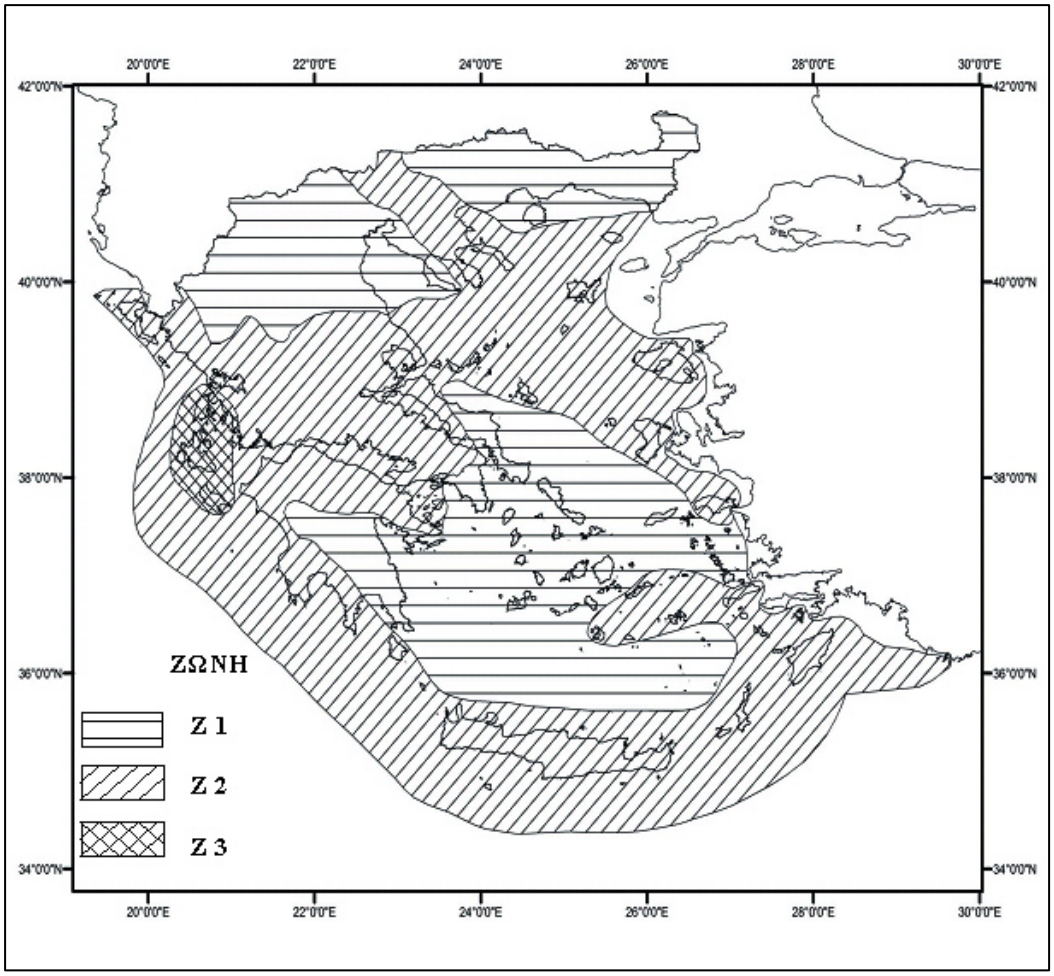
2.4 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ

Οι σχηματισμοί του υποβάθρου της ζώνης του έργου (ανάντη μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και κατώτεροι φυλλίτες - χαλαζίτες) είναι πρωτογενώς χαμηλής έως πολύ χαμηλής υδατοπερατότητας. Στη δεδομένη περίπτωση η διαπερατότητα των σχηματισμών εξαρτάται από τη δομή τους και το δευτερογενές τους πορώδες (βαθμός κερματισμού και αποσάθρωσης, ζώνες διάρρηξης, προσανατολισμός ασυνεχειών, παρουσία καρστικών εγκοίλων στους ασβεστόλιθους) και κατά κανόνα ποικίλλει στη ζώνη του έργου, καθιστώντας εν τέλει τη βραχόμαζα μέτρια περατή. Λαμβάνοντας υπόψη την απουσία τοπικών ρεμάτων που να διέρχονται από τη ζώνη του έργου, σε συνδυασμό με την έντονη κλίση του οικοπέδου, δεν αναμένεται η ανάπτυξη μόνιμου υδροφόρου ορίζοντα, καθώς τα υπόγεια ύδατα κατέρχονται σε σύντομο χρονικό διάστημα προς τα κατάντη της κοιλάδας και εντός των υποκείμενων κερματισμένων βραχωδών σχηματισμών.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία παρακείμενων γεωτρήσεων και την επιτόπου παρατήρηση των σχηματισμών, ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας στη ζώνη του έργου αναπτύσσεται σε βάθος >30,0μ και δεν επηρεάζει τη λειτουργία των υπό μελέτη έργων. Τοπική εποχική υδροφορία ενδέχεται να εμφανισθεί εντός του εδαφικού μανδύα αποσάθρωσης ή ζωνών έντονης αποσάθρωσης, μετά από περιόδους έντονων βροχοπτώσεων και κατά τη χειμερινή περίοδο. Στις περιπτώσεις αυτές αναμένονται περιορισμένες εκφορτίσεις που θα απομακρυνθούν μέσω των υδραυλικών έργων των εγκαταστάσεων.

2.5 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ

Με βάση το Εθνικό Προσάρτημα του EN1998-1:2005, η ευρύτερη περιοχή του έργου (Νομός Ρεθύμνου) εντάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας Ζ2, για την οποία η τιμή αναφοράς της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης σε έδαφος κατηγορίας Α ορίζεται σε α_{gR} = 0,24g (τιμή αναφοράς της περιόδου επαναφοράς T_{NCR} = 475 έτη).



Η ζώνη των έργων της ΕΕΝ Φράγματος Ποταμών Αμαρίου εντάσσεται από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας - σύμφωνα με την αντίστοιχη κατάταξη του EN1998-1:2005 - **στην κατηγορία εδάφους Α** (επιφανειακό εδαφικό - εδαφοποιημένο κάλυμα πάχους <5,0μ, κατηγορίας εδάφους C, με τιμές N_{SPT} = 15 - 50, κάτω από το οποίο αναπτύσσονται βραχώδεις σχηματισμοί με v_S>800m/s). Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, δεν λαμβάνεται υπόψη επίδραση της γεωλογίας των βαθύτερων στρωμάτων.

Για την κατηγορία εδάφους Α και για τη χρήση του Τύπου 1 Οριζόντιου Φάσματος Ελαστικής Απόκρισης, λαμβάνονται οι ακόλουθες τιμές παραμέτρων :
Συντελεστής εδάφους S = 1,00
T_B = 0,15sec , T_C = 0,40sec , T_D = 2,50sec
η = 1,0 για 5% ιξώδη απόσβεση

Για τον Τύπο 1 του Κατακόρυφου Φάσματος Ελαστικής Απόκρισης λαμβάνονται οι τιμές παραμέτρων :
α_{vg} / α_g = 0,90
T_B = 0,05sec , T_C = 0,15sec , T_D = 1,00sec

Λαμβάνοντας υπόψη τη σπουδαιότητα της ΕΕΝ, οι κύριες κατασκευές αυτής κατατάσσονται στην κατηγορία σπουδαιότητας ΙΙΙ και λαμβάνουν τιμή συντελεστή σπουδαιότητας $\boldsymbol{\gamma_I}$ **= 1,15**.

Συντελεστής τοπογραφικής ενίσχυσης : Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ΕΕΝ χωροθετείται στο μέσον περίπου του ύψους του απότομου αριστερού αντερείσματος του χειμάρρου Πλατανιά, μέσης κλίσης >15°, προτείνεται η εφαρμογή συντελεστή τοπογραφικής ενίσχυσης, σύμφωνα με το παράρτημα Α του EN1998-5:2006, ο οποίος θα λαμβάνει τιμή $\mathbf{S_t}$ **= 1,10**, ως μέσος όρος των τιμών 1,0 στη βάση και 1,20 στη στέψη του πρανούς.

Η εδαφική μετακίνηση σχεδιασμού, η οποία αντιστοιχεί στην εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού, λαμβάνει τιμή σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.2.4 του EN1998-1 :
d_g = 0,025 x (1,15x1,10x1,00x0,24g) x 0,50 x 2,50 ==> $\mathbf{d_g}$ **= 0,093m = 9,3cm**

3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ Ε.Ε.Ν. ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΤΑΜΩΝ

3.1 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΛΗΣΙΕΣΤΕΡΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Στη συγκεκριμένη περιοχή, ακτίνας εύρους 12 km, όπως προκύπτει από την ανάλυση των δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών (Σχ. 3.1-1/-2/-3), δεσπόζουν οι ρηξιγενείς δομές σε διεύθυνση Β-Ν, αλλά αναγνωρίζονται και σημαντικές δομές σε διεύθυνση Α-Δ. Και οι δύο αυτές διευθύνσεις καθορίζουν την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, οι δε Β-Ν διεύθυνσης ρηξιγενείς δομές, το μήκος των οποίων κυμαίνεται περί τα 7 ÷ 10 km, διαμορφώνουν τη ροή των κεντρικών ρεμάτων και φαραγγιών, τα οποία εκβάλλουν στο Κρητικό πέλαγος. Παρόλα αυτά πρέπει να σημειωθεί ότι οι Α-Δ διεύθυνσης ρηξιγενείς δομές, μολονότι μικρότερες σε αριθμό, περιλαμβάνουν τις πλέον επισφαλείς, ως προς την εκδήλωση σεισμών, δομές, καθώς αναπτύσσονται παράλληλα προς τα κύρια υποθαλλάσια σεισμογενή ρήγματα βορείως και νοτίως της Κρήτης, εγκάρσια στη διεύθυνση βύθισης της αφρικανικής πλάκας κάτω από τη νήσο.

Σε αρκετές περιπτώσεις, τόσο οι ρηξιγενείς δομές με Β-Ν διεύθυνση όσο και με Α-Δ τείνουν να σχηματίσουν πολύπλοκες γεωμετρικά ζώνες με καμπυλώσεις και αναστομώσεις δείχνοντας έτσι ότι για τουλάχιστον κάποιο χρονικό διάστημα μέσα στο γεωλογικό χρόνο είχαν ταυτόχρονη δραστηριοποίηση.

Όπου τα ρήγματα αυτά αναπτύσσονται σε επαφές μεταξύ ασβεστολίθων (είτε νεότερων μαργαϊκών ή παλαιότερων δολομιτικών στα ονειρά του νομού) και φυλλιτών - σχιστολίθων, αναπτύσσονται ζώνες τεκτονισμού πάχους εύρους μεγαλύτερου των 10μ έως και 50μ.

Η ποσοτική προσέγγιση της σεισμικής δυναμικότητας των ενδεχόμενων δραστηριοποιήσεων κατά μήκος των πιθανών ενεργών ρηγμάτων επιτυγχάνεται βάση του τύπου:

$$M = A + B\log L$$

όπου M το μέγεθος σεισμικής ροπής του αναμενόμενου σεισμού, L το μήκος του ρήγματος (σε km) και A, B σταθερές.

Συγκεκριμένα ο παραπάνω γενικός αυτός τύπος επιτρέπει με βάση το μήκος ενός ρήγματος να προσδιορίζεται το αναμενόμενο δυνατό μέγεθος σεισμού που μπορεί να δώσει το ρήγμα αυτό και αντίστροφα με βάση το μέγεθος ενός σεισμού να υπολογίζεται το μήκος του ρήγματος που προκάλεσε το σεισμό αυτό.

Για τον Ελληνικό χώρο οι Papazachos et al. (2004) καθόρισε την ακόλουθη σχέση μεταξύ του μήκους L (σε km) του ρήγματος και του μεγέθους σεισμικής ροπής, M, του σεισμού:

logL (km) = 0.50M - 1.86 ==> M = 2*logL (km) + 3,72

Σημειώνεται ότι η εύστοχη επιλογή του μήκους του ρήγματος δεν είναι πάντα στην πράξη μια εύκολη διαδικασία, καθώς το μήκος που θεωρητικά αναφέρεται στην ενιαία επιφάνεια του ρήγματος που ολισθαίνει ταυτόχρονα και εκδηλώνει την παραμόρφωση, δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί, όταν το ρήγμα αυτό παρουσιάζει πολύπλοκη γεωμετρία. Ετσι η ύπαρξη διάφορων κλάδων, σημείων αλλαγής της γεωμετρίας του ρήγματος και κάλυψη της επιφάνειας του ρήγματος από μη ακριβώς χρονολογημένα ιζήματα δυσχεραίνει κατά μεγάλο βαθμό την επιλογή αυτή. Για το λόγο αυτό γίνεται κατ' αρχάς μια εκτίμηση των μηκών των ρηξιγενών ζωνών που μπορούν να δραστηριοποιηθούν με βάση τα μορφοτεκτονικά στοιχεία.
Σύμφωνα λοιπόν με την ανάλυση των μορφοτεκτονικών στοιχείων και τη χαρτογράφηση του ρηξιγενούς ιστού της ευρύτερης περιοχής προκύπτουν οι κύριες ρηξιγενείς ζώνες του ακόλουθου πίνακα :

Πίνακας 3.1-1 : Κύριες Ρηξιγενείς Ζώνες Εγγύτερης Περιοχής του Έργου

α/α	Ρήγμα	Διεύθυνση	Μήκος L (km)	Μέση Απόσταση από Έργο R (km)	Υπολογιζόμενο Μέγεθος Σεισμικής Ροπής Mw
1	Πρασσανού Φαραγγιού	Β-Ν	9,0	2,5	5,63
2	Χρομομοναστηρίου	Α-Δ	8,0	3,5	5,53
3	Ποταμών	Α-Δ	11,0	9,0	5,80
4	Φουρφουρά	ΒΒΔ-ΝΝΑ	15,0	19,0	6,07
5	Πρασσών	Β-Ν	6,0	1,5	5,28
6	Μύλων	Β-Ν	5,5	3,0	5,20
7	Περάματος	ΒΔ - ΝΑ	19,0	17,0	6,28
8	Ρεθύμνου	Β-Ν	10,5	5,5	5,76
9	Πικρής	ΒΒΔ-ΝΝΑ	11,0	8,5	5,80

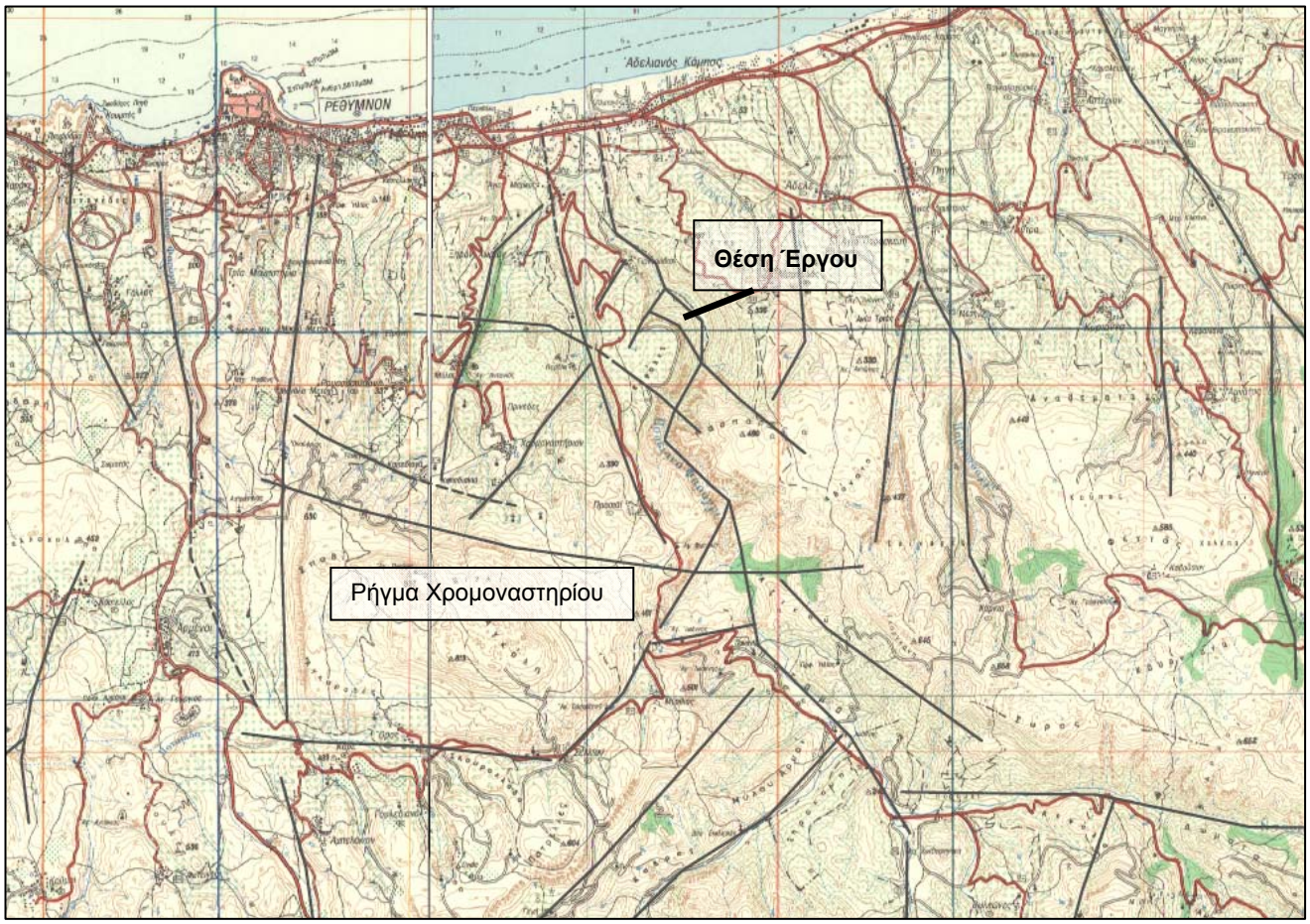
Οι παραπάνω ρηξιγενείς δομές μπορούν να διακριθούν, με βάση την απόσταση από τη θέση του έργου, στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες :

α) Ρήγματα σε μεγάλη εγγύτητα, απόσταση <4,0km: Η ομοιόμορφη και καθολική δραστηριοποίηση του συνολικού μήκους του ρήγματος του Πρασσανού Φαραγγιού ενδέχεται να δώσει σεισμό μεγέθους M= 5,6.

β) Ρήγματα σε εγγύτητα προς το έργο, απόσταση <10,0km: Εδώ τα μεγαλύτερα ρήγματα Β-Ν διεύθυνσης είναι του Ρεθύμνου και της Πικρής, των οποίων η ομοιόμορφη και καθολική δραστηριοποίηση του συνολικού μήκους ενδέχεται να δώσει σεισμό μεγέθους M = 5,7-5,8 αντίστοιχα. Στη διεύθυνση Α-Δ, το ρήγμα Ποταμών ενδέχεται να δώσει σεισμό μεγέθους M = 5,80.

γ) Ρήγματα της ευρύτερης περιοχής του έργου, απόσταση <20,0km: Τα δύο κύρια ρήγματα / ρηξιγενείς δομές, ΒΒΔ - ΝΝΑ κατεύθυνσης, αφορούν στα ρήγματα του Φουρφουρά και του Περάματος, των οποίων η ομοιόμορφη και καθολική δραστηριοποίηση του συνολικού τους μήκους ενδέχεται να δώσει σεισμό μεγέθους M = 6,1-6,3 αντίστοιχα.

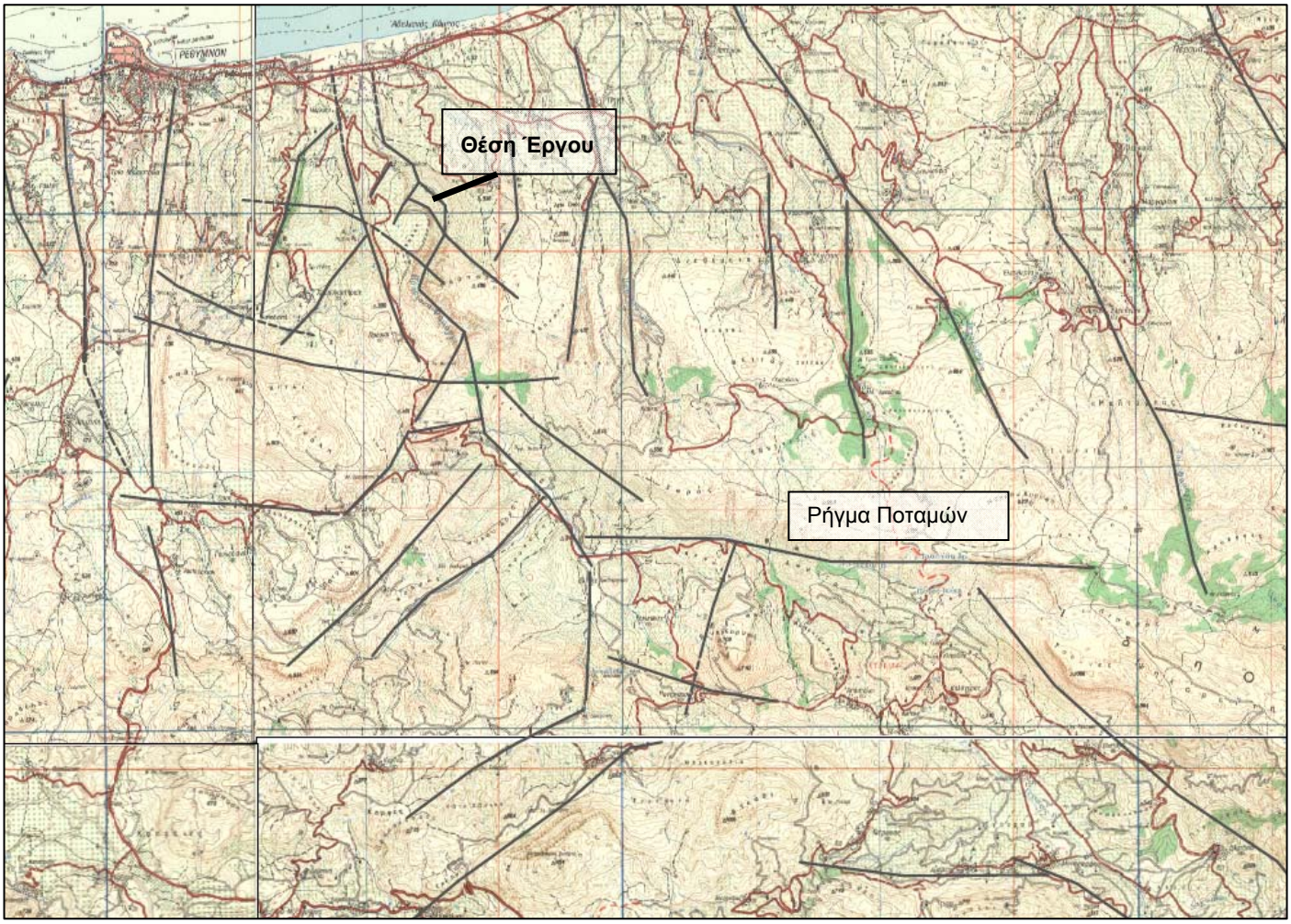
Σχήμα 3.1-1: Κατανομή κύριων ρηγμάτων διευρυμένης περιοχής του έργου σε δορυφορική εικόνα.



Σχήμα 3.1-2 : Κατανομή κύριων ρηξιγενών δομών - ρηγμάτων εγγύτερης περιοχής έργου (με μαύρο χρώμα).

3.2 ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

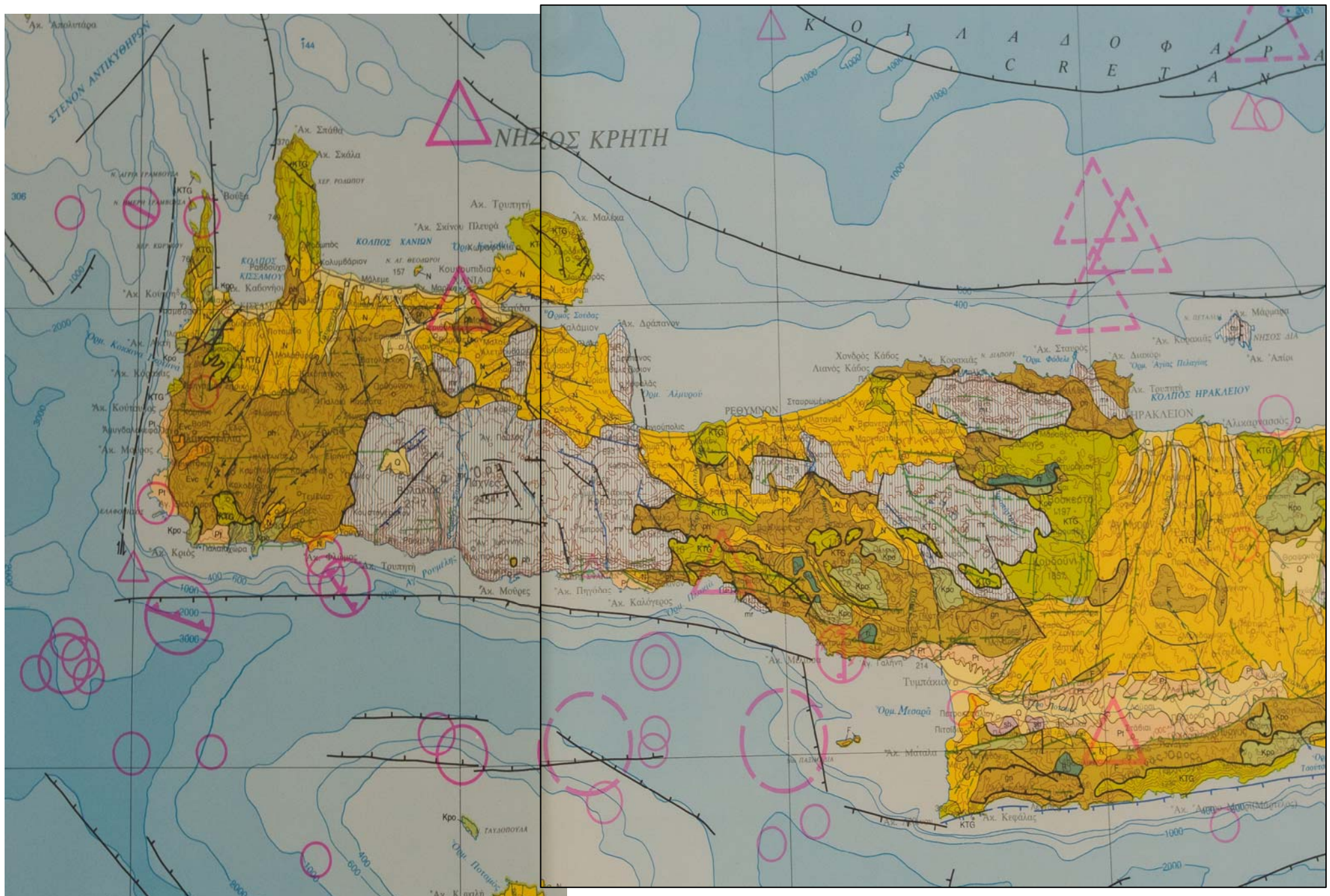
Μία συνοπτική εικόνα της σεισμικότητας του χώρου παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα 3.2-1 και 3.2-2, όπου παρουσιάζονται "ενεργά" τεκτονικά ρήγματα, οι γνωστοί από την αρχαιότητα σεισμοί με μέγεθος M≥6.0, καθώς και οι σεισμοί με μέγεθος M≥4.0 από το 1911 (οπότε έχουμε την εγκατάσταση και λειτουργία του πρώτου σεισμογράφου στον Ελληνικό χώρο) μέχρι το 2019. Και στα δύο σχήματα είναι εμφανής η ύπαρξη πολλών και σημαντικών σεισμών στην περιοχή ενδιαφέροντος, καθώς και σημαντικών ζωνών διάρρηξης-σεισμικότητας στην ευρύτερη περιοχή (μεγάλες υποθαλάσσιες ρηξιγενείς δομές, παράλληλες προς τα βόρεια και νότια παράλια της Κρήτης).

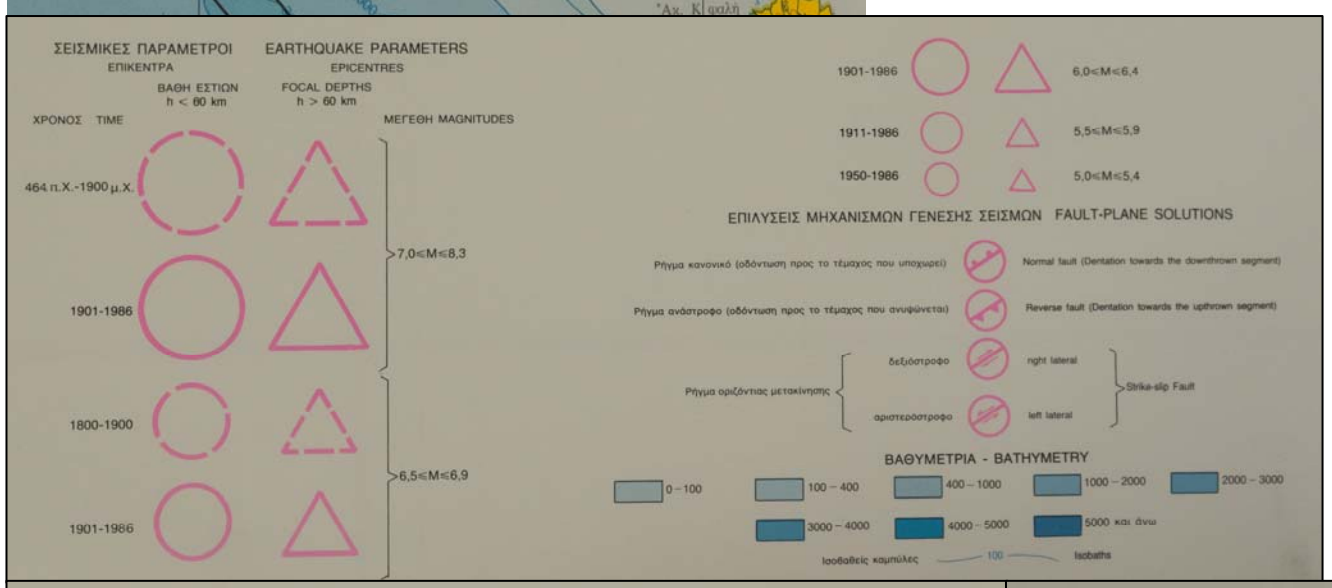


Σχήμα 3.1-3 : Κατανομή κύριων ρηξιγενών δομών - ρηγμάτων ευρύτερης περιοχής έργου (με μαύρο χρώμα).

Επισημαίνεται ότι η εικόνα του σχήματος (3.2-2) η οποία αφορά λίγο παραπάνω από έναν αιώνα δεν είναι επαρκής για να κατανοηθεί πλήρως το σεισμικό δυναμικό του χώρου έρευνας, αφού όπως προκύπτει και από το σχήμα (3.2-1) έχουμε σε ιστορικούς χρόνους τη γένεση ισχυρών σεισμών στην περιοχή ενδιαφέροντος, ενώ και η τιμή αναφοράς της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης, σύμφωνα με το EN1998-1:2005, καθορίζεται στη βάση περιόδου επαναφοράς T_{NCR} = 475 έτη.

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΡΗΤΗΣ (Ο.Α.Κ. Α.Ε.)	
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΑΜΑΡΙΟΥ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ	ΤΕΥΧΟΣ 2 : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΖΩΝΗΣ ΕΡΓΟΥ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Ε.Ε.Ν.





ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ TECTONIC DATA

ΔΟΜΕΣ STRUCTURES / ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ* DATE*	ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΧΡΟΝΟΙ - HISTORIC TIME (Σεισμικές διαρρήξεις - Earthquake ruptures)	ΜΕΣΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ - ΟΛΟΚΑΙΝΟ MIDDLE PLEISTOCENE - HOLOCENE	ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤΩΤ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ PLIOCENE - LOWER PLEISTOCENE	ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗ ΗΛΙΚΙΑ UNDETERMINED AGE
Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του Fault and its probable extension				
Ρήγμα κανονικό (οδόντωση προς το τέμαχος που κατέρχεται) Normal fault (dentation towards the downthrown segment)				
Ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης Strike - slip fault				
Ρήγμα ανάστροφο (οδόντωση προς το τέμαχος που ανέρχεται) Reverse fault (dentation towards the upthrown segment)				
Άξονας εφελκυσμού Axis of extension				
Άξονας συμπίεσης Axis of compression				
Τεκτονική επαφή Tectonic contact				
Επώθηση ή εφίππευση Overthrust or upthrust				
Φαινόμενα ρευστοποίησης Liquefaction phenomena				

* Η ηλικία αφορά την τελευταία γνωστή δράση του ρήγματος
* The age refers to the last known activity of the fault.

ΟΜΑΔΑ III

V_p = 1800-3500 m/sec ρ = 2.2-2.7 gr/cm^3

α) Μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, αργιλούχες μάργες, άργιλοι, άμμοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή νεογενούς και κατά θέσεις πλειστοκαινικής ηλικίας.
Τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά κυμαίνονται ανάλογα με τη λιθολογική φάση που επικρατεί. Συνεκτικότητα μέτρια. Οι άργιλοι χαρακτηρίζονται συχνά από αξιόλογη συμπιεστικότητα, οι δε μάργες παρουσιάζουν καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Δεν απαντάται υδροφόρος ορίζοντας. Πάχος μερικές δεκάδες μέτρα.

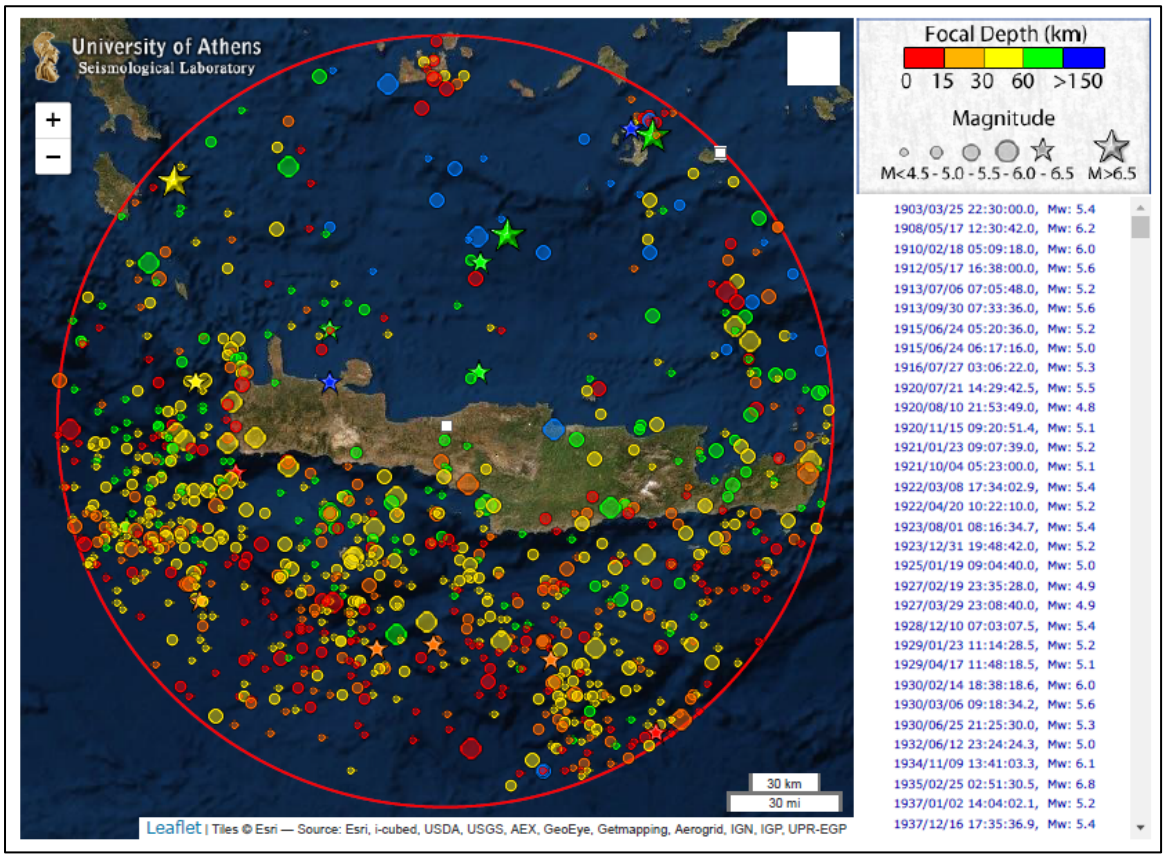
N

ΟΜΑΔΑ V

V_p = 4300-6000 m/sec ρ = 2.5-2.96 gr/cm^3

γ) Κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι (sch) **γνεύσιοι και αμφιβολίτες** (gn). **Φυλλίτες, χαλαζίτες, παλαιοζωϊκοί σχιστοψαμμίτες, ηφαιστειοϊζηματογενείς ημιμεταμορφωμένοι σχηματισμοί και γραουβάκες** (ph), **μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστολόλιθοι και σιπολίνες** (mr): Σχηματισμοί με μεγάλο συνήθως πάχος και υψηλή συνεκτικότητα που συνιστούν το γεωλογικό υπόβαθρο.

sch
gn
ph
mr



Σχήμα 3.2-2 : Κατανομή σεισμικών γεγονότων μεγέθους M_W>4,0 σε ακτίνα R=180km, κατά τα τελευταία 110 έτη.

<u>Μέγιστος Αναμενόμενος Σεισμός :</u>

Το πρόβλημα του προσδιορισμού του μεγέθους του μέγιστου αναμενόμενου σεισμού σε μία περιοχή μελέτης είναι γενικά ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα, εντούτοις ο προσδιορισμός αυτός είναι απαραίτητος τόσο για τους πιθανολογικούς υπολογισμούς τη σεισμικής επικινδυνότητας, αφού επηρεάζει ποσοτικά τη σεισμικότητα, όσο και για τη δημιουργία σεναρίων ισχυρών σεισμών στην περιοχή έρευνας. Από τα στοιχεία εγγύτερων ρηγμάτων της προηγούμενης παραγράφου φαίνονται μήκη κανονικών ρηγμάτων που συνδέονται με σεισμούς με μέγεθος σεισμικής ροπής μέχρι και M=6.3. Ως προς το στοιχείο αυτό σημειώνονται τα ακόλουθα :

α) το ορατό μήκος των ρηγμάτων είναι συχνά (ιδίως σε αυτό το επίπεδο σεισμικότητας) σημαντικά μικρότερο από το πραγματικό μήκος, λαμβάνοντας υπόψη και την παρουσία σημαντικού πάχους τεταρτογενών αλουβιακών αποθέσεων στην περιοχή των βόρειων ακτών της Κρήτης. Πάντως τα ιστορικά στοιχεία για την εγγύτερη περιοχή του έργου δεν δείχνουν

σεισμό μεγαλύτερο από M=6,3 στην εγγύτερη περιοχή του έργου (<20,0km), τουλάχιστον για τα τελευταία 200 έτη.

β) τα ιστορικά στοιχεία καταγραφής των τελευταίων 120 ετών δείχνουν την εκδήλωση σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του έργου (<100km), έως μεγέθους Mw=6,8, με επίκεντρο σε απόσταση 85km από τη θέση του έργου.

γ) Τα ιστορικά στοιχεία των τελευταίων τριών αιώνων (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003) δείχνουν τη γένεση σεισμών που φτάνουν σε πιθανό μέγεθος M=7,5 σε απόσταση περίπου 50km από τη θέση του έργου, έως και M=8,2 σε απόσταση 200km από τη θέση του έργου. Σημειώνεται πάντως ότι οι σεισμοί αυτοί δεν σχετίζονται με το σύστημα ρηγμάτων της εγγύτερης περιοχής του έργου, αν και ο σεισμός του Ηρακλείου, μεγέθους M=7,5 (16/02/1810) έδειξε ότι η γένεση σεισμών με μέγεθος M>6,5 σε ανάλογο ρήγμα ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνση είναι μία ρεαλιστική εκδοχή. Ως προς αυτό, ο συνδυασμός των ρηγμάτων Ποταμών και Φουρφουρά, συνολικού μήκους L ~ 25km, μπορεί να δώσει σεισμό μεγέθους έως Mw=6,5.

Για την **ποσοτική** εκτίμηση της σεισμικότητας μίας περιοχής ή μίας ρηξιγενούς ζώνης χρησιμοποιούνται ποσότητες όπως είναι η μέση περίοδος επανάληψης των σεισμών με μεγέθη μεγαλύτερα ή ίσα ενός συγκεκριμένου μεγέθους ή το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Όλα αυτά τα μέτρα σεισμικότητας, τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα βασίζονται στο στατιστικό νόμο κατανομής των μεγεθών των Gutemberg και Richter (1944).

Σύμφωνα με το νόμο αυτό, ο αθροιστικός αριθμός N, των σεισμών με μεγέθη μεγαλύτερα ή ίσα του M, που έχουν εστίες σε ορισμένο χώρο και συμβαίνουν σε ορισμένο χρονικό διάστημα, t, δίνεται από τη σχέση:

$$\log N = a_t - bM$$

όπου a_t και b είναι παράμετροι. Η παράμετρος b εξαρτάται από το πεδίο των τάσεων της περιοχής και την ομοιογένεια του υλικού. Η παράμετρος a_t εξαρτάται από τη σεισμικότητα της περιοχής, από το εμβαδόν της επιφάνειας την οποία καλύπτουν τα επίκεντρα και από το χρονικό διάστημα, t, στο οποίο έγιναν οι σεισμοί. Συνήθως ανάγουμε την παράμετρο a_t σε χρονικό διάστημα ενός έτους ή/και σε μια μονάδα επιφάνειας με τη σχέση:

$$a = a_t - \log t S$$

όπου S είναι η επιφάνεια της περιοχής που μελετάται.

Η μέση περίοδος επανάληψης, T_m (σε έτη), των σεισμών οι οποίοι έχουν μέγεθος M ή μεγαλύτερο δίνεται από τη σχέση:

$$T_m=10^{bM-a}$$

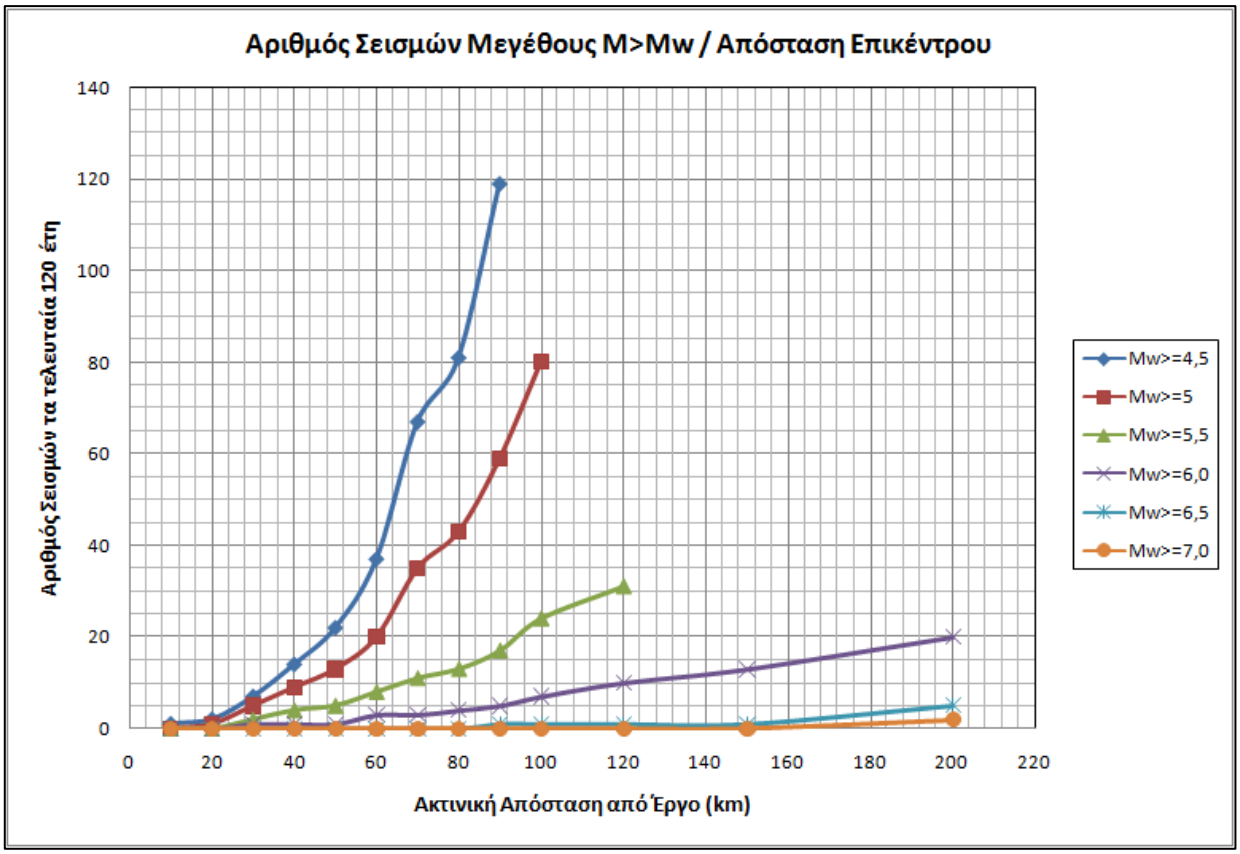
ενώ το συχνότερα παρατηρούμενο μέγιστο μέγεθος, M_t , σε χρόνο t ετών δίνεται από τη σχέση: $M_t = \frac{a}{b} + \frac{log\,t}{b}$

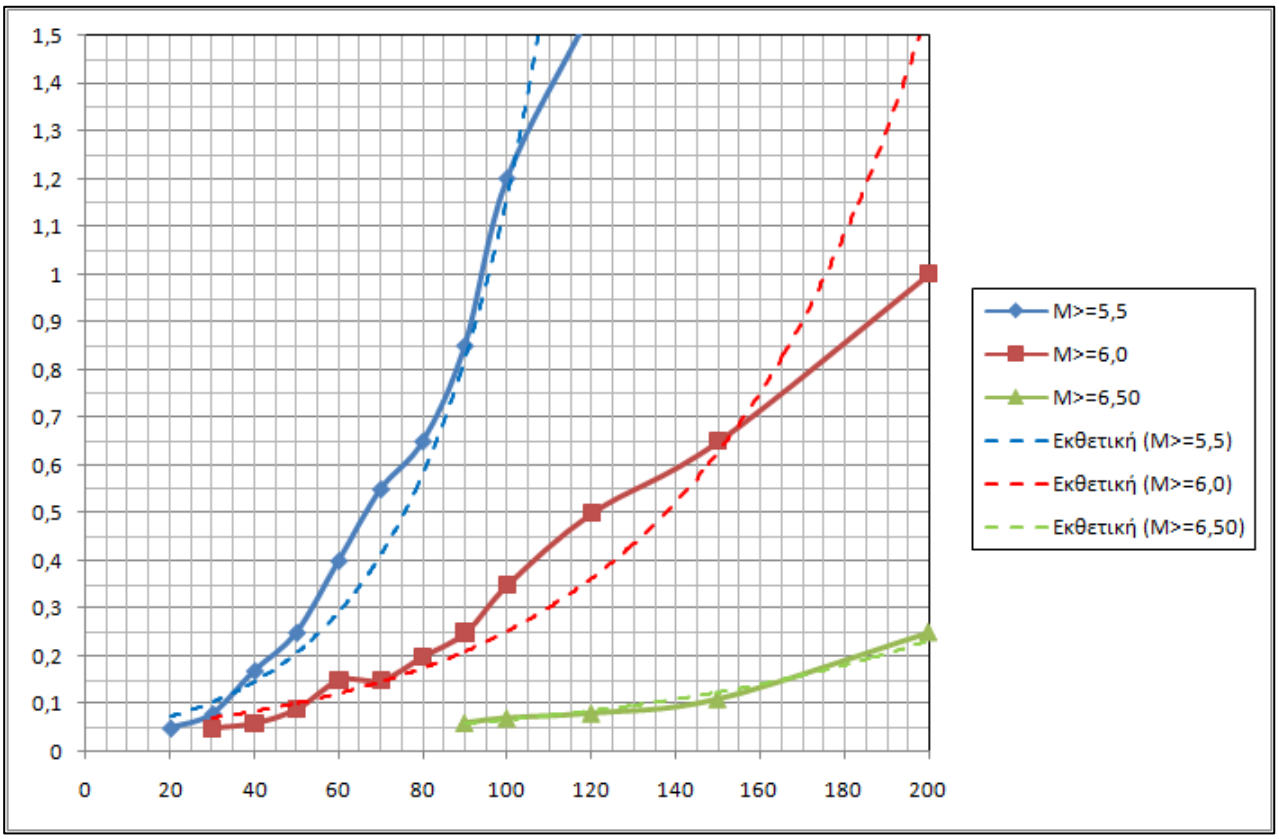
Οι ποσότητες T_m και M_t χρησιμοποιούνται συνήθως ως μέτρα σεισμικότητας.

Για την ευρύτερη περιοχή μελέτης εκτιμήθηκε η σεισμικότητα για την περίοδο 1900-2020, με τη χρήση δεδομένων που προήλθαν από τον κατάλογο του Σεισμολογικού Σταθμού του Πανεπιστημίου Αθηνών. Ο προσδιορισμός περιλαμβάνει την καταγραφή των επιμέρους σεισμών για διαδοχικές ακτίνες από 10km έως 200km (με βήμα ανά 10km) από τη θέση του έργου και για μεγέθη σεισμών $M_W \geq 4,0$ (με βήμα ανά 0,1). Στα ακόλουθα σχήματα παρατίθενται συνοπτικά κατανομές των επικέντρων των σεισμών για τρεις επιμέρους περιπτώσεις (Mw ≥ 4,0 / D=40km, Mw ≥ 5,0 / D=80km, Mw ≥ 6,0 / D=120km, Mw ≥ 4,0 / D=100km).

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρατίθεται ο συνολικός αριθμός σεισμών με επίκεντρο εντός προοδευτικά αυξανόμενης ακτινικής απόστασης από τη θέση του έργου, για μεγέθη σεισμών Mw≥Mx, για τα τελευταία 120 έτη (1900-2020).

Με βάση το συνολικό αριθμό καταγεγραμμένων σεισμών, σε συνδυασμό με μια απλοποιημένη αναγωγή της πιθανότητας εκδήλωσης ενός τέτοιου σεισμού ανά περιοχή ακτίνας A(km), για χρονικό διάστημα T = 720έτη, (ως μέση τιμή μεταξύ της προβλεπόμενης περιόδου επαναφοράς T=495 έτη του κανονισμού και T=1000 έτη που είναι τυπική επιλεγόμενη τιμή για φράγματα), προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα, καθώς και οι αντίστοιχες εκθετικές γραμμές τάσης.


Αριθμός Σεισμών Μεγέθους M>Mw / Απόσταση Επικέντρου
Αριθμός Σεισμών τα τελευταία 120 έτη
Ακτινική Απόσταση από Έργο (km)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
Mw>=4,5
Mw>=5
Mw>=5,5
Mw>=6,0
Mw>=6,5
Mw>=7,0


0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
M>=5,5
M>=6,0
M>=6,50
Εκθετική (M>=5,5)
Εκθετική (M>=6,0)
Εκθετική (M>=6,50)

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτουν εκθετικού τύπου συναρτήσεις της πιθανότητας εκδήλωσης ενός σεισμού δεδομένου μεγέθους, σε συνάρτηση με την απόσταση του επικέντρου από τη θέση του έργου. Αντίστροφα, υπολογίζεται η απόσταση από το έργο του επικέντρου σεισμού δεδομένου μεγέθους, για πιθανότητα εκδήλωσης P≤0,05. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μία περιβάλλουσα τιμών μεγεθών σεισμών και επικεντρικών αποστάσεων, η οποία αντιστοιχεί αντίστροφα σε πιθανότητα 95% μή υπέρβασης υπολογιζόμενης τιμής μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (PGA). Οι αντίστοιχες εξισώσεις συσχέτισης της PGA με το μέγεθος και την επικεντρική απόσταση παρατίθενται στην ακόλουθη παράγραφο.

Για μεγέθη σεισμών Mw=5,5, Mw=6,0 και Mw=6,5, οι αντίστοιχες εκθετικού τύπου συναρτήσεις είναι οι ακόλουθες :

Mw = 5,5 ==> $P=0{,}037 \times e^{0{,}035R}$

Mw = 6,0 ==> $P=0{,}040 \times e^{0{,}018R}$

Mw = 6,5 ==> $P=0{,}019 \times e^{0{,}013R}$

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτουν οι ακόλουθες ελάχιστες αποστάσεις επικέντρου από το έργο, για τα παραπάνω μεγέθη σεισμών και για πιθανότητα P<5% υπέρβασης της τιμής αυτής στη διάρκεια ζωής του έργου (T>100 έτη).

Mw = 5,5 ==> $R_{5\%}$ = 8km

Mw = 6,0 ==> $R_{5\%}$ = 12km

Mw = 6,5 ==> $R_{5\%}$ = 74km : Λόγω περιορισμένων δεδομένων εφαρμόζεται συντ/της ασφάλειας FS=2,0 ==> $R_{5\%}$ = 37km

Οι τιμές μεγεθών και επικεντρικών αποστάσεων προσεγγίζουν ικανοποιητικά το αντίστοιχο δυναμικό των ρηγμάτων της εγγύτερης και ευρύτερης περιοχής του έργου, όπως παρατέθηκαν στον πίνακα. 3.3-1 και τα αντίστοιχα σχήματα, είναι όμως συστηματικά ελαφρώς χαμηλότερες. Για το λόγο αυτό εξετάζονται στην επόμενη παράγραφο τόσο τα δυσμενέστερα εκ των διερευνηθέντων ρηγμάτων της περιοχής του έργου, όσο και ιστορικά καταγεγραμμένοι σεισμοί του 19ου αιώνα. Σημειώνεται τέλος ότι από τη συνολική παρατήρηση των ιστορικών δεδομένων σεισμών της ευρύτερης περιοχής της Κρήτης παρατηρείται μία σχετική ύφεση εκδήλωσης μεγάλων σεισμών κατά τα τελευταία 50 έτη τουλάχιστον, κάτω από τον ιστορικό "μέσο όρο" αυτών, γεγονός που στατστικά αυξάνει την πιθανότητα εκδήλωσης ενός ισχυσρού σεισμού κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

3.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ο καθορισμός αξιόπιστων σχέσεων απόσβεσης της ισχυρής σεισμικής κίνησης στον Ελληνικό χώρο περιορίσθηκε μέχρι τις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας από την έλλειψη ικανοποιητικού αριθμού επιταχυνσιογραμμάτων σεισμών του χώρου αυτού. Ωστόσο, έγιναν ορισμένες προσπάθειες υιοθέτησης ανάλογων σχέσεων οι οποίες βασίσθηκαν σε δεδομένα άλλων περιοχών της Γης.

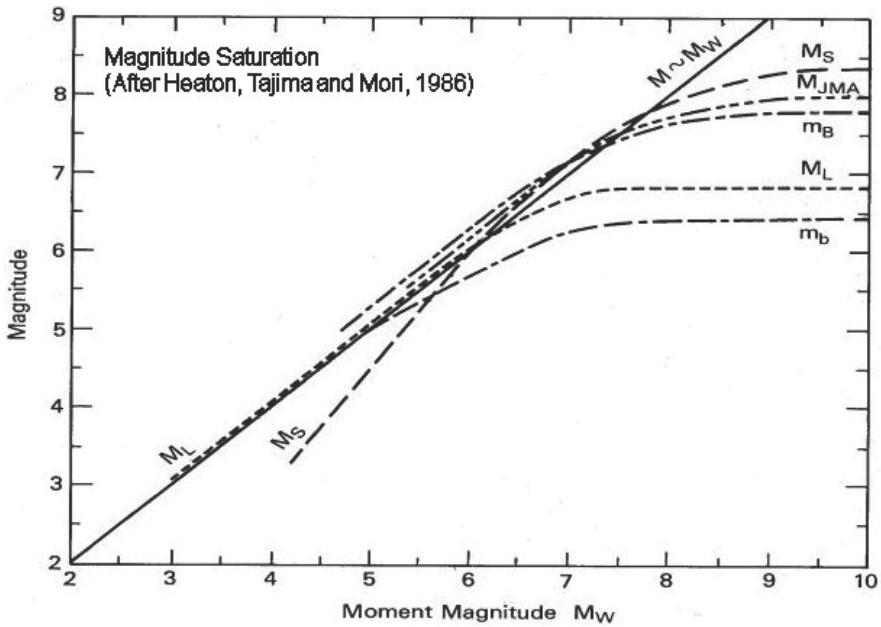
Η γενική μορφή των σχέσεων απόσβεσης της ισχυρής σεισμικής κίνησης είναι:

$$ln\mathrm{Y} = \mathrm{c}_1 + \mathrm{f}_1(\mathrm{m}) + \mathrm{f}_2(\mathrm{r}) + \mathrm{f}_3(\mathrm{M},\mathrm{r}) + \mathrm{f}_4(\mathrm{P}) + \varepsilon$$

όπου:

Y: είναι η εξεταζόμενη παράμετρος της ισχυρής σεισμικής κίνησης {PGA, PGV, PGD},

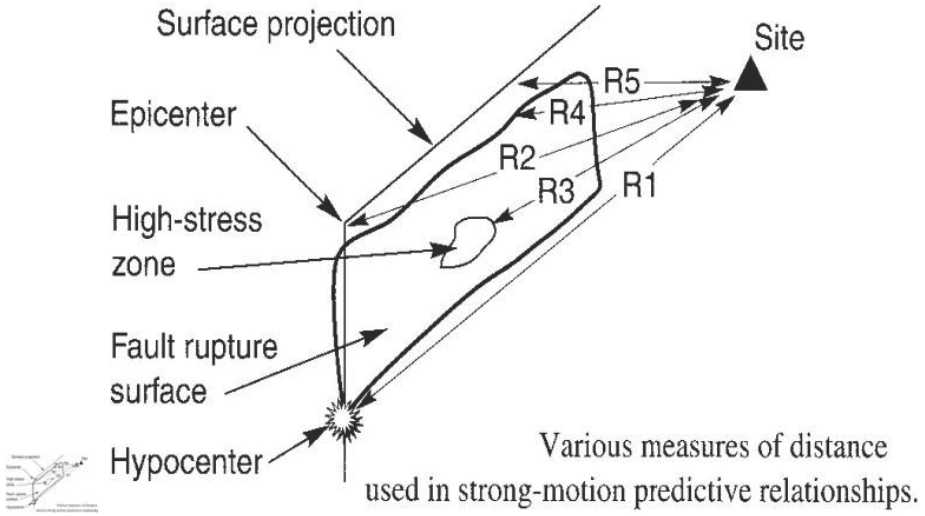
$f_1(m)$: είναι συνάρτηση της ισχύος του σεισμού, η οποία συνήθως δίνεται υπό τη μορφή $\mathrm{f}_1(\mathrm{m}) = e^{\mathrm{b}_2\mathrm{m}}$. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υιοθέτηση της κατάλληλης κλίμακας του μεγέθους λόγω του φαινομένου του κορεσμού ορισμένων κλιμάκων μεγεθών με την αύξηση της ισχύος όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Σήμερα έχει υιοθετηθεί η κλίμακα του μεγέθους σεισμικής ροπής ή ισοδύναμου μεγέθους.



Σχήμα 3.3-1 : Γραφική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ των διαφόρων κλιμάκων μεγεθών των σεισμών (Heaton et al., 1986). Παρατηρείται κορεσμός κλιμάκων με την αύξηση της ισχύος του σεισμού.

$f_2(r)$: είναι συνάρτηση της απόστασης με την πλέον κοινή μορφή $\mathrm{f}_2(\mathrm{r}) = e^{\mathrm{c}_4\mathrm{r}}\left(\mathrm{R} + \mathrm{c}_5\right)^{\mathrm{c}3}$ με τους παράγοντες c_4 και c_3 να αντιστοιχούν στον ρυθμό της γεωμετρικής και ανελαστικής απόσβεσης,

Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απόστασης οι οποίοι φαίνονται γραφικά στο σχήμα (3.3-2). Στις σχέσεις οι οποίες έχουν προταθεί για τον Ελληνικό χώρο χρησιμοποιείται η επικεντρική απόσταση.



Σχήμα 3.3-2: Γραφική απεικόνιση των διαφόρων τρόπων για τον υπολογισμό της απόστασης για τις σχέσεις απόσβεσης.

$f_3(M,r)$: είναι συνάρτηση για την διόρθωση κατά την αναγωγή των δεδομένων σε ορισμένη απόσταση,

$f_4(P)$: είναι συνάρτηση για τον δρόμο διάδοσης και της επίδραση των τοπικών συνθηκών,

ε: είναι τυχαία μεταβλητή η οποία παριστάνει την αβεβαιότητα στην πρόβλεψη της παραμέτρου Y με τιμή 0 για το μέσο όρο των τιμών lnY και 1 για το μέσο όρο+ένα μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

Πρόσφατη προσπάθεια καθορισμού σχέσεων απόσβεσης της ισχυρής σεισμικής κίνησης επιφανειακών σεισμών στον Ελληνικό χώρο έγινε από τους Μάργαρη και συνεργάτες (2001, 2002), οι οποίοι εξέτασαν τις δύο ακόλουθες γενικές μορφές σχέσεων:

$$\ln Y = c_0 + c_1 M_W + c_2 \ln(R+R_0) + c_3 S$$

$$\ln Y = c_0 + c_1 M_W + c_2 \ln(R^2+h_0^2)^{1/2} + c_3 S$$

όπου ο όρος S περιγράφει την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών. Χρησιμοποιήθηκε μία απλή γραμμική αντιστοιχία B⇔S=0, C⇔S=1 και D⇔S=2 για τους τρεις τύπους εδαφικών συνθηκών (κατά UBC, 1997) οι οποίοι προαναφέρθηκαν για τους σταθμούς καταγραφής του

Ελληνικού χώρου. Η παραπάνω αντιστοιχία είναι αυθαίρετη, αφού δεν είναι αναγκαίο η ποσοτική επίδραση της μετάβασης B→C και C→D να είναι ίδια. Οι σταθερές c_0, c_1, c_2 και c_3 είναι οι συντελεστές αναγωγής. Ειδικά για τη ζώνη του έργου και για κατηγορία εδάφους Ε (κατά EN1998-1), λαμβάνεται τιμή S = 3.

Οι παραπάνω 2 σχέσεις είναι σχεδόν ταυτόσημες, με τη μόνη διαφορά ότι η δεύτερη σχέση χρησιμοποιεί την υποκεντρική απόσταση $(R^2+h_0^2)^{1/2}$, όπου h_0 το «ενεργό» βάθος του σεισμού (βάθος έκλυσης της σεισμικής ενέργειας), ενώ η πρώτη σχέση έχει πιο απλουστευμένη μορφή για την απόσταση.

Με τη χρήση 744 οριζοντίων συνιστωσών, 142 επιφανειακών σεισμών του Ελληνικού χώρου προτάθηκαν οι παρακάτω σχέσεις απόσβεσης της παραπάνω πρώτης μορφής για τις μέγιστες οριζόντιες συνιστώσες της εδαφικής επιτάχυνσης, PGA(cm/sec^2), ταχύτητας, PGV(cm/sec), και μετάθεσης, PGD(cm):

lnPGA = 4,16 + 0,69MW - 1,24ln(R+6) + 0,12S + 0,70
lnPGV = -1,51 + 1,11MW - 1,20ln(R+5) + 0,29S + 0,80
lnPGD = -6,63 + 1,66MW - 1,34ln(R+5) + 0,50S + 1,08

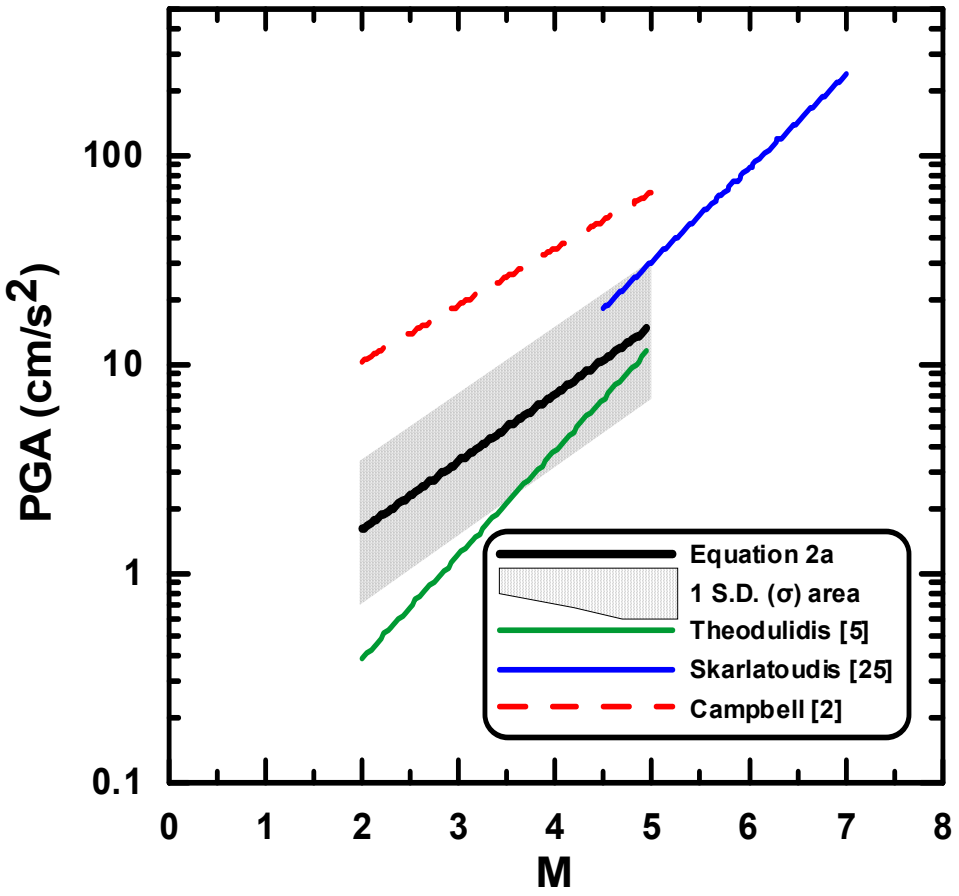
Ένας παράγοντας ο οποίος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η διαφορετική απόσβεση των μικρών σεισμών από τους μεγάλους. Το γεγονός αυτό για περιοχές οι οποίες επηρεάζονται από ισχυρούς σεισμούς οι οποίοι έχουν μεγάλες μέσες περιόδους επανάληψης μπορεί να οδηγήσει σε τεχνητά αυξημένες τιμές των παραμέτρων της σεισμικής επικινδυνότητας. Πρόσφατα οι Skarlatoudis et al. (2004) βρήκαν ότι οι σεισμοί μικρού-μεσαίου μεγέθους έχουν ισχυρότερη απόσβεση από τους μεγάλος σεισμούς και πρότειναν σχέσεις μορφής αντίστοιχης των παρακάτω σχέσεων, οι οποίες είναι:

$$log\mathrm{PGA} = 1.03 + 0.32 * \mathrm{M} - 1.11 * log\left(\mathrm{R}^2 + 7^2\right)^{1/2} \pm 0.34$$

$$log\mathrm{PGA} = 1.24 + 0.33 * \mathrm{M} - 1.20 * log(\mathrm{R} + 6) \pm 0.34$$

Η δεύτερη εκ των σχέσεων αυτών λήφθηκε υπόψη στους υπολογισμούς για την εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας.

Στο ακόλουθο σχήμα 3.3- φαίνεται η σύγκριση της διαφορετικής απόσβεσης των ισχυρών σεισμών (μπλε συνεχής γραμμή) με τους αντίστοιους μικρού - μεσαίου μεγέθους.



Σχήμα 3.3-3 Σύγκριση της απόσβεσης (R=20 km) των μικρών (μαύρη συνεχής γραμμή) και ισχυρών (μπλε γραμμή) σεισμών του Ελληνικού χώρου (Skarlatoudis et al., 2004). Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί σε δεδομένα από τη περιοχή του EuroSeisTest (Theodulidis, 1998) ενώ η κόκκινη γραμμή είναι για τα δεδομένα της California (Campbell, 1989).

3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Με βάση τα αναφερόμενα στην προηγούμενη παράγραφο, πραγματοποιούνται υπολογισμοί των παραμέτρων της ισχυρής σεισμικής κίνησης για πληθώρα σεισμικών σεναρίων που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα :

α) Τα υπολογιζόμενα σεισμικά μεγέθη και οι αντίστοιχες επικεντρικές αποστάσεις από τη θέση του έργου, όπως υπολογίστηκαν στατιστικά στην προηγούμενη παράγραφο 3.2, με πιθανότητα μή υπέρβασης 95% στη διάρκεια ζωής του έργου.

β) Τα κρισιμότερα ρήγματα της εγγύτερης και ευρύτερης περιοχής του έργου, όπως αυτά καταγράφηκαν από την επισκόπηση δορυφορικών φωτογραφιών και το πεδίο, και παρουσιάστηκαν στον πίνακα 3.1-1 της παραγράφου 3.1

γ) Ιστορικά καταγεγραμμένους πολύ ισχυρούς σεισμούς της ευρύτερης περιοχής του έργου, εφόσον έχουν σχετικά αξιόπιστη εκτίμηση του μεγέθους τους και της επικεντρικής τους απόστασης.

α) Στατιστικά υπολογιζόμενες κρίσιμες επικεντρικές αποστάσεις για δεδομένα μεγέθη σεισμών:

Γίνεται υπολογισμός των παραμέτρων της ισχυρής σεισμικής κίνησης, για τις ακόλουθες περιπτώσεις σεισμών (πιθανότητα 95% μή υπέρβασης του δεδομένου μεγέθους για τη δεδομένη επικεντρική απόσταση) :

Πίνακας 3.4-1

Μέγεθος Mw	Επικ. Απόστ. R	PGA	PGV	PGD
5,5	8,0km	311,9cm/sec^2 0,317g	24,2cm/sec	5,2cm [S=3] 1,9cm [S=1]
6,0	12,0km	322,5cm/sec^2 0,328g	30,6cm/sec	8,3cm [S=3] 3,1cm [S=1]
6,5	74,0km/FS=2 =>37,0km	154,6cm/sec^2 0,157g	18,0cm/sec	5,7cm [S=3] 2,1cm [S=1]

Οι τιμές της μέγιστης εδαφικής μετακίνησης πραγματοποιούνται τόσο για S=3 (έδραση επί τεχνητών επιχωματώσεων και ζώνης εδαφοποιημένων φυλλιτών, αθροιστικού πάχους από 5,0μ έως 20,0μ, κατηγορίας Ε κατά ΕΝ1998-1:2005), όσο και για S=1 (κατηγορία Α/Β κατά ΕΝ1998-1:2005), <u>ώστε να καταδειχθούν οι κίνδυνοι αυξημένων διαφορικών μετακινήσεων, κατά την ισχυρή σεισμική δόνηση, κατασκευών μεγάλης επιφάνειας, θεμελιωμένων κατά ένα τμήμα επί βραχωδών - ημιβραχωδών σχηματισμών και κατά το υπόλοιπο επί εδαφικών ζωνών (φυσικών ή τεχνητών)</u>.

β) Κρίσιμα Ρήγματα της Εγγύτερης Περιοχής :

Σε συνέχεια του πίνακα 3.1-1 της παραγράφου 3.1, υπολογίζονται οι παράμετροι της ισχυρής σεισμικής κίνησης για τις ακόλουθες περιπτώσεις. Υπενθυμίζεται ότι τα υπολογιζόμενα μεγέθη αφορούν στο συνολικό δυναμικό εκάστου ρήγματος, στη θεωρητική μέγιστη τιμή μεγέθους δυνητικού σεισμού, σε πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα επαναφοράς).

Πίνακας 3.4-2

Ρήγμα	Μήκος L (km)	Μέση Απόσταση από Έργο R (km)	Υπολογιζόμενο Μέγεθος Σεισμικής Ροπής Mw	PGA PGV PGD
Πρασσανού Φαραγγιού	9,0	2,5	5,63	633,4cm/sec^2 / 0,644g 54,1cm/sec 13,4cm
Χρομομοναστηρίου	8,0	3,5	5,53	514,9cm/sec^2 / 0,523g 41,7cm/sec 9,6cm
Ποταμών	11,0	9,0	5,80	352,1cm/sec^2 / 0,358g 30,9cm/sec 7,7cm
Φουρφουρά	15,0	19,0	6,07	225,2cm/sec^2 / 0,229g 21,9cm/sec 5,9cm
Πρασσών	6,0	1,5	5,28	581,0cm/sec^2 / 0,590g 43,6cm/sec 9,1cm
Περάματος	19,0	17,0	6,28	288,6cm/sec^2 / 0,293g 30,6cm/sec 9,3cm
Ρεθύμνου	10,5	5,5	5,76	476,2cm/sec^2 / 0,484g 41,8cm/sec 10,6cm

γ) Ιστορικά καταγεγραμμένοι σεισμοί της ευρύτερης περιοχής, αυξημένου ή πολύ σημαντικού μεγέθους.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται ιστορικά καταγεγραμμένοι ισχυροί σεισμοί, οι οποίοι εκδηλώθηκαν κατά τα 200 τελευταία έτη στην ευρύτερη περιοχή του έργου, καθώς και η επηροή αυτών στη ζώνη της ΕΕΝ.

Πίνακας 3.4-3

Ημερομηνία / Περιοχή	Μέγεθος	Εκτιμώμενο Μήκος Ρήγματος	Απόσταση Επικέντρου από Έργο	PGA PGV PGD
23/05/1994	6,1	16 km	26 km	169cm/sec^2 - 0,172g 16,6cm/sec 4,4cm
25/02/1935	6,8	35 km	85 km	76cm/sec^2 - 0,076g 10,1cm/sec 3,4cm
12/10/1856 Ρόδος	8,2	174 km	200 km	72cm/sec^2 - 0,073g 17,7cm/sec 11,4cm
16/02/1810 Ηράκλειο	7,5	78 km	48 km	232cm/sec^2 - 0,236g 41,3cm/sec 21,8cm

<u>Συμπεράσματα :</u>

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι βάσει των διαθέσιμων στοιχείων σειμών της ευρύτερης περιοχής, τα οποία είναι περιορισμένα σε πλήθος για μεγέθη σεισμών Mw>6,5, και μετά από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, προκύπτει ως τυπικός κρίσιμος σεισμός σεισμός σχεδιασμού με μέγεθος Mw = 6,0 και επικεντρική απόσταση R=12km, βάσει του οποίου προκύπτουν τιμές μέγιστων εδαφικών τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετακίνησης :
PGA_d = 0,33g , PGV = 31,0cm/sec , PGD = 8,5cm.

Οι παραπάνω τιμές προσεγγίζουν τις αντίστοιχες μέγιστες πιθανές αναπτυσσόμενες στην περίπτωση πλήρους ενεργοποίησης των γειτονικών ρηξιγενών δομών / ρηγμάτων Ποταμών και Περάματος, ενώ υπερκαλύπτουν και την περίπτωση της ισχυρής σεισμικής δόνησης, μεγέθους Mw=7,5, σε απόσταση της τάξης των 70km - 80km.

Για τη διαμόρφωση του φάσματους σχεδιασμού των έργων της ΕΕΝ επιλέγεται η προδιαγραφόμενη στο EN1998-1:2005 μορφή φάσματος για την κατηγορία εδάφους Α, αναλόγως των συνθηκών έδρασης της κάθε επιμέρους κατασκευής, με εφαρμογή σεισμικής επιτάχυνσης a = 0,33g.

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Με βάση τα αναφερόμενα στις προηγούμενες παραγράφους, προτείνονται οι ακόλουθες παράμετροι για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των έργων της ΕΕΝ :

- **Προτεινόμενη τιμή μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης : a = 0,33g**

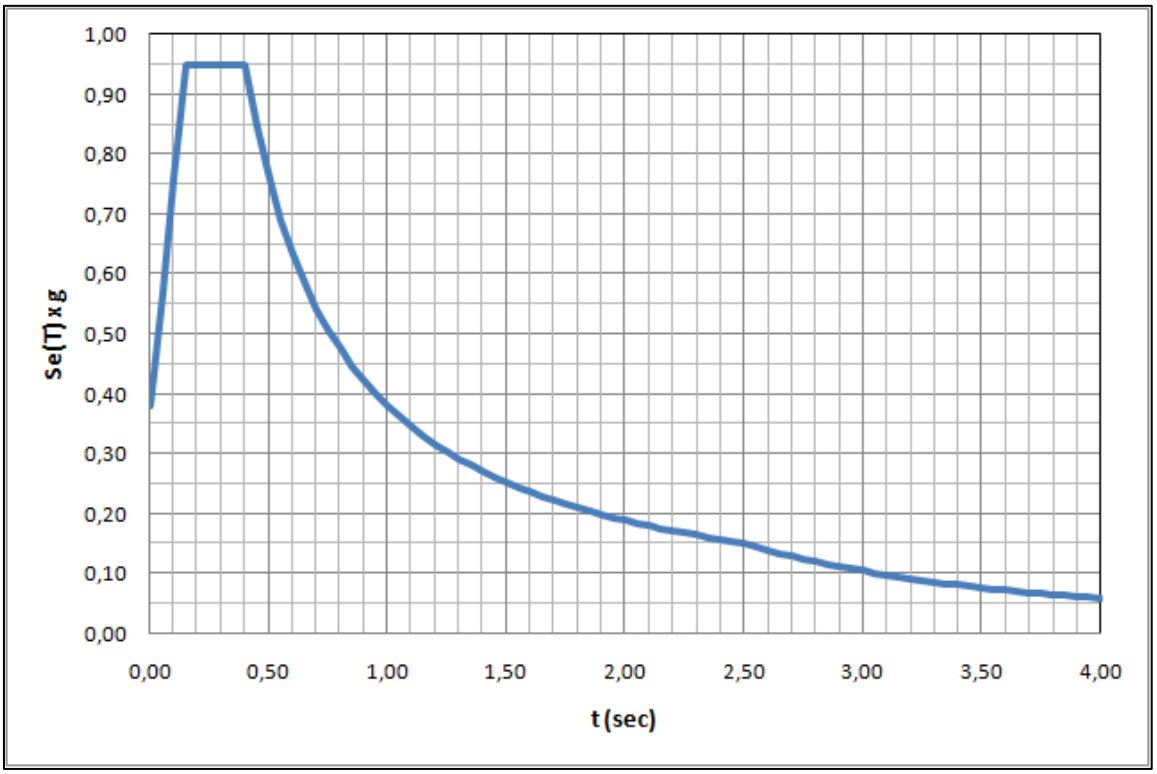
  Κατηγορία Εδάφους : A (EN1998-1:2005)

  Για την κατηγορία εδάφους A και για τη χρήση του Τύπου 1 Οριζόντιου Φάσματος Ελαστικής Απόκρισης, λαμβάνονται οι ακόλουθες τιμές παραμέτρων (πλην των εξαιρέσεων που αναφέρονται παρακάτω) :

  Συντελεστής εδάφους S = 1,00 / Συντελεστής Σπουδαιότητας γ = 1,15

  T_B = 0,15sec , T_C = 0,40sec , T_D = 2,50sec

  η = 1,0 για 5% ιξώδη απόσβεση



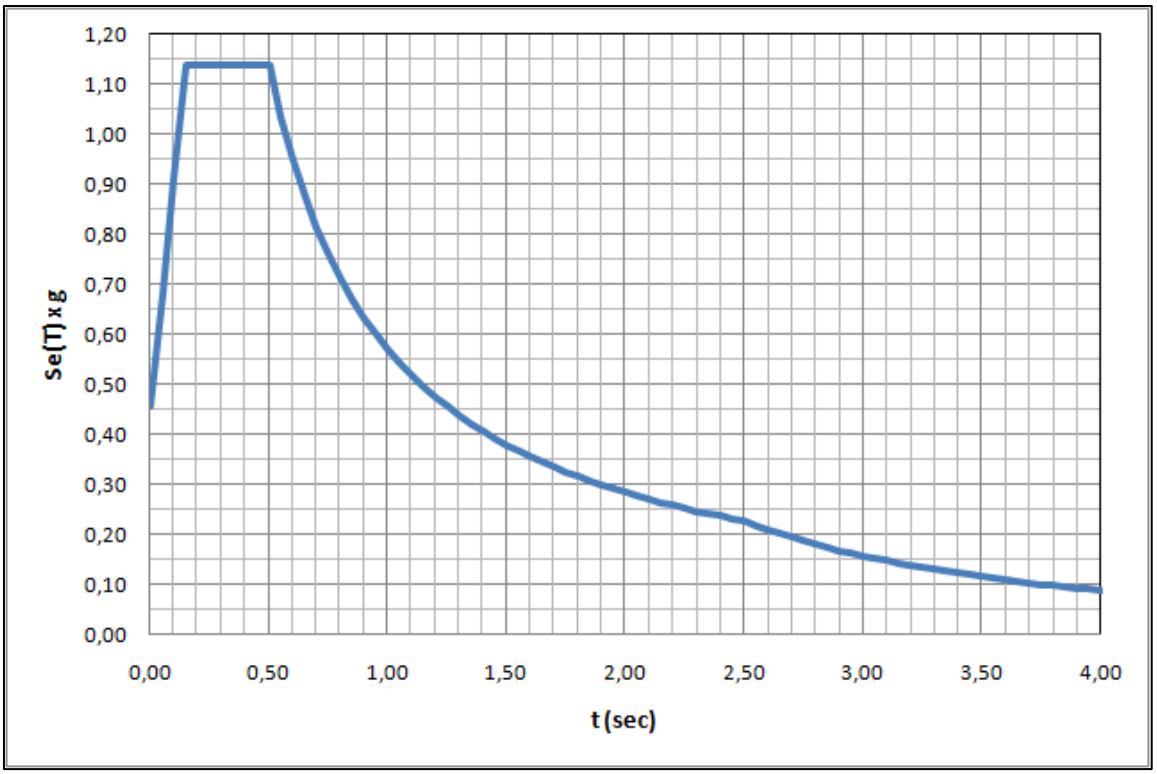
Σχήμα 3.5-1 : Προτεινόμενο Οριζόντιο Ελαστικό Φάσμα Απόκρισης (εξαιρούνται το κτίριο διύλισης και η δεξαμενή καθαρού νερού).

- <u>Ειδικά για το κτίριο διύλισης και για τη δεξαμενή καθαρού νερού που θεμελιώνονται επί του επιχώματος, προτείνεται η εφαρμογή των τιμών περιόδων</u> :

  T_B = 0,15sec , T_C = 0,50sec , T_D = 2,50sec

  Προτείνεται επίσης η εφαρμογή συντελεστή τοπογραφικής ενίσχυσης St = 1,20, σύμφωνα με το παράρτημα Α του EN1998-5:2006

  Στις περιπτώσεις αυτές το οριζόντιο ελαστικό φάσμα απόκρισης γίνεται :



Σχήμα 3.5-2 : Προτεινόμενο Οριζόντιο Ελαστικό Φάσμα Απόκρισης για το κτίριο διύλισης και τη δεξαμενή καθαρού νερού.

