

- **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ**
- **ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**
- **ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΜΕΛΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ**

- **ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ  
ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΣΠΥΡΙΔΩΝ  
ΣΑΓΩΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**
- **ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2011**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε τον τρόπο λειτουργίας του ΥΗΣ Κρεμαστών , και αυτό εξαιτίας της ολο ένα και αναπτυσσόμενης εφαρμογής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το εργοστάσιο παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας των Κρεμαστών είναι το μεγαλύτερο σε όγκο και παραγωγή στη περιοχή των Βαλκανίων. Το φράγμα Κρεμαστών κατασκευάστηκε σε ένα στένωμα της κοίτης του Αχελώου, στο σημείο όπου η λαϊκή παράδοση αναφέρει ότι ο θρυλικός Κατσαντώνης πήδησε από τη μια όχθη στην άλλη, καθώς τον κυνηγούσαν οι Τούρκοι και γι' αυτό η θέση λέγεται «ΠΗΔΗΜΑ ΤΟΥ ΚΑΤΣΑΝΤΩΝΗ».



Μέρος του φράγματος επενδυμένο με μπετόν (εικόνα 1)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όπως όλα τα σώματα που κινούνται έτσι και το νερό έχει ενέργεια όταν κατεβαίνει σε περιοχές με μικρότερο υψόμετρο. Όταν η κάθοδος αυτή γίνεται συνεχώς , και απο πολλά σημεία δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιήσουμε αυτή την ενέργεια.

Επειδή όμως χρειαζόμαστε αυτή την ενέργεια , δημιουργήθηκαν

οι ΥΗΣ , ένας εκ των οποίων στα Κρεμαστά (νομος Αιτ/νίας).Έτσι συγκεντρώνοντας νερο σε τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες)άλλοτε σε υψόμετρο , άλλοτε οχι , αποθηκεύουμε αυτη την ενέργεια.

Το νερό όταν πέφτει με ταχύτητα περιστρέφει τα πτερύγια και κινείται ο υδροστρόβιλος . Σημαντικό και άξιο λόγου είναι και το οτι το νερό κάποιων ΥΗΣ, στη συνέχεια αξιοποιείται για την ύδρευση κοντινών πόλεων και επίσης για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων.

Οι ΥΗΣ ανήκουν στις λεγόμενες Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.Μαζι με τους ΥΗΣ ανήκουν οι :

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Ενέργεια απο παλίρροιες και κύμματα
- Και η ενέργεια υδατοπτώσεων που είναι αυτη που παράγουν οι ΥΗΣ.

Αυτά που αποτελούν ένα Υ/Σ είναι τα εξής

- Λίμνη (τεχνητή) ή ταμιευτήρας
- Σύραγγα προσαγωγής
- Υδατόπυργος
- Στροβιλομηχανές

Τα υδροηλεκτρικά έργα είναι η πιο διαδεδομένη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας . Τελευταία απο την Ε.Ε υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ΑΠΕ , που προάγουν τέτοιες πολιτικές (εσωτερικές) για τα κράτη μέλη.

## **Ευχαριστήριο σημείωμα**

**Ευχαριστούμε τους υπεύθυνους του ΥΗΣ Κρεμαστών που μας προμήθευσαν με τα απαραίτητα σχέδια και τα έγγραφα που χρειαστήκαμε για τη δημιουργία της πτυχιακής εργασιας.**

**Επίσης θερμά ευχαριστήρια στον καθηγητή μας και**

επιβλέπων της εργασίας αυτής , κ Γ. Λιαρόπουλο για το πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε ώστε να τελειώσει αυτή η εργασία.

Ευχαριστούμε την γραμματεία της βιβλιοθήκης του ΑΤΕΙ Πατρών για τη βοήθεια που μας παρείχε.....!!!!!!

Τέλος ευχαριστούμε το φίλο και συγγάτοικο γιατρό για τη πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε....

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....σελ8**

**ΓΕΝΙΚΑ ...σελ8**

**ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....10**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ .....σελ11**

**2.1 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ...σελ11**

**2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ...σελ14**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ....σελ17**

**3.1 ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΑΡΜΟΔΙΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ...σελ18**

**3.2 ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ...σελ18**

**3.3 ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΛΥΜΜΗΡΑΣ...σελ19**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ...σελ22**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΛΙΜΝΗ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ.....σελ25**

**5.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ...σελ27**

**5.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗ ...σελ29**

**5.3 ΣΥΡΑΓΓΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ...σελ32**

**5.4 ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΕΡΟΥ – ΥΔΑΤΟΦΡΑΚΤΗΣ ...σελ33**

**5.5 ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΣ...σελ34**

**5.6 ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ...σελ35**

**5.7 ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΤΕΣ ΕΚΡΟΗΣ...σελ35**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....σελ36**

**6.1 ΓΕΝΙΚΑ...σελ36**

**6.2 ΕΝΝΑΛΑΚΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΕΣ ...σελ37**

**6.3 ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ...σελ39**

**6.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ...σελ40**

**6.5 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ...σελ40**

**6.6 ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ...σελ41**

**6.7 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ...σελ44**

**6.8 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ  
...σελ45**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ**

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ DC .....σελ48**

- 7.1 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΑΣΗΣ...σελ55
- 7.2 ΟΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΑΘΜΟΥ...σελ57
- 7.3 ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ...σελ59
- 7.4 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ...σελ60
- 7.5 ΚΥΡΙΟΙ Μ/Σ ΙΣΧΥΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ...σελ61
- 7.6 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ Μ/Σ...σελ61
- 7.7 ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ...σελ62

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ (TRIP)σελ 63****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΗ FRANCIS....σελ74**

- 9.1 ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ...σελ76
- 9.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ...σελ76
- 9.3 ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ FRANCIS...σελ77
- 9.4 ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ Ή ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ...σελ82
- 9.5 ΩΣΤΙΚΟΣ ΤΡΙΒΕΑΣ...σελ82
- 9.6 ΟΔΗΓΟΣ ΤΡΙΒΕΑΣ...σελ83
- 9.7 ΠΕΔΕΣ...σελ83
- 9.8 ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΑΔΙΟΥ...σελ83
- 9.9 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΓΙΑ FRANCIS...σελ84

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΕΠΙΛΟΓΟΣ..... σελ89**

- 10.1 ΓΕΝΙΚΑ...σελ89
- 10.2 Ο ΞΕΡΙΖΩΜΟΣ...σελ90
- 10.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ...σελ96
- 10.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ...σελ97
- 10.5 ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ...σελ99
- 10.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ...σελ100
- 10.7 ΒΑΣΙΚΑ ΩΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ...σελ103
- 10.8 ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΤΩΝ ΩΦΕΛΕΙΩΝ...σελ104
- 10.9 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ...σελ104

**10.10 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ  
ΝΕΡΟΥ...σελ106**

**10.11 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΣΤΟ  
ΓΗΙΝΟ ΦΛΟΙΟ...σελ106**

**10.12 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΥΔΡΟΒΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ...σελ107**

**10.13 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΖΩΗ ...σελ107**

**10.14 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ...σελ109**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ....σελ111**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 : ΣΧΕΔΙΑ ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ ...σελ114**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ... ΣΕΛ120**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διαχείριση του νερού, από την αρχαιότητα έως σήμερα, αποτελεί μείζον θέμα, καθώς αφενός πρόκειται για αγαθό απαραίτητο για την επιβίωση και εξυπηρέτηση του ανθρώπου και αφετέρου τα υδατικά αποθέματα είναι εξαντλήσιμα σε σχέση με τον χώρο και τον χρόνο.

Είναι γνωστό ότι στον Ελληνικό χώρο παρουσιάζεται γεωγραφική και χρονική ανισοκατανομή των υδατικών πόρων, με την ύπαρξη των περισσότερων από αυτών στο δυτικό τμήμα της χώρας (Δυτική Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησος και Ήπειρος), ενώ σε άλλες περιοχές υπάρχουν ελάχιστα υδατικά αποθέματα (π.χ. Κυκλάδες και Δωδεκάνησα).

Η γεωγραφική ανισοκατανομή οφείλεται σε κλιματολογικούς και γεωγραφικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα ότι οι περισσότερες και εντονότερες βροχοπτώσεις παρατηρούνται στη Δυτική Ελλάδα.

Η χρονική ανισοκατανομή των βροχοπτώσεων, η οποία οφείλεται στο ελληνικό κλίμα, έχει σαν αποτέλεσμα οι περισσότερες βροχές να πέφτουν τους χειμερινούς μήνες και ελάχιστες έως καθόλου τους θερινούς.

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι είναι απαραίτητη η ύπαρξη έργων ταμίευσης των επιφανειακών υδάτων.

Τα φράγματα, χρησιμεύουν στην αποθήκευση των επιφανειακών υδάτων και κατ' εξέλιξη στη διαχείρισή τους προς όφελος του ανθρώπου.

*Αεροφωτογραφία ΥΗΣ Κρεμαστών (εικόνα 2)*





## **ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

Ο άνθρωπος, από την αρχαιότητα προσπάθησε να δαμάσει το νερό για να εξυπηρετήσει τους σκοπούς και τις ανάγκες του. Ένα από τα βασικότερα έργα για την εκμετάλλευση του πολύτιμου αυτού αγαθού, είναι τα φράγματα.

Στην Ελλάδα, το πρώτο φράγμα κατασκευάστηκε στην αρχαία Αλυζία (μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> π.Χ. αιώνα). Το πρώτο σύγχρονο φράγμα ήταν του Μαραθώνα, το οποίο κατασκευάστηκε από την ΕΥΔΑΠ το 1931. Επίσης, το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ ήταν εκείνο Λούρου. Ορισμένα φράγματα επίσης κατασκευάστηκαν και από το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν ήταν του Λούρου το 1954, του Λάδωνα το 1955 και του Ταυρωπού το 1959. Αν εξαιρέσουμε το φράγμα του Λούρου, όπου συμμετείχε από ελληνικής πλευράς η ΕΤΕΡ. Α.Ε., αυτά τα φράγματα μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν από ξένες εταιρείες.

Το 1965 και με Αμερικάνικες πιστώσεις, κατασκευάζεται το φράγμα **Κρεμαστών** στον ποταμό Αχελώο, το πρώτο χωμάτινο και ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης.

Ακολούθησε το φράγμα Καστρακίου το 1969, το οποίο παρουσίασε σημαντικό ενδιαφέρον, από την άποψη ότι ήταν το πρώτο που κατασκευάστηκε από ελληνικές εταιρείες.

Μετά το φράγμα Καστρακίου, οι Ελληνικές εμπειρίες επικεντρώθηκαν στις μελέτες και κατασκευές χωμάτων και λιθόρριπτων φραγμάτων.

Έτσι, κατασκευάστηκαν τα φράγματα Πολυφύτου το 1974, Πουρναρίου το 1981, Σφηκιάς και Ασωμάτων το 1985, Στράτου το 1988, Πηγών Αώου το 1989. Στα τέλη του 1997 ολοκληρώθηκε η κατασκευή των φραγμάτων Θησαυρού και Πλατανόβρυσης στο Νέστο και του φράγματος της Μεσοχώρας στον Αχελώο.

Τα φράγματα της ΔΕΗ, αν και έχουν υψηλό κόστος κατασκευής, δικαιολογούν την ύπαρξή τους, διότι η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αποσβένει αυτό το κόστος και με το παραπάνω, όπως αποδεικνύει η μέχρι τώρα ιστορία των πρώτων φραγμάτων στον ελληνικό χώρο. Επιπλέον, τα φράγματα της ΔΕΗ εξυπηρετούν **αρδευτικούς** και **υδρευτικούς** σκοπούς.

Από τα φράγματα αυτά, καινοτομία παρουσιάζουν:

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρεται η σκοπιμότητα κατασκευής των φραγμάτων και οι κατηγορίες τους. Στη συνέχεια περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων και των αντίστοιχων ποταμών.

### 2.1 ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Η υδρόσφαιρα αποτελείται από το σύνολο των νερών των ωκεανών, θαλασσών, λιμνών, ποταμών, παγετώνων, του εδάφους και της ατμόσφαιρας. Από τη συνολική ποσότητα νερού των  $1,4 \times 10^9$  κυβικών μέτρων, το 96,5 % αποτελεί τις θάλασσες και τους ωκεανούς, το 1,8% αποτελεί τους παγετώνες και το υπόλοιπο είναι το ποσοστό το οποίο μπορεί να έχει χρήση.

Δραστηριότητες για την εκμετάλλευση των νερών αποτελούν:

- η ηλεκτροπαραγωγή με τις υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, οι οποίες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από το νερό των ποταμών και των θαλασσών,
- οι μεταφορές, οι οποίες χρησιμοποιούν τα νερά των ποταμών, θαλασσών και λιμνών για τη μετακίνηση πλοίων και ξυλείας,
- οι βελτιώσεις της γης, οι οποίες περιλαμβάνουν τις αρδεύσεις, τις αποστραγγίσεις περιοχών και τη μετατροπή σε καλλιεργήσιμη γη των ξηρών περιοχών,
- οι αστικές και βιομηχανικές χρήσεις νερού, οι οποίες περιλαμβάνουν την οικιακή και κοινοτική ύδρευση, βιομηχανική χρήση, επεξεργασία νερού και αποχετεύσεις,
- οι εμπορικές χρήσεις του νερού, οι οποίες περιλαμβάνουν ιχθυοκαλλιέργειες, καλλιέργειες φυκιών, αλιεία ψαριών και αναζήτηση γούνας, παραγωγή αλατιού, επεξεργασία ορυκτών και ψύξη μηχανημάτων.

