

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΔΡΟΪΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ



ΕΠΟΠΤΕΥΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ :

ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΑΝΑΗ - ΕΥΔΟΚΙΑ

ΚΛΑΜΠΑΝΗ – ΜΠΡΑΓΟΤΑ ΖΩΗ

ΣΠΗΛΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΗΛΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

ΕΥΧΑΡΗΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει πλέον την παρούσα Πτυχιακή Εργασία, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τους παρακάτω για τη αξιόλογη βοήθεια που μας προσέφεραν :

Τον εισηγητή και επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας κο Ευθυμιάδη Ιωάννη για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μας, τη συνεχή καθοδήγηση και την υπομονή του.

Το σύνολο των εργαζομένων της διοίκησης του “Υδροηλεκτρικού Σταθμού Καστρακίου“ που απλόχερα μας προσέφεραν τα απαιτούμενα στοιχεία , τις γνώσεις τους και την πολύτιμη βοήθεια τους στην επιτόπου επίσκεψη μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στο χωμάτινο υδροηλεκτρικό φράγμα Καστρακίου επί του ποταμού Αχελώου στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας. Κύριος του έργου είναι η Δημόσια Επιχείρηση Ελλάδος (ΔΕΗ) .

Το δεύτερο φράγμα του Αχελώου που δημιουργήθηκε, κατασκευάστηκε απέναντι από το χωριό Καστράκι της Αιτωλοακαρνανίας, λίγο έξω από την πόλη του Αγρινίου, σε απόσταση περίπου 35 χλμ. νότια των Κρεμαστών όπου υπάρχει το πρώτο φράγμα του Αχελώου, έχει ύψος 96 μ. και είναι φτιαγμένο από αμμοχάλικο του ποταμού με κεντρικό αργιλικό πυρήνα. Ο ταμιευτήρας που σχηματίστηκε είναι τρίλοβος, έχει μέγιστο μήκος 8,5 χλμ., μέγιστο πλάτος 6 χλμ., το ανάπτυγμα της ακτογραμμής του φτάνει τα 90 χλμ. κι όταν τα νερά βρίσκονται στη μέγιστη στάθμη τους (σε υψόμετρο 150 μ.) καλύπτουν έκταση 28 χλμ.

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός, ο οποίος λειτούργησε το 1969, είναι εγκατεστημένος στο αριστερό πρηνές κατόντη του φράγματος και έχει τέσσερις μονάδες συνολικής ισχύος 320 MW. Η λίμνη του Καστρακίου είναι κι αυτή ολιγοτροφική και η πανίδα της είναι παρόμοια μ' εκείνη της λίμνης των Κρεμαστών. Το έργο είναι τριπλής σκοπιμότητας , παράγωγη ενέργειας, ύδρευσης και άρδευσης της ευρύτερης περιοχής.

Στο παράρτημα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες και χαρτες.

Τα στοιχεία που μας δόθηκαν είχαν σαν σκοπό την πρώτη επίσημη ανασκόπηση τους ως αυριανοί μηχανικοί, το συσχετισμό τους με τις ήδη αποκτηθείσες γνώσεις και την προσπάθεια μας της εκ νέου αξιολόγησης από τα στοιχεία και την ανάδραση που συλλέχθησαν κατά τη διάρκεια μελέτης του έργου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΓΕΝΙΚΑ.....	6
1.1 ΦΡΑΓΜΑ.....	6
1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	7
1.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	8
1.3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	8
1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	8
1.4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	10
1.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	12
1.6 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Υ/Η ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	15
1.7 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΚΑ ΘΕΜΑΤΑ.....	17
1.7.1 ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	17
1.7.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	19
1.7.3 ΑΙΤΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΕΒΑΛΑΝ ΣΕ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	19
2.ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	21
2.1 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΧΕΛΩΟΥ.....	21
2.2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ.....	22
2.2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ.....	24
2.2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	25
2.2.3 ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	31
3.ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	38
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ -ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	38
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΕΞΕΛΙΞΗ.....	38
3.3 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	40

3.3.1 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	41
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.....	42
3.3.2 ΕΘΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ....	43
3.4 ΜΙΚΡΟΎΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ.....	45
3.4.1 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ Υ/Η ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ Δ.Ε.Η ΩΣ ΕΡΓΑ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΣΚΟΠΟΥ.....	46
3.5 ΟΙ Υ/Η ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΗΣ Δ.Ε.Η-Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ.....	57
3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΟΣΕΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ Δ.Ε.Η.....	63
3.7 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΗΣ Δ.Ε.Η ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΑΧΕΛΩΟ.....	66
4.ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΜΟΡΦΟΦΟΛΟΓΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	71
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ.....	72
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ.....	73
5.ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ).....	74
6.ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι:

«Το υδροηλεκτρικό φράγμα Καστρακίου».

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του θέματος επιλέχθηκε λόγω της μεγάλης σημασίας που έχουν τα έργα αποταμίευσης ύδατος. Από τις πρώτες κατασκευές που πραγματοποιήθηκαν για την ταμίευση του επιφανειακού νερού ήταν φράγματα, που την ευστάθειά τους διασφάλιζε το ίδιο βάρος τους. Από την εξέλιξη της ιδέας αυτής σε συνδυασμό με την ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών προέκυψαν οι δύο βασικοί τύποι φραγμάτων που εύκολα αναγνωρίζονται: γεωφράγματα και φράγματα βαρύτητας.

Στην περαιτέρω μετεξέλιξη των φραγμάτων βαρύτητας, τα λιθόθετα φράγματα διαδέχθηκαν τα λιθόκτιστα και η εφεύρεση των κονιαμάτων τα καθιέρωσε σαν αναγκαίο υλικό των φραγμάτων βαρύτητας. Το τσιμέντο Portland ήρθε στις αρχές του 20ου αιώνα για να επιτείνει την κατασκευή τέτοιων έργων και να ξεκινήσει μία νέα επιστήμη, την τεχνολογία του σκυροδέματος. Μαζί με το σκυρόδεμα και την ανάγκη μεγάλων κατασκευών ανέκυψαν ζητήματα που οφείλονται στην ίδια τη φύση του σκυροδέματος και τα οποία φάνηκαν στην πρακτική εφαρμογή του. Η θερμική καταπόνηση από τις διαφορές θερμότητας στο σώμα του φράγματος ανάγκασε σε ανάπτυξη συστημάτων ψύξης και σε καλό προγραμματισμό. Το μεγάλο βάρος των κατασκευών αυτών απαιτεί εξίσου στιβαρή θεμελίωση, ώστε να αντέχει το βάρος αυτό, συνθήκη που δεν είναι εύκολα εφικτή. Επίσης, η οικονομική επιβάρυνση από την αυξημένη τιμή του τσιμέντου οδήγησε στην αναζήτηση τρόπων μείωσής του. Κατάληξη αυτής της πορείας εξέλιξης είναι το Κυλινδρούμενο Σκυρόδεμα (R.C.C.). Διαθέτει μειωμένη ποσότητα τσιμέντου στο μίγμα, ικανή για να το χαρακτηρίζει σκυρόδεμα αλλά τόσο ώστε να επιτρέπεται ο χειρισμός του με χωματοργικά μηχανήματα, που στο μεταξύ έχουν προοδεύσει κι έχουν καθιερώσει τα γεωφράγματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΦΡΑΓΜΑ

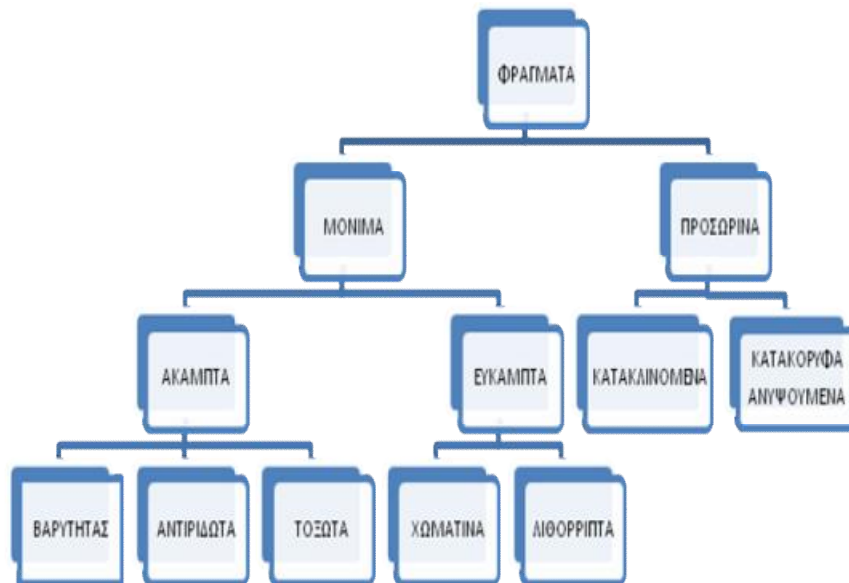
Ορισμός: είναι τεχνικό έργο που κατασκευάζεται στην κοίτη ενός ποταμού για να ανακόψει τη ροή, με σκοπό την αποθήκευση του νερού για μελλοντική χρησιμοποίησή του. Η έκταση γης στην οποία αποθηκεύεται το νερό και βρίσκεται στα ανάντη του φράγματος, ονομάζεται ταμιευτήρας ή λεκάνη κατάκλισης.

Σκοπός της κατασκευής ενός φράγματος:

- 1) Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- 2) Άρδευση καλλιεργούμενων εδαφών
- 3) Ύδρευση πόλεων, οικισμών ή βιομηχανικών μονάδων
- 4) Εμπλουτισμός του υπόγειου υδάτινου ορίζοντα
- 5) Αντιπλημμυρική προστασία
- 6) Άλλα: Ναυσιπλοΐα, Τουριστική αξιοποίηση, βελτίωση του περιβάλλοντα χώρου, Αθλητισμός, ιχθυοκαλλιέργεια.

1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΜ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ – ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ

Η αναγκαιότητα του νερού για την ανθρώπινη ύπαρξη υπαγόρευσε και συνεχίζει να ορίζει ακόμα και σήμερα τον τρόπο ανάπτυξης του παγκόσμιου πολιτισμού. Σε όλη την ανθρώπινη ιστορία, οι κοινωνίες αναπτύσσονται κοντά σε υδάτινους πόρους. Είναι φυσικό επακόλουθο, ιδίως όταν αυτοί παύουν να επαρκούν για την κάλυψη όλων των αναγκών των πολιτών, η πλειοψηφία των τεχνικών έργων να αποσκοπεί τόσο στη βέλτιστη εκμετάλλευσή τους όσο και στη συγκράτηση της καταστροφικής τους δράσης, όταν αυτό είναι απαραίτητο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων έργων αποτελούν τα φράγματα. Ξεκινώντας από πρόχειρα αναχώματα για τη συγκράτηση των νερών, περνάμε σε πιο σύνθετες δομές, όπως λιθόθετα φράγματα, λιθοδομές, γεωφράγματα, τοξωτά φράγματα καθώς και σε συνδυασμούς της πολλαπλής χρησιμότητας αυτών των έργων: ταμίευση νερού, αντιπλημμυρική προστασία, συγκράτηση φερτών. Οποιαδήποτε κι αν είναι η σκοπιμότητα κατασκευής ενός φράγματος, το τεχνικό έργο μπορεί σε κάθε περίπτωση να κατηγοριοποιηθεί βάσει των υλικών κατασκευής του και της στατικής του λειτουργίας.



Τυπική κατηγοριοποίηση φραγμάτων

Κατά συνέπεια, είναι δυνατή η ξεχωριστή αναφορά σε γεωφράγματα, λιθόθετα και σκυροδέματος, όσον αφορά στα υλικά κατασκευής τους. Στην πρώτη περίπτωση το σώμα του έργου αποτελείται από διαβαθμισμένα εδαφικά υλικά.

Η στεγανότητα της κατασκευής επιτυγχάνεται με κατασκευή αδιαπέρατου εδαφικού πυρήνα μέσα στο σώμα του φράγματος, ενώ η ευστάθεια του στεγανού αυτού στοιχείου μέσω της υποστήριξής του από ογκώδη κελύφη γαιωδών ή βραχωδών υλικών.

1.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η επιλογή της θέσης ενός φράγματος γίνεται με βάση μορφολογικά και τεχνικογεωλογικά κριτήρια κατά τη φάση της προκαταρκτικής μελέτης. Ενδιαφέρον υπάρχει για την μορφή της κοιλάδας (η κατά μήκος τομή αφορά το χώρο της λεκάνης κατάκλισης του φράγματος καθώς και με το ύψος αυτού), ενώ η εγκάρσια τομή αφορά το πλάτος του φράγματος και πολλές φορές έχει σχέση με τον τύπο του φράγματος.

1.3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΝΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

A. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Η μορφολογία μιας κοιλάδας έχει μεγάλη σημασία στην κατασκευή φραγμάτων. Ιδανική περίπτωση κοιλάδας είναι εκείνη που στη θέση του φράγματος στενεύει και αμέσως ανάντη διευρύνεται.

B. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Είναι εκείνα που αν δε ληφθούν υπόψη μπορούν να οδηγήσουν σε αστοχίες:

1. ύπαρξη των ικανών και αναγκαίων ποσοτήτων νερού
2. εξασφάλιση στεγανότητας του ταμιευτήρα
3. στεγανότητα στη ζώνη του φράγματος
4. ευστάθεια των πρηνών
5. παρουσία πετρωμάτων με ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και αντοχή

1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Αρχικά λαμβάνονται υπόψη δεδομένα που έχουν σχέση με υδρολογικά-υδραυλικά κριτήρια για το θέμα όπως:

Εξέταση δύο ή περισσότερων εναλλακτικών θέσεων κατά μήκος της κοίτης ενός ποταμού.

Ύψος φράγματος και ανώτατη στάθμη του ταμιευτήρα κλπ (κριτήριο αποτελεί το ύψος των βροχοπτώσεων μέσα στην λεκάνη απορροής και η μεταφορά φερτών υλών μέσα στον ταμιευτήρα).

Στην συνέχεια εξετάζονται θέματα γεωλογικής κατάστασης με χρήση γεωλογικών χαρτών και της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Ακολουθεί η επιλογή της καλύτερης θέσης φράγματος που γίνεται

με την συσχέτιση γεωλογικών, υδρολογικών και οικονομοτεχνικών κριτηρίων. Εξετάζεται σε επόμενα στάδια η γεωλογία της περιοχής κατάκλισης και συγκεκριμένα:

1. Λιθολογικοί τύποι πετρωμάτων
2. Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, όπως η ύπαρξη υπόγειων υδροφόρων οριζόντων, οι πιθανές πηγές επαφής ή υπερπλήρωσης και οι τυχόν απώλειες νερού.
3. Γεωμετρία περατών σχηματισμών και επικοινωνία αυτών με χαμηλά σημεία εκτός ταμιευτήρα και συνθήκες στεγανότητας λίμνης.
4. Αστάθεια πρανών και κίνδυνοι κατολισθήσεων με την άνοδο του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω του ταμιευτήρα.

Οι προτεινόμενες ερευνητικές εργασίες είναι οι ακόλουθες:

- A. γεωλογική χαρτογράφηση της λεκάνης κατάκλισης,
- B. αναγνώριση ζωνών αστάθειας σε μεγαλύτερα υψόμετρα,
- Γ. δειγματοληπτικές γεωτρήσεις σε θέσεις περιορισμένης στεγανότητας.

Έπειτα ακολουθεί η εξέταση της γεωλογίας στη θέση του φράγματος ως ακολούθως:

- A. Εξέταση της φύσης, του πάχους και της έκτασης του μανδύα αποσάθρωσης του μητρικού πετρώματος.
 - B. Εξέταση της φύσης, του βάθους αποσάθρωσης, των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των διάφορων μητρικών πετρωμάτων.
 - Γ. Τεκτονική καταπόνηση των μητρικών πετρωμάτων.
 - Δ. Περαιότητα πέρα και γύρω από την θέση του φράγματος.
 - E. Γεωμετρία περατών σχηματισμών και επικοινωνία αυτών με χαμηλά σημεία εκτός θέσης φράγματος.
- στ. Ευστάθεια αντρεισμάτων φράγματος.

Οι ερευνητικές εργασίες υπαίθρου που πρέπει να γίνουν είναι οι ακόλουθες: γεωλογική χαρτογράφηση της θέσης φράγματος σε κλίμακα 1:1500 ή 1:1000. Γεωτρήσεις και ταυτόχρονα δοκιμές εισπιέσεων, ενώ σε κάποιες από τις γεωτρήσεις τοποθετούνται πιεζόμετρα για τη συνεχή μέτρηση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Εκτέλεση γεωφυσικής έρευνας και άνοιγμα φρεάτων, στοών και τάφρων με ταυτόχρονη εκτέλεση επιτόπου δοκιμών. Τοποθέτηση οργάνων παρακολούθησης στα αντρείσματα για έλεγχο των ζωνών αστάθειας.

Στα σύνδρομα έργα που πρέπει να μελετηθούν περιλαμβάνονται:

A. Εξέταση της φύσης, του πάχους και της έκτασης του μανδύα αποσάθρωσης του μητρικού πετρώματος στο χώρο θεμελίωσης του φράγματος, του παραφράγματος, του υπερχειλιστή, των σηράγγων εκτροπής και της δεξαμενής ηρεμίας.

B. Εξέταση της φύσης, του βάθους αποσάθρωσης, των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των διάφορων μητρικών πετρωμάτων στο χώρο θεμελίωσης του φράγματος, του παραφράγματος, του υπερχειλιστή, των σηράγγων εκτροπής και της δεξαμενής ηρεμίας.

Γ. Τεκτονική καταπόνηση των μητρικών πετρωμάτων στον χώρο θεμελίωσης του φράγματος, του παραφράγματος, των σηράγγων εκτροπής και της λεκάνης ηρεμίας.

Τέλος, σχετικά με τα υλικά κατασκευής του φράγματος αναζητούνται και εξετάζονται οι γειτονικές και συγχρόνως οι κατάλληλες θέσεις για την παρασκευή αδρανών, για την κατασκευή των υλικών των σωμάτων στήριξης, του πυρήνα, των φίλτρων, του κυματοθραύστη κλπ. Συνεπώς οι εργασίες που πρέπει να γίνουν είναι φρέατα ή γεωτρήσεις για την διαπίστωση της καταλληλότητας των υλικών.

1.4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Στο πλείστο των περιπτώσεων στα φράγματα δημιουργείται κάτω και γύρω από αυτά υπόγειο διάφραγμα, στην προέκταση του άξονά τους, με σκοπό:

A. Την αύξηση της αντοχής του πετρώματος της θεμελίωσης και

B. Την στεγανοποίηση του πετρώματος (κλείσιμο ρωγμών ή καρστικών κενών μικρού όμως εύρους) για να αποφευχθούν φαινόμενα εσωτερικών διαβρώσεων ή διαρροών.

Τα διαφράγματα κατασκευάζονται με γεωτρήσεις οι οποίες είναι κατανεμημένες σε έναν ή περισσότερους άξονες και σε κατάλληλες αποστάσεις μεταξύ τους.

Αφού γίνει η διάνοιξη τους εισπιάζεται ένεμα που αποτελείται από μείγμα τσιμέντου και νερού καθώς και άλλων πρόσμικτων.

Τα διαφράγματα σε αρκετές περιπτώσεις συνοδεύονται και από έργα αποστράγγισης του νερού κάτω από το φράγμα προκειμένου να αποφευχθούν οι υποπιέσεις (συσσώρευση και αδυναμία διαφυγής νερού που ασκεί ανωστικές δυνάμεις). Τα έργα αποστράγγισης επιβάλλεται να γίνονται και σε πετρώματα που παρουσιάζουν μικρή περατότητα.



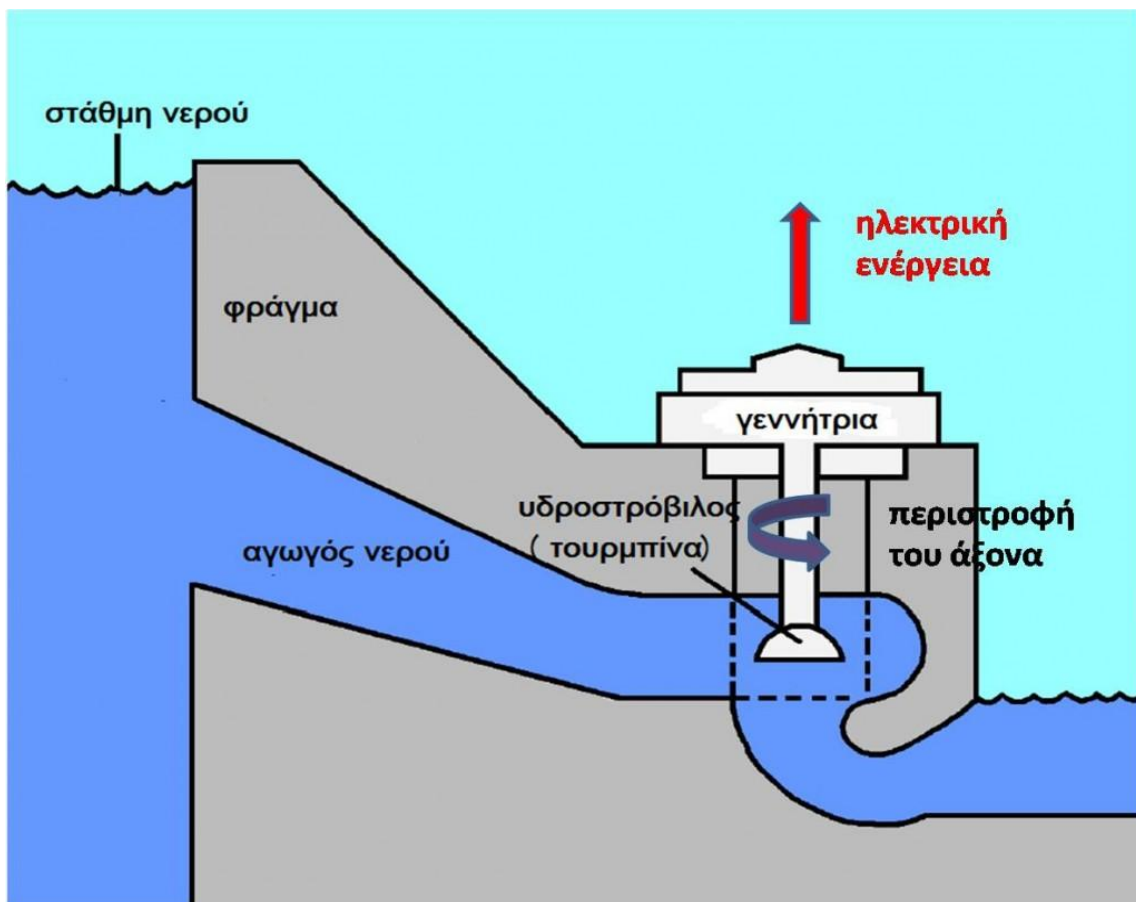
1.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Μια από τις παλαιότερες μεθόδους χρησιμοποίησης ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, είναι ο υδροτροχός. Σήμερα, όταν ομιλούμε περί εκμεταλλεύσεως της ενέργειας του νερού, εννοούμε κυρίως την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Υπάρχουν πολλές μορφές ενέργειας που έχουν σχέση με το νερό:

- Υδροηλεκτρική ισχύς, που παράγεται από νερό που πέφτει.
- Παλιρροϊκή ισχύς, που παράγεται από παλίρροιες, οι οποίες σημειώνονται λόγω της βαρυτικής έλξεως της σελήνης και του ηλίου (συζητήθηκε προηγουμένως).
- Ισχύς από κύματα, που προκαλούνται από την κίνηση νερού προς τις ακτές λόγω του ανέμου.

Σήμερα, σχεδόν όλη η ισχύς που λαμβάνεται από το νερό, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, που βρίσκονται σε καταρράκτες ή φράγματα. Η συνήθης μέθοδος είναι η κατασκευή φραγμάτων σε ποτάμια, όπου η μορφολογία του εδάφους βοηθά για τη δημιουργία μιας φυσικής αποθήκης.



Το νερό που τρέχει στα ποτάμια έχει μηχανική ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια είναι κινητική ενέργεια επειδή το νερό κινείται και δυναμική ενέργεια επειδή το νερό ξεκινάει από ένα ψηλότερο σε σχέση με την επιφάνεια της θάλασσας σημείο (δηλαδή κάποιο βουνό) και καταλήγει στο επίπεδο της θάλασσας. Μπορούμε να μετατρέψουμε τη μηχανική ενέργεια που έχει το νερό σε ηλεκτρική.

Συνήθως χτίζουμε ένα φράγμα στην κοίτη ενός ποταμού έτσι ώστε να αποθηκεύσουμε το νερό σε μία τεχνητή λίμνη. Έτσι καταφέρνουμε να δημιουργήσουμε μια παρακαταθήκη νερού για μελλοντική χρήση, αλλά κυρίως καταφέρνουμε να αυξήσουμε το ύψος από το οποίο θα πέσει το νερό. Αυτό είναι πολύ σημαντικό διότι στη συνέχεια το νερό οδηγείται με σωλήνες (ίσως και τούνελ) σε κάποια έξοδο από όπου πέφτει με φόρα (μεγάλη ορμή) στις τουρμπίνες, που βρίσκονται σε χαμηλότερο ύψος. Η τουρμπίνα περιστρέφεται (κινείται) αποκτά δηλαδή κινητική ενέργεια. Η τουρμπίνα αυτή με τη σειρά της συνδέεται (μηχανικά - δηλαδή με έναν άξονα) με κάποια ηλεκτρογεννήτρια η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια της τουρμπίνας σε ηλεκτρική.

Για παραγωγή μιας συγκεκριμένης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας θα χρειαστεί λιγότερο νερό αν το νερό αυτό πέφτει από μεγάλο ύψος. Αν το ποτάμι δεν έχει πολύ νερό, τότε για να έχουμε μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας πρέπει να αυξήσουμε το ύψος του φράγματος.

Το σύνολο του φράγματος, των αγωγών, των τουρμπίνων, των ηλεκτρογεννητριών και των μετασχηματιστών αποτελούν ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.

Το ρεύμα μεταφέρεται με καλώδια από τα σημεία παραγωγής του στα σημεία χρήσης του. Τα εργοστάσια παραγωγής ρεύματος (υδροηλεκτρικά, θερμικά, πυρηνικά) είναι συνήθως χτισμένα μακριά από τις μεγάλες πόλεις. Στη χώρα μας τα μεγαλύτερα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι στη βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή του Αμυνταίου και της Πτολεμαΐδας. Το ρεύμα χρειάζεται να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις, δηλαδή από το σημείο παραγωγής του στο σημείο χρήσης του (και όχι κατανάλωσής του, όπως αναφέρει λαθεμένα ο λογαριασμός της ΔΕΗ). Η μεταφορά αυτή γίνεται με καλώδια. Όταν η ηλεκτρική ενέργεια κινείται (μεταφέρεται) μέσα από καλώδια, ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα. Όσο περισσότερη θερμότητα δημιουργείται κατά τη μεταφορά, τόσο λιγότερη ωφέλιμη ενέργεια φτάνει στους χώρους χρήσης. Για να μειωθούν οι απώλειες, η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στα καλώδια σε υψηλή τάση. Μετασχηματιστές μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα, που παράγει η γεννήτρια στους χώρους παραγωγής, σε εναλλασσόμενο ρεύμα πολύ υψηλής τάσης (μερικές χιλιάδες Volt). Το ρεύμα πολύ υψηλής τάσης είναι καταλληλότερο για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις, γιατί έχει μικρότερες απώλειες (σε θερμότητα). Η ηλεκτρική ενέργεια σε πολύ υψηλή τάση μπορεί να κεραυνοβολήσει ακόμα και από απόσταση, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που σε τέτοιες κολώνες της ΔΕΗ βλέπουμε συχνά ένα σήμα που λέει «προσοχή υψηλή τάση».

Όταν το ρεύμα φτάσει στα σημεία χρήσης του, δηλαδή στα σπίτια μας (τα εργοστάσια είναι μια άλλη κατηγορία χρηστών), πρέπει να μετατραπεί σε χαμηλή τάση 220-240 Volt. Αν παρατηρήσετε τις κολώνες της ΔΕΗ, θα δείτε ότι δεν είναι όλες ίδιες. Κάποιες από αυτές έχουν στο πάνω μέρος τους κάτι παράξενα "μηχανήματα" και κάνουν θόρυβο. Αυτά τα μηχανήματα

είναι μετασχηματιστές, που μετατρέπουν το ρεύμα υψηλής τάσης που έρχεται από το εργοστάσιο παραγωγής σε ρεύμα κατάλληλο για οικιακή χρήση (δηλαδή κατάλληλο για τα σπίτια μας).

