

**Πρόγραμμα συντήρησης/αναβάθμισης μέτρων
Βραχοπροστασίας του έργου Παραχώρησης:
«Αυτοκινητόδρομος ΠΑΘΕ – Τμήμα Μαλιακός-Κλειδί**

Κων/νος Καλογήρου, Πολιτικός Μηχανικός

Ημερίδα

Αθήνα, 20/11/2014

Περιεχόμενα

- Γενική Περιγραφή Έργου
- Προστασία από βραχοπτώσεις
 - Περιοχές επεμβάσεων
 - Μηχανισμοί αστοχίας – Φιλοσοφία σχεδιασμού
 - Μέτρα αντιμετώπισης
- Έλεγχος & Παρακολούθηση Μέτρων
- Επεμβάσεις

ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί

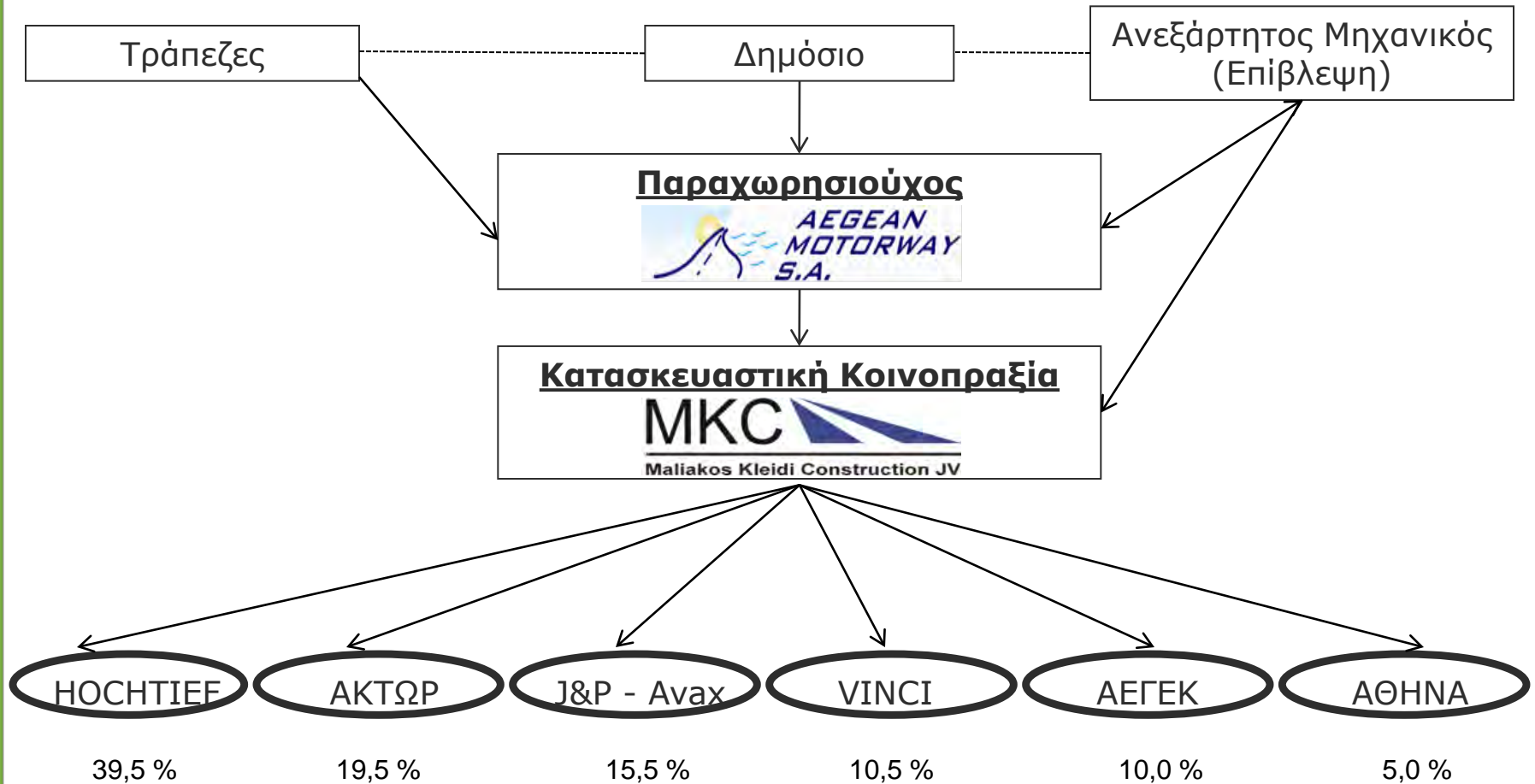
Γενική Περιγραφή Έργου

Κατασκευαστικό Αντικείμενο

- Το τμήματα που καλείται να ανακατασκευάσει, αναβαθμίσει, επιδιορθώσει και λειτουργήσει η εταιρεία Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε. περιλαμβάνουν:
- Αυτοκινητόδρομος (& ΑΚ)
 - Ράχες (~ΧΘ 240) – Κλειδί (~ΧΘ 470): 230 χλμ
- Εθνική Οδός
 - ΑΚ Ευαγγελισμού – ΑΚ Λεπτοκαρυάς: 31χλμ



Διάρθρωση έργου



Κατασκευαστικό Αντικείμενο

- Εργασίες αποκατάστασης στα Υφιστάμενα τμήματα:
 - Ράχες-Ευαγγελισμός (ΓΕ1-ΓΕ9): 135,5 χλμ
 - Πυργετός-Αιγάνη (ΓΕ15): 5,5 χλμ
 - Σκοτίνα-Κλειδί (ΓΕ20-ΓΕ25): 63,5 χλμ
 - Υφιστάμενη Παλαιά Εθνική Οδός (ΓΕ26): 32,0 χλμ
- Νέοι Ανισόπεδοι Κόμβοι σε Υφιστάμενα τμήματα:
 - Βόρειος ΑΚ Κατερίνης (ΓΕ 24),
 - ΑΚ Κορινού (ΓΕ 24),
 - ΑΚ Μακρύγιαλου (ΓΕ 24),
 - ΑΚ Αγαθούπολης (ΓΕ 25),
 - ΑΚ Αιγινίου (ΓΕ 25),
 - ΑΚ Κλειδιού (ΓΕ 25).
- Ισόπεδοι Κόμβοι στην Παλαιά Εθνική Οδός Ευαγγελισμός-Σκοτίνα (ΓΕ 26):

Ευαγγελισμός, Αμπελάκια, Ομόλιο, Ραψάνη, Πυργετός, Αιγάνη, Ν.Πόροι, Α.Πόροι, Πλαταμώνας, Κάστρο, Ν.Παντελεήμωνα.



