

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα



Ρωμανός Ιωαννίδης

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης, Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος Σαργέντης

Αθήνα, 2015

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Ρωμανός Ιωαννίδης

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης, Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αθήνα, 2015



Το παρόν έγγραφο υπάγεται στην άδεια (CC BY-NC-SA 3.0)

Ιωαννίδης Ρωμανός, 2015

Firmitas, utilitas, venustas

Στιβαρότητα, ευχρηστία, καλαισθησία - Οι τρεις αρχές της σωστής δόμησης

Βιτρούβιος (1^{ος} αιώνας π.χ)

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία λόγω του διακλαδικού της χαρακτήρα απαιτήσε πληθώρα επικοινωνιών με μηχανικούς από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Με πολλή χαρά μπορώ να παρατηρήσω ότι σε όλες μου τις επικοινωνίες με ανθρώπους από το ΕΜΠ αλλά και άλλα ιδρύματα συνάντησα προθυμότητα συνεργασίας και ανιδιοτελή προσφορά.

Αρχικά, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα Δημήτρη Κουτσογιάννη που ήταν ο άνθρωπος που έδωσε ζωή σε αυτή την εργασία και παρείχε ενθάρρυνση, ιδέες και εποικοδομητική κριτική σε όλα τα στάδια της. Βέβαια η επικοινωνία μαζί του τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας όσο και στα πλαίσια των προπτυχιακών μαθημάτων του που παρακολούθησα αποτελεί από μόνη της λόγο για να τον ευχαριστήσω, σαν έναν άνθρωπο που ξεπερνά πλήρως το στερεότυπο του τεχνοκράτη καθηγητή και προσφέρει πραγματική παιδεία με το ήθος του και την στάση του στη ζωή.

Στην συνέχεια, δεν θα μπορούσα να ευχαριστήσω λιγότερο τον Φοίβο Σαργέντη ο οποίος αντιμετώπισε εξ αρχής την εργασία αυτή σαν να ήταν και δική του και παρείχε άφθονο χρόνο στην βελτίωση κάθε πλευράς της, από τη συνολική δομή της μέχρι τις πιο μικρές λεπτομέρειες, όπως θα έκανε ένας πραγματικός φίλος και όχι ένας τυπικός συνεπιβλέπων.

Βέβαια η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την ανιδιοτελή προσφορά του κύριου Νικόλαου Μουτάφη ο οποίος παρείχε απαραίτητο υλικό για την εργασία, συμπλήρωσε το περιεχόμενο της με προσωπικές του ιδέες και ήταν πάντα διαθέσιμος να απαντήσει σε απορίες και προβληματισμούς που του έθετα κατά την διαδικασία σχεδιασμού στο Β μέρος της εργασίας.

Αξιοσημείωτη φυσικά ήταν και η προσφορά του Κωνσταντίνου Μωραΐτη, της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Ε.Μ.Π, που προσωπικό με ενδιαφέρον και μεράκι συνεισέφερε στην επίλυση τόσο αρχιτεκτονικών όσο και τεχνικών ζητημάτων που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της εργασίας και που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια της σημαντική καθοδήγηση.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον Ιωάννη Θανόπουλο που παρείχε πολύτιμες πληροφορίες για αυτή την εργασία παρόλο που δεν συναντηθήκαμε ποτέ από κοντά, στον Antonio Sandoval Zabala τον διαχειριστή του φράγματος La Breña II που μου παρείχε πληροφορίες που δεν θα

μπορούσα να είχα βρει αλλού, στον Δημοσθένη Τουλιάτο για τη δική του σημαντική βοήθεια τελευταίο μέρος της εργασίας, στα θέματα κοστολόγησης και στον Ιωάννη Στεφανάκο για το χρόνο που μου διέθεσε και τις δικές του οδηγίες και συμβουλές.

Επιπλέον, σε πιο προσωπικό επίπεδο, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κατερίνα Παππά αλλά και την Σοφία Τζερεμέ καθώς η συμβολή τους στην εργασία δεν αφορούσε μόνο την πολύτιμη καθοδήγηση τους σε σχεδιαστικά προγράμματα λογισμικού αλλά και την σημαντική ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχαν στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου Κώστα και Αναστασία και τον αδερφό μου Γιώργο για την αναντικατάστατη στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας αλλά και του συνόλου των σπουδών μου.

Ρωμανός Ιωαννίδης

Νοέμβριος 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1</u>	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>1</u>
1.1	Εισαγωγικό σημείωμα	1
1.2	Αντικείμενο της εργασίας	1
1.3	Διάρθρωση της εργασίας	2
	<u>ΜΕΡΟΣ Α : ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΩΝ</u>	
	<u>ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΣ</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>Η επίδραση των φραγμάτων στο ελληνικό τοπίο</u>	<u>5</u>
2.1	Ορισμός του τοπίου	5
2.2	Τα χαρακτηριστικά του τοπίου πριν το φράγμα	6
2.3	Γενικές περιβαλλοντικές επιδράσεις του φράγματος.....	12
2.3.1	Στο νερό και τα χαρακτηριστικά του.....	12
2.3.2	Στη μορφολογία και τη γεωλογία	13
2.3.3	Στην ατμόσφαιρα και το μικροκλίμα	15
2.3.4	Στο οικοσύστημα, τους οργανισμούς και τον άνθρωπο	15
2.3.5	Σε σχέση με την ανθρώπινη και φυσική ιστορία.....	19
2.3.6	Ιδιαίτερες επιδράσεις	19
2.4	Επιπτώσεις σχετιζόμενες με το τοπίο και την περιοχή του φράγματος ..	19
2.4.1	Πινακοποίηση περιβαλλοντικών επιδράσεων φραγμάτων	19
2.4.2	Ανάλυση πίνακα.....	23
2.4.3	Σχολιασμός	23
<u>3</u>	<u>Η αρχιτεκτονική των ελληνικών Φραγμάτων</u>	<u>25</u>
3.1	Οι τύποι των φραγμάτων στην Ελλάδα	25
3.1.1	Χωμάτινα φράγματα.....	26
3.1.2	Λιθόρριπτα Φράγματα	29
3.1.3	Φράγματα Βαρύτητας	32
3.1.4	Υπόλοιποι τύποι.....	34
3.2	Αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα ελληνικά φράγματα	34
<u>4</u>	<u>Η αρχιτεκτονική και οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στον</u>	
	<u>σχεδιασμό φραγμάτων διεθνώς.....</u>	<u>39</u>
4.1	Έργα στο σώμα του φράγματος.....	39
4.1.1	Διακοσμητική λίθινη επένδυση (φράγματα βαρύτητας).....	40
4.1.2	Αρχιτεκτονική Μνημείου – Ιστορικού Κτιρίου (Φράγματα Βαρύτητας).....	44
4.1.3	Διαμόρφωση Λιθορριπής Πρανών (Γεωφράγματα).....	48

4.1.4	Φύτευση στο σώμα του φράγματος (γεωφράγματα και φράγματα βαρύτητας).....	51
4.1.5	Γεωμετρία τοξωτών και αντηριδωτών φραγμάτων	55
4.1.6	Διακόσμηση στέψης	57
4.1.7	Φωτισμός.....	58
4.1.8	Τέχνη στο φράγμα.....	59
4.2	Συνοδευτικά έργα.....	62
4.2.1	Χρήση υπερχειλιστή για τη δημιουργία τεχνητού καταρράκτη	62
4.2.2	Τεχνικές αξιοποίησης της υπερχείλισης στο σώμα του φράγματος 65	
4.2.3	Αρχιτεκτονική σταθμού παραγωγής.....	68
4.2.4	Ενσωμάτωση σταθμού παραγωγής στο φράγμα.....	69
4.2.5	Αρχιτεκτονική πύργου υδροληψίας – εκκενώσεως	69
4.2.6	Ιχθυόσκαλα.....	69
4.3	Τοπιο.....	70
4.3.1	Αποκατάσταση εκσκαφών	70
4.3.2	Πάρκο.....	74
4.3.3	Φυτεύσεις.....	75
4.3.4	Διαμόρφωση κατάντη κοίτης	75
4.3.5	Νησί στον ταμιευτήρα	76
4.3.6	Παραλίμνια διαδρομή	76
4.4	Παρατηρήσεις.....	76
5	<u>Λόγοι και επιχειρήματα εναντίον των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα</u>	<u>79</u>
5.1	Το κόστος των παρεμβάσεων	79
5.2	Η επίδραση στην ασφάλεια του έργου	80
5.3	Έλλειψη ενδιαφέροντος από τους υπεύθυνους φορείς	81
6	<u>Επιχειρήματα υπέρ των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα</u>	<u>83</u>
6.1	Δυνατότητα χαμηλού κόστους.....	83
6.1.1	Γενικά για τη δυνατότητα χαμηλού κόστους.....	83
6.1.2	Μελέτη περίπτωση φράγματος La Breña II.....	84
6.2	Η θέση του έργου	88
6.2.1	Γενικά για τη θέση του φράγματος	88
6.2.2	Μελέτη περίπτωσης φράγματος Μαραθίου Μυκόνου και φράγματος Toker Ερυθραίας (Αφρικής)	88
6.2.3	Οι συνέπειες του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του φράγματος Μαραθίου	90
6.3	Η αισθητική αξία του φράγματος ως Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας ..	94
6.3.1	Μελέτη σύγκρισης φράγματος έναντι άλλων ΑΠΕ	95

6.3.2	Σχολιασμός αποτελεσμάτων	99
6.4	Τα μνημειακά Χαρακτηριστικά Φράγματος.....	100
6.4.1	Η κλίμακα του έργου	101
6.4.2	Ο χρόνος ζωής του έργου	102
6.4.3	Η σημασία του για την κοινωνία	102
6.5	Τουριστικά οφέλη.....	103
6.6	Οι μελλοντικές προοπτικές των φραγμάτων	104
6.7	Ως αντισταθμιστικό μέτρο.....	105

ΜΕΡΟΣ Β : ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΑΚΣΕ ΣΕ ΝΗΣΙ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

107

7 Εισαγωγή Μέρους Β

108

8 Επιλογή χαρακτηριστικών φράγματος που θα εξεταστεί

109

8.1	Επιλογή τύπου φράγματος.....	109
8.1.1	Διαθέσιμες επιλογές για τον τύπο φράγματος.....	109
8.1.2	Τελική επιλογή και αιτιολόγηση επιλογής τύπου φράγματος	109
8.2	Θεώρηση περιοχής κατασκευής του φράγματος.....	111
8.2.1	Διαθέσιμες επιλογές για την θεώρηση περιοχής κατασκευής του φράγματος	111
8.2.2	Τελική επιλογή περιοχής	113
8.3	Επιλογή σχεδίων που θα χρησιμοποιηθούν	114
8.3.1	Τελική επιλογή και αιτιολόγηση επιλογής φράγματος ως υπόβαθρο του σχεδιασμού	114
8.3.2	Σύντομη Περιγραφή Φράγματος Φιλιατρινού.....	115
8.3.3	Σχέδια φράγματος Φιλιατρινού	116

9 Περιγραφή λογικής σχεδιασμού.....

121

9.1	Βασικές αρχές των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων.....	121
9.1.1	Τεχνική ανεξαρτησία	121
9.1.2	Οικονομία	121
9.1.3	Κατασκευαστική προσαρμοστικότητα.....	122
9.1.4	Εύκολη συντήρηση	122
9.1.5	Ένταξη στο τοπίο.....	123
9.1.6	Προσβασιμότητα στους επισκέπτες.....	123
9.2	Χρήσιμα αρχιτεκτονικά παραδείγματα	123
9.2.1	Τεχνικές και αντίστοιχα φράγματα που μελετήθηκαν:	123

10 Παρουσίαση προτάσεων.....

125

10.1	Εισαγωγική περιγραφή προτεινόμενων έργων	125
10.1.1	Κατάντη πρανές	131
10.1.2	Στέψη του φράγματος	132
10.2	Τελικά εμφανή υλικά στην κατάντη όψη του φράγματος.....	132
10.3	Παρουσίαση προτεινόμενων κατασκευών στην κατάντη πλευρά του φράγματος	134
10.3.1	Υφιστάμενη κατάσταση	134
10.3.2	Η λογική των προτάσεων	136
10.3.3	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος I κατάντη πρανούς 137	
10.3.4	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος II κατάντη πρανούς 140	
10.3.5	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος III κατάντη πρανούς 141	
10.4	Παρουσίαση προτεινόμενων κατασκευών στην στέψη του φράγματος 142	
10.4.1	Υφιστάμενη κατάσταση	142
10.4.2	Η λογική των προτάσεων	143
10.4.3	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος I στέψης	144
10.4.4	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος II στέψης	145
10.4.5	Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος III στέψης	146
10.4.6	Φωτισμός Φράγματος.....	146
<u>11</u>	<u>Τεχνική και κατασκευαστική διερεύνηση προτάσεων ...</u>	<u>147</u>
11.1	Ανάλυση Τμήματος I κατάντη πρανούς.....	147
11.2	Ανάλυση τμήματος II κατάντη πρανούς.....	149
11.2.1	Κλίμακες	149
11.2.2	Εξώστης	151
11.3	Ανάλυση Τμήματος III κατάντη πρανούς	152
11.3.1	Πρόταση I για τους φυτεμένους αναβαθμούς.....	152
11.3.2	Πρόταση II για τους φυτεμένους αναβαθμούς	158
11.3.3	Πρόταση III για τους φυτεμένους αναβαθμούς	163
11.3.4	Το σύστημα άρδευσης.....	164
11.3.5	Εργασίες πρασίνου - φυτεύσεις	165
11.4	Γενικά για τη στέψη	166
11.5	Ανάλυση Τμήματος I στέψης	168
11.6	Ανάλυση Τμήματος II στέψης.....	169
11.7	Ανάλυση Τμήματος III στέψης.....	171
11.8	Φωτισμός.....	171
<u>12</u>	<u>Εκτίμηση του κόστους των τροποποιήσεων.....</u>	<u>173</u>
12.1	Εισαγωγικά.....	173
12.1.1	Στόχοι.....	173

12.1.2	Προσδιορισμός κοστολογούμενων τροποποιήσεων	173
12.1.3	Τρόπος κοστολόγησης.....	173
12.2	Προμέτρηση.....	174
12.2.1	Τμήμα Ι κατάντη πρανούς.....	174
12.2.2	Τμήμα ΙΙ κατάντη πρανούς.....	174
12.2.3	Τμήμα ΙΙΙ κατάντη πρανούς.....	175
12.2.4	Τμήμα Ι στέψης.....	176
12.2.5	Τμήμα ΙΙ στέψης.....	176
12.2.6	Τμήμα ΙΙΙ στέψης.....	177
12.2.7	Επιπλέον εργασίες.....	177
12.3	Προϋπολογισμός	178
12.3.1	Πίνακας προϋπολογισμού	178
12.3.2	Διευκρινίσεις.....	181
12.3.3	Σχόλια.....	182
13	<u>Συμπεράσματα – Σύνοψη προτάσεων.....</u>	<u>183</u>
13.1	Συμπεράσματα.....	183
13.1.1	Μέρος Α.....	183
13.1.2	Μέρος Β.....	184
13.2	Σύνοψη προτάσεων	185
	<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>187</u>
	<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</u>	<u>189</u>
	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</u>	<u>195</u>
	<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....</u>	<u>205</u>
	<u>ΣΧΕΔΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ</u>	
	<u>ΤΡΟΠΟΙΗΣΕΩΝ.....</u>	<u>208</u>

Περίληψη

Η αρχιτεκτονική των φραγμάτων είναι ένα ζήτημα που δεν έχει απασχολήσει τους φορείς της Ελλάδας που ασχολούνται με θέματα έρευνας, σχεδιασμού και κατασκευής φραγμάτων. Στην παρούσα εργασία διερευνάται η ανάγκη ευαισθητοποίησης των φορέων αυτών σε θέματα σχετικά με την αρχιτεκτονική των φραγμάτων και πραγματοποιούνται σχετικές προτάσεις. Αρχικά, στο πρώτο μέρος της εργασίας, διερευνάται η παρούσα κατάσταση σε σχέση με την αρχιτεκτονική των ελληνικών φραγμάτων και την επίδραση των έργων αυτών στο ελληνικό τοπίο. Στην συνέχεια, εξετάζονται διεθνή παραδείγματα αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων σε φράγματα και δημιουργείται μια βάση δεδομένων με τεχνικές και ιδέες που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στην Ελλάδα αλλά και αλλού. Επιπλέον διατυπώνονται γενικότερα επιχειρήματα υπέρ και κατά της ένταξης του αισθητικού στοιχείου ως παραμέτρου σχεδιασμού των φραγμάτων. Τέλος, στο δεύτερο μέρος της εργασίας πραγματοποιούνται προτάσεις για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις σε φράγμα ΑΚΣΕ (Αξονοσυμμετρικό Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος) χρησιμοποιώντας τα σχέδια του πιο πρόσφατα κατασκευασμένου τέτοιου φράγματος στην Ελλάδα (Φράγμα Φιλιατρινού Μεσσηνίας) και θέτοντας σαν τόπο κατασκευής την περιοχή των νησιών του Αιγαίου. Οι προτάσεις αυτές αναλύονται τεχνικά, κατασκευαστικά, αρχιτεκτονικά και οικονομικά και δημιουργείται παράλληλα μια προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού για αντίστοιχες παρεμβάσεις στο μέλλον.

Abstract

Dam architecture has been an issue that has not significantly concerned Greek organizations engaged in research, design and construction of dams. This thesis explores the need to raise the awareness of these organizations on issues related to the architecture of dams and produces relevant proposals. Initially, in the first part of this thesis, the current situation is investigated in relation to the architecture of Greek dams and the impact of these projects on the Greek landscape. Then, international examples of architectural interventions on dams are examined leading to the creation of database of techniques and ideas that could be implemented in Greece or elsewhere. Thereafter, general arguments for and against the inclusion of the aesthetic element as a design parameter of dams are produced. The second part of this thesis includes a set of proposals for architectural interventions in FSHD (Faced Symmetrical Hardfill Dam) dams, using the designs of the most recently constructed dam of this type in Greece (Filiatrinos dam) and setting the Aegean Islands as the proposed area of construction. Finally, the technical, construction process, architecture and cost aspects of those proposals are analyzed, proposing in the meantime a suggested planning process for similar interventions in the future.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικό σημείωμα

Μέχρι σήμερα, στον σχεδιασμό των φραγμάτων στην Ελλάδα¹ λαμβάνονται υπόψη μόνο τεχνικές απαιτήσεις ενώ η ομαλή ένταξη στο εκάστοτε τοπίο και η προσπάθεια αξιοποίησης των αισθητικών δυνατοτήτων των φραγμάτων δεν αποτελούν σχεδιαστική παράμετρο, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Διεθνώς δεν κυριαρχεί η ίδια λογική στον σχεδιασμό των φραγμάτων και υπάρχουν πολλά παραδείγματα από χώρες όπως η Ισπανία, ή Ιαπωνία, η Νορβηγία, η Σκωτία, οι Η.Π.Α κ.τ.λ. όπου δίνεται έμφαση στην προστασία του τοπίου κατά τον σχεδιασμό μεγάλων φραγμάτων αλλά και στη συμμόρφωση του έργου με τις αρχιτεκτονικές παραδόσεις κάθε περιοχής, χωρίς αυτό να σημαίνει την υπέρμετρη αύξηση του κόστους των έργων αυτών ή την πρόκληση άλλων τεχνικών και κατασκευαστικών επιπλοκών.

Απ' την άλλη πλευρά η τρέχουσα λογική στον σχεδιασμό των ελληνικών φραγμάτων έχει οδηγήσει συχνά σε υποβάθμιση ή αλλοίωση τοπίων λόγω των φραγμάτων ακόμα και σε περιοχές με υψηλής τοπιακής αξία όπως προστατευόμενες περιοχές (Natura 2000, ΠΦΚ, κ.τ.λ.), τουριστικές περιοχές και περιοχές με ειδικούς οικοδομικούς κανονισμούς λόγω αρχιτεκτονικών παραδόσεων. Δεδομένων φυσικά και των προοπτικών των φραγμάτων στην Ελλάδα με πάνω από 50 να φράγματα να βρίσκονται ήδη σήμερα σε στάδιο οριστικής ή προκαταρκτικής μελέτης και δεδομένης της σημασίας που έχει για την Ελλάδα η προστασία και η διατήρηση της ποιότητας των τοπίων εγείρεται το ερώτημα του κατά πόσο η έλλειψη ενδιαφέροντος σε θέματα αρχιτεκτονικής των φραγμάτων βρίσκει έρεισμα σε τεχνικές, κατασκευαστικές και οικονομικές δυσκολίες ή αποτελεί προϊόν άγνοιας και έλλειψης ενδιαφέροντος από τους φορείς που διαχειρίζονται την κατασκευή φραγμάτων. Υπάρχουν τεχνικές και ιδέες που μπορούν να εξασφαλίσουν την ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και την αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών δυνατοτήτων του χωρίς την πρόκληση τεχνικών και οικονομικών επιπτώσεων στο έργο;

1.2 Αντικείμενο της εργασίας

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αναγκαιότητας για καλύτερο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των ελληνικών φραγμάτων, με στόχο της προστασία και αξιοποίηση του ελληνικού τοπίου και κατ' επέκταση η συγκέντρωση και η δημιουργία προτάσεων για την επίτευξη αυτού του στόχου που να περιλαμβάνουν συγκεκριμένες τεχνικές, αξιολογούμενες με βάση

¹ Στην παρούσα εργασία όπου γίνεται αναφορά στον όρο φράγμα χωρίς περαιτέρω επεξήγηση θεωρείται ότι γίνεται αναφορά σε «μεγάλα φράγματα». Με βάση στον ορισμό της ICOLD (International Commission On Large Dams) ως μεγάλα φράγματα ορίζονται φράγματα που έχουν ύψος μεγαλύτερο των 15m από το βαθύτερο σημείο της θεμελίωσης μέχρι τη στέψη (Flögl, 2011 σ. 2).

τεχνικά, κατασκευαστικά και οικονομικά κριτήρια. Οι προτάσεις αυτές παράγονται σε δυο επίπεδα, πρώτον με τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων όπου συγκεντρώνονται και τυποποιούνται διάφοροι τύποι και τεχνικές αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων σε φράγματα, που εφαρμόζονται διεθνώς, και δεύτερον με συγκεκριμένες προτάσεις για κατασκευαστικές τροποποιήσεις σε φράγμα τύπου ΑΚΣΕ (Αξονοσυμμετρικό Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος) οι οποίες αναλύονται τεχνικά, κατασκευαστικά και οικονομικά. Επιπλέον στα πλαίσια του σχεδιασμού αυτών των τροποποιήσεων δημιουργείται μια προτεινόμενη διαδικασία σχεδιασμού αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων σε φράγματα με συγκεκριμένες αρχές, ως υπόδειγμα για παρόμοιες προσπάθειες σχεδιασμού μελλοντικά.

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος διερευνάται γενικότερα το θέμα της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς και στο δεύτερο πραγματοποιείται μια μελέτη περίπτωσης σχεδιασμού φράγματος ΑΚΣΕ σε νησί του Αιγαίου. Συνολικά η εργασία διαθέτει 13 κεφάλαια, και στην συνέχεια παρουσιάζεται το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγική παρουσίαση των προβληματισμών που οδήγησαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας και επεξηγείται η δομή της και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο διερευνάται η επίδραση των φραγμάτων στο ελληνικό τοπίο μέσω της εξαγωγής κάποιων στατιστικών στοιχείων για τα χαρακτηριστικά των περιοχών στις οποίες κατασκευάζονται φράγματα και της ανάλυσης των επιπτώσεων των φραγμάτων στο περιβάλλον και το τοπίο.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα σε σχέση με την αρχιτεκτονική μορφή των φραγμάτων και το κατά πόσο λαμβάνεται σαν παράμετρος σχεδιασμού η προστασία του εκάστοτε τοπίου και η ομαλή ένταξη του φράγματος σε αυτό. Με αυτό το σκοπό εξετάζονται 60 ελληνικά φράγματα ως προς τη παρουσία ή όχι αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων σε αυτά.

Στο τέταρτο κεφάλαιο δημιουργείται μια βάση δεδομένων με τεχνικές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται διεθνώς για την αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών δυνατοτήτων των φραγμάτων και την πιο ομαλή ένταξη του στο τοπίο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο συγκεντρώνονται λόγοι και επιχειρήματα που έρχονται σε αντίθεση με την ενασχόληση με την αρχιτεκτονική των φραγμάτων και την πραγματοποίηση αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων.

Στο έκτο κεφάλαιο συγκεντρώνονται επιχειρήματα υπέρ την ενασχόλησης με θέματα αρχιτεκτονικής των φραγμάτων και της κατασκευής αυτών.

Στο έβδομο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στο μέρος Β της εργασίας και περιγράφεται σύντομα η δομή και η μεθοδολογία που ακολουθείται.

Στο όγδοο κεφάλαιο επεξηγούνται οι βασικές επιλογές και παραδοχές που πραγματοποιούνται για τη διαμόρφωση της μελέτης περίπτωσης σχεδιασμού φράγματος ΑΚΣΕ που πραγματοποιείται στα επόμενα κεφάλαια.

Στο ένατο κεφάλαιο αναλύεται η λογική του σχεδιασμού μέσω των βασικών αρχών που τηρήθηκαν και των φραγμάτων που αξιοποιήθηκαν για άντληση ιδεών και τεχνικών.

Στο δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται και επεξηγούνται οι προτεινόμενες τροποποιήσεις στο κατάντη πρηνές και τη στέψη φράγματος ΑΚΣΕ, χωρίζοντας τις σε τμήματα και αναλύοντας τις ξεχωριστά.

Στο ενδέκατο κεφάλαιο πραγματοποιείται τεχνική και κατασκευαστική διερεύνηση των προτεινόμενων τροποποιήσεων.

Στο δωδέκατο κεφάλαιο υπολογίζεται το κόστος των προτεινόμενων τροποποιήσεων, πραγματοποιώντας πρώτα προμέτρηση και στη συνέχεια συντάσσοντας τον προϋπολογισμό.

Στο δέκατο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο συγκεντρώνονται τα συμπεράσματα της εργασίας και συνοψίζονται οι προτάσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Τέλος, στο παράρτημα της εργασίας παρατίθενται τα σχέδια του Φράγματος Φιλιατρινού που χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρο για τις προτεινόμενες τροποποιήσεις, τα τελικά σχέδια και λεπτομέρειες του τροποποιημένου φράγματος και κάποιων επιπλέον τροποποιήσεων που διερευνήθηκαν και το φύλλο επικοινωνίας με τους διαχειριστές του φράγματος La Breña II.

ΜΕΡΟΣ Α : ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΣ

Περίληψη Μέρους Α:

Στο Μέρος Α της εργασίας διερευνάται η ανάγκη για ευαισθητοποίηση των αρμόδιων φορέων της Ελλάδας (κεντρική εξουσία, κοινωφελείς εταιρίες, τριτοβάθμια εκπαίδευση και επιστημονικές οργανώσεις) σε σχέση με θέματα αρχιτεκτονικής των φραγμάτων και δημιουργείται το υπόβαθρο για σχετικές προτάσεις. Με αυτή τη λογική λοιπόν, αναλύεται αρχικά η παρούσα κατάσταση ως προς την αρχιτεκτονική των φραγμάτων στην Ελλάδα. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της ανάλυσης των χαρακτηριστικών των περιοχών στις οποίες κατασκευάζονται φράγματα αλλά και των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών των ελληνικών φραγμάτων ως κατασκευών. Στην συνέχεια, δίνεται έμφαση στο πως αντιμετωπίζονται τα θέματα της αρχιτεκτονικής και του αισθητικού στοιχείου των φραγμάτων διεθνώς, με παρουσίαση και ανάλυση σχετικών τεχνικών. Τέλος, πριν τα τελικά συμπεράσματα συγκεντρώνονται λόγοι υπέρ και κατά της ένταξης της αρχιτεκτονικής σαν σχεδιαστική παράμετρο στα φράγματα και οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες κάτι τέτοιο θα μπορούσε να αποτελεί προτεραιότητα.

2 Η επίδραση των φραγμάτων στο ελληνικό τοπίο

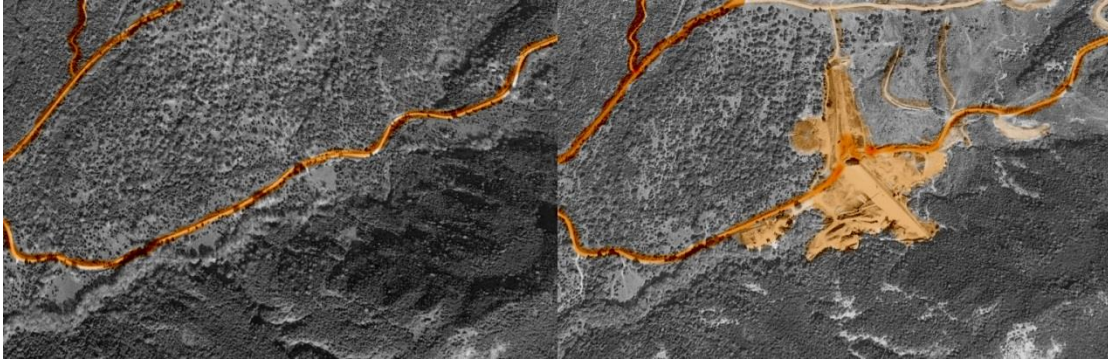
2.1 Ορισμός του τοπίου

Γενικότερα, ως τοπίο ορίζεται με βάση την Ευρωπαϊκή Σύμβαση του Τοπίου μια περιοχή, όπως γίνεται αντιληπτή από τους ανθρώπους, της οποίας ο χαρακτήρας είναι αποτέλεσμα της δράσης και της αλληλεπίδρασης φυσικών και ανθρωπίνων παραγόντων (Council of Europe, 2000 σ. 9) ενώ στην ελληνική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος το τοπίο ορίζεται ως «κάθε δυναμικό σύνολο βιοτικών και μη βιοτικών παραγόντων και στοιχείων του περιβάλλοντος που μεμονωμένα ή αλληλεπιδρώντας σε συγκεκριμένο χώρο συνθέτουν με οπτική εμπειρία» (ΠτΔ, 1986 σ. 3).

Υπάρχουν δυο βασικά τοπία που θα μας απασχολήσουν κατά τη διάρκεια του παρόντος κεφαλαίου. Τα δυο αυτά τοπία ενώ βρίσκονται στον ίδιο χώρο διαφοροποιούνται λόγω της ανθρώπινη παρέμβασης μέσα στο χρόνο. Απ' τη μια πλευρά έχουμε το τοπίο της περιοχής που πρόκειται να κατασκευαστεί ένα φράγμα όπως αυτό προϋπάρχει της κατασκευής του φράγματος και απ' την άλλη το «ίδιο» τοπίο μετά την ολοκλήρωση του έργου. Στις εικόνες 2.1 και 2.2 με το παράδειγμα του φράγματος Ληθαίου Τρικάλων αναδεικνύεται η μορφή και η έκταση της επιρροής ενός φράγματος ως κατασκευής στην περιοχή. Η επιρροή αυτή επεκτείνεται ακόμα πιο πολύ κατά τη λειτουργία τους φράγματος και την πλήρωση του ταμιευτήρα.



Εικόνα 2.1 Τοποθεσία φράγματος Ληθαίου Τρικάλων: Κάτοψη της περιοχής πριν και μετά την κατασκευή του φράγματος.



Εικόνα 2.2 Τοποθεσία φράγματος Ληθαιού Τρικάλων: Παρουσίαση της ανθρωπογενούς παρέμβασης που προκαλεί τον μετασχηματισμό του τοπίου.

Στο παρόν κεφάλαιο λοιπόν θα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά και οι διαφορές των δύο αυτών διαφορετικών τοπίων με έμφαση κυρίως στην επιρροή του φράγματος ως κατασκευή στην διαφοροποίησή τους. Η παραπάνω ανάλυση θα θέσει το υπόβαθρο για την αξιολόγηση της επιρροής αυτής στα επόμενα κεφάλαια.

2.2 Τα χαρακτηριστικά του τοπίου πριν το φράγμα

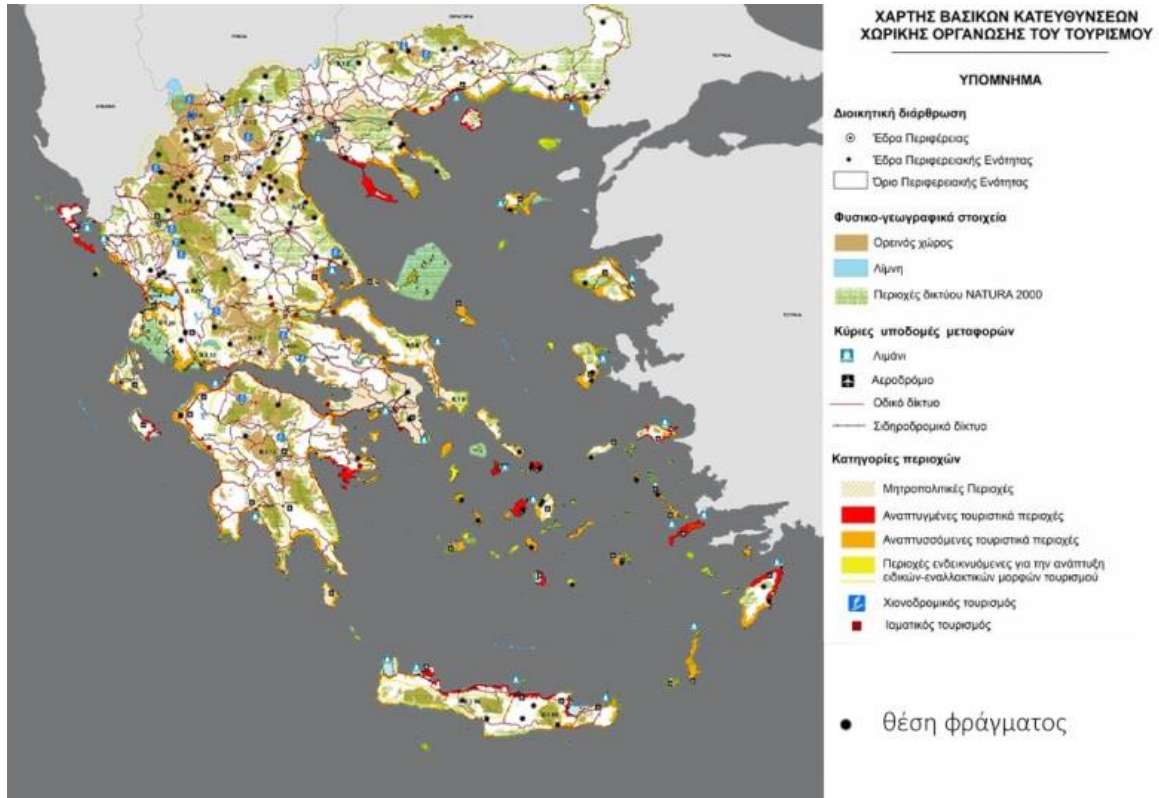
Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό μιας μέσης εικόνας του τοπίου στο οποίο κατασκευάζεται ένα φράγμα ήταν η εξής: Από το συγκεντρωτικό χάρτη της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων στον οποίο παρουσιάζονται οι τοποθεσίες των 113 από τα 128 μεγάλα φράγματα της Ελλάδας (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013 σ. 3) δημιουργήθηκε αντίγραφο με τις τοποθεσίες αυτές το οποίο ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν με ειδικό λογισμικό σε διάφορους χάρτες της Ελλάδας (γεωμορφολογικό, χάρτη των περιοχών natura 2000 στην Ελλάδα, χάρτη με τις χρήσεις γης, κ.τ.λ.). Με αυτό τον τρόπο στη συνέχεια μετρήθηκε ο αριθμός των φραγμάτων που υπήρχε σε κάθε εξεταζόμενη περιοχή ενδιαφέροντος από κάθε επιμέρους χάρτη και καταρτίστηκε ο συγκεντρωτικός πίνακας 2.1 στο τέλος του κεφαλαίου, ο οποίος παρουσιάζει τα βασικά στατιστικά στοιχεία που εξάχθηκαν από την παραπάνω διαδικασία.

Κατά κανόνα τα φράγματα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούν σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής μια κλειστή λεκάνη η οποία να μπορεί να αποθηκεύσει νερό. Μια τέτοια μορφολογία εδάφους προφανώς βρίσκεται πιο συχνά σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές, οι οποίες είναι κατά συνέπεια και οι περιοχές που συναντάμε τα πιο πολλά φράγματα όπως παρατηρείται και στην Εικόνα 2.3 για τον ελληνικό χώρο.



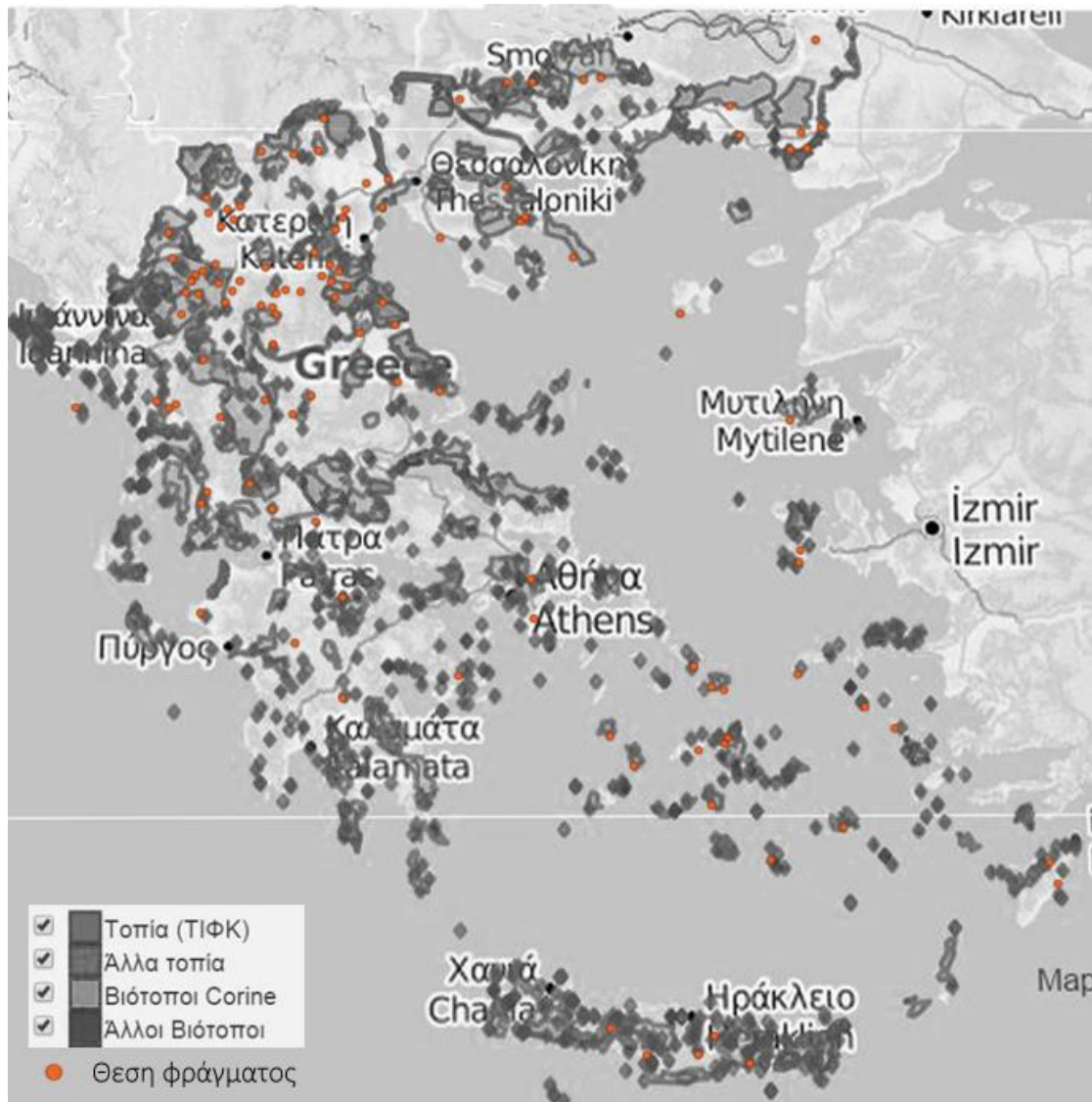
Εικόνα 2.3 Χάρτης του ανάγλυφου της Ελλάδας με τοποθέτηση όλων των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας μέχρι το 2013. Προέλευση: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)μετά από προσαρμογή.

Οι περιοχές αυτές κατά κανόνα είναι και οι λιγότερο ανεπτυγμένες οπότε συνήθως μια περιοχή στην οποία πρόκειται να κατασκευαστεί ένα φράγμα αναμένεται να διαθέτει ελάχιστες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και να διαθέτει τα χαρακτηριστικά ενός φυσικού τοπίου. Την θεώρηση αυτή την επαληθεύει και η εικόνα 2.4 στην οποία παρατηρούμε πρώτον ότι αρκετά από τα φράγματα βρίσκονται κοντά ή μέσα σε περιοχές του δικτύου natura 2000, οι οποίες είναι εξ' ορισμού περιοχές υψηλής οικολογικής ποιότητας και αποτελούν καταφύγιο απειλούμενων ειδών (European Commission, 2003), και δεύτερον ότι ακόμα περισσότερα φράγματα βρίσκονται σε περιοχές που είναι χαρακτηρισμένες ως ορεινές από το Υ.Π.Ε.Κ.Α, δηλαδή ξεπερνούν σε υψόμετρο τα 800 m (Υ.Π.Ε.Κ.Α, 2013).



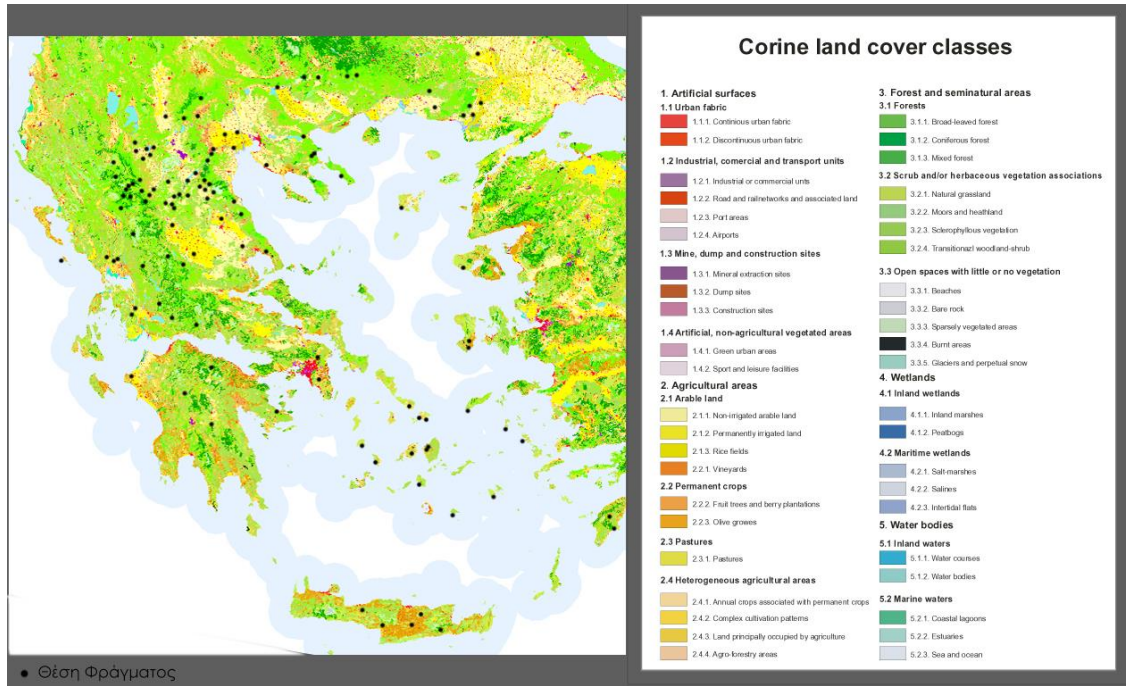
Εικόνα 2.4 Χάρτης βασικών κατευθύνσεων χωρικής οργάνωσης τουρισμού με τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας μέχρι το 2013. Προέλευση (Υ.Π.Ε.Κ.Α, 2013) μετά από προσαρμογή.

Εφόσον λοιπόν συμπεραίνεται ότι οι περιοχές στις οποίες κατασκευάζονται τα φράγματα είναι συνήθως σχεδόν ανέγγιχτες από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις τότε για την δημιουργία και αξιολόγηση μιας μέσης εικόνας του τοπίου πριν την κατασκευή ενός φράγματος θα πρέπει να εξετάσουμε το φυσικό τοπίο που προϋπάρχει και τα χαρακτηριστικά του. Σε αυτή την κατεύθυνση χρησιμοποιήθηκε το πληροφοριακό σύστημα Φιλότης που αποτελεί μια βάση δεδομένων για την ελληνική φύση. Με τη βοήθεια του συστήματος αυτού σχεδιάστηκε χάρτης με ταυτόχρονη εμφάνιση των τοποθεσιών των μεγαλύτερων φραγμάτων της Ελλάδας αλλά και των στοιχείων του προγράμματος που αφορούν βιότοπους, αναγνωρισμένους (από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Coordination of Information on the Environment (CORINE) και μη, καθώς και Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (ΤΙΦΚ) και άλλα φυσικά και δομημένα τοπία που δεν είναι καταχωρημένα στα ΤΙΦΚ. Επιλέχθηκε να μην εμφανιστούν στο χάρτη και οι περιοχές natura 2000 διότι αυτές έχουν ήδη εμφανιστεί σε συσχέτιση με τα μεγάλα φράγματα στην εικόνα 2.4. Στιγμιότυπο από το χάρτη αυτό φαίνεται στην εικόνα 2.5 από όπου παρατηρείται εποπτικά και το ότι η πλειοψηφία των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας βρίσκεται εντός των παραπάνω περιοχών και άρα σε τοποθεσίες υψηλής τοπιακής αξίας από άποψη φυσικής ομορφιάς κλπ.



Εικόνα 2.5 Χάρτης του πληροφοριακού συστήματος φιλότης με παρουσίαση των περιοχών του υπομνήματος και τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας. Προέλευση <http://filotis.itia.ntua.gr/> μετά από προσαρμογή.

Επιπλέον, για τη διερεύνηση της προηγούμενης χρήσης των περιοχών στις οποίες κατασκευάζονται φράγματα αξιοποιήθηκε ο σχετικός χάρτης για την κάλυψη γης για την Ελλάδα και το έτος 2000 του προγράμματος CORINE της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στον χάρτη αυτό που φαίνεται στην εικόνα 2.6 τοποθετήθηκαν τα μεγάλα φράγματα της Ελλάδας και εν συνεχεία εξετάστηκε το είδος κάλυψης γης που κυριαρχεί στις τοποθεσίες αυτών. Τα πρώτα εποπτικά συμπεράσματα ήταν ότι οι εν λόγω περιοχές ανήκουν σε δυο βασικές κατηγορίες, τις γεωργικές και τις φυσικές ή ημιφυσικές περιοχές με τη δεύτερη κατηγορία να είναι ξεκάθαρα η επικρατέστερη.



Εικόνα 2.6 Χάρτης του προγράμματος Coordination of Information on the Environment (CORINE) με τίτλο CORINE Land Cover 2006 με τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας. Προέλευση <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-raster-1> μετά από προσαρμογή.

Εν τέλει, με τη χρήση των παραπάνω χαρτών των εικόνων 2.3 -2.6 συντάσσεται ο συγκεντρωτικός Πίνακας 2.1. Υπενθυμίζεται ότι για κάθε χάρτη που σχεδιάστηκε μετρήθηκε εποπτικά ο αριθμός των φραγμάτων που βρίσκεται εντός των περιοχών ενδιαφέροντος. Στις περιπτώσεις που η τοποθεσία του φράγματος άγγιζε μια από τις εν λόγω περιοχές των εικόνων 2.4 και 2.5 θεωρήθηκε ότι το φράγμα βρίσκεται εντός της περιοχής. Στον χάρτη της εικόνας 2.6 όπου συχνά ένα φράγμα βρισκόταν στα όρια μιας αγροτικής με μια δασική περιοχή πραγματοποιήθηκε προσπάθεια να ισομοιραστούν οι περιπτώσεις στις δυο κατηγορίες για τον ορθό υπολογισμό των σχετικών ποσοστών του πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Στατιστικά αρακτηριστικά των τοποθεσιών των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας με βάση τις εικόνες 2.3-2.6.

Είδος Περιοχής	Αριθμός Φραγμάτων εντός περιοχής	Ποσοστό φραγμάτων εντός περιοχής
Ορεινή (ΥΠΕΚΑ) (≥ 800)	38	34%
Ορεινή και ημιορεινή (≥ 400 m)	88	78%

Είδος Περιοχής	Αριθμός Φραγμάτων εντός περιοχής	Ποσοστό φραγμάτων εντός περιοχής
Περιοχή Natura 2000	46	41%
Τουριστικά αναπτυγμένη ή αναπτυσσόμενη περιοχή (ΥΠΕΚΑ)	29	26%
Περιοχές φιλότης 2000 χωρίς Natura (όπως φαίνονται στην εικόνα 2.5)	91	81%
Περιοχές φιλότης φαίνονται (όπως στην εικόνα 2.5) σε συνδυασμό με περιοχές Natura 2000	100	88%
Δασικές και ημι-φυσικές περιοχές με βάση το χάρτη CORINE land cover 2006	81	72%
Γεωργικές περιοχές με βάση το χάρτη CORINE land cover 2006	32	28%

Με την βοήθεια λοιπόν του πίνακα 2.1 καθώς και όλων των προηγούμενων χαρτών θα αναδεικνύονται τα χαρακτηριστικά του τοπίου στο οποίο κατασκευάζονται συνήθως φράγματα.

Όσον αφορά το τοπίο της συνήθους περιοχής στην οποία κατασκευάζεται ένα φράγμα τελικά, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε με βάση τον πίνακα 2.1 αρχικά για τα φυσικά χαρακτηριστικά του ότι είναι κατά κύριο λόγο ορεινό ή ημιορεινό σε ποσοστό περίπου 78% και αποτελείται κυρίως από δασικές εκτάσεις και εκτάσεις φυσικής χαμηλότερης βλάστησης σε ποσοστό 72%. Παράλληλα, το σύννηθες τοπίο της περιοχής που πρόκειται να κατασκευαστεί

ένα φράγμα θεωρείται από την κοινωνία και κατ' επέκταση την πολιτεία ως υψηλής φυσικής ομορφιάς και αξίας κάτι που γίνεται εμφανές από το γεγονός ότι το 88% των τοπίων αυτών είναι είτε εντεταγμένα σε συστήματα προστασίας και διατήρησης τους όπως το Natura 2000 και τους βιότοπους CORINE είτε τοποθετούνται σε λίστες σημαντικών και ιδιαίτερου φυσικού κάλους τοπίων όπως οι αντίστοιχες λίστες της ιστοσελίδας φιλότης «ΠΦΚ» και «άλλα τοπία». Γίνεται σαφές επίσης από τα παραπάνω χαρακτηριστικά ότι τα τοπία αυτά βρίσκονται μακριά από μεγάλες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και οι κύριες δραστηριότητες των ανθρώπων στις περιοχές αυτές αφορούν κυρίως τη γεωργία σε ποσοστό 28% η τον τουρισμό σε ποσοστό 26%.

2.3 Γενικές περιβαλλοντικές επιδράσεις του φράγματος

Για την πληρέστερη κατανόηση της επίδρασης ενός φράγματος στο τοπίο θα πρέπει να αναλυθούν πρώτα οι γενικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός φράγματος. Στον παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη αναφορά όλων των κύριων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός φράγματος στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιπτώσεις από το φράγμα σαν κατασκευή από τον ταμιευτήρα που δημιουργείται αλλά και από όλα τα λοιπά συνοδευτικά έργα, δηλαδή εκσκαφές, δημιουργία δανειοθαλάμων, δρόμων, εγκαταστάσεων παραγωγής αδρανών κ.τ.λ. Η κατηγοριοποίηση των επιπτώσεων αυτών γίνεται με τέτοια μορφή που να βοηθά στην συσχέτιση τους με το τοπίο της περιοχής και το κατά πόσο προκαλούν επιδράσεις και σε αυτό.

2.3.1 Στο νερό και τα χαρακτηριστικά του

Η πιο εμφανής από τις επιδράσεις ενός φράγματος στα χαρακτηριστικά του νερού μιας περιοχής αφορά τη διαφοροποίηση της χωρικής κατανομής του νερού και του τρόπου ροής του. Ένα φράγμα δημιουργεί ένα ταμιευτήρα που συγκεντρώνει μεγάλο ποσοστό του νερού που κατακρημνίζεται στο τμήμα της λεκάνης απορροής ανάντη της τοποθεσίας του αφού διακόπτει το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και πραγματοποιεί επίσχεση της ροής του νερού. Τοπικά λοιπόν, στην περιοχή του ταμιευτήρα του φράγματος το υδρογραφικό δίκτυο πλημμυρίζεται από το νερό που συγκεντρώνεται και έχουμε αντικατάσταση του ποτάμιου συστήματος ροής του νερού από την τεχνητή λίμνη (McCartney et.al., 2001 σ. 19).

Παρατηρήσιμη επίσης είναι και η διαφοροποίηση που πραγματοποιείται στην χρονική ακολουθία του νερού στην πορεία του προς τα κατόντη. Μετά την κατασκευή του φράγματος η ταχύτητα του νερού στην περιοχή του ταμιευτήρα είναι πλέον μηδενική η σχεδόν μηδενική και η ροή προς τα κατόντη ελέγχεται από τις επιμέρους κατασκευές του φράγματος. Πέραν της οικολογικής παροχής η ροή του νερού κατόντη του φράγματος γίνεται είτε μέσω του υπερχειλιστή λόγω της συγκέντρωσης υπερβολικού νερού στον ταμιευτήρα, είτε με στόχο την παραγωγή ενέργειας από τον αγωγό προσαγωγής, είτε

μέσω αγωγών για την αξιοποίηση του νερού για ύδρευση κ.τ.λ. Υπάρχει λοιπόν πλέον ανθρώπινος έλεγχος πορεία του νερού. Ο έλεγχος αυτός είναι χρονικός ως προς την απελευθέρωση του νερού προς τα κατάντη και ποσοτικός σε σχέση τον όγκο και την ταχύτητα του νερού που θα διοχετευθεί κατάντη του φράγματος. Επιπλέον, εάν το φράγμα έχει σχεδιαστεί ως αντιπλημμυρικό έργο τότε πραγματοποιεί και ανάσχεση ή συγκράτηση αναμενόμενων μεγάλων πλημμυρών.

Αλλαγές παρουσιάζονται επίσης στην θερμοκρασιακή κατάσταση και βιοχημική σύνθεση του νερού. Αρχικά λοιπόν σε σχέση με τη θερμοκρασιακή κατάσταση του νερού παρατηρείται ότι το σχεδόν στάσιμο πλέον νερό παύει να παρουσιάζει την μεγάλη διακύμανση θερμοκρασίας που εμφανίζουν εποχιακά τα νερά ενός ποταμού και συνήθως καταλήγει να κυμαίνεται με μικρότερες μεταβολές γύρω από μια μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία (Φιλίντας & Πολύζος, 2008 σ. 4). Πολύ συχνά επίσης δημιουργούνται στους ταμιευτήρες σταθερές θερμοκρασιακές ζώνες στις οποίες η θερμοκρασία μειώνεται ανάλογα με το βάθος (McCartney et al., 2001 σ. 19).

Όσον αφορά τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού μπορούν να παρουσιαστούν ποικίλες επιδράσεις λόγω της δημιουργίας του ταμιευτήρα. Σημαντικό ρόλο σε αυτά τα φαινόμενα διαθέτει η αποψίλωση η μη του χώρου του ταμιευτήρα πριν την πλήρωση του με νερό. Σε περίπτωση που δεν πραγματοποιηθεί αποψίλωση παρατηρείται αύξηση των θρεπτικών στο νερό ενώ, με βάση τον Ρανία, η συγκέντρωση του σε διαλυμένο οξυγόνο παρατηρείται σημαντικά ελαττωμένη ακόμα και για περισσότερα από 20 χρόνια μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα (McCartney et al., 2001 σ. 22). Το αντίθετο ακριβώς φαινόμενο μπορεί να παρουσιαστεί στο νερό ακριβώς κατάντη του υπερχειλιστή του φράγματος, όταν και το νερό κατά την υπερχείλιση προσλαμβάνει υπερβολικά υψηλές ποσότητες οξυγόνου αλλά και αζώτου, οι οποίες μάλιστα μπορούν να αποβούν μοιραίες για πληθυσμούς ψαριών που βρίσκονται κατάντη του φράγματος (Φιλίντας & Πολύζος, 2008 σ. 8).

Τέλος, επιδράσεις υπάρχουν στον τύπο και την ποσότητα των φυτικών οργανισμών στο νερό. Στο νερό του ταμιευτήρα εμφανίζεται πλανγκτόν, φύκια που περιβάλλουν βυθισμένα αντικείμενα, υδρόβια φυτά και υδρόβια ζιζάνια, ενώ επιπλέον σε τροπικές κυρίως ζώνες φύονται και επιπλέοντα φυτά (McCartney et al., 2001 σ. 22).

2.3.2 Στη μορφολογία και τη γεωλογία

Το φράγμα είναι ένα τεχνητό έργο που κατασκευάζεται εγκάρσια στην κοίτη ενός ποταμού με την μορφή ενός αναχώματος ή τείχους. Από μόνη της αυτή η μορφή του φράγματος αποτελεί μια τροποποίηση στην μορφολογία της

περιοχής αλλά ακόμα περισσότερο διότι η θέση στην οποία κατασκευάζεται το καθιστά το κρίσιμο έργο που προκαλεί την δημιουργία μιας κλειστής λεκάνης η οποία πλέον μπορεί να αποθηκεύσει νερό (Ευστρατιάδης *et al.*, 2015 σ. 2). Πέραν όμως της ίδιας της κατασκευής του φράγματος σημαντική διαφοροποίηση στην μορφολογία της περιοχής του φράγματος δημιουργούν και τα διάφορα συνοδευτικά έργα. Αυτά μπορεί να είναι οι εκσκαφές για την σταθεροποίηση των πρανών στα αντερείσματα του φράγματος, τα έργα οδοποιίας για την πρόσβαση στην περιοχή του φράγματος και οι δικές τους εκσκαφές και επιχώσεις, οι δανειοθάλαμοι για την εξόρυξη υλικών για την κατασκευή του φράγματος, ιδιαίτερα μάλιστα όταν αυτοί δεν βρίσκονται εντός της λεκάνης κατάκλισης (I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd , 2010 σ. 14), και τέλος, η ενδεχόμενη κατασκευή εργοστασίου παραγωγής αδρανών με τα δικά του συνοδευτικά έργα.

Επιπλέον, με μικρότερη συχνότητα, τα φράγματα συνδέονται με διάφορα μεμονωμένα φαινόμενα που μπορούν να τροποποιήσουν τη μορφολογία της περιοχής. Τέτοια φαινόμενα μπορούν να προκύψουν είτε από τον κακό σχεδιασμό του φράγματος είτε από γεωλογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής του ταμιευτήρα. Σχετικά παραδείγματα αποτελούν οι περιπτώσεις πρόκλησης κατολισθήσεων σε πρανή που η βάση τους βρίσκεται εντός του ταμιευτήρα ή περιπτώσεις διάβρωσης της όχθης του ποταμού ακριβώς κατάντη του φράγματος λόγω της μη αναπλήρωσης του εδαφικού υλικού που παρασύρεται, από το νερό που ελευθερώνεται από το φράγμα, με νέο εδαφικό υλικό από ανάντη (McCartney *et al.*, 2001 σ. 29).

Όσον αφορά τώρα τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής του φράγματος οι κύριες επιδράσεις που προκαλεί σχετίζονται με τη μεταφορά και την παγίδευση εδαφικών υλικών. Αρχικά, είναι λογικό ένα φράγμα να συγκρατεί μεγάλο ποσοστό των φερτών υλικών που θα μετέφερε υπό κανονικές συνθήκες το ποτάμιο σύστημα που διακόπτεται, ιδιαίτερα όταν δεν σχεδιάζονται σε αυτό έργα απομάκρυνσης των εναποθέσεων (Παναγούλια *et al.*, 2008 σ. 27). Χαρακτηριστικά με βάση τον Hay (1994) η στερεοπαροχή των ποταμών της Τουρκίας στη Μαύρη θάλασσα έχει μειωθεί από 70×10^{-6} ton/y ($2,22 \times 10^{-9}$ kg/s) σε 28×10^{-6} ton/y ($0,89 \times 10^{-9}$ kg/s) μετά την κατασκευή υδροηλεκτρικών φραγμάτων (Όπως αναφέρεται από τους McCartney *et al.*, 2001 σ. 19). Επιπλέον, μετά από έρευνα που έγινε από τους Wailing & Fang (2003) σε 145 ποταμούς παρατηρήθηκε ότι στην πλειοψηφία τους μειώθηκε ο φόρτος ιζήματος μετά από την κατασκευή φραγμάτων και άλλων έργων σε αυτούς (όπως αναφέρεται από το International Sediment Initiative Technical Documents in Hydrology & IRTCES, 2011 σ. 1).

Εν τέλει, επίσης σε σχέση με τα εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής του φράγματος τροποποιήσεις προκαλούνται από την συγκέντρωση των ίδιων των υλικών του φράγματος είτε αυτά είναι λίθοι και χωματικά υλικά είτε σκληρό

επίχωμα, σκυρόδεμα και χάλυβας. Πέραν αυτών, συγκεντώσεις αδρανών και λίθων μπορεί να τοποθετούνται και κατάντη του φράγματος και του υπερχειλιστή για να βοηθούν στην εκτόνωση της ενέργειας του νερού που υπερχειλίζεται και να προστατεύουν την κοίτη από διάβρωση (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2014 σ. 99). Επίσης, συχνά πραγματοποιούνται εκτενείς ενισχύσεις στις εκσκαφές του φράγματος με τη μορφή τσιμεντενέσεων είτε με τη μορφή εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Tonar et.al., 2012 σ. 41), οι οποίες έχουν σημαντική επίδραση στην εικόνα και τη σύσταση της επιφάνειας του εδάφους της περιοχής.

2.3.3 Στην ατμόσφαιρα και το μικροκλίμα

Αρχικά σε σχέση με το μικροκλίμα της περιοχής του φράγματος οι επιδράσεις του φράγματος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες. Οι πρώτες σχετίζονται με την διαδικασία κατασκευής του φράγματος, διαδικασία η οποία συνήθως διαρκεί αρκετά χρόνια, και περιλαμβάνουν την πρόκληση όχλησης λόγω δονήσεων, σκόνης και θορύβων (Rivers Watch East and Southeast Asia et.al., 2000 σ. 14). Αντίστοιχα ως βραχυπρόθεσμες επιδράσεις θεωρούνται η αύξηση της υγρασίας της περιοχής του φράγματος, λόγω της μεγάλης επιφάνειας του ταμιευτήρα και της εξάτμισης του νερού σε αυτή, καθώς και η συσχέτιση των φραγμάτων με φαινόμενα πυροδότησης σεισμών (Μουτάφης, 2002 σ. 8) σε σεισμικές περιοχές.

Ως προς την ατμόσφαιρα της περιοχής του φράγματος έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο της αύξησης των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου λόγω της κατασκευής του (Χατζημπίρος, 2009 σ. 4), ιδιαίτερα όταν δεν έχει γίνει αποψίλωση της περιοχής του ταμιευτήρα πριν την πλήρωση του και ακόμα πιο έντονα στις τροπικές περιοχές. Το κύριο αέριο που παράγεται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι το μεθάνιο, ως αποτέλεσμα της αποσύνθεσης της βιομάζας του ταμιευτήρα για αυτό και με βάση τον Fearnside το φαινόμενο αυτό πολλαπλασιάζεται στους μη αποψιλωμένους ταμιευτήρες και μάλιστα με κύρια την συνεισφορά της μαλακής βιομάζας όπως φύλλων και κλαδιών (McCartney et al, 2001 σ. 20).

2.3.4 Στο οικοσύστημα, τους οργανισμούς και τον άνθρωπο

i. Στην πανίδα

Οι επιδράσεις ενός φράγματος στο οικοσύστημα είναι πολλές και περίπλοκες και αφορούν την πανίδα και τη χλωρίδα των περιοχών των φραγμάτων αλλά και τους ανθρώπους που ζουν σε αυτές. Αρχικά σε σχέση με την πανίδα της περιοχής του φράγματος είναι δεδομένο ότι έχουν παρατηρηθεί και αρνητικές και θετικές επιδράσεις από τα φράγματα. Στην σχετική με αυτά τα θέματα

βιβλιογραφία βέβαια οι αναφορές που κυριαρχούν είναι αυτές σε σχέση με τις αρνητικές επιπτώσεις των φραγμάτων. Αυτές περιλαμβάνουν την κατάκλιση των ενδιαίτημάτων των ζώων, και συχνά μάλιστα απειλούμενων ομάδων, από τον ταμιευτήρα, με πολλά σχετικά παραδείγματα σε διάφορες χώρες (European Commission, 2004 σ. 4) (Rivers Watch East and Southeast Asia et al., 2000 σ. 2,24,32). Σημαντικές όμως είναι και οι επιδράσεις του φράγματος στην υδρόβια πανίδα καθώς η συνέχεια του ποταμού διακόπτεται (Ρουγα & Eiraji, 2013 σ. 491), η ροή του αλλάζει χαρακτηριστικά και το είδος του οικοσυστήματος τροποποιείται. Λόγω των παραπάνω δημιουργούνται προβλήματα για τους πληθυσμούς των ιχθύων με μεγαλύτερη επίπτωση σε μεταναστευτικά ήδη (π.χ σολομός, οξύρρυχος, αλόζης), τα οποία συχνά φτάνουν να απειλούνται με εξαφάνιση, ειδικά όταν δεν κατασκευάζονται στο φράγμα ειδικές σκάλες για την ελεύθερη κίνηση τους ανάντη και κατόντη.

Εντούτοις, υπάρχουν και ενδείξεις από ταμιευτήρες που βοηθούν στον εμπλουτισμό και στην καλύτερη λειτουργία των οικοσυστημάτων και της πανίδας τους. Χαρακτηριστικά, σε σχετική έρευνα που εξέτασε 66 περιπτώσεις φραγμάτων και τις συνέπειες τους στην βιοποικιλότητα των ψαριών του εκάστοτε οικοσυστήματος, στο 27% των φραγμάτων παρατηρήθηκε αύξηση της βιοποικιλότητας και στο 73% μείωση (Bergkamp et.al., 2000 σ. 39). Σε αντίστοιχη έρευνα στον ελληνικό χώρο από τον Θεοδωράκη (2000) για λογαριασμό της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), όπου εξετάστηκαν ταμιευτήρες δικής της κατασκευής, παρατηρήθηκε παρομοίως ότι οι τεχνητές της λίμνες έχουν εξελιχθεί σε υγροβιότοπους ιδιαίτερης αξίας και υψηλής βιοποικιλότητας (Όπως αναφέρεται από την Τζίτζη, 2008 σ. 2).

Παρ'όλα αυτά, τα φράγματα δεν παύουν να αποτελούν ιδιαίτερες και εκτενείς επεμβάσεις στο περιβάλλον και πολλές φορές μπορεί οι επιδράσεις τους να αφορούν ακόμα και την πανίδα περιοχών αρκετά μακριά από την θέση τους. Χαρακτηριστικό σχετικό παράδειγμα είναι το φράγμα του Aswan στην Αίγυπτο όπου η συγκράτηση των φερτών υλικών και την λάσπης από το φράγμα προκάλεσε σημαντική μείωση στον πληθυσμό της σαρδέλας στην περιοχή του δέλτα του νείλου (Scudder, 2003 σ. 11), δηλαδή τουλάχιστον 850 km μακριά από το φράγμα. Ο πληθυσμός αυτός αποτελούσε σημαντικό παράγοντα για την αλιεία της περιοχής και η μείωση που παρατηρήθηκε στον όγκο των αλιευόμενων ψαριών στα πρώτα χρόνια συγκράτησης των φερτών υλικών ήταν θεαματική, από τους 18.000 τόνους (18.000 kkg) στους 400 με 600 τόνους (400 με 600 kkg) μέσα σε πέντε χρόνια. Παραδόξως και χωρίς να έχει εξηγηθεί ακόμα επιστημονικά, ο πληθυσμός επανήλθε σε αρκετά υψηλά επίπεδα μετά από περίπου 20 χρόνια (El-Sayed & van Dijken, 1995).

ii. Στην χλωρίδα

Σε σχέση με τη χλωρίδα της περιοχής η πιο σημαντική επίδραση του φράγματος αφορά την αποψίλωση δασικών εκτάσεων και βλάστησης γενικότερα (Τολέρης, 2004 σ. 21). Οι σχετικές εκτάσεις περιλαμβάνουν τον ίδιο τον χώρο του ταμιευτήρα όπου η βλάστηση είτε κατακλύζεται είτε αποψιλώνεται, για τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πριν, αλλά και όλες τις άλλες περιοχές που πρέπει να αποψιλωθούν για την κατασκευή των συνοδευτικών έργων του φράγματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν πραγματοποιηθεί προσπάθειες για τη διατήρηση κάποιου μέρους αυτής της βλάστησης ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου προυπάρχουν στο χώρο του ταμιευτήρα σπάνια φυτά. Τέτοια περίπτωση είναι και το φράγμα Ιταίρου στα σύνορα της Βραζιλίας και της Παραγουάης όπου έγινε προσπάθεια κάποια από αυτά τα φυτά να μεταφερθούν και να φυτευθούν σε άλλες τοποθεσίες, όχι όμως με ιδιαίτερα καλά αποτελέσματα (Jansson, 2006 p. 79).

Εν συνεχεία κατά τη λειτουργία του φράγματος, και λόγω της διακύμανσης της στάθμης, συνήθως καθίσταται αδύνατη η φύση της συνήθους παραλήμνιας βλάστησης που αναπτύσσεται υπό κανονικές συνθήκες στις φυσικές λίμνες. Αυτό συμβαίνει διότι ο τύπος αυτός της βλάστησης είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος ακόμα και σε μικρές μεταβολές του οικοσυστήματος, πόσο μάλλον στην έντονη διακύμανση της στάθμης. Κατά συνέπεια λοιπόν αντί της κλασσικής παραλήμνιας βλάστησης παρατηρείται η δημιουργία μια νεκρής-ερημικής ζώνης γύρω από τα όρια των ταμιευτήρων (Sargentis et.al., 2005 σ. 3).

Κατάντη του φράγματος υπάρχουν επίσης επιδράσεις στην χλωρίδα των περιοχών διότι τροποποιείται η φυσική διακύμανση της ροής του νερού καθώς και τα χαρακτηριστικά του. Το νερό που ρέει κατάντη του φράγματος ελέγχεται πλέον από τις επιμέρους κατασκευές του φράγματος ως προς την ποσότητα και τη χρονική στιγμή της ελευθέρωσής του ενώ επίσης διαθέτει συνήθως και διαφορετική θερμοκρασία και χημικά χαρακτηριστικά από το νερό ενός αντίστοιχου ποτάμιου συστήματος στην ίδια περιοχή. Κατά συνέπεια όταν τα χαρακτηριστικά του νερού (χημικά, φυσικά, υδρολογικά, κ.λ.π) τροποποιούνται σε μεγάλο βαθμό δημιουργείται κίνδυνος για είδη βλάστησης που είναι εξαρτημένα από αυτά (Kingsford, 2000 σ. 115) και βρίσκονται κατάντη του φράγματος.

Βέβαια, η διαχείριση των υδάτινων πόρων από τον άνθρωπο μέσω των φραγμάτων έχει φυσικά και τη θετική της πλευρά. Μέσω των ταμιευτήρων που χρησιμοποιούνται για άρδευση εξασφαλίζεται, μέσω σωστής διαχείρισης, για πολλές δεκάδες ή και περισσότερα χρόνια η επάρκεια νερού για τις καλλιέργειες των ανθρώπων (Ευστρατιάδης et al., 2015 σ. 2). «Γλυκό» νερό που θα χανόταν καταλήγοντας στην θάλασσα μπορεί πλέον να αξιοποιηθεί για οργανωμένη γεωργική χρήση αλλά και μέσω των δικτύων ύδρευσης να αποτελέσει πηγή ζωής για κάθε είδους βλάστησης που καλλιεργούν οι

άνθρωποι στις οικίες τους αλλά και για άλλες μικρής κλίμακας γεωργικές καλλιέργειες (Κουτσογιάννης & Ευστρατιάδης, 2015 σ. 77).

iii. Στον άνθρωπο

Τα φράγματα είναι υπεύθυνα, στην σύγχρονη εποχή, για τις μετακινήσεις πολλών εκατομμυρίων ανθρώπινου πληθυσμού (Rivers Watch East and Southeast Asia et al, 2000 σ. III). Αρχικά, πληθυσμοί εκτοπίζονται λόγω της κατάκλυσης μεγάλων εκτάσεων από τους ταμιευτήρες των φραγμάτων, με ακραίο παράδειγμα το φράγμα των Τριών Φαραγγιών στην Κίνα που με βάσει τις αναφορές μπορεί να προκαλέσει την εκτόπιση πανώ από 4.000.000 ανθρώπων (Gleick & Cohen, 2008 σ. 145). Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της κατασκευής ενός φράγματος, η οποία μπορεί να διαρκέσει αρκετά χρόνια, συγκεντρώνονται και διαμένουν στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος όσοι σχετίζονται με την κατασκευή του (εργάτες, μηχανικοί, κ.λ.π) και εάν στο φράγμα αναπτυχθούν τουριστικές και άλλες παράπλευρες χρήσεις είναι δυνατό να προσελκύνονται στην περιοχή άνθρωποι που ασχολούνται με αυτές.

Όσον αφορά την επίδραση του φράγματος στην υγεία των ανθρώπων της περιοχής, έχουν αναφερθεί σε τροπικές περιοχές περιπτώσεις όπου τα στάσιμα νερά προκάλεσαν αυξήσεις σε ασθένειες που ευνοούνται από αυτά, όπως τύφος, τυφοειδής πυρετός, ελονοσία και χολέρα (Φιλίντας & Πολύζος, 2008). Απ' την άλλη πλευρά, τα φράγματα έχουν υπάρξει για περισσότερα από 100 χρόνια πηγή πόσιμου νερού για πολλά εκατομμύρια ανθρώπων συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην αποφυγή ασθενειών που συνδέονται με κακή ποιότητα νερού, εξαλείφοντας σε πολλές περιπτώσεις προβλήματα λειψυδρίας και εξασφαλίζοντας ένα καλύτερο επίπεδο ζωής.

Σε σχέση με το τελευταίο, οι θετικές επιδράσεις του φράγματος είναι καταφανείς ακόμα και για ανθρώπους που ζουν εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από την τοποθεσία του, οι οποίοι βέβαια δεν είναι και αρκετά κοντά ώστε να συνειδητοποιούν και τις όποιες άμεσες αρνητικές περιβαλλοντικές του επιπτώσεις. Για αυτούς το φράγμα μεταφράζεται σε πόσιμο νερό, φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, περισσότερα γεωργικά προϊόντα και πολλά άλλα αγαθά. Για τους κάτοικους όμως της περιοχής του φράγματος η εικόνα είναι διαφορετική. Σχεδόν όλες από τις επιδράσεις που έχουν αναφερθεί σε αυτό το κεφάλαιο είναι πιο εμφανείς σε αυτούς και επηρεάζουν πιο άμεσα τη ζωή τους, συχνά με αρνητικές συνέπειες. Πέραν από την προσαρμογή όμως σε όλες τις παραπάνω αλλαγές οι άνθρωποι αυτοί καλούνται συχνά να προσαρμοστούν και στην αλλαγή της χρήσης των περιοχών τους, για παράδειγμα από γεωργοί ή κτηνοτρόφοι να στραφούν σε επαγγέλματα σχετικά με τον τουρισμό (Μουτάφης, 2002 σ. 7). Συνολικά, και ανάλογα φυσικά με το πόσο μεγάλη είναι η επίδραση ενός φράγματος στο περιβάλλον αλλά και το πόσο δεμένοι είναι

πολιτιστικά οι κάτοικοι της περιοχής του φράγματος με αυτό, η κατασκευή του μπορεί να αποτελεί αιτία για σημαντικές αλλαγές στην ίδια την κουλτούρα των ανθρώπων (Wijesundara & Dayawansa, 2003 σ. 8).

