

# Η Κατολίσθηση στην Επαρχιακή Οδό Αγίου Δημητρίου – Αράχωβας, στη λεκάνη του ποταμού Ευήνου

The Landslide of the Agios Demetrios - Arahova Country Road, at the Evinos river basin

ΝΤΟΥΝΙΑΣ, Γ.  
ΜΠΕΛΟΚΑΣ, Γ.  
ΜΑΡΙΝΟΣ, Π.

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, ΕΔΑΦΟΣ Ε.Π.Ε.  
Πολιτικός Μηχανικός MSc, ΕΔΑΦΟΣ Ε.Π.Ε.  
Καθ. Τομέα Γεωτεχνικής της Σχολής Πολ. Μηχανικών ΕΜΠ

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου του ταμιευτήρα του Ευήνου εκδηλώθηκε κατολίσθηση στην Επαρχιακή οδό Αγίου Δημητρίου – Αράχωβας. Από την διερεύνηση προέκυψε ότι επρόκειτο για επανενεργοποίηση παλαιάς εκτεταμένης κατολίσθησης των κολλουβίων του φλύσχη λόγω των αυξημένων βροχοπτώσεων. Για την σταθεροποίηση της κατολίσθησης κατασκευάστηκαν αποστραγγιστικές σήραγγες, σταθεροποιητικό επίχωμα ποδός και έργα διευθέτησης της επιφανειακής απορροής.

**ABSTRACT:** A landslide occurred at the Agios Demetrios – Arahova Country Road during the construction of the Evinos reservoir project. After the investigations it was concluded that it was a re-activation of a large pre-existing landslide of the flysch coluvium, due to excessive rainfall. For the stabilization of the landslide, drainage tunnels, toe berms and surface runoff collection works were constructed.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια κατασκευής των έργων υδροδότησης της Αθήνας από τον ποταμό Ευήνο εκδηλώθηκε κατολίσθηση στην Επαρχιακή Οδό 24, Αγίου Δημητρίου – Αράχωβας, λίγο μετά τον οικισμό του Αγίου Δημητρίου (Φωτογραφία 1). Η κατολίσθηση έγινε στην αριστερή πλαγιά του ταμιευτήρα του Ευήνου και βρίσκεται εξ ολοκλήρου πάνω από την ανώτατη στάθμη του ταμιευτήρα. Απέχει 500m περίπου από τον άξονα του φράγματος.

Παρουσιάζεται το ιστορικό, οι γενικές γεωμορφολογικές συνθήκες, ο μηχανισμός της κατολίσθησης, τα μέτρα αντιμετώπισης, η κατασκευή τους και η συμπεριφορά τους.

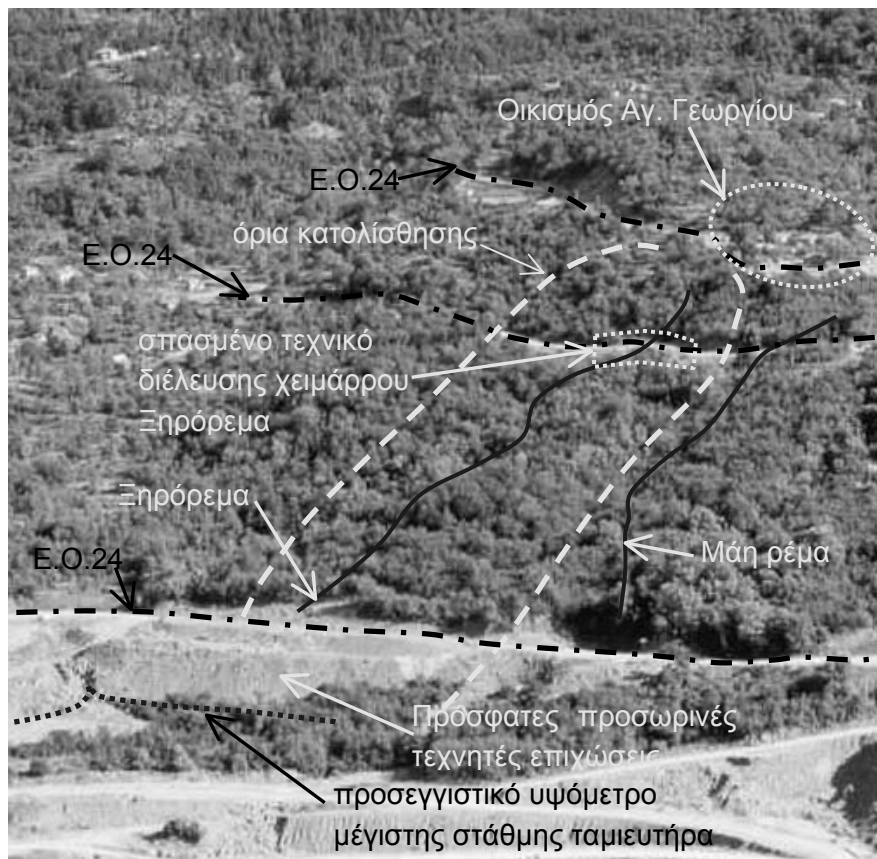
## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή δομείται από φλύσχη της Ζώνης της Πίνδου ηλικίας Παλαιοκαίνου – Ηωκαίνου (Φύλλο ΚΛΕΠΑ, ΙΓΜΕ, 1985).

Η περιοχή της κατολίσθησης χαρακτηρίζεται από πρηνή με κλίσεις κυρίως 10°-20°. Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής καλύπτεται από κολλούβια του φλύσχη (πρόκειται για ψαμμιτικούς ογκολίθους και λατύπες μέσα σε γκριζο-ερυθροϊώδες αργιλοϊλυώδες υλικό). Στην περιοχή της κοίτης απαντώνται άμμοι, χάλικες και κροκάλες που απέθεσε ο ποταμός Ευήνος και παραπόταμοί του.