Κατασκευαστικό Αντικείμενο

- Νέα Τμήματα (Ευαγγελισμός-Ραψάνη & Πλαταμώνας-Σκοτίνα)
 - 3 δίδυμες σήραγγες: ~ 1,9 χλμ.(Τ1), 6,0 χλμ.(Τ2), 2,7 χλμ.(Τ3)
 - 14 χλμ. Αυτοκινητοδρόμου.
 - 17,0 χλμ. Δευτερευόντων και Παράπλευρων οδών.
 - 21 Γέφυρες.
 - 80 οχετοί.
 - 5 Κτίρια εξυπ. σήραγγων & 3 κτίρια εγκ. αερισμού
- Κέντρα Ελέγχου & Λειτουργίας Αυτοκινητοδρόμου (ΚΕΛ):
 - Μοσχοχώρι (κύριο)
 - Λεπτοκαρυά (δευτερεύον)
 - Δρυμώνας, Κορινός (δορυφ.)
- Σταθμοί Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ):
Αλμυρός, Αερινό, Νίκαια, Ευαγγελισμός, Λεπτοκαρυά
- Σταθμοί διοδίων

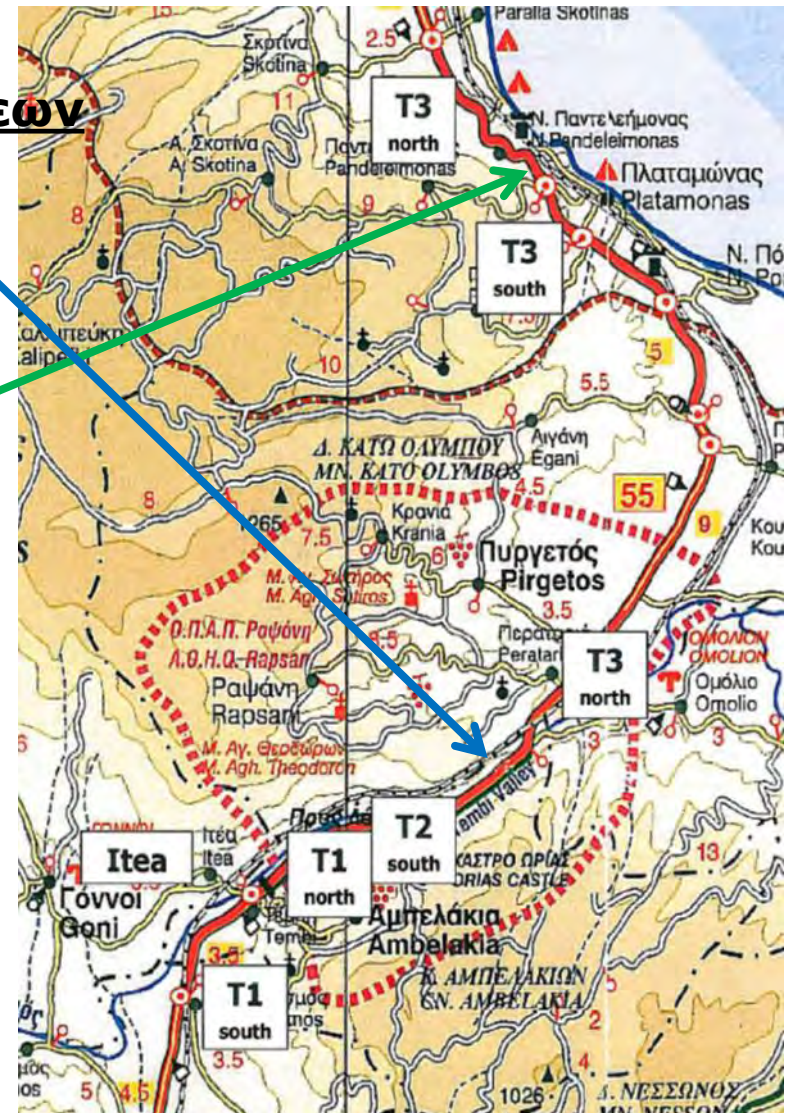


Βραχοπτώσεις

ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

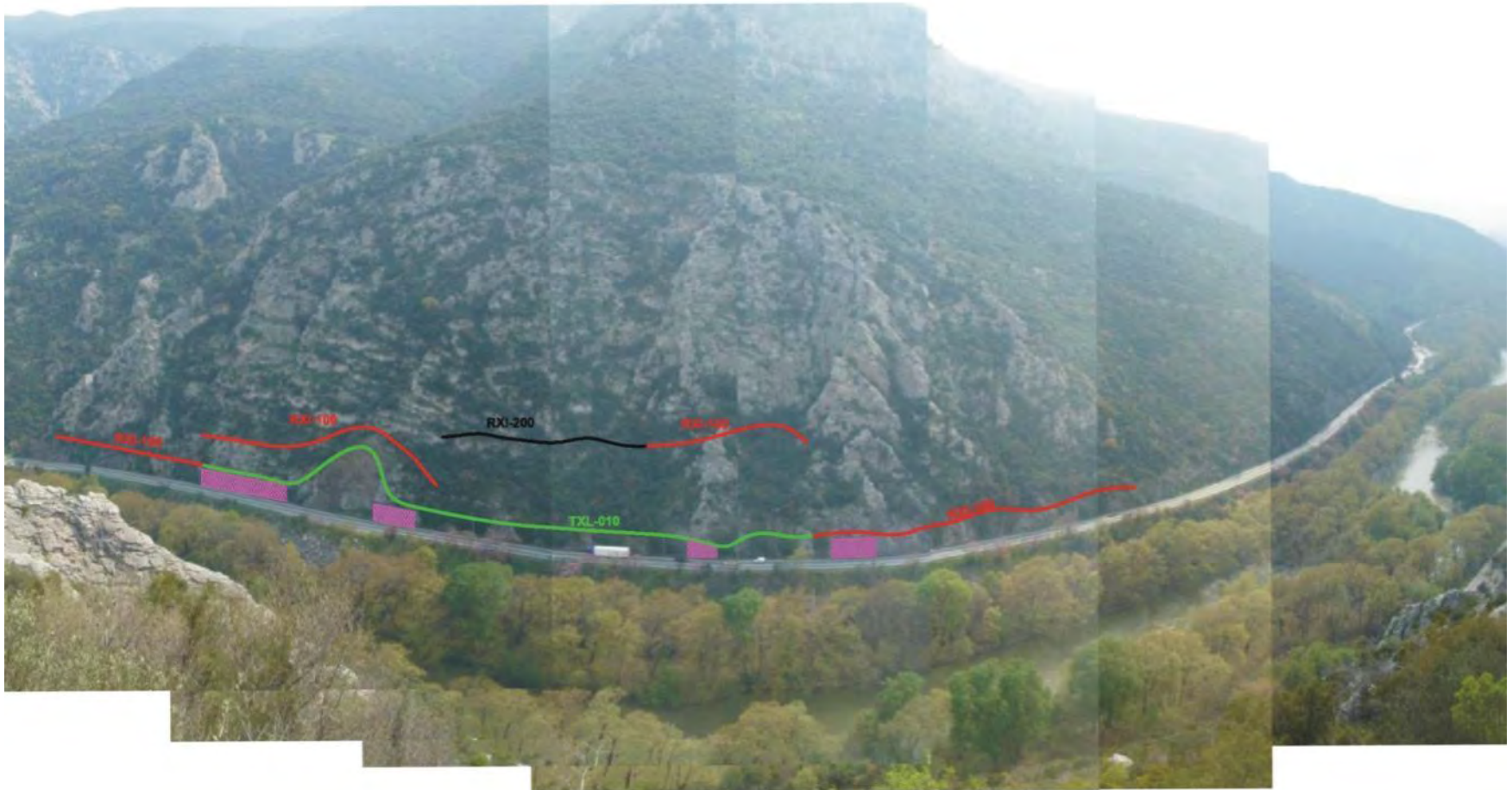
Περιοχές επεμβάσεων

- Κοιλάδα Τερπών 4.5 km
- Παντελεήμονας 2.0 km



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Περιοχή Τεμπών



SLOPE STABILIZATION DESIGN OF THE NATIONAL ROADWAY
AT THE TEMPI VALLEY, FROM CH. 386+090 TO CH. 386+655

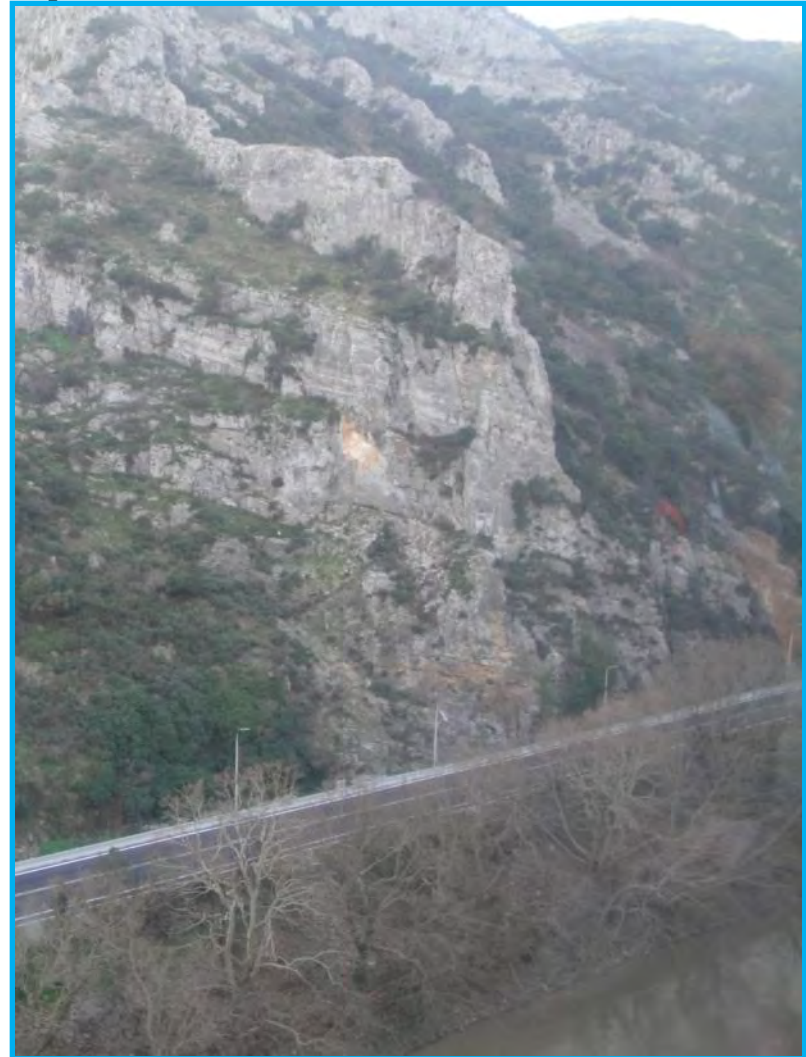
ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Περιοχή Τεμπών



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Περιοχή Τεμπών



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Περιοχή Τεμπών



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Περιοχή Τεμπών



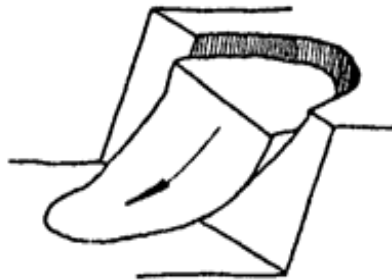
Μηχανισμός «αστοχίας»

- Γεωλογικό παρελθόν
- Μακροχρόνιες μετατοπίσεις και αποσταθεροποιήσεις λόγω της τεκτονικής ιστορίας της περιοχής
- Είσοδος εδαφικού υλικού εντός των ρωγμών/ασυνεχειών
- Είσοδος ριζικού συστήματος βλάστησης εντός των ρωγμών/ασυνεχειών
- Είσοδος υδάτων εντός των ρωγμών
 - Υδραυλική υπερπίεση
 - Μείωση της γωνίας τριβής του εδαφικού υλικού εντός των ρωγμών.
 - Διόγκωση σε περίπτωση παγετού

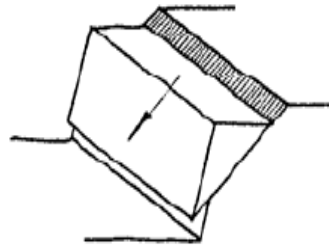


ΠΑΘΕ Μαλακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

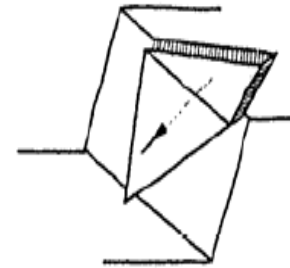
Μηχανισμός «αστοχίας»



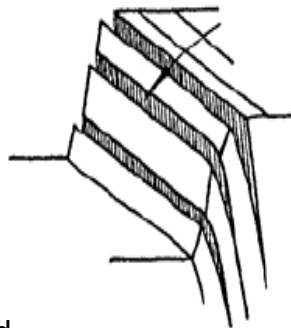
a.



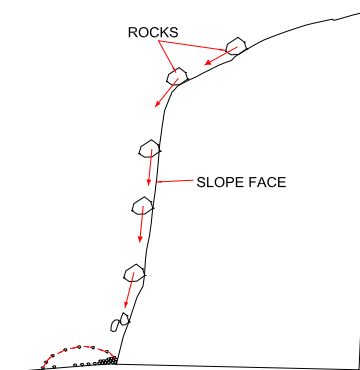
b.



c.



d.

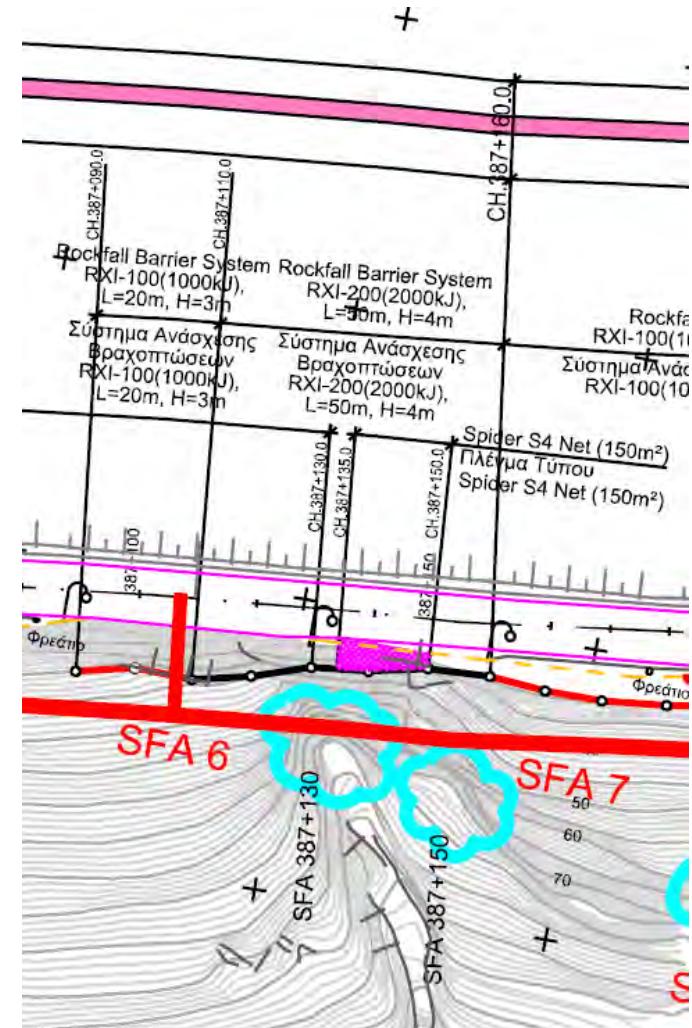


e.

ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Φιλοσοφία σχεδιασμού

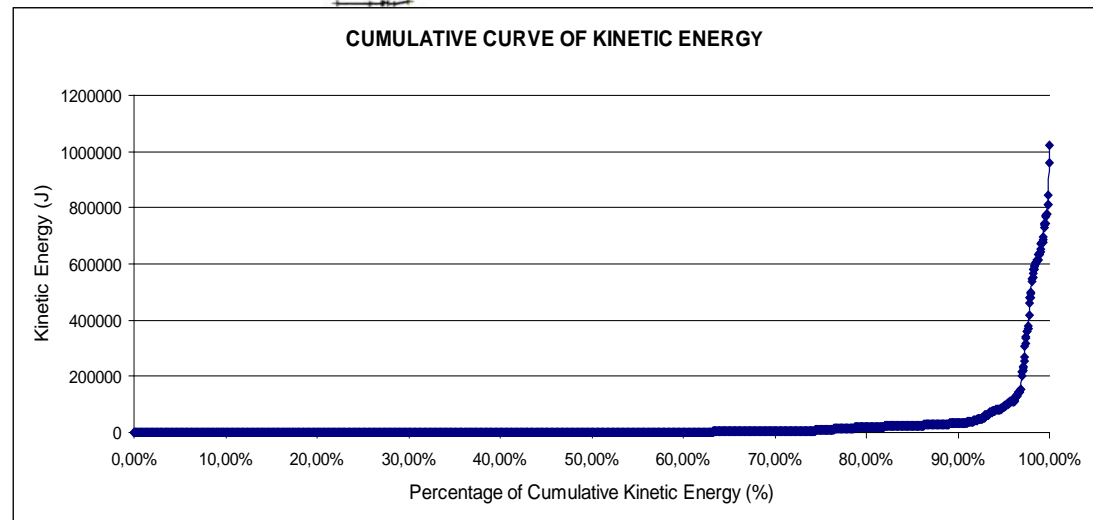
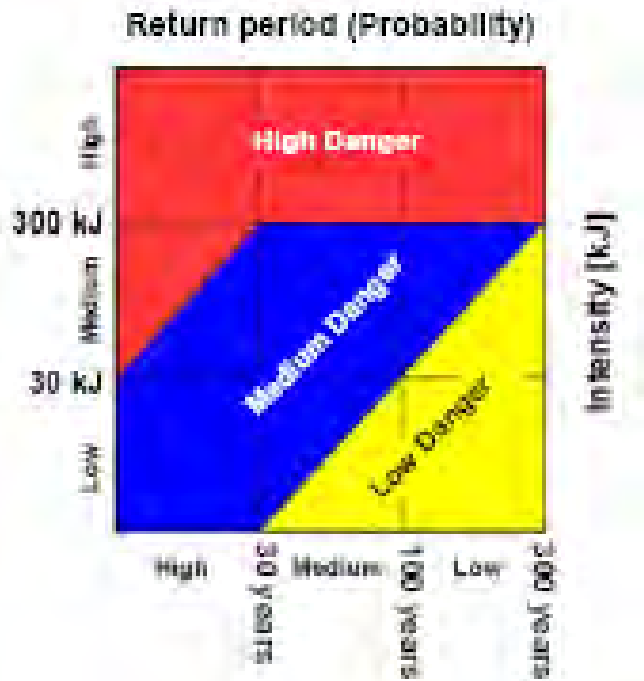
- **Αρχές**
- **Παράμετροι σχεδιασμού**
 - Γεωλογικά δεδομένα
 - Τοπογραφικά δεδομένα
 - Ιστορικά στοιχεία
 - ο Συχνότητα φαινομένου
 - ο Μέγεθος τεμαχών
 - Περιορισμοί (πχ NATURA)
 - Κατηγορία οδού
 - Κυκλοφοριακά δεδομένα
- **Μεθοδολογία σχεδιασμού**
 - Στοχαστική προσέγγιση
 - Ντετερμινιστική προσέγγιση



ΠΑΘΕ Μαλακό-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

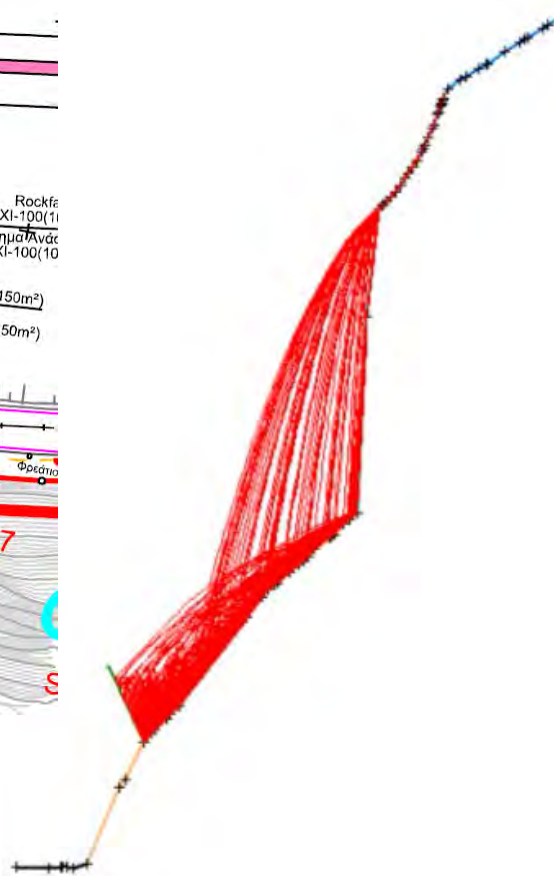
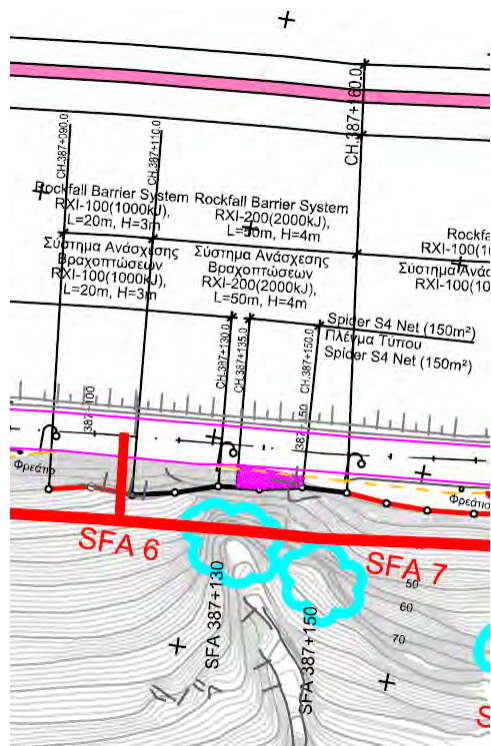
Φιλοσοφία σχεδιασμού

