

Γεωτεχνικά Προβλήματα κατά την Κατασκευή του Χωμάτινου Φράγματος Δόξα Φενεού Κορινθίας.

Geotechnical Problems during the Construction of the Earthfill Doxa Feneos Dam in Korinthos Prefecture.

ΦΕΛΕΚΟΣ, Σ. Γ.
ΓΙΑΓΚΟΣ, Α. Ν.

Πολιτικός Μηχανικός, Γεωτεχνική Θεμελιώσεων Ε.Π.Ε.
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Γεωτεχνική Θεμελιώσεων Ε.Π.Ε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα γεωτεχνικά προβλήματα που προέκυψαν κατά την κατασκευή του φράγματος Δόξα Φενεού Κορινθίας. Το ως άνω φράγμα ύψους 56 m κατασκευάστηκε χωμάτινο, από υλικά που λήφθηκαν από την περιοχή του έργου. Μετά από συνοπτική περιγραφή του έργου και των βασικών ιδιοτήτων των υλικών κατασκευής, παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα γεωτεχνικά προβλήματα που προέκυψαν κατά την κατασκευή, τα οποία οφείλονται κυρίως στη φύση των γεωτεχνικών σχηματισμών επί των οποίων κατασκευάστηκε το φράγμα (φυλλίτες και χαλαζίτες), καθώς επίσης και οι μέθοδοι επίλυσής τους.

ABSTRACT : The geotechnical problems encountered during the construction of the Doxa Feneos dam at the Korinthos prefecture are presented. The aforementioned dam is 56 m tall and was constructed from soils taken from the surrounding area. Following a brief description of the project and the basic properties of the construction materials, the geotechnical problems encountered during construction are presented in detail. These problems are attributed to the nature of the geotechnical formations on which the dam was constructed (phyllites and quartzites). The methods employed to solve these problems are also presented.

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

1.1 Μορφολογικά και γεωλογικά στοιχεία

Η θέση του έργου βρίσκεται βόρεια του χωριού Καλύβια, στο Δήμο Φενεού νομού Κορινθίας, σε μικρή, πεδινή και με ήπιες κλίσεις προς Ανατολάς κοιλάδα, μεταξύ δυο αντρείσμων, εκ των οποίων το δεξιό (N) είναι απότομο, ενώ το αριστερό (B) ήπιας αρχικά κλίσης.

Τα αντρείσματα και το υπόβαθρο δομούνται από φυλλιτικό σχηματισμό σχεδόν κατακόρυφου (ή ελαφρά κεκλιμένου προς Νότο) προσανατολισμού. Στο δεξιό αντρείσμα, όπου η απότομη κλίση διευκολύνει την απόπλυση του υπολειμματικού εδάφους (residual soil), οι φυλλιτικές εμφανίσεις είναι ορατές στην επιφάνεια. Στο αριστερό αντρείσμα ο φυλλίτης καλύπτεται από

υπολειμματικό σχηματισμό ή προσχώσεις. Στον πόδα του αριστερού αντρείσματος και στο βόρειο τμήμα της τάφρου πυρήνα, ο φυλλίτης εμφανίζεται με γραφίτη.

Ο φυλλίτης είναι λεπτοστρωματώδης. Συχνά τα πάχη των στρώσεων είναι μόλις 1 cm και σπάνια ξεπερνούν τα 5-10 cm. Μεταξύ των στρώσεων διακρίνεται αποσπασμένο υλικό ή χαλαζίας, σπανιότερα δε ασβεστίτες από κυκλοφορία υδάτων. Χαρακτηριστικό του φυλλιτικού υποβάθρου είναι η πλήρης κατάκλαση του πετρώματος που συνεχίζεται σε μεγάλο βάθος.

Η χαμηλή ζώνη έδρασης του φράγματος διασχίζεται από "χαράδρα", πληρωμένη με χονδροκοκκώδεις προσχώσεις και φυλλιτικά κατακρημνίσματα. Η βαθιά γραμμή της χαράδρωσης φθάνει σε βάθος μέχρι και 30 m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

1.2 Γενική διάταξη έργου

Το έργο του φράγματος Δόξα Φενεού Κορινθίας περιλαμβάνει το ύψους 56 m χωμάτινο ανάχωμα του φράγματος, το σύστημα υδροληψίας και εκκενωτή πυθμένα, τον υπερχειλιστή και τη λεκάνη ηρεμίας. Κάτω από το ανάχωμα του φράγματος κατασκευάστηκε κουρτίνα τσιμεντενέσεων βάθους 20 m και τάπητας τσιμεντενέσεων βάθους 6 m και πλάτους 12 m.

Ανάντη του φράγματος κατασκευάστηκε το πρόφραγμα ύψους 26 m (από τη θεμελίωση), το οποίο ενσωματώνεται στο φράγμα.

Το σύστημα υδροληψίας - εκκενώσεως αποτελείται από το φρεάτιο υδροληψίας, χαλυβδοσωλήνα διαμέτρου 1.5 m και πάχους 8 mm εγκιβωτισμένο σε οπλισμένο σκυρόδεμα, τον οικίσκο δικλείδων - χειρισμών και τη λεκάνη ηρεμίας του εκκενωτή, η οποία συνδέεται με τη λεκάνη ηρεμίας του υπερχειλιστή. Ο αγωγός εκκενώσεως - υδροληψίας κατά την κατασκευή του έργου χρησιμοποιήθηκε για την εκτροπή των υδάτων του χειμάρρου.

