

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΨΗΛΟΥ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ (ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑ – ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ)

Στιμάρατζης Θ.¹, Χρηστάρας Β.¹, Δημόπουλος Γ.¹, Κίλιας Α.², Χατζηαγγέλου Μ.¹, και Χατζηγώγος Ν.¹

¹ Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστ. Παν/μιο Θεσ/νίκης
thstimar@geo.auth.gr

² Εργαστήριο Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστ. Παν/μιο Θεσ/νίκης

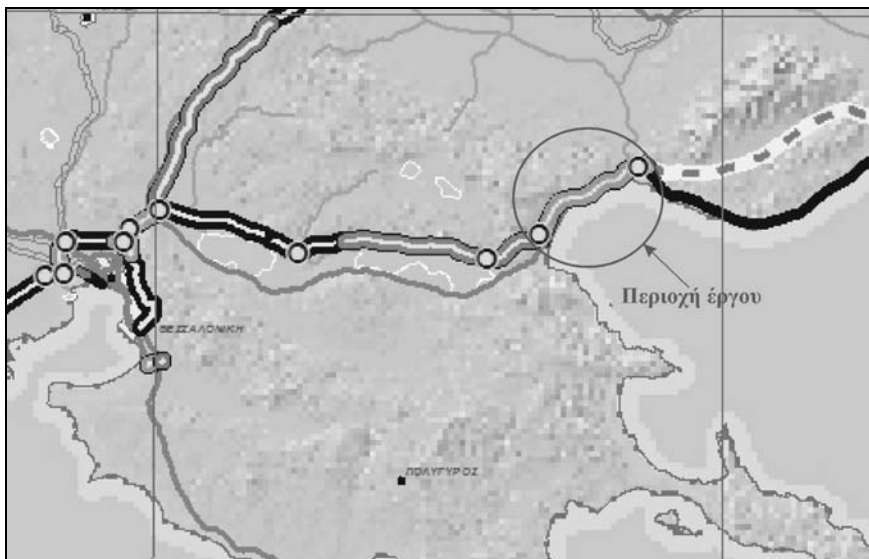
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των συνθηκών ευστάθειας υψηλού ανοιχτού ορύγματος, καθώς και των πιθανών μέτρων αποκατάστασής του, το οποίο κατασκευάστηκε για την εξυπηρέτηση των δύο κλάδων κυκλοφορίας του αυτοκινητοδρόμου Θεσ/νίκη – Στρυμόνας (Σχ. 1) της Εγνατίας Οδού.

Στα πλαίσια της διερεύνησης της κατολίσθησης πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω εργασίες :

Τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής κατολίσθησης και ψηφιακή τρισδιάστατη απεικόνιση αυτής με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S). Επεξεργασία και ανάλυση των γεωλογικών – πετρολογικών δεδομένων των δειγμάτων 5 πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων και εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής. Προσδιορισμός των αιτιών και των μηχανισμών της κατολίσθησης καθώς και ανάλυση ευστάθειας του πρσανούς με την εφαρμογή των κλασικών μεθόδων της εδαφομηχανικής Bishop, Janbu, Morgenstern – Price.

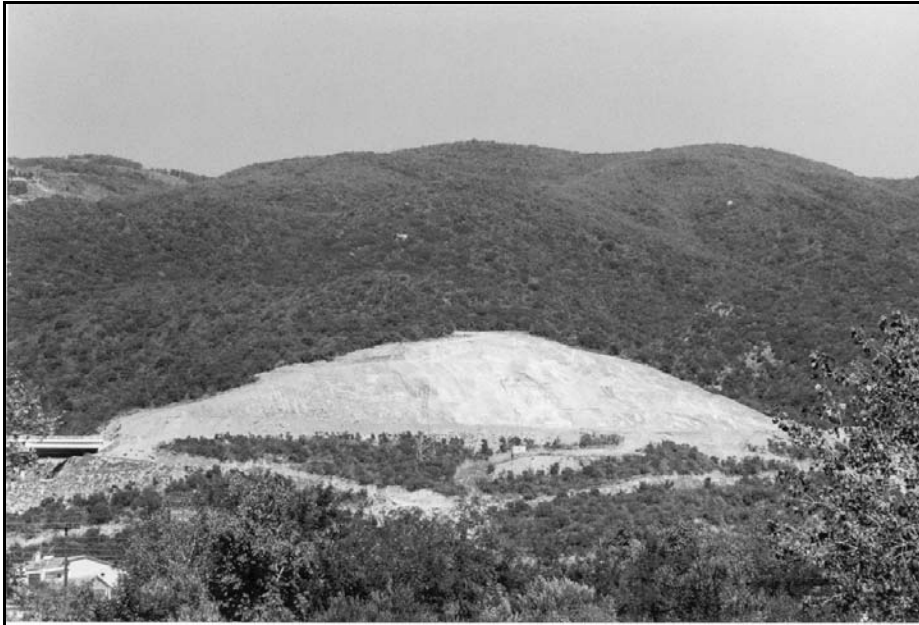
Πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές επαναληπτικές αναλύσεις ευστάθειας για τον προσδιορισμό της καταλληλότερης διαμόρφωσης του πρσανούς με νέες αναβαθμίδες. Από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, προέκυψε ότι η αποκατάσταση της κατολίσθησης μπορεί να επιτευχθεί με ένα συνδυασμό μέτρων αντιμετώπισης όπως νέα διαμόρφωση αναβαθμίδων (προτεινόμενη), συστήματα επιφανειακής αποστράγγισης, εφαρμογή τοίχων αντιστήριξης, εδαφικών αγκυρίων, γεωπλεγμάτων, φυτοκάλυψης κ.α.