Υπόβαθρο της περιοχής είναι ο ιλουλιθικός φλύσχη, χρώματος ερυθροϊώδους-γκρίζου, ο οποίος εμφανίζεται λεπτοστρωματώδης, πτυχωμένος και διερρηγμένος με λεπτές ενστρώσεις ψαμμίτη και διατμημένες επιφάνειες.

Από τα υψηλότερα τμήματα της πλαγιάς, όπου οι ασβεστόλιθοι επωθήθηκαν πάνω στο φλύσχη, μέχρι την περιοχή της κοίτης παρατηρούνται σημαντικά πάχη υλικών μανδύα που προέκυψαν είτε από επί τόπου αποσάθρωση του φλύσχη, είτε συνηθέστερα από μετακινήσεις αποσαθρωμένων υλικών προς τα κατόντη. Εκεί όπου η μορφολογία του αναγλύφου το επιτρέπει έχουν συγκεντρωθεί σημαντικά πάχη υλικών μανδύα. Από την



Φωτογραφία 1. Άποψη της περιοχής της κατολίσθησης άνω του Α.Υ. 505m.  
Photo 1. Landslide area view over 505m O.D.

επαφή ασβεστόλιθου – φλύσχη στο ανώτερο τμήμα της κλιτύς έως την κοίτη του ποταμού έχουν παρατηρηθεί, και αναφερθεί ιστορικά, πολλές κατολισθήσεις. Μάρτυρας σε αυτό είναι οι πολλές ρηγματωμένες, μερικές μέχρι καταστροφής, οικίες. Οι κατολισθήσεις αυτές, αν και διακριτές, σχετίζονται μεταξύ τους με μια λογική ντόμινο όπου η μετακίνηση μιας επηρεάζει συνήθως τις όμορές της. Τα τελευταία 15 έτη που η περιοχή επιθεωρείται τακτικά έχει διαπιστωθεί ότι οι ρυθμοί μετακίνησης ποικίλουν και είναι της τάξεως των λίγων εκατοστών ανά έτος. Οι μετακινήσεις μπόρεσαν να γίνουν αντιληπτές μετά την ασφαλτόστρωση της οδού προς τον Άγιο Δημήτριο.

### 3. ΙΣΤΟΡΙΚΟ – ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Στην περιοχή της κατολίσθησης δεν έγιναν σημαντικά χωματουργικά έργα. Κοντά στην κεφαλή της έγινε μικρή διεύρυνση της υπάρχουσας οδού για να κατασκευασθεί το τεχνικό διέλευσης του χειμάρρου Ξηρόρεμα ενώ στο πόδα έγινε εκσκαφή ύψους 2m περίπου για την διέλευση της Ε.Ο. 24 (Φωτογραφία 1).

Αμέσως μετά την κατασκευή του τεχνικού το 1993 διαπιστώθηκαν ρηγματώσεις στους πτε-

ρυγότοιχούς του. Οι ρωγμές συνέχισαν να διευρύνονται κάθε υγρή περίοδο. Την Άνοιξη του 1996, μετά από μια ιδιαίτερα υγρή περίοδο, οι ρωγμές διευρύνθηκαν πολύ και παρατηρήθηκε μεγάλη καθίζηση εκατέρωθεν του τεχνικού σε εύρος 150m περίπου (Φωτογραφία 2). Οι καθιζήσεις συνεχίστηκαν μέχρι τον Μάιο οπότε και επιβραδύνθηκαν. Στο διάστημα αυτό η συνολική καθίζηση ήταν της τάξεως των 3m με οριζόντια μετακίνηση της τάξεως του 1m. Στο επίπεδο της παραλίμνιας οδού παρατηρήθηκε μικρή ανύψωση, και ανάποδη στροφή κάποιων στύλων. Δεν υπήρχαν άλλες εκδηλώσεις στο επίπεδο της οδού, πιθανώς λόγω κατανομής παραμορφώσεων σε μεγάλο εύρος περί την Ε.Ο. 24.

Τα πλευρικά όρια της κατολίσθησης ήταν ορατά στην περιοχή γύρω από το σπασμένο τεχνικό αλλά πιο κάτω ήταν αδύνατος ο εντοπισμός συνεχούς θραύσης λόγω της πυκνής φυτοκάλυψης, των πολλών ρεμάτων και πιθανώς λόγω επέκτασης κατά πλάτος. Τα όρια παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.

Οι γεωτεχνικές έρευνες υπέδειξαν την ύπαρξη επιφάνειας αστοχίας σε βάθος 15m περίπου στην περιοχή του τεχνικού. Το βάθος στο κέντρο της κατολίσθησης ήταν 20m περίπου (Σχήμα 2).



Φωτογραφία 2. Άποψη του σπασμένου τεχνικού.

Photo 2. View of the broken culvert.

Το πάχος των χαλαρών υλικών συνέπιπτε με το πάχος της κατολίσθησης στην κεντρική της περιοχή. Στην περιοχή όμως του πόδα και κάτω από αυτή εντοπίστηκαν κολλούβια πάχους έως 32.5m (ΓΝ1, Σχήμα 2). Τα κλισιόμετρα υπέδειξαν επίσης ότι υπήρχε τάση επέκτασης της κατολίσθησης προς τα άνω στον οικισμό περί την εκκλησία του Αγ. Γεωργίου.