Πλεονεκτήματα

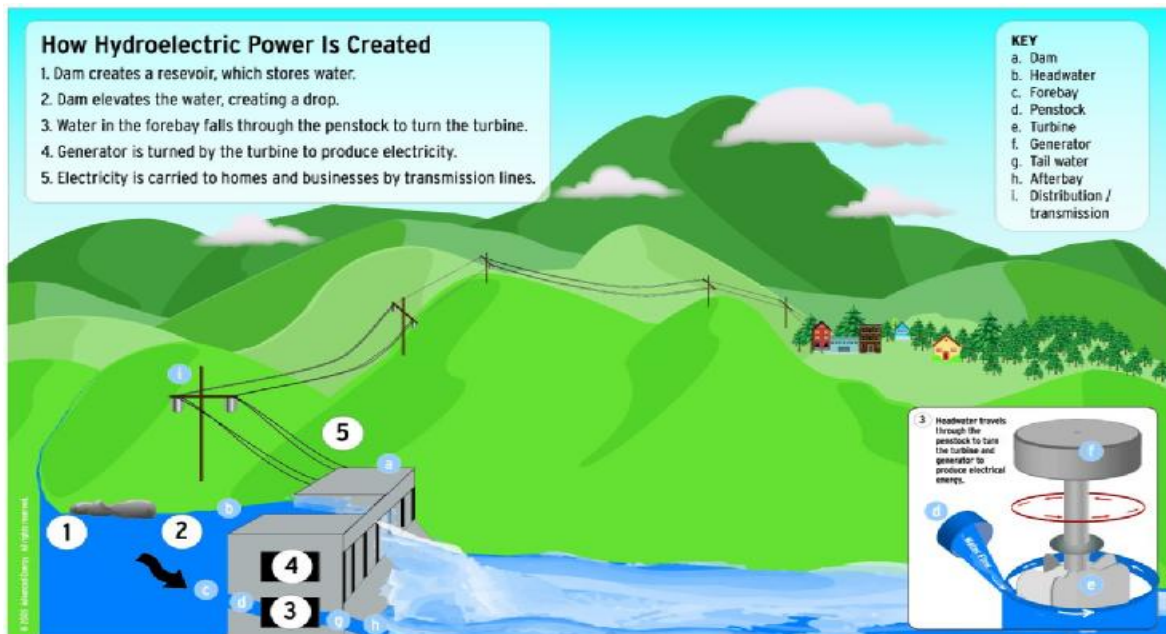
Η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. Ο κύκλος του νερού (εξαέρωση, σύννεφα, βροχή) είναι μια απόλυτα φυσική διαδικασία, που οφείλεται στον ήλιο. Έτσι η παροχή νερού στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι ανανεώσιμη και ανεξάντλητη.

Επιπλέον ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο δεν δημιουργεί θερμική ή άλλη μόλυνση στο περιβάλλον. Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας διαφέρει από χώρα σε χώρα αφού οι βροχοπτώσεις και η ύπαρξη βουνών και ποταμών είναι καθοριστική για τη δημιουργία υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

Μειονεκτήματα

Η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν προκαλεί σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον, μπορούμε όμως να αναφέρουμε τα εξής:

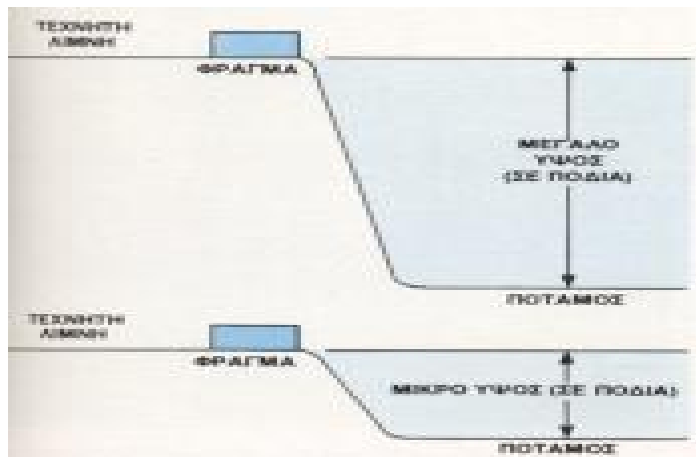
- Το ποτάμι σταματάει στο φράγμα. Από εκεί και πέρα δεν υπάρχει πια ποτάμι. Κάποια ψάρια που ανέβαιναν στις πηγές του ποταμού για να πολλαπλασιαστούν δεν μπορούν να το κάνουν.
- Για να λειτουργήσει το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο ουσιαστικά δημιουργούμε μια τεχνητή λίμνη. Δηλαδή μια περιοχή που ήταν καλλιεργήσιμη έκταση καλύπτεται με νερό.



1.6 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΔΡ/ΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Τα υδροηλεκτρικά φράγματα δουλεύουν με βάση ορισμένες πολύ απλές αρχές. Το αποστραγγιζόμενο νερό με φυσικό τρόπο συγκρατείται σε μια τεχνητή λίμνη. Καθώς το νερό πέφτει μέσα από ένα φράγμα σε αυτήν, η δύναμη της βαρύτητας του νερού προκαλεί την περιστροφή διαφόρων ειδών στροβίλων. Είναι σημαντικό το νερό να πέφτει από μία προκαθορισμένη απόσταση. Αυτή η απόσταση, που ονομάζεται ύψος, καθορίζει τη δυνατότητα εκμεταλλεύσεως του φράγματος.

Στο σχήμα 2 συγκρίνονται φράγματα με μεγάλο και μικρό ύψος.



ΣΧΗΜΑ 2: Σύγκριση φραγμάτων μεγάλου και μικρού ύψους.

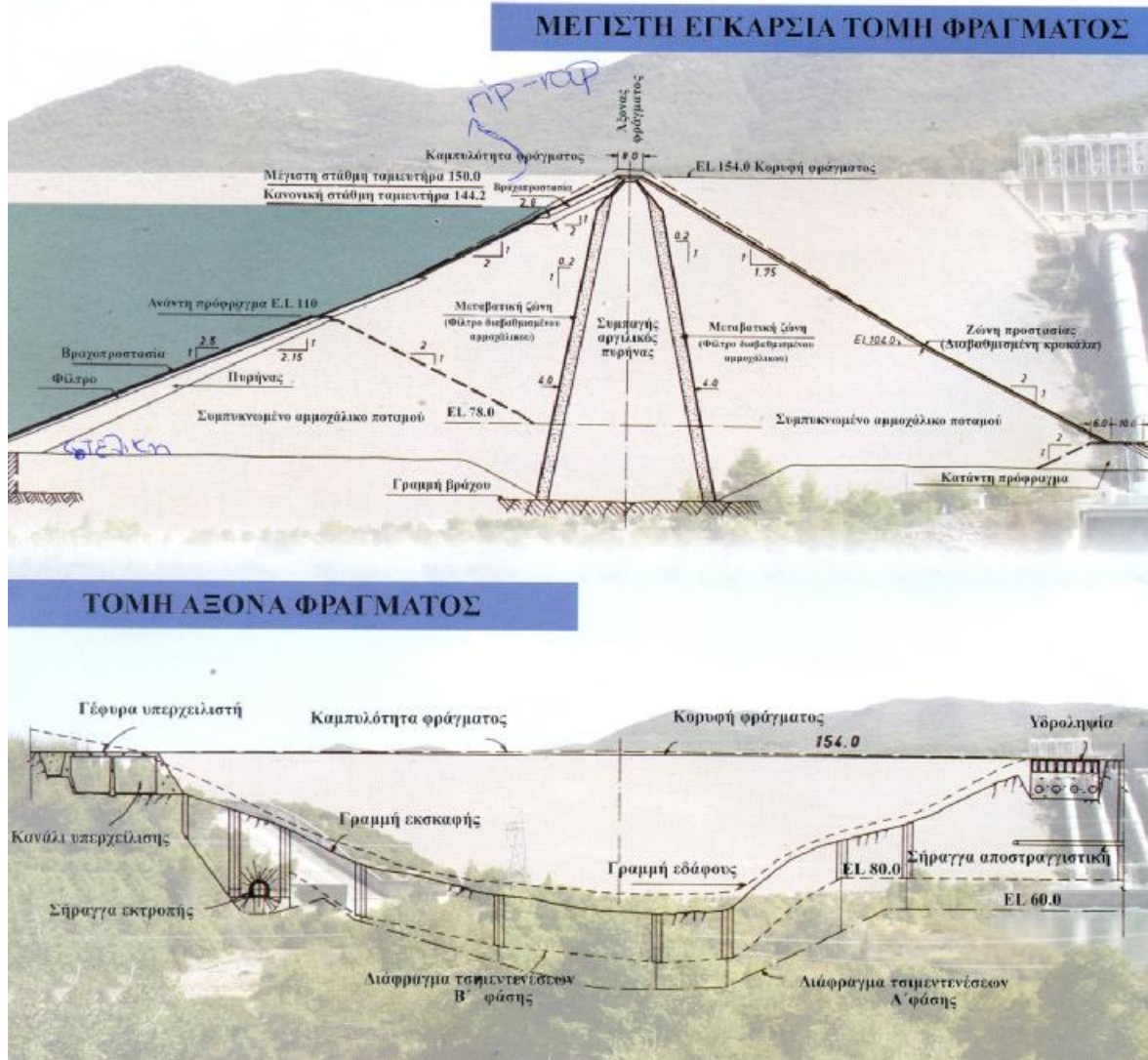
-ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ

Η ενέργεια παράγεται από ένα υδροηλεκτρικό φράγμα εξαιτίας των βαρυτητικών δυνάμεων. Η ποσότητα ενέργειας του νερού που πέφτει εξαιτίας βαρυτητικών -δυνάμεων εξαρτάται από δύο παράγοντες :

- A. Πρώτον, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα (περισσότερο νερό), τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ενέργειας.
- B. Δεύτερον, όσο γρηγορότερα πέφτει το νερό (ταχύτητα), τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια.

Τα υδροηλεκτρικά φράγματα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται έτσι, ώστε να εκμεταλλεύονται στο έπακρον τόσο τη μάζα όσο και την ταχύτητα του υδάτινου όγκου. Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος, τόσο περισσότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια. Όσο μικρότερο είναι το ύψος, τόσο λιγότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 η τιμή των καυσίμων ήταν τόσο χαμηλή, που κατασκευάζονταν μόνο φράγματα με ύψη πάνω από 50 πόδια. Σήμερα όμως κατασκευάζονται πολλά υδροηλεκτρικά φράγματα με μικρότερα ύψη. Η τιμή άλλων καυσίμων έχει αυξηθεί σε τέτοιο σημείο, που τα φράγματα χαμηλού ύψους και χρησιμοποιούνται και είναι πλέον συμφέρον να κατασκευασθούν και να λειτουργήσουν.

Τα κύρια τμήματα ενός χαρακτηριστικού υδροηλεκτρικού φράγματος φαίνονται στο σχήμα .



Το νερό σε μια τεχνητή λίμνη συγκρατείται από ένα φράγμα. Καθώς το νερό περνά από ένα διάφραγμα, συγκρατείται από αυτό κάθε τι άχρηστο. Το νερό τότε ρέει μέσα από ολισθαίνουσες θύρες (penstocks).

Οι ολισθαίνουσες θύρες (υπάρχουν αρκετές, ανάλογα με το μέγεθος του εργοστασίου) κατευθύνουν το νερό στο σημείο όπου είναι ο στρόβιλος . Εκεί το νερό περιστρέφει το στρόβιλο και έτσι η γεννήτρια παράγει ηλεκτρισμό.

1.7 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο είναι ένα πολυβάθμιο σύστημα με πολλές επιμέρους συνιστώσες, που δεν είναι σημειακά τοποθετημένες στο χώρο, αλλά συνιστούν ένα σύνολο υδραυλικών υδρολογικών και εδαφολογικών παρεμβάσεων.

Κόστος κατασκευής

Το κόστος λειτουργίας των υδροηλεκτρικών εργοστασίων είναι σχετικά μικρό. Στο συνολικό κόστος όμως, πρέπει να περιλάβουμε και το αρχικό κόστος (κτήσης). Αυτό περιλαμβάνει το κόστος κατασκευής του φράγματος και της γης που καταλαμβάνει η τεχνητή λίμνη που θα δημιουργηθεί. Πολλά από τα μεγάλα φράγματα εξυπηρετούν πολλαπλούς σκοπούς δηλαδή εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ελέγχουν τη ροή και τη χρήση του νερού. Το νερό μετά το γύρισμα της τουρμπίνας χρησιμοποιείται για άρδευση (πότισμα) ή για υδροδότηση πόλεων. Αν η κατασκευή του φράγματος μελετηθεί και το νερό που φεύγει από τη γεννήτρια χρησιμοποιείται (πωλείται) για κάποιο άλλο σκοπό, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται είναι χαμηλό.

1.7.1 ΜΕΡΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο περιλαμβάνει το σύστημα υδροληψίας- υδρομάστευσης, έναν απλό υδατοφράκτη που θα μπορούσε να συμβάλει και στην αύξηση του διαθέσιμου ύψους πτώσης ή στη ρύθμιση της παροχής, το σύστημα προσαγωγής, αποτελούμενο από έναν ανοιχτό ή κλειστό αγωγό, τη δεξαμενή φόρτισης, τον καταθλιπτικό αγωγό, τον κύριο σταθμό παραγωγής που μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους υδροστροβίλους, μια σύγχρονη ή επαγωγική ηλεκτρογεννήτρια, ένα κατάλληλο σύστημα ρυθμίσεως – ελέγχου – προστασίας - παρακολούθησης, τη διώρυγα φυγής από το σταθμό παραγωγής προς το υδατόρρευμα και τα συστήματα διασύνδεσης με τις γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

Εξ' ορισμού, ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον που μπορεί να συμβάλει ακόμη και στη δημιουργία νέων υδροβιοτόπων μικρής κλίμακας στα ανάντη των μικροταμιευτήρων. Το σύνολο των επί μέρους συνιστωσών του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και αναβαθμίζοντας περιβαλλοντικά το γύρω χώρο.

Δεδομένου ότι το ζεύγος της στροβιλογεννήτριας στεγάζεται στο κτίριο του σταθμού, δεν υπάρχει καμία απολύτως ακουστική διαταραχή της στάθμης του θορύβου του φυσικού περιβάλλοντος.

Η πλήρης αυτοματοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων και περιορίζει τις ανάγκες σε προσωπικό, στις απλές περιοδικές επισκέψεις ελέγχου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

- 1) Αποταμίευση νερού, για ύδρευση και άρδευση
- 2) Παραγωγή φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι ώστε να περιορίζεται το πρόβλημα κατανομής ηλεκτρικού ρεύματος
- 3) Η ενέργεια που παράγεται δεν επιφέρει ρύπανση στο περιβάλλον και υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης για ώρες ανάγκης.
- 4) Αποτελεσματική προστασία από τις πλημμύρες
- 5) Δημιουργία νέων υγροτόπων και ανάπτυξη του οικότουρισμού
- 6) Δίνεται η δυνατότητα να αναπτυχθούν οι ιχθυοκαλλιέργειες.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

- 1) Αλλοίωση του φυσικού τοπίου. Ένα ογκώδες και άκομφο οικοδόμημα (ύπαρξη του τσιμέντου στη φύση) προκαλεί την καταστροφή της φυσικής ομορφιάς του περιβάλλοντος.
- 2) Αυξομειώσεις της ροής του ποταμού και δημιουργία προβλημάτων σχετικά με τον αφανισμό της χλωρίδας και της πανίδας.
- 3) Πιθανές κατολισθήσεις που θα οδηγήσουν τα υλικά εκσκαφής μέσα στο ποτάμι.
- 4) Συγκράτηση φερτών υλικών που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία του δέλτα του ποταμού έχει και περαιτέρω επιπτώσεις.
- 5) Στα δέλτα των ποταμών αναπτύσσονται σπουδαίοι υδροβιότοποι με ενδεχομένως την ύπαρξη σπάνιων ειδών τόσο της χλωρίδας όσο και της πανίδας.
- 6) Έχει παρατηρηθεί ότι στην επιφάνεια των τεχνητών λιμνών αφύσικες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου.
- 7) Αλλαγή του μικροκλίματος της περιοχής.
- 8) Κίνδυνος τοπικών σεισμών σε περιοχές με φράγματα αφού επιβαρύνεται ο φλοιός της γης.
- 9) Αναγκαστικές μερικές φορές μετακινήσεις πληθυσμών.
- 10) Η διάρκεια ζωής των φραγμάτων είναι περιορισμένη λόγω της σταδιακής μείωσης της χωρητικότητας.

1.7.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΘΕΤΙΚΕΣ

- 1) Δημιουργία χώρων αναψυχής – ανάπτυξη τουρισμού
- 2) Δημιουργία υδροβιότοπων – οικοσυστημάτων

ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ

- 1) Επίδραση στην πανίδα

Το οικοσύστημα ανάντη του φράγματος μετατρέπεται από ποτάμιο σε λιμναίο με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η παροχή, η θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο του νερού. Κάποιοι οργανισμοί αδυνατούν να ανταπεξέλθουν στις νέες συνθήκες και πεθαίνουν. Κατάντη του φράγματος, αν η παροχή είναι χαμηλή, η κοίτη ξεραίνεται, τι τοπίο αλλάζει και οι οργανισμοί πλήττονται.

- 2) Συσσώρευση των φερτών υλικών

Τέλος, η συσσώρευση των φερτών υλικών αλλάζει τη δομή του οικοσυστήματος του πυθμένα του οποίου το χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη χονδρόκοκκου υλικού. Οργανισμοί που είναι συνηθισμένοι να επιβιώνουν ανάμεσα στο χονδρόκοκκο υλικό κατακλύζονται από λάσπη και εξαφανίζονται.

1.7.3 ΑΙΤΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΕΒΑΛΑΝ ΣΕ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

1. Ολίσθηση
2. Υποπίεσεις
3. Σεισμοί
4. Μετακίνηση ή ερπυσμός σε ρήγμα
5. Εσωτερική διάβρωση
6. Εξασθένηση της θεμελίωσης από διαβροχή-αποσάθρωση
7. Αστάθεια πρανών στα αντερείσματα
8. Υπερβολική παραμόρφωση του φράγματος
9. Διάβρωση - υποσκαφή από πλημμύρα

10. Κατολισθήσεις μέσα στον ταμιευτήρα



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

2.1 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΧΕΛΩΟΥ

Ο Αχελώος ή Ασπροπόταμος πηγάζει από το Όρος Λάκμος της οροσειράς Πίνδου, στην περιοχή του Μετσόβου και εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος. Είναι ο δεύτερος σε μήκος ποταμός μέσα σε ελληνικό έδαφος. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ποτάμια οικοσυστήματα της χώρας. Είναι ο ποταμός που έχει αξιοποιηθεί περισσότερο από κάθε άλλον στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ αρκετά σημαντική είναι η συμβολή στην γεωργική παραγωγή της ευρύτερης περιοχής της δυτικής Ελλάδας.



Σήμερα λειτουργούν στην κοίτη του πέντε φράγματα, μεγάλης σημασίας για την οικονομία της χώρας και με σημαντική θετική παρέμβαση στο περιβάλλον της περιοχής.

Πρώτα κατασκευάστηκε ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Ταυρωπού (παραπόταμος Αχελώου) με ισχύ 130MW. Ακολούθησαν το 1966 τα Κρεμαστά με 440MW, και το 1969 το Καστράκι με 320MW. Σε δεύτερο στάδιο ακολούθησε η κατασκευή του έργου του Στράτου I με 150MW και έναρξη λειτουργίας το 1898 καθώς και Στράτου II με 6.4 MW το 1988. Σε τρίτο στάδιο ακολούθησε η κατασκευή του έργου της Μεσοχώρας.

2.2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

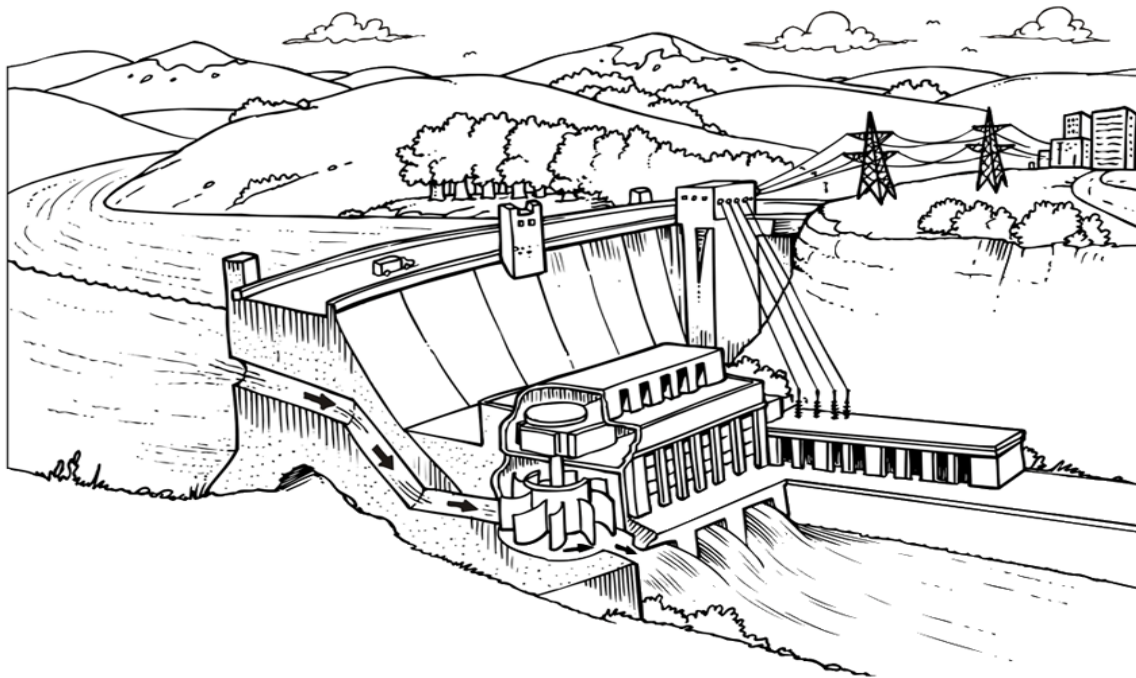
ΓΕΝΙΚΑ

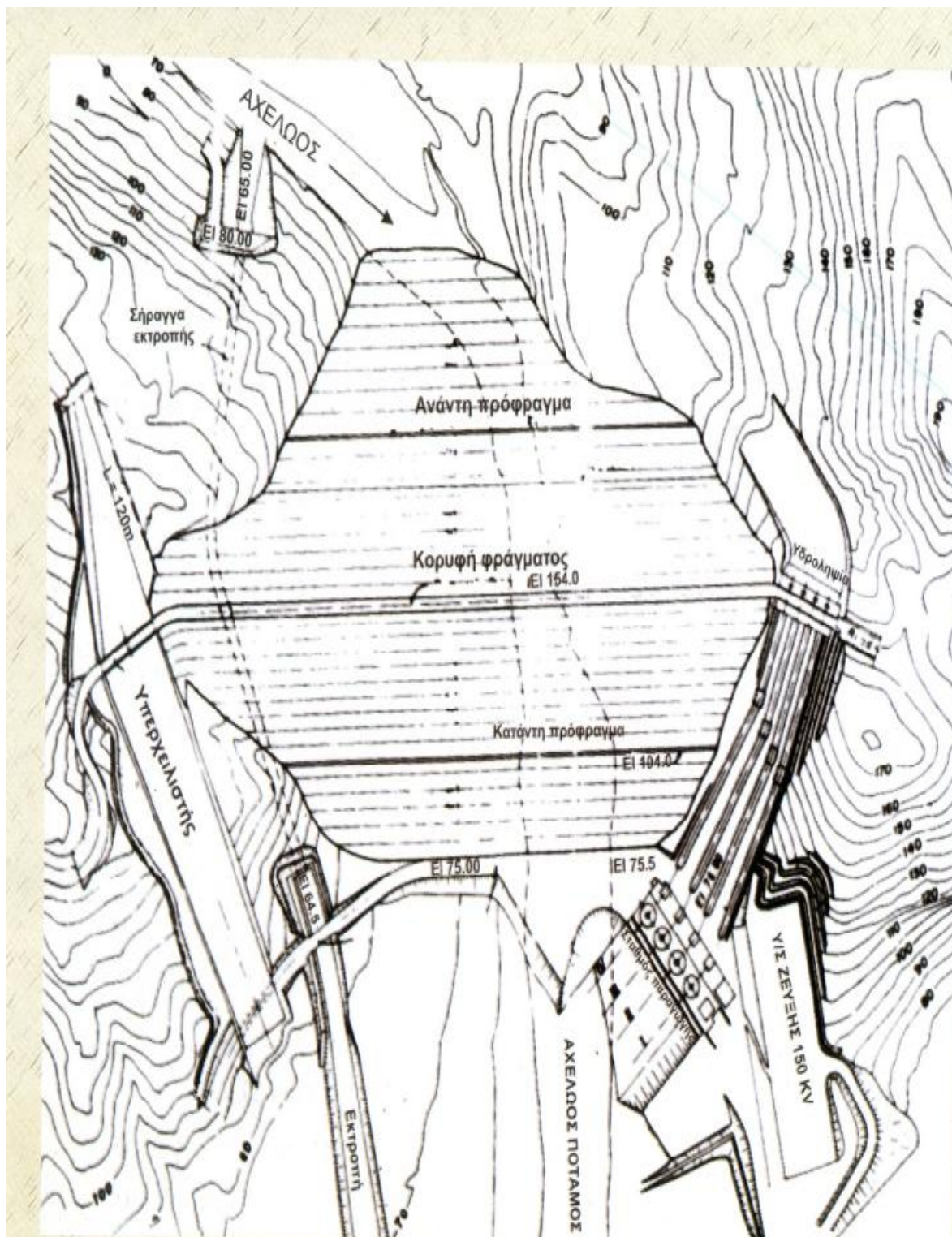
Η θέση του σταθμού βρίσκεται στην Δυτική Ελλάδα, στον νομό Αιτωλοακαρνανίας στον ποταμό Αχελώο και 35km κατάντη του ΥΗΣ Κρεμαστών, σε απόσταση 310km από την Αθήνα. Ο σταθμός του Καστρακίου, εκμεταλλεύεται τις εκροές του Υδροηλεκτρικού Σταθμού των Κρεμαστών καθώς επίσης και τα νερά του παραπόταμου Ινάχου, ο οποίος εκβάλλει μέσα στον ταμιευτήρα του έργου, ωφέλιμης χωρητικότητας 53 εκ. m³. Ο σκοπός του έργου, πέραν της υδροηλεκτρικής παραγωγής, είναι η άρδευση & ύδρευση του Δήμου Αγρινίου και των γειτονικών.

ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το Έργο αποτελείται από μια σήραγγα εκτροπής μήκους 393m, ένα χωμάτινο φράγμα με αργιλικό πυρήνα καθώς τα πετρώματα στην θεμελίωση όσο και στα πρανή παρουσιάζουν πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά. Και στην περίπτωση αυτήν απαιτήθηκε ο δανειοθάλαμος να βρίσκεται σε σχετικά κοντινή θέση. Είναι ύψους 96m και συνολικού όγκου 5.2×10^6 m³, έναν ανοικτό υπερχειλιστή με κεκλιμένη διώρυγα επενδεδυμένη με σκυρόδεμα και έργο καταστροφής ενέργειας, μια κατακόρυφη υδροληψία 4 ανοιγμάτων, 4 αγωγούς πτώσης και έναν ημι-υπαίθριο σταθμό παραγωγής εξοπλισμένο με 4 υδροηλεκτρικές μονάδες τύπου Francis κατακόρυφου άξονα, εγκατεστημένης ισχύος 80 MW καθεμία, που παράγουν μέση ετήσια ενέργεια 598 GWh.

Ο σταθμός εκμεταλλεύεται τις εκροές του ΥΗΣ Κρεμαστών καθώς επίσης και τα νερά του παραποτάμου Ινάχου, ο οποίος εκβάλλει μέσα στον ταμιευτήρα του Έργου. Στην περιοχή του Καστρακίου επιλέχθηκε η κατασκευή χωμάτινου φράγματος καθώς υπήρχε ευρεία κοιλάδα (ο λόγος $l/h > 6$).





ΚΑΤΟΠΗ ΥΗΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

2.2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ	Μήκους 393 m, πεταλοειδούς διατομής και εσωτερικής διαμέτρου 8 m
ΦΡΑΓΜΑ	Χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα. Μέγιστο ύψος από την θεμελίωση : 96 m. Μήκος στέψης: 547m, όγκος : $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$
ΩΦΕΛΙΜΗ ΧΩΡΗΤ. ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	$53 \times 10^6 \text{ m}^3$
ΕΚΧΕΙΛΙΣΤΗΣ	Ανοικτός χωρίς θυροφράγματα με κεκλ. Διώρυγα επενδεδυμένη με σκυρόδεμα, μέγιστη παροχετευτικότητα : $3700 \text{ m}^3/\text{sec}$
ΩΦΕΛΙΜΟ ΥΨΟΣ ΠΤΩΣΗΣ	74.5 m
ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	Ημι-υπαίθριος 4x80 MW τύπου Francis κατακόρυφου άξονα
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	598 GWh
ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΡΓΩΝ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	Οδών οδοστρωμάτων-δομική-ΕΔΟΚ ΕΤΕΡ
ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΕΣ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	Baldwin-Lima-Hamilton (στρόβιλοι), HITACHI (γεννήτριες), Vereinigte Oesterreichische

Ο ΥΗΣ Καστρακίου σχεδιάστηκε τον Μάρτιο του 1964 και η έναρξη της κατασκευής έγινε τον Μάρτιο του 1966 με την εμπορική λειτουργία του τον Μάιο του 1969.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Συγκεκριμένα, η μονάδα Νο 1 λειτούργησε στις 8-5-1969, η Νο 2 στις 3-6-1969, η Νο 3 στις 23-7-1969 και η Νο 4 στις 16-2-1969. Για την επιλογή του τύπου γεννήτριας λήφθηκαν υπ' όψιν οι ανάγκες για συγκράτηση των υδάτων και η ενέργεια που χρειαζόταν, επομένως έχουμε σύγχρονη κατακόρυφου άξονα με μέση ετήσια παραγωγή 581 GWh.

2.2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Λόγω θέσης το φράγμα του ΥΗΣ Καστρακίου έχει ύψος 95.7m και υψόμετρο στέψης 154 m. Το πλάτος στέψης είναι 8m, μήκος στέψης 547m και μέγιστο πλάτος βάσης 375m.