Σχήμα 1. Περιοχή έργου – Τμήμα Εγνατίας Οδού (Πηγή: ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε).

1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ – ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Το έργο αναφέρεται στην κατασκευή υψηλού ανοικτού ορύγματος για την εξυπηρέτηση των δύο κλάδων κυκλοφορίας του αυτοκινητοδρόμου Θεσ/νίκη – Στρυμόνας της Εγνατίας Οδού, στο υπο-τμήμα Βόρεια Παράκαμψη Ασπροβάλλας, Τμήμα Ρεντίνα – Στρυμόνας (Σχ. 1). Κατά τη διαδικασία πραγματοποίησης των χωματουργικών εργασιών για την κατασκευή αναβαθμίδων για την δημιουργία του οδικού δικτύου (Μάρτιος 2002), μετά από μια έντονη περίοδο βροχοπτώσεων, έγινε κατολίσθηση των ανώτερων αναβαθμίδων του ορύγματος που βρίσκεται στη Χ.Θ 9800 – 9900 του αυτοκινητοδρόμου Θεσ/νίκη – Στρυμόνας (Σχ. 2,3).



Σχήμα 2. Κατολίσθηση αναβαθμίδων το Μάρτιο του 2002.



Σχήμα 3. Κατολίσθηση αναβαθμίδων το Μάρτιο του 2002.

Μετά την κατολίσθηση άρχισε η σταδιακή αποκομιδή των υλικών της κατολίσθησης με χωματουργικά μηχανήματα. Το κατολισθητικό φαινόμενο όμως συνέχισε με συνέπεια την ολοκληρωτική κατάρρευση των αναβαθμίδων και την πλευρική εξάπλωση της κατολίσθησης (Σεπτέμβριος 2003) (Σχ. 4,5).



Σχήμα 4. Ολική κατάρρευση των αναβαθμίδων το Σεπτέμβριο του 2003.



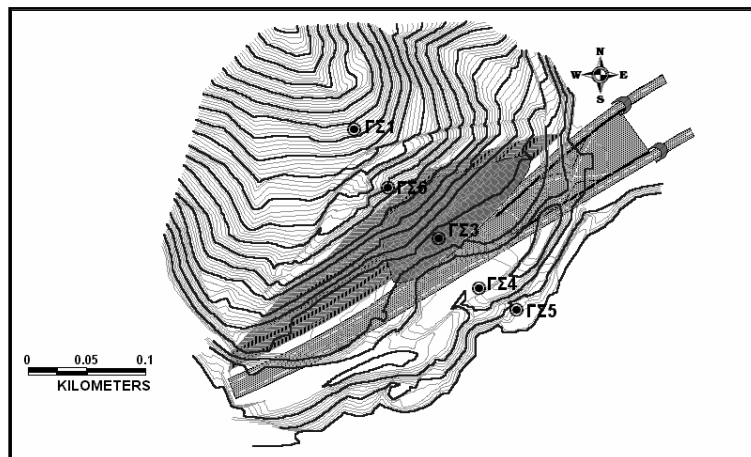
Σχήμα 5. Ολική κατάρρευση των αναβαθμίδων το Σεπτέμβριο του 2003.