Με δεδομένη την αφαίρεση από την περιοχή της κοίτης αμμοχαλικών πάχους 10 έως 15m δημιουργήθηκε ανησυχία σχετικά με πιθανή επέκταση της κατολίσθησης και προς τα κάτω, μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα. Για τον λόγο αυτό όλη η περιοχή από το σπασμένο τεχνικό μέχρι την κοίτη αντιμετωπίστηκε από τα έργα σταθεροποίησης.

Ο ρυθμός μετακίνησης κατά τη φάση των ερευνών και μελετών τα επόμενα έτη ήταν κυμαινόμενος από λίγα εκατοστά ανά έτος έως λίγα εκατοστά ανά μήνα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανίχνευση μετακινήσεων και σε περιοχές εκτός της εκδηλωθείσας κατολίσθησης.

Αν και κρίθηκε ότι η κατολίσθηση αυτή δεν εγκυμονεί κίνδυνο για την λειτουργία του ταμιευτήρα και του φράγματος, προκρίθηκε η κατασκευή σταθεροποιητικών μέτρων κυρίως για την προστασία της Ε.Ο. 24.

#### 4. ΜΕΤΡΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η στάθμη του υπόγειου ορίζοντα βρέθηκε πολύ υψηλά στο σύνολο σχεδόν της ερευνηθείσας περιοχής. Η κατανομή των πιέσεων δεν ήταν πάντα υδροστατική αλλά, και εκεί όπου παρατηρήθηκε μείωση με το βάθος, οι πιέσεις ήταν υψηλές περί την επιφάνεια ολίσθησης. Προκρίθηκε λοιπόν ως βασικό μέτρο η υπόγεια στράγγιση με κατασκευή σηράγγων.

Για την επαναφορά της υποστηρικτικής δράσης των αφαιρεθέντων αμμοχαλικών της κοίτης και την σταθεροποίηση των κολλουβίων

μεγάλου πάχους προκρίθηκε η κατασκευή σταθεροποιητικού αναβαθμού στο επίπεδο της κοίτης. Τέλος, για τον περιορισμό της αποσταθεροποιητικής δράσης του ρέματος Ξηρόρεμα, που διατρέχει περίπου κεντρικά την κατολίσθηση, αποφασίσθηκε η εκτροπή του στο παρακείμενο μεγαλύτερο Μάη Ρέμα.

#### 4.1 Αναλύσεις ευστάθειας

##### 4.1.1 Ανάστροφες αναλύσεις

Θεωρώντας ότι το πρανές βρίσκεται σε κατάσταση οριακής ισορροπίας (συντελεστής ασφαλείας  $FOS=1.00$ ) έγιναν επί της Διατομής X-X' του Σχήματος 2 ανάστροφες αναλύσεις για δύο υποθέσεις πιεζομετρικής στάθμης. Έδωσαν για την κατώτερη Σ.Υ.Ο  $c'=3kPa$ ,  $\phi'=16.9^\circ$  και για την ανώτερη Σ.Υ.Ο.  $c'=5kPa$ ,  $\phi'=18^\circ$ . Από τη συναξιολόγηση των εργαστηριακών δοκιμών και των ανάστροφων αναλύσεων επελέγησαν οι ακόλουθες παράμετροι για τις ευθείες αναλύσεις:

	$c'$ (kPa)	$\phi'$ ( $^\circ$ )
Επιφάνεια ολίσθησης	5	17
Κολλούβια	10	20
Αμμοχάλικα κοίτης	0	30
Φλύσχος διαταραγμένος	50	30

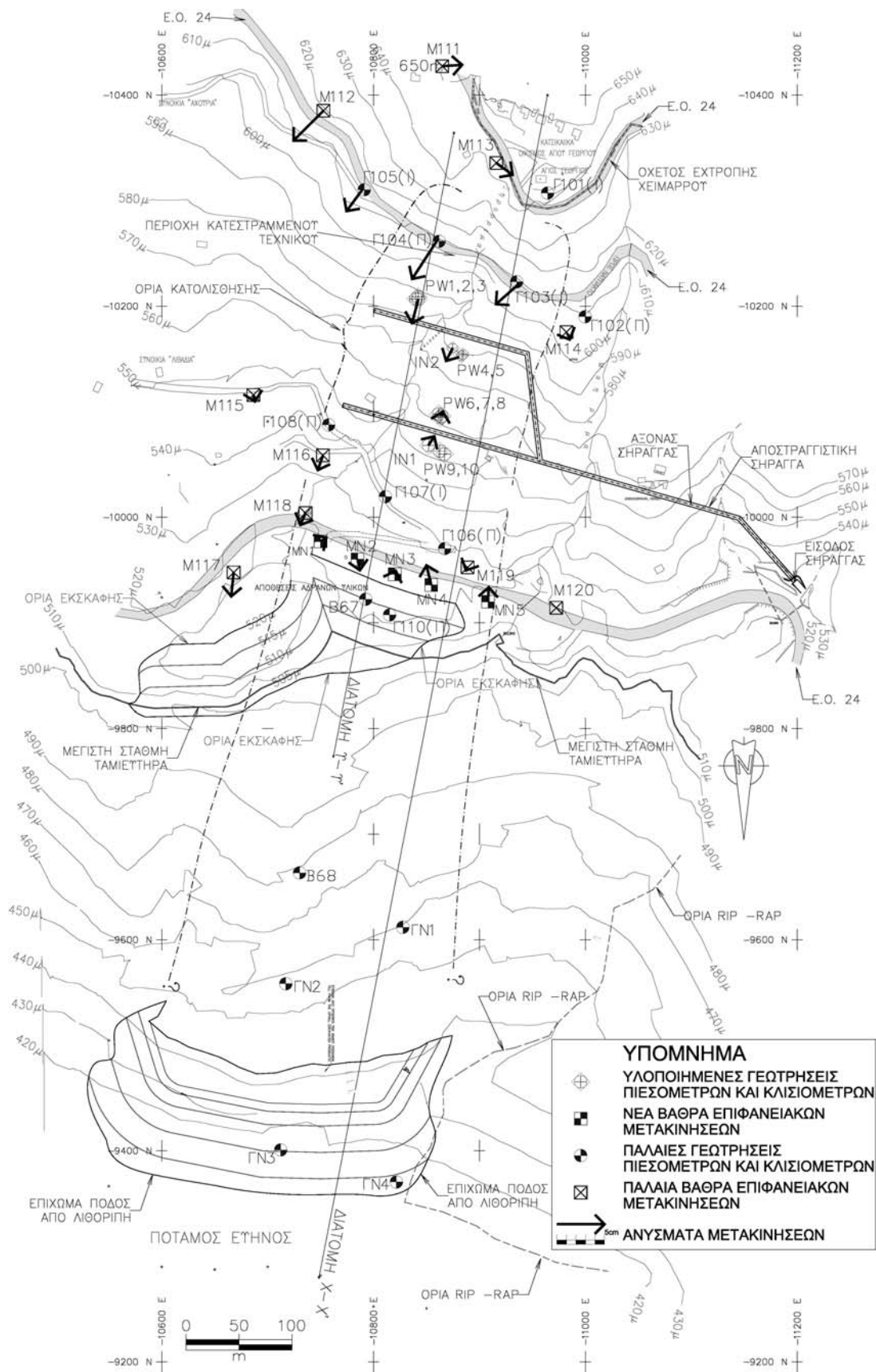
##### 4.1.2 Σταθεροποίηση με επίχωμα ποδός