Ο υπερχειλιστής του έργου είναι ανοικτός, από οπλισμένο σκυρόδεμα, έχει κατασκευαστεί στο δεξιό αντέρεισμα και καταλήγει στην επενδεδυμένη με λιθορριπή λεκάνη ηρεμίας.

Εντός του αναχώματος του φράγματος τοποθετήθηκαν όργανα παρακολούθησης της συμπεριφοράς του αναχώματος που περιλαμβάνουν συνδυασμένα όργανα μέτρησης καθιζήσεων και πλευρικών μετακινήσεων τύπου Idel, φρεάτια παρακολούθησης της στάθμης υπογείων υδάτων και πιεζόμετρα πορώδους κεφαλής. Τοποθετήθηκαν επίσης βάθρα τριγωνισμού εκτός του αναχώματος (τοπογραφικά σημεία αναφοράς) καθώς επίσης και επιφανειακά σημεία ελέγχου των μετακινήσεων του φράγματος, σε όλες τις θέσεις των οργάνων.

Τα στοιχεία του έργου δίδονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Η γενική διάταξη του έργου δίνεται στο Σχήμα 1.

1.3 Ανάχωμα Φράγματος

Το ανάχωμα του φράγματος έχει ύψος 56 m από τη θεμελίωση και είναι χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα. Θεμελιώνεται σε βάθος περίπου 15 m από την επιφάνεια του εδάφους εντός του μητρικού φυλλιτικού υποβάθρου. Η σχηματισθείσα "τάφρος πυρήνα" έχει πλάτος βάσης 22 m και κλίσεις πρανών εκσκαφής

ανάντη 1:2 και κατάντη 1:1.5 (ύψος:βάση). Η κλίση των πρανών του αναχώματος είναι στην ανάντη παρειά 1:3 και στην κατάντη 1:2.75 (ύψος:βάση). Η τυπική διατομή του αναχώματος φράγματος δίνεται στο Σχήμα 2.

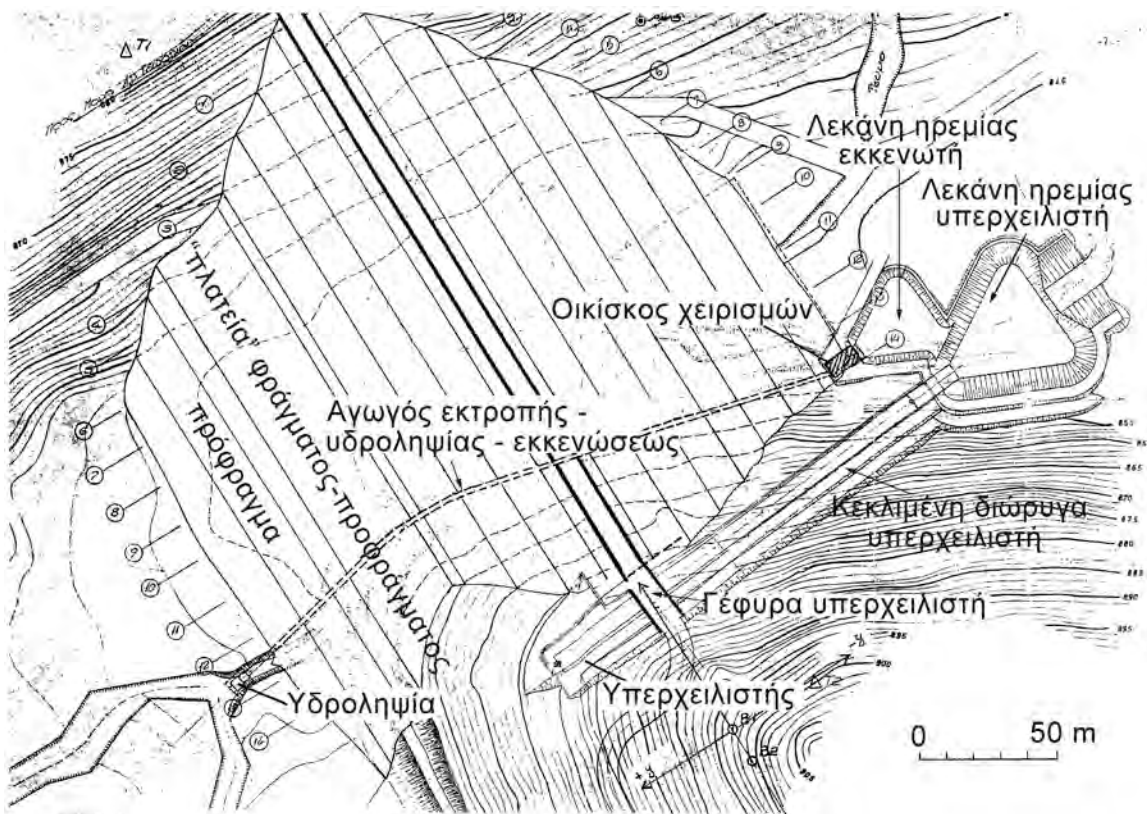
Πίνακας 1. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Έργου
Table 1. Technical Data of the Project

Ύψος αναχώματος φράγματος	
από τη θεμελίωση	56 m
από το φυσικό έδαφος	33 m
Μήκος στέψης αναχώματος	225 m
Πλάτος στέψης αναχώματος	8 m
Όγκος αναχώματος (m ³)	915,000
Χωρητικότητα ταμιευτήρα (m ³)	5,300,000
Νεκρός όγκος ταμιευτήρα (m ³)	121,000
Στάθμη στέψης φράγματος	+877.0
Στάθμες ύδατος	
Κατώτατη, λειτουργίας	+851.5
Ανώτατη, λειτουργίας	+873.6
Ανώτατη, πλημμύρας	+874.4
Επιφάνεια ύδατος στην Ανώτατη	
Στάθμη Λειτουργίας (στρέμματα)	509
Συνολ. όγκος σκυροδέματος (m ³)	7,000
Όγκος σκυροδ. υπερχειλιστή (m ³)	3,800