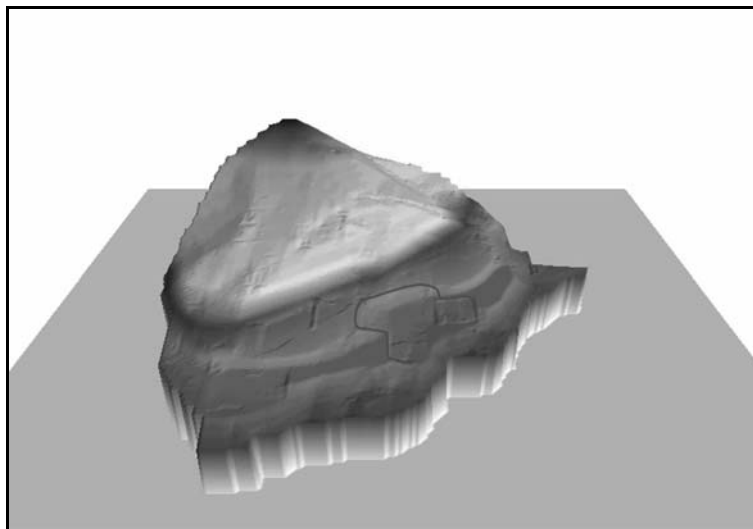
Σχήμα 6. Εμφανής η κύρια πτώση της στέψης του πρανούς (Σεπτέμβριος 2003).

2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Η ανάλυση της κατολίσθησης που έγινε από τους συγγραφείς με βάση τις δικές τους αξιολογήσεις από την έρευνα πεδίου, που ανεξάρτητα πραγματοποιήθηκε, περιελάμβανε στα πλαίσια των απαιτούμενων γεωλογικών – γεωτεχνικών ερευνών για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της κατολίσθησης τη συναξιολόγηση των ευρημάτων 5 ερευνητικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, που η Εγνατία Οδός είχε εκτελέσει κατά μήκος, του άξονα περίπου, της κατολίσθησης. Στον τοπογραφικό χάρτη (Σχ. 7) γίνεται απεικόνιση των σημείων όπου εκτελέστηκαν οι γεωτρήσεις, των ορίων της κατολίσθησης, του οδικού δικτύου καθώς και των αρχικά διαμορφωμένων αναβαθμίδων. Επίσης έγινε η τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση της περιοχής του έργου όπου αποτυπώνεται χαρακτηριστικά η περιοχή της κατολίσθησης, (Σχ. 8).



Σχήμα 7. Τοπογραφική αποτύπωση γεωτρήσεων, κατολίσθησης, αναβαθμίδων, οδικού δικτύου.



Σχήμα 8. Τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση περιοχής κατολίσθησης.

Πραγματοποιήθηκε αναγνώριση και περιγραφή των εδαφικών και βραχωδών υλικών καθώς και εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής για την ακριβή ταξινόμηση των εδαφικών υλικών (προϊόντα από την αποσάθρωση των γνευσιακών πετρωμάτων.).

Από την επεξεργασία των δεδομένων των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων προκύπτει ότι επιφανειακά υπάρχει ένα ομοιογενές εδαφικό υλικό με πάχος 3 – 6 m που προέρχεται από την πλήρη ε-

ξαλλοίωση των γνευσιακών πετρωμάτων και ταξινομείται (από κοκκομετρικές αναλύσεις) ως ιλυώδης άμμος με χάλικες και μεγαλύτερα εγκλείσματα αποσαθρωμένου γνευσίου.

Βαθύτερα ξεκινάει η εμφάνιση των πετρωμάτων του υποβάθρου, βιοιπτικός γνεύσιος, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ποικίλους βαθμούς αποσάθρωσης και εμφανίζεται σε εναλλαγές με άλλα γνευσιακά πετρώματα όπως : Λευκοκρατικός γνεύσιος, Μιγματιτικός γνεύσιος, Διμαρμαρυγιακός γνεύσιος, Στη γνευσιακή μάζα εμφανίζονται επίσης και ενστρώσεις μαρμάρων, αμφιβολιτών και κυρίως πηγματιτών σε ποσοστό 20–25%.

Ζώνες των επιφανειακών αποσαθρωμένων γνευσίων συναντώνται σε βαθύτερες ζώνες, υποκείμενοι βιοιπικών γνευσίων, που αποτελούν το γενικό υπόβαθρο της περιοχής. Η στρωματογραφική ανακολουθία αποδίδεται σε αναστροφή πτυχώσεων κατά τη διάρκεια περιόδων ισχυρών τεκτονικών δράσεων στην ευρύτερη περιοχή, που είχαν ως αποτέλεσμα τις μετακινήσεις των αποσαθρωμένων γνευσιακών υλικών από την επιφάνεια σε μεγαλύτερα βάθη.

Ως χαρακτηριστικό λοιπόν της γεωλογικής συγκρότησης στην περιοχή του έργου φέρεται η απουσία στρωματογραφικής διάταξης των γνευσίων.

