

Φράγμα Σέτα - Μανίκια : Γεωλογικά - Γεωτεχνικά προβλήματα κατά την κατασκευή.

Σ. Γ. Φώτη

Γεωλόγος - Πολιτικός Μηχανικός, ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕ

Ν. Ι. Μουτάφης

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ

Γ. Α. Εμμανουηλίδης

Δρ. Γεωλόγος

Λέξεις κλειδιά: Φράγμα, υπερχειλιστής, σήραγγα εκτροπής, αστάθειες πρανών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Το φράγμα Σέτα - Μανίκια βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της νήσου Εύβοιας, και συγκεκριμένα στον Δ. Αμαρύνθου. Πρόκειται για λιθόρριπτο φράγμα ύψους 60.0 m, με κεκλιμένο πυρήνα. Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής του φράγματος και των συναφών έργων αποτελείται από σχιστολιθικούς σχηματισμούς, άνω Παλαιοζωικής - κάτω Μεσοζωικής ηλικίας. Στο υψηλότερο τμήμα του δεξιού αντερείσματος αλλά και κατάντη του φράγματος συναντώνται καρστικοί ασβεστόλιθοι ανωτριάδικης - ιουρασικής ηλικίας. Τα κυριότερα γεωλογικά - γεωτεχνικά προβλήματα που εμφανίστηκαν και αντιμετωπίστηκαν κατά την κατασκευή του έργου, συνδέονται με: α) την ποιότητα των σχιστολιθικών σχηματισμών στην περιοχή του δεξιού αντερείσματος και τις επιπτώσεις της στην κατασκευή του φράγματος και β) τις συνθήκες ευστάθειας του δεξιού αντερείσματος του φράγματος.

1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

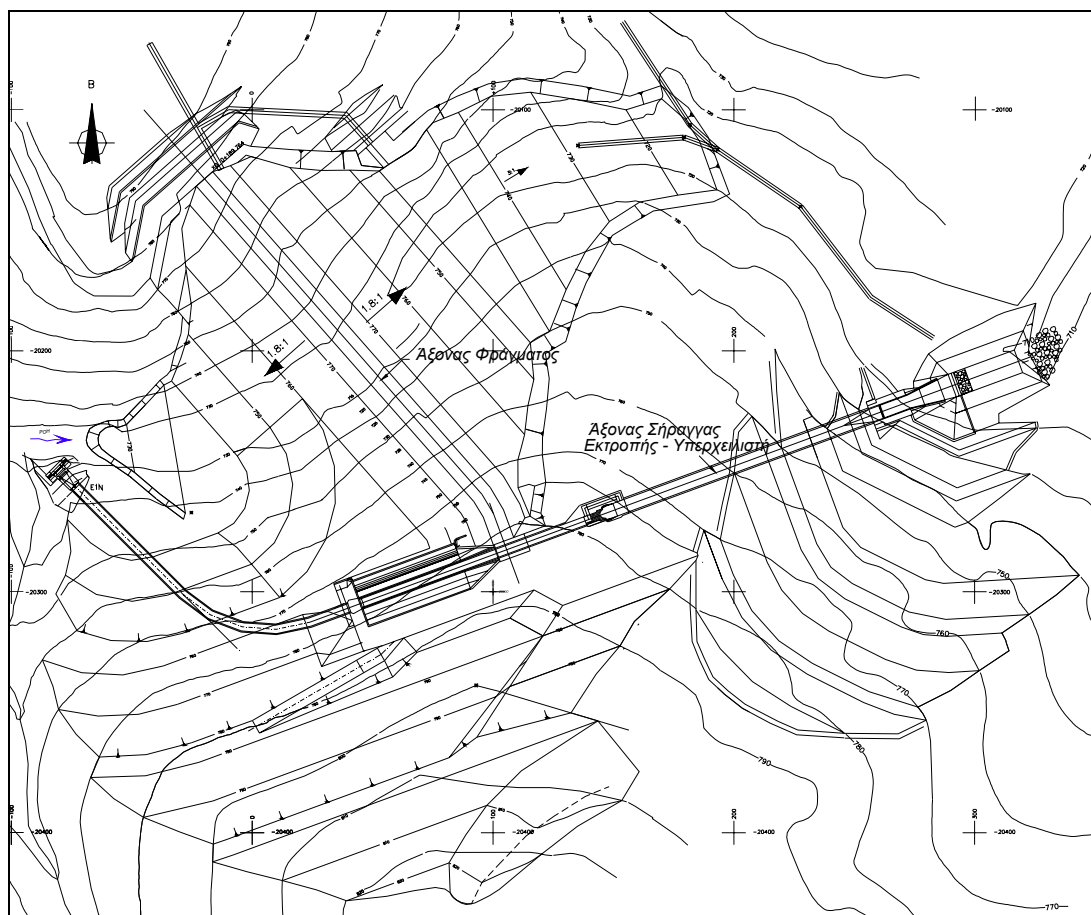
Το φράγμα Σέτα-Μανίκια βρίσκεται στο κεντρικό – ανατολικό τμήμα του Ν. Εύβοιας, περίπου 40 km Β-ΒΒΑ του Δήμου Αμαρύνθου και βόρεια των οικισμών Κάτω Σέτα και Μανίκια. Με την κατασκευή του φράγματος δημιουργείται ταμιευτήρας χωρητικότητας $1,85 \times 10^6 \text{ m}^3$ με σκοπό την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των περιοχών Κύμης – Κονιστρών, Μονοδορίου-Αυλωναρίου, Αλιβερίου και Ακτών Νηρέα-Φιλοθέης.