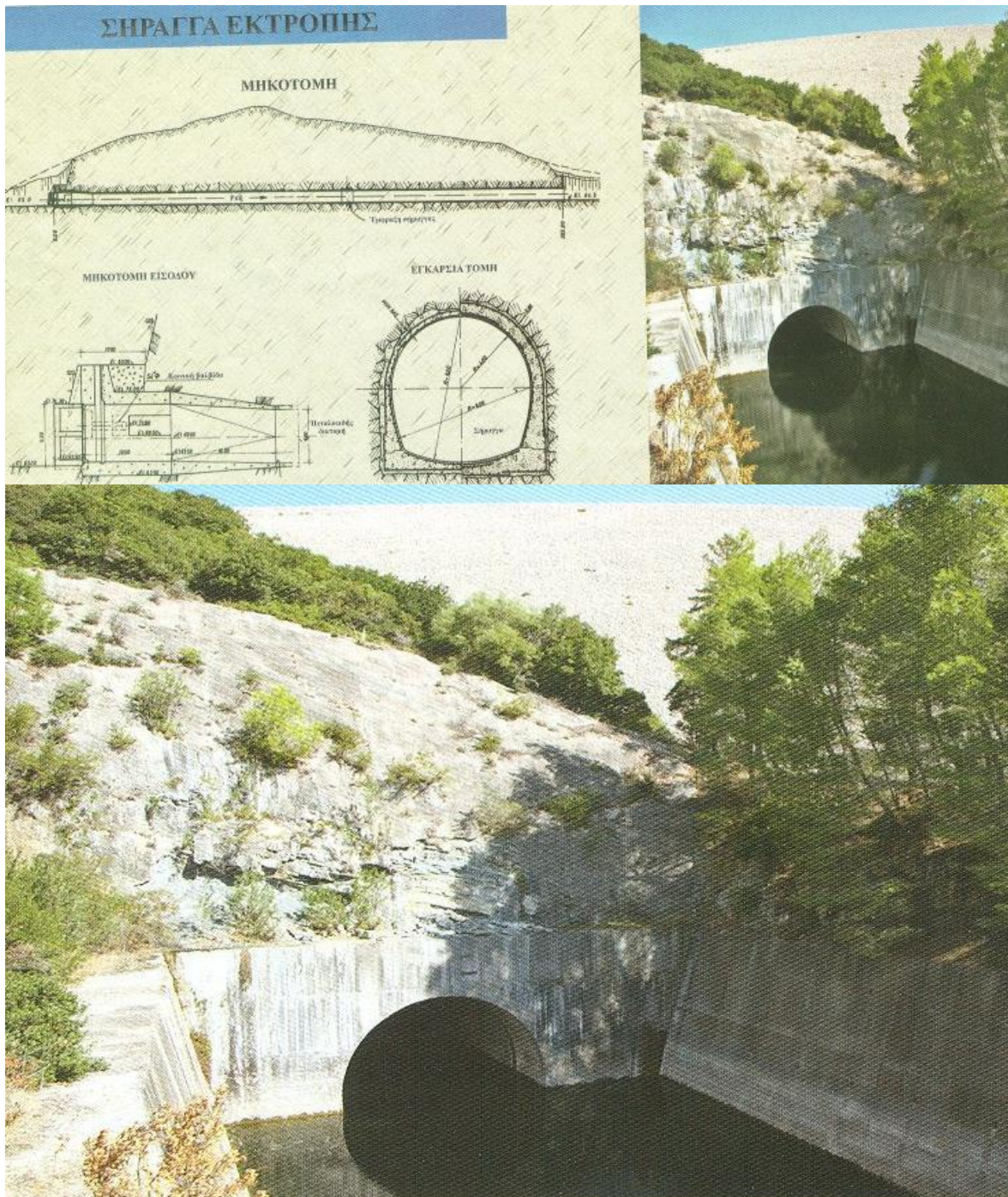
ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Η τεχνητή λίμνη διαθέτει λεκάνη χωρητικότητας 548 km², έχει επιφάνεια σε υψόμετρο 150m που είναι 28km². Η ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 144.2m είναι 785x10⁶ m³. Μέγιστη στάθμη λειτουργίας είναι 144,20 m ενώ η ελάχιστη στάθμη λειτουργίας είναι 142 m.



ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ

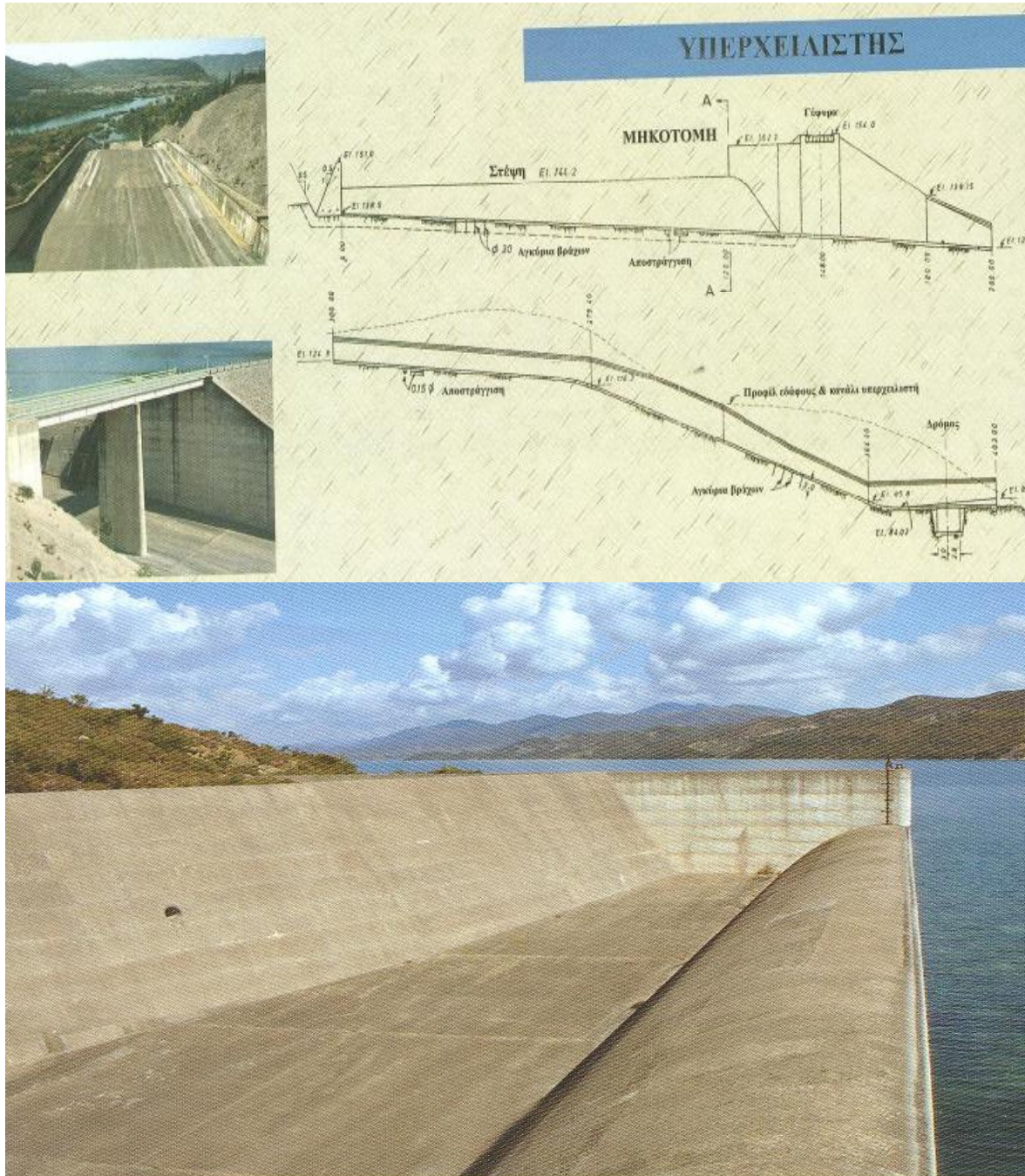
Το Έργο διαθέτει μια σήραγγα εκτροπής που κατασκευάστηκε από την Εταιρία Οδών & Οδοστρωμάτων. Έχει μήκος 393m,ολική παροχетеυτική ικανότητα 2900m³/sec. Η σήραγγα είναι πεταλοειδούς διατομής (ύψους και πλάτος 8m),με πόρτα εξόδου χαλύβδινη με οδοντωτή τροχαλία διαστάσεων 8.41m x 6.31m και μόνιμη έμφραξη με πώμα από σκυρόδεμα.



ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

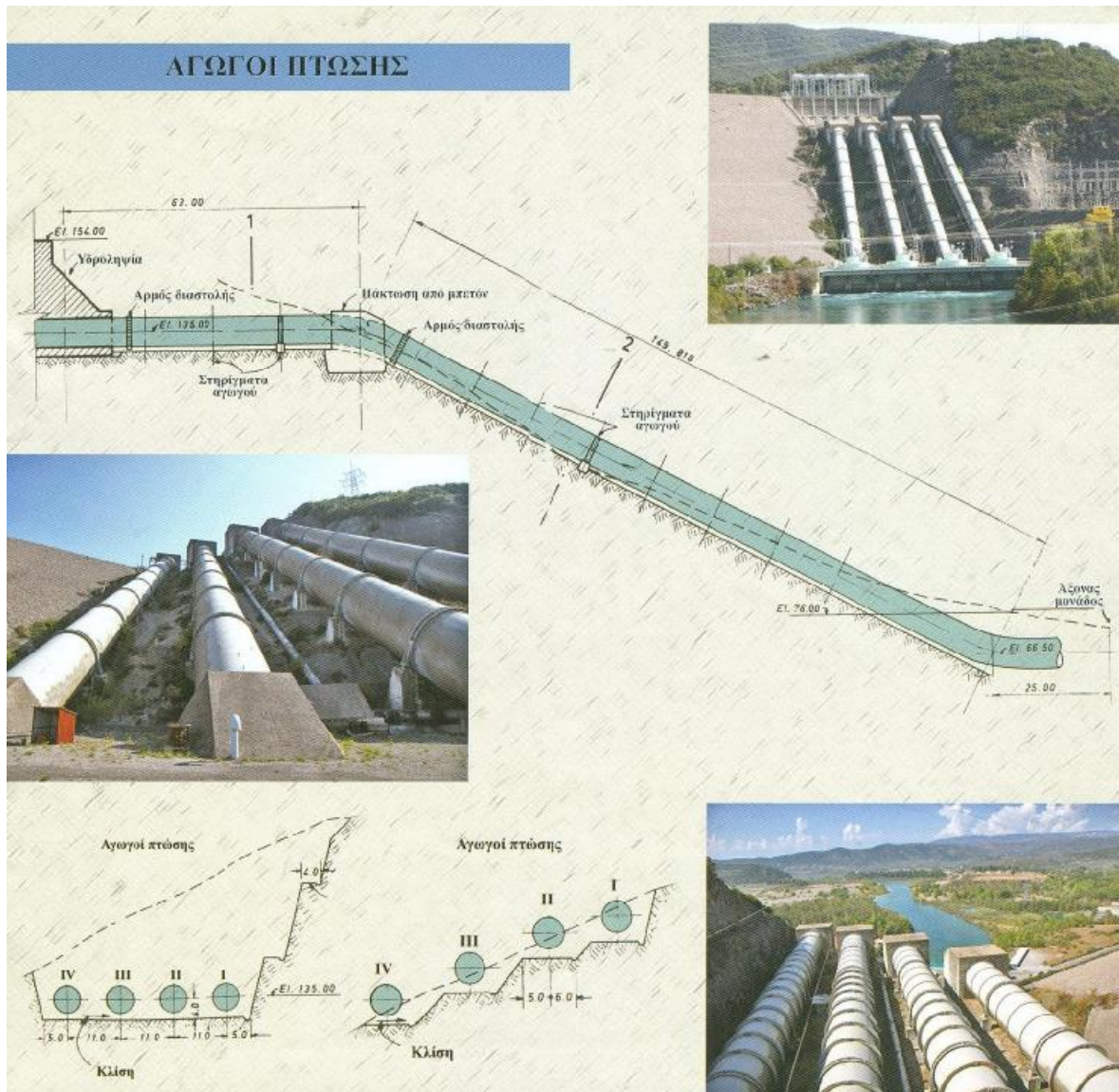
Ο υπερχειλιστής είναι ανοικτού πλευρικού τύπου χωρίς θυροφράγματα, έχει ύψος στέψης 120m, υψόμετρο στέψης 144.2 m και η εκφόρτιση του υπερχειλιστή 3700 m³/sec.

Η υδροληψία είναι κάθετου ύψους με 4 θύρες διαστάσεων 5.8m x 5.0m. ο έλεγχος ανοίγματος και κλεισίματος έγινε από αίθουσα ελέγχου και επιτόπια. Η προστασία των θυρών γίνεται από χαλύβδινες σχάρες με κλίση ¼ και ο τρόπος ανύψωσης είναι τύπου βαρούλκου.



ΑΓΩΓΟΙ ΠΤΩΣΗΣ

Το υδροηλεκτρικό έργο Καστρακίου διαθέτει 4 αγωγούς πτώσης κατασκευής Voest με μέγιστη διάμετρο αγωγών 5.8m και ελάχιστη διάμετρο 4.93m. Τα μέγιστα ολικά μήκη των αγωγών μονάδων είναι αντιστοίχως : Νο1-254.2m , Νο2-246.8m , Νο3-238.6m , Νο4-230.6m. Η μέγιστη επιτρεπόμενη παροχή είναι 116 m³/sec .

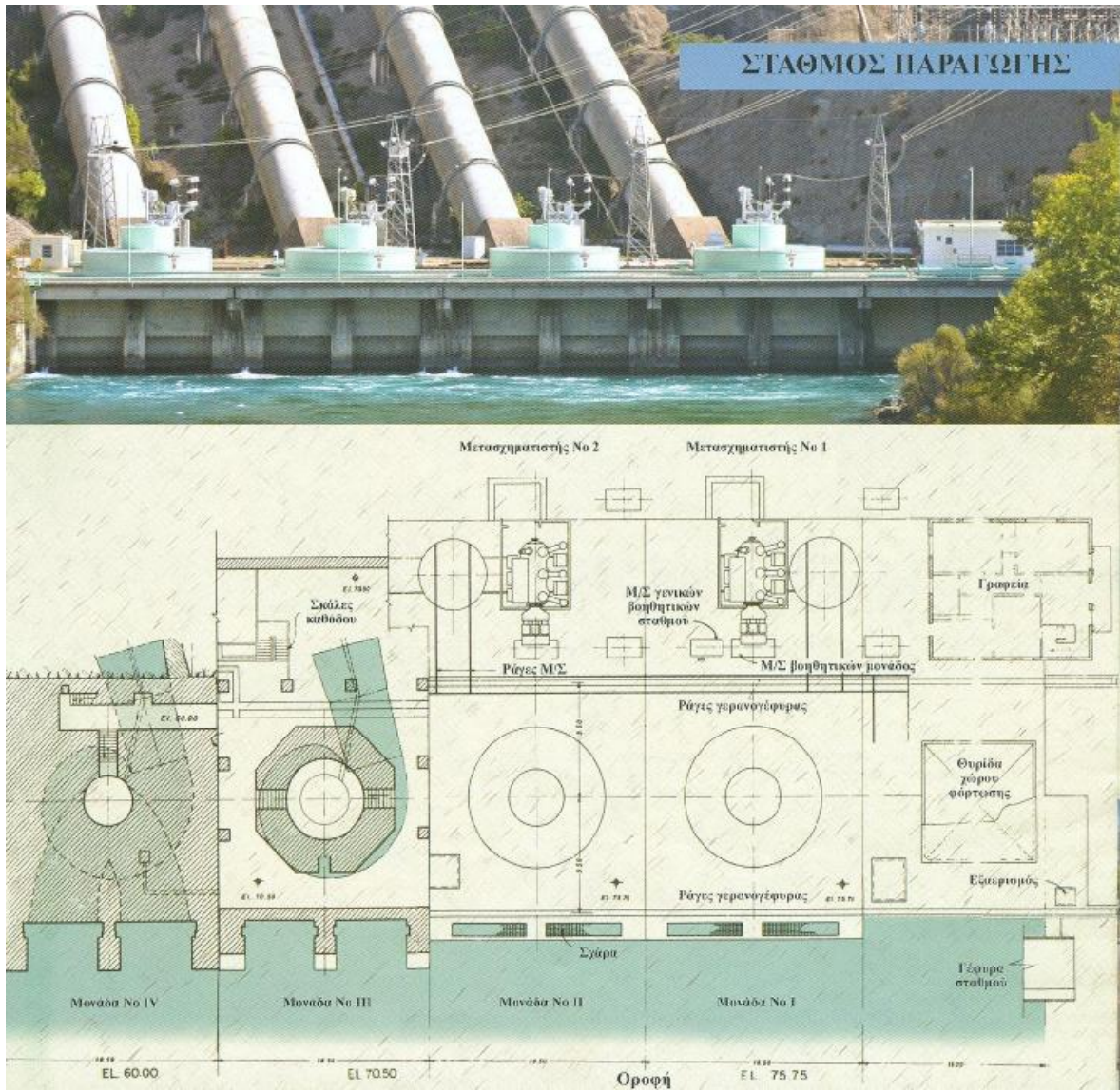




Κατασκευή αγωγών πτώσης

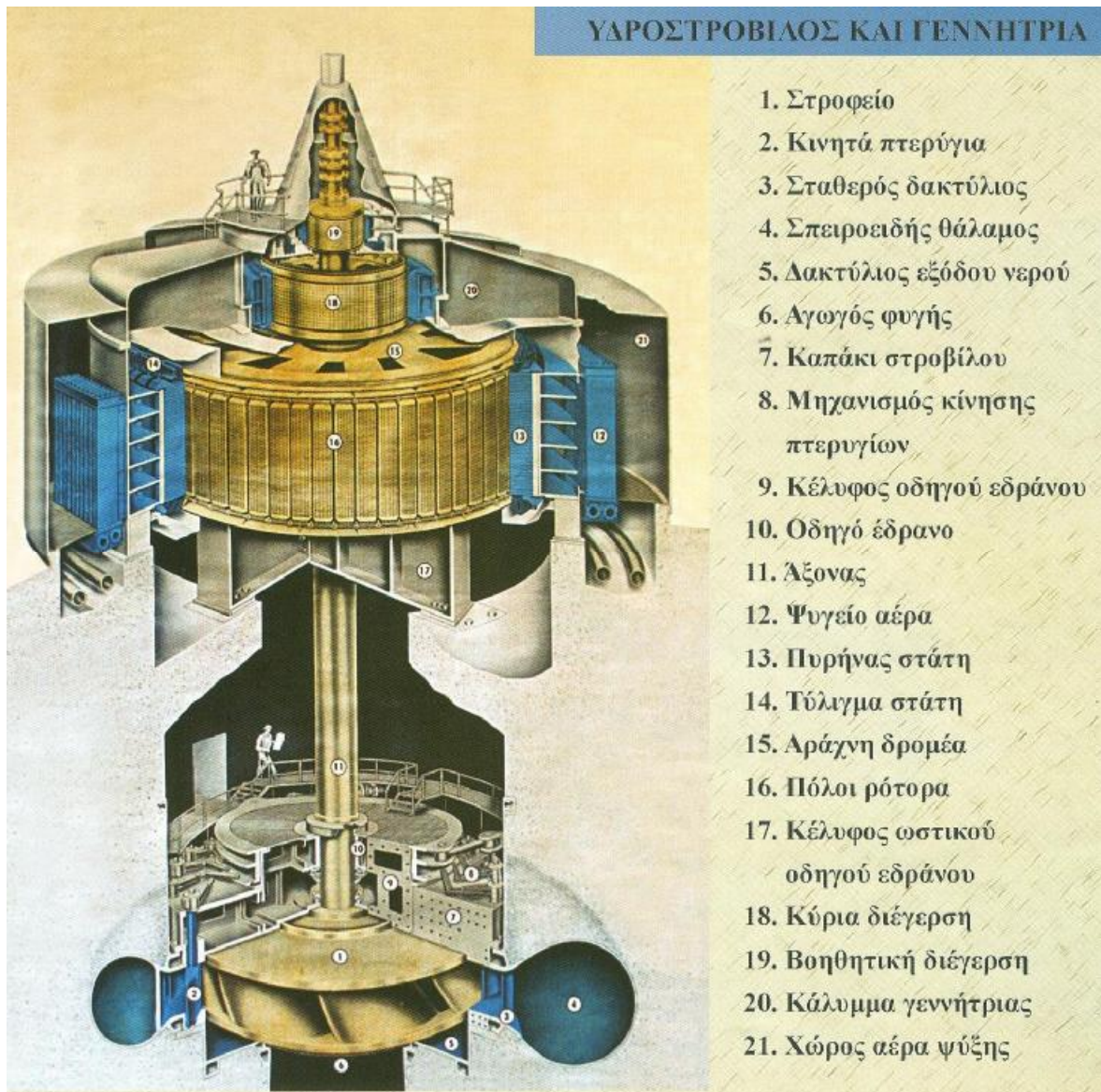


2.2.3 ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

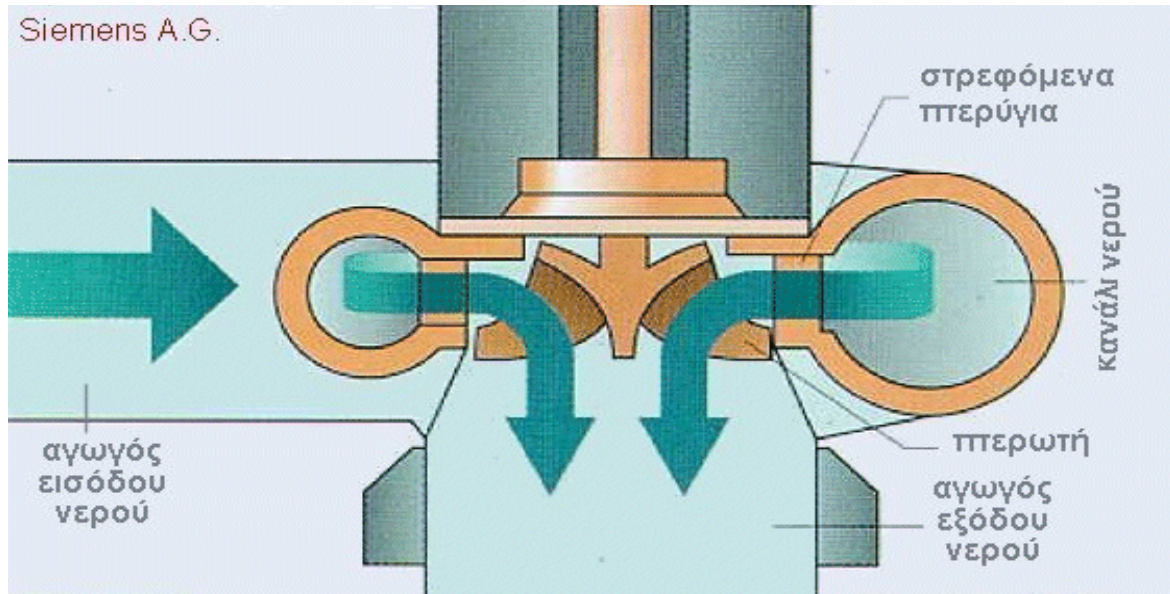
Ο στρόβιλος σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της πτώσεως του νερού σε δυνάμεις περιστροφής (ροπή), οι οποίες περιστρέφουν μια γεννήτρια. Στρόβιλοι κατασκευάζονται με διάφορες τεχνικές και σε διάφορους τύπους.



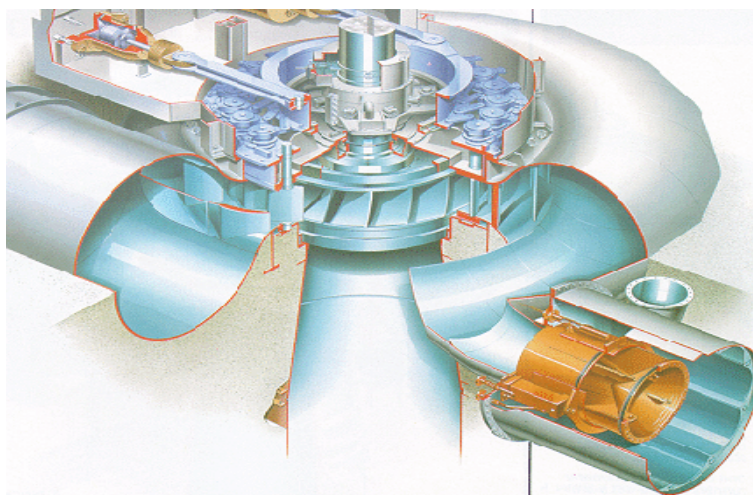
1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

Υπάρχουν 4 στρόβιλοι κατασκευασμένοι από τους Baldwin-Lima-Hamilton, τύπου Francis κατακόρυφου άξονα με σχεδιασθέν καθαρό μανομετρικό 74.50m. Η ικανότητα στο σχεδιασθέν καθαρό μανομετρικό είναι 84MW, το μέγιστο καθαρό μανομετρικό λειτουργίας είναι 75.70m, και το ελάχιστο 72.2m.

Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς είναι 80MW, μέγιστο ύψος πτώσης στα 80MW, 72.40m. Ο αριθμός στροφών 166.6 RPM και τέλος η παροχή στην μέγιστη στάθμη λειτουργίας είναι 120 m³/sec.



Στρόβιλος Francis



2.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Το έργο διαθέτει 4 γεννήτριες κατασκευής HITACHI τύπου ομπρέλας, κατακόρυφου άξονα, σύγχρονες. Αριθμός στροφών κάθε γεννήτριας είναι 166.6 RPM και ο αριθμός πόλων κάθε γεννήτριας είναι 36.



Οι γεννήτριες είναι ισχύος: 77390KVA για $\Delta\theta=60$ C και 89000KVA για $\Delta\theta=80$ C. Ο συντελεστής ισχύος είναι 0.90 και συχνότητα 50Hz. Η τάση μεταξύ των φάσεων είναι 15750 KV.

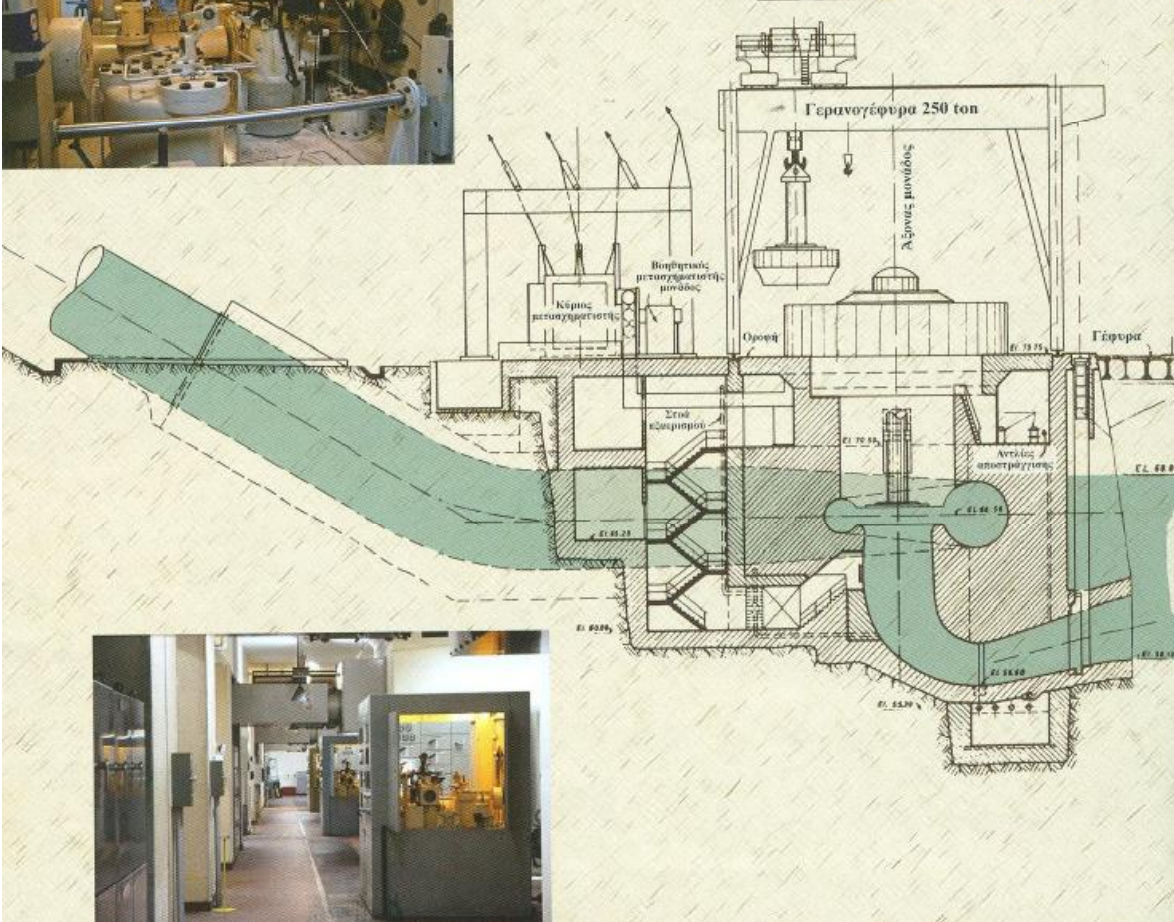
3.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

Στο έργο χρησιμοποιούνται 4 μετασχηματιστές ισχύος. Ο τύπος τους είναι τριών φάσεων και εξωτερικού τύπου. Η κλάση τους είναι FOA, έχουν ισχύ 90000 KVA και τάση 161,25/15,75 KV.

Οι κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας των μετασχηματιστών ισχύος είναι τύλιγμα υψηλής τάσης γειωμένο τύπου Υ ή τύλιγμα χαμηλής τάσης αγείωτο τύπου Δ.



ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΤΟΜΗ ΣΤΑΘΜΟΥ



4.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ

Η γερανογέφυρα είναι εξωτερικού τύπου με μετακινούμενο φορέα σε ράγες.