Η αποσάθρωση των γνευσιακών πετρωμάτων είναι ολοκληρωτική επιφανειακά και το υλικό χαρακτηρίζεται ως έδαφος (R.S : Residual soil κατά την British Geological Society, 1970). Από τα στοιχεία των γεωτρήσεων φαίνεται ότι με την αύξηση του βάθους παρατηρείται και βελτίωση της ποιότητας των γνευσιακών πετρωμάτων και η βραχομάζα χαρακτηρίζεται λίγο (S.W) έως ελάχιστα (F.W) αποσαθρωμένη. Επίσης από τις γεωτρήσεις προκύπτει η εμφάνιση ζωνών αυξημένης αποσάθρωσης μεταξύ τμημάτων υγιέστερης βραχομάζας, που οφείλεται στην έλλειψη στρωματογραφικής ακολουθίας που αναφέρθηκε παραπάνω.

Γενικά, η ποικιλία του βαθμού αποσάθρωσης και το μεταβλητό βάθος διεύθυνσης της αποσάθρωσης αποτελούν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των πετρωμάτων στη θέση του έργου.



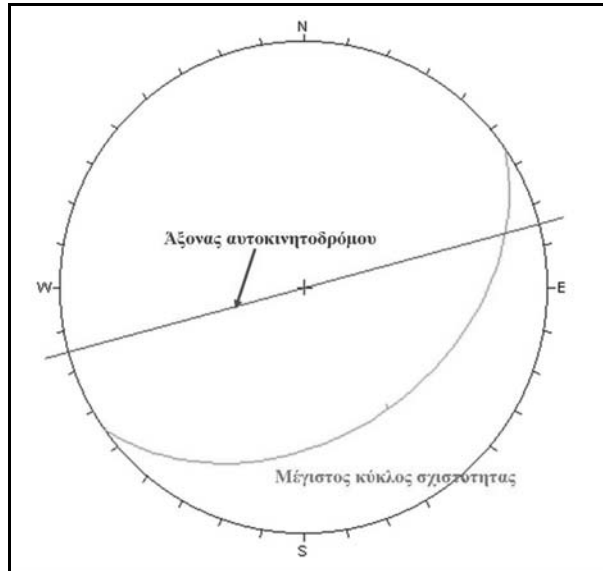
Σχήμα 9. Εδαφικό υλικό (προϊόν αποσάθρωσης) πάχους 5m σε βάθος 25m. Γεώτρηση ΓΣ4.

Κατά την εκτέλεση των ερευνητικών γεωτρήσεων δεν βρέθηκε υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας. Η παρουσία μαρμάρων είναι πιθανό να προκαλεί τοπικές και εποχιακές συγκεντρώσεις νερού προκαλώντας έτσι ισχυρότερη αποσάθρωση στα υποκείμενα της βάσης των μαρμάρων γνευσιακά πετρώματα. Επίσης στα ανώτερα εδαφικά υλικά θεωρείται πιθανή η ανάπτυξη χαμηλών – μέτριων πιέσεων νερού λόγω διαπνοτισμού.

Η ευρύτερη περιοχή έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες τεκτονικές δράσεις, που προκάλεσαν πτυχώσεις, πλαστικές παραμορφώσεις και περιστροφή των πτυχώσεων. Τα πετρώματα διατέμνονται από πολύ πυκνό δίκτυο διακλάσεων και ανοικτών επιπέδων σχιστότητας.

Η σχιστότητα, με στοιχεία $130^{\circ} - 160^{\circ} / 30^{\circ} - 50^{\circ}$, έχει γενικά δυσμενή προσανατολισμό σε σχέση με τον αυτοκινητόδρομο, καθώς η διεύθυνση κλίσεως είναι σχεδόν κάθετη προς τον άξονα του δρόμου (Σχ. 10). Η ασυνεχής αυτή δομή (κατακερματισμός) αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό της βραχομάζας τόσο επιφανειακά όσο και σε βαθύτερες της επιφανειακής ζώνες (Σχ. 11) και αποτελεί την κύρια αιτία αστάθειας της. Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της βραχομάζας αλλά και η μορ-

φή της ίδιας της κατολίθησης οδηγούν στο συμπέρασμα της «εδαφικής» συμπεριφοράς της βραχομάζας αντί αυτής του τυπικού βράχου.



Σχήμα 10. Απεικόνιση σε δίκτυο Schmidt του μέγιστου κύκλου της σχιστότητας των γνευσιακών πετρωμάτων και του άξονα του αυτοκινητοδρόμου



Σχήμα 11. Έντονος κατακερματισμός της βραχομάζας. Γεώτρηση ΓΣ 1 (βάθος 12-16m).