4 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.1 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Το υπό εξέταση έργο χωροθετείται επί έντονα έως πολύ έντονα επικλινούς πρανούς που αποτελεί τμήμα του αριστερού αντερείσματος του ρέματος Πλατανιά, στην έξοδο του Πρασσανού Φαραγγιού. Το ανώτερο τμήμα του φυσικού πρανούς δομείται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, με παρεμβολές ψαμμιτικών - ασβεστολιθικών μαργών και παρουσιάζει πολύ έντονες κλίσεις, έως και κατά τμήματα κατακόρυφα πρανή. Το κεντρικό και κατώτερο τμήμα του οικοπέδου δομείται από το σχηματισμό των φυλλιτών - χαλαζιτών, ο οποίος στην εν λόγω ζώνη συνίσταται από εναλλαγές πρασινοσχιστολίθων και φυλλιτών, με παρεβολές λεπτών χαλαζιακών ενστρώσεων. Ο σχηματισμός των φυλλιτών - σχιστολίθων βυθίζεται με κλίση 15° προς τα ΒΔ, ως εκ τούτου συναντάται σε υψόμετρα έως 160μ - 170μ Α - ΝΑ του οικοπέδου και εκτός αυτού, βυθιζόμενος σταδιακά στα 135μ - 140μ στο Β-ΒΔ τμήμα του οικοπέδου και κατάντη δυτικά. Οι ασβεστόλιθοι επικρατούν σε υψόμετρα από 135,0μ στο ανατολικό τμήμα του οικοπέδου, περιοριζόμενοι σε υψόμετρα πάνω από τα 160,0μ στο δυτικό τμήμα και εκτός αυτού. Η δομή των σχηματισμών της ζώνης του οικοπέδου και τα όρια ανάπτυξης αυτών παρατίθενται στα αντίστοιχα σχέδια γεωλογικής - γεωτεχνικής οριζοντιογραφίας, γεωτεχνικών διατομών και γεωτεχνικής οριζοντιογραφίας της ζώνης έδρασης των κύριων εγκαταστάσεων της ΕΕΝ.

Οι ασβεστόλιθοι συναντώνται γενικά συμπαγείς έως μέτρια κερματισμένοι, κατά θέσεις καρστικοποιημένοι, συχνά με αυξημένο ποσοστό ψηφίδων. Ο βαθμός αποσάθρωσης του σχηματισμού ποικίλλει, εξαρτώμενος από το ποσοστό μάργας, σε συνδυασμό με την έντονη οξείδωση αυτού, όπου ο βαθμός κερματισμού είναι υψηλός. Στα σχεδόν κατακόρυφα μέτωπα της ζώνης της στέψης του αντερείσματος (νότιο όριο του οικοπέδου), οι ασβεστόλιθοι συναντώνται συμπαγείς έως ελαφρά κερματισμένοι, ακανόνιστης δομής ασυνεχειών, χωρίς τη συστηματική παρουσία συγκεκριμένης οικογένειας διακλάσεων. Η παρουσία στο μέτωπο του φυσικού αντερείσματος ζωνών μάργας, σχηματισμών πιο ευάλωτων στην αποσάθρωση, έχει ως συνέπεια τη δημιουργία υποσκαφών και τη σταδιακή αποκόλληση βραχοτεμαχών από τα υπερκείμενα ασβεστολιθικά μέτωπα, σε συνδυασμό με την προϋπάρχουσα παρουσία διακλάσεων. Η συστηματική αποκόλληση και κύλιση ογκολίθων προς τα κατάντη πιστοποιείται από την παρουσία πολύ μεγάλου αριθμού αυτών, διάσπαρτων στο σύνολο του οικοπέδου, είτε πρόσφατων επιφανειακών ή παλαιώτερων πυο συναντήθηκαν σε μεγαλύτερα βάθη, εντός

της συνολικής επιφανειακής εδαφικής ζώνης κορημάτων, κατά την πραγματοποίηση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων.

Με βάση την επιτόπου παρατήρηση ων σχηματισμών και τα ευρήματα των δειγματολητικών γεωτρήσεων, η ζώνη των μαργαϊκών ασβεστόλιθων και ασβεστολιθικών - ψαμμιτικών μαργών μπορεί να διακριθεί σε τρεις επιμέρους σχηματισμούς :

α) Συμπαγείς έως ελαφρά κερματισμένοι ασβεστόλιθοι των επιφανειακών, πολύ απότομων μετώπων της περιοχής της στέψης του αντερείσματος. Ο σχηματισμός συναντάται οξειδωμένος στη ζώνη των τοιχωμάτων των υποκατακόρυφων διακλάσεων, συχνά ανοικτών, γενικά όμως παρουσιάζεται υγιής (Β.Α. I-II). Στην επιφανειακές εμφανίσεις του, λόγω της έντονης κλίσης των φυσικών αντερεισμάτων, αποτελεί τη ζώνη εκδήλωσης αποκολλήσεων βραχοτεμαχών και κυλίσεων προς τα κατάντη, φθάνοντας συχνά σε αποστάσεις έως το μέσον του ύψους του φυσικού αντερείσματος. Σε μεγαλύτερα βάθη ο σχηματισμός συναντάται με αυξημένο ποσοστό ψηφίδων, συχνά κατά ενστρώσεις, υπό τη μορφή ασβεστολιθικού ψηφιδοπαγούς.

β) Έντονα κερματισμένοι και τοπικά καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι. Συνήθως παρουσιάζουν φιανόμενα έντονης οξείδωσης στα τοιχώματα των διακλάσεων και κατά θέσεις αυξημένη αποσάθρωση. Στις ζώνες παρουσίας τους καλύπτωνται από εδαφικό μανδύα αποσάθρωσης και στρώσεις κορημάτων. Στα μέτωπα πρανών εκσκαφών αυξημένης κλίσης μετώπου και ύψους, ενδέχεται να αποτελέσουν πηγή μικροαποκολλήσεων τεμαχών και τοπικών αστοχιών μετώπου, κυρίως στην περιοχή υφιστάμενων εγκοίλων.

γ) Μέτρια κερματισμένες ασβεστολιθικές - ψαμμιτικές μάργες, ποικίλου βαθμού αποσάθρωσης (Β.Α. II-III και κατά θέσεις έως IV). Η παρουσία τους στα μέτωπα των υψηλών πρανών εκσκαφών ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα αποκολλήσεων υπερκείμενων ασβεστολίθων, εφόσον αυτοί συναντώνται κερματισμένοι, λόγω του γεγονότος ότι οι μαργαϊκές στρώσεις αποσαθρώνονται εύκολα δημουργώντας υποσκαφές.

Η ζώνη των φυλλιτών - σχιστολίθων, η οποία αποτελεί το κυρίως υπόβαθρο της ζώνης των έργων, περιλαμβάνοντας το σύνολο της οδού πρόσβασης και το Α-ΒΑ τμήμα του οικοπέδου των εγκαταστάσεων, συνίσταται από σχετικά ακανόνιστες εναλλαγές μεταξύ των επιμέρους σχηματισμών, με συστηματική παρουσία λεπτών χαλαζιτικών ενστρώσεων.

Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται αδρόκοκκοι με τραχείες επίπεδες επιφάνειες σχιστότητας, έντονα κερματισμένοι με τουλάχιστον τρία διακριτά επίπεδα διακλάσεων. Οι φυλλίτες συναντώνται έντονα κερματισμένοι - κατακερματισμένοι, συχνά φυλλοποιημένοι και παρουσιάζουν κατά

κανόνα λείες επιφάνειες σχιστότητας.

Το ποσοστό εμφάνισης των σχιστολίθων στη ζώνη του έργου και ειδικότερα στην εξεταζόμενη επιφάνεια ανάπτυξης της ΕΕΝ είναι περίπου 40%, έναντι ποσοστού 60% για τους φυλλίτες. Λόγω της συχνής εναλλαγής των επιμέρους στρώσεων, η επιλογή των μηχανικών χαρακτηριστικών της βραχόμαζας πραγματοποιείται θεωρώντας συνολικά ανομοιογενή σχηματισμό, με μηχανικές παραμέτρους ανάλογες των ποσοστών εμφάνισης του κάθε σχηματισμού Η γεωτεχνική αξιολόγηση του εδάφους πραγματοποιείται θεωρώντας τις εναλλαγές των σχηματισμών φυλλιτών και χαλαζιτών ως ανομοιογενή βραχομάζα, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αναφερόμενα ποσοστά εμφάνισης του κάθε σχηματισμού στο εσωτερικό της, με βάση την επιτόπου παρατήρηση των σχηματισμών και τα ευρήματα της πραγματοποιηθείσας γεωτεχνικής έρευνας.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τα γεωτεχνικά στοιχεία, την επιτόπου παρατήρηση και τη συμπεριφορά των υφιστάμενων ανοικτών πρανών εκσκαφών σε παρακείμενες του έργου θέσεις, η γενική δομή και συμπεριφορά των επιμέρους σχηματισμών της ζώνης των φυλλιτών - σχιστολίθων είναι :

α) Φυλλίτες : Συναντώνται κατά κανόνα έντονα κερματισμένοι, πτυχωμένοι και κατά θέσεις φυλλοποιημένοι, με σαφώς διαμορφωμένα επίπεδα σχιστότητας. Ο σχηματισμός παρουσιάζει ποικίλο βαθμό αποσάθρωσης, αναλόγως του τεκτονισμού του, ως εκ τούτου είναι κατά βάση ελαφρά έως μέτρια αποσαθρωμένος (Β.Α. ΙΙ-ΙΙΙ) με διακριτές όμως ζώνες έντονης αποσάθρωσης - μυλωνητίωσης (Β.Α. IV έως τοπικά V). Σε θέσεις όπου ο σχηματισμός είναι πιο υγιής και συμπαγής, η ευστάθεια των φυσικών και τεχνητών πρανών καθορίζεται από τον προσανατολισμό της σχιστότητας, σε σχέση με τον αντίστοιχο του πρανούς. Τα επίπεδα σχιστότητας των φυλλιτών παρουσιάζουν λεία τοιχώματα και σχετικά περιορισμένη διατμητική αντοχή. Ακόμα και στις δεδομένες περιπτώσεις πάντως, η συνολική αντοχή του φυλλίτη λειτουργεί αποτρεπτικά στη διαμόρφωση πολύ υψηλών πρανών ορυγμάτων με έντονη κλίση αναβαθμών, καθώς η φύλλωση του σχηματισμού ευνοεί την ανάπτυξη φαινομένων ανατροπών και δομικών αστοχιών.

β) Σχιστόλιθοι : Συναντώνται κατά κανόνα έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, κατά θέσεις έντονα πτυχωμένοι, με σαφώς διαμορφωμένο επίπεδο σχιστότητας. Ο σχηματισμός παρουσιάζεται αμυδρά έως ελαφρά αποσαθρωμένος, τοπικά εντονότερης αποσάθρωσης σε ζώνες έντονου τεκτονισμού (Β.Α. ΙΙ, τοπικά έως ΙΙΙ). Στις περιοχές όπου η σχιστότητα είναι ομόρροπη προς τα διαμορφωμένα μέτωπα πρανών, εκδηλώνονται συστηματικές

αποκολλήσεις βραχοτεμαχών, η συνολική όμως ευστάθεια των πρανών είναι βελτιωμένη έναντι των θέσεων όπου οι φυλλίτες επικρατούν.

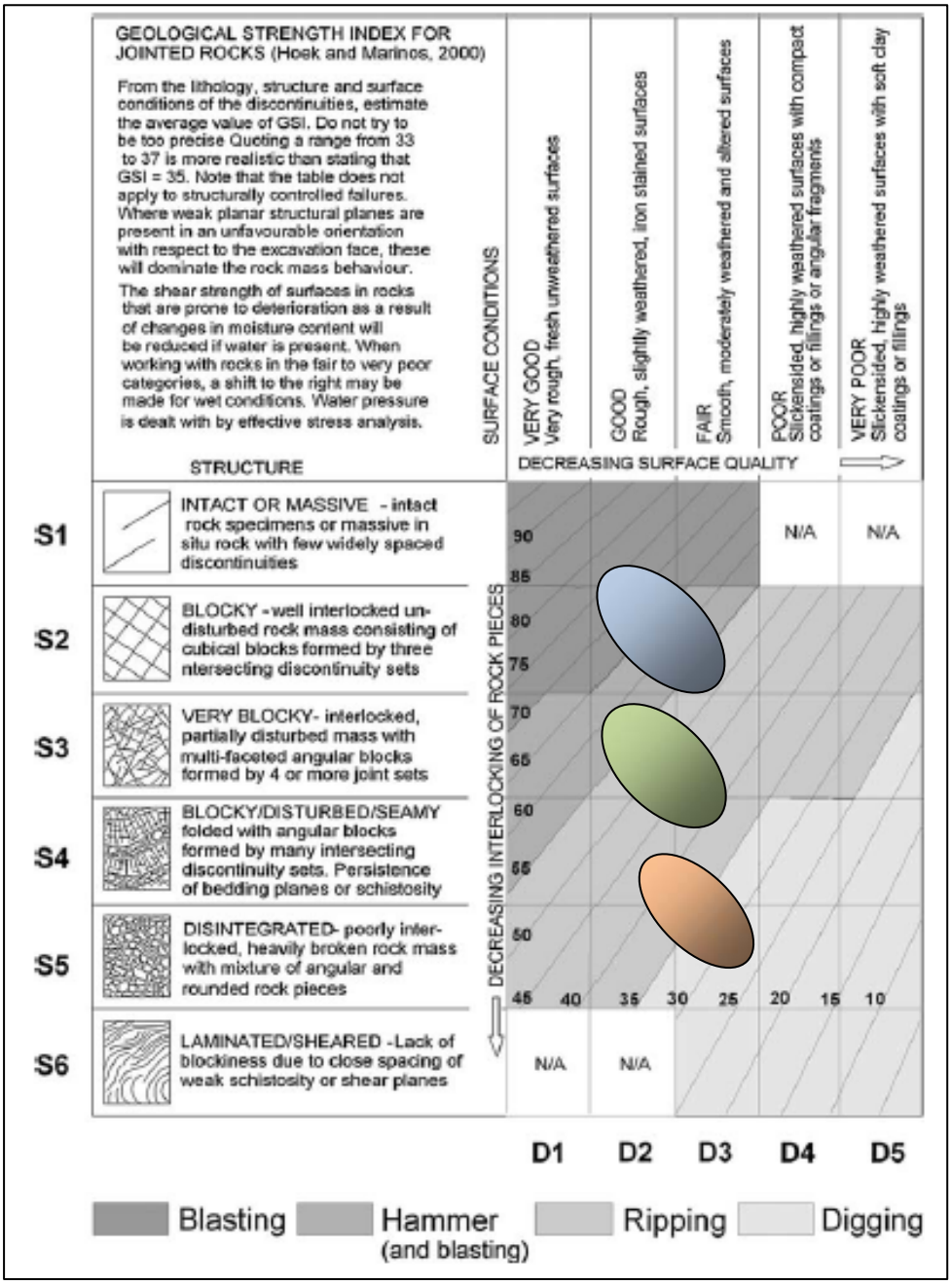
Συνολικά εντός της ζώνης των φυλλιτών - χαλαζιτών, ιδιαίτερα στην μεταξύ τους επαφή, συναντώνται ζώνες διάρρηξης, όπου ο σχηματισμός συναντάται εδαφοποιημένος, υπό τη μορφή πολύ σκληρής αργιλώδους άμμου, έχοντας χάσει τη δομή του (Β.Α. V). Το εύρος των συγκεκριμένων ζωνών κυμαίνεται από 3,0μ ÷ 4,0μ έως και >10,0μ. Οι εν λόγω ζώνες διάρρηξης, όταν είναι επιφανειακές, έχουν ως συνέπεια τη συστηματική εκδήλωση ρηχών κατολισθήσεων, με προοδευτική θραύση προς τα ανάντη, λόγω της έντονης κλίσης των φυσικών αντερεισμάτων, σε συνδυασμό με τη δράση τοπικών συγκεντρώσεων νερού, υπό τη μορφή επικρεμάμμενων υδροφόρων κατά τη χειμερινή περίοδο. Αντίστοιχες πρόσφατες αστοχίες (των πρόσφατων 5 - 10 ετών) είναι εμφανείς στο απέναντι αντέρεισμα και ανάντη της εξόδου της σήραγγας του Πρασσανού φαραγγιού, ενώ στη ζώνη διέλευσης της οδού πρόσβασης και κατάντη ανατολικά της θέσης της ΕΕΝ είναι εμφανείς παλαιότερες αντίστοιχες κατολισθήσεις, με ενδείξεις συνέχισης μικρομετακινήσεων, ερπυστικού χαρακτήρα. Στις θέσεις όπου διαμορφώνονται ορύγματα εντός των εν λόγω ζωνών, είναι απαραίτητη η υιοθέτηση ήπιων κλίσεων, <45°, καθώς είναι πιθανή η συστηματική εκδήλωση αστοχιών εντός των εν λόγω εδαφικών ζωνών.

4.2 ΕΚΣΚΑΨΙΜΟΤΗΤΑ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Η εκσκαψιμότητα της βραχόμαζας ποικίλλει, τόσο στην έκταση του οικοπέδου, όσο και στη ζώνη διέλευσης της οδού πρόσβασης. Στη ζώνη των ασβεστολίθων, καθώς και σε τμήματα όπου οι σχιστόλιθοι συναντώνται σχετικά υγιής και έως μέτρια κερματισμένοι, η εφαρμογή ελεγχόμενης χρήσης εκρηκτικών, με τη μέθοδο της ελεγχόμενης περιμετρικής ανατίναξης (smooth blasting), αποτελεί το βέλτιστο συνδυασμό παραγωγής (ταχύτητα προχώρησης εκσκαφών) και αποφυγής διατάραξης της βραζόμαζας. Στις ζώνες αυξημένου κερματισμού και αποσάθρωσης της φυλλιτικής και σχιστολιθικής βραχόμαζας, οι διανοίξεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται με τη χρήση βαρέων εκσκαπτικών μηχανημάτων και υδραυλική σφύρα (όπου απαιτηθεί), για την αποφυγή περαιτέρω διατάραξης της ήδη έντονα τεκτονισμένης βραχόμαζας.

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρατίθεται προτεινόμενη ταξινόμηση βραχόμαζας (Τσιαμπάος κ.α., 2010) με βάση την εκσκαψιμότητα αυτής, σε συνάρτηση με το δείκτη GSI. Από το διάγραμμα αυτό, για τις δεδομένες τιμές GSI από 25 έως 45 για τους φυλλίτες - σχιστόλιθους και GSI από

35 έως 60 για τους ασβεστόλιθους της ζώνης του έργου, καθώς και τις σχετικά τραχείες έως λείες επιφάνειες των ασυνεχειών, προκύπτει ως εναλλακτική (προς τη χρήση εκρηκτικών μέθοδο) μέθοδο εκσκαφών, την ξύση (ripping) των διαμορφούμενων μετώπων εντός των φυλλιτικών - χαλαζιτικών σχηματισμών και τη χρήση υδραυλικής σφύρας για τους ασβεστόλιθους, σε περίπτωση που οι περιβαλλοντικοί όροι του έργου δεν επιτρέπουν την εφαρμογή εκρηκτικών (όπου αυτή προκύπτει δόκιμη).



4.3 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

4.3.1 Εισαγωγή

Η εκτίμηση των μηχανικών παραμέτρων της βραχόμαζας βασίζεται στα ευρήματα της γεωτεχνικής έρευνας πεδίου - εργαστηρίου, σε συνδυασμό με την επιτόπου παρατήρηση της δομής των επιμέρους σχηματισμών. Στην έρευνα πεδίου συμπεριλήφθηκε σειρά κρουσιμετρήσεων, ιδιαίτερα στις επιμέρους στρώσεις των σχιστολίθων και φυλλιτών, σε διάφορες θέσεις στην έκταση του οικοπέδου και κατάντη αυτού. Οι τιμές των κρουσιμετρήσεων και οι αντίστοιχα εκτιμώμενες τιμές αντοχής άρρηκτου πετρώματος (με βάση τις αντίστοιχες βιβλιογραφικές συσχετίσεις), παρουσιάζουν ικανοποιητική ομοιομορφία στην έκταση του έργου, με την εξαίρεση ζωνών έντονης αποσάθρωσης των φυλλιτών, όπου είναι αδύνατη η εφαρμογή της μεθόδου.

4.3.2 Ζώνη Φυλλιτών - Σχιστολίθων

Η βραχόμαζα της ζώνης των φυλλιτών - σχιστολίθων συναντάται έντονα κερματισμένη έως κατακερματισμένη, με συνέπεια να μην ήταν δυνατή η εκτέλεση σημαντικού αριθμού δοκιμών αντοχής σε αντίστοιχα δείγματα. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε σειρά κρουσιμετρήσεων σε θέσεις όπου αυτό ήταν εφικτό, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ασφαλέστερη εκτίμηση των παραμέτρων αντοχής της βραχόμαζας.

Από τις δοκιμές αντοχής σε υγιέστερα δείγματα της φυλλιτικής - σχιστολιθικής βραχόμαζας, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα :

Από δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης σε υγιές σχιστολιθικό δείγμα της γεώτρησης ΓΝ-1 (ζώνη υψηλών ορυγμάτων ΕΕΝ), προέκυψε αντοχή σ_C = 66,6MPa.

Από δοκιμές αντοχής σε σημειακή θλίψη σε υγιή έως ελαφρά αποσαθρωμένα σχιστολιθικά δείγματα των γεωτρήσεων ΓΝ-1 (ζώνη υψηλών ορυγμάτων ΕΕΝ) και ΓΝ-2 (ζώνη θεμελίωσης δεξαμενής πάχυνσης ιλύος), προέκυψαν δοκιμές αντοχής :

$\sigma_{C,is}$ = 10,1MPa ÷ 40,7MPa και τοπικά έως 78,9MPa (παρουσία χαλαζιτικών). Σημειώνεται ότι λόγω της παρουσίας της σχιστότητας, οι δοκιμές σημειακής φόρτισης τείνουν να δώσουν χαμηλότερες τιμές αντοχής, αναλόγως διεύθυνσης φόρτισης και προσανατολισμού σχιστότητας.

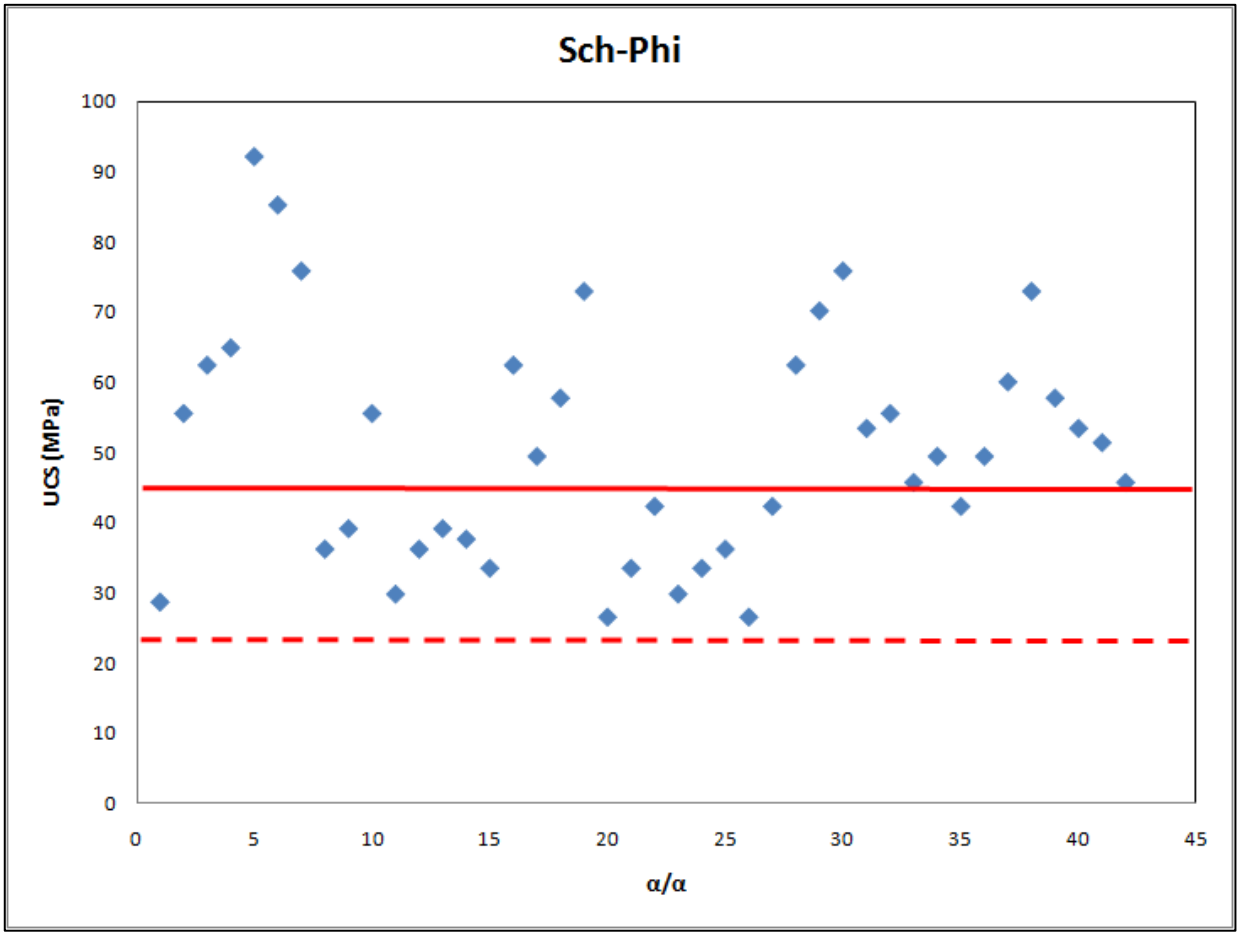
Στο ακόλουθο διάγραμμα παρατίθεται η κατανομή των εκτιμώμενων τιμών αντοχής του "άρρηκτου" πετρώματος της σχιστολιθικής - φυλλιτικής βραχόμαζας, από τις επιμέρους

δοκιμές κρουσιμετρήσεων, με βάση την παρακάτω σχέση, η οποία προέκυψε από το συνδυασμό βιβλιογραφικών δεδομένων και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων δοκιμών αντοχής :

$\sigma_{C,S,PHI\text{-}SCH} = 10,38 * e^{0,039*N'}$

(όπου N' η διορθωμένη τιμή N, αναλόγως της γωνίας κρούσης)

Σημειώνεται ότι για τη διατήρηση της αξιοπιστίας των επιμέρους αποτελεσμάτων, το σύνολο των δοκιμών κρουσιμέτρου πραγματοποιήθηκε σε μέτωπα βραχόμαζας βαθμού αποσάθρωσης Β.Α. = I-II και τοπικά έως III, περιορισμένου κερματισμού.



Σχήμα 4.3.2-1 : Κατανομή τιμών αντοχής "άρρηκτου" πετρώματος, από δοκιμές κρουσιμετρήσεων, εντός της φυλλιτικής - σχιστολιθικής βραχόμαζας.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτουν τιμές αντοχής "άρρηκτου" πετρώματος για τις σχετικά υγιείς ζώνες της φυλλιτικής - σχιστολιθικής βραχόμαζας :

$\sigma_{C,S,PHI\text{-}SCH,Xk} = 46,50MPa$

$\sigma_{C,S,PHI\text{-}SCH,Xlow} = 23,30MPa$

Οι εκτιμώμενες τιμές αντοχής για σχετικά υγιείς φυλλίτες κυμαίνονται από 26,0MPa έως 35,0MPa, ενώ για τους πλέον υγιείς σχιστόλιθους, οι αντίστοιχες τιμές κυμαίνονται από 30,0MPa έως 50,0MPa, ενώ στις ζώνες των χαλαζιακών ενστρώσεων η αντοχή φθάνει έως τα 70,0MPa. Ειδικά για τους σχιστόλιθους, οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν παράλληλα στι σχιστότητα έδειξαν συγκεντρώσεις τιμών περί τα 30,0MPa ÷ 35,0MPa, ενώ οι δοκιμές κάθετα στη σχιστότητα, στις ίδιες θέσεις, τιμές αντοχής περί τα 40,0MPa ÷50,0MPa.

Οι εκτιμώμενες τιμές αντοχής για τους φυλλίτες κυμαίνονται επομένως από 15,0MPa έως 35,0MPa για τις υγιείς ζώνες και από <1,0MPa έως 5,0MPa για τις ζώνες έντονης αποσάθρωσης - εδαφοποίησης (όπου πρακτικά είναι δυσδιάκριτη η έννοια του άρρηκτου πετρώματος). Ως εκ τούτου, για το σύνολο του φυλλιτικού σχηματισμού θεωρείται συντηρητικά χαρακτηριστική μέση τιμή αντοχής $\sigma_{C,phi.k}$ = 5,0MPa.

Εκτιμώντας ποσοστά συμμετοχής στο συνολικό σχηματισμό φυλλιτών - χαλαζιτών της τάξης του 60% φυλλίτες - 40% χαλαζίτες, προκύπτει συνολική τιμή μέσης χαρακτιριστικής τιμής αντοχής για την ανομοιογενή βραχόμαζα :

$\sigma_{C,pq,k}$ = 0,60 x 5,0MPa + 0,40 x 30,0MPa ==> $\sigma_{C,pq,k}$ = 15,0MPa

Ακολούθως παρατίθενται τα εύρη τιμών RMR για τους φυλλίτες - χαλαζίτες ξεχωριστά, καθώς και για τους ασβεστόλιθους. Στη συνέχεια εκτιμώνται τα εύρη τιμών μηχανικών παραμέτρων της βραχόμαζας, νοούμενης ως ισοδύναμο συνεχές μέσο, καθώς και οι χαρακτηριστικές μέσες τιμές των παραμέτρων σχεδιασμού.

Ζώνη Φυλλιτών : Phi [RMR]

	Παράμετρος	Περιγραφή		Βαθμ.	RMR_{GSI}
1	Αντοχή του άρρηκτου πετρώματος	Εκτιμώμενη : <1,0 - 25,0Mpa		0 - 2	1
2	Ποιότητα Πυρήνων διάτρησης RQD	RQD = 0% έως 20%		3	3
3	Απόσταση ασυνεχειών	<10cm έως 15cm		5 - 8	5
4	**Κατάσταση διακλάσεων**	μήκος : 2,0 – >10,0m άνοιγμα : <1 έως 3mm τραχύτητα : ελαφρά τραχεία έως λεία υλικό πληρ. : υπάρχει τοιχώματα : έντονα εξαλλοιωμένα	2 - 4 1 - 4 1 - 3 2 - 4 0 - 3 =	6 - 18	9
5	Συνθήκες Υπόγειου Νερού	Στεγνό έως λίγο υγρό		10 - 15	15

6	Προσανατολισμός ασυνεχειών	Μέτριος	0	0
		RMR =	**24 - 46**	**33**

Ζώνη Φυλλιτών : Phi [GSI]

Παράμετρος	***Έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένοι φυλλίτες.***		
	Πλησίον Μετώπου X_{min}	Πλησίον Μετώπου X_k	Εσωτερικό Πρανούς
Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής GSI	26	28	28
Αντοχή Άρρηκτου Πετρώματος σ_{ci} (Mpa)	2,0	6,0	6,0
Σταθερά Πετρώματος m_i	6	7	7
Συντ/της Διατάραξης D	0,5	0,7	0,3
Μέγιστη Πλευρική Τάση σ'_{3max} (Mpa)	0,30	0,30	0,30

Ενεργός γωνία τριβής Βραχόμαζας φ' (°)	18	24	31
Ενεργός Συνοχή Βραχόμαζας c' (Kpa)	25	35	45
Μέτρο Παραμόρφωσης Βραχόμαζας E_m (Mpa)	50	150	200
Θλιπτική Αντοχή Βραχόμαζας σ_{cm} (Mpa)	0,12	0,28	0,42

Χαρακτηρισμός	**Phi/low**	**Phi/Xk**	**Phi/upper**

Ζώνη Σχιστολίθων : Sch [RMR]

	Παράμετρος	**Περιγραφή**		**Βαθμ.**	**RMR_{GSI}**
1	Αντοχή του άρρηκτου πετρώματος	Εκτιμώμενη : 10,0 - 45,0Mpa		2 - 4	3
2	Ποιότητα Πυρήνων διάτρησης RQD	RQD = 0% έως 30%		3 - 6	4
3	Απόσταση ασυνεχειών	<10cm έως 20cm		5 - 8	6
4	**Κατάσταση διακλάσεων**	μήκος : 2,0 – >10,0m άνοιγμα : <1 έως 3mm τραχύτητα : ελαφρά τραχεία έως τραχεία υλικό πληρ. : υπάρχει κατά θέσεις τοιχώματα : μέτρια εξαλλοιωμένα	2 - 4 1 - 4 3 - 5 2 - 4 3 - 5 =	11 - 22	15
5	Συνθήκες Υπόγειου Νερού	Στεγνό έως λίγο υγρό		10 - 15	15
6	Προσανατολισμός ασυνεχειών	Μέτριος		0	0
			RMR =	**31 - 52**	**43**

Ζώνη Σχιστολίθων : Sch [GSI]

Παράμετρος	***Έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, μέτρια αποσαθρωμένοι σχιστόλιθοι.***		
	Πλησίον Μετώπου X_{min}	Πλησίον Μετώπου X_k	Εσωτερικό Πρανούς
Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής GSI	32	38	38
Αντοχή Άρρηκτου Πετρώματος σ_{ci} (Mpa)	15,0	25,0	30,0
Σταθερά Πετρώματος m_i	17	20	20
Συντ/της Διατάραξης D	0,8	0,8	0,4
Μέγιστη Πλευρική Τάση σ'_{3max} (Mpa)	0,30	0,30	0,30
Ενεργός γωνία τριβής Βραχόμαζας φ' (°)	36	45	53
Ενεργός Συνοχή Βραχόμαζας c' (Kpa)	60	95	140
Μέτρο Παραμόρφωσης Βραχόμαζας E_m (Mpa)	250	420	1050
Θλιπτική Αντοχή Βραχόμαζας σ_{cm} (Mpa)	0,95	2,20	4,25
Χαρακτηρισμός	**Sch/low**	**Sch/Xk**	**Sch/upper**

Συνολικός Σχηματισμός Φυλλιτών - Σχιστολίθων (60% - 40%) : Phi - Sch [GSI] : Πρανή

Παράμετρος	***Έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, μέτρια έως αποσαθρωμένοι, τοπικά μυλωνιτιωμένοι φυλλίτες - χαλαζίτες, σε εναλλαγή επιμέρους στρώσεων.***		
	Πλησίον Μετώπου X_{min}	Πλησίον Μετώπου X_k	Εσωτερικό Πρανούς
Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής GSI	28	31	31
Αντοχή Άρρηκτου Πετρώματος σ_{ci} (Mpa)	7,0	13,0	15,0
Σταθερά Πετρώματος m_i	10	10	10
Συντ/της Διατάραξης D	0,7	0,7	0,4
Μέγιστη Πλευρική Τάση σ'_{3max} (Mpa)	0,25	0,25	0,30
Ενεργός γωνία τριβής Βραχόμαζας φ' (°)	29	37	41
Ενεργός Συνοχή Βραχόμαζας c' (Kpa)	30	35	55
Μέτρο Παραμόρφωσης Βραχόμαζας E_m (Mpa)	120	230	350
Θλιπτική Αντοχή Βραχόμαζας σ_{cm} (Mpa)	0,35	0,80	1,34
Χαρακτηρισμός	**Phi-Sch/low**	**Phi-Sch/Xk**	**Phi-Sch/upper**

Συνολικός Σχηματισμός Φυλλιτών - Σχιστολίθων (60% - 40%) : Phi - Sch [GSI] : Ζώνη Θεμελίωσης

Παράμετρος	***Έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι, μέτρια έως αποσαθρωμένοι, τοπικά μυλωνιτιωμένοι φυλλίτες - χαλαζίτες, σε εναλλαγή επιμέρους στρώσεων.***		
	Πλησίον Επιφάνειας X_{min}	Πλησίον Επιφάνειας X_k	Εσωτερικό Πρανούς
Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής GSI	28	31	31
Αντοχή Άρρηκτου Πετρώματος σ_{ci} (Mpa)	7,0	13,0	15,0
Σταθερά Πετρώματος m_i	10	12	12
Συντ/της Διατάραξης D	0,5	0,5	0,3
Μέγιστη Πλευρική Τάση σ'_{3max} (Mpa)	0,25	0,25	0,30
Ενεργός γωνία τριβής Βραχόμαζας φ' (°)	31	39	41
Ενεργός Συνοχή Βραχόμαζας c' (Kpa)	40	50	65
Μέτρο Παραμόρφωσης Βραχόμαζας E_m (Mpa)	140	290	400
Θλιπτική Αντοχή Βραχόμαζας σ_{cm} (Mpa)	0,46	0,95	1,40
Χαρακτηρισμός	**Phi-Sch/low**	**Phi-Sch/Xk**	**Phi-Sch/upper**

4.3.3 Ζώνη Μαργαϊκών Ασβεστολίθων

Η βραχόμαζα της ζώνης των μαργαϊκών ασβεστολίθων, η οποία περιλαμβάνει επίσης ενστρώσεις ασβεστολιθικών - ψαμμιτικών μαργών και ζωνών όπου οι η βραχόμαζα μπορεί να χαρακτηριστεί έως ασβεστολιθικό ψηφιδοπαγές, λόγω της παρουσίας αυξημένου ποσοστού ψηφίδων, συναντάται γενικά ελαφρά κερματισμένη, τοπικά μέτρια έως έντονα κερματισμένη, κατά θέσεις καρστικοποιημένη, με παρουσία εγκοίλων και ανοικτών διακλάσεων αυξημένου βαθμού οξείδωσης. Ο σχηματισμός είναι γενικά υγιής έως ελαφρά αποσαθρωμένος, εντούτοις εντός των μαργαϊκών ενστρώσεων, σε ζώνες εγκοίλων και στη ζώνη μετάβασης με τους υποκείμενους φυλλίτες - σχιστόλιθους, ο βαθμός αποσάθρωσης παρουσιάζετι αυξημένος.

Λόγω της δομής του σχηματισμού υπήρξε η δυνατότητα λήψης επαρκούς αριθμού δειγμάτων για την πραγματοποιήηση δοκιμών αντοχής του άρρηκτου πετρώματος, εντούτοις και στην περίπτωση αυτή πραγματοποιήθηκε επιπλέον σειρά κρουσιμετρήσεων σε θέσεις όπου αυτό

ήταν εφικτό, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ασφαλέστερη εκτίμηση των παραμέτρων αντοχής της βραχόμαζας.

Από τις δοκιμές αντοχής σε υγιέστερα δείγματα της ασβεστολιθικής βραχόμαζας, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα :

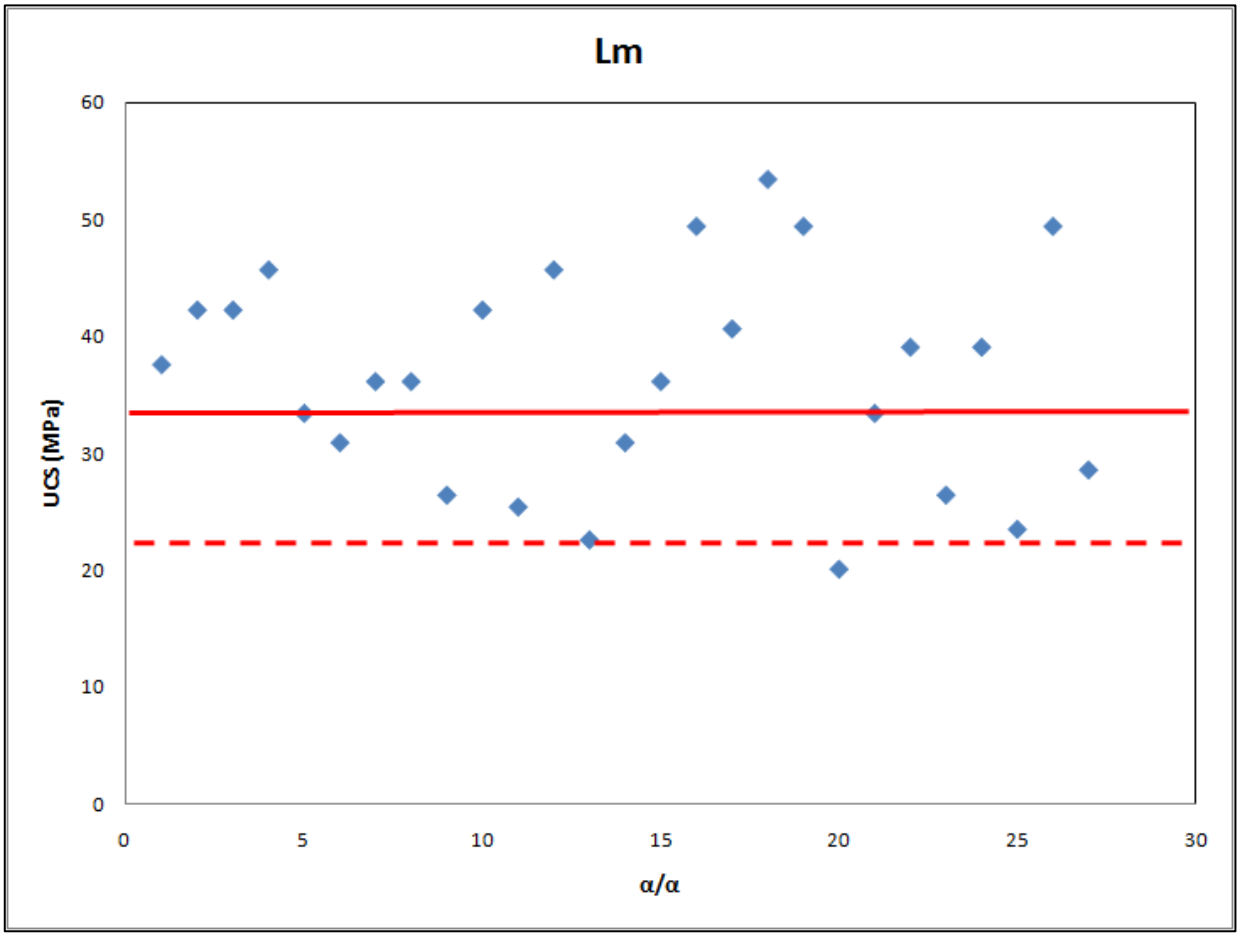
Γεώτρηση	Βάθος	σ_C (MPa)	Τύπος Δοκιμής
ΓΝ-1	4,00 - 4,30	23,90	Ανεμπόδιστη Θλίψη
ΓΝ-2	2,60 - 2,80	20,70	Ανεμπόδιστη Θλίψη
	4,30 - 4,60	46,80	Ανεμπόδιστη Θλίψη
	7,30 - 7,50	27,90	Ανεμπόδιστη Θλίψη
ΓΝ-3	6,70 - 7,00	27,30	Ανεμπόδιστη Θλίψη
	8,30 - 8,60	23,40	Ανεμπόδιστη Θλίψη
	1,80 - 1,90	66,70	Σημειακή Φόρτιση
	12,00 - 12,20	70,15	Σημειακή Φόρτιση
ΓΝ-4	2,30 - 2,50	37,95	Σημειακή Φόρτιση
	$X_{med,UCS}$	**29,7**	
	$S_{,UCS}$	**9,3**	
	$X_{k,UCS}$	**22,8**	

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρατίθεται η κατανομή των εκτιμώμενων τιμών αντοχής του "άρρηκτου" πετρώματος της ασβεστολιθικής βραχόμαζας, από τις επιμέρους δοκιμές κρουσιμετρήσεων, με βάση την παρακάτω σχέση, η οποία προέκυψε από το συνδυασμό βιβλιογραφικών δεδομένων και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων δοκιμών αντοχής :

$$\sigma_{C,S,PHI\text{-}SCH} = 10,38 * e^{0,039*N'}$$

(όπου N' η διορθωμένη τιμή N, αναλόγως της γωνίας κρούσης)

Σημειώνεται ότι για τη διατήρηση της αξιοπιστίας των επιμέρους αποτελεσμάτων, το σύνολο των δοκιμών κρουσιμέτρου πραγματοποιήθηκε σε μέτωπα βραχόμαζας βαθμού αποσάθρωσης Β.Α. = I-II και τοπικά έως III, περιορισμένου κερματισμού.



Σχήμα 4.3.3-1 : Κατανομή τιμών αντοχής "άρρηκτου" πετρώματος, από δοκιμές κρουσιμετρήσεων, εντός της ασβεστολιθικής βραχόμαζας.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτουν τιμές αντοχής "άρρηκτου" πετρώματος για τις σχετικά υγιείς ζώνες της ασβεστολιθικής βραχόμαζας :

$\sigma_{C,S,LM,Xk}$ = 33,70MPa

$\sigma_{C,S,LM,Xlow}$ = 21,30MPa

Οι αντίστοιχες τιμές αντοχής από κρουσιμετρήσεις για τους ανώτερους ασβεστόλιθους του οικοπέδου κυμάνθηκαν από 25,0MPa έως 45,0MPa, ενώ σε πιο πορώδεις ενστρώσεις της βραχόμαζας οι τιμές αντοχής παρουσιάζονται χαμηλότερες, της τάξης των 20,0MPa ÷ 25,0MPa.

Για την περίπτωση των ασβεστολίθων λαμβάνεται συντηρητικά τιμή αντοχής :

$\sigma_{C,lm,k}$ = 20,0MPa

Ζώνη Μαργαϊκών Ασβεστολίθων : Lm [RMR]

	Παράμετρος	Περιγραφή		Βαθμ.	RMR_{GSI}
1	Αντοχή του άρρηκτου πετρώματος	Εκτιμώμενη : 15,0 - 45,0Mpa		2 - 4	3
2	Ποιότητα Πυρήνων διάτρησης RQD	RQD = 10% έως 100%		3 - 20	11
3	Απόσταση ασυνεχειών	<10cm έως >30cm		5 - 10	7
4	**Κατάσταση διακλάσεων**	μήκος : 2,0 – >10,0m άνοιγμα : <1 έως 3mm τραχύτητα : ελαφρά τραχεία έως τραχεία υλικό πληρ. : υπάρχει κατά θέσεις τοιχώματα : μέτρια εξαλλοιωμένα	2 - 4 1 - 4 3 - 5 2 - 4 3 - 5 =	11 - 22	16
5	Συνθήκες Υπόγειου Νερού	Στεγνό έως λίγο υγρό		10 - 15	15
6	Προσανατολισμός ασυνεχειών	Μέτριος		0	0
			RMR =	**31 - 71**	**52**

Ζώνη Μαργαϊκών Ασβεστολίθων : Lm [GSI]

Παράμετρος	***Μέτρια κερματισμένοι ασβεστόλιθοι, ποικίλλου βαθμού αποσάθρωσης.***		
	Πλησίον Μετώπου X_{min}	Πλησίον Μετώπου X_k	Εσωτερικό Πρανούς
Δείκτης Γεωλογικής Αντοχής GSI	36	47	47
Αντοχή Άρρηκτου Πετρώματος σ_{ci} (Mpa)	14,0	22,0	30,0
Σταθερά Πετρώματος m_i	9	9	9
Συντ/της Διατάραξης D	0,7	0,8	0,5
Μέγιστη Πλευρική Τάση σ'_{3max} (Mpa)	0,30	0,30	0,30

Ενεργός γωνία τριβής Βραχόμαζας φ' (°)	35	42	47
Ενεργός Συνοχή Βραχόμαζας c' (Kpa)	60	100	140
Μέτρο Παραμόρφωσης Βραχόμαζας E_m (Mpa)	300	670	1060
Θλιπτική Αντοχή Βραχόμαζας σ_{cm} (Mpa)	0,90	1,77	2,45

Χαρακτηρισμός	**Lm/low**	**Lm/Xk**	**Lm/upper**

4.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΒΡΑΧΟΜΑΖΑΣ

Οι ασυνέχειες στο εσωτερικό της βραχομάζας στην περιοχή του χαλαζιτικού τμήματος αυτής παρουσιάζουν σαφώς μεγαλύτερη διατμητική αντοχή σε σχέση με τις ασυνέχειες στο φυλλιτικό τμήμα. Ο προσδιορισμός της γωνίας διατμητικής αντοχής των ασυνεχειών γίνεται με βάση το κριτήριο Barton-Bandis.

Ασυνέχειες σχιστότητας: Οι ασυνέχειες σχιστότητας εντοπίζονται στον σχηματισμό των φυλλιτών και εμφανίζουν ομαλές και ολισθηρές επιφάνειες. Λαμβάνεται συντελεστής τραχύτητας ασυνεχειών σχιστότητας JRC=4. Η βασική γωνία τριβής για την σχιστότητα λαμβάνεται από βιβλιογραφικές αναφορές σε σχηματισμούς φυλλιτών φ_b= 28°, λαμβάνοντας υπόψη τη στιλπνότητα των τοιχωμάτων.
Η θλιπτική αντοχή των τοιχωμάτων των ασυνεχειών σχιστότητας λαμβάνεται από JCS = 5,0Mpa (για τις ζώνες αυξημένης αποσάθρωσης της φυλιτικής βραχόμαζας) έως JCS = 25,0MPa (για τις υγιέστερες ζώνες του σχιστολιθικού σχηματισμού), από την θλιπτική αντοχή του σχηματισμού των φυλλιτών - σχιστολίθων, όπως προσδιορίσθηκε παραπάνω.

Διακλάσεις: Οι διακλάσεις που εντοπίζονται στο εσωτερικό της βραχομάζας διέρχονται τόσο από σχηματισμό φυλλιτών όσο και από σχηματισμό χαλαζιτών και εμφανίζουν τραχείες επιφάνειες και αυξημένη αντοχή σε σχέση με τις επιφάνειες σχιστότητας των φυλλιτών. Ο συντελεστής τραχύτητας για τις επιφάνειες των διακλάσεων λαμβάνεται JRC=10. Η βασική γωνία τριβής των διακλασεων λαμβάνεται φ_b = 32°, ως ο μέσος όρος των βιβλιογραφικών τιμών των βασικών γωνιών τριβής για τους φυλλίτες και τους χαλαζίτες. Η θλιπτική αντοχή των τοιχωμάτων των διακλάσεων λαμβάνεται JCS=10,0Mpa ÷ 25,0MPa, ως προσέγγιση του μέσου όρου των θλιπτικών αντοχών σ_c των φυλλιτών και των σχιστολίθων (οι χαμηλότερες τιμές JCS δεν έχουν στην περίπτωση αυτή εφαρμογή, καθώς οι πλέον αποσαθρωμένοι φυλλίτες παρουσιάζουν ισχυρή φύλλωση).

Η τιμή της συνοχής τόσο στις επιφάνειες σχιστότητας όσο και στις διακλάσεις λαμβάνεται συντηρητικά c= 0 Kpa.

Από δοκιμή άμεσης διάτμησης που πραγματοποιήθηκε σε αντιπροσωπευτικό επίπεδο σχιστότητας της σχετικά υγιούς σχιστολιθικής βραχόμαζας, προέκυψαν τιμές διατμητικής αντοχής, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα :

σν	τ_{peak}	$\varphi_{peak,B-B}$	JRC	θεωρ. φ_b (φ_r)	Αναστρ. JCS
830kPa	720kPa	40,9°	8	29°	25,5 MPa
1240kPa	830kPa	33,8°	6	28°	7,8 MPa

Η απομείωση των παραμέτρων διατμητικής αντοχής ανά επιβαλλόμενο φορτίο οφείλεται στο γεγονός ότι ο κάθε επιμέρους κύκλος πραγματοποιείται επί της ίδιας, καταπονημένης πλέον ασυνέχειας, όπου έχουν ήδη πραγματοποιηθεί θραύσεις από του ςπροηγούμενους επιβαλλόμενους κύκλους φόρτισης.

Οι παραπάνω τιμές συμβαδίζουν πλήρως με τις προτεινόμενες τιμές παραμέτρων διατμητικής αντοχής της αρχής της παραγράφου, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της κλίμακας (πεδίο έναντι εργαστηριακού δείγματος) και του μεγέθους των επιμέρους δομικών στοιχείων (μπλοκ) της βραχόμαζας, στις τιμές JRC.

4.5 ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΙΣ Ε.Ε.Ν. ΚΑΙ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ - ΟΠΛΙΜΕΝΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ

4.5.1 Επιχωματώσεις Λεκάνης – Περιμετρικά Αναχώματα

Για την κατασκευή του υπό μελέτη επιχώματος των εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων των οπλισμένων τμημάτων αυτού, θα χρησιμοποιηθούν βραχώδη υλικά ασβεστολιθικής και σχιστολιθικής προέλευσης, προερχόμενα από τις εκσκαφές των παρακείμενων ορυγμάτων διαμόρφωσης της πλατείας, εκτός των πλέον αποσαθρωμένων τμημάτων της βραχόμαζας. Πριν από τη διάστρωση τα υλικά θα έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία (σε συγκρότημα θραύσης και διαλογής υλικού), έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτούμενες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις που περιγράφονται στις Τεχνικές Προδιαγραφές των ακόλουθων παραγράφων.

Για τα υλικά αυτά, <u>τα οποία θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τα προδιαγραφόμενα στις επόμενες παραγράφους (κατηγορία REMB-1 για τα οπλισμένα επιχώματα και EMB-1 για τα συνήθη επιχώματα)</u>, επιλέγονται οι ακόλουθες μηχανικές παράμετροι σχεδιασμού :

Υλικά κατηγορίας REMB-1 : $\gamma' = 21{,}0\ KN/m^3$, $c'=1{,}0\ kPa$, $\varphi' = \geq 36°$, $E'_S \geq 45{,}0\ MPa$
Υλικά κατηγορίας EMB-1 : $\gamma' = 20{,}5\ KN/m^3$, $c'=2{,}0\ kPa$, $\varphi' = \geq 34°$, $E'_S \geq 40{,}0\ MPa$

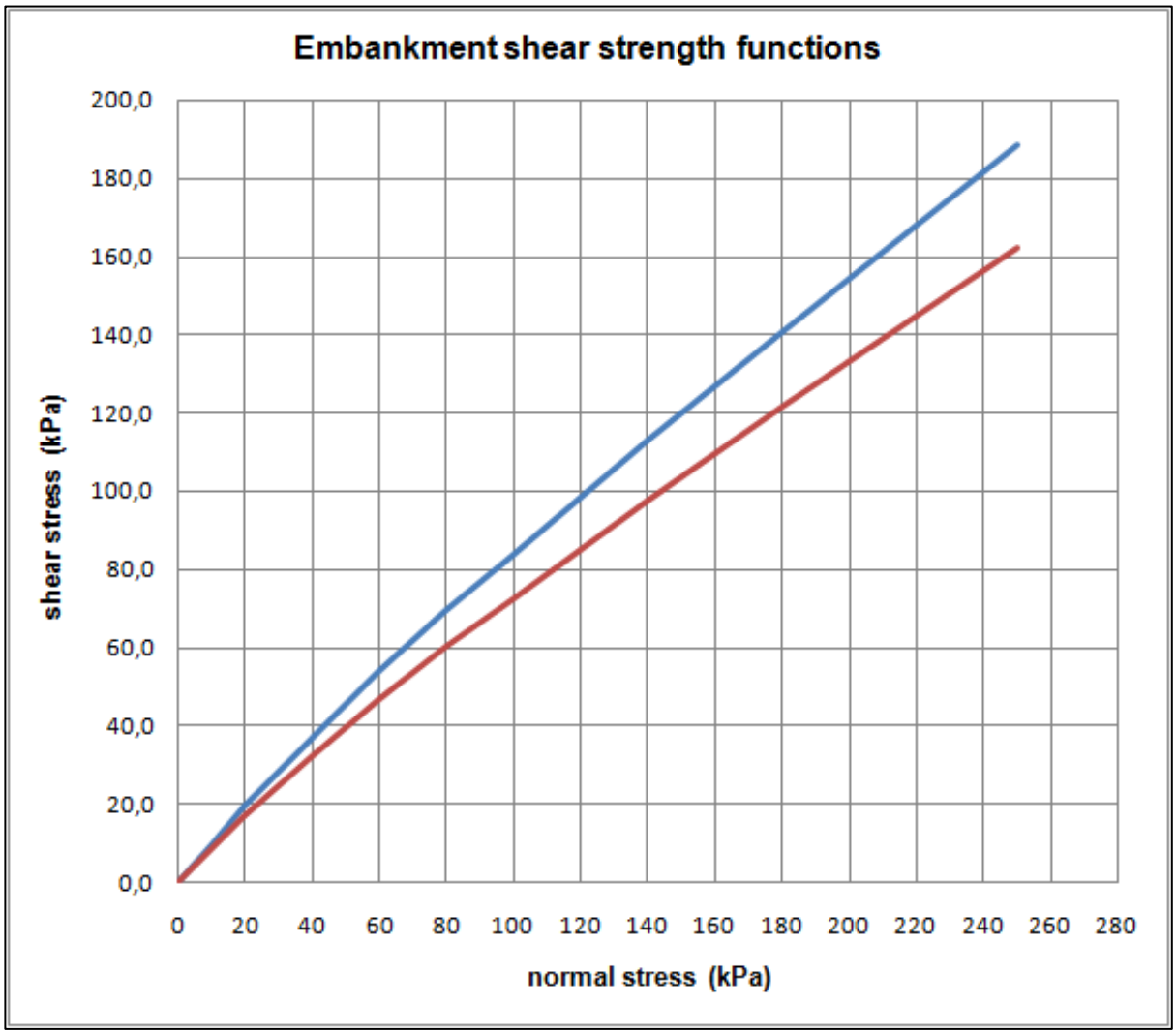
Τα προαναφερόμενα χρησιμοποιούμενα γεωυλικά συνοψίζονται ως ακολούθως :

Ζώνη Γεωπλεγμάτων Οπλισμένου Επιχώματος και στέψη έδρασης υποδομών εγκαταστάσεων : Αμμοχαλικώδες υλικό προερχόμενο από εκσκαφές ορυγμάτων, dmax < 125mm, κατηγορίας σύμφωνα με τον πίνακα 5.3.3-1 της παραγράφου 5.3.3, βαθμού συμπύκνωσης που αντιστοιχεί σε ξηρά πυκνότητα τουλάχιστον ίση με 95% της μέγιστης επιτυγχανόμενης εργαστηριακά κατά την τροποιημένη δοκιμή PROCTOR.

Ζώνη Κυρίως Επιχώματος : Αμμοχαλικώδες υλικό προερχόμενο από εκσκαφές ορυγμάτων, dmax < 150mm, κατηγορίας σύμφωνα με τον πίνακα 5.3.3-2 της παραγράφου 5.3.3, βαθμού συμπύκνωσης που αντιστοιχεί σε ξηρά πυκνότητα τουλάχιστον ίση με 95% της μέγιστης επιτυγχανόμενης εργαστηριακά κατά την τροποιημένη δοκιμή PROCTOR.

Λόγω της αδρόκοκκης σύστασης των γεωυλικών κατασκευής του οπλισμένου επιχώματος, η περιβάλλουσα διαθέσιμης διατμητικής αντοχής κατά Mohr δεν είναι γραμμική αλλά καμπύλη, κατ' αναλογία προς την αντίστοιχη περιβάλλουσα διατμητικής αντοχής ασυνεχειών.

Στο ακόλουθο διάγραμμα 4.5-1 παρατίθενται προτεινόμενες περιβάλλουσες Mohr για αδρόκοκκα γεωυλικά προερχόμενα από υγιείς ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους.



Σχήμα 4.5-1 : Περιβάλλουσες διαθέσιμης διατμητικής αντοχής κατά Mohr για αδρόκοκκα γεωυλικά κατασκευής οπλισμένων επιχωμάτων με επίλεκτα γεωυλικά ασβεστολιθικής / σχιστολιθικής προέλευσης.

4.6 ΖΩΝΕΣ ΕΝΤΟΝΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΛΛΙΤΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

Στο ΒΑ τμήμα της διαμορφούμενης πλατείας της ΕΕΝ και κατάντη αυτής, καθώς και τοπικά σε ζώνες μετάβασης από τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους στους κατώτερους φυλλίτες -

σχιστόλιθους ή σε ζώνες αυξημένου τεκτονισμού ή εναλλαγών των τελευταίων, συναντώνται αυξημένου πάχους εδαφικές ζώνες ή εντελώς αποσαθρωμένων φυλλιτών. Πρόκειται για στρώσεις αργιλώδους έως ιλυώδους άμμου με διάσπαρτα λεπτά χαλίκια, μέσης έως αυξημένης με το βάθος πυκνότητας, μέσης έως περιορισμένης πλαστικότητας. Ο σχηματισμός δεν παρουσιάζει οριζόντια συνέχεια στο χώρου του οικοπέδου και της εξωτερικής οδού πρόσβασης, ενώ στα περιμετρικά όρια των ζωνών αυτών, το πάχος μειώνεται απότομα. Η στρώση παρουσιάζει σχετικά περιορισμένη περιεχόμενη φυσική υγρασία, ενδέχεται όμως αυτή εποχικά να αυξάνεται, λόγω της κυκλοφορίας υπόγειων υδάτων στις ασυνέχειες της περιβάλλουσας βραχόμαζας.

Η στρώση CS συναντάται κυρίως στο ΒΑ τμήμα της πλατείας της ΕΕΣ και κατάντη αυτής, καθώς και σε θέσεις της εξωτερικής οδού πρόσβασης, όπως φαίνεται στις αντίστοιχες γεωτεχνικές οριζοντιογραφίες. Το πάχος της στρώσης κυμαίνεται από 5,0μ έως και >13,0μ, στα προαναφερόμενα τμήματα. Η στρώση CS παρουσιάζει ικανοποιητική ομοιομορφία ως προς τα φυσικά και μηχανικά της χαρακτηριστικά, με εξαίρεση την απόκριση υπό τη σεισμική φόρτιση σχεδιασμού.

Με βάση τα στοιχεία της γεώτρησης ΓΝ-5, η οποία διανοίχθηκε εξολοκλήρου εντός της εν λόγω στρώσης, αλλά και μικρού τμήματος της γεώτρησης ΓΝ-1 (εντελώς αποσαθρωμένες διεπαφές μεταξύ φυλλιτών - σχιστολίθων), η στρώση CS παρουσιάζει μέση έως αυξημένη με το βάθος πυκνότητα, πυκνότητα με σχετικές διακυμάνσεις και τιμές $\mathbf{N_{SPT} = 24 \div 43}$, αυξανόμενες με το βάθος, ενώ εξαιρέθηκαν τιμές N>50, λόγω της κρούσης σε μεγαλύτερου μεγέθους φυλλιτικά τεμάχη.

Η στρώση [CS] παρουσιάζει ως σύνολο μέση έως περιορισμένη πλαστικότητα και αντίστοιχα σχετικά περιορισμένη φυσική υγρασία. Το ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού, διερχόμενου από το κόσκινο No200 (ποσοστό αργίλου - ιλύος) κυμαίνεται από **38% έως 49%** (αργιλικές ενστρώσεις) με μέση τιμή $\mathbf{M_{<No200} = 43,1\%}$. Ως εκ τούτου, η μακροσκοπική συμπεριφορά της στρώσης προσομοιάζει με εκείνη σκληρής αργίλου, σε ό,τι αφορά στη μακροχρόνια ευστάθεια πρανών ορυγμάτων.

Αντιστοίχως για το αμμώδες κλάσμα (διερχόμενο από κόσκινο No4 και συγκρατούμενο σε κόσκινο No200) η διακύμανση του ποσοστού είναι από **38% έως 47%** με μέση τιμή $\mathbf{M_{sand} = 41,3\%}$.

Για το κλάσμα των χαλίκων (συγκρατούμενο στο κόσκινο No4) η διακύμανση του ποσοστού είναι από **5% έως 29%** με μέση τιμή $\mathbf{M_{gravel} = 15,6\%}$.

Οι αντίστοιχες διακυμάνσεις και μέσες τιμές του ορίου υδαρότητας, ορίου & δείκτη πλαστικότητας και περιεχόμενης φυσικής υγρασίας εντός της στρώσης [CS] είναι :

LL = 20,2% ÷ 23,9% (LL_{med} = 22,8%)

PL = 15,2% ÷ 18,8% (PL_{med} = 16,8%)

PI = 1,4% ÷ 8,0% (PI_{med} = 6,0%)

W = 14,3%, συνεπώς η περιεχόμενη φυσική υγρασία είναι χαμηλότερη του ορίου πλαστικότητας.

Από δοκιμή άμεσης διάτμησης, βραδείας με στερεοποίηση (CD) που πραγματοποιήθηκε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα της στρώσης, προέκυψαν τιμές διατμητικής αντοχής σε μακροχρόνιες συνθήκες :

c' = 9,4kPa , φ' = 33,9°

Η παραπάνω τιμή αντοχής συμβαδίζει με τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών SPT, οι τιμές των οποίων (για θεώρηση αμμώδους στρώσης) :

φ'_S = 33° ÷ 37° , E'_S = 28,0MPa ÷ 45,0MPa

- Επιλέγονται για τη στρώση τιμές σχεδιασμού :

c' = 6,0kPa , φ' = 34° , E'_S = 35,0 MPa

4.7 ΖΩΝΕΣ ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ - ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΗΜΜΕΝΩΝ ΒΡΑΧΟΤΕΜΑΧΩΝ

Τόσο οι ζώνες κορημάτων, όσο και οι στρώσεις συγκολημμένων βραχοτεμαχών προέρχονται από τη διάβρωση και αποσάθρωση των υγιέστερων επιφανειακών βραχωδών εξάρσεων. Στο κεντρικό και ανώτερο τμήμα του οικοπέδου το σύνολο των υλικών αυτών προέρχονται από τα ανάντη ασβεστολιθικά αντερείσματα, τα οποία συνθέτουν ένα πρακτικά συνεχές, έντονο ανάγλυφο. Στο κατώτερο τμήμα του οικοπέδου και τη ζώνη διέλευσης της οδού πρόσβασης, συναντώνται σταδιακά και ζώνες κορημάτων σχιστολιθικής προέλευσης, οι οποίες συχνά περιέχουν τόσο ασβεστολιθικά, όσο και σχιστολιθικά τεμάχη. Στο κατώτερο τμήμα του

αντερείσματος, πλησίον της κοίτης, η σχιστολιθική - φυλλιτική σύσταση των εν λόγω ζωνών επικρατεί πλήρως.

Στην περιοχές όπου ο σχηματισμός είναι πιο κοκκώδης, η στρώση των κορημάτων συνίσταται από αργιλώδη - ιλυώδη αμμοχάλικα με διάσπαρτα τεμάχη διαμέτρου έως 20,0cm - 30,0cm. Στις περιπτώσεις αυτές, οι οποίες συναντώνται κυρίως κατάντη των πλέον ήπιων βραχωδών πρανών, ο σχηματισμός παρουσιάζει τη συμπεριφορά πυκνού αργιλώδους αμμοχάλικου, η δε απόκρισή του είναι σχετικά ομοιόμορφη. Το πάχος των στρώσεων κορημάτων κυμαίνεται από 2,0μ ÷ 3,0μ έως και >5,0μ.

Η έκταση των στρώσεων συγκολημμένων βραχοτεμαχών περιορίζεται στις ζώνες κατάντη των υποκατακόρυφων ασβεστολιθικών πρανών (πχ γεώτρηση ΓΝ-4), όπου το πάχος αυτών είναι αυξημένο (>5,0μ÷6,0μ). Στην ζώνες αυτές εντοπίζονται βραχοτεμάχη ποικίου μεγέθους, διαμέτρου d = 20cm÷30cm έως >50cm, συγκολλημμένων με αργιλικό υλικό πλήρωσης, πάχους 3,0cm÷5,0cm έως >10,0cm. Πρόκειται για ανομοιόμορφη στρώση, με σημαντικά διαφορετική απόκριση από θέση σε θέση, αναλόγως του πάχους του αργιλικού υλικού πλήρωσης και του μεγέθους των επιμέρους τεμαχών. Όπως και στην περίπτωση των συμπαγών ασβεστολίθων, είναι πιθανή κατά θέσεις η παρουσία εγκοίλων, μεγέθους έως 0,50μ, τα οποία όμως στην περίπτωση αυτή ενδέχεται να καταρρεύσουν εύκολα υπό τα φορτία των επιμέρους κατασκευών, δημιουργώντας επισφάλειες διαφορικών καθιζήσεων. όπου είναι εφικτό, θα πρέπει να αποφεύγεται η θεμελίωση σημαντικών κατασκευών επί των εν λόγω στρώσεων, σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να προηγηθεί βελτίωση - ενίσχυση της στρώσης με την εφαρμογή τσιμεντενέσεων σε κατάλληλη πυκνότητα.

Σε κάθε περίπτωση, οι μεγαλύτερου μεγέθους ογκόλιθοι συναντώνται συνήθως επιφανειακά και θα πρέπει να απομακρύνονται από τη ζώνη θεμελίωσης, πληρώνοντας το κενό που θα δημιουργείται με άοπλο σκυρόδεμα κατηγορίας τουλάχιστον C20/25.

Μεμονωμένοι ογκόλιθοι συναντώνται και στο κατώτερο τμήμα του φυσικού αντρείσματος, συχνά δε αυτοί είναι σχιστολιθικής προέλευσης, προερχόμενοι από αντίστοιχες βραχώδεις εξάρσεις των σχιστολίθων, ο αριθμός τους όμως είναι σαφώς μικρότερος και η διασπορά τους μεγαλύτερη. Εκτιμάται ότι οι μεμονωμένοι ογκόλιθοι του κεντρικού και κατώτερου τμήματος του οικοπέδου κατέληξαν στις τωρινές θέσεις τους μετά από διαδοχικές κινήσεις από τα ανάντη και όχι απευθείας από τη θέση αποκόλλησής τους από τα αντίστοιχα βραχώδη αντερείσματα.

Το αμμοχαλικώδες υλικό των ζωνών κορημάτων παρουσιάζει περιορισμένη έως μέση πλαστικότητα και σχετικά περιορισμένη φυσική υγρασία, με το λεπτόκοκκο κλάσμα, διερχόμενο από το κόσκινο No200 να κυμαίνεται από 24% έως 48%. Το όριο υδαρότητας της

στρώσης κυμαίνεται σε τιμές LL = 20% ÷ 43% και ο δείκτης πλαστικότητας PI = 5% ÷ 25%. Η στρώση παρουσιάζει επομένως συμπεριφορά πυκνού αργιλώδους αμμοχάλικου (GC).

Το αργιλικό υλικό πλήρωσης - συγκόλλησης των ογκωδών βραχοτεμαχών, στις ζώνες που παρουσιάζουν αυξημένη συγκέντρωση και πάχος, συναντάται γενικά σκληρό και παρουσιάζει μέση πλαστικότητα και περιεχόμενη φυσική υγρασία. Το λεπτόκοκκο κλάσμα, διερχόμενο από το κόσκινο No200 κυμαίνεται από 51% έως 57%. Το όριο υδαρότητας της στρώσης κυμαίνεται σε τιμές LL = 26% ÷ 36% και ο δείκτης πλαστικότητας PI = 10% ÷ 20%. Η στρώση παρουσιάζει επομένως συμπεριφορά σκληρής αμμώδους αργίλου (CL).

5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

5.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ

Η επιλεγόμενη γεωμετρία του επιχώματος αποσκοπεί στον περιορισμό του ίχνους ποδός αυτού, λόγω της έντονης κλίσης του κατάντη φυσικού εδάφους, σε συνδυασμό με τη σχεδιαζόμενη στάθμη της στέψης, που αποτελεί και το κατώτερο τμήμα της πλατείας της ΕΕΝ. Με γνώμονα τα παραπάνω, επιλέγεται η διαμόρφωση του κατάντη μετώπου του επιχώματος (βόρεια όψη, προς την κοιλάδα) ως οπλισμένο επίχωμα με κλίση 2,5:1 (68°), σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια κρίσιμων διατομών. Η όπλιση του εξωτερικού πρανούς πραγματοποιείται με πολυμερικά γεωπλέγματα κατάλληλης αντοχής, η δε επένδυση του μετώπου προτείνεται με την κατασκευή και τοποθέτηση λιθοπληρωμένων συρματοκιβωτίων, κατάλληλων προδιαγραφών, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγραφές των επόμενων παραγράφων.

Η προτεινόμενη διαμόρφωση του μετώπου περιλαμβάνει και τη ΒΑ γωνία της επιχωματικής πλατείας, στη θέση εισόδου από την εξωτερική οδό πρόσβασης προς την κυρίως εγκατάσταση. Η λύση προτείνεται λόγω της έντονης κλίσης του κατάντη φυσικού αντερείσματος, σε συνδυασμό με την παρουσία επιφανειακής εδαφικής ζώνης αυξημένου πάχους, με σαφείς ενδείξεις παλαιότερων εκδηλώσεων αβαθών κατολισθήσεων, περιοχή όπου θα πρέπει να αποφευχθεί η θεμελίωση υψηλών χωματουργικών έργων με αυξημένα επιβαλλόμενα φορτία. Αντίστοιχη διαμόρφωση του μετώπου του επιχώματος πραγματοποιείται και στον τελευταίο ελιγμό της εσωτερικής οδοποιίας, πλησίον του κτιρίου διοίκησης, στη θέση έναρξης της νότιας οδοποιίας του οικοπέδου.

Με εξαίρεση τις προαναφερόμενες περιοχές, τα λοιπά περιμετρικά πρανή επιχωμάτων, στην ανατολική και δυτική παρειά του κυρίως οικοπέδου, διαμορφώνονται με κλίσης μετώπου 2:3 (34°).

Τα υλικά των οπλισμένων επιχωμάτων θα προέλθουν από διαλογή υλικών εκσκαφών εντός του χώρου ή κοσκίνισμα, ενώ σε περίπτωση μή επάρκειας, θα συμπληρωθούν από υλικά εγκεκριμένων δανειοθαλάμων εκτός του οικοπέδου.

Τα γεωυλικά κατασκευής των οπλισμένων επιχωμάτων θα ακολουθούν τα προδιαγραφόμενα στις ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-04-00:2009 (Οπλισμένα Επιχώματα) και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-05-00:2009 (Έργα Αντιστήριξης από Οπλισμένη Γη), με εξαίρεση την προδιαγραφόμενη μέγιστη

διάμετρο κόκκου, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις επόμενες παραγράφους και τον πίνακα 5.3.3-1.

5.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το σχεδιαζόμενο οπλισμένο επίχωμα του εξωτερικού πρανούς της πλατείας της ΕΕΝ διαμορφώνεται ως μονόπλευρο, με κλίση μετώπου 2,5:1 (68°). Το σύνολο του εξωτερικού πρανούς, μέγιστου ύψους έως 16,8μ, διαμορφώνεται σε έναν, ενιαίο αναβαθμό.

Οι πολυμερικοί οπλισμοί του επιχώματος περιλαμβάνουν μονοαξονικά γεωπλέγματα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (από τη βάση προς τη στέψη του επιχώματος) :

α1. Μονοαξονικά γεωπλέγματα οριακής εφελκυστικής αντοχής T_{ult} = 160,0kN/m, ελάχιστης χαρακτηριστικής τιμής διαθέσιμης αντοχής σε μακροχρόνιες συνθήκες Td,100 ≥ 67,0KN/m, μήκους L=14,0m έως 10,0μ, σε αποστάσεις ανά 0,50μ καθ' ύψος.

α2. Μονοαξονικά γεωπλέγματα οριακής εφελκυστικής αντοχής T_{ult} = 120,0kN/m, ελάχιστης χαρακτηριστικής τιμής διαθέσιμης αντοχής σε μακροχρόνιες συνθήκες Td,100 ≥ 50,0KN/m, μήκους L=12,0m έως 8,0μ, σε αποστάσεις ανά 0,50μ καθ' ύψος.

- Τα γεωπλέγματα διαστρώνονται μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του μετώπου και συνδέονται με τα επί αυτών εδραζόμενα λιθοπληρωμένα συρματοκιβώτια επένδυσης μέσω της τοποθέτησης κατάλληλων χαλύβδινων ράβδων.

Η επένδυση του μετώπου των οπλισμένων επιχωμάτων, με κλίση πρανούς 2,5:1 (68°), πραγματοποιείται στο σύνολό του με την τοποθέτηση και ένωση λιθοπληρωμένων συρματοκιβωτίων (σαρζανέτ) διαστάσεων (μήκος x πλάτος x ύψος) 2,00m x 1,00m x 0,50m με ένα εσωτερικό διάφραγμα και προεξέχων τμήμα μήκους 2,00m. Ως εκ τούτου η παρουσία των σαρζανέτ εξασφαλίζει την προστασία έναντι επιφανειακής αστοχίας, αλλά και έναντι διάβρωσης των πρανών χωρίς την απαίτηση φύτευσης.

Στο σύνολο της βάσης του επιχώματος κατασκευάζεται στραγγιστική στρώση από κατάλληλα υλικά, σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές, πάχους τουλάχιστον ίσου με 0,50m. Η συγκεκριμένη στρώση επεκτείνεται και στην όπισθεν διεπιφάνεια επιχώματος – βραχώδους

υποβάθρου, ο δε βαθμός συμπύκνωσης αυτής θα πρέπει να τηρεί τα προδιαγραφόμενα στα αντίστοιχα σχέδια διατομών.

Το ταμπάνι μπροστά από τον πόδα του επιχώματος επενδύεται με σκυρόδεμα C16/20 πάχους 15,0cm, οπλισμένου με μία στρώση δομικού πλέγματος #T196. Περιμετρικά του ίχνους ποδός κατασκευάζεται αποστραγγιστική τάφρος σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια.

5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ

5.3.1 Κανονισμοί – Κατάταξη Έργου

Ο σχεδιασμός του οπλισμένου επιχώματος πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας τη μεθοδολογία υπολογισμού και τις κατασκευαστικές οδηγίες και απαιτήσεις, όπως αυτές αναφέρονται στις αντίστοιχες Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Οπλισμένων Επιχωμάτων της Εγνατίας Οδού (έκδοση Α01, Οκτώβριος 2007). Παράλληλα λαμβάνονται υπόψη οι Αμερικάνικες Οδηγίες Αυτοκινητοδρόμων : Federal Highway Administration (FHWA) : NHI-00-043 : Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Desing & Construction Guidelines.

Η κατασκευαστική διαμόρφωση του επιχώματος πραγματοποιείται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14475 : 2006 – Execution of Special Geotechnical Works – Reinforced Fill και την προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-04-00:2009 (Οπλισμένα Επιχώματα).

- Η τυχόν αστοχία του οπλισμένου επιχώματος του μετωπικού αναχώματος δημιουργεί επισφάλειες σχετικά με την ευστάθεια του όπισθεν κτιρίου διύλισης και της δεξαμενής καθαρού νερού, ενώ θα οδηγήσει και σε προσωρινή διακοπή της κυκλοφορίας στην εσωτερική οδό της ΕΕΝ, κατά συνέπεια το εν λόγω επίχωμα κατατάσσεται στη Γεωτεχνική Κατηγορία 3 (ΓΚ3) κατά EN1997-1:2004.
- Η κατάταξη του έργου στη Γεωτεχνική Κατηγορία ΓΚ3 δεν μεταβάλλει τις τιμές του επιδιωκόμενου συντελεστή ασφάλειας, οριοθετεί όμως την έμφαση στην επίβλεψη κατά τη διάρκεια της κατασκευής, καθώς και το απαιτούμενο επίπεδο ενοργάνωσης και συντήρησης κατά τη λειτουργία του έργου.
- Ο σχεδιασμός του έργου πραγματοποιείται για διάρκεια ζωής 100 ετών.

5.3.2 Εκσκαφές Θεμελίωσης – Στρώση Αποστράγγισης

Η παρουσία του επικλινούς φυσικού εδάφους στη ζώνη έδρασης του επιχώματος, κλίσης έως >50%, οδηγεί σε αυξημένες εκσκαφές για τη διαμόρφωση του δαπέδου έδρασης του νέου επιχώματος.

Όπου αυτές απαιτούνται, οι εκσκαφές για την έδραση του επιχώματος περιλαμβάνουν αφενός τις γενικές εκσκαφές και την απομάκρυνση των επιφανειακών φυτικών και χαλαρών γαιών και αφετέρου τις εκσκαφές οι οποίες περιλαμβάνουν τη δημιουργία των απαιτούμενων αναβαθμών αγκύρωσης, εφόσον η εγκάρσια ή διαμήκης κλίση της διαμορφούμενης σκάφης έδρασης ξεπερνά το 10%.

Τα πρανή των προσωρινών εκσκαφών για τη διαμόρφωση των αγκυρώσεων θεμελίωσης του επιχώματος διαμορφώνονται με επιμέρους κλίσεις μετώπου από 1:1 έως 2:1 και μέγιστο ύψος αναβαθμού 5,0μ. Τα ενδιάμεσα πλατύσματα διαμορφώνονται με πλάτος τουλάχιστον 3,0μ.

- Στις θέσεις όπου το υποκείμενο φυσικό έδαφος συναντάται τοπικά αυξημένου πάχους και σχετικά λεπτόκοκκο, προτείνεται η τοποθέτηση - στην έδραση της στραγγιστικής στρώσης - <u>γεωυφάσματος διαχωρισμού, βάρους 500gr/m2, μη υφαντού.</u>

Λόγω των αποστραγγιστικών ιδιοτήτων των χρησιμοποιούμενων στο κατώτερο τμήμα της διατομής γεωυλικών και των λιθοπληρωμένων συρματοκιβωτίων του μετώπου, δεν απαιτείται η κατασκευή επιπλέον αποστραγγιστικής στρώσης στο σύνολο καθ' ύψος του μετώπου του οπλισμένου αναβαθμού ποδός.

<u>Στραγγιστική Στρώση Επιχωμάτων</u>

Η στραγγιστική στρώση έδρασης του επιχώματος, ελάχιστου πάχους 0,50μ, κατασκευάζεται από φυσικά ή θραυστά αμμοχαλικώδη υλικά (άμμος – σκύρα) μέγιστης διαμέτρου κόκκου d_{max} < 200mm, τόσο στη βάση, όσο και στην όπισθεν επικλινή επιφάνεια έδρασης του επιχώματος, βαθμού συμπύκνωσης που αντιστοιχεί σε ξηρά πυκνότητα τουλάχιστον ίση προς το 95% (στη βάση) και το 90% (στο επικλινές τμήμα) της μέγιστης επιτυγχανόμενης εργαστηριακά. Για την κοκκομετρία της στρώσης προτείνεται αυτή να ικανοποιεί τα ακόλουθα κριτήρια φίλτρου :

$D_{15,\ \text{στραγγιστικής}} / D_{85,\ \text{επιχώματος}} < 5$

$4 < D_{15,\ \text{στραγγιστικής}} / D_{15,\ \text{επιχώματος}} < 20$

$D_{50,\ \text{στραγγιστικής}} / D_{50,\ \text{επιχώματος}} < 25$

- Επισημαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση συνιστάται οι προσωρινές εκσκαφές για τη διαμόρφωση του δαπέδου εργασίας να μην παραμένουν ανοικτές για μεγάλο χρονικό διάστημα και να εξασφαλίζονται κατά το δυνατό σχετικά ξηρές συνθήκες. Εφόσον για οποιοδήποτε λόγο απαιτηθεί μακροχρόνια διακοπή εργασιών κατά τη φάση της εκσκαφής και επανεπίχωσης, προτείνεται η επανεπίχωση των ανοικτών εκσκαφών για την αποφυγή δύσκολα επανορθώσιμων αστοχιών των προσωρινών πρανών.