2.3.5 Σε σχέση με την ανθρώπινη και φυσική ιστορία

Η διαδικασία επιλογής της θέσης που θα κατασκευαστεί ένα φράγμα είναι από τις πιο απαιτητικές κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού. Αυτή η δύσκολη διαδικασία λοιπόν, δύναται να καταλήγει δεσμευτικά σε μια συγκεκριμένη θέση για την κατασκευή του φράγματος και σε έναν ταμιευτήρα που να κατακλύζει αναγκαστικά στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς ή θέσεις ιδιαίτερης γεωλογικής αξίας και φυσικού κάλους (TAHMİSCİOĞLU et.al., 2014 σ. 4). Στο κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς, από την πλήρωση ενός ταμιευτήρα υπάρχουν παραδείγματα απώλειας σημαντικών πολιτιστικών αντικειμένων και κτιρίων, αρχαιολογικών ευρημάτων αλλά και ολόκληρων τοπιών που έχουν επηρεαστεί από την ύπαρξη ενός πολιτισμού και είναι συνυφασμένα με αυτόν (Brandt & Hassan, 2000 σ. 2).

2.3.6 Ιδιαιτέρες επιδράσεις

Στα προηγούμενα εδάφια πραγματοποιήθηκε μια προσπάθεια να αναφερθούν οι πιο συνηθισμένες-γενικές επιδράσεις των φραγμάτων στο περιβάλλον. Παρ' όλα αυτά, κρίνεται σημαντικό να τονιστεί ότι τα φράγματα ως έργα που χτίζονται σε όλον τον κόσμο υπό διαφορετικές κλιματικές, γεωγραφικές και πολιτιστικές συνθήκες κάθε φορά, αλλά και με επιδράσεις που εξαρτώνται άμεσα από τον τρόπο με τον οποίο τα διαχειρίζεται ο άνθρωπος, δεν μπορούν παρά να παρουσιάζουν και ιδιαίζουσες-μοναδικές επιδράσεις. Τέτοια περίπτωση είναι για παράδειγμα η τεχνητή λίμνη Brokorondo στο Σουρινάμ η επιφάνεια της οποίας γέμισε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% με υάκινθους μέσα σε λιγότερο από τέσσερα χρόνια, με αποτέλεσμα την αυξημένη εξάτμιση του νερού και δημιουργία δυσμενών συνθηκών για τα ψάρια. Άλλο παράδειγμα ιδιαίτερης επίπτωσης από την κατασκευή φραγμάτων είναι η περίπτωση της φυσικής λίμνης Urmia στο Iran η οποία σχεδόν αποξηράθηκε με βασικό αίτιο την κατασκευή φραγμάτων ανάντη της θέσης της τα οποία πραγματοποιούσαν εκτροπή του νερού για γεωργική χρήση, με βάση τον Dehghan (Όπως αναφέρεται από τον Rouya et al., 2013 σ. 493).

2.4 Επιπτώσεις σχετιζόμενες με το τοπίο και την περιοχή του φράγματος

2.4.1 Πινακοποίηση περιβαλλοντικών επιδράσεων φραγμάτων

Στον πίνακα που ακολουθεί τοποθετούνται όλες οι επιδράσεις που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και αξιολογούνται ως προς την συσχέτιση τους αρχικά με την περιοχή του φράγματος και κατ' επέκταση με την οπτική ποιότητα του τοπίου της περιοχής του φράγματος.

Πίνακας 2.2 Πίνακας αξιολόγησης συσχέτισης περιβαλλοντικών επιδράσεων με την περιοχή και την εικόνα του τοπίου του φράγματος. Το σύμβολο ✓ έχει χρησιμοποιηθεί για να δείξει την επαλήθευση του κριτηρίου της εκάστοτε στήλης.

a/a	Περιβαλλοντικές Επιδράσεις Που Καταγράφονται	Επίδραση που αφορά κυρίως την περιοχή του φράγματος	Επίδραση που αφορά οπτικά το τοπίο της περιοχής του φράγματος
1	Αντικατάσταση ποτάμιου συστήματος από την τεχνητή λίμνη	✓	✓
2	Επιβολή ανθρώπινου έλεγχου στην κίνηση του νερού (Ανάσχεση πλημμύρων, υπερχείλιση, κλπ.)	✓	✓
3	Διακύμανση του νερού με μικρότερες μεταβολές γύρω από μια μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία	✓	
4	Δημιουργία σταθερών θερμοκρασιακών ζωνών στους ταμιευτήρες	✓	
5	Αύξηση των θρεπτικών στο νερό (ιδιαίτερα εάν δεν πραγματοποιηθεί αποψίλωση)	✓	
6	Σημαντική ελάττωση της συγκέντρωσης του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο	✓	
7	Υπερβολική συγκέντρωση οξυγόνου και αζώτου στο νερό ακριβώς κατάντη της υπερχείλισης	✓	
8	Δημιουργία κινδύνων για πληθυσμούς ψαριών που βρίσκονται κατάντη του φράγματος από την καινούργια χημική σύσταση του νερού	✓	
9	Εμφάνιση πλανγκτόν, φυκιών και υδρόβιων φυτών στο νερό του ταμιευτήρα	✓	✓
10	Φύηση επιπλεόντων φυτών (κυρίως σε τροπικές ζώνες)	✓	✓

a/a	Περιβαλλοντικές Επιδράσεις Που Καταγράφονται	Επίδραση που αφορά κυρίως την περιοχή του φράγματος	Επίδραση που αφορά οπτικά το τοπίο της περιοχής του φράγματος
11	Κατασκευή του φράγματος	✓	✓
12	Κατασκευή διαφόρων συνοδευτικών έργων (σταθμοί παραγωγής, υπερχειλιστές, οδοποιία, κλπ.)	✓	✓
13	Πρόκληση κατολισθήσεων σε πρανή	✓	✓
14	Διάβρωσης της όχθης του ποταμού κατάντη του φράγματος	✓	✓
15	Συγκράτηση μεγάλου ποσοστού φερτών υλικών	✓	✓
16	Συγκέντρωση νέων εδαφικών και άλλων υλικών στην περιοχή (υλικά του ίδιου του φράγματος, κατασκευαστικά υλικά που ξεμένουν στην περιοχή του φράγματος, κλπ.)	✓	✓
17	Πρόκληση όχλησης λόγω δονήσεων, σκόνης και θορύβων (κατά την κατασκευή)	✓	
18	Αύξηση της υγρασίας της περιοχής του φράγματος	✓	
19	Συσχέτιση με φαινόμενα πυροδότησης σεισμών	✓	
20	Αύξηση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου	✓	
21	Κατάκλιση των ενδιαιτημάτων ζώων	✓	
22	Πυροδότηση τροποποιήσεων και κινδύνων για την υδρόβια πανίδα	✓	
23	Αύξηση της βιοποικιλότητας (σε κάποιες μειοψηφικές περιπτώσεις)	✓	
24	Επίδραση στην πανίδα περιοχών αρκετά μακριά από το φράγμα		
25	Αποψίλωση δασικών εκτάσεων και βλάστησης γενικότερα	✓	✓

a/a	Περιβαλλοντικές Επιδράσεις Που Καταγράφονται	Επίδραση που αφορά κυρίως την περιοχή του φράγματος	Επίδραση που αφορά οπτικά το τοπίο της περιοχής του φράγματος
26	Αδυναμία φύσης συνήθους παραλήμνιας βλάστησης	✓	✓
27	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας		
28	Αντιπλημμυρική προστασία		
29	Χρήση νερού για ύδρευση		
30	Χρήση νερού για οργανωμένη γεωργία και άλλες καλλιέργειες		
31	Δημιουργία κινδύνου για είδη βλάστησης κατόντη του φράγματος	✓	✓
32	Εκτόπιση πληθυσμών	✓	
33	Διαμονή και μετακίνηση στην περιοχή του φράγματος όσων σχετίζονται με την κατασκευή	✓	
34	Προσέλκυση τουριστών και άλλων ενδιαφερομένων για το φράγμα	✓	
35	Πρόκληση αυξήσεων σε ασθένειες όπως τύφος, τυφοειδής πυρετός, ελονοσία και χολέρα (σε τροπικές περιοχές)	✓	
36	Συμβολή στην αποφυγή ασθενειών που συνδέονται με κακή ποιότητα νερού, εξάλειψη λειψυδρίας		
37	Αναγκαστική προσαρμογή κατοίκων στην αλλαγή της χρήσης των περιοχών τους	✓	
38	Πυροδότηση αλλαγών στην κουλτούρα των κατοίκων της περιοχής	✓	
39	Κατακλυσμός στοιχείων πολιτιστικής κληρονομίας ή θέσεων ιδιαίτερης γεωλογικής αξίας και φυσικού κάλους	✓	✓

2.4.2 Ανάλυση πίνακα

Σε μια πιο προσεκτική ανάλυση του 2.2 βλέπουμε ότι έχει δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην παρουσίαση ουδέτερου προσήμου ή αρνητικού προσήμου επιδράσεων, αφού από τις 39 αναφερόμενες περιβαλλοντικές επιδράσεις μόνο οι επτά από αυτές είναι ξεκάθαρα θετικές (36, 34, 27, 28 ,29 ,30, 23). Από αυτές τις επτά ξεκάθαρα θετικές επιδράσεις μόνο οι δυο αφορούν την περιοχή του φράγματος. Εξετάζοντας τώρα τις 32 επιδράσεις ουδέτερου ή αρνητικού προσήμου παρατηρούμε ότι μόνο μια δεν αφορά την περιοχή του φράγματος ενώ 14 από αυτές αφορούν και οπτικά το τοπίο του φράγματος.

2.4.3 Σχολιασμός

Από τον πίνακα 2.2 εξάγονται δυο βασικά συμπεράσματα.

Αρχικά φαίνεται ξεκάθαρα η έκταση της τροποποίησης που προκαλεί ένα φράγμα στην εικόνα ενός τοπίου με τις επιδράσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα. Από τη λίμνη που δημιουργείται λόγω του φράγματος μέχρι την αποψίλωση και την εκσκαφή δασικών και άλλων εκτάσεων το τοπίο φαίνεται να αλλάζει ριζικά και χαρακτηριστικά παρατηρείται από τον πίνακα 2.2 ότι ένα ποσοστό 44% των ουδέτερων ή αρνητικού προσήμου επιδράσεων του φράγματος προκαλούν και οπτική τροποποίηση στο τοπίο. Όμως πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι το τοπίο αποτελεί όσο οπτική τόσο και βιωματική εμπειρία (Council of Europe, 2000 σ. 9). Άρα, ακόμα και άλλες, αρνητικές ή όχι, επιδράσεις του φράγματος που δεν σχετίζονται άμεσα με τα οπτικά χαρακτηριστικά του τοπίου διαμορφώνουν και αυτές στην πραγματικότητα την προδιάθεση και την ψυχολογία ενός επισκέπτη σε σχέση με το τοπίο του φράγματος.

Σημαντικό συμπέρασμα όμως αποτελεί και εξής γεγονός: ουσιαστικά πέραν των θετικών επιδράσεων ενός φράγματος στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, όλες οι υπόλοιπες, δηλαδή είτε αρνητικές είτε αγνώστου ή ουδέτερου αποτελέσματος αφορούν κατά συντριπτική πλειοψηφία την περιοχή του φράγματος, σε ποσοστό 97%. Αντιθέτως οι βασικές ξεκάθαρα θετικές επιδράσεις ενός φράγματος που αφορούν κυρίως την ύδρευση ή ηλεκτροδότηση μεγάλων μερίδων του πληθυσμού αφορούν συνήθως μια πολύ ευρύτερη περιοχή και δεν πάντα είναι τόσο εμφανείς ή απαραίτητες για την περιοχή του φράγματος και των κατοίκων της. Χαρακτηριστικά με βάση τον πίνακα 2.2 ουσιαστικά μόνο το 17% των θετικών επιδράσεων του φράγματος αφορά κυρίως την περιοχή του φράγματος. Συμπεραίνεται λοιπόν το εξής παράδοξο: ενώ τα θετικά αποτελέσματα του φράγματος τα τέρπονται οι άνθρωποι μιας αρκετά ευρείας και απομακρυσμένης από το έργο περιοχής, τα αρνητικά αποτελέσματα και οι τροποποιήσεις που δημιουργεί στο περιβάλλον το φράγμα αφορούν μια ακτίνα μερικών χιλιομέτρων από τη θέση του φράγματος.

.

3 Η αρχιτεκτονική των ελληνικών Φραγμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικοί κανόνες και η ιδεολογία που διέπει τον σχεδιασμό ενός φράγματος ως κατασκευή στην σημερινή εποχή στον χώρο της Ελλάδας. Λέγοντας αρχιτεκτονική λοιπόν, εννοούμε το στυλ σχεδιασμού και τους στόχους που επιχειρούνται να επιτευχθούν με την μορφή που δίνεται στο φράγμα (Oxford University Press, 1993).

3.1 Οι τύποι των φραγμάτων στην Ελλάδα

Η βασική μορφή ενός φράγματος εξαρτάται, όπως παρουσιάζεται και στη συνέχεια, κυρίως από τον τύπο του φράγματος για αυτό και στο κεφάλαιο αυτό δεν δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εξέταση μεμονωμένων φραγμάτων και της μορφής τους αλλά εξετάζονται κυρίως τα χαρακτηριστικά των βασικών τύπων. Όταν αναφερόμαστε στους τύπους των φραγμάτων εννοούμε την κατηγοριοποίηση ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους, τον τρόπο κατασκευής τους και τη λογική του σχεδιασμού τους. Για κάθε τύπο που θα εξεταστεί, γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστεί η συνηθέστερη μορφή του, αυτή δηλαδή που αφορά την πλειοψηφία των κατασκευασμένων φραγμάτων.

Με χρήση των δεδομένων της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013), για τα 128 μεγάλα φράγματα της χώρας (μαζί με τα έξι βοηθητικά φράγματα στον Αωό ποταμό που αναγράφονται στους πίνακες της ΕΕΜΦ το σύνολο γίνεται 134), δημιουργήθηκε ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας 3.1 και το σχετικό διάγραμμα για τους τύπους των ελληνικών φραγμάτων.

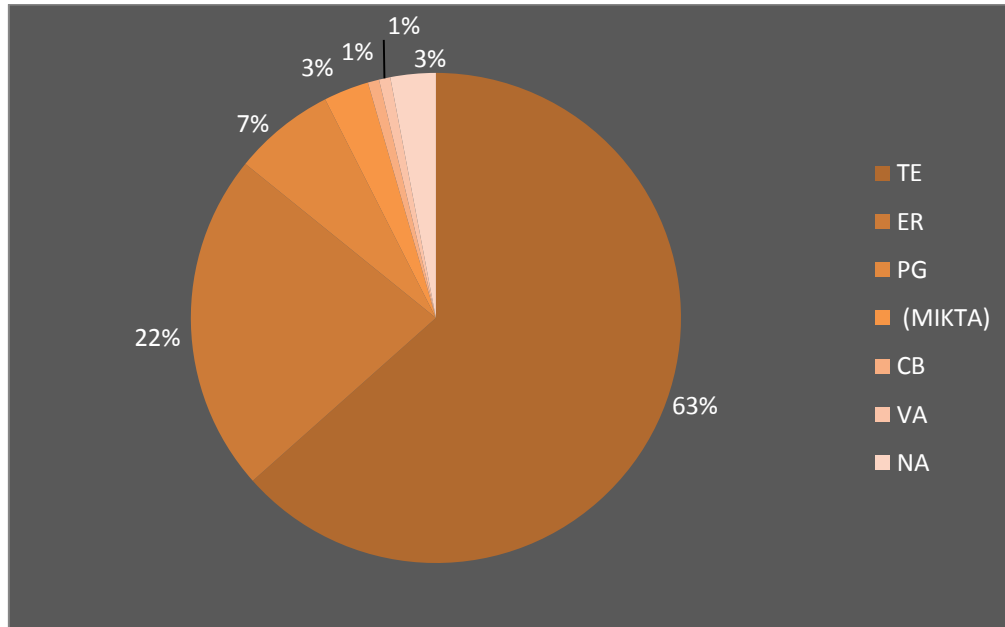
Πίνακας 3.1 Αριθμός μεγάλων φραγμάτων ανά τύπο στην Ελλάδα και αντίστοιχα ποσοστά.

TE	ER	PG	(ΜΙΚΤΑ)	CB	VA	NA
85	30	9	4	1	1	4
63%	22%	7%	3%	1%	1%	3%

Η ονοματολογία που έχει χρησιμοποιηθεί στον πίνακα 3.1 και τον ακόλουθο γράφημα (πιν. 3.2) είναι αυτή της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων όπου με το όνομα TE συμβολίζονται τα χωμάτινα φράγματα, με το όνομα ER τα λιθόρριπτα, με το όνομα PG τα φράγματα βαρύτητας, με το όνομα CB τα αντηριδωτά και με το όνομα VA τα τοξωτά φράγματα. Με το όνομα ΜΙΚΤΑ έχουν συμβολιστεί τα φράγματα τα οποία αποτελούν συνδυασμό δυο διαφορετικών τύπων και με το όνομα NA τα φράγματα για τα οποία δεν

υπάρχουν πληροφορίες για τον τύπο τους στους πίνακες της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων.

Πίνακας 3.2 Παρουσίαση των δεδομένων του Πίνακα 2 σε γράφημα.



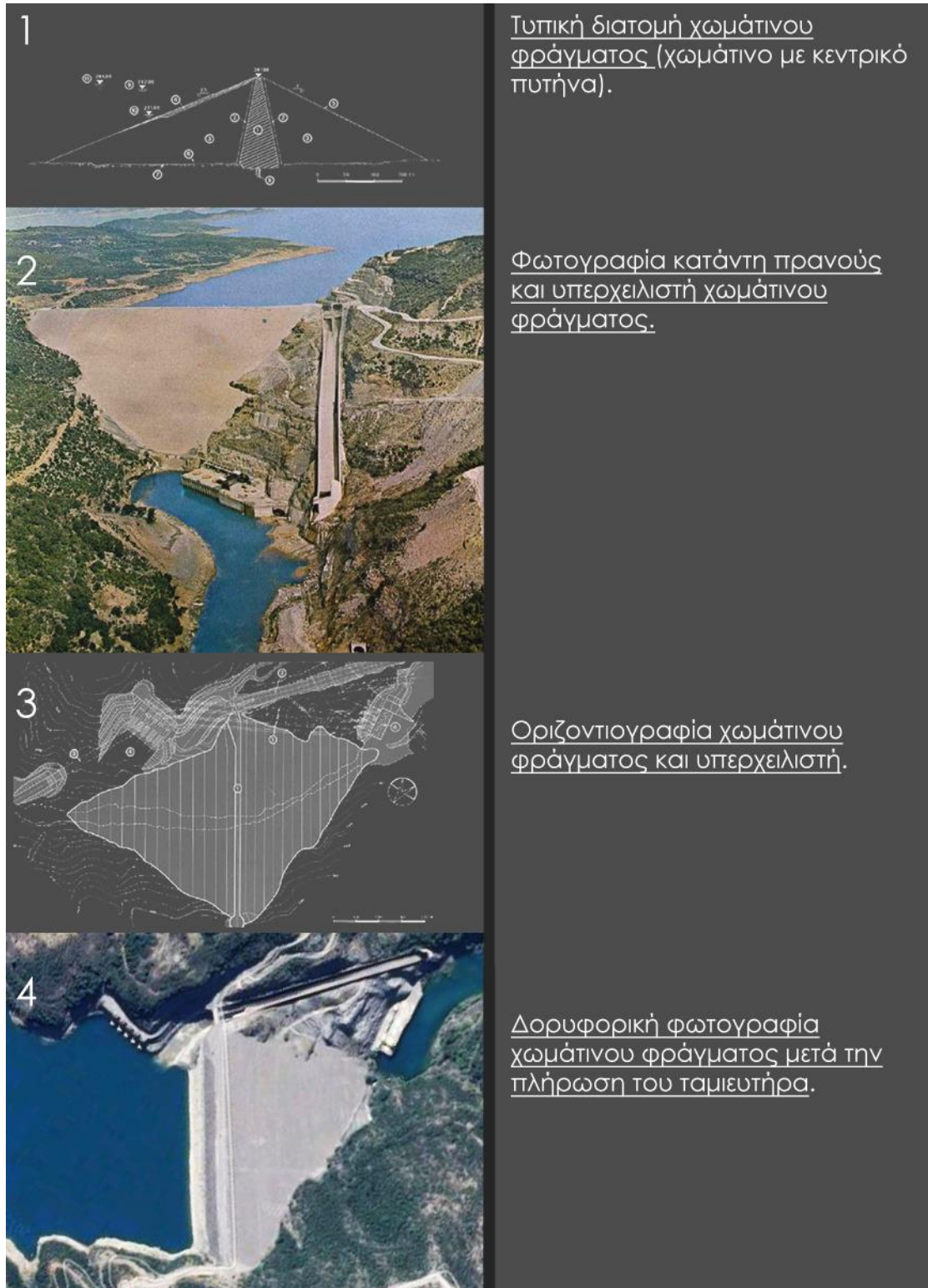
Παρατηρείται λοιπόν ότι από τα 132 φράγματα για τα οποία υπάρχουν δεδομένα τα 124 είναι είτε χωμάτινα, είτε λιθόρριπτα, είτε βαρύτητας, ενώ και τα τέσσερα μικτά φράγματα είναι τουλάχιστον κατά το ήμισυ από έναν από αυτούς τους 3 τύπους. Στην συνέχεια του κεφαλαίου λοιπόν, θα μας απασχολήσουν αυτοί οι τρεις τύποι φραγμάτων που είναι και οι κυριότεροι για τον ελληνικό χώρο.

3.1.1 Χωμάτινα φράγματα

Τα χωμάτινα φράγματα ανήκουν στην γενικότερη κατηγορία των γεωφραγμάτων μαζί με τα λιθόρριπτα φράγματα. Η βασική διαφορά των δύο τύπων αφορά τα υλικά κατασκευής, που στην περίπτωση των χωμάτινων φραγμάτων είναι κυρίως εδαφικά υλικά, αμμοχάλικα ποταμών και πλευρικά κορήματα (Μουτάφης, 2009 σ. 61). Τα χωμάτινα φράγματα αποτελούν την πλειοψηφία των φραγμάτων παγκοσμίως (Stephens, 2010 σ. 13). Μερικά από τα βασικά τους πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν την χρήση υλικών από την περιοχή κατασκευής του φράγματος, την ευκολία κατασκευής και τη δυνατότητα κατασκευής τους σε περιοχές με εδάφη μικρών αντοχών (US Army Corps of Engineers, 2004 σσ. 2-4).

Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές των χωμάτινων φραγμάτων που αφορούν κυρίως τον τρόπο με τον οποίον γίνεται η ροή του νερού μέσα από τα υλικά

του φράγματος, ή η παρεμπόδισή της. Αρχικά, υπάρχουν τα ομογενή χωμάτινα φράγματα, τα οποία κατασκευάζονται από ένα και μόνο υλικό, και τα χωμάτινα φράγματα με διάφραγμα, τα οποία κατασκευάζονται μεν από διαπερατά υλικά αλλά διαθέτουν και ειδική μεμβράνη από αδιαπέρατο υλικό η οποία σταματάει τη ροή του νερού μέσα από το σώμα του φράγματος (Τσόγκας *et.al.*, 2009 σ. 149). Όμως ο πιο διαδεδομένος τύπος χωμάτινου φράγματος είναι το ετερογενές-διαζωνισμένο φράγμα που συνδυάζει ένα αδιαπέρατο πυρήνα με ζώνες από ημιπερατά και διαπερατά υλικά. Τα βασικά σχέδια, καθώς και φωτογραφίες, ενός τέτοιου φράγματος φαίνονται στην εικόνα 3.1 με το παράδειγμα του χωμάτινου φράγματος των Κρεμαστών με κεντρικό πυρήνα, ύψους 165m και ημερομηνία ολοκλήρωσης το 1965.



Εικόνα 3.1 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Κρεμαστών (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013) μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Μουτάφης, 2014))

Σε σχέση τώρα με την αρχιτεκτονική μορφή του φράγματος τα εμφανή μέρη του φράγματος κατά τη λειτουργία του είναι το κατάντη πρηνές, η κορυφή του

φράγματος καθώς και το μεταβλητό μέρος του ανάντη πρανούς που μένει πάνω από την επιφάνεια του νερού. Το βασικό σχήμα ενός χωμάτινου φράγματος είναι πρισματοειδές με προσεγγιστικά τριγωνικές κεκλιμένες βάσεις και η μορφή του μοιάζει με αυτή ενός αναχώματος που κατακλύζεται από τη μια πλευρά με νερό. Οι κλίσεις των δυο πρανών του κυμαίνονται στις τιμές 1:1,75 με 1:3

Το μεγαλύτερο σε έκταση από τα εμφανή μέρη του φράγματος είναι το κατάντη πρανές όπως πώς παρατηρείται και στην φωτογραφία 4 της εικόνας 3.1. Η μορφή του εξαρτάται κυρίως από το υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί στην τελική στρώση του πρανούς, καθώς και από την συντήρηση του και το κατά πόσο έχει επιτραπεί ή και ευνοηθεί η ανάπτυξη φυτών σε αυτό. Σε σχέση με το εμφανές υλικό του κατάντη πρανούς αυτό μπορεί να είναι το αμμοχάλικο που υπάρχει και στο σώμα του πρανούς ή μπορεί να έχει προβλεφθεί και προστατευτική στρώση συνήθως από κροκάλες ή λιθορριπή διαμέτρου 0,15 – 0,40m. Επιπλέον, εάν το ύψος του φράγματος είναι αρκετά μεγάλο προβλέπονται στο κατάντη πρανές αναβαθμοί-μπαγκίνες για την απομάκρυνση του νερού ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπου στο πρανές σχεδιάζεται οδοποιία από τη βάση προς την κορυφή του φράγματος.

Απ' την άλλη πλευρά το ανάντη πρανές του φράγματος και κυρίως στο ψηλότερο του κομμάτι επενδύεται συνήθως με ζώνη λιθορριπής (rip rap), που συνήθως μπορεί να περιέχει λίθους αρκετά μεγαλύτερης διαμέτρου, για προστασία από τον κυματισμό στον ταμιευτήρα. Η ζώνη αυτή γίνεται περισσότερο ή λιγότερο εμφανής ανάλογα με το ύψος του νερού στον ταμιευτήρα και φυσικά το μέγεθος των λίθων που τη διαμορφώνουν εξαρτάται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά, τη γεωμετρία του φράγματος και τον αναμενόμενο κυματισμό.

Τέλος, η μορφή της στέψης του φράγματος εξαρτάται συνήθως από το είδος της οδοποιίας που επιλέγεται να διασχίζει την κορυφή του φράγματος. Το είδος αυτού του δρόμου ποικίλει από έναν απλό χωματόδρομο η επαρχιακό δρόμο μέχρι και δρόμο διπλής κατευθύνσεως του εθνικού οδικού δικτύου. Ανάλογα λοιπόν κυμαίνεται και το πλάτος της στέψης και η ύπαρξη ή όχι κιγκλιδωμάτων, πεζοδρομίου και διατάξεων φωτισμού.

3.1.2 Λιθόρριπτα Φράγματα

Τα λιθόρριπτα φράγματα, η δεύτερη πιο διαδεδομένη κατηγορία φραγμάτων στον ελληνικό χώρο, ανήκουν και αυτά στην ευρύτερη ομάδα των γεωφραγμάτων. Κατασκευάζονται με κύριο δομικό υλικό κομμάτια βράχων, προερχόμενα είτε από λατομείο είτε από εκσκαφές (Μουτάφης, 2009 σ. 61), για αυτό και διαφοροποιούνται από τα χωμάτινα φράγματα. Η επιλογή αυτού του τύπου φράγματος έναντι των κλασσικών χωμάτινων φραγμάτων κρίνεται

συμφέρουσα όταν δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε γεώδη υλικά που χρησιμοποιούνται στον πυρήνα των χωμάτινων φραγμάτων, όταν υπάρχει διαθεσιμότητα βραχωδών υλικών καλής ποιότητας ή όταν η περιοχή κατασκευής του φράγματος χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υγρό κλίμα (Τσόγκας et.al., 2009 σ. 394).

Οι πιο διαδεδομένες παραλλαγές είναι τα λιθόρριπτα φράγματα με πυρήνα και τα λιθόρριπτα φράγματα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος (ΛΑΠΣ). Άλλες παραλλαγές είναι τα λιθόρριπτα φράγματα με κεντρικό ασφαλικό διάφραγμα ή με ανάντη ασφαλικό τάπητα. Στην εικόνα 3.2 παρουσιάζεται η μορφή ενός λιθόρριπτου φράγματος με κεντρικό κεκλιμένο πυρήνα με τον παράδειγμα του φράγματος Θησαυρού, ύψους 172m και με ημερομηνία περάτωσης το 1996.



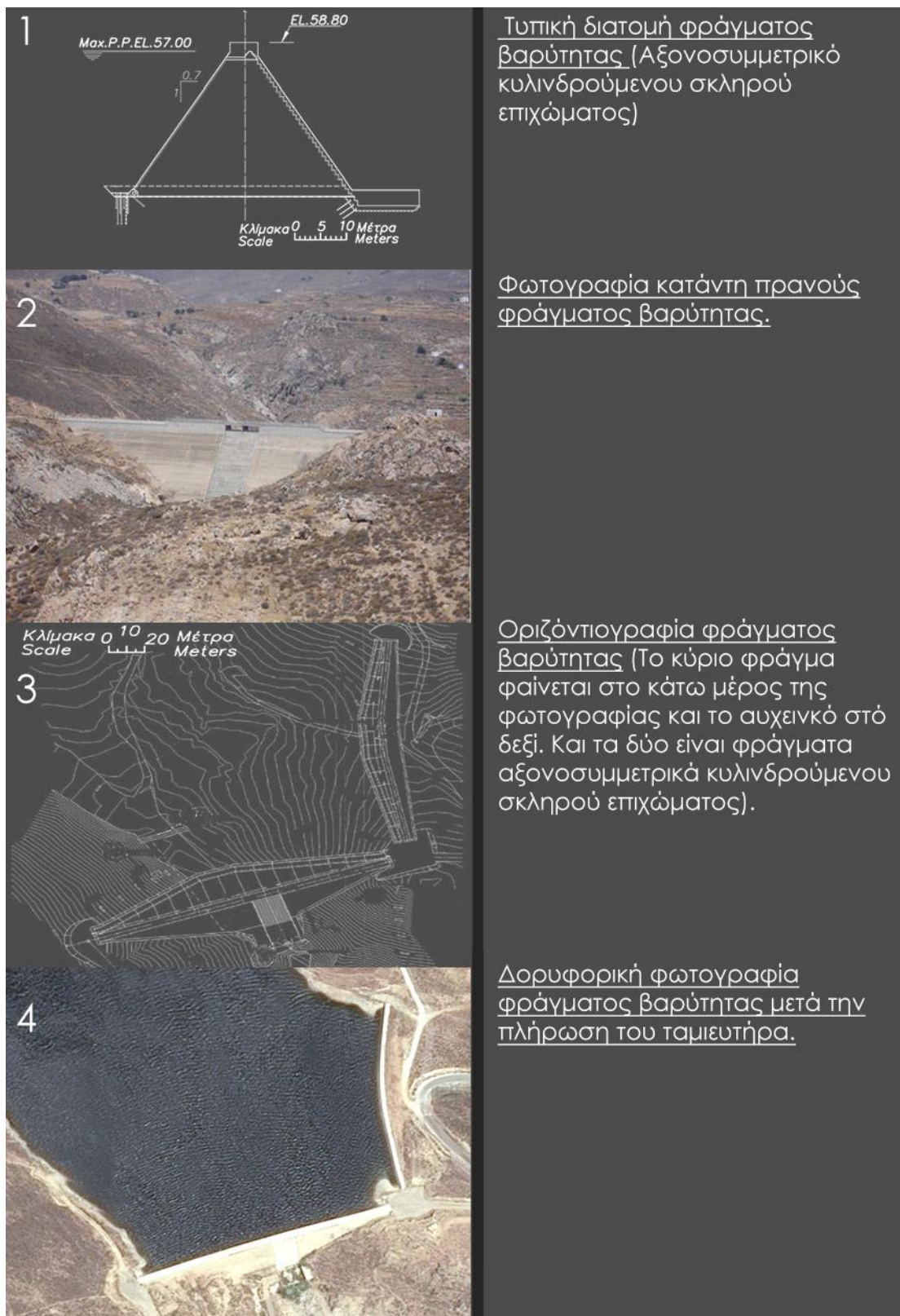
Εικόνα 3.2 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Κρεμαστών (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013) μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)).

Η αρχιτεκτονική μορφή των λιθόρριπτων φραγμάτων είναι σχεδόν πανομοιότυπη με αυτή των χωμάτινων φραγμάτων, όπως αυτή περιγράφεται στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, τόσο ως προς το σχήμα όσο και ως προς τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Ξανά, τα εμφανή μέρη του φράγματος κατά την λειτουργία είναι το κατάντη πρανές, η στέψη και το μέρος του ανάντη πρανούς που δεν καλύπτεται από νερό. Οι κλίσεις των δύο πρανών κυμαίνονται στις τιμές 1:1,5 με 1:2,5

Ως προς την στέψη του φράγματος ουσιαστικά δεν παρατηρείται καμία διαφορά μεταξύ χωμάτινων και λιθόρριπτων φραγμάτων με το βασικό χαρακτηριστικό της να είναι πάλι ο τύπος της οδοποιίας που την διασχίζει. Το ίδιο ισχύει και για το κατάντη πρανές με μόνη διαφορά ότι συχνά οι λίθοι που τοποθετούνται στην τελική στρώση αυτού μπορεί να είναι μεγαλύτεροι από ότι στα χωμάτινα φράγματα. Επιπλέον, η προστασία του ανάντη πρανούς πραγματοποιείται ξανά με λιθορριπή με μόνη εξαίρεση τα λιθόριπτα φράγματα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος (ΛΑΠΣ) στα οποία το ανάντη πρανές αποτελείται από σκυρόδεμα.

3.1.3 Φράγματα Βαρύτητας

Τα φράγματα βαρύτητας στην Ελλάδα ανήκουν σε δυο βασικές κατηγορίες: τα φράγματα βαρύτητας συμβατικά συμπυκνόμενου σκυροδέματος και τα αξονοσυμμετρικά φράγματα κυλινδρούμενου σκληρού επιχώματος (ΑΚΣΕ). Οι βασικές διαφορές των δυο τύπων αφορούν τόσο το υλικό κατασκευής όσο και τη γεωμετρία τους. Τα φράγματα από συμβατικά συμπυκνόμενο σκυρόδεμα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα, με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του κλασσικού δομικού σκυροδέματος, που συμπυκνώνεται με δονητές όπως και αυτό. Από την άλλη, τα αξονοσυμμετρικά φράγματα κυλινδρούμενου σκληρού επιχώματος κατασκευάζονται από σκυρόδεμα με αρκετά λιγότερη περιεκτικότητα τσιμέντου από το συμβατικό και συμπυκνώνονται δονητικούς συμπυκνωτές λείου τυμπάνου (Δημοπούλου, 2008 σ. 49). Στην εικόνα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα βασικά σχέδια και η μορφή ενός φράγματος ΑΚΣΕ με το παράδειγμα του φράγματος Στενού Σερίφου ύψους 30m και ημερομηνίας περάτωσης το 2003. Σημειώνεται ότι τα φράγματα ΑΚΣΕ αποτελούν πλέον τον επικρατέστερο τύπο φράγματος βαρύτητας στην Ελλάδα.



Τυπική διατομή φράγματος βαρύτητας (Αξονοσυμμετρικό κυλινδρούμενου σκληρού επιχώματος)

Φωτογραφία κατόπτη πρσανούς φράγματος βαρύτητας.

Οριζόντιογραφία φράγματος βαρύτητας (Το κύριο φράγμα φαίνεται στο κάτω μέρος της φωτογραφίας και το αυχενικό στο δεξί. Και τα δύο είναι φράγματα αξονοσυμμετρικά κυλινδρούμενου σκληρού επιχώματος).

Δορυφορική φωτογραφία φράγματος βαρύτητας μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα.

Εικόνα 3.3 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Στενού Σερίφου (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013) μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)).

Η αρχιτεκτονική μορφή των φραγμάτων βαρύτητας διαφέρει αισθητά από αυτή των γεωφραγμάτων και επιπλέον παρατηρούνται μεγαλύτερες διαφορές και μεταξύ των υποκατηγοριών των φραγμάτων βαρύτητας από ότι μεταξύ των αντίστοιχων υποκατηγοριών των λιθόρριπτων και χωμάτινων φραγμάτων. Τα φράγματα βαρύτητας δεν μοιάζουν με αναχώματα αλλά αποτελούν αρκετά πιο συμπαγείς κατασκευές με πιο έντονες κλίσεις στα πρηνή τους (σχέδιο 1, εικ. 3.3) σε σχέση με τα γεωφράγματα και με επιπλέον διαφορά τη δυνατότητα κατασκευής του υπερχειλιστή επί του σώματος του φράγματος λόγω της μεγαλύτερης φέρουσας ικανότητας τους.

Στα ελληνικά φράγματα βαρύτητας το κυρίαρχο υλικό που καθορίζει τις εξωτερικές τους επιφάνειες χρωματικά αλλά και μορφολογικά είναι το σκυρόδεμα. Βέβαια σε αρκετές περιπτώσεις φραγμάτων ΑΚΣΕ αφήνεται εμφανές στο κατάντη πρηνές το σκληρό επίχωμα, το οποίο διαθέτει πιο γήινες αποχρώσεις από το συμβατικό σκυρόδεμα, και μόνο ή στέψη του φράγματος κατασκευάζεται από σκυρόδεμα. Με δεδομένη λοιπόν την κυριαρχία του σκυροδέματος στην επιφάνεια του συνήθους φράγματος βαρύτητας αλλά και τις πιο απότομες κλίσεις των πρηνών γίνεται εμφανές ότι τα φράγματα αυτά παύουν να μοιάζουν με αναχώματα, όπως τα λιθόρριπτα και χωμάτινα φράγματα, και διαθέτουν πιο συμπαγή μορφή και πιο έντονη επίδραση στο τοπίο.

3.1.4 Υπόλοιποι τύποι

Πέραν των τριών βασικών τύπων που αναφέρθηκαν ήδη στο προηγούμενο κεφάλαιο υπάρχουν ακόμα δυο τύποι φραγμάτων που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα σε πολύ μικρότερα ποσοστά. Τα τοξωτά φράγματα, με ένα μόνο κατασκευασμένο παράδειγμα το φράγμα Ταυρωπού και τα αντηριδωτά με μόνο κατασκευασμένο παράδειγμα το φράγμα Λάδωνα. Οι τύποι αυτοί επιλέχθηκε να μην αναλυθούν περαιτέρω καθώς οποιοσδήποτε από τους δυο έχει να κατασκευαστεί από το 1959 και οι προοπτικές τους για το μέλλον δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερες με βάση την πλήρη κυριαρχία των τριών βασικών τύπων, που αναλύθηκαν προηγουμένως, τις τελευταίες δεκαετίες.

3.2 Αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα ελληνικά φράγματα

Αρχικά έγινε προσπάθεια να πραγματοποιηθεί ο διαχωρισμός των χαρακτηριστικών της μορφής του φράγματος ανάλογα με τον αν ο λόγος που διαμορφώνονται όπως τα βλέπουμε είναι καθαρά τεχνικός (στατικός, κατασκευαστικός, κλπ) ή αισθητικός. Εύκολα καταλήγουμε στο ότι τα φράγματα εκείνα τα οποία ξεφεύγουν από τους κλασσικούς σχεδιαστικούς κανόνες και διαφοροποιούνται από την συνηθισμένη μορφή κάθε τύπου φράγματος για αισθητικούς λόγους αποτελούν στην Ελλάδα συντριπτική μειοψηφία.

Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται και από τον παρακάτω πίνακα (πιν.3.3) στον οποίο εξετάζονται 60 από τα μεγάλα φράγματα της Ελλάδας ως προς το κατά πόσο υπάρχει σε αυτά η οποιαδήποτε επιπλέον κατασκευή με στόχο την βελτίωση της αισθητικής του φράγματος. Τα 60 αυτά φράγματα επιλέχθηκαν να είναι αυτά για τα οποία πραγματοποιείται μια συνοπτική περιγραφή στην έκδοση «Τα Φράγματα της Ελλάδας» της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων. Η αξιολόγηση του κατά πόσο υπάρχει σε αυτά κάποια κατασκευή με μοναδικό στόχο την βελτίωση της αισθητικής του φράγματος και της καλύτερης ένταξης του στο τοπίο έγινε με την χρήση των σχεδίων και των φωτογραφιών που υπάρχουν στην έκδοση «Τα Φράγματα της Ελλάδας» της ΕΕΜΦ, φωτογραφιών των φραγμάτων που αναζητήθηκαν στο διαδίκτυο στο Google και το Panoramio, δορυφορικών φωτογραφιών από το Google Maps, βίντεο από τις περιοχές των φραγμάτων που υπάρχουν στο youtube και τέλος, με προσωπικές επισκέψεις σε κάποια από αυτά. Όλα αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν διότι έχοντας μια πλήρη εικόνα της μορφής του καθενός από αυτά τα φράγματα και συγκρίνοντας την με την συνήθη μορφή του αντίστοιχου τύπου (όπως παρουσιάζεται και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο) ήταν πλέον εύκολο να καταλήξουμε στο εάν υπάρχουν σε αυτό κατασκευές που να ξεφεύγουν από τις τεχνικές απαιτήσεις του έργου και να αφορούν την αισθητική του έργου.

Πίνακας 3.3 Τα 60 φράγματα που εξετάστηκαν ως προς της παρουσίας κατασκευής με στόχο της αισθητικής του φράγματος και τα σχετικά συμπεράσματα.

a/a	Όνομα φράγματος	Παρουσία κατασκευής με στόχο την βελτίωση της αισθητικής τους φράγματος
1	ΑΝΩ ΜΕΡΑ	ΌΧΙ
2	ΑΣΩΜΑΤΑ	ΌΧΙ
3	ΕΥΗΝΟΣ (ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ)	ΌΧΙ
4	ΘΗΣΑΥΡΟΣ	ΌΧΙ
5	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	ΌΧΙ
6	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΌΧΙ
7	ΛΑΔΩΝ	ΌΧΙ
8	ΛΟΥΡΟΣ	ΝΑΙ
9	ΜΑΡΑΘΙΑ	ΌΧΙ
10	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	ΝΑΙ
11	ΜΟΡΝΟΣ	ΌΧΙ
12	ΠΕΡΔΙΚΑΣ	ΌΧΙ
13	ΠΗΝΕΙΟΣ	ΌΧΙ

a/a	Όνομα φράγματος	Παρουσία κατασκευής με στόχο την βελτίωση της αισθητικής τους φράγματος
14	ΠΛΑΤΑΝΟΒΡΥΣΗ	ΌΧΙ
15	ΠΟΛΥΦΥΤΟ	ΌΧΙ
16	ΠΟΥΡΝΑΡΙ Ι	ΌΧΙ
17	ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ	ΌΧΙ
18	ΣΜΟΚΟΒΟ	ΌΧΙ
19	ΣΤΡΑΤΟΣ	ΌΧΙ
20	ΣΦΗΚΙΑ	ΌΧΙ
21	ΤΑΥΡΩΠΟΣ	ΌΧΙ
22	ΑΠΟΛΑΚΚΙΑ	ΌΧΙ
23	ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ	ΌΧΙ
24	ΛΙΜΝΟΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΓΓΑΡΩΝ	ΌΧΙ
25	ΖΥΦΙΑΣ	ΌΧΙ
26	ΚΑΤΑΚΑΛΗΣ	ΌΧΙ
27	ΜΥΛΟΠΟΤΑ	ΌΧΙ
28	ΡΑΧΩΝ ΠΕΖΙΟΥ	ΌΧΙ
29	ΦΕΝΕΟΥ (ΔΟΞΑΣ)	ΌΧΙ
30	ΛΙΒΑΔΙΟΥ	ΌΧΙ
31	ΛΟΓΓΑ	ΌΧΙ
32	ΓΡΑΤΙΝΗΣ	ΌΧΙ
33	ΤΟΥΡΛΟΥ	ΝΑΙ
34	ΕΡΕΣΣΟΣ	ΌΧΙ
35	ΣΤΕΝΟΥ	ΌΧΙ
36	ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΚΟ	ΌΧΙ
37	ΡΑΠΕΝΤΩΣΑΣ	ΌΧΙ
38	ΦΑΝΕΡΩΜΕΝΗ (ΝΑΞΟΥ)	ΌΧΙ
39	ΦΑΝΕΡΩΜΕΝΗ ΜΕΣΣΑΡΑΣ	ΌΧΙ
40	ΛΙΒΑΔΙ (ΠΑΤΜΟΥ)	ΌΧΙ
41	ΛΙΒΑΔΙ ΛΑΡΙΣΑΣ	ΌΧΙ
42	ΣΙΣΑΝΙΟΥ	ΌΧΙ
43	ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΌΧΙ
44	ΓΑΔΟΥΡΑ	ΌΧΙ
45	ΔΕΣΚΑΤΗΣ	ΌΧΙ

a/a	Όνομα φράγματος	Παρουσία κατασκευής με στόχο την βελτίωση της αισθητικής τους φράγματος
46	ΠΛΑΤΑΝΗ	ΌΧΙ
47	ΠΡΑΜΟΡΙΤΣΑ	ΌΧΙ
48	ΠΑΠΑΔΙΑΣ	ΌΧΙ
49	ΙΝΙΟΥ-ΜΑΧΑΙΡΩΝ	ΌΧΙ
50	ΠΟΤΑΜΩΝ ΑΜΑΡΙΟΥ	ΌΧΙ
51	ΑΡΤΖΑΝ ΑΜΑΤΟΒΟ	ΌΧΙ
52	ΜΕΣΟΒΟΥΝΟ	ΌΧΙ
53	ΡΟΥΚΟΥΝΑ	ΝΑΙ
54	ΤΑΚΑ	ΌΧΙ
55	ΓΥΡΤΩΝΗΣ	ΌΧΙ
56	ΒΡΑΧΟΥ	ΌΧΙ
57	ΔΑΦΝΟΖΩΝΑΡΑΣ (ΑΥΛΑΚΙΟΥ)	ΌΧΙ
58	ΑΠΟΣΕΛΕΜΗ	ΌΧΙ
59	ΙΛΑΡΙΩΝΑ	ΌΧΙ
60	ΜΕΣΟΧΩΡΑ	ΌΧΙ

Από τα 60 φράγματα που εξετάστηκαν μόλις τέσσερα διαθέτουν κάποια επιπλέον κατασκευή που να μπορεί να θεωρηθεί ότι συμβάλλει στην καλύτερη αισθητική του φράγματος χωρίς να ήταν απαραίτητη για τεχνικούς λόγους. Τα φράγματα αυτά παρουσιάζονται στη συνέχεια στην εικόνα 3.4. Από αυτά η μόνη περίπτωση με αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που θα μπορούσαν να θεωρηθεί σχετικά πλήρεις (αφορά και το σώμα του φράγματος και τα συνοδά έργα) αλλά και πιο εκτενείς από τις άλλες λόγω του μεγέθους του έργου, είναι αυτή του φράγματος Μαραθώνα. Το φράγμα αυτό έχει επενδυθεί εξ' ολοκλήρου με πεντελικό μάρμαρο, έχουν πραγματοποιηθεί με εξαιρετική λεπτομέρεια εργασίες διακόσμησης της στέψης με ειδική διαμόρφωση των μαρμάρινων επιφανειών και τη δημιουργία χώρων θέασης του φράγματος και επιπλέον οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις επεκτείνονται και στα συνοδά έργα του φράγματος, όπως τον πύργο έλεγχου υδροληψίας, αλλά και στην κατασκευή ενός ξεχωριστού μνημείου με την αρχιτεκτονική αρχαιοελληνικού ναού, το οποίο έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι όμοιο με το αντίστοιχο μνημείο που έχτισαν οι Αθηναίοι στους Δελφούς μετά τη νίκη τους στη μάχη του Μαραθώνα, συμβολίζοντας έτσι τη σύγχρονη νίκη των Αθηναίων, αυτή τη φορά έναντι της λειψυδρίας.



1
Φράγμα Μαραθώνα:
Επένδυση ανάντη και κατόντη
πρανούς με μάρμαρο.



2
Φράγμα Ρούκουνα: Επένδυση
κατόντη πρανούς με δέματα
αδρανών υλικών.



3
Φράγμα Λούρου:
Υπερχειλιστής κατά μήκος του
σώματος του φράγματος.



4
Φράγμα Τούρλου: Επένδυση
κατόντη πρανούς με πέτρα.

Εικόνα 3.4 Τα τέσσερα φράγματα της Ελλάδας με παρουσία κατασκευής που να εξυπηρετεί αισθητικούς σκοπούς. (Πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.love-n-live-life.tumblr.com, www.akter.gr, www.panoramio.com, www.kapetanidis.com)

4 Η αρχιτεκτονική και οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στον σχεδιασμό φραγμάτων διεθνώς

Προτού καταλήξουμε στην αξιολόγηση της ανάγκης για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα φράγματα, που αποτελεί και τον στόχο αυτού του πρώτου μέρους της εργασίας, κρίθηκε απαραίτητο να έχουν παρουσιαστεί παραδείγματα φραγμάτων με τέτοιες παρεμβάσεις. Η τυπική μορφή των φραγμάτων στον ελληνικό χώρο έχει ήδη παρουσιαστεί και δεν περιέχει τέτοιες παρεμβάσεις στην συντριπτική πλειοψηφία των ελληνικών φραγμάτων. Εάν όμως θέλουμε να πραγματοποιήσουμε μια αντικειμενική αξιολόγηση θα πρέπει να παρουσιαστούν φράγματα με αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις ώστε να μπορεί να υπάρξει σύγκριση, και αυτά τα φράγματα θα προέρχονται αναγκαστικά κατά πλειοψηφία από το εξωτερικό.

Αναλυτικά λοιπόν, στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τεχνικά έργα και λογικές σχεδιασμού που έχουν εφαρμοστεί στην κατασκευή φραγμάτων διεθνώς και που έχουν στόχο την βελτίωση της αισθητικής του φράγματος, των συνοδών κατασκευών και του τοπίου της περιοχής κατασκευής. Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις κατηγοριοποιούνται συνεπώς σε αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που αφορούν το σώμα του φράγματος, παρεμβάσεις στα συνοδά έργα και παρεμβάσεις στο τοπίο θα παρουσιαστούν σε τρία ξεχωριστά υποκεφάλαια με σχετικά παραδείγματα κατά κύριο λόγο από το εξωτερικό και χώρες όπως οι Η.Π.Α, η Ιαπωνία, η Ισπανία, Η Ινδία, Η Αυστραλία ο Καναδάς κ.λπ.

Η συγκέντρωση όλων αυτών των παραδειγμάτων πέραν από του στόχους που εξυπηρετεί στα πλαίσια αυτής της εργασίας, ουσιαστικά δημιουργεί μια βάση δεδομένων που θα παρέχει δοκιμασμένες ιδέες και τεχνικές για την βελτίωση και ανάδειξη του αισθητικού στοιχείου στα φράγματα. Η βάση αυτή μπορεί να αποτελέσει και από μόνη της ένα χρήσιμο εργαλείο για αυτούς που ασχολούνται με το σχεδιασμό τέτοιων έργων, μια πηγή άντλησης ιδεών και τεχνικών για την βελτίωση της εικόνας των φραγμάτων.

4.1 Έργα στο σώμα του φράγματος

Σε αυτό το πρώτο υποκεφάλαιο εξετάζονται αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται επί του σώματος του φράγματος με στόχο την ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και την ανάδειξη των αρχιτεκτονικών και αισθητικών χαρακτηριστικών του

4.1.1 Διακοσμητική λίθινη επένδυση (φράγματα βαρύτητας)

Τα φράγματα βαρύτητας ως συμπαγείς κατασκευές με συχνά κατακόρυφες ή σχεδόν κατακόρυφες κλίσεις πρσανών είναι έργα που μπορούν να φέρουν διακοσμητική επένδυση από φυσικούς λίθους, μάρμαρο, τούβλα κλπ.. Στην εικόνα 4.1 παρουσιάζονται επτά τέτοια παραδείγματα από διάφορες χώρες και στη συνέχεια του υποκεφαλαίου αυτού εξετάζονται οι τεχνικές λεπτομέρειες σε σχέση με το είδος της διακοσμητικής επένδυσης και οι λόγοι που επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί η κατασκευή της σε αυτά.

Ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κατασκευών αυτών, αρχικά θα εξετάσουμε τον τύπο της επένδυσης. Κοινό χαρακτηριστικό της τοιχοποιίας των φραγμάτων που παρουσιάζονται, όπως και όλων των μεγάλων φραγμάτων που εξετάστηκαν και αναγράφονται στον πίνακα 4.1, αποτελεί η χρήση φυσικών λίθων. Η χρήση τεχνητών λίθων φαίνεται να περιορίζεται στα μικρά φράγματα όπως το φράγμα του ποταμού Fonte στη Γκουάμ (φωτ. 7α,7β) στην εξωτερική επένδυση του οποίου έχουν χρησιμοποιηθεί τούβλα. Επίσης στην περίπτωση του φράγματος Miharu (φωτ. 2α,2β, εικ.4.1) η επένδυση που φαίνεται στις φωτογραφίες δεν αποτελείται από πραγματικούς φυσικούς λίθους αλλά έχει δημιουργηθεί με χρήση ειδικών καλουπιών από το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του φράγματος.

Στα υπόλοιπα φράγματα που παρουσιάζονται λοιπόν, δηλαδή στις φωτογραφίες 1α έως 5β της εικόνας 4.1, χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο λαξευτοί αλλά και ημιλαξευτοί φυσικοί λίθοι για την επένδυση (ΚΑΛΟΓΕΡΑΣ, 1999 σ. 84). Ημιλαξευτή λιθοδομή κατασκευάζεται μόνο στην περίπτωση του φράγματος Bolaque (φωτ.5α,5β, εικ.4.1), όπου όπως φαίνεται οι λίθοι που χρησιμοποιούνται δεν έχουν λαξευτεί ώστε να έχουν την ίδια ακριβώς μορφή μεταξύ τους και για αυτό και σχηματίζονται σχετικά μεγάλοι αρμοί για τη σύνδεση τους. Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις η λιθοδομή είναι λαξευτή, με τους λίθους να σχηματίζονται κατάλληλα ώστε να υπάρχει πολύ καλή εμπλοκή μεταξύ τους αλλά και μικρότεροι αρμοί.

Τα κίνητρα πίσω από την δόμηση αυτών των διακοσμητικών επενδύσεων είναι καθαρά αισθητικά. Για παράδειγμα, το φράγμα Miharu στην Ιαπωνία επιλέχθηκε η επένδυση που μοιάζει να αποτελείται από φυσικούς λίθους ούτως ώστε θυμίζει την τυπική αρχιτεκτονική της ιαπωνικής πόλης-κάστρου και να ταιριάζει καλύτερα με το τοπίο της περιοχής¹. Αντίστοιχα, στον σχεδιασμό του νορβηγικού φράγματος Ringedalsvatn επιλέχθηκε η λιθοδομή του στηθαίου να παρουσιάζει μικρές οπές όμοιες με αυτές των κάστρων της μεσαιωνικής εποχής (Nynäs, 2013 σ. 113). Επίσης, χαρακτηριστικό της πολιτιστικής και αισθητικής αξίας αυτών των έργων είναι και το γεγονός ότι αρκετά από αυτά εντάσσονται πλέον σε προστατευόμενες περιοχές ή σε περιοχές υψηλής πολιτιστικής, φυσικής και τοπιακής αξίας. Για παράδειγμα, το φράγμα Elce της

εικόνας 4.1 (φωτ.3α,3β) έχει αξιολογηθεί από την κυβέρνηση της Βαλένσια ως μνημείο Πολιτιστικού Ενδιαφέροντος (Irlles Más, et al., 2002 σ. 9) ενώ η περιοχή του φράγματος Βολαργκε εντάσσεται σε Περιοχή Ενδιαφέροντος για την Κοινωνία (MARTÍN, 2012 σ. 281).



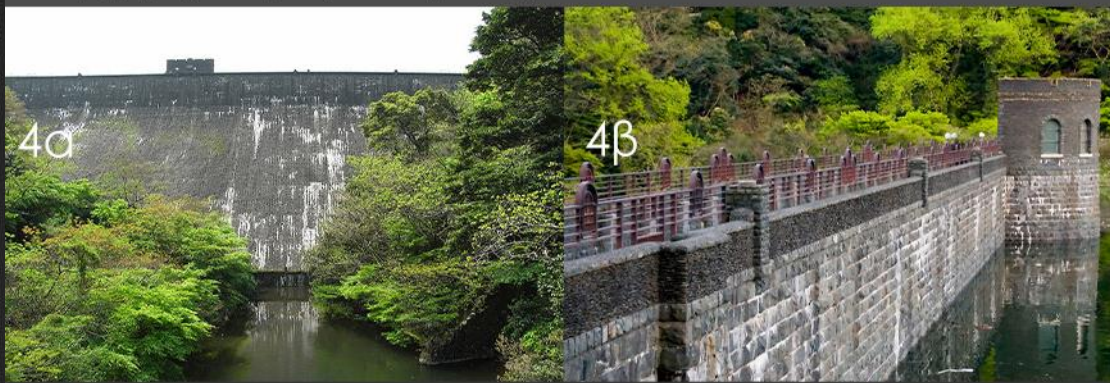
1α Όνομα: Ringedalssvatn, Χώρα: Νορβηγία, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος, Ύψος: 33m, Έτος ολοκλήρωσης: 1918



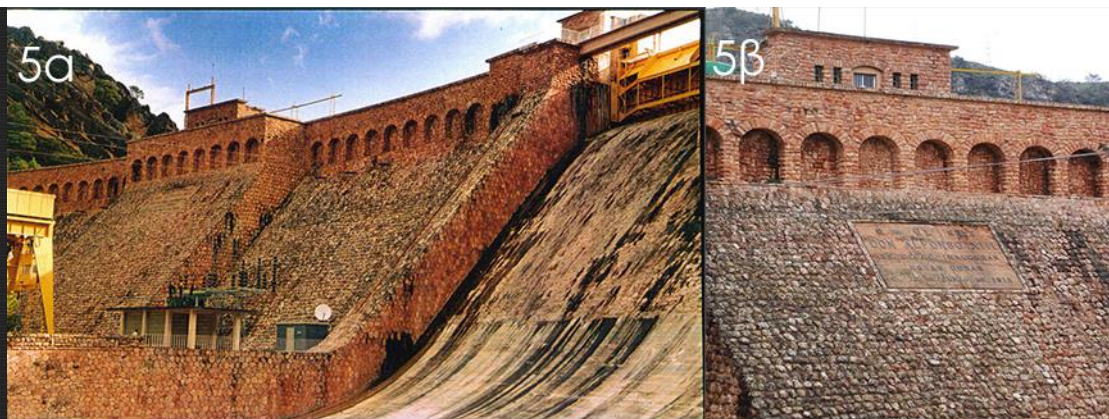
2α Όνομα: Μίχαρι, Χώρα: Ιαπωνία, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος, Ύψος: 65m, Έτος ολοκλήρωσης: 1997



3α Όνομα: Elche, Χώρα: Ισπανία, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος με τοξωτή κατοπή, Ύψος: 23m, Έτος ολοκλήρωσης: 1632

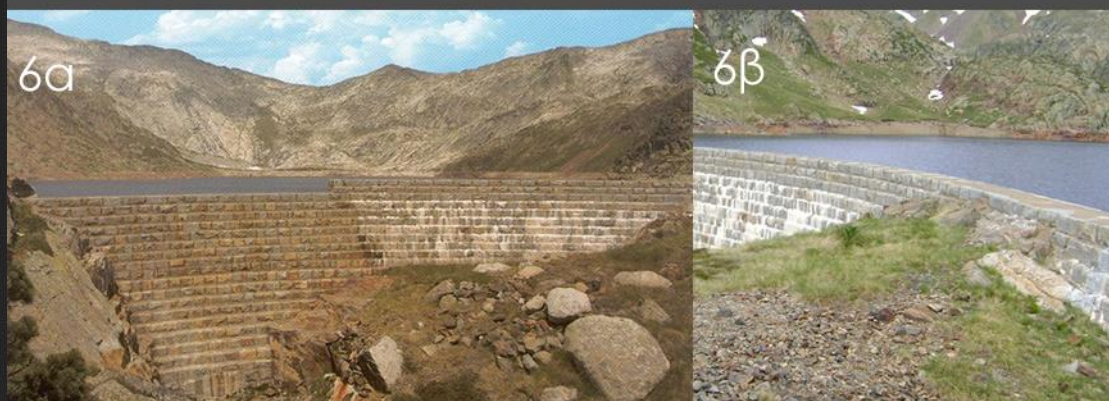


4α Όνομα: Kawachi, Χώρα: Ιαπωνία, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος, Ύψος: 44m, Έτος ολοκλήρωσης: 1927



Όνομα: De Bolarque, Χώρα: Ισπανία, ύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος,
Υψος: 36m, Έτος ολοκλήρωσης: 1910.

Μικρά Φράγματα:



Όνομα: Certescans, Χώρα: Ισπανία, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
Υψος: 8m Έτος ολοκλήρωσης: 1944



Όνομα: Fonte River Dam, Χώρα: Γκουάμ, Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
Υψος: 7,3m Έτος ολοκλήρωσης: 1910

Εικόνα 4.1 Φωτογραφίες και πληροφορίες μικρών και μεγάλων φραγμάτων με διακοσμητική λίθινη επένδυση. Για κάθε φράγμα παρουσιάζεται μια γενική φωτογραφία με το δείκτη α και μια φωτογραφία πιο κοντά στο φράγμα, με έμφαση στην τοιχοποιία, με το δείκτη β. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1: www.nve.no, www.panoramio.com 2: www.wikipedia.com, www.panoramio.com 3:

www.panoramio.com, (Irles Más, et al., 2002) 4: www.wikipedia.com, www.flickr.com 5: www.seprem.es, www.panoramio.com 6: (MARTÍN, 2012), www.panoramio.com 7: www.flickrriver.com, www.sharkonfire.com)

Τέλος για περαιτέρω έρευνα και για την πληρότητα της εργασίας παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας που παρουσιάζει όλα τα φράγματα με διακοσμητική τοιχοποιία που βρέθηκαν και εξετάστηκαν στα πλαίσια της εργασίας.

Πίνακας 4.1 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με διακοσμητική τοιχοποιία που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.

Σχετικά Φράγματα			
α/α	Ονομασία	α/α	Ονομασία
1	Agujero	17	Jandula
2	Bataneo	18	Kalpong
3	Bolarque	19	Kawachi
4	Bornos	20	Kensico
5	Buseo	21	Kobuchi
6	Cataract	22	Kongens
7	Certescans	23	Miharu
8	Chumpichocho	24	Mohne
9	Craig Goch	25	Rånåsfoss
10	Cueva Foradada	26	Ringedalsvatn
11	Dalsfos	27	Rocklands
12	Eded	28	Tobetsu
13	Elce	29	Vamma
14	Fonte river	30	Vyrnwy
15	Guadalhorce	31	Yatategi
16	Hōnen'ike	32	Μαραθώνα

4.1.2 Αρχιτεκτονική Μνημείου – Ιστορικού Κτιρίου (Φράγματα Βαρύτητας)

Όπως είδαμε ήδη με τα παραδείγματα των φραγμάτων Miharu και Ringedalsvatn, στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, υπάρχουν φράγματα όπου η διακοσμητική επένδυση και οι λεπτομέρειες της εξυπηρετούν μια γενικότερη λογική σχεδιασμού του φράγματος ώστε αυτό να μοιάζει με ιστορικό μνημείο ή κάστρο. Στα πλαίσια αυτού του υποκεφαλαίου λοιπόν, θα παρουσιαστούν τέτοιες περιπτώσεις φραγμάτων όπου η αρχιτεκτονική επέμβαση δεν περιλαμβάνει μια μεμονωμένη επένδυση αλλά επεκτείνεται σε όλα τα μέρη του φράγματος από το κατόντη πρηνές, μέχρι την κορυφή του φράγματος και τις συνοδευτικές επιπλέον κατασκευές. Ακόμη θα αναζητηθούν τα κίνητρα της

κατασκευής των έργων αυτών με αυτή την αρχιτεκτονική λογική καθώς και κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες σε σχέση με αυτά. Τα έξι φράγματα που παρουσιάζονται φαίνονται στην εικόνα 4.2.

Από τεχνικής άποψης, και τα έξι φράγματα που παρουσιάζονται διαθέτουν είτε φέρουσα είτε διακοσμητική λιθοδομή από φυσικούς λίθους. Φέρουσα λιθοδομή διαθέτει το φράγμα Vyrnwy της φωτογραφίας 1 ενώ στα υπόλοιπα φράγματα η επένδυση με φυσικούς λίθους εξυπηρετεί αισθητικούς σκοπούς. Το υλικό των χρησιμοποιούμενων λίθων διαφέρει και εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα υλικών στην περιοχή κατασκευής (Breen, 1994 σ. 2). Έτσι, στο φράγμα Vyrnwy χρησιμοποιείται ουαλικός σχιστόλιθος, στο φράγμα Bornos της φωτογραφίας 2 ασβεστολιθικοί ψαμμίτες (Pérez al., 2013, σ. 39), στο φράγμα Solbergfoss της φωτογραφίας 3 γρανίτης και στο φράγμα Cataract της φωτογραφίας 4 βασάλτης.

Η επένδυση εκτείνεται σε σχεδόν όλα τα φράγματα από το κατάντη πρανές, στα στηθαία της κορυφής και σε όποιες επιπλέον κατασκευές (χώρους αποθηκών και μηχανολογικού εξοπλισμού) υπάρχουν πάνω σε αυτή. Εξαιρείται μόνο το φράγμα Solbergfoss όπου παρόλο που η αρχική πρόταση περιλάμβανε και σε αυτό την επικάλυψη όλου του φράγματος με φυσικούς λίθους, τελικά για οικονομικούς λόγους η επικάλυψη αυτή περιορίστηκε σε συγκεκριμένα μέρη του φράγματος (Nyhäs, 2013 σ. 236). Στις λιθοδομές αυτές όμως που υπάρχουν σε όλα τα φράγματα έρχονται να προστεθούν και διάφορα διακοσμητικά στοιχεία όπως οι 25 καμάρες και οι δυο μικροί πύργοι στην κορυφή του φράγματος Vyrnwy² και αντίστοιχα στοιχεία που παρατηρούνται και στα υπόλοιπα φράγματα. Με αυτό τον τρόπο λοιπόν το φράγμα γίνεται ένα ολοκληρωμένο έργο όπου πέραν των τεχνικών απαιτήσεων κάθε του επιφάνεια έχει προσεχθεί και διακοσμηθεί και δημιουργείται η εικόνα ενός μνημείου παρά ενός απλού τεχνικού έργου.

Τα κίνητρα πίσω από αυτό τον σχεδιασμό του φράγματος έχουν σαφώς να κάνουν με την βελτίωση της αισθητικής του φράγματος και την ομαλότερης ένταξη του στο τοπίο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προς απόδειξη αυτού είναι το φράγμα Jandula της φωτογραφίας 6 το οποίο βρίσκεται στην Ανδαλουσία της Ισπανίας. Η περιοχή αυτή είναι πλούσια σε αρχαία ρωμαϊκά μνημεία³ τα οποία μάλιστα φέρνουν στην περιοχή και μεγάλο αριθμό τουριστών. Το φράγμα λοιπόν, επιλέχθηκε να σχεδιαστεί με επικάλυψη λαξευτής γρανιτικής



Όνομα: Υγνιwy
 Χώρα: Wales
 Τύπος: Φράγμα λιθοδομής
 Ύψος: 44m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1888



Όνομα: Bornos
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 45m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1961



Όνομα: Solbergfoss
 Χώρα: Νορβηγία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 45m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1924



Όνομα: Cataract
 Χώρα: Αυστραλία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 56m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1907



Όνομα: Möhnetalsperre
 Χώρα: Γερμανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 40m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1913

Όνομα: Jandula
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 84m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1932

Εικόνα 4.2 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με αρχιτεκτονική μνημείου – κάστρου (πηγές εικόνων με τη σειρά : www.cyclingnorthwales.co.uk, www.presasyembalsesdeandalucia.es, www.panoramio.com, www.snipview.com, www.thedambusters.org.uk, www.commonswikimedia.org

τοιχοποιίας ώστε να μοιάζει με τέτοιο ρωμαϊκό μνημείο (Pérez et al., 2013, σ. 76). Αντίστοιχα και το φράγμα Νγρηγυ της Ουαλίας έχει σχεδιαστεί με αρχιτεκτονική «Birmingham μπαρόκ» όπως και πολλά έργα του συστήματος ύδρευσης της περιοχής⁴, ακολουθώντας τις αρχιτεκτονικές παραδόσεις του Ηνωμένου Βασιλείου. Τέλος, αξίζει να παρατηρηθεί ότι στον σχεδιασμό τουλάχιστον δυο από αυτών των φραγμάτων συμμετείχε και αρχιτέκτονας μηχανικός. Στην περίπτωση του φράγματος Möhnetalsperre της φωτογραφίας 5 ο γερμανός αρχιτέκτονας Franz Brantzky⁵ και στην περίπτωση του φράγματος Solbergfoss ο νορβηγός αρχιτέκτονας Bredo Greve.

Επίσης, οι τοποθεσίες των εν λόγω φραγμάτων αποτελούν χώρους διεξαγωγής διαφόρων οργανωμένων και μη ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων όπως αθλημάτων, περιπάτων κλπ^{6 7}.

Ακολουθεί πίνακας με τα ονόματα όλων των φραγμάτων που εξετάστηκαν στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου και βρέθηκαν να έχουν χαρακτηριστικά αρχιτεκτονικής ιστορικού μνημείου-κάστρου.

Πίνακας 4.2 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με αρχιτεκτονική ιστορικού μνημείου-κάστρου που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο

Σχετικά Φράγματα			
a/a	Ονομασία	a/a	Ονομασία
1	Agujero	16	Jandula
2	Avon	17	Kawachi
3	Bolarque	18	Kensico
4	Bornos	19	Laggan
5	Burrator	20	Lannagan
6	Cataract	21	Miharu
7	Clatteringshaws	22	Möhnetalsperre
8	Clunie	23	Orrin
9	Craig Goch	24	Ringedalsvatn
10	Cueva Foradada	25	Rio Grande
11	DeBuseo	26	Solbergfoss
12	Diemel	27	Vamma
13	Eder	28	Vyrnwy
14	Guadalhorce	29	Yesa
15	Hönen'ike	30	Μαραθώνα

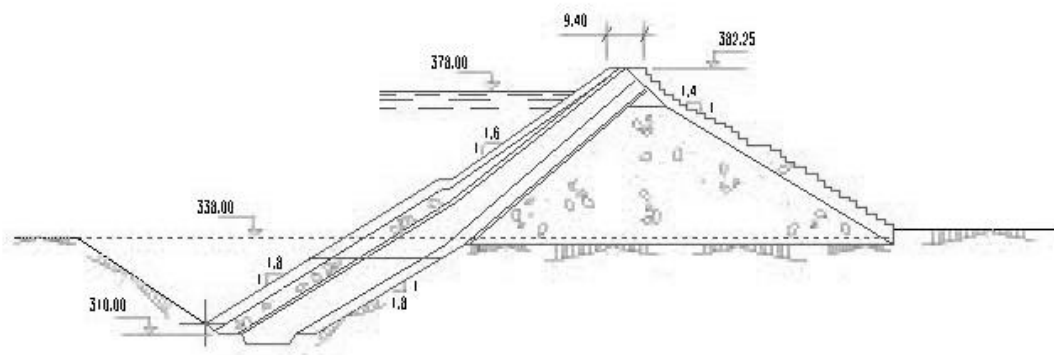
4.1.3 Διαμόρφωση Λιθορριπής Πρανών (Γεωφράγματα)

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται χωμάτινα φράγματα στα οποία έχει πραγματοποιηθεί προσπάθεια βελτίωσης του αισθητικού στοιχείου της αρχιτεκτονικής τους μέσω της πιο προσεκτικής επιλογής της μορφής, του χρώματος και της διάταξης των εμφανών λίθων που καλύπτουν τα πρανή τους. Τέσσερα τέτοια φράγματα παρουσιάζονται στην εικόνα 4.4.

Κατά κανόνα η τελική ζώνη του ανάντη πρανούς ενός γεωφράγματος σχηματίζεται με κλασσική λιθορριπή ενώ για το κατόντη πρανές αυτό δεν καθίσταται υποχρεωτικό και συχνά η τελευταία και εμφανής ζώνη αποτελείται από εδαφικό υλικό μικρότερης διαμέτρου. Όπως είναι γνωστό τα υλικά αυτά δημιουργούν υπό αυτές τις συνθήκες μια ανώμαλη επιφάνεια στα πρανή. Στις περιπτώσεις που εξετάζονται διακρίνονται δυο νέες τεχνικές για τη διαμόρφωση αυτών των πρανών. Στην περίπτωση των Ιαπωνικών

φραγμάτων Minamiaiiki , Kurijama (φωτ.1α,1β,3α,3β) παρατηρούμε ότι και στα δυο πρηνή οι λίθοι δεν τοποθετούνται τυχαία στην επιφάνεια της λιθορριπής αλλά διαμορφώνεται μια επένδυση που έχει τη μορφή αργολιθοδομής, δηλαδή λιθοδομής από λίθους που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία. Η επένδυση αυτή ακολουθεί την κλίση των πρηνών και ουσιαστικά ομαλοποιεί την επιφάνεια τους. Την ίδια μορφή έχει και το πρηνές του φράγματος Kurotani (φωτ.4α,4β) με μόνη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση δεν έχει χρησιμοποιηθεί κονίαμα στην σύνδεση των λίθων και το πρηνές έχει τη μορφή ξερολιθιάς. Απ' την άλλη στο Ισπανικό φράγμα Tirajana (φωτ.2α,2β) στο πρηνές έχει σχηματιστεί επένδυση ξανά μεν με αργούς λίθους αλλά με τη μορφή αναβαθμών πώς φαίνεται και στην εικόνα 4.4.

Στη συνέχεια στην εικόνα 4.3 βλέπουμε τομή του φράγματος Tirajana στην οποία παρατηρείται ότι η επικάλυψη του φράγματος με λίθους σε μορφή αναβαθμών αποτελεί μια επιπλέον κατασκευή στο έργο και δεν αποτελείται από το υλικό του εσωτερικού του φράγματος αλλά από πιο προσεκτικά επιλεγμένους λίθους με χρωματικές αποχρώσεις παραπλήσιες με αυτές των βραχωδών όγκων της περιοχής (φωτ.2α,2β).



Εικόνα 4.3 Τυπική τομή φράγματος Tirajana (πηγή: www.sig.magrama.es).



