

Τα φράγματα και οι επιδράσεις τους στο τοπίο

>> ΔΙΑΛΕΞΗ 9ΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ -ΤΟΜΕΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ <<



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΟΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΙΑ (Α.Μ. 04108047)
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Β. ΤΣΟΥΡΑΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 5
1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ	
1.1. ΤΟ ΝΕΡΟ ΣΤΗ ΜΥΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ	σελ. 11
1.2. Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	σελ. 12
1.3. Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ	
1.3.1. Η ΠΡΟ ΧΡΙΣΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΣ <i>Αρχαία Αίγυπτος, Εγγύς Ανατολή, Ανατολική Ασία</i>	σελ. 15
1.3.2. Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1500 Μ.Χ. <i>Τα φράγματα κατά την ρωμαϊκή και βυζαντινή περίοδο</i>	σελ. 18
1.3.3. ΑΠΟ ΤΟΝ 15ο ΣΤΟΝ 18ο ΑΙΩΝΑ <i>Οι πρόδρομοι των σύγχρονων φραγμάτων</i>	σελ. 20
1.3.4. Ο 19ος ΚΑΙ Ο 20ος ΑΙΩΝΑΣ	σελ. 22
2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 29
2.2. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ	σελ. 30
2.3. ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ	σελ. 33
2.4. ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ	σελ. 34
3. ΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ	
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 40
3.2. Η ΕΞΑΡΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ Η ΕΝΑΝΤΙΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ	σελ. 41

3.3. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ	
3.3.1. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....σελ.	44
3.3.2. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....σελ.	45
3.4. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ	
3.4.1. ΤΟ ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΤΗΝ ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ.....σελ.	47
3.4.2. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....σελ.	51
3.4.3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....σελ.	51
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....σελ.	61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

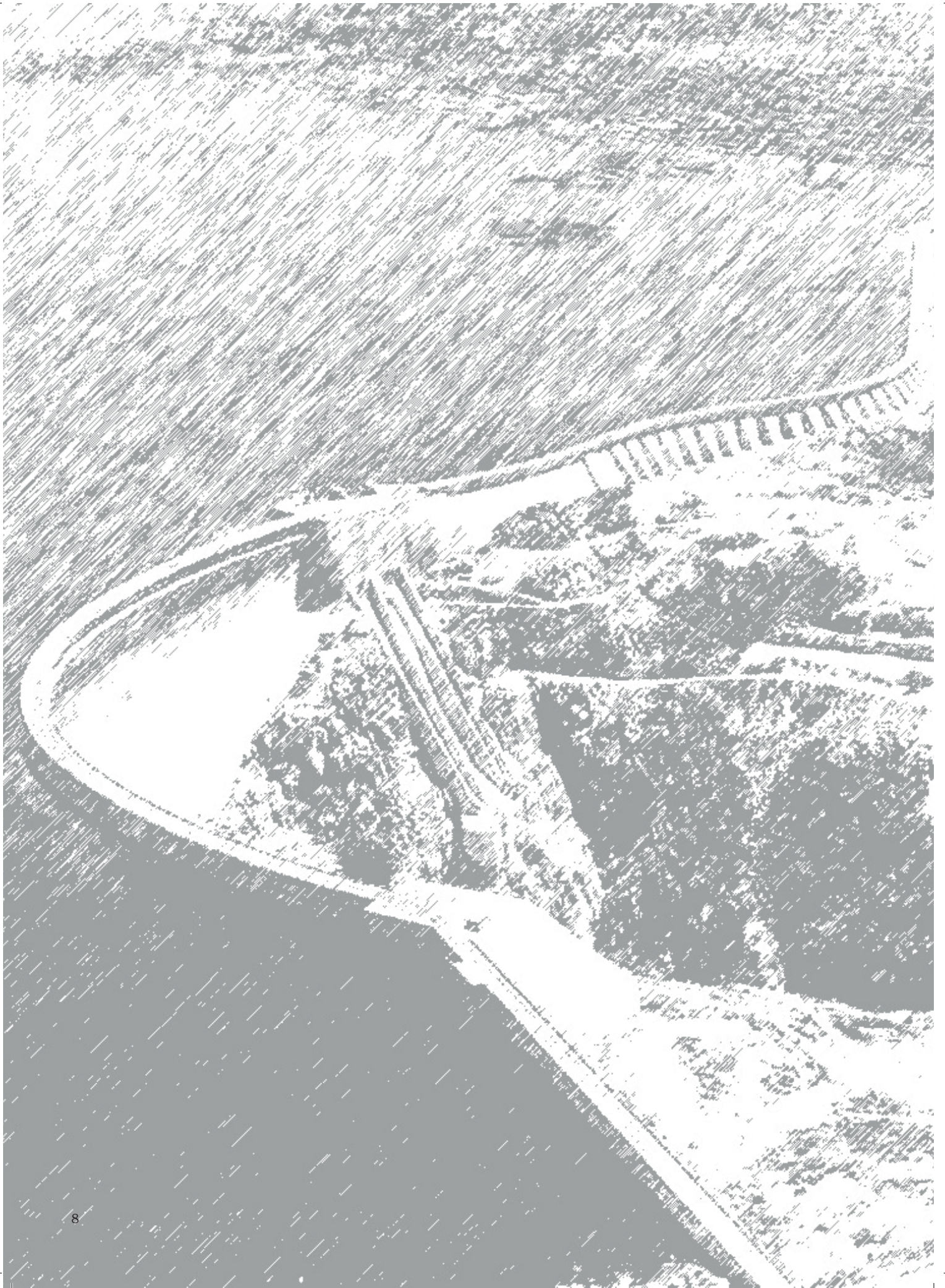
Η κατασκευή των φραγμάτων ξεκίνησε πριν από πολλούς αιώνες, πριν ακόμα δημιουργηθούν ερωτήματα και ανησυχίες για τις μεταβολές που προκαλούν στο φυσικό και στο ανθρωπογενές περιβάλλον (...). Σήμερα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γιατί έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τις άλλες κατασκευές του πολιτικού μηχανικού, έχουν μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με το παρελθόν, αξιοποιούν τις γνώσεις της υδρολογίας και της υδρομηχανικής και το μέγεθος των επιπτώσεων-άμεσων ή έμμεσων, οικονομικών ή μη- έχει αυξηθεί (Φιλίντας, 2008, σελ. 1).


Το αντικείμενο της διάλεξης είναι τα φράγματα και ο στόχος είναι διττός: ξεκινώντας επιδιώκεται η κατανόηση της δομής, του ρόλου και της εξελικτικής πορείας των μεγάλων αυτών τεχνικών έργων ανά τους αιώνες και τους πολιτισμούς και ακολούθως επιχειρείται η διερεύνηση και η αξιολόγηση των επιδράσεων τους στο φυσικό, στο ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο. Οι ανωτέρω στόχοι αντικατοπτρίζουν και τα ερευνητικά ερωτήματα, πάνω στα οποία θεμελιώνεται ο βασικός κορμός της εν λόγω εργασίας. Η έρευνα περιλαμβάνει παραδείγματα από διάφορα μέρη του κόσμου και τον Ελλαδικό χώρο προκειμένου να γίνει αντιληπτή η έννοια, η δομή και η κατασκευαστική εξέλιξη των Φραγμάτων στο σύνολό της, ενώ για το κομμάτι των επιπτώσεων επικεντρώνεται σε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα Μεγάλου Φράγματος πολλαπλής σκοπιμότητας και μακράς λειτουργίας, προκειμένου να αξιολογήσει τις επιπτώσεις του έργου στο ευρύ φάσμα λειτουργίας του και να εξετάσει τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες μια τεχνητή λίμνη μπορεί να ενταχθεί στο περιβάλλον. Για τον σκοπό αυτό έχει επιλεγεί το Φράγμα Ταυρωπού.





Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ **.1**





«Όλη αυτή η τεράστια σωρευμένη ύλη από πέτρα, σίδηρο και τσιμέντο, ταγμένη για ν' αντιστέκεται στο νερό, για να κόψει και ν' αλλάζει τους δρόμους (τους νόμους) του νερού, σύμφωνα με μια ανώτερη θέληση να την τώρα εκτεθειμένη σε αιρίασιτες αμφιβολίες, σε φήμες για την αντοχή της, ολότελα ασυμβίβαστες με την σεβάσμιμη ιστορικότητα του έργου».
Πλασκοβίτης, Σ. (1960). Το φράγμα. Αθήνα: Κέδρος



Εικ. 1: Ο Θεός Χαρί, ναός του Σети Ι, Δυτική ακτή του Νείλου, Λούξορ, Αίγυπτος.



Εικ. 2: Ο Χαπί συχνά απεικονίζεται ως ζευγάρι μορφών, η κάθε μία από τις οποίες κρατάει και δένει μεταξύ τους δύο μίσχους φυτών που αντιπροσωπεύουν την Άνω και Κάτω Αίγυπτο, ενώνοντας συμβολικά τα δύο μέρη της χώρας. Από την λίθινη βάση κολοσσιαίου αγάλματος του Ραμψή ΙΙ, 1279 -1213 π. Χ., Abu Simbel .



Εικ. 3: Η Κητώ, θαλάσσια θεότητα, κόρη του Πόντου και της Γαίας. Το όνομά της τη συνδέει με τα Κήτη. Ίσως και να ήταν βασίλισσά τους, το θαλάσσιο ισότιμο της «Πότνιας Θηρών». Σκηνή από τη μεγάλη σύνθεση της Γιγαντομαχίας στη ζωφόρο του Βωμού του Διός στην Πέργαμο, 180-160 π.Χ.



Εικ. 4: Η πάλη του Νηρέα με τον Ηρακλή. Σύμφωνα με τον μύθο, ο Νηρέας για να ξεφύγει από τον Ηρακλή μεταμορφώθηκε διαδοχικά σε νερό και σε φωτιά. Οι λεπτές γραμμές πίσω από το σύμπλεγμα υποδηλώνουν τη μεταμόρφωση του Νηρέα στο στοιχείο της φωτιάς, ενώ το λιοντάρι και ο πάνθηρας που εμφανίζονται σε συμπλέγματα με τις Νηρηίδες, αριστερά και δεξιά, υπαινίσσονται τις μεταμορφώσεις εκείνων. Μελανόμορφη αττική υδρία της Ομάδας του Λεάγρου. Γύρω στο 500 π.Χ. Παρίσι, Εθνική Βιβλιοθήκη

1.1. ΤΟ ΝΕΡΟ ΣΤΗ ΜΥΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ

«Οι ψυχές όταν πεθαίνουν, γίνονται νερό
Και το νερό όταν πεθαίνει γίνεται γη
Και από τη γη γεννιέται το νερό
Και από το νερό η ψυχή»

Ηράκλειτος, Άπαντα (1995). μτφ Αθανάσιος Κυριαζόπουλος.
Αθήνα: Εκδόσεις Κάκτος

Το νερό αποτελεί το βασικό στοιχείο του ανθρώπινου οργανισμού και είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τη μυθολογία, τη φιλοσοφία, τη θρησκεία, τα ήθη και τα έθιμα των λαών. Οι περισσότεροι μεγάλοι πολιτισμοί γεννήθηκαν και αναπτύχθηκαν γύρω από αυτό: η αρχαία Αίγυπτος, η Μεσοποταμία, η Κίνα και η Ινδία συνέδεσαν το όνομα και την ανάπτυξή με τους ποταμούς τους. Τόσο μεγάλη ήταν η σημασία του υδάτινου στοιχείου, ώστε προσωποποίησαν και θεοποίησαν στη μυθολογία τους όλες τις εκφάνσεις του: τις λίμνες, τα ποτάμια, τη θάλασσα, τις πηγές, ακόμα και την βροχή. Ο Χαρί των Αιγυπτίων, ο Βαρούνα των Ινδιών, ο Neptunus των Ρωμαίων υπήρξαν Θεοί του νερού. Αναφορές στο ζωγόνο ή δολοφόνο νερό διακρίνουμε και στην αρχαία ελληνική μυθολογία, με το πλήθος των θεοτήτων της θάλασσας (Νηρέας, Ποσειδάνας, Ωκεανός κ.α.), των ποταμών (Ιλισός, Αχελώος, Ασωπός κ.α.) και του γλυκού νερού (Ναϊάδες, Νύμφες κ.α.) (Σαργέντης, 1998) (Πινιγιάτογλου, 1992).

Το νερό συνδέθηκε αναπόσπαστα και με τη φιλοσοφία, ιδιαίτερα των λαών της ανατολικής Μεσογείου. Το νερό στην Αίγυπτο αποτελεί συμβολικό στοιχείο της ροής της ζωής και της βαθύτερης ουσίας της. Όλες οι μορφές της βρίσκονται σε αυτό και διακρίνονται από αυτό. Κατ' αντιστοιχία με τους Αιγυπτίους ο Θαλής ο Μιλήσιος θεωρούσε ότι το ύδωρ ήταν η αρχή των πάντων, η αρχή κάθε γένεσης. Ο Πλάτωνας το θεωρούσε ένα από τα τέσσερα στοιχεία του σώματος και ο Εμπειδοκλής ένα από τα τέσσερα στοιχεία του κόσμου. Την μέγιστη επίδρασή του στην υγεία και στη ζωή του ανθρώπου παρατηρεί ο πατέρας της Ιατρικής Ιπποκράτης στο βιβλίο του περί ανέμων υδάτων και τόπων (Σαργέντης Γ. Φ. , 1998) (Μάνδουλα –Κουσούνη, 2010).

Η κατοχή και η διαχείριση του νερού αποτέλεσε λοιπόν παράγοντα καθοριστικής σημασίας για την οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη των κοινωνιών. Έτσι, στα πλαίσια της εξασφάλισης των αναγκών του ολοένα αυξανόμενου πληθυσμού για ύδρευση, άρδευση και αντιπλημμυρική προστασία κατασκευάστηκαν τα πρώτα φράγματα, αρχικά με τη μορφή πρόχειρων αναχωμάτων και στη συνέχεια αναπτύσσοντας συνθετότερη δομή.

1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Τα φράγματα είναι υδραυλικά έργα που κατασκευάζονται κάθετα στις κοίτες υδατορευμάτων εμποδίζοντας, ανακατευθύνοντας ή επιβραδύνοντας την φυσική ροή τους, με σκοπό τη συλλογή, την ταμίευση και τη χρησιμοποίηση του νερού για ύδρευση, άρδευση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κ.α.

Βασικά κριτήρια για την επιλογή της θέσης στην οποία θα κατασκευαστούν αποτελούν η υδατοστεγανότητα της λεκάνης κατάκλισης, η αντοχή του εδάφους θεμελίωσης και η ύπαρξη κατάλληλων υλικών για τη δημιουργία του βασικού σώματος (Αθανασόπουλος, κ.α., 2006, σελ.13). Με βάση το υλικό κατασκευής τους τα φράγματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες (Μπέλλος, http://utopia.duth.gr/~kbellos/SHMEIOSEIS_MATHIMATON/YDRO-DYNAMIKA_ERGA/KEFALAI04.pdf):

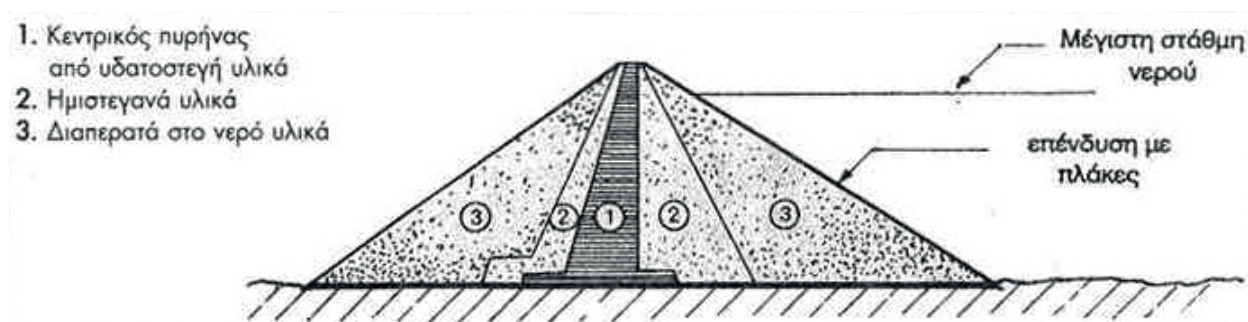
Εύκαμπτα φράγματα/ φράγματα επικώσεως/γεωφράγματα (με χύδην υλικό)

- χωμάτινα φράγματα
- λιθόριπτα φράγματα

Άκαμπτα φράγματα/ τοικοποιίας (από λιθοδομή ή σκυρόδεμα)

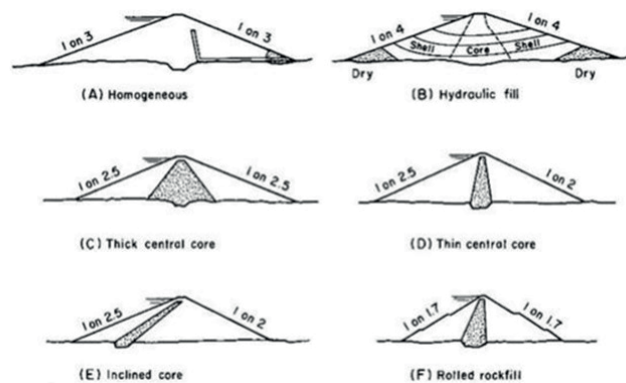
- φράγματα βαρύτητας
- τοξωτά φράγματα
- αντηριδωτά φράγματα

Στα **γεωφράγματα** το σώμα του δομικού έργου αποτελείται από διαβαθμισμένα εδαφικά υλικά. Η στεγανότητα της κατασκευής επιτυγχάνεται με την κατασκευή αδιαπέραστου εδαφικού πυρήνα μέσα στο σώμα του φράγματος και η ευστάθεια του στεγανού αυτού στοιχείου υποστηρίζεται από ογκώδη κελύφη γαιωδών ή βραχωδών υλικών (εικ.5). **Χωμάτινα** χαρακτηρίζονται τα γεωφράγματα, τα οποία κατασκευάζονται με συσσώρευση λεπτόκοκκων εδαφικών συστατικών, ενώ **λιθόριπτα** όταν το φραγματικό σώμα διαμορφώνεται με συσσώρευση χονδρών πετρωδών υλικών (Μουτάφης, 2004).



Εικ.5: Τυπική τομή γεωφράγματος

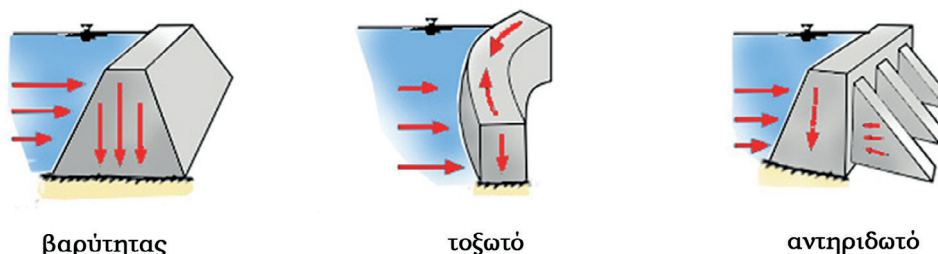
Στην ίδια περίπου κατηγορία εμπίπτουν τα **μικτά γεωφράγματα**. Το σώμα του έργου αποτελείται από διαβαθμισμένα υδατοπερατά υλικά (χονδρόκοκκα υλικά ποτάμιας προέλευσης ή βραχώδη υλικά, που μεταφέρονται από δανειοθαλάμους (λατομεία) της γύρω περιοχής), τα οποία εξασφαλίζουν την ευστάθεια της συνολικής κατασκευής ενώ το αδιαπέρατο στοιχείο στην ανάντη πλευρά είναι μια πλάκα σκυροδέματος, ασάλινα φύλλα ή άλλα συνθετικά υλικά, που λειτουργούν ως στεγανή μεμβράνη (Δημοπούλου, 2008) (Αθανασόπουλος κ.α., 2006, σελ. 13). Πρόκειται για εύκαμπτες κατασκευές, μεγάλου όγκου και χαμηλού σχετικά βάρους, γεγονός που διευκολύνει την εκμετάλλευση θέσεων με χαμηλής σχετικά αντοχής πέτρωμα θεμελίωσης.