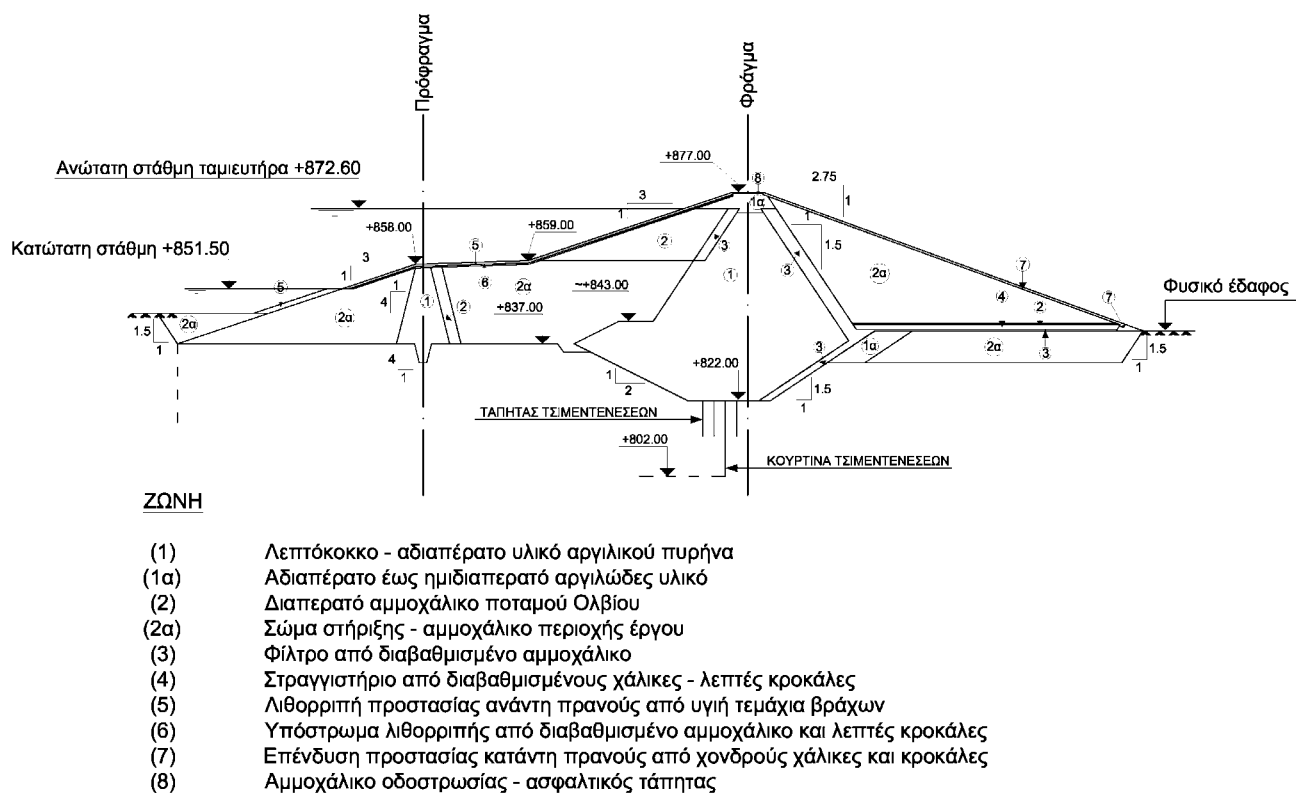
Ο αργιλικός πυρήνας (ζώνη 1) κατασκευάστηκε από αδιαπέρατα λεπτόκοκκα υλικά, που λήφθηκαν από δανειοθαλάμους στην περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης.

Εντός του αναχώματος και με σκοπό τον έλεγχο της στράγγισης των υδάτων έχουν κατασκευασθεί η ζώνη φίλτρου (ζώνη 3) και το στραγγιστήριο (ζώνη 4). Η ζώνη φίλτρου κατασκευάστηκε από διαβαθμισμένο αμμοχάλικο ποταμού και το στραγγιστήριο από διαβαθμισμένο υλικό ποταμού, που περιλαμβάνει χαλίκια και λεπτές κροκάλες. Τα υλικά των ζωνών φίλτρου και στραγγιστηρίου λήφθηκαν με δανειοληψίες από τον ποταμό Όλβιο και παρασκευάστηκαν με κοσκίνισμα.

Ανάντη του αργιλικού πυρήνα και μετά το φίλτρο, από το υψόμετρο +859.00 και πάνω, κατασκευάστηκε η ζώνη 2 από καθαρό αμμοχάλικο του ποταμού Όλβιου. Κατά τη μελέτη του έργου, το ανάχωμα του φράγματος προβλεπόταν ως ομοιογενούς διατομής, διαχωριζόμενο σε δύο επιμέρους ζώνες: την κεντρική ζώνη 1 (αργιλικός πυρήνας) και τις ανάντη και κατάντη ζώνες 1α (αργιλικό σώμα στήριξης). Κατά την κατασκευή του έργου διαπιστώθηκε ότι υπήρχε σε επάρκεια κοκκώδες υλικό με μικρή περιεκτικότητα λεπτοκόκκων, αδρομερέστερο του υλικού που προδιαγραφόταν για τη ζώνη 1α.