Η χρησιμοποίηση του νερού από ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά μπορεί να είναι καταναλωτική, όπως η ύδρευση και η άρδευση, στις οποίες το νερό δεν επιστρέφει στην αρχική του θέση, ή μη καταναλωτική, όπως η υδροηλεκτρική παραγωγή, αλιεία και ναυσιπλοΐα, στις οποίες το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερες από μία φορές.



**Φίλτρο νερού - χλωριοτής (εικόνα 3)**



*Παροχή νερού του οικισμού (εικόνα 4)*

Συνδυασμός της καταναλωτικής και της απλής χρησιμοποίησης του νερού δεν είναι δυνατόν να γίνεται πάντοτε. Οι καταναλωτικές χρήσεις του νερού είναι μερικές φορές μεγαλύτερες από τις διαθέσιμες ποσότητες νερού, οπότε γίνεται μεταφορά νερού από περιοχές με άφθονες διαθέσιμες ποσότητες νερού σε περιοχές με

ανεπαρκείς ποσότητες νερού.

Οι υδραυλικές κατασκευές έχουν σκοπό τον έλεγχο των νερών, έτσι ώστε να προκύψει η βέλτιστη χρησιμοποίησή τους. Με τις υδραυλικές κατασκευές μετατρέπεται η φυσική ροή των νερών του ποταμού σε ρυθμιζόμενη ροή, η οποία προσαρμόζεται σε χρήσεις προσοδοφόρες για την εθνική οικονομία κάθε χώρας, σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος.

Παράλληλα, επιτυγχάνεται η βέλτιστη χρησιμοποίηση του νερού με την αποθήκευσή του σε ταμιευτήρες και με τη ρύθμιση της παροχής του ανάλογα με την ποιότητα η οποία απαιτείται για τη χρησιμοποίησή του.

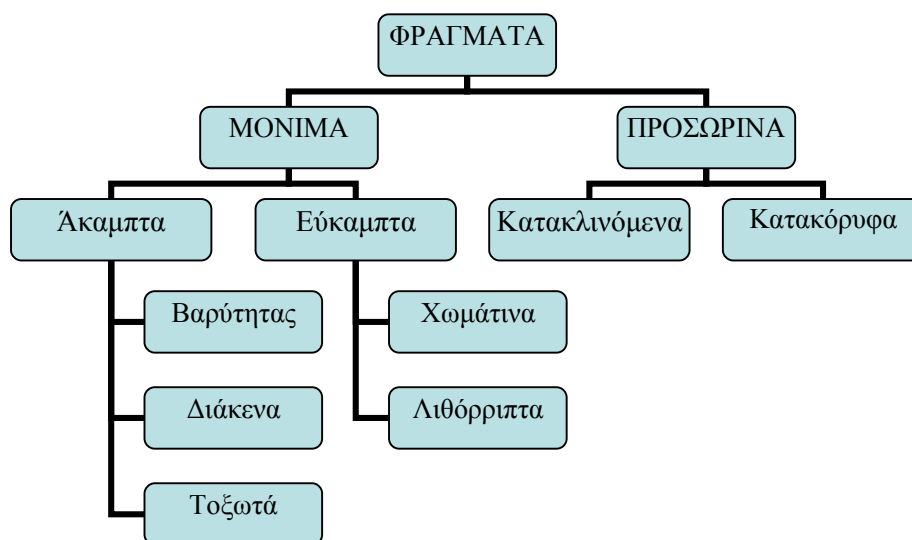
## 2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

**Φράγμα** είναι τεχνικό έργο που κατασκευάζεται στην κοίτη ενός φυσικού υδατορεύματος 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**.

Σκοπός της κατασκευής ενός φράγματος μπορεί να είναι:

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

Τα φράγματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την κατασκευή τους, τη λειτουργία τους και τη σκοπιμότητά τους. Από κατασκευαστική πλευρά κατατάσσονται σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα:



Ανάλογα με τη λειτουργία διακρίνονται σε φράγματα ανύψωσης της στάθμης, φράγματα αποθήκευσης και φράγματα παροχέτευσης. Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνονται, χαρακτηρίζονται ως φράγματα για άρδευση, για ύδρευση, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**Ταμιευτήρας:** Η τεχνητή λίμνη η οποία δημιουργείται με την κατασκευή φραγμάτων σε κοίτες ποταμών ή χειμάρρων και έχουν σκοπό την αποθήκευση νερού, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για υδρευτικούς ή για αρδευτικούς σκοπούς, κλπ.

**Ποτάμι:** Το όνομα του ποταμού στο οποίο δημιουργείται ο ταμιευτήρας.

**Υπηρεσία:** Η υπηρεσία η οποία ανέλαβε την κατασκευή του φράγματος.

Ταμιευτήρας - Ανώτατη Στάθμη Πλημμύρας (ΑΣΠ):

- ∅ Ανώτατη Στάθμη Πλημμύρας (ΑΣΠ): Η στάθμη που αντιστοιχεί στη μέγιστη αναμενόμενη στάθμη της πλημμύρας μελέτης.
- ∅ Επιφάνεια ΑΣΠ: Η επιφάνεια του ταμιευτήρα που περικλείεται από την ΑΣΠ.
- ∅ Χωρητικότητα ΑΣΠ: Ο όγκος του ταμιευτήρα που αντιστοιχεί στην επιφάνεια της ΑΣΠ.

Ταμιευτήρας - Ανώτατη Στάθμη Λειτουργίας (ΑΣΛ):

- ∅ Ανώτατη Στάθμη Λειτουργίας (ΑΣΛ): Η στάθμη που αντιστοιχεί στην ανώτατη στάθμη του ωφέλιμου όγκου του ταμιευτήρα.
- ∅ Επιφάνεια ΑΣΛ: Η επιφάνεια του ταμιευτήρα που περικλείεται από την ΑΣΛ.
- ∅ Χωρητικότητα ΑΣΛ: Ο όγκος του ταμιευτήρα που αντιστοιχεί στην επιφάνεια της ΑΣΛ.

Φράγμα - Χαρακτηριστικά:

- ∅ Τύπος: Τα φράγματα που κατασκευάζονται για τη δημιουργία ταμιευτήρων διακρίνονται σε φράγματα βαρύτητας από σκυρόδεμα, σε τοξωτά φράγματα και σε χωμάτινα ή λιθόρριπτα φράγματα.
- ∅ Όγκος ( $m^3$ ): Ο όγκος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του φράγματος.
- ∅ Μέγιστο ύψος (m): Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του βαθύτερου σημείου της θεμελίωσης και της στέψης του φράγματος.

Φράγμα – Στέψη: Το ανώτερο υψομετρικά τμήμα του αναχώματος.

- ∅ Μήκος (m): Το μήκος της στέψης.
- ∅ Υψόμετρο (m): Το υψόμετρο της στέψης. Κατά κανόνα ταυτίζεται με την ΑΣΠ.
- ∅ Πλάτος (m): Το πλάτος της στέψης.

Υδροληψία :

- ∅ Τύπος: Ο τύπος κατασκευής του έργου το οποίο θα μεταφέρει το νερό του ταμιευτήρα στον προορισμό του, π.χ. υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.
- ∅ Υψόμετρο πυθμένα: το υψόμετρο που βρίσκεται το κατώτατο σημείο του έργου της υδροληψίας.



**Υπερχειλιστής:**

- ∅ Τύπος: Ο τύπος κατασκευής του έργου το οποίο εξασφαλίζει το φράγμα από ενδεχόμενη υπερχειλίση του σε περίοδο πλημμυρικών παροχών.
- ∅ Μήκος (m): Το μήκος της στέψης.
- ∅ Υψόμετρο Στέψης (m): Το υψόμετρο της στέψης.
- ∅ Ανώτατη Στάθμη (m):
- ∅ Κατώτατη Στάθμη (m):
- ∅ Παροχή σχεδιασμού ( $m^3/sec$ ): Η παροχή που μπορεί να περάσει από τον υπερχειλιστή στην ΑΣΠ.



*Γέφυρα Κρεμαστών (εικόνα 5)*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ**

### **3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΑΡΜΟΔΙΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, η κατασκευή των φραγμάτων που εξετάζονται, έχει ανατεθεί σε διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες από τις εξής υπηρεσίες:

- ∅ ΔΕΗ
- ∅ ΕΥΔΑΠ
- ∅ ΥΠΕΧΩΔΕ

Η ταξινόμηση των ταμιευτήρων βάσει της αρμόδιας υπηρεσίας κατασκευής του αντίστοιχου φράγματος είναι η εξής:

**ΔΕΗ:** Λούρος (1954), Άγρας (1954), Λάδωνας (1955), Ταυρωπός (1959), Κρεμαστά (1965), Καστράκι (1969), Πολύφυτο (1974), Πουρνάρι Ι (1981), Σφηκιά (1985), Ανώματα (1985), Στράτος (1989), Πηγές Αώου (1991), Μεσοχώρα (1995), Θησαυρός (1996), Πουρνάρι ΙΙ (1997), Πλατανόβρυση (2000).

**ΥΠΕΧΩΔΕ:** Πηνειός Ηλείας (1968), Σμόκοβο (1994), Μπραμιανός.

**ΕΥΔΑΠ:** Μαραθώνας (1931), Μόρνος (1976), Εύηνος (2001).

**Υπουργείο Γεωργίας:** Τάκα, Λευκόγεια, Φανερωμένη.

### **3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Από το 1950 μέχρι σήμερα έχει ηλεκτροδοτηθεί πάνω από 99,8 % του πληθυσμού της χώρας και η ανά κάτοικο ετήσια κατανάλωση, από 87 kWh το 1952 έφθασε τις 2.956 kWh το 1990. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, όπως:

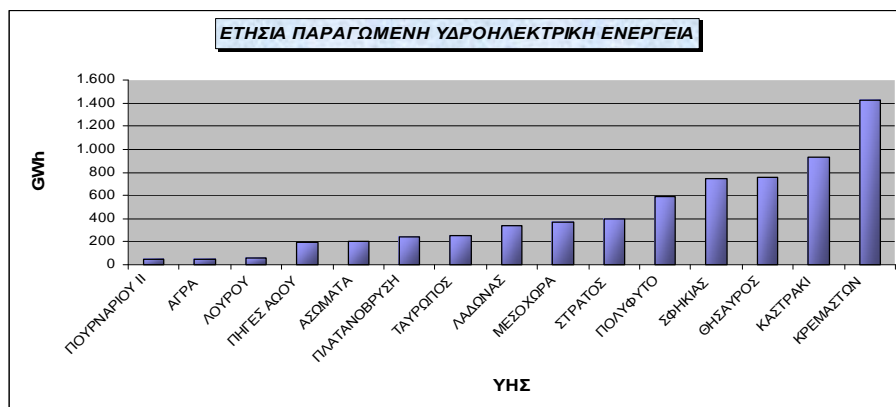
- με καύση λιγνίτη
- με καύση πετρελαίου
- με κίνηση στροβίλων (τουρμπινών) από υδατοπτώσεις
- με εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες
- με εκμετάλλευση της ηλιακής με τις φωτοβολταϊκές διατάξεις
- η τη λεγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια.

Η παραγωγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας, η οποία ως σημειωθεί είναι από τις **φιλικότερες προς το περιβάλλον**, προϋποθέτει διαρκή και επαρκή ροή νερού για την κίνηση των στροβίλων και μετατροπή της κινητικής σε ηλεκτρική ενέργεια. Επειδή η ροή των ποταμών είναι ακανόνιστη και εξαρτώμενη από τις κλιματικές-υδρολογικές συνθήκες, είναι απαραίτητη η δυνατότητα ρύθμισης της ροής του προς εκμετάλλευση υδατορεύματος.

Η καλύτερη λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η κατασκευή τεχνητών ταμιευτήρων με την κατασκευή φραγμάτων σε κατάλληλα σημεία φυσικών κοιλοτήτων μέσα στη διαδρομή του ποταμού.

Έτσι η ΔΕΗ, εκμεταλλευόμενη το έντονο φυσικό ανάγλυφο της χώρας μας, κατασκεύασε αρκετούς τέτοιους ταμιευτήρες, οι οποίοι δεν είναι τίποτε άλλο από τεχνητές λίμνες. Σήμερα, περίπου το ένα τέταρτο της συνολικά εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος στην Ελλάδα, περίπου 3.000 MW, είναι υδροηλεκτρική, προερχόμενη από ένα σύνολο 20 σταθμών.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ετήσια παραγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια από τους ΥΗΣ .



