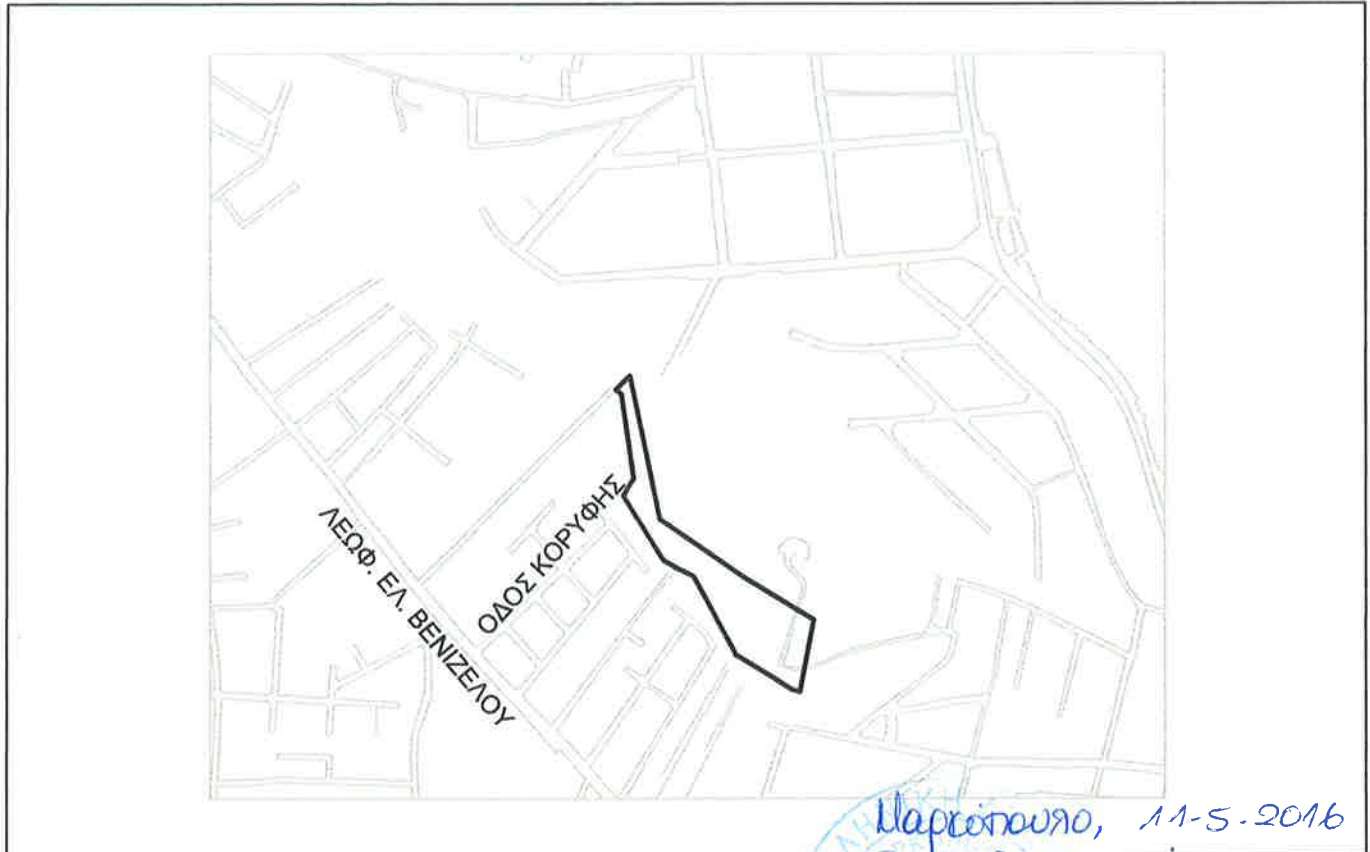




ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Μαρούσι, 11-5-2016
 Θεωρητικές από
 Η ανάπλ. προϊεταφένι ΔΤΥΜ
 (Signature)
 Κορνήλιος Σκοπελίτης
 Πολιτικός Μηχανικός

- * Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης - Τεχνικογεωλογική Έκθεση
- * Έκθεση Αξιολόγησης Γεωτεχνικών Ερευνών
- * Οριστική Μελέτη Ορύγματος

Ανάδοχος Μελετητής:
 ΑΝΕΣΤΗΣ ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός / Εδαφομηχανικός & Γεωλόγος

Δρ. ΑΝΕΣΤΗΣ ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ
 ΔΙΠΛ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ /
 ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ & ΓΕΩΛΟΓΟΣ
 ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΟΥ ΣΤ. Ν. ΧΑΛΚΗΔΩΝΑ 143 43
 ΤΗΛ. 210.2586030 - FAX: 210.2586065
 ΑΦΜ: 033596839 - ΔΟΥ: Ν. ΙΩΝΙΑΣ

Επιβλέπουσα Μελέτης:

ΔΗΜΗΤΡΑ ΛΕΩΝΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, Δρ Γεωλόγος (Δήμος Μαρκοπούλου)

(Signature) Μαρούσι, 11/5/2016

Ημερομηνία : Μάρτιος 2016

Παρεχόμενη ελεύθερα κατόπιν της 07/αριθμ. 148/2016 (ΑΔΑ:ΩΜΙΜΓΩΛΝ-36Ε) απόφαση
 Δημοτικού Συμβουλίου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.	Ιστορικό - Ανάθεση	1
1.2.	Αντικείμενο – Σκοπός	1
1.3.	Ομάδα Μελέτης	1
2.	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ-ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	2
2.1.	Γεωμορφολογικές συνθήκες	2
2.2.	Γεωλογικές συνθήκες	2
2.3.	Υδρογεωλογικές συνθήκες.....	2
2.4.	Στοιχεία Σεισμικότητας	3
2.4.1.	Ισχυροί Σεισμοί.....	3
2.4.2.	Σεισμική Επικινδυνότητα	4
2.5.	Κλιματολογικά στοιχεία.....	4
3.	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ	6
3.1.	Τοπογραφική Αποτύπωση	6
3.1.1.	Γενικά.....	6
3.1.2.	Ειδικές αποτυπώσεις με χωρικό σαρωτή.....	6
3.2.	Τεχνικογεωλογική Έρευνα.....	7
3.2.1.	Έρευνα Πεδίου	7
3.2.1.1.	Ογκόλιθος “Α”	7
3.2.1.2.	Ογκόλιθος “Γ”	8
3.2.1.3.	Ογκόλιθος “Δ”	9
3.2.1.4.	Ογκόλιθος “Ε”	10
3.2.1.5.	Έκταση “ΣΤ”	10
3.2.1.6.	Έκταση “Ζ”	10
3.2.1.7.	Ογκόλιθος “Χ23”	11
3.2.1.8.	Προσδιορισμός σκληρότητας βράχου με σφύρα Schmidt.....	11
3.2.2.	Έρευνα Εργαστηρίου	12
3.2.3.	Εκτίμηση παραμέτρων αντοχής βραχώμαζας	12

3.2.4	Εκτίμηση παραμέτρων αντοχής ασυνεχειών	13
4.	ΣΤΕΘΕΡΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ	15
4.1.	Ιστορικό καταπτώσεων	15
4.2.	Αίτια βραχοπτώσεων.....	15
4.3.	Μηχανισμοί βραχοπτώσεων – εκτίμηση επικινδυνότητας.....	15
4.3.1.	Ογκόλιθος “Α”	15
4.3.2.	Ογκόλιθος “Β”	16
4.3.3.	Ογκόλιθος “Γ”	16
4.3.4.	Ογκόλιθος “Δ”	17
4.3.5.	Ογκόλιθος “Ε”	17
4.3.6.	Έκταση “ΣΤ”	17
4.3.7.	Έκταση “Ζ”	17
4.3.8.	Ογκόλιθος “Χ23”	18
5.	ΑΝΑΛΥΣΗ-ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΜΕΙΩΣΗΣ ΒΑΘΜΟΥ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΩΝ	19
5.1.	Ογκόλιθος “Α”.....	19
5.1.1.	Φράχτης ανάσχεσης βραχοπτώσεων.....	19
5.1.1.1.	Ενέργεια σχεδιασμού τεμάχους ($E_{E,σχ}$)	19
5.1.1.2.	Ύψος σχεδιασμού αναπήδησης τεμάχους	20
5.1.1.3.	Ενέργεια σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης.	21
5.1.1.4.	Ύψος σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης.	21
5.1.1.5.	Επιμήκυνση σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης	21
5.1.1.6.	Προσομοίωση βραχοπτώσεων	22
5.1.1.6.1	Γενικά	22
5.1.1.6.2	Ογκόλιθος “Α”	23
5.1.1.7.	Θεμελίωση φράχτη ανάσχεσης.....	25
5.1.2.	Καθαίρεση ογκόλιθου “Α”	26
5.2.	Ογκόλιθος “Δ”	28
5.2.1.	Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου “Δ”	28
5.3.	Ογκόλιθος “Ε”	31

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

5.3.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Ε"	31
5.4. Έκταση "ΣΤ"	33
5.4.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση "ΣΤ"	33
5.5. Ογκόλιθος "Β"	35
5.5.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Β"	36
5.6. Έκταση "Ζ"	37
5.6.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση "Ζ"	38
5.7. Ογκόλιθος "Γ"	39
5.7.1. Φράχτης ανάσχεσης βραχοπτώσεων	39
5.7.1.1. Θεμελίωση φράχτη ανάσχεσης	42
5.7.2. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Γ"	43
5.8. Ογκόλιθος "Χ23"	44
5.8.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Χ23"	44
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	46
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ>>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2.1 Στοιχεία Σεισμών Μεγέθους $M_s > 5.0R$, σε απόσταση 100km από τη θέση του έργου.

Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα παρακολούθησης μετακίνησης ογκόλιθου "Α"

Πίνακας 3.2 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών



ΣΧΕΔΙΑ

Σχ. 1.1 Θέση του έργου.

Σχ.1.2 Περιοχή μελέτης και φωτογραφική αποτύπωση.

Σχ.12.1 Χάρτης κλίσεων αναγλύφου και ευστάθειας, κλίμακα 1:200.

Σχ.12.2 Γεωλογικός χάρτης περιοχής αμεσων επεμβασεων, κλίμακα 1:200

Σχ. 2.3 Επίκεντρα σεισμών μεγέθους $M_s > 5R$ σε απόσταση 50km, 75km, 100km από την θέση του έργου.

Σχ 2.4 Κατανομή της μηνιαίας θερμοκρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958 – 2014

Σχ 2.5 Κατανομή μέσου μηνιαίου και μέγιστου ημερησίου ύψους βροχής στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958-2014.

Σχ. 2.6 Αριθμός ημερών βροχής, παγετού, χαλαζιού και χιονιού στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958-2014.

Σχ.13.1 : Περιοχή μελέτης και θέσεις άμεσων επεμβασεων

Σχ.13.2. Τεχνικογεωλογική τομή στη θέση του ογκόλιθου "Α" και λεπτομέρειες κατασκευής.

Σχ. 13.3. Τεχνικογεωλογική τομή στον ογκόλιθο "Δ", στην έκταση "ΣΤ" και λεπτομέρειες κατασκευής.

Σχ.13.4. Τεχνικογεωλογική τομή στη θέση του ογκόλιθου "Ε" και λεπτομέρειες κατασκευής.

Σχ. 13.5. Τεχνικογεωλογική τομή στον ογκόλιθο "Β", στην έκταση "Ζ" και λεπτομέρειες κατασκευής.

Σχ.13.6. Τεχνικογεωλογική τομή στη θέση του ογκόλιθου "Γ" και λεπτομέρειες κατασκευής

Σχ.13.7. Τεχνικογεωλογική τομή στη θέση του ογκόλιθου "Χ23" και λεπτομέρειες κατασκευής

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

- Φωτ. 1. Γενική άποψη θέσεων έργων άμεσης επέμβασης.
- Φωτ. 2. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται ως μέτρια έως εντελώς αποσαθρωμενοι (BA:III-V), με σποραδικά εγκλείσματα χαλαζιτών και τοπικά μικροπτυχωμένοι,
- Φωτ. 3. Στο φυσικό πρानές οι σχιστόλιθοι απαντώνται τοπικά καλυμμένοι από μανδύα αποσάθρωσης κυμαινόμενου πάχους (0,5m έως 1m).
- Φωτ. 4. Οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ως φακός να "βυθίζεται" εντός των σχιστόλιθων. Η επαφή των σχιστολιθων-ασβεστολιθων είναι ασαφής-χαοτική.
- Φωτ. 5. Οι ασβεστόλιθοι είναι συνήθως άστρωτοι, διαρρηγμένοι, καρστικοποιημένοι και μόνον τοπικά λεπτο-μεσο στρωματώδεις,
- Φωτ. 6. Χ.Θ. Μεγάλη ανοιχτή διάρρηξη στους ασβεστόλιθους.
- Φωτ. 7. Χ.Θ. 0+117 Η διάρρηξη συνεχίζεται μέσα στους θάμνους, αλλά με μικρότερο εύρος 0,12m έως 0,00m.
- Φωτ. 8. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται ως πολύ έως εντελώς αποσαθρωμενοι (BA:IV-V), με σποραδικά εγκλείσματα χαλαζιτών και τοπικά μικροπτυχωμένοι.
- Φωτ. 9 . ΧΘ 0+133. Πλαγία οψη ογκόλιθου"Γ". Διακρίνονται δύο δυνητικά επίπεδα ολίσθησης
- Φωτ. 10 . ΧΘ 0+133. Εμπρόσθια οψη ογκόλιθου"Γ". Διακρίνονται το επίπεδο δυνητικής ολίσθησης.
- Φωτ. 11 . ΧΘ 0+133. Ανω/πλαγία οψη ογκόλιθου"Γ". Διακρίνεται διάρρηξη δυνητικής ανατροπής.
- Φωτ. 12 . ΧΘ 0+133. Ανω οψη ογκόλιθου "Γ". Διακρίνεται το επίπεδο δυνητικής ολίσθησης.
- Φωτ 13. Βραχοπτώσεις στο"πλάτυσμα" κάτω από τον ογκόλιθο "Γ".
- Φωτ 14. Ογκόλιθος "Δ" άποψη από ανατολικά (οπίσθια όψη). Συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του φυσικού πρανούς
- Φωτ 15. Ογκόλιθος "Δ" άποψη από δυτικά (εμπρόσθια όψη). Συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του φυσικού πρανούς.
- Φωτ 16. Ογκόλιθος "Ε" και έκταση "ΣΤ" άποψη από δυτικά (εμπρόσθια όψη). Ο "Ε" συνίσταται από τρία "αλληλοκλειδωμένα" ασβεστολιθικά τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του φυσικού πρανούς. Η έκταση "ΣΤ" εμφανίζεται εν είδη "κελύφους", στο κάτω όριο του οποίου υπάρχει ανοιχτή διάρρηξη και έγκοιλο.
- Φωτ. 17. Αποκολλημένοι ογκόλιθοι σε "πλάτυσμα", στο φρυδι του πρανούς μέσα σε θάμνους.
- Φωτ. 18. Ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Α" και ογκόλιθος "Β" συνίσταται από άστρωτο, διαρρηγμένο, καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο.
- Φωτ 19. Ογκόλιθος "Χ23" άποψη από δυτικά. Συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "μερικώς αλληλοκλειδωμένα" στη στέψη του φυσικού πρανούς.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ>>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Πίνακας Α.1. Στοιχεία ασυνεχειών

Πίνακας Α.2 Μετρήσεις σκληρότητας με την σφύρα Schmidt

Σχ. Α.1Α. Στερεογραφική Προβολή επιπέδων ασυνεχειών στους σχιστολίθους (sch-ph), στην περιοχή έργων άμεσων επεμβάσεων

Σχ. Α.1Β. Στερεογραφική Προβολή Επαφής σχιστολίθων (sch-ph) - ασβεστολίθων (mr), στην περιοχή έργων άμεσων επεμβάσεων

Σχ. Α.1Γ. Στερεογραφική Προβολή επιπέδων ασυνεχειών στους ασβεστολίθους (mr), στην περιοχή έργων άμεσων επεμβάσεων

Σχ. Α.2. Νομόγραμμα συσχέτισης: πυκνότητας, μοναξονικής αντοχής βραχου και αριθμού αναπήδησης σφύρας Schmidt τύπου L

Σχ Α.3. Εκτίμηση αντοχής βραχώμαζας ασβεστολίθων Ο ΤΙΤΛΟΣ ΝΑΜΠΕΙ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ

Σχ Α.4. Εκτίμηση αντοχής βραχώμαζας σχιστολίθων Ο ΤΙΤΛΟΣ ΝΑΜΠΕΙ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ

Σχ Α.5 Εκτιμηση παραμετρων αντοχης βραχωδων ασυνεχειων κατα Barton στους ασβεστόλιθους

ΣΧ Α.6 Εκτιμηση παραμετρων αντοχης βραχωδων ασυνεχειων κατα Barton στους σχιστόλιθους

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Αποτελέσματα Εργαστηριακών Δοκιμών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Υπολογισμοί

Γ.1.α Ογκόλιθος "Α". Υπολογισμοί προσομοίωσης βραχοπτώσεων

Γ.1.β Ογκόλιθος "Α". Υπολογισμοί ολικής ευστάθειας πρανούς

Γ.2 Ογκόλιθος "Δ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Γ.3 Ογκόλιθος "Ε". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Γ.4 Έκταση "ΣΤ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Γ.5 Ογκόλιθος "Β". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις

Γ.6 Έκταση "Ζ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Γ.7 Ογκόλιθος "Γ". Υπολογισμοί προσομοίωσης βραχοπτώσεων

Γ.8 Ογκόλιθος "Γ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Γ.9 Ογκόλιθος "Χ23". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Κλιματολογικά στοιχεία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορικό - Ανάθεση

Η παρούσα έκθεση συντάσσεται στα πλαίσια της μελέτης με τίτλο: «Γεωτεχνικές ερευνητικές εργασίες-μελέτες για τον κίνδυνο αποκόλλησης και καταπτώσεων βράχων στην περιοχή Κιβούρι, Πόρτο Ράφτη, του Δήμου Μαρκοπούλου», η οποία ανατέθηκε στο μελετητικό γραφείο Γεωτεχνικών – Γεωλογικών μελετών Ανέστης Σ. Αβραμίδης, με σύμβαση που υπογράφηκε στις 07.10.2015.

1.2. Αντικείμενο – Σκοπός

Η θέση του έργου και η άμεση περιοχή της μελέτης παρουσιάζονται στα Σχ 1.1 και Σχ 1.2 αντίστοιχα. Κατά την εκπόνηση της ως άνω μελέτης, και ειδικότερα κατά την διάρκεια εκτέλεσης των ερευνητικών εργασιών υπαίθρου στα πρηνή του υπό μελέτη λόφου, εντοπίστηκαν οι ακόλουθες καταστάσεις υψηλού κινδύνου βραχοπτώσεων, έναντι του οποίου, η λήψη άμεσων μέτρων συνεκτιμήθηκε με την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Μαρκοπούλου και με την Τεχνική Υπηρεσία της Περιφέρειας Αν. Αττικής ως αναγκαία.

Διευκρινίζεται ότι, στο Σχ 1.2 παρουσιάζεται γραμμική χιλιομέτρηση αναφοράς των θέσεων του έργου.

Ειδικότερα:

Περί τη Χ.Θ 0+117, στην προέκταση της οδού Κορυφής προς τον λόφο, εντοπίστηκε μεγάλη ανοιχτή διάρρηξη, η οποία δημιουργεί τον μεγάλο ετοιμόρροπο ογκόλιθο "Α". Η θέση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α" βρίσκεται εκεί όπου είχαν παρατηρηθεί βραχοπτώσεις στο πρόσφατο παρελθόν και οδήγησαν την υπηρεσία να σημάνει επί τόπου τον σχετικό κίνδυνο.

Περί τη Χ.Θ 0+133, εντοπίστηκε ο ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Γ" στη στέψη του φυσικού πρανούς του λόφου.

Από Χ.Θ. 0+103 έως Χ.Θ. 0+142, στη στέψη του φυσικού πρανούς, καθώς και στα ενδιάμεσα "πλατύσματα" του πρανούς, υπάρχουν οι διάσπαρτοι ογκόλιθοι "Δ", "Ε" και "Χ23" αμφισβητούμενης ευστάθειας, οι οποίοι είναι πιθανόν να αποκολληθούν κατά την εκτέλεση των προβλεπόμενων εργασιών στους ογκόλιθους "Α", "Β" και "Γ", και να θέσουν σε κίνδυνο τα συνεργεία στερέωσης του πρανούς.

Αντικείμενο του παρόντος τεύχους είναι η παρουσίαση όλων των εργασιών της έρευνας υπαίθρου και των αποτελεσμάτων τους, οι οποίες εκτελέστηκαν στην έκταση άμεσων επεμβάσεων όπως αυτή προσδιορίστηκε από κοινού με την υπηρεσία και δείχνεται στο Σχ 2.1 και στη Φωτ. 1, με σκοπό τον σχεδιασμό των κατάλληλων μέτρων μείωσης του κινδύνου βραχοπτώσεων.

1.3. Ομάδα Μελέτης

Η εκτέλεση των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου και η σύνταξη της παρούσας μελέτης έγινε από τον Ανέστη Σ. Αβραμίδα, Δρα Πολιτικό Μηχανικό/Εδαφομηχανικό & Γεωλόγο με την συμμετοχή των κ.κ. Γεώργιου Α. Αβραμίδα, Πολ. Μηχανικού M.Sc, Γεώργιου Λέκκα Γεωλόγου M.Sc. και Σάββα Α. Αβραμίδα, Πολ. Μηχανικού M.Sc.

2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1. Γεωμορφολογικές συνθήκες

Η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει το νότιο τμήμα του όρους Κορυφής. Τα υψόμετρα κυμαίνονται μεταξύ των 71,5 μέτρων στη συμβολή της οδού Κορυφής με την οδό Αποστόλων Πέτρου και Παύλου και 97,5 μέτρων στο ανώτατο σημείο του όρους Κορυφή. Η γεωμορφολογία της άμεσης περιοχής ενδιαφέροντος χαρακτηρίζεται ως λοφώδης με γενική κλίση 45°. Ειδικότερα στις θέσεις των καταπτώσεων η κλίση φτάνει τις 90°. Ο χάρτης κλίσεων αναγλύφου και ευστάθειας παρουσιάζεται στο Σχ¹2.1.

2.2. Γεωλογικές συνθήκες

Η γεωλογία της άμεσης περιοχής ενδιαφέροντος, σύμφωνα με την γεωλογική χαρτογράφηση η οποία εκτελέστηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, παρουσιάζεται στο γεωλογικό χάρτη του Σχ¹2.2. Περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι σχηματισμοί του Νεοελληνικού Καλύμματος:

Σχιστόλιθοι και φυλλίτες (sch, ph) : Τεφροί έως τεφρόμαυροι, πρασινωποί χλωριτικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες, με διαστρώσεις χαλαζιακών σχιστολίθων και χαλαζιτών καθώς και φακοειδείς ενστρώσεις πάχους 5-50m, τεφρών λεπτοστρωματωδών, κρυσταλλικών εν μέρει Κλαστικών ασβεστολίθων (mr). Το μέγιστο πάχος του σχηματισμού είναι 200m περίπου (βιβλιογραφία 1).

Σημειώνεται ότι χάριν συντομίας στην παρούσα μελέτη οι Σχιστόλιθοι και φυλλίτες (sch, ph) αναφέρονται ως "σχιστόλιθοι" και οι κρυσταλλικοί εν μέρει κλαστικοί ασβεστολίθοι (mr) ως "ασβεστόλιθοι".

Στην περιοχή ενδιαφέροντος και ειδικότερα στο μελετώμενο μέτωπο του πρανούς: i) Οι σχιστόλιθοι συνήθως υπόκεινται των ασβεστολίθων, και μόνον τοπικά απουσιάζουν οι ασβεστόλιθοι, ii) οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ως φακός να "βυθίζεται" εντός των σχιστολίθων, με την επαφή των σχιστολίθων-ασβεστόλίθων να είναι ασαφής-χαοτική, iii) ο βαθμός αποσάθρωσης των σχιστολίθων κειμένεται από III-V, ενώ των ασβεστόλίθων από II-IV, iv) οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται τοπικά μικροπτυχωμένοι, ενώ οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται συνήθως άστρωτοι και μόνον τοπικά λεπτο-μεσο στρωματώδεις, διαρρηγμένοι, vi) στο φυσικό πρανές οι σχιστόλιθοι απαντώνται τοπικά καλυμμένοι από μανδύα αποσάθρωσης κυμαινόμενου πάχους (0,5m έως 1m).

Στην περιοχή άμεσων επεμβάσεων μετρήθηκαν ασυνέχειες οι οποίες συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στον Πίνακα Α.1 του Παραρτήματος Α. Οι στερεογραφικές προβολές των επίπεδων των ασυνεχειών στους σχιστολίθους (sch-ph), της επαφής σχιστολίθων (sch-ph) - ασβεστολίθων (mr), και των επίπεδων των ασυνεχειών στους ασβεστόλιθους, παρουσιάζονται στα διάγραμματα Σχ Α.1, Σχ Α.2 και Σχ Α.3 του Παραρτήματος Α.

2.3. Υδρογεωλογικές συνθήκες

Για τον καθορισμό των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής ενδιαφέροντος εξετάζεται η υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή μελέτης. Η υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών είναι συνάρτηση της

λιθολογικής τους σύστασης, του βαθμού διαγένεσης, του τεκτονισμού, του βαθμού καρστικοποίησης (για τους ανθρακικούς σχηματισμούς) και αποσάθρωσης που έχουν υποστεί. Έτσι, κατά την βιβλιογραφία 2, ανάλογα με την τιμή του συντελεστή περατότητάς τους (k) και τον τύπο του πορώδους τους, οι γεωλογικοί σχηματισμοί από υδρογεωλογική άποψη κατατάσσονται σε :

1. Περατούς

α) μακροπερατούς σχηματισμούς, με συντελεστή περατότητας $k \geq 10^{-5}$ m/sec και δευτερογενές πορώδες, κυρίως διακλάσεις και έγκοιλα (καρστ).

β) μικροπερατούς σχηματισμούς, με συντελεστή περατότητας $k \geq 10^{-5}$ m/sec και πρωτογενές πορώδες (κοκκώδεις σχηματισμοί).

2. Ημιπερατούς σχηματισμούς, με συντελεστή περατότητας $10^{-7} \leq k \leq 10^{-5}$ m/sec.

3. Πρακτικώς αδιαπέρατους σχηματισμούς, με συντελεστή περατότητας $k \leq 10^{-7}$ m/sec.

Βάσει της ανωτέρω κατάταξης, οι γεωλογικοί σχηματισμοί οι οποίοι εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης, ανάλογα με την υδρολιθολογική συμπεριφορά τους κατατάσσονται στις ακόλουθες ενότητες :

Περατοί σχηματισμοί :

Ασβεστολίθοι (mr), Θεωρώντας του μεμονωμένους (όχι εντος των σχιστολίθων και φυλλιτών) , λόγω του δευτερογενους πορώδους, κυρίως διακλάσεις και έγκοιλα (καρστ), παρουσιάζουν μεγάλη περατότητα.

Μανδύας αποσάθρωσης των σχιστολίθων (sch, rh): Είναι δυνατόν να παρουσιάζει αυξημένη περατότητα αναλόγως του ποσοστού λεπτόκοκκου κλάσματος που περιλαμβάνει.

Αδιαπέρατοι σχηματισμοί:

Σχιστόλιθοι (sch, rh) και φακοειδείς ενστρώσεις ασβεστολίθων (mr) : είναι δυνατόν να θεωρηθούν σαν ένα ενιαίο σύνολο από υδρογεωλογικής πλευράς, και ως εκ τούτου είναι ένας πρακτικά στεγανός σχηματισμός. Βέβαια, κάποια από τα μέλη του συστήματος αυτού παρουσιάζουν μικρή ή και μεγάλη περατότητα, σε καμιά όμως περίπτωση αυτά δεν μπορούν να αποτελέσουν αξιόλογα υδροφόρα στρώματα.

Σημειώνεται ότι στην διεπιφάνεια επαφής μεταξύ των ασβεστόλιθων (mr) και των υποκείμενων σχιστόλιθων (sch, rh), η δράση του νερού της βροχής που κατεισδύει κατά μήκος της διεπιφανειας, και όπου τοπικά η κλίση της διεπιφάνειας είναι ομόρροπη προς την κλίση του πρανούς, είναι δυνατό να προκαλέσει ολισθήσεις και μετακινήσεις τεμαχίων, σε πολύ περιορισμένη έκταση.

2.4. Στοιχεία Σεισμικότητας

2.4.1. Ισχυροί Σεισμοί

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία 4 και 5, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης και σε ακτίνα 100χλμ, έχουν πραγματοποιηθεί 23 σεισμικές δονήσεις, μεγέθους $M \geq 5,0R$, από τους προϊστορικούς χρόνους έως σήμερα. Οι εν λόγω δονήσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1 και αποτυπώνονται στο Σχέδιο 2.3.

Από τα παραπάνω δεδομένα, εντός της ακτίνας των 100χλμ από την περιοχή του έργου, προκύπτει ότι:

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

- ο παλαιότερος σεισμός έλαβε χώρα το 480π.Χ με $M=6.3R$, ενώ ο νεώτερος στις 09/06/2015 με $M=5.3R$.
- ο σεισμός με σημαντική ένταση και το μικρότερο εστιακό βάθος (10χλμ) έλαβε χώρα στις 24/02/1981 με $M=6.3R$, ενώ με σημαντική ένταση και το μεγαλύτερο εστιακό βάθος (150χλμ) στις 17/07/1964 με $M=5.8R$.
- ο πλησιέστερος σεισμός στην περιοχή μελέτης (13,9χλμ) έλαβε χώρα στις 16.11.1805 με $M=6.0R$, ενώ ο πλέον απομακρυσμένος σεισμός (99,9χλμ) στις 17/11/2014 με $M=5.2R$.
- ο πλέον καταστροφικός σεισμός (Mercalli X) έλαβε χώρα στις 18.08.1853, στη Θήβα, με $M=6.8R$, με εστιακό βάθος μικρότερο των 60χλμ και σε απόσταση 78.2χλμ.

2.4.2. Σεισμική Επικινδυνότητα

Σύμφωνα με τον ισχύοντα Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό 2000, (βιβλ. 4, ΦΕΚ 1, 2), από την άποψη της γεωγραφικής κατανομής της σεισμικής επικινδυνότητας στην Ελλάδα, η περιοχή ενδιαφέροντος κατατάσσεται στη **ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ι**. Η μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους (A), δίνεται από τη σχέση $A = \alpha * g$, όπου α είναι η εδαφική επιτάχυνση ανηγμένη στην επιτάχυνση της βαρύτητας g . Για τη Ζώνη Ι, $\alpha = 0,16$ και συνεπώς η μέγιστη σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι $A = 0,16 g$, με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια.

2.5 Κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής, σύμφωνα με την βιβλιογραφία 13, χαρακτηρίζεται ως εύκρατο Μεσογειακό, ημίξηρου τύπου, με έντονες εναλλαγές μεταξύ υγρού χειμώνα και ξηρού θέρους και με μικρής διάρκειας μεταβατικές περιόδους μεταξύ χειμώνα και θέρους.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για την ευρύτερη περιοχή του έργου προέρχονται από τον σταθμό των Σπάτων που ανήκει στην Ε.Μ.Υ. Τα στοιχεία που παρέχονται από τον εν λόγω σταθμό, είναι τα επί του παρόντος διαθέσιμα από την Ε.Μ.Υ. και καλύπτουν την περίοδο 1958 έως το 2014. Παλαιότερα λειτούργησαν περιστασιακά και για σύντομο χρονικό διάστημα δύο ακόμη σταθμοί, στην Ραφήνα και στην Παιανία. (βιβλιογραφία 14)

Η λεκάνη των Μεσογείων επηρεάζεται από το Β-ΒΑ ρεύμα που επικρατεί κατά μήκος του Αιγαίου για σημαντικό αριθμό ημερών, όλες τις εποχές του έτους. Η νότια Εύβοια αποτελεί ένα είδος φυσικού εμποδίου σε αυτό το σχετικά ισχυρό ρεύμα, αλλά επειδή αποτελείται από λοφώδες ανάγλυφο (υψόμετρο περί τα 300m), το βόρειο ρεύμα το ξεπερνά και κατευθύνεται προς τα Μεσόγεια. Οι άνεμοι από νότιες διευθύνσεις επηρεάζουν τα Μεσόγεια κυρίως από το πέρασμα των Καλυβίων, διότι η λεκάνη των Μεσογείων νότια καλύπτεται από το όρος Υμηττός και τον ορεινό όγκο της Κερατέας. Επιπλέον το όρος Υμηττός αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην δυτική κυκλοφορία των ανέμων (βιβλιογραφία 13).

Η μέση ετήσια θερμοκρασία για την περίοδο 1958 έως 2014 είναι $17,46^{\circ}\text{C}$, ενώ για την ίδια περίοδο το εύρος μεταξύ της υψηλότερης και χαμηλότερης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας είναι της τάξης των $18,84^{\circ}\text{C}$ (Ιούλιος $27,49^{\circ}\text{C}$, Ιανουάριος $8,65^{\circ}\text{C}$). Η κατανομή της θερμοκρασίας στους διάφορους μήνες του έτους για την περίοδο 1958-2014 απεικονίζεται στο Σχ. 2.4.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η ανάλυση των κλιματικών δεδομένων από τον σταθμό της Ε.Μ.Υ. στα Σπάτα έδειξε ότι ο ετήσιος αριθμός των ημερών με μέση θερμοκρασία ίση ή μικρότερη των 0°C είναι 3,8%, ενώ δεν καταγράφηκαν περιπτώσεις ολικού παγετού (θερμοκρασία < 0°C όλο το 24ωρο).

Το φύλλο κλιματολογικών δεδομένων (DATCLIM) του μετεωρολογικού σταθμού της ΕΜΥ στα Σπάτα παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής φθάνει τα 393,84mm, που δεν διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες ζώνες της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας, ζώνες που κατατάσσονται μεταξύ των χαμηλότερων σε ετήσιο ύψος βροχής ανά την Ελλάδα.

Σύμφωνα με την Βιβλιογραφία 14, με βάση την κατανομή του μέσου μηνιαίου και του μέγιστου ημερήσιου ύψους βροχής του Σχ. 2.5, συμπεραίνεται ότι κυριαρχούν βροχοπτώσεις μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας (καταιγίδες), που χαρακτηρίζουν και το βροχομετρικό πλαίσιο της ευρύτερης περιοχής.

Στο Σχ. 2.6 παρουσιάζεται ο αριθμός ημερών βροχής, παγετού, χαλαζιού και χιονιού, όπως καταγράφηκαν στον Μετεωρολογικό Σταθμό των Σπάτων την περίοδο 1958 - 2014.

Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία κυμαίνεται από 68,59 τον Δεκέμβριο έως 42,87 τον Ιούλιο, παρέχοντας γενικά καλές συνθήκες διαβίωσης.

Από τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού των Σπάτων, προκύπτει ότι οι συνηθέστεροι άνεμοι στην περιοχή μελέτης είναι οι βόρειοι και βορειοανατολικοί, με εντάσεις οι οποίες δεν υπερβαίνουν συνήθως 3 Beaufort.

3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

3.1. Τοπογραφική Αποτύπωση

3.1.1 Γενικά

Λόγω της απαίτησης για λεπτομερή τοπογραφική και υψομετρική πληροφορία, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν οι κλασσικές μέθοδοι τοπογραφικής αποτύπωσης σε συνδυασμό με την τεχνολογία ψηφιακής σάρωσης με τρισδιάστατο σαρωτή (Laser Scanner).

Συγκεκριμένα μετά την αναγνώριση, μόνιμη σήμανση και μετρήσεις πολυγωνομετρικών σημείων (στάσεων), θέση και υψόμετρο πολυγωνομετρικών σημείων, καθώς και εξασφάλιση αυτών, δημιουργήθηκε ένα "νέφος σημείων" (point cloud) αποτυπώνοντας πολύ πυκνά διακριτά σημεία της επιφάνειας του πρανούς (νέφος σημείων πυκνότερο από 5cm). Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα νέφος σημείων όπου το κάθε σημείο έχει xyz συντεταγμένες στο χώρο αναφερόμενα στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87).

Η μεγάλη πυκνότητα των σημείων σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της πληροφορίας του χρώματος σε κάθε σημείο, προσεγγίζει τον όρο «εικονική πραγματικότητα».

Για την εκπόνηση της τοπογραφικής μελέτης χρησιμοποιήθηκε ο εξής εξοπλισμός: i) Τρισδιάστατος Σαρωτής FARO Laser Scanner Focus3D, ii) Γεωδαιτικός δέκτης δορυφορικού εντοπισμού θέσης GPS Thales Z-max Real time Kinematic Base & Rover Surveying System, σύστημα δύο συχνοτήτων, υψηλής ακρίβειας θέσης έως 0,5cm, iii) Γεωδαιτικός σταθμός Pulse Laser Station NPL 820 Nikon.

Η ακρίβεια των οργάνων, καθώς και η ορθή λειτουργία τους ελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα από τα συνεργεία υπαίθρου.

3.1.2 Ειδικές αποτυπώσεις με χωρικό σαρωτή

Οι λεπτομέρειες (μισογάγγειες, κύριες πραγματώσεις βραχώμαζας, αρνητικές κλίσεις – υπόσκαφα, μεγάλοι βραχώδεις όγκοι, ολισθημένα βραχοτεμάχια παλαιότερων καταπτώσεων, επικρεμμάμενα ή δυνητικά επικρεμμάμενα τεμάχια, επιφάνειες αποκολλημένων τεμαχίων) και οι ανομοιομορφίες στα μεγάλα σε έκταση και ύψος απόκρημνα πρανή αποτυπώθηκαν με ιδιαίτερα μεγάλη πυκνότητα σημείων (πυκνότητα που κυμαίνεται από 2mm-4cm) και με πολύ υψηλή ακρίβεια. Ο τρισδιάστατος χωρικός σαρωτής Laser Scanner Faro Focus3D (Laser class 1) μετρά χωρίς ανακλαστήρα (κατάφωτο) από 0,6μ μέχρι 130μ και παρέχει ακρίβεια $\pm 2\text{mm}$ και θόρυβο μέτρησης (ranging noise) που κυμαίνεται από 0.3mm έως 0.4mm στα 10μ και από 0.3mm έως 0.5mm στα 25μ, με ταχύτητα έως 976.000 points/second. Με το σύστημα αυτό ξεπεράστηκαν οι δυσκολίες διάκρισης και ταυτοποίησης χαρακτηριστικών σημείων αφού το κάθε σημείο περιέχει και τη χρωματική πληροφορία και συνδέεται με τα στοιχειώδη ιχνοστοιχεία (pixel) που αποτυπώθηκαν από έγχρωμη φωτογραφική μηχανή (70 mio. Pixels) που βρίσκεται στο εσωτερικού του ίδιου οργάνου. Έτσι αποτυπώθηκαν ουσιαστικά εκατομμύρια σημεία - pixels γεωαναφερόμενα, σε τρεις διαστάσεις στο χώρο, και ως εκ τούτου μεταξύ των σημείων μπορούν να μετρηθούν αποστάσεις κλπ.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Ο σαρωτής, επειδή αποτυπώνει εκατομμύρια σημεία, είναι απαραίτητη η επεξεργασία τους με τη χρήση εξειδικευμένων λογισμικών προγραμμάτων σε δυνατά υπολογιστικά συστήματα, και αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτής είναι τοπογραφικοί χάρτες, διατομές μεγάλης λεπτομέρειας και ακρίβειας.

3.2. Τεχνικογεωλογική Έρευνα

Οι γεωλογικές συνθήκες της άμεσης περιοχής μελέτης παρουσιάζονται στην παράγραφο 2.2 και στον γεωλογικό χάρτη του Σχ12.1.

3.2.1 Έρευνα Πεδίου

Η έρευνα πεδίου περιελάμβανε την διερεύνηση των τεχνικογεωλογικών συνθηκών του υπό μελέτη πρानού, καθώς και την λήψη μετρήσεων αντοχής των ασυνεχειών, με την σφύρα Schmidt.

Ακολούθως περιγράφεται η τεχνικογεωλογική κατάσταση στις θέσεις υψηλού κινδύνου βραχοπτώσεων, οι οποίες αναφέρονται στην παράγραφο 1.2.

3.2.1.1. Ογκόλιθος "Α"

Στην παρούσα θέση το ύψος του φυσικού πρानού, ήτοι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του οφρύος του πρानού και του σημείου του πόδα του πρानού όπου η κλίση γίνεται εμφανώς μικρή, κυμαίνεται από 17,5 m έως 19,5m. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται στο κατωτερο τμήμα του πρानού και σε ύψος που κυμαίνεται από 5,0 m, έως 7,8m από τον πόδα του πρानού, ενώ οι ασβεστόλιθοι επίκεινται των σχιστόλιθων και καταλαμβάνουν το υπόλοιπο ανώτερο τμήμα του πρανού.

Οι σχιστόλιθοι παρουσιάζονται από μετρίως έως εντελώς αποσαθρωμενοι (BA:III-V), με σποραδικά εγκλείσματα χαλαζιτών και είναι τοπικά μικροπυχωμένοι όπως φαίνεται στην Φωτ. 2. Τοπικά είναι καλυμμένοι από μανδύα αποσάθρωσης πάχους κυμαινόμενου από (0,5m έως 1m), όπως παρουσιάζεται στη Φωτ. 3.

Στην όψη του πρανού, οι ασβεστόλιθοι απαντώνται ως φακός να "βυθίζεται" κατά το επίπεδο (34/58) εντός των σχιστόλιθων και η επαφή των σχιστολιθων-ασβεστολιθων να είναι

ασαφής-χαοτική, όπως δείχνεται στη Φωτ. 4. Περαιτέρω, οι ασβεστόλιθοι είναι συνήθως άστρωτοι, διαρρηγμένοι, καρστικοποιημένοι όπως φαίνεται στη Φωτ. 5, και μόνον τοπικά λεπτο-μεσο στρωματώδεις. Οι ασβεστόλιθοι στο ανώτερο μέρος του πρανούς είναι περισσότερο "καθαροί" απ' ό,τι στο κατώτερο, όπου η επιφάνειά τους φέρει τα ίχνη της επαφής τους με τους σχιστόλιθους.

Στην παρούσα θέση, σε "πλατυσμα" το οποίο σχηματίζεται σε υψομετρική διαφορά 12,3m περίπου από τον πόδα του πρανούς (όπου η κλίση του πρανούς γίνεται εμφανώς μικρότερη), και περίπου 2,0m οριζοντίως, από την όψη του πρανούς και παράλληλα προς αυτήν, εντοπίστηκε μεγάλη, σχεδόν κατακόρυφη, ανοιχτή διάρρηξη (88/245) εύρους 0,28m έως 0,42m, βάθους 3,50m και μήκους 6,0m, η οποία δείχνεται στην Φωτ 6. Η διάρρηξη δημιουργεί τον ετοιμόρροπο ογκόλιθο "Α" διαστάσεων 2,0m x 3,5m x 5,5m περίπου, ο οποίος παρουσιάζεται στη Φωτ. 1. Η εν λόγω διάρρηξη συνεχίζεται 5,6m νότια του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α", μέσα στους θάμνους, αλλά με μικρότερο εύρος, (0,12m έως 0,00m) όπως φαίνεται στην Φωτ. 7, και δημιουργεί μάλλον κατά παρόμοιο τρόπο τον ογκόλιθο "Β" της Φωτ. 1, ο οποίος εκτιμάται ότι έχει καλύτερη ευστάθεια από αυτήν του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α". Τέλος σε αμφοτέρους τους ογκόλιθους "Α" και "Β" αξιοσημείωτη είναι η παρουσία υπόσκαφου στην όψη του πρανούς μέγιστου "βάθους" 0,4m και 0,72m αντίστοιχα. Στη στέψη του ογκόλιθου Β υφίστανται αρκετά αποκολλημένα ασβεστολιθικά τεμάχη, μέγιστου όγκου 0,5m³ περίπου.

Για την παρακολούθηση πιθανών μετακινήσεων του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α" εγκαταστάθηκε σύστημα μαρτύρων σε τέσσερις (4) θέσεις κατά μήκος της ανοιχτής διάρρηξης. Σε κάθε θέση καρφώθηκαν εγκάρσια της διάρρηξης ήλοι, ένας σε κάθε παρειά της διάρρηξης. Οι διαχρονικές μετρήσεις της απόστασης μεταξύ των ήλων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1, από όπου προκύπτει ότι κατά την περίοδο παρακολούθησης ο ογκόλιθος "Α" παρέμεινε αμετακίνητος.

Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στις θέσεις των ογκολίθων "Α" και "Β" παρουσιάζεται στις διατομές των Σχ.Ι3.2 και Σχ.Ι3.5 αντίστοιχα.

Στην παρούσα θέση έχουν εκδηλωθεί βραχοπτώσεις και μερικά από τα αποκολλημένα ασβεστολιθικά τεμάχη, παρουσιάζονται στη Φωτ 1.

3.2.1.2. Ογκόλιθος "Γ"

Στην παρούσα θέση το ύψος του φυσικού πρανούς, ήτοι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του οφρύος του πρανούς και του σημείου του πόδα του πρανούς όπου η κλίση γίνεται εμφανώς μικρή, κυμαίνεται από 21,5m έως 23,0m. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται στο κατωτερο τμήμα του πρανούς και σε ύψος που κυμαίνεται από 6,0m, έως 6,9m από τον πόδα του πρανούς, ενώ οι ασβεστόλιθοι επίκεινται των σχιστόλιθων και καταλαμβάνουν το υπόλοιπο ανώτερο τμήμα του πρανούς.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται από πολύ αποσαθρωμένοι έως εντελώς αποσαθρωμένοι (ΒΑ:IV-V), ή ακόμη και ως ελλούβιο έδαφος (Β.Α VI) στον πόδα του πρανούς, με σποραδικά εγκλείσματα χαλαζιτών και είναι τοπικά μικροπυκνωμένοι όπως φαίνεται στην Φωτ. 8.

Στην όψη του πρανούς, οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ως φακός να "βυθίζεται" κατά το επίπεδο (24/86) εντός των σχιστόλιθων και η επαφή των σχιστολίθων-ασβεστολίθων να είναι ασαφής-χαοτική, όπως δείχνεται στη Φωτ. 8. Περαιτέρω, οι ασβεστόλιθοι είναι συνήθως άστρωτοι, διαρρηγμένοι, καρστικοποιημένοι όπως φαίνεται στη Φωτ.8, και μόνον τοπικά μέσο-στρωματώδεις. Οι ασβεστόλιθοι στο ανώτερο μέρος του πρανούς είναι περισσότερο "καθαροί" απ' ότι στο κατώτερο, όπου η επιφάνειά τους φέρει τα ίχνη της επαφής τους με τους σχιστόλιθους.

Στην παρούσα θέση, σε στάθμη 13m περίπου από τον πόδα του πρανούς υφίσταται "πλάτυσμα" εύρους 7,5m περίπου, με σημαντικά μικρότερη κλίση (19°) από το υπόλοιπο πρανές. Τέλος, επισημαίνεται η παρουσία υπόσκαφου μέγιστου "βάθους" 1,95 m περίπου, καθώς και αποκολλημένων ασβεστολιθικών τεμαχών αξιόλογου όγκου, επάνω στο πλάτυσμα.

Όμως, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του πρανούς είναι η παρουσία του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ" στην στέψη του φυσικού πρανούς, όπως φαίνεται στις Φωτ. 9 έως Φωτ. 12

Ο ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Γ" είναι δυνατόν να ολισθήσει στο ανώτερο από τα δύο δυνητικά, σχεδόν παράλληλα επίπεδα ολίσθησης προσανατολισμού (52/148) τα οποία φαίνονται στη Φωτ. 9. Η πρόσβαση για άμεση παρατήρηση είναι εξαιρετικά δυσπρόσιτη έως αδύνατη. Περαιτέρω, υφίσταται παρακατακόρυφη διάρρηξη όπως δείχνεται στη Φωτ. 11, και εξ' αυτής είναι δυνατόν να προκληθεί ανατροπή του εξώτερου τεμάχους του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ".

Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ", κάθετα στο επίπεδο του φυσικού πρανούς, και κάθετα στο επίπεδο δυνητικής ολίσθησης του ογκόλιθου "Γ", παρουσιάζεται στο Σχ.13.6.

