

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΧΑΜΗΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΦΙΛΙΑΤΡΩΝ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΩΝ: Κορομηλά Δήμητρα
Παναγιώτου Στυλιανή

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Επιστημονικός Συνεργάτης Τ.Ε.Ι.

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τις φοιτήτριες Κορομηλά Δήμητρα και Παναγιώτου Στυλιανή του Τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής στο Ανώτατο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πατρών υπό την επίβλεψη του Επιστημονικού Συνεργάτη του Τμήματος Δρ. Νικολάου Φουρνιώτη.

Καταρχάς, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όσους συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας .

Στον κύριο Νικόλαο Φουρνιώτη οφείλουμε να αποδώσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να απευθύνουμε στον Πολιτικό Μηχανικό του έργου κ. Παναγιώτη Αναγνωστόπουλο, τόσο για τον χρόνο που μας αφιέρωσε και τις πληροφορίες που μας έδωσε κατά την ξενάγηση μας στο έργο όσο και για την καλή του διάθεση να μας μεταλαμπαδεύσει τις γνώσεις του και να μας βοηθήσει σε ότι πρόβλημα προέκυπτε καθ' όλη την διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας μας. Επίσης θέλουμε να τον ευχαριστήσουμε θερμά για την παραχώρηση φωτογραφικού υλικού από τις εργασίες στην περιοχή του έργου καθώς και της τελικής Τεχνικής Έκθεσης Μελέτης του Φιλιατρινού Φράγματος με τίτλο «Μελέτη Χαμηλού Φράγματος Λεκάνης Φιλιατρινού Νομού Μεσσηνίας», υλικό το οποίο αξιοποιήθηκε στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία αποκλειστικά για εκπαιδευτικό σκοπό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην αρχή της εργασίας γίνεται αναφορά στην αξία του νερού και στα έργα τα οποία γίνονται με σκοπό την ταμίευση του. Ακολουθεί ταξινόμηση των φραγμάτων με έμφαση στο είδος φράγματος στο οποίο αναφέρουμε ως παράδειγμα στην συγκεκριμένη εργασία και αναλύονται κάποιες βασικές έννοιες για την λειτουργία και την κατασκευή τους. Επιπλέον γίνεται μια περεταίρω ανάλυση στους ταμιευτήρες και στους υπερχειλιστές με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της μορφής και της λειτουργίας τους, καθώς αποτελούν δύο από τα σημαντικότερα μέρη της κατασκευής ενός φράγματος.

Γενικότερα γίνεται ανάλυση των επιπτώσεων της κατασκευής και λειτουργίας των χαμηλών φραγμάτων και παραθέτονται στοιχεία τα οποία καθορίζουν τη χρησιμότητα των χαμηλών φραγμάτων ως έργων αξιοποίησης του νερού. Παραθέτονται επίσης τα πλεονεκτήματα τους σε διάφορους τομείς, σε σύγκριση με άλλες μεγαλύτερες κατασκευές φραγμάτων.

Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες από ένα έργο κατασκευής χαμηλού φράγματος το οποίο βρίσκεται σε εξέλιξη, στους Χριστιάνους του νομού Μεσσηνίας. Αρχικά πραγματοποιείται παράθεση στοιχείων της γεωλογίας της περιοχής με αναφορές σε υδρολογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία για την κατανόηση τόσο των γεωλογικών συνθηκών όσο και της επιλογής της θέσης του έργου. Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια κατασκευής του φράγματος και των σύνοδων έργων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Επιπλέον γίνεται αναφορά σε πιθανές αποκαταστάσεις στο περιβάλλοντα χώρο της κατασκευής που αναμένεται να γίνουν μετά την περάτωση του έργου καθώς επίσης και στα ωφέλει που αναμένεται να προκύψουν από αυτές.

Τέλος η εργασία αυτή αναφέρει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα και στοιχεία σχεδιασμού τα οποία προέκυψαν από την διερεύνηση της βιβλιογραφίας, τόσο για τα φράγματα όσο και ειδικότερα για τα χαμηλά φράγματα, ως έργα ταμίευσης και αξιοποίησης του νερού. Τα στοιχεία αυτά εντοπίζονται και παρουσιάζονται με σαφήνεια στην πρακτική περίπτωση εφαρμογής που είναι το Φιλιατρινό Φράγμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	vii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	x
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
1.2 ΑΞΙΑ ΝΕΡΟΥ - ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ	1
1.3 ΕΡΓΑ ΤΑΜΙΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	1
1.3.1 ΛΙΜΝΟΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	1
1.3.1 ΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	2
2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	3
2.1 Ταξινόμηση φραγμάτων	3
2.1.1. Φράγματα βαρύτητας σκυροδέματος	4
2.1.2. Φράγματα θολωτά.....	6
2.1.3 Τοξωτά φράγματα	7
2.1.4 Αντηριδωτά φράγματα.....	8
2.1.5 Λιθόρριπτα φράγματα	8
2.1.6 Χωμάτινα φράγματα βαρύτητας	8
2.1.6.1 Γενικά	8
2.1.6.2 Θεμελίωση ενός χωμάτινου φράγματος	10
2.1.6.3 Διήθηση του νερού μέσα στο φράγμα.	10
2.1.6.4 Τοποθέτηση φίλτρου και στραγγιστήρων στο χωμάτινο φράγμα.	10
2.1.6.5 Διήθηση κάτω από το φράγμα.....	11
2.1.6.6 Μέτρα μείωσης της διηθήσεως κάτω από το φράγμα.	11
2.1.6.7 Ύψος του φράγματος	13
2.1.6.8 Όγκος του φράγματος.....	13
2.1.6.9 Πλάτος στέψεως.....	13
2.1.6.10 Σταθερότητα των πρανών.....	14
2.1.6.11 Ασφάλεια χωμάτινου φράγματος.....	14

2.2 Ταμιευτήρες	14
2.2.1 Κύριοι ταμιευτήρες	15
2.3 Υπερχειλιστής.....	16
2.3.1 Μελέτη σχεδιασμού.....	17
2.3.2 Μορφές υπερχειλιστών - Τύποι.....	18
2.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.....	19
3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΧΑΜΗΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	21
3.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά χαμηλών φραγμάτων.....	21
3.2 Γενικές αναφορές επιπτώσεων κατασκευής και λειτουργίας χαμηλών φραγμάτων.	21
3.2 Καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	22
3.2.1 Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον	23
3.2.2 Επιπτώσεις στο κοινωνικό, πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.	24
4. ΧΑΜΗΛΟ ΦΡΑΓΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.....	27
4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	27
4.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ	28
4.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	29
4.4 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	30
4.5 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ.....	30
4.6 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	30
4.7 ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	31
4.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	31
4.9 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	31
4.10 ΜΗΝΙΕΣ-ΕΤΗΣΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ	32
4.11 ΑΠΟΡΡΟΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ – ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 1000 ΕΤΩΝ.....	33
4.12. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	34
4.13 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ – ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ.....	36
4.14 ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	37
4.15 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ – ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	38
4.15.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	38
4.15.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	38
4.15.3 ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΣ – ΕΤΗΣΙΟΣ ΑΠΟΛΗΨΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ.....	39
4.16 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	40
4.17 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΠΛΕΟΝΑΖΟΝΤΟΣ ΥΔΑΤΟΣ	41
4.18 ΕΡΓΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ	41

4.19 ΕΡΓΟ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ – ΑΓΩΓΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	42
4.20 ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ.....	42
4.21 ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	43
4.22 ΣΤΑΤΙΚΟΙ – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	43
4.23 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	43
4.23.1 ΕΡΓΟ ΕΚΤΡΟΠΗΣ.....	44
4.23.2 ΕΡΓΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ – ΓΕΦΥΡΑ.....	45
4.23.3 ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ ΕΡΓΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΕΩΣ – ΓΕΦΥΡΑ.....	46
4.23.4 ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ.....	46
4.23.4.1 ΠΥΡΓΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	46
4.23.5 ΣΤΟΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ – ΕΠΙΣΚΕΨΕΩΣ.....	47
4.24 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΥΡΙΩΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	47
4.25 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ.....	48
4.26 ΑΝΑΝΤΙ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΠΑΡΕΙΑ ΤΟΥ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ.....	48
4.27 ΣΤΕΨΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	49
4.28 ΑΝΑΝΤΗ ΜΑΝΔΥΑΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ.....	50
4.29 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ.....	50
4.30 ΕΡΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	51
4.31 ΣΤΟΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΕΩΣ.....	53
4.32 ΕΡΓΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ.....	53
4.33 ΕΡΓΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	54
4.34 ΕΡΓΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ.....	54
4.35 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	55
4.36 ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	55
4.37 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	56
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	60

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Τυπική διαζώνωση σώματος φράγματος. 1. Πυρήνας, 2.Λεπτόκοκκο φίλτρο, 3.Στραγγιστήριο, 4.Σώμα στήριξης, 5.Ζώνη πλήρωσης, 6.Λιθόρριπτη ζώνη (Κωτούλας, 2001)	2
Σχήμα 2.1 Διάγραμμα κατηγοριών φραγμάτων (Διαδίκτυο, 2012)	4
Σχήμα 2.2 Κατακόρυφη τομή ενός φράγματος βαρύτητας (Τσόγκα, 1988)	4
Σχήμα 2.3 Φράγμα βαρύτητας σε διατομή. Το διάφραγμα εμποδίζει τη διήθηση κάτω από το φράγμα (Τσόγκα, 1988)	5
Σχήμα 2.4 Κατασκευή με σήραγγα εκτροπής (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)	5
Σχήμα 2.5 Σχηματική διάταξη θολωτού φράγματος (οριζοντιογραφία) (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)	6
Σχήμα 2.6 Διατομές θολωτών φραγμάτων (Τσόγκα, 2009)	6
Σχήμα 2.7 Το φράγμα του Ταυρωπού της Καρδίτσας, είναι θολωτό φράγμα διπλής καμπυλότητας (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)	7
Σχήμα 2.8 α) Τυπική κάτοψη τοξωτού φράγματος β) Ανάλυση τοξωτού φράγματος σε στοιχειώδη τόξα (Παπαντώνης, 2008)	8
Σχήμα 2.9 Τυπική διατομή χωμάτινου φράγματος όπου φαίνεται ο πυρήνας και τα επιμέρους τμήματα του φράγματος (Παπαντώνης, 2008)	9
Σχήμα 2.10 Θεμελίωση φράγματος σε αδιαπέρατο στρώμα μικρού πάχους και κατασκευή διαφράγματος από άργιλο (Τσόγκας, 1988)	11
Σχήμα 2.11 Διάταξη τσιμεντενέσεων-Κάτοψη (Διαδίκτυο, 2012)	12
Σχήμα 2.16 Υπερχειλιστής μορφής σίφωνα με βυθισμένο το κάτω άκρο	19
Σχήμα 4.14 Κατασκευή με σήραγγα εκτροπής (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)	51

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.12 Απεικόνιση ταμιευτήρα από το φράγμα λίμνης Πλαστήρα, Ταυρωπού (Διαδίκτυο,2012)	15
Εικόνα 2.13 Απεικόνιση υπερχειλιστή του φράγματος Φανερωμένης Μεσαλάς Κρήτης (Διαδίκτυο, 2012)	16
Εικόνα 2.14 Περιγραφή λειτουργίας του φράγματος (Διαδίκτυο, 2012)	17
Εικόνα 2.15 Σκυροδέτηση τμήματος υπερχειλιστή του χωμάτινου φράγματος Παπαδιάς στην περιοχή Φλώρινας (Διαδίκτυο, 2012)	18
Εικόνα 4.1. Γεωγραφικός εντοπισμός του έργου (Διαδίκτυο, 2012)	28
Εικόνα 4.2 Άποψη της θέσης του φράγματος πριν την έναρξη των εργασιών (Ψηφιακό υλικό, 2012)	29
Εικόνα 4.3. Γεωφυσικός χάρτης εντοπισμού του έργου όπου φαίνεται η λεκάνη απορροής και ο ταμιευτήρας που θα προκύψει (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	31
Εικόνα 4.4. Θέση ταμιευτήρα κατά την διάρκεια σχεδιασμού του Φιλιατρινού φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	36
Εικόνα 4.5. Ευρύτερη περιοχή φράγματος – Εκτάσεις καλλιεργειών (Διαμορφωμένο υλικό από Google Earth, 2012)	37
Εικόνα 4.6. Δανειοθάλαμος Περδικονερίου όπου φαίνεται το υλικό που χρησιμοποιήθηκε (Ψηφιακό υλικό, 2012)	39
Εικόνα 4.7 Κατασκευή αγωγού μεταφοράς νερού (Διαμορφωμένο από διαδίκτυο, 2012)	43
Εικόνα 4.8 Κατασκευή στοάς οριστικής εκτροπής υδάτων (Ψηφιακό υλικό, 2012)	44
Εικόνα 4.9 Κάτοψη φράγματος όπου φαίνονται οι λεπτομέρειες του υδροδυναμικού έργου. (Τροποποιημένο σχέδιο από κάτοψη με σκοπό την έμφαση στην περιοχή ενδιαφέροντος από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	45
Εικόνα 4.10 Κατασκευή – Όπλιση του πύργου υδροληψίας (Ψηφιακό υλικό, 2012)	47
Εικόνα 4.11 Απεικονίζετε η κατάντη όψη φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	49
Εικόνα 4.12 Απεικονίζετε η ανάντη όψη φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	49
Εικόνα 4.13 Ο άξονας στέψης φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	50
Εικόνα 4.14 Απεικόνιση στοάς Προσπελάσεως και Αποστραγγίσεως (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)	53
Εικόνα 1 Κατασκευή παράκαμψης επαρχιακής οδού Φιλιατριών – Χριστιανούπολης (Ψηφιακό υλικό, 2012)	60
Εικόνα 2 Διαμόρφωση εργοταξιακών χώρων ανάντι του δεξιού αντερίσματος του φράγματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)	61
Εικόνα 3 Εκσκαφή δεξιού αντερίσματος σε βαθμίδες για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων στη θέση της πλίνθου (Ψηφιακό υλικό, 2012)	61
Εικόνα 4 Κατασκευή παράκαμψης επαρχιακής οδού (Ψηφιακό υλικό, 2012).	62
Εικόνα 5 Τσιμεντενέσεις στεγάνωσης στη θέση της πλίνθου (Ψηφιακό υλικό, 2012)	62

Εικόνα 6 Ερευνητική σήραγγα αριστερού αντερείσματος στο στάδιο της μελέτης (Ψηφιακό υλικό, 2012)	63
Εικόνα 7 Τσιμεντενέσεις στο αριστερό αντέρεισμα (Ψηφιακό υλικό, 2012)	63
Εικόνα 8 Εκσκαφή πλίνθου δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)	64
Εικόνα 9 Τσιμεντενέσεις στεγάνωσης στο αριστερό αντέρεισμα (Ψηφιακό υλικό, 2012)	64
Εικόνα 10 Πλίνθος δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)	65
Εικόνα 11 Τοποθέτηση ταινιών μεταφοράς σκληρού επιχώματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)	65
Εικόνα 12 Κατασκευή αγκυριών για το έργο καταστροφής ενέργειας (Ψηφιακό υλικό, 2012)	66
Εικόνα 13 Γενική εικόνα δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)	66
Εικόνα 14 Τοποθέτηση αγωγών για την αποστράγγιση της υγρασίας του εδάφους (Ψηφιακό υλικό, 2012)	67
Εικόνα 15 Κατασκευή τμήματος σκληρού επιχώματος για την έδραση των έργων οριστικής εκτροπής υδάτων (Ψηφιακό υλικό, 2012).	67
Εικόνα 16 Λεπτομέρεια ενίσχυσης της έδρασης του φράγματος με αρχική εκσκαφή (Ψηφιακό υλικό, 2012)	68
Εικόνα 17 Γενική άποψη του έργου (Ψηφιακό υλικό, 2012)	68

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Είδη μιγμάτων για την εφαρμογή τσιμεντενέσεων (<i>Τσόγκας, 1988</i>)	13
Πίνακας 2: Βροχομετρικών και κλιματολογικών στοιχείων (Τεχνική Έκθεση, 2006)	30
Πίνακας 3: Μηνιαίων και Ετήσιων βροχοπτώσεων (Τεχνική Έκθεση, 2006)	32
Πίνακας 4: Μέσοι όροι των μηνιαίων – ετήσιων υψών βροχής για τη λεκάνη Φιλιατρινού (Τεχνική Έκθεση, 2006)	33
Πίνακας 5: Συγκεντρωτικά στοιχεία των απορροών της στοχαστικής σειράς (Τεχνική Έκθεση, 2006)	34
Πίνακας 6: Στοιχεία από την Μελέτη Φιλιατρινού. (Τεχνική Έκθεση, 2006)	34
Πίνακας 7: Ετήσιας ζήτησης νερού (Τεχνική Έκθεση, 2006)	40

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την παρουσίαση των βασικών στοιχείων του σχεδιασμού, της κατασκευής, και της χρησιμότητας των φραγμάτων ως έργα ταμίευσης νερού με εφαρμογή στο Φράγμα Φιλιατρινό του Νομού Μεσσηνίας, αλλά και να ανακτηθεί πολύτιμη πρακτική εμπειρία στο σχεδιασμό και την κατασκευή χαμηλών φραγμάτων όπως είναι το φράγμα Φιλιατρών Νομού Μεσσηνίας. Ένα μεγάλο μέρος της εργασίας, βασίστηκε στη τεχνική έκθεση του παραπάνω φράγματος, η οποία αφορά την κατασκευή αυτού και όλων των συναφών έργων εκτροπής, εκκενώσεως, θεμελιώσεως, στεγανώσεως, υπερχειλίσεως, υδροληψίας, αγωγού μεταφοράς, οδοποιίας κλπ. Γενικότερα, στην αρχή της εργασίας γίνεται εισαγωγή στην γενική γνώση τύπων κατασκευής και ταξινόμησης των φραγμάτων και πιο συγκεκριμένα στο είδος φράγματος που αφορά στη συγκεκριμένη εργασία εξηγώντας τους λόγους στους οποίους βασίστηκε η επιλογή αυτού.

1.2 ΑΞΙΑ ΝΕΡΟΥ - ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ

Η συνεχής αυξανόμενη ζήτηση νερού για ύδρευση, άρδευση, βιομηχανική χρήση, παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, τοποθετεί το νερό σαν το πολυτιμότερο αγαθό για τη ζωή αλλά και την οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας είναι τέτοιες, ώστε να έχουμε νερό σε περίσσεια όταν δεν το χρειαζόμαστε και να μην έχουμε νερό όταν το έχουμε ανάγκη σε περιόδους ξηρασίας. Για αυτόν τον λόγο, καταβάλλονται προσπάθειες να βρεθούν τρόποι όχι μόνο να μην βλάπτει τον άνθρωπο, αλλά να εξυπηρετεί καλύτερα τα συμφέροντα του. Η αξιοποίηση επομένως των υδάτων και ιδιαίτερα των επιφανειακών, μπορεί να πραγματοποιηθεί με την συγκέντρωσή τους σε υδατοδεξαμενές-ταμιευτήρες, οι οποίες δημιουργούνται με την κατασκευή φραγμάτων στις κοίτες ποταμών, χειμαρροποτάμων και υδατορευμάτων. Με τον τρόπο αυτό, συγκεντρώνεται το νερό των πηγών ή της βροχής την περίοδο των βροχοπτώσεων και παρέχεται για χρήση κατά την ξηρή περίοδο όπου οι ανάγκες χρήσης του αυξάνονται.

1.3 ΕΡΓΑ ΤΑΜΙΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

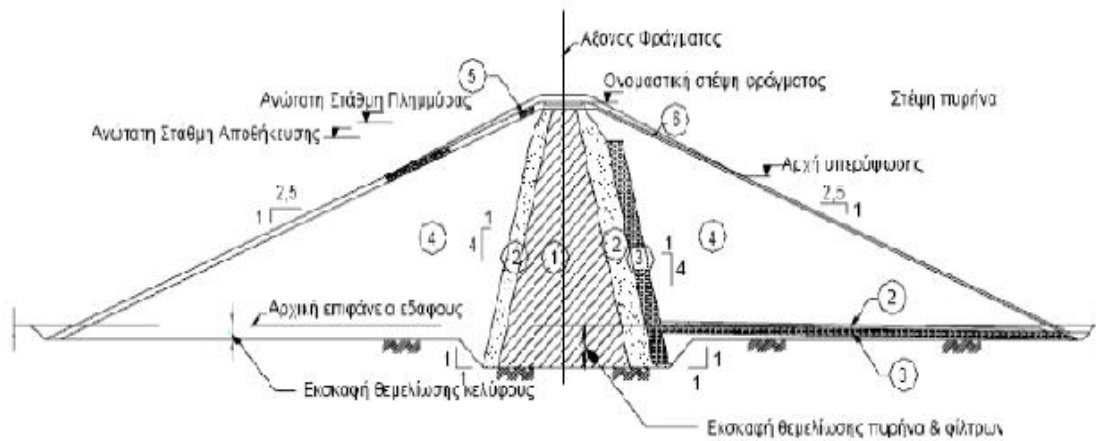
1.3.1 ΛΙΜΝΟΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Ένα από τα δύο σπουδαιότερα έργα ταμίευσης νερού που συμβάλουν στην εξοικονόμηση ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες είναι η κατασκευή λιμνοδεξαμενών που μπορούν να κατασκευαστούν στην κοίτη των ρευμάτων ή στις πλαγιές ορεινών λεκανών απορροής. Οι λιμνοδεξαμενές είναι τεχνητές λίμνες ή ταμιευτήρες των οποίων η χωρητικότητα κυμαίνεται από 1 έως 4 εκατομμύρια m^3 . Αυτές χαρακτηρίζονται ως κανονικές. Αντίθετα, ως μικρές λιμνοδεξαμενές χαρακτηρίζονται εκείνες των οποίων η χωρητικότητα κυμαίνεται από 10.000 έως 1 εκατομμύριο m^3 . Οι λιμνοδεξαμενές είναι από τα σπουδαιότερα και αποδοτικότερα έργα εξοικονόμησης νερού στις ορεινές, ημιορεινές και γεωργικές περιοχές της χώρας και κατασκευάζονται από το Υπουργείο Γεωργίας από την δεκαετία του 60. Μέχρι σήμερα κατασκευάστηκε ένας σημαντικός αριθμός τέτοιων έργων από την Δ/ση Εγγείων Βελτιώσεων του Υπουργείου και κυρίως στα όρια ορεινών και πεδινών περιοχών. Βέβαια είναι πολύ ενθαρρυντικό το γεγονός πως πολλές λιμνοδεξαμενές βρίσκονται και σήμερα στο στάδιο της υλοποίησης ή του σχεδιασμού. Εκτός αυτών υπάρχουν βέβαια και πολλές άλλες θέσεις κατασκευής κυρίως μικρών λιμνοδεξαμενών σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές. Οι λιμνοδεξαμενές κατασκευάζονται είτε στη κοίτη των ρευμάτων (επιρεμάτιες) είτε εκτός αυτής σε τεχνητά ή φυσικά κοιλάματα (εξωρεμάτιες). Σκοπός τους σε ορεινές και ημιορεινές

περιοχές μπορεί να είναι η άρδευση κασταναριών ή άλλων οπωροφόρων δέντρων ή λήψη νερού για άρδευση αναδασώσεων οικολογικών, αισθητικών περιγητικών αξιών της περιοχής του κλπ. Αξίζει να αναφερθεί όμως, πως η σχεδίαση και κατασκευής μιας λιμνοδεξαμενής είναι πολύπλοκες και πολύπλευρες εργασίες και απαιτείται προσωπικό με γνώσεις και μεγάλη εμπειρία.

1.3.1 ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Τα φράγματα είναι μεγάλα έργα, πολυδάπανα και συνήθως δύσκολα στην κατασκευή και την λειτουργία τους. Τα παλαιότερα χρόνια (πριν από το 1950) σχεδόν αποκλειστικά κατασκευάζονταν από σκυρόδεμα. Με την ανάπτυξη όμως της εδαφομηχανικής οδηγηθήκαμε στην ραγδαία εξέλιξη της κατασκευής φραγμάτων με τα χωμάτινα και λιθόρριπτα, σήμερα να αποτελούν τον κανόνα. Στην Ελλάδα, η κατασκευή φραγμάτων αρχίζει με την ίδρυση της ΔΕΗ ενώ τα χωμάτινα φράγματα εμφανίζονται στον Ελλαδικό χώρο μέσα στη δεκαετία του '60. Σήμερα, έχουν ήδη κατασκευαστεί πολλά μεγάλα χωμάτινα φράγματα σε όλους τους μεγάλους Ελληνικούς ποταμούς και υπάρχει προοπτική κατασκευής και άλλων. Στο Σχήμα 1.1 που ακολουθεί φαίνεται η τυπική διαζώνωση του σώματος ενός τέτοιου χωμάτινου φράγματος.



Σχήμα 1.1 Τυπική διαζώνωση σώματος φράγματος. 1. Πυρήνας, 2. Λεπτόκοκκο φίλτρο, 3. Στραγγιστήριο, 4. Σώμα στήριξης, 5. Ζώνη πλήρωσης, 6. Λιθόρριπτη ζώνη (Κωτούλας, 2001)

Επομένως, ως φράγμα ορίζεται το τεχνικό έργο, με την κατασκευή του οποίου δημιουργείται ταμιευτήρας νερού με σκοπό την διάθεσή του για ύδρευση, άρδευση, παραγωγή ενέργειας, ανάλυση πλημμυρικών φαινομένων και εμπλουτισμό υπόγειων υδροφόρων. Είναι δηλαδή έργα πολλαπλής σκοπιμότητας.

Σκοπός της κατασκευής ενός φράγματος μπορεί να είναι:

- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η άρδευση καλλιεργούμενων εδαφών.
- Η ύδρευση πόλεων, οικισμών ή βιομηχανικών μονάδων.
- Η διαμόρφωση πλωτών διωρύγων (με μικρή εφαρμογή στην Ελλάδα).
- Η ρύθμιση της παροχής φυσικών ρευμάτων (ποταμών).

Συχνά τα φράγματα εξυπηρετούν περισσότερους από έναν σκοπούς (φράγματα πολλαπλής σκοπιμότητας). Για παράδειγμα, με το φράγμα του Ταυρωπού της Καρδίτσας εκτρέπεται το νερό του ποταμού προς τη Θεσσαλία από τη φυσική ροή του, που είναι προς τον Αχελώο, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ταυρωπού), άρδευση περίπου 150.000 στρεμμάτων του κάμπου της Καρδίτσας και ύδρευση της πόλης της

Καρδίτσας και των γύρω κοινοτήτων. Τα φράγματα είναι από τα πρώτα τεχνολογικά επιτεύγματα του ανθρώπου, αφού οι πρώτες κατασκευές ανάγονται στα προϊστορικά χρόνια. Από τα παλιότερα φράγματα αναφέρονται, το φράγμα στον ποταμό Ιορδάνη και το φράγμα στον ποταμό Τίγρη. Στα 4.000 π.χ. κατασκευάστηκε στην Αίγυπτο φράγμα στον ποταμό Νείλο που διατηρήθηκε 4.500 χρόνια περίπου. Στα νεότερα χρόνια σπουδαίο θεωρήθηκε το φράγμα PUENTES στην Ισπανία, που έγινε στα 1755 και καταστράφηκε το 1891.

Τα φράγματα είναι έργα δαπανηρά, παρουσιάζουν όμως μακροπρόθεσμα μεγάλα οικονομικά οφέλη και για τον λόγο αυτό επιδιώκεται η κατασκευή τους. Η κατασκευή ενός φράγματος, ανάλογα με τον σκοπό που πρόκειται να εξυπηρετήσει, μελετάται και βρίσκεται τόσο ο καλύτερος τύπος φράγματος όσο και οι απαιτούμενες διαστάσεις του. Τα φράγματα είναι έργα ιδιόμορφα, γιατί είναι δυνατόν να τυποποιηθούν και να εφαρμόζονται επανειλημμένα. Κάθε φράγμα έχει τη δική του λειτουργία, τους δικούς του φυσικούς παράγοντες και το δικό του φυσικό περιβάλλον, που παίζει σπουδαίο ρόλο για την θεμελίωση του. Η κατασκευή ενός φράγματος και η δημιουργία τεχνητής λίμνης δημιουργεί διαταραχές στο φυσικό περιβάλλον, μεγαλύτερες και εντονότερες από οποιοδήποτε άλλο έργο, γιατί στην περιοχή που κατακλύζεται από το νερό του ποταμού (λίμνη) συσσωρεύονται τεράστιες ποσότητες νερού με αποτέλεσμα το υπέδαφος να καταπονείται από τις αναπτυσσόμενες πιέσεις του όγκου του ύδατος. Εκτός όμως από τις πιέσεις, οι μεγαλύτερες ποσότητες του νερού δημιουργούν προβλήματα διαβρώσεων, διαρροών ή ακόμη και κατολισθήσεων στην περιοχή του φράγματος, που αν δεν προβλεφθούν για να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα μπορεί να οδηγήσουν στην καταστροφή του.

