

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1 Ανάθεση – Ιστορικό	4
1.2 Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν	5
2. ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ – ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ – ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ	7
2.1 Γενικά.....	7
2.2 Γεωλογικές συνθήκες λεκάνης απορροής	9
2.3 Γεωλογικές συνθήκες λεκάνης κατάκλυσης.....	10
2.3.1 Μορφολογία	10
2.3.2 Λιθοστρωματογραφία, γεωλογική και τεκτονική δομή	10
2.3.3 Συνθήκες ευστάθειας των αντερεισμάτων	11
2.3.4 Συνθήκες στεγανότητας.....	11
2.3.5 Σεισμικότητα	11
2.4 Στερεοπαροχές.....	12
2.5 Συμπεράσματα	12
3. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΥΔΑΤΟΣ – ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	13
3.1 Γενικά.....	13
3.2 Εισροές	14
3.3 Υδατικές ανάγκες άρδευσης	15
3.4 Οικολογική παροχή	15
3.5 Στερεοπαροχές και νεκρός όγκος ταμιευτήρα	16
3.6 Απώλειες	16
3.7 Συμπεράσματα	16
4. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	20
5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	23
5.1 Μορφολογία – Γεωμορφολογία	23
5.2 Γεωλογική δομή και χαρακτηριστικά σχηματισμών	23
5.3 Σεισμική επικινδυνότητα.....	27
5.4 Συνθήκες ευστάθειας	27
5.5 Συνθήκες στεγανότητας	27
6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	28
7. ΦΡΑΓΜΑ.....	32
7.1 Τύπος φράγματος	32
7.2 Άξονας φράγματος.....	32
7.3 Θεμελίωση φράγματος.....	32

7.4 Στέψη φράγματος	33
7.4.1 Στάθμη τεχνητής λίμνης	33
7.4.2 Υπερύψωση στέψης φράγματος	34
7.4.3 Διαμόρφωση και πλάτος στέψης	34
7.5 Σώμα φράγματος	34
7.6 Ευστάθεια αναχώματος	37
7.7 Σεισμική Ευστάθεια Αναχώματος – Δυναμική Ανάλυση	37
8. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ	39
8.1 Παροχές	39
8.2 Θέση των έργων	39
8.3 Θεμελίωση των έργων - Αποστράγγιση.....	40
8.4 Περιγραφή των έργων	40
8.4.1 Προσαγωγή υδάτων στον υπερχειλιστή.....	40
8.4.2 Διώρυγα φυγής.....	41
8.4.3 Λεκάνη ηρεμίας	42
8.5 Υλικά κατασκευής των έργων	43
9. ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ	46
9.1 Γενικά.....	46
9.2 Πρόφραγμα.....	46
9.3 Αγωγός εκτροπής	47
10. ΕΡΓΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	49
10.1 Γενική Περιγραφή Έργων	49
10.2 Κτίριο Δικλείδων.....	50
10.3 Έργο εξόδου αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας	51
11. ΟΡΓΑΝΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	53
12. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ – ΟΔΟΠΟΙΑ	54
12.1 Ζώνες κατάληψης των έργων.....	54
12.2 Οδοποιία	54
12.3 Προτεινόμενα καθήκοντα Τεχνικού Συμβούλου.....	56
13. ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ.....	57
13.1 Γενικά.....	57
13.2 Περιγραφή των έργων υδροληψίας - προσαγωγής.....	57
13.3 Στοιχεία Υδραυλικής Επίλυσης.....	58
14. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑ	59
14.1 Γενικά.....	59

14.2 Ηλεκτροφωτισμός οδού.....	59
14.3 Εγκατάσταση φωτισμού και ρευματοδοτών	59
14.4 Γειώσεις – Εγκατάσταση Αλεξικέραυνου	60
14.5 Μέτρα Πυροπροστασίας στο Κτίριο Δικλείδων	60
14.6 Σύστημα Αυτοματισμού.....	61
15. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ανάθεση – Ιστορικό

Στις 4 Αυγούστου του έτους 2009 υπεγράφη μεταξύ της Διεύθυνσης Τεχνικών Μελετών και Κατασκευών (Τμήμα Α΄) του Διοικητικού Τομέα Κοινοτικών Πόρων και Υποδομών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και της σύμπραξης “Β. ΜΑΛΙΩΚΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Π.Ε. – Σ. ΛΙΑΡΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. με δ.τ. ΗΛΙΔΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε. – GUD GEOTECHNIK UND DYNAMIK GmbH – ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΑΝΔΡΟΚΛΗΣ” ιδιωτικό συμφωνητικό ανάθεσης εκπόνησης της μελέτης με τίτλο: *Μελέτη Ταμιευτήρα του Ν.Λάρισας στη θέση: Δίλοφος «Κακλιτζόρεμα»*.

Το αντικείμενο της μελέτης περιλαμβάνει τη σύνταξη του συνόλου των απαιτούμενων μελετών και των τευχών δημοπράτησης για την κατασκευή φράγματος επί του παραποτάμου Κακλιτζόρεμα του ποταμού Ενιπέα στο Νομό Λάρισας. Η περιοχή μελέτης εντοπίζεται περίπου 2,0km δυτικά του Δημοτικού Διαμερίσματος Διλόφου του Δήμου Ναρθακίου στο Ν. Λάρισας.

Η προμελέτη των έργων (υδραυλική και ηλεκτρομηχανολογική) εγκρίθηκε με την υπ’αριθμ. 2179/62799/24-05-2013 Απόφαση του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Με την υπ’αριθμ. 4395/132091/30-10-2013 Απόφαση του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων δόθηκε εντολή για την έναρξη εκπόνηση της Οριστικής Μελέτης των έργων.

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση συντάχθηκε στα πλαίσια της Οριστικής μελέτης του Φράγματος για τη δημιουργία ταμιευτήρα στη θέση Δίλοφος – Κακλιτζόρεμα και αποτελεί τμήμα αυτής. Ειδικότερα αναφέρεται ότι στα παραδοτέα της μελέτης περιλαμβάνονται:

- ✓ Τεχνική Έκθεση
- ✓ Υδραυλικοί Υπολογισμοί
- ✓ Σχέδια
- ✓ Προμετρήσεις
- ✓ Προϋπολογισμός Δαπάνης Κατασκευής

Επιπλέον, για τις ανάγκες ειδικών θεμάτων του σχεδιασμού (π.χ.: τιμμεντενέσεις, υπολογισμός γραμμής διήθησης, ευστάθεια αναχώματος, κλπ) συντάχθηκε από τη γεωτεχνική ομάδα μελέτης «Συμπληρωματικό Τεύχος Γεωτεχνικών Στοιχείων», το οποίο βασίζεται στα στοιχεία των ήδη υποβληθέντων γεωτεχνικών μελετών. Το εν λόγω Τεύχος υποβάλλεται, επίσης, στα πλαίσια της Οριστικής Μελέτης.

1.2 Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνταξη της παρούσας μελέτης περιλαμβάνουν τις ακόλουθες μελέτες, εργασίες και έρευνες που έχουν υποβληθεί στην Υπηρεσία από τα γραφεία μελετών της σύμπραξης, ήτοι:

- ✓ Εισηγητική Έκθεση (Σεπτέμβριος 2010)
- ✓ Υδρολογική Μελέτη (Φεβρουάριος 2010)
- ✓ Μελέτη Σχεδίου Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Λεκάνης Απορροής Κακλιτζορέματος (Φεβρουάριος 2010)
- ✓ Μελέτη Τοπογραφίας (Μάρτιος 2010)
- ✓ Γεωλογική Μελέτη Α΄ Φάσης (Ιανουάριος 2010)
- ✓ Μελέτη Σεισμικότητας (Ιανουάριος 2010)
- ✓ Γεωτεχνική έρευνα και Αξιολόγηση Γεωτεχνικών Συνθηκών - Α΄ Φάση – Περιοχή Άξονα Φράγματος (Μάιος 2010)
- ✓ Γεωτεχνική έρευνα και Αξιολόγηση Γεωτεχνικών Συνθηκών - Α΄ Φάση – Θέσεις Δανειοθαλάμων (Μάιος 2010)
- ✓ Γεωτεχνική έρευνα και Αξιολόγηση Γεωτεχνικών Συνθηκών - Β΄ Φάση – (Σεπτέμβριος 2012)
- ✓ Αξιολόγηση γεωτεχνικών συνθηκών περιοχής φράγματος και υπερχειλιστή (Σεπτέμβριος 2012)
- ✓ Έκθεση Κοινής Γεωλογικής και Γεωτεχνικής Αξιολόγησης (Δεκέμβριος 2012)

Σημειώνεται ότι για το εν λόγω έργο έχει εκδοθεί και βρίσκεται σε ισχύ η υπ'αριθμ. οικ.172165/2-12-2013 Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων για το έργο: «Ταμιευτήρας Ν. Λάρισας στη θέση Δίλοφος "Κακλιτζόρεμα"».

Οι γεωτεχνικές συνθήκες στην περιοχή κατασκευής του φράγματος και του υπερχειλιστή διερευνήθηκαν, κατόπιν εντολής της Επιβλέπουσας Αρχής, σε δύο (2) φάσεις. Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα την περίοδο εκτέλεσης της Α΄ Φάσης, στην περιοχή κάλυψης του φράγματος του ταμιευτήρα εκτελέσθηκαν τέσσερις (4) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, η γεώτρηση ΓΦ-1 (20.0 m) στην περιοχή του προφράγματος, οι γεωτρήσεις ΓΦ-2 και ΓΦ-3 (40.0 m) κατά μήκος του άξονα του φράγματος στο ανατολικό και δυτικό αντέρεισμα αντίστοιχα και η γεώτρηση ΓΦ-4 (25.0 m) κατόντη του άξονα του φράγματος στο ανατολικό αντέρεισμα.

Για την εύρεση των κατάλληλων αδιαπέρατων υλικών για την κατασκευή του φράγματος πραγματοποιήθηκε έρευνα στην περιοχή κατασκευής των έργων. Συγκεκριμένα,

πραγματοποιήθηκε η διάνοιξη δεκατεσσάρων (14) φρεάτων ερευνητικού χαρακτήρα, κυμαινόμενου βάθους.

Επιπλέον στο πλαίσιο διερεύνησης κατάλληλων υλικών εκτελέσθηκε ερευνητικό φρέαρ μετά δειγματοληψίας με σήμανση Φ-11 στο δυτικό αντέρεισμα πλησίον της θέσης κατασκευής του υπερχειλιστή.

Βάσει των αποτελεσμάτων της Α' Φάσης Γεωτεχνικών ερευνών, της Α' Φάσης της Γεωλογικής Μελέτης και της Μελέτης Σεισμικότητας, πραγματοποιήθηκε ελαφρά μετατόπιση του περιγράμματος (και συνεπώς του άξονα του φράγματος) προς τα ανάντη.

Στο πλαίσιο περαιτέρω διερεύνησης των γεωτεχνικών συνθηκών και αποσαφήνισης κρίσιμων παραμέτρων για το σχεδιασμό του φράγματος πραγματοποιήθηκε συμπληρωματική Γεωτεχνική έρευνα η οποία περιλαμβάνει την εκτέλεση τεσσάρων (4) δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή του νέου άξονα του φράγματος με σήμανση ΓΦ-5 έως και ΓΦ-8 (40.0 m), εκ των οποίων η ΓΦ-7 καλύπτει και τη θέση του υπερχειλιστή. Επιπλέον, στο Δυτικό αντέρεισμα εκτελέσθηκαν τέσσερα (4) ερευνητικά φρέατα χωρίς δειγματοληψία με σήμανση ΦΡ-1 έως και ΦΡ-4 για τη διερεύνηση του πάχους των εδαφικών στρώσεων στην περιοχή αυτή, όπως και δύο (2) ερευνητικών φρεάτων με σήμανση ΦΥ-1 και ΦΥ-2 κατά μήκος του άξονα ανάπτυξης του υπερχειλιστή. Τέλος, στην ανάντη πλευρά του φράγματος εκτελέσθηκε η γεώτρηση ΓΦ-9 χωρίς δειγματοληψία με εκτέλεση επιτόπου δοκιμών υδατοπερατότητας, η οποία λόγω της γεωλογικής ομοιομορφίας των σχηματισμών σε ολόκληρη την περιοχή του ταμειυτήρα λαμβάνεται υπ' όψιν στη συγκεκριμένη έκθεση για την αξιολόγηση της υδατοπερατότητας των συναντούμενων σχηματισμών.

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα τοπογραφικά διαγράμματα και χάρτες:

- Χάρτες κλίμακας 1:50.000 της Γ.Υ.Σ..
- Τοπογραφικά διαγράμματα σε κλίμακα 1:5.000 της Γ.Υ.Σ..
- Τοπογραφικά διαγράμματα σε κλίμακα 1:500 και 1:1.000 όπως προέκυψαν από την μελέτη τοπογραφίας. Στα πλαίσια της εν λόγω μελέτης πραγματοποιήθηκαν τοπογραφικές εργασίες στην περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης, της θέσης κατασκευής του φράγματος, καθώς και κατά μήκος της προβλεπόμενης όδευσης του αγωγού προσαγωγής του αρδευτικού ύδατος στην αρδευόμενη έκταση.

2. ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ – ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ – ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ

2.1 Γενικά

Ο μελετώμενος υδροταμιευτήρας που θα δημιουργηθεί με την κατασκευή του φράγματος και των συναφών με αυτό έργων τοποθετείται περίπου 2 χλμ. δυτικά του οικισμού Διλόφου.

Το φράγμα θα κατασκευαστεί επί του ρέματος Κακλιτζόρεμα, το οποίο αποστραγγίζει μέρος της βόρειας πλευράς του όρους Ναρθάκι. Η ανάπτυξη του εν λόγω ρέματος γίνεται με διεύθυνση ροής από Ν προς Β. Το ρέμα αποτελεί παραπόταμο του ποταμού Ενιπέα. Το φράγμα τοποθετείται περίπου 12 χλμ. πριν την εκβολή του ρέματος στον ποταμό Ενιπέα. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από λοφώδες ανάγλυφο με μορφολογικές εξάρσεις, ενώ το υδρογραφικό δίκτυο είναι καλά ανεπτυγμένο.

Η λεκάνη απορροής έχει έκταση 9,7 km², περίμετρο 14,1 km και μέσο υψόμετρο 591 μέτρα. Το μήκος της επικρατέστερης μισγάγγειας της λεκάνης απορροής στην θέση του φράγματος είναι περίπου 4 km. Έχει κατεύθυνση από το Νότο προς Βορειανατολικά, έχει σχήμα περίπου ορθογωνικό, με μήκος 4 km και τυπικό πλάτος 2,8 km. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της λεκάνης απορροής είναι το έντονο ανάγλυφο. Η λεκάνη εκτείνεται από υψόμετρα 360 έως 1010 μέτρα, συνεπώς ανήκει σε ορεινή, ημιορεινή και λοφώδη περιοχή. Η περιοχή -καλύπτεται από θαμνώδη βλάστηση, ελάχιστα δε στρέμματα στη λεκάνη κατάκλυσης καλλιεργούνται. Η πεδινή καλλιεργήσιμη έκταση βρίσκεται κυρίως κατάντη του ταμιευτήρα.

Ο συνολικός όγκος του ταμιευτήρα του υπό μελέτη φράγματος στη θέση Δίλοφος «Κακλιτζόρεμα» είναι 1.700.000m³ για την ανώτατη στάθμη ύδατος (στάθμη σέψης του υπερχειλιστή) +383,00m, ενώ το εμβαδόν της λεκάνης κατάκλυσης στην στάθμη αυτή είναι 152,17 στρέμματα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σχέση στάθμης – όγκου – επιφάνειας του ταμιευτήρα Διλόφου.

Πίνακας 2.1 : Σχέση στάθμης – όγκου – επιφάνειας του ταμιευτήρα Διλόφου

Απόλυτο Υψόμετρο Ελεύθερης Επιφάνειας Υδατος (m)	Επιφάνεια Λεκάνης Κατάκλυσης Ταμιευτήρα (m²)	Συνολικός Όγκος, (m³)
348	247	0
350	1.460	1.707
352	3.028	6.196
354	5.016	14.241
356	6.994	26.251
358	9.633	42.879
360	13.701	66.212
362	19.433	99.346
364	27.085	145.863
366	36.422	209.370
368	45.243	291.034
370	55.206	391.482
372	66.672	513.360
374	79.099	659.132
376	92.358	830.589
378	107.824	1.030.772
380	124.985	1.263.582
382	142.816	1.531.384
383	152.167	1.700.000
384	161.518	1.835.718
386	184.040	2.181.275

2.2 Γεωλογικές συνθήκες λεκάνης απορροής

Η λεκάνη απορροής αποτελείται από σχιστοκερατόλιθους (αργιλικοί σχιστόλιθοι και κερατόλιθοι), δολερίτες (βασικά πετρώματα), εναλλαγές σχιστοκερατόλιθων – βασικών πετρωμάτων, οφίολιθους και ασβεστόλιθους (περιλαμβάνονται μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και το κροκαλοπαγές της Άνω Κρητιδικής επίκλησης). Οι ανωτέρω σχηματισμοί (εκτός των ασβεστόλιθων) είναι τεκτονικά καταπονημένοι, διερρηγμένοι, κερματισμένοι και πολυπτυχωμένοι.

Ειδικότερα, η λεκάνη απορροής καλύπτεται κυρίως από αργιλικούς σχιστόλιθους της σχιστοκερατικής διάπλασης του Τριαδικού – Ιουρασικού. Στο ανάντη όριο της λεκάνης εμφανίζονται διεισδύσεις δολεριτών, οι οποίες ανέρχονται μέσω της σχιστοκερατικής διάπλασης προς τα ανώτερα στρωματογραφικά επίπεδα, σχηματίζονται κοίτες και φλέβες. Περιμετρικά της κυρίας διεισδύσεως δολερίτη σχηματίζεται μία μεταβατική ζώνη δολερίτη – αργιλικού σχιστόλιθου, συνιστώμενη από εναλλαγές δολεριτών – αργιλικών σχιστόλιθων. Εγγύτερα της διείσδυσης επικρατεί η δολεριτή φάση των εναλλαγών, ενώ προς τις κύριες εμφανίσεις του αργιλικού σχιστόλιθου η φάση του αργιλικού σχιστόλιθου.

Στα ανώτερα στρωματογραφικά επίπεδα, σε θέσεις πλησίον ρεμάτων, εμφανίζονται αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούμενες από αργιλοαμμώδες καστανέρυθρο υλικό εντός του οποίου συναντώνται στρώσεις ή ελασματώσεις σχιστολιθικής και σε μικρότερο βαθμό ασβεστολιθικής σύστασης.

Ιδιαίτερα εκτεταμένος είναι ο μανδύας αποσάθρωσης (ελλουβιακός μανδύας) του αργιλικού σχιστόλιθου, αποτελούμενος από προϊόντα *in situ* αποσάθρωσης του υποβάθρου.

Εκτός της λεκάνης κατάκλυσης του δημιουργούμενου ταμιευτήρα, προς τα ΒΑ, εμφανίζονται δύο ασβεστολιθικές εξάρσεις οι οποίες στρωματογραφικά υπέρκεινται των αργιλικών σχιστόλιθων. Οι ασβεστόλιθοι χαρακτηρίζονται ως συμπαγείς, παχυστρωματώδεις γκρι χρώματος.

Στην επαφή σχιστόλιθου – ασβεστόλιθου παρεμβάλλεται κατά θέσεις πολύμικτο συνεκτικό κροκαλοπαγές αποτελούμενο από τεμάχη ασβεστόλιθων, κερατόλιθων, δολεριτών, αργιλικών σχιστόλιθων καθώς και από ορίζοντες ιζηματογενούς προέλευσης (προφανώς προϊόντα δεβριτικών ροών) οι οποίες αποτελούνται από υλικά αμμώδους έως ψηφιτικού κοκκομετρικού μεγέθους.

Το ανάγλυφο είναι λοφώδες στην περιοχή που επικρατούν οι σχιστοκερατόλιθοι. Μορφολογικές εξάρσεις παρουσιάζονται στις περιοχές που επικρατούν τα βασικά πετρώματα (δολερίτες) και οι οφιόλιθοι. Στα υψηλότερα σημεία εμφανίζονται ασβεστολιθικά πετρώματα.

Στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης της Α΄ Φάσης πραγματοποιήθηκε εκτίμηση των της περατότητας των σχηματισμών. Συγκεκριμένα, στο νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής η περατότητα εκτιμάται από 10^{-4} m/s έως 10^{-5} m/s, ενώ στο βόρειο τμήμα εκτιμάται ίση με 5×10^{-10} m/s.

2.3 Γεωλογικές συνθήκες λεκάνης κατάκλυσης

2.3.1 Μορφολογία

Από γεωμορφολογικής άποψης η υπό μελέτη λεκάνη κατάκλυσης χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιες και ομαλές κλίσεις χωρίς εξάρσεις. Η λεκάνη διατρέχεται από κοιλάδα μικρού εύρους η οποία ευνοεί την κατασκευή φράγματος. Στην περιοχή της κοίτης (ζώνη πλάτους 50m) υπάρχει έντονη φυτοκάλυψη και στην υπόλοιπη περιοχή χαμηλή θαμνώδης βλάστηση.

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικό καλά ανεπτυγμένο. Μικρή ροή ύδατος παρατηρήθηκε μόνο στο κύριο υδατικό ρέμα, όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το φράγμα. Στα υπόλοιπα ρέματα δεν παρατηρήθηκε ροή ύδατος (Αύγουστος έως Δεκέμβριος 2009).