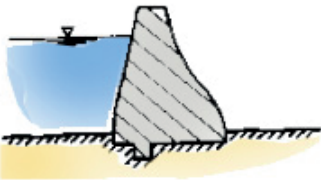
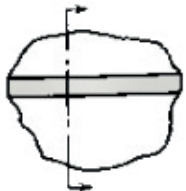
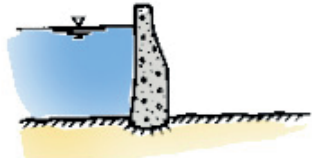
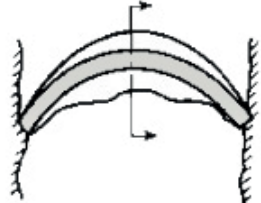

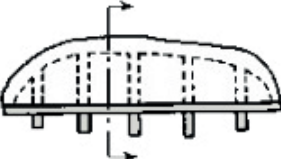

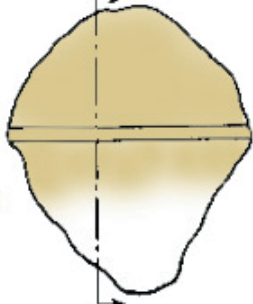
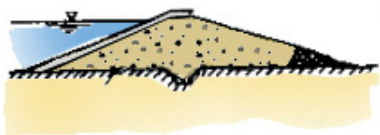
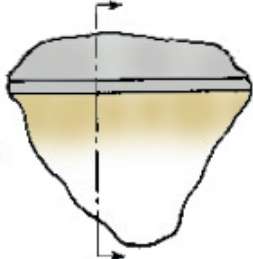
Εικ.6: Τύποι Γεωφραγμάτων: Τα γεωφράγματα μπορεί να είναι ομοιογενή, πολλαπλών ζωνών με αργιλικό πυρήνα ή με ειδική στεγάνωση.

Τα **λιθόθετα** ή **λιθόκτιστα** φράγματα διαφοροποιούνται λόγω της οργανωμένης παράθεσης των λίθων και της χρήσης κονιαμάτων ως συνδετικό υλικό. Η κατασκευή τους πλέον είναι σπάνια, με εξαίρεση μικρότερα έργα σε υπό ανάπτυξη χώρες.

Στα **φράγματα από σκυρόδεμα** η διάκριση σε βαρύτητα, τοξωτά και αντηριδωτά γίνεται με βάση την στατική τους λειτουργία (εικ.7). Το μεγάλο ίδιον βάρος συγκρατεί τα πρώτα στη θέση τους, ενώ η στατική επάρκεια των δεύτερων εξασφαλίζεται από την τοξοειδή μορφή τους, με το φορτίο από την πίεση του νερού να παραλαμβάνεται από την κυρτή παρειά και να μεταφέρεται στα άκρα και στην θεμελίωση υπό την μορφή αξονικών τάσεων. Το ίδιο συμβαίνει και με τη διαμόρφωση αντηρίδων στην κατάντη παρειά των τρίτων, οι οποίες παραλαμβάνουν και αντισταθμίζουν τα υδροστατικά και υδροδυναμικά φορτία (Δημοπούλου, 2008).



Εικ.7: Κατανομή τάσεων σε φράγμα βαρύτητας, τοξωτό και αντηριδωτό

Τύπος Φράγματος	Υλικό	Σκαρίφημα Τομής	Σκαρίφημα Κάτοψης
Βαρύτητας	Σκυρόδεμα αργολιθοδομή		
Τοξωτό	Σκυρόδεμα		
Αντηριδωτό	Σκυρόδεμα ξύλο, κάλυβας		
Γεώφραγμα	Χώμα, πέτρες		
Μικτό	Χώμα, πέτρες-σκυρόδεμα, ατσάλινα/συνθετικά φύλλα		

Πίνακας 1: Τα είδη των φραγμάτων

1.3. Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Τα φράγματα είναι από τις πρώτες τεχνικές κατασκευές του ανθρώπου, με την εμφάνισή τους να ανάγεται στα προϊστορικά χρόνια. Η πρώιμη ιστορία τους παραμένει άγνωστη ενώ η χρονολόγηση των κατασκευών νωρίτερα του 1000 π. Χ. γίνεται κατά προσέγγιση, ιδιαίτερα στην αρχαία Αίγυπτο, όπου η ιδιόμορφη χρονολόγηση περιορίζει το πλήθος των διαθέσιμων πληροφοριών για τις διάφορες Δυναστείες και τα τεχνολογικά τους επιτεύγματα. Απομεινάρια στην Ινδία και τη Σρι Λάνκα (Κεϋλάνη) μας δίνουν κάποια στοιχεία για το πώς δημιουργήθηκαν δεξαμενές νερού από τους αρχαίους αυτούς λαούς. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος κατασκευής περιελάμβανε την τοποθέτηση χωμάτινων εμποδίων σε υδατορεύματα. Τα υλικά μεταφέρονταν σε καλάθια ή άλλους «συλλέκτες», ενώ η συμπύκνωση τους (compaction) φαίνεται ότι πραγματοποιήθηκε συμπτωματικά από το ποδοβολητό των μεταφορέων. Οι κτίστες της εποχής -στρεφόμενοι στα πιο εύκαιρα-προσιτά υλικά- χρησιμοποιούσαν μεγάλες ποσότητες από χώμα και χαλίκια της περιοχής. Καθώς είχαν ελάχιστη αντίληψη της μηχανικής των υλικών και των ροών στις πλημμύρες, οι τεχνικές που χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή ήταν λίγο-πολύ τυχαίες, με αποτέλεσμα συχνά να αποτυγχάνουν. Έτσι, τα φράγματα που φτιάχνονταν με αναχώματα θεωρούνταν για αρκετούς αιώνες αναξιόπιστα (Jansen, 1980).

1.3.1. Η ΠΡΟ ΧΡΙΣΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Αρχαία Αίγυπτος, Εγγύς Ανατολή, Ανατολική Ασία

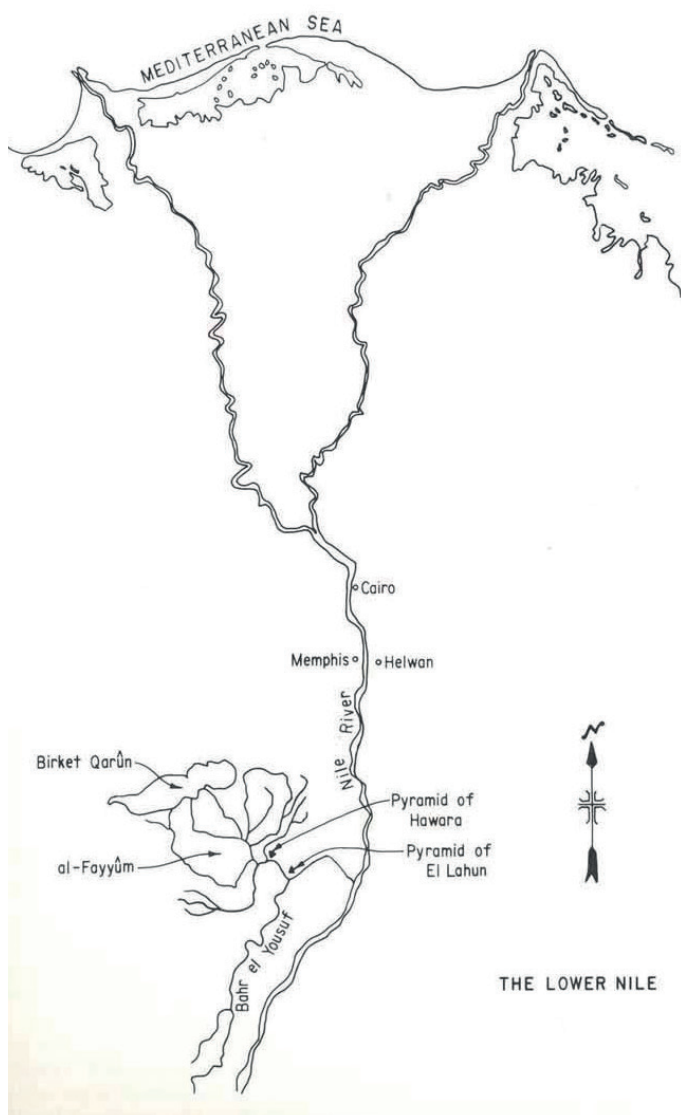
Μια απ' τις πρώτες αναφορές σε τεχνικό έργο μεγάλης κλίμακας σχετίζεται με την ίδρυση της Μέμφιδος στον ποταμό Νείλο, μεταξύ 5700 και 2700 μ. Χ. Ο Ηρόδοτος απέδωσε την κατασκευή της στον μυθικό Φαραώ Μήνη, βασιλιά της Πρώτης Αιγυπτιακής Δυναστείας. Σύμφωνα με ερμηνείες των περιγραφών του κατασκευάστηκε ένα φράγμα τοιχοποιίας στο Koshish στο Νείλο, περίπου 20km πάνω από την περιοχή που ο Φαραώ σχεδίαζε να τοποθετήσει την πρωτεύουσα. Η εκδοχή αυτή -που από αρκετούς ιστορικούς θεωρείται μύθος- αναφέρει ότι πριν από την ίδρυση της πρωτεύουσας ο Μήνης άλλαξε την πορεία του Νείλου από την δυτική προς την ανατολική πλευρά της



Εικ. 8: Φράγμα Sadd -al Kafara



Εικ. 9: Φράγμα Sadd -al Kafara



Χάρτης 1: Ο Κάτω Νείλος, (Jansen, 1980, σελ. 2)

κοιλιάδας, εκτρέποντας την ροή του ποταμού σε νέο κανάλι. Στόχος του φαίνεται ότι ήταν η εξασφάλιση αρκετού χώρου για την πόλη δυτικά του ποταμού, καθώς η τοποθεσία παρείχε καλύτερη αμυντική περίμετρο στα ανατολικά, απ' όπου προσέγγιζαν συνήθως οι εχθροί. Το φράγμα που κατασκευάστηκε για τον σκοπό αυτό φέρεται να ήταν λαξευτής λιθοδομής με ύψος 15m και μήκος στέψης 450m.

Ο σκεπτικισμός των σύγχρονων ιστορικών αναλυτών προς τις περιγραφές αυτές πηγάζει από το μέγεθος που αποδίδονταν στο έργο, το οποίο και έκριναν πως ξεπερνούσε τις δυνατότητες των μέσων της εποχής (Jansen, 1980).

Διάσπαρτα στην **Αίγυπτο** σώζονται μέχρι σήμερα καλά διατηρημένα απομεινάρια φραγμάτων βαρύτητας. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνεται το Sadd el- Kafara (εικ. 8,9) στο κανάλι του Wadi el -Garawi, 32km νότια του Καΐρου. Κτισμένο ίσως από την εποχή του Khufu (Χέοπας, Φαραώ της Αιγύπτου, περίπου 2900 -2877 πΧ) χρησιμοποιούνταν για την παροχή νερού στα κοντινά λατομεία. Ήταν λιθόθετο με ύψος 11m, μήκος στέψης 107m και πυρήνα από πέτρες χαλίκι και χώμα. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η στέψη του συνέκλινε προς το κέντρο, συγκεντρώνοντας την υπερχειλίση σε αυτό το σημείο. Ωστόσο ο πυρήνας στο σημείο αυτό δεν ήταν υδατοστεγής και η χωρητικότητα της δεξαμενής (περίπου 570.000 κυβικών μέτρων) ήταν ανεπαρκής για να συγκρατεί τα νερά των καταστροφικών πλημμυρών του Νείλου. Αυτή η σοβαρή παράλειψη οδήγησε σε υπερχειλίση και στην συνέχεια κατάρρευση του κεντρικού τμήματος του φράγματος αμέσως μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής. Το πρωταρχικό αυτό λάθος εξακολούθησε να πραγματοποιείται σε πολλά φράγματα στην μετέπειτα ιστορία, ενώ η αποτυχία του Sad el-Kafara φαίνεται ότι αποθάρρυνε στο εξής τους αρχαίους Αιγυπτίους από το να κατασκευάσουν άλλα φράγματα της ίδιας σύνθετης διατομής (Jansen, 1980).



Εικ. 10: Φράγμα Marib, Υεμένη

Μεγαλύτερο μεταξύ των αρχαίων φραγμάτων στη **Νότια Αραβία** θεωρείται το γεώφραγμα Marib Dam (εικ.10) στην Υεμένη (περίπου 750 π. Χ.) το οποίο ονομαζόταν Sudd al-Arim από τους Μουσουλμάνους. Πλαισιωμένο από πέντε υπερχειλιστές τροφοδοτούσε με νερό ένα σύστημα αρδευτικών καναλιών για περισσότερα από 1000 χρόνια. Αρχικά είχε μήκος στέψης 580m και ύψος 4m από την κοίτη του ποταμού. Τριγωνικής διατομής με κλίσεις πρανών 45ο, διατηρούσε αυτήν την απότομη κλίση χάρη στην εξωτερική του επένδυση με λίθους και κονίαμα (Δημοπούλου , 2008). Τόση ήταν η σημασία του ώστε ορισμένοι ιστορικοί αναλυτές απέδωσαν την πτώση των βασιλείων της Νότιας Αραβίας στην θραύση του (μεταξύ 542- 570 π. Χ). (Jansen,1980).

Οι **Ασσύριοι, οι Βαβυλώνιοι** και **οι Πέρσες** κατασκεύασαν φράγματα μεταξύ του 700 και του 250 π. Χ. για ύδρευση και άρδευση. Στο Ιράκ (Μεσοποταμία) κάποια από τα αρχαιότερα φράγματα αποδόθηκαν στον βασιλιά των Ασσυρίων Sennacherib (705-681π. Χ.) ο οποίος διέταξε την κατασκευή τους για την εξυπηρέτηση των αναγκών της πρωτεύουσας Νινευή. Μεταξύ αυτών ήταν δύο λίθινες κατασκευές στην περιοχή Ajilah, στον ποταμό Khor. Στις αρχές του 6ου π. Χ. αιώνα ο βασιλιάς της Βαβυλωνίας Ναβουχοδονόσωρ ο Β΄, κατασκεύασε ένα φράγμα στην περιοχή Abbu Habba, νότια της Βαγδάτης. Το 539 π. Χ. ο Κύρος ο Μέγας, βασιλιάς της Περσίας, νίκησε τον στρατό των Βαβυλωνίων που διευθυνόταν από τον πρίγκιπα Βαλτάσαρ (Belshazzar), γιό του Ναβουχοδονόσωρ και έφτιαξε ένα εκτεταμένο δίκτυο διανομής νερού στον Τίγρη ποταμό με έργα εκτροπής για αρδευτικούς σκοπούς. Στην Περσία οι Αχαιμενίδες (Achaemenians) κατασκεύασαν φράγματα στον ποταμό Kur, νότια της Persepolis, με τα περισσότερα από αυτά να πραγματοποιούνται τον 6ο ή 5ο π. Χ. αιώνα, όταν η δύναμή τους βρισκόταν στο αποκορύφωμα της. Ο Πέρσης βασιλιάς Δαρείος ο Μέγας (521 -485 π. Χ.) έφτιαξε 3 φράγματα βαρύτητας στον ποταμό Kur, κοντά στο παλάτι του στην Περσέπολις (Jansen, 1980).

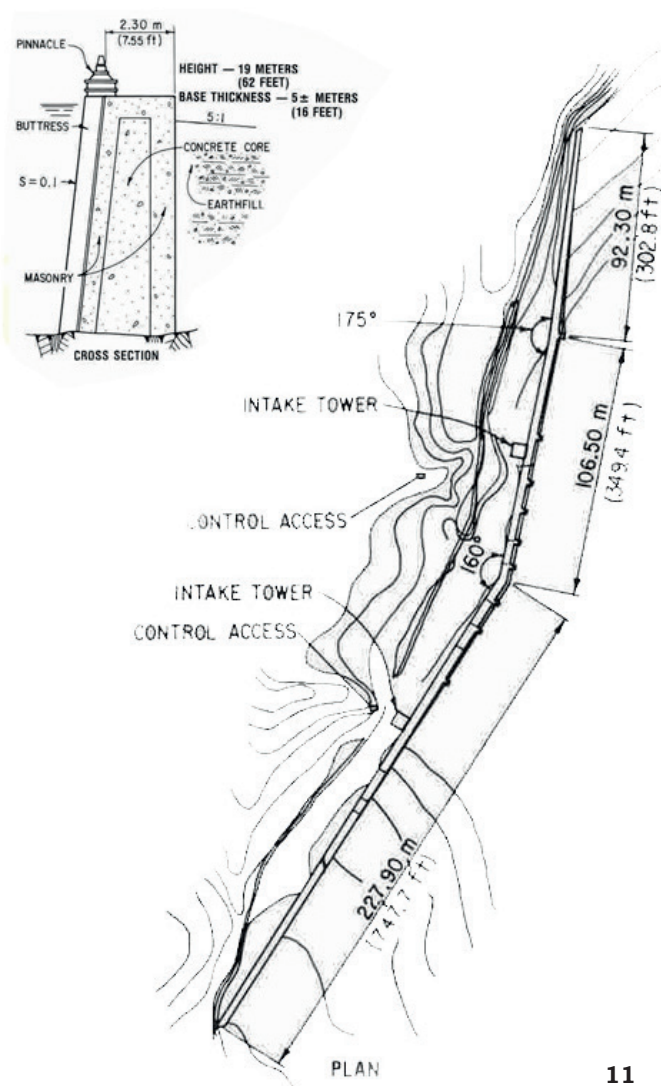
Γύρω στον 5ο αιώνα ξεκίνησε η κατασκευή φραγμάτων στην **Ανατολική Ασία**, η οποία εξελίχθηκε κάπως ανεξάρτητα από τη Δύση, σημειώνοντας σημαντική πρόοδο στα μέγιστα ύψη και μήκη των κατασκευών. Στο νησί της Κεϋλάνης (σημερινή Σρι Λάνκα) δημιουργήθηκαν κατά την αρχαιότητα αναχώματα με σχετικά μικρό ύψος αλλά πολύ μεγάλο μήκος, που αποτέλεσαν προγόνους των σημερινών γεωφραγμάτων (Jansen, 1980). Στην Κίνα σημαντικό επίτευγμα αποτέλεσε το πέτρινο φράγμα ύψους 32m και μήκους 328m, το οποίο κατασκευάστηκε γύρω στο 240 π. Χ. στις όχθες του ποταμού Gykow στην επαρχία Shanxi (Jansen, 1980).

1.3.2. Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1500 μ.Χ. Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, Βυζάντιο

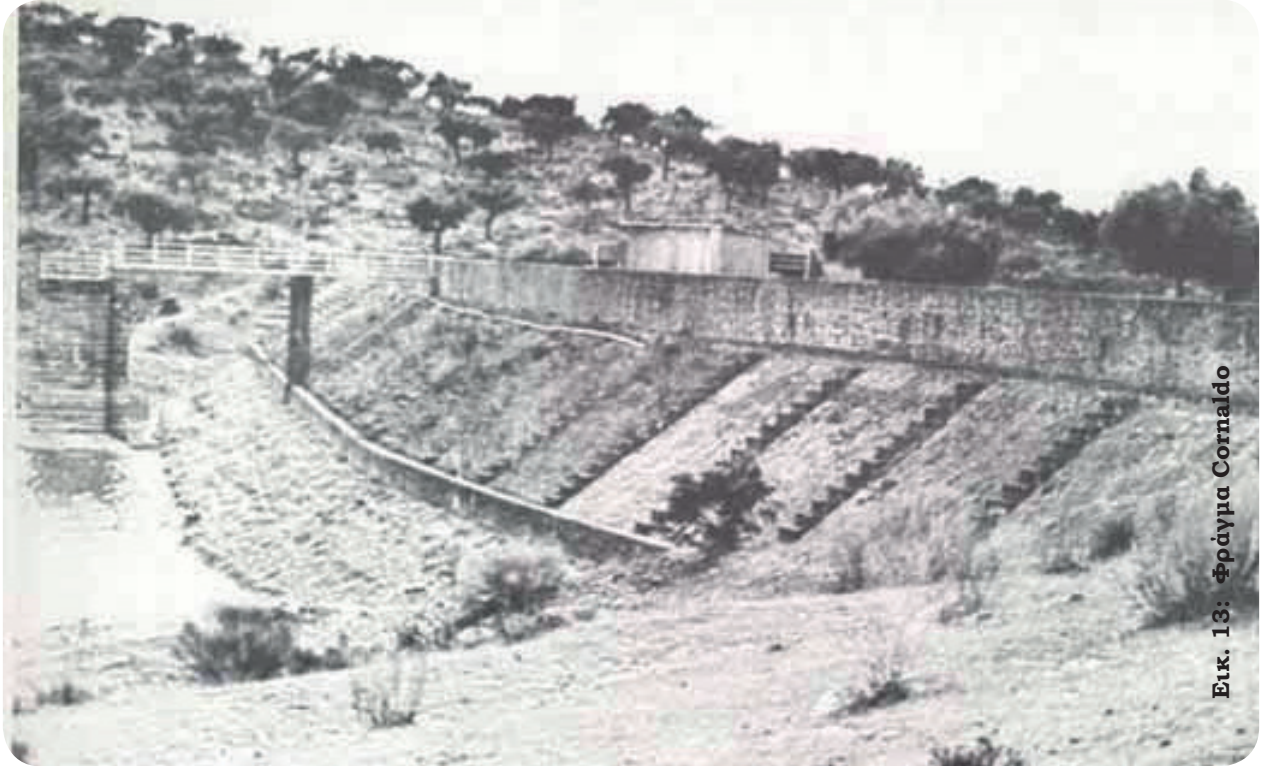
Κατά την περίοδο της **Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας** κατασκευάστηκε μικρός αριθμός φραγμάτων χωρίς να σημειωθεί σημαντική πρόοδος στο ύψος τους. Ωστόσο ο ρωμαϊκός ήταν ο πολιτισμός που καθιέρωσε τη χρησιμοποίηση συνδετικού υλικού στα φράγματα βαρύτητας, μεταβαίνοντας από τη χρήση πηλού σε αυτήν του ασβεστοκονιάματος (μείγμα ασβέστη και ποζολάνης) βελτιώνοντας έτσι τη λειτουργία και την αντοχή τους (Δημοπούλου, 2008). Εξελιγμένα κατασκευαστικά και εξέχοντα παραδείγματα αποτελούν τα φράγματα **Proserpina** (εικ.11,12) και Cornalδο(εικ.13) στην Νοτιοδυτική Ισπανία, τα οποία χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Το Proserpina, κοντά στην Merida κατασκευάστηκε στις αρχές του 2ου μ. Χ. αιώνα. Είχε ύψος 19m, μήκος 427m και ήταν φράγμα τοιχοποιίας λιθόθετο, με πυρήνα από σκυρόδεμα. Διέθετε επίσης υπερχειλιστή μεγάλης χωρητικότητας, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι Ρωμαίοι είχαν κατανοήσει από πολύ νωρίς την ευπάθεια των κατασκευών αυτών σε περιπτώσεις ανεξέλεγκτων πλημμυρών (Jansen, 1980).