Σχήμα 3.2.1 : Ετήσια παραγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια ΥΗΣ

### 3.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΣΠ ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )
ΚΡΕΜΑΣΤΑ	4.500
ΠΟΛΥΦΥΤΟ	2.244
ΚΑΣΤΡΑΚΙ	950
ΠΟΥΡΝΑΡΙ Ι	865
ΣΤΡΑΤΟΣ	810
ΜΟΡΝΟΣ	763,71
ΘΗΣΑΥΡΟΣ	705
ΠΗΝΕΙΟΣ ΗΛΕΙΑΣ	420
ΤΑΥΡΩΠΟΣ	400
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ	260

ΜΕΣΟΧΩΡΑ	228
ΕΥΗΝΟΣ	137,63
ΣΦΗΚΙΑ	103
ΠΛΑΤΑΝΟΒΡΥΣΗ	93
ΛΑΔΩΝΑΣ	57,60
ΑΣΩΜΑΤΑ	56
ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	40,34
ΣΜΟΚΟΒΟ	20
ΜΠΡΑΜΙΑΝΟΣ	15
ΛΕΥΚΟΓΕΙΑ	11,950
ΠΕΡΔΙΚΑΣ	10
ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ	4,60
ΛΟΥΡΟΣ	1,076

### ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Σε αυτή την ενότητα ταξινομούνται οι ταμειυτήρες βάσει της χωρητικότητας στην ανώτατη στάθμη πλημμύρας. Από την ταξινόμηση παραλείπονται οι ταμειυτήρες της Αγίας Βαρβάρας, της Πλατανόβρυσης, του Θησαυρού, του Σμοκόβου, της Φανερωμένης Ηρακλείου και του Μπραμιανού Ιεράπετρας, διότι δεν υπήρχε διαθέσιμο το συγκεκριμένο στοιχείο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και στο σχήμα που ακολουθεί:

ΤΥΠΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ		
ΛΙΘΟΡΡΙΠΤΟ	ΧΩΜΑΤΙΝΟ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΣΦΗΚΙΑ	ΠΗΓΕΣ ΑΛΟΥ	ΤΑΥΡΩΠΟΣ
ΠΟΛΥΦΥΤΟ	ΣΤΡΑΤΟΣ	ΛΟΥΡΟΣ
ΜΕΣΟΧΩΡΑ	ΠΟΥΡΝΑΡΙ Ι	ΛΑΔΩΝΑΣ
ΣΜΟΚΟΒΟ	ΜΟΡΝΟΣ	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ
-	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	-
-	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	-
-	ΑΣΩΜΑΤΑ	-

-	ΑΓΡΑ	-
-	ΕΥΗΝΟΣ	-
-	ΛΕΥΚΟΓΕΙΑ ΔΡΑΜΑΣ	-
-	ΠΕΡΔΙΚΑΣ	-
-	ΠΗΝΕΙΟΣ ΗΛΕΙΑΣ	-

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Υδροστρόβιλοι αντίδρασης

Στην κατηγορία των υδροστρόβιλων αντίδρασης ανήκουν οι υδροστρόβιλοι **Frances**. Οι υδροστρόβιλοι αυτοί έχουν μεγάλη εφαρμογή.

Διακρίνονται σε:

1. Βραδύδρομους με  $n_s = 60=125$
2. Κανονικόδρομους με  $n_s =125=225$
3. Γοργόδρομους με  $n_s =225=325$
4. Υπεργοργόδρομους με  $n_s =325=450$

Κάθε στρόβιλος Frances αποτελείται από δύο κυρίως μέρη:

1. Τον διανομέα
2. Το στροφείο (πτερωτή)

Ο **διανομέας** περιλαμβάνει μια σειρά από πτερύγια από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα, καθένα από τα οποία κινείται γύρω από άξονα και το σύνολο αυτών μαζί.

Από την κίνηση αυτών των πτερυγίων, που γίνεται από τον ρυθμιστή, επιτυγχάνεται η μεταβολή της εισροής του νερού από το μηδέν μέχρι το μέγιστο, άρα έχουμε ανάλογη αυξομείωση του αριθμού των στροφών και της ωφέλιμης ισχύος .

Το στροφέιο αποτελείται από δύο δακτυλίους από χυτοσίδηρο μεταξύ των οποίων είναι προσαρμοσμένα τα πτερύγια από σιδηρέλασμα (για μικρές πτώσεις) ή συμπαγή χυτοσίδηρο (για μεγάλες πτώσεις)

Οι υδροστρόβιλοι Francis τοποθετούνται με τον άξονα περιστροφής κατακόρυφο ή οριζόντιο. Ο κατακόρυφος άξονας παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η γεννήτρια βρίσκεται πάνω από τον υδροστρόβιλο και συνεπώς είναι προφυλαγμένη από τυχόν ανυψώσεις της στάθμης του νερού σε εποχή μεγάλης ροής (πλημμύρα).

Επίσης οι θεμελιώσεις του υδροστρόβιλου απλουστεύονται σε σημαντικό βαθμό, αν η υδατόπτωση είναι μεγάλου ύψους, το ζήτημα της απόλυτης ισότητας των υδροστατικών πιέσεων πάνω στα πτερύγια του υδροστρόβιλου που έχουμε για τον κατακόρυφο άξονα, έχει μικρή σχετικά σημασία άρα μπορεί να προτιμηθεί η διάταξη με οριζόντιο άξονα. Σε μια τέτοια διάταξη τα έδρανα του υδροστρόβιλου είναι οριζόντια και λιπαίνονται κανονικά. Το ίδιο συμβαίνει και για τη γεννήτρια, που είναι συνδεδεμένη μ' αυτόν.

Οι υδροστρόβιλοι Francis κατασκευάζονται είτε ανοικτού είτε κλειστού τύπου. Αν ο υδροστρόβιλος είναι ανοικτού τύπου, τότε αυτός λειτουργεί βυθισμένος εξ ολοκλήρου μέσα στο νερό. Οι υδροστρόβιλοι κλειστού τύπου περιβάλλονται είτε από μεταλλικό κύλινδρο (περίπτωση διπλού υδροστροβίλου) είτε από σπειροειδές περίβλημα που είναι από χυτοσίδηρο και σπάνια από σιδηρά ελάσματα.

Αν ονομάσουμε **P** την ισχύ σε [HP], **n** τον αριθμό των στροφών ανά λεπτό [στροφές/λεπτό], η οριακή τιμή της υδατόπτωσης **H** λαμβάνεται από τη σχέση  $P \times n^2 = 4.400 \times H^{5/2}$

Για μεγάλες τιμές της πτώσης  $H$  έχουμε:  $\eta=0,79/0,82$  Το νερό μετά την έξοδο του από τον στρεφόμενο τροχό πηγαίνει στο "σωλήνα αναρρόφησης" και από εκεί στο "αυλάκι απαγωγής". Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνει η χρησιμοποίηση ολόκληρου του ύψους πτώσης μέχρι την κατώτατη στάθμη.

Μέσα στον σωλήνα αναρρόφησης το εξερχόμενο νερό επιβραδύνεται βαθμιαία, εξ αιτίας της ομαλής αύξησης της διατομής. Έτσι ξανακερδίζεται ένα μέρος της ορμής του νερού. Ο σωλήνας αναρρόφησης μπορεί να μην έχει ίσιο αλλά κεκαμμένο σχήμα, οπότε αυτός θα πρέπει να μελετηθεί και να σχεδιαστεί με πολλή προσοχή, για να αποφευχθούν σημαντικές ελαττώσεις του βαθμού απόδοσης και τη ισχύος.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος αναρρόφησης περιορίζεται από τον κίνδυνο δημιουργίας "κενών χώρων" ή "σπηλαιώσεων" πραγματοποιείται όταν η πίεση στο στροφέιο πέσει κάτω από την πίεση των υδρατμών που δημιουργούν οι δίνες ή από υπερβολική αναρρόφηση και έχει σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση ατμών στην πίσω πλευρά των πτερυγίων.

Αυτή η "συμπύκνωση ατμών" είναι γεμάτη από "κοιλότητες" ή κενούς χώρους" με μορφή φυσαλίδων, που όταν καταστρέφονται, προκαλούν βίαια υδροσφυροκοπήματα, που συντελούν στη βαθμιαία καταστροφή των πτερυγίων (αρχικά ανοίγουν μικρές τρύπες σαν φακίδες).

Το μεγαλύτερο επιτρεπόμενο ύψος αναρρόφησης είναι:

$$H_s = \rho_0 - H * C \text{ όπου:}$$

$\rho_0$ : η ατμοσφαιρική πίεση

$H$ : το ολικό ύψος πτώσης

$C$ : η σταθερά σπηλαιώσεως

$H_s$  σταθερά  $C$  είναι:

Για στροβίλους Francis

$$C=0,04 / 0,45$$

Για στροβίλους Kaplan

$$C=0,50 / 1,90$$



Το χείλος εισόδου και εξόδου των πτερυγίων έχει υδροδυναμικό σχήμα για να αποφεύγονται τα κτυπήματα και ο σχηματισμός δινών. Οι διαβάσεις του νερού είναι λείες ώστε να εξασφαλίζεται μια ψηλή απόδοση

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Λίμνη Κρεμαστών

Η τεχνητή **λίμνη Κρεμαστών**, βρίσκεται ανάμεσα στα βουνά Αιτωλοακαρνανίας και Ευρυτανίας. Η ανομβρία, οι λιγαστές βροχές των προηγούμενων ετών μπορεί να αποτελούν δυσοίωνα σημάδια των καιρών, σε ορισμένες περιπτώσεις όμως συνθέτουν «εικόνες αποκάλυψης». Όταν πριν από περίπου μισό αιώνα, το 1965, η «γέννηση» της τεχνητής λίμνης σηματοδοτούσε τον «πνιγμό» είκοσι χωριών, κανείς δεν περίμενε ότι οι χαμένες πατρίδες θα ξαναεμφανιστούν.

Τότε η ανάγκη για ηλεκτρικό ρεύμα, το καλό των πολλών απαιτούσε τη θυσία των λίγων. Σε μια κοινοπραξία ανθρώπου και φύσης δημιουργήθηκε η τεχνητή λίμνη Κρεμαστών. Ο άνθρωπος έβαλε το υδροηλεκτρικό φράγμα και οι ζωοδότες ποταμοί Αχελώος, Αγραφιώτης, Ταυρωπός και Τρικεριώτης ανέλαβαν να γεμίσουν με νερό την τεράστια δεξαμενή.

Με αυτόν τον τρόπο θυσιάστηκαν στον βωμό της προόδου ολόκληρα κεφαλοχώρια, οργανωμένα χωράφια και ιστορικά γεφύρια. Εκατοντάδες άνθρωποι αναγκάστηκαν να ξεριζωθούν από τις πατρίδες τους, έχοντας ως μόνη εικόνα την τελευταία ματιά πριν από την εγκατάλειψη. Σήμερα, όμως, η φύση κάνει την «ανασκαφή» της και οι χαμένες πατρίδες ξαναεμφανίζονται.

Η στάθμη της λίμνης έχει πέσει περίπου **σαράντα** μέτρα, με αποτέλεσμα να ξεπροβάλλουν οι βυθισμένες περιουσίες. Πρώτα οι κορυφές των δέντρων και μετά ό,τι απέμεινε από τα παλιά σπίτια. Πέτρινοι τοίχοι, μισογκρεμισμένοι να επιμένουν, να αντιστέκονται στην άνιση μάχη με το νερό. Στον βυθό της λίμνης υπάρχουν ολόκληρα χωριά, σπίτια και εκκλησίες.

Απομεινάρια μιας ολόκληρης περιοχής που η ζωή της πνίγηκε μέσα στο βυθό. Η τεχνητή λίμνη, με συνολική έκταση **88.000** στρεμμάτων, κατέκλυσε οτιδήποτε βρήκε στο διάβα της. Από τους δύο νομούς, Ευρυτανίας και Αιτωλοακαρνανίας, χάθηκαν στα νερά της συνολικά είκοσι χωριά. Το 1950 μπορεί να χαρακτηριστεί ως έτος ορόσημο για την ιστορία του εξηλεκτρισμού στην Ελλάδα.

Μέχρι τότε η παραγωγή και η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας γινόταν από περίπου 400 ηλεκτρικές εκμεταλλεύσεις, οι οποίες εξυπηρετούσαν σχεδόν 800 πόλεις και κωμοπόλεις. Λειτουργούσαν ανεξάρτητα η μία από την άλλη και ήταν δημοτικές, κοινοτικές ή ακόμη και ιδιωτικές. Με αυτό το καθεστώς παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας προέκυπταν σοβαρά προβλήματα στην κάλυψη των αναγκών, καθώς και την έλλειψη ρεύματος που υπήρχε αλλά και η τιμή κατανάλωσης ήταν σχεδόν απαγορευτική.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, στις αρχές του 1950, ιδρύθηκε η ΔΕΗ και έτσι ο εξηλεκτρισμός της χώρας τέθηκε σε νέο πλαίσιο, με στόχο την ενιαία ρύθμιση του θέματος. Από τότε μέχρι και σήμερα έχει ηλεκτροδοτηθεί σχεδόν το 100% της χώρας και η ανά κάτοικο ετήσια κατανάλωση από 87 Kw/h το 1952, έφτασε το 1990 σε 2.956 Kw/h. Η ΔΕΗ, προκειμένου να έχει επάρκεια για κατανάλωση αλλά και φτηνό ρεύμα, επινόησε διάφορους τρόπους παραγωγής, μεταξύ των οποίων και την **υδροηλεκτρική ενέργεια**, μέσω των φραγμάτων στους μεγαλύτερους ποταμούς.