- Risk profile
- Προτεινόμενα μέτρα
- Απομένων κίνδυνος

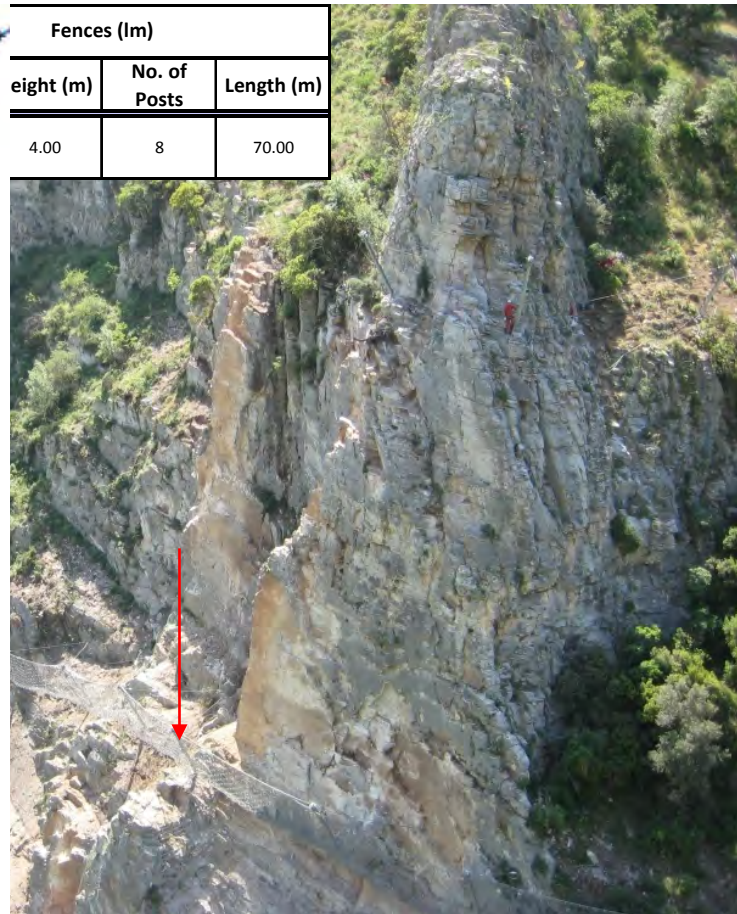


ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Διαδικασία σχεδιασμού & υλοποίησης μέτρων



Fences (lm)		
eight (m)	No. of Posts	Length (m)
4.00	8	70.00



Μέτρα αντιμετώπισης

- **«Ενεργητικά» μέτρα:**
 - «Ξεσκάρωμα» σαθρών και κατάρριψη επισφαλών τεμαχών
 - Ελαφρύ (χειρωνακτικά μέσα, φορητός εξοπλισμός)
 - Βαρύ (ανατινάξεις, κρούσεις)
 - Αγκυρώσεις επισφαλών τεμαχών
 - Τοποθέτηση πλεγμάτων επί της επιφάνειας των πρανών (Spider, Tecco)
- **«Παθητικά» μέτρα:**
 - Κατασκευή φρακτών ανάσχεσης (TXI, RXI)
 - Κατασκευή στεγάστρων

ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί

Προστασία από Βραχοπτώσεις



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



- SFA 7: ΠΡΙΝ & ΜΕΤΑ

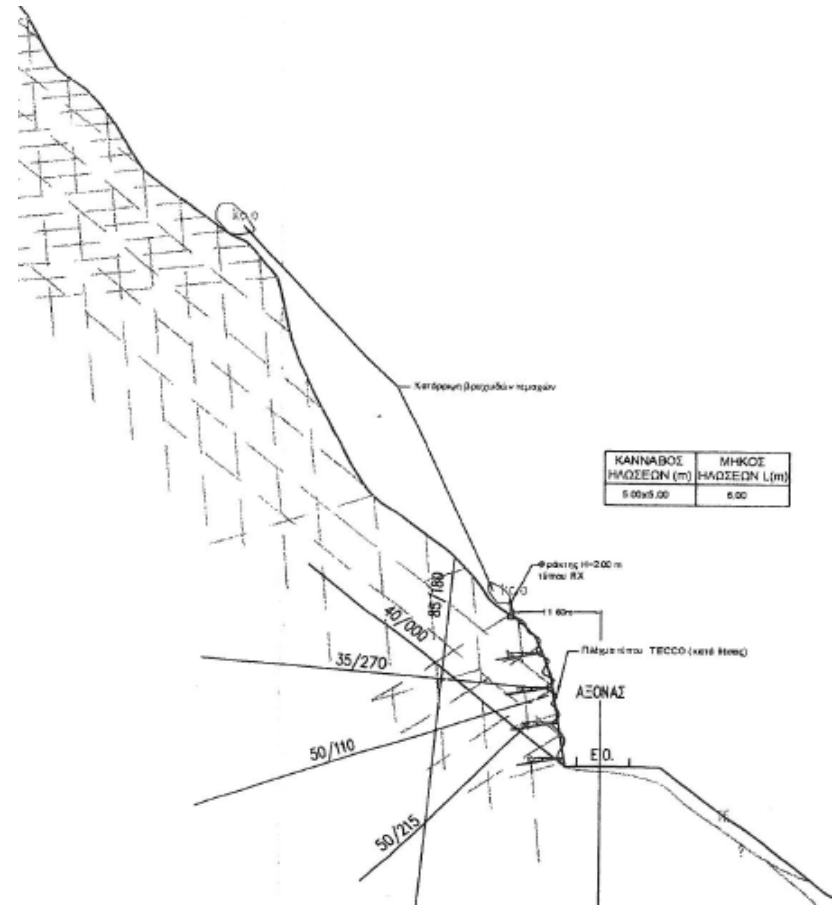
ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



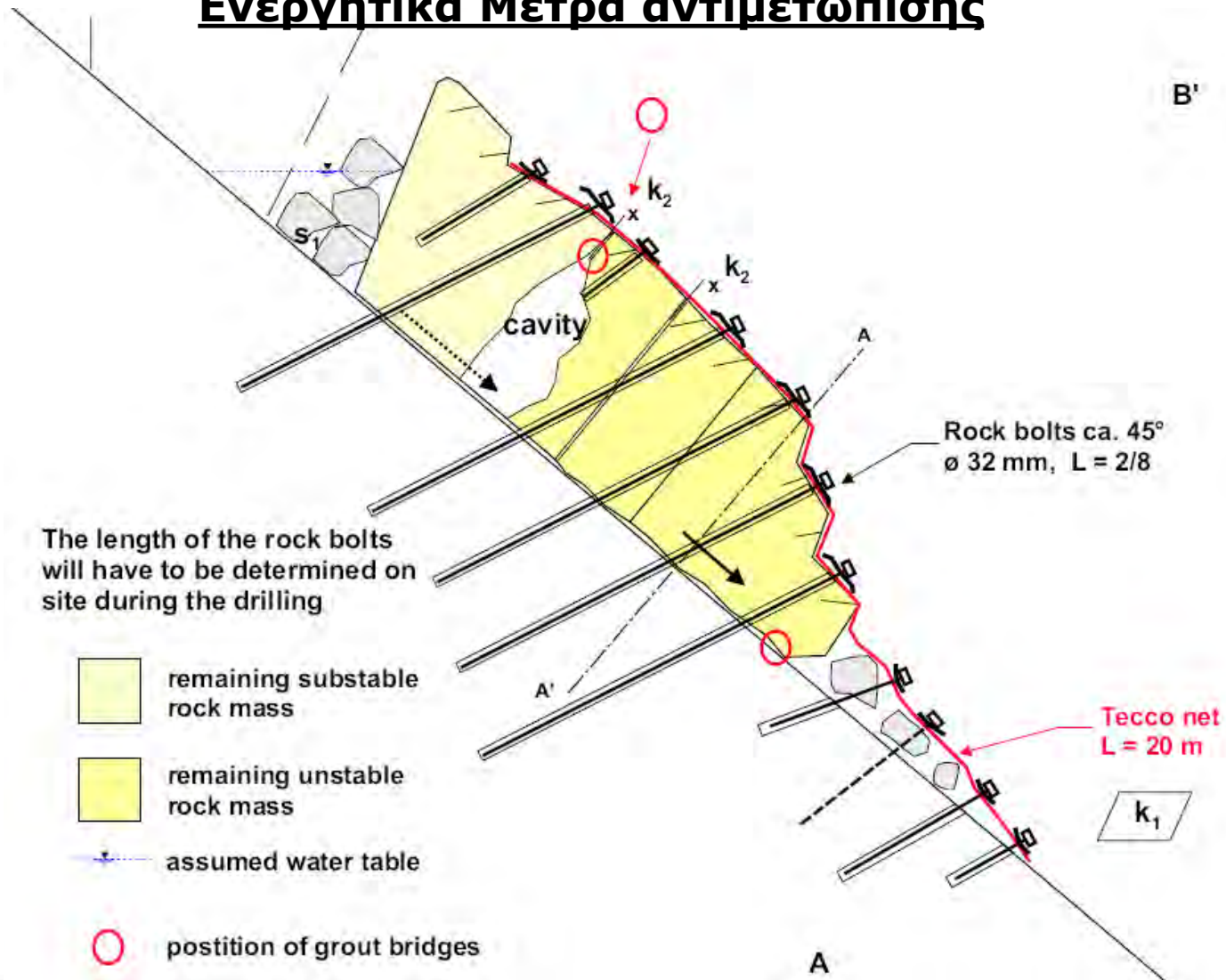
ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