Έχει ικανότητα κύριας ανύψωσης 250 μετρικούς τόνους. Η ικανότητα βοηθητικής ανύψωσης είναι 25 μετρικούς τόνους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ -ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο ορισμός των Μικρών υδροηλεκτρικών Έργων ποικίλει από χώρα σε χώρα . Η Ελληνική Νομοθεσία (Ν1559/85 και Ν.2244/94) ορίζει ως μικρούς , τους σταθμούς με ισχύ μικρότερη των 10 MW, με τον όρο ότι μόνο τα έργα εγκατεστημένης ισχύς έως και 2 MW , μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο ελεύθερης δράσης . Επισημαίνεται ότι κάτω από προϋποθέσεις είναι δυνατή και ανάληψη σχετικής μικροϋδροηλεκτρικής δράσης και για μικρά έργα ισχύος μεταξύ 2MW και 5MW.

Οι πολύ υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων , που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90 % και η πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των μικροϋδροηλεκτρικών έργων που μπορεί να υπερβαίνει και τα 100 έτη , αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες ενεργειακής αποτελεσματικότητας και τεχνολογικής ωριμότητας των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών.

Στην κρατούσα εντύπωση ότι η Ελλάδα είναι χώρα φτωχή σε υδατικούς πόρους, εντύπωση που σχετίζεται με τις ιστορικές ακολουθίες στα θέματα της υδατικής πολιτικής και της αναπτυξιακής ασυμμετρίας και χωροταξιακής ασυμβατότητας, πρέπει να αντιταχθεί η αλήθεια της ανομοιόμορφης χωροχρονικής κατανομής των υδατικών πόρων αλλά και της αθροιστικής υπερεπάρκειας του αναλογούντος ανά κάτοικο ετησίου υετού. Το γεγονός αυτό είναι απόλυτα συμβατό τόσο με τους χιλιάδες νερόμυλους που ήταν σε λειτουργία στον μετεπαναστατικά συρρικνωμένο ελλαδικό χώρο του 1821, όσο και με τις πολυάριθμες και πολυποικίλες εγκαταστάσεις υδροκίνησης των αρχών του αιώνα.

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ - ΕΞΕΛΙΞΗ

Η εξέλιξη των Μικρών Υδροηλεκτρικών άρχισε στην Ελλάδα με την κατασκευή των υδραυλικών τροχών, των υδρόμυλων των υδροτριβείων των πριονιστηρίων ξυλείας, των σουσαμομύλων και υφαντουργείων. Ήδη, από τις αρχές του αιώνα κάποιες από τις εγκαταστάσεις μηχανικής αξιοποίησης του λευκού άνθρακα εξελίχθηκαν σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την κάλυψη τοπικών αναγκών.

Ο εξηλεκτρισμός, η βιομηχανοποίηση και η ανάπτυξη της χώρας βασίστηκε κυρίως στα Μικρά Υδροηλεκτρικά της ιδιωτικής πρωτοβουλίας. Εξυπακούεται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το νερό αναπτύχθηκε σε ορισμένες προνομιακές τοποθεσίες. Δεκάδες μικρές ή μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, με χαρακτηριστικότερες των οποίων οι Βέρμιο, Λαναράς , Βαρβαρέσος, Τσίτσι, Εστία, Κανναβουργείο της Μακεδονίας, ιδρύθηκαν κατά μήκος ποταμών σε αστικές περιοχές της Μακεδονίας με στόχο την αξιοποίηση της δύναμης του νερού.

Στο βιομηχανικό τοπίο των περιοχών αυτών, η αρμονική συνύπαρξη και εναλλαγή των παραδοσιακών κτισμάτων με τη λαϊκή αρχιτεκτονική, την πλούσια βλάστηση και τους καταρράκτες, συνιστούσαν κέντρα ανάπτυξης και ενιαία οικολογικά σύνολα, πλούσια στοιχεία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς. Η μελέτη της εξέλιξης της υδροηλεκτρικής ενέργειας περνά μέσα από τη μελέτη της ιστορίας και των εξελίξεων μιας περιοχής, που δεν είναι άσχετη με τις ιδιομορφίες του πλέγματος των βιοτεχνικών και εργασιακών σχέσεων κάθε περιοχής.

Η μεταπολεμική περίοδος της Ελλάδος αποτελεί την τρίτη περίοδο της ιστορίας του ελληνικού εξηλεκτρισμού, η οποία χαρακτηρίζεται από την προσπάθεια για ενοποίηση των υπαρχόντων τοπικών δικτύων σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, την αξιοποίηση των εγχώριων πλουτοπαραγωγικών πηγών, την εθνικοποίηση της παραγωγής, την ίδρυση της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού με μονοπωλιακά δικαιώματα, την ανασυγκρότηση της Χώρας μετά το '81 Παγκόσμιο Πόλεμο και τον Εμφύλιο. Αναμφίβολα ρυθμιστικό ρόλο στη διαμόρφωση της ανάγκης μονόδρομης εξέλιξης της ηλεκτρικής βιομηχανίας προς την κατεύθυνση του συγκεντρωτισμού και του κρατικού μονοπωλίου διαδραμάτισαν και οι ιδιαιτερότητες του Σχεδίου Μάρσαλ και της οποιασδήποτε άλλης ξένης βοήθειας. Ο παράγοντας αυτός για το σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και την εκτέλεση των μεγάλων μεταπολεμικών έργων ανασυγκρότησης ήταν τότε απόλυτα δικαιολογημένος, διότι η ενοποίηση της παραγωγής σε ένα ενιαίο διασυνδεδεμένο δίκτυο συνέβαλε στο να επιμερίζονται σε εθνική κλίμακα τόσο τα φορτία όσο και το κόστος μεταξύ των κερδοφόρων και ζημιογόνων περιοχών. Αναμφίβολα είχε τότε αγνοηθεί η υπάρχουσα δυναμική του Ιδιωτικού Τομέα που ήταν ιδιοκτήτης περίπου τετρακοσίων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο βωμό της συγκεντροποίησης της ενέργειας θυσιάστηκαν τα περισσότερα από τα λειτουργούντα τότε Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα παρά την αξιοπιστία τους, τη βιωσιμότητα και τις τάσεις άλλων χωρών οι οποίες παράλληλα με το συγκεντρωτισμό στήριξαν και τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα.

Το εάν θα μπορούσε τότε ο Ιδιωτικός Τομέας να επωμιστεί το έργο του ολικού εξηλεκτρισμού της Χώρας και της αξιοποίησης των εγχώριων πλουτοπαραγωγικών πηγών της αποτελεί ίσως ιστορικό αίνιγμα, το οποίο όμως θα μπορέσει κάποτε, εφόσον ο νέος νόμος για τις ανανεώσιμες να απαντηθεί πηγές ενέργειας αποδώσει καρπούς και μάλιστα σύντομα.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Κ.Α.Π.Ε., λειτουργούσαν στην Ελλάδα 17 Ιδιωτικά Μικρά Υδροηλεκτρικά συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 10 MW προ της αναγκαστικής τους εξαγοράς από τη ΔΕΗ στις αρχές της δεκαετίας του 1950.

Η ίδρυση της ΔΕΗ με απολύτως μονοπωλιακό χαρακτήρα, η εγκατάσταση ενός ενιαίου εθνικού διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού δικτύου στο ηπειρωτικό τμήμα της χώρας και οι επιταγές των καιρών που ήταν προσανατολισμένες στην κατασκευή μεγάλων θερμικών και υδροηλεκτρικών σταθμών, έθεσαν τα εξαγορασμένα μικρά υδροηλεκτρικά στο περιθώριο και στη συνέχεια οδήγησαν στην υποβάθμιση του ρόλου τους και στη διακοπή της λειτουργίας των περισσότερων από αυτά.

Εκτός από την αναγκαστική εξαγορά, από τη ΔΕΗ, κάποιων εγκαταστάσεων και η κρίση στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας, από κοινού με την απουσία ζωτικής ενδοχώρας σε πολλές περιοχές με πλούσια μικροϋδροηλεκτρική παράδοση, οδήγησαν στην επαναδιοργάνωση τοπικών δραστηριοτήτων σε πολλές πόλεις της Μακεδονίας μερικά εγκαταλειμμένα εργοστάσια παραμένουν αδιάψευστοι μάρτυρες μιας παλιάς καλής εποχής. Πολλά από τα πρώην λειτουργούντα Μικρά Υδροηλεκτρικά σώζονται σήμερα ως ερείπια.

Σε άλλες περιπτώσεις η παρουσία καταθλιπτικών αγωγών και ερειπωμένων βιοτεχνικών και βιομηχανικών μονάδων υπενθυμίζει λάθη και κάποια αντιαναπτυξιακά ιστορικά ατυχήματα.

3.3 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η χώρα μας και στον τομέα των Μικρών Υδροηλεκτρικών παρουσιάζει σημαντική υστέρηση και παρακολουθεί τις εξελίξεις με μεγάλη χρονική διαφορά φάσης, αρά το γεγονός ότι η υπάρχουσα νομοθεσία περί των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας επέτρεπε τη λειτουργία Μικρών Υδροηλεκτρικών, η ακολουθούμενη μέχρι πρότινος τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΗ συνιστούσε τον κύριο ανασταλτικό παράγοντα για την προώθηση των κατάλληλων επενδύσεων στον τομέα αυτό.

Οι μέχρι σήμερα τροποποιήσεις της νομοθεσίας της σχετικής με τη μονοπωλιακή παραγωγή, μεταφορά και διανομή, από τη ΔΕΗ, της ηλεκτρικής ενέργειας είναι θετικές εξελίξεις αλλά απέχουν κατά πολύ από την εναρμόνιση της Χώρας με τις οδηγίες της ΕΟΚ για την ελεύθερη παραγωγή ενέργειας, την ενιαία χάρτα ενέργειας, τη διασύνδεση των ηλεκτρικών δικτύων και την πλήρη αποδέσμευση της παραγωγής από την μεταφορά και τη διανομή της ενέργειας. Ο νέος Νόμος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αναμένεται να καλύψει το υφιστάμενο έλλειμμα μικροϋδροηλεκτρικής ωστικής δύναμης.

Σήμερα το Ελληνικό διασυνδεδεμένο σύστημα είναι κυρίως υδροθερμικό, βασισμένο κυρίως στον λιγνίτη και σε ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη για το νησιωτικό χώρο.

Τα 10ετή κυλιόμενα σχέδια ανάπτυξης της ΔΕΗ, παρά το γεγονός ότι πάντοτε έκαναν μνεία των μικρών υδροηλεκτρικών, έμειναν λόγοι άνευ ουσίας και συνέβαλαν μόνο στον εγκλωβισμό και στην ένταξη συγκεκριμένων θέσεων αξιοποίησης υδατοπτώσεων στην κυλιόμενη λογική της ΔΕΗ. Την ίδια στιγμή, το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) ξεκίνησε του Αγίου Όρους μια σημαντική προσπάθεια προώθησης των Μικρών των πραγματικών δυνατοτήτων του Ελληνικού Χώρου, μια εκστρατεία πληροφόρησης των Ο.Τ.Α , και των ενδιαφερομένων ιδιωτών για την εγκατάσταση πραγματικών έργων και μια συστηματική δράση υλοποίησης των πρώτων πιλοτικών Μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών για λογαριασμό της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, η οποία έχει ήδη αποδώσει καρπούς.

Η υδροηλεκτρική ανάπτυξη στη Χώρα απέχει κατά πολύ από ένα μελλοντικό πιθανό σημείο κορεσμού. Ο θεματικός χώρος των Μικρών Υδροηλεκτρικών είναι καθαρά παρθένος. Εκατοντάδες θέσεις, μακριά από το αενάως νεφόπληκτο και προσφάτως πλημμυρόπληκτο κλεινόν άστυ, περιμένουν για εγκατάσταση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων πολλαπλούς σκοπιμότητας στην Ελλάδα των συνόρων, στην άλλη Ελλάδα της Μακεδονίας, της Θράκης, της Ηπείρου και της Οροσειράς της Πίνδου, αλλά και σε όλη την άλλη ορεινή Ελλάδα που , δεν εξαιρεί τη Θεσσαλία, τη Στερεά, την Πελοπόννησο, την Κρήτη και σειρά από διάφορα νησιά.

Και εάν πράγματι ο αριθμός των θέσεων για πιθανή εγκατάσταση Μεγάλων Υδροηλεκτρικών Μονάδων είναι σχετικά περιορισμένος, ιδίως σε κάποια από τα Υδατικά Διαμερίσματα της Ελλάδος, αυτό δεν είναι αλήθεια για τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα.

Σήμερα κανείς δεν αμφιβάλλει πλέον ότι οι λόγοι που επέβαλαν το μονοπώλιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν υφίστανται πλέον ή ότι μέσα από την πορεία ανάπτυξης δεν εξαφανίστηκαν και δεν υφίστανται πλέον η αποκέντρωση ακόμη και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί θετική προοπτική .

3.3.1 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Εκατοντάδες μικρά υδροηλεκτρικά έργα μπορούν να εγκατασταθούν σε πολλά μικρά και μεγάλα υδατορρεύματα με σημαντική συμβολή στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο, στην ελληνική οικονομία, στην τοπική, περιφερειακή και στην εθνική ανάπτυξη. Είναι αλήθεια ότι πάντοτε οι βόρειες περιοχές της Χώρας ήταν πρωτοπόρες σε τέτοιου είδους πρωτοβουλίες. Αναφέρθηκαν προηγουμένως τα παραδείγματα της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας και της Χερσονήσου του Αθω. Η Βόρειος Ελλάδα διαθέτει και διαθέτει άλλωστε όλα τα φυσικά προσόντα και τον αναγκαίο δυναμισμό από πλευράς ανθρωπίνων πόρων. Ας μην λησμονούμε τη μεγάλη εθνική σημασία της Μακεδονίας, της Θράκης και της Ηπείρου, αλλά και την πολυποίκιλη συνεισφορά των περιοχών αυτών στην εθνική οικονομία. Αυτό δεν σημαίνει ότι υποτιμώνται οι φυσικές δυνατότητες της Πίνδου, της Θεσσαλίας, της Στερεάς, της Πελοποννήσου, της Κρήτης και μερικών νησιών με πλούσιο υδατικό δυναμικό και μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης.

Ο δρόμος για τη μικροϋδροηλεκτρική ανάπτυξη της Ελλάδας μπορεί να αποτελέσει μια συγκροτημένη σταθερή τροχιά και να διαδραματίσει το ρόλο ενός πραγματικού αναπτυξιακού ελκυστή, μέσα στο χαοτικό πλέγμα των προσπαθειών για επίλυση των προβλημάτων της ενεργειακής πενίας της χώρας. Είναι γνωστό ότι το ενεργειακό σκηνικό της χώρας παρουσίαζε πάντοτε αντιφάσεις και συνεχή μεταβλητότητα. Σήμερα όμως, που ο απόηχος των κλυδωνισμών των μεταβολών της γεωπολιτικής στον περίγυρό μας συνεχίζει να στροβιλίζει τα πάντα, δεν υπάρχουν περιθώρια και πολυτέλεια απουσίας μιας συνεκτικής μικροϋδροηλεκτρικής στρατηγικής και αναπτυξιακής θωράκισης αποψιλωμένων περιοχών και ευαίσθητων εθνικά ζωνών.

Η ιστορία μπορεί να παίζει πολλές φορές περίεργα παιχνίδια.

Πολλές φορές προσφέρει ευκαιρίες σε περιοχές να αναδειχθούν σε σημαντικά κέντρα περιφερειακής και οικονομικής ανάπτυξης. Και είναι πραγματικό το οξύμωρο σχήμα ότι, ενώ στις αρχές του αιώνα, χωρίς καμιά εξωγενή στήριξη, η ιδιωτική πρωτοβουλία είχε κάνει σημαντικές προσπάθειες για την εγκατάσταση σειράς Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων ανά την επικράτεια, σήμερα να πασχίζουμε και να επιδιώκουμε με τη βοήθεια του Ν. 2244/94 να πετύχουμε αυτές τις επιδώσεις που κάποτε ήταν δεδομένες. Το συνολικό αποτιμηθέν από το ΚΑΠΕ θεωρητικό υδροδυναμικό της χώρας είναι της τάξεως των 30 TWh έτος. Τριάντα δισεκατομμύρια μικροϋδροηλεκτρικές KWh/έτος οδεύουν χαμένες προς τη θάλασσα... Η αντιστοιχούσα θεωρητική μικροϋδροηλεκτρική προς εγκατάσταση ισχύς είναι της τάξης των 3.412 MW . Οι μέσες τιμές της “ειδικής μικροϋδροηλεκτρικής ισχύος” και της “ειδικής πυκνότητας μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού” της χώρας είναι αντίστοιχα ίσες με 74.3 KW/Km² και 0.651 GWh/Km² και αποτελούν ενδεικτικά μεγέθη της συνολικής εξετασθείσας επιφάνειας.

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι προγενέστερες εκτιμήσεις του Committee of Electric Power / Economic Commission for Europe /United Nations , κατατάσσουν τη χώρα μας στην 6η κατά σειρά θέση μεταξύ όλων των ευρωπαϊκών κρατών από πλευράς συνολικού επιφανειακού ειδικού υδροδυναμικού (στη σχετική τιμή 0.87 GWh/Km² συμπεριλαμβάνεται και το αξιοποιούμενο από τις υπάρχουσες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις της ΔΕΗ).

Τόσο οι εκτιμήσεις του ΚΑΠΕ όσο και ανωτέρω αναφερθείσες προγενέστερες εκτιμήσεις δίνουν έμφαση στη σημαντική υστέρηση που παρουσιάζει η χώρα μας σε σχέση με τις ευρωπαϊκές χώρες από πλευράς ενεργειακής αξιοποίησης του ελεύθερου μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΑ ΥΨΗ ΕΡΓΑ (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ)

Η εκτίμηση του δυναμικού για μικρά υδροηλεκτρικά έργα ,πραγματοποιείται σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης και υπολεκάνης. Η δυνατότητα επιτυχούς ολοκλήρωσης των σχετικών έργων,αρα και ο υπολογισμός του τεχνικού και οικονομικού δυναμικού επηρεάζεται από :

- i. Τα υδρολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά κάθε λεκάνης
- ii. Τα απαιτούμενα έργα υποδομής
- iii. Την επιτυχή ικανοποίηση των κριτηρίων που σχετίζονται με το περιβάλλον κατά τον σχεδιασμό την κατασκευή και την λειτουργία των έργων

Η υδρολογική ανάλυση σε επίπεδο λεκάνης που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σε συνδυασμό με τα στοιχεία που προκύπτουν από μετρήσεις δημοσίων οργανισμών αλλά και υποψήφιων επενδυτών δίνει μια σαφή εικόνα για το εν δυνάμει δυναμικό για μικρά υδροηλεκτρικά έργα στο σύνολο της χώρας. Το εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βρίσκεται στις λεκάνες της Βόρειας Πελοποννήσου, της ζώνης της Πίνδου καθώς και στα βόρεια σύνορα της χώρας.



Το άνωθεν σχήμα παρουσιάζει την αποτύπωση του υπάρχοντος επενδυτικού ενδιαφέροντος και δίνει μια πλήρη εικόνα για την γεωγραφική κατανομή του δυναμικού για μικρά υδροηλεκτρικά έργα λαμβάνοντας υπόψη βασικές τεχνικές παραμέτρους όπως υδατική παροχή, ύψος πτώσης κλπ.

Με βάση τα παραπάνω εκτιμάται ότι η εκμετάλλευση του δυναμικού μπορεί να οδηγήσει μακροπρόθεσμα σε εγκατάσταση ισχύος της τάξης των 1000-1200MW.

Παράλληλα, με μελέτες που έχουν εκπονηθεί από τη ΔΕΗ Α.Ε, και από επενδυτές το αξιοποιήσιμο τεχνικό-οικονομικό δυναμικό για ανάπτυξη μεγάλων Υ/Η έργων εκτιμάται ότι είναι της τάξης των 4.5-5GW.

3.3.2 ΕΘΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Ο γ.γ. του ΟΗΕ Κόφι Άναν, το 2001, τόνιζε ότι «οι μελλοντικές συγκρούσεις στον πλανήτη είναι δυνατόν να διεξάγονται με μήλο της Έριδος το νερό. Το νερό, η υγιεινή του και η αμερόληπτη διανομή του θέτουν μεγάλες κοινωνικές προκλήσεις στον κόσμο μας».

Δυστυχώς, μέχρι στιγμής τα δεδομένα τον δικαιώνουν. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΟΗΕ, είκοσι δύο χώρες στην Αφρική και Ασία πλήττονται από το πρόβλημα της λειψυδρίας και υπολογίζεται ότι το 1/3 του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε χώρες που υφίστανται μέτριες έως υψηλές ελλείψεις νερού. Υπολογίζεται πως μέχρι το 2025 τα 2/3 του -παγκόσμιου πληθυσμού θα αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα με τη διαθεσιμότητα νερού. Στο μεταξύ, ήδη, τα οικοσυστήματα πόσιμου νερού εξαφανίζονται, αλλοιώνονται ή μολύνονται με ραγδαίους ρυθμούς.

Πίσω από τις εξελίξεις αυτές δεν βρίσκεται μόνο η πληθυσμιακή έκρηξη των τελευταίων δεκαετιών, αλλά η υπερεκμετάλλευση, η σπατάλη, η μόλυνση, οι ακραίες αρδευτικές πρακτικές και γενικότερα, η συχνά καταστροφική διαχείριση των υδάτων. Κυρίως όμως, βρίσκεται η υπερθέρμανση του πλανήτη από την ανθρώπινη δράση (φαινόμενο θερμοκηπίου), που προκαλεί ξηρασίες και πλημμύρες εξίσου καταστροφικές για τη συγκράτηση και τη συντήρηση του πόσιμου νερού.

Τα προβλήματα που σχετίζονται με την επάρκεια, την αξιοποίηση και την προστασία των υδατικών πόρων βρίσκονται σήμερα στο επίκεντρο του διεθνούς ενδιαφέροντος, ενώ τα θέματα που αφορούν στη διαχείρισή τους αποκτούν στρατηγική σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη μίας χώρας.

Το νερό είναι ίσως ο φυσικός πόρος που καθορίζει τα όρια της ανάπτυξης, αφού δεν υπάρχει υποκατάστατο. Το ισοζύγιο ανάμεσα στις ανάγκες και τις διαθέσιμες ποσότητες νερού είναι, σε παγκόσμια κλίμακα, ήδη επισφαλές σε τέτοιο επίπεδο, ώστε το περιοδικό Fortune να περιγράφει την αγορά νερού ως σίγουρη χρηματιστηριακή τοποθέτηση για τον 21ο αιώνα.

Η έντονη οικονομική διάσταση των υδατικών πόρων σήμερα, η άμεση πολλές φορές σύνδεσή τους με τον προγραμματισμό ανάπτυξης, αλλά και η συνεχής παρουσία τους στην καθημερινή πρακτική, επιβάλλει την αντιμετώπισή τους ως φυσικού πόρου σε ανεπάρκεια, μέσω της ανάδειξης και εφαρμογής σύγχρονης και συνεπούς πολιτικής διαχείρισης.

Ένας ισχυρός τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος επάρκειας νερού είναι η ορθολογικότερη τιμολόγησή του, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται, όσο το δυνατόν, στο κόστος παροχής του (συμπεριλαμβανομένου του περιβαλλοντικού κόστους), καθώς και στην οριακή χρησιμότητά του.

Η Ελλάδα, αν και είναι χώρα ορεινή, με ευνοϊκό τοπογραφικό ανάγλυφο, παρουσιάζει πρόβλημα επάρκειας υδάτινων πόρων παρόλο που οι συνολικές ετήσιες υδάτινες ανάγκες της δεν υπερβαίνουν τα $9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ και το ετήσιο ανανεώσιμο υδάτινο δυναμικό της εκτιμάται σε $40 \cdot 10^9 \text{ m}^3$. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη γεωγραφική και χρονική κατανομή των επιφανειακών απορροών που δεν αντιστοιχούν με τις πολυποικίλες ανθρώπινες ανάγκες αλλά και στην αδυναμία διαχείρισης του υδάτινου πλούτου της χώρας. Τη δυσαρμονία μεταξύ απορροών και κατανάλωσης επιτείνουν πολλές φορές και τα φυσικά φαινόμενα.

Για τις συνθήκες της χώρας μας είναι προφανής η αναγκαιότητα ύπαρξης μεγάλων ταμιευτήρων νερού ώστε να ρυθμίζονται σε υπέρ-ετήσια βάση οι σημαντικές χειμερινές απορροές (Νοέμβριος - Μάιος) και να αποδίδονται την περίοδο των αυξημένων υδατικών αναγκών (Ιούνιος - Οκτώβριος).

Τον Μάρτιο του 2008, ο Υπουργός ΠΕΧΩΔΕ κος Γ. Σουφλιάς παρουσίασε το Εθνικό Πρόγραμμα διαχείρισης και Προστασίας Υδατικών Πόρων (ΕΠΔ&ΠΥΠ) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008). Σκοπός του αγράμματος είναι η συντονισμένη, βιώσιμη και ολοκληρωμένη διαχείριση του νερού, σε αρμογή των απαιτήσεων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Εθνικό Πρόγραμμα, αποτελεί τη βάση για τη λήψη σημαντικών αποφάσεων για νέα αναπτυξιακά α και για μέτρα προστασίας των επιφανειακών και υπογείων υδατικών πόρων, σε περιφερειακό και κεντρικό επίπεδο.

Τα κύρια σημεία του Εθνικού Προγράμματος είναι:

- Το σύνολο της ετήσιας ζήτησης νερού στη χώρα μας, με τις σημερινές συνθήκες, εκτιμάται σε 8.243 hm^3 , από τα οποία το 84% αφορά στην άρδευση, το 1% στην κτηνοτροφία, το 12% στην ύδρευση και το 3% στη βιομηχανία και ενέργεια.
- Υπάρχει σημαντικό περιθώριο ανάπτυξης των επιφανειακών υδατικών πόρων για την κάλυψη υδατικών και ενεργειακών αναγκών.
- Διακρίνονται οι χρήσεις νερού σε καταναλωτικές και μη καταναλωτικές. Οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες νερού στα ΥΗΕ,, εντάσσονται στην κατηγορία των μη καταναλωτικών χρήσεων αφού αυτές δεν καταναλώνονται και δεν απομακρύνονται από το φυσικό υδατικό σύστημα.
- Τονίζεται ότι το νερό που παρέχεται από τα μεγάλα έργα (φράγματα και ταμιευτήρες), είναι εξαιρετικά φθινό (μοναδιαίο κόστος νερού με απόσβεση, διαχείριση και συντήρηση των έργων κάτω των $0,10 \text{ €/m}^3$) σε σύγκριση με τα έργα μικρής κλίμακας στα οποία το μοναδιαίο κόστος νερού είναι μία έως δύο τάξεις μεγαλύτερο.

Στο ΕΠΔ&ΠΥΠ επίσης μαίνεται ότι η μόνη αξιόπιστη τεχνολογία αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας παρέχεται από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, των οποίων οι μονάδες μετατροπής ενέργειας είναι αντιστρεπτές, δηλαδή μπορούν να λειτουργούν είτε ως στρόβιλοι (φάση παραγωγής), είτε ως αντλίες (φάση αποθήκευσης).

Ο προγραμματισμός της προστασίας από πλημμύρες, δεν συνδέεται μόνο με την προστασία του πληθυσμού, αλλά και με την πλήρη προστασία των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων τους.

Επίσης, στο ΕΠΔ&ΠΥΠ, σε εφαρμογή του Άρθρου 5 της Κοινοτικής Οδηγίας και σε συνεργασία με το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και άλλους Φορείς, περιέχεται μελέτη Οικονομικής Ανάλυσης της χρήσης νερού για τα 14 Υδατικά διαμερίσματα της χώρας και εκτίμηση της ανάκτησης του κόστους για κάθε υπηρεσία ύδατος (ύδρευση, άρδευση και βιομηχανία).

Σύμφωνα με το νέο πλαίσιο, που δημιουργεί πολύ ευνοϊκές συνθήκες για τα μεγάλα έργα διαχείρισης υδατικών πόρων (φράγματα - ταμιευτήρες) και την υδροηλεκτρική παραγωγή,

- επιλύεται το σοβαρότερο πρόβλημα της υδροηλεκτρικής παραγωγής, που είναι η χρήση του πόρου του νερού,
- προτείνεται η κατασκευή φραγμάτων για την εξυπηρέτηση των χρήσεων νερού των νέων Θερμικών Σταθμών της ΔΕΗ ΑΕ,
- επισημαίνεται το χαμηλό κόστος νερού από μεγάλους ταμιευτήρες φραγμάτων,
- δημιουργούνται οικονομικά κίνητρα για αποθήκευση πλημμυρικών παροχών στους ταμιευτήρες,
- προωθείται η εφαρμογή αντλητικών σχημάτων στα υπό κατασκευή ΥΗΕ με μοναδικές ωφέλειες για το ηλεκτρικό σύστημα της χώρας,
- παρουσιάζεται εφικτή, στο σύντομο μέλλον, η εφαρμογή της ανάκτησης του κόστους χρήσης νερού. Δεδομένου ότι η ΔΕΗ ΑΕ είναι ο δεύτερος, μεγαλύτερος, Οργανισμός της χώρας σε διαχείριση υδατικών πόρων, προσδοκούνται σημαντικά έσοδα, τα επόμενα χρόνια, για την Επιχείρηση.

3.4 ΜΙΚΡΟΎΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ

Αξιωματικώς είναι η προσπάθεια της Ιεράς Πολιτείας του Άθω που βρίσκεται επικεφαλής κάθε άλλης περιοχής στη χώρα από πλευράς Μικροϋδροηλεκτρικής ανάπτυξης. Τα μοναστήρια του Αγίου Όρους ήταν πάντοτε στην πρωτοπορία της ανάπτυξης του ηλεκτρισμού. Ας μην λησμονούμε ότι η Μονή Βατοπεδίου χρησιμοποίησε πρώτη στην Ελλάδα το ηλεκτρικό ρεύμα, πολύ πριν από τα βασιλικά ανάκτορα. Η “επανάσταση των κοινοβίων” του Αγίου Όρους, πέραν από την ανακοπή του χρόνιου δημογραφικού μαρασμού του και την επάνδρωσή του με νέους μοναχούς (Οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι επιστήμονες) είχε και μια μικρή μικροϋδροηλεκτρική συνιστώσα. Οδήγησε στη βέλτιστη αξιοποίηση του ενδογενούς δυναμικού (φυσικοί και ανθρωπίνι πόροι), σε σύγχρονες μεθόδους διοίκησης.

Τα μικρά Υδροηλεκτρικά της χερσονήσου είναι απολύτως συμβατά με τις ιδιαιτερότητες της Μοναστικής Πολιτείας, με την επαναφορά στο προσκήνιο του μεταφυσικού ορθόδοξου προβληματισμού, των υπαρξιακών αναζητήσεων και της πνευματικότητας. Ο δρόμος για την αξιοποίηση του λευκού άνθρακα του Άθω δεν ήταν καθόλου εύκολος. Ο χαρακτηρισμός “κόκκινη δεξαμενή” για τη δεξαμενή φόρτισης του μικρού Υδροηλεκτρικού της Μονής Γρηγορίου δεν αποτελεί λογοτεχνική έκφραση αλλά είναι ενδεικτικός των δυσκολιών, της θέλησης, της υπομονής και της επιμονής για την αξιοποίηση της δύναμης του νερού. Σήμερα οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί των Ι.Μονών της Σιμωνόπετρας, Γρηγορίου, Διονυσίου, Φιλοθέου και Αγίου Παύλου αποτελούν παραδείγματα προς μίμηση, για τις Περιφέρειες, τις Νομαρχίες, τους ΟΤΑ, τους ιδιώτες, τη ΔΕΗ.

Αξίζει κανείς να αναφερθεί στο ότι σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Χώρας υπάρχουν διάσπαρτες μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις μη διασυνδεδεμένες στο εθνικό δίκτυο που τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια οικίες, εστιατόρια ή μικρές βιοτεχνικές μονάδες...

Η ποικιλία των λύσεων εκπλήσσει. Από τη συνδυασμένη λειτουργία υδρόμυλου - μικρού υδροηλεκτρικού και τον αρχαϊκό υδραυλικό τροχό που παράγει ηλεκτρική ενέργεια, μέχρι ιδιαίζουσα διάταξη αξιοποίησης της κινητικής ενέργειας χειμάρρου και μάλιστα από ιερωμένο...

3.4.1 Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε. ΩΣ ΈΡΓΑ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΣΚΟΠΟΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εισήγηση αυτή πραγματεύεται το ζήτημα της διαχείρισης του νερού των ταμιευτήρων των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) που λειτουργούν ως Έργα Πολλαπλού Σκοπού, δηλ. εξυπηρετούν, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ανάγκες ύδρευσης και κυρίως άρδευσης γεωργικών εκτάσεων.

Στις ενότητες που ακολουθούν, θίγονται γενικά ζητήματά που αφορούν στη διαχείριση των υδάτινων πόρων, στις τεχνικές παραμέτρους και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ΥΗΣ πολλαπλού σκοπού, στις δυσκολίες εξυπηρέτησης των πολλαπλών χρήσεων από τους ταμιευτήρες και στις διαταραχές που προκαλούν οι χρήσεις αυτές στην ενεργειακή εκμετάλλευση.

Τέλος, γίνεται αναφορά στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αναπτύσσονται ή σχετίζονται με τους ταμιευτήρες και το περιβάλλον εν γένει των Υδροηλεκτρικών Έργων (ΥΗΕ).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) της ΔΕΗ Α.Ε. για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων της Ελλάδας είναι πάρα πολύ μεγάλη, καθώς τα περισσότερα από αυτά αποτελούν έργα πολλαπλού σκοπού, δηλ. χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ύδρευση, αρδεύσεις, αντιπλημμυρική προστασία, αναψυχή, ιχθυοκαλλιέργειες, αθλητικές δραστηριότητες και συμβάλλουν στην ήπια τουριστική ανάπτυξη.

Η διαχείριση των υδάτινων αποθεμάτων είναι ένα σημαντικό και πολύπλοκο πρόβλημα. Ιδιαίτερες δυσκολίες παρουσιάζει η διαχείριση του νερού των ταμιευτήρων που η χρήση τους είναι πολλαπλή. Η διαχείριση τότε επιβάλλεται να γίνεται με σύνεση και φειδώ ώστε και να καλύπτονται οι ανάγκες της χώρας σε νερό και παράλληλα να διατηρούνται τα απαραίτητα αποθέματα ασφαλείας.

Η εκμετάλλευση των υδροηλεκτρικών έργων της ΔΕΗ Α.Ε. (φράγματα, ταμιευτήρες, μονάδες παραγωγής, σταθμοί, υποσταθμοί, βοηθητικές εγκαταστάσεις, κλπ) γίνεται με στόχο τη βέλτιστη λειτουργία των ΥΗΣ ως υδραυλικά έργα πολλαπλού σκοπού.

Η ΔΕΗ Α.Ε. αναγνωρίζοντας το ζήτημα του νερού, όχι απλώς ως ένα τεχνικό θέμα αλλά σε συνδυασμό με άλλες ευρύτερες επιλογές, υλοποιεί μια σειρά μέτρων και δράσεων που χαρακτηρίζονται για τον προληπτικό τους χαρακτήρα ως προς την προστασία και ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων, με υπευθυνότητα και με γνώμονα τη μεγιστοποίηση του συνολικού κοινωνικού, περιφερειακού, χωροταξικού και περιβαλλοντικού οφέλους από τις συνδυασμένες αυτές χρήσεις των έργων της.

Η Επιχείρηση, εκμεταλλεόμενη το έντονο φυσικό ανάγλυφο της χώρας μας, κατασκευάζει φράγματα κατά τη ροή των ποταμών και δημιουργεί τεχνητές λίμνες ή αλλιώς ταμιευτήρες αξιοποιώντας το υδροδυναμικό της χώρας, σύμφωνα πάντα με τις αρχές της

αιφορίας, δηλαδή το σεβασμό στο ισοζύγιο προσφοράς και ζήτησης σε επίπεδο λεκάνης απορροής του κάθε υδατικού διαμερίσματος.

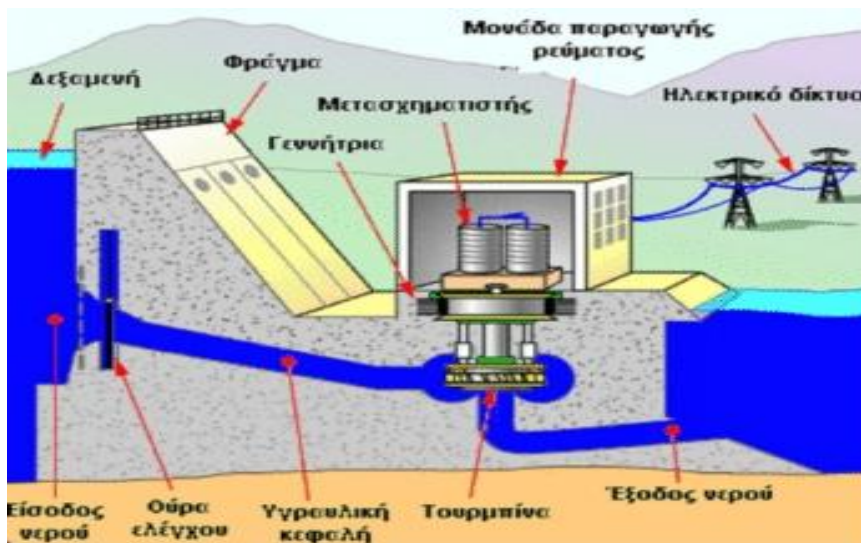
Η ΔΕΗ Α.Ε. έχει κατασκευάσει τεχνητές λίμνες στους ποταμούς Ταυρωπό, Αχελώο, Αλιάκμονα, Νέστο, Άραχθο, Αώο και Λάδωνα. Συγκεκριμένα το δικό μας έργο αποτελεί μέρος του τεράστιου έργου που έχει κατασκευαστεί στον ποταμό Αχελώο.

Ποταμός Αχελώος

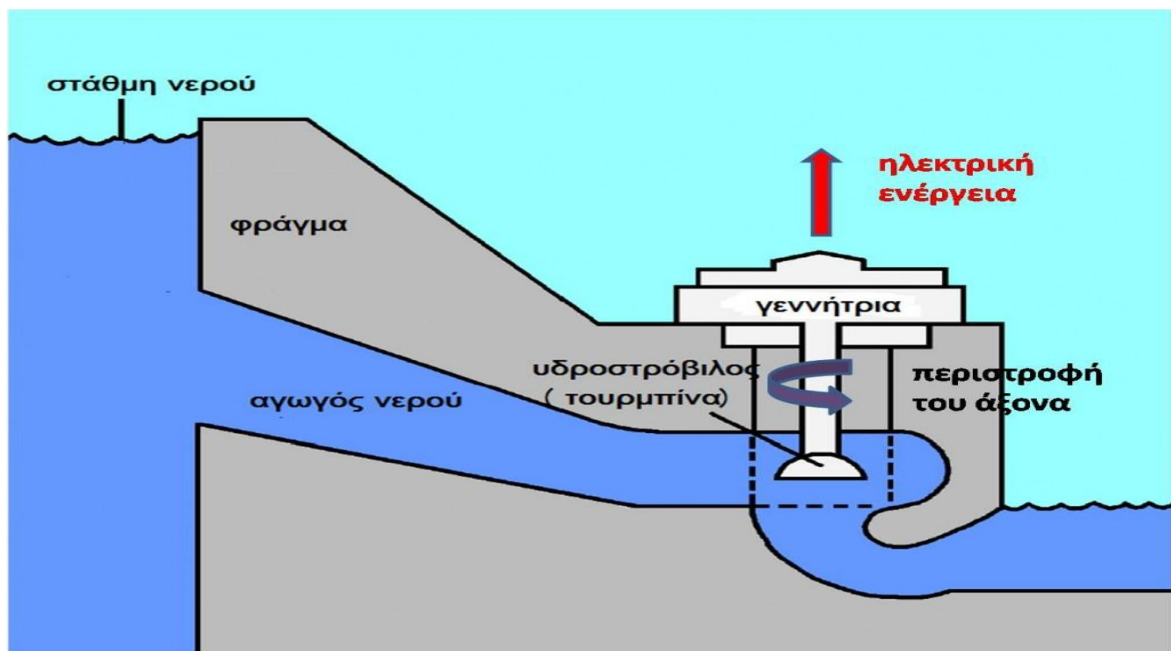
Στον ποταμό Αχελώο, βρίσκονται σε σειρά τα φράγματα των Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου Ι και ΙΙ.

- 1) Ο ταμιευτήρας του έργου Κρεμαστών είναι ο μεγαλύτερος της χώρας και έχει συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα 3,30 δις m^3 . Σκοπός του έργου είναι η υδροηλεκτρική παραγωγή και η αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής.
- 2) Ο σταθμός του Καστρακίου, εκμεταλλεύεται τις εκροές του Υδροηλεκτρικού Σταθμού των Κρεμαστών καθώς επίσης και τα νερά του παραπόταμου Ινάχου, ο οποίος εκβάλλει μέσα στον ταμιευτήρα του έργου, ωφέλιμης χωρητικότητας 53 εκ. m^3 . Ο σκοπός του έργου, πέραν της υδροηλεκτρικής παραγωγής, είναι η άρδευση & ύδρευση του Δήμου Αγρινίου και των γειτονικών δήμων.
- 3) Οι ΥΗΣ Στράτου Ι και ΙΙ, με ταμιευτήρα ωφέλιμης χωρητικότητας 13 εκ. m^3 , είναι έργα διπλού σκοπού, που παράγουν ενέργεια και αποθηκεύουν νερό για ρύθμιση των αρδεύσεων σε ημερήσια βάση, ικανοποιώντας έτσι τις αρδευτικές ανάγκες της εύφορης πεδιάδας του Κάτω Αχελώου.





Η ΔΕΗ Α.Ε. με τα φράγματα που κατασκεύασε στα κυριότερα ποτάμια της Ελλάδας, συμβάλλει σημαντικά στη διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας και στην εξυπηρέτηση των αναγκών των τοπικών κοινωνιών. Με τα μεγάλα ΥΗΕ που λειτουργούν σήμερα, αξιοποιείται το 30-35% περίπου του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου υδροδυναμικού της χώρας, καλύπτοντας το 10% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και διαθέτοντας το 30% περίπου της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του διασυνδεδεμένου συστήματος. Συγχρόνως, αξιοποιώντας τους εγχώριους πόρους της χώρας, τα έργα αυτά, μειώνουν την ενεργειακή εξάρτηση από το εξωτερικό και παράλληλα υποκαθιστούν ορυκτά καύσιμα, συμβάλλοντας στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεδομένου δε, ότι οι απαιτήσεις σε νερό (δυνάμει ανανεούμενο αγαθό) συνεχώς αυξάνονται, η αποθήκευση αυτού του αγαθού γίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη.



1.Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η συμβολή των μεγάλων Υδροηλεκτρικών Έργων (ΥΗΕ) στην ισόρροπη ανάπτυξη και στην ενεργειακή επάρκεια της χώρας, είναι λίγο πολύ γνωστή σε όλους. Παρά τις επιφυλάξεις που υπάρχουν και πρέπει να υπάρχουν όταν γίνονται σοβαρές παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, δεν αμφισβητείται ότι τα ΥΗΕ -στις περισσότερες των περιπτώσεων- ομόρφυναν τη φύση και δημιούργησαν νέες, βελτιωμένες οικολογικές ισορροπίες.

Τα ΥΗΕ, είναι συνήθως έργα πολλαπλού σκοπού. Πρόκειται για εξαιρετικά μεγάλες επενδύσεις και για το λόγο αυτό η βέλτιστη χρήση τους είναι ένα ζήτημα πολύ σημαντικό για την οικονομία της χώρας, αλλά και για την ανάπτυξη νέων υδραυλικών εγκαταστάσεων πολλαπλών χρήσεων. Αυτό όμως προϋποθέτει, εκτός των άλλων, τον καθορισμό της μεθοδολογίας με την οποία θα προσεγγιστεί το δυσεπίλυτο πρόβλημα του καταμερισμού του κόστους στους επιμέρους χρήστες.



Εικόνα 1: Το φράγμα και ο ταμιευτήρας του ΥΗΣ Π. Αώου

Μια χρήσιμη και κατατοπιστική προσέγγιση του προβληματισμού αυτού, ο οποίος για τους περισσότερους δεν είναι ορατός με την πρώτη ματιά, επιχειρείται με το κείμενο που ακολουθεί. Ταυτόχρονα δίδονται χρήσιμες πληροφορίες για την κατανόηση της πραγματικής φύσης και σημασίας αυτών των τόσο σημαντικών έργων.

Το πόση μεγάλη σημασία έχει το νερό στη ζωή μας δεν χρειάζεται να τονιστεί. Το ζήτημα θίγεται με σκοπό να κατανοηθεί η

πολυπλοκότητα της διαχείρισης του υδροδυναμικού της χώρας, που η βέλτιστη αξιοποίησή του απαιτεί ορθολογική εκμετάλλευση των υδροηλεκτρικών έργων ώστε παράλληλα με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας να ικανοποιούνται και οι διάφορες άλλες ανάγκες.

Είναι γεγονός ότι οι υδάτινοι πόροι εξαντλούνται λόγω της ραγδαίας αύξησης των καταναλώσεων, που απορρέει από τη μεγάλη οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των λαών. Σε κάθε χώρα μελετώνται πλαίσια για την ολοκληρωτική και πολλαπλή αξιοποίηση των γλυκών νερών που διατίθενται. Παλαιότερα, για τις αρδεύσεις χρησιμοποιούνταν τα νερά των ποταμών που όμως, το ακανόνιστο των παροχών τους κυρίως κατά τους ξηρούς μήνες που αναπτύσσονται και οι περισσότερες καλλιέργειες, δημιούργουσε μεγάλες ελλείψεις. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων του είδους αυτού, άρχισαν να κατασκευάζονται στη διάρκεια του 19ου αιώνα -με την εξέλιξη της τεχνικής- φράγματα και τεχνητές λίμνες.

Η κατασκευή ΥΗΕ άρχισε προς το τέλος του 19ου αιώνα, με εγκαταστάσεις που ανήκαν σε ιδιώτες. Βέβαια μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο σε πολλές χώρες οι ηλεκτρικές εταιρείες εξαγοράστηκαν από το κράτος και έγιναν δημόσιοι οργανισμοί. Οι εγκαταστάσεις αυτές εξυπηρετούσαν βασικά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα όμως εξυπηρετούσαν και αρδευτικές ανάγκες και τη βελτίωση της παραγωγής στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, διότι με

τη ρύθμιση των παροχών των λεκανών, εξασφάλιζαν τις απαραίτητες παροχές νερού στις περιόδους ξηρασίας. Αργότερα κατασκευάστηκαν φράγματα για την τροφοδοσία συστημάτων ύδρευσης πληθυσμών και για τις ανάγκες βιομηχανικών συγκροτημάτων. Τελικά οι υδροηλεκτρικές μονάδες που εντάχθηκαν στα έργα αυτά, αποδείχθηκαν εξαιρετικά χρήσιμες για την κάλυψη των αιχμών που παρουσιάζονται στα ηλεκτρικά συστήματα. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι με τη διαχείριση των υδάτινων πόρων εξυπηρετούνται πολλαπλοί σκοποί.

2.ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΣΚΟΠΟΥ

Πρέπει να τονίσουμε ότι, για ορισμένες χρήσεις το νερό είναι αναντικατάστατο, όπως είναι για παράδειγμα η οικιακή χρήση. Σε άλλες περιπτώσεις όμως μπορεί εν μέρει να αντικατασταθεί αλλά με κάποιο κόστος. Η επιφάνεια των αρδευόμενων εκτάσεων μπορεί να μειωθεί και η γεωργική παραγωγή να αναπληρωθεί από παραγωγή άλλων περιοχών ή από ξηρικές καλλιέργειες. Ακόμη, η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας μπορεί να αντικατασταθεί με θερμοηλεκτρική. Σε κάθε περίπτωση όμως το νερό μπορεί να χρησιμοποιείται όχι μόνον για κατανάλωση, αλλά να έχει διαδοχικές ή ταυτόχρονες χρήσεις για διαφορετικούς σκοπούς. Η ρύθμιση της παροχής των ποταμών που στοχεύει στην άμβλυση των μεταβολών των φυσικών παροχών, είναι γενικά ένα σοβαρό πλεονέκτημα για όλες τις χρήσεις.

Ακόμη, η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας μπορεί να αντικατασταθεί με θερμοηλεκτρική. Σε κάθε περίπτωση όμως το νερό μπορεί να χρησιμοποιείται όχι μόνον για κατανάλωση, αλλά να έχει διαδοχικές ή ταυτόχρονες χρήσεις για διαφορετικούς σκοπούς. Η ρύθμιση της παροχής των ποταμών που στοχεύει στην άμβλυση των μεταβολών των φυσικών παροχών, είναι γενικά ένα σοβαρό πλεονέκτημα για όλες τις χρήσεις.

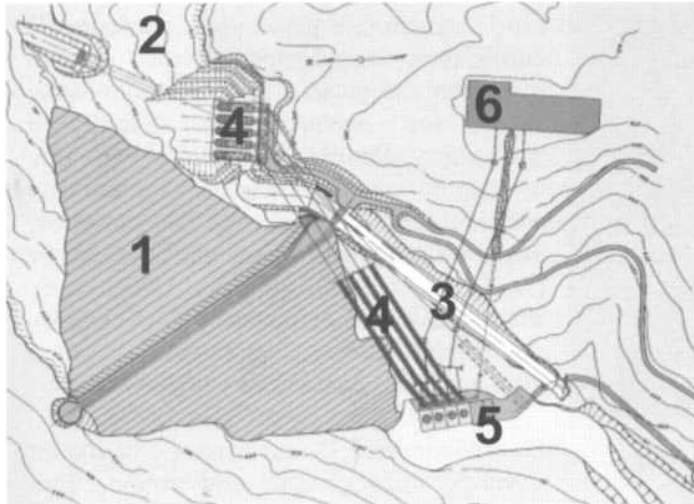
Τις περισσότερες φορές κατά την πολλαπλή χρήση των υδάτων υπάρχουν αντιτιθέμενες επιδιώξεις και η ικανοποίηση όλων αυτών των χρήσεων είναι συνήθως ένα οξύ πρόβλημα. Ιδίως σε περιπτώσεις που υπάρχει ανεπάρκεια νερού θα πρέπει, να συντονίζονται όλοι οι ενδιαφερόμενοι και κατά τη συνεργασία τους να κυριαρχεί η φρόνηση." Προφανώς, στο οικονομικό επίπεδο, θα πρέπει το κόστος κατασκευής και λειτουργίας να επιμερίζεται σε όλους.

Οι χρήσεις νερού που συνδυάζονται με την παραγωγή ενέργειας είναι: ύδρευση, βιομηχανική χρήση (ψύξη, κλιματισμός), άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία, ποτάμιες μεταφορές, αλιεία και αναψυχή. Ο καθορισμός της προτεραιότητας στις διάφορες χρήσεις είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως: ανάπτυξη, προτεραιότητες της χώρας, γεωγραφική θέση, μοντέλα ανάπτυξης κ.ά. Στη χώρα μας τα ΥΗΕ εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εξυπηρετούν κυρίως την ύδρευση, άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία και την παροχή βιομηχανικού νερού.

3.ΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν μεγάλη έκταση ανάλογα με το μέγεθος του ποταμού και το σχέδιο εκμετάλλευσης του νερού της λεκάνης απορροής. Ύστερα από μετρήσεις και έρευνες γίνεται η προμελέτη έργων αξιοποίησης ενός ποταμού, η μελέτη, η κατασκευή και τέλος αρχίζει η εκμετάλλευση του έργου.

Κύρια τμήματα ενός υδροηλεκτρικού έργου είναι το Φράγμα, ο Ταμιευτήρας, ο Εκχειλιστής ή Υπερχειλιστής, η Υδροληψία, οι Σήραγγες, ο Αγωγός Προσαγωγής / Απαγωγής του νερού, το Εργοστάσιο Παραγωγής, ο Υποσταθμός ανύψωσης τάσεως και οι Γραμμές μεταφοράς. Το



φράγμα (1) κατασκευάζεται σε επιλεγμένη τοποθεσία (στένεμα) του ποταμού. Υπάρχουν πολλά είδη φραγμάτων και χωρίζονται ανάλογα το υλικό με το οποίο κατασκευάζονται (πέτρα, σκυρόδεμα, χώμα και άλλα υλικά). Επίσης, ανάλογα με το ύψος τους, διακρίνονται σε μεγάλα, μεσαία και μικρά.

Ο Ταμιευτήρας (2) σχηματίζεται μετά την έμφραξη της σήραγγας εκτροπής. Η έκταση και η χωρητικότητά του εξαρτώνται από την μορφολογία της λεκάνης απορροής του ποταμού και από το

Εικόνα 2: Γενική διάταξη Υδροηλεκτρικού Έργου Κρεμαστών

Ο Εκχειλιστής / Υπερχειλιστής / Εκκενωτής πυθμένα (3) είναι τα

επιμέρους έργα ή τμήματα του φράγματος που εξασφαλίζουν την ασφάλειά του σε έκτακτες περιπτώσεις όπως είναι οι μεγάλες πλημμύρες ή κάποιο άλλο συμβάν ' που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ένα φράγμα (σεισμοί, γεωλογικά προβλήματα, κατολισθήσεις, κ.τ.λ.).

Η Υδροληψία, οι Σήραγγες / Αγωγοί Προσαγωγής - Απαγωγής νερού (4), είναι τα έργα που οδηγούν το νερό από τον ταμιευτήρα στο σταθμό παραγωγής και μετά την διέλευσή του από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη κοίτη του ποταμού κατάντη ή στον επόμενο ταμιευτήρα (ανάλογα με την περίπτωση).

Το Εργοστάσιο Παραγωγής (5) είναι το κτίριο που περιέχει τις μονάδες παραγωγής, τους πίνακες ελέγχου και τον βοηθητικό εξοπλισμό που χρειάζεται για την λειτουργία του. Μπορεί να είναι υπόγειος, υπαίθριος, ημιυπαίθριος.

Ο Υποσταθμός Υψώσεως Τάσεως (6) βρίσκεται κοντά στο εργοστάσιο. Εκεί είναι εγκατεστημένοι οι μετασχηματιστές ισχύος, το κτίριο ελέγχου, και άλλος βοηθητικός εξοπλισμός. Επίσης στον υποσταθμό βρίσκονται οι διακόπτες των γραμμών που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν τμήμα του εθνικού συστήματος μεταφοράς υψηλής τάσεως 150 KV και 380 KV.

4.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

Τόσο από τις μετρήσεις όσο και από την εμπειρία μας στην εκμετάλλευση διαπιστώνεται ότι η δυτική πλευρά της Ελλάδας έχει διπλάσια έως τριπλάσια ποσότητα κατακρημνίσεων σε σχέση με την ανατολική πλευρά. Είναι ένα δεδομένο που πρέπει να λάβουμε υπόψη στις αποφάσεις για την κατασκευή των ΥΗΕ, για την εκμετάλλευσή τους αλλά και γενικότερα για την σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων.



Εικόνα 3: Ετήσιος ταμιευτήρας ΥΗΣ Κρεμαστών στο σύστημα ταμιευτήρων του

Η υγρή περίοδος στην Ελλάδα διαρκεί από την αρχή Οκτωβρίου μέχρι το τέλος Μαΐου όταν ολοκληρώνεται το λιώσιμο των αποθεμάτων χιονιού στις ορεινές περιοχές των λεκανών απορροής. Η στρατηγική της ΔΕΗ Α.Ε., όσον αφορά στα αποθέματα νερού στους ταμιευτήρες των ΥΗΣ, είναι να βρίσκονται στο μέγιστο στην αρχή της θερινής (ξηρής) περιόδου ώστε να καλύπτονται οι αυξημένες ανάγκες. Αναφέρεται ενημερωτικά ότι η συνολική ειδική κατανάλωση για την παραγωγή μιας ΚWh είναι περίπου 2 m³.

Οι ταμιευτήρες ανάλογα την χωρητικότητά τους σε σχέση με το ισοζύγιο της λεκάνης απορροής και τον τρόπο που χρησιμοποιούνται στην εκμετάλλευση διακρίνονται σε: Ετήσιους, Εβδομαδιαίους, Ημερήσιους και Αναρρύθμισης.



Εικόνα 4: Εβδομαδιαίος τ. ΥΗΣ Καστρακίου στο σύστημα ταμιευτήρων του π. Αχελώου

Ο ετήσιος ταμιευτήρας σε μια αλυσίδα ΥΗΣ ενός ποταμού έχει μεγάλη χωρητικότητα. Η διακύμανση της στάθμης του είναι σημαντική λόγω των μεγάλων ποσοτήτων νερού που αποθηκεύονται. Επίσης, ο ταμιευτήρας αυτός χρησιμεύει για την ανάσχεση των πλημμυρών και την τροποποίηση της δίαιτας του ποταμού. Τέτοιοι ταμιευτήρες είναι των Κρεμαστών (Αχελώος), του Πολυφύτου (Αλιάκμονας), του Λάδωνα, του Πουρναρίου Ι, (Αραχθός), των Πηγών Αώου (Αώος), του Ν. Πλαστήρα (Ταυρωπός) και του Θησαυρού (Νέστος).

Ο εβδομαδιαίος ταμιευτήρας βρίσκεται συνήθως αμέσως μετά τον ετήσιο. Έχει μικρή σχετικά χωρητικότητα και διακύμανση στάθμης μέχρι 5 μέτρα περίπου. Τέτοιοι ταμιευτήρες είναι του Καστρακίου (Αχελώος) και της Σφηκιάς (Αλιάκμονας).

Ο ημερήσιος ταμιευτήρας έχει μικρή χωρητικότητα που επαρκεί να αποθηκεύσει τις εισροές το πολύ για μία ημέρα, όταν λειτουργεί ο προηγούμενος σταθμός. Τέτοιοι ταμιευτήρες είναι του Στράτου (Αχελώος), των Ασωμάτων (Αλιάκμονας), της Πλατανόβρυσης (Νέστος) και του Άγρα (Βόδας).

Ο ταμιευτήρας αναρρύθμισης είναι μικρής χωρητικότητας. Αποθηκεύεται νερό για λίγες ώρες



Εικόνα 5: Ημερήσιος / Αναρρυθμιστικός τ. ΥΗΣ Στράτου στο σύστημα ταμιευτήρων του π. Αχελώου

ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες των άλλων χρήσεων (ύδρευση, άρδευση, περιβάλλον) χωρίς να απαιτείται η λειτουργία των ανάντη σταθμών κατά τη διάρκεια της νύχτας όταν η λειτουργία είναι ασύμφορη διότι η αξία της ΚWH είναι μειωμένη. Τέτοιοι ταμιευτήρες είναι του Στράτου (Αχελώος), της Αγ. Βαρβάρας (Αλιάκμονας) και του Ν. Πλαστήρα (Ταυρωπός).