Στο πλαίσιο αυτό δημιουργήθηκε και το μεγαλύτερο έως σήμερα ίσως έργο της ΔΕΗ. Πρόκειται για το φράγμα των **Κρεμαστών**, το μεγαλύτερο γαιόφραγμα της Ευρώπης, όγκου 7.800.000 κ.μ., ύψους 165 μ., μήκους 465 μ. και πλάτους 700 μ. στη βάση. Το φράγμα είχε ως αποτέλεσμα να εγκλωβίσει τα νερά των ποταμών Αχελώου, Αγραφιώτη, Ταυρωπού και Τρικεριώτη,

δημιουργώντας μια μεγάλη τεχνητή λίμνη υδροχωρητικότητας 4.750.000.000κυβικών μέτρων, δηλαδή **έντεκα** φορές μεγαλύτερη από τη λίμνη του Μαραθώνα.

Κάπως έτσι και από τις 21 Ιουλίου του 1965 λειτουργεί ο μεγαλύτερος Υδροηλεκτρικός Σταθμός της ΔΕΗ στη χώρα μας, που αποτελείται από **τέσσερις μονάδες** συνολικής εγκατεστημένης **ισχύος 437,2 MW**. Για την αποθήκευση νερού και τη ρύθμιση της ροής του ποταμού, κατασκευάστηκε το φράγμα το οποίο δημιουργεί πίσω του τον αποθηκευτικό χώρο του ταμιευτήρα με 4.750.000.000κυβικά μετρα νερό στην ανώτερη στάθμη. Ο συνολικός όγκος αδρανών υλικών είναι 8.131.200κυβικά μετρα. Το μέγιστο ύψος φράγματος είναι 160.3μέτρα Το υψόμετρο στέψης είναι 282 μέτρα, με πλάτος 10 μέτρα και μήκος 456μέτρα.Το μέγιστο μήκος θεμελίωσης του ποταμού είναι 670μέτρα.

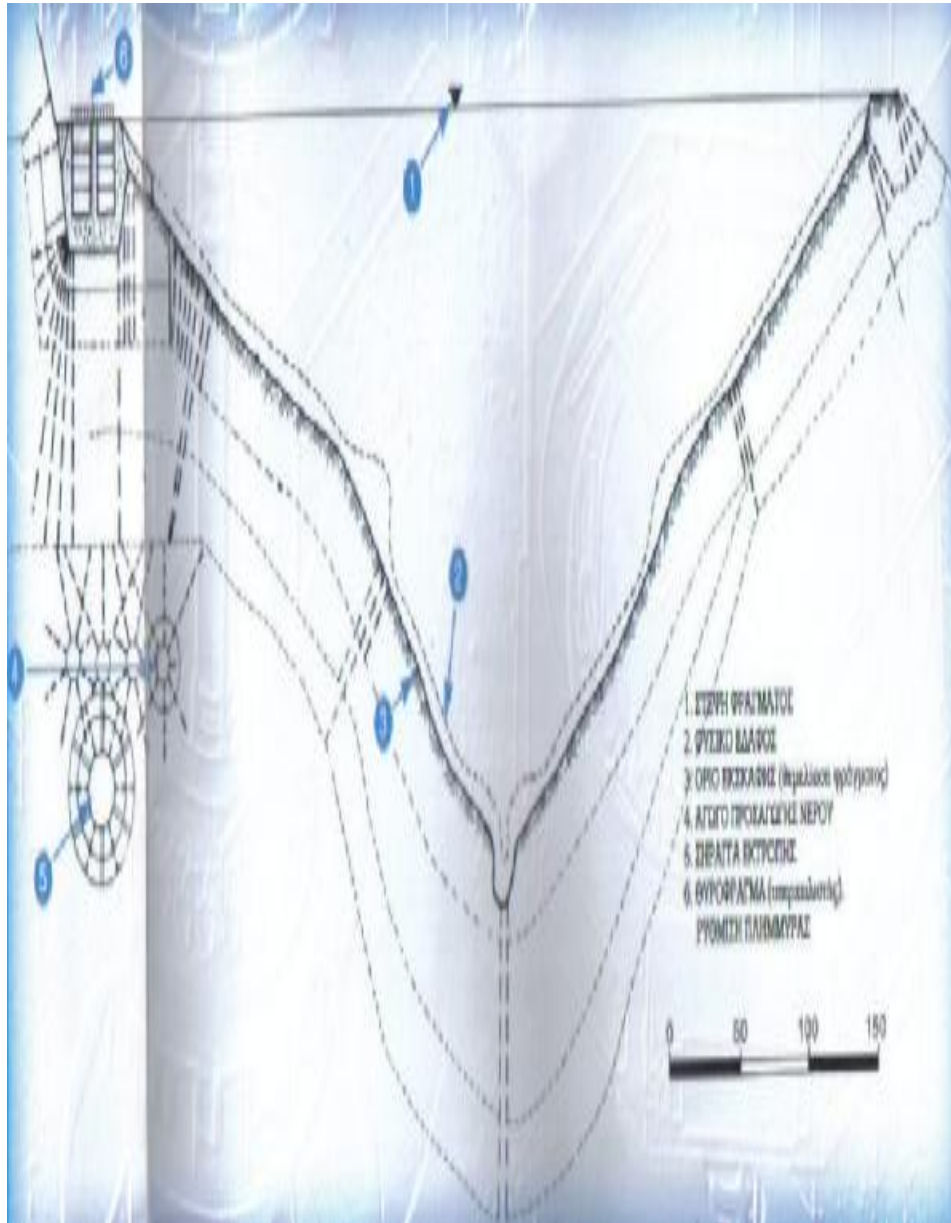
## 5.1 Διατομή κατα μήκος του φράγματος

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η στέψη στο ψηλότερο σημείο του φράγματος , το φυσικό έδαφος(2), όπως ήταν πριν ξεκινήσουν τα έργα εκσκαφής και θεμελίωσης του φράγματος.Οι αγωγοί προσαγωγής του νερού προς τις μονάδες(4).

Η σήραγγα εκτροπής των νερών του ποταμού κατα τη φάση της κατασκευής του έργου (5), καθώς και τα θυροφράγματα(6) τα οποία χρησιμεύουν για τη παροχέτευση του νερού της πλημμύρας.

Τα θυροφράγματα είναι επίσης απαραίτητα , για να διατηρηθούν στο ταμιευτήρα οι εισροές της άνοιξης , όπου θα χρησιμοποιηθούν το καλοκαίρι παραμένουν κλειστά την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου και ανοίγουν τον Οκτώβρη εως το Μάρτιο.(σχ 3)

Η στάθμη διατηρείται χαμηλά κατα τους χειμερινούς μήνες , έτσι ώστε να αποταμιεύονται οι εισροές των πλημμυρών.



**ΣΧΕΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΗΣ**



## 5.2 Μέγιστη εγκάρσια διατομή φράγματος

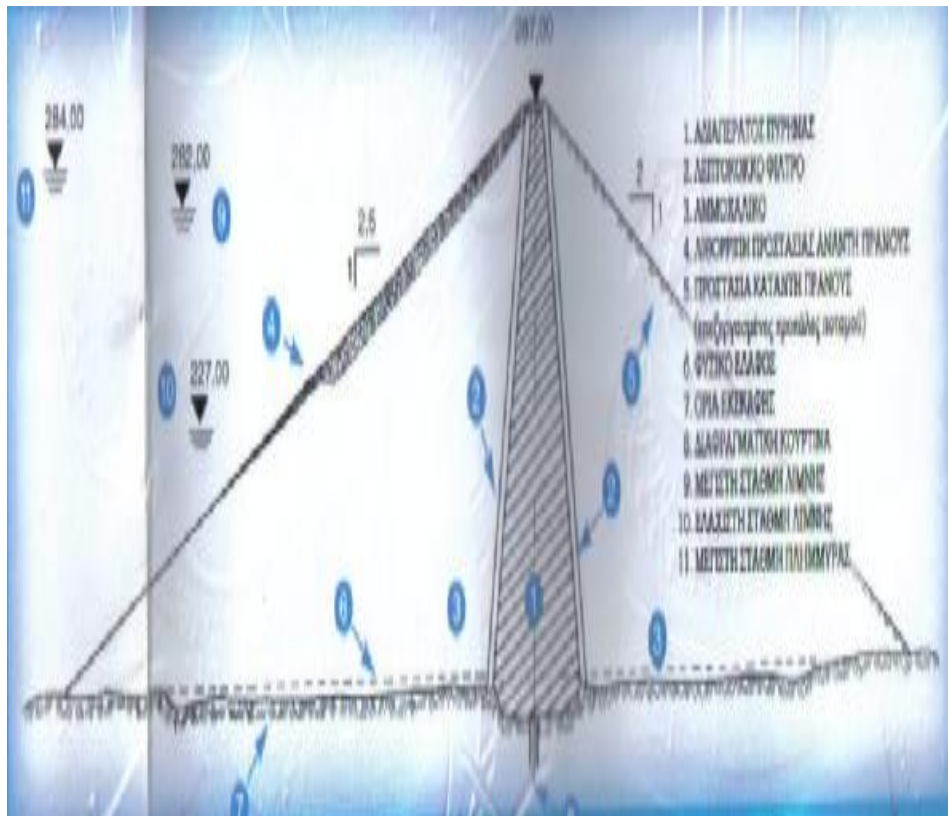
Το φράγμα , λόγω της φύσης των εδαφών της περιοχής , είναι κατασκευασμένο από γαιώδη υλικά. Τα υλικά αυτά πάρθηκαν από τη κοίτη του ποταμού.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ότι η κεντρική ζώνη (πυρήνας), είναι από αδιαπέρατο υλικό (άργυλος) , της οποίας οι δύο επιφάνειες προστατεύονται από ημιπέρατα υλικά (λεπτόκοκκο φίλτρο)(2). Ενώ διαπερατά υλικά αποτελούν το κέλυφος του φράγματος.

Υπάρχει μια ζώνη του φράγματος λιθόρριπτη για τη προστασία απο το κυματισμό της λίμνης(4). Η μηχανική συμπεριφορά του χωμάτινου φράγματος , σε σεισμικές καταπονήσεις , πιέσεις , τάσεις , παραμορφώσεις , επιμηκύνσεις , φορτία , ελεγχεται απο μια πληθώρα οργάνων τα οποία είναι τοποθετημένα στο σώμα του φράγματος.

Απο τη συστηματική παρακολούθηση των μετρήσεων συνάγονται συμπεράσματα για τη μακροπρόθεσμη τεχνική επάρκεια του έργου.

Το κόστος των οργάνων ανέρχεται στο 1% του κόστους του φράγματος.



Στη βάση τους φράγματος είναι ο Υδροηλεκτρικό Σταθμός Κρεμαστών. Τα νερά της λίμνης οδηγούνται μέσω τεσσάρων αγωγών στους τέσσερις υδροτροβίλους του σταθμού



**Φράγμα Κρεμαστών(εικόνα 6)**

Οι αγωγοί βρίσκονται αριστερά του φράγματος στη μεριά της Αιτωλοακαρνανίας. Στην είσοδο των αγωγών υπάρχουν σχάρες για να εμποδίσουν την είσοδο αντικειμένων στους υδροτροβίλους. Η είσοδος των αγωγών με το σταθμό έχουν υψομετρική διαφορά με τον σταθμό να βρίσκεται χαμηλότερα των εισόδων.

Αυτή η διαφορά ύψους συναρτήσει και με την τεράστια υδροστατική πίεση προσδίδουν στο νερό δυναμική ενέργεια που μετατρέπεται σε μηχανική στους στροβίλους. Αυτή η ενέργεια λειτουργεί τις γεννήτριες παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Το ρεύμα της γεννήτριας έχει ονομαστική τάση 15.750 Volts που ανορθώνεται σε 150.000 Volts.

Ο έλεγχος του σταθμού γίνεται από το Εθνικό Κέντρο Ενέργειας στην Αθήνα. Όποτε υπάρχει ανάγκη στο Εθνικό Δίκτυο τότε ο σταθμός παράγει την ενέργεια που απαιτείται. Ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός Κρεμαστών λειτουργεί ως «**υποστηρικτής**» και όχι ως βασικός σταθμός συνεχόμενης παραγωγής ηλ. ενέργειας, όπως οι σταθμοί στην Πτολεμαΐδα.

### 5.3 Συραग्γα προσαγωγής

Οι σωληνώσεις τοποθετήθηκαν σε κομμάτια των 6 [m] μήκους και ολικού βάρους 4 τόνων ο καθένας. Αυτό γίνεται για να είναι εύκολη η μεταφορά και η τοποθέτησή τους. Τα κομμάτια αυτά συνδέονται μεταξύ τους με στεφάνες από σιδερογωνιές και κοχλίες, .

Για την αντιστάθμιση της διαστολής, της οποίας η πρόσθετη τάση καταπόνησης λαμβάνει  $\sigma=475[\text{kg}/\text{cm}^2]$  για διαφορά Θερμοκρασίας  $20^\circ\text{C}$  και  $\sigma=1180[\text{kg}/\text{cm}^2]$  για διαφορά  $50^\circ\text{C}$  [σωληνώσεις εντελώς άδειες νερού το καλοκαίρι] πάρθηκαν τα εξής μέτρα

**α.** Φροντίζουμε κατά το δυνατόν να παραμένουν γεμάτες και να είναι χρωματισμένες εξωτερικά με λευκό χρώμα. Έτσι σαν εξωτερικό επίστρωμα χρησιμοποιείται επίσης η ασφαλτώδης βαφή, η οποία αποδείχτηκε αρκετά ικανοποιητική. Για την αντιδιαβρωτική προστασία οι σωλήνες ψεκάστηκαν με ψευδάργυρο πάχους 0,07 [mm] και από ένα δεύτερο στρώμα αλουμινίου πάχους επίσης 0,07 [mm] και τέλος βάφτηκαν με 3 στρώματα αντιθερμαντικού χρώματος.