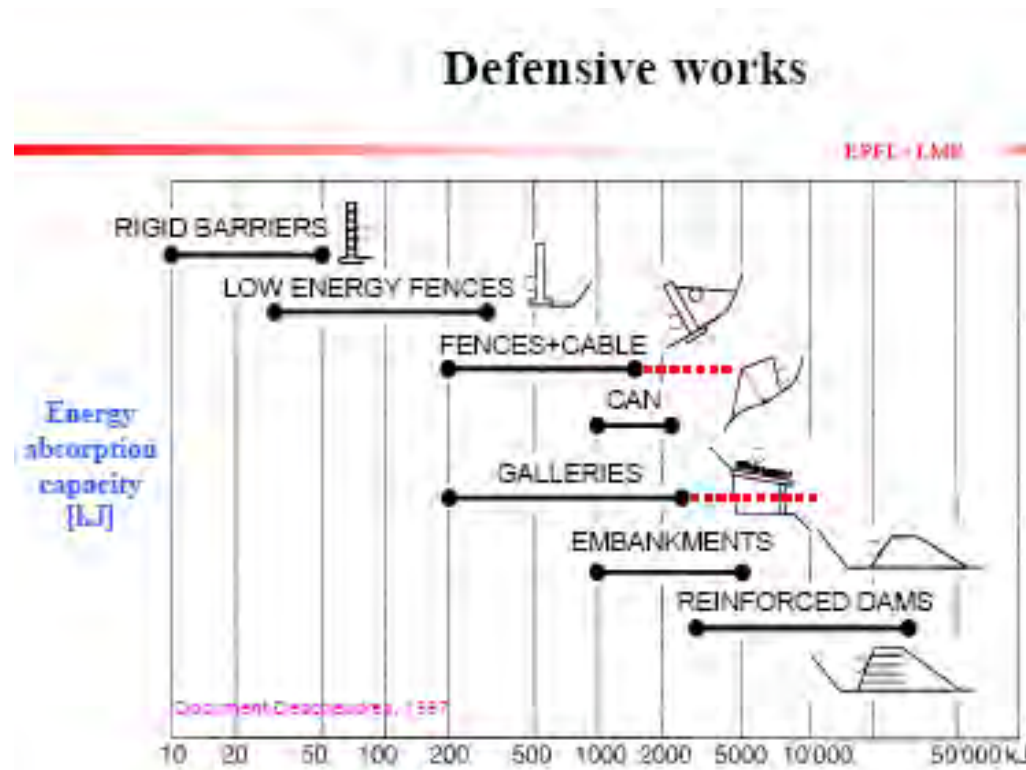
ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Ενεργητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

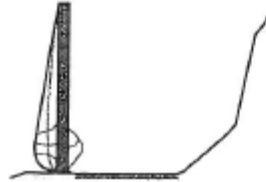
Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



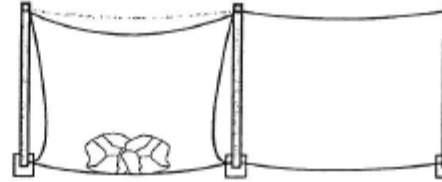
ΠΑΘΕ Μαλακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης

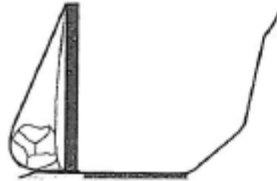
System AXI



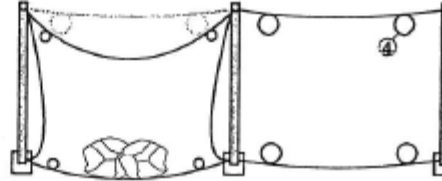
Energy absorption up to 150 kJ



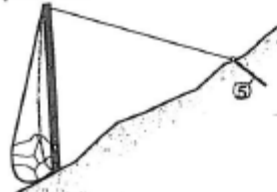
System AX



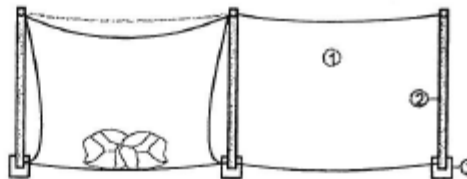
Energy absorption up to 300 kJ



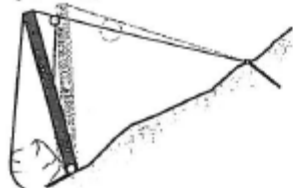
System RXI



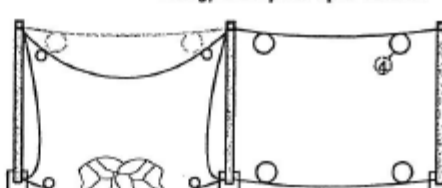
Energy absorption up to 500 kJ



System RX

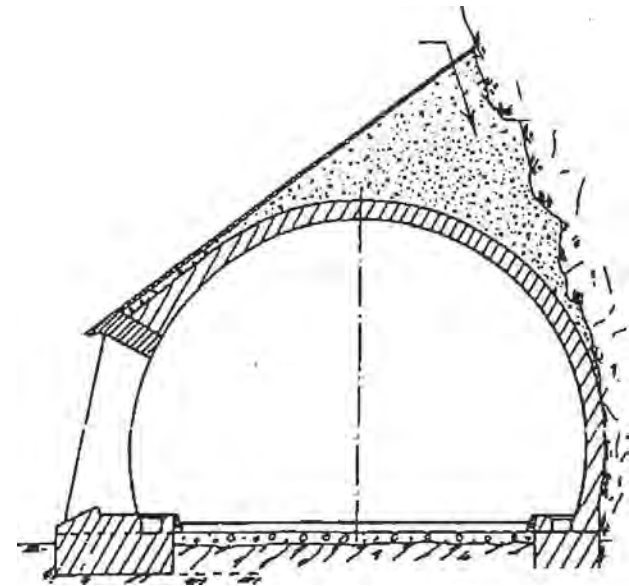
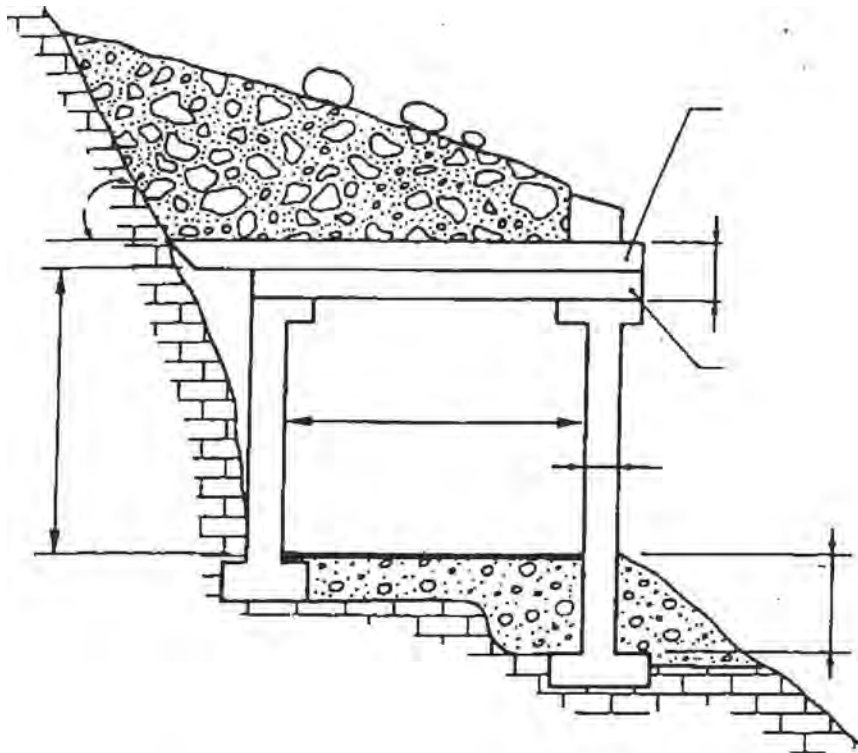


Energy absorption up to 3000 kJ



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



ΠΑΘΕ Μαλιακός-Κλειδί Προστασία από Βραχοπτώσεις

Παθητικά Μέτρα αντιμετώπισης



Συνολικές εκτελεσθείσες εργασίες

- 2.500 τόννοι βράχων «ξεσκαρώθηκαν»
- 3 χλμ φρακτών (Geobrugg RXI, TXI κλπ)
- 13.000 m² διχτύων (Tecco, Spider κλπ)
- Μεμονωμένα αγκύρια βράχων (6-8μ)

Μελέτες

- Omikron Kappa Consulting Ltd
- GEOTEST S.A.

Έλεγχος &
Παρακολούθηση
Μέτρων
Βραχοπροστασίας

Εγχειρίδιο Ελέγχου και Συντήρησης – Control and Maintenance Journal (CMJ)



Διατήρηση της λειτουργικότητας των μέτρων βραχοπροστασίας



Ασφάλεια της Εθνικής Οδού

Τί ελέγχουμε; Security Concept

- ✓ Επιθεώρηση των φραχτών ανάσχεσης (RXI, TXI)
- ✓ Επιθεώρηση των πλεγμάτων (Tecco, Spider)
- ✓ Έλεγχος της κατάστασης των αγκυρίων
- ✓ Επιθεώρηση των πρανών και των βραχοκολώνων
- ✓ Γεωδαιτικές Μετρήσεις (πρίσματα)
- ✓ Έλεγχος ρωγμών μετρων

Είδη & Συχνότητα ελέγχων

- **Τακτικοί έλεγχοι**
 - Γενικοί Τακτικοί Εξαμηνιαίοι έλεγχοι
 - Τακτικοί γεωδαιτικοί έλεγχοι
 - Καθημερινοί οπτικοί έλεγχοι
- **Έκτακτοι έλεγχοι**
 - μετά από συμβάντα
 - μετά από σεισμούς, βροχοπτώσεις, κλπ