Το φράγμα είναι λιθόρριπτο με κεκλιμένο πυρήνα, ύψους 60 m από το βαθύτερο σημείο της θεμελίωσης του. Ο άξονας του προφράγματος, το οποίο έχει ύψος 20 m βρίσκεται σε απόσταση 80 m περίπου ανάντη του άξονα του φράγματος.

Η παροχέτευση των πλημμυρικών απορροών θα γίνεται με πλευρικό υπερχειλιστή, κεκλιμένο φρέαρ και σήραγγα διαμέτρου 5,50 m. Η εκτροπή των νερών του ποταμού γίνεται μέσω σήραγγας εκτροπής διαμέτρου 3,50 m, η οποία συμβάλλει με την σήραγγα υπερχειλιστή κατάντη του άξονα του φράγματος. Το έργο περιλαμβάνει τεχνικό υδροληψίας και σήραγγα υδροληψίας στο δεξιό αντέρεισμα, ανάντη του στομίου της σήραγγας εκτροπής.

Το σύνολο των παραπάνω έργων τοποθετείται στο δεξιό αντέρεισμα. Στο αριστερό αντέρεισμα προβλέπεται μόνο η κατασκευή σήραγγας αποστράγγισης.

Η γενική διάταξη των έργων δίνεται στην Εικόνα 1, στην οποία δεν δείχνονται το τεχνικό υδροληψίας και η σήραγγα υδροληψίας.



Εικόνα 1. Γενική διάταξη έργου

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

2.1 Μορφολογικά στοιχεία

Κύριος μορφογενετικός παράγοντας είναι το ρέμα Σέτα-Μανίκια, το οποίο διασχίζει την περιοχή με γενική διεύθυνση αρχικά από Δ προς Α, στρέφεται προς ΒΑ, ΝΑ και εκ νέου προς ΒΑ για να καταλήξει στις καταβόθρες Μανικίων {1}, {2}, οι οποίες αποτελούν το φυσικό αποδέκτη της ροής του ρέματος. Ο άξονας του φράγματος βρίσκεται περίπου 800 m ανάντη της περιοχής με τις καταβόθρες.

Η περιοχή του αριστερού αντερείσματος και το χαμηλότερο τμήμα του δεξιού αντερείσματος του φράγματος παρουσιάζουν έντονο μορφολογικό ανάγλυφο με μέση κλίση φυσικού εδάφους έως 45°. Αντίθετα, το μεσαίο και υψηλότερο τμήμα του δεξιού αντερείσματος παρουσιάζουν μέτριο έως ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο με μέση κλίση φυσικού εδάφους 15-30°.

2.2 Γεωλογική και τεκτονική δομή

Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής του φράγματος και των συναφών έργων, αποτελείται {4} από τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς, η ηλικία των οποίων είναι, Αν. Παλαιοζωϊκή έως Κατ. Μεσοζωϊκή. Στο υψηλότερο τμήμα του δεξιού αντερείσματος αλλά και στην ευρύτερη περιοχή, συναντώνται καρστικοί ασβεστόλιθοι Αν. Τριαδικής - Ιουρασικής ηλικίας.

Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται από πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις (υψηλότερο τμήμα αριστερού αντερείσματος), πλευρικά κορήματα - αποσαθρώματα, υλικά κατολισθήσεων (ευρύτερη περιοχή δεξιού αντερείσματος) και από σύγχρονες / παλαιότερες αποθέσεις κοίτης.

Η γενική διεύθυνση των σχιστολιθικών σχηματισμών είναι ΒΔ-ΝΑ με βύθιση προς ΒΑ. Συχνά, κυρίως στην περιοχή του δεξιού αντερείσματος παρατηρείται διαφοροποίηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειών σχιστότητας λόγω φαινομένων πτύχωσης. Η γωνία κλίσης των επιφανειών αυτών είναι της τάξης των 45-55° στο χαμηλότερο τμήμα των αντερείσμάτων, της τάξης των 30-40° στο υψηλότερο τμήμα του αριστερού αντερείσματος και της τάξης των 25-35° στο μεσαίο και υψηλότερο τμήμα του αντερείσματος.

Οι τεκτονικές δομές που εντοπίστηκαν στην περιοχή του έργου κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες :

- ζώνες διάτμησης παράλληλα προς επιφάνειες σχιστότητας. Αποτελούνται από έντονα διατμημένο και κατά θέσεις αργιλοποιημένο, μαλακό υλικό, πάχους από μερικά cm έως 9.0 m.
- παρακατακόρυφα ρήγματα, τα οποία παρουσιάζουν γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ με βύθιση 65° προς ΒΑ, ΒΑ-ΝΔ με βύθιση 40° προς ΒΔ και σχεδόν Α-Δ με βύθιση 75° προς Β.