**β.** Τις εφοδιάσαμε με αρμούς διαστολής και στερεωθήκαν σε ένα σημείο του εδάφους με κατάλληλη αγκύρωση



(αγκυροβόλιο) από πέτρες σκυρόδεμα για να αποφεύγεται η μετακίνηση τους.

Μεταξύ δυο κτιστών στηριγμάτων εφόσον οι σωληνώσεις δεν εδράζονται απ' ευθείας πάνω σε στέρεο έδαφος, πρέπει να υπολογιστούν σαν δοκοί αμφιόριστοι με φορτίο το βάρος του περιεχόμενου νερού +20% για το βάρος των σωλήνων.

#### **5.4 Είσοδος νερού - Υδροφράκτες**

Ένας υδροφράκτης τοποθετείται στην είσοδο της σήραγγας. Σκοπός του υδροφράκτη είναι να φράζει τη ροή του νερού στην περίπτωση ανάγκης. Στην περίπτωση που η ποσότητα του νερού είναι πολύ μεγάλη, τότε τοποθετείται ένας αριθμός υδροφραχτών, ο ένας μετά τον άλλον.

Εκτός όμως απ' αυτό υπάρχει πρόβλεψη και για υδροφράκτες παράκαμψης του νερού, ώστε να εξισώνεται το επίπεδο του νερού και στις δυο πλευρές των κύριων υδροφραχτών και να διευκολύνεται το άνοιγμα.

Αμέσως μετά τον τελευταίο υδροφράκτη υπάρχει σωλήνας εξαερισμού ή αναπνευστικός σωλήνας που το ύψος του υπερβαίνει την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στον προθάλαμο ή την τεχνητή λίμνη.

Ο αναπνευστικός αυτός σωλήνας επιτρέπει την είσοδο αέρα όταν κλείνουμε τον υδροφράκτη και το νερό αποσύρεται από τους υδροστρόβιλους. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγουμε την ανάπτυξη επικίνδυνων συνθλιπτικών δυνάμεων πάνω στους αγωγούς πτώσης, που δεν επιτρέπουν τη δημιουργία κενού μέσα στους αγωγούς

Μέσα στους αγωγούς πίεσης μπορεί να δημιουργηθεί κενό και από τα εξής:

- α. Μια απότομη μεταβολή του φορτίου στον υδροστρόβιλο
- β. Βλάβη στον υδροστρόβιλο και
- γ. Έκρηξη ενός σωλήνα

Τόσο οι υδροφράκτες, όσο και οι βαλβίδες μπορούν να εφοδιαστούν με να αυτόματο μηχανισμό για να κλείνει σε περίπτωση που η ταχύτητα του νερού στους αγωγούς πτώσης γίνει υπερβολική εξ αιτίας μιας έκρηξης σωλήνα ή άλλης βλάβης..

Κατάλληλες διατάξεις αποχέτευσης θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνονται στην είσοδο και τον προθάλαμο. Για το άνοιγμα και κλείσιμο των υδροφραχτών χρησιμοποιείται συρματόσχοινο από ανοξείδωτο χάλυβα για να μη διαβρώνεται μέσα στο νερό είναι η περιεκτικότητα σε pH του νερού, ιδιαίτερα δε όταν η τιμή του pH είναι 6,7 περίπου.

## 5.5 Πύργος ισορροπίας (Υδατόπυργος)

Ο κύριος προορισμός του πύργου ισορροπίας είναι να μας σταθεροποιεί τη λειτουργία του συστήματος. Αν δεν υπήρχε ο πύργος ισορροπίας και συνέβαινε να σταματήσει απότομα ένας οι όλοι οι υδροστροβίλοι του σταθμού, τότε οι αγωγοί πτώσης θα καταστρεφόταν από την υψηλή πίεση που θα αναπτυσσόταν.

Ο κίνδυνος γίνεται τόσο μεγαλύτερος όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος πτώσης του νερού. Για να αποφύγουμε αυτόν τον κίνδυνο κατασκευάσαμε τον υδατόπυργο, ο οποίος συνήθως κατασκευάζεται από σκυρόδεμα. Το ύψος του υδατόπυργου και οι διαστάσεις του εξαρτώνται από το ύψος της υδατόπτωσης.

Ο πύργος αυτός συνδέεται με τον αγωγό πτώσης και στην περίπτωση στην οποία διακοπεί για οποιαδήποτε αιτία η παροχή νερού προς τους υδροστροβίλους, η πίεση εκτονώνεται με το ανέβασμα της στήλης του νερού στον υδατόπυργο.

Η τροφοδότηση των υδροστροβίλων από τους αγωγούς πτώσης έχει προβλήματα μεταβολών της πίεσης μέσα στους σωλήνες. Πρέπει ακόμα να σημειώσουμε ότι η στενή συνεργασία μεταξύ σχεδιαστών και κατασκευαστών, των στροβίλων και των σωληνώσεων, θεωρείται απαραίτητη. Το καλύτερο είναι να

κατασκευάζονται και τα δυο από τον ίδιο κατασκευαστή. Ο πύργος ισορροπίας είναι επίσης χρήσιμος και όταν έχουμε αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου, γιατί την ανάγκη για μεγαλύτερη παροχή νερού την εξυπηρετεί αυτός άμεσα.

## 5.6 Αποχέτευση

Η αποχέτευση ανήκει στα έργα διαφυγής του νερού. Το νερό στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς μετά την πτώση του και την απόδοση της ενέργειας του θα πρέπει να βρίσκει ελεύθερη έξοδο διαφυγής ώστε να λιμνάζει. Στους υδροστρόβιλους αντίδρασης η απαγωγή του νερού γίνεται πρώτα με σωλήνες (σωλήνας αναρρόφησης).

Είναι δυνατόν ο σωλήνας να συνεχίζεται σαν σήραγγα για να αυξηθεί το διαθέσιμο μανομετρικό ύψος. Δηλαδή μετά το στρόβιλο δημιουργείται αναρρόφηση. Έτσι η διαφορά πίεσης πριν και μετά τον υδροστρόβιλο αυξάνει.

## 5.7 Διασκορπιστές εκροής

Η έξοδος του νερού από τους υδροφράχτες ή τις βαλβίδες, στον *πυθμένα* χαμηλών φραγμάτων μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες που οφείλονται στο μεγάλο μέγεθος ενέργειας που περιέχετε στο νερό που εκφορτίζετε.

Αν η ενέργεια δεν περιοριστεί με κάποιο μέσο μέσα σε ικανοποιητικά όρια θα προκληθεί διάβρωση του καναλιού κάτω από το φράγμα και είναι δυνατόν να υποστούν ανεπανόρθωτη ζημιά τα θεμέλια του.

Ένας τρόπος για μερική αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η εκφόρτωση του νερού μέσα στο υδάτινο προσκέφαλο που μοιάζει με τεχνητή λιμνούλα. Η μέθοδος όμως αυτή δεν παρέχει

ικανοποιητική λύση, γιατί ακόμα παραμένουν τα στροβιλώδη ρεύματα και για να αποφευχθούν οι ζημιές .

Οι **διασκορπιστές εκροής** αποτελούν το πιο αποτελεσματικό μέσο εκφόρτωσης του νερού. Ο διασκορπιστής εκροής αποτελούν το πιο αποτελεσματικό μέσο εκφόρτωσης του νερού.

Ο διασκορπιστής προσαρμόζεται στο άκρο της σωλήνας εξόδου και διασπά την εκροή σε μια κωνική βροχή σταγόνων με αποτέλεσμα να αποροφιάται η ενέργεια της από τον αέρα. Είναι δυνατόν ο διασκορπιστής αυτός να διαταχθεί ελαφρά κεκλιμένα προς τα πάνω.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Ηλεκτρολογικό μέρος

### 6.1 Γενικά

Το ηλεκτρολογικό μέρος παίρνει τη μηχανική ενέργεια από το μηχανολογικό τμήμα και την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια, τα εξαρτήματα που τη συγκροτούν είναι: ο εναλλακτήρας, η διεγέρτρια, ο αυτόματος διακόπτης, οι μετασχηματιστές, τα στραγγαλιστικά πηνία και οι μπαταρίες.

Για τις συνδέσεις αυτές πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:

**A)** Η διάταξη των ζυγών πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι εναλλακτήρες και οι μετασχηματιστές (M/Σ) να λειτουργούν κάτω από τις πιο αποδοτικές συνθήκες.

**B)** Οι διατάξεις θα πρέπει να διευκολύνουν την αποσύνδεση οποιουδήποτε εναλλακτήρα, μετασχηματιστή, αυτόματου διακόπτη κλπ., χωρίς να παρεμβάλλεται ανωμαλία στην κανονική ισχύ εξόδου του σταθμού. Αυτές οι αποσυνδέσεις είναι απαραίτητες προκειμένου να γίνονται επιθεωρήσεις, συντηρήσεις, επισκευές και δοκιμές.

**Γ)** Οι συνθήκες βραχυκυκλώσης πρέπει να διατηρούνται μέσα στα προκαθορισμένα όρια ή με τον τρόπο της

ομαδοποίησης ή με την τοποθέτηση στραγγαλιστικών πηνίων

**Δ)** Το υλικό προστασίας πρέπει να είναι απόλυτα αξιόπιστο και η ισχύς του ανάλογη μ' αυτή που απαιτούν οι εγκαταστάσεις.

**Ε)** Να εξασφαλίζει αξιόπιστα και ικανοποιητικά όλα τα βοηθητικά εξαρτήματα του σταθμού.

**ΣΤ)** Θα πρέπει να προβλέπονται συστήματα: συγχρονισμού και άλλων ελέγχων.

## 6.2 Εναλλακτήρες και διεγέρτριες

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ ατμοστροβιλοεναλλακτών και υδροστροβιλοεναλλακτών είναι συνήθως τύπου με εξωτερικούς πόλους. Οι ηλεκτρικές χαρακτηριστικές, που είναι η επαγωγική αντίσταση, ο λόγος βραχυκύκλωσης και η επιτρεπόμενη ανύψωση της θερμοκρασίας δεν επηρεάζουν καθόλου τις διαστάσεις, γιατί σε μια μηχανή με μεγάλη διάμετρο και χαμηλή ταχύτητα το μέγεθος του ηλεκτρομαγνητικού υλικού μπορεί να μεταβληθεί για να ανταποκριθεί στις απαιτούμενες συνθήκες.

Οι εναλλακτήρες ανοιχτού τύπου είναι φθηνότεροι και αναρροφούν αέρα από κάτω. Το κλειστό όμως κύκλωμα αέρα είναι καλύτερο πρώτον λόγω της καλύτερης ψύξης που παρέχει και δεύτερον παρέχει καλύτερη εμφάνιση τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του σταθμού. Πέρα απ<sup>1</sup> αυτό, το κλειστό κύκλωμα εμποδίζει την είσοδο θερμού αέρα στο θάλαμο του στροβίλου και ακόμα

α) δεν δημιουργεί Θόρυβο και

β) μειώνει το ποσό της υγρασίας, το οποίο στο σύστημα ανοικτού κυκλώματος διέρχεται από τον εναλλακτήρα, όταν η ατμόσφαιρα είναι υγρή.

Το κλειστό κύκλωμα αέρα χρησιμοποιείται κυρίως για τις γεννήτριες μεγάλης ισχύος. Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα είναι περίπου 3 [m<sup>3</sup>] κατά λεπτό. Η ταχύτητα του αέρα στους αγωγούς είναι συνήθως μεταξύ 300-400 [m/min].

Το σύστημα εξαερισμού περιλαμβάνει πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα και σε μερικές εγκαταστάσεις διαθέτονται ακόμα και υδροσωλήνες διασκόρπισης του νερού. Ο στάτης του εναλλακτήρα είναι κατασκευασμένος από χαλύβδινες πλάκες και πολλές φορές αποτελείται από δύο ή τέσσερα μέρη, τα οποία μπορούν να αποχωριστούν και αυτό για να διευκολύνεται η μεταφορά του.

Το τριφασικό κύκλωμα πάνω στο στάτορα είναι τοποθετημένο σε ανοιχτά αυλάκια. Κάθε πηνίο αποτελείται από μια σπείρα κατασκευασμένη από έναν αριθμό χάλκινων λωρίδων παράλληλα. Κάθε λωρίδα μονώνεται με γυάλινο μανδύα.