5.ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

Ορισμένοι ΥΗΣ είναι επιφορτισμένοι με την εξυπηρέτηση μιας μόνο χρήσεως, η οποία καθορίζει τη λειτουργία τους και μόνον δευτερευόντως λαμβάνονται υπόψη άλλες πιθανές χρήσεις. Στις περιπτώσεις αυτές τα

κριτήρια εκμετάλλευσης είναι απλά. Εξαρτώνται από τον κύριο στόχο, στον οποίο πρέπει να υπακούουν οι δευτερεύουσες χρήσεις. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι δευτερεύουσες χρήσεις βελτιώνουν τα συνολικά αποτελέσματα της συνολικής εκμετάλλευσης. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, τα πλεονεκτήματα δεν είναι στενά αναλογικά με τον όγκο των νερών που χρησιμοποιούνται. Ένα σημαντικό ζήτημα που επηρεάζει καθοριστικά το όφελος είναι η ασφαλής διάθεση του νερού, δηλαδή η κάλυψη των αναγκών των χρηστών να είναι εξασφαλισμένη.

Το ζήτημα της βέλτιστης εκμετάλλευσης των ΥΗΣ πολλαπλού σκοπού παρουσιάζει δυσκολίες επειδή, όπως προαναφέρθηκε, οι χρήσεις έχουν αντικρουόμενες ανάγκες που μεγεθύνονται σε περιόδους ξηρασίας. Η τάση επηρεασμού της εκμετάλλευσης των ΥΗΣ σύμφωνα με τις προτεραιότητες που θέτει ο κάθε χρήστης σπάνια οδηγεί στη βέλτιστη συνολική χρήση. Είναι επομένως αναγκαίο να καθοριστούν οι βάσεις (κριτήρια) κατανομής των εξόδων (κόστους) της εκμετάλλευσης των ΥΗΣ στις διαφορετικές και επιμέρους χρήσεις. Να καθορίσουμε δηλαδή, μεταξύ των άλλων, τις συνθήκες λειτουργίας στις οποίες ορισμένοι χρήστες να αποζημιώνονται από άλλους, όταν εξαιτίας τους δεν θα απολαμβάνουν τις προβλεπόμενες παροχές.

Η εκμετάλλευση των ΥΗΣ πολλαπλού σκοπού στο βέλτιστο βαθμό είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί χωρίς να προκληθούν αδικίες σε χρήστες που συνέβαλαν στην κατασκευή τους. Σε περίπτωση αντικειμενικής αδυναμίας, θα έπρεπε να μην κατασκευάζονται έργα εξυπηρέτησης πολλαπλών σκοπών, στο βαθμό που η χρησιμοποίησή τους για ένα μόνο σκοπό είναι συμφέρουσα.

Στην Ελλάδα παρόλο που τα ΥΗΕ μελετώνται συνήθως ως έργα πολλαπλού σκοπού, η λειτουργία τους προσαρμόζεται συνήθως στις ανάγκες τρίτων προς τη ΔΕΗ χρηστών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καταμερισμός σταθερού και λειτουργικού κόστους. Καί ότι υπάρχει σχετικός νόμος για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων (ν. 1739/87) κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί μέχρι σήμερα.

6. ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΗΣ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΑΛΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

Το όφελος που προσφέρουν οι ΥΗΣ σε ένα Διασυνδεδεμένο Ηλεκτρικό Σύστημα το οποίο



Εικόνα 6: ΥΗΣ Ν. Πλαστήρα

τροφοδοτείται κυρίως από θερμοηλεκτρικές μονάδες σταθερού φορτίου, είναι το γεγονός ότι, μπορούν να αναλαμβάνουν με ευελιξία τις αιχμές της ζήτησης που εμφανίζονται στο δίκτυο, απαλλάσσοντας έτσι τις τελευταίες από επώδυνες μεταβολές φορτίου. Για τον λόγο αυτό η αξία της ενέργειας που παράγεται από έναν ΥΗΣ είναι αντιστρόφως ανάλογη της έκτασης των περιορισμών που επιβάλλονται από τη ζήτηση του νερού για την εξυπηρέτηση τρίτων.

Από πλευράς υδροηλεκτρικής παραγωγής μπορούμε να κατατάξουμε τους ΥΗΣ σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:

1.ΥΗΣ που εξυπηρετούν τις εκτός ηλεκτροπαραγωγής χρήσεις (π.χ. άρδευση), οι οποίες απαιτούν οι σταθμοί παραγωγής να βρίσκονται εκτός λειτουργίας για ορισμένες χρονικές περιόδους. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε αυτούς συνεισφέρει απλώς στην εξοικονόμηση καυσίμων που καταναλώνουν οι θερμοκοί σταθμοί και κάθε φορά που τίθενται εκτός λειτουργίας, τα φορτία τους πρέπει να αναληφθούν από άλλους σταθμούς του συστήματος. Στην κατηγορία αυτή υπάγεται ο ΥΗΣ Ν. Πλαστήρα στον ποταμό Ταυρωπό, ο οποίος σήμερα λειτουργεί σε συνάρτηση με τις αρδευτικές ανάγκες.

2.ΥΗΣ συντονισμένοι με τις χρήσεις οι οποίες έχουν ανάγκη συνεχούς κατανάλωσης νερού (ύδρευση, ναυσιπλοΐα). Οι συγκεκριμένοι ΥΗΣ μπορούν να συγκριθούν, ως προς τη λειτουργία τους, με ένα θερμικό σταθμό σταθερού φορτίου. Λειτουργούν υποχρεωτικά όλο το 24ωρο επειδή η χωρητικότητα του ταμιευτήρα τους είναι ασήμαντη. Τέτοιος είναι ο ΥΗΣ Λούρου κοντά στη Φιλιππιάδα.

3.ΥΗΣ με ταμιευτήρες ημερήσιας ή εβδομαδιαίας ρύθμισης, στους οποίους μπορούμε να επικεντρώσουμε τη λειτουργία του σταθμού τις ώρες που εμφανίζονται οι αιχμές των φορτίων του διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού συστήματος, φυσικά με τις δεσμεύσεις που επιβάλλουν οι άλλες χρήσεις και η συνολική επάρκεια του νερού (ΥΗΣ Στράτου, Ασωμάτων, Πλατανόβρυσης, Καστρακίου, και Σφηκιάς).

4.ΥΗΣ που τροφοδοτούνται από μεγάλους ταμιευτήρες

ετήσιας ρύθμισης, στους οποίους η παραγωγή ενέργειας προέχει σε σχέση με τις άλλες χρήσεις που θεωρούνται δευτερεύουσες. Οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν συνήθως σύμφωνα με τις ανάγκες του διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού συστήματος (ΥΗΣ Κρεμαστών, Πολυφύτου, Θησαυρού, κ.ά.).

Φυσικά υπάρχουν και ΥΗΣ που η συντονισμένη εκμετάλλευσή τους δεν ταξινομείται στις παραπάνω περιπτώσεις. Η τελική αξία της παραγόμενης ενέργειας στις περιπτώσεις των τεσσάρων κατηγοριών πρέπει να αναπροσαρμόζεται με βάση τους εξής συντελεστές: για την ομάδα 1: 0.5, για την ομάδα 2: 1.0, για την ομάδα 3: 2.0, για την ομάδα 4: 2.5

Οι συντελεστές αυτοί αναδεικνύουν σε πιο βαθμό μπορεί να επηρεαστεί η τελική αξία της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των ΥΗΣ, αναλόγως των διευθετήσεων που ισχύουν για την εξυπηρέτηση διαφορετικών σκοπών από την παραγωγή ενέργειας.

7.ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

Όταν μιλάμε για ανθρωπογενείς δραστηριότητες εννοούμε την ήπια μορφή τους. Θα αναφερθούμε ενδεικτικά σε μερικές απ' αυτές που λαμβάνουν χώρα στους ταμιευτήρες και στα ποτάμια μας:

- Η κτηνοτροφία στις παραλίμνιες περιοχές.
- Η ερασιτεχνική και επαγγελματική αλιεία στους ταμιευτήρες.
- Οι ιχθυοκαλλιέργειες στον ταμιευτήρα Κρεμαστών.
- Ο ναυαθλητισμός στις λίμνες Στράτου και Πολυφύτου (παραχώρηση στη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού).
- Τα δυναμικά σπορ, όπως το καγιάκ στη λίμνη Καστρακίου και το ράφτινγκ στη λίμνη Πηγών Αώου.
- Η επιστημονική παρατήρηση στους υγρότοπους του Άγρα και στο Δέλτα του π. Αχελώου και του π. Αλιάκμονα.
- Η περιβαλλοντική εκπαίδευση μαθητών και σπουδαστών.
- Η αναψυχή και ο οικοτουρισμός στο περιβάλλον των ταμιευτήρων και των ποταμών.



Εικόνα 8: Βοσκή στις όχθες του π. Αλιάκμονα (ταμιευτήρας ΥΗΣ Πολυφύτου)



Εικόνα 9: Ο υγροβιότοπος της λίμνης Νησίου του ΥΗΣ Άγρα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ΥΗΣ παράγουν “καθαρή” ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή (νερό). Εξασφαλίζουν τη ρύθμιση της τάσεως και της συχνότητας του ηλεκτρικού συστήματος, βελτιστοποιούν την παραγωγή των θερμικών σταθμών και αυξάνουν την αξιοπιστία του.

>Οι ΥΗΣ είναι έργα μεγάλα που επηρεάζουν σημαντικά το περιβάλλον της λεκάνης απορροής και της κοίτης του ποταμού. Οι ταμιευτήρες τους εξελίσσονται σε υγροβιότοπους σπάνιας ομορφιάς, με πλούσια χλωρίδα και πανίδα (ιδιαίτερως ιχθυοπανίδα και ορνιθοπανίδα) και συμβάλουν στην ήπια τουριστική ανάπτυξη των περιοχών όπου βρίσκονται.

>Οι ΥΗΣ ως έργα πολλαπλού σκοπού είναι απολύτως αναγκαίοι σε μια χώρα μεσογειακή όπως η Ελλάδα όπου οι βροχές είναι λίγες και η διάρκειά τους περιορίζεται στη χειμερινή περίοδο.

>Η Ελλάδα έχει ανάγκη από υδραυλικά έργα πολλαπλού σκοπού για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Διαχείριση νερού χωρίς την ύπαρξη φραγμάτων για την αποθήκευσή του δεν γίνεται.

>Επιβάλλεται η υπερετήσια εκμετάλλευση των ταμιευτήρων νερού με διατήρηση αποθεμάτων ασφαλείας για την προφύλαξη από ξηρασίες μακράς διάρκειας, ο εκσυγχρονισμός των αρδευτικών δικτύων και η εξοικονόμηση νερού με περιορισμούς κυρίως στην άρδευση.

>Η ΔΕΗ αξιοποίησε σημαντικό μέρος του υδροδυναμικού της Ελλάδας καθώς μελέτησε και κατασκεύασε όλα σχεδόν τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Λειτουργεί τους ΥΗΣ εξυπηρετώντας τις ανάγκες των άλλων χρήσεων (ύδρευση, άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία, αναψυχή, κ.τ.λ.) αναλαμβάνοντας την οικονομική επιβάρυνση και χωρίς μέχρι τώρα να αποζημιωθεί από τους άλλους χρήστες. Στο εξής πρέπει η κατανομή των δαπανών στις διάφορες χρήσεις να γίνεται ανάλογα με τις ωφέλειες που απολαμβάνει η κάθε χρήση.

>Η συμμετοχή της ΔΕΗ Α.Ε στη διαχείριση των υδάτινων πόρων είναι επιβεβλημένη καθώς

έχει την ευθύνη της εκμετάλλευσης τόσων ΥΗΣ στους περισσότερους μεγάλους ποταμούς της χώρας.

3.5 ΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε. ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στην εργασία γίνεται ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη - εξέλιξη των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) της ΔΕΗ Α.Ε. από το 1950 μέχρι **σήμερα**, γίνεται μια σύντομη περιγραφή των υφισταμένων ΥΗΣ με τη σημερινή οργάνωσή τους. Περιγράφεται η χρησιμότητα των ΥΗΣ ως έργα πολλαπλού σκοπού και παρέχονται στοιχεία της ενεργειακής Συμβολής τους στο Σύστημα. Ακολουθούν συμπεράσματα σε ότι αφορά στην χρησιμότητα των ΥΗΣ στην Ελλάδα

1.ΓΕΝΙΚΑ

Το **νερό** αποτελεί φυσικό πόρο, η αξία του οποίου και η σπουδαιότητα συνεχώς αυξάνεται για όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, ενώ η διαθεσιμότητα του δεν είναι πάντα εξασφαλισμένη.

Η διαχείριση του συνεπώς θα πρέπει να στοχεύει στην ορθολογιστική χρήση του με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών με τον βέλτιστο και πιο αποδοτικό τρόπο.

Η Ελλάδα κατά το πλείστον ορεινή χώρα (πάνω από 80%), συγκεντρώνει τα περισσότερα βουνά της στο βορειοδυτικό της μέρος, το οποίο, ως επί το πλείστον, προσφέρεται για υδροηλεκτρική ανάπτυξη.

- Το ετήσιο θεωρητικό υδροδυναμικό της ανέρχεται σε περίπου: 80Twh
- Το οικονομικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό φτάνει τις: 12Twh
- Μέχρι σήμερα έχει αναπτυχθεί περίπου το: 40%

2.ΙΣΤΟΡΙΚΟ

•Η ανάπτυξη του Υδροδυναμικού της Ελλάδας ουσιαστικά συμπίπτει με την ίδρυση της ΔΕΗ Δημόσιας Επιχείρησης Κοινής Ωφέλειας το 1950.

•Πριν από την ίδρυση της ΔΕΗ (1950), είχαν τεθεί σε λειτουργία πολύ μικρά Υδροηλεκτρικά Εργοστάσια την περίοδο 1927 - 1931 (Γλαύκος, Βέρμιο, Αγία Χανίων, Αγ. Ιωάννης Σερρών), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 6MW.

•Την περίοδο 1950 - 1975 κατασκευάσθηκαν οκτώ (8) Μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (Άγρας, Λάδωνας, Λούρος, Ταυρωπός/Πλαστήρας, Κρεμαστά, Καστράκι, Εδεσσαίος και Πολύφυτο), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.410Μ. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται και οι τρεις (3) μεγαλύτεροι: Κρεμαστά, Καστράκι, Πολύφυτο.

•Την περίοδο 1976 - Σήμερα κατασκευάσθηκαν 8 μεγάλοι και 3 μικροί ΥΗΣ (Πουρνάρι Ι και ΙΙ, Σφηκιά, Ανώματα, Στράτος Ι, Στράτος ΙΙ, Πηγές Αώου, Θησαυρός, Πλατανόβρυση, Γκιώνα και Μακροχώρι), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.630MW. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και δύο αναστρέψιμοι Αντλητικοί Σταθμοί (Σφηκιά και Θησαυρός).

3.ΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΗΜΕΡΑ - ΟΡΓΑΝΩΣΗ

•Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Υδροηλεκτρικών Σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. ανέρχεται σε 3.060MW. (16 μεγάλοι και 8 μικροί σταθμοί). -- ^

•Η συνολική μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι περίπου 5000Gwh.

Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί σήμερα κατατάσσονται σε τέσσερα (4) κυρίως Συγκροτήματα, σε δύο Ανεξάρτητους ΥΗΣ και σε άλλους μικρούς.

3.1Συγκρότημα Αχελώου:

(Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος I και II, Γκιώνα και Γλαύκος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 925,6MW.

3.2Συγκρότημα Αλιάκμονα:

(Πολύφυτο, Σφηκιά, Ανώματα, Μακροχώρι, Άγρας, Εδεσσαίος, Βέρμιο). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 879,3MW.

3.3Συγκρότημα Αράχθου:

(Πηγές Αώου, Πουρνάρι I, Πουρνάρι II, Λούρος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 553,9MW.

3.4Συγκρότημα Νέστου:

(Θησαυρός, Πλατανόβρυση). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 500MW.

3.5**N. Πλαστήρας** Εγκατεστημένη Ισχύς 129,9MW.

3.6**Αάδωνας** Εγκατεστημένη Ισχύς 70MW.

3.7Λοιποί μικροί ΥΗΣ:

(Αγ. Ιωάννης Σερρών, Αγιά, Αλμυρός). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 1,3MW.

Η Υδροηλεκτρική Ισχύς σήμερα των 3.060MW καλύπτει το 28% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των Συμβατικών Σταθμών η οποία ανέρχεται σε 11.079MW.

Η Μέση Ετήσια Υδροηλεκτρική Παραγωγή, ανάλογα με την υδραυλικότητα του έτους καλύπτει το 9Η0% της παραγωγής της ΔΕΗ.

Ειδικά για το 2006, έτος υψηλής υδραυλικότητας, η Υδραυλική Παραγωγή ανήλθε σε 6.270Gwh δηλαδή κάλυψε το 13% της συνολικής παραγωγής της ΔΕΗ.

Η Σημερινή Οργάνωση της αρμόδιας Διεύθυνσης Εκμετάλλευσης των Υδροηλεκτρικών Σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. αποτελείται από τις κεντρικές Υπηρεσίες, τα τέσσερα Συγκροτήματα που προαναφέρθηκαν και τους δύο ανεξάρτητους ΥΗΣ.

5.ΟΙ ΥΗΣ ΩΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΣΚΟΠΟΥ

Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί ως Εγκαταστάσεις Πολλαπλού σκοπού παίζουν πολύ σοβαρό ρόλο στην Εθνική Οικονομία και συμβάλλουν τα μέγιστα στην κοινωνική ζωή των περιοχών που βρίσκονται και λειτουργούν.

5.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί συμβάλλουν σε ποσοστό περισσότερο από 9% στην συνολική παραγωγή της ΔΕΗ Α.Ε. Η παραγόμενη ενέργεια είναι «πράσινη καθαρή» δηλαδή δεν επιβαρύνει με εκπομπές και υψηλής ποιότητας δηλαδή καλύπτει αιχμές φορτίου, έχει δε μεγάλη ευελιξία στην ένταξη της.

5.2 ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Οι ΥΗΣ εξαιτίας των ειδικών τους χαρακτηριστικών παρέχουν επικουρικές υπηρεσίες στο Ηλεκτρικό Σύστημα δηλαδή εφεδρεία ισχύος, ρύθμιση συχνότητας, τάσης, κ.λ.π.

5.3 ΑΝΤΙΠΑΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Οι κύριοι ταμιευτήρες των ποταμών με την αποθηκευτική τους ικανότητα δημιουργούν ανάσχεση των πλημμυρικών φαινομένων παρέχοντας την αντιπλημμυρική προστασία στις κατάντη των ΥΗΣ περιοχές.

5.4 ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ

Από τους ταμιευτήρες των ΥΗΣ αρδεύονται περίπου 5.000.000 στρέμματα συμβάλλοντας έτσι στην γεωργική παραγωγή της χώρας.

5.5 ΥΔΡΕΥΣΗ

Οι πληθυσμοί πολλών πόλεων υδρεύονται από τους ταμιευτήρες των ΥΗΣ (π.χ. Θεσσαλονίκη, Καρδίτσα, Αγρίνιο, Άρτα κ.λ.π.).

5.6 ΝΑΥΤΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

Πολλές περιοχές των λιμνών των ΥΗΣ χρησιμοποιούνται για ναυταθλητικές δραστηριότητες όπως θαλάσσιο σκι, κωπηλασία, καγιάκ κ.λ.π. (Λίμνη Στράτου, Λίμνη Πολυφύτου κ.λ.π.).

5.7 ΑΛΙΕΙΑ

Η αλιεία τόσο σε επαγγελματικό όσο και ερασιτεχνικό επίπεδο είναι μία από τις πολλές δραστηριότητες στους ταμιευτήρες των ΥΗΣ, οι οποίοι διαθέτουν καθαρό νερό και τους οποίους η ΔΕΗ Α.Ε. εμπλουτίζει με γόννο ψαριών.

5.8 ΑΝΑΨΥΧΗ

Οι όχθες των λιμνών είναι ιδανικές θέσεις για δημιουργία πόλων αναψυχής και τουρισμού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η λίμνη Πηγών Αώου, η πλαζ Λαμπερού στη Λίμνη Πλαστήρα κ.λ.π.

5.9 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Γενικά οι ΥΗΣ αναβαθμίζουν το περιβάλλον τους με τη δημιουργία οικοσυστημάτων στην περιοχή των λιμνών και με τη διατήρηση εντός των κοιτών των ποταμών των οικολογικών παροχών για τη διατήρηση της ιχθυοπανίδας.

6.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΥΗΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Όπως έχει προαναφερθεί οι ΥΗΣ συμβάλλουν σε σημαντικό ποσοστό στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του Συστήματος. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Μονάδων Παραγωγής της ΔΕΗ Α.Ε. στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα σήμερα ανέρχεται σε 11.612 MW από την οποία οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί διαθέτουν τα 3.060 MW, δηλαδή διαθέτουν το 26,5 % περίπου της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς της ΔΕΗ Α.Ε.

Η μέση ετήσια παραγωγή των ΥΗΣ καλύπτει, περίπου το 9% της παραγόμενης ενέργειας από το Παραγωγικό δυναμικό της ΔΕΗ Α.Ε. Η ετήσια παραγωγή των ΥΗΣ εξαρτάται από την υδραυλικότητα του έτους. Με στοιχεία των τελευταίων έξι (6) ετών η ετήσια παραγωγή κυμαίνεται από 3.150 GWh έως 6.230 GWh δηλαδή η συμμετοχή τους συνέβαλλε από 6 % έως 13 %.

Χαρακτηριστική είναι η Υδροηλεκτρική Παραγωγή κατά το έτος 2006, η οποία έφθασε τις 6.232GWh και κάλυψε το 13 % της Παραγωγής του Εθνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος.

Πέραν όμως των ποσοτικών χαρακτηριστικών η παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τους ΥΗΣ έχει τα εξής χαρακτηριστικά, τα οποία της προσδίδουν ιδιαίτερη αξία στο Εθνικό Σύστημα.

6.1 Η ισχύς των ΥΗΣ είναι ευέλικτη και εντάσσεται γρήγορα στο Σύστημα. Η αναφερόμενη ιδιότητα καθιστά πολύτιμη τη συμβολή της στην κάλυψη αιχμών φορτίου (σε περιόδους αυξημένης ζήτησης), με την αντίστοιχη ενέργεια να αποτελεί ενέργεια υψηλής οικονομικής αξίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ένταξη μιας Υδροηλεκτρικής μονάδας στο Σύστημα απαιτεί μόλις λίγα λεπτά ώστε από ακινησία να παραλάβει το πλήρες της φορτίο. Έτσι οι Υδροηλεκτρικές μονάδες παρέχουν εφεδρεία ισχύος που αυξάνει την αξιοπιστία του συστήματος. Η ευελιξία τους, η ικανότητα τους δηλαδή σε γρήγορες αυξομειώσεις του φορτίου, τις καθιστά πολύ χρήσιμες στην παροχή Επικουρικών Υπηρεσιών δηλαδή στη συμβολή τους στη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του Συστήματος (Συχνότητα, Τάση κλπ) δηλαδή στοιχεία που εξασφαλίζουν την ποιότητα της Ηλεκτρικής Ενέργειας.

6.2 Η παραγόμενη ενέργεια είναι «πράσινη», ή καθαρή χωρίς ρύπους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μια μέση παραγωγή της τάξεως των 5.000 GWh κατ' έτος από ΥΗΣ υποκαθιστά, εκπομπές ρύπων CO₂ που είναι της τάξης των 3⁸ εκατομμυρίων τόνων CO₂ κατ' έτος ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου που υποκαθιστά (φυσικό αέριο ή λιγνίτη). Από αυτό προκύπτουν τα προφανή οικολογικά και περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση της Υδροηλεκτρικής Παραγωγής αλλά και τα οικονομικά οφέλη για την ΔΕΗ Α.Ε. και κατ' επέκταση της Εθνικής Οικονομίας από το εναλλακτικό σενάριο αγοράς δικαιωμάτων ρύπων των οποίων το κόστος είναι πολύ υψηλό. Τρέχουσες τιμές της αγοράς είναι της τάξης των 15€/ton, (τιμές από 8 έως 28€/ton), οπότε το κόστος αγοράς ισοδύναμων δικαιωμάτων κυμαίνεται από 45 έως 100 εκ. € ανά έτος.

6.36.3 Ορισμένοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί της ΔΕΗ Α.Ε. όπως ο ΥΗΣ Σφηκιάς και ο ΥΗΣ Θησαυρού λειτουργούν και ως αναστρέψιμοι - αντλητικοί Σταθμοί. Με τη λειτουργία αυτή αποθηκεύουν νερό στους άνω ταμιευτήρες με άντληση κατά τις ώρες χαμηλού φορτίου χρησιμοποιώντας ενέργεια χαμηλού κόστους και την αποδίδουν σε ώρες αιχμής συμβάλλοντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών της ημερήσιας καμπύλης φορτίου με αποτέλεσμα αφ' ενός τη δυνατότητα κάλυψης αυξημένων ενεργειακών αναγκών τις συγκεκριμένες ώρες, αφ' ετέρου και την μείωση του κόστους παραγωγής (βελτιστοποίηση ενεργειακού ισοζυγίου).

Εάν δεν υπήρχαν οι ΥΗΣ με τα παραπάνω χαρακτηριστικά το Εθνικό Σύστημα θα απαιτούσε υποκατάσταση της αντίστοιχης ισχύος με ευέλικτη παραγωγή (αεροστροβίλους κλπ), υψηλού κόστους και Περιβαλλοντική Επιβάρυνσης.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η ΔΕΗ Α.Ε. λειτουργεί όλους σχεδόν τους μεγάλους ΥΗΣ στην Ελλάδα εκμεταλλευόμενη μεγάλο μέρος του Υδροδυναμικού της.
- Οι ΥΗΣ είναι αναγκαίοι για την παραγωγή «καθαρής» ανανεώσιμης ενέργειας.
- Οι ΥΗΣ κυρίως εξασφαλίζουν τις παραμέτρους και την ποιότητα της ενέργειας στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Συχνότητα, Τάση, Εφεδρεία Ισχύος κ.λ.π.).
- Οι ΥΗΣ παρέχουν άλλες υπηρεσίες και χρήσεις* νερού προς τρίτους (αντιπλημμυρική προστασία, Αρδεύσεις, Ύδρευση, Αναψυχή κ.λ.π.).
- Οι ΥΗΣ ως εγκαταστάσεις πολλαπλού σκοπού είναι πολύ σημαντικές ιδιαίτερα για την Ελλάδα, (Μεσογειακή χώρα), όπου το πρόβλημα της λειψυδρίας είναι έντονο. Ο ρόλος τους αποβαίνει όλο και πιο σημαντικός τις ημέρες μας γιατί οι κλιματικές αλλαγές θα επηρεάσουν σημαντικά την Μεσογειακή Ζώνη (όπου και η Ελλάδα) με σοβαρή μείωση των βροχοπτώσεων αλλά με ένταση των ακραίων φαινομένων (πλημμύρες, καταιγίδες κ.λ.π.)

8. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ ΑΕ

Τα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ είναι έργα τα οποία, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προς όφελος της επιχείρησης, αποσκοπούν στην πολλαπλή χρήση του νερού. Πέραν αυτού, με την κατασκευή τους συμβάλλουν στην ανάπτυξη της εγγύτερης περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι τα έργα αυτά:

- Χρησιμοποιούνται για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από καθαρή μορφή, χωρίς εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα, ανανεώσιμη, ανεξάρτητη από διεθνείς τιμές καυσίμων και εξωτερικά γεγονότα, πηγή ενέργειας, με συνεχώς μειούμενο κόστος παραγωγής, με μεγάλο χρόνο οικονομικής ζωής και με μεγάλη διαθεσιμότητα μονάδων παραγωγής.
 - Εξασφαλίζουν την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων νερού για χρήση σε περιόδους ξηρασίας.
 - Προστατεύουν τις κατάντη περιοχές με την ανάσχεση πλημμυρών σε περίοδο μεγάλων εισροών.
 - Εξασφαλίζουν την συνεχή οικολογική παροχή στη κοίτη των ποταμών:
Εξασφαλίζουν την παροχέτευση νερού ύδρευσης, άρδευσης και βιομηχανικών αναγκών στις κατάντη των φραγμάτων περιοχές.
Συμβάλλουν στην ποιοτική και αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος και στη δημιουργία νέων υγροβιότοπων.
 - Συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας, του οικότουρισμού και ναυαθλητικών δραστηριοτήτων.
 - Συμβάλλουν στα έργα υποδομής της εγγύτερης περιοχής (οδοποιία, ηλεκτρικό δίκτυο, τηλεφωνικό δίκτυο κλπ).
 - Τοποθέτηση σημαντικών κεφαλαίων στην περιοχή και δημιουργία μεγάλου αριθμού θέσεων εργασίας κυρίως κατά την κατασκευή των έργων.
- Σήμερα τα έργα του ποταμού Αλιάκμονα εξυπηρετούν:
- την συνεχή οικολογική παροχή με 4,5 m³/s.
 - με 400 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, 600.000 στρέμματα αγροτικής καλλιέργειας.
 - με 100 εκατ. κυβ.μέτ ετησίως, το δίκτυο άρδευσης του ποταμού Αξιού.
 - με 35 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, τις ανάτη του φράγματος Πολυφύτου αρδευτικές ανάγκες.
 - με 65 εκατ. κυβ.μέτ. ετησίως, τις ανάγκες ψύξης των ΑΗΣ του λεκανοπεδίου Κοζάνης -

Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου.