2.3 Χαρακτηριστικά λιθολογικών ενοτήτων

Οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή του έργου είναι, από τους νεώτερους προς τους παλαιότερους :

- σύγχρονες και παλαιότερες ποτάμιες αποθέσεις πάχους 1,0-2,0 m
- επιφανειακά εδαφικά υλικά (πλευρικά κορήματα - αποσαθρώματα, υλικά κατολισθήσεων) πάχους 0-4 m στην περιοχή του αριστερού αντερείσματος και, έως 17 m στην περιοχή του δεξιού αντερείσματος.
- πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις, αποτελούμενες από συνεκτικά αμμο-ιλυώδη έως αργιλο-ιλυώδη υλικά με ενστρώσεις ή/και φακούς αδροκλαστικών υλικών, ορατού πάχους 4 m και μικρής ανάπτυξης στην περιοχή του έργου.
- σχιστολιθικοί σχηματισμοί. Αποτελούν το βραχώδες υπόβαθρο της περιοχής. Με βάση τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών (συχνότητα ανάπτυξης επιφανειών σχιστότητας, χρώμα, τεκτονική καταπόνηση, RQD, ρωγμές/m) και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών (μονοαξονική θλίψη, σημειακή φόρτιση) έγινε η διάκριση αυτών σε τρεις λιθολογικούς τύπους, τα χαρακτηριστικά των οποίων συνοψίζονται στους Πίνακες 1 έως 3.

3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Κατά την σύνταξη της μελέτης εφαρμογής του έργου από την ανάδοχο κατασκευαστική εταιρεία, επισημάνθηκε η παρουσία σημαντικών θεμάτων γεωλογικής / γεωτεχνικής φύσης στην περιοχή του δεξιού αντερείσματος, όπου προβλέπεται η κατασκευή του υπερχειλιστή και της σήραγγας εκτροπής. Τα θέματα αυτά σχετίζονται με :

- τις συνθήκες ευστάθειας.
- τη γενικότερη χαλάρωση του βράχου.

3.1 Κατολισθητικά φαινόμενα στην ευρύτερη περιοχή του έργου εισόδου της σήραγγας εκτροπής.

Οι βασικές ενδείξεις ότι στην περιοχή αυτή εντοπίζεται μια παλιά κατολίσθηση αποτέλεσαν {4} :

- η μεγάλη έκταση των χαλαρών υλικών και η εμφάνιση νησίδων από έντονα σχιστοποιημένους και αποσαθρωμένους, τοπικά αργιλοποιημένους, σχιστόλιθους.
- η μεγάλη διασπορά των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειών σχιστότητας που προσδιορίστηκαν μέσα στις «νησίδες βράχου» και αυτών που προσδιορίστηκαν στην περιβάλλουσα, μη μετακινημένη βραχομάζα.

- η παρουσία φαινομένων κάμψης στους κορμούς των δένδρων.

Η παρουσία μιας παλιάς και βαθιάς κατολίστησης επιβεβαιώθηκε από την διάτρηση τριών ερευνητικών γεωτρήσεων, σύμφωνα με τις οποίες το πάχος των εδαφικών υλικών κυμαίνεται από 7 έως 20 m (βλ. Εικόνα 2). Για την αντιμετώπιση των φαινομένων αυτών έγινε επανασχεδιασμός {5} της σήραγγας εκτροπής, σύμφωνα με τον οποίο το νέο στόμιο εισόδου τοποθετήθηκε περί τα 90.0 m κατάντη, σε μία εμφάνιση υγιούς, μη μετακινημένου, βράχου. Πρόσθετο όφελος του νέου σχεδιασμού ήταν η μείωση του μήκους της σήραγγας

Πίνακας 1: Λιθολογικός τύπος 1: Παχυστρωματώδεις σχιστόλιθοι, γκρι πράσινου, ανοικτού χρώματος .