Η κυριότερη μόνωση κάθε πηνίου αποτελείται από μια πλεκτή ταινία από μίκα και μετάξι βαπτισμένη μέσα σε πισσώδη κόλλα. Ηλεκτρικές Θερμάστρες (περίπου 10[kw]) κυλινδρικού τύπου μπορούν να τοποθετηθούν στο εσωτερικό περίβλημα του εναλλακτήρα για να διατηρήσουν τη θερμοκρασία πάνω από το σημείο υγροποίησης όταν η γεννήτρια δεν λειτουργεί. Αυτές οι θερμάστρες ελέγχονται από ένα θερμοστάτη έτσι ώστε να αρχίζουν να λειτουργούν ή να σταματούν ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Μια αξιόπιστη πηγή Σ.Ρ. μας είναι αναγκαία για το ηλεκτρικό πεδίο του εναλλακτήρα. Το μέγεθος της παροχής γι' αυτό το σκοπό εξαρτάται από την ταχύτητα του ηλεκτρικού φορτίου και του συντελεστή ισχύος. Η απαιτούμενη διέγερση είναι μεγαλύτερη στις χαμηλές ταχύτητες, χαμηλό συντελεστή ισχύος και το μεγάλο φορτίο.

Οι κυριότερες απαιτήσεις από ένα σύστημα διέγερσης είναι: αξιοπιστία, απλότητα, οικονομία λειτουργίας, ικανοποιητικό κόστος και ικανοποιητική εφεδρική δυναμικότητα. Τα κυκλώματα, που συσχετίζονται με το ρεύμα διέγερσης πρέπει να έχουν ικανοποιητική δυναμικότητα, μόνωση υψηλής αντοχής και να τοποθετούνται προσεκτικά και με επιμέλεια. Η μόνωση πρέπει να αντέχει στο δεκαπλάσιο της κανονικής τάσης διέγερσης και να μην καταστρέφεται από μεταβατικά φαινόμενα της τάσης τα οποία προκύπτουν σε περίπτωση βραχυκυκλωμάτων του εναλλακτήρα.

Πολλά συστήματα διέγερσης έχουν χρησιμοποιηθεί αλλά εκείνο που επικράτησε είναι η χρήση μιας διεγέρτριας για κάθε εναλλακτήρα. Αυτή η διεγέρτρια βρίσκεται στην προέκταση του άξονα του δρομέα της γεννήτριας και από τον οποίο λαμβάνει κίνηση. Αυτό σημαίνει ότι εφόσον λειτουργεί ο εναλλακτήρας, η διεγέρτρια παρέχει ρεύμα για την διέγερση του εναλλακτήρα.

Η υπερφόρτιση των εναλλακτών είναι δυνατή με συνέπεια τη μείωση του συντελεστή ασφάλειας. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες η διεγέρτρια είναι εκείνη που καθορίζει το όριο. Στα ηλεκτρικά συστήματα με γραμμές μεταφοράς μεγάλου μήκους οι εναλλακτήρες είναι δυνατόν να λειτουργούν με υπερδιέγερση ή ακόμα να διαθέτει ο σταθμός σύγχρονο κινητήρα, ο οποίος με μια υπερδιέγερση ενεργεί σαν πυκνωτής και αντιδρά στην αυτεπαγωγή της γραμμής.

Ένας μετρητής συντελεστή ισχύος [ $\cos\phi$ ] ή ένα βολτόμετρο άεργης ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ένδειξη των συνθηκών λειτουργίας. Σε περίπτωση κατά την οποία ένας εναλλακτήρας χρησιμοποιείται και σαν σύγχρονος πυκνωτής τότε χρησιμοποιούνται δύο βατόμετρα για την ένδειξη της ισχύος εξόδου.

Η ρύθμιση της τάσης της γεννήτριας γίνεται αυτόματα μέσω ενός αυτόματου ρυθμιστή τάσης ο οποίος επενεργεί πάνω στο ρεύμα της διέγερσης. Η διεγέρτρια είναι γεννήτρια Σ.Ρ. παράλληλης διέγερσης.

### 6.3 Βοηθητική ισχύς

Η βοηθητική ισχύς χρειάζεται για την λειτουργία των υδροφρακτών και βαλβίδων, των σχαρών, των θυρίδων πτώσης, των κλείθρων, των συμπιεστών, των αντλιών λαδιού των ανεμιστήρων για τη θέρμανση, των φωτισμών, την προστασία ενάντια στον πάγο, των προθαλάμων τη φόρτιση των μπαταριών και ίσως την κίνηση της διεγέρτριας.

Η ολική ισχύς για όλα τα βοηθητικά εξαρτήματα είναι δυνατόν να κυμαίνεται από (1-5%) της ισχύος εξόδου του σταθμού. Αυτή η ισχύς συνήθως παραλαμβάνεται από μετασχηματιστές του σταθμού.

Επειδη πρόκειται για μεγάλο υδροηλεκτρικό σταθμό η ισχύς αυτή λαμβάνεται από ειδική γεννήτρια, η οποία εξυπηρετεί τις ανάγκες του ίδιου του σταθμού Αυτή η γεννήτρια είναι δυνατόν να παίρνει κίνηση από τους κύριους υδροστρόβιλους ή από κάποιο μικρό υδροστρόβιλο.

#### **6.4 Ηλεκτρικός ρυθμιστής ελέγχου**

Σε ένα σύστημα ελέγχου, ένας μικρός ( $1/5$ [Kw]) τριφασικός εναλλακτήρας με μόνιμο μαγνήτη είναι εγκατεστημένος πάνω στον άξονα του κύριου εναλλακτήρα, κάτω από τη διεγέρτρια Σκοπός του εναλλακτήρα αυτού είναι να παρέχει ισχύ- σε έναν κινητήρα, ο οποίος θέτει σε ενέργεια ένα εκκρεμές.

Το χαρακτηριστικό του εναλλακτήρα αυτού είναι ότι αρχίζει να μας δίνει τάση σε μια χαμηλή ταχύτητα, σε συγχρονισμό με το στρόβιλο πριν η τελευταία φτάσει στην πλήρη ταχύτητα της. Ένας εναλλακτήρας με σύστημα μόνιμου μαγνητικού πεδίου είναι απαλλαγμένος από την ανάγκη για ρεύμα διέγερσης.

#### **6.5 Καλωδιώσεις και συνδέσεις**

Τα καλώδια από τον εναλλακτήρα οδηγούνται πάνω σε οδοντωτούς ράβδους σε ειδικές σήραγγες αφού προηγουμένως παρεμβάλλουμε τον αυτόματο διακόπτη και τον πίνακα ελέγχου. Στις εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται καλώδια με ισχυρές μονώσεις δυναμικότητας  $5.000$ [A] που συνδέουν τον εναλλακτήρα με τους Μ/Σ ανύψωσης της τάσης



## 6.6 θάλαμος ελέγχου

Οι πίνακες ελέγχου του εναλλακτήρα και των αυτόματων διακοπών είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε χωριστό θάλαμο και να διαταχθούν εκεί σε σχήμα πετάλου ή σε ημικύκλιο. Μερικοί πίνακες είναι τραπεζοειδούς τύπου με τα χειριστήρια ελέγχου και τα ενδεικτικά όργανα εγκαταστημένα πάνω στην μπροστινή όψη, τους ηλεκτρονόμους και τα ολοκληρωτικά όργανα στο πίσω μέρος.

Όλοι οι πίνακες βρίσκονται στο δεύτερο όροφο του εργοστασίου, σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους με προσοχή στο παράγοντα στεγανότητα.

Στις επόμενες φωτογραφίες απεικονίζονται πίνακες ελεγχου και προστασίας , απο το δεύτερο όροφο του ΥΗΣ.



**ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΜΕΤΡΑ (εικόνα 7)**



**ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ(εικόνα 8)**

## 6.7 Ηλεκτρολογικό υλικό προστασίας

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Κρεμαστών έχει συστήματα προστασίας τόσο από τις υπερταχύτητες και τις υποταχύτητες, (ταχύτητα μικρότερη της κανονικής). Επίσης υπάρχουν ηλεκτρονόμοι για τυχόν υπερτάσεις ή υπερσυχνότητες που θα προκύψουν σε περίπτωση υπερταχύτητας.

Ηλεκτρονόμοι αντίστροφης ισχύος έχουν επίσης προβλεφθεί για την αποκοπή των εναλλακτών σε περίπτωση κατά την οποία, για οποιονδήποτε λόγο θα κλείσουν οι υδροφράχτες ή οι βαλβίδες ελέγχου της ροής του νερού προς τον υδροστρόβιλο. Οποιαδήποτε βλάβη της μόνωσης μεταξύ των σπειρών μπορεί να ανιχνευτεί με διάφορους τρόπους, ένας από τους οποίους είναι η διαφορική προστασία ή διαφορικά ρελαί.

Ένας μετασχηματιστής τάσης συνδεδεμένος μεταξύ ουδέτερου του εναλλακτήρα και γης, λειτουργεί ένα σύστημα συναγερμού σε περίπτωση που έχουμε διαρροή μεταξύ μιας γραμμής και της γης .

Σε περίπτωση ανωμαλίας στον εναλλακτήρα, η διαφορική προστασία όχι μόνο αποκόπτει το κύκλωμα της βλάβης, αλλά κλείνει και τις υδροθυρίδες (ή τα ακροφύσια εισροής) εισόδου του νερού στον υδροστρόβιλο και αν είναι επιθυμητό να εκσφενδονίσει ακόμα (υπό μορφή ψεκασμού) διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μέσα στο περίβλημα του εναλλακτήρα.

Υπάρχει όμως κύκλωμα διακόπτη ικανού να ανοίγει αυτόματα το κύκλωμα διέγερσης αμέσως μόλις λειτουργήσει το ρελαί του εναλλακτήρα. Ένας υδροστρόβιλος συμπεριφέρεται κατά κάποιο τρόπο διαφορετικά απ ότι ένας αμοστρόβιλος, όταν για οποιοδήποτε λόγο αποκοπεί αυτόματα και τελειωτικά το φορτίο του.

Η ύψωση της ταχύτητας είναι γρηγορότερη και η ύψωση της τάσης είναι τόσο γρήγορη ώστε τα ρελαί υπέρτασης θα πρέπει οπωσδήποτε να επέμβουν σχεδόν αμέσως. Συνήθως τα ρελαί αυτά τα ρυθμίζουμε

για να λειτουργούν στα (35/40)% της τάσης πάνω απ' την κανονική, πέρα όμως απ αυτό μπορούν να ρυθμιστούν για να επεμβαίνουν μεταξύ (60/140)% της κανονικής τάσης.

Εδώ πρέπει να προσθέσουμε ότι είναι δυνατόν με την πρόσθεση επαγωγικής αντίστασης (XL) μεταξύ των εναλλακτών, να μειώσουμε την ευστάθεια συγχρονισμού σε συνθήκες όπου το φορτίο υπόκειται σε μεγάλες και απότομες διακυμάνσεις.

## **6.8 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Ο σκοπός του ρυθμιστού στροφών ενός υδροστροβίλου είναι να επενεργεί στο όργανο ρύθμισης του υδροστροβίλου δηλαδή στην στεφάνη των ρυθμιστικών πτερυγίων και στην κλίση των πτερυγίων του δρομέα ή στην μετατόπιση της βελόνης του ακροφυσίου για υδροστρόβιλο δράσεως, έτσι ώστε η ταχύτητα περιστροφής της μονάδας να διατηρείται σταθερή και να παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής συχνότητας.

Κάθε διαφορά μεταξύ της κινητήριας και της ανθιστάμενης ροπής, που αντιστοιχεί σε διαφορά της παραγόμενης και της απορροφούμενης μηχανικής ισχύος, θα προκαλέσει επιτάχυνση ή επιβράδυνση της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής.

Άρα σε περίπτωση επιτάχυνσης θα πρέπει ο ρυθμιστής να δώσει εντολή κλεισίματος των ρυθμιστικών πτερυγίων ώστε η παραγόμενη μηχανική ισχύς από τον υδροστρόβιλο να μειωθεί και να γίνει ίση προς την απορροφούμενη από την γεννήτρια.

Το αντίθετο θα πρέπει να συμβεί στην περίπτωση που το στρεφόμενο σύστημα παρουσιάσει τάση γωνιακής επιβράδυνσης. Επίσης ο ρυθμιστής στροφών επεμβαίνει κατά τις φάσεις εκκίνησης ή κράτησης.

Ο ρυθμιστής του υδροστροβίλου θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα τμήμα ισχύος το οποίο επενεργεί στα ρυθμιστικά πτερύγια ή γενικότερα στο σύστημα μεταβολής του σημείου λειτουργίας του υδροστροβίλου.

Δεδομένου ότι οι δυνάμεις που πρέπει να εξασκηθούν για την περιστροφή των ρυθμιστικών πτερυγίων είναι σημαντικές η περιστροφή επιτυγχάνεται μέσω υδραυλικού εμβόλου το οποίο τροφοδοτείται μέσω βαλβίδας. Η μετατόπιση του εμβόλου της βαλβίδας οδηγεί την υψηλή πίεση στην μία ή την άλλη πλευρά του εμβόλου με αποτέλεσμα την μετατόπιση του εμβόλου και την περιστροφή των πτερυγίων.

Το τμήμα ισχύος του ρυθμιστού, εκτός από το υδραυλικό έμβολο και την βαλβίδα τροφοδοσίας του, αποτελείται από δεξαμενή υδραυλικού ελαίου, φυγόκεντρη αντλία ,βαλβίδα ελέγχου, ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής και πιεστικό δοχείο (accumulator) με επιτήρηση μέγιστης και ελάχιστης πίεσης, έτσι ώστε σε περίπτωση ανάγκης να υπάρχει αποθηκευμένη υδραυλική ενέργεια για το κλείσιμο των ρυθμιστικών πτερυγίων και της βάνας εισόδου.