3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Η ανάλυση της ευστάθειας του πρανούς έγινε με την χρήση του λογισμικού SLOPEW της εταιρίας GEO-SLOPE. Το πρόγραμμα αναλύει την ευστάθεια πρανούς με τις κλασσικές μεθόδους οριακής ισορροπίας της εδαφομηχανικής (η βραχομάζα συμπεριφέρεται εδαφικά) όπως: Bishop, Janbu, Morgenstern – Price.

Από τις ανάδρομες αναλύσεις ευστάθειας πρανούς που έγιναν προέκυψαν οι τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών της βραχομάζας. Με δεδομένο συντελεστή ασφάλειας 1.1 – 1.3, ενός γειτονικού πρανούς με κλίση 2:1, προέκυψαν οι παρακάτω τιμές για τη συνοχή και τη γωνία τριβής της βραχομάζας.

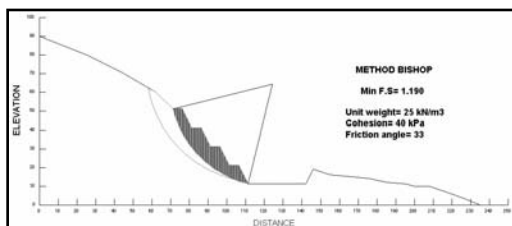
Συνοχή $c = 15 - 45 \text{ kPa}$, Γωνία τριβής $\phi = 30^\circ - 35^\circ$

Από εργαστηριακές μετρήσεις υπολογίστηκε το μοναδιαίο βάρος της βραχομάζας τόσο σε στεγνές όσο και σε υγρές συνθήκες.

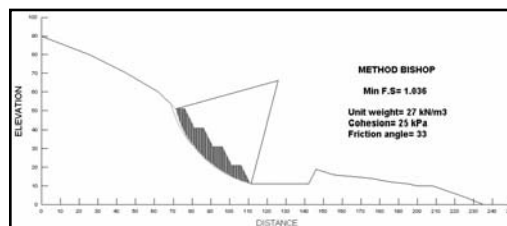
$$\gamma_{\text{στεγνό}} = 25 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_{\text{υγρό}} = 27 \text{ kN/m}^3$$

Επίσης πραγματοποιήθηκε ανάδρομη ανάλυση του ίδιου του πρανούς και εκτεταμένη βιβλιογραφική αναζήτηση για τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών, πολύ αποσαθρωμένης και έντονα κατακερματισμένης βραχομάζας.

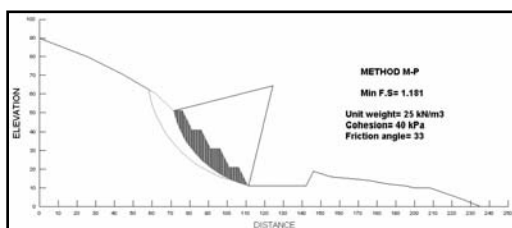
Αρχικά έγινε ανάλυση της ευστάθειας του πρανούς με βάση την αρχική του διαμόρφωση. Η αρχική διαμόρφωση του πρανούς αποτελούνταν από 4 αναβαθμίδες με κλίση V:H = 2:1 = 63°, V=10m, H=5m και πλάτος αναβαθμίδων 5m. Έγινε ανάλυση της ευστάθειας του πρανούς τόσο σε στεγνές συνθήκες όσο και σε υγρές. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδωσαν τους παρακάτω συντελεστές ασφάλειας (Πίνακας 1).



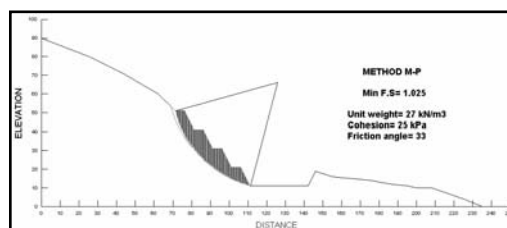
Σχήμα 12. Μέθοδος Bishop (ξηρές συνθήκες).



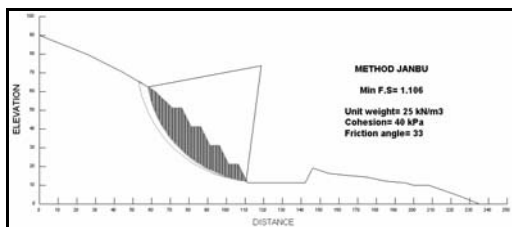
Σχήμα 13. Μέθοδος Bishop (υγρές συνθήκες).