Σχήμα 1. Γενική Διάταξη Έργου
Figure 1. General Layout of the Project.



Σχήμα 2. Τυπική Διατομή Φράγματος Δόξα Φενεού
Figure 2. Typical Cross-Section of the Doxa Feneos Dam.

Το υλικό αυτό προέρχεται από δανειοθάλαμο στην περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης και σε μικρότερη ποσότητα από τις εκσκαφές του υπερχειλιστή. Λόγω της κοκκώδους φύσης του, το υλικό αυτό είναι ευνοϊκότερο ως υλικό σώματος στήριξης του φράγματος και χρησιμοποιήθηκε κατά την κατασκευή του ημιδιαπερατού σώματος στήριξης του φράγματος, χαρακτηριζόμενο ως υλικό ζώνης 2α. Ανάντη του φράγματος κατασκευάστηκε το πρόφραγμα ύψους 26 m (από τη θεμελίωση), το οποίο ενσωματώθηκε στο φράγμα. Στην συναρμογή του φράγματος με το πρόφραγμα διαμορφώνεται "πλατεία" πλάτους 30 m με υψομετρική διαφορά 1 m μεταξύ του ανάντη και του κατόντη τμήματος αυτής. Το πρόφραγμα δηλαδή λειτουργεί ως αντίβαρο, βελτιώνοντας την ανάντη ευστάθεια του αναχώματος. Το ανάχωμα του προφράγματος αποτελείται από τον κεντρικό αργιλικό πυρήνα (ζώνη 1), το φίλτρο και τα ημιδιαπερατά ως ανωτέρω σώματα στήριξης (ζώνη 2α).

Το ανάντη πρανές του αναχώματος προστατεύεται από τη δράση των κυματισμών του ταμιευτήρα με τη λιθορριπή προστασίας ανάντη πρανούς (ζώνη 5), η οποία εδράζεται σε διαβαθμισμένο υλικό που περιλαμβάνει αμμοχάλικο και λεπτές κροκάλες (ζώνη 6). Το κατόντη πρανές του αναχώματος προστατεύεται από τη διάβρωση των βροχοπτώσεων με στρώση από κροκάλες (ζώνη 7). Στη στέψη του αναχώματος κατασκευάστηκε ασφαλικός τάπητας επί αμμοχάλικου οδοστρώσις (ζώνη 8).

Ο όγκος του συμπυκνωμένου αναχώματος είναι ίσος με $915,000 \text{ m}^3$.

2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

2.1 Προβλήματα κατά τη θεμελίωση του αναχώματος

Η θεμελίωση της τάφρου πυρήνα κατά το μεγαλύτερο μέρος της επιφανείας της έγινε επί του φυλλιτικού υποβάθρου, το οποίο πολλές φορές εμφανίζεται υπό μορφή φυλλιτικών τριμμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια, ώστε η επιφάνεια θεμελίωσης να είναι καθαρή και στεγνή.

Κατά τη διάρκεια των εκσκαφών διαπιστώθηκε η εμφάνιση φακών μαλακής αμμοχαλικώδους αργιλοίλου σε διάφορες θέσεις της προβλεπόμενης από τη μελέτη επιφανείας έδρασης του φράγματος. Οι φακοί

αυτοί, πάχους περί το 1 m, έφθαναν σε βάθος 3-4 m κάτω από την προβλεπόμενη στάθμη θεμελίωσης. Σε όλες τις περιπτώσεις οι φακοί αυτοί αφαιρέθηκαν, εκτός από μια θέση, όπου κατά τις συμπληρωματικές εκσκαφές δεν βρέθηκε με το βάθος υγιέστερος σχηματισμός και ο όνυχας πλάτους 2 m που δημιουργήθηκε στον πυθμένα της εκσκαφής πληρώθηκε με σκυρόδεμα.

Κατά την εκσκαφή της τάφρου πυρήνα παρατηρήθηκε έντονος αρτεσιανισμός και εμφανίστηκε πλήθος πηγών. Κάθε απόπειρα σφράγισης της εμφανιζόμενης πηγής κατέληγε σε αποτυχία, γιατί τα ύδατα ανέβλυζαν σε κάποια διπλανή θέση. Οι πηγές που εμφανίστηκαν στον πυθμένα της τάφρου πυρήνα υδρομαστεύθηκαν με σωλήνες σπιράλ διαμέτρων 1 1/2" και 2". Σε κάθε πηγή αντιστοιχεί σωλήνας ανοικτός και από τα δύο άκρα με σκοπό την μετέπειτα έμφραξή του με πυκνό υλικό τσιμεντενέματος. Οι πηγές σφραγίστηκαν με σκυρόδεμα, έτσι ώστε τα υπόγεια ύδατα αυτών να οδηγούνται στα επενδεδυμένα με τσιμεντοσωλήνες φρέατα και στη συνέχεια με άντληση να απομακρύνονται εκτός της τάφρου πυρήνα. Τα φρέατα ανέβαιναν τηλεσκοπικά με το φράγμα. Το δίκτυο υδρομαστεύσεως με τις θέσεις των σωλήνων και σωληνίσκων αποτυπώθηκε τοπογραφικά. Γενική άποψη και λεπτομέρεια του δικτύου υδρομαστεύσεων δίνονται στις Φωτογραφίες 1 και 2.