Είδη & Συχνότητα ελέγχων

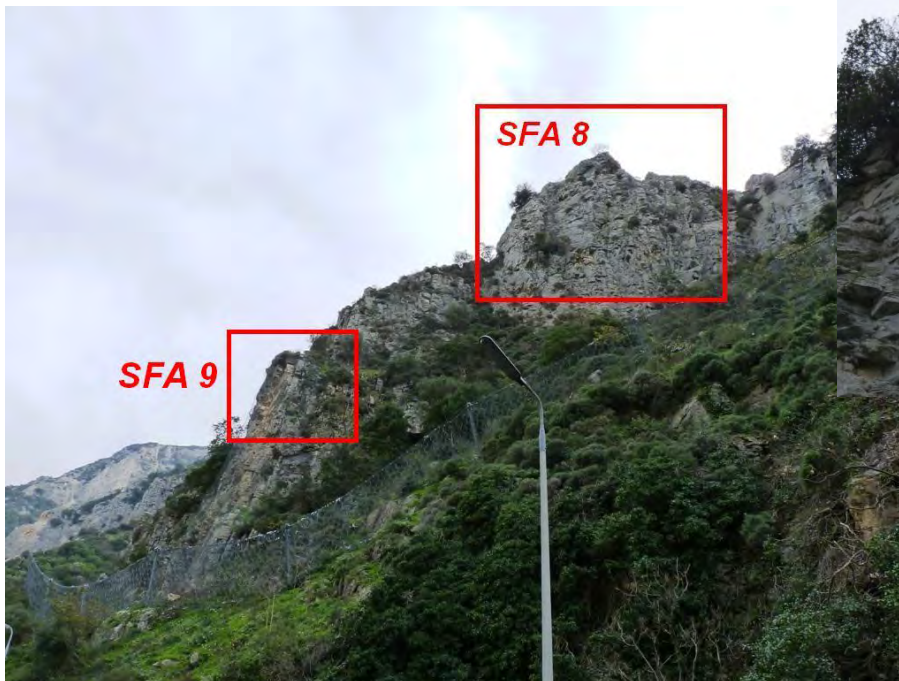
- Έλεγχοι συστημάτων & πρανών



Είδη & Συχνότητα ελέγχων

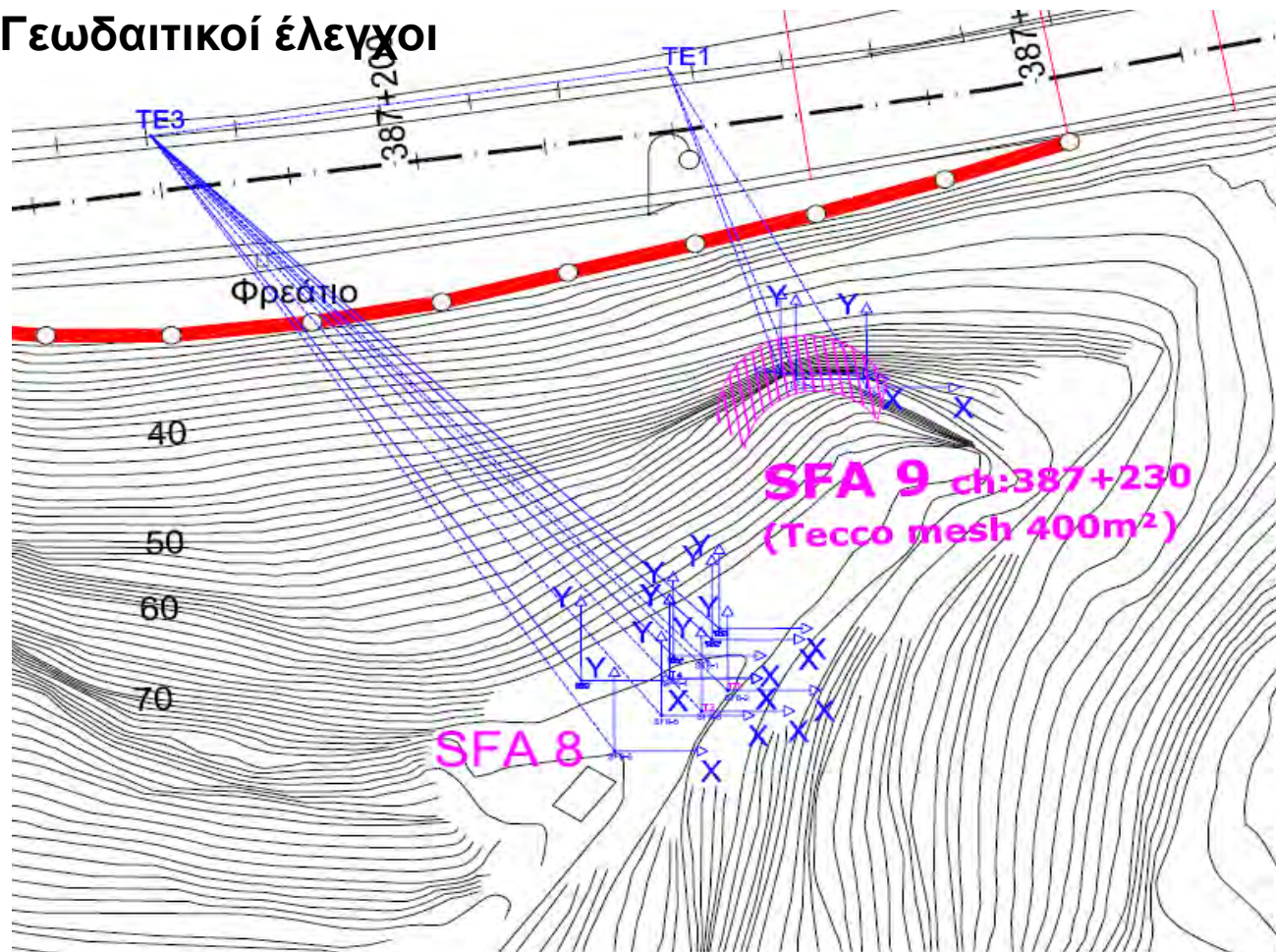
- Γεωδαιτικοί έλεγχοι

➤ Πρίσματα σε 20 θέσεις



Είδη & Συχνότητα ελέγχων

- Γεωδαιτικοί έλεγχοι



Είδη & Συχνότητα ελέγχων

- Ρωγμόμετρα
 - Grout bridges σε 66 θέσεις

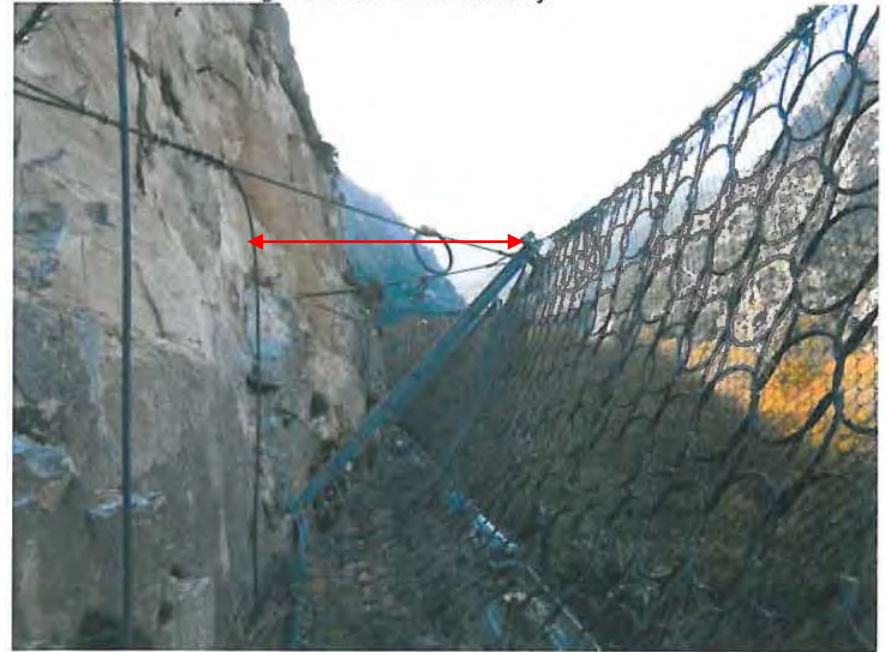


Επεμβάσεις



Rockfall barrier RXI-100 on the level of SFA6 at CH 387+130 km. Proposal: widen distance and angle between barrier and slope (red arrow).

Barrier angle was rearrange for better barrier effectivity.



> Rockfall barrier RXI-100 on the level of SFA6 at CH 387+130 km after maintenance works: Impact angle and overall effectively optimized

Επεμβάσεις



Tembi Valley – November 2011 Works



PROJECT: Tembi Valley – Rockfall Protection, Maintenance Works – November 2011

Έκτακτα συμβάντα - Περιπτώσεις που απαιτούν τη λήψη άμεσων μέτρων

- Βραχόπτωση με τεμάχια που μπορεί να φτάσουν στην εθνική οδό
- Βραχοτεμάχια άνω του $0,5\mu^3$ που σταματάνε πίσω από φράχτες ανάσχεσης.
- Οι γεωδαιτικές μετρήσεις των πρισμάτων ξεπερνούν τα επιτρ. όρια
- Εμφάνιση ρωγμών στα ρωγμώμετρα
- Οπτική παρατήρηση που υποδεικνύει μετακίνηση (π.χ. εμφανείς φυτικές ρίζες υπό τάση εντός ασυνεχειών, εμφάνιση ρωγμών στο έδαφος γύρω από επισφαλή βραχόμαζα κλπ)
- Αποκολλημένοι όγκοι πίσω από τα Tecco και Spider
- Κατ' επανάληψη βραχόπτωση στην ίδια περιοχή
- Σεισμός μεγέθους πάνω από 4 ρίχτερ σε απόσταση μέχρι 50km
- Έντονη βροχόπτωση $> 100\text{mm}/24\text{hrs}$

Διαβάθμιση Συμβάντων

❖ Μικρό Συμβάν

- Πιθανή ολιγόωρη διακοπή της κυκλοφορίας για την διενέργεια επιθεώρησης και καθαρισμού πρανών και οδοστρώματος

❖ Μεσαίο Συμβάν

- Διακοπή της κυκλοφορίας κατά διαστήματα για μερικές ημέρες. Επισκευή της Εθνικής Οδού.

❖ Μεγάλο Συμβάν

- Κυκλοφορία από παρακαμπτήριες. Κίνδυνος για μεγάλο συμβάν.

Διαχείριση Συμβάντων

- Ενημέρωση
 - Επιθεώρηση
 - Αξιολόγηση
 - Επέμβαση
 - Απόδοση της εθνικής οδού σε κυκλοφορία
- ✓ Το εναπομείναν ρίσκο είναι μικρότερο από το επιτρεπτό όριο που ορίζει η Μελέτη Ανάλυσης Κινδύνου