Όνομα: Μιναμιαίκι, Χώρα: Ιαπωνία, Τύπος: Λιθόρριπτο φράγμα, Ύψος: 136m, Έτος ολοκλήρωσης: 2005



Όνομα: Τίραϊανα, Χώρα: Ισπανία, Τύπος: Χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα, Ύψος: 44m, Έτος ολοκλήρωσης: 1974



Όνομα: Κυρίγιαμα, Χώρα: Ιαπωνία, Τύπος: Λιθόρριπτο φράγμα, Ύψος: 97,5m, Έτος ολοκλήρωσης: 1985



Όνομα: Κυροτανί, Χώρα: Ιαπωνία, Τύπος: Λιθόρριπτο φράγμα, Ύψος: 43,6m, Έτος ολοκλήρωσης: 1990

Εικόνα 4.4 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες γεωφραγμάτων με ειδική διαμόρφωση του κατάντη πρσανούς. Για κάθε φράγμα παρουσιάζεται μια γενική φωτογραφία με το δείκτη α και μια πιο κοντινή φωτογραφία, με έμφαση στην επένδυση του φράγματος, με το δείκτη β. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1: www.wikipedia.com, www.now2000net.blogspot.gr 2: www.maps.google.com (με αποτύπωση στιγμιότυπου από το street view), www.panoramio.com 3: www.wikipedia.com, www.damsite.m78.com 4: www.wikipedia.com).

4.1.4 Φύτευση στο σώμα του φράγματος (γεωφράγματα και φράγματα βαρύτητας)

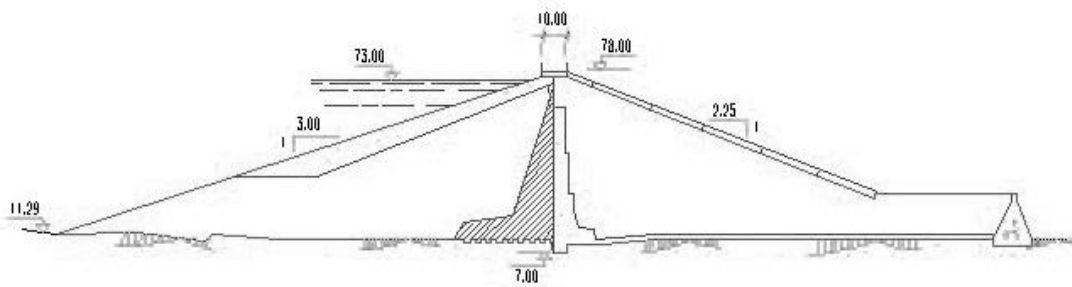
Σε αυτό το εδάφιο θα μας απασχολήσουν φράγματα στα οποία έχει πραγματοποιηθεί κάποιου είδους φύτευση επί του σώματος του φράγματος. Αρχικά θα αναλυθούν κάποιες τεχνικές παράμετροι για τις φυτεύσεις και τους τρόπους με τους οποίους πραγματοποιούνται και εν συνεχεία θα αναζητηθούν τα κίνητρα για την δημιουργία τους.

Η φύτευση ενός φράγματος μπορεί να περιλαμβάνει ολόκληρα δέντρα, θάμνους και ακόμα και πιο χαμηλή βλάστηση, όπως γρασίδι. Χαρακτηριστικά, από τα φράγματα που παρουσιάζονται στην εικόνα 4.6 παρατηρούμε ότι τα φράγματα Guadarranque (εικ.4.6,φωτ.1), Sorpe (εικ.4.6,φωτ.3), Narai (εικ.4.6,φωτ.4) και Charco Redondo (εικ.4.6,φωτ.5) φυτεύονται με χαμηλή βλάστηση ενώ τα φράγματα La Breña II (εικ.4.6,φωτ.2) και Jarrama (εικ.4.6,φωτ.6) φυτεύονται με μεγαλύτερους θάμνους. Αντιθέτως στην περίπτωση του φράγματος Aswan (εικ.4.6,φωτ.7) παρατηρούμε ότι έχουν φυτευτεί δέντρα στην κορυφή του φράγματος όπως συμβαίνει σε κάποιο μικρότερο βαθμό και στο φράγμα Sorpe και το φράγμα La Breña II (στη φωτογραφία του φράγματος στην εικόνα 4.6 η φύτευση αυτή δεν διακρίνεται εύκολα διότι τα δέντρα είναι ακόμα μικρά). Οι φυτεύσεις εκτείνονται από την κορυφή του φράγματος, όπως στην περίπτωση του φράγματος Aswan, μέχρι και το κατάντη πρσανές, όπως σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πέραν του φράγματος La Breña II που είναι φράγμα βαρύτητας RCC όλα τα υπόλοιπα φράγματα που παρουσιάζονται είναι γεωφράγματα. Ενώ λοιπόν στα γεωφράγματα οι φυτεύσεις είναι κάτι πιο συνηθισμένο και πραγματοποιούνται για πρώτη φορά ήδη πριν από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, η ευρείας κλίμακας φύτευση σε φράγμα βαρύτητας είναι μια καινούργια πραγματικότητα με το φράγμα La Breña II, έτους ολοκλήρωσης 2007, να βρέθηκε ως μοναδικό του είδους.

Οι τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία των κατάλληλων βάσεων για την φύτευση διαφέρουν από φράγμα σε φράγμα. Για παράδειγμα, στην επιφάνεια των αναβαθμών από τους οποίους διαμορφώνεται το κατάντη πρσανές του φράγματος La Breña II διαστρώθηκε φυτική γη⁸ εγκαταστάθηκε σύστημα άρδευσης και οι αναβαθμοί και φυτεύτηκαν με θαμνώδη φυτά και

μικρά δέντρα. Επιπλέον, στην κορυφή του πρανούς αλλά και στην στέψη του φράγματος έχουν χρησιμοποιηθεί γλάστρες για την φύτευση μεγαλύτερων δέντρων (Martín, 2008). Στο φράγμα Guadarranque απ'την άλλη έχουν δημιουργηθεί μικρά αναχώματα με ύψος 9m και πάχος εδαφικού υλικού περίπου 1m (Serano, 1964 σ. 460). Τα αναχώματα αυτά ακολουθούν την κλίση 2,25:1 (ορ:κατ) του κατάντη πρανούς και φυτεύονται με γρασίδι. Η διάταξη αυτή διακρίνεται και στην τυπική τομή του φράγματος που ακολουθεί:



Εικόνα 4.5 Τυπική τομή φράγματος Guadarranque. Η διάταξη των φυτεμένων αναχωμάτων διακρίνεται στο κατάντη πρανός (πηγή σχεδίου: www.spancold.es) .

Σε σχέση με τους λόγους για τους οποίους σχεδιάστηκαν αυτές οι φυτεύσεις υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ τεχνικών και αισθητικών λόγων. Σε τουλάχιστον δύο από τα εξεταζόμενα φράγματα (Guadarranque και Jarrama) αναφέρεται η πρόβλεψη φύτευσης για την αποφυγή διάβρωσης του κατάντη πρανούς (Serano, 1964 σ. 460), (Pérez et al., 2013, σ. 130). Παρ' όλα αυτά οι τεχνικοί λόγοι δεν ήταν οι μόνοι που οδήγησαν σε αυτή την επιλογή. Χαρακτηριστικά, τα δυο φράγματα που αναφέρονται προηγουμένως μαζί με το φράγμα Charco Redondo εντάσσονται στο Εθνικό Πάρκο Alcornocales της Ανδαλουσίας και οι ίδιες πηγές με πριν αναφέρουν οργανωμένη και στοχευμένη προσπάθεια να ενταχθούν τα έργα αυτά στο τοπίο με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, με το σχεδιασμό φυτεύσεων και άλλων μέτρων (Pérez et al., 2013, σ. 117). Επιπλέον, στο φράγμα Sorpe της Γερμανίας ο σχεδιασμός των φυτεύσεων ακολουθεί οδηγίες για την περιοχή του Ρήνου-Βεστφαλίας οι οποίες καθορίζουν για τα φράγματα της περιοχής απαιτήσεις σε σχέση με τη συντήρηση του τοπίου και τη δημιουργία συνθηκών για πραγματοποίηση δραστηριοτήτων αναψυχής γύρω από τα φράγματα (Deutschen Rates für Landespflege, 1984 σ. 230).

Τέλος, σε αρκετές από τις περιπτώσεις των φραγμάτων που παρουσιάζονται στο παρόν υποκεφάλαιο αναφέρεται αύξηση του τουρισμού στην περιοχή γύρω από το φράγμα. Παραδείγματα αποτελούν το φράγμα Charco Redondo που συνέβαλε στην ανάπτυξη του τουρισμού και των

δραστηριοτήτων για αναψυχή στο Εθνικό Πάρκο Alcornocales (A. Carreira, 1997, σ. 113,118) αλλά και το φράγμα Sorpe στην περιοχή του οποίου πραγματοποιούνται σήμερα ποικίλες δραστηριότητες αναψυχής, όπως καταδύσεις, κοπηλασία, ιστιοπλοοία, ψάρεμα και πολλές άλλες και το οποίο αποτελεί πόλο έλξης για Ολλανδούς τουρίστες στη Γερμανία ?.

Ακολουθεί πίνακας με όλα ονόματα των φραγμάτων με φύτευση στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν:

Πίνακας 4.3 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με φύτευση στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο

Φράγματα που εξετάστηκαν			
α/α	Ονομασία	α/α	Ονομασία
1	Arriaran	13	Kleinfelder
2	Aswan	14	La brena II
3	Bhandardara	15	Lake Shelbyville dam
4	Charco Redondo	16	Matsuno
5	Cornalvo	17	Narai
6	DeCubillas	18	Ouchi
7	Gosho	19	PuebladeCazalla
8	Guadarranque	20	Rock Willow dam
9	Honzawa	21	Sorpe
10	Izarigawa	22	Tadami
11	Jarrama	23	Tuirila
12	Kinzua		



Όνομα: Guadarranque
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα με
 αργιλικό πυρήνα
 Ύψος: 67m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1965



Όνομα: La Breña II
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
 RCC
 Ύψος: 119m
 Έτος ολοκλήρωσης: 2007



Όνομα: Sorpe
 Χώρα: Γερμανία
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα με
 πυρήνα από σκυρόδεμα
 Ύψος: 69m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1935



Όνομα: Narai
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Λιθόρριπτο
 Ύψος: 60m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1982



Όνομα: Charco Redondo
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα με
αργιλικό πυρήνα
 Ύψος: 65,5m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1983



Όνομα: Jarrama
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα με
αργιλικό πυρήνα
 Ύψος: 43,1m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1998



Όνομα: Aswan
 Χώρα: Αίγυπτος
 Τύπος: Λιθόρριπτο φράγμα
 Ύψος: 111m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1970

Εικόνα 4.6 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με φύτευση στο σώμα του φράγματος. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.panoramio.com, www.dragados-usa.com, www.pprune.org, www.wikipedia.com, www.panoramio.com, (Pérez et al, 2013), www.youtube.com(στιγμιότυπο))

4.1.5 Γεωμετρία τοξωτών και αντηριδωτών φραγμάτων

Τα τοξωτά και τα αντηριδωτά φράγματα εμφανίζουν κάποιες ενδιαφέρουσες αρχιτεκτονικές ιδιότητες και δυνατότητες λόγω της μορφής τους. Ξεκινώντας από τον την χρυσή αναλογία του Πυθαγόρα η οποία έχει εφαρμοστεί στο σχεδιασμό αρκετών μεγάλων έργων των μηχανικών και φτάνοντας στη σύγχρονη εποχή και σε αρχιτέκτονες όπως ο Le Corbusier που έδωσε με τη σειρά του μεγάλη σημασία στις θεωρίες των αναλογιών στον σχεδιασμό

καταλήγουμε στο ότι υπάρχουν συγκεκριμένες αρχές: η επαναληπτικότητα, η παραλληλία και η ορθογωνιότητα που μπορούν να συνδράμουν στην βελτίωση της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων (Kreuzer, 2000 σ. 3). Οι αρχές αυτές είναι αρκετά πιο εύκολα εφαρμόσιμες σε τέτοια φράγματα αφού η παραλληλία και η επαναληπτικότητα αποτελούν εγγενείς αρχές του σχεδιασμού των αντηριδωτών φραγμάτων ή των φραγμάτων με πολλαπλά τόξα και μόνο η ορθογωνιότητα δεν εξαρτάται από τον τύπο του φράγματος αλλά από τη γωνία με την οποία τα συνοδά έργα έρχονται σε επαφή με το φράγμα. Οι γεωμετρικές αυτές ιδιότητες αυτών των τύπων φραγμάτων μπορούν να αποτελέσουν αισθητικό προτέρημα τους όπως στα παραδείγματα των φραγμάτων που παρουσιάζονται στην ακόλουθη εικόνα.



1
Όνομα: Roselend
Χώρα: Γαλλία
Τύπος: Τοξωτό –
Αντηριδωτό φράγμα
Ύψος: 150m
Έτος ολοκλήρωσης: 1962



2
Όνομα: Nånatn I og III
Χώρα: Νορβηγία
Τύπος: Φράγμα
σκυροδέματος με
πολλαπλά τόξα.
Ύψος: 28m
Έτος ολοκλήρωσης: 1932

Εικόνα 4.7 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες αντηριδωτών-τοξωτών φραγμάτων που τηρούν τις αρχές της παραλληλίας, της επαναληπτικότητας και της ορθογωνιότητας (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.en.wikipedia.org, www.tu.no)

4.1.6 Διακόσμηση στέψης

Η στέψη του φράγματος είναι το μέρος εκείνο του έργου που είναι πιο άμεσα προσβάσιμο από τους επισκέπτες του και παράλληλα το μέρος του φράγματος που είναι άμεσα παρατηρήσιμο από χρήστες του οδικού δικτύου που διασχίζει συνήθως ένα φράγμα. Εάν λοιπόν η αρχιτεκτονική του φράγματος αποτελεί παράμετρο που λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό τότε μια λύση για τη βελτίωση της αισθητικής του φράγματος είναι η πιο προσεκτική διαμόρφωση της στέψης είτε με διακόσμηση των στηθαίων, είτε με τη δημιουργία εξωστών και χώρων θέασης του φράγματος είτε με την τοποθέτηση άλλων τύπων διακοσμητικών στοιχείων (αψίδες, επιγραφές για το φράγμα, κλπ.). Παραδείγματα φραγμάτων με τέτοιων ειδών παρεμβάσεις παρουσιάζονται στις ακόλουθες δύο εικόνες.



Όνομα: Miharu
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Φράγμα
 Βαρύτητας Σκυροδέματος
 Ύψος: 65m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1997

(Φωτογραφία από τη στέψη του φράγματος. Παρατηρούνται: Η γενικότερη διακόσμηση της στέψης και η διαμόρφωση του εξώστη στο δεξιό μέρος της φωτογραφίας)

Όνομα: Guadalupe
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα
 Βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 74m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1921

(Παρατηρείται η εξωτερική διακόσμηση της στέψης)

Εικόνα 4.8 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διατάξεις διακόσμησης της στέψης (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.damnet.or.jp, www.fincarcabella.com).



Όνομα: Hartbeespoort
 Χώρα: Νότια Αφρική
 Τύπος: Τοξωτό ράγμα
 Ύψος: 59m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1923

(Παρατηρείται η αψίδα στην αφετηρία της στέψης του φράγματος)



Όνομα: Nunobiki
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 33m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1900

(Παρατηρείται η βοηθητική γέφυρα που διασχίζει τον υπερχειλιστή και η επένδυση της στέψης)

Εικόνα 4.9 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διατάξεις διακόσμησης της στέψης (πηγή φωτογραφιών: www.wikipedia.com).

4.1.7 Φωτισμός

Όπως συνηθίζεται γενικότερα σε έργα μηχανικού μεγάλης κλίμακας (ουρανοξύστες, γέφυρες, κλπ.) και ιστορικά μνημεία (κάστρα, ακροπόλεις, κλπ.) έτσι και στα φράγματα ο κατάλληλος φωτισμός μπορεί να συμβάλει στην αισθητική ανάδειξη του έργου. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζονται παραδείγματα από διατάξεις φωτισμού σε φράγματα. Παρατηρείται ότι έμφαση δίνεται στον φωτισμό του κατόντη πρσανούς του φράγματος.



Όνομα: Hume
 Χώρα: Αυστραλία
 Τύπος: Φράγμα
 βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 51m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1936

Όνομα: Möhnetalsperre
 Χώρα: Γερμανία
 Τύπος: Φράγμα
 βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 33m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1913

Εικόνα 4.10 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων ειδικές διατάξεις φωτισμού (πηγή φωτογραφιών: www.wikipedia.com) .

4.1.8 Τέχνη στο φράγμα

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται περιπτώσεις φραγμάτων που έχουν διακοσμηθεί με έργα τέχνης. Η τοποθέτηση έργων τέχνης στα φράγματα αποτελεί μια απλή αρχιτεκτονική παρέμβαση η οποία δεν χρειάζεται ιδιαίτερη τεχνική ή κατασκευαστική ανάλυση.

Στην στέψη του φράγματος Αγίαραη (φωτ.1, εικ.4.11) τοποθετούνται δυο γλυπτά εκατέρωθεν του υπερχειλιστή που μαζί με τις φυτεμένες λωρίδες στο κατάντη πρανές του φράγματος προσπαθούν να αναδείξουν τον μνημειακό χαρακτήρα του έργου (Σαργέντης, 1998 σ. 58). Στο δεύτερο φράγμα που παρουσιάζεται, το φράγμα Sannōkai της Ιαπωνίας (φωτ.2, εικ.4.11) δημιουργείται μέσω της φύτευσης μια επιγραφή στο κατάντη πρανές του φράγματος η οποία αναφέρεται στην Σινοϊαπωνική Συνθήκη Ειρήνης του 1952 καθώς και ο ίδιος ο ταμιευτήρας του φράγματος έχει ονομαστεί « Η Λίμνη της Ειρήνης» προς τιμήν της συνθήκης αυτής. Στη συνέχεια στο φράγμα Fresnillo της Ισπανίας(φωτ.3, εικ.4.11) παρατηρείται ο χρωματισμός των κατακόρυφων τοιχίων της στέψης με χρώμα κατάλληλο ώστε το φράγμα να εντάσσεται πιο ομαλά οπτικά στο τοπίο της περιοχής. Τέλος, παρατηρείται ο υπερχειλιστής του φράγματος Cuevas del Almanzora (φωτ.4, εικ.4.11), της ίδιας χώρας, στον οποίο έχει ζωγραφιστεί το σύμβολο Indalo της περιοχής Almería, το

οποίο απεικονίζει το προϊστορικό σχέδιο ενός άντρα που τεντώνει ένα τόξο, σχέδιο που έχει βρεθεί στις σπηλιές της περιοχής. Το σχέδιο κυριαρχεί στο τοπίο με το μέγεθος του (Fernando Delgado Ramos, 2003) και συμβολίζει την σημασία και την αναγκαιότητα του φράγματος για την προστασία του πληθυσμού κατόντη του φράγματος (Μαρία Isabel Martín Pérez, 2013 σ. 120).



1
 Όνομα: Arriaran
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 57m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1993



2
 Όνομα: Sannōkai
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Λιθόρριπτο φράγμα
 Ύψος: 61,5m
 Έτος ολοκλήρωσης: 2001



3
 Όνομα: Fresnillo
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
 Ύψος: 27,7m
 Έτος ολοκλήρωσης: 2002



4
 Όνομα: Cuevas del Almanzora
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα με αργιλικό πυρήνα
 Ύψος: 74,5m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1986

Εικόνα 4.11 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διακόσμηση με έργα τέχνης. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.wikiwand.com, damnet.or.jp, www.rutasyfotos.com, www.seprem.es)

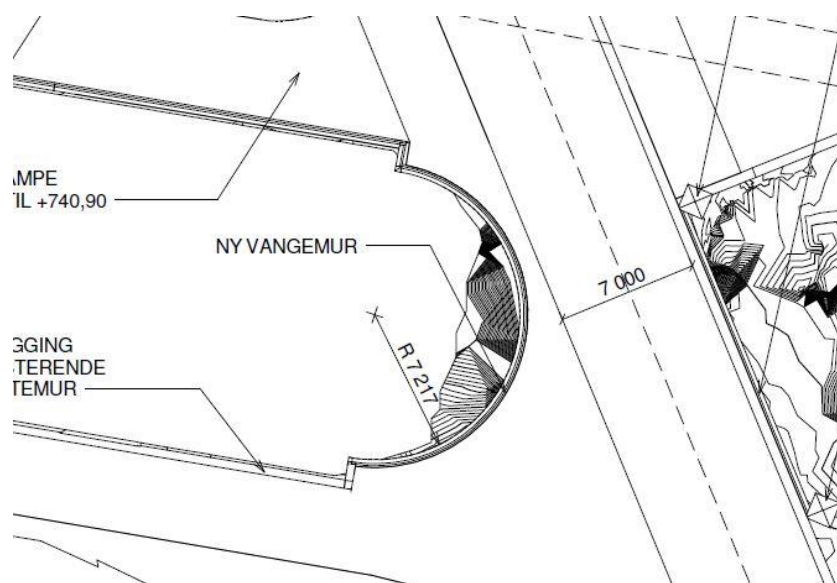
4.2 Συνοδευτικά έργα

Στο δεύτερο αυτό υποκεφάλαιο εξετάζονται αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται στα συνοδά έργα του φράγματος όπως τον υπερχειλιστή, τον σταθμό παραγωγής ενέργειας στα υδροηλεκτρικά φράγματα ή τον πύργο ελέγχου του εκχειλιστή.

4.2.1 Χρήση υπερχειλιστή για τη δημιουργία τεχνητού καταρράκτη

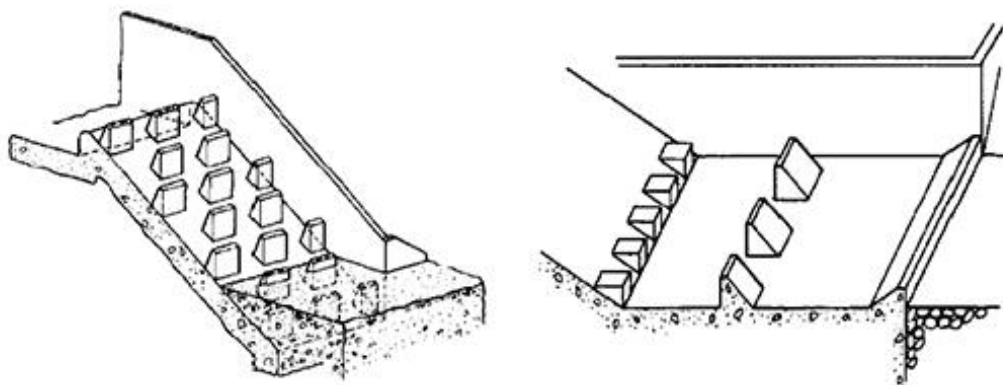
Το φαινόμενο της υπερχείλισης αποτελεί ένα από τα πιο θεαματικά φαινόμενα που συνδέονται με τη λειτουργία ενός φράγματος. Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται περιπτώσεις φραγμάτων όπου έχει επιλεγεί η κατάλληλη χωροθέτηση του υπερχειλιστή ή του εκχειλιστή ώστε το νερό που εξέρχεται από τον ταμιευτήρα μέσω αυτών των έργων να προσπίπτει σε βραχώδες έδαφος και να δημιουργεί εικόνα όμοια με αυτή ενός φυσικού καταρράκτη.

Οι τεχνικές που έχουν χρησιμοποιήσει παρουσιάζουν κάποιες διαφορές. Αρχικά στα φράγματα Jandula και Wilson (φωτ.1 και 4, εικ.4.14) το νερό διοδεύεται κατευθείαν ή σχεδόν κατευθείαν (στο φράγμα Jandula μεσολαβεί ένα κανάλι μερικών δεκάδων μέτρων) από το φράγμα στα αντερείσματα, χωρίς να μεσολαβεί δώρυγα πτώσης. Εν αντιθέσει, στο φράγμα La Peña (φωτ.2, εικ.4.14) η εκχείλιση πραγματοποιείται μέσω 10 σήραγγων μέσου μήκους 236m και εμβαδού κάθε σήραγγας 5,20m² (MARTÍN, 2012 σ. 314). Τέλος, στο φράγμα Tunhond κατασκευάζεται ένας ημικυκλικής κάτοψης υπερχειλιστής που μεγαλώνει με το σχήμα του αυτό την επιφάνεια αποτόνωσης της ενέργειας του νερού πετυχαίνοντας παράλληλα και την επιθυμητή ομοιότητα με καταρράκτη.



Εικόνα 4.12 Κάτοψη του υπερχειλιστή του φράγματος Tunhond (πηγή σχεδίου: (Statkraft Energi AS, 2011) μετά από προσαρμογή).

Η τεχνική της διαμόρφωσης τεχνητού καταρράκτη αξιοποιώντας τον υπερχειλιστή ή τον εκχειλιστή του φράγματος διαθέτει κάποια βασικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, αποτελεί μια απλή και οικονομική τεχνική για την βελτίωση της αρχιτεκτονικής και του αισθητικού στοιχείου ενός φράγματος καθώς δεν απαιτεί επιπλέον κατασκευές και πρόσθετες εργασίες παρά μόνο αξιοποίηση ευκαιριών που μπορεί να προσφέρονται από τη μορφολογία και τη γεωλογία της περιοχής. Με αυτή τη λογική, μπορεί να επιλεγεί για την κατασκευή του φράγματος μια θέση που να διαθέτει σε κάποιο από τα αντερείσματα βραχώμαζα με επαρκείς αντοχές (όπως στις φωτογραφίες 1,2 και 4 της εικόνας 4.14 ή εάν τυχαίως συμβαίνει σε κάποιο από τα αντερείσματα της θέσης που έχει ήδη επιλεγεί για το φράγμα να παρατηρείται κάποια τέτοια μορφολογία να αξιοποιηθεί όπως στα παρακάτω παραδείγματα. Επιπλέον η τεχνική αυτή μπορεί ακόμα και να συμβάλλει στη μείωση του κόστους του φράγματος αφού όπως παρατηρείται σε όλα τα παρουσιαζόμενα παραδείγματα δεν έχουν χρειαστεί έργα αποτόνωσης της ενέργειας του υπερχειλιζόμενου ή εκχειλιζόμενου νερού αφού η αποτόνωση αυτή συντελείται στα ίδια τα αντερείσματα του φράγματος.



Εικόνα 4.13 Παραδείγματα διατάξεων αποτόνωσης ενέργειας. (πηγή (U.S. Department of the Interior, 2014 σ. 3-92) μετά από τροποποίηση)



1

Όνομα: Wilson
 Χώρα: Ινδία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 42m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1924



2

Όνομα: La Peña
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 46,5m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1930



3

Όνομα: Tunhovd
 Χώρα: Νορβηγία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος (Με βάση τον
αρχικό σχεδιασμό. Το 1962
κατασκευάστηκε χωμάτινο
φράγμα επί του
προϋπάρχοντος φράγματος)
 Ύψος: 37,5m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1920



4

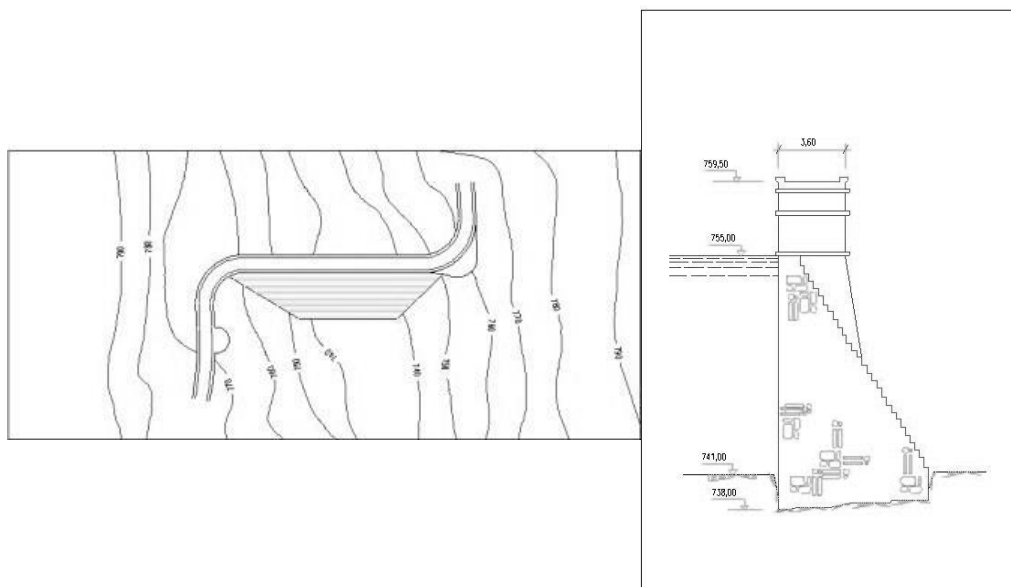
Όνομα: Jandula
 Χώρα: Ισπανία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 84m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1932

Εικόνα 4.14 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με χρήση του εκχειλιστή ή υπερχειλιστή για τη δημιουργία τεχνητού καταράκτη (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.amitkulkami.info, (MARTÍN, 2012) www.mcsiden.no, www.elmundo.es)

4.2.2 Τεχνικές αξιοποίησης της υπερχείλισης στο σώμα του φράγματος

Στο προηγούμενο εδάφιο παρουσιάστηκαν παραδείγματα αξιοποίησης της μορφολογίας της περιοχής κατασκευής του φράγματος και των διατάξεων υπερχείλισης ή εκχείλισης για τη δημιουργία τεχνητών καταρρακτών. Σε αυτό το εδάφιο εξετάζονται άλλες μέθοδοι αξιοποίησης των διατάξεων αυτών για αισθητικούς λόγους, αυτή τη φορά δίνοντας έμφαση στην αξιοποίηση του σώματος του φράγματος.

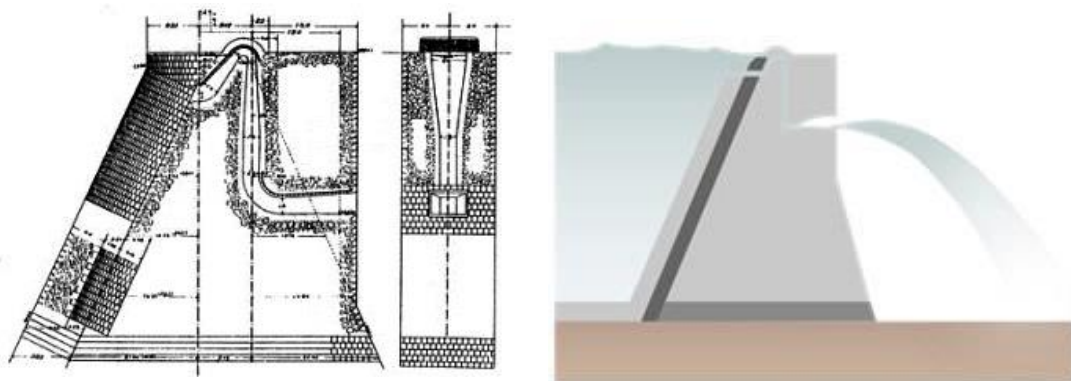
Σε όλες τις περιπτώσεις της εικόνας 4.17 η πτώση του υπερχειλιζόμενου νερού πραγματοποιείται επί της επιφάνειας του κατάντη πρανούς των φραγμάτων. Στις περιπτώσεις των φραγμάτων El batanejo (φωτ.1,εικ4.17), Malpasso de Calvillo (φωτ.3,εικ4.17), και Kuromata (φωτ.5,εικ4.17), αξιοποιείται όλη η επιφάνεια του κατάντη πρανούς του φράγματος σαν δώρυγα πτώσης. Στο φράγμα El batanejo η στέψη έχει διαμορφωθεί με τη μορφή γέφυρας που εδράζεται στο φράγμα ώστε να παρέχονται τα κατάλληλα ανοίγματα για την υπερχείλιση (MARTÍN, 2012 σ. 304). Η διαμόρφωση αυτή φαίνεται και στα σχέδια του φράγματος στις ακόλουθες εικόνες:



Εικόνα 4.15 Οριζοντιογραφία και τυπική τομή φράγματος Malpasso de Calvillo (πηγή σχεδίων: www.spancold.com).

Στα φράγματα Malpasso de Calvillo και Kuromata δεν παρατηρείται αντίστοιχη διαμόρφωση της στέψης ώστε να μπορεί να διασχίζει το φράγμα οδοποιία αλλά στην περίπτωση του φράγματος Malpasso de Calvillo (φωτ.3,εικ4.17) έχει τοποθετηθεί μεταλλικό στηθαίο στην κατάντη παρειά της στέψης ώστε να παρέχεται προστασία στους επισκέπτες του φράγματος και να μπορούν να διασχίσουν το φράγμα ακόμα και κατά την διάρκεια της υπερχείλισης με ασφάλεια. Επιπλέον στο μέσο περίπου του φράγματος έχει σχεδιαστεί κλίμακα κάθετη στο σώμα του που παρέχει πρόσβαση από το κατάντη πρανές προς τη στέψη του φράγματος όπως φαίνεται στην αντίστοιχη φωτογραφία (φωτ.3,εικ4.17).

Στα υπόλοιπα δυο φράγματα απ'την άλλη δεν χρησιμοποιείται ολόκληρο το κατάντη πρανές σαν διώρυγα υπερχείλισης. Στο φράγμα Hōnenike (φωτ.2,εικ4.17), δημιουργούνται τέσσερις διώρυγες πτώσης σε ισάριθμες αντηρίδες του φράγματος και στο φράγμα Øvre Eggenvatn (φωτ.4,εικ4.17) η υπερχείλιση πραγματοποιείται επί της επιφάνειας του ενός από τα τρία τόξα του φράγματος με τη δημιουργία ελεύθερης φλέβας πτώσης. Το φράγμα Hōnenike είναι υπερπηδητό και σε σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα πραγματοποιείται υπερχείλιση τόσο από την στέψη του φράγματος όσο και εκχείλιση από τους σιφωνοειδείς εκχειλιστές που φαίνονται να λειτουργούν στην φωτογραφία 5 (εικ4.17). Ο σχεδιασμός αυτός εκτός από αισθητικούς λόγους γίνεται και για την αποφυγή υποσκαφής της κοίτης του ποταμού κατάντη του φράγματος αφού ο διοδευόμενος όγκος νερού μοιράζεται μεταξύ της υπερχείλισης από την στέψη του φράγματος και τους σιφωνοειδείς εκχειλιστές οι οποίοι εκτοξεύουν το νερό σε διαφορετικά σημεία από τα σημεία πτώσης του από την υπερχείλιση διανέμοντας ευρύτερα τις πιέσεις του νερού στην επιφάνεια της κοίτης.



Εικόνα 4.16 Τομή σιφωνοειδούς εκχειλιστή φράγματος Hōnenike και απεικόνιση εκχείλισης (πηγή σχεδίων κατά σειρά: www.damnet.or.jp, www.pref.kagawa.jp).



1
Όνομα: El Batanejo
Χώρα: Ισπανία
Τύπος: Λιθόχτιστο Φράγμα
Ύψος: 21,5m
Έτος ολοκλήρωσης: 1921



2
Όνομα: Hōnen'ike
Χώρα: Ιαπωνία
Τύπος: Αντηριδωτό φράγμα
Ύψος: 32
Έτος ολοκλήρωσης: 1930



3
Όνομα: Malraso del Calvillo
Χώρα: Μεξικό
Τύπος: Λιθόχτιστο Φράγμα
Ύψος: 32m
Έτος ολοκλήρωσης: 1934



4
Όνομα: Øvre Eggevatn
Χώρα: Νορβηγία
Τύπος: Τοξωτό φράγμα
Ύψος: 10m
Έτος ολοκλήρωσης: 1950



5
Όνομα: Kuromata
Χώρα: Ιαπωνία
Τύπος: Φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος
Ύψος: 24,5
Έτος ολοκλήρωσης: 1926

Εικόνα 4.17 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διαφορετικές τεχνικές υπερχειλίσης και εκχείλιση στο σώμα του φράγματος (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: (MARTÍN, 2012), www.damnet.or.jp, www.mexconnect.com, www.nve.no, www.wikipedia.com).

Ακολουθεί πίνακας με όλα ονόματα των φραγμάτων τεχνικές αξιοποίησης της υπερχειλίσης στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν:

Πίνακας 4.4 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με τεχνικές αξιοποίησης της υπερχειλίσης στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.

Φράγματα που εξετάστηκαν			
a/a	Ονομασία	a/a	Ονομασία
1	Alyaliah	12	Lake Manchester
2	Brekke	13	Malpaso del Calvillo
3	Corton dam	14	Mount Manunggal
4	El Batanejo	15	Mullaperiyar
5	Encinarejo	16	Øvre Eggevatn
6	Garrison	17	Sandar Sarovar
7	Grand Coulee	18	Tansa
8	Gravdalen	19	Teotitlan
9	Hakusui	20	Treig
10	Hōnen'ike	21	Wappa
11	Kuromata		

4.2.3 Αρχιτεκτονική σταθμού παραγωγής

Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας στα υδροηλεκτρικά φράγματα είναι το οικοδόμημα εκείνο στο οποίο εγκαθίσταται ο απαραίτητος μηχανολογικός εξοπλισμός για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι διαστάσεις του ποικίλουν ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του έργου και τον χρησιμοποιούμενο μηχανολογικό εξοπλισμό αλλά σαν σύνθετες οικοδόμημα ο σταθμός παραγωγής μπορεί να σχεδιάζεται με όποια αρχιτεκτονική λογική θεωρείται πιο συμβατή με την περιοχή κατασκευής του φράγματος. Έτσι ανάλογα με τις επιθυμίες των σχεδιαστών του έργου μπορεί να σχεδιάζεται τηρώντας αρχιτεκτονικές συνήθειες της περιοχής ή με βάση όποιο άλλο αρχιτεκτονικό χαρακτήρα έχει επιλεγεί να έχει το φράγμα και τα συνοδά έργα του.

Πολλά είναι τα σχετικά παραδείγματα από Νορβηγικά φράγματα όπως τα φράγματα Dalsfos, Vamma, Solbergfoss, Rånåsfoss και άλλα πολλά που αναλύονται σε ειδική έκθεση του Υπουργείου Υδατικών Πόρων και Ενέργειας της Νορβηγίας (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2013), καθώς και από τη Σκωτία όπως οι σταθμοί παραγωγής στις τοποθεσίες Pitlochry, Bonnington, Tongland, Tummel Bridge (Historic Scotland, 2009) και τέλος σταθμοί όπως αυτοί των φραγμάτων Pedro Marin, De Viliafranca και Dona Aldonza της Ισπανίας.

4.2.4 Ενσωμάτωση σταθμού παραγωγής στο φράγμα

Μια άλλη μέθοδος που έχει παρατηρηθεί σε αρκετά φράγματα είναι αυτή της ενσωμάτωσης του σταθμού παραγωγής στο σώμα του φράγματος σε αντιπαραβολή με την ξεχωριστή του κατασκευή σαν ανεξάρτητο οικοδόμημα. Αυτή η μέθοδος σίγουρα συμβάλλει στη μείωση του συνολικού απαιτούμενου εμβαδού για τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις και με κατάλληλο σχεδιασμό μπορεί να παρέχει και ενδιαφέρουσες αρχιτεκτονικές δυνατότητες.

Μερικά παραδείγματα εφαρμογής αυτής της τεχνικής είναι το φράγμα Encinarejo της Ισπανίας, στο φράγμα Nakasujigawa της Ιαπωνίας, στα φράγματα Vamma και Solbergfoss της Νορβηγίας, στο φράγμα Opiin της Σκωτίας και τέλος, στο φράγμα Beni Haroun της Αλγερίας.

4.2.5 Αρχιτεκτονική πύργου υδροληψίας – εκκενώσεως

Ο πύργος υδροληψίας είναι ένα ακόμα ξεχωριστό συνοδευτικό έργο του φράγματος. Ως ξεχωριστό οικοδόμημα που είναι ισχύουν και για τον πύργο υδροληψίας – εκκενώσεως οι αρχιτεκτονικές δυνατότητες που ισχύουν για τον σταθμό παραγωγής και περιγράφηκαν στο εδάφιο 4.2.3. Βέβαια ο πύργος υδροληψίας διαθέτει και επιπλέον δυνατότητες λόγω της ιδιαίτερης θέσης του μέσα στον ταμιευτήρα και μπορεί εύκολα να συμβάλλει στη δημιουργία μιας γραφικής εικόνας, εάν δοθεί κάποια προσοχή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του.

Διακόσμηση του πύργου ελέγχου της υδροληψίας έχει πραγματοποιηθεί και στο ελληνικό φράγμα του Μαραθώνα αλλά και διεθνώς στα φράγματα: Bermejales της Ισπανίας, Surikamigawa της Ιαπωνίας και τέλος στο φράγμα Vynhwy της Ουαλίας.

4.2.6 Ιχθυόσκαλα

Σε περιπτώσεις που κατασκευάζεται ιχθυόσκαλα στο φράγμα ώστε να επιτρέπεται σε ανάδρομα είδη ψαριών να κινούνται προς τα ανάντη ή τα κατόντη του φράγματος αυτές μπορούν να σχεδιάζονται με τρόπο τέτοιο ώστε να μοιάζουν με ρυάκια έχοντας κάποιες καμπύλες στροφές και ίσως και πιο

ομαλές κλίσεις σε αντίθεση με τις συνήθεις καθαρά γραμμικές ιχθυόσκαλες. Αυτή η τεχνική έχει εφαρμοστεί στο φράγμα Rocky Reach των Η.Π.Α, όπου επιπλέον τα στηθαία της ισχυόσκαλας έχουν καλυφθεί με φυτεύσεις και στο μεγαλύτερο μέρος της η ιχθυόσκαλα βρίσκεται σε μεγάλο ποσοστό θαμμένη.

4.3 Τοπιο

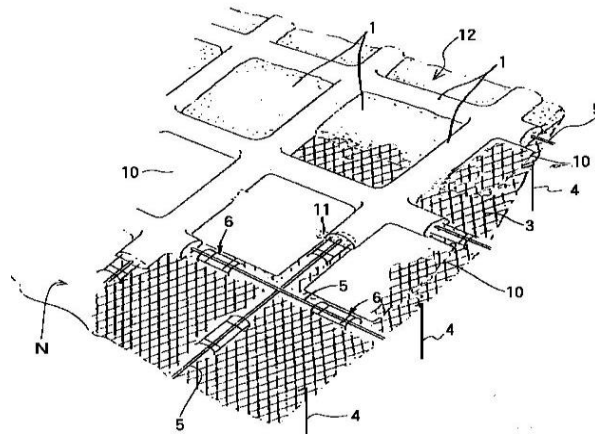
4.3.1 Αποκατάσταση εκσκαφών

Σε χώρες με έντονη μορφολογία εδάφους όπως η Ελλάδα ή η Ιαπωνία απαιτούνται συχνά μεγάλοι όγκοι εκσκαφών για την εξασφάλιση της ευστάθειας των αντερεισμάτων στην κατασκευή ενός φράγματος. Οι εκσκαφές αυτές δημιουργούν σημαντική αλλοίωση στο τοπίο και στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται συγκεκριμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση τους με μεγάλη επιτυχία και εκτεταμένη εφαρμογή στην Ιαπωνία.

Αρχικά, σχεδόν σε όλα τα φράγματα που εξετάστηκαν στην Ιαπωνία οι εκσκαφές στα αντερείσματα είχαν φυτευτεί (σχετικά παραδείγματα παρουσιάζονται στην εικόνα 4.23) και φαίνεται ότι αυτή η αποκατάσταση των εκσκαφών αλλά και άλλα μέτρα που λαμβάνονται για το τοπίο αποτελούν αποτέλεσμα μελετών αρχιτεκτονικής τοπίου, όπως αυτή του φράγματος Yanba, που περιλαμβάνει διάφορα μέτρα για την αποκατάσταση του τοπίου με πρώτο και κυριότερο αυτό της φύτευσης της επιφάνειας των εκσκαφών (Κυοθεί, 2014 σ. 2)¹⁰. Το μέτρο αυτό βοηθάει τόσο στην αποκατάσταση της φυσικής εικόνας του περιβάλλοντος του φράγματος όσο και στην σταθεροποίηση των αντερεισμάτων. Η διαδικασία κατασκευής αναλύεται στα ακόλουθα βήματα:

I. Κατασκευή κυψελοειδούς κανάβου συγκράτησης εδάφους

Η κατασκευή του κανάβου γίνεται ως εξής. Αρχικά διαστρώνεται και αγκυρώνεται στο πρανές που έχει προκύψει από την εκσκαφή συρματόπλεγμα. Στην συνέχεια με χρήση εκτοξευόμενου σκυροδέματος επικαλύπτεται πλήρως ή μερικώς το συρματόπλεγμα και δημιουργείται ένα πλέγμα οριζοντίων και κατακορύφων στοιχείων σκυροδέματος που σχηματίζουν τετραγωνικά ανοίγματα για την τοποθέτηση εδαφικού υλικού.



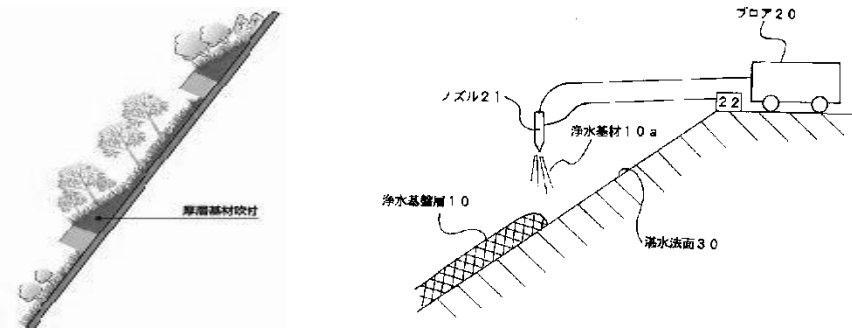
Εικόνα 4.18 Σκαρίφημα διαδικασίας κατασκευής κανάβου (πηγή www.j.tokkoj.com μετά από τροποποίηση).



Εικόνα 4.19 Φωτογραφίες από τη διαδικασία κατασκευής και το τελικό αποτέλεσμα.

II. Πλήρωση κανάβου με φυτική γη

Στη συνέχεια της διαδικασίας ο κανάβος πληρώνεται με φυτική γη η οποία περιέχει χώμα, νερό, σπόρους και θρεπτικά συστατικά για την εξασφάλιση της ομαλής ανάπτυξης των φυτών. Τα θρεπτικά αυτά συστατικά μπορούν να προέρχονται και από φυτικό λίπασμα το οποίο παράγεται από οργανική ύλη που χρειάστηκε να αποψιλωθεί κατά τη διάρκεια κατασκευής του φράγματος.



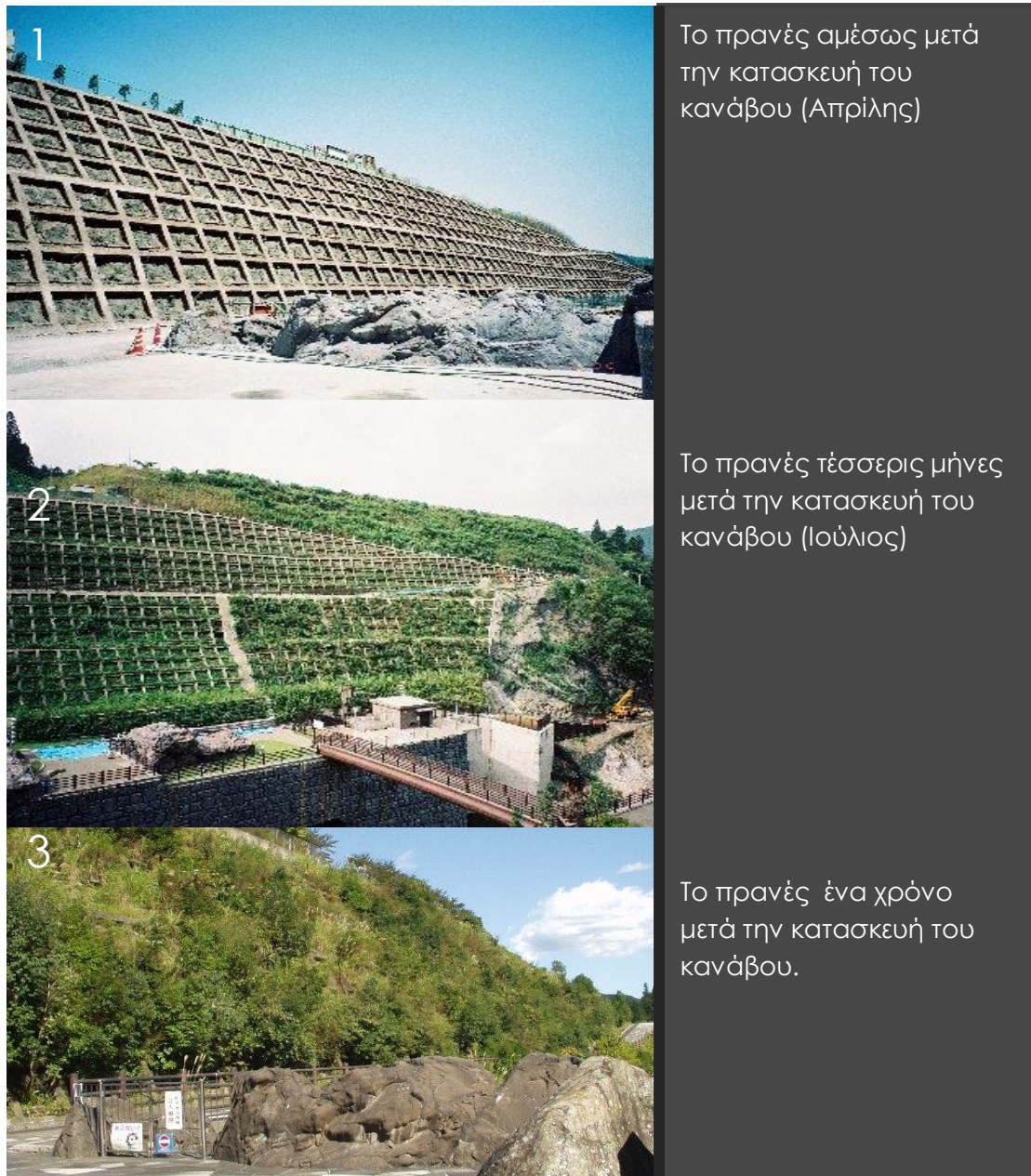
Εικόνα 4.20 Από αριστερά προς τα δεξιά: Σκαρίφημα τομής κανάβου μετά την πλήρωση του με φυτική γη και την ανάπτυξη των φυτών. Σκαρίφημα διάταξης εκτόξευσης φυτικής γης (πηγές σχεδίων κατά σειρά: <http://www.kyushu-realize.co.jp/>..



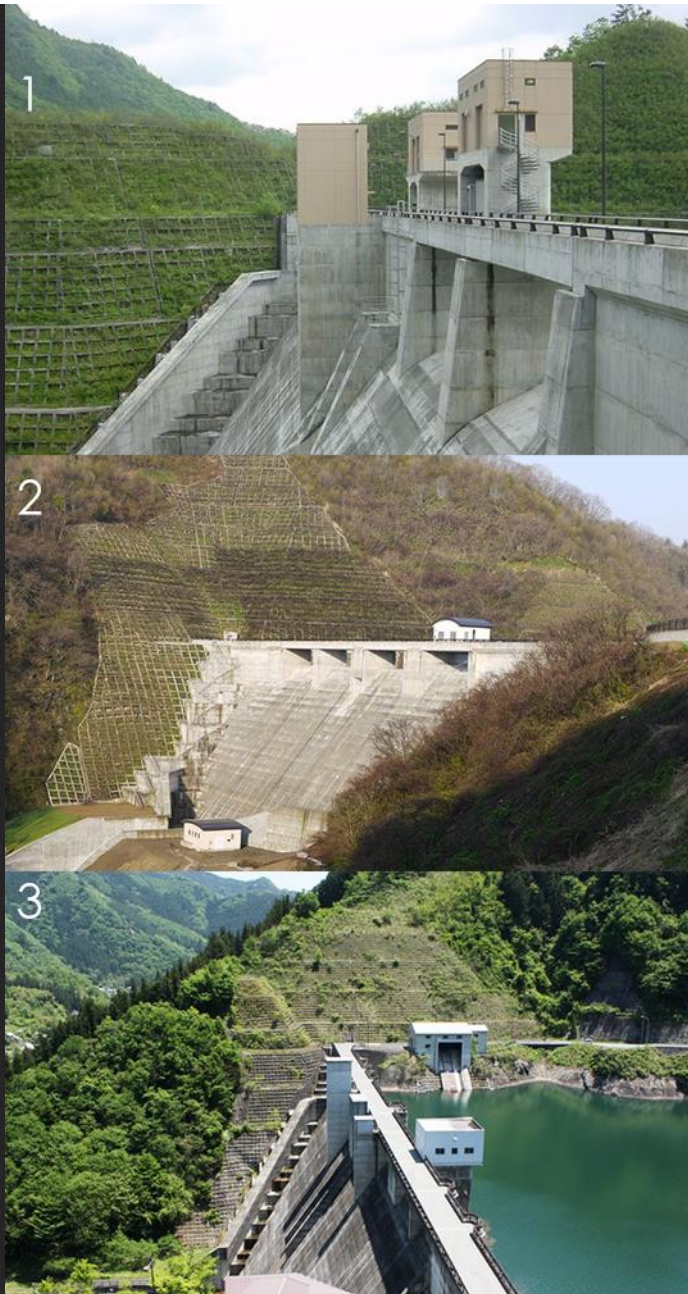
Εικόνα 4.21 Φωτογραφίες από τη διαδικασία πλήρωσης και το τελικό αποτέλεσμα.

III. Ανάπτυξη φυτών

Μέσα στην επόμενη δεκαετία από την κατασκευή της διάταξης τα φυτά αναπτύσσονται και τελικά καταλήγουν να κυριαρχούν στην πλαγία αποκρύπτοντας τις εκσκαφές και δίνοντας την εικόνα μιας φυσικής πλαγιάς. Η πορεία αυτή της ανάπτυξης των φυτεύσεων επί του κανάβου φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 4.22 με το παράδειγμα του φράγματος Μιγα-kesefuku. Το φράγμα Μιγα-kesefuku είναι φράγμα βαρύτητας σκυροδέματος, ύψους 34,5m, του οποίου η κατασκευή ξεκίνησε το 1971 και τελείωσε το 2000. Στην εικόνα 4.22 φαίνεται η εξέλιξη της φύτευσης μέσα σε ένα χρόνο από την κατασκευή του κανάβου.



Εικόνα 4.22 Φωτογραφίες από την εξέλιξη της φύτευσης στο φράγμα Miya-kesefuku μέσα σε ένα χρόνο από την κατασκευή του κανάβου (πηγή φωτογραφιών: www.tobitech.com).



Όνομα: Fukashiro
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 87m
 Έτος ολοκλήρωσης: 2004

Όνομα: Kitagawachi
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 47m
 Έτος ολοκλήρωσης: 2011

Όνομα: Shimokubo
 Χώρα: Ιαπωνία
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 129
 Έτος ολοκλήρωσης: 1968

Εικόνα 4.23 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες παραδειγμάτων φραγμάτων με εκτεταμένη χρήση της συνήθους ιαπωνικής τεχνικής για την αποκατάσταση των εκσκαφών (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.e-ig.asablo.jp, www.minkara.carview.co.jp, www.damnet.or.jp)

4.3.2 Πάρκο

Σε αρκετές περιπτώσεις φραγμάτων διεθνώς και ιδιαίτερα για φράγματα στα οποία στο σχεδιασμό έχει δοθεί μέριμνα για την αρχιτεκτονική τους το φράγμα αξιοποιείται ως κέντρο-τοπόσημο γύρω από το οποίο δημιουργείται ένα πάρκο, με φυτεύσεις, μονοπάτια, ποδηλατοδρόμους, παγκάκια και ότι άλλο μπορεί αυτό να περιλαμβάνει.

Αυτή η λογική βρίσκει συχνή εφαρμογή στην Ιαπωνία με φράγματα όπως τα: Asari, Haizuka, Haneji, Hiyoshi, Kinjou, Kobuchi, Kurijama, Kurodani, Kurokawa και Nagashima ενώ σχετικά παραδείγματα υπάρχουν και από τις Η.Π.Α με τα φράγματα Kensico, Lenexa και New Croton και τέλος από την Ινδία, όπως τα φράγματα Mettur και Sardar Sarovar.

4.3.3 Φυτεύσεις

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2 στο αντίστοιχο κεφάλαιο της εργασίας τα φράγματα κατά την κατασκευή τους επηρεάζουν μια έκταση που μπορεί να εκτείνεται αρκετές δεκάδες μέτρα από την θέση στην οποία θα υπάρχει τελικά το σώμα του φράγματος. Σε αρκετά παραδείγματα φραγμάτων διεθνώς πραγματοποιούνται εκτεταμένες φυτεύσεις στην έκταση αυτή, δηλαδή είτε ακριβώς κατάντη του φράγματος και στα αντερείσματα, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του φράγματος και με στόχο την πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και την αποκατάσταση εκσκαφών και γενικότερα της επιφάνειας που έχει επηρεαστεί από το φράγμα. Βέβαια φυτεύσεις μπορεί να πραγματοποιούνται και γενικότερα σε περιοχές γύρω από τον ταμιευτήρα ως μέτρα της μελέτης περιβαλλοντικής προστασίας του φράγματος.

Χαρακτηριστική τέτοια περίπτωση είναι η περίπτωση του φράγματος de Andévalo στην Ανδαλουσία της Ισπανίας κατά την κατασκευή του οποίου μεταφυτεύθηκαν 10.000 δέντρα σε άλλες περιοχές της Ανδαλουσίας και πραγματοποιήθηκαν εκτενείς φυτεύσεις περιμετρικά του ταμιευτήρα (Pérez, 2013 σ.109).

4.3.4 Διαμόρφωση κατάντη κοίτης

Ακριβώς κατάντη του φράγματος συνεχίζεται η κοίτη του ποταμού που υπήρχε στην περιοχή πριν από την κατασκευή του. Στην κοίτη αυτή μπορεί να παρατηρείται είτε κάποια μόνιμη-φυσική ροή από το φράγμα είτε και περιοδικά αυξημένη ροή από το νερό που προέρχεται από υπερχειλίση ή εκχείλιση του έργου. Για τους λόγους αυτούς συνήθως πραγματοποιούνται εργασίες προστασίας της κοίτης αυτής από διάβρωση. Στην συνέχεια αυτού του εδαφίου παρουσιάζονται περιπτώσεις από φράγματα όπου αυτά τα έργα έχουν συνδυαστεί με την πραγματοποίηση εργασιών αρχιτεκτονικής τοπίου όπως φυτεύσεις, δημιουργίας μικρών καταρρακτών, μονοπατιών κλπ. με στόχο τη δημιουργία ενός πιο όμορφου τοπίου σε αυτή την περιοχή.

Η τεχνική αυτή βρέθηκε να έχει εφαρμοστεί κατά κύριο λόγο σε φράγματα της Ιαπωνίας με μερικά σχετικά παραδείγματα τα φράγματα Haino, Haizuka, Haneji, Kitayama, Okutadami, Pirika και Tobetsu.

4.3.5 Νησί στον ταμιευτήρα

Πολλές φορές εμφανίζονται είτε μόνιμα είτε περιοδικά αναδυόμενα μικρά νησιά μέσα σε ταμιευτήρες φραγμάτων. Τα νησιά αυτά ιδιαίτερα όταν είναι μόνιμα μπορούν να αναπτύξουν μικρά οικοσυστήματα και γενικότερα μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση της εικόνας του ταμιευτήρα. Άρα μορφολογίες ταμιευτήρων που επιτρέπουν την εμφάνιση τέτοιων νησιών θα μπορούσαν να θεωρούνται ως θετικές αισθητικές προσθήκες στον ταμιευτήρα κατά τη διάρκεια επιλογής της τοποθεσίας κατασκευής του φράγματος και δυνητικά να προτιμώνται. Στην συνέχεια παρουσιάζονται σχετικά παραδείγματα.

4.3.6 Παραλίμνια διαδρομή

Ο ταμιευτήρας που δημιουργεί το φράγμα όπως και οι φυσικές λίμνες αποτελεί πόλο έλξης επισκεπτών οι οποίοι μπορεί να ενδιαφέρονται για δραστηριότητες άμεσα συσχετιζόμενες με τον ταμιευτήρα όπως ψάρεμα, κωπηλασία, κολύμβηση κλπ. ή μπορεί να ενδιαφέρονται απλά για περπατήσουν στην περιοχή γύρω από τον ταμιευτήρα και να απολαύσουν την ομορφιά του τοπίου. Σε κάθε περίπτωση, όπως είναι λογικό οι δραστηριότητες αυτές να καθίστανται δυνατές ή πιο εύκολα υλοποιήσιμες μόνο σε περίπτωση που έχει κατασκευαστεί κατάλληλη παραλίμνια οδοποιία η οποία να παρέχει εύκολη πρόσβαση στον ταμιευτήρα και δυνατότητες θέασης του τοπίου.

4.4 Παρατηρήσεις

Τα φράγματα της Ελλάδας βρίσκονται πολύ πίσω στον τομέα της αρχιτεκτονικής σε σχέση με το εξωτερικό. Συγκεκριμένα, με βάση τις τρεις πλευρές των φραγμάτων που εξετάστηκαν, δηλαδή την ίδια την κατασκευή, τα συνοδά έργα και το τοπίο το παρατηρείται ότι το μόνο φράγμα στην Ελλάδα που μπορεί να θεωρηθεί πλήρες αρχιτεκτονικά και καλύπτει και τις τρεις αυτές πλευρές είναι το φράγμα του Μαραθώνα, δηλαδή το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε στην χώρα. Έκτοτε οι προσπάθειες που έχουν γίνει είναι μεμονωμένες και σε πολύ μικρότερο εύρος.

Οι αισθητικές παρεμβάσεις φαίνεται να είναι πιο συχνές σε φράγματα βαρύτητας. Αυτό ισχύει κυρίως για παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται πάνω στο φράγμα αλλά επίσης και για παρεμβάσεις που αφορούν τα συνοδευτικά έργα και το τοπίο. Το γεγονός αυτό οφείλεται σίγουρα σε κάποιο βαθμό στο ότι τα φράγματα βαρύτητας ξεφεύγουν από τη μορφή του αναχώματος που έχουν τα γεωφράγματα.

Δεν είναι όλες οι παρεμβάσεις ιδιαίτερα δαπανηρές. Υπάρχουν και έξυπνες ιδέες που μπορούν να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό χωρίς να επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό του έργου, όπως η υπερχείλιση πάνω σε βράχους ή η πρόβλεψη για δημιουργία μικρών νησιών μέσα στον ταμιευτήρα.

Στις χώρες στις οποίες παρατηρείται μεγάλος αριθμός αισθητικών αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα (Ισπανία, Ιαπωνία, Γερμανία, Νορβηγία, Σκωτία κλπ.) διακρίνεται ως κοινό χαρακτηριστικό η προσπάθεια να εναρμονιστεί το φράγμα με το εκάστοτε τοπίο. Σημαντικό διαμορφωτικό ρόλο λοιπόν, στην λογική των αρχιτεκτονικών αυτών παρεμβάσεων, διαθέτει η ιστορία της περιοχής, τα αρχιτεκτονικά ρεύματα που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος αλλά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της περιοχής (χλωρίδα, μορφολογία, πετρώματα, κλπ.)

5 Λόγοι και επιχειρήματα εναντίον των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα

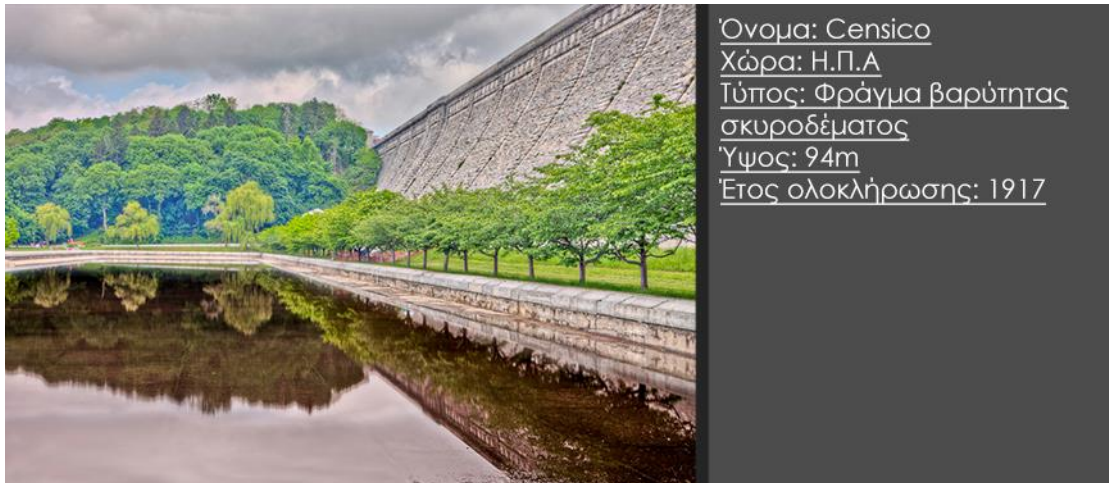
Για την πληρότητα της εργασίας και για μια αντικειμενική προσέγγιση της αξιολόγησης της ανάγκης για αισθητικές αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα φράγματα θα πρέπει να εξεταστούν και οι λόγοι και τα επιχειρήματα που μπορεί να υπάρχουν έναντι στις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα φράγματα με στόχο τη βελτίωση της αισθητικής τους. Στη συνέχεια λοιπόν του παρόντος κεφαλαίου αναλύονται τέτοιοι λόγοι και επιχειρήματα.

5.1 Το κόστος των παρεμβάσεων

Το θέμα της αρχιτεκτονικής και της αισθητικής του φράγματος είναι ξεκάθαρα ζήτημα κόστους. Προφανώς δεν θα υπήρχε αντίρρηση να εντάσσεται η παράμετρος της αισθητικής στον σχεδιασμό των φραγμάτων εάν αυτό δεν προκαλούσε αύξηση του κόστους των έργων.

Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που εξετάστηκαν στα πλαίσια του προηγούμενου κεφαλαίου χρειάζονται συγκεκριμένους πόρους για να υλοποιηθούν. Αυτοί οι πόροι μπορεί να είναι υλικά, μηχανήματα, ανθρώπινη εργασία και οτιδήποτε άλλο συμβάλλει στην αύξηση κόστους ενός τεχνικού έργου και της μελέτης του. Παρόλο βέβαια που αναφέρθηκαν και παραδείγματα με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος, τα οποία αναλύονται περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο, δεν μπορεί παρά να παρατηρηθεί ότι υπάρχουν και περιπτώσεις όπου το κόστος των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων είναι ιδιαίτερα υψηλό, οπότε και τέτοιου τύπου παρεμβάσεις μπορεί καθίστανται απαγορευτικές για χώρες με χαμηλές οικονομικές δυνατότητες.

Για παράδειγμα, στο φράγμα Kensico τω Η.Π.Α (εικ. [5.1](#)) δαπανήθηκαν 31.600.000\$ μόνο και μόνο για μια ανακαίνιση του φράγματος που εγκρίθηκε το 2005 και η οποία αφορούσε μεγάλο ποσοστό εργασίες συντήρησης αρχιτεκτονικών στοιχείων του φράγματος, όπως την επένδυση λιθοδομής του φράγματος και το πάρκο ακριβώς κατάντη του φράγματος¹¹. Προφανώς λοιπόν, τέτοιοι πόροι για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις είναι δυνατό να διατίθενται στην τρίτη πιο πλούσια πολιτεία τον Η.Π.Α¹² και για ένα φράγμα που βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από την πόλη της Νέας Υόρκης αλλά δεν σημαίνει ότι μπορούν να διατεθούν και σε πιο αδύναμες οικονομίες και για οποιοδήποτε εξεταζόμενο φράγμα.



Όνομα: Censico
 Χώρα: Η.Π.Α
 Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
 Ύψος: 94m
 Έτος ολοκλήρωσης: 1917

Εικόνα 5.1 Φωτογραφία κατάντη πρηνούς και βασικές πληροφορίες φράγματος Kensico. (πηγή φωτογραφίας: www.stevebeal.com)

5.2 Η επίδραση στην ασφάλεια του έργου

Επίσης, επιχείρημα κατά της ένταξης της παραμέτρου της αισθητικής στο σχεδιασμό των φραγμάτων θα μπορούσε να αποτελεί και το γεγονός ότι οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στο έργο του φράγματος, και ιδιαίτερα αυτές που αφορούν το σώμα του φράγματος, θα μπορούσαν (περιπλέκοντας τον σχεδιασμό και αυξάνοντας τις παραμέτρους του έργου) να αυξήσουν και τις πιθανότητες κάποιας αστοχίας.

Είναι αλήθεια για παράδειγμα ότι οι φυτεύσεις και γενικότερα η ανάπτυξη φυτών στο σώμα γεωφραγμάτων έχουν καταγραφεί σε αρκετές περιπτώσεις ως επικίνδυνες για την ασφάλεια των εν λόγω φραγμάτων. Χαρακτηριστικά, έχουν αναφερθεί προβλήματα όπως η παρεμπόδιση των ελέγχων συντήρησης του φράγματος, η δημιουργία προβλημάτων διάβρωσης και διαρροών από την σήψη ριζών, η δημιουργία μεγάλων κενών από το ξερίζωμα φυτών και δέντρων κ.τ.λ. (FEMA 534, 2005 σ. 2-5). Επιπλέον, υπάρχουν είδη ζώων που μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην ακεραιότητα και την στατική λειτουργία του φράγματος με τις δραστηριότητες τους (FEMA 473, 2005 σ. 2), τα οποία συχνά έλκονται στο φράγμα λόγω κάποιου είδους χλωρίδας που φύεται σε αυτό και αποτελεί πηγή τροφής για αυτά.

Επιπλέον, η εικόνα ενός φράγματος με αρχιτεκτονικά άρτια μορφή που θα αποτελεί επιπλέον κίνητρο για να το επισκέπτονται οι πολίτες και να πραγματοποιούν διάφορες δραστηριότητες γύρω από αυτό ή ακόμα και πάνω σε αυτό, μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους για αυτούς, λόγω της μορφής και των λειτουργιών του έργου. Προφανώς λοιπόν, εάν δεν μπορεί να εξασφαλιστεί από τους διαχειριστές του φράγματος οι ασφάλεια των επισκεπτών του έργου τότε θα πρέπει να εγκαταλειφτεί η όλη λογική της

προσέγγισης τους στο έργο. Για παράδειγμα στην Ινδία, μια χώρα όπου τα φράγματα αποτελούν συχνά σημαντικό πόλο έλξης τουριστών και επισκεπτών γενικότερα, έχουν καταγραφεί αρκετά ατυχήματα που έχουν οδηγήσει σε θανάτους ανθρώπων που επισκέπτονταν κάποιο φράγμα^{13 14}.

5.3 Έλλειψη ενδιαφέροντος από τους υπεύθυνους φορείς

Ιδιαίτερα για τον ελληνικό χώρο, σημαντικό ρόλο στην αγνόηση της παραμέτρου της αισθητικής στον σχεδιασμό των φραγμάτων φαίνεται ότι διαθέτει και η έλλειψη ενδιαφέροντος από τους φορείς που ασχολούνται με θέματα σχετικά με τα φράγματα. Οι φορείς αυτοί περιλαμβάνουν τους αρμόδιους φορείς της κεντρικής διοίκησης όπως τα υπουργεία που ασχολούνται με την κατασκευή φραγμάτων ή με το περιβάλλον (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας), κοινωφελείς εταιρίες όπως η ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) και η ΕΥΔΑΠ (Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας), σχετικά τμήματα και σχολές των τριτοβάθμιων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αλλά επιστημονικές οργανώσεις όπως το ΤΕΕ (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος) η ΠΕΑ (Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων) κλπ.

Χαρακτηριστική ένδειξη της έλλειψης ενδιαφέροντος για τα θέματα της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων από αυτούς τους φορείς αποτελεί η πλήρης έλλειψη σχετικής ελληνικής βιβλιογραφίας. Εκτός από κάποιες περιορισμένες στον αριθμό διπλωματικές εργασίες (Σαργέντης, 1998) οι οποίες προέρχονται από τις σχολές πολιτικών και αρχιτεκτόνων μηχανικών της ελληνικής τριτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν υπάρχουν καθόλου επίσημες εκδόσεις από τους υπόλοιπους φορείς για σχετικά θέματα. Αυτό δεν ισχύει βέβαια στο εξωτερικό όπου υπάρχουν αρκετές εκδόσεις τόσο από φορείς της κεντρικής διοίκησης όσο και από επιστημονικές οργανώσεις που να εξετάζουν ζητήματα της πολιτιστικής επίδρασης των φραγμάτων και να δίνουν έμφαση και σε αρχιτεκτονικά ζητήματα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τέτοια παραδείγματα εκδόσεων από δημόσιους φορείς χωρών της Ευρώπης:

- i. Σκωτία: «Power to the People - The built heritage of Scotland's hydroelectric power» (Δύναμη στους πολίτες – Η δομημένη κληρονομιά της υδροηλεκτρικής ενέργειας της Σκωτίας). Εκδόθηκε το 2009 από το γραφείο «Historic Scotland» της κυβέρνησης της Σκωτίας.
- ii. Ισπανία: ÁLBUM: 100 GRANDES PRESAS EN ANDALUCÍA - LA OBRA EN EL PAISAJE: (Άλμπουμ: 100 μεγάλα φράγματα στην Ανδαλουσία – η δράση στο τοπίο) : Εκδόθηκε το 2013 σε συνέχεια της «Ειδικής Συμφωνίας από την Υπηρεσία Υδάτων της Ανδαλουσίας της Κυβέρνηση της Ανδαλουσίας και το Πανεπιστήμιο της Σεβίλλης για την

Ανάπτυξη και Ανάδειξη του Δικτύου για το Νερό της Ανδαλουσίας ", η οποία υπεγράφη το 2008.

- iii. Νορβηγία: Dammer som Kulturminner (Η πολιτιστική κληρονομιά των φραγμάτων): Εκδόθηκε το 2009 από τη Νορβηγική Διεύθυνση για τους Υδάτινους Πόρους και την Ενέργεια η οποία υπάγεται στο Υπουργείο Πετρελαίου και Ενέργειας της Νορβηγίας.

6 Επιχειρήματα υπέρ των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά επιχειρήματα υπέρ της ένταξης της παραμέτρου της αρχιτεκτονικής και του αισθητικού στοιχείου στον σχεδιασμό των φραγμάτων. Τα επιχειρήματα που παρουσιάζονται έχουν γενικότερη ισχύ τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς και εμπλουτίζονται με παραδείγματα από την Ελλάδα και άλλες χώρες.