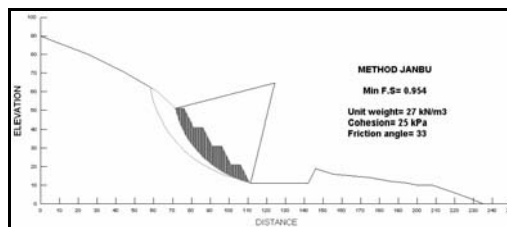
Σχήμα 14. Μέθοδος M-P (ξηρές συνθήκες).



Σχήμα 15. Μέθοδος M-P (υγρές συνθήκες).



Σχήμα 16. Μέθοδος Janbu (ξηρές συνθήκες).



Σχήμα 17. Μέθοδος Janbu (υγρές συνθήκες).

Πίνακας 1. Συντελεστές ασφάλειας από τις αναλύσεις ευστάθειας.

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
BISHOP	1.190	1.036
JANBU	1.106	0.954
MORGENSTERN – PRICE	1.181	1.025

Από τους συντελεστές ασφάλειας που υπολογίστηκαν συμπεραίνουμε πως η κατάσταση του πρανούς ήταν οριακή σε ξηρή κατάσταση και η μεταβολή του συντελεστή ασφάλειας (μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών της βραχομάζας), λόγω των έντονων βροχοπτώσεων, προκάλεσε – επιτάχυνε την αστοχία του πρανούς.

Στα πλαίσια της έρευνας πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές επαναληπτικές αναλύσεις ευστάθειας για τον προσδιορισμό της καταλληλότερης διαμόρφωσης του πρανούς με νέες αναβαθμίδες. Ο συντελεστής ασφάλειας υπολογίστηκε για διαφορετικές μορφολογικές – γεωμετρικές παραμέτρους

των αναβαθμίδων. Για την αξιολόγηση και την τελική επιλογή της καταλληλότερης διαμόρφωσης των αναβαθμίδων λαμβάνονται υπόψη οι εξής περιοριστικοί παράγοντες:

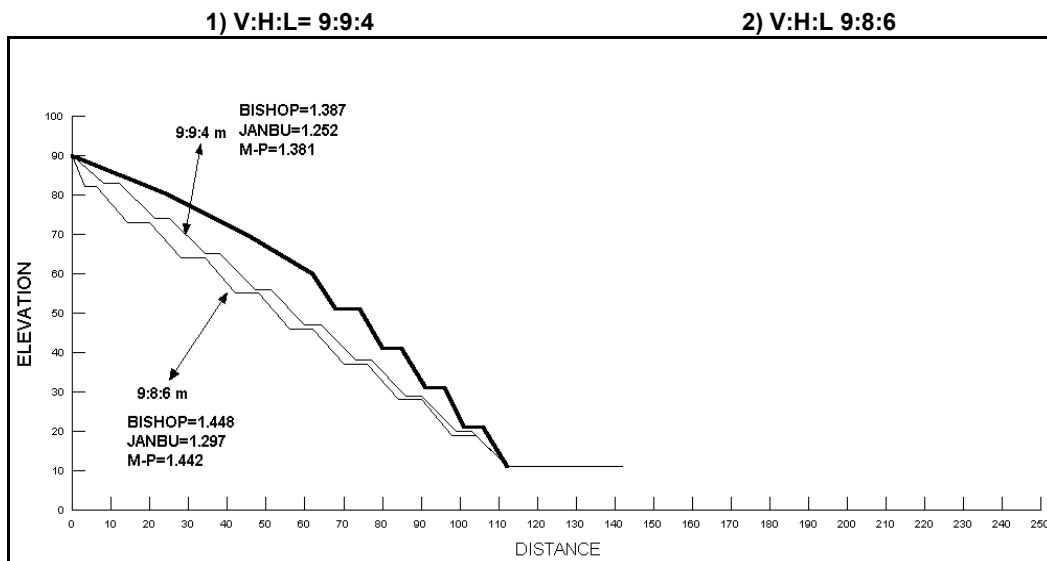
1. Η γωνία κλίσης των αναβαθμίδων
2. Το ύψος των αναβαθμίδων
3. Η βάση των αναβαθμίδων
4. Το πλάτος των αναβαθμίδων

Σε αυτήν τη διαδικασία υπήρχαν 2 περιοριστικοί παράγοντες στην τελική επιλογή της καταλληλότερης διαμόρφωσης των αναβαθμίδων.

1. Ο εκτιμώμενος συντελεστής ασφάλειας να μην είναι μικρότερος από 1.25 σε οποιαδήποτε από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν.
2. Η διαμόρφωση των αναβαθμίδων να είναι τέτοια ώστε να μην απαιτείται εκσκαφή και ταπείνωση του μέγιστου αναγλύφου του πρανούς.