2.3.2 Λιθοστρωματογραφία, γεωλογική και τεκτονική δομή

Το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης κατάκλυσης αποτελείται από σχιστοκερατόλιθους (αργιλικόι σχιστόλιθοι και κερατόλιθοι) και σχιστοψαμμίτες με οφιόλιθους. Επικρατούν οι αργιλικόι σχιστόλιθοι που έχουν φυλλώδη μορφή και δευτερευόντως οι λεπτοστρωματώδεις κερατόλιθοι. Τα υπερβασικά σώματα (οφιόλιθοι) παρατηρούνται διάσπαρτα εντός της λεκάνης κατάκλυσης σε επιφανειακές εμφανίσεις με διαστάσεις περί τα 10-20m. Τα φυσικά πρηνή έχουν ήπιες κλίσεις στα σημεία που εμφανίζονται οι σχιστοκερατίλιθοι και εντονότερες στα σημεία εμφάνισης των οφιολιθικών σωμάτων.

Οι ανωτέρω σχηματισμοί στο σύνολό τους είναι τεκτονικά καταπονημένοι, διερρηγμένοι, κερματισμένοι και πολυπτυχωμένοι.

Ο μανδύας αποσάθρωσης καλύπτει σχεδόν το σύνολο της περιοχής μελέτης και είναι κατά τόπους μεγάλου πάχους. Ωστόσο υπάρχουν και επιφανειακές εμφανίσεις πετρωμάτων (υπερβασικά σώματα, σχιστοκερατόλιθοι).

Στον αποσαθρωμένο μανδύα παρατηρήθηκαν κατολισθήσεις μικρών διαστάσεων εντός της περιοχής μελέτης και μεγαλύτερες σε γειτονικά σημεία. Επίσης, στον αποσαθρωμένο μανδύα παρατηρήθηκαν και διαβρώσεις (νεροφαγώματα), ενώ τα υπερβασικά στρώματα είναι περισσότερο ανθεκτικά στη διάβρωση.

Ο μανδύας αποσάθρωσης μικρού πάχους που καλύπτει σχιστοκερατόλιθους και σχιστοψαμμίτες θα πρέπει να αφαιρεθεί διότι διαβρώνεται και έχει μειωμένη ευστάθεια πρανών.

Θα πρέπει να γίνει διερεύνηση της επικοινωνίας των οφιολιθικών σωμάτων που παρατηρούνται διάσπαρτα εντός της λεκάνης κατάκλυσης. Οι πιθανές διαφυγές μπορούν να αντιμετωπιστούν με μικρής έκτασης παρεμβάσεις.

2.3.3 Συνθήκες ευστάθειας των αντερεισμάτων

Οι συνθήκες ευστάθειας των αντερεισμάτων της λεκάνης κατάκλυσης χαρακτηρίζονται γενικά καλές. Στην περιοχή δεν υφίστανται μεγάλης έκτασης και όγκου ασταθείς σχηματισμοί που μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα στην καλή λειτουργία του δημιουργούμενου ταμιευτήρα.

2.3.4 Συνθήκες στεγανότητας

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της λεκάνης κατάκλυσης (σχιστοκερατόλιθοι και σχιστοψαμμίτες) θεωρούνται εν γένει στεγανοί σχηματισμοί κατάλληλοι για την κατασκευή φράγματος.

2.3.5 Σεισμικότητα

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ. 2000), όπως τροποποιήθηκε λόγω αναθεώρησης του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας (ΦΕΚ 1154/12-8-2003), η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, όπου η σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι $A=0,24g$, όπου g είναι η επιτάχυνση βαρύτητας. Τα εδάφη της περιοχής θεμελίωσης κατατάσσονται στην κατηγορία Α (σχιστοκερατολιθική διάπλαση, δολερίτες-υπερβασικά πετρώματα, εναλλαγές αργιλικών σχιστόλιθων-δολεριτών) και Β (αλλουβιακές αποθέσεις και μανδύας αποσάθρωσης αργιλικών σχιστόλιθων).

2.4 Στερεοπαροχές

Κατά την εκπόνηση της Υδρολογικής Μελέτης υπολογίστηκε η στερεοπαροχή της λεκάνης απορροής με βάση την εκτίμηση της διάβρωσης αυτής, σύμφωνα με τον τύπο του Gavrilovic και το γεγονός ότι όλη η ποσότητα των φερτών που παράγεται στην υδρολογική λεκάνη, δεν μεταφέρεται στον ταμιευτήρα, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό εγκλωβίζεται στην ίδια την λεκάνη. Ο λόγος του όγκου των φερτών που μεταφέρονται στον ταμιευτήρα ως προς τον όγκο των φερτών που παράγεται στην λεκάνη (εδαφική διάβρωση) ονομάζεται συντελεστής στερεοαπορροής SDR (sediment delivery ratio) και είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων, με κυριότερη το εμβαδόν της λεκάνης. Ο συντελεστής στερεοπαροχής SDR υπολογίστηκε βάσει της προσεγγιστικής σχέσης του Boyce.

Συνεπώς, σύμφωνα με την προαναφερόμενη μεθοδολογία η ανηγμένη ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στερεομεταφορά στον ταμιευτήρα, προέκυψε ίση με $Q_s = 169 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{έτος}$. Επιλέγοντας σαν χρονική διάρκεια λειτουργίας του έργου του ταμιευτήρα τα 60 χρόνια, για το εμβαδόν της λεκάνης απορροής του φράγματος, ο όγκος φερτών υλικών εκτιμάται ίσος με 98.000 m^3 .

2.5 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τις βασικές γεωλογικές, γεωμορφολογικές, γεωπεριβαλλοντικές αναγκαίες συνθήκες, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ✓ Από γεωμορφολογικής άποψης η υπό μελέτη λεκάνη χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιες και ομαλές κλίσεις πρηνών χωρίς εξάρσεις. Η λεκάνη διατρέχεται από κοιλάδα μικρού εύρους, η οποία ευνοεί την κατασκευή φράγματος.
- ✓ Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της λεκάνης κατάκλυσης (σχιστοκερατόλιθοι και σχιστοψαμμίτες) θεωρούνται εν γένει στεγανοί σχηματισμοί κατάλληλοι για την κατασκευή φράγματος.
- ✓ Οι συνθήκες ευστάθειας των αντρεισμάτων της λεκάνης κατάκλυσης είναι ικανοποιητικές.
- ✓ Η κατώτατη στάθμη υδροληψίας – εκκένωσης του φράγματος καθορίστηκε στο υψόμετρο +362,00m, λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση του όγκου των φερτών ($\sim 98.000 \text{ m}^3$ για 60 έτη λειτουργίας του ταμιευτήρα).

3. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΥΔΑΤΟΣ – ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

3.1 Γενικά

Προκειμένου να προσδιοριστεί η ανώτατη στάθμη ύδατος (ΑΣΥ) και η χωρητικότητα του ταμιευτήρα που θα δημιουργηθεί με την κατασκευή του φράγματος στη θέση Δίλοφος «Κακλιτζόρεμα» ελήφθησαν υπόψη τα εξής:

- ✓ Η προσομοίωση των εισροών στον ταμιευτήρα.
- ✓ Οι απώλειες ύδατος από τον ταμιευτήρα.
- ✓ Η διατήρηση οικολογικής παροχής στο ρέμα.
- ✓ Η στερεοπαροχή στην μελετώμενη λεκάνη απορροής και οι σχετικοί υπολογισμοί για τον νεκρό όγκο του ταμιευτήρα.
- ✓ Οι γεωλογικές – γεωμορφολογικές συνθήκες στην περιοχή μελέτης.
- ✓ Η απόληψη ύδατος από τον ταμιευτήρα και η απαιτούμενη ασφάλεια – αξιοπιστία κάλυψης των προβλεπόμενων αρδευτικών αναγκών.

Για την προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα ελήφθη υπόψη το υδατικό ισοζύγιο αυτού, το οποίο εκφράστηκε ανά μηνιαία χρονικά βήματα. Στον ταμιευτήρα συγκεντρώνονται οι απορροές της μελετώμενης λεκάνης απορροής, όπως και ο όγκος του νερού της βροχής που αντιστοιχεί στην επιφάνεια της λεκάνης κατάκλυσης, ενώ υφίστανται απώλειες λόγω εξάτμισης. Επιπλέον, προβλέφθηκε η διατήρηση της απαιτούμενης οικολογικής παροχής στο ρέμα κατόπιν του ταμιευτήρα και η κάλυψη των αναγκών της περιοχής κατόπιν αυτού σε νερό άρδευσης υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει η διαθέσιμη ποσότητα ύδατος.

Η προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα έγινε για μία χρονική περίοδο 37 ετών. Η περίοδος των 37 ετών αντιστοιχεί στη διαθέσιμη χρονοσειρά εισροών στον ταμιευτήρα, η οποία υπολογίστηκε στα πλαίσια της Υδρολογικής Μελέτης. Στα πλαίσια της προσομοίωσης της λειτουργίας του ταμιευτήρα πραγματοποιήθηκαν προσεγγίσεις για εναλλακτικές στάθμες στέψης φράγματος και υπερχειλιστή και κατ'επέκταση χωρητικότητας ταμιευτήρα για την οποία προσεγγίστηκε η ετήσια απολήψιμη ποσότητα αρδευτικού ύδατος. Από τη προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα προέκυψε ότι η αστοχία για την απόληψη του απαιτούμενου αρδευτικού ύδατος δεν ξεπερνά τα 4 έτη για τα 37 έτη προσομοίωσης (αξιοπιστία 7:8). Η τελική επιλογή της χωρητικότητας του ταμιευτήρα πραγματοποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις για την απόληψη νερού άρδευσης, καθώς και βάσει των μορφολογικών και γεωλογικών περιορισμών στην θέση κατασκευής του φράγματος και τις διαστάσεις αυτού.

Στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από την προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα για εναλλακτικές στάθμες στέψης

φράγματος. Τα εν λόγω στοιχεία παρουσιάζονται συνοπτικά κατωτέρω (παράγραφος 3.7). Επίσης, οι παραδοχές και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση της λειτουργίας του μελετώμενου ταμιευτήρα παρατίθενται στις παραγράφους που ακολουθούν.

3.2 Εισροές

Στην Υδρολογική μελέτη έγινε προσομοίωση με τη μέθοδο Thornthwaite της μηνιαίας επιφανειακής απορροής στην υδρολογική λεκάνη του φράγματος Διλόφου. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε σε μηνιαία βήματα για την χρονική περίοδο από το υδρολογικό έτος 1971-1972 έως το υδρολογικό έτος 2007-2008.

Τα βροχομετρικά δεδομένα ελήφθησαν από έξι κοντινούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Ειδικότερα ελήφθησαν στοιχεία από τους σταθμούς Ν. Αγχιάλου της ΕΜΥ, Φαρσάλων της ΕΜΥ, Δομοκού της ΕΜΥ, Ανάβρας – Καρδίτσας του ΥΠΕΧΩΔΕ, Σκοπιάς του ΥΠΕΧΩΔΕ και Ανάβρας – Μαγνησίας του Υπουργείου Γεωργίας. Τα θερμοκρασιακά δεδομένα – μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες - ελήφθησαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Ν. Αγχιάλου, της Δομοκού και της Σκοπιάς Φαρσάλων.

Η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή προσδιορίστηκε ίση με 2,1εκατ. m^3 και ο μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής ίσος με 0,31. Η μέγιστη ετήσια επιφανειακή απορροή υπολογίστηκε ίση με 4,59εκατ. m^3 για το υδρολογικό έτος 1981-1982. Η ελάχιστη ετήσια επιφανειακή απορροή είναι ίση με 0,01εκ. m^3 για το υδρολογικό έτος 1977-1978. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής για την περίοδο για την οποία έγινε η προσομοίωση είναι ίσο με 651,8 mm.

Αναφορικά με το χρόνο που απαιτείται για να γεμίσει ο ταμιευτήρας, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής, αυτός εξαρτάται από τον χαρακτηρισμό του υδρολογικού έτους σαν υγρό, μέσο (κανονικό) ή ξηρό.

Θεωρείται ότι ο ταμιευτήρας αρχίζει και γεμίζει το Νοέμβριο, με το πέρας της αρδευτικής περιόδου. Υπολογίζουμε το νερό που θα έχει συλλεχθεί στον ταμιευτήρα από την αρχή Νοεμβρίου μέχρι το τέλος Απριλίου, γιατί μετά αρχίζει η αρδευτική περίοδος.

Με βάση τα δεδομένα των 37 υδρολογικών ετών, για τα οποία έγινε η υδρολογική προσομοίωση και για μέγιστη υδατοϊκανότητα εδάφους $S=120mm$, για ένα μέσο υδρολογικό έτος (μέση τιμή των εισροών 37 ετών) από τους μήνες Νοέμβριο έως και Απρίλιο, η εισροή στον ταμιευτήρα είναι 1.711 χιλιάδες κυβικά μέτρα. Η εξάτμιση από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα για τους μήνες Νοέμβριο έως και Απρίλιο, εκτιμάται σε

17 χιλιάδες κυβικά μέτρα, η οικολογική παροχή για τους μήνες Νοέμβριο έως και Απρίλιο 48 χιλιάδες κυβικά μέτρα και ο νεκρός όγκος περίπου 100 χιλιάδες κυβικά μέτρα. Ο ωφέλιμος όγκος είναι 1.603 χιλιάδες κυβικά μέτρα. Συνεπώς κατά την πρώτη χρονιά έναρξης γεμίσματος του ταμιευτήρα, για μέσο υδρολογικό έτος, θα υπάρχουν τέλος Απριλίου στον ταμιευτήρα $1.711 - 1.748 = 1.635$ χιλιάδες κυβικά μέτρα, που αντιστοιχεί σε υψόμετρο νερού μέσα στον ταμιευτήρα περίπου 382,5 μέτρα, που είναι πολύ κοντά στο υψόμετρο υπερχειλίσης (383 μέτρα). Τις επόμενες όμως χρονιές, πάλι για το μέσο υδρολογικό έτος, που θα έχει ήδη πληρωθεί ο νεκρός όγκος του ταμιευτήρα, θα υπάρχει υπερχειλίση κατά τον μήνα Απρίλιο.

Για τα υγρά υδρολογικά έτη, θα γεμίζει ο ταμιευτήρας από τις αρχές Απριλίου και θα υπάρχει υπερχειλίση. Για τα ξηρά υδρολογικά έτη, ο ταμιευτήρας δεν θα γεμίζει.

Συμπερασματικά, ο χρόνος για να γεμίσει ο ταμιευτήρας για ένα μέσο υδρολογικό έτος είναι έξι μήνες (από Νοέμβριο έως και Απρίλιο).

3.3 Υδατικές ανάγκες άρδευσης

Για τον προσδιορισμό των απολήψιμων ποσοτήτων νερού για άρδευση κατά την προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα θεωρείται ότι πρέπει να εξασφαλίζεται αξιοπιστία 7:8 για κάθε εξεταζόμενη χωρητικότητα. Η έκταση που δύναται να αρδευτεί με την ποσότητα του ύδατος που θα λαμβάνεται από τον ταμιευτήρα προσδιορίστηκε με την παραδοχή ότι απαιτούνται 450 m³ αρδευτικού ύδατος/στρέμμα/έτος (Ν. 3481/2006).

Πίνακας 3.1: Κατανομή αρδευτικών αναγκών ανά έτος

Μάιος	10%
Ιούνιος	20%
Ιούλιος	30%
Αύγουστος	35%
Σεπτέμβριος	5%
Έτος	100%

3.4 Οικολογική παροχή

Κατάντη του φράγματος και μέχρι το Κακλιτζόρεμα να εκβάλλει στον Ενιπέα θα εξακολουθεί να ρέει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ποσότητα νερού ίση με 3,03 l/sec, που αντιστοιχούν σε 95.485,00 m³/ έτος.

3.5 Στερεοπαροχές και νεκρός όγκος ταμιευτήρα

Όπως προαναφέρθηκε η ειδική στερεοπαροχή της λεκάνης απορροής του φράγματος στη θέση Δίλοφος – Κακλιτζόρεμα προσδιορίστηκε ίση με $169 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{έτος}$, ο νεκρός όγκος του φράγματος είναι ίσος με $98.460,00 \text{ m}^3$ και η κατώτατη στάθμη της υδροληψίας βρίσκεται στα $+362,00 \text{ m}$.

3.6 Απώλειες

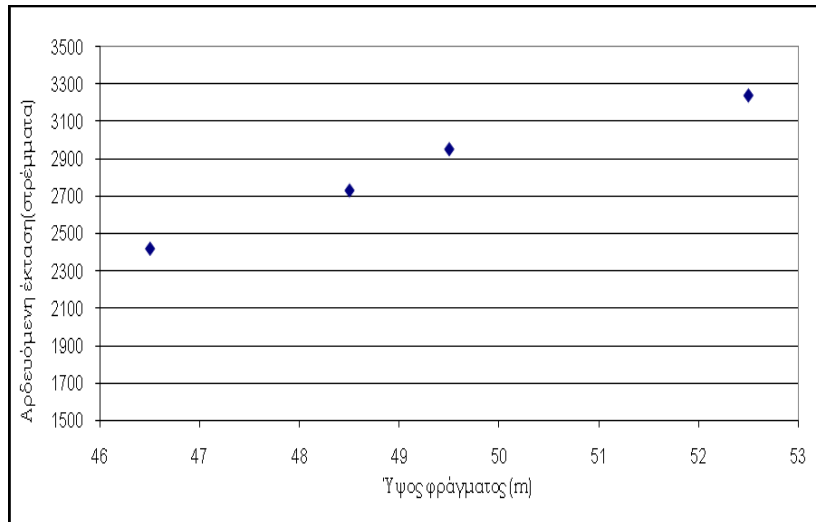
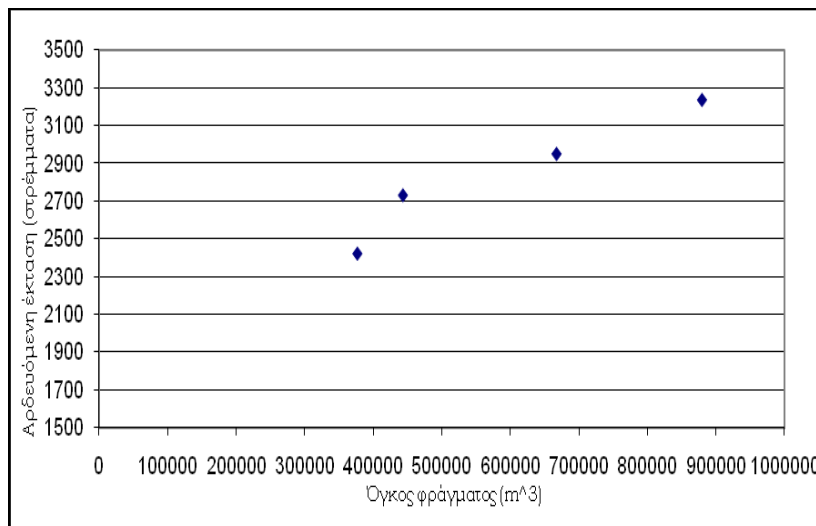
Οι απώλειες νερού θεωρείται ότι προέρχονται από την εξάτμιση από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα, δεδομένου ότι ο πυθμένας αυτού θεωρείται πρακτικά στεγανός. Στην υδρολογική μελέτη με βάση τον τύπο του Thornthwaite υπολογίζεται το μέσο ετήσιο ύψος εξάτμισης από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα ίσο με $749,1 \text{ mm}$. Συνεπώς, εκτιμάται ότι ο μέγιστος ετήσιος όγκος απωλειών λόγω εξάτμισης, από την επιφάνεια του καθρέφτη του ταμιευτήρα, είναι περίπου $75.438,00 \text{ m}^3$ ετησίως.

3.7 Συμπεράσματα

Στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της λειτουργίας του ταμιευτήρα. Τα εν λόγω στοιχεία παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα για στάθμες στέψης φράγματος από $+383 \text{ m}$ έως $+389 \text{ m}$.

Πίνακας 3.2: Σχέση διαστάσεων Φράγματος Διλόφου και Αρδευόμενης έκτασης

Στάθμη στέψης φράγματος	Σ.Υ. (m)	Ύψος Φράγματος (m)	Όγκος Φράγματος (m^3)	Χωρητικότητα Ταμιευτήρα (m^3)	Ωφέλιμος Όγκος Ταμιευτήρα (m^3)	Ετήσια Ζήτηση που καλύπτεται με βεβαιότητα 7:8 (m^3)	Αρδευόμενη Έκταση (στρέμματα)
383	380	46,5	376.555	1.263.582	1.165.122	1.084.000	2.409
385	382	48,5	443.006	1.531.384	1.432.924	1.224.000	2.720
386	383	49,5	688.600	1.700.000	1.601.540	1.324.000	2.942
389	386	52,5	879.508	2.181.275	2.082.815	1.451.000	3.224

Σχήμα 3.1: Ύψος φράγματος Διλόφου και αρδευόμενη έκταση**Σχήμα 3.2:** Όγκος φράγματος Διλόφου και αρδευόμενη έκταση

Παρατηρείται ότι η μεταβολή της απολήψιμης ποσότητας αρδευτικού ύδατος με αξιοπιστία 7:8 (και αντίστοιχα του αριθμού των στρεμμάτων αρδευόμενης έκτασης) με το ύψος και τον όγκο του φράγματος είναι περίπου γραμμική. Ο λόγος δηλαδή όγκου φράγματος προς απολήψιμη ποσότητα νερού είναι περίπου σταθερός. Επιλέγεται ΑΣΥ ταμιευτήρα (στάθμη στέψης υπερχειλιστή) +383,00m και στάθμη στέψης φράγματος +386,00 (σύμφωνα με τη στάθμη υπερχείλισης και το απαιτούμενο ελεύθερο περιθώριο που προσδιορίζονται στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών).