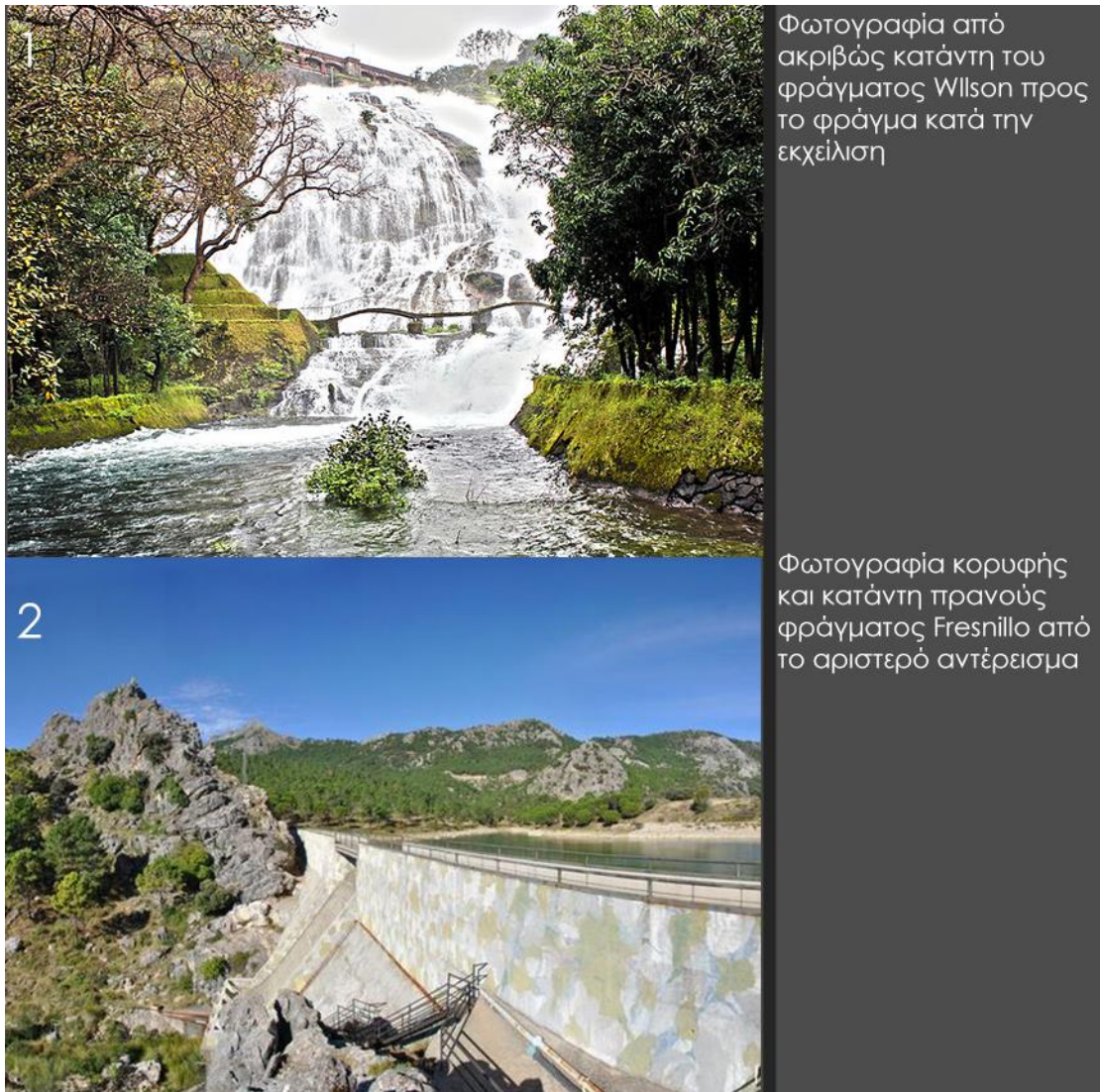
6.1 Δυνατότητα χαμηλού κόστους

6.1.1 Γενικά για τη δυνατότητα χαμηλού κόστους

Δεδομένων των επιχειρημάτων του προηγούμενου κεφαλαίου βλέπουμε ότι ουσιαστικά, εάν εξετάσουμε το σύνολο των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα και δεν περιοριστούμε σε παρεμβάσεις που αφορούν φυτεύσεις στο σώμα του φράγματος, το βασικό αντεπιχείρημα έναντι στις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις είναι το κόστος. Με βάση όμως την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 4, παρατηρείται ότι οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που γίνονται στα φράγματα δεν έχουν πάντα μεγάλο κόστος και μάλιστα υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί το κόστος τους να είναι σχεδόν μηδενικό.

Για παράδειγμα, στο φράγμα Wilson στην Ινδία επιτεύχθηκε η δημιουργία εντυπωσιακών καταρρακτών οι οποίοι προσελκύουν τουρίστες στην περιοχή¹⁵ χωρίς κάποια ιδιαίτερη επιπλέον κατασκευή αλλά απλώς επειδή αξιοποιήθηκε η μορφολογία της θέσης του φράγματος και επιλέχθηκε ο εκχειλιστής για τη διόδευση των πλημμυρών που προκαλούνται την περίοδο των μουσώνων να καταλήγει πάνω στον βραχώδη όγκο στο αριστερό πρηνές του φράγματος (εικ.6.1, φωτ.1). Αντίστοιχη αισθητική παρέμβαση χωρίς επιπλέον κόστος υλικών και εργασίας μπορεί να θεωρηθεί και η προτίμηση επιλογής ταμιευτήρα με μορφολογία που να επιτρέπει τη δημιουργία μικρών νησιών, σε περίπτωση που υπάρχουν τέτοιες διαθέσιμες επιλογές, όπως στα παραδείγματα του εδαφίου 4.3.5.

Επιπλέον, στο φράγμα Fresnillo στην Ισπανία πραγματοποιήθηκε μια αρκετά απλή εργασία χρωματισμού της κορυφής του πρηνούς ώστε να μειωθεί η οπτική διαφοροποίηση του φράγματος από το υπόλοιπο τοπίο με αρκετή επιτυχία και φαινομενικά μικρό κόστος (εικ.6.1, φωτ.2). Ακόμα, προσπάθειες για τη μείωση του όγκου των εκσκαφών η της δημιουργίας δανειοθαλάμων αποκλειστικά μέσα στην περιοχή που θα κατακλειστεί από νερό συμβάλλουν στη μείωση της επίδρασης του φράγματος στο τοπίο και μπορούν να εξετάζονται χωρίς να επιφέρουν επιπλέον έξοδα.



1
Φωτογραφία από ακριβώς κατάντη του φράγματος Wilson προς το φράγμα κατά την εκχείλιση

2
Φωτογραφία κορυφής και κατάντη πρηνούς φράγματος Fresnillo από το αριστερό αντέρεισμα

Εικόνα 6.1 Φωτογραφίες αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων φραγμάτων Wilson και Fresnillo (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.en.wikipedia.org, www.rutasyfotos.com).

Καταλήγουμε λοιπόν, στο ότι υπάρχουν βήματα που μπορούν να πραγματοποιηθούν προς την βελτίωση της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων μόνο και μόνο εάν αυτή λαμβάνεται σαν παράμετρος κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της μελέτης. Η ύπαρξη διάθεσης να αξιοποιηθούν ευκαιρίες για την βελτίωση τις αισθητικής μορφής του φράγματος αρκετές φορές αρκεί για να επιτευχθεί αυτή χωρίς ιδιαίτερα κόσθη.

6.1.2 Μελέτη περίπτωση φράγματος La Breña II

Το φράγμα La Breña II της Ισπανίας αποτελεί το μεγαλύτερο φράγμα τύπου RCC στην Ευρώπη με ύψος 119m και μήκος στέψης 685m. Η κατασκευή του

φράγματος ξεκίνησε τον Μάιο του 2005 και διήρκησε 40 μήνες. Με σκοπό την ελαχιστοποίηση της οπτικής επίδρασης του φράγματος στο τοπίο αποφασίστηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Ισπανίας η φύτευση του κατάντη πρानούς του φράγματος. Η περίπτωση του φράγματος La Breña II αποτελεί παράδειγμα μιας εκτενούς αρχιτεκτονικής παρέμβασης η οποία αφορά σχεδόν όλο την εμφανή επιφάνεια του φράγματος κατά τη λειτουργία του. Αναλύεται λοιπόν σε αυτό το εδάφιο ούτως ώστε να αναδειχθεί ότι ακόμα και τέτοιες εκτενείς αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις σε φράγματα μπορούν να επιφέρουν επιπρόσθετα κόστη της κλίμακας του 0,5% του προϋπολογισμού.

Το συνολικό κόστος του έργου ανήλθε σε 120.260.000 € και στην συνέχεια παρουσιάζεται η κοστολόγηση των επιπλέον εργασιών που αφορούν την φύτευση του κατάντη πρानούς ώστε να αναλυθούν ως ποσοστό επί του συνολικού κόστους του φράγματος. Συνοπτικά, το συνολικό κόστος της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής παρέμβασης συναθροίζεται από το κόστος της φυτικής γης, το κόστος φύτευσης με τη μέθοδο της υδροσποράς, το κόστος των φυτών και των και των δέντρων, το κόστος του συστήματος άρδευσης με σταλάκτες, το κόστος της άντλησης νερού από τη βάση του φράγματος, το κόστος των μέσων ατομικής προστασίας των εργατών (γραμμές ζωής) και τέλος το κόστος των κλιμάκων πρόσβασης στο πρानές. Αναλυτικά τα κόστη παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.1 Κοστολόγηση βασικών εργασιών φύτευσης κατάντη πρानούς φράγματος La Breña II (πηγή δεδομένων (A.Sandoval, προσωπική επικοινωνία).

Μονάδα	Περιγραφή Εργασίας	Τιμή Μονάδας (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
m ³	Φυτική γη που τοποθετείται στο κατάντη πρानές	28,01	12.614,400	353.329,34
m ²	Υδροσπορά ποώδων φυτών	2,67	15.974,784	42.652,67
m ²	Υδροσπορά ποώδων και θάμνων	2,88	3.993,696	11.501,84
Τεμ.	Προμήθεια δέντρων	19,07	440,000	8.390,80
Τεμ.	Προμήθεια θάμνων	16,71	860,000	14.370,60
Τεμ.	Φύτευση δέντρων	119,94	440,000	52.773,60

Μονάδα	Περιγραφή Εργασίας	Τιμή Μονάδας (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
Τεμ.	Φύτευση θάμνων	95,14	860,000	81.820,40
Τεμ.	Άρδευση δέντρων	2,90	440,000	1.276,00
Τεμ.	Άρδευση θάμνων	1,70	860,000	1.462,00
Τεμ.	Σύστημα άντλησης από τον ποταμό στην ρυθμιστική δεξαμενή	66.944,29	1,000	66.944,29
Τεμ.	Σύστημα άντλησης προς το κέντρο διανομής	61.637,98	1,000	61.637,98
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 1	8.605,50	1,000	8.605,50
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 2	10.076,62	1,000	10.076,62
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 3	7.931,87	1,000	7.931,87
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 4	8.190,46	1,000	8.190,46
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 5	8.705,46	1,000	8.705,46
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 6	8.826,73	1,000	8.826,73
Τεμ.	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης στάγδην στο τμήμα 7	7.334,30	1,000	7.334,30
m	Διαμόρφωση του δρόμου πρόσβασης στο κατάντη πρανές	8,67	2.700,000	23.409,00
	Συνολικό Κόστος			779.239,46
	Συντελεστής Έκπτωσης του	0,6999		

	Αναδόχου	
	Τελικό Κόστος	545.389,70

Πίνακας 6.2 Κοστολόγηση συμπληρωματικών εργασιών φύτευσης κατάντη πρανούς φράγματος La Breña II (πηγή δεδομένων (A.Sandonal, προσωπική επικοινωνία)..

Μονάδα	Περιγραφή Εργασίας	Τιμή Μονάδας (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
Τεμ.	Πλήρης τοποθέτηση γαλβανισμένης χαλύβδινης σκάλας πλάτους 1,20m	560,00	118,000	66.080,00
m	Πλεγμένο γαλβανισμένο χαλύβδινο σύρμα 6Φ, αγκυρωμένο με βίδες κάθε 5 m, συμπεριλαμβανομένων προεντατήρων, δαχτυλιδίων και συναρμολόγησης	3,8	22.240,000	84.512,00
	Συνολικό Κόστος			150.592,00
	Συντελεστής Έκπτωσης του Αναδόχου		0,828309498	
	Τελικό Κόστος			124.736,78

Αθροίζοντας τα κόστη και συγκρίνοντας τα με τον προϋπολογισμό του έργου προκύπτει όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα ότι η επιλογή της φύτευσης του κατάντη πρανούς του φράγματος προσαύξησε τον προϋπολογισμό του έργου κατά 0,56%.

Πίνακας 6.3 Υπολογισμός ποσοστού συμμετοχής της αρχιτεκτονικής παρέμβασης στο συνολικό κόστος του φράγματος.

Συνολικό Τελικό Κόστος Φύτευσης Κατάντη Πρανούς (€)	670.126,48
Συνολικό Κόστος Φράγματος (€)	120.260.000,00
Ποσοστό Συμμετοχής Αρχιτεκτονικής Παρέμβασης στο Τελικό Κόστος του Φράγματος (%)	0.56

6.2 Η θέση του έργου

6.2.1 Γενικά για τη θέση του φράγματος

Στα διάφορα κράτη δίνεται διαφορετική αξία στα τοπία και τις αισθητικές ή αρχιτεκτονικές απαιτήσεις τους, η οποία εξαρτάται φυσικά και από κριτήρια όπως η οικονομική κατάσταση της χώρας ή η σημασία του Τουρισμού για την κάθε χώρα κ.τ.λ. Έπειτα, ακόμα και στο εσωτερικό ενός κράτος υπάρχει διαφορετική αξιολόγηση της αισθητικής αξίας και των αρχιτεκτονικών αναγκών κάθε περιοχής όπως για παράδειγμα στην Ελλάδα όπου υπάρχουν ειδικοί κανονισμοί δόμησης για διάφορες περιοχές όπως τις αστικές περιοχές, τις βιομηχανικές περιοχές, του παραδοσιακού οικισμού κ.λπ. Θα φάνταζε παράλογο λοιπόν ένα έργο σαν το φράγμα να μην συμμορφώνεται ποτέ σε αυτούς τους περιορισμούς και να κατασκευάζεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο ανεξαρτήτως της τοποθεσίας του και αγνοώντας τις ιδιαιτερότητες και τις αρχιτεκτονικές συνήθειες του κάθε τοπίου.

Αυτή είναι όμως η σημερινή πραγματικότητα στην Ελλάδα. Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 3.2, τα φράγματα σχεδιάζονται με μηδενική αρχιτεκτονική πρόβλεψη. Είτε λοιπόν ένα φράγμα σχεδιάζεται στην Κρήτη (με 1.853.767 αφίξεις τουριστών το 2007 (Κ.Ε.Μ.Ε.-Ε.Β.Ε.Α, 2011 σ. 6)) είτε στο Τουρκμενιστάν (με 7.000 αφίξεις τουριστών το 2007¹⁶) η μορφή του θα είναι ακριβώς ίδια, παρ' όλο που οι αισθητικές απαιτήσεις από το τοπίο δεν είναι ίδιες σε κάθε περίπτωση. Στο εδάφιο που ακολουθεί δίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα σχεδιασμού και οι συνέπειες του.

6.2.2 Μελέτη περίπτωσης φράγματος Μαραθίου Μυκόνου και φράγματος Toker Ερυθραίας (Αφρικής)

Τόσο το φράγμα Μαραθί της Μυκόνου όσο και το φράγμα Toker της Ερυθραίας της Αφρικής ανήκουν στην γενική κατηγορία των φραγμάτων από κυλινδρικό σκυρόδεμα. Υπάρχει μεταξύ τους μια μικρή διαφοροποίηση ως προς το σχήμα, καθότι το φράγμα Μαραθίου είναι αξονοσυμμετρικό ενώ το φράγμα Toker όχι (Berga et al., 2003 p. 284), η οποία όμως δεν μας απασχολεί στο παρόν εδάφιο αφού δεν επηρεάζει τον σχεδιασμό του κατάντη πρσανούς και της στέψης του φράγματος, που είναι και τα πιο εμφανή και παρατηρήσιμα μέρη του φράγματος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Οι βασικές πληροφορίες για τα δυο φράγματα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 6.4 Χαρακτηριστικά φράγματος Μαραθίου και φράγματος Toker

Χαρακτηριστικά Φραγμάτων		
Όνομα	Μαράθι	Toker
Περάτωση	1992	2001

Ύψος (Από τη θεμελίωση)	30m	73m
Μήκος Στέψης	265,00m	264,00m
Κλίση Κατάντη πρανούς (Ο:Κ)	0,8:1	0,8:1
Όγκος φράγματος	32,25×103m ³	210,00×103m ³
Χωρητικότητα Ταμιευτήρα	2,95×106m ³	14,00×106m ³
Θέση Υπερχείλιση	Στο σώμα του φράγματος	Στο σώμα του φράγματος
Ύψος αναβαθμών κατάντη πρανούς	0,70m	1,00m

Με βάση τον κοινό τύπο των δυο φραγμάτων και αν ληφθούν υπόψη μόνο τα κοινά τους τεχνικά χαρακτηριστικά η μορφή τους αναμένεται να είναι όμοια. Απ' την άλλη λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές απαιτήσεις κάθε τοπίου, σε άμεση σχέση και με την ανάπτυξη του τουρισμού, αλλά και τις διαφορετικές οικονομικές δυνατότητες της κάθε χώρας αναμένεται να έχει δοθεί κάποια έμφαση στην πιο ομαλή ένταξη του φράγματος Μαραθίου στο τοπίο του νησιού της Μυκόνου.

Κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί παρόλο που την περίοδο της κατασκευής των δυο φραγμάτων οι δυο χώρες παρουσιάζουν μια τελείως διαφορετική εικόνα ως προς αρκετά χαρακτηριστικά. Βασικό αίτιο αυτών των διαφορών είναι φυσικά ότι η Ερυθραία θεωρούταν από τότε έως και σήμερα αναπτυσσόμενη χώρα¹⁷ και διέθετε μια πολύ λιγότερο ανεπτυγμένη οικονομία από αυτή της Ελλάδας. Στον επόμενο πίνακα πραγματοποιείται σύγκριση των δυο χωρών ως προς κάποια βασικά οικονομικά και τουριστικά χαρακτηριστικά τους λαμβάνοντας στοιχεία από μερικά έτη πριν την ολοκλήρωση του εκάστοτε φράγματος που εξετάζεται, ούτως ώστε να δίνεται μια εικόνα των βασικών αυτών μεγεθών της οικονομίας και του τουρισμού της κάθε χώρας στη φάση σχεδιασμού του φράγματος.

Πίνακας 6.5 Οικονομικά και τουριστικά δεδομένα Ελλάδας και Ερυθραίας πριν από την κατασκευή των φραγμάτων Μαραθί και Tokel αντιστοίχως

Στοιχεία χωρών που συγκρίνονται		
Χώρα	Ελλάδα	Ερυθραία
Έτος περάτωσης φράγματος υπό εξέταση	1992	2001
Έτος δεδομένων	1990	1997
ΑΕΠ (\$US) ¹⁸	98,3	0,8
Αφίξεις τουριστών ^{19 20}	8.873.310	410.000
Αριθμός τουριστών / km ²	67,24	3,49

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζονται τα δυο φράγματα. Οι λίγες διαφορές μεταξύ των δύο φραγμάτων αφορούν κάποιες επιπλέον λεπτομέρειες του φράγματος Toker όπως την υπερύψωση της στέψης του φράγματος και την τοποθέτηση στηθαίων εκατέρωθεν τη λωρίδας του κατόντη πρανούς που χρησιμοποιείται ως δώρυγα πτώσης της υπερχειλίσης. Κατά τα άλλα οι δυο κατασκευές είναι όμοιες με μικρή διαφοροποίηση ως προς το ύψος των αναβαθμών, 0,70m στη Μαράθι και 1,00m στο Toker.



Εικόνα 6.2 Φωτογραφίες φραγμάτων Toker και Μαραθίου από το αριστερό αντέρεισμα. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.madote.com, (Κούμουλος, 2012 σ. 22))

6.2.3 Οι συνέπειες του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του φράγματος Μαραθίου Το φράγμα Μαραθίου μαζί με το φράγμα Άνω Μεράς αποτελούν, αν όχι τις μεγαλύτερες, σίγουρα από τις μεγαλύτερες κατασκευές στο νησί της Μυκόνου με όγκους 32250m³ και 44000m³ και ύψη 30m και 31m αντιστοίχως. Παρ' ότι στο νησί ισχύουν και ίσχυαν κατά τη διάρκεια κατασκευής των φραγμάτων

αυστηροί όροι δόμησης σε σχέση με τον όγκο και τα ύψη των κτιρίων τα φράγματα εξαιρούνται από αυτούς ως έργα κοινής ωφελείας με βάση το άρθρο 7 του ΠΔ 13-08-1976. Προφανώς όμως, ένα τόσο μεγάλο έργο ξεπερνά τα όρια τόσο για τους όγκους όσο και για τα ύψη κατά πολύ, και εμφανίζει τεράστια διαφοροποίηση από τα υπόλοιπα κτίσματα του νησιού. Χαρακτηριστικά, με βάση την ίδια νομοθεσία ως μέγιστος όγκος οποιουδήποτε κτίσματος τίθενται τα 3000m³ ενώ ως μέγιστο ύψος κτιρίου τα 7,5m.

Παρατηρείται λοιπόν, ότι ενώ το φράγμα του Μαραθίου διαθέτει σαν κατασκευή κάτι περισσότερο από δεκαπλάσιο όγκο από τον επιτρεπόμενο για την πλειοψηφία των κατασκευών και τετραπλάσιο ύψος από αυτές, ενώ συγκαταλέγεται μαζί με το φράγμα Άνω Μεράς στις μεγαλύτερες κατασκευές του νησιού, δεν διαθέτει καμία διάταξη που να προσπαθεί να εναρμονίσει το έργο με το τοπίο του νησιού και τις αρχιτεκτονικές συνήθειες του. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εικόνα 6.3 με κάποιες παρατηρήσεις επί της σημερινής κατάστασης του φράγματος Μαραθίου, η οποία οφείλεται στις πιο πάνω επιλογές.



Εικόνα 6.3 Φωτογραφίες σχετικές με τις παρατηρήσεις για την αισθητική εικόνα του φράγματος Μαραθίου Μυκόνου (πηγές φωτογραφιών: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας).

Οι δυο παρατηρήσεις που πραγματοποιούνται επί των φωτογραφιών της εικόνας 6.3 δηλαδή ή εμφάνιση περιοχής ρίψης μπάζων και η πραγματοποίηση τοιχογραφημάτων στο σώμα του φράγματος αναδεικνύουν την αισθητική υποβάθμιση που έχει προκαλέσει στο τοπίο της περιοχής το φράγμα. Η σημασία αυτών των δυσμενών επιδράσεων του φράγματος μπορεί να θεωρηθεί ακόμα μεγαλύτερη εάν λάβουμε υπόψη τις συνθήκες στις οποίες εμφανίζονται. Σε ένα από τα πιο τουριστικά νησιά της Ελλάδας, όπου

το τοπίο έχει ακόμα μεγαλύτερη αξία και εικόνες με γκράφιτι και λοφίσκους από μπάζα δεν συναντώνται συχνά, παρατηρείται συγκέντρωση όλων αυτών των αρνητικών φαινομένων γύρω από την περιοχή του φράγματος περιοχή του φράγματος. Δημιουργείται λοιπόν μια ζώνη υποβαθμισμένη αισθητικά που περιλαμβάνει το ίδιο το φράγμα και την περιοχή ακριβώς κατάντη του.

Οι λόγοι που έχουν οδηγήσει στην πραγματοποίηση αυτής της ζώνης δεν μπορεί φυσικά να είναι απόλυτα σαφείς. Εν μέρει, βασικό αίτιο φαίνεται να είναι η έντονη διαφοροποίηση και υστέρηση του φράγματος σε σχέση με τις αρχιτεκτονικές συνθήκες του νησιού. Η υστέρηση αυτή δημιουργεί εξαρχής για το φράγμα την εικόνα μιας υποδεέστερης κατασκευής στην οποία θεωρείται πιο αποδεκτό να πραγματοποιούνται βανδαλισμοί ή να ρίπτονται δίπλα της μπάζα, διότι αποτελεί κάτι ξένο για το τοπίο. Φυσικά βέβαια, στην κατάσταση αυτή φαίνεται να έχει συμβάλει και η έλλειψη συντήρησης του φράγματος.

Παρ' όλα αυτά ακόμα και η έλλειψη συντήρησης του φράγματος του φράγματος φαίνεται να οφείλεται στην απαξίωση του λόγω της υποδεέστερης αρχιτεκτονικής του. Ο δήμος Μυκόνου παρ' όλο που διαθέτει επιτροπή αισθητικής η οποία ορίζεται ως συμβουλευτικό και εκτελεστικό όργανο του Δήμου για την τήρηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών όλου του νησιού (ΑΔΑ: ΒΙΕΛΩΚΚ-ΖΒΙ, 2014 σ.3). και παρόλο που έχει γενικότερα αναλάβει πρωτοβουλίες για την συντήρηση άλλων έργων όπως φάρων²¹ αγαλμάτων (ΑΔΑ: 7305ΩΚΚ-ΥΜΔ, 2014 σ.1) κλπ. δεν φαίνεται να έχει ασχοληθεί με θέματα του φράγματος. Στην εικόνα [6.4](#) παρουσιάζονται επιπλέον ενδείξεις έλλειψης συντήρησης του φράγματος.



Εικόνα 6.4 Φωτογραφίες ενδείξεων έλλειψης συντήρησης του φράγματος Μαραθίου Μυκόνου (πηγή φωτογραφιών: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας).

6.3 Η αισθητική αξία του φράγματος ως Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν ένα από τα πιο φλέγοντα θέματα του σύγχρονου πολιτισμού. Η προσπάθεια που πραγματοποιείται από την επιστημονική κοινότητα σε αυτόν τον τομέα για την βελτίωση των διαθέσιμων τεχνικών και την αναζήτηση καινούργιων είναι συνεχής και πολυσήμαντη. Στη διαδικασία αυτή, μεγάλος ρόλος δίνεται στη σύγκριση των διαθέσιμων εναλλακτικών πηγών ενέργειας για την ανάδειξη μειονεκτημάτων και προτερημάτων της κάθε μιας.

Βασικοί στόχοι της διερεύνησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η αειφόρος ανάπτυξη, η προστασία του περιβάλλοντος και η βιωσιμότητα. Εάν λοιπόν προχωρήσουμε τη σύγκριση των τριών πιο διαδεδομένων τύπων ανανεώσιμης ενέργειας της ηλιακής, της αιολικής και της υδροηλεκτρικής σε σχέση με τις αρχιτεκτονικές και αισθητικές δυνατότητες της κάθε μιας τότε εξάγονται κάποια χρήσιμα συμπεράσματα που δίνουν αξία στο αισθητικό και αρχιτεκτονικό στοιχείο των φραγμάτων.

Τα φράγματα αποτελούν έργα τα οποία μέσω της υψηλότερης αισθητικής και αρχιτεκτονικής τους αξίας, σε σχέση με τις λοιπές ΑΠΕ, συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων και άρα στην βιώσιμη ανάπτυξη η οποία ορίζεται ως η βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής μέσα στα πλαίσια της φέρουσας ικανότητας των υποστηρικτικών οικοσυστημάτων (IUGN et.al., 1991 σ. 8).

Τόσο η αιολική όσο και η ηλιακή ενέργεια απαιτούν την τοποθέτηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών αντιστοιχώς, σε κάποια έκταση ανάλογη με τις ενεργειακές ανάγκες που προορίζεται να καλυφθούν. Τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες αποτελούν μηχανήματα με συγκεκριμένες απαιτήσεις και συγκεκριμένες-περιορισμένες δυνατότητες τροποποίησης της μορφής και της διάταξης τους. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά πρέπει πάντα να είναι τοποθετημένα προς συγκεκριμένο νότιο προσανατολισμό ενώ οι ανεμογεννήτριες σε συγκεκριμένο βέλτιστο ύψος. Παράλληλα, προφανώς δεν μπορεί να τροποποιηθεί ούτε η επιφάνεια των φωτοβολταϊκών που συγκεντρώνει ενέργεια ούτε το σχήμα των πτερυγίων των ανεμογεννητριών, αφού αυτά σχεδιάζονται με αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές.

Τα ίδια δεδομένα δεν ισχύουν όμως και για τα φράγματα. Τα φράγματα δημιουργούν μια τεχνητή λίμνη, δηλαδή ένα τοπίο το οποίο οπτικά είναι πολύ κοντά στο αντίστοιχο φυσικό τοπίο (φυσική λίμνη). Η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού φράγματος επομένως δεν επιβάλλει την κάλυψη ενός φυσικού περιβάλλοντος με τεχνητές κατασκευές, όπως στις περιπτώσεις των αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, αλλά τη δημιουργία ενός νέου περιβάλλοντος με

οπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά όμοια με αυτά μιας φυσικής λίμνης. Επιπλέον, το ίδιο το φράγμα και ο σταθμός παραγωγής ενέργειας παρουσιάζουν πολύ μεγάλες αρχιτεκτονικές δυνατότητες, σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά, και μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τόπο ώστε να ικανοποιούν τα αισθητικά κριτήρια και τις αρχιτεκτονικές προτιμήσεις της εκάστοτε κοινωνίας.

Τα παραπάνω αισθητικά πλεονεκτήματα του φράγματος έναντι των αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων αναδεικνύονται και με τη βοήθεια του παραδείγματος του φράγματος Nomeland της Νορβηγίας που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

6.3.1 Μελέτη σύγκρισης φράγματος έναντι άλλων ΑΠΕ

Στο παράδειγμα θα συγκρίνουμε τα αισθητικά χαρακτηριστικά του φράγματος Nomeland της Νορβηγίας με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των ισοδύναμων αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων. Ακολουθεί πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά του φράγματος:

Πίνακας 6.6 Βασικά χαρακτηριστικά φράγματος Nomeland

Χαρακτηριστικά φράγματος Nomeland	
Χώρα	Νορβηγία
Κοινότητα	Iveland
Τύπος φράγματος	Βαρύτητας Σκυροδέματος
Έτος ολοκλήρωσης	1920
Ύψος	28m
Μήκος	100m
Ύψος πτώσης	20,5m

Αρχικά θα συγκρίνουμε τις επιφάνειες που χρειάζονται σε κάθε περίπτωση για τις αναγκαίες εγκαταστάσεις.

1. Φράγμα Nomeland:

Τα εμβαδά υπολογίζονται με το πρόγραμμα Google Earth Pro, όπως φαίνεται και στην εικόνα 6.5 που ακολουθεί:



Εικόνα 6.5 Στιγμιότυπο από το Google Earth Pro όπου χρωματίζονται οι περιοχές της λίμνης, του φράγματος και του σταθμού παραγωγής που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των αντίστοιχων εμβαδών. Η λίμνη χρωματίζεται με απαλό πορτοκαλί χρώμα και μαύρα περιθώρια ενώ το φράγμα και ο σταθμός παραγωγής με έντονο πορτοκαλί στο κάτω μέρος της εικόνας.

Εμβαδό φράγματος: 1.700m^2

Εμβαδό σταθμού παραγωγής ενέργειας: 2.800m^2

Συνολικό εμβαδό τεχνικών-μηχανολογικών εγκαταστάσεων: 4.500m^2

Εμβαδό τεχνητής λίμνης: 913.400m^2

2. Ισοδύναμο αιολικό πάρκο: Το εμβαδό του υπολογίζεται με την ακόλουθη διαδικασία όπου χρησιμοποιούνται δεδομένα του εργαστηρίου ανανεώσιμης ενέργειας του υπουργείου ενέργειας των ΗΠΑ (Denholm et al., 2009, σ. 22):

- Μέσος αριθμός εκταρίων ανά mW (αναφερόμενοι στη συνολική έκταση του αιολικού πάρκου): 34 εκτάρια(320.000m^2)
- Μέσος αριθμός εκταρίων ανά mW (αναφερόμενοι στην έκταση που επηρεάζεται άμεσα από τις ανεμογεννήτριες): 0,3εκτάρια(3.000m^2)

Εμβαδό τεχνικών-μηχανολογικών εγκαταστάσεων ισοδύναμου αιολικού πάρκου για ισχύ 28mW: 84.000m^2

3. Ισοδύναμο φωτοβολταϊκό πάρκο: Το εμβαδό του υπολογίζεται με την ακόλουθη διαδικασία όπου χρησιμοποιούνται δεδομένα του εργαστηρίου ανανεώσιμης ενέργειας του υπουργείου ενέργειας των ΗΠΑ (Ong et al., 2013, σ. 17):

- Μέσος αριθμός στρεμμάτων ανά mW (αναφερόμενοι στη συνολική έκταση του φωτοβολταϊκού πάρκου): 8,9 στρέμματα (36.017m²)
- Μέσος αριθμός στρεμμάτων ανά mW (αναφερόμενοι στην έκταση που επηρεάζεται άμεσα από τα φωτοβολταϊκά πάνελα): 7,3 στρέμματα (29.542m²)

Εμβαδό τεχνικών-μηχανολογικών εγκαταστάσεων ισοδύναμου αιολικού πάρκου για ισχύ 28mW: 827.176m²

Μετά από του υπολογισμούς προχωρούμε σε σύγκριση των εμβαδών των απαιτούμενων τεχνικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων σε κάθε περίπτωση. Προφανώς στη σύγκριση αυτή δεν συμπεριλαμβάνεται η φυσική λίμνη στην περίπτωση του φράγματος διότι δεν αποτελεί τεχνική ή μηχανολογική εγκατάσταση που να προκαλεί μετατροπή του τοπίου από φυσικό σε ανθρωπογενές. Η τεχνητή λίμνη θα μπορούσε να θεωρηθεί μόνο ότι προκαλεί μετάλλαξη του φυσικού τοπίου της εκάστοτε περιοχής σε λιμνώδες τοπίο, επίδραση με πολύ λιγότερο ανθρωπογενή χαρακτήρα από την τοποθέτηση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών αφού το τοπίο παραμένει φυσικής μορφής.

Στην εικόνα 6.6 παρατηρείται η διαφορά αυτή των δύο τοπίων, με τις φωτογραφίες 1 και 2 να δείχνουν την τεχνητή λίμνη του φράγματος Nomeland σε αντιδιαστολή με τις φωτογραφίες 3 και 4 από ένα φωτοβολταϊκό και ένα αιολικό πάρκο, με τα οποία θα μπορούσαν να μοιάζουν τα ισοδύναμα πάρκα που αναλύσαμε πιο πριν. Παρατηρούμε στην περίπτωση της λίμνης την έλλειψη οποιουδήποτε μηχανολογικού εξοπλισμού και την συμμετοχή του νέου τοπίου στους κύκλους της φύσης και στην περίπτωση του ηλιακού και του αιολικού πάρκου την κυριαρχία των φωτοβολταϊκών και των ανεμογεννητριών στο τοπίο.



Εικόνα 6.6 Φωτογραφίες λίμνης Nomeland, φωτοβολταϊκού και αιολικού πάρκου. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1,2: www.googlemaps.com, www.pv-magazine.com, www.sites.psu.edu).

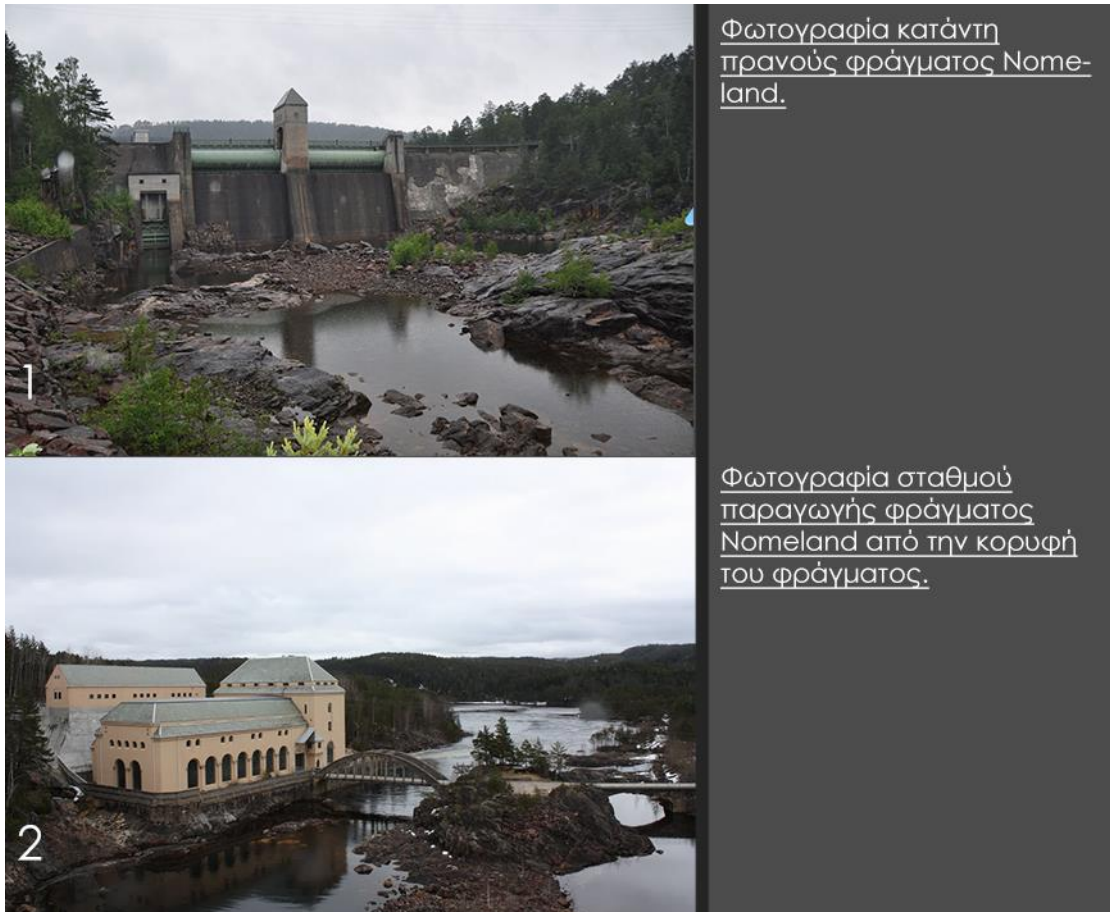
Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης:

Πίνακας 6.7 Πίνακας σύγκρισης απαιτούμενου εμβαδού τεχνικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ανά τύπο ανανεώσιμης ενέργειας.

Εμβαδό τεχνικών-μηχανολογικών εγκαταστάσεων ανά τύπο ανανεώσιμης ενέργειας	
Φράγμα Nomeland	4.500m ²
Ισοδύναμο αιολικό πάρκο	84.000m ²
Ισοδύναμο φωτοβολταϊκό πάρκο	827.176m ²

6.3.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Στον πίνακα 6.7 φαίνεται ξεκάθαρα η διαφορά του μεγέθους της αισθητικής παρέμβασης στο τοπίο ανά περίπτωση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Η διαφορά αυτή γίνεται ακόμα πιο έντονη εάν παρατηρηθεί ότι στην περίπτωση του φράγματος ακόμα και για τα 4.500m² που καλύπτουν οι εγκαταστάσεις του, που είναι ούτως η άλλως συντριπτικά μικρότερα από τις περιπτώσεις του αιολικού και του φωτοβολταϊκού πάρκου, υπάρχουν πολύ μεγάλες αρχιτεκτονικές και αισθητικές δυνατότητες. Στο παράδειγμα που εξετάζεται οι δυνατότητες αυτές έχουν αξιοποιηθεί και τόσο το φράγμα όσο και ο σταθμός παραγωγής έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με αρχιτεκτονική μελέτη από τον αρχιτέκτονα Thorvald Astrup ούτως ώστε να παρουσιάζουν την αρχιτεκτονική μορφή κάστρου (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2013 σ. 146). Το φράγμα και ο σταθμός παραγωγής φαίνονται στην εικόνα 6.7.



Φωτογραφία κατάντη
πρανούς φράγματος Nome-
land.

Φωτογραφία σταθμού
παραγωγής φράγματος
Nomeland από την κορυφή
του φράγματος.

Εικόνα 6.7 Φωτογραφίες φράγματος και σταθμού παραγωγής Nomeland. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.nve.no, www.papogamio.com)

Αξίζει να σχολιαστεί επίσης ότι για το συγκεκριμένο παράδειγμα επιλέχθηκαν δυσμενείς παραδοχές απ' την πλευρά της υδροηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή ένα φράγμα με μικρό ύψος πτώσης, με παλιά τεχνολογία στροβίλων και με σχετικά μεγάλο εμβαδό ταμιευτήρα και σταθμού παραγωγής ενώ από την πλευρά των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πραγματοποιήθηκαν ευμενείς παραδοχές, δηλαδή επιλέχθηκαν οι μικρότερες από τις τιμές έκτασης/Mw των δεδομένων. Εάν είχαν επιλεγθεί οι μεγαλύτερες τιμές, που παρατίθενται στο προηγούμενο εδάφιο, στον υπολογισμό των εμβαδών της αιολικής και ηλιακής ενέργειας, τότε το απαιτούμενο εμβαδό θα είχε υπολογιστεί μεγαλύτερο από αυτό της υδροηλεκτρικής ενέργειας ακόμα και αν είχε συνυπολογιστεί και το εμβαδό της λίμνης σε αυτό (Φράγμα Nomeland + λίμνη: 920.000m^2 , αιολικό ισοδύναμο: $8.960.000\text{m}^2$, ηλιακό ισοδύναμο: $1.008.476\text{m}^2$).

6.4 Τα μνημειακά Χαρακτηριστικά Φράγματος

Συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του φράγματος όπως το μέγεθος του, η σημασία του για την κοινωνία και ο χρόνος ζωής του το καθιστούν έργο με μνημειακά χαρακτηριστικά. Στο παρελθόν ο χαρακτήρας αυτός των

φραγμάτων αναγνωριζόταν σε μεγαλύτερο βαθμό για αυτό και υπάρχουν πολλά περισσότερα φράγματα με αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις και με προβλέψεις για την αισθητική όσο πιο πίσω πηγαίνουμε στον 20^ο αιώνα. Αυτό παρατηρείται αν εξετάσουμε της ημερομηνίες κατασκευής πολλών φραγμάτων του κεφαλαίου 4 αλλά και πιο συγκεκριμένα για την Ελλάδα από την περίπτωση του φράγματος Μαραθώνα. Το φράγμα Μαραθώνα είναι το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα και παράλληλα το μοναδικό με σημαντικές αρχιτεκτονικές προβλέψεις, όπως η επικάλυψη με μάρμαρο και η αρχιτεκτονική του βοηθητικού κτίσματος κατόντη του φράγματος.

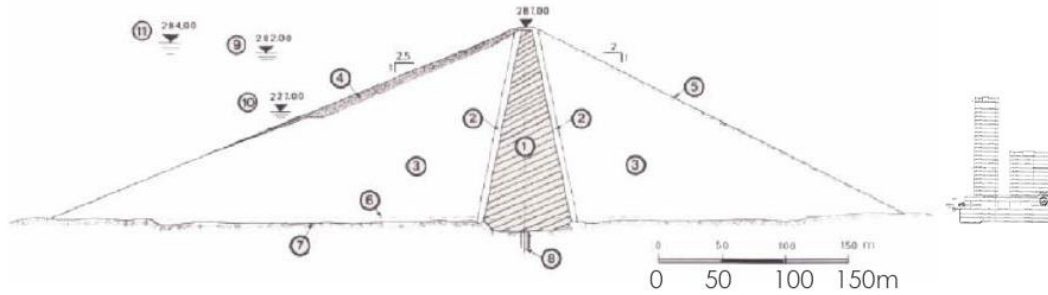
Σε κάποιες χώρες όμως, όπως την Ελλάδα, η αρχιτεκτονική των φραγμάτων έπαψε να αποτελεί παράμετρο του σχεδιασμού στην συνέχεια του 20^{ου} αιώνα και μέχρι σήμερα. Παρόλα αυτά τα χαρακτηριστικά εκείνα που έκαναν τα φράγματα έργα μνημειακού χαρακτήρα παραμένουν και σε αρκετές χώρες ,όπως η Ιαπωνία, η Ισπανία και η Νορβηγία, συνεχίζουν να εκτιμώνται όπως φαίνεται από τα παραδείγματα του κεφαλαίου 6, στα οποία οι χώρες αυτές κυριαρχούν.

Στην συνέχεια, αναλύονται τα χαρακτηριστικά αυτά των φραγμάτων ως απόδειξη των ευκαιριών που χάνονται με την έλλειψη αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στα φράγματα.

Αξίζει να σημειωθεί τελικά ότι ο μνημειακός χαρακτήρας των φραγμάτων διαθέτει διπλή συσχέτιση με το θέμα της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων. Πρώτον, παρουσιάζεται σαν παράγοντας που ενισχύει ακόμα πιο πολύ την ανάγκη ενασχόληση με θέματα αισθητικής των φραγμάτων και δεύτερον παρουσιάζεται σαν μια πρόσθετη ιδιότητα των φραγμάτων που προσδίδει στην αρχιτεκτονική τους ιδιαίτερο ενδιαφέρον και τα καθιστά αξιοποιήσιμα σαν ευκαιρίες για την ανάδειξη ενός τοπίου και όχι την υποβάθμιση του. Ευκαιρίες που χάνονται εάν δεν συνειδητοποιούνται και δεν αξιοποιούνται.

6.4.1 Η κλίμακα του έργου

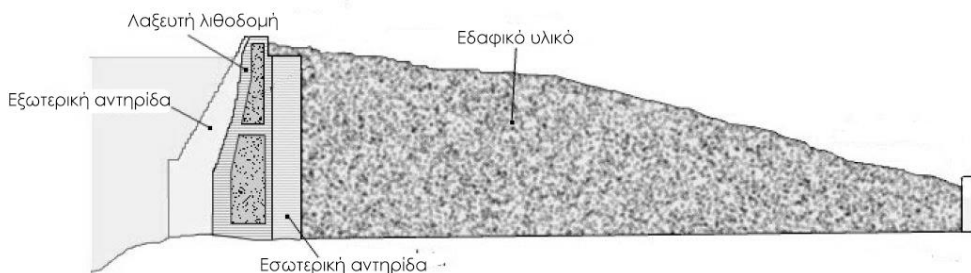
Τα φράγματα είναι οι πιο ογκώδεις κατασκευές που δημιουργεί ο άνθρωπος. Χαρακτηριστικά, το ψηλότερο κτίριο στην Ελλάδα, ο Πύργος των Αθηνών, έχει ύψος 103m ενώ το ψηλότερο φράγμα στην Ελλάδα, το φράγμα των Κρεμαστών έχει ύψος 165m. Ο όγκος του φράγματος Κρεμαστών ισούται με $8,17 \times 10^6 \text{ m}^3$ ενώ ο όγκος του Πύργου των Αθηνών δεν ξεπερνά τα $0,12 \times 10^6 \text{ m}^3$ και η διαφορά της κλίμακας των έργων φαίνεται ακόμα πιο έντονα στην εικόνα που ακολουθεί όπου τοποθετούνται σε ίδια κλίμακα οι τομές των δυο κατασκευών.



Εικόνα 6.8 Τομές χωμάτινου φράγματος Κρεμαστών και Πύργου Αθηνών στην ίδια κλίμακα (πηγές σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013 σ. 31), <http://www.slideshare.net/>).

6.4.2 Ο χρόνος ζωής του έργου

Το σώμα ενός φράγματος θεωρείται ότι έχει χρόνο ζωής τουλάχιστον 100 χρόνια (JCOLD, 2009 σ. 165), αλλά παραδείγματα από ιστορικά φράγματα μας δείχνουν ότι αυτός ο χρόνος μπορεί να πολλαπλασιαστεί πολύ περισσότερο. Για παράδειγμα, το ρωμαϊκό φράγμα Proserpina της Ισπανίας μένει ακόμα σε λειτουργία περίπου 1800 με 1900 χρόνια μετά την κατασκευή του. Σαν τύπος το φράγμα αποτελεί ένα συνδυασμό χωμάτινου, αντηριδωτού και λιθόκτιστου φράγματος. Προφανώς όμως εάν ένα φράγμα ρωμαϊκής τεχνολογίας μπορεί να αντέξει τόσα χρόνια, ένα σύγχρονο φράγμα λογικά θα μπορούσε να παραμείνει λειτουργικό σίγουρα για αρκετά περισσότερα από 100 χρόνια.



Εικόνα 6.9 Τομή φράγματος Proserpina (πηγή σχεδίου: (WB, SIWI, 2013) μετά από επεξεργασία)

6.4.3 Η σημασία του για την κοινωνία

Τα φράγματα είναι σίγουρα από τα πιο σημαντικά έργα για την κοινωνία και για τον άνθρωπο.

Εάν συσχετίσουμε τις βασικές ανάγκες που καλύπτουν τα φράγματα για την κοινωνία δηλαδή την ύδρευση, την άρδευση, την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και την αντιπλημμυρική προστασία με την ιεράρχηση των αναγκών του ανθρώπου του A.Maslow (Maslow, 1943) αποδεικνύεται πλήρως η τεράστια σημασία τους. Τα

α φράγματα εξασφαλίζουν σε μεγάλο βαθμό στους ανθρώπους που ζουν στις σύγχρονες κοινωνίες την κάλυψη των δυο πιο βασικών βαθμίδων αναγκών, των βιολογικών αναγκών και των αναγκών ασφάλειας. Σε σχέση με τις βιολογικές ανάγκες του ανθρώπου τα φράγματα καλύπτουν την θεμελιώδη ανάγκη για νερό μέσω της υδρευτικής τους χρήσης και κατ'επέκταση την ανάγκη για τροφή μέσω της αρδευτικής τους χρήσης για την παραγωγή τροφίμων. Επιπλέον, τα φράγματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας καλύπτουν και βασικές βιολογικές ανάγκες όπως η προστασία από τα φαινόμενα της φύσης και η παροχή καταλύματος αλλά συμβάλουν σημαντικά και στην ικανοποίηση της δεύτερης κατηγορίας αναγκών που περιέχει τις ανάγκες για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, ασφάλεια κλπ. Παρόμοια χρησιμότητα έχουν και τα φράγματα που χρησιμοποιούνται ως αντιπλημμυρικά έργα.



Εικόνα 6.10 Σχεδιάγραμμα της ιεραρχίας των αναγκών του A.Maslow (πηγή: www.el.wikipedia.org)

6.5 Τουριστικά οφέλη

Σε πολλά από τα φράγματα του εξωτερικού που εξετάστηκαν στο κεφάλαιο 6 αναφέρεται η ρητή συμβολή των φραγμάτων στην αύξηση του τουρισμού ή στην βελτίωση της ποιότητας του τουριστικού προϊόντος της περιοχής του φράγματος. Τέτοια φράγματα είναι το φράγμα NevaIn στην Νορβηγία όπου πραγματοποιούνται ακόμα και συναυλίες στο χώρο του φράγματος (Nynäs, 2013 σ. 136) ή το φράγμα Miharu στην Ιαπωνία²² Φυσικά δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τόσο εύκολα εάν οι τάσεις αυτές οφείλονται και σε ποιο βαθμό στις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που διαθέτουν αυτά τα φράγματα, αλλά απ'

την άλλη είναι και προφανές ότι μια αρχιτεκτονικά άρτια εικόνα ενός φράγματος βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση και επιπλέον τα δυο παραδείγματα που αναφέρονται διαθέτουν και τα δυο αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στο σώμα τους. Ούτως η άλλως όμως εάν συμπεριλαμβάνεται η τουριστική αξιοποίηση στους στόχους του φράγματος, όπως συμβαίνει σε διάφορες περιπτώσεις σε αρκετές χώρες, τότε προφανώς η αρχιτεκτονική μορφή του φράγματος θα ήταν ωφέλιμο να εντάσσεται σαν παράμετρος στο σχεδιασμό.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τουριστικής εκμετάλλευσης ενός φράγματος με ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά στην Ελλάδα είναι το φράγμα Ταυρωπού, το μοναδικό τοξωτό φράγμα στην Ελλάδα, και η λίμνη Πλαστήρα. Ένα έργο που σχεδιάστηκε κατ' αρχήν για παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, εξελίχθηκε ως ταμιευτήρας για την άρδευση για να καταλήξει ως ταμιευτήρας αναψυχής, αφού γύρω από την λίμνη έχουν δημιουργηθεί πληθώρα ξενοδοχείων κ.α. τουριστικών υποδομών, οι οποίες επιβάλλουν τις ανάγκες τους στην ίδια την διαχείριση του ταμιευτήρα²³ (Christofides et.al, 2005) (HADJIBIROS et.al., 2005).

6.6 Οι μελλοντικές προοπτικές των φραγμάτων

Η παράμετρος της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων αναμένεται λοιπόν να καταστεί πιο σημαντική μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Εκτιμώντας το μέλλον των φραγμάτων όλα τα δεδομένα καταδεικνύουν την συνέχιση της ανάγκης τα φράγματα και την αύξηση της αξίας τους. Καθώς οι ορυκτές πηγές ενέργειας εξαντλούνται και θεωρούνται πλέον περιβαλλοντικά ασύμφωρες ο ρόλος του φράγματος γίνεται όλο και πιο σημαντικός. Η ανάγκη για εξασφάλιση νερού για τον όλο και αυξανόμενο πληθυσμό της γης καθώς και η δυνατότητα της αντλησοταμίευσης που καθιστά το φράγμα ένα από τα πιο ελπιδοφόρα έργα στην προσπάθεια του ανθρώπου να αναπτύξει ενεργειακές μπαταρίες για την καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας από τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά πάρκα δίνουν νέες προοπτικές στα φράγματα.

Τα φράγματα λοιπόν, αποτελούν ένα έργο για το οποίο όχι μόνο γνωρίζουμε ότι ήταν από τους πιο σημαντικούς πόλους ανάπτυξης των κοινωνιών του 20^{ου} αιώνα αλλά παράλληλα όλα τα δεδομένα δείχνουν ότι θα συνεχίσει να έχει αυτό το ρόλο και μέσα στον 21^ο αιώνα αναμένεται να καταστεί αναγκαία η κατασκευή πολλών ακόμα φραγμάτων για υδρευτική, υδροηλεκτρική και αντλησοταμιευτική χρήση (Koutsoyiannis, 2011 σ. 553). Καθώς όμως οι διαθέσιμες θέσεις για την κατασκευή τέτοιων έργων αρχίζουν να μειώνονται, τα φράγματα θα αρχίζουν να πλησιάζουν τους οικισμούς και τις περιοχές που δραστηριοποιούνται οι άνθρωποι και όλο και λιγότερα φράγματα θα κατασκευάζονται πλέον σε περιοχές που ο άνθρωπος έχει περιορισμένη πρόσβαση. Εμφανίζεται κατά συνέπεια μια νέα ανάγκη για τα φράγματα, αυτή της ομαλής ένταξης τους σε πόλεις και οικισμούς, ανάγκη που δίνει

επιπρόσθετη αξία σε θέματα αρχιτεκτονικής και αισθητικής των φραγμάτων. Στην εικόνα 6.11 παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα κατασκευασμένων φραγμάτων που βρίσκονται μέσα στα όρια οικισμών, εκφράζοντας ίσως μια εικόνα από το μέλλον, όπου τα φράγματα αναμένεται να διαθέτουν πιο σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητα των ανθρώπων και να αποτελούν συχνά πλέον κατασκευές που να εντάσσονται σε οικισμούς.



Όνομα: Svartediket
Χώρα: Νορβηγία
Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
Ύψος: 20m
Έτος ολοκλήρωσης: 1953

Όνομα: Kinjo
Χώρα: Ιαπωνία
Τύπος: Φράγμα βαρύτητας
σκυροδέματος
Ύψος: 19m
Έτος ολοκλήρωσης: 2000

Εικόνα 6.11 Φωτογραφίες φραγμάτων κτισμένων κοντά σε οικισμούς. (πηγές φωτογραφιών (κατά σειρά): www.vrdtlandnytt.blogspot.com, www.panoramio.com)

6.7 Ως αντισταθμιστικό μέτρο

Στο υποκεφάλαιο 2.3 εξετάζονται και πινακοποιούνται οι επιδράσεις των μεγάλων φραγμάτων στο περιβάλλον (πιν.2.2). Στο παρόν υποκεφάλαιο πραγματοποιούνται οι ακόλουθες παρατηρήσεις σχετικά με αυτές.

Η πλειοψηφία των επιδράσεων των φραγμάτων στο φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον της περιοχής του φράγματος μπορεί να χαρακτηριστεί είτε αρνητική είτε ουδέτερου-ασαφούς αποτελέσματος. Οι ξεκάθαρα θετικές επιδράσεις του φράγματος στην περιοχή είναι λίγες και δεν εμφανίζονται κατά κανόνα αλλά κατά περίπτωση. Ενώ όμως η πλειοψηφία των αρνητικών

επιδράσεων ενός φράγματος αφορά κατά συντριπτική πλειοψηφία την περιοχή του φράγματος και σε λίγες μόνο περιπτώσεις επεκτείνεται σε μακρινές περιοχές, η ίδια τάση δεν παρατηρείται και για τις θετικές επιδράσεις του φράγματος. Οι σίγουρες και πάγιες θετικές επιδράσεις ενός φράγματος αφορούν πάντα μια αρκετά ευρύτερη περιοχή από αυτή πλησίον του φράγματος. Αυτό συμβαίνει για φράγματα οποιασδήποτε χρήσης: Υδρευτικά, Αρδευτικά, Υδροηλεκτρικά, Αντιπλημμυρικά κ.τ.λ..

Με βάση τα παραπάνω καθίσταται δεδομένο ότι οι κάτοικοι της περιοχής του φράγματος είναι αυτοί που πρέπει να κάνουν τις περισσότερες θυσίες για να δοθεί η δυνατότητα επίτευξης ενός ευρύτερου καλού. Αυτό φυσικά δεν αποτελεί κάτι άγνωστο και αρκετά συχνά προβλέπονται αντισταθμιστικά μέτρα στην περιοχή του φράγματος με στόχο την αποκατάσταση σε κάποιο βαθμό της κοινωνικής ισότητας σε σχέση με τα βάρη που πρέπει να σηκώσουν οι πολίτες που ζουν κοντά στις περιοχές κατασκευής τέτοιων μεγάλων έργων. Τέτοια μέτρα μπορεί να είναι η κατασκευή σπιτιών και υποδομών για την μετεγκατάσταση πολιτών που εκτοπίστηκαν από τα σπίτια τους λόγω του φράγματος αλλά και γενικότερα η κατασκευή κοινωφελών έργων όπως δρόμων σχολείων κλπ. (JCOLD, 2009 σ. 102). Παρόλα αυτά, σε περιοχές που τα χαρακτηριστικά του τοπίου αποτελούν σημαντικό κεφάλαιο για τους κατοίκους της περιοχής (τουριστικές περιοχές, προστατευόμενες φυσικές περιοχές, περιοχές παραδοσιακών οικισμών) εξίσου αναγκαία και δίκαια μπορούν να είναι ανταποδοτικά μέτρα που να προσδίδουν ξανά αισθητική αξία στο τοπίο της περιοχής του φράγματος μέσω αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στο σώμα του φράγματος στα συνοδά έργα και στο τοπίο γενικότερα.

ΜΕΡΟΣ Β : ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΚΣΕ ΣΕ ΝΗΣΙ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Περίληψη Μέρους Β:

Στο Μέρος Β της εργασίας εξετάζεται ένα φράγμα τύπου ΑΚΣΕ με τη θεώρηση ότι προβλέπεται να κατασκευαστεί σε νησί του Αιγαίου. Προτείνονται παρεμβάσεις στο κατόντη πρηνές και την κορυφή του έργου με στόχο την πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο, λαμβάνοντας υπόψη στο σχεδιασμό τις αρχιτεκτονικές συνήθειες των νησιών και τα χαρακτηριστικά του τοπίου του Αιγαίου. Στις παρεμβάσεις αυτές λαμβάνονται υπόψη τα πιο συγχρονία δεδομένα στην κατασκευή φραγμάτων ΑΚΣΕ και οι προτεινόμενες διατάξεις σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι τυποποιήσιμες και να μπορούν να εφαρμοστούν σε μελλοντικά τέτοια έργα χωρίς ιδιαίτερες τροποποιήσεις. Στο τέλος του μέρους Β πραγματοποιείται τεχνική, κατασκευαστική και οικονομική ανάλυση των προτεινόμενων λύσεων. Καθ' όλη της διάρκεια του μέρους Β δίνεται έμφαση όχι μόνο στην παρουσίαση των συγκεκριμένων προτάσεων αλλά και στη δημιουργία μιας προτεινόμενης διαδικασίας σχεδιασμού, με συγκεκριμένες αρχές, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες ανάλογες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις σε φράγματα.

7 Εισαγωγή Μέρους Β

Έπειτα από την γενικότερη ανάλυση της ανάγκης για διερεύνηση της αναγκαιότητας και των δυνατοτήτων για την βελτίωση του αισθητικού στοιχείου της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων, που πραγματοποιήθηκε στο Μέρος Α της εργασίας, θεωρήθηκε σημαντικό να εξεταστεί πιο λεπτομερώς το πώς θα μπορούσε να εφαρμοστεί κάτι σχετικό στον Ελληνικό χώρο. Στο μέρος Β της εργασίας λοιπόν, πραγματοποιείται προσπάθεια να συγκεκριμενοποιηθούν οι τροποποιήσεις στον σχεδιασμό ενός φράγματος που θα μπορούσαν να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση. Με αυτή τη λογική, επιλέγεται ένας τύπος φράγματος και προτείνονται συγκεκριμένες κατασκευαστικές τροποποιήσεις για αυτόν, θεωρώντας πρώτα την περιοχή στην οποία προβλέπεται να κατασκευαστεί το έργο. Στον σχεδιασμό θα επιδιωχθεί η ελαχιστοποίηση του κόστους και των τεχνικών και κατασκευαστικών απαιτήσεων των προτεινόμενων έργων.

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια του Μέρους Β της εργασίας επιλέχθηκε να εξεταστούν μόνο αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που να αφορούν το σώμα του φράγματος, διότι θεωρήθηκε ότι αυτές αποτελούν και την πιο βασική και θεμελιώδη μορφή τέτοιων παρεμβάσεων. Εφόσον λοιπόν στον ελληνικό χώρο η αισθητική παράμετρος σε σχέση με το έργο του φράγματος βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, θα έπρεπε να εξεταστούν πρώτα αυτές οι θεμελιώδεις παρεμβάσεις προτού προχωρήσουμε σε παρεμβάσεις σε σχέση με τα συνοδευτικά έργα και την περιοχή γύρω από το φράγμα που αποτελούν πιο προχωρημένο βήμα.

Η μορφή που θα έχει το Μέρος Β κατά συνέπεια θα είναι η εξής: Αρχικά θα επιλεγεί αιτιολογημένα ποιος τύπος φράγματος θα είχε μεγαλύτερο νόημα να εξεταστεί. Στη συνέχεια, θα αναλυθεί η λογική που θα χρησιμοποιηθεί στον σχεδιασμό και θα παρουσιαστούν οι προτεινόμενες κατασκευές που προέκυψαν από αυτή τη λογική. Τέλος, θα εξεταστούν οι τεχνικές και οικονομικές παράμετροι των παρεμβάσεων που προτείνονται.

8 Επιλογή χαρακτηριστικών φράγματος που θα εξεταστεί

8.1 Επιλογή τύπου φράγματος

8.1.1 Διαθέσιμες επιλογές για τον τύπο φράγματος

Προφανώς, οι διαθέσιμες επιλογές περιλαμβάνουν όλους τους τύπους φραγμάτων που κατασκευάζονται στην Ελλάδα, δηλαδή τα χωμάτινα φράγματα, τα λιθόρριπτα φράγματα, τα φράγματα βαρύτητας, τα τοξωτά φράγματα, τα αντηριδωτά φράγματα και τα φράγματα μικτού τύπου. Οι τύποι που θεωρείται πιο λογικό να εξεταστούν είναι αυτοί που είναι και πιο δημοφιλείς κατασκευαστικά οι οποίοι, όπως έχει αναφερθεί στο υποκεφάλαιο 3.1 είναι τα χωμάτινα φράγματα, τα λιθόρριπτα φράγματα και τα φράγματα βαρύτητας. Με βάση την ανάλυση που έγινε στα δεδομένα της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 63% ,22% και 7%.

8.1.2 Τελική επιλογή και αιτιολόγηση επιλογής τύπου φράγματος

Παρόλο που αποτελούν τον τρίτο κατά σειρά πιο δημοφιλή κατασκευαστικά τύπο, για τους λόγους που θα αναλυθούν στη συνέχεια ο τύπος φράγματος που επιλέχθηκε να εξεταστεί στα πλαίσια αυτού του μέρους της εργασίας είναι τα φράγματα βαρύτητας. Συγκεκριμένα από τα φράγματα βαρύτητας επιλέχθηκαν τα φράγματα τύπου ΑΚΣΕ (Αξονοσυμμετικά Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος).

Αρχικά, με βάση τα συμπεράσματα του προηγούμενο κεφαλαίου τα φράγματα βαρύτητας είναι αυτά που προσφέρουν τις περισσότερες δυνατότητες για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στο σώμα του φράγματος με στόχο της βελτίωσης της αισθητικής του και την καλύτερη ένταξη του στο τοπίο. Είναι λογικό λοιπόν, δεδομένης της έλλειψης σχετικών παρεμβάσεων στην Ελλάδα να πραγματοποιηθούν αρχικά προτάσεις σε αυτού του τύπου φράγματα που είναι και αποδεδειγμένα, με παραδείγματα από πολλές χώρες, αυτά που παρέχουν τις περισσότερες δυνατότητες προς την κατεύθυνση αυτή, αλλά και για τα οποία υπάρχει και μεγαλύτερος διαθέσιμος όγκος πληροφοριών, ιδεών και εφαρμοσμένων τεχνικών.

Εν συνεχεία, επιλέχθηκαν συγκεκριμένα τα φράγματα ΑΚΣΕ για τρεις λόγους:

- ❖ Πρώτον, διότι αποτελούν την πλειοψηφία των κατασκευασμένων φραγμάτων βαρύτητας στην Ελλάδα.

- ❖ Δεύτερον, διότι είναι ένα σχετικά νέο-καινοτόμο είδος φράγματος που φαίνεται να βρίσκει όλο και περισσότερο την υποστήριξη των μηχανικών σαν το βέλτιστο φράγμα βαρύτητας σε πολλές περιπτώσεις, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει. Επίσης, αναγνωρίζεται ως ο τύπος φράγματος που έδωσε ξανά ζωή στα φράγματα βαρύτητας μετά από πολλά χρόνια κατασκευαστικής κυριαρχίας των γεωφραγμάτων στην Ελλάδα (Μουτάφης, 2012).
- ❖ Τρίτον, διότι όπως παρατηρείται η πλειοψηφία των φραγμάτων ΑΚΣΕ που έχουν κατασκευαστεί βρίσκονται στα νησιά του Αιγαίου (πιν. 8.1), ενώ υπάρχουν και πολλά φράγματα ΑΚΣΕ που βρίσκονται σε στάδιο οριστικής μελέτης και σκοπεύεται να κατασκευαστούν και αυτά στο Αιγαίο (πιν. 8.2). Το 57% αυτών των φραγμάτων μάλιστα σχεδιάζεται για νησιά των Κυκλάδων ενώ το 43% για την Κρήτη. Τα νησιά του Αιγαίου όπως είναι γνωστό αποτελούν περιοχές με ιδιαίτερη τοπική αξία για την Ελλάδα, όποτε ένας τύπος φράγματος που φαίνεται να βρίσκει συχνή εφαρμογή σε αυτές τις περιοχές θα έπρεπε να είναι και ο πρώτος που θα εξεταστεί για τρόπους καλύτερης ένταξης του στο τοπίο.

Πίνακας 8.1: Κατασκευασμένα ή σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής φράγματα ΑΚΣΕ στην Ελλάδα. Με έντονη γραφή παρουσιάζονται τα φράγματα σε νησιά του Αιγαίου.

a/a	Περιοχή	Όνομασία	Ύψος	Έτος Ολοκλήρωσης
1	Μύκονος	Μαραθιά	25	1992
2	Μύκονος	Άνω Μερά	32	1997
3	Σέριφος	Στενό	31	2003
4	Κρήτη	Βαλσαμιώτης	57	2014
5	Τρίκαλα	Ληθαίο	32	εκρεμμεί
6	Μεσσηνία	Φιλιατρινός	55	εκρεμμεί
7	Χίος	Κόρης Γεφύρι	41,5	εκρεμμεί

Πίνακας 8.2: Πίνακας φραγμάτων ΑΚΣΕ στον ελληνικό χώρο για τα οποία έχει ολοκληρωθεί οριστική μελέτη (Δαούτης, 2012).

a/a	Περιοχή	Όνομασία	Ύψος
1	Σίφνος	Καμάρες	40
2	Σύρος	Αετός	33
3	Άνδρος	Ατένι	30
4	Κύθνος	Επισκοπή	32

a/a	Περιοχή	Ονομασία	Ύψος
5	Κρήτη	Παπαδιανά	110
6	Κρήτη	Σεμπρενιώτης	67
7	Κρήτη	Αλικιανός	72

- ❖ Υπάρχουν παραδείγματα αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων ιδιαίτερα σε φράγματα τύπου RCC τα οποία ως προς τη διαμόρφωση και την τελική μορφή του εμφανούς πρσανούς κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου είναι πανομοιότυπα με τα φράγματα ΑΚΣΕ. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα φράγματα La breña και Fresnillo της Ισπανίας και το φράγμα Miharu της Ιαπωνίας τα οποία εξετάστηκαν στο κεφάλαιο 4.1. Η ύπαρξη αυτών των παραδειγμάτων διευκολύνει την δημιουργία προτάσεων για τα ελληνικά δεδομένα αξιοποιώντας την υπάρχουσα γνώση από αυτά τα ήδη κατασκευασμένα έργα.

8.2 Θεώρηση περιοχής κατασκευής του φράγματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν θέσεις στις οποίες φαίνεται να είναι πιο πιθανό να κατασκευαστούν φράγματα τις επόμενες δεκαετίες. Εν συνεχεία, καθότι οποιαδήποτε αρχιτεκτονική παρέμβαση σε ένα φράγμα θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα δεδομένα τις εκάστοτε περιοχής, δηλαδή τις αρχιτεκτονικές συνήθειες, την ύπαρξη ή όχι τουρισμού, το κλίμα και ούτω καθεξής, θα επιλεγεί μια συγκεκριμένη περιοχή ως πλαίσιο για τις προτάσεις που θα πραγματοποιηθούν.

8.2.1 Διαθέσιμες επιλογές για την θεώρηση περιοχής κατασκευής του φράγματος

Οι φορείς που κατασκευάζουν μεγάλα φράγματα στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή είναι το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ ΑΕ) και το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων.

Οι θέσεις στις οποίες προτείνει την κατασκευή φραγμάτων ο κάθε φορέας διαφέρουν αρκετά λόγω των διαφορετικών στόχων και χαρακτηριστικών των φραγμάτων κάθε φορέα. Για παράδειγμα η ΔΕΗ κατασκευάζει περισσότερα φράγματα στην ηπειρωτική Ελλάδα (Στεφανάκος, 2014 σ. 52) ενώ το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων κατασκευάζει περισσότερα φράγματα στα ελληνικά νησιά (Καρασαχινίδης, 2012 σ. 5). Για να δούμε λοιπόν την γενική εικόνα των φραγμάτων που πρόκειται να κατασκευαστούν χρειαζόμαστε συγκεντρωτικά δεδομένα από όλους τους φορείς.

Τέτοια δεδομένα παρέχονται στον κατάλογο μεγάλων ελληνικών φραγμάτων που καταρτίστηκε στα πλαίσια της διοργάνωσης του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μεγάλων Φραγμάτων, με απόφαση του ΤΕΕ Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας και της επιστημονικής και οργανωτικής επιτροπής του Συνεδρίου²⁴. Στον κατάλογο αυτό περιέχεται και λίστα με τα ελληνικά φράγματα υπό σχεδιασμό η οποία επεξεργάστηκε ώστε να περιλαμβάνει μόνο μεγάλα φράγματα και παρουσιάζεται στη συνέχεια στον πίνακα 8.3.

Πίνακας 8.3 Πίνακας ελληνικών φραγμάτων υπό σχεδιασμό ή προκαταρκτικό σχεδιασμό με δεδομένα του 2008 (πηγή δεδομένων: <http://portal.tee.gr/> μετά από επεξεργασία). Με έντονη γραφή παρουσιάζονται τα φράγματα που πρόκειται να κατασκευαστούν σε νησιά του Αιγαίου.

a/a	Περιοχή	Ονομασία
1	Λασιθίου Κρήτης	Αγ. Ιωάννη
2	Κυκλάδες Μήλος	Αγιος Ιωάννης
3	Πέλλα	Αλμωπαιού
4	Κρήτης Ηρακλείου	Αμιρών
5	Λάρισα	Αμυγδαλιάς
6	Κρήτης Ηρακλείου	Άνω Ασίτες
7	Κυκλάδες Άνδρος	Ατένι
8	Κορινθίας	Βελίνα
9	Κιλκίς	Γερακώνα
10	Κυκλάδες Κύθνος	Επισκοπή
11	Χίου	Θυμιανά
12	Ξάνθη	Ιάσμου
13	Κρήτης Ηρακλείου	Καλάμι
14	Λάρισα	Καλούδα
15	Σάμου-Ικαρίας Σάμος	Καρβούνι
16	Ευβοίας	Κάρυστος
17	Κυκλάδες Κέα	Κεραμίδι
18	Τρικάλων	Κερασούλας
19	Γρεβενά	Κνίδη
20	Άρτα	Κομπότι
21	Δωδεκανήσου Ρόδος	Λάρδος
22	Κρήτης Λασιθι (Σητεία)	Λιθίνων
23	Λακωνία	Λιμνοδεξαμενή Άγιος Δημήτριος
24	Δωδεκάνησου Κώς	Μία

α/α	Περιοχή	Όνομασία
25	Καρδίτσα	Μουζακίου
26	Τρίκαλα	Μυρόφυλλο
27	Τρίκαλα	Νεοχωρίτη ή Νεοχώρι
28	Καστοριά	Νεστορίου
29	Μαγνησία	Ξεριάς Αλμυρού
30	Λάρισα	Παλαιοδερλί
31	Λάρισα	Παλιομονάστηρο
32	Λέσβος	Πολύχνιτος
33	Πέλλα	Προμαχών
34	Τρίκαλα	Πύλη
35	Κυκλάδες Κίμωλος	Πύργος
36	Κέρκυρα	Ρεγγίνι
37	Κρήτης Χανιά	Ρουματιανός
38	Λέσβος	Σεδούντας Ι
39	Κρήτης Χανιά	Σεμπρενιώτης
40	Σέρρες	Σιδηροκάστρου
41	Δωδεκανήσου Ρόδος	Σορωνή
42	Λέσβος	Σταυρός
43	Κέρκυρα	Σφακερά
44	Αρκαδία	Τάνος
45	Κρήτης Χανιά	Ταυρωνίτης
46	Λάρισα	Τερψιθέα
47	Τρίκαλα	Τιτάνου
48	Φλώρινα	Τροπαιούχος
49	Κυκλάδες Νάξος	Τσικαλαριό
50	Λέσβος	Τσικνιάς
51	Πέλλα	Φλαμουριά
52	Ευβοίας	Ψαχνών

8.2.2 Τελική επιλογή περιοχής

Σε συνέχεια των παρατηρήσεων του προηγούμενου κεφαλαίου βλέπουμε ότι και στον πίνακα 8.3 υπάρχει μεγάλος αριθμός φραγμάτων που σχεδιάζεται να κατασκευαστούν σε νησιά του Αιγαίου. Αυτό ισχύει για 25 από τα 52 φράγματα που παρουσιάζονται και πιο αναλυτικά, οχτώ από τα φράγματα σχεδιάζονται για την Κρήτη, έξι για τις Κυκλάδες, έξι για τα νησιά του Βορειανατολικού Αιγαίου, τρία για τα Δωδεκάνησα και τέλος, δυο φράγμα σχεδιάζονται για το νησί της Εύβοιας.

Με βάση τα παραπάνω, αλλά και με βάση τα στοιχεία για τα φράγματα ΑΚΣΕ του προηγούμενου υποκεφαλαίου που δείχνουν την επικείμενη κατασκευή πολλών τέτοιων έργων στις Κυκλάδες και την Κρήτη, επιλέγεται να θεωρηθεί το Αιγαίο ως περιοχή κατασκευής του φράγματος. Ουσιαστικά λοιπόν, θα τεθεί σαν υπόβαθρο για τον σχεδιασμό των παρεμβάσεων στο φράγμα ΑΚΣΕ ο χώρος των νησιών του Αιγαίου γενικότερα, με παράλληλη προσπάθεια οι προτεινόμενες λύσεις να είναι εφαρμόσιμες και συμβατές με το τοπίο της Κρήτης, των Κυκλάδων και των νησιών του βορειοανατολικού Αιγαίου που αποτελούν τις περιοχές που πρόκειται να κατασκευαστούν τα 20 από τα 25 εξεταζόμενα φράγματα του πίνακα 8.3.

8.3 Επιλογή σχεδίων που θα χρησιμοποιηθούν

Ως γνωστόν, τα διάφορα φράγματα ΑΚΣΕ παρουσιάζουν μια σχετικά τυποποιημένη μορφή ως προς τη γεωμετρία τους, χρησιμοποιούν σχεδόν ίδια υλικά και παρουσιάζουν παρόμοια διάταξη των συνοδευτικών έργων (π.χ. ο υπερχειλιστής βρίσκεται πάντα στο σώμα του φράγματος και κοντά στο μέσο της στέψης, κ.τ.λ.). Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι τα διάφορα φράγματα ΑΚΣΕ παρουσιάζουν γενικά μια όμοια μορφή. Κατά συνέπεια, μια πρόταση για κάποια τροποποίηση της αρχιτεκτονικής μορφής ενός φράγματος ΑΚΣΕ, όπως αυτή που εξετάζεται στα πλαίσια αυτού του μέρους της εργασίας, θα μπορούσε με κατάλληλο σχεδιασμό να είναι εύκολα εφαρμόσιμη σε οποιοδήποτε τέτοιο έργο σχεδιαστεί στο μέλλον.