2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

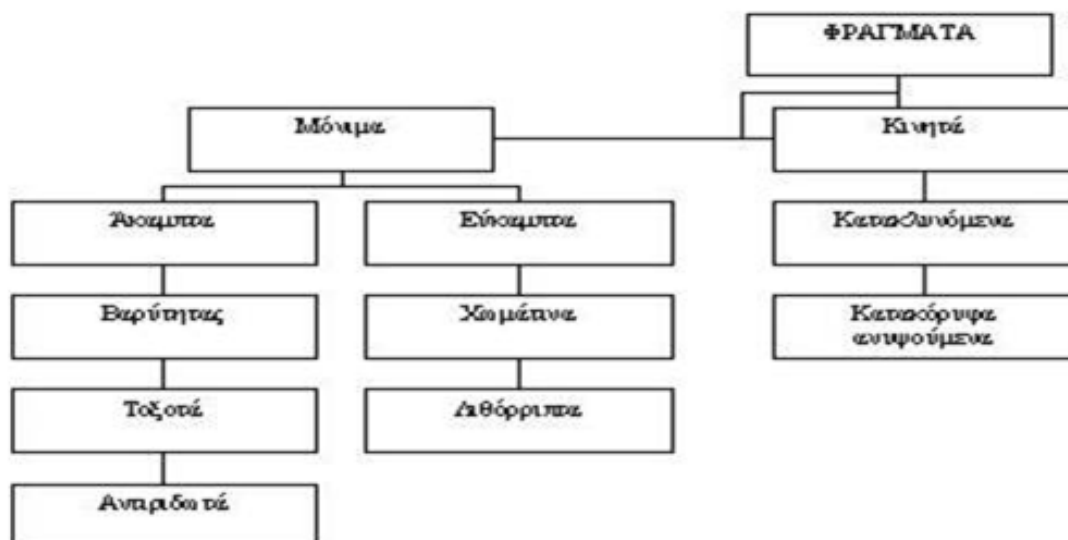
Στην ενότητα αυτή αναλύονται όροι και έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν στη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας. Αρχικά θα δούμε πως ταξινομούνται τα φράγματα και στην συνέχεια κάποιες βασικές έννοιες για την λειτουργία και την κατασκευή τους.

2.1 Ταξινόμηση φραγμάτων

Τα φράγματα από κατασκευαστική πλευρά διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα μόνιμα και τα προσωρινά φράγματα. Στα προσωρινά φράγματα ανήκουν τα κατακλινόμενα και τα κατακόρυφα ανυψούμενα φράγματα και χρησιμοποιούνται για την εκτροπή της ροής του νερού είτε για διευθέτηση είτε για εκτέλεση εργασιών εν ξηρό. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον ως προς την κατασκευή παρουσιάζουν τα μόνιμα φράγματα, τα οποία διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: (Ρόζος, 2007)

- Άκαμπτα φράγματα από σκυρόδεμα.
- Εύκαμπτα φράγματα ή χωμάτινα από γαιώδη υλικά.

Στα άκαμπτα φράγματα συμπεριλαμβάνονται τα φράγματα βαρύτητας, τα τοξωτά και τα αντιριδωτά, ενώ στα εύκαμπτα, τα λιθόριπτα και τα χωμάτινα. Υπάρχουν και φράγματα που καλούνται μεικτά με την έννοια της μικτής κατασκευής στα διάφορα τμήματά τους (Σχήμα 2.1).

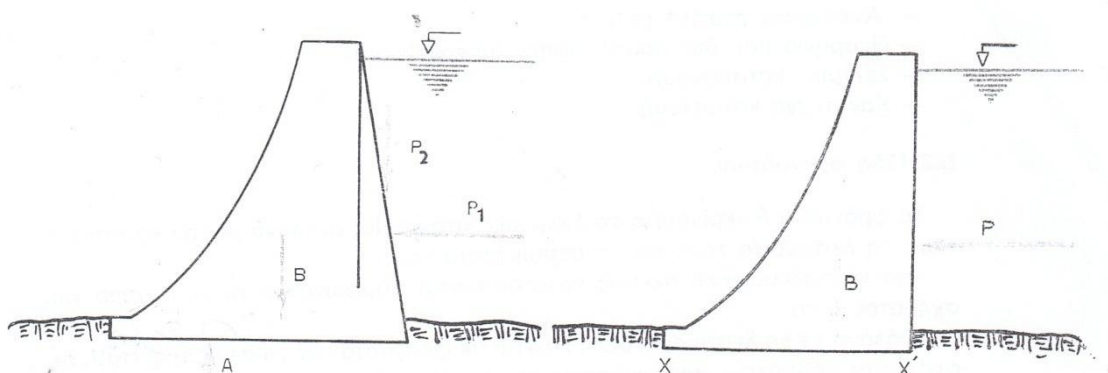


Σχήμα 2.1 Διάγραμμα κατηγοριών φραγμάτων (Διαδίκτυο, 2012)

Πιο αναλυτικά, στις παραπάνω κατηγορίες διακρίνουμε τα εξής χαρακτηριστικά στοιχεία:

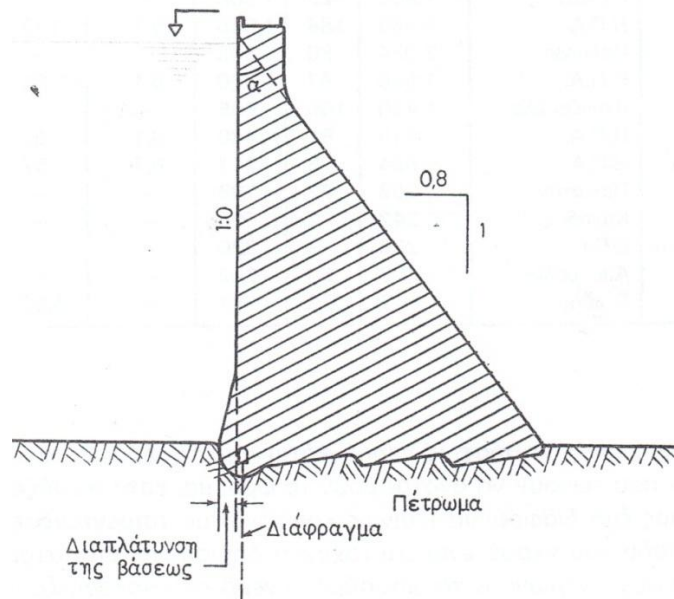
2.1.1. Φράγματα βαρύτητας σκυροδέματος

Στα φράγματα βαρύτητας σκυροδέματος (Σχήμα 2.2) το ίδιο το βάρος του φράγματος εξασφαλίζει την παραλαβή των δυνάμεων ολίσθησης και ανατροπής που εξασκεί σ' αυτά το νερό. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι κυρίως οι υδροστατικές, στην ανάντη και



Σχήμα 2.2 Κατακόρυφη τομή ενός φράγματος βαρύτητας (Τσόγκα, 1988)

ενδεχόμενα στην κατάντη πλευρά, η δύναμη της άνωσης, το ίδιο βάρος του φράγματος και η δύναμη της τριβής με το έδαφος (Σχήμα 2.3). Η χάραξη του φράγματος σε οριζοντιογραφία μπορεί να είναι ευθεία γραμμή ή καμπύλη, ανάλογα με την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής και τις λειτουργικές ανάγκες του έργου.

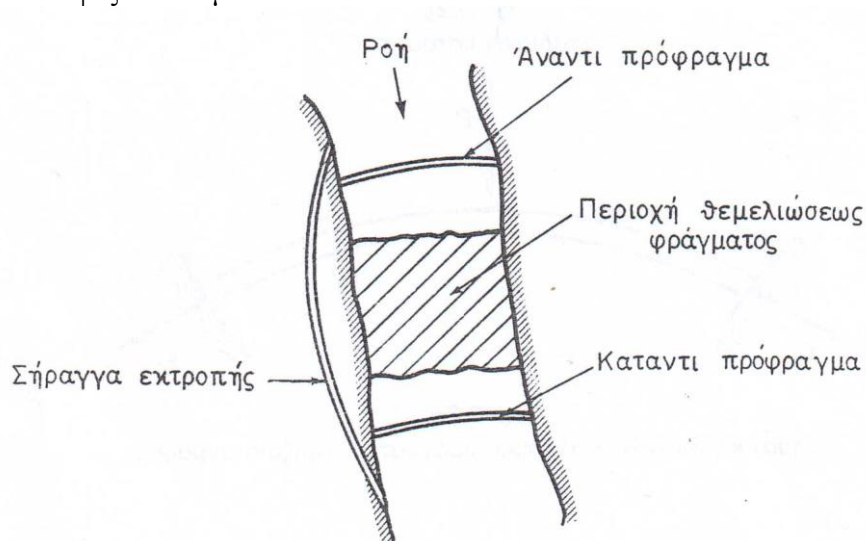


Σχήμα 2.3 Φράγμα βαρύτητας σε διατομή. Το διάφραγμα εμποδίζει τη διήθηση κάτω από το φράγμα (Τσόγκας, 1988)

Σημαντικό πρόβλημα στην κατασκευή ενός φράγματος μέσα στην κοιλάδα είναι το νερό του ποταμού. Η εκσκαφή για τη θεμελίωση εκτείνεται σε βάθος και η ύπαρξη νερού δυσκολεύει τις εργασίες. Έτσι πριν αρχίσει η κατασκευή, η περιοχή θεμελιώσεως πρέπει να απαλλαγεί από την ύπαρξη επιφανειακού και υπόγειου νερού.

Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

α) Κατασκευή μιας σήραγγας πριν από τη θεμελίωση. (Σήραγγα εκτροπής) (**Σχήμα. 2.4**). Στη σήραγγα αυτή διοχετεύεται όλη η παροχή του ρεύματος, αφού κατασκευαστεί λίγο πιο κάτω από το στόμιο της σήραγγας μικρό ανασχετικό φράγμα. Έτσι η περιοχή που θα γίνει η κατασκευή διατηρείται ξηρή. Η σήραγγα μετά το πέρας της κατασκευής χρησιμοποιείται συνήθως σαν εκκενωτής της λίμνης. Πολλές φορές κατασκευάζεται και κατόντη λίγο πριν την έξοδο της σήραγγας μικρό πρόφραγμα για την αποφυγή της αναστροφής της ροής κατά τις εκσκαφές των θεμελίων.

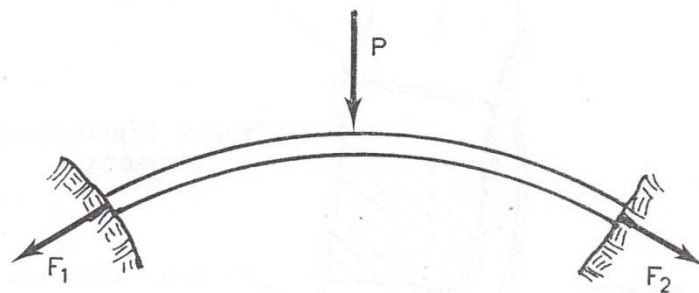


Σχήμα 2.4 Κατασκευή με σήραγγα εκτροπής (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)

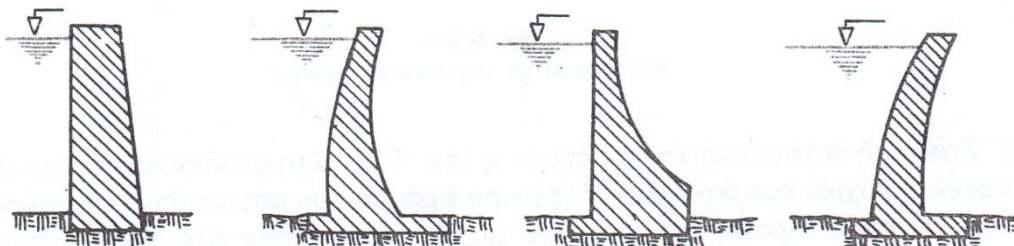
β) Σταδιακή κατασκευή του φράγματος. Στη σταδιακή κατασκευή δημιουργείται αρχικά ένα δακτυλιοειδές μικρό φράγμα που απομονώνει ένα χώρο της κοίτης από την επίδραση της ροής. Στο χώρο αυτό κατασκευάζεται ένα τμήμα του φράγματος. Η ροή του νερού γίνεται στο υπόλοιπο τμήμα της κοίτης (1 στάδιο). Μετά το τέλος της κατασκευής του τμήματος αυτού δημιουργείται στο άλλο μισό της κοίτης ένα περιμετρικό δακτυλιοειδές φράγμα που συνδέεται με την μέχρι τότε κατασκευή και απομονώνει το χώρο της νέας κατασκευής. Το νερό στο στάδιο αυτό περνά από τον εκκενωτή, που μπορεί να είναι ενσωματωμένος στο φράγμα ή από θυρίδες που έχουν προβλεφθεί. (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)

2.1.2. Φράγματα θολωτά.

Τα φράγματα αυτά έχουν σε κάτοψη τοξοειδή μορφή (Σχήμα 2.5). Η πίεση του νερού εφαρμόζεται στην κυρτή επιφάνεια του φράγματος από την οποία μεταβιβάζεται στις όχθες του ρεύματος. Τα θολωτά φράγματα κατασκευάζονται με τα κοίλα στραμμένα προς τα κατάντη και το όλο έργο

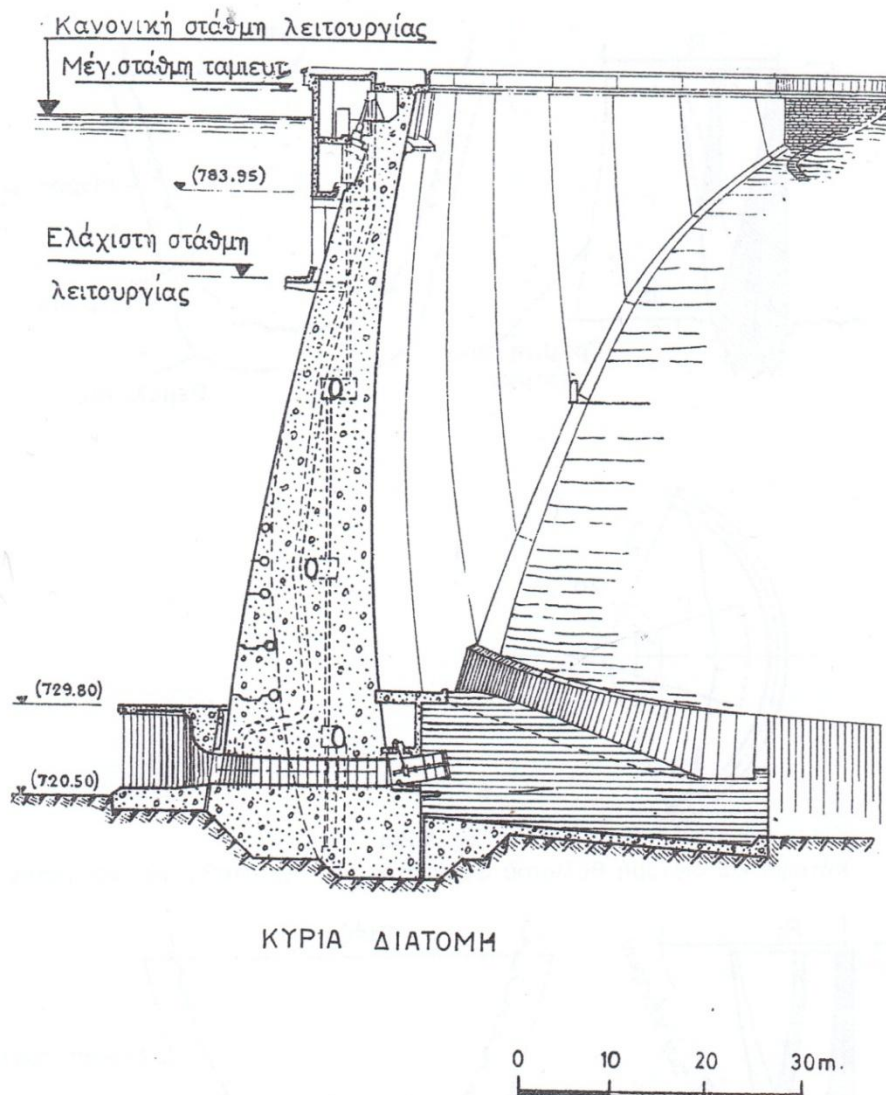


Σχήμα 2.5 Σχηματική διάταξη θολωτού φράγματος (οριζοντιογραφία) (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)



Σχήμα 2.6 Διατομές θολωτών φραγμάτων (Τσόγκας και Τσόγκα 2009)

Υπόκειται σε τάσεις θλίψεως. Η διατομή ενός θολωτού φράγματος είναι λεπτή και μπορεί να φτάσει το 60% του όγκου ενός αντίστοιχου φράγματος βαρύτητας (Σχήμα 2.6). Από πλευράς υπολογισμού ένα θολωτό φράγμα είναι μια πλάκα απλής ή σε πολλές περιπτώσεις διπλής καμπυλότητας (Σχήμα 2.7), μικρού πάχους, πακτωμένη στις δύο στηρίξεις της. Βασική αρχή για τον υπολογισμό ενός θολωτού φράγματος είναι η αποκοπή του σε σειρές οριζόντιων και κατακόρυφων τόξων και η αυτοτελής στατική μελέτη του κάθε τόξου σαν να μην υπήρχε σύνδεση του ενός τόξου με το προηγούμενό του.

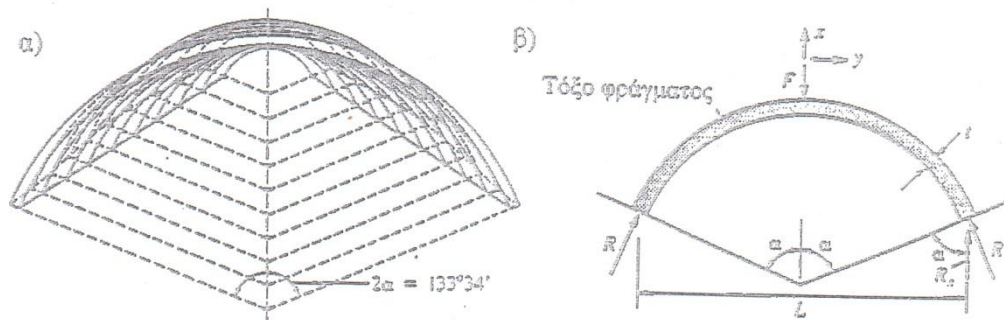


Σχήμα 2.7 Το φράγμα του Ταυρωπού της Καρδίτσας, είναι θολωτό φράγμα διπλής καμπυλότητας (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)

Στην επιλογή της μορφής του θόλου παίζει ρόλο και η μορφή της κοιλάδας μέσα στην οποία θα κατασκευαστεί το φράγμα. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η κατασκευή θολωτών φραγμάτων επιβάλλεται σε περιπτώσεις που η κοιλάδα έχει απότομες κλίσεις και το φράγμα πρέπει να γίνει ψηλό, γιατί η κατασκευή οποιασδήποτε άλλης μορφής φράγματος θα απαιτούσε υπερβολικά μεγάλο πλάτος βάσεως και φυσικά όγκου. Στην Ελλάδα θολωτό φράγμα είναι μόνο το φράγμα του Ταυρωπού της Καρδίτσας. (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)

2.1.3 Τοξωτά φράγματα

Τα τοξωτά φράγματα κατασκευάζονται συνήθως σε χαράδρες στενού πλάτους των οποίων τα πλευρικά τοιχώματα αποτελούνται από στιβαρό βράχο έτσι ώστε να μεταφέρονται με ασφάλεια σε αυτά οι οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται από το νερό στο φράγμα. Τα φράγματα αυτά έχουν σε κάτοψη τοξοειδή μορφή και λειτουργούν σαν αμφίπακτα τόξα. (Σχήμα 2.8)



Σχήμα 2.8 α) Τυπική κάτοψη τοξωτού φράγματος β) Ανάλυση τοξωτού φράγματος σε στοιχειώδη τόξα (Παπαντώνης, 2008)

2.1.4 Αντηριδωτά φράγματα

Τα αντηριδωτά φράγματα είναι ουσιαστικά κούφια φράγματα βαρύτητας που αποτελούνται από πλάκες (επίπεδες ή τοξωτές) από σκυρόδεμα, κεκλιμένες ως προς την οριζόντιο, οι οποίες στηρίζονται στα δύο άκρα τους σε κατακόρυφες αντηρίδες, τοποθετημένες ανά 15 έως 35 m, και οι οποίες μεταφέρουν με την σειρά τους τις δυνάμεις στο έδαφος. Βασικό πλεονέκτημα τους, ότι απαιτούν περίπου 40% λιγότερο σκυρόδεμα από ένα αντίστοιχο συμπαγές φράγμα σκυροδέματος. Το μειονέκτημα είναι ότι απαιτούν σημαντικά υψηλότερο κόστος εργασίας. (Παπαντώνης, 2008)

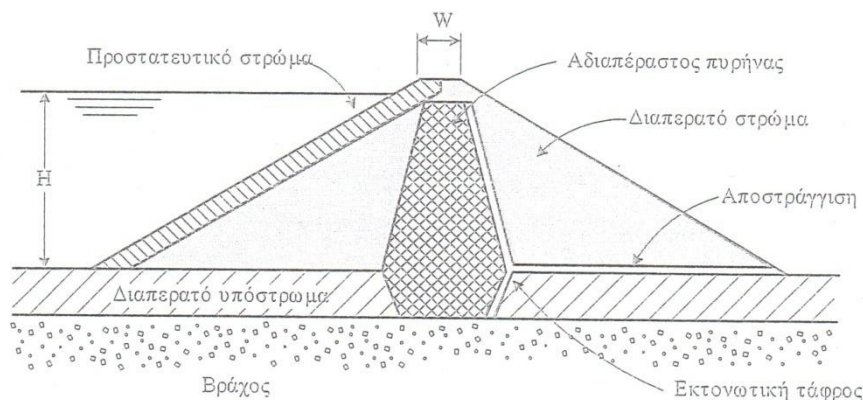
2.1.5 Λιθόρριπτα φράγματα

Ένα λιθόρριπτο φράγμα κατασκευάζεται ως ένα ανάχωμα με λίθους διαφόρων μεγεθών που εξασφαλίζουν την σταθερότητα της ανάντη αδιαπέρατης ζώνης. Στην ίδια κατηγορία κατατάσσονται και τα φράγματα με κεντρικό χωμάτινο αδιαπέρατο πυρήνα με την κύρια διαφορά ότι η κύρια μάζα της επιχωμάτωσης αποτελείται από λίθους. Οι λίθοι που απαρτίζουν το σώμα στήριξης του φράγματος πρέπει να έχουν γωνίες (ακανόνιστο σχήμα), δηλ. να προέρχονται από λατομείο. Στην ιδανική περίπτωση οι λίθοι πρέπει να είναι ομοιόμορφοι μεγέθους και να μη περιέχονται χαλίκια ή λεπτότεροι κόκκοι γιατί τα υλικά αυτά θα υποχωρήσουν μεταξύ των λίθων μεγαλύτερου μεγέθους με αποτέλεσμα την αστάθεια όλης της κατασκευής. Συνήθως η λιθορριπή τοποθετείται κατά στρώσεις, κάθε μία πάχους της τάξεως του 1m, και κάθε μία συμπιέζεται με δονητή.

2.1.6 Χωμάτινα φράγματα βαρύτητας

2.1.6.1 Γενικά

Σαν χωμάτινα χαρακτηρίζονται τα φράγματα που κατασκευάζονται από γαιώδη υλικά και εμφανίζουν μεγάλη συχνότητα εφαρμογής στον Ελληνικό χώρο. Το Φιλιατρινό φράγμα ανήκει στη κατηγορία των χωμάτινων φραγμάτων. Η μορφή των φραγμάτων αυτών έχει τραπεζοειδή διατομή και στέψη διαμορφωμένη σε δρόμο. Στο κέντρο της διατομής του φράγματος και κατά μήκος του άξονα κατασκευάζεται ένα στρώμα αδιαπέρατο, αποτελούμενο από συμπυκνωμένη καλής ποιότητας άργιλο, που αποτελεί τον λεγόμενο πυρήνα της διατομής. Από τον πυρήνα και μέχρι ορισμένο βάθος κατασκευάζεται διάφραγμα για την ανακοπή της υπόγειας ροής του νερού. Γύρω από τον πυρήνα τοποθετούνται υλικά όχι απαραίτητα αδιαπέρατα, που διαμορφώνουν το σώμα του φράγματος. Τα χωμάτινα φράγματα προτιμούνται από τα μονολιθικά σε περιπτώσεις που απαιτείται μεγάλου ύψους και μήκους φράγμα και σε περιπτώσεις όχι καλού εδάφους θεμελιώσεως, όπου ενδείκνυται η εύκαμπτη κατασκευή από γαιώδη υλικά, που μπορούν να παραμορφωθούν και να παρακολουθήσουν μικρές μετακινήσεις της θεμελιώσεως χωρίς να διαταραχθεί η συνοχή τους. (Σχήμα 2.9)



Σχήμα 2.9 Τυπική διατομή χωμάτινου φράγματος όπου φαίνεται ο πυρήνας και τα επιμέρους τμήματα του φράγματος (Παπαντώνης, 2008)

Η φύση του εδάφους της θεμελιώσεως είναι δυνατόν να επιβάλλει τη λήψη ειδικών μέτρων για την εξασφάλιση της σταθερότητας όχι μόνο του σώματος του φράγματος αλλά και της θεμελιώσεως. Στο φράγμα το οποίο αναφερόμαστε η στεγανοποίηση της θεμελιώσεως γίνεται με τσιμεντενέσεις της ζώνης κάτω από τη βάση του φράγματος. Τα χωμάτινα φράγματα είναι οικονομικότερα από τα φράγματα από σκυρόδεμα, εκτός από ειδικές περιπτώσεις που η χωματοληψία. (κατάλληλα γαιώδη υλικά, άργιλος) βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση. Ειδικότερα, τα υλικά κατασκευής του φράγματος στο οποίο αναφερόμαστε και παρουσιάζουμε στην παρούσα εργασία είναι γαιώδη υλικά από σκληρό επίχωμα τα οποία θα αντληθούν από δανειοθαλάμους στην περιοχή Περδικονέρι που βρίσκεται πλησίον της περιοχής στην οποία γίνεται το έργο. Ο όγκος ενός χωμάτινου φράγματος είναι τεράστιος και η μεταφορά των ποσοτήτων αυτών επηρεάζει οικονομικά το έργο. Τόσο η άργιλος όσο και τα υπόλοιπα γαιώδη υλικά πρέπει να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση, γιατί σε αντίθετη περίπτωση το κόστος μεγαλώνει υπερβολικά. Η μεταφορά των χωμάτων γίνεται από δανειοθαλάμους με οχήματα μεγάλης χωρητικότητας και η διάστρωση τους με ισοπεδωτήρες κατά στρώσεις 0,30 m. Κάθε στρώση κυλινδρώνεται και συμπυκνώνεται με συμπυκνωτές ή με ειδικούς δονούμενους οδοστρωτήρες. Η υγρασία των υλικών πρέπει να είναι η βέλτιστη για να επιτυγχάνεται η προδιαγραφόμενη κατά Proctor συμπύκνωση. Οι δανειοθάλαμοι (χωματοληψία) πρέπει να εξετάζονται τόσο από άποψη αποστάσεως όσο και ποιότητας. Η ποιότητα του υλικού του δανειοθαλάμου ελέγχεται με γεωτρήσεις. Στα δείγματα που παίρνουμε από διάφορα βάθη μετριέται η περιεκτικότητα σε υγρασία και η κοκκομετρική σύνθεση. Η κοκκομετρική σύνθεση πρέπει να δίνει κόκκους όλων των διαμέτρων, γιατί τα χονδρόκοκκα στοιχεία εξασφαλίζουν την ευστάθεια, ενώ τα λεπτόκοκκα την απαραίτητη στεγανότητα. Ειδικότερα, για την επιλογή των υλικών κατασκευής του Φιλιατρινού φράγματος εξετάστηκαν υλικά από φρεάτια δανειοθαλάμου στην περιοχή Περδικονέρι από όπου έγινε τελικά και η άντληση των υλικών κατασκευής του φράγματος.

Τα γαιώδη υλικά από τα οποία αποτελείται ένα χωμάτινο φράγμα παρουσιάζουν μεγάλη διαπερατότητα. Η στεγανότητα του φράγματος επιτυγχάνεται με την κατασκευή του αδιαπέρατου πυρήνα από άργιλο. Ο πυρήνας εκτείνεται περισσότερο ή λιγότερο μέσα στο έδαφος ενώ στη συνέχεια και μέχρι το αδιαπέρατο στρώμα κατασκευάζεται διάφραγμα διακοπής της υπόγειας ροής με πασσάλους, τσιμεντενέσεις και εγχύσεις τσιμέντου. Ο πυρήνας δεν κατασκευάζεται πάντα κατακόρυφα κατά την έννοια της διατομής αλλά και κεκλιμένος. Τα πρηνή προστατεύονται από τη διαβρωτική επίδραση των κυματισμών της λίμνης με ειδική επίστρωση από λιθορριπή, που έχει πάχος 0.50 – 1.00 μέτρο. Η υψομετρική τοποθέτηση της στέψεως είναι θέμα μελέτης. Μπορούμε όμως να πούμε ότι τοποθετείται 3.00 m τουλάχιστον επάνω από την ανώτατη στάθμη του νερού για να αποφευχθεί τυχόν υπερχειλίση, που θα είχε καταστρεπτικές συνέπειες για το κατάντη πρηνές και φυσικά για το

ίδιο το φράγμα. Αναφορικά, στο φράγμα το οποίο εξετάζουμε το μήκος στέψεως του ανέρχεται στα 246m και η στάθμη στέψεως για το μη υπερχειλίζον τμήμα στα +215,20 m.

2.1.6.2 Θεμελίωση ενός χωμάτινου φράγματος

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των χωμάτινων φραγμάτων είναι ότι μπορούν να θεμελιωθούν σε έδαφος όχι πάντα καλό από άποψη αντοχής. Στην περίπτωση του Φιλιατρινού φράγματος, η έδρασή του θα γίνει πάνω σε υγιή φλύσχη ο οποίος στο μεγαλύτερο μέρος του είναι ιδιαίτερα αδιαπέρατος. Για μικρά φράγματα (ύψους 3 – 5 m) η μελέτη θεμελίωσης περιορίζεται σε μερικές γεωτρήσεις όχι μεγάλου βάθους με τις οποίες διαπιστώνεται η φύση του υπεδάφους. Το υπέδαφος και το έδαφος της θεμελίωσης κρίνονται ικανοποιητικά για τη θεμελίωση αν δεν παρουσιάζουν:

1. Αργιλώδη στρώματα.
2. Στρώματα με ρωγμές
3. Ασταθή εδάφη (κατολισθαίνοντα)
4. Εδάφη έντονα διαπερατά

Τα μεγαλύτερα φράγματα απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή στις γεωτεχνικές εργασίες. Πρέπει να εξακριβωθεί η φύση και το βάθος για τις διάφορες στρώσεις του υπεδάφους, η έκτασή τους και η κατανομή τους. (Τσόγκας, 1988)

2.1.6.3 Διήθηση του νερού μέσα στο φράγμα.