Εικ. 11,12: Φράγμα Proserpina, τομή (πάνω αριστερά), κάτοψη και κατάντη όψη



11



Εικ. 13: Φράγμα Cornalido

Κατά την περίοδο της **Βυζαντινής αυτοκρατορίας** ο Ιουστινιανός συνέβαλε στην ανάπτυξη του δικτύου ύδρευσης της Κωνσταντινούπολης κτίζοντας συνολικά οκτώ φράγματα στην περιοχή, τέσσερα από τα οποία τα βρίσκονται ακόμη σε λειτουργία. Το μεγαλύτερο από αυτά περιλαμβάνει το 617.000 κυβικών μέτρων (500 στρεμμάτων) Βτιγυκ Bent σε ένα παραπόταμο του ποταμού Kithene Deresi περίπου 14 χιλιόμετρα βόρεια της πόλης. Στα σύνορα μεταξύ Τουρκίας και Συρίας κοντά στην πόλη Daras, ο μηχανικός Χρύσης από την Αλεξάνδρεια, κατ' εντολή του Ιουστινιανού, έχτισε ένα αξιοσημείωτο φράγμα καμπύλης κάτοψης, το οποίο θεωρείται από ορισμένους ιστορικούς ως το πρώτο γνωστό αψιδωτό φράγμα (Jansen, 1980).

Στην **Ανατολή** οι Ασιάτες εξακολούθησαν να σημειώνουν σημαντική πρόοδο στην κατασκευή χωμάτινων φραγμάτων. Οι Ιάπωνες είχαν κτίσει μέχρι το 1500 μ. Χ. γύρω στα τριάντα γεωφράγματα με ύψος μεγαλύτερο των 15m, στην Κεϋλάνη πραγματοποιούνταν νέα ρεκόρ μήκους στις αναχωματικές κατασκευές και στο Madras της Ινδία κατασκευάστηκε το 1500 μ. Χ. το φράγμα Mudduk Masur ύψους 24m, το οποίο δεν ξεπεράστηκε για περίπου τρεις αιώνες.

Στον αντίποδα, οι **Ευρωπαίοι** συνέχισαν να κτίζουν φράγματα τοιχοποιίας. Το Almonacid de la Cuba (εικ.14) στο Rio Aguasvivas (Ισπανία) χρονολογείται από τον 13ο μ. Χ. αιώνα και αρχικά ήταν κατασκευασμένο από αργολιθοδομή με ακατέργαστο ασβεστοκονίαμα και εξωτερική επένδυση λαξευμένης πέτρας. Εκτιμάται ότι το ύψος του ήταν 29m και το μήκος του περίπου 85m. Κάποιοι ιστορικοί εκτιμούν πως είναι το τελευταίο διασωθέν φράγμα χριστιανικής καταγωγής στην Ισπανία (Jansen, 1980).



Εικ. 14: Φράγμα Almonacid de la Cuba

1.3.3. ΑΠΟ ΤΟΝ 15ο ΣΤΟΝ 18ο ΑΙΩΝΑ

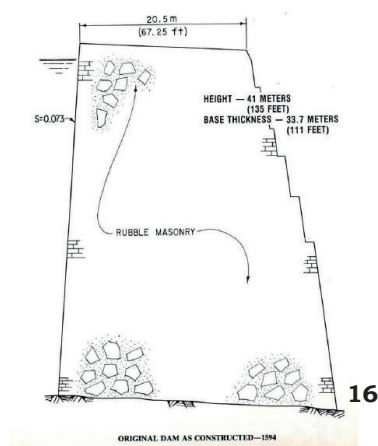
Οι πρόδρομοι των σύγχρονων φραγμάτων

Μέχρι τα τέλη του 16ου αιώνα τα περισσότερα φράγματα είχαν συγκεντρωθεί στην Ισπανία και στην Ιταλία. Στην **Ισπανία** η κατασκευή είχε ήδη ξεκινήσει από τα ρωμαϊκά χρόνια και συνεχίστηκε από τους Άραβες με περίτεχνα αρδευτικά συστήματα για την κατανομή και τον έλεγχο του νερού. Οι Ισπανοί λοιπόν, έχοντας αποκτήσει γνώση και εμπειρία, κατάφεραν να αναπτύξουν καινοτόμες εφαρμογές και να κατασκευάσουν φράγματα όπως τα Elche, Tibi και Relleu, που αποτέλεσαν παγκοσμίως σημεία αναφοράς για περισσότερους από δύο αιώνες. Κατασκευάσανε επίσης τα τολμηρά από τεχνικής άποψης φράγματα El Gasco και Puentes, τα οποία μετά την αστοχία τους ανέδειξαν την ανάγκη να στηριχτούν σε πιο επιστημονική βάση η μελέτη και η κατασκευή των μεγάλων αυτών τεχνικών έργων (Berga, 2001).

Το τοξωτό φράγμα βαρύτητας Alicante στο Rio Monegre, 18km βορειοδυτικά της πόλης Alicante στην Ισπανία αποτελεί ίσως το σημαντικότερο έργο της εποχής. Η κατασκευή αυτού του φράγματος, επίσης γνωστό και με το όνομα του γειτονικού χωριού **Tibi**, ξεκίνησε το 1580 και ολοκληρώθηκε το 1594. Έσπασε το ρεκόρ ύψους που μέχρι τότε κατείχε το ρωμαϊκή κατασκευής φράγμα Subiaco ανερχόμενο στα 41m και διατήρησε την θέση αυτή στην Δυτική Ευρώπη για σχεδόν τρεις αιώνες (1579- 1989 μ. Χ.) (Jansen, 1980).

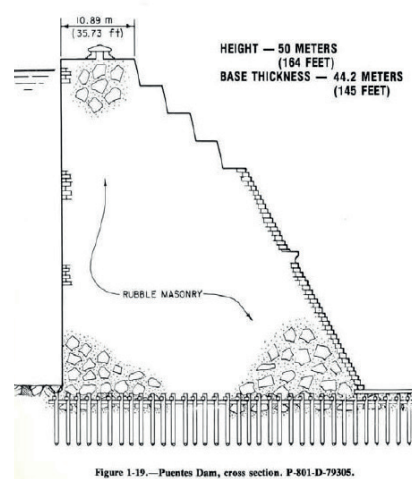


Εικ. 15: Φράγμα Elche



Εικ. 16,17: Φράγμα Tibi, τομή και κατάντη όψη

Το ευθύγραμμο φράγμα Puentes που βρισκόταν δώδεκα χιλιόμετρα βορειοδυτικά της περιοχής Lorca, όταν κατασκευάστηκε αποτελούσε το μακρύτερο φράγμα στην Ισπανία, με μήκος 286μ., ύψος 50μ. και πλάτος στέφης 8μ.. Ο σχεδιαστής του Jeronimo Ortiz de Lara ανέλαβε να αντικαταστήσει μια παλαιότερη κατασκευή που είχε καταρρεύσει το 1648 μ.Χ.. Το έργο ξεκίνησε το 1785 μ. Χ. και ευνοούμενο από το «εκσυγχρονιστικό πάθος» που χαρακτήρισε τα χρόνια της βασιλείας του καρόλου Γ' ολοκληρώθηκε το 1791 μ. Χ.. Ωστόσο τον Μάρτιο του 1802 η δεξαμενή υπερχείλισε, ελευθερώνοντας έναν τοίχο νερού ύψους 12μ. που κατέστρεψε τα πάντα στο πέρασμα του φτάνοντας μέχρι την πόλη. Οι ζημιές που προκλήθηκαν ήταν τεράστιες. Πάνω από 1000 σπίτια και αγροικίες καταστράφηκαν, εργοστάσια και πανδοχεία μετατράπηκαν σε ερείπια, 41000 δέντρα ξεριζώθηκαν και οι επιπτώσεις στην τοπική γεωργία ήταν κοσμογονικές. Το μόνο θετικό επακόλουθο ήταν η ίδρυση της πρώτης εξειδικευμένης σχολής μηχανικών στη χώρα Αργότερα ο ταμιευτήρας αντικαταστάθηκε και λειτούργησε μέχρι το 1989.. (Πηγή: "Lorca commemorates the collapse of the Puentes Dam", 2002).



Εικ. 18: Φράγμα Puentes, τομή

Τον 18ο αιώνα οι Ισπανοί μεταλαμπάδευσαν τις σχεδιαστικές τους αρχές στις αποικίες τους στην Αμερική, ανεγείροντας εκατοντάδες φράγματα βαρύτητας στο Μεξικό. Στις βόρειες αμερικανικές αποικίες η κατασκευή φραγμάτων είχε ξεκινήσει έναν αιώνα νωρίτερα, ωστόσο έφτασε στο απόγειό της μετά το 1850, όταν ο «πυρετός» του χρυσού αύξησε κατακόρυφα τις ανάγκες για αποθέματα νερού. Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, η κατασκευή φραγμάτων πριν την Βιομηχανική Επανάσταση ήταν μικρής κλίμακας και περιοριζόταν στην δημιουργία δεξαμενών για την ύδρευση πόλεων, την κίνηση νερόμυλων κ.α. (Jansen, 1980) (Yang et al., 1999).

1.3.4. Ο 19ος ΚΑΙ Ο 20ος ΑΙΩΝΑΣ

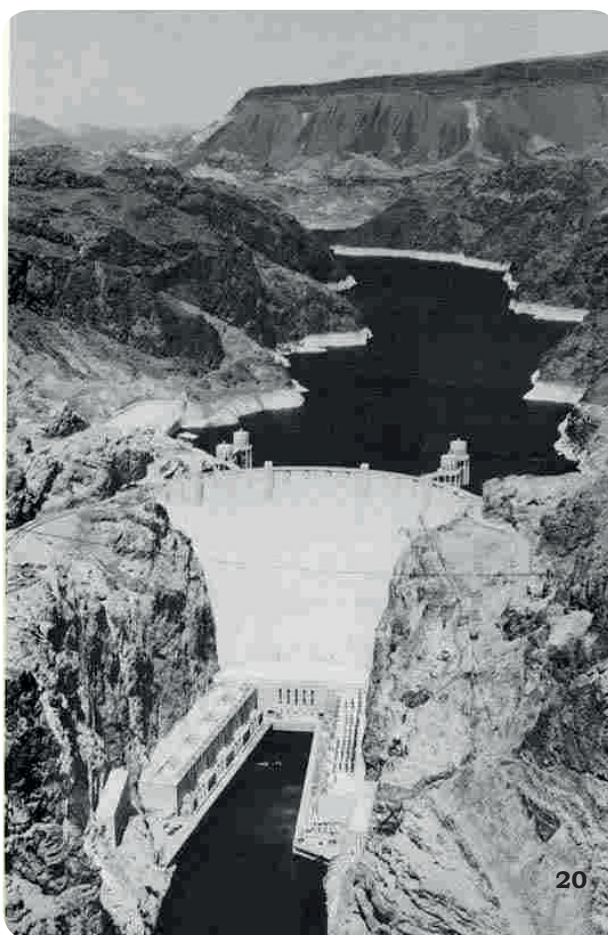
Μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα ο σχεδιασμός φραγμάτων ήταν τελείως εμπειρικός. Ωστόσο, η γνώση των ιδιοτήτων των υλικών και η ανάπτυξη δομικών θεωριών συσσωρεύονταν για περισσότερο από 250 χρόνια. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα φράγματα βαρύτητας στην Ευρώπη να αναπτύσσουν σταδιακά αρχιτεκτονική μορφή, ενώ παράλληλα η κατασκευή τους άρχισε να ενσωματώνει ορθολογικές προσεγγίσεις (Jansen, 1980). Καθοριστικό ήταν το έργο των M. de Sazilly και Rankine (μέσα 19ου αιώνα), τα οποία συνέβαλαν στην κατανόηση των σχεδιαστικών αρχών και της κατασκευαστικής απόδοσης, ανοίγοντας τον δρόμο προς την επιστημονική ανάλυση των μεγάλων αυτών τεχνικών έργων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την εξέλιξη των δομικών υλικών στα τέλη του 19ου αιώνα (τσιμέντο Portland, χάλυβας), συνετέλεσαν ώστε τις επόμενες δεκαετίες να περιοριστεί η κατασκευή λιθόκτιστων φραγμάτων τοιχοποιίας και να καθιερωθούν τα φράγματα βαρύτητας από συμβατικό σκυρόδεμα. Ο λόγος ήταν ο εξής: το υλικό αυτό πλεονεκτούσε λόγω του αυξημένου ιδίου βάρους του που εξασφάλιζε ευστάθεια στην κατασκευή και παράλληλα δεν καθιστούσε αναγκαία την προσάρτηση στεγάνωσης, όντας από μόνο του αρκετά αδιαπέρατο.

Ωστόσο, σύντομα εντοπίστηκαν ζητήματα κακής λειτουργίας, όπως η άκαμπτη συμπεριφορά της κατασκευής και το πρόσθετο θερμοκρασιακό φορτίο από την αντίδραση ενυδάτωσης. Ο παράγοντας αυτός σε συνδυασμό με την υψηλή για την εποχή τιμή οδήγησαν στην κατασκευή των πρώτων τοξοτών και αντιρηδωτών φραγμάτων σκυροδέματος και στην ιδέα της μείωσης της ποσότητας του τσιμέντου στο συνολικό μίγμα. Στο φράγμα Arrowrock για παράδειγμα (εικ. 19), για να επιτευχθεί μείωση της χρησιμοποιούμενης ποσότητας τσιμέντου εισήχθη μίγμα άμμου –τσιμέντου με συνέπεια ωστόσο την πρόκληση ρηγματώσεων και εκτεταμένων ζημιών (Δημοπούλου, 2008).



Εικ. 19: Φράγμα Arrowrock

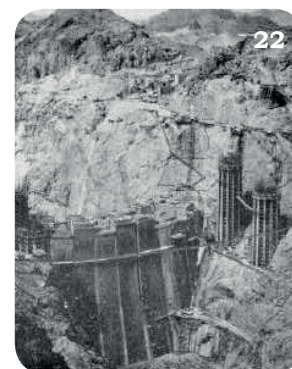
Η δεκαετία του 1930 σημαδεύτηκε από τις προηγμένες αρχές σχεδιασμού του τοξωτού φράγματος Hoover στις ΗΠΑ, καθώς οι επιστημονικές προσεγγίσεις που εφαρμόστηκαν στα τεχνικά θέματα που προέκυψαν κατά τη φάση κατασκευής συνέβαλλαν στο να βελτιωθεί η υπάρχουσα τεχνογνωσία (Jansen, 1980). Δύο δεκαετίες αργότερα η κατασκευή και η αστοχία του φράγματος Malpasset (1959) (εικ. 23, 24) έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη εξειδικευμένων γεωλογικών ερευνών στο πεδίο εγκατάστασης των φραγμάτων. Μέχρι το 1960, το ενδιαφέρον εστιζόταν όλο και περισσότερο στην ανάλυση και έρευνα των φορτίων, οδηγώντας στην τεχνολογία των φραγμάτων διπλής καμπυλότητας. Ωστόσο τα χρόνια που ακολούθησαν η κατασκευή των φραγμάτων βαρύτητας σχεδόν εγκαταλείφθηκε και τα γεωφράγματα -κατασκευές με μικρότερες απαιτήσεις θεμελίωσης, φθηνότερα υλικά και ταχύτερους ρυθμούς παραγωγής- καθιερώθηκαν λόγω της εξέλιξης των χωματουργικών μηχανημάτων και της γενικευμένης ευαισθητοποίησης σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Παρ' όλ' αυτά τα φράγματα σκυροδέματος συνέχισαν να βρίσκονται στο προσκήνιο των κατασκευών, εξελίσσοντάς τα υλικά και τα μηχανήματα κατασκευής τους. Το 1974 κατασκευάστηκε το φράγμα βαρύτητας Forebay (Η.Π.Α.) καινοτόμο ως προς την επιλογή των υλικών του σώματός του. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί τύποι σκυροδέματος: στις εξωτερικές επιφάνειες χρησιμοποιήθηκε συμβατικό σκυρόδεμα, ώστε να διασφαλιστεί η στεγανότητα της κατασκευής ενώ το εσωτερικό του έργου κατασκευάστηκε με ένα πιο ισχνό του συνηθισμένου συμβατικού σκυροδέματος μίγμα. Ακόμη, συμπεριελήφθησαν ιπτάμενη τέφρα προς αντικατάσταση ποσότητας του τσιμέντου ως συνδετικού υλικού στο σκυρόδεμα και αερακτικά, ενώ γινόντουσαν συνεχείς θερμοκρασιακοί έλεγχοι στα αδρανή (Δημοπούλου, 2008).



Εικ. 20, 21 , 22 : Το φράγμα Hoover μεταξύ των πολιτειών της Αριζόνα και της Νεβάδα στον ποταμό Κολοράντο. Έχει ύψος 221m, μήκος στέψης 379 m και εμπεριέχει συνολικά 3.400.000m³ σκυροδέματος, δημιουργώντας την μεγαλύτερη κατ' όγκο τεχνητή λίμνη στις ΗΠΑ, που ονομάζεται Mead.



σκυροδέτηση με καλούπια



**δ ι α μ ό ρ φ ω σ η
ανάντη παρειάς.**



Εικ. 23: Φράγμα Malpasset, κατάντη πλευρά πριν την αστοχία



Εικ. 24: Το φράγμα Malpasset σήμερα

Το 1970 και ακολούθως το 1980 καλλιεργήθηκε η ιδέα της παραγωγής ενός διαφορετικού τύπου σκυροδέματος, συνδυάζοντας τα χωματοουργικά μηχανήματα με αλλαγές στην αναλογία τσιμέντου και προσαρμογή της κοκκομετρίας των αδρανών. Έτσι προέκυψε το Κυλινδρούμενο Σκυρόδεμα (Roller Compacted Concrete) το οποίο συνδύαζε όλα τα θετικά χαρακτηριστικά του συμβατικού υλικού και παράλληλα επέτρεπε τον χειρισμό του με τις πιο γρήγορες, εύκολα εκτελέσιμες και διαδεδομένες μεθόδους των γεωφραγμάτων. Στις ομοιότητες του με το συμβατικό σκυρόδεμα περιλαμβάνονται η μεθοδολογία της ανάπτυξης και του ελέγχου των ιδιοτήτων του μίγματος, η διερεύνηση της θεμελίωσης και η ανάλυση της ευστάθειας της κατασκευής. Το βασικό χαρακτηριστικό που το διαφοροποιεί είναι η μειωμένη περιεκτικότητα σε τσιμέντο και η αναλογία των συστατικών που είναι τέτοια, ώστε να του επιτρέπει τη διάστρωση του σε παράλληλες στρώσεις (των 30cm συνήθως) όπως τα εδαφικά υλικά. Το RCC με διάφορες παραλλαγές αποτελεί το βασικό δομικό υλικό των φραγμάτων βαρύτητας σήμερα και συνεχώς εξελίσσεται (Δημοπούλου, 2008).





Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ.**2**



Χάρτης 2: Χωρική κατανομή βροχοπτώσεων -Δείκτης Ξηρασίας Unesco. **Πηγή: Ι.Ο.Β.Ε.**

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά τον πλούτο της φυσικής προσφοράς υδατικών πόρων στην χώρα μας, η γεωγραφική ανομοιομορφία κατανομής τους, οι μεσογειακές υδροκλιματικές συνθήκες αλλά και οι πρόσθετες απαιτήσεις για γεωργική ανάπτυξη, ύδρευση κ.α. είναι τέτοιες ώστε να μην καλύπτονται παντού ικανοποιητικά οι υδατικές ανάγκες (χάρτης 2). Οι συνθήκες αυτές καθιστούν απαραίτητη την αξιοποίηση των υδάτινων πόρων, στην οποία κατά κανόνα περιλαμβάνονται υδραυλικά έργα μεγάλης κλίμακας -κυρίως φράγματα και ταμιευτήρες (Κουτσογιάννης & Τσελέντης, 2002). Με εξαίρεση τις αρχαίες κατασκευές των Μινύων, της Τίρυνθας και της Αλυζίας, φράγματα άρχισαν να κατασκευάζονται στον Ελλαδικό χώρο μόλις τη δεκαετία του 1920 (Μουτάφης, 2008). Στο γεγονός αυτό συνέβαλλαν αδιαμφισβήτητα οι δύσκολες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες των προηγούμενων δεκαετιών καθώς επίσης και το αναπτυξιακό μοντέλο αξιοποίησης των υδάτινων πόρων, το οποίο μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 1960 ήταν προσανατολισμένο στην εκμετάλλευση του υδροφόρου ορίζοντα και των υπογείων δεξαμενών. Οι παράγοντες αυτοί συνετέλεσαν ώστε τα πρώτα φράγματα να κατασκευαστούν και να μελετηθούν από ξένες εταιρείες, εναρμονιζόμενα με τις διεθνείς τάσεις και πρότυπα της εποχής. Έτσι τα πρώτα μεγάλα φράγματα του Μαραθώνα (1931), του Λούρου (1954), του Λάδωνα (1956) και του Ταυρωπού (1959), ήταν σκυροδέματος. Τα επόμενα χρόνια κατασκευάστηκαν δεκάδες φράγματα, κυρίως χωμάτινα και λιθόρριπτα, γιατί ως κατασκευές είχαν μικρότερες απαιτήσεις θεμελίωσης, φθηνότερα υλικά και ταχύτερο ρυθμό παραγωγής. Παρ' όλα αυτά ο αριθμός των Μεγάλων Φραγμάτων και των υδραυλικών έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων που έχουν κατασκευαστεί στη χώρα μας είναι μικρός σε σχέση με τη διεθνή κατάσταση στον περίγυρο των Ευρωπαϊκών και Μεσογειακών χωρών (πίνακας 2).

Στην συνέχεια επιχειρείται η συνοπτική παρουσίαση της εξελικτικής αυτής πορείας, μέσα από την ιστορική αναδρομή και την καταγραφή των σημαντικότερων ταμιευτήρων. Προκειμένου η διαδικασία να γίνει ευκολότερη, έχει γίνει ομαδοποίηση με βάση την κύρια χρήση τους.

ΧΩΡΑ	ΦΡΑΓΜΑΤΑ	ΧΩΡΑ	ΦΡΑΓΜΑΤΑ	ΧΩΡΑ	ΦΡΑΓΜΑΤΑ
Ισπανία	1196	Ρουμανία	246	Μαρόκο	92
Τουρκία	625	Σουηδία	190	Ρωσία	91
Γαλλία	569	Βουλγαρία	180	Τυνησία	72
Ιταλία	524	Ελβετία	156	Γιουγκοσλαβία	69
Ην. Βασίλειο	517	Αυστρία	149	Φινλανδία	55
Νορβηγία	335	Τσεχία	118	Κύπρος	52
Γερμανία	311	Αλγερία	107	Σλοβακία	50
Αλβανία	306	Πορτογαλία	103	Ελλάδα	46

Πίνακας 2: Αριθμός Μεγάλων Φραγμάτων για 23 Ευρωπαϊκές και Μεσογειακές χώρες που διαθέτουν περισσότερα από 50 μεγάλα φράγματα, **Πηγή:** World Commission on Dams (2000, Annex V)

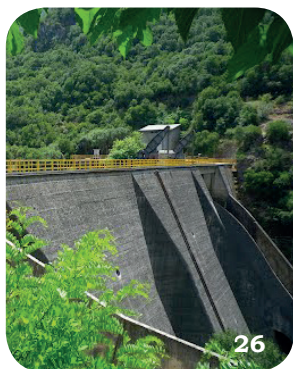
2.2. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν του Λούρου το 1954, του Λάδωνα το 1956 και του Ταυρωπού το 1962. Και τα τρία ήταν από σκυρόδεμα: βαρύτητας του Λούρου, αντιρηδωτό του Λάδωνα και τοξωτό του Ταυρωπού. Το 1965 κατασκευάστηκε το φράγμα Κρεμαστών στον ποταμό Αχελώο, το πρώτο χωμάτινο στην Ελλάδα και ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης. Ακολούθησε το φράγμα Καστρακίου το 1969, το οποίο παρουσίασε σημαντικό ενδιαφέρον, από την άποψη ότι ήταν το πρώτο που κατασκευάστηκε από ελληνικές εταιρείες (Οδών – Οδοστρωμάτων, Δομική, ΕΔΟΚ – ΕΤΕΡ Α.Ε.). Δεκάδες φράγματα κατασκευάστηκαν από τότε, τα περισσότερα χωμάτινα ή λιθόρριπτα, τα οποία παράλληλα χρησιμοποιούνται για να καλύψουν ανάγκες ύδρευσης, άρδευσης, αναψυχής κ.α. Από αυτά καινοτομία παρουσιάζουν:

- το λιθόρριπτο φράγμα Μεσοχώρας του οποίου το στεγανό στοιχείο αποτελεί ανάντη πλάκα σκυροδέματος, η κατασκευή της οποίας απαιτεί ειδική τεχνική και εξειδικευμένο επιστημονικό και εργοτεχνικό προσωπικό.
- το φράγμα Πλατανόβρυσης από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα με χρήση ιπτάμενης τέφρας στη σύνθεση του σκυροδέματος. Η ιπτάμενη τέφρα προέρχεται από την καύση λιγνίτη στους θερμικούς σταθμούς της Κοζάνης και έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους κατασκευής του έργου (Δημόπουλος & Στεφανάκος, 2008).

Εικ. 25, 26: Φράγμα Λάδωνα

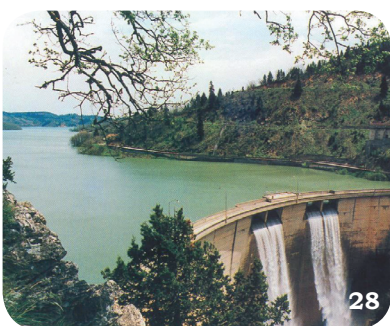
Θέση: Ν. Αρκαδίας
Ποταμός: Λάδωνας
Έτος Κατασκευής: 1955
Τύπος Φράγματος: Βαρύτητας από σκυρόδεμα- αντιρηδωτό
Ύψος Φράγματος: 56m
Όγκος φράγματος: 34.103m³
Χωρητικότητα ταμιευτήρα: 46,2.106m³
Κύριος του έργου: ΔΕΗ



Το φράγμα του Λάδωνα ξεκίνησε το 1950 και ολοκληρώθηκε το 1955 στη θέση "Πήδημα", σε απόσταση δέκα χιλιομέτρων από τα Τρόπαια. Κατασκευαστής ήταν Ιταλική εταιρεία και από πλευράς κόστους είχε ενταχθεί στις πολεμικές αποζημιώσεις της Ιταλίας προς τη χώρα μας από τον Β' παγκόσμιο πόλεμο. Το ύψος του φράγματος είναι 50 μέτρα. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι δυο υπερχειλιστές. Βρίσκονται πάνω στο φράγμα και σκοπό έχουν την εκφόρτιση των πλημμυρικών νερών, πάνω από τη στάθμη των 420 μέτρων (Πηγή: <http://el.wikipedia.org/>).

Εικ. 27,28: Φράγμα Ταυρωπού

Θέση: Ν.Καρδίτσας
 Ποταμός: Ταυρωπός (Αχελώος)
 Έτος Κατασκευής: 1959
 Τύπος Φράγματος: Τοξωτό
 Ύψος Φράγματος: 83m
 Όγκος φράγματος: 100.103m³
 Χωρητικότητα ταμιευτήρα:
 300.106m³
 Κύριος του έργου: ΔΕΗ
 Σκοπός: ηλεκτροπαραγωγή/
 άρδευση/ ύδρευση/ αναψυχή



Το φράγμα Ταυρωπού είναι μία τοξοειδής κατασκευή με μήκος 200 μέτρα και ύψος 83 μέτρα. Ολοκληρώθηκε το 1959, οπότε και άρχισε η πλήρωση της Λίμνης με νερό. Αυτό το νερό είναι η κινητήριος δύναμη για τον υδροηλεκτρικό σταθμό της Δ.Ε.Η. ισχύος 120MW, στον οποίο μεταφέρεται μέσω ενός αγωγού που ξεκινάει από την ανατολική πλευρά της Λίμνης, κοντά στην περιοχή Τσαρδάκι και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για άρδευση των χωραφιών του θεσσαλικού κάμπου και για την ύδρευση της Καρδίτσας, των Σοφάδων και άλλων 35 κοινοτήτων (Πηγή: <http://www.tavropos.com/>).

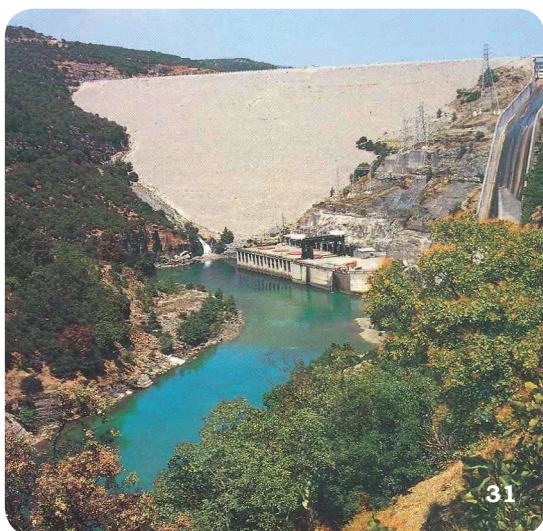
**Εικ. 29, 30: Φράγμα Λούρου**

Θέση: Ν.Πρέβεζας
 Ποταμός: Λούρος
 Έτος Κατασκευής: 1954
 Τύπος Φράγματος: Βαρύτητας από σκυρόδεμα
 Ύψος Φράγματος: 22m
 Όγκος φράγματος: 1,237.104m³
 Χωρητικότητα ταμιευτήρα:
 100.104m³
 Κύριος του έργου: ΔΕΗ
 Σκοπός: ηλεκτροπαραγωγή



Το φράγμα του Λούρου αποτελεί ένα από τα παλαιότερα υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα. Ο υπερχειλιστής του ΥΗΕ Λούρου είναι ένας ανοιχτός υπερχειλιστής χωρίς θυροφράγματα και καταλαμβάνει 75 από τα 96 m του μήκους της στέψης.

Λειτουργεί όταν το νερό στον ταμιευτήρα φτάσει το υψόμετρο των +96 m και έχει σχεδιαστεί για μέγιστη παροχή 940 m³ /s. Εξαιτίας του μεγάλου του μήκους, φαίνεται να συμπίπτει με τη στέψη του φράγματος σε όλο της το μήκος, η οποία έχει διαμορφωθεί κατάλληλα έτσι ώστε να παροχετεύει τα νερά της πλημμύρας πάνω από το φράγμα χωρίς αποκόλληση της ροής από το στερεό όριο. Μία τέτοιου είδους υπερχειλίση σημαίνει καταστροφή του έργου σε άλλου τύπου φράγμα όπως χωμάτινο ή λιθόρριπτο. Στο Λούρο όμως το οπλισμένο σκυρόδεμα με το οποίο έχει κατασκευαστεί το φράγμα του δίνει την απαραίτητη αντοχή για να μπορέσει να επιτρέψει χωρίς κίνδυνο τη ροή του νερού από πάνω του. Η διαμόρφωση λοιπόν του φράγματος σε ένα μεγάλο υπερχειλιστή εξοικονόμησε τα πρόσθετα έργα που θα χρειαζόνταν για την κατασκευή ενός διαφορετικού έργου υπερχειλίσης[.] (Δημόπουλος & Στεφανάκος, 2008, σελ. 8).



Εικ. 31: Φράγμα Κρεμαστών

Θέση: Ν.Ευρυτανίας-Αιτωλοακαρνανίας
 Ποταμός: Αχελώος
 Έτος Κατασκευής: 1965
 Τύπος Φράγματος: Χωμάτινο με κεντρικό γεώδες υλικό
 Ύψος Φράγματος: 165m
 Όγκος φράγματος: 8.17.106m³
 Χωρητικότητα ταμιευτήρα: 3800.106m³
 Κύριος του έργου: ΔΕΗ
 Σκοπός: ηλεκτροπαραγωγή/αντιπλημμυρική προστασία

Το φράγμα των Κρεμαστών είναι ένα από τα μεγαλύτερα γεωφράγματα της Ευρώπης, έχει ύψος 153m, όγκο 8.130.000 m³ και σχηματίζει τεχνητή λίμνη 30.000 στρεμμάτων που μπορεί να χωρέσει 4,7 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερό. Η κατασκευή του ξεκίνησε το 1962 και ολοκληρώθηκε το 1966, ενώ την αποπεράτωση του έργου ανέλαβε αμερικάνικη εταιρεία. Το έργο επέφερε σημαντικές αλλαγές στην ευρύτερη περιοχή, καθώς με την πλήρωση του ταμιευτήρα αρκετά χωριά, γεφύρια κι εκκλησίες χάθηκαν κάτω από τα νερά της τεχνητής λίμνης. Το τοπίο και το κλίμα της αλλάξαν, επήλθε δημογραφική αλλοίωση καθώς παλαιοί οικισμοί έσβησαν οριστικά και σημαντικό μέρος του πληθυσμού μετακινήθηκε σε καινούργιες περιοχές, ενώ αμέσως μετά την πλήρωση ξεκίνησε σεισμική ακολουθία, η οποία ήταν τόσο έντονη, ώστε έγινε αναφορά του φαινομένου στη διεθνή βιβλιογραφία (Πηγή: <http://www.limni-kremaston.gr/content/view/16/31/lang,el/>).



Εικ. 32: Φράγμα Πλατανόβρυσης

Θέση: Ν. Δράμας
 Ποταμός: Νέστος
 Τύπος Φράγματος: βαρύτητας από RCC
 Ύψος Φράγματος: 95m
 Όγκος φράγματος: 0,45.106m³
 Χωρητικότητα ταμιευτήρα: 57.106m³
 Κύριος του έργου: ΔΕΗ

2.3. ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Η κατασκευή φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών, ως στρατηγική αξιοποίησης των επιφανειακών υδάτων της χώρας στα πλαίσια της αγροτικής ανάπτυξης, ξεκίνησε γύρω στα μέσα του 1960. Οι προγενέστερες πρακτικές περιορίζονταν στην αξιοποίηση των υπόγειων υδάτων μέσα από την υλοποίηση έργων σχετικά χαμηλού προϋπολογισμού, όπως οι γεωτρήσεις και τα φρέατα. Ωστόσο, από το 1964 και έπειτα υπό την αιγίδα του Υπουργείου Γεωργίας πραγματοποιήθηκαν μελετητικά προγράμματα χωροθέτησης φραγμάτων, τα οποία στόχευαν είτε στην ανάπτυξη «περιοχών γεωργικού ενδιαφέροντος» είτε στην ανάπτυξη ορεινών και μειονεκτικών περιοχών. Τα προγράμματα αυτά συστηματοποιήθηκαν μετά το 1980 όταν ολοκληρώθηκε και η προσπάθεια ανάπτυξης των υπόγειων υδάτων. Στο χρονικό διάστημα '86 -'08 πραγματοποιήθηκαν δεκάδες μελέτες, ενώ κατασκευάστηκαν 49 φράγματα και εξωποτάμιες λίμνες, χρηματοδοτούμενα από τα τρία Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης και από Εθνικούς πόρους. Όλα ανήκουν στην κατηγορία των μεγάλων φραγμάτων, ενώ τα περισσότερα είναι χωμάτινα ή λιθόρριπτα. Ενδεικτικά αναφέρονται τα φράγματα Απολακκιάς Ρόδου (1989), Λευκόγειων Δράμας (1994), Δόξα Φενεού Κορινθίας (1996) και Λειβαδιού Αστυπάλαιας (1997), Φανερωμένης (2004) (Καπλανίδης, 2008) (Αθανασόπουλος κ.α., 2006).

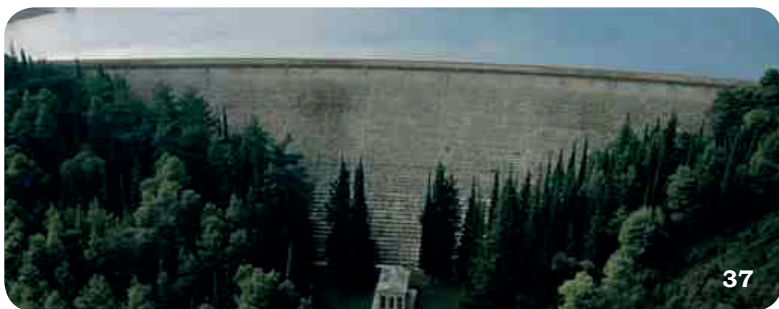


Εικ. 33, 34, 35: Φράγμα Φανερωμένης

Θέση: Ν.Κυκλάδων (Νάξος)
Έτος Κατασκευής: 2004
Ποταμός: Χ. Σκίνου
Τύπος Φράγματος: Λιθόρριπτο με ανάντη πλάκα από σκυρόδεμα
Ύψος Φράγματος: 52m
Όγκος φράγματος: 451,5.103m³
Χωρητικότητα ταμιευτήρα: 1400.103m³
Κύριος του έργου: ΥΠ.ΑΓ.ΑΝ. Σκοπός: άρδευση/ ύδρευση

2.4. ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

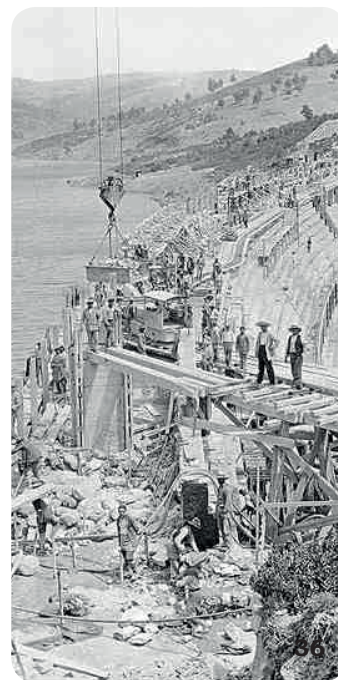
Οι επαυξημένες ανάγκες ύδρευσης που ανέκυψαν με την αθρόα εισροή προσφύγων στην πρωτεύουσα αμέσως μετά την Μικρασιατική καταστροφή λειτούργησαν καταλυτικά ώστε λίγα χρόνια αργότερα (το 1925) να ξεκινήσουν τα πρώτα σύγχρονα έργα υποδομής στην περιοχή του λεκανοπεδίου. Στην πρώτη αυτή απόπειρα ύδρευσης της Αθήνας μέσω ενός οργανωμένου δικτύου εγκαταστάσεων συμπεριλήφθηκε η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα, το οποίο ολοκληρώθηκε το 1931 και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς είναι τοξωτό και εξωτερικά επενδυμένο με πεντελικό μάρμαρο, μια ιδιοτυπία που το καθιστά μοναδικό. Δύο δεκαετίες αργότερα για την υδροδότηση της Αθήνας χρησιμοποιήθηκαν τα νερά της φυσικής λίμνης Υλίκης από την Βοιωτία χρησιμοποιώντας για τη μεταφορά του νερού ένα σύστημα αντλιοστασίων. Το 1979 πραγματοποιήθηκε ένα νέο τεχνικό έργο στον ποταμό Μόρνο που περιελάμβανε την κατασκευή χωμάτινου φράγματος και υδραγωγείου. Το φράγμα του Μόρνου, ύψους 126m, αποτελούσε το ψηλότερο φράγμα της Ευρώπης όταν κτίστηκε. Το πιο πρόσφατο έργο ενίσχυσης της υδροδότησης της Αθήνας είναι η εκτροπή του ποταμού Ευήνου προς τον ταμιευτήρα του Μόρνου, με την κατασκευή φράγματος και σήραγγας το 2001. (http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=197).