Με αυτό το σκεπτικό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σχέδια από οποιαδήποτε πλήρη μελέτη φράγματος ΑΚΣΕ σαν βάση για τις προτεινόμενες κατασκευές αυτού του μέρους της εργασίας. Η επιλογή πραγματοποιήθηκε όμως μεταξύ των ήδη κατασκευασμένων φραγμάτων ΑΚΣΕ της Ελλάδας για τα οποία υπάρχουν περισσότερες και πληρέστερες διαθέσιμες πληροφορίες. Διαθέσιμες επιλογές λοιπόν θεωρήθηκαν τα φράγματα του Πίνακα 8.1.

8.3.1 Τελική επιλογή και αιτιολόγηση επιλογής φράγματος ως υπόβαθρο του σχεδιασμού

Εν τέλει επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν τα σχέδια του φράγματος Φιλιατρινού για τους λόγους που αναλύονται στην συνέχεια. Το βασικό κριτήριο για την επιλογή του φράγματος ήταν να διαθέτει χαρακτηριστικά όμοια με την πλειοψηφία των κατασκευασμένων τέτοιων φραγμάτων στην Ελλάδα και επιπλέον να αντιπροσωπεύει τις πιο σύγχρονες κατασκευαστικές και σχεδιαστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Με αυτή τη λογική αποκλείστηκαν αρχικά τα φράγματα τα φράγματα Άνω Μερά Μυκόνου, Μαράθι Μυκόνου και Στενό Σερίφου. Τα φράγματα αυτά παρότι βρίσκονται στις Κυκλάδες και θα μπορούσαν εν δυνάμει να είναι ιδανικές περιπτώσεις για την ανάλυση που πραγματοποιείται, απορρίφθηκαν

διότι έχουν χαρακτηριστικά που έχουν πλέον εγκαταλειφθεί στον σχεδιασμό φραγμάτων ΑΚΣΕ. Για παράδειγμα οι κλίσεις των πρανών τους είναι 0,5:1 στα φράγματα της Μυκόνου και 0,7:1 στο φράγμα Στενό Σερίφου, κλίσεις που πλέον θεωρούνται υπερβολικά απότομες και έχουν αντικατασταθεί στα πιο σύγχρονα φράγματα ΑΚΣΕ από την κλίση 0,8:1. Τέτοια κλίση καθώς και άλλα κοινά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν τα πιο πρόσφατα φράγματα Κόρης-Γεφύρι, Βαλαμιώτη, Ληθαίο και Φιλιατρινό.

Από αυτά τα φράγματα επιλέγεται εν τέλει το φράγμα Φιλιατρινού το οποίο είναι το πιο πρόσφατο σχετικό έργο αφού η κατασκευή του ξεκίνησε μόλις το 2009. Επίπλέον, αρκετά από τα χαρακτηριστικά του που μας ενδιαφέρουν είναι παρόμοια με αυτά του φράγματος ΑΚΣΕ Ληθαίου, το οποίο είναι το δεύτερο πιο πρόσφατο τέτοιο έργο, με εναρκτήρια ημερομηνία κατασκευής το 2008. Με βάση τα παραπάνω λοιπόν, συμπεραίνουμε ότι η χρήση των σχεδίων του φράγματος Φιλιατρινού σαν βάση για τις προτάσεις αυτού του μέρους αποτελεί μια δικαιολογημένη επιλογή αφού αυτά τα σχέδια του είναι αντιπροσωπευτικά του σύγχρονου σχεδιασμού φραγμάτων ΑΚΣΕ στην Ελλάδα.

8.3.2 Σύντομη Περιγραφή Φράγματος Φιλιατρινού

Το φράγμα Φιλιατρινού είναι το 7^ο φράγμα ΑΚΣΕ της Ελλάδας και βρίσκεται στον Νομό Μεσσηνίας στον ομώνυμο δήμο, σε μικρή απόσταση από την Πόλη των Φιλιατρών. Όπως αναφέρεται και προηγουμένως η κατασκευή του φράγματος ξεκίνησε το 2009 και σήμερα το έργο βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, με τις εργασίες σε σχέση με το σκληρό επίχωμα καθώς και με την ανάντη στεγάνωση να έχουν ολοκληρωθεί. Οι περισσότερες εργασίες που απομένουν αφορούν τα συνοδευτικά έργα όπως τον πύργο υπερχείλισης και την οδοποιία που θα διασχίζει το φράγμα.

Το έργο εντάσσεται στο πρόγραμμα κατασκευής ταμιευτήρων του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Καρασαχινίδης, 2012 σ. 4) και προορίζεται για άρδευση της περιοχής αλλά και για την ανακούφιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τις γεωτρήσεις. Ακολουθεί ο πίνακας 8.4 με τα γενικά χαρακτηριστικά του φράγματος και του ταμιευτήρα που δημιουργεί:

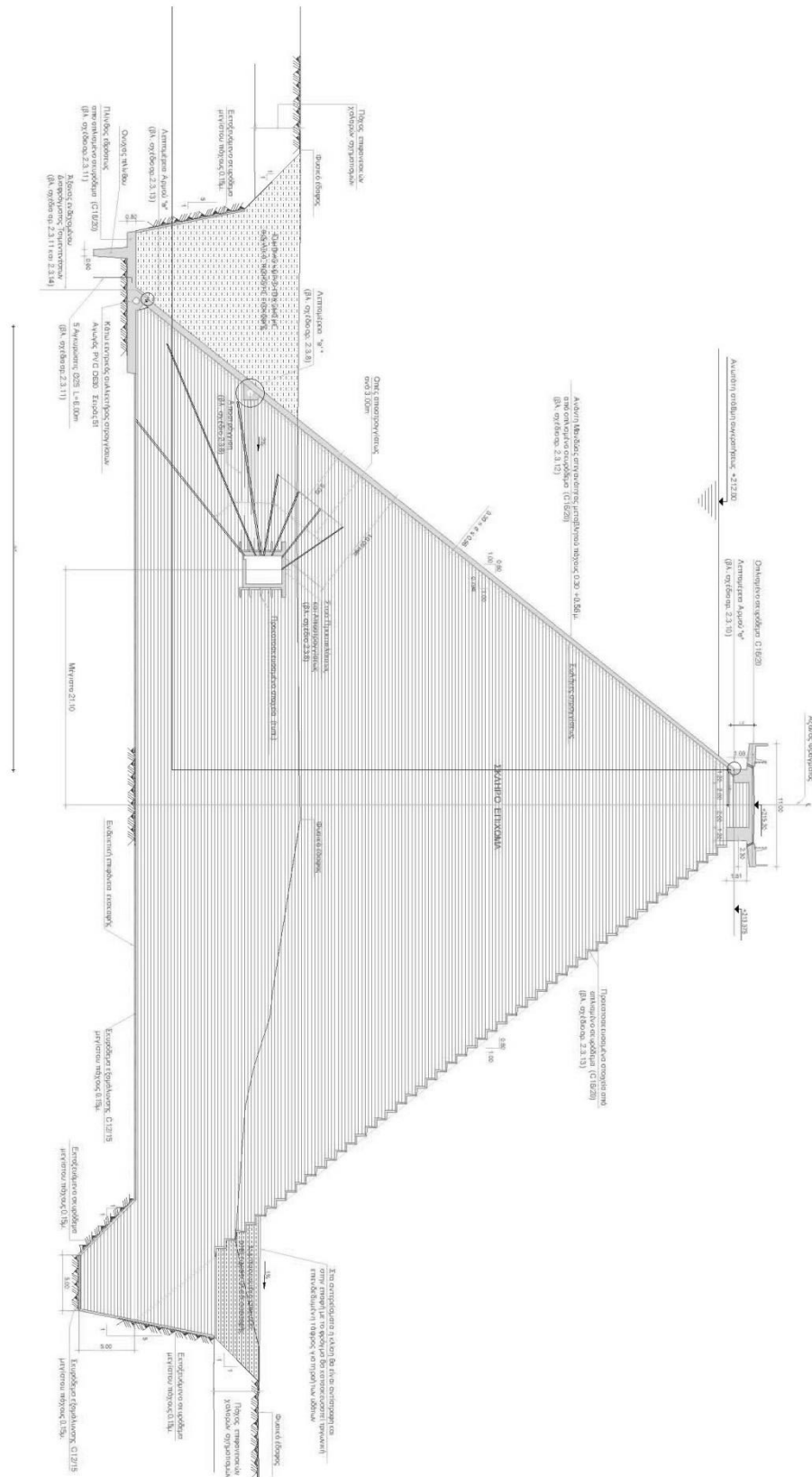
Πίνακας 8.4 Γενικά χαρακτηριστικά φράγματος και ταμιευτήρα Φιλιατρινού (πηγές δεδομένων: (Ζαχαρόπουλος, 2014 σ. 116), www.youtube.com ²⁵)

Γενικά Χαρακτηριστικά Φράγματος και Ταμιευτήρα Φιλιατρινού	
Ύψος (Από τη θεμελίωση)	55m
Ύψος (Από τον πυθμένα της λίμνης)	45m
Μήκος Στέψης	246,00m
Πλάτος Στέψης	5,0m
Υψόμετρο Στέψης	+215,20m
Κλίση Ανάντη πρσανούς (Ο:Κ)	0,8:1
Κλίση Κατόντη πρσανούς (Ο:Κ)	0,8:1
Όγκος σκληρού επιχώματος	0,43×106m ³
Ύψος (Από τον πυθμένα της λίμνης)	45m
Στάθμη Υπερχείλισης	+212,00m
Υψόμετρο Στέψης	+215,20m
Α.Σ. Υδροληψίας	+212,00m
Κ.Σ. Υδροληψίας	+180,00m
Χωρητικότητα Ταμιευτήρα	7,81×10 ⁶ m ³
Έκταση Ταμιευτήρα	0,494km ²

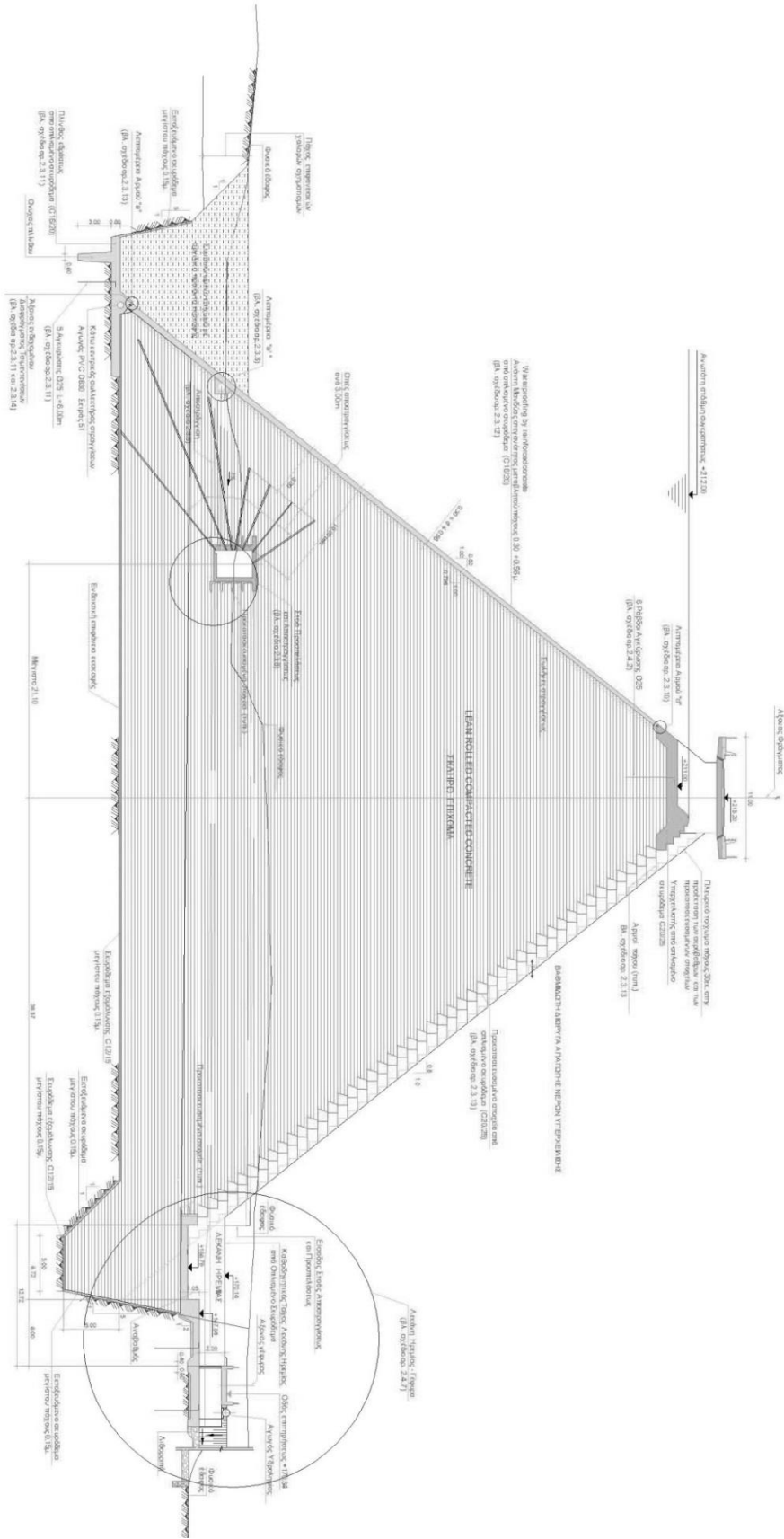
Πέραν των τεχνικών όμως χαρακτηριστικών του έργου, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και για το γεγονός ότι στη διαμόρφωση του κατόντη πρσανούς του έχουν χρησιμοποιηθεί προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος διατομής L. Τα στοιχεία αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί και στο φράγμα Ληθαίου, δηλαδή το 6^ο φράγματα ΑΚΣΕ της Ελλάδας, και παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα που θα αναλυθούν πιο λεπτομερώς στη συνέχεια.

8.3.3 Σχέδια φράγματος Φιλιατρινού

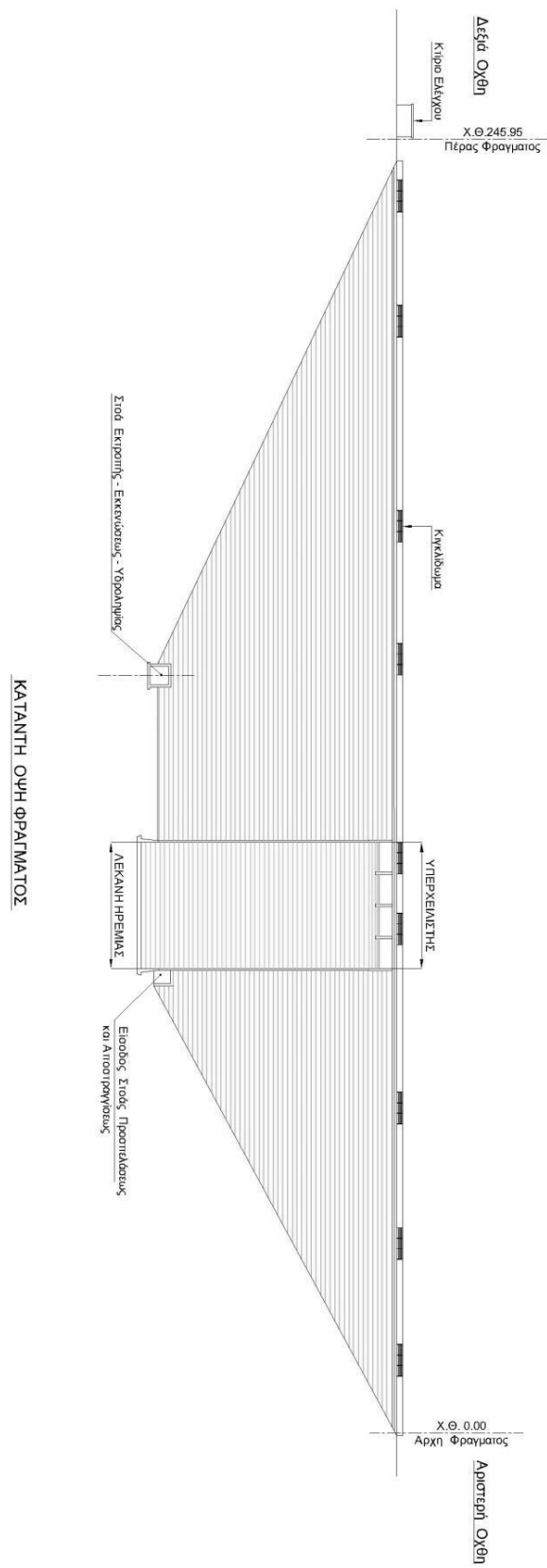
Στη συνέχεια παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες τα βασικά σχέδια του φράγματος Φιλιατρινού που χρησιμοποιήθηκαν. Τα πλήρη σχέδια βρίσκονται στο παράρτημα των σχεδίων.



Εικόνα 8.1 Σχέδιο τυπικής τομής φράγματος Φιλατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας.



Εικόνα 8.2 Σχέδιο τομής υπερχειλιστή φράγματος Φιλιατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας).



Εικόνα 8.3 Σχέδιο όψης κατάντη πρηνούς φράγματος Φιλιατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας).

.

9 Περιγραφή λογικής σχεδιασμού

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η λογική της αρχιτεκτονικής προσέγγισης που θα χρησιμοποιηθεί. Αρχικά λοιπόν, ορίζονται οι βασικές αρχές που ακολουθήθηκαν κατά το σχεδιασμό και παρουσιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να αποτελέσουν κατευθυντήριες γραμμές για οποιαδήποτε αντίστοιχη παρέμβαση σε φράγμα στο μέλλον. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια φράγματα από το εξωτερικό τα οποία παρείχαν ιδέες και τεχνικές για τις λύσεις που θα προταθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

9.1 Βασικές αρχές των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι βασικές αρχές που λήφθηκαν υπόψη κατά το σχεδιασμό των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στο σώμα του φράγματος και δεδομένης την κατασκευής του στον ελληνικό χώρο. Οι αρχές αυτές μπορούν να αποτελέσουν και βασικούς άξονες για αντίστοιχες προσπάθειες στο μέλλον.

9.1.1 Τεχνική ανεξαρτησία

Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα φράγματα αντιμετωπίζονται σαν κατασκευές που δεν επηρεάζουν τον βασικό σχεδιασμό του φράγματος, αλλά πραγματοποιούνται επί της επιφάνειας του χωρίς να επηρεάζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Ουσιαστικά λοιπόν, ο βασικός σχεδιασμός του φράγματος παραμένει ως είθισται και όπως περιγράφεται συνοπτικά στο υποκεφάλαιο 3.1 για τους βασικούς ελληνικούς τύπους φραγμάτων. Οποιοσδήποτε επιπλέον κατασκευές πρέπει να είναι συμβατές με τις αρχές αυτού του σχεδιασμού και να μην θέτουν νέες τεχνικές απαιτήσεις στο έργο.

9.1.2 Οικονομία

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο 4 όπου παρουσιάζονται διεθνή παραδείγματα αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα και στο υποκεφάλαιο 6.1 που αναλύεται το κόστος των παρεμβάσεων αυτών, στις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα φράγματα το κόστος μπορεί να παρουσιάζει ιδιαίτερη διακύμανση. Έτσι, οι τροποποιήσεις αυτές μπορούν έχουν κόστος το οποίο να ανέρχεται σε δεκάδες εκατομμύρια ευρώ ή αντιθέτως να περιορίζεται σε πολύ μικρότερα πόσα και σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα και να μειώνουν το κόστος του έργου. Στα δεδομένα της Ελλάδας και λαμβάνοντας υπόψη τόσο την οικονομική κρίση όσο και το πρώιμο στάδιο στο οποίο βρίσκεται η αρχιτεκτονική των φραγμάτων επιλέχθηκε οι προτάσεις που πραγματοποιούνται να είναι όσο το δυνατό πιο οικονομικές. Η λογική αυτή συμβαδίζει και με αρκετές από τις υπόλοιπες αρχές σχεδιασμού, αφού η

συσχέτιση των παρεμβάσεων με το τοπίο προϋποθέτει τη χρήση υλικών που διατίθενται στην περιοχή κατασκευής του φράγματος και η προσπάθεια για τεχνικά απλές λύσεις βοηθάει σε ένα πιο οικονομικό σχεδιασμό.

9.1.3 Κατασκευαστική προσαρμοστικότητα

Τα φράγματα είναι σύνθετα έργα που συχνά αντιμετωπίζουν για τεχνικούς, οικονομικούς και άλλους λόγους καθυστερήσεις κατά την κατασκευή τους. Επιπλέον, η γρήγορη κατασκευή ενός φράγματος συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου να υπάρξουν ζημιές στο έργο από ακραία πλημμυρικά γεγονότα κατά τη διαδικασία κατασκευής. Προφανώς λοιπόν οι όποιες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις προτείνονται δεν θα πρέπει να προκαλούν αύξηση του χρόνου κατασκευής του έργου. Η μόνη περίπτωση στην οποία κάτι τέτοιο θα ήταν αποδεκτό είναι να πρέπει να πραγματοποιηθούν εργασίες μετά την ολοκλήρωση της βασικής δομής του φράγματος οι οποίες όμως να μην επιδρούν στη λειτουργία του έργου. Δηλαδή, παραδείγματος χάριν μπορεί να έχει ξεκινήσει η διαδικασία πλήρωσης του ταμιευτήρα αλλά παράλληλα να γίνονται εργασίες φύτευσης στο κατάντη πρανές.

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη και την προσπάθεια για οικονομικές λύσεις, οι παρεμβάσεις που προτείνονται θα πρέπει να ακολουθούν και να συμμορφώνονται κατά το δυνατό με τη συνήθη διαδικασία κατασκευής κάθε τύπου φράγματος. Για παράδειγμα στα φράγματα ΑΚΣΕ ή RCC στα οποία το κατάντη πρανές μορφώνεται συνήθως με προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος καλό θα ήταν οι οποιεσδήποτε προτάσεις για το κατάντη πρανές να αφορούν απλώς κάποια τροποποίηση στα στοιχεία αυτά ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι διαθέσιμοι πόροι για την κατασκευή και τοποθέτηση τους (μηχανήματα, ειδικευμένοι τεχνίτες, κλπ.). Οι πόροι αυτοί θα διατίθενται ούτως η άλλως για την κατασκευή του υπερχειλιστή που σχεδιάζεται αποκλειστικά με τέτοια προκατασκευασμένα στοιχεία και προφανώς θα ήταν προτιμότερο μην χρειάζονται νέα συνεργεία και μηχανήματα που να μην χρησιμοποιούνται πουθενά αλλού στο έργο.

9.1.4 Εύκολη συντήρηση

Με βάση τα ελληνικά δεδομένα όπου η συντήρηση των έργων είναι για διάφορους λόγους συχνά ελλιπής, οι προτεινόμενες κατασκευές θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να απαιτούν την λιγότερη δυνατή συντήρηση και κατ'αυτό τον τρόπο να καθίστανται βιώσιμες. Έτσι, για παράδειγμα μια λογική αρχιτεκτονικής παρέμβασης στο φράγμα με κατασκευές από ξύλο και φυτεύσεις με φυτά απαιτητικά σε ανάγκες άρδευσης, δεν θα προτιμούταν καθώς θα προκαλούσε σημαντική αύξηση στις απαιτήσεις συντήρησης του έργου. Αντιθέτως πραγματοποιείται προσπάθεια να χρησιμοποιούνται υλικά και κατασκευαστικές τεχνικές που να απαιτούν όσο το δυνατόν λιγότερες εργασίες συντήρησης στο μέλλον.

9.1.5 Ένταξη στο τοπίο

Οποιαδήποτε αρχιτεκτονική παρέμβαση πραγματοποιείται σε ένα φράγμα θα πρέπει να εντάσσεται ομαλά στο τοπίο της περιοχής. Δηλαδή θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις αρχιτεκτονικές και αισθητικές συνήθειες, την ιστορία και τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Για παράδειγμα, μια αρχιτεκτονική παρέμβαση που πραγματοποιείται σε κάποιο φράγμα της Ηπείρου θα ήταν πολύ λογικό να περιέχει κατασκευές από πέτρα με την λογική της ηπειρώτικης αρχιτεκτονικής και στην περίπτωση που πραγματοποιείται κάποια φύτευση στο φράγμα θα ήταν λογικό να χρησιμοποιηθούν είδη της χλωρίδας που φύονται στην Ήπειρο. Αντίστοιχα σε ένα φράγμα στις Κυκλάδες θα αξιοποιούνταν τεχνικές της κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής και θα χρησιμοποιούνταν για πιθανές φυτεύσεις με είδη φυτών χαρακτηριστικά για την περιοχή αυτή.

9.1.6 Προσβασιμότητα στους επισκέπτες

Σε ένα φράγμα που σχεδιάζεται λαμβάνοντας υπόψη την παράμετρο της αισθητικής κατά το σχεδιασμό προκύπτει ως λογικό επακόλουθο η αυξημένη προσέλκυση επισκεπτών. Στον σχεδιασμό του φράγματος λοιπόν, θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα για τους επισκέπτες αυτούς και να δημιουργούνται τέτοιες διατάξεις, όπως εξώστες επί του φράγματος ή και χώροι θέασης γύρω από αυτό, που να προσφέρουν στους επισκέπτες τη δυνατότητα να μπορούν με άνεση και ασφάλεια να απολαύσουν την θέα του έργου. Το φράγμα και τα φαινόμενα που παρατηρούνται σε αυτό (υπερχείλιση, μεγάλες υψομετρικές διαφορές, κ.τ.λ.) θα πρέπει να είναι δυνατό να βιωθούν και από τους επισκέπτες του έργου.

9.2 Χρήσιμα αρχιτεκτονικά παραδείγματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο χρησιμοποιείται η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε στο κεφάλαιο 4 του πρώτου μέρους της εργασίας ως πηγή ιδεών και εφαρμοσμένων τεχνικών για τη διαμόρφωση των προτάσεων των επομένων κεφαλαίων. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι ιδέες που αντλήθηκαν από τέσσερα φράγματα του εξωτερικού.

9.2.1 Τεχνικές και αντίστοιχα φράγματα που μελετήθηκαν:

- I. Φύτευση στο κατάντη πρηνές: Η φύτευση του κατάντη πρηνούς είναι ιδέα που έχει εφαρμοστεί κυρίως σε γεωφράγματα αλλά το πρόσφατο παράδειγμα του φράγματος La Breña II της Ισπανίας δείχνει ότι αυτή η τεχνική είναι εφαρμόσιμη και σε φράγματα βαρύτητας. Η τεχνική με την οποία δημιουργήθηκε ο χώρος φύτευσης του κατάντη πρηνούς του φράγματος αναπτύσσεται στο εδάφιο 4.1.4 ενώ στο εδάφιο 6.1.2 παρουσιάζεται ο προϋπολογισμός των σχετικών εργασιών. Μετά από επικοινωνία με τους διαχειριστές του φράγματος αναδείχθηκαν κάποια προβλήματα στο σχεδιασμό των φυτεύσεων του φράγματος αυτού,

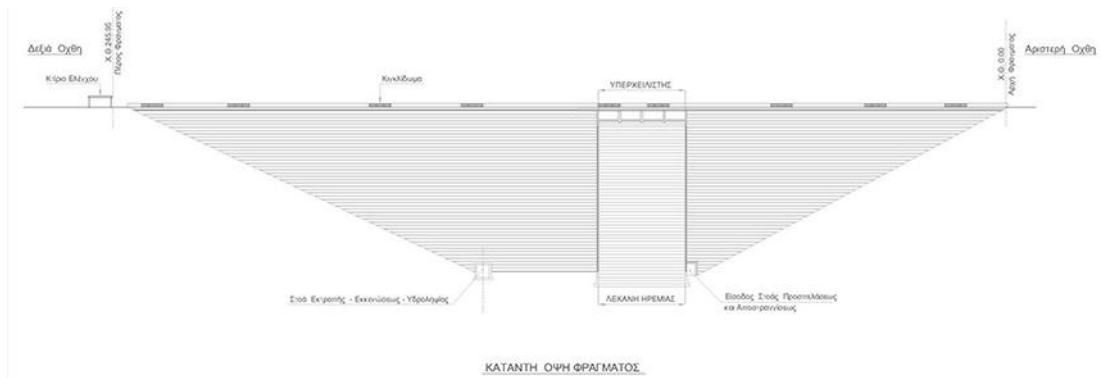
όπως η δύσκολη πρόσβαση για επισκευές στο σύστημα άρδευσης ή η απαίτηση εξοπλισμού άντλησης για την άρδευση, τα οποία έγινε προσπάθεια να αποφευχθούν στις προτεινόμενες τροποποιήσεις στη συνέχεια της εργασίας.

- II. Δημιουργία εξωστών: Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το φράγμα Miharu της Ιαπωνίας το οποίο παρουσιάζεται στο εδάφιο 4.1.6 και στο οποίο έχουν διαμορφωθεί εξώστες για τους επισκέπτες του φράγματος αλλά και για χώρους ελέγχου του φράγματος στη στέψη του έργου, προς το κατάντη πρανές.
- III. Κλίμακα πλησίον του υπερχειλιστή: Σχετικό παράδειγμα αποτελεί το φράγμα Malpasso de Calvillo του Μεξικό το οποίο παρουσιάζεται στο εδάφιο 4.2.2 και στο οποίο παρατηρείται η κατασκευή κλίμακας που επιτρέπει την πρόσβαση των επισκεπτών στην στέψη του φράγματος ακόμα και όταν πραγματοποιείται σε αυτό υπερχείλιση κατά μήκος όλης της στέψης.
- IV. Χρωματισμός στέψης: Στο φράγμα Fresnillo της Ισπανίας έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες χρωματισμού της στέψης ώστε να αποφευχθεί η κυριαρχία του εμφανούς σκυροδέματος στην οπτική του φράγματος. Το συγκεκριμένο φράγμα έχει χρωματιστεί με αποχρώσεις παρόμοιες με αυτές των αντρερισμάτων του ώστε να μην αποκλίνει έντονα χρωματικά από αυτά και σαν παράδειγμα δείχνει ότι εργασίες χρωματισμού της στέψης ή άλλων σημείων του φράγματος είναι δυνατές και μπορούν να συμβάλλουν στην πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο εκάστοτε τοπίο.

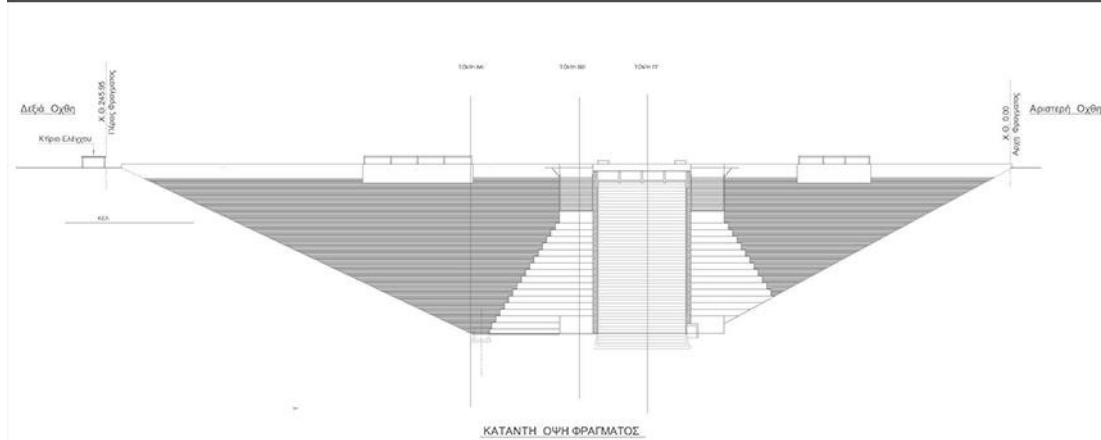
10 Παρουσίαση προτάσεων

10.1 Εισαγωγική περιγραφή προτεινόμενων έργων

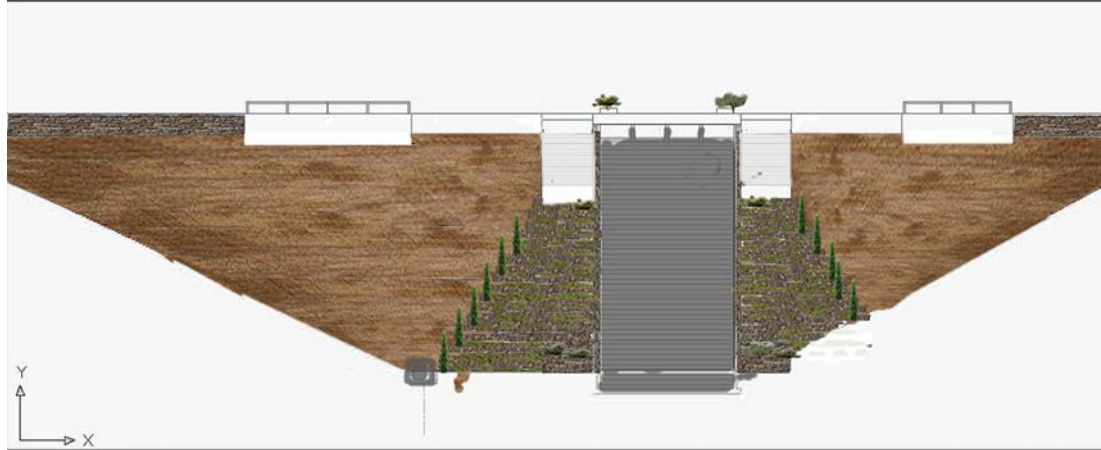
Οι προτεινόμενες τροποποιήσεις στο φράγμα τύπου ΑΚΣΕ που μελετάται αφορούν κυρίως το κατάντη πρηνές του φράγματος και σε μικρότερο βαθμό την στέψη του. Οι τροποποιήσεις στο κατάντη πρηνές είναι οι πιο εμφανείς και οι μεγαλύτερες σε έκταση όποτε στα πλαίσια αυτού του υποκεφαλαίου, όπου μας ενδιαφέρει μια συνοπτική μόνο περιγραφή των προτεινόμενων αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων, αρκεί η παρακάτω εικόνα 10.1 για να οπτικοποιηθούν οι παρεμβάσεις αυτές. Στην εικόνα παρουσιάζονται διαδοχικά το σχέδιο της κατάντη όψης ενός τυπικού φράγματος ΑΚΣΕ (στην προκειμένη περίπτωση του φράγματος Φιλιατρινού), εν συνεχεία το σχέδιο της κατάντη όψης του φράγματος μετά από τις προτεινόμενες τροποποιήσεις και τέλος το ίδιο σχέδιο με τοποθέτηση των αποχρώσεων των κατασκευαστικών υλικών για πιο ακριβή απεικόνιση του οπτικού αποτελέσματος.



Τυπική οψη κατάντη πρानούς φράγματος ΑΚΣΕ (φράγμα φιλιατρινού)

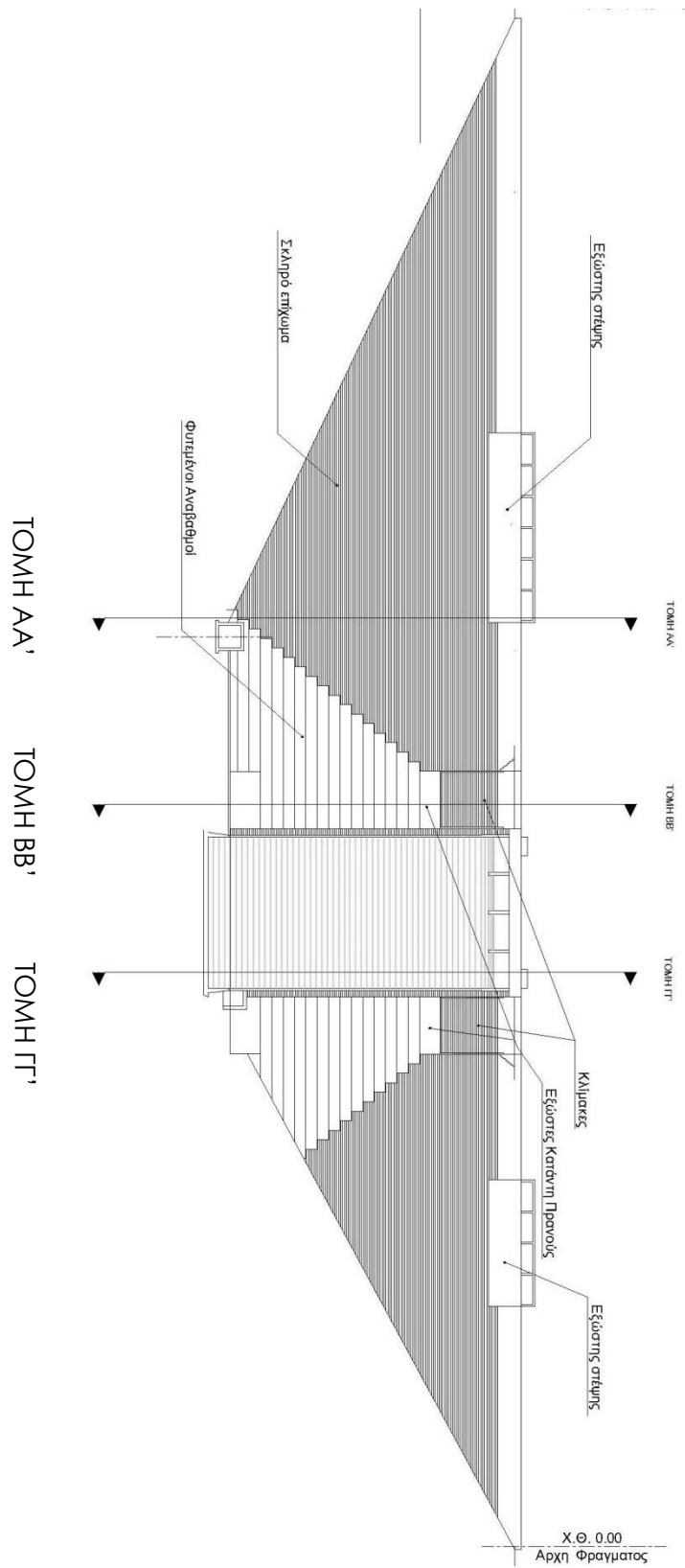


Ώψη κατάντη πρानούς φράγματος ΑΚΣΕ μετά από τις προτεινόμενες τροποποιήσεις



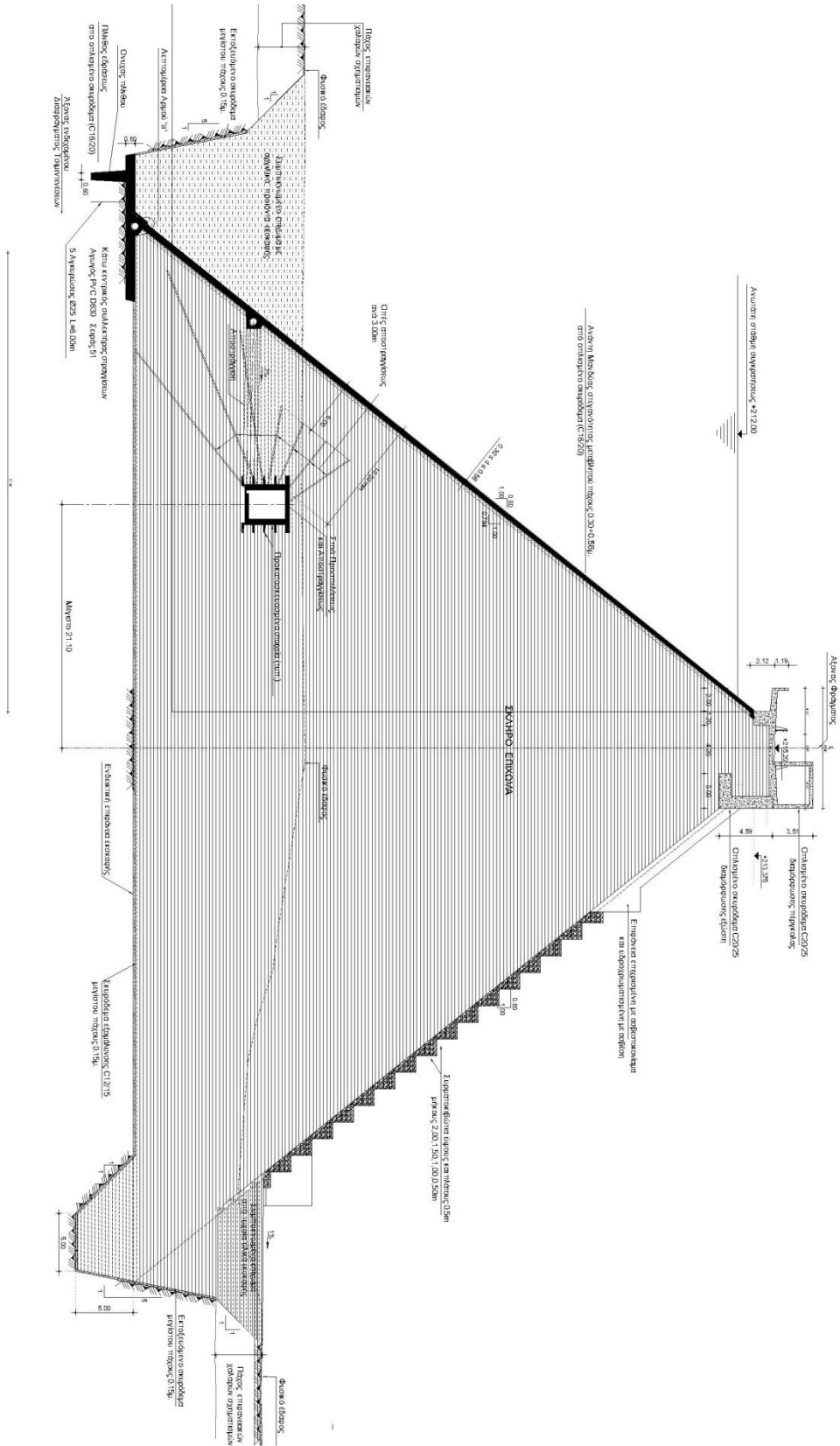
Ώψη κατάντη πρानούς φράγματος ΑΚΣΕ μετά από τις προτεινόμενες τροποποιήσεις με εμφάνιση των χρησιμοποιούμενων υλικών.

Εικόνα 10.1 Σχηματική απεικόνιση τροποποιήσεων.

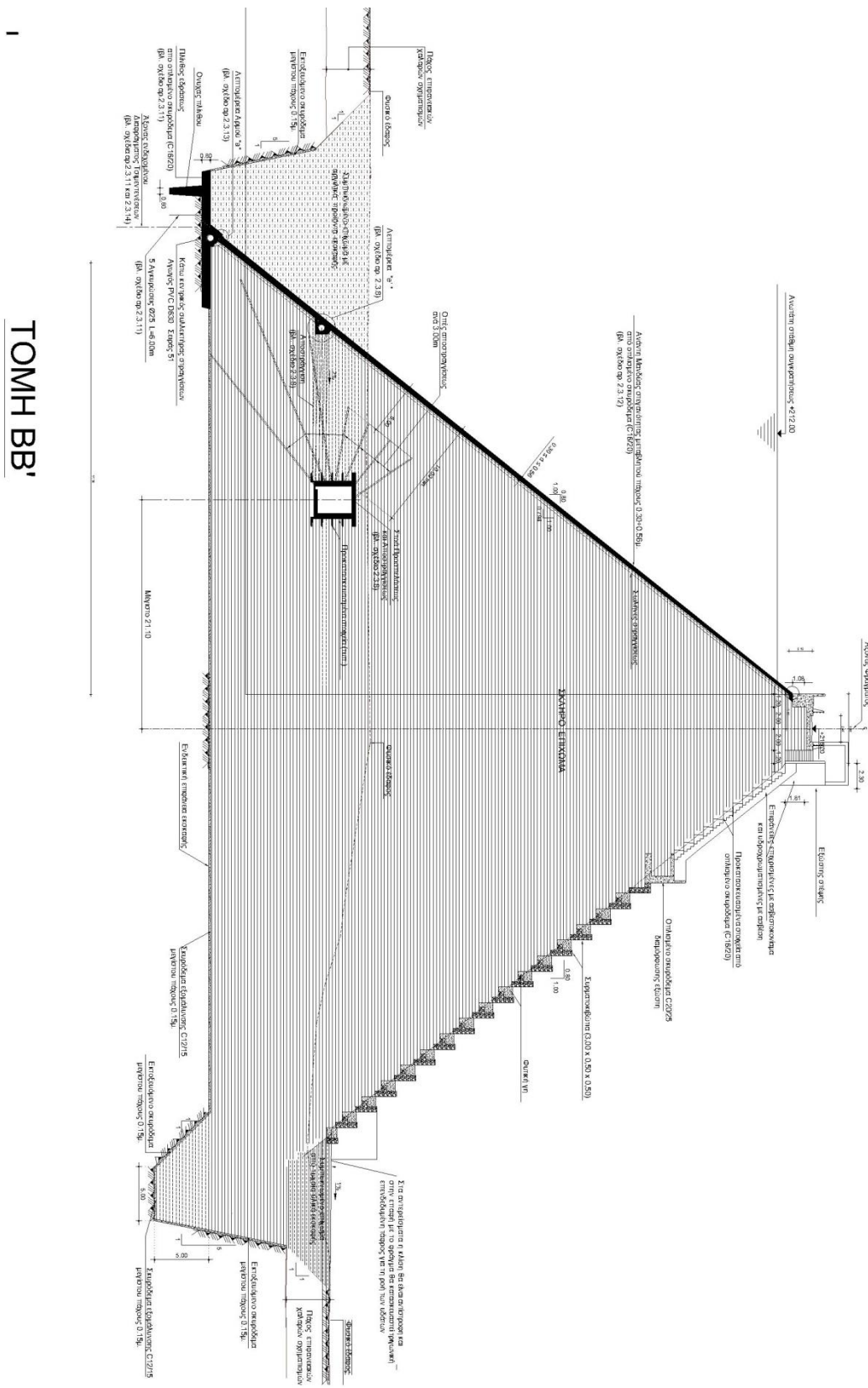


Εικόνα 10.2 Προτεινόμενη όψη κατόπη πρανούς (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).

ΤΟΜΗ ΑΑ'



Εικόνα 10.3 Τομή ΑΑ' (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).



Εικόνα 10.4 Τομή ΒΒ' (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).



Εικόνα 10.6 Απεικόνιση φράγματος με εφαρμογή των προτεινόμενων τροποποιήσεων σε τοπίο του Αιγαίου (Πηγή φωτογραφίας που χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για την τοποθέτηση του σχεδίου του φράγματος: <http://www.discover-serifos.com/>).

Ουσιαστικά προτείνεται λοιπόν ακόλουθες τροποποιήσεις σε κάθε τμήμα του φράγματος.

10.1.1 Κατάντη πρανές

Αριστερά και δεξιά του υπερχειλιστή προβλέπεται η τοποθέτηση από τη βάση προς τα πάνω προκατασκευασμένων στοιχείων τα οποία θα σχηματίζουν αναβαθμούς ύψους 1,8m και πλάτους 1,44m οι οποίοι θα δημιουργούν χώρο για την τοποθέτηση φυτικής γης και την πραγματοποίηση φυτεύσεων. Το μήκος των αναβαθμών θα μειώνεται προς την στέψη του φράγματος με βήματα των 1.15m. Δημιουργούνται λοιπόν ουσιαστικά δυο τραπεζοειδείς χώροι φύτευσης εκατέρωθεν του υπερχειλιστή οι οποίοι διαθέτουν μεγάλη βάση μήκους 28,80m η οποία εφάπτεται στον υπερχειλιστή.

Ακριβώς μετά το πέρας των αναβαθμών και προς την κορυφή του φράγματος, σχεδιάζονται ξανά εκατέρωθεν του υπερχειλιστή εξώστες με πλάτη 9.12m και ύψος από το πέρας των αναβαθμών μέχρι την κορυφή του στηθαίου του εξώστη 3.16m. Οι εξώστες αυτοί προσεγγίζονται από την στέψη του φράγματος με κλίμακα ίδιου πλάτους και ύψους 10,23m. Η κλίμακα σχηματίζεται πάνω στην επιφάνεια του κατάντη πρανούς του φράγματος από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος ύψους 0.90m κάθε ένα από τα οποία σχηματίζει τρία σκαλιά με πάτημα 0,24m και ύψος 0,30m. Όλες οι

εμφανείς επιφάνειες του εξώστη αλλά και της κλίμακας επιχρίονται με ασβεστοκονίαμα και υδροχρωματίζονται με ασβέστη.

Τα δυο τμήματα του κατάντη πρανούς αριστερά και δεξιά του χώρου φύτευσης των εξωστών και των κλιμάκων τους επιλέγεται να αφεθούν με εμφανές το σκληρό επίχωμα παρά να επενδυθούν με προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος για λόγους που περιγράφονται στην συνέχεια της εργασίας.

10.1.2 Στέψη του φράγματος

Η στέψη του φράγματος στο μεγαλύτερο μέρος της διαθέτει πλάτος 6,40m το οποίο μοιράζεται σε 2,40m που απαιτούνται για την οδοποιία που διασχίζει τη στέψη και 2,00m πεζοδρομίου εκατέρωθεν της. Σε δυο τμήματα της στέψης πραγματοποιείται διαπλάτυνση ώστε να δημιουργηθούν εξώστες για τους επισκέπτες του φράγματος και επί αυτών των εξωστών κατασκευάζονται πέργκολες. Η στέψη υπερυψώνεται κατακόρυφα 3,70m από το κατάντη πρανές συμπεριλαμβάνοντας το στηθαίο της, ύψους 1,06m. Όλες οι επιφάνειες σκυροδέματος της στέψης του φράγματος επιχρίονται με ασβεστοκονίαμα και υδροχρωματίζονται με ασβέστη. Παράλληλα στα διαστήματα της στέψης εκείνα που βρίσκονται μεταξύ των εξωστών και των αντρευσμάτων του φράγματος επιλέγεται και κοιτούν προς το κατάντη πρανές επιλέγεται πραγματοποίηση επένδυσης με φυσικούς λίθους σε συρματοκιβώτια.

10.2 Τελικά εμφανή υλικά στην κατάντη όψη του φράγματος

i) Σκληρό Επίχωμα: Το σκληρό επίχωμα είναι το υλικό κατασκευής του φράγματος και αποτελείται από αδρανή υλικά τσιμέντο, νερό και δυνητικά ιπτάμενη τέφρα ή πρόσθετα σκυροδέματος. Συχνά τα κατάντη πρανή των φραγμάτων ΑΚΣΕ καλύπτονται από προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα οπότε το σκληρό επίχωμα δεν εμφανίζεται σαν υλικό στον εξωτερικό φλοιό του φράγματος. Παρόλα αυτά για λόγους που θα αναπτυχθούν στην συνέχεια και συνοψίζονται στα ανάμικτα αισθητικά αποτελέσματα της τοποθέτησης στοιχείων σκυροδέματος στο κατάντη πρανές και την πιο φυσική και ειλικρινή εικόνα που παρουσιάζουν τα πρανή με εμφανές το σκληρό επίχωμα επιλέγεται στις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται το σκληρό επίχωμα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνειας του κατάντη πρανούς.

ii) Πέτρα: Η πέτρα αποτελεί βασικό δομικό υλικό της παραδοσιακής ελληνικής αρχιτεκτονικής και κυριαρχεί ιστορικά στις κατασκευές του Αιγαίου. Επιπλέον η πέτρα κυριαρχεί και στο φυσικό τοπίο του Αιγαίου είτε στους βραχώδεις ορεινούς και ημιορεινούς όγκους είτε με τη μορφή των ξερολιθιών που περιφράζουν-διαχωρίζουν τις ιδιοκτησίες. Θεωρήθηκε λοιπόν, ότι η χρήση

πέτρας στις παρεμβάσεις που προτείνονται, και μάλιστα πέτρας ίδιας απόχρωσης με τους βραχώδεις όγκους της περιοχής του φράγματος, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο.

Στην συνέχεια, στην παρουσίαση των λύσεων αναλύονται δυο διαφορετικές τεχνικές για την ένταξη της πέτρας στην αρχιτεκτονική του φράγματος και επιλέγεται τελικά η πιο συμβατή με τις αρχές σχεδιασμού, όπως αυτές διατυπώθηκαν στο υποκεφάλαιο 9.1.

iii) Ασβέστης: Οι επιφάνειες εκείνες στην στέψη του φράγματος η στο κατόντη πρηνές οι οποίες κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και υπό συνήθεις συνθήκες θα αφήνονταν ανεπίχριστες επιλέγεται να επιχριστούν και να χρωματιστούν με ασβέστη όπως συνηθίζεται στις κατασκευές στα νησιά του Αιγαίου. Οι οικοδομικοί κανονισμοί επιβάλλουν την χρήση του λευκού χρώματος στις περισσότερες συνήθεις κατασκευές στο χώρο του Αιγαίου και παρόλο που το φράγμα εξαιρείται από αυτούς τους κανονισμούς ως έργο κοινής ωφελείας θεωρείται ότι για την ομαλή ένταξη του στο τοπίο θα πρέπει να συμβαδίζει με τις αρχιτεκτονικές συνήθειες τις εκάστοτε περιοχής.

Για τη χρήση του ασβέστη και γενικότερα του λευκού χρώματος στις επιφάνειες των κατοικιών των νησιών του Αιγαίου έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια έντονη κριτική^{26 27 28}. Παρόλα αυτά επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο ασβέστης ως υλικό χρωματισμού στις προτεινόμενες κατασκευές διότι θεωρήθηκε ότι στο βαθμό στον οποίο υπάρχει στο έργο δεν αποτελεί παράμετρο που να κυριαρχεί ολοκληρωτικά, αλλά συνδυάζεται με μέτρο με την πέτρα που αποτελεί το πιο ιστορικό υλικό δόμησης στο χώρο του Αιγαίου.

iv) Φυτεύσεις: Η πραγματοποίηση φυτεύσεων στο σώμα του φράγματος συμπεριλήφθηκε στο σχεδιασμό για δυο λόγους. Πρώτον, διότι βοηθάει στην πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και δεύτερον διότι οι πραγματοποιούμενες φυτεύσεις αποτελούν μια οπτικοποίηση των θετικών επιδράσεων του φράγματος οι οποίες συχνά δεν είναι σαφείς στην ίδια την περιοχή του έργου. Ουσιαστικά λοιπόν δημιουργείται, ένας κήπος ο οποίος αντιπροσωπεύει σε μικρή κλίμακα κάποια από τα θετικά αποτελέσματα που στην πραγματικότητα προσφέρει το φράγμα σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα.

Για τις φυτεύσεις και σύμφωνα με τις αρχές σχεδιασμού που περιγράφηκαν στο υποκεφάλαιο 9.1, εξετάζονται είδη χλωρίδας τα οποία φύονται ούτως η άλλως στα νησιά του Αιγαίου. Από αυτά λοιπόν επιλέγονται η ελιά, το θυμάρι και το κυπαρίσσι. Η κατανομή των φυτών πάνω στο φράγμα παρουσιάζεται στη συνέχεια.

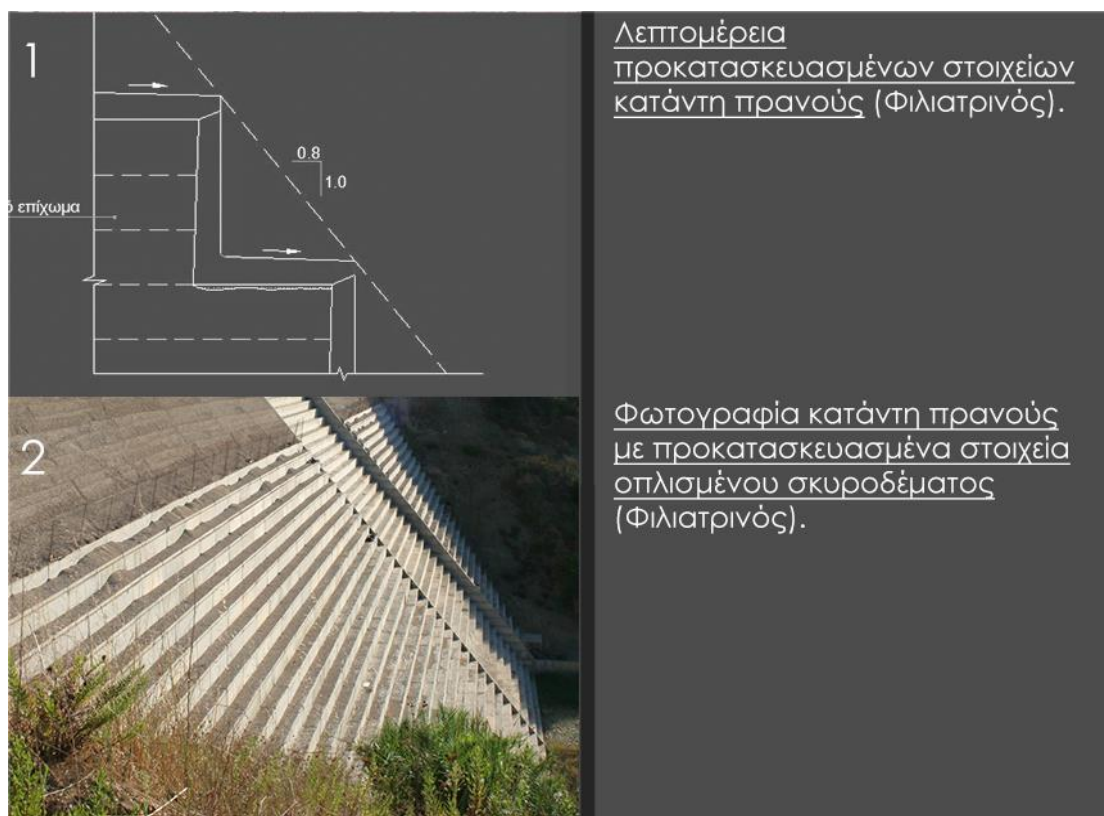
10.3 Παρουσίαση προτεινόμενων κατασκευών στην κατόντη πλευρά του φράγματος

10.3.1 Υφιστάμενη κατάσταση

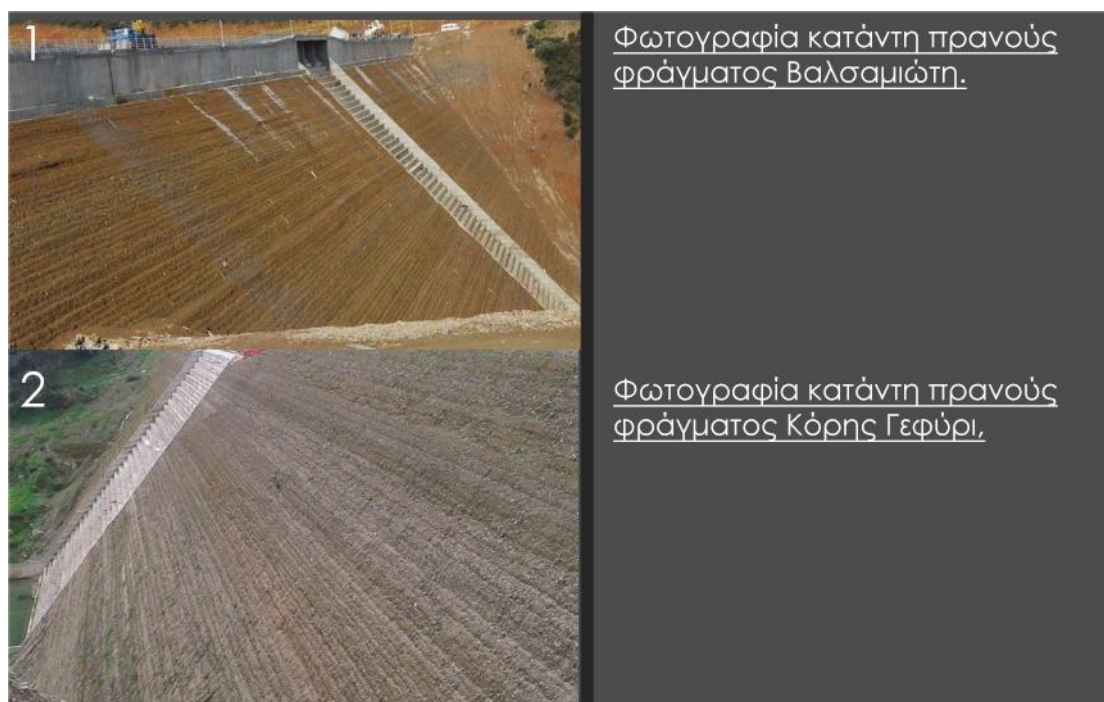
Μέχρι σήμερα εφαρμόζονται στην Ελλάδα δυο διαφορετικές μέθοδοι για τη διαμόρφωση των κατόντη πρηνών των φραγμάτων ΑΚΣΕ. Η πρώτη μέθοδος, προβλέπει τη χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα με τη μορφή σκαλιών για την επένδυση του κατόντη πρηνούς και βρίσκει εφαρμογή στην πλειοψηφία των κατασκευασμένων φραγμάτων (Μαράθι, Άνω Μερά, Ληθαίο, και Φιλιατρινός) (εικ. 10.7, 10.8). Η δεύτερη μέθοδος δεν προβλέπει κάποια ειδική διαμόρφωση η επένδυση του κατόντη πρηνούς και έτσι το πρηνές αφήνεται με εμφανές το σκληρό επίχωμα (Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στα φράγματα: Βαλσαμιώτη, Κόρης Γεφύρι και Στενό) (εικ.10.9).



Εικόνα 10.7 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Άνω Μεράς (πηγή σχεδίου και φωτογραφίας: (Κούμουλος, 2012 σ. 22 και 47)).



Εικόνα 10.8 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Φιλιατρινού (φωτογραφία από τον συντάκτη της εργασίας).



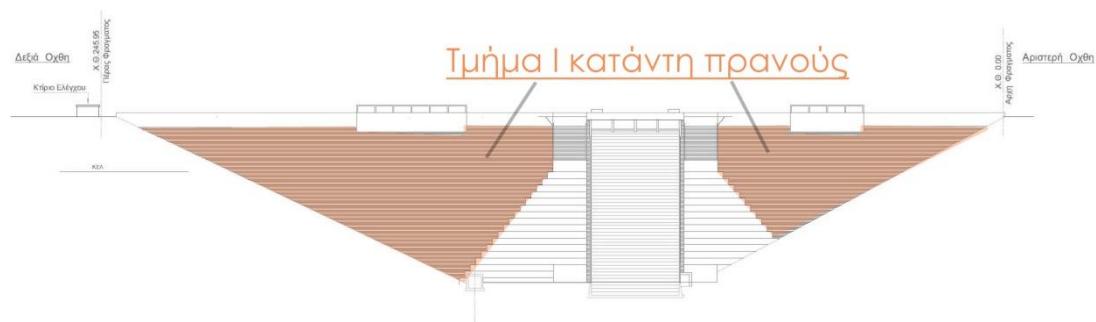
Εικόνα 10.9 Φωτογραφίες κατόντη πρανών φραγμάτων με εμφανές σκληρό επίχωμα (πηγές φωτογραφιών: www.haniotika-nea.gr, www.chiosnews.com).

Η τοποθέτηση των προκατασκευασμένων στοιχείων στο κατάντη πρανές του φράγματος κρίνεται τεχνικά απαραίτητη μόνο για τη λωρίδα εκείνη του πρανούς που χρησιμοποιείται για τη διόδευση του νερού που υπερχειλίζει από το φράγμα. Στη λωρίδα αυτή η τοποθέτηση των στοιχείων αυτών καθίσταται απαραίτητη τόσο για την προστασία του πρανούς από τη διάβρωση όσο και για την αποτόνωση της ενέργειας του νερού που υπερχειλίζει. Στο υπόλοιπο πρανές η τοποθέτηση αυτών των στοιχείων παρουσιάζει κάποια κατασκευαστικά και τεχνικά πλεονεκτήματα, όπως το ότι επιτρέπει την κίνηση των εργατών πάνω στο πρανές, απλοποιεί τη διαδικασία κατασκευής και αυξάνει την ανθεκτικότητα του πρανούς (Tanchev, 2014 σ. 632), αλλά δεν κρίνεται απαραίτητη. Επιπλέον, έχει αναφερθεί η πρόβλεψη προκατασκευασμένων στοιχείων στο κατάντη πρανές και για αισθητικούς λόγους (Ζαχαρόπουλος, 2014 σ. 117).

10.3.2 Η λογική των προτάσεων

- Με βάση πάντα τις αρχές που ορίστηκαν στο υποκεφάλαιο 9.1 οι παρεμβάσεις που προτείνονται για το κατάντη πρανές του φράγματος προκύπτουν από την προσπάθεια καλύτερης ένταξης του φράγματος στο τοπίο εξ ου και η χρήση υλικών και κατασκευαστικών μεθόδων συνηθισμένων στον χώρο του Αιγαίου, που αποτελεί την περιοχή που εξετάζεται. Έτσι, επιλέγεται η δημιουργία αναβαθμών με βασικό δομικό υλικό την πέτρα, κάτι που αποτελεί συνηθισμένη πρακτική στο χώρο του Αιγαίου και επιπλέον επιλέγεται η επίχριση των επιφανειών σκυροδέματος με ασβέστη και η αποφυγή του εμφανούς σκυροδέματος.
- Επιπλέον όμως, πραγματοποιείται προσπάθεια να δοθεί η δυνατότητα στους επισκέπτες του φράγματος να βιώσουν πιο έντονα τις εμπειρίες που προσφέρει ένα μεγάλο φράγμα όπως η θεά από τα πιο ψηλά του σημεία του αλλά και το θεαματικό φαινόμενο της υπερχειλίσης.
- Τέλος η φύτευση των αναβαθμών και η δημιουργία ενός μικρού μεσογειακού κήπου πραγματοποιείται με τη λογική ότι ο κήπος αυτός, που θα αρδεύεται με νερό από το φράγμα, θα αποτελεί απτή υπενθύμιση των αγαθών που προσφέρει ένα τέτοιο έργο για τους κατοίκους της περιοχής και τους επισκέπτες του φράγματος. Ουσιαστικά λοιπόν, οπτικοποιείται η θετική επίδραση του φράγματος, που αφορά μια πολύ πιο εκτενή περιοχή, στην ίδια στην ίδια την περιοχή κατασκευής του έργου.

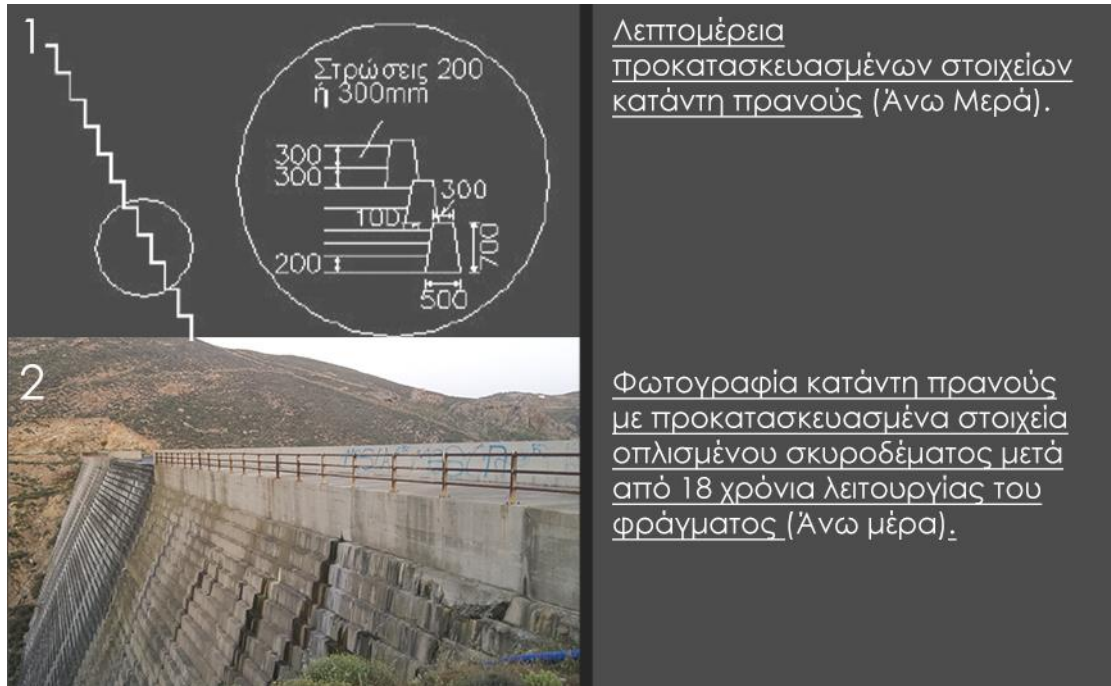
10.3.3 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος Ι κατάντη πρνανούς



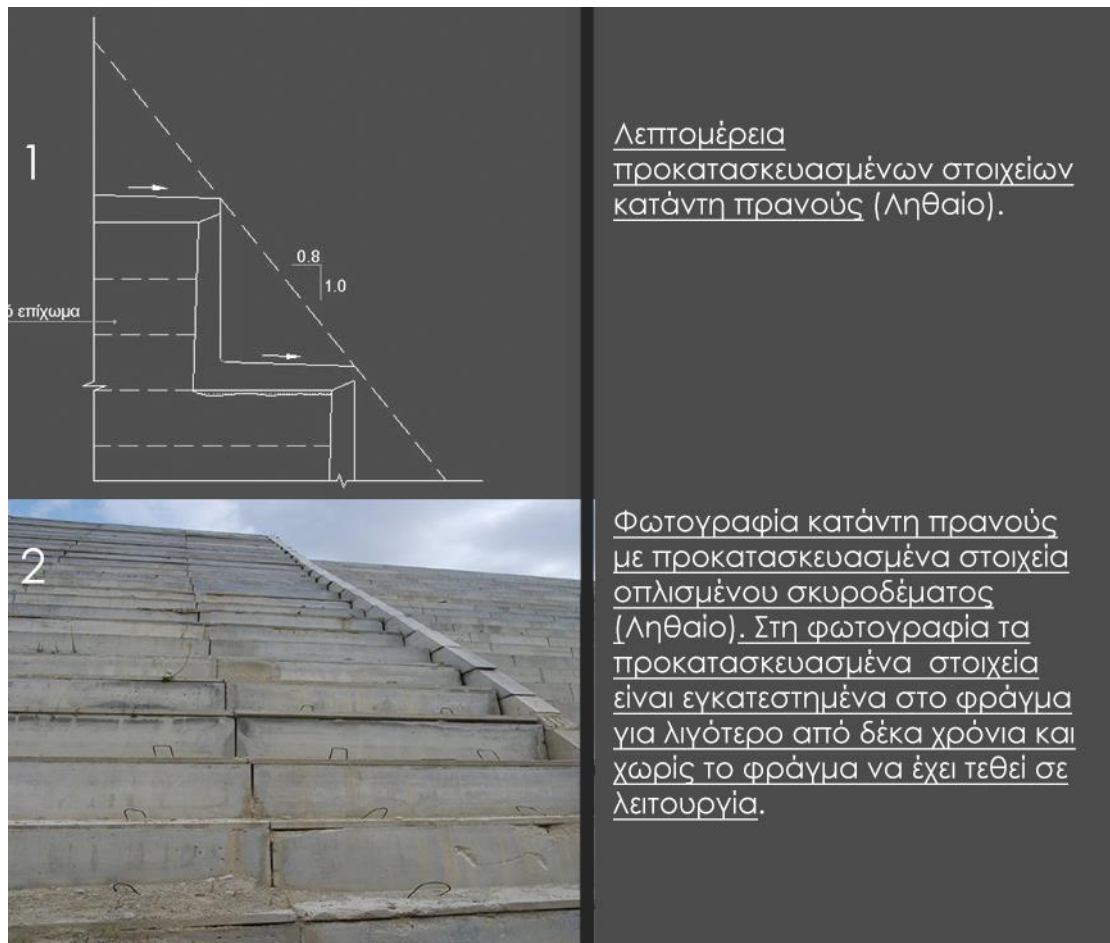
Εικόνα 10.10 Προσδιορισμός τμήματος Ι του κατάντη πρνανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

Στο τμήμα αυτό του πρνανούς, που αποτελεί και αυτό με το μεγαλύτερο εμβαδό, επιλέγεται να αφηθεί εμφανές το σκληρό επίχωμα όπως στα παραδείγματα του φράγματος Βαλσαμιώτη και του φράγματος Κόρης Γεφύρι (εικ. 10.9). Δεν επιλέγεται να καλυφθεί με προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος όπως στις περιπτώσεις του φράγματος Φιλιατρινού και του φράγματος Άνω Μεράς (εικ.10.7, εικ.10.8) για τους ακόλουθους λόγους:

1. Αρχικά, διότι στο τοπίο των Κυκλάδων των νησιών του Βορειοανατολικού Αιγαίου και ακόμα και της Κρήτης είναι ασυνήθιστες τόσο μεγάλες επιφάνειες ανεπίχριστου σκυροδέματος και μάλιστα στις περισσότερες περιοχές δεν επιτρέπονται επιφάνειες εμφανούς σκυροδέματος από τους οικοδομικούς κανονισμούς για τις συνήθεις κατασκευές.
2. Επιπλέον, τα σχετικά παραδείγματα από φράγματα ΑΚΣΕ στα οποία έχουν τοποθετηθεί προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος στο κατάντη πρνανές δείχνουν ότι η αρχική ομοιόμορφη εμφάνιση που παρουσιάζουν χάνεται με το πέρασμα του χρόνου όπου το σκυρόδεμα αρχίζει να διαβρώνεται και να εμφανίζει σημάδια από τις διαρροές του νερού και γενικότερα από τη φθορά του από τα φυσικά φαινόμενα. Τέτοια αρνητικά παραδείγματα μπορούν να θεωρηθούν τα φράγματα Άνω Μέρα (εικ 10.11) και Μαράθι Μυκόνου (εικ. 6.3, εικ. 6.4) που είναι και τα μόνα φράγματα ΑΚΣΕ που βρίσκονται σε λειτουργία για πάνω από 20 χρόνια. Η ίδια εικόνα όμως παρατηρείται ακόμα και στο πιο σύγχρονο φράγμα Ληθαίου (εικ. 10.12), στο οποίο τα προκατασκευασμένα στοιχεία βρίσκονται τοποθετημένα στο κατάντη πρνανές για λιγότερα χρόνια και χωρίς να έχει πληρωθεί ο ταμιευτήρας του φράγματος και να προκαλούνται διαρροές.



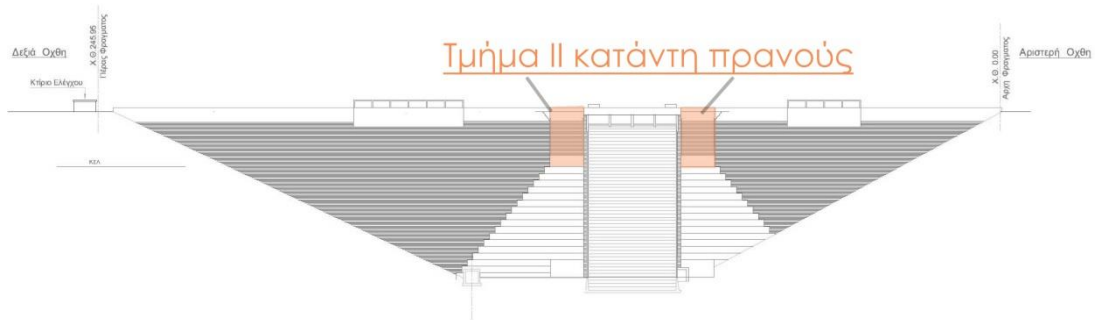
Εικόνα 10.11 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Άνω Μεράς (Κούμouλος, 2012 σ. 22 και 47), πηγή φωτογραφίας: φωτογραφία του συντάκτη της εργασίας).