Στο πλάτυσμα της παρούσας θέσης έχουν εκδηλωθεί βραχοπτώσεις όπως δείχνεται στη Φωτ 13.

3.2.1.3. Ογκόλιθος "Δ"

Στην παρούσα θέση το ύψος του φυσικού πρανούς, ήτοι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του οφρύος του πρανούς και του σημείου του πόδα του πρανούς όπου η κλίση γίνεται εμφανώς μικρή, κυμαίνεται από 20,1m έως 22,6m. Κατά μήκος της στέψης του φυσικού πρανούς υπάρχουν "παρατεταγμένα" αρκετά τεμάχη, όπως φαίνεται στις Φωτ 14, και Φωτ 15. Τα τεμάχη συνίστανται από ασβεστόλιθο καρστικοποιημένο, μεσοστρωματώδη, διαρρηγμένο, ελαφρώς έως μετρίως αποσαθρωμένο (Β.Α.:II-III). Θεωρώντας τα τεμάχη συνολικά, συνιστούν τον ογκόλιθο "Δ". Έτσι, ο ογκόλιθος "Δ" συνολικά, έχει ένα μέσο μήκος 8,30m, μέσο πλάτος 1,5m και μέσο πάχος 0,90m. Η κλίση του επιπέδου έδρασης του ογκόλιθου "Δ" είναι ομόρροπη (9/250), προς την κλίση του πρανούς. Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση του ογκόλιθου "Δ", παρουσιάζεται στο Σχ.13.3.

3.2.1.4. Ογκόλιθος "Ε"

Στην παρούσα θέση το ύψος του φυσικού πρानού, ήτοι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του οφρύος του πρानού και του σημείου του πόδα του πρानού όπου η κλίση γίνεται εμφανώς μικρή, κυμαίνεται από 18,6m έως 19,7m. Κατά μήκος της στέψης του φυσικού πρानού υπάρχουν παρατεταγμένα τρία "αλληλοκλειδωμένα" ασβεστολιθικά τεμάχια, όπως φαίνεται στη Φωτ 16, από καρστικοποιημένο, άστρωτο, διαρρηγμένο, ελαφρώς έως μετρίως αποσαθρωμένο (B.A. : II-III) ασβεστόλιθο, τα οποία θεωρώντας τα συνολικά συνιστούν τον ογκόλιθο "Ε". Έτσι, ο ογκόλιθος "Ε" συνολικά έχει ένα μέσο μήκος 5,0m, μέσο πλάτος 1,10m και μέσο πάχος 2,20m. Η κλίση του επιπέδου έδρασης του ογκόλιθου "Ε" είναι ομόρροπη προς την κλίση του πρानού (61/276) και η ευστάθειά του αμφισβητούμενη. Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση του ογκόλιθου "Ε", παρουσιάζεται στο Σχ13.4.

3.2.1.5. Έκταση "ΣΤ"

Η έκταση "ΣΤ" δείχνεται στο Σχ 1.2 και Σχ13.1. Κάτω από την στέψη του πρानού όπου βρίσκονται οι ογκόλιθοι "Δ", "Ε" και "Γ" και πάνω από το "πλατύσμα", η ασβεστολιθική βραχώμαζα εμφανίζεται εν είδη "κελύφους" όπως δείχνεται στη Φωτ. 16. Το εν λόγω "κέλυφος" συνίσταται από καρστικοποιημένο, άστρωτο, διαρρηγμένο, ελαφρώς έως μετρίως αποσαθρωμένο (B.A. : II-III) ασβεστόλιθο, και περιλαμβάνει πολλά τεμάχια, κυμαινόμενου πάχους 0,5m έως 1,0m, αμφισβητούμενης ευστάθειας. Στο κάτω όριο του "κελύφους", η "επαφή" του με το ασβεστολιθικό υπόβαθρο εμφανίζεται ως ανοιχτή διάρρηξη εύρους 20cm περίπου και τοπικά εντοπίστηκε έγκοιλο (μήκους 3,00m x πλάτους 1,5m x ύψους 1,4m). Το μέσο πάχος του "κελύφους" εκτιμάται σε 1,0m περίπου. Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση της έκτασης "ΣΤ" παρουσιάζεται στο Σχ13.3

3.2.1.6. Έκταση "Ζ"

Η έκταση "Ζ" όπως δείχνεται στο Σχ13.1, και Σχ13.5, στη θέση της υφιστάμενης τεχνητής εκσκαφής ξεκινάει 2,5m περίπου πίσω από το "φρύδι" του φυσικού "πλατύσματος" του πρानού, και καταλήγει 3,0m περίπου χαμηλότερα από την "επαφή" των ασβεστολίθων με τους σχιστόλιθους. Το εύρος του φυσικού πλατύσματος κυμαίνεται από 7m έως 9m περίπου. Η ασβεστολιθική βραχώμαζα κυρίως στο χαμηλότερο τμήμα της, εμφανίζεται πολύ έως εντελώς αποσαθρωμένη, ενώ στο ανώτερο τμήμα της εμφανίζεται μετρίως αποσαθρωμένη, με σποραδικά μικρά ασβεστολιθικά τεμάχια αμφίβολης ευστάθειας. Στο φυσικό "πλατύσμα" και ιδιαίτερα στο "φρύδι" του πλατύσματος υπάρχουν ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι μέγιστης διάστασης 0,5m έως 0,8m περίπου, η ευστάθεια των οποίων κρίνεται προβληματική. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ αποσαθρωμένοι έως εντελώς αποσαθρωμένοι και τοπικά ως ελύβιο έδαφος. Το πάχος της ανώτερης στρώσης αποσάθρωσης κυμαίνεται από 0m έως 0,60m περίπου,

Αξιοσήμειωτο είναι το “υπόσκαφο” (αντίστροφη κλίση), το οποίο συναντάται κάτω από το φυσικό “πλάτυσμα” σε ολόκληρο το μήκος της έκτασης “Ζ”. Το εύρος του “υπόσκαφου” κυμαίνεται από 0m έως 2m περίπου.

Μετρήσεις προσανατολισμού του επιπέδου επαφής ασβεστολίθων - σχιστολίθων έδωσαν τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχ. Α.2 του Παραρτήματος Α, από όπου προκύπτει ότι τα κύρια χαρακτηριστικά του επιπέδου επαφής (κλίση/διεύθυνση μέγιστης κλίσης) είναι 53°/44°. Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση της έκτασης “Ζ”, παρουσιάζεται στο Σχ.3.5.

3.2.1.7. Ογκόλιθος “Χ23”

Στην παρούσα θέση το ύψος του φυσικού πρανούς, ήτοι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του οφρύος του πρανούς και του σημείου του πόδα του πρανούς όπου η κλίση γίνεται εμφανώς μικρή, κυμαίνεται από 15.3m έως 17.2m. Κατά μήκος της στέψης του φυσικού πρανούς υπάρχουν “μερικώς αλληλοκλειδωμένα” αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια, όπως φαίνεται στη Φωτ 19, από καρστικοποιημένο, άστρωτο, διαρρηγμένο, ελαφρώς έως μετρίως αποσαθρωμένο (Β.Α. : II-III) ασβεστόλιθο, τα οποία θεωρώντας τα συνολικά συνιστούν τον ογκόλιθο “Χ23”. Έτσι, ο ογκόλιθος “Χ23” συνολικά έχει ένα μέσο μήκος 5.60m, μέσο πλάτος 1.9m και μέσο πάχος 0.9m. Η κλίση του επιπέδου έδρασης του ογκόλιθου “Χ23” είναι ομόρροπη προς την κλίση του πρανούς (35/306) και η ευστάθειά του αμφισβητούμενη. Η προσομοίωση των εκτιμώμενων τεχνικογεωλογικών συνθηκών στη θέση του ογκόλιθου “Χ23”, παρουσιάζεται στο Σχ.3.7.

3.2.1.8. Προσδιορισμός σκληρότητας βράχου με σφύρα Schmidt

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας (r) των ασβεστολίθων στην περιοχή άμεσων επεμβάσεων, έγιναν δοκιμές με χρήση της σφύρας αναπηδήσεων Schmidt τύπου L, επί επιφανειών των ασυνεχειών των ασβεστολίθων σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ Ε103-84. Για κάθε δοκιμή λαμβάνονται 20 μετρήσεις, εκ των οποίων οι δέκα μικρότερες απορρίπτονται και από τις υπόλοιπες δέκα υπολογίζεται ο μέσος όρος για τον καθορισμό της σκληρότητας κατά την δοκιμή. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των δοκιμών παρουσιάζονται στον Πίνακα Α.2, στο Παράρτημα Α.

Ο γενικός μέσος όρος των τιμών σκληρότητας από τις δοκιμές είναι 30,3 και η τυπική απόκλιση είναι 3.47. και για τους περαιτέρω υπολογισμούς λαμβάνεται τιμή $r = 30$.

Βάσει της Βιβλιογραφίας 9, θεωρώντας φαινόμενο βάρος ασβεστολίθων $\gamma=27\text{kN/m}^3$, από το νομόγραμμα του Σχ. Α.2 του Παραρτήματος Α, προκύπτει θλιπτική αντοχή της επιφάνειας των ασυνεχειών των ασβεστολίθων $JCS = (50 \pm 30) \text{MPa}$. Για τους υπολογισμούς λαμβάνεται $JCS = 50-30=20\text{MPa}$.

Σημειώνεται ότι ο προσδιορισμός της σκληρότητας (r) των σχιστολίθων, με χρήση της σφύρας αναπηδήσεων Schmidt τύπου L, δεν μπορεί να γίνει αξιόπιστα, διότι οι δοκιμές έδωσαν πολύ χαμηλές τιμές αναπηδήσης.

3.2.2 Έρευνα Εργαστηρίου

Από διάφορα σημεία σε όλο το πρανές, συλλεχτήκαν επιφανειακά αντιπροσωπευτικά δείγματα λίθων (ασβεστολιθικά και σχιστολιθικά) και μεταφέρθηκαν για εκτέλεση δοκιμών αντοχής σημειακής φόρτισης (point load) στο εργαστήριο εδαφομηχανικής της ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΟΕ, Αγίων Αναργύρων 25, 14343 Ν. Χαλκηδόνα - Αθήνα. Οι φωτογραφίες και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β, και συγκεντρωτικά στον Πίνακα 3.2.

3.2.3 Εκτίμηση παραμέτρων αντοχής βραχόμαζας

Η εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων αντοχής της βραχόμαζας των ασβεστολίθων και των σχιστολίθων γίνεται με εφαρμογή του κριτηρίου Hoek – Brown (βιβλιογραφία 10), χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα H/Y ROCLAB της Rocscience Inc. Toronto, Canada.

Ασβεστόλιθοι

Για τους ασβεστόλιθους εισάγονται στο πρόγραμμα οι ακόλουθες παράμετροι:

- i. Αντοχή συμπαγούς βράχου σε ανεμπόδιστη θλίψη: Από τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών σημειακής φόρτισης (point load) ασβεστολιθικών δειγμάτων του Πίνακα 3.2, (141.84 , 29.12, 49.32, 29.47, 61.61MPa) επιλέγεται ισοδύναμη αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη $\sigma_c = 40\text{MPa}$
- ii. Από τις επί τόπου παρατηρήσεις, στο υπό μελέτη πρανές, βάσει των χαρακτηριστικών της βραχόμαζας, κατά την βιβλιογραφία 11 (αλληλοκλείδωμα βραχοτεμαχίων, κατάσταση ασυνεχειών) η τιμή του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής GSI (Geological Strength Index) αξιολογείται $GSI=35 \div 40$ και λαμβάνεται $GSI=35$
- iii. Συντελεστής $m_i=12\pm 3$, για τους ασβεστόλιθους, επιλεγόμενος από σχετικές τιμές οι οποίες παρέχονται από την “βιβλιοθήκη” του προγράμματος, και χρησιμοποιείται $m_i=12$.
- iv. Συντελεστής χαλάρωσης= 0,7 (μηχανική εκσκαφή, από την “βιβλιοθήκη” του προγράμματος).
- v. Ύψος πρανούς λαμβανεται 22m και η πυκνότητα των ασβεστολίθων $\rho_{ασβ} = 27,0\text{kN/m}^3$

Από τους υπολογισμούς του προγράμματος οι οποίοι παρουσιάζονται στο Σχ Α.3 του Παραρτήματος Α, παρέχονται οι ακόλουθες τιμές των παραμέτρων αντοχής της βραχόμαζας $c= 146\text{kPa}$ και $\varphi= 41,19^\circ$, και για τις αναλύσεις στο παρόν τεύχος χρησιμοποιούνται $c_{ασβ}= 120\text{kPa}$ και $\varphi_{ασβ}= 40^\circ$.

Σχιστόλιθοι

Για τους σχιστόλιθους εισάγονται στο πρόγραμμα οι ακόλουθες παράμετροι:

- i. Αντοχή συμπαγούς βράχου σε ανεμπόδιστη θλίψη: Από τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών σημειακής φόρτισης (point load) σχιστολιθικών δειγμάτων του Πίνακα 3.1, (54,9 , 42,15, 52,99, 3,21, 0MPa) επιλέγεται ισοδύναμη αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη $\sigma_c = 30\text{MPa}$
- ii. Από τις επί τόπου παρατηρήσεις, βάσει των χαρακτηριστικών της βραχόμαζας, κατά την βιβλιογραφία 11 (αλληλοκλείδωμα βραχοτεμαχίων, κατάσταση ασυνεχειών) η τιμή του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής GSI (Geological Strength Index) αξιολογείται $GSI=10 \div 20$ και λαμβάνεται $GSI=15$

- iii. Συντελεστής $m_i=10\pm 3$, για τους σχιστόλιθους, επιλεγόμενος από σχετικές τιμές οι οποίες παρέχονται από την "βιβλιοθήκη" του προγράμματος, και χρησιμοποιείται $m_i=10$.
- iv. Συντελεστής χαλάρωσης = 0,7 (μηχανική εκσκαφή, από την "βιβλιοθήκη" του προγράμματος)
- v. Υψος πρανούς λαμβανεται 22m και η πυκνότητα των σχιστολίθων $\rho_{\text{σχιστ}} = 27,0\text{kN/m}^3$
- Από τους υπολογισμούς του προγράμματος οι οποίοι παρουσιάζονται στο Σχ Α.4 του Παραρτήματος Α, παρέχονται οι ακόλουθες τιμές των παραμέτρων αντοχής της βραχόμαζας $c = 50\text{kPa}$ και $\varphi = 23,45^\circ$, και για τις αναλύσεις στο παρόν τεύχος χρησιμοποιούνται $c_{\text{σχιστ}} = 45\text{kPa}$ και $\varphi_{\text{σχιστ}} = 22^\circ$.

3.2.4 Εκτίμηση παραμέτρων αντοχής ασυνεχειών

Για τους ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους, η εκτίμηση των παραμέτρων αντοχής ϕ' , c' , των ασυνεχειών, συναρτήσει της ασκούμενης ορθής τάσης (σ_n) στην ασυνέχεια, γίνεται με εφαρμογή του κριτηρίου BARTON (βιβλιογραφία 10) ως ακολούθως:

$$(a) \quad \phi_i = \arctan \left(\frac{\partial \tau}{\partial \sigma_n} \right)$$

$$(b) \quad \frac{\partial \tau}{\partial \sigma_n} = \tan \left(JRC \log_{10} \frac{JCS}{\sigma_n} + \phi_b \right) - \frac{\pi JRC}{\ln 10} \left[\tan^2 \left(JRC \log_{10} \frac{JCS}{\sigma_n} + \phi_b \right) + 1 \right]$$

$$(c) \quad c_i = \tau - \sigma_n \tan \phi_i$$

Όπου: JRC: συντελεστής τραχύτητας της ασυνέχειας

JCS: θλιπτική αντοχή της επιφάνειας των ασυνεχειών

ϕ_b : βασική γωνία τριβής

Για τους ασβεστόλιθους, θεωρώντας:

- i. βασική γωνία τριβής λαμβανόμενη βιβλιογραφικά $\phi_b=33^\circ$
- ii. συντελεστή τραχύτητας $JRC = 4$, από την πρόσφατη καταγραφή της κατάστασης των ασυνεχειών,
- iii. αντοχή σε θλίψη των τοιχωμάτων των ασυνεχειών $JCS=20 \text{ MPa}$, σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.1.8

βάσει των ανωτέρω σχέσεων (α), (β), (γ), τα αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο Σχ. Α.5 του Παραρτήματος Α, από όπου για την ελάχιστη τιμή $\sigma_n=45\text{KPa}$,

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ>>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

παρέχεται $\varphi_1=41,8^\circ$ και $c_1=3\text{kPa}$, και επί το δυσμενέστερο για τους υπολογισμούς σε όλες τις θέσεις των έργων, λαμβάνεται $\varphi_1=37^\circ$ και $c_1=0\text{kPa}$

Για τους σχιστόλιθους, θεωρώντας:

- i. βασική γωνία τριβής λαμβανόμενη βιβλιογραφικά $\varphi_b=20^\circ$
- ii. συντελεστή τραχύτητας JRC =3, από την πρόσφατη καταγραφή της κατάστασης των ασυνεχειών,
- iii. αντοχή σε θλίψη των τοιχωμάτων των ασυνεχειών κατά την βιβλιογραφία 12, $JCS=0,25 \cdot \sigma_c = 0,25 \cdot 30=7,50 \text{ MPa}$, (σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.3 $\sigma_c=30\text{MPa}$)

βάσει των ανωτέρω σχέσεων (α), (β), (γ), τα αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο Σχ. Α.6 του Παραρτήματος Α, από όπου για την ελάχιστη τιμή $\sigma_n=45\text{kPa}$, παρέχεται $\varphi_1=25,35^\circ$ και $c_1=1\text{kPa}$, και επί το δυσμενέστερο για τους υπολογισμούς σε όλες τις θέσεις των έργων λαμβάνεται $\varphi_1=25^\circ$ και $c_1=0\text{kPa}$.

4. ΣΤΕΘΕΡΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ

4.1. Ιστορικό καταπτώσεων

Σε ολόκληρο το μέτωπο του πρανούς της συνολικής μελέτης έχουν εκδηλωθεί κατά καιρούς βραχοπτώσεις, με κατά το πλείστον ασβεστολιθικά τεμάχια, που άλλοτε φτάνουν στην έκταση κατάντη, μετά τον πόδα του πρανούς όπως χαρακτηριστικά φαίνονται στη Φωτ. 1, και άλλοτε σταματούν σε ενδιάμεσα "πλατύσματα" (εκτάσεις μικρής σχετικά κλίσης), όπου και παραμένουν στο πρανές, και μέσα σε θάμνους όπως δείχνονται στη Φωτ. 17. Χαρακτηριστικό είναι το συμβαν (βραχόπτωση) τον Νοέμβριο 2014, το οποίο εκδηλώθηκε ύστερα από έντονη βροχόπτωση, οδήγησε τους παρακείμενους κατοίκους να ζητήσουν από την υπηρεσία την λήψη έκτακτων αναγκαίων μέτρων, και την υπηρεσία να σημάνει με πινακίδες τον σχετικό κίνδυνο και να αναθέσει την παρούσα μελέτη για τον σχεδιασμό έργων ενίσχυσης της ευστάθειας των πρανών.

4.2. Αίτια βραχοπτώσεων

Στα πιθανά αίτια τόσο των εκδηλωθεισών βραχοπτώσεων αλλά και αυτών που είναι δυνατόν να εκδηλωθούν μελλοντικά, γενικώς περιλαμβάνονται:

- Η διάβρωση / αποσάθρωση / καρστικοποίηση των πετρωμάτων, διεργασίες οι οποίες μειώνουν την αντοχή ή υποσκάπτουν την βραχόμαζα, απειλώντας έτσι την ευστάθειά της.
- Η αύξηση της πίεσης των πόρων, εξαιτίας βροχοπτώσεων, ή της μεταβολής της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αντοχής της βραχόμαζας, με συνακόλουθο την πιθανή πρόκληση αστάθειάς της.
- Οι δονήσεις προερχόμενες από σεισμό, ή από ανθρώπογενείς δραστηριότητες (ανατινάξεις σε λατομεία, κυκλοφορία βαρέων οχημάτων, λειτουργία μηχανημάτων, κλπ), είναι δυνατόν να προκαλέσουν την αστάθεια ετοιμόρροπων ογκόλιθων της βραχόμαζας.

Επισημαίνεται επιπλέον ότι, στην περίπτωση της υπό μελέτη έκτασης, η ευστάθεια του φυσικού πρανούς έχει διαταραχτεί και από τις εκσκαφές οι οποίες έχουν διανοιχτεί σε διάφορες θέσεις στον πόδα του πρανούς για λόγους δόμησης, όπως παρουσιάζεται στη Φωτ.1.

4.3. Μηχανισμοί βραχοπτώσεων – εκτίμηση επικινδυνότητας

4.3.1. Ογκόλιθος "Α"

Ο ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Α" συνίσταται από άστρωτο, διαρρηγμένο, καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο όπως φαίνεται στη Φωτ 18. Το ΒΔ άκρο του "Α" φαίνεται να είναι ελεύθερο (χωρίς επαφή) ενώ το ΝΑ άκρο του είναι σε πλήρη επαφή με τον ογκόλιθο "Β", η ευστάθεια του οποίου κρίνεται ικανοποιητική. Η ευστάθεια του ογκόλιθου "Α" κρίνεται επισφαλής, λόγω

της παρουσίας της μεγάλης ανοιχτής παρακατακόρυφης διάρρηξης και της υποσκαφής βάθους 0,4m η οποίες δείχνονται στις Φωτ. 6 και 18 αντίστοιχα. Οι συνθήκες έδρασης (αντοχή, κλίση, ομαλότητα επιφάνειας έδρασης, κλπ), του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α" είναι άγνωστες.

Ο σχετικά μεγάλος λόγος ύψους ως προς το εύρος έδρασης (κατά την κλίση του πρανούς), οι άγνωστες συνθήκες έδρασης του ογκόλιθου "Α", η επιβάρυνση της ευσταθείας του από την πιθανή επίδραση σεισμού ή νεροποντής, και η εγγύς παρουσία κατοικιών καθιστούν την ευστάθειά του επισφαλή, με υψηλό βαθμό επικινδυνότητας, με πιθανή αστοχία τύπου ολίσθησης ή ανατροπής. Ευεργετική ως προς την ευστάθεια, είναι η ένδειξη ότι οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ως φακός να βυθίζονται εντός των σχιστόλιθων όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.2. Φυσικά οι ακριβείς συνθήκες έδρασης του ογκόλιθου "Α" δεν είναι γνωστές.

4.3.2. Ογκόλιθος "Β"

Ο ογκόλιθος "Β" συνίσταται από άστρωτο, καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο όπως φαίνεται στη Φωτ 18. Τόσο το ΒΔ άκρο του ογκόλιθου "Β", όσο και το ΝΑ άκρο του φαίνεται να είναι σε πλήρη επαφή με τους παρακείμενους ασβεστολιθικούς ογκόλιθους, η ευστάθεια του δεν κρίνεται ανησυχητική, και ως εκ τούτου ο βαθμός επικινδυνότητάς του εκτιμάται ως χαμηλός. Ευεργετική ως προς την ευστάθεια, είναι η ένδειξη ότι οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται ως φακός να βυθίζονται εντός των σχιστόλιθων όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.2. Φυσικά οι ακριβείς συνθήκες έδρασης του ογκόλιθου "Β" δεν είναι γνωστές.

4.3.3. Ογκόλιθος "Γ"

Ο ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Γ" συνίσταται από άστρωτο-μεσοστρωματώδη, κερματισμένο, καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο όπως φαίνεται στη Φωτ 9 και Φωτ. 10, και είναι δυνατόν να ολισθήσει στο ανώτερο από τα δύο δυνητικά, σχεδόν παράλληλα επίπεδα ολίσθησης προσανατολισμού 52/148, τα οποία φαίνονται στη Φωτ. 9. Εκτιμάται ότι οι αντιδρώσες στην ολίσθηση δυνάμεις προέρχονται κυρίως από την τριβή στο επίπεδο έδρασης (δυνητικής ολίσθησης) και ότι δεν ασκούνται πλευρικές αντιδρώσες δυνάμεις από τον παρακείμενο σταθερό βραχώδες υπόβαθρο, λόγω απουσίας επαφής όπως φαίνεται στην Φωτ. 10. Περαιτέρω, λόγω της υφιστάμενης παρακατακόρυφης διάρρηξης η οποία παρουσιάζεται στη Φωτ. 11, είναι δυνατόν να προκληθεί ανατροπή του εξώτερου τεμάχους του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ".

Η ευστάθεια του ογκόλιθου "Γ" κρίνεται επισφαλής, λόγω: i) της παρουσίας επίπεδου δυνητικής ολίσθησης προσανατολισμού 52/148, το οποίο φαίνεται στη Φωτ. 9, ii) των άγνωστων συνθηκών έδρασης (αντοχή, κλίση, ομαλότητα επιφάνειας έδρασης, κλπ) iii) της εκτιμώμενης έλλειψης πλευρικής επαφής και της όποιας συνεισφοράς της στην ευστάθεια δια της τριβής, iv) της δυνατότητας ανατροπής του εξώτερου τεμάχους του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ" λόγω της παρακατακόρυφης διάρρηξης η οποία παρουσιάζεται στη Φωτ. 11, v)

της επιβάρυνσης της ευσταθείας του από την πιθανή επίδραση σεισμού ή νεροποντής. Συνδυάζοντας τα προαναφερθέντα με την εγγύτητα κατοικιών, προκύπτει υψηλός βαθμός επικινδυνότητας από πιθανή αστοχία τύπου επίπεδης ολίσθησης ή/και ανατροπής.

4.3.4. Ογκόλιθος "Δ"

Ο ογκόλιθος "Δ", όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.1.3 συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του πρανούς όπως φαίνεται στη Φωτ 14 και Φωτ. 15. Επειδή η φαινόμενη κλίση του κύριου "επίπεδου έδρασης" του ογκόλιθου Δ είναι μικρή ως προς την κατεύθυνση μέγιστης κλίσης του φυσικού πρανούς, η πιθανότητα ολίσθησης του προς τα κατόντη είναι σχετικά μικρή. Όμως, ο ογκόλιθος "Δ" είναι πιθανόν να ολισθήσει σε δευτερεύοντα "επίπεδα έδρασης" υπό την επίδραση σεισμικής ή ανθρωπογενούς διέγερσης (πχ. δονήσεις κατά την εκτέλεση των εργασιών στερέωσης του πρανούς) και να εκθέσει σε κίνδυνο τους εργαζόμενους των συνεργείων καθώς και τους κατόντη κατοίκους. Ως εκ τούτων, εκτιμάται μέσος βαθμός επικινδυνότητας από πιθανή αστοχία του ογκόλιθου "Δ".

4.3.5. Ογκόλιθος "Ε"

Ο ογκόλιθος "Ε", όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.1.4 συνίσταται από τρία "αλληλοκλειδωμένα" ασβεστολιθικά τεμάχια, "παρατεταγμένα στη στέψη του πρανούς όπως φαίνεται στη Φωτ 16. Από τους τρεις, οι δύο ανώτεροι ογκόλιθοι φαίνονται ευσταθείς, όσο ο κατώτερος ογκόλιθος παραμένει στη θέση του. Αν για οποιονδήποτε λόγο ο κατώτερος ογκόλιθος χάσει την ευστάθειά του, εκτιμάται ότι θα ακολουθήσουν και οι δύο ανώτεροι και εκτιμάται μέσος βαθμός επικινδυνότητας από πιθανή αστοχία του ογκόλιθου "Ε".

4.3.6. Έκταση "ΣΤ"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.1.6, στην έκταση "ΣΤ", η ασβεστολιθική βραχώμαζα εμφανίζεται εν είδη "κελύφους εκτιμώμενου πάχους 1,0m, το οποίο περιλαμβάνει πολλά τεμάχια, κυμαινόμενου πάχους 0,5m έως 1,0m, αμφισβητούμενης ευστάθειας, όπως δείχνεται στη Φωτ. 16. Στο κάτω όριο του "κελύφους" υπάρχει ανοιχτή διάρρηξη και έγκοιλο. Αν και υφίστανται μικρού σχετικά όγκου επίπεδοι και σφηνοειδείς τύποι δυνητικής αστοχίας σε ολόκληρο το "κέλυφος" με μικρή πιθανότητα εκδήλωσης, μια αστοχία από σεισμική, ή ανθρωπογενή διέγερση, στο κάτω όριο του "κελύφους", είναι δυνατόν να προκαλέσει αστοχία και σε άλλα τμήματα του "κελύφους". Ο βαθμός επικινδυνότητας, από πιθανές αστοχίες στην έκταση "ΣΤ", εκτιμάται ως χαμηλός έως μέτριος.

4.3.7. Έκταση "Ζ"

Όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.1.6, και δείχνεται στο Σχ 3.1, η έκταση "Ζ" περιλαμβάνει ασβεστολίθους και τους υποκείμενους σχιστόλιθους. Η ασβεστολιθική βραχώμαζα κυρίως στο χαμηλότερο τμήμα της, εμφανίζεται πολύ έως εντελώς

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ>>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

αποσαθρωμένη, ενώ στο ανώτερο τμήμα της εμφανίζεται μετρίως αποσαθρωμένη, με σποραδικά μικρά ασβεστολιθικά τεμάχια αμφίβολου ευστάθειας. Στο φυσικό πλάτυσμα και ιδιαίτερα στο "φρυδί" του πλατύσματος υπάρχουν ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι μέγιστης διάστασης 0,5m έως 0,8m περίπου, η ευστάθεια των οποίων κρίνεται προβληματική. Οι σχιστόλιθοι εμφανίζονται πολύ αποσαθρωμένοι έως εντελώς αποσαθρωμένοι και τοπικά ως ελούβιο έδαφος. Το πάχος της (ανώτερης) στρώσης αποσάθρωσης κυμαίνεται από 0m έως 0,60m περίπου. Τόσο στο φρυδί του πλατύσματος, όσο και στους ασβεστόλιθους στην έκταση "Ζ" υπάρχουν ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι, η ευστάθεια των οποίων κρίνεται προβληματική. Ο βαθμός επικινδυνότητας, από πιθανές αστοχίες στην έκταση "Ζ", εκτιμάται ως μέτριος.

4.3.8. Ογκόλιθος "Χ23"

Ο ογκόλιθος "Χ23", όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.1.7 συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "μερικώς αλληλοκλειδωμένα", στη στέψη του πρανούς όπως φαίνεται στη Φωτ 19. Η κλίση του κύριου "επιπέδου έδρασης" του ογκόλιθου Χ23 είναι σχετικά μικρή. Όμως, ο ογκόλιθος "Χ23" είναι πιθανόν να ολισθήσει υπό την επίδραση σεισμικής ή ανθρωπογενούς διέγερσης (πχ. δονήσεις κατά την εκτέλεση των εργασιών στερέωσης του πρανούς) και να εκθέσει σε κίνδυνο τους εργαζόμενους των συνεργείων καθώς και τους κατάντη κατοίκους. Ως εκ τούτων, εκτιμάται μέσος βαθμός επικινδυνότητας από πιθανή αστοχία του ογκόλιθου "Χ23".

5. ΑΝΑΛΥΣΗ - ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΜΕΙΩΣΗΣ ΒΑΘΜΟΥ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

5.1. Ογκόλιθος "Α"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.1, ο ετοιμόρροπος ογκόλιθος "Α" είναι δυνατόν να χάσει την ευστάθειά του με αστοχία τύπου ολίσθησης ή ανατροπής, με υψηλό βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του υψηλού βαθμού επικινδυνότητας στην παρούσα θέση, προτείνονται μέτρα επέμβασης, τα οποία ακολούθως περιγράφονται – διαστασιοποιούνται με την σειρά εφαρμογής τους:

- i. τοποθέτηση φράχτη ανάσχεσης βραχοπτώσεων περιλαμβανομένης και της βραχοπαγίδας του,
- ii. ενίσχυση της ευστάθειας των ογκολίθων "Δ", "Ε" και το τμήμα της έκτασης "ΣΤ" το οποίο βρίσκεται ακριβώς επάνω από τους ογκόλιθους "Α" και "Β", όπως περιγράφεται στις παραγράφους 5.2, 5.3 και 5.4 αντίστοιχα.
- iii. ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Β" όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.5, η ευστάθεια του οποίου είναι δυνατόν να διαταραχθεί (κατά την εφαρμογή των προβλεπόμενων μέτρων μείωσης του βαθμού επικινδυνότητας του ογκόλιθου "Α", με ανεξέλεγκτα αποτελέσματα,
- iv. καθαίρεση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α" όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.1.2.

Σημειώνεται ότι ο ογκόλιθος "Γ" βρίσκεται μακριά από τις παραπάνω επεμβάσεις και δεν επηρεάζεται από αυτές ούτε τις επηρεάζει.

5.1.1. Φράχτης ανάσχεσης βραχοπτώσεων

Η τοποθέτηση του φράχτη ανάσχεσης βραχοπτώσεων στοχεύει στην συγκράτηση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α", ως ένα ή περισσότερα τεμάχια, πριν ή κατά την καθαίρεσή του.

Οι βραχοπτώσεις είναι ένα πολυπαραμετρικό φαινόμενο με ποικίλο βαθμό βεβαιότητας της κάθε παραμέτρου, και ως εκ τούτου ο σχεδιασμός πρέπει να είναι συντηρητικός.

Η θέση του φράχτη δείχνεται στο Σχ13.1, και ακολούθως γίνεται η διαστασιολόγησή του, θεωρώντας τις βιβλιογραφίες 6, 7, 8.

5.1.1.1. Ενέργεια σχεδιασμού τεμάχους ($E_{E,σχ}$)

Η ενέργεια σχεδιασμού πρόσκρουσης τεμάχους στον φράχτη δίνεται από την ακόλουθη σχέση

$$E_{E,σχ} = \frac{1}{2} M_{σχ} * v_{σχ}^2 \quad (1)$$

$$\text{όπου, } M_{σχ} = \text{Μάζα σχεδιασμού τεμάχους} = M_{χαρ} * \gamma_{volF1} * \gamma_{\gamma} \quad (2)$$

και $v_{σχ}$ = Ταχύτητα σχεδιασμού πρόσκρουσης τεμάχους = $v_{χαρ} * \gamma_{Tr} * \gamma_{Dp}$ (3)
 όπου,

$M_{χαρ}$ = Χαρακτηριστική Μάζα τεμάχους = $V_{χαρ} * \rho$, (4)

$V_{χαρ}$ = Χαρακτηριστικός όγκος τεμάχους = Λαμβάνεται συντηρητικά, ολόκληρος ο όγκος του ετοιμόρροπου ογκόλιθου, λόγω του υψηλού βαθμού επικινδυνότητας, = V_{max}

ρ = πυκνότητα σχηματισμού τεμάχους

γ_{volF1} = μερικός συντελεστής, εξαρτώμενος από την ακρίβεια του τρόπου εκτίμησης όγκου του τεμάχους σχεδιασμού. Σε περίπτωση ακριβούς εκτίμησης, πχ, αναπαράσταση του πρανούς με χρήση τεχνολογίας τρισδιάστατης σάρωσης, είτε μετά από ενδεδειγμένη γεωλογική αποτύπωση, λαμβάνεται ίσος με 1,05, ενώ σε περίπτωση περιορισμένης γεωλογικής-τοπογραφικής αποτύπωσης, λαμβάνεται ίσος με 1,10.

γ_{γ} = μερικός συντελεστής, εξαρτώμενος από την εκτίμηση του φαινομένου βάρους του βράχου, και λαμβάνεται ίσος με 1,00.

$v_{χαρ}$ = Χαρακτηριστική ταχύτητα πρόσκρουσης τεμάχους

γ_{Tr} = μερικός συντελεστής, εξαρτώμενος από την αξιοπιστία της υπολογισμένης τροχιάς, ο οποίος συνεκτιμά της πιθανότητα απόκλισης των πραγματικών τιμών από τις χαρακτηριστικές τιμές που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Στην περίπτωση που οι χαρακτηριστικές τιμές έχουν προέλθει από ανάστροφη ανάλυση, λαμβάνεται είτε ίσος με 1,07, ενώ σε περίπτωση που έχουν προέλθει από βιβλιογραφία, λαμβάνεται ίσος με 1,10.

γ_{Dp} = μερικός συντελεστής, εξαρτώμενος από την ακρίβεια της αποτύπωσης της κλίσης του πρανούς. Σε περίπτωση ακριβούς τοπογράφησης, λαμβάνεται ίσος με 1,05, ενώ σε περίπτωση χρήσης δισδιάστατων τοπογραφικών χαρτών μεγάλης κλίμακας, λαμβάνεται ίσος με 1,10.

Εδώ, λαμβάνεται $\gamma_{volF1}=1,05$, $\gamma_{\gamma} = 1,00$, $\gamma_{Tr} = 1,10$ και $\gamma_{Dp} = 1,05$.

5.1.1.2. Ύψος σχεδιασμού αναπήδησης τεμάχους

Το ύψος σχεδιασμού αναπήδησης τεμάχους στη θέση του φράχτη δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$h_{E,σχ} = h_{χαρ} \quad (5)$$

όπου,

$h_{χαρ}$ = Χαρακτηριστικό ύψος αναπήδησης τεμάχους στη θέση του φράχτη όπως υπολογίζεται από την προσομοίωση της τροχιάς τεμάχους, με όριο βεβαιότητας (confidence limit) λαμβανόμενο ίσο με 100% λόγω υψηλού βαθμού επικινδυνότητας.

5.1.1.3. Ενέργεια σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης.

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ικανότητά του για απορρόφηση ενέργειας, θα πρέπει να ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$E_{E,σχ} \leq E_{R,σχ} \quad (6)$$

όπου:

$E_{E,σχ}$ Η ενέργεια σχεδιασμού πρόσκρουσης τεμάχους στον φράχτη λαμβανόμενη από την σχέση (1)

$E_{R,σχ}$ Η τιμή σχεδιασμού της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας, του φράχτη ανάσχεσης παρεχόμενη από την σχέση :

$$E_{R,σχ} = R_{k,MEL} / \gamma_E \quad (7)$$

Όπου :

$R_{k,MEL}$ = η τιμή απορρόφησης ενέργειας του φράχτη σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης "κατά την μέγιστη ενέργεια" (MEL : Maximum Energy Level) βάσει της βιβλιογραφίας 8.

$\gamma_E = 1.3$ = μερικός συντελεστής ασφαλείας του φράχτη, όταν αυτός σχεδιάζεται, σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης "κατά την μέγιστη ενέργεια" (MEL : Maximum Energy Level) βάσει της βιβλιογραφίας 7,

5.1.1.4. Ύψος σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης.

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με το ύψος αναπήδησης του τεμάχους στη θέση του φράχτη, θα πρέπει να ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$h_{E,σχ} + f \leq h_{R,σχ} \quad (8)$$

όπου:

$h_{E,σχ}$ = το ύψος σχεδιασμού αναπήδησης του τεμάχους στη θέση του φράχτη, σύμφωνα με τη σχέση (5) της παραγρ 5.1.1.2

$h_{R,σχ}$ = η ονομαστική τιμή καθαρού ύψους του φράχτη σύμφωνα με τα πιστοποιητικά έγκρισής του, βάσει της βιβλιογραφίας 8, και

$f = \frac{1}{2} *$ το μεσο μέγεθος του τεμάχους.

5.1.1.5. Επιμήκυνση σχεδιασμού φράχτη ανάσχεσης

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ανεκτή επιμήκυνση του στην περίπτωση ανάσχεσης βραχόπτωσης, θα πρέπει να ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$d_a * \gamma_E \leq d_p \quad (9)$$

όπου:

d_a = ονομαστική τιμή επιμήκυνσης του φράχτη ανάσχεσης, σύμφωνα με τα πιστοποιητικά έγκρισής του, βάσει της βιβλιογραφίας 8,

$\gamma_E = 1.3$ = μερικός συντελεστής ασφαλείας του φράχτη, όταν αυτός σχεδιάζεται, σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης "κατά την μέγιστη ενέργεια" (MEL : Maximum Energy Level) βάσει της βιβλιογραφίας 8,

d_p = ασφαλής απόσταση από υφιστάμενες κατασκευές

5.1.1.6. Προσομοίωση βραχοπτώσεων

5.1.1.6.1 Γενικά

Η προσομοίωση των βραχοπτώσεων γίνεται με το πρόγραμμα ROCKFALL vs4, της Rocscience Inc. Toronto, Canada, βάσει του οποίου υπολογίζεται κατά μήκος της τροχιάς του τεμαχίου, η κινητική ενέργεια, η ταχύτητα και το ύψος αναπήδησής του, σύμφωνα με μια διαδικασία κατά την οποία, όλες οι παράμετροι οι οποίες υπεισέρχονται στο πρόβλημα, μεταβάλλονται τυχαία, λαμβανόμενες μέσα από ένα εύρος διακύμανσης, το οποίο ορίζεται από τον χρήστη. Για την μεταβολή των παραμέτρων χρησιμοποιείται η κανονική κατανομή, και ως εκ τούτου οι χρησιμοποιούμενες τιμές λαμβάνονται τυχαία και συμμετρικά γύρω από την πιθανότερη τιμή "x", εντός εύρους $x \pm 3s$ όπου "s" η τυπική απόκλιση. Οι τιμές "x" και "s" ορίζονται από τον χρήστη.

Οι παράμετροι οι οποίες υπεισέρχονται στο πρόβλημα είναι : i) η γεωμετρία του πρανούς, ii) τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά του πρανούς (γωνία τριβής, συντελεστής αναπήδησης κάθετος και εφαπτομενικός) iii) τα χαρακτηριστικά του τεμάχους (μάζα, σχήμα), iv) αρχική ταχύτητα του τεμάχους και το σημείο εκκίνησης (απόστασής) του από το πρανές.

Οι παράμετροι αναφορικά με το πρανές και τους σχηματισμούς που απαντώνται, περιλαμβάνουν: την κλίση του, την γωνία τριβής των σχηματισμών που απαντώνται, τον συντελεστή αναπήδησής (κάθετο και εφαπτομενικό) τους και την τραχύτητα των επιφανειών. Αναφορικά με το τέμαχος οι παράμετροι περιλαμβάνουν: την αρχική, οριζόντια, κατακόρυφη και γωνιακή, ταχύτητα αποκόλλησης και το μέγεθος (μάζα), και αναφορικά με την κινηματική του κατάσταση περιλαμβάνουν : την χρήση γωνιακής ταχύτητας για τους υπολογισμούς και το σχήμα (γωνία τριβής του τεμάχους).

Βάσει της παραπάνω διαδικασίας, για κάθε πτώση τεμάχους, υπολογίζεται η τροχιά του τεμάχους και τα χαρακτηριστικά της (ύψος αναπήδησης, ταχύτητα και κινητική ενέργεια) με διαφορετική τιμή της κάθε παραμέτρου. Ο αριθμός των πτώσεων είναι μεγάλος (πχ 1000), και ορίζεται από τον χρήστη έτσι ώστε οι υπολογισμοί να καλύπτουν την τυχαιότητα του φαινομένου της βραχόπτωσης.

5.1.1.6.2 Ογκόλιθος "Α"

Στην περίπτωση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α", η παραπάνω διαδικασία εφαρμόζεται στην διατομή 3.1.α, η οποία συντάχθηκε με βάση τα στοιχεία της τοπογραφικής αποτύπωσης της παραγράφου 3.1, και ως εκ τούτου η ακρίβεια και η αξιοπιστία της είναι υψηλή.

Οι παράμετροι οι οποίες εισάγονται στο πρόγραμμα λαμβάνουν τις ακόλουθες τιμές:

Πυκνότητα ασβεστόλιθου=27kN/m³

Χαρακτηριστική μάζα τεμάχους "Α" (παραγραφος 5.1.1.1) = $M_{\chi\alpha\rho\prime\prime\text{A}} = V_{\chi\alpha\rho\prime\prime\text{A}} \cdot \rho$, όπου ο χαρακτηριστικός όγκος του τεμάχους ($V_{\chi\alpha\rho}$), λόγω του υψηλού βαθμού επικινδυνότητας όπως αναφέρεται την παράγραφο 4.3.1, λαμβάνεται συντηρητικά ίσο προς ολόκληρο το μέγεθος του ετοιμόρροπου ογκόλιθου. Έτσι, $V_{\chi\alpha\rho\prime\prime\text{A}} = 2\text{m} \cdot 3.5\text{m} \cdot 5.5\text{m} = 38,5\text{m}^3$ και αντικαθιστώντας παρέχεται, $M_{\chi\alpha\rho\prime\prime\text{A}} = V_{\chi\alpha\rho\prime\prime\text{A}} \cdot \rho = 38,5 \text{ m}^3 \cdot 27\text{kN/m}^3 = 1039,51\text{kN} = 103.95\text{tns} \sim 105\text{tns}$.

Συντελεστής κατακόρ. αναπήδησης ασβεστολίθων: μέσος όρος =0.47, τυπική απόκλιση =0.05

Συντελεστής εφαπτομ. αναπήδησης ασβεστολίθων: μέσος όρος =0.91, τυπική απόκλιση =0.07

Συντελεστής κατακ. αναπήδησης σχιστολίθων : μέσος όρος = 0.435, τυπική απόκλιση =0.07

Συντελεστής εφαπτομ. αναπήδησης σχιστολίθων: μέσος όρος =0.825, τυπική απόκλιση =0.1

Συντελεστής κατακ. αναπήδησης χαλαρού εδάφους ή συντρίμματος σχιστολίθων : μέσος όρος = 0.35, τυπική απόκλιση =0.08

Συντελεστής εφαπτομ. αναπήδησης χαλαρού εδάφους ή συντρίμματος σχιστολίθων: μέσος όρος =0.75, τυπική απόκλιση =0.17

Αριθμός πτώσεων = 1000, με διάφορα σημεία εκκίνησης (απόσπασης) στο άνω μέρος του πρανούς.

Σημειώνεται ότι : 1) επί το ασφαλέστερο, η ευεργετική παρουσία των υφιστάμενων χαλαρών εδαφών στον πόδα του πρανούς δεν λαμβάνεται υπόψη, 2)το όριο βεβαιότητας (confidence limit) λαμβάνεται 100%

Για την βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του σχεδιαζόμενου φράχτη ανάσχεσης βραχοπτώσεων, θεωρήθηκαν παραμετρικά τα ακόλουθα σενάρια :

- i. Τοποθέτηση του φράχτη σε διάφορες αποστάσεις από τον πόδα του πρανούς, στο υφιστάμενο πλάτυσμα στον πόδα του πρανούς, κάτω από τον ετοιμόρροπο ογκόλιθο "Α".
- ii. Διάνοιξη βραχοπαγίδας ποικίλων διαστάσεων, εντός των σχιστολίθων, μπροστά από τον φράχτη.
- iii. Χαλαρή διάστρωση πάχους 0,50m, με τα σχιστολιθικά υλικά της εκσκαφής της βραχοπαγίδας, στην έκταση: α) μεταξύ του φράχτη και της βραχοπαγίδας, β) στον πυθμένα της βραχοπαγίδας, και γ) στην έκταση μεταξύ της βραχοπαγίδας και του πόδα του υπό μελέτη πρανούς. Περαιτέρω, δεδομένων των διαρρήξεων οι οποίες υφίστανται στο σώμα του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α", επί το ασφαλέστερο, έγινε η θεώρηση ότι κατά την

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

πτώση του ογκόλιθου "Α" εντός της βραχοπαγίδας, ο ογκόλιθος κερματίζεται κατά την πρόσκρουσή του στην κατάντη παρειά της βραχοπαγίδας, και ένα τεμάχιο "Α2" όγκου $V_{\chi\alpha\rho"A2"} = 1\text{m}^3$ και χαρακτηριστικής μάζας, $M_{\chi\alpha\rho"A2"} = 2,7\text{tns}$, εκσφενδονίζεται με αρχική ταχύτητα $v_{\chi\alpha\rho"A2"}$, ίση με την ταχύτητα $v_{\chi\alpha\rho"A"}$ του ογκόλιθου "Α", πριν την προσκρουση του στην κατάντη παρεια της βραχοπαγίδας.