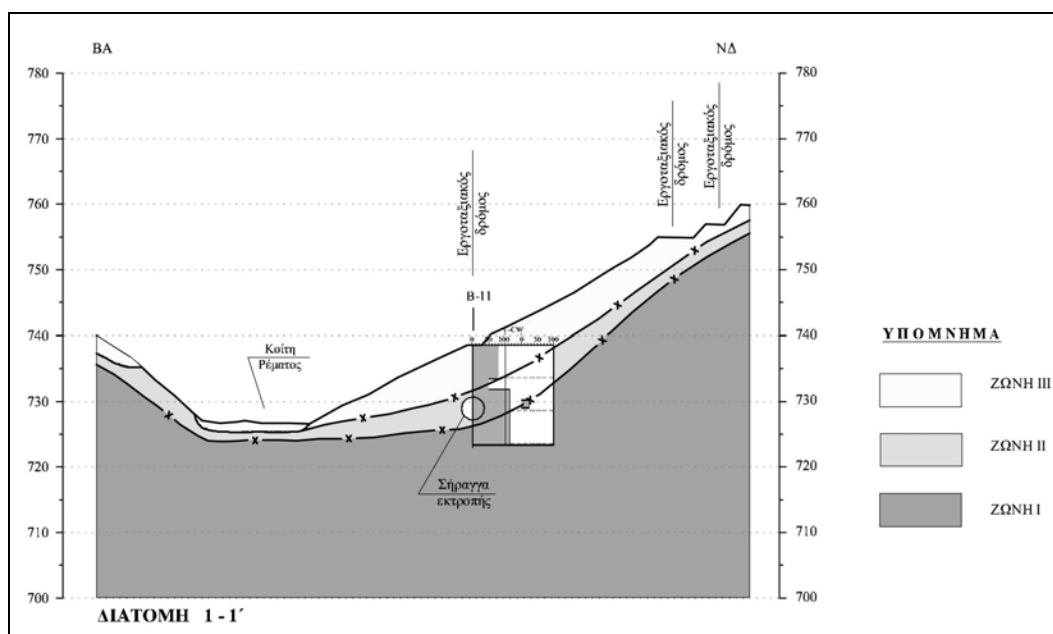
Γενικά χαρακτηριστικά	Συμπεριφορά στην κατασκευή τεχνικών έργων
• 5-6 επιφ./m με πάχος πάγκων >20cm • Πολύ καλή ανάπτυξη επιφανειών διάκλασης • RQD<25% : 19% • 25<RQD<50%:30% • RQD>30% : 51% • Βράχος υψηλής - μέσης αντοχής • Κατηγορία II	- τα υλικά αυτά δεν παρουσιάζουν – εν γένει – προβλήματα κατά τη θεμελίωση καθώς είναι υλικά μέσης / υψηλής αντοχής. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην παρουσία ζωνών διάτμησης και ειδικότερα στη χωρική επέκταση αυτών και στην πιθανή δημιουργία ασταθούς βραχώδους σφήνας - η βραχομάζα είναι μέτρια διαπερατή. Θεωρείται ενέσιμη με τις κλασσικές μεθόδους εισπίεσης ενεμάτων (συνήθεις συνθήκες πίεσης, συνήθη μίγματα W:C) λόγω της ανάπτυξης των επιφανειών διάκλασης. - η ευστάθεια της βραχομάζας στα πλαίσια των ανοικτών εκσκαφών και της κατασκευής των υπόγειων έργων ελέγχεται από την παρουσία των επιφανειών σχιστότητας και διάκλασης. Αναμένεται -κατά κύριο λόγο- η ανάπτυξη βραχοσφηνών. Η διάνοιξη των σιράγγων απαιτεί χρήση εκρηκτικών. Τα μέτρα υποστήριξης αποτελούνται από αγκύρια, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με πλέγμα και μεταλλικά πλαίσια εάν απαιτηθεί. Οι υπερσκαφές οφείλονται σε σφήνες ή σε αποκόλληση στην οροφή λόγω παρουσίας ασυνεχειών με κλίση <20°. Αναμένεται πιθανή η παρουσία νερού (μικρή ροή, σταγόνες) κυρίως σε επιφάνειες διάκλασης με μεγάλη κλίση. Απαιτείται η διάτρηση οπών αποστράγγισης.

Πίνακας 2: Μεσοστρωματώδεις σχιστόλιθοι, γκρι χρώματος

Γενικά χαρακτηριστικά	Συμπεριφορά στην κατασκευή τεχνικών έργων
• 6-10 επιφ./m με πάχος πάγκων 5-20 cm • Μέτρια ανάπτυξη των επιφανειών διάκλασης • RQD<25% : 63% • 25<RQD<50%:33% • RQD>30% : 1% • Βράχος υψηλής – μέσης αντοχής : 46% • Ασθενής βράχος : 54% • Κατηγορία III	- Η συμπεριφορά των σχηματισμών που εντάσσονται στο λιθολογικό τύπο 2 στα πλαίσια της κατασκευής τεχνικών έργων, βρίσκεται ενδιάμεσα της συμπεριφοράς των τύπων 1 και 3.

Πίνακας 3: Λεπτοστρωματώδεις σχιστόλιθοι γκρι σκούρου χρώματος

Γενικά χαρακτηριστικά	Συμπεριφορά στην κατασκευή τεχνικών έργων
• >10 επιφ./m με πάχος στρώσεως <5cm • Πολύ μικρή ανάπτυξη των επιφανειών διάκλασης • RQD<25% : 80% • 25<RQD<50%:20% • RQD>30% : 0% • Ασθενής βράχος • Κατηγορία III : Αριστερό αντέρεισμα • Κατηγορία IV : Δεξιό αντέρεισμα.	- τα υλικά αυτά παρουσιάζουν πολύ χαμηλή έως χαμηλή αντοχή, χωρίς συμπίεστικότητα. Πιθανά απαιτείται η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους η οποία επιτυγχάνεται με τσιμεντενέσεις τάπητα. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην παρουσία διατμημένων ζωνών, το πάχος και η συχνότητα των οποίων είναι ιδιαίτερα αυξημένη στην ενότητα αυτή. - η βραχομάζα δεν είναι διαπερατή. Θεωρείται μετρίως έως μη ενέσιμη με τις κλασσικές μεθόδους εισπίεσης ενεμάτων, κυρίως στα τμήματα όπου επικρατεί έντονα φυλλώδης δομή. - η ευστάθεια της βραχομάζας στα πλαίσια των ανοικτών εκσκαφών και της κατασκευής των υπόγειων έργων ελέγχεται από την παρουσία των επιφανειών σχιστότητας. Η διάνοιξη των σήραγγων μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα χωρίς τη χρήση εκρηκτικών. Τα μέτρα υποστήριξης αποτελούνται από αγκύρια, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πλέγμα και μεταλλικά πλαίσια. Οι υπερεσκαφές οφείλονται σε αποκόλληση ή ολίσθηση παράλληλα προς επιφάνειες σχιστότητας. Εμφάνιση νερού μπορεί να παρατηρηθεί μόνο στην διεπιφάνεια σχιστολίθων τύπου 3 και 1 είτε μέσω τεκτονισμένων δομών.