Κανένα φράγμα δεν μπορεί να θεωρηθεί αδιαπέρατο. Όλα τα φράγματα παρουσιάζουν διήθηση νερού μέσα στο σώμα τους κάτω από αυτό. Κάτω από την επιρροή της διηθήσεως τα λεπτότατα σωματίδια τείνουν να ακολουθήσουν τη διεύθυνση της ροής και τελικά να φύγουν από το κατάντη άκρο του φράγματος. Για την αποφυγή μεταφοράς λεπτόκοκκου υλικού από το σώμα του φράγματος προς τους στραγγιστήρες που βρίσκονται στο κατάντη άκρο, τα φίλτρα που περιβάλλουν τον πυρήνα κατασκευάζονται με υλικό διαβαθμισμένο κατά στρώσεις. Η επιφάνεια διαχωρισμού ανάμεσα στο ξηρό τμήμα του φράγματος και το κορεσμένο, με νερό τμήμα λέγεται γραμμή κορεσμού που μπορούμε να πούμε χωρίς μεγάλη απόκλιση ότι είναι η επιφάνεια όπου θα βρίσκαμε νερό αν ανοίγαμε γεωτρήσεις στο σώμα του φράγματος. Η γραμμή τέμνει την ελεύθερη επιφάνεια του νερού σε απόσταση περίπου 3 / 10 της οριζόντιας αποστάσεως από το σημείο τομής φράγματος ελεύθερης επιφάνειας και του άκρου του ανάντη πρηνούς του φράγματος. Όταν το υλικό κατασκευής του φράγματος είναι ομοιογενές, τότε η γραμμή κορεσμού μπορεί χωρίς μεγάλο σφάλμα να παρασταθεί με ευθεία. Στο σημείο εισροής του νερού (ανάντη πρηνές) η γραμμή κορεσμού είναι κάθετη στην επιφάνεια του πρηνούς του φράγματος, ενώ στο κατάντη άκρο, όταν υπάρχει φίλτρο, είναι σχεδόν κατακόρυφη. Όταν το φράγμα κατασκευάζεται με πυρήνα, η γραμμή κορεσμού πέφτει απότομα προς το έδαφος, αφού η ύπαρξη του πυρήνα περιορίζει στο ελάχιστο τη διήθηση και κίνηση του νερού μέσα στη μάζα του φράγματος. Η ύπαρξη φίλτρου στο άκρο του κατάντη πρηνούς κατεβάζει τη γραμμή κορεσμού στο επιθυμητό επίπεδο. Η κατασκευή του φίλτρου πρέπει να γίνεται έτσι που οι κόκκοι να είναι διαβαθμισμένοι για να μην παρασύρονται από τη ροή του νερού. Εκτός από το φίλτρο η γραμμή κορεσμού μπορεί να κατεβεί με την τοποθέτηση στο κατάντη άκρο του φράγματος ενός στραγγιστικού τάπητα παράλληλα με το φίλτρο.

2.1.6.4 Τοποθέτηση φίλτρου και στραγγιστήρων στο χωμάτινο φράγμα.

Φίλτρα και στραγγιστήρια που συλλέγουν και απομακρύνουν το νερό της διηθήσεως μπορούν να τοποθετηθούν κατά πολλούς τρόπους και σε διάφορες θέσεις που η καθεμιά παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για τις περισσότερες περιπτώσεις μπορούμε να πούμε πως ο καλύτερος τρόπος απομακρύνσεως του διηθούμενου νερού είναι η κατασκευή φίλτρου

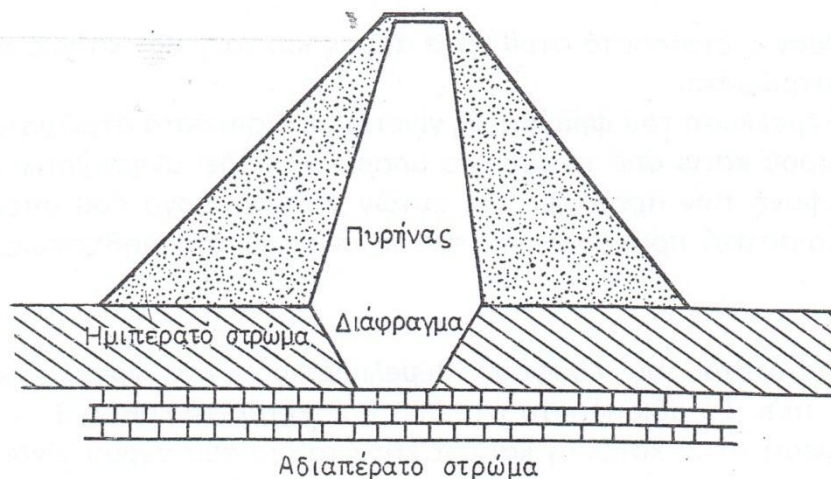
και τάπητα με διαβάθμιση υλικών από λεπτόκοκκο σε χονδρό, για την αποφυγή μεταφοράς με το νερό των λεπτών υλικών από το φράγμα και το έδαφος.

2.1.6.5 Διήθηση κάτω από το φράγμα

Είναι πολλές οι περιπτώσεις που ένα χωμάτινο φράγμα θεμελιώνεται σε αλλουβιακές αποθέσεις, διαπερατά στρώματα άμμου και χαλικιών καθώς και σε αδιαπέρατα ρηχά στρώματα. Όταν η θεμελίωση του φράγματος γίνεται σε διαπερατά στρώματα, τότε η διήθηση του νερού κάτω από το φράγμα μπορεί να πάρει ανησυχητικές διαστάσεις. Για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών γίνονται έργα που αποσκοπούν στη διακοπή (ουσιαστικά πρόκειται για μεγάλη μείωση) της διηθήσεως.

2.1.6.6 Μέτρα μείωσης της διηθήσεως κάτω από το φράγμα.

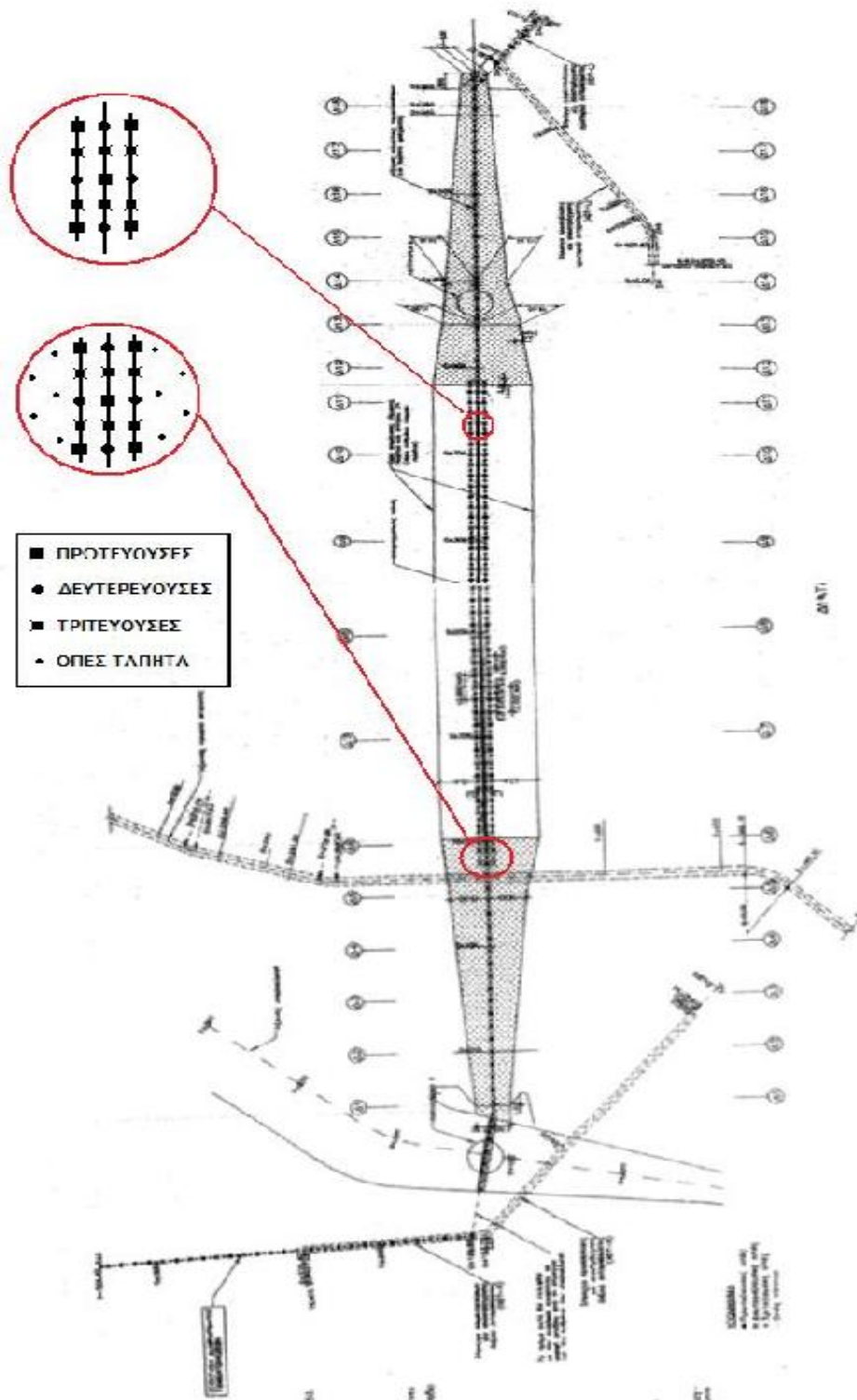
Όταν το βάθος του διαπερατού στρώματος δεν ξεπερνάει τα 10 m η οικονομικότερη λύση είναι η διάνοιξη μιας τάφρου μέχρι το αδιαπέρατο στρώμα και η πλήρωση της με κατάλληλα γαιώδη υλικά (άργιλος) που κυλινδρώνονται, συμπυκνώνονται και αποτελούν ένα αδιαπέρατο στρώμα. (Σχήμα 2.10)



Σχήμα 2.10 Θεμελίωση φράγματος σε αδιαπέρατο στρώμα μικρού πάχους και κατασκευή διαφράγματος από άργιλο (Τσόγκας, 1988)

Όταν όμως το βάθος ξεπερνά τα 10 m, τότε προσφέρεται περισσότερο η λύση της κατασκευής διαφράγματος (κουρτίνα), που γίνεται με την έγχυση τσιμέντου ή άλλου μίγματος υλικών. Προϋπόθεση τέτοιων κατασκευών είναι η δυνατότητα εφαρμογής τσιμεντενέσεων (ενέσιμο έδαφος) και η χρήση τσιμέντου με ειδική άλεση για τσιμεντενέσεις (Σχήμα 2.11) Στην περίπτωση του Φιλιατρινού φράγματος κρίθηκε απαραίτητο γίνει στεγανοποίηση με τσιμεντενέσεις, τόσο στα δύο αντερείσματα όσο και σ' όλο το μήκος του φράγματος, στις οποίες θα αναφερθούμε εκτενέστερα στο κεφ. 4. (Τσόγκας, 1988)

ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΩΝ - ΚΑΤΟΨΗ
Κλίμακα 1:1000



Σχήμα 2.11 Διάταξη τσιμεντενέσεων-Κάτοψη (Διαδίκτυο, 2012)

Το υλικό για την κατασκευή του διαφράγματος πρέπει να είναι λεπτόρρευστο για να μπορεί να διεισδύει στις σχισμές του υπεδάφους και να κλείνει τα ανοίγματα. Αν στο μίγμα περιέχονται κόκκοι τότε φράζεται η δίοδος του μίγματος στο υπέδαφος, και εμποδίζεται η εξάπλωση του διαφράγματος.

Υπάρχουν διάφορα είδη μιγμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τη δομή του υπεδάφους, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Είδη μιγμάτων για την εφαρμογή τσιμεντενέσεων (Τσόγκας, 1988)

Υπέδαφος	Υλικό
1.Βράχος με μεγάλες κοιλάδες	-Τσιμέντο + άμμος -Τσιμέντο + άργιλος + άμμος -Άργιλος + άμμος
2.Βράχος με μικρές κοιλάδες	-Τσιμέντο + άργιλος + λεπτή άμμος -Τσιμέντο + λεπτή άμμος
3.Βράχος με λεπτές σχισμές	-Τσιμέντο -Τσιμέντο + ιπτάμενη τέφρα
4.Χοντρόκοκκα χαλίκια	-Τσιμέντο -Τσιμέντο + λεπτή άμμος
5.Λεπτή άμμος	-Τσιμέντο -Χημικά
6.Λεπτόκοκκο έδαφος (πηλώδες)	-Χημικό διάλυμα με μικρό ιζώδες και αργή αντίδραση.

2.1.6.7 Ύψος του φράγματος

Το απαιτούμενο ύψος ενός χωμάτινου φράγματος είναι το ύψος από τη θεμελίωση του μέχρι την ελεύθερη στάθμη του νερού, αυξημένο κατά ένα ελεύθερο ύψος επάνω από την επιφάνεια της λίμνης, για την εξασφάλισή του από τους κυματισμούς, τον παγετό ή μια απρόβλεπτη πλημμυρική παροχή. Αναφορικά για το φράγμα, στοιχεία του οποίου θα παρουσιάσουμε το μέγιστο ύψος του Φιλατρινού φράγματος (από τη θεμελίωση) είναι περίπου 55μ και από το φυσικό έδαφος 45μ περίπου. Στατιστικές σχετικές με καταστροφές χωμάτινων φραγμάτων απέδειξαν ότι το 40% οφείλονταν σε υπερχειλίση του νερού πάνω από τη στέψη του φράγματος (αδυναμία του υπερχειλιστή να παραλάβει το φορτίο πλημμύρας).

2.1.6.8 Όγκος του φράγματος

Ο όγκος του μπορεί να προσδιοριστεί κατά προσέγγιση με τη βοήθεια του τοπογραφικού διαγράμματος της θέσεως κατασκευής (υψομετρικές καμπύλες). Συγκριμένα στο φράγμα στο Φιλατρινό Φράγμα, ο συνολικός όγκος υπολογίστηκε στα 370.000 m³.

2.1.6.9 Πλάτος στέψεως

Το πλάτος στις στέψεως ενός χωμάτινου φράγματος πρέπει να είναι αρκετό για να κρατήσει τη γραμμή κορεσμού μέσα στο σώμα του φράγματος, όταν η λίμνη γεμίσει. Πρέπει να μπορεί

επίσης να αντιμετωπίσει τις σεισμικές δονήσεις. Το πλάτος στα χαμηλά φράγματα ρυθμίζεται με άλλα κριτήρια, όπως π.χ. το ελάχιστο πλάτος δρόμου (4,00 m), ενώ για μεγάλα μπορεί να φτάσει στο 1/3 με 1/4 του ύψους του φράγματος. Η στέψη του Φιλιατρινού φράγματος έχει πλάτος 7,00 μ (όσο και το πλάτος της οδού), ενώ τα απαιτούμενα πεζοδρόμια εκτείνονται υπό μορφή προβόλων.

2.1.6.10 Σταθερότητα των πρανών

Η πιο συνηθισμένη αστοχία σε μια συσσώρευση χωμάτων είναι η ολίσθηση μιας μεγάλης μάζας χωμάτων κατά μήκος μιας καμπύλης επιφάνειας. Για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι. Για μεγάλα ύψους φράγματα τα πρανή κατασκευάζονται με παρεμβολή οριζόντιων ζωνών. Το πλάτος των οριζόντιων ζωνών είναι μεγαλύτερο από 2,50 m. Για την αποφυγή προβλημάτων διαβρώσεως από το νερό της βροχής, στο εσωτερικό των ζωνών κατασκευάζονται αποχετευτικές τάφροι επενδυμένες με σκυρόδεμα.

2.1.6.11 Ασφάλεια χωμάτινου φράγματος

Τα πρακτικά κριτήρια για την ασφάλεια ενός χωμάτινου φράγματος μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

1. Δεν πρέπει να υπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσεως του φράγματος. Οι διαστάσεις και ο σχεδιασμός του υπερχειλιστή πρέπει να είναι τέτοιες ώστε αυτός να μπορεί να παραλάβει όλες τις πιθανές αιχμές πλημμύρας.
2. Η γραμμή κορεσμού να βρίσκεται μέσα στο φράγμα.
3. Η κλίση του ανάντη και κατόντη πρανούς να είναι μικρή.
4. Το νερό που περνά μέσα και κάτω από το φράγμα που απορρέει προς τα κατόντη να έχει πολύ μικρή ταχύτητα, ανίκανη να παρασύρει και να μεταφέρει υλικά από την κατασκευή προς τα κάτω.
5. Το ανάντη πρανές να προστατευθεί σε ικανοποιητικό βαθμό (επένδυση με λιθορριπή, συρματόπλεκτα κιβώτια, κ.α.) απέναντι στη δράση των κυμάτων της λίμνης και το κατόντη να προστατευθεί επίσης από τη διαβρωτική επίδραση της βροχής.

Κατά καιρούς έχουν καταγραφεί περιστατικά αστοχιών που οφείλονταν σε γεωλογικά, υδρογεωλογικά και τεκτονικά αίτια, όπως: Θραύση θεμελίωσης, υποπίεσεις, διαβρώσεις και υδραυλικές υποσκαφές, μετακινήσεις ρηγμάτων λόγω σεισμού, κατολισθήσεις αντερεισμάτων, μεγάλες παραμορφώσεις στη θεμελίωση του φράγματος, μεγάλες παραμορφώσεις στο σώμα του φράγματος κλπ. Εδώ θα θέλαμε να τονίσουμε πως το Φιλιατρινό φράγμα δεν κινδυνεύει από τέτοια περιστατικά αστοχιών καθώς αποτελεί «συμμετρικό – υπερπηδητό φράγμα από σκληρό επίχωμα» και δεν μπορεί να καταστραφεί από «φυσικά αίτια».

2.2 Ταμιευτήρες

Αποτέλεσμα της κατασκευής ενός φράγματος είναι ο σχηματισμός ενός ταμιευτήρα δηλ. μιας δεξαμενής νερού, η χωρητικότητα της οποίας αποτελεί βασικό στοιχείο για την υδροηλεκτρική αξιοποίηση της φυσικής απορροής. Ο συνολικός όγκος της λεκάνης απορροής του Φιλιατρινού φράγματος είναι: 370.000 m³. Όπως ήδη αναφέρθηκε στα μικρά ΥΗΕ δεν ενδιαφέρει η κάλυψη αιχμών του ηλεκτρικού δικτύου και για το λόγο αυτό το φράγμα σκοπό έχει την δημιουργία της απαραίτητης στάθμης για επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών στην υδροληψία και όχι την δημιουργία ταμιευτήρα μεγάλης χωρητικότητας. Βασικό χαρακτηριστικό ενός ταμιευτήρα είναι η καμπύλη στάθμης – επιφάνειας ταμιευτήρα από την ολοκλήρωση της οποίας προκύπτει η καμπύλη στάθμης-χωρητικότητας.

Η μέγιστη στάθμη του ταμιευτήρα καθορίζεται από το ύψος του εκχειλιστή του φράγματος ενώ για κάθε ταμιευτήρα καθορίζεται και μία ελάχιστη στάθμη λειτουργίας η οποία

σχετίζεται με τις συνθήκες της υδροληψίας και τη εισχώρηση αέρα ή φερτών υλικών στον αγωγό προσαγωγής. Η χωρητικότητα που αντιστοιχεί μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης στάθμης ονομάζεται ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα. Ο όγκος του νερού που αντιστοιχεί στην ελάχιστη στάθμη λειτουργίας χαρακτηρίζεται ως νεκρός όγκος. Σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή ενός φράγματος και ο σχηματισμός ταμιευτήρα συνδυάζεται και με άλλες χρήσεις εκτός από την υδροηλεκτρική αξιοποίηση, όπως ύδρευση, άρδευση, τροφοδοσία βιομηχανικών μονάδων ιχθυοκαλλιέργειες, χώροι αναψυχής κλπ. Η μελέτη φράγματος και ταμιευτήρα θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ανταγωνιστικές ή συμπληρωματικές αυτές χρήσεις του νερού ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα. Επίσης κατά την μελέτη του ταμιευτήρα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η διήθηση νερού από τον πυθμένα και η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους, η εξάτμιση του νερού, η ευστάθεια του εδάφους μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα, ιδιαίτερης σημασίας στους μεγάλους ταμιευτήρες οπότε ενδέχεται να συμβούν κατολισθήσεις, ο σχηματισμός κυματισμού και η ανύψωση της στάθμης ως αποτέλεσμα του ανέμου (ιδιαίτερης σημασίας σε ταμιευτήρες μεγάλης επιφάνειας) και η απόθεση φερτών υλών, φαινόμενο που είναι ιδιαίτερα κρίσιμο σε μικρούς ταμιευτήρες.

2.2.1 Κύριοι ταμιευτήρες

Η θέση του ταμιευτήρα εξαρτάται από την εκλογή της θέσης του φράγματος, η οποία αποφασίζεται μετά από τεχνικοοικονομικές μελέτες. Ο ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα υπολογίζεται για κάθε θέση φράγματος, και είναι τόσο μεγαλύτερος όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος του φράγματος. Στην (Εικόνα 2.12) απεικονίζεται ο ταμιευτήρας ενός φράγματος σε συνθήκες πλήρωσης.



Εικόνα 2.12 Απεικόνιση ταμιευτήρα από το φράγμα λίμνης Πλαστήρα, Ταυρωπού (Διαδίκτυο,2012)

Στο κόστος του ταμιευτήρα περιλαμβάνονται οι απαλλοτριώσεις για τις ιδιοκτησίες οι οποίες θα κατακλυσθούν από τα νερά του ταμιευτήρα. Οι ιδιοκτησίες περιλαμβάνουν οικισμούς, αγροτικές καλλιέργειες και βοσκότοπους. Οι απαλλοτριώσεις περιλαμβάνουν την αποζημίωση της γης, των κτισμάτων και των δέντρων. Πολλές φορές οι οικισμοί μεταφέρονται σε νέα τοποθεσία στην περιοχή και συγχρόνως μεταφέρονται αυτοκινητόδρομοι και σιδηροδρομικές γραμμές οι οποίοι βρίσκονται στην περιοχή του ταμιευτήρα. Για μεταφορά συγκοινωνιακών γραμμών υπολογίζεται η δαπάνη και η σκοπιμότητα νέας διάταξης του ταμιευτήρα για να αποφευχθεί μετατόπιση της γραμμής. Σε άλλες περιπτώσεις θεωρείται πως συμφέρει περισσότερο να κατασκευασθεί γέφυρα με τα βάθρα της μέσα στον ταμιευτήρα, και η συγκοινωνιακή γραμμή να διατηρηθεί στην ίδια θέση σε οριζοντιογραφία. Οι ταμιευτήρες υδροηλεκτρικών έργων έχουν για κύρια σκοπιμότητα την ρύθμιση της παροχής έτσι ώστε να παράγεται σταθερή ποσότητα ενέργειας με την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η χωρητικότητα του ταμιευτήρα εξαρτάται από το ύψος του φράγματος. Επίσης, το ύψος πτώσης αυξάνεται με την αύξηση του ύψους του φράγματος, και σαν επακόλουθο, αυξάνεται η εγκατεστημένη ισχύς και η παραγόμενη ενέργεια. Το όφελος της επιπλέον παραγόμενης ενέργειας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στις οικονομοτεχνικές μελέτες για την εκλογή του κατάλληλου ύψους φράγματος. (Τσόγκας, 1988)

2.3 Υπερχειλιστής

Ο υπερχειλιστής είναι έργο που αποσκοπεί στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας παροχής και στη διατήρηση της στάθμης του νερού στο προκαθορισμένο απόλυτο υψόμετρο (**Σχήμα 2.13**). Σε περίοδο πλημμυρών τα ρεύματα που τροφοδοτούν τον ταμιευτήρα (λίμνη) ανυψώνουν τη στάθμη του. Η ανύψωση αυτής της στάθμης του ταμιευτήρα, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, πρέπει να διατηρείται μέχρι μια μέγιστη στάθμη κάτω από τη στέψη του φράγματος για να μην υπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσεως του νερού πάνω από το φράγμα και καταστροφή του έργου.



Εικόνα 2.13 Απεικόνιση υπερχειλιστή του φράγματος Φανερωμένης Μεσαλάς Κρήτης (Διαδίκτυο, 2012)

Έτσι ο υπερχειλιστής είναι, μπορούμε να πούμε, η “δικλείδα ασφάλειας” ενός φράγματος. Η μορφή του υπερχειλιστή εξαρτάται από την ασφάλεια και την προστασία που απαιτεί το φράγμα και που είναι συνάρτηση του τύπου του φράγματος, της θέσεώς του, των τοπικών συνθηκών και της μέγιστης πλημμυρικής παροχής. Στα φράγματα από σκυρόδεμα η πιο οικονομική λύση είναι η τοποθέτηση του υπερχειλιστή μέσα στο φράγμα ενώ στα χωμάτινα που αποφεύγεται αυτή η λύση είναι δυνατή η κατασκευή του πλευρικά ή κάτω από το φράγμα (σπανιότερα). Η πιο συνηθισμένη θέση του υπερχειλιστή είναι δεξιά ή αριστερά από το φράγμα.

Πιο αναλυτικά στην παρακάτω (**Εικόνα 2.14**) φαίνεται το νερό που φεύγει από το κάτω μέρος του φράγματος (μαύρα παραλληλόγραμμα) όπου βρίσκονται οι τουρμπίνες. Το άσπρο κτίριο που φαίνεται αριστερά είναι το εργοστάσιο. Το μαύρο παραλληλόγραμμο με τον τσιμεντένιο διάδρομο μπροστά (ψηλά) είναι ο αγωγός υπερχειλίσεως νερού. Αν το νερό που συγκεντρώνεται στη λίμνη αυξηθεί πολύ, και το φράγμα κινδυνεύει να καταρρεύσει, ανοίγει η πόρτα αυτού του αγωγού και το νερό φεύγει. Πρόκειται για έναν τύπο υπερχειλιστή που βρίσκεται στο κύριο σώμα του φράγματος.



Εικόνα 2.14 Περιγραφή λειτουργίας του φράγματος (Διαδίκτυο, 2012)

2.3.1 Μελέτη σχεδιασμού

Βασικά στοιχεία για τον σχεδιασμό ενός υπερχειλιστή είναι:

- Η ικανότητα του να παραλάβει την απαιτούμενη πλημμυρική παροχή
 - Η στάθμη της στέψεως
 - Οι εγκαταστάσεις ελέγχου
- α) Η ικανότητα ενός υπερχειλιστή πρέπει να προσδιοριστεί κατά τρόπο σαφή με βάση τη δυνατότητα παροχетеύσεως της μέγιστης δυνατής πλυμύρας, για να μην ανυψώνεται η στάθμη του ταμιευτήρα πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο υψόμετρο. Ο προσδιορισμός της μέγιστης αυτής στάθμης που προκαλείται από την πλημμυρική παροχή του ποταμού προκύπτει από τα υδρογραφήματα του ποταμού και τα υδρολογικά στοιχεία της λεκάνης απορροής όπου έχει κατασκευαστεί το φράγμα.
- β) Η στέψη του υπερχειλιστή μπορεί να είναι ελεύθερη ή ελεγχόμενη και επιτρέπει το νερό να υπερχειλίσει, όταν η στάθμη του στον ταμιευτήρα ανεβαίνει πάνω από τη στέψη του

υπερχειλιστή ή όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο με το άνοιγμα των θυρών στη στέψη. Το μήκος της στέψεως είναι συνάρτηση της παροχής που καλείται να απομακρύνει και άλλων δευτερεύουσας σημασίας παραμέτρων.

- γ) Μερικές από τις πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις ελέγχου της υπερχειλίσεως είναι οι περιστρεφόμενες, οι κατακλινόμενες, οι κυλιόμενες και οι κατακόρυφα ανυψούμενες θύρες (θυροφράγματα). Επειδή υπάρχουν διαφορετικές συνθήκες σε κάθε φράγμα, η επιλογή της κατάλληλης θύρας βγαίνει από το κόστος της και την υδραυλική της συμπεριφορά. Στην παρακάτω **Εικόνα 2.15** φαίνεται μια τυπική διαδικασία κατά την σκυροδέτηση υπερχειλιστή στο φράγμα Παπαδιάς του Ν. Φλώρινας.



Εικόνα 2.15 Σκυροδέτηση τμήματος υπερχειλιστή του χωμάτινου φράγματος Παπαδιάς στην περιοχή Φλώρινας (Διαδίκτυο, 2012)

2.3.2 Μορφές υπερχειλιστών - Τύποι

α) Ελεύθεροι υπερχειλιστές.