Από τις παραπάνω παραμετρικές αναλύσεις προκύπτει ότι το σενάριο (iii) παρέχει στη θέση του φράχτη, τη βέλτιστη τιμή σχεδιασμού κινητικής ενέργειας, σύμφωνα με την εξίσωση (1), $E_{E,\sigma\chi"A2"} = \frac{1}{2} M_{\sigma\chi"A2"} * v_{\sigma\chi"A2"}^2$, όπου :

από την εξίσωση (2) της παραγράφου 5.1.1.1, προκύπτει, $M_{\sigma\chi"A2"} = M_{\chi\alpha\rho"A2"} * \gamma_{\text{volF1}} * \gamma_{\gamma} = 2.7\text{tns} * 1.05 * 1.00 = 2,835\text{tns} = 28,35\text{kN}$,

από τις αναλύσεις προσομοίωσης βραχοπτώσεων προκύπτει, $v_{\chi\alpha\rho"A2"} = 12.19 \text{ m/s}$ και αντικαθιστώντας στην εξίσωση (3) της παραγράφου 5.1.1.1, $v_{\sigma\chi"A2"} = v_{\chi\alpha\rho"A2"} * \gamma_{\text{Tr}} * \gamma_{\text{Dp}} = 12,19\text{m/s} * 1.10 * 1.05 = 14.08\text{m/s}$.

Έτσι αντικαθιστώντας στην εξίσωση (1) της παραγράφου 5.1.1.1, $E_{E,\sigma\chi"A2"} = \frac{1}{2} M_{\sigma\chi"A2"} * v_{\sigma\chi"A2"}^2 = \frac{1}{2} * 28,35\text{kN} * (14,08\text{m/s})^2 = 281.0 \text{ kJ}$.

Η χαρακτηριστική τιμή του ύψους αναπήδησης τεμάχους προκύπτει από τα αποτελέσματα των αναλύσεων προσομοίωσης βραχοπτώσεων, $h_{\chi\alpha\rho} = 0,87\text{m}$, και έτσι από την σχέση (5) της παραγράφου 5.1.1.2, το ύψος σχεδιασμού αναπήδησης τεμάχους στη θέση του φράχτη, $h_{E,\sigma\chi} = h_{\chi\alpha\rho} = 0,87\text{m}$

Οι υπολογισμοί προσομοίωσης της βραχοπτώσεως για το σενάριο (iii) και τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.1.

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ικανότητά του για απορρόφηση ενέργειας, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (6) της παραγράφου 5.1.1.3, όπου:

$$E_{E,\sigma\chi"A2"} = 281\text{kJ}$$

$$E_{R,\sigma\chi} = R_{k,MEL}/\gamma_E$$

Όπου :

$$R_{k,MEL} = 500\text{KJ}$$

$$\gamma_E = 1.3$$

Αντικαθιστώντας τις παραπάνω τιμές παρέχεται, $E_{R,\sigma\chi} = R_{k,MEL}/\gamma_E = 500\text{kJ}/1,3 = 384,62\text{kJ}$.

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (6) της παραγρ 5.1.1.3, επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως (6) και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς την ικανότητά του για απορρόφηση ενέργειας είναι αποδεκτός.

$$E_{E,\sigma\chi"A2"} \leq E_{R,\sigma\chi} \quad \text{ή} \quad 281\text{kJ} < 384,62\text{kJ} \quad \checkmark \text{ok}$$

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με το ύψος αναπήδησης του τεμάχους στη θέση του φράχτη, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (8) της παραγρ 5.1.1.4, όπου:

$$h_{E,σ\chi} = 0,87\text{m},$$

Για ονομαστικό ύψος φράχτη ανάσχεσης $h_N = 3.0\text{m} < 4.0\text{m}$ βάσει της βιβλιογραφίας 8, η χαρακτηριστική τιμή καθαρού ύψους του φράχτη $h_{R,σ\chi}$ παρέχεται ως:

$$h_{R,σ\chi} = [h_N; h_N + 0.5] = \text{από } 3,0\text{m} \text{ έως } 3,5\text{m} \quad (12)$$

και επιλέγεται : $h_{R,σ\chi} = 3,0\text{m}$,

$$f = \frac{1}{2} * \text{μεσο μέγεθος του τεμάχους } A2 = \frac{1}{2} * 1\text{m} = 0,5\text{m}.$$

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (8) της παραγρ 5.1.1.4, επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως (8) και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς το ύψος αναπήδησης είναι αποδεκτός.

$$h_{E,σ\chi} + f \leq h_{R,σ\chi} \quad \text{ή } 0,87 + 0,50\text{m} = 1,37 \leq 3,00\text{m} \quad \checkmark \text{ok}$$

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ανεκτή επιμήκυνση του, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (9) της παραγρ 5.1.1.5, όπου:

$d_a = 5,48\text{m}$, (μέγιστη παραμόρφωση φράχτη GBE 500A-R του οίκου Geobrugg, ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμου)

$$\gamma_E = 1.3 \text{ και}$$

$$d_p = 9,06\text{m} \text{ (ασφαλής απόσταση φράχτη από υφιστάμενες κατασκευές από Σχ.} \text{[3.1])}$$

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (9) της παραγρ 5.1.1.5, επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως (9) και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς την ανεκτή επιμήκυνση του είναι αποδεκτός.

$$d_a * \gamma_E \leq d_p \quad \text{ή } 5,48\text{m} * 1,30 = 7,12 \text{ m} \leq 9,06\text{m} \quad \checkmark \text{ok}$$

5.1.1.7. Θεμελίωση φράχτη ανάσχεσης

Η θεμελίωση του φράχτη ανάσχεσης (ορθοστάτες και συρματοσχοίνα), λόγω έλλειψης αποτελεσμάτων από επί τόπου γεωτεχνικές έρευνες, γίνεται θεωρώντας ότι το υπέδαφος θεμελίωσης συνίσταται από έδαφος – ημίβραχο.

Η εγκατάσταση του φράχτη ανάσχεσης γίνεται :

i. Με θεμελίωση των ορθοστατών όπως δείχνεται στο Σχ[3.2, επί μικρούπέδιλου από σκυρόδεμα διαστάσεων $\mu \times \pi \times \beta = 1,00\text{m} \times 0,5\text{m} \times 0,2\text{m}$, ελαφρά οπλισμένο με δομικό πλέγμα T131 σε δύο στρώσεις,

ii. Με στερέωση του μικρούπέδιλου με ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 32 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης. Το διάτρημα ήλωσης είναι 76mm, η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος

εδάφους/ημίβραχου λαμβάνεται 0,40MPa. Για την προβλεπόμενη, από τον κατασκευαστή του φράχτη μέγιστη δύναμη συγκράτησης του ορθοστάτη 220kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ[3].2.

iii. Με τάνυση των συρματόσκοινων (άνω, κάτω, πλευρικό) του φράχτη έναντι αγκυρίων (wire rope anchors) διαμέτρου 14,5mm, τα οποία υπολογίζονται με την προαναφερθείσα διαδικασία (παραγρ. ii). Έτσι, για την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του φράχτη, μέγιστη δύναμη τάνυσης των συρματόσκοινων (άνω, κάτω, πλευρικό) 130kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, βασιε τυπικών υπολογισμών προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στο Πίνακα Ι του Σχ[3].2

Διευκρινίζεται ότι το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του σταθερού υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών τα οποία μπορεί να υφίστανται επάνω στο "σταθερό υπόβαθρο, όπως αυτό αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

Συμπερασματικά, ο βέλτιστος σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης του ογκόλιθου "Α" περιλαμβάνει: i) φράχτη απορρόφησης ενέργειας έως 500kJ και ύψους 3m επάνω από το "διαμορφωμένο" έδαφος, πριν την στρώση χαλαρών υλικών, πάχους 0,50m στη θέση του φράχτη, ii) βραχοπαγίδα, και iii) στρώση χαλαρών υλικών ελάχιστου πάχους 0,50m, προερχόμενων από την εκσκαφή της βραχοπαγίδας. Ο εν λόγω φράχτης ανάσχεσης είναι τύπου GBE 500A-R του οίκου Geobrugg, ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμου. Η εγκατάσταση (συναρμολόγηση, τοποθέτηση, κλπ) του φράχτη, γίνεται από έμπειρο συνεργείο, ακολουθώντας πιστά τις σχετικές οδηγίες και προδιαγραφές του κατασκευαστή του. Η θέση του φράχτη φαίνεται στο Σχ[3].1 και οι λεπτομέρειες κατασκευής του στο Σχ[3].2.

Επισημαίνεται ότι για λόγους ασφαλείας η υφιστάμενη κολώνα της ΔΕΗ στο ανάντη όριο της οδού Αποστόλων Πέτρου και Παύλου στην διασταύρωση της με την οδό Κορυφής θα μετατοπιστεί μόνιμα εκτός της άμεσης έκτασης των επεμβάσεων. Ακόμα, σύμφωνα με την υπηρεσία: i) με το υπ' αριθμ. 19580/24.11.2015 έγγραφο αποτελεσμάτων αυτοψίας η κατοικία και η ημιτελής κατασκευή που βρίσκονται στο Ο.Τ. 664 και έχει φερόμενους ιδιοκτήτες σύμφωνα με την κυρωμένη πράξη εφαρμογής τους κ.κ. Βιδάλη Ελένη και αδελφών Παναγιώτη Βέργουρου, δεν διασφαλίζονται, και ii) με τα υπ' αριθμ. 20006/01.12.2015 και 20009/01.12.2015 έγγραφα της Τεχνικής Υπηρεσίας, οι φερόμενοι ιδιοκτήτες ενημερώθηκαν και κλήθηκαν να προσέλθουν στην Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Μαρκοπούλου προκειμένου να τους υποδειχθούν οικόπεδα ως ανταλλαγή, ίσης έκτασης από τα διαθέσιμα οικόπεδα του Δήμου Μαρκοπούλου.

5.1.2. Καθαίρεση ογκόλιθου "Α".

Μετά την κατασκευή των μέτρων επέμβασης τα οποία αναφέρονται στις παραγράφους 5.1.i, 5.1.ii, και 5.1.iii, θα ξεκινήσει προσεκτικά η καθαίρεση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α". Λόγω της υψηλής επικινδυνότητας του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α", η υπόψη καθαίρεση θα γίνει εξ

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ>>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

αποστάσεως, με γερανό ο οποίος φέρει μακρύ βραχίονα και καλάθι εργασίας (boom lift) και ο οποίος θα σταθεί εκτός του εύρους πιθανών τροχιών πτώσης του ογκόλιθου "Α". Η καθαίρεση γίνεται με αερόσφουρα από το καλάθι εργασίας του γερανού, και το παραγόμενο λιθοσύντριμμα σωρεύεται στον πόδα του πρανούς κάτω από τον ογκόλιθο "Α".

Μετά την καθέραιση του ογκόλιθου "Α", το οποίο δρά ως αντίβαρο, η πιθανή απώλεια της ευστάθειας του ολικού πρανούς ελέγχεται σε βαθιά ή επιφανειακή αστοχία κυκλικού τύπου με το πρόγραμμα H/Y SLIDE ver. 3.01 του University of Toronto, Rock Engineering Group, 2000. Οι υπολογισμοί γίνονται στην Διατομή Α-Α' του Σχ3.2, για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Περίπτωση Α: Κατά την λειτουργία του έργου, με σεισμό, θεωρώντας την μέγιστη ετήσια στάθμη υπόγειου υδάτινου ορίζοντα,
- Περίπτωση Β: Κατά την λειτουργία του έργου, χωρίς σεισμό, θεωρώντας την προβλεπόμενη ανώτατη στάθμη 50-ετίας,
- Περίπτωση Γ: Κατά την λειτουργία του έργου, χωρίς σεισμό, θεωρώντας την μέγιστη ετήσια στάθμη υπόγειου υδάτινου ορίζοντα,

Τα αποτελέσματα για τον έλεγχο ευστάθειας του πρανούς παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ.1.β και συγκεντρωτικά στον ακόλουθο πίνακα.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΠΡΑΝΩΝ -
-ΘΡΑΥΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	A	B	Γ
Σεισμός	N	O	O
Ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50 –ετίας	O	N	O
Απαιτούμενος συντελεστής ασφάλειας	1,0	1,2	1,3
Συντελεστής ασφάλειας παρούσας ανάλυσης (Σ.Α)	1,553	1,254	1,798

όπου :

Σεισμός

N Σεισμός σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΑΚ, παραγρ. 5.4

$$\alpha_h = 0,5 \times 0,16 = 0,08, \quad \alpha_v = \pm 0,25 \times 0,16 = \pm 0,04$$

O Όχι σεισμός.

Ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50 –ετίας

N Προβλεπόμενη ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50 –ετίας, η οποία προσομοιάζεται θεωρώντας $r_u=0,5$.

O Προβλεπόμενη ετήσια ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα, η οποία προσομοιάζεται θεωρώντας $r_u=0,2$.

Οι ανωτέρω τιμές των συντελεστών ασφαλείας (Σ.Α.) κρίνονται αποδεκτές.

5.2. Ογκόλιθος "Δ"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.4, ο ογκόλιθος "Δ" συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του πρानού, και είναι πιθανόν να ολισθήσει υπό την επίδραση σεισμικής ή ανθρωπογενούς διέγερσης, με μέσο βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του βαθμού επικινδυνότητας του ογκόλιθου "Δ", ακολούθως ελέγχεται η αναγκαιότητα και διαστασιολογείται η επένδυσή του, με περιμετρικά αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

5.2.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Δ"

Η αναγκαιότητα ενίσχυσης της ευστάθειας του ογκόλιθου "Δ" εξετάζεται παρακάτω, επενδύοντάς τον με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

Η διαστασιολόγηση του πλέγματος και των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα H/Y SPIDER® ONLINE-TOOL της εταιρείας Geobrugg.

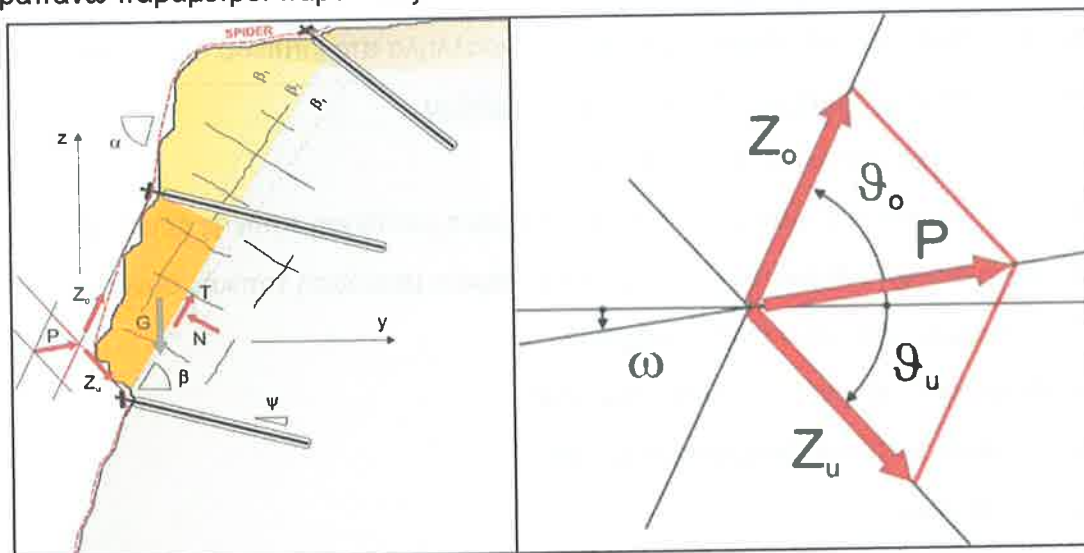
Εισάγονται στο πρόγραμμα οι ακόλουθοι παράμετροι :

1. G = το βάρος ογκόλιθου
2. β = η κλίση επιπέδου δυνητικής ολίσθησης του ογκόλιθου
3. θ_0 = η γωνία ως προς την οριζόντιο, της προς τα άνω συνιστώσας της δύναμης συγκράτησης η οποία ασκείται από το πλέγμα στον ογκόλιθο
4. θ_u = η γωνία ως προς την οριζόντιο, της προς τα κάτω συνιστώσας της δύναμης συγκράτησης η οποία ασκείται από το πλέγμα στον ογκόλιθο
5. $\eta = Z_u / Z_0$. Η τιμή του λόγου (η) εξαρτάται από τον τύπο της ζώνης επαφής μεταξύ του ογκόλιθου και του συρματοπλέγματος. Για ασβεστολιθικούς ογκόλιθους $\eta=80\%$
6. δ = στο κατακόρυφο επίπεδο, η γωνία ως προς την οριζόντιο, της πλευρικής συνιστώσας της δύναμης συγκράτησης η οποία ασκείται από το πλέγμα στον ογκόλιθο.
7. χ = στο κατακόρυφο επίπεδο, η γωνία της συνισταμένης των πλευρικών συνιστωσών της δύναμης συγκράτησης η οποία ασκείται από το πλέγμα στον ογκόλιθο, ως προς το επίπεδο ολίσθησης
8. $\zeta = \Sigma / Z_0$. Η τιμή του λόγου (ζ) εξαρτάται από το (δ), (L =Μήκος / B =Πλάτος), (χ)
9. παράμετροι αντοχής της επιφάνειας ολίσθησης (φ) και (c)
10. A = εμβαδόν επιφάνεια ολίσθησης
11. συντελεστές ασφάλειας, για την γωνία τριβής, την συνοχή, το βάρος του τεμαχίου, καθώς και συντελεστής ασφάλειας για την αβεβαιότητα της προσομοίωσης
12. n_0 = αριθμός ήλων για την αγκύρωση του άνω άκρου του πλέγματος

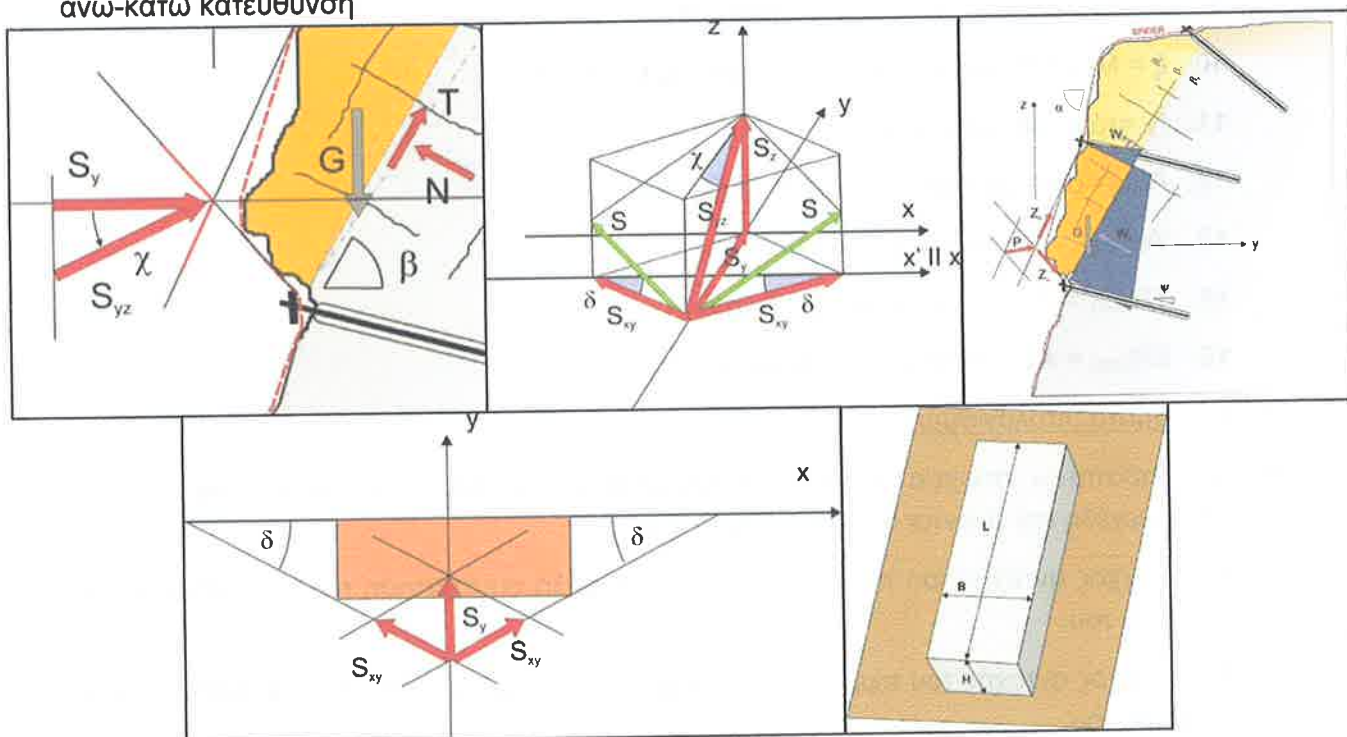
ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

13. n_u = αριθμός ήλων για την αγκύρωση του κάτω άκρου του πλέγματος
 14. n_s = αριθμός ήλων για την αγκύρωση των πλευρικών άκρων του πλέγματος

Οι παραπάνω παράμετροι παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



Σκαριφηματική απεικόνιση γεωμετρικών παραμέτρων και δυνάμεων ασκούμενων κατά την άνω-κάτω κατεύθυνση



Σκαριφηματική απεικόνιση γεωμετρικών παραμέτρων και δυνάμεων ασκούμενων πλευρικά και υδροστατικά.

Θεωρούνται στο πρόγραμμα οι εξής περιπτώσεις φόρτισης :

Σεισμική φόρτιση

1. ϵ_h = Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

2. ε_v = κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής

Υδροστατική δύναμη ασκούμενη στον ογκόλιθο

1. W_h = Υδροστατική δύναμη ασκούμενη κάθετα στο επίπεδο ολίσθησης
3. W_o = Υδροστατική δύναμη ασκούμενη παράλληλα στο επίπεδο ολίσθησης

Χαρακτηριστικά συστήματος επένδυσης του ογκόλιθου

1. z_n = αντοχή πλέγματος σε εφελκυσμό
2. Z_{R1} = αντοχή πλέγματος ως προς την διαμήκη μετάδοση τοπικής δύναμης
3. Z_{R2} = αντοχή πλέγματος ως προς την εγκάρσια μετάδοση τοπικής δύναμης
4. Διάμετρος ήλου από συρματόσχοινο
5. Διάμετρος περιμετρικού συρματόσχοινου
6. Στοιχεία σύνδεσης συρματοπλέγματος
7. Τύπος ήλου
8. Θεώρηση διάβρωσης ήλων
9. ψ = Κλίση ήλου ως προς την οριζόντιο
10. ξ = Μέγιστη εκκεντρότητα στην κεφαλή του ήλου
11. f_y = τάση διαρροής ήλου
12. $A_{(red)}$ = διατομή ήλου με / χωρίς διάβρωση
13. $W_{pl(red)}$ = πλαστική ροπή αντίστασης
14. $TR_{(red)}$ = Αντοχή ήλου σε εφελκυσμό
15. $SR_{(red)}$ = Αντοχή ήλου σε διάτμηση

Αποτελέσματα υπολογισμών

Με τα παραπάνω στοιχεία τα οποία εισάγονται στο πρόγραμμα, υπολογίζονται όλα τα αναγκαία μεγέθη και γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

1. Έλεγχος αντοχής του πλέγματος, για την ασφαλή συγκράτηση του ογκόλιθου στο άνω άκρο του.
2. Έλεγχος αντοχής του πλέγματος, για την ασφαλή συγκράτηση του ογκόλιθου στο κάτω άκρο του.
3. Έλεγχος αντοχής του πλέγματος για την ασφαλή συγκράτηση του ογκόλιθου στα πλευρικά άκρα του.
4. Έλεγχος αντοχής των ήλων στο άνω άκρο του πλέγματος σε διάτμηση
5. Έλεγχος αντοχής των ήλων στο άνω άκρο του πλέγματος σε συνδυασμό ασκούμενων τάσεων.

6. Έλεγχος αντοχής των ήλων στο κάτω άκρο του πλέγματος σε διάτμηση
7. Έλεγχος αντοχής των ήλων στο κάτω άκρο του πλέγματος σε συνδυασμό ασκούμενων τάσεων.

Βάσει της παραπάνω διαδικασίας, κατόπιν παραμετρικής ανάλυσης, βελτιστοποιείται το προτεινόμενο σύστημα επένδυσής ογκολίθων με περιμετρικά αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα. Διευκρινίζεται ότι λόγω της ασύμμετρης γεωμετρίας του φυσικού πρανούς, η ακριβής τοποθέτηση του πλέγματος και των ήλων (έκταση κάλυψης, θέση και προσανατολισμός ήλων, κλπ) θα καθοριστούν επί τόπου από την επίβλεψη και το έμπειρο συνεργείο κατασκευής.

Οι υπολογισμοί γίνονται για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις φόρτισης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ για βραχώδη πρανή: α) με σεισμό και ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,0$, β) με ανώτατη στάθμη 50ετίας, με αποδεκτό $\Sigma A=1,2$ και γ) χωρίς σεισμό, με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,3$.

Ειδικότερα για τον ογκόλιθο "Δ", θεωρώντας την μορφολογία στη θέση του ογκόλιθου και την σχετικά μεγάλη τιμή υδατοπερατότητας των ασβεστολίθων, η επίδραση της ετήσιας στάθμης υπόγειων υδάτων λαμβάνεται ίση προς το 20% της μέγιστης δυνατής επίδρασης, και αυτή της 50ετίας ίση προς το 40% της μέγιστης δυνατής επίδρασης.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.2, λόγω της σχετικά μικρής γωνίας του κύριου επιπέδου ολίσθησης (9°) σε σχέση με την γωνία τριβής στο εν λόγω επίπεδο (37°), προκύπτει ότι ο ογκόλιθος "Δ" δεν απαιτείται να επενδυθεί με ισχυρό πλέγμα περιμετρικά αγκυρούμενο. Όμως λόγω της ύπαρξης και δευτερευόντων επιπέδων ολίσθησης και της παρουσίας μικρών ετοιμόρροπων ασβεστολιθικών τεμαχίων, προτείνεται το συρματόπλεγμα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την επένδυση της έκτασης "ΣΤ" αμέσως κάτω από τον ογκόλιθο "Δ", να επεκταθεί προς τα επάνω και να καλύψει και ολόκληρο τον ογκόλιθο "Δ", όπως παρουσιάζεται στο Σχ.13.3.

5.3. Ογκόλιθος "Ε"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.8, ο ογκόλιθος "Ε" συνίσταται από τρία ασβεστολιθικά "αλληλοκλειδωμένα" τεμάχια "παρατεταγμένα" στη στέψη του πρανούς, και είναι πιθανόν να ολισθήσει υπό την επίδραση σεισμικής ή ανθρωπογενούς διέγερσης, με μέσο βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του βαθμού επικινδυνότητας του ογκόλιθου "Ε", ακολούθως ελέγχεται η αναγκαιότητα και διαστασιολογείται η επένδυσή του, με περιμετρικά αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

5.3.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Ε"

Η αναγκαιότητα ενίσχυσης της ευστάθειας του ογκόλιθου "Ε" εξετάζεται παρακάτω, επενδύοντας τον με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ. ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η διαστασιολόγηση του πλέγματος και των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα H/Y SPIDER® ONLINE-TOOL της εταιρείας Geobrugg, θεωρώντας την επίδραση του σεισμού και των υπόγειων υδάτων, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.2.1.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.3, προκύπτει ότι η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης είναι η περίπτωση 3, χωρίς σεισμό με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, βάσει της οποίας για την ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Ε" σε αποδεκτά επίπεδα, απαιτείται σύστημα επένδυσης τύπου SPIDER της εταιρείας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμο, το οποίο αποτελείται από: ι) πλέγμα από γαλβανισμένο συρματόσχοινο, ιι) ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης και ήλους από συρματόσχοινο 14,5mm της εταιρείας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, ιιι) πλάκα χαλύβδινη και εξαρτήματα κοχλίωσης, ιν) περιμετρικό συρματόσχοινο τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στο Σχ. 13.4.

Η εγκατάσταση του περιμετρικώς αγκυρούμενου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο, βάσει των αποτελεσμάτων των υπολογισμών γίνεται με περιμετρική στερέωση και τάνυση του προαναφερθέντος τύπου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο, με ήλους από συρματόσχοινο 14,5mm της εταιρείας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους και με ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης. Το διάστημα ήλωσης των ήλων GEWI 25 είναι 76mm και των ήλων από συρματόσχοινο είναι 53mm. Η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου εκτιμάται ως 0,50MPa. Για την υπολογιζόμενη μέγιστη ασκούμενη δύναμη στους ανω, κατω και πλευρικούς ήλους, με συντελεστή ασφάλειας ΣΑ=1,5, βάσει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το υπολογιζόμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων. Διευκρινίζεται ότι, λόγω έλειψης αξιόπιστων γεωμηχανικών δεδομένων για την αντοχή του υπόψη βραχώδους υποβάθρου, όταν το κατά τα ανωτέρω υπολογιζόμενο μήκος πάκτωσης είναι μικρότερο από 2,0m, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική εμπειρία του κλάδου σε παρόμοια έργα, το ελάχιστο μήκος πάκτωσης των αγκυρίων λαμβάνεται ίσο προς 2,0 έως 2,5m.

Βάσει των ανωτέρω, το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης των αγκυρίων, δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ. 13.4.

Το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του "σταθερού" υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών, όπως αυτό αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

5.4. Έκταση “ΣΤ”

Στην έκταση “ΣΤ” η οποία παρουσιάζεται στο Σχ13.1, από την άποψη λήψης μέτρων ενίσχυσης της ευστάθειας του πρανούς, περιλαμβάνεται και ο ογκόλιθος “Δ” όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.2.1. Στην έκταση “ΣΤ”, η ασβεστολιθική βραχώμαζα εμφανίζεται εν είδη “κελύφους εκτιμώμενου πάχους 1,0m, το οποίο περιλαμβάνει πολλά τεμάχια, αμφισβητούμενης ευστάθειας, με μέσο βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του βαθμού επικινδυνότητας αστοχιών στην έκταση “ΣΤ”, ακολούθως ελέγχεται η αναγκαιότητα και διαστασιοποιείται η επένδυσή της, με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

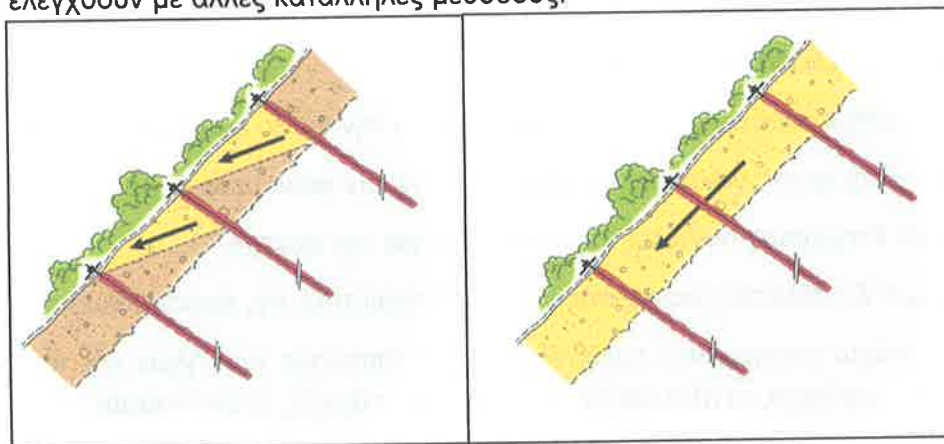
5.4.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση “ΣΤ”

Η αναγκαιότητα ενίσχυσης της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση “ΣΤ” εξετάζεται παρακάτω, επενδύοντάς το με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Η διαστασιολόγηση του πλέγματος και των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα Η/Υ RUVOLUM ONLINE-TOOL της εταιρείας Geobrugg.

Με το πρόγραμμα ελέγχονται οι ακόλουθοι δύο τύποι αστοχιών που είναι δυνατόν να εκδηλωθούν σε βάθος 1,5m έως 2,0m από την επιφάνεια του πρανούς οι οποίοι δείχνονται στα παρακάτω σκαριφήματα : i) τοπικές, απλές, σφηνοειδούς σχήματος και σύνθετες αστοχίες μεταξύ των ήλων, και ii) αστοχίες παράλληλες προς την επιφάνεια του πρανούς.

Επισημαίνεται ότι με το RUVOLUM δεν ελέγχονται βαθιές αστοχίες. Αν βάσει της γεωλογίας στη θέση του πρανούς κλπ, υπάρχει πιθανότητα να εκδηλωθούν βαθιές αστοχίες, τότε αυτές θα πρέπει να ελεγχθούν με άλλες κατάλληλες μεθόδους.



Εισάγονται στο πρόγραμμα οι ακόλουθοι παράμετροι :

1. t = Πάχος ανώτερης στρώσης του πρανούς
2. Ψ = κλίση ήλου ως προς την οριζόντια
3. α = κλίση πρανούς ως προς την οριζόντια
4. φ_k = γωνία εσωτερικής τριβής της ανώτερης (προς στερεωση) στρώσης του πρανούς χαρακτηριστική τιμή

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

5. γ_k = φαινόμενο βάρος της ανώτερης (προς στερεωση) στρώσης του πρανούς χαρακτηριστική τιμή
6. τύπος συρματοπλέγματος και χαλύβδινης πλάκας έδρασης
7. a = οριζόντια διακεντρική απόσταση ήλων
8. b = απόσταση ήλων κατά την κλίση του πρανούς
9. D = τύπος και διάμετρος ήλου, με ή χωρίς θεώρηση της επίδραση της διάβρωσης στους ήλους.

Θεωρούνται στο πρόγραμμα οι εξής περιπτώσεις φόρτισης :

Σεισμική φόρτιση

1. ε_h = Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής
2. ε_v = Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής

Δύναμη ροής: ναι/οχι

Προεπιλεγείσες τιμές οι οποίες μπορεί να αλλάξουν:

1. $c_k = 0$. συνοχή της ανώτερης (προς στερέωση) στρώσης του πρανούς χαρακτηριστ. τιμή
2. ζ = ακτίνα κώνου τάσεων επάνω
3. δ = κλίση του κώνου τάσεων ως προς την οριζόντιο
4. Z_d = Δύναμη παράλληλα προς το πρανές
5. V = Δύναμη προέντασης στο ήλο

Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας:

1. γ_ϕ = Επιμέρους συντελεστής ασφάλειας για την γωνία εσωτερικής τριβής
2. γ_γ = Επιμέρους συντελεστής ασφάλειας για την φαινόμενο βάρος
3. γ_ψ = Επιμέρους συντελεστής ασφάλειας για την συνοχή
4. γ_{mod} = Συντελεστής ασφάλειας για την αβεβαιότητα της προσομοίωσης

Με τις ανωτέρω εισαγόμενες τιμές, ελέγχεται η επάρκεια των ήλων και του πλέγματος, και μόνον όταν αμφότερα, οι ήλοι και το πλέγμα είναι επαρκείς, ο σχεδιασμός είναι αποδεκτός.

Βάσει της παραπάνω διαδικασίας, κατόπιν παραμετρικής ανάλυσης, βελτιστοποιείται το προτεινόμενο σύστημα επένδυσής του πρανούς με αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματοπλέγμα. Διευκρινίζεται ότι λόγω της ασύμμετρης γεωμετρίας του φυσικού πρανούς, η ακριβής τοποθέτηση του πλέγματος και των ήλων (έκταση κάλυψης, θέση και προσανατολισμός ήλων, κλπ) θα καθοριστούν επί τόπου από την επίβλεψη και το έμπειρο συνεργείο κατασκευής.

Οι υπολογισμοί γίνονται για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις φόρτισης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ για βραχώδη πρηνή: α) με σεισμό και ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,0$, β) με ανώτατη στάθμη 50ετίας, με αποδεκτό $\Sigma A=1,2$ και γ) χωρίς σεισμό, με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,3$.

Ειδικότερα στην παρούσα περίπτωση, η επίδραση του υπόγειου ύδατος δεν λαμβάνεται υπόψη, επειδή το πάχος της δυνητικά ολισθαίνουσας μάζας είναι μικρό, και οι ασβεστόλιθοι είναι καρστικοποιημένοι και ως εκ τούτου με μεγάλη τιμή συντελεστή υδατοπερατότητας.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.4, προκύπτει ότι για την έκταση "ΣΤ", με θεώρηση πάχους ανώτερης στρώσης πρανούς ($t = 1,0m$), η περίπτωση 1, με σεισμό, είναι η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης, βάσει της οποίας για την ενίσχυση της ευστάθειας της έκτασης "ΣΤ" σε αποδεκτά επίπεδα, απαιτείται πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο σύστημα επένδυσης το οποίο αποτελείται από:

- i) συρματόπλεγμα τύπου TECCO G65/3 της εταιρίας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμο,
- ii) ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 32 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης, σε πεσοειδή διάταξη 2,90m x 1.45m, όπως φαίνεται στο Σχ. 3.3. Το διάτρημα ήλωσης είναι 76mm, η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου λαμβάνεται 0,50MPa. Για την υπολογιζόμενη μέγιστη ασκούμενη δύναμη στους ήλους, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, βάσει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το υπολογιζόμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων. Διευκρινίζεται ότι, λόγω έλλειψης αξιόπιστων γεωμηχανικών δεδομένων για την αντοχή του υπόψη βραχώδους υποβάθρου, όταν το κατά τα ανωτέρω υπολογιζόμενο μήκος πάκτωσης είναι μικρότερο από 2,0m, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική εμπειρία του κλάδου σε παρόμοια έργα, το ελάχιστο μήκος πάκτωσης των αγκυρίων λαμβάνεται ίσο προς 2,0 έως 2,5m. Βάσει των ανωτέρω, το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης των αγκυρίων, δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ.Ι3.3.
- iii) πλάκα γαλβανισμένη χαλύβδινη και εξαρτήματα κοχλίωσης τύπου P33 της εταιρίας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμο.

Το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του "σταθερού" υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών (1,0m) τα οποία μπορεί να υφίστανται επάνω στο "σταθερό" υπόβαθρο. Τα παραπάνω μήκη θα αξιολογούνται επί τόπου, αναλόγως της διάτρησης (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

5.5. Ογκόλιθος "B".

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.2, η ευστάθεια του ογκόλιθου "B" δεν κρίνεται ανησυχητική, και βαθμός επικινδυνότητας εκτιμάται χαμηλός. Όμως, λόγω της επαφής του ογκόλιθου "B" με τον ετοιμόρροπο ογκόλιθο "A", στην περίπτωση ανεξέλεγκτης πτώσης του

ογκόλιθου "Α", είναι δυνατόν να παρασυρθεί και ο ογκόλιθος "Β", με απρόβλεπτες συνέπειες (βλάβες σε κατασκευές, κλπ).

Για τον λόγο αυτό, η στερέωση του ογκόλιθου "Β", με αγκύρωση στο βραχώδες υπόβαθρο, κρίνεται απαραίτητη στην παρούσα φάση άμεσων επεμβάσεων, πριν την καθαίρεση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Α".

5.5.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Β"

Η ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Β" εξετάζεται παρακάτω, με αγκύρωσή του στο "σταθερό" βραχώδες υπόβαθρο.

Η διαστασιολόγηση των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα H/Y ROCPLANE ver.2.01 του University of Toronto, Rock Engineering Group, 2001, με το οποίο ελέγχεται επίπεδη δυνητική αστοχία βραχώδους πρανούς.

Εισάγονται στο πρόγραμμα οι ακόλουθοι παράμετροι :

1. Το ύψος του ολισθαίνοντος τεμάχους,
2. Η γωνία κλίσης της πρόσοψης του πρανούς,
3. Η γωνία ολίσθησης
4. Η γωνία κλίσης της άνω όψης του πρανούς
5. Το φαινόμενο βάρος του ολισθαίνοντος τεμάχους
6. Παρουσία ή όχι ρωγμής εφελκυσμού
7. Η γωνία κλίσης ρωγμής εφελκυσμού ως προς την οριζοντιο
8. Απόσταση ρωγμής εφελκυσμού από την όψη του πρανούς
9. Αντοχή της ασυνέχειας (γωνία τριβής (ϕ), συνοχή (c))

Θεωρούνται στο πρόγραμμα οι εξής περιπτώσεις φόρτισης :

Σεισμική φόρτιση

1. σεισμικός συντελεστής και βύθισή του

Υδροστατική δύναμη ασκούμενη στον ογκόλιθο

1. Υδροστατική πίεση ως ποσοστό πλήρωσης της ρωγμής εφελκυσμού.
2. Κατανομή υδροστατικής πίεσης

Δύναμη ενίσχυσης ευστάθειας ασκούμενη από το αγκύριο στον ολισθαίνοντα ογκόλιθο

1. Γωνία κλίσης αγκυρίου ως προς την οριζόντιο.
2. Απαιτούμενη ικανότητα του αγκυρίου, ώστε να καταστεί ο ογκόλιθος ευσταθείς, με τον προβλεπόμενο συντελεστή ασφάλειας

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Βάσει της παραπάνω διαδικασίας, κατόπιν παραμετρικής ανάλυσης, βελτιστοποιείται το προτεινόμενο σύστημα αγκύρωσης του ογκόλιθου "B" με ηλώσεις.

Οι υπολογισμοί γίνονται για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις φόρτισης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ για βραχώδη πρηνή: α) με σεισμό και ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,0$, β) χωρίς σεισμό, με ανώτατη στάθμη 50ετίας, με αποδεκτό $\Sigma A=1,2$ και γ) χωρίς σεισμό, με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,3$.

Ειδικότερα για τον ογκόλιθο "B", θεωρώντας την σχετικά μεγάλη τιμή υδατοπερατότητας των ασβεστολίθων και την παρουσία των υποκείμενων σχιστολίθων, η επιδραση της ετήσιας στάθμης υπόγειων υδάτων λαμβάνεται θεωρώντας πλήρωση της ρωγμής εφελκυσμού κατά το 20%, και αυτή της 50ετίας κατά το 50%.

Από τους υπολογισμούς του Παραρτήματος Γ.5, όπου παρουσιάζονται οι τιμές όλων των εισαγόμενων παραμέτρων και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, προκύπτει ότι για κάθε μέτρο μήκους (κατά την παράταξη) του ογκόλιθου "B" απαιτείται δύναμη αγκύρωσης 120kN/m. Έτσι για το συνολικό μήκος του ογκόλιθου "B" ίσο προς 5,6m, η συνολική δύναμη αγκύρωσης είναι 672kN. Θεωρώντας ότι θα εγκατασταθούν 4 ήλοι, η εφελκυστική ικανότητα κάθε ήλου απαιτείται να είναι 168kN ($=672/4$), όπως παρουσιάζεται στο Σχ.13.5.

Ακολούθως υπολογίζεται το απαιτούμενο μήκος πάκτωσης κάθε αγκυρίου εντός του σταθερού βραχώδους υπόβαθρου. Για ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 28 ή κατ' ελαχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης, διάτρημα ήλωσης 76mm, συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος ίση προς 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου ίση προς 0,40MPa, για την ανωτέρω απαιτούμενη εφελκυστική ικανότητα 168kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, βασει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στον Πίνακα I του Σχ13.5.

Διευκρινίζεται ότι το εν λόγω μήκος πάκτωσης του αγκυρίου μετριέται μετά από την παρακατακόρυφη ρωγμή η οποία βρίσκεται στο πίσω μέρος του ογκόλιθου "B", και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου ισούται προς το άθροισμα του πακτωμένου μήκους (όπως υπολογίστηκε παραπάνω) + "πάχος" (2.7m-3.0m) του ογκόλιθου "B", όπως θα αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

Περαιτέρω, επειδή τόσο στην όψη όσο και ακριβώς στην στέψη του ογκόλιθου "B" μέσα στους θάμνους όπως φαίνεται στη Φωτ. 17, υφίστανται αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια, τα οποία εκτιμάται ότι είναι μάλλον ασταθή, προτείνεται ο ογκόλιθος "B" να επενδυθεί με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα ως συνέχεια της έκτασης "Z", όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.6 .

5.6. Έκταση "Z"

Στην έκταση "Z" η οποία παρουσιάζεται στο Σχ13.1, από την άποψη λήψης μέτρων ενίσχυσης της ευστάθειας του πρανούς, με επένδυσή του με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο

συρματόπλεγμα, περιλαμβάνεται και ο ογκόλιθος "B", όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.5.1. Η έκταση "Z", στη θέση της υφιστάμενης τεχνητής εκσκαφής, κατά μήκος της "τυπικής" διατομής, όπως δείχνεται στο Σχ.13.5, ξεκινάει 2,5m περίπου από το "φρύδι" προς το εσωτερικό του φυσικού "πλατύσματος" του πρανούς, και καταλήγει 3,0m περίπου χαμηλότερα από την "επαφή" των ασβεστολίθων με τους σχιστόλιθους. Το εύρος του φυσικού πλατύσματος κυμαίνεται από 7m έως 9m περίπου. Η επιφάνεια την οποία καταλαμβάνει η έκταση "Z" φαίνεται στο Σχ.13.1. Η ασβεστολιθική βραχώμαζα κυρίως στο χαμηλότερο τμήμα της, εμφανίζεται αποσαθρωμένη σε πάχος 0,60m περίπου, με σποραδικά μικρά ασβεστολιθικά τεμάχια αμφίβολης ευστάθειας. Στο φυσικό πλάτυσμα και ιδιαίτερα στο "φρύδι" του, υπάρχουν ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι μέγιστης διάστασης 0,5m έως 0,8m περίπου, η ευστάθεια των οποίων κρίνεται προβληματική, με μέσο έως υψηλό βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του βαθμού επικινδυνότητας αστοχιών στην έκταση "Z", ακολούθως ελέγχεται και διαστασιοποιείται η επένδυσή του, με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα, το οποίο περιλαμβάνει και το ογκόλιθο "B", καθώς επίσης και τους ασβεστολιθικούς ογκόλιθους που υπάρχουν στο φρύδι του "πλατύσματος".

5.6.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση "Z"

Η ενίσχυση της ευστάθειας του πρανούς στην έκταση "Z" εξετάζεται παρακάτω, θεωρώντας ότι το πάχος της προς στερέωση στρώσης είναι 0,60m περίπου και επενδύοντάς το με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Οι υπολογισμοί γίνονται με την διαδικασία η οποία περιγράφηκε στην παράγραφο 5.4.1, και κατόπιν παραμετρικής ανάλυσης, βελτιστοποιείται το προτεινόμενο σύστημα επένδυσής του πρανούς.

Ελέγχονται οι ακόλουθες τρεις περιπτώσεις φόρτισης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ για βραχώδη πρανή: α) με σεισμό και ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,0$, β) με ανώτατη στάθμη 50ετίας, με αποδεκτό $\Sigma A=1,2$ και γ) χωρίς σεισμό, με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, με αποδεκτό $\Sigma A=1,3$.

Ειδικότερα για την έκταση "Z" η επίδραση του υπόγειου ύδατος δεν λαμβάνεται υπόψη, επειδή το πάχος της δυνητικά ολισθαίνουσας μάζας είναι μικρό, οι ασβεστόλιθοι είναι καρστικοποιημένοι, και ως εκ τούτου με μεγάλη τιμή συντελεστή υδατοπερατότητας.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.6, προκύπτει ότι για την έκταση "Z", η περίπτωση 1, με σεισμό, είναι η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης, βάσει της οποίας για την ενίσχυση της ευστάθειας της έκτασης "Z" σε αποδεκτά επίπεδα, απαιτείται πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο σύστημα επένδυσης το οποίο αποτελείται από:

- i) συρματόπλεγμα τύπου TECCO G65/3 της εταιρίας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμο,
- ii) ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης, σε πεσοειδή διάταξη 3.10m x 1.55m, όπως φαίνεται στο Σχ.13.5. Το διάτρημα ήλωσης είναι 76mm, η συνάφεια μεταξύ

ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου λαμβάνεται 0,40MPa. Για την υπολογιζόμενη μέγιστη ασκούμενη δύναμη στους ήλους, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, βάσει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το υπολογιζόμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων Διευκρινίζεται ότι, λόγω έλειψης αξιόπιστων γεωμηχανικών δεδομένων για την αντοχή του υπόψη βραχώδους υποβάθρου, όταν το κατά τα ανωτέρω υπολογιζόμενο μήκος πάκτωσης είναι μικρότερο από 2,0m, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική εμπειρία του κλάδου σε παρόμοια έργα, το ελάχιστο μήκος πάκτωσης των αγκυρίων λαμβάνεται ίσο προς 2,0 έως 2,5m. Βάσει των ανωτέρω, το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης των αγκυρίων, δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ13.5.

iii) πλάκα γαλβανισμένη χαλύβδινη και εξαρτήματα κοχλίωσης τύπου P33 της εταιρίας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμο.