Η ως άνω μέθοδος υδρομάστευσης των πηγών υπήρξε γενικά επιτυχής, εκτός από τις περιπτώσεις τριών θέσεων στο ανάντη τμήμα της τάφρου πυρήνα. Στις θέσεις αυτές, μετά την κατασκευή περίπου ενός μέτρου αναχώματος, εμφανίστηκαν ύδατα στην επιφάνεια. Τα ύδατα προέρχονταν είτε από πηγές που δημιουργήθηκαν σε παράπλευρες θέσεις μετά την απόφραξη των αρχικών τους εμφανίσεων, είτε από διαρροές κάτω ή πλευρικά του προφράγματος. Στις θέσεις αυτές διενεργήθηκε τοπικά εκσκαφή και αφαίρεση του υλικού του αναχώματος μέχρι τον πυθμένα, υδρομάστευση της πηγής και στη συνέχεια επανεπίχωση. Η επανεπίχωση έγινε κατά στρώσεις και το υλικό κάθε στρώσης συμπυκνώθηκε με χειροκίνητο δονητικό μηχάνημα.

Κατά την απόπειρα εκσκαφής ενός φακού καστανοκίτρινης αμμοχαλικώδους αργιλοίλου στον πυθμένα προς το ανάντη τμήμα της τάφρου και προς το αριστερό αντέρεισμα, ο κάδος του εκσκαφέα "έσπασε" το λάστιχο της υδρομάστευσης παρακείμενης πηγής με



Φωτογραφία 1. Εργασίες Υδρομαστεύσεων
 Photograph 1. Ground Water Seep Collection and Removal Works.



Φωτογραφία 2. Εργασίες Υδρομαστεύσεων (Λεπτομέρεια)
 Photograph 2. Ground Water Seep Collection and Removal Works (Detail).

αποτέλεσμα την εμφάνιση αρκετά μεγάλης ποσότητας υδάτων στον πυθμένα της τάφρου πυρήνα. Για την απομάκρυνση των υδάτων αυτών από το ήδη διαστρωμένο ανάχωμα έγινε "μάτιση" του σπασμένου σωλήνα και χρησιμοποιήθηκε υλικό στραγγιστηρίου για την θεμελίωση του υλικού του πυρήνα σε στεγνή επιφάνεια. Για την απομάκρυνση των επιφανειακών υδάτων, τα οποία από τα αντερείσματα εισέρρεαν στην τάφρο στο ανάντη τμήμα αυτής, τοποθετήθηκε μέσα σε αυλάκι διάτρητος τσιμεντοσωλήνας, ο οποίος επενδύθηκε με διαπερατό γεωύφασμα, με σκοπό την στράγγιση των υδάτων στον σωλήνα διαμέσου του γεωυφάσματος και την απομάκρυνσή τους στο φρεάτιο. Η διαδικασία αυτή δεν στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία, λόγω έμφραξης του γεωυφάσματος από το αργιλικό υλικό του πυρήνα. Για την στράγγιση των υδάτων σε άλλες θέσεις χρησιμοποιήθηκε τοπικά υλικό στραγγιστηρίου και σε άλλες δημιουργήθηκε μικρό αυλάκι με το υλικό του πυρήνα και τα ύδατα οδηγήθηκαν επιφανειακά στο φρεάτιο.

Μετά την κατασκευή της τάφρου πυρήνα, οι σωλήνες σπирάλ σφραγίστηκαν με πυκνό τσιμεντένεμα. Το τσιμεντένεμα εισπιεζόταν από τη μία άκρη του σωλήνα και εξερχόταν από τη άλλη. Τα ανάντη φρέατα σφραγίστηκαν με σκυρόδεμα και τα κατόντη με αμμοχάλικο για λόγους αποστράγγισης.

Προβλήματα εξαιτίας της κυκλοφορίας των επιφανειακών υδάτων, τα οποία προέρχονταν από πηγές, προέκυψαν και κατά την θεμελίωση του αναχώματος στο αριστερό αντέρεισμα, όπου η χρησιμοποίηση υλικού στραγγιστηρίου σε ζώνη παράλληλη με τις ροηφόρες γραμμές είναι απαγορευτική. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, διαστρώθηκε στρώση αργιλικού υλικού στο αντέρεισμα και σε ζώνη περί τα 2 - 2.5 m. Στο άκρο της στρώσης και επί του αντερείσματος δημιουργήθηκε αυλάκι για την επιφανειακή απορροή των υδάτων εκτός του αναχώματος. Στη συνέχεια ακολούθησε καθαρισμός -κατά το δυνατόν- από τη λάσπη που έχει μαζευτεί εξαιτίας των υδάτων και διάστρωση και συμπίκνωση των αργιλικών στρώσεων.

Σημαντικά προβλήματα θεμελίωσης παρουσιάστηκαν στο βόρειο τμήμα της τάφρου πυρήνα και στην περιοχή του αριστερού αντερείσματος, όπου εμφανιζόταν γραφικός φυλλίτης, ο οποίος σε πολύ σύντομο διάστημα μετά την εκσκαφή υφίστατο χαλάρωση και σχεδόν πλήρη αποσάθρωση. Το φαινόμενο αυτό αντιμετωπίστηκε με τη σταδιακή εκσκαφή

του τελευταίου τμήματος, πάχους περί το 1.0 m, και τον άμεσο καθαρισμό του και εν συνεχεία τη θεμελίωση του υλικού πυρήνα, πριν τη χαλάρωση και αποσάθρωση του φυλλίτη.