εικ. 37: Κατάντη παρειά φράγματος Μαραθώνα



εικ. 38: Η κατάντη παρειά επενδυμένη με πεντελικό μάρμαρο



εικ. 36: Κατασκευή φράγματος Μαραθώνα, αρχείο ΕΥΔΑΠ





ΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ
ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ **.3**



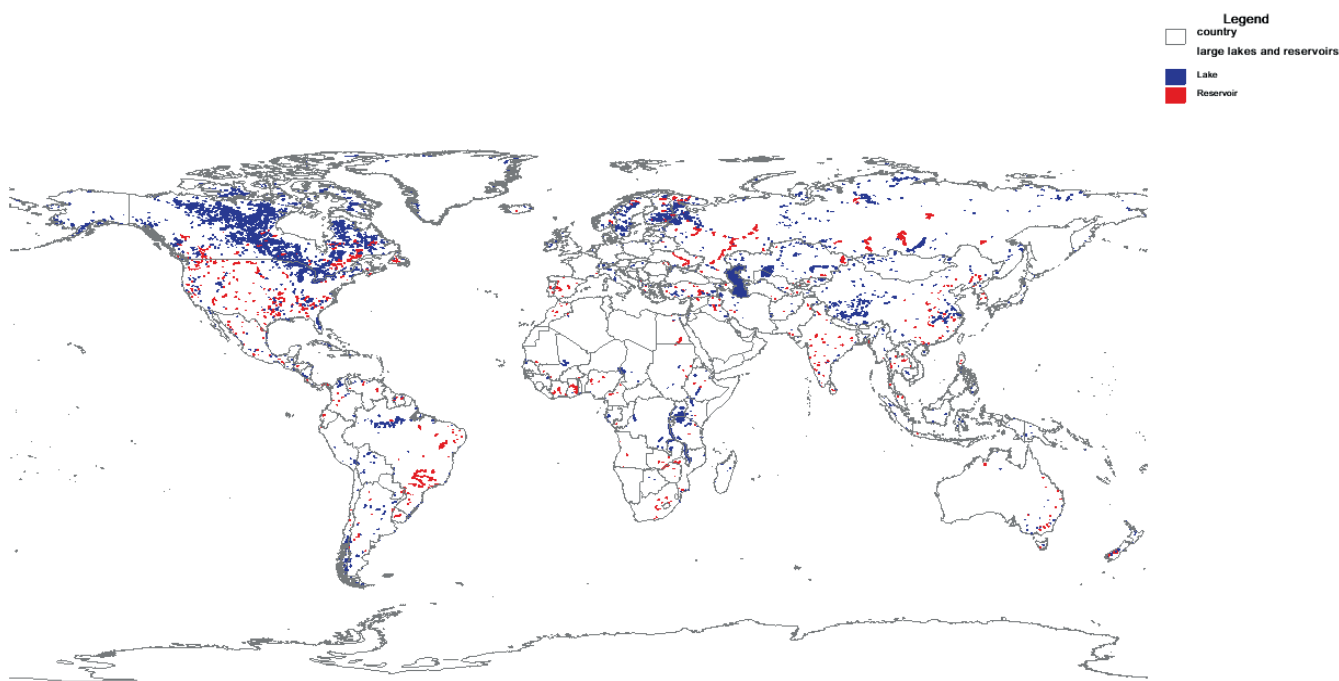


“Κανένα ανθρώπινο έργο δεν κατάστρεψε τη φύση με περισσότερο ολοκληρωτικό και μη αντιστρεπτό τρόπο όσο τα φράγματα..”

(Brower, D., ιδρυτής Μ.Κ.Ο. “Φίλοι της Γης”, αναφορά από Pearce, 1992, σελ. 135)

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αύξηση του αριθμού των φραγμάτων τον τελευταίο αιώνα υπήρξε κατά γενική ομολογία εντυπωσιακή. Το 2007 ο αριθμός τους ξεπέρασε τις 800.000, με τα Μεγάλα Φράγματα να είναι περισσότερα από 40.000. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του ξέφρενου ρυθμού ανάπτυξης των τελευταίων αποτελούν οι Η.Π.Α., στις οποίες ο αριθμός των Μεγάλων Φραγμάτων αυξήθηκε από το 1900 μέχρι το 1964 κατά 2.187% (από 116 σε 2653 φράγματα) (Jansen 1980)! Στην κατηγορία των Μεγάλων Φραγμάτων, σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD) εμπίπτουν τα φράγματα των οποίων το ύψος ξεπερνά τα 15m, απ' το βαθύτερο σημείο εκσκαφής έως την στέψη τους. Στην ίδια κατηγορία δύναται να ανήκει ένα φράγμα ύψους 10-15m, όταν: α) το μήκος της στέψης υπερβαίνει τα 500m, β) ο ταμιευτήρας που δημιουργείται υπερβαίνει το 1.000.000m³, γ) ο υπερχειλιστής σχεδιάζεται για παροχή μεγαλύτερη των 2000 m³/sec, δ) το έργο έχει ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες θεμελίωσης ή ασυνήθιστο σχεδιασμό (Αθανασόπουλος, 2006, σελ 14-15).



Χάρτης 3: "GWSP Digital Water Atlas (2008). Large Lakes (μπλε χρώμα) and Reservoirs (κόκκινο χρώμα) (GWLD-1) (V1.0).

Πηγή: <http://atlas.gwsp.org>."

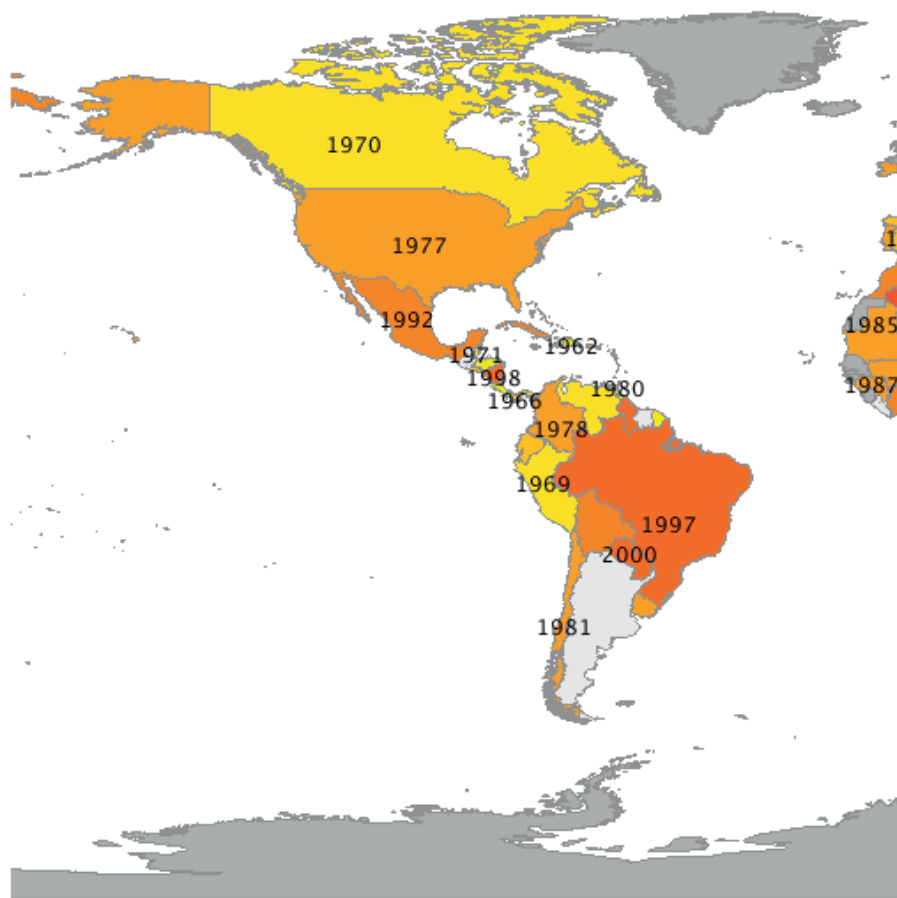
3.2. Η ΕΞΑΡΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ Η ΕΝΑΝΤΙΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ

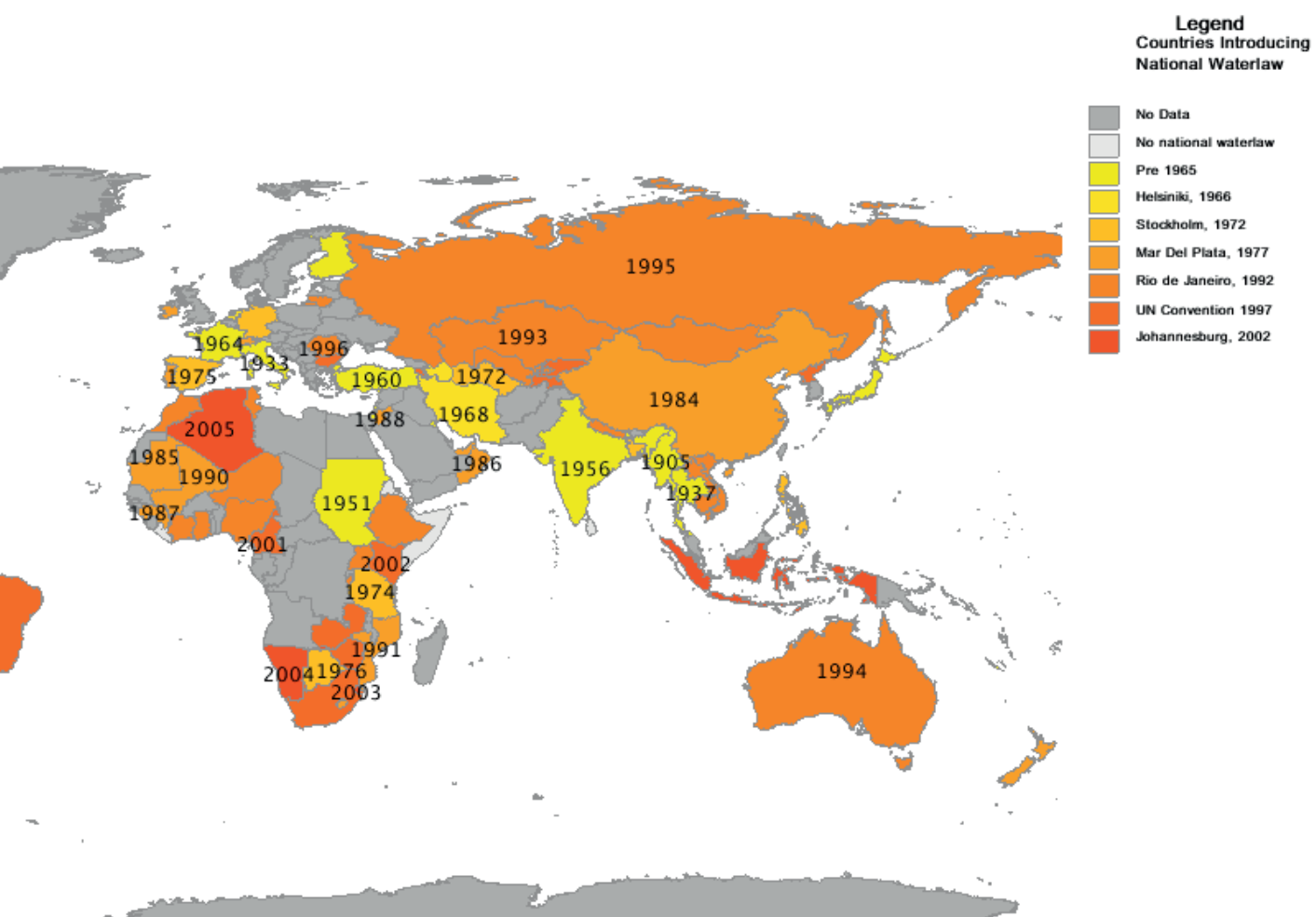
Η κατασκευή Μεγάλων Φραγμάτων προωθήθηκε και εδραιώθηκε τη δεκαετία του 1950 από ισχυρές διεθνικές ομάδες (πολιτικούς, γραφειοκράτες, κτηματίες, βιομηχάνους, πολυεθνικές οικονομίες κ.α.) δημιουργώντας ένα παγκόσμιο καθεστώς «νομιμοποίησης», υπαγόμενο στα πλαίσια του προτύπου ανάπτυξης που κυριάρχησε στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό η ανάπτυξη *«γινόταν αντιληπτή ως μια εκ των άνω τεχνοκρατική επίτευξη της οικονομικής μεγέθυνσης η οποία μπορούσε να πραγματοποιηθεί μέσω της εντατικής εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων και της κατασκευής έργων μεγάλης κλίμακας»* (Σπυριδάκη 2007, σελ. 13). Μέχρι τα τέλη του '60 η κατασκευή των μεγάλων αυτών τεχνικών έργων παρουσιαζόταν ως φτηνή και καθαρή λύση παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και ύδρευσης, γεγονός το οποίο συνετέλεσε αφενός στον αριθμητικό και χωρικό πολλαπλασιασμό τους σε παγκόσμια κλίμακα και αφετέρου στην εδραίωση τους στην κοινωνική φαντασία ως *«σύμβολα τοπικής και εθνικής υπερηφάνειας, απτές αποδείξεις της προόδου, της εθνικής ανάπτυξης, της δέσμευσης για την μοντερνοποίηση, της ικανότητας του ανθρώπου να ελέγχει και να καθυποτάσσει τη φύση»* (Σπυριδάκη 2007, σελ. 13). Οι περιβαλλοντικές και οι κοινωνικές επιπτώσεις της κατασκευής τους σπάνια αναγνωρίστηκαν δημόσια, προβαλλόμενες συνήθως ως θυσίες «απαραίτητες» για την οικονομική ανάπτυξη των περιοχών που βρίσκονταν στην λεκάνη απορροής τους.

Από την δεκαετία του '70 ωστόσο η αλλαγή στο αναπτυξιακό πρότυπο (από το πρότυπο της οικονομικής μεγέθυνσης σε εκείνο της βιώσιμης ανάπτυξης) αλλά και η κινητοποίηση κοινωνικών, περιβαλλοντικών και επιστημονικών ομάδων συνέβαλλαν ανασταλτικά στη περαιτέρω διόγκωση της κατασκευής τους στην Δύση. Το γεγονός αυτό οδήγησε κεφάλαιο και κατασκευαστικές εταιρίες στην αναζήτηση νέων αγορών στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η ζήτηση ήταν ακόμα μεγάλη, οι αντιδράσεις περιορισμένες και οι δημοκρατικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές αρχές λιγότερο θεσμοποιημένες (Σπυριδάκη, 2007). Η επικερδής αυτή δραστηριότητα καλύπτονταν συχνά με το πέπλο της «αναπτυξιακής βοήθειας», ακολουθώντας τη λογική της εξαγωγής των «αποβλήτων» της Δύσης (παλιών όπλων, υπέργερων αεροπλανοφόρων, απαγορευμένων εντομοκτόνων) προς τις χώρες του «τρίτου» κόσμου. Αυτό για παράδειγμα συνέβη στην περίπτωση του φράγματος Pergau στην Μαλαισία από την βρετανική κυβέρνηση, η οποία προχώρησε στην χρηματοδότηση του έργου κατόπιν σύναψης συμβολαίου με την εθνική κυβέρνηση για αγορά βρετανικών όπλων (Σπυριδάκη 2007, σελ. 15). Την περίοδο εκείνη συνέβη το εξής παράδοξο: Ευρωπαϊκές Μ.Κ.Ο. (Ecologist, Survival International, Berne Declaration, International Rivers Network) δραστηριοποιήθηκαν ενάντια στην κατασκευή φραγμάτων στην Πρώην Σοβιετική Ένωση, στις αναπτυσσόμενες χώρες αλλά και την Νοτιοανατολική Ευρώπη συμβάλλοντας στην δημιουργία ενός διακρατικού δικτύου συνηγορίας (transnational advocacy network) ενάντια στα φράγματα, ενώ αντίθετα, η εγχώρια αντίσταση στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν κατάφερε τα αντίστοιχα αποτελέσματα στη διεκδίκηση και επίτευξη αλλαγών.

Οι παραπάνω παράγοντες συνέβαλλαν ώστε να θεσμοθετηθούν σταδιακά κανόνες και αρχές, αλλά και να βελτιωθεί ο προγραμματισμός, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των Μεγάλων Φραγμάτων. Παρ' όλα αυτά ο σκεπτικισμός για την αναγκαιότητα κατασκευής νέων έργων τέτοιας κλίμακας και για το μέγεθος των οικολογικών τους επιπτώσεων παραμένει μέχρι και σήμερα επίκαιρος. Η κατασκευή τους παράλληλα εξακολουθεί να υφίσταται στις αναπτυσσόμενες χώρες, αφού ο τομέας της υδραυλικής αποτελεί έναν από τους βασικούς άξονες «μοντερνοποίησης» τους, όπως ακριβώς συνέβη και παλαιότερα στη Δύση.

Στη χώρα μας οι υποδομές για την αξιοποίηση των υδάτινων πόρων αντιμετωπίστηκαν εξίσου ως δείκτες οικονομικής και πολιτιστικής προόδου, με τις αντιδράσεις των τοπικών κοινοτήτων που βρισκόντουσαν στην λεκάνη απορροής τους και θίγονταν από την κατασκευή του έργου να παραμένουν κατά κανόνα μεμονωμένες. Οι πρώτες γενικευμένες αντιδράσεις δεν συγκροτήθηκαν παρά στα μέσα της δεκαετίας του '90, για τα έργα της εκτροπής του Αχελώου και το φράγμα Αποσελέμη, στον απόηχο του διεθνούς σκεπτικισμού και της δρυσμείας κριτικής περί της σκοπιμότητας και των επιπτώσεων των μεγάλων υδραυλικών έργων. Οι κινητοποιήσεις αυτές είχαν ωστόσο θετικό αντίκτυπο, καθώς διεκδίκησαν και συνετέλεσαν στην διεξοδικότερη μελέτη των νέων έργων με γνώμονες την καλύτερη ένταξη και τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον (Κουτσογιάννης, 2007).





Χάρτης 4: "GWSP Digital Water Atlas (2008). Map 21: Introduction of National Waterlaw (V1.0). Available online at <http://atlas.gwsp.org>."

3.3. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Μια πρώτη και ίσως χονδροειδής κατηγοριοποίηση των επιδράσεων των Μεγάλων Φραγμάτων περιλαμβάνει το φυσικό, το ανθρωπογενές περιβάλλον και το τοπίο. Εισάγοντας και την έννοια του χρόνου, οι αλλαγές αυτές μπορούν να ειπωθούν κατά τις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας του. Παράλληλα, για την επίτευξη μίας όσον το δυνατόν ολιστικότερης προσέγγισης, ο συνυπολογισμός κοινωνικών, πολιτισμικών αλλά και τεχνικών παραμέτρων όπως το μέγεθος του ταμιευτήρα, τα υλικά και η τεχνολογία κατασκευής του έργου οφείλουν να λαμβάνονται υπ' όψιν, για την βέλτιστη εξαγωγή συμπερασμάτων.

3.3.1. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κατά τη φάση κατασκευής η ισορροπία του οικοσυστήματος διασαλεύεται εξαιτίας της μετατροπής της περιοχής σε «μεγάλο εργοτάξιο». Παράλληλα, μπορεί να επηρεαστούν και τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Η πρόσληψη γεωδών υλικών από την κοίτη του ποταμού και την γύρω περιοχή για την κατασκευή του σώματος του έργου είναι σε θέση να προκαλέσει κατολισθήσεις και αλλαγές στη δομή της κοίτης των ρευμάτων.

Με την έναρξη της πλήρωσης του ταμιευτήρα η συσσώρευση του τρεχούμενου νερού αλλάζει την θερμοκρασία και τη χημική του σύσταση και επηρεάζει την θρεπτική του ισορροπία. Παράλληλα, μεγάλο μέρος χειρσαίων και εύφορων εκτάσεων καλύπτεται σταδιακά με το νερό της τεχνητής λίμνης. Οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν συνήθως αρνητικά την ποικιλία των υδατικών πληθυσμών και την πανίδα της περιοχής, οδηγώντας μέχρι και σε αφανισμό τα πιο ευαίσθητα και απειλούμενα είδη.

Μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα οι επιπτώσεις είναι πολλές. Συχνά παρατηρούνται μεταβολές στο μικροκλίμα της περιοχής της λίμνης, καθώς η μεγάλη επιφάνεια του νερού ευνοεί την εξάτμιση του και την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η υγρασία και η θερμοκρασία του αέρα. Παράλληλα, η μεγάλη αυτή υδάτινη επιφάνεια διακόπτει την συνέχεια της ποτάμιας βλάστησης και εμποδίζει την απρόσκοπτη εγκάρσια μετακίνηση των ζώων, δημιουργώντας δύο διαφορετικά οικοσυστήματα εκατέρωθεν της. Προβλήματα δημιουργούνται επίσης λόγω της μερικής ή ολικής αποκοπής νερού και φερτών υλών στην κατάντη λεκάνη απορροής. Το οικοσύστημα στις όχθες του παραπόταμου στην κατάντη μεριά και μέχρι το επόμενο ποτάμι καταστρέφεται, ενώ σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις στους βιοτόπους του Δέλτα, λόγω της συγκράτησης των θρεπτικών υλών από την τεχνητή λίμνη. Παράλληλα εμποδίζεται η απρόσκοπτη μετακίνηση των ψαριών κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, επηρεάζοντας δυσμενώς το μέγεθος και την ποικιλία της ιχθυοπανίδας (Φιλίντας & Πολύζος, 2008) (Χατζημπίρος, 2008).