Εικόνα 10.12 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Ληθαίου (πηγή φωτογραφίας: (Υ.Π.Ε.ΘΕ, 2015))

Αντιθέτως, το σκληρό επίχωμα όπως φαίνεται και στην εικόνα 10.9 παρουσιάζει μια πιο φυσική εικόνα και μοιάζει αρκετά με εδαφικό υλικό, καθώς διαθέτει αρκετά πιο τραχεία επιφάνεια και καφέ χρώμα έναντι του γκρι του σκυροδέματος. Θεωρείται λοιπόν κατά συνέπεια ότι η επιφάνεια του τμήματος I με το σκληρό επίχωμα εμφανές εντάσσεται πιο ομαλά στο φυσικό τοπίο του Αιγαίου και ταυτόχρονα με το χρώμα του δεν τραβάει την προσοχή, αποτελώντας ένα καλό υπόβαθρο για τις υπόλοιπες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις του τμήματος II και II που έχουν πιο έντονα χρωματικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά.

10.3.4 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος II κατάντη πρανούς

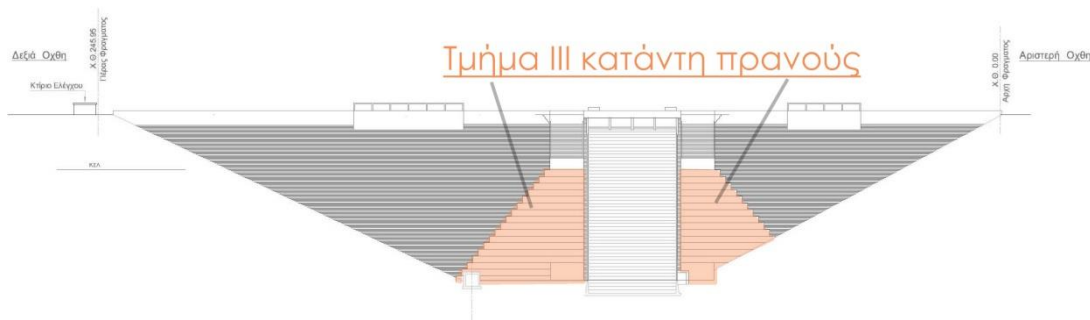


Εικόνα 10.13 Προσδιορισμός τμήματος II του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

Στο τμήμα II του κατάντη πρανούς επιλέγεται να κατασκευαστεί μια διάταξη που να επιτρέπει στους επισκέπτες του φράγματος να δουν από πιο κοντά τις φυτεύσεις του τμήματος III και επίσης να έχουν πιο κοντινή επαφή με το φαινόμενο της υπερχειλίσης, λογική που υπάρχει σε αρκετά φράγματα του εξωτερικού με κύριο παράδειγμα αυτό του φράγματος Malpasso de Calvillo του Μεξικό το οποίο παρουσιάζεται στο εδάφιο 4.2.2.

Η διάταξη των έργων είναι η εξής: Ακριβώς πάνω από το πέρασ των φυτεμένων αναβαθμών του τμήματος II κατασκευάζεται εξώστης μήκους 9,12m και πλάτους 2.16m. Ο εξώστης αυτός ενώνεται με τη στέψη του φράγματος με κλίμακα ίδιου πλάτους και ύψους 10.18m, η οποία όπως φαίνεται και στην εικόνα 11.6 είναι και η διάταξη με το μεγαλύτερο εμβαδό στο τμήμα II. Όλες οι επιφάνειες τόσο των βαθμίδων όσο και των κιγκλιδωμάτων επιχρίονται με ασβέστη, ώστε να διαθέτουν το καθιερωμένο λευκό χρώμα των οικοδομημάτων του Αιγαίου όπως εξηγείται και στο υποκεφάλαιο 10.2– iii.

10.3.5 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος III κατάντη πρσανούς



Εικόνα 10.14 Προσδιορισμός τμήματος III του κατάντη πρσανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

Το τμήμα III του κατάντη πρσανούς διαμορφώνεται με φυτεμένους αναβαθμούς. Για την δημιουργία αυτών των αναβαθμών και του χώρου φύτευσης που δημιουργούν αυτοί εξετάστηκαν αρκετές διαφορετικές λύσεις οι οποίες παρουσιάζονται πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 11, όπου εξετάζονται τα τεχνικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων διατάξεων. Σε όλες όμως τις λύσεις κοινό χαρακτηριστικό είναι το ύψος των αναβαθμών που είναι 1,80m καθώς και ότι η τελική τους κατακόρυφη επιφάνεια καλύπτεται από πέτρα. Η διαφοροποίηση των προτάσεων προέρχεται από το γεγονός ότι στην πρώτη λύση που προτείνεται οι αναβαθμοί δημιουργούνται με χρήση συρματοκιβωτίων ενώ στην δεύτερη με χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων από σκυρόδεμα των οποίων η εξωτερική επιφάνεια επενδύεται από πέτρα.

Επιπλέον, προβλέπεται εκατέρωθεν του υπερχειλιστή στη βάση του φράγματος η κατασκευή δυο μεγαλύτερων ορθογωνίων παραλληλογράμμων χώρων φύτευσης με μήκος 9,00m, ύψος 4,92m και πλάτος 4,35m. Οι τοίχοι που δημιουργούν το παραλληλόγραμμο κατασκευάζονται από συρματοκιβώτια και στο εσωτερικό του παραλληλογράμμου τοποθετείται φυτική γη για την πραγματοποίηση φυτεύσεων.

Ως προς τις προτεινόμενες φυτεύσεις τώρα, προτείνεται η επιλογή ειδών χλωρίδας που να φύονται και φυσικά στην περιοχή. Με αυτή τη λογική λοιπόν, η βασική φύτευση των αναβαθμών προτείνεται να πραγματοποιηθεί με θυμάρι ενώ στα άκρα των αναβαθμών προς το σκληρό επίχωμα και ανά δυο αναβαθμούς προτείνεται η φύτευση κυπαρισσιών και τέλος στους χώρους φύτευσης στη βάση του φράγματος εκατέρωθεν του υπερχειλιστή όπως και στον κορυφαίο αναβαθμό προτείνεται η φύτευση ελιών. Με αυτές τις φυτεύσεις λοιπόν καταλήγουμε σε μια μορφή της όψης του κατάντη πρσανούς όπως αυτή φαίνεται στην Εικόνα 10.1.

10.4 Παρουσίαση προτεινόμενων κατασκευών στην στέψη του φράγματος

10.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Στα φράγματα ΑΚΣΕ συνήθως το σκληρό επίχωμα συνεχίζεται να διαστρώνεται με την γνωστή τραπεζοειδή διατομή για 1 ή 2m ψηλότερα από την ανώτερη στάθμη συγκρατήσεως του φράγματος. Σε αυτό το σημείο ουσιαστικά δημιουργείται η μικρή βάση του τραπεζίου της διατομής, επί της οποίας συνήθως σκυροδετείται υπερύψωση της τάξης των 2 με 4m. Το πλάτος της στέψης εξαρτάται κυρίως από το εάν προβλέπεται να διασχίζει το φράγμα οδοποιία και κυμαίνεται από 10,40m στο φράγμα Φιλιατρινού το οποίο προβλέπεται να διασχίζεται από επαρχιακή οδό έως 4,50m περίπου στο φράγμα Άνω Μεράς (φωτ.2, εικ.10.15), στο οποίο έχει προβλεφθεί πρόσβαση στην κορυφή του φράγματος μόνο από πεζούς. Στα φράγματα που διασχίζονται από οδοποιία προβλέπεται πεζοδρόμηση συνήθους πλάτους είτε από τη μια πλευρά του δρόμου όπως στο φράγμα Μαράθι και στο φράγμα Βαλσαμιώτη (φωτ. 1 και 3, εικ.10.15) είτε εκατέρωθεν αυτού όπως στο φράγμα Φιλιατρινού. Τα στηθαία της στέψης του φράγματος είναι είτε μεταλλικά είτε από σκυρόδεμα το οποίο αφήνεται ανεπίχριστο.



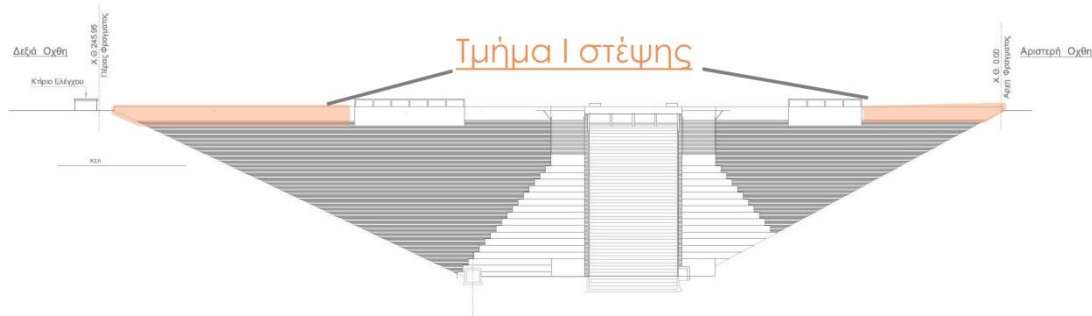
Εικόνα 10.15 Φωτογραφίες από τις στέψεις ελληνικών φραγμάτων ΑΚΣΕ (πηγές φωτογραφιών: 1,2: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας, 3: www.blackathania.blogspot.com).

10.4.2 Η λογική των προτάσεων

- Σε συμφωνία με τις αρχές που ορίστηκαν στο υποκεφάλαιο 9.1 οι παρεμβάσεις που προτείνονται για τη στέψη του φράγματος προκύπτουν από την προσπάθεια καλύτερης ένταξης του φράγματος στο τοπίο οπότε και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις προτεινόμενες διατάξεις είναι συνήθη κατασκευαστικά υλικά της αρχιτεκτονικής του Αιγαίου, που αποτελεί την περιοχή που εξετάζεται. Έτσι, επιλέγεται το τμήμα I της στέψης που βρίσκεται πιο κοντά στα αντερείσματα και φαίνεται στην εικόνα 10.16 να επενδυθεί με συρματοκιβώτια γεμισμένα με λίθους και στα τμήματα II και III οι επιφάνειες σκυροδέματος να επιχριστούν με ασβεστοκονίαμα και στη συνέχεια να χρωματιστούν με ασβέστη.

- Επιπλέον όμως, πραγματοποιείται προσπάθεια η στέψη του φράγματος να μπορεί να προσφέρει περισσότερες δυνατότητες για τον επισκέπτη του φράγματος με τη δημιουργία εξωστών που του δίνουν την δυνατότητα να μπορεί να δει με ασφάλεια και άνεση από ψηλά το τροποποιημένο κατάντη πρανές αλλά και τον ταμιευτήρα του φράγματος.

10.4.3 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος Ι στέψης

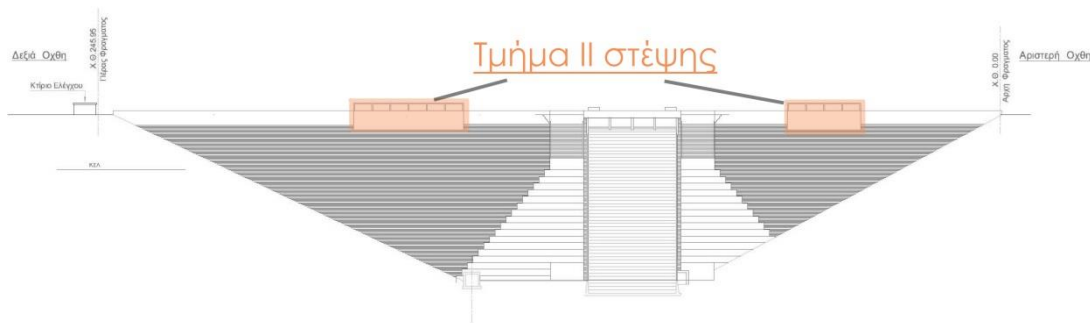


Εικόνα 10.16 Προσδιορισμός τμήματος Ι της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

Τα τμήματα της στέψης που φαίνονται στην εικόνα 10.16 επενδύονται με συρματοκιβώτια που πληρώνονται με αργούς ή λαξευτούς λίθους. Το ύψος της επένδυσης είναι 3,40m και τα μήκη των περιοχών είναι 65,60m στο κομμάτι της στέψης προς το δεξί αντερείσμα και 38,44m στο κομμάτι της στέψης προς το αριστερό αντερείσμα.

Η επιλογή να τοποθετηθούν συρματοκιβώτια με πέτρες στα ακραία κομμάτια της στέψης δικαιολογείται από την προσπάθεια να ενταχθεί ομαλά το φράγμα στο τοπίο του Αιγαίου. Το τυπικό τοπίο του Αιγαίου είναι βραχώδες και ξηρό και έτσι για να πραγματοποιηθεί μια ομαλή μετάβαση από το τοπίο αυτό στον κυρίως όγκο του φράγματος επιλέγεται η επιφάνεια της στέψης η οποία βρίσκεται πιο κοντά στα αντερείσματα να επικαλύπτεται από πέτρες με όμοια χρωματικά χαρακτηριστικά με αυτά των βραχωδών αντερεισμάτων του φράγματος. Επιπλέον, στα συρματοκιβώτια που γεμίζονται με πέτρες με την πάροδο του χρόνου αναπτύσσονται μικρά φυτά και δημιουργείται έτσι μια μεταβατική ζώνη από τα αντερείσματα προς το φράγμα όπου δίνεται η δυνατότητα στη φύση να αναπτυχθεί επεκταθεί ελεγχόμενα στη στέψη του φράγματος.

10.4.4 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος II στέψης

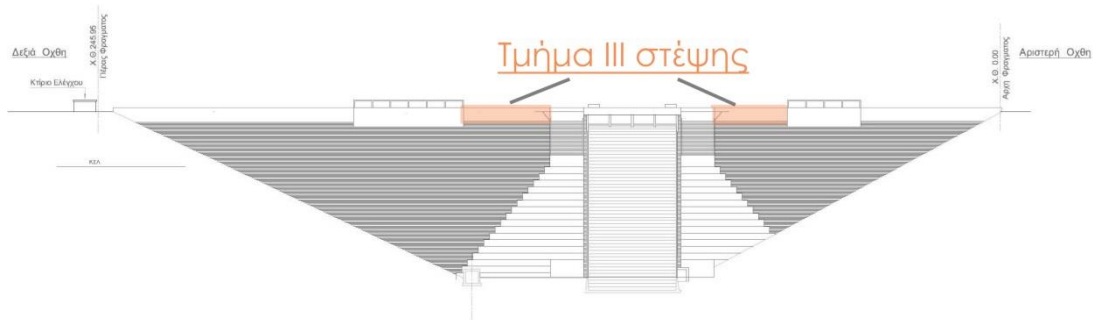


Εικόνα 10.17 Προσδιορισμός τμήματος II της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

Στο τμήμα II της στέψης που φαίνεται στην εικόνα 10.17 σχεδιάζονται δυο εξώστες οι οποίες δημιουργούν διαπλάτυνση 2,00m στην στέψη και διαθέτουν ύψος 6,00m. Τα μήκη τους είναι 30,00m για τον εξώστη προς το δεξιό αντέρεισμα του φράγματος και 20,00m για τον εξώστη προς το αριστερό αντέρεισμα. Στην κορυφή τους σχεδιάζεται πέργκολα με ανοίγματα μήκους 4,65m στον μεγάλο εξώστη και 4,63 στον μικρό εξώστη. Τα υποστυλώματα και οι δοκοί της πέργκολας είναι τετραγωνικής διατομής με μήκος πλευράς 0,30m. Τόσο οι εξώστες όσο και η πέργκολα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι τελικές τους επιφάνειες επιχρίονται με ασβέστη.

Ο στόχος του σχεδιασμού των εξωστών είναι να δίνεται στους επισκέπτες του φράγματος ένας πιο εκτενής και ασφαλής χώρος από τον οποίον να μπορούν να κοιτάξουν την θέα προς τα κατάντη του φράγματος και τη φύτευση του κατάντη πρανούς, χωρίς να βρίσκονται σε απόσταση αναπνοής από τον δρόμο που διασχίζει το φράγμα. Επιπλέον, με την πρόβλεψη της πέργκολας εξασφαλίζεται η σκίαση των εξωστών, απαραίτητη προϋπόθεση για την προστασία των επισκεπτών από τον ήλιο, κυρίως κατά το καλοκαίρι όπου αυτού αναμένεται να είναι και περισσότεροι.

10.4.5 Περιγραφή προτεινόμενων έργων Τμήματος III στέψης



Εικόνα 10.18 Προσδιορισμός τμήματος III της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

Το τμήμα III της στέψης συνδέει του εξώστες της στέψης με τις κλίμακες προς του εξώστες του κατάντη πρανούς. Η απόσταση του μεγάλου εξώστη από το τμήμα II τους κατάντη πρανούς είναι 23,53m ενώ η απόσταση του μικρού εξώστη από το τμήμα II του κατάντη πρανούς είναι 19,88m. Το τμήμα III της στέψης διαθέτει όπως και το τμήμα II ύψος 3,70m κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και επενδύεται εξ ολοκλήρου με ασβέστη.

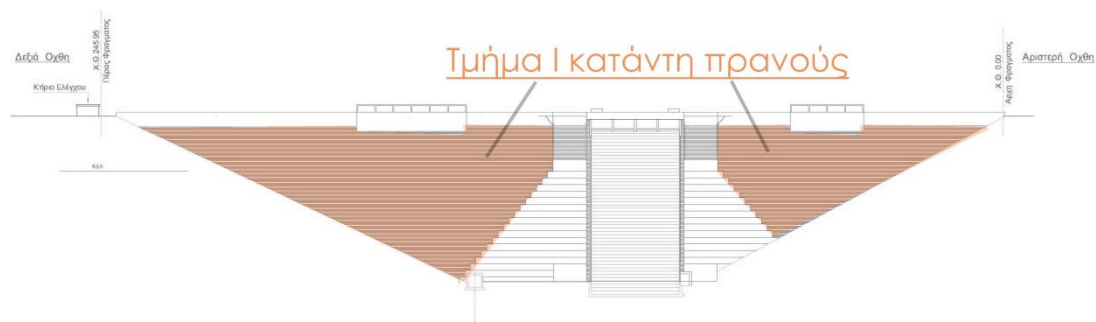
10.4.6 Φωτισμός Φράγματος

Για τον φωτισμό του φράγματος προβλέπεται ειδική διάταξη που αποτελεί παραλλαγή των συνήθων στύλων φωτισμού των φραγμάτων. Ουσιαστικά προτείνεται λοιπόν η τοποθέτηση των στύλων στην πλευρά της στέψης προς το κατάντη πρανές του φράγματος και εν συνεχεία η τοποθέτηση ενός επιπλέον βραχίονα φωτισμού στον στύλο ο οποίος να φωτίζει την κατάντη πλευρά του έργου. Έτσι οι στύλοι δεν φωτίζουν μόνο τη στέψη του φράγματος όπως συνηθίζεται αλλά φωτίζουν και αναδεικνύουν και όλο το κατάντη πρανές. Τα σχέδια και οι λεπτομέρειες του συστήματος φωτισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

11 Τεχνική και κατασκευαστική διερεύνηση προτάσεων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν όλα τα τμήματα του φράγματος στα οποία προβλέπονται τροποποιήσεις, σε μια προσπάθεια μιας βασικής ανάλυσης των τεχνικών επιδράσεων τους στο φράγμα και της επιρροής τους στη διαδικασία κατασκευής αλλά και προετοιμασίας της προμέτρησης για την τελική κοστολόγηση των προτάσεων. Πρώτα θα εξεταστούν οι παρεμβάσεις στο κατάντη πρανές και στη συνέχεια οι παρεμβάσεις στη στέψη του φράγματος.

11.1 Ανάλυση Τμήματος I κατάντη πρανούς



Εικόνα 11.1 Προσδιορισμός τμήματος I του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

Στο τμήμα αυτό όπως αναφέρθηκε προβλέπεται να αφεθεί εμφανές το σκληρό επίχωμα. Η πρόταση αυτή γίνεται για τους λόγους που εξηγούνται στο εδάφιο 10.3.3 του προηγούμενου κεφαλαίου.

Η τεχνική επίδραση στο έργο δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική, εξάλλου από τα επτά ελληνικά φράγματα ΑΚΣΕ της Ελλάδας που βρίσκονται σε λειτουργία ή σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής στα τρία από αυτά έχει χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος για την διαμόρφωση του κατάντη πρανούς. Επιπλέον, ακόμα και στο φράγμα Φιλιατρινού το ανώτερο τμήμα του κατάντη πρανούς έχει κατασκευαστεί και αυτό χωρίς χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων όπως προέβλεπε ο αρχικός σχεδιασμός (εικ. 10.8) αλλά όπως προτείνεται εδώ για το τμήμα I του κατάντη πρανούς.

Ως προς την κατασκευαστική διαδικασία τώρα, εφόσον δεν χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος για τη διαμόρφωση του κατάντη πρανούς, τα οποία λειτουργούν και ως τύποι-καλούπια για τη διάστρωση του σκληρού επιχώματος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλου

είδους τύποι. Αυτοί μπορεί να είναι είτε μεταλλότυποι είτε ξυλότυποι. Παραδείγματα χρήσης τέτοιων τύπων στη διαδικασία διαμόρφωσης τόσο των ανάντη όσο και των κατόντη πρσανών φραγμάτων ΑΚΣΕ βλέπουμε στην εικόνα 11.2.



Εικόνα 11.2 Φωτογραφίες από διαμόρφωση πρσανών φραγμάτων ΑΚΣΕ με χρήση μεταλλοτύπων και ξυλοτύπων. (πηγή φωτογραφιών; (Ζαχαρόπουλος, 2014))

Έτσι λοιπόν η τροποποίηση που προκαλείται στη διαδικασία κατασκευής του φράγματος δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική ή μη συμβατή με την κατασκευαστική διαδικασία του φράγματος, καθώς η διαδικασία διαμόρφωσης της κλίσης του σκληρού επιχώματος με μεταλλότυπους και ξυλότυπους έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετά φράγματα και υπάρχει επαρκής γνώση των σχετικών διαδικασιών, τόσο από τους μηχανικούς όσο και από τα συνεργεία που ασχολούνται με την κατασκευή φραγμάτων ΑΚΣΕ.

11.2 Ανάλυση τμήματος II κατάντη πρηνούς



Εικόνα 11.3 Προσδιορισμός τμήματος II του κατάντη πρηνούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

Το τμήμα αυτό του φράγματος χωρίζεται σε δυο μέρη, στον εξώστη και στις κλίμακες που οδηγούν προς αυτόν.

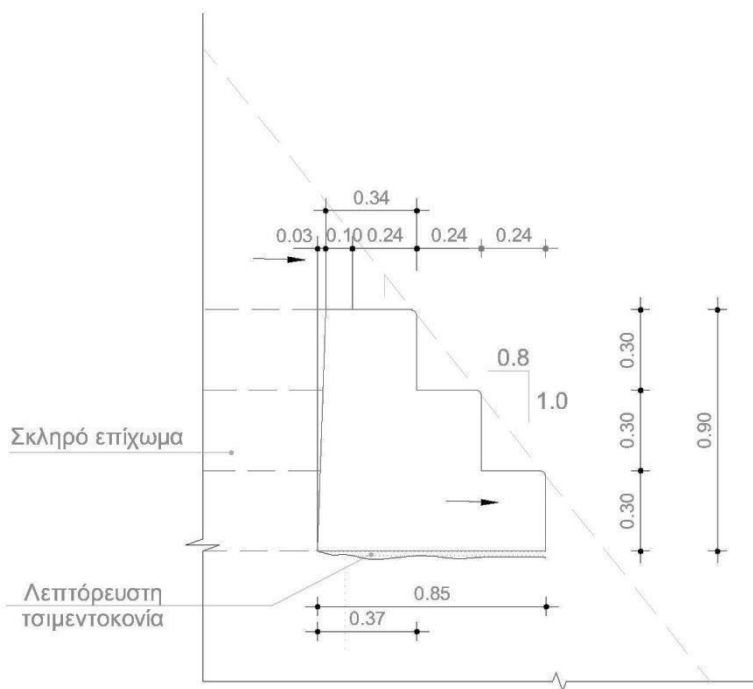
11.2.1 Κλίμακες

Οι κλίμακες προτείνεται να κατασκευαστούν με προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος όμοια με τα στοιχεία διατομής L που χρησιμοποιούνται στο φράγμα Φιλιατρινού με μόνη διαφορά ότι στο εσωτερικό του κάθε L σχηματίζονται τρεις βαθμίδες. Η γενική διάταξη και σχέδιο-λεπτομέρεια των προκατασκευασμένων στοιχείων φαίνονται στις ακόλουθες εικόνες.

Η τοποθέτηση των κλιμάκων προτείνεται λοιπόν να πραγματοποιηθεί ομοίως με τον τρόπο τοποθέτησης των προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος που προβλεπόντουσαν στον αρχικό σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού. Δηλαδή πρώτα θα τοποθετείται το προκατασκευασμένο στοιχείο της κλίμακας και στη συνέχεια θα πραγματοποιείται η διάστρωση του Σ.Ε αξιοποιώντας τα στοιχεία αυτά σαν τύπους. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται μια διαδικασία κατασκευής που όχι μόνο δεν περιπλέκει το έργο αλλά παρέχει και μια διευκόλυνση στη διάστρωση του σκληρού επιχώματος.



Εικόνα 11.4 Διάταξη προκατασκευασμένων στοιχείων διαμόρφωσης κλίμακας καθ' ύψος σε τομή του τμήματος II.



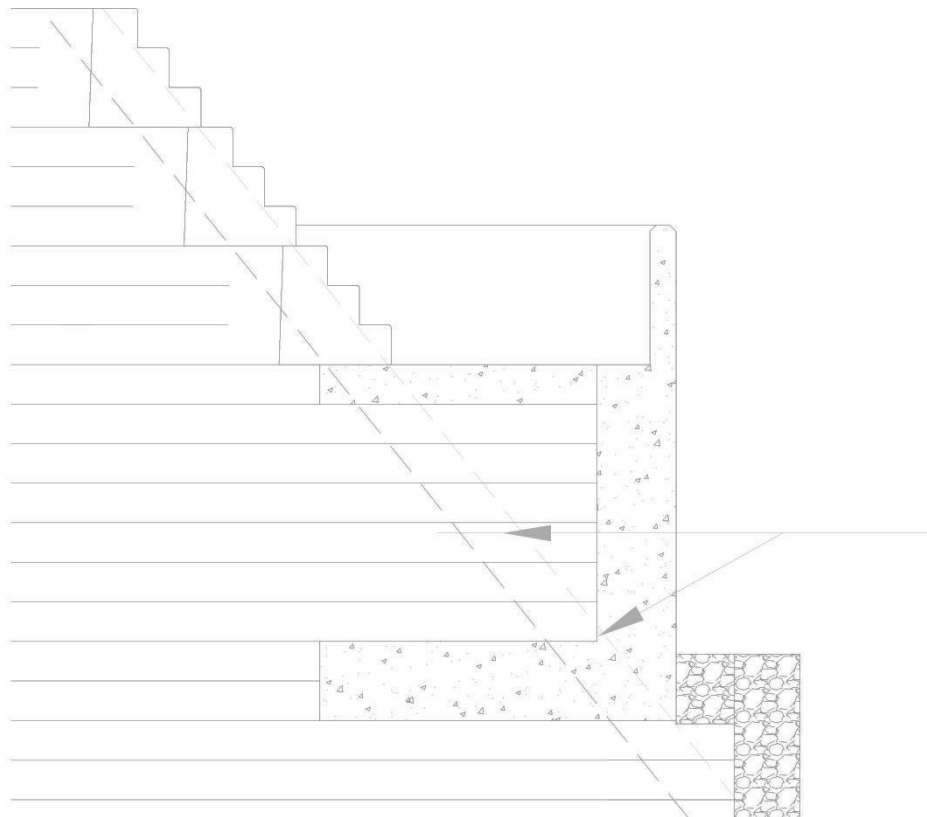
Εικόνα 11.5 Λεπτομέρεια προκατασκευασμένου στοιχείου

Συνολικά λοιπόν θα χρειαστούν 11 σειρές προκατασκευασμένων στοιχείων για να καλύψουν την υψομετρική διαφορά των 9,00m από τους εξώστες μέχρι τη βάση της στέψης του φράγματος. Κάθε στοιχείο θα έχει μήκος 3,00m και

διατομή σαν αυτή που φαίνεται στην εικόνα 11.5 οπότε για τη διαμόρφωση των δυο κλιμάκων εκατέρωθεν του υπερχειλιστή θα χρειαστούν συνολικά 66 τέτοια προκατασκευασμένα στοιχεία.

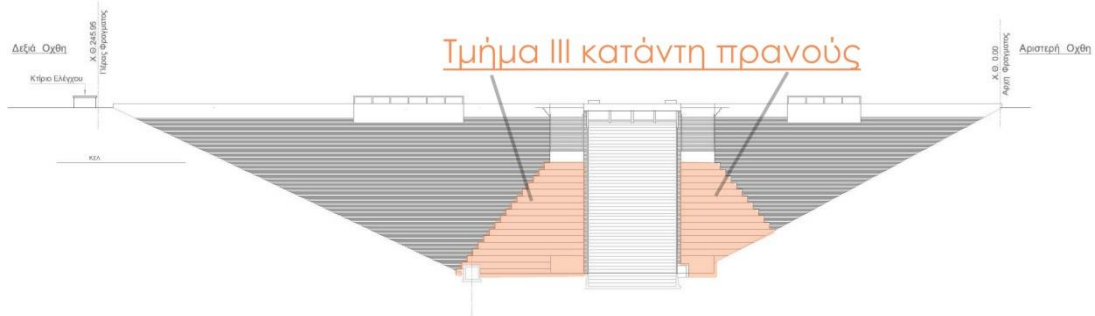
11.2.2 Εξώστης

Ο εξώστης που φαίνεται σε τομή στην εικόνα 11.6 προβλέπεται να κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα, έχοντας διατομή τύπου L για να αγκυρωθεί στο σκληρό επίχωμα. Το δάπεδο του εξώστη σκυροδετείται και αυτό με συμβατικό σκυρόδεμα.



Εικόνα 11.6 Λεπτομέρεια από την τομή του φράγματος στη θέση του εξώστη.

11.3 Ανάλυση Τμήματος III κατάντη πρανούς

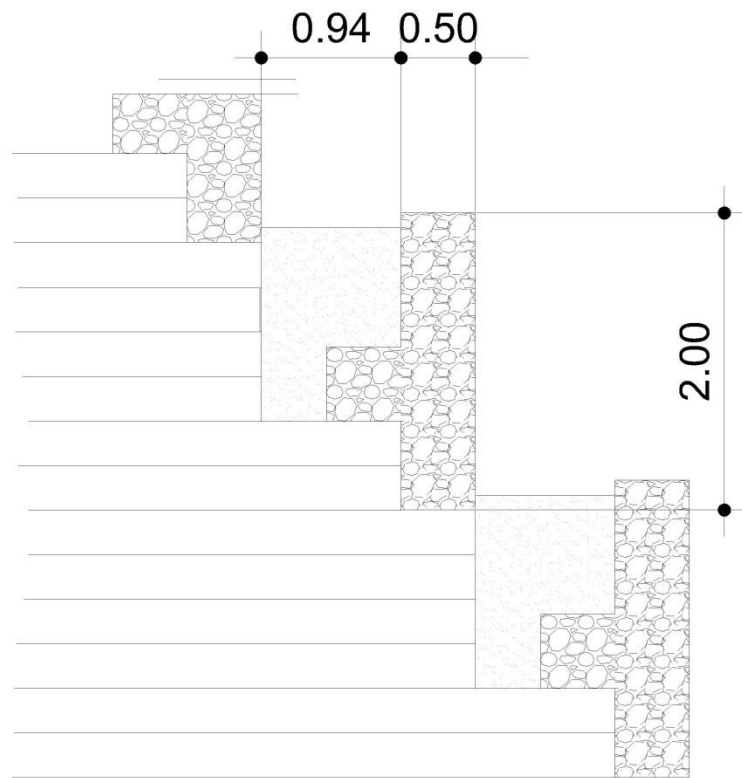


Εικόνα 11.7 Προσδιορισμός τμήματος III του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.

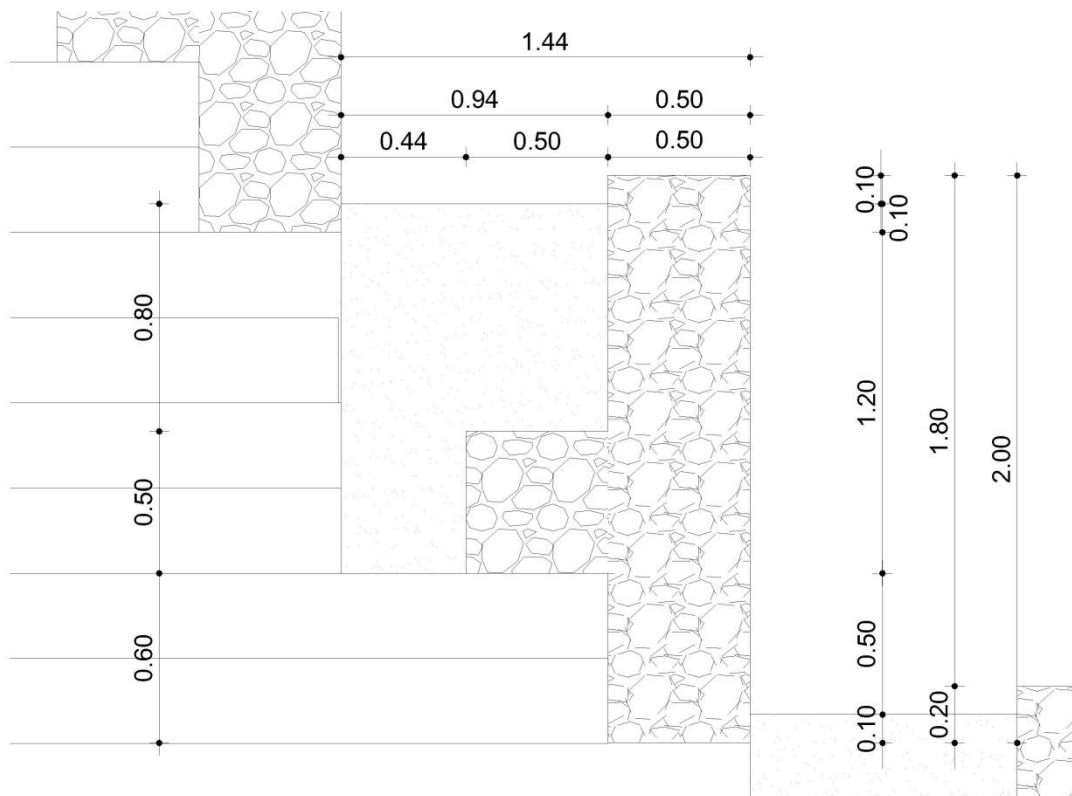
Στο τμήμα III του κατάντη πρανούς προβλέπεται η πιο περίπλοκη τεχνικά και κατασκευαστικά από τις παρεμβάσεις η οποία αφορά τη δημιουργία των φυτεμένων αναβαθμών. Για το λόγο αυτό διερευνήθηκαν τρεις διαφορετικές λύσεις και για δύο από αυτές πραγματοποιήθηκε πλήρης σχεδιασμός.

11.3.1 Πρόταση I για τους φυτεμένους αναβαθμούς

Στην πρόταση αυτή προβλέπεται η διαμόρφωση των αναβαθμών με συρματοκιβώτια συνολικού ύψους 2,00m και μέγιστου πλάτους 1,00m τα οποία εδράζονται στο σκληρό επίχωμα και δημιουργούν χώρο φυτεύσης πλάτους 0,94m, όπως φαίνεται και στις ακόλουθες εικόνες.

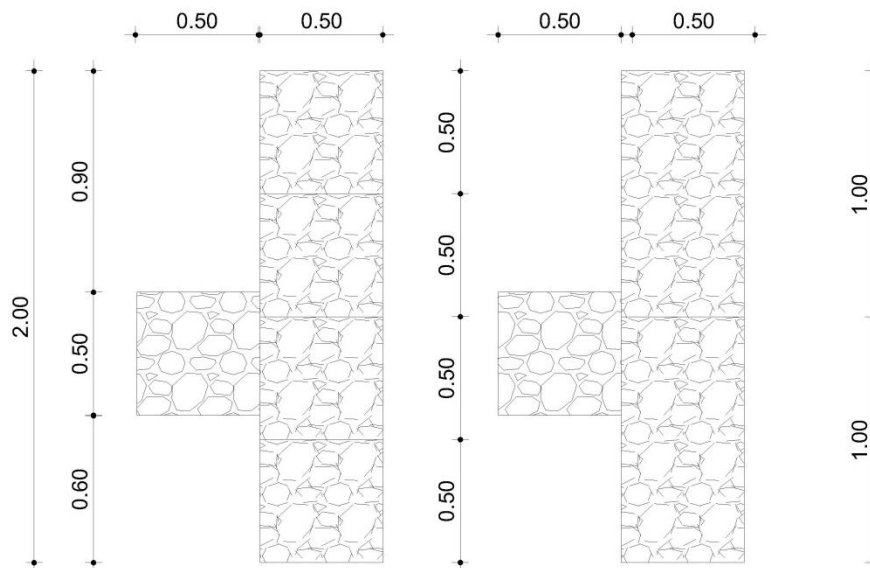


Εικόνα 11.8 Διάταξη συρματοκιβωτίων καθ' ύψος στην τομή του φράγματος.



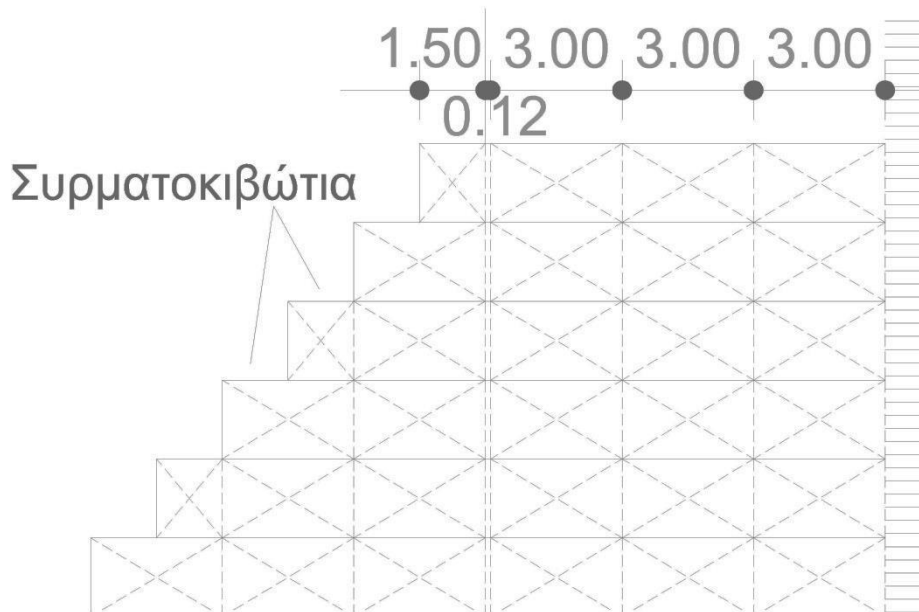
Εικόνα 11.9 Λεπτομέρεια αναβαθμού.

Το συρματοκιβώτιο ύψους 2,00m αποτελείται από επιμέρους μικρότερα συρματοκιβώτια, είτε πέντε συρματοκιβώτια ύψους 0,50m που υπάρχουν διαθέσιμα στις έτοιμες διαστάσεις συρματοκιβωτίων που κυκλοφορούν στην αγορά^{29 30} (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006 σ. 1), είτε ένα συρματοκιβώτιο ύψους 0,50m και δυο συρματοκιβώτια ύψους 1,00m μετά από ειδική παραγγελία, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 11.10 Διαστάσεις συρματοκιβωτίων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του αναβαθμού.

Κατά μήκος χρησιμοποιούνται δυο μήκη συρματοκιβωτίων 3,00m και 1,50m ώστε να διαμορφώνονται οι αναβαθμοί όπως φαίνεται στην εικόνα 11.11. Από τον υψηλότερο αναβαθμό μέχρι τον χαμηλότερο ο κάθε αναβαθμός σχεδιάζεται κατά 1,50m μακρύτερος από των προηγούμενο οπότε το σύνολο αυτό των διαφορετικών μηκών των αναβαθμών μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας μόνο τις δυο αυτές διαφορετικές διαστάσεις. Επίσης στην εικόνα 11.11 φαίνεται ότι έχει προβλεφθεί κενό 0,12m αριστερά από την πρώτη τριάδα συρματοκιβωτίων κάθε σειράς, το οποίο θα διασχίζεται από τους σωλήνες για την άρδευση των φυτεύσεων.

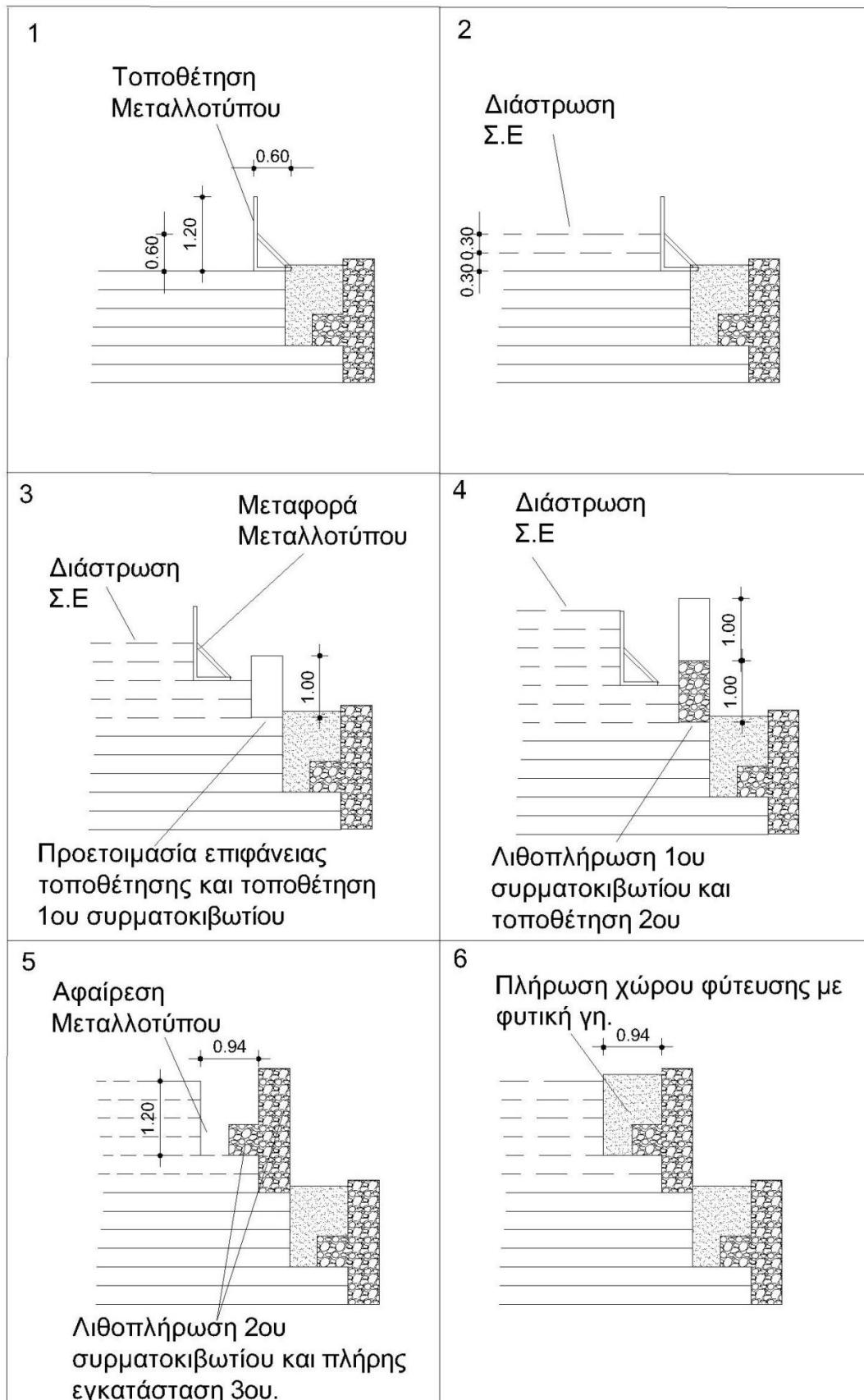


Εικόνα 11.11 Λεπτομέρεια της διάταξης των συρματοκιβωτίων κατά μήκος του φράγματος στην κατάντη όψη του.

Σε σχέση τώρα με τη διαδικασία κατασκευής των αναβαθμών αυτή γίνεται παράλληλα με την διάστρωση του σκληρού επιχώματος χωρίς να την καθυστερεί όπως φαίνεται στην εικόνα 11.12. Στην εικόνα παρουσιάζεται η κατασκευαστική διαδικασία με χρήση δυο συρματοκιβωτίων ύψους 1,00m και ενός ύψους 0,50m για την δημιουργία των αναβαθμών. Αρχικά, τοποθετείται ο μεταλλότυπος (ή και ξυλότυπος) για τη διάστρωση του σκληρού επιχώματος και αντιστηρίζεται κατάλληλα (εικ. 11.12-1). Στη συνέχεια διαστρώνονται 2 στρώσεις σκληρού επιχώματος, η κάθε μια πάχους 0,30m όπως συνηθίζεται (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006 σ. 7) (εικ.11.12- 2.. Ο μεταλλότυπος εν συνέχεια μεταφέρεται 0,94m προς το εσωτερικό του φράγματος για τη διάστρωση των υπόλοιπων τεσσάρων στώσεων σκληρού επιχώματος, ώστε να δημιουργηθεί ο προβλεπόμενος χώρος φύτευσης. Παράλληλα, τοποθετείται στην προηγούμενη θέση του μεταλλότυπου το πρώτο συρματοκιβώτιο, του οποίου οι τέσσερις ακμές έχουν ήδη συρραφεί. Η επιφάνεια τοποθέτησης του συρματοκιβωτίου θα πρέπει να είναι καθαρισμένη ισοπεδωμένη και συμπυκνωμένη (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006 σ. 10) (εικ.11.12- 3. Επίσης, το πρώτο συρματοκιβώτιο αγκυρώνεται στο σκληρό επίχωμα στο κομμάτι που έρχεται σε επαφή με αυτό,

Η διάστρωση του σκληρού επιχώματος συνεχίζεται σε στρώσεις των 0,30m και το πρώτο συρματοκιβώτιο λιθοπληρώνεται και στην κορυφή του τοποθετείται και συρράβεται το δεύτερο (εικ.11.12-4). Στην συνέχεια αφαιρείται ο μεταλλότυπος και λιθοπληρώνεται το δεύτερο συρματοκιβώτιο και

εγκαθίσταται πλήρως το τρίτο μικρότερο συρματοκιβώτιο (εικ.11.12– 5). Τέλος πληρώνεται ο κενός χώρος μεταξύ των συρματοκιβωτίων με κηπευτικό χώμα για την φύτευση των αναβαθμών (εικ.11.12– 6).



Εικόνα 11.12 Σχεδιάγραμμα διαδικασίας κατασκευής αναβαθμών.

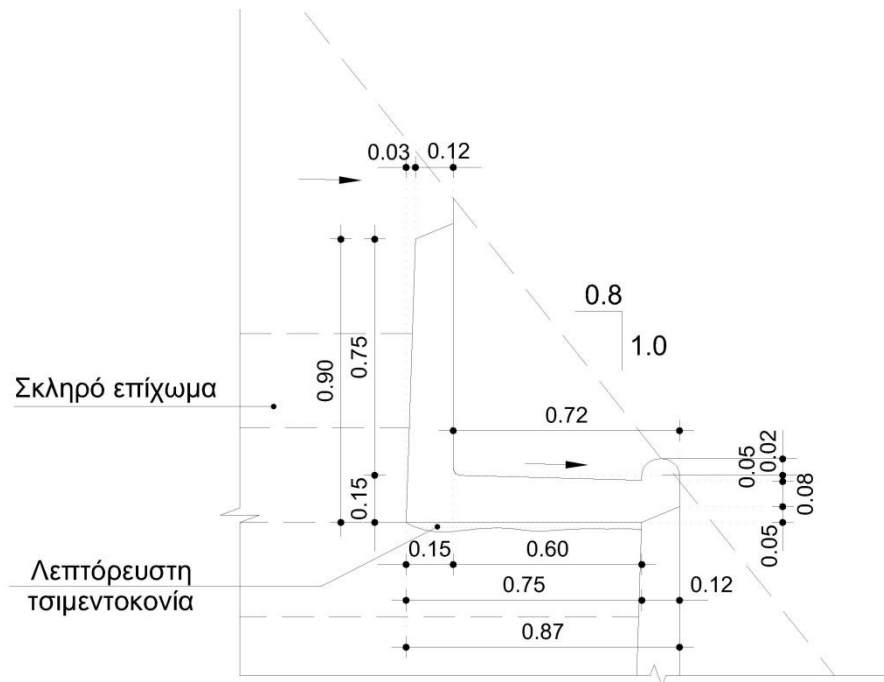
Η πρόταση I για τη δημιουργία των αναβαθμών διαθέτει κάποια προτερήματα και κάποια μειονεκτήματα σε σχέση με τις επόμενες λύσεις. Αρχικά, δεν χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα, για τα οποία όπως θα δούμε και στη συνέχεια απαιτούνται ειδικές διατάξεις για την στράγγιση τους και την προστασία τους από την υγρασία που θα δημιουργείται στους χώρους φύτευσης. Χρησιμοποιώντας συρματοκιβώτια για την δημιουργία των αναβαθμών εξασφαλίζεται η φυσική αποστράγγιση κάθε αναβαθμού μέσα δια μέσου των λίθων των συρματοκιβωτίων. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται λιγότερα διαφορετικά υλικά σε σχέση με την επόμενη πρόταση στην οποία χρησιμοποιούνται και τα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος και συρματοκιβώτια γεγονός που προκαλεί μικρότερες απαιτήσεις στον αριθμό των συνεργείων και τις απαιτούμενες δεξιότητες τους. Τέλος, τα συρματοκιβώτια αποτελούνται από πιο φυσικά υλικά σε σχέση με το σκυρόδεμα και για αυτό το λόγο διαθέτουν δυο ακόμα βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον επιτρέπουν την πιο εύκολη ανάπτυξη φυτικών οργανισμών στο σώμα τους δίνοντας μια πιο φυσική εμφάνιση στο φράγμα και δεύτερον αποτελούν ανακυκλώσιμα δομικά υλικά.

Σε σχέση τώρα με τα τεχνικά και κατασκευαστικά μειονεκτήματα αυτής της λύσης, μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί το ότι προκαλείται αρκετή διαφοροποίηση σε σχέση με το συνήθη τρόπο διαμόρφωσης του κατάντη πρηνούς των φραγμάτων ΑΚΣΕ. Η χρήση του μεταλλότυπου όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο εδάφιο δεν αποτελεί κάτι το καινούργιο για τα φράγματα ΑΚΣΕ αλλά η υπόλοιπη διαδικασία με την συρραφή και λιθοπλήρωση των συρματοκιβωτίων αποτελεί μια νέα προσθήκη στη διαδικασία αυτή. Επίσης, η συντήρηση του συρματοπλέγματος και των συρμάτων ραφής των συρματοκιβωτίων θα μπορούσε να αποτελεί πιθανό ζήτημα στο χρόνο ζωής του έργου όπως και η υπερβολική ανάπτυξη φυτών στο σώμα των συρματοκιβωτίων που θα μπορούσε να αλλοιώσει την εικόνα που προορίζεται για το τμήμα III του κατάντη πρηνούς του φράγματος.

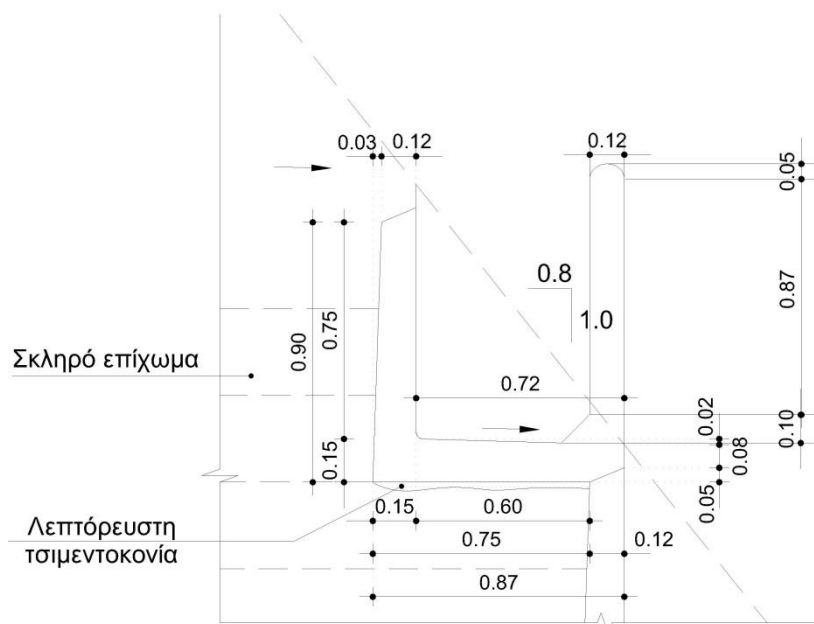
11.3.2 Πρόταση II για τους φυτεμένους αναβαθμούς

Η πρόταση II κινείται πιο κοντά στην λογική της υφιστάμενης στον σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού διαμόρφωσης του κατάντη πρηνούς και ουσιαστικά προτείνεται η τροποποίηση κάθε δεύτερης σειράς προκατασκευασμένων στοιχείων ώστε να δημιουργείται χώρος φύτευσης πλάτους. Η τροποποίηση που προβλέπεται στα προκατασκευασμένα στοιχεία αυτής της σειράς ουσιαστικά αφορά την τοποθέτηση ενός ακόμα κατακόρυφου σκέλους στο προκατασκευασμένο στοιχείο ώστε να δημιουργείται στο εσωτερικό του χώρος για την τοποθέτηση εδαφικού υλικού όπως φαίνεται στις εικόνες 11.13 και 11.14. Στις εικόνες παρουσιάζονται κατά σειρά: σχέδιο λεπτομέρειας του αρχικού προκατασκευασμένου στοιχείου διατομής L (από τον σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού). με μόνη τροποποίηση την διαμόρφωση της καμπύλης στην κορυφή του δεξιού άκρου

του L, και σχέδιο λεπτόμερειας του τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου.

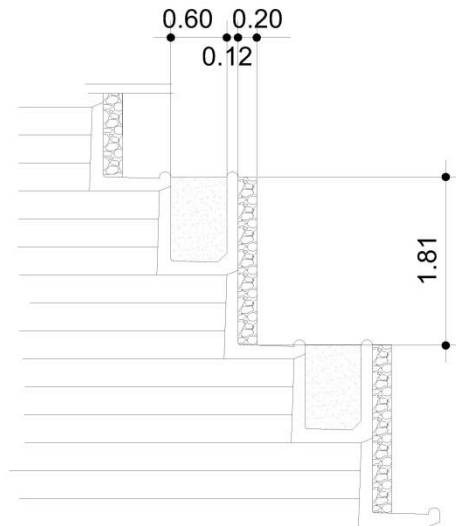


Εικόνα 11.13 Λεπτομέρεια αρχικού προκατασκευασμένου στοιχείου σκυροδέματος.

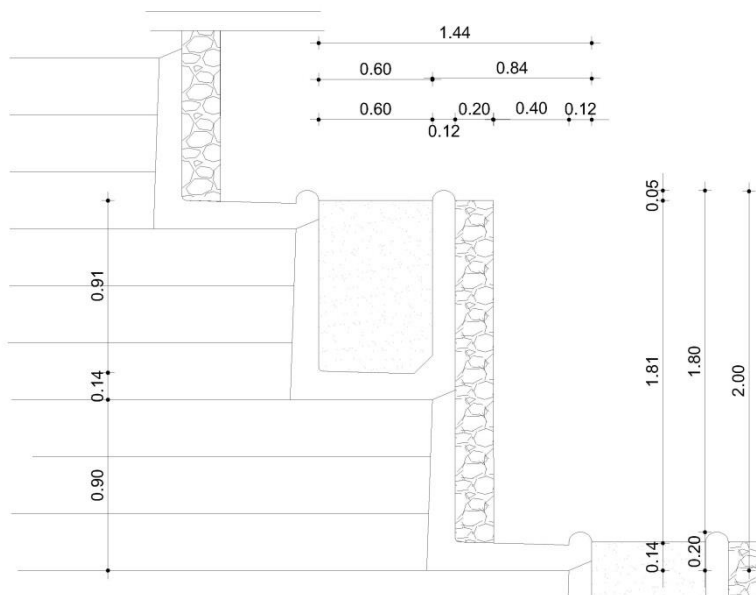


Εικόνα 11.14 Λεπτομέρεια τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου σκυροδέματος.

Στην συνέχεια, στις εικόνες 11.15 και 11.16 φαίνεται η διάταξη των προκατασκευασμένων στοιχείων και το πώς αυτά δημιουργούν χώρο φύτευσης πλάτους 0,60m και ύψους 0,90m. Επιπλέον φαίνεται ότι προβλέπεται η επένδυση του μεγαλύτερου μέρους της κατακόρυφης ανύψωσης ύψους 2,00m που δημιουργούν οι αναβαθμοί με πέτρα. Η επένδυση αυτή θα αποτελείται είτε από ειδικά συρματοκιβώτια μικρού πλάτους που θα αγκυρώνονται στο σκυρόδεμα είτε από επενδυτική λιθοδομή.



Εικόνα 11.15 Διάταξη προκατασκευασμένων στοιχείων καθ ύψος στην τομή του φράγματος.

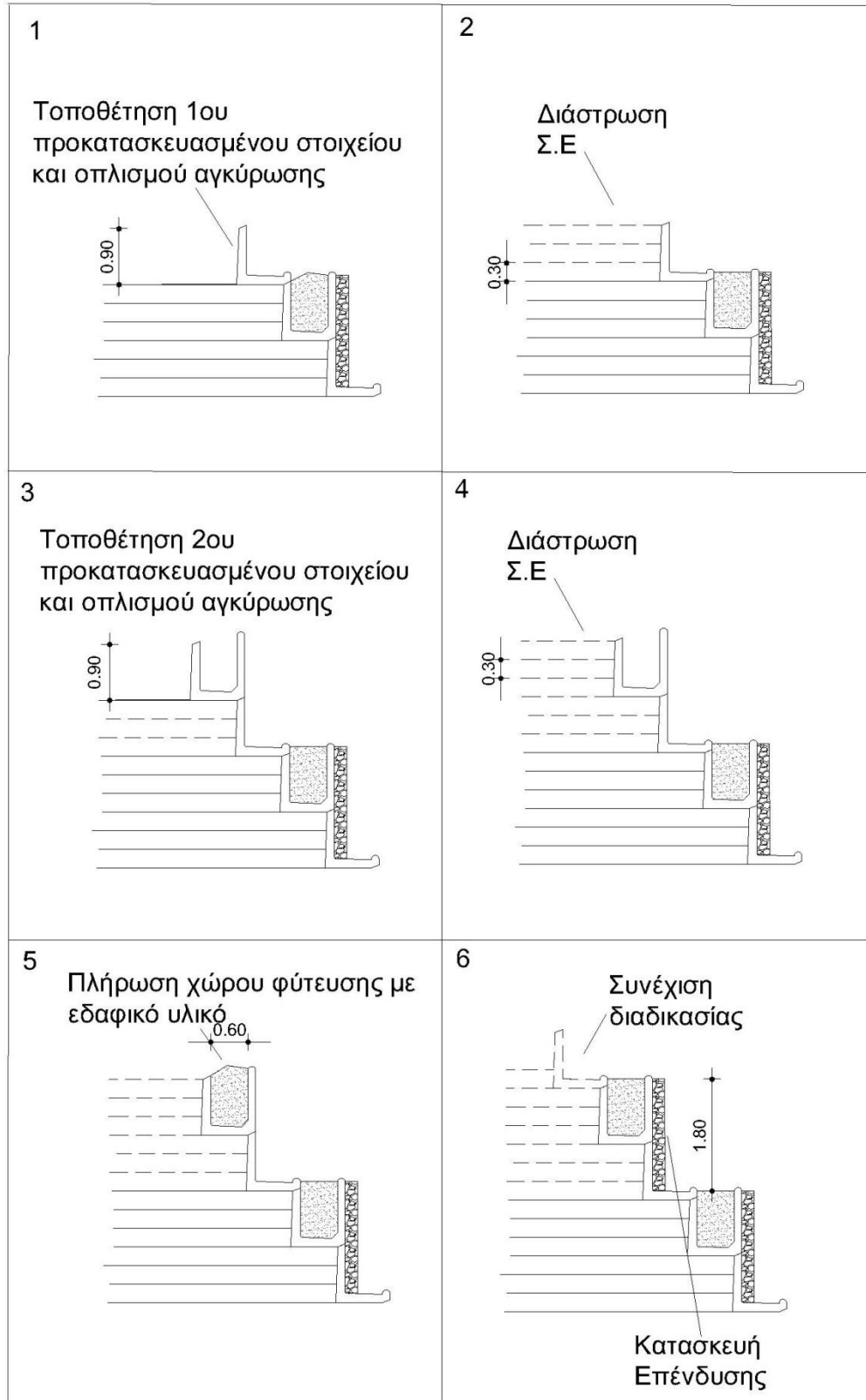


Εικόνα 11.16 Λεπτομέρεια αναβαθμού.

Σε σχέση τώρα με τη διαδικασία κατασκευής των αναβαθμών στην πρόταση II, αρχικά μπορεί να σχολιαστεί το ότι η διαδικασία αυτή μοιάζει αρκετά με την κανονική διαδικασία διαμόρφωσης του κατάντη πρηνούς του φράγματος Φιλιατρινού. Τοποθετούνται αρχικά τα προκατασκευασμένα στοιχεία όπως φαίνεται στα βήματα 1 και 3 της εικόνας 11.17 και εν συνεχεία διαστρώνεται το σκληρό επιχώμα σε στρώσεις των 0,30m χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά σαν καλούπια, όπως φαίνεται στα βήματα 2 και 4. Η μόνη εργασία που διαφοροποιεί την προτεινόμενη διαδικασία από τη συνήθη διαδικασία κατασκευής είναι η πλήρωση των αναβαθμών με εδαφικό υλικό όπως φαίνεται στο βήμα 5 της εικόνας 11.17. Ακόμα και αυτή η εργασία όμως δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι προκαλεί κάποιο ιδιαίτερο χρονικό ή άλλο πρόβλημα στην κατασκευή καθώς μπορεί να πραγματοποιηθεί η πλήρωση των αναβαθμών με εδαφικό με χωματουργικό μηχάνημα ενόσω έχει ήδη αρχίσει η διάστρωση των επόμενων στρώσεων σκληρού επιχώματος στα άκρα του φράγματος. Τέλος, η επένδυση της εξωτερικής κατακόρυφης επιφάνειας των αναβαθμών με λίθους, με οποιαδήποτε από τις δυο τεχνικές που προτάθηκαν πριν, μπορεί να πραγματοποιηθεί ενώ συνεχίζεται η κατασκευή του φράγματος και χωρίς να την επηρεάζει όπως φαίνεται στο βήμα 6 της εικόνας 11.17.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει αυτή η λύση αφορούν πρώτον το ότι ακολουθείται πιστά η συνήθης διαδικασία κατασκευής ενός φράγματος ΑΚΣΕ και οι επιπλέον εργασίες που χρειάζονται για τις αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν παράλληλα και ανεξάρτητα με αυτή τη διαδικασία. Δεύτερον εξασφαλίζεται η εύκολη πρόσβαση στους αναβαθμούς για εργασίες κατασκευής ή συντήρησης μέσω του πλατώματος που διαμορφώνεται πίσω από κάθε χώρο φύτευσης. Τρίτον σε περίπτωση που επιλεγεί η επένδυση του κατακόρυφου σκέλους των αναβαθμών να πραγματοποιηθεί με λιθοδομή και όχι με συρματοκιβώτια εξασφαλίζεται η πιο εύκολη συντήρησή της.

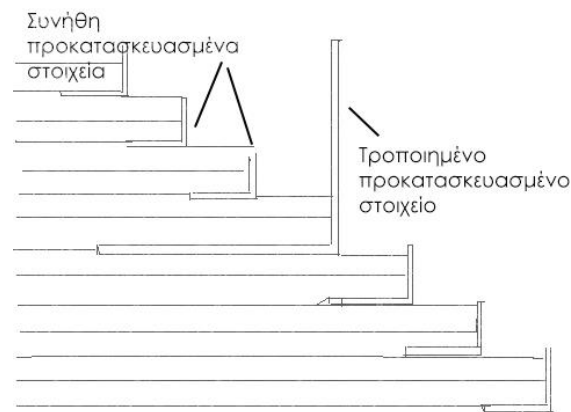
Αντιθέτως, ως μειονέκτημα θα μπορούσε να θεωρηθεί το υψηλότερο αρχικό κόστος αυτής της πρότασης ειδικά στην περίπτωση όπου κατασκευάζεται και λιθοδομή έναντι συρματοκιβωτίων ως επένδυση των αναβαθμών. Ακόμα όμως και με τη χρήση συρματοκιβωτίων το κόστος φαίνεται να είναι υψηλότερο σε αυτή την πρόταση. Επιπλέον, θα πρέπει να προβλεφθεί ειδική διαμόρφωση των προκατασκευασμένων στοιχείων για την προστασία τους από την διάβρωση λόγω υγρασίας στους αναβαθμούς και επίσης ειδική διάταξη για την αποστράγγισή τους. Τέλος, στην πρόταση αυτή δημιουργείται μικρότερος χώρος φύτευσης πλάτους 0,60m έναντι 0,94m στην προηγούμενη πρόταση γεγονός που μπορεί να επηρεάσει το ριζικό σύστημα



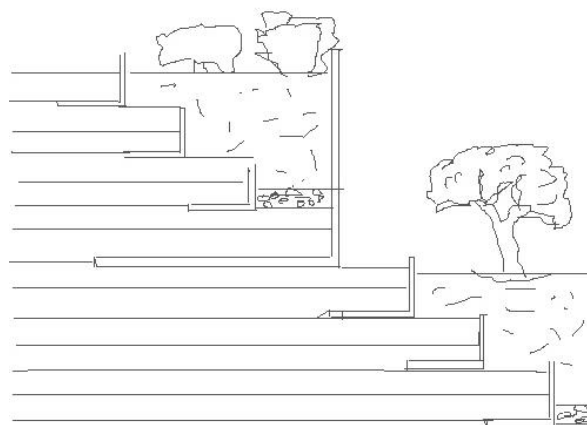
Εικόνα 11.17 Σχεδιάγραμμα διαδικασίας κατασκευής αναβαθμών.

11.3.3 Πρόταση III για τους φυτεμένους αναβαθμούς

Αξίζει τέλος να παρουσιαστεί μια τελική πρόταση η οποία αναλύεται σε μικρότερο βαθμό από τις άλλες δυο προτάσεις και προβλέπει μια ακόμα πιο διαφοροποιημένη διαστασιολόγηση και διάταξη των προκατασκευασμένων στοιχείων σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού. Στην πρόταση αυτή λαμβάνεται ξανά ως βάση του σχεδιασμού η χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων από σκυρόδεμα αλλά προτείνεται η διάταξη τους με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνουν τη διαδικασία κατασκευής. Σε αντίθεση λοιπόν με το πώς διατάσσονται τα προκατασκευασμένα στοιχεία διατομής L στο σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού, σε αυτή την πρόταση το L κοιτάει προς το σκληρό επίχωμα και όχι προς κατόντη του φράγματος. Αυτή η διάταξη εξασφαλίζει τη μη απαίτηση οπλισμού αγκυρώσεως, απαίτηση που υπάρχει στο φράγμα Φιλιατρινού, καθώς πλέον το σκληρό επίχωμα διαστρώνεται πάνω οριζόντιο μέρος του L.



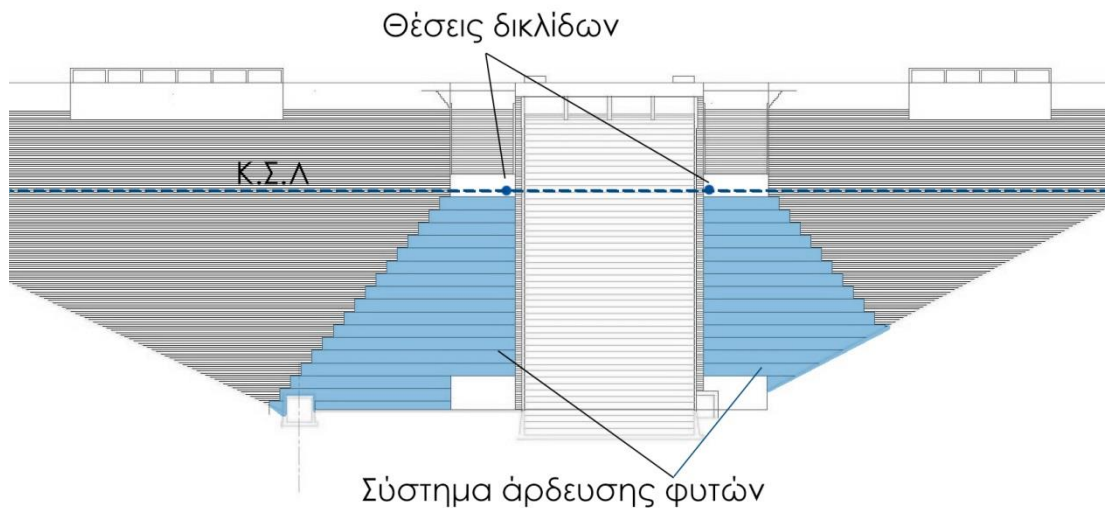
Εικόνα 11.18 Σκαρίφημα τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου στην τομή του φράγματος.



Εικόνα 11.19 Σκαρίφημα δημιουργούμενου αναβαθμού.

11.3.4 Το σύστημα άρδευσης

Ως γνωστόν οι φυτεμένοι αναβαθμοί επιλέχθηκε να τοποθετηθούν σε στάθμη κατώτερη από τη θεωρούμενη κατώτατη στάθμη λειτουργίας του φράγματος ούτως ώστε να μπορούν να αρδεύονται από το νερό του ταμιευτήρα χωρίς να απαιτείται εξοπλισμός άντλησης που θα αύξανε το κόστος αλλά και τις πιθανότητες να ξεραθούν οι φυτεύσεις στους αναβαθμούς έπειτα από κάποια πιθανή βλάβη ή δυσλειτουργία του εξοπλισμού. Αντιθέτως η χρήση ενός συστήματος ποτισμού με αγωγούς που να μεταφέρουν το νερό υπό πίεση από το ανάντη πρηνές του φράγματος στο κατόντη προσθέτει λιγότερα έξοδα συντήρησης και καθιστά πιο απλή λειτουργία του έργου.



Εικόνα 11.20 Σχεδιάγραμμα περιγραφής λειτουργίας συστήματος άρδευσης.

Έτσι λοιπόν, όπως φαίνεται στην εικόνα 11.20, όλες οι φυτεύσεις πραγματοποιούνται σε στάθμη χαμηλότερη από την Κ.Σ.Λ του ταμιευτήρα. Το νερό θα μεταφέρεται από τον ταμιευτήρα στο κατόντη πρηνές με χαλύβδινους σωλήνες και ο έλεγχος της ροής θα πραγματοποιείται με συρταρωτές δικλείδες όπως προτείνεται από τις σχετικές προσωρινές τεχνικές προδιαγραφές, καθώς δεν προβλέπεται οι αγωγοί να έχουν διάμετρο μεγαλύτερη των 0,30m (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006 σ. 6). Οι δικλείδες επίσης θα είναι διπλές σε κάθε θέση υπέρ της ασφαλείας του έργου και θα διαθέτουν σίγουρα χειροκίνητο μηχανισμό ελέγχου και προαιρετικά και ηλεκτροκίνητο μηχανισμό.

Σε σχέση τώρα με την άρδευση των φυτεύσεων αυτή θα αξιοποιεί το νερό του ταμιευτήρα στο οποίο όμως θα πρέπει να πραγματοποιηθούν και οι κατάλληλοι έλεγχοι για την αξιολόγηση της δυνατότητας χρήσης του για άρδευση, όπως προβλέπονται στις ΠΕΤΕΠ 10-06-02-01. Η μέθοδος άρδευσης των φυτών θα είναι η οικονομικότερη των εθνικών προδιαγραφών δηλαδή η άρδευση στάγδην. Στη μέθοδο αυτή το πότισμα γίνεται με σταλάκτες, μέσω σωληνωτού δικτύου ποτίσματος, κατανεμημένου σε όλες τις θέσεις των φυτών (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2006 σ. 2).

Οι εργασίες που σχετίζονται με το σύστημα άρδευσης των αναβαθμών μπορεί να πραγματοποιούνται είτε κατά τη διάρκεια κατασκευής του φράγματος ακολουθώντας την διαδικασία κατασκευής του από κάτω προς τα πάνω ή αλλιώς μπορούν να πραγματοποιηθούν ξεχωριστά μετά το πέρας των εργασιών διάστρωσης του σκληρού επιχώματος. Αυτό καθίσταται δυνατό διότι έχει προβλεφθεί στο έργο κλίμακα πρόσβασης στους αναβαθμούς με δυνατότητα εισόδου είτε από την κορυφή είτε από την βάση του τμήματος III του κατόντη πρανούς όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχεδιάγραμμα (εικ. 11.21). Επίσης και στις δυο βασικές προτάσεις που εξετάστηκαν για τους αναβαθμούς εξασφαλίζεται κατάλληλο πλάτος αναβαθμού μεγαλύτερο του 1,30m ώστε να μπορούν να έχουν πρόσβαση τα συνεργεία κατά μήκος τους.



Εικόνα 11.21 Σχεδιάγραμμα πρόσβασης στους αναβαθμούς (με πορτοκαλί χρώμα φαίνεται η ακολουθούμενη πορεία προς κάθε αναβαθμό).

11.3.5 Εργασίες πρασίνου - φυτεύσεις

Μετά την εγκατάσταση του συστήματος άρδευσης και την εξασφάλιση της παροχής του αρχίζουν να υλοποιούνται οι εργασίες φύτευσης στους αναβαθμούς. Με βάση τις εθνικές προδιαγραφές η φυτευτική περίοδος ορίζεται στην Ελλάδα από τα μέσα Νοεμβρίου μέχρι το τέλος Μαρτίου και οι φυτεύσεις πρέπει να πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5°C και

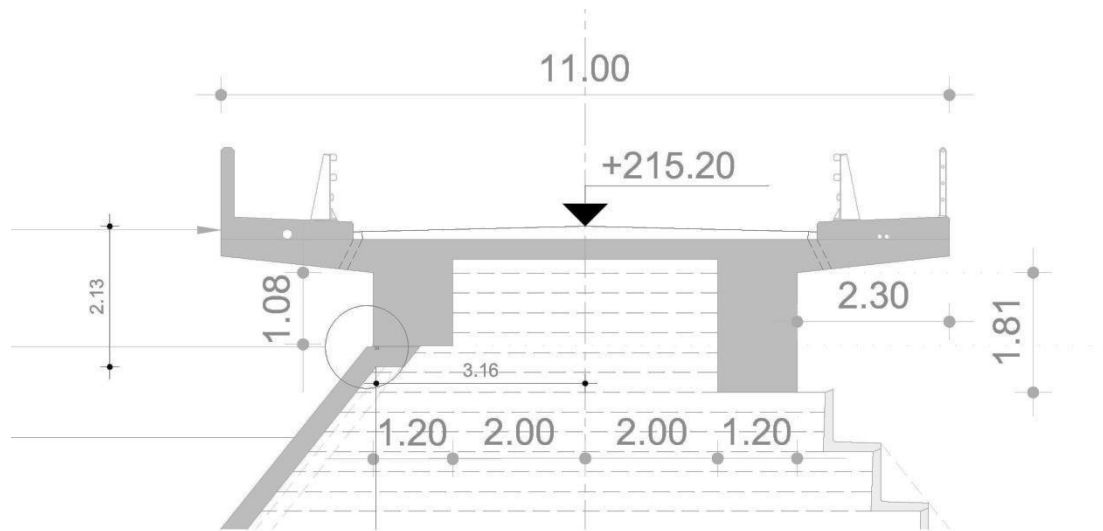
32°C. Οι εργασίες μπορούν να πραγματοποιούνται παράλληλα από δυο ομάδες αρχίζοντας από τον μεσαίο αναβαθμό και με κάθε ομάδα να κινείται προς την κορυφή και προς τη βάση του φράγματος αντιστοίχως, για την πιο γρήγορη ολοκλήρωση των εργασιών. Η πρόσβαση των συνεργείων στους αναβαθμούς γίνεται μέσω της κλίμακας πλησίον του υπερχειλιστή όπως φαίνεται και στην εικόνα 11.21.