Επιπλέον ο ρυθμιστής θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα τμήμα επεξεργασίας των λειτουργικών παραμέτρων έτσι ώστε ανάλογα με την τιμή της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής  $\omega$  και της γωνιακής επιτάχυνσης  $d\omega/dt$  να καθορίζει την θέση της βαλβίδας και μέσω αυτής την διαδρομή του εμβόλου και άρα την κλίση των ρυθμιστικών πτερυγίων

Το τμήμα επεξεργασίας είναι πλήρως ηλεκτρονικό (ψηφιακό) με μεγάλες δυνατότητες μεταβολής των χαρακτηριστικών του μέσω προγραμματισμού: πρόκειται για τους σύγχρονους

ηλεκτρονικούς ρυθμιστές, αφού πλέον, και οι χρονικά ενδιάμεσοι ηλεκτρικοί ρυθμιστές, η λειτουργία των οποίων βασίζεται σε αναλογικά

κυκλώματα, είναι και αυτοί τεχνολογικά ξεπερασμένοι.

Πάντως σε κάθε περίπτωση θα πρέπει η περιστροφή των ρυθμιστικών πτερυγίων και οι αντίστοιχες μεταβολές του σημείου λειτουργίας να γίνονται με ρυθμό που να μην προκαλεί την ανάπτυξη υπερβολικών υπερπίεσεων και υποπίεσεων στον αγωγό προσαγωγής.



ΠΤΕΡΥΓΙΑ FRANCIS (εικόνα 9)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ Η/Ν ΚΑΙ Η/Ν λειτουργίας DC

- 4 Η/Ν εκκινήσεως
- 1 Η/Ν ομαλής κράτησης
- 1 Η/Β 65P ηλεκτροβαλβίδα ρυθμιστή στροφών. στον χώρο στροβίλων
- Η/Ν 65 PS ηλεκτρονόμος μερικής πτώσεως (άνοιγμα των πτερυγίων μέχρι 18% αν δεν συγχρονισθεί η μονάδα στο δύκτιο).
- Η/Β 65D (ηλεκτροβαλβίδα παρακαμπτήριου κυκλώματος ευαισθησίας ρυθμιστή στροφών ). Ρυθμίζει την τυχαία παραλαβή ή απόρριψη φορτίου.
- Κινητήρας 15CL. Ρυθμίζει το άνοιγμα ή κλείσιμο πτερυγίων για την παραλαβή ή απόρριψη φορτίων.
- Η/Β 20AC ηλεκτροβαλβίδα αέρος αεροκόδωνος.
- 2 Η/Ν συστήματος χρονισμού. Διεγείρονται όταν η μονάδα φτάσει στις 138 BPM , θέτουν εκτός του ηλεκτρονόμο 48 ο οποίος βγάζει εκτός τη μονάδα κατά την μη κανονική εκκίνηση, και προετοιμάζουν το κύκλωμα της APLIDYNE.
- Η/Ν 63HPT Χρονοκεντρικός ηλεκτρονόμος αντλίας Μίτσελ. Παίρνει εντολή από την πίεση ελαίου αντλίας Μίτσελ διεγείρεται και



σε χρόνο 1' 20'' κλείνει την επαφή 63HPT και διεγείρει τον H/N 63HPX.

- H/N 63HPX Βοηθητικός ηλεκτρονόμος αντλίας Μίτσελ.
- Κινητήρας ή ροοστάτης 88
- H/N 41X\_ 41Y\_41CLC κλεισίματος τριγώνου/τριγώνου.
- H/N 41TC πτώσεως τριγώνου/τριγώνου.
- Κινητήρας 70R
- H/N 70RR\_70RL. Αυτόματοι ηλεκτρονόμοι για την αύξηση ή μείωση αντιστοίχως των αντιστάσεων του R70.
- H/N 20B κύριος ηλεκτρονόμος για την πέδηση της μονάδας.
- H/N 20BX βοηθητικός ηλεκτρονόμος για την πέδηση της μονάδας.
- H/N 63C συστήματος ανυψώσεως ρότορα .
- H/N 26CX βοηθητικός ηλεκτρονόμος για την σύνδεση και αποσύνδεση των θερμάνσεων της μονάδος.
- Μηχανικές επαφές 33\_2
- H/N 152 XA\_XB
- H/N 33<sup>H</sup> GX ηλεκτρονόμος θύρας υδροληψίας.

- 20 GBL πιεσοστατικές επαφές αέρος πεδήσεως γεννήτριας.
- 63 BAL πιεσοστατική επαφή ρυθμιστή στροφών.
- 65QP πιεσοστατική επαφή αντλιών ελαίου ρυθμιστή στροφών.
- 65 SSDL πιεσοστατική επαφή αντλιών ελαίου ρυθμιστή στροφών.
- H/N 42 A ηλεκτρονόμος εκκινήσεως αντλιών ελαίου M/Σ ισχύος μονάδος.
- H/N 74 T ηλεκτρονόμος κυκλοφορίας ελαίου αντλιών M/Σ.
- H/N 27 T ηλεκτρονόμος αποστάσεως AC βοηθητικών μηχανημάτων M/Σ ισχύος μονάδος.
- H/N 152 D ηλεκτρονόμος πτώσεως E/Δ.
- H/N 63 CWX ηλεκτρονόμος ροής ύδατος ψύξεως γεννήτριας.
- H/N 25YA\_25YB βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι συγχρονισμού της μονάδας στο δίκτυο.
- 15CM μηχανικές επαφές τέρματος διαδοχής κινητήρα D.T.
- H/N 6 ηλεκτρονόμος εκκινήσεως A.C. κινητήρα AMPLIDYNE.
- H/N 90X\_90Y ηλεκτρονόμοι συνδέσεως AMPLIDYNE στο κύκλωμα της διεγέρσεως.

- H/N 41R ηλεκτρονόμος σύνδεσης της τάσεως της γεννήτριας με τα κυκλώματα της AMPLIDYNE και της σύνδεσης της τάσεως της PNG της AMPLIDYNE με τα κυκλώματα της AMPLIDYNE.
- H/N 41 Z ηλεκτρονόμος διακοπής κυκλώματος AMPLIDYNE και ηλεκτρονόμου 39 που θέτει εντός τις αντιστάσεις 39R όταν επιταχυνθεί η γεννήτρια.
- H/N 25 M ηλεκτρονόμος συστήματος αυτομάτων συγχρονισμών.
- H/N 25 Z βολτοκεντρικός ηλεκτρονόμος αυτομάτου συστήματος συγχρονισμού.
- 63 C πηνίο διακόπτη αντλίας Μίσελ.
- H/N 86 ηλεκτρονόμος ολικής πτώσεως μονάδος. Διεγείρεται όταν είναι σε θέση RESET στις παρακάτω περιπτώσεις:
  1. από επιτάχυνση της μονάδος Z17 RPM
  2. από διαφορική προστασία γεννήτριας (H/N 85GX)
  3. από διαφορική προστασία Μ/Σ και γεννήτριας (H/N 85GX)
  4. από υπέρταση γεννήτριας
  5. από υπερένταση με ανταγωνισμό τάσεως γεννήτριας
  6. από απώλεια διεγέρσεως γεννήτριας
  7. από ασύμμετρη φόρτιση γεννήτριας
  8. από σφάλμα στάτου προς τη γη
  9. από υπερπίεση Μ/Σ ισχύος
  10. από χαμηλή πίεση ελαίου ρυθμιστή στροφών
  11. από χαμηλή στάθμη ελαίου στο TANK του ρυθμιστή στροφών
  12. λειτουργία Co2

13. από καθυστέρηση χρόνου εκκίνησης μονάδος
14. από επείγουσα κράτηση μονάδος

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:**

Για να γίνει επανεκκίνηση της μονάδας πρέπει το χειριστήριο του H/N 86 να τεθεί σε θέση RESET.

- H/N 63 CWX βοηθητικός ηλεκτρονόμος ροής ή πίεσεως ύδατος ψύξης μονάδος. Διεγείρεται από τις παρακάτω περιπτώσεις:
  1. από χαμηλή ροή ύδατος ψύξεως ελαίου εδράνου γεννήτριας.
  2. από χαμηλή ροή ύδατος ψύξεως αέρος γεννήτριας.
  3. από χαμηλή ροή ύδατος ψύξεως ελαίου εδράνου στροβίλου.
  4. από χαμηλή πίεση ύδατος ψύξεως των ανωτέρω.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:**

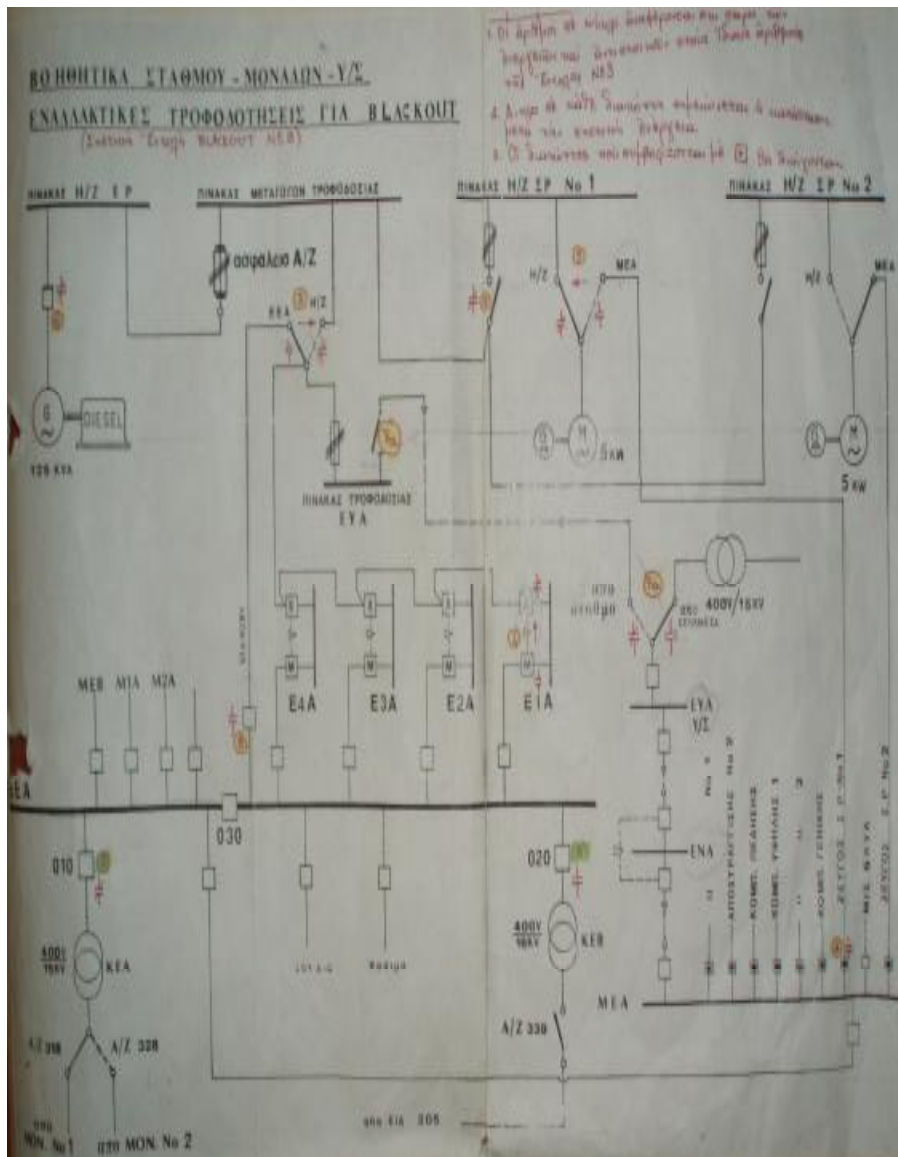
Αποδιεγείρεται όταν αποκατασταθεί η ροή ή πίεση ύδατος ψύξεως των ανωτέρω.

- H/N 25 Z βολτοκεντρικός ηλεκτρονόμος αυτομάτου χρονισμού ο οποίος διεγείρεται όταν η τάση της γεννήτριας είναι πάνω από 13KV θέτοντας σε ετοιμότητα τους H/N 25YA και 25YB.
- H/N 25 X ηλεκτρονόμος θέσεως λειτουργίας αυτόματου χρονιστή. Διεγείρεται όταν διεγερθεί ο H/N 25M. Αποδιεγείρεται όταν διεγερθεί ο H/N 152 XA 2.
- H/N 25M κύριος ηλεκτρονόμος. Διεγείρεται όταν:

Όταν τεθεί ο διακόπτης χρονισμού σε θέση, με την προϋπόθεση ότι οι H/N 25M των άλλων μονάδων βρίσκονται αποδιεγερμένοι, ο Ε/Δ 152XB αποδιεγερμένος, ο H/N 86 σε θέση RESET και ο 13XA διεγερμένος.