Ως ελάχιστος συντελεστής ασφάλειας θεωρήθηκε το 1.25 που αποτελεί μια ικανοποιητική τιμή για ασφάλεια πρανών σε αποκατάσταση κατολίσθησης. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο εκτιμώμενος συντελεστής ασφάλειας που προκύπτει από τις αναλύσεις υπολογίζεται για υγρές συνθήκες.

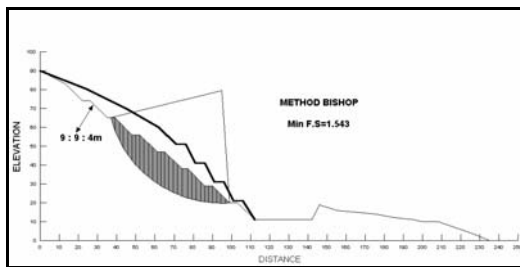
Από όλους αυτούς τους συνδυασμούς έπρεπε να επιλέξουμε εκείνον με τον μέγιστο συντελεστή ασφάλειας μα ταυτόχρονα με την μικρότερη δυνατή εκσκαφή. Γι'αυτό το λόγο σχεδιάστηκαν σε ένα διάγραμμα (Σχ. 18) οι 2 ευνοϊκότερες μορφολογίες με βάση την γεωμετρία των αναβαθμίδων. Οι καλύτεροι συνδυασμοί, συντελεστή ασφάλειας – μικρής εκσκαφής, προκύπτουν για τις παρακάτω σχέσεις αναβαθμίδων:



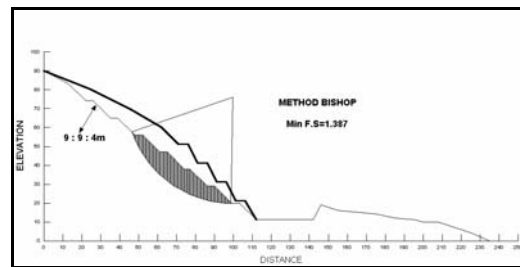
Σχήμα 18. Συγκριτική παρουσίαση των 2 ευνοϊκότερων μορφολογιών με βάση την γεωμετρία των αναβαθμίδων.

Η σχέση **9 : 8 : 6 m** δίνει μεγαλύτερη τιμή συντελεστή ασφάλειας (αύξηση συντελεστή ασφάλειας κατά 5%) όμως ταυτόχρονα απαιτεί μεγάλο όγκο χωματουργικών εργασιών (αύξηση κόστους εκσκαφής κατά 44%). Γι'αυτό το λόγο προτιμάται η λύση **9 : 9 : 4 m** σε συνδυασμό με άλλα συνοδευτικά έργα ενίσχυσης της ασφάλειας του πρανούς.

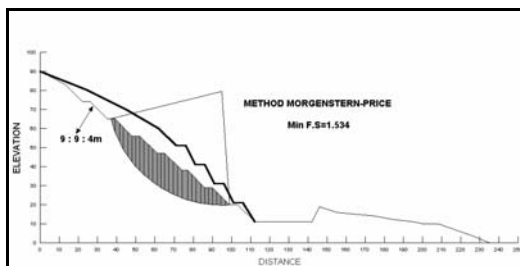
Στα παρακάτω σχήματα (Σχ. 19,20,21,22,23,24) φαίνεται η ανάλυση ευστάθειας τους πρανούς με γεωμετρία αναβαθμίδων **9:9:4m** (σε ξηρές και υγρές συνθήκες). Παρουσιάζονται ο δυσμενέστερος πιθανός κύκλος ολίσθησης και ο μικρότερος πιθανός συντελεστής ασφάλειας. Η έντονη μαύρη γραμμή απεικονίζει την αρχική διαμόρφωση του πρανούς που κατολίσθησε.



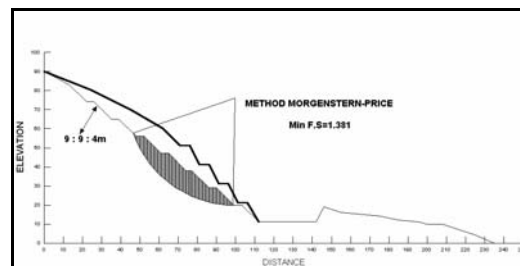
Σχήμα 19. Μέθοδος Bishop (ξηρές συνθήκες).