5.3.3 Γεωυλικά Κατασκευής Οπλισμένων Επιχωμάτων

Τα γεωυλικά κατασκευής των οπλισμένων επιχωμάτων είναι γενικά δυνατό να είναι διάφορης σύστασης, εφόσον όμως τεκμηριώνονται τα μηχανικά, φυσικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους σε σχέση με τον οπλισμό και εφόσον εμπίπτουν από πλευράς καταλληλότητας και τρόπου διάστρωσης – συμπύκνωσης στις γενικές τεχνικές προδιαγραφές του έργου περί κατασκευής επιχωμάτων. Τα γεωυλικά κατασκευής των οπλισμένων επιχωμάτων θα ακολουθούν τα προδιαγραφόμενα στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-04-00:2009 (Οπλισμένα Επιχώματα), ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-05-00:2009 (Έργα Αντιστήριξης από Οπλισμένη Γη), με εξαίρεση την προδιαγραφόμενη μέγιστη διάμετρο κόκκου, καθώς και το ΕΛΟΤ ΕΝ 14475 : 2006. Ο παρακάτω πίνακας 5.3.3-1 συνοψίζει τις απαιτούμενες τιμές των χαρακτηριστικών των υλικών αυτών, τα οποία κατατάσσονται στην κατηγορία REMB-1.

Τα χρησιμοποιούμενα γεωυλικά θα διαθέτουν υγρό φαινόμενο βάρος τουλάχιστον ίσο με 21,0KN/m^3, <u>επαρκή χαρακτηριστική τιμή ενεργού γωνίας τριβής $\varphi'_k \geq 36^o$</u> και ικανοποιητικές αποστραγγιστικές ιδιότητες. Συγκεκριμένα προβλέπεται υλικό κοκκώδες, θραυστό ή φυσικό, <u>με μέγιστη διάμετρο κόκκων d≤12,5cm</u>, με επιδιωκόμενο βαθμό συμπύκνωσης ≥95% της βέλτιστης πυκνότητας κατά AASHTO T180-D.

Το υλικό της όπισθεν άοπλης ζώνης του επιχώματος θα είναι κατηγορίας τουλάχιστον A-2-6 κατά AASHTO, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια. Για το δεδομένο τμήμα του επιχώματος κρίσιμη παράμετρο αποτελεί η παραμορφωσιμότητα αυτού, καθώς θα αποτελέσει κατά θέσεις τμήμα της ζώνης θεμελίωσης των μεγάλων υποδομών του κτιρίου διύλισης και της δεξαμενής καθαρού νερού. Ως εκ τούτου θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι το μέτρο ελαστικότητας της στρώσης δεν θα είναι κατώτερο της τιμής E_S = 40,0MPa.

Η συμπύκνωση όλων των υλικών του οπλισμένου επιχώματος προβλέπεται σε στρώσεις μέγιστου πάχους 25,0cm, υπό την προϋπόθεση χρησιμοποίησης κατάλληλου δονητικού οδοστρωτήρα βαρέως τύπου, ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφος βαθμός συμπύκνωσης σε

όλο το πάχος της στρώσης. Εφόσον δε διατίθεται ανάλογο μηχάνημα, το πάχος της κάθε στρώσης θα μειώνεται αναλόγως.

Για όλα τα υλικά του επιχώματος θα πρέπει με βάση τα αποτελέσματα σχετικών εργαστηριακών δοκιμών σε δείγματα με την ίδια κατάσταση πυκνότητας (βαθμού συμπύκνωσης) όπως προδιαγράφεται στο έργο, να προσδιορίζονται οι τιμές των ακόλουθων τουλάχιστον εδαφικών χαρακτηριστικών :

- Φαινόμενο βάρος γ_k (ξηρό και υγρό με τη βέλτιστη υγρασία συμπύκνωσης).
- Ενεργός γωνία τριβής φ'_k και αντίστοιχη ενεργός συνοχή c'_k σε μακροχρόνιες συνθήκες για διάφορες καταστάσεις υγρασίας (ξηρά υλικά, υγρά, κορεσμένα), με το βαθμό συμπύκνωσης που προδιαγράφεται για να τοποθετηθούν στο έργο.
- Περιβαλλοντικές συνθήκες pH προκειμένου να ελεγχθεί η συμβατότητα με τα γεωπλέγματα οπλισμού. Όλα τα υλικά θα πρέπει να διαθέτουν pH μεταξύ των τιμών 3 και 10, το δε χρησιμοποιούμενο γεώπλεγμα να παραμένει εντελώς ανεπηρέαστο από το pH των γεωυλικών.
- Το υλικό του οπλισμένου επιχώματος θα είναι αμμοχαλικώδες, ασβεστολιθικής ή σχιστολιθικής προέλευσης, της κατηγορίας REMB-1, σύμφωνα με τον πίνακα 5.3.3-1.
- Πέρα από την κατάταξη κατά AASHTO / ΟΣΜΕΟ, <u>τα χρησιμοποιούμενα για το υπό εξέταση οπλισμένο επίχωμα γεωυλικά θα πρέπει να ικανοποιούν τις προδιαγραφές της κατηγορίας του Τύπου 2-β του πίνακα Α.1 / παράρτημα Α / EN 14475:2006</u>, (διερχόμενο από κόσκινο 80μm : 12% – 35%, ποσοστό διερχόμενου από κόσκινο 20μm : < 10%, δείκτης πλαστικότητας : < 10 έως N.P.).

Με βάση τα προαναφερόμενα, τα γεωυλικά πλήρωσης που θα διατεθούν για τις ανάγκες του έργου θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του παρακάτω πίνακα, τα δε φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά αυτών θα προσδιορίζονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών Ε 105-86 (αρ. 7 και 8) του ΥΠΕΧΩΔΕ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.3-1 : ΤΥΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΟΥ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ
(Υλικό Κατηγορίας REMB-1)

Α. Κοκκομετρία Γεωυλικών	
Διάμετρος κοσκίνου	**% Διερχόμενο**
125 mm	100
75 mm (3’’)	> 95

20 mm (3/4'')	< 90
4.76 mm (No 4)	< 85
0.425 mm (No 40)	< 40
75 μm (No 200)	< 25
Β. Όρια Atterberg Γεωυλικών	
Όριο Υδαρότητας (WL)	-
Δείκτης Πλαστικότητας (PI)	N.P.
Γ. Λοιπά Φυσικά Χαρακτηριστικά Γεωυλικών	
Τιμή PH	3 έως 9
Μέγιστη πυκνότητα κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπύκνωσης	> 1.950 kgr/m^3
Περιεκτικότητα σε οργανικά	0%
Δ. Μηχανικά Χαρακτηριστικά Γεωυλικών (Χαρακτηριστικές Τιμές X_k)	
Ενεργός Τιμή Γωνίας Τριβής	$\varphi'_k \geq 36^o$
Ενεργός Τιμή Συνοχής	$3,0 \geq c'_k \geq 2,0$ KPa
Μέτρο Ελαστικότητας Συμπυκνωμένου Γεωυλικού	$E_S \geq 45,0$ MPa
Τιμή CBR	> 20 (διόγκωση = 0)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.3-2 : ΤΥΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΟΥ ΟΠΙΣΘΕΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΕΕΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ (Υλικά Κατηγορίας ΕΜΒ-1)

Α. Κοκκομετρία Γεωυλικών	
Διάμετρος κοσκίνου	**% Διερχόμενο**
125 mm	100
75 mm (3'')	> 95
20 mm (3/4'')	< 90
4.76 mm (No 4)	< 85
0.425 mm (No 40)	< 50
75 μm (No 200)	< 30
Β. Όρια Atterberg Γεωυλικών	
Όριο Υδαρότητας (WL)	<30%
Δείκτης Πλαστικότητας (PI)	<10%
Γ. Λοιπά Φυσικά Χαρακτηριστικά Γεωυλικών	
Τιμή PH	3 έως 9
Μέγιστη πυκνότητα κατά την	> 1.950 kgr/m^3

τροποποιημένη δοκιμή συμπύκνωσης	
Περιεκτικότητα σε οργανικά	0%
Δ. Μηχανικά Χαρακτηριστικά Γεωυλικών (Χαρακτηριστικές Τιμές X_k)	
Ενεργός Τιμή Γωνίας Τριβής	$\varphi'_k \geq 33^o$
Ενεργός Τιμή Συνοχής	$5,0 \geq c'_k \geq 3,0$ KPa
Μέτρο Ελαστικότητας Συμπυκνωμένου Γεωυλικού	$E_S \geq 40,0$ MPa
Τιμή CBR	> 20 (διόγκωση = 0)

Επισημαίνονται τα ακόλουθα :

- <u>Ο βαθμός συμπύκνωσης θα πρέπει να είναι ψηλότερος του 95% της βέλτισης εργαστηριακής πυκνότητας του υλικού (τροποποιημένο Proctor) (προτείνεται δονητικός οδοστρωτήρας)</u>

  Για την ακραία ζώνη της επίχωσης, οι στρώσεις θα είναι 20-25cm, η δε συμπύκνωση θα επιτυγχάνεται με χρήση ελαφρών δονητικών μέσων (ελαφρές ή βαριές δονητικές πλάκες).
- Η προδιαγραφόμενη κοκκομετρική διαβάθμιση προτείνεται να ελέγχεται σε δείγματα που θα λαμβάνονται από το σώμα του επιχώματος κατά τη σταδιακή κατασκευή του, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών διάστρωσης και συμπύκνωσης της εκάστοτε υποστρώσης. <u>Σε κάθε περίπτωση το προς διάστρωση υλικό (πριν από την εργασία συμπύκνωσης) θα πρέπει να έχει μέγιστη διάμετρο κόκκου <125mm για την αποφυγή τραυματισμού των γεωπλεγμάτων.</u>
- Η επαλήθευση της απαιτούμενης διαθέσιμης διατμητικής αντοχής των προς χρήση γεωυλικών θα πραγματοποιείται με δοκιμές άμεσης βραδείας διάτμησης ή τριαξονικής βραδείας φόρτισης σε δείγματα του εκάστοτε δανειοθαλάμου, συμπυκνωμένα στο 95% της βέλτιστης ξηράς πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή PROCTOR. Για το σκοπό αυτό θα πραγματοποιούνται τουλάχιστον τρεις (3) δοκιμές αντοχής ανά χρησιμοποιούμενο δανειοθάλαμο.
- Για τον έλεγχο της συμπύκνωσης και της συμπιεστότητας των διαστρωθέντων υλικών προτείνεται η εκτέλεση δοκιμών φόρτισης πλάκας και συγκεκριμένα τουλάχιστον δύο δοκιμές ανά ελεγχθείσα ζώνη. Για την αποδοχή της συμπιεστότητας του σώματος του οπλισμένου επιχώματος θα πρέπει κατά τις δοκιμές να προκύπτει : E_2 > 60MPa με E_2 / E_1 <2,00 εκτός εάν E_1 > 45MPa ως ο μέσος όρος δύο τουλάχιστον δοκιμών. Αντίστοιχα για τη ζώνη του επιχώματης της πλατείας της ΕΕΝ : E_2 > 50MPa με E_2 / E_1 <2,00 εκτός εάν E_1 > 40MPa ως ο μέσος όρος δύο τουλάχιστον δοκιμών.

- Το επίχωμα δεν θα περιλαμβάνει υλικά τα οποία χάνουν τα χαρακτηριστικά τριβής τους, υλικά ευαίσθητα στο νερό ή ακατάλληλα υλικά όπως υλικά από βάλτους, τύρφη, φυτικές γαίες και υλικά που φθείρονται, υλικά που αυτοαναφλέγονται, υλικά σε παγωμένη κατάσταση και υλικά με περιεχόμενη υγρασία μεγαλύτερη από αυτή που επιτρέπεται για τα συγκεκριμένα υλικά, όπως αυτή μπορεί να καθορίζεται από την Υπηρεσία.

5.3.4 Γεωσυνθετικά Πλέγματα Όπλισης – Ενίσχυσης Επιχωμάτων

Οι προβλεπόμενοι κύριοι οπλισμοί συνίστανται από κατάλληλα πολυμερικά γεωπλέγματα κατασκευασμένα από πλέξη ινών πολυεστέρα (PET) με κατάλληλη προστατευτική επάλειψη. Για τις ανάγκες του εν λόγω οπλισμένου επιχώματος επιλέγονται γεωπλέγματα δύο διαφορετικών οριακών χαρακτηριστικών αντοχών, με σκοπό την κατά το δυνατό βελτιστοποίηση του κόστους σύμφωνα με τις ανάγκες όπλισης.

Τα γεωπλέγματα τοποθετούνται σε συγκεκριμένα υψόμετρα (οριζόντιες στρώσεις), με κατακόρυφες μεταξύ τους αποστάσεις S_V = 0,50m. Τα μήκη των γεωπλεγμάτων μεταβάλλονται κατάλληλα καθ' ύψος, σύμφωνα με τα επισυναπτόμενα σχέδια. Η κατώτερη στρώση γεωπλέγματος τοποθετείται στη στάθμη έδρασης του επιχώματος, μετά από κατάλληλη διαμόρφωση – επιπέδωση αυτής, η οποία αντιστοιχεί στην αποστραγγιστική στρώση της βάσης.

Οι απαιτήσεις σε ό,τι αφορά στα μηχανικά και φυσικά χαρακτηριστικά των γεωπλεγμάτων, την ανθεκτικότητά τους στο χρόνο και τη χρήση, καθώς και τα χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης γεωπλεγμάτων – γεωυλικών, όπως αυτά λήφθηκαν υπόψη κατά το σχεδιασμό των οπλισμένων επιχωμάτων, αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι εφαρμοζόμενοι κατά το σχεδιασμό μειωτικοί συντελεστές της αντοχής των γεωπλεγμάτων λόγω ερπυσμού, κατασκευαστικής διαδικασίας του επιχώματος, επίδρασης περιβαλλοντικών συνθηκών και πιθανών αποκλίσεων της παραγωγής :

		Γεώπλεγμα T_{ULT}≥160kN/m	**Γεώπλεγμα T_{ULT}≥120kN/m**
Ονομαστική εφελκυστική αντοχή στοιχείου όπλισης	T_{ult}	160 KN/m	120 KN/m

Συντελεστής μείωσης έναντι αποκλίσεων της παραγωγής και χρονικής προέκτασης δεδομένων	f_m	1,10	1,10
Συντελεστής μείωσης λόγω περιβαλλοντικών προσβολών	f_e	1,20	1,20
Συντελεστής μείωσης λόγω φθορών κατά την τοποθέτηση και κατασκευή	f_d	1,10	1,10
Συντελεστής μείωσης λόγω ερπυσμού για την απαιτούμενη διάρκεια ωφέλιμης χρήσης	f_{cr}	1,65	1,65
Συνολικός μειωτικός συντελεστής	RF	2,40	2,40
Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής σε μακροχρόνιες συνθήκες (100 έτη)	T_k	67,0 KN/m	50,0 KN/m
Μειωτικός Συντελεστής Τριβής Διεπιφάνειας Γεωπλέγματος – Υλικού Επιχώματος	$C_{ds-\varphi}$	0,80	0,80
Μειωτικός Συντελεστής Συνοχής Διεπιφάνειας Γεωπλέγματος – Υλικού Επιχώματος	C_{ds-c}	0,00	0,00
Μειωτικός Συντελεστής αντίστασης εξόλκευσης γεωπλέγματος	F*	0,80	0,80

- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής παραμόρφωσης στους 20ºC στο ονομαστικό όριο θραύσης (T_{ult}) : 10% ± 2,5, για το σύνολο των χρησιμοποιούμενων γεωπλεγμάτων του παραπάνω πίνακα.

5.3.5 Επενδύσεις Παρειάς / Τοποθέτηση – Προένταση Γεωπλεγμάτων

Σε όλες τις διατομές του οπλισμένου επιχώματος με κλίση πρανών 2,5:1 η παρειά επιλέγεται να επενδυθεί με συρματοκιβώτια (gabions), ύψους κιβωτίου 0,50m, πλάτους 1,00m και μήκους 2,00m με ένα εσωτερικό διάφραγμα και προεξέχοντος τμήματος μήκους τουλάχιστον ίσου με 2,00m. Το σύρμα του πλέγματος θα έχει διάμετρο 2,7mm, αντοχή σε εφελκυσμό άνω των 350MN/m^2 και θα ακολουθεί τις απαιτήσεις του EN 10079/10080, ενώ απαιτείται να διαθέτει ενισχυμένη αντισκωριακή προστασία με γαλβάνισμα ψευδαργύρου – αλουμινίου (ZN-Al5%), σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN ISO 1461 και κατά DIN 1548 και ASTM 856 (τεχνική galfan ή ισοδύναμη, με βάρος υλικού γαλβανίσματος τουλάχιστον 240gr/m^2 επιφάνειας σύρματος).

Το συρματόπλεγμα θα είναι διαστάσεων βρόγχου 6 x 8 cm ή 8 x 10cm, διπλής στρέψης και οι ακμές των φατνών ενισχυμένες με γαλβανισμένο σύρμα διαμέτρου 3,4mm τουλάχιστον.

Οι φάτνες θα τοποθετούνται άδειες στη θέση τους, στα κατάλληλα υψόμετρα και θα συρράπτονται στερεά μεταξύ τους κατά μήκος των ακμών με ειδικά χαλύβδινα δακτυλίδια, πλήρως γαλβανισμένα (τεχνική galfan), διαμέτρου δακτυλιδιού d = 20mm, τα οποία τοποθετούνται ανά απόσταση s = 10cm με χρήση αυτόματου πνευματικού εργαλείου συρραφής πίεσης τουλάχιστον 6 bar. Εναλλακτικά η σύνδεση μπορεί να γίνει με γαλβανισμένο σύρμα ραφής από μαλακό χάλυβα, διαμέτρου 2,4 – 3,0mm, ίδιου βαθμού αντισκωριακής προστασίας όπως το συρματόπλεγμα.

Το εσωτερικό των φατνών θα γεμίζεται με κοκκώδες υλικό διαμέτρου 8 – 20cm (για βρόγχο 6x8cm) ή διαμέτρου 10 – 20cm (για βρόγχο 8x10cm), με χειρόθετη τακτοποίηση, έτσι ώστε να αφήνεται ο μικρότερος δυνατός όγκος κενών, ή με άλλο ισοδύναμο τρόπο που να εξασφαλίζει την απαιτούμενη ποιότητα κατασκευής.

Τα γεωπλέγματα όπλισης τοποθετούνται οριζοντίως κατά τη διεύθυνση της κύριας όπλισης, δηλαδή εγκάρσια προς το μέτωπο του επιχώματος και στερεώνονται με γαλβανισμένες ράβδους στο κατώτερο κιβώτιο, καθώς και στο ανώτερο, μετά τη λιθοπλήρωση αυτού. Τα ρολά ξετυλίγονται με κατεύθυνση προς το εσωτερικό του επιχώματος.

Επακολουθεί η σταδιακή ελαφρά τάνυση του γεωπλέγματος με δύναμη 0,40 – 0,60KN/m και η αντίστοιχη σταδιακή στερέωσή του (κάρφωμα) ανά 4,0m μέτρα μήκους και στο πίσω άκρο του με ράβδο Φ12, με τρόπο ώστε η τάνυση των επόμενων τεσσάρων μέτρων μήκους να πραγματοποιείται με αφετηρία το στερεωμένο τμήμα, σύμφωνα με το αντίστοιχο σχέδιο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η πλήρης τάνυση των μεγάλου μήκους γεωπλεγμάτων (L = 12,0 – 16,0m), η οποία εκτιμάται ως προβληματική εφόσον πραγματοποιηθεί σε ένα μόνο βήμα.
Τα ρολά των γεωσυνθετικών οπλισμών τοποθετούνται σε συνέχεια, δηλαδή σε κάλυψη 100%, χωρίς να μεσολαβούν κενά μεταξύ τους. Για την εξασφάλιση της συνέχειας των γεωπλεγμάτων, τα διαδοχικά ρολά, στη διεύθυνση παράλληλα προς το μέτωπο, συνδέονται επί των ιδίων ενδιάμεσων ράβδων Φ12 με τα εφαπτόμενα προς αυτά ρολά. Εκ των πραγμάτων, λόγω της στροφής του μετώπου με αμβλείες γωνίες σε δύο θέσεις, τα γεωπλέγματα αλληλοκαλύπτονται προς τα πίσω στις συγκεκριμένες περιοχές.

Στη διαμήκη διεύθυνση των γεωπλεγμάτων, εφόσον απαιτηθεί λόγω ολοκλήρωσης ρολού, θα πραγματοποιείται επικάλυψη οπλισμών, τουλάχιστον ίση με 1,5μ, με την επιπλέον στερέωση και των δύο τεμαχών με χαλύβδινες ράβδους Φ12 στα τέσσερα άκρα της επικάλυψης.

5.3.6 Μετρήσεις Παραμορφώσεων

Προβλέπεται η εγκατάσταση σταθερών μόνιμων στόχων (ανακλαστήρων), επί της παρειάς του πρανούς κατά την ανέγερση, στις κρίσιμες διατομές του επιχώματος (διατομές d1a, d1b, d2). Συγκεκριμένα προβλέπονται τρία σημεία ανά διατομή, σε ύψος 1,0m από τον πόδα, στο μέσο της παρειάς και σε ύψος 0,50m κάτω από το φρύδι του μετώπου.

Οι μετρήσεις συνίστανται στην παρακολούθηση των εγκάρσιων οριζόντιων και κατακόρυφων παραμορφώσεων της παρειάς, μέσω τακτικών λήψεων συντεταγμένων των σημείων αυτών με ηλεκτρονικό ταχύμετρο ικανοποιητικής ακρίβειας, τόσο κατά την ανέγερση του επιχώματος, κυρίως όμως για διάστημα 24 τουλάχιστον μηνών από την αποπεράτωσή του.

- Επιπλέον των ανωτέρω, προτείνεται η τοποθέτηση ενός επιφανειακού σεισμομέτρου στη στέψη του επιχώματος, σε απόσταση μεγαλύτερη των 5,0μ από το φρύδι του μετώπου (πρακτικά πλησίον του κτιρίου διυλιστηρίου ή της δεξαμενής καθαρού νερου.

5.4 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΔΑΦΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Οι έλεγχοι ευστάθειας στο εσωτερικό των οπλισμένων επιχωμάτων πραγματοποιήθηκαν με βάση τις οδηγίες Σύνταξης Μελετών Οπλισμένων Επιχωμάτων της Εγνατίας Οδού (Έκδοση Α01, Οκτώβριος 2007). Οι εσωτερικοί συντελεστές αλληλεπίδρασης πλεγμάτων – γεωυλικών παρατίθενται στον πίνακα 5.3.6-1.

Ο σχεδιασμός των εξεταζόμενων επιχωμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των ακόλουθων προγραμμάτων Η/Υ :

α) SLIDE 5.0 (Rocscience) για τους γενικούς ελέγχους συνολικής ευστάθειας του συστήματος επίχωμα – υποκείμενο φυσικό έδαφος, τους έλεγχους κυκλικής ολίσθησης των πρανών και το συνολικό γεωμετρικό σχεδιασμό του επιχώματος.

β) ReSSA 2.0 (ADAMA Engineering Inc) για το σχεδιασμό των οπλισμένων επιχωμάτων υπό όλους τους προβλεπόμενους μηχανισμούς αστοχίας αυτών. (έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας).
γ) MSEW 3.0 (ADAMA Engineering Inc) για το σχεδιασμό των τοίχων οπλισμένης επίχωσης της αρτηρίας (κατακόρυφο μέτωπο) και επικουρικά για το σχεδιασμό του κυρίως οπλισμένου επιχώματος (κλίση πρανών 5 : 2 / 68,2º, κλίση ελαφρά μικρότερη της οριακής για τη θεώρηση ως τοίχου οπλισμένης επίχωσης), με σκοπό πρωτίστως τον έλεγχο αντοχής σύνδεσης γεωπλεγμάτων – επένδυσης μετώπου, αλλά και τους ελέγχους φέρουσας ικανότητας υπεδάφους έδρασης.

Οι αναλύσεις σεισμικής καταπόνησης των επιχωμάτων πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ψευδοστατικής ανάλυσης και την επιλογή κατάλληλου ισοδύναμου σεισμικού συντελεστή ενώ ελέγχθηκαν τόσο κυκλικές όσο και ευθύγραμμες επιφάνειες ολίσθησης (αντίστοιχες της μεθόδου Newmark για τον υπολογισμό του συντελεστή ασφάλειας υπό δυναμική φόρτιση).

5.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Τα φορτία προέρχονται από το ίδιο βάρος και τη λειτουργία του έργου (φορτία κυκλοφορίας). Παράλληλα εξετάζονται οι περιπτώσεις δυσμενών τυχηματικών δράσεων που θα παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια ζωής του έργου (σεισμός, άνοδος της στάθμης των υπόγειων υδάτων). Ελέγχονται οι παρακάτω φορτίσεις :
Ίδιο Βάρος Επιχώματος
Φορτίο Κυκλοφορίας 20 KN/m^2, εφαρμοζόμενο σε όλο το πλάτος της στέψης.
Σεισμικά φορτία κατά ΕΑΚ 2000
Μέγιστη Στάθμη Νερού 50-ετίας

Σεισμικά Φορτία

Ο υπολογισμός του σεισμικού συντελεστή των ψευδοστατικών αναλύσεων ακολουθεί τις οδηγίες των παραγράφων 5.4.1 και 5.4.2 του ΕΑΚ 2000, βάσει των οποίων υπολογίζεται η φασματική μεγέθυνση $\beta_{(T)}$ από το φάσμα επιταχύνσεων σχεδιασμού σε συνάρτηση με τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του επιχώματος (T_0), από την οποία προκύπτει η σεισμική επιτάχυνση στη στέψη. Για τους υπολογισμούς θεωρείται ενιαία μέση τιμή της επιτάχυνσης στη στέψη και στη βάση :

Οριζόντια επιτάχυνση : $\alpha_h = (\alpha_B + \alpha_K) / 2$

Κατακόρυφη επιτάχυνση : $\alpha_v = \pm 0{,}50.\alpha_h$

Όπου $\alpha_B = 0{,}50 \,.\, \alpha$ και σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3 της Τεχνικής Έκθεσης → $\alpha_B = 0{,}50 \,.\, 0{,}33 \Rightarrow \alpha_B = 0{,}165g$

$\alpha_K = \alpha_B \,.\, \beta_{(T)}$

Σε όλες τις περιπτώσεις θεωρείται κατηγορία εδάφους θεμελίωσης Α (T_1 = 0,15sec , T_2 = 0,40sec, σύμφωνα με EN1998-1:2005)

Θεμελιώδης Ιδιοπερίοδος Επιχώματος : $T_0 = 2{,}50. (H / V_s)$

Όπου Η : ύψος επιχώματος και

V_{se} : ταχύτητα διατμητικών κυμάτων στο σώμα του επιχώματος = 400m/sec

V_{sl} : ταχύτητα διατμητικών κυμάτων στο απορριμματικό σώμα = 250m/sec

Πίνακας 5.5-1: Συνδυασμοί φορτίσεων – εφαρμοζόμενοι συντελεστές ασφάλειας (EN 1997-1:2005 & DIN 1054:2005-01

Συνδυασμός	Σεισμός	Περίπτωση Σχεδιασμού (Design Situation)	Ανώτατη στάθμη 50-ετίας	Συντελεστές Ασφάλειας Παραμέτρων Αντοχής Εδάφους γ_M	Ολικός Συντελεστής Ασφάλειας γ_T	Παρατηρήσεις
STW	ΟΧΙ	LC 2 (CA 1 / SC 2)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi'} = 1{,}00$ $\gamma_{c'} = 1{,}00$ $\gamma_{cu} = 1{,}00$	$\gamma_T = 1{,}20$	Σημείωση [1] [2]
STW50	ΟΧΙ	LC 1 (CA 1 / SC 1)	ΝΑΙ	$\gamma_{\varphi'} = 1{,}00$ $\gamma_{c'} = 1{,}00$ $\gamma_{cu} = 1{,}00$	$\gamma_T = 1{,}30$	
EQW	ΝΑΙ	LC 3 (CA 3 / SC 3)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi u} = 1{,}00$ $\gamma_{c'} = 1{,}00$ $\gamma_{cu} = 1{,}00$	$\gamma_T = 1{,}00$	
ERW	ΟΧΙ	LC 2 (CA 1 / SC 3)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi'} / \gamma_{\varphi u} = 1{,}00$ $\gamma_{c'} = 1{,}00$ $\gamma_{cu} = 1{,}00$	$\gamma_T = 1{,}20$	

Σημείωση: [1] Λαμβάνεται στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ή ανάπτυξη υπερπιέσεων πόρων στο υπέδαφος και το σώμα του επιχώματος

[2] Ο συνδυασμός STW αφορά πρωτίστως στις προσωρινές συνθήκες ευστάθειας κατά την εκσκαφή διαμόρφωσης της ζώνης θεμελίωσης των οπλισμένων επιχωμάτων της οδού

(μεικτές διατομές ορύγματος στα ανάντη και οπλισμένου επιχώματος στα κατάντη). Ο συνδυασμός ERW δεν έχει εφαρμογή στο σχεδιασμό των έργων υπό τις συναντόμενες συνθήκες υπόγειων υδάτων.

Επιπλέον των γενικών παραδοχών φορτίων και συντελεστών ασφάλειας, στον ακόλουθο πίνακα 5.5-2 παρατίθενται οι επιμέρους συντελεστές ασφάλειας που αφορούν στη διαστασιολόγηση των οπλισμένων επιχωμάτων, σύμφωνα με τις ΟΣΜΕΟ, οι οποίοι εφαρμόσθηκαν στις αντίστοιχες αναλύσεις.

Πίνακας 5.5-2 : Συντελεστές Ασφάλειας για Οριακούς Ελέγχους Οπλισμένων Επιχωμάτων

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ				**Μακροπρόθεσμες με W50** (STW50)	**Μακροπρόθεσμες με σεισμό και maxW** (EQW)	**Βραχυχρόνιες στατικές συνθήκες με maxW** (STW)
Μηχανισμοί δυνητικής αστοχίας προς έλεγχο	**Καταστάσεις Ελέγχου**			Εξωτερική ευστάθεια ES Εσωτερική ευστάθεια IS Σύνθετη ευστάθεια CS	Εξωτερική ευστάθεια ES Εσωτερική ευστάθεια IS Σύνθετη ευστάθεια CS	Εξωτερική ευστάθεια ES Εσωτερική ευστάθεια IS Σύνθετη ευστάθεια CS
	ES	**IS**	**CS**			
Κυκλικές	ES.1	IS.1	CS.1	**minFS ≥ 1,30**	**minFS ≥ 1,00**	**minFS ≥ 1,20**
Πολυγωνικές	(ES.1)	(IS.1)	(CS.1)			
Ολίσθηση βάσης	ES.2	-	-			
Επιτρεπόμενη τάση θεμελίωσης	(ES.3)	-	-			
Ολίσθηση σε διεπιφάνεια οπλισμού – υλικού επίχ.	-	IS.2	CS.2			
				Γεωτεχνικές Κατηγορίες ΓΚ1, ΓΚ2, ΓΚ3	Γεωτεχνικές Κατηγορίες ΓΚ1, ΓΚ2, ΓΚ3	Γεωτεχνικές Κατηγορίες ΓΚ1, ΓΚ2, ΓΚ3
Μειωτικός συντελεστής στην εφελκυστική αντοχή των οπλισμών $T_{ult,k}$			γ_M	**1,30**	**1,00**	**1,20**
Μειωτικός συντελεστής έναντι εξόλκευσης οπλισμών (τριβή)			γ_{pu}	**1,50**	**1,50**	**1,50**
Μειωτικός συντελεστής έναντη ολίσθησης βάσης κ.λπ. διεπιφανειών οπλισμού (τριβή)			γ_{sl}	**1,00**	**1,00**	**1,00**

Σημειώσεις : (1) : Η επιτρεπόμενη τάση του υπεδάφους θεμελίωσης θα καθορίζεται με συντελεστή ασφάλειας $\mathbf{FS_{ES.3} = 2,00}$ για στατικές συνθήκες και $\mathbf{FS_{ES.3} = 1,50}$ σε σεισμό.
(2) : Ο έλεγχος σε βραχυχρόνιες συνθήκες αφορά σε έλεγχο ολικών τάσεων (φ_u, c_u) [δεν εφαρμόζεται].
(3) : Όλοι οι επιμέρους συντελεστές επί των μόνιμων και κινητών φορτίων τίθενται ίση με 1,0.
(4) : Όλοι οι επιμέρους συντελεστές στις μηχανικές παραμέτρους των γεωυλικών τίθενται ίσοι με 1,0.

5.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ

Στον πίνακα 5.6-1 της ακόλουθης σελίδας παρατίθενται οι επιμέρους συντελεστές ασφάλειας, όπως αυτοί υπολογίσθηκαν για τις επιλεχθείσες διατομές των επιχωμάτων, με τη χρήση του

λογισμικού ReSSA και SLIDE. Σημειώνεται ότι ο συνολικός γεωμετρικός σχεδιασμός των επιχωμάτων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SLIDE, και ο σχεδιασμός των τοίχων οπλισμένης επίχωσης (μήκη και αντοχές γεωπλεγμάτων) με τη χρήση του λογισμικού ReSSA και η συνολική ευστάθεια επαληθεύθηκε με το SLIDE.

Τα συνολικά αποτελέσματα των αναλύσεων σχεδιασμού των υπό εξέταση επιχωμάτων παρατίθενται στα παραρτήματα Β και Γ της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 5.6-1 : Συντελεστές Ασφάλειας Τοίχων Οπλισμένης Επίχωσης : Διατομές Δ1a / Δ1b / Δ2

	Δ 1b	
Μηχανισμός Αστοχίας	**Συνδυασμός Φόρτισης**	
	STW50	**EQW**
Αντοχή Γεωπλέγματος	**1,73**	**1,38**
Αντοχή Σύνδεσης Επένδυσης Μετώπου με Γεώπλεγμα	**1,34**	**1,09**
Αντοχή σε Εξόλκευση Γεωπλέγματος	**2,32**	**1,15**
Έλεγχος Ολίσθησης σε Επίπεδο Γεωπλέγματος	**2,16**	**1,13**
Φέρουσα Ικανότητα Θεμελίωσης	**1,25**	**1,01**
Έλεγχος σε Ολίσθηση Θεμελίωσης	**2.64**	**1,13**
Έλεγχος σε Ανατροπή Συστήματος Τοίχου Οπλισμένης Επίχωσης	**6,31**	**2,24**

Πίνακας 5.6-2 : Αποτελέσματα Αναλύσεων Ευστάθειας Επιχώματος

Διατομή	**Συνδυασμοί Φόρτισης**	**Μηχανισμοί Δυνητικής Αστοχίας**				
		Ολική Ευστάθεια (Κυκλική) [SLIDE]	***Ολική Ευστάθεια (Κυκλική) [ReSSA]***	***Ολίσθηση Βάσης Επιχώματος***	***Ολίσθηση σε διεπιφάνεια Γεωπλέγματος***	***Ολική Ευστάθεια Σφήνας***
		ES.1/IS.1/CS.1	*ES.1/IS.1/CS.1*	*ES.2*	*IS.2/CS.2*	*IS.1/CS.1*
Δ1b/R-Emb	STW	-	-	-	-	-
	STW50	1,42	1,32	1,49	1,42	1,46
	EQW	1,20 / 1,12	1,04	1,37	1,15	1,01
Δ2	STW50	1,33	-	-	-	-
	EQW	1,00 (πρανές)	-	-	-	-

6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. - ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ - ΟΔΕΥΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ

6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ - ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

Η γεωμετρία των υπό εξέταση πρανών ορυγμάτων του νοτίου ορίου της πλατείας της ΕΕΝ καθορίζεται πρωτίστως από την έντονη κλίση του ανάντη φυσικού αντερείσματος, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς στη διαθέσιμη έκταση ανάπτυξης αυτών, λόγω των υφιστάμενων ανάντη υποκατακόρυφων ασβεστολιθικών βαθμίδων. Τα κατά ζώνες πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά της φυλλιτικής - σχιστολιθικής βραχόμαζας και ο δυσμενής προσανατολισμός της σχιστότητας, σε συνδυασμό με ανάντη συγκεντρώσεις κορημάτων και συγκολημένων βραχοτεμαχών, επιβάλλουν την εφαρμογή ήπιων κλίσεων (<3:2/56° έως 1:1/45°) για τη διαμόρφωση αυτών ως ανυποστήρικτων, η επιλογή αυτή όμως θα οδηγούσε σε ιδιαίτερα υψηλά πρανή εκσκαφών, με συνέπεια επιπλέον επισφάλειες έναντι τοπικών ολισθήσεων, αλλά και αυξημένη περιβαλλοντική όχληση σε μία περιβαλλοντικά ευαίσθητη περιοχή.

Για τους παραπάνω λόγως, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των πραγματοποιηθέντων ελέγχων ευστάθειας, τόσο συνολικών αστοχιών κυκλικής μορφής, όσο και δομικού τύπου αστοχιών (επίπεδη ολίσθηση, σημαντικού μεγέθους σφήνες), κρίθηκε απαραίτητη η διαμόρφωση πρανών ορυγμάτων με κλίσεις 2:1 (64°), 3:2 (56°) και 1:1 (45°), όπου το γενικό ανάγλυφο το επιτρέπει, και την εφαρμογή μέτρων υποστήριξης υπό τη μορφή ηλώσεων εδάφους - βράχου και πλήρως αγκυρούμενου μεταλλικού πλέγματος προστασίας μετώπου.

Σημειώνεται ότι τα υψηλά πρανή ορυγμάτων ανάντη της ΕΕΝ διαμορφώνονται εν μέρει εντός της ζώνης των σχιστολίθων - φυλλιτών (κυρίως το κατώτερο τμήμα του μετώπου) και εν μέρει εντός των υπερκείμενων ασβεστολίθων. Κατά θέσεις συναντώνται επιφανειακές συγκεντρώσεις κορημάτων και συγκολημμένων βραχοτεμαχών, πάχους έως >5,0μ, όπου η διαμόρφωση των πρανών εκσκαφών επιλέγεται με ηπιότερη κλίση, της τάξης των 45°. Τα εκτιμώμενα όρια των επιμέρους σχηματισμών παρουσιάζονται στα αντίστοιχα σχέδια γεωτεχνικής κάτοψης του διαμορφούμενου δαπέδου έδρασης των κύριων έργων της ΕΕΝ, καθώς και στις αντίστοιχες γεωτεχνικές τομές.

Από τη δομή των ανάντη των εκσκαφών υποκατακόρυφων ασβεστολιθικών πρανών, κυρίως όμως από την εκτεταμένη παρουσία ασβεστολιθικών ογκολίθων ποικίλου μεγέθους στα ανώτερα και ενδιάμεσα τμήματα του οικοπέδου, εκτιμάται ως υψηλός ο κίνδυνος πρόκλησης σοβαρού ατυχήματος και ζημιών στο χώρο των εγκαταστάσεων, λόγω αποκολλήσεων και

καταπτώσεων ογκολίθων από τα υπερκείμενα του χώρου αντερείσματα. Τα προτεινόμενα μέτρα ανάσχεσης των καταπτώσεων αυτών περιγράφονται σε επόμενη παράγραφο.

Σε ό,τι αφορά στην εξωτερική οδό πρόσβασης, το σύνολο του μήκους αυτής ελίσσεται εντός του σχηματισμού των εναλλασσόμενων φυλλιτών - σχιστολίθων, ποικίλου βαθμού κερματισμού και αποσάθρωσης. Με δεδομένο ότι η τελική χάραξη της οδού θα καθορισθεί στο στάδιο της οριστικής μελέτης του έργου και καθώς στην παρούσα φάση δεν είναι διαθέσιμες οι συνολικές διατομές οδοποιίας, πραγματοποιούνται ακολούθως μόνο γενικές προτάσεις, σε ό,τι αφορά στις προτεινόμενες κλίσεις πρανών, ανά εκσκαπτώμενο σχηματισμό και αναλόγως του ύψους ορύγματος. Στο αντίστοιχο σχέδιο γεωλογικής - γεωτεχνικής οριζοντιογραφίας παρουσιάζονται οι επιμέρους σχηματισμοί από τους οποίους διέρχεται η εξωτερική οδός πρόσβασης, με βάση την προτεινόμενη χάραξη της υφιστάμενης προμελέτης του έργου.

6.2 ΜΕΤΡΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ - ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΜΕΤΩΠΩΝ

Από τους ελέγχους ευστάθειας που πραγματοποιήθηκαν στις κρίσιμες διατομές των ορυγμάτων διαμόρφωσης της πλατείας της ΕΕΝ, προκύπτει η κατά περίπτωση ανάγκη συστηματικής εφαρμογής μέτρων υποστήριξης για την εξασφάλιση των απαιτούμενων ελάχιστων συντελεστών ασφάλειας έναντι αστοχίας των εξεταζόμενων ορυγμάτων, τόσο υπό μακροχρόνιες στατικές συνθήκες φόρτισης, όσο και λόγω σεισμικής φόρτισης.

6.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

Ακολούθως περιγράφεται η προτεινόμενη διαμόρφωση των ορυγμάτων του νοτίου ορίου της πλατείας της ΕΕΝ, καθώς και της εξωτερικής οδού προσέγγισης, καθώς και τα αντίστοιχα μέτρα υποστήριξης των μετώπων, όπου αυτά απαιτούνται. Τα αποτελέσματα των ελέγχων ευστάθειας που πραγματοποιήθηκαν για τις ανάγκες του σχεδιασμού του ορύγματος παρατίθενται στην παράγραφο 6.6 της παρούσας Τεχνικής Έκθεσης.

Πρανή Ορυγμάτων Νότιου Ορίου Πλατείας Ε.Ε.Ν.

Διαμόρφωση στο κρίσιμο (υψηλότερο τμήμα) σε δύο (2) αναβαθμούς :

- Κατώτερος αναβαθμός (1ος αναβαθμός), μέγιστου ύψους ελεύθερου μετώπου έως H_{max} = 10,0m, κλίσης μετώπου 2:1 (63°). Όπλιση μετώπου με ηλώσεις εδάφους - βράχου διατρήματος Φ150mm με ράβδο όπλισης Φ28mm, μήκους L = 10,0m έως L = 8,0m, σε πεσσοειδή διάταξη s_v x s_h = 2,5m x 2,5m, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια. Οι κεφαλές των αγκυρώσεων συνδέονται με πλήρως αγκυρούμενο μεταλλικό πλέγμα, ενισχυμένο με μεταλλικά συρματόσχοινα, σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές, ελάχιστης διαθέσιμης αντοχής έναντι εφελκυσμού παράλληλου στο μέτωπο του πρανούς, T = 60kN/m.
- Ανώτερος αναβαθμός (2ος αναβαθμός), μέγιστου ύψους ελεύθερου μετώπου έως H_{max} = 9,0m, κλίσης μετώπου από 2:1 (63°) έως 1:1 (45°) στους ανώτερους, επιφανειακούς σχηματισμούς, αναλόγως των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών αυτών. Όπλιση μετώπου μόνο στο τμήμα με κλίση 2:1, με ηλώσεις εδάφους - βράχου διατρήματος Φ150mm με ράβδο όπλισης Φ28mm, μήκους L = 8,0m ÷ 10,0m, σε πεσσοειδή διάταξη s_v x s_h = 2,5m x 2,5m, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια. Οι κεφαλές των αγκυρώσεων συνδέονται με πλήρως αγκυρούμενο μεταλλικό πλέγμα, ενισχυμένο με μεταλλικά συρματόσχοινα, σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Στο ανατολικό τμήμα του υψηλού ορύγματος, η διαμόρφωση αυτού καθορίζεται από τη διέλευση της νότιας εσωτερικής οδού, προς την ανάντη αγροτική οδό, εκτός του νοτίου ορίου του οικοπέδου. Η οδός αυτή λειτουργεί ως ενδιάμεση βαθμίδα, μεταξύ των δύο αναβαθμών, και διαμορφώνεται με πλάτος B = 5,0μ, ενώ θα διαθέτει τάφρο απορροής στην εσωτερική της παρειά.

Ορύγματα Εξωτερικής Οδού Πρόσβασης

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι προτεινόμενες ανά περίπτωση κλίσεις ανυποστήρικτων πρανών ορυγμάτων της εξωτερικής οδού πρόσβασης, αναλόγως του κατά περίπτωση συναντώμενου σχηματισμού :

Εκσκαπτώμενος Σχηματισμός	Πιθανοί δυνητικοί μηχανισμοί αστοχιών	Κλίσεις μετώπου - διαμόρφωση αναβαθμών
Μέτρια έως έντονα κερματισμένοι σχιστόλιθοι - χαλαζίτες ή φυλλίτες, υγιείς έως ελαφρά αποσαθρωμένοι	Επίπεδες ολισθήσεις στη σχιστότητα, σφήνες. Γενική ευστάθεια πρανών ικανοποιητική, δεν αποκλείονται όμως αποκολλήσεις στο μέτωπο.	Κλίσεις πρανών έως 2:1 (64°) για ύψη επιμέρους αναβαθμών έως 9,0μ. Ενδιάμεσες βαθμίδες πλάτους 3,0μ. Η σχιστότητα ενδέχεται να περιορίσει την κλίση σε 3:2 (56°).
Έντονα κερματισμένοι έως κατακερματισμένοι φυλλίτες - σχιστόλιθοι, ελαφρά αποσαθρωμένοι.	Επίπεδες ολισθήσεις στη σχιστότητα, πολυεπίπεδες ολισθήσεις (συνδυασμοί σχιστότητας και υποκατακόρυφων διακλάσεων)	Κλίσεις πρανών έως 3:2 (56°) για ύψη επιμέρους αναβαθμών έως 9,0μ. Ενδιάμεσες βαθμίδες πλάτους 3,0μ. Πιθανά μέτρα υποστήριξης εάν το συνολικό ύψος πρανούς ξεπερνά τα 15μ περίπου.
Κατακερματισμένοι φυλλίτες - σχιστόλιθοι, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένοι.	Κυκλικού τύπου αστοχίες πρανούς, πολυεπίπεδες ολισθήσεις (συνδυασμοί σχιστότητας και υποκατακόρυφων διακλάσεων), συστηματικές αποκολλήσεις μετώπου.	Κλίσεις πρανών περί τις 45° (1:1 έως 1,25:1) για ύψη επιμέρους αναβαθμών έως 9,0μ. Πιθανά μέτρα υποστήριξης εάν το συνολικό ύψος πρανούς ξεπερνά τα 15μ περίπου και αναγκαία μέτρα εφόσον επιλεγούν μεγαλύτερες κλίσεις. Ανάγκη κατασκευής τοίχου ποδός.
Εντελώς αποσαθρωμένοι φυλλίτες, ζώνες μανδύα αποσάθρωσης και πλευρικών κορημάτων σημαντικού πάχους.	Κυκλικού τύπου αστοχίες πρανούς.	Κλίσεις πρανών από 2:3 (34°) έως 1:1 (45°). Πιθανή η ανάγκη κατασκευής έργων υποστήριξης υπό τη μορφή αντιβάρων από διαπερατά υλικά ή σημαντικών έργων αντιστήριξης εφόσον δεν μπορούν να εφαρμοσθούν ανάλογες κλίσεις.

<u>Οδεύσεις Κεντρικών Αγωγών Μεταφοράς Νερού από την Έξοδο της Σήραγγας</u>

Για τα χαρακτηριστικά των επιμέρους ζωνών διέλευσης των κεντρικών αγωγών, από την έξοδο της σήραγγας στην είσοδο της εγκατάστασης, ισχύουν γενικά τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα. Τονίζεται η ανάγκη λήψη μέτρων για τα μήκη διέλευσης των αγωγών διαμέσου σημαντικού πάχους επιφανειακών ζωνών εδαφοποίησης των υποκείμενων

φυλλιτικών σχηματισμών, καθώς αυτές είναι επισφαλείς ως προς την εκδήλωση επιδερμικών ολισθήσεων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του έργου, ενώ στα ανώτερα τμήματά τους παρουσιάζουν ενδείξεις μικρομετακινήσεων ερπυστικού χαρακτήρα. Στις περιπτώσεις αυτές είναι προτιμότερη η διέλευση του αγωγού διαμέσου βαθέως ορύγματος (το οποίο μετά θα επανεπιχωθεί), παρά η διέλευση στην επιφάνεια του εδάφους. Η επιφανειακή όδευση του κεντρικού αγωγού ενέχει επιπλέον τον κίνδυνο ζημιών σε βάθος χρόνου, από πιθανή πρόσκρουση κατερχόμενου ογκολίθου.

6.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

6.4.1 Εκσκαφές Ορυγμάτων

Τα πρανή θα διαμορφώνονται κατά το δυνατό με ομαλές επιφάνειες (±30cm για κοιλότητες – εξάρσεις σε μέτωπο ύψους έως 10,0μ). Εφόσον μετά τη διαμόρφωση του μετώπου εντοπίζονται χαλαρά τεμάχη βράχου, αυτά θα πρέπει να αφαιρούνται.

Η διάνοιξη των πρανών βραχωδών ορυγμάτων θα πραγματοποιείται με τους ακόλουθους τρόπους:

Στις ανώτερες εδαφικές στρώσεις η διάνοιξη θα πραγματοποιηθεί με κατάλληλα εκσκαπτικά μηχανήματα.

Στις στρώσεις κατακερματισμού και / ή αποσάθρωσης της βραχόμαζας η διάνοιξη θα πραγματοποιηθεί με βαρέα εκσκαπτικά μηχανήματα (π.χ. προωθητής γαιών D9) και - όπου απαιτείται - με χρήση υδραυλικής σφύρας.

Στις ζώνες όπου η βραχόμαζα συναντάται μέτρια - έντονα κερματισμένη και ελαφρά αποσαθρωμένη έως υγιής, επιτρέπεται η διάνοιξη με χρήση εκρηκτικών, προρηγμάτωση του πετρώματος και <u>ελεγχόμενη περιμετρική ανατίναξη (smooth blasting)</u>, με τρόπο που να διασφαλίζει την ελαχιστοποίηση της διατάραξης της βραχόμαζας και τις υπερεκσκαφές.

Όπου αποδειχθεί επισφαλής η εφαρμογή ελεγχόμενης περιμετρικής ανατίναξης, η πραγματοποίηση του συνόλου των εκσκαφών θα πραγματοποιείται με βαρέα μηχανικά μέσα και υδραυλική σφύρα, μολονότι αυτό οδηγεί αναπόφευκτα σε αυξημένες ανάγκες χρήσης

μεγαλύτερου αριθμού βαρέων μηχανημάτων έργου, σε μείωση της παραγωγής και σε επιμήκυνση του χρονοδιαγράμματος ολοκλήρωσης των εκσκαφών.

6.4.2 Προϊόντα Εκσκαφών Ορυγμάτων

Τα βραχώδη προϊόντα των εκσκαφών διάνοιξης των εξεταζόμενων ορυγμάτων (μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και φυλλίτες - σχιστόλιθοι), ποικίλου βαθμού κερματισμού και αποσάθρωσης) κατατάσσονται γενικά στις ακόλουθες κατηγορίες :

- Προϊόντα εκσκαφής βραχόμαζας βαθμού αποσάθρωσης I-II, κατά κανόνα ασβεστολιθικής ή σχιστολιθικής, ανεξαρτήτως βαθμού κερματισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την κατασκευή του μετωπικού οπλισμένου επιχώματος, ιδιαίτερα της ζώνης έδρασης των κρισιμότερων - υψηλότερων διατομών αυτού, όσο και για τη στραγγιστική στρώση της βάσης του επιχώματος. Τα εν λόγω προϊόντα εκσκαφής υπάγονται γενικά στις κατηγορίες A-1-a και A-1-b (κατ' ελάχιστον A-2-4) κατά AASHTO.
- Προϊόντα εκσκαφής βραχόμαζας βαθμού αποσάθρωσης II-III, μέτρια – έντονα σχιστοποιημένης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό προϋποθέσεις για την κατασκευή είτε του κυρίως σώματος των μετωπικών οπλισμένων επιχωμάτων ή σε κάθε περίπτωση για το σύνολο των υπόλοιπων επιχώσεων της πλατείας της ΕΕΝ και των επιχωμάτων της οδού πρόσβασης, καθώς εκτιμάται ότι μετά από κατάλληλη επεξεργασία αποδίδουν κοκκώδη υλικά κατηγορίας A-2-4 έως κατ' ελάχιστον A-2-6 κατά AASHTO. Στις ίδιες κατηγορίες κατατάσσονται και αμμοχαλικώδη υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, μετά την αφαίρεση τυχόν ριζικών συστημάτων.
- Προϊόντα εκσκαφής βραχόμαζας βαθμού αποσάθρωσης >IV καθώς και οι αργιλοαμμώδεις στρώσεις του μανδύα αποσάθρωσης (μετά την αφαίρεση ριζικών συστημάτων) κατατάσσονται γενικά σε κατηγορίες κατώτερες της A-2-6 κατά AASHTO, επομένως δεν προτείνεται η χρήση τους για την κατασκευή των προβλεπόμενων οπλισμένων επιχωμάτων, ούτε των επιχωμάτων έδρασης των κύριων υποδομών της ΕΕΝ, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν για τα λοιπά επιχώματα της εξωτερικής οδού πρόσβασης.

6.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

6.5.1 Ηλώσεις Εδάφους - Βράχου Ολόσωμης Πάκτωσης

Τα παθητικά αγκύρια (ηλώσεις εδάφους / βράχου, εδαφοηλώσεις, αγκύρια ολικής πάκτωσης) αποτελούν τον οπλισμό ενίσχυσης των πρανών του ορύγματος, με διαστάσεις, κάνναβο S_v x S_h κ.λπ. χαρακτηριστικά όπως δείχνονται στα αντίστοιχα σχέδια, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται τα ελάχιστα απαιτούμενα περιθώρια ικανοποιητικής ασφάλειας.

Ο σχεδιασμός, ο έλεγχος και η τεχνολογία – μέθοδος κατασκευής των οπλισμένων ορυγμάτων βασίζεται στο EN 14490:2010 (Execution of special gevtechnical works – Soil nailing), σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των ΟΜΟΕ και ΕΑΚ.

Η αντοχή των αγκυρίων σε εξολκεύσεις θα πρέπει να επιβεβαιώνεται πριν και κατά τη διάρκεια της κατασκευής, έτσι όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Η κατασκευή των αγκυρίων θα πρέπει να διευθύνεται από εξειδικευμένο μηχανικό, ώστε να ελέγχονται συνεχώς οι αποκαλυπτόμενες συνθήκες κατά την πρόοδο των εργασιών σε σχέση με τις προβλεπόμενες στη μελέτη, να αξιολογείται η συμπεριφορά των ήδη κατασκευασμένων τμημάτων και αναλόγως να γίνονται οι τυχόν απαιτούμενες προσαρμογές.

Τα παθητικά αγκύρια θα κατασκευάζονται σε πεσσοειδή κάνναβο διαστάσεων S_v x S_h με τα χαρακτηριστικά που δείχνονται στα αντίστοιχα σχέδια και παράλληλα με τη σταδιακή εκσκαφή του ορύγματος, η οποία θα γίνεται σε κατά το δυνατό οριζόντια επίπεδα από πάνω προς τα κάτω, ακολουθώντας το περίγραμμα της εκσκαφής της παρειάς του πρανούς.

<u>Διατρήματα</u>

Το σύνολο των διατρημάτων των προβλεπόμενων ηλώσεων εδάφους / βράχου του συστήματος υποστήριξης των πρανών θα είναι Φ150mm.

Το σύνολο των διατρημάτων θα πραγματοποιείται με κλίση 1 : 3 (18,5°) ως προς την οριζόντια, όπως δείχνεται στα σχέδια, έτσι ώστε να διευκολύνεται η δια βαρύτητας ενεμάτωση.

Η κλίση των διατρημάτων δεν πρέπει να αποκλίνει από την προδιαγραφόμενη τιμή περισσότερο από ± 2°.

Η συνολική απόκλιση του άξονα της οπής κατά τη διάτρηση δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 1/30 (3,3%) του μήκους αυτής.

Η διάνοιξη της οπής θα πραγματοποιείται με περιστροφική ή περιστροφική – κρουστική μέθοδο, εφόσον το τελευταίο απαιτηθεί.

Τα μήκη των διατρημάτων κυμαίνονται από L_{min} = 8,0m έως L_{max} = 10,0m, όπως δείχνεται στα σχέδια. Αναλόγως της πυκνότητας / στιφρότητας (για εδάφη) και του κερματισμού (για πετρώματα) του διατρηόμενου σχηματισμού, η οπή του διατρήματος θα σωληνώνεται κατάλληλα σε όσο μήκος απαιτείται, για την αποφυγή εσωτερικών καταπτώσεων. Η εξαγωγή της προσωρινής προστατευτικής σωλήνωσης θα γίνεται σταδιακά κατά την τσιμεντεμάτωση.
Τα τοιχώματα των οπών που δε σωληνώνονται πλήρως θα καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα πριν από την τοποθέτηση των ράβδων αγκύρωσης και την τσιμεντεμάτωση. Επισημαίνεται ότι η χρήση μπεντονιτικών αιωρημάτων ή πολυμερικών αντιστηρικτικών διαλυμάτων για τις εργασίες αυτές δεν συνιστάται, καθώς ο αποτελεσματικός καθαρισμός των τοιχωμάτων του διατρήματος είναι προβληματικός.
Για κάθε διατρηόμενο αγκύριο θα τηρούνται στοιχεία σχετικά με την ημερομηνία, τον τρόπο διάτρησης, τη διάμετρο, το μήκος, το χρόνο και τις συνθήκες κατά τη διάτρηση.

<u>Χαλύβδινες Ράβδοι Αγκυρώσεων</u>

Οι χαλύβδινες ράβδοι θα είναι ολόσωμες, διαμέτρου Φ28mm. Ο χάλυβας των ράβδων θα είναι ποιότητας τουλάχιστον BSt 500, με χαρακτηριστικό όριο διαρροής fy_{o2K}≥500MPa.
Οι ράβδοι θα διαθέτουν κατάλληλο σπείρωμα κεφαλής μήκους τουλάχιστον 15cm έως 20cm (εφόσον πρόκειται για ράβδους νευροχάλυβα) ή συνεχές σπείρωμα (αν πρόκειται για έτοιμες χαλύβδινες ράβδους αγκυρίων) καθώς και κατάλληλες μούφες σύνδεσης ίδιας τουλάχιστον αντοχής, αν πρόκειται να συνδέονται.
Για τη διασφάλιση της αντοχής των ράβδων στο χρόνο, προβλέπεται αντιδιαβρωτική προστασία που μπορεί να επιτευχθεί με γαλβάνισμα ηλεκτροστατικά και εν θερμώ (με επικάλυψη ψευδαργύρου πάχους ≥85μm). Όλα τα υπόλοιπα χαλύβδινα τεμάχια (μούφες σύνδεσης ράβδων, περικόχλια – παρεμβύσματα, χαλύβδινες πλάκες κεφαλής) προβλέπεται να διαθέτουν τουλάχιστον ισοδύναμη αντιδιαβρωτική προστασία με γαλβάνισμα.

Η ράβδος του αγκυρίου εισάγεται κεντρωμένη εντός του διατρήματος με τη βοήθεια κατάλληλων πλαστικών αποστατών, κατά τρόπο τέτοιο ώστε το σπείρωμα στο άκρο της να εισχωρεί εν μέρει εντός της οπής, αλλά και να προεξέχει εν μέρει επαρκώς (>10cm) για να προσαρμοσθούν οι κεφαλές, οι οποίες στερεώνονται στο σπείρωμα των ράβδων μετά την ενεμάτωση και κατά την τοποθέτηση των προβλεπόμενων επενδύσεων.

- Οι χαλύβδινες (BSt 500) πλάκες κεφαλής θα είναι τετραγωνικές με προτεινόμενες διαστάσεις 300mmx300mmx20mm για τη ζώνη επένδυσης με αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα και διαστάσεις 250mmx250mmx20mm για τη ζώνη των αγκυρωμένων τοίχων.

Τσιμεντενεμάτωση Αγκυρώσεων

Η χαλύβδινη ράβδος της ήλωσης εισάγεται στο διάτρημα με προσωρινά στερεωμένο εύκαμπτο πλαστικό σωληνάκι μικρής διαμέτρου (12mm – 16mm) για την έγχυση του τσιμεντενέματος πλήρωσης του διατρήματος. Η σωλήνωση τσιμεντενεμάτωσης θα εισάγεται μέχρι τον πυθμένα ώστε το ένεμμα να εκρέει στον πυθμένα και να ανέρχεται δια βαρύτητας προς τα έξω, με στόχο την αποτελεσματική πλήρωση της οπής και των τυχόν κοιλωτήτων των τοιχωμάτων αυτής. Η εισαγωγή και έγχυση του τσιμενενέματος πραγματοποιείται με τη βοήθεια αντλίας από το συγκρότημα παραγωγής προς το σωλήνα ενεμάτωσης.

Εφόσον η ενεμάτωση δια βαρύτητας δεν εξασφαλίζει τις επιθυμητές τιμές πλευρικής τριβής που προδιαγράφονται στη μελέτη ακολουθεί ενεμάτωση με πίεση, με την προσαρμογή κατάλληλης διάταξης κεφαλής με σιδηρά σωλήνωση επί του στομίου της οπής και διοχέτευση αέρα με πίεση της τάξης των 200 kPa, όσο το τσιμεντένεμα είναι ακόμα νωπό.

Η κατανάλωση τσιμεντενέματος αναμένεται κατά μέσο όρο να είναι ως και 30% μεγαλύτερη του θεωρητικού όγκου του διατρήματος. Για κάθε αγκύριο θα τηρούνται στοιχεία σχετικά με τη διάρκεια της ενεμάτωσης, τη σύσταση αυτής και την καταναλωθείσα ποσότητα.

Το τσιμεντένεμα προβλέπεται με λόγο νερού / τσιμέντου W/C = 0,45 (0,35 – 0,60), έτσι ώστε να μη συρρικνώνεται κατά την πήξη, επιτρέπεται δε η χρήση εγκεκριμένων ρευστοποιητικών προσμίκτων (τα οποία κρίνεται σκόπιμο να διαθέτουν αντισυρρικνωτικές ιδιότητες). Η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή 28 ημερών του τσιμεντενέματος θα πρέπει να είναι ανώτερη των 25MPa.

Πριν από την έναρξη της κατασκευής θα πρέπει να γίνουν δοκιμαστικές συνθέσεις τσιμεντενέματος. Ο ποιοτικός έλεγχος αυτού περιλαμβάνει μετρήσεις της νωπής πυκνότητάς του (μία μέτρηση ανά παρτίδα στον κάδο του αναμικτήρα της μονάδας παραγωγής) και δοκιμές θλιπτικής αντοχής σε δοκίμια που θα λαμβάνονται καθημερινά.

Δοκιμές Εξόλκευσης Ηλώσεων

Οι οριακές χαρακτηριστικές αντοχές εξόλκευσης των παθητικών αγκυρίων εκτιμήθηκαν στην παρούσα μελέτη με βάση τις χαρακτηριστικές τιμές πλευρικής τριβής που δίδονται στην Τεχνική Έκθεση, σύμφωνα με τη φύση και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των γεωυλικών. Οι τιμές αυτές πρέπει να επιβεβαιωθούν επιτόπου με ανάλογο αριθμό δοκιμών εξόλκευσης, έτσι όπως καθορίζεται κατ' ελάχιστον στον ακόλουθο πίνακα 9.5.1-1, αναλόγως του εμβαδού του μετώπου του πρανούς που οπλίζεται και της γεωτεχνικής κατηγορίας της κατασκευής, σύμφωνα με την παράγραφο 2.1 του EN1997-1:2004.

Οι δοκιμές εξόλκευσης τύπου επαλήθευσης εκτελούνται σε δοκιμαστικά αγκύρια που κατασκευάζονται επιπροσθέτως με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως τα μόνιμα αγκύρια του έργου, μικρότερου όμως μήκους, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εξόλκευση σε κάθε περίπτωση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα κατασκευασθούν δοκιμαστικά αγκύρια Φ28/150, α=18º, σε διατρήματα μήκους L = 6,0m, με μήκος ενεμμάτωσης 3,0m. Οι δοκιμές διεξάγονται σύμφωνα με το πρότυπο EN14490:2010. Τα δοκιμαστικά παθητικά αγκύρια (ηλώσεις) θα κατασκευασθούν σε επιλεγμένες θέσεις μεταξύ των προβλεπόμενων θέσεων λειτουργικών ηλώσεων.

Οι δοκιμές εξόλκευσης τύπου αποδοχής εκτελούνται σε λειτουργικές ηλώσεις του συστήματος, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του EN14490:2010.

Πίνακας 6.5.1-1 (σύμφωνα με EN 14490:2010)

Προτεινόμενη ελάχιστη συχνότητα δοκιμών εξόλκευσης

Τύπος Δοκιμής	Ερευνητική στο Στάδιο Μελέτης	Επαλήθευσης - Καταλληλότητας	Αποδοχής Αριθμός ηλώσεων εδάφους ανά m^2 μετώπου πρανούς ή τοίχου	
Γεωτεχνική Κατηγορία κατά EN1997-1:2004			Μικρότερος από 1 ανά 1,5m^2	Τουλάχιστον ίσος με 1 ανά 1,5m^2
Γεωτεχνική Κατηγορία 1	Προαιρετική	Προαιρετική	Προαιρετική	Προαιρετική
Γεωτεχνική Κατηγορία 2	Προαιρετική	Εφόσον δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία, τουλάχιστον μία δοκιμή ανά εδαφική στρώση και τρεις κατ' ελάχιστον συνολικά.	Για εμβαδό μετώπου πρανούς : • A≤1000m^2, τουλάχιστον 5 δοκιμές. • A>1000m^2, τουλάχιστον μία	Για αριθμό ηλώσεων : • N≤200, τουλάχιστον 3 δοκιμές. • N>200, αριθμός δοκιμών τουλάχιστον ίσος με 1,5% του συνολικού αριθμού

		Εφόσον διατίθεται προηγούμενη εμπειρία, οι δοκιμές καταλληλότητας είναι προαιρετικές	δοκιμή ανά 200m^2. Στα παραπάνω κριτήρια θα λαμβάνεται υπόψη τουλάχιστον 1 δοκιμή ανά εδαφική στρώση και ανά στάδιο εκσκαφής.	ηλώσεων. Στα παραπάνω κριτήρια θα λαμβάνεται υπόψη τουλάχιστον 1 δοκιμή ανά εδαφική στρώση και ανά στάδιο εκσκαφής.
Γεωτεχνική Κατηγορία 3	Προαιρετική	Τουλάχιστον δύο δοκιμές ανά εδαφική στρώση και έξι κατ' ελάχιστον συνολικά.	Για εμβαδό μετώπου πρανούς : • A≤1000m^2, τουλάχιστον 5 δοκιμές. • A>1000m^2, τουλάχιστον μία δοκιμή ανά 200m^2. Στα παραπάνω κριτήρια θα λαμβάνεται υπόψη τουλάχιστον 1 δοκιμή ανά εδαφική στρώση και ανά στάδιο εκσκαφής.	Για αριθμό ηλώσεων : • N≤200, τουλάχιστον 5 δοκιμές. • N>200, αριθμός δοκιμών τουλάχιστον ίσος με 2,5% του συνολικού αριθμού ηλώσεων. Στα παραπάνω κριτήρια θα λαμβάνεται υπόψη τουλάχιστον 1 δοκιμή ανά εδαφική στρώση και ανά στάδιο εκσκαφής.

6.5.1 Εφαρμογή Πλήρως Αγκυρωμένου Μεταλλικού Πλέγματος Επένδυσης Μετώπου - Αντιδιαβρωτική Προστασία Πρανών

Σε όλες τις περιπτώσεις όπου προβλέπεται η τοποθέτηση ηλώσεων εδάφους / βράχου, η επένδυση του μετώπου των υποστηριζόμεων πρανών και η σύνδεση των κεφαλών των αγκυρώσεων θα πραγματοποιείται με πλήρως αγκυρωμένο μεταλλικό πλέγμα προστασίας, με την τοποθέτηση κατάλληλου γαλβανισμένου συρματοπλέγματος, ενισχυμένου με γαλβανισμένα συρματόσχοινα, το οποίο θα στερεώνεται με μεταλλικές πλάκες στα ήδη κατασκευασθέντα αγκύρια επί των κεκλιμένων επιφανειών των πρανών, με τρόπο ώστε τα συρματόσχοινα να συνδέουν κεφαλές αγκυρίων μεταξύ τους, και θα διαστρώνεται κατά τρόπο ώστε να αποκαθίσταται κατά το δυνατό επαφή με το μέτωπο του πρανούς, η οποία προηγουμένως θα έχει διαμορφωθεί καταλλήλως (με χρήση υδραυλικής σφύρας), ώστε να είναι επίπεδη χωρίς ιδιαίτερα εξογκώματα. Το πλέγμα θα αναρτάται από γαλβανισμένο συρματόσχοινο το οποίο στερεώνεται στο φρύδι του πρανούς ή του εκάστοτε μετώπου με χαλύβδινους πασσάλους μικρού μήκους (J-pins).

Το τοποθετούμενο πλήρως αγκυρούμενο μεταλλικό πλέγμα επένδυσης του μετώπου θα πρέπει να διαθέτει κατ' ελάχιστο τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Συρματόπλεγμα από χάλυβα εφελκυστικής αντοχής 350-550 N/mm^2 (EN 10223-3:2013), πάχους d≥3 mm, διπλής πλέξης, διαστάσεων βρόχου 8x10 cm, με τους συνδετήρες σύνδεσης των φύλλων μεταξύ τους, αγκυρωμένο σε κάναβο.
- Συρματόσχοινα τάνυσης οριζόντια και κάθετα για την ενίσχυση του συρματοπλέγματος, γαλβανισμένα με κράμα ψευδαργύρου-αλουμινίου (Galfan: 95%Zn-5%Al) κατά ΕΛΟΤ EN 10264-2, διαμέτρου d≥8 mm και αντοχής σε εφελκυσμό τουλάχιστον 1770 N/mm^2, πλεγμένα στους βρόχους του πλέγματος κατά την παραγωγική του διαδικασία.

Το συρματόπλεγμα θα είναι γαλβανισμένο, ενισχυμένης αντιδιαβρωτικής προστασίας (super coating) με γαλβάνισμα τύπου Galfan, κράματος ψευδαργύρου και αλουμινίου (Zn95-Al5) τουλάχιστον 290gr/m^2, για διάρκεια ζωής άνω των 80 ετών (EN 10244-2 class A)
Τα γαλβανισμένα συρματόσχοινα τάνυσης θα είναι τοποθετημένα σε αποστάσεις Sv / Sh, το πολύ ανά 2,00μ τόσο στην οριζόντια, όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση. Μικρότερες ή μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των συρματόσχοινων (ή και καθόλου παρουσία συρματόσχοινων) επιτρέπεται, εφόσον σε κάθε περίπτωση η ονομαστική εφελκυστική αντοχή του συστήματος επένδυσης (για δυνάμεις εφελκυσμού παράλληλες προς το μέτωπου του πρανούς) δεν είναι μικρότερη από <u>T = 60,0kN, τόσο στην κατακόρυφο, όσο και στην οριζόντια διεύθυνση</u>.
Το συρματόσχοινο (καλώδιο) τάνυσης ανάρτησης του συρματοπλέγματος από το φρύδι του πρανούς θα είναι αναλόγως γαλβανισμένο, διαμέτρου 10mm και θα στερεώνεται τοπικά κατά θέσεις ανά 1,50m περίπου, με μικρού μήκους χαλύβδινους πασσάλους και σκυρόδεμα, με τρόπο ώστε το συγκρατούμενο συρματόπλεγμα να επενδύει και η ζώνη όπου διαμορφώνεται το χείλος του πρανούς. Αναλόγως γαλβανισμένο συρματόσχοινο (καλώδιο) τάνυσης, διαμέτρου 10mm θα τοποθετείται και κατά μήκος του πόδα του πρανούς.
Αναλόγως γαλβανισμένες πρέπει να είναι και οι πλάκες αγκύρωσης για τη στερέωση του συρματοπλέγματος επί των κεφαλών των αγκυρίων όπλισης του πρανούς

Η αντιδιαβρωτική προστασία του μετώπου πραγματοποιείται με την εφαρμογή κατάλληλου τρισδιάστατου γεωπλέγματος φύτευσης βάρους τουλάχιστον 250 (±40) g/m^2 (κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9864), ονομαστικού πάχους 8-20 mm υπό πίεση 2 kPa κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9863-1, <u>ελάχιστης διαθέσιμης αντοχής σε εφελκυσμό, T_{ULT}≥10,0kN/m</u>, το οποίο τοποθετείται εσωτερικά του χαλύβδινου πλέγματος, συνδεδεμένο κατάλληλα με το τελευταίο, σε επαφή με τη βραχώδη

/ ημιβραχώδη επιφάνεια του πρανούς. Η ολοκλήρωση της αντιδιαβρωτικής προστασίας πραγματοποιείται με φύτευση του μετώπου με υδροσπορά, η οποία εξασφαλίζει επιπλέον καλύτερη αισθητικά εικόνα του πρανούς.

Στο κατώτερο τμήμα του μετώπου του πρανούς τοποθετούνται σε κατάλληλη διάταξη, εφόσον παραστεί ανάγκη κατά τη διαμόρφωση των εκσκαφών, αποστραγγιστικές οπές μήκους 8m και διαμέτρου διατρήματος Φ76mm, με ανωφερική κλίση 10°, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια, εντός των οποίων θα τοποθετείται διάτρητος πλαστικός σωλήνας PVC, διαμέτρου Φ50mm.

6.5.3 Επενδύσεις Βαθμίδων

Στο ανατολικό τμήμα του υψηλού ορύγματος, η διαμόρφωση αυτού καθορίζεται από τη διέλευση της νότιας εσωτερικής οδού, προς την ανάντη αγροτική οδό, εκτός του νοτίου ορίου του οικοπέδου. Η οδός αυτή λειτουργεί ως ενδιάμεση βαθμίδα, μεταξύ των δύο αναβαθμών και διαμορφώνεται με πλάτος Β = 5,0μ, είναι ασφαλτοστρωμένη και διαθέτει τάφρο απορροής στην εσωτερική της παρειά.

Οι λοιπές βαθμίδες του ορύγματος, στο κεντρικό τμήμα αυτού, προβλέπεται να επενδυθούν με στρώση έγχυτου σκυροδέματος C12/16, πάχους 12,0cm, με μία στρώση πλέγματος #T196. Το πλάτος των εν λόγω βαθμίδων ανέρχεται σε Β = 3,0μ. Για την προστασία από ρηγμάτωση λόγω συστολοδιαστολών προβλέπονται αρμοί πλάτους 2,0cm ανά 10,0m μήκος, πληρωμένοι με πλάκες τύπου Flexcell ή αναλόγου και σφράγιση με μαστίχη τύπου Plastic 77 ή αναλόγου για οριζόντιους αρμούς.

6.6 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΟΔΟΥ

6.6.1 Έλεγχοι Ευστάθειας Ορυγμάτων

<u>Προδιαγραφές - Κανονισμοί</u>

Για την εξέταση της ευστάθειας των πρανών των κρίσιμων διατομών των υπό εξέταση ορυγμάτων και το σχεδιασμό των τυχόν απαιτούμενων μέτρων υποστήριξης μετώπου ορυγμάτων, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις υπολογισμού του συντελεστή ασφάλειας υπό

συνθήκες που περιλαμβάνουν τις μακροχρόνιες συνήθεις φορτίσεις, τη σεισμική καταπόνηση σχεδιασμού κατά ΕΑΚ 2000 και τη μέγιστη αναμενόμενη στάθμη υπόγειων υδάτων. Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν για τις ενεργές τιμές των παραμέτρων αντοχής των γεωυλικών.

- Το σύνολο των εξεταζόμενων ορυγμάτων της περιμετρικής οδού κατατάσσονται στη **Γεωτεχνική Κατηγορία 2** (GC-2).

Ο σχεδιασμός των εξεταζόμενων ορυγμάτων και συστημάτων αντιστήριξης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Η/Υ SLIDE 5.0 (Rocscience) για τους γενικούς ελέγχους συνολικής ευστάθειας, τους έλεγχους κυκλικής ολίσθησης των πρανών και το συνολικό γεωμετρικό σχεδιασμό των χωματουργικών έργων. Ο υπολογισμός του συντελεστή ασφάλειας έναντι δυνητικών αστοχιών δομικού τύπου του μετώπου των βραχωδών ορυγμάτων (αστοχία σφηνών ή επίπεδης ολίσθησης βραχοτεμαχών) πραγματοποιείται με το λογισμικό Η/Υ SWEDGE & ROCPLANE (Rocscience).

Οι αναλύσεις σεισμικής καταπόνησης των ορυγμάτων & συστημάτων αντιστήριξης πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ψευδοστατικής ανάλυσης και την επιλογή κατάλληλου ισοδύναμου σεισμικού συντελεστή ενώ ελέγχθηκαν τόσο κυκλικές όσο και ευθύγραμμες επιφάνειες ολίσθησης (αντίστοιχες της μεθόδου Newmark για τον υπολογισμό του συντελεστή ασφάλειας υπό δυναμική φόρτιση).

<u>Παραδοχές Φορτίσεων</u>

Τα φορτία προέρχονται από το ίδιο βάρος και τη λειτουργία του έργου (φορτία κυκλοφορίας). Παράλληλα εξετάζονται οι περιπτώσεις δυσμενών τυχηματικών δράσεων που θα παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια ζωής του έργου (σεισμός, άνοδος της στάθμης των υπόγειων υδάτων). Ελέγχονται οι παρακάτω φορτίσεις :

- Ίδιο Βάρος Επιχώματος
- Φορτίο Κυκλοφορίας 20 KN/m^2, εφαρμοζόμενο σε όλο το πλάτος της στέψης.
- Σεισμικά φορτία κατά ΕΑΚ 2000
- Μέγιστη Στάθμη Νερού 50-ετίας

Σεισμικά Φορτία

Ο υπολογισμός του σεισμικού συντελεστή των ψευδοστατικών αναλύσεων ακολουθεί τις οδηγίες των παραγράφων 5.4.1 και 5.4.2 του ΕΑΚ 2000, βάσει των οποίων υπολογίζεται η φασματική μεγέθυνση $\beta_{(T)}$ από το φάσμα επιταχύνσεων σχεδιασμού σε συνάρτηση με τη

θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του επιχώματος (T_0), από την οποία προκύπτει η σεισμική επιτάχυνση στη στέψη. Για τους υπολογισμούς θεωρείται ενιαία μέση τιμή της επιτάχυνσης στη στέψη και στη βάση :

Οριζόντια επιτάχυνση : $\alpha_h = (\alpha_B + \alpha_K) / 2$

Κατακόρυφη επιτάχυνση : $\alpha_v = \pm 0{,}50.\alpha_h$

Όπου $\alpha_B = 0{,}50 \,.\, \alpha$ και για ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙ → $\alpha_B = 0{,}50 \,.\, 0{,}24 \Rightarrow \alpha_B = 0{,}12g$

$\alpha_K = \alpha_B \,.\, \beta_{(T)}$

Συντελεστές Ασφάλειας

Οι ελάχιστοι συντελεστές ασφάλειας έναντι αστοχίας των ορυγμάτων και συστημάτων αντιστήριξης πρέπει να είναι σύμφωνοι με τον παρακάτω πίνακα. Για την περίπτωση της ανώτατης προβλεπόμενης στάθμης υπόγειου ορίζοντα 50-ετίας θεωρήθηκε ανάπτυξη υπερπιέσεων πόρων εντός του σώματος της βραχόμαζας, των επιχωμάτων και της υποκείμενης ζώνης έδρασης. Ειδικά για τους ελέγχους δομικού τύπου αστοχιών στα μέτωπα των ορυγμάτων εφαρμόζεται <u>ποσοστό πλήρωσης με νερό των ασυνεχειών της βραχόμαζας στα κρίσιμα επίπεδα ολίσθησης (50% στις μακροχρόνιες συνθήκες φόρτισης, 35% στις σεισμικές φορτίσεις</u>).

Οι έλεγχοι ολικής ευστάθειας των ορυγμάτων και συστημάτων αντιστήριξης πραγματοποιούνται με εφαρμογή των Ο.Μ.Ο.Ε. (ολικοί συντελεστές ασφάλειας με εφαρμογή των χαρακτηριστικών τιμών των μηχανικών παραμέτρων των σχηματισμών) έναντι του Τρόπου Ανάλυσης 3 (DA-3), τις επιταγές του EN 1997-1:2004 και του Εθνικού Προσαρτήματος.

Στην περίπτωση αυτή οι μερικοί συντελεστές των δράσεων και των παραμέτρων αντοχής του εδάφους λαμβάνουν τις ακόλουθες τιμές :

<u>Επιβαλλόμενα Φορτία</u> - $\boldsymbol{\gamma_F}$: $\gamma_G = 1{,}00$ (μόνιμες δράσεις) , $\gamma_Q = 1{,}00$ (παροδικές δράσεις)

$\gamma_G = \gamma_Q = 1{,}0$ για την περίπτωση δράσεων ευνοϊκών για την οριακή ισορροπία του συστήματος.

<u>Παράμετροι αντοχής εδάφους</u> : $\boldsymbol{\gamma_M}$ = σύμφωνα με ακόλουθο πίνακα, ανάλογα με την περίπτωση σχεδιασμού → ($\gamma_{\varphi'}$ / $\gamma_{c'}$ / γ_{cu})

Αντίσταση Υπεδάφους / Θεμελίωσης – γ_R : γ_R = 1,0

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι επιμέρους συνδυασμοί φορτίσεων με βάση τους οποίους πραγματοποιούνται οι έλεγχοι συνολικής ευστάθειας του συστήματος επίχωμα – φυσικό υπόβαθρο – μέτρα ενίσχυσης, καθώς και οι αντίστοιχοι ελάχιστοι απαιτούμενοι συντελεστές ασφάλειας κατά Ο.Σ.Μ.Ε.Ο.

Πίνακας 6.6.1-1: Συνδυασμοί φορτίσεων – εφαρμοζόμενοι συντελεστές ασφάλειας (EN 1997-1:2005 & DIN 1054:2005-01)

Συνδυασμός	**Σεισμός**	**Περίπτωση Σχεδιασμού (Design Situation)**	**Ανώτατη στάθμη 50-ετίας**	**Συντελεστές Ασφάλειας Παραμέτρων Αντοχής Εδάφους γ_M**	**Ολικός Συντελεστής Ασφάλειας γ_T**	**Παρατηρήσεις**
STW	ΟΧΙ	LC 2 (CA 1 / SC 2)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi'}$ = 1,00 $\gamma_{c'}$ = 1,00 γ_{cu} = 1,00	γ_T = 1,20	Σημείωση [1] [2]
STW50	ΟΧΙ	LC 1 (CA 1 / SC 1)	ΝΑΙ	$\gamma_{\varphi'}$ = 1,00 $\gamma_{c'}$ = 1,00 γ_{cu} = 1,00	γ_T = 1,30	
EQW	ΝΑΙ	LC 3 (CA 3 / SC 3)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi u}$ = 1,00 $\gamma_{c'}$ = 1,00 γ_{cu} = 1,00	γ_T = 1,00	
ERW	ΟΧΙ	LC 2 (CA 1 / SC 3)	ΟΧΙ	$\gamma_{\varphi'}$ / $\gamma_{\varphi u}$ = 1,00 $\gamma_{c'}$ = 1,00 γ_{cu} = 1,00	γ_T = 1,20	

Σημείωση: [1] Λαμβάνεται στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ή ανάπτυξη υπερπιέσεων πόρων στο υπέδαφος και το σώμα του επιχώματος

[2] Ο συνδυασμός STW αφορά πρωτίστως στις προσωρινές συνθήκες ευστάθειας κατά την εκσκαφή διαμόρφωσης της ζώνης θεμελίωσης των οπλισμένων επιχωμάτων της οδού (μεικτές διατομές ορύγματος στα ανάντη και οπλισμένου επιχώματος στα κατάντη). Ο συνδυασμός ERW δεν έχει εφαρμογή στο σχεδιασμό των έργων υπό τις συναντόμενες συνθήκες υπόγειων υδάτων.