Το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του "σταθερού" υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών (0,6m) τα οποία μπορεί να υφίστανται επάνω στο "σταθερό" υπόβαθρο. Τα παραπάνω μήκη θα αξιολογούνται επί τόπου, αναλόγως της διάτρησης (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

5.7. Ογκόλιθος "Γ"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.3, ο ογκόλιθος "Γ" συνίσταται από άστρωτο-μεσοστρωματώδη, κερματισμένο, καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο, είναι δυνατόν να αστοχήσει σε επίπεδη ολίσθηση ή σε ανατροπή, και ο βαθμός επικινδυνότητας κρίθηκε υψηλός.

Για την μείωση του υψηλού βαθμού επικινδυνότητας στην παρούσα θέση, προτείνονται μέτρα επέμβασης, τα οποία ακολουθώς περιγράφονται – διαστασιολογούνται με την σειρά εφαρμογής τους:

- i. τοποθέτηση φράχτη ανάσχεσης βραχοπτώσεων, ο οποίος κρίνεται αναγκαίος σε περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο, ο ογκόλιθος "Γ" αστοχήσει πριν ή κατά την διάρκεια των εργασιών ενίσχυσης της ευστάθειάς του επένδυντάς τον με περιμετρικά αγκυρούμενο πλέγμα από συρματόσχοινο.
- ii. ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Γ", επενδύοντάς τον με περιμετρικά αγκυρούμενο πλέγμα από συρματόσχοινο.

5.7.1. Φράχτης ανάσχεσης βραχοπτώσεων

Η τοποθέτηση του φράχτη ανάσχεσης βραχοπτώσεων στοχεύει στην συγκράτηση του ετοιμόρροπου ογκόλιθου "Γ", ως ένα ή περισσότερα τεμάχια, πριν την επένδυσή του με περιμετρικά αγκυρούμενο πλέγμα από συρματόσχοινο.

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η θέση του φράχτη δείχνεται στο Σχ13,1, και ακολούθως γίνεται η διαστασιολόγησή του, κατά την διαδικασία της παραγράφου 5.1.1. Ο φράχτης κατασκευάζεται χωρίς βραχοπαγίδα. Οι τιμές των παραμέτρων οι οποίες ορίζουν το πρόβλημα και τα αποτελέσματα των αναλύσεων, παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ.7, και συνοπτικά ακολούθως:

Πυκνότητα ασβεστόλιθου=27kN/m³

Χαρακτηριστική μάζα τεμάχους (ογκόλιθου) "Γ" (παραγραφος 5.1.1.1) = $M_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} = V_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} \cdot \rho$, όπου ο χαρακτηριστικός όγκος του τεμάχους ($V_{\chi\alpha\rho}$), λόγω του υψηλού βαθμού επικινδυνότητας, λαμβάνεται συντηρητικά ίσο προς ολόκληρο το μέγεθος του ετοιμόρροπου ογκόλιθου. Έτσι, προσομοιάζοντας τον ογκόλιθο "Γ" ως πυραμίδα με τριγωνική βάση εμβαδού $A = 0,5(2.1m \cdot 3.4m) = 3.57m^2$, και ύψους πυραμίδας 2.5m, ο όγκος του είναι $V_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} = 3.57m^2 \cdot 2.5m / 3 = 2,98 \sim 3,00 m^3$ και αντικαθιστώντας παρέχεται, $M_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} = V_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} \cdot \rho = 3,0 m^3 \cdot 27kN/m^3 = 81,00kN = 8,1tns \simeq 10,0tns$, και από την εξίσωση (2) της παραγράφου 5.1.1.1 προκύπτει, $M_{\sigma\chi\prime\Gamma} = M_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} \cdot \gamma_{volF1} \cdot \gamma_{\gamma} = 10tns \cdot 1.05 \cdot 1.00 = 10,05tns = 100,5kN$.

Συντελεστής κατακόρ. αναπήδησης ασβεστολίθων: μέσος όρος =0.47, τυπική απόκλιση =0.05

Συντελεστής εφαπτομ. αναπήδησης ασβεστολίθων: μέσος όρος =0.91, τυπική απόκλιση =0.07

Αριθμός πτώσεων = 1000, από διάφορα σημεία εκκίνησης (απόσπασης) στο άνω μέρος του πρानούς.

Σημειώνεται ότι : 1) το όριο βεβαιότητας (confidence limit) λαμβάνεται 100%

Από παραμετρικές αναλύσεις προκύπτει η βέλτιστη τιμή σχεδιασμού κινητικής ενέργειας, σύμφωνα με την εξίσωση (1) της παραγρ 5.1.1.1.,

$E_{E,\sigma\chi\prime\Gamma} = \frac{1}{2} M_{\sigma\chi\prime\Gamma} \cdot v_{\sigma\chi\prime\Gamma}^2$, όπου :

$M_{\sigma\chi\prime\Gamma} = 100,5kN$, ως ανωτέρω και

από τις αναλύσεις προσομοίωσης βραχοπτώσεων, προκύπτει, $v_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} = 9.85m/s$ και αντικαθιστώντας στην εξίσωση (3) της παραγρ 5.1.1.1, $v_{\sigma\chi\prime\Gamma} = v_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} \cdot \gamma_{Tr} \cdot \gamma_{Dp} = 9,85m/s \cdot 1.10 \cdot 1.05 = 11.38m/s$.

και τελικά, $E_{E,\sigma\chi\prime\Gamma} = \frac{1}{2} M_{\sigma\chi\prime\Gamma} \cdot v_{\sigma\chi\prime\Gamma}^2 = \frac{1}{2} \cdot 100,5kN \cdot (11,38m/s)^2 = 679.51kJ$.

Το χαρακτηριστικό ύψος αναπήδησης τεμάχους στη θέση του φράχτη, από τα αποτελέσματα των αναλύσεων προσομοίωσης βραχοπτώσεων, προκύπτει $h_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} = 0,92m$, και έτσι από την σχέση (5) της παραγρ 5.1.1.2, το ύψος σχεδιασμού αναπήδησης τεμάχους στη θέση του φράχτη είναι, $h_{E,\sigma\chi\prime\Gamma} = h_{\chi\alpha\rho\prime\Gamma} \cdot \gamma_{Tr} \cdot \gamma_{Dp} = 0,92m \cdot 1,10 \cdot 1,05 = 1,07m$.

Οι υπολογισμοί προσομοίωσης της βραχοπτώσεως και τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.7.

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ικανότητά του για απορρόφηση ενέργειας, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (6) της παραγρ 5.1.1.3, όπου:

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$$E_{E,σχ"Γ"} = 679.51kJ$$

$$E_{R,σχ} = R_{k,MEL}/\gamma_E$$

Όπου :

$$R_{k,MEL} = 1000KJ$$

$$\gamma_E = 1.3$$

Αντικαθιστώντας τις παραπάνω τιμές παρέχεται, $E_{R,σχ} = R_{k,MEL}/\gamma_E = 1000kJ/1,3 = 769,23kJ$

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (6) της παραγρ 5.1.1.3, επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς την ικανότητά του για απορρόφηση ενέργειας είναι αποδεκτός.

$$E_{E,σχ"Γ"} \leq E_{R,σχ} \quad \text{ή} \quad 679,51kJ < 769,23kJ \quad \checkmark ok$$

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με το ύψος αναπήδησης του τεμάχους στη θέση του φράχτη, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (8) της παραγρ 5.1.1.4, όπου:

$$h_{E,σχ"Γ"} = 1,07m,$$

Για ονομαστικό ύψος φράχτη ανάσχεσης $h_N = 3.0m < 4.0m$ βάσει της βιβλιογραφίας 8, η χαρακτηριστική τιμή καθαρού ύψους του φράχτη $h_{R,σχ}$ παρέχεται ως:

$$h_{R,σχ} = [h_N; h_N + 0.5] = \text{από } 3,0m \text{ έως } 3,5m \quad (12)$$

και επιλέγεται : $h_{R,σχ} = 3,0m,$

$$f = \frac{1}{2} * \text{μεσο μέγεθος του τεμάχους } \Gamma = \frac{1}{2} * 1,55m = 0,78m.$$

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (8) της παραγρ 5.1.1.4, επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς το ύψος αναπήδησης είναι αποδεκτός.

$$h_{E,σχ"Γ"} + f \leq h_{R,σχ} \quad \text{ή} \quad 1,07 + 0,78m = 1,85 \leq 3,00m \quad \checkmark ok$$

Για το σχεδιασμό του φράχτη ανάσχεσης αναφορικά με την ανεκτή επιμήκυνση του, θα πρέπει να ισχύει η εξίσωση (9) της παραγρ 5.1.1.5, όπου:

$d_a = 8,54m,$ (μέγιστη παραμόρφωση φράχτη GBE 1000A του οίκου Geobrugg ή κατ'ελάχιστον ισοδύναμου)

$$\gamma_E = 1.3 \text{ και}$$

$d_p = 34,10m$ (ασφαλής απόσταση φραχτη από υφιστάμενες κατασκευές (οικία στην ΝΔ γωνία της διασαύρωσης των οδών Κορυφής και Αποστόλων Πέτρου και Παύλου), σύμφωνα με το Σχ.13.1)

Τελικά, με αντικατάσταση των τιμών στην σχέση (9), επαληθεύεται η ισχύς της εν λόγω σχέσεως και ως εκ τούτου, ο υπόψη σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης, ως προς την ανεκτή επιμήκυνση του είναι αποδεκτός.

$$d_a * \gamma_E \leq d_p \quad \text{ή} \quad 8,54\text{m} * 1,30 = 11,10 \text{ m} \leq 34,10\text{m} \quad \checkmark \text{ok}$$

5.7.1.1. Θεμελίωση φράχτη ανάσχεσης.

Η θεμελίωση του φράχτη ανάσχεσης (ορθοστάτες και συρματόσχοινα), γίνεται θεωρώντας ότι το υπέδαφος θεμελίωσης συνίσταται από βράχο. Οι ορθοστάτες θεμελιώνονται επί του βράχου με ειδικές χαλυβδινές πλάκες, αφού προηγηθεί καθαρισμός της περιοχής και κατασκευασθεί εξισωτική στρώση με σκυρόδεμα C16/20 σε κάθε θέση θεμελίωσης ορθοστάτη.

Η στερέωση των χαλύβδινων πλακών γίνεται με ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 20 ή κατ' ελαχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης. Το διάτρημα ήλωσης είναι 76mm, η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος εδάφους/ημίβραχου λαμβάνεται 0,50MPa. Για την προβλεπόμενη, από τον κατασκευαστή του φράχτη μέγιστη δύναμη συγκράτησης του ορθοστάτη 50kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ3.6.

Η τάνυση των συρματόσκοινων στήριξης προς τα ανάντη του φράχτη γίνεται έναντι αγκυρίων (wire rope anchors) διαμέτρου 14,5mm τα οποία υπολογίζονται με την προαναφερθείσα διαδικασία. Έτσι για την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του φράχτη, μέγιστη δύναμη τάνυσης των συρματόσκοινων στήριξης προς τα ανάντη, 100kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στο Πίνακα Ι του Σχ3.6

Η τάνυση των συρματόσκοινων (άνω, κάτω, πλευρικό) του φράχτη γίνεται έναντι αγκυρίων (wire rope anchors) διαμέτρου 14,5mm τα οποία υπολογίζονται με την προαναφερθείσα διαδικασία. Έτσι για την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή του φράχτη, μέγιστη δύναμη τάνυσης των συρματόσκοινων (άνω, κάτω, πλευρικό) 150kN, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, προκύπτει το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίου καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης του αγκυρίου, όπως δείχνονται στο Πίνακα Ι του Σχ3.6

Διευκρινίζεται ότι το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του σταθερού υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών τα οποία μπορεί να υφίστανται επάνω στο "σταθερό υπόβαθρο, όπως αυτό αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

Συμπερασματικά, ο βέλτιστος σχεδιασμός του φράχτη ανάσχεσης του ογκόλιθου "Γ" περιλαμβάνει φράχτη απορρόφησης ενέργειας 1000kJ και ύψους 3m επάνω από το

“διαμορφωμένο” έδαφος, Ο εν λόγω φράχτης ανάσχεσης είναι τύπου GBE 1000A του οίκου Geobrugg, ή κατ’ ελάχιστον ισοδύναμου. Η εγκατάσταση (συναρμολόγηση, τοποθέτηση, κλπ) του φράχτη, γίνεται από έμπειρο συνεργείο, ακολουθώντας πιστά τις σχετικές οδηγίες και προδιαγραφές του κατασκευαστή του. Η θέση του φράχτη φαίνεται στο Σχ13.1 και οι λεπτομέρειες κατασκευής του στο Σχ13.6.

5.7.2. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου “Γ”

Η αναγκαιότητα ενίσχυσης της ευστάθειας του ογκόλιθου “Γ” εξετάζεται παρακάτω, επενδύοντάς τον με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

Η διαστασιολόγηση του πλέγματος και των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα H/Y SPIDER® ONLINE-TOOL της εταιρείας Geobrugg, θεωρώντας την επίδραση των υπόγειων υδάτων, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.2.1.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.8, προκύπτει ότι η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης είναι η περίπτωση 2, χωρίς σεισμό, με στάθμη 50αετίας των υπογείων υδάτων, βάσει της οποίας για την ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου “Γ” σε αποδεκτά επίπεδα, απαιτείται σύστημα επένδυσης τύπου SPIDER της εταιρείας Geobrugg ή κατ’ ελάχιστον ισοδύναμου το οποίο αποτελείται από: i) πλέγμα από γαλβανισμένο συρματόσχοινο, ii) ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ’ ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης, iii) πλάκα χαλύβδινη και εξαρτήματα κοχλίωσης, iv) περιμετρικό συρματόσχοινο και v) ήλους από συρματόσχοινο (wire rope anchors) διαμέτρου 14,5mm της εταιρείας Geobrugg ή κατ’ ελάχιστον ισοδύναμους, τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στο Σχ13.6.

Η εγκατάσταση του περιμετρικώς αγκυρούμενου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο, βάσει των αποτελεσμάτων των υπολογισμών γίνεται με περιμετρική στερέωση του προαναφερθέντος τύπου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο με ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ’ ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης και με ήλους από συρματόσχοινο (wire rope anchors) διαμέτρου 14,5mm. Το διάτρημα ήλωσης των ήλων GEWI 25 είναι 76mm και των ήλων από συρματόσχοινο είναι 53mm. Η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου λαμβάνεται 0,50MPa. Για την υπολογιζόμενη μέγιστη ασκούμενη δύναμη στους ανω, κατω και πλευρικούς ήλους, με συντελεστή ασφάλειας $\Sigma A=1,5$, βάσει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το υπολογιζόμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων. Διευκρινίζεται ότι, λόγω έλειψης αξιόπιστων γεωμηχανικών δεδομένων για την αντοχή του υπόψη βραχώδους υποβάθρου, όταν το κατά τα ανωτέρω υπολογιζόμενο μήκος πάκτωσης είναι μικρότερο από 2,0m, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική εμπειρία του κλάδου σε παρόμοια έργα, το ελάχιστο μήκος πάκτωσης των αγκυρίων λαμβάνεται ίσο προς 2,0 έως 2,5m.

Βάσει των ανωτέρω, το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης των αγκυρίων, δείχνονται στον Πίνακα I του Σχ13.6.

Το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του "σταθερού" υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών, όπως αυτό αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

5.8. Ογκόλιθος "Χ23"

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.8, ο ογκόλιθος "Χ23" συνίσταται από αρκετά ασβεστολιθικά τεμάχια "μερικώς αλληλοκλειδωμένα" στη στέψη του πρανούς, και είναι πιθανόν να ολισθήσει υπό την επίδραση σεισμικής ή ανθρωπογενούς διέγερσης, με μέσο βαθμό επικινδυνότητας.

Για την μείωση του βαθμού επικινδυνότητας του ογκόλιθου "Χ23", ακολούθως ελέγχεται η αναγκαιότητα και διαστασιολογείται η επένδυσή του, με περιμετρικά αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

5.8.1. Ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Χ23"

Η αναγκαιότητα ενίσχυσης της ευστάθειας του ογκόλιθου "Χ23" εξετάζεται παρακάτω, επενδύοντας τον με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο πλέγμα από συρματόσχοινο.

Η διαστασιολόγηση του πλέγματος και των ήλων γίνεται με το πρόγραμμα H/Y SPIDER® ONLINE-TOOL της εταιρείας Geobrugg, θεωρώντας την επίδραση του σεισμού και των υπόγειων υδάτων, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.2.1.

Από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.9, προκύπτει ότι η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης είναι η περίπτωση 3, χωρίς σεισμό με ετήσια στάθμη υπόγειου ύδατος, βάσει της οποίας για την ενίσχυση της ευστάθειας του ογκόλιθου "Χ23" σε αποδεκτά επίπεδα, απαιτείται σύστημα επένδυσης τύπου SPIDER της εταιρείας Geobrugg ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμου, το οποίο αποτελείται από: i) πλέγμα από γαλβανισμένο συρματόσχοινο, ii) ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης, iii) πλάκα χαλύβδινη και εξαρτήματα κοχλίωσης, iv) περιμετρικό συρματόσχοινο τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στο Σχ. 3.7.

Η εγκατάσταση του περιμετρικώς αγκυρούμενου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο, βάσει των αποτελεσμάτων των υπολογισμών γίνεται με περιμετρική στερέωση και τάνυση του προαναφερθέντος τύπου γαλβανισμένου πλέγματος από συρματόσχοινο με ήλους πλήρους πάκτωσης GEWI 25 ή κατ' ελάχιστον ισοδύναμους, λαμβάνοντας υπόψη μείωση της διαμέτρου κατά 4mm λόγω μακροχρόνιας διάβρωσης. Το διάστημα ήλωσης των ήλων GEWI 25 είναι 76mm και των ήλων από συρματόσχοινο είναι 53mm. Η συνάφεια μεταξύ ήλου και τσιμεντενέματος λαμβάνεται 1,50MPa, και μεταξύ τσιμεντενέματος και περιβάλλοντος βράχου εκτιμάται ως 0,50MPa. Για την υπολογιζόμενη μέγιστη ασκούμενη δύναμη στους ανω, κατω και πλευρικούς ήλους, με συντελεστή ασφάλειας

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΣΑ=1,5, βάσει τυπικών υπολογισμών προκύπτει το υπολογιζόμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων. Διευκρινίζεται ότι, λόγω έλειψης αξιόπιστων γεωμηχανικών δεδομένων για την αντοχή του υπόψη βραχώδους υποβάθρου, όταν το κατά τα ανωτέρω υπολογιζόμενο μήκος πάκτωσης είναι μικρότερο από 2,0m, λαμβάνοντας υπόψη την πρακτική εμπειρία του κλάδου σε παρόμοια έργα, το ελάχιστο μήκος πάκτωσης των αγκυρίων λαμβάνεται ίσο προς 2,0 έως 2,5m..

Βάσει των ανωτέρω, το απαιτούμενο πακτωμένο μήκος αγκυρίων καθώς και το απαιτούμενο μήκος του διατρήματος τοποθέτησης των αγκυρίων, δείχνονται στον Πίνακα Ι του Σχ.3.7.

Το πακτωμένο μήκος αγκυρίου είναι το ελάχιστο μήκος του αγκυρίου το οποίο πρέπει να πακτωθεί εντός του "σταθερού" υποβάθρου, και ως εκ τούτου το συνολικό μήκος του αγκυρίου περιλαμβάνει το πακτωμένο μήκος του και επιπλέον μήκος ίσο προς το πάχος των "ασταθών" υλικών, όπως αυτό αξιολογηθεί επί τόπου κατά την διάτρηση (ρυθμός διάτρησης, επιστρεφόμενα, κλπ).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1. Στα πλαίσια εκπόνησης της μελέτης με τίτλο: «Γεωτεχνικές ερευνητικές εργασίες-μελέτες για τον κίνδυνο αποκόλλησης και καταπτώσεων βράχων στην περιοχή Κιβούρι, Πόρτο Ράφτη, του Δήμου Μαρκοπούλου», εντοπίστηκαν καταστάσεις υψηλού κινδύνου βραχοπτώσεων, έναντι του οποίου, η λήψη άμεσων μέτρων ενίσχυσης ευστάθειας πρानών, συνεκτιμήθηκε με την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Μαρκοπούλου και με την Τεχνική Υπηρεσία της Περιφέρειας Αν. Αττικής ως αναγκαία, δεδομένης της παρουσίας κατοικιών σε "επαφή" με τον πόδα του λόφου.
2. Οι προαναφερθείσες καταστάσεις υψηλού κινδύνου από βραχοπτώσεις, κατ' αρχήν εντοπίστηκαν στους ογκολίθους "Α" και "Γ". Όμως για την εξασφάλιση συνθηκών ασφάλειας στα συνεργεία εκτέλεσης των εργασιών ενίσχυσης της ευστάθειας των εν λόγω ογκολίθων και των περίοικων, κρίθηκε αναγκαίο να ληφθούν μέτρα ενίσχυσης των ογκολίθων "Β", "Δ", "Ε", "Χ23" και των εκτάσεων "ΣΤ" και "Ζ" οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχ3.1.
3. Οι γεωμορφολογικές, γεωλογικές, υδρογεωλογικές συνθήκες και στοιχεία σεισμικότητας και κλίματος της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 2.
4. Οι ερευνητικές εργασίες υπαίθρου: α) τοπογραφική αποτύπωση με κλασσικές μεθόδους, χωρικό σαρωτή (LIDAR), κλπ), και β) τεχνικογεωλογική διερεύνηση παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3.
5. Η σταθερότητα του φυσικού πρानούς, τα αίτια, οι μηχανισμοί βραχοπτώσεων και η εκτίμηση του αντίστοιχου βαθμού επικινδυνότητας βραχοπτώσεων κάθε επιμέρους ογκολίθου "Α", "Β", "Γ", "Δ", "Ε", "Χ23" και οι έκτασεις "ΣΤ", "Ζ" περιγράφονται στο κεφάλαιο 4.
6. Η ανάλυση και διαστασιολόγηση των μέτρων μείωσης του βαθμού επικινδυνότητας βραχοπτώσεων κάθε επιμέρους ογκολίθου "Α", "Β", "Γ", "Δ", "Ε" "Χ23" και οι έκτασεις "ΣΤ", "Ζ" περιγράφονται στο κεφάλαιο 5, και δείχνονται στα αντίστοιχα σχέδια.
7. Επισημαίνεται ότι :
 - α) βάσει των ανωτέρω ελέγχων εξασφαλίζεται μια μέση γεωμηχανική συμπεριφορά των προτεινόμενων έργων, και ότι απαιτείται συνεχής παρακολούθηση της συμπεριφοράς του υπεδάφους - κατασκευής και συνεχής ποιοτικός έλεγχος κατά την κατασκευή. Η προαναφερθείσα συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος από έμπειρο γεωτεχνικό μηχανικό απαιτείται για την επιβεβαίωση των παραδοχών της παρούσας μελέτης και αν απαιτηθεί, για την έγκαιρη λήψη πρόσθετων μέτρων, στην περίπτωση κατά την οποία οι επιτόπου (κατά την κατασκευή) συνθήκες, αποκλίνουν από τις θεωρηθείσες στην παρούσα μελέτη.
 - β) οι βραχοπτώσεις είναι σποραδικά και μη προβλέψιμα γεγονότα τα οποία είναι δυνατόν να προκληθούν από ανθρωπογενείς επεμβάσεις (κατασκευές, κλπ) ή από φυσικές επιδράσεις (σεισμοί, έντονα καιρικά φαινόμενα πχ. έντονες βροχοπτώσεις, παγετός, κλπ). Λόγω του μεγάλου αριθμού των παραμέτρων οι οποίες είναι δυνατόν να τις προκαλέσουν, ο σχεδιασμός των μέτρων αντιμετώπισής τους δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ακριβής επιστήμη η οποία

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

εγγυάται την εξασφάλιση της περιουσίας και τις ζωές των εμπλεκόμενων. Όμως, εφαρμόζοντας τις αρχές της μηχανικής, με προβλέψιμες παραμέτρους και κατασκευάζοντας σωστά σχεδιασμένα μέτρα σε προβλέψιμες θέσεις υψηλού βαθμού επικινδυνότητας, ο εν λόγω βαθμός επικινδυνότητας για τραυματισμούς και καταστροφή περιουσιών, μπορεί να ελαττωθεί σημαντικά. Η τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των προαναφερθέντων μέτρων είναι η ικανή και αναγκαία συνθήκη εξασφάλισης ενός αποδεκτού επιπέδου προστασίας. Το επίπεδο προστασίας των προτεινόμενων μέτρων μπορεί να υποβαθμιστεί, από φυσικές καταστροφές (πυρκαγιές, κλπ), μη χρησιμοποίηση προδιαγεγραμμένων και αυθεντικών υλικών κατασκευής (φράχτες, συρματοπλέγματα, συρματοσχοινα, ήλους, κλπ.).

Ο Συντάξας

Δρ. ΑΝΕΣΤΗΣ ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ
ΔΙΠΛ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ /
ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ & ΓΕΩΛΟΓΟΣ
ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗ 2Α, Ν. ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ 143 43
ΤΗΛ. 210.2586030 - FAX: 210.2586065
ΑΦΜ: 033596839 - ΔΟΥ: Ν. ΙΩΝΙΑΣ

Ανέστης Σ. Αβραμίδης
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός/
Εδαφομηχανικός και Γεωλόγος

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γεωλογικός Χάρτης Φύλλο Κορωπί – Πλάκα, Κλίμακα 1 : 50000, ΙΓΜΕ, Αθήνα
2. Μαθήματα Υδρογεωλογίας, Σ. Λέκκας, Πανεπιστήμιο Γεωλογίας Αθηνών, 1984.
3. Βάση Δεδομένων Σεισμικών Επικέντρων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.
4. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Β. Παπαζάχου, Κ. Παπαζάχου, 1989.
5. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (Ε.Α.Κ.), Ο.Α.Σ.Π., Αθήνα, Σεπτέμβριος, 2000.
6. Technischer Steinsschlagschutz Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung, ONR 24810. Stand: 2012-02-21, Zur Verabschiedung zur Stellungnahme durch die Öffentlichkeit in der Sitzung des Komitees 256 am 28. Februar 2012 in Innsbruck.
7. Technical Note: Design of rockfall net fences and the new ETAG 027 European guideline, D. Peila and C. Ronco, Natural Hazards and Earth System Science, 9, 1291-1298, 2009
8. ETAG 027 - Falling rock protection kits
9. Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM, E. T. Brown, 1981
10. Support of Underground Excavations in Hard Rock. E. Hoek, P. K. Kaiser, W.F. Barton 1995
11. GSI: A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. P. Marinos and E. Hoek
12. Μαθήματα Τεχνικής Γεωλογίας, Δρ Ζ. Καροτσιέρη, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1985.
13. Μαθήματα Υδρογεωλογίας, Σ. Λέκκας, Πανεπιστήμιο Γεωλογίας Αθηνών, 1984.
14. Υδρογεωλογικά συνθήκαι της λεκάνης του Κορωπίου Αττικής, Η. Μαριολάκος, Σ. Λέκκας, 1974.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Στοιχεία Σεισμών Μεγέθους $M_s \geq 5.0R$, σε Απόσταση 100km από τη Θέση του Έργου.													
Α/Α	ΗΜΕΡΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ (GMT)	Παγκόσμιο '84 [(WGS 84) φ.λ]		ΕΓΣΑ '87 ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΜΕΡΚΑΤΟΡΙΚΗ			ΒΑΘΟΣ h (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Local)	Μέγιστη Ένταση (Mercalli)	Περιοχή Μείγσης Έντασης	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΟ (km)	
			ΠΛΑΤΟΣ φ	ΜΗΚΟΣ λ	x	y							
1	480π.Χ	-	37.90	23.30	438309.027	4194663.236	Επιφανειακός h<60km	6.3	VIII	Σαλαμίνα	62.6		
2	1321	-	38.30	23.30	438643.603	4239045.846	Επιφανειακός h<60km	6.3	VIII	Θήβα	78.2		
3	16.09.1694	-	38.10	24.10	508619.038	4216627.555	Επιφανειακός h<60km	6.4	VII	Αθήνα	26.1		
4	16.11.1805	-	38.00	24.00	499851.196	4205527.476	Επιφανειακός h<60km	6	VII	Αθήνα	13.9		
5	18.08.1853	-	38.30	23.30	438643.603	4239045.846	Επιφανειακός h<60km	6.8	X	Θήβα	78.2		
6	11.05.1891	-	37.50	24.50	544046.579	4150170.923	Επιφανειακός h<60km	6.3	VIII	Κύθνος	59.9		
7	23.05.1893	-	38.30	23.40	447387.626	4238984.366	Επιφανειακός h<60km	6.2	VIII	Θήβα	71.4		
8	17.10.1914	-	38.30	23.40	447387.626	4238984.366	Επιφανειακός h<60km	6	VIII	Θήβα	71.4		
9	20.07.1938	-	38.30	23.80	482363.406	4238833.036	Επιφανειακός h<60km	6	VIII	Ωρωπός	50.6		
10	17/7/1964	2:34:28 πμ	38.00	23.50	455952.179	4205645.399	150	5.8	-	-	47		
11	2/1/1966	11:12:16 μμ	37.80	23.10	420618.289	4183718.735	10	5	-	-	80.5		
12	4/7/1968	9:47:51 μμ	37.70	23.20	429327.255	4172543.622	10	5	-	-	73.9		
13	24/2/1981	8:53:36 μμ	38.14	23.00	412219.533	4221533.316	10	6.3	-	-	93.4		
14	25/2/1981	1:57:53 πμ	38.10	23.00	412171.712	4217094.958	10	5.2	-	-	92.1		
15	25/2/1981	2:35:50 πμ	38.20	23.00	412291.346	4228190.910	10	5.9	-	-	95.7		
16	25/2/1981	5:08:13 πμ	38.20	23.10	421047.511	4228101.125	10	5.1	-	-	87.6		
17	4/3/1981	9:58:04 μμ	38.30	23.20	429899.536	4239116.786	10	5.8	-	-	85.3		
18	5/3/1981	6:59:06 πμ	38.30	23.20	429899.536	4239116.786	10	5.6	-	-	85.3		
19	7/3/1981	11:34:42 πμ	38.20	23.30	438559.678	4227949.912	10	5.1	-	-	72		
20	7/9/1999	11:56:50 πμ	38.15	23.62	466556.056	4222338.784	30	5.4	-	-	45.9		
21	4/4/2014	8:08:07 μμ	37.20	23.73	475890.598	4116805.573	113	5.5	-	-	79.1		
22	17/11/2014	11:09:03 μμ	38.64	23.41	448503.706	4276706.132	23	5.2	-	-	99.9		
23	9/6/2015	1:09:03 πμ	38.62	23.39	446748.348	4274498.193	13	5.3	-	-	99		
Θέση του Έργου:			37.88	24.01	500882.500	4191701.030	-	-	-	Θέση Αστοχίων	-		

* Πηγή : Βιβλιογραφία 4

* Πηγή : Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σεισμοί μεγέθους $M \geq 5.0R$ για την περίοδο 01/01/1964 έως 15/12/2015

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1. Αποτελέσματα Παρακολούθησης Μετακίνησης Ογκώλου "Α"

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ ΩΡΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	1 (cm)	2 (cm)	3 (cm)	4 (cm)	
19.11.15	60.8	115.8	257.2	215.2	
21.11.15	60.8	115.7	257.1	215.2	
24.11.15	60.8	115.7	257.2	215.3	
27.11.15	60.9	115.8	257.2	215.3	
01.12.15	60.8	115.7	257.3	215.2	
08.12.15	60.9	115.7	257.3	215.4	
21.12.15	61.1	115.9	257.5	215.5	
30.12.15	61	115.9	257.4	215.4	
10.01.16	61.2	115.7	257.7	215.5	
27.01.16	61.2	116	257.5	215.5	

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών

Κωδικός Δείγματος (βάθος, m)	ΤΥΠΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ*	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ POINT LAOD TEST			ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ P (kN)	$I_s = P / D^2$ MPa	$K_{PLT} = (D/50)^{0.45}$	$I_{S50} = K_{PLT} * I_s$ MPa	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΨΗ $\sigma_{c,est} = 24 * I_{S50}$
		D (mm)	L (mm)	D/L					
**PL1	C	60	169	0.36	19.60	5.44	1.09	5.91	141.84
PL2	C	59	115	0.51	3.92	1.13	1.08	1.21	29.12
PL3	C	83	129	0.64	11.27	1.64	1.26	2.06	49.32
PL4	C	84	178	0.47	6.86	0.97	1.26	1.23	29.47
***PL5	C	83.5	148.2	0.56	14.21	2.04	1.26	2.57	61.61
****PL6	C	59	138	0.43	7.35	2.11	1.08	2.27	54.59
PL7	C	81.2	156	0.52	9.31	1.41	1.24	1.76	42.15
PL8	C	77	168.5	0.46	10.78	1.82	1.21	2.21	52.99
PL9	C	64	153	0.42	0.49	0.12	1.12	0.13	3.21
*****PL10	C	85.5	125	0.68	<0.1	<0.01	1.27	<0.02	<0.41

Παρατηρήσεις: * C: Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχήματος

** Το δείγμα έσπασε σε τρία μέρη

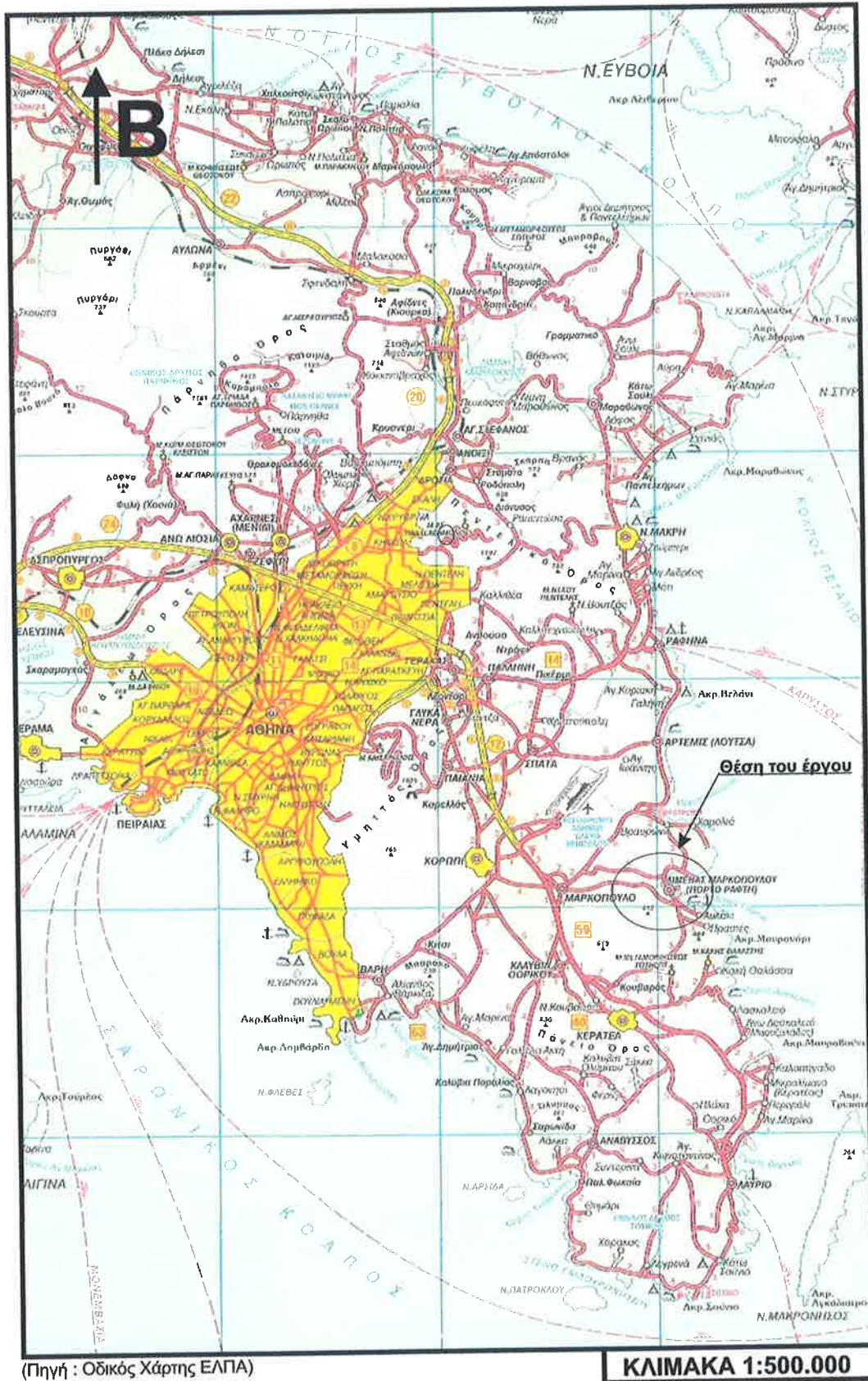
*** Το δείγμα έσπασε σε πολλά μέρη

**** Ψαμμικές φλέβες

***** Επιφάνεια θραύσης κάθετα στα σημεία φόρτισης

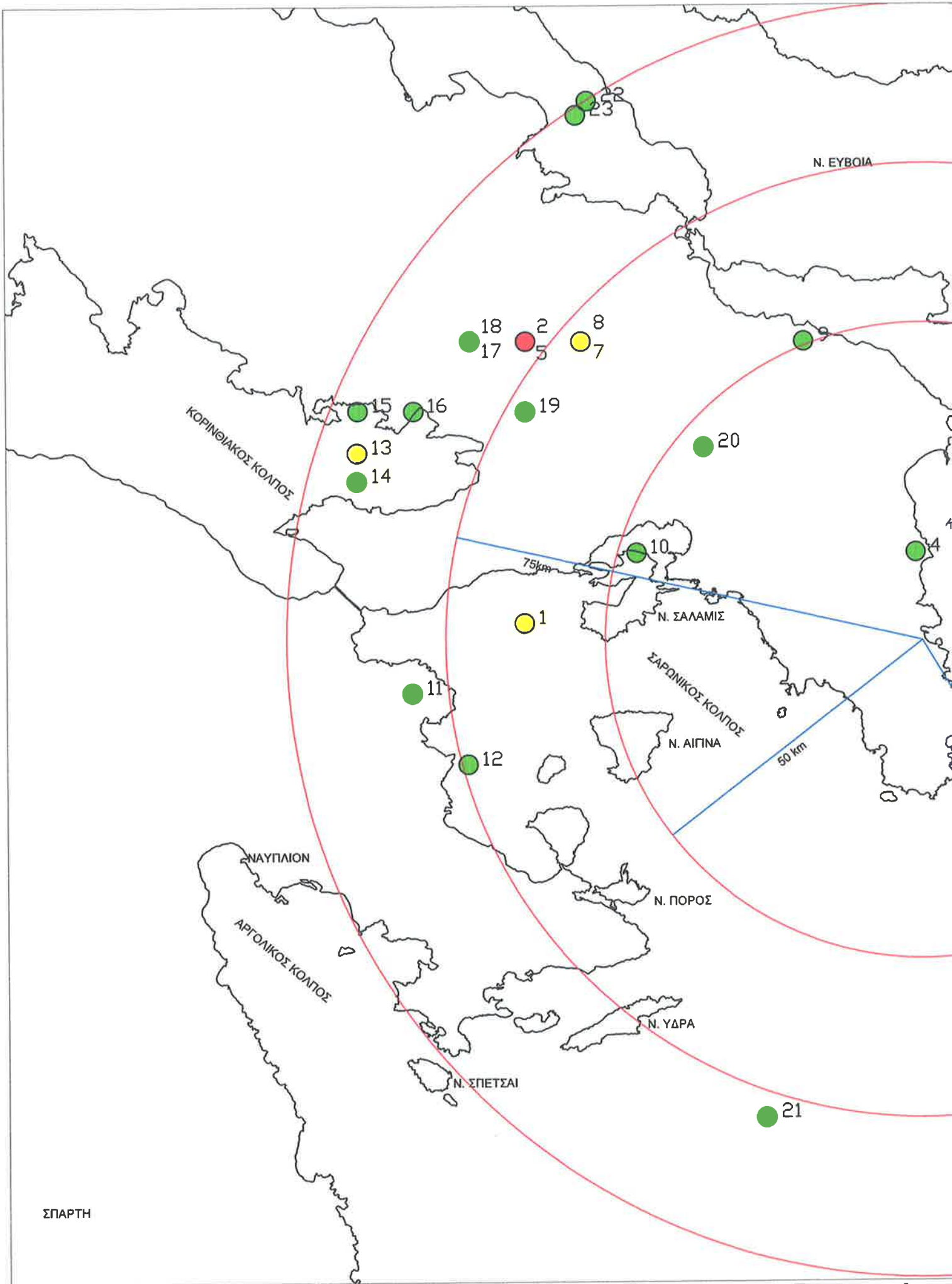
Τα δείγματα PL1..PL5 είναι ασβεστολιθικά και ελήφθησαν από την επιφάνεια του πρανούς.

Τα δείγματα PL6..PL10 είναι σχιστολιθικά και ελήφθησαν από την επιφάνεια του πρανούς.



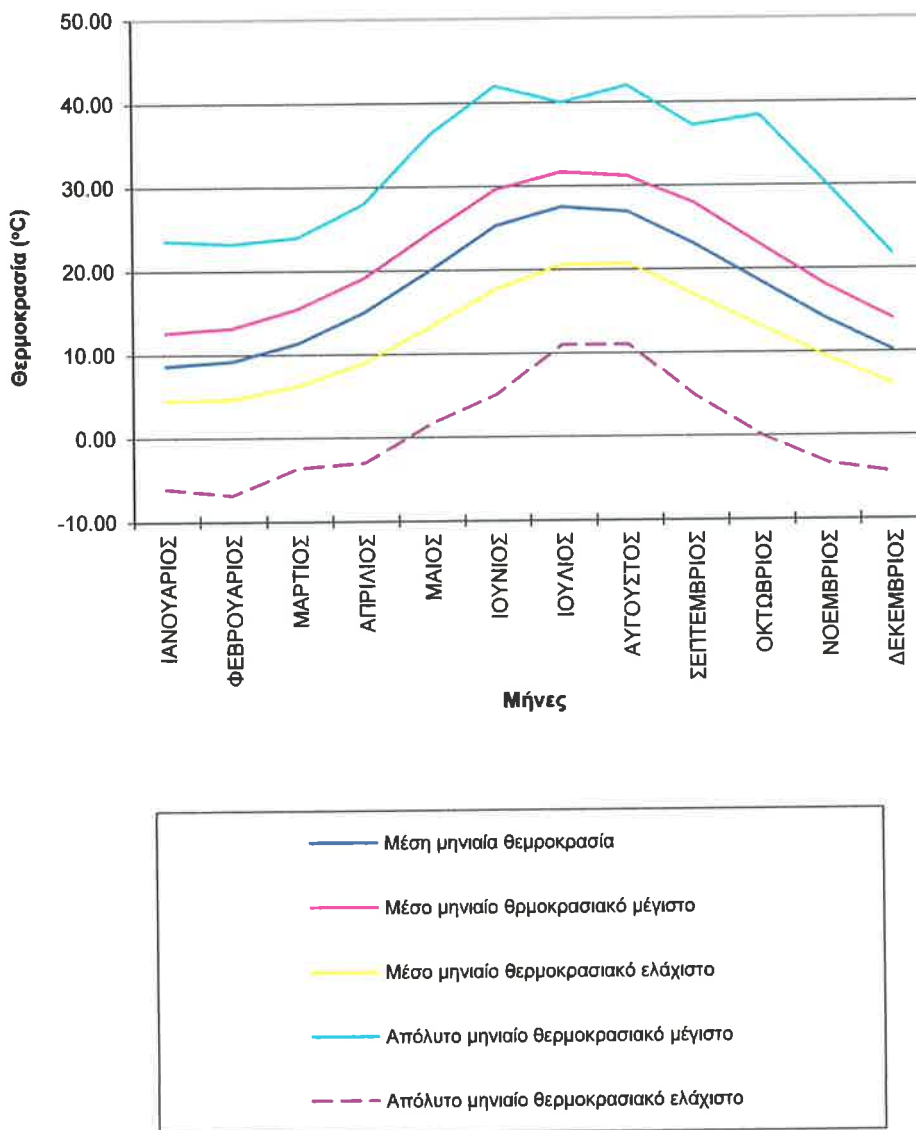
(Πηγή : Οδικός Χάρτης ΕΛΠΑ)

Σχ. 1.1 : Θέση του έργου



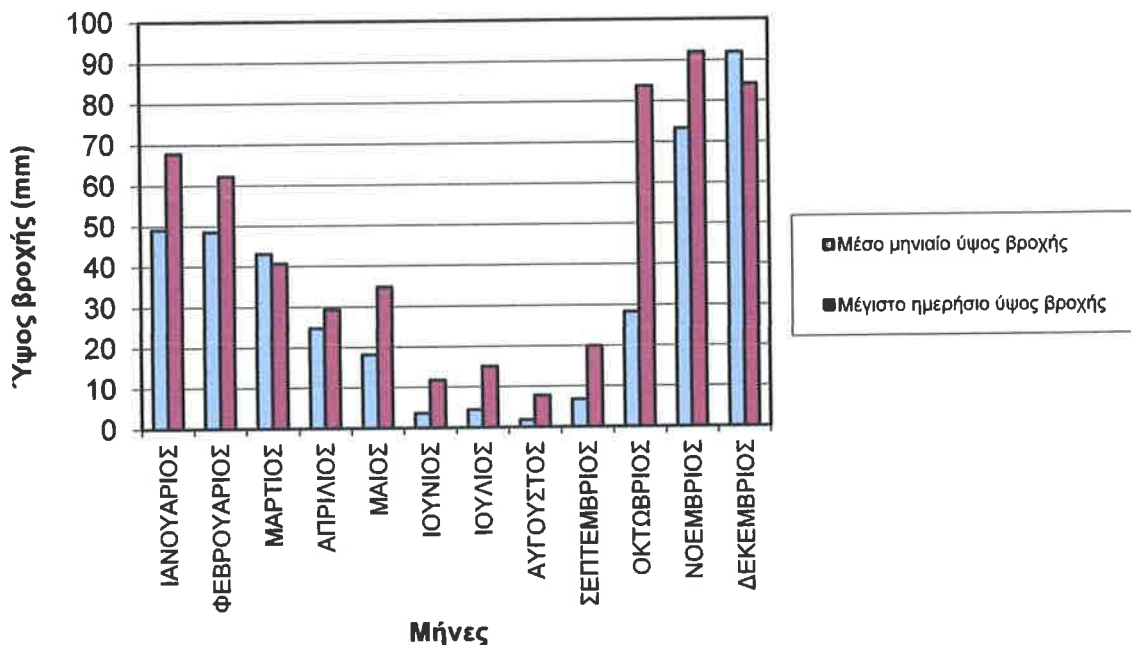
Σχ. 2.3 : Επίκεντρα σεισμών μεγέθους $M_s > 5R$ σε απόσταση

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

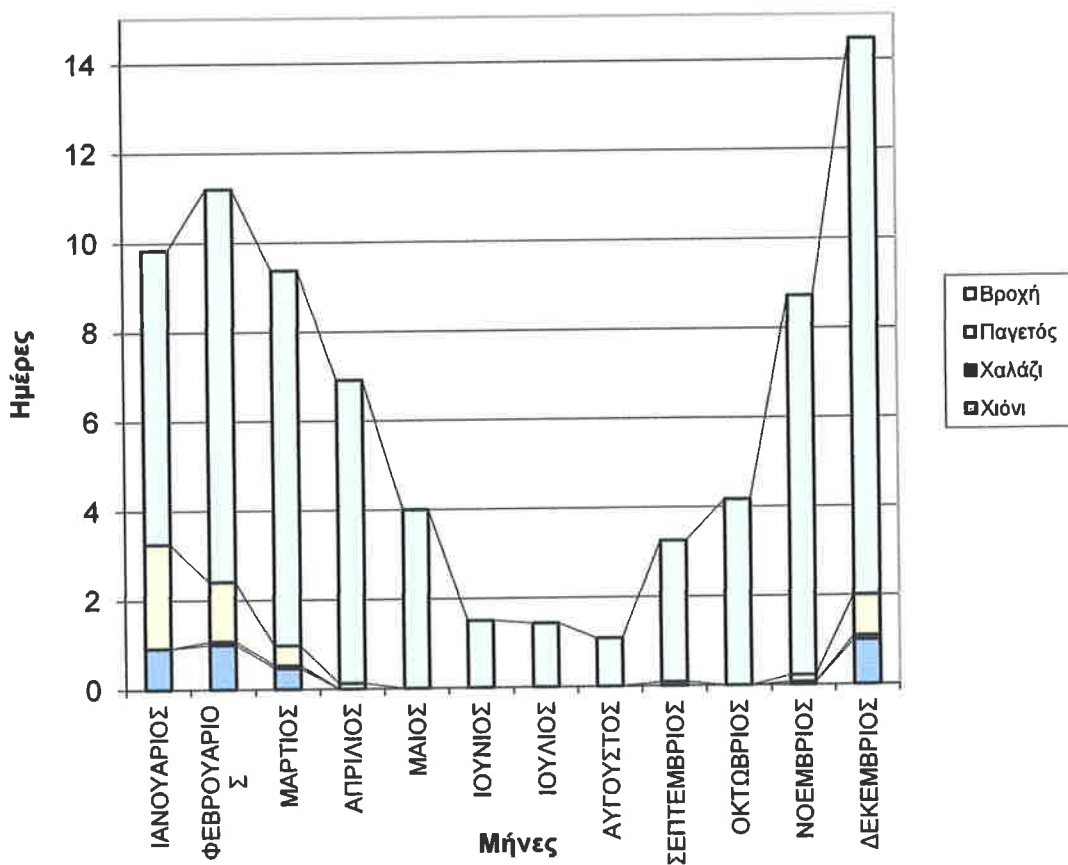


Σχ 2.4 Κατανομή της μηνιαίας θερμοκρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958 - 2014

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Σχ. 2.5 Κατανομή μέσου μηνιαίου και μέγιστου ημερησίου ύψους βροχής στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958-2014



Σχ. 2.6 Αριθμός ημερών βροχής, παγετού, χαλαζιού και χιονιού στον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων για την περίοδο 1958-2014

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ / PROJECT TYPE

ΒΡΑΧΟΠΤΩΞΕΙΣ

ΘΕΣΗ / SITE OF SURVEY :

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ, ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ / GEOLOGICAL FORM. ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ (sch.ph) - ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ (mr)

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ ΑΠΟ / CONSTRUCTED BY

ΑΝΕΣΤΗΣ ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ

Πίνακας Α.1. Στοιχεία ασυνεχειών

A/A	Κλίση Dip	Διεύθυνση Κλίσης / Dip Direction	Είδος Ασυνέχειας / Discontinuity Type T	Απόσταση / Spacing S (cm)	Εμμονή / Persistence P (m)	Τραχύτητα / Roughness R	Ανοιγμα / Aperture A (cm)	Υλικό πλήρωσης / Infilling Material F	Νερό / Water W (N)AI - (O)XI	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	38	50	Δ	1	1	Ε/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
2	66	104	Δ	-	2	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
3	55	126	Δ	0.5	5	Ε/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
4	52	98	Δ	0.5	3	Ε/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
5	65	338	Δ	-	2	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
6	71	45	Δ	-	2,5	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
7	46	186	Δ	1.5	2,5	Κ/Τ	3-5	Καστανή άργιλος	Ο	Ασβεστόλιθος
8	72	20	Δ	1.5	1,2	Ε/Τ	0.1-0.2	Καστανή άργιλος	Ο	Ασβεστόλιθος
9	72	239	Δ	-	3,5	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
10	89	140	Δ	-	1	Κ/Τ	0.1-0.2	Καστανή άργιλος	Ο	Ασβεστόλιθος
11	41	226	Δ	0.3	0,8	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
12	45	72	Δ	-	20-25	Κ/Τ	2-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
13	55	50	Δ	-	20-25	Κ/Τ	2-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
14	86	49	Δ	-	0,4	Κ/Τ	0,1	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
15	50	228	Δ	-	0,6	Κ/Τ	0,1	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
16	36	246	Δ	-	4	Κ/Τ	2-4	Καστανή άργιλος	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
17	49	228	Δ	-	4	Κ/Τ	-	-	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
18	40	100	Δ	2-5	0,5	Κ/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
19	56	160	Δ	2-5	0,5	Κ/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
20	54	42	Δ	-	20-25	Κ/Τ	3-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
21	46	20	Δ	-	20-25	Κ/Τ	3-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
22	80	202	Δ	-	2	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
23	70	123	Δ	-	2	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
24	84	18	Δ	-	2	Κ/Τ	0.2-0.4	Καστανή άργιλος	Ο	Ασβεστόλιθος
25	66	54	Δ	-	20-25	Κ/Τ	3-5	Καστανή άργιλος	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
26	37	227	Δ	-	4	Κ/Λ	1	Καστανή άργιλος	Ο	Ασβεστόλιθος
27	60	14	Δ	30	2,5	Κ/Λ	0.5-1	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Ασβεστόλιθος
28	60	51	Δ	-	5	Κ/Λ	2-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Ασβεστόλιθος
29	24	86	Δ	-	8-9	Κ/Τ	-	-	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
30	54	34	Δ	0.5-2	1	Κ/Λ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
31	86	81	Δ	-	3	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
32	44	41	Δ	-	4	Κ/Τ	2-5	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστόλιθου
33	69	138	Σ	4	0,5	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
34	59	109	Σ	2	0,5	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
35	58	292	Σ	0,5	0,3	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
36	45	16	Σ	1	0,4	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος

1) Σ : στρώση / σχιστότητα, Δ : διάκλαση, Ρ : ρήγμα.

2) Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών του ίδιου είδους και ομάδας.

3) ΜΑ : Μήκος ασυνεχειών, ΑΑ : Άνοιγμα ασυνεχειών, ΤΤ : Τραχύτητα τοιχωμάτων, ΥΠ : Υλικό πλήρωσης.

ΑΠ : Απώσθρωση τοιχωμάτων ασυνεχειών (Βλέπε πίνακα πίσω).

ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ / PROJECT TYPE

ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

ΘΕΣΗ / SITE OF SURVEY :

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ, ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ / GEOLOGICAL FORM. ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ (sch.ph) - ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ (mr)

ΑΝΕΣΤΗΣ ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ ΑΠΟ / CONSTRUCTED BY

Πίνακας Α.1. Στοιχεία ασυνεχειών

A/A	Κλίση Dip	Διεύθυνση Κλίσης / Dip Direction	Είδος Ασυνέχειας / Discontinuity Type T	Απόσταση / Spacing S (cm)	Εμμονή / Persistence P (m)	Τραχύτητα / Roughness R	Ανοιγμα / Aperture A (cm)	Υλικό πλήρωσης / Inflling Material F	Νερό / Water W (N)AI - (O)XI	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
37	50	4	Σ	2	0.2	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
38	61	8	Σ	2	0.4	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
39	39	36	Σ	0.3	0.8	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
40	44	44	Σ	0.5	1	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
41	26	280	Σ	2	0.5	Κ/Λ	-	-	Ο	Σχιστόλιθος
42	83	128	Δ	-	1.8-2.5	Κ/Τ	1-4	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
43	88	245	Δ	-	6-6.5	Κ/Τ	28-42	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
44	82	98	Δ	-	2.5	Κ/Τ	0.5-2	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
45	75	122	Δ	-	0.5	Κ/Τ	0.5-1	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
46	90	139	Δ	-	1	Κ/Τ	0.1-1	Κένη	Ο	Ασβεστόλιθος
47	46	70	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
48	46	62	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
49	34	89	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
50	55	36	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
51	34	58	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
52	48	48	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
53	63	89	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
54	62	66	Δ	-	20-25	Κ/Τ	1-3	Σχιστολιθικό υλικό	Ο	Επαφή σχιστολίθου - ασβεστολίθου
55	85	28	Δ	-	0.5	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
56	72	92	Δ	-	4	Κ/Τ	-	-	Ο	Ασβεστόλιθος
57	52	148	Δ	-	2.5	Ε/Τ	2-3	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
58	68	246	Δ	-	3.5	Ε/Τ	2-3	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
59	44	135	Δ	40	3.5	Ε/Τ	1	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
60	30	246	Δ	-	7-8.5	Κ/Τ	2-5	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
61	76	157	Δ	-	1.5-2	Κ/Τ	1-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
62	25	254	Δ	-	1.5-2	Κ/Τ	1-3	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
63	55	190	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
64	25	240	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
65	70	150	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
66	20	250	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
67	50	188	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
68	80	160	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
69	58	192	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
70	32	248	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος
71	80	160	Δ	30	1.5-2	Κ/Τ	0.5-2	Καστανή άργιλος με ρίζες	Ο	Ασβεστόλιθος

1) Σ : στρώση / σχιστότητα, Δ : διάκλαση, Ρ : ρήγμα.

2) Απόσταση μεταξύ ασυνεχειών του ίδιου είδους και ομάδας.

3) ΜΑ : Μήκος ασυνεχειών, ΑΑ : Ανοιγμα ασυνεχειών, ΤΤ : Τραχύτητα τοιχωμάτων, ΥΠ : Υλικό πλήρωσης,

ΑΠ : Απωσάθρωση τοιχωμάτων ασυνεχειών (Βλέπε πίνακα πίσω).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.2

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΦΥΡΑΣ SCHMIDT ΤΥΠΟΥ L
(Ε 103-84)

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΕΡΓΟ : <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ : ΚΥΒΟΥΡΙ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ
ΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ : ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΟΓΚΟΛΙΘΩΝ "Α" ΚΑΙ "Β"
ΒΑΘΟΣ ΛΗΨΕΩΣ : Επί τόπου δοκιμή επί του βραχώδους πρανούς
ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΕΩΣ : -
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΕΩΣ : -

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ : Ασβεστολιθοί ελαφρα εως μετριοι αποσαθρωμενοι
ΜΕΓΕΘΟΣ : -
ΣΧΗΜΑ : -
ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : Ξηρό
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ : 19.11.15
Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ : 1
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΕΩΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : Επί τόπου δοκιμή επί του βραχώδους πρανούς
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ : Διάκλαση J(53/044)
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΣΦΥΡΙΟΥ : Κάθετος στην επιφάνεια εκτέλεσης δοκιμής

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (οι μετρήσεις τοποθετούνται κατά φθίνουσα σειρά)

Α/Α	ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΦΥΡΑΣ SCHMIDT
1	35
2	35
3	32
4	32
5	31
6	30
7	30
8	27
9	26
10	25

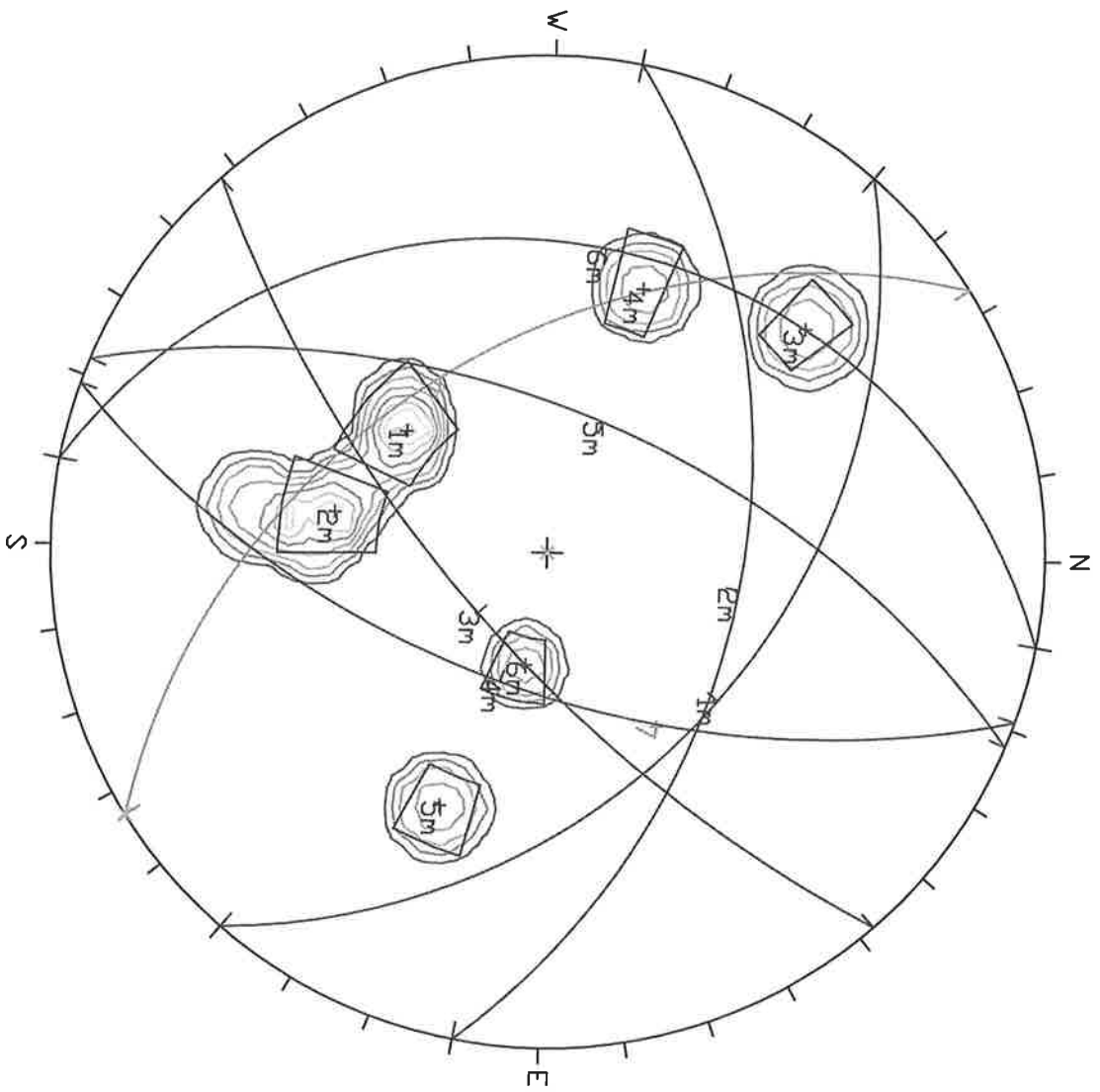
μεγαλύτερες τιμές

Α/Α	ΕΝΔΕΙΞΗ ΣΦΥΡΑΣ SCHMIDT
11	24
12	24
13	24
14	22
15	22
16	21
17	21
18	20
19	20
20	20

μικρότερες τιμές (απορρίπτονται)

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
30.3
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
3.47
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ C
1

ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : (ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ) x C **30.3**



Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area

0.00 %
2.50 %
5.00 %
7.50 %
10.00 %
12.50 %
15.00 %
17.50 %
20.00 %
22.50 %

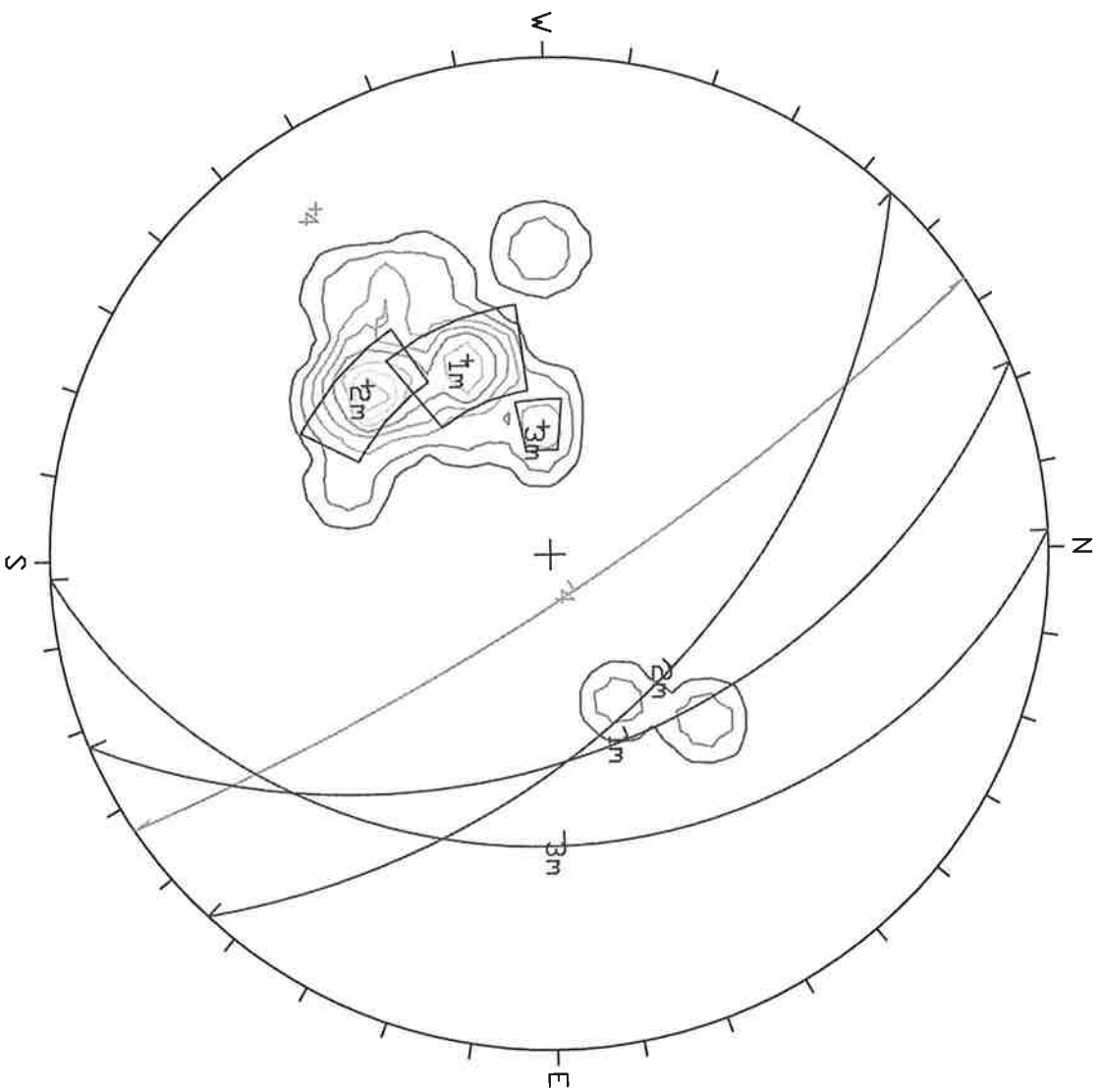
No Bias Correction
Max. Conc. = 20.9575%

Equal Angle
Lower Hemisphere
9 Poles
9 Entries

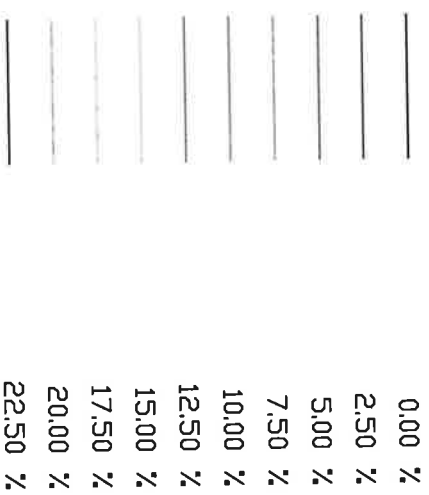
Orientations	
1. B1	41 / 040
2. B2	47 / 010
3. B3	69 / 138
4. B4	59 / 109
5. B5	58 / 292
6. B6	26 / 280
7. PR	45 / 237

B : Στιρώση
PR : ττρανές

Σχ. Α.1Α. Στερεογραφική Προβολή επιπέδων ασυνεχειών στους οχιστολίθους (sch-ph), στην περιοχή έργων άμμεων επέμβασεων



Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area



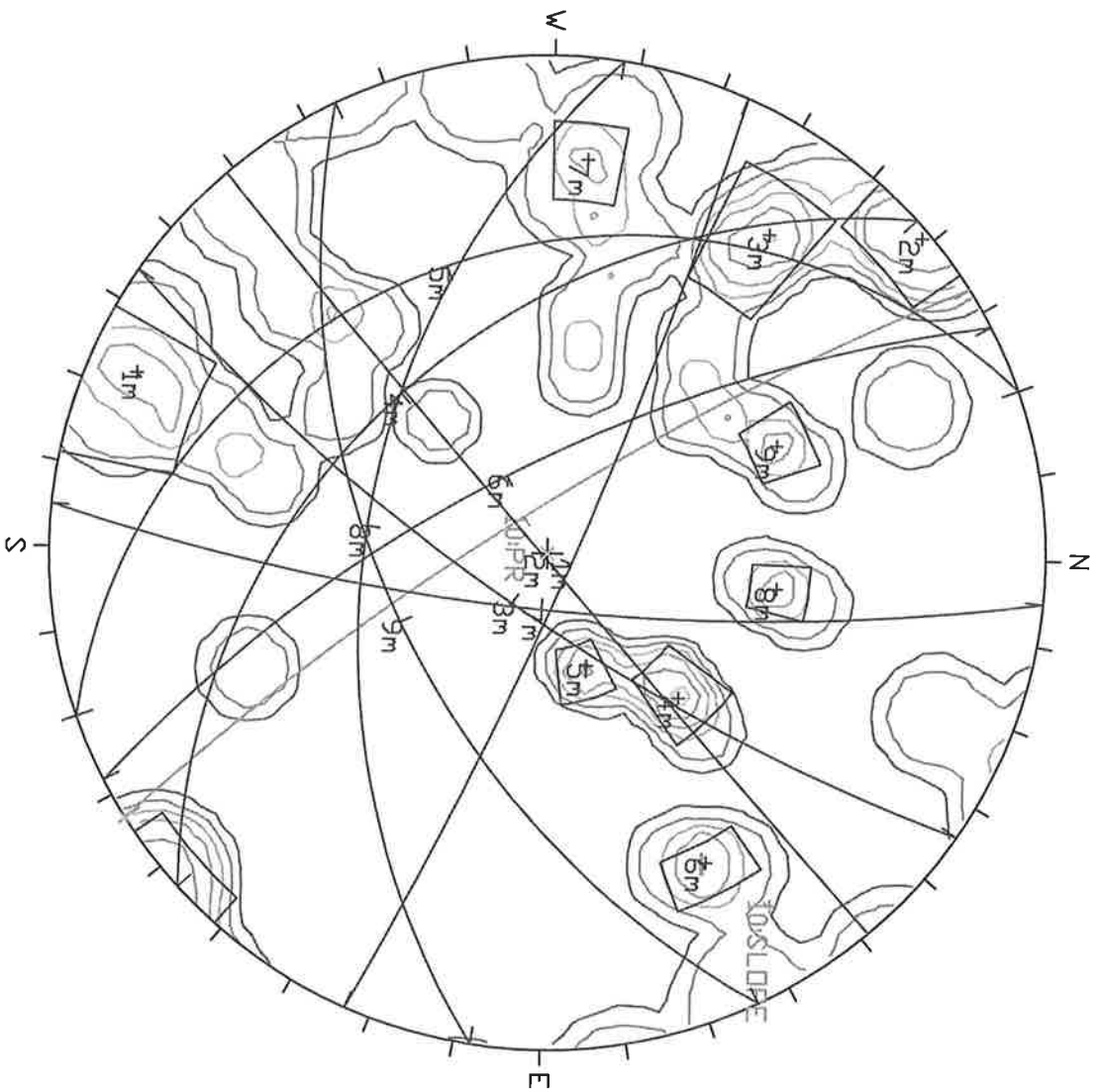
No Bias Correction
Max. Conc. = 22.5546%

Equal Angle
Lower Hemisphere
17 Poles
17 Entries
Orientations

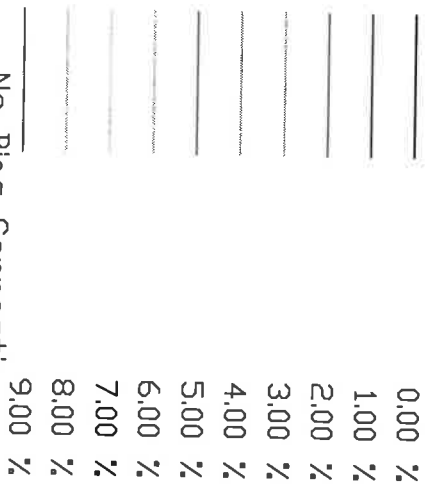
1 J1	46 / 068
2 J2	53 / 044
3 J3	29 / 088
4 PR	80 / 057

J : ασυνέχεια
PR : τριανές

Σχ. Α.1Β. Στερεογραφική Προβολή Επιφανείας οχιστολίων (mr), στην περιοχή έργων άμμοσυνθλίψεως



Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area



No Bias Correction
Max. Conc. = 6.56587%

Equal Angle
Lower Hemisphere

37 Poles
37 Entries

Orientations

1 J1	84 / 023
2 J2	89 / 139
3 J3	76 / 124
4 J4	43 / 227
5 J5	27 / 250
6 J6	70 / 242
7 J7	77 / 095
8 J8	50 / 188
9 J9	54 / 154
10 PR	80 / 057

J : ασυνέχεια
PR : τρανές

Σχ. Α.1Γ. Στερεογραφική Προβολή επιπέδων ασυνεχείων στους ασβεστολιθούς (m), στην περιοχή έργων άμμοσαν επείμβασεων

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities

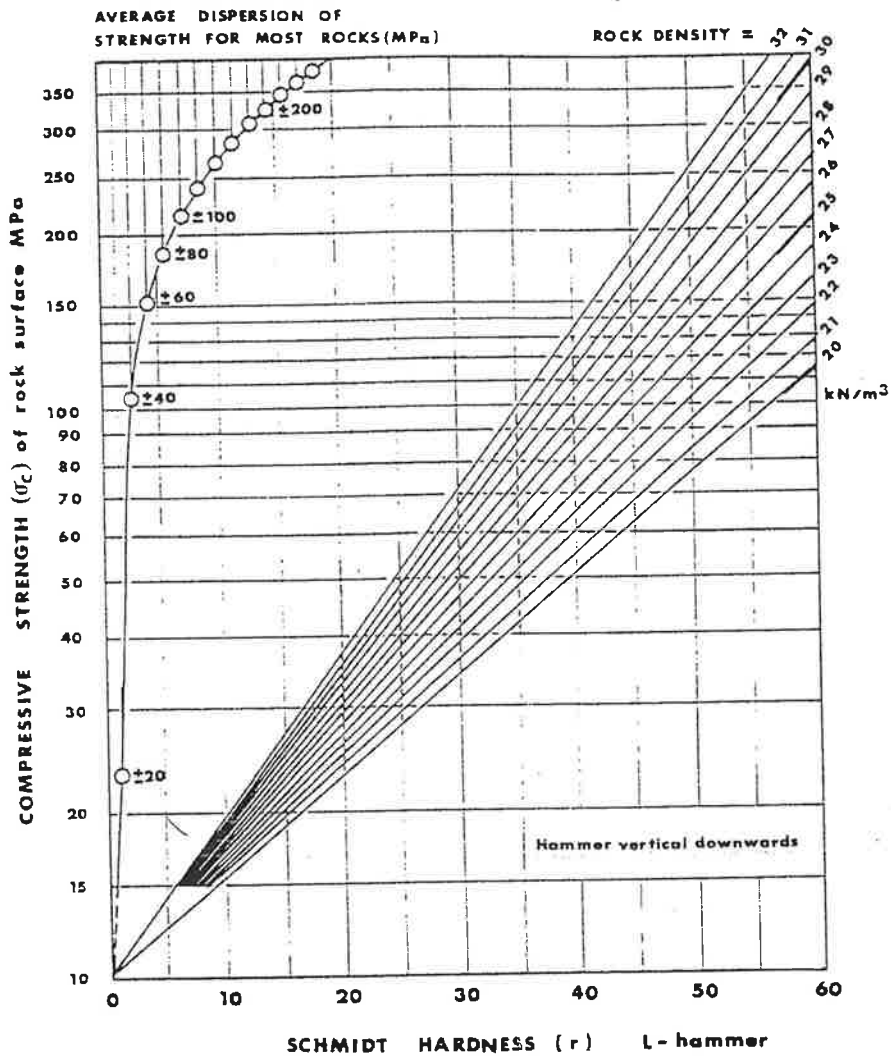
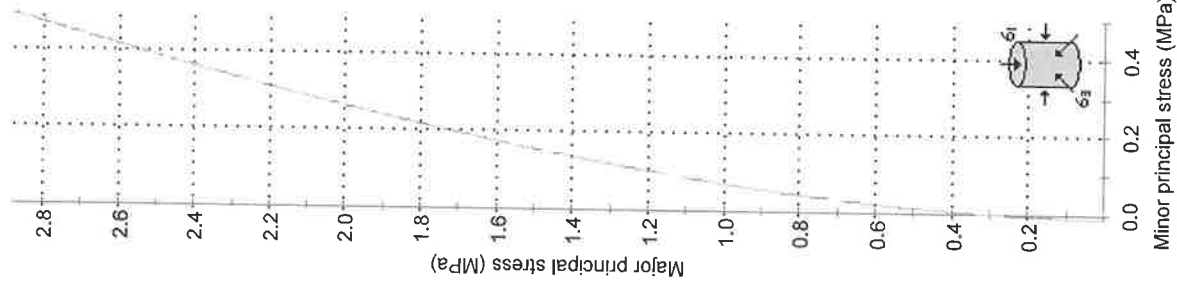


Fig. 20. Correlation chart for Schmidt (L) hammer, relating rock density, compressive strength and rebound number, after Miller [1].

Σχ. Α.2. Νομόγραμμα συσχέτισης: πυκνότητας, μοναξονικής αντοχής βράχου και αριθμού αναπήδησης σφύρας Schmidt, τύπου (L).



Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 40 MPa
GSI = 35 $m_i = 12$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

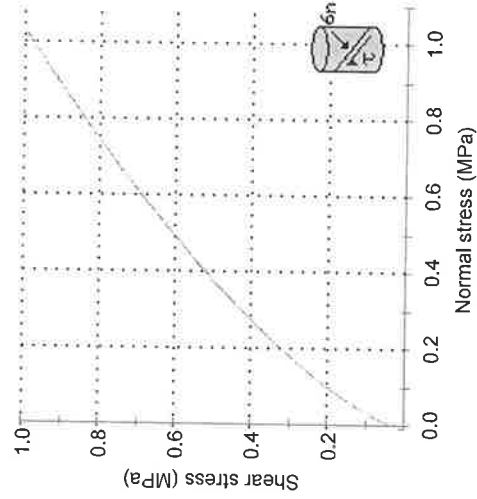
$m_b = 0.337$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.146 MPa friction angle = 41.19 deg

Rock Mass Parameters

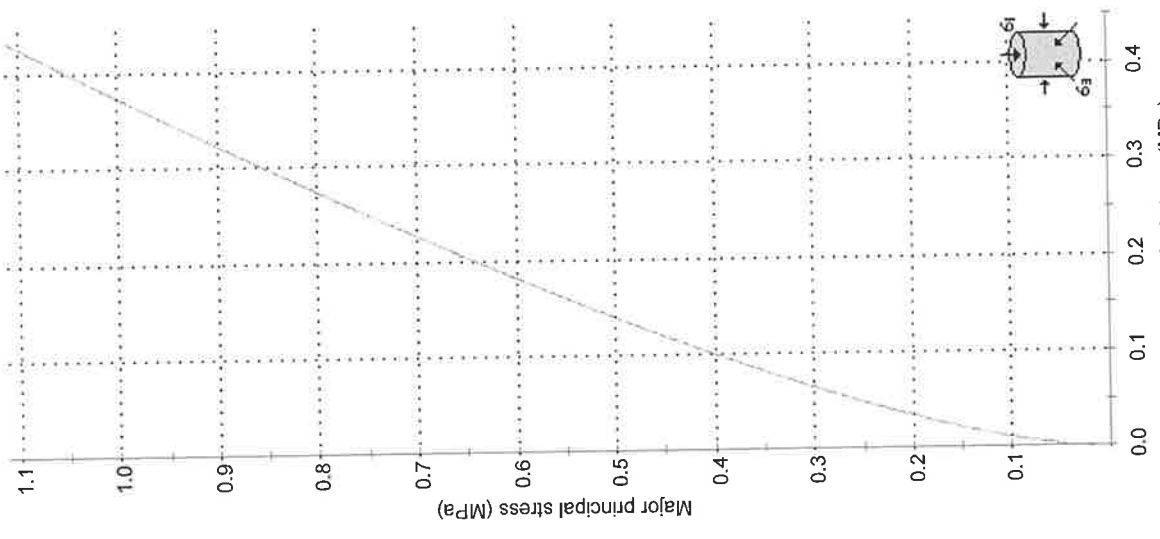
tensile strength = -0.010 MPa
uniaxial compressive strength = 0.310 MPa
global strength = 2.845 MPa
modulus of deformation = 1733.58 MPa



Σχ. Α.3. Εκτίμηση αντοχής βραχώμαζας ασβεστολίθων

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΣΟΓΑΙΑΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Analysis of Rock Strength using RocLab

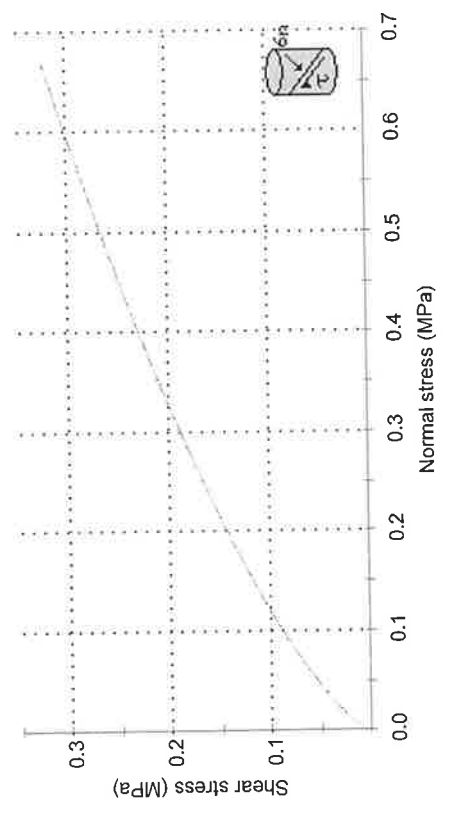


Hoek-Brown Classification
 intact uniaxial compressive strength = 25 MPa
 GSI = 15 mi = 10 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion
 mb = 0.094 s = 4.47e-6 a = 0.561

Mohr-Coulomb Fit
 cohesion = 0.050 MPa friction angle = 23.45 deg

Rock Mass Parameters
 tensile strength = -0.001 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.025 MPa
 global strength = 0.668 MPa
 modulus of deformation = 433.39 MPa



Σχ. Α.4. Εκτίμηση αντοχής βραχόμαζας σχιστολίθων

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ
 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ESTIMATE OF BARTON'S ROCK DISCONTINUITY STRENGTH PARAMETERS

ΣΧ Α.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΩΛΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑ ΒΑΡΤΟΝ ΣΤΟΥΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥΣ

ΕΡΓΟ :

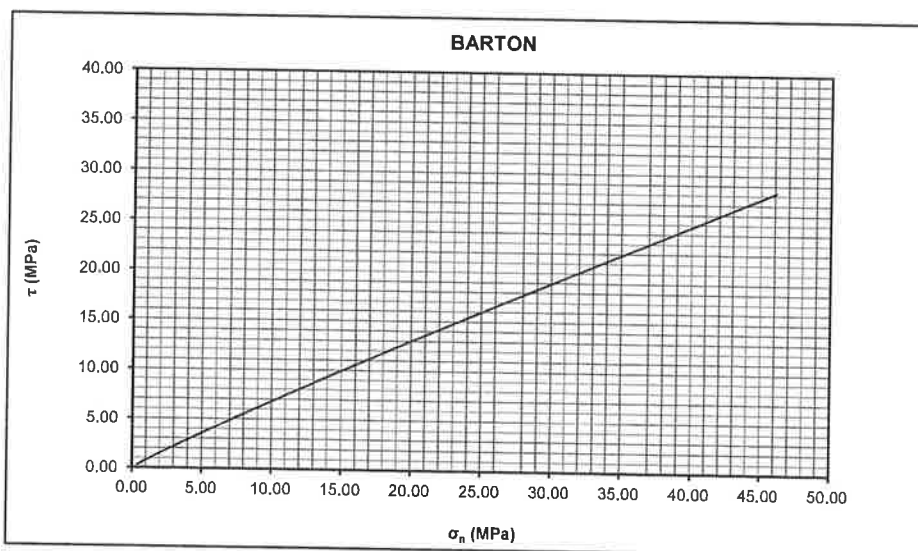
ΓΕΩΤΡΗΣΗ :

Χ.Θ. :

ΒΑΘΟΣ :

INPUT DATA - ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
Basic Friction Angle - Βασική Γωνία Τριβής :	$\Phi_b =$	33.00 °
Joint Roughness Coefficient - Συντελεστής Τραχύτητας Ασυνεχειών :	JRC =	4.00
Joint Wall Compressive strength Coefficient - Συντελεστής Θλιπτικής Αντοχής Ασυνέχειας :	JCS =	20.00
Minimum Normal strength - Ελάχιστη Ορθή Τάση :	$\sigma_{min} =$	0.00 MPa

OUTPUT - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ				
σ_n (MPa)	τ (MPa)	$d\tau \times d\sigma_n$	Φ_i (°)	c_i (MPa)
0.045	0.043	0.894	41.80	0.003
0.090	0.082	0.857	40.60	0.005
0.180	0.157	0.821	39.40	0.010
0.360	0.302	0.787	38.20	0.019
0.720	0.578	0.753	36.99	0.036
1.440	1.108	0.721	35.79	0.069
2.880	2.121	0.690	34.59	0.135
5.760	4.058	0.659	33.39	0.261
11.520	7.758	0.629	32.19	0.508
23.040	14.822	0.600	30.98	0.988
46.080	28.293	0.572	29.78	1.924



Ανέστης Σ. Αβραμίδης, Δρ. Πολ. Μηχανικός / Εδαφομηχανικός & Γεωλόγος • Μακρυγιάννη 2Α, Ν. Χαλκηδόνα, 143 43,
 Τηλ-Fax : 210 258.60.65, email: geopraxis@otenet.gr

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ
 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ
 ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ
 ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ESTIMATE OF BARTON'S ROCK DISCONTINUITY STRENGTH PARAMETERS

ΣΧ Α.6 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑ BARTON ΣΤΟΥΣ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΥΣ

ΕΡΓΟ :

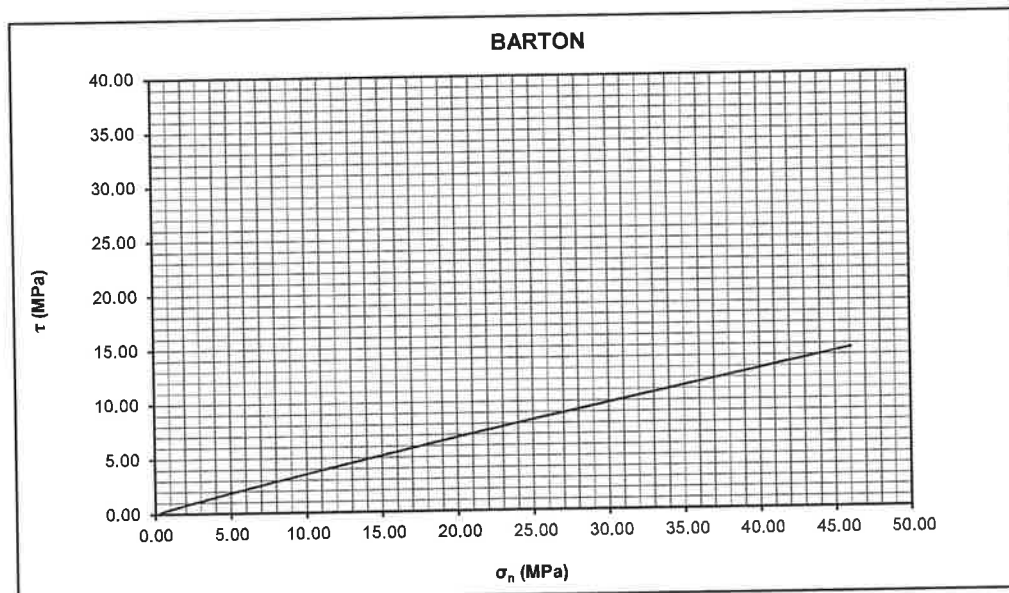
ΓΕΩΤΡΗΣΗ :

Χ.Θ. :

ΒΑΘΟΣ :

INPUT DATA - ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
Basic Friction Angle - Βασική Γωνία Τριβής :	$\Phi_b =$	20.00 °
Joint Roughness Coefficient - Συντελεστής Τραχύτητας Ασυνεχειών :	JRC =	3.00
Joint Wall Compressive strength Coefficient - Συντελεστής Θλιπτικής Αντοχής Ασυνέχειας :	JCS =	7.50
Minimum Normal strength - Ελάχιστη Ορθή Τάση :	$\sigma_{min} =$	0.00 MPa

OUTPUT - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ				
σ_n (MPa)	τ (MPa)	$d\tau \times d\sigma_n$	Φ_i (°)	c_i (MPa)
0.045	0.023	0.474	25.35	0.001
0.090	0.043	0.455	24.45	0.003
0.180	0.083	0.436	23.54	0.005
0.360	0.160	0.417	22.64	0.010
0.720	0.306	0.399	21.74	0.019
1.440	0.586	0.381	20.84	0.038
2.880	1.120	0.363	19.93	0.075
5.760	2.136	0.345	19.03	0.149
11.520	4.066	0.327	18.13	0.295
23.040	7.726	0.310	17.23	0.583
46.080	14.648	0.293	16.32	1.154



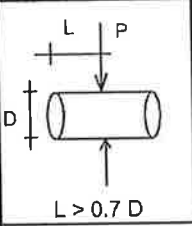
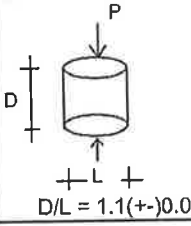
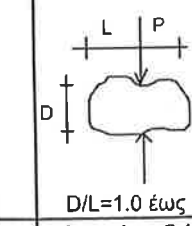
Ανέστης Σ. Αβραμίδης, Δρ. Πολ. Μηχανικός / Εδαφομηχανικός & Γεωλόγος • Μακρυγιάννη 2Α, Ν. Χαλκηδόνα, 143 43,
 Τηλ-Fax : 210 258.60.65, email: geopraxis@otenet.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Αποτελέσματα Εργαστηριακών Δοκιμών

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

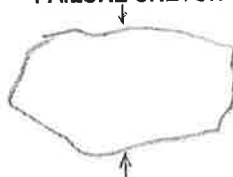
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P / (D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: LIMESTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	169.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	60.0
D / L	0.36
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	20.0
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	19.60
I_s (MPa)	5.44
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.09
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	5.91
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	141.84

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



Παρατήρηση:
Το δείγμα έσπασε σε τρία μέρη

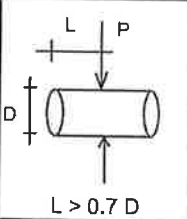
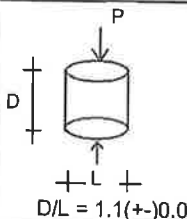
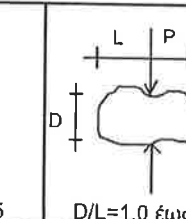
ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL1	Κωδ. εργαστ. : 985	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:
---	--	------------------------------	--------------------	-------------------	---	----------------

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

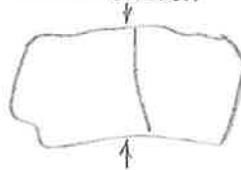
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: LIMESTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	115.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	59.0
D / L	0.51
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	4.0
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	3.92
I_s (MPa)	1.13
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.08
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	1.21
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	29.12

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



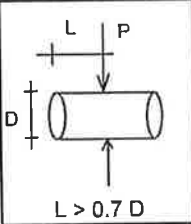
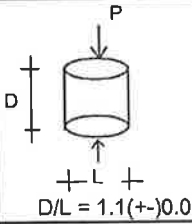
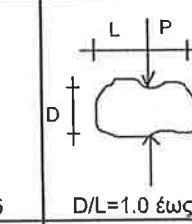
ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL2		Κωδ. εργαστ. : 986	ΒΑΘΟΣ-DEPTH:
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN
E 103-84/5, ASTM D 5731-95

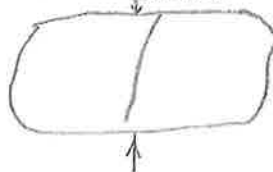
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: LIMESTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	129.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	83.0
D / L	0.64
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	11.5
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	11.27
I_s (MPa)	1.64
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.26
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	2.06
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	49.32

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

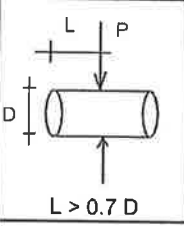
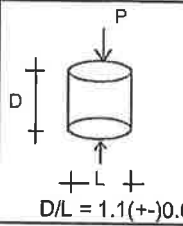
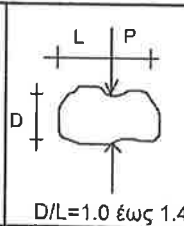
ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
 ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
 ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL3	Κωδ. εργαστ. : 987	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
------------------------------	---------------------------	--------------------------

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:
--	---	--	-----------------------

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

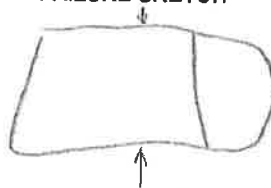
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: LIMESTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	178.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	84.0
D / L	0.47
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	7.0
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	6.86
I_s (MPa)	0.97
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.26
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	1.23
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	29.47

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



↑
ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

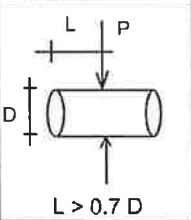
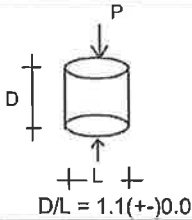
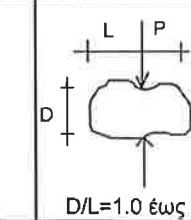
ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL4	Κωδ. εργαστ. : 988	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
------------------------------	---------------------------	--------------------------

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:
--	---	--	------------------------

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test	Αξονική δοκιμή Axial test	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test
	A	B	C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: LIMESTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	148.2
ΥΦΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	83.5
D / L	0.56
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	14.5
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	14.21
I_s (MPa)	2.04
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.26
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	2.57
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	61.61

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



Παρατήρηση:

Το δείγμα έσπασε σε πολλά μέρη

ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

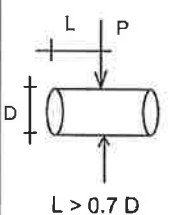
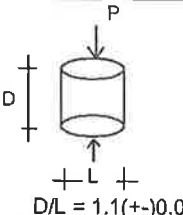
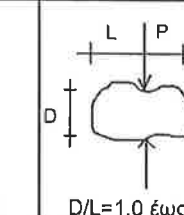
 ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
 ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL5	Κωδ. εργαστ. : 989	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
------------------------------	---------------------------	--------------------------

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:
--	---	--	-----------------------

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

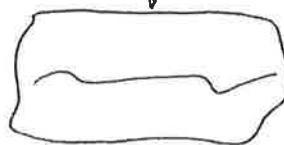
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D/50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: SCHIST	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	138.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	59.0
D / L	0.43
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	7.5
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	7.35
I_s (MPa)	2.11
$K_{PLT} = (D/50)^{0.45}$	1.08
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	2.27
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	54.59

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



Παρατήρηση:
Ψαμμιτικές φλέβες

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

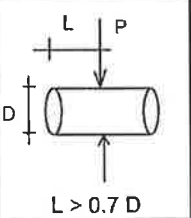
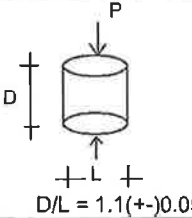
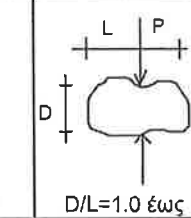
ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL6		Κωδ. εργαστ. : 994	ΒΑΘΟΣ-DEPTH:
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

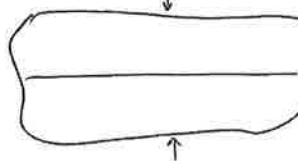
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test	Αξονική δοκιμή Axial test	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test
	A	B	C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: SCHIST	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	156.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	81.2
D / L	0.52
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	9.5
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	9.31
I_s (MPa)	1.41
$K_{PLT} = (D / 50)^{0.45}$	1.24
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	1.76
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	42.15