Τα στοιχεία της προτεινόμενης διαστασιολόγησης του ταμιευτήρα συνοψίζονται ως εξής :

Πίνακας 3.3: Βασικά στοιχεία διαστασιολόγησης ταμιευτήρα

Στάθμη στέψης φράγματος	+386,00m
ΑΣΥ ταμιευτήρα	+383,00m
Συνολικός όγκος ταμιευτήρα	1.700.000m ³
Ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα	1.601.540m ³
Απολήψιμη ποσότητα αρδευτικού νερού με αξιοπιστία 7:8	1.324.000m ³
Αρδευόμενη έκταση στο Αγρόκτημα Διλόφου	<ul style="list-style-type: none"> • Δεσποζόμενη: 2.936 στρέμματα • Ακαθάριστη: 2.755 στρέμματα • Καθαρή: 2.750 στρέμματα

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τους Υδραυλικούς Υπολογισμούς (Κεφ. 9), με την προαναφερόμενη απολήψιμη ποσότητα, με την αξιοπιστία 7:8, προσδιορίστηκε ότι υφίσταται δυνατότητα άρδευσης μέγιστης έκτασης 2.942 στρεμ..

Επισημαίνεται ότι για τον καθορισμό των τελικών διαστάσεων και του τύπου του φράγματος που θα κατασκευαστεί επί του Κακλιτζορέματος για τη δημιουργία ταμιευτήρα, λήφθηκαν υπόψη:

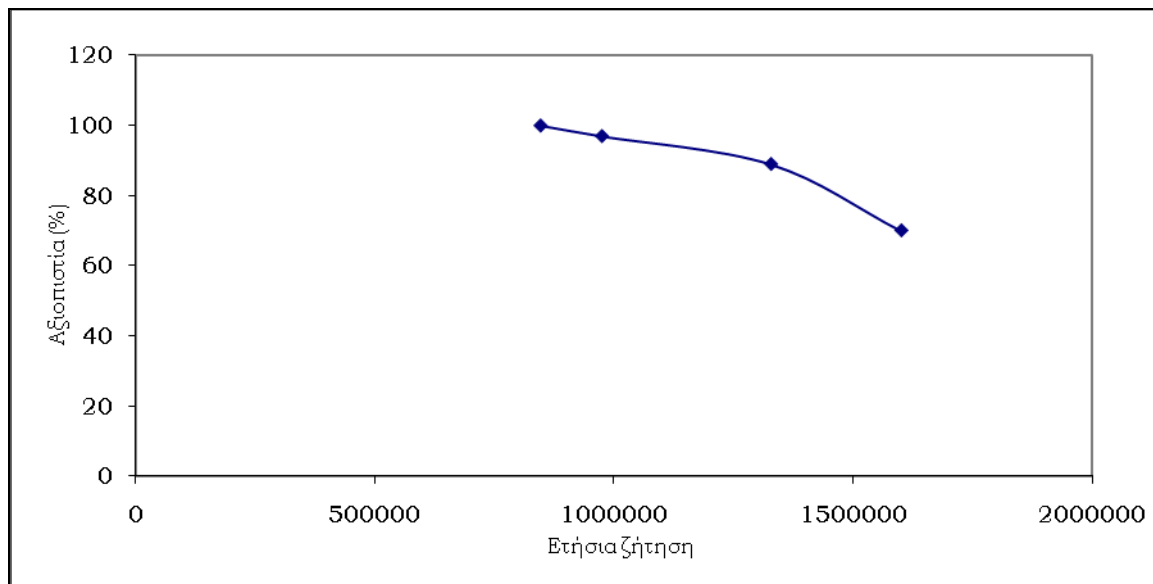
- ✓ Τα τοπογραφικά στοιχεία της περιοχής
- ✓ Τα υδρολογικά της χαρακτηριστικά
- ✓ Τα αποτελέσματα των γεωλογικών ερευνών
- ✓ Τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών
- ✓ Οι περιβαλλοντικές δεσμεύσεις που υφίστανται για την περιοχή μελέτης
- ✓ Οι αρδευτικές ανάγκες της ευρύτερης περιοχής μελέτης
- ✓ Θέματα απαλλοτριώσεων

Ειδικότερα, στοιχεία αναφορικά με την σχέση ετήσιας απολήψιμης ποσότητας (ζήτησης) και αξιοπιστίας υδροδότησης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί και στο σχετικό σχήμα.

Πίνακας 3.4: Σχέση ετήσιας ζήτησης και αξιοπιστίας υδροδότησης για στάθμη στέψης φράγματος +386,00.

Ετήσια ζήτηση	Αξιοπιστία
842.000	100%
970.000	97%
1.324.000	89%
1.600.000	70%

Σχήμα 3.3: Σχέση ζήτησης-αξιοπιστία υδροδότησης.



4. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στα πλαίσια της Υδρολογικής Μελέτης του ταμιευτήρα Ν.Λάρισας στη θέση Δίλοφος – Κακλιτζόρεμα προσδιορίστηκαν τα πλημμυρικά υδρογραφήματα σχεδιασμού, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διαστασιολόγηση του φράγματος και των συναφών με αυτό έργων. Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα στοιχεία που προέκυψαν από τον υπολογισμό αυτών, καθώς και τα κριτήρια επιλογής για την επιλογή του κατά περίπτωση υδρογραφήματος σχεδιασμού για τα επιμέρους έργα του φράγματος.

Οι οδηγίες του βρετανικού Institution Of Civil Engineers [1] προσδιορίζουν την πλημμύρα που λαμβάνεται υπόψη για τον καθορισμό της στάθμης στέψης του φράγματος και τον σχεδιασμό των έργων υπερχείλισης. Συνοπτικά και πλέον κωδικοποιημένα οι εν λόγω οδηγίες καθορίζουν τα εξής:

Κατηγορία φράγματος	Πιθανή συνέπεια θραύσης φράγματος	Πλημμυρικό υδρογράφημα σχεδιασμού	
		Γενικά	Ελάχιστη παραδοχή εφόσον η υπερπήδηση είναι αποδεκτή
A	Θραύση θέτει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές σε κοινότητα	Μέγιστη πιθανή πλημμύρα (PMF)	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=10.000 έτη
B	Θραύση θέτει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές εκτός κοινότητας είτε προκαλεί εκτεταμένες υλικές ζημιές	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=10.000 έτη	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=1.000 έτη
C	Θραύση αντιστοιχεί σε αμελητέο κίνδυνο για ανθρώπινες ζωές και σε περιορισμένες υλικές ζημιές	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=1.000 έτη	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=150 έτη
D	Ειδικές περιπτώσεις όπου δεν μπορεί να προβλεφθεί απώλεια ανθρώπινων ζωών λόγω θραύσης φράγματος, ενώ η ζημιά λόγω του πλημμυρικού κύματος θα είναι πολύ περιορισμένη	Πλημμύρα περιόδου επαναφοράς T=150 έτη	-

Διευκρινίζεται ότι στις οδηγίες του Institution Of Civil Engineers, ως κοινότητα ορίζεται σύνολο τουλάχιστον δέκα ατόμων το οποίο εν δυνάμει επηρεάζεται από την κατασκευή του φράγματος. Βάσει των ανωτέρω προκειμένου να προσδιοριστεί η στάθμη στέψης του φράγματος και να μελετηθούν τα έργα του υπερχειλιστή, χρησιμοποιείται το πλημμυρικό υδρογράφημα της πιθανής μέγιστης πλημμύρας.

Αναφορικά με τα έργα καταστροφής ενέργειας, τα οποία δεν συνδέονται άμεσα με τον κίνδυνο υπερπήδησης του φράγματος, καθώς η λειτουργία τους σχετίζεται με την ομαλή παροχέτευση των πλημμυρικών παροχών στην φυσική κοίτη του χειμάρρου, επισημαίνεται ότι συνήθως λαμβάνεται υπόψη για τον σχεδιασμό αυτών πλημμύρα μικρότερη από αυτή που λαμβάνεται για τον καθορισμό της στάθμης στέψης του φράγματος και τον σχεδιασμό του υπερχειλιστή [2]. Επιλέγεται η πλημμύρα περιόδου επαναφοράς $T = 10.000$ έτη, η οποία λαμβάνεται, επίσης, υπόψη για τον υδραυλικό έλεγχο του Κακλιτζορέματος στα κατάντη του φράγματος.

Τέλος, για τον σχεδιασμό του αγωγού εκτροπής του ρέματος, για την φάση της κατασκευής των έργων του φράγματος, συνήθως λαμβάνονται υπόψη οι πλημμύρες με περίοδο επαναφοράς $T = 20$ έτη και $T = 50$ έτη. Επιλέγεται η πλημμύρα περιόδου επαναφοράς $T = 50$ έτη.

Στα πλαίσια της υδρολογικής μελέτης υπολογίστηκε η παροχή Q των υδρογραφημάτων συνάρτηση του χρόνου, που οφείλεται στα υετογράμματα που υπολογίστηκαν (διάρκεια βροχής 24 ώρες) για περιόδους επαναφοράς 2, 5, 20, 50, 100, 500, 1000 και 10000 ετών, καθώς και για δύο σενάρια πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης (PMP1 - PMP2).

Στο σενάριο PMP1 η συνολική διήθηση δίνεται από τον τύπο SCS (Soil Conservation Service –USA) και το ωφέλιμο ύψος βροχής σαν συνάρτηση της ώρας. Στο σενάριο PMP2, το έδαφος θεωρείται πλήρως κορεσμένο από βροχές προηγούμενων ημερών, θεωρείται ότι η συνολική διήθηση είναι μηδενική, οπότε το ωφέλιμο ύψος βροχής σαν συνάρτηση της ώρας συμπίπτει με το υετόγραμμα. Υπολογίζεται, συνεπώς, το υδρογράφημα πλημμυρικών παροχών λόγω ημερήσιας πιθανής μέγιστης κατακρίμνισης (PMP) για δυο σενάρια διήθησης. Για το σενάριο με PMP1, η αιχμή της πλημμυρικής παροχής είναι $32,99 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ για το σενάριο PMP2 η αιχμή της πλημμυρικής παροχής είναι $46,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Λόγω της σοβαρότητας των δυσμενών επιπτώσεων σε περίπτωση υπερπήδησης και θραύσης του φράγματος προτείνεται για τον προσδιορισμό της στάθμης στέψης του

φράγματος και τον υπολογισμό του υπερχειλιστή να υιοθετηθεί η πιθανή μέγιστη πλημμύρα (probable maximum flood, PMF) που αντιστοιχεί στην πιθανή μέγιστη κατακρήμνιση (PMP) σε ήδη κορεσμένο έδαφος, λόγω βροχοπτώσεων προηγούμενων ημερών, δηλαδή να θεωρηθεί $Q_{max}=46,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Έχει εξάλλου υποστηριχθεί ότι τόσο η κατανομή Gumbel, όσο και η PMP υποεκτιμά το μέγεθος της ακραίας κατακρήμνισης που μπορεί να εμφανισθεί. Υιοθετώντας την δυσμενέστερη περίπτωση, λαμβάνεται έμμεσα υπόψη και η δυσμενής περίπτωση να υπάρχει ήδη χιόνι στην ορεινή-ημιορεινή υδρολογική λεκάνη, το οποίο με την βροχόπτωση θα λειώσει αυξάνοντας την πλημμυρική αιχμή.

Η ανωτέρω άποψη είναι συμβατή με την παρατήρηση ότι οι κλιματικές αλλαγές συνοδεύονται από αύξηση της ραγδαιότητας των κατακρημνίσεων.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται συνοπτικά τα ύψη βροχής σχεδιασμού που αντιστοιχούν στις πλημμύρες που περιγράφηκαν ανωτέρω και θα ληφθούν υπόψη για τον σχεδιασμό των επιμέρους έργων:

- Καθορισμός στάθμης στέψης φράγματος: $P = 329,1 \text{ mm}$ (Πιθανή Μέγιστη Πλημμύρα)
- Υδραυλική μελέτη έργων καταστροφής ενέργειας: $P = 180,5 \text{ mm}$ ($T=10.000$ έτη)
- Υδραυλικός έλεγχος Κακλιτζορέματος στα κατάντη του φράγματος: $P = 180,5 \text{ mm}$ ($T=10.000$ έτη)
- Διαστασιολόγηση αγωγού εκτροπής: $P = 91,3$ ($T = 50$ έτη).

Τα παραπάνω στοιχεία αντιστοιχούν σε 24ωρη διάρκεια βροχόπτωσης.

Τα αντίστοιχα πλημμυρικά υδρογραφήματα σχεδιασμού υπολογίσθηκαν από την Υδρολογική Μελέτη και χρησιμοποιούνται στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών για την διαστασιολόγηση των έργων. Οι παροχές αιχμής των πλημμυρικών υδρογραφημάτων σχεδιασμού είναι:

- Καθορισμός στάθμης στέψης φράγματος: $Q = 46,1 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Πιθανή Μέγιστη Πλημμύρα)
- Υδραυλική μελέτη έργων καταστροφής ενέργειας: $Q = 25,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($T=10.000$ έτη)
- Υδραυλικός έλεγχος Κακλιτζορέματος στα κατάντη του φράγματος: $Q = 25,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($T=10.000$ έτη)
- Διαστασιολόγηση αγωγού εκτροπής: $Q = 12,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($T = 50$).

5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

5.1 Μορφολογία – Γεωμορφολογία

Όπως έχει προαναφερθεί η περιοχή που προβλέπεται η κατασκευή του ταμιευτήρα εντοπίζεται δυτικά του οικισμού Διλόφου και επί της κοίτης του Κακλιτζορέματος, πριν από την έξοδό της από τον ορεινό όγκο του Ναρθακίου στη Θεσσαλική πεδιάδα.

Στην περιοχή του ταμιευτήρα, το Κακλιτζόρεμα διατρέχει μία μικρή χαράδρα σχήματος V μεταξύ δύο ορεινών εξάρσεων. Η δυτική πλευρά της χαράδρας διαμορφώνεται από σχετικά απότομα πρηνή τα οποία δομούνται, κυρίως, από τον αποσασθρωμένο μανδύα του αργιλικού σχιστόλιθου. Τα πρηνή χαρακτηρίζονται από αραιή θαμνώδη βλάστηση και το σχηματισμό έντονων γεωμορφών από τη διαβρωτική δράση των υδάτων. Στην ανατολική πλευρά της χαράδρας διαμορφώνονται πρηνή ήπιας κλίσης τα οποία σε μεγάλο βαθμό αποτελούν αγροτικές γαίες.

Η περιοχή κατασκευής του φράγματος οριοθετείται από μία μικρή μεταλλική γέφυρα που συνδέει τις δύο όχθες του ρέματος. Το σώμα του φράγματος πρόκειται να κατασκευαστεί περιμετρικά μίας έντονης χαράδρωσης της κοίτης, η οποία οριοθετείται ανατολικά από οφιολιθικό σχηματισμό, ενώ δυτικά τα πρηνή δομούνται από εξαλλοιωμένους αργιλικούς σχιστόλιθους. Στο χρονικό διάστημα που έγινε η αναγνώριση, η ίδια η κοίτη χαρακτηρίζεται από μικρό πλάτος και την εμφάνιση οφιολιθικών ογκόλιθων, προϊόντα καταπτώσεων από την οφιολιθική βραχώμαζα.

Ειδικότερα:

- Η ενεργή κοίτη του ρέματος έχει πλάτος που κυμαίνεται από 4,0 έως 10,00 m.
- Το δεξί αντέρεισμα χαρακτηρίζεται από μέτριο μορφολογικό ανάγλυφο με κλίση 11°-20° στο υψηλότερο και 21°-53° στο χαμηλότερο τμήμα του. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από την παρουσία αραιής θαμνώδους βλάστησης και το σχηματισμό έντονων γεωμορφών από τη διαβρωτική δράση των υδάτων.
- Το αριστερό αντέρεισμα χαρακτηρίζεται από μέτριο μορφολογικό ανάγλυφο με κλίση 11°-21° στο υψηλότερο και 27° στο χαμηλότερο τμήμα του. Μεταξύ του χαμηλότερου και του υψηλότερου τμήματός του παρεμβάλλεται τμήμα μηδενικής κλίσης. Η εν λόγω περιοχή καλύπτεται από θαμνώδη βλάστηση.

5.2 Γεωλογική δομή και χαρακτηριστικά σχηματισμών

Για τη διερεύνηση των συνθηκών έδρασης του φράγματος πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική έρευνα στην περιοχή κατασκευής αυτού. Συγκεκριμένα, εκτελέσθηκαν συνολικά οκτώ (8)

δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, με σήμανση ΓΦ-1 έως ΓΦ-8. Στο σύνολο των θέσεων έρευνας διαπιστώθηκε η επικράτηση σχετικά ομοιόμορφων γεωτεχνικών συνθηκών.

Στο ανατολικό αντέρεισμα η τομή υπεδάφους επιφανειακά συναντώνται εδαφικοί σχηματισμοί περιορισμένου πάχους, της τάξης των 4.0 m έως 6.0 m, οι οποίοι διακρίνονται επιφανειακά σε αμμώδεις ιλυοαργίλους παρουσία χαλίκων (πάχος 0.0 m έως 2.5 m), ακολουθούμενοι από ιλυώδη αμμοχάλικα παρουσία βραχωδών τεμάχων (μανδύας αποσάθρωσης). Σε μεγαλύτερα βάθη συναντάται το βραχώδες υπόβαθρο, αρχικά υπό τη μορφή κατακερματισμένης, πολύ αποσαθρωμένη και τοπικά εντελώς εξαλλοιωμένης σχιστολιθικής βραχομάζας για διάστημα της τάξης των 15.0 m έως 20.0 m, ακολουθούμενη από τεφροπράσινο χλωριτικό σχιστόλιθο του οφιολιθικού συμπλέγματος, ελαφρά έως πολύ κερματισμένο, αμυδρά έως μέτρια αποσαθρωμένο.

Στο δυτικό αντέρεισμα σε γενικές γραμμές παρατηρείται η ίδια γεωτεχνική στρωματογραφία. Σημαντική διαφορά είναι η τοπική παρουσία της επιφανειακής στρώσης των αμμωδών ιλυοαργίλων παρουσία χαλίκων και λατύπων σε μεσαίο βάθος (9.0 m στη γεώτρηση ΓΦ-7 και 16.0 m στη γεώτρηση ΓΦ-3), ακολουθούμενο από το μανδύα αποσάθρωσης πάχους της τάξης των 5.0 m. Στη συνέχεια συναντάται η ίδια αλληλουχία των βραχωδών σχηματισμών που παρατηρείται και στο ανατολικό αντέρεισμα.

Σημειώνεται ότι στις θέσεις των ερευνητικών φρεάτων (ΦΥ-1 και ΦΥ-2) κατά μήκος του άξονα του υπερχειλιστή, και πάλι επιφανειακά συναντάται απ' ευθείας ο μανδύας αποσάθρωσης του βραχώδους υποβάθρου, ενώ το ίδιο το βραχώδες υπόβαθρο εμφανίζεται σε μικρό σχετικά βάθος της τάξης των 3.0 m.

Περαιτέρω, εκτελέστηκε σειρά ερευνητικών φρεάτων - χωρίς δειγματοληψία – δυτικότερα (φρέατα ΦΡ-1 έως και ΦΡ-4) για την διερεύνηση ενδεχόμενης επιφανειακής εμφάνισης συνεκτικών εδαφών και του πάχους αυτών. Και στις τέσσερις (4) θέσεις διαπιστώθηκε εξ αρχής η εμφάνιση του αποσαθρωμένου μανδύα του βραχώδους υποβάθρου, ενώ το ίδιο το υπόβαθρο συναντήθηκε σε βάθη κυμαινόμενα μεταξύ 1.5 m και 4.5 m.

Αναλυτικά, στην περιοχή έρευνας διαπιστώνεται η παρουσία των ακόλουθων γεωτεχνικών στρώσεων:

- Γεωτεχνική στρώση Α: Καστανή έως καστανέρυθρη αμμώδης ιλυοαργίλος και τοπικά ιλυώδης άμμος, παρουσία χαλίκων, μέσης έως υψηλής πλαστικότητας, σκληρή.
- Γεωτεχνική στρώση Β: Μανδύας αποσάθρωσης βραχομάζας υπό τη μορφή ιλυώδους αμμοχάλικου με τεμάχη βραχομάζας, μέσης πλαστικότητας, πυκνής απόθεσης.

- Γεωτεχνική στρώση Γ: Πολύ αποσαθρωμένος και κατά διαστήματα εξαλλοιωμένος αργιλικός σχιστόλιθος - σχιστοκερατόλιθος - χλωριτικός σχιστόλιθος, εξαιρετικά ασθενής έως ασθενής και τοπικά μέτρια ισχυρός, πολύ κερματισμένος έως κατακερματισμένος. Στις ζώνες εξαλλοίωσης συναντάται ιλυώδης αμμοχάλικο μέσης πλαστικότητας με τεμάχια βραχομάζας.
- Γεωτεχνική στρώση Δ: Πράσινος έως τεφροπράσινος χλωριτικός σχιστόλιθος του οφιολιθικού συμπλέγματος, ασθενής έως μέτρια ισχυρός και τοπικά ισχυρός, ελαφρά έως πολύ κερματισμένος και τοπικά κατακερματισμένος, αμυδρά έως μέτρια αποσαθρωμένος.

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνεται το βάθος εμφάνισης των παραπάνω γεωτεχνικών στρώσεων στη θέση εκτέλεσης κάθε γεώτρησης.