Παραδοχές Σχετικά με Εφαρμοζόμενα Μέτρα Υποστήριξης

Τα εφαρμοζόμενα μέτρα υποστήριξης για την εξασφάλιση του εκάστοτε επιδιωκόμενου συντελεστή ασφάλειας συμπεριλαμβάνουν μόνιμες ηλώσεις εδάφους – βράχου, διαφόρων μηκών και διατρημάτων.

Ακολούθως παρατίθενται οι παράμετροι αντοχής στη διεπιφάνεια ενέμματος – εδαφικού σχηματισμού για τις εφαρμοζόμενες παθητικές αγκυρώσεις, καθώς και οι αντίστοιχοι εισαγόμενοι συντελεστές ασφάλειας.

α) Συντελεστές ασφάλειας

Τα εφαρμοζόμενα διατρήματα για τα παθητικά αγκύρια των μέτρων υποστήριξης των πρανών του ορύγματος είναι τα ακόλουθα :

- Ηλώσεις εδάφους - βράχου ενίσχυσης μετώπων πρανών ορυγμάτων : **D = 150mm**. Οι επιμέρους αναβαθμοί δομούνται από φυλλίτες - χαλαζίτες, ποικίλου βαθμού κερματισμού και αποσάθρωσης (κατά κανόνα έντονα κερματισμένους έως κατακερματισμένους και σχιστοποιημένους), μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένους, ως εκ τούτου ο εφαρμοζόμενος συντελεστής ασφάλειας στη διεπιεφάνεια ενέμματος – εδάφους λαμβάνεται ίσος με $\mathbf{FS_{int}}$ **= 2,0**.

Οι εφαρμοζόμενοι συντελεστές ασφάλειας συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής Ασφάλειας
Οπλισμένο σκυρόδεμα τοίχων	γ_{concr}	**1,50**
Μεταλλικό πλέγμα επένδυσης	γ_{grid}	**1,15**
Τσιμεντένεμα αγκυρώσεων	γ_{grout}	**1,50**
Αντοχή χάλυβα τενόντων – ράβδων αγκυρώσεων (όριο διαρροής χάλυβα)	$\gamma_{a;steel}$	**1,15**
Διατμητική Αντοχή ενέματος αγκυρίου – περιβάλλοντος σχηματισμού	γ_{sbond}	**2,00** (παθητικές αγκυρώσεις)

β) Διατμητική Αντοχή Ενέμματος – Περιβάλλοντος Σχηματισμού

Για τη διατμητική αντοχή της διεπιφάνειας ενέματος – εδάφους εφαρμόζονται – με βάση βιβλιογραφικά δεδομένα για αντίστοιχους σχηματισμούς – οι ακόλουθες τιμές :

- Μόνιμες ηλώσεις εδάφους / βράχου μετώπων ορυγμάτων :

Στρώσεις φυλλιτών - σχιστολίθων, έντονα κερματισμένων, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένων, ενεμάτωση δια βαρύτητας : $\mathbf{T_{bond,k}}$ **= 220 kPa ➔** $\mathbf{T_{bond,des}}$ **= 110 kPa**

D_{nail} = 120mm ➔ $t_{des,bolt}$ = 41,5 KN/m

Για όλες τις περιπτώσεις επένδυσης του μετώπου και σύνδεσης των κεφαλών αγκυρώσεων με χαλύβδινο πλέγμα, η διαθέσιμη αντοχή στην κεφαλή των ηλώσεων λαμβάνει τιμή : **T_{head} = 30 KN**

- **Κρίσιμη Σημείωση** : Οι παραδοχές της μελέτης σε ό,τι αφορά στη διαθέσιμη αντίσταση εξόλκευσης των αγκυρώσεων θα πρέπει να ελεγχθούν πριν από την έναρξη της κατασκευής και κατά τη διάρκεια αυτής, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις προηγούμενες παραγράφους της παρούσας Μελέτης και τις προδιαγραφές των EN 1537:1999 και EN 14490:2010.

6.6.2 Αποτελέσματα Ελέγχων Ευστάθειας

Στον ακόλουθο πίνακα 6.6.2-1 παρατίθενται οι επιμέρους συντελεστές ασφάλειας, όπως αυτοί υπολογίσθηκαν για τις επιλεχθείσες διατομές των επιχωμάτων, με τη χρήση των λογισμικών SLIDE, SWEDGE και ROCPLANE.

Τα συνολικά αποτελέσματα των αναλύσεων σχεδιασμού των υπό εξέταση ορυγμάτων παρατίθενται στα παραρτήματα Δ και Ε της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 6.6.2-1 : Συντελεστές Ασφάλειας Υψηλών Ορυγμάτων

Θέση Ελέγχου	Πρανή	Τύπος Δυνητικής Αστάθειας	Κλίση Πρανών Ορύγματος	Συνδυασμός Φόρτισης		Μέτρα Υποστήριξης (σημ. 1)
				STW50 LC 1	EQW LC 3	
Κρίσιμες Διατομές Εκσκαφών	Διεύθυνση Κλίσης Πρανών Μετώπου Β (Β-ΒΔ έως Β-ΒΑ) (340° έως 020°)	Κυκλική	2:1 / 2:1 / 1:1	1,08	-	ΟΧΙ / ολική
		Κυκλική	2:1 / 2:1 / 1:1	1,36	1,03	Συνδυασμός ηλώσεων & πλέγματος μετώπου (βλ. σχέδια)
		Επίπεδη S1	2:1	0,78	-	Ανυπ.
		Επίπεδη S1	2:1	3,06	2,40	Επιλεγόμενα Μέτρα Υποστήριξης από Ολική Ευστάθεια
		Σφήνα S1/J3	2:1	0,94	-	ΟΧΙ

		Σφήνα S1/J3	2:1	1,47	1,18	Επιλεγόμενα Μέτρα Υποστήριξης από Ολική Ευστάθεια
		Σφήνα S1/J3	3:2	1,07	-	ΟΧΙ
		Σφήνα S1/J3	3:2	1,67	1,35	Επιλεγόμενα Μέτρα Υποστήριξης από Ολική Ευστάθεια
		Σφήνα J3/J4b	2:1	3,09	2,59	ΟΧΙ / Δεν απαιτούνται

Σημείωση : (1) : Τα μέτρα υποστήριξης φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια διατομών και όψεων.

7 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΤΡΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ

Το σύνολο της επιφάνειας του ανώτερου και κεντρικού τμήματος του φυσικού αντερείσματος διαμόρφωσης της ΕΕΝ περιλαμβάνει πλήθος μεμονωμένων ογκολίθων ασβεστολιθικής προέλευσης, προερχόμενων από τα ανάντη υποκατακόρυφα ασβεστολιθικά πρανή. Οι εν λόγω ογκόλιθοι εκτιμάται ότι έχουν φθάσει κατά πλειοψηφία στις τωρινές τους θέσεις, απευθείας από τις θέσεις αποκόλλησής τους από τα ανάντη ασβεστολιθιά αντερείσματα.

Αντίστοιχοι ογκόλιθοι συναντώνται και εντός της επιφανειακής ζώνης κορημάτων, συχνά συγκολημμένων μεταξύ τους με αργιλικό υλικό πλήρωσης. Μεμονωμένοι ογκόλιθοι συναντώνται και στο κατώτερο τμήμα του φυσικού αντρείσματος, συχνά δε αυτοί είναι σχιστολιθικής προέλευσης, προερχόμενοι από αντίστοιχες βραχώδεις εξάρσεις των σχιστολίθων, ο αριθμός τους όμως είναι σαφώς μικρότερος και η διασπορά τους μεγαλύτερη. Εκτιμάται ότι οι μεμονωμένοι ογκόλιθοι του κεντρικού και κατώτερου τμήματος του οικοπέδου κατέληξαν στις τωρινές θέσεις τους μετά από διαδοχικές κινήσεις από τα ανάντη και όχι απευθείας από τη θέση αποκόλλησής τους από τα αντίστοιχα βραχώδη αντερείσματα.

Λαμβάνοντας υπόψη τις κλίσεις του φυσικού αντερείσματος στη θέση διαμόρφωσης της ΕΕΝ, τη γενική μορφολογία των πρανών και την επικρατούσα βλάστηση (θαμνώδης, με διάσπαρτα χαμηλά δέντρα), εκτιμάται ότι για το σύνολο των ογκολίθων, μετά την αποκόλλησή τους και την αρχική κρούση τους στον πόδα του βραχώδους αντερείσματος, η κύρια μορφή κίνησης προς τα κατάντη είναι η κύλιση.

Από τους πραγματοποιηθέντες ελέγχους τροχιών καταπτώσεων προκύπτει ότι οι κατερχόμενοι ογκόλιθοι αναπτύσσουν κατά την αρχική τους πτώση κινητική ενέργεια, η οποία προσεγγίζει τη μέγιστη τιμή της στον πόδα του βραχώδους μετώπου και στη συνέχεια βαίνει ελαφρώς μειούμενη προς τα κατάντη, καθώς πλέον επικρατεί η μορφή της κύλισης.

7.2 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΝΩΝ

Η κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας των εξεταζόμενων πρανών γίνεται σε δύο επιμέρους βήματα. Στο πρώτο εξ αυτών, επιχειρείται η αρχική ταξινόμηση των πρανών σε κατηγορίες επικινδυνότητας Α, Β και Γ με βάση τον ακόλουθο πίνακα, με σκοπό τον περιορισμό των υπό εξέταση πλέον κρίσιμων πρανών :

Πίνακας 7.2-1 : Προκαταρκτική Ταξινόμηση Επικινδυνότητας Πρανών

Κατηγορία - Κριτήριο	**Α**	**Β**	**Γ**
Εκτιμώμενη Πιθανότητα Ακινητοποίησης Καταπτώσεων εντός Πλατείας ΕΕΝ	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
Προϊστορία Δραστηριότητας Καταπτώσεων	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή

Από τη στιγμή που το ανάντη ασβεστολιθικό αντέρεισμα κατατάσσεται, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, στην κατηγορία Α (κρίσιμο πρανές), ακολουθεί η λεπτομερέστερη βαθμονόμηση αυτού, με βάση το εμπειρικό σύστημα ταξινόμησης της επικινδυνότητας (Rockfall Hazard Rating System, Pierson et al 1990), το οποίο αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται στις ΗΠΑ (Oregon State Highway Division).

Οι μεταβλητές του συστήματος ταξινόμησης και τα κριτήρια διαβάθμισης με τις αντίστοχες βαθμολογίες δίδονται στον πίνακα 7.2-2. Οι μεταβλητές είναι :

- Ύψος πρανούς
- Αποτελεσματικότητα αύλακας ποδός
- Μέσο ρίσκο διερχόμενου οχήματος (στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει η μόνιμη παρουσία των κατάντη υποδομών).
- Ορατότητα σε σχέση με την απαιτούμενη απόσταση αντίδρασης για διάφορες ταχύτητες κίνησης του οχήματος
- Εύρος οδού / πλατείας (συνολική διατομή)
- Γεωλογικές / γεωτεχνικές παράμετροι

(α) διακλασμένη βραχόμαζα (τύπος, προσανατολισμός, αντίσταση τριβής των ασυνεχειών)

(β) κορήματα, αποσαθρωμένες μάζες (διάβρωση εδάφους, διαφορές διαβρωσιμότητας μεταξύ υλικών)

- Μέσο μέγεθος βραχοτεμαχίου / όγκος ανά κατάπτωση
- Ιστορικό βραχοπτώσεων

Η παράμετρος ‘’μέσο ρίσκο οχήματος’’ ορίζεται ως : (αριθμός οχημάτων/ώρα x μήκος πρανούς x 100) / (επιτρεπόμενη ταχύτητα). Στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνει τη μέγιστη τιμή λόγω της μόνιμης παρουσίας κτιρίων και αυτοκινήτων.

Ως μήκος πρανούς ορίζεται το τμήμα που αναλογεί στην αντίστοιχη κατηγορία βραχόμαζας.

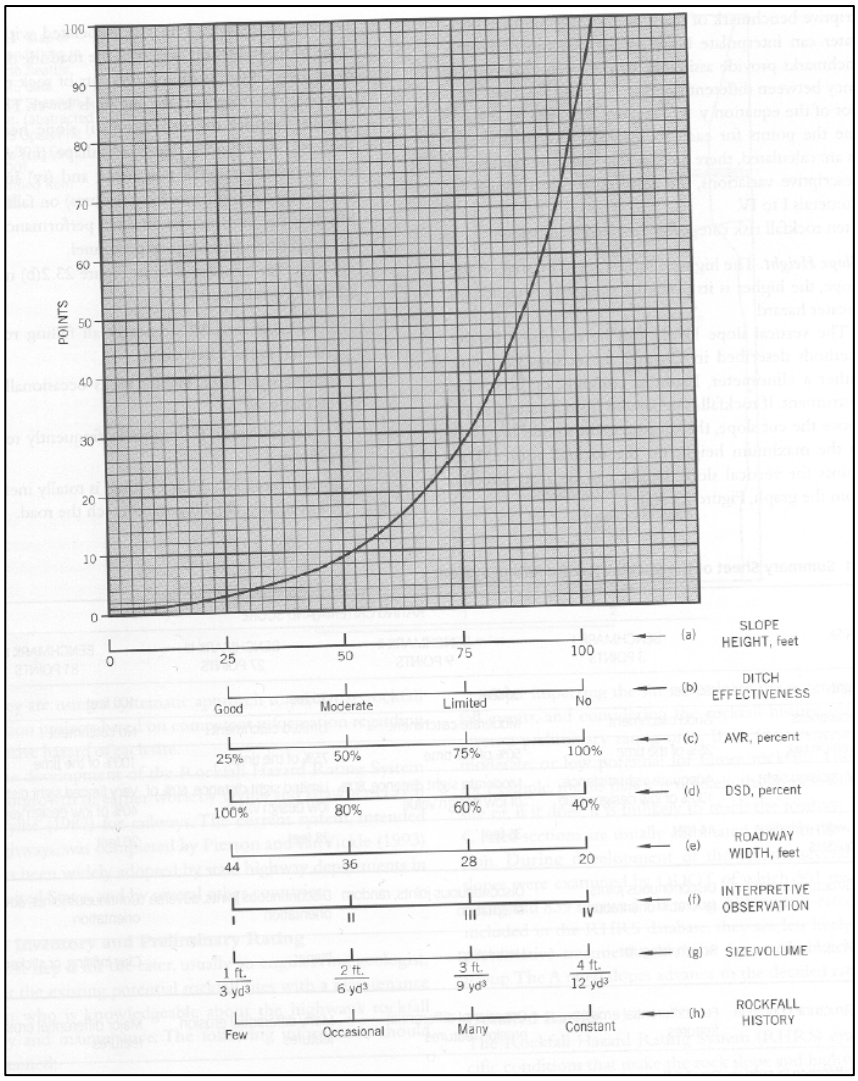
Ως ‘’% απόσταση ενέργειας’’ ορίζεται η διαθέσιμη απόσταση του οχήματος από εμπόδιο επί του καταστρώματος ως ποσοστό της απαιτούμενης απόστασης ενέργειας (ακινητοποίησης ή ελιγμού) ανάλογα με την ταχύτητα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνει μηδενική τιμή, καθώς δεν έχει χρήση στη δεδομένη περίπτωση.

Πίνακας 7.2-2 : Κριτήρια και Βαθμονόμηση καταπτώσεων

Κατηγορία Επικινδυνότητας Καταπτώσεων		*Κατηγορία I* *3 βαθμοί*	*Κατηγορία II* *9 βαθμοί*	*Κατηγορία III* *27 βαθμοί*	*Κατηγορία IV* *81 βαθμοί*
1. Ύψος πρανούς		*8m*	*16m*	*24m*	*32m*
2. Απόδοση τάφρου απαγωγής		*Καλή*	*Μέση*	*Περιορισμένη*	*Καθόλου*
3. Μέσο ρίσκο διερχόμενου οχήματος		*25% του χρόνου*	*50% του χρόνου*	*75% του χρόνου*	*100% του χρόνου*
4. % απόσταση ενέργειας		*100%*	*80%*	*60%*	*40%*
5. Πλάτος οδοστρώματος		*>15m*	*12m*	*9m*	*<6m*
Γεωλογικά χαρακτηριστικά	*6. Δομή βραχόμαζας*	*Ασυνεχείς διακλάσεις, ευνοϊκός προσανατολισμός*	*Ασυνεχείς διακλάσεις, ποικίλος προσανατολισμός*	*Ασυνεχείς διακλάσεις, δυσμενής προσανατολισμός*	*Συνεχείς διακλάσεις, δυσμενής προσανατολισμός*
	7. Επίπεδα ασυνεχειών	*Τραχεία, ασυνεχής*	*Κυματοειδής*	*Επίπεδη*	*Με υλικό πλήρωσης*
8. Όγκος επιμέρους τεμαχών		*<0,25m^3*	*0,50m^3*	*1,00m^3*	*>3,00m^3*
9. Κλίμα και παρουσία νερού στο πρανές		*Καθόλου νερό, χωρίς περίοδο παγετού*	*Εποχική παρουσία νερού, μικρή περίοδος παγετού*	*Συνεχής παρουσία νερού, μικρή περίοδος παγετού*	*Συνεχής παρουσία νερού, μεγάλη περίοδος παγετού*
10. Προϊστορία καταπτώσεων		*Λίγες καταπτώσεις*	*Εποχικές καταπτώσεις*	*Συχνές καταπτώσεις*	*Συνεχείς καταπτώσεις*

Σημείωση 1 : Για ενδιάμεσες τιμές χρησιμοποιείται το σχήμα 7.2-1.

Στον πίνακα 7.2-3 της επόμενης σελίδας παρατίθεται η συνολική βαθμολόγηση επικινδυνότητας του υπό εξέταση υποκατακόρυφου ασβεστολιθικού αντερείσματος, λαμβάνοντας υπόψη τηνκατάντη παρουσία της ΕΕΝ.



Πίνακας 7.2-3 : Βαθμολογία φυσικών αντερεισμάτων ανάντη της ΕΕΝ

Κατηγορία Επικινδυνότητας Καταπτώσεων		***Βαθμολογία***
1. Ύψος πρανούς		*9*
2. Απόδοση τάφρου απαγωγής		*27*
3. Μέσο ρίσκο διερχόμενου οχήματος		*81*
4. % απόσταση ενέργειας		*3*
5. Πλάτος οδοστρώματος		*27*
Γεωλογικά χαρακτηριστικά	*6. Δομή βραχόμαζας*	*9*
	7. Επίπεδα ασυνεχειών	*9*
8. Όγκος επιμέρους τεμαχών		*81*
9. Κλίμα και παρουσία νερού στο πρανές		*9*
10. Προϊστορία καταπτώσεων		*27*
	Σύνολο	***282***
	Συμπέρασμα	***Απαιτούνται Συστηματικά Μέτρα Προστασίας***

7.3 ΤΡΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΡΩΝ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ

Η τροχιά ενός ογκολίθου από το σημείο αποκόλλησης ως το σημείο ακινητοποίησής του μπορεί να αναλυθεί σε τέσσερις επιμέρους κινήσεις :

- Ελεύθερη πτώση
- Αναπήδηση
- Κύλιση
- Ολίσθηση

Οι κινήσεις αυτές είναι δυνατό να λάβουν χώρα διαδοχικά ή ταυτόχρονα.

Κατά την ελεύθερη πτώση ο βράχος επιταχύνει μόνο υπό την επίδραση της βαρύτητας. Η κίνηση αυτή περιγράφεται με μια εξίσωση παραβολικής τροχιάς με ή χωρίς αρχική ταχύτητα αγνοώντας την αντίσταση του αέρα.

Κατά τη φάση της πρόσκρουσης του λίθου στο έδαφος και της αναπήδησής του ένα ποσοστό της ενέργειάς του μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια αναπήδησης και το υπόλοιπο χάνεται ως ενέργεια παραμόρφωσης , θραύσης και θερμότητας (λόγω των τριβών που αναπτύσσονται). Το ύψος των ενεργειακών απωλειών κατά την πρόσκρουση εξαρτάται από την ελαστοπλαστική συμπεριφορά του εδάφους, την τυχόν καταστροφή της δομής του βράχου ή του εδάφους και κυρίως από την αντίσταση σε τριβή και ολίσθηση του βράχου (η οποία καθορίζεται από το σχήμα του). Μια περιγραφή του ποσοστού της κινητικής ενέργειας που καταναλώνεται στη φάση αυτή αποτελεί ο συντελεστής αναπήδησης για το σύστημα βράχου-εδάφους για τον οποίο γίνεται εκτενέστερη αναφορά στη συνέχεια.

Η κύλιση ενός ογκολίθου εμπεριέχει εκτός από γραμμική και γωνιακή ταχύτητα περιστροφής. Στην πράξη η φάση αυτή της κίνησης πραγματοποιείται σε συνδυασμό με την ολίσθηση και τα όρια της πρώτης από τη δεύτερη δεν καθίστανται πάντα σαφή , ιδιαίτερα όταν η έντονα ακανόνιστη γεωμετρία του βράχου ή του πρανούς οδηγούν σε μικρές αναπηδήσεις του λίθου. Το σχήμα του βράχου και η κλίση του πρανούς αποτελούν σε γενικές γραμμές τα στοιχεία εκείνα που θα καθορίσουν την επικράτηση της μιας εκ των δύο μορφών κίνησης. Μια σειρά από μοντέλα έχουν προταθεί για τον προσδιορισμό της συνθήκης μετάβασης από τη μια κίνηση στην άλλη (Hungr & Evans , 1988 , Bozzolo , Panini & Hutter). Η προσοχή εστιάζεται στο προσδιορισμό της οριακής τιμής της κινητικής ενέργειας που προκαλεί τη μετάβαση αυτή.

Η κρούση του λίθου με το έδαφος και η αναπήδησή του αποτελούν τη φάση της κίνησης με τις μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας , ιδιαίτερα οι πρώτες κρούσεις των οποίων συνήθως προηγείται ελεύθερη πτώση. Από πειραματικά δεδομένα πεδίου γίνεται φανερό ότι η κρούση

αναδεικνύεται ως η κρισιμότερη φάση της κίνησης καθώς σε συνδυασμό με το ανάγλυφο της πλαγιάς καθορίζουν τη συνολική τροχιά του βράχου στο χρονικό εκείνο διάστημα όπου η υψηλή κινητική του ενέργεια τον καθιστά ουσιαστικά ανεξέλεγκτο από τα όποια έργα προστασίας.

Επιλεγόμενες Τιμές Συντελεστών Αναπήδησης

Οι επιλεγόμενες τιμές συντελεστών αναπήδησης προέρχονται από δεδομένα πειραματικών μετρήσεων πεδίου, όπως αυτά δίδονται στη βιβλιογραφία (ISMES, Rocscience, Robotham et. al.), σε συνδυασμό με την πραγματοποίηση "ανάστροφων" αναλύσεων για τη δεδομένη γεωμετρία του αντερείσματος και τις αντίστοιχες θέσεις ακινητοποίησης ογκολίθων.

Στον ακόλουθο πίνακα 7.3-1 παρατίθενται οι επιμέρους τύποι επιφανειών πρόσκρουσης – ολίσθησης μεμονωμένων ογκολίθων κατά μήκος της κάθε εξεταζόμενης διατομής και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τριβής και αναπήδησης επί αυτών.

Πίνακας 7.3-1 : Μηχανικές παράμετροι επιφανειών πρανών / κίνησης ογκολίθων

Τύπος Επιφάνειας	**$Rn_{,m}$**	**$Rn_{,s}$**	**$Rt_{,m}$**	**$Rt_{,s}$**	**$\Phi_{,m}$**	**$\Phi_{,s}$**
Μέτωπο υγιούς βραχόμαζας και δάπεδα εκσκαφών	0,45	0,05	0,94	0,04	30	2
Επικαθίμενοι ογκόλιθοι άνω τμημάτων πρανών	0,35	0,04	0,85	0,04	30	2
Κορήματα – κάλυμα διάσπαρτων τεμαχών	0,32	0,04	0,80	0,04	30	2
Κορήματα με αραιή - χαμηλή βλάστηση	0,32	0,04	0,85	0,04	30	2

Τα αποτελέσματα των επιμέρους ελέγχων τροχιών καταπτώσεων παρατίθενται στο παράρτημα ΣΤ. Στο ακόλουθο σχήμα παρατίθενται οι τυπικές τροχιές κίνησης ανάλογων ογκολίθων και η αναπτυσσόμενη κινητική ενέργεια αυτών. Η συγκεκριμένη ανάλυση αφορά σε ογκολίθους μέσης μάζας 10.000kg / s = 1500kg (~Vm = 3,8m^3).

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνεται ότι η κινητική ενέργεια των ογκολίθων, πριν από την πρώτη κρούση τους ανέρχεται έως τα 1900kJ, στη συνέχεια αυξομειώνεται αναλόγως του τοπικού αναγλύφου και στη θέση διέλευσής τους από το φρύδι του ορύγματος διαμόρφωσης της ΕΕΝ ανέρχεται έως τα 800kJ. Στο τμήμα από τον πόδα του ανάντη ασβεστολιθικού αντερείσματος (θέση πρώτης κρούσης) έως το φρύδι των εκσκαφών, η βασική κίνηση των ογκολίθων αφορά στην κύλιση αυτών, χωρίς ουσιαστικές ανυψώσεις από το έδαφος.

Εφόσον οι ογκόλιθοι διέλθουν από το φρύδι και αρχίσουν την ελεύθερη πτώση τους, η αναπτυσσόμενη κινητική τους ενέργεια, έως 2.050kJ, έχει ως συνέπεια μεγάλο ποσοστό αυτών να καταλήξει μέχρι το κατώτερο τμήμα της πλατείας, θέτοντας σε άμεσο κίνδυνο σοβαρού ατυχήματος τους εργαζόμενους και τις υποδομές της ΕΕΝ.

- Ως εκ τούτου, προτείνεται για το συγκεκριμένο τμήμα, όπου ανάντη των εκσκαφών της πλατείας αναπτύσσονται υποκατακόρυφα ασβεστολιθικά αντερείσματα, η τοποθέτηση μεταλλικού φράκτη ανάσχεσης καταπτώσεων, ενέργειας ανάσχεσης E = 1000kJ και ύψους H = 4,0m, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια. Ο φράκτης τοποθετείται σε απόσταση περίπου 2,0μ από το φρύδι της κατάντη εκσκαφής.
- Η ανωτέρω ενέργεια ανάσχεσης αφορά στην ενεργειακή στάθμη λειτουργίας (SEL), σύμφωνα με ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-02-07-00, ως εκ τούτου κατατάσσεται στον τύπο 6 του αντίστοιχου πίνακα 2 της προδιαγραφής.

Με τον τρόπο αυτό ο συγκεκριμένος φράκτης συγκεντρώνει το σύνολο των ανάντη πιθανών καταπτώσεων βράχων, συμπεριλαμβανομένων όσων βρίσκονται ήδη συγκεντρωμένων στο τμήμα μεταξύ του φρυδιού της εκσκαφής και του πόδα του ανάντη ασβεστολιθικού αντερείσματος, οι οποίοι ενδέχεται στο μέλλον να εκδηλώσουν νέα κύλιση προς τα κατάντη.

7.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΦΡΑΚΤΕΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ

7.4.1. Γενική Διάταξη – Κατασκευαστικά Μέρη

Οι φράκτες συγκράτησης ογκολίθων αποτελούνται από μέλη τα οποία συναρμολογούνται επί τόπου με προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες (ανάγλυφο επιφανείας, τύπος υπεδάφους θεμελιωσης). Τα κύρια κατασκευαστικά μέρη διαστασιολογούνται και συναρμολογούνται κατά τρόπο που το αναρτημένο σύστημα να έχει την ικανότητα απορρόφησης της κινητικής ενέργειας σχεδιασμού, σύμφωνα με την τυποποίηση έκαστου συστήματος, αναλόγως προμηθευτή.

Σε κάθε περίπτωση τα εν λόγω συστήματα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία :

- Αγκυρώσεις θεμελίωσης και στήριξης
- Πλάκες θεμελίωσης (μεταλλικές ή σκυροδέματος)
- Μεταλλικές δοκούς τύπου ΗΕΒ.

- Μεταλλικό πλέγμα συγκράτησης
- Τένοντες αγκύρωσης
- Συρματόσχοινα ανάρτησης του πλέγματος

Επιπλέον ειδικές διατάξεις για αύξηση της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας, οι οποίες περιλαμβάνονται στα εν λόγω συστήματα, είναι οι ακόλουθες :

- Αρθρωτή σύνδεση των δοκών με τις πλάκες θεμελίωσης για πρόσθια ανάκληση των δοκών κατά την πρόσκρουση.
- Συστήματα πέδησης στους τένοντες αγκύρωσης προς τα ανάντη.

Οι μεταλλικοί φράκτες ανάσχεσης καταπτώσεων που θα τοποθετηθούν στο έργο θα πρέπει να καλύπτουν σε κάθε περίπτωση τα κριτήρια της ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-02-07-00:2009. Όπως προαναφέρθηκε, προέκυψε η ανάγκη τοποθέτησης μεταλλικού φράκτη ανάσχεσης καταπτώσεων, ενέργειας ανάσχεσης E = 1000kJ και ύψους H = 4,0m. Η ανωτέρω ενέργεια ανάσχεσης αφορά στην ενεργειακή στάθμη λειτουργίας (SEL), ως εκ τούτου κατατάσσεται στον τύπο 6 του αντίστοιχου πίνακα 2 της προδιαγραφής.

7.4.2. Κριτήρια Διαστασιολόγησης

Τα δύο βασικά κριτήρια διαστασιολόγησης και επιλογής του τύπου φράκτη είναι :

Α) Κινητική Ενέργεια Σχεδιασμού (Ε) : Λαμβάνεται η τιμή που αντιστοιχεί σε ογκολίθους μέγιστου όγκου και ταχύτητας για τα δεδομένα της θέσεως. Στην παρούσα περίπτωση η κινητική ενέργεια σχεδιασμού αντιστοιχεί σε ογκολίθους σύμφωνα με τις παραγράφους 7.1 και 7.2. Οι τιμές σχεδιασμού αναφέρονται σε κατηγορία φρακτών E_1 = 1000KJ.

Β) Ύψος Αναπήδησης : Σύμφωνα με τις πραγματοποιηθείσες αναλύσεις, το σύνολο των φρακτών ανάσχεσης κατασκευάζεται με ύψος H = 4,0m που αναλογούν σε στατιστικό ποσοστό συγκράτησης >99%. Η τοποθέτηση των φρακτών σε κατάλληλες θέσεις και κατάλληλες κλίσεις μεγιστοποιεί την αποτελεσματικότητα των φρακτών, λαμβάνοντας υπόψη την προβλεπόμενη αναπήδηση, την κρέμαση του πλέγματος και την ανάγκη

αποφυγής αναρρίχησης περιστρεφόμενων τεμαχίων στο πλέγμα και υπερπήδησης του φράκτη.

Σημειώνεται τέλος η ανάγκη πρόβλεψης κατάλληλου συνδυασμού πλέγματος υψηλής αντοχής και ελαφρότερου τύπου (μικρότερου βρόχου), για τη συγκράτηση μικροτεμαχών, θραυσμάτων ογκολίθων και ολισθήσεων κορημάτων.

8 ΕΛΕΓΧΟΙ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΥΡΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

8.1 ΕΙΔΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Οι σχεδιαζόμενες κατασκευές υποδομής - υποστήριξης της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Νερού (ΕΕΝ) συνίστανται από κτιριακά έργα σημαντικού εμβαδού, δεξαμενές ποικίλλου μεγέθους και δευτερεύοντα ελαφριά κτίρια. Οι μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις (κτίριο διύλισης) και οι επιμέρους δεξαμενές θεμελιώνονται επί γενικών κοιτοστρώσεων, ενώ τα υπόλοιπα κτιριακά έργα θα θεμελιωθούν επιφανειακά επί πεδιλοδοκών πλάτους 1,20 – 1,50m και μήκους 8,00 – 14,0m.

Για τον προσδιορισμό της επιτρεπόμενη φόρτισης του υπεδάφους θεμελίωσης πραγματοποιούνται οι απαιτούμενοι έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας και λειτουργικότητας, σύμφωνα με τις οδηγίες του Ευρωκώδικα 7 και 8 και τις απαιτήσεις του ΕΑΚ 2000. Οι αντίστοιχοι υπολογισμοί (παραμετρικού χαρακτήρα) πραγματοποιούνται για τις παρακάτω περιπτώσεις θεμελίωσης έργων και συνθηκών υπεδάφους :

α) Θεμελίωση Κτιρίου Διύλισης επί του επιχωματικού τμήματος της πλατείας, πίσω από το μέτωπο του οπλισμένου επιχώματος. Ελέγχεται η δυσμενέστερη θέση της επιφανειακής θεμελίωσης και συμπληρωματικά του ανατολικού, βαθύτερου τμήματος αυτής. Στην πρώτη περίπτωση, η παρουσία του πρανούς του οπλισμένου επιχώματος μπροστά από το κτίριο καθορίζει την επιτρεπόμενη φόρτιση αυτού.

β) Θεμελίωση Δεξαμενής Καθαρού Νερού, η οποία λόγω του μήκους της θεμελιώνεται εν μέρει επί των επιχωματώσεων της ΕΕΝ, πίσω από το μετωπικό οπλισμένο επίχωμα (δυτικό τμήμα) και εν μέρει επί της ζώνης εδαφοποιημένου φυλλίτη (ανατολικό τμήμα). Η στάθμη θεμελίωσης στην περίπτωση αυτή είναι ενιαία, αλλά τα δύο τμήματα αυτής εδράζονται επί σχηματισμών με διαφορετικά μηχανικά χαρακτηριστικά, αλλά και διαφορετική γεωμετρία πρανούς έμπροσθεν και κατάντη αυτών. Σημειώνεται ότι και στην περίπτωση αυτή, η παρουσία του πρανούς μπροστά από τη θεμελίωση της δεξαμενής καθορίζει την επιτρεπόμενη φόρτιση της θεμελίωσης.

γ) Θεμελίωση μικρότερων δεξαμενών επί του κατακερματισμένου, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένου φυλλιτικού - σχιστολιθικού υποβάθρου. Η θεμελίωση είναι επιφανειακή, χωρίς επιρροή από μετωπικά ή πλευρικά πρανή.

δ) Θεμελίωση κτιριακών έργων επί πεδιλοδοκών, επί του κατακερματισμένου, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένου φυλλιτικού - σχιστολιθικού υποβάθρου. Η θεμελίωση είναι επιφανειακή, χωρίς επιρροή από μετωπικά ή πλευρικά πρανή.

8.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ – ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Για τον προσδιορισμό της επιτρεπόμενης φόρτισης και τον έλεγχο οριακής κατάστασης αστοχίας της επιφανειακής θεμελίωσης των κατασκευών εφαρμόζεται ο Τρόπος Ανάλυσης 2 (Design Approach DA-2) σύμφωνα με τις παραγράφους 2.4.7.3.4.3 και κεφ. 6 του EN 1997-1:2004, καθώς και το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα (ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1497-1). Για το συγκεκριμένο τρόπο ανάλυσης εφαρμόζεται ο συνδυασμός μερικών συντελεστών A1 + M1 + R2 για τις δράσεις, τις μηχανικές παραμέτρους του υπεδάφους και τις συνολικές αντιστάσεις αντίστοιχα, σύμφωνα με τους πίνακες Α.3, Α.4 και Α.5 του παραρτήματος Α του EN 1997-1:2004.

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, για το σχεδιασμό της θεμελίωσης των κτιριακών έργων, των δεξαμενών και των λοιπών έργων υποδομής λαμβάνονται οι ακόλουθοι επιμέρους συντελεστές :

<u>Στατική Φόρτιση :</u>

<u>Φορτία Ανωδομής (Δράσεις)</u> - γ_F : γ_G = 1,35 (μόνιμες δράσεις) , γ_Q = 1,50 (παροδικές δράσεις)

γ_G = 1,0 , γ_Q = 0,0 για την περίπτωση δράσεων ευνοϊκών για την οριακή ισορροπία του συστήματος.

<u>Παράμετροι αντοχής εδάφους</u> : γ_M = 1,0 → $\gamma_{\varphi'} = \gamma_{c'} = \gamma_{cu}$ = 1,0

<u>Αντίσταση Υπέδαφους / Θεμελίωσης</u> – γ_R : $\gamma_{R,v}$ = 1,40 (φέρουσα ικανότητα θεμελίωσης)

$\gamma_{R,h}$ = 1,10 (ολίσθηση θεμελίωσης)

Επομένως ο συνολικός συντελεστής ασφάλειας για τη θεμελίωση προκύπτει στην περίπτωση αυτή (FS = γ_F x γ_M x γ_R, ζυγισμένος μέσος όρος μόνιμων και παροδικών δράσεων γ_F = 1,40) :

- Φέρουσα Ικανότητα : **FS** = 1,40 x 1,00 x 1,40 **= 1,96**
- Ολίσθηση : **FS** = 1,40 x 1,00 x 1,10 **= 1,54**

<u>Σεισμική Φόρτιση :</u>

Λαμβάνονται τιμές επιμέρους συντελεστών : $\gamma_F = \gamma_M = \gamma_R$ = 1,0 (για σεισμικές φορτίσεις αντιστοιχούσες σε ισχυρό σεισμό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΑΚ).

- Οι παρακάτω παρατιθέμενες χαρακτηριστικές τιμές επιτρεπόμενης φόρτισης ($\sigma_{\varepsilon\pi}$) έχουν υπολογισθεί με εφαρμογή μειωτικών συντελεστών για τις χαρακτηριστικές τιμές των παραμέτρων αντοχής του υπεδάφους με τιμές $\gamma_{\varphi'} = \gamma_{c'} = \gamma_{cu}$ = 1,0. Η αναγωγή στις αντίστοιχες τιμές επιτρεπόμενης φόρτισης σχεδιασμού ($\sigma_{D,Rv,st}$, $\sigma_{D,Rv,dyn}$) πραγματοποιείται με την εφαρμογή των ανωτέρω αναφερόμενων μερικών συντελεστών :

$\boldsymbol{\sigma_{D,Rv,st} = \sigma_{\varepsilon\pi,st} / 1,40}$

$\boldsymbol{\sigma_{D,Rv,dyn} = \sigma_{\varepsilon\pi,dyn} / 1,00}$

8.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ

Στον ακόλουθο πίνακα πίνακα παρατίθενται οι τιμές μέτρου ελαστικότητας για τις επιμέρους κατασκευές και περιπτώσεις ελέγχων, σύμφωνα με την παράγραφο 8.1. Οι τιμές καθίζησης προκύπτουν με βάση τα εκτιμώμενα φορτία λειτουργίας των κατασκευών.

Κατασκευή Τύπος Θεμελίωσης	Τιμές Μέτρου Ελαστικότητας
Κτίριο Διύλισης Γενική Κοιτόστρωση	Θεμελίωση επί καλά συμπυκνωμένων, επίλεκτων γεωυλικών : E'_S = 50,0MPa ÷ 65,0MPa για τα ανώτερα 10,0μ Σταδιακή αύξηση του E'_S για βάθη 10μ έως 20μ, έως τιμή >200,0MPa
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Δυτικό Τμήμα	Θεμελίωση επί καλά συμπυκνωμένων, επίλεκτων γεωυλικών : E'_S = 50,0MPa ÷ 65,0MPa για τα ανώτερα 10,0μ Σταδιακή αύξηση του E'_S για βάθη 10μ έως 20μ, έως τιμή >200,0MPa
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Ανατολικό Τμήμα	Θεμελίωση επί καλά συμπυκνωμένων, επίλεκτων γεωυλικών για πάχος 2,0μ και στη συνέχεια επί του ανώτερου, "αδύναμου" φυλλιτικού υποβάθρου: E'_S = 50,0MPa ÷ 100,0MPa για τα ανώτερα 10,0μ Σταδιακή αύξηση του E'_S για βάθη 10μ έως 20μ, έως τιμή >300,0MPa
Λοιπές Κοιτοστρώσεις επί Βραχώδους Υποβάθρου	Θεμελίωση απευθείας επί του βραχώδους υποβάθρου. E'_S = 100,0MPa ÷ >300,0MPa, σταδιακά για τα ανώτερα 10,0m, αυξανόμενο με το βάθος.
Λοιπές Πεδιλοδοκοί επί Βραχώδους Υποβάθρου	Θεμελίωση απευθείας επί του βραχώδους υποβάθρου. E'_S = 100,0MPa ÷ >200,0MPa (δυσμενέστερη περίπτωση, θεμελίωση επί ψαμμιτικής μάργας), σταδιακά για τα ανώτερα 10,0m, αυξανόμενο με το βάθος.

8.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ

Στον ακόλουθο πίνακα 8.4-1 παρατίθενται οι τιμές επιτρεπόμενης φόρτισης, καθιζήσεων και ελατηριακών σταθερών θεμελίωσης, για τις επιμέρους εξεταζόμενες περιπτώσεις της παραγράφου 8.1.

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 8.4-1, οι επιτρεπόμενες φορτίσεις των θεμελιώσεων του κτιρίου διύλισης και της δεξαμενής καθαρού νερού καθορίζονται από την παρουσία μπροστά και κατάντη αυτών του πρανούς των διαμορφούμενων οπλισμένων επιχωμάτων ή του φυσικού αντερείσματος της ζώνης του έργου, η παρουσία των οποίων μειώνει δραστικά την υπολογιζόμενη επιτρεπόμενη φόρτιση για οριζόντιο έδαφος.

Για την απομείωση της φέρουσας ικανότητας πλησίον κατάντη πρανούς εφαρμόζεται η μεθοδολογία της Fascicule No62, Annexe F.1, όπου για εφαρμογή κατακόρυφου φορτίου, κλίση μετώπου 1:1 (συντηρητικά), προκύπτει μειωτικός συντελεστής i_β (Μερικός συντελεστής

εξαρτώμενος από την κλίση “β” του πρανούς και την απόσταση d του θεμελίου από το χείλος του πρανούς (μετρούμενη στη στάθμη θεμελίωσης). Για την περίπτωση κεκλιμένου φορτίου (λόγω σεισμικής φόρτισης), θεωρούμενης κλίσης δ, προκύπτει επιπλέον μειωτικός συντελεστής i_{δ}. Στην περίπτωση αυτή ο συνολικός μειωτικός συντελεστής προκύπτει $i_{\beta\delta} = i_{\beta} * i_{\delta}$.

Στον πίνακα 8.4-2 παρατίθενται οι επιτρεπόμενες φορτίσεις και οι αντίστοιχοι μειωτικοί συντελεστές για το κτίριο διύλισης και τη δεξαμενή καθαρού νερού, βάσει των οποίων προέκυψαν οι αντίστοιχες τιμές επιτρεπόμενης φόρτισης του πίνακα 8.4-1.

Πίνακας 8.4-1 : Επιτρεπόμενες Φορτίσεις Επιμέρους Κατασκευών

Κατασκευή Τύπος Θεμελίωσης	$\sigma_{D,Rv,STW50}$	$\sigma_{D,Rv,EQW}$	Εκτιμώμενη Καθίζηση / Φορτίο	$K_{V,ST}$	$K_{V,DYN}$
Κτίριο Διύλισης Γενική Κοιτόστρωση	350 kPa (≤300kPa από ελέγχους ευστάθειας)	290 kPa (≤300kPa από ελέγχους ευστάθειας)	s = 28mm για P = 250kPa Στο βαθύτερο τμήμα : s = 20mm, P = 250kPa	9,0 MN/m^3 (12,5 MN/m^3)	13,5 MN/m^3 (19,0 MN/m^3)
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Δυτικό Τμήμα	380 kPa (≤300kPa από ελέγχους ευστάθειας)	390 kPa (≤300kPa από ελέγχους ευστάθειας)	s = 22mm για P = 250kPa	11,5 MN/m^3	17,0 MN/m^3
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Ανατολικό Τμήμα	570 kPa (≤350kPa από ελέγχους ευστάθειας)	450 kPa (≤350kPa από ελέγχους ευστάθειας)	s = 30mm για P = 250kPa	8,5 MN/m^3	13,0 MN/m^3
Λοιπές Κοιτοστρώσεις επί Βραχώδους Υποβάθρου	600 kPa	550 kPa	s = 9mm για P = 250kPa	28,0 MN/m^3	42,0 MN/m^3
Λοιπές Πεδιλοδοκοί επί Βραχώδους Υποβάθρου	400 kPa	350 kPa	s = 1,5mm για P = 160kPa	100,0 MN/m^3	150,0 MN/m^3

Πίνακας 8.4-2 : Επιμέρους Μειωτικοί Συντελεστές για Κτίριο Διύλισης και δεξαμενή

Κατασκευή Τύπος Θεμελίωσης	$\sigma_{D,Rv,STW50}$ **[Επίπεδο Έδαφος]**	d/B	tanβ	i_β	$\sigma_{D,Rv,EQW}$ **[Επίπεδο Έδαφος]**	i_δ	i_β x i_δ
Κτίριο Διύλισης Γενική Κοιτόστρωση	2200 kPa	0,40	1/1	0,16	2320 kPa	0,80	0,13
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Δυτικό Τμήμα	1930 kPa	0,50	1/1	0,20	2410 kPa	0,80	0,16
Δεξαμενή Καθαρού Νερού Γενική Κοιτόστρωση Ανατολικό Τμήμα	1370 kPa	0,70	1/2	0,42	1350 kPa	0,80	0,34

		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	**ΗΜ/ΝΙΑ**	**ΥΠΟΓΡΑΦΗ**
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ	**ΓΑΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Ε.**	**Σταύρος Τσακμακιδης** **Αθηνά Γαβριηλίδου** **Γιάννης Ιωακειμιδης**	**03/2020**	
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ	**Τμήμα Μελετών ΟΑΚ Α.Ε.**	**Θεόδωρος Βουρβαχάκης** **Στυλιανός Λαμπρινός** **Εμμανουήλ Πενθερουδάκης**	**03/2020**	
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	**Ο Δ/ντής Υδραυλικών Έργων**	**Μάρκος Πατρελάκης**	**03/2020**	
ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ	Με την αριθμ. πρωτ. ……./…….. Απόφαση του ΔΣ του Ο.Α.Κ. Α.Ε.			

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

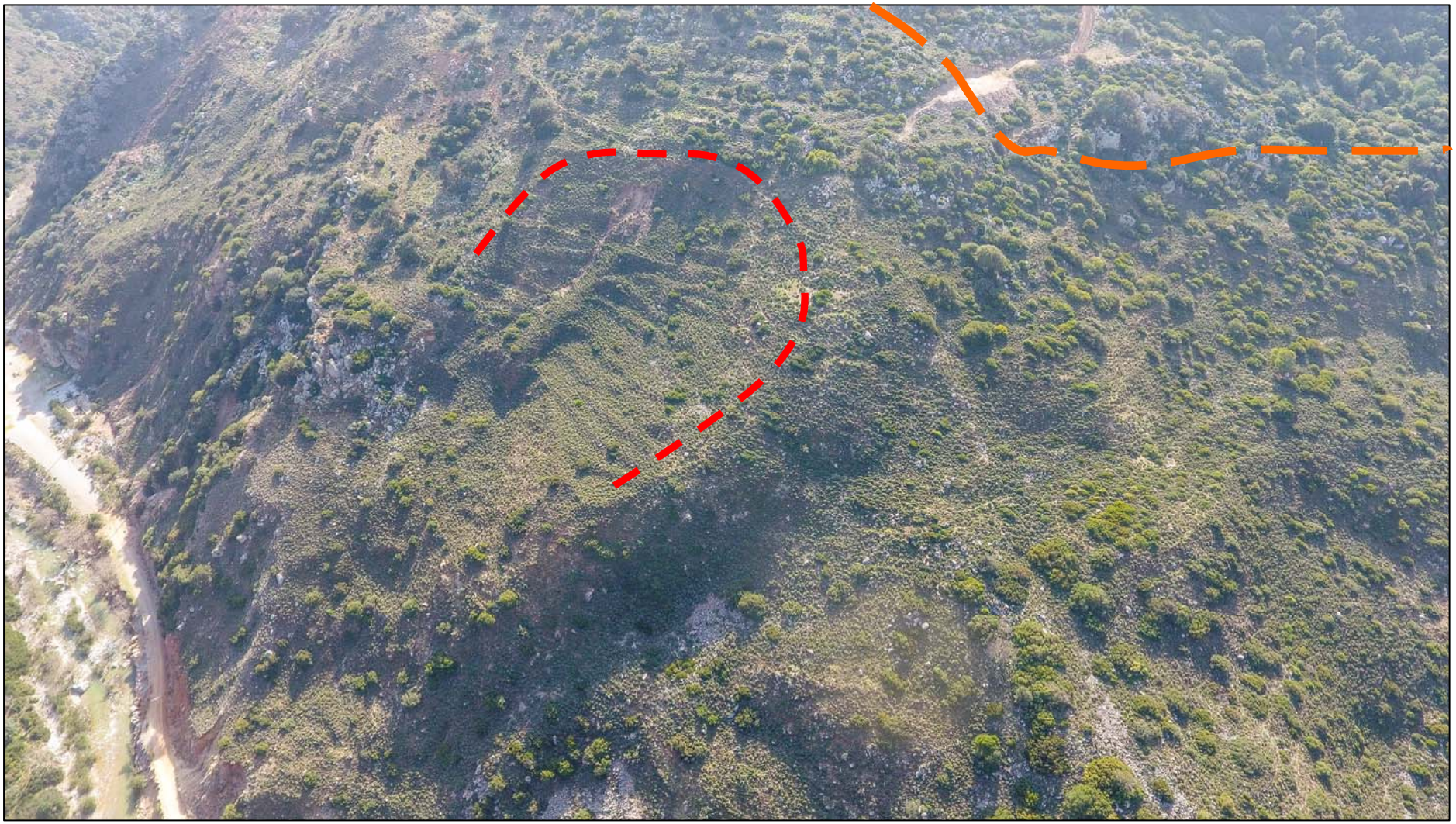
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Ε.Ε.Ν.

Πρόσθετα Γεωτεχνικά Έργα Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Νερού Ρεθύμνου (Φράγμα Ποταμών Αμαρίου)

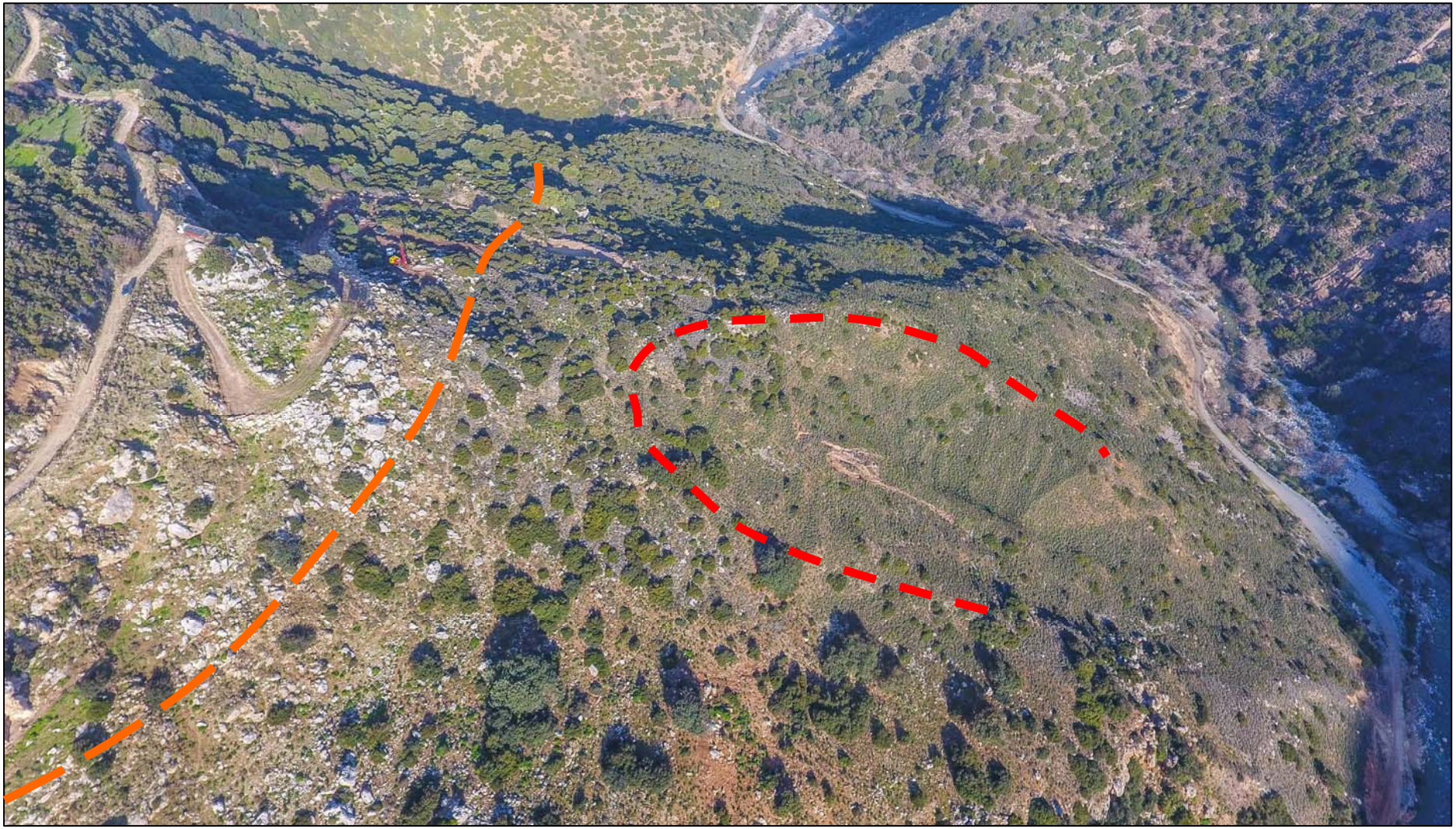
Άρθρο - Περιγραφή	Επιμέρους Εργασίες που Περιλαμβάνονται	Μονάδα Μέτρησης	Τιμή Μονάδας	Ποσότητα	Κόστος
Ν.Τ.1 : Κατασκευή οπλισμένων επιχωμάτων ζώνης έδρασης Ε.Ε.Ν. με επένδυση από λιθοπληρωμένα συρματοκιβώτια και κατασκευή επιχωμάτων έδρασης επιμέρους υποδομών. Περιλαμβάνει προμήθεια υλικών.	Προμήθεια γεωυλικών κατηγορίας REMB-1 και EMB-1, σύμφωνα με πίνακες 5.3.3-1 και 5.3.3-2 της Τεχνικής Έκθεσης, καθώς και των κατάλληλων γεωυλικών της στραγγιστικής στρώσης των επιχωμάτων. Κατασκευή οπλισμένων επιχωμάτων και επιχωμάτων έδρασης κύριων υποδομών ΕΕΝ, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τεχνικές προδιαγραφές της Τεχνικής Έκθεσης. Προμήθεια και τοποθέτηση πολυμερικών γεωπλεγμάτων κατάλληλων αντοχών, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγραφές της Τεχνικής Έκθεσης. Προμήθεια, κατασκευή και τοποθέτηση λιθοπληρωμένων συρματοκιβωτίων επένδυσης μετώπου οπλισμένων επιχωμάτων, συμπεριλαμβανομένων των υλικών πλήρωσης, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγραφές της Τεχνικής Έκθεσης.	τεμ.	1	715.000,0	715.000,0
Ν.Τ.2. : Μέτρα προστασίας - υποστήριξης πρανών ορυγμάτων διαμόρφωσης πλατείας Ε.Ε.Ν. Δεν περιλαμβάνει τις εργασίες εκσκαφών.	Εργασίες σταθεροποίησης πρανών ορυγμάτων (συμπεριλαμβανομένης της προμήθειας των απαιτούμενων υλικών, όχι όμως των εργασιών εκσκαφών). Περιλαμβάνει την τοποθέτηση ηλώσεων εδάφους - βράχου, διατρήματος d=150mm, διαμέτρου ράβδου Φ28mm, τοποθέτηση πλήρως αγκυρούμενου μεταλλικού πλέγματος επένδυσης μετώπου της προδιαγραφόμενης αντοχής, ενισχυμένου με κατάλληλα συρματόσχοινα, όπισθεν του οποίου τοποθετείται τρισδιάστατο πολυμερικό πλέγμα αντιδιαβρωτικής προστασίας. Όπου απαιτηθεί, κατασκευάζονται αποστραγγιστικές οπές στο κατώτερο τμήμα των πρανών ορυγμάτων. Η διάταξη των επιμέρους μέτρων υποστήριξης θα είναι σύμφωνη με τα αντίστοιχα σχέδια. Το σύνολο των υλικών και εργασιών θα ακολουθεί τις αντίστοιχες τεχνικές προδιαγραφές της Τεχνικής Έκθεσης.	τεμ.	1	71.000,0	71.000,0
Ν.Τ.3 : Μέτρα προστασίας Ε.Ε.Ν. έναντι καταπτώσεων βράχων	Προμήθεια και τοποθέτηση μεταλλικών φρακτών ανάσχεσης καταπτώσεων βράχων, ελάχιστης ενέργειας ανάσχεσης E=1000kJ (ενεργειακή στάθμη λειτουργίας / SEL) και ύψους φράκτη H=4,0m, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγραφές της Τεχνικής Έκθεσης.	τεμ.	1	112.000,0	112.000,0
				ΣΥΝΟΛΟ	**898.000,0**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

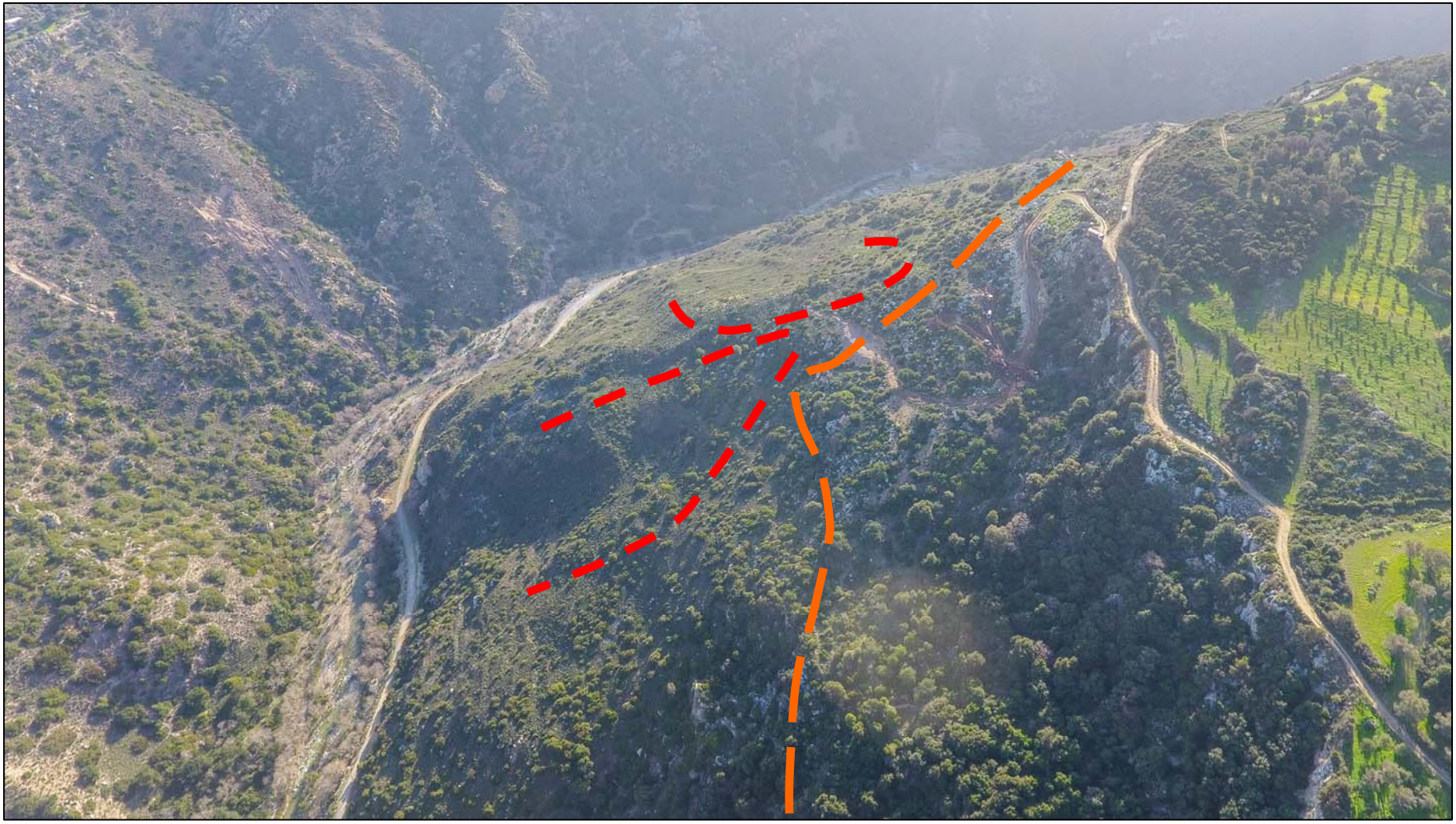
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΓΟΥ



Εικόνα Α.1: Άποψη του συνολικού οικοπέδου της ΕΕΝ, συμπεριλαμβανομένης της οδού πρόσβασης, από τα ΒΔ. Με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή οι ζώνες παλαιών ολισθήσεων και επιφανειακών παραμορφώσεων. Με πορτοκαλί διακεκομμένη γραμμή το όριο μεταξύ των ανώτερων μαργαϊκών ασβεστολίθων και των κατώτερων φυλλιτών - σχιστολίθων.



Εικόνα Α.2: Άποψη του συνολικού οικοπέδου της ΕΕΝ, συμπεριλαμβανομένης της οδού πρόσβασης, από τα Α - ΒΑ. Με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή οι ζώνες παλαιών ολισθήσεων και επιφανειακών παραμορφώσεων. Με πορτοκαλί διακεκομμένη γραμμή το όριο μεταξύ των ανώτερων μαργαϊκών ασβεστολίθων και των κατώτερων φυλλιτών - σχιστολίθων.



Εικόνα Α.3: Συνολική άποψη του οικοπέδου της ΕΕΝ από τα Δ - ΒΔ. Με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή οι ζώνες παλαιών ολισθήσεων και επιφανειακών παραμορφώσεων. Με πορτοκαλί διακεκομμένη γραμμή το όριο μεταξύ των ανώτερων μαργαϊκών ασβεστολίθων και των κατώτερων φυλλιτών - σχιστολίθων.

Εικόνα Α.4: Πανοραμική άποψη της θέσης της σχεδιαζόμενης πλατείας έδρασης των κύριων υποδομών της Ε.Ε.Ν.

Εικόνα Α.5: Κάτοψη της θέσης της σχεδιαζόμενης πλατείας έδρασης των κύριων υποδομών της Ε.Ε.Ν.

Εικόνα 1: Φυλλιτικοί σχηματισμοί στο κατώτερο τμήμα του οικοπέδου (πλησίον της κοίτης του ρέματος).

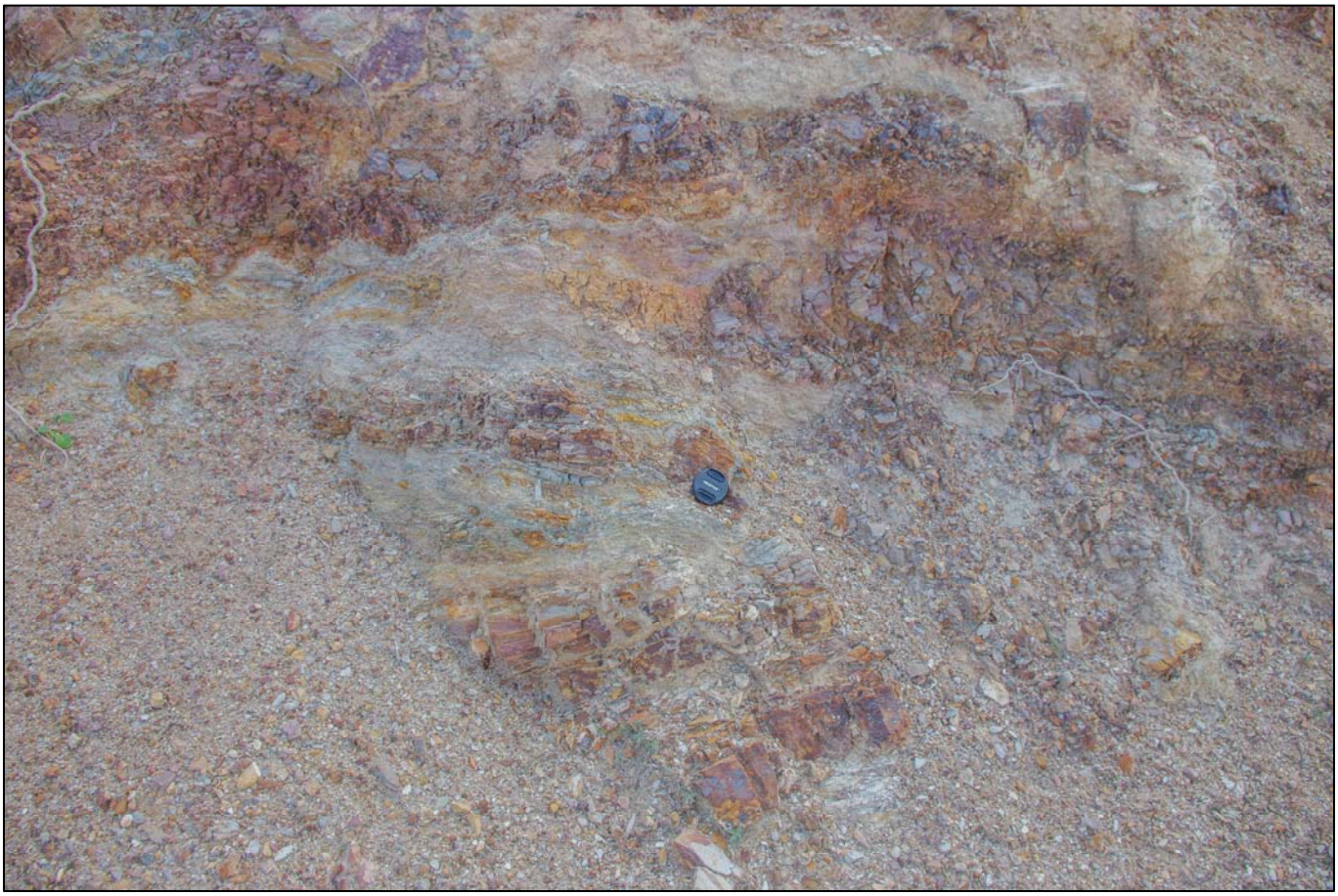
Εικόνα 2 : Χαρακτηριστική εικόνα των φυλλιτών - σχιστολίθων, κατακερματισμένων - φυλλοποιημένων, ελαφρά αποσαθρωμένων, σε διαμορφωμένο όρυγμα πλσίον της κοίτης, στο κατώτερο τμήμα του οικοπέδου.

Εικόνα 3 : Χαρακτηριστική εικόνα αστοχιών στις εδαφοποιημένες ζώνες των φυλλιτών, σε διαμορφωμένο όρυγμα ΒΑ του οικοπέδου, πλησίον της κοίτης.

Εικόνα 4 : Ζώνη συγκολλημένων βραχοτεμαχών, στη ζώνη ποδός των υποκατακόρυφων ασβεστολιθικών αντερεισμάτων, στο νότιο, ανώτερο τμήμα του οικοπέδου.

Εικόνα 5 : Αποκολλημένοι ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι, σε θέσεις ανατολικά της προβλεπόμενης θέσης της ΕΕΝ, προερχόμενοι από τα ανάντη υποκατακόρυφα αντερείσματα.

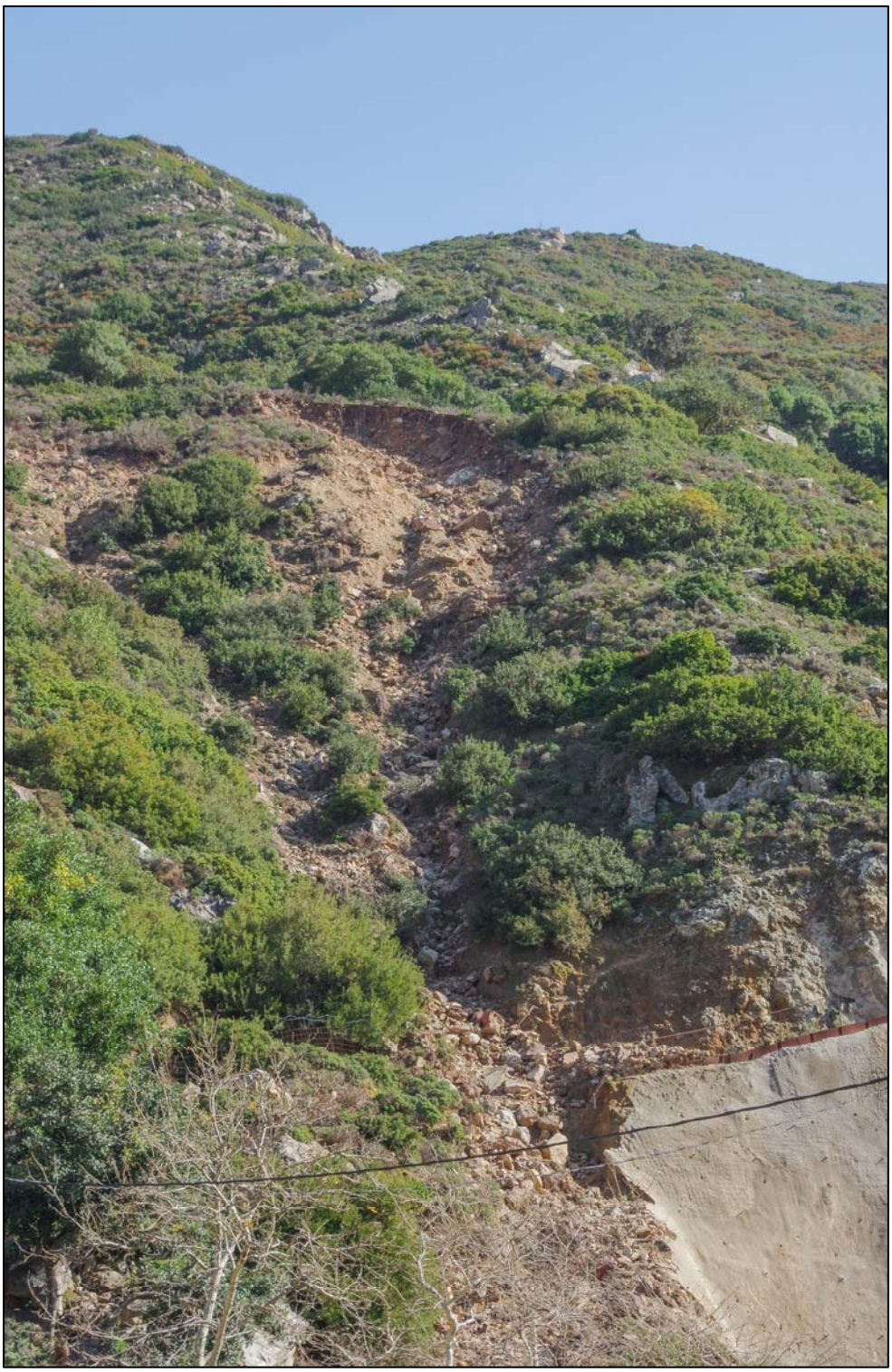
Εικόνα 6 : Χαρακτηριστικές επιδερμικές ολισθήσεις του εδαφικού μανδύα, στο ανατολικό αντέρεισμα του Πρασσανού φαραγγιού, σε θέσεις όπου αυτός παρουσιάζει αυξημένο πάχος. Ανάλογες επισφαλείς ζώνες συναντώνται και στο κατώτερο τμήμα του αντερείσματος έδρασης της ΕΕΝ, στη ζώνη διέλευσης της εξωτερικής οδού πρόσβασης και του κεντρικού αγωγού μεταφοράς νερού από το φράγμα Ποταμών, μέσω της σήραγγας προσαγωγής.



Εικόνα 7 : Ανώτερη ζώνη φυλλοποιημένων, έντονα διαβρωμένων - αποσαθρωμένων φυλλιτών, εντός της ζώνης έδρασης των ύριων εγκαταστάσεων της ΕΕΝ.

Εικόνα 8 : Εμφάνιση υγιών πρασινοσχιστόλιθων, μέτρια κερματισμένων, κατάντη της θέσης της ΕΕΝ, πλησίον της κοίτης. Σε πρώτο πλάνο διακρίνεται ζώνη έντονης αποσάθρωσης, στην επαφή με φυλλίτες, ένδειξη της έντονης ανομοιομορφίας της φυλλιτικής - σχιστολιθικής βραχόμαζας στη ζώνη του έργου.

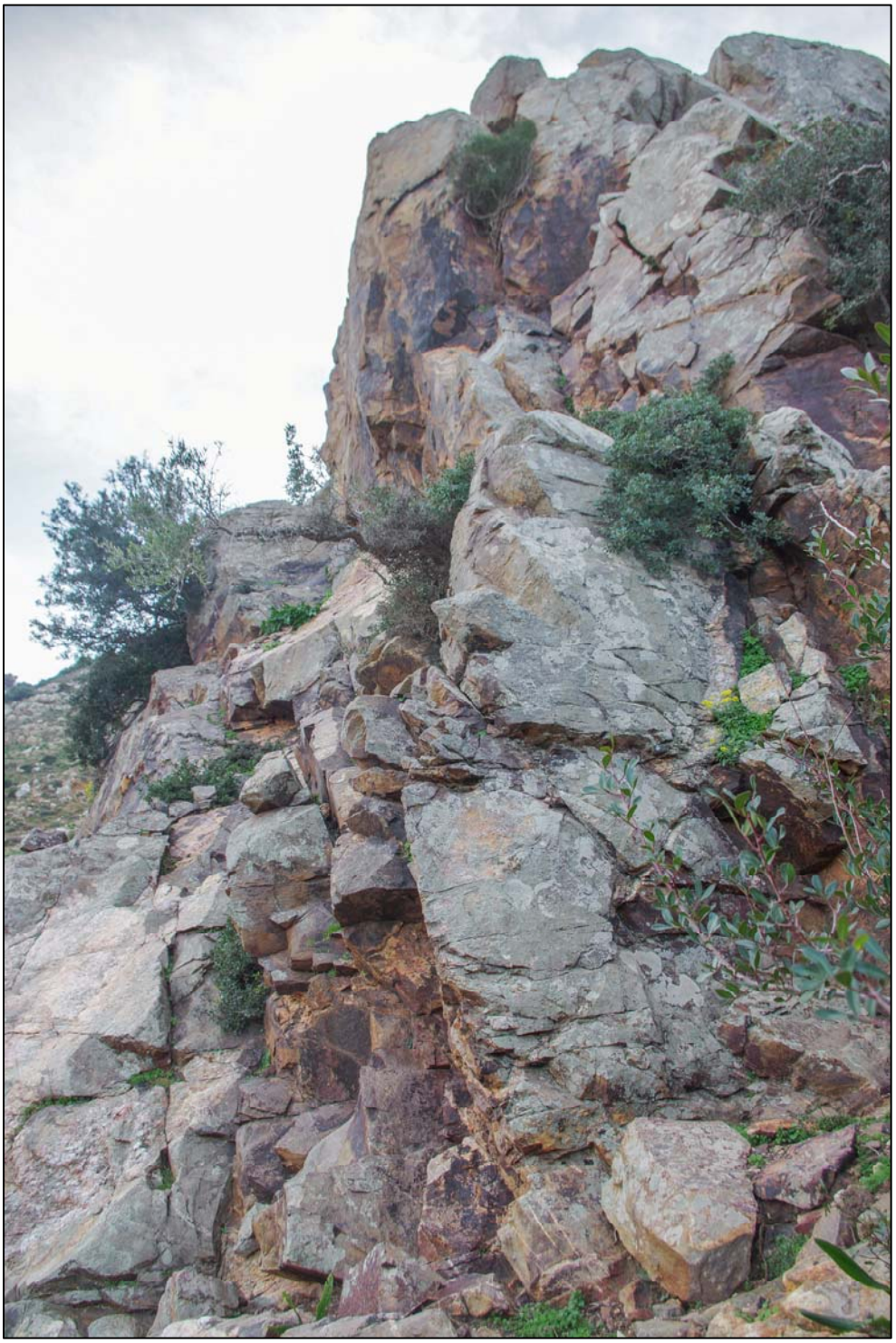
Εικόνα 9 : Εικόνα αστοχίας μετώπου κυκλικής μορφής, σε διαμορφωμένο μέτωπο ορύγματος εντός των εδαφοποιημένων φυλλιτών, σε θέση κατάντη της ζώνης έδρασης της ΕΕΝ, πλησίον της κοίτης του ρέματος. Οι κλίσεις του ορύγματος είναι εμφανώς επισφαλείς για το είδος του σχηματισμού. Ανάλογες ζώνες θα συναντήσει και η εξωτερική οδός πρόσβασης.



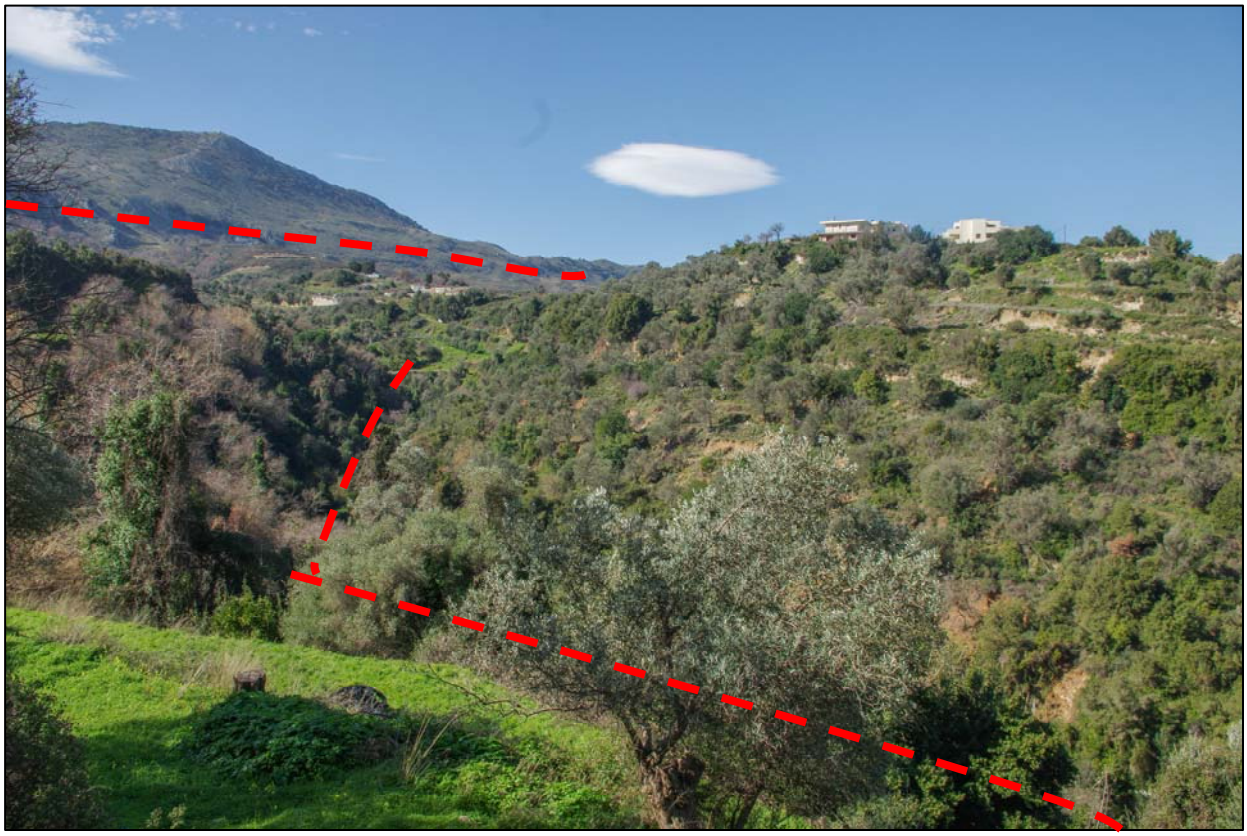
Εικόνα 10 : Χαρακτηριστική εικόνα επιφανειακής ολίσθησης ζωνών αποσάθρωσης, ανάντη του στομίου εξόδου της σήραγγας προσαγωγής. Η συγκεκριμένη αστοχία εκδηλώθηκε μετά από τις έντονες βροχοπτώσεις του Φεβρουαρίου 2019, στη ζώνη επαφής των φυλλιτών - σχιστολίθων με τους δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Η σωστή διαχείριση των ομβρίων στη ζώνη διέλευσης της οδού πρόσβασης θα αποτρέψει την εκδήλωση ανάλογων φαινομένων στο αντέρεισμα κατάντη του γηπέδου της ΕΕΝ.