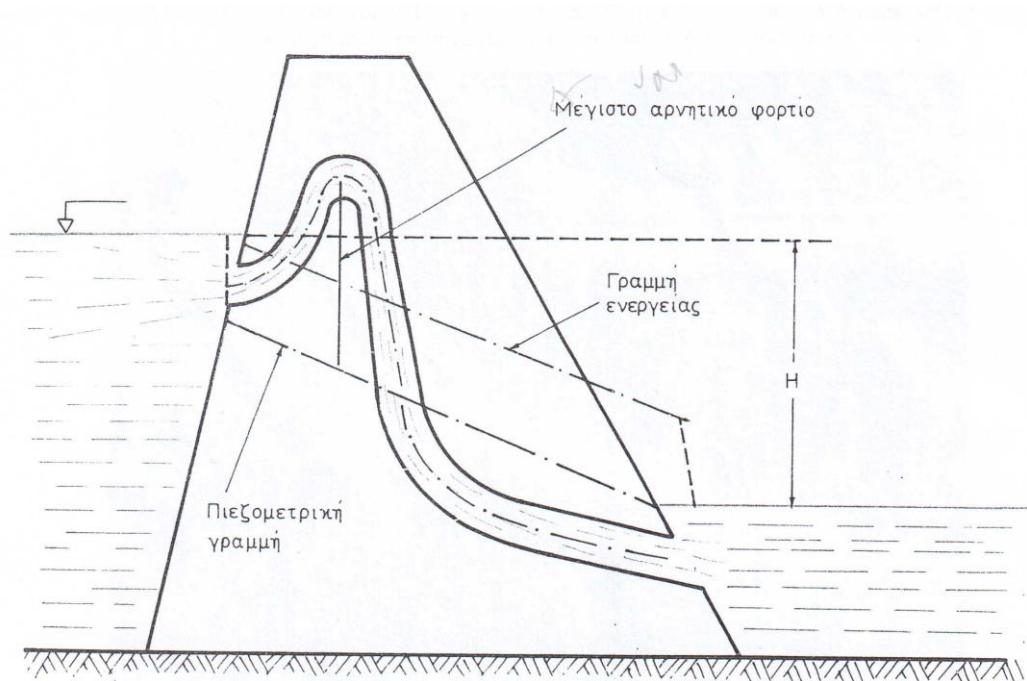
Το νερό υπερχειλίζει από τη στέψη και ακολουθεί τον αγωγό που τις περισσότερες φορές είναι ανοικτός αγωγός ορθογωνικής διατομής κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα, με κατάλληλη κλίση, ώστε να επιτυγχάνεται σε συνθήκες υπερκρίσιμης ροής η απαγωγή του νερού.

β) Πλευρικοί υπερχειλιστές.

Στους πλευρικούς υπερχειλιστές το νερό περνάει από τη στέψη και απομακρύνεται μέσα από έναν αγωγό που κατασκευάζεται παράλληλα στη στέψη του υπερχειλιστή. Η μορφή αυτή υπερχειλιστή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις στενών κοιλάδων όπου δεν μπορεί να αναπτυχθεί η στέψη σε μεγάλο μήκος και να κατασκευαστεί επ' αυτής ο υπερχειλιστής. Ροή στις περιπτώσεις υπερχειλιστών της μορφής αυτής απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη, γιατί οι συνθήκες ροής διαφοροποιούνται στα διάφορα τμήματα του έργου.

γ) Φρεατοειδείς Υπερχειλιστές.

Στους φρεατοειδείς υπερχειλιστές το νερό πέφτει μέσα σε ένα κατακόρυφο φρεάτιο και οδηγείται μετά, κατάντη του φράγματος. Η λύση αυτή επιλέγεται όταν είναι αδύνατη οποιαδήποτε από τις προαναφερθείσες μεθόδους. Σε περιπτώσεις χαμηλών φραγμάτων προτιμούνται οι φρεατοειδείς υπερχειλιστές, η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στις βασικές αρχές λειτουργίας του σίφωνα.



Σχήμα 2.16 Υπερχειλιστής μορφής σίφωνα με βυθισμένο το κάτω άκρο (Τσόγκας, 1988)

2.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

Ο υπερχειλιστής αποτελεί το σπουδαιότερο από τα σύνοδα έργα ενός φράγματος. Μέσα από αυτόν παροχετεύονται τα νερά των πλημμύρων, πάνω από τη μέγιστη στάθμη πλημμύρας για την οποία έχει υπολογισθεί ο ταμιευτήρας και με βάση την οποία σχεδιάζονται τα μεγέθη του υπερχειλιστή. Ο σχεδιασμός κι η διαστασιολόγηση του υπερχειλιστή πρέπει να βασίζονται σε αξιόπιστες χρονοσειρές υδρογεωλογικών στοιχείων. Ο υπερχειλιστής τοποθετείται στην κορυφή της τεχνητής λίμνης, στο ένα αντέρεισμα και έτσι επιτυγχάνεται ελεγχόμενη απομάκρυνση των ποσοτήτων νερού που μπορεί να βλάψουν το φράγμα κατά τη διάρκεια πλημμυρών. (Κωτούλας, 2001).

Όσο αφορά το Φιλιατρινό Φράγμα, για τον προσδιορισμό της ανάσχεσης της πλημμύρας, της παροχής υπερχειλίσεως των πλεοναζόντων νερών και του μήκους υπερχειλίσεως, ελήφθησαν υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι:

- 1) Το πλημμυρογράφημα της λεκάνης Φιλιατρινού, που προσδιορίστηκε από την «ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΕΛΕΤΗ» συναρτήσεως της αντίστοιχης περιόδου επαναφοράς.
- 2) Ο συντελεστής υπερχειλίσεως που για κανονική μορφή υπερχειλιστή (διατομή WES STANDARD SPILLWAY SHAPES) λαμβάνεται: $2.00 \leq C < 2.20$.
- 3) Η συνάρτηση επιφάνειας και όγκου ταμιευτήρα για κάθε υψόμετρο συγκρατήσεως του νερού, που προέκυψε από τα τοπογραφικά διαγράμματα.
- 4) Το υψόμετρο στέψεως του υπερχειλιστή, το οποίο είναι +212.
- 5) Το εύρος της κοίτης του χειμάρρου κατάντη του φράγματος, που θα μπορεί να παραλάβει την παροχή διαφυγής.

Ως Μέγιστη Παροχή Πλημμύρας (Μ.Π.Π.) για τα υπερπηδητά φράγματα στην από κάτω (π.χ. από σκληρό επίχωμα) επικράτησε η άποψη να λαμβάνεται η πλημμύρα που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς $T=1000$ ετών. Από τους υπολογισμούς που έγιναν με εξελιγμένα προγράμματα Η/Υ προέκυψε μέγιστη πλημμύρα διερχόμενη από τον υπερχειλιστή $Q=135,45 \text{ m}^3/\text{s}$ και μήκος υπερχειλιστή $L=24 \text{ μ}$, οπότε το ύψος υπερχείλισης αντιστοιχεί σε $h_{\max}=2,00\text{μ}$, και η $A>\Sigma>Y>$ είναι $212,00 + 2,00=214,00$. Η στέψη του φράγματος για προστασία από κυματισμούς και καθοδήγηση των νερών στον υπερχειλιστή στο $+215,20$. Το κάτω πέλμα της γέφυρας που θα τοποθετηθεί στη θέση του υπερχειλιστή είναι στο $214,50$ οπότε το περιθώριο είναι $214,50 - 214,00=0,50 \text{ μ}$. Εάν εξαντληθεί και το περιθώριο αυτό μπορεί να διέλθει από τον υπερχειλιστή χωρίς υπερπήδηση του φράγματος παροχή $189,30 \text{ m}^3/\text{s}$, η οποία αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς πλημμύρας $T=10.000$ ετών. Κατόπιν των ανωτέρω είναι βέβαιον ότι παρόλο που το φράγμα «Φιλιατρινού» είναι υπερπηδητό, δεν πρόκειται να υπερχειλίσει και δεν κινδυνεύει.

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΧΑΜΗΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα βασικά στοιχεία κατασκευής ενός φράγματος. Ωστόσο, οι ίδιες οι διαστάσεις του σώματος του φράγματος διαμορφώνουν μια ειδική και αρκετά περιορισμένη, ως προς την εφαρμογή της, κατηγορία φραγμάτων που ονομάζονται Χαμηλά Φράγματα. Η δημιουργία και λειτουργία ενός τέτοιου φράγματος με διαστάσεις «Φιλικές στο Περιβάλλον» που σκοπό έχει να δημιουργήσει όσο το δυνατόν μικρότερες συνέπειες στο χώρο όπου θα αναπτυχθεί και ταυτόχρονα να προκαλέσει το μικρότερο οικονομικό κόστος στην πολιτεία αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Ειδικότερες λεπτομέρειες για την αξία των χαμηλών φραγμάτων δίνονται στο Κεφάλαιο 3 ενώ στο Κεφάλαιο 4 επιχειρείται μια παρουσίαση ενός χαμηλού φράγματος βασισμένη στην Τεχνική Έκθεση του Φιλιατρινού Φράγματος που κατασκευάζεται σήμερα στο νομό Μεσσηνίας.

3.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά χαμηλών φραγμάτων

Ανάλογα με το ύψος τους τα φράγματα διακρίνονται σε υψηλά και χαμηλά. Ως διαχωριστικό όριο μεταξύ των δυο αυτών κατηγοριών θεωρείται το κατασκευαστικό ύψος των 30 m. Κατασκευές με μεγαλύτερο ύψος αποτελούν κατά κανόνα θλιπτικές τάσεις στο υλικό κατασκευής και ιδίως στο υποκείμενο έδαφος, που υπερβαίνουν την αντοχή τους σε θλίψη, για αυτό και επηρεάζουν τις διαστάσεις και τη μορφή της φραγματικής κατασκευής.

Τα χαμηλά φράγματα ανάλογα με το κατασκευαστικό τους ύψος σε (H_s) διακρίνονται στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

1. Μικρά φράγματα : $H_s < 6,0 - 12,0$ m
2. Συνήθη φράγματα : $H_s = 6,0 - 15,0$ m
3. Μεγάλα φράγματα : $H_s > 12,0 - 15,0$ m

Από στατική άποψη τα χαμηλά φράγματα λειτουργούν, όπως και τα ψηλά. Η επίδραση όμως μερικών από τις δρώσες δυνάμεις σε αυτά είναι πολύ περιορισμένη, ώστε να μπορεί να παραληφθεί, γεγονός που απλοποιεί το στατικό έλεγχο και διευκολύνει τους υπολογισμούς.

3.2 Γενικές αναφορές επιπτώσεων κατασκευής και λειτουργίας χαμηλών φραγμάτων.

Όπως κάθε τεχνικό έργο, ένα χαμηλό φράγμα αποτελεί μια παρέμβαση στο περιβάλλον, τόσο το φυσικό όσο και το κοινωνικό και πολιτιστικό. Η παρέμβαση αυτή λαμβάνει χώρα τόσο κατά την φάση της κατασκευής και όσο και της λειτουργίας του. Σε ορισμένες περιπτώσεις η έκταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να μετριασθεί και το έργο να γίνει αποδεκτό με επεμβάσεις που επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό και ενδεχόμενα επηρεάζουν σημαντικά την οικονομική απόδοση του έργου. Για τον λόγο αυτό οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός χαμηλού φράγματος πρέπει να εξετάζονται ήδη κατά τις αρχικές φάσεις διαμόρφωσης του έργου ώστε να μην κινδυνεύσει στην συνέχεια να ματαιωθεί το έργο είτε λόγω των σοβαρών επιπτώσεων που θα προκαλεί είτε λόγω της σοβαρής επιβάρυνσης του κόστους από τις πρόσθετες επεμβάσεις που θα απαιτηθούν. Κατά γενικό κανόνα, τα χαμηλά φράγματα θεωρούνται ως έργα με αντιμετωπίσιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με άλλα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που είναι τα συνήθη φράγματα.

Τα χαμηλά φράγματα δεν έχουν μόνο αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και θετικές, όπως για παράδειγμα τον συνδυασμό τους σε ορισμένες περιπτώσεις με άλλες χρήσεις και διευθετήσεις του νερού (ύδρευση, άρδευση), τον έλεγχο της στάθμης κατά την διάρκεια πλημμύρων, την δημιουργία χώρων αναψυχής και τουρισμού, την κατασκευή έργων υποδομής σε απομακρυσμένες περιοχές (δρόμων, γεφυρών κλπ). Επίσης δεν πρέπει να παραληφθεί ότι η παραγωγή 6.000 MWh ετησίως από υδροηλεκτρικό έργο εγκατεστημένης ισχύος 1,35 MW περίπου αποτρέπει την εκπομπή στην ατμόσφαιρα 4.000 τόνων CO₂

ετησίως, για την περίπτωση κατά την οποία η ίδια ποσότητα ενέργειας παρήγεται από λιγνιτικό σταθμό. Μια τέτοια ποσότητα ενέργειας μπορεί να παραχθεί από ένα χαμηλό φράγμα.

Η μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός χαμηλού φράγματος είναι απαραίτητη κατά την φάση αδειοδότησης του έργου σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και συγκεκριμένα κατά την διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων. Εκπονείται από ειδικευμένους επιστήμονες οι οποίοι εκτός από την καταγραφή των επιπτώσεων προτείνουν και μέτρα για τον μετριασμό τους.

Η δυσκολία στην αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έγκειται στο ότι οι περισσότερες από αυτές δεν είναι δυνατόν να αποδοθούν ποσοτικά αλλά χαρακτηρίζονται ποιοτικά από μια κλίμακα, όπως: σημαντική, μέτρια ή αμελητέα-μηδενική επίδραση. Επίσης δεν υπάρχει μια γενικά αποδεκτή μέθοδος συνολικής περιβαλλοντικής αξιολόγησης έτσι ώστε όταν η τιμή ενός δείκτη (π.χ. ενός δείκτη περιβαλλοντικής επιβάρυνσης) υπερβαίνει μια δεδομένη τιμή να ματαιώνεται η κατασκευή του έργου. Σε ορισμένες περιπτώσεις η επίπτωση στο περιβάλλον μπορεί να είναι τόσο προφανής ώστε να αποτρέπει κάθε δυνατότητα συνέχισης της μελέτης του έργου, όπως για παράδειγμα εάν συντρέχουν λόγοι αλλοίωσης της θέας ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (π.χ. καταρράκτη) ή καταστροφής αρχαιοτήτων. Η μόνη γνωστή μέθοδος που βασίζεται στην ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι αυτή του εξωτερικού κόστους, όμως και σε αυτή πολλές συνιστώσες του εξωτερικού κόστους δεν μπορούν να αποτιμηθούν αντικειμενικά. (Παπαντώνης, 2008)

3.2 Καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στην συνέχεια αναφέρονται οι συνηθέστερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός χαμηλού φράγματος, θετικές ή αρνητικές, χωρίς να γίνεται καμία αναφορά στην βαρύτητα ή τον τρόπο αντιμετώπισής τους.

1) Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Υδρολογικές:	Στάθμη, ποσότητα και ποιότητα υπέργειων και υπογείων υδάτων
Εδαφικές:	Διακοπή της συνέχειας της παροχής φερτών υλών, μορφολογία του εδάφους.
Βιολογικές:	Χλωρίδα και πανίδα της περιοχής
Ατμοσφαιρικές:	Ποιότητα του αέρα

2) Επιπτώσεις στο πολιτιστικό, κοινωνικό και ανθρωπογενές περιβάλλον

Κοινωνικές:	Αλλοίωση φυσικού κάλλους, προστατευόμενης περιοχής, ιστορικών και αρχαιολογικών μνημείων, υγεία και ασφάλεια, θόρυβος.
Οικονομικές:	Απασχόληση κατά την διάρκεια της κατασκευής και λειτουργίας, οικιστικές (κατά την διάρκεια της κατασκευής), οικονομικά οφέλη της τοπικής αρχής (ΟΤΑ)

Αξία - χρήσεις γης:	Δασικών εκτάσεων, αγροτεμαχίων, οικιών
Υποδομή:	Κατασκευή δρόμων, διάθεση υλικών εκσκαφών
Αναψυχή:	Αλιεία, τουρισμός κλπ

3.2.1 Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Ένα υδατόρευμα αποτελεί το φυσικό περιβάλλον το οποίο συντηρεί μεγάλη ποικιλία πανίδας και χλωρίδας ενώ επίσης σε αυτό καταφεύγουν και μεγάλα άγρια ζώα. Από εδαφολογικής πλευράς η κοίτη του ποταμού και τα πρανή της βρίσκονται σε μια δυναμική ισορροπία καθώς οι φερτές ύλες συνεχώς παρασύρονται προς τις χαμηλότερες στάθμες. Η ισορροπία αυτή έχει αποκατασταθεί κατά την διάρκεια της μακρόχρονης ιστορίας του ποταμού. Από υδρολογικής πλευράς η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του υδατορεύματος αποτελεί την οριακή συνθήκη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα τον οποίο τροφοδοτεί ή τροφοδοτείται από αυτόν.

Με την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου και συγκεκριμένα με την κατασκευή του φράγματος (ή του υπερχειλιστή) διαταράσσεται αυτή η ισορροπία, τόσο στο εδαφολογικό όσο και στο υδρολογικό και βιολογικό τομέα. Το φράγμα αποτελεί μια διακοπή της συνέχειας του υδατορεύματος προκαλώντας τις ακόλουθες επιπτώσεις.

A) Εδαφολογικές. Το φράγμα προκαλεί διατάραξη της συνέχειας της παροχής των φερτών υλών οι οποίες εγκλωβίζονται στην λεκάνη ή τον ταμιευτήρα τον οποίο αυτό σχηματίζει. Στην περίπτωση των χαμηλών φραγμάτων ο ταμιευτήρας είναι μικρής χωρητικότητας με αποτέλεσμα οι φερτές ύλες που συσσωρεύονται σε αυτόν να αποτελούν πρόβλημα που απαιτεί συνεχή αντιμετώπιση ώστε η λειτουργία του έργου να είναι απρόσκοπη. Όμως η διακοπή της συνέχειας της ροής των φερτών προκαλεί εδαφολογικά προβλήματα κατάντη της διατομής απαγωγής, μετά την έξοδο από τους υδροστρόβιλους όπου η παροχή του νερού συναντά εκ νέου την φυσική της κοίτη. Η ροή παρασύρει φερτές ύλες προς τις χαμηλότερες στάθμες οι οποίες όμως δεν αναπληρώνονται από ανάντη. Για τον λόγο αυτό υπάρχει σοβαρός κίνδυνος διαβρώσεως των εδαφών κατάντη του ΥΗΣ. Ο ρυθμός διαβρώσεως εξαρτάται από την σύσταση των εδαφών. Το πρόβλημα αυτό είναι το ίδιο σημαντικό τόσο στα μεγάλα όσο και στα μικρά ΥΗΕ.

B) Υδρολογικές. Με την κατασκευή του φράγματος ανυψώνεται η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του νερού η οποία φθάνει την στάθμη της υπερχειλίσης. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ανάντη της λεκάνης υδροληψίας. Η ανύψωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα προκαλεί άνοση στα παρακείμενα κτίρια με αποτέλεσμα να τίθεται σε αμφιβολία η στατικότητα τους. Το πρόβλημα αυτό είναι έντονο στα ΥΗΕ ροής τα οποία κατά κανόνα διαμορφώνονται σε επίπεδες περιοχές (μικρής κλίσης) οπότε η ανύψωση της στάθμης γίνεται αισθητή σε μεγάλη έκταση. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την κατασκευή παράπλευρης συλλεκτήριας διώρυγας, παράλληλης προς το υδατόρευμα. Στην περίπτωση των χαμηλών φραγμάτων οι συνέπειες είναι μικρότερες.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι το νερό, κατά την διέλευσή του από τους υδροστρόβιλους, δεν υφίσταται καμία αλλοίωση, επομένως είναι κατάλληλο για την ίδια χρήση (άρδευση και ενδεχόμενα ύδρευση) όπως και πριν την προσαγωγή του στο ΥΗΕ.

Γ) Βιολογικές. Κατάντη του φράγματος η παροχή στην φυσική κοίτη του ποταμού μπορεί ακόμη και να μηδενισθεί σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα εάν η λεκάνη υδροληψίας είναι μεγάλης χωρητικότητας. Το γεγονός αυτό θα είχε καταστροφικές συνέπειες στην επιβίωση της χλωρίδας και της πανίδας τουλάχιστον στην ζώνη μεταξύ υδροληψίας και ΥΗΣ. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται η διατήρηση μιας ελάχιστης παροχής

καθ' όλη την διάρκεια του έτους η οποία να διαρρέει την φυσική κοίτη, η ονομαζόμενη οικολογική παροχή. Υψηλή τιμή της παροχής συντήρησης αντιστοιχεί σε μείωση της διαθέσιμης παροχής για παραγωγή ενέργειας και μειωμένα έσοδα του έργου. Εάν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε μια συγκεκριμένη περίπτωση, η παροχή συντήρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση προς την ελάχιστη φυσική παροχή του υδατορεύματος ή προς το 30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών. Εδώ φαίνεται η αξία ενός χαμηλού φράγματος το οποίο διατηρεί μια μικρή τεχνητή λίμνη με αποτέλεσμα να μπορεί να αφήνεται η απαιτούμενη οικολογική παροχή.

Η σημαντικότερη επίπτωση στον βιολογικό τομέα είναι ότι η ύπαρξη του φράγματος αποτελεί ένα ανυπέρβατο εμπόδιο στα είδη των ψαριών που διακινούνται κατά μήκος του ποταμού. Τα ψάρια διακρίνονται σε αυτά που ζουν στην θάλασσα αλλά ανεβαίνουν μέχρι τις πηγές των ποταμών για να γεννήσουν τα αυγά τους και σε αυτά που ακολουθούν την αντίστροφη πορεία: γεννούν στην θάλασσα και όταν ενηλικιωθούν διαβιώνουν στα νερά των ποταμών.

Για να μπορούν τα ψάρια να παρακάμπτουν το φράγμα (ή τον εκχειλιστή) θα πρέπει να διαμορφωθεί μια δίοδος διαμορφωμένη έτσι ώστε να αποτρέπεται η προσέγγιση τους στις ζώνες υψηλής τριβής, π.χ. στην λεκάνη ηρεμίας του εκχειλιστή. Στην βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες διαμορφώσεις διόδων ψαριών, ανάλογα με το είδος των ψαριών και τις συνθήκες (ύψος του φράγματος, κλίση των πρανών κλπ). Το πρόβλημα αυτό περιορίζεται στην περίπτωση χαμηλών φραγμάτων.

- Δ) Ατμοσφαιρικές.** Οι επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα από ένα χαμηλό φράγμα προκαλούνται από την επιφάνεια την οποία καταλαμβάνει η λεκάνη υδροληψίας (ανάτη δεξαμενή). Στην περίπτωση μεγάλου ταμιευτήρα αυξάνεται η ατμοσφαιρική υγρασία λόγω της εξάτμισης που λαμβάνει χώρα και μεταβάλλεται το μικροκλίμα της περιοχής. (Παπαντώνης, 2008)

3.2.2 Επιπτώσεις στο κοινωνικό, πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Α) Οπτική επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Τα χαμηλά φράγματα κατασκευάζονται κατά κανόνα σε ορεινές περιοχές φυσικού κάλλους. Η κύρια οπτική ενόχληση προκαλείται από το φράγμα και το έργο υδροληψίας, την διώρυγα προσαγωγής, τις οδούς προσπέλασης, τον αγωγό προσαγωγής, το κτίριο ΥΗΣ και τις γραμμές μεταφοράς. Από τα προηγούμενα το περισσότερο ενοχλητικό είναι ο αγωγός προσαγωγής, λόγω του μήκους του, και το έργο υδροληψίας το οποίο όμως έχει συνήθως μικρή έκταση. Η εγκατάσταση ολόκληρου του αγωγού προσαγωγής (πτώσεως) πλήρως υπογείου αυξάνει το κόστος σημαντικά ενώ δεν είναι πάντοτε εφικτή. Τα πρανή που διαμορφώνονται κατά μήκος της διώρυγας προσαγωγής προκαλούν οπτική υποβάθμιση κατά την φάση της κατασκευής, όμως καλύπτονται από αυτοφυή βλάστηση μετά από σύντομο χρονικό διάστημα, που είναι δυνατό λόγω του μικρού μεγέθους του έργου.

Το κτίριο του ΥΗΣ συνήθως δεν προκαλεί οπτική ενόχληση στο περιβάλλον καθώς με διάφορες αρχιτεκτονικές επεμβάσεις, που δεν επιβαρύνουν σημαντικά το κόστος, μπορούν να ενταχθούν πολύ ικανοποιητικά στον περιβάλλοντα χώρο. Συνήθως στην εξωτερική όψη του κτιρίου του ΥΗΣ ακολουθείται, όσο αυτό είναι δυνατόν, η τοπική αρχιτεκτονική. Επίσης ο περιβάλλον χώρος του ΥΗΣ, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, μπορεί να γίνει καλαίσθητος με μικρές σχετικά επεμβάσεις.

Κατά την φάση της κατασκευής του ΥΗΣ η οπτική ενόχληση στην περιοχή μπορεί να είναι σημαντική και προέρχεται από την εγκατάσταση του εργοταξίου, την απόθεση της περίσσειας των εκσκαφών, την ενδεχόμενη δημιουργία δανειοθαλάμων από υλικά χρήσιμα για την κατασκευή του έργου κλπ. Για τον αυτό θα πρέπει στις προδιαγραφές κατασκευής του έργου να προβλέπεται σαφώς η πλήρης αποκατάσταση των χώρων μετά την ολοκλήρωση των

εργασιών. Το κόστος αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος είναι της τάξεως του 1–2% του συνολικού κόστους του έργου.

Σε ορισμένες περιοχές οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες (π.χ. στους εθνικούς δρυμούς), σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή με ιδιαίτερη αρχαιολογική αξία η κατασκευή ενός χαμηλού φράγματος είναι ουσιαστικά απαγορευμένη καθώς είναι πολύ δύσκολο να ικανοποιηθούν οι περιβαλλοντικοί όροι κατά την διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης.

Η διέλευση των καλωδίων μέσης τάσης προκαλεί μια οπτική υποβάθμιση της περιοχής ενώ παράλληλα μπορεί να είναι εστία κινδύνου πυρκαγιάς από βραχυκύκλωμα ή αστοχία στο δίκτυο μεταφοράς.

Β) Ασφάλεια. Από πλευράς ασφάλειας και άλλων κινδύνων στο περιβάλλον και τους ανθρώπους οι επιπτώσεις ενός χαμηλού φράγματος είναι συνήθως αμελητέες λόγω του μικρού ύψους και χωρητικότητας του ταμιευτήρα του φράγματος, λαμβάνοντας υπόψη ότι η κύρια πηγή κινδύνου είναι αυτή της αστοχίας του φράγματος.

Η λειτουργία του έργου και κυρίως οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας αντιπροσωπεύουν ένα αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς από βραχυκύκλωμα, τουλάχιστον για τα ΥΗΕ που κατασκευάζονται σε ορεινές περιοχές με δασική κάλυψη.

Τα εργατικά ατυχήματα τόσο κατά την φάση της κατασκευής όσο και την λειτουργία του έργου είναι συνήθως τυχαία περιστατικά των οποίων η συχνότητα και η κατηγορία στην οποία εντάσσονται (θανατηφόρα, σοβαρά και ελαφρά) εξαρτάται από πολλές παραμέτρους (την φύση του έργου και κυρίως τα μέτρα ασφάλειας). Τις περισσότερες φορές η εκτίμηση του κινδύνου εργατικών ατυχημάτων γίνεται βάσει στατιστικών στοιχείων από ΥΗΕ που έχουν ήδη κατασκευασθεί.

Σε κάθε περίπτωση τόσο κατά την φάση κατασκευής όσο και κατά την λειτουργία ενός χαμηλού φράγματος ο κίνδυνος εργατικών ατυχημάτων δεν είναι μεγαλύτερος των άλλων τεχνικών έργων (οδών, γεφυρών κλπ).

Γ) Θόρυβος. Η λειτουργία ενός ΥΗΕ συνοδεύεται από εκπομπή θορύβου. Ο θόρυβος προέρχεται από την λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του ΥΗΣ, με κυριότερες πηγές θορύβου τους υδροστρόβιλους, τις γεννήτριες και το σύστημα εξαερισμού τους και τον μετασχηματιστή. Από αυτούς την σημαντικότερη συμμετοχή στην εκπομπή θορύβου έχει το σύστημα εξαερισμού των γεννητριών.

Η στάθμη του θορύβου στον περιβάλλοντα χώρο είναι δυνατόν να μειωθεί σημαντικά με την χρήση κατάλληλων ηχομονωτικών υλικών στην κατασκευή του ΥΗΣ ή την διαμόρφωση του ΥΗΣ πλήρως υπόγειου. Στη διεθνή πρακτική αναφέρονται περιπτώσεις κατασκευής μικρών ΥΗΣ μέσα σε αστικές περιοχές πληρώντας πολύ αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους.

Δ) Οικονομικές επιπτώσεις. Οι οικονομικές επιπτώσεις τόσο κατά την φάση κατασκευής όσο και κατά την λειτουργία των χαμηλών φραγμάτων είναι συνήθως θετικές και σχετίζονται με την απασχόληση εργατικού και τεχνικού δυναμικού της περιοχής, την αυξημένη ζήτηση για κατοικία και διατροφή στις περιοχές όπου αναπτύσσεται το έργο. Οι επιπτώσεις αυτές μειώνονται σημαντικά μετά την ολοκλήρωση των έργων καθώς το μόνιμο προσωπικό που συνήθως απαιτείται για την λειτουργία ενός χαμηλού φράγματος περιορίζεται σε ένα ή το πολύ δύο τεχνικούς που επέβλεπαν τη λειτουργία και την συντηρησή του.

Επίσης σημαντικά είναι τα έσοδα των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Δήμων) στα όρια των οποίων κατασκευάζεται το έργο και τα οποία μακροπρόθεσμα διοχετεύονται στην βελτίωση των υποδομών και των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων.

Ε) Μεταβολές της χρήσης και της αξίας της γης. Οι επιπτώσεις αυτού του τύπου είναι πολύ περιορισμένες έως ανύπαρκτες στην περίπτωση των χαμηλών φραγμάτων καθώς σχετίζονται κυρίως με τον σχηματισμό του ταμιευτήρα. Στα μεγάλα ΥΗΕ ο ταμιευτήρας καταλαμβάνει μεγάλη έκταση γης, καλλιεργημένης ή και κατοικημένης. Στην τελευταία περίπτωση θα πρέπει να μεταφερθούν οι οικισμοί ενώ η κάλυψη της καλλιεργημένης γης αντιστοιχεί σε

μειωμένα έσοδα του αγροτικού πληθυσμού και αλλαγή μέρους των δραστηριοτήτων τους, όπως για παράδειγμα την αλιεία ή τουρισμό στην τεχνητή λίμνη που σχηματίζεται (στην περίπτωση μεγάλου ταμιευτήρα).