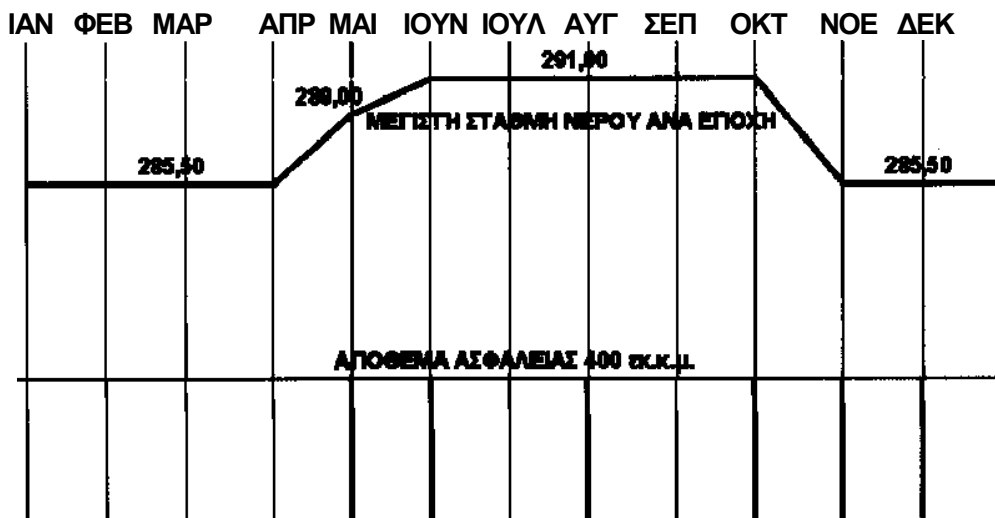
•την υδροδότηση της πόλης της Θεσσαλονίκης με συνεχή παροχή 2 m³/s.

•τις βιομηχανικές ανάγκες με 1 m³/s περίπου.

Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού για άρδευση είναι 518.865.000 m³ γγ<a αυτός της ύδρευσης Θεσσαλονίκης είναι 88.290.000 m³.

Για την εξασφάλιση του νερού προς εξυπηρέτηση όλων αυτών των αναγκών, ακολουθείται η πολιτική αποθήκευσης νερού κατά την υγρή περίοδο, με ελεγχόμενο ρυθμό αύξησης της στάθμης της λίμνης, ώστε να αντιμετωπισθεί μία ενδεχόμενη πλημμυρική παροχή, προστατεύοντας τόσο τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ όσο και τις κατάντη περιοχές. Επίσης, σε ένα ξηρό υδρολογικό έτος, μπορεί να αποθηκευτούν όλες οι εισροές του ποταμού ή τουλάχιστον το μεγαλύτερο μέρος αυτών, κρατώντας τους ΥΗΣ σε εφεδρεία και χωρίς να λειτουργούν, εκτός από τον ΥΗΣ Σφηκιάς ο οποίος ως αναστρέψιμος σταθμός, λειτουργεί συνεχώς (για παραγωγή την ημέρα και για άντληση τη νύχτα).

Λαμβάνεται, επίσης, υπόψη ότι στο τέλος της αρδευτικής περιόδου, θα πρέπει να υπάρχει μία ποσότητα νερού ασφαλείας, ώστε να εξυπηρετηθούν η οικολογική παροχής, οι ανάντη αρδευτικές ανάγκες οι οποίες είναι ανεξέλεγκτες από τη ΔΕΗ (πραγματοποιούνται με ιδιότητα των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων αντλιοστάσια) και το νερό ψύξης των ΑΗΣ.



Εικόνα 13: Διάγραμμα καμπύλης στάθμης Ταμειυτήρα Πολυφύτου

Από το τυπικό διάγραμμα λειτουργίας των ΥΗΣ της εικόνας 14, παρατηρούμε ότι κατά την αιχμή του καλοκαιριού ενώ οι εισροές της λίμνης Πολυφύτου μειώνονται, οι αρδευτικές ανάγκες, όπως είναι λογικό, αυξάνονται και ότι οι ΥΗΣ Πολυφύτου και Ασωμάτων αποδίδουν μόνο τα απαιτούμενα νερά άρδευσης χωρίς να καταναλώνουν επιπλέον νερά για παραγωγή.

Η διαφορά του αναγκαίου νερού που προκύπτει από τις εισροές της λίμνης και την παροχή για άρδευση καλύπτεται από τα αποθέματα που έχουν ήδη εξασφαλισθεί κατά την υγρή περίοδο (μη αρδευτική περίοδο) και είναι διαθέσιμα στην αρχή της αρδευτικής περιόδου.

Τέλος, για την μελλοντική χρήση νερού του ποταμού Αλιάκμονα, προβλέπεται:

•Άρδευση 340.000 στρεμμάτων του αρδευτικού δικτύου δεξιάς όχθης (κατά τη ροή) του

ποταμού.

•Υδροδότηση του αρδευτικού δικτύου 50 km² Δροσερού Πέλλας.

Την υδροδότηση της πόλης της Θεσσαλονίκης με συνεχή παροχή 7 m³/s.

3.6 Έλεγχος παραμορφώσεων φραγμάτων Δ.Ε.Η

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στα πλαίσια ενός πιλοτικού προγράμματος συνεργασίας της ΔΕΗ με το Πανεπιστήμιο Πατρών χρηματοδοτημένο από την ΓΤΕΤ έγινε (1) ανάλυση της σταθερότητας φραγμάτων της ΔΕΗ με βάση υπάρχοντα γεωδαιτικά στοιχεία (περιόδου 30 ετών) και (2) εκτίμηση της δυνατότητας αντικατάστασης/συμπλήρωσης των επίγειων γεωδαιτικών μετρήσεων με δορυφορικές μετρήσεις GPS. Μερικά βασικά συμπεράσματα είναι τα εξής. Το φράγμα Λάδωνα εμφανίζει σημαντική ακαμψία, αλλά και ελαστική απόκριση στο υδραυλικό φορτίο. Το φράγμα Κρεμαστών εμφανίζει αποσβενόμενη αλλά ελαφρά αυξανόμενη παραμόρφωση, με τοπικές μικρής κλίμακας κινήσεις εντός των προβλεπόμενων ορίων, ενώ το φράγμα Καστρακίου εμφανίζει αντίστοιχες, μικρότερης κλίμακας παραμορφώσεις. Στα πλαίσια της έρευνας προσδιορίστηκαν οι δυνατότητες και προϋποθέσεις εγκατάστασης συστήματος GPS με βάση πειράματα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σωστή και ασφαλής λειτουργία των φραγμάτων εξαρτάται από τη σωστή συντήρησή τους. Η αστοχία των φραγμάτων Campos Novos (Βραζιλία 2006) και Gusau (Νιγηρία 2006) αλλά και παλαιότερες αστοχίες που προκάλεσαν μεγάλες καταστροφές (φράγμα Malpasset, {1}; φράγμα Vaiont, {2}) απέδειξαν το πόσο απαραίτητος είναι ο έλεγχος της αποδοτικότητας των συστημάτων παρακολούθησης και η ανάλυση των διαθέσιμων μέχρι σήμερα καταγραφών.

Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 15 μεγάλα φράγματα που κυρίως χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (www.dei.gr). Στην πλειοψηφία τους έχουν κατασκευαστεί μεταξύ των ετών 1954 και 1985. Υπάρχει επίσης ένας αριθμός μικρότερων φραγμάτων σε όλη τη χώρα που χρησιμοποιείται κυρίως για άρδευση. Καθώς τα περισσότερα φράγματα στην Ελλάδα είναι > 25 ετών η παρακολούθησή τους είναι απαραίτητη για την πρόβλεψη και την αποφυγή μιας πιθανής αστοχίας. Στην Ελλάδα η μακροχρόνια συστηματική παρακολούθηση των περισσότερων μεγάλων φραγμάτων είναι αρμοδιότητα της ΔΕΗ (αυτά που είναι στην δικαιοδοσία της ΔΕΗ).

Η παρακολούθηση των φραγμάτων περιλαμβάνει μετρήσεις τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό της κατασκευής. Το σύστημα παρακολούθησης αποτελείται συνήθως από σημεία ελέγχου (ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από το μέγεθος και τον τύπο του φράγματος) που εγκαθίστανται γύρω από την περιοχή του φράγματος και σημεία αναφοράς που βρίσκονται εκτός της ζώνης επιρροής του φράγματος και του ταμιευτήρα {3}. Οι μετρήσεις των μετακινήσεων των σημείων ελέγχου λαμβάνουν χώρα σε διάφορες περιόδους (με μεγαλύτερη συχνότητα στα πρώτα χρόνια ζωής του φράγματος και λιγότερο συχνά με την πάροδο του χρόνου). Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση είναι κυρίως γεωδαιτικά (γεωδαιτικοί σταθμοί) και γεωτεχνικά (εκκρεμή, εξτενσιόμετρα, κλισιόμετρα κτλ.). Οι κυριότερες παράμετροι που μετρώνται είναι οι μετακινήσεις των σημείων ελέγχου, η πίεση του νερού στη θεμελίωση, οι διαρροές στη θεμελίωση και στα αντερείσματα και η παρουσία ρωγμών. Ωστόσο, η ασφάλεια των φραγμάτων δεν είναι μόνο θέμα παρακολούθησης. Τα δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει να αναλύονται έτσι ώστε οι μετακινήσεις λόγω εποχικών φαινομένων να διαφοροποιούνται από τις μετακινήσεις που μπορεί να αποτελούν ένδειξη πιθανών

προβλημάτων {3}.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζουμε (1) την αξιολόγηση των σημερινών γεωδαιτικών συστημάτων παρακολούθησης και την ανάλυση των μακροχρόνιων καταγραφών (>35 ετών) για τρία μεγάλα φράγματα στην Ελλάδα: δύο χωμάτινα (Κρεμαστά και Καστράκι) και ένα οπλισμένου σκυροδέματος (Λάδωνας) και (2) τα αποτελέσματα ενός πιλοτικού προγράμματος για τη διερεύνηση της ακρίβειας και των περιορισμών στην παρακολούθηση των φραγμάτων της χρήσης δεκτών GPS με στόχο επαναλαμβανόμενες και συνεχείς μετρήσεις.

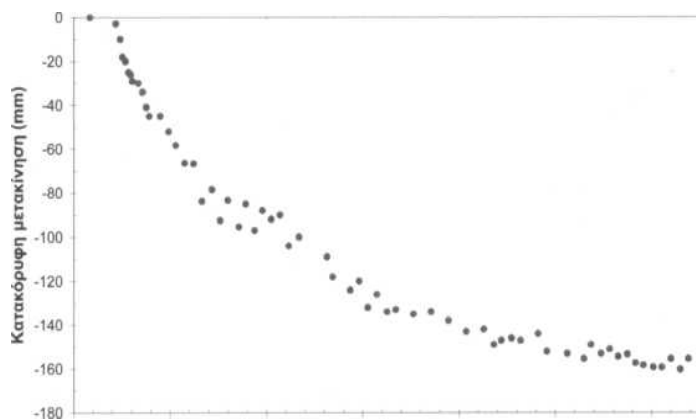
Παρά το γεγονός ότι τα γεωδαιτικά δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν ιδρυθεί πριν το 1970, βρέθηκαν να είναι επαρκή και η ακρίβεια των δεδομένων που έχουν καταγραφεί ικανοποιητική. Η φασματική ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων αποκάλυψε ότι οι μετακινήσεις εξαρτώνται από τις διακυμάνσεις της στάθμης του ταμιευτήρα.

Μια σειρά από πειράματα έδειξε ότι η παραμόρφωση σε αυτά τα φράγματα μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια μερικών χιλιοστών με τη χρήση μόνιμων σταθμών GPS.

ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

Το φράγμα Καστρακίου είναι το δεύτερο από τα τρία φράγματα (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος) που αποτελούν το συγκρότημα του Αχελώου. Είναι ένα χωμάτινο φράγμα με κεντρικό αργιλικό πυρήνα. Έχει ύψος 95.7m και μήκος στέψης 547m. Βρίσκεται κατάντη του φράγματος των Κρεμαστών και ο ρόλος του όπως και του φράγματος των Κρεμαστών είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους υψηλής ζήτησης για την αντιμετώπιση κινδύνου black-out.

Τα διαθέσιμα δεδομένα στην περίπτωση του φράγματος Καστρακίου αποτελούνται από τις



οριζόντιες αποκλίσεις και τις κατακόρυφες μετακινήσεις 19 σημείων ελέγχου τοποθετημένων στη στέψη και το σώμα του φράγματος. Οι μετρήσεις καλύπτουν μια χρονική περίοδο > 34 ετών από το 1969 έως το 2003). Η αρχή μέτρησης των οριζόντιων αποκλίσεων και των κατακόρυφων μετακινήσεων είναι ίδια με εκείνη του φράγματος των Κρεμαστών.

Ανάλυση των γεωδαιτικών παρατηρήσεων παρακολούθησης του φράγματος Καστρακίου

Τα μέχρι τώρα στάδια της μελέτης του φράγματος Καστρακίου έδειξαν ότι τόσο οι καθιζήσεις όσο και οι οριζόντιες αποκλίσεις δεν είναι σημαντικές. Η μέγιστη καταγεγραμμένη καθίζηση ήταν 16cm (Σχήμα 5), ενώ οι οριζόντιες αποκλίσεις δεν ξεπερνούν τα 7cm {10}. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι κάποια από τα σημεία ελέγχου του φράγματος παρουσιάζουν οριζόντιες αποκλίσεις προς τα ανάντη (αδημοσίεута αποτελέσματα). οριζόντιες αποκλίσεις προς τα ανάντη (αδημοσίεута αποτελέσματα).

Σχήμα 5. Μεταβολή των κατακόρυφων μετακινήσεων σημείου ελέγχου εγκατεστημένου στη στέψη του φράγματος. Αυτές είναι και οι μέγιστες μετακινήσεις (~16cm) που έχουν καταγραφεί στο φράγμα κατά τη διάρκεια της περιόδου που εξετάστηκε.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ GPS ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ - ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Στα πλαίσια ενός πιλοτικού προγράμματος συνεργασίας του Πανεπιστημίου Πατρών με τη ΔΕΗ που χρηματοδοτήθηκε από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας Τεχνολογίας εξετάσαμε τις προοπτικές και τους περιορισμούς του GPS στη αυτοματοποιημένη παρακολούθηση των φραγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός αυτού του προγράμματος ήταν η διερεύνηση της ακρίβειας και των περιορισμών στην παρακολούθηση των φραγμάτων της εφαρμογής επαναλαμβανόμενων και συνεχών μετρήσεων μέσω της εφαρμογής GPS.

Το GPS (Global Positioning System, Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης) αποτελεί τη σημερινή απάντηση σε αρχαίες φιλοσοφικές ερωτήσεις του τύπου πού βρίσκομαι ή πού πηγαίνω. Ένας δέκτης GPS μετράει την απόσταση μεταξύ αυτού και ενός δορυφόρου με χρήση ραδιοσημάτων. Η απόσταση υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το χρόνο που χρειάστηκε το σήμα να φτάσει από το δορυφόρο στο δέκτη με την ταχύτητα του φωτός. Για τον περιορισμό της πιθανότητας αποτελεσμάτων μειωμένης ακρίβειας ο δέκτης θα πρέπει να βλέπει τουλάχιστον πέντε ή έξι δορυφόρους.

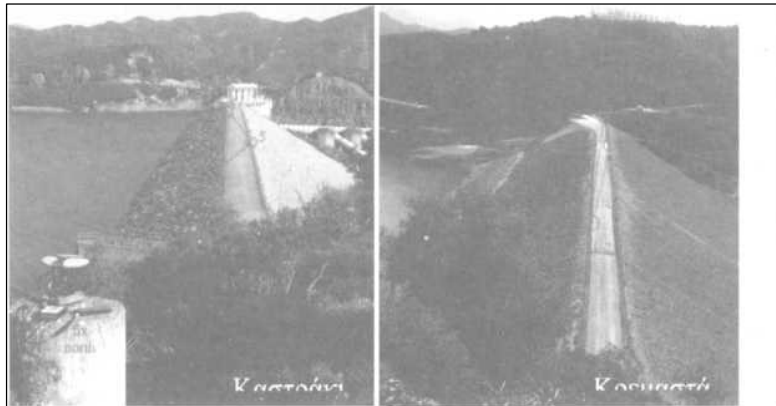
- Δυστυχώς οι μετρήσεις με GPS δεν είναι πάντα απόλυτα σωστές. Βασικές πηγές σφαλμάτων είναι η επίδραση της ιονόσφαιρας: καθώς το σήμα περνά διαμέσου των φορτισμένων σωματιδίων της ιονόσφαιρας και μετά διαμέσου των υδρατμών στην τροπόσφαιρα επιβραδύνεται με αποτέλεσμα η ταχύτητα που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς και κατ' επέκταση η απόσταση που υπολογίζεται να μην είναι ακριβείς,
- η γεωμετρία των δορυφόρων: Συνήθως υπάρχουν περισσότεροι δορυφόροι από όσους χρειάζεται ο δέκτης για τον προσδιορισμό μιας θέσης. Έτσι ο δέκτης χρησιμοποιεί κάποιους και αγνοεί τους υπόλοιπους. Η γεωμετρία των δορυφόρων (πόσο κοντά ή μακριά είναι μεταξύ τους) επηρεάζει την ακρίβεια του GPS και
- το φαινόμενο των πολλαπλών διαδρομών (multipath effect): το σήμα ανακλάται σε διάφορα τοπικά εμπόδια όπως η επιφάνεια του νερού ή οι ορεινοί όγκοι στην περιοχή του φράγματος πριν φτάσει στο δέκτη {11}.

Ευτυχώς τέτοιου είδους σφάλματα μπορεί να ξεπεραστούν με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και επομένως το GPS χρησιμοποιείται ήδη με μεγάλη επιτυχία για την παρακολούθηση φραγμάτων σε όλο τον κόσμο {12},{13}. Με στόχο την τεκμηρίωση της αποτελεσματικότητας του GPS στην παρακολούθηση των ελληνικών φραγμάτων διεξάγαμε ένα αριθμό επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και πειραμάτων σε συγκεκριμένα φράγματα στην Ελλάδα. Κυρίως εστιάσαμε :

- στις συνθήκες για το GPS που χαρακτηρίζουν την περιοχή γύρω από το φράγμα (αριθμός δορυφόρων ορατών από τους δέκτες, ποιότητα σήματος GPS κτλ.) και
- στο σχεδιασμό ενός αυτοματοποιημένου και συνεχούς συστήματος παρακολούθησης με GPS.

Για την παρακολούθηση του φράγματος Κρεμαστών και Καστρακίου επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τέσσερα σημεία ελέγχου. Τα σημεία αυτά επιλέχθηκαν μεταξύ ενός αριθμού σημείων που εξετάστηκαν κατά τη διάρκεια των αρχικών πειραμάτων γιατί η θέση τους ήταν ιδανική για τις μετρήσεις (εύκολη πρόσβαση, καλή ορατότητα δορυφόρων κτλ.). Έτσι επιλέχθηκαν τέσσερα σημεία για κάθε φράγμα. Δύο από αυτά ήταν τοποθετημένα στη στέψη του φράγματος, ένα στο μέσο και ένα κοντά στα αντερείσματα και τα υπόλοιπα δύο βρίσκονταν σε σταθερό έδαφος (Σχήμα 6).

Σχήμα 6. Σύστημα παρακολούθησης GPS για την παρακολούθηση των φραγμάτων Καστρακίου



(αριστερά) και Κρεμαστών (δεξιά) που ιδρύθηκε στα πλαίσια ενός πιλοτικού προγράμματος για την ακρίβεια και τους περιορισμούς του συστήματος GPS στην παρακολούθηση φραγμάτων. Παρουσιάζονται τα επιλεγμένα σημεία αναφοράς και τα σημεία ελέγχου.

Η έρευνα αποκάλυψε ότι το GPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη

μέτρηση των παραμορφώσεων φραγμάτων με απόδοση μερικών χιλιοστών. Βρέθηκε επίσης ότι για μεγαλύτερης διάρκειας καταγραφές (> 2 ωρών) μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια δέκτες GPS μονής συχνότητας οι οποίοι είναι χαμηλού κόστους. Το GPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην προσπάθειά μας να κατανοήσουμε τη μακροχρόνια συμπεριφορά ενός φράγματος καθώς επίσης τις μετακινήσεις που οφείλονται σε περιοδικά φαινόμενα όπως οι μετακινήσεις του φράγματος Pacoima.

3.7 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε. ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΑΧΕΛΩΟ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εισήγηση αυτή παρουσιάζεται η αντιμετώπιση, από τη Διεύθυνση Εκμετάλλευσης Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΔΕΥ) της Γενικής Διεύθυνσης Παραγωγής (ΓΔΠ) της ΔΕΗ Α.Ε., του πρωτοφανούς πλημμυρικού φαινομένου που εκδηλώθηκε στον ελλαδικό χώρο στα τέλη του 2005 και στις αρχές του 2006. Συγκεκριμένα, από τις 28.12.2005 μέχρι τις 7.1.2006 σημειώθηκαν πρωτοφανείς σε ένταση και διάρκεια βροχοπτώσεις που είχαν ως συνέπεια μεγάλες εισροές νερού στους ταμιευτήρες των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) των ποταμών Αχελώου (ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου 1 & II) Αράχθου (ΥΗΣ Πουρναρίου I & II) και Νέστου (ΥΗΣ Θησαυρού, Πλατανόβρυσης).

Ο σχεδιασμός αντιμετώπισης του πλημμυρικού συμβάντος εκπονήθηκε από τις αρμόδιες Διευθύνσεις και τα Κλιμάκια της ΔΕΗ (ΓΔΠ, ΔΕΥ, Συγκροτήματα) και περιελάμβανε τους εξής γενικούς στόχους: α) αντιπλημμυρική προστασία των παραποτάμιων περιοχών, β) ασφάλεια των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων, και γ) μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας.

Η ανάσχεση της πλημμύρας σε κάθε ποτάμιο Συγκρότημα ΥΗΣ παρουσιάζεται σε ξεχωριστές ενότητες, εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του κάθε Υδροηλεκτρικού Έργου. Γιατί η αντιπλημμυρική προστασία που προσφέρει ένα φράγμα με τον αντίστοιχο ταμιευτήρα είναι ανάλογη της ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα και του μεγέθους της πλημμύρας που καλείται να ελέγξει (ένταση, διάρκεια και όγκος νερού).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Διεύθυνση Εκμετάλλευσης Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΔΕΥ) της Γενικής Διεύθυνσης Παραγωγής (ΓΔΠ) έχει την ευθύνη της λειτουργίας και της συντήρησης των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) της ΔΕΗ Α.Ε. (16 μεγάλοι και 6 μικροί σταθμοί).

Η εκμετάλλευση των σημαντικών αυτών εγκαταστάσεων (φράγμα, ταμιευτήρας, μονάδες, σταθμός, υποσταθμός, βοηθητικές εγκαταστάσεις, κλπ) γίνεται με στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους ως υδραυλικά έργα πολλαπλού σκοπού για την κάλυψη των αναγκών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και άλλων χρήσεων όπως είναι η ύδρευση, η άρδευση, η αντιπλημμυρική προστασία, η αναψυχή, ο ναυταθλητισμός, κλπ.

Η αντιπλημμυρική προστασία που προσφέρει ένα φράγμα με τον αντίστοιχο ταμιευτήρα είναι ανάλογη της ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα και του μεγέθους της πλημμύρας που καλείται να ελέγξει (ένταση, διάρκεια και όγκος νερού). Στο κείμενο που ακολουθεί περιγράφεται παραστατικά η ανταπόκριση των Συγκροτημάτων Υδροηλεκτρικών Σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. στους ποταμούς Αχελώο, Άραχθο και Νέστο, στα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάστηκαν το χρονικό διάστημα από 28.12.2005 έως 7.1.2006. Καταδεικνύεται επίσης ότι οι μεγάλοι

ταμιευτήρες των ΥΗΣ Κρεμαστών στον ποταμό Αχελώο, Πουρναρίου Ι στον ποταμό Άραχθο, και Θησαυρού στον ποταμό Νέστο, κατά τις πρόσφατες πλημμύρες έκαναν σημαντική ανάρρηση και κυριολεκτικά γλίτωσαν τις παραποτάμιες περιοχές κατάντη των φραγμάτων, σώζοντας ζωές και περιουσίες.

Συγκεκριμένα, από τις 28.12.2005 μέχρι τις 7.1.2006 υπήρξαν πρωτοφανείς σε ένταση και διάρκεια βροχοπτώσεις που είχαν ως συνέπεια μεγάλες εισροές νερού στους ταμιευτήρες των ΥΗΣ των ποταμών Αχελώου (ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου Ι & ΙΙ) Αράχθου (ΥΗΣ Πουρναρίου Ι & ΙΙ) και Νέστου (ΥΗΣ Θησαυρού, Πλατανόβρυσης). Το προσωπικό των παραπάνω ΥΗΣ και της ΔΕΥ κεντρικά, αντιμετώπισε με επιτυχία την έκτακτη αυτή κατάσταση εκτιμώντας ορθά τις κρίσιμες και πρωτοφανείς συνθήκες λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Πάρθηκαν σωστές αποφάσεις και δόθηκαν οι πρέπεισες οδηγίες που οδήγησαν στην αποφυγή ατυχημάτων και καταστροφών τόσο στις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ Α.Ε. όσο και στις παραποτάμιες περιοχές κατάντη των φραγμάτων. Ιδιαίτερα πρέπει να επισημανθεί η προθυμία και η αυταπάρνηση του Τεχνικού προσωπικού που εργαζόταν για πολλές ημέρες, κατά τη διάρκεια μάλιστα των εορτών, κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες, θέτοντας σε κίνδυνο ακόμη και τη σωματική του ακεραιότητα.

Η ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΤΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΑΠΟ 28-12-05 ΕΩΣ 7-1-06

Μέχρι την Τρίτη, 27.12.2005, οι παροχές του ποταμού ήταν σχετικά μικρές και στη λεκάνη απορροής δεν υπήρχε καθόλου χιόνι. Την Τρίτη το βράδυ (27.12.2005) άρχισε να βρέχει έντονα στη Δ. Ελλάδα και ιδιαίτερα στην περιοχή της Πίνδου, με συνέπεια από νωρίς το πρωί της Τετάρτης άρχισαν να αυξάνουν οι εισροές στους Ταμιευτήρες των Κρεμαστών, Καστρακίου, και Στράτου στον ποταμό Αχελώο.

Οι υπεύθυνοι στη Γενική Διεύθυνση Παραγωγής, έχοντας υπόψη και τις προβλέψεις για έντονες βροχοπτώσεις, τις επόμενες ημέρες, κατ' αρχήν σταμάτησαν τη λειτουργία του Σταθμού των Κρεμαστών (28.12.2005, ώρα 08:00) ώστε να χρησιμοποιηθεί η μεγάλη χωρητικότητα του ταμιευτήρα για την αντιμετώπιση της εξαιρετικά μεγάλης πλημμύρας. Στις 9:00 έγινε κλείσιμο των θυροφραγμάτων του εκχειλιστή με παροχή 2278 μ³/δευτ. και στάθμη λίμνης 265,47 μ. Η παροχή στις 16:00-17:00 έφτασε τα 2813 μ³/δευτ.

Στην περιοχή των φραγμάτων Στράτου και Καστρακίου, το μεσημέρι της Τετάρτης 28.12.2005 η ένταση των βροχοπτώσεων ήταν ισχυρότατη. Το γεγονός αυτό προκάλεσε συσσώρευση

μεγάλων ποσοτήτων νερού στο χώρο μπροστά από την είσοδο του κτιρίου του ΥΗΣ Στράτου 1 το οποίο ήταν αδύνατο να παροχετευτεί στο δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων. Αυτό είχε ως συνέπεια, παρά τις υπεράνθρωπες προσπάθειες του προσωπικού του Σταθμού, να εισρεύσει ένα μέρος του νερού στον υπόγειο χώρο του Σταθμού και να πλημμυρίσει μερικώς. Ο Σταθμός άμεσα τέθηκε εκτός λειτουργίας και χρησιμοποιήθηκε ο εκχειλιστής του φράγματος Στράτου για την παροχέτευση των αναγκαίων νερών και για τον έλεγχο της στάθμης των ταμιευτήρων Καστρακίου και Στράτου.

Οι παροχές της λεκάνης απορροής Καστρακίου και Στράτου ήταν οι μεγαλύτερες που έχουν παρουσιαστεί ποτέ ($1400 \mu^3/\delta\epsilon\upsilon\tau.$ περίπου συνολικά). Πρέπει να σημειωθεί ότι η χωρητικότητα των δύο ταμιευτήρων είναι σχετικά μικρή και δεν μπορεί να γίνει μεγάλη ανάσχεση πλημμύρας. Επειδή οι βροχές ήταν καταρρακτώδεις σε όλο το Ν. Αιτωλοακαρνανίας και η κοίτη του ποταμού Αχελώου έχει περιοριστεί από ανθρώπινες δραστηριότητες (καλλιέργειες, καταπατήσεις, αμμοληψίες, κλπ), υπήρχε πρόβλημα διοχέτευσης των νερών στο τμήμα του ποταμού από το φράγμα του Στράτου μέχρι τις εκβολές του στο Ιόνιο πέλαγος. Να σημειωθεί ότι στον Αχελώο υπερχειλίζουν και οι φυσικές λίμνες Τριχωνίδα, Λυσιμαχεία και Οζερός. Σε πολλά σημεία ο ποταμός υπερχειλίζει και τα νερά του κατέκλυσαν παραποτάμιες γεωργικές καλλιέργειες.



Εικόνα 0: Γράφημα παροχών π. Αχελώου στους Ταμιευτήρες Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου

Την Πέμπτη 29.12.2005 παρόλο που μειώθηκαν οι παροχές, το προσωπικό της ΔΕΥ παρέμεινε σε επιφυλακή διότι αναμένονταν και τις επόμενες ημέρες μεγάλες βροχοπτώσεις.

Πράγματι την Παρασκευή 30.12.2005 στις 13:00 η παροχή πλημμύρας στα Κρεμαστά ήταν $2918 \mu^3/\delta\epsilon\upsilon\tau.$. Η μελέτη εκτίμησης του μεγέθους της πλημμύρας, οι προβλέψεις για βροχές τις επόμενες ημέρες και η ανάγκη για αντιπλημμυρική προστασία κατόπιν του φράγματος Στράτου

στις παραποτάμιες περιοχές του Αχελώου, οδήγησαν τους υπεύθυνους της επιχείρησης να ανοίξουν τα θυροφράγματα του εκχειλιστή Κρεμαστών στις 17:00, 30.12.2005 με παροχή 2544 μ³/δευτ..