Πίνακας 5.1: Βάθη & Υψόμετρα εμφάνισης Γεωτεχνικών Στρώσεων

ΓΕΩΤΡ ΗΣΗ	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ							
	Α		Β		Γ		Δ	
	ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
ΓΦ-1	-	-	0.0-3.9	348.0-344.1	-	-	3.90-20.0 ^(*)	344.1-328.0
ΓΦ-2	0.0-2.50	360.0-357.50	2.50-6.5	357.5-353.5	6.50-21.3	353.5-338.7	21.3-40.0 ^(*)	338.7-320.0
ΓΦ-3	0.0-16.3	371.0-354.70	-	-	16.3-25.0	354.7-346.0	25.0-40.0 ^(*)	346.0-331.0
ΓΦ-4	0.0-1.40	352.0-350.60	1.40-3.4	350.6-348.6	3.40-19.0	348.6-333.0	19.0-25.0 ^(*)	333.0-327.0
ΓΦ-5	0.0-1.50	375.0-373.50	1.50-4.0	373.5-371.0	4.00-24.6	371.0-350.4	24.6-40.0 ^(*)	350.4-335.0
ΓΦ-6	-	-	0.0-3.30	354.0-351.7	3.30-6.70	351.7-347.3	6.70-40.0 ^(*)	347.3-314.0
ΓΦ-7	0.0-9.00	385.0-376.00	9.0-14.2	376.0-370.8	14.2-26.6	370.8-358.4	26.6-40.0 ^(*)	358.4-345.0
ΓΦ-8	-	-	0.00-3.5	361.0-357.5	3.50-31.8	357.5-329.2	31.8-40.0 ^(*)	329.2-321.0

^(*) Πέρασ γεώτρησης

Από την αξιολόγηση των γεωτεχνικών συνθηκών στην περιοχή έρευνας προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Στην περιοχή κάλυψης του σώματος του φράγματος επιφανειακά εμφανίζονται εδαφικοί σχηματισμοί (γεωτεχνικές στρώσεις Α και Β). Στο ανατολικό αντέρεισμα παρουσιάζουν περιορισμένο πάχος εμφάνισης (μέγιστο βάθος εμφάνισης 6.0 m), ενώ αντίθετα στο δυτικό συναντώνται μέχρι βάθους 16 m από την επιφάνεια. Το πάχος του σχηματισμού εμφανίζεται αυξανόμενο προς τα δυτικά.

Υποκείμενη των εδαφικών σχηματισμών συναντάται η γεωτεχνική στρώση Γ (πολύ αποσαθρωμένος και κατά διαστήματα εξαλλοιωμένος αργιλικός σχιστόλιθος - σχιστοκερατόλιθος - χλωριτικός σχιστόλιθος, εξαιρετικά ασθενής έως ασθενής και τοπικά μέτρια ισχυρός, πολύ κερματισμένος έως κατακερματισμένος) για διάστημα κυμαινόμενο μεταξύ 10 m έως 25 m. Πρόκειται για σχηματισμό μέσης περατότητας και πτωχών μηχανικών χαρακτηριστικών.

Στο τελευταίο διάστημα των γεωτρήσεων, σε βάθη μεγαλύτερα των 19.0 m συναντάται η γεωτεχνική στρώση Δ (Πράσινος έως τεφροπράσινος χλωριτικός σχιστόλιθος του οφιολιθικού συμπλέγματος, ασθενής έως μέτρια ισχυρός και τοπικά ισχυρός, ελαφρά έως πολύ κερματισμένος και τοπικά κατακερματισμένος, αμυδρά έως μέτρια αποσαθρωμένος). Πρόκειται για σχηματισμό μέσης έως χαμηλής περατότητας, ικανοποιητικών μηχανικών χαρακτηριστικών.

- Κατά μήκος του άξονα του υπερχειλιστή, αρχικά συναντάται η γεωτεχνική στρώση Α (πάχους της τάξης των 9.0 m), ακολουθούμενη από το μανδύα αποσάθρωσης του βραχώδους υποβάθρου (γεωτεχνικής στρώσης Β). Το πάχος της γεωτεχνικής στρώσης Α, απομειώνεται γρήγορα και μετά το 1ο τρίτο του άξονα επιφανειακά συναντάται ο μανδύας αποσάθρωσης, ενώ το βραχώδες υπόβαθρο βρίσκεται σε βάθος ≤ 3.0 m
- Η γεωτεχνική στρώση Α, αποτελείται από αμώδεις ιλυοαργίλους έως ιλυώδεις άμμους, με κυμαινόμενο κλάσμα χαλίκων, μέσης έως υψηλής πλαστικότητας. Πρόκειται για εδάφη μέσης συμπιεστότητας και χαμηλής διαπερατότητας. Τα χαρακτηριστικά αυτά τα καθιστούν ακατάλληλα για την έδραση του σώματος του φράγματος, καθώς ενέχεται κίνδυνος ανάπτυξης πίεσης πόρων και εκδήλωσης μακροχρόνιων καθιζήσεων. Συνεπώς, συνιστάται η απομάκρυνσή τους από το σκάμμα έδρασης του φράγματος και τον άξονα του υπερχειλιστή, ανεξαρτήτως βάθους συνάντησης αυτών. Αντίθετα, το αυξημένο ποσοστό των λεπτόκοκκων και η χαμηλή διαπερατότητα που πα-ρουσιάζουν κάνουν τα εδάφη αυτής της στρώσης κατάλληλα για την επαναχρησιμοποίηση τους στη κατασκευή του σώματος του φράγματος.
- Η γεωτεχνική στρώση Β (αποσαθρωμένος μανδύας) αποτελείται από ιλυώδη αμμοχάλικα με τεμάχια βραχομάζας μέσης πλαστικότητας και πυκνής απόθεσης. Πρόκειται για μη συνεκτικά εδάφη (ποσοστό λεπτόκοκκων $< 30\%$), χαμηλής συμπιεστότητας και δύναται να χρησιμοποιηθούν ως στρώση έδρασης του σώματος του φράγματος.
- Η γεωτεχνική στρώση Γ (εξαλλοιωμένη σχιστολιθική μάζα, κατακερματισμένη, πολύ ασθενής έως ασθενής), διαθέτει χαρακτηριστικά που επαρκούν για την έδραση του σώματος του φράγματος.

5.3 Σεισμική επικινδυνότητα

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ. 2000), όπως τροποποιήθηκε λόγω αναθεώρησης του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας (ΦΕΚ 1154/12-8-2003), η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, όπου η σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι $A=0,24g$, όπου g είναι η επιτάχυνση βαρύτητας.

Στο πλαίσιο της γεωλογικής μελέτης για το εξεταζόμενο έργο εκπονήθηκε Μελέτη Σεισμικότητας, η οποία βάσει των υφιστάμενων σεισμικών και τεκτονικών δεδομένων για την περιοχή έρευνας καταλήγει στον προσδιορισμό των παραμέτρων εδαφικής επιτάχυνσης, της εδαφικής ταχύτητας, της έντασης, της CAV (Cumulative Absolute Velocity) και της SI (Spectrum Intensity) για περιόδους επαναφοράς 475 και 949 χρόνια.

5.4 Συνθήκες ευστάθειας

Οι συνθήκες ευστάθειας των αντερεισμάτων του φράγματος κρίνεται ότι είναι γενικά καλές.

5.5 Συνθήκες στεγανότητας

Αναφορικά με τις συνθήκες στεγανότητας που επικρατούν στην θέση κατασκευής του φράγματος σύμφωνα με την Γεωλογική Μελέτη της Α' και Β' Φάσης διαπιστώθηκε ότι η γεωτεχνική στρώση Β πρόκειται για σχηματισμό μέσης περατότητας. Συνεπώς, εκτιμάται ότι δεν απαιτείται η απομάκρυνσή του από το σκάμμα έδρασης του φράγματος και του άξονα του υπερχειλιστή. Για την εξασφάλιση της στεγανότητας της λεκάνης, η εμφάνισή του στο σκάμμα θεμελίωσης του φράγματος να συνδυαστεί με την εφαρμογή τσιμεντενέσεων στεγάνωσης. Επιπλέον, οι επιτόπου δοκιμές υδατοπερατότητας στη γεωτεχνική στρώση Γ παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η χρήση τσιμεντενέσεων στεγάνωσης για την εξασφάλιση τόσο της λεκάνης κατάκλυσης, όσο και του ίδιου του φράγματος.

6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Βάσει του σχεδιασμού που προτείνεται με την παρούσα μελέτη το φράγμα στη θέση Δίλοφος -Κακλιτζόρεμα θα είναι ομοιογενές χωμάτινο από αδιαπέρατο υλικό.

Ειδικότερα για την κατασκευή του φράγματος απαιτούνται αργιλικά (αδιαπέρατα) υλικά για την κατασκευή του σώματος του φράγματος. Επιπλέον, θα απαιτηθούν λίθοι για την προστασία τόσο του ανάντη, όσο και του κατόντη πρανούς.

Για τον εντοπισμό των απαραίτητων υλικών πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Γεωλογικής και της Γεωτεχνικής Μελέτης της Α΄ Φάσης έρευνα στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος και συντάχθηκαν σχετικοί χάρτες.

Ειδικότερα, για την λήψη των απαραίτητων υλικών για την κατασκευή του φράγματος διερευνήθηκαν 4 περιοχές περιμετρικά της λεκάνης κατάκλυσης και σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 1.000 μέτρων από την θέση κατασκευής του φράγματος. Σημειώνεται ότι μικρής έκτασης τμήμα των περιοχών των δανειοθαλάμων βρίσκεται εντός των ορίων της λεκάνης κατάκλυσης.

Στις εν λόγω περιοχές διανοίχθηκαν συνολικά δεκατέσσερα (14) ερευνητικά φρέατα με σήμανση Φ-1 έως Φ-14 κατανεμημένα ως εξής:

- Περιοχή 1 (ανατολικό περιθώριο λεκάνης κατάκλυσης): έξι (6) φρέατα
- Περιοχή 2 (ανατολικό περιθώριο λεκάνης κατάκλυσης): τρία (3) φρέατα
- Περιοχή 3 (βόρεια της θέσης κατασκευής του φράγματος): **τρία (3) φρέατα**
- Περιοχή 4 (ανατολικά της θέσης κατασκευής του φράγματος): δύο (2) φρέατα

Από τα ανωτέρω φρέατα ελήφθησαν δείγματα για την εκτέλεση των απαραίτητων εργαστηριακών δοκιμών για την διερεύνηση των ιδιοτήτων των γεωτεχνικών σχηματισμών του υπεδάφους.

Βάσει των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας διαπιστώθηκε η επικράτηση σχετικά ομοιόμορφων γεωτεχνικών συνθηκών στο σύνολο των φρεάτων που διανοίχθηκαν στις τέσσερις (4) περιοχές έρευνας. Αναλυτικά αναγνωρίστηκαν τέσσερις (4) διαφορετικές τομές υπεδάφους:

- Η εμφάνιση καθ'όλο το βάθος ερευνών ιλυώδους αμμοχάλικου μέσης πλαστικότητας (φρέατα Φ-2 και Φ-4 – περιοχή 2 και φρέατα Φ-6 και Φ-7 –).
- Η εμφάνιση καθ'όλο το βάθος ερευνών ιλυώδους άμμου με κυμαινόμενο ποσοστό χαλίκων, μέσης πλαστικότητας (φρέατα Φ-12, Φ-13 και Φ-14 – περιοχή 1).

- Η εμφάνιση επιφανειακά μέχρι βάθους της τάξης 1.0 m και τοπικά μέχρι και 2.5 m αμμώδους ιλυοαργίλου έως αμμοϊλύος μέσης έως υψηλής πλαστικότητας, ακολουθούμενη από ιλυώδες αμμοχάλικο μέσης πλαστικότητας (φρέαρ Φ-3 – περιοχή 2, φρέατα Φ-9 και Φ-10 – περιοχή 4).
- Η εμφάνιση καθ'όλο το βάθος ερευνών αμμώδους ιλυοαργίλου έως αμμοϊλύος μέσης έως υψηλής πλαστικότητας (φρέαρ Φ-5 – περιοχή 2, φρέαρ Φ-8 -περιοχή 1 και φρέαρ Φ11).

Στο σύνολο των θέσεων έρευνας διαπιστώθηκε επιφανειακά η ύπαρξη περιορισμένου πάχους φυτικών γαιών (0.1m έως 0.2m). Κατά τη διάνοιξη των ερευνητικών φρεάτων στάθμη υπόγειων υδάτων (Σ.Υ.Υ.) διαπιστώθηκε μόνο στις γειτονικές θέσεις των φρεάτων Φ-4 και Φ-5 στην Περιοχή 2, ανατολικά της λεκάνης κατάκλυσης και σε βάθος 2.5 m και 2.0 m αντίστοιχα.

Βάσει των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών διαπιστώθηκε ότι το σύνολο των διαθέσιμων υλικών δύναται να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του σώματος του φράγματος με προϋπόθεση την απομάκρυνση των οργανικών υλικών. Ειδικότερα, για την ζώνη θεμελίωσης δύναται να χρησιμοποιηθεί το σύνολο των διαθέσιμων υλικών πλην των υλικών της Ομάδας 2 των εργαστηριακών δοκιμών (εδάφη με αυξημένη περιεκτικότητα σε χάλικες, σε ποσοστό $\geq 30\%$, Βλ. Γεωτεχνική Έρευνα – Μελέτη Α΄ Φάσης).

Το συνολικό εμβαδόν των περιοχών των δανειοθαλάμων είναι περίπου 360 στρέμματα. Θεωρώντας κατά μέσο όρο στρώση πάχους 3,5 m πλήρως χρησιμοποιήσιμη, προκύπτει διαθέσιμη ποσότητα εδαφικού υλικού ίση με $1.260.000 \text{ m}^3$. Η απαιτούμενη ποσότητα εδαφικού υλικού είναι 781.300 m^3 , ενώ λόγω της απαίτησης ύπαρξης 20% εφεδρικού υλικού, η απαιτούμενη ποσότητα είναι 937.560 m^3 .

Για την κατασκευή του φράγματος θα χρησιμοποιηθούν τα διαθέσιμα υλικά από τους δανειοθαλάμους 1 και 2, ενώ εφεδρικά δύνανται να χρησιμοποιηθούν τα διαθέσιμα υλικά από τους δανειοθαλάμους 3 και 4.

Ειδικότερα, ο δανειοθάλαμος 1, εντοπίζεται νότια της περιοχής κατασκευής του φράγματος, έχει έκταση 120,8στρ και θεωρώντας ένα μέσο βάθος εκσκαφής περί τα 3,5m, ο όγκος των διαθέσιμων υλικών του υπολογίζεται σε 422.790 m^3 .

Ο δανειοθάλαμος 2, εντοπίζεται νοτιοανατολικά της περιοχής κατασκευής του φράγματος, έχει έκταση 115,77στρ και θεωρώντας ένα μέσο βάθος εκσκαφής περί τα 3,5m, ο όγκος των διαθέσιμων υλικών του υπολογίζεται σε 405.210 m³.

Ο εφεδρικός δανειοθάλαμος 3, εντοπίζεται βορειοδυτικά της περιοχής κατασκευής του φράγματος, έχει έκταση 108,6στρ και θεωρώντας ένα μέσο βάθος εκσκαφής περί τα 3,5m, ο όγκος των διαθέσιμων υλικών του υπολογίζεται σε 380.081 m³.

Ο εφεδρικός δανειοθάλαμος 4, εντοπίζεται βορειοδυτικά της περιοχής κατασκευής του φράγματος, έχει έκταση 13,78στρ και θεωρώντας ένα μέσο βάθος εκσκαφής περί τα 3,5m, ο όγκος των διαθέσιμων υλικών του υπολογίζεται σε 48.237 m³.

Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι θα πρέπει να γίνει προγραμματισμός των εργασιών των εκσκαφών των δανειοθαλάμων και γενικότερα όλων των εκσκαφών των έργων του φράγματος, ώστε να μειωθούν κατά το περισσότερο δυνατό οι παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον. Προτείνεται η παρακάτω σειρά εργασιών:

- Αρχικά, πριν το ξεκίνημα των εκσκαφών θα πραγματοποιηθεί η πασσάλωση των ορίων και του άξονα του φράγματος. Σε αυτό το στάδιο είναι απαραίτητη η ενημέρωση επί της τοπογραφικής πληροφορίας και η λήψη επιτόπου στοιχείων για επιβεβαίωση της πληροφορίας.
- Κατόπιν θα πραγματοποιηθεί η εκσκαφή της επιφανειακής στρώσης Αλλουβίου, που εντοπίζεται νοτιοδυτικά της περιοχής του φράγματος και καταλαμβάνει έκταση 12,5στρ. Η παραγόμενη ποσότητα υλικών, που υπολογίζεται σε 142.000 m³, θα αποτεθεί εντός της λεκάνης κατάκλυσης.
- Εν συνεχεία προτείνεται να γίνει η εκσκαφή της τάφρου του αγωγού εκτροπής και οι εκσκαφές για την κατασκευή των έργων εισόδου και εξόδου του αγωγού εκτροπής. Τα υλικά των εκσκαφών αυτών απομακρύνονται και συγκεντρώνονται σε σωρούς, σε περιοχή πλησίον των δανειοθαλάμων ώστε να γίνει η επαναπλήρωση τους, μετά την λήψη αδιαπέρατου υλικού για το σώμα του φράγματος.
- Έπειτα προτείνεται να γίνει η εκτέλεση των εκσκαφών της θεμελίωσης του φράγματος και οι εκσκαφές θεμελίωσης του προφράγματος. Τα υλικά και αυτών των εκσκαφών απομακρύνονται και συγκεντρώνονται προσωρινά σε σωρούς, στην περιοχή διαχείρισης υλικών πλησίον του δανειοθαλάμου 2 ώστε να γίνει η επαναπλήρωση τους, μετά την λήψη αδιαπέρατου υλικού για το σώμα του φράγματος.

- Παράλληλα με τις εκσκαφές της θεμελίωσης του φράγματος και προφράγματος γίνεται και η εκτέλεση των εκσκαφών των έργων του υπερχειλιστή, της διώρυγας φυγής και της λεκάνης ηρεμίας.
- Πριν την ολοκλήρωση των έργων θα γίνουν οι εκσκαφές της οδού πρόσβασης πλησίον του φρεατίου δικλείδων και της οδού που διέρχεται πάνω από την στέψη του φράγματος και συνεχίζει περιφερειακά της λεκάνης κατάκλυσης (σύνδεση με υφιστάμενο τμήμα).

Σε σχέση με τη διαχείριση των υλικών εκσκαφής αυτή θα πραγματοποιηθεί είτε στην Περιοχή Εναπόθεσης Στρώματος Αλλουβίου, ΝΔ του φράγματος, έκτασης 12,5 στρεμ., είτε με προσωρινή αποθήκευση στον πλησιέστερο δανειοθάλαμο στο φράγμα (δανειοθάλαμο 2). Στη 2^η περίπτωση θα πραγματοποιηθεί σταδιακή εκμετάλλευση του δανειοθαλάμου με το χωρισμό του σε κύτταρα και τα υλικά εκσκαφής τελικά θα διαστρωθούν σε επιφάνειες κυττάρων που έχει ολοκληρωθεί η δανειοληψία.

Η διάστρωση των υλικών εκσκαφής θα γίνει σε στρώσεις του 1,0 μ. και θα συνοδευθεί από ελαφρά συμπίκνωση των υλικών. Τελικά το διαμορφούμενο ανάγλυφο θα πρέπει να έχει ήπια πρανή (μέγιστη κλίση 2:3 – υ:β). Επιφανειακά θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά γαιώδη προϊόντα, τουλάχιστον πάχους 50 cm.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Εγκύκλιο υπ' Αρ. Πρωτ.: οικ 4834/25-1-2013 «Διαχείριση περίσσειας υλικών εκσκαφών που προέρχονται από δημόσια έργα - Διευκρινίσεις επί των απαιτήσεων της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312 Β)», δεν απορρέει υποχρέωση διαχείρισης της περίσσειας των εκσκαφών που προέρχονται από δημόσια έργα.

7. ΦΡΑΓΜΑ

7.1 Τύπος φράγματος

Το φράγμα θα κατασκευαστεί εξ ολοκλήρου από αργιλώδη εδαφικά υλικά, χωρίς πυρήνα (ομοιογενούς τύπου). Τα αργιλικά υλικά για την κατασκευή του, θα προέλθουν από δανειοθαλάμους πέριξ της λέκανης κατάκλυσης και σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 1.000 μέτρα από την θέση του άξονα του φράγματος (βλ. σχέδιο 1.6).

7.2 Άξονας φράγματος

Η μορφολογία της περιοχής κατασκευής του φράγματος ευνοεί την κατασκευή αυτού. Το συνολικό μήκος στέψης του φράγματος είναι 302,05m. Ο άξονας του φράγματος έχει διεύθυνση από ΝΑ προς ΒΔ.

7.3 Θεμελίωση φράγματος

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί οι οποίοι συναντώνται στην θέση κατασκευής του φράγματος είναι οι εξής:

- Καστανή έως καστανέρυθη αμμόδης ιλυοάργιλος και τοπικά ιλυώδης άμμος, παρουσία χαλίκων, μέσης έως υψηλής πλαστικότητας, σκληρή (Γεωτεχνική στρώση Α).
- Μανδύας αποσάθρωσης βραχομάζας υπό τη μορφή ιλυώδους αμμοχάλικου με τεμάχη βραχομάζας, μέσης πλαστικότητας, πυκνής απόθεσης (Γεωτεχνική στρώση Β).
- Πολύ αποσαθρωμένος και κατά διαστήματα εξαλλοιωμένος αργιλικός σχιστόλιθος - σχιστοκερατόλιθος - χλωριτικός σχιστόλιθος, εξαιρετικά ασθενής έως ασθενής και τοπικά μέτρια ισχυρός, πολύ κερματισμένος έως κατακερματισμένος. Στις ζώνες εξαλλοίωσης συναντάται ιλυώδης αμμοχάλικο μέσης πλαστικότητας με τεμάχη βραχομάζας (Γεωτεχνική στρώση Γ).
- Πράσινος έως τεφροπράσινος χλωριτικός σχιστόλιθος του οφιολιθικού συμπλέγματος, ασθενής έως μέτρια ισχυρός και τοπικά ισχυρός, ελαφρά έως πολύ κερματισμένος και τοπικά κατακερματισμένος, αμυδρά έως μέτρια αποσαθρωμένος (Γεωτεχνική στρώση Δ).