Z) Έργα υποδομής. Για τις ανάγκες κατασκευής του ΥΗΕ απαιτείται συχνά η διάνοιξη νέων οδών και γεφυρών ή η βελτίωση των υπαρχόντων. Μετά την ολοκλήρωση του μικρού ΥΗΕ τα έργα αυτά εξυπηρετούν τους κατοίκους και τον τουρισμό της περιοχής. (Παπαντώνης, 2008)

4. ΧΑΜΗΛΟ ΦΡΑΓΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες από ένα πραγματικό έργο που βρίσκεται σε εξέλιξη στο Νομό Μεσσηνίας και συγκεκριμένα στους Χριστιάνους Μεσσηνίας. Οι λεπτομέρειες αυτές προέρχονται από την Τεχνική Έκθεση με τίτλο «ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΜΗΛΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ» που μας παραχώρησαν για εκπαιδευτικούς σκοπούς οι μηχανικοί του έργου προκειμένου να αξιοποιηθούν στοιχεία και να κατανοηθεί σε βάθος ο σχεδιασμός ενός χαμηλού φράγματος.

Η Τεχνική Έκθεση που αξιοποιείται για εκπαιδευτικούς σκοπούς στο παρόν κεφάλαιο αποτελεί την τελική έκθεση όπου με σαφήνεια αναφέρονται τα βήματα ενός πραγματικού έργου, από τα οποία στα πλαίσια ενασχόλησης μας στην παρούσα εργασία με τα χαμηλά φράγματα μπορεί να αποκομισθεί γνώση και εμπειρία για το σχεδιασμό τέτοιων έργων στην εποχή μας.

Για άλλη μια φορά θέλουμε να ευχαριστήσουμε τους Τεχνικούς (Μηχανικούς) του έργου Φιλιατρινού Φράγματος για την παραχώρηση της Μελέτης (Τεχνικής Έκθεσης) ώστε στοιχεία της να αξιοποιηθούν στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Επίσης τους ευχαριστούμε για την επεξήγηση στοιχείων του έργου, τις επισκέψεις στο χώρο του έργου και την παραχώρηση ψηφιακού υλικού (φωτογραφίες και χάρτες) για να αξιοποιηθούν στην παρουσίαση και κατανόηση ενός πραγματικού έργου που επιχειρείται στο κεφάλαιο αυτό στα πλαίσια της Πτυχιακής μας Εργασίας.

4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ.

Από την «Γεωοικονομική και Δημοσιονομική διερεύνηση της Αναγνωστικής Μελέτης» του τ. Υπουργείου Γεωργίας του έτους 1998, προκύπτει ότι η συνολική γεωργική έκταση των περιοχών Πυλίας και Τριφυλίας του Νομού Μεσσηνίας ανέρχεται σε 635.000 στρέμματα περίπου και ο μέσος κλήρος είναι στα 41,8 στρέμματα. Από το σύνολο της γεωργικής γης 48.000 στρέμματα αρδεύονται από πηγές και γεωτρήσεις καταναλώνοντας περίπου 13,0 εκατ. m³ νερού ετησίως. Από το σχέδιο αναπτύξεως που προβλέπεται από την μελέτη αυτή, εφόσον εφαρμοστούν σύγχρονες μέθοδοι άρδευσης, εκτιμάται ότι οι ετήσιες στρεμματικές ανάγκες σε νερό ανέρχονται σε 265 έως 330 m³. Με βάση τον διατιθέμενο όγκο από τον ταμιευτήρα Φιλιατρινού ο οποίος ανέρχεται σε 9 εκατ.m³ ετησίως, θα μπορούν να αρδευτούν 35.000 στρέμματα περίπου. Η ποσότητα αυτή νερού θα δώσει τη δυνατότητα διακοπής σημαντικής άντλησης από τον φρεάτιο ορίζοντα η οποία συνεπάγεται και βελτίωση της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα. Μέρος της ποσότητας του υπόγειου νερού που θα αποδεσμευτεί από την κάλυψη αναγκών άρδευσης, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες χρήσεις (π.χ. ύδρευση).



Εικόνα 4.1 Γεωγραφικός εντοπισμός του έργου (Διαδίκτυο, 2012)

4.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

Τα κύρια έργα που παρουσιάζονται εδώ και αποτελούν αντικείμενο της παρούσας Έκθεσης είναι συνοπτικά τα ακόλουθα:

- Το φράγμα στη λεκάνη Φιλιατρινού του νομού Μεσσηνίας και ο αντίστοιχος ταμιευτήρας που θα δημιουργηθεί.
- Ο Αγωγός Μεταφοράς του Ύδατος στην κατανάλωση που αρχίζει από την περιοχή του Φράγματος και ολοκληρώνεται στις θέσεις απόληξης του ύδατος για την άρδευση των γεωργικών εκτάσεων της περιοχής Φιλιατρών.

4.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ



Εικόνα 4.2 Άποψη της θέσης του φράγματος πριν την έναρξη των εργασιών
(Ψηφιακό υλικό, 2012)

Η περιοχή κατασκευής του φράγματος Φιλιατρινού ανήκει στο Δήμο Φιλιατρών και βρίσκεται στο νομό Μεσσηνίας της Περιφέρειας Πελοποννήσου. Το έργο του φράγματος βρίσκεται στη στένωση του ρέματος Φιλιατρινού που απέχει από την πόλη των Φιλιατρών, σε ευθεία γραμμή, 5 χλμ περίπου προς τα Ανατολικά-Νοτιοανατολικά.

4.4 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας 2: Βροχομετρικών και κλιματολογικών στοιχείων (Τεχνική Έκθεση, 2006)

Σταθμός	Νομός	Φορέας	Γ.Μ.	Γ.Π.	Υψόμετρο	Παρατηρήσεις
Γαργαλιάνων	Μεσσηνίας	ΥΠ.ΓΕ	21°36'	37°04'	230	Μηνιαία – Ετήσια ύψη βροχής
Μουζακίου	Μεσσηνίας	ΥΠ.ΓΕ	21°43'	37°06'	480	Μηνιαία – Ετήσια ύψη βροχής Μέγιστα Ημερήσια ύψη βροχής
Πύργου	Ηλείας	Ε.Μ.Υ.	21°26'	37°40'	12	Μηνιαία – Ετήσια ύψη βροχής Μέγιστα Ημερήσια ύψη βροχής Θερμοκρασία Υγρασία Νέφωση
Μεθώνης	Μεσσηνίας	Ε.Μ.Υ.	21°42'	36°50'	52	Μηνιαία – Ετήσια ύψη βροχής Μέγιστα Ημερήσια ύψη βροχής Θερμοκρασία Υγρασία Νέφωση
Καλαμάτας	Μεσσηνίας	Ε.Μ.Υ.				Εξάτμιση

4.5 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ

Από το συνανάδοχο γραφείο ΥΔΡΟ-ΣΥΣΤΗΜΑ, το οποίο εκπόνησε και την παρούσα μελέτη υδραυλικών έργων, έγιναν οι ακόλουθες εργασίες:

- Εκτέλεση 10 ερευνητικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στη περιοχή του φράγματος κατά τη διάνοιξη των οποίων πραγματοποιήθηκαν δοκιμές εδαφομηχανικής και βροχομηχανικής και ελήφθησαν δείγματα για περαιτέρω εργαστηριακές δοκιμές.
- Διάνοιξη 2 ερευνητικών στοών (μία σε κάθε αντέρεια) στις οποίες έγινε λεπτομερής αυτοψία και χαρτογράφηση, ελήφθησαν δε δείγματα για εργαστηριακές δοκιμές.
- Διάνοιξη 5 ερευνητικών φρεάτων για τη λήψη αμμοχαλικώδους υλικού και την εκτέλεση δοκιμών για την έρευνα καταλληλότητας των υλικών αυτών για την κατασκευή του σώματος του φράγματος από σκληρό επίχωμα. Μεταξύ των εκτελεσθεισών εργαστηριακών δοκιμών, εκτός από τους συνήθεις ελέγχους, έγιναν και δοκιμές Proctor σε κυλινδρικά δοκίμια αμμοχαλικώδους υλικού με προσθήκη μικρής ποσότητας τσιμέντου και δοκιμές θραύσης με προσδιορισμό της αντοχής και του μέτρου παραμορφώσεως του μίγματος.

4.6 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

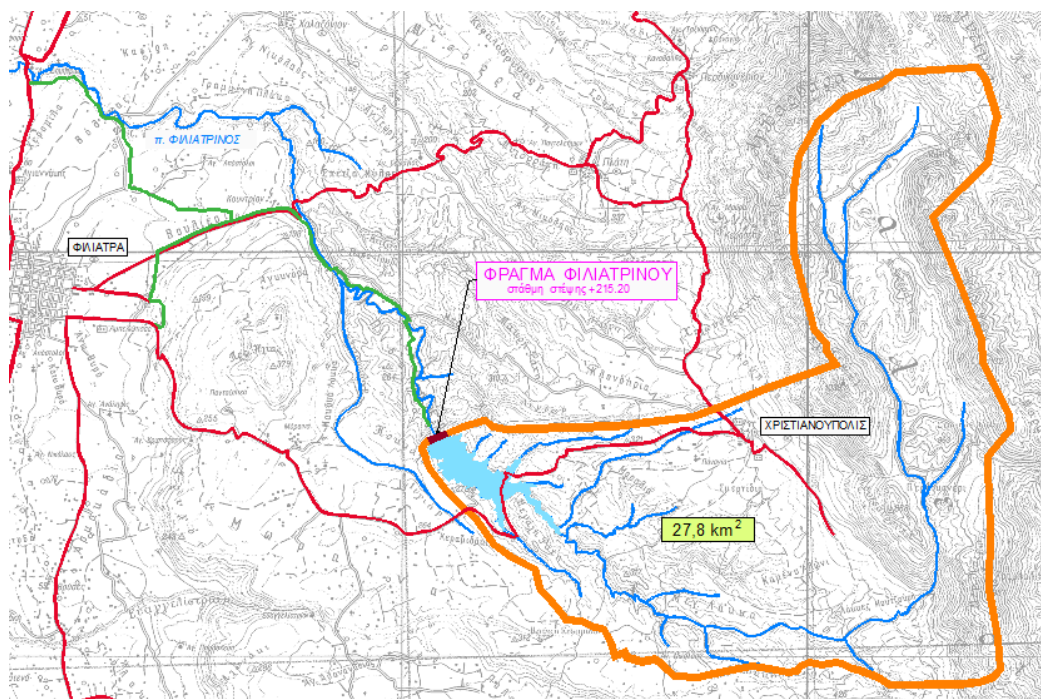
Από το συνανάδοχο γραφείο του Β. Παρασκούδη έγιναν γεωλογικές τομές στον άξονα του φράγματος και εγκάρσιες γεωλογικές τομές κατά την σύνταξη των οποίων ελήφθησαν υπόψη τα αποτελέσματα όλων των γεωτεχνικών ερευνών. Επίσης, συντάχθηκαν τεκτονικά διαγράμματα και καθορίστηκαν οι δυνητικές ολισθήσεις και τέλος, συντάχθηκε αντίστοιχη Γεωλογική Έκθεση. Για την μελέτη της οδού αποκατάστασης της επικοινωνίας Φιλιατρών - Χριστιανούπολης έγινε γεωλογική μελέτη για τις υφιστάμενες συνθήκες εδάφους (αντοχές, τυχόν αστάθειες, κλίση πρανών ορυγμάτων, καταλληλότητα υλικών επιχωμάτων κλπ.) και συντάχθηκε αντίστοιχη Γεωλογική Έκθεση.

4.7 ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Για την απόκτηση δεδομένων «σεισμού σχεδιασμού» που είναι απαραίτητα για την εκπόνηση των σχετικών μελετών, συντάχθηκε μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής του φράγματος Φιλιατρινού (Β.Παρασχούδης - Ειδικός Σύμβουλος Δρ. Χρ. Παπαιωάννου).

4.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Λεκάνη απορροής ονομάζουμε την επιφάνεια εκείνη για την οποία τα νερά της βροχής περνάνε από το ίδιο σημείο απορροής (που είναι η θέση του φράγματος). Τα όρια της λεκάνης καθορίζονται από τις κορυφογραμμές στις οποίες η ροή διαχωρίζεται σε δύο αντίθετες διευθύνσεις. Σε περίπτωση ροής βάσεως (υπόγεια ροή) τα όρια της ροής είναι διαφορετικά από τα όρια της λεκάνης.



Εικόνα 4.3 Γεωφυσικός χάρτης εντοπισμού του έργου όπου φαίνεται η λεκάνη απορροής και ο ταμιευτήρας που θα προκύψει (διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής είναι η έκταση της, η μέση κλίση, το σχήμα, ο προσανατολισμός ως προς την διεύθυνση των βροχών, το υψόμετρό της και η πυκνότητα απορροής. Σπουδαίο ρόλο στην απορροή παίζουν η γεωλογία της λεκάνης, οι τοπογραφικές ανωμαλίες και το έδαφος βλάστησης που έχει. Συγκεκριμένα στο παράδειγμά μας, η λεκάνη της οποίας η απορροή θα καταλήγει στον ταμιευτήρα του φράγματος έχει συνολική έκταση 27,8 km² και γεωμορφολογικά αποτελείται από ένα ιδιαίτερα έντονο τμήμα εμβαδού 16,5 χλμ² που φτάνει σε υψόμετρο +200 έως 270.

4.9 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από την υδρολογική μελέτη που εκπονήθηκε στα πλαίσια της μελέτης εκτιμήθηκαν οι απορρέοντες όγκοι νερού και οι πλημμυρικές παροχές από την λεκάνη απορροής, τα οποία είναι απαραίτητα για την διαστασιολόγηση του φράγματος και των συναφών έργων. Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων αυτών (απορροή – πλημμυρική παροχή) ελήφθησαν υπόψη

τα διατιθέμενα στη περιοχή βροχομετρικά και κλιματολογικά δεδομένα από τους υπάρχοντες σταθμούς

Με βάση την Υδρολογική Μελέτη προσδιορίστηκαν τα ακόλουθα:

4.10 ΜΗΝΙΕΣ-ΕΤΗΣΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

Για τον προσδιορισμό των μηνιαίων – ετήσιων βροχοπτώσεων από την λεκάνη απορροής του Φιλιατρινού στη θέση του φράγματος, στην Υδρολογική μελέτη και σύμφωνα με τις μεθόδους που αναφέρονται σ' αυτήν, έγιναν τα ακόλουθα:

- Συμπλήρωση των μηνιαίων παρατηρήσεων που λείπουν σε ένα σταθμό από τις διατιθέμενες αντίστοιχες παρατηρήσεις ενός από τους τρεις άλλους σταθμούς, δηλαδή εκείνου που αντιστοιχεί στον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης (r). Τελικά και οι τέσσερις σταθμοί θα διαθέτουν το αυτό πλήθος μηνιαίων – ετήσιων παρατηρήσεων, αφού έχει ήδη προηγηθεί η ομογενοποίηση των ζευγών των παρατηρήσεων και ο προσδιορισμός της μαθητικής συσχέτισης των παρατηρήσεων ενός εκάστου σταθμού προς τις παρατηρήσεις των τριών άλλων σταθμών
- Εφαρμογή της μεθόδου των γωνιών για τον προσδιορισμό της μηνιαίας – ετήσιας βροχόπτωσης ιδεατού σταθμού που αντιπροσωπεύει το ύψος βροχής για ολόκληρη την λεκάνη απορροής του Φιλιατρινού μέχρι τη θέση του φράγματος, βάσει των συντελεστών βαρύτητας με τους οποίους επηρεάζεται ο ιδεατός σταθμός από τον καθένα από τους τέσσερις βροχομετρικούς σταθμούς
- Έτσι για τον ιδεατό σταθμό με βάσει της παρατηρήσεις των τεσσάρων βροχομετρικών σταθμών προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα για την μηνιαία – ετήσια βροχόπτωση:

Πίνακας 3: Μηνιαίων και Ετήσιων βροχοπτώσεων (Τεχνική Έκθεση, 2006)

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΓ.ΤΙΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧ.ΤΙΜΗ
ΙΑΝ	367,9	125,8	13,1
ΦΕΒ	211,8	115,7	26,1
ΜΑΡ	255,6	90,9	9,2
ΑΠΡ	159,5	54,0	2,8
ΜΑΙ	152,6	31,4	1,2
ΙΟΥΝ	327,2	16,8	0,0
ΙΟΥΛ	21,9	3,7	0,1
ΑΥΓ	78,7	9,4	0,0
ΣΕΠ	175,8	32,9	0,6
ΟΚΤ	473,0	89,6	8,0
ΝΟΕ	413,8	157,6	1,5
ΔΕΚ	479,6	175,4	39,2
ΕΤΟΣ	1265,8	903,2	482,5

Δημιουργία στοχαστικής σειράς μηνιαίων – ετησίων βροχοπτώσεων του ιδεατού σταθμού της λεκάνης απορροής του Φιλιατρινού, για περίοδο 1000 ετών, της οποίας τα βασικά στατιστικά στοιχεία (μέσοι όροι, μέσες τετραγωνικές αποκλίσεις κλπ.) προσεγγίζουν τα αντίστοιχα μεγέθη που προέκυψαν από τις παρατηρήσεις. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε αναφέρεται στην Υδρολογική μελέτη και στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται για σύγκριση οι μέσοι όροι των μηνιαίων – ετησίων υψών βροχής για την λεκάνη Φιλιατρινού, όπως προέκυψαν από τις παρατηρήσεις και την στοχαστική σειρά.

Πίνακας 4: Μέσοι όροι των μηνιαίων – ετήσιων υψών βροχής για τη λεκάνη Φιλιατρινού (Τεχνική Έκθεση, 2006)

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΗΣ		
ΜΗΝΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 1000 ΕΤΩΝ
ΙΑΝ	125,8	118,72
ΦΕΒ	115,7	118,22
ΜΑΡ	90,9	90,65
ΑΠΡ	54,0	47,00
ΜΑΙ	31,4	33,78
ΙΟΥΝ	16,8	22,86
ΙΟΥΛ	3,7	3,31
ΑΥΓ	9,4	10,66
ΣΕΠ	32,9	35,28
ΟΚΤ	89,6	85,66
ΝΟΕ	157,6	172,36
ΔΕΚ	175,4	172,90
ΕΤΟΣ	903,2	911,40

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει η εξαιρετική προσέγγιση των αποτελεσμάτων της στοχαστικής σειράς των 1000 ετών, προς τις υπάρχουσες παρατηρήσεις.

4.11 ΑΠΟΡΡΟΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ – ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 1000 ΕΤΩΝ

Με εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναφέρεται στην «Υδρολογική Μελέτη» προέκυψε η στοχαστική σειρά, για 1000 έτη, των μέσων μηνιαίων και ετήσιων απορροών καθώς και των

μέσων μηνιαίων και ετήσιων όγκων απορροής και τα συγκεντρωτικά στοιχεία των απορροών της στοχαστικής σειράς είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικά στοιχεία των απορροών της στοχαστικής σειράς (Τεχνική Έκθεση, 2006)

ΕΤΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	5,51 εκατ. μ ³	0,336
ΜΕΣΟΣ	9,83 εκατ. μ ³	0,388
ΜΕΓΙΣΤΟΣ	13,75 εκατ. μ ³	0,415

4.12. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Επειδή για τον ποταμό Φιλιατρινό δεν διατίθενται μετρήσεις πλημμυρικής παροχής, ο προσδιορισμός των πλημμυρικών παροχών βασίστηκε στη στατιστική επεξεργασία των υπάρχουσών βροχομετρικών παρατηρήσεων των σταθμών. Στην «Υδρολογική Μελέτη» έγινε εφαρμογή της προσφορότερης στατιστικής μεθόδου που είναι γνωστή στην Υδρολογία «GRADEX METHOD» δηλαδή «Μέθοδος της ισοκλινοῦς» που προέκυψε μετά από μακροχρόνιες παρατηρήσεις των πλημμυρικών παροχών σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες βροχοπτώσεις και τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 6: Στοιχεία από την Μελέτη Φιλιατρινού. (Τεχνική Έκθεση, 2006)

Περίοδος	Σταθμος Γαργαλιάνοι		Σταθμος Μουζάκι		Σταθμος Μεθώνη		Σταθμος Πύργος - Φιλιατρινών				
	Βροχο- πτωση (mm)	Όγκος πλημμύ- ρας (mm)	Βροχόπ- τωση (mm)	Όγκος πλημμύρας (mm)	Βροχόπ- τωση (mm)	Όγκος πλημμύρας (mm)	Βροχόπ- τωση (mm)	Όγκος πλημμύρας (mm)	Όγκος πλημμύρας (hm ³)	Αιχμή πλημμύρας (m ³ /s)	Χρόνος αιχμής πλημμύρας (ώρες)
Επαναφορας (Ετη)											
10	92.4	38.3	112.6	46.7	105.6	43.8	120.1	49.8	1.382	53.46	8.79
20	103.9	49.8	125.9	60.1	123.4	61.6	137.4	67.1			
50	119.3	65.3	143.9	78.0	147.3	85.5	160.6	90.4			
100	131.1	77.1	157.6	91.7	165.5	103.7	178.4	108.1	2.996	115.93	8.79
1.000	170.6	116.5	203.3	137.4	226.3	164.5	237.6	167.3	4.638	179.46	8.79
10.000	210.0	156.0	249.1	183.2	287.3	225.5	297.0	226.7	6.283	243.11	8.79
100.000	249.5	195.5	294.9	229.0	348.3	286.4	356.3	286.0			
1.000.000	289.0	235.0	340.7	274.8	409.2	347.4	415.7	345.4			

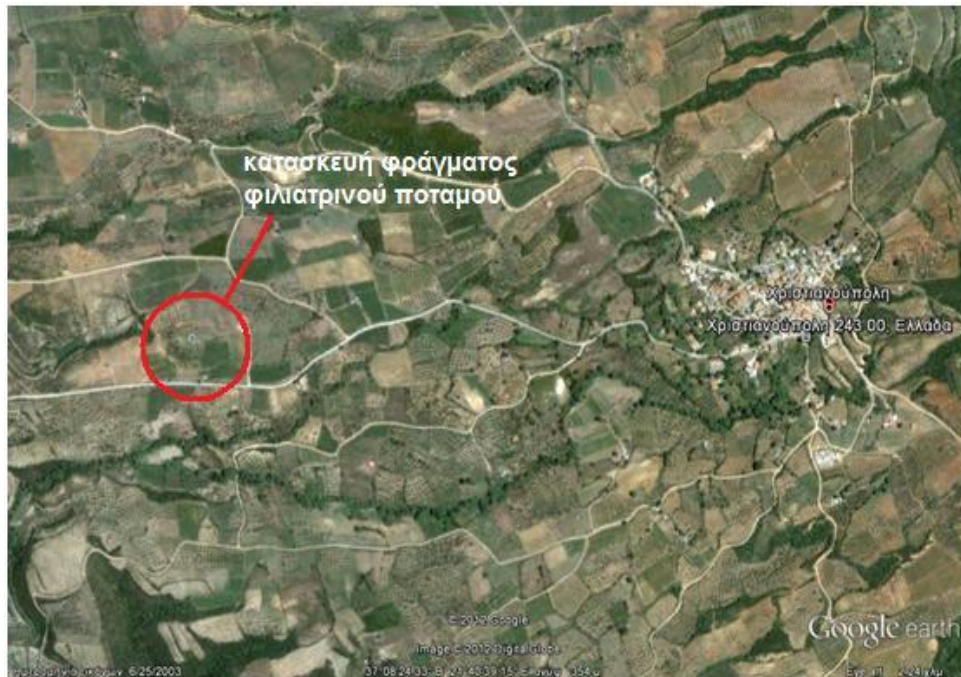
Τα από τον παρακάτω πίνακα συνάγεται ότι οι δυσμενέστερες πλημμυρικές παροχές προκύπτουν από τις μέγιστες ημερήσιες βροχοπτώσεις του σταθμού Πύργου, ο οποίος βέβαια και λαμβάνεται σαν βάση για τον υπολογισμό των πλημμυρικών παροχών του ποταμού στη θέση του φράγματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα συγκριτικά αυτά αποτελέσματα (Μελέτη Φιλιατρινού, 2006):

Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Αιχμές πλημμύρας m ³ /s		
	Μέθοδος S.C.S.	Μέθοδος SNYDER	Προσομοίωση λεκάνης
10	43.47	37.44	53.46
100	94.36	81.26	115.93
1000	146.03	125.77	179.46
10.000	197.88	170.42	243.11

Από τον πίνακα συνάγεται ότι η προσομοίωση της λεκάνης δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα για την αιχμή πλημμύρας, το οποίο ήταν αναμενόμενο, επειδή οι μέθοδοι S.C.S. και SNYDER προέκυψαν από εμπειρικά δεδομένα μεγαλύτερων σχετικά λεκανών απορροής, με μεγάλους χρόνους συρροής και δεν ανταποκρίνονται σε μικρές λεκάνες, όπως του Φιλιατρινού όπου $E=27.8$ χλμ², με χρόνο συρροής της τάξεως των 6.5 μόνο ωρών.

4.14 ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



Εικόνα 4.5 Ευρύτερη περιοχή φράγματος – Εκτάσεις καλλιεργειών (Διαμορφωμένο υλικό από Google Earth, 2012)

Γεωλογικά η περιοχή της θέσεως του φράγματος δομείται από το σχηματισμό του φλύσχη, ο οποίος λιθολογικά αποτελείται κυρίως από εναλλαγή ψαμμιτών και ιλυολίθων. Στα δύο αντερείσματα η συμμετοχή των ψαμμιτών είναι σχετικά μεγάλη, ενώ στην περιοχή της κοίτης είναι μικρή έως πολύ μικρή. Στην περιοχή της κοίτης πάνω στον φλύσχη επικάθονται ποτάμιες χαλικοαμμώδεις αποθέσεις πάχους 3.5 – 4.0 μ. Το φράγμα θα εδρασθεί στον υγί φλύσχη, ο οποίος σύμφωνα με τις δύο (2) ερευνητικές στοές, από το βάθος των 3,0 μ. Και μετά, αποτελεί βράχο πολύ «σφιχτό», δηλαδή με επιφάνειες στρώσεις χωρίς διαχωρισμό και με ελάχιστες διακλάσεις και αυτές πρακτικά κλειστές. Πρόκειται για «συμπαγή μαλακό βράχο» με G.S.I. (δείκτης γεωλογικής αντοχής) 40 – 45 στο δεξιό αντέρεισμα και 50 – 55 στο αριστερό αντέρεισμα (στις στοές). Στην περιοχή της κοίτης και σε μικρό τμήμα στο αριστερό αντέρεισμα (κοντά στη Γεώτρηση Γ1), σύμφωνα με τις γεωτρήσεις, η ποιότητα του βράχου θα είναι ελαφρώς φτωχότερη λόγω της μικρότερης συμμετοχής ψαμμιτών (κυριαρχούν οι ιλυόλιθοι).

Για την έδραση του φράγματος απαιτείται η απομάκρυνση της επιφανειακής ζώνης ως εξής:

- Δεξιό αντέρεισμα απομάκρυνση ζώνης πάχους 4,5 – 5 μ
- Αριστερό αντέρεισμα απομάκρυνση ζώνης πάχους 4.5 – 5.0 μ (σε τμήμα μήκους 30 μ κοντά στην Γεώτρηση Γ1 θα απαιτηθεί η απομάκρυνση της ζώνης πάχους 6.5 μ).
- Περιοχή κοίτης απομάκρυνση ζώνης πάχους 5.0 έως 6.0μ

Στα δύο αντερείσματα απαιτείται η στεγανοποίηση με τσιμεντενέσεις της ζώνης κάτω από το φράγμα ως εξής:

- Δεξιό αντέρεισμα μέχρι το βάθος των 8.0 – 9.0 (από το σημερινό έδαφος)
- Αριστερό αντέρεισμα μέχρι το βάθος των 9.0 – 11.5 μ (από το σημερινό έδαφος) και εφόσον επιβεβαιωθούν οι περατότητες της Γεώτρησης Γ-2 μέχρι το βάθος των 20 μ στο τμήμα από τη στοά Σ1 και χαμηλότερα.
- Περιοχή κοίτης δεν απαιτείται.

Σ' όλο το μήκος του φράγματος αλλά κυρίως στην περιοχή της ευρείας κοίτης είναι απαραίτητο να γίνουν τσιμεντενέσεις κλεισίματος (σφραγίσματος) μικρού βάθους για τη σύνδεση του φράγματος με το έδαφος έδρασης.

4.15 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ – ΕΛΑΦΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

4.15.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Για τις γεωτεχνικές – εδαφοτεχνικές συνθήκες στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος εκτελέστηκαν οι ακόλουθες έρευνες:

Για την δυνατότητα πιο επισταμένης έρευνας του υπεδάφους και του επακριβούς προσδιορισμού του βάθους θεμελιώσεως του φράγματος, διανοίχθηκαν στα αντερείσματα δύο ερευνητικές στοές μήκους 15 m έκαστη (Σ1 στο αριστερό και Σ2 στο δεξιό αντερείσμα) περί τη στάθμη 200 δηλαδή 30 μέτρα υψηλότερα από την στάθμη της κοίτης του ποταμού και 15 μέτρα χαμηλότερα από τη στέψη του φράγματος.

Από τις στοές αυτές ελήφθησαν δείγματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σημειακής φόρτισης.