Σε σχέση με τους κινδύνους από τα ριζικά συστήματα των φυτεύσεων αξίζει να αναλυθούν κυρίως οι ελιές και τα κυπαρίσσια που πρόκειται να φυτευτούν, τα οποία αναπτύσσουν και μεγαλύτερα ριζικά συστήματα από αυτά του θυμαριού που αποτελεί και τη μεγαλύτερη σε έκταση φύτευση. Φυσικά, θα πρέπει να ληφθούν τα βασικά μέτρα που προβλέπονται από τις σχετικές προδιαγραφές για φυτεύσεις κοντά σε τοίχους, όπως η εκσκαφή των λάκκων φύτευσης σε απόσταση τουλάχιστον 0,20 με 0,25m από τον τοίχο και η διαμόρφωση του πυθμένα του κάθε λάκκου με κλίση προς την αντίθετη πλευρά του τοίχου (ΕΛΟΤ, 2009 σ. 11).

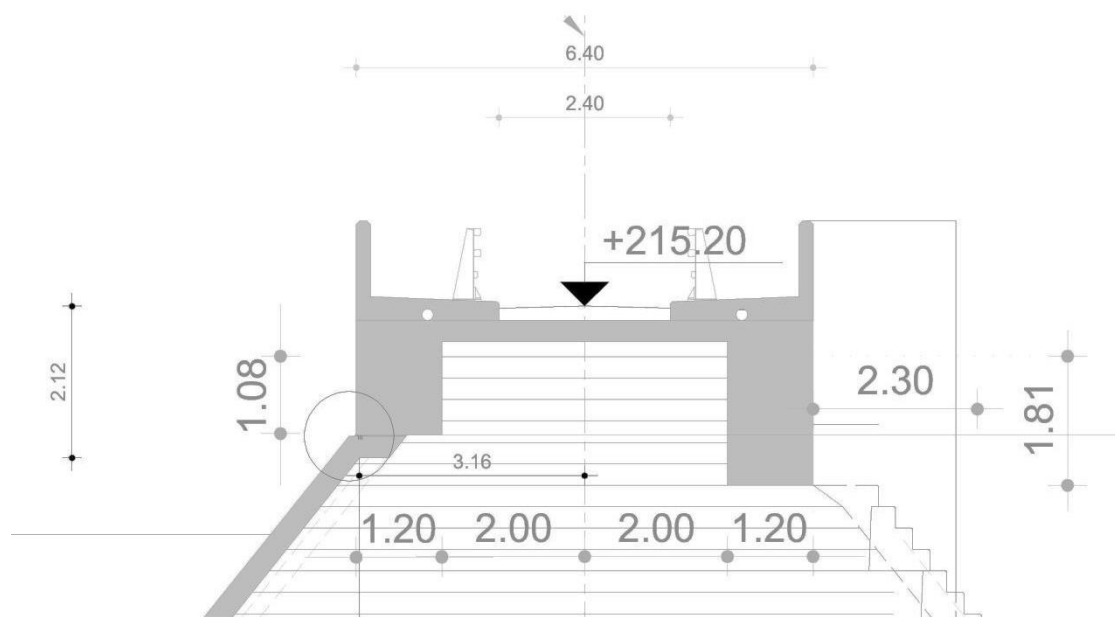
Επιπλέον όμως, μπορούν επιλεγθούν είδη κυπαρισσιού και ελιάς κατά το δυνατόν λιγότερο ογκώδη και για τα οποία με επαρκές πότισμα, κλάδεμα ή άλλες τεχνικές θα εξασφαλίζεται το ότι οι ρίζες τους δεν θα τείνουν να επεκτείνονται συνεχώς προς αναζήτηση νερού και θα παραμένουν ελεγχόμενες. Από τα είδη που αναφέρονται στις εθνικές προδιαγραφές τα κατάλληλα για φύτευση στους αναβαθμούς φαίνεται να είναι από τις ελιές ο ελαίαγνος (*Elaeagnus angustifolia*) λόγω του μικρότερου μεγέθους του από την κλασική ευρωπαϊκή ελιά (*Olea europaea*), και από τα κυπαρίσσια το ορθόκλαδο κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens* f. *sempervirens*) (ΕΛΟΤ, 2009 σ. 43), για το οποίο όμως θα πρέπει να υπάρχει ειδική συντήρηση για διατήρηση του σε μικρό μέγεθος διότι σαν είδος αναφέρεται ότι φτάνει μέχρι και τα 30m ύψος. Τέλος, το φυτευόμενο είδος θυμαριού, ξανά με βάση τα είδη που αναφέρονται στις εθνικές προδιαγραφές, θα είναι το κλασικό θυμάρι (*Corydthymus capitatus*).

11.4 Γενικά για τη στέψη

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο στον σχεδιασμό των παρόντων προτάσεων, θεωρήθηκε ότι το φράγμα δεν θα διασχίζεται από επαρχιακό δρόμο διπλής κατεύθυνσης, όπως σχεδιάστηκε το φράγμα Φιλιατρινού. Όπως συνηθίζεται άλλωστε σε φράγματα ΑΚΣΕ σε νησιά του Αιγαίου (εικ 10.15) το φράγμα σχεδιάστηκε ώστε να διασχίζεται από δρόμο μιας μόνο κατεύθυνσης. Η τροποποίηση αυτή φαίνεται και στις επόμενες εικόνες όπου παρουσιάζεται το αρχικό σχέδιο της στέψης από το φράγμα Φιλιατρινού και το τροποποιημένο σχέδιο της παρούσας πρότασης.

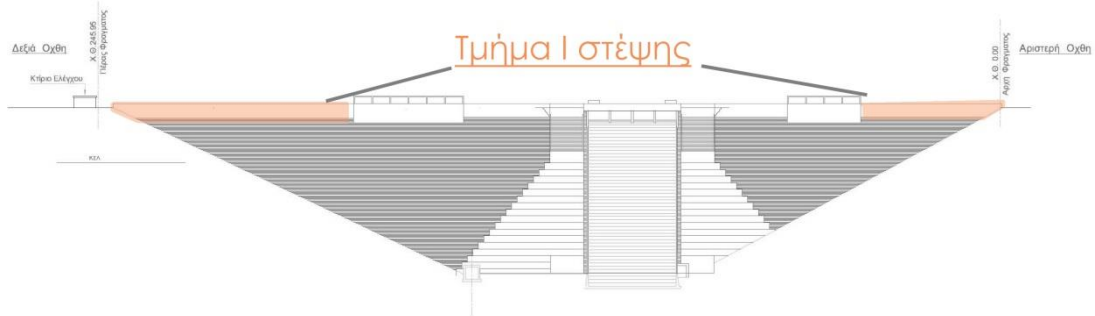


Εικόνα 11.22 Λεπτομέρεια της στέψης στην τυπική διατομή του φράγματος Φιλιατρινού.



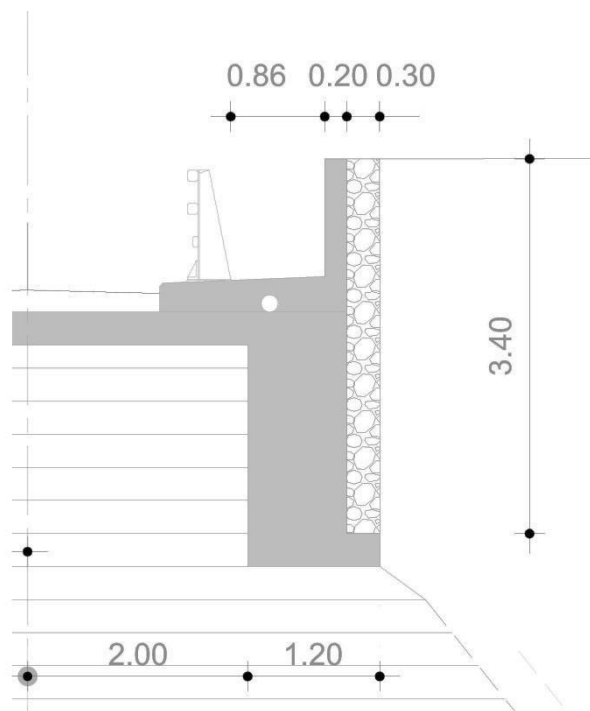
Εικόνα 11.23 Λεπτομέρεια της στέψης στην τυπική διατομή του τροποποιημένου φράγματος.

11.5 Ανάλυση Τμήματος Ι στέψης



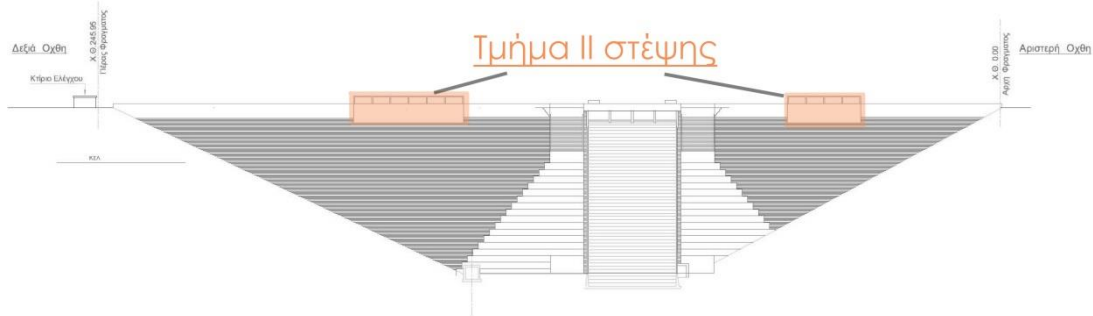
Εικόνα 11.24 Προσδιορισμός τμήματος Ι της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

Στο τμήμα αυτό της στέψης επιλέγεται η επένδυση του κατάντη μόνο κατακόρυφου μέρους τη στέψης με πέτρα. Αυτή η επιλογή όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιείται για την πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και μπορεί να υλοποιηθεί είτε με επένδυση λιθοδομής είτε με την επένδυση με συρματοκιβώτια. Η σχετική διάταξη με χρήση συρματοκιβωτίων φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



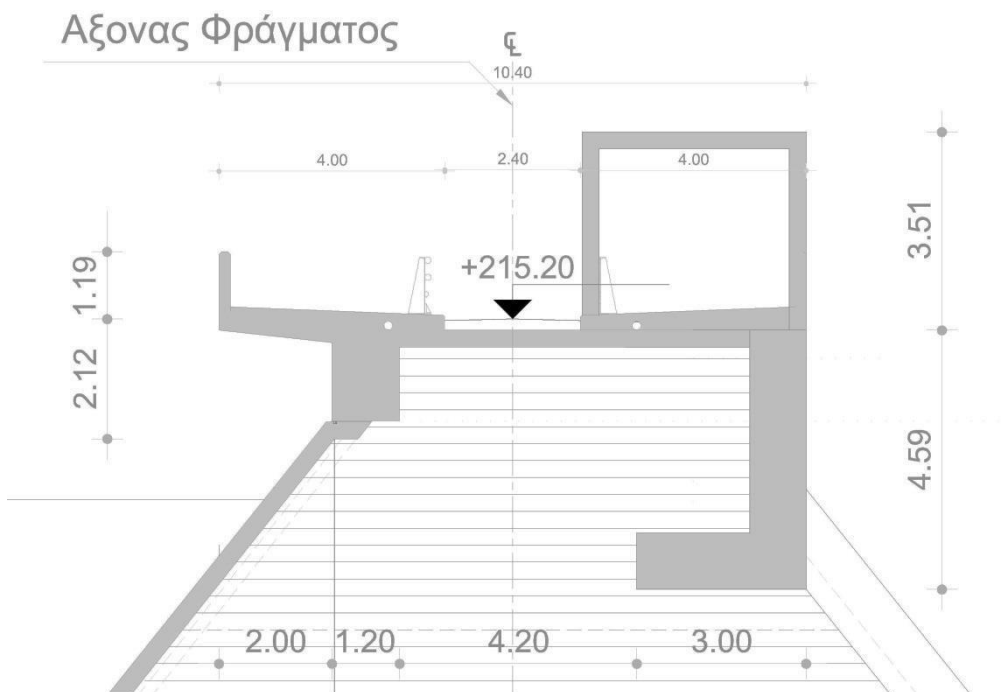
Εικόνα 11.25 Λεπτομέρεια διαμόρφωσης της στέψης του φράγματος στο τμήμα Ι.

11.6 Ανάλυση Τμήματος II στέψης



Εικόνα 11.26 Προσδιορισμός τμήματος II της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

Το τμήμα II της στέψης σχεδιάζεται με πλάτος 10,40m δηλαδή ίσο με το πλάτος του αρχικού σχεδιασμού της στέψης στο Φράγμα Φιλιατρινού. Στην πρόταση αυτή όμως το επιπλέον πλάτος διανέμεται σε εξώστες προς τα ανάντη και τα κατάντη του φράγματος και όχι σε επιπλέον λωρίδα οδοποιίας που όπως αναλύσαμε και προηγουμένως δεν χρειάζεται στον παρών σχεδιασμό. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ο διαφορετικός σχεδιασμός του ανάντη και του κατάντη εξώστη.



Εικόνα 11.27 Λεπτομέρεια από το τμήμα II της στέψης στην διατομή του φράγματος.

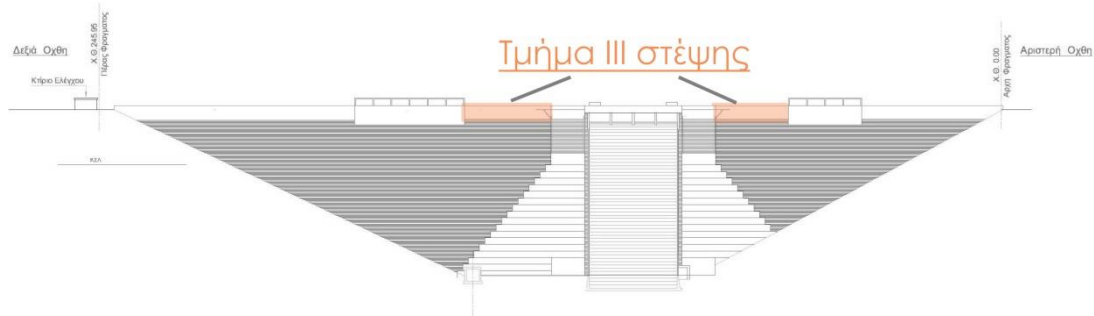
Αναλύοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σχεδιασμού της στέψης στο τμήμα II παρατηρούμε ότι ο ανάντη εξώστης σχεδιάζεται ακριβώς όπως στον σχεδιασμό του φράγματος Φιλιατρινού, όποτε δεν απαιτεί κάποια περαιτέρω τεχνική διερεύνηση, ενώ ο κατόντη εξώστης διαφοροποιείται αρκετά από τον αρχικό σχεδιασμό. Παρόλα αυτά δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες τεχνικές ή κατασκευαστικές απαιτήσεις αφού κατασκευάζεται σκυροδετώντας πρώτα το τμήμα μορφής L πλάτους 3,00m και ύψους 4,59m και εν συνεχεία χρησιμοποιώντας αυτό το τμήμα σαν καλούπι για την διάστρωση του σκληρού επιχώματος στο εσωτερικό. Παραδείγματα κατασκευής της στέψεως φραγμάτων ΑΚΣΕ και RCC κατά αυτόν τον τρόπο υπάρχουν αρκετά όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 11.28 Φωτογραφίες από την κατασκευή της στέψης φραγμάτων ΑΚΣΕ και RCC με τοίχια οπλισμένου σκυροδέματος (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: (Ζαχαρόπουλος, 2014), [www. blog.360gradosenconcreto.com](http://www.blog.360gradosenconcreto.com)) .

Στην συνέχεια αφού διαμορφωθεί κατά αυτόν τον τρόπο η στέψη μπορεί εύκολα να σκυροδετηθεί η προτεινόμενη πέργκολα και να πραγματοποιηθούν οι υπόλοιπες εργασίες επί της στέψης όπως η επίχριση των όγκων σκυροδέματος με ασβέστη ή κατασκευή του οδοστρώματος κλπ.

11.7 Ανάλυση Τμήματος III στέψης



Εικόνα 11.29 Προσδιορισμός τμήματος III της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.

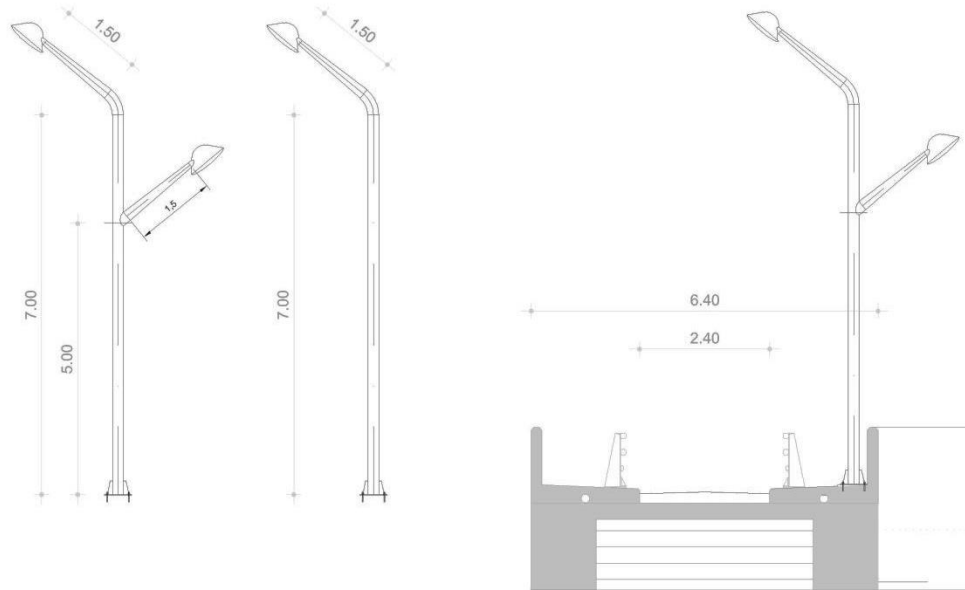
Στο τμήμα αυτό της στέψης προτείνονται ελάχιστες τροποποιήσεις σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό και κατά συνέπεια οι τεχνικές επιδράσεις για το έργο από αυτές είναι μηδαμινές. Η πρώτη παρέμβαση αφορά την επένδυση των επιφανειών εμφανούς σκυροδέματος του στηθαιού αλλά και όλου του τμήματος της στέψης προς τα κατάντη του φράγματος με ασβέστη και η δεύτερη την δημιουργία κλίμακας η οποία να ενώνει το πεζοδρόμιο της στέψης με την αρχή της κλίμακας προς τον εξώστη του τμήματος II του κατάντη πρηνούς.

11.8 Φωτισμός

Ο φωτισμός του φράγματος όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, προτείνεται να διαθέτει μια βασική τροποποίηση σε σχέση με το συνήθη φωτισμό των ελληνικών φραγμάτων, έχοντας ως στόχο την δυνατότητα φωτισμού και του κατάντη πρηνούς πέραν από τη στέψη του φράγματος. Για να επιτευχθεί αυτό προτείνεται πρώτον οι ιστοί φωτισμού να τοποθετηθούν στο πεζοδρόμιο προς το κατάντη πρηνές του φράγματος και δεύτερον να διαθέτουν πέραν του κύριου βραχίονα με φωτιστικό σώμα που θα φωτίζει προς την στέψη του φράγματος και έναν δεύτερο που θα φωτίζει προς το κατάντη πρηνές. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται η τροποποίηση αυτή που διαφοροποιεί τους ιστούς της στέψης του φράγματος από τους συνήθεις ιστούς οδοποιίας που χρησιμοποιούνται στις στέψεις των φραγμάτων.

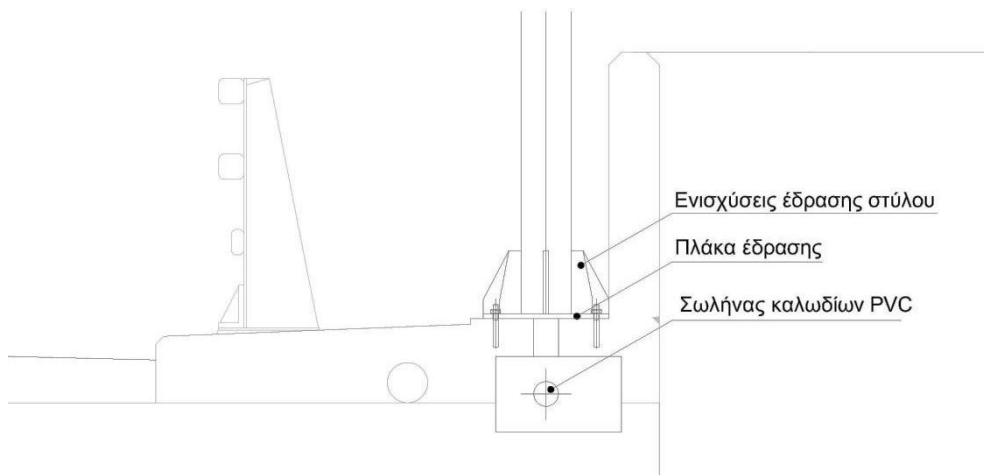
Στέψης Φράγματος

Οδοποιίας



Εικόνα 11.30 Τροποποίηση συνήθους ιστού φωτισμού οδοποιίας για την στέψη του φράγματος(πηγή σχεδίων (Ν.Μουτάφης, προσωπική επικοινωνία).

Οι ιστοί φωτισμού όπως βλέπουμε διαμορφώνονται με βραχίονες με φωτιστικά σώματα αφού θεωρούνται από τις εθνικές προδιαγραφές ως συμβατικοί ιστοί (λόγω του ύψους τους που είναι μικρότερο των 20m) (ΕΛΟΤ, 2009 σ. 9). Η πρόταση αυτή δεν δημιουργεί ιδιαίτερες τεχνικές και κατασκευαστικές τροποποιήσεις στο έργο. Η μόνη απαίτηση αφορά την πρόβλεψη τάφρου για τους σωλήνες διέλευσης των καλωδίων κάτω από το πεζοδρόμιο της πλευράς προς το κατάντη πρανές.



Εικόνα 11.31 Λεπτομέρεια έδρασης στύλου φωτισμού πλησίον του στηθαιού προς το κατάντη πρανές.

12 Εκτίμηση του κόστους των τροποποιήσεων

12.1 Εισαγωγικά

12.1.1 Στόχοι

Στο παρών κεφάλαιο πραγματοποιείται μια προεκτίμηση του κόστους των προτεινόμενων τροποποιήσεων στο φράγμα ΑΚΣΕ που εξετάζεται. Η εκτίμηση του κόστους θα δώσει τη δυνατότητα να αξιολογηθούν οι τροποποιήσεις που προτείνονται ως προς την οικονομική επιβάρυνση που θα δημιουργούσαν εάν είχαν εφαρμοστεί στο φράγμα Φιλιατρινού, του οποίου τα σχέδια και χρησιμοποιούνται σαν βάση για τις τροποποιήσεις. Κατ'επέκταση, θα μπορεί να πραγματοποιηθεί μια πρώτη αξιολόγηση της δυνατότητας πραγματοποίησης παρεμβάσεων σαν τις προτεινόμενες στα ελληνικά φράγματα μέσω της εκτίμησης της οικονομικής επιβάρυνσης που αυτές θα δημιουργούσαν σε αυτά.

12.1.2 Προσδιορισμός κοστολογούμενων τροποποιήσεων

Σε σχέση με την κατασκευή των φυτεμένων αναβαθμών διερευνήθηκαν τρεις διαφορετικές λύσεις για τις τροποποιήσεις που προτείνονται. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εκτιμηθεί το κόστος όλων των τροποποιήσεων θεωρώντας ως μέθοδο διαμόρφωσης του τμήματος ΙΙΙ του κατάντη πρανούς την πρόταση Ι που παρουσιάζεται, αυτή με τη χρήση συρματοκιβωτίων για τη δημιουργία των αναβαθμών. Όλα τα υπόλοιπα τμήματα κοστολογούνται ανάλογα με τις τροποποιήσεις που περιλαμβάνουν με βάση τα προηγούμενα δυο κεφάλαια.

12.1.3 Τρόπος κοστολόγησης

Η κοστολόγηση πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί το κόστος των τροποποιήσεων να είναι συγκρίσιμο με το κόστος του φράγματος Φιλιατρινού. Έτσι για τις εργασίες για τις οποίες αυτό ήταν δυνατό χρησιμοποιήθηκαν τιμές που χρησιμοποιήθηκαν και στον προϋπολογισμό του φράγματος Φιλιατρινού ενώ για άλλες οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονταν στον αρχικό προϋπολογισμό του φράγματος χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες τιμών που χρησιμοποιήθηκαν και για τη σύνταξη του προϋπολογισμού του φράγματος Φιλιατρινού (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2007). Κατ'αυτό τον τρόπο για την σύνταξη των δυο προϋπολογισμών έχουν αντληθεί τιμές από το ίδιο ενιαίο τιμολόγιο οπότε και αυτοί μπορούν να συγκριθούν χωρίς να επηρεάζει τη σύγκριση η διαφοροποίηση των τιμών λόγω διαφορετικής επικαιροποίησης των πινάκων.

12.2 Προμέτρηση

12.2.1 Τμήμα I κατάντη πρανούς

Στο τμήμα I του κατάντη πρανούς η μόνη εργασία που θα πρέπει να κοστολογηθεί είναι η χρήση τύπων για την διαμόρφωση της επιφάνειας του σκληρού επιχώματος. Οι τύποι αυτοί δεν χρειάζονταν στον αρχικό σχεδιασμό αφού ως τύποι χρησιμοποιούνταν τα προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Στον ακόλουθο πίνακα υπολογίζονται κεκλιμένα εμβαδά που θα πρέπει να καλουπωθούν με ξυλότυπους ή σιδηρότυπους.

Πίνακας 12.1 Εμβαδά επιφανειών σκληρού επιχώματος του κατάντη πρανούς για τη διαμόρφωση των οποίων θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ξυλότυποι ή σιδηρότυποι.

Εμβαδα	Δεξι τμήμα πρανούς (m ²)	Αριστερό τμήμα πρανούς (m ²)	Συνολο (m ²)
	3161.60	1527.04	4688.64

12.2.2 Τμήμα II κατάντη πρανούς

Στο τμήμα II αρχικά θα πρέπει να κοστολογηθούν οι εργασίες για την κατασκευή των εξωστών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι εργασίες αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση σιδηροτύπων ή ξυλοτύπων για τη διαμόρφωση των όγκων των κατασκευών, την προμήθεια και την τοποθέτηση των οπλισμών και την τελική σκυροδέτηση. Οπότε θα πρέπει να υπολογιστεί η επιφάνεια που θα καλουπωθεί, ο όγκος του σκυροδέματος και το βάρος των οπλισμών.

Αρχικά, οι επιφάνειες που πρέπει να καλουπωθούν οι οποίες αφορούν τα σκυροδέματα των εξωστών καθώς και τα στηθαία του εξώστη και της κλίμακας ανέρχονται σε 229,94m². Στην συνέχεια, τα κιλά του οπλισμού που απαιτείται θα πρέπει να προεκτιμηθούν με κάποιο τρόπο διότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ακριβής όπλιση των όγκων του σκυροδέματος. Δεδομένης της μικρής καταπόνησης των στοιχείων και της συνεχούς της έδρασης στο σκληρό επίχωμα εκτιμάται η χρήση περίπου 100kg οπλισμού ανά κυβικό μέτρο σκυροδέματος. Κατ' αυτό τον τρόπο προκύπτει η απαίτηση 7542.88kg οπλισμού. Τέλος, οι σκυροδετούμενοι όγκοι ανέρχονται σε 63,94m³ για ποιότητα σκυροδέματος C20/25 και 11,49m³ για ποιότητα σκυροδέματος C16/20 που χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του δαπέδου των εξωστών. Επιπλέον πρέπει να συμπεριληφθούν στο κόστος και 36,00m³ σκληρού επιχώματος επιπλέον που απαιτούνται για την πλήρωση του εσωτερικού των εξωστών.

Στην συνέχεια, πρέπει να κοστολογηθούν τα προκατασκευασμένα στοιχεία με τα οποία διαμορφώνονται οι κλίμακες προς τους εξώστες αλλά και οι βοηθητικές κλίμακες εκατέρωθεν του υπερχειλιστή. Αυτά τα στοιχεία κοστολογούνται κατά τεμάχιο και συνολικά χρησιμοποιούνται 96 τέτοια προκατασκευασμένα στοιχεία πλάτους 3,00m.

Τέλος, όλες οι επιφάνειες σκυροδέματος επιλέγεται να επιχριστούν με ασβεστοκονίαμα και να υδροχρωματιστούν με ασβέστη. Οι επιφάνειες αυτές περιλαμβάνουν τον εξώστη και τα στηθαία του καθώς και όλες τις εμφανείς επιφάνειες των κλιμάκων και τα δικά τους στηθαία και αθροίζονται σε 491.28m². Επιπλέον, προβλέπεται ειδική εργασία για τη διαμόρφωση επιμελημένων τελειωμάτων επιφανειών σκυροδέματος σε 404.10m² που περιλαμβάνουν όλες τις επιφάνειες των κλιμάκων προς του εξώστες και των στηθαίων τους αλλά και όλων των εσωτερικών επιφανειών των στηθαίων των εξωστών.

12.2.3 Τμήμα ΙΙΙ κατάντη πρανούς

Αρχικά εκτιμάται το κόστος της διαμόρφωσης των αναβαθμών με τη χρήση συρματοκιβωτίων. Συνολικά, θα χρειαστούν 1188 συρματοκιβώτια μήκους 3,00 η 1,50m και ύψους και πλάτους 0,50m. Σε αυτά προστίθενται και επιπλέον 48 συρματοκιβώτια με μήκη 2,00 ή 2,50m και πλάτος και ύψος 1,00m τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση δυο χώρων φύτευσης ακριβώς κατάντη του φράγματος. Έπειτα, για τον υπολογισμό της μάζας των μεταλλικών εξαρτημάτων των συρματοκιβωτίων, η οποία χρειάζεται για την κοστολόγηση, χρησιμοποιήθηκε για κάθε τύπο συρματοκιβωτίων η τιμή kg/τεμάχιο που δίνεται από σχετικές συρματοουργικές εταιρίες²⁸. Συνολικά η μάζα αυτή υπολογίστηκε 17013,83kg και ο συνολικός όγκος των συρματοκιβωτίων που θα πληρωθεί με θραυστό υλικό λατομικής προέλευσης υπολογίστηκε 959.45 m³. Επιπλέον υπολογίστηκε το κόστος για την χρήση των μεταλλοτύπων στην διαδικασία κατασκευής των αναβαθμών καθώς και για μια επιπλέον εργασία, την αγκύρωση των συρματοκιβωτίων που έρχονται σε επαφή με το σκληρό επίχωμα.

Στην συνέχεια, υπολογίστηκε ο όγκος κηπευτικού υλικού με τον οποίον θα πληρωθούν οι αναβαθμοί σε 788.73m³, ο οποίος θεωρήθηκε ότι θα αποτελείται σε ποσοστό 75% από φυτική γη, σε ποσοστό 20% από κηπευτικό χώμα και σε ποσοστό 5% από κοπριά. Επίσης υπολογίστηκε ότι θα χρειαστούν για τις φυτεύσεις 405 ποώδη - πολυετή φυτά κατηγορίας Π1 (θυμάρια) 14 Φυτά πρανών κατηγορίας Σ2 (κυπαρίσσια) και 12 Θάμνοι κατηγορίας Θ2 (ελιές).

Τέλος, το σύστημα άρδευσης χωρίστηκε σε τρία διαφορετικά δίκτυα, το πρωτεύον το δευτερεύον και το τριτεύον, τα οποία και κοστολογήθηκαν

ξεχωριστά. Το πρωτεύον δίκτυο περιλαμβάνει τους σιδηροσωλήνες μεταφοράς του νερού από το ανάντη στο κατάντη πρανές του φράγματος και τον απαραίτητο εξοπλισμό για τον έλεγχο και την ασφάλεια του αρδευτικού δικτύου (βάνες, δικλίδες, μειωτές πίεσης κλπ.). Το δευτερεύον δίκτυο περιλαμβάνει σωλήνες από PVC και κάποιους μειωτές πίεσης για τη μεταφορά του νερού σε κάθε αναβαθμό και τέλος το τριτεύον δίκτυο περιλαμβάνει του σταλακτηφόρους σωλήνες και τους σταλάκτες για τη μεταφορά του νερού κατά μήκος των αναβαθμών και το πότισμα των φυτών καθώς και βάνες για την δυνητική απομόνωση κάποιο μέρους του αρδευτικού δικτύου για επισκευές. Επιπλέον, θεωρήθηκε επιπλέον δαπάνη 15.000€ για μέρη του δικτύου που δεν διαστασιολογήθηκαν ακριβώς όπως προγραμματιστές μπαταρίας τύπου φρεατίου για ελεγχόμενες ηλεκτροβάνες, πλαστικά φρεάτια, συστολές, ταυ και γωνίες αγωγών κλπ.

12.2.4 Τμήμα I στέψης

Στο τμήμα I της στέψης η τροποποίηση που προτείνεται αφορά την επένδυση της στέψης με συρματοκιβώτια. Τα συρματοκιβώτια αυτά θα διαφέρουν από τα συνήθη συρματοκιβώτια για έργα προστασίας κοίτης και πρανών και θα απαιτούν μεγαλύτερο όγκο σύρματος καθώς και σφικτήρες και στήλες χάλυβα για την αγκύρωση τους στο σκυρόδεμα της στέψης. Για αυτό το λόγο ενώ μια συνήθης τιμή μάζας φατνών συρματοκυλίνδρων ανά κυβικό μέτρο είναι περίπου 19kg/m³ θεωρήθηκε ότι αυτή η μάζα για τα συρματοκιβώτια της στέψης θα είναι περίπου 50kg/m³. Με αυτή τη λογική προκύπτουν τα συνολικά χιλιόγραμμα προς κατασκευή όπως φαίνεται στο ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 12.2 Υπολογισμός μάζας εξαρτημάτων συρματοκιβωτίων στέψης.

	Μήκος τμήματος (m)	Επιφάνεια προς επένδυση (m ²)	Όγκος συρματοκιβωτίων (m ³)	Μάζα εξαρτημάτων (kg)
Αριστερό τμήμα	66.00	224.40	67.32	3366.00
Δεξί τμήμα	38.50	130.90	39.27	1963.50
			Άθροισμα	5329.50

12.2.5 Τμήμα II στέψης

Στο τμήμα II οι εργασίες προς κοστολόγηση αφορούν την κατασκευή των εξωστών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι εργασίες αυτές αρχικά περιλαμβάνουν τη χρήση σιδηροτύπων ή ξυλοτύπων για τη διαμόρφωση των

όγκων των κατασκευών, την προμήθεια και την τοποθέτηση των οπλισμών, την τελική σκυροδέτηση καθώς και τη διάστρωση κάποιας επιπλέον ποσότητας σκληρού επιχώματος. Οπότε, θα πρέπει να υπολογιστεί η επιφάνεια που θα καλυπθεί, ο όγκος του σκυροδέματος και του επιπλέον σκληρού επιχώματος και το βάρος των οπλισμών.

Αρχικά, οι επιφάνειες που πρέπει να καλυπθούν οι οποίες αφορούν τα σκυροδέματα των εξωστών, των στηθαίων και της πέργκολας κάθε εξώστη ανέρχονται σε 830.00m³. Στην συνέχεια, τα κιλά του οπλισμού που απαιτείται θα πρέπει προεκτιμηθούν πάλι εκτιμώντας τη χρήση περίπου 100kg οπλισμού ανά κυβικό μέτρο σκυροδέματος. Κατ' αυτό τον τρόπο προκύπτει η απαίτηση 22828.94kg οπλισμού. Τέλος, οι επιπλέον σκυροδετούμενοι όγκοι ανέρχονται σε 213.07m³ με ποιότητα σκυροδέματος C20/25 και ο επιπλέον όγκος σκληρού επιχώματος σε 213.06m³.

Τέλος, όλες οι επιφάνειες σκυροδέματος επιλέγεται να επιχριστούν με ασβεστοκονίαμα και να υδροχρωματιστούν με ασβέστη. Οι επιφάνειες αυτές περιλαμβάνουν τους εξώστες και τα στηθαία τους καθώς και όλες τις εμφανείς επιφάνειες κάθε πέργκολας και αθροίζονται σε 489.8m². Επιπλέον, προβλέπεται ειδική εργασία για τη διαμόρφωση επιμελημένων τελειωμάτων επιφανειών σκυροδέματος σε 195.80m² που περιλαμβάνουν όλες τις επιφάνειες των στηθαίων και της κάθε πέργκολας των εξωστών.

12.2.6 Τμήμα III στέψης

Στο τμήμα III της στέψης οι μόνες εργασίες που πραγματοποιούνται αφορούν την επίχριση των επιφανειών σκυροδέματος με ασβεστοκονίαμα και τον χρωματισμό τους με ασβέστη. Η συνολική επιφάνεια στην οποία πραγματοποιούνται αυτές οι εργασίες είναι 247.8m².

12.2.7 Επιπλέον εργασίες

Πέραν των τροποποιήσεων στα τμήματα που αναφέρθηκαν ήδη κοστολογούνται και κάποιες επιπλέον εργασίες. Η επίχριση και ο χρωματισμών των στηθαίων της στέψης προς το ανάντη πρανές καθώς και η τροποποίηση των ιστών φωτισμού ώστε να διαθέτουν ένα δεύτερο βραχίονα φωτισμού που να φωτίζει το κατόντη πρανές. Η επιφάνεια των στηθαίων προς το ανάντη πρανές αθροίζεται σε 486.60m² και σε αυτή κοστολογείται η πραγματοποίηση των αντίστοιχων εργασιών. Σε σχέση με του ιστούς φωτισμού τώρα το μήκος της στέψης του φράγματος μετριέται 242,00m άρα τοποθετώντας ιστούς φωτισμού ανά 40m (όπως στο φράγμα ΑΚΣΕ Βαλσαμιώτη Χανίων) χρειάζονται έξι ιστοί φωτισμού. Κοστολογούνται λοιπόν, έξι επιπλέον βραχίονες φωτισμού, ένας για κάθε στύλο.

12.3 Προϋπολογισμός

12.3.1 Πίνακας προϋπολογισμού

Πίνακας 12.3 Προϋπολογισμός προτεινόμενων κατασκευών

Π.Τ	Α.Τ	Εργασία	Μονάδα	Αναθεώρηση	Τιμή (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
ΤΜΗΜΑ 1 Κατάντη πρανούς							
ΦΡΓ	9,01	Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	τ.μ.	ΥΔΡ 6301	4,50	4688,64	21098,88
ΤΜΗΜΑ 2 Κατάντη πρανούς							
	N.T	Πρ.στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20	τεμ.	B.4.3 x 2,5	450,00	96,00	43200,00
ΥΔΡ	9.10.0 4&01	Για κατασκευές από Σκυρόδεμα C16/20	κ.μ.	ΥΔΡ 6328	82,50	11,49	948,02
ΦΡΓ	8.06.0 1	Για κατασκευές από Σκυρόδεμα C20/25	κ.μ.	ΥΔΡ 6329	88,00	63,94	5626,51
ΦΡΓ	9,01	Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	τ.μ.	ΥΔΡ 6301	4,50	229,94	1034,73
ΦΡΓ	8,05	Προμήθεια και τοποθέτηση οπλισμού σκυροδεμάτων	χγρ	ΥΔΡ 6311	0,90	7542,88	6788,59
ΦΡΓ	9,06	Πρόσθετη τιμή για την διαμόρφωση επιμελημένων τελειωμάτων επιφανειών σκυροδέματος	τ.μ.	ΥΔΡ 6304	5,40	404,10	2182,14
ΦΡΓ	8,05	Προμήθεια και τοποθέτηση οπλισμού σκυροδεμάτων	χγρ	ΥΔΡ 6311	0,90	29387,76	26448,98
		Σκληρό επίχωμα φράγματος	κ.μ.	ΥΔΡ 6323	22,50	36,12	812,59
ΟΙΚ	71,46	Επιχρίσματα τριπτά τριβιδιστά επί πλεγμάτων με ασβεστοσιμεντοκονίαμα	τ.μ.	ΟΙΚ 7146	11,00	491,28	5404,08
ΟΙΚ	77,01	Υδροχρωματισμοί ασβέστου νέων επιφανειών	τ.μ.	ΟΙΚ 7701	1,50	491,28	736,92
ΤΜΗΜΑ 3 Κατάντη πρανούς							
Κατασκευή Αναβαθμών							
ΥΔΡ	8.01.0 3	Κατασκευή φατνών συρματοκιβωτίων ή συρματοκυλίνδρων με γαλβανισμένο συρματοπλέγμα με κράμα ψευδαργύρου – αλουμινίου	χγρ	ΥΔΡ 6151	2,50	17293,83	43234,56
ΥΔΡ	8.02.0 1	Πλήρωση συρματοκιβωτίων και συρματοκυλίνδρων με θραυστό υλικό λατομικής προέλευσης	κ.μ	ΥΔΡ 6154	16,00	1010,45	16167,28

Π.Τ	Α.Τ	Εργασία	Μονάδα	Αναθεώρηση	Τιμή (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
ΦΡΓ	9,01	Σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	τ.μ.	ΥΔΡ 6301	4,50	1155,09	5197,91
ΦΡΓ	4,24	Προμήθεια και τοποθέτηση αγκυρίων στήριξης πλέγματος	τεμ.	ΥΔΡ 7025	9,00	895,42	8058,77
Προετοιμασία χώρων εγκατάστασης πρασίνου							
ΠΡΣ	Δ7	Προμήθεια κηπευτικού χώματος	κ.μ	ΠΡΣ 1710	8,50	157,75	1340,84
ΠΡΣ	Δ8	Προμήθεια φυτικής γης	κ.μ	ΠΡΣ 1620	5,00	591,55	2957,74
ΠΡΣ	Δ9	Προμήθεια κοπριάς	κ.μ	ΠΡΣ 5340	24,60	39,44	970,14
ΟΙΚ	10.01.02	Φορτοεκφόρτωση με μηχανικά μέσα	κ.μ	ΟΙΚ-1104	1,50	788,73	1183,10
ΠΡΣ	Γ1	Γενική μόρφωση επιφάνειας εδάφους για την φύτευση φυτών	στρ	ΠΡΣ 1140	100,00	0,61	60,77
Φυτικό Υλικό							
ΠΡΣ	Δ4.2	Φυτά πρανών κατηγορίας Σ2 (κυπαρίσσι)	τεμ.	ΠΡΣ-394.2	1,50	14,00	21,00
ΠΡΣ	Δ2.2	Θάμνοι κατηγορίας Θ2 (ελιά)	τεμ.	ΠΡΣ-392.2	3,50	12,00	42,00
ΠΡΣ	Δ6.1	Ποώδη - πολυετή φυτά κατηγορίας Π1 (θυμάρι)	Τεμ.	ΠΡΣ-396.2	0,75	405,00	303,75
Εγκατάσταση Πρασίνου							
ΠΡΣ	Ε1.1	Άνοιγμα λάκκων διαστάσεων 0,30 X 0,30 X 0,30 m	τεμ.	ΠΡΣ 5130	0,60	800,73	480,44
ΠΡΣ	Ε9.3	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος όγκου μέχρι 1,50 lt	τεμ.	ΠΡΣ 5210	0,80	788,73	630,98
ΠΡΣ	Ε9.3	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος όγκου μέχρι 1,50 lt	τεμ.	ΠΡΣ 5210	1,00	591,55	591,55
ΠΡΣ	ΣΤ 2.1.5	Άρδευση φυτών με επίγειο σύστημα άρδευσης, αυτοματοποιημένο	τεμ.	ΠΡΣ 5321	0,01	1854,87	18,55
Άρδευτικό δίκτυο							
Πρωτεύον δίκτυο άρδευσης.							
ΠΡΣ	Η9.1.1	Ηλεκτροβάνες ελέγχου άρδευσης (ηλεκτροβάνες), ΡΝ 10 atm, πλαστικές Φ 2 1/2"	τεμ.	ΗΛΜ 8	140,00	4,00	560,00
ΠΡΣ		Λοιπός εξοπλισμός συστημάτων ελέγχου άρδευσης					1 5000,00

Π.Τ	Α.Τ	Εργασία	Μον άδα	Αναθεώρ ηση	Τιμή (€)	Ποσότη τα	Δαπάνη (€)
ΠΡΣ	H3.1	Αγωγός από σιδηροσωλήνα γαλβανισμένο με ραφή βαρέως τύπου Φ 2 1/2'	m	ΗΛΜ 5	17,10	64,00	1094,40
ΠΡΣ	H5.12.2	Μειωτές πίεσης PN 16 atm Φ 3/4''	τεμ.	ΗΛΜ 11	28,70	4,00	114,80
ΥΔΡ	13.03.01.03	Δικλείδα συρταρωτή με ωτίδες διαμέτρου 100 χλστ ονομαστικής πίεσης 10 atm.	τεμ.	ΥΔΡ 6651.1	200,00	4,00	800,00
ΠΡΣ	H7.2.8	Φίλτρα νερού, σίτας ή δίσκων, πλαστικά, ονομαστικής πίεσης 10 atm Φ 3"	τεμ.	ΗΛΜ 8	400,00	2,00	800,00
Δευτερεύον δίκτυο άρδευσης.							
ΠΡΣ	H5.12.2	Μειωτές πίεσης PN 16 atm Φ 3/4''	τεμ.	ΗΛΜ 11	28,70	4,00	114,80
ΠΡΣ	H2.3.5	Αγωγός από σωλήνα PVC 10 atm Φ 110	τεμ.	ΗΛΜ 8	9,90	55,00	544,50
Τριτεύον δίκτυο άρδευσης.							
ΠΡΣ	H8.1.1	Σταλάκτης αυτορυθμιζόμενος, επισκέψιμος	τεμ.	ΗΛΜ 8	0,21	862,00	181,02
ΠΡΣ	H8.2.9	Σταλακτηφόροι Φ20 mm από PE με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες και ριζοαπωθητικό για υπόγεια τοποθέτηση.	τεμ.	ΗΛΜ 8	0,94	646,50	607,71
ΠΡΣ	H5.3.2	Βάνες συρταρωτές, ορειχάλκινες, με σπείρωμα Φ 3/4''	τεμ.	ΗΛΜ 11	3,70	68,00	251,60
ΠΡΣ	ΣΤ2.1.6	Άρδευση φυτών με επίγειο σύστημα άρδευσης, αυτοματοποιημένο	τεμ.	ΠΡΣ 5321	0,01	800,73	8,01
ΤΜΗΜΑ 1 Στέψης							
ΥΔΡ	8.01.03	Κατασκευή φατνών συρματοκοιβωτίων ή συρματοκυλίνδρων	χγρ	ΥΔΡ 6151	2,10	5329,50	11191,95
ΥΔΡ	8.02.01	Πλήρωση συρματοκοιβωτίων και συρματοκυλίνδρων με θραυστό υλικό λατομικής προέλευσης	κ.μ	ΥΔΡ 6154	16,00	106,59	1705,44
ΤΜΗΜΑ 2 Στέψης							
ΟΙΚ	71,46	Επιχρίσματα τριπτά τριβιδιστά επί πλεγμάτων με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	τ.μ.	ΟΙΚ 7146	11,00	489,80	5387,80

Π.Τ	Α.Τ	Εργασία	Μονάδα	Αναθεώρηση	Τιμή (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
ΟΙΚ	77,01	Υδροχρωματισμοί ασβέστου νέων επιφανειών	τ.μ.	ΟΙΚ 7701	1,50	489,80	734,70
ΦΡΓ	9,06	Πρόσθετη τιμή για την διαμόρφωση επιμελημένων τελειωμάτων επιφανειών σκυροδέματος	τ.μ.	ΥΔΡ 6304	5,40	195,80	1057,32
ΦΡΓ	8.06.01	Για κατασκευές από Σκυρόδεμα C20/25	κ.μ.	ΥΔΡ 6329	88,00	228,29	20089,47
ΦΡΓ	9,01	Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	τ.μ.	ΥΔΡ 6301	4,50	830,00	3735,00
ΦΡΓ	8,05	Προμήθεια και τοποθέτηση οπλισμού σκυροδεμάτων	χγρ	ΥΔΡ 6311	0,90	22828,94	20546,05
		Σκληρό επίχωμα φράγματος	κ.μ.	ΥΔΡ 6323	22,50	213,07	4793,96
ΤΜΗΜΑ 3 Στέψης							
ΟΙΚ	71,46	Επιχρίσματα τριπτά τριβιδιστά επί πλεγμάτων με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	τ.μ.	ΟΙΚ 7146	11,00	247,80	2725,80
ΟΙΚ	77,01	Υδροχρωματισμοί ασβέστου νέων επιφανειών	τ.μ.	ΟΙΚ 7701	1,50	247,80	371,70
Επιπλέον Εργασίες							
Στηθαία ανάντη πρानούς							
ΟΙΚ	71,46	Επιχρίσματα τριπτά τριβιδιστά επί πλεγμάτων με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	τ.μ.	ΟΙΚ 7146	11,00	486,60	5352,60
ΟΙΚ	77,01	Υδροχρωματισμοί ασβέστου νέων επιφανειών	τ.μ.	ΟΙΚ 7701	1,50	486,60	729,90
Τροποποίηση Ιστών Φωτισμού							
ΟΔ	Z-3.2.3	Φωτιστικό σώμα με βραχίονα και λαμπτήρα Na ισχύος 400w	τεμ.	ΗΛΜ-103	340,00	6,00	2040,00
Άθροισμα ομάδων (€)							294039,85

12.3.2 Διευκρινίσεις

- Καθώς δεν υπάρχει στα αναλυτικά τιμολόγια τιμή για τα προκατασκευασμένα στοιχεία στον προϋπολογισμό του φράγματος Φιλιατρινού είχε χρησιμοποιηθεί τιμή μονάδας που συντέθηκε από του μηχανικούς του έργου. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία για την κατασκευή της κλίμακας είναι μεγαλύτερα 2,4 φορές κατ' όγκο από τα προκατασκευασμένα στοιχεία διατομής L που χρησιμοποιήθηκαν στο φράγμα Φιλιατρινού. Έτσι, θεωρήθηκε ότι και το κόστος τους θα είναι προσεγγιστικά 2,5 φορές μεγαλύτερο και η τιμή μονάδας που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτή του αντίστοιχου άρθρου Β.4.3 του φράγματος Φιλιατρινού πολλαπλασιασμένη επί 2.5.

- Επίσης στα αναλυτικά τιμολόγια δεν υπάρχει τιμή για τη διάστρωση σκληρού επιχώματος οπότε στον παρών προϋπολογισμό χρησιμοποιήθηκε η τιμή που χρησιμοποιήθηκε και στον προϋπολογισμό του φράγματος Φιλιατρινού, η οποία συντέθηκε από τους μηχανικούς του έργου.
- Στην κοστολόγηση του συστήματος άρδευσης, θεωρήθηκε επιπλέον δαπάνη 15.000€ για μέρη του δικτύου όπως προγραμματιστές μπαταρίας τύπου φρεατίου για ελεγχόμενες ηλεκτροβάνες, πλαστικά φρεάτια, συστολές, ταυ και γωνίες αγωγών κλπ. καθώς ο σχεδιασμός δεν προχώρησε σε τέτοια λεπτομέρεια. Με βάση άλλες παρόμοιες μελέτες άρδευσης που εξετάστηκαν (ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, 2012 σ. 3) (ΣΕΡΡΩΝ, ΔΗΜΟΣ, 2011 σ. 14) φαίνεται για τις εν λόγω διατάξεις να αρκεί ένα ποσό της τάξης των 5.000€ αλλά για την αποφυγή παραλήψεων το πόσο που απαιτείται θεωρήθηκε εν τέλει 15.000€.
- Για την τιμή των συρταρωτών δικλίδων του πρωτεύοντος συστήματος άρδευσης χρησιμοποιήθηκε το ενιαίο τιμολόγιο του 2013 (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ, 2013 σ. 607) διότι το τιμολόγιο του 2007 που χρησιμοποιήθηκε για τις υπόλοιπες εργασίες δεν περιείχε την συγκεκριμένη τιμή (Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε, 2007 σ. 61).

12.3.3 Σχόλια

Παρατηρείται ότι η καθαρή δαπάνη όλων των προτεινόμενων τροποποιήσεων ανέρχεται σε 294039,85€ δηλαδή σε ένα ποσοστό της τάξης του 1,39% επί της καθαρής δαπάνης προϋπολογισμού δημοπράτησης του φράγματος Φιλιατρινού χωρίς ΓΕ & ΟΕ, απρόβλεπτα, πρόβλεψη αναθεώρησης και πρόβλεψη ΦΠΑ που ανέρχεται σε 21.119.241,04€.

Όμως, για την πραγματοποίηση των προτεινόμενων τροποποιήσεων όπως επεξηγήθηκε στο υποκεφάλαιο 10.3 επιλέχθηκε να μην χρησιμοποιηθούν τα συνήθη προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος διατομής L για τη διαμόρφωση του κατάντη πρανούς. Η καθαρή δαπάνη που αφορά τα στοιχεία αυτά με βάση τον προϋπολογισμό του φράγματος Φιλιατρινού ανέρχεται στα 576.000,00€. Αυτό σημαίνει ότι ουσιαστικά με τις πραγματοποιούμενες τροποποιήσεις όχι μόνο γίνεται προσπάθεια για καλύτερη ένταξη του φράγματος στο τοπίο και συμμόρφωση με τις αρχιτεκτονικές παραδόσεις τη περιοχής αλλά εξοικονομούνται και από τον προϋπολογισμό 281.960,15€. Δηλαδή ο καθαρός προϋπολογισμός δαπάνης του φράγματος, χωρίς προσαυξήσεις, μειώνεται κατά 1,34%.

13 Συμπεράσματα – Σύνοψη προτάσεων

13.1 Συμπεράσματα

13.1.1 Μέρος Α

1. Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις σε φράγματα μπορούν να πραγματοποιούνται ακόμα και με πολύ μικρό κόστος ή ακόμα και με μείωση του κόστους ενός φράγματος. Σχετικά παραδείγματα μείωσης του κόστους φράγματος με εφαρμογή αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων μπορούν να θεωρηθούν αρχικά η μελέτη περίπτωσης κατασκευής φράγματος ΑΚΣΕ σε νησί του Αιγαίου που εξετάζεται στο Μέρος Β της εργασίας ή περιπτώσεις σαν το φράγμα Wilson της Ινδίας όπως αυτές που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4.2.1. Περίπτωση εκτενούς αρχιτεκτονικής παρέμβασης σε φράγμα με σχετικά χαμηλό κόστος μπορεί να θεωρηθεί αυτή του φράγματος La Breña II της Ισπανίας, της οποίας τα οικονομικά στοιχεία αναλύονται στο εδάφιο 6.1.2.
2. Τα τυπικώς κατασκευασμένα ελληνικά φράγματα, που λαμβάνουν υπόψη στο σχεδιασμό τους μόνο τις τεχνικές απαιτήσεις του έργου, μπορούν να δημιουργήσουν ζώνες υποβάθμισης του τοπίου ακόμα και σε περιοχές με υψηλή τουριστική αξία. Η περιοχή του φράγματος τυχαίνει της υποβάθμισης από τους κατοίκους της περιοχής αλλά και την τοπική αυτοδιοίκηση. Τέτοιο αρνητικό παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί το φράγμα Μαραθίου που παρουσιάζεται στα εδάφια 6.2.2 και 6.2.36.3.
3. Η αρχιτεκτονική των φραγμάτων έχει να απασχολήσει σε μεγάλη κλίμακα τους ελληνικούς φορείς και κατ' επέκταση του Έλληνες μηχανικούς που ασχολούνται με την κατασκευή, τον σχεδιασμό και την έρευνα σε θέματα μεγάλων φραγμάτων από το 1926 και το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα, δηλαδή το φράγμα Μαραθώνα.
4. Τα ελληνικά φράγματα κατασκευάζονται σε μεγάλο ποσοστό σε περιοχές μεγάλης τοπιακής αξίας και προκαλούν τροποποιήσεις ως προς τα χαρακτηριστικά του τοπίου τους.
5. Η τοποθεσία του φράγματος αποτελεί ίσως την πιο σημαντική παράμετρο τόσο για το σε τι βαθμό θα πρέπει να εξεταστεί η αρχιτεκτονική σε αυτό, όσο και για τον ακριβή τύπο και μορφή που θα πρέπει να έχει αυτή.

6. Στις χώρες στις οποίες παρατηρείται μεγάλος αριθμός αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα (Ισπανία, Ιαπωνία, Γερμανία, Νορβηγία, Σκωτία κλπ.) διακρίνεται ως κοινό χαρακτηριστικό η προσπάθεια να εναρμονιστεί το φράγμα με το εκάστοτε τοπίο. Σημαντικό διαμορφωτικό ρόλο λοιπόν, στην λογική των αρχιτεκτονικών αυτών παρεμβάσεων, διαθέτει η ιστορία της περιοχής, τα αρχιτεκτονικά ρεύματα και η αρχιτεκτονικές παραδόσεις που κυριαρχούν στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος αλλά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της περιοχής (χλωρίδα, μορφολογία, πετρώματα, κλπ.)
7. Τα φράγματα βαρύτητας, τα αντηριδωτά και τα τοξωτά φράγματα διαθέτουν μεγαλύτερο εύρος διαθέσιμων ιδεών και τεχνικών για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις απ' ό,τι τα γεωφράγματα.
8. Στο μέλλον θέματα αρχιτεκτονικής των φραγμάτων και ένταξης τους στο τοπίο θα απασχολήσουν τις κοινωνίες ακόμα περισσότερο καθώς οι απαιτήσεις για την κατασκευή φραγμάτων θα αυξάνονται και τα φράγματα θα έρχονται πιο κοντά σε πόλεις αλλά και σε περιοχές ιδιαίτερης τοπιακής αξίας. Ήδη στην Ελλάδα από τις 52 οριστικές ή προκαταρκτικές μελέτες που υπάρχουν αυτή τη στιγμή για την κατασκευή φραγμάτων οι 23 αναφέρονται σε κατασκευή φραγμάτων σε νησιά του Αιγαίου.
9. Οι αρχιτεκτονικές δυνατότητες των φραγμάτων αποτελούν πλεονέκτημα τους έναντι άλλων ΑΠΕ, όπως τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες, που δεν διαθέτουν αντίστοιχες δυνατότητες. Το μεγαλύτερο μέρος της απαιτούμενης έκτασης για ένα υδροηλεκτρικό φράγμα αποτελείται από την τεχνητή λίμνη του φράγματος, ενώ το ίδιο το φράγμα και τα συνοδά του έργα του απαιτούν πολύ μικρότερη έκταση και παράλληλα διαθέτουν πληθώρα αρχιτεκτονικών δυνατοτήτων (υποκεφάλαιο 6.3). Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει φυσικά με τα φωτοβολταϊκά πάρκα ή τα αιολικά πάρκα τα οποία απαιτούν την εγκατάσταση μηχανολογικού εξοπλισμού σε μεγάλες εκτάσεις, ο οποίος ούτε ιδιαίτερες δυνατότητες για αρχιτεκτονικές τροποποιήσεις διαθέτει ούτε μπορεί να συγκριθεί ως προς την επίδραση του στο τοπίο με την δημιουργία μια τεχνητής λίμνης.

13.1.2 Μέρος Β

1. Οι αρχιτεκτονικές δυνατότητες των φραγμάτων που κατασκευάζονται στην Ελλάδα δεν έχουν διερευνηθεί καθόλου με αποτέλεσμα να

χρησιμοποιούνται τεχνικές στην κατασκευή φραγμάτων οι οποίες υποτίθενται ότι γίνονται και για αρχιτεκτονικούς-αισθητικούς λόγους αλλά εν τέλει, δαπανούν αχρείαστα χρηματικά ποσά χωρίς να πετυχαίνουν πραγματικά αποτελέσματα προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της αρχιτεκτονικής των φραγμάτων.

2. Από τους πιο δημοφιλείς κατασκευαστικά τύπους φραγμάτων στην Ελλάδα (χωμάτινα φράγματα, λιθόρριπτα φράγματα και φράγματα βαρύτητας) τα φράγματα ΑΚΣΕ φαίνεται να είναι ο τύπος που εμφανίζει τις πιο πολλές δυνατότητες για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις.
3. Υπάρχει δυνατότητα για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στα ελληνικά φράγματα ακόμα και με παράλληλη μείωση του προϋπολογισμού τους.

13.2 Σύνοψη προτάσεων

Στα πλαίσια της εργασίας κατατίθενται συνολικά οι ακόλουθες τρεις προτάσεις για τεχνικές, ιδέες και μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πιο ομαλή ένταξη ενός φράγματος σε ένα τοπίο και στην προσπάθεια το φράγμα να συμβάλλει στην ανάδειξη ενός τοπίου αντί της υποβάθμισης του:

1. Η βάση δεδομένων του κεφαλαίου 4 όπου τυποποιούνται διάφορες τεχνικές και ιδέες για αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις στο σώμα, τα συνοδά έργα και στο τοπίο της περιοχής του φράγματος, που έχουν εφαρμοστεί διεθνώς. Στη βάση αυτή περιγράφονται τεχνικές, παρουσιάζονται ιδέες και παρέχονται δεδομένα από φράγματα στα οποία έχουν εφαρμοστεί τέτοιες παρεμβάσεις.
2. Η πρόταση του Μέρους Β της εργασίας για τροποποιήσεις στον σχεδιασμό φράγματος ΑΚΣΕ με θεώρηση τοποθεσίας κατασκευής από το χώρο των νησιών του Αιγαίου. Στην πρόταση αυτή παρουσιάζονται τροποποιήσεις οι οποίες είναι εφαρμόσιμες με μικρές αλλαγές σε οποιοδήποτε φράγμα ΑΚΣΕ και οι οποίες κατατίθενται σαν προτάσεις για φορείς που σχεδιάζουν την κατασκευή τέτοιων φραγμάτων στο Αιγαίο, όπως το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων αλλά και γενικότερα στους φορείς που ασχολούνται με το σχεδιασμό και την κατασκευή τέτοιων φραγμάτων. Στις τροποποιήσεις πραγματοποιείται τεχνική και κατασκευαστική ανάλυση και αποδεικνύεται ότι μπορούν να επιτύχουν την πιο ομαλή ένταξη του φράγματος στο τοπίο και τη συμμόρφωση με τις αρχιτεκτονικές συνθήκες της περιοχής εξασφαλίζοντας παράλληλα τη μείωση του προϋπολογισμού τέτοιων έργων σε σχέση με τις υπάρχουσες σχεδιαστικές λογικές, όπως την

επένδυση του κατόντη πρηνούς των φραγμάτων ΑΚΣΕ με προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος.

3. Τέλος, σαν πρόταση κατατίθεται και η σχεδιαστική λογική που ακολουθήθηκε στο Μέρος Β της εργασίας η οποία περιγράφεται στο κεφάλαιο 9 και δίνει έμφαση στη χρήση συγκεκριμένων αρχών στον σχεδιασμό αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στα φράγματα οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιαδήποτε αντίστοιχη προσπάθεια στο μέλλον.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Στατιστικά αρακτηριστικά των τοποθεσιών των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας με βάση τις εικόνες 2.3-2.6.	10
Πίνακας 2.2 Πίνακας αξιολόγησης συσχέτισης περιβαλλοντικών επιδράσεων με την περιοχή και την εικόνα του τοπίου του φράγματος. Το σύμβολο ✓ έχει χρησιμοποιηθεί για να δείξει την επαλήθευση του κριτηρίου της εκάστοτε στήλης.	20
Πίνακας 3.1 Αριθμός μεγάλων φραγμάτων ανά τύπο στην Ελλάδα και αντίστοιχα ποσοστά.	25
Πίνακας 3.2 Παρουσίαση των δεδομένων του Πίνακα 2 σε γράφημα.	26
Πίνακας 3.3 Τα 60 φράγματα που εξετάστηκαν ως προς της παρουσίας κατασκευής με στόχο της αισθητικής του φράγματος και τα σχετικά συμπεράσματα.	35
Πίνακας 4.1 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με διακοσμητική τοιχοποιία που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.	44
Πίνακας 4.2 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με αρχιτεκτονική ιστορικού μνημείου-κάστρου που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.	48
Πίνακας 4.3 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με φύτευση στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.	53
Πίνακας 4.4 Οι ονομασίες του συνόλου των φραγμάτων με τεχνικές αξιοποίησης της υπερχείλισης στο σώμα του φράγματος που εξετάστηκαν, κατά αλφαβητική σειρά. Με έντονη γραφή συμβολίζονται τα φράγματα που παρουσιάστηκαν στο παρόν υποκεφάλαιο.	68
Πίνακας 6.1 Κοστολόγηση βασικών εργασιών φύτευσης κατάντη πρानούς φράγματος La Breña II (πηγή δεδομένων (A.Sandoval, προσωπική επικοινωνία).	85
Πίνακας 6.2 Κοστολόγηση συμπληρωματικών εργασιών φύτευσης κατάντη πρानούς φράγματος La Breña II (πηγή δεδομένων (A.Sandoval, προσωπική επικοινωνία)..	87
Πίνακας 6.3 Υπολογισμός ποσοστού συμμετοχής της αρχιτεκτονικής παρέμβασης στο συνολικό κόστος του φράγματος.	87
Πίνακας 6.4 Χαρακτηριστικά φράγματος Μαραθίου και φράγματος Toket.	88
Πίνακας 6.5 Οικονομικά και τουριστικά δεδομένα Ελλάδας και Ερυθραίας πριν από την κατασκευή των φραγμάτων Μαράθι και Toket αντιστοίχως.	89
Πίνακας 6.6 Βασικά χαρακτηριστικά φράγματος Nomeland.	95
Πίνακας 6.7 Πίνακας σύγκρισής απαιτούμενου εμβαδού τεχνικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ανά τύπο ανανεώσιμης ενέργειας.	99

Πίνακας 8.1: Κατασκευασμένα ή σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής φράγματα ΑΚΣΕ στην Ελλάδα. Με έντονη γραφή παρουσιάζονται τα φράγματα σε νησιά του Αιγαίου.	110
Πίνακας 8.2: Πίνακας φραγμάτων ΑΚΣΕ στον ελληνικό χώρο για τα οποία έχει ολοκληρωθεί οριστική μελέτη (Δαούτης, 2012).	110
Πίνακας 8.3 Πίνακας ελληνικών φραγμάτων υπό σχεδιασμό ή προκαταρκτικό σχεδιασμό με δεδομένα του 2008 (πηγή δεδομένων: http://portal.tee.gr/ μετά από επεξεργασία). Με έντονη γραφή παρουσιάζονται τα φράγματα που πρόκειται να κατασκευαστούν σε νησιά του Αιγαίου.....	112
Πίνακας 8.4 Γενικά χαρακτηριστικά φράγματος και ταμιευτήρα Φιλιατρινού (πηγές δεδομένων: (Ζαχαρόπουλος, 2014 σ. 116), www.youtube.com)	116
Πίνακας 12.1 Εμβαδά επιφανειών σκληρού επιχώματος του κατάντη πρσανούς για τη διαμόρφωση των οποίων θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ξυλότυποι ή σιδηρότυποι.	174
Πίνακας 12.2 Υπολογισμός μάζας εξαρτημάτων συρματοκιβωτίων στέψης.	176
Πίνακας 12.3 Προϋπολογισμός προτεινόμενων κατασκευών	178

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 Τοποθεσία φράγματος Ληθαίου Τρικάλων: Κάτοψη της περιοχής πριν και μετά την κατασκευή του φράγματος.....	5
Εικόνα 2.2 Τοποθεσία φράγματος Ληθαίου Τρικάλων: Παρουσίαση της ανθρωπογενούς παρέμβασης που προκαλεί τον μετασχηματισμό του τοπίου.....	6
Εικόνα 2.3 Χάρτης του ανάγλυφου της Ελλάδας με τοποθέτηση όλων των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας μέχρι το 2013. Προέλευση: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)μετά από προσαρμογή.....	7
Εικόνα 2.4 Χάρτης βασικών κατευθύνσεων χωρικής οργάνωσης τουρισμού με τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας μέχρι το 2013. Προέλευση (Υ.Π.Ε.Κ.Α, 2013) μετά από προσαρμογή.....	8
Εικόνα 2.5 Χάρτης του πληροφοριακού συστήματος φιλότης με παρουσίαση των περιοχών του υπομνήματος και τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας. Προέλευση http://filotis.itia.ntua.gr/ μετά από προσαρμογή.....	9
Εικόνα 2.6 Χάρτης του προγράμματος Coordination of Information on the Environment (CORINE) με τίτλο CORINE Land Cover 2006 με τοποθέτηση των μεγάλων φραγμάτων της Ελλάδας. Προέλευση http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-raster-1 μετά από προσαρμογή.....	10
Εικόνα 3.1 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Κρεμαστών (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Μουτάφης, 2014)).....	28
Εικόνα 3.2 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Κρεμαστών (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013) μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)).....	31
Εικόνα 3.3 Σχέδια και φωτογραφίες φράγματος Στενού Σερίφου (προέλευση σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013) μετά από προσαρμογή, προέλευση φωτογραφιών: google maps, (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013)).....	33
Εικόνα 3.4 Τα τέσσερα φράγματα της Ελλάδας με παρουσία κατασκευής που να εξυπηρετεί αισθητικούς σκοπούς. (Πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.love-n-live-life.tumblr.com , www.akter.gr , www.panoramio.com , www.karetanidis.com).....	38
Εικόνα 4.1 Φωτογραφίες και πληροφορίες μικρών και μεγάλων φραγμάτων με διακοσμητική λίθινη επένδυση. Για κάθε φράγμα παρουσιάζεται μια γενική φωτογραφία με το δείκτη α και μια φωτογραφία πιο κοντά στο φράγμα, με έμφαση στην τοιχοποιία, με το δείκτη β.(πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1: www.nve.no , www.panoramio.com 2: www.wikipedia.com , www.panoramio.com 3: www.panoramio.com , (Irles Más, et al., 2002) 4: www.wikipedia.com , www.flickr.com 5: www.seprem.es ,	

- www.panoramio.com 6: (MARTÍN, 2012), www.panoramio.com 7: www.flickrriver.com, www.sharkonfire.com)..... 43
- Εικόνα 4.2 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με αρχιτεκτονική μνημείου – κάστρου (πηγές εικόνων με τη σειρά : www.cyclingnorthwales.co.uk, www.presasyembalsesdeandalucia.es, www.panoramio.com, www.snipview.com, www.thedambusters.org.uk, www.commons.wikimedia.org..... 47
- Εικόνα 4.3 Τυπική τομή φράγματος Tirajana (πηγή: www.sig.magrama.es)... 49
- Εικόνα 4.4 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες γεωφραγμάτων με ειδική διαμόρφωση του κατάντη πρσανούς. Για κάθε φράγμα παρουσιάζεται μια γενική φωτογραφία με το δείκτη α και μια πιο κοντινή φωτογραφία, με έμφαση στην επένδυση του φράγματος, με το δείκτη β.(πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1: www.wikipedia.com, www.now2000net.blogspot.gr 2: www.maps.google.com (με αποτύπωση στιγμιότυπου από το street view), www.panoramio.com 3: www.wikipedia.com, www.damsite.m78.com 4: www.wikipedia.com). 51
- Εικόνα 4.5 Τυπική τομή φράγματος Quadarranque. Η διάταξη των φυτεμένων αναχωμάτων διακρίνεται στο κατάντη πρανές (πηγή σχεδίου: www.srancold.es) 52
- Εικόνα 4.6 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με φύτευση στο σώμα του φράγματος. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.panoramio.com, www.dragados-usa.com, www.pprune.org, www.wikipedia.com, www.panoramio.com, (Pérez et al, 2013), www.youtube.com(στιγμιότυπο)) 55
- Εικόνα 4.7 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες αντηριδωτών-τοξωτών φραγμάτων που τηρούν τις αρχές της παραλληλίας, της επαναληπτικότητας και της ορθογωνιότητας (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.en.wikipedia.org, www.tu.no)..... 56
- Εικόνα 4.8 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διατάξεις διακόσμησης της στέψης (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.damnet.or.jp, www.fincarocabella.com) 57
- Εικόνα 4.9 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διατάξεις διακόσμησης της στέψης (πηγή φωτογραφιών: www.wikipedia.com) . 58
- Εικόνα 4.10 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων ειδικές διατάξεις φωτισμού (πηγή φωτογραφιών: www.wikipedia.com) 59
- Εικόνα 4.11 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διακόσμηση με έργα τέχνης. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.wikiwand.com, damnet.or.jp, www.rutasyfotos.com, www.seprem.es)..... 61
- Εικόνα 4.12 Κάτοψη του υπερχειλιστή του φράγματος Tunhovd (πηγή σχεδίου: (Statkraft Energi AS, 2011) μετά από προσαρμογή). 62
- Εικόνα 4.13 Παραδείγματα διατάξεων αποτόνωσης ενέργειας. (πηγή (U.S. Department of the Interior, 2014 σ. 3-92) μετά από τροποποίηση)..... 63
- Εικόνα 4.14 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με χρήση του εκχειλιστή ή υπερχειλιστή για τη δημιουργία τεχνητού καταράκτη (πηγές

φωτογραφιών κατά σειρά: www.amitkulkami.info , (MARTÍN, 2012) www.mcsiden.no , www.elmundo.es).....	65
Εικόνα 4.15 Οριζοντιογραφία και τυπική τομή φράγματος Malpasso de Calvillo (πηγή σχεδίων: www.sprancold.com).....	65
Εικόνα 4.16 Τομή σιφωνοειδούς εκχειλιστή φράγματος Hōnenike και απεικόνιση εκχείλισης (πηγή σχεδίων κατά σειρά: www.damnet.or.jp , www.pref.kagawa.jp).....	66
Εικόνα 4.17 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες φραγμάτων με διαφορετικές τεχνικές υπερχείλισης και εκχείλιση στο σώμα του φράγματος (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: (MARTÍN, 2012), www.damnet.or.jp , www.mexconnect.com , www.nve.no , www.wikipedia.com).....	68
Εικόνα 4.18 Σκαρίφημα διαδικασίας κατασκευής κανάβου (πηγή www.j.tokkoj.com μετά από τροποποίηση).....	71
Εικόνα 4.19 Φωτογραφίες από τη διαδικασία κατασκευής και το τελικό αποτέλεσμα.....	71
Εικόνα 4.20 Από αριστερά προς τα δεξιά: Σκαρίφημα τομής κανάβου μετά την πλήρωση του με φυτική γη και την ανάπτυξη των φυτών. Σκαρίφημα διάταξης εκτόξευσης φυτικής γης (πηγές σχεδίων κατά σειρά: http://www.kyushu-realize.co.jp/).....	72
Εικόνα 4.21 Φωτογραφίες από τη διαδικασία πλήρωσης και το τελικό αποτέλεσμα.....	72
Εικόνα 4.22 Φωτογραφίες από την εξέλιξη της φύτευσης στο φράγμα Mīya- kesefuku μέσα σε ένα χρόνο από την κατασκευή του κανάβου (πηγή φωτογραφιών: www.tobi-tech.com).....	73
Εικόνα 4.23 Φωτογραφίες και βασικές πληροφορίες παραδειγμάτων φραγμάτων με εκτεταμένη χρήση της συνήθους ιαπωνικής τεχνικής για την αποκατάσταση των εκσκαφών (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.e-lg.asablo.jp , www.minkara.carview.co.jp , www.damnet.or.jp) .	74
Εικόνα 5.1 Φωτογραφία κατάντη πρανούς και βασικές πληροφορίες φράγματος Kensico. (πηγή φωτογραφίας: www.stevebeal.com).....	80
Εικόνα 6.1 Φωτογραφίες αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων φραγμάτων Wilson και Fresnillo (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.en.wikipedia.org , www.rutasfotos.com).....	84
Εικόνα 6.2 Φωτογραφίες φραγμάτων Toker και Μαραθίου από το αριστερό αντέρεισμα. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.madote.com , (Κούμουλος, 2012 σ. 22)).....	90
Εικόνα 6.3 Φωτογραφίες σχετικές με τις παρατηρήσεις για την αισθητική εικόνα του φράγματος Μαραθίου Μυκόνου (πηγές φωτογραφιών: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας).....	92
Εικόνα 6.4 Φωτογραφίες ενδείξεων έλλειψης συντήρησης του φράγματος Μαραθίου Μυκόνου (πηγή φωτογραφιών: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας).....	93
Εικόνα 6.5 Στιγμιότυπο από το Google Earth Pro όπου χρωματίζονται οι περιοχές της λίμνης, του φράγματος και του σταθμού παραγωγής που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των αντίστοιχων εμβαδών. Η	

λίμνη χρωματίζεται με απαλό πορτοκαλί χρώμα και μαύρα περιθώρια ενώ το φράγμα και ο σταθμός παραγωγής με έντονο πορτοκαλί στο κάτω μέρος της εικόνας.....	96
Εικόνα 6.6 Φωτογραφίες λίμνης Nomeland, φωτοβολταϊκού και αιολικού πάρκου. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: 1,2: www.googlemaps.com , www.pv-magazine.com , www.sites.psu.edu).	98
Εικόνα 6.7 Φωτογραφίες φράγματος και σταθμού παραγωγής Nomeland. (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: www.nve.no , www.panoramio.com)	100
Εικόνα 6.8 Τομές χωμάτινου φράγματος Κρεμαστών και Πύργου Αθηνών στην ίδια κλίμακα (πηγές σχεδίων: (Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, 2013 σ. 31), http://www.slideshare.net/).....	102
Εικόνα 6.9 Τομή φράγματος Proserpina (πηγή σχεδίου: (WB, SIWI, 2013) μετά από επεξεργασία)	102
Εικόνα 6.10 Σχεδιάγραμμα της ιεραρχίας των αναγκών του Α.Maslow (πηγή: www.el.wikipedia.org)	103
Εικόνα 6.11 Φωτογραφίες φραγμάτων κτισμένων κοντά σε οικισμούς. (πηγές φωτογραφιών (κατά σειρά): www.vrdtlandnytt.blogspot.com , www.panoramio.com)	105
Εικόνα 8.1 Σχέδιο τυπικής τομής φράγματος Φιλιατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας.	117
Εικόνα 8.2 Σχέδιο τομής υπερχειλιστή φράγματος Φιλιατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας.	118
Εικόνα 8.3 Σχέδιο όψης κατάντη πρσανούς φράγματος Φιλιατρινού (Το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στο παράρτημα της εργασίας.	119
Εικόνα 10.1 Σχηματική απεικόνιση τροποποιήσεων.	126
Εικόνα 10.2 Προτεινόμενη όψης κατάντη πρσανούς (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).	127
Εικόνα 10.3 Τομή AA' (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).	128
Εικόνα 10.4 Τομή BB' (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).	129
Εικόνα 10.5 Τομή ΓΓ' (το πλήρες σχέδιο βρίσκεται στα παραρτήματα της εργασίας).	130
Εικόνα 10.6 Απεικόνιση φράγματος με εφαρμογή των προτεινόμενων τροποποιήσεων σε τοπίο του Αιγαίου (Πηγή φωτογραφίας που χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για την τοποθέτηση του σχεδίου του φράγματος: http://www.discover-serifos.com/).	131
Εικόνα 10.7 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Άνω Μεράς (πηγή σχεδίου και φωτογραφίας: (Κούμουλος, 2012 σ. 22 και 47)).	134
Εικόνα 10.8 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Φιλιατρινού (φωτογραφία από τον συντάκτη της εργασίας).....	135

Εικόνα 10.9 Φωτογραφίες κατάντη πρανών φραγμάτων με εμφανές σκληρό επίχωμα (πηγές φωτογραφιών: www.haniotika-nea.gr , www.chiosnews.com).....	135
Εικόνα 10.10 Προσδιορισμός τμήματος I του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	137
Εικόνα 10.11 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Άνω Μεράς (Κούμouλος, 2012 σ. 22 και 47), πηγή φωτογραφίας: φωτογραφία του συντάκτη της εργασίας).....	138
Εικόνα 10.12 Λεπτομέρεια και φωτογραφία προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος φράγματος Ληθαιού (πηγή φωτογραφίας: (Υ.ΠΕ.ΘΕ, 2015)).....	139
Εικόνα 10.13 Προσδιορισμός τμήματος II του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	140
Εικόνα 10.14 Προσδιορισμός τμήματος III του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	141
Εικόνα 10.15 Φωτογραφίες από τις στέψεις ελληνικών φραγμάτων ΑΚΣΕ (πηγές φωτογραφιών: 1,2: φωτογραφίες του συντάκτη της εργασίας, 3: www.blackathania.blogspot.com).	143
Εικόνα 10.16 Προσδιορισμός τμήματος I της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	144
Εικόνα 10.17 Προσδιορισμός τμήματος II της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	145
Εικόνα 10.18 Προσδιορισμός τμήματος III της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	146
Εικόνα 11.1 Προσδιορισμός τμήματος I του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	147
Εικόνα 11.2 Φωτογραφίες από διαμόρφωση πρανών φράγματων ΑΚΣΕ με χρήση μεταλλοτύπων και ξυλοτύπων. (πηγή φωτογραφιών; (Ζαχαρόπουλος, 2014)).....	148
Εικόνα 11.3 Προσδιορισμός τμήματος II του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	149
Εικόνα 11.4 Διάταξη προκατασκευασμένων στοιχείων διαμόρφωσης κλίμακας καθ ύψος σε τομή του τμήματος II.	150
Εικόνα 11.5 Λεπτομέρεια προκατασκευασμένου στοιχείου	150
Εικόνα 11.6 Λεπτομέρεια από την τομή του φράγματος στη θέση του εξώστη.	151
Εικόνα 11.7 Προσδιορισμός τμήματος III του κατάντη πρανούς στην κατάντη όψη του φράγματος.....	152
Εικόνα 11.8 Διάταξη συρματοκιβωτίων καθ' ύψος στην τομή του φράγματος.	153
Εικόνα 11.9 Λεπτομέρεια αναβαθμού.	153
Εικόνα 11.10 Διαστάσεις συρματοκιβωτίων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του αναβαθμού.....	154
Εικόνα 11.11 Λεπτομέρεια της διάταξης των συρματοκιβωτίων κατά μήκος του φράγματος στην κατάντη όψη του.	155

Εικόνα 11.12 Σχεδιάγραμμα διαδικασίας κατασκευής αναβαθμών.	157
Εικόνα 11.13 Λεπτομέρεια αρχικού προκατασκευασμένου στοιχείου σκυροδέματος.	159
Εικόνα 11.14 Λεπτομέρεια τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου σκυροδέματος.	159
Εικόνα 11.15 Διάταξη προκατασκευασμένων στοιχείων καθ ύψος στην τομή του φράγματος.....	160
Εικόνα 11.16 Λεπτομέρεια αναβαθμού.	160
Εικόνα 11.17 Σχεδιάγραμμα διαδικασίας κατασκευής αναβαθμών.	162
Εικόνα 11.18 Σκαρίφημα τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου στην τομή του φράγματος.....	163
Εικόνα 11.19 Σκαρίφημα δημιουργούμενου αναβαθμού.....	163
Εικόνα 11.20 Σχεδιάγραμμα περιγραφής λειτουργίας συστήματος άρδευσης.	164
Εικόνα 11.21 Σχεδιάγραμμα πρόσβασης στους αναβαθμούς (με πορτοκαλί χρώμα φαίνεται η ακολουθούμενη πορεία προς κάθε αναβαθμό).....	165
Εικόνα 11.22 Λεπτομέρεια της στέψης στην τυπική διατομή του φράγματος Φιλιατρινού.....	167
Εικόνα 11.23 Λεπτομέρεια της στέψης στην τυπική διατομή του τροποποιημένου φράγματος.	167
Εικόνα 11.24 Προσδιορισμός τμήματος I της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	168
Εικόνα 11.25 Λεπτομέρεια διαμόρφωσης της στέψης του φράγματος στο τμήμα I.	168
Εικόνα 11.26 Προσδιορισμός τμήματος II της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	169
Εικόνα 11.27 Λεπτομέρεια από το τμήμα II της στέψης στην διατομή του φράγματος.....	169
Εικόνα 11.28 Φωτογραφίες από την κατασκευή της σκέψης φραγμάτων ΑΚΣΕ και RCC με τοιχία οπλισμένου σκυροδέματος (πηγές φωτογραφιών κατά σειρά: (Ζαχαρόπουλος, 2014), www. blog.360gradosenconcreto.com)	170
Εικόνα 11.29 Προσδιορισμός τμήματος III της στέψης στην κατάντη όψη του φράγματος.....	171
Εικόνα 11.30 Τροποποίηση συνήθους ιστού φωτισμού οδοποιίας για την στέψη του φράγματος(πηγή σχεδίων (Ν.Μουτάφης, προσωπική επικοινωνία).....	172
Εικόνα 11.31 Λεπτομέρεια έδρασης στύλου φωτισμού πλησίον του στηθαίου προς το κατάντη πρανές.	172

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Oxford University Press. 1993. *Shorter Oxford English Dictionary.* 1993.