Το επίχωμα ποδός εκτείνεται μέχρι υψόμετρο 445m περίπου (Σχήματα 1 και 2). Εξετάστηκε η βελτίωση στο συντελεστή ασφαλείας για διάφορες στάθμες του ταμιευτήρα (μέχρι τη μέγιστη 505m) για δύο πιθανούς μηχανισμούς.

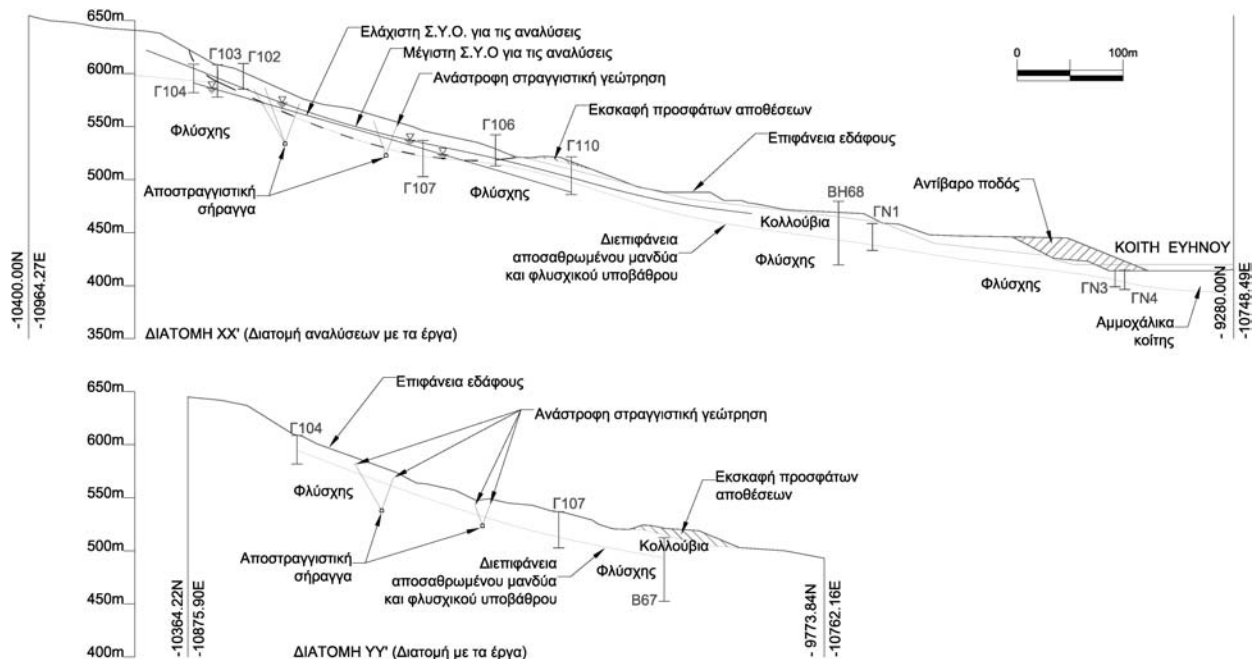
Ο πρώτος αφορούσε συνολική βαθιά ολίσθηση του τμήματος από το Α.Υ. 505m μέχρι την κοίτη. Η βελτίωση ήταν της τάξης του 25% με ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας μετά τα έργα  $FOS_{min}=1.523$ .

Ο δεύτερος μηχανισμός αφορά ολισθήσεις των οποίων ο πόδας αναγκάζεται να ανέλθει πάνω από τον αναβαθμό. Στην περίπτωση αυτή προέκυψε  $FOS_{min}=1.444$ .