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

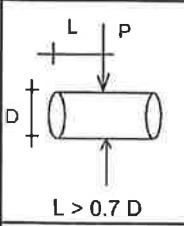
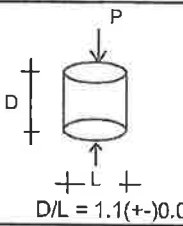
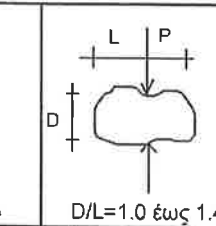
 ΣΤΕΛΙΟΣ ΒΕΛΕΚΟΣ
 ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL7	Κωδ. εργαστ. : 995	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
------------------------------	---------------------------	--------------------------

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:
--	---	--	------------------------

**ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN**

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

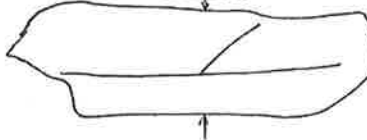
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D/50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ ΜΕ ΣΤΡΩΣΗ ΨΑΜΜΙΤΗ DESCRIPTION: SCHIST WITH LAYER SANDSTONE	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	168.5
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	77.0
D / L	0.46
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	11.0
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	10.78
I_s (MPa)	1.82
$K_{PLT} = (D/50)^{0.45}$	1.21
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	2.21
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	52.99

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



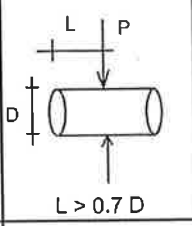
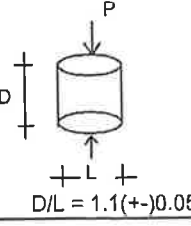
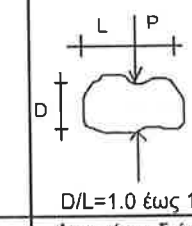
ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
[Signature]
ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΕΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL8		Κωδ. εργαστ. : 996	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ.: PAGE:

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

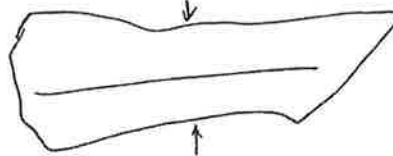
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D/50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: SCHIST	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	153.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	64.0
D / L	0.42
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	0.5
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	0.49
I_s (MPa)	0.12
$K_{PLT} = (D/50)^{0.45}$	1.12
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	0.13
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	3.21

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

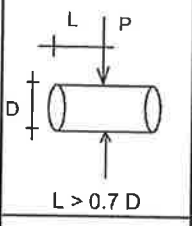
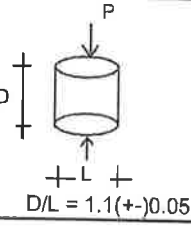
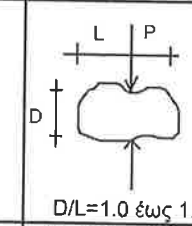
ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

ΣΤΕΛΙΟΣ ΦΙΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL9	Κωδ. εργαστ. : 997	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ
		ΣΕΛ.: PAGE:

ΔΟΚΙΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ
POINT LOAD TEST OF A ROCK SPECIMEN

E 103-84/5, ASTM D 5731-95

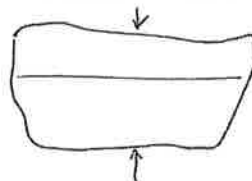
ΣΧΗΜΑ SHAPE			
ΤΥΠΟΣ TYPE	Διαμετρική δοκιμή Diametral test A	Αξονική δοκιμή Axial test B	Δοκιμή σε δείγμα ακανόνιστου σχ. Irregular lump test C

$$I_s = P/(D^2), \quad K_{PLT} = (D/50)^{0.45}, \quad I_{s,50} = K_{PLT} * I_s, \quad \sigma_c = 24 * I_{s,50}$$

(ISRM, 1985 - Bieniawski, 1975)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ DESCRIPTION: SCHIST	
ΤΥΠΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ - TEST TYPE	C
ΜΗΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ L - SPECIMEN LENGTH L (mm)	125.0
ΥΨΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ D - SPECIMEN DIAMETER D (mm)	85.5
D / L	0.68
ΣΤΑΘ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - LOAD RING CONST. (kN/div)	0.980
ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ - RING READING	< 0.1
ΦΟΡΤΙΟ P - LOAD P (kN)	< 0.1
I_s (MPa)	< 0.01
$K_{PLT} = (D/50)^{0.45}$	1.27
$I_{s,50} = K_{PLT} * I_s$ (MPa)	< 0.02
$\sigma_{c,est} = 24 * I_{s,50}$ (MPa)	< 0.41

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΡΑΥΣΗΣ
FAILURE SKETCH**



Παρατήρηση:
επιφάνεια θραύσης κάθετα
στα σημεία φόρτισης

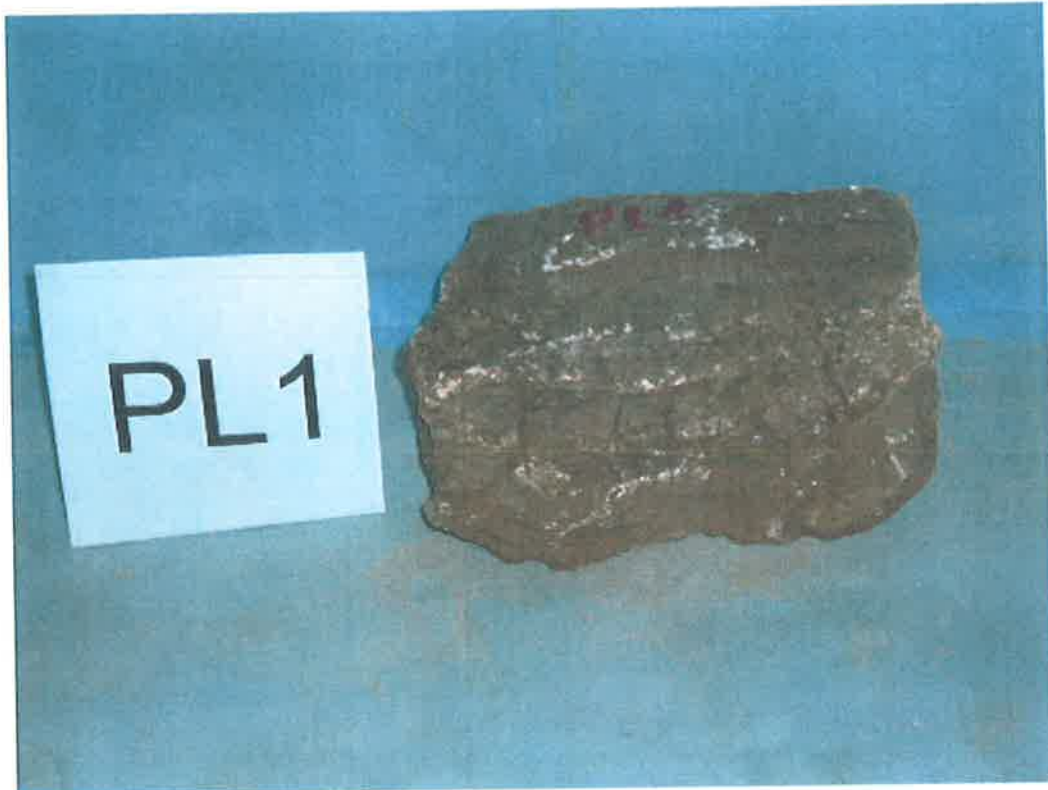
ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΛΕΙ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΟΥ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. / Κ.Ε.Δ.Ε.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

ΣΤΕΛΙΟΣ ΠΙΛΕΚΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: PL10	Κωδ. εργαστ. : 998	ΒΑΘΟΣ-DEPTH: -
-------------------------------	---------------------------	--------------------------

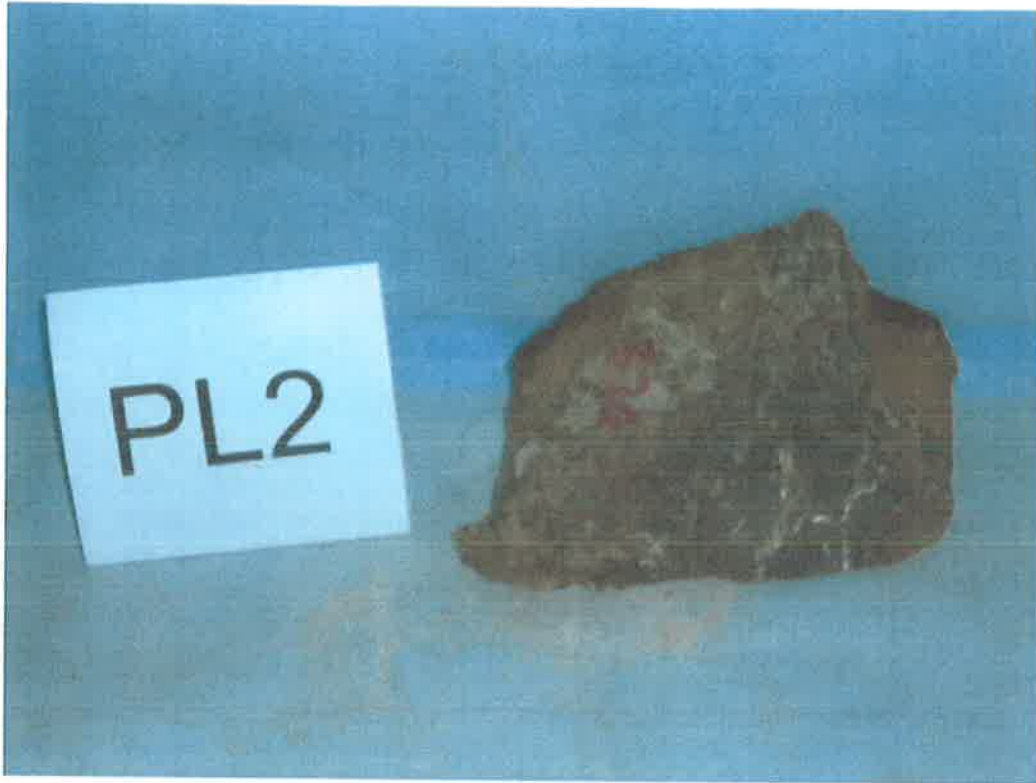
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Αγ. Αναργύρων 25, Νέα Χαλκηδόνα 143 43 ΑΘΗΝΑ Τηλ.: 210 2515 452, Fax: 210 2520 211	ΕΡΓΟ - PROJECT: ΒΡΑΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ - CLIENT: Α. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ	ΣΕΛ. : PAGE:
--	---	--	-------------------------



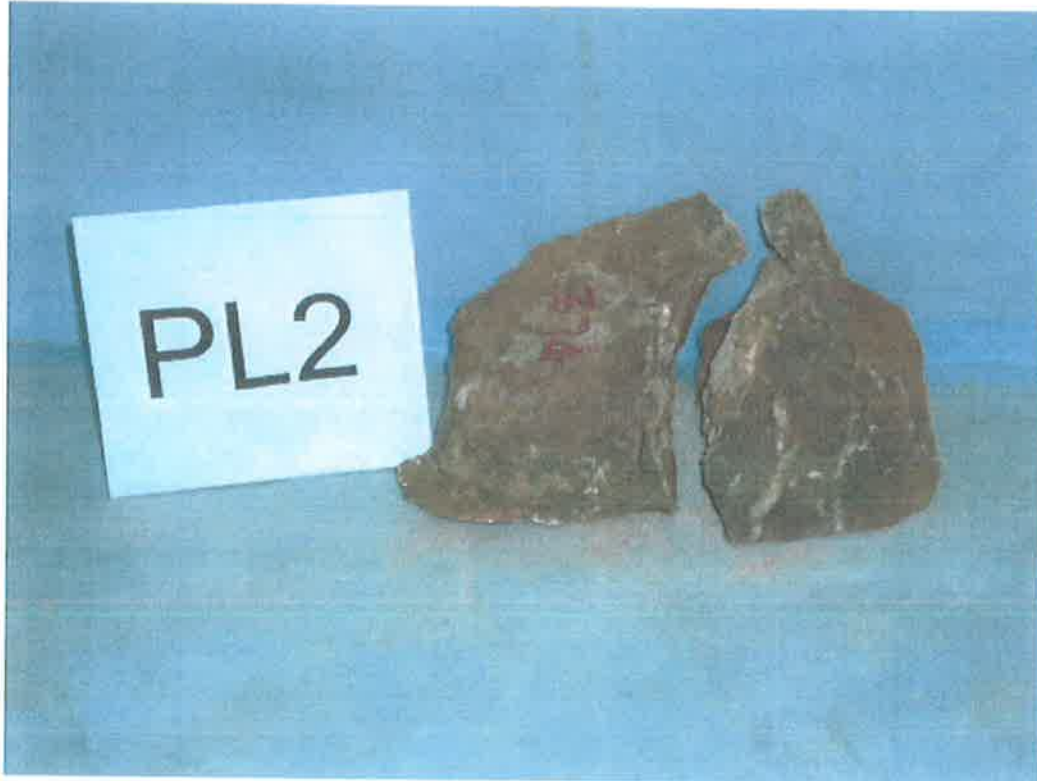
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL1
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



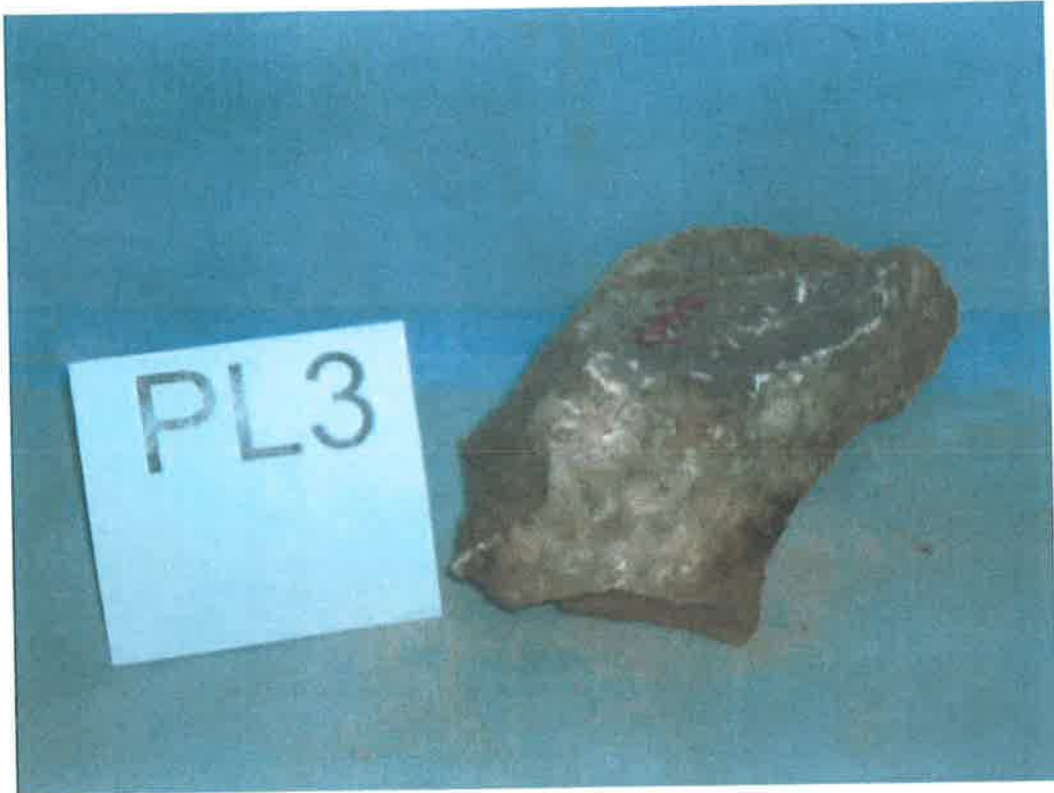
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL1
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL2
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



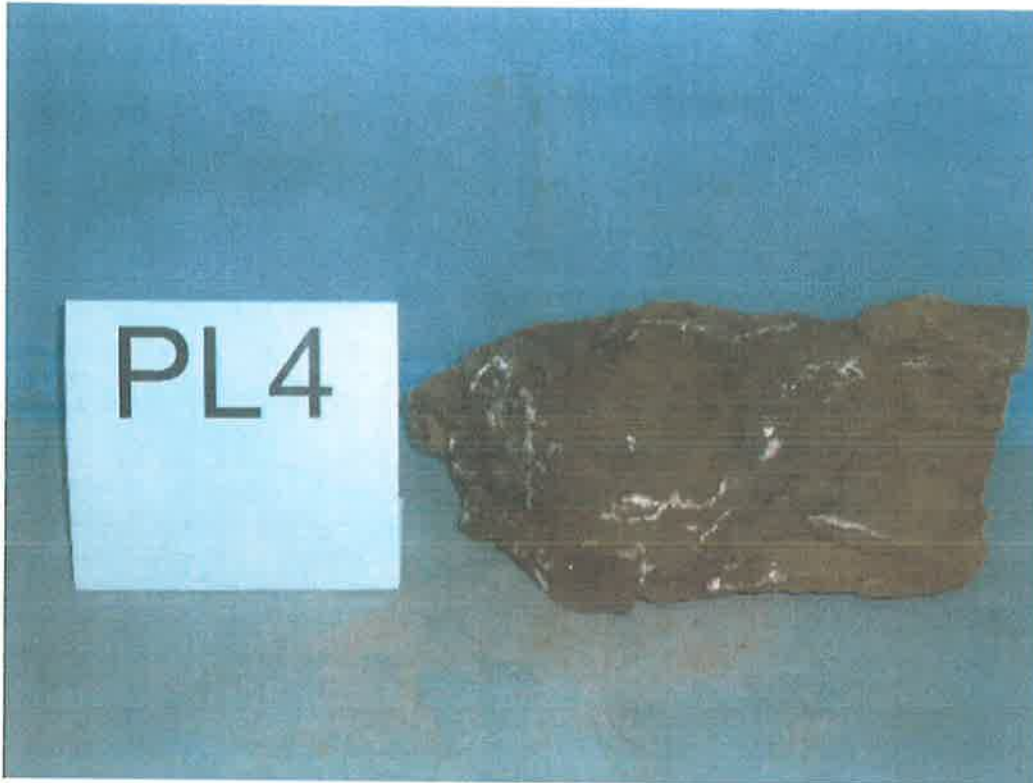
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL2
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL3
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



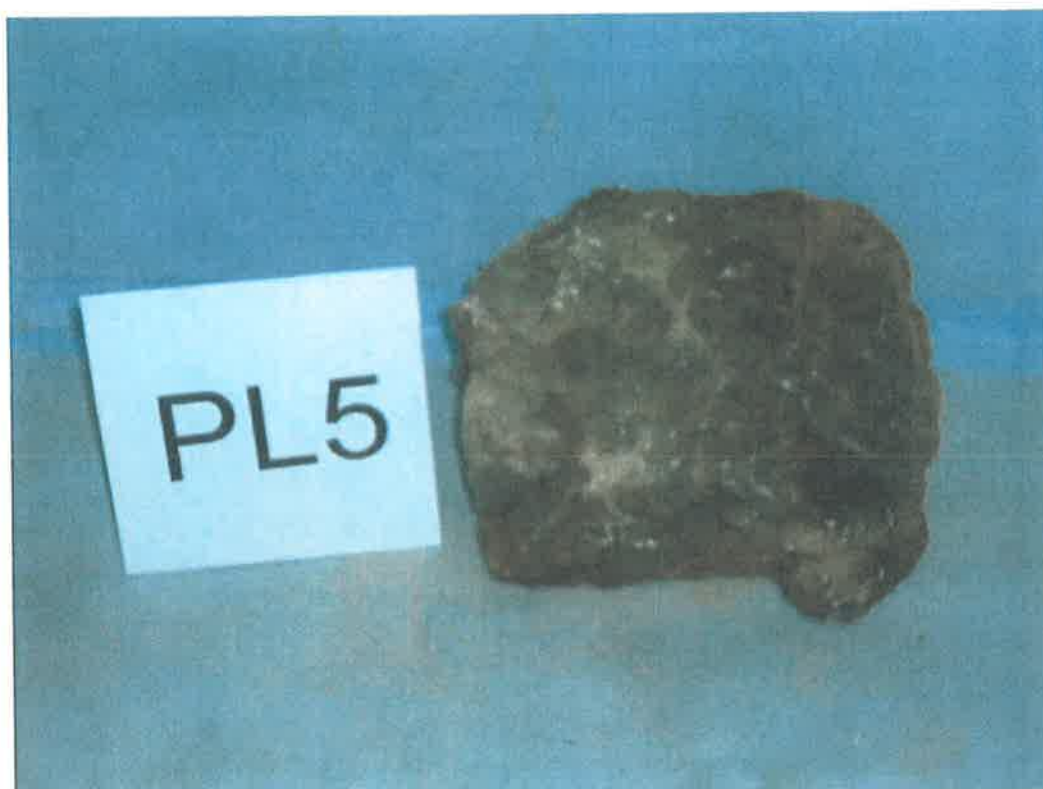
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL3
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL4
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL4
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



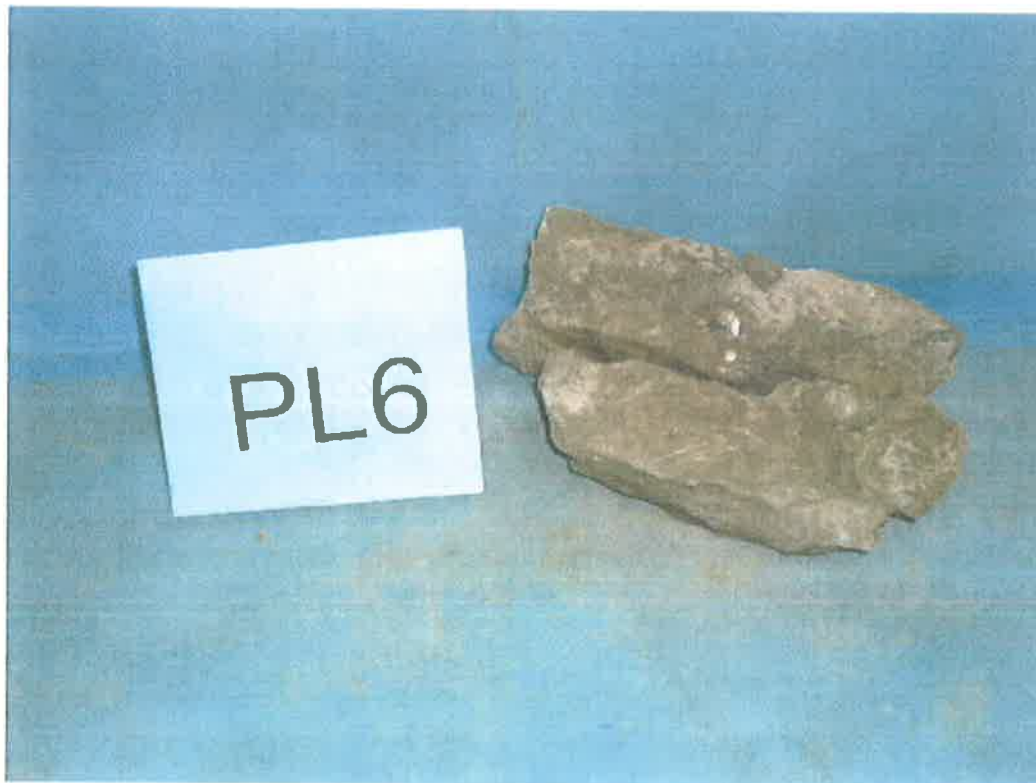
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL5
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL5
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



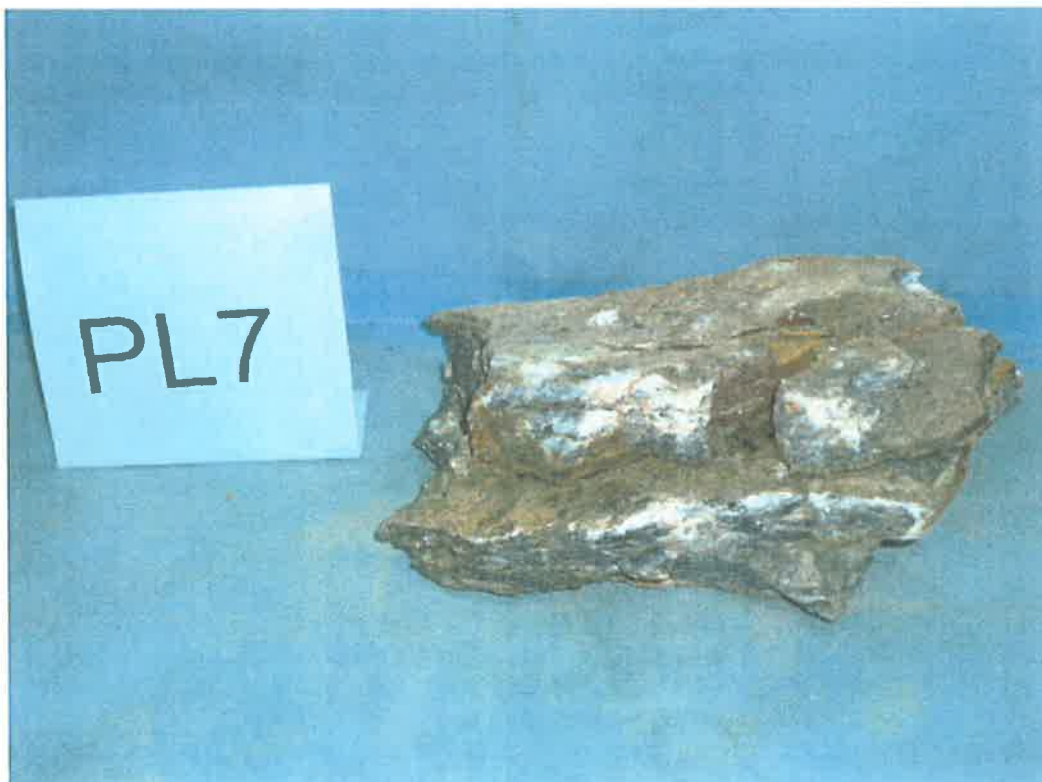
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL6
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



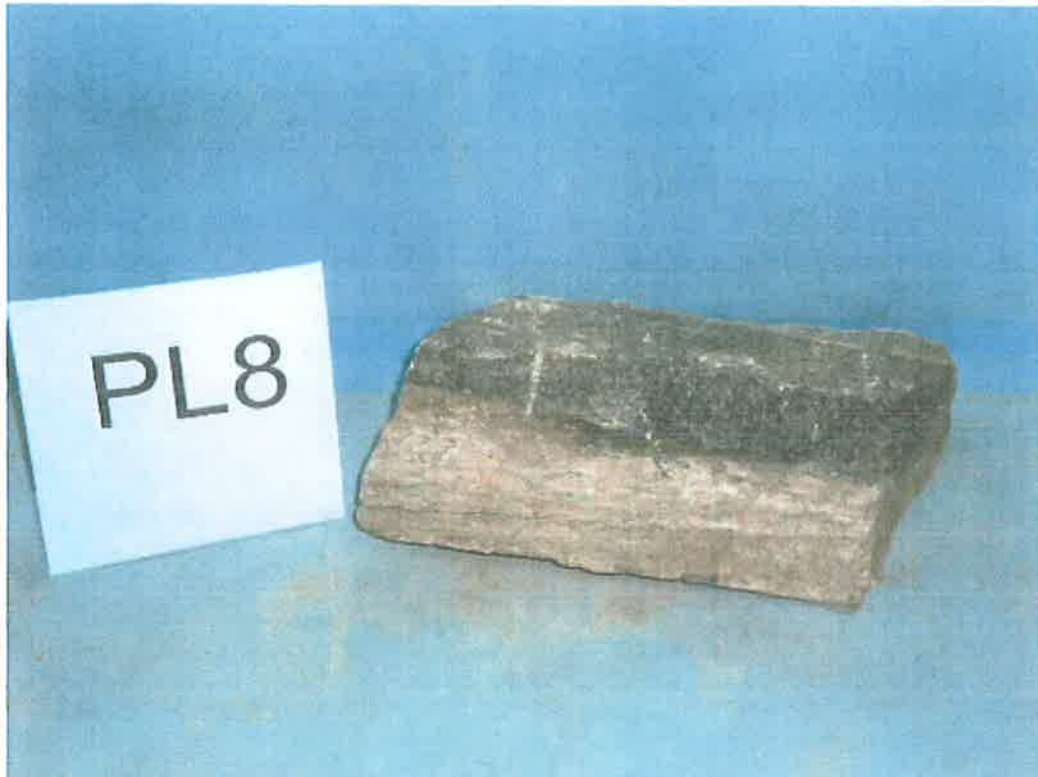
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL6
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL7
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL7
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL8
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



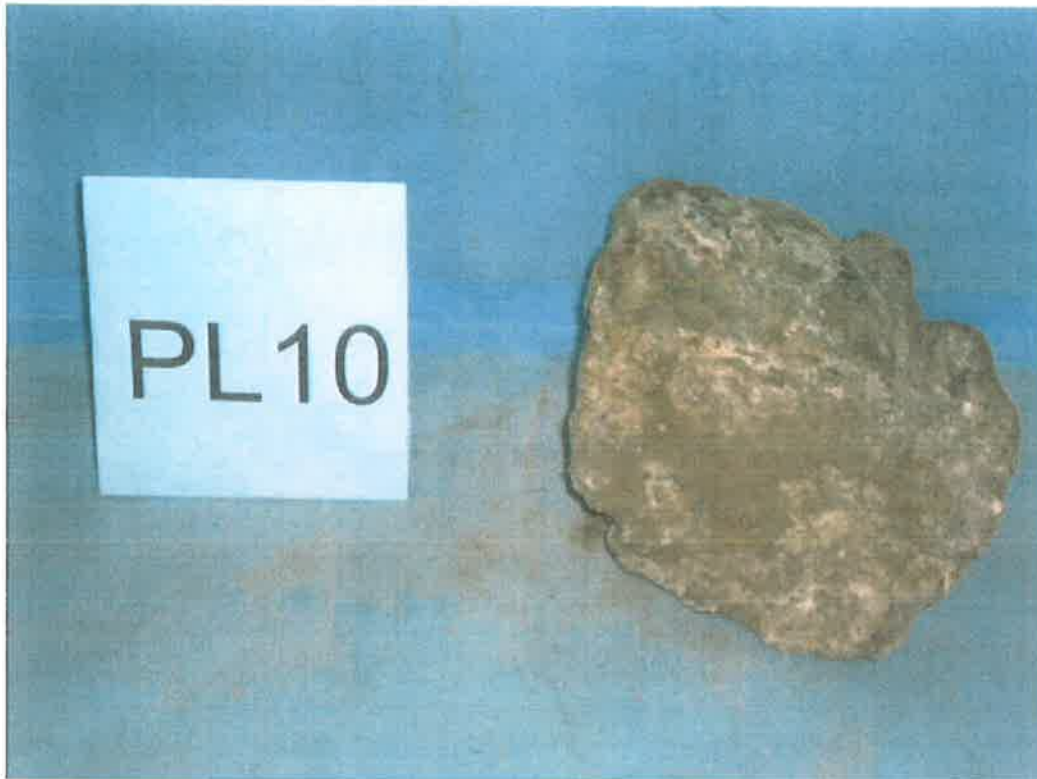
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL8
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



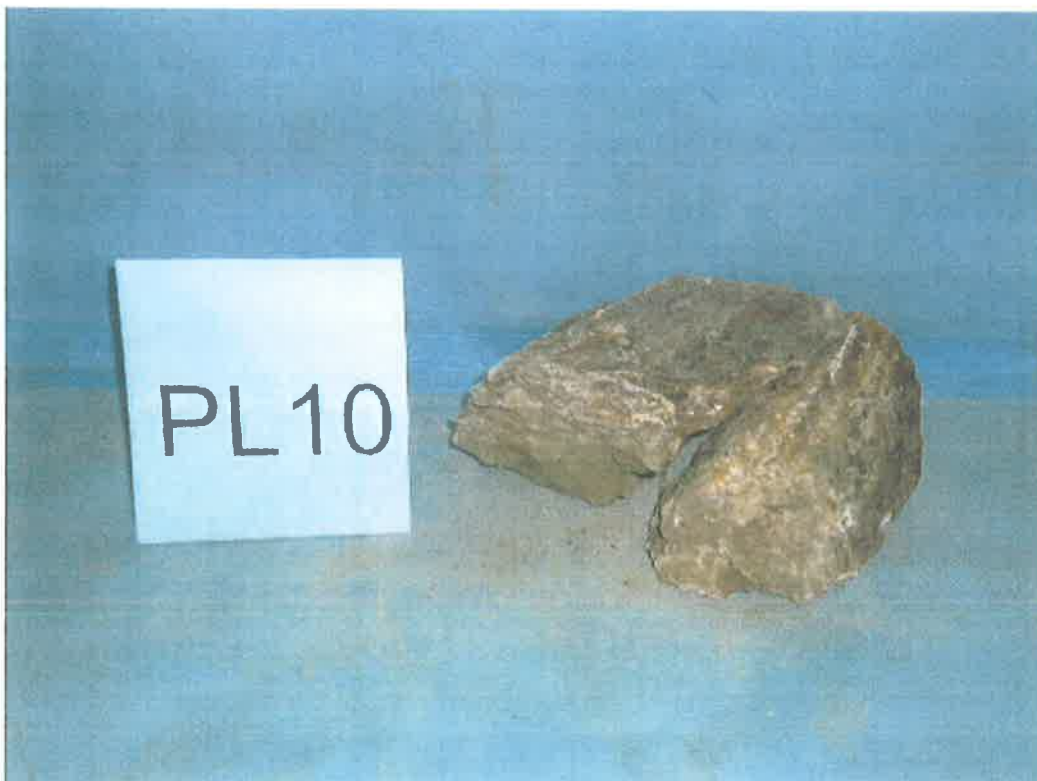
ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL9
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL9
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL10
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



ΦΩΤ.: ΔΕΙΓΜΑ PL10
ΔΟΚΙΜΙΟ POINT-LOAD ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Υπολογισμοί

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ1.α

Ογκόλιθος "Α". Υπολογισμοί προσομοίωσης βραχοπτώσεων

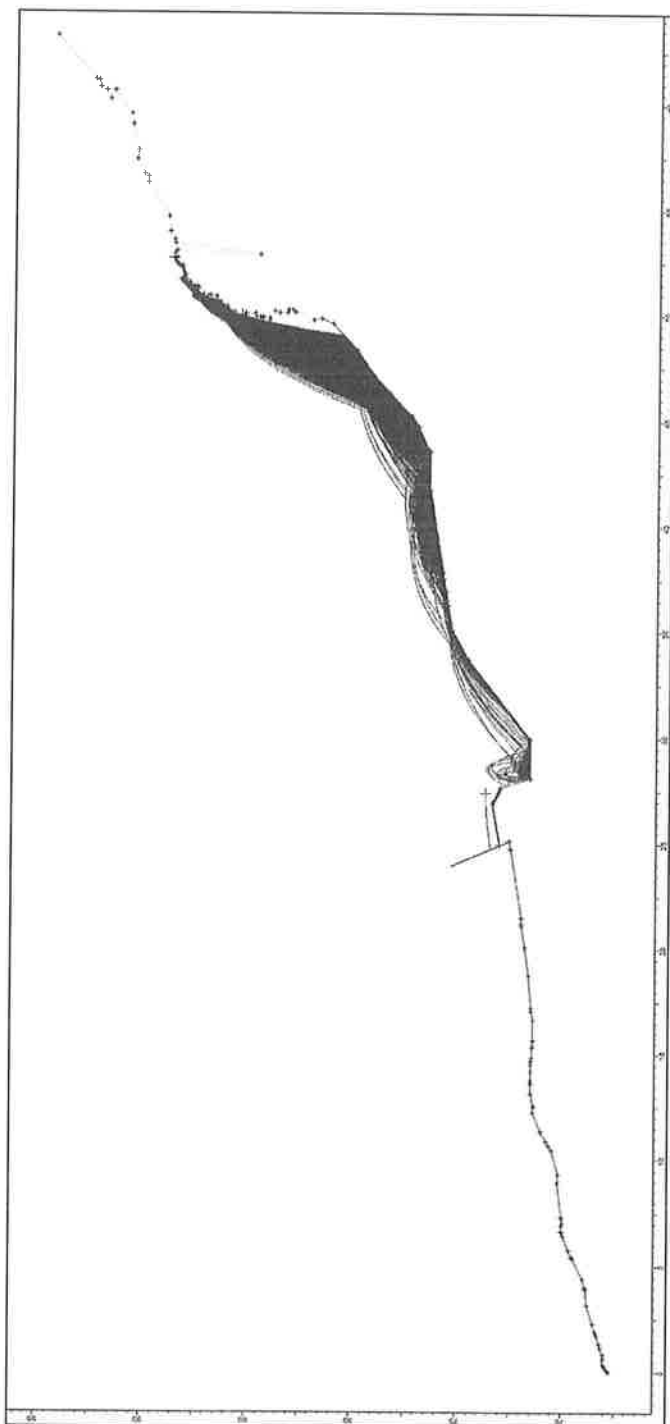
Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης με βραχοπαγίδα και στρώση χαλαρών υλικών εκσκαφής. doc



RocFall

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης με βραχοπαγίδα και στρώση χαλαρών υλικών εκσκαφής. doc

RocFall Analysis Information

Document Name

Φράχτης ανάσχεσης με βραχοπαγίδα και στρώση χαλαρών υλικών εκσκαφής

Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Pseudo-random

Slope

Segment 1, Material: SCHIST

Start Point: X mean=0 std dev=0 Y mean=67.75 std dev=0

End Point: X mean=0.0617444 std dev=0 Y mean=67.7988 std dev=0

Segment 151, Material: LIMESTOME

Start Point: X mean=61.1426 std dev=0 Y mean=92.47 std dev=0

End Point: X mean=63.2172 std dev=0 Y mean=94.28 std dev=0

Materials

Material name: LIMESTOME

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.47 std dev=0.05

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.91 std dev=0.07

Friction Angle: mean=10 std dev=5

Roughness: std dev=0

Material name: SCHIST

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.435 std dev=0.07

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.825 std dev=0.1

Friction Angle: mean=10 std dev=5

Roughness: std dev=0

Material name: LOOSE SOIL

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.08

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.75 std dev=0.17

Friction Angle: mean=10 std dev=5

Roughness: std dev=0

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης με βραχοπαγίδα και στρώση χαλαρών υλικών εκσκαφής. doc

Seeders

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.5, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=105000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 52.67, 88.69

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.5, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=105000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 51.69, 88.23

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.5, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=105000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 51.2, 87.67

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.5, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=105000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 50.65, 86.63

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.5, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=105000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 49.97, 85.44

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-11.9957, std dev=0

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=2700, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 27.43, 73.7

Barriers

Barrier name: Barrier

Start Point: 24.938, 73.0571

End Point: 23.95, 75.32

Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)

Capacity: Infinite

RocFall

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

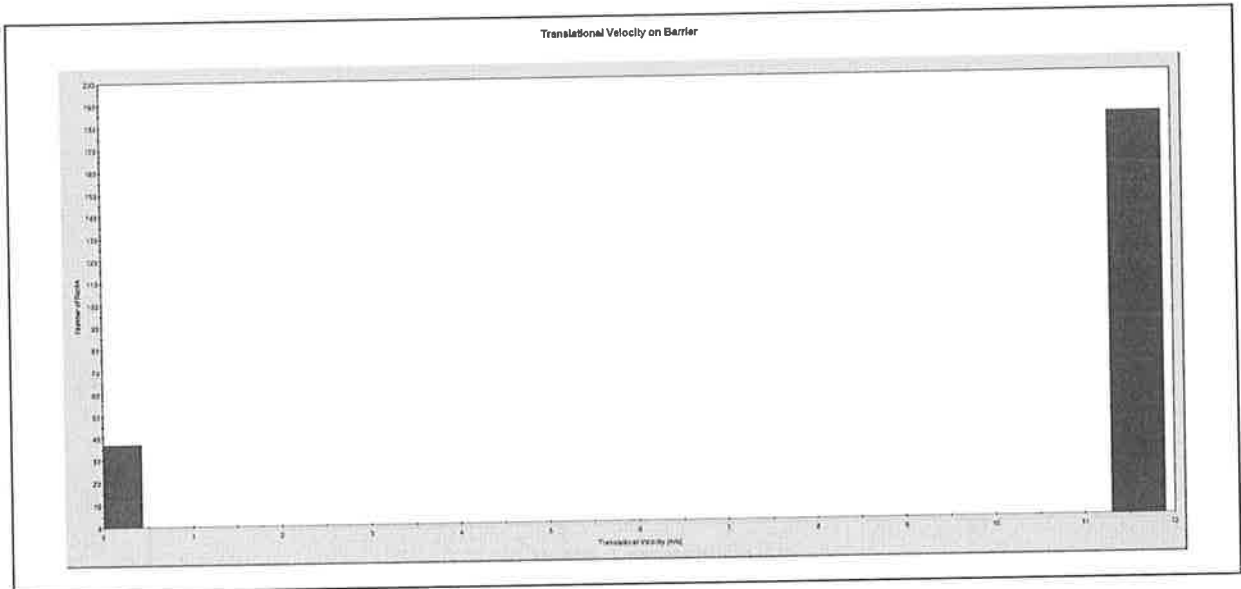
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

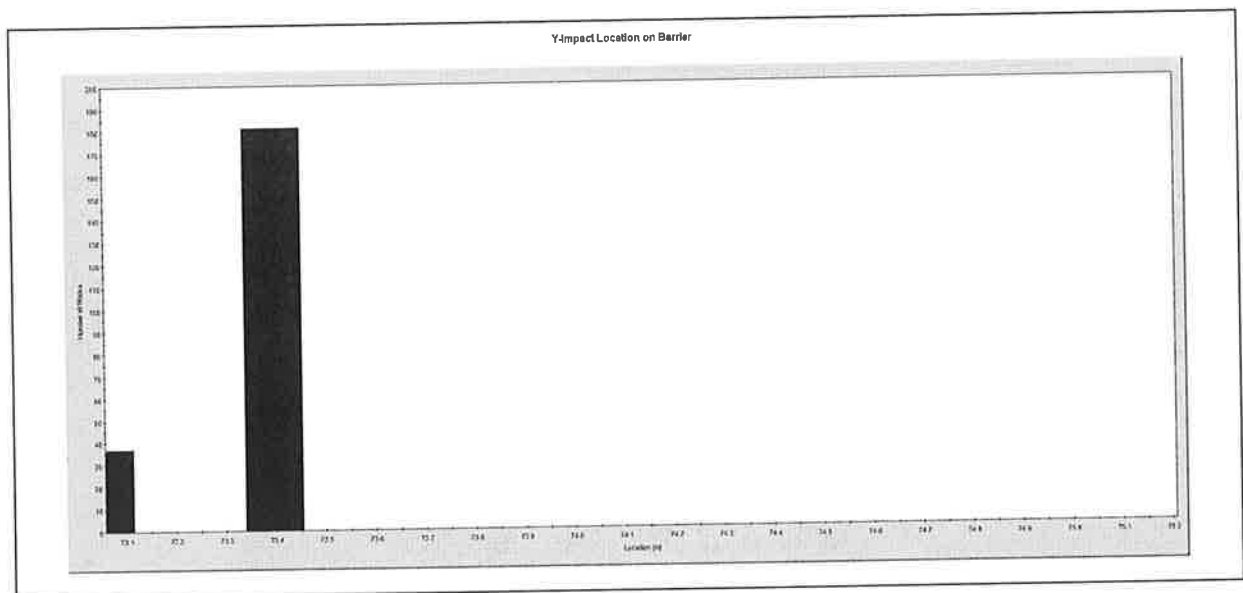
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης με βραχοπαγίδα και στρώση χαλαρών υλικών εκσκαφής. doc



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Ταχύτητας πρόσκρουσης τεμαχών στον φράχτη ανάσχεσης



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Ύψους πρόσκρουσης τεμαχών στον φράχτη ανάσχεσης με υψόμετρο βάσης 73.06

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ1.β

Ογκόλιθος "Α". Υπολογισμοί ολικής ευστάθειας πρσανούς

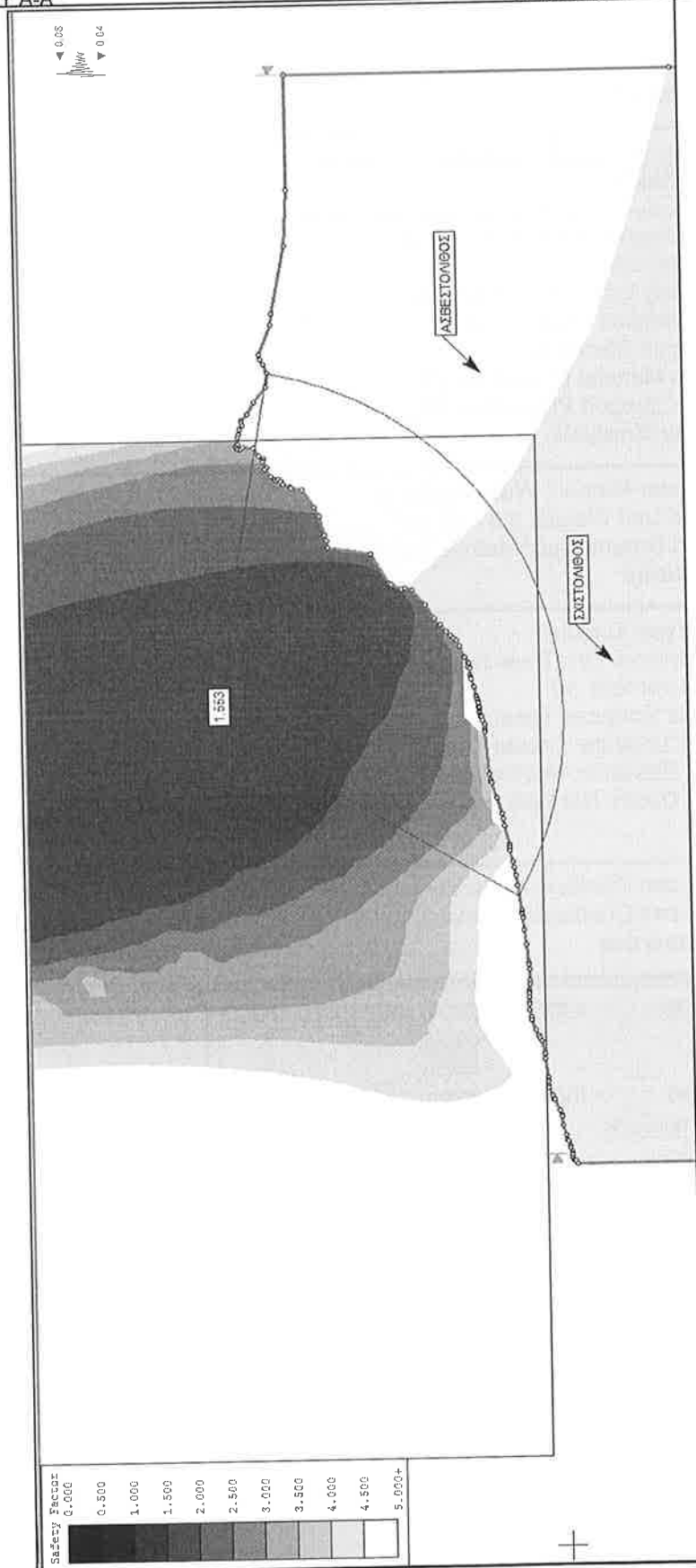
SLIDE

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Α-Α' Περίπτωση 1.doc



Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary
 File Name: Α-Α' Περίπτωση 1
General Settings

-
- Units of Measurement: Metric Units
-
-
- Time Units: days
-
-
- Permeability Units: meters/second
-
-
- Failure Direction: Right to Left
-
-
- Data Output: Standard
-
-
- Maximum Material Properties: 20
-
-
- Maximum Support Properties: 20

Groundwater Analysis

-
- Groundwater Method: Water Surfaces
-
-
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m
- ³
-
-
- Advanced Groundwater Method: None



Surface Options

-
- Surface Type: Circular
-
-
- Search Method: Grid Search
-
-
- Radius Increment: 10
-
-
- Composite Surfaces: Disabled
-
-
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
-
-
- Minimum Elevation: Not Defined
-
-
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

-
- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.08
-
-
- Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.04

Material Properties

Property	ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	27	27
Cohesion [kPa]	45	120
Friction Angle [deg]	22	40
Water Surface	None	None
Ru Value	0.2	0.2

Global Minimums**Method: bishop simplified**

- FS: 1.553150
- Center: 38.550, 98.615
- Radius: 30.627
- Left Slip Surface Endpoint: 22.997, 72.231
- Right Slip Surface Endpoint: 68.713, 93.305
- Resisting Moment=253995 kN-m
- Driving Moment=163535 kN-m