Η θεμελίωση του φράγματος, του δεξιού και αριστερού αντερείσματος θα γίνει μετά την αφαίρεση των επιφανειακών γαιών πάχους της τάξης του 1,0 μ. και την απομάκρυνση του συνόλου των εδαφών της γεωτεχνικής στρώσης Α, επί των γεωτεχνικών στρώσεων Β, Γ και Δ. Η θεμελίωση στην κοίτη του ρέματος θα γίνει σε υψόμετρο 336,50 σε πλάτος 10 m.

7.4 Στέψη φράγματος

7.4.1 Στάθμη τεχνητής λίμνης

Όπως προαναφέρθηκε ο προσδιορισμός της στάθμης στέψης του φράγματος πραγματοποιείται βάσει του υδρογραφήματος της Μέγιστης Πιθανής Πλημμύρας (Probable Maximum Flood – PMF), που αντιστοιχεί σε συνολικό ύψος βροχής $P=329,1\text{mm}$ (για 24ωρη διάρκεια βροχόπτωσης). Η παροχή αιχμής του υδρογραφήματος είναι $46,1\text{m}^3/\text{s}$. Τα πλήρη στοιχεία του πλημμυρικού υδρογραφήματος παρουσιάζονται στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών.

Υπολογίστηκε η διόδευση του πλημμυρικού υδρογραφήματος μέσω του ταμιευτήρα και του πλευρικού υπερχειλιστή για διάφορα μήκη στέψης υπερχειλιστή, για τα οποία προσδιορίστηκε η μέγιστη παροχή υπερχείλισης και στάθμη ύδατος στον ταμιευτήρα. Επιλέχθηκε μήκος στέψης υπερχειλιστή $b=40\text{m}$, λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη να μειωθεί κατά το δυνατόν η ανώτατη στάθμη νερού στον ταμιευτήρα και η αντίστοιχη στάθμη στέψης του φράγματος, μέσα στα πλαίσια των περιορισμών διαμόρφωσης των έργων του υπερχειλιστή. Από την διόδευση του υδρογραφήματος για μήκος στέψης πλευρικού υπερχειλιστή $b=40\text{m}$ προέκυψε η μέγιστη παροχή υπερχείλισης ίση με $45,59\text{m}^3/\text{s}$ και η αντίστοιχη ανώτατη στάθμη ταμιευτήρα ίση με $+383,65$.

Για τον προσδιορισμό της στάθμης στέψης του φράγματος λαμβάνεται υπόψη η ανώτατη στάθμη ύδατος στον ταμιευτήρα $+383,65$. Για τον προσδιορισμό του ύψους της στέψης του φράγματος καθορίζεται το αναγκαίο περιθώριο ασφαλείας (freeboard) το οποίο προστίθεται στην στάθμη $+383,65$ και το οποίο έχει σαν σκοπό την αποτροπή υπερπηδήσεων του φράγματος από κυματισμούς.

Το περιθώριο ασφαλείας διακρίνεται στο κανονικό (normal) και το ελάχιστο (minimum). Το κανονικό freeboard αντιστοιχεί στην υψομετρική διαφορά ανάμεσα στη στέψη του φράγματος και την επιφάνεια του ταμιευτήρα όταν δεν υπάρχει υπερχείλιση. Το ελάχιστο freeboard αντιστοιχεί στην υψομετρική διαφορά ανάμεσα στη στέψη του φράγματος και στην μέγιστη στάθμη νερού, η οποία παρατηρείται όταν συμβεί η πλημμύρα σχεδιασμού. Σχετίζεται με την ανάγκη αποτροπής υπερπηδήσεων του φράγματος από κυματισμούς, σε συνδυασμό και με άλλους απρόβλεπτους παράγοντες, π.χ. καθιζήσεις πέραν εκείνων οι οποίες ελήφθησαν υπόψη (βλ. παρ. 7.4.2).

Στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών το κανονικό περιθώριο ασφαλείας προσδιορίστηκε ίσο με $1,22\text{ m}$. Για στάθμη στέψης υπερχειλιστή $+383,00$ προκύπτει απαιτούμενη στάθμη στέψης φράγματος $+384,22$. Έγιναν δύο εναλλακτικές εκτιμήσεις του ελάχιστου περιθωρίου ασφαλείας με βάση τις οδηγίες του United States Bureau of

Reclamation [3] και του βρετανικού Institution of Civil Engineers [1], οι οποίες είναι 0,91m και 1,37 αντίστοιχα.

Βάσει των ανωτέρω, για μέγιστη στάθμη ύδατος στον ταμιευτήρα +383,65 η ονομαστική στάθμη στέψης του φράγματος προσδιορίζεται +386,00.

7.4.2 Υπερύψωση στέψης φράγματος

Κατά κανόνα προβλέπεται η υπερύψωση της στέψης των χωμάτων φραγμάτων σε σχέση με την ονομαστική, προκειμένου να υπάρχει ένα επιπλέον περιθώριο για την παράληψη των καθιζήσεων στο σώμα του φράγματος και στο έδαφος θεμελίωσης.

Το σώμα του φράγματος συμπυκνώνεται σε πυκνότητα πολύ κοντά στη μέγιστη κατά Proctor και έτσι στερεοποιείται σε μεγάλο ποσοστό κατά την κατασκευή. Συνεπώς, δεν αναμένονται σημαντικές καθιζήσεις του σώματος του φράγματος μετά το πέρας της κατασκευής.

Βάσει των ανωτέρω θεωρείται επαρκής η πρόβλεψη του United States Bureau of Reclamation [4], σύμφωνα με την οποία για χωμάτινα φράγματα η υπερύψωση προτείνεται στο 1% του ύψους του αναχώματος.

Λαμβάνεται υπερύψωση στέψης ίση με 0,50 μέτρα η οποία υπερκαλύπτει το παραπάνω κριτήριο. Η υπερύψωση προβλέπεται σταθερή στο κεντρικό τμήμα της στέψης του φράγματος και μειώνεται γραμμικά προς τα αντερείσματα, όπου και μηδενίζεται.

7.4.3 Διαμόρφωση και πλάτος στέψης

Το πλάτος της στέψης του φράγματος λαμβάνεται ίσο με 8,00m. Σε όλο το μήκος της στέψης του φράγματος διαμορφώνεται δρόμος, ο οποίος θα έχει συνολικό πλάτος οδοστρώματος 6,5 m και συνολικό πάχος στρώσεων οδοποιίας 0,2m. Κατά μήκος της οδού θα υπάρχουν τα απαραίτητα στηθαία ασφαλείας σε απόσταση 5m μεταξύ τους και ύψους 1μ.

Σε όλο το μήκος της στέψης του φράγματος θα υπάρχουν σώματα ηλεκτροφωτισμού.

7.5 Σώμα φράγματος

Το σώμα του φράγματος, όπως προαναφέρθηκε, θα κατασκευαστεί από κατάλληλο αδιαπέρατο υλικό.

Η στάθμη θεμελίωσης του φράγματος (κατώτατη στάθμη) είναι στη στάθμη +336,50. Το μέγιστο ύψος του φράγματος από το φυσικό έδαφος είναι 46,00 m και ίσο με 49,50 m από την στάθμη θεμελίωσης.

Η κλίση του ανάντη πρανούς του φράγματος λαμβάνεται 1:3 (κ:ο), ενώ προβλέπεται η δημιουργία αναβαθμών στη στάθμη +376,00 πλάτους 4,0 m, στη στάθμη +366,00 πλάτους 4,0 m και στη στάθμη +356,00 πλάτους 4,0 m. Η κλίση του κατόντη πρανούς του φράγματος λαμβάνεται 1:3 (κ:ο) και προβλέπεται η δημιουργία αναβαθμών στην στάθμη +376,00 πλάτους 4,0m, στην στάθμη +366,00 πλάτους 4,0m, στην στάθμη +356,00 πλάτους 4,0 m και στην στάθμη +346,00 πλάτους, επίσης, 4,0 m. Σημειώνεται ότι επιλέγεται η κατασκευή των αναβαθμών στο σώμα του φράγματος, καθώς συμβάλλουν στην βελτίωση της ευστάθειας αυτού.

Η κατασκευή του φράγματος θα πραγματοποιηθεί σε στρώσεις τελικού πάχους 50 cm. Κατά τη διάστρωση τα εδαφικά υλικά θα πρέπει να διαθέτουν υγρασία +/-15% της βέλτιστης κατά τροπ. μέθοδο Proctor, ενώ η συμπίκνωση κάθε στρώσης θα πρέπει να είναι $\geq 98\%$.

Για την προστασία του ανάντη πρανούς από τους κυματισμούς προβλέπεται στρώση από λίθους πάχους $d = 30$ cm. Υπό της στρώσης των λίθων, για την προστασία της επιφάνειας του πρανούς τοποθετείται αμμοχάλικο πάχους στρώσης $d = 10$ cm. Το ίδιο προφίλ επικάλυψης επιλέγεται και για το κατόντη πρανές (λίθοι και αμμοχάλικο). Για την στέψη του φράγματος, πριν την οδοστρώση, προβλέπεται η επικάλυψη με αμμοχάλικο πάχους 70 cm. Για τις λεπτομέρειες των υλικών και του τρόπου διάστρωσης – βλ. Συμπληρωματικό Τεύχος Γεωτεχνικών Στοιχείων και Τεχνικές Προδιαγραφές.

Όσον αφορά στο πρόφραγμα, αυτό θα ενσωματωθεί στην διατομή του φράγματος και θα αποτελεί τον πόδα του ανάντη πρανούς. Το πρόφραγμα θα κατασκευαστεί από τα υλικά του σώματος του φράγματος, ήτοι από αδιαπέρατο εδαφικό υλικό. Το πλάτος στέψης του προφράγματος είναι 8,0 m και οι κλίσεις των πρανών του είναι 1:3 (κ:ο) για το ανάντη πρανές και 1:2 (κ:ο) για το κατόντη πρανές. Σύμφωνα με τους Υδραυλικούς Υπολογισμούς, η στάθμη στέψης του προφράγματος, καθορίστηκε στην στάθμη +366,00. Για τον προσδιορισμό της στάθμης στέψης του προφράγματος λήφθηκε υπόψη το πλημμυρικό υδρογράφημα σχεδιασμού και η παροχετευτικότητα του προτεινόμενου έργου προσωρινής εκτροπής (περίοδος επαναφοράς $T = 50$ έτη).

Στη βάση του κατόντη πρανούς προβλέπεται η κατασκευή στραγγιστήριου τάπητα (λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο φίλτρο, πάχους 0,50 και 1,0 αντίστοιχα, σύμφωνα με τα σχέδια 3.2.2. και 3.15), από αμμοχαλικώδες υλικό, για την απαγωγή των υδάτων

διήθησης. Ειδικότερα, τα ύδατα διήθησης συλλέγονται μέσω του στραγγιστηρίου, που βρίσκεται στην κατάντη επιφάνεια του σώματος του φράγματος, στη βάση του αναχώματος. Στα άκρα του στραγγιστηρίου τάπητα προβλέπεται η τοποθέτηση διάτρητων τσιμεντοσωλήνων. Ειδικότερα, τα ύδατα διήθησης οδηγούνται σε διάτρητους τσιμεντοσωλήνες, διαμέτρου Φ300, οι οποίοι τοποθετούνται πλευρικά, αριστερά και δεξιά, του κατάντη πρανούς. Οι εν λόγω αγωγοί συμβάλλουν σε ειδικά διαμορφωμένη αποστραγγιστική τάφρο, η οποία καταλήγει στο έργο εξόδου του αγωγού εκκένωσης-υδροληψίας. Για την προστασία των αγωγών θα τοποθετηθεί περιμετρικά αυτών γεωύφασμα.

Η διάστρωση των στραγγιστηρίων θα γίνεται με μέγιστο ασυμπύκνωτο πάχος 50 cm με 4 διελεύσεις δονητικού συμπιεστή στο οριζόντιο τμήμα. Το υλικό κατά τη διάστρωση πρέπει να είναι υγρό.

Τα υλικά κατασκευής και οι αντίστοιχες προμετρηθείσες ποσότητες συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.1: Ζώνες σώματος φράγματος

α/α	Περιγραφή	Κοκκομετρικά χαρακτηριστικά υλικών	Προμετρηθείσα ποσότητα (m ³)
1	Σώμα φράγματος από αδιαπέρατο εδαφικό υλικό προερχόμενο από δανειοθαλάμους της ευρύτερης περιοχής κατασκευής των έργων (ΕΤΕΠ 13-01-01-00)	- διερχόμενο Νο 200 – 54% - D _{max} <76 mm - LL<50%, PI>7%	781.300
2	Λίθοι προστασίας ανάντη και κατάντη πρανών πάχους 30 cm (ΕΤΕΠ 13-01-05-01)	- D _{min} = 2,5 cm - D _{max} = 30 cm - Los Angeles ≤ 40% - Δοκιμή υγείας ≤ 8%	14.893
3	Προστασία από αμμοχαλικώδη υλικά, πάχους 10cm ανάντη και κατάντη πρανών και πάχους 70cm στη στέψη (ΕΤΕΠ 13-01-04-01)	-	6.637
Συνολικός όγκος αναχώματος (m ³)			802.830

Για την περαιτέρω προστασία του φράγματος από τις ασκούμενες πιέσεις του σώματος του, καθώς και για την ενίσχυση της θεμελίωσης του και την αύξηση της στεγανότητας του, θα κατασκευαστεί επιφανειακή κουρτίνα τσιμεντενέσεων.

Οι θέσεις, η διάταξη και το βάθος των οπών τσιμεντενέσεων που φαίνονται στα σχέδια 3.11 και 3.12, είναι ενδεικτικές και θα τροποποιηθούν και θα οριστικοποιηθούν σύμφωνα με τις επί τόπου συνθήκες και τις οδηγίες του επιβλέποντα.

Στα κατάντη του δεξιού αντερείσματος εντοπίζεται μια μικρή λεκάνη απορροής όμβριων υδάτων. Για την προστασία του φράγματος έναντι της παροχής ομβρίων θα κατασκευαστούν κατάλληλες αποστραγγιστικές τάφροι (βλ. Σχέδιο 3.14).

7.6 Ευστάθεια αναχώματος

Με την προτεινόμενη διατομή του φράγματος δεν αναμένονται προβλήματα όσον αφορά στην ευστάθεια. Κατά τη μελέτη πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί ευστάθειας, οι οποίοι περιλαμβάνονται στο «Τεύχος Συμπληρωματικών Γεωτεχνικών Στοιχείων».

7.7 Σεισμική Ευστάθεια Αναχώματος – Δυναμική Ανάλυση

Στα πλαίσια της σύμβασης εκπονήθηκε μελέτη «ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ» (GUD GEOTECHNIK UND DYNAMIK GMBH, Νίκος Γερόλυμος). Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων της δυναμικής απόκρισης και συμπεριφοράς του φράγματος, προκύπτει ότι οι υπολογισθείσες ολισθητικές μετακινήσεις είναι της τάξεως των 0.5 m και κρίνονται ως όχι μεν ασήμαντες, αλλά ασφαλώς ανεκτές για την ασφαλή λειτουργία του φράγματος, δεδομένου του σημαντικά μεγαλύτερου περιθωρίου ασφαλείας του υπομέτρου της στέψης και δεδομένης της φύσεως των υλικών.

Οι «ακριβείς» αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με την μέθοδο των ενεργών τάσεων, σύμφωνα με την οποία σε κάθε χρονικό βήμα γίνεται πλήρης θεώρηση της πόρο-μηχανικής σύζευξης των εδαφικών ιδιοτήτων και των υδατικών πιέσεων. Διερευνήθηκε η σεισμική απόκριση μίας χαρακτηριστικής διατομής του φράγματος (Δ7 με Χ.Θ. 0 + 141.85), ύψους 49.5 m, με την χρήση του λογισμικού κώδικα πεπερασμένων διαφορών FLAC2D.

Τα κυριότερα αποτελέσματα των αναλύσεων συνοψίζονται ως εξής:

- Ενίσχυση του σεισμικού κραδασμού παρατηρείται κυρίως στην περιοχή του προφράγματος (στην περιοχή του ταμιευτήρα).

- Η μέγιστη παραμένουσα ανελαστική οριζόντια μετακίνηση παρατηρείται στα κατάντη του φράγματος στην περιοχή μεταξύ του τρίτου και τέταρτου αναβαθμού
- Στην στέψη αναπτύσσεται οριζόντια παραμένουσα μετακίνηση της τάξεως του 0.15 m - 0.30 m, ενώ στα ανάντη του φράγματος η μέγιστη οριζόντια παραμένουσα μετακίνηση δεν ξεπερνά τα 0.15 m. Οι μετακινήσεις αυτές δεν θα προκαλέσουν πρόβλημα στο φράγμα, δεδομένου ότι επαρκεί πλήρως το περιθώριο ελευθέρου ύψους της στέψης (περίπου 3 m). Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι η κατανομή τους είναι σχετικά ομαλή, χωρίς απότομες μεταβολές (π.χ. χωρίς την ανάπτυξη αναβαθμών από την επιφανειακή εκδήλωση ζωνών διατμητικής αστοχίας).
- Η κρίσιμη ζώνη ολισθήσεως εντοπίζεται στα κατάντη του φράγματος με μέγιστο βάθος περί τα 25 m.

Αναλυτικά τα στοιχεία της δυναμικής ανάλυσης – ανάλυσης σεισμικής ευστάθειας παρουσιάζονται στη μελέτη «ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ» (GUD GEOTECHNIK UND DYNAMIK GMBH, Νίκος Γερόλυμος).

8. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

8.1 Παροχές

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς της διόδευσης του υδρογραφήματος της Μέγιστης Πιθανής Πλημμύρας μέσω του ταμιευτήρα και του υπερχειλιστή, προέκυψε η παροχή σχεδιασμού του υπερχειλιστή (βλ. Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών). Επιλέχθηκε μήκος στέψης πλευρικού υπερχειλιστή $b=40$ m, στο οποίο αντιστοιχεί μέγιστη παροχή υπερχείλισης $45,59 \text{ m}^3/\text{s}$ και ανώτατη στάθμη ταμιευτήρα $+383,65$. Η ανώτατη στάθμη ταμιευτήρα βρίσκεται $0,65\text{m}$ πάνω από τη στάθμη στέψης του υπερχειλιστή ($+383,00\text{m}$). Για τον σχεδιασμό του σώματος του υπερχειλιστή και της διώρυγας φυγής χρησιμοποιείται η μέγιστη παροχή υπερχείλισης $45,59 \text{ m}^3/\text{s}$.

Η παροχή σχεδιασμού των έργων καταστροφής ενέργειας, δηλαδή της λεκάνης ηρεμίας προβλέπεται στην κατάληξη της διώρυγας φυγής, προκύπτει από τους υπολογισμούς διόδευσης του πλημμυρικού υδρογραφήματος που αντιστοιχεί σε συνολικό ύψος 24ω ρης βροχόπτωσης $P=180,5\text{mm}$ (βλ. κεφάλαιο 4). Η παροχή αιχμής του πλημμυρικού υδρογραφήματος εισροών είναι $25,3\text{m}^3/\text{s}$. Οι υπολογισμοί της διόδευσης δίνουν μέγιστη παροχή υπερχείλισης $25,02\text{m}^3/\text{s}$ και μέγιστη στάθμη ταμιευτήρα $+383,44$. Η μέγιστη παροχή υπερχείλισης $25,02\text{m}^3/\text{s}$ λαμβάνεται σαν η παροχή σχεδιασμού των έργων της λεκάνης ηρεμίας.

Η παροχή των $25,3\text{m}^3/\text{s}$ λαμβάνεται επίσης υπόψη για τον υδραυλικό έλεγχο του ρέματος Κακλιτζόρεμα κατάντη του φράγματος, το οποίο αποτελεί τον αποδέκτη των παροχών υπερχείλισης.

8.2 Θέση των έργων

Επιλέχθηκε η κατασκευή πλευρικού υπερχειλιστή, ο οποίος τοποθετείται στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος. Τα έργα του υπερχειλιστή περιλαμβάνουν:

- ✓ Το έργο εισόδου, το σώμα υπερχείλισης και την γέφυρα.
- ✓ Τη διώρυγα φυγής μέσω της οποίας οι παροχές υπερχείλισης οδηγούνται στη λεκάνη ηρεμίας και μετά στον τελικό αποδέκτη.
- ✓ Τη λεκάνη ηρεμίας (λεκάνη υδραυλικού άλματος). Στη λεκάνη ηρεμίας συμβαίνει η μείωση της ενέργειας του νερού που φεύγει από τον ταμιευτήρα και καταλήγει στον αποδέκτη. Στη λεκάνη ηρεμίας περιλαμβάνεται ακόμη η διώρυγα απαγωγής των παροχών υπερχείλισης από την λεκάνη ηρεμίας μέχρι τη φυσική κοίτη του ρέματος Κακλιτζόρεμα.

Ο άξονας των έργων είναι ευθύγραμμος έως στα κατάντη όπου καταλήγει στο Κακλιτζόρεμα. Η διάταξη που προτείνεται επιλέχθηκε βάσει της μορφολογίας της

περιοχής, προκειμένου ο άξονας των έργων υπερχειλίσης να προσαρμόζεται σε αυτήν και να επιτυγχάνονται οι κατά το δυνατόν μικρότερες εργασίες εκσκαφών.

8.3 Θεμελίωση των έργων - Αποστράγγιση

Οι στάθμες θεμελίωσης του συνόλου των έργων του υπερχειλιστή αντιστοιχούν, σύμφωνα με τη Γεωλογική Μελέτη της Α' και Β' Φάσης, εξ' ολοκλήρου στη γεωτεχνική στρώση Γ.