Για την περίπτωση σεισμικής καταπόνησης υπολογίσθηκαν οι αναμενόμενες μετατοπίσεις σύμφωνα με τους Ambraseys and Menu (1988). Ο ελάχιστος κρίσιμος σεισμικός συντελεστής ήταν  $\alpha_{h,cr,min}=0.074g$ . Για επιτάχυνση σχεδιασμού  $\alpha_h=0.08g$  και πιθανότητα υπέρβασης 5% προέκυψε μετακίνηση  $\delta < 1cm$ .



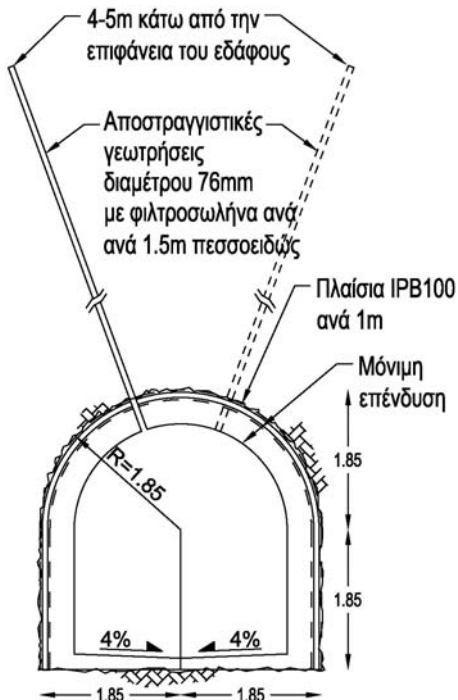
Σχήμα 1. Οριζοντιογραφία περιοχής.  
Figure 1. Area plan view.



Σχήμα 2. Διατομές κατά μήκος της κατολίσθησης.  
Figure 2. Sections along the landslide.

#### 4.1.3 Στραγγιστική σήραγγα και επίχωμα ποδός

Η κατασκευή της στραγγιστικής σήραγγας (Σχήματα 1, 2 και 3) έχει ως στόχο τη βελτίωση της ευστάθειας πάνω από το Α.Υ. 505 όπου έχουν εμφανιστεί και οι μεγαλύτερες μετακινήσεις.



Σχήμα 3: Τυπική διατομή στραγγιστικής σήραγγας.  
Figure 3: Typical cross section of drainage tunnel.

Δεν συνυπολογίστηκε τυχόν θετική συμβολή στην ταπείνωση του υπόγειου οριζοντα λόγω της εκτροπής του ρέματος, ενώ η επίδραση της σήραγγας υποτέθηκε ότι έχει οριζοντιογραφικό εύρος μόνο 30m προς τα άνω και 70m προς τα κάτω. Εξετάστηκαν δύο ενδεχόμενα. Το πρώτο αφορά στην περίπτωση που μεταξύ των δύο σηράγγων δεν υπάρχει πλήρης ταπείνωση. Το δεύτερο υποθέτει ότι υπάρχει πλήρης στράγγιση μεταξύ των σηράγγων που αναμένεται να ισχύσει μακροπρόθεσμα.

Με τις υποθέσεις αυτές και για την επιφάνεια ολίσθησης του Σχήματος 3 η αύξηση του συντελεστή ασφαλείας κυμαίνονταν από 7.4% για το πρώτο ενδεχόμενο και τον χαμηλό αρχικό υπόγειο οριζοντα έως 13.9% για το δεύτερο ενδεχόμενο και τον υψηλότερο αρχικό υπόγειο οριζοντα. Οι αυξήσεις αυτές κρίθηκαν κατ' αρχήν αποδεκτές.

Για την περίπτωση σεισμικής καταπόνησης υπολογίσθηκαν οι αναμενόμενες μετατοπίσεις σύμφωνα με τους Ambraseys and Menu (1988) για επιτάχυνση σχεδιασμού  $a_h=0.08g$ . Για την περίπτωση χαμηλού αρχικού υπόγειου οριζοντα και με υπόθεση πλήρους στράγγισης μεταξύ των σηράγγων ( $a_{h,cr,min}=0.039g$ ) προέκυψε συμμετρική μετακίνηση 9cm και μη συμμετρική 10cm. Για την περίπτωση υψηλού αρχικού υπόγειου οριζοντα και με υπόθεση πλήρους στράγγισης μεταξύ των σηράγγων ( $a_{h,cr,min}=0.025g$ ) προέκυψε συμμετρική μετακίνηση 21cm και μη συμμετρική 32cm. Ακόμη και για τα δυσμενέστερα ενδεχόμενα η

μετατόπιση δεν θα είναι καταστροφική. Στους υπολογισμούς δεν λήφθηκε υπόψη η πιθανή αύξηση της παραμένουσας αντοχής της επιφάνειας ολίσθησης λόγω ταχείας διάτμησης (Tika et al, 1996).

Τέλος, τα έργα στράγγισης δεν βελτιώνουν την ευστάθεια έναντι ρηχών επιφανειών ολίσθησης.