Εικόνα 2. Τεχνικογεωλογική διατομή στην περιοχή εισόδου της σήραγγας εκτροπής. Διακρίνεται το σημαντικό πάχος των υλικών κατολίσθησης (Ζώνη III) και της υποκείμενης – εν δυνάμει – ασταθούς μάζας (Ζώνη II).

3.2 Κατολισθητικά φαινόμενα στην ευρύτερη περιοχή του έργου εξόδου της σήραγγας εκτροπής

Στα πλαίσια της μελέτης εφαρμογής εκπονήθηκε γεωλογική μελέτη και διανοίχθηκε μία ερευνητική γεώτρηση (B9). Από τη συναξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών επισημάνθηκε για

πρώτη φορά {4}, η γεωλογική επικινδυνότητα αναφορικά με την ευστάθεια του αντερείσματος και ιδιαίτερα του έργου εξόδου της σήραγγας εκτροπής / υπερχειλιστή.

Ειδικότερα :

- Στην περιοχή αυτή έχουν εκδηλωθεί ερπυστικές ή/και κατολισθητικές κινήσεις, οι οποίες οφείλονται στην ιδιαίτερα υποβαθμισμένη ποιότητα των σχιστολιθικών σχηματισμών, λόγω των τεκτονικών κινήσεων (διαρρήξεων, πτυχώσεων) που έχουν λάβει χώρα στην περιοχή. Η χαλάρωση των σχηματισμών συνεχίστηκε και εντάθηκε εξ αιτίας της βαθιάς διάβρωσης και της υποσκαφής του αντερείσματος από τα νερά του χειμάρρου, η οποία λαμβάνει χώρα – λόγω του μαιανδρισμού του χειμάρρου – σε δύο διευθύνσεις.
- Δυσμενείς παράμετροι για την ευστάθεια του αντερείσματος υπήρξαν η, σχεδόν ομόρροπη προς το αντέρεισμα, βύθιση των επιφανειών σχιστότητας αλλά και η – προοδευτικά – βαθύτερη κατείσδυση και κυκλοφορία του υπόγειου νερού. Από τα στοιχεία της ερευνητικής γεώτρησης B9, εκτιμήθηκε ότι το πάχος των εδαφικών υλικών είναι της τάξης των 10 m (ζώνη III). Κάτω από τα υλικά αυτά συναντήθηκε μία ζώνη έντονα έως μέτρια αποσπασμένης βραχομάζας (ζώνη II) με μηδενικό RQD, συχνές διατμήσεις και υποβαθμισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Κάτω από την ζώνη αυτή συναντήθηκε υγιής βράχος με μηδενικό ποσοστό RQD και συχνές ζώνης διάτμησης (Ζώνη Ια) ο οποίος σταδιακά μεταπίπτει σε υγιή βραχομάζα με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά (ζώνη Ιβ).
- Τα υλικά της ζώνης III έχουν υποστεί ερπυστικές ή / και κατολισθητικές κινήσεις κατά το παρελθόν, ενώ τα υλικά των ζωνών II και Ια χαρακτηρίστηκαν ως «εν δυνάμει» ασταθή υλικά.

Στα πλαίσια της κατασκευής του έργου, μετά την αρχική διαμόρφωση του μετώπου εξόδου εμφανίστηκαν ρωγμές επί του φυσικού εδάφους και σε ένα αναβαθμό. Για τη διερεύνηση και ενόργανη παρακολούθηση των φαινομένων αυτών, διανοίχτηκαν τέσσερις γεωτρήσεις (στις τρεις εκ των οποίων τοποθετήθηκαν πιεζομετρικοί σωλήνες), τοποθετήθηκαν τέσσερα μηκυνσιόμετρα και διανοίχτηκαν τρεις κλισιομετρικές γεωτρήσεις. Από την αξιολόγηση του συνόλου των αποτελεσμάτων αυτών προέκυψαν τα εξής :

- Παρατηρήθηκε σταδιακή -συν το χρόνω- επέκταση των ασταθειών προς το υψηλότερο τμήμα του αντερείσματος (αύξηση συχνότητας, εύρους και βάθους των ρωγμών)
- Παρατηρήθηκε σταδιακή επέκταση των ασταθειών σε βάθος. Έτσι, ενώ οι πρώτες ρωγμές εκδηλώθηκαν σε υλικά κορηματικού τύπου, σταδιακά καταγράφηκαν μετακινήσεις σε υλικά της ζώνης II και τελικά - σε υλικά της ζώνης Ια, τα οποία είχαν χαρακτηριστεί ως «εν δυνάμει» κατολισθησιμα υλικά. Επισημαίνεται ότι, παρατηρήθηκαν ρωγμές και στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα της σήραγγας.
- Παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του ρυθμού μετακίνησης μετά από επεισόδιο παρατεταμένης βροχόπτωσης.