Κατά την κατασκευή, η επανεπίχωση του έργου του υπερχειλιστή προτείνεται να γίνει με αμμοχάλικο, προκειμένου να εξασφαλίζεται η αποστράγγιση του έργου. Εκατέρωθεν της διώρυγας φυγής του υπερχειλιστή θα τοποθετηθούν διάτρητοι τσιμεντοσωλήνες, διαμέτρου Φ200, για την αποστράγγιση των υδάτων. Οι αγωγοί θα τοποθετηθούν στο πόδα του πρανούς εκσκαφής της διώρυγας φυγής, ανάντη και κατάντη των πλευρικών τοιχωμάτων αυτής και θα οδηγούν τα αποστραγγίζοντα ύδατα έως τα φρεάτια εκτόνωσης, στην αρχή της λεκάνης ηρεμίας. Οι αγωγοί θα προστατεύονται με περίβλημα γεωυφάσματος 200 gr/m² και από σκύρα στραγγιστηρίου (μονοβάθμιο φίλτρο).

Για την προστασία των έργων του υπερχειλιστή από τα επιφανειακά ύδατα, κατασκευάζεται ανάντη αυτού (αριστερά αυτού) αποστραγγιστική τάφρος. Ειδικότερα, η τάφρος απομάκρυνσης των επιφανειακών υδάτων θα εκκινεί παραπλεύρως, αριστερά του υπερχειλιστή από τη χιλιομετρική θέση 0+197,00m και θα φτάνει έως την έξοδο της διώρυγας απαγωγής, όπου θα διοχετεύονται τα αποστραγγίζοντα ύδατα. Η εν λόγω τάφρος θα είναι τριγωνικής διατομής, επενδεδυμένη, κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, ύψους και ανοίγματος 0,8m με 1:1 κλίση πρανών. Από την δεξιά πλευρά η περιοχή αποστραγγίζεται από το στραγγιστήριο του έργου εξόδου του αγωγού εκκένωσης υδροληψίας το οποίο συμβάλει στη λεκάνη ηρεμίας του έργου του υπερχειλιστή.

8.4 Περιγραφή των έργων

8.4.1 Προσαγωγή υδάτων στον υπερχειλιστή

Η προσαγωγή των υδάτων στον υπερχειλιστή εξασφαλίζεται με την πραγματοποίηση εκσκαφών και την διαμόρφωση των χωματισμών στο αριστερό αντέρεισμα για την κατασκευή του έργου εισόδου. Η στάθμη στην αρχή της διώρυγας είναι +379,78 και στο πέρας αυτής +330,00.

Το σώμα υπερχείλισης προβλέπεται σύμφωνα με την τυποποιημένη μορφή του σώματος μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station) [5]. Η στέψη του σώματος υπερχείλισης έχει στάθμη +383,00. Η

διαμόρφωση του σώματος του υπερχειλιστή ολοκληρώνεται σε απόσταση 5,15 m, από τον άξονα του υπερχειλιστή.

Ο φορέας της γέφυρας μορφώνεται σαν κλειστό πλαίσιο με καθαρό ύψος περίπου 5,22m και καθαρό άνοιγμα 15m. Αποτελείται από την πλάκα κυκλοφορίας, τους πλευρικούς τοίχους αντιστήριξης και την πλάκα θεμελίωσης. Το πλάτος του οδοστρώματος είναι 8,0m και η στάθμη ερυθράς +386,00. Θα υπάρχουν πεζοδρόμια και στηθαία ασφαλείας στη γέφυρα. Ο άξονας της γέφυρας αποτελεί συνέχεια του άξονα του φράγματος.

8.4.2 Διώρυγα φυγής

Οι παροχές υπερχείλισης οδηγούνται από το έργο εισόδου προς τη λεκάνη ηρεμίας και τον φυσικό αποδέκτη μέσω της διώρυγας φυγής συνολικού μήκους 287,20 m (από ΧΘ 0+0,00 έως 0+87,20 κατά μήκος του άξονα των έργων). Η στάθμη πυθμένα βρίσκεται στο +379,78 στην αρχή της διώρυγας φυγής και στο +330,00 στο τέρμα της διώρυγας φυγής (λεκάνη ηρεμίας). Η διατομή της διώρυγας είναι ορθογωνική με αρχικό (ανάντη) πλάτος 15m. Κρίνεται ότι το πλάτος αυτό εφόσον διατηρηθεί για ολόκληρο το μήκος της διώρυγας φυγής οδηγεί σε υπερχεδιασμό. Για τον λόγο αυτό τμήμα μήκους 100,00 m διαμορφώνεται σαν συναρμογή, συμμετρική ως προς τον άξονα, με την οποία το πλάτος της διώρυγας μειώνεται από 15 m σε 8m. Η συναρμογή μορφώνεται με ήπια γωνία κλίσεως των πλευρικών τοίχων ως προς τον άξονα, με σκοπό την αποφυγή κυματισμών (cross waves) κατά την υπερκρίσιμη ροή στη διώρυγα.

Το ανάντη τμήμα της διώρυγας φυγής έχει κλίση πυθμένα 0,0165. Ακολουθούν τμήματα με κλίσεις 0,1233, 0,2867 και 0,2102. Σημειώνεται ότι κατά μήκος της διώρυγας φυγής προβλέπονται αρμοί πάχους 0,3cm.

Η διώρυγα φυγής σχεδιάστηκε ώστε να μπορεί να παροχετεύσει με ασφάλεια την παροχή που αντιστοιχεί στην Μέγιστη Πιθανή Πλημμύρα, δηλαδή μέγιστη παροχή 45,59m³/sec. Οι ταχύτητες ροής που υπολογίστηκαν κυμαίνονται μεταξύ 2,02m/sec και 16,89m/sec, ενώ τα βάθη νερού κυμαίνονται από 0,35 m έως 1,51m για συντελεστή Manning n=0,014. Η λειτουργία εξετάστηκε και για παροχή 25,02m³/sec, η οποία αποτελεί την παροχή σχεδιασμού της λεκάνης ηρεμίας. Υπολογίστηκαν ταχύτητες από 2,00m/sec έως 12,65m/sec με βάθη ροής από 0,25m έως 0,83m.

Τα ύψη των πλευρικών τοίχων της διώρυγας φυγής προσδιορίζονται στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών λαμβάνοντας υπόψη τα βάθη νερού που προκύπτουν από την επίλυση της ανομοιόμορφης ροής στη διώρυγα φυγής, καθώς και επιπλέον περιθώριο

ασφαλείας για την αντιμετώπιση υπερυψώσεων της στάθμη λόγω κυματισμών, εισρόφησης αέρα (air bulking) κλπ. Στο ανάντη τμήμα της διώρυγας φυγής οι πλευρικοί τοίχοι έχουν ύψος 6,80 m από τον πυθμένα, το οποίο καθορίζεται από τη διαμόρφωση της στέψης του φράγματος και την κατασκευή της γέφυρας του υπερχειλιστή. Στη συνέχεια, το ύψος των πλευρικών τοίχων μειώνεται σε 2,5m από τον πυθμένα σύμφωνα με τα υδραυλικά κριτήρια που αναφέρθηκαν.

Τα έργα της διώρυγας φυγής κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Το ενδεχόμενο της φθοράς των σκυροδεμάτων της διώρυγας φυγής λόγω του προβλήματος της σπηλαιώσης εξαρτάται από τις ταχύτητες ροής στη διώρυγα σε συνδυασμό με την ποιότητα της τελειωμένης επιφάνειας του σκυροδέματος. Για τις συνθήκες ροής που προαναφέρθηκαν δίνεται στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών ότι εάν οι τελικές επιφάνειες σκυροδέματος διαμορφωθούν έτσι ώστε σε τυχόν ανωμαλίες να αντιστοιχεί λόγος μήκους προς ύψος εξοχής όχι μικρότερος από 20:1 τότε δεν δημιουργείται σπηλαιώση. Για τον λόγο αυτό θα προβλεφθεί η διαμόρφωση επιμελημένων τελειωμάτων επιφανειών σκυροδέματος στη στέψη και στη ράχη του υπερχειλιστή, στον πυθμένα της διώρυγας φυγής, καθώς και στην εσωτερική πλευρά των πλευρικών τοίχων της διώρυγας φυγής.

8.4.3 Λεκάνη ηρεμίας

Η διώρυγα φυγής καταλήγει στη Χ.Θ. 0+287,20 σε λεκάνη ηρεμίας (υδραυλικού άλματος). Η λεκάνη ηρεμίας εξασφαλίζει τη μείωση των μεγάλων ταχυτήτων ροής που αναμένονται στην κατάληξη της διώρυγας φυγής με τη δημιουργία ελεγχόμενου υδραυλικού άλματος και τη μετατροπή της έντονα υπερκρίσιμης ροής στη διώρυγα φυγής σε υποκρίσιμη. Είναι έτσι εφικτή η απαγωγή των παροχών υπερχείλισης προς τη φυσική κοίτη του Κακλιτζορέματος με ασφάλεια και χωρίς κίνδυνο δημιουργίας διαβρώσεων στην περιοχή των έργων που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλειά τους.

Η παροχή σχεδιασμού της λεκάνης ηρεμίας είναι 34,38m³/sec. Η λεκάνη ηρεμίας έχει ορθογωνική διατομή, πλάτος 8 m και μήκος 8m (έως την Χ.Θ. 0+295,20). Η στάθμη πυθμένα της λεκάνης ηρεμίας προσδιορίσθηκε μετά από δοκιμές στο +330,00. Για τα υδραυλικά δεδομένα της εισερχόμενης ροής επελέγη λεκάνη ηρεμίας Τύπου III σύμφωνα με το United States Bureau of Reclamation. Η λεκάνη ηρεμίας Τύπου III περιλαμβάνει τρεις σειρές οδοντώσεων και το πλεονέκτημά της είναι το μικρότερο μήκος της σε σύγκριση με άλλους τύπους λεκανών για την ίδια υδραυλική λειτουργία.

Κατάντη της λεκάνης ηρεμίας διαμορφώνεται τμήμα συναρμογής προς τη διώρυγα απαγωγής στη φυσική κοίτη του ρέματος Κακλιτζόρεμα, στη ΧΘ 0+307,00 και σε στάθμη +331,65. Η διώρυγα απαγωγής είναι ορθογωνικής διατομής με πλάτος πυθμένα 4m. Διαμορφώνεται με κλίση πυθμένα 0,14 μέχρι την φυσική κοίτη του ρέματος.

Όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών, ο ανωτέρω σχεδιασμός της λεκάνης ηρεμίας, του τμήματος συναρμογής και της διώρυγας απαγωγής εξασφαλίζει τη δημιουργία εντοπισμένου υδραυλικού άλματος στη λεκάνη ηρεμίας για τις κατάντη στάθμες νερού που υπολογίζονται στο ρέμα Κακλιτζόρεμα.

Όπως προαναφέρθηκε, στη λεκάνη ηρεμίας θα κατασκευαστούν, επίσης, τα φρεάτια εκτόνωσης των αποστραγγιστικών αγωγών που κατασκευάζονται εκατέρωθεν της διώρυγας φυγής. Τα εν λόγω φρεάτια εκτόνωσης θα έχουν εξωτερικές διαστάσεις 1,10x1,10m. Η κάλυψη και προστασία αυτών των φρεατίων γίνεται με σχάρες υδροσυλλογής από φαιό χυτοσίδηρο.

8.5 Υλικά κατασκευής των έργων

Το σύνολο των έργων του υπερχειλιστή κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Το ενδεχόμενο της φθοράς των σκυροδεμάτων της διώρυγας φυγής λόγω του προβλήματος της σπηλαιώσης εξαρτάται από τις ταχύτητες ροής στη διώρυγα σε συνδυασμό με την ποιότητα της τελειωμένης επιφάνειας του σκυροδέματος στον πυθμένα της διώρυγας.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που παρατίθενται στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών, εάν οι τελικές επιφάνειες του σκυροδέματος διαμορφωθούν έτσι ώστε σε τυχόν ανωμαλίες να αντιστοιχεί λόγος μήκους προς ύψος εξοχής όχι μικρότερος από 20:1, τότε δε δημιουργείται σπηλαιώση για τιμές δείκτη $\sigma > 0,25$. Για την παροχή της Μέγιστης Πιθανής Πλημμύρας $Q=45,59\text{m}^3/\text{s}$ οι αντίστοιχες τιμές του δείκτη σπηλαιώσης κυμαίνονται από 0,79 έως 48,70.

Με βάση τις τιμές του δείκτη που αναφέρθηκαν δεν απαιτείται αερισμός ή άλλα μέτρα προστασίας στη διώρυγα φυγής εφόσον επιτευχθεί ή απαιτούμενη ποιότητα τελειώματος των επιφανειών σκυροδέματος. Σε περίπτωση που απαιτηθεί περαιτέρω προστασία του σκυροδέματος προτείνεται η τελική διαμόρφωση των διατομών στο τέλος της διώρυγας φυγής, στη λεκάνη ηρεμίας και στη διώρυγα απαγωγής να γίνει με ινοπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 πάχους 8 cm και επάλειψη των τοιχιών σε ύψος έως 1 m από τον πυθμένα της διατομής. Η χρήση του σκυροδέματος αυτού στις συγκεκριμένες θέσεις θα συμβάλλει στην

εξασφάλιση αυξημένης αντοχής έναντι φθορών σε περιοχή η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλες ταχύτητες ροής, από υψηλή τύρβη με αυξομειώσεις πίεσης, καθώς και από ενδεχόμενη δημιουργία σπηλαίωσης.

Αναφορικά με τη στεγάνωση του έργου του υπερχειλιστή, κατά μήκος αυτού προβλέπεται η κατασκευή αρμών συστολής, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 4.2.2 «Κατά μήκος τομή στον άξονα». Στα σημεία αυτά προβλέπεται η τοποθέτηση εύκαμπτων ταινιών στεγανοποίησης αρμών εσωτερικού τύπου (Waterstops), πλάτους 160 mm, καθώς και η σφράγιση των αρμών με υλικά πολυσουλφιδικής βάσεως. Επιπλέον, προβλέπεται η εφαρμογή μόνωσης με διπλή ασφαλική επάλειψη, εξωτερικά των τοιχωμάτων του υπερχειλιστή, στα σημεία όπου πραγματοποιείται επανεπίχωση του σκάμματος.

Τέλος, για την προστασία των έργων, τοποθετούνται εξωτερικά του πρανούς του υπερχειλιστή στηθαία ασφαλείας, καθώς και περίφραξη περιμετρικά των έργων του υπερχειλιστή.

8.6 Υδραυλικός έλεγχος ρέματος Κακλιτζόρεμα κατάντη φράγματος

Η παροχή για τον έλεγχο της υδραυλικής επάρκειας του ρέματος Κακλιτζόρεμα κατάντη του φράγματος είναι αυτή που ελήφθη υπόψη και για τον σχεδιασμό των έργων καταστροφής ενέργειας, δηλαδή 34,38 m³/s. Ο έλεγχος αφορά το τμήμα του ρέματος Κακλιτζόρεμα από την εκβολή της διώρυγας απαγωγής των πλημμυρικών παροχών υπερχείλισης του φράγματος Διλόφου μέχρι περίπου 100 m προς τα κατάντη.

Ο υπολογισμός της ανομοιόμορφης ροής έγινε με την μέθοδο της ολοκλήρωσης του σταθερού βήματος (standard step method), με χρήση του λογισμικού HEC-RAS 4.0 Beta το οποίο αναπτύχθηκε από το κέντρο Υδρολογικής Μηχανικής (Hydrologic Engineering Center –HEC) του σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Corps of Engineers).

Τα γεωμετρικά και υδραυλικά στοιχεία των διατομών του ρέματος Κακλιτζόρεμα που ορίστηκαν για τον υπολογισμό της ανομοιόμορφης ροής με το λογισμικό HEC-RAS, καθώς και τα αποτελέσματα του υπολογισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στο Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών.

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών προκύπτει ότι για την παροχή $Q=34,38 \text{ m}^3/\text{s}$ η ροή κατάντη του φράγματος είναι εντοπισμένη εντός της κοίτης του ρέματος Κακλιτζόρεμα χωρίς να επεκτείνεται στην ευρύτερη κοίτη πλημμυρών.

Από τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ανομοιομόρφης ροής προκύπτει ακόμα ότι η στάθμη νερού στη θέση εκβολής της διώρυγας απαγωγής των παροχών υπερχείλισης του φράγματος, είναι +332,33. Η στάθμη αυτή στο ρέμα Κακλιτζόρεμα δεν δημιουργεί πρόβλημα στον περιβάλλοντα χώρο της λεκάνης ηρεμίας (στάθμη +336,00) ούτε στην περιοχή του φρεατίου δικλείδων (στάθμη περιβάλλοντος χώρου +333,50).

9. ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ

9.1 Γενικά

Για την προστασία των εργασιών κατά την κατασκευή του φράγματος, αλλά και του ανθρώπινου δυναμικού είναι αναγκαία η προσωρινή εκτροπή των παροχών του Κακλιτζορέματος κατά τη διάρκεια της περιόδου κατασκευής.

Η βαθειά γραμμή του ρέματος Κακλιτζόρεμα στην περιοχή κατασκευής του σώματος του κυρίου φράγματος βρίσκεται σε στάθμες από +347 έως +332 περίπου. Οι εκσκαφές για την θεμελίωση του φράγματος φθάνουν στη στάθμη +336,50 στο κεντρικό τμήμα του φράγματος. Η θεμελίωση των έργων της λεκάνης ηρεμίας είναι στη στάθμη +329,00 με αντίστοιχο υψόμετρο κοίτης +332,00 στη θέση εκβολής των παροχών υπερχειλίσης.

Τα έργα προσωρινής εκτροπής του χειμάρρου Κακλιτζόρεμα προστατεύουν την περιοχή των εκσκαφών του φράγματος από τις συνήθεις και πλημμυρικές παροχές του ρέματος. Τα εν λόγω έργα περιλαμβάνουν το πρόφραγμα και τον αγωγό εκτροπής. Η θεμελίωση των έργων εκτροπής είναι σε υψόμετρα από +348,00 έως +331,00 περίπου (στο σημείο διοχέτευσης των πλημμυρικών παροχών στο ρέμα). Το κατώφλι εισόδου του αγωγού εκτροπής είναι στη στάθμη +348,00 και ο πυθμένας του αγωγού εκτροπής στην έξοδο είναι στη στάθμη +332,50.

Η εκβολή των έργων προσωρινής εκτροπής προβλέπεται στο ρέμα Κακλιτζόρεμα περίπου 100m κατάντη του πόδα του φράγματος.

9.2 Πρόφραγμα

Το πρόφραγμα κατασκευάζεται από αδιαπέρατο υλικό και τελικά ενσωματώνεται στο κυρίως φράγμα. Η στέψη του προφράγματος προσδιορίστηκε στη στάθμη +366,00m και το πλάτος της είναι 8,00m. Η θέση του άξονα του προφράγματος επιλέχθηκε έτσι ώστε ο κατάντη πόδας του να μην παρεμβαίνει στις εκσκαφές δημιουργίας της επιφάνειας θεμελίωσης του φράγματος.

Η στάθμη στέψης του προφράγματος επιλέχθηκε σε συνδυασμό με τη διαστασιολόγηση του αγωγού εκτροπής. Για τον προσδιορισμό της στάθμης στέψης του προφράγματος ελήφθη υπόψη το πλημμυρικό υδρογράφημα σχεδιασμού το οποίο αντιστοιχεί σε πλημμύρα περιόδου επαναφοράς $T=50$ έτη. Η πλημμύρα αυτή αντιστοιχεί σε 24ωρη βροχόπτωση με συνολικό ύψος $P=91,3\text{mm}$ (βλ. κεφάλαιο 4).

Στο τεύχος Υδραυλικών υπολογισμών παρουσιάζεται ο προσδιορισμός - έλεγχος της στάθμης στέψης του προφράγματος για τα εξής στοιχεία αγωγού εκτροπής:

Μήκος αγωγού εκτροπής: 343m.

Διάμετρος αγωγού εκτροπής: D1200.

Στάθμη άξονα αγωγού εκτροπής στο ανάντη άκρο: +348,60.

Στάθμη άξονα αγωγού εκτροπής στο κατάντη άκρο: +333,10.

9.3 Αγωγός εκτροπής

Ο αγωγός εκτροπής τοποθετείται στην περιοχή του κεντρικού τμήματος του φράγματος προς την πλευρά του δεξιού αντερείσματος αυτού. Η περιοχή αυτή υπαγορεύεται από την τοπογραφία της θέσης του φράγματος και της βαθιάς γραμμής του ρέματος Κακλιτζόρεμα και οδηγεί σε μικρότερο μήκος αγωγού σε σύγκριση με εναλλακτικές επιλογές. Ο αγωγός τοποθετείται κάτω από τη θεμελίωση του φράγματος και η εκσκαφή για την θεμελίωσή του γίνεται μετά τις γενικές εκσκαφές για τη θεμελίωση του φράγματος. Η προτεινόμενη χάραξη του αγωγού προβλέπει πολύ ήπιες μεταβολές τόσο του άξονα του αγωγού σε οριζοντιογραφία, όσο και της κατά μήκος κλίσης ώστε να βελτιωθεί η προσαρμογή του στην τοπογραφία του αντερείσματος και να μειωθούν οι εκσκαφές.

Ο αγωγός εκτροπής προτείνεται από χαλυβδοσωλήνα πάχους ελάσματος 15mm και διατομής D1200. Η υδραυλική επάρκεια της διατομής του αγωγού ελέγχθηκε σε συνδυασμό με την προτεινόμενη στάθμη στέψης προφράγματος 366,00 με τον υπολογισμό της διόδευσης της πλημμύρας σχεδιασμού των έργων προσωρινής εκτροπής. Η παροχή αιχμής του πλημμυρικού υδρογραφήματος είναι 12,78 m³/sec. Υπολογίστηκε μέγιστη στάθμη ανάντη προφράγματος +360,10 και μέγιστη παροχή αγωγού εκτροπής 10,73m³/sec. Σύμφωνα με τους υδραυλικούς υπολογισμούς, η στάθμη στέψης του προφράγματος +366,00 σε συνδυασμό με την διάμετρο D1200 του αγωγού εκτροπής είναι επαρκής για τον έλεγχο του πλημμυρικού υδρογραφήματος σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=50 έτη (βλ. Κεφ. 6.1 και Πίνακες 6.1, 6.2 και 6.3).