## 5. ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

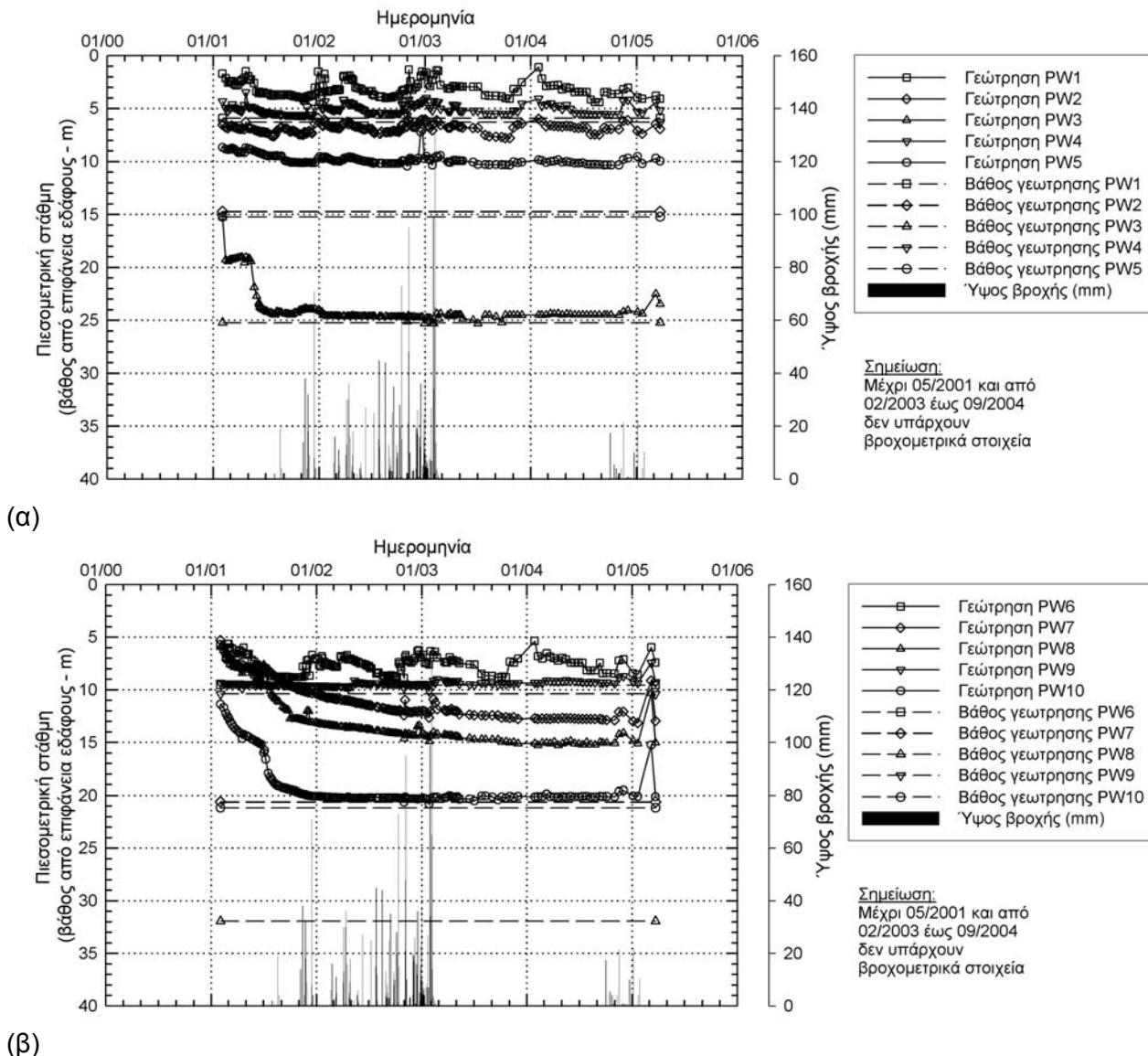
Τα έργα σταθεροποίησης κατασκευάστηκαν μεταξύ 2000 και 2002. Πέραν των οργάνων που εγκαταστάθηκαν στα πλαίσια των ερευνών για τη μελέτη των μέτρων σταθεροποίησης, τοποθετήθηκαν περαιτέρω όργανα για την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων. Η ενόργανη παρακολού-

θηση περιλαμβάνει μετρήσεις βάθρων επιφανειακών μετακινήσεων, πιεσομέτρων σε διάφορα βάθη, κλισιομέτρων και παροχών της στραγγιστικής σήραγγας. Αρκετά κλισιόμετρα χρειάστηκε να αντικατασταθούν μετά την έκφρασή τους λόγω μεγάλων μετακινήσεων.

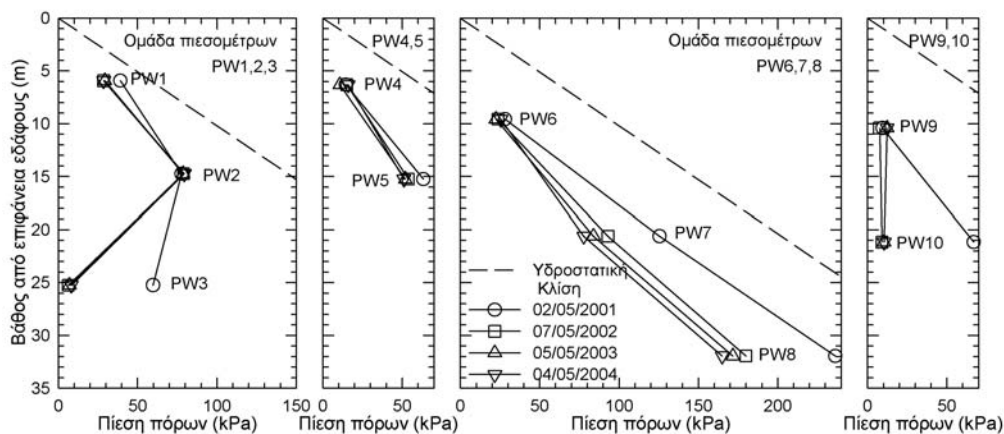
Για την αξιολόγηση των μετρήσεων λήφθηκαν υπόψη και οι μετρήσεις του βροχομετρικού σταθμού του φράγματος.