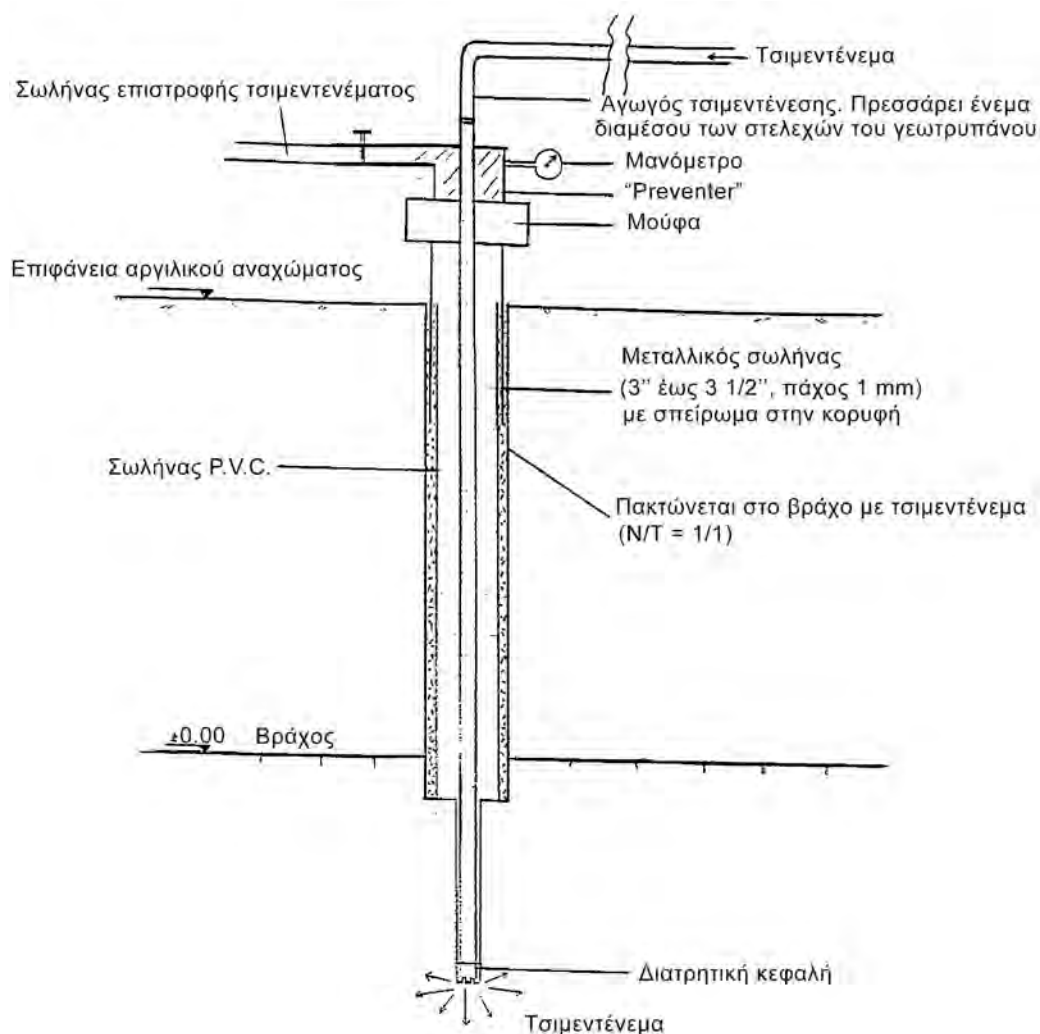
2.2 Προβλήματα κατά τις τσιμεντενέσεις κουρτίνας

Η κουρτίνα τσιμεντενέσεων κατασκευάστηκε σε όλο το μήκος του φράγματος με περιστροφικές γεωτρήσεις διαμέτρου 76 mm. Η κατασκευή έγινε με τη μέθοδο του υποδιπλασιασμού (κατασκευή πρωτευουσών τσιμεντενέσεων ανά 12 m και πύκνωση της κουρτίνας με κατασκευή δευτερευουσών, τριτευουσών κλπ). Οι πρωτεύουσες και οι δευτερεύουσες οπές έφτασαν μέχρι βάθους 20 m από την επιφάνεια έδρασης του αναχώματος. Οι τριτεύουσες οπές κατασκευάστηκαν σε περιοχές όπου παρατηρήθηκαν σημαντικές απορροφήσεις καθώς επίσης και σε θέσεις όπου κατά την εκτέλεση των πρωτευουσών και δευτερευουσών τσιμεντενέσεων δεν είχαν εφαρμοστεί μεγάλες πιέσεις. Το βάθος των τριτευουσών οπών κυμαίνεται μεταξύ 15-20 m, ανάλογα με την περιοχή και την απορρόφηση.

Στις περιοχές που εμφανίστηκαν πολύ μεγάλες απορροφήσεις, η κουρτίνα πύκνωσε περισσότερο με την κατασκευή τεταρτευουσών και πεμπτευουσών τσιμεντενέσεων καθώς επίσης και με την κατασκευή κεκλιμένων τσιμεντενέσεων ανά 2-3 m.

Κατά την έναρξη των τσιμεντενέσεων εμφανίστηκαν τεχνικές δυσκολίες, όπως κατακρήμνιση ή διόγκωση των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων από φαινόμενα υδροδιάρρηξης (slaking) του πετρώματος και αδυναμία εφαρμογής του παρεμβύσματος (racker) στα τοιχώματα της γεώτρησης, με αποτέλεσμα τη διαρροή του τσιμεντενέματος και την εμφάνιση αυτού στην επιφάνεια δίπλα από την οπή κλπ. Οι δυσκολίες αυτές αντιμετωπίστηκαν με εφαρμογή της μεθόδου τσιμεντενέσεων σε κατιόντα στάδια άνευ παρεμβύσματος με επιστροφή του τσιμεντενέματος (circuit grouting downstage method). Αναλυτικά η ως άνω μέθοδος περιγράφεται στο Ewert (1985). Σχηματική τομή οπής τσιμεντένεσης κατά την μέθοδο κατιόντων σταδίων άνευ παρεμβύσματος με επιστροφή τσιμεντενέματος δίνεται στο Σχήμα 3.