Το όρυγμα τοποθέτησης του αγωγού θα είναι ορθογωνικής διατομής με πλάτος πυθμένα 1,90 m και βάθος μεταβαλλόμενο. Προτείνεται ο εγκιβωτισμός του χαλυβδοσωλήνα σε οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 με το οποίο επαναπληρούται ολόκληρο το όρυγμα. Ανά 30m περίπου θα υπάρχουν αρμοί διακοπής εργασίας όπου προβλέπεται η τοποθέτηση στεγανωτικής ταινίας. Ο εγκιβωτισμός του χαλυβδοσωλήνα σε οπλισμένο σκυρόδεμα κρίνεται επιβεβλημένος για λόγους ασφαλείας.

Το έργο εισόδου του αγωγού εκτροπής είναι μία απλή κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 με στάθμη δαπέδου +348,00 διαμορφωμένη έτσι ώστε να οδηγεί τις παροχές του χειμάρρου στο στόμιο του αγωγού εκτροπής. Το συνολικό μήκος του έργου εισόδου είναι 8,00 m και το συνολικό καθαρό πλάτος είναι 7,20m.

Το έργο εκβολής του αγωγού εκτροπής είναι, επίσης, μία απλή κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 με στάθμη δαπέδου +332,00. Η κατασκευή είναι διαμορφωμένη έτσι ώστε να οδηγεί τις παροχές εκτροπής προς την φυσική κοίτη του ρέματος Κακλιτζόρεμα.

10. ΕΡΓΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

10.1 Γενική Περιγραφή Έργων

Η εκκένωση του ταμιευτήρα πραγματοποιείται μέσω, του χαλυβδοσωλήνα D1200 ο οποίος χρησιμοποιείται και για την προσωρινή εκτροπή του ρέματος κατά την κατασκευή του φράγματος. Ο ίδιος αγωγός λειτουργεί και σαν αγωγός υδροληψίας. Μετά το πέρας του σταδίου της εκτροπής ο αγωγός θα ενωθεί με κλάδο επιπλέον αγωγού D1200.

Η είσοδος της υδροληψίας πραγματοποιείται σε ανώτερη στάθμη από την κατώτατη στάθμη του ταμιευτήρα, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν προσχώσεις του αγωγού υδροληψίας με φερτά υλικά. Η στάθμη στην είσοδο του αγωγού είναι +362,00 (στάθμη νεκρού όγκου).

Η είσοδος του αγωγού υδροληψίας προστατεύεται με σχάρα για την συγκράτηση υλικών που μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα στον αγωγό. Ο αγωγός καταλήγει στο κτίριο δικλείδων, το οποίο τοποθετείται κατάντη του φράγματος, στον πόδα του κατάντη αναχώματος. Στο φρεάτιο ο αγωγός διακλαδώνεται. Ο ένας κλάδος χρησιμοποιείται για την κάλυψη των απαιτούμενων παροχών άρδευσης, ενώ ο δεύτερος κλάδος χρησιμοποιείται για την εκκένωση του ταμιευτήρα και την κάλυψη της απαιτούμενης περιβαλλοντικής παροχής.

Το μήκος του αγωγού υδροληψίας - εκκένωσης είναι 402m, ενώ η διάμετρος αυτού, όπως προαναφέρθηκε, είναι D1200mm. Το όρυγμα τοποθέτησης του αγωγού υδροληψίας – εκκένωσης είναι ορθογωνικής διατομής με πλάτος πυθμένα 1,90 m και βάθος μεταβαλλόμενο. Ο αγωγός εκκένωσης-υδροληψίας θα παραμένει συνεχώς υπό πίεση αντίστοιχη με το στατικό υδραυλικό φορτίο του ταμιευτήρα. Η στατική επάρκεια της διατομής των αγωγών με τον εγκιβωτισμό σε οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 έχει ιδιαίτερη σημασία για τη ασφάλεια των έργων.

Σημειώνεται ότι ο έλεγχος λειτουργίας του αγωγού εκκένωσης και υδροληψίας από τα κατάντη (από το προβλεπόμενο φρεάτιο δικλείδων) αποτελεί τη μόνη ουσιαστικά δυνατότητα για το φράγμα Διλόφου, δεδομένου ότι ο έλεγχος από τα ανάντη (δηλαδή από το βυθισμένο έργο εισόδου) είναι δύσκολος τόσο από πλευράς λειτουργίας, όσο και από πλευράς συντήρησης.

Στο τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών υπολογίζεται μέγιστη παροχή εκκένωσης $Q=9,23 \text{ m}^3/\text{s}$. Υπολογίζεται επίσης απαιτούμενος χρόνος εκκένωσης 2,29 ημερών για την πλήρη εκκένωση του ταμιευτήρα, λαμβάνοντας υπόψη παροχές εισροών που αντιστοιχούν στο

μέγιστο μηνιαίο όγκο εισροών σύμφωνα με την Υδρολογική Μελέτη. Γενικά, στο τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών αναφέρεται ότι η εκκένωση του φράγματος Διλόφου μπορεί να εξασφαλισθεί σε χρόνους μικρότερους από εκείνους οι οποίοι προβλέπονται από την σχετική διεθνή βιβλιογραφία[6]. Η παροχή και συνεπώς ο χρόνος εκκένωσης ελέγχονται από τον χειρισμό της ηλεκτροκίνητης βαλβίδας τύπου βελόνας, η οποία προβλέπεται στο πέρας του αγωγού εκκένωσης.

10.2 Κτίριο Δικλείδων

Το κτίριο δικλείδων των αγωγών εκκένωσης και υδροληψίας αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα. Το υπόγειο τμήμα στεγάζει το σύνολο των δικλείδων και των λοιπών εξαρτημάτων για τη λειτουργία του αγωγού εκκένωσης – υδροληψίας και του προσαγωγού του δικτύου άρδευσης. Στο υπέργειο τμήμα στεγάζεται ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του έργου του φράγματος, καθώς και η γερανογέφυρα για την ανύψωση (όποτε παραστεί ανάγκη συντήρησης) των δικλείδων που βρίσκονται στον υπόγειο χώρο. Η κατασκευή του κτιρίου θα γίνει από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25.

Ειδικότερα, οι εσωτερικές διαστάσεις του υπογείου τμήματος του φρεατίου σε κάτοψη είναι 8,10mx11,35m. Εντός του φρεατίου, εγκαθίστανται τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- ✓ Χειροκίνητη δικλείδα τύπου πεταλούδας, DN 1200, PN 16 atm, η οποία τοποθετείται πριν από τη διακλάδωση προς τον προσαγωγό άρδευσης.
- ✓ Χειροκίνητη δικλείδα τύπου πεταλούδας, DN 1200, PN 16 atm, η οποία τοποθετείται μετά τη διακλάδωση προς τον προσαγωγό άρδευσης πριν την ηλεκτροκίνητη δικλείδα τύπου βελόνας.

Δεδομένης της ταχύτητας του ύδατος οι εν λόγω δικλείδες τύπου πεταλούδας θα πρέπει να είναι ειδικής κατασκευής, προκειμένου να ανταπεξέρχονται στις συνθήκες λειτουργίας (μεγάλες ταχύτητες λειτουργίας).

- ✓ Ηλεκτροκίνητη βελονοειδής δικλείδα κοίλης δέσμης (needle valve), DN 1000, κατάλληλη για εκτόνωση στην ατμόσφαιρα και ταχύτητα ροής ~ 12 m/sec (π.χ.: με πρόσθετη διάταξη εξαερισμού (air admission device) ή με ειδικά διαμορφωμένη φλάντζα στο τμήμα εξόδου της. Η εν λόγω δικλείδα εγκαθίσταται για την ακριβή ρύθμιση και έλεγχο της παροχής που θα διοχετεύεται στο έργο εκκένωσης – οικολογικής παροχής. Για την εγκατάσταση της δικλείδας διαμέτρου DN 1000 στη σωληνογραμμή με διάμετρο Φ1200, κατά την κατασκευή, θα πρέπει να γίνει κατάλληλη διαμόρφωση της στένωσης (ενδεικτικά υπό γωνία 8°).
- ✓ Χειροκίνητη δικλείδα τύπου πεταλούδας, DN 450, PN 10 atm, η οποία τοποθετείται επί του προσαγωγού άρδευσης πριν την ηλεκτροκίνητη δικλείδα

τύπου βελόνας.

- ✓ Ηλεκτροκίνητη βελονοειδής δικλείδα κοίλης δέσμης (needle valve), DN 450, για την ακριβή ρύθμιση και έλεγχο της παροχής άρδευσης.
- ✓ Ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής ύδατος (παροχόμετρο) εγκαθίσταται επί του προσαγωγού άρδευσης, για την ρύθμιση της παροχής και τη λειτουργία των ηλεκτροκίνητων δικλείδων ρύθμισης παροχής.
- ✓ Πρεσοστάτης (μελλοντικά) κατά την κατασκευή του δικτύου διανομής για άρδευση, προκειμένου για τη ρύθμιση της πίεσης στο δίκτυο προς άρδευση.

Επιπλέον, εγκαθίστανται όλα τα λοιπά εξαρτήματα (φλάντζες, συστολές, ταυ, γωνίες, κλπ) για τη σύνδεση των τμημάτων των αγωγών και των λοιπών εξαρτημάτων. Η κλάση πίεσης των δικλείδων και των λοιπών εξαρτημάτων θα είναι κατ'ελάχιστον 10atm. Ο υπόγειος χώρος θα διαθέτει ηλεκτροφωτισμό και η πρόσβαση σε αυτόν θα γίνεται μέσω μεταλλικής κλίμακας με χειρολισθήρα.

Με τη διάταξη που περιγράφεται ανωτέρω και με κατάλληλο χειρισμό των δικλείδων ελέγχου, εξασφαλίζονται οι ακόλουθες λειτουργίες:

- Απόληψη από την υδροληψία από την στάθμη +362,00 έως +383,00 των απαιτούμενων παροχών άρδευσης.
- Απόληψη από τον ταμιευτήρα της προβλεπόμενης περιβαλλοντικής παροχής και διάθεσή της στο έργο εξόδου του αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας και από εκεί στην φυσική κοίτη του χειμάρρου.
- Εκκένωση του ταμιευτήρα με ταυτόχρονη διακοπή της λειτουργίας του αγωγού υδροληψίας του αρδευτικού ύδατος.

Το υπέργειο τμήμα θα είναι εξωτερικών διαστάσεων 8,10m x 11,35m και στο χώρο αυτό θα εγκατασταθεί γερανογέφυρα, επαρκούς ανυψωτικής ικανότητας για την ανύψωση των δικλείδων που βρίσκονται στο υπόγειο. Για το λόγο αυτό προβλέπονται δοκοί οι οποίοι θα εξέρχονται του κτιρίου για μήκος 5m, προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα να εξέρχονται τα εξαρτήματα προς συντήρηση. Επιπλέον στον εν λόγω χώρο εγκαθίσταται ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του φράγματος.

10.3 Έργο εξόδου αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας

Σκοπός του έργου εξόδου του αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας είναι η ομαλή παροχέτευση των εξερχόμενων από την δικλείδα σταθερού κώνου παροχών εκκένωσης του ταμιευτήρα στη διώρυγα απαγωγής και από εκεί στη φυσική κοίτη του ρέματος.

Το έργο εξόδου του αγωγού εκκένωσης – υδροληψίας ταυτίζεται με το έργο εκβολής του αγωγού εκτροπής, το οποίο περιγράφηκε ανωτέρω και το οποίο μετά το περάς της κατασκευής θα διοχετεύει της παροχές εκκένωσης στη λεκάνη ηρεμίας του έργου του υπερχειλιστή.

11. ΟΡΓΑΝΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς του φράγματος καθώς και των αντρεισμάτων τόσο κατά την περίοδο της κατασκευής όσο και κατά την περίοδο λειτουργίας προβλέπεται η τοποθέτηση ειδικών οργάνων.

Προτείνεται ο ορισμός τριών διατομών ελέγχου στο φράγμα. Οι διατομές ελέγχου ορίζονται στις Χ.Θ. 0+100,00, 0+130,00, 0+141,85, 0+151,85, 0+168,50 και 0+190,00 της στέψης του φράγματος.

Σε κάθε διατομή ελέγχου τοποθετούνται ηλεκτρικά πιεζόμετρα τύπου παλλόμενης χορδής (vibrating wire). Τοποθετούνται σε τέσσερις στάθμες εντός του σώματος φράγματος. Συνολικά, τοποθετούνται 30 ηλεκτρικά πιεζόμετρα στο φράγμα.

Τοποθετούνται επίσης βάθρα μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων φράγματος και αντρεισμάτων. Πρόκειται για σταθερά σημεία – βάθρα από σκυρόδεμα, θεμελιωμένα στο σώμα του φράγματος ή στο έδαφος, των οποίων η συνολική μετακίνηση παρακολουθείται με επίγειες μεθόδους τοπογράφησης (total station). Τοποθετούνται συνολικά 44 βάθρα μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων, από τα οποία 13 στη στέψη του φράγματος, 14 στο ανάντη πρανές του φράγματος και 17 στο κατόντη πρανές του φράγματος.

Δημιουργούνται επίσης 3 βάθρα τριγωνομετρικών σημείων τα οποία αποτελούν σημεία αναφοράς για τον έλεγχο των επιφανειακών μετακινήσεων των ανωτέρω βάθρων μέτρησης. Τα τριγωνομετρικά σημεία δημιουργούνται σε κατάλληλες θέσεις από τις οποίες θα υπάρχει οπτική επαφή και δυνατότητα σκόπευσης προς όλα τα βάθρα μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων.

Προβλέπεται επίσης η κατασκευή 13 πιεζομετρικών φρεάτων για την παρατήρηση της στάθμης των υπογείων υδάτων στον πόδα του κατόντη πρανούς του φράγματος. Κάθε φρέαρ περιλαμβάνει κατακόρυφη γεώτρηση, μέσα στην οποία τοποθετείται σωλήνας του οποίου το κάτω άκρο είναι διάτρητο. Η οπή περιμετρικά του σωλήνα γεμίζει με άμμο ενώ η κορυφή στεγανώνεται ώστε να μην εισέρχονται επιφανειακά νερά στη γεώτρηση.

Επισημαίνεται ότι οι θέσεις των οργάνων του φράγματος που αποτυπώνονται στα σχέδια είναι ενδεικτικές και ότι θα οριστικοποιηθούν από τον Ανάδοχο του έργου κατά την φάση κατασκευής σε συνεργασία με τον Τεχνικό Σύμβουλο του έργου.

12. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ – ΟΔΟΠΟΙΙΑ

12.1 Ζώνες κατάληψης των έργων

Οι ζώνες κατάληψης είναι οι εκτάσεις που καταλαμβάνονται από την κατασκευή του φράγματος και τη δημιουργία του ταμιευτήρα. Στην στάθμη υπερχειλίσης +383,00 ο ταμιευτήρας καταλαμβάνει έκταση 152,17 στρεμμάτων.

Οι προς απαλλοτρίωση εκτάσεις είναι :

- ✓ Η έκταση που καταλαμβάνουν τα έργα του φράγματος, του υπερχειλιστή και της υδροληψίας-εκκένωσης, περιλαμβανομένων των οδών πρόσβασης και υπηρεσίας.
- ✓ Η έκταση της λεκάνης κατάκλυσης
- ✓ Οι προτεινόμενοι δανειοθάλαμοι υλικών για την κατασκευή του φράγματος σε απόσταση έως 1 km από τη θέση του φράγματος.

Για τις ανάγκες του εργοταξίου κατά τη διάρκεια της κατασκευής των έργων θα απαιτηθεί η κατάληψη έκτασης 5 στρεμμάτων, η οποία χωροθετείται εντός της ζώνης απαλλοτρίωσης (βλ. σχέδιο 1.6), πλησίον της οδού του φράγματος, προκειμένου να υπάρχει εύκολη πρόσβαση στο χώρο των έργων.

Τα ακατάλληλα προϊόντα εκσκαφών θα αποτεθούν εντός της απαλλοτριούμενης περιοχής στην περιοχή των δανειοθαλάμων των εδαφικών υλικών.

12.2 Οδοποιία

Ο μελετώμενος υδροταμιευτήρας που θα δημιουργηθεί με την κατασκευή του φράγματος και των συναφών με αυτό έργων τοποθετείται περίπου 2 χλμ. δυτικά του οικισμού Διλόφου. Η πρόσβαση στην περιοχή του έργου είναι δυνατή μέσω του κόμβου Μικροθηβών, της οδού Βόλου – Καρδίτσας, μέσω επαρχιακής οδού που διέρχεται από τον οικισμό Ναρθακίου και Διλόφου και εν συνεχεία μέσω ενός βατού χωματόδρομου που εκκινεί δυτικά του οικισμού Διλόφου.

Προτείνεται η αποκατάσταση του χωματόδρομου και η κατασκευή επιπλέον νέων τμημάτων οδού πρόσβασης για την πρόσβαση στην στέψη του φράγματος και στα συνοδά με αυτό έργα. Η πρόσβαση από την στέψη του φράγματος στο αριστερό αντέρεισμα εξασφαλίζεται με την κατασκευή γέφυρας πάνω από τα έργα του υπερχειλιστή. Από εκεί εκκινεί οδός υπηρεσίας η οποία θα διατρέχει περιμετρικά την λεκάνη κατάκλυσης. Τμήματα της οδού θα κατασκευαστούν εξ αρχής, ενώ τμήματα αυτής θα είναι τμήματα της υφιστάμενης αγροτικής οδού, η οποία θα αποκατασταθεί.

Ειδικότερα μελετώνται τρεις οδοί ως εξής:

1. Οδός 1 (Οδός περιμετρικά του φράγματος και της λεκάνης κατάκλυσης), μήκους 3.389,14m.
2. Οδός 2 (Οδός πρόσβασης στη στέψη του φράγματος), μήκους 174,95m.
3. Οδός 3 (Οδός πρόσβασης στα έργα εξόδου εκτροπής – εκκένωσης – υδροληψίας και στο κτίριο δικλείδων), μήκους 251,19m.

Η αρχή του έργου (Χ.Θ. 0+000,00 ΟΔΟΥ 1) είναι πάνω στον ταμιευτήρα, δυτικά και το τέλος του βορειοανατολικά του φράγματος, στον υφιστάμενο αγροτικό χωματόδρομο (Χ.Θ. 3+345,21). Η οδός αυτή διέρχεται περιμετρικά του ταμιευτήρα και της λεκάνης κατάκλυσης αυτού, ξεκινώντας από τη δυτική πλευρά του φράγματος και καταλήγοντας βορειοανατολικά σε υφιστάμενο αγροτικό χωματόδρομο.

Επίσης, μελετώνται η ΟΔΟΣ 2 της οποίας η αρχή βρίσκεται πάνω στον ταμιευτήρα (αντιδιαμετρικά σε σχέση με την αρχή της ΟΔΟΥ 1) και καταλήγει στην ΟΔΟ 1 (Χ.Θ. 0+171,18) και η ΟΔΟΣ 3 της οποίας η αρχή βρίσκεται στο φρεάτιο δικλείδων του ταμιευτήρα και οδηγεί προς το δίκτυο άρδευσης, καταλήγοντας στην ΟΔΟ 1 και λίγο πριν το τέλος αυτής (Χ.Θ. 0+305,90).

Τα προτεινόμενα έργα της οδοποιίας κατασκευάζονται για λόγους καθαρά λειτουργικούς και εξυπηρέτησης του ταμιευτήρα και γι' αυτό ανήκουν στην κατηγορία IV της λειτουργικής βαθμίδας των οδών σύμφωνα με τους ΟΜΟΕ. Η οδός ανήκει στην ομάδα Δ, όπου η βασική λειτουργία είναι η πρόσβαση. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα είναι μικρότερη των 50km/h. Το έδαφος που αναπτύσσεται είναι ορεινό και οι κατά μήκος κλίσεις δεν ξεπερνούν το 8,00%. Η διατομή είναι μικτή, δηλαδή και σε όρυγμα και σε επίχωμα.

Προτείνεται η εφαρμογή ασφαλτόστρωσης σε όλο το μήκος των οδών 2 και 3 και σε τμήμα της οδού 1, μήκους περί τα 385,50μ εκατέρωθεν της στέψης του φράγματος. Στο υπόλοιπο τμήμα της οδού 1 εφαρμόζονται μόνο βάση και υπόβαση οδοστρώσας και δεν πραγματοποιείται ασφαλτόστρωση.

Η οδός στο συνολικό μήκος της θα αποτελείται από δύο λωρίδες κυκλοφορίας, μία λωρίδα ανά κατεύθυνση, με πλάτη 3,25μ ανά λωρίδα και συνολικά $0,25 + 3,25 + 3,25 + 0,25 = 7,00\mu$ ασφαλτοστρωμένου οδοστρώματος.

Για την επιλογή της τυπικής διατομής εφαρμόστηκαν οι Ο.ΜΟ.Ε., σύμφωνα με το Τεύχος 2 (Ο.ΜΟ.Ε. – 1).

Όσον αφορά τις στρώσεις οδοστρώσας – ασφαλτικών που εφαρμόζονται όπως προαναφέρθηκε στο σύνολο των οδών 2 και 3 και σε τμήμα της οδού 1, περιλαμβάνουν:

- Μία στρώση υπόβασης πάχους 0,05μ.
- Μία στρώση βάσης πάχους 0,050μ.
- Ασφαλτική προεπάλειψη.
- Ασφαλτική στρώση πάχους 0,05μ (Π.Τ.Π Α265).
- Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0,05μ με χρήση κοινής ασφάλτου.