### 5.1 Πιεσόμετρα

Τα πιεσόμετρα είναι διάσπαρτα τοποθετημένα στην περιοχή και από τις μετρήσεις τους είναι δυνατή η εκτίμηση του μεγέθους της στράγγισης και η αποτύπωση της μεταβολής της πιεσομετρικής στάθμης. Από αυτά τα PW1 έως PW10 και το Γ108Α βρίσκονται κοντά



Σχήμα 4. Μεταβολές στην στάθμη πιεσομέτρων.  
Figure 4. Variation on the piezometric level.



Σχήμα 5. Πίεσεις πόρων συναρτήσει του βάθους από την επιφάνεια.  
Figure 5. Pore pressure profile from surface.

στους κλάδους στράγγισης. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι μεταβολές στις στάθμες των πιεσόμετρων PW1 έως PW10. Στο Σχήμα 5 δίνονται τα διαγράμματα μεταβολής της πίεσης των πόρων με το βάθος όπως προκύπτουν στις ομάδες των πιεσόμετρων α) PW1, PW2, PW3, β) PW4, PW5, γ) PW6, PW7, PW8 και δ) PW9, PW10. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων των πιεσόμετρων αυτών προκύπτουν τα γενικά συμπεράσματα:

- Πιεσόμετρα, τοποθετημένα σε βάθος έως 15m περίπου δεν έχουν επηρεασθεί σημαντικά από τις στραγγιστικές σήραγγες. Πιθανώς απαιτούνται περισσότερες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις δια των σήραγγων.
- Τα «βαθιά» πιεσόμετρα, τοποθετημένα σε βάθος άνω των 15m περίπου, έχουν σημαντικά επηρεασθεί από τις στραγγιστικές σήραγγες με πτώση της πιεσομετρικής στάθμης έως και 10m περίπου.
- Όσο βαθύτερα βρίσκονται τα πιεσόμετρα τόσο λιγότερο επηρεάζονται από τις βροχοπτώσεις.
- Τα πιεσόμετρα που βρίσκονται εκτός της περιοχής των σήραγγων δεν έχουν επηρεασθεί σημαντικά.

Χαρακτηριστικά, από τα «ρηχά» πιεσόμετρα όσα είναι εγκατεστημένα μέχρι περίπου 10m βάθος (PW1 βάθος γεώτρησης 5.93m, PW4 βάθος γεώτρησης 6.31m, PW6 βάθος γεώτρησης 9.57m) εμφανίζουν τη μεγαλύτερη άνοδο λόγω των ισχυρών βροχοπτώσεων. Τα λίγο βαθύτερα (PW9 βάθος γεώτρησης 10.41m, PW2 βάθος γεώτρησης 14.74m, PW5 βάθος γεώτρησης 15.24m) εμφανίζουν μικρότερη άνοδο λόγω βροχοπτώσεων. Τα βαθύτερα (PW3 βάθος γεώτρησης 25.24m, PW7 βάθος γεώτρησης 20.60m, PW8 βάθος γεώτρησης 31.94m και PW10 βάθος

γεώτρησης 21.17m) παρουσίασαν σημαντική πτώση στάθμης λόγω των στραγγιστικών έργων και πρακτικά δεν επηρεάζονται από τις βροχοπτώσεις.

Από τα διαγράμματα του Σχήματος 5 είναι εμφανές πως οι στραγγιστικές σήραγγες προσφέρουν υποστράγγιση στη ζώνη επιρροής τους αφού οι κλίσεις των διαγραμμάτων πιέσεων πόρων είναι παντού μικρότερες από αυτές που αντιστοιχούν στις υδροστατικές συνθήκες. Δηλαδή, τα έργα στράγγισης έχουν συνεισφέρει θετικά στη μείωση πιέσεων πόρων, ειδικά κοντά στη βαθιά επιφάνεια ολίσθησης.

Σημειώνεται ότι στο χρόνο παρακολούθησης η στάθμη του ταμιευτήρα έχει δύο φορές ξεπεράσει τα 500m και συνεπώς έχουν συμβεί σχεδόν οι δυσμενέστερες συνθήκες που αναμένονται (μέγιστη στάθμη 505m).

## 5.2 Κλισιόμετρα

Από τα κλισιόμετρα που μετρώνται τα Γ103Α, Γ107, IN1 και IN2 βρίσκονται στο σώμα της κατολίσθησης, ενώ οι Γ105Α και Γ101 βρίσκονται εκτός της περιοχής αυτής (Σχήμα 1). Οι μετρήσεις που αξιολογήθηκαν αφορούν την περίοδο κατά τη διάρκεια της κατασκευής των έργων σταθεροποίησης αλλά και μετά.

Οι μετακινήσεις που εμφανίζουν επιβεβαιώνουν τον γενικό ερπυσμό που υπάρχει στην περιοχή. Το κλισιόμετρο Γ103Α εμφανίζει επιφάνεια ολίσθησης στα 15m από την επιφάνεια του εδάφους το οποίο συμφωνεί με το βάθος που έχει σπάσει το παλιό κλισιόμετρο Γ103. Επίσης, επιφάνεια αστοχίας εμφανίζεται στο κλισιόμετρο IN1 σε βάθος 20m από την επιφάνεια του εδάφους στοιχείο που έρχεται σε συμφωνία με το εκτιμώμενο πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα στην περιοχή. Στο