Τα βελτιωτικά μέτρα που προτάθηκαν και τελικώς εφαρμόστηκαν ήταν {4, 5} :

- Η άμεση αποφόρτιση του πρανούς με την απομάκρυνση κατολισθημένου υλικού συνολικού όγκου 80.000-90.000 m³. Σημειώνουμε ότι, κατά την διάρκεια της αποφόρτισης του πρανούς η οποία έγινε σταδιακά, παρατηρήθηκε αντίστοιχη σταδιακή μείωση του ρυθμού μετακίνησης.
- Η διάτρηση αποστραγγιστικών οπών βάθους 20 έως 40 m.

Όλα τα παραπάνω φαινόμενα απεικονίζονται στις Εικόνες 3 έως 7.



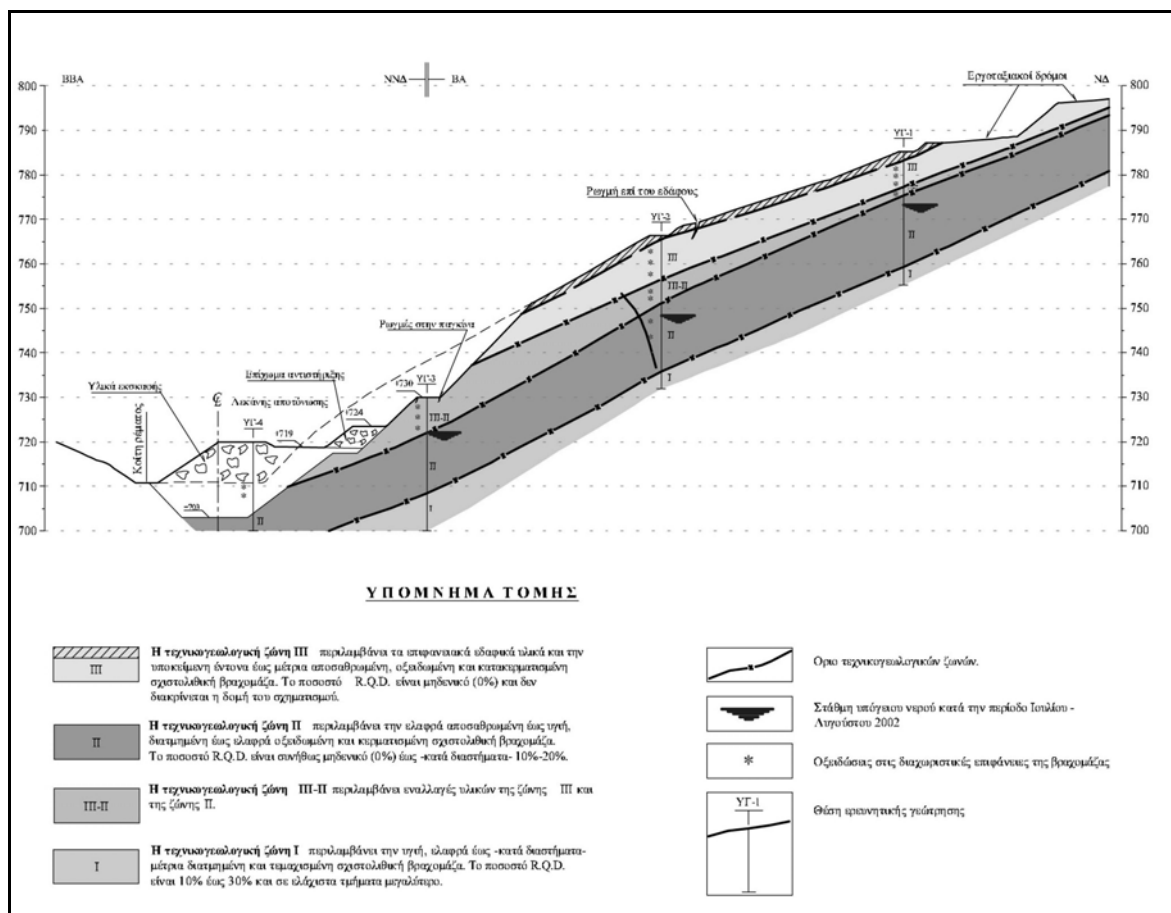
Εικόνα 3 : Πρανές εκσκαφής και υψηλότερο τμήμα του αντερείσματος υπεράνω του στομίου εξόδου της σήραγγας εκτροπής & υπερχειλιστή.



Εικόνες 4 & 5 : Ρωγμές επί του φυσικού εδάφους στο υψηλότερο τμήμα του αντερείσματος



Εικόνα 6 : Μετατόπιση 1 έως 1.5 cm στον αρμό διαστολής της δοκού σύνδεσης των προεντεταμένων αγκυρώσεων στο επίπεδο του αναβαθμού +730.00 του πρανούς εκσκαφής υπεράνω του στομίου εξόδου της σήραγγας εκτροπής & υπερχειλιστή.



Εικόνα 7. Απλοποιημένη τεχνικογεωλογική τομή στην ευρύτερη περιοχή του έργου εξόδου της σήραγγας εκτροπής / εκχειλιστή.