Σε όλο το μήκος των οδών θα υπάρχουν σώματα ηλεκτροφωτισμού και θα τοποθετηθούν τα αναγκαία στηθαία ασφαλείας.

Με την αποκατάσταση της οδικής σύνδεσης θα επιτευχθούν οι εξής στόχοι:

- Αποκατάσταση συγκοινωνίας με ανάντη περιοχή λεκάνης κατάκλυσης.
- Προσπέλαση έργων για μεταφορά υλικών από τους δανειοθαλάμους.
- Προσπέλαση βάσης φράγματος και έργων υδροληψίας.
- Προσπέλαση στέψης φράγματος.

12.3 Προτεινόμενα καθήκοντα Τεχνικού Συμβούλου

Σε περίπτωση που κρίνεται απαραίτητο από την Υπηρεσία είναι δυνατή η πρόσληψη Τεχνικού Συμβούλου για την υποβοήθηση στην υλοποίηση του έργου. Ενδεικτικά και όχι περιοριστικά τα καθήκοντα του Τεχνικού Συμβούλου θα αφορούν στην υποβοήθηση της Υπηρεσίας στα εξής:

1. Οργάνωση και συντονισμό των μηχανικών επίβλεψης του έργου.
2. Συγκέντρωση και κοινοποίηση στην Υπηρεσία πληροφοριών σχετικά με τις επιδόσεις του Αναδόχου κατασκευής.
3. Έλεγχο του έργου, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι ως προς το χρόνο κατασκευής, το κόστος, την ποιότητα και την ασφάλεια των εργασιών.
4. Πρόταση λύσεων σε περίπτωση τυχόν κατασκευαστικών προβλημάτων ή αστοχιών κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου.
5. Ποιοτικό και ποσοτικό έλεγχο του έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Τευχών Δημοπράτησης.

13. ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

13.1 Γενικά

Στα πλαίσια της μελέτης του φράγματος και των συναφών με αυτό έργων, μελετάται η κατασκευή έργων προσαγωγής του αρδευτικού ύδατος σε γεωργική έκταση στα κατάντη του φράγματος. Ειδικότερα, το νερό του δημιουργούμενου ταμιευτήρα θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση καλλιεργειών στο αγρόκτημα Διλόφου. Με το μελετώμενο έργο θα κατασκευαστεί το αγωγός προσαγωγής του ύδατος στην κεφαλή του αρδευτικού δικτύου, η οποία προσδιορίστηκε σε υψόμετρο +354,00 m (βλ. Σχέδιο 6.1 – Σημείο Β). Το δίκτυο διανομής του αρδευτικού ύδατος στην προς άρδευση περιοχή, δεν περιλαμβάνεται στο αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Στο Τεύχος των Υδραυλικών Υπολογισμών παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός του προσαγωγού άρδευσης. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν η διάμετρος του αγωγού και τα υδραυλικά στοιχεία της ροής (ταχύτητα, πίεση), βάσει του υπολογισμού των αναγκών άρδευσης ανά στρέμμα, που προέκυψαν στα πλαίσια της γεωργικής μελέτης.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Γεωργικής Μελέτης, η εντός περιμέτρου του έργου καθαρή προς άρδευση έκταση προσδιορίστηκε ίση με 2750 στρ. (Δεσπόζουσα έκταση 2.936 & Ακαθάριστη 2.755 στρ.) με απαιτούμενες ανάγκες σε νερό περίπου 440,1 m³/στρέμμα.

Ο υπό κατασκευή ταμιευτήρας θα έχει συνολικό ωφέλιμο όγκο ίσο με στον ταμιευτήρα 1.601.540 m³, ενώ υπάρχει δυνατότητα απόληψης (διαθέσιμη ποσότητα για την άρδευση των καλλιεργειών) 1.324.000 m³. Η απαιτούμενη ποσότητα για τη μελετώμενη αρδευτική περίοδο προσδιορίστηκε ίση με 1.210.275 m³.

13.2 Περιγραφή των έργων υδροληψίας - προσαγωγής

Πρόκειται για το έργο του φράγματος, με την κατασκευή του οποίου θα δημιουργηθεί εσωποτάμιος ταμιευτήρας, στον οποίο θα συγκεντρώνεται μέρος των απορροών του Κακλιτζορέματος.

Για την απόληψη του ύδατος από τον ταμιευτήρα θα κατασκευαστεί αγωγός υδροληψίας (βλ. κεφ. 10). Πρόκειται για χαλυβδοσωλήνα μήκους 402 m και διαμέτρου Φ1200. Για την προσαγωγή του αρδευτικού ύδατος από το πέρας του αγωγού υδροληψίας μέχρι την κεφαλή του αρδευτικού δικτύου κατασκευάζεται αγωγός συνολικού μήκους 772 μέτρων και διαμέτρου Φ450, PVC-U, 10 atm.

Ο αγωγός εκκινεί από το κτίριο δικλείδων (βλ. κεφ. 10) το οποίο κατασκευάζεται πλησίον του πόδα του αναχώματος. Για το χειρισμό του αγωγού, στο κτίριο δικλείδων εγκαθίσταται ζεύγος δικλείδων. Ειδικότερα, προβλέπεται η εγκατάσταση ηλεκτροκίνητης δικλείδας τύπου βελόνας, DN450, 10 atm και χειροκίνητης δικλείδας τύπου πεταλούδας, DN450, 10 atm. Μέσω του ζεύγους των δικλείδων και του παροχόμετρου που είναι εγκατεστημένο στο κτίριο δικλείδων θα ρυθμίζεται η λειτουργία του αγωγού.

13.3 Στοιχεία Υδραυλικής Επίλυσης

Αναλυτικά τα αποτελέσματα της Υδραυλικής Επίλυσης του προσαγωγού άρδευσης παρουσιάζονται στο Κεφ. 10 του Τεύχους Υδραυλικών Υπολογισμών.

Για την επίλυση του δικτύου έγινε χρήση προγράμματος σε Η/Υ (Technologismiki). Το πρόγραμμα εκτελεί όλους τους απαραίτητους υδραυλικούς υπολογισμούς (υπολογισμοί τελικών παροχών, ταχυτήτων, απωλειών και ύψους πίεσης).

Βάσει της υδραυλικής επίλυσης του δικτύου (βλ. Πίνακες Αποτελεσμάτων κατωτέρω), για τις συνθήκες κανονικής λειτουργίας (άρδευση 2.750 στρεμμάτων, για τη μέγιστη ζήτηση - Ιούλιος – 16ωρο πρόγραμμα άρδευσης - 0,0686 l/sec/στρ) προέκυψαν τα εξής:

- Για την Κ.Σ.Υ. (+362,00) το διαθέσιμο πιεζομετρικό φορτίο στην κεφαλή του δικτύου είναι 7,10 m.
- Για την Α.Σ.Υ. (+383,00) το διαθέσιμο πιεζομετρικό φορτίο στην κεφαλή του δικτύου είναι 28,10 m.
- Το μέγιστο πιεζομετρικό φορτίο στον αγωγό (για την Α.Σ.Υ. +383,00) προσδιορίστηκε ίσο με 50,49 m στο φρεάτιο δικλείδων, ενώ κατά μήκος αυτού προσδιορίστηκε ίσο με 44,42m και εντοπίζεται στον κόμβο N137.
- Η ταχύτητα ροής εντός του αγωγού προσδιορίστηκε ίση με 1,45 m/sec.

Επιπλέον, για λόγους πληρότητας και για τον έλεγχο της αντοχής του υλικού του αγωγού εξετάστηκε η περίπτωση ο αγωγός να δύναται να προσάγει το σύνολο της απολήψιμης ποσότητας ύδατος, όπως προσδιορίστηκε στο Κεφ. 9 (2.942 στρεμ.) του Τεύχους των Υδραυλικών Υπολογισμών.

14. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑ

14.1 Γενικά

Το ηλεκτρομηχανολογικά έργα του περιλαμβάνουν τα τμήματα του ηλεκτροφωτισμού της οδού στη στέψη του φράγματος, την ηλεκτρολογική εγκατάσταση του φρεατίου δικλείδων και του περιβάλλοντος αυτού χώρου και τον εξοπλισμό του φρεατίου δικλείδων, όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Επιπλέον, προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος αυτοματισμού για την παρακολούθηση της λειτουργίας του έργου.

14.2 Ηλεκτροφωτισμός οδού

Ο φωτισμός της οδού προβλέπεται να γίνει με φωτιστικά σώματα που φέρουν ένα λαμπτήρα ατμών Νατρίου Υψηλής Πίεσης (Να.Υ.Π.) ισχύος 150W, τύπου CUT-OFF. Τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται σε ευθύγραμμους βραχίονες επί σιδηροστών ύψους 9m.

Οι ιστοί οδοφωτισμού τοποθετούνται μονόπλευρα, κατά μήκος της οδού της στέψης του φράγματος. Οι ιστοί οδοφωτισμού τοποθετούνται στο έρεισμα, με τέτοιο τρόπο, ώστε να απομένει επαρκής διάδρομος για τη διέλευση πεζών (περίπου 0,8μ-1,0 μ.) και η προβολή των φωτιστικών σωμάτων στο οδόστρωμα να είναι στην άκρη της λωρίδας κυκλοφορίας. Όπου υπάρχει τάφος ομβρίων, οι ιστοί τοποθετούνται πίσω από την τάφο, στο έρεισμα ή σε φυτεμένη γη, ανάλογα με τη διαμόρφωση.

14.3 Εγκατάσταση φωτισμού και ρευματοδοτών

Για τον εσωτερικό χώρο του φρεατίου δικλείδων προβλέπονται φωτιστικά σώματα φθορισμού, στεγανά, ορατά, οροφής, ορθογώνια 2x36W, ενδεικτικού τύπου PACIFIC της PHILIPS με λαμπτήρες TLD36W, απόχρωσης 83.

Η αφή και σβέση των φωτιστικών γίνεται με τοπικούς διακόπτες, ενώ η τροφοδότησή τους γίνεται από τον Γενικό Πίνακα της εγκατάστασης, με καλώδια που οδεύουν ορατά μέσα σε ηλεκτρολογικούς σωλήνες από σκληρό PVC.

Στην έξοδο του κτιρίου τοποθετείται αυτόνομο φωτιστικό σώμα ασφαλείας, με ενσωματωμένες μπαταρίες Ni-Cd, με ένδειξη «ΕΞΟΔΟΣ» και λαμπτήρα φθορίου 22 W.

Για τον εξωτερικό φωτισμό του κτιρίου ελέγχου προβλέπεται, πάνω από την πόρτα εισόδου, χελώνα στεγανή με λαμπτήρα πυράκτωσης 100W, η αφή και σβέση της οποίας γίνεται με τοπικό διακόπτη.

Για τον φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου του φρεατίου δικλείδων, προβλέπεται η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων βραχίονα επί ιστού 9m, ιδίου τύπου με εκείνα που προβλέπονται για τον ηλεκτροφωτισμό της οδού στη στέψη του φράγματος.

Οι εγκαταστάσεις ρευματοδοτών και κίνησης περιλαμβάνουν τους ρευματοδότες του κτιρίου ελέγχου καθώς και τις απαραίτητες καλωδιώσεις προς αυτούς. Όλοι οι ρευματοδότες θα είναι τύπου σούκο 16A-250V στεγανοί με κάλυμμα. Η εγκατάσταση ρευματοδοτών θα περιλαμβάνει ανεξάρτητες γραμμές ρευματοδοτών, με όχι περισσότερους από τέσσερις ρευματοδότες ανά γραμμή και καλώδιο 3x2,5mm².

Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση τριφασικού ρευματοδότη γενικής χρήσης, καθώς και ρευματοδότη μέσω Μ/Σ 220V/42V για χρήση μπαλαντέζας.

14.4 Γειώσεις – Εγκατάσταση Αλεξικέραυνου

Μέσω του συστήματος γειώσεων επιδιώκεται όλα τα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου να αποτελέσουν μία κατά το δυνατόν ισοδυναμική επιφάνεια. Προβλέπεται ως μέθοδος γείωσης η ουδετέρωση (σύστημα TN-S), που θα γίνει στην θεμελιακή γείωση του κτιρίου. Η θεμελιακή γείωση καθώς και οι εγκάρσιες διασυνδέσεις θα κατασκευασθούν από γαλβανισμένη χαλυβδοταινία 30x3,5mm. Η ταινία θα οδεύει σε στρώση γκρο-μπετόν κάτω από τα θεμέλια και θα στερεώνεται με ειδικά στηρίγματα.

Στην θεμελιακή γείωση θα συνδεθούν:

- Ο ζυγός γείωσης του Γενικού Πίνακα, μέσω του ισοδυναμικού ζυγού
- Τα μεταλλικά μέρη των διαφόρων μηχανημάτων και συσκευών (αντλίες, σωληνώσεις, κινητήρες, σχάρες καλωδίων κ.λ.π.), μέσω του ισοδυναμικού ζυγού

Για την προστασία του κτιρίου από τους κεραυνούς θα εγκατασταθεί αλεξικέραυνο τύπου κλωβού Faraday. Το κρουστικό ρεύμα του κεραυνού συλλέγεται από πλέγμα αγωγών που τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου και στη συνέχεια οδηγείται στη γη μέσω αγωγών καθόδου και της θεμελιακής γείωσης.

14.5 Μέτρα Πυροπροστασίας στο Κτίριο Δικλείδων

Για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων συστημάτων πυροπροστασίας λήφθηκε υπόψη η ΚΥΑ 1589 / 2006, Αριθμ. Φ15/οικ. 1589/104, περί «λήψης μέτρων πυροπροστασίας στις βιομηχανικές – βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, επαγγελματικά εργαστήρια, αποθήκες και μηχανολογικές εγκαταστάσεις παροχής υπηρεσιών, που υπάγονται στις διατάξεις του ν.3325/2005 (ΦΕΚ 68 Α΄) και σε λοιπές δραστηριότητες», στην οποία δε προβλέπεται ειδική κατηγορία χώρων του τύπου που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη. Για τον λόγο

αυτόν επιλέγεται η γενική κατηγορία «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ–ΒΙΟΤΕΧΝΙΕΣ ΜΙΚΡΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (Αα)», δεδομένου ότι στις εν λόγω εγκαταστάσεις δεν προβλέπεται καύση αερίων, ούτε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς δεν υπάρχουν επίσης επικίνδυνοι χώροι με την ευρύτερη έννοια από άποψης πυροπροστασίας.

Τα προτεινόμενα μέτρα πυροπροστασίας περιγράφονται αναλυτικά στην Τεχνική Έκθεση των Ηλεκτρομηχανολογικών Έργων.

14.6 Σύστημα Αυτοματισμού

Για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς του φράγματος, των αντρεισμάτων και των λοιπών έργων, τόσο κατά την περίοδο της κατασκευής όσο και κατά την περίοδο λειτουργίας προβλέπεται η τοποθέτηση ειδικών οργάνων. Για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της λειτουργίας του φράγματος θα εγκατασταθεί κατάλληλος κεντρικός σταθμός ελέγχου εντός του φρεατίου δικλείδων.

Στον κεντρικό αυτό λογικό ελεγκτή (PLC) θα συνδέονται μέσω διαύλου επικοινωνίας, τα όργανα μέτρησης, ο Ψηφιακός βροχογράφος και ο Ψηφιακός καταγραφέας στάθμης.

Με τον τρόπο αυτόν ο χρήστης του συστήματος θα είναι σε θέση να παρακολουθεί στην οθόνη του υπολογιστή κάθε ένα από τα προαναφερθέντα σημεία μετρήσεων, λαμβάνοντας πληροφορίες για την θέση, την τρέχουσα τιμή πίεσης ανά σημείο και την κατάσταση των βαλβίδων.

Επιπλέον, σε κάθε ηλεκτροβαλβίδα στο κτίριο δικλείδων θα αντιστοιχεί μια εντολή ενεργοποίησης – απενεργοποίησης (On/Off), μια πληροφορία κατάστασης και μια επιβεβαίωσης ορθής εκκίνησης. Επιπλέον θα τοποθετηθεί ένας ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής, στον προσαγωγό άρδευσης. Τα σήματα του μετρητή αυτού θα οδηγούνται στον κεντρικό σταθμό ελέγχου που θα είναι εγκατεστημένης στο ισόγειο του κτιρίου δικλείδων.

Επιπλέον στο ισόγειο του κτιρίου δικλείδων θα εγκατασταθεί ένας απλός σταθμός εργασίας τύπου προσωπικού υπολογιστή με οθόνη, πληκτρολόγιο, εκτυπωτή και δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο, μέσω του οποίου θα επιτυγχάνεται συνδρομητικά η συνεχής παρακολούθηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών των οργάνων μέτρησης επί του φράγματος.

Περισσότερα στοιχεία για τα προαναφερόμενα δίδονται στην Τεχνική Έκθεση του Συστήματος Αυτοματισμού.

15. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Λεκάνη απορροής	
Εμβαδόν λεκάνης απορροής	9,7 km ²
Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης απορροής	+1.010
Μέσο υψόμετρο λεκάνης απορροής	+591,00
Υψόμετρο φυσικής κοίτης χειμάρρου στον άξονα του φράγματος	+342,00m
Μέσο ετήσιο ύψος βροχής	651,8mm
Μέση ετήσια απορροή	2.100.000m ³
Παροχή αιχμής πλημμύρας σχεδιασμού για τον καθορισμό ύψους φράγματος και το σχεδιασμό του υπερχειλιστή	46,1m ³ /s
Παροχή αιχμής πλημμύρας σχεδιασμού έργων προσωρινής εκτροπής	12,8 m ³ /s
Ειδική στερεοπαροχή	169m ³ /km ² /έτος

Ταμιευτήρας	
Α.Σ.Υ. ταμιευτήρα (στάθμη στέψης υπερχειλιστή)	+383,00
Κ.Σ.Υ. ταμιευτήρα (στάθμη στέψης χαμηλής υδροληψίας)	+362,00
Συνολικός όγκος ταμιευτήρα	1.700.00m ³
Νεκρός όγκος ταμιευτήρα	98.460m ³
Ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα	1.601.540m ³
Εμβαδόν ταμιευτήρα στη στάθμη στέψης υπερχειλιστή	152,17 στρέμματα
Απολήψιμη ποσότητα αρδευτικού νερού με αξιοπιστία 7:8	1.324.000m ³
Αρδευόμενη έκταση με αξιοπιστία 7:8	2.942 στρέμματα

Φράγμα	
Τύπος φράγματος	Χωμάτινο από αδιαπέρατο υλικό
Στάθμη στέψης φράγματος (ονομαστική)	+386,00
Ύψος φράγματος από τη φυσική κοίτη του χειμάρρου	46,00m
Ύψος φράγματος από τη θεμελίωση	49,50m
Μήκος στέψης	302,05m
Πλάτος στέψης	8m
Κλίση ανάντη πρηνούς	1:3
Κλίση κατόντη πρηνούς	1:3
Συνολικός όγκος αναχώματος	802.830m ³
Στάθμη στέψης προφράγματος	366,00

Υπερχειλιστής	
Τύπος υπερχειλιστή	Πλευρικός ορθογωνικής διατομής
Στάθμη στέψης υπερχειλιστή	+383,00
Μέγιστη παροχή υπερχείλισης	45,59m ³ /s
Στάθμη ταμιευτήρα για τη μέγιστη παροχή υπερχείλισης	+383,65
Μήκος διώρυγας φυγής (από αρχή κλίσης έως λεκάνη ηρεμίας)	287,20m
Πλάτος διώρυγας φυγής	15m-8m
Κλίση διώρυγας φυγής	0,0165-0,2867
Στάθμη λεκάνης ηρεμίας	+330,00
Μήκος λεκάνης ηρεμίας	8,00m
Πλάτος λεκάνης ηρεμίας	8,00m

Προσωρινή εκτροπή	
Στάθμη κατωφλιού έργου εισόδου προσωρινής εκτροπής	+348,00
Μήκος αγωγού προσωρινής εκτροπής	343,0m
Κλίση αγωγού προσωρινής εκτροπής	0,309/0,011/0,059/0,034/0,026/0,196 0,005/0,075/0,002/0,157/0,029/0,020/0,120
Διατομή αγωγού προσωρινής εκτροπής	Φ1200
Μέγιστη παροχή προσωρινής εκτροπής	10,73
Στάθμη εξόδου αγωγού προσωρινής εκτροπής	+331,10

Εκκένωση-υδροληψία	
Στάθμη στην είσοδο του αγωγού	+362,00
Στάθμη στην έξοδο του αγωγού	+331,10
Μήκος αγωγού εκκένωσης-υδροληψίας	402,00m
Διατομή αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας	Φ1200
Μέγιστη παροχή εκκένωσης	9,23
Χρόνος εκκένωσης του ταμιευτήρα	2,29 μέρες

Προσαγωγός Άρδευσης	
Αρδευόμενη έκταση (καθαρή)	2.750 στρέμματα
Ειδική παροχή άρδευσης	440,10 m ³ /στρεμ./έτος
Διάμετρος προσαγωγού	Φ450
Μήκος προσαγωγού	772m

15. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ICE (Institution of Civil Engineers), Floods and Reservoir Safety, 3rd Edition, Thomas Telford, London, 1996.
2. Mason P.J., Practical guidelines for the design of flip buckets and plunge pools, Water Power and Dam Construction, September/October 1993.
3. United States Bureau of Reclamation (USBR), Design of Small Dams, 1987, σελ. 255-258.
4. United States Bureau of Reclamation (USBR), Design of Small Dams, 1987, σελ. 255.
5. Chow V.T., Open Channel Hydraulics, Mc-Graw-Hill, 1959, σελ. 363-367.
6. United States Bureau of Reclamation (USBR), Criteria and Guidelines for Evaluating Storage Reservoirs and Sizing Low-Level Outlet Works, Report No ACER-TM-3, 1990.