ΔΗΜΟΣ ΜΥΚΟΝΟΥ Δ/ΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ. 2014. ΑΔΑ: ΒΙΕΛΩΚΚ-ΖΒΙ «Περί συγκρότησης Επιτροπής Αισθητικής σύμφωνα με το άρθρο 70 του Ν.3852/2010 “ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ”». 2014.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΝΟΜΟΣ ΚΥΚΛΑΔΩΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ ΔΗΜΟΥ ΜΥΚΟΝΟΥ. 2014. ΑΔΑ: 7305ΩΚΚ-ΥΜΔ «Περί συντήρησης της προτομής της Μαντώ Μαυρογένους». 2014.

Ο Πρόεδρος της Δημοκρατίας. 1976. ΠΔ 13-08-1976: Περί αναθεώρησης των όρων και περιορισμών δόμησης του ρυμοτομικού σχεδίου της πόλης Μυκόνου και καθορισμού των όρων και περιορισμών δόμησης των νήσων Μυκόνου - Δήλου και Ρηνείας (Κυκλάδων). 1976.

A. Carreira, F. Guerrero. 1997. *UN CASO ATIPICO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL: AFECCIONES AL MEDIO TERRESTRE DURANTE LA FASE DE EXPLOTACION DE CHARCO REDONDO.* 1997.

A. Christofides, A. Efstratiadis, D. Koutsoyiannis, G.-F. Sargentis, and K. Hadjibiros. 2005. *Resolving conflicting objectives in the management of the Plastiras Lake: can we quantify beauty?* 2005.

Andrade Tovar & Israel Raymundo. 2012. *Aspectos constructivos y estructurales de las presas.* 2012.

Breen, Jon. 1994. *PROPOSAL TO LANDMARK THE CATARACT DAM AS A NATIONAL ENGINEERING LANDMARK.* 1994.

C.J. Wijesundara and N.D.K. Dayawansa. 2003. *Construction of Large Dams and their Impact on Cultural Landscape: A Study in Victoria Reservoir and the Surrounding Area.* 2003.

Council of Europe. 2000. *European Landscape Convention and reference documents.* 2000.

Dam, The southeastern Mediterranean ecosystem revisited: Thirty years after the construction of the Aswan High.

Deutschen Rates für Landespflege. 1984. *Talsperren, Landespflege und Erholung - dargestellt an Talsperren des Ruhrgebiets -*. 1984.

European Commission. 2003. *MEMO on Commission strategy to protect Europe's most important wildlife areas – frequently asked questions about NATURA 2000.* 2003.

—, **2004.** *OPINION OF THE COMMISSION concerning the " Request by the Kingdom of Spain in relation to the La Breña II reservoir project".* 2004.

FEMA 473. 2005. *Technical Manual for Dam Owners - Impacts of Animals on Earthen Dams.* 2005.

FEMA 534. 2005. *Technical Manual for Dam Owners - Impacts of Plants on Earthen Dams.* 2005.

Fernando Delgado Ramos, Miguel Aguiló Alonso. 2003. *Trasunto estético de lo suelto: presas de tierra y escollera.* 2003.

Flögl, W. 2011. *The History of the World Register of Dams.* 2011.

G.-F. Sargentis, K. Hadjibiros and A.Cristofides. 2005. *Plastiras Lake: the impact of water level on the aesthetic value of the landscape.* 2005.

Ger Bergkamp, Matthew McCartney, Pat Dugan, Jeff McNeely and. 2000. *Dams, Ecosystem Functions and Environmental Restoration.* 2000.

Historic Scotland. 2009. *Power to the People - The built heritage of Scotland's hydroelectric power.* 2009.

I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd . 2010. *ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΟΥΣ ΚΟΥΣΟΥΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΝΔΡΕΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΟΛΕΑΣ .* 2010.

International Sediment Initiative Technical Documents in Hydrology & IRTCES. 2011. *Sediment Issues & Sediment Management in Large River Basins Interim Case Study Synthesis Report.* 2011.

Irles Más, R, Jaén i Urban, G και Irles Más, F. 2002. *LA PRESA DE ELCHE SOBRE EL RÍO VINALOPÓ.* 2002.

IUGN, UNEP, WWF. 1991. *Caring for the Earth - A Strategy for Sustainable Living.* 1991.

Jansson, Roland. 2006. *The effect of dams on biodiversity.* 2006.

JCOLD, Japan Commision On Large Dams -. 2009. *Dams in Japan - Past Present and Future.* 2009.

JoudiPouya ,Javad Eiraji. 2013. *Dams; the serious obstacles on sustainability. Case study : Iran.* 2013.

K. HADJIBIROS, A. KATSIRI ,A. ANDREADAKIS,D. KOUTSOYIANNIS, A. STAMOU, A. CHRISTOFIDES, A. EFSTRATIADIS, G. SARGENTIS. 2005. *MULTI-CRITERIA RESERVOIR WATER MANAGEMENT .* 2005.

Kingsford, R.T. 2000. *Review Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia.* 2000.

Koutsoyiannis, Demetris. 2011. *Scale of water resources development and sustainability: small is beautiful, large is great.* 2011.

Kreuzer, Harald. 2000. *Thoughts on the aesthetics of dams.* 2000.

Kyohei, Shimokawa. 2014. *Study of Yanba dam impact on Azuma Gorge landscape.* 2014.

L.Berga, J.M Buil, C. Jofre & S.Chonggang. 2003. *Roller Compacted Concrete Dams C. Jofre & S.Chonggang.* 2003.

M. Sait TAHMİSCİOĞLU, Nermin ANUL, Fatih EKMEKÇİ and Nurcan DURMUŞ. 2014. *POSITIVE AND NEGATIVE IMPACTS OF DAMS ON THE ENVIRONMENT.* 2014.

M.P. McCartney, C. Sullivan and M.C. Acreman. 2001. *Ecosystem Impacts of Large Dams By.* 2001.

María Isabel Martín Pérez, José M^a Fernández-Palacios Carmona, Fernando Sancho Royo. 2013. *ÁLBUM GRANDES PRESAS EN ANDALUCÍA, LA OBRA EN EL PAISAJE.* 2013.

Martín, Carolina Velasco. 2008. *Estudio de viabilidad de la "Presa de la Breña II.* 2008.

MARTÍN, MARÍA TOMASA GARCÍA. 2012. *ESTÉTICA DE LAS PRESAS DE MAMPOSTERÍA ESPAÑOLAS.* 2012.

Maslow, A. H. 1943. *A Theory of Human Motivation.* 1943.

Norges vassdrags- og energidirektorat. 2013. *Kulturminner i norsk kraftproduksjon - NVE-rapport – nr. 52.* 2013.

NVE. 2013. *rapport – nr. 52 – Kulturminner i norsk kraftproduksjon.* 2013.

Nynäs, Helena. 2013. *Dammer som kulturminner.* 2013.

Paul Denholm, Maureen Hand, Maddalena Jackson, and Sean Ong. 2009. *Land-Use Requirements of Modern Wind Power Plants in the United States.* 2009.

Peter H. Gleick and Michael J. Cohen. 2008. *The World's Water 2008-2009.* 2008.

Rivers Watch East and Southeast Asia, International Rivers Network and Friends of the Earth Japan. 2000. *Development Disasters: Japanese-funded dam projects in Asia.* 2000.

Sayed El-Sayed, Gert L. van Dijken. 1995. *The southeastern Mediterranean ecosystem revisited: Thirty years after the construction of the Aswan High Dam.* 1995.

Sean Ong, Clinton Campbell, Paul Denholm, Robert Margolis, and Garvin Heath. 2013. *Land-Use Requirements for Solar Power Plants in the United States.* 2013.

Serano, S. 1964. *Presas de tierra en el Rio Guadarranque.* 1964.

Statkraft Energi AS. 2011. *Landskap og arealdisponeringsplan for Turhovd dam Ombygging.* 2011.

Stephens, Tim. 2010. *Manual on small earth dams.* 2010.

Steven A. Brandt, Fekri Hassan. 2000. *Dams and Cultural Heritage Management.* 2000.

T.Scudder. 2003. *The Aswan High Dam Case (Unpublished Manuscript)* . 2003.

Tanchev, Ljubomir. 2014. *Dams and Appurtenant Hydraulic Structures.* 2014.

U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. 2014. *Design Standards No. 14 Appurtenant Structures for Dams(Spillways and Outlet Works) Design Standard.* 2014.

U.S. Department of the Interior, U.S. Department of the Interior. 2014. *Design Standards No. 14 - Appurtenant Structures for Dams (Spillways and Outlet Works) Design Standard.* 2014.

US Army Corps of Engineers. 2004. *General Design and Construction Considerations for Earth and Rock-Fill Dams.* 2004.

WB, SIWI. 2013. *Weird Dams - Roman Era Dams Engineering Marvel.* 2013.

Υ.Π.Ε.Κ.Α. 2013. *Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.* 2013.

Ziatyk, Duane Castaldi Eric Chastain Morgan Windram Lauren. 2003. *A Study of Hydroelectric Power: From a Global Perspective to a Local Application.* 2003.

Αγ.Θ. Φιλίντας, Σερ.Θ. Πολύζος. 2008. *Φράγματα, λειτουργίες οικοσυστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.* 2008.

Ανδρέας Ευστρατιάδης, Νίκος Μαμάσης, & Δημήτρης Κουτσογιάννης. 2015. *Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Υδροηλεκτρικών Έργων.* 2015.

—. 2015. *Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Υδροηλεκτρικών Έργων: 7.Ταμιευτήρες.* 2015.

Δαούτης. 2012. ΤΑ ΑΞΟΝΟΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΤΗΝ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ. 2012.

Δημήτρης Κουτσογιάννης, Ανδρέας Ευστρατιάδης. 2015. Σημειώσεις Αστικών Υδραυλικών Έργων: Υδροδοτικά Έργα. 2015.

Δημοπούλου, Αικατερίνη Α. 2008. ΑΞΟΝΟΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ. 2008.

ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ. 2012. Αρ.Μελετης: 45/2012 ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΕΡΓΟ:Ανάπλαση περιοχής Κήπου Καλού Γυμνασιάρχου Μικρού-Διστόμου Παπάφη. 2012.

ΔΗΜΟΣ ΜΥΚΟΝΟΥ-Δ/ΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ. 2014. «Περί συγκρότησης Επιτροπής Αισθητικής σύμφωνα με το άρθρο 70 του Ν.3852/2010 "ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ"». 2014.

Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων. 2013. Τα Φράγματα της Ελλάδας. 2013.

ΕΛΟΤ. 2009. ΤΠ 1501-05-07-02-00:2009 - Ιστοί οδοφωτισμού και φωτιστικά σώματα. 2009.

— **2009.** ΤΠ 1501-10-05-01-00:2009 - Φυτεύσεις δένδρων - θάμνων. 2009.

— **2009.** ΤΠ 1501-10-09-01-00:2009 - Προμήθεια και χειρισμοί φυτικού υλικού. 2009.

Ζαχαρόπουλος, Θεόδωρος. 2014. Μελέτη της θλιπτικής αντοχής Αξονοσυμμετρικών Φραγμάτων Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος. 2014.

Κ.Ε.Μ.Ε.-Ε.Β.Ε.Α. 2011. ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ 2005-2008. 2011.

ΚΑΛΟΓΕΡΑΣ, ΚΙΡΠΟΤΙΝ, ΜΑΚΡΗΣ, ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ, ΡΑΥΤΟΠΟΥΛΟΣ, ΤΖΙΤΖΑΣ, ΤΟΥΛΙΑΤΟΣ. 1999. ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ. 1999.

Καρασαχινίδης, Οδυσσέας. 2012. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ. 2012.

Κούμουλος, Δ. Γ. 2012. Φράγματα Μυκόνου. 2012.

Κούμουλος, Δ. 2012. Φράγματα Μυκόνου. 2012.

Μουτάφης, Ν. Ι. 2009. Τεχνολογία Γεωφραγμάτων - Σημειώσεις. 2009.

—, **2012.** ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΚΣΕ: ΑΞΟΝΟΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥΜΕΝΟΥ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ. 2012.

Μουτάφης, Νικόλαος. 2014. Εκπαιδευτικές Σημειώσεις: Υδραυλικές Κατασκευές - Φράγματα. 2014.

Μουτάφης, Νικόλαος. 2002. Ομιλία: Επιπτώσεις από την κατασκευή φραγμάτων - ταμιευτήρων. 2002.

Παναγούλια & Δήμου. 2008 (:). Σημειώσεις Μηχανικής Των Φερτών Υλικών. 2008 (:).

ΠτΔ, Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ - 1986. ΝΟΜΟΣ: 1650/86 Για την προστασία του περιβάλλοντος (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86). 1986.

Σαργέντης, Γεώργιος - Φοίβος. 1998. ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΣΤΟ ΝΕΡΟ, ΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ. 1998.

Σαργέντης, Γεώργιος-Φοίβος. 1998. ΣΒΗΣ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ. 1998.

ΣΕΡΡΩΝ, ΔΗΜΟΣ. 2011. Αρ. Μελέτης: 56/ 2011 - ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ - Προμήθεια: Αρδευτικών υλικών για το Δήμο Σερρών. 2011.

Στεφανάκος, Ι.Π. 2014. ΤΟ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ - ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ. 2014.

Τζιτζή, Σ. Π. 2008. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οφέλη από την κατασκευή των μεγάλων φραγμάτων της ΔΕΗ ΑΕ. 2008.

Τολέρης, Επαμεινώνδας. 2004. Διαδικασίες Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης Εργων και Δραστηριοτήτων. 2004.

Υ.ΠΕ.ΘΕ. 2015. 2001 -2012 Φωτογραφίες Φράγματος Ληθαίου. 2015.

Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 2007 . ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ 25 - ΘΕΜΑ: Αναπροσαρμογή και συμπλήρωση των ενιαίων τιμολογίων. . 2007 .

—. **2006**. ΠΕΤΕΠ 08-02-01-00 - Προστασία Κοίτης και Πρανών με Συρματοκιβώτια (Serasanetti). 2006.

—. **2006**. ΠΕΤΕΠ 08-08-05-00 - Σωληνώσεις και Συσκευές Αντλιοστασίων. 2006.

—. **2006**. ΠΕΤΕΠ 10-06-02-01 - Άρδευση Φυτών. 2006.

—. **2006**. ΠΕΤΕΠ 13-03-00-00 - Φράγματα από ισχύο κυλινδρούμενο σκυρόδεμα - «Σκληρό Επίχωμα». 2006.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ. 2013. ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ 9 - Θέμα: Αναπροσαρμογή και συμπλήρωση Ενιαίων Τιμολογίων Έργων. 2013.

Χατζημπίρος, Κίμων. 2009. Ανάλυση Κύκλου Ζωής των φραγμάτων. 2009.

Χρήστος Ε.Τσόγκας, Ελισάβετ Χ.Τσόγκα. 2009. Υδροδυναμικά Έργα Φράγματα. 2009.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

¹ <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E6%98%A5%E3%83%80%E3%83%A0>

-
- ² https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Vyrnwy
- ³ <http://www.andalucia.com/history/romans.htm>
- ⁴ <http://history.powys.org.uk/history/rhayader/craig.html>
- ⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6hnetalsperre>
- ⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Vyrnwy
- ⁷ <https://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6hnetalsperre>
- ⁸ https://es.wikisource.org/wiki/EMBALSE_DE_LA_BRE%C3%91A_II
- ⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Sorpe_Dam
- ¹⁰ http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000105823.pdf
- ¹¹ http://www.nyc.gov/html/dep/html/press_releases/05-31pr.shtml
- ¹² <http://greyhill.com/gross-state-product>
- ¹³ <http://indianexpress.com/article/cities/pune/student-found-dead-in-bhushi-dam/>
- ¹⁴ <http://www.dailymail.co.uk/indiahome/indianews/article-2652309/24-students-feared-dead-Himachal-Locals-battle-save-drowning-tourists-dam-release-sweeps-riverbank.html>
- ¹⁵ <https://en.wikipedia.org/wiki/Bhandardara>
- ¹⁶ <http://www.indexmundi.com/facts/turkmenistan/international-tourism>
- ¹⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Developing_country#/media/File:IMF_Developing_Countries_Map_2014.png
- ¹⁸ <http://knoema.com/tbocwag/gdp-by-country-1980-2014?country=Greece>
- ¹⁹ http://www.gnto.gov.gr/sites/default/files/files_basic_pages/Analisi_touristikis_kinisis_2001-2010.pdf
- ²⁰ <http://www.indexmundi.com/facts/eritrea/international-tourism>
- ²¹ <http://www.koinignomi.gr/news/politiki/politiki-kyklades/2015/09/02/anadeixi-mnimeion-politismoy-kai-naytikis-paradosis.html>
- ²² <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E6%98%A5%E3%83%80%E3%83%A0>
- ²³ <http://www.itia.ntua.gr/2002plastiras/>
- ²⁴ <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/damConference/list>
- ²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=GpqAikO5-Ms>
- ²⁶ <http://www.greekarchitects.gr/en/levelling/the-white-measles-id3139>
- ²⁷ <http://news.in.gr/culture/article/?aid=670541>
- ²⁸ <http://www.greekarchitects.gr/gr/architects-eye-view/%CF%84%CE%BF-%CE%BB%CE%B5%CF%85%CE%BA%CF%8C-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CF%89%CE%BD-id8759>

²⁹ <http://www.georgantas.gr/proionta/plegmata/antiplimirika-plegmata-sarazaneti.html>

³⁰

<http://www.moliotis.gr/el/content/%CF%80%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%83-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%85%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%89%CF%84%CE%B9%CF%89%CE%BD>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Φύλλο επικοινωνίας με διαχειριστές φράγματος La Breña II:

DAM OF INTEREST

As part of the research for my thesis concerning the architecture of dams and its potential of improvement we have come to notice this certain project, the La Breña II dam in Andalucia, which we found of great interest because of its uniqueness and its close relation with the topic of our research. More information on the dam is provided on the following table:

Name	La Breña II
Location	Cordoba, Spain
Coordinates	37.826844, -5.043873
Use	Irrigation, flood control
Type	RCC (HCR)
Height	119m

A. Table of information of La Breña II dam



B. Aerial photo of La Breña II dam from southwest

POINTS OF INTEREST

Our interest in the project is targeted mainly on the design of the downstream side of the dam which differs from the mainstream design of an RCC dam, as it is planted. Other than that, we are interested in general information about the choice to concern with the aesthetic aspect of the dam in the design process.



C. Photo of the downstream side of La Breña II dam from south

Useful information for our research:

a) The reasons behind the choice to concern with the aesthetics of the dam, the procedure followed to take this decision.

b) Technical information on the design of the downstream slope. (where are the plants rooted, how where they planted, how are they irrigated, what is the type of the plant, was there a study on their possible effects on the RCC ,etc.)

c) Financial information on the design of the downstream slope. (How was it financed, how much did the extra works for the aesthetics of the dam cost in correlation with the budget of the dam)

d) Information on any problems caused (technical, financial or other) by the planting of the downstream slope during the construction process or the operation of the dam.

Contact: Email: romanos.ioannidis@gmail.com

ΣΧΕΔΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΦΙΛΙΑΤΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ
ΤΡΟΠΟΙΗΣΕΩΝ

(ΣΤΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΤΕΥΧΟΣ)

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Κατάντη όψη φράγματος Φιλατρινού Μεσσηνίας

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

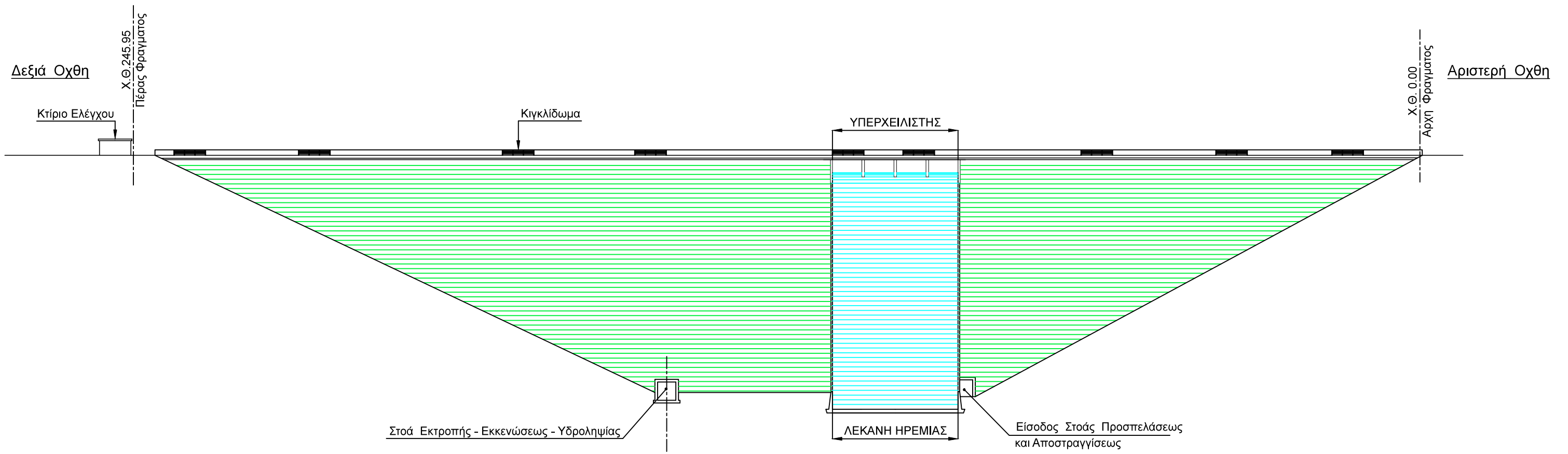
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραϊτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:1

Κλίμακα: 1:750

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΚΑΤΑΝΤΗ ΟΨΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Τυπική διατομή φράγματος Φιλιατρινού Μεσσηνίας

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

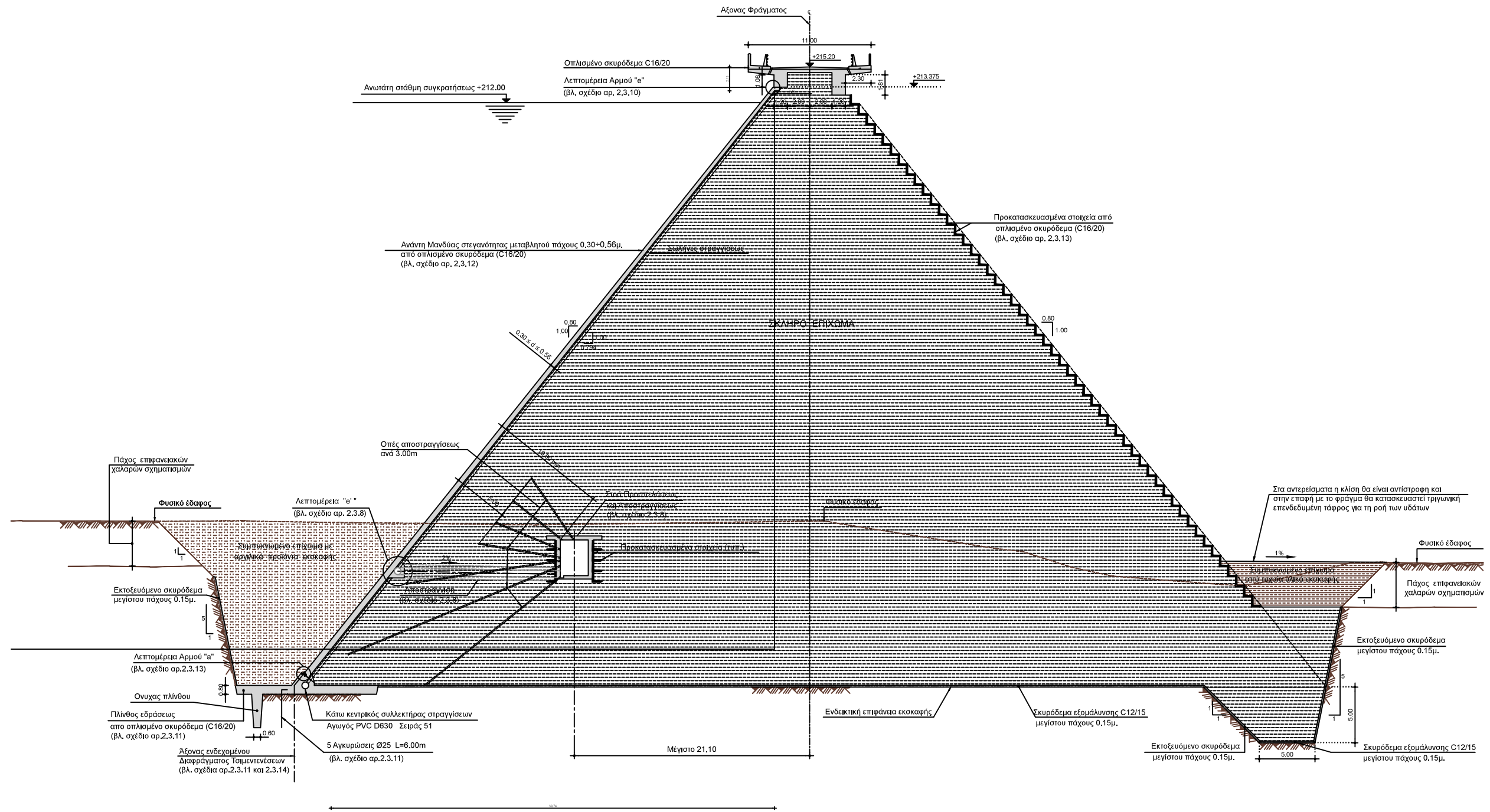
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:2

Κλίμακα:1:400

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Τομή υπερχειλιστή φράγματος Φιλιατρινού Μεσσηνίας

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

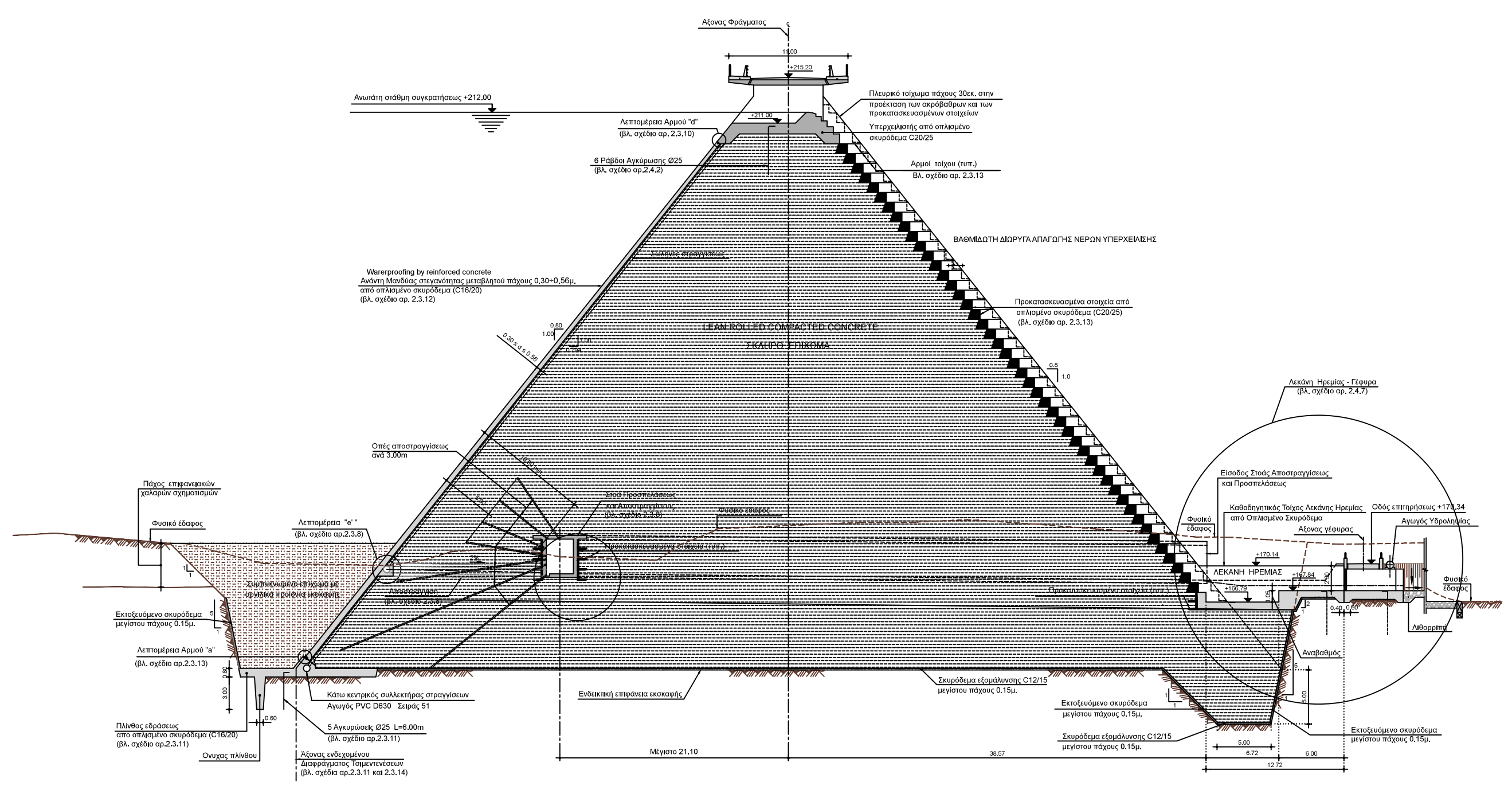
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:3

Κλίμακα:1:400

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Κατάντη όψη φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

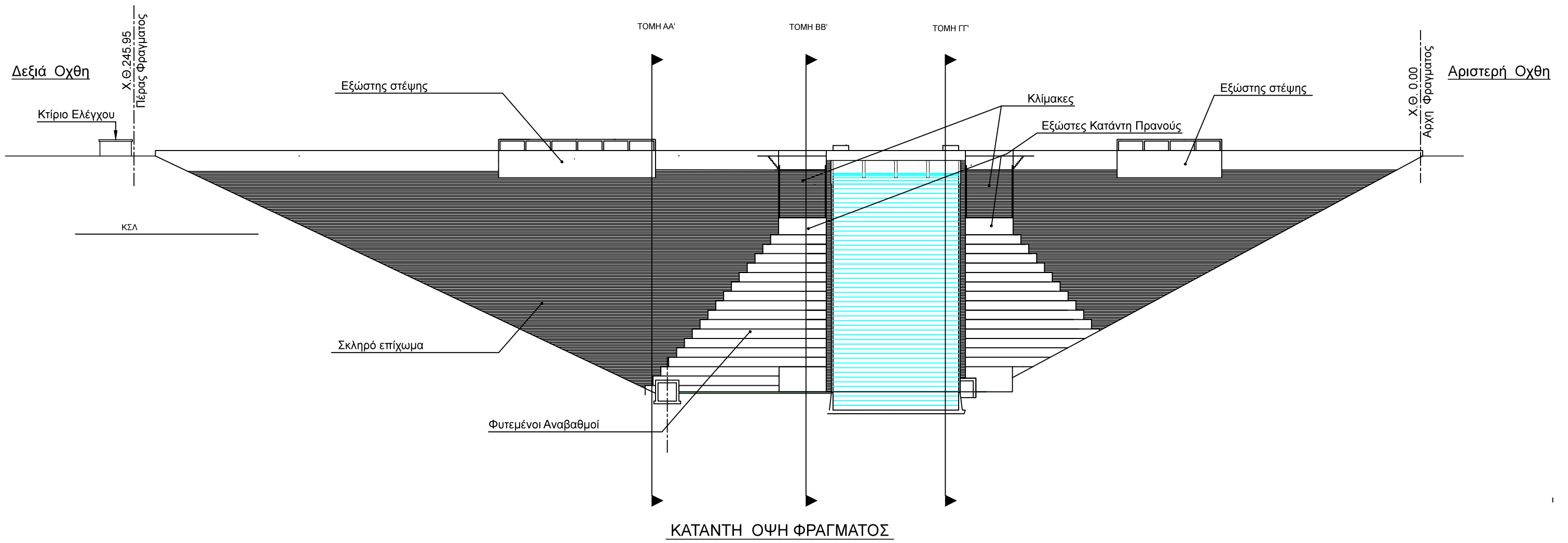
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου: 4

Κλίμακα: 1:750

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Τομή ΑΑ' φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

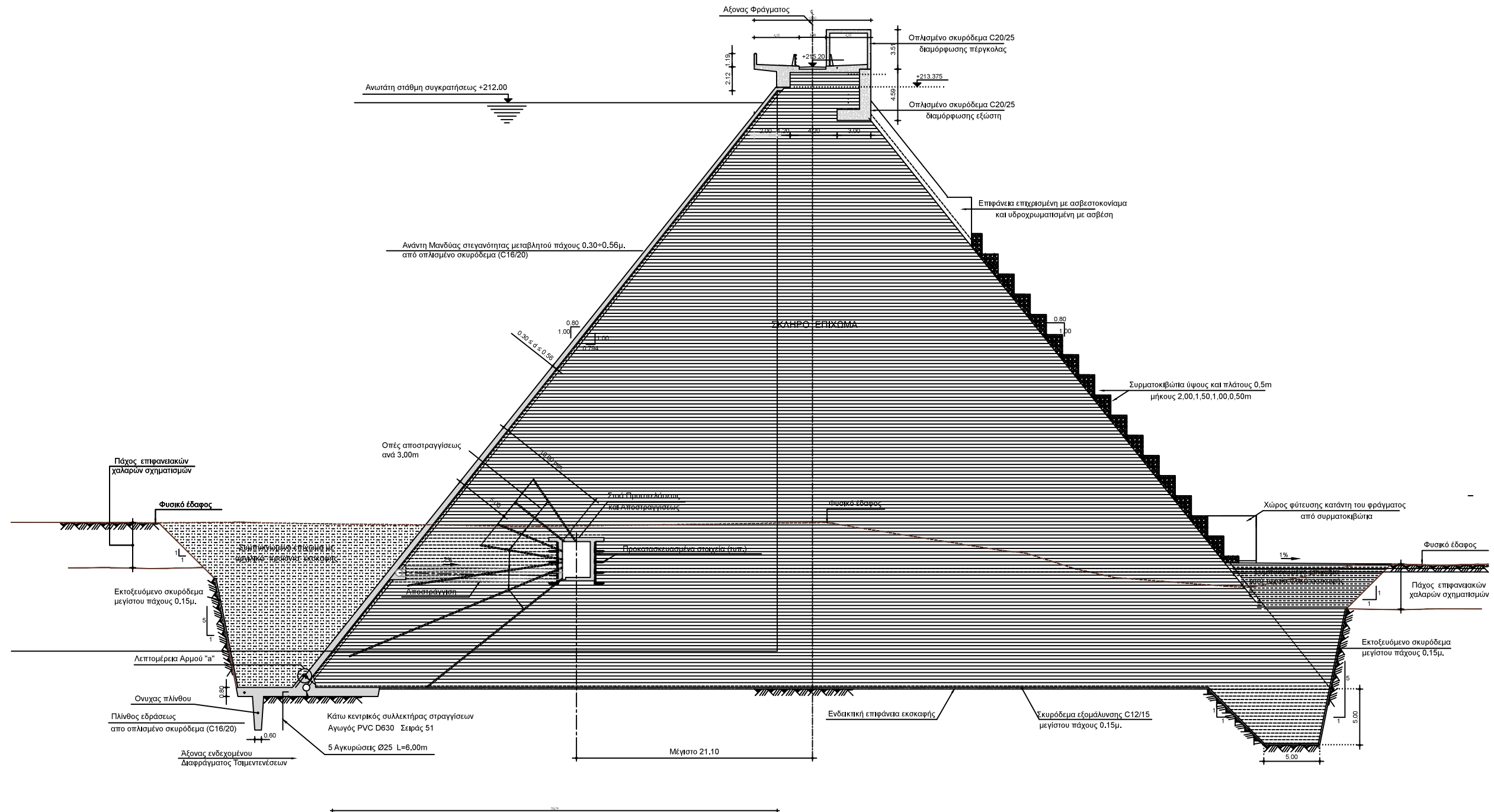
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου: 5

Κλίμακα: 1:400

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



TOMH AA'

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Τομή ΒΒ' φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

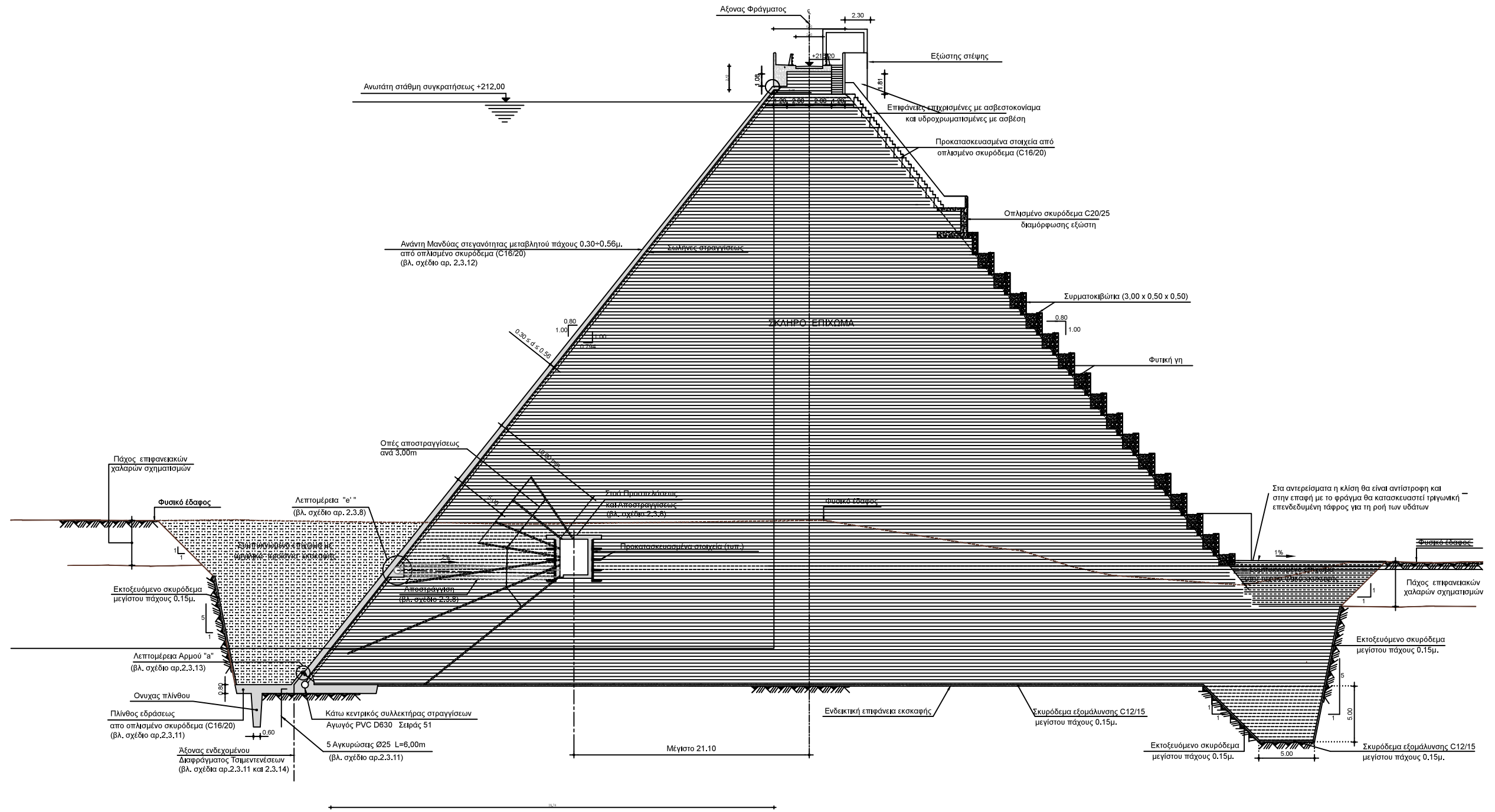
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου: 6

Κλίμακα: 1:400

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



TOMH BB'

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Τομή ΓΓ' φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

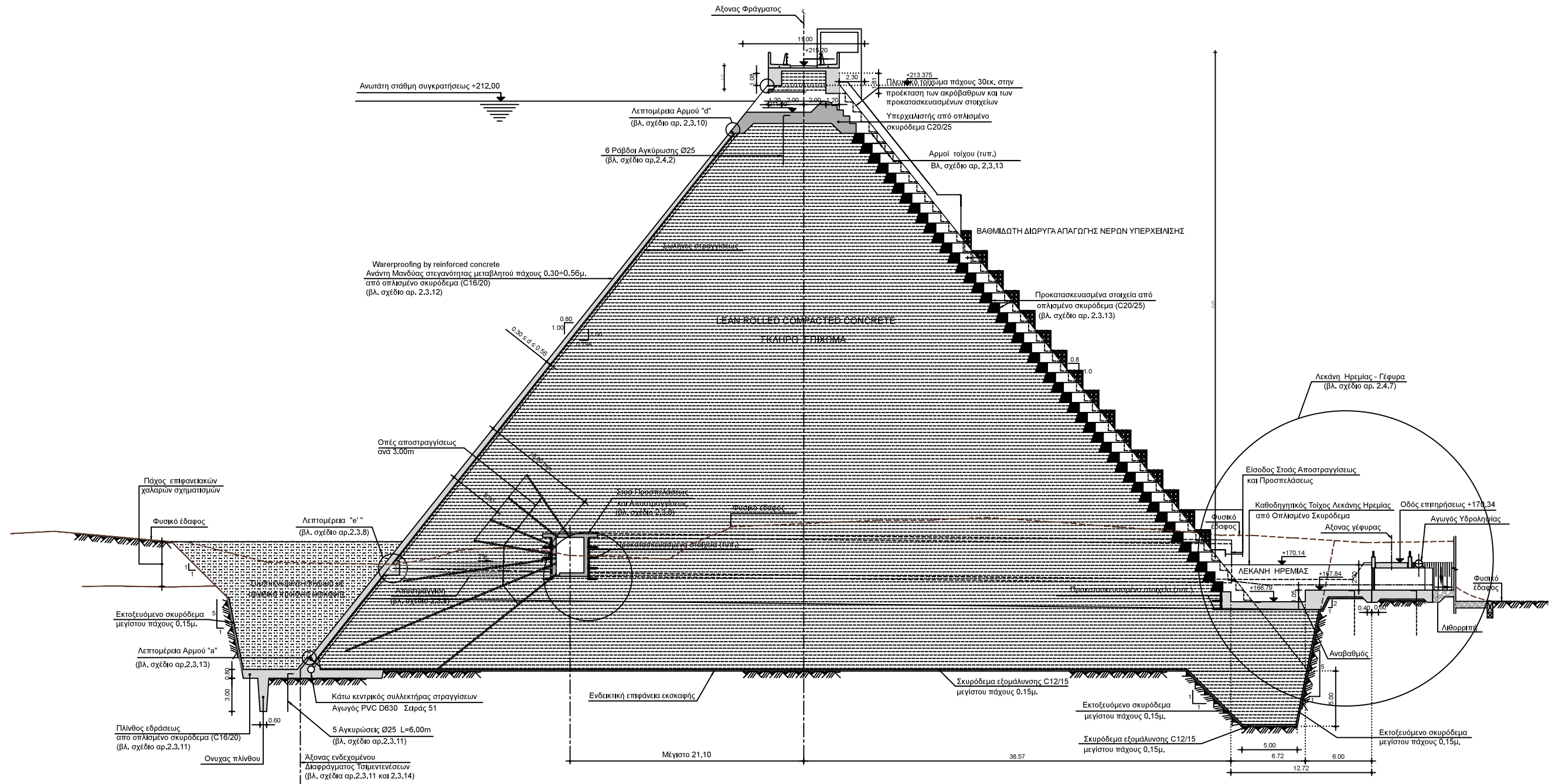
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραϊτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:7

Κλίμακα:1:400

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΤΟΜΗ ΓΓ'

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Λεπτομέρειες φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

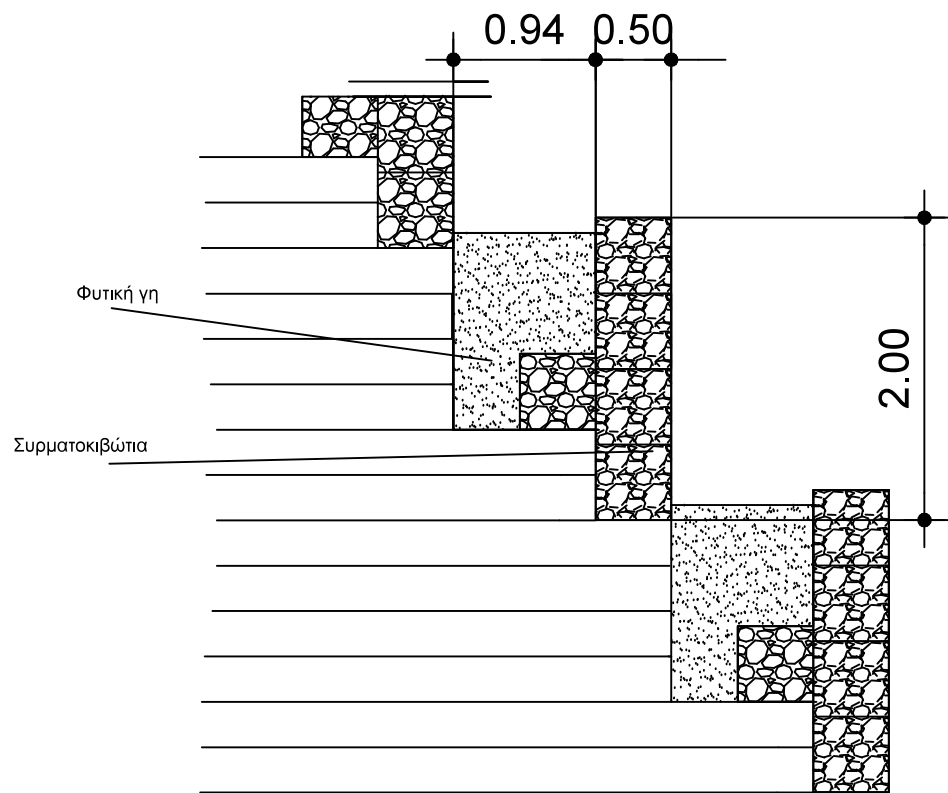
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

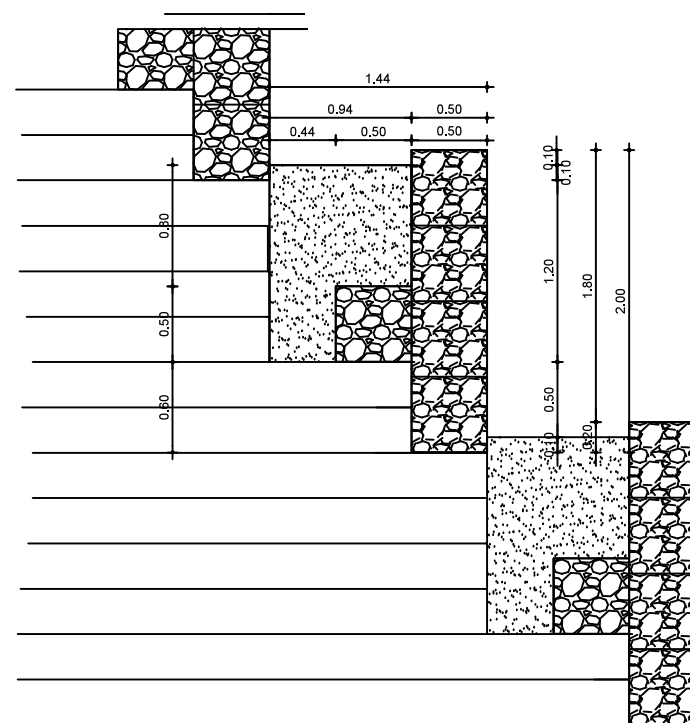
Αριθμός Σχεδίου:8

Κλίμακα:1:50

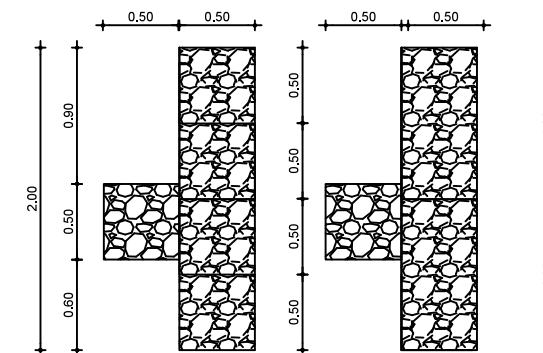
Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



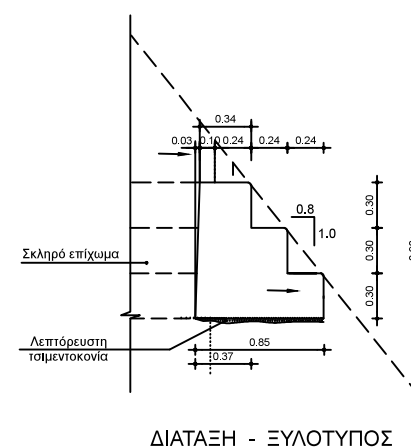
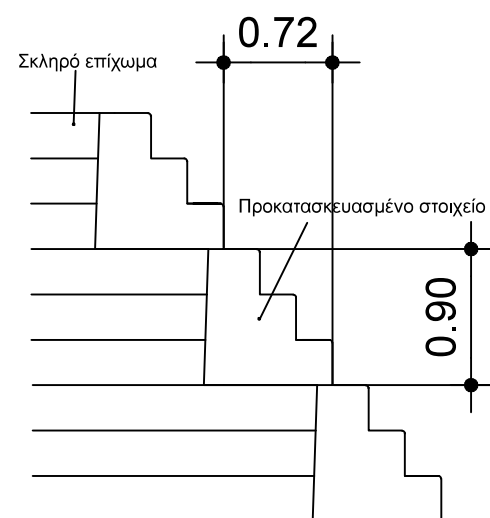
Διάταξη αναβαθμών



Λεπτομέρεια αναβαθμού



Λεπτομέρεια συρματοκιβωτίων



Λεπτομέρεια προκατασκευασμένου στοιχείου κλίμακας κατάντη πρανούς

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Σχέδια προτεινόμενης διαδικασίας κατασκευής φυτεμένων
βαθμίδων

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

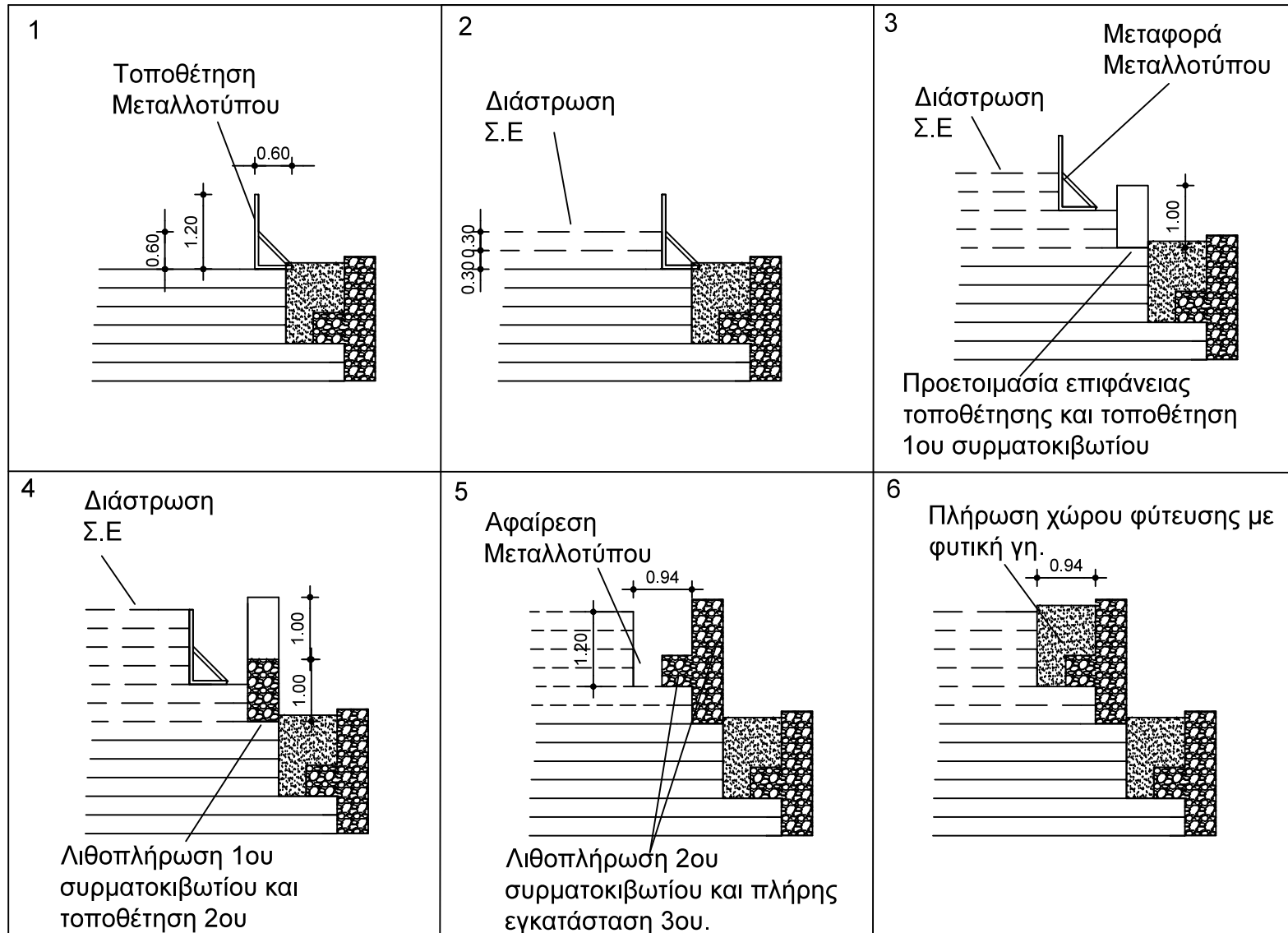
Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:9

Κλίμακα:1:100

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Λεπτομέρεια τμήματος Ι στέψης

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:10

Κλίμακα:1:50

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015

Αξονας Φράγματος

Οπλισμένο
σκυρόδεμα

0.86 0.20 0.30

Επένδυση με
συρματοκιβώτια

3.40

Σκληρό επίχωμα

3.16

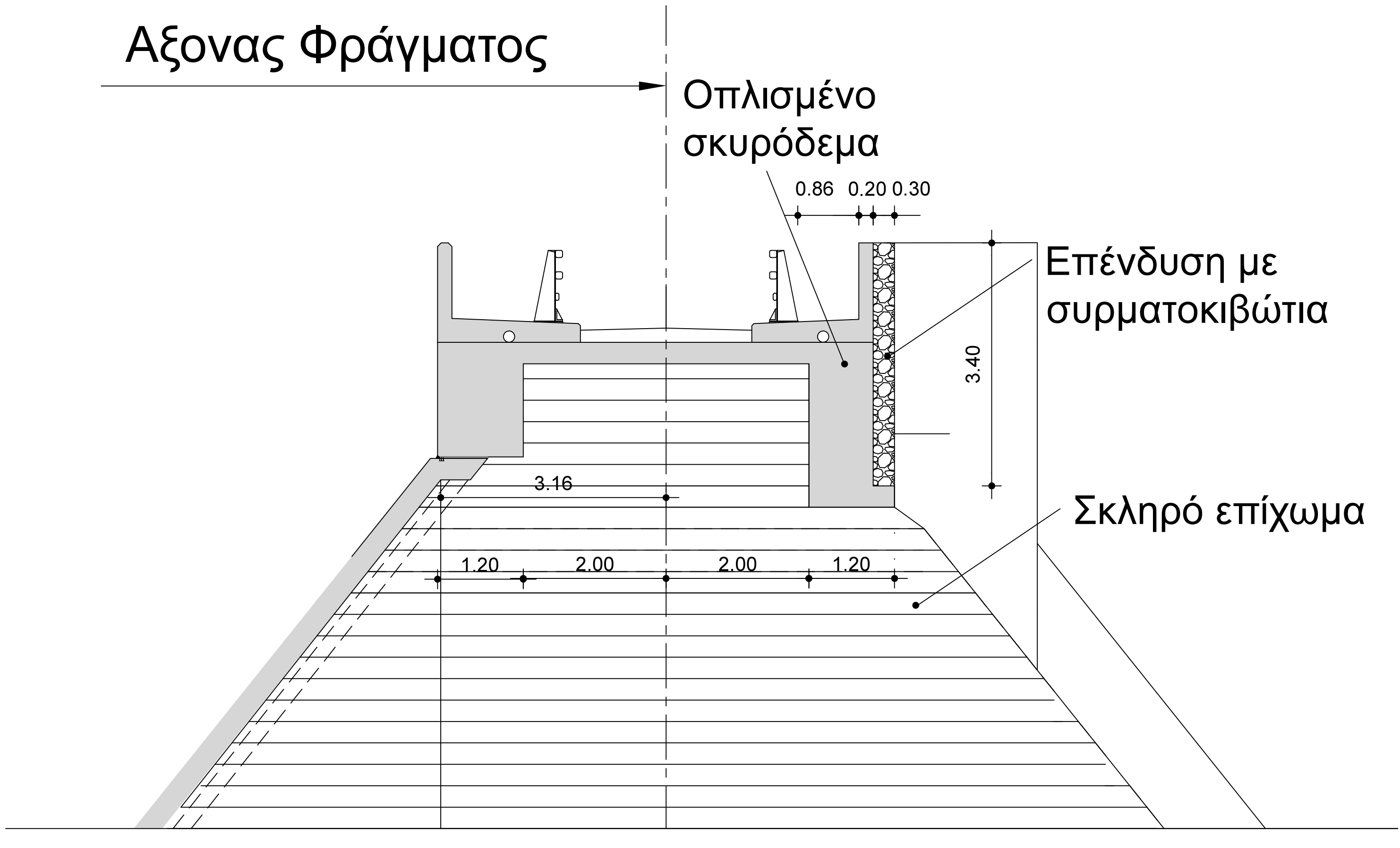
1.20

2.00

2.00

1.20

Λεπτομέρεια Τμήματος Ι στέψης



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Λεπτομέρειες φράγματος με ενσωμάτωση των προτεινομένων
τροποποιήσεων

(Με εφαρμογή της πρότασης II για κατασκευή φυτεμένων βαθμίδων με
προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος)

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

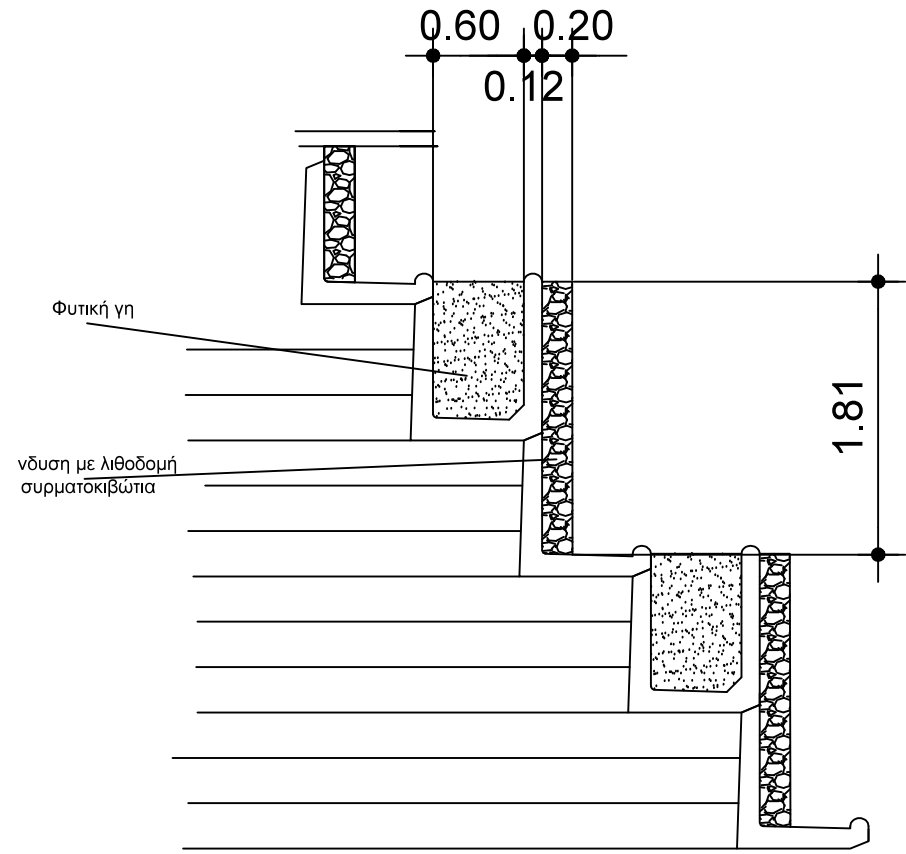
Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραΐτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου: 11

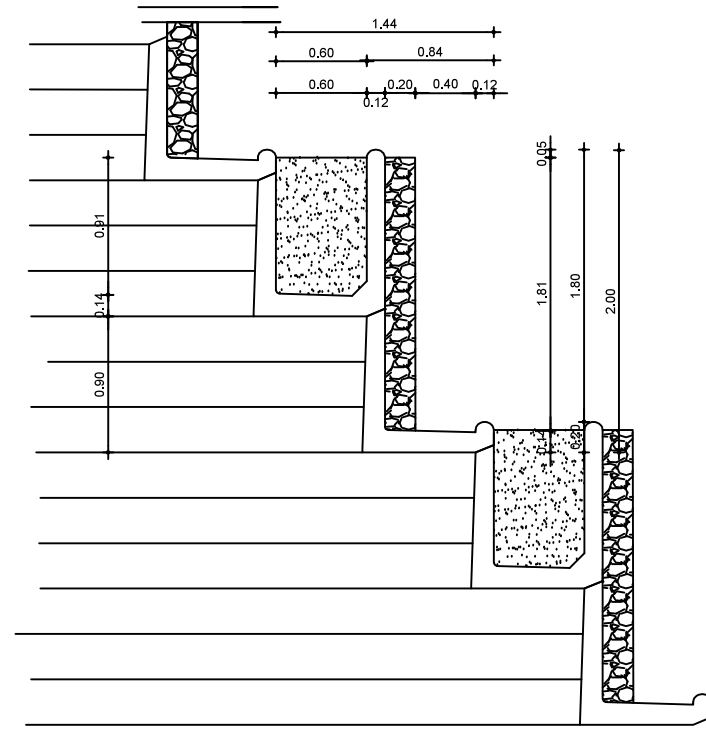
Κλίμακα: 1:50

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015

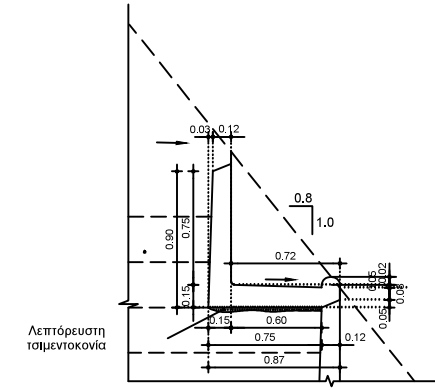
Διάταξη αναβαθμών



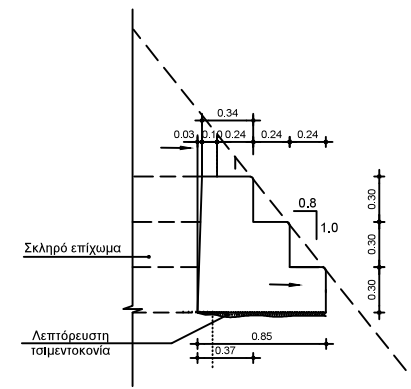
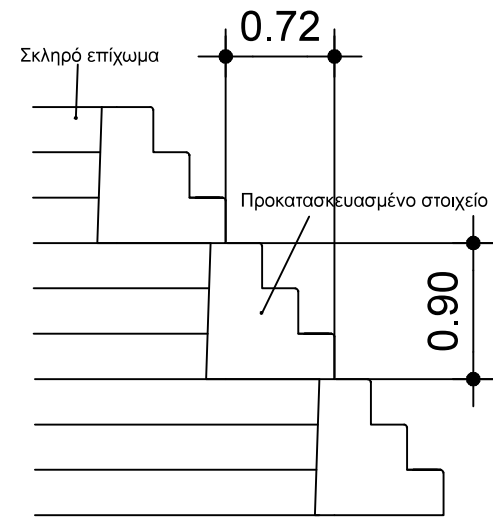
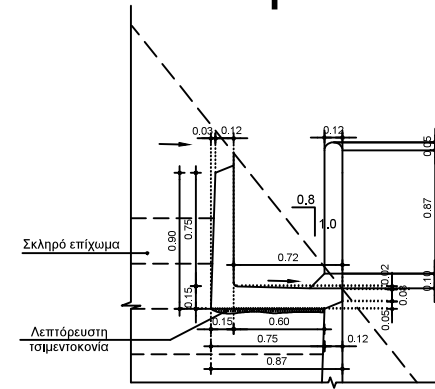
Λεπτομέρεια αναβαθμού



Λεπτομέρεια αρχικού προκατασκευασμένου στοιχείου



Λεπτομέρεια τροποποιημένου προκατασκευασμένου στοιχείου



ΔΙΑΤΑΞΗ - ΞΥΛΟΥΤΥΠΟΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα:
Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα

Σχέδια προτεινόμενης διαδικασίας κατασκευής φυτεμένων
βαθμίδων

(Με εφαρμογή της πρότασης II για κατασκευή φυτεμένων βαθμίδων με
προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος)

Σπουδαστής: Ρωμανός Ιωαννίδης

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης

Συνεπιβλέποντες: Νικόλαος Μουτάφης,
Κωνσταντίνος Μωραϊτης, Φοίβος
Σαργέντης

Αριθμός Σχεδίου:23

Κλίμακα:1:100

Ημερομηνία:
Νοέμβριος 2015