3.3 Κατολισθητικά φαινόμενα στην ευρύτερη περιοχή του έργου εισόδου του υπερχειλιστή, της σήραγγας υδροληψίας και υπεράνω του προφράγματος.

Στα πλαίσια της μελέτης εφαρμογής εκπονήθηκε η γεωλογική μελέτη και διατρήθηκαν οι γεωτρήσεις B7, B14 και B15. Από την αξιολόγηση των στοιχείων αυτών επισημάνθηκε για πρώτη φορά η γεωλογική επικινδυνότητα αναφορικά με την ευστάθεια του αντερείσματος και την ασφάλεια των έργων που προβλέπεται να γίνουν στην περιοχή αυτή {4}.

Ειδικότερα :

- στην περιοχή αυτή έχουν εκδηλωθεί ερπυστικές κινήσεις οι οποίες οφείλονται σε αντίστοιχες με την παρ. 3.2, παραμέτρους
- από τα στοιχεία των ερευνητικών γεωτρήσεων, εκτιμήθηκε ότι το πάχος των εδαφικών υλικών φθάνει τα 11 m (Ζώνη III). Κάτω από τα υλικά αυτά συναντάται μία ζώνη έντονα έως μέτρια αποσπασμένης βραχομάζας (Ζώνη II) με μηδενικό RQD, συχνές διατμήσεις και υποβαθμισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η οποία φθάνει μέχρι το βάθος των 27.5 m. Κάτω από την ζώνη αυτή συναντάται υγιής βραχομάζα (ζώνη Ia και ζώνη Ib, όπως έχουν περιγραφεί στην παρ. 3.2). Τα υλικά της ζώνης III έχουν υποστεί ερπυστικές κινήσεις κατά το παρελθόν ενώ τα υλικά των ζωνών II και Ia χαρακτηρίστηκαν ως «εν δυνάμει» ασταθή υλικά.

Στα πλαίσια της κατασκευής του έργου (δημιουργία πρανούς εκσκαφής ύψους 43.0 m με κλίση 1:1, διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος και προεντεταμένων αγκυρώσεων στο χαμηλότερο τμήμα του πρανούς) εμφανίστηκαν ρωγματώσεις επί του φυσικού εδάφους και επί της εργοταξιακής οδού, οι οποίες επεκτάθηκαν σταδιακά, στο υψηλότερο τμήμα του πρανούς.

Για την διερεύνηση και την ενόργανη παρακολούθηση των φαινομένων αυτών εκτελέστηκε συμπληρωματικό πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών, στα πλαίσια του οποίου τοποθετήθηκαν τρία κλισιόμετρα. Από την αξιολόγηση των στοιχείων αυτών προέκυψε μέγιστη μετακίνηση 17 mm σε μέγιστο βάθος 16.80 m.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία απεικονίζονται στην Εικόνα 10. Στις Εικόνες 8 και 9 απεικονίζονται αντιπροσωπευτικές θέσεις ρωγμών.

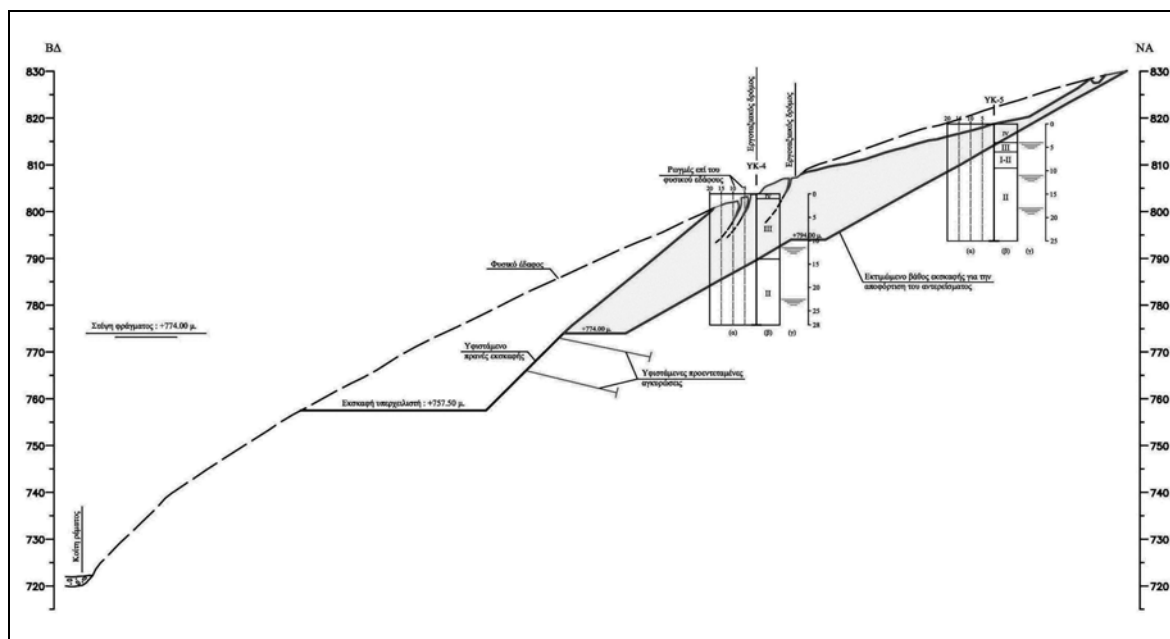
Για την βελτίωση των συνθηκών ευστάθειας – σύμφωνα με την γεωτεχνική μελέτη που εκπονήθηκε – απαιτείται η αποφόρτιση του αντερείσματος, αλλά και η λήψη ισχυρών μέτρων προστασίας όπως κάναβος προεντεταμένων αγκυρώσεων, συνδετήριοι δοκοί, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πλέγμα και διάτρηση οπών αποστράγγισης {4, 5}.