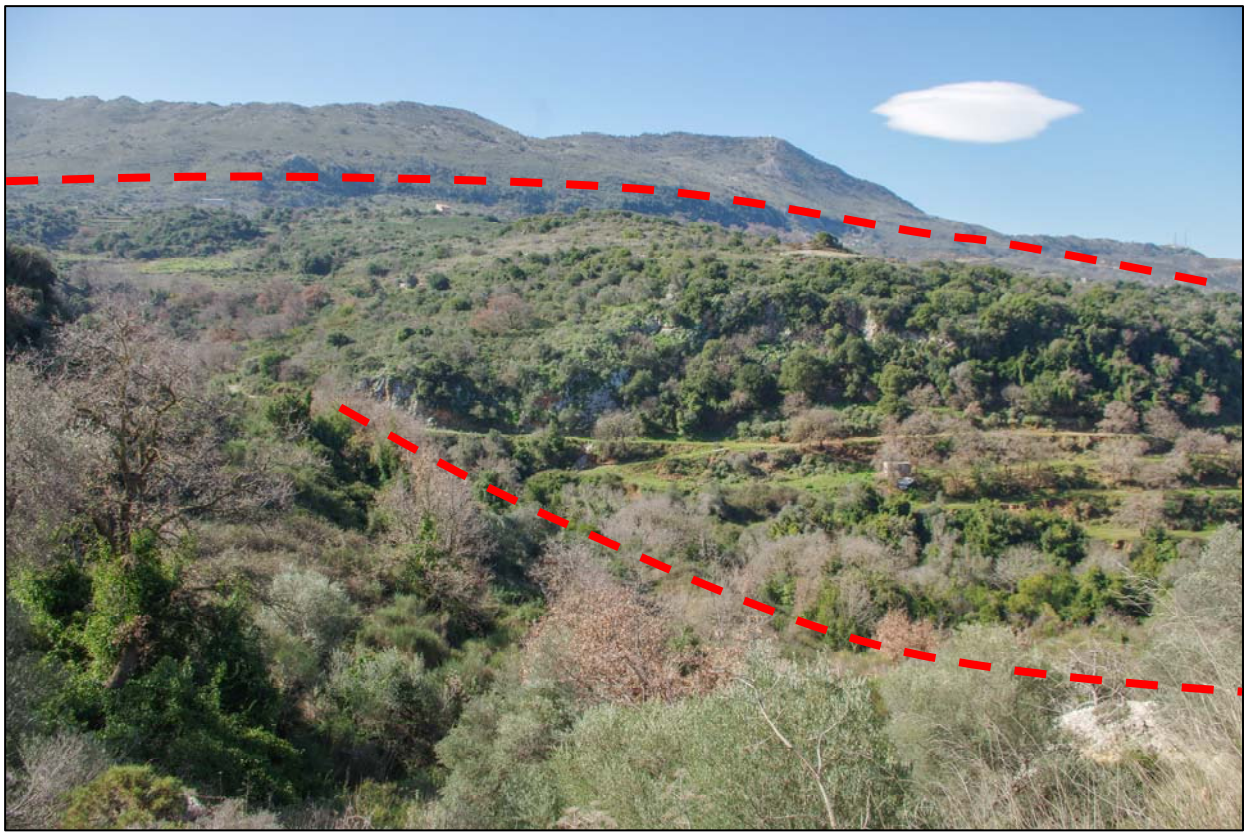
Εικόνα 11 : Χαρακτηριστική εικόνα της δομής των ποτάμιων αναβαθμίδων πλησίον της κοίτης του ρέματος. Η εν λόγω θέση αποτελεί το σημείο έναρξης της εξωτερικής οδού πρόσβασης.

Εικόνα 12 : Άποψη της σχιστολιθικής βραχόμαζας, αμέσως κατάντη της ζώνης των ασβεστολίθων, στο ΒΔ όριο της σχεδιαζόμενης πλατείας της ΕΕΝ.

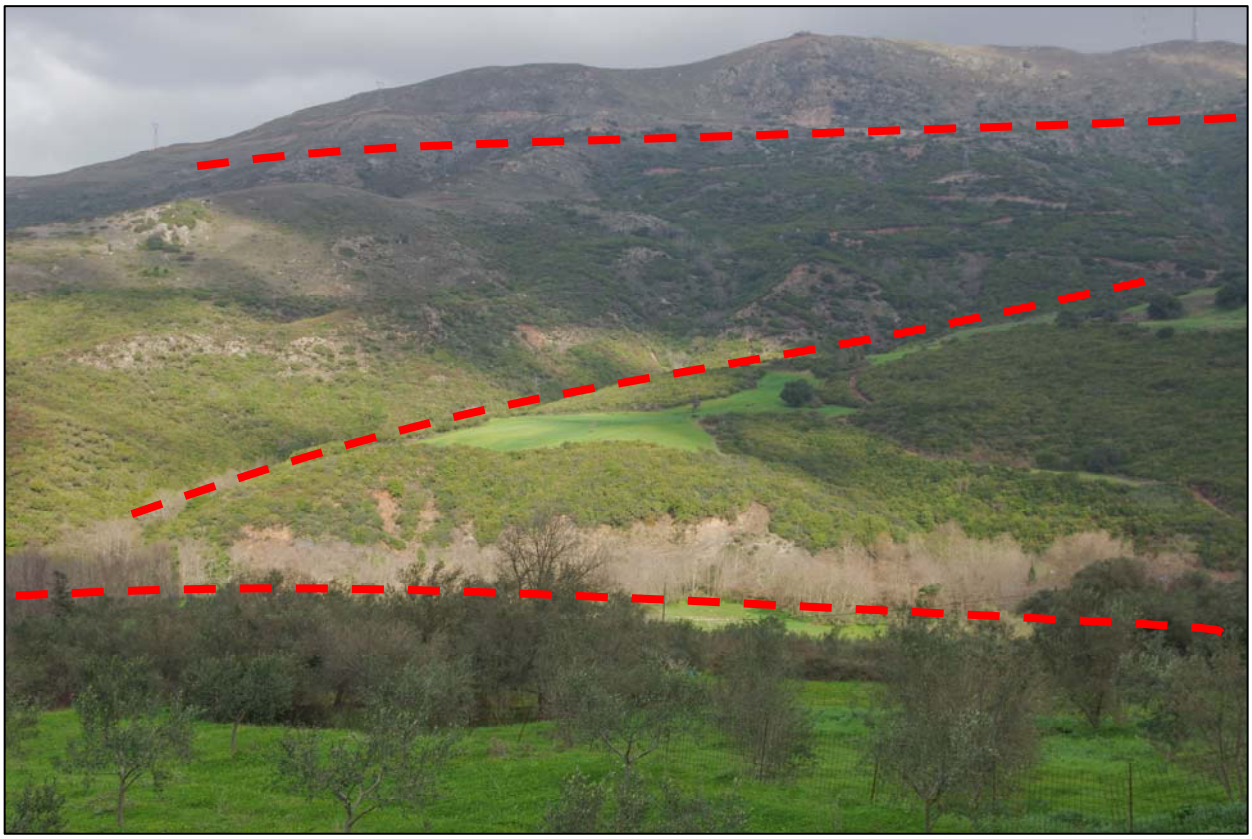


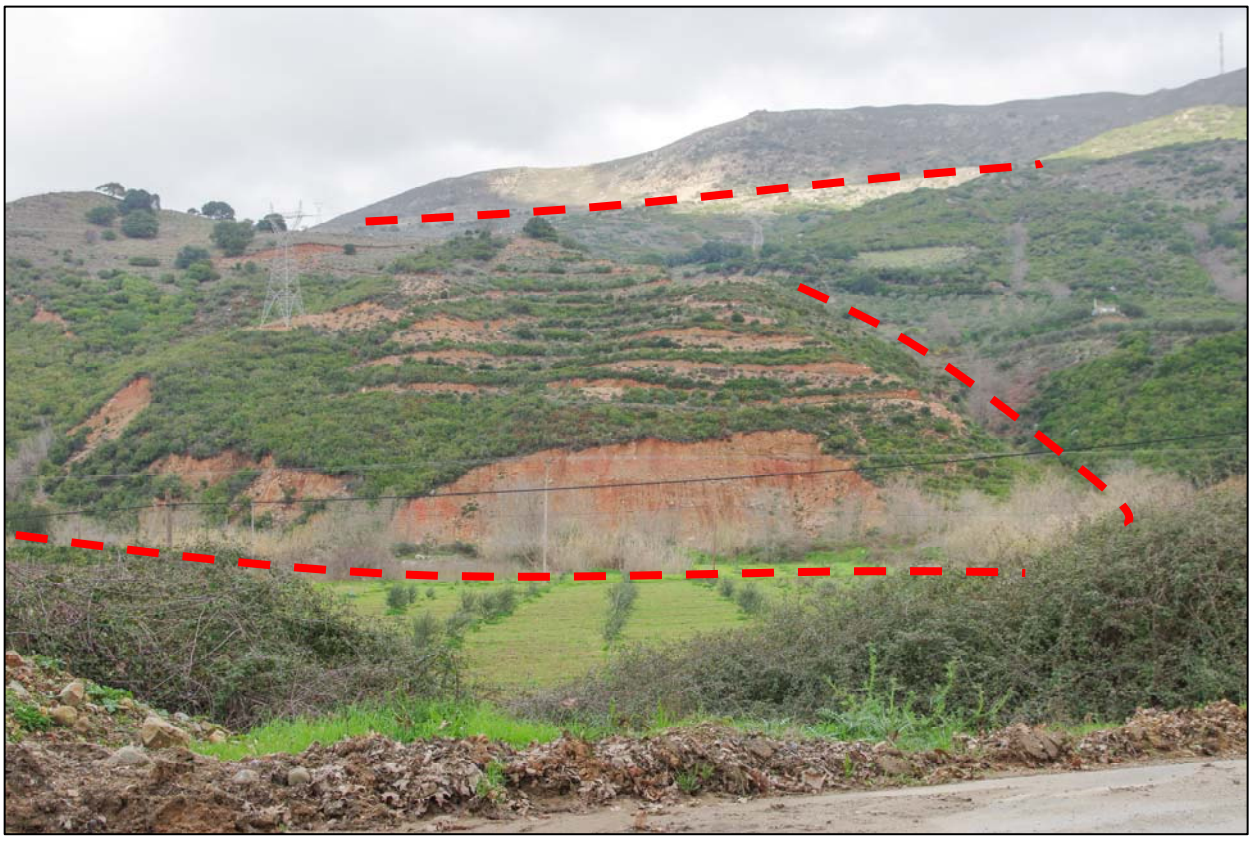
Εικόνα 13 : Άποψη της υγιούς σχιστολιθικής βραχόμαζας, σε επιφανειακή εμφάνισή της ΒΔ του κυρίως οικοπέδου της ΕΕΝ.





Εικόνες 14-15 : Σύμπλεγμα ρηγμάτων περιοχής Χρομοναστηρίου

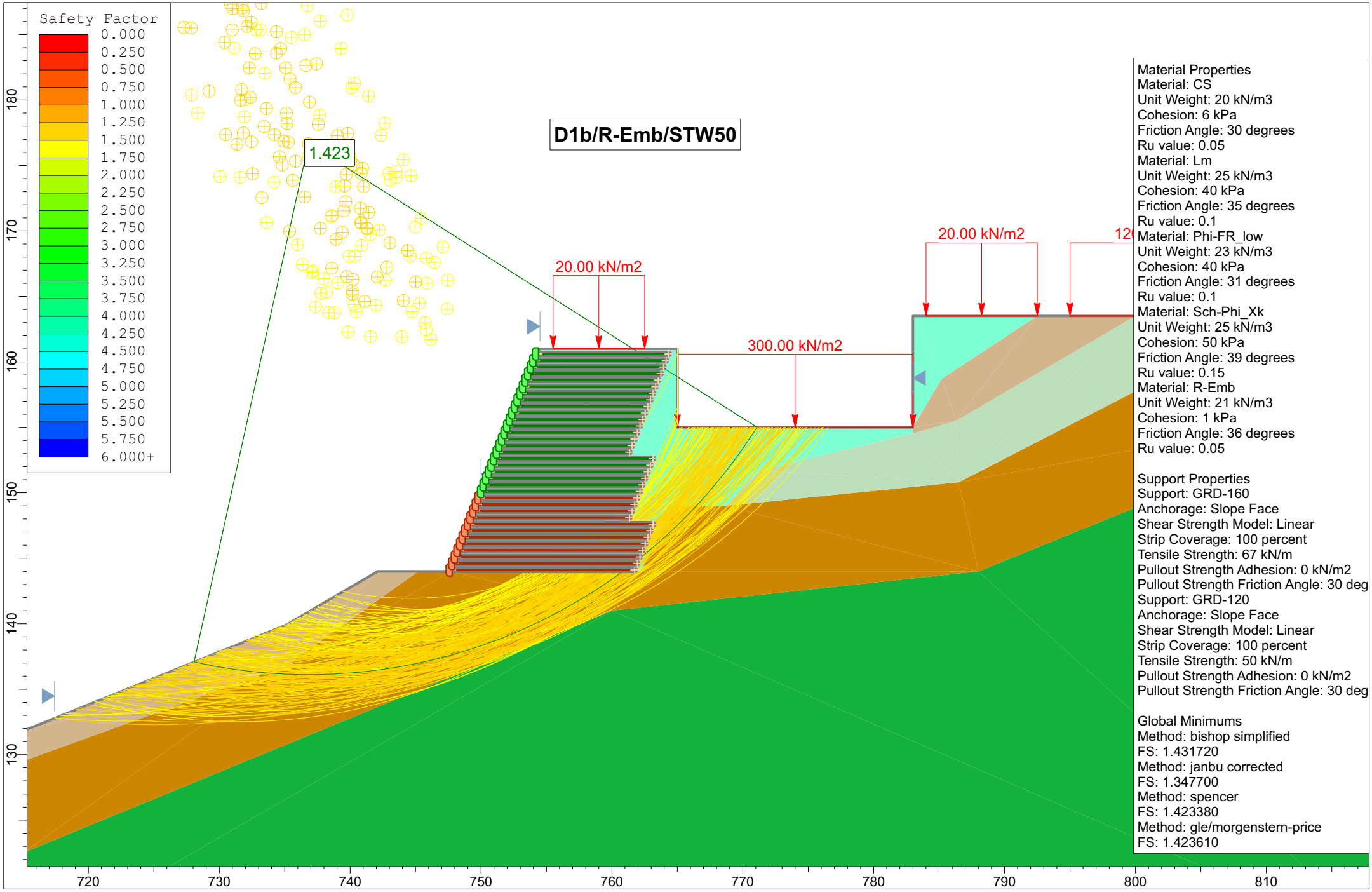


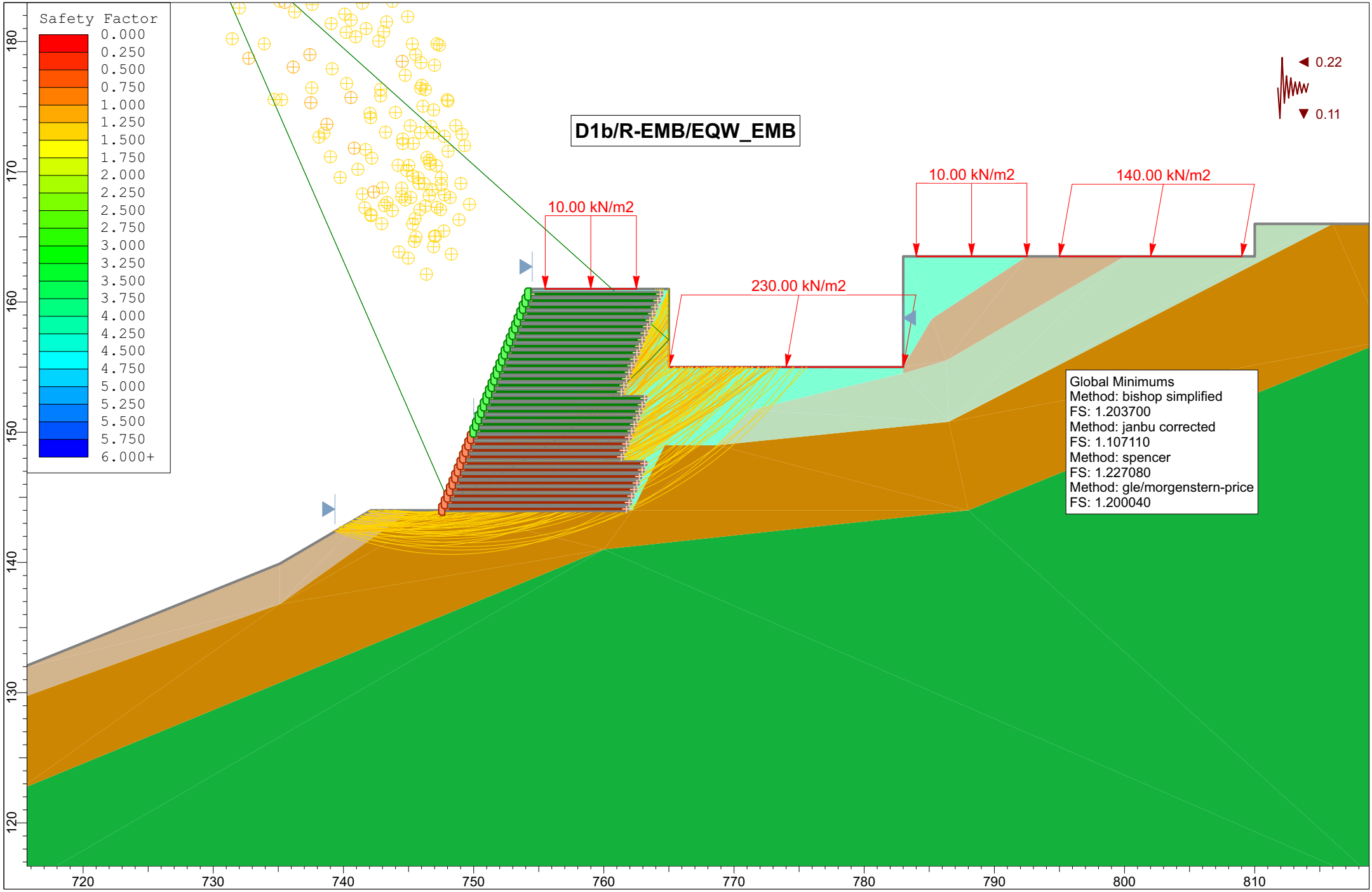


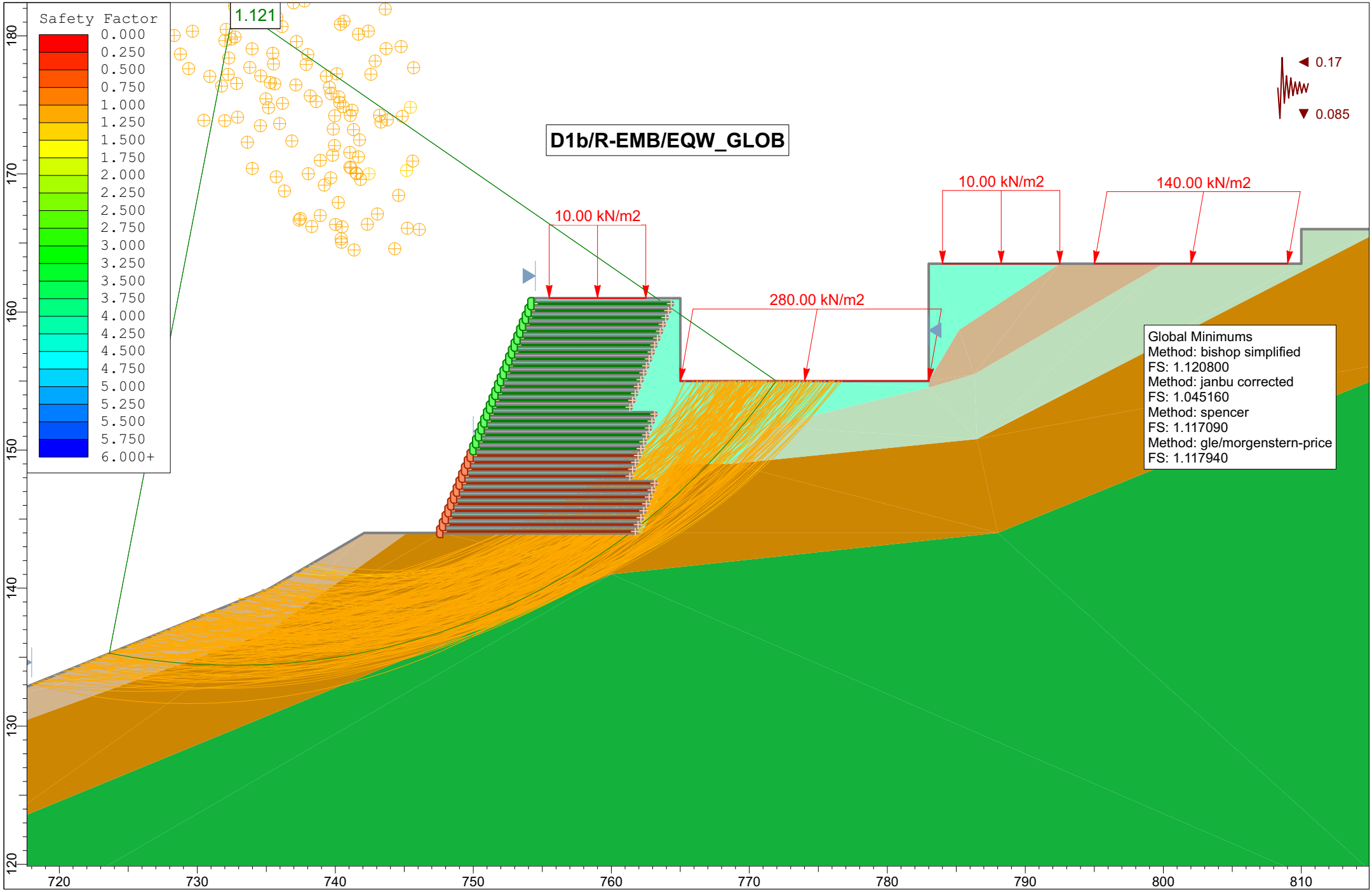
Εικόνες 16-17-18 : Σύμπλεγμα ρηγμάτων περιοχής Ποταμών και ζώνες παλαιών κατολισθήσεων

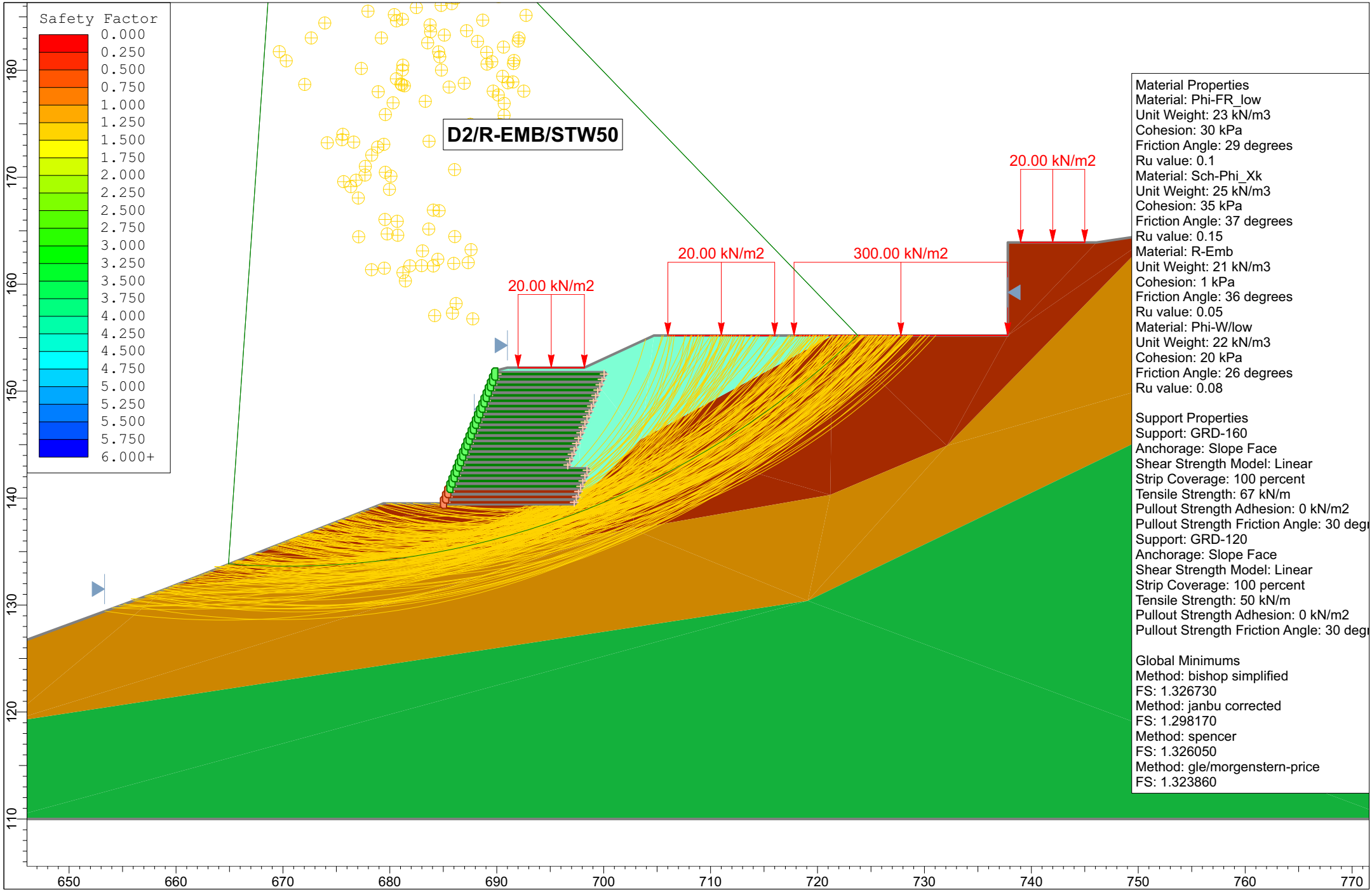
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

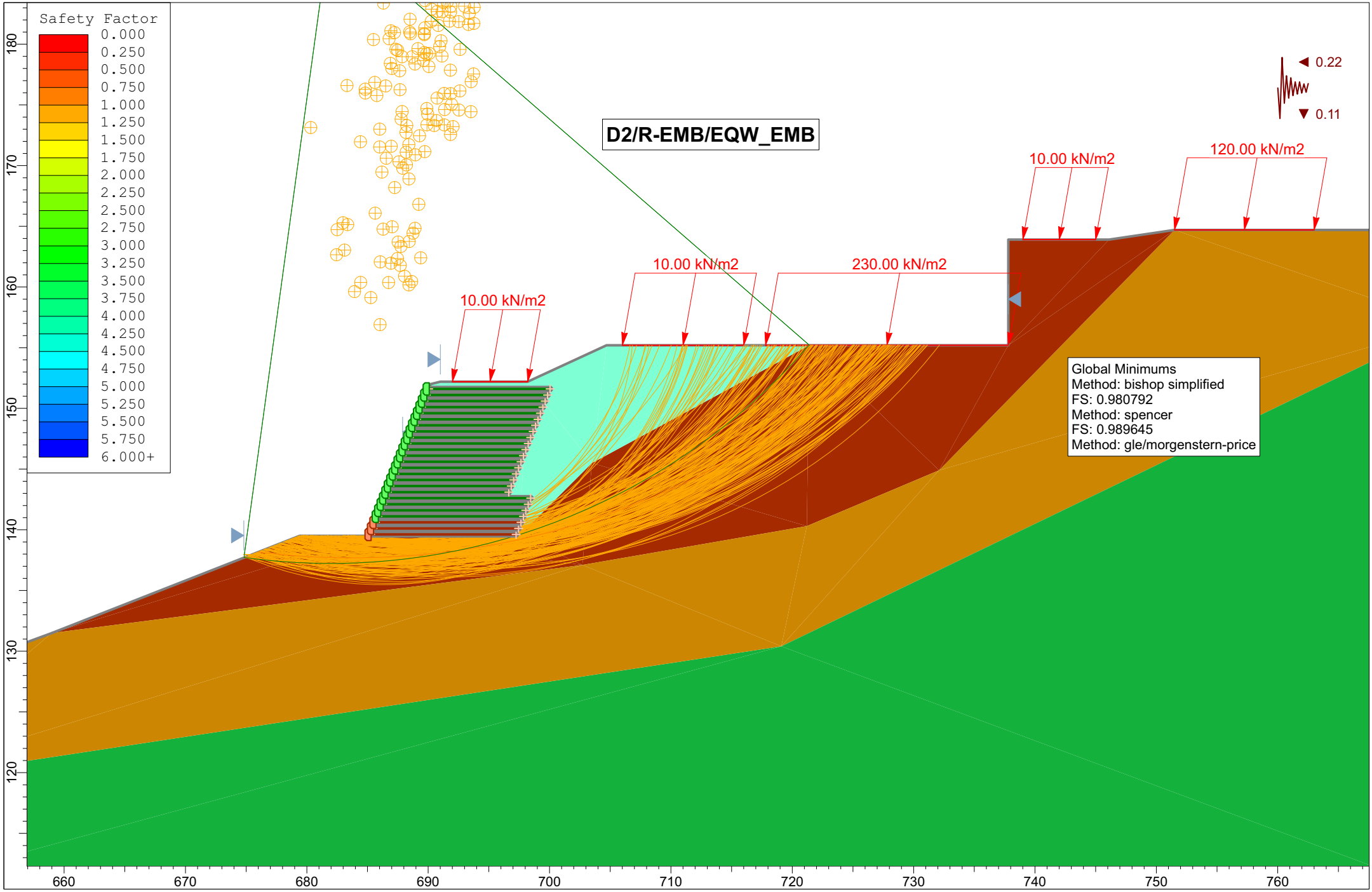
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΑΡΕΙΑΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. (SLIDE)

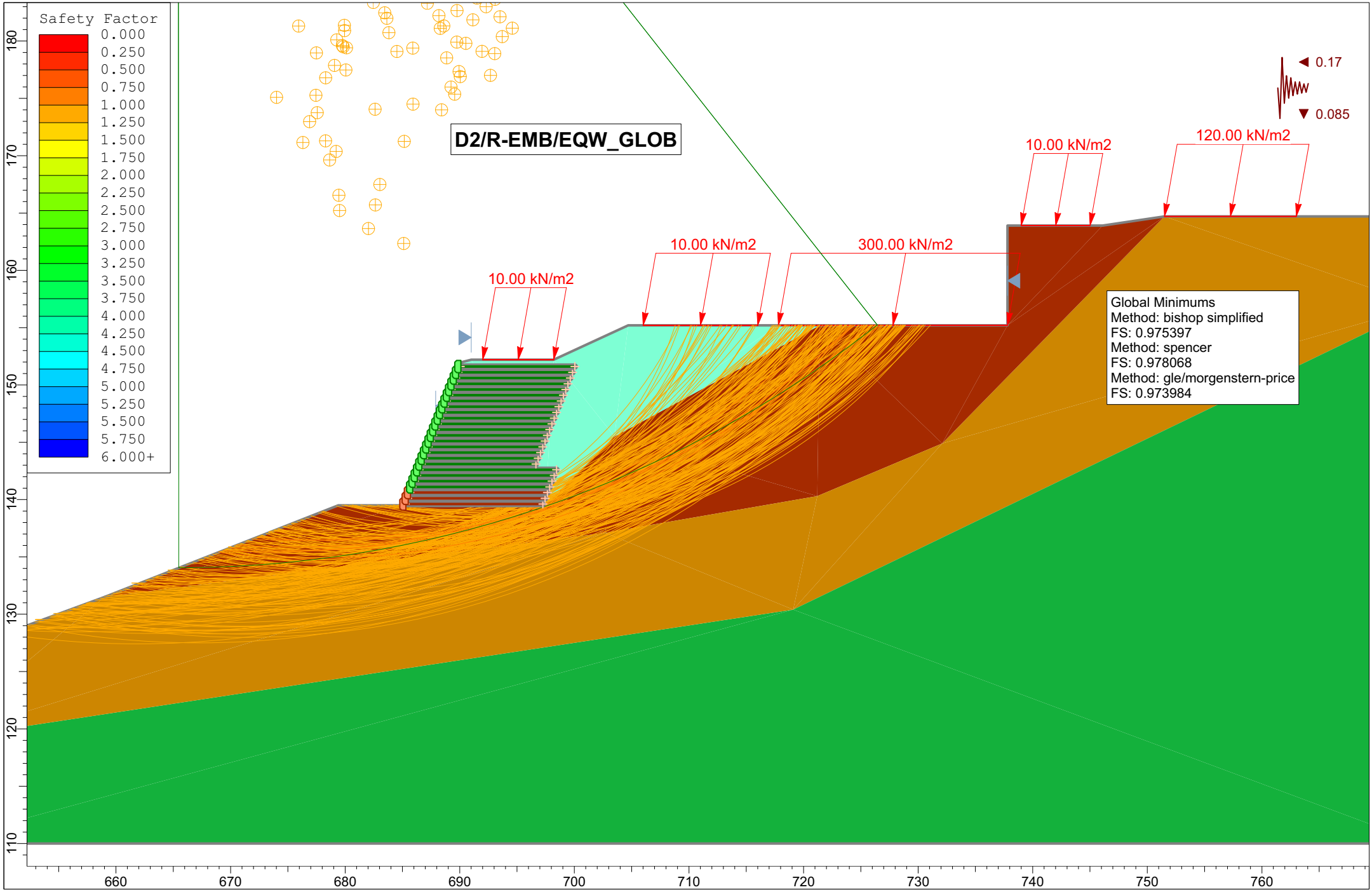

D1b/R-Emb/STW50
Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
1.423
20.00 kN/m2
300.00 kN/m2
20.00 kN/m2
Material Properties
Material: CS
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Ru value: 0.05
Material: Lm
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Ru value: 0.1
Material: Phi-FR_low
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Ru value: 0.1
Material: Sch-Phi_Xk
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 50 kPa
Friction Angle: 39 degrees
Ru value: 0.15
Material: R-Emb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Ru value: 0.05
Support Properties
Support: GRD-160
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 deg
Support: GRD-120
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 deg
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.431720
Method: janbu corrected
FS: 1.347700
Method: spencer
FS: 1.423380
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.423610
180
170
160
150
140
130
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
D1b/R-EMB/EQW_EMB
10.00 kN/m2
230.00 kN/m2
10.00 kN/m2
140.00 kN/m2
0.22
0.11
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.203700
Method: janbu corrected
FS: 1.107110
Method: spencer
FS: 1.227080
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.200040
180
170
160
150
140
130
120
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
1.121
D1b/R-EMB/EQW_GLOB
10.00 kN/m2
280.00 kN/m2
10.00 kN/m2
140.00 kN/m2
0.17
0.085
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.120800
Method: janbu corrected
FS: 1.045160
Method: spencer
FS: 1.117090
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.117940
180
170
160
150
140
130
120
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
D2/R-EMB/STW50
20.00 kN/m2
20.00 kN/m2
300.00 kN/m2
20.00 kN/m2
Material Properties
Material: Phi-FR_low
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Ru value: 0.1
Material: Sch-Phi_Xk
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Ru value: 0.15
Material: R-Emb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Ru value: 0.05
Material: Phi-W/low
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 20 kPa
Friction Angle: 26 degrees
Ru value: 0.08
Support Properties
Support: GRD-160
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degr
Support: GRD-120
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degr
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.326730
Method: janbu corrected
FS: 1.298170
Method: spencer
FS: 1.326050
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.323860
180
170
160
150
140
130
120
110
650
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760
770


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
D2/R-EMB/EQW_EMB
0.22
0.11
10.00 kN/m2
120.00 kN/m2
10.00 kN/m2
230.00 kN/m2
10.00 kN/m2
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 0.980792
Method: spencer
FS: 0.989645
Method: gle/morgenstern-price
180
170
160
150
140
130
120
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
D2/R-EMB/EQW_GLOB
10.00 kN/m2
10.00 kN/m2
300.00 kN/m2
10.00 kN/m2
120.00 kN/m2
0.17
0.085
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 0.975397
Method: spencer
FS: 0.978068
Method: gle/morgenstern-price
FS: 0.973984
180
170
160
150
140
130
120
110
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D1b_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_STW50.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

4 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 120 kN/m2
Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 300 kN/m2

Material Properties

Material: CS
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Material: Lm
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 50 kPa
Friction Angle: 39 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120

Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.431720
Center: 737.559, 178.146
Radius: 42.046
Left Slip Surface Endpoint: 728.256, 137.142
Right Slip Surface Endpoint: 772.661, 155.000
Resisting Moment=320619 kN-m
Driving Moment=223940 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.347700
Center: 740.200, 166.305
Radius: 30.927
Left Slip Surface Endpoint: 729.044, 137.460
Right Slip Surface Endpoint: 768.987, 155.000
Resisting Horizontal Force=6011.32 kN
Driving Horizontal Force=4460.42 kN

Method: spencer
FS: 1.423380
Center: 736.818, 176.667
Radius: 40.557
Left Slip Surface Endpoint: 728.066, 137.065
Right Slip Surface Endpoint: 771.102, 155.000
Resisting Moment=287941 kN-m
Driving Moment=202295 kN-m
Resisting Horizontal Force=6093.85 kN
Driving Horizontal Force=4281.27 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.423610
Center: 736.818, 176.667
Radius: 40.557
Left Slip Surface Endpoint: 728.066, 137.065
Right Slip Surface Endpoint: 771.102, 155.000
Resisting Moment=287988 kN-m
Driving Moment=202295 kN-m
Resisting Horizontal Force=6096.03 kN
Driving Horizontal Force=4282.11 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D1b_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_EQW.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.22
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.11
4 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 140 kN/m2
Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 230 kN/m2

Material Properties

Material: CS
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Material: Lm
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.07

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 50 kPa
Friction Angle: 39 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.203700
Center: 728.234, 190.045
Radius: 49.381
Left Slip Surface Endpoint: 748.020, 144.801
Right Slip Surface Endpoint: 765.000, 157.079
Left Slope Intercept: 748.020 144.801
Right Slope Intercept: 765.000 161.000
Resisting Moment=136484 kN-m
Driving Moment=113387 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.107110
Center: 749.164, 161.259
Radius: 21.171
Left Slip Surface Endpoint: 739.451, 142.448
Right Slip Surface Endpoint: 769.388, 155.000
Resisting Horizontal Force=5086.63 kN
Driving Horizontal Force=4594.5 kN

Method: spencer
FS: 1.227080
Center: 733.595, 201.763
Radius: 59.444
Left Slip Surface Endpoint: 747.707, 144.018
Right Slip Surface Endpoint: 770.294, 155.000
Resisting Moment=250965 kN-m
Driving Moment=204522 kN-m
Resisting Horizontal Force=3883.93 kN
Driving Horizontal Force=3165.19 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.200040
Center: 728.234, 190.045
Radius: 49.381
Left Slip Surface Endpoint: 748.020, 144.801
Right Slip Surface Endpoint: 765.000, 157.079
Left Slope Intercept: 748.020 144.801
Right Slope Intercept: 765.000 161.000
Resisting Moment=136069 kN-m
Driving Moment=113387 kN-m

Resisting Horizontal Force=2440.94 kN
Driving Horizontal Force=2034.04 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D1b_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_EQW_GLOB.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.17
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.085
4 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 140 kN/m2
Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 280 kN/m2

Material Properties

Material: CS
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Material: Lm
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 50 kPa
Friction Angle: 39 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.120800
Center: 732.686, 182.170
Radius: 47.760
Left Slip Surface Endpoint: 723.628, 135.277
Right Slip Surface Endpoint: 771.965, 155.000
Resisting Moment=382058 kN-m
Driving Moment=340879 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.045160
Center: 740.484, 166.173
Radius: 30.615
Left Slip Surface Endpoint: 729.440, 137.619
Right Slip Surface Endpoint: 768.987, 155.000
Resisting Horizontal Force=6073.83 kN
Driving Horizontal Force=5811.36 kN

Method: spencer
FS: 1.117090
Center: 733.131, 183.247
Radius: 47.967
Left Slip Surface Endpoint: 725.252, 135.931
Right Slip Surface Endpoint: 771.899, 155.000
Resisting Moment=360831 kN-m
Driving Moment=323009 kN-m
Resisting Horizontal Force=6640.34 kN
Driving Horizontal Force=5944.31 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.117940
Center: 733.131, 183.247
Radius: 47.967
Left Slip Surface Endpoint: 725.252, 135.931
Right Slip Surface Endpoint: 771.899, 155.000
Resisting Moment=361106 kN-m
Driving Moment=323009 kN-m
Resisting Horizontal Force=6641.11 kN
Driving Horizontal Force=5940.47 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_STW50.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

5 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 300 kN/m2
Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2
Distributed Load #5 Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 100 kN/m2

Material Properties

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Material: Phi-W/low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 20 kPa
Friction Angle: 26 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m

Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.326730
Center: 670.304, 210.676
Radius: 77.050
Left Slip Surface Endpoint: 664.905, 133.816
Right Slip Surface Endpoint: 723.775, 155.200
Resisting Moment=497425 kN-m
Driving Moment=374927 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.298170
Center: 680.735, 164.578
Radius: 29.977
Left Slip Surface Endpoint: 671.027, 136.216
Right Slip Surface Endpoint: 709.207, 155.200
Resisting Horizontal Force=3429.37 kN
Driving Horizontal Force=2641.69 kN

Method: spencer
FS: 1.326050
Center: 670.304, 210.676
Radius: 77.050
Left Slip Surface Endpoint: 664.905, 133.816
Right Slip Surface Endpoint: 723.775, 155.200
Resisting Moment=497170 kN-m
Driving Moment=374927 kN-m
Resisting Horizontal Force=5825.39 kN
Driving Horizontal Force=4393.05 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.323860
Center: 670.304, 210.676
Radius: 77.050
Left Slip Surface Endpoint: 664.905, 133.816
Right Slip Surface Endpoint: 723.775, 155.200
Resisting Moment=496351 kN-m
Driving Moment=374927 kN-m
Resisting Horizontal Force=5821.51 kN
Driving Horizontal Force=4397.37 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_EQW.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.22
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.11
5 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 230 kN/m2

Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #5 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 120 kN/m2

Material Properties

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.07

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Material: Phi-W/low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 20 kPa
Friction Angle: 26 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120
Support Type: GeoTextile

Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 0.980792
Center: 681.933, 189.549
Radius: 52.332
Left Slip Surface Endpoint: 674.817, 137.703
Right Slip Surface Endpoint: 721.415, 155.200
Resisting Moment=266454 kN-m
Driving Moment=271673 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 0.925103
Center: 685.272, 159.129
Radius: 22.948
Left Slip Surface Endpoint: 675.965, 138.153
Right Slip Surface Endpoint: 707.881, 155.200
Resisting Horizontal Force=3128.06 kN
Driving Horizontal Force=3381.31 kN

Method: spencer
FS: 0.989645
Center: 681.933, 189.549
Radius: 52.332
Left Slip Surface Endpoint: 674.817, 137.703
Right Slip Surface Endpoint: 721.415, 155.200
Resisting Moment=268860 kN-m
Driving Moment=271673 kN-m
Resisting Horizontal Force=4684.16 kN
Driving Horizontal Force=4733.17 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 0.988676
Center: 681.933, 189.549
Radius: 52.332
Left Slip Surface Endpoint: 674.817, 137.703
Right Slip Surface Endpoint: 721.415, 155.200
Resisting Moment=268596 kN-m
Driving Moment=271673 kN-m
Resisting Horizontal Force=4685.06 kN
Driving Horizontal Force=4738.73 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_R-EMB_25-1_MOD-GEOM_EQW-GLOB.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.17
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.085
5 Distributed Loads present:
Distributed Load #1 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #2 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #3 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 300 kN/m2

Distributed Load #4 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 10 kN/m2
Distributed Load #5 Constant Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 260.00 degrees, Magnitude: 120 kN/m2

Material Properties

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.07

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: R-Emb
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m3
Cohesion: 1 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.03

Material: Phi-W/low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 20 kPa
Friction Angle: 26 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Support Properties

Support: GRD-160
GRD-160
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 67 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Support: GRD-120
GRD-120
Support Type: GeoTextile

Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Slope Face
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 50 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 30 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 0.975397
Center: 665.411, 232.688
Radius: 98.645
Left Slip Surface Endpoint: 665.484, 134.043
Right Slip Surface Endpoint: 726.456, 155.200
Resisting Moment=666081 kN-m
Driving Moment=682882 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 0.956190
Center: 677.271, 199.481
Radius: 64.637
Left Slip Surface Endpoint: 668.911, 135.387
Right Slip Surface Endpoint: 724.358, 155.200
Resisting Horizontal Force=6219.56 kN
Driving Horizontal Force=6504.52 kN

Method: spencer
FS: 0.978068
Center: 665.411, 232.688
Radius: 98.645
Left Slip Surface Endpoint: 665.484, 134.043
Right Slip Surface Endpoint: 726.456, 155.200
Resisting Moment=667905 kN-m
Driving Moment=682882 kN-m
Resisting Horizontal Force=6214.71 kN
Driving Horizontal Force=6354.07 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 0.973984
Center: 665.411, 232.688
Radius: 98.645
Left Slip Surface Endpoint: 665.484, 134.043
Right Slip Surface Endpoint: 726.456, 155.200
Resisting Moment=665116 kN-m
Driving Moment=682882 kN-m
Resisting Horizontal Force=6205.18 kN
Driving Horizontal Force=6370.93 kN

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΑΡΕΙΑΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. (RESSA-MSEW)

OAK : EEN - Amari

Report created by ReSSA(2.0): Copyright (c) 2001-2006, ADAMA Engineering, Inc.

PROJECT IDENTIFICATION

Title: OAK : EEN - Amari
Project Number: D1b / R-EMB / 2,5-1 / STW50 -
Client:
Designer: GI

Description:

Company's information:

Name:
Street:
,
Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: C:\project ..... oli\OAK_Dyilistirio\ReSSA\D1b_R-EMB_25-1_STW50.MSE
Original date and time of creating this file: Sat Feb 22 11:20:06 2020

PROGRAM MODE: ANALYSIS of a Complex Slope using GEOSYNTHETIC as reinforcing material.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

INPUT DATA (EXCLUDING REINFORCEMENT LAYOUT)

SOIL DATA

========== Soil Layer #: ==========	Unit weight, γ [kN/m ³]	Internal angle of friction, ϕ [deg.]	Cohesion, c [kPa]
....1.....R-EMB.....	21.0	36.0	1.0
....2.....CS.....	20.0	30.0	6.0
....3.....LM.....	25.0	35.0	40.0
....4.....Sch-Phi_w.....	24.0	31.0	40.0
....5.....Sch-Phi.....	25.0	39.0	50.0

REINFORCEMENT

Reinforcement Type #	Geosynthetic Designated Name	Ultimate Strength, Tult [kN/m]	Reduction Factor for Installation Damage, RFid	Reduction Factor for Durability, RFd	Reduction Factor for Creep, RFc	Coverage Ratio, Rc
1	GRD-160	160.00	1.20	1.20	1.65	1.00
2	GRD-120	120.00	1.20	1.20	1.65	1.00

Interaction Parameters Type #	Geosynthetic Designated Name	== Direct Sliding == Cds-phi	Cds-c	==== Pullout ==== Ci	Alpha
1	GRD-160	0.80	0.00	0.80	0.80
2	GRD-120	0.80	0.00	0.80	0.80

Relative Orientation of Reinforcement Force, ROR = 0.00. Assigned Factor of Safety to resist pullout, Fs-po = 1.50

WATER

Unit weight of water = 9.81 [kN/m ³]
Water pressure is defined by phreatic surface in Effective Stress Analysis.

SEISMICITY

Not Applicable

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

DRAWING OF SPECIFIED GEOMETRY - COMPLEX - Quick Input

-- Problem geometry is defined along sections selected by user at x,y coordinates.
-- X1,Y1 represents the coordinates of soil surface. X2,Y2 represent the coordinates of the end of soil layer 1 and start of soil layer 2, and so on.
-- Xw,Yw represents the coordinates of phreatic surface.

GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers (see details in next page)

WATER GEOMETRY

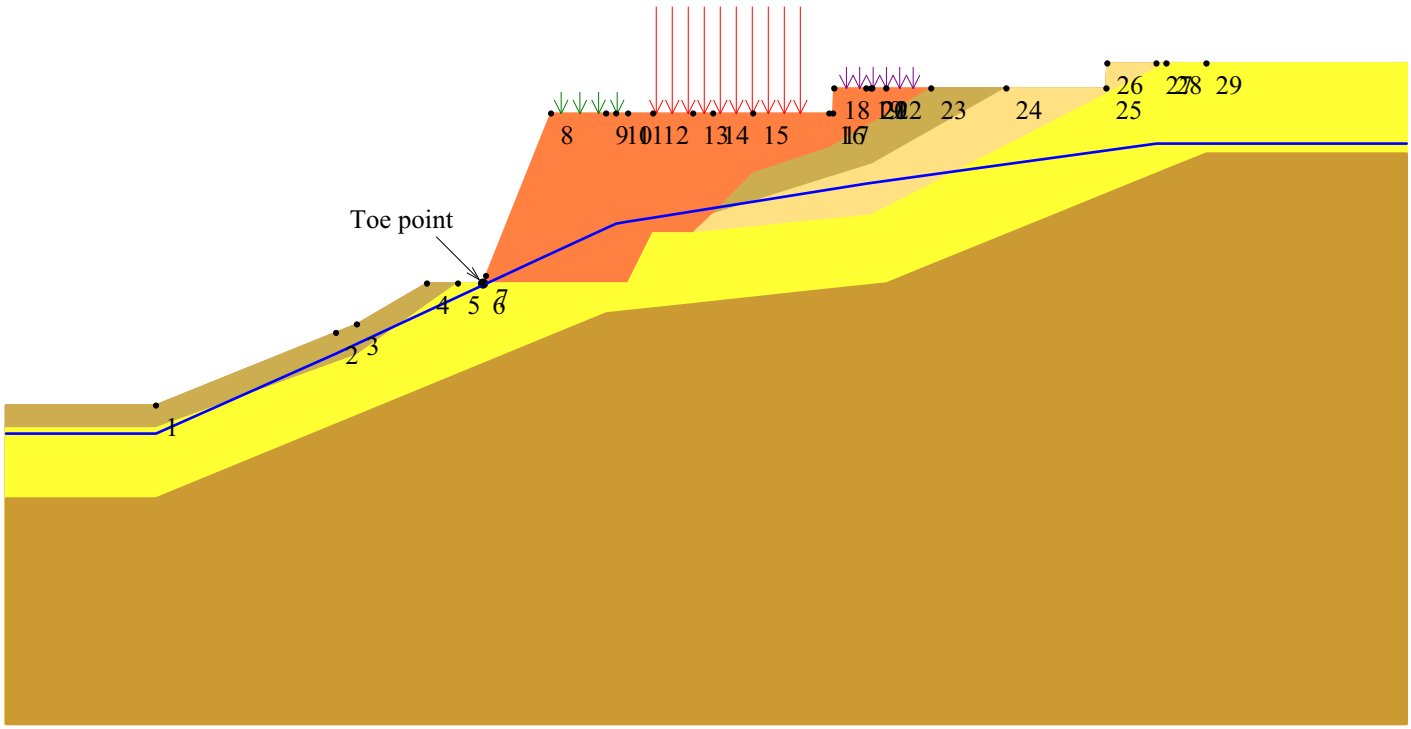
Phreatic line was specified.

UNIFORM SURCHARGE

Load Q1 = 20.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X1s = 755.50 and ends at X1e = 762.50 [m].
Load Q2 = 100.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X2s = 765.00 and ends at X2e = 780.00 [m].
Load Q3 = 20.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X3s = 784.00 and ends at X3e = 792.00 [m].

STRIP LOAD

.....None.....



SCALE:

0 2 4 6 [m]

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

TABULATED DETAILS OF QUICK SPECIFIED GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers. Coordinates in [m.]
Water was described by phreatic line.

	#	Xi	Yi
Top of Layer 1	1	715.00	131.80
	2	735.10	139.90
	3	742.10	144.00
	4	745.20	144.00
	5	747.70	144.00
	6	754.50	161.00
	7	782.70	161.00
	8	782.80	163.50
	9	792.50	163.50
	10	800.00	163.50
	11	810.00	163.50
	12	810.10	166.00
	13	816.00	166.00
	14	820.00	166.00
Top of Layer 2	15	715.00	131.80
	16	735.10	139.90
	17	742.10	144.00
	18	745.20	144.00
	19	747.70	144.00
	20	762.20	144.00
	21	764.70	149.00
	22	768.70	149.00
	23	770.70	150.90
	24	774.70	155.00
	25	782.30	157.50
	26	792.50	163.50
	27	800.00	163.50
	28	810.00	163.50
	29	810.10	166.00
	30	816.00	166.00
	31	820.00	166.00
Top of Layer 3	32	715.00	129.50
	33	735.10	136.80
	34	745.20	144.00
	35	747.70	144.00
	36	762.20	144.00
	37	764.70	149.00
	38	768.70	149.00
	39	770.70	150.90
	40	786.60	155.90
	41	800.00	163.50
	42	810.00	163.50
	43	810.10	166.00
	44	816.00	166.00
	45	820.00	166.00
Top of Layer 4	46	715.00	129.50
	47	735.10	136.80
	48	745.20	144.00
	49	747.70	144.00
	50	762.20	144.00
	51	764.70	149.00
	52	768.70	149.00
	53	786.50	150.80
	54	816.00	166.00
	55	820.00	166.00
Top of Layer 5	56	715.00	122.50
	57	760.00	141.00
	58	788.00	144.00
	59	820.00	157.00
Top of Phreatic Line	61	715.00	129.00
	62	733.00	137.00
	63	748.00	144.00
	64	761.00	150.00
	65	786.00	154.00
	66	815.00	158.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

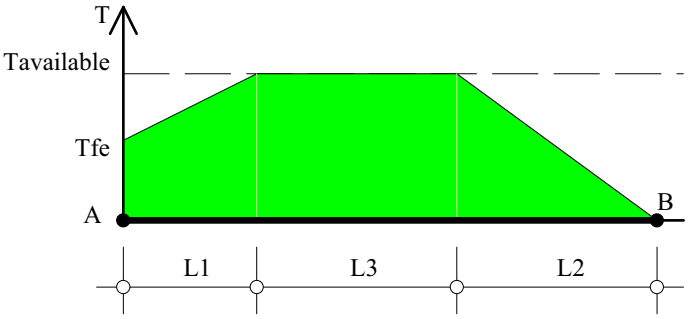
TABULATED DETAILS OF SPECIFIED GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers. Coordinates in [m.]
Water was described by phreatic line. Y values are tabulated in the right most column.

#	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	(phreatic) Yw
1	715.00	131.80	131.80	129.50	129.50	122.50	129.00
2	733.00	139.05	139.05	136.04	136.04	129.90	137.00
3	735.10	139.90	139.90	136.80	136.80	130.76	137.98
4	742.10	144.00	144.00	141.79	141.79	133.64	141.25
5	745.20	144.00	144.00	144.00	144.00	134.92	142.69
6	747.70	144.00	144.00	144.00	144.00	135.94	143.86
7	748.00	144.75	144.00	144.00	144.00	136.07	144.00
8	754.50	161.00	144.00	144.00	144.00	138.74	147.00
9	760.00	161.00	144.00	144.00	144.00	141.00	149.54
10	761.00	161.00	144.00	144.00	144.00	141.11	150.00
11	762.20	161.00	144.00	144.00	144.00	141.24	150.19
12	764.70	161.00	149.00	149.00	149.00	141.50	150.59
13	768.70	161.00	149.00	149.00	149.00	141.93	151.23
14	770.70	161.00	150.90	150.90	149.20	142.15	151.55
15	774.70	161.00	155.00	152.16	149.61	142.58	152.19
16	782.30	161.00	157.50	154.55	150.38	143.39	153.41
17	782.70	161.00	157.74	154.67	150.42	143.43	153.47
18	782.80	163.50	157.79	154.71	150.43	143.44	153.49
19	786.00	163.50	159.68	155.71	150.75	143.79	154.00
20	786.50	163.50	159.97	155.87	150.80	143.84	154.07
21	786.60	163.50	160.03	155.90	150.85	143.85	154.08
22	788.00	163.50	160.85	156.69	151.57	144.00	154.28
23	792.50	163.50	163.50	159.25	153.89	145.83	154.90
24	800.00	163.50	163.50	163.50	157.76	148.88	155.93
25	810.00	163.50	163.50	163.50	162.91	152.94	157.31
26	810.10	166.00	166.00	166.00	162.96	152.98	157.32
27	815.00	166.00	166.00	166.00	165.48	154.97	158.00
28	816.00	166.00	166.00	166.00	166.00	155.38	158.00
29	820.00	166.00	166.00	166.00	166.00	157.00	158.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

DISTRIBUTION OF AVAILABLE STRENGTH ALONG EACH REINFORCEMENT LAYER



A = Front-end of reinforcement (at face of slope)
B = Rear-end of reinforcement
AB = L1 + L2 + L3 = Embedded length of reinforcement

Tavailable = Long-term strength of reinforcement
Tfe = Available front-end strength (e.g., connection to facing)

L1 = Front-end 'pullout' length
L2 = Rear-end pullout length
Tavailable prevails along L3

Factor of safety on resistance to pullout on either end of reinforcement, Fs-po = 1.50

Reinforcement Layer #	Designated Name	Height Relative to Toe [m]	L [m]	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Tfe [kN/m]	Tavailable [kN/m]
1	GRD-160	0.00	14.00	0.00	0.37	13.63	67.34	67.34
2	GRD-160	0.50	14.00	0.00	0.38	13.62	67.34	67.34
3	GRD-160	1.00	14.00	0.00	0.38	13.62	67.34	67.34
4	GRD-160	1.50	14.00	0.00	0.39	13.61	67.34	67.34
5	GRD-160	2.00	14.00	0.00	0.40	13.60	67.34	67.34
6	GRD-160	2.50	14.00	0.00	0.41	13.59	67.34	67.34
7	GRD-160	3.00	14.00	0.00	0.42	13.58	67.34	67.34
8	GRD-160	3.50	14.00	0.00	0.43	13.57	67.34	67.34
9	GRD-160	4.00	12.00	0.00	0.43	11.57	67.34	67.34
10	GRD-160	4.50	12.00	0.00	0.44	11.56	67.34	67.34
11	GRD-160	5.00	12.00	0.00	0.45	11.55	67.34	67.34
12	GRD-160	5.50	12.00	0.00	0.46	11.54	67.34	67.34
13	GRD-120	6.00	12.00	0.00	0.36	11.64	50.51	50.51
14	GRD-120	6.50	12.00	0.00	0.37	11.63	50.51	50.51
15	GRD-120	7.00	12.00	0.00	0.39	11.61	50.51	50.51
16	GRD-120	7.50	12.00	0.00	0.41	11.59	50.51	50.51
17	GRD-120	8.00	12.00	0.00	0.43	11.57	50.51	50.51
18	GRD-120	8.50	12.00	0.00	0.46	11.54	50.51	50.51
19	GRD-120	9.00	10.00	0.00	0.49	9.51	50.51	50.51
20	GRD-120	9.50	10.00	0.00	0.52	9.48	50.51	50.51
21	GRD-120	10.00	10.00	0.00	0.55	9.45	50.51	50.51
22	GRD-120	10.50	10.00	0.00	0.60	9.40	50.51	50.51
23	GRD-120	11.00	10.00	0.00	0.64	9.36	50.51	50.51
24	GRD-120	11.50	10.00	0.00	0.70	9.30	50.51	50.51
25	GRD-120	12.00	10.00	0.00	0.77	9.23	50.51	50.51
26	GRD-120	12.50	10.00	0.00	0.85	9.15	50.51	50.51
27	GRD-120	13.00	10.00	0.00	0.96	9.04	50.51	50.51
28	GRD-120	13.50	10.00	0.00	1.09	8.91	50.51	50.51
29	GRD-120	14.00	10.00	0.00	1.27	8.73	50.51	50.51
30	GRD-120	14.50	10.00	0.00	1.52	8.48	50.51	50.51
31	GRD-120	15.00	10.00	0.00	1.88	8.12	50.51	50.51
32	GRD-120	15.50	10.00	0.00	2.48	7.52	50.51	50.51
33	GRD-120	16.00	10.00	0.00	3.65	6.35	50.51	50.51
34	GRD-120	16.50	10.00	0.00	6.86	3.14	50.51	50.51

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF ROTATIONAL STABILITY ANALYSIS

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

Critical circles for each entry point (considering all specified exit points)

Entry Point #	Entry Point (X, Y) [m]		Exit Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	755.00	161.00	721.37	134.47	727.67	161.06	27.33	4.01	
2	756.32	161.00	719.85	133.86	727.85	161.18	28.47	2.72	
3	757.63	161.00	719.97	133.82	728.52	161.67	29.12	2.35	
4	758.95	161.00	721.48	134.44	730.36	161.62	28.59	2.12	
5	760.26	161.00	719.78	133.90	730.62	161.49	29.64	1.91	
6	761.58	161.00	721.29	134.53	732.44	161.45	29.14	1.83	
7	762.90	161.00	722.80	135.15	734.25	161.42	28.65	1.71	
8	764.21	161.00	719.77	133.90	730.94	165.57	33.59	1.68	
9	765.53	161.00	727.50	136.94	737.65	162.98	27.95	1.53	
10	766.84	161.00	724.49	135.69	734.28	167.39	33.18	1.48	
11	768.16	161.00	724.38	135.71	733.78	169.99	35.54	1.45	
12	769.47	161.00	730.51	138.20	741.62	163.89	28.00	1.41	
13	770.79	161.00	727.57	136.91	738.43	168.25	33.16	1.37	
14	772.11	161.00	727.55	136.92	738.41	170.08	34.89	1.34	
15	773.42	161.00	725.98	136.31	736.31	174.38	39.44	1.33	
16	774.74	161.00	724.47	135.69	734.45	178.43	43.89	1.32	OK
17	776.05	161.00	722.95	135.06	732.39	183.07	48.93	1.32	
18	777.37	161.00	721.42	134.45	730.08	188.42	54.67	1.33	
19	778.68	161.00	719.99	133.82	728.30	192.84	59.61	1.34	
20	780.00	161.00	719.93	133.82	727.71	196.60	63.26	1.36	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-entry' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

****

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

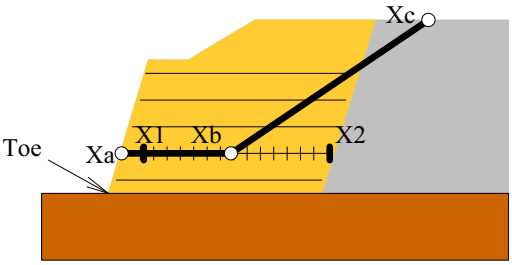
Critical circles for each exit point (considering all specified entry points)

Exit Point #	Exit Point (X, Y) [m]		Entry Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	719.93	133.82	777.37	161.00	728.03	190.98	57.73	1.33	
2	721.47	134.44	776.05	161.00	730.49	185.27	51.62	1.32	
3	722.95	135.06	776.05	161.00	732.39	183.07	48.93	1.32	
4	724.47	135.69	774.74	161.00	734.45	178.43	43.89	1.32	OK
5	725.86	136.33	774.74	161.00	735.66	177.67	42.48	1.32	
6	727.45	136.94	773.42	161.00	737.94	172.85	37.40	1.33	
7	728.91	137.56	776.05	161.00	737.90	178.61	42.03	1.34	
8	730.57	138.15	773.42	161.00	740.27	171.56	34.79	1.35	
9	732.21	138.74	774.74	161.00	732.21	190.48	51.75	1.53	
10	733.54	139.41	773.42	161.00	742.98	169.60	31.63	1.39	
11	735.08	140.05	774.74	161.00	744.13	170.92	32.17	1.42	
12	736.65	140.93	774.74	161.00	745.32	170.65	30.96	1.46	
13	738.29	141.79	773.42	161.00	747.43	166.81	26.64	1.52	
14	739.58	142.76	776.05	161.00	748.73	170.05	28.78	1.58	
15	741.37	143.57	770.79	161.00	750.77	161.25	20.02	1.70	
16	742.89	144.00	774.74	161.00	751.45	166.29	23.88	1.73	
17	744.42	144.00	773.42	161.00	746.50	173.69	29.77	1.75	
18	745.81	144.01	772.11	161.00	746.90	171.17	27.18	1.73	
19	747.36	144.00	772.11	161.00	747.92	169.70	25.70	1.72	
20	748.90	147.26	773.42	161.00	752.21	170.11	23.08	1.95	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-exit' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF TRANSLATIONAL ANALYSIS



Results in the table below represent critical two-part wedges identified between specified starting (X1) and ending (X2) search points. Wedges along all reinforcement layers and at elevation zero are reported. The critical two-part wedge, one for each predetermined elevation, is defined by Xa, Xb and Xc where Xa is the front end of the passive wedge (slope face), Xb is where the passive wedge ends and the active one starts, and Xc is the X-ordinate at which the active wedge starts.

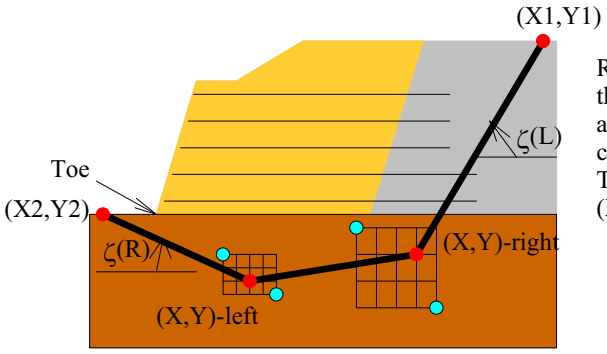
Critical two-part wedge along each interface:

Interface	Height Relative to Toe [m]	(Xa, Ya) [m]		(Xb, Yb) [m]		(Xc, Yc) [m]		Fs	STATUS
At toe elevation	0.00	747.70	144.00	750.62	144.00	770.88	161.00	1.49	OK
Reinf. Layer #1	0.00	747.70	144.00	750.58	144.00	770.84	161.00	1.42	OK
Reinf. Layer #2	0.50	747.90	144.50	750.78	144.50	771.15	161.00	1.46	OK
Reinf. Layer #3	1.00	748.10	145.00	750.98	145.00	771.46	161.00	1.48	OK
Reinf. Layer #4	1.50	748.30	145.50	751.18	145.50	771.75	161.00	1.51	OK
Reinf. Layer #5	2.00	748.50	146.00	751.38	146.00	771.28	161.00	1.53	OK
Reinf. Layer #6	2.50	748.70	146.50	751.58	146.50	771.54	161.00	1.55	OK
Reinf. Layer #7	3.00	748.90	147.00	751.78	147.00	771.05	161.00	1.57	OK
Reinf. Layer #8	3.50	749.10	147.50	751.98	147.50	770.56	161.00	1.60	OK
Reinf. Layer #9	4.00	749.30	148.00	751.78	148.00	770.34	161.00	1.64	OK
Reinf. Layer #10	4.50	749.50	148.50	751.98	148.50	770.51	161.00	1.67	OK
Reinf. Layer #11	5.00	749.70	149.00	752.18	149.00	769.97	161.00	1.69	OK
Reinf. Layer #12	5.50	749.90	149.50	752.38	149.50	769.43	161.00	1.73	OK
Reinf. Layer #13	6.00	750.10	150.00	752.58	150.00	769.52	161.00	1.77	OK
Reinf. Layer #14	6.50	750.30	150.50	752.78	150.50	769.58	161.00	1.82	OK
Reinf. Layer #15	7.00	750.50	151.00	752.98	151.00	769.62	161.00	1.87	OK
Reinf. Layer #16	7.50	750.70	151.50	753.18	151.50	768.99	161.00	1.93	OK
Reinf. Layer #17	8.00	750.90	152.00	753.38	152.00	768.36	161.00	2.00	OK
Reinf. Layer #18	8.50	751.10	152.50	753.58	152.50	768.30	161.00	2.08	OK
Reinf. Layer #19	9.00	751.30	153.00	761.29	153.00	771.53	161.00	2.17	Minimum on Edge
Reinf. Layer #20	9.50	751.50	153.50	761.49	153.50	771.44	161.00	2.22	Minimum on Edge
Reinf. Layer #21	10.00	751.70	154.00	761.69	154.00	770.98	161.00	2.29	Minimum on Edge
Reinf. Layer #22	10.50	751.90	154.50	761.89	154.50	770.84	161.00	2.35	Minimum on Edge
Reinf. Layer #23	11.00	752.10	155.00	762.09	155.00	770.35	161.00	2.43	Minimum on Edge
Reinf. Layer #24	11.50	752.30	155.50	762.29	155.50	770.14	161.00	2.51	Minimum on Edge
Reinf. Layer #25	12.00	752.50	156.00	762.49	156.00	769.90	161.00	2.65	Minimum on Edge
Reinf. Layer #26	12.50	752.70	156.50	762.69	156.50	769.36	161.00	2.74	Minimum on Edge
Reinf. Layer #27	13.00	752.90	157.00	762.89	157.00	769.05	161.00	2.85	Minimum on Edge
Reinf. Layer #28	13.50	753.10	157.50	763.09	157.50	768.69	161.00	3.02	Minimum on Edge
Reinf. Layer #29	14.00	753.30	158.00	763.29	158.00	768.28	161.00	3.18	Minimum on Edge
Reinf. Layer #30	14.50	753.50	158.50	763.49	158.50	767.82	161.00	3.39	Minimum on Edge
Reinf. Layer #31	15.00	753.70	159.00	755.78	159.00	758.34	161.00	4.56	OK
Reinf. Layer #32	15.50	753.90	159.50	755.98	159.50	757.83	161.00	5.21	OK
Reinf. Layer #33	16.00	754.10	160.00	756.18	160.00	757.51	161.00	6.11	OK
Reinf. Layer #34	16.50	754.30	160.50	756.38	160.50	757.12	161.00	7.78	OK

Note: In the 'Status' column, OK means the critical two part-wedge was identified within the specified search domain. 'Minimum on Edge' means the critical result corresponds to a minimum on the edge of the search domain; i.e., either on X1 or X2 or the internally preset limits on Xc.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF 3-PART WEDGE ANALYSIS



Results in the table below represent the critical slip surface composed of a three-part wedge and identified by the specified points (X-left, Y-left) and (X-right, Y-right) and angles Zeta(L) and Zeta(R). ReSSA finds the (X,Y) coordinates, as well as the angles Zeta, based on user-specified search domain. The trace of the critical three-part wedge is fully defined by four points: (X1, Y1), (X-left, Y-left), (X-right, Y-right), (X2, Y2).

Critical 3-part wedge (Automatic search):

(X2, Y2) [m]	Zeta(L) [degrees]	(X-left, Y-left) [m]	(X-right, Y-right) [m]	Zeta(R) [degrees]	(X1, Y1) [m]	Fs
(748.36, 145.64)	45.00	(749.00, 145.00)	(763.00, 154.00)	43.00	(770.51, 161.00)	1.463

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

CRITICAL RESULTS OF ROTATIONAL AND TRANSLATIONAL STABILITY ANALYSES

Rotational (Circular Arc; Bishop) Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.32
Critical Circle: Xc = 734.45[m], Yc = 178.43[m], R = 43.89[m]. (Number of slices used = 61)

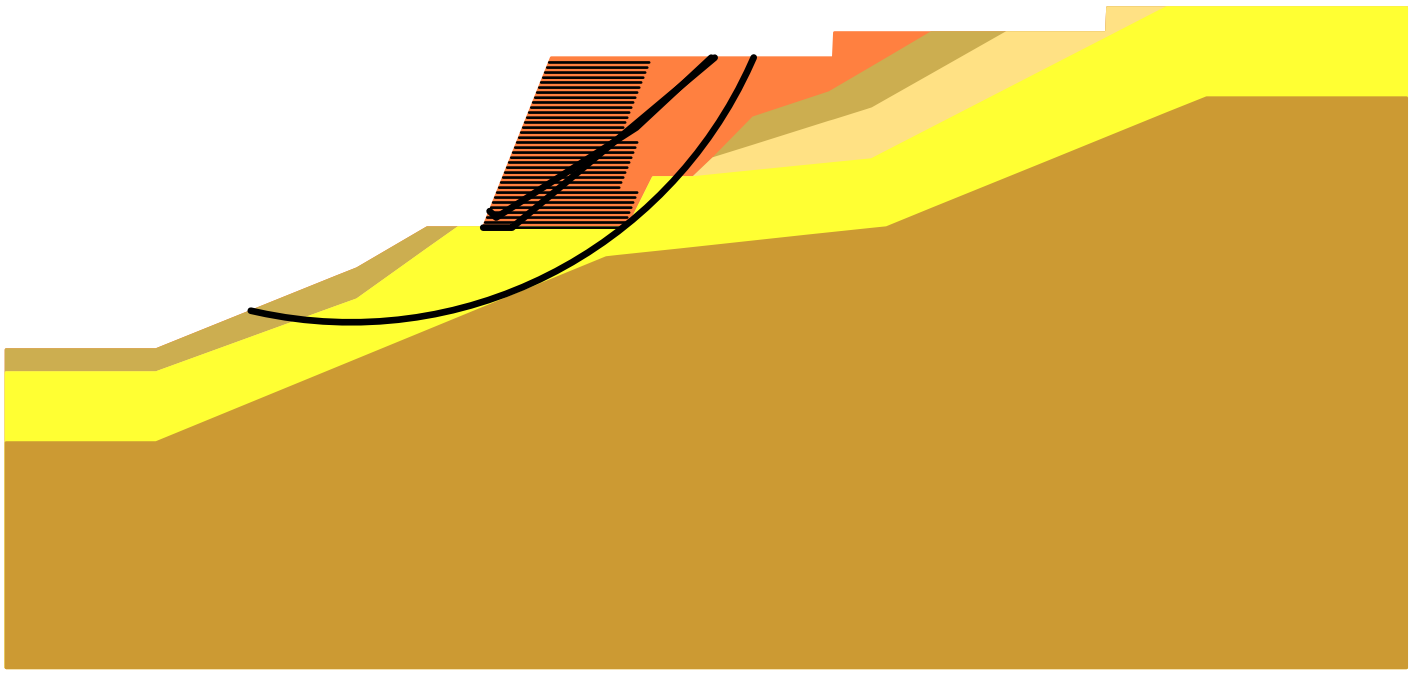
Translational (2-Part Wedge; Spencer), Direct Sliding, Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.42
Critical Two-Part Wedge: (Xa = 747.70, Ya = 144.00) [m]
(Xb = 750.58, Yb = 144.00) [m]
(Xc = 770.84, Yc = 161.00) [m]
(Number of slices used = 30)
Interslice resultant force inclination = 39.26 [degrees]

Three-Part Wedge Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.46
Critical Three-Part Wedge: (X2 = 748.36, Y2 = 145.64) [m]
(X-left = 749.00, Y-left = 145.00) [m]
(X-right = 763.00, Y-right = 154.00) [m]
(X1 = 770.51, Y1 = 161.00) [m]
(Number of slices used = 45)
Interslice resultant force inclination = 36.09 [degrees]

REINFORCEMENT LAYOUT: DRAWING



SCALE:

0 2 4 6[m]

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

REINFORCEMENT LAYOUT: TABULATED DATA & QUANTITIES

Layer #	Reinf. Type #	Geosynthetic Designated Name	Height Relative to Toe [m]	Embedded Length [m]	Covergae Ratio, Rc	(X, Y) front [m]		(X, Y) rear [m]	
1	1	GRD-160	0.00	14.00	1.00	747.70	144.00	761.70	144.00
2	1	GRD-160	0.50	14.00	1.00	747.90	144.50	761.90	144.50
3	1	GRD-160	1.00	14.00	1.00	748.10	145.00	762.10	145.00
4	1	GRD-160	1.50	14.00	1.00	748.30	145.50	762.30	145.50
5	1	GRD-160	2.00	14.00	1.00	748.50	146.00	762.50	146.00
6	1	GRD-160	2.50	14.00	1.00	748.70	146.50	762.70	146.50
7	1	GRD-160	3.00	14.00	1.00	748.90	147.00	762.90	147.00
8	1	GRD-160	3.50	14.00	1.00	749.10	147.50	763.10	147.50
9	1	GRD-160	4.00	12.00	1.00	749.30	148.00	761.30	148.00
10	1	GRD-160	4.50	12.00	1.00	749.50	148.50	761.50	148.50
11	1	GRD-160	5.00	12.00	1.00	749.70	149.00	761.70	149.00
12	1	GRD-160	5.50	12.00	1.00	749.90	149.50	761.90	149.50
13	2	GRD-120	6.00	12.00	1.00	750.10	150.00	762.10	150.00
14	2	GRD-120	6.50	12.00	1.00	750.30	150.50	762.30	150.50
15	2	GRD-120	7.00	12.00	1.00	750.50	151.00	762.50	151.00
16	2	GRD-120	7.50	12.00	1.00	750.70	151.50	762.70	151.50
17	2	GRD-120	8.00	12.00	1.00	750.90	152.00	762.90	152.00
18	2	GRD-120	8.50	12.00	1.00	751.10	152.50	763.10	152.50
19	2	GRD-120	9.00	10.00	1.00	751.30	153.00	761.30	153.00
20	2	GRD-120	9.50	10.00	1.00	751.50	153.50	761.50	153.50
21	2	GRD-120	10.00	10.00	1.00	751.70	154.00	761.70	154.00
22	2	GRD-120	10.50	10.00	1.00	751.90	154.50	761.90	154.50
23	2	GRD-120	11.00	10.00	1.00	752.10	155.00	762.10	155.00
24	2	GRD-120	11.50	10.00	1.00	752.30	155.50	762.30	155.50
25	2	GRD-120	12.00	10.00	1.00	752.50	156.00	762.50	156.00
26	2	GRD-120	12.50	10.00	1.00	752.70	156.50	762.70	156.50
27	2	GRD-120	13.00	10.00	1.00	752.90	157.00	762.90	157.00
28	2	GRD-120	13.50	10.00	1.00	753.10	157.50	763.10	157.50
29	2	GRD-120	14.00	10.00	1.00	753.30	158.00	763.30	158.00
30	2	GRD-120	14.50	10.00	1.00	753.50	158.50	763.50	158.50
31	2	GRD-120	15.00	10.00	1.00	753.70	159.00	763.70	159.00
32	2	GRD-120	15.50	10.00	1.00	753.90	159.50	763.90	159.50
33	2	GRD-120	16.00	10.00	1.00	754.10	160.00	764.10	160.00
34	2	GRD-120	16.50	10.00	1.00	754.30	160.50	764.30	160.50

QUANTITIES

Reinf. Type #	Designated Name	Coverage Ratio	Area of reinforcemnt [m²] / length of slope [m]
1	GRD-160	1.00	160.00
2	GRD-120	1.00	232.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

OAK : EEN - Amari

Report created by ReSSA(2.0): Copyright (c) 2001-2006, ADAMA Engineering, Inc.

PROJECT IDENTIFICATION

Title: OAK : EEN - Amari
Project Number: D1b / R-EMB / 2,5-1 / EQW -
Client:
Designer: GI

Description:

Company's information:

Name:
Street:
,
Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: C:\project ..... upoli\OAK_Dyilistirio\ReSSA\D1b_R-EMB_25-1_EQW.MSE
Original date and time of creating this file: Sat Feb 22 11:20:06 2020

PROGRAM MODE: ANALYSIS of a Complex Slope using GEOSYNTHETIC as reinforcing material.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

INPUT DATA (EXCLUDING REINFORCEMENT LAYOUT)

SOIL DATA

========== Soil Layer #: ==========	Unit weight, γ [kN/m ³]	Internal angle of friction, ϕ [deg.]	Cohesion, c [kPa]
....1.....R-EMB.....	21.0	36.0	1.0
....2.....CS.....	20.0	30.0	6.0
....3.....LM.....	25.0	35.0	40.0
....4.....Sch-Phi_w.....	24.0	31.0	40.0
....5.....Sch-Phi.....	25.0	39.0	50.0

REINFORCEMENT

Reinforcement Type #	Geosynthetic Designated Name	Ultimate Strength, Tult [kN/m]	Reduction Factor for Installation Damage, RFid	Reduction Factor for Durability, RFd	Reduction Factor for Creep, RFc	Coverage Ratio, Rc
1	GRD-160	160.00	1.20	1.20	1.65	1.00
2	GRD-120	120.00	1.20	1.20	1.65	1.00

Interaction Parameters		== Direct Sliding ==		==== Pullout ====	
Type #	Geosynthetic Designated Name	Cds-phi	Cds-c	Ci	Alpha
1	GRD-160	0.80	0.00	0.80	0.80
2	GRD-120	0.80	0.00	0.80	0.80

Relative Orientation of Reinforcement Force, ROR = 0.00. Assigned Factor of Safety to resist pullout, Fs-po = 1.50

WATER

Unit weight of water = 9.81 [kN/m ³]
Water pressure is defined by phreatic surface in Effective Stress Analysis.

SEISMICITY

Horizontal ground acceleration coefficient, Ao = 0.44
Design seismic acceleration, Am = 0.5 x Ao = 0.22

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

DRAWING OF SPECIFIED GEOMETRY - COMPLEX - Quick Input

-- Problem geometry is defined along sections selected by user at x,y coordinates.
-- X1,Y1 represents the coordinates of soil surface. X2,Y2 represent the coordinates of the end of soil layer 1 and start of soil layer 2, and so on.
-- Xw,Yw represents the coordinates of phreatic surface.

GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers (see details in next page)

WATER GEOMETRY

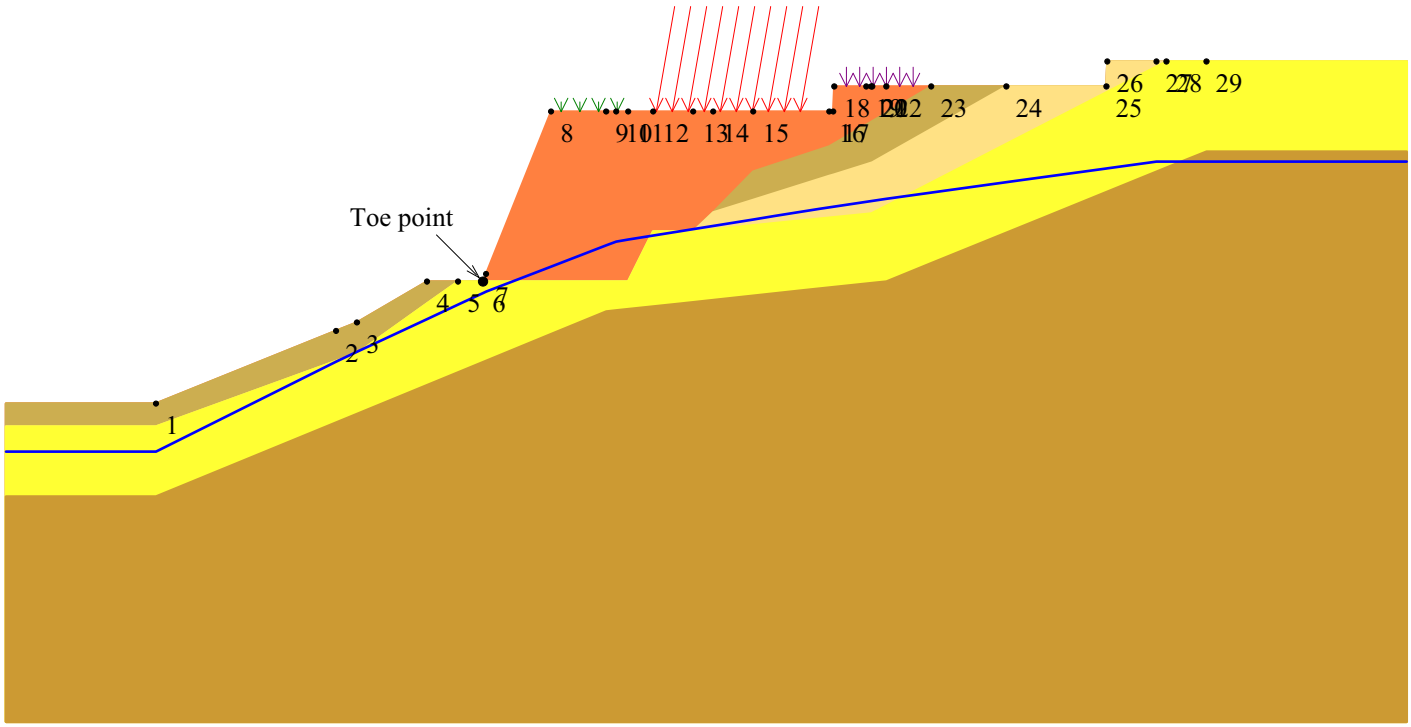
Phreatic line was specified.

UNIFORM SURCHARGE

Load Q1 = 10.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X1s = 755.50 and ends at X1e = 762.50 [m].
Load Q2 = 110.00 [kPa] inclined from verical at 10.00 degrees, starts at X2s = 765.00 and ends at X2e = 780.00 [m].
Load Q3 = 20.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X3s = 784.00 and ends at X3e = 792.00 [m].

STRIP LOAD

.....None.....