Εργαστηριακές δοκιμές

Έγιναν συνοπτικά οι ακόλουθες δοκιμές:

1)Εδαφικοί Σχηματισμοί

Δοκιμές προσδιορισμού των φυσικών χαρακτηριστικών

- Κοκκομετρικές αναλύσεις με χρήση αραιόμετρου
- Όρια Atterberg
- Φαινόμενο βάρος

2)Βραχώδεις Σχηματισμοί

Δοκιμές προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτήρων

- Μονοαξονική θλίψη
- Σημειακή φόρτιση
- Διάτμηση ασυνεχειών

Από τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών που έγιναν κατά τη μελέτη κατασκευής του φράγματος προέκυψαν τα εξής: Βάσει των αποτελεσμάτων των ερευνητικών εργασιών και εργαστηριακών δοκιμών προσδιορίστηκε η τελική θέση του άξονα του φράγματος σε περιοχή στενώσεως του ποταμού και καλύτερων συνθηκών. Οι εδαφοτεχνικές σταθερές εκτιμήθηκαν με βάση τα συστήματα κατατάξεως Rock Mass Rating (RMR) και Geological Strength Index (GSI) αλλά οι τελικές τιμές των παραμέτρων διατμητικής αντοχής προσδιορίστηκαν υπολογιστικά βάσει των αποτελεσμάτων των δοκιμών ανεμπόδιστης θλίψης (με μέτρηση της γωνίας κλίσεως του επιπέδου θραύσεως ως προς την κατακόρυφο). Οι υπολογισμοί αυτοί έδωσαν ζεύγη τιμών διατμητικής αντοχής $c1 - \phi1$, όπου η συνοχή κυμαίνεται από 0,48 έως 0,64 Μap και η γωνία τριβής μεταξύ 20 και 52 μοίρες. Από τα ζεύγη αυτά των τιμών προέκυψε η δυσμενέστερη περιβάλλουσα αστοχίας (Failure Envelope) η οποία ελήφθη υπόψη στους υπολογισμούς ευστάθειας, όπως φαίνεται στο τεύχος Στατικών και Εδαφοτεχνικών Υπολογισμών του Φράγματος. (Μελέτη Φιλιατρινού, 2012)

Η παραμορφωσιμότητα του βραχώδους υποβάθρου εκτιμάται ως εξής:

Μέτρο παραμορφώσεως $E=1,25 \text{ GPa}$

Λόγος Poisson $\nu=0.45$

4.15.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Εξετάστηκαν υλικά από 5 φρεάτια δανειοθαλάμου στην περιοχή Περδικονέρι με σκοπό την εξακρίβωση της καταλληλότητας τους για την κατασκευή του σκληρού επιχώματος.



Εικόνα 4.6 Δανειοθάλαμος Περδικονερίου όπου φαίνεται το υλικό που χρησιμοποιήθηκε (Ψηφιακό υλικό, 2012)

Εκτελέστηκαν δοκιμές κατατάξεως (κοκκομετρικές αναλύσεις, όριο Atterberg, δείκτης πλαστικότητας κλπ.)

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των υλικών καλύπτουν τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί:

Ποσοστό λεπτόκοκκων $18 - 20\% \leq 20\%$

Δείκτης πλαστικότητας $PL=7,8 < 8\%$

Σε δοκίμια μείγματος των υλικών όλων των φρεάτων με τσιμέντο σε αναλογίες 50, 70 και 90 Kg/m³ εκτελέστηκαν δοκιμές συμπυκνώσεως Proctor με τιμές υγρασίας 5 – 15%.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών και των εργαστηριακών δοκιμών τα υλικά των εξετασθέντων δανειοθαλάμων της περιοχής Περδικονερίου κρίνονται απολύτως κατάλληλα για την κατασκευή του φράγματος από σκληρό επίχωμα. Μια αναλογία τσιμέντου περίπου 70 Kg/m³ θεωρείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνών επαρκής για την επίτευξη ικανοποιητικής αντοχής του σκληρού επιχώματος. Ειδικότερες λεπτομέρειες, δίνονται στην Τεχνική Έκθεση για το Φιλατρινό Φράγμα.

4.15.3 ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΣ – ΕΤΗΣΙΟΣ ΑΠΟΛΗΨΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ

Στον προσδιορισμό της λειτουργίας του ταμιευτήρα, ελήφθησαν υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι:

- Οι απορρέουσες παροχές της λεκάνης Φιλατρινού, που προσδιορίστηκαν στην «ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ» για μια στοχαστική σειρά 1000 ετών.
- Η συνάρτηση επιφάνειας και όγκου ταμιευτήρα για κάθε υψόμετρο συγκρατήσεως του νερού, όπως αυτή προέκυψε από τα τοπογραφικά διαγράμματα.
- Η συνάρτηση του ύψους απωλειών κυρίως από εξάτμιση, που προσδιορίστηκε από την «ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ».
- Η ακόλουθη μηνιαία κατανομή της ετήσιας ζήτησης (όπου δίνεται από την μελέτη).

Πίνακας 7: Ετήσια ζήτηση νερού (Τεχνική Έκθεση, 2006)

ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΠΟΣΟΣΤΟ	1,50%	1,50%	2,00%	8,00%	10%	17,00%	20,00%	21,00%	10,00%	6,00%	1,50%	1,50%

- Η ελάχιστη στάθμη υδροληψίας που καθορίστηκε στο +180, για κάλυψη νεκρού όγκου φερτών υλικών περίπου 180.000 μ³ για διάστημα 50 ετών.

Από την προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα για οποιαδήποτε δυσμενή αλληλουχία ξηρών και υγρών ετών στο διάστημα των 1000 ετών, η οποία έγινε με εξελιγμένα προγράμματα Η/Υ, συναρτήσεως της πιθανότητας ικανοποίησης της ζήτησης, προέκυψαν τα ακόλουθα:

- 1) Ανωτάτη στάθμη ταμιεύσεως: +212,0 για την οποία ο όγκος ταμιεύσεως του ταμιευτήρα είναι 7,81 εκατ.μ³ και η αντίστοιχη επιφάνεια του 494 στρέμματα.
- 2) Ικανοποιούμενη ζήτηση βάσει της πιθανότητας επιτυχίας ικανοποίησης της ζήτησης
Πιθανότητα επιτυχίας 99,98% ικανοποιούμενη ζήτηση 7,20 εκατ.μ³.
Πιθανότητα επιτυχίας 99,34% Ικανοποιούμενη ζήτηση 8,10 εκατ.μ³.
Πιθανότητα επιτυχίας 94,12% Ικανοποιούμενη ζήτηση 9,00 εκατ.μ³.

4.16 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κατάντη του φράγματος διαμορφώνεται η λεκάνη καταστροφής ενέργειας (ή λεκάνη αποτόνωσης), όπου καταλήγει ο υπερχειλιστής, αλλά και ο εκκενωτής πυθμένα του φράγματος. Η καταστροφή της ενέργειας των νερών υπερχειλίστη ενός φράγματος μπορεί να επιτευχθεί με τους ακόλουθους τρόπους:

- 1) Η διώρυγα απαγωγής των νερών του υπερχειλιστή απολήγει κατάντη στη κοίτη του αποδέκτη (ποταμού ή χειμάρρου) σε λεκάνη καταστροφής ενέργειας
- 2) Η διώρυγα απαγωγής των νερών του υπερχειλιστή απολήγει σε λεκάνη αναπηδήσεως, άλματος τύπου σκι (ski jump) από την οποία το νερό αναπηδά και σχηματίζει μια φυσική λεκάνη υποδοχής από την διάβρωση της κοίτης του αποδέκτη.
- 3) Η διώρυγα απαγωγής των νερών του υπερχειλιστή εφοδιάζεται με βαθμίδες στις οποίες καταστρέφεται το μεγαλύτερο μέρος από την ενέργεια της ροής.

Σύμφωνα με υδραυλικούς υπολογισμούς προέκυψε η κατασκευή βαθμιδωτού υπερχειλιστή στη κατάντη παρειά του σκληρού επιχώματος του φράγματος. Το ύψος κάθε βαθμίδας είναι 0.90 μ. Και το πλάτος 0.72 μ. Και με βάση το ύψος του φράγματος στη θέση του υπερχειλιστή το πλήθος των βαθμίδων ανέρχεται σε N=48. Σύμφωνα με υπολογισμούς της ροής στο βαθμιδωτό υπερχειλιστή που έγιναν με κατάλληλα εξελιγμένα προγράμματα Η/ Υ και από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι, ενώ το αρχικό ύψος ενέργειας στο φράγμα Φιλιατρινού είναι $H_{αρχ}= 47.43$ μ στη κοίτη του χειμάρρου καταλήγει σε απομένουσα ενέργεια $H_{απ}=5.46$ μ και απομένουσα ισχύ $W=302,1$ KW. Η ενέργεια αυτή – αν και μικρή σε σχέση με την αρχική ενέργεια των 47.43 m – εντούτοις είναι μεγαλύτερη από μίαν ελάχιστη ενέργεια που δυνατόν να αναπτυχθεί στην κοίτη κατάντη και η οποία ισούται με την $H_{κρ}=2.22$ m. Ως εκ τούτου απαιτείται η κατασκευή μιας μικρής λεκάνης ηρεμίας στον πόδα του βαθμιδωτού υπερχειλιστή, εφοδιασμένης με μικρόν αναβαθμό στα κατάντη της. Από τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών, που έγιναν για την μελέτη κατασκευής του φράγματος, προκύπτει ότι με έναν αναβαθμό ύψους $s= 1,05$ μ και μια λεκάνη ηρεμίας μήκους 6,03 μ και ένα μήκος προστασίας κατάντη επίσης 6,03 μ δημιουργείται υδραυλικό άλμα μήκους 7,54 μ., οπότε η απομένουσα ενέργεια ισούται με $H_{απ}=2,29$ μ, (έναντι αρχικής $H_{αρχ}=5,46$ μ.). Η νέα απομένουσα ενέργεια των 7 εκ. Δηλ.(2,29 – 2,22), σίγουρα «βυθίζεται»

από την κατάντη ροή (tail water) του ποταμού Φιλιατρινού, λόγω της στένωσης και των αυξημένων τριβών της κοίτης του.

4.17 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΠΛΕΟΝΑΖΟΝΤΟΣ ΥΔΑΤΟΣ

Η σήραγγα εκτροπής χρησιμοποιείται στα σημαντικότερα φράγματα τόσο από πλευράς παροχής υδρορέματος όσο και μεγέθους του φράγματος. Πρόκειται για σήραγγα που διανοίγεται στο ένα πρηνές της θέσης που έχει επιλεγεί να κατασκευαστεί το φράγμα, για την εκτροπή του ποταμού, ώστε να πραγματοποιούνται με ευχέρεια οι εργασίες κατασκευής. Η είσοδος της σήραγγας εκτροπής αρχίζει ανάντη του προφράγματος, ενώ η έξοδος αυτής εντοπίζεται κατάντη του χώρου θεμελίωσης του φράγματος. (Ρόζος, 2007). Κατά την φάση της εκτροπής πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της ανάσχεσης της πλημμύρας και έγιναν υδραυλικοί υπολογισμοί για να βρεθεί η παροχή που θα διέρχεται από τον αγωγό. Στους υπολογισμούς αυτούς ελήφθησαν υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι:

- 1) Το πλημμυρογράφημα της λεκάνης Φιλιατρινού, που προσδιορίστηκε από την «ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ» συναρτήσει της αντίστοιχης περιόδου επαναφοράς
- 2) Η στάθμη στον άξονα του αγωγού εκτροπής στην έξοδο του
- 3) Η ανώτατη στάθμη νερού στον ταμιευτήρα κατά την φάση εκτροπής (στάθμη προφράγματος).
- 4) Η παροχευτικότητα και το μήκος του αγωγού εκτροπής
- 5) Η συνάρτηση επιφάνειας και όγκου ταμιευτήρα για κάθε υψόμετρο συγκρατήσεως του νερού, που προέκυψε από τα τοπογραφικά διαγράμματα

Το φράγμα από σκληρό επίχωμα παρουσιάζει το μεγάλο πλεονέκτημα, ότι η κατάκλιση με νερό των έργων, κατά την φάση κατασκευής του, δεν προκαλεί σοβαρή ζημιά και επομένως δεν απαιτεί την κατασκευή προφράγματος. Από τους υδραυλικούς υπολογισμούς επελέγη ως διατομή του αγωγού εκτροπής, η τετραγωνική, πλευράς 3,50 μ., για την οποία η ανώτατη στάθμη ανασχέσεως προέκυψε στο +177. Με την στάθμη αυτή διέρχεται παροχή $Q_{max}=95 \text{ μ}^3/\delta\lambda$ χωρίς να προκληθεί κατάκλιση των έργων για όλες τις φάσεις κατασκευής τους σε χαμηλότερα υψόμετρα.

4.18 ΕΡΓΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Ο εκκενωτής πυθμένα είναι σήραγγα που κατασκευάζεται με σκοπό την ταχεία εκκένωση ενός ταμιευτήρα σε περίπτωση σοβαρής αστοχίας. Συνήθως η σήραγγα ή ο αγωγός εκτροπής, χρησιμοποιούνται αργότερα σαν εκκενωτές πυθμένα. Μέσα στο σώμα του φράγματος υπάρχουν διάφορες σήραγγες που χρησιμεύουν είτε για επιθεώρηση του σώματος του φράγματος σε κρίσιμες θέσεις είτε για αποστράγγιση είτε για τη διάνοιξη γεωτρήσεων ενεμάτωσης, κλπ. (Golze, 1977).

Για τον προσδιορισμό του έργου εκκένωσης έγιναν υπολογισμοί στους οποίους ελήφθησαν υπόψη ή υπολογίζονται τα ακόλουθα μεγέθη:

- 1) Η συνάρτηση επιφάνειας και όγκου ταμιευτήρα για κάθε υψόμετρο συγκρατήσεως του νερού, που προέκυψε από τα τοπογραφικά διαγράμματα.
- 2) Η μέση μηνιαία παροχή εισροών στον ταμιευτήρα Φιλιατρινού του πλέον υγρού μήνα που προσδιορίστηκε στην «ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ» από την στοχαστική σειρά των απορροών 1000 ετών.
- 3) Η στάθμη καταφλίου του υπερχειλιστή .
- 4) Η στάθμη στον άξονα του αγωγού εκκενώσεως.
- 5) Η στάθμη νερού στον ταμιευτήρα σε κάθε χρονική στιγμή, κατά την φάση εκκενώσεως.
- 6) Η διατομή του αγωγού εκκενώσεως.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, για τα φράγματα από σκληρό επίχωμα, ο όγκος του ύδατος που αντιστοιχεί στο $\frac{1}{2}$ του ύψους του ταμιευτήρα (δηλ. Στη στάθμη +191,00) θα πρέπει να

εκκενούνται κατά τον πλέον υγρό μήνα (δηλ. Στην παρούσα περίπτωση τον μήνα Νοέμβριο) σε διάστημα 10 ημερών. Από τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών προέκυψε ότι η παραπάνω συνθήκη πληρούνται με διατομή αγωγού εκκενώσεως $S=0,49 \text{ m}^2$, η οποία αντιστοιχεί σε σωλήνα διαμέτρου 800 χλστ. Έτσι το έργο εκκενώσεως περιλαμβάνει αγωγό χαλύβδινο $\Phi 800$, ο οποίος απολήγει στην έξοδο σε έργο για την καταστροφή της κινητικής ενέργειας του νερού εκκενώσεως. Το έργο καταστροφής της ενέργειας – λεκάνη ηρεμίας προβλέπεται του τύπου που προκαλεί διάχυση της ενέργειας δια κρούσεως της υδάτινης φλέβας επάνω σε άκαμπτη δοκό από οπλισμένο σκυρόδεμα και ως εκ τούτου η καταστροφή ενέργειας είναι ανεξάρτητη των κατάντη συνθηκών ροής στον ποταμό (tail water) σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στις κλασσικές λεκάνες ηρεμίας υδραυλικού άλματος. Με βάση τα αποτελέσματα των πειραμάτων για έργα καταστροφής ενέργειας του τύπου αυτού (U.S.B.R.), προέκυψαν συνολικές διαστάσεις του έργου ύψους $H=5,05 \text{ μ}$, πλάτος $B=6,75 \text{ μ}$ και μήκος $L=9,00 \text{ μ}$.

4.19 ΕΡΓΟ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ – ΑΓΩΓΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.

Από την μελέτη προσομοίωσης της λειτουργίας του ταμιευτήρα του φράγματος προέκυψε, με πιθανότητα ικανοποιήσεως της ζήτησης 94,12%, ετήσια απόληψη νερού 9,0 εκατ. $\mu 3$. Βάσει της μηνιαίας κατανομής της ετήσιας απόληψης, η μέγιστη μηνιαία απόληψη είναι κατά τον μήνα Αύγουστο και αντιστοιχεί σε μέση παροχή 63.000 $\mu 3$ /ημέρα ή 730 $\lambda/\delta\lambda$. Με βάση την παροχή και λαμβανομένης υπόψη μιας αποδεκτής ταχύτητας ροής περίπου $v=2,00 \text{ μ}/\delta\lambda$, η διατομή του αγωγού υδροληψίας επελέγη $\Phi 700$ και ο αγωγός προβλέπεται να κατασκευαστεί από χαλυβδοσωλήνες. Η υδροληψία από τον ταμιευτήρα του φράγματος γίνεται από δύο ανοίγματα υδροληψίας διαστάσεων $1,20 * 1,20$ που θα κατασκευαστούν στο πύργο υδροληψίας, των οποίων η στάθμη καταφλίου είναι αντίστοιχα στο +190 και +180. Ο αγωγός υδροληψίας, από χαλυβδοσωλήνα $\Phi 700$ αρχίζει από το πώμα και σε μήκος περίπου 95 μ τοποθετείται εντός του αγωγού εκτροπής, ανηρτημένος από την οροφή του. Στη συνέχεια, αφού διέλθει μέσα από τα αριστερό τοίχωμα του αγωγού εκτροπής και κάτω από τη λεκάνη ηρεμίας του υπερχειλιστή, ακολουθεί την οδό κατασκευής και επιτήρησης του αγωγού διάθεσης του νερού στην κατανάλωση επί μήκους 225 μ περίπου. Το πέρας του Αγωγού Υδροληψίας αποτελεί την αρχή του Αγωγού Μεταφοράς Ύδατος στην κατανάλωση. Σε απόσταση 133 μ από την έξοδο από τον αγωγό εκτροπής, προβλέπεται το φρεάτιο διάθεσης της οικολογικής παροχής και εκκένωσης του αγωγού.

4.20 ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ

Για την μεταφορά νερού από τον ταμιευτήρα του φράγματος στις περιοχές κατανάλωσης προβλέπεται η κατασκευή αγωγού μεταφοράς νερού, του οποίου ο κύριος κλάδος ξεκινά από το πέρας του αγωγού υδροληψίας του φράγματος έχει μήκος περίπου 4.380 μ και στη συνέχεια διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο ένας "Κλάδος 1" μήκους περίπου 2.160 μ καταλήγει ανάντη των Φιλιατρών σε υψόμετρο εδάφους περίπου +120 και ο άλλος "Κλάδος 2" μήκους περίπου 3.585 μ καταλήγει σε υψόμετρο εδάφους +17, ανάντη της γέφυρας της Εθνικής Οδού προς Κυπαρισσία. Το πέρας των Κλάδων 1 & 2 του αγωγού μεταφοράς καθορίστηκε σε συνεργασία με την Υπηρεσία βάσει των υπαρχόντων αρδευτικών δικτύων. Ο Κύριος Κλάδος του αγωγού μεταφοράς νερού διαστασιολογήθηκε για μέση παροχή κατά τον μήνα αιχμής $Q= 730 \lambda/\delta\lambda$, όπως και ο αγωγός υδροληψίας του φράγματος, ενώ οι Κλάδος 1 και Κλάδος 2 για μέση παροχή εκάστου $Q=730/2 =365 \lambda/\delta\lambda$. Με βάση την διοχετευόμενη παροχή προβλέπεται ότι ο αγωγός του Κύριου Κλάδου θα κατασκευαστεί από χαλυβδοσωλήνες $\Phi 700$ όπως και ο κύριος κλάδος του αγωγού μεταφοράς και οι αγωγοί των δύο άλλων Κλάδων από χαλυβδοσωλήνες $\Phi 500$. Από τα παραπάνω στοιχεία η στάθμη πιεζομετρικής γραμμής στο πέρας των κλάδων 1 & 2 του αγωγού μεταφοράς νερού εκτιμάται

ότι στο πέρας του Κλάδου 1 προς Φιλιατρά θα κυμαίνεται μεταξύ +160 - +130 μ και στο πέρας του Κλάδου 2 προς Κυπαρισσία θα κυμαίνεται μεταξύ +130 - +120 μ.



Εικόνα 4.7 Κατασκευή αγωγού μεταφοράς νερού (Διαμορφωμένο από διαδίκτυο, 2012)

4.21 ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Όπως προαναφέραμε το Φιλιατρινό φράγμα ανήκει στην κατηγορία των «συμμετρικών – υπερπηδητικών φραγμάτων από σκληρό επίχωμα» και με βάση την διεθνή εμπειρία και βιβλιογραφία, γνωρίζουμε ότι το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών είναι πως δεν δύνανται να καταστραφούν από «φυσικά αίτια» (π.χ. πλημμύρες, σεισμούς, κατολισθήσεις πρανών ταμιευτήρα που έχουν σαν συνέπεια την υπερπήδηση του φράγματος κλπ.), αλλά μόνο από βομβαρδισμούς ή δολιοφθορές. Η δυσμενέστερη διατομή κατάρρευσης, - από απόψεως δημιουργίας πλημμυρικού κύματος, - ελήφθη από παραδείγματα βίαιων καταστροφών σε φράγματα από σκυρόδεμα, - δεδομένου ότι δεν υφίστανται παραδείγματα καταστροφής φραγμάτων από «σκληρό επίχωμα» και είναι ένα ορθογώνιο που έχει μήκος βάσεως $b=110,47$ m και ύψος $h=29,20$ m, δηλαδή προκαλείται μια απίθανη καταστροφή του 65% του συνολικού ύψους του φράγματος. Ευτυχώς σύμφωνα με τα πορίσματα της «Μελέτης Κίνησης Πλημμυρικού Κύματος», ακόμη και στην λίαν απίθανη περίπτωση της βίαιης καταστροφής του φράγματος Φιλιατρινού, κανένας οικισμός και ούτε καν μεμονωμένης οικίες δεν θα βρεθούν εντός της ζώνης κατάληψης του πλημμυρικού κύματος.

4.22 ΣΤΑΤΙΚΟΙ – ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Το φράγμα είναι τύπου «Σκληρού Επίχωματος» που αποτελεί παραλλαγή των φραγμάτων βαρύτητας με συμμετρική διατομή από σκληρό επίχωμα (μίγμα κοκκώδους εδαφικού υλικού, νερού και τσιμέντου), κεκλιμένη ανάντη παρειά και ανάντη μανδύα σταγανώσεως από σπλισμένο σκυρόδεμα. Στοιχεία για τον Στατικό και εδαφομηχανικό υπολογισμό του φράγματος μπορούν να αναζητηθούν στη οριστική μελέτη του φράγματος καθότι ξεφεύγει από το ενδιαφέρον της παρούσας εργασίας.

4.23 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Για τη σωστή λειτουργία και την εξασφάλιση ενός φράγματος κατασκευάζονται βοηθητικά τεχνικά έργα που είναι:

1. ΕΡΓΟ ΕΚΤΡΟΠΗΣ
2. ΕΡΓΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ – ΓΕΦΥΡΑ

3. ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ ΕΡΓΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΕΩΣ – ΓΕΦΥΡΑ
4. ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ
5. ΣΤΟΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ – ΕΠΙΣΚΕΨΕΩΣ

4.23.1 ΕΡΓΟ ΕΚΤΡΟΠΗΣ

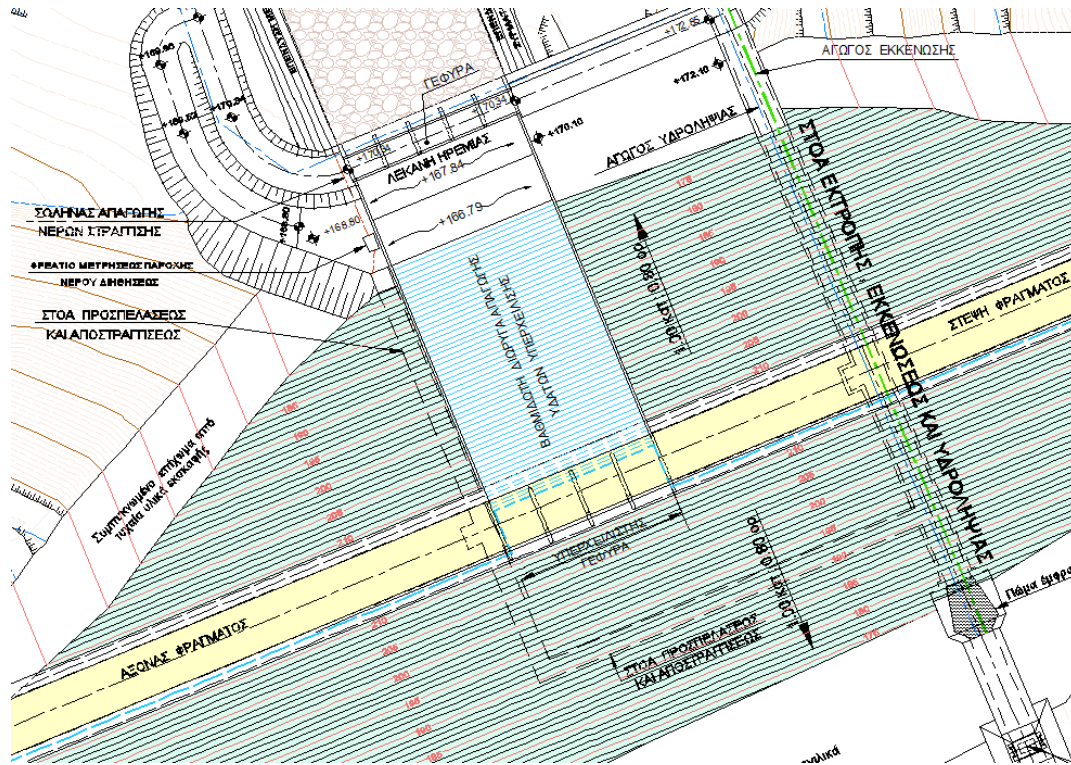
Η παροχέτευση του νερού στα κατάντη του χώρου θεμελίωσης του φράγματος διευκολύνεται με μια κατασκευή που μπορεί να είναι είτε αγωγός κατάλληλης διαμέτρου, είτε κανάλι, είτε σήραγγα. (Ρόζος,2007). Η τυπική διατομή του αγωγού εκτροπής είναι κλειστή ορθογώνια (κιβωτοειδούς) εσωτερικών διαστάσεων 3,50 *3,50. (Εικόνα 4.8)



Εικόνα 4.8 Κατασκευή στοάς οριστικής εκτροπής υδάτων (Ψηφιακό υλικό, 2012)

Ο στατικός υπολογισμός διεξάγεται με πρόγραμμα H/Y και χρήση πεπερασμένων στοιχείων. Οι υπολογισμοί οπλισμένου σκυροδέματος διεξάγονται βάσει των κανονισμών ΕΚΩΣ και EC-2 (Ευρωκώδικας) με την μέθοδο οριακής καταστάσεως αστοχίας. Οι φορτίσεις περιλαμβάνουν το ίδιο βάρος, την επιφόρτιση από το σκληρό επίχωμα, οριζόντιες ωθήσεις, εσωτερικές και εξωτερικές υδροστατικές πιέσεις και τα μηχανήματα κατασκευής (SLW30) Στην είσοδο του έργου εκτροπής υπάρχει τοίχος αντιστηρίξεως ύψους $H=6,40$ m και πλάτος βάσεως $B=5,40$ m.

Ιδιαίτεροι υπολογισμοί και διαστασιολόγηση γίνονται για τις ειδικές διατομές στην είσοδο του έργου εκτροπής, στη θέση του πώματος εμφράξεως και στη θέση του θαλάμου μετρήσεων όπου η διατομή είναι διευρυμένη.



Εικόνα 4.9 Κάτοψη φράγματος όπου φαίνονται οι λεπτομέρειες του υδροδυναμικού έργου. (Τροποποιημένο σχέδιο από κάτοψη με σκοπό την έμφαση στην περιοχή ενδιαφέροντος από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

4.23.2 ΕΡΓΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ – ΓΕΦΥΡΑ

Κύριος υπερχειλιστής και γέφυρα:

Ο κύριος υπερχειλιστής (διατομή OGEE) αναλύεται μαζί με την υπερκείμενη γέφυρα με την οποία συνδέεται μονολιθικά μέσω ακραίων βάθρων και μεσοβάθρου. Το σύνολο του έργου υπολογίζεται με χρήση προγράμματος H/Y ως κλειστό πλαίσιο τεσσάρων ανοιγμάτων (πλακογέφυρα) εδραζόμενο επί ελαστικού εδάφους. Η πλάκα της γέφυρας αναλύεται με πεπερασμένα στοιχεία και ελαστική πάκτωση στα άκρα της.

Στις φορτίσεις συγκαταλέγονται:

1. Μόνιμα φορτία: Ίδιο βάρος $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$, επικαλύψεις $\gamma=23 \text{ KN/m}^3$.
2. Κινητό φορτίο SLW 60 t κατά DIN 1072.
3. Ωθήσεις σκληρού επιχώματος δεν ενεργούν στο έργο.
4. Φορτίσεις καταναγκασμού:
 - Συστολή ξηράνσεως -22
 - Ομοιόμορφη θερμοκρασιακή μεταβολή +20/-30 βαθμούς
 - Θερμοκρασιακή διαφορά άνω – κάτω πέλματος +7/-3,5 βαθμούς
5. Φόρτιση ανέμου $1,25 \text{ KN/m}^2$
6. Σεισμός: (Ισοδύναμη στατική φόρτιση κατά δύο διευθύνσεις)
 - Οριζόντιος κατά την εγκάρσια διεύθυνση $A_{hy}=1,70 \text{ g}$
 - Οριζόντιος κατά την διαμήκη διεύθυνση $A_{hz}=0,79 \text{ g}$

Οι υπολογισμοί διεξήχθησαν σύμφωνα με τους κανονισμούς ΕΚΩΣ, ΕΑΚ, γεφυροποιίας DIN 1075, DIN 1072 και την εγκύκλιο για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών ΔΜΕΟγ/0/884/39 Ε99. (Ειδικότερες λεπτομέρειες δίνονται στη μελέτη).