Προβλήματα πιθανολογείται να προκληθούν και **κατά τη φάση λειτουργίας** του φράγματος εξαιτίας της κακής διαχείρισης των υδάτων του ταμιευτήρα. Αυτά συνδέονται άμεσα με την ποιότητα του νερού, ιδιαίτερα όταν το έργο χρησιμοποιείται για υδρευτικούς σκοπούς. Παράλληλα η μεγάλη διακύμανση στην στάθμη της λίμνης μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αναπαραγωγή των ψαριών κατά την περίοδο της ωοτοκίας και να καταστήσει απαγορευτική την ανάπτυξη του ενδιάμεσου (μεταξύ στεργιανού και λιμναίου) οικοσυστήματος καλαμιών, νουφάρων κ.α. το οποίο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στις οποιοσδήποτε μεταβολές, δημιουργώντας στη θέση του μια νεκρή από βλάστηση ζώνη (Σαργέντης & Χριστοφορίδης, 2002).

3.3.2. ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Οι επιδράσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον περιλαμβάνουν τις αλλαγές στο δομημένο και στο πολιτιστικό περιβάλλον της περιοχής περιμετρικά του φράγματος και της τεχνητής λίμνης.

Κατά τη φάση κατασκευής ενδέχεται η διάνοιξη νέων βοηθητικών δρόμων ή/και η βελτίωση του υπάρχοντος οδικού δικτύου με κριτήριο την ταχύτερη δυνατή διέλευση και διακίνηση των μηχανημάτων. Επιπλέον, σε συνάρτηση με την κλίμακα του έργου υπάρχει πιθανότητα να ανεγερθούν καταλύματα για τους εργαζομένους που δεν ανήκουν στην περιοχή.

Με την ολοκλήρωση του έργου και την πλήρωση του ταμιευτήρα ενδέχεται να καλυφθούν αρχαιολογικοί χώροι και χώροι ιστορικής μνήμης -αν δεν έχει προβλεφθεί μεταφορά ή ανύψωσή σε άλλη θέση- καθώς επίσης και χώροι με τοπογραφική, γεωλογική και αισθητική αξία (εικ. 39). Επίσης είναι πιθανόν να καλυφθούν τμήματα του οδικού δικτύου, αγροτικές εκτάσεις και οικισμοί της περιοχής. Στην περίπτωση όπου είναι αναγκαία η δημιουργία νέου οδικού δικτύου για την αποκατάσταση της επικοινωνίας μεταξύ των οικισμών ενδέχεται να προκληθούν μεταβολές και στο δίκτυο των οικισμών της περιοχής. Αυτό γιατί οι οικισμοί που αναπτύχθηκαν λόγω της κομβικής τους θέσης επί του παλαιού οδικού δικτύου ενδέχεται -με την μεταβολή των χιλιομετρικών αποστάσεων μεταξύ των κοινοτήτων και με τους νέους οδικούς άξονες- να χάσουν την προνομιακή τους θέση. Το έργο έχει αντίκτυπο και στην οικιστική εξέλιξη της περιοχής. Η κατασκευή και η λειτουργία του φράγματος ενδέχεται να επηρεάσει την κύρια απασχόληση του πληθυσμού, τερματίζοντας τις παλαιές καθιερωμένες εργασίες (π.χ. γεωργία, κτηνοτροφία) και δημιουργώντας νέες (π.χ. τουρισμός, ιχθυοκαλλιέργειες κ.α.). Παράλληλα, η κατάκλιση ολόκληρων οικισμών μπορεί να οδηγήσει σε πληθυσμιακές μετακινήσεις, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις και εφόσον έχει υπάρξει πρόβλεψη ενδέχεται η δημιουργία νέων οικιστικών συνόλων σε κοντινές περιοχές (Φιλίντας & Πολύζος, 2008).



εικ. 39: Η Παναγία της Επισκοπής καθώς “πνίγεται” κατά την πλήρωση του φράγματος Κρεμασιών

ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΝΤΗ ΠΛΕΥΡΑ

Η βασική μεταβολή που δημιουργεί η κατασκευή ενός φράγματος στην ανάντη πλευρά είναι η μετατροπή του ποτάμιου τοπίου σε λιμναίο. Στο πρώτο η κοιλάδα του ποταμού περικλύεται από τους γύρω ορεινούς όγκους οι οποίοι κυριαρχούν στο τοπίο, ενώ στο δεύτερο κυριαρχεί η μεγάλη υδάτινη επιφάνεια της λίμνης, η οποία δημιουργεί μια πολύ ισχυρή βάση και αποτελεί σημείο αναφοράς.

ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ

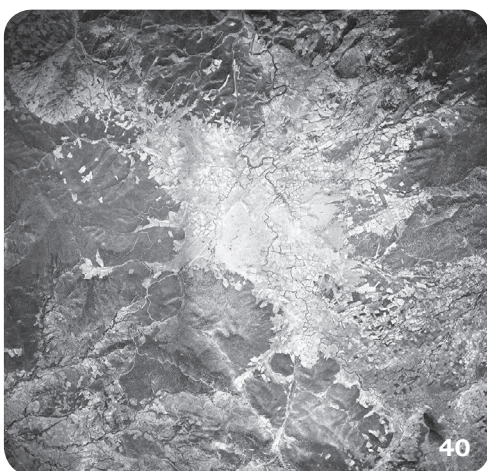
Στην περιοχή κοντά στο φράγμα παρατηρείται το φαινόμενο της «δικοτόμησης» του τοπίου σε δύο επιμέρους ενότητες. Οι ενότητες αυτές περιλαμβάνουν την περιοχή της λίμνης απ' τη μια και την παραποτάμια περιοχή στην κατόντη μεριά του φράγματος απ' την άλλη. Το κυρίαρχο στοιχείο στην πρώτη είναι η οριζοντιότητα της επιφάνειας του ταμιευτήρα ενώ στην δεύτερη κυριαρχεί ο κατακόρυφος άξονας των γύρω ορεινών σχηματισμών. Τέλος το φράγμα, όντας ένα έργο μεγάλης κλίμακας και σαφούς γεωμετρίας, αποτελεί στοιχείο ισχυρό και εμβληματικό για το τοπίο.

3.4. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΑΥΡΩΠΟΥ

Στο κομμάτι αυτό της εργασίας θα επιχειρηθεί η διερεύνηση των επιδράσεων που προκαλεί η κατασκευή και η λειτουργία ενός Μεγάλου Φράγματος στο περιβάλλον και στο τοπίο μέσα από το παράδειγμα του φράγματος Ταυρωπού και της τεχνητής λίμνης Πλαστήρα. Η επιλογή αυτή βασίστηκε στα εξής κριτήρια: Είναι το δεύτερο παλαιότερο φράγμα πολλαπλής σκοπιμότητας στην Ελλάδα και διαμορφώνει ένα περιβάλλον υψηλής αξίας. Μπορούμε λοιπόν να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις του έργου στο ευρύ φάσμα λειτουργίας του και παράλληλα να εξετάσουν οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες μια τεχνητή λίμνη μπορεί να ενταχθεί στον χώρο.

3.4.1. ΤΟ ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ

Η περιοχή της λίμνης βρίσκεται στο οροπέδιο της Νεβρόπολης σε υψόμετρο περίπου 800m, στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Καρδίτσας και αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Αγράφων. Ο ποταμός στον οποίο κατασκευάστηκε το φράγμα είναι ο Ταυρωπός ή Μέγδοβας, παραπόταμος του Αχελώου. Άλλοι παραπόταμοι που εκβάλλουν στην τεχνητή λίμνη είναι οι Καριτσιώτης, Μεγάλο Ποτάμι, Κερασιώτικο και Άσπρος (Σαϊκιώτης), με γενική κατεύθυνση ροής από τα δυτικά προς τα ανατολικά (εικ.43) (πηγή ΕΚΘΕ – Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων). Περιμετρικά του υψιπέδου βρίσκονται πολλά χωριά.

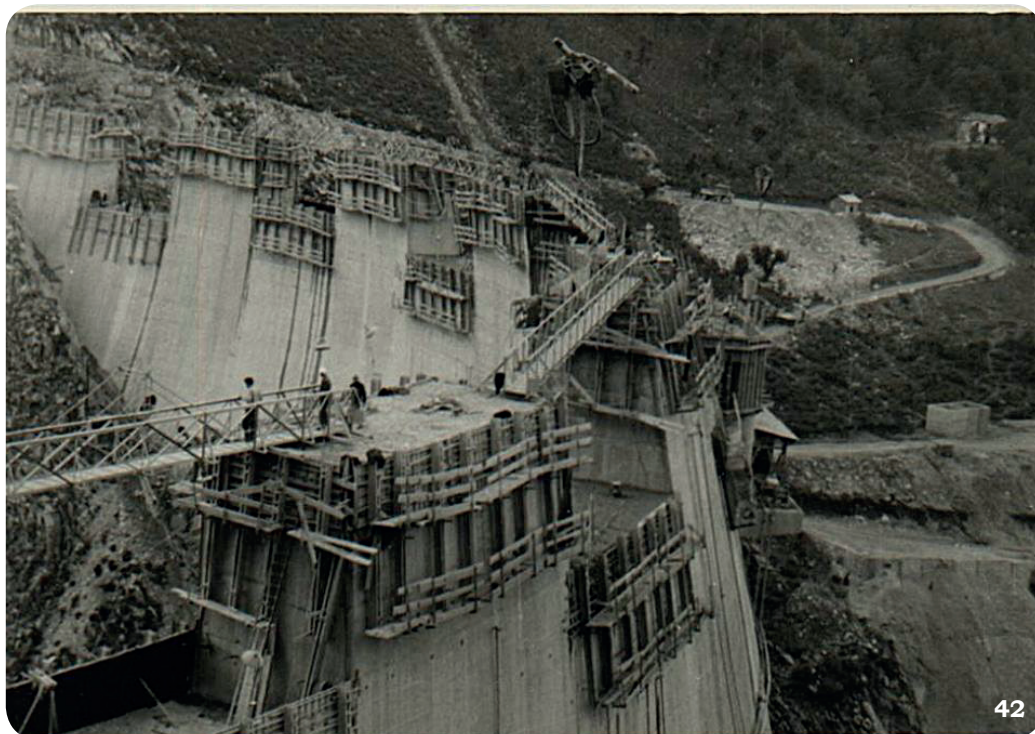


εικ. 40: Αεροφωτογραφία του οροπεδίου της Νεβρόπολης του 1943

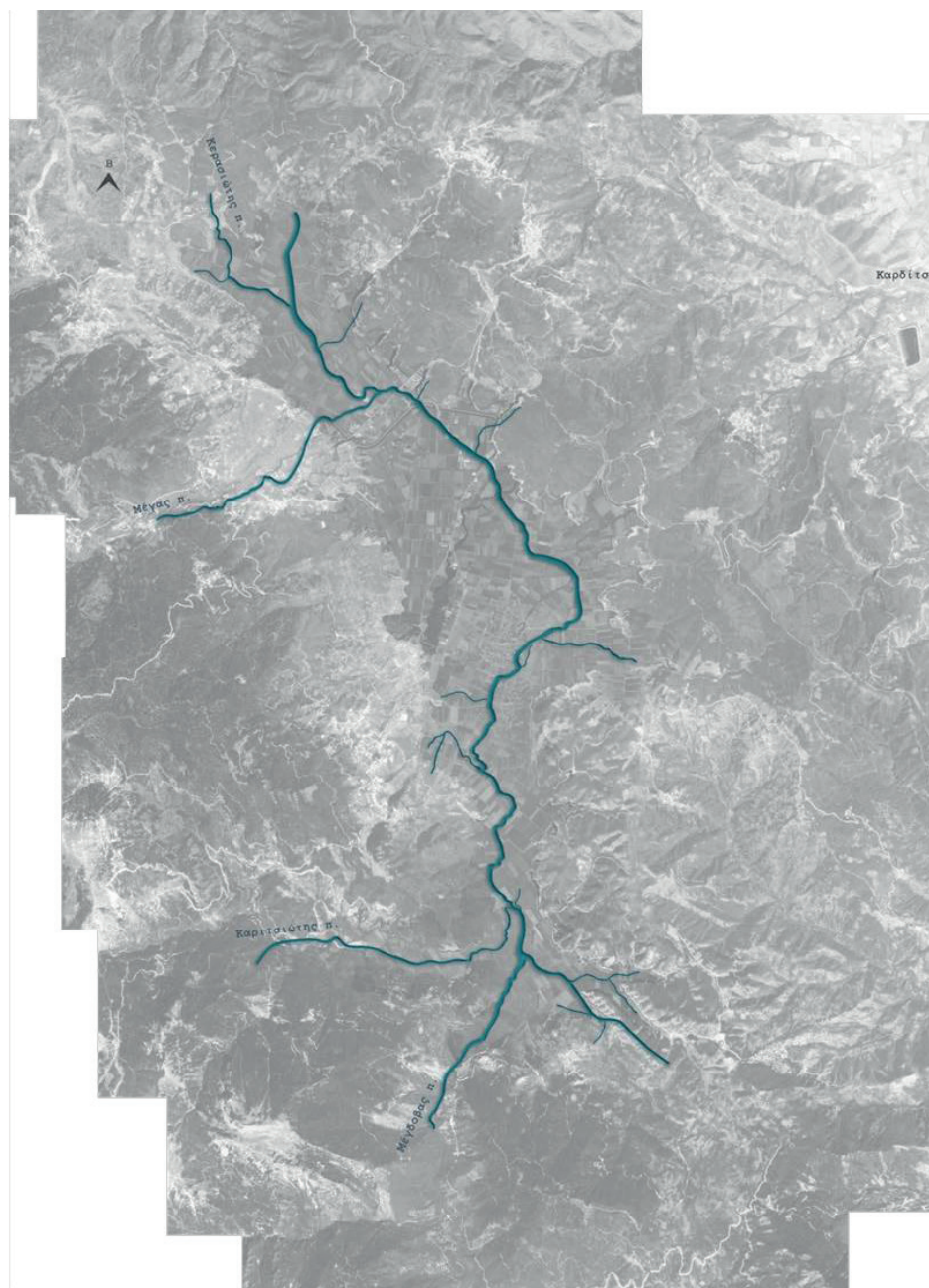


Κατά την αρχαιότητα η «Δολοπία», όπως ονομαζόταν η περιοχή, υπήρξε ο τόπος σύγκρουσης των βαρβαρικών φυλών που κατέρχονταν από τον Βορρά για να περάσουν στον Θεσσαλικό κάμπο. Επί Ρωμαιοκρατίας και Βυζαντίου η περιοχή διατήρησε μια σχετική αυτονομία, την οποία αργότερα επί Οθωμανικής Αυτοκρατορίας κατοχύρωσε και επίσημα με την συνθήκη του Ταμασίου (1525 μ. Χ.). Ο ρόλος της εκείνη την περίοδο ήταν σπουδαίος καθώς με τις ξακουστές σχολές της αποτέλεσε πνευματικό και θρησκευτικό λίκνο του Ελληνισμού, ενώ παράλληλα αγαστή ήταν και η συνεισφορά του ντόπιου στοιχείου στους αγώνες για την απελευθέρωση (Μηλίτης, 2009). Η ιστορική αναδρομή ολοκληρώνεται κατά την περίοδο της Αντίστασης με την κατασκευή συμμαχικού αεροδρομίου στο οροπέδιο της Νεβρόπολης (1943), στη διαμόρφωση του οποίου βοήθησαν οι κάτοικοι των γύρω χωριών και οι αντάρτες. Το αεροδρόμιο έμεινε γνωστό ως «το φάντασμα του βουνού», καθώς κατά τη διάρκεια της ημέρας ο διάδρομος καμουφλάρονταν με μεταφερόμενη βλάστηση, καθιστώντας τον εντοπισμό του ανέφικτο. Οι Γερμανοί, αδυνατώντας να το εντοπίσουν, κάψανε για αντίποινα κάποια χωριά της περιοχής (Γριβέλλας & Καραφύλλης & Μαγόπουλος, 2006).

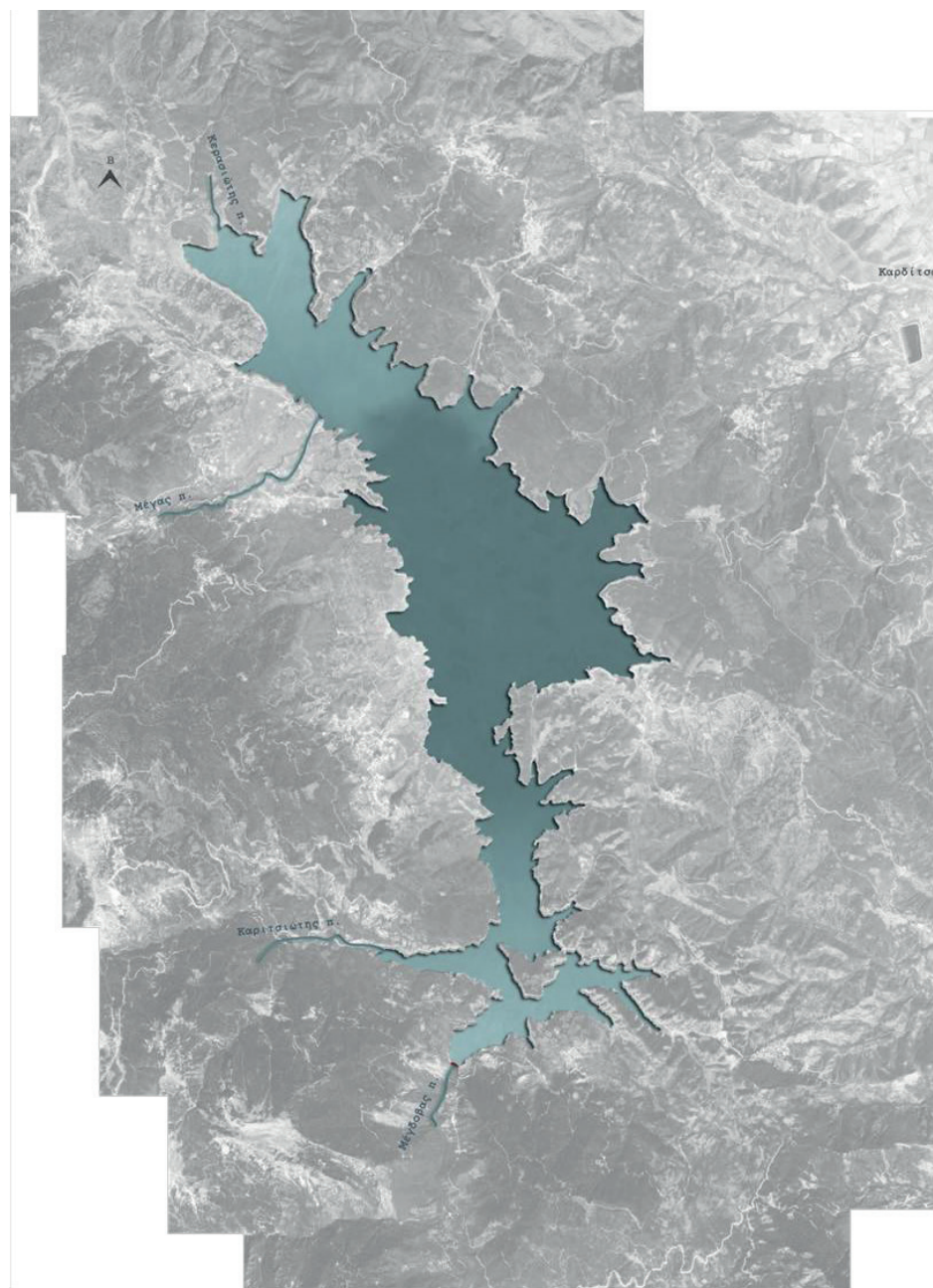
Η ιδέα της δημιουργίας της τεχνητής λίμνης για την υδροηλεκτρική και αρδευτική αξιοποίηση του Ταυρωπού αποδόθηκε στον στρατιωτικό και πολιτικό Νικόλαο Πλαστήρα, ο οποίος καταγόταν από την περιοχή (Μορφοβούνι Καρδίτσας). Το 1929 πραγματοποιήθηκε η πρώτη μελέτη υδρολογικής αξιοποίησης (Sehn) και τρία χρόνια αργότερα μια συμπληρωματική για τα αρδευτικά έργα (Συράκος). Η περίοδος μετά το '32 χαρακτηρίστηκε από έντονη πολιτική ρευστότητα και αναζωπύρωση του Εθνικού Διχασμού, τα οποία ουσιαστικά ακύρωσαν οποιαδήποτε προοπτική κατασκευής του έργου. Τελικά συμπεριελήφθη στο τεχνικό πρόγραμμα του '51, επί κυβερνήσεως Πλαστήρα. Η αρχική πρόταση προέβλεπε την κατασκευή χωμάτινου φράγματος σε άλλη θέση (περίπου στο ύψος του Νεοχωρίου, ωστόσο τελικά επιλέχθηκε η θέση «Κακαβάκια» και η δημιουργία τσιμεντοφράγματος σκυροδέματος. Η κατασκευή του ξεκίνησε το 1955 και ολοκληρώθηκε το '60, οπότε και άρχισε η πλήρωση του ταμιευτήρα (Μηλιτσης,2009), (<http://www.plastiras-lake.gr/the-lake.html>). Με αφετηρία την κατασκευή του φράγματος και την πλήρωση του ταμιευτήρα παρατηρούμε ότι η φυσιογνωμία του τοπίου άλλαξε. Στην συνέχεια θα μελετήσουμε τις αλλαγές αυτές ανά τομέα.