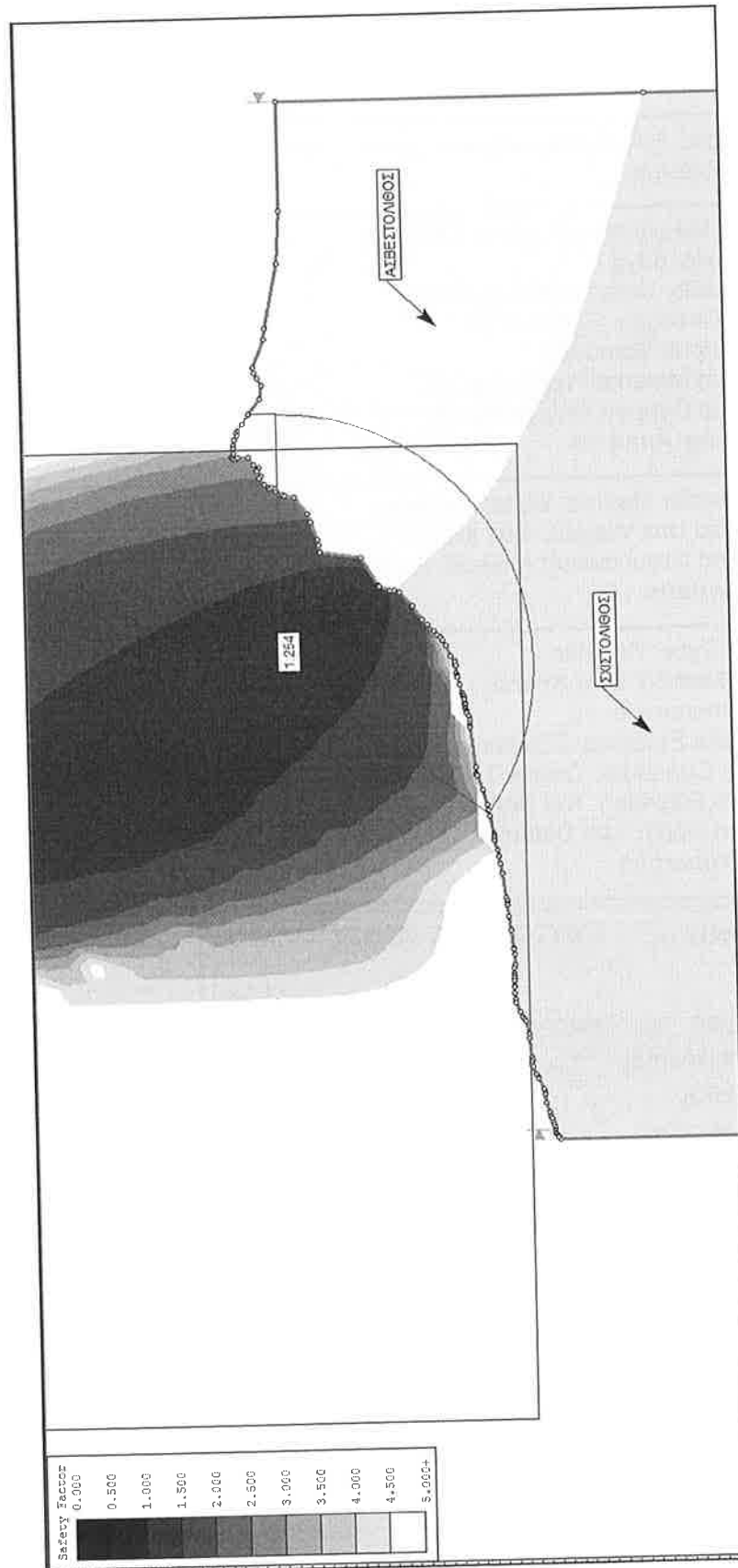
SLIDE

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Α-Α' Περίπτωση 2.doc



Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Α-Α' Περίπτωση 2

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Right to Left
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Advanced Groundwater Method: None

Surface Options

- Surface Type: Circular
 Search Method: Grid Search
 Radius Increment: 10
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Create Tension Crack
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	27	27
Cohesion [kPa]	45	120
Friction Angle [deg]	22	40
Water Surface	None	None
Ru Value	0.5	0.5

Global Minimums**Method: bishop simplified**

- FS: 1.253970
- Center: 42.976, 92.035
- Radius: 23.088
- Left Slip Surface Endpoint: 29.333, 73.409
- Right Slip Surface Endpoint: 66.064, 92.035
- Left Slope Intercept: 29.333 73.409
- Right Slope Intercept: 66.064 94.518
- Resisting Moment=114391 kN-m
- Driving Moment=91223 kN-m

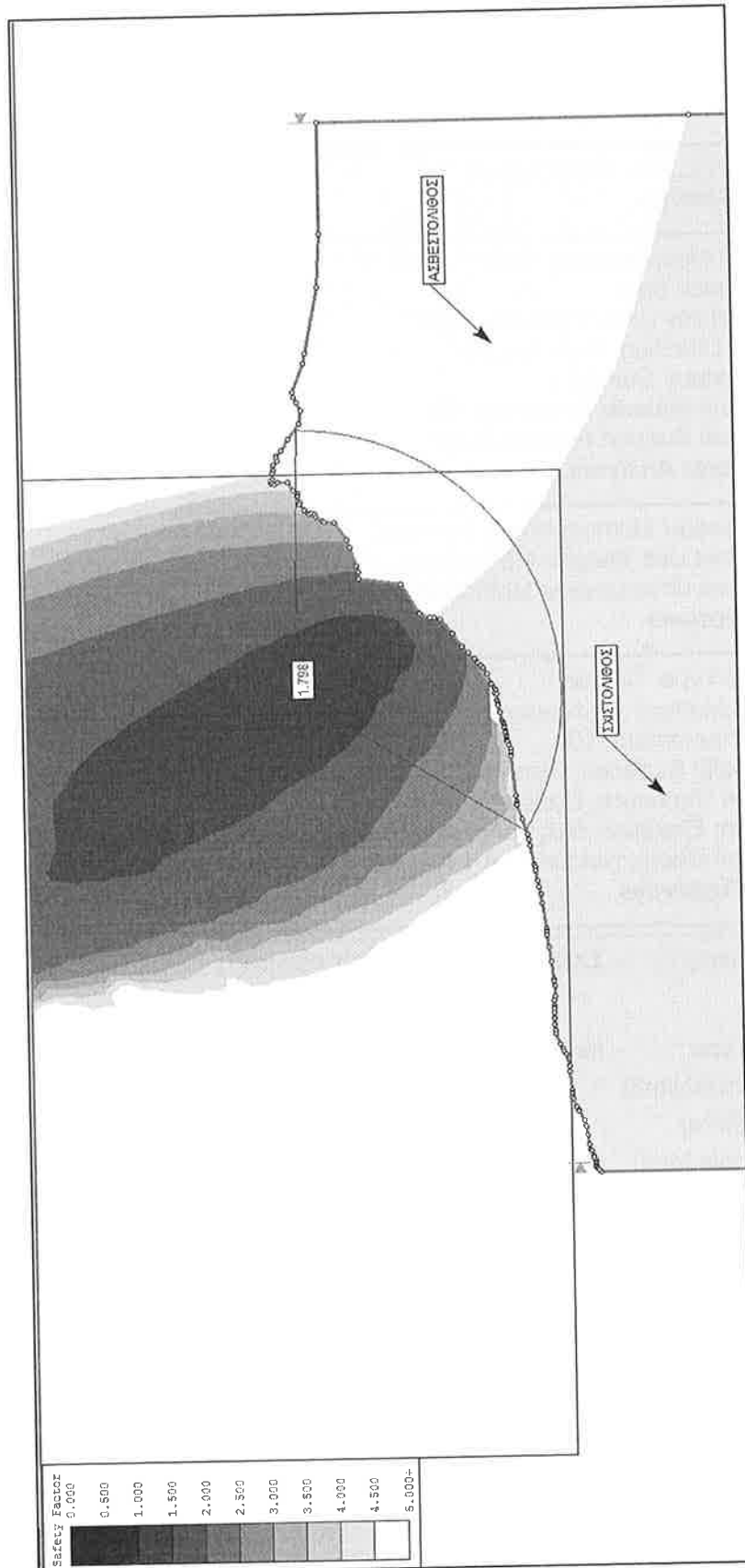
SLIDE

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Α-Α'

Όνομα αρχείου: Α-Α' Περίπτωση 3.doc



Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: A-A' Περίπτωση 3

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Right to Left
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Advanced Groundwater Method: None

Surface Options

- Surface Type: Circular
 Search Method: Grid Search
 Radius Increment: 10
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Create Tension Crack
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	27	27
Cohesion [kPa]	45	120
Friction Angle [deg]	22	40
Water Surface	None	None
Ru Value	0.2	0.2

Global Minimums**Method: bishop simplified**

- FS: 1.798310
- Center: 42.976, 94.228
- Radius: 24.072
- Left Slip Surface Endpoint: 30.419, 73.692
- Right Slip Surface Endpoint: 67.043, 93.767
- Resisting Moment=166905 kN-m
- Driving Moment=92812.3 kN-m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ2

Ογκόλιθος "Δ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματοπλέγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

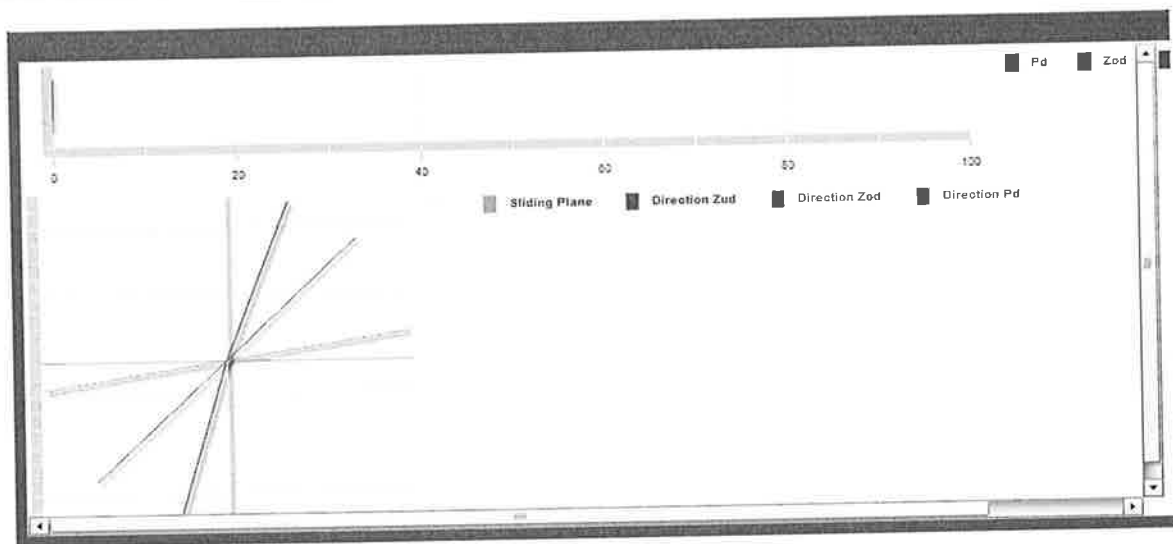
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	460	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	10	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	70	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	105	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	15	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	5	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\varphi_k =$	35	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\varphi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_V =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\varepsilon_h =$	0.08	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\varepsilon_v =$	0.04	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{vd} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	175.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	45.8
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	63.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top		
Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_0 [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_0$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom		
Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally		
Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(re)d}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(re)d}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 2

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

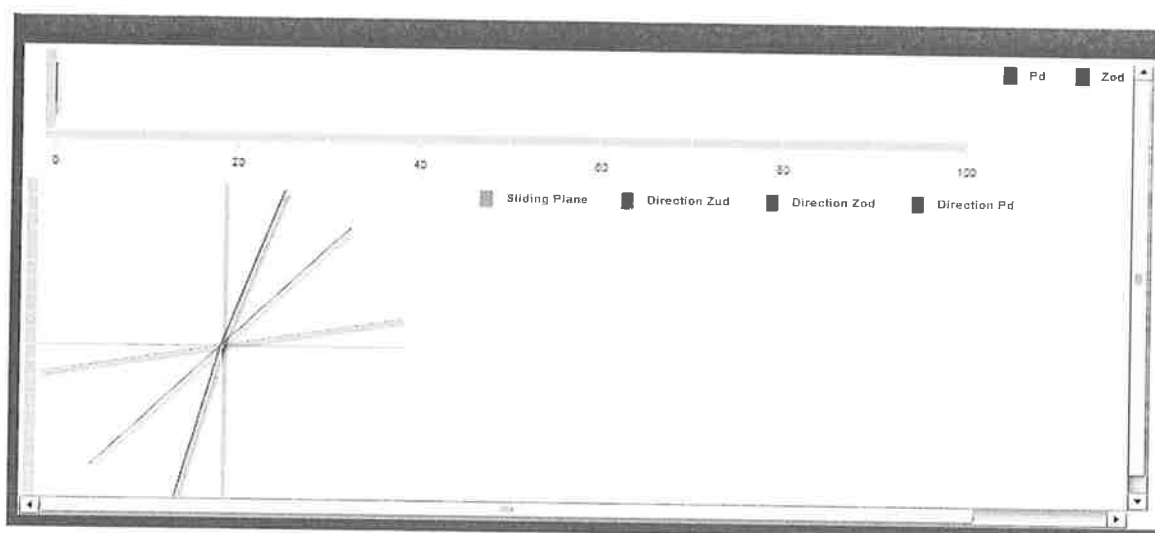
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	460	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	10	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	70	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	105	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	15	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	5	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\varphi_k =$	35	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\varphi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.2	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	5	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	175.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	45.8
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	63.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_0 [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_0$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top		
Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top		
Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(RED)}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom		
Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom		
Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(RED)}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y/γ_M =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 3

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

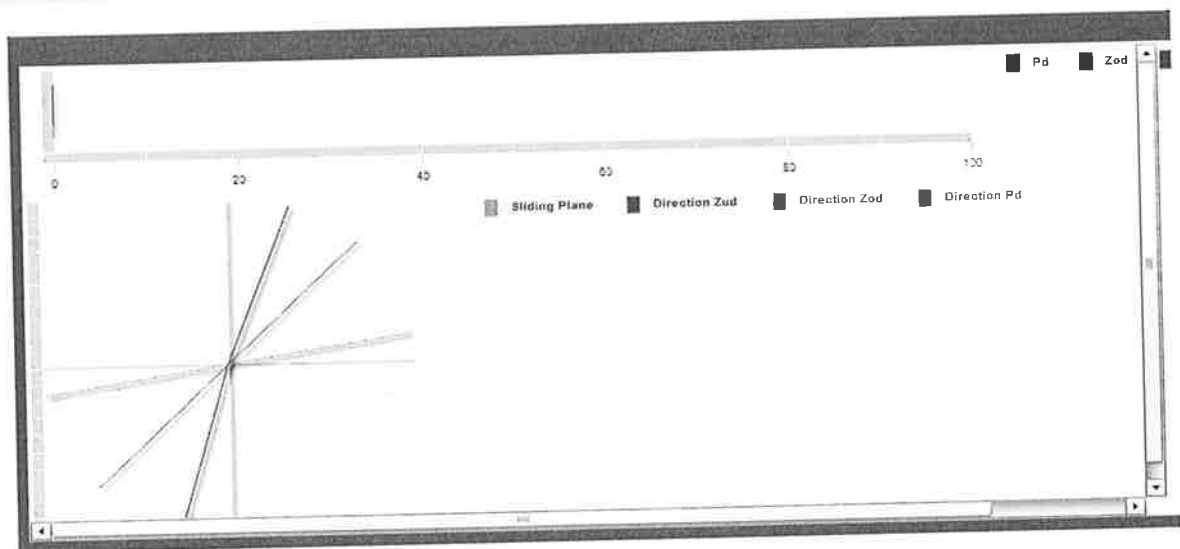
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	460	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	10	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	70	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	105	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	15	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	5	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	35	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.3	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	0.0
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	175.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	45.8
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	63.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top		
Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!
Proof of local force transmission to the bottom		
Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!
Proof of local force transmission laterally		
Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	0.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{p(red)}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	0.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{p(red)}$ =	0.0
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	0.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y/γ_M =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.3

Ογκόλιθος "Ε". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

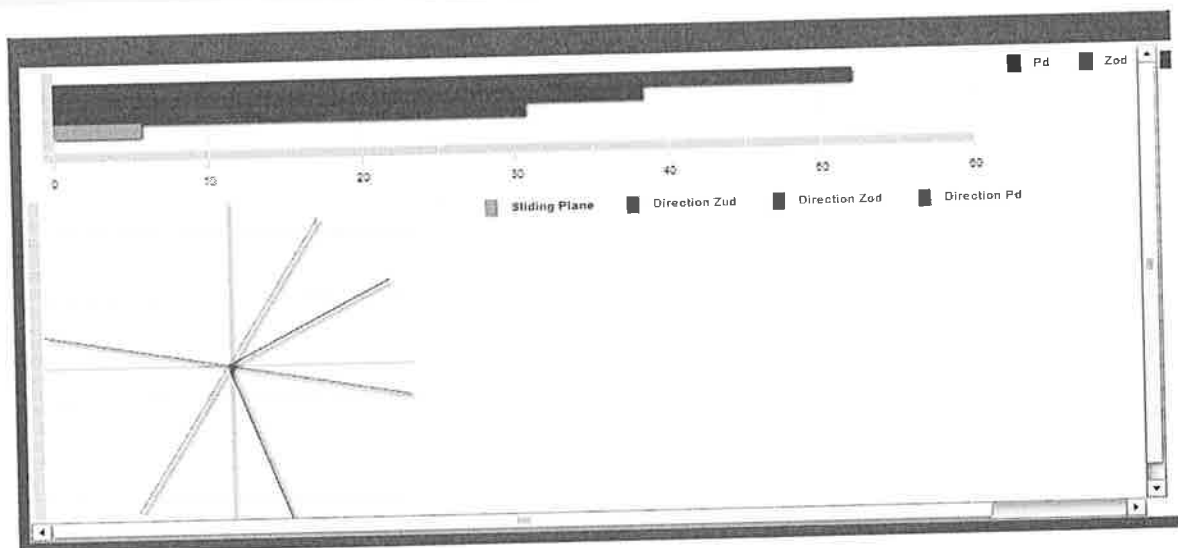
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	85	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	61	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	30	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0.08	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0.04	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130		
Spike plate	System spike plate P33		
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =		220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =		60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =		45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm		
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm		
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"		
Nail type	GEWI D = 25 mm		
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes		
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =		0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =		0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =		500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =		346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =		1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =		173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =		100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	52.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	38.3
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	30.6
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	5.7
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	100.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-10.7
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	9.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	38.3
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	30.6
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	5.7
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	V_{od} [kN] =	9.6
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	27.7
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	N_{od} [kN] =	16.6
Moment as a result of the eccentric acting force (Zod / no)	M_{od} [kNm] =	0.1
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(re-d)}$ =	112.7
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	122.5
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	V_{ud} [kN] =	28.7
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	82.9
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	N_{ud} [kN] =	10.5
Moment as a result of the eccentric acting force (Zud / nu)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(re-d)}$ =	224.6
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	266.6
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 2

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

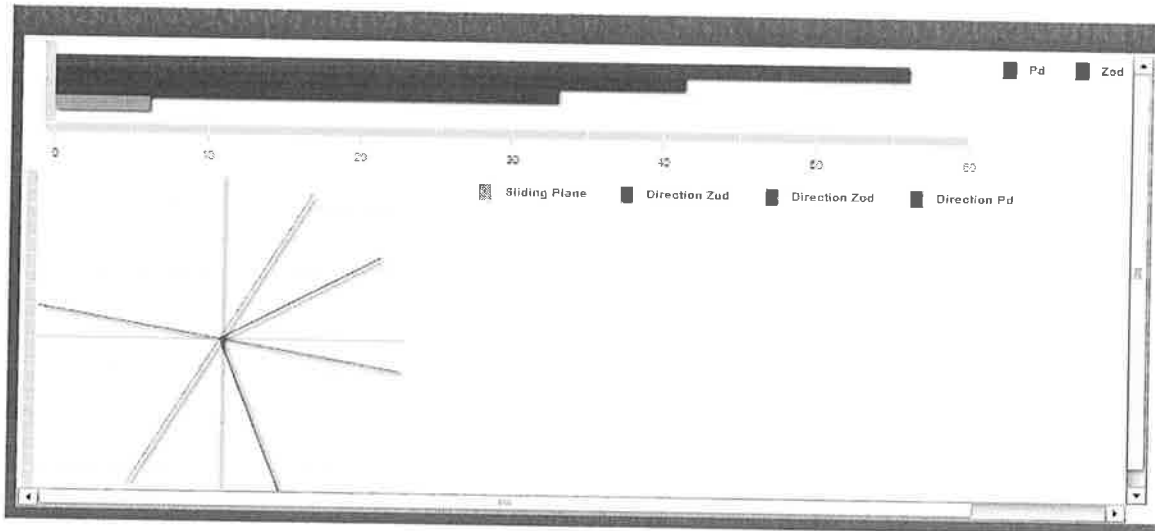
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	85	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	61	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	30	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.2	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	4	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{p(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	56.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	41.3
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	33.0
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	6.2
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_o + \theta_b$ [Degrees] =	100.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-10.7
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	9.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	41.3
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	33.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	6.2
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	V_{od} [kN] =	10.3
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{t(red)}$ =	29.8
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	N_{od} [kN] =	17.9
Moment as a result of the eccentric acting force (Zod / no)	M_{od} [kNm] =	0.1
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{t(red)} + M_{od} / W_{pl(red)}$ =	116.5
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	127.4
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	V_{ud} [kN] =	31.0
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{t(red)}$ =	89.6
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	N_{ud} [kN] =	11.3
Moment as a result of the eccentric acting force (Zud / nu)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{t(red)} + M_{ud}/W_{pl(red)}$ =	227.0
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	275.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y/γ_M =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 3

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

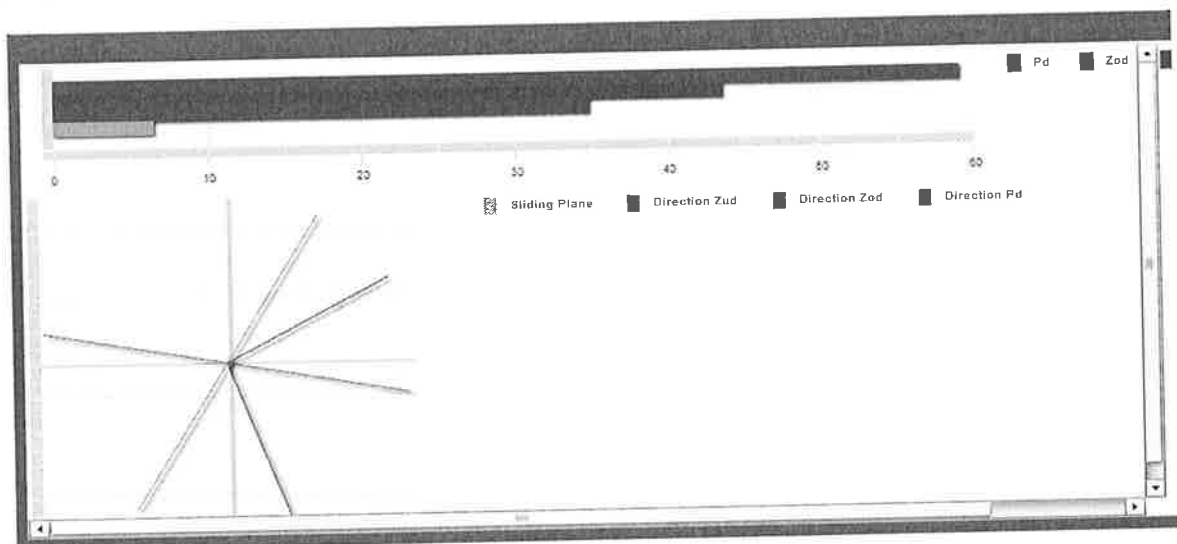
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	85	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	61	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	30	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\Phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.3	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	59.0
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	43.5
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	34.8
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	6.5
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	100.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-10.7
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	9.3

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	43.5
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	34.8
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	6.5
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / no)	V_{od} [kN] =	10.9
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	31.5
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / no)	N_{od} [kN] =	18.8
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / no)	M_{od} [kNm] =	0.1
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(re)}$ =	119.1
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	131.0
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / nu)	V_{ud} [kN] =	32.7
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	94.5
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / nu)	N_{ud} [kN] =	11.9
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / nu)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(re)}$ =	228.7
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	281.2
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.4

Έκταση "ΣΤ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματοπλέγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO[®] / SPIDER[®] by the RUVOLUM[®] method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	1.00 m
Friction angle ground (characteristic value)	Φ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	2.90 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.45 m

Load cases

Streaming pressure considered			No
Earthquake considered			Yes
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	=	0.080 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	=	0.040 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_ϕ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	Φ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.00 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type	TECCO [®] G65/3
Applied spike plate	TECCO [®] system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 90
Applied nail type	GEWI D = 32 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] = 308
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 178
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²] = 616

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] =	42.0
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] =	0.80
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] =	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] =	60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leftarrow P_R/\gamma_{PR}$	Fulfilled

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] =	15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] =	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] =	20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leftarrow Z_R/\gamma_{ZR}$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Calculatedly required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] =	106.8
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	178.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] =	118.7
Proof of bearing safety	$S_d \leftarrow S_{Rred}/\gamma_{SR}$	Fulfilled

Proof of the mesh against puncturing

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] =	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] =	120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leftarrow D_R/\gamma_{DR}$	Fulfilled

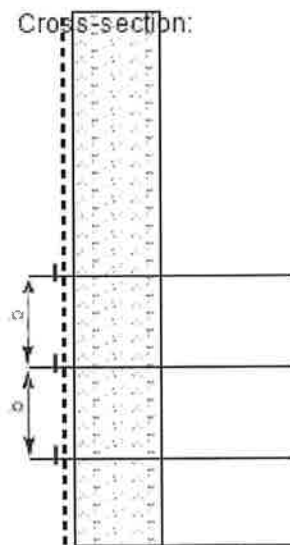
Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{V1} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{d1} [kN] =	24.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{V2} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{d2} [kN] =	45.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{d2}	S_d [kN] =	106.8
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN] =	42.0
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] =	308.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	178.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-] =	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-] =	1.5
Proof of bearing safety $([V_{d2}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.93	Fulfilled
Proof of bearing safety $([P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.92	Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_d [kN] =	141.7
--	--------------	-------

Cross-section:



Layer thickness

$t = 1.00 \frac{\uparrow}{\downarrow} \text{ m}$

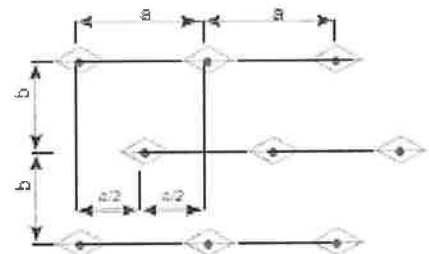
Nail inclination

$\psi = 0.0 \frac{\uparrow}{\downarrow} \text{ degrees}$

Slope inclination

$\alpha = 90.0 \frac{\uparrow}{\downarrow} \text{ degrees}$

View nail arrangement:



Περίπτωση 2

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO[®] / SPIDER[®] by the RUVOLUM[®] method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	1.00 m
Friction angle ground (characteristic value)	Φ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	2.90 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.45 m

Load cases

Streaming pressure considered			No
Earthquake considered			No
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	=	0.000 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	=	0.000 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_ϕ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	Φ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.20 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type	TECCO [®] G65/3
Applied spike plate	TECCO [®] system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 90
Applied nail type	GEWI D = 32 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] = 308
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 178
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²] = 616

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] =	42.9
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] =	0.80
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] =	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] =	60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$	Fulfilled

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] =	15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] =	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] =	20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Calculatedly required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] =	98.5
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	178.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] =	118.7
Proof of bearing safety	$S_d \leq S_{Rred}/\gamma_{SR}$	Fulfilled

Proof of the mesh against puncturing

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] =	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] =	120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leq D_R/\gamma_{DR}$	Fulfilled

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail

V [kN] = 30.0

Load factor for positive influence of pretension V

γ_{VI} [-] = 0.8

Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V

V_{dI} [kN] = 24.0

Load factor for negative influence of pretension V

γ_{VII} [-] = 1.5

Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V

V_{dII} [kN] = 45.0

Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dII}

S_d [kN] = 98.5

Maximum stress on the mesh for shearing-off

P_d [kN] = 42.9

Bearing resistance of the nail to tensile stress

T_{Rred} [kN] = 308.0

Bearing resistance of the nail to shear stress

S_{Rred} [kN] = 178.0

Resistance correction value for tensile stress

γ_{TR} [-] = 1.5

Resistance correction value for shear stress

γ_{SR} [-] = 1.5

Proof of bearing safety $([V_{dII}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$

0.86 Fulfilled

Proof of bearing safety $([P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$

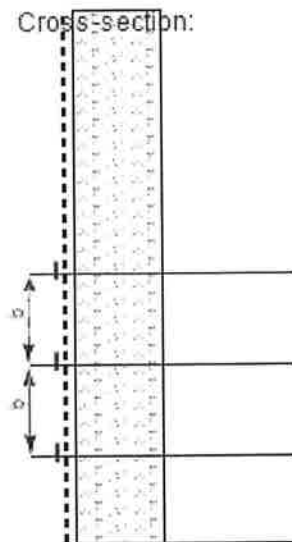
0.86 Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length

T_d [kN] = 130.7

Cross-section:



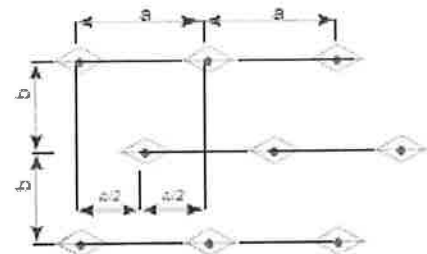
Layer thickness

t = 1.00 m

Nail inclination $\psi = 0.0$ degrees

Slope inclination $\alpha = 90.0$ degrees

View nail arrangement:



Περίπτωση 3

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO[®] / SPIDER[®] by the RUVOLUM[®] method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	1.00 m
Friction angle ground (characteristic value)	ϕ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	2.90 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.45 m

Load cases

Streaming pressure considered			No
Earthquake considered			No
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	=	0.000 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	=	0.000 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_ϕ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	ϕ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.30 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type	TECCO [®] G65/3
Applied spike plate	TECCO [®] system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 90
Applied nail type	GEWI D = 32 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] = 308
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 178
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²] = 616

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] =	46.2
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] =	0.80
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] =	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] =	60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$	Fulfilled

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] =	15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] =	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] =	20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] =	99.6
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	178.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] =	118.7
Proof of bearing safety	$S_d \leq S_{Rred}/\gamma_{SR}$	Fulfilled

Proof of the mesh against puncturing

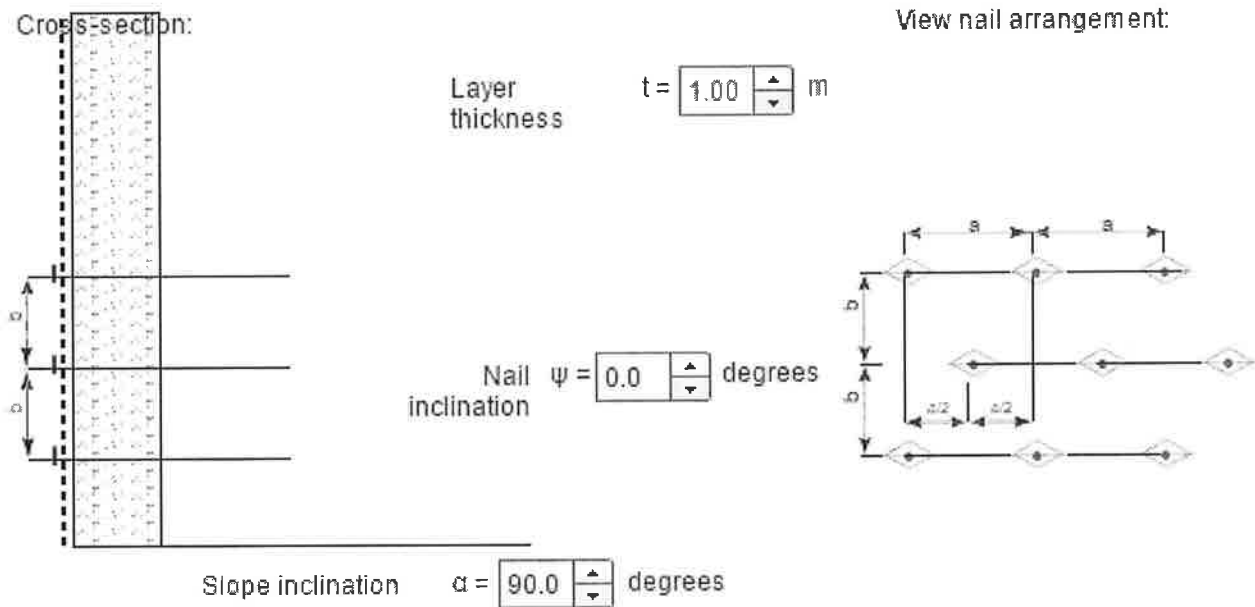
Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] =	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] =	120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leq D_R/\gamma_{DR}$	Fulfilled

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{Vj} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dII} [kN] =	24.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dII}	S_d [kN] =	99.6
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN] =	46.2
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] =	308.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	178.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-] =	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-] =	1.5
Proof of bearing safety $([V_{dII}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.87	Fulfilled
Proof of bearing safety $([P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.87	Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_d [kN] =	132.2
--	--------------	-------



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.5

Ογκόλιθος "B". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις

Περίπτωση 1

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Β-Β'

Όνομα αρχείου: Διαστασιολόγηση σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 1. doc

RocPlane Analysis Information

Document Name:

Διαστασιολόγηση σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 1

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
 Normal Force = 49.0548 t/m
 Resisting Force = 33.7503 t/m
 Driving Force = 26.2357 t/m
 Factor of Safety = 1.28643

Geometry:

Slope Height = 6.05 m
 Wedge Weight = 51.0807 t/m
 Wedge Volume = 18.9188 m³/m
 Rock Unit Weight = 2.7 t/m³
 Slope Angle = 100 °
 Failure Plane Angle = 25 °
 Upper Face Angle = 21 °
 Bench Width : Not Present
 Waviness = 0 °
 Intersection Point (B) of slope and upper face = (-1.06678 , 6.05)
 Intersection point (C) of tension crack and upper face = (2.43322 , 7.39352)
 Intersection point (D) of failure plane and tension crack = (2.43322 , 1.13463)
 Slope length (Origin --> B) = 6.14596 m
 Tension Crack Length (C --> D) = 6.25889 m
 Failure Plane length (Origin --> D) = 2.68476 m
 Tension Crack : present
 Tension Crack Angle = 90 °
 Distance From Crest = 3.5 m
 Tension Crack Length = 6.25889 m

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
 Friction Angle = 25 °
 Cohesion = 0 t/m²
 Shear Strength: 22.8746 t/m²

Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m³
 Pressure Distribution Model : Toe
 Percent Filled : 20 %
 Water Force on Failure Plane = 2.44687 t/m
 Water Force on Tension Crack Plane = 0.0591938 t/m

Seismic Force:

Direction : User Defined
 Seismic Coefficient : 0.09
 Angle = 27 °
 Seismic Force : 4.59726 t/m

External Forces : Not Present

Περίπτωση 2

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Β-Β'

Όνομα αρχείου: Διαστασιολόγηση σύστηματος ανκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 2. doc

RocPlane Analysis Information

Document Name:

Διαστασιολόγηση σύστηματος ανκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 2

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
 Normal Force = 41.5772 t/m
 Resisting Force = 30.2635 t/m
 Driving Force = 24.5624 t/m
 Factor of Safety = 1.23211

Geometry:

Slope Height = 6.05 m
 Wedge Weight = 51.0807 t/m
 Wedge Volume = 18.9188 m³/m
 Rock Unit Weight = 2.7 t/m³
 Slope Angle = 100 °
 Failure Plane Angle = 25 °
 Upper Face Angle = 21 °
 Bench Width : Not Present
 Waviness = 0 °
 Intersection Point (B) of slope and upper face = (-1.06678 , 6.05)
 Intersection point (C) of tension crack and upper face = (2.43322 , 7.39352)
 Intersection point (D) of failure plane and tension crack = (2.43322 , 1.13463)
 Slope length (Origin --> B) = 6.14596 m
 Tension Crack Length (C --> D) = 6.25889 m
 Failure Plane length (Origin --> D) = 2.68476 m
 Tension Crack : present
 Tension Crack Angle = 90 °
 Distance From Crest = 3.5 m
 Tension Crack Length = 6.25889 m

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
 Friction Angle = 25 °
 Cohesion = 0 t/m²
 Shear Strength: 19.3878 t/m²

Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m³
 Pressure Distribution Model : Toe
 Percent Filled : 50 %
 Water Force on Failure Plane = 8.40182 t/m
 Water Force on Tension Crack Plane = 3.28226 t/m

External Forces : Not Present

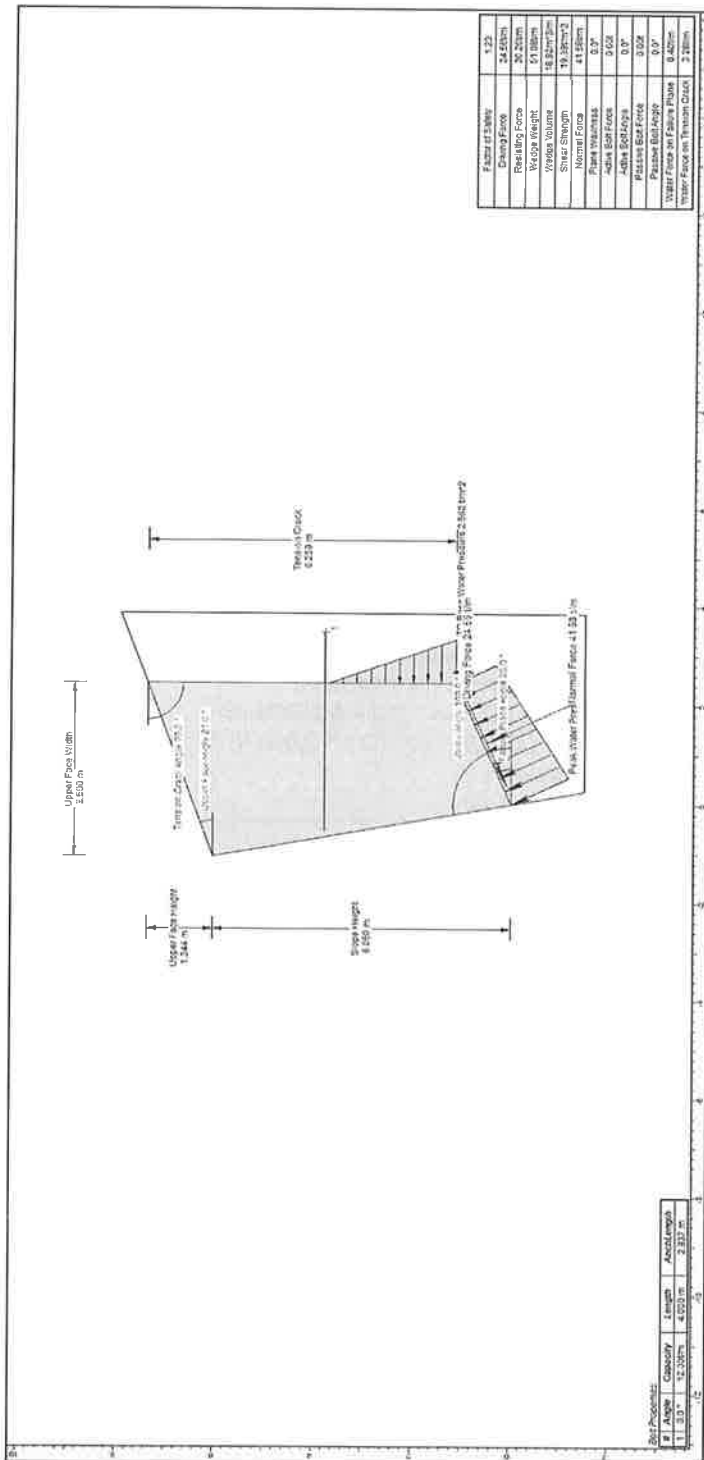
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Β-Β'

Όνομα αρχείου: Διαστασιολόγηση συστήματος αγκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 2. doc



Περίπτωση 3

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Β-Β'

Όνομα αρχείου: Διαστασιολόγηση σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 3. doc

RocPlane Analysis Information**Document Name:**

Διαστασιολόγηση σύστηματος αγκύρωσης με ηλώσεις – Περίπτωση 3

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
 Normal Force = 48.8943 t/m
 Resisting Force = 33.6755 t/m
 Driving Force = 21.6413 t/m
 Factor of Safety = 1.55608

Geometry:

Slope Height = 6.05 m
 Wedge Weight = 51.0807 t/m
 Wedge Volume = 18.9188 m³/m
 Rock Unit Weight = 2.7 t/m³
 Slope Angle = 100 °
 Failure Plane Angle = 25 °
 Upper Face Angle = 21 °
 Bench Width : Not Present
 Waviness = 0 °
 Intersection Point (B) of slope and upper face = (-1.06678 , 6.05)
 Intersection point (C) of tension crack and upper face = (2.43322 , 7.39352)
 Intersection point (D) of failure plane and tension crack = (2.43322 , 1.13463)
 Slope length (Origin --> B) = 6.14596 m
 Tension Crack Length (C --> D) = 6.25889 m
 Failure Plane length (Origin --> D) = 2.68476 m
 Tension Crack : present
 Tension Crack Angle = 90 °
 Distance From Crest = 3.5 m
 Tension Crack Length = 6.25889 m

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
 Friction Angle = 25 °
 Cohesion = 0 t/m²
 Shear Strength: 22.7998 t/m²

Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m³
 Pressure Distribution Model : Toe
 Percent Filled : 20 %
 Water Force on Failure Plane = 2.44687 t/m
 Water Force on Tension Crack Plane = 0.0591938 t/m

External Forces : Not Present

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.6

Έκταση "Ζ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με πλήρως αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματοπλεγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO® / SPIDER® by the RUVOLUM® method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	0.60 m
Friction angle ground (characteristic value)	Φ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	3.10 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.55 m

Load cases

Streaming pressure considered		No
Earthquake considered		Yes
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	= 0.080 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	= 0.040 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_ϕ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	Φ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.00 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type	TECCO® G65/3
Applied spike plate	TECCO® system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 90
Applied nail type	GEWI D = 28 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] = 226
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 130
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²] = 452

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] =	50.7
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] =	0.60
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] =	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] =	60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$	Fulfilled

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] =	15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] =	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] =	20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] =	67.6
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	130.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] =	86.7
Proof of bearing safety	$S_d \leq S_{Rred}/\gamma_{SR}$	Fulfilled

Proof of the mesh against puncturing

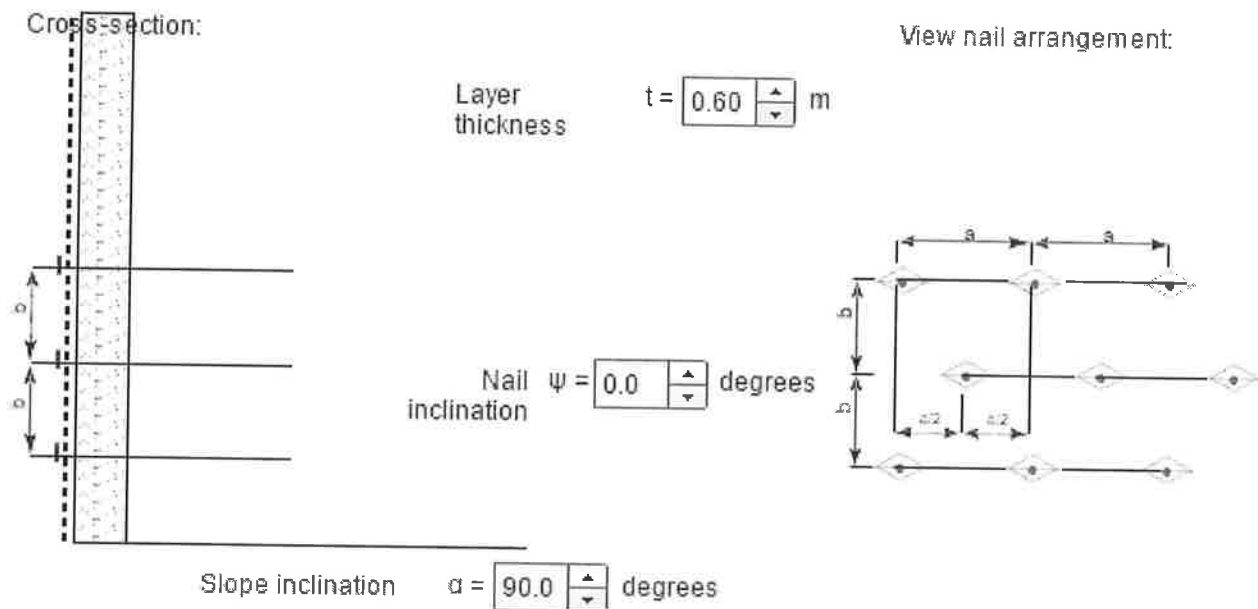
Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] =	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] =	120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leq D_R/\gamma_{DR}$	Fulfilled

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dII}	S_d [kN] =	67.6
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN] =	50.7
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] =	226.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	130.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-] =	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-] =	1.5
Proof of bearing safety $([V_{dII}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.84	Fulfilled
Proof of bearing safety $([P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.85	Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_d [kN] =	89.7
--	--------------	------



Περίπτωση 2

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO® / SPIDER® by the RUVOLUM® method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	0.60 m
Friction angle ground (characteristic value)	Φ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	3.10 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.55 m

Load cases

Streaming pressure considered			No
Earthquake considered			No
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	=	0.000 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	=	0.000 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_Φ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	Φ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.20 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type		TECCO® G65/3
Applied spike plate		TECCO® system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN]	= 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN]	= 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN]	= 90
Applied nail type		GEWI D = 28 mm
Taking into account rusting away		Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN]	= 226
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN]	= 130
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²]	= 452

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	
Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] = 52.4
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] = 0.60
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] = 90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] = 1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] = 60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leq P_R/\gamma_{PR}$ Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	
Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] = 15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] = 1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] = 20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leq Z_R/\gamma_{ZR}$ Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

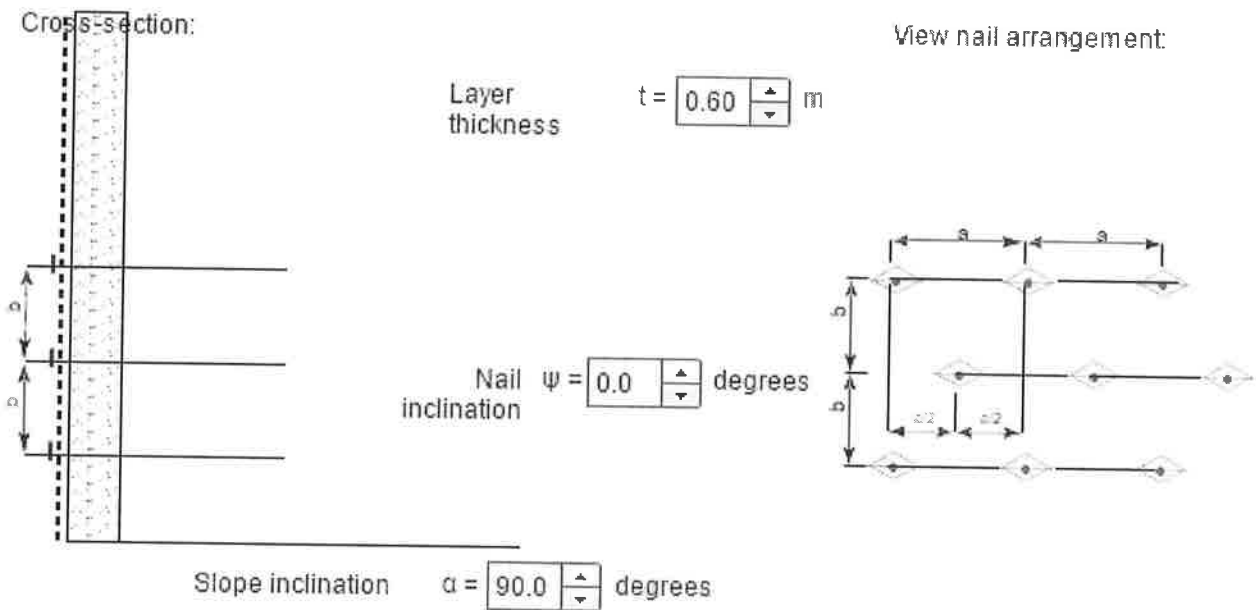
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	
Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] = 30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] = 0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] = 24.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] = 62.8
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 130.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] = 1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] = 86.7
Proof of bearing safety	$S_d \leq S_{Rred}/\gamma_{SR}$ Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	
Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] = 30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] = 1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] = 45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] = 1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] = 120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leq D_R/\gamma_{DR}$ Fulfilled

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Calcutatorily required shear force at dimensioning level in function of V_{dII}	S_d [kN] =	62.8
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN] =	52.4
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] =	226.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	130.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-] =	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-] =	1.5
Proof of bearing safety ($[V_{dII}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2$) ^{0.5} ≤ 1.0	0.78	Fulfilled
Proof of bearing safety ($[P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2$) ^{0.5} ≤ 1.0	0.80	Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_d [kN] =	83.3
--	--------------	------



Περίπτωση 3

Dimensioning of the slope stabilization system TECCO® / SPIDER® by the RUVOLUM® method

Project No.