Η ευστάθεια του μονολίθου του έργου υπερχειλίσεως (υπερχειλιστής + γέφυρα) ελέγχεται για τις φορτίσεις ίδιου βάρους, κινητού της γέφυρας, υδροστατικών φορτίων, υδροδυναμικών πιέσεων και σεισμού.

Οι ελάχιστοι συντελεστές ασφαλείας είναι οι εξής:

Έλεγχος ανατροπής με σεισμό $1,15 > 1,0$

Έλεγχος ολισθήσεως με σεισμό $1,11 > 1,0$

Προκατασκευασμένες βαθμίδες, Υπερχειλιστή:

Υπολογίζονται για τις δυσμενέστερες συνθήκες αναρτήσεως, και μεταφοράς με παροχές που ισχύουν για τα υφιστάμενα σήμερα δεδομένα. Οι οπλισμοί συνδέσεως της βαθμίδας με το σκληρό επίχωμα υπολογίζονται για την υδροστατική πίεση της φλέβας ροής (συντελεστής ασφάλειας >8) και τον μέγιστο σεισμό (συντελεστή ασφάλειας >3).

4.23.3 ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ ΕΡΓΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΕΩΣ – ΓΕΦΥΡΑ

1)Γέφυρα προσπελάσεως:

Η γέφυρα αναλύεται μαζί με την υποκείμενη πλάκα της λεκάνης ηρεμίας με την οποία συνδέεται μονολιθικά μέσω ακροβάθρων και μεσοβάθρων.

Το σύνολο του έργου υπολογίζεται ως κλειστό πλαίσιο πέντε ανοιγμάτων.

Υλικά κατασκευής – Σκυρόδεμα C20/25 - Χάλυβας S500s.

2)Τοιχώματα Λεκάνης Ηρεμίας:

Διαστασιολογούνται τα πλευρικά τοιχώματα της λεκάνης ηρεμίας ύψους $H= 3,35$ μ και $H= 2,30$ μ στις χαρακτηριστικές θέσεις πριν και μετά τον αναβαθμό.

4.23.4 ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ

Η υδροληψία, αποτελεί το χώρο στη λεκάνη κατάκλισης από όπου γίνεται η λήψη των αναγκαίων ποσοτήτων νερού για την λειτουργία των υδροστροβίλων. Συνήθως έχει την μορφή πύργου υδροληψίας με κατάλληλη μέριμνα για την απομάκρυνση ανεπιθύμητων σωμάτων από τον αγωγό προσαγωγής.

4.23.4.1 ΠΥΡΓΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.

Το ύψος του πύργου υδροληψίας ανέρχεται σε $21,00$ μ από την επιφάνεια του εδάφους και σε $31,60$ μ από της στάθμη θεμελιώσεως. Εδράζεται στα τοιχώματα του έργου εκτροπής (τμήμα εισόδου). Το στατικό σύστημα προσομοίωσης αποτελείται από πεπερασμένα γραμμικά στοιχεία δοκών με διαφορετική (σταθερή ή μεταβλητή ανάλογα με την περίπτωση) διατομή σε κάθε τμήμα πύργου. Οι υπολογισμοί διεξάγονται με χρήση H/Y κατά τρεις κύριες διευθύνσεις του σεισμού (X, Y, Z). Η κατασκευή του πύργου υδροληψίας φαίνεται στην *Εικόνα 4.10*.



Εικόνα 4.10 Κατασκευή – Όπλιση του πύργου υδροληψίας (Ψηφιακό υλικό, 2012)

4.23.5 ΣΤΟΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ – ΕΠΙΣΚΕΨΕΩΣ.

Η στοά τυπικών εσωτερικών διαστάσεων 2,50 πλάτος * 3,0 ύψος διασχίζει το σώμα του φράγματος (Σκληρό Επίχωμα). Τα τοιχώματα της στοάς διαμορφώνονται με προκατασκευασμένα στοιχεία διατομής L και η οροφή από προκατασκευασμένες πλάκες μήκους 3,80 μ πάχους 0,30 μ και τυπικού πλάτους 1,0 μ ή και μεγαλύτερου κατά την κατασκευή, αν τα διατιθέμενα μέσα το επιτρέπουν. Οι πλάκες οροφής υπολογίζονται για δύο ακραίες καταστάσεις, ως αμφιέριστες για την διαστασιολόγηση του ανοίγματος και ως αμφίπακτες για τις στηρίξεις.

4.24 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΥΡΙΩΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Από τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών και μελετών, όπως και των γεωλογικών μελετών, καθώς επίσης και από την επισταμένη αυτοψία που έγινε στις ερευνητικές στοές επιβεβαιώθηκαν οι προβλέψεις της Προκαταρκτικής Μελέτης ότι αφενός μεν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελιώσεως και αφετέρου τα υλικά του δανειοθαλάμου, προσφέρονται για την κατασκευή ενός φράγματος από σκληρό επίχωμα. Τα πλεονεκτήματα του φράγματος αυτού αναφέρονται διεξοδικά στη Προκαταρκτική Μελέτη. Η διατομή του φράγματος είναι συμμετρική και ως υλικό κατασκευής του χρησιμοποιείται το Σκληρό Επίχωμα. Η τεχνολογία των φραγμάτων αυτών επιτρέπει την ασφαλή υπερπήδηση τους από τα νερά των πλημμύρων.

Τα βασικά μεγέθη του έργου είναι τα ακόλουθα:

Το μέγιστο ύψος του φράγματος (από τη θεμελίωση) είναι περίπου 55m και από το φυσικό έδαφος 45m περίπου.

Το μήκος στέψεως είναι 246 m

Στάθμη στέψεως (για το μη υπερχειλίζον τμήμα): +215,20

Στάθμη στέψεως υπερχειλιστού: +212,00

Μήκος στέψεως υπερχειλιστού: 24 m

Κλίσεις πρανών φράγματος: 1,00 / 0,80 (κατακόρυφα/οριζόντια).

Επιφάνεια ανάντη μανδύα στεγανότητας: 10.200 m².

Ανάπτυγμα Πλίνθου εδράσεως μανδύα στεγανότητας: 290 m.

Συνολικός όγκος φράγματος: 370.000 m³.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι και στην περίπτωση του χαμηλού φράγματος το ύψος πάνω από τον υπερχειλιστή είναι της τάξεως των 3 m. Ο τρόπος παρασκευής των αδρανών, η αναλογία τσιμέντου και νερού, καθώς και ο τρόπος μεταφοράς, διάστρωσης και συμπίκνωσης του μίγματος για την κατασκευή του σκληρού επιχώματος, ορίζονται στα σχέδια και τις Τεχνικές Προδιαγραφές και θα οριστικοποιηθούν από τις συμπληρωματικές δειγματοληψίες και τις δοκιμές που υποχρεούνται να εκτελέσει ο Ανάδοχος του έργου (Μελέτη Φιλιατρινού).

Για την κατασκευή του σκληρού επιχώματος θα πρέπει να τηρούνται μεταξύ άλλων και τα ακόλουθα:

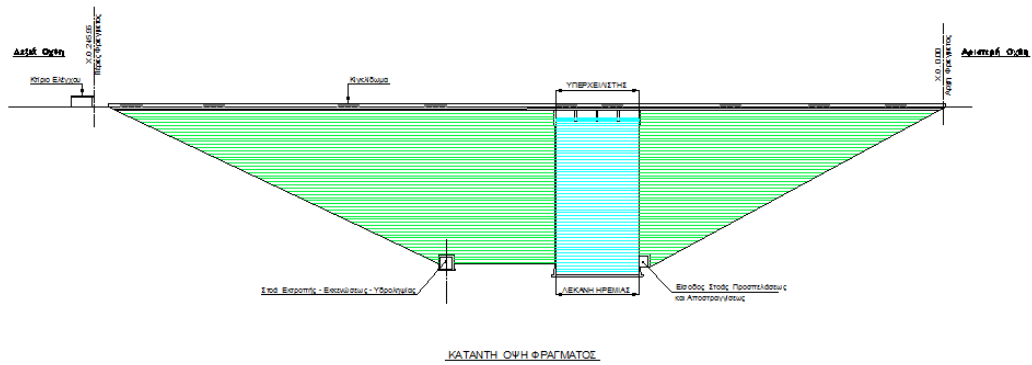
Ο μέγιστος κόκκος θα είναι μικρότερος των 60mm και το ποσοστό (που διαπερνά το κόσκινο Νο 200) θα είναι μεταξύ 8 έως 16%. Το τσιμέντο θα είναι ελληνικού τύπου Portland 11/35 με αναλογία την ελάχιστη δυνατή, μεταξύ 50 και 70 χγρ ανά μ³ σκληρού επιχώματος και η αναλογία νερού θα είναι η μικρότερη δυνατή, ώστε να επιτυγχάνεται η προβλεπόμενη από τις Τ. Προδιαγραφές συμπίκνωση. Για λόγους θερμικής συμπεριφοράς δεν είναι επιθυμητή αυξημένη αναλογία τσιμέντου. Η αντοχή θα επιτευχθεί με περιορισμό στο ελάχιστο σύμφωνα και με τις Τ. Προδιαγραφές της υγρασίας στο μείγμα, που θα ελέγχεται με ειδικά όργανα μετρήσεως, και με έντονη συμπίκνωση με δονητικό οδοστρωτήρα. Τα πάχη των στρώσεων προβλέπονται 30 εκ. Η ανάμιξη θα γίνεται σε κατάλληλη κεντρική εγκατάσταση και η μεταφορά, διάστρωση και συμπίκνωση στον, όσο το δυνατό, συντομότερο χρόνο. Πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής του σώματος του φράγματος, θα έχουν περατωθεί οι προπαρασκευαστικές εργασίες και κυρίως οι επί τόπου των έργων συμπληρωματικές δοκιμές για την οριστικοποίηση υλικών, αναλογιών και μεθόδων εκτελέσεως, σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές.

4.25 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Η επιλεγείσα στο στάδιο της Προκαταρκτικής Μελέτης περιοχή για την δημιουργία δανειοθαλάμου για τη λήψη υλικών κατασκευής του Σκληρού Επιχώματος, αφορά μια περιοχή κοντά στο χωριό Περδικονέρι που βρίσκεται 5 χλμ περίπου σε ευθεία απόσταση από τη θέση του Φράγματος (13 χλμ περίπου) μέσω υφισταμένου ασφαλτοστρωμένου δρόμου. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν κατάλληλα αμμοχαλικώδη υλικά υπό μορφή αποθέσεων κώνου κορημάτων, ασβεστολιθικής κυρίως προελεύσεως. Μίγματα του υλικού αυτού που εξετάστηκαν υπό μορφή δοκιμίων στο εργαστήριο, έδωσαν αποτελέσματα πολύ ικανοποιητικά, σύμφωνα με την μελέτη.

4.26 ΑΝΑΝΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΤΗ ΠΑΡΕΙΑ ΤΟΥ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

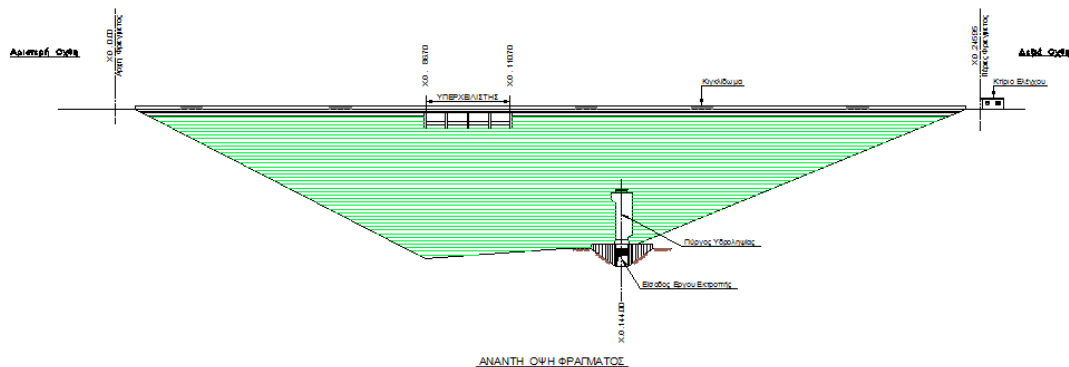
Η κατάντη παρεία του σκληρού επιχώματος προβλέπεται κεκλιμένη με κλίση 1.0 κατ./ 0,80 οριζ. Σύμφωνα με τα σχέδια και τις Τεχνικές Προδιαγραφές.



Εικόνα 4.11 Απεικονίζετε η κατάντη όψη φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

Η κατάντη παρειά του σώματος από σκληρό επίχωμα, για λόγους προστασίας και αρτιότερης κατασκευής, προβλέπεται βαθμιδωτή με τοποθέτηση, κατά την κατασκευή του σκληρού επιχώματος, προκατασκευασμένων τεμαχίων από σκυρόδεμα C16/20 διατομής (Γ) Γάμα, ύψους 0,90 μ και βάσεως 0,72 μ, τα οποία θα εγκιβωτίζουν τις διαστρωνόμενες και συμπυκνούμενες στρώσεις του σκληρού επιχώματος.

Η **ανάτη** παρειά του σκληρού επιχώματος έχει κλίση 1.00 κατ 0.794 ορ και μορφώνεται με κατάλληλα μέσα, χωρίς τη χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων.

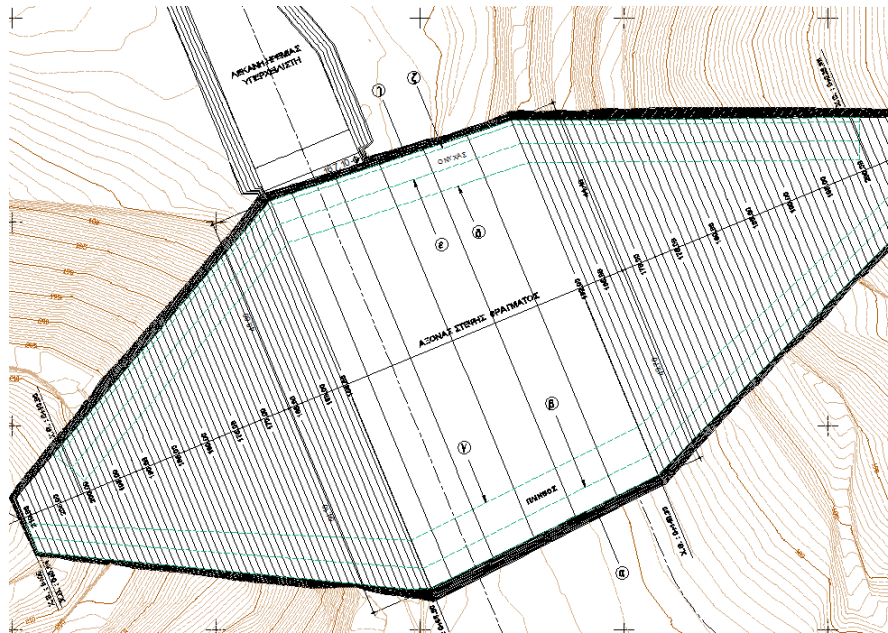


Εικόνα 4.12 Απεικονίζετε η ανάτη όψη φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

Εάν από τις δοκιμές που προβλέπονται στην Τεχνική Προδιαγραφή προκύπτει ότι, με τον διατιθέμενο εξοπλισμό και την εφαρμοζόμενη μέθοδο, δεν επιτυγχάνεται ικανοποιητική κατασκευή του ανάτη πέρατος της στρώσης του σκληρού επιχώματος, ο ανάδοχος χωρίς ιδιαίτερη αποζημίωση θα εφαρμοστεί κατάλληλο σύστημα εγκιβωτισμού των στρώσεων του σκληρού επιχώματος της εγκρίσεως της Υπηρεσίας. Στην περίπτωση αυτή δεν θα πρέπει να παρεμποδίζεται η σωστή τοποθέτηση των διατηρητών σωλήνων στραγγίσεως Φ200 μεταξύ του μανδύα στεγανότητας και του σκληρού επιχώματος.

4.27 ΣΤΕΨΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η στέψη του φράγματος, ολικού μήκους περίπου 246 μ και υψομέτρου στον άξονα +215,20 εντάσσεται στην οδό αποκατάστασης της οδικής κυκλοφορίας της πόλης των Φιλιατρών με το χωρίο Χριστιανούπολη.



Εικόνα 4.13 Ο άξονας στέψης φράγματος (Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

Επομένως, η στέψη του φράγματος έχει πλάτος 7,00 μ (όσο και το πλάτος της οδού), τα δε εκατέρωθεν απαιτούμενα πεζοδρόμια συνολικού πλάτους 2,00 μ εκτείνονται υπό μορφή προβόλων. Στην εσωτερική πλευρά των πεζοδρομίων προβλέπεται η εγκατάσταση στηθαίου ασφαλείας τύπου ΣΤΕ-1. Στην εξωτερική πλευρά του πεζοδρομίου προς την πλευρά του ταμειυτήρα, αντί προστατευτικού κιγκλιδώματος, κατασκευάζεται τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα ύψους 1,05 μ πάνω από τη στάθμη του πεζοδρομίου. Στην αντίθετη πλευρά της στέψεως κατασκευάζεται μεταλλικό προστατευτικό κιγκλίδωμα ύψους επίσης 1,05 μ. Στο κατάντη της λίμνης πεζοδρομίου, κοντά στο κιγκλίδωμα κατασκευάζονται βάσεις για την τοποθέτηση των φωτιστικών στύλων. Μέσα στη μάζα του πεζοδρομίου τοποθετούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου (2 D90 προς την άλλη πλευρά για τη διέλευση των καλωδίων με τις ενδείξεις των οργάνων παρακολούθησεως του φράγματος).

4.28 ΑΝΑΝΤΗ ΜΑΝΔΥΑΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ

Ο ανάντη μανδύας στεγανότητας κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20 με οπλισμένο S500, έχει πάχος μεταβλητό μεταξύ 30 και 56 εκ. Και σκυροδετείται επί τόπου, αφού προηγουμένως εκτελεστούν οι εργασίες του συστήματος αποστράγγισης. Η σκυροδέτηση του μανδύα προβλέπεται με χρήση κατάλληλου συστήματος ολισθαινόντων μεταλλικών τύπων με ενσωματωμένο σύστημα δονήσεως. Για την εκτέλεση των προβλεπόμενων αρμών και τη διάταξη του οπλισμού στις θέσεις των αρμών, εφαρμόζονται τα σχέδια της μελέτης και οι Τεχνικές Προδιαγραφές. Επειδή ο ανάντη μανδύας στεγανότητας είναι το μέσω στεγάνωσης του σώματος του φράγματος, προβλέπεται σχολαστική στεγάνωση όλων των αρμών εργασίας και διαστολής του μανδύα καθώς και στην επαφή του μανδύα με την πλίνθο εδράσεώς του και με τα τοιχία στέψης του φράγματος, με χρησιμοποίηση στεγανωτικών ταινιών, υλικών σφραγίσεων, κλπ, σύμφωνα με τα σχέδια και τις Τεχνικές Προδιαγραφές.

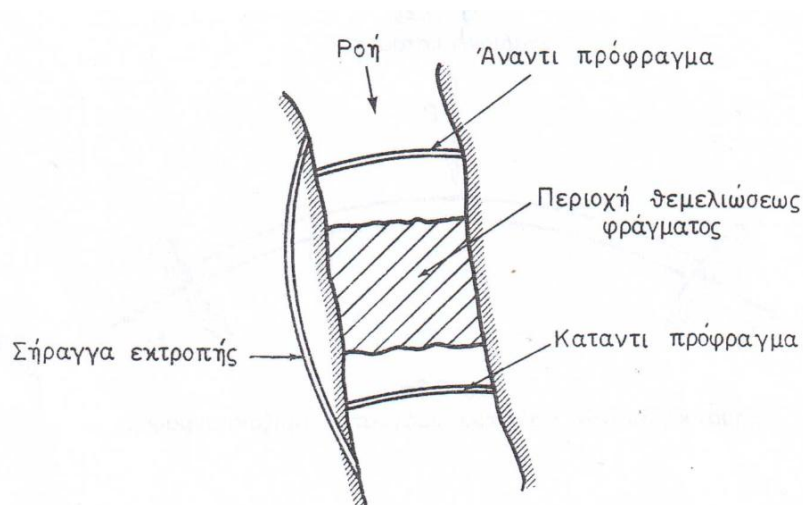
4.29 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

Για την συγκέντρωση και απαγωγή των οποιωνδήποτε τυχόν διηθήσεων μέσω του ανάντη μανδύα, προβλέπεται κατάλληλο σύστημα αποστράγγισης. Το σύστημα αυτό αποτελείται από κατακόρυφους διάτρητους σωλήνες PVC D200 επικαλυμμένους με γεωύφασμα, οι

οποίοι τοποθετούνται ανά αποστάσεις 3,0 μέτρων στην ανάντη παρειά του σκληρού επιχώματος μέσα σε κατάλληλα διανοιχθέν κανάλι. Το κανάλι θα καλύπτεται με κατάλληλη ταινία γεωσύνθετη που θα στερεώνεται εκατέρωθεν του καναλιού. Τυχόν κενά μεταξύ διάτρητου σωλήνα και του καναλιού θα γεμίζονται με χαλίκια. Πριν από την κατασκευή του ανάντη μανδύα θα τοποθετηθούν πρόσθετες οριζόντιες ταινίες γεωσύνθετες ανά 3,0 μ, πλάτους 30 – 50 εκ., μεταξύ των καναλιών των στραγγίσεων αγωγών της ανάντη παρειάς του σκληρού επιχώματος. Οι παρακάτω διάτρητοι σωλήνες στο άνω άκρο θα φέρουν χυτοσιδηρό στεγανό κάλυμμα και στο κάτω άκρο τους θα συνδέονται με συλλεκτήριο σωλήνων PVC D630 (στα σχέδια χαρακτηρίζεται ως άνω κεντρικός συλλεκτήριος αγωγός) που προβλέπεται να κατασκευαστεί πίσω από τον μανδύα στεγανότητας ώστε τα τυχόν νερά αποστραγγίσεως να αποχετεύονται προς τα κατάντη, μέσω της Στοάς Αποστραγγίσεως και Προσπελάσεως (που περιγράφεται κατωτέρω), με βαρύτητα. Ακριβώς κάτω από τον άνω κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό, συνεχίζουν οι διάτρητοι σωλήνες που τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο και καταλήγουν στον κάτω κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό (PVC D630) που προβλέπεται μέσα στην πλίνθο εδράσεως του μανδύα στεγανώσεως. Στο χαμηλότερο σημείο της πλίνθου θα γίνει σύνδεση του συλλεκτήριου σωλήνα με σωλήνα PVC D630 ο οποίος θα διασχίζει εγκάρσια το φράγμα και θα καταλήγει σε φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το φρεάτιο αυτό βρίσκεται δίπλα στη Στοά Αποστραγγίσεως και Προσπελάσεως η οποία περιγράφεται κατωτέρω και θα γίνεται αποχέτευση των υδάτων στραγγίσεως της κάτω περιοχής του μανδύα, με άντληση από τον φορέα εκμετάλλευσης του έργου στις περιπτώσεις όπου τούτο θα καταστεί αναγκαίο.

4.30 ΕΡΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Πριν την κατασκευή του φράγματος απαιτείται η κατασκευή μικρού προφράγματος που θα προστατεύει μέρος ή όλη την περιοχή κατασκευής, έτσι ώστε ο χώρος θεμελίωσης του φράγματος να είναι στεγνός, για να διευκολυνθούν οι εργασίες κατασκευής του κυρίως φράγματος. Πρόκειται για μικρό φράγμα το οποίο σκοπό έχει την εκτροπή της ροής του νερού του ποταμού. Ένα τέτοιο πρόφραγμα εκτροπής εκτρέπει το ποτάμι και συνήθως ενσωματώνεται στο κυρίως σώμα του φράγματος. Κάποιες φορές απαιτείται και η κατασκευή αντίστοιχου μικρού φράγματος κατάντη του χώρου θεμελίωσης, προκειμένου να παρεμποδίζεται η διείσδυση νερού από τα κατάντη στο χώρο κατασκευής χαμηλών εκσκαφών (κάτω από το υψόμετρο της κοίτης του ποταμού).



Σχήμα 4.14 Κατασκευή με σήραγγα εκτροπής (Τσόγκας και Τσόγκα, 2009)

Κατά τη διάρκεια κατασκευής του Φράγματος, η ροή των υδάτων του ποταμού προς τα κατάντη θα πραγματοποιείται μέσω του Αγωγού Εκτροπής που τοποθετείται προς την πλευρά του δεξιού αντερείσματος και έχει συνολικό μήκος 123.60 μέτρα περίπου. Ο κύριος αγωγός εκτροπής είναι κλειστός αγωγός από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους τοιχώματος 0.50 μέτρα και εσωτερικής διατομής 3.50 * 3.50 μέτρα. Λόγω των σημαντικών εκσκαφών για τη θεμελίωση του φράγματος ο αγωγός θεμελιώνεται επί στρώματος του συνόλου των εκσκαφών του φράγματος. Για την δυνατότητα κατασκευής μέρους των εκσκαφών, του ανωτέρου απαιτούμενου τμήματος του σκληρού επιχώματος και την κατασκευή του αγωγού εκτροπής, προβλέπεται η κατασκευή τάφρου και αντίστοιχων επιχωμάτων για την προσωρινή εκτροπή των υδάτων. Τα έργα αυτά κρίνονται απαραίτητα για την προστασία των εργασιών της κυρίως εκτροπής των νερών του ποταμού. Ο σχεδιασμός των ανωτέρω προσωρινών έργων που φαίνεται στα σχέδια είναι ενδεικτικός. Ο Ανάδοχος οφείλει να εκπονήσει Μελέτη Εφαρμογής και να εκπονήσει λεπτομερές πρόγραμμα κατασκευής του κυρίως Έργου Εκτροπής, ώστε η ολοκλήρωση των εργασιών αυτών και η οριστική εκτροπή των υδάτων να συντελεστεί κατά το δυνατόν πριν από την έναρξη της περιόδου πλημμυρών. Ο προγραμματισμός αυτός θα συμπεριληφθεί στη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος κατασκευής των Έργων.

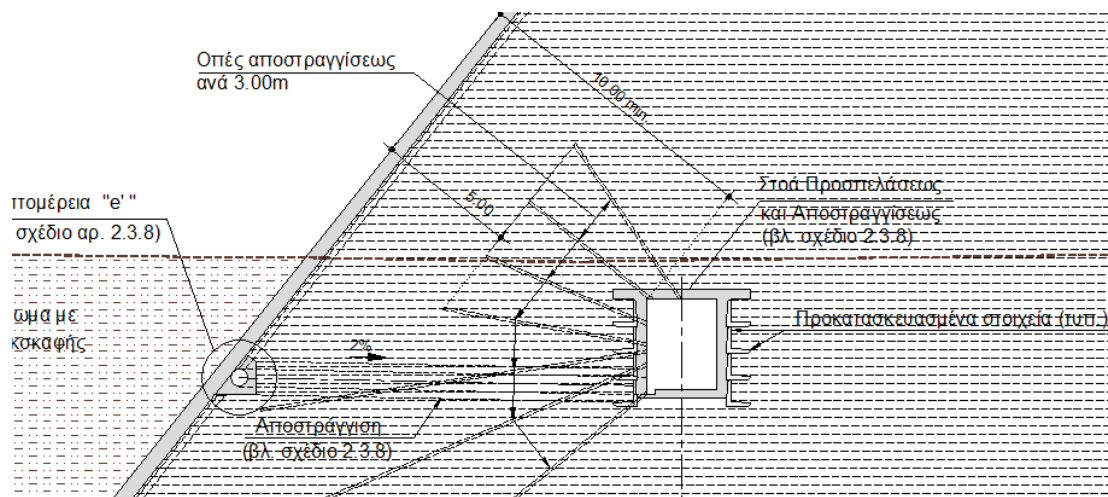
Το Έργο Εκτροπής αποτελείται από τα ακόλουθα εν σειρά έργα:

- 1) Ανάντη Επιχώματα Εκτροπής μήκους 110 μέτρα περίπου.
- 2) Τάφρο καθοδήγησης των υδάτων του ποταμού στο έργο εκτροπής, μήκους 70 μέτρα περίπου.
- 3) Δύο (2) περυγότοιχους μήκους 11 μέτρων έκαστος για την καθοδήγηση των υδάτων, η στέψη των οποίων, όπως και εκείνη του στομίου εισόδου του αγωγού και του επιχώματος ανάντη, είναι στο +177.00
- 4) Έργο Εισόδου στον Πύργο Υδροληψίας από οπλισμένο σκυρόδεμα μήκους 10,25 μέτρα. Στο στόμιο εισόδου του έργου εκτροπής κατασκευάζονται κατάλληλες εγκοπές για την εγκατάσταση θυροφράγματος προκειμένου να είναι δυνατή η κατασκευή του προβλεπόμενου πώματος έμφραξης από οπλισμένο σκυρόδεμα μήκους 9 μέτρων σε κατάλληλη θέση κάτω από τον μανδύα στεγανότητας.
- 5) Συνδετήριο αγωγό από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,80 μέτρα, εσωτερικής διατομής 3,50 * 3,50 μέτρα, που θα έχει μήκος 10,40 μέτρα.
- 6) Τμήμα αγωγού μήκους 9,40 μέτρα από οπλισμένο σκυρόδεμα με αυξημένες διαστάσεις, ώστε εντός αυτού να κατασκευαστεί το πώμα έμφραξης του αγωγού εκτροπής.
- 7) Τυπική διατομή αγωγού εσωτερικής διατομής 3,50 * 3,50 μέτρα μήκους 90,52 μέτρα.