εικ. 42: Η κατασκευή των έργων στο Φράγμα Ταυρωπού



εικ. 43: Το ορπέδιο της Νεβρόπολης πριν την κατασκευή του φράγματος



εικ. 44: Το ορπέδιο της Νεβρόπολης μετά την κατασκευή του φράγματος

3.4.2. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Πριν την πλήρωση του ταμιευτήρα με νερό το οροπέδιο καλλιεργούνταν με πατάτες, τριφύλλι, καλαμπόκι, σιτάρι και κηπευτικά, ενώ στην περιοχή ευδοκίμοιαν η αγράμπελη, η λυγαριά, η ρίγανη και το θυμάρι (Μηλίτσης, 2009). Μετά την πλήρωση, ένα τμήμα δασικής έκτασης, καθώς επίσης και το μεγαλύτερο μέρος του οροπεδίου και των εύφορων αγροτεμαχίων του κατακλείστηκαν. Η συνέχεια της ποτάμιας βλάστησης διακόπηκε, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της χερσαίας έκτασης μετατράπηκε σε δασικές εκτάσεις. Η πλήρωση του ταμιευτήρα είχε αρνητικές επιπτώσεις και στην πανίδα της περιοχής, που αποτελούνταν κυρίως από ζώα του δάσους όπως λύκους, αλεπούδες, ζαρκάδια, αγριογούρουνα και ελάφια από τα οποία πήρε το όνομά της η περιοχή (νεβρός= μικρό ελάφι). Η λίμνη διέκοψε τις μετακινήσεις τους και κατέλαβε μεγάλο τμήμα από τον ζωτικό τους χώρο. Η ιχθυοπανίδα ωστόσο κατάφερε να συγκεράσει είδη που προέρχονταν από το παλιό ποτάμιο σύστημα και νέα που εντάχθηκαν στην λίμνη μετά την κατασκευή της. Ο σκαφτιάς, το λαυράκι και το χέλι ήταν τα αυτόχθονα είδη τα οποία δεν κατάφεραν να προσαρμοστούν στο λιμναίο περιβάλλον και εξαφανίστηκαν, η πέστροφα συναντάται πλέον κυρίως σε παραποτάμους ενώ τα ασπρόψαρα προσαρμόστηκαν στην λίμνη και ο πληθυσμός τους έχει μέχρι και σήμερα αξιόλογη ανάπτυξη. Από τα είδη εισαγωγής ευδοκίμησαν ο κυπρίνος και ο κορέγονος (πηγή: ΕΚΘΕ – Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων, Ζαλίδης & Ματζαβέλας, 1994).

Ωστόσο, αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον προκαλεί και η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων της λίμνης. Οι μεγάλες αυξομειώσεις στην στάθμη της και η «νεκρή ζώνη» που δημιουργείται περιμετρικά της λειτουργούν ανασταλτικά στην ανάπτυξη του πληθυσμού των ψαριών, ιδιαίτερα σε περιόδους αναπαραγωγής που ο γόνος εναποτίθεται στις περιοχές με το μικρότερο βάθος.

3.4.3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η επίδραση στο οδικό δίκτυο και στο δίκτυο οικισμών

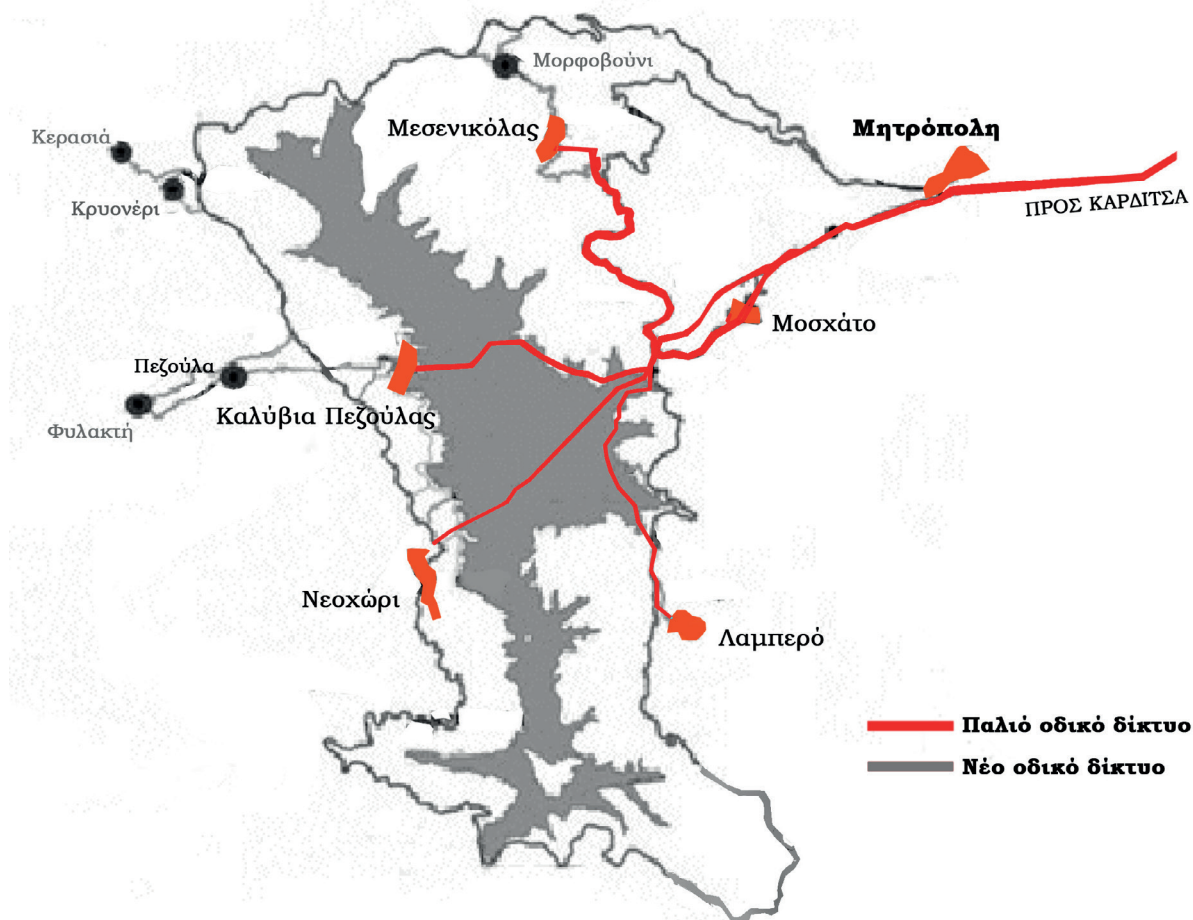


ΕΙΚ. 45: Χάρτης του 1943 που αποτυπώνει το υπάρχων οδικό δίκτυο του οροπεδίου της Νεβροπολης

Η σημερινή κατάσταση του οδικού δικτύου διαφέρει σημαντικά από αυτήν που υπήρχε στην περιοχή πριν την κατασκευή του φράγματος. Η προϋπάρχουσα κατάσταση, όπως αποτυπώνεται και στον χάρτη του 1943 (εικ. 45) ήταν η εξής: Ο βασικός οδικός άξονας (αμαξωτός) συνέδεε την πόλη της Καρδίτσας με το χωριό Βλάσδον (Μοσχάτο). Από εκεί ξεκινούσαν τρεις διαφορετικοί άξονες οι οποίοι κατέληγαν στα μεγάλα χωριά της περιοχής. Ο πρώτος από αυτούς οδηγούσε βόρεια προς Μεσενικόλα και Μορφοβούνι, ο δεύτερος νότια προς Τεταί (Λαμπερό) και ο τρίτος ένωνε το Μοσχάτο με το Νεοχώρι και την Πεζούλα, που βρίσκονταν στην Δυτική πλευρά του οροπεδίου.

Ο τελευταίος μάλιστα άξονας, διακλαδίζονταν σε δύο δρόμους που διασχίζανε το οροπέδιο κατά πλάτος και οι οποίοι με την πλήρωση της λίμνης κατακλίστηκαν. Η επιμέρους σύνδεση των χωριών μεταξύ τους πραγματοποιούνταν με δευτερεύοντες χωματόδρομους.

Το οδικό αυτό δίκτυο αντικαταστάθηκε από τον περιφερειακό δρόμο της λίμνης (μήκους 58 km) που ξεκίνησε παράλληλα με την κατασκευή του φράγματος και αποτελούσε τον μόνον τρόπο επικοινωνίας των γύρω χωριών. Η πρόσβαση από την πόλη της Καρδίτσας γίνεται μέσω της Μητρόπολης, η οποία αποτελεί πλέον σπουδαίο οδικό κόμβο, αφού από εκεί ξεκινούν τρεις οδικές αρτηρίες προς τη λίμνη και τους οικισμούς της περιοχής. Η πρώτη, που είναι και η ανατολική παραλίμνια οδός οδηγεί μέσω Μοσχάτου προς το Λαμπερό. Η δεύτερη είναι αυτή που παλιότερα οδηγούσε μέσω Μεσενικόλα και Μορφοβουνίου στην δυτική πλευρά της λίμνης και που σήμερα εξυπηρετεί μόνο τον Μεσενικόλα. Η τρίτη είναι η νέα οδός που οδηγεί στην δυτική πλευρά της λίμνης παρακάμπτοντας τα προαναφερθέντα χωριά (πηγή: Τουριστικός Οδηγός Νομού Καρδίτσας, 2010). Συνέπεια της κατασκευής του περιφερειακού ήταν η μεταβολή των χιλιομετρικών αποστάσεων των κοινοτήτων μεταξύ τους αλλά και με την Καρδίτσα. Για παράδειγμα η απόσταση Νεοχώρι – Μοσχάτο μετατράπηκε από 12 έγινε 40km. Επίσης αυξήθηκε η απόσταση ανάμεσα στην Καρδίτσα και τα χωριά που βρίσκονται δυτικά της λίμνης. Σημαντικές ήταν οι τροποποιήσεις και στο δίκτυο οικισμών της περιοχής. Το Μοσχάτο έπαψε να αποτελεί κομβικό σημείο, γεγονός που ίσως συνέβαλλε στην πληθυσμιακή συρρίκνωση και τον οικονομικό μαρασμό του. Αντίθετα τα Καλύβια Πεζούλας αναπτύχθηκαν σημαντικά, αφενός λόγω της διέλευσης του περιφερειακού μέσα από αυτά και αφετέρου λόγω της διακλάδωσης βασικού άξονα προς Φυλακτική, Πεζούλα και Νεράιδα. Το παλιό και το νέο δίκτυο απεικονίζονται στην εικόνα 46.

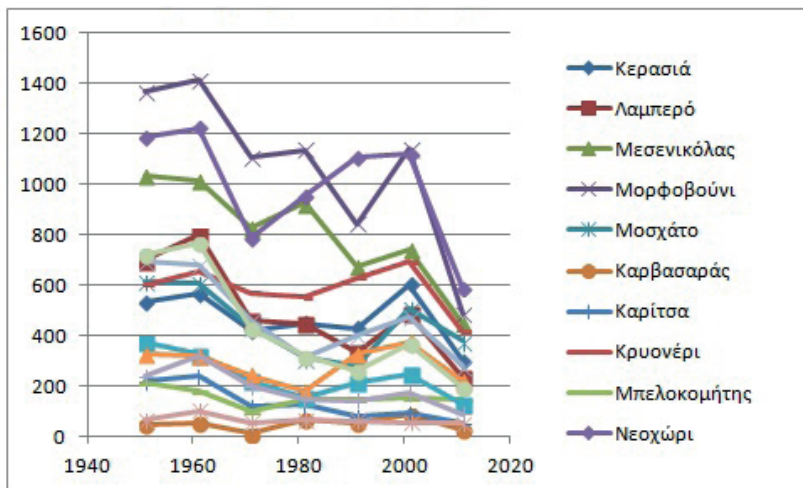


εικ. 46: Χάρτης που παρουσιάζει το παλιό και το νέο οδικό δίκτυο στο οροπέδιο της Νεβρόπολης

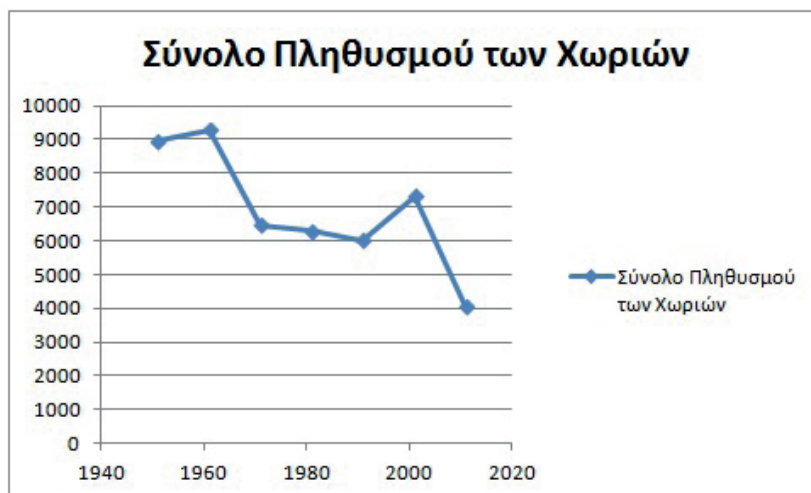
Η επίδραση στην οικιστική εξέλιξη

Προκειμένου να μελετηθεί με πιο ολοκληρωμένο τρόπο η επίδραση της κατασκευής του φράγματος στην οικιστική εξέλιξη της περιοχής, είναι απαραίτητη η διερεύνηση και η αναφορά στην πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής, καθώς και στις επιπτώσεις στην κύρια απασχόληση του μόνιμου πληθυσμού.

Η δεκαετία '45 –'55 αφορά την ανασυγκρότηση των χωριών περιμετρικά της λίμνης μετά τις καταστροφές και τα δεινά της κατοχής και του εμφυλίου. Την περίοδο αυτή σπίτια, ακόμη και ολόκληρα χωριά ξανακτίζονται από την αρχή (π.χ. Μορφοβούνι) (Μηλίτης, 2009). Παράλληλα ο πληθυσμός στα τέλη της δεκαετίας του '60 παρουσιάζει αύξηση, γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στην κατασκευή του φράγματος, η οποία δημιούργησε πολλές θέσεις εργασίας και εισροή πληθυσμού που απασχολούνταν εκεί. Ωστόσο, η πλήρωση του ταμιευτήρα στις αρχές του '60 σήμανε την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους του οροπεδίου καθώς επίσης και των πιο εύφορων εκτάσεων της περιοχής, γεγονός που είχε αρνητικές επιπτώσεις για τον κατά βάση αγροτικό πληθυσμό των γύρω χωριών. Ο παράγοντας αυτός, σε συνδυασμό με το ευρύτερο κλίμα των δύο επόμενων (μεταπολεμικών) δεκαετιών, που σημαδεύτηκαν από την εσωτερική μετανάστευση (αγροτική έξοδος προς τα αστικά κέντρα) και την εξωτερική μετανάστευση (προς τις χώρες της Δυτικής Ευρώπης, την Αμερική, την Αυστραλία κ.α.), μείωσε σημαντικά τον πληθυσμό των κοινοτήτων και λειτούργησε ανασταλτικά στην οικιστική εξέλιξη. Από τα τέλη της δεκαετίας του '80 ωστόσο η περιοχή άρχισε σταδιακά να αναπτύσσεται τουριστικά και την επόμενη δεκαετία παρατηρήθηκε πληθυσμιακή ανάκαμψη στην ευρύτερη περιοχή. Κατά το διάστημα '91 –'01 παρατηρήθηκε σημαντική συρρίκνωση του πρωτογενούς τομέα απασχόλησης και μετακίνηση προς τον τριτογενή, η οποία ήταν μεγαλύτερη στους οικισμούς που είχαν θέα στη λίμνη και κατά συνέπεια μεγαλύτερη τουριστική ανάπτυξη. Η ίδια περίπου εικόνα απαντάται και στην επόμενη δεκαετία, με ιδιαίτερα μάλιστα αυξημένη οικοδομική δραστηριότητα, η οποία αφορά κυρίως ξενοδοχειακές μονάδες και εξοχικές κατοικίες (Ποδηματάς, 2008) (Πίτσαβος, 2009). Τέλος, η οικονομική κρίση της τελευταίας πενταετίας φαίνεται ότι έπληξε ιδιαίτερα τις ορεινές αυτές κοινότητες, οι κάτοικοι των οποίων ασχολούνται κυρίως με τον τουρισμό και την γεωργία, παγώνοντας την οικοδομική κινητικότητα.



εικ. 47: Διάγραμματική απεικόνιση της πληθυσμιακής μεταβολής των χωριών που βρίσκονται περιμετρικά της λίμνης κατά τις δεκαετίες '51 έως 2011. Πηγή ΕΣΥΕ



εικ. 48: Διάγραμματική απεικόνιση της πληθυσμιακής μεταβολής του συνόλου των χωριών που βρίσκονται περιμετρικά της λίμνης κατά τις δεκαετίες '51 έως 2011. Πηγή ΕΣΥΕ

ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΝΤΗ ΠΛΕΥΡΑ

Πριν τη δημιουργία της τεχνητής λίμνης η περιοχή αποτελούσε μια γεωγραφική ενότητα και ένα οικοσύστημα ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, την οποία διέσχιζε ο Ταυρωπός και καλλιεργούσαν οι ντόπιοι, ενώ στο τοπίο δέσποζαν οι γύρω απότομοι ορεινοί όγκοι. Η δημιουργία της τεχνητής λίμνης κατέκλυσε μεγάλο κομμάτι του οροπεδίου. Το νέο λιμναίο τοπίο δημιούργησε μια μεγάλη ισχυρή βάση με την υδάτινη επιφάνειά του, η οποία λειτουργεί πλέον σαν ισχυρό σημείο αναφοράς στον περιβάλλοντα χώρο (Σαργέντης & Χριστοφορίδης, 2002).



εικ. 49: Άποψη της λίμνης όταν ο ταμιευτήρας είναι γεμάτος



εικ. 50: Άποψη της λίμνης όταν ο ταμιευτήρας δεν είναι γεμάτος, εμφάνιση νεκρής ζώνης



εικ. 51: Η νεκρή ζώνη

Μεταβολές στο τοπίο της λίμνης προκαλεί και η κακή διαχείριση των υδάτων της. Η λίμνη είναι αναρρυθμιστική και αυτό έχει ως συνέπεια η στάθμη της επιφάνειάς της να μεταβάλλεται, με διακύμανση που κυμαίνεται από 792m (στάθμη υπερχειλίσης) έως 776m (στάθμη υδροληψίας). Καθώς η επιφάνειά της μικραίνει, εμφανίζεται περιμετρικά ανάμεσα στο όριο της ξηράς με το νερό η νεκρή ζώνη ή ζώνη διακύμανσης. Νεκρή ζώνη είναι ο χώρος που αναπτύσσεται ανάμεσα στη μέγιστη στάθμη της λίμνης (τη στάθμη υπερχειλίσης) και την εκάστοτε στάθμη της λίμνης (Σαργέντης & Χριστοφορίδης, 2002, σελ 22).

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στις φυσικές αλλά και στις τεχνητές λίμνες -όταν δεν γίνεται κακή διαχείριση των υδάτων τους- μεταξύ του λιμναίου και του στεριανού οικοσυστήματος αναπτύσσεται ένα οικοσύστημα ιδιαίτερα ευπαθές στις διάφορες μεταβολές, αποτελούμενο από νούφαρα, καλάμια, βατράχια κ.α. Η μεγάλη διακύμανση της στάθμης της λίμνης Πλαστήρας καθιστά απαγορευτική την ανάπτυξη αυτού του οικοσυστήματος, με αποτέλεσμα η νεκρή ζώνη να έχει το χαρακτήρα ερημικού τοπίου.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι παρά την τουριστική και οικιστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, το τοπίο γύρω από την περιοχή της λίμνης δεν μεταβλήθηκε καθώς προστατεύεται από αυστηρούς όρους δόμησης(ΦΕΚ 885Δ/06-11-1996) που επιτρέπουν σημειακές παρεμβάσεις, ώστε να μην αλλοιώνεται η γεωμετρία του και να μην δημιουργούνται μαγνητικοί πόλοι εστίασης (Σαργέντης & Χριστοφορίδης, 2002).

ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ



Σημαντικό αισθητικό στοιχείο και αξιοθέατο της λίμνης είναι το φράγμα Ταυρωπού. Η ιδιαιτερότητα της μορφής του (τοξωτό) και η μεγάλη κλίμακα σε σχέση με την ανθρώπινη προκαλούν δέος στον παρατηρητή και προσδίδουν μεγαλοπρέπεια στο τοπίο. Η σαφήνεια και η απλότητα της γεωμετρικής του δομής αντιτίθεται με τους απότομους ορεινούς όγκους που γεφυρώνει αλλά και με την οριζοντιότητα της επιφάνειας της λίμνης. Επιπλέον, είναι το μόνο σημείο στο οποίο ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται το φαινόμενο της διχοτόμησης του τοπίου και το μέγεθος της ανθρώπινης επέμβασης στο περιβάλλον, βλέποντας από την ανάντη πλευρά το λιμναίο και από την κατόντη το ποτάμιο τοπίο. Από το σημείο αυτό είναι ορατή και η αλλαγή του τοπίου στην κατόντη πλευρά, με τη φυσική κοίτη του ποταμού να παραμένει ξερή, αφού το φράγμα ανακόπτει εντελώς τη ροή του (με εξαίρεση το νερό της υπερχειλίσης).



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη εργασία διερεύνησε την κατασκευαστική εξέλιξη των φραγμάτων και τις επιδράσεις των Μεγάλων Φραγμάτων στο περιβάλλον και στο τοπίο.

Αφειρητία αποτέλεσε η ιστορική- κατασκευαστική τους εξέλιξη, όπου διαπιστώθηκε ότι η μηχανική των φραγμάτων εξελίχθηκε από τις αρχικά πρωτόγονες προσπάθειες που βασιζόνταν στη δοκιμή και στο λάθος σε όλο και πιο αναλυτικές προσεγγίσεις. Έτσι, ενώ η αρχική τους ανοικοδόμηση δεν ήταν παρά μία τέχνη βασιζόμενη στην συλλογική πείρα, με το πέρασμα των αιώνων άρχισε σταδιακά να γίνεται ένα με την επιστήμη -με τα μαθηματικά και την μηχανική των υλικών να γίνονται όλο και πιο αποτελεσματικά στην ανάπτυξη ασφαλέστερων σχεδίων. Παράλληλα η κατά τόπους εξέλιξη επηρεάστηκε από την φιλοσοφία του κάθε πολιτισμού αλλά και από ιστορικές και κοινωνικοπολιτικές συγκυρίες.

Η Ελλάδα μπήκε στο «παιχνίδι» της σύγχρονης αξιοποίησης των υδάτινων πόρων της με έργα μεγάλης κλίμακας μόλις στη δεκαετία του 1920. Στο γεγονός αυτό συνέβαλλαν αδιαμφισβήτητα οι δύσκολες συνθήκες των προηγούμενων δεκαετιών καθώς επίσης και το αναπτυξιακό μοντέλο, το οποίο για πολλά χρόνια ήταν προσανατολισμένο στην εκμετάλλευση του υδροφόρου ορίζοντα και των υπογείων δεξαμενών. Τα πρώτα φράγματα κατασκευάστηκαν και μελετήθηκαν από ξένες εταιρείες, εναρμονιζόμενα με τις διεθνείς τάσεις και πρότυπα της εποχής. Τα επόμενα χρόνια κατασκευάστηκαν δεκάδες φράγματα, ωστόσο μέχρι και σήμερα ο αριθμός των Μεγάλων Φραγμάτων και των υδραυλικών έργων είναι μικρός, συγκριτικά με άλλες ευρωπαϊκές και μεσογειακές χώρες.

Στο τρίτο κεφάλαιο η μελέτη επικεντρώθηκε στην κατασκευαστική έξαρση των Μεγάλων Φραγμάτων, διαπιστώνοντας ότι μέχρι την δεκαετία του '70 η κατασκευή και η λειτουργία τους παρουσιάζονταν ως δείκτες οικονομικής και «πολιτιστικής» προόδου, χωρίς να δίνεται σημασία στις επιπτώσεις τους. Η μετατόπιση ωστόσο στο πρότυπο της βιώσιμης ανάπτυξης και η τοπική και παγκόσμια κινητοποίηση ενάντια στις επιπτώσεις αυτές, είχαν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της κατασκευής τους στη Δύση αλλά την άκριτη μεταφορά των κατασκευαστικών της προτύπων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στη χώρα μας οι πρώτες γενικευμένες αντιδράσεις συγκροτήθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του '90 και συνετέλεσαν στην διεξοδικότερη μελέτη των νέων έργων με γνώμονες την καλύτερη ένταξη και τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Έχοντας λοιπόν διαμορφώσει μια γενική εικόνα της πορείας που ακολούθησε η κατασκευή των Μεγάλων Φραγμάτων ακολούθησε η σχοινοτενής παρουσίαση των επιδράσεων από την κατασκευή και τη λειτουργία τους στο φυσικό, στο ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο, ενώ επιλέχθηκε το Φράγμα Ταυρωπού και η τεχνητή λίμνη Πλαστήρα ώστε να μελετηθούν και να αξιολογηθούν μέσα στο ευρύ φάσμα λειτουργίας του. Διαπιστώθηκε ότι η πλήρωση του ταμιευτήρα επηρέασε αρνητικά την ποτάμια χλωρίδα και πανίδα, ενώ η ιχθυοπανίδα κατάφερε να προσαρμοστεί στο λιμναίο περιβάλλον. Η κατασκευή του φράγματος επέφερε τροποποιήσεις και στο οικιστικό δίκτυο, δημιουργώντας ανακατατάξεις μεταξύ των κοινοτήτων της περιοχής, οι οποίες ήταν άμεσα συνδεδεμένες με τη θέση τους στο παλιό και στο νέο οδικό δίκτυο. Όσον αφορά την οικιστική εξέλιξη παρατηρήθηκε ότι ενώ αρχικά η πλήρωση του ταμιευτήρα προκάλεσε την μετακίνηση του αγροτικού πληθυσμού, με την πάροδο των χρόνων η ανάδειξη της τεχνητής λίμνης ως αξιοθέατο της περιοχής αποτέλεσε τον κινητήριο μοχλό της οικονομικής και οικιστικής ανάπτυξης της. Η κατασκευή του τέλος, μετέτρεψε το μεγαλύτερο μέρος του οροπεδίου σε λίμνη, αλλάζοντας ριζικά τον χαρακτήρα του τοπίου στην ανάντη πλευρά, ενώ στην κατάντη το ποτάμιο τοπίο υποβαθμίστηκε, καθώς η παροχή νερού διακόπηκε εντελώς.

Το παράδειγμα του φράγματος Ταυρωπού έχει να μας διδάξει πολλά. Πρόκειται για ένα έργο μεγάλης κλίμακας που δρομολογήθηκε και κατασκευάστηκε σε μια εποχή που η Ελλάδα έκανε τα πρώτα της βήματα στην ανάπτυξη των επιφανειακών υδάτινων πόρων της και ταύτιζε τα μεγάλα έργα με τους δείκτες της οικονομικής και πολιτιστικής της ανάπτυξης. Η κατασκευή του πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ενός μεγαλεπίβολου σχεδιασμού παραγωγής φτηνής ηλεκτρικής ενέργειας και άρδευσης τμήματος του Θεσσαλικού κάμπου, με γνώμονα την ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής της Δυτικής Θεσσαλίας, χωρίς ωστόσο να υπάρξει σχεδιασμός και πρόβλεψη των αλλαγών που θα επέφερε στο περιβάλλον και στο τοπίο του οροπεδίου της Νεβρόπολης. Οι άμεσες επιπτώσεις στο ανθρωπογενές και στο φυσικό περιβάλλον ήταν αδιαμφισβήτητα πολλές και συνέτρεξαν στον μαρασμό των αγροτικών κοινοτήτων της γύρω περιοχής. Ωστόσο με τα χρόνια η λίμνη κατάφερε να αναπτύξει ένα δικό της οικοσύστημα υψηλής οικολογικής και αισθητικής αξίας και να αποτελέσει τον βασικό οικονομικό και τουριστικό άξονα ανάπτυξης της περιοχής. Σήμερα, κοιτάζοντας κανείς τους μικρούς αγροτικούς δρόμους και τα καλλιεργούμενα χωράφια πέριξ της λίμνης, τους παλιούς οικισμούς και τις σκόρπιες νεόδμητες ξενοδοχειακές μονάδες, το παλιό και το νέο τμήμα του περιφερειακού με τις διάσπαρτες διαφημιστικές πινακίδες καθώς επίσης και την τεράστια υδάτινη επιφάνεια της λίμνης να περικλύεται από το ελατόδασος και τους απότομους ορεινούς όγκους, μπορεί να διαπιστώσει το σύνθετο πλέγμα των αλληλοσυσχετίσεων του παλιού με το νέο, του φυσικού με το τεχνητό. Η κορυφαία στιγμή της ανθρώπινης επέμβασης αποτυπώνεται κοντά στο φράγμα, με την σαφήνεια και την απλότητα της γεωμετρικής του δομής να δεσπόζει στο τοπίο, καθιστώντας το μνημείο της ύστατης προσπάθειας μιας εποχής που πίστεψε ότι μπορεί να καθυποτάξει και να ελέγξει τη φύση, θεοποιώντας την επιστήμη και την τεχνολογία και αγνοώντας την παράδοση. Το παράδειγμα του φράγματος Ταυρωπού έχει να μας διδάξει από τις αστοχίες και τις ελλείψεις του τον δρόμο για έναν καλύτερο σχεδιασμό και την ανάγκη να επαναπροσδιορίσουμε την ποσοτική και ποιοτική διάσταση του κόστους των αναπτυξιακών έργων.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Pearce, F. (1992). *The dammed: Rivers, dams and the coming world water crisis*. London: The Body Head

Αθανασόπουλος, Σ., κ.α. (1996). *Τα φράγματα και οι Λιμνοδεξαμενές του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων*, Β' Έκδοση –Νέα Έργα. Αθήνα: Υπ.Α.Α.Τ. – Γενική Γραμματεία Γ' Κ.Π.Σ.

Γρηγορίου, Π. (2010). *Όψεις της Ιστορίας και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης*. Καρδίτσα: Έκδοση ΤΕΔΚ

Γριβέλλας Α. & Καραφύλλης Ν. & Μαγόπουλος Β. (2006). *Εγχειρίδιο Τοπικής Ιστορίας*, Β' Έκδοση. Καρδίτσα: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Καρδίτσας/ ΝΕ Παιδείας –Πολιτισμού

Κουτσογιάννης, Δ. (2007). *Έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων. Σημειώσεις για το μάθημα διαχείριση υδατικών πόρων*.

Μάνδουλα –Κουσουνη, Μ. (επιμ.) (2010). *Το νερό σαν θεμελιώδες στοιχείο ζωής από τη φιλοσοφική άποψη στην υγιεινή και θεραπευτική πρακτική των λαών της Ανατολικής Μεσογείου*. Στο Γ. Πανουσάκης (επιμ.), *Ιατρικά χρονικά βορειοδυτικής Ελλάδος*, τόμος 6, συμπληρωματικό τεύχος (σελ. 71 -75)

Μηλίτσης, Χρ. (2009). *Αρματολίκια και Επαναστατικά Κινήματα στα Άγραφα: Καρδίτσα-Μητρόπολη -Μεσσηνικόλας –Λίμνη Πλαστήρα και τα χωριά του τέως Δήμου Νεβρόπολης*, Β' Έκδοση. Καρδίτσα: Εκτυπωτική Καρδίτσας

Μουτάφης, Ν. Ι. (2004). *Τεχνολογία Γεωφραγμάτων, Σημειώσεις Μαθήματος*. Αθήνα: ΕΜΠ

Χατζημπίρος, Κ. (2007). *Οικολογία, Οικοσυστήματα και Προστασία του Περιβάλλοντος*, Γ' Έκδοση. Αθήνα: Συμμετρία

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΑ/ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Δημοπούλου, Αικ. (2008). *Αξονομετρικά Φράγματα Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος* (μεταπτυχιακή εργασία). Αθήνα: ΕΜΠ(Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών)

Πίτσαβος, Δ. (2009). *Οικιστική εξέλιξη Δήμου Νεβρόπολης Αγράφων Ν. Καρδίτσας* (διπλωματική εργασία). Αθήνα: Σχολή Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ

Ποδηματάς, Δ. (2008). *Ο αειφορικός τουρισμός ως εργαλείο και μέσο οικονομικής και βιώσιμης ανάπτυξης μιας ορεινής περιοχής. Μελέτη Περίπτωσης στο Δήμο Πλαστήρα Νομού Καρδίτσας* (μεταπτυχιακή εργασία). Αθήνα: Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου

Σαργέντης, Γ. Φ. (1998). *Το αισθητικό στοιχείο στο νερό, τα υδραυλικά έργα και τα φράγματα* (διπλωματική εργασία). Αθήνα: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Σπυριδάκη, Ελ. (2007). *Μελέτη του καθεστώτος κατασκευής μεγάλων φραγμάτων στη Βραζιλία και στην Ινδία. Βασικά σημεία συγκριτικής αξιολόγησης των κινημάτων ενάντια στα φράγματα στις χώρες αυτές*. (μεταπτυχιακή εργασία). Μυτιλήνη: Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου

ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ- ΑΡΘΡΑ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ

Δημόπουλος, Δ. & Στεφανάκος, Ι. (2008). *Υπερχειλιστές και εκκενωτές πυθμένα στα τέσσερα παλαιότερα φράγματα της ΔΕΗ από σκυρόδεμα* στο 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων. ΤΕΕ, ΤΕΕ – Τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα.
Ανακτήθηκε 28/1/14 από: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/dam-Conference/eisigiseis/10.1.pdf>

Καπλανίδης, Α. (2008). *Τα φράγματα και οι λιμνοδεξαμενές του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων* στο 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων. ΤΕΕ, ΤΕΕ – Τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα.
Ανακτήθηκε 28/1/14 από: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/dam-Conference/eisigiseis/6.9.pdf>

Κουτσογιάννης, Δ. & Τσελέντης, Ι. (2002). *Σχόλιο για τις προοπτικές ανάπτυξης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα σε σχέση με την Κοινωνική Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό στο Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα*, Πρακτικά, σελ. 87-92, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2002
Ανακτήθηκε 27/1/14 από: <https://itia.ntua.gr/el/docinfo/525/>

Μουτάφης, Ν. (2008). *Αστοχίες και ατυχή συμβάντα ελληνικών φραγμάτων* στο 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων. ΤΕΕ, ΤΕΕ – Τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα.
Ανακτήθηκε 18/1/14 από: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/EKDILWSEIS/dam-Conference/eisigiseis/7.2.pdf>

Φιλίντας, Θ. Αγ. & Πολύζος, Θ. Σερ. (2008). *Φράγματα, λειτουργίες συστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις* στο 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων. ΤΕΕ, ΤΕΕ – Τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα.
Ανακτήθηκε 20/1/14 από: http://library.tee.gr/digital/m2354/m2354_filintas.pdf

Χατζημπίρος, Κ. (2008). *Ανάλυση κύκλου ζωής των φραγμάτων* στο 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων. ΤΕΕ, ΤΕΕ – Τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα.
Ανακτήθηκε: 11/3/14 από: http://library.tee.gr/digital/m2354/m2354_hatzihiros.pdf

Berga, L. (2001). *Benefits and Concerns about Dams*. In ICOLD 69th Annual Meeting, Dresden Symposium, 13 September 2001, Δρέσδη
Ανακτήθηκε 27/1/2014 από: http://www.talsperrenkomitee.de/symposium_benefits_and_concerns_about_dams/benefits_and_concerns_about_dams_in_spain.htm

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ- ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Jansen, R. (1980). *Dams and public safety (part I)*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
Ανακτήθηκε 27/1/14 από: <http://ussdams.com/ussdeducation/Media/damsfrombeginning.pdf>

Yang, H. & Haynes, M. & Winzenread, St. & Okada, K. (1999). *The History of Dams*. UCDAVIS Civil and Environmental Engineering University of California.
Ανακτήθηκε 11/1/14 από: http://cee.engr.ucdavis.edu/faculty/lund/dams/Dam_History_Page/History.htm

ΑΡΘΡΑ ΣΕ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

“Lorca commemorates the collapse of the Puentes Dam” (11 May 2002).

Αναρτήθηκε από http://murciatoday.com/lorca-commemorates-the-collapse-of-the-puentes-dam_11502-a.html#.UtFJYvRdW2R

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.odigoslimnisplastira.gr>
<http://www.karditsa-net.gr>
<http://www.plastiras-lake.gr>
<http://itia.ntua.gr/>
<http://postgra.hydro.ntua.gr/>
http://www.eeft.gr/damlistGR_2012.pdf
<http://www.eeft.gr/>
<http://portal.tce.gr>

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ. 1: <http://www.dreamstime.com/stock-photos-hapi-god-nile-image18091713>

Εικ.2: <http://www.memphis.edu/egypt/abusimbel-rngh.php>

Εικ.3: Κακριδης, Ι. (1986) Ελληνική Μυθολογία. Αθήνα: Εκδοτική Αθηνών

Εικ. 4: Κακριδης, Ι. (1986). Ελληνική Μυθολογία. Αθήνα: Εκδοτική Αθηνών

Εικ. 5: <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C124/54/418,1554/>

Εικ. 6: Καββαδάς, Μ. (2006). Ειδικά γεωτεχνικά έργα –Γεωτεχνική φραγμάτων. <http://www.civil.ntua.gr/~kavvadas/>

Εικ. 8: <http://www.hydrproject.net/en/egypt-sadd-al-kafara-dam/relevance9>

Εικ. 9: <http://www.planete-tp.com/en/egypt-2600-bc-a207.html>

Εικ. 10: <http://www.panoramio.com/photo/11657545>

Εικ. 11: Jansen, R. (1980). Dams and public safety (part I). U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, σελ. 10

Εικ. 12: <http://www.britannica.com/EBchecked/media/141615/Proserpina-Dam-Spain>

Εικ. 13: Jansen, ό.π. , σελ. 11

- Εικ. 14:** Jansen, ό.π. , σελ. 14
- Εικ. 15:** Jansen, ό.π. , σελ. 18
- Εικ. 16:** Jansen, ό.π. , σελ. 16
- Εικ. 17:** <http://www.planete-tp.com/en/spain-and-the-renaissance-a212.html>
- Εικ. 18:** Jansen, ό.π. , σελ. 17
- Εικ.19:** Jansen, ό.π. , σελ. 41
- Εικ. 20:** Jansen, ό.π. , σελ. 45
- Εικ. 21:** Δημοπούλου, Αικ. (2008). Αξονομετρικά Φράγματα Κυλινδρούμενου Σκληρού Επιχώματος (μεταπτυχιακή εργασία). Αθήνα: ΕΜΠ(Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών), σελ. 25
- Εικ. 22:** Δημοπούλου, ό.π. , σελ.25
- Εικ. 23:** <http://simscience.org/cracks/advanced/malpasset.html>
- Εικ. 24:** http://de.wikipedia.org/wiki/Barrage_de_Malpasset
- Εικ. 25:** <http://www.panoramio.com/photo/34083901>
- Εικ. 26:** <http://houdishouses.gr/facilities/%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%BD%CE%B7-%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CF%89%CE%BD%CE%B1/>
- Εικ. 27:** http://itia.ntua.gr/nikos/arx_int/CDfrag/reservoirs/tavropos_main.htm
- Εικ. 28:** http://itia.ntua.gr/nikos/arx_int/CDfrag/reservoirs/tavropos_main.htm
- Εικ. 29:** <http://ydrokritis.blogspot.gr>
- Εικ. 30:** http://itia.ntua.gr/nikos/arx_int/CDfrag/reservoirs/louros_main.htm
- Εικ. 31:** http://itia.ntua.gr/nikos/arx_int/CDfrag/reservoirs/kremasta_main.htm
- Εικ. 32:** http://itia.ntua.gr/nikos/arx_int/CDfrag/reservoirs/platanovrysi_main.htm
- Εικ. 33:** <http://www.elter.gr/default.asp?pid=15&la=1&ct=28&proID=91>
- Εικ. 34:** <http://www.elter.gr/default.asp?pid=15&la=1&ct=28&proID=91>
- Εικ. 35:** <http://www.elter.gr/default.asp?pid=15&la=1&ct=28&proID=91>
- Εικ. 36:** Φωτογραφικό αρχείο ΕΥΔΑΠ, http://itia.ntua.gr/courses/aye/eydap_html/marathon.html
- Εικ. 37:** Φωτογραφικό αρχείο ΕΥΔΑΠ, http://itia.ntua.gr/courses/aye/eydap_html/marathon.html
- Εικ. 38:** http://1.bp.blogspot.com/_VH_dWFBa4PE/TAUHYQAcIKI/AAAAAAAAABxA/zI08K2u-wVk0/s1600/fragment1.JPG

Εικ. 39: http://agriniomemories.blogspot.gr/2011/08/blog-post_05.html

Εικ.41: <http://www.karditsa-net.gr/2014/history/aerodromio.htm>

Εικ. 42: <http://www.plastiras-lake.gr/the-lake.html>

Εικ. 49: <http://itia.ntua.gr/2002plastiras/photos/>

Εικ. 50: <http://itia.ntua.gr/2002plastiras/photos/>

Εικ. 51: <http://itia.ntua.gr/2002plastiras/photos/>

Εικ. 52: <http://itia.ntua.gr/2002plastiras/photos/>

Εικ. 53: <http://itia.ntua.gr/2002plastiras/photos/>