SCALE:

0 2 4 6 [m]

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

TABULATED DETAILS OF QUICK SPECIFIED GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers. Coordinates in [m.]
Water was described by phreatic line.

	#	Xi	Yi
Top of Layer 1	1	715.00	131.80
	2	735.10	139.90
	3	742.10	144.00
	4	745.20	144.00
	5	747.70	144.00
	6	754.50	161.00
	7	782.70	161.00
	8	782.80	163.50
	9	792.50	163.50
	10	800.00	163.50
	11	810.00	163.50
	12	810.10	166.00
	13	816.00	166.00
	14	820.00	166.00
Top of Layer 2	15	715.00	131.80
	16	735.10	139.90
	17	742.10	144.00
	18	745.20	144.00
	19	747.70	144.00
	20	762.20	144.00
	21	764.70	149.00
	22	768.70	149.00
	23	770.70	150.90
	24	774.70	155.00
	25	782.30	157.50
	26	792.50	163.50
	27	800.00	163.50
	28	810.00	163.50
	29	810.10	166.00
	30	816.00	166.00
	31	820.00	166.00
Top of Layer 3	32	715.00	129.50
	33	735.10	136.80
	34	745.20	144.00
	35	747.70	144.00
	36	762.20	144.00
	37	764.70	149.00
	38	768.70	149.00
	39	770.70	150.90
	40	786.60	155.90
	41	800.00	163.50
	42	810.00	163.50
	43	810.10	166.00
	44	816.00	166.00
	45	820.00	166.00
Top of Layer 4	46	715.00	129.50
	47	735.10	136.80
	48	745.20	144.00
	49	747.70	144.00
	50	762.20	144.00
	51	764.70	149.00
	52	768.70	149.00
	53	786.50	150.80
	54	816.00	166.00
	55	820.00	166.00
Top of Layer 5	56	715.00	122.50
	57	760.00	141.00
	58	788.00	144.00
	59	820.00	157.00
Top of Phreatic Line	61	715.00	127.00
	62	733.00	136.00
	63	748.00	143.00
	64	761.00	148.00
	65	786.00	152.00
	66	815.00	156.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

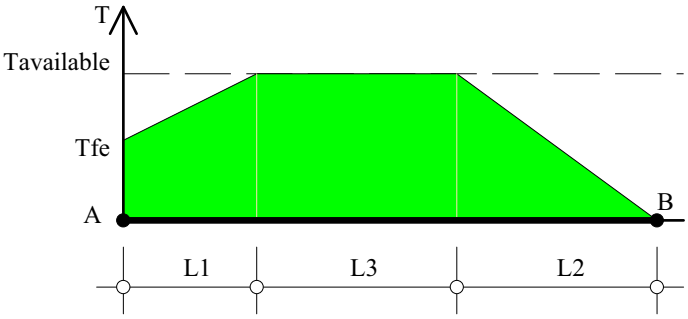
TABULATED DETAILS OF SPECIFIED GEOMETRY

Soil profile contains 5 layers. Coordinates in [m.]
Water was described by phreatic line. Y values are tabulated in the right most column.

#	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	(phreatic) Yw
1	715.00	131.80	131.80	129.50	129.50	122.50	127.00
2	733.00	139.05	139.05	136.04	136.04	129.90	136.00
3	735.10	139.90	139.90	136.80	136.80	130.76	136.98
4	742.10	144.00	144.00	141.79	141.79	133.64	140.25
5	745.20	144.00	144.00	144.00	144.00	134.92	141.69
6	747.70	144.00	144.00	144.00	144.00	135.94	142.86
7	748.00	144.75	144.00	144.00	144.00	136.07	143.00
8	754.50	161.00	144.00	144.00	144.00	138.74	145.50
9	760.00	161.00	144.00	144.00	144.00	141.00	147.62
10	761.00	161.00	144.00	144.00	144.00	141.11	148.00
11	762.20	161.00	144.00	144.00	144.00	141.24	148.19
12	764.70	161.00	149.00	149.00	149.00	141.50	148.59
13	768.70	161.00	149.00	149.00	149.00	141.93	149.23
14	770.70	161.00	150.90	150.90	149.20	142.15	149.55
15	774.70	161.00	155.00	152.16	149.61	142.58	150.19
16	782.30	161.00	157.50	154.55	150.38	143.39	151.41
17	782.70	161.00	157.74	154.67	150.42	143.43	151.47
18	782.80	163.50	157.79	154.71	150.43	143.44	151.49
19	786.00	163.50	159.68	155.71	150.75	143.79	152.00
20	786.50	163.50	159.97	155.87	150.80	143.84	152.07
21	786.60	163.50	160.03	155.90	150.85	143.85	152.08
22	788.00	163.50	160.85	156.69	151.57	144.00	152.28
23	792.50	163.50	163.50	159.25	153.89	145.83	152.90
24	800.00	163.50	163.50	163.50	157.76	148.88	153.93
25	810.00	163.50	163.50	163.50	162.91	152.94	155.31
26	810.10	166.00	166.00	166.00	162.96	152.98	155.32
27	815.00	166.00	166.00	166.00	165.48	154.97	156.00
28	816.00	166.00	166.00	166.00	166.00	155.38	156.00
29	820.00	166.00	166.00	166.00	166.00	157.00	156.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

DISTRIBUTION OF AVAILABLE STRENGTH ALONG EACH REINFORCEMENT LAYER



A = Front-end of reinforcement (at face of slope)
B = Rear-end of reinforcement
AB = L1 + L2 + L3 = Embedded length of reinforcement

Tavailable = Long-term strength of reinforcement
Tfe = Available front-end strength (e.g., connection to facing)

L1 = Front-end 'pullout' length
L2 = Rear-end pullout length
Tavailable prevails along L3

Factor of safety on resistance to pullout on either end of reinforcement, Fs-po = 1.50

Reinforcement Layer #	Designated Name	Height Relative to Toe [m]	L [m]	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Tfe [kN/m]	Tavailable [kN/m]
1	GRD-160	0.00	14.00	0.00	0.35	13.65	67.34	67.34
2	GRD-160	0.50	14.00	0.00	0.35	13.65	67.34	67.34
3	GRD-160	1.00	14.00	0.00	0.36	13.64	67.34	67.34
4	GRD-160	1.50	14.00	0.00	0.37	13.63	67.34	67.34
5	GRD-160	2.00	14.00	0.00	0.37	13.63	67.34	67.34
6	GRD-160	2.50	14.00	0.00	0.38	13.62	67.34	67.34
7	GRD-160	3.00	14.00	0.00	0.39	13.61	67.34	67.34
8	GRD-160	3.50	14.00	0.00	0.40	13.60	67.34	67.34
9	GRD-160	4.00	12.00	0.00	0.40	11.60	67.34	67.34
10	GRD-160	4.50	12.00	0.00	0.42	11.58	67.34	67.34
11	GRD-160	5.00	12.00	0.00	0.43	11.57	67.34	67.34
12	GRD-160	5.50	12.00	0.00	0.45	11.55	67.34	67.34
13	GRD-120	6.00	12.00	0.00	0.36	11.64	50.51	50.51
14	GRD-120	6.50	12.00	0.00	0.37	11.63	50.51	50.51
15	GRD-120	7.00	12.00	0.00	0.39	11.61	50.51	50.51
16	GRD-120	7.50	12.00	0.00	0.41	11.59	50.51	50.51
17	GRD-120	8.00	12.00	0.00	0.43	11.57	50.51	50.51
18	GRD-120	8.50	12.00	0.00	0.46	11.54	50.51	50.51
19	GRD-120	9.00	10.00	0.00	0.49	9.51	50.51	50.51
20	GRD-120	9.50	10.00	0.00	0.52	9.48	50.51	50.51
21	GRD-120	10.00	10.00	0.00	0.55	9.45	50.51	50.51
22	GRD-120	10.50	10.00	0.00	0.60	9.40	50.51	50.51
23	GRD-120	11.00	10.00	0.00	0.64	9.36	50.51	50.51
24	GRD-120	11.50	10.00	0.00	0.70	9.30	50.51	50.51
25	GRD-120	12.00	10.00	0.00	0.77	9.23	50.51	50.51
26	GRD-120	12.50	10.00	0.00	0.85	9.15	50.51	50.51
27	GRD-120	13.00	10.00	0.00	0.96	9.04	50.51	50.51
28	GRD-120	13.50	10.00	0.00	1.09	8.91	50.51	50.51
29	GRD-120	14.00	10.00	0.00	1.27	8.73	50.51	50.51
30	GRD-120	14.50	10.00	0.00	1.52	8.48	50.51	50.51
31	GRD-120	15.00	10.00	0.00	1.88	8.12	50.51	50.51
32	GRD-120	15.50	10.00	0.00	2.48	7.52	50.51	50.51
33	GRD-120	16.00	10.00	0.00	3.65	6.35	50.51	50.51
34	GRD-120	16.50	10.00	0.00	6.86	3.14	50.51	50.51

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF ROTATIONAL STABILITY ANALYSIS

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

Critical circles for each entry point (considering all specified exit points)

Entry Point #	Entry Point (X, Y) [m]		Exit Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	747.70	144.00	747.70	144.00	747.70	144.00	0.00	N/A	#10 - Overhanging Cliff
2	747.70	144.00	747.70	144.00	747.70	144.00	0.00	N/A	#10 - Overhanging Cliff
3	757.63	161.00	734.95	139.86	736.13	161.34	21.51	3.38	
4	758.95	161.00	734.95	139.87	737.60	161.05	21.35	2.27	
5	760.26	161.00	734.95	139.87	738.74	161.06	21.53	1.90	
6	761.58	161.00	734.95	139.87	739.88	161.00	21.70	1.70	
7	762.90	161.00	734.95	139.87	740.74	161.27	22.16	1.50	
8	764.21	161.00	734.95	139.88	741.90	161.08	22.32	1.43	
9	765.53	161.00	734.95	139.88	742.78	161.24	22.75	1.26	
10	766.84	161.00	734.95	139.87	741.92	163.99	25.10	1.21	
11	768.16	161.00	734.95	139.87	740.83	167.29	28.04	1.16	
12	769.47	161.00	734.95	139.87	739.87	170.60	31.12	1.13	
13	770.79	161.00	734.95	139.87	738.65	174.55	34.88	1.11	
14	772.11	161.00	734.95	139.88	743.58	167.93	29.35	1.09	
15	773.42	161.00	734.95	139.87	743.57	169.76	31.11	1.07	
16	774.74	161.00	734.95	139.87	742.71	173.28	34.29	1.06	
17	776.05	161.00	734.95	139.87	743.47	173.84	35.02	1.05	
18	777.37	161.00	734.95	139.87	742.90	177.05	38.02	1.04	OK
19	778.68	161.00	734.95	139.87	741.65	181.83	42.49	1.05	
20	780.00	161.00	734.95	139.86	739.31	189.15	49.47	1.05	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-entry' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

****

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

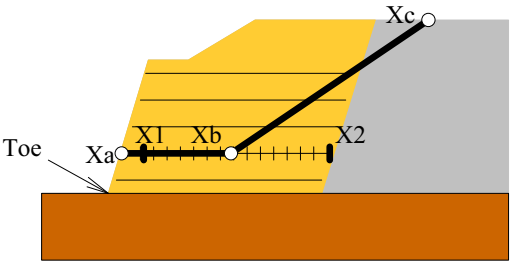
Critical circles for each exit point (considering all specified entry points)

Exit Point #	Exit Point (X, Y) [m]		Entry Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	734.95	139.87	777.37	161.00	742.90	177.05	38.02	1.04	On extreme X-exit
2	735.56	140.35	778.68	161.00	743.38	179.37	39.79	1.06	
3	736.41	140.80	778.68	161.00	744.53	178.15	38.22	1.08	
4	737.16	141.27	778.68	161.00	744.20	180.00	39.37	1.09	
5	738.02	141.72	778.68	161.00	745.36	178.75	37.76	1.12	
6	738.83	142.18	778.68	161.00	746.02	178.55	37.08	1.14	
7	739.48	142.65	780.00	161.00	745.46	183.36	41.14	1.16	
8	740.53	143.08	777.37	161.00	740.53	189.91	46.83	1.20	
9	741.32	143.54	777.37	161.00	741.32	189.49	45.95	1.21	
10	741.85	144.02	776.05	161.00	745.26	180.09	36.23	1.23	
11	742.76	144.02	780.00	161.00	748.16	181.49	37.86	1.25	
12	743.46	144.03	780.00	161.00	748.80	180.37	36.73	1.25	
13	744.47	144.00	770.79	161.00	746.30	170.05	26.11	1.30	
14	745.19	144.00	773.42	161.00	746.80	173.28	29.32	1.24	
15	745.89	144.01	773.42	161.00	747.06	172.91	28.92	1.24	
16	746.59	144.01	773.42	161.00	747.34	172.50	28.50	1.22	
17	747.60	144.00	780.00	161.00	748.30	182.05	38.06	1.23	
18	748.18	145.76	776.05	161.00	739.93	193.96	48.90	1.20	
19	749.07	147.73	772.11	161.00	732.04	203.93	58.72	1.21	
20	749.99	149.75	772.11	161.00	745.58	185.79	36.31	1.25	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-exit' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF TRANSLATIONAL ANALYSIS



Results in the table below represent critical two-part wedges identified between specified starting (X1) and ending (X2) search points. Wedges along all reinforcement layers and at elevation zero are reported. The critical two-part wedge, one for each predetermined elevation, is defined by Xa, Xb and Xc where Xa is the front end of the passive wedge (slope face), Xb is where the passive wedge ends and the active one starts, and Xc is the X-ordinate at which the active wedge starts.

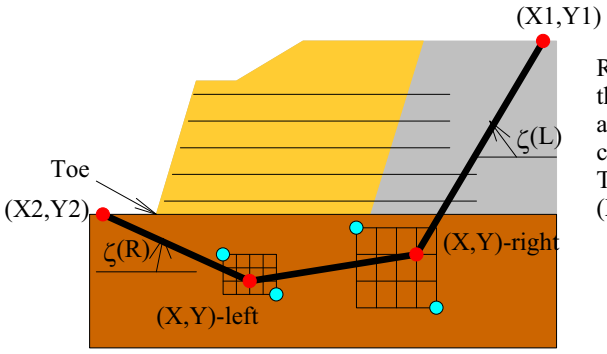
Critical two-part wedge along each interface:

Interface	Height Relative to Toe [m]	(Xa, Ya) [m]		(Xb, Yb) [m]		(Xc, Yc) [m]		Fs	STATUS
At toe elevation	0.00	747.70	144.00	753.34	144.00	768.65	161.00	1.37	OK
Reinf. Layer #1	0.00	747.70	144.00	761.69	144.00	769.98	161.00	1.15	Minimum on Edge
Reinf. Layer #2	0.50	747.90	144.50	759.11	144.50	770.67	161.00	1.37	OK
Reinf. Layer #3	1.00	748.10	145.00	750.98	145.00	766.43	161.00	1.35	OK
Reinf. Layer #4	1.50	748.30	145.50	751.18	145.50	765.13	161.00	1.35	OK
Reinf. Layer #5	2.00	748.50	146.00	754.16	146.00	767.66	161.00	1.31	OK
Reinf. Layer #6	2.50	748.70	146.50	754.36	146.50	766.96	161.00	1.36	OK
Reinf. Layer #7	3.00	748.90	147.00	754.56	147.00	766.73	161.00	1.40	OK
Reinf. Layer #8	3.50	749.10	147.50	754.76	147.50	766.91	161.00	1.38	OK
Reinf. Layer #9	4.00	749.30	148.00	754.16	148.00	765.86	161.00	1.41	OK
Reinf. Layer #10	4.50	749.50	148.50	754.36	148.50	766.01	161.00	1.43	OK
Reinf. Layer #11	5.00	749.70	149.00	754.56	149.00	765.75	161.00	1.45	OK
Reinf. Layer #12	5.50	749.90	149.50	754.76	149.50	765.48	161.00	1.47	OK
Reinf. Layer #13	6.00	750.10	150.00	754.96	150.00	765.21	161.00	1.49	OK
Reinf. Layer #14	6.50	750.30	150.50	755.16	150.50	765.30	161.00	1.54	OK
Reinf. Layer #15	7.00	750.50	151.00	752.98	151.00	764.90	161.00	1.56	OK
Reinf. Layer #16	7.50	750.70	151.50	753.18	151.50	764.91	161.00	1.60	OK
Reinf. Layer #17	8.00	750.90	152.00	753.38	152.00	764.90	161.00	1.64	OK
Reinf. Layer #18	8.50	751.10	152.50	760.71	152.50	766.23	161.00	1.64	OK
Reinf. Layer #19	9.00	751.30	153.00	761.29	153.00	766.10	161.00	1.59	Minimum on Edge
Reinf. Layer #20	9.50	751.50	153.50	761.49	153.50	765.82	161.00	1.66	Minimum on Edge
Reinf. Layer #21	10.00	751.70	154.00	761.69	154.00	765.73	161.00	1.70	Minimum on Edge
Reinf. Layer #22	10.50	751.90	154.50	761.89	154.50	765.64	161.00	1.75	Minimum on Edge
Reinf. Layer #23	11.00	752.10	155.00	762.09	155.00	765.55	161.00	1.81	Minimum on Edge
Reinf. Layer #24	11.50	752.30	155.50	762.29	155.50	765.47	161.00	1.87	Minimum on Edge
Reinf. Layer #25	12.00	752.50	156.00	762.49	156.00	765.04	161.00	1.98	Minimum on Edge
Reinf. Layer #26	12.50	752.70	156.50	762.69	156.50	764.98	161.00	2.02	Minimum on Edge
Reinf. Layer #27	13.00	752.90	157.00	762.89	157.00	765.02	161.00	2.08	Minimum on Edge
Reinf. Layer #28	13.50	753.10	157.50	763.09	157.50	764.95	161.00	2.20	Minimum on Edge
Reinf. Layer #29	14.00	753.30	158.00	763.29	158.00	764.95	161.00	2.29	Minimum on Edge
Reinf. Layer #30	14.50	753.50	158.50	763.49	158.50	764.99	161.00	2.39	Minimum on Edge
Reinf. Layer #31	15.00	753.70	159.00	763.69	159.00	764.99	161.00	2.55	Minimum on Edge
Reinf. Layer #32	15.50	753.90	159.50	763.89	159.50	764.98	161.00	2.83	Minimum on Edge
Reinf. Layer #33	16.00	754.10	160.00	764.09	160.00	764.99	161.00	3.23	Minimum on Edge
Reinf. Layer #34	16.50	754.30	160.50	764.29	160.50	764.98	161.00	4.32	Minimum on Edge

Note: In the 'Status' column, OK means the critical two part-wedge was identified within the specified search domain. 'Minimum on Edge' means the critical result corresponds to a minimum on the edge of the search domain; i.e., either on X1 or X2 or the internally preset limits on Xc.

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

RESULTS OF 3-PART WEDGE ANALYSIS



Results in the table below represent the critical slip surface composed of a three-part wedge and identified by the specified points (X-left, Y-left) and (X-right, Y-right) and angles Zeta(L) and Zeta(R). ReSSA finds the (X,Y) coordinates, as well as the angles Zeta, based on user-specified search domain. The trace of the critical three-part wedge is fully defined by four points: (X1, Y1), (X-left, Y-left), (X-right, Y-right), (X2, Y2).

Critical 3-part wedge (Automatic search):

(X2, Y2) [m]	Zeta(L) [degrees]	(X-left, Y-left) [m]	(X-right, Y-right) [m]	Zeta(R) [degrees]	(X1, Y1) [m]	Fs
(748.36, 145.64)	45.00	(749.00, 145.00)	(761.00, 152.00)	63.00	(765.59, 161.00)	1.014

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

CRITICAL RESULTS OF ROTATIONAL AND TRANSLATIONAL STABILITY ANALYSES

Rotational (Circular Arc; Bishop) Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.04
Critical Circle: Xc = 742.90[m], Yc = 177.05[m], R = 38.02[m]. (Number of slices used = 60)

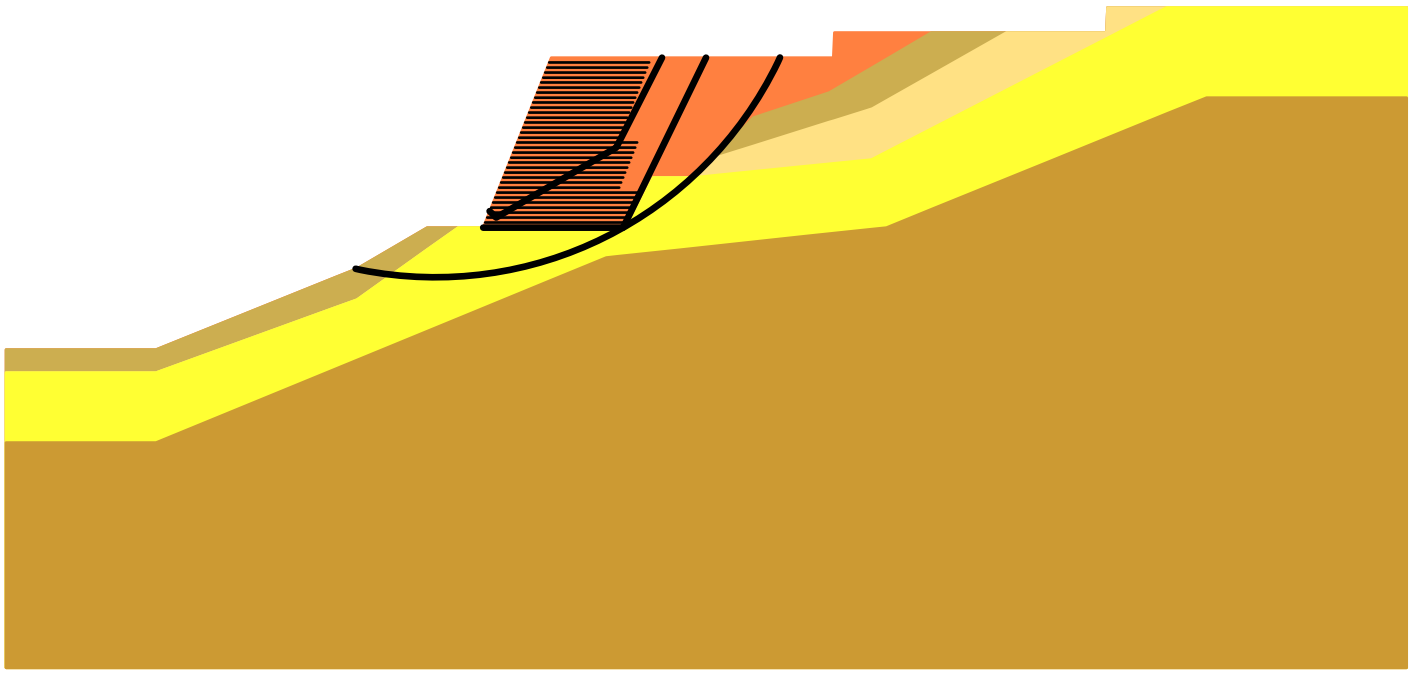
Translational (2-Part Wedge; Spencer), Direct Sliding, Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.15
Critical Two-Part Wedge: (Xa = 747.70, Ya = 144.00) [m]
(Xb = 761.69, Yb = 144.00) [m]
(Xc = 769.98, Yc = 161.00) [m]
(Number of slices used = 30)
Interslice resultant force inclination = 2.35 [degrees]

Three-Part Wedge Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.01
Critical Three-Part Wedge: (X2 = 748.36, Y2 = 145.64) [m]
(X-left = 749.00, Y-left = 145.00) [m]
(X-right = 761.00, Y-right = 152.00) [m]
(X1 = 765.59, Y1 = 161.00) [m]
(Number of slices used = 45)
Interslice resultant force inclination = 11.53 [degrees]

REINFORCEMENT LAYOUT: DRAWING



SCALE:

0 2 4 6[m]

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

REINFORCEMENT LAYOUT: TABULATED DATA & QUANTITIES

Layer #	Reinf. Type #	Geosynthetic Designated Name	Height Relative to Toe [m]	Embedded Length [m]	Covergae Ratio, Rc	(X, Y) front [m]		(X, Y) rear [m]	
1	1	GRD-160	0.00	14.00	1.00	747.70	144.00	761.70	144.00
2	1	GRD-160	0.50	14.00	1.00	747.90	144.50	761.90	144.50
3	1	GRD-160	1.00	14.00	1.00	748.10	145.00	762.10	145.00
4	1	GRD-160	1.50	14.00	1.00	748.30	145.50	762.30	145.50
5	1	GRD-160	2.00	14.00	1.00	748.50	146.00	762.50	146.00
6	1	GRD-160	2.50	14.00	1.00	748.70	146.50	762.70	146.50
7	1	GRD-160	3.00	14.00	1.00	748.90	147.00	762.90	147.00
8	1	GRD-160	3.50	14.00	1.00	749.10	147.50	763.10	147.50
9	1	GRD-160	4.00	12.00	1.00	749.30	148.00	761.30	148.00
10	1	GRD-160	4.50	12.00	1.00	749.50	148.50	761.50	148.50
11	1	GRD-160	5.00	12.00	1.00	749.70	149.00	761.70	149.00
12	1	GRD-160	5.50	12.00	1.00	749.90	149.50	761.90	149.50
13	2	GRD-120	6.00	12.00	1.00	750.10	150.00	762.10	150.00
14	2	GRD-120	6.50	12.00	1.00	750.30	150.50	762.30	150.50
15	2	GRD-120	7.00	12.00	1.00	750.50	151.00	762.50	151.00
16	2	GRD-120	7.50	12.00	1.00	750.70	151.50	762.70	151.50
17	2	GRD-120	8.00	12.00	1.00	750.90	152.00	762.90	152.00
18	2	GRD-120	8.50	12.00	1.00	751.10	152.50	763.10	152.50
19	2	GRD-120	9.00	10.00	1.00	751.30	153.00	761.30	153.00
20	2	GRD-120	9.50	10.00	1.00	751.50	153.50	761.50	153.50
21	2	GRD-120	10.00	10.00	1.00	751.70	154.00	761.70	154.00
22	2	GRD-120	10.50	10.00	1.00	751.90	154.50	761.90	154.50
23	2	GRD-120	11.00	10.00	1.00	752.10	155.00	762.10	155.00
24	2	GRD-120	11.50	10.00	1.00	752.30	155.50	762.30	155.50
25	2	GRD-120	12.00	10.00	1.00	752.50	156.00	762.50	156.00
26	2	GRD-120	12.50	10.00	1.00	752.70	156.50	762.70	156.50
27	2	GRD-120	13.00	10.00	1.00	752.90	157.00	762.90	157.00
28	2	GRD-120	13.50	10.00	1.00	753.10	157.50	763.10	157.50
29	2	GRD-120	14.00	10.00	1.00	753.30	158.00	763.30	158.00
30	2	GRD-120	14.50	10.00	1.00	753.50	158.50	763.50	158.50
31	2	GRD-120	15.00	10.00	1.00	753.70	159.00	763.70	159.00
32	2	GRD-120	15.50	10.00	1.00	753.90	159.50	763.90	159.50
33	2	GRD-120	16.00	10.00	1.00	754.10	160.00	764.10	160.00
34	2	GRD-120	16.50	10.00	1.00	754.30	160.50	764.30	160.50

QUANTITIES

Reinf. Type #	Designated Name	Coverage Ratio	Area of reinforcemnt [m²] / length of slope [m]
1	GRD-160	1.00	160.00
2	GRD-120	1.00	232.00

Copyright © 2001-2006 ADAMA Engineering, Inc. www.GeoPrograms.com License number ReSSA-200430

AASHTO 2007-2010 (LRFD)
EEN Rethimno

MSEW(3.0): Update # 14.981

PROJECT IDENTIFICATION

Title: EEN Rethimno
Project Number: R-EMB / Critical C-S
Client:
Designer: GI
Station Number:

Description:

Company's information:

Name:
Street:

,
Telephone #:
Fax #:
E-Mail:

Original file path and name: F:\projects\private\XYTY_Alexandroupoli\Dyilistirio_Ama.....
.....b_Crit_STW50-EQW.BEN
Original date and time of creating this file: Sun Mar 01 20:21:48 2020

PROGRAM MODE: ANALYSIS
of a SIMPLE STRUCTURE
using GEOGRID as reinforcing material.

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ	21.0 kN/m ^{3}
Design value of internal angle of friction, ϕ	36.0 °

RETAINED SOIL

Unit weight, γ	20.0 kN/m ^{3}
Design value of internal angle of friction, ϕ	34.0 °

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, $\gamma_{equiv.}$	23.0 kN/m ^{3}
Equivalent internal angle of friction, $\phi_{equiv.}$	31.0 °
Equivalent cohesion, $c_{equiv.}$	40.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

Ka (internal stability) = 0.1480 (if batter is less than 10°, Ka is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)
Inclination of internal slip plane, ψ = 49.73° (see Fig. 28 in DEMO 82).
Ka (external stability) = 0.1688 (if batter is less than 10°, Ka is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): Nc = 0.00 N γ= 5.67

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, A = 0.330
Design acceleration coefficient in Internal Stability: Kh = Am = 0.370
Design acceleration coefficient in External Stability: Kh_d = 0.370 => Kh = Am = 0.370

Kae (Kh > 0) = 0.4486 Kae (Kh = 0) = 0.1688 Δ Kae = 0.2798
Seismic soil-geogrid friction coefficient, F* is 100.0% of its specified static value.

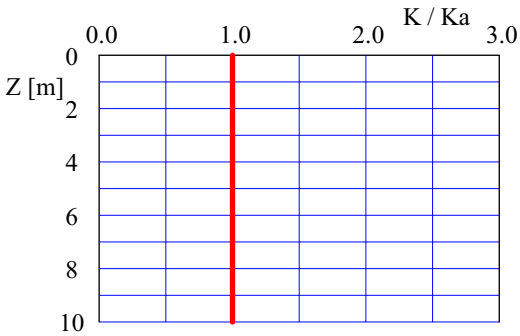
Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

INPUT DATA: Geogrids (Analysis)

D A T A	Geogrid type #1	Geogrid type #2	Geogrid type #3	Geogrid type #4	Geogrid type #5
Tult [kN/m]	160.0	120.0			
Durability reduction factor, RFd	1.20	1.20			
Installation-damage reduction factor, RFid	1.20	1.20			
Creep reduction factor, RFc	1.65	1.65	N/A	N/A	N/A
CDR for strength	N/A	N/A			
Coverage ratio, Rc	1.000	1.000			
Friction angle along geogrid-soil interface, ρ	30.00	30.00			
Pullout resistance factor, F*	$0.80 \cdot \tan\phi$	$0.80 \cdot \tan\phi$	N/A	N/A	N/A
Scale-effect correction factor, α	0.8	0.8			

Variation of Lateral Earth Pressure Coefficient With Depth

Z	K / Ka
0 m	1.00
1 m	1.00
2 m	1.00
3 m	1.00
4 m	1.00
5 m	1.00
6 m	1.00

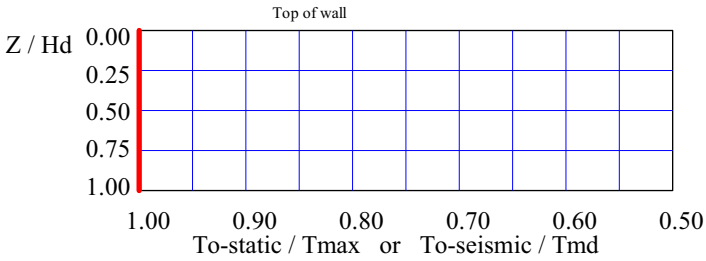


Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc.
License number MSEW-301221

INPUT DATA: Facia and Connection (according to revised Demo 82) (Analysis)

FACIA type: Facing enabling frictional connection of reinforcement (e.g., modular concrete blocks, gabions)
Depth/height of block is 1.00/0.50 m. Horizontal distance to Center of Gravity of block is 0.50 m.
Average unit weight of block is γ_f = 23.00 kN/m ³

Z / Hd	To-static / Tmax or To-seismic / Tmd
0.00	1.00
0.25	1.00
0.50	1.00
0.75	1.00
1.00	1.00



Geogrid Type #1		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ (1)	CRult (2)	σ	CRult	σ	CRult	σ	CRult	σ	CRult
50.0	1.00	50.0	1.00						
100.0	1.00	100.0	1.00	N/A		N/A		N/A	

Geogrid Type #1 3)		Geogrid Type #2		Geogrid Type #3		Geogrid Type #4		Geogrid Type #5	
σ	CRcr	σ	CRcr	σ	CRcr	σ	CRcr	σ	CRcr
0.0	0.00	0.0	0.00						
50.0	0.60	50.0	0.60	N/A		N/A		N/A	
100.0	0.90	100.0	0.90						

(1) σ = Confining stress in between stacked blocks [kPa]
(2) CRult = Tc-ult / Tult
(3) CRcr = Tcre / Tult

In seismic analysis, long term strength is reduced to 100% of its static value.

D A T A (for connection only)	Type #1	Type #2	Type #3	Type #4	Type #5
Product Name	GRD160	GRD120	N/A	N/A	N/A
Connection strength reduction factor, RFd	2.00	2.00	N/A	N/A	N/A
Creep reduction factor, RFc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

INPUT DATA: Geometry and Surcharge loads (of a SIMPLE STRUCTURE)

Design height, Hd	17.00	[m]	{ Embedded depth is E = 3.00 m, and height above top of finished bottom grade is H = 14.00 m }
Batter, ω	19.0	[deg]	
Backslope, β	20.0	[deg]	
Backslope rise	0.2	[m]	Broken back equivalent angle, I = 0.34° (see Fig. 25 in DEMO 82)

U N I F O R M S U R C H A R G E

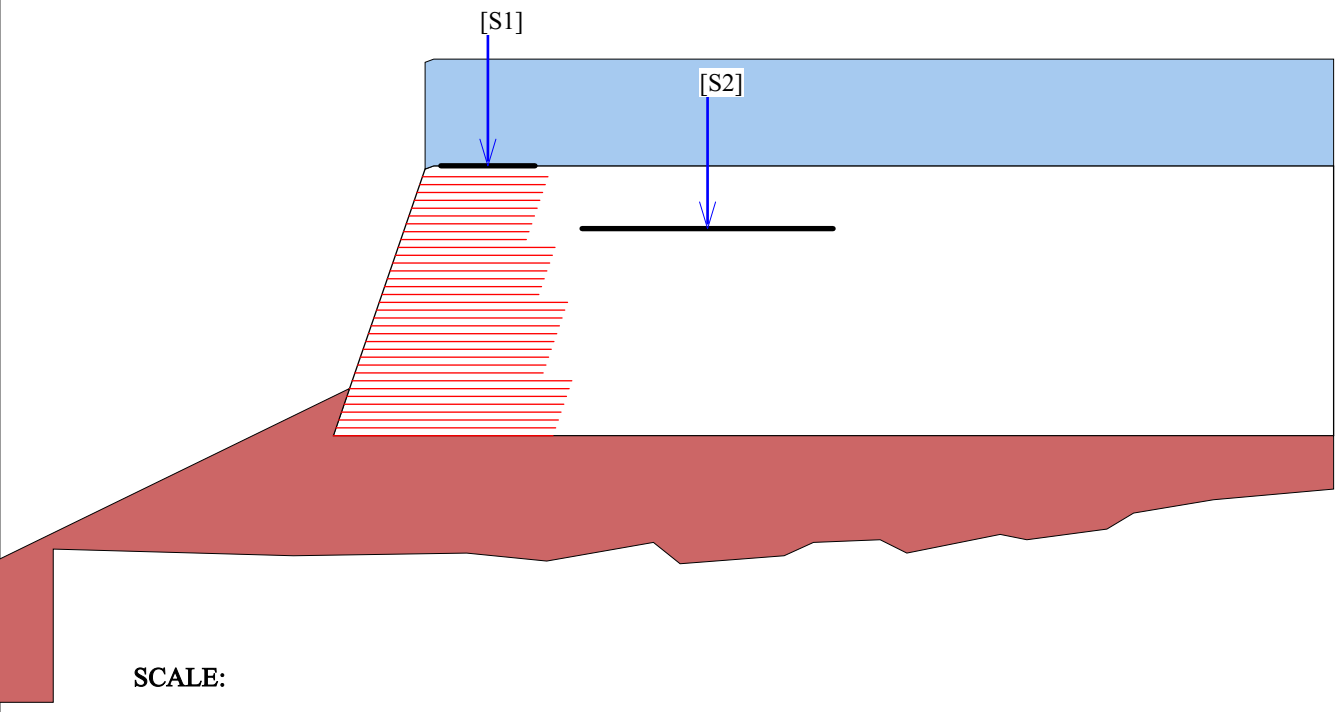
Uniformly distributed dead load is 0.0 [kPa], and live load is 20.0 [kPa]

OTHER EXTERNAL LOAD(S)

[S1] Strip Load, Pv-d = 0.0 and Pv-l = 20.0 [kN/m].
Footing width, b=6.0 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 4.0 [m] @ depth of 0.0 [m] below soil surface.

[S2] Strip Load, Pv-d = 200.0 and Pv-l = 0.0 [kN/m].
Footing width, b=16.0 [m]. Distance of center of footing from wall face, d = 18.0 [m] @ depth of 4.0 [m] below soil surface.

ANALYZED REINFORCEMENT LAYOUT:



SCALE:

0 2 4 6 8 10 [m]

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

AASHTO 2007-2010 (LRFD) Input Data

INTERNAL STABILITY

Load factor for vertical earth pressure, EV, from Table 3.4.1-2:	$\gamma_{p\text{-}EV}$	1.35		
Load factor for earthquake loads, EQ, from Table 3.4.1-1:	$\gamma_{p\text{-}EQ}$	1.00		
Load factor for live load surchrge, LS, from Figure C11.5.5-3(b): (Same as in External Stability).	$\gamma_{p\text{-}LS}$	1.75		
Load factor for dead load surchrge, ES: (Same as in External Stability).	$\gamma_{p\text{-}ES}$	1.50		
Resistance factor for reinforcement tension from Table 11.5.6-1:	ϕ	Static	Combined static/seismic	
Geogrid:		0.90		1.20
Resistance factor for reinforcement tension in connectors from Table 11.5.6-1:	ϕ	Static	Combined static/seismic	
Geogrid:		0.90		1.20
Resistance factor for reinforcement pullout from Table 11.5.6-1:	ϕ	0.90		1.20

EXTERNAL STABILITY

Load factor for vertical earth pressure, EV, from Table 3.4.1-2 and Figure C11.5.5-2:		Static	Combined Static/Seismic	
Sliding and Eccentricity	$\gamma_{p\text{-}EV}$	1.00	$\gamma_{p\text{-}EQ}$	1.00
Bearing Capacity	$\gamma_{p\text{-}EV}$	1.35	$\gamma_{p\text{-}EQ}$	1.35

Load factor of active lateral earth pressure, EH, from Table 3.4.1-2 and Figure C11.5.5-2:	$\gamma_{p\text{-}EH}$	1.50
Load factor of active lateral earth pressure during earthquake (does not multiply P_{AE} and P_{IR}):	$(\gamma_{p\text{-}EH})_{EQ}$	1.50
Load factor for earthquake loads, EQ, from Table 3.4.1-1 (multiplies P_{AE} and P_{IR}):	$\gamma_{p\text{-}EQ}$	1.00

Resistance factor for shear resistance along common interfaces from Table 11.5.6-1:		Static	Combined Static/Seismic	
Reinforced Soil and Foundation	ϕ_τ	1.00		1.00
Reinforced Soil and Reinforcement	ϕ_τ	1.00		1.00
Resistance factor for bearing capacity of shallow foundation from Table 11.5.6-1:		Static	Combined Static/Seismic	
	ϕ_b	0.65		0.65

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, CDR = 1.25, factored bearing load = 440.00 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, CDR = 3.322, Eccentricity, e/L = -0.0022, CDR-overturning = 6.31

GEOGRID				CONNECTION						
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	CDR [connection strength]	CDR [geogrid strength]	Geogrid strength CDR	Pullout resistance CDR	Direct sliding CDR	Eccentricity e/L	Product name
1	0.00	14.00	1	2.62	3.15	3.147	174.581	2.640	-0.0022	GRD160
2	0.50	14.00	1	1.34	1.61	1.606	87.131	2.726	-0.0053	GRD160
3	1.00	14.00	1	1.38	1.65	1.652	87.506	2.817	-0.0081	GRD160
4	1.50	14.00	1	1.42	1.70	1.700	87.761	2.912	-0.0106	GRD160
5	2.00	14.00	1	1.46	1.75	1.752	87.860	3.012	-0.0130	GRD160
6	2.50	14.00	1	1.50	1.81	1.806	87.858	3.117	-0.0151	GRD160
7	3.00	14.00	1	1.55	1.86	1.864	87.718	3.228	-0.0170	GRD160
8	3.50	14.00	1	1.60	1.93	1.926	87.366	3.344	-0.0187	GRD160
9	4.00	12.00	1	1.66	1.99	1.993	71.213	2.945	-0.0113	GRD160
10	4.50	12.00	1	1.72	2.06	2.064	70.515	3.066	-0.0140	GRD160
11	5.00	12.00	1	1.78	2.14	2.140	69.652	3.196	-0.0164	GRD160
12	5.50	12.00	1	1.85	2.22	2.222	68.535	3.335	-0.0185	GRD160
13	6.00	12.00	2	1.44	1.73	1.733	67.117	3.483	-0.0204	GRD120
14	6.50	12.00	2	1.50	1.80	1.804	65.424	3.642	-0.0219	GRD120
15	7.00	12.00	2	1.57	1.88	1.883	63.397	3.814	-0.0232	GRD120
16	7.50	12.00	2	1.64	1.97	1.968	61.169	3.999	-0.0242	GRD120
17	8.00	12.00	2	1.72	2.06	2.061	58.941	4.199	-0.0250	GRD120
18	8.50	12.00	2	1.80	2.16	2.163	56.698	4.416	-0.0256	GRD120
19	9.00	10.00	2	1.89	2.28	2.276	39.492	3.904	-0.0224	GRD120
20	9.50	10.00	2	2.00	2.40	2.402	37.304	4.139	-0.0235	GRD120
21	10.00	10.00	2	2.12	2.54	2.542	35.149	4.399	-0.0243	GRD120
22	10.50	10.00	2	2.25	2.70	2.699	32.986	4.688	-0.0247	GRD120
23	11.00	10.00	2	2.40	2.88	2.877	30.778	5.010	-0.0248	GRD120
24	11.50	10.00	2	2.56	3.08	3.080	28.596	5.373	-0.0245	GRD120
25	12.00	10.00	2	2.76	3.31	3.313	26.400	5.783	-0.0239	GRD120
26	12.50	8.00	2	2.98	3.58	3.584	11.142	4.777	-0.0214	GRD120
27	13.00	8.00	2	3.25	3.90	3.903	9.261	5.208	-0.0213	GRD120
28	13.50	8.00	2	3.57	4.28	4.284	7.392	5.722	-0.0207	GRD120
29	14.00	8.00	2	3.95	4.75	4.747	5.617	6.367	-0.0198	GRD120
30	14.50	8.00	2	4.08	5.32	5.321	3.925	7.153	-0.0184	GRD120
31	15.00	8.00	2	3.97	6.05	6.051	2.325	8.028	-0.0164	GRD120
32	15.50	8.00	2	3.45	7.01	2.581	0.343	9.118	-0.0140	GRD120
33	16.00	8.00	2	2.73	8.33	0.000	0.000	10.508	-0.0116	GRD120
34	16.50	8.00	2	1.31	8.02	0.000	0.000	12.331	-0.0098	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, CDR = 1.01, factored bearing load = 489.48 kPa.
Foundation Interface: Direct sliding, CDR = 1.423, Eccentricity, e/L = 0.1695, CDR-overturning = 2.24

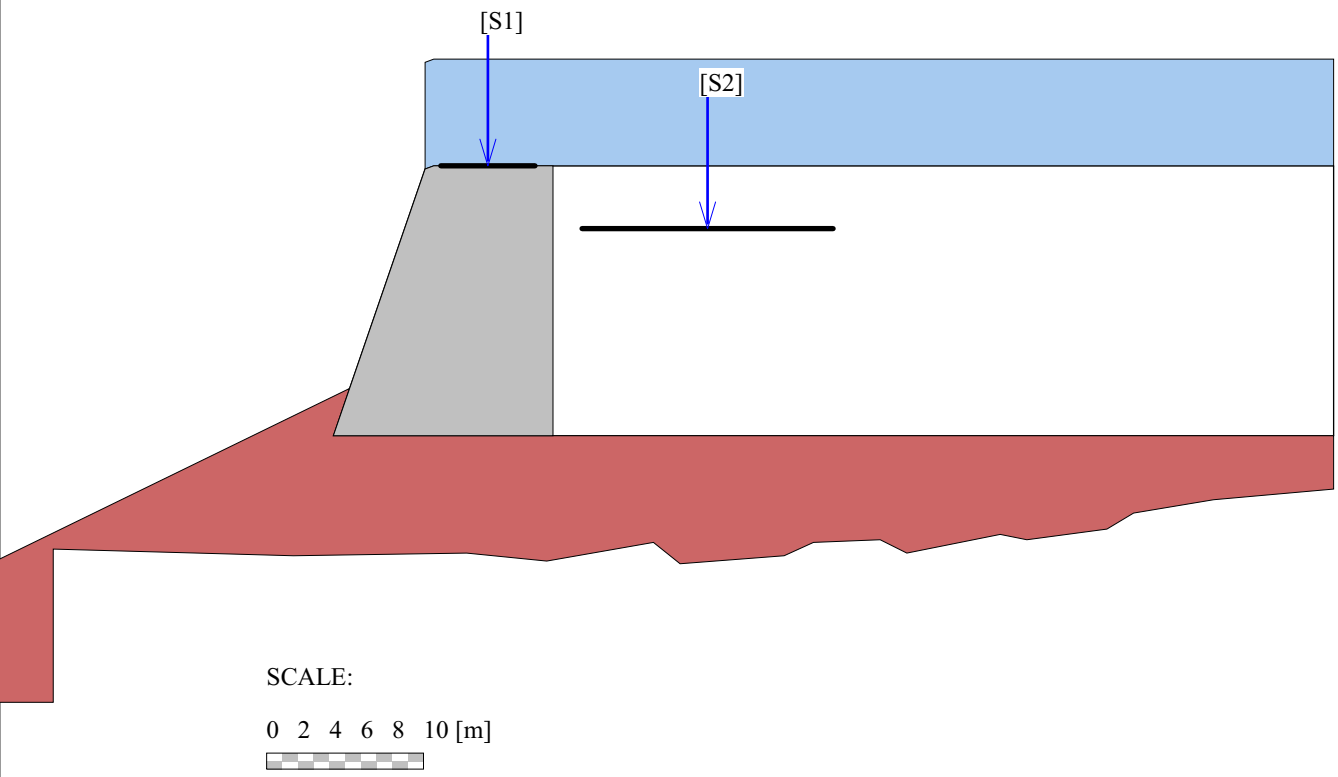
GEOGRID				CONNECTION						
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	CDR [connection strength]	CDR [geogrid strength]	Geogrid strength CDR	Pullout resistance CDR	Direct sliding CDR	Eccentricity e/L	Product name
1	0.00	14.00	1	1.53	1.99	1.991	82.361	1.131	0.1695	GRD160
2	0.50	14.00	1	1.09	1.38	1.377	60.653	1.171	0.1554	GRD160
3	1.00	14.00	1	1.11	1.41	1.412	60.633	1.214	0.1420	GRD160
4	1.50	14.00	1	1.14	1.45	1.448	60.514	1.259	0.1292	GRD160
5	2.00	14.00	1	1.17	1.49	1.486	60.271	1.306	0.1171	GRD160
6	2.50	14.00	1	1.20	1.53	1.526	59.944	1.357	0.1057	GRD160
7	3.00	14.00	1	1.23	1.57	1.568	59.505	1.411	0.0949	GRD160
8	3.50	14.00	1	1.27	1.61	1.613	58.906	1.468	0.0847	GRD160
9	4.00	12.00	1	1.40	1.77	1.771	52.024	1.282	0.1226	GRD160
10	4.50	12.00	1	1.45	1.83	1.828	51.293	1.340	0.1089	GRD160
11	5.00	12.00	1	1.49	1.89	1.889	50.433	1.403	0.0960	GRD160
12	5.50	12.00	1	1.55	1.95	1.955	49.382	1.470	0.0840	GRD160
13	6.00	12.00	2	1.20	1.52	1.518	48.105	1.543	0.0728	GRD120
14	6.50	12.00	2	1.24	1.57	1.575	46.626	1.622	0.0624	GRD120
15	7.00	12.00	2	1.29	1.64	1.635	44.905	1.708	0.0528	GRD120
16	7.50	12.00	2	1.34	1.70	1.701	43.041	1.802	0.0439	GRD120
17	8.00	12.00	2	1.40	1.77	1.772	41.174	1.905	0.0358	GRD120
18	8.50	12.00	2	1.46	1.85	1.849	39.297	2.019	0.0284	GRD120
19	9.00	10.00	2	1.70	2.14	2.141	31.181	1.767	0.0479	GRD120
20	9.50	10.00	2	1.79	2.25	2.255	29.375	1.888	0.0378	GRD120
21	10.00	10.00	2	1.89	2.38	2.381	27.594	2.024	0.0288	GRD120
22	10.50	10.00	2	2.01	2.52	2.522	25.810	2.179	0.0208	GRD120
23	11.00	10.00	2	2.13	2.68	2.681	23.992	2.355	0.0138	GRD120
24	11.50	10.00	2	2.27	2.86	2.861	22.196	2.557	0.0078	GRD120
25	12.00	10.00	2	2.44	3.07	3.067	20.393	2.793	0.0027	GRD120
26	12.50	8.00	2	3.21	3.96	3.963	11.092	2.375	0.0130	GRD120
27	13.00	8.00	2	3.55	4.37	4.369	9.387	2.640	0.0058	GRD120
28	13.50	8.00	2	3.96	4.87	4.867	7.660	2.966	0.0000	GRD120
29	14.00	8.00	2	4.48	5.49	5.492	5.984	3.382	-0.0045	GRD120
30	14.50	8.00	2	4.79	6.30	6.300	4.332	3.951	-0.0080	GRD120
31	15.00	8.00	2	4.88	7.39	7.385	2.689	4.704	-0.0099	GRD120
32	15.50	8.00	2	4.45	8.92	3.382	1.149	5.777	-0.0105	GRD120
33	16.00	8.00	2	3.64	11.10	0.000	0.000	7.423	-0.0101	GRD120
34	16.50	8.00	2	1.75	10.69	0.000	0.000	10.212	-0.0095	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

BEARING CAPACITY for GIVEN LAYOUT

	STATIC	SEISMIC	UNITS
(Water table does not affect bearing capacity)			
Factored bearing resistance. q-n	549.3	494.1	[kPa]
Factored bearing load, σ_V	440.00	489.5	[kPa]
Eccentricity, e	-0.52	1.17	[m]
Eccentricity, e/L	-0.037	0.083	
CDR calculated	1.25	1.01	
Base length	14.00	14.00	[m]

Unfactored applied bearing pressure = (Unfactored R) / [L - 2 * (Unfactored e)] =
Static: Unfactored R = 4172.49 [kN/m], L = 14.00, Unfactored e = -0.60 [m], and Sigma = 325.83 [kPa]
Seismic: Unfactored R = 4174.93 [kN/m], L = 14.00, Unfactored e = 1.70 [m], and Sigma = 394.10 [kPa]



Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT (for GEOGRID reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: CDR-static = 3.322 and CDR-seismic = 1.423

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	CDR Static	CDR Seismic	Required facing resistance to render target: in [kN/m] Rf_r (Static)	Rf_r (Seismic)	Geogrid Type #	Product name
0	(at Foundation Interface)				0.00	0.00		
1	0.00	14.00	2.640	1.131	0.00	0.00	1	GRD160
2	0.50	14.00	2.726	1.171	0.00	0.00	1	GRD160
3	1.00	14.00	2.817	1.214	0.00	0.00	1	GRD160
4	1.50	14.00	2.912	1.259	0.00	0.00	1	GRD160
5	2.00	14.00	3.012	1.306	0.00	0.00	1	GRD160
6	2.50	14.00	3.117	1.357	0.00	0.00	1	GRD160
7	3.00	14.00	3.228	1.411	0.00	0.00	1	GRD160
8	3.50	14.00	3.344	1.468	0.00	0.00	1	GRD160
9	4.00	12.00	2.945	1.282	0.00	0.00	1	GRD160
10	4.50	12.00	3.066	1.340	0.00	0.00	1	GRD160
11	5.00	12.00	3.196	1.403	0.00	0.00	1	GRD160
12	5.50	12.00	3.335	1.470	0.00	0.00	1	GRD160
13	6.00	12.00	3.483	1.543	0.00	0.00	2	GRD120
14	6.50	12.00	3.642	1.622	0.00	0.00	2	GRD120
15	7.00	12.00	3.814	1.708	0.00	0.00	2	GRD120
16	7.50	12.00	3.999	1.802	0.00	0.00	2	GRD120
17	8.00	12.00	4.199	1.905	0.00	0.00	2	GRD120
18	8.50	12.00	4.416	2.019	0.00	0.00	2	GRD120
19	9.00	10.00	3.904	1.767	0.00	0.00	2	GRD120
20	9.50	10.00	4.139	1.888	0.00	0.00	2	GRD120
21	10.00	10.00	4.399	2.024	0.00	0.00	2	GRD120
22	10.50	10.00	4.688	2.179	0.00	0.00	2	GRD120
23	11.00	10.00	5.010	2.355	0.00	0.00	2	GRD120
24	11.50	10.00	5.373	2.557	0.00	0.00	2	GRD120
25	12.00	10.00	5.783	2.793	0.00	0.00	2	GRD120
26	12.50	8.00	4.777	2.375	0.00	0.00	2	GRD120
27	13.00	8.00	5.208	2.640	0.00	0.00	2	GRD120
28	13.50	8.00	5.722	2.966	0.00	0.00	2	GRD120
29	14.00	8.00	6.367	3.382	0.00	0.00	2	GRD120
30	14.50	8.00	7.153	3.951	0.00	0.00	2	GRD120
31	15.00	8.00	8.028	4.704	0.00	0.00	2	GRD120
32	15.50	8.00	9.118	5.777	0.00	0.00	2	GRD120
33	16.00	8.00	10.508	7.423	0.00	0.00	2	GRD120
34	16.50	8.00	12.331	10.212	0.00	0.00	2	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = -0.0022, e/L seismic = 0.1695; Overturning: CDR-static = 6.31, CDR-seismic = 2.24

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e / L Static	e / L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.00	14.00	-0.0022	0.1695	1	GRD160
2	0.50	14.00	-0.0053	0.1554	1	GRD160
3	1.00	14.00	-0.0081	0.1420	1	GRD160
4	1.50	14.00	-0.0106	0.1292	1	GRD160
5	2.00	14.00	-0.0130	0.1171	1	GRD160
6	2.50	14.00	-0.0151	0.1057	1	GRD160
7	3.00	14.00	-0.0170	0.0949	1	GRD160
8	3.50	14.00	-0.0187	0.0847	1	GRD160
9	4.00	12.00	-0.0113	0.1226	1	GRD160
10	4.50	12.00	-0.0140	0.1089	1	GRD160
11	5.00	12.00	-0.0164	0.0960	1	GRD160
12	5.50	12.00	-0.0185	0.0840	1	GRD160
13	6.00	12.00	-0.0204	0.0728	2	GRD120
14	6.50	12.00	-0.0219	0.0624	2	GRD120
15	7.00	12.00	-0.0232	0.0528	2	GRD120
16	7.50	12.00	-0.0242	0.0439	2	GRD120
17	8.00	12.00	-0.0250	0.0358	2	GRD120
18	8.50	12.00	-0.0256	0.0284	2	GRD120
19	9.00	10.00	-0.0224	0.0479	2	GRD120
20	9.50	10.00	-0.0235	0.0378	2	GRD120
21	10.00	10.00	-0.0243	0.0288	2	GRD120
22	10.50	10.00	-0.0247	0.0208	2	GRD120
23	11.00	10.00	-0.0248	0.0138	2	GRD120
24	11.50	10.00	-0.0245	0.0078	2	GRD120
25	12.00	10.00	-0.0239	0.0027	2	GRD120
26	12.50	8.00	-0.0214	0.0130	2	GRD120
27	13.00	8.00	-0.0213	0.0058	2	GRD120
28	13.50	8.00	-0.0207	0.0000	2	GRD120
29	14.00	8.00	-0.0198	-0.0045	2	GRD120
30	14.50	8.00	-0.0184	-0.0080	2	GRD120
31	15.00	8.00	-0.0164	-0.0099	2	GRD120
32	15.50	8.00	-0.0140	-0.0105	2	GRD120
33	16.00	8.00	-0.0116	-0.0101	2	GRD120
34	16.50	8.00	-0.0098	-0.0095	2	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

RESULTS for STRENGTH

Live Load included in calculating Tmax

WARNING: Some layers are too short for developing resistance to pullout. Hence, the calculated CDR may physically be unattainable.

#	Geogrid Elevation [m]	Tavailable [kN/m]	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Specified minimum CDR static	Actual calculated CDR static	Specified minimum CDR seismic	Actual calculated CDR seismic	Product name
1	0.00	60.6	19.26	35.18	N/A	3.147	N/A	1.991	GRD160
2	0.50	60.6	37.74	34.54	N/A	1.606	N/A	1.377	GRD160
3	1.00	60.6	36.69	33.91	N/A	1.652	N/A	1.412	GRD160
4	1.50	60.6	35.65	33.28	N/A	1.700	N/A	1.448	GRD160
5	2.00	60.6	34.60	32.65	N/A	1.752	N/A	1.486	GRD160
6	2.50	60.6	33.55	32.02	N/A	1.806	N/A	1.526	GRD160
7	3.00	60.6	32.51	31.39	N/A	1.864	N/A	1.568	GRD160
8	3.50	60.6	31.46	30.75	N/A	1.926	N/A	1.613	GRD160
9	4.00	60.6	30.42	25.10	N/A	1.993	N/A	1.771	GRD160
10	4.50	60.6	29.37	24.46	N/A	2.064	N/A	1.828	GRD160
11	5.00	60.6	28.32	23.83	N/A	2.140	N/A	1.889	GRD160
12	5.50	60.6	27.28	23.20	N/A	2.222	N/A	1.955	GRD160
13	6.00	45.5	26.23	22.57	N/A	1.733	N/A	1.518	GRD120
14	6.50	45.5	25.19	21.94	N/A	1.804	N/A	1.575	GRD120
15	7.00	45.5	24.15	21.31	N/A	1.883	N/A	1.635	GRD120
16	7.50	45.5	23.10	20.67	N/A	1.968	N/A	1.701	GRD120
17	8.00	45.5	22.06	20.04	N/A	2.061	N/A	1.772	GRD120
18	8.50	45.5	21.01	19.41	N/A	2.163	N/A	1.849	GRD120
19	9.00	45.5	19.97	13.75	N/A	2.276	N/A	2.141	GRD120
20	9.50	45.5	18.93	13.12	N/A	2.402	N/A	2.255	GRD120
21	10.00	45.5	17.88	12.49	N/A	2.542	N/A	2.381	GRD120
22	10.50	45.5	16.84	11.86	N/A	2.699	N/A	2.522	GRD120
23	11.00	45.5	15.80	11.23	N/A	2.877	N/A	2.681	GRD120
24	11.50	45.5	14.76	10.59	N/A	3.080	N/A	2.861	GRD120
25	12.00	45.5	13.72	9.96	N/A	3.313	N/A	3.067	GRD120
26	12.50	45.5	12.68	4.31	N/A	3.584	N/A	3.963	GRD120
27	13.00	45.5	11.65	3.67	N/A	3.903	N/A	4.369	GRD120
28	13.50	45.5	10.61	3.04	N/A	4.284	N/A	4.867	GRD120
29	14.00	45.5	9.58	2.41	N/A	4.747	N/A	5.492	GRD120
30	14.50	45.5	8.54	1.78	N/A	5.321	N/A	6.300	GRD120
31	15.00	45.5	7.51	1.15	N/A	6.051	N/A	7.385	GRD120
32	15.50	45.5	17.61	0.51	N/A	2.581	N/A	3.382	GRD120
33	16.00	45.5	0.00	0.00	N/A	0.000	N/A	0.000	GRD120
34	16.50	45.5	0.00	0.00	N/A	0.000	N/A	0.000	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

RESULTS for PULLOUT Live Load included in calculating Tmax

NOTE: Live load is not included in calculating the overburden pressure used to assess pullout resistance.

#	Geogrid Elevation [m]	Coverage Ratio	Tmax [kN/m]	Tmd [kN/m]	Le [m] (see NOTE)	La [m]	Avail.Static Pullout, Pr [kN/m]	Specified Static CDR	Actual Static CDR	Avail.Seism. Pullout, Pr [kN/m]	Specified Seismic CDR	Actual Seismic CDR
1	0.00	1.000	19.26	35.18	14.00	0.00	3362.7	N/A	174.581	4483.6	N/A	82.361
2	0.50	1.000	37.74	34.54	13.75	0.25	3288.1	N/A	87.131	4384.2	N/A	60.653
3	1.00	1.000	36.69	33.91	13.50	0.50	3210.7	N/A	87.506	4280.9	N/A	60.633
4	1.50	1.000	35.65	33.28	13.25	0.75	3128.3	N/A	87.761	4171.0	N/A	60.514
5	2.00	1.000	34.60	32.65	12.99	1.01	3039.9	N/A	87.860	4053.1	N/A	60.271
6	2.50	1.000	33.55	32.02	12.74	1.26	2947.9	N/A	87.858	3930.5	N/A	59.944
7	3.00	1.000	32.51	31.39	12.49	1.51	2851.4	N/A	87.718	3801.9	N/A	59.505
8	3.50	1.000	31.46	30.75	12.24	1.76	2748.6	N/A	87.366	3664.8	N/A	58.906
9	4.00	1.000	30.42	25.10	9.99	2.01	2166.0	N/A	71.213	2888.0	N/A	52.024
10	4.50	1.000	29.37	24.46	9.74	2.26	2071.0	N/A	70.515	2761.4	N/A	51.293
11	5.00	1.000	28.32	23.83	9.49	2.51	1972.9	N/A	69.652	2630.5	N/A	50.433
12	5.50	1.000	27.28	23.20	9.23	2.77	1869.6	N/A	68.535	2492.8	N/A	49.382
13	6.00	1.000	26.23	22.57	8.98	3.02	1760.8	N/A	67.117	2347.7	N/A	48.105
14	6.50	1.000	25.19	21.94	8.73	3.27	1648.0	N/A	65.424	2197.4	N/A	46.626
15	7.00	1.000	24.15	21.31	8.48	3.52	1530.7	N/A	63.397	2041.0	N/A	44.905
16	7.50	1.000	23.10	20.67	8.23	3.77	1413.1	N/A	61.169	1884.1	N/A	43.041
17	8.00	1.000	22.06	20.04	7.98	4.02	1300.1	N/A	58.941	1733.4	N/A	41.174
18	8.50	1.000	21.01	19.41	7.73	4.27	1191.4	N/A	56.698	1588.5	N/A	39.297
19	9.00	1.000	19.97	13.75	5.47	4.53	788.6	N/A	39.492	1051.5	N/A	31.181
20	9.50	1.000	18.93	13.12	5.22	4.78	706.0	N/A	37.304	941.4	N/A	29.375
21	10.00	1.000	17.88	12.49	4.97	5.03	628.6	N/A	35.149	838.1	N/A	27.594
22	10.50	1.000	16.84	11.86	4.72	5.28	555.5	N/A	32.986	740.7	N/A	25.810
23	11.00	1.000	15.80	11.23	4.47	5.53	486.3	N/A	30.778	648.4	N/A	23.992
24	11.50	1.000	14.76	10.59	4.22	5.78	422.1	N/A	28.596	562.8	N/A	22.196
25	12.00	1.000	13.72	9.96	3.96	6.04	362.2	N/A	26.400	483.0	N/A	20.393
26	12.50	1.000	12.68	4.31	1.71	6.29	141.3	N/A	11.142	188.4	N/A	11.092
27	13.00	1.000	11.65	3.67	1.46	6.54	107.8	N/A	9.261	143.8	N/A	9.387
28	13.50	1.000	10.61	3.04	1.21	6.79	78.4	N/A	7.392	104.6	N/A	7.660
29	14.00	1.000	9.58	2.41	0.96	7.04	53.8	N/A	5.617	71.7	N/A	5.984
30	14.50	1.000	8.54	1.78	0.71	7.29	33.5	N/A	3.925	44.7	N/A	4.332
31	15.00	1.000	7.51	1.15	0.46	7.54	17.5	N/A	2.325	23.3	N/A	2.689
32	15.50	1.000	17.61	0.51	0.20	7.80	6.0	N/A	0.343	8.0	N/A	1.149
33	16.00	1.000	0.00	0.00	0.00	8.05	0.0	N/A	0.000	0.0	N/A	0.000
34	16.50	1.000	0.00	0.00	0.00	8.30	0.0	N/A	0.000	0.0	N/A	0.000

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

RESULTS for CONNECTION (static conditions)

Live Load included in calculating Tmax

#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection (short-term strength) CRult	Reduction factor for connection (long-term strength) CRcr	Available connection strength [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	CDR connection strength Specified	CDR connection strength Actual	CDR Geogrid strength Specified	CDR Geogrid strength Actual	Product name
1	0.00	19.3	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	2.62	N/A	3.15	GRD160
2	0.50	37.7	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.34	N/A	1.61	GRD160
3	1.00	36.7	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.38	N/A	1.65	GRD160
4	1.50	35.6	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.42	N/A	1.70	GRD160
5	2.00	34.6	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.46	N/A	1.75	GRD160
6	2.50	33.6	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.50	N/A	1.81	GRD160
7	3.00	32.5	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.55	N/A	1.86	GRD160
8	3.50	31.5	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.60	N/A	1.93	GRD160
9	4.00	30.4	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.66	N/A	1.99	GRD160
10	4.50	29.4	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.72	N/A	2.06	GRD160
11	5.00	28.3	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.78	N/A	2.14	GRD160
12	5.50	27.3	1.00	0.70	50.5	67.3	N/A	1.85	N/A	2.22	GRD160
13	6.00	26.2	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.44	N/A	1.73	GRD120
14	6.50	25.2	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.50	N/A	1.80	GRD120
15	7.00	24.1	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.57	N/A	1.88	GRD120
16	7.50	23.1	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.64	N/A	1.97	GRD120
17	8.00	22.1	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.72	N/A	2.06	GRD120
18	8.50	21.0	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.80	N/A	2.16	GRD120
19	9.00	20.0	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	1.89	N/A	2.28	GRD120
20	9.50	18.9	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.00	N/A	2.40	GRD120
21	10.00	17.9	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.12	N/A	2.54	GRD120
22	10.50	16.8	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.25	N/A	2.70	GRD120
23	11.00	15.8	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.40	N/A	2.88	GRD120
24	11.50	14.8	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.56	N/A	3.08	GRD120
25	12.00	13.7	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.76	N/A	3.31	GRD120
26	12.50	12.7	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	2.98	N/A	3.58	GRD120
27	13.00	11.6	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	3.25	N/A	3.90	GRD120
28	13.50	10.6	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	3.57	N/A	4.28	GRD120
29	14.00	9.6	1.00	0.70	37.8	50.5	N/A	3.95	N/A	4.75	GRD120
30	14.50	8.5	1.00	0.65	34.8	50.5	N/A	4.08	N/A	5.32	GRD120
31	15.00	7.5	1.00	0.55	29.8	50.5	N/A	3.97	N/A	6.05	GRD120
32	15.50	6.5	1.00	0.41	22.4	50.5	N/A	3.45	N/A	7.01	GRD120
33	16.00	5.5	1.00	0.28	14.9	50.5	N/A	2.73	N/A	8.33	GRD120
34	16.50	5.7	1.00	0.14	7.5	50.5	N/A	1.31	N/A	8.02	GRD120

Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

RESULTS for CONNECTION (seismic conditions)

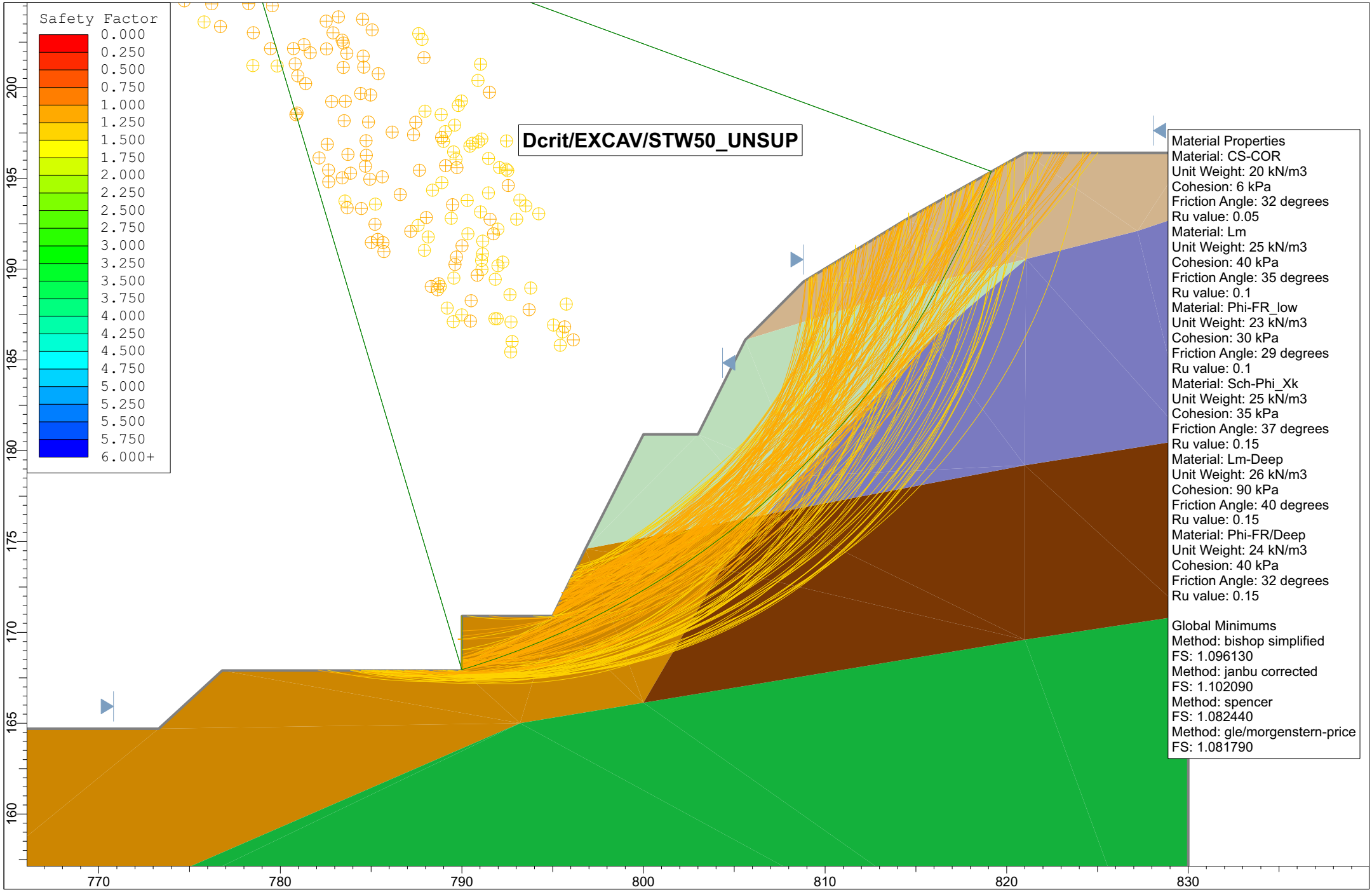
Live Load included in calculating Tmax

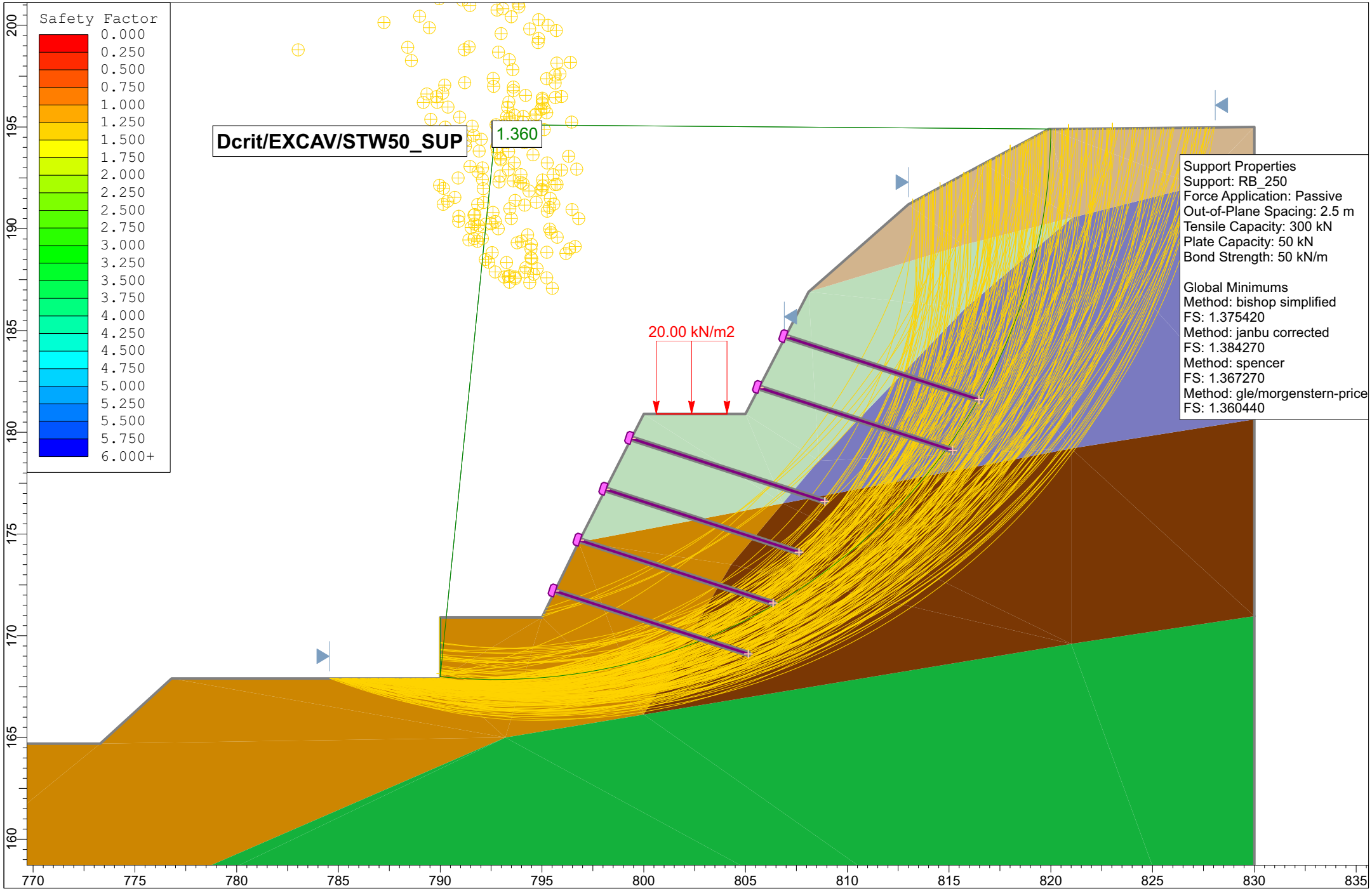
#	Geogrid Elevation [m]	Connection force, To [kN/m]	Reduction factor for connection (short-term strength) CRult	Reduction factor for connection (long-term strength) CRcr	Available connection strength [kN/m]	Available Geogrid strength, Tavailable [kN/m]	CDR connection strength Specified	CDR connection strength Actual	CDR Geogrid strength Specified	CDR Geogrid strength Actual	Product name
1	0.00	54.4	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.53	N/A	1.99	GRD160
2	0.50	72.3	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.09	N/A	1.38	GRD160
3	1.00	70.6	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.11	N/A	1.41	GRD160
4	1.50	68.9	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.14	N/A	1.45	GRD160
5	2.00	67.2	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.17	N/A	1.49	GRD160
6	2.50	65.6	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.20	N/A	1.53	GRD160
7	3.00	63.9	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.23	N/A	1.57	GRD160
8	3.50	62.2	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.27	N/A	1.61	GRD160
9	4.00	55.5	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.40	N/A	1.77	GRD160
10	4.50	53.8	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.45	N/A	1.83	GRD160
11	5.00	52.2	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.49	N/A	1.89	GRD160
12	5.50	50.5	1.00	0.70	67.3	67.3	N/A	1.55	N/A	1.95	GRD160
13	6.00	48.8	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.20	N/A	1.52	GRD120
14	6.50	47.1	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.24	N/A	1.57	GRD120
15	7.00	45.5	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.29	N/A	1.64	GRD120
16	7.50	43.8	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.34	N/A	1.70	GRD120
17	8.00	42.1	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.40	N/A	1.77	GRD120
18	8.50	40.4	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.46	N/A	1.85	GRD120
19	9.00	33.7	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.70	N/A	2.14	GRD120
20	9.50	32.0	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.79	N/A	2.25	GRD120
21	10.00	30.4	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	1.89	N/A	2.38	GRD120
22	10.50	28.7	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	2.01	N/A	2.52	GRD120
23	11.00	27.0	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	2.13	N/A	2.68	GRD120
24	11.50	25.4	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	2.27	N/A	2.86	GRD120
25	12.00	23.7	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	2.44	N/A	3.07	GRD120
26	12.50	17.0	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	3.21	N/A	3.96	GRD120
27	13.00	15.3	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	3.55	N/A	4.37	GRD120
28	13.50	13.7	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	3.96	N/A	4.87	GRD120
29	14.00	12.0	1.00	0.70	50.5	50.5	N/A	4.48	N/A	5.49	GRD120
30	14.50	10.3	1.00	0.65	46.4	50.5	N/A	4.79	N/A	6.30	GRD120
31	15.00	8.7	1.00	0.55	39.7	50.5	N/A	4.88	N/A	7.39	GRD120
32	15.50	7.0	1.00	0.41	29.8	50.5	N/A	4.45	N/A	8.92	GRD120
33	16.00	5.5	1.00	0.28	19.9	50.5	N/A	3.64	N/A	11.10	GRD120
34	16.50	5.7	1.00	0.14	9.9	50.5	N/A	1.75	N/A	10.69	GRD120

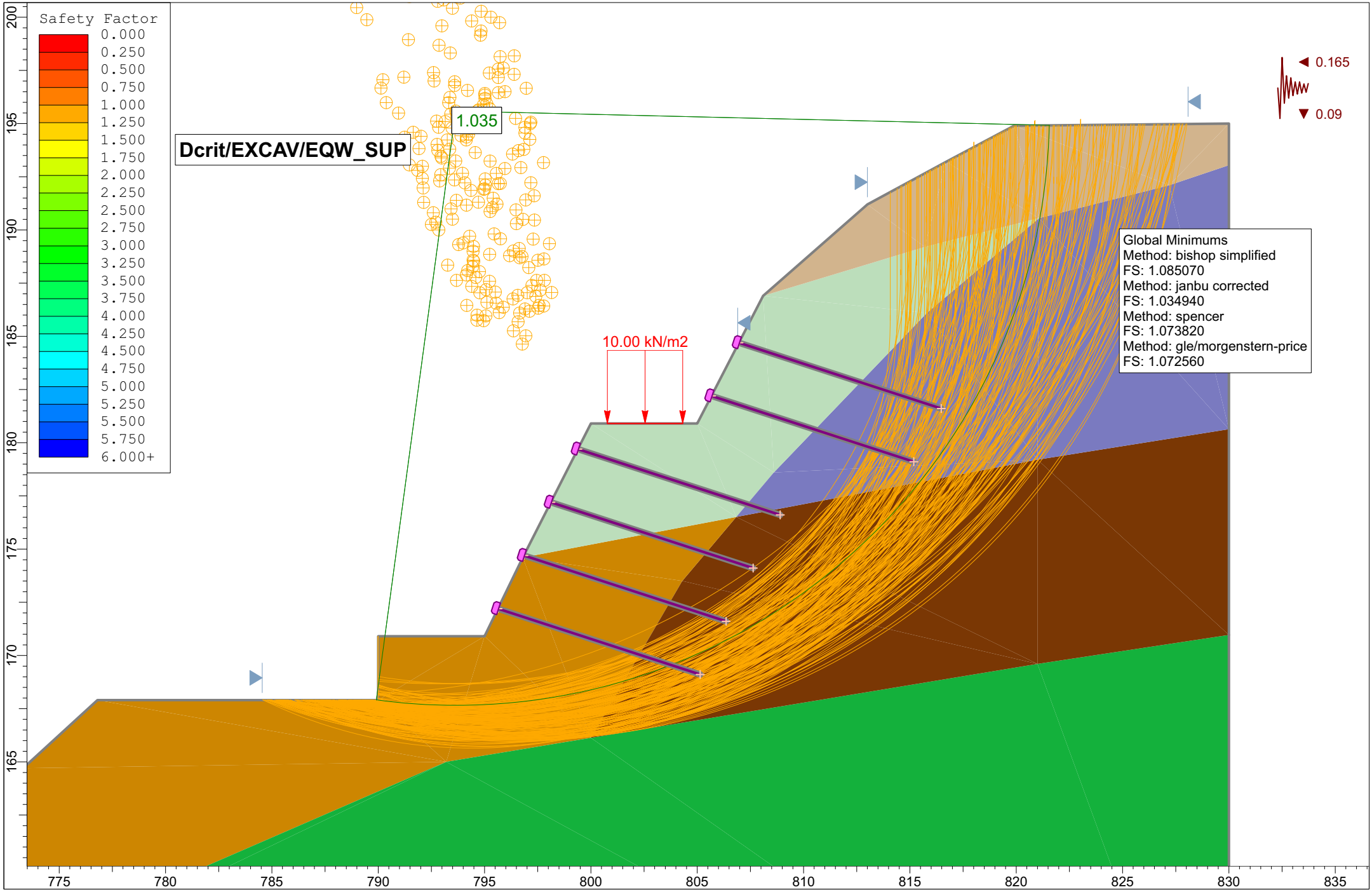
Copyright © 1998-2019 ADAMA Engineering, Inc. License number MSEW-301221

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΝΟΤΙΑΣ ΠΑΡΕΙΑΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ Ε.Ε.Ν. (SLIDE)


Dcrit/EXCAV/STW50_UNSUP
Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
Material Properties
Material: CS-COR
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Ru value: 0.05
Material: Lm
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Ru value: 0.1
Material: Phi-FR_low
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Ru value: 0.1
Material: Sch-Phi_Xk
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Ru value: 0.15
Material: Lm-Deep
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 90 kPa
Friction Angle: 40 degrees
Ru value: 0.15
Material: Phi-FR/Deep
Unit Weight: 24 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Ru value: 0.15
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.096130
Method: janbu corrected
FS: 1.102090
Method: spencer
FS: 1.082440
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.081790
200
195
190
185
180
175
170
165
160
770
780
790
800
810
820
830


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
Dcrit/EXCAV/STW50_SUP
1.360
20.00 kN/m2
Support Properties
Support: RB_250
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 300 kN
Plate Capacity: 50 kN
Bond Strength: 50 kN/m
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.375420
Method: janbu corrected
FS: 1.384270
Method: spencer
FS: 1.367270
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.360440
200
195
190
185
180
175
170
165
160
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
Dcrit/EXCAV/EQW_SUP
1.035
10.00 kN/m2
0.165
0.09
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.085070
Method: janbu corrected
FS: 1.034940
Method: spencer
FS: 1.073820
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.072560
200
195
190
185
180
175
170
165
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_EXCAV_2-1_STW50.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Material: CS-COR
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Material: Lm