Για την μελλοντική σύνδεση του αγωγού εκτροπής (μετά την κατασκευή του πώματος έμφραξης) με την Στοά Αποστραγγίσεως και Προσπελάσεως, προβλέπεται άνοιγμα διαστάσεων 3,0 * 2,5 μέτρα περίπου στο σκυρόδεμα του αριστερού τοίχου σε απόσταση 8 μέτρων περίπου (κατά την έννοια της ροής) το οποίο, κατά τη φάση της εκτροπής, καλύπτεται από κατάλληλο χαλύβδινο έλασμα με ενισχύσεις, κοχλιούμενο στεγανά στο τοίχωμα του αγωγού εκτροπής. Μετά την κατασκευή του πώματος, αφαιρείται η προσωρινή κατασκευή και γίνεται η σύνδεση με την εν τω μεταξύ ανασκευασθείσα στοά αποστραγγίσεως και Προσπελάσεως. Στα ανάντη του ανωτέρω προσωρινού ανοίγματος, προβλέπεται η κατασκευή ριπιδίου 7 αποστραγγιστικών γεωτρήσεων προς την πλευρά του ανάντη μανδύα και εγκάρσιο αυλάκι για την αποχέτευση τυχόν υδάτων αποστραγγίσεως προς την στοά. Στη θέση του άξονα του φράγματος, προβλέπεται διεύρυνση του αγωγού εκτροπής για την δημιουργία θαλάμου εγκατάστασης οργάνων. Ο αγωγός εκτροπής, μετά την κατασκευή του πώματος έμφραξης, χρησιμοποιείται ως έργο προσπελάσεως στα έργα εκκενώσεως και υδροληψίας.

4.31 ΣΤΟΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΕΩΣ

Σε ελάχιστη απόσταση 10 μέτρων από τον ανάντη μανδύα στεγανότητας, κάθετα προς τον αγωγό εκτροπής και παράλληλα με τον άξονα του φράγματος, κατασκευάζεται η στοά αποστραγγίσεως και Προσπελάσεως, μέσα στο σώμα του κυρίως φράγματος.



Εικόνα 4.14 Απεικόνιση στοάς Προσπελάσεως και Αποστραγγίσεως
(Διαμορφωμένο από το ψηφιακό υλικό που παραχωρήθηκε από την μελέτη, 2006)

Η στοά αυτή, στην αρχή της, που είναι το σημείο σύνδεσής της με τον αγωγό εκτροπής έχει στάθμη στο δάπεδο +170,20 συνεχίζει με κλίση 1% περίπου παράλληλα με τον άξονα του φράγματος μέχρι την εγκάρσια διατομή που διέρχεται από το αριστερό άκρο του υπερχειλιστή και στη συνέχεια στρέφεται κατά 90 μοίρες προς τα κατόντη, συνεχίζει κάθετα στον άξονα του φράγματος μέχρι την κατόντη παρειά του φράγματος και τερματίζει δίπλα στο αριστερό τοίχο του υπερχειλιστή, όπου η στάθμη του πυθμένα της είναι στο +168,80. Η στοά αυτή έχει διατομή ορθογωνική με ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις 2,50 μέτρα πλάτος * 3.00 μέτρα ύψος. Η κατασκευή της στοάς είναι συνδυασμός προκατασκευασμένων στοιχείων, έγχυτου σκυροδέματος στο δάπεδο και εκτοξευομένου σκυροδέματος στις παρειές, ώστε η κατασκευή της να γίνεται συγχρόνως με την κατασκευή του σκληρού επιχώματος και η μία εργασία να μην παρεμποδίζει την άλλη. Στη στοά καταλήγουν οι αγωγοί D630 αποστράγγισης της ζώνης πίσω από τον ανάντη μανδύα στεγανότητας και πάνω από τη στάθμη της στοάς (απορροή με βαρύτητα). Δίπλα στη στοά βρίσκεται επίσης το φρεάτιο συλλογής των υδάτων στραγγίσεως του κάτω τμήματος του μανδύα για τη δυνατότητα άντλησης των υδάτων εφόσον τούτο απαιτηθεί. Στο κάτω αριστερό άκρο του πυθμένα της στοάς διαμορφώνεται αυλάκι 0,20 μέτρα πλάτος * 0,30 μέτρα ύψος για την συγκέντρωση και απορροή των υδάτων αποστράγγισης. Στην έξοδο της στοάς προβλέπεται φρεάτιο μετρήσεως της παροχής των υδάτων στραγγίσεως. Από τη στοά αυτή, όπως και από τη στοά εκτροπής, κατόντη του πόματος εκτελούνται αποστραγγιστικές γεωτρήσεις (μήκους μεταξύ 6 και 16 μέτρα, ανά 3 μέτρα) προς την πλευρά του ανάντη μανδύα. Στη θέση του άξονα του Φράγματος γίνεται μια διεύρυνση της στοάς 2,0 * 3,0 μ για την εγκατάσταση οργάνων παρακολούθησης του Φράγματος.

4.32 ΕΡΓΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Για την κατασκευή των έργων εκκενώσεως χρησιμοποιείται ο αγωγός εκτροπής ο οποίος, μετά την κατασκευή του πόματος, χρησιμοποιείται ως έργο προσπελάσεως του αγωγού εκκενώσεως.

Τα έργα εκκενώσεως περιλαμβάνουν:

- 1) Το έργο εισόδου, το οποίο είναι κοινό με εκείνο της Υδροληψίας, αποτελείται από πύργο ύψους 16 μ που βρίσκεται στην περιοχή εισόδου του αγωγού εκτροπής στις δύο πλευρές του οποίου προβλέπονται δύο (2) στόμια υδροληψίας διαστάσεων 1,20 * 1,20 μ. Στις στάθμες κατωφλιού στο +180,00 και +190,00 με εγκοπές για την τοποθέτηση εσχάρας και ρουφράκτη.
- 2) Μετά την κατασκευή του πώματος, γίνεται προέκταση του Αγωγού Εκτροπής κατά 7 μέτρα και δημιουργείται χώρος που αποτελεί το θάλαμο δικλείδων. Στην οροφή του χώρου αυτού προβλέπεται άνοιγμα 1,20 * 3,50 μέτρα το οποίο καλύπτεται με κάλυμμα από αλουμίνιο. Ο θάλαμος αυτός συνδέεται ολόσωμα με το Έργο Καταστροφής Ενέργειας που προβλέπεται αμέσως μετά.
- 3) Το Έργο Καταστροφής Ενέργειας, εξωτερικών διαστάσεων 10,0 * 8,0 * 6,0 μέτρα περίπου, που κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20 και χάλυβα S500. Για τη θεμελίωση του έργου αυτού, όπως και του θαλάμου δικλείδων, μετά την ολοκλήρωση των εκσκαφών και εφόσον δεν εμφανιστεί το υγιές υπόβαθρο του φλύσχη, θα αφαιρεθούν τα χαλαρά και θα αντικατασταθούν από άοπλο σκυρόδεμα C12/15. Τα δύο αυτά έργα αγκυρώνονται στο υπέδαφος με αγκύρια Φ25, σύμφωνα με τα σχέδια.
- 4) Χαλύβδινο αγωγό Φ800, μήκους περίπου 107 μέτρα, ο οποίος αφού διασχίζει το πώμα εμφράξεως του έργου εκτροπής, τοποθετείται εντός του αγωγού εκτροπής πάνω σε βάσεις από οπλισμένο σκυρόδεμα και καταλήγει στο έργο καταστροφής ενέργειας που βρίσκεται στο πέρας του αγωγού εκτροπής.
- 5) Ηλεκτροκίνητη σφαιρική δικλείδα Φ800 αμέσως κατάντη της διόδου του αγωγού εκκενώσεως από το πώμα. Η δικλείδα αυτή αποτελεί το έργο ασφάλειας του εκκενωτή και θα παραμείνει μονίμως ανοικτή.
- 6) Ηλεκτροκίνητη σφαιρική δικλείδα Φ800 πριν από το έργο καταστροφής ενέργειας, η οποία επίσης θα παραμείνει ανοικτή.
- 7) Ηλεκτροκίνητη σφαιρική δικλείδα Φ800 ακριβώς ανάντη της προηγούμενης, η οποία θα είναι κλειστή και θα περιλαμβάνει ηλεκτροκίνητη δικλείδα Φ80 (by-pass)
- 8) Λιθορριπή προστασίας της κοίτης κατάντη του έργου καταστροφής ενέργειας.

4.33 ΕΡΓΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Η υδροληψία από τον ταμιευτήρα γίνεται από τα δύο στόμια διαστάσεων 1,20 * 1,20 μέτρα των οποίων η στάθμη κατωφλιού είναι στο +180.00 και +190.00. Τα στόμια βρίσκονται στον πύργο που περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο. Ο αγωγός υδροληψίας, από χαλυβδοσωλήνα Φ700 αρχίζει από το πώμα και διασχίζει τον αγωγό εκτροπής αναρτημένος στην οροφή του σε μήκος περίπου 95 μέτρα. Στη συνέχεια, αφού διέλθει μέσα από το αριστερό τοίχωμα του αγωγού εκτροπής, ο οποίος χρησιμοποιείται πλέον ως έργο προσπέλασης στις δικλείδες των αγωγών εκκενώσεως και υδροληψίας, ακολουθεί την οδό κατασκευής και επιτήρησης του αγωγού διάθεσης του νερού στην κατανάλωση επί μήκους 225 μ περίπου. Το πέρας του Αγωγού Υδροληψίας αποτελεί την αρχή του Αγωγού Μεταφοράς Ύδατος στην κατανάλωση. Σε απόσταση 133 μ από την έξοδο από τον αγωγό εκτροπής, προβλέπεται το φρεάτιο διάθεσης της οικολογικής παροχής και εκκένωσης του αγωγού. Στον αγωγό υδροληψίας αμέσως κατάντη του πώματος τοποθετείται ηλεκτροκίνητη δικλείδα Φ800 τύπου πεταλούδα, η οποία αποτελεί έργο ασφάλειας και θα παραμείνει ανοικτή.

4.34 ΕΡΓΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

Η υπερχειλίση γίνεται από τμήμα της στέψεως σε μήκος 24 μ όπου διαμορφώνεται κατώφλι υπερχειλίσεως στη στάθμη +212.00μ από οπλισμένο σκυρόδεμα, χυτό επί τόπου όπως

λεπτομερώς δείχνεται στα σχέδια της μελέτης. Στη θέση του υπερχειλιστή για την αποκατάσταση της οδικής κυκλοφορίας της στέψεως, κατασκευάζεται γέφυρα (ως ολόσωμη κατασκευή του φορέα των μεσόβαθρων και του υπερχειλιστή) ωφελίμου φορτίου "συρμός SLW 60 – DIN 1072" (σύμφωνα με τις ανάγκες της οδού αποκατάστασης της κυκλοφορίας) από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 – S500, η οποία αποτελείται από τέσσερα ανοίγματα 5.625 μέτρα και τρία μεσόβαθρα πάχους 0,50 μ. Η στέψη της γέφυρας του υπερχειλιστή είναι προσαρμοσμένη στο υπόλοιπο τμήμα της στέψεως του φράγματος και το υψόμετρο του κάτω πέλματος αυτής είναι +214,50. Όπως αναφέρεται ανωτέρω, ο υπερχειλιστής μαζί με τα μεσόβαθρα, τα ακρόβαθρα και το φορέα της γέφυρας αποτελούν ολόσωμη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ολόσωμη αυτή κατασκευή συνδέεται με το σώμα του φράγματος (σκληρό επίχωμα) με αγκυρώσεις Φ25 μήκους 7,00 μέτρων. Η κατάντη παρειά του φράγματος στη ζώνη υπερχειλίσεως, πλάτους 24 ., διαμορφώνεται βαθμιδωτή, ύψος / πλάτος = 0,90 / 0,72 μ., με προκατασκευασμένα τεμάχια από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 - S500. Τα προκατασκευασμένα τεμάχια θα έχουν κατάλληλες κλείδες για την δυνατότητα ευθυγράμμισης τους κατά την έννοια του μήκους τους και θα τοποθετούνται επί του σκληρού επιχώματος. Ο Ανάδοχος με την μελέτη εφαρμογής και σύμφωνα με τον εξοπλισμό που θα διαθέτει, θα καθορίσει το μήκος των προκατασκευασμένων τεμαχίων, τον τρόπο μεταφοράς και τοποθέτησης στις προβλεπόμενες θέσεις, τον αναγκαίο οπλισμό τους κλπ. Ο βαθμιδωτός υπερχειλιστής καταλήγει σε λεκάνη ηρεμίας στον πόδα του φράγματος, η οποία είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 – S500, διαστάσεων 24 x 12 μ με υψόμετρα πυθμένα +166,74 και στέψεως +167,84 με ενδιάμεσο αναβαθμό ύψους 1,05 μ. Για να είναι δυνατή η επικοινωνία των περιοχών εκατέρωθεν της λεκάνης ηρεμίας, προβλέπεται η κατασκευή γέφυρας πέντε (5) ανοιγμάτων καθαρού πλάτους 4,40 μ το καθένα με τέσσερα (4) μεσόβαθρα πάχους 0,50 μ το καθένα. Το πλάτος της στέψεως της γέφυρας είναι 3,60 μ από τα οποία 3,00 μ για τη διέλευση αυτοκινήτου. Τα βάθρα της γέφυρας αυτής προεκτείνονται προς τα κατάντη και επ' αυτής εδράζεται, ο Αγωγός Υδροληψίας, κατάλληλα αγκυρωμένος. Η λεκάνη ηρεμίας συνδέεται με το έδαφος θεμελιώσεως και με το σκληρό επίχωμα του φράγματος με αγκύρια Φ25. Στην στάθμη θεμελίωσης προβλέπεται σύστημα αποστραγγίσεως από δίκτυο διάτρητων πλαστικών σωλήνων D150 προστατευμένων με γεωφάσμα και περιβεβλημένων από στραγγιστήριο χαλκώδες υλικό. Το τμήμα κατάντη της λεκάνης ηρεμίας μέχρι τη φυσική κοίτη, σε μήκος 90 μ, προστατεύεται με λιθορριπή στον πυθμένα και σε συρμοκυλίνδρους στα πρανή.

4.35 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Η οικολογική παροχή είναι 30 l/s = 108 m³/h. Η παροχή αυτή πρέπει να εξασφαλίζεται ανεξάρτητα από τη στάθμη του νερού στον ταμιευτήρα ή να ρυθμίζεται σύμφωνα με τα εκάστοτε ισχύοντα. Για τον σκοπό αυτό θα εγκατασταθεί, σε ειδικό φρεάτιο, όπως δείχνεται στα Σχέδια, ένα σύστημα ρύθμισης της οικολογικής παροχής, αποτελούμενο από ένα μετρητή παροχής DN150, PN 10, τύπου ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, μια ρυθμιστική βαλβίδα κοίλης φλεβός DN150, PN10, με τεμάχιο εξάρμοσης και ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Το όλο σύστημα θα απομονώνεται με μια δικλείδα τύπου πεταλούδας DN150, PN10. Στο ίδιο φρεάτιο θα εγκατασταθεί δικλείδα συρταρωτή DN100, PN10 για την εκκένωση του αγωγού υδροληψίας.

4.36 ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Για την μεταφορά νερού από τον ταμιευτήρα του φράγματος στις περιοχές κατανάλωσης προβλέπεται η κατασκευή αγωγού μεταφοράς νερού, του οποίου ο κύριος κλάδος ξεκινά από το πέρασ του αγωγού υδροληψίας του φράγματος έχει μήκος περίπου 4.330 μ και στη συνέχεια διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο ένας Κλάδος 1 μήκους περίπου

2.160 μ καταλήγει ανάντη των Φιλιατρών σε υψόμετρο εδάφους περίπου +120 και ο άλλος Κλάδος 2 μήκους περίπου 3.585 μ καταλήγει σε υψόμετρο εδάφους +17, ανάντη της γέφυρας της Εθνικής Οδού προς Κυπαρισσία. Οι αγωγοί των κλάδων του αγωγού μεταφοράς νερού ακολουθούν:

- α) υφιστάμενους χωματόδρομους οι οποίοι όπου απαιτείται βελτιώνονται ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις κατασκευής και συντήρησης του αγωγού,
- β) υφιστάμενους ασφαλτόδρομους και
- γ) νέους χωματόδρομους που κατασκευάζονται για τις απαιτήσεις του αγωγού.

Έτσι ο Κύριος Κλάδος του αγωγού μεταφοράς νερού:

- σε μήκος 1.985 μ ακολουθεί υφιστάμενους χωματόδρομους που βελτιώνονται
- σε μήκος 1.005 μ ακολουθεί υφιστάμενους ασφαλτόδρομους.
- σε μήκος 1.290 μ ακολουθεί νέους χωματόδρομους.
- σε μήκος 50 μ δασική περιοχή με έντονη κλίση

Ο Κλάδος 1 του αγωγού μεταφοράς νερού:

- Σε μήκος 1.215 μ ακολουθεί υφιστάμενους χωματόδρομους που βελτιώνονται
- Σε μήκος 2.320 μ ακολουθεί νέους χωματόδρομους
- Σε μήκος 195 μ περιοχές με έντονη κλίση

Ο Κλάδος 2 του αγωγού μεταφοράς νερού:

- Σε μήκος 620 μ ακολουθεί υφιστάμενους χωματόδρομους που βελτιώνονται
- Σε μήκος 1.020 μ ακολουθεί υφιστάμενους ασφαλτόδρομους
- Σε μήκους 325 μ ακολουθεί νέους χωματόδρομους
- Σε μήκος 50 μ περιοχή με έντονη κλίση

Το πέρας των Κλάδων 1 και 2 του αγωγού μεταφοράς καθορίστηκε σε συνεργασία με την Υπηρεσία βάσει των υπάρχοντων αρδευτικών δικτύων.

Από την μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα προέκυψε ότι με πιθανότητα επιτυχίας 94,12% καλύψεως της απαιτούμενης ζήτησης, η ετήσια απόληψη νερού από τον ταμιευτήρα ανέρχεται σε 9.000.000 m³. Βάσει της μηνιαίας κατανομής της ετήσιας απόληψης, η μέγιστη απόληψη γίνεται κατά τον μήνα Αύγουστο και αντιστοιχεί περίπου στο 21% της ετήσιας απόληψης, ήτοι 1.890.000 m³. Έτσι η μέση ημερήσια παροχή είναι 63.000 m³/μέρα και η μέση παροχή είναι Q = 730 λ/δλ. Η παροχή αυτή εκτιμάται ότι θα ισοκατανεμηθεί στους δύο κλάδους, ήτοι σε κάθε ένα από τους δύο κλάδους θα διοχετευθεί παροχή Q= 365 λ/δλ. Με βάσει την διοχετευόμενη παροχή προβλέπεται ότι ο αγωγός του Κύριου Κλάδου θα κατασκευαστεί από χαλυβδοσωλήνες Φ700 και οι αγωγοί των δύο άλλων Κλάδων από χαλυβδοσωλήνες Φ500. Οι αγωγοί μεταφοράς των τριών κλάδων θα εφοδιαστούν με τις αναγκαίες συσκευές ασφαλούς και καλής λειτουργίας όπως δικλείδες διακοπής της ροής, εκκενωτές, αεροβαλβίδες και αντιπληγματικές βαλβίδες. Οι συσκευές αυτές θα τοποθετηθούν εντός καταλλήλων φρεατίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

4.37 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Μετά την περάτωση των εργασιών κατασκευής του έργου θα γίνουν εργασίες που έχουν ως σκοπό την αποκατάσταση του περιβάλλοντα χώρου και την όσο το δυνατόν περισσότερο ομαλή ένταξη του έργου στο φυσικό τοπίο.

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπιους χειμώνες. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι οι υψηλές τιμές υγρασίας που κυμαίνονται από 65% μέχρι 75% σε ετήσια βάση.

Έτσι θα γίνει γρήγορη αποκατάσταση των πρανών με φυσική ποώδη βλάστηση με φυτά που φύονται στην περιοχή. Το φυσικό περιβάλλον και το τοπίο θα αποκατασταθούν σύντομα σχετικά από την ίδια τη φύση.

Παρόλα αυτά λόγω της φύσης των εδαφών (γαιώδη) θα γίνει φύτευση όλων των επιφανειών που επιδέχονται βλάστηση, (πρανή γαιώδη ορυγμάτων) για την συγκράτησή τους.

Δεν είναι απαραίτητη η άρδυσή τους με τεχνικά μέσα, λόγω σχετικά μεγάλου ύψους βροχόπτωσης θα γίνει γρήγορη ανάπτυξη και συντήρηση της βλάστησης.

Οι εργασίες φύτευσης θα αρχίζουν αμέσως σε κάθε τμήμα του έργου στο οποίο έχουν περατωθεί οι χωματουργικές εργασίες και έχουν διαμορφωθεί οι τελικές επιφάνειες και να είναι ανάλογες με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε επιμέρους περιοχής διέλευσης του έργου.

Οι διαμορφώσεις των χώρων και οι φυτεύσεις έχουν σαν βασικούς στόχους:

- Την σταθεροποίηση των πρανών της οδού και την αποτροπή αγονοποίησης του εδάφους από διαβρώσεις ή κατολισθήσεις.
- Την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος από τις ζημιές που προκλήθηκαν λόγω της κατασκευής του έργου και την αρμονική ένταξη της οδού στο τοπίο. Η διάβρωση της εδαφικής επιφάνειας (ορυγμάτων και επιχωμάτων) προκαλείται κατά κύριο λόγο από την επίδραση του νερού της βροχής και το μέγιστο ποσοστό αυτής (περί το 75%) πραγματοποιείται συνήθως την πρώτη φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο μετά το πέρας των χωματουργικών εργασιών.

Γενικά η βλάστηση που θα αναπτυχθεί στις επιφάνειες των επιχωμάτων έχει τα πιο κάτω ευεργετικά αποτελέσματα:

- Παρεμβαίνει προστατευτικά μειώνοντας την επίδραση του ηλίου, του αέρα και της βροχής, οπότε μειώνει την επιφανειακή υγρασία καθώς και την εξάτμιση του νερού
- Αμβλύνει τα φαινόμενα της επιφανειακής απορροής με την συγκράτηση διαφόρων φυτικών υπολειμμάτων που με την πάροδο του χρόνου μετατρέπονται σε χούμο, το οποίο ενεργοποιεί το έδαφος προς όφελος της βλάστησης.
- Συμβάλει στην προστασία από την επιφανειακή διάβρωση, επειδή το ριζικό σύστημα των φυτών συγκρατεί το επιφανειακό έδαφος.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά λοιπόν από την ολοκλήρωση της Πτυχιακής Εργασίας καταλήξαμε στα εξής συμπεράσματα:

1. Αν και τα χαμηλά φράγματα είναι συνήθως χαμηλότερα από 30 μέτρα ωστόσο στην πράξη η κατηγορία μικρών φραγμάτων περιλαμβάνει και περιπτώσεις 45 μέτρα όπως είναι το Φιλιατρικό φράγμα.
2. Τα χαμηλά φράγματα αποτελούν βέλτιστη λύση δημιουργίας έργων ταμίευσης νερού με οικονομία υλικού ελαχιστοποιώντας το κόστος κατασκευής και δίνοντας έτσι δυνατότητα δημιουργίας τέτοιων έργων ακόμα και στις σύγχρονες οικονομικές συνθήκες.
3. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί ένα χαμηλό φράγμα είναι σημαντικά μικρότερες κυρίως όσο αναφορά την δημιουργία και λειτουργία του ταμιευτήρα σε σχέση με τις ογκώδης κατασκευές των μεγάλων φραγμάτων.
4. Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών των χαμηλών φραγμάτων σε σχέση με τα συνήθη φράγματα και η εφαρμογή σε ένα πραγματικό έργο όπως είναι το φράγμα Φιλιατρών οδήγησε στην απόκτηση γενικότερης εμπειρίας και γνώσης σε αντίστοιχα έργα.
5. Αναφορικά με το Φιλιατρικό Φράγμα, αξίζει να αναφερθεί ότι, καθώς πρόκειται για συμμετρικό-υπερπηδητό φράγμα από σκληρό επίχωμα, δεν κινδυνεύει από φυσικά αίτια.

Ειδικότερα για τα χαμηλά φράγματα:

1. Η συσσώρευση φερτών υλών στον ταμιευτήρα είναι εντονότερη και το πρόβλημα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται συχνότερα με συνέπειες στην λειτουργία και το κόστος των φραγμάτων αυτών.
2. Στα χαμηλά φράγματα λόγω τις μικρής λεκάνης υδροληψίας οι επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα είναι αμελητέες (μικρή ατμοσφαιρική υγρασία και περιορισμένη μεταβολή στο μικροκλίμα λόγω της μικρής επιφάνειας του νερού της τεχνητής λίμνης).
3. Παρουσιάζονται μειωμένες ανάγκες μονίμου προσωπικού κατά την φάση λειτουργίας του χαμηλού φράγματος, με θετικές συνέπειες στην οικονομία της πολιτείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Κωτούλα, Δ. (2001): "Όρεινή Υδρονομική ΙΙ", Τόμος ΙΙ, Θεσσαλονίκη, (σ. 156)
- 2) Κωτούλα, Δ.Κ.(1989): Τα Χαμηλά Φράγματα, Έκδοση γεωτεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας, Θεσσαλονίκη, (σ. 601)
- 3) Παπαντώνης, Δ.Ε. (2008): Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα (σ. 150).
- 4) Ρόζος, Δ. (2007): Εγχειρίδιο Τεχνικής Γεωλογίας ΙΙ, Φράγματα και λιμνοδεξαμενές Κεφ. 6.5, Ταμιευτήρες νερού Κεφ.7, Αθήνα.
- 5) Τσόγκας, Χ.Ε. Τσόγκα, Ε.Χ (2009): *Υδροδυναμικά Έργα Φράγματα*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα (σ. 431)
- 6) Τσόγκας, Χ.Ε. (1988): "Υδραυλικά Έργα", Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
- 7) Υδρο-Σύστημα Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε., Παρασχούδης, Β., Ανδρούλης, Μ., Σίμος, Σ., Παπαδημητρίου, Ν. (2006). "Μελέτη Χαμηλού Φράγματος Λεκάνης Φιλιατρινού Νομού Μεσσηνίας", Οριστική Μελέτη Υδραυλικών Έργων, Τεχνική Έκθεση, Περιφέρεια Πελοποννήσου – Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών, Αθήνα – Σεπτέμβριος 2006, (σ. 90).
- 8) Ψηφιακό υλικό (2006, 2012). Παραχώρηση ψηφιακού υλικού εικόνων και χαρτών από τους Τεχνικούς του Έργου για την αξιοποίηση τους στα πλαίσια της Πτυχιακής Εργασίας.
- 9) Golze, R. A. (1977): Handbook of Dam engineering, New York
- 10) Google Earth, Πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της γης, μέσω του διαδικτύου
- 11) Διαδικτυακός τόπος <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/37/ethg37p2025.pdf>
- 12) Διαδικτυακός τόπος [http://www.4epocheselati.gr/limniplastita/#!/lightbox\[carousel\]/0/](http://www.4epocheselati.gr/limniplastita/#!/lightbox[carousel]/0/)
- 13) Διαδικτυακός τόπος [http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3483/3/vasilakise - moisiadisapapadia.pdf](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3483/3/vasilakise-moisiadisapapadia.pdf)
- 14) Διαδικτυακός τόπος www.elter.gr/default.asp?pid=15&la=1&ct=28&proID=91
- 15) Επεξεργασμένος Διαδικτυακός τόπος www.esperides.gr/images/peloponissos-esperides.jpg

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Για την καλύτερη κατανόηση του έργου παρουσιάζονται οι παρακάτω χαρακτηριστικές φωτογραφίες που μας παραχώρησαν οι τεχνικοί του έργου αλλά και άλλες που ελήφθησαν από την επίσκεψη και παρακολούθηση κατά την εξέλιξη των εργασιών του έργου.



Εικόνα 1 Κατασκευή παράκαμψης επαρχιακής οδού Φιλιατρών – Χριστιανούπολης (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 2 Διαμόρφωση εργοταξιακών χώρων ανάντι του δεξιού αντερείσματος του φράγματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 3 Εκσκαφή δεξιού αντερείσματος σε βαθμίδες για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων στη θέση της πλίνθου (Ψηφιακό υλικό, 2012).



Εικόνα 4 Κατασκευή παράκαμψης επαρχιακής οδού (Ψηφιακό υλικό, 2012).



Εικόνα 5 Τσιμεντενέσεις στεγάνωσης στη θέση της πλίνθου (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 6 Ερευνητική σήραγγα αριστερού αντερείσματος στο στάδιο της μελέτης (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 7 Τσιμεντενέσεις στο αριστερό αντέρεισμα (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 8 Εκσκαφή πλίνθου δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 9 Τσιμεντενέσεις στεγάνωσης στο αριστερό αντέρεισμα (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 10 Πλίνθος δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 11 Τοποθέτηση ταινιών μεταφοράς σκληρού επιχώματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 12 Κατασκευή αγκυρίων για το έργο καταστροφής ενέργειας (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα13 Γενική εικόνα δεξιού αντερείσματος (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 14 Τοποθέτηση αγωγών για την αποστράγγιση της υγρασίας του εδάφους (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 15 Κατασκευή τμήματος σκληρού επιχώματος για την έδραση των έργων οριστικής εκτροπής υδάτων (Ψηφιακό υλικό, 2012).



Εικόνα 16 Λεπτομέρεια ενίσχυσης της έδρασης του φράγματος με αρχική εκσκαφή (Ψηφιακό υλικό, 2012)



Εικόνα 17 Γενική άποψη του έργου (Ψηφιακό υλικό, 2012)