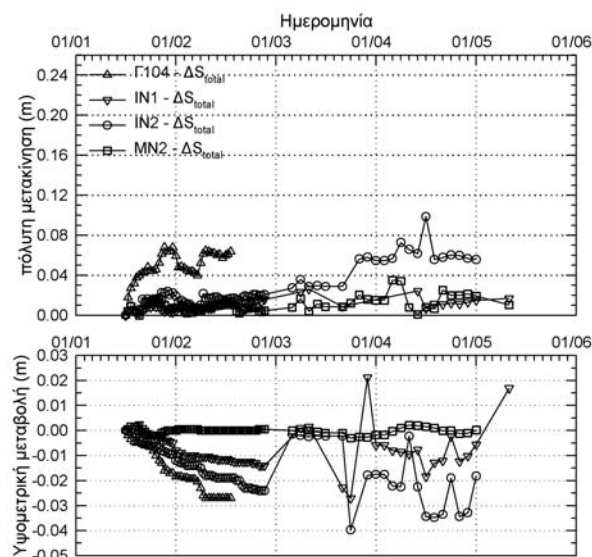
κλισιόμετρο Γ105, παρατηρήθηκε έμφραξη σε βάθος 13 έως 17 m. Στα υπόλοιπα κλισιόμετρα δεν υπάρχει σαφής ένδειξη ολίσθησης.

Η περιοχή της κατολίσθησης περί το σπασμένο τεχνικό είναι περισσότερο ενεργή.

### 5.3 Μάρτυρες επιφανειακών μετακινήσεων

Τυπικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 6. Στις μετρήσεις παρατηρήθηκε έντονη διακύμανση, αποτέλεσμα του πολύπλοκου της μετρητικής διαδικασίας και της ακρίβειας των οργάνων μέτρησης. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτει ότι κατά το 2001 με 2002 παρουσιάστηκαν οι μέγιστες μετακινήσεις που έφθασαν συνολικά τα 8 cm περίπου. Έκτοτε οι μετακινήσεις είναι πολύ μικρές με διακυμάνσεις. Με την αλλαγή του συνεργείου μέτρησης το 2003 παρουσιάζεται μια γενική μεταβολή λίγων εκατοστών. Γενικά παρατηρείται μια τάση σταθεροποίησης και οι μετακινήσεις παρουσιάζουν διακύμανση περί την ακρίβεια της διαδικασίας.

Από τα κλισιόμετρα και τα βάρθρα προκύπτει ότι στα ανώτερα τμήματα της κατολίσθησης, καθώς και στις εκατέρωθεν περιοχές εκτός αυτής, υπάρχει μικρή ερπυστική μετακίνηση. Αυτή η μετακίνηση είναι αναμενόμενη για τις συγκεκριμένες γεωμορφολογικές συνθήκες. Στα κατώτερα τμήματα της κατολίσθησης, που περιλαμβάνουν και αυτά που επηρεάζονται άμεσα από τον ταμιευτήρα, οι μετρούμενες μετακινήσεις είναι εντός του σφάλματος μετρήσεων.

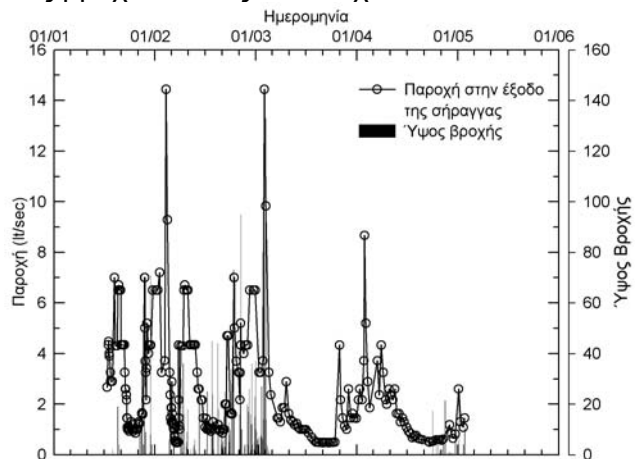


Σχήμα 6. Μετρήσεις μαρτύρων επιφανειακών μετακινήσεων.

Figure 6. Measurements of surface monuments.

### 5.4 Μετρήσεις εκροών στην αποστραγγιστική σήραγγα

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι μετρήσεις από τη διάταξη μέτρησης παροχής στην έξοδο της σήραγγας, αλλά και σε διάφορες επιμέρους διακλαδώσεις εντός αυτής. Παρατηρείται ότι οι εκροές είναι ανάλογες των βροχοπτώσεων, ο ευθύς κλάδος έχει μεγαλύτερη εκροή από τον δεξιό κλάδο και η απόκριση των σιράγγων στις βροχοπτώσεις είναι ταχεία.



Σχήμα 7. Μετρήσεις παροχής στην αποστραγγιστική σήραγγα.

Figure 7. Discharge measurements at the drainage tunnel.

### 7. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κύριος του έργου του Ευήνου ήταν η ΕΥΔΕ/ΟΣΥΕ του ΥΠΕΧΩΔΕ. Μετά την ολοκλήρωσή του το έργο παραχωρήθηκε στη ΕΥΔΑΠ η οποία έχει την ευθύνη της παρακολούθησης από το 2003. Η ΕΔΑΦΟΣ ΕΠΕ εκτόνησε την οριστική μελέτη των έργων αποκατάστασης και παρακολούθησε την κατασκευή και την συμπεριφορά του έργου. Τα έργα αποκατάστασης της κατολίσθησης κατασκεύασε η Κ/Ξ ΑΕΓΕΚ - ΜΕΤΩΝ - ΤΕΡΝΑ. Τους ευχαριστούμε όλους για τη συνεργασία.

### 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ambraseys, N.N. and Menu, J.M. (1988), "Earthquake-induced ground displacements". Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 16, pp. 985-1006.  
Tika T.E., Vaughan P. & Lemos L. J., (1996), "Fast shearing of pre-existing shear zones in soil". Geotechnique, No. 46, Vol. 2, pp. 197-234.