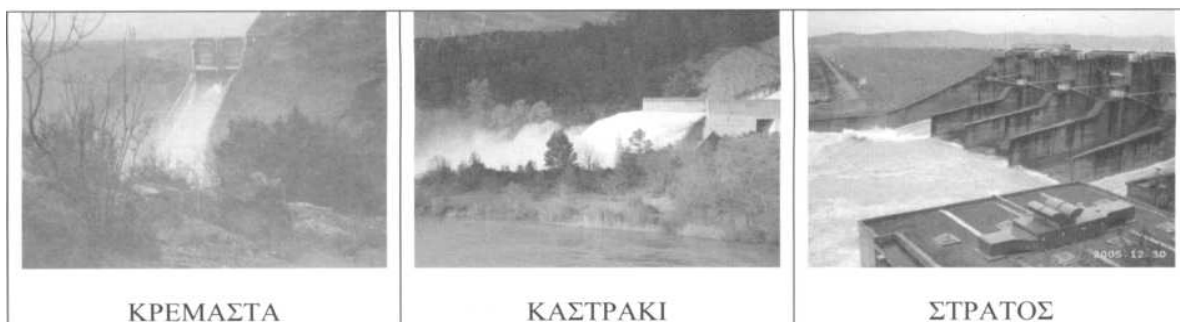
Στις 31.12.2005 η στάθμη του ταμιευτήρα Καστρακίου ανέβηκε άνω του υψομέτρου 144,20 μ. και άρχισε η λειτουργία του υπερχειλιστή που στις 4.1.2006 με στάθμη ταμιευτήρα 145,58 μ. εκφόρτισε τη μέγιστη παροχή 300 μ³/δευτ. περίπου. Οι βροχές συνεχίστηκαν μέχρι 7.1.2006 αλλά οι αιχμές των πλημμύρων ήταν μικρότερες (1200 μ³/δευτ. στις 2.1.2006, και 800 μ³/δευτ. στις 4.1.2006). Τα θυροφράγματα του υπερχειλιστή Κρεμαστών έκλεισαν τις 4.1.2006 ώρα 19:30 για να μην υπάρξει απώλεια ενέργειας. Τη Δευτέρα 2.1.2006, ύστερα από συνεχή εργασία του Τεχνικού Προσωπικού του Συγκροτήματος Αχελώου τέθηκε σε λειτουργία η μια μονάδα του ΥΗΣ Στράτου και σε λίγες ημέρες λειτούργησε και η δεύτερη Μονάδα.

Εισροές - Εκροές νερού στους ταμιευτήρες Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου (εκατομ. κυβ. μέτρα) ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ από 28.12.2005 έως 6.1.2006



**Σύνολο εισροών στους 3 ταμιευτήρες: 959 (100%) Συνολική αποταμίευση: 595 (62%)
Συνολική εκροή από ταμιευτήρα Στράτου: 364 (38%)**

Εικόνα : Γράφημα εισροών-εκροών στους ταμιευτήρες του Συγκροτήματος Αχελώου



Εικόνα 3: Οι Εκχειλιστές των ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου σε λειτουργία

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι μία πρωτοφανής σε ένταση και όγκο πλημμύρα η οποία δεν έχει παρουσιαστεί εδώ και 70 χρόνια που υπάρχουν στοιχεία για τον ποταμό Αχελώο, αντιμετωπίστηκε με επιτυχία σε συνεργασία με τις Κρατικές και Τοπικές Αρχές και φορείς (Πυροσβεστική, Αστυνομία, Νομαρχία, Περιφέρεια, κ.τ.λ.).

Η ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΤΟΥ ΑΡΑΧΘΟΥ ΤΟ ΠΕΝΘΗΜΕΡΟ ΑΠΟ 28-12-2005 ΕΩΣ 1-1-2006



Εικόνα 6: Γράφημα παροχών π. Νέστου στον ταμιευτήρα του ΥΗΣ Θησαυρού

Τη νύκτα της Τρίτης 27.12.2005 προς Τετάρτη άρχισε να βρέχει έντονα στη Δ. Ελλάδα (Δ. Στερεά και Ήπειρο). Η βροχή είχε πολύ μεγάλη ένταση και κυρίως διάρκεια. Η παροχή στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου αυξήθηκε γρήγορα με αποτέλεσμα να ανεβαίνει η στάθμη παρόλο που ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός λειτουργούσε συνεχώς και κατανάλωνε 500 μ³/δευτ.

ΣΥΝΟΨΗ

Η ΔΕΗ Α.Ε., θεωρώντας ότι η αντιπλημμυρική προστασία των πληθυσμών, των γεωργικών εδαφών, των καλλιεργειών και των υποδομών που βρίσκονται κατάντη των φραγμάτων της αποτελεί προτεραιότητα και πάνω από όλα κοινωνική ευθύνη, κατόρθωσε να αντιμετωπίσει με απόλυτη επιτυχία τις πλημμύρες που εκδηλώθηκαν την περίοδο μεταξύ των τελών Δεκεμβρίου 2005 και των αρχών Ιανουαρίου 2006.

Οι μεγάλοι ταμιευτήρες των ΥΗΣ Κρεμαστών, Πουρναρίου Ι και Θησαυρού, αναχαίτισαν τις πλημμύρες και παρέιχαν πλήρη αντιπλημμυρική προστασία στις παραποτάμιες περιοχές. Καμιά ζημιά ή άλλης μορφής καταστροφή δεν προκλήθηκε και κυρίως δεν καταγράφηκε απώλεια ανθρώπινης ζωής.

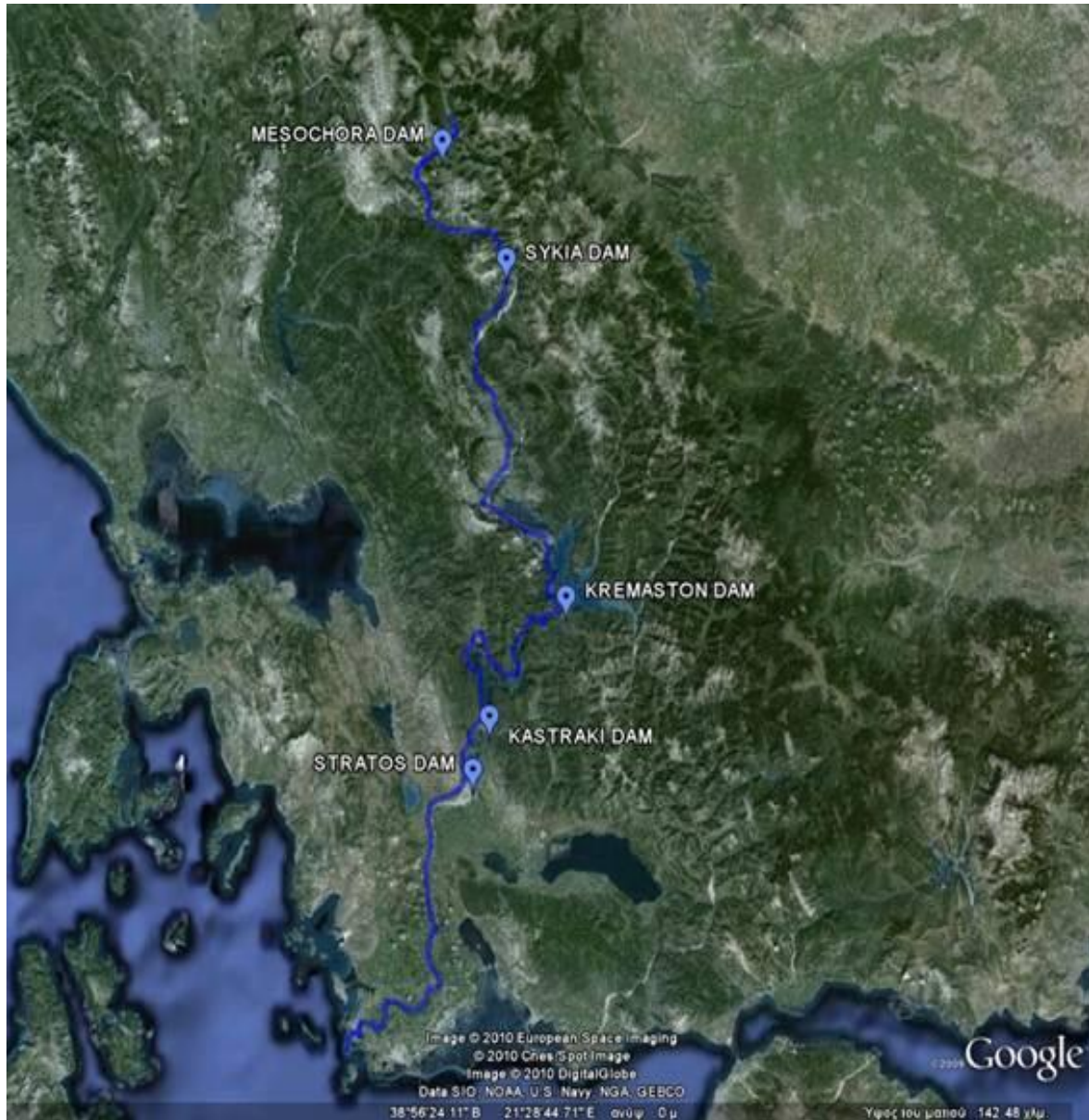
Οι ΥΗΣ των Συγκροτημάτων Αχελώου, Αράχθου και Νέστου λειτούργησαν χωρίς προβλήματα και παρήγαγαν σημαντικά ποσά ενέργειας χωρίς απώλειες και υπερχειλίσσεις νερών.

Τέλος, στην αντιμετώπιση του πλημμυρικού φαινομένου συνέβαλε αποφασιστικά το τεχνικό προσωπικό της ΔΕΗ που με προθυμία και αυταπάρνηση εργαζόταν για πολλές ημέρες κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες -κατά τη διάρκεια μάλιστα των εορτών- θέτοντας σε κίνδυνο ακόμη και τη σωματική του ακεραιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΜΟΡΦΟΦΟΛΟΓΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ





ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

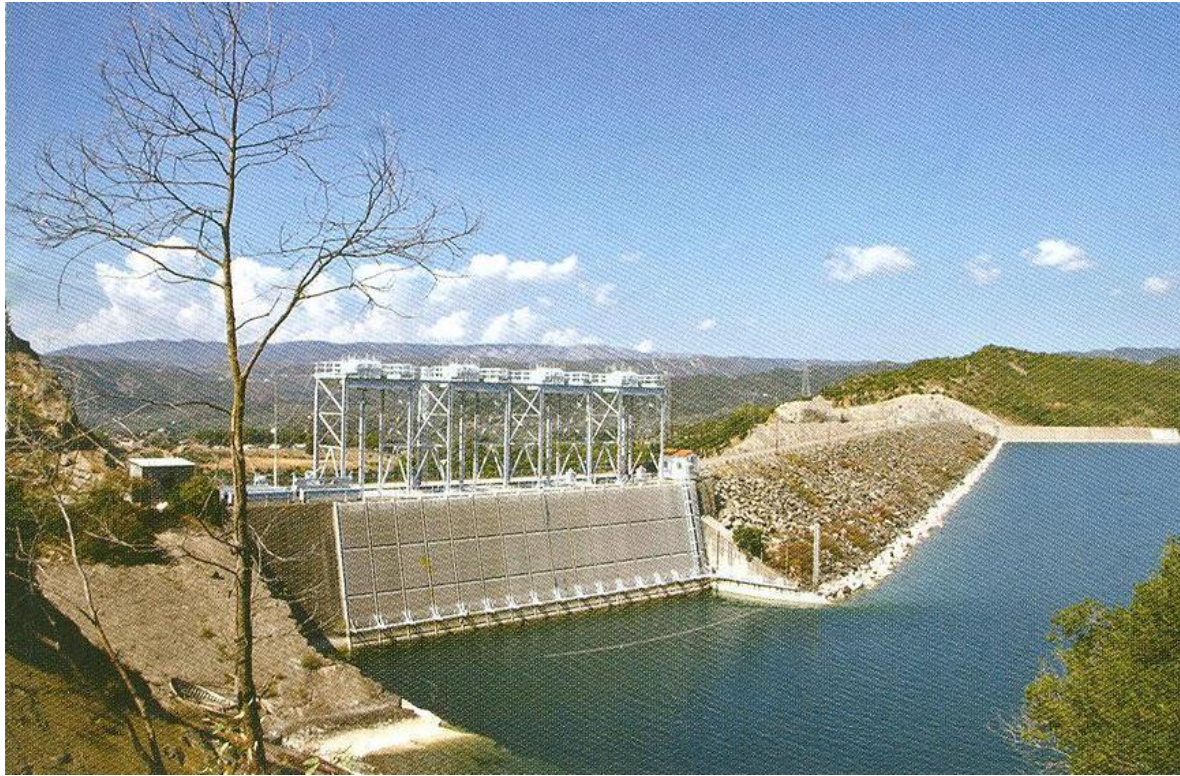


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ)



Εικόνα 1: Κατασκευή υδροληψίας



Εικόνα 2: Υδροληψία







Εικόνα 3: Αγωγοί πτώσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ
ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ:







Εικόνα 4: φράγμα στην Κίνα



Εικόνα 5: Κίνα

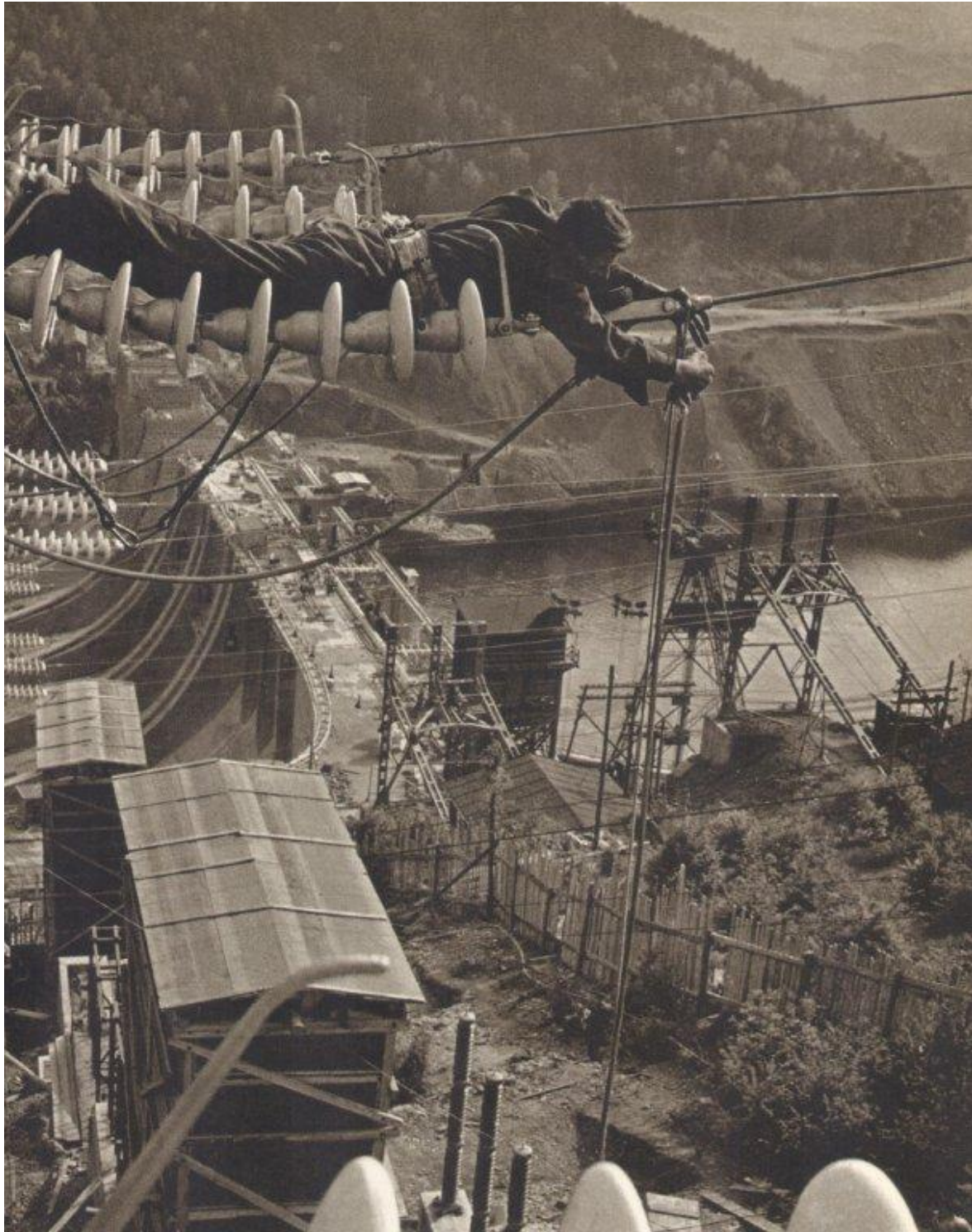




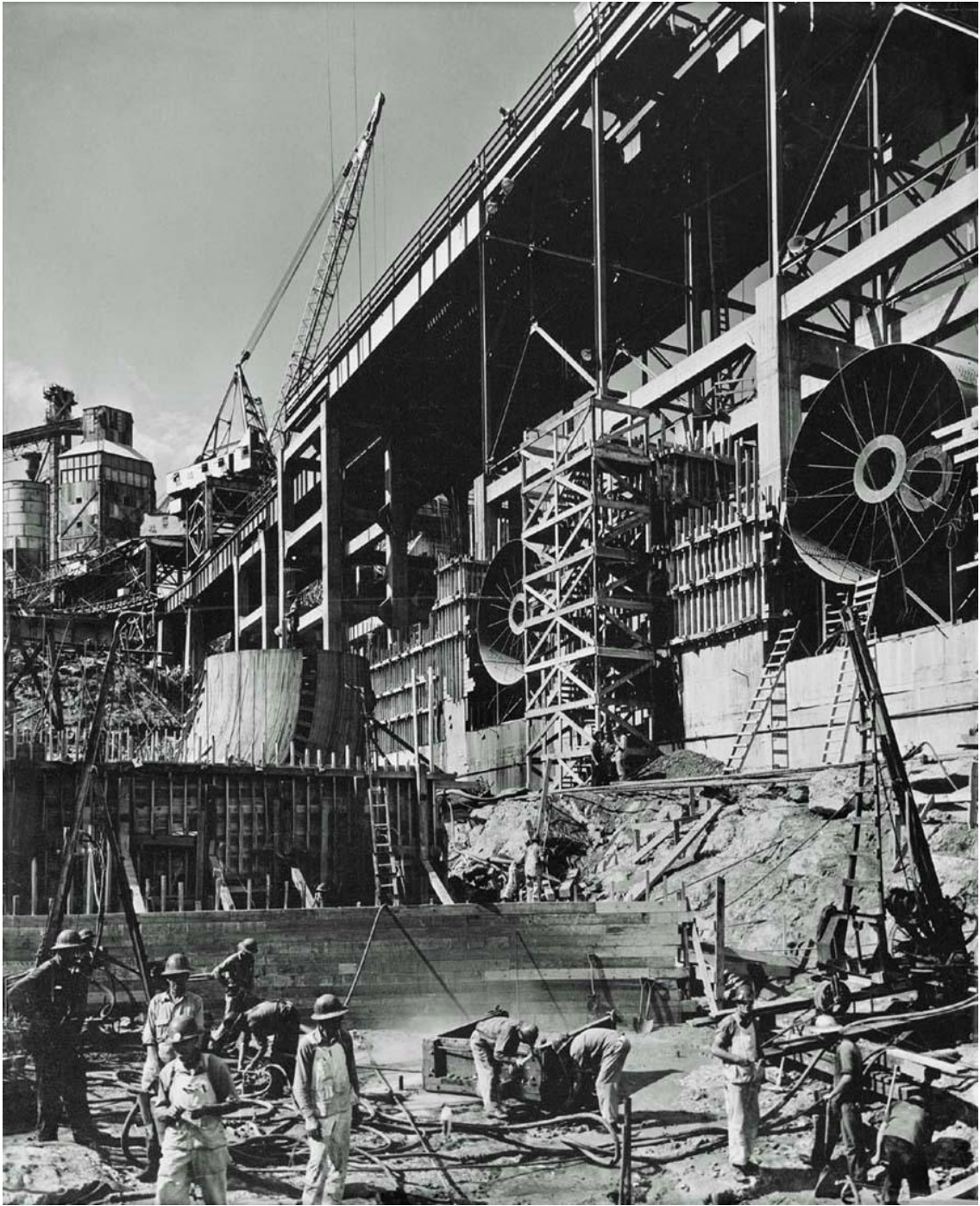
Εικόνα 6: Shasta υ/η φράγμα



Εικόνα 7: Baglihar υ/η φράγμα



Εικόνα 8: άποψη από κατασκευή υ/η φράγματος στην Τσεχοσλοβακία 1957





Εικόνα 9: υ/η ταμιευτήρας Πλατανόβρυσσης



Εικόνα 10: υ/η σταθμός Σφηκίας



Εικόνα 11: Δράμας



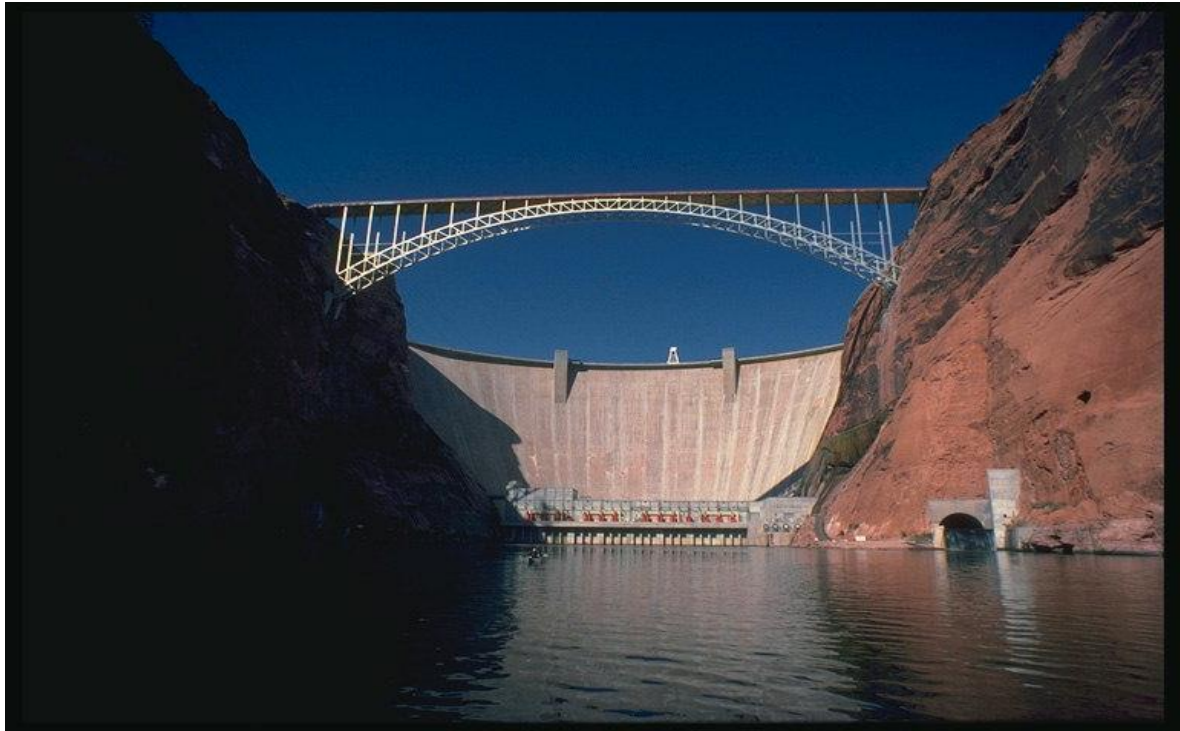
Εικόνα 12: υ/η φράγμα στον ποταμό YANGZEN στην Κίνα



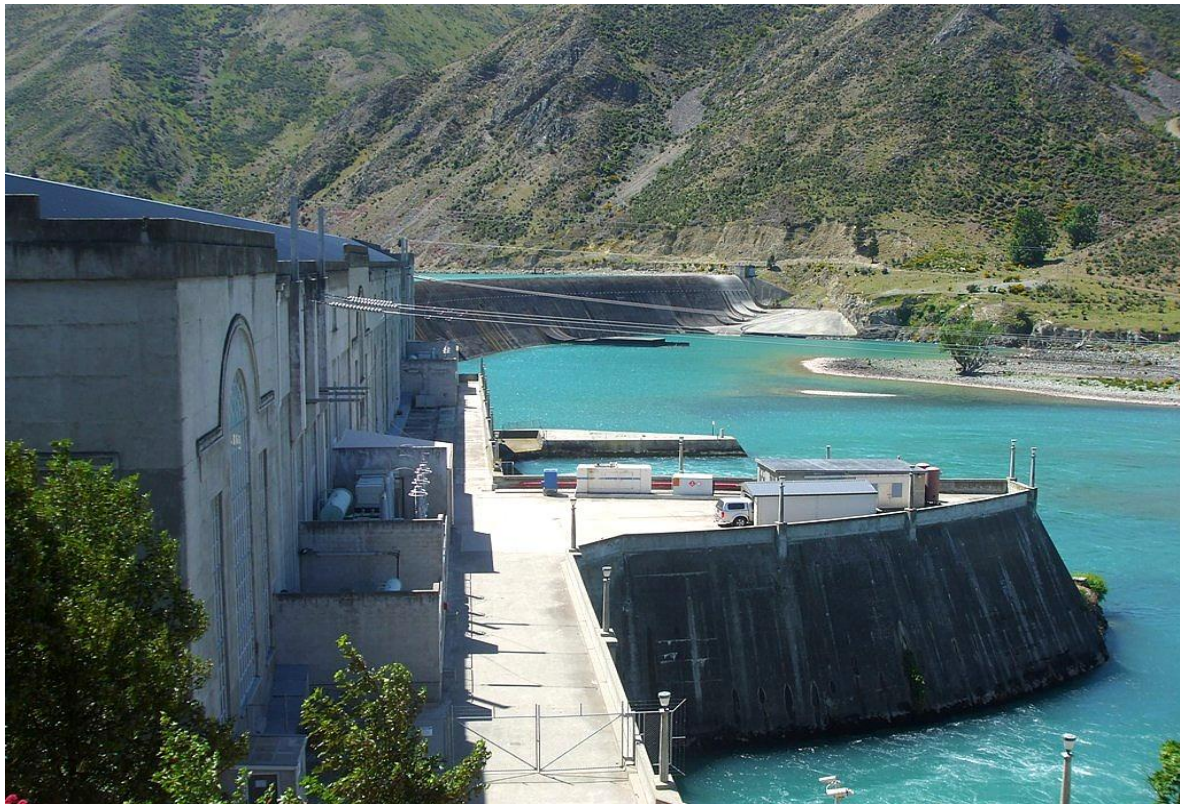
Εικόνα 13: υ/η φραγμα στον ποταμό Yangzen στην Κίνα



Εικόνα 14: three gorges Υ/Η φράγμα στην Κίνα



Εικόνα 15: Σερβοιταλικό υ/η φράγμα



Εικόνα 16: υ/η φράγμα στον ποταμό Waitaki στην Ταϊβάν



Εικόνα 17: στη Νέα Υόρκη



Εικόνα 18: στην Ιταϊπού στη Μαλαισία

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- | ΔΕΗ Α.Ε -Ήλεκτρον, τ. 9-12, Αθήνα 1988-1989.
- | ΔΕΗ Α.Ε, Ενημερωτικά φυλλάδια που αφορούν στα Φράγματα.
- | Θεοδωράκης Μ., κ.α., Υγροβιότοποι της ΔΕΗ, Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου, εκδ. Καστανιώτη, Αθήνα 2000.
- | Κουσουρής Θ., Το νερό στη φύση, στην ανάπτυξη, στην προστασία του περιβάλλοντος, εκδ. ΕΚΘΕ. Αθήνα 1998.
- | Λιάκουρης Δ., Η Γεωλογία και τα φράγματα της ΔΕΗ, εκδ. ΔΕΚΠ/ΔΕΗ Αθήνα 1995.
- | Μουσείο Γουλιανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων - Υγρότοπων, Ελληνικοί Υγρότοποι, εκδ. Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα 1996.
- | Ξανθόπουλος Θ., «Διαχείριση υδατικών πόρων, Θεωρητικές ελπίδες και ρεαλιστική προσέγγιση», Πρακτικά Δ' ΣΔΥΠ, Λάρισα 1996.
- | ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ για την υδροηλεκτρική ενέργεια και τα φράγματα, Αφιέρωμα HYDRO 2007: Νέες προσεγγίσεις για μια νέα εποχή, Δεκατρία Τόμος, Τεύχος 5, 2007.
- | Πυθαρούλης. και Stiros S. 2004. Διακυμάνσεις της στάθμης του ταμιευτήρα και της παραμόρφωσης του φράγματος Λάδωνα. Υδροηλεκτρική ενέργεια και τα φράγματα
- | Τεχνική έκθεση έργου
- | Τεχνικές προδιαγραφές έργου
- | Διαδίκτυο – μηχανή αναζήτησης GOOGLE
- | Ιστοσελίδα “ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΟΣ – ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΙΤ/ΝΙΑΣ”
- | Ιστοσελίδα ΔΕΗ
- | Πανελλαδικό συνέδριο μηχανικών για τα υδροδυναμικά έργα και τη διαχείριση υδάτινων πόρων. Λάρισα 2007 .Τόμος Α΄ και Β΄.