Εικόνα 8. Ρωγμή επί του φυσικού εδάφους στο αντέρεισμα νοτιοδυτικά της εκσκαφής του υπερχειλιστή



Εικόνα 9. Ρωγμή σε εργοταξιακό δρόμο δυτικά του υπερχειλιστή



Εικόνα 10. Απλοποιημένη τομή στην ευρύτερη περιοχή του έργου εισόδου του υπερχειλιστή.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα γεωλογικά - γεωτεχνικά προβλήματα που συναντήθηκαν κατά την κατασκευή του φράγματος Σέτα - Μανίκια συνδέονται με τις υφιστάμενες συνθήκες ευστάθειας και τη γενικότερη χαλάρωση της βραχομάζας στην ευρύτερη περιοχή του δεξιού αντερείσματος.

Τα προβλήματα αυτά εντοπίστηκαν:

- στην ευρύτερη περιοχή του έργου εισόδου της σήραγγας εκτροπής. Για την αντιμετώπιση των φαινομένων αυτών έγινε επανασχεδιασμός της σήραγγας εκτροπής, σύμφωνα με τον οποίο, το νέο στόμιο εισόδου τοποθετήθηκε περί τα 90 m κατάντη της παλιάς θέσης.
- στην ευρύτερη περιοχή του έργου εξόδου της σήραγγας εκτροπής / υπερχειλιστή, όπου εκδηλώθηκαν -σημαντικής έκτασης- φαινόμενα εδαφικών ασταθειών. Τα βελτιωτικά μέτρα που εφαρμόστηκαν ήταν η άμεση αποφόρτιση του πρανούς εκσκαφής και η διάτρηση αποστραγγιστικών οπών.
- στην ευρύτερη περιοχή του έργου εισόδου του υπερχειλιστή, της σήραγγας υδροληψίας και υπεράνω του προφράγματος, όπου εκδηλώθηκαν -σημαντικής έκτασης- φαινόμενα εδαφικών ασταθειών. Για τη βελτίωση των συνθηκών ευστάθειας στην υπόψη περιοχή, απαιτείται η αποφόρτιση του αντερείσματος, αλλά και η λήψη ισχυρών μέτρων προστασίας (προεντεταμένες αγκυρώσεις, συνδετήριοι δοκοί, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, πλέγμα και διάτρηση οπών αποστράγγισης).

5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Κίρδης Σ., Γκαργκούλα Χ., Φιλιπούσης Ν., Αργυριάδης Α., Κοντού Γ., Σταματιάδης Ν., Αδαμίδης Γ., 1986, Σηπλαιοκαταβόθρα Μανικίων, Ελληνική Σηπλαιολογική Εταιρία.

2. Κίρδης, Σ., 1996, Γεωμορφολογική έρευνα στην περιοχή Σέτας - Μανικίων (Κ. Εύβοια), Διπλωματική εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας.
3. Σεργουλόπουλος Γ., Οριστική Μελέτη Υδρευτικού Ταμιευτήρα Μανικίων - Σέτας, 1997, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ν. Ευβοίας.
4. Γεωλογική Υποστήριξη Ε.Π.Ε., 2000 - 2004 Τεχνικογεωλογικές Εκθέσεις κατασκευής φράγματος Σέτα - Μανίκια, Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας.
5. Ανάπλαση Ε.Ε., 2003, Μελέτη Νέας Σήραγγας Εκτροπής,, Σήραγγας & Φρέατος Υπερχειλιστή. Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, Γεν. Δ/ση Περιφέρειας, ΔΕΚΕ.
6. Παπασταμάτης Ζ., Ανάλυση ευστάθειας πρανών στο στόμιο εξόδου της σήραγγας εκτροπής και υπερχειλιστή του φράγματος Σέτα - Μανίκια Ν. Εύβρου, Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών "Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων", Ε.Μ.Π., Ιούνιος 2004.

Seta - Manikia Dam : Geological and geotechnical problems during the construction.

S. Foti

Dr Geologist, Civil. Eng.

N.I. Moutafis

Civil. Eng. B.Sc., M.Sc., Ph.D, Lecturer NTUA

G. Emmanouilides

Dr. Geologist.

Keywords: Dam, spillway, diversion tunnel, slope stability.

ABSTRACT: The Seta - Manikia rockfill dam is located in central Evia, at Amarinthos municipality. It is 60.0 m high and has inclined core. The bedrock of the dam area is schist formations of upper Paleozoic - middle Mesozoic. On the upper part of the right abutment and downstream of the dam karstic limestone (upper Triassic - Jurassic) appear. The main geological - geotechnical problems developed during the project construction, were related to: a) the quality of the schist formations on the right abutment of the dam and its consequence on dam construction and b) the stability conditions of the right abutment of the dam.