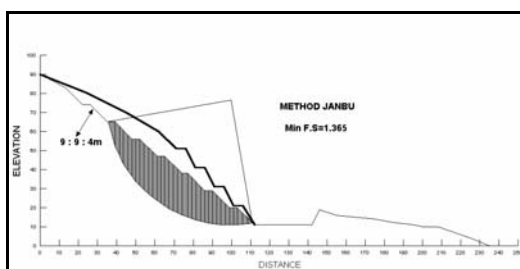
Σχήμα 20. Μέθοδος Bishop (υγρές συνθήκες).



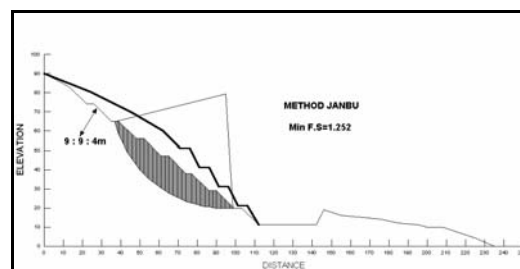
Σχήμα 21. Μέθοδος M-P (ξηρές συνθήκες).



Σχήμα 22. Μέθοδος M-P (υγρές συνθήκες).



Σχήμα 23. Μέθοδος Janbu (ξηρές συνθήκες).



Σχήμα 24. Μέθοδος Janbu (υγρές συνθήκες).

Πίνακας 2. Συντελεστές ασφαλείας από τις αναλύσεις ευστάθειας. V: H: L= 9:9:4

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΥΓΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
BISHOP	1.543	1.387
JANBU	1.365	1.252
MORGENSTERN – PRICE	1.534	1.381

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, από την ανάλυση όλων των παραπάνω δεδομένων, η αποκατάσταση της κατολίσθησης μπορεί να επιτευχθεί με ένα συνδυασμό μέτρων αντιμετώπισης όπως : νέα διαμόρφωση αναβαθμίδων (με προτεινόμενη γεωμετρία 9:9:4). Συστήματα επιφανειακής αποστράγγισης τόσο στη στέψη του πρανούς όσο και πάνω στις αναβαθμίδες για την αποφυγή διείσδυσης του νερού μέσα στο πρανές ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία υψηλών πιέσεων του νερού των πόρων, καθώς και δημιουργία δυνάμεων διήθησης αλλά και μείωση της αποσάθρωσης. Στο τέλος μπορεί να γίνει φυτοκάλυψη του πρανούς. Επιπλέον μέτρα που μπορούν να εφαρμοσθούν έπειτα από περαιτέρω διερεύνηση (προσδιορισμός πάχους μανδύα αποσάθρωσης) είναι η κατασκευή τοίχων αντιστήριξης, εφαρμογή εδαφικών αγκυριών, γεωπλεγμάτων κ.α.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bishop, A.W., 1955. The use of the slip circle in the stability analysis of slopes, *Geotechnique*, 5(1), pp.7-17.
- Janbu, N., 1973. Slope stability computations, *Embankment & Dam Engineering, Casagrande Memorial Volume*, J.Wiley, New York, pp.47-86.
- Kilias, A., Falalakis, G., Mountrakis, D., 1999. Cretaceous-Tertiary structures and kinematics of the Serbomacedonian metamorphic rocks and their relation to the exhumation of the Hellenic hinterland (Macedonia, Greece), *Int Journal Earth Sciences* 88:532-550.
- Morgenstern, N.R., Price, V.E., 1965. The analysis of the stability of general slip surfaces, *Geotechnique*, 15, pp.79-93.

ABSTRACT

STUDY OF THE STABILITY CONDITIONS OF A HIGH CUT SLOPE ALONG EGNATIA HIGHWAY (ASPROVALTA – MACEDONIA)

Stimaratzis T.¹, Christaras B.¹, Dimopoulos G.¹, Kilias A.², Chantziangelou M.¹ and Chatzigogos N.¹.

¹ *Department of Engineering Geology & Hydrogeology, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, thstimar@geo.auth.gr*

² *Department of Geology & Paleontology, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki.*

This study is about the stability conditions of a high cut slope as well as the possible measures of restoration, along the Egnatia Highway (deviation of Asprovalta).

The study includes: the topographic map of the landslide and the 3-D view with the use of Geographical Information Systems, the analysis of geological and petrologic data from the samples of five core drillings, the soil mechanics laboratory tests, the determination of the causes and the landslide mechanisms and finally the slope stability analysis with «classic» methods such as Bishop, Janbu, Morgenstern-Price.

A multiple repeated slope stability analysis took place in order to determinate the proper geometry (inclinations) of the slope with new benches. From the analysis of the data, the landslide restoration can be achieved with the combination of measures such as new benches geometry (proposed), surface drainage systems, retaining walls, soil nailing, geogrids and grass mat.