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.1

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Lm-Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 90 kPa
Friction Angle: 40 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Phi-FR/Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.096130
Center: 777.206, 210.756
Radius: 44.693
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.933
Right Slip Surface Endpoint: 819.169, 195.373
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 819.169 195.373
Resisting Moment=132564 kN-m
Driving Moment=120938 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.102090
Center: 777.206, 210.756
Radius: 44.693

Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.933
Right Slip Surface Endpoint: 819.169, 195.373
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 819.169 195.373
Resisting Horizontal Force=2265.01 kN
Driving Horizontal Force=2055.18 kN

Method: spencer
FS: 1.082440
Center: 777.206, 210.756
Radius: 44.693
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.933
Right Slip Surface Endpoint: 819.169, 195.373
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 819.169 195.373
Resisting Moment=130908 kN-m
Driving Moment=120938 kN-m
Resisting Horizontal Force=2196.73 kN
Driving Horizontal Force=2029.43 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.081790
Center: 777.206, 210.756
Radius: 44.693
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.933
Right Slip Surface Endpoint: 819.169, 195.373
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 819.169 195.373
Resisting Moment=130830 kN-m
Driving Moment=120938 kN-m
Resisting Horizontal Force=2194.19 kN
Driving Horizontal Force=2028.29 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_EXCAV_2-1_STW50_SUP_perm_MOD.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m2

Material Properties

Material: CS-COR
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3

Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.05

Material: Lm
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.08

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Lm-Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 90 kPa
Friction Angle: 40 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Phi-FR/Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Support Properties

Support: RB_250
RB_250
Support Type: Soil Nail
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 300 kN
Plate Capacity: 50 kN
Bond Strength: 50 kN/m

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.375420
Center: 792.743, 195.112
Radius: 27.269
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.981
Right Slip Surface Endpoint: 820.011, 194.901
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 820.011 194.901
Resisting Moment=140937 kN-m
Driving Moment=102468 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.384270
Center: 793.362, 193.796
Radius: 26.167
Left Slip Surface Endpoint: 789.600, 167.900
Right Slip Surface Endpoint: 819.529, 193.796
Left Slope Intercept: 789.600 167.900
Right Slope Intercept: 819.529 194.703
Resisting Horizontal Force=4147.03 kN
Driving Horizontal Force=2995.83 kN

Method: spencer
FS: 1.367270
Center: 792.743, 195.112
Radius: 27.269
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.981
Right Slip Surface Endpoint: 820.011, 194.901
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 820.011 194.901
Resisting Moment=140101 kN-m
Driving Moment=102468 kN-m
Resisting Horizontal Force=3906.07 kN
Driving Horizontal Force=2856.85 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.360440
Center: 792.743, 195.112
Radius: 27.269
Left Slip Surface Endpoint: 790.000, 167.981
Right Slip Surface Endpoint: 820.011, 194.901
Left Slope Intercept: 790.000 170.900
Right Slope Intercept: 820.011 194.901
Resisting Moment=139402 kN-m
Driving Moment=102468 kN-m
Resisting Horizontal Force=3895.69 kN
Driving Horizontal Force=2863.55 kN

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: D2_EXCAV_2-1_EQW_SUP_perm_MOD.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Enabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.165
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.09
1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2

Material Properties

Material: CS-COR

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 6 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.04

Material: Lm
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.06

Material: Phi-FR_low
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 23 kN/m3
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 29 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.06

Material: Sch-Phi_Xk
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m3
Cohesion: 35 kPa
Friction Angle: 37 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Lm-Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26 kN/m3
Cohesion: 90 kPa
Friction Angle: 40 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Material: Phi-FR/Deep
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 kN/m3
Cohesion: 40 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None
Ru value: 0.15

Support Properties

Support: RB_250
RB_250
Support Type: Soil Nail
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 300 kN
Plate Capacity: 50 kN

Bond Strength: 50 kN/m

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.085070
Center: 791.462, 200.975
Radius: 33.288
Left Slip Surface Endpoint: 787.699, 167.900
Right Slip Surface Endpoint: 824.199, 194.943
Resisting Moment=205408 kN-m
Driving Moment=189304 kN-m

Method: janbu corrected
FS: 1.034940
Center: 793.642, 195.585
Radius: 27.935
Left Slip Surface Endpoint: 789.912, 167.900
Right Slip Surface Endpoint: 821.569, 194.917
Resisting Horizontal Force=4609.24 kN
Driving Horizontal Force=4453.61 kN

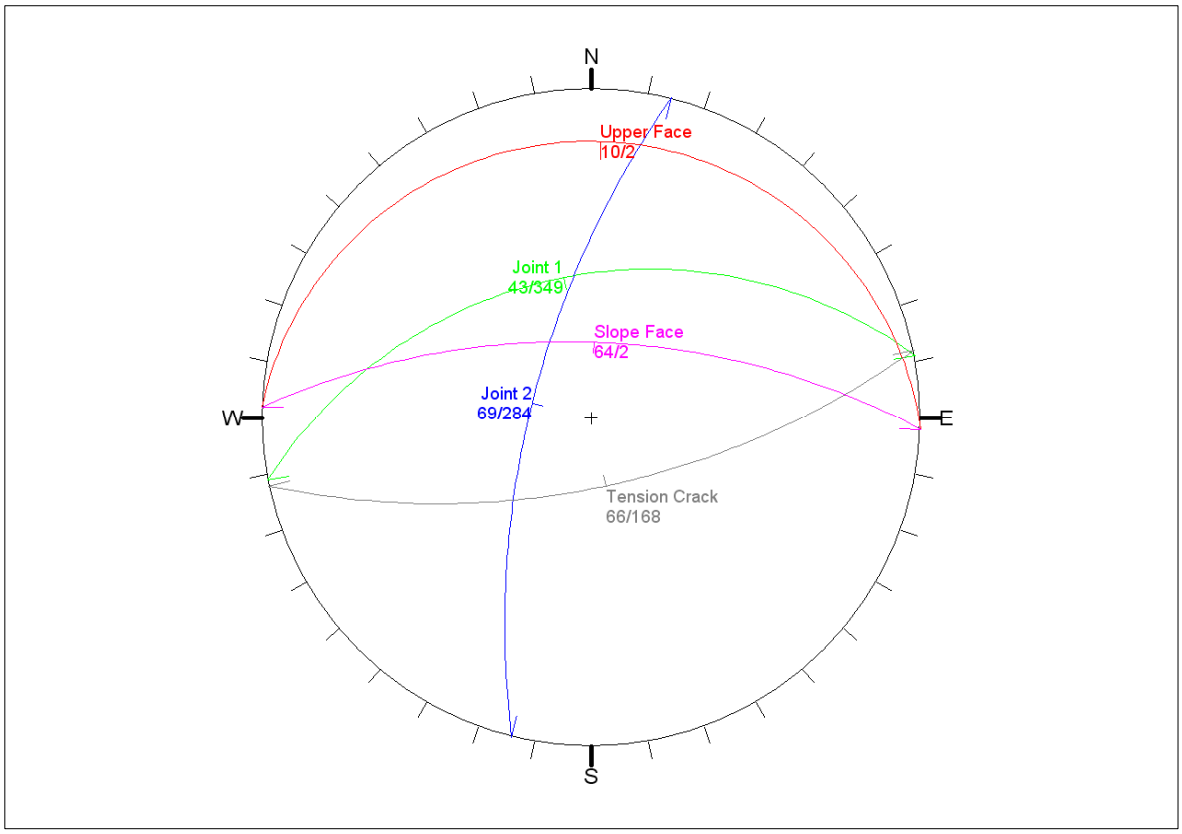
Method: spencer
FS: 1.073820
Center: 791.462, 200.975
Radius: 33.288
Left Slip Surface Endpoint: 787.699, 167.900
Right Slip Surface Endpoint: 824.199, 194.943
Resisting Moment=203279 kN-m
Driving Moment=189304 kN-m
Resisting Horizontal Force=4884.49 kN
Driving Horizontal Force=4548.7 kN

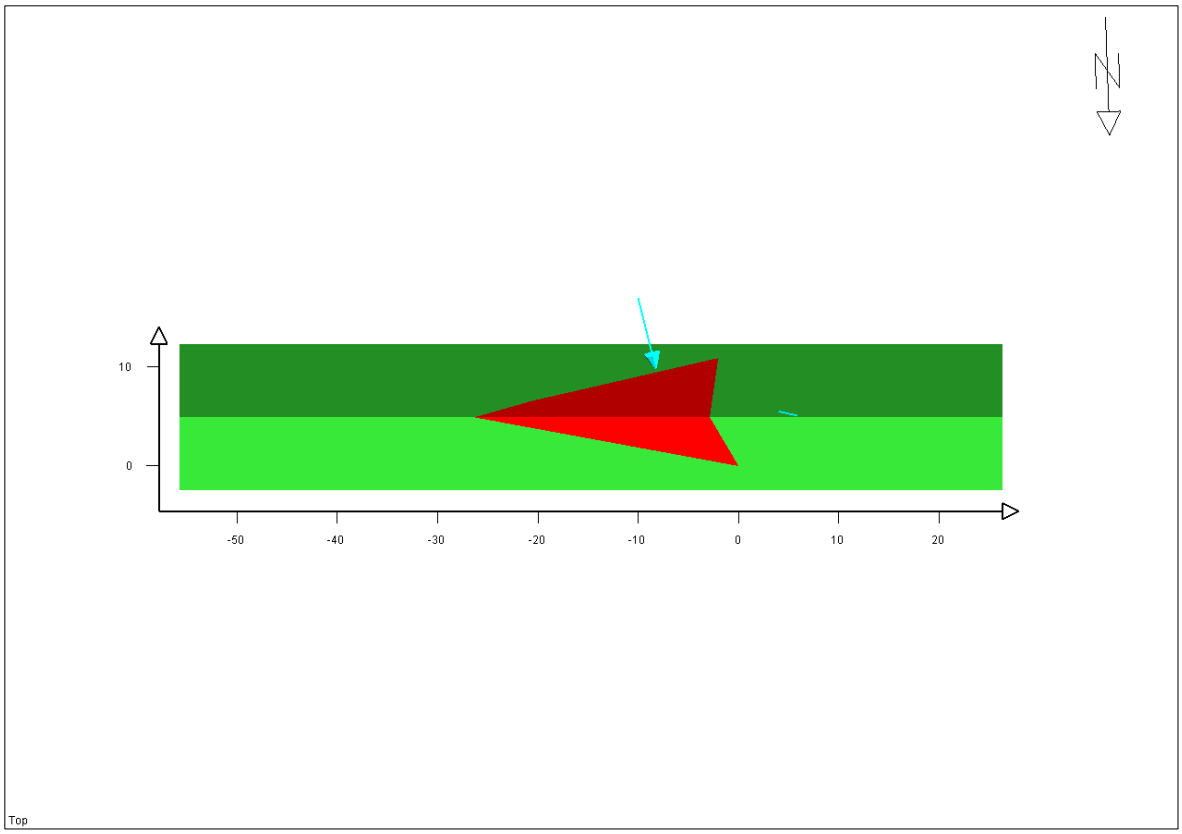
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.072560
Center: 791.462, 200.975
Radius: 33.288
Left Slip Surface Endpoint: 787.699, 167.900
Right Slip Surface Endpoint: 824.199, 194.943
Resisting Moment=203041 kN-m
Driving Moment=189304 kN-m
Resisting Horizontal Force=4879.63 kN
Driving Horizontal Force=4549.5 kN

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ - ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΝΟΤΙΑΣ ΠΑΡΕΙΑΣ (SWEDGE - ROCPLANE)

Typical Face / S1-J3 / 2:1 / uns





Swedge Analysis Information

Document Name:
S1-J3_tJ1_STW50

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=0.939752
Wedge height(on slope)=10 m
Wedge width(on upper face)=6.0682 m
Wedge volume=252.73 m3
Wedge weight=657.099 tonnes
Wedge area (joint1)=200.045 m2
Wedge area (joint2)=35.013 m2
Wedge area (slope)=131.607 m2
Wedge area (upper face)=74.8397 m2
Wedge area (tension crack)=5.80482 m2
Normal force (joint1)=494.135 tonnes
Normal force (joint2)=27.3761 tonnes
Driving force=447.561 tonnes
Resisting force=420.596 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.00533844 tonnes/m2
Water force on joint1=1.06793 tonnes
Water force on joint2=0.186915 tonnes
Water force on tension crack=0.0309887 tonnes

Failure Mode:
Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=42.9275 deg, trend=353.081 deg
length=15.4408 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=28.7825 m
Joint2 on slope face=11.4947 m
Joint1 on upper face=6 m
Joint2 on upper face=6.12838 m
Tension crack on upper face=19.2605 m

Maximum Persistence:
Joint1=28.7825 m
Joint2=15.6239 m

Intersection Angles:
J1&J2 on slope face = 52.71 deg
J1&Crest on slope face = 22.7403 deg
J1&Crest on upper face = 16.2185 deg
J2&Crest on slope face = 104.55 deg
J2&Crest on upper face = 98.036 deg
J1&TC on upper face = 176.964 deg
J2&TC on upper face = 68.7817 deg

Joint Set 1 Data:

dip=43 deg, dip direction=349 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=69 deg, dip direction=284 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=33 deg

Slope Data:

dip=64 deg, dip direction=2 deg
slope height=10 meters
rock unit weight=2.6 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=YES

Upper Face Data:

dip=10 deg, dip direction=2 deg

Tension Crack Data:

dip=66 deg, dip direction=168 deg
trace length=6 meters

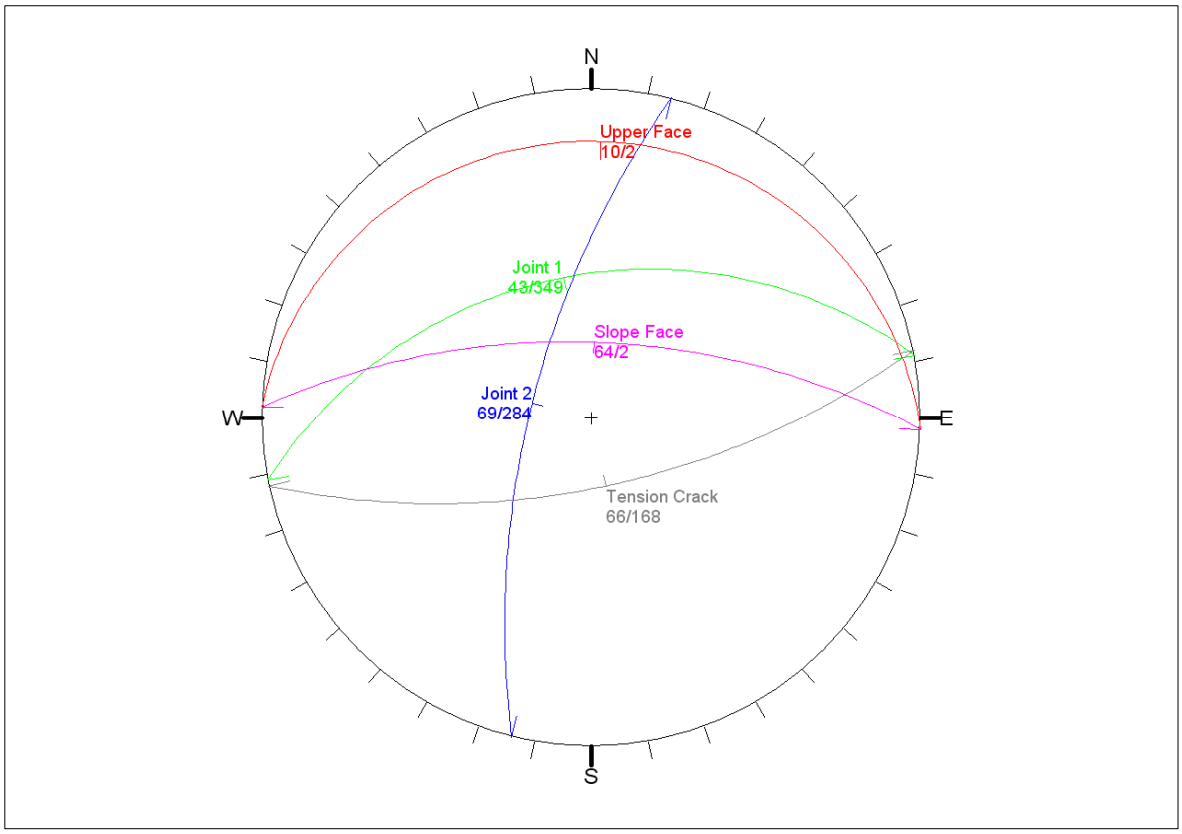
Water Pressure Data:

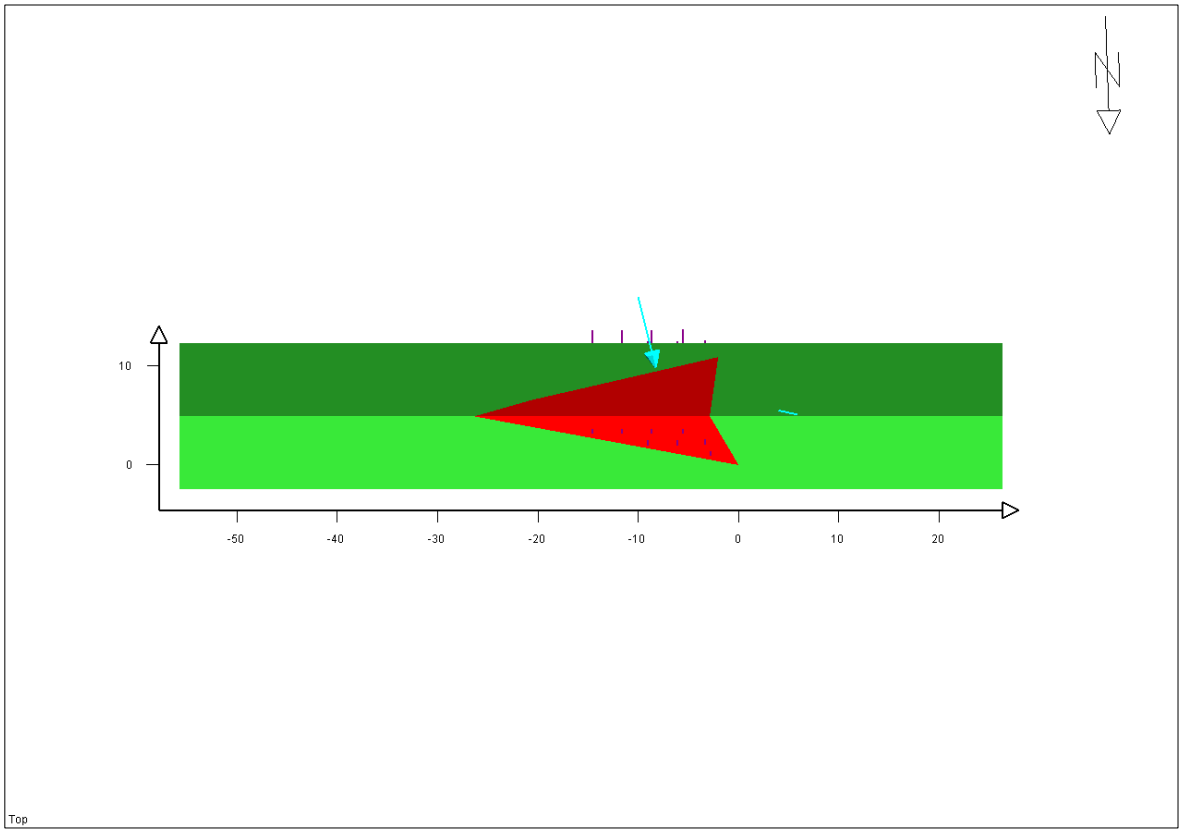
Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=30 %

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope, 5=Tension Crack
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 26.4, -5.8, 10
Point 234: 2.72, -4.98, 10
Point 135: 20.5, -7.25, 10.3
Point 125: 1.36, -11.2, 10.5
Point 235: 1.65, -10.9, 11.1

Typical Face / S1-J3 / 2:1 / sup





Swedge Analysis Information

Document Name:
S1-J3_tJ1_STW50_SUP

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=1.46996
Wedge height(on slope)=10 m
Wedge width(on upper face)=6.0682 m
Wedge volume=252.73 m3
Wedge weight=657.099 tonnes
Wedge area (joint1)=200.045 m2
Wedge area (joint2)=35.013 m2
Wedge area (slope)=131.607 m2
Wedge area (upper face)=74.8397 m2
Wedge area (tension crack)=5.80482 m2
Normal force (joint1)=494.135 tonnes
Normal force (joint2)=27.3761 tonnes
Driving force=447.561 tonnes
Resisting force=657.895 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.00533844 tonnes/m2
Water force on joint1=1.06793 tonnes
Water force on joint2=0.186915 tonnes
Water force on tension crack=0.0309887 tonnes

Failure Mode:
Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=42.9275 deg, trend=353.081 deg
length=15.4408 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=28.7825 m
Joint2 on slope face=11.4947 m
Joint1 on upper face=6 m
Joint2 on upper face=6.12838 m
Tension crack on upper face=19.2605 m

Maximum Persistence:
Joint1=28.7825 m
Joint2=15.6239 m

Intersection Angles:
J1&J2 on slope face = 52.71 deg
J1&Crest on slope face = 22.7403 deg
J1&Crest on upper face = 16.2185 deg
J2&Crest on slope face = 104.55 deg
J2&Crest on upper face = 98.036 deg
J1&TC on upper face = 176.964 deg
J2&TC on upper face = 68.7817 deg

Joint Set 1 Data:

dip=43 deg, dip direction=349 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=69 deg, dip direction=284 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=33 deg

Slope Data:

dip=64 deg, dip direction=2 deg
slope height=10 meters
rock unit weight=2.6 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=YES

Upper Face Data:

dip=10 deg, dip direction=2 deg

Tension Crack Data:

dip=66 deg, dip direction=168 deg
trace length=6 meters

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=30 %

Bolt Data:

Number of bolts=8

Bolt #1
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=10 meters
anchored length=7.48139 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #2
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=17.9999 deg
length=10 meters
anchored length=8.04318 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #3
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=17.9999 deg
length=10 meters
anchored length=8.57191 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #4
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=17.9999 deg
length=10 meters
anchored length=9.10065 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #5
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=10 meters
anchored length=9.24964 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #6
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=10 meters
anchored length=8.72091 meters
capacity=25 tonnes

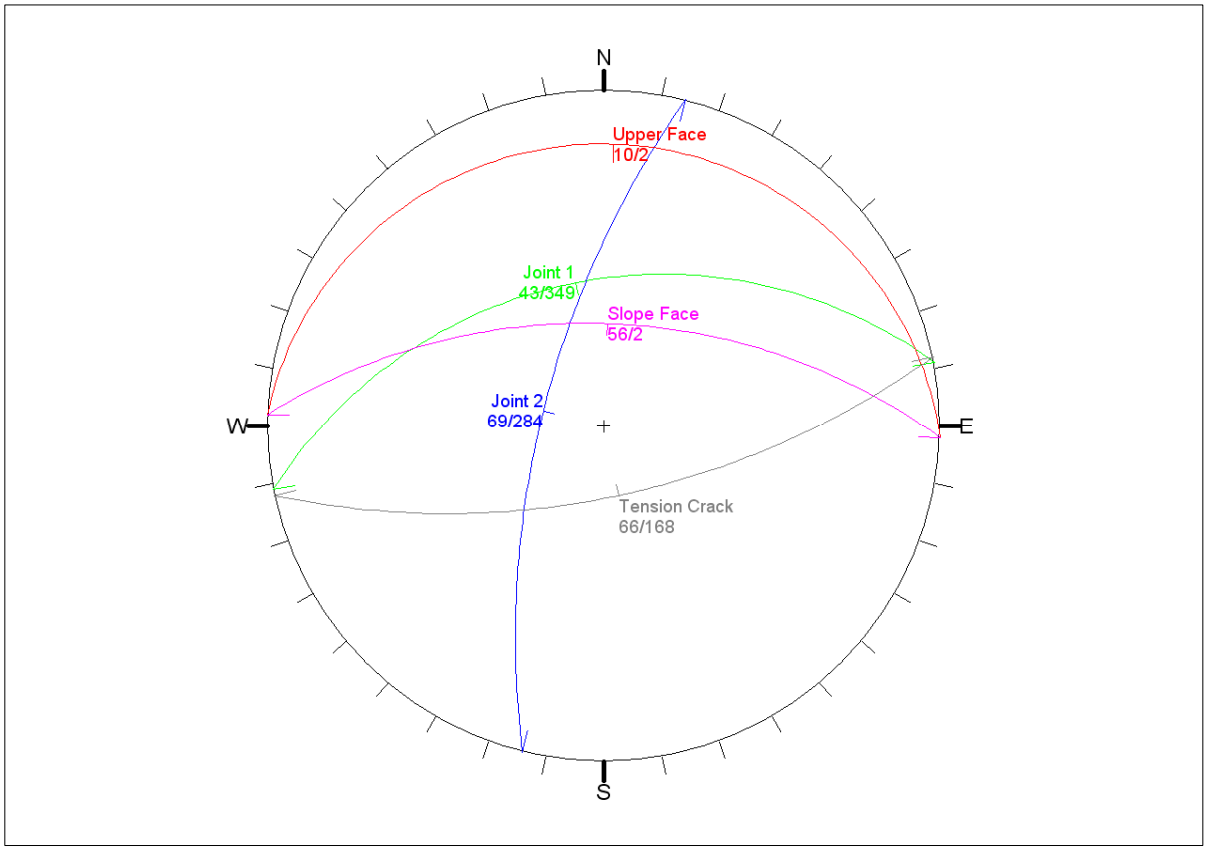
Bolt #7
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=10 meters
anchored length=8.1375 meters
capacity=25 tonnes

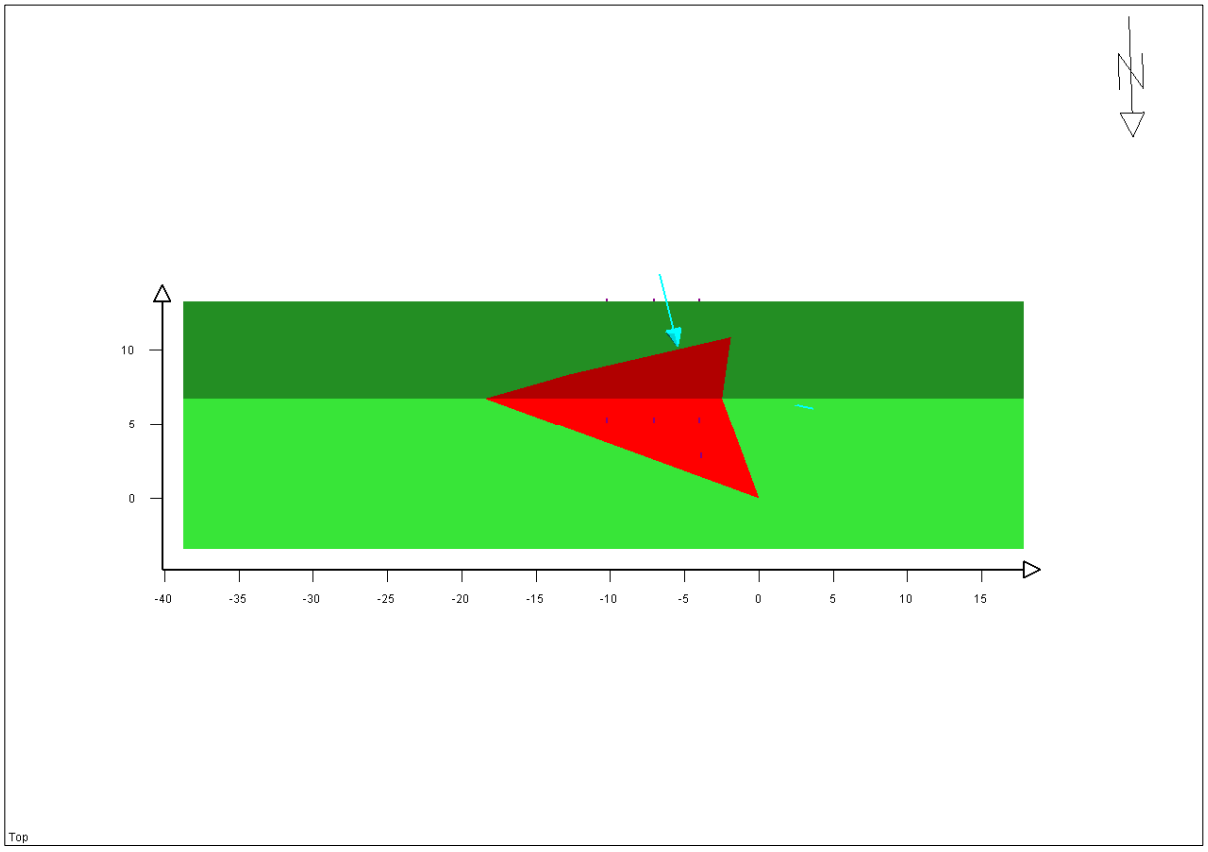
Bolt #8
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=17.9999 deg
length=10 meters
anchored length=9.17873 meters
capacity=25 tonnes

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope, 5=Tension Crack
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 26.4, -5.8, 10
Point 234: 2.72, -4.98, 10
Point 135: 20.5, -7.25, 10.3
Point 125: 1.36, -11.2, 10.5
Point 235: 1.65, -10.9, 11.1

Typical Face / S1-J3 / 3:2 / sup





Swedge Analysis Information

Document Name:
S1-J3_tJ1_3-2_STW50_SUP

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=1.67493
Wedge height(on slope)=10 m
Wedge width(on upper face)=4.20466 m
Wedge volume=111.424 m3
Wedge weight=289.703 tonnes
Wedge area (joint1)=133.469 m2
Wedge area (joint2)=22.8888 m2
Wedge area (slope)=96.2824 m2
Wedge area (upper face)=35.3243 m2
Wedge area (tension crack)=1.92412 m2
Normal force (joint1)=217.918 tonnes
Normal force (joint2)=12.0811 tonnes
Driving force=197.314 tonnes
Resisting force=330.489 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.00307352 tonnes/m2
Water force on joint1=0.410221 tonnes
Water force on joint2=0.0703494 tonnes
Water force on tension crack=0.00591384 tonnes

Failure Mode:
Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=42.9275 deg, trend=353.081 deg
length=15.3004 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=22.0473 m
Joint2 on slope face=12.3166 m
Joint1 on upper face=6 m
Joint2 on upper face=4.24636 m
Tension crack on upper face=11.0889 m

Maximum Persistence:
Joint1=22.0473 m
Joint2=15.4025 m

Intersection Angles:
J1&J2 on slope face = 45.1646 deg
J1&Crest on slope face = 33.1686 deg
J1&Crest on upper face = 16.2185 deg
J2&Crest on slope face = 101.667 deg
J2&Crest on upper face = 98.036 deg
J1&TC on upper face = 176.964 deg
J2&TC on upper face = 68.7817 deg

Joint Set 1 Data:

dip=43 deg, dip direction=349 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=69 deg, dip direction=284 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=33 deg

Slope Data:

dip=56 deg, dip direction=2 deg
slope height=10 meters
rock unit weight=2.6 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=YES

Upper Face Data:

dip=10 deg, dip direction=2 deg

Tension Crack Data:

dip=66 deg, dip direction=168 deg
trace length=6 meters

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=30 %

Bolt Data:

Number of bolts=4

Bolt #1
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=8 meters
anchored length=6.02585 meters
capacity=25 tonnes

Bolt #2
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=8 meters
anchored length=6.57257 meters
capacity=25 tonnes

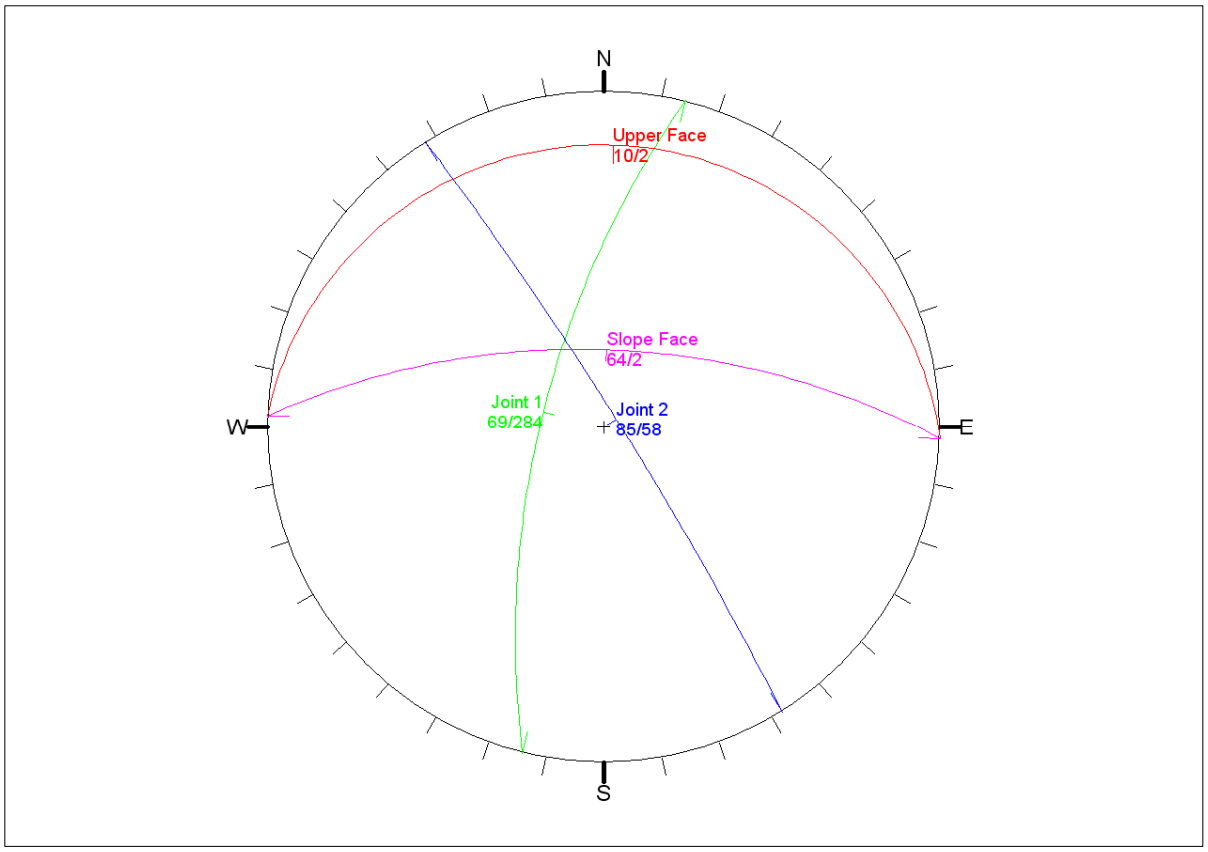
Bolt #3
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18 deg
length=8 meters
anchored length=7.14207 meters
capacity=25 tonnes

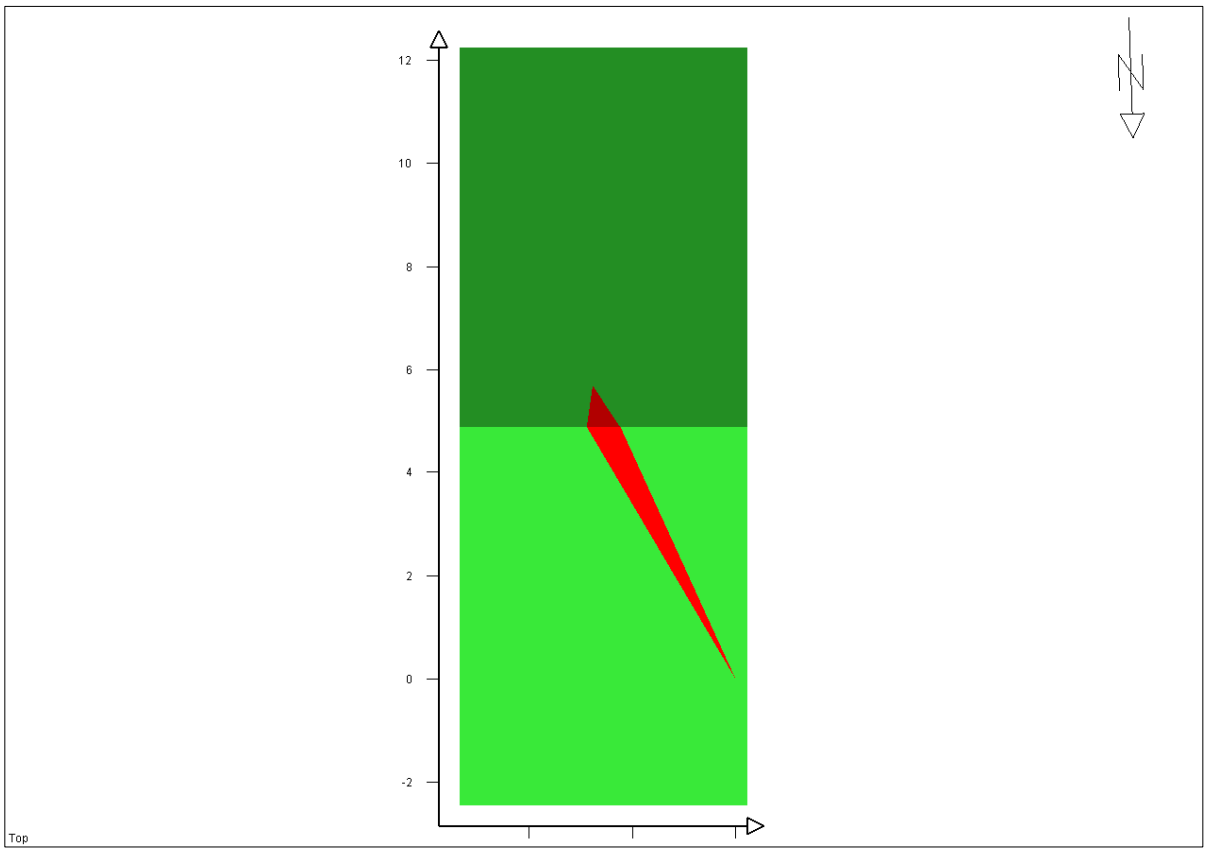
Bolt #4
bolt model=passive
trend=182 deg, plunge=18.0001 deg
length=8 meters
anchored length=7.18314 meters
capacity=25 tonnes

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope, 5=Tension Crack
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 18.2, -7.39, 10
Point 234: 2.25, -6.83, 10
Point 135: 12.4, -8.83, 10.3
Point 125: 1.35, -11.1, 10.4
Point 235: 1.52, -10.9, 10.7

Typical Face / J3-J4b / 2:1 / unsup





Swedge Analysis Information

Document Name:
J3-J4b_tJ1_STW50

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=3.09532
Wedge height(on slope)=10 m
Wedge width(on upper face)=0.829859 m
Wedge volume=0.813195 m3
Wedge weight=2.11431 tonnes
Wedge area (joint1)=4.08993 m2
Wedge area (joint2)=4.52224 m2
Wedge area (slope)=3.63374 m2
Wedge area (upper face)=0.271031 m2
Normal force (joint1)=1.21362 tonnes
Normal force (joint2)=0.838779 tonnes
Driving force=1.79351 tonnes
Resisting force=5.55147 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.0456485 tonnes/m2
Water force on joint1=0.186699 tonnes
Water force on joint2=0.206433 tonnes

Failure Mode:
Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=58.0242 deg, trend=336.056 deg
length=11.9585 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=11.4947 m
Joint2 on slope face=11.3482 m
Joint1 on upper face=0.838089 m
Joint2 on upper face=0.987928 m

Maximum Persistence:
Joint1=11.9585 m
Joint2=11.9585 m

Intersection Angles:
J1&J2 on slope face = 3.19381 deg
J1&Crest on slope face = 75.4503 deg
J1&Crest on upper face = 81.964 deg
J2&Crest on slope face = 101.356 deg
J2&Crest on upper face = 57.1401 deg
J1&2 on upper face = 40.8958 deg

Joint Set 1 Data:

dip=69 deg, dip direction=284 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=85 deg, dip direction=58 deg
cohesion=0.5 tonnes/m2, friction angle=33 deg

Slope Data:

dip=64 deg, dip direction=2 deg
slope height=10 meters
rock unit weight=2.6 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=10 deg, dip direction=2 deg

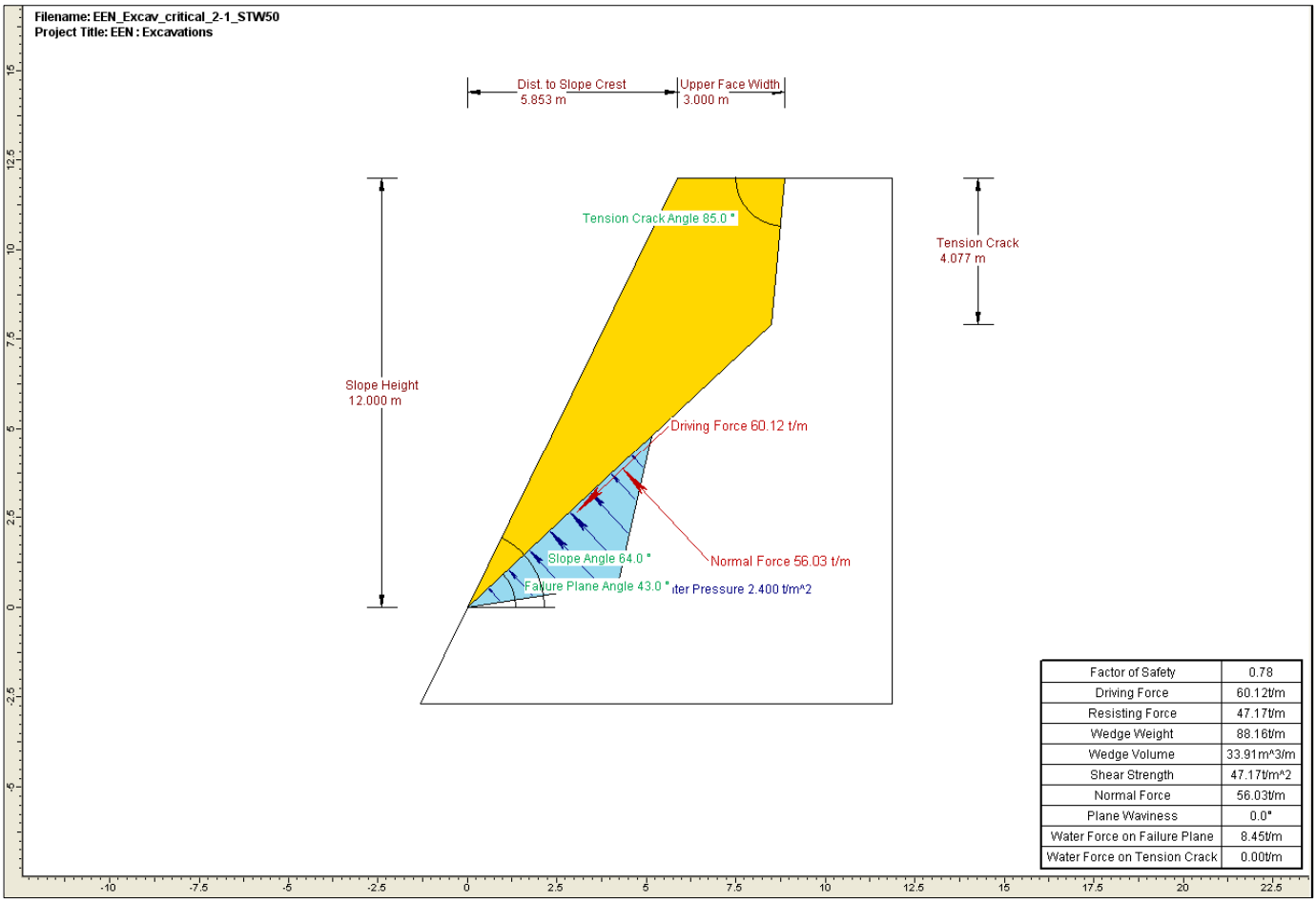
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=30 %

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 2.72, -4.98, 10
Point 234: 2.06, -4.95, 10
Point 123: 2.57, -5.79, 10.1

Typical Face / Planar / S1 / 2:1 / unsup



Factor of Safety	0.78
Driving Force	60.12t/m
Resisting Force	47.17t/m
Wedge Weight	88.16t/m
Wedge Volume	33.91m^3/m
Shear Strength	47.17t/m^2
Normal Force	56.03t/m
Plane Waviness	0.0°
Water Force on Failure Plane	8.45t/m
Water Force on Tension Crack	0.00t/m

RocPlane Analysis Information

Document Name:
EEN_Excav_critical_2-1_STW50

Job Title:
EEN : Excavations

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
Normal Force = 56.0298 t/m
Resisting Force = 47.1712 t/m
Driving Force = 60.1244 t/m
Factor of Safety = 0.784559

Geometry:

Slope Height = 12 m
Wedge Weight = 88.1592 t/m
Wedge Volume = 33.9074 m^3/m
Rock Unit Weight = 2.6 t/m^3
Slope Angle = 64 °
Failure Plane Angle = 43 °
Upper Face Angle = 0 °
Bench Width : Not Present
Waviness = 0 °

Intersection Point (B) of slope and upper face = (5.85279 , 12)
Intersection point (C) of tension crack and upper face = (8.85279 , 12)
Intersection point (D) of failure plane and tension crack = (8.49608 , 7.92272)

Slope length (Origin --> B) = 13.3412 m
Tension Crack Length (C --> D) = 4.09286 m
Failure Plane length (Origin --> D) = 11.6169 m

Tension Crack : present
Tension Crack Angle = 85 °
Distance From Crest = 3 m
Tension Crack Length = 4.07728 m

Strength:

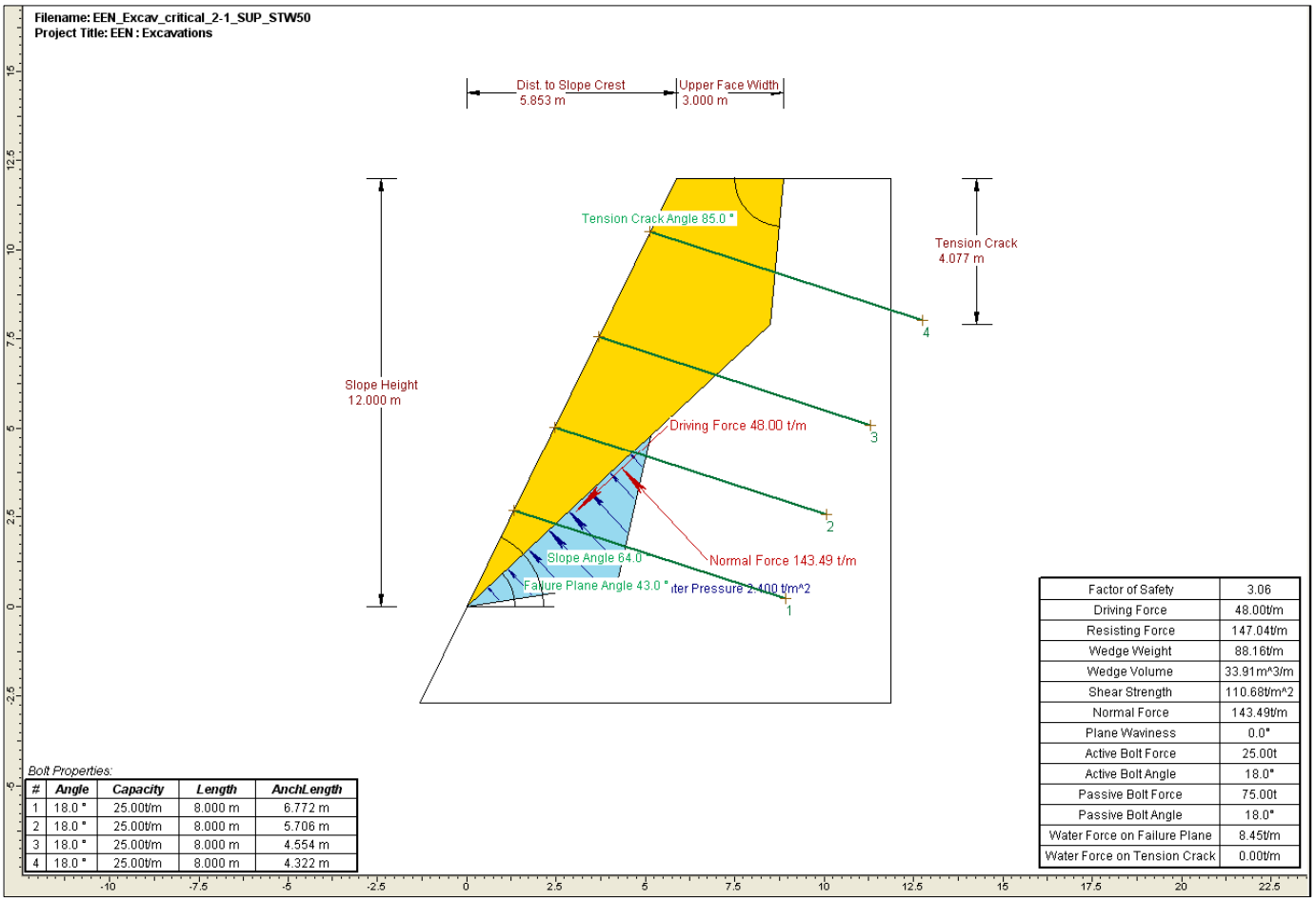
Shear Strength Model : Barton-Bandis
JRC = 6
JCS = 500 t/m^2
Residual Friction Angle (phir) = 28 °
Shear Strength: 47.1712 t/m^2

Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m^3
Pressure Distribution Model : Peak Pressure - Mid Height
Percent Filled : 40 %
Water Force on Failure Plane = 8.44577 t/m
Water Force on Tension Crack Plane = 0 t/m

External Forces : Not Present

Typical Face / Planar / S1 / 2:1 / sup

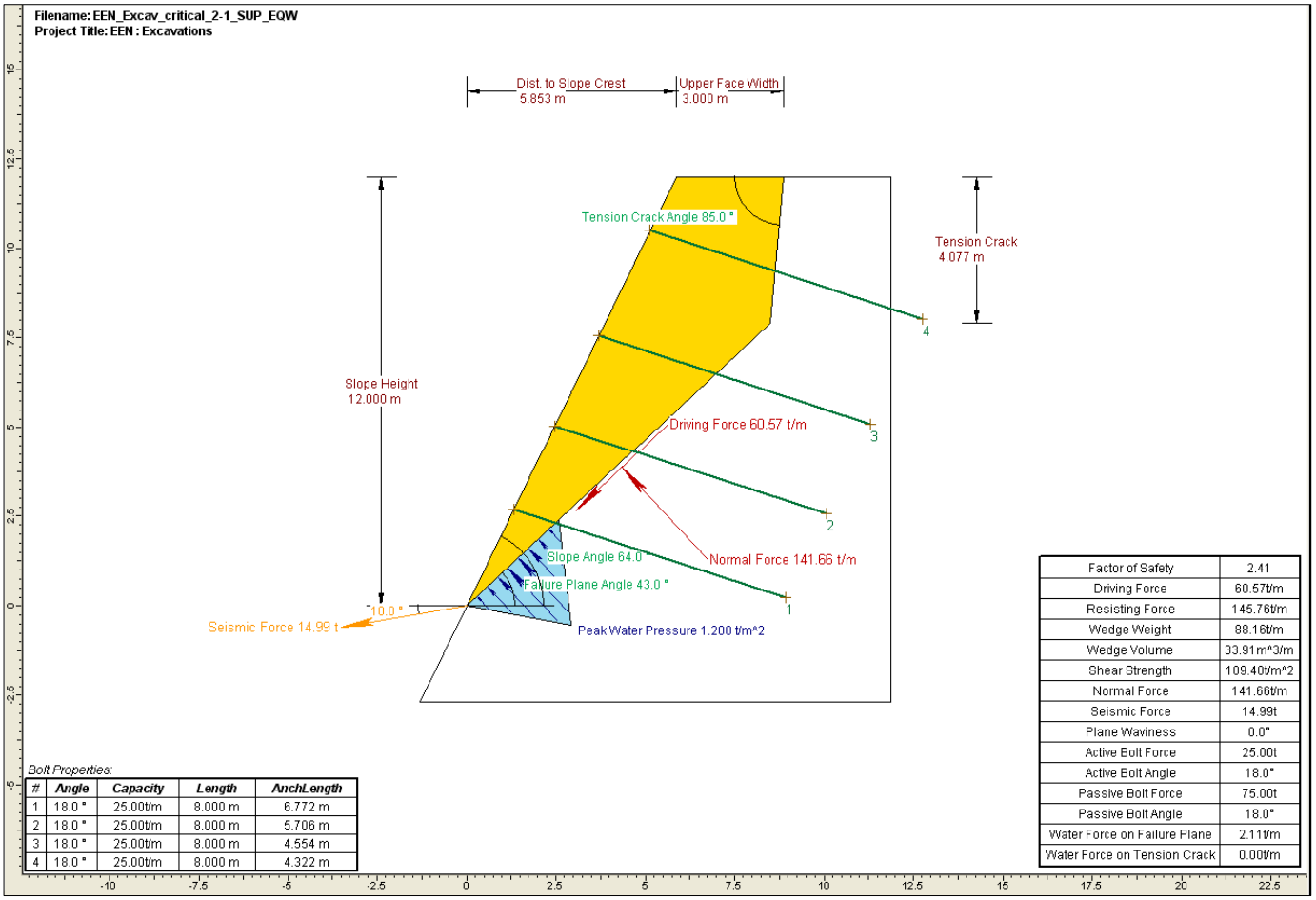


Factor of Safety	3.06
Driving Force	48.00t/m
Resisting Force	147.04t/m
Wedge Weight	88.16t/m
Wedge Volume	33.91m^3/m
Shear Strength	110.68t/m^2
Normal Force	143.49t/m
Plane Waviness	0.0°
Active Bolt Force	25.00t
Active Bolt Angle	18.0°
Passive Bolt Force	75.00t
Passive Bolt Angle	18.0°
Water Force on Failure Plane	8.45t/m
Water Force on Tension Crack	0.00t/m

Bolt Properties:

#	Angle	Capacity	Length	AnchLength
1	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	6.772 m
2	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	5.706 m
3	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	4.554 m
4	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	4.322 m

Filename: EEN_Excav_critical_2-1_SUP_EQW
Project Title: EEN : Excavations



Bolt Properties:

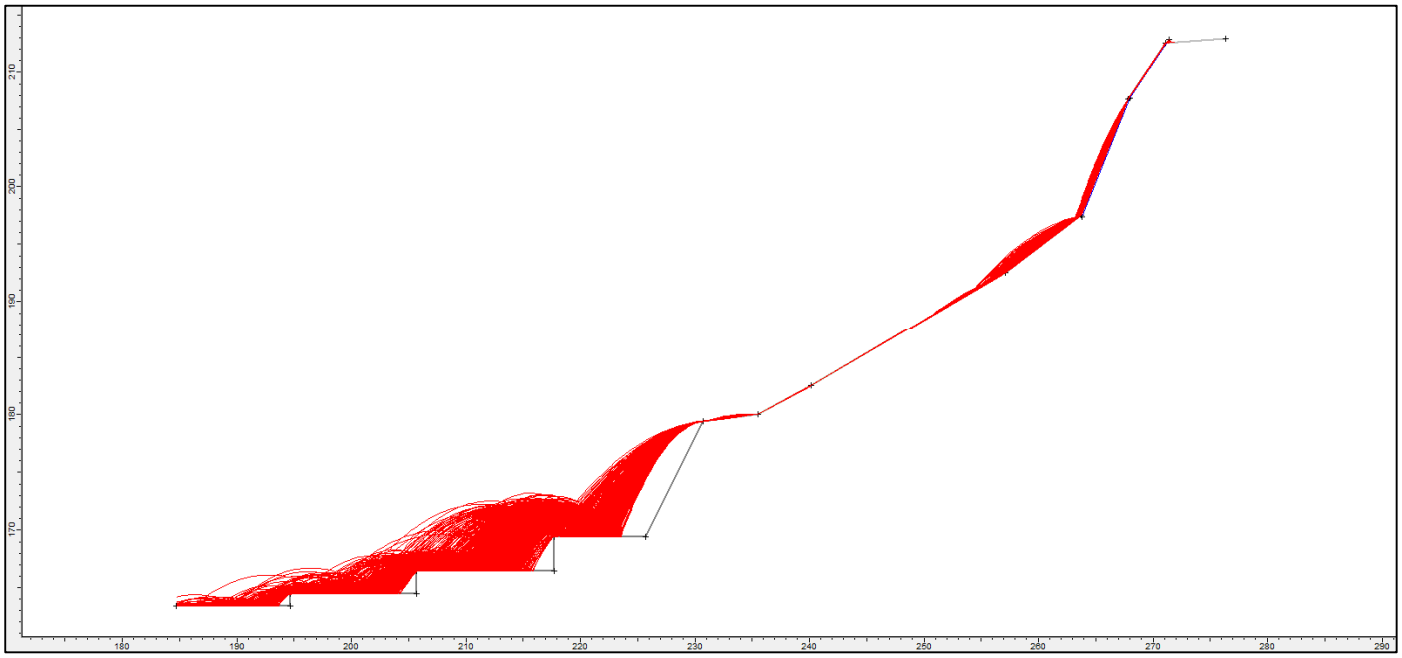
#	Angle	Capacity	Length	AnchLength
1	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	6.772 m
2	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	5.706 m
3	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	4.554 m
4	18.0 °	25.00t/m	8.000 m	4.322 m

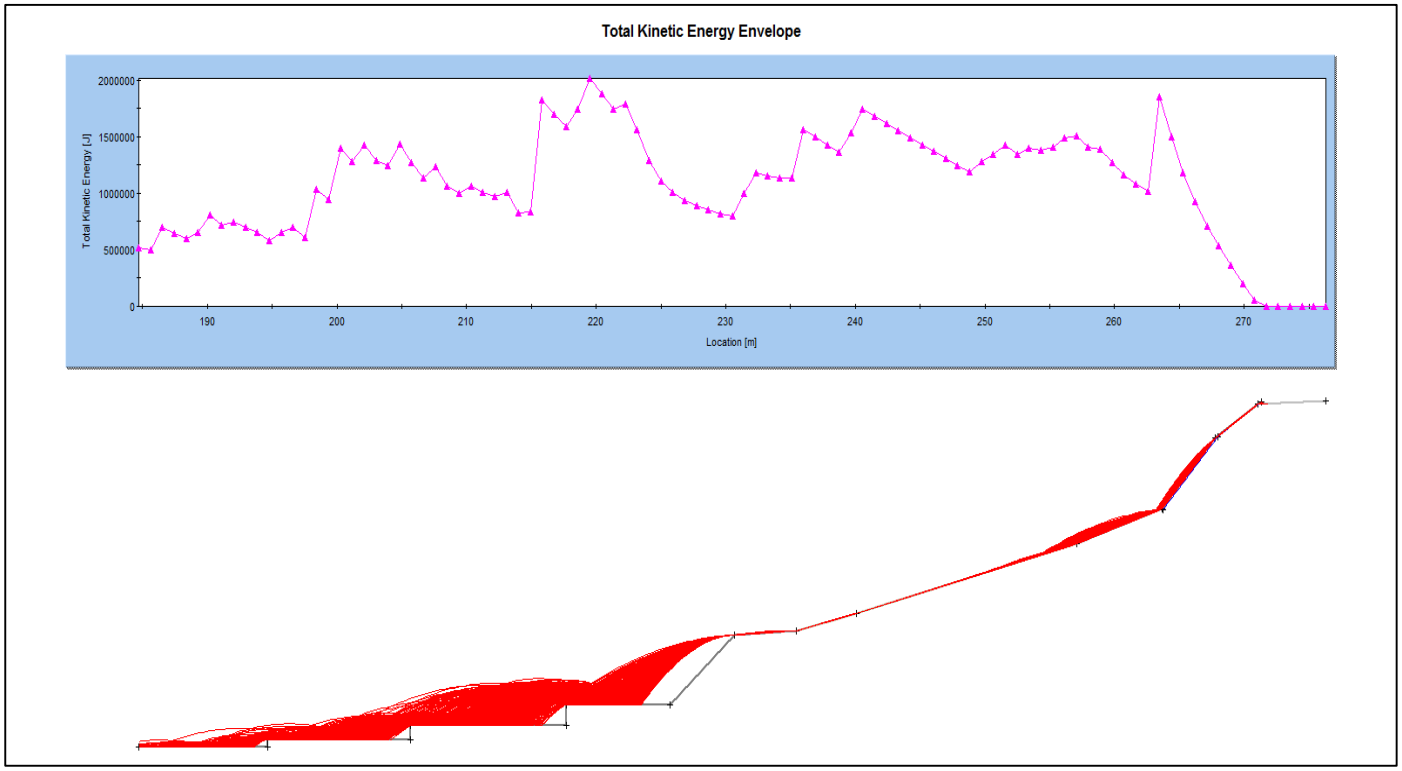
Factor of Safety	2.41
Driving Force	60.57t/m
Resisting Force	145.76t/m
Wedge Weight	88.16t/m
Wedge Volume	33.91m^3/m
Shear Strength	109.40t/m^2
Normal Force	141.66t/m
Seismic Force	14.99t
Plane Waviness	0.0°
Active Bolt Force	25.00t
Active Bolt Angle	18.0°
Passive Bolt Force	75.00t
Passive Bolt Angle	18.0°
Water Force on Failure Plane	2.11t/m
Water Force on Tension Crack	0.00t/m

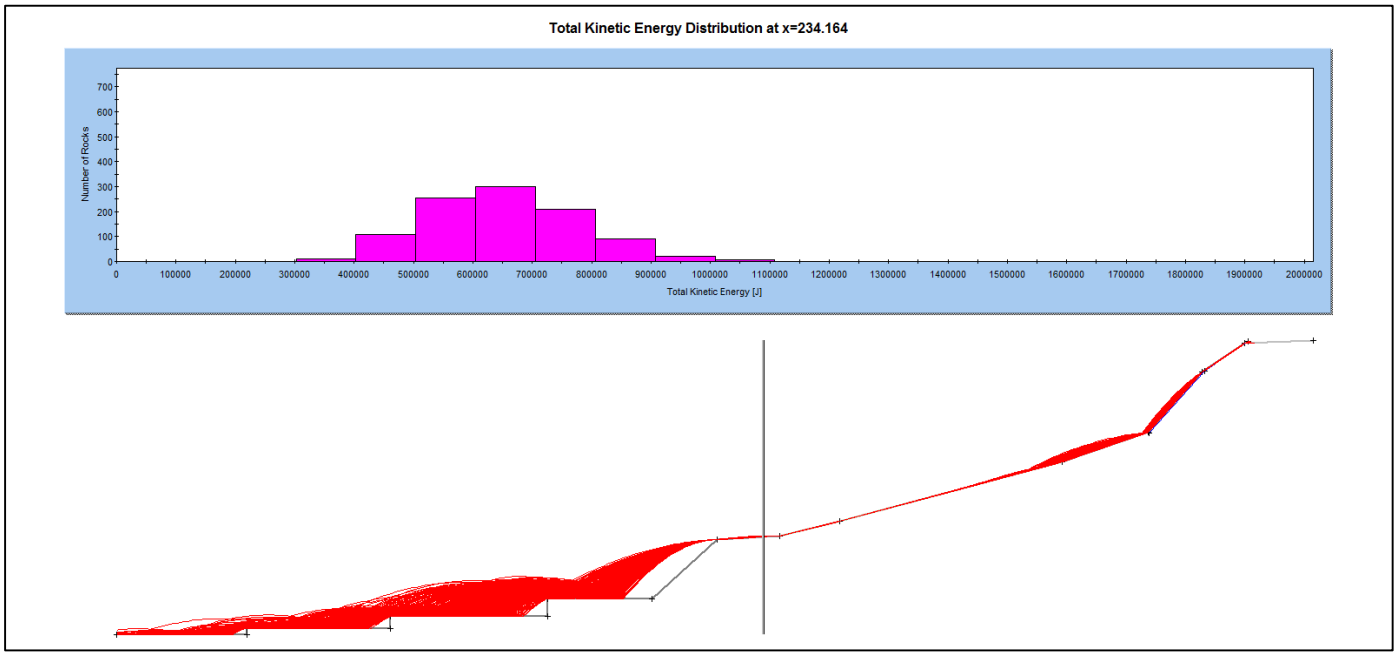
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

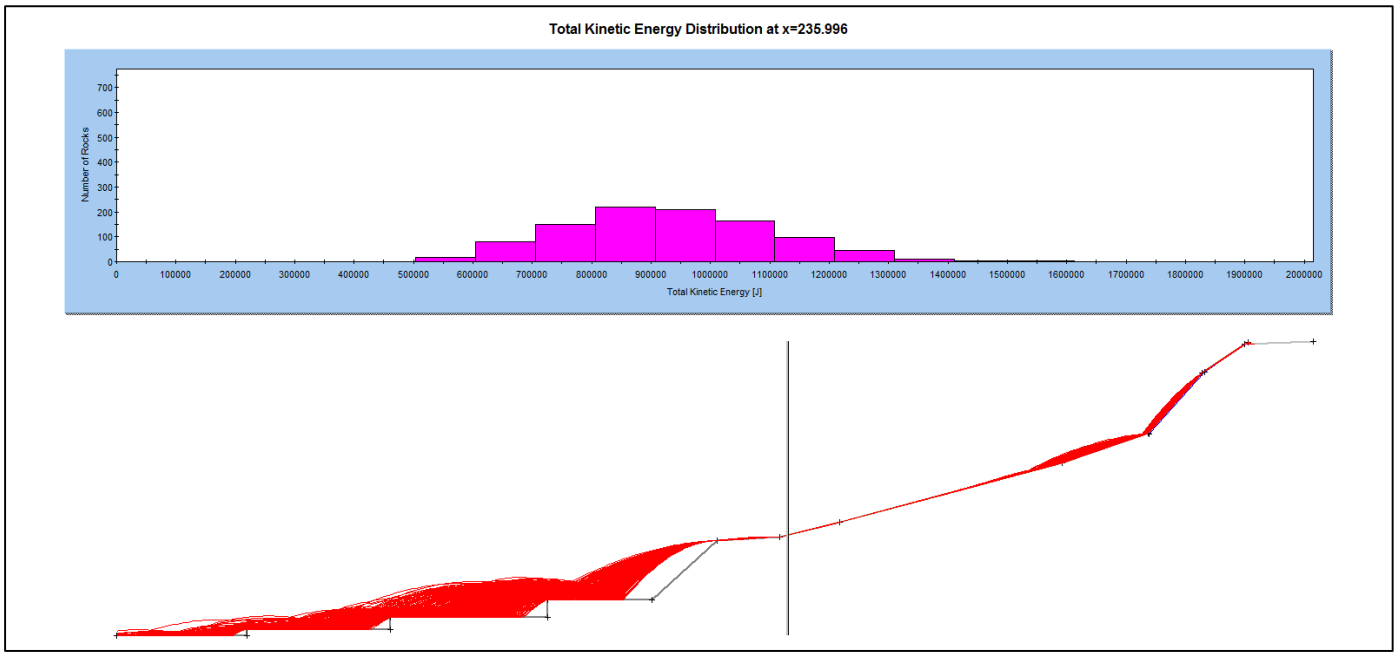
ΕΛΕΓΧΟΙ ΤΡΟΧΙΩΝ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ

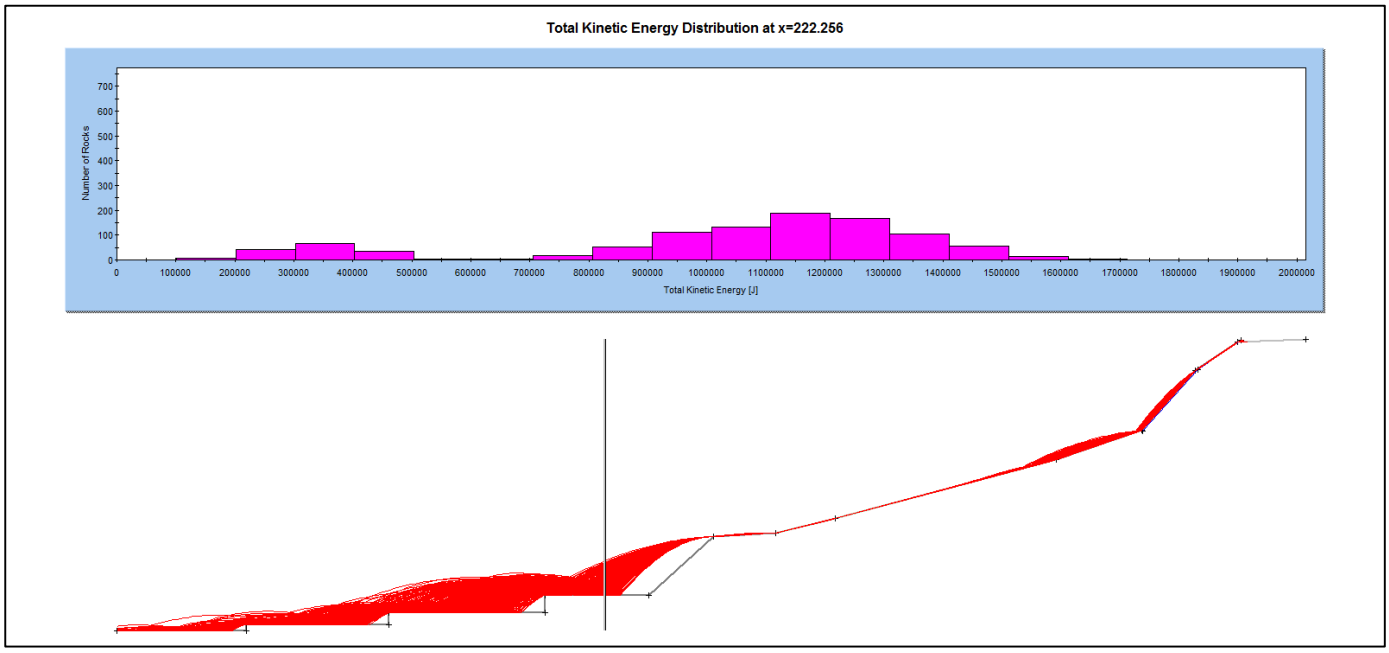
ΑΝΑΝΤΗ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΑΝΤΕΡΕΙΣΜΑΤΩΝ

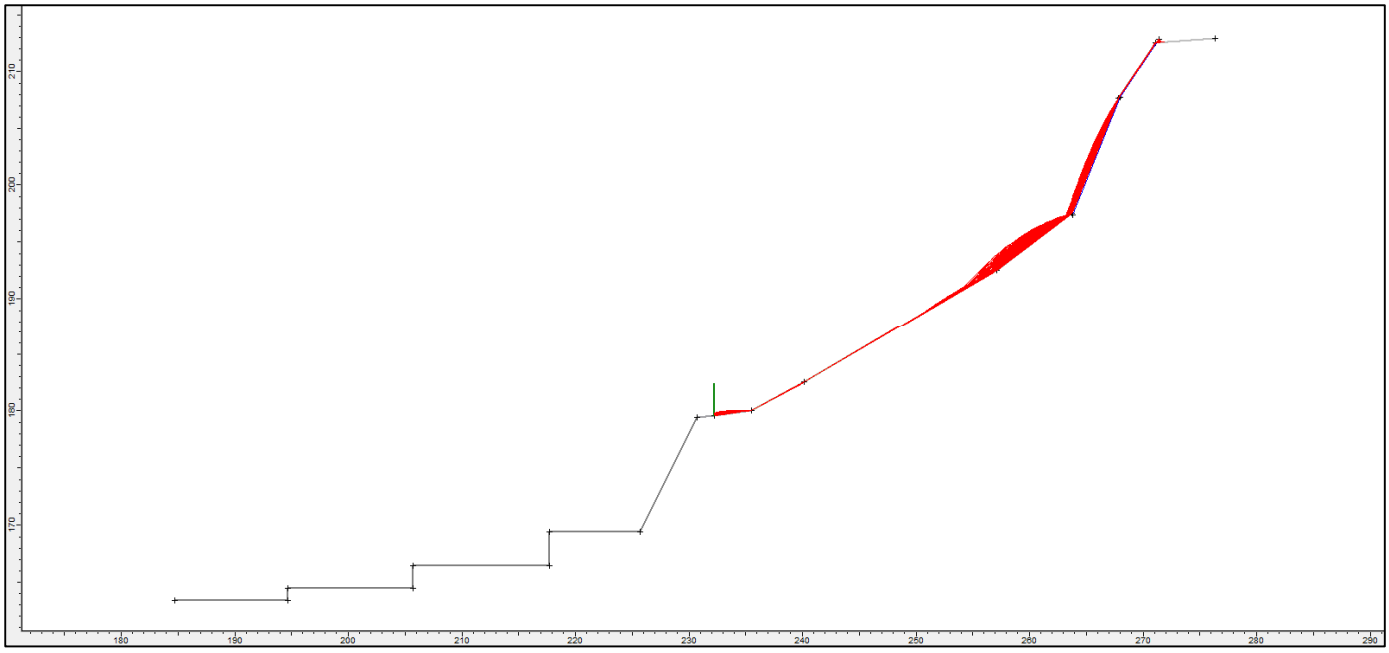

170
180
190
200
210
180
190
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290


Total Kinetic Energy Envelope
Total Kinetic Energy [J]
2000000
1500000
1000000
500000
0
190
200
210
220
230
240
250
260
270
Location [m]


Total Kinetic Energy Distribution at x=234.164
Number of Rocks
Total Kinetic Energy [J]


Total Kinetic Energy Distribution at x=235.996
Number of Rocks
Total Kinetic Energy [J]


Total Kinetic Energy Distribution at x=222.256
Number of Rocks
Total Kinetic Energy [J]



RocFall Analysis Information

Document Name

diat_d1_rolling_prob.fal

Project Settings

Units: Metric
Friction angle: Set friction angle to zero (rolling)
Minimum Velocity=0.1
Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=184.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0
End Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0

Segment 2, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0
End Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0

Segment 3, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0
End Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0

Segment 4, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0
End Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0

Segment 5, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0
End Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0

Segment 6, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0
End Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0

Segment 7, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0
End Point: X mean=225.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0

Segment 8, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=225.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0
End Point: X mean=230.7 std dev=0 Y mean=179.4 std dev=0

Segment 9, Material: Talus Cover [default]
Start Point: X mean=230.7 std dev=0 Y mean=179.4 std dev=0
End Point: X mean=235.5 std dev=0 Y mean=180 std dev=0

Segment 10, Material: Talus with vegetation [default]
Start Point: X mean=235.5 std dev=0 Y mean=180 std dev=0

End Point: X mean=240.1 std dev=0 Y mean=182.5 std dev=0

Segment 11, Material: Talus with vegetation [default]
Start Point: X mean=240.1 std dev=0 Y mean=182.5 std dev=0
End Point: X mean=257.1 std dev=0 Y mean=192.5 std dev=0

Segment 12, Material: Talus Cover [default]
Start Point: X mean=257.1 std dev=0 Y mean=192.5 std dev=0
End Point: X mean=263.7 std dev=0 Y mean=197.5 std dev=0

Segment 13, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=263.7 std dev=0 Y mean=197.5 std dev=0
End Point: X mean=267.8 std dev=0 Y mean=207.6 std dev=0

Segment 14, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=267.8 std dev=0 Y mean=207.6 std dev=0
End Point: X mean=271.1 std dev=0 Y mean=212.5 std dev=0

Segment 15, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=271.1 std dev=0 Y mean=212.5 std dev=0
End Point: X mean=276.3 std dev=0 Y mean=212.9 std dev=0

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.45 std dev=0.05
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.94 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: Talus Cover [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: Talus with vegetation [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Seeders

Line Seeder
Horizontal Velocity: mean=1, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=10000, std dev=1500
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location (Vertex 1): 263.753, 197.324

Location (Vertex 2): 267.987, 207.729
Location (Vertex 3): 271.375, 212.811

RocFall Analysis Information

Document Name

diat_d1_rolling_prob_barrier.fal

Project Settings

Units: Metric
Friction angle: Set friction angle to zero (rolling)
Minimum Velocity=0.1
Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=184.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0
End Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0

Segment 2, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=163.4 std dev=0
End Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0

Segment 3, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=194.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0
End Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0

Segment 4, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=164.4 std dev=0
End Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0

Segment 5, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=205.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0
End Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0

Segment 6, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=166.4 std dev=0
End Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0

Segment 7, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=217.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0
End Point: X mean=225.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0

Segment 8, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=225.7 std dev=0 Y mean=169.4 std dev=0
End Point: X mean=230.7 std dev=0 Y mean=179.4 std dev=0

Segment 9, Material: Talus Cover [default]
Start Point: X mean=230.7 std dev=0 Y mean=179.4 std dev=0
End Point: X mean=232.244 std dev=0 Y mean=179.593 std dev=0

Segment 10, Material: Talus Cover [default]
Start Point: X mean=232.244 std dev=0 Y mean=179.593 std dev=0

End Point: X mean=235.5 std dev=0 Y mean=180 std dev=0

Segment 11, Material: Talus with vegetation [default]
Start Point: X mean=235.5 std dev=0 Y mean=180 std dev=0
End Point: X mean=240.1 std dev=0 Y mean=182.5 std dev=0

Segment 12, Material: Talus with vegetation [default]
Start Point: X mean=240.1 std dev=0 Y mean=182.5 std dev=0
End Point: X mean=257.1 std dev=0 Y mean=192.5 std dev=0

Segment 13, Material: Talus Cover [default]
Start Point: X mean=257.1 std dev=0 Y mean=192.5 std dev=0
End Point: X mean=263.7 std dev=0 Y mean=197.5 std dev=0

Segment 14, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=263.7 std dev=0 Y mean=197.5 std dev=0
End Point: X mean=267.8 std dev=0 Y mean=207.6 std dev=0

Segment 15, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=267.8 std dev=0 Y mean=207.6 std dev=0
End Point: X mean=271.1 std dev=0 Y mean=212.5 std dev=0

Segment 16, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=271.1 std dev=0 Y mean=212.5 std dev=0
End Point: X mean=276.3 std dev=0 Y mean=212.9 std dev=0

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.45 std dev=0.05
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.94 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΖΩΝΗΣ Ε.Ε.Ν.

ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Κτιρίου Διύλισης : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Συμπυκνωμένων Επιχώσεων πάχους >3,0μ**

Σχήμα : DL-EMB/cd_Xκ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (Ενεργές παράμετροι εδάφους)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ EUROCODE 7 , Ε.Α.Κ 2000

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

$$\sigma_d=R_{nd}/A'=c_d'N_cs_ci_c+\gamma_{do}D_fN_qs_qi_q+0,5\gamma_{dk}B'N_\gamma k_\gamma I_\gamma$$

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου			
L'/B'	minD_f (m)	B_{min} (m)	Βήμα
2	1,0	16	1
Γεωτεχνικές Παράμετροι Εδάφους			
φ'_k(Deg)	c'_k (kPa)	γ_{0k}(kN/m^2)	γ_{uk}(Deg)
34,00	3,0	20,0	21,0
Βάθος Υπόγειου νερού W (m) :			2,0

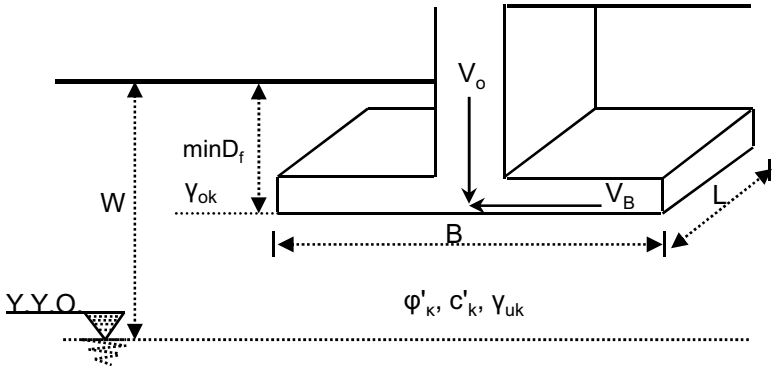
Επιλογή Κανονισμού

Στατικές συνθήκες : None

Σεισμός : ΕΑΚ (Ανάπτυξη υπερπίεσης με Δu)

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας EC7				Παρατηρήσεις	
Συνθήκες	Γ_φ	Γ_c	Γ_γ		
Στατικά	1,00	1,00	1,00		
Σεισμός	1,00	1,00	1,00	**ΕΑΚ 2000**	**Δu/σ΄ο=** 0,00

Τιμές σχεδιασμού				
Συνθήκες	φ'_d(Deg)	c'_d (Kpa)	γ_{dok}(kPa)	γ_{duk}(kPa)
Στατικά	33,7	3,00	20,0	21,0
Σεισμός	34,0	3,00	20,0	21,0



			Θ=0 (V_L=0)		Θ=45		Θ=90 (V_B=0)		
A/A	B' (m)	$V_L/V_0=V_B/V_0$	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	V_0 (kN) Στατικά
1	16,00	0,00	3763	3949	3763	3949	3763	3949	1.926.905
2	17,00	0,00	3934	4129	3934	4129	3934	4129	2.273.780
3	18,00	0,00	4104	4308	4104	4308	4104	4308	2.659.563
4	19,00	0,00	4275	4487	4275	4487	4275	4487	3.086.299
5	20,00	0,00	4445	4667	4445	4667	4445	4667	3.556.033
6	16,00	0,05	3263	3424	3419	3588	3575	3752	
7	17,00	0,05	3409	3578	3573	3750	3737	3922	
8	18,00	0,05	3555	3731	3727	3912	3899	4093	
9	19,00	0,05	3701	3885	3881	4074	4061	4263	
10	20,00	0,05	3847	4039	4035	4236	4223	4433	
11	16,00	0,10	2810	2948	3098	3251	3387	3554	
12	17,00	0,10	2934	3079	3237	3397	3540	3716	
13	18,00	0,10	3058	3210	3376	3543	3694	3877	
14	19,00	0,10	3183	3340	3515	3689	3847	4039	
15	20,00	0,10	3307	3471	3654	3836	4000	4200	
16	16,00	0,15	2402	2519	2800	2938	3199	3357	
17	17,00	0,15	2506	2630	2925	3069	3344	3509	
18	18,00	0,15	2611	2740	3050	3201	3488	3662	
19	19,00	0,15	2716	2850	3174	3332	3633	3814	
20	20,00	0,15	2820	2960	3299	3463	3778	3967	
21	16,00	0,20	2036	2135	2523	2647	3011	3159	
22	17,00	0,20	2123	2227	2635	2765	3147	3303	
23	18,00	0,20	2210	2319	2747	2883	3283	3446	
24	19,00	0,20	2298	2411	2859	3000	3419	3590	
25	20,00	0,20	2385	2503	2970	3118	3556	3733	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

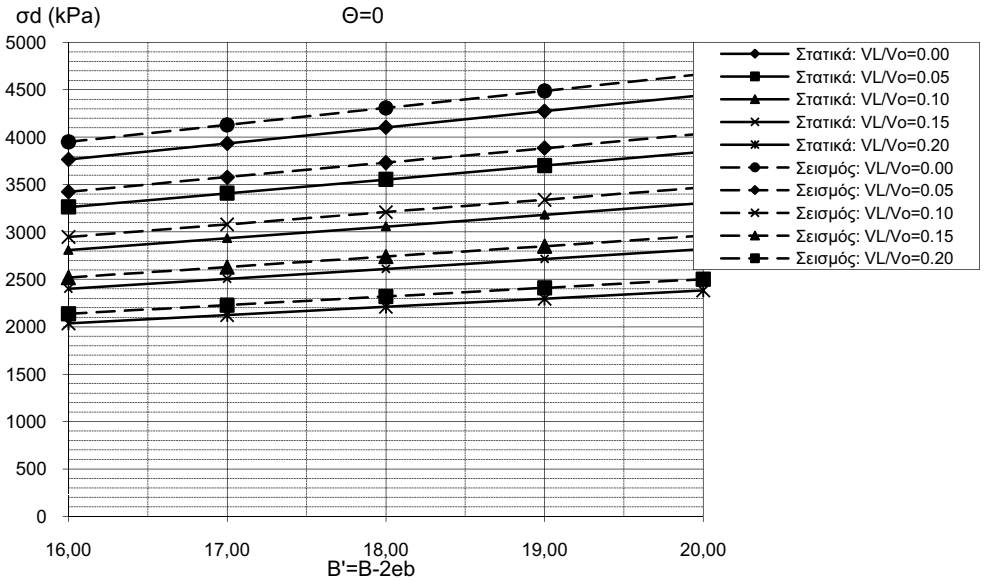
L' :Ενεργό μήκος θεμελίου (L'=L-2e_L)
B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου (B'=B-2e_B)
φ'_k :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Χαρακτηριστική τιμή)

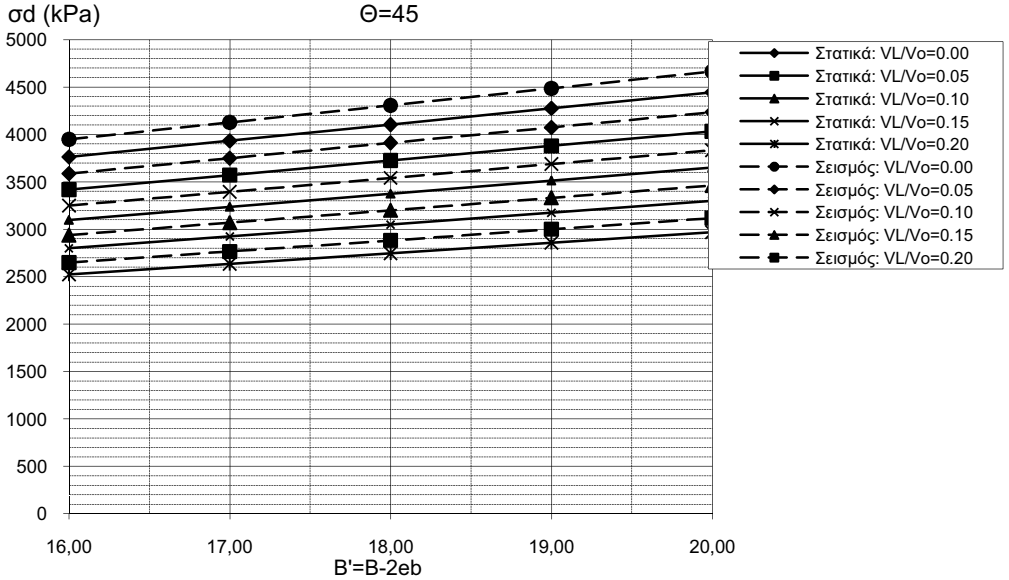
c'_k :Ενεργός συνοχή (Χαρακτηριστική τιμή)

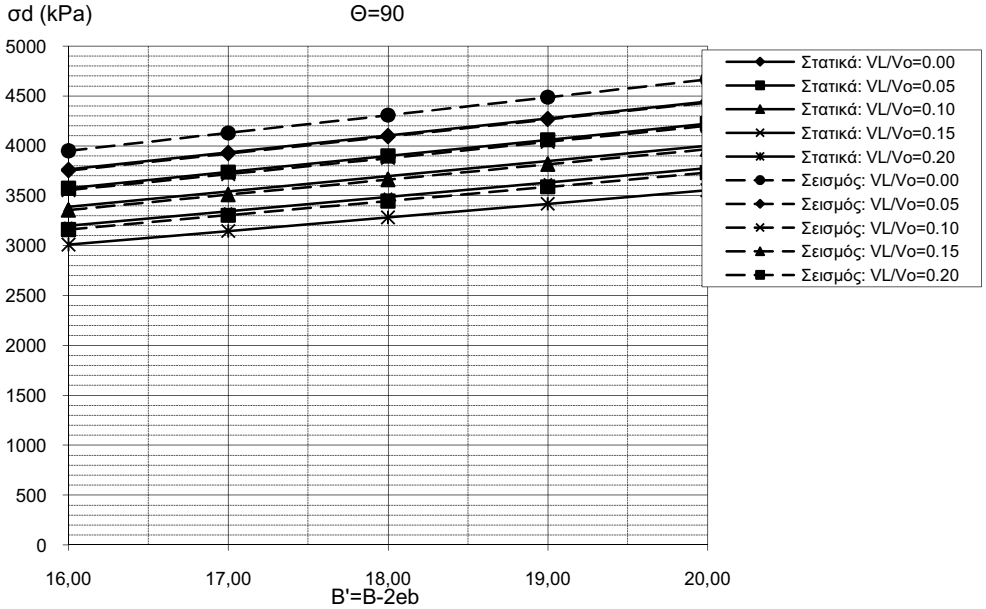
φ'_d :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Τιμή σχεδιασμού)
c'_d :Ενεργός συνοχή (Τιμή σχεδιασμού)
e_b : Εκκεντρότητα πεδίλου κατά B
γ_κ :Φαινόμενο βάρος (Χαρακτηριστική τιμή)
γ_d :Φαινόμενο βάρος (Τιμή σχεδιασμού)
D_f :Βάθος πάκτωσης θεμελίου
Γ_φ :Συντελεστής ασφάλειας γωνίας διατμητικής αντοχής
Γ_c :Συντελεστής ασφάλειας ενεργού συνοχής
Γ_γ :Συντελεστής ασφάλειας φαινόμενου βάρους
V_B :Οριζόντια δύναμη κατά B
V_L :Οριζόντια δύναμη κατά L
Y.Y.O. :Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας
Θ :tanΘ=V_B/V_L

Σχήμα : DL-EMB/cd_Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ







ΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Στα αντίστοιχα παραμετρικά διαγράμματα υπολογίζεται η επιτρεπόμενη τάση αναλόγως του ενεργού πλάτους θεμελίου, μειωμένη λόγω των οριζόντιων δυνάμεων που ασκούνται στη βάση του θεμελίου.

ΕΡΓΟ :

Θεμελίωση Κτιρίου Διύλισης : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Τεχνητών Επιχωματώσεων πάχους >3,0μ

Σχήμα : DL-EMB/Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ

Μεθοδολογία υπολογισμών : Προσαρμοσμένη μέθοδος ελαστικότητας (Ευρωκώδικας 7)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου και εδάφους εκσκαφής				
L'/B'	minD(m)	B_{min} (m)	B_{max} (m)	γ (kN/m^3)
2	2,0	16,0	20,0	20,0

Θεώρηση δύσκαμπτου θεμελίου : ΝΑΙ

Σημείο υπολογισμού καθίζησης : Μέση καθίζηση κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου

Υψόμετρο επιφάνειας φυσικού εδάφους $z_φ$: 100,00

Στρώση	z_b(m)	z_m(m)	H_i(m)	Em (Mpa)	Παρατηρήσεις
1	98,00	-	-	50,0	E1
2	96,00	1,00	2,00	54,0	E2
3	94,00	3,00	2,00	58,0	E3
4	92,00	5,00	2,00	62,0	E4
5	90,00	7,00	2,00	66,0	E5
6	88,00	9,00	2,00	70,0	E6
7	86,00	11,00	2,00	75,0	E7
8	84,00	13,00	2,00	100,0	RC
9	82,00	15,00	2,00	200,0	R1
10	80,00	17,00	2,00	300,0	Υπόβαθρο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ :

Φορτία		Τελικές καθιζήσεις s(cm)			
$σ_{εδρ}$(kPa)	$p=σ_{εδρ}-γD$	B=16	B=17	B=19	B=20
160	120	1,66	1,71	1,76	1,81
180	140	1,93	2,00	2,06	2,11
200	160	2,21	2,28	2,35	2,41
220	180	2,49	2,57	2,64	2,71
240	200	2,76	2,85	2,94	3,02
260	220	3,04	3,14	3,23	3,32

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)

B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)

D :Εκσκαφή θεμελίωσης ή στάθμη έδρασης

γ :Φαινόμενο βάρος εδάφους εκσκαφής

$σ_{εδρ}$:Αναπτυσσόμενη τάση έδρασης

p :Φέρουσα πίεση του εδάφους ($p=σ_{εδρ}-γD$)

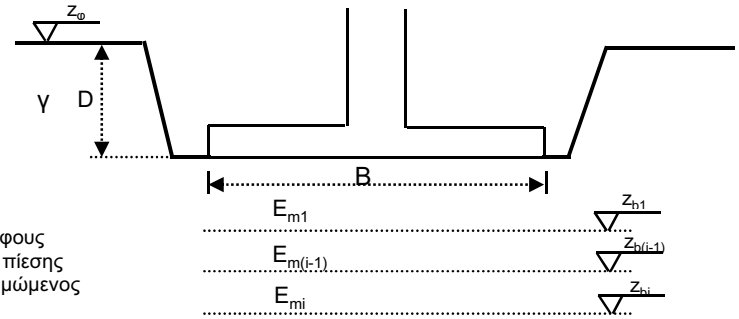
H :Πάχος στρώσης

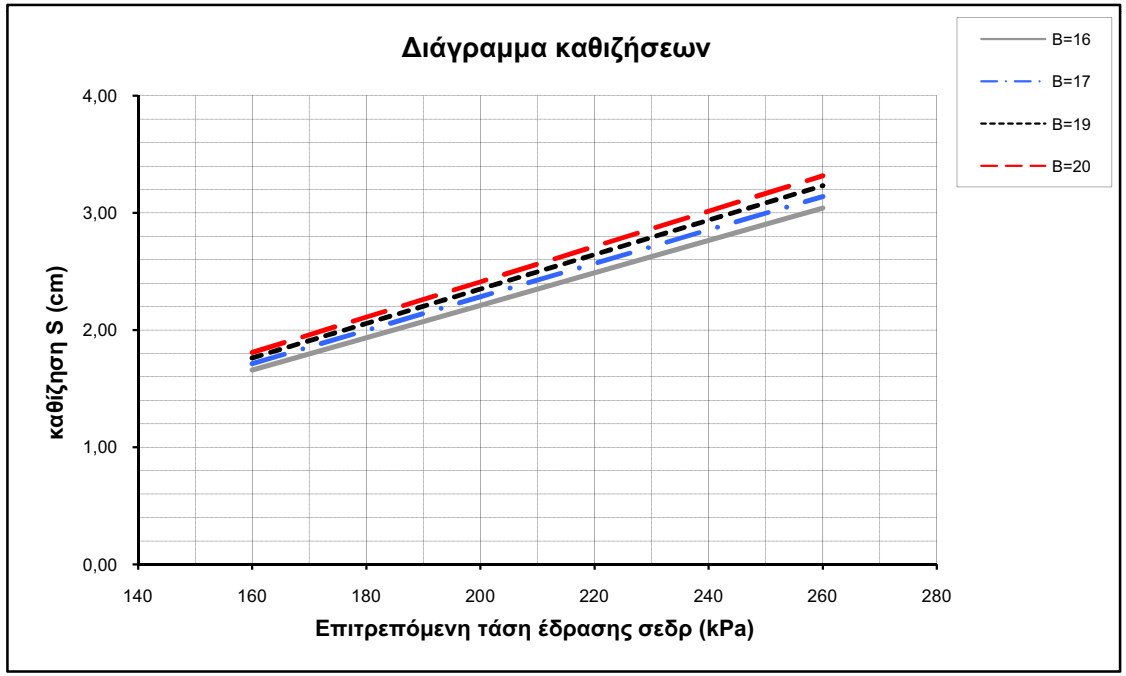
E_m :Μέτρο Ελαστικότητας της παραμορφούμενης στρώσης υπό

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ :

Μεθοδολογία
Υπολογισμός καθίζησης s με τη σχέση :
s=p B´ f / Em

Παραδοχές
α) Θεώρηση ομοιογενούς ισότροπου εδάφους και γραμμική κατανομή της φέρουσας πίεσης
β) Συντελεστής κατανομής της τάσης εκτιμώμενος κατά Boussinesq
γ) Για την περίπτωση δύσκαμπτου και πρακτικά απαραμόρφωτου θεμελίου υπολογίζεται γενική ομοιόμορφη μέση καθίζηση, κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου (DIN 4019)





ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Δεξαμενής Καθαρού Νερού : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Συμπυκνωμένων Επιχώσεων πάχους >3,0μ**

Σχήμα : DKN-EMB/cd_Xκ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (Ενεργές παράμετροι εδάφους)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ EUROCODE 7 , Ε.Α.Κ 2000

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

$$\sigma_d=R_{nd}/A'=c_d'N_cs_ci_c+\gamma_{do}D_fN_qs_qi_q+0,5\gamma_{dk}B'N_\gamma k_\gamma I_\gamma$$

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου			
L'/B'	minD_f (m)	B_{min} (m)	Βήμα
4	1,0	16	1
Γεωτεχνικές Παράμετροι Εδάφους			
φ'_k(Deg)	c'_k (kPa)	γ_{0k}(kN/m^2)	γ_{uk}(Deg)
34,00	3,0	20,0	21,0
Βάθος Υπόγειου νερού W (m) :			2,0

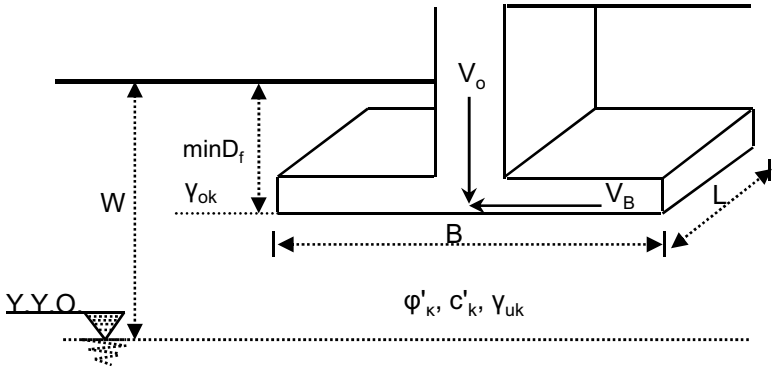
Επιλογή Κανονισμού

Στατικές συνθήκες : None

Σεισμός : ΕΑΚ (Ανάπτυξη υπερπίεσης με Δu)

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας EC7				Παρατηρήσεις	
Συνθήκες	Γ_φ	Γ_c	Γ_γ		
Στατικά	1,00	1,00	1,00		
Σεισμός	1,00	1,00	1,00	EAK 2000 Δu/σ΄ο=	0,00

Τιμές σχεδιασμού				
Συνθήκες	φ'_d(Deg)	c'_d (Kpa)	γ_{dok}(kPa)	γ_{duk}(kPa)
Στατικά	33,7	3,00	20,0	21,0
Σεισμός	34,0	3,00	20,0	21,0



			Θ=0 (V_L=0)		Θ=45		Θ=90 (V_B=0)		
A/A	B' (m)	$V_L/V_0=V_B/V_0$	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	V_0 (kN) Στατικά
1	16,00	0,00	3921	4116	3921	4116	3921	4116	4.015.542
2	17,00	0,00	4107	4312	4107	4312	4107	4312	4.747.519
3	18,00	0,00	4292	4507	4292	4507	4292	4507	5.562.786
4	19,00	0,00	4478	4702	4478	4702	4478	4702	6.465.793
5	20,00	0,00	4663	4897	4663	4897	4663	4897	7.460.990
6	16,00	0,05	3395	3563	3560	3737	3725	3910	
7	17,00	0,05	3554	3730	3728	3913	3901	4096	
8	18,00	0,05	3713	3898	3895	4090	4078	4281	
9	19,00	0,05	3872	4065	4063	4266	4254	4467	
10	20,00	0,05	4031	4232	4230	4442	4430	4652	
11	16,00	0,10	2918	3062	3224	3384	3529	3705	
12	17,00	0,10	3053	3205	3375	3542	3696	3880	
13	18,00	0,10	3188	3347	3526	3701	3863	4056	
14	19,00	0,10	3324	3489	3677	3860	4030	4232	
15	20,00	0,10	3459	3632	3828	4019	4197	4407	
16	16,00	0,15	2489	2612	2911	3055	3333	3499	
17	17,00	0,15	2603	2732	3047	3198	3491	3665	
18	18,00	0,15	2717	2852	3183	3341	3648	3831	
19	19,00	0,15	2831	2971	3318	3484	3806	3997	
20	20,00	0,15	2944	3091	3454	3627	3964	4162	
21	16,00	0,20	2105	2209	2621	2751	3137	3293	
22	17,00	0,20	2200	2309	2743	2879	3285	3449	
23	18,00	0,20	2295	2409	2864	3007	3434	3605	
24	19,00	0,20	2390	2508	2986	3135	3582	3761	
25	20,00	0,20	2485	2608	3108	3263	3730	3918	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

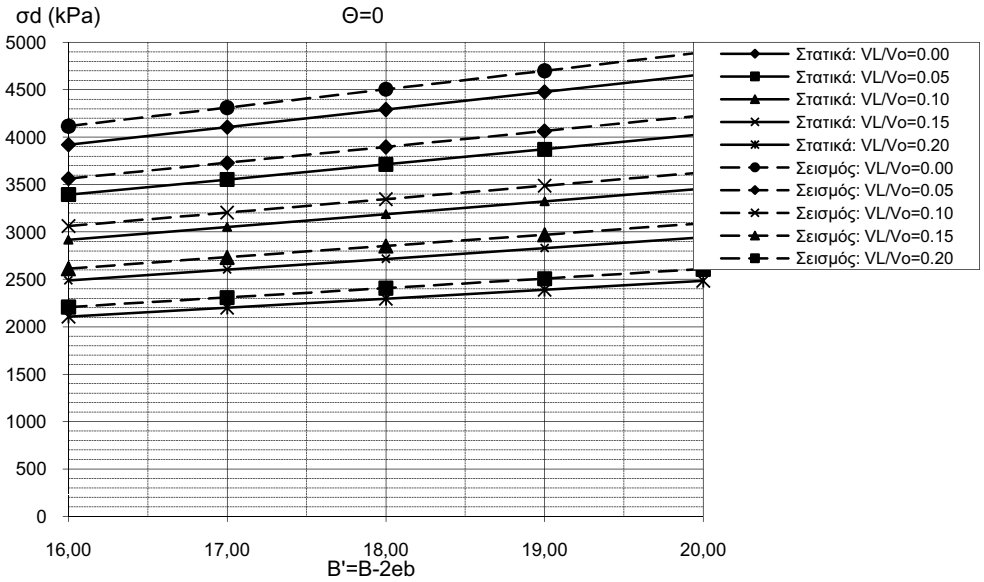
L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)
B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)
φ'_k :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Χαρακτηριστική τιμή)

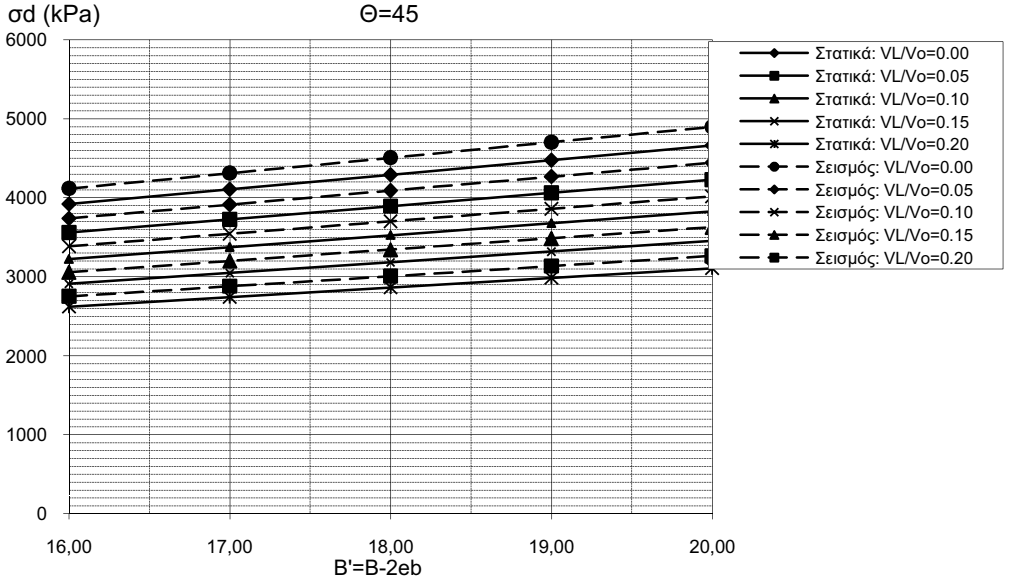
c'_k :Ενεργός συνοχή (Χαρακτηριστική τιμή)

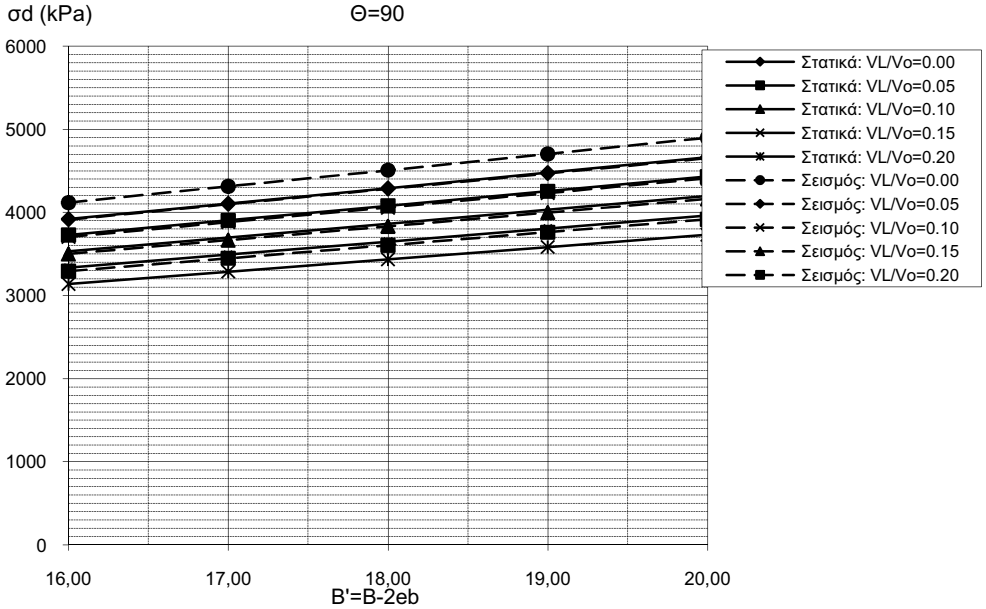
φ'_d :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Τιμή σχεδιασμού)
c'_d :Ενεργός συνοχή (Τιμή σχεδιασμού)
e_b : Εκκεντρότητα πεδίλου κατά B
γ_κ :Φαινόμενο βάρος (Χαρακτηριστική τιμή)
γ_d :Φαινόμενο βάρος (Τιμή σχεδιασμού)
D_f :Βάθος πάκτωσης θεμελίου
Γ_φ :Συντελεστής ασφάλειας γωνίας διατμητικής αντοχής
Γ_c :Συντελεστής ασφάλειας ενεργού συνοχής
Γ_γ :Συντελεστής ασφάλειας φαινόμενου βάρους
V_B :Οριζόντια δύναμη κατά B
V_L :Οριζόντια δύναμη κατά L
Y.Y.O. :Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας
Θ :$\tan\Theta=V_B/V_L$

Σχήμα : DKN-EMB/cd_Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ







ΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Στα αντίστοιχα παραμετρικά διαγράμματα υπολογίζεται η επιτρεπόμενη τάση αναλόγως του ενεργού πλάτους θεμελίου, μειωμένη λόγω των οριζόντιων δυνάμεων που ασκούνται στη βάση του θεμελίου.

ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Δεξαμενής Καθαρού Νερού : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Ζώνης Εδαφοποιημένων Φυλλιτών και Συμπυκνωμένων Επιχώσεων πάχους <3,0μ**

Σχήμα : DKN-CS/cd_Xκ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (Ενεργές παράμετροι εδάφους)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ EUROCODE 7 , Ε.Α.Κ 2000

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

$$\sigma_d=R_{nd}/A'=c_d'N_cs_ci_c+\gamma_{do}D_fN_qs_qi_q+0,5\gamma_{dk}B'N_\gamma k_\gamma I_\gamma$$

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου			
L'/B'	minD_f (m)	B_{min} (m)	Βήμα
4	1,0	16	1
Γεωτεχνικές Παράμετροι Εδάφους			
φ'_k(Deg)	c'_k (kPa)	γ_{0k}(kN/m^2)	γ_{uk}(Deg)
30,00	8,0	20,0	21,0
Βάθος Υπόγειου νερού W (m) :			2,0

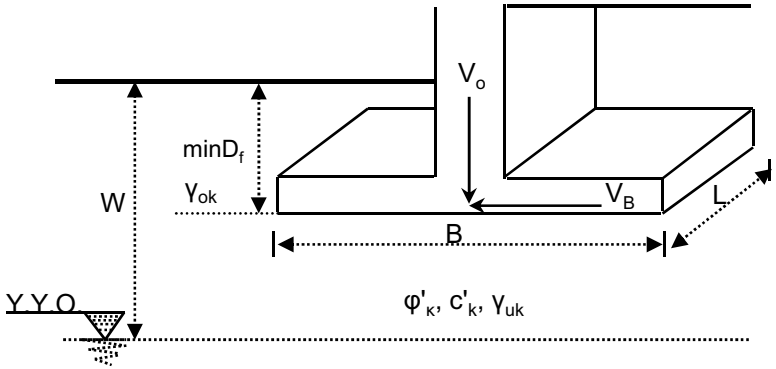
Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας EC7				Παρατηρήσεις
Συνθήκες	Γ_φ	Γ_c	Γ_γ	
Στατικά	1,00	1,00	1,00	
Σεισμός	1,00	1,00	1,00	EAK 2000 Δu/σ΄ο= 0,10

Τιμές σχεδιασμού				
Συνθήκες	φ'_d(Deg)	c'_d (Kpa)	γ_{dok}(kPa)	γ_{duk}(kPa)
Στατικά	29,8	8,00	20,0	21,0
Σεισμός	27,4	8,00	20,0	21,0

Επιλογή Κανονισμού

Στατικές συνθήκες : None

Σεισμός : EAK (Ανάπτυξη υπερπίεσης με Δu)



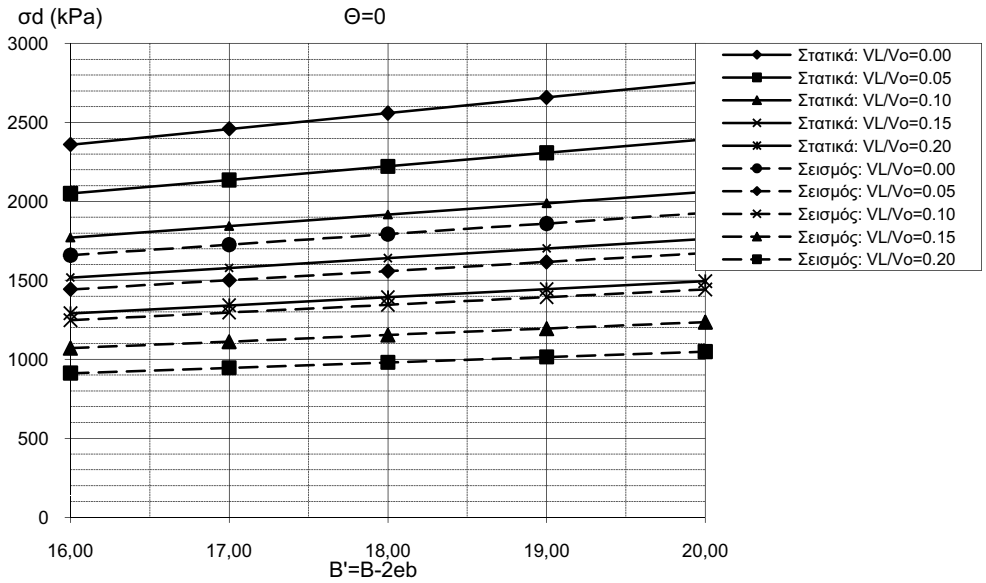
			Θ=0 (V_L=0)		Θ=45		Θ=90 (V_B=0)		
A/A	B' (m)	$V_L/V_0=V_B/V_0$	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	V_0 (kN) Στατικά
1	16,00	0,00	2359	1658	2359	1658	2359	1658	2.415.828
2	17,00	0,00	2459	1725	2459	1725	2459	1725	2.842.350
3	18,00	0,00	2558	1792	2558	1792	2558	1792	3.315.626
4	19,00	0,00	2658	1859	2658	1859	2658	1859	3.838.046
5	20,00	0,00	2757	1926	2757	1926	2757	1926	4.411.999
6	16,00	0,05	2051	1443	2146	1509	2241	1575	
7	17,00	0,05	2136	1501	2236	1570	2336	1639	
8	18,00	0,05	2221	1558	2326	1630	2430	1702	
9	19,00	0,05	2307	1615	2416	1691	2525	1766	
10	20,00	0,05	2392	1673	2506	1751	2620	1830	
11	16,00	0,10	1771	1248	1947	1370	2123	1492	
12	17,00	0,10	1843	1297	2028	1424	2213	1552	
13	18,00	0,10	1916	1345	2109	1479	2302	1612	
14	19,00	0,10	1989	1394	2190	1533	2392	1673	
15	20,00	0,10	2061	1443	2271	1588	2482	1733	
16	16,00	0,15	1518	1071	1762	1240	2005	1409	
17	17,00	0,15	1579	1112	1834	1289	2090	1466	
18	18,00	0,15	1640	1153	1907	1338	2174	1522	
19	19,00	0,15	1702	1194	1980	1387	2259	1579	
20	20,00	0,15	1763	1235	2053	1436	2344	1636	
21	16,00	0,20	1291	912	1589	1119	1887	1325	
22	17,00	0,20	1342	946	1654	1163	1967	1379	
23	18,00	0,20	1393	981	1720	1207	2046	1433	
24	19,00	0,20	1444	1015	1785	1251	2126	1486	
25	20,00	0,20	1495	1049	1850	1294	2206	1540	

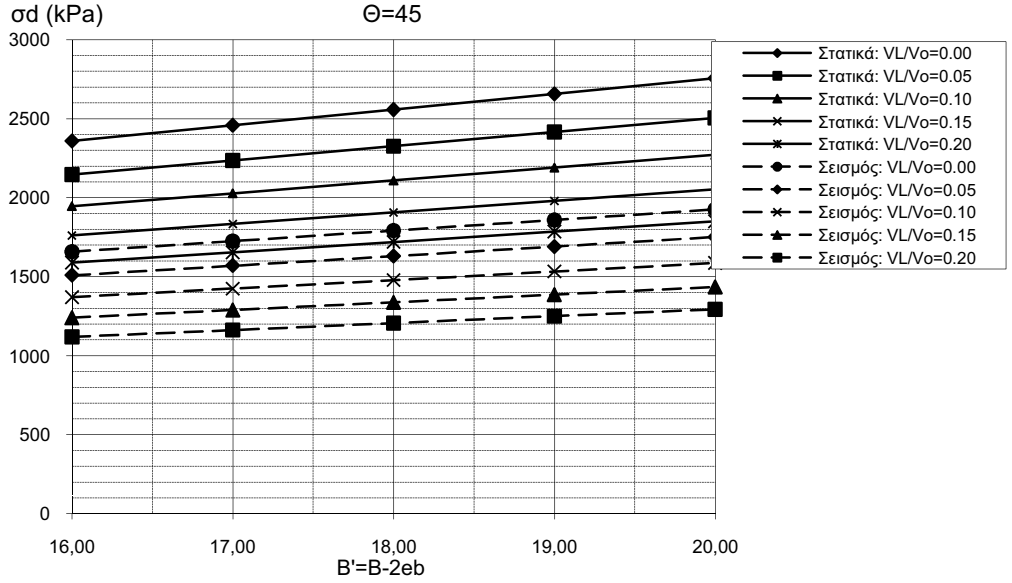
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

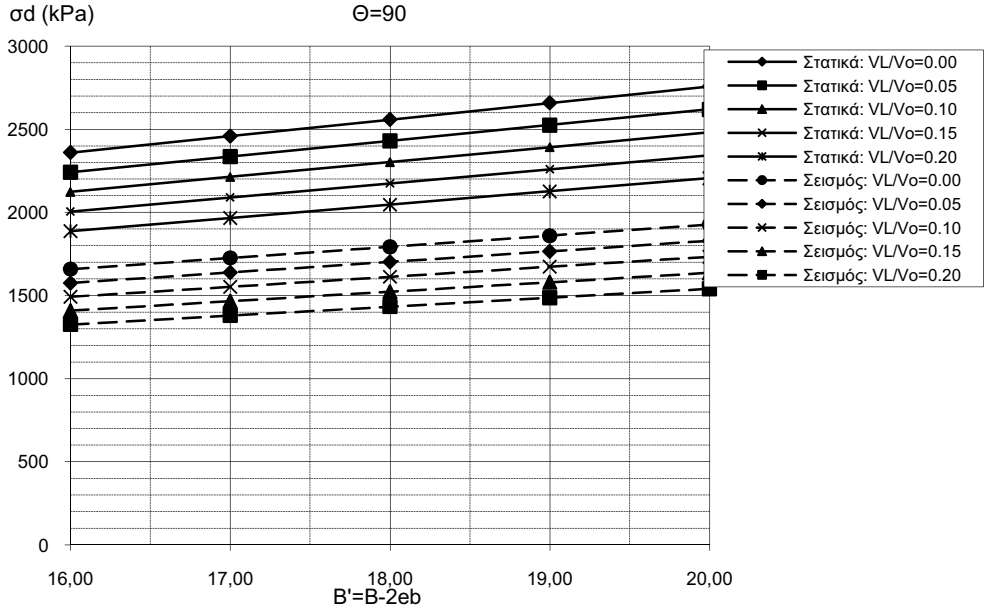
L' :Ενεργό μήκος θεμελίου (L'=L-2e_L)
B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου (B'=B-2e_B)
φ'_k :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Χαρακτηριστική τιμή)
c'_k :Ενεργός συνοχή (Χαρακτηριστική τιμή)
φ'_d :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Τιμή σχεδιασμού)
c'_d :Ενεργός συνοχή (Τιμή σχεδιασμού)
e_b : Εκκεντρότητα πεδίλου κατά B
γ_κ :Φαινόμενο βάρος (Χαρακτηριστική τιμή)
γ_d :Φαινόμενο βάρος (Τιμή σχεδιασμού)
D_f :Βάθος πάκτωσης θεμελίου
Γ_φ :Συντελεστής ασφάλειας γωνίας διατμητικής αντοχής
Γ_c :Συντελεστής ασφάλειας ενεργού συνοχής
Γ_γ :Συντελεστής ασφάλειας φαινόμενου βάρους
V_B :Οριζόντια δύναμη κατά B
V_L :Οριζόντια δύναμη κατά L
Y.Y.O. :Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας
Θ :tanΘ=V_B/V_L

Σχήμα : DKN-CS/cd_Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ







ΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Στα αντίστοιχα παραμετρικά διαγράμματα υπολογίζεται η επιτρεπόμενη τάση αναλόγως του ενεργού πλάτους θεμελίου, μειωμένη λόγω των οριζόντιων δυνάμεων που ασκούνται στη βάση του θεμελίου.

ΕΡΓΟ :

Θεμελίωση Δεξαμενής Καθαρού Νερού : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Τεχνητών Επιχωματώσεων πάχους >3,0μ

Σχήμα : DKN-EMB/Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ

Μεθοδολογία υπολογισμών : Προσαρμοσμένη μέθοδος ελαστικότητας (Ευρωκώδικας 7)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου και εδάφους εκσκαφής				
L'/B'	minD(m)	B_{min} (m)	B_{max} (m)	γ (kN/m^3)
4	2,0	16,0	20,0	20,0

Θεώρηση δύσκαμπτου θεμελίου : ΝΑΙ

Σημείο υπολογισμού καθίζησης : Μέση καθίζηση κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου

Υψόμετρο επιφάνειας φυσικού εδάφους $z_φ$: 100,00

Στρώση	z_b(m)	z_m(m)	H_i(m)	Em (Mpa)	Παρατηρήσεις
1	98,00	-	-	50,0	E1
2	96,00	1,00	2,00	55,0	E2
3	94,00	3,00	2,00	60,0	E3
4	92,00	5,00	2,00	100,0	RC1
5	90,00	7,00	2,00	120,0	RC2
6	88,00	9,00	2,00	140,0	RC3
7	86,00	11,00	2,00	200,0	R1
8	84,00	13,00	2,00	250,0	R2
9	82,00	15,00	2,00	300,0	R3
10	80,00	17,00	2,00	350,0	Υπόβαθρο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ :

Φορτία		Τελικές καθιζήσεις s(cm)			
$σ_{εδρ}$(kPa)	$p=σ_{εδρ}-γD$	B=16	B=17	B=19	B=20
160	120	1,31	1,34	1,37	1,39
180	140	1,53	1,56	1,60	1,63
200	160	1,75	1,79	1,82	1,86
220	180	1,97	2,01	2,05	2,09
240	200	2,18	2,23	2,28	2,32
260	220	2,40	2,46	2,51	2,55

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)

B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)

D :Εκσκαφή θεμελίωσης ή στάθμη έδρασης

γ :Φαινόμενο βάρος εδάφους εκσκαφής

$σ_{εδρ}$:Αναπτυσσόμενη τάση έδρασης

p :Φέρουσα πίεση του εδάφους ($p=σ_{εδρ}-γD$)

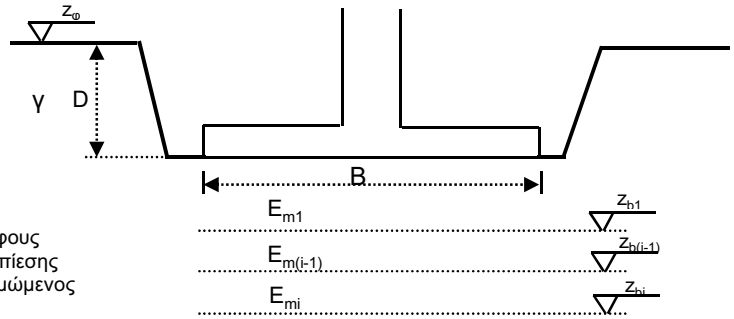
H :Πάχος στρώσης

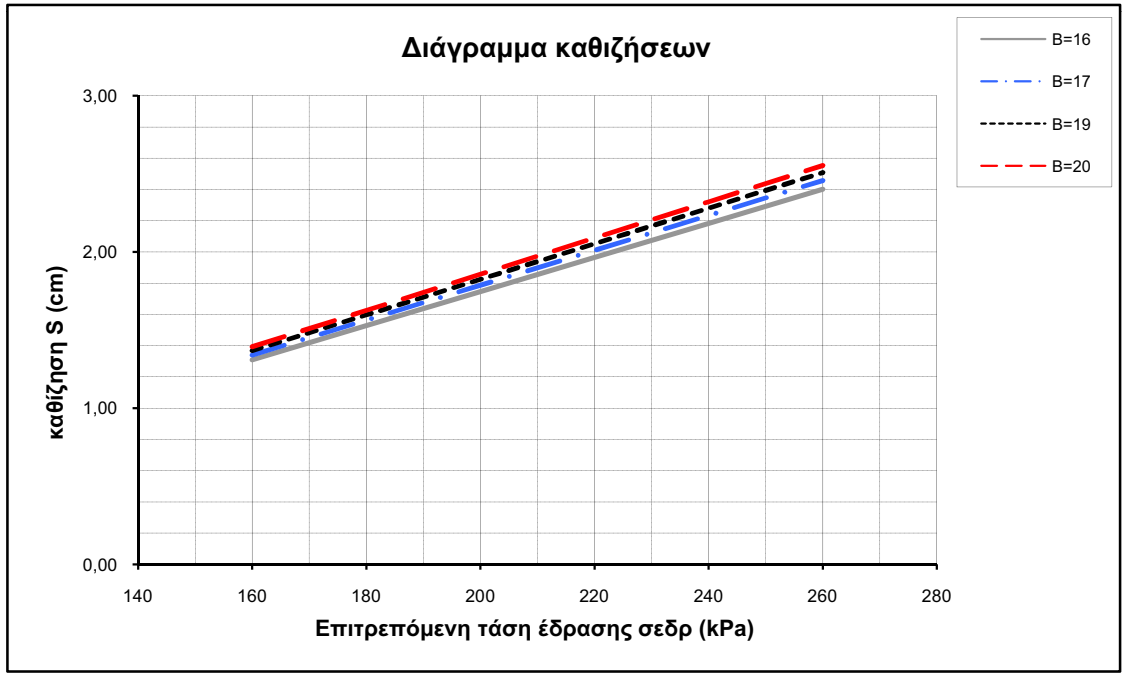
E_m :Μέτρο Ελαστικότητας της παραμορφούμενης στρώσης υπό

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ :

Μεθοδολογία
Υπολογισμός καθίζησης s με τη σχέση :
s=p B´ f / Em

Παραδοχές
α) Θεώρηση ομοιογενούς ισότροπου εδάφους και γραμμική κατανομή της φέρουσας πίεσης
β) Συντελεστής κατανομής της τάσης εκτιμώμενος κατά Boussinesq
γ) Για την περίπτωση δύσκαμπτου και πρακτικά απαραμόρφωτου θεμελίου υπολογίζεται γενική ομοιόμορφη μέση καθίζηση, κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου (DIN 4019)





ΕΡΓΟ :

Θεμελίωση Δεξαμενής Καθαρού Νερού : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Ζώνης Εδαφοποιημένων Φυλλιτών και Τεχνητών Επιχωματώσεων πάχους <3,0μ

Σχήμα : DKN-CS/Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ

Μεθοδολογία υπολογισμών : Προσαρμοσμένη μέθοδος ελαστικότητας (Ευρωκώδικας 7)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου και εδάφους εκσκαφής				
L'/B'	minD(m)	B_{min} (m)	B_{max} (m)	γ (kN/m^3)
4	2,0	16,0	20,0	20,0

Θεώρηση δύσκαμπτου θεμελίου : ΝΑΙ

Σημείο υπολογισμού καθίζησης : Μέση καθίζηση κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου

Υψόμετρο επιφάνειας φυσικού εδάφους $z_φ$: 100,00

Στρώση	z_b(m)	z_m(m)	H_i(m)	Em (Mpa)	Παρατηρήσεις
1	98,00	-	-	50,0	E1
2	96,00	1,00	2,00	55,0	E2
3	94,00	3,00	2,00	40,0	CS1
4	92,00	5,00	2,00	60,0	CS2
5	90,00	7,00	2,00	80,0	CS-R1
6	88,00	9,00	2,00	100,0	CS-R2
7	86,00	11,00	2,00	150,0	R1
8	84,00	13,00	2,00	200,0	R2
9	82,00	15,00	2,00	250,0	R3
10	80,00	17,00	2,00	300,0	Υπόβαθρο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ :

Φορτία		Τελικές καθιζήσεις s(cm)			
$σ_{εδρ}$(kPa)	$p=σ_{εδρ}-γD$	B=16	B=17	B=19	B=20
160	120	1,73	1,78	1,81	1,85
180	140	2,02	2,07	2,12	2,16
200	160	2,31	2,37	2,42	2,47
220	180	2,60	2,66	2,72	2,77
240	200	2,89	2,96	3,02	3,08
260	220	3,18	3,25	3,33	3,39

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)

B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)

D :Εκσκαφή θεμελίωσης ή στάθμη έδρασης

γ :Φαινόμενο βάρος εδάφους εκσκαφής

$σ_{εδρ}$:Αναπτυσσόμενη τάση έδρασης

p :Φέρουσα πίεση του εδάφους ($p=σ_{εδρ}-γD$)

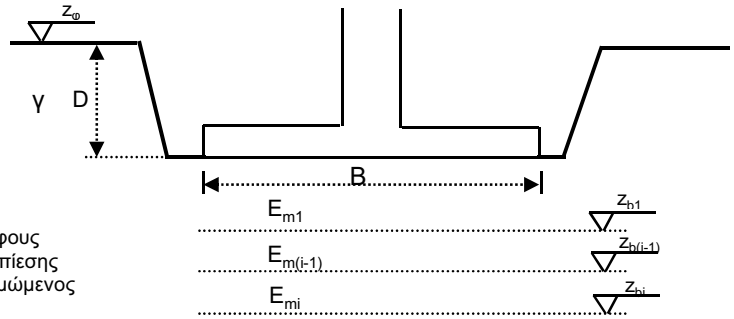
H :Πάχος στρώσης

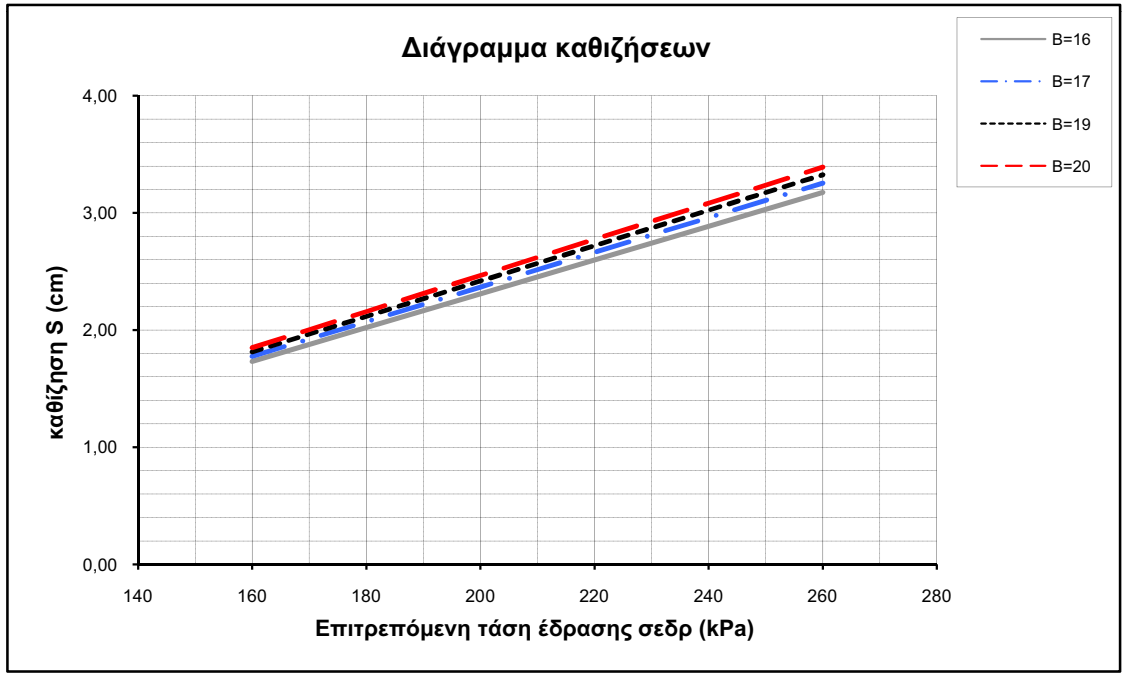
E_m :Μέτρο Ελαστικότητας της παραμορφούμενης στρώσης υπό

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ :

Μεθοδολογία
Υπολογισμός καθίζησης s με τη σχέση :
s=p B´ f / Em

Παραδοχές
α) Θεώρηση ομοιογενούς ισότροπου εδάφους και γραμμική κατανομή της φέρουσας πίεσης
β) Συντελεστής κατανομής της τάσης εκτιμώμενος κατά Boussinesq
γ) Για την περίπτωση δύσκαμπτου και πρακτικά απαραμόρφωτου θεμελίου υπολογίζεται γενική ομοιόμορφη μέση καθίζηση, κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου (DIN 4019)





ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Λοιπών Κοιτοστρώσεων : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Κατακερματισμένης Βραχόμαζας**

Σχήμα : KOIT-RM/cd_Xκ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (Ενεργές παράμετροι εδάφους)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ EUROCODE 7 , Ε.Α.Κ 2000

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

$$\sigma_d=R_{nd}/A'=c_d'N_cs_ci_c+\gamma_{do}D_fN_qs_qi_q+0,5\gamma_{dk}B'N_\gamma k_\gamma I_\gamma$$

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου			
L'/B'	minD_f (m)	B_{min} (m)	Βήμα
1,5	0,5	8	0,5
Γεωτεχνικές Παράμετροι Εδάφους			
φ'_k(Deg)	c'_k (kPa)	γ_{0k}(kN/m^2)	γ_{uk}(Deg)
28,00	15,0	20,0	21,0
Βάθος Υπόγειου νερού W (m) :			2,0

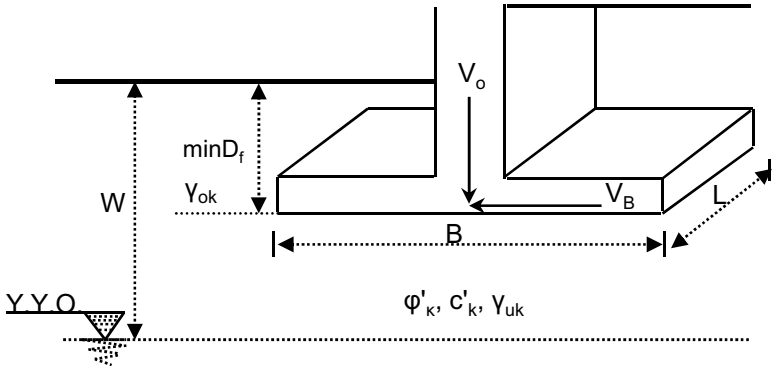
Επιλογή Κανονισμού

Στατικές συνθήκες : None

Σεισμός : ΕΑΚ (Ανάπτυξη υπερπίεσης με Δu)

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας EC7				Παρατηρήσεις	
Συνθήκες	Γ_φ	Γ_c	Γ_γ		
Στατικά	1,00	1,00	1,00		
Σεισμός	1,00	1,00	1,00	**ΕΑΚ 2000**	**Δu/σ΄ο=** 0,10

Τιμές σχεδιασμού				
Συνθήκες	φ'_d(Deg)	c'_d (Kpa)	γ_{dok}(kPa)	γ_{duk}(kPa)
Στατικά	27,9	15,00	20,0	21,0
Σεισμός	25,5	15,00	20,0	21,0



			Θ=0 (V_L=0)		Θ=45		Θ=90 (V_B=0)		
A/A	B' (m)	$V_L/V_0=V_B/V_0$	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	V_0 (kN) Στατικά
1	8,00	0,00	1293	971	1293	971	1293	971	124.129
2	8,50	0,00	1325	992	1325	992	1325	992	143.545
3	9,00	0,00	1356	1014	1356	1014	1356	1014	164.758
4	9,50	0,00	1388	1035	1388	1035	1388	1035	187.839
5	10,00	0,00	1419	1057	1419	1057	1419	1057	212.859
6	8,00	0,05	1137	854	1182	888	1228	921	
7	8,50	0,05	1164	873	1211	907	1258	942	
8	9,00	0,05	1191	891	1239	927	1288	962	
9	9,50	0,05	1218	910	1268	946	1318	983	
10	10,00	0,05	1245	928	1296	965	1348	1003	
11	8,00	0,10	994	747	1078	810	1163	872	
12	8,50	0,10	1017	763	1104	827	1191	891	
13	9,00	0,10	1040	779	1130	845	1220	911	
14	9,50	0,10	1063	794	1155	862	1248	930	
15	10,00	0,10	1086	810	1181	880	1276	949	
16	8,00	0,15	864	650	981	736	1098	823	
17	8,50	0,15	883	663	1004	752	1124	841	
18	9,00	0,15	903	676	1027	768	1151	859	
19	9,50	0,15	922	689	1050	783	1178	877	
20	10,00	0,15	941	702	1073	799	1205	896	
21	8,00	0,20	745	561	889	667	1033	773	
22	8,50	0,20	761	572	910	681	1058	790	
23	9,00	0,20	778	583	930	695	1083	807	
24	9,50	0,20	794	594	951	709	1108	825	
25	10,00	0,20	810	605	972	723	1133	842	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

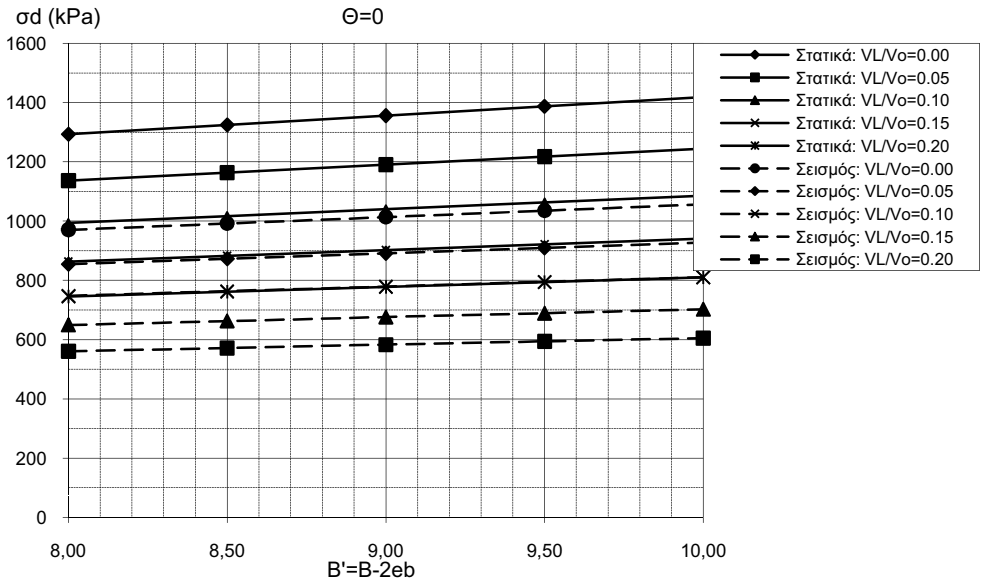
L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)
B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)
φ'_k :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Χαρακτηριστική τιμή)

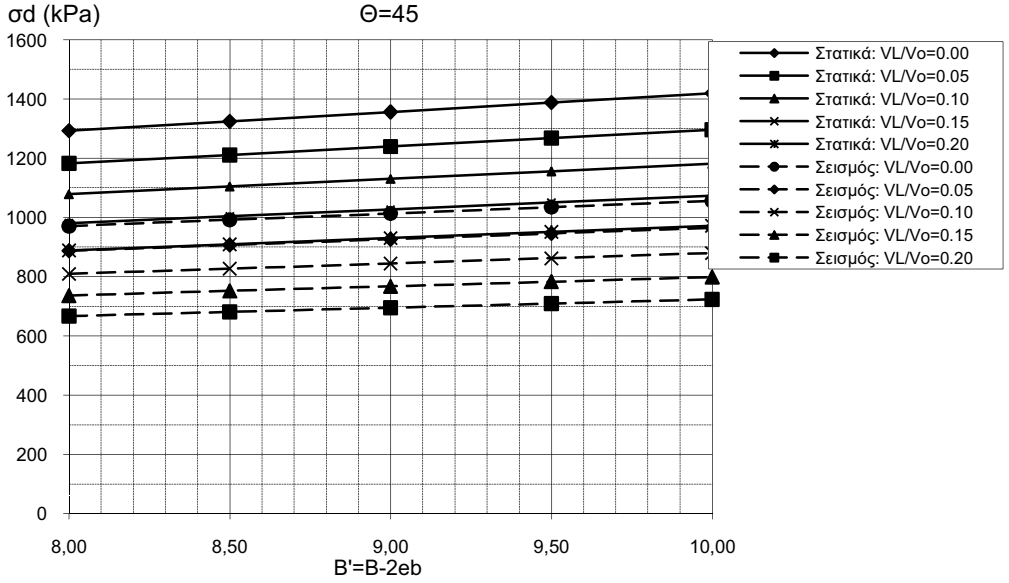
c'_k :Ενεργός συνοχή (Χαρακτηριστική τιμή)

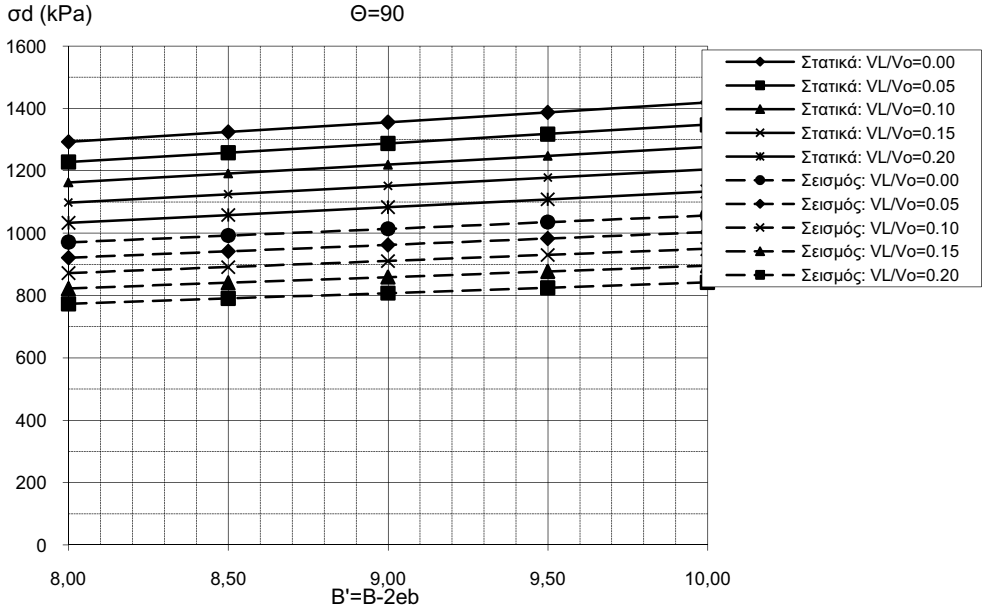
φ'_d :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Τιμή σχεδιασμού)
c'_d :Ενεργός συνοχή (Τιμή σχεδιασμού)
e_b : Εκκεντρότητα πεδίλου κατά B
γ_κ :Φαινόμενο βάρος (Χαρακτηριστική τιμή)
γ_d :Φαινόμενο βάρος (Τιμή σχεδιασμού)
D_f :Βάθος πάκτωσης θεμελίου
Γ_φ :Συντελεστής ασφάλειας γωνίας διατμητικής αντοχής
Γ_c :Συντελεστής ασφάλειας ενεργού συνοχής
Γ_γ :Συντελεστής ασφάλειας φαινόμενου βάρους
V_B :Οριζόντια δύναμη κατά B
V_L :Οριζόντια δύναμη κατά L
Y.Y.O. :Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας
Θ :$\tan\Theta=V_B/V_L$

Σχήμα : KOIT-RM/cd_Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ







ΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Στα αντίστοιχα παραμετρικά διαγράμματα υπολογίζεται η επιτρεπόμενη τάση αναλόγως του ενεργού πλάτους θεμελίου, μειωμένη λόγω των οριζόντιων δυνάμεων που ασκούνται στη βάση του θεμελίου.

ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Λοιπών Κοιτοστρώσεων : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Κατακερματισμένης Βραχόμαζας**

Σχήμα : KOIT-RM/Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ

Μεθοδολογία υπολογισμών : Προσαρμοσμένη μέθοδος ελαστικότητας (Ευρωκώδικας 7)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου και εδάφους εκσκαφής				
L'/B'	minD(m)	B_{min} (m)	B_{max} (m)	γ (kN/m^3)
1,5	0,5	8,0	10,0	23,0

Θεώρηση δύσκαμπτου θεμελίου : ΝΑΙ

Σημείο υπολογισμού καθίζησης : Μέση καθίζηση κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου

Υψόμετρο επιφάνειας φυσικού εδάφους $z_φ$: 100,00

Στρώση	z_b(m)	z_m(m)	H_i(m)	Em (Mpa)	Παρατηρήσεις
1	98,00	0,75	1,50	100,0	E1
2	96,00	2,50	2,00	150,0	E2
3	94,00	4,50	2,00	200,0	E3
4	92,00	6,50	2,00	250,0	E4
5	90,00	8,50	2,00	300,0	E5
6	88,00	10,50	2,00	350,0	E6
7	86,00	12,50	2,00	400,0	E7
8	84,00	14,50	2,00	450,0	RC
9	82,00	16,50	2,00	500,0	R1
10	80,00	18,50	2,00	600,0	Υπόβαθρο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ :

Φορτία		Τελικές καθιζήσεις s(cm)			
$σ_{εδρ}$(kPa)	$p=σ_{εδρ}-γD$	B=8	B=9	B=9	B=10
200	188,5	0,65	0,68	0,70	0,72
220	208,5	0,72	0,75	0,77	0,80
240	228,5	0,79	0,82	0,85	0,88
260	248,5	0,86	0,89	0,92	0,95
280	268,5	0,92	0,96	1,00	1,03
300	288,5	0,99	1,03	1,07	1,11

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)

B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)

D :Εκσκαφή θεμελίωσης ή στάθμη έδρασης

γ :Φαινόμενο βάρος εδάφους εκσκαφής

$σ_{εδρ}$:Αναπτυσσόμενη τάση έδρασης

p :Φέρουσα πίεση του εδάφους ($p=σ_{εδρ}-γD$)

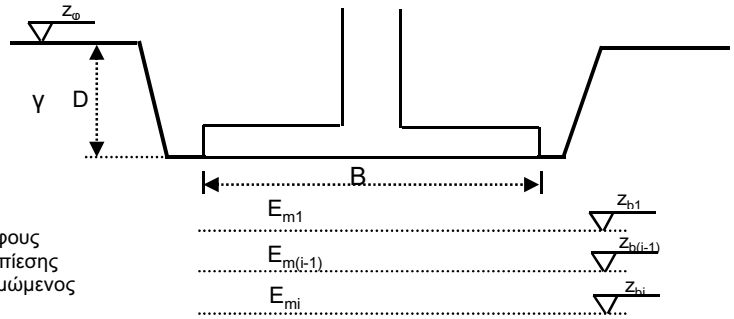
H :Πάχος στρώσης

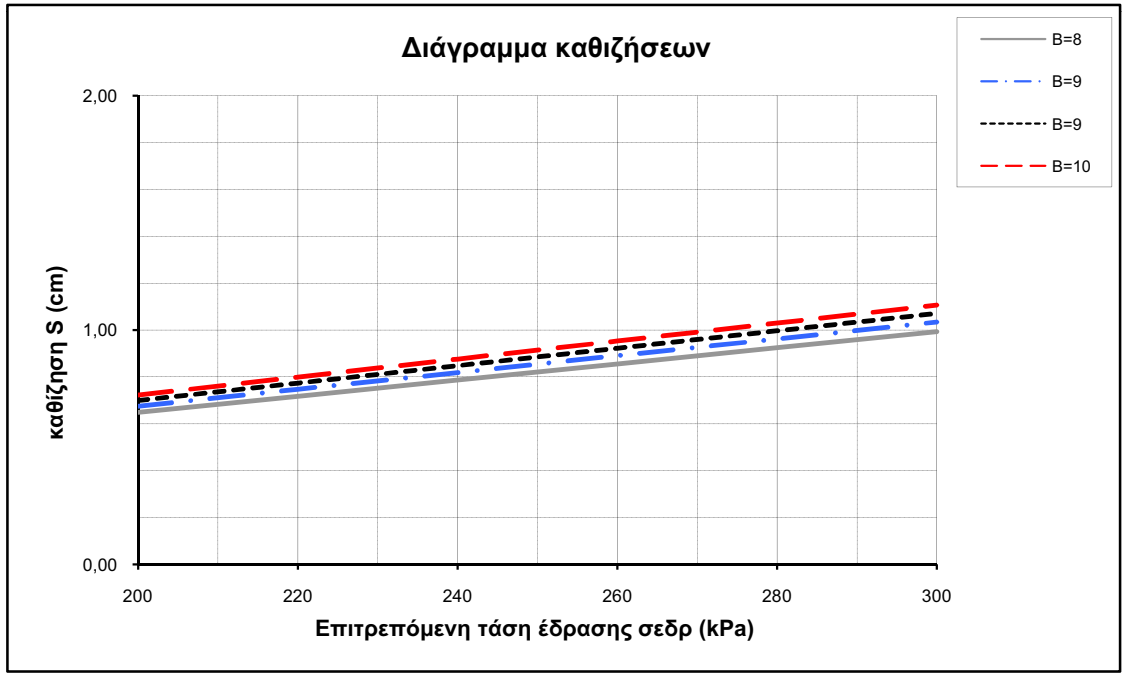
E_m :Μέτρο Ελαστικότητας της παραμορφούμενης στρώσης υπό

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ :

Μεθοδολογία
Υπολογισμός καθίζησης s με τη σχέση :
s=p B΄ f / Em

Παραδοχές
α) Θεώρηση ομοιογενούς ισότροπου εδάφους και γραμμική κατανομή της φέρουσας πίεσης
β) Συντελεστής κατανομής της τάσης εκτιμώμενος κατά Boussinesq
γ) Για την περίπτωση δύσκαμπτου και πρακτικά απαραμόρφωτου θεμελίου υπολογίζεται γενική ομοιόμορφη μέση καθίζηση, κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου (DIN 4019)





ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Λοιπών Πεδιλοδοκών : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Κατακερματισμένης Βραχόμαζας**

Σχήμα : KOIT-RM/cd_Xκ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (Ενεργές παράμετροι εδάφους)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ EUROCODE 7 , Ε.Α.Κ 2000

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

$$\sigma_d=R_{nd}/A'=c_d'N_cs_ci_c+\gamma_{do}D_fN_qs_qi_q+0,5\gamma_{dk}B'N_\gamma k_\gamma I_\gamma$$

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου			
L'/B'	minD_f (m)	B_{min} (m)	Βήμα
5	0,5	1,4	0,05
Γεωτεχνικές Παράμετροι Εδάφους			
φ'_k(Deg)	c'_k (kPa)	γ_{0k}(kN/m^2)	γ_{uk}(Deg)
28,00	15,0	20,0	21,0
Βάθος Υπόγειου νερού W (m) :			2,0

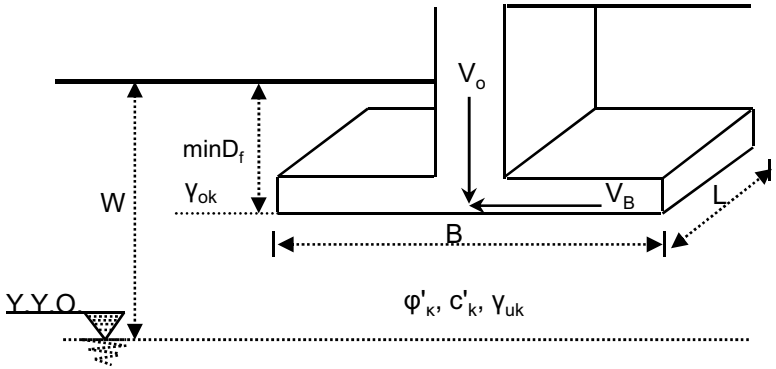
Επιλογή Κανονισμού

Στατικές συνθήκες : None

Σεισμός : ΕΑΚ (Ανάπτυξη υπερπίεσης με Δu)

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας EC7				Παρατηρήσεις	
Συνθήκες	Γ_φ	Γ_c	Γ_γ		
Στατικά	1,00	1,00	1,00		
Σεισμός	1,00	1,00	1,00	**ΕΑΚ 2000**	**Δu/σ΄ο=** 0,10

Τιμές σχεδιασμού				
Συνθήκες	φ'_d(Deg)	c'_d (Kpa)	γ_{dok}(kPa)	γ_{duk}(kPa)
Στατικά	27,9	15,00	20,0	21,0
Σεισμός	25,5	15,00	20,0	21,0



			Θ=0 (V_L=0)		Θ=45		Θ=90 (V_B=0)		
A/A	B' (m)	$V_L/V_0=V_B/V_0$	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	σ_d(kPa) Στατικά	σ_d(kPa) Σεισμός	V_0 (kN) Στατικά
1	1,40	0,00	779	610	779	610	779	610	7.635
2	1,45	0,00	786	614	786	614	786	614	8.265
3	1,50	0,00	793	619	793	619	793	619	8.924
4	1,55	0,00	797	622	797	622	797	622	9.574
5	1,60	0,00	801	624	801	624	801	624	10.249
6	1,40	0,05	692	541	716	560	740	579	
7	1,45	0,05	698	546	722	564	747	583	
8	1,50	0,05	704	550	729	569	753	588	
9	1,55	0,05	707	552	732	571	757	590	
10	1,60	0,05	710	554	735	573	760	593	
11	1,40	0,10	611	478	656	513	701	548	
12	1,45	0,10	616	482	662	517	707	552	
13	1,50	0,10	622	485	668	521	714	556	
14	1,55	0,10	624	487	671	523	717	559	
15	1,60	0,10	627	489	674	525	720	561	
16	1,40	0,15	537	420	599	468	662	517	
17	1,45	0,15	541	423	605	472	668	521	
18	1,50	0,15	546	426	610	475	674	525	
19	1,55	0,15	548	428	613	477	677	527	
20	1,60	0,15	550	429	615	479	680	529	
21	1,40	0,20	469	367	546	426	623	486	
22	1,45	0,20	473	369	551	429	628	490	
23	1,50	0,20	476	372	555	433	634	493	
24	1,55	0,20	478	373	558	434	637	496	
25	1,60	0,20	480	374	560	436	640	498	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

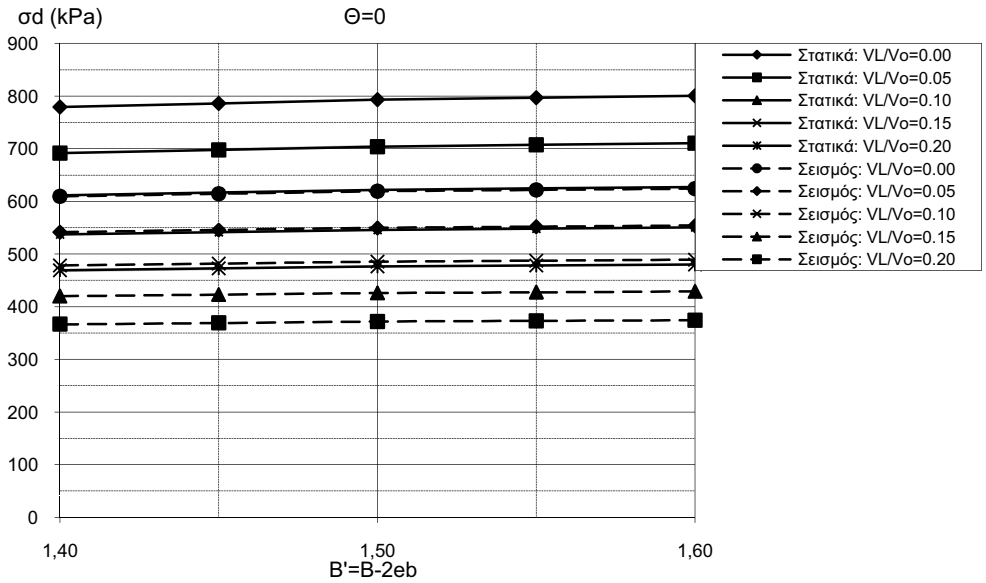
L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)
B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)
φ'_k :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Χαρακτηριστική τιμή)

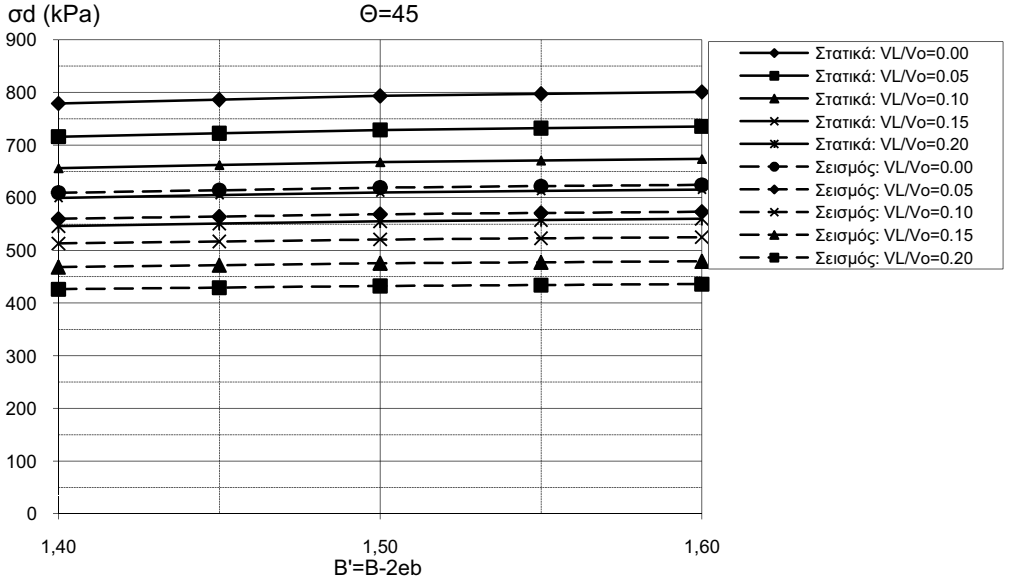
c'_k :Ενεργός συνοχή (Χαρακτηριστική τιμή)

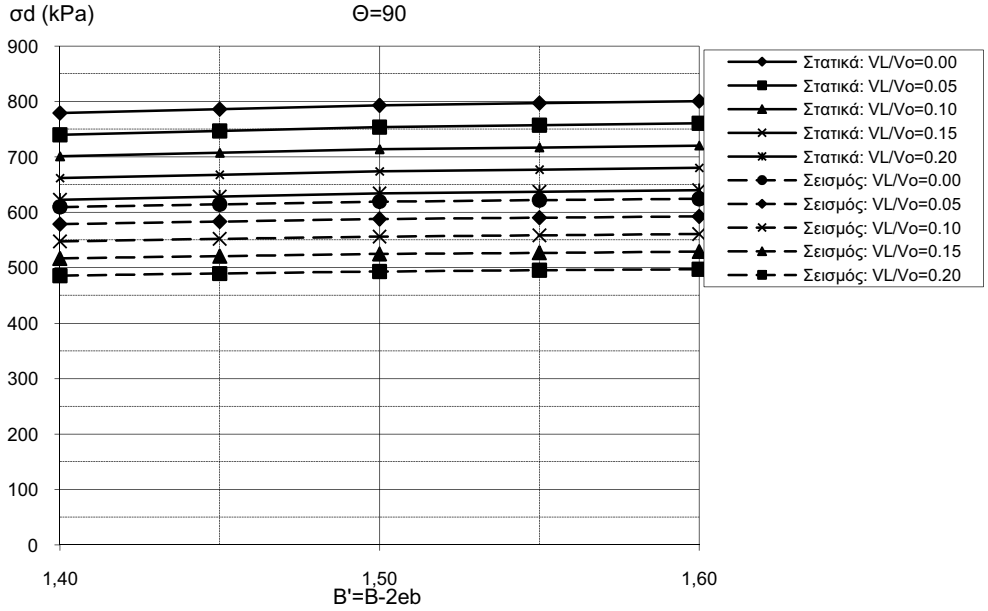
φ'_d :Ενεργός γωνία διατμητικής αντοχής (Τιμή σχεδιασμού)
c'_d :Ενεργός συνοχή (Τιμή σχεδιασμού)
e_b : Εκκεντρότητα πεδίλου κατά B
γ_κ :Φαινόμενο βάρος (Χαρακτηριστική τιμή)
γ_d :Φαινόμενο βάρος (Τιμή σχεδιασμού)
D_f :Βάθος πάκτωσης θεμελίου
Γ_φ :Συντελεστής ασφάλειας γωνίας διατμητικής αντοχής
Γ_c :Συντελεστής ασφάλειας ενεργού συνοχής
Γ_γ :Συντελεστής ασφάλειας φαινόμενου βάρους
V_B :Οριζόντια δύναμη κατά B
V_L :Οριζόντια δύναμη κατά L
Y.Y.O. :Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας
Θ :$\tan\Theta=V_B/V_L$

Σχήμα : KOIT-RM/cd_Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ







ΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Στα αντίστοιχα παραμετρικά διαγράμματα υπολογίζεται η επιτρεπόμενη τάση αναλόγως του ενεργού πλάτους θεμελίου, μειωμένη λόγω των οριζόντιων δυνάμεων που ασκούνται στη βάση του θεμελίου.

ΕΡΓΟ : **Θεμελίωση Λοιπών Πεδιλοδοκών : Επιφανειακή Θεμελίωση επί Κατακερματισμένης Βραχόμαζας**

Σχήμα : KOIT-RM/Xk

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ

Μεθοδολογία υπολογισμών : Προσαρμοσμένη μέθοδος ελαστικότητας (Ευρωκώδικας 7)

ΔΕΔΟΜΕΝΑ :

Στοιχεία Ορθογωνικού Θεμελίου και εδάφους εκσκαφής				
L'/B'	minD(m)	B_{min} (m)	B_{max} (m)	γ (kN/m^3)
1,5	0,5	1,4	1,6	23,0

Θεώρηση δύσκαμπτου θεμελίου : ΝΑΙ

Σημείο υπολογισμού καθίζησης : Μέση καθίζηση κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου

Υψόμετρο επιφάνειας φυσικού εδάφους $z_φ$: 100,00

Στρώση	z_b(m)	z_m(m)	H_i(m)	Em (Mpa)	Παρατηρήσεις
1	98,00	0,75	1,50	100,0	E1
2	97,00	2,00	1,00	120,0	E2
3	96,00	3,00	1,00	140,0	E3
4	95,00	4,00	1,00	160,0	E4
5	94,00	5,00	1,00	180,0	E5
6	92,00	6,50	2,00	200,0	E6
7	90,00	8,50	2,00	250,0	E7
8	88,00	10,50	2,00	300,0	RC
9	86,00	12,50	2,00	350,0	R1
10	84,00	14,50	2,00	400,0	Υπόβαθρο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ :

Φορτία		Τελικές καθιζήσεις s(cm)			
$σ_{εδρ}$(kPa)	$p=σ_{εδρ}-γD$	B=1	B=1	B=2	B=2
140	128,5	0,13	0,14	0,15	0,15
160	148,5	0,15	0,16	0,17	0,17
180	168,5	0,18	0,18	0,19	0,20
200	188,5	0,20	0,20	0,21	0,22
220	208,5	0,22	0,23	0,24	0,25
240	228,5	0,24	0,25	0,26	0,27

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

L' :Ενεργό μήκος θεμελίου ($L'=L-2e_L$)

B' :Ενεργό πλάτος θεμελίου ($B'=B-2e_B$)

D :Εκσκαφή θεμελίωσης ή στάθμη έδρασης

γ :Φαινόμενο βάρος εδάφους εκσκαφής

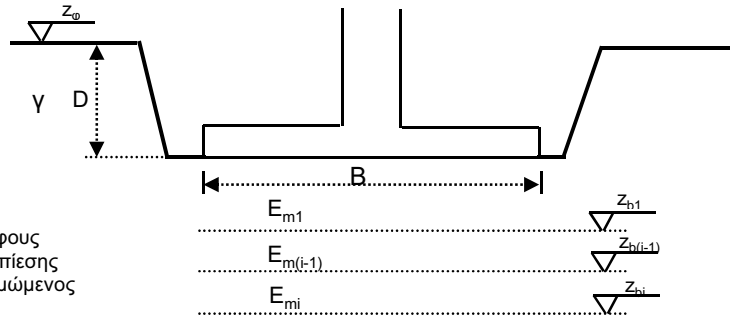
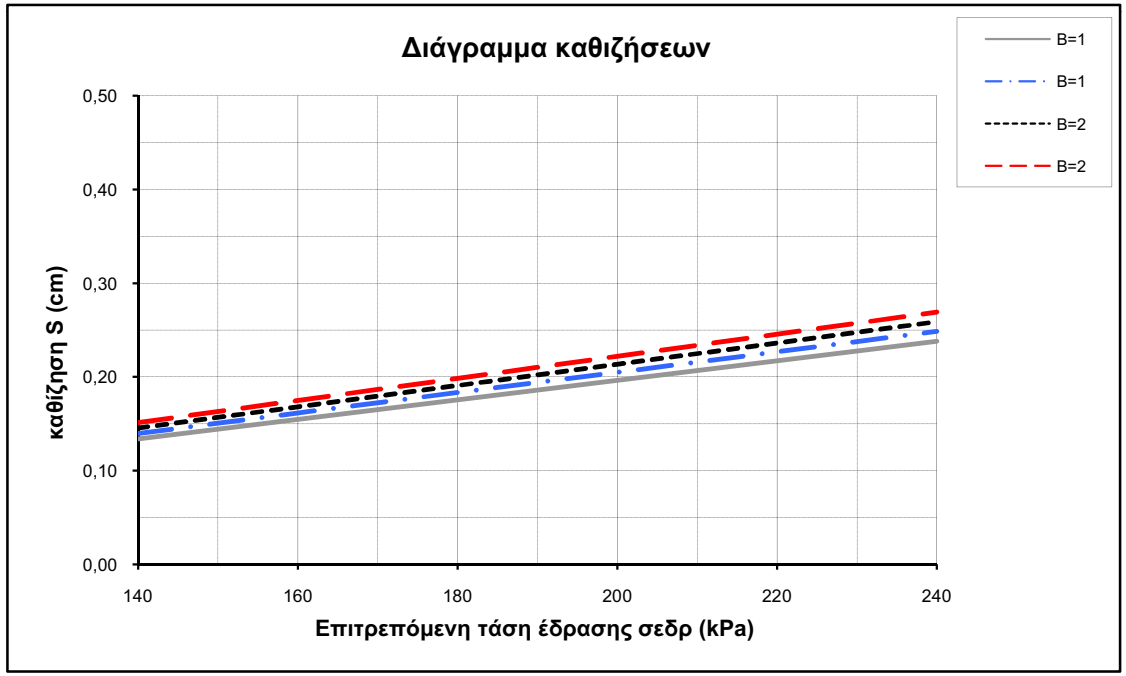
$σ_{εδρ}$:Αναπτυσσόμενη τάση έδρασης

p :Φέρουσα πίεση του εδάφους ($p=σ_{εδρ}-γD$)

H :Πάχος στρώσης

E_m :Μέτρο Ελαστικότητας της παραμορφούμενης στρώσης υπό

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ :

Μεθοδολογία
Υπολογισμός καθίζησης s με τη σχέση :
s=p B´ f / Em

Παραδοχές
α) Θεώρηση ομοιογενούς ισότροπου εδάφους και γραμμική κατανομή της φέρουσας πίεσης
β) Συντελεστής κατανομής της τάσης εκτιμώμενος κατά Boussinesq
γ) Για την περίπτωση δύσκαμπτου και πρακτικά απαραμόρφωτου θεμελίου υπολογίζεται γενική ομοιόμορφη μέση καθίζηση, κοινή για όλα τα σημεία του θεμελίου (DIN 4019)