Project Name

Date, Author

Input quantities

Slope inclination	α	=	90.0 degrees
Layer thickness	t	=	0.60 m
Friction angle ground (characteristic value)	Φ_k	=	37.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	γ_k	=	27.0 kN/m ³
Nail inclination to horizontal	ψ	=	0.0 degrees
Nail distance horizontal	a	=	3.10 m
Nail distance in line of slope	b	=	1.55 m

Load cases

Streaming pressure considered			No
Earthquake considered			No
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	ϵ_h	=	0.000 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	ϵ_v	=	0.000 [-]

Defaults and Safety Factors

Cohesion ground (characteristic value)	c_k	=	0.0 kN/m ²	
Radius of pressure cone, top	ζ	=	0.15 m	
Inclination of pressure cone to horizontal	δ	=	45.0 degrees	
Slope-parallel force	Z_d	=	15.0 kN	
Pretensioning force of the system	V	=	30.0 kN	
Partial safety correction value for friction angle	γ_Φ	=	1.00 [-]	Dimensioning quantities
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	=	1.00 [-]	Φ_d [degrees] = 37.0
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	=	1.00 [-]	c_d [kN/m ²] = 0.0
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	=	1.30 [-]	γ_d [kN/m ³] = 27.0

Elements of the system

Applied mesh type	TECCO® G65/3
Applied spike plate	TECCO® system spike plate P33
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 30
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 180
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 90
Applied nail type	GEWI D = 28 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] = 226
Bearing resistance of nail to shear stress	S_{Rred} [kN] = 130
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A_{red} [mm ²] = 452

Proofs

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail	Fulfilled
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress	Fulfilled

The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.

Investigation of local instabilities between single nails

Proof of the mesh against shearing-off at the upslope edge of the spike plate

Maximum stress on the mesh for shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	P_d [kN] =	56.2
Thickness of decisive sliding mechanism	t_{rel} [m] =	0.60
Bearing resistance of the mesh against shearing-off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	P_R [kN] =	90.0
Resistance correction value for shearing-off of the mesh	γ_{PR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing-off	P_R/γ_{PR} [kN] =	60.0
Proof of bearing safety	$P_d \leftarrow P_R/\gamma_{PR}$	Fulfilled

Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail

Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	Z_d [kN] =	15.0
Bearing resistance of the mesh to selective, slope-parallel tensile stress	Z_R [kN] =	30.0
Resistance correction value for selective, slope-parallel transmission of the force Z	γ_{ZR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	Z_R/γ_{ZR} [kN] =	20.0
Proof of bearing safety	$Z_d \leftarrow Z_R/\gamma_{ZR}$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel, superficial instabilities

Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dI}	S_d [kN] =	63.9
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	130.0
Resistance correction value for shearing-off of the nail	γ_{SR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred}/γ_{SR} [kN] =	86.7
Proof of bearing safety	$S_d \leftarrow S_{Rred}/\gamma_{SR}$	Fulfilled

Proof of the mesh against puncturing

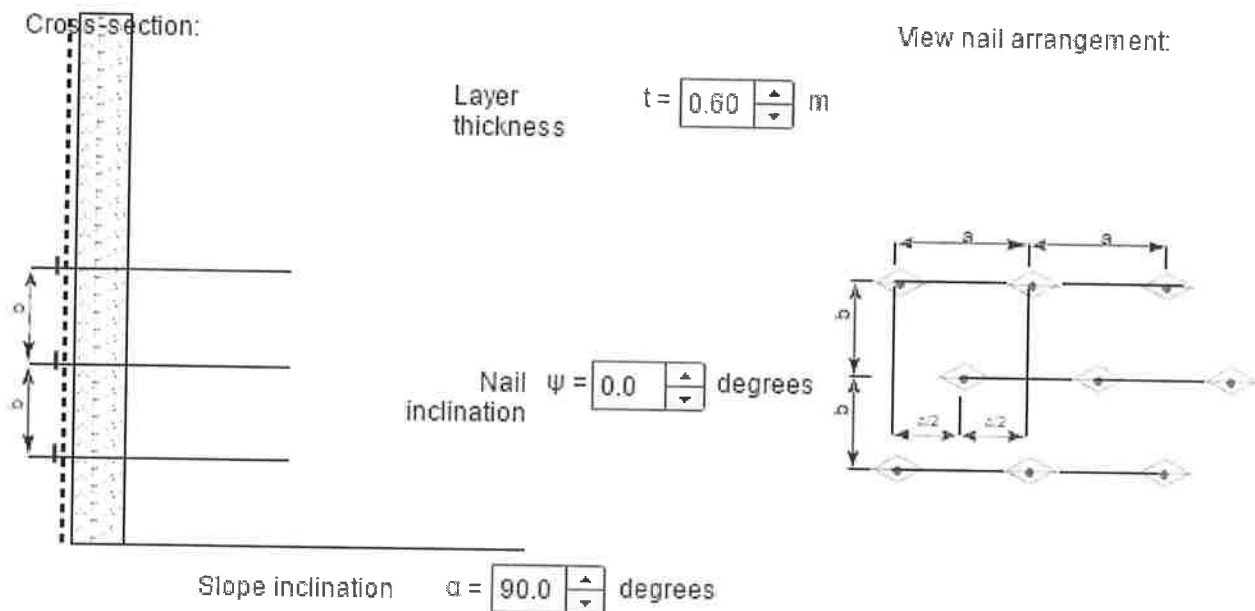
Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] =	180.0
Resistance correction value for puncturing	γ_{DR} [-] =	1.5
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_R/γ_{DR} [kN] =	120.0
Proof of bearing safety	$V_{dII} \leftarrow D_R/\gamma_{DR}$	Fulfilled

Proof of the nail to combined stress

Pretensioning force effectively applied on nail	V [kN] =	30.0
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{VI} [-] =	0.8
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{dI} [kN] =	24.0
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{VII} [-] =	1.5
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{dII} [kN] =	45.0
Calculated required shear force at dimensioning level in function of V_{dII}	S_d [kN] =	63.9
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_d [kN] =	56.2
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_{Rred} [kN] =	226.0
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{Rred} [kN] =	130.0
Resistance correction value for tensile stress	γ_{TR} [-] =	1.5
Resistance correction value for shear stress	γ_{SR} [-] =	1.5
Proof of bearing safety $([V_{dII}/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.80	Fulfilled
Proof of bearing safety $([P_d/(T_{Rred}/\gamma_{TR})]^2 + [S_d/(S_{Rred}/\gamma_{SR})]^2)^{0.5} \leq 1.0$	0.83	Fulfilled

Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities

Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_d [kN] =	84.8
--	--------------	------



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ7

Ογκόλιθος "Γ". Υπολογισμοί προσομοίωσης βραχοπτώσεων

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

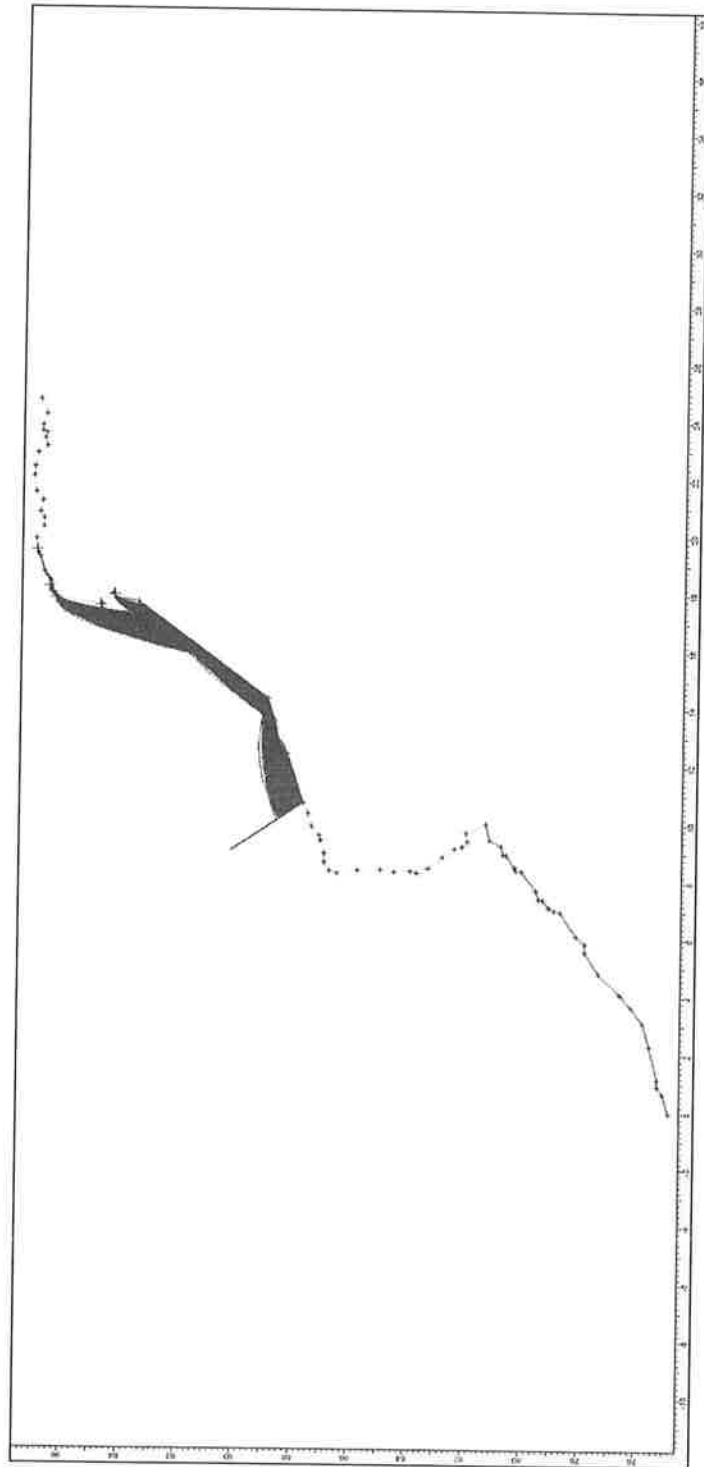
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Γ-Γ'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης ογκόλιθου "Γ". doc



RocFall

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Γ-Γ'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης ογκόλιθου "Γ". doc

RocFall Analysis Information

RocFall Analysis Information

Document Name

Φράχτης ανάσχεσης ογκόλιθου "Γ"

Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Pseudo-random

Slope

Segment 1, Material: SCHIST

Start Point: X mean=0 std dev=0 Y mean=74.9216 std dev=0

End Point: X mean=0.645073 std dev=0 Y mean=75.1462 std dev=0

Segment 72, Material: LIMESTOME

Start Point: X mean=24.1045 std dev=0 Y mean=96.7982 std dev=0

End Point: X mean=24.6177 std dev=0 Y mean=97.0057 std dev=0

Materials

Material name: LIMESTOME

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.47 std dev=0.05

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.91 std dev=0.07

Friction Angle: mean=10 std dev=5

Roughness: std dev=0

Material name: SCHIST

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.435 std dev=0.07

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.825 std dev=0.1

Friction Angle: mean=10 std dev=5

Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.25, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=10000, std dev=0

Ανάστης Σ. Αβραμίδης

ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>
ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Γ-Γ'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης ογκόλιθου "Γ". doc

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 19.396, 97.075

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.25, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=10000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 18.123, 96.63

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.25, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=10000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 17.725, 96.401

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.25, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=10000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 17.489, 94.848

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=-1.25, std dev=0.2

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=10000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 17.857, 94.373

Barriers

Barrier name: Barrier

Start Point: 10.6953, 87.723

End Point: 9.0332, 90.2206

Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)

Capacity: Infinite

RocFall

Ανέστης Σ. Αβραμίδης

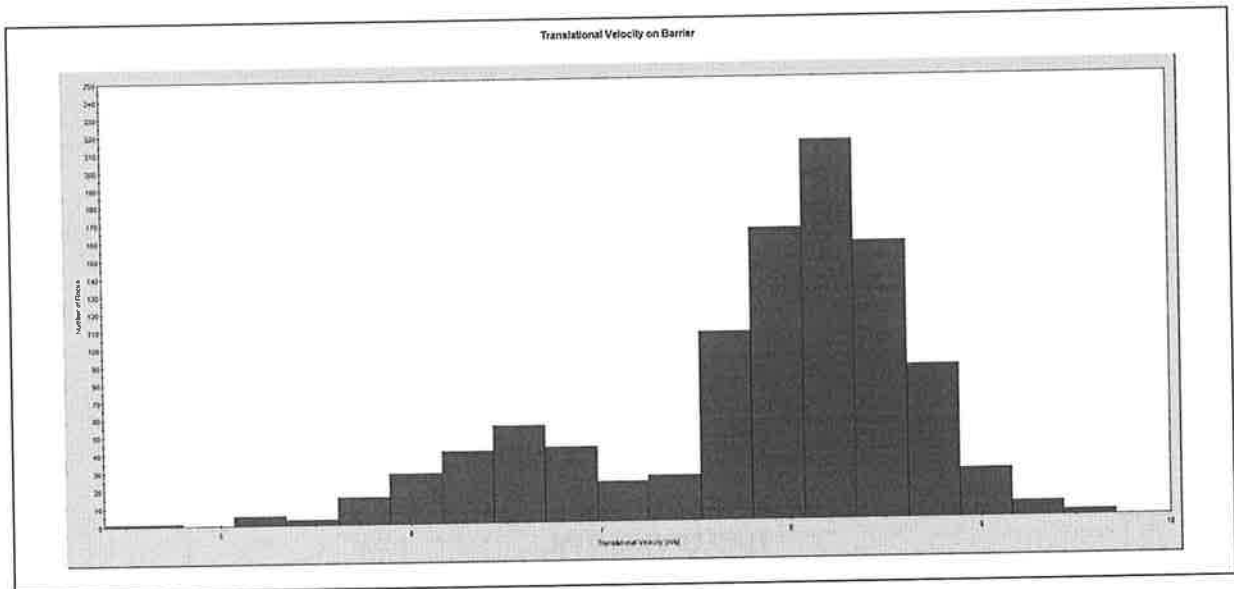
ΕΡΓΟ: <<ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΤΩΞΕΩΝ ΒΡΑΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΒΟΥΡΙ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ >>

ΑΜΕΣΑ ΕΡΓΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ

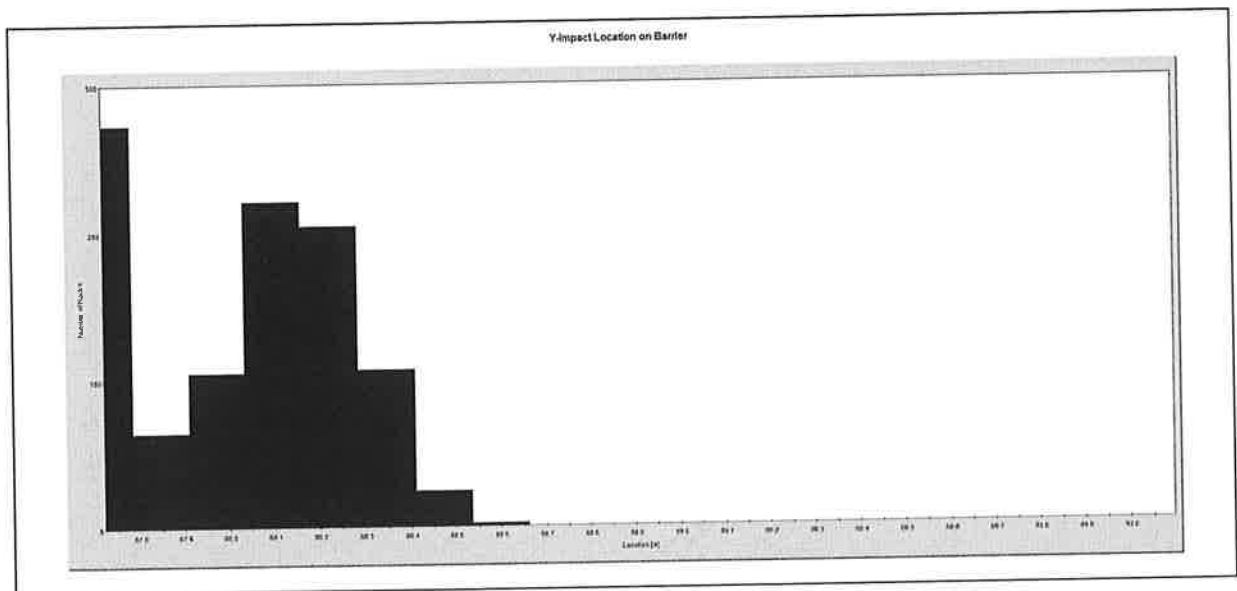
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Γ-Γ'

Όνομα αρχείου: Φράχτης ανάσχεσης ογκόλιθου "Γ". doc



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Ταχύτητας πρόσκρουσης τεμαχών στον φράχτη ανάσχεσης



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Υψους πρόσκρουσης τεμαχών στον φράχτη ανάσχεσης με υψόμετρο βάσης 87.72

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ8

Ογκόλιθος "Γ". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματόπλεγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

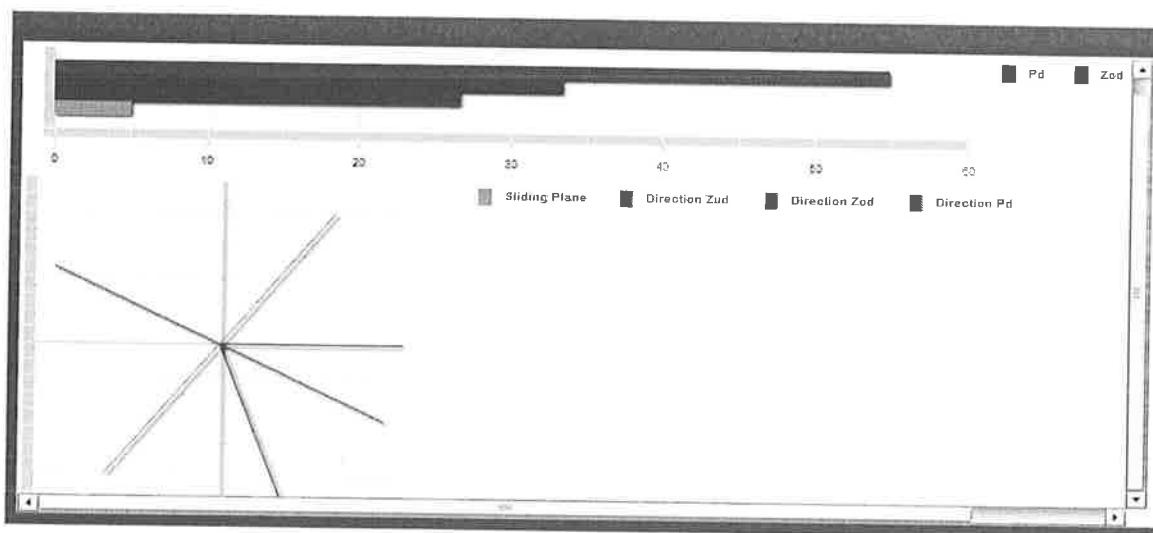
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	100	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	52	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\varphi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\varphi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0.08	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0.04	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	10	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	54.8
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	33.3
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	26.6
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	5.0
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	70.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.1
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	7.9

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	33.3
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	26.6
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	5.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	16.7
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $[N_{od}] / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(red)}$ =	48.3
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	48.3
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	25.0
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	72.3
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	9.1
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $[N_{ud}]/A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(red)}$ =	220.6
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	253.7
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 2

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

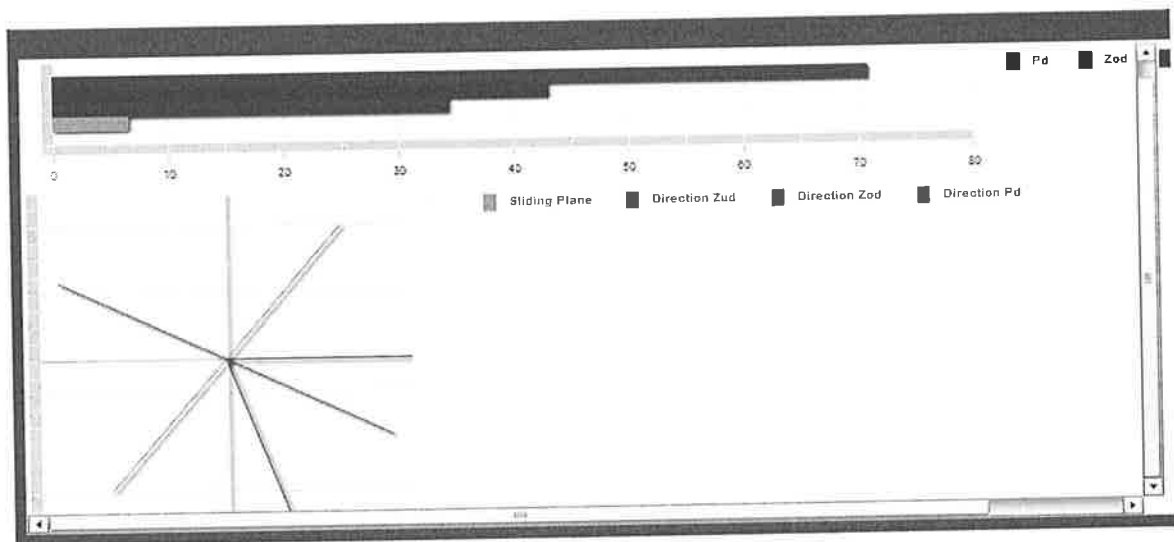
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	100	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	52	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_V =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.2	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\varepsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\varepsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	27	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{n1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{n2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	70.8
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	43.0
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	34.4
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	6.5
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	70.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.1
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	7.9

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	43.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_0 [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_0$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	34.4
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	6.5
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M) =$	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	21.5
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pI(re d)}$ =	62.1
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5} =$	62.1
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	32.3
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	93.4
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M) =$	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	11.8
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pI(re d)}$ =	228.4
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5} =$	279.9
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M =$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 3

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

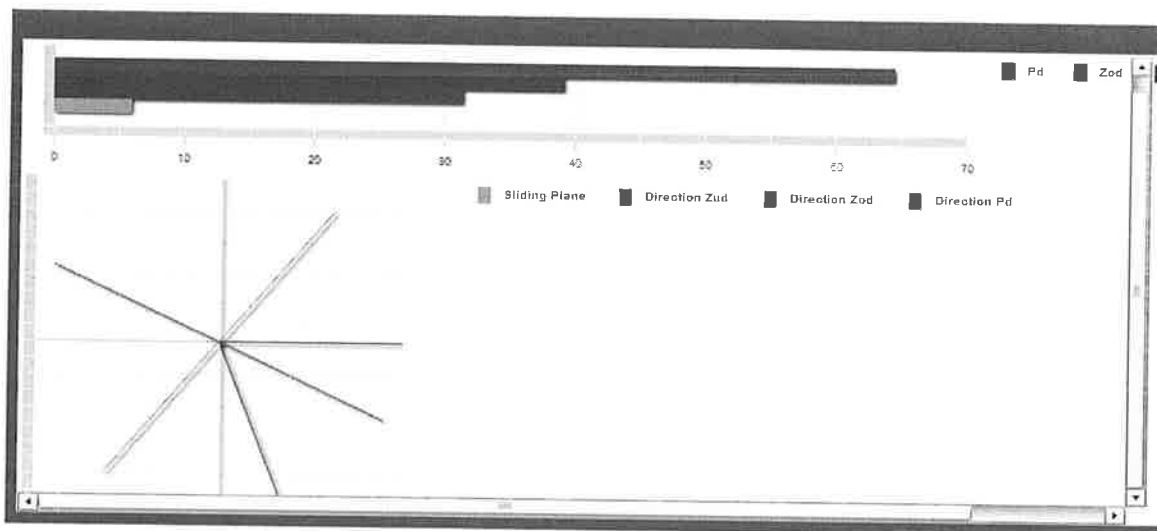
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	100	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	52	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	70	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	40	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	15	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\varphi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\varphi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.3	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	2	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	10	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	64.4
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	39.1
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	31.3
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	5.9
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	70.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.1
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	7.9

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	39.1
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_0 [-] =	2
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_0$ [kN] =	80.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	31.3
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	5.9
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top		
Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{l(RED)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top		
Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	19.6
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{l(RED)} + M_{od} / W_{pl(RED)}$ =	56.6
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	56.6
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom		
Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	29.4
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{l(RED)}$ =	85.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom		
Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	10.7
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.3
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{l(RED)} + M_{ud}/W_{pl(RED)}$ =	225.2
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	269.1
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ9

Ογκόλιθος "X23". Υπολογισμοί διαστασιολόγησης συστήματος επένδυσής με περιμετρικώς αγκυρούμενο γαλβανισμένο συρματοπλεγμα.

Περίπτωση 1

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

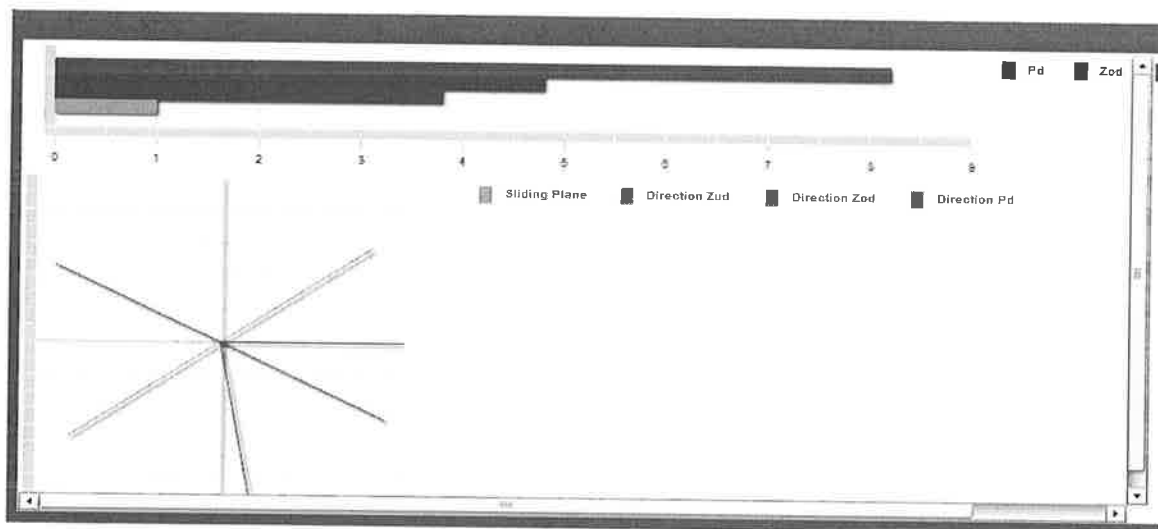
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	155	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	35	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	80	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	70	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	20	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0.08	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0.04	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	8.2
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	4.8
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	3.8
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	1.0
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	80.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.5
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	12.5

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	4.8
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	3.8
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	1.0
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3}\cdot\gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	N_{od} [kN] =	4.8
Moment as a result of the eccentric acting force (Zod / no)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(re-d)}$ =	13.9
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	13.9
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	V_{ud} [kN] =	3.7
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	10.7
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3}\cdot\gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	N_{ud} [kN] =	0.7
Moment as a result of the eccentric acting force (Zud / nu)	M_{ud} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(re-d)}$ =	2.0
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	18.6
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 2

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

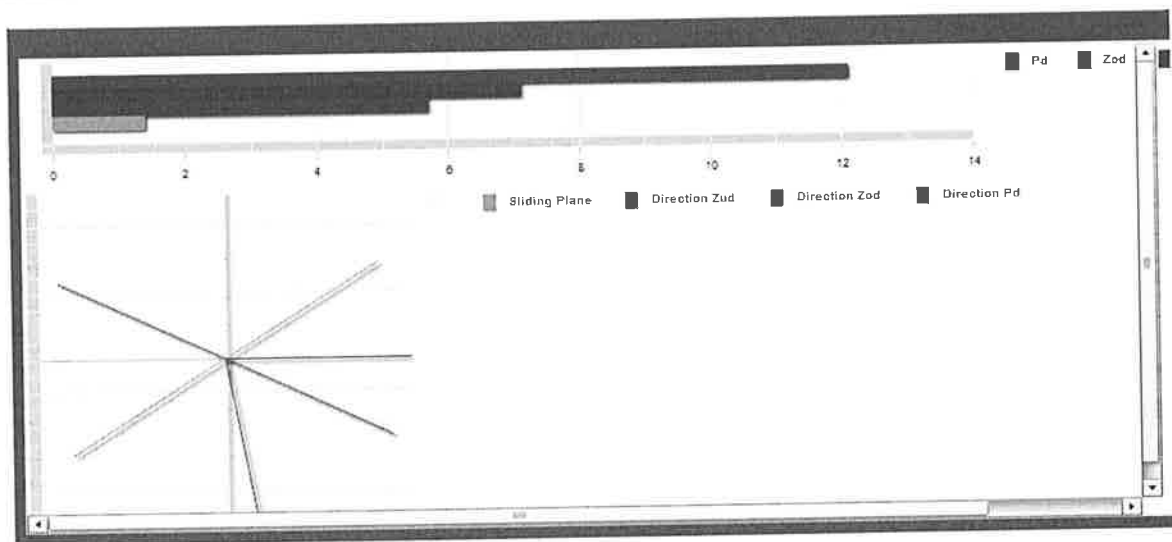
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	155	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	35	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	80	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	70	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	20	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\phi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\phi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.2	-

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	5	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{n1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{n2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{pl(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	12.1
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	7.1
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	5.7
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	1.4
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	80.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.5
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	12.5

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	7.1
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_0 [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_0$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	5.7
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	1.4
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_5 [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_5$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	V_{od} [kN] =	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Z _{od} / n _o)	N_{od} [kN] =	7.1
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{od} / n _o)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{p(RED)}$ =	20.5
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	20.5
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	V_{ud} [kN] =	5.6
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	16.2
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	$\tau_{Rd} = f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Z _{ud} / n _u)	N_{ud} [kN] =	1.0
Moment as a result of the eccentric acting force (Z _{ud} / n _u)	M_{ud} [kNm] =	0.1
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{p(RED)}$ =	67.7
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	73.3
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_M$ =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Περίπτωση 3

Dimensioning of the Rock Protection System SPIDER with the SPIDER ONLINE-TOOL

Input Quantities

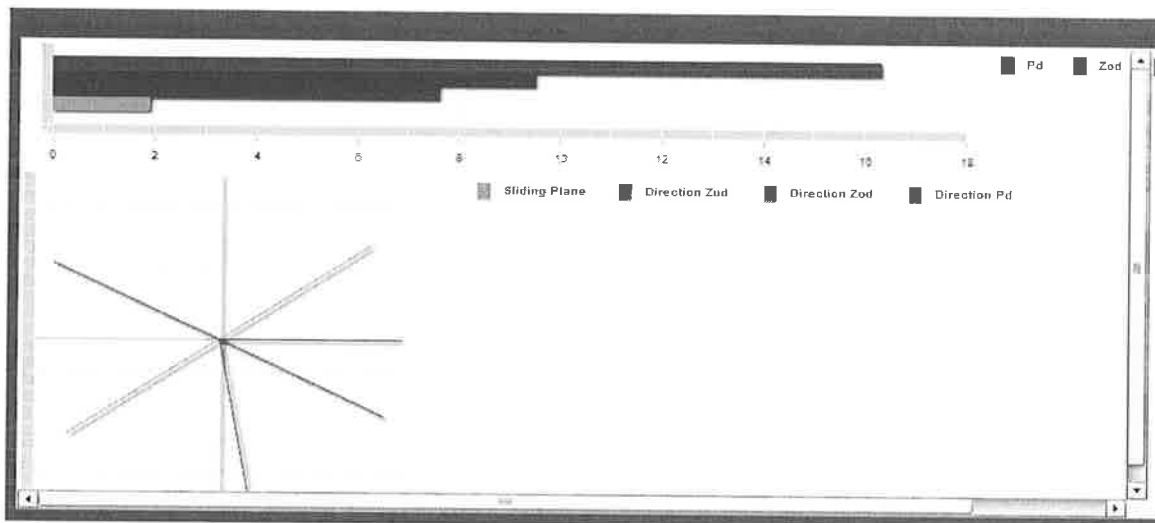
Weight, Geometry

Block weight (characteristic value)	$G =$	155	[kN]
Inclination of the sliding plane to horizontal	$\beta =$	35	[degrees]
Angle of the top restraint to horizontal	$\theta_o =$	0	[degrees]
Angle of the bottom restraint to horizontal	$\theta_u =$	80	[degrees]
Ratio $Z_u : Z_o$	$\eta =$	80	[%]

Lateral influence

Angle of the lateral restraint to horizontal related to vertical plane	$\delta =$	70	[degrees]
Angle of the resultant, lateral restraint in line of slope	$\chi =$	0	[degrees]
Ratio $S : Z_o$	$\zeta =$	20	[%]

Graphical presentation of the forces



Geotechnical parameters

Friction angle (characteristic value)	$\varphi_k =$	37	[degrees]
Cohesion (characteristic value)	$c_k =$	0	[kN/m ²]
Cohesion related area	$A =$	0	[m ²]

Safety factors for geotechnical parameters and model

Partial safety factor for friction angle	$\gamma_\varphi =$	1	-
Partial safety factor for cohesion	$\gamma_c =$	1	-
Partial safety factor for volume weight	$\gamma_\gamma =$	1	-
Model uncertainty correction value	$\gamma_{mod} =$	1.3	+

Number of nails or anchors

Number of participating nails or anchors at the top	$n_o =$	1	-
Number of participating nails or anchors at the bottom	$n_u =$	1	-
Number of participating nails or anchors lateral	$n_s =$	1	-

Load cases

Earthquake

Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$E_h =$	0	-
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$E_v =$	0	-

Water pressure acting onto the block

Water pressure from behind, perpendicular to the sliding plane	$W_h =$	1	[kN]
Water pressure from above, parallel to the sliding plane	$W_o =$	0	[kN]

Elements of System

Elements of System

Spiral rope net	SPIDER S3-130	
Spike plate	System spike plate P33	
Bearing resistance of the spiral rope net to tensile stress	Z_n [kN/m] =	220
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Spiral rope anchor (standard)	Spiral rope anchor D= 14.5 mm	
Boundary rope (standard)	Steel wire rope , D=14 mm	
Elements to connect the net panels between each other	Shackles 3/8"	
Nail type	GEWI D = 25 mm	
Taking into account rusting away (nail diameter reduced by 4 mm)	yes	
Nail inclination to horizontal	ψ [Degrees] =	0
Maximum excentricity of the load to be transferred onto the nail at the top / bottom	ξ [m] =	0.01
Yield stress of the nail	f_y [N/mm ²] =	500
Cross-section with / without rusting away	$A_{(red)}$ [mm ²] =	346
Plastic section modulus	$W_{p(red)}$ [mm ³] =	1544
Bearing resistance of the nail to tensile stress	$T_{R(red)}$ [kN] =	173
Bearing resistance of the nail to shear stress	$S_{R(red)}$ [kN] =	100

Calculated values

Calculated values

Resultant stabilizing force P, on dimensioning level	P_d [kN] =	16.3
Force in the net cover, to be transmitted to the top, on dimensioning level	Z_{od} [kN] =	9.5
Force in the net cover, to be transmitted to the bottom, on dimensioning level	Z_{ud} [kN] =	7.6
Force in the net cover, to be transmitted laterally, on dimensioning level	S_d [kN] =	1.9
Opening angle between the forces in the net cover to the top and to the bottom	$\theta = \theta_u + \theta_o$ [Degrees] =	80.0
Inclination of the resultant stabilizing force Pd to horizontal	ω [Grad] =	-27.5
Theoretical friction angle net - block (neglecting lateral influence)	ϕ_G [Grad] =	12.5

Proofs of bearing resistance of the net

Proof of local force transmission to the top

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted to the top, on dim. level	Z_{od} [kN] =	9.5
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN] =	40.0
Number of nails or anchors at the top	n_o [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the top	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_o$ [kN] =	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{od} \leq Z_{R1d,tot}$	fulfilled!

Proof of local force transmission to the bottom

Proof of local force transmission to the bottom	Z_{ud} [kN] =	7.6
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission longitudinal	Z_{R1} [kN] =	60.0
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission longit.	$Z_{R1d} = Z_{R1} / Y_{ZR}$ [kN]	40.0
Number of nails or anchors at the bottom	n_u [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission to the bottom	$Z_{R1d,tot} = Z_{R1d} \cdot n_u$ [kN]	40.0
Proof of bearing safety	$Z_{ud} \leq Z_{R1d,tot}$ [kN]	fulfilled!

Proof of local force transmission laterally

Maximum tensile force in the net cover to be transmitted laterally on dimensioning level	S_d [kN] =	1.9
Bearing resistance of the spiral rope net to local force transmission transversal	Z_{R2} [kN] =	45
Resistance correction value for local force transmission	Y_{ZR} [-] =	1.50
Dim. value of the bearing res. of the spiral rope net to local force transmission transv.	$Z_{R2d} = Z_{R2} / Y_{ZR}$ [kN] =	30.0
Number of nails or anchors lateral	n_s [-] =	1
Total bearing resistance of the spiral rope net to force transmission lateral	$Z_{R2d,tot} = Z_{R2d} \cdot n_s$ [kN] =	30.0
Proof of bearing safety	$S_d \leq Z_{R2d,tot}$	fulfilled!

Proofs of bearing safety of the nails

Proof of shear stress in the nails at the top

Shear load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	V_{od} [kN]=	0.0
Shear stress in the nail at the top	τ_d [N/mm ²] = $V_{od}/A_{(red)}$ =	0.0
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the top

Tensile load in the nail at the top as a result of the force (Zod / no)	N_{od} [kN] =	9.5
Moment as a result of the eccentric acting force (Zod / no)	M_{od} [kNm] =	0.0
Normal stress in the nail at the top	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{od} / A_{(red)} + M_{od} / W_{pl(RED)}$ =	27.5
Combined stress in the nail at the top	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	27.5
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y / γ_M	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

Proof of shear stress in the nails at the bottom

Shear load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	V_{ud} [kN] =	7.5
Shear stress in the nail at the bottom	τ_d [N/mm ²] = $V_{ud}/A_{(red)}$ =	21.7
Resistance correction value for shear stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible shear stress	τ_{Rd} = $f_y/(\sqrt{3} \cdot \gamma_M)$ =	262.4
Proof of bearing safety	$\tau_{Rd} \geq \tau_d$	fulfilled!

Proof of combined stress in the nails at the bottom

Tensile load in the nail at the bottom as a result of the force (Zud / nu)	N_{ud} [kN] =	1.3
Moment as a result of the eccentric acting force (Zud / nu)	M_{ud} [kNm] =	0.1
Normal stress in the nail at the bottom	σ_{Nd} [N/mm ²] = $ N_{ud} /A_{(red)} + M_{ud}/W_{pl(RED)}$ =	68.5
Combined stress in the nail at the bottom	σ_d [N/mm ²] = $(\sigma_{Nd}^2 + 3\tau_d^2)^{0.5}$ =	78.1
Resistance correction value for combined stress	γ_M [-] =	1.10
Maximum permissible yield stress	σ_{Rd} = f_y/γ_M =	454.5
Proof of bearing safety	$\sigma_{Rd} \geq \sigma_d$	fulfilled!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΣΠΑΤΑ(ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ)
ΓΕΝΙΚΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ
ΠΙΝΑΚΑΣ Α

ΜΗΝΕΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ °C		Μέση σχετική υγρασ. %		Μέση Ηλιοφάνεια σε ώρες		Μέση νεφωσ ή όχθα		ΥΕΤΟΣ		Επικρατ ανέμου σε διεύθυν. ανέμου	Μέση έντ. ανέμου σε κόμβους
	Μέση	Μέση Ελάχιστη	Μέση Απολύτως Ελάχιστη	Μέση Απολύτως Μέγιστη	Μέση Απολύτως Μέγιστη	Μέση Απολύτως Ελάχιστη	Μέση Απολύτως Μέγιστη	Μέση υψος χλσμ. σε χλσμ.	Μέση Μέγ. Ζάφωρο	Μέση Μέγ. Ζάφωρο σε χλσμ.		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	8.65	12.61	23.60	-6.00	18.05	-1.48	138.10	4.33	49.21	67.80	N	6.76
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9.18	13.12	23.20	-6.80	18.84	-2.36	123.41	4.56	48.59	62.20	N	7.55
ΜΑΡΤΙΟΣ	11.34	15.42	24.00	-3.60	21.16	-0.35	155.25	4.18	43.13	40.70	N	7.81
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	15.01	19.12	28.00	-3.00	24.61	2.32	211.36	3.88	24.75	29.30	N	6.80
ΜΑΙΟΣ	20.01	24.49	36.20	1.60	30.95	7.40	261.03	3.12	18.13	34.80	N	6.91
ΙΟΥΝΙΟΣ	25.28	29.63	42.00	5.00	35.81	12.18	316.59	1.69	3.66	11.80	NE	7.23
ΙΟΥΛΙΟΣ	27.49	31.55	40.00	11.00	37.71	15.48	339.96	1.11	4.40	15.10	NE	8.16
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	26.91	31.10	42.00	11.00	36.24	14.79	315.43	1.00	1.83	7.80	NE	8.20
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	23.03	27.94	37.20	4.80	34.57	10.75	263.11	1.68	6.79	20.00	N	6.45
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	18.43	22.89	38.40	0.00	30.02	7.04	188.85	3.31	28.27	83.80	N	6.38
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	13.95	17.97	30.20	-3.30	24.16	2.89	124.85	4.14	73.26	91.90	N	6.16
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	10.20	13.96	21.80	-4.40	19.47	-0.89	97.96	4.75	91.82	84.20	N	6.84
ΕΤΟΣ	17.46	21.65	42.00	-6.80	27.63	5.65	211.28	3.15	393.84	91.90	N	7.10

08/09/2014

Όνομα Σταθμού
Κωδικός Σταθμού
Γεωγ. Μήκος Σταθμού
Γεωγ. Πλάτος Σταθμού
Ύψος Σταθμού
Περίοδος Λειτουργίας
1974 - 2014
ΣΠΑΤΑ(ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ)
ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΣΗΜΕΙΩΘΗΚΕ
ΠΙΝΑΚΑΣ Β

ΜΗΝΕΣ	Νέφωση από 0 - 1.5/8		Νέφωση από 1.6/8 - 6.4/8		Νέφωση από 6.5/8 - 8/8		Ομίχλη		Ψεκασμός		Πάχνη		Ελάχιστη θερμοκρασί α <= 0.0 °C		Μέγιστη θερμοκρασία <= 0.0 °C		Μέγιστη Ταχύτητα ανέμου >= από 6 Μποφόρ		Μέγιστη Ταχύτητα ανέμου >= από 8 Μποφόρ	
	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη	Μέγιστη
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	6.24	17.59	7.00	0.00	6.58	0.92	1.08	0.00	0.50	0.33	2.72	2.33	4.24	0.00	0.00	6.42	1.08	1.86	1.93	1.13
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4.65	16.00	7.29	0.20	8.80	1.00	1.27	0.07	1.47	0.33	1.33	1.33	6.12	0.00	0.00	10.13	1.86	1.93	1.13	1.00
ΜΑΡΤΙΟΣ	6.00	16.13	8.69	0.00	8.40	0.47	1.33	0.07	1.53	0.33	2.56	0.44	1.39	0.00	0.00	7.73	1.93	1.93	1.13	1.00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5.00	19.41	5.24	0.07	6.80	0.00	1.53	0.00	1.00	0.20	1.59	0.12	0.12	0.00	0.00	6.47	1.13	1.13	1.13	1.00
ΜΑΙΟΣ	9.17	18.89	2.72	0.07	4.00	0.00	1.67	0.00	0.40	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	7.71	1.00	1.00	1.00	1.00
ΙΟΥΝΙΟΣ	17.32	12.21	0.47	0.00	1.50	0.00	0.94	0.00	0.19	0.06	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	7.56	1.00	1.00	1.00	1.00
ΙΟΥΛΙΟΣ	23.82	6.94	0.18	0.00	1.43	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.14	1.43	1.43	1.43	1.00
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	24.07	6.93	0.00	0.00	1.08	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	8.62	2.69	2.69	2.69	1.00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	17.00	12.64	0.36	0.08	3.17	0.00	2.17	0.08	0.25	0.25	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.58	0.58	0.58	1.00
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	9.50	17.43	3.79	0.00	4.17	0.00	1.17	0.00	0.58	0.08	1.86	0.00	0.08	0.00	0.00	7.08	1.58	1.58	1.58	1.00
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	4.53	17.63	7.53	0.13	8.50	0.06	2.25	0.00	1.13	1.06	2.84	0.16	0.47	0.00	0.00	5.67	1.47	1.47	1.47	1.00
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	3.69	16.31	10.69	0.18	12.45	1.00	1.82	0.09	1.18	0.55	3.33	0.92	1.67	0.00	0.00	10.73	2.27	2.27	2.27	1.00
ΕΤΟΣ	130.98	178.10	53.95	0.72	66.88	3.45	17.29	0.31	8.23	3.20	18.27	5.30	14.07	0.00	0.00	92.26	18.03	18.03	18.03	1.00

Επεξήγηση όρων του Γενικού Κλιματολογικού

PRESS (M.S.L.)

Πίεση στη μέση στάθμη θάλασσας

TEMPERATURE

Θερμοκρασία

*MEAN
AV. MAX
AV. MIN
ABS MAX
ABS MIN*

*Μέση Θερμοκρασία του μήνα
Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία του μήνα
Μέση Ελάχιστη Θερμοκρασία του μήνα
Απολύτως Μέγιστη Θερμοκρασία του μήνα
Απολύτως Ελάχιστη Θερμοκρασία του μήνα*

REL HUM.

Μέση Σχετική Υγρασία του μήνα

AV. CLOUD.

Μέση Νέφωση του μήνα

PRECIPITATION (IN MM)

Υετός (σε χιλιοστά)

TOTAL

Ολικός Υετός του μήνα

MAX 24H

Μέγιστος Υετός 24ωρου

PREV. WIND

Επικρατών Άνεμος

NUMBER OF DAYS WITH

Αριθμός Ημερών με

*CLOUDINES
(0 - 8/8)*

Νέφωση

*0 - 1.5
1.6 - 6.4
6.5 - 8.0*

*από 0 έως 1.5 όγδοα
από 1.6 έως 6.4 όγδοα
από 6.5 έως 8.0 όγδοα*

PREC.

Υετό

RAIN

Βροχή

SNOW

Χιόνι

THUND

Καταιγίδες

HAIL

Χαλάζι

ST GND

Χιονοσκεπές έδαφος

FOG

Ομίχλη

DEW

Δρόσο

H. FROST

Πάχνη

TEMPERATURE

Θερμοκρασία

MIN LE 0.0

Ελάχιστη μικρότερη ή ίση του 0

MAX LE 0.0

Μέγιστη μικρότερη ή ίση του 0

WIND

Άνεμο

*GE 6B
GE 8B*

*Άνεμο μεγαλύτερο ή ίσο των 6 μποφόρ
Άνεμο μεγαλύτερο ή ίσο των 8 μποφόρ*