Για την επιτυχήστερη εφαρμογή της μεθόδου και την εφαρμογή μεγαλύτερων



Σχήμα 3. Σχηματική Τομή Οπής Τσιμεντένεσης κατά τη Μέθοδο Κατιόντων Σταδίων Άνευ Παρεμβύσματος, με Επιστροφή Τσιμεντενέματος

Figure 3. Schematic Cross-Section of Grouting Borehole during Application of the Circuit Grouting without Packer Method.

πιέσεων, οι τσιμεντενέσεις αυτές εκτελέσθηκαν μετά την κατασκευή τμήματος του αργιλικού πυρήνα, ύψους 5-10 m, με σκοπό την αύξηση της πίεσης των υπερκειμένων γαιών και ως εκ τούτου την εξασφάλιση δυνατότητας εφαρμογής μεγαλύτερων πιέσεων κατά την τσιμεντένεση.

Κατά την μέθοδο αυτή τα αρχικά στάδια προετοιμασίας της τσιμεντένεσης είναι: (α) προσεκτική διάτρηση του κατασκευασθέντος αργιλικού αναχώματος εν ξηρώ, έτσι ώστε να μην διαταραχθούν οι αργιλικές στρώσεις του κατασκευασθέντος τμήματος του αναχώματος, (β) τοποθέτηση σωλήνα PVC, ο οποίος εισχωρεί μέσα στον βράχο, (γ) έκχυση πυκνού τσιμεντενέματος μεταξύ σωλήνα PVC και οπής με ελεύθερη ροή μέσα από σωληνίσκο και πάκτωση του σωλήνα PVC εντός του βράχου, (δ) τοποθέτηση ειδικού μεταλλικού τεμαχίου με

στροφίγγα (preventer) στην κεφαλή της οπής και πάκτωση αυτού με τσιμεντένεμα, έτσι ώστε να επιτρέπεται, μετά το άνοιγμα της στροφίγγας, η έξοδος (επιστροφή) των προϊόντων της διάτρησης, ενώ κατά την εφαρμογή του τσιμεντενέματος και μετά το κλείσιμο της στροφίγγας εμποδίζεται η έξοδος του τσιμεντενέματος. Στη συνέχεια, μετά την σταθεροποίηση του σωλήνα PVC, εκτελείται η τσιμεντένεση κατά στάδια.

Το κυριότερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η οπή σε όλη τη διάρκεια της διάτρησης και της τσιμεντένεσης ευρίσκεται υπό πίεση ύδατος ή τσιμεντενέματος και ως εκ τούτου η οπή παραμένει ευσταθής και δεν συμβαίνουν ανεπιθύμητες καταπτώσεις λίθων που προκαλούν έμφραξη της οπής. Επίσης, δεν απαιτείται η εφαρμογή ελαστικού παρεμβύσματος (packer), το οποίο δεν

"πιάνει" σε χαλαρά τοιχώματα οπής, αποσαθρωμένο βράχο κλπ.

Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η μη δυνατότητα εφαρμογής μεγάλων πιέσεων, γιατί η οπή της τσιμεντένεσης βρίσκεται σε όλο το βάθος της υπό την ίδια πίεση. Για αντιστάθμιση του μειονεκτήματος αυτού, γίνεται πύκνωση της κουρτίνας τσιμεντένεσεων με την εκτέλεση και τριτευσών τσιμεντένεσεων, ακόμη και αν αυτό δεν δικαιολογείται από τις απορροφήσεις τσιμεντένεματος.

Η μέθοδος εφαρμόστηκε στις περιπτώσεις όπου οι κλασσικές μέθοδοι τσιμεντένεσεων κατά στάδια με εφαρμογή packer είχαν αποτύχει.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την κατασκευή του χωμάτινου φράγματος Δόξα Φενεού Κορινθίας, τα κυριότερα προβλήματα που συναντήθηκαν εντοπίστηκαν στη θεμελίωση του αργιλικού πυρήνα και στην εκτέλεση των τσιμεντένεσεων κουρτίνας. Τα προβλήματα αυτά οφείλονταν στη φύση του φυλλιτικού σχηματισμού επί του οποίου θεμελιώθηκε το φράγμα και εντοπίστηκαν κυρίως στη χαλάρωση και αποσάθρωση του σχηματισμού αμέσως μετά την εκσκαφή ή τη διάτρησή του καθώς επίσης και στην εμφάνιση πηγών και στην συνεχή κυκλοφορία υδάτων.

Τα προβλήματα αυτά επιλύθηκαν επιτυχώς με κατάλληλη υδρομάστευση των πηγών και απομάκρυνση των υδάτων, σταδιακή εκσκαφή κατά το τελικό στάδιο και άμεση θεμελίωση καθώς επίσης και με την εφαρμογή κατάλληλης μεθόδου τσιμεντένεσεων.

Το έργο κατασκευάστηκε από τον Αύγουστο 1993 έως και τον Αύγουστο 1996 (συνολικός χρόνος κατασκευής 3 έτη). Μέχρι σήμερα δεν έχουν εμφανιστεί κανενός είδους αστοχίες, διαρροές υδάτων κλπ.

4. ΦΟΡΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Μελετητής του έργου ήταν το γραφείο «Εξάρχου και Νικολόπουλος Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε.». Διευθύνουσα Υπηρεσία του έργου ήταν η «Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Κορινθίας» και Προϊσταμένη Αρχή το «Υπουργείο Γεωργίας / Διεύθυνση Τεχνικών Μελετών και Κατασκευών». Ανάδοχος του έργου ήταν η κατασκευάστρια εταιρεία, «Ιόνιος Α.Ε.». Τεχνικός Σύμβουλος του Αναδόχου ήταν ο

αείμνηστος Χαράλαμπος Γκρίτζος. Καθήκοντα Υδραυλικού Συμβούλου για τον Κύριο του έργου είχε η εταιρεία «Εξάρχου -Νικολόπουλος - Μπενσασσών Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε.». Καθήκοντα ποιοτικού ελέγχου - Γεωτεχνικού Συμβούλου του Κυρίου του έργου είχε η εταιρεία «Γεωτεχνική Θεμελιώσεων Ε.Π.Ε.».

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

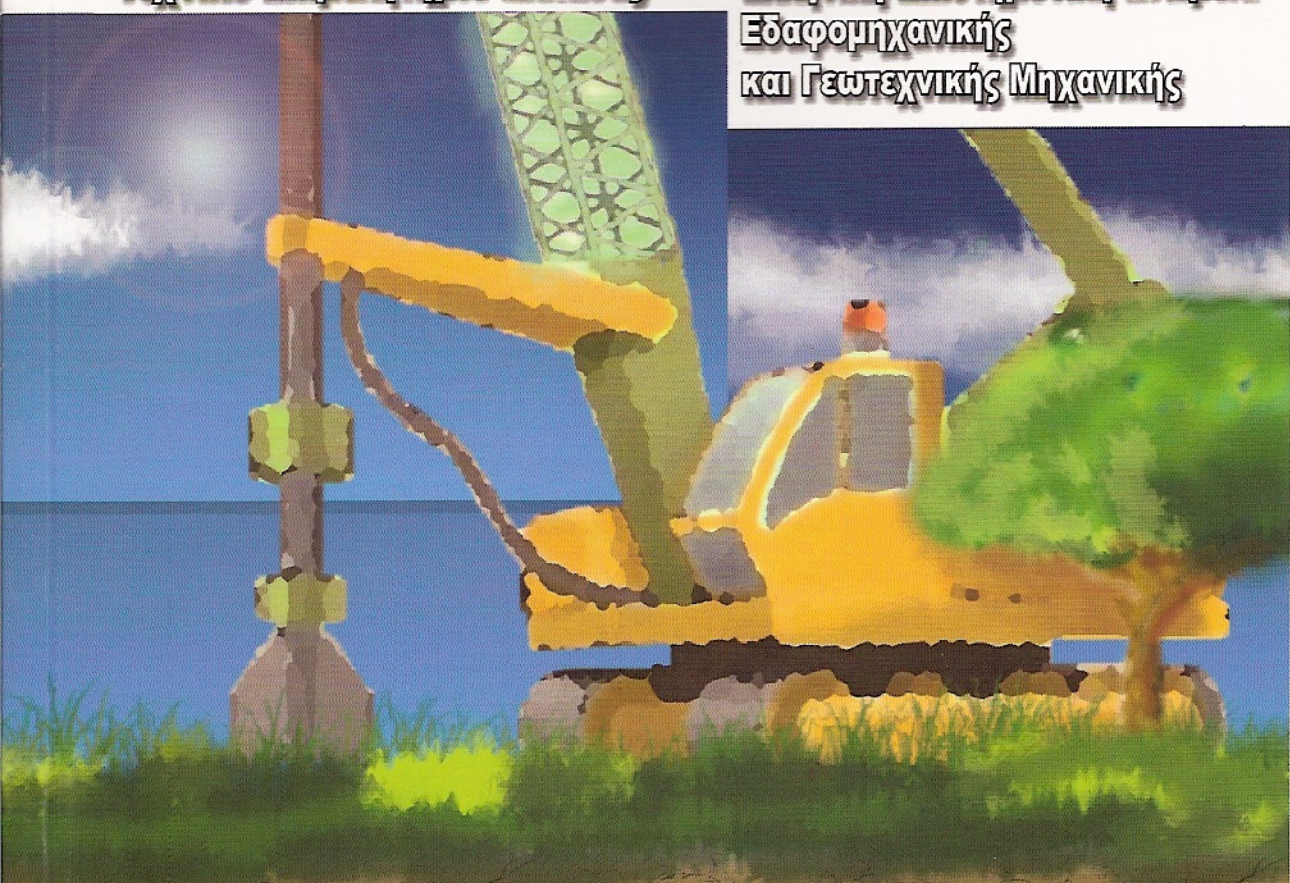
Ewert, F. K. (1985), "Rock grouting with emphasis on Dam Sites", Springer-Verlag, pp. 329-337.

ΤΕΕ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

ΕΕΕΕΕΓΜ

Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία
Εδαφομηχανικής
και Γεωτεχνικής Μηχανικής



ΠΡΑΚΤΙΚΑ
PROCEEDINGS

6^{ου}

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ
& ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

6th HELLENIC CONFERENCE ON GEOTECHNICAL
AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING

29/9 - 1/10

2 0 1 0

ΒΟΛΟΣ

3

TOMOΣ / VOLUME

σελ. 593-600