Διεγερμένος δεσμεύει την διέγερση των H/N των άλλων μονάδων, θέτει σε ετοιμότητα τους H/N 25XX του H/N αυτομάτου μεταβολής ταχύτητας και διεγείρει τους H/N 25YA\_25YB. Αποδιεγείρεται όταν διεγερθεί ο H/N 152XB1.

- H/N 25XX βοηθητικός ηλεκτρονόμος αυτομάτου χρονισμού.
- H/N 63HPX βοηθητικός ηλεκτρονόμος ελαιοαντλίας γεννήτριας. Θέτει σε ελαιότητα το κύκλωμα της 65R και εκτός την πέδηση της μονάδας.
- H/N 33HGX βοηθητικός ηλεκτρονόμος θύρας υδροληψίας. Διεγείρεται κατά το κλείσιμο της θύρας υδροληψίας μέσω οριακής επαφής LS2. Αποδιεγείρεται από τον κύριο H/N 495.
- H/N 495X βοηθητικός ηλεκτρονόμος υπερθερμάνσεως τυλίγματος στάτου γεννήτριας. Διεγείρεται από κύριο H/N 495. Αποδιεγείρεται όταν αποδιεγερθεί ο H/N 152XA2.

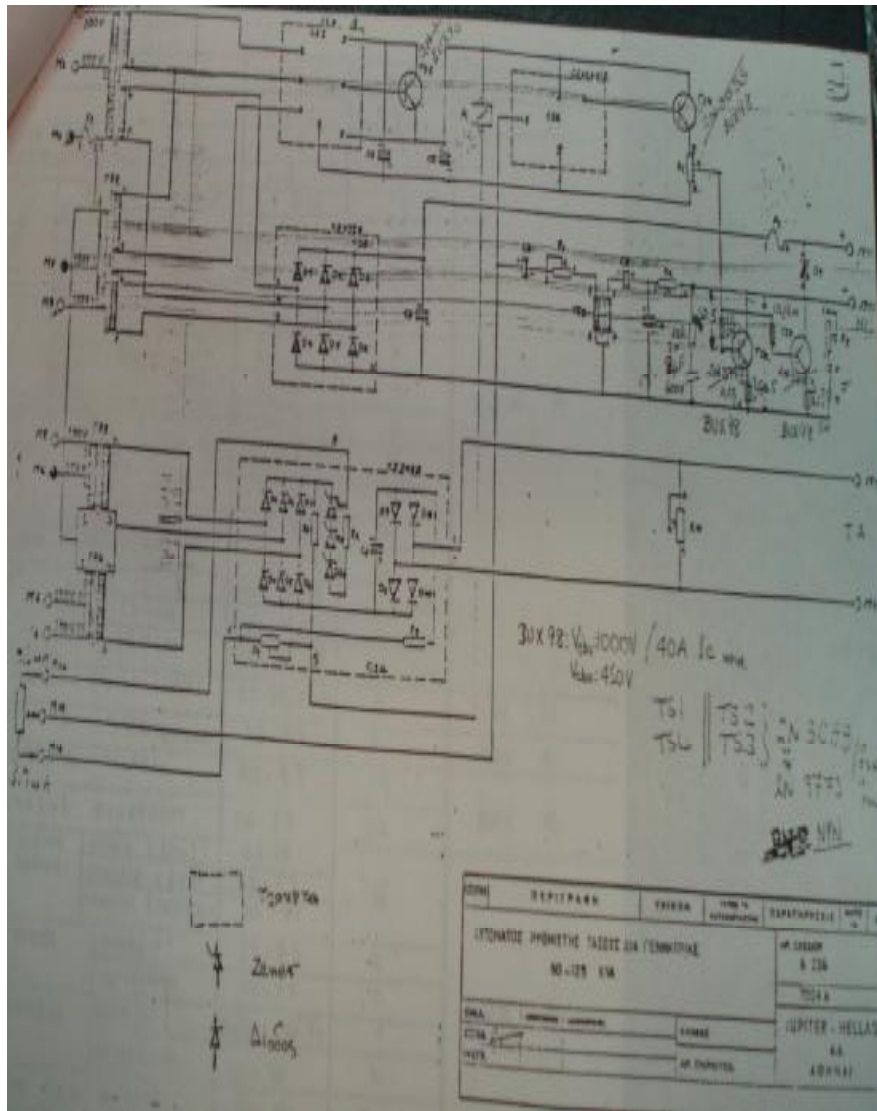


Σχέδιο BLACK-OUT (σχέδιο 10)

## 7.1 Ρυθμιστής τάσης

Συνήθως χρησιμοποιούνται ρυθμιστές τάσης υψηλής ταχύτητας. Όταν διακόπτονται μεγάλα ηλεκτρικά φορτία, η στιγμιαία ύψωση της ταχύτητας του στροβίλου επηρεάζει όχι μόνο τον εναλλακτήρα, αλλά επίσης και τη διεγέρτρια και είναι δυνατόν να οδηγήσει σε επικίνδυνη ανύψωση της τάσης Η επί [%] ανύψωση πάνω από την κανονική τάση, όταν αποκόπτεται ολόκληρο το φορτίο είναι περίπου (25-30)% με συντελεστή ισχύος  $\cos\varphi=0,8$  και (12/15)% με συντελεστή ισχύος  $\cos\varphi=1$  με την προϋπόθεση ότι η ταχύτητα και η διέγερση παραμένουν σταθερές.

Για να υπερνικήσουμε αυτές τις ανυψώσεις της τάσης χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι. Ένα απ' αυτά τα συστήματα που φαίνεται και το πιο ικανοποιητικό είναι το εξής: Όταν εμφανίζεται η υπέρταση μπαίνει στο πεδίο διέγερσης του εναλλακτήρα μια αντίσταση επαρκής να περιορίσει την ύψωση της τάσης κατά 10% περίπου και με την εναλλακτήρα σε ανοιχτό κύκλωμα με 30% πάνω από την κανονική ταχύτητα. Στο σημείο αυτό εισέρχεται ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης που παρεμβάλλει την ειδική του αντίσταση στο κύκλωμα διέγερσης της διεγέρτριας.



ΣΧΕΔΙΟ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΤΑΣΗΣ ΥΗΣ



## 7.2 ΟΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΑΘΜΟΥ

### Λίμνη:

1. Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας 227 μέτρα
2. Υψόμετρο υπερχειλίσεως (θύρες υπερχειλιστή ανοιχτές) 267.6 μετρά
3. Μέγιστη στάθμη λειτουργίας 282 μετρα
4. Μέγιστη στάθμη πλημμύρας 284 μετρα

### Γεννήτρια:

1. Ονομαστικά μεγέθη γεννήτριας 100 MVA
2. 15.75 KV  
0.95 συνφ  
3.667 MVA
3. Μέγιστη συνεχής φόρτιση 115 MVA

Μέγιστη ένταση στάτη 4220 A

Μέγιστη πολική τάση λειτουργίας 16.5 KV

Ελάχιστη πολική τάση λειτουργίας 14.5 KV

Όριο λειτουργίας H/N υπερτάσεως 18 KV

Μέγιστη ένταση δρομέα 952 A

4. Μέγιστη ισχύς διεγέρτριας 450 KW

Μέγιστη ένταση διεγέρτριας 1200 A

Μέγιστη τάση διεγέρτριας 375 V

5. Μέγιστη τάση βοηθητικών E.P.420 V

Ελάχιστη τάση βοηθητικών E.P.360 V

6. Μέγιστη τάση βοηθητικών Σ.P.130 V

Ελάχιστη τάση βοηθητικών Σ.P110 V

7. Παροχή ύδατος ψύξεως εδράνων γεννήτριας 500 LIT/MIN

8. Παροχή ύδατος ψύξεως αέρος γεννήτριας 1000-2000 LIT/MIN

9. Όρια θερμοκρασίας στάτη:

θτ: απόλυτη θερμοκρασία τυλίγματος θτ < 85

θα: θερμοκρασία αέρα ψύξης γεννήτριας θτ-θα < 60

10. Μέγιστη θερμοκρασία ωστικού εδράνου 80 C

11. Μέγιστη θερμοκρασία οδηγού εδράνου 80 C

12. Μέγιστη θερμοκρασία ελαίου εδράνων 50 C
13. Μέγιστη θερμοκρασία ύδατος ψύξεως ελαίου εδράνων 30 C
14. Μέγιστη θερμ/σία εξόδου ύδατος ψύξεως αέρα γεννήτριας 35 C
15. Όρια λειτουργίας θερμοστάτη χώρου γεννήτριας όταν η μονάδα δεν λειτουργεί 33-37 C
16. Κανονική πίεση ελαίου αντλίας ωστικού εδράνου 80-120 KG/C
17. Ελάχιστη πίεση ελαίου αντλίας ωστικού εδράνου 65 KG/CM
18. Πίεση αέρα πεδήσεως στον αεροκώδωνα 6.5-7 KG/CM
19. Έναρξη πεδήσεως μονάδος 34 RPM
20. Πίεση ύδατος ψύξεως μετά τον μειωτή πίεσεως 2 KG/CM

### **7.3 Στρόβιλος:**

1. Ονομαστική ισχύς στροβίλου 131.300 HP
2. Ονομαστικές στροφές μονάδας 166.6 RPM
3. Όριο πτώσεως μονάδας από υπερτάχυνση 217 RPM

4. Παροχή ύδατος ψύξεως τσιμούχας στροβίλου 15 LIT/MIN
5. Μέγιστη θερμοκρασία εδράνου 70 C
6. Μέγιστη θερμοκρασία ελαίου εδράνου 40 C
7. Μέγιστη θερμοκρασία περιβλήματος τσιμούχας 50 C
8. Πίεση ύδατος ψύξεως ελαίου εδράνου 1.5-2 KG/CM
9. Πίεση ύδατος ψύξεως τσιμούχας 1.5-2 KG/CM

#### **7.4 Ρυθμιστής στροφών:**

1. Κανονική πίεση στον αεροκώδωνα 19-21 KG/CM
2. Ελάχιστη πίεση στον αεροκώδωνα 17.5 KG/CM
3. Κανονική στάθμη ελαίου στον αεροκώδωνα 46-53 ίντσες
4. Μέγιστη στάθμη ελαίου στον αεροκώδωνα 54 ίντσες
5. Ελάχιστη στάθμη ελαίου στον αεροκώδωνα 39 ίντσες

### **7.5 Κύριοι Μετασχηματιστές ισχύος μονάδας:**

1. Ονομαστική ισχύς 40 MVA
2. Μέγιστη θερμοκρασία τυλίγματος 105 C
3. Μέγιστη θερμοκρασία ελαίου 80 C

### **7.6 Βοηθητικοί Μετασχηματιστές:**

1. Μέγιστη θερμοκρασία τυλίγματος 100 C
2. Μέγιστη θερμοκρασία ελαίου 85 C

## 7.7 Γραμμές μεταφοράς:

1. Μέγιστη ένταση ρεύματος στις γραμμές ΚΥΤ Αχελώου Ν.1, Ν.2, Ν.3, και Λαμίας Ν.1800 Α
2. Μέγιστη ένταση ρεύματος στη γραμμή Λαμίας .2630 Α

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ (TRIP)

- **Πτώση πόρτας υδροληψίας**

- α) Από επιτάχυνση μονάδας (292 στροφές)
- β) Από το χειριστήριο επειγούσης πτώσης της πόρτας υδροληψίας
- γ) Από το χειριστήριο στο κιβώτιο ελέγχου της πόρτας
- δ) Από τη διέγερση του ηλεκτρονόμου 33<sup>η</sup>6χ όταν η πόρτα έχει κατέβει 10''

- **Λειτουργία H/N 48**

- α) Διεγείρεται από καθυστέρηση εκκίνησης της μονάδας. Πάνω από 5 λεπτά λειτουργεί alarm και στα 7 λεπτά trip
- β) Όταν περάσουν 7 λεπτά και δεν έχουμε 133 στροφές το λεπτό ή βγάλουμε τη μονάδα εκτός λειτουργίας τότε διεγείρετε ο ηλεκτρονόμος 48.

- **Διαφορική Μετασχηματιστών**

Από λειτουργία ηλεκτρονόμου 87 T ο οποίος με τη σειρά του διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 87 TX και κατά συνέπεια τον ηλεκτρονόμο 86. Ο 87 T συγκρίνει το ρεύμα εισόδου της γεννήτριας T1 με το ρεύμα εξόδου του Μ/Σ ισχύος T2 τα οποία πρέπει να είναι ίδια.

- **Διαφορική γεννήτριας**

Λειτουργεί ο ηλεκτρονόμος 87 G ο οποίος με τη σειρά του διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 87 GX και κατά συνέπεια διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος 86 και υποχρεωτικά έχουμε εκτόξευση CO<sub>2</sub>. Δεν ξεκινάμε την μονάδα.

- **Εκτόξευση CO<sub>2</sub>**

- α) Από Η/Ν 87GX που είναι διαφορική της γεννήτριας.
- β) Από ανιχνευτές πυρκαγιάς στο χώρο της γεννήτριας.
- γ) Από τηλεχειριστήριο.
- δ) Από τις περόνες των κεφαλών CO<sub>2</sub>.

- **Σφάλμα ως προς τη γη**

Έρχεται στον ηλεκτρονόμο 59N ο οποίος με τη σειρά του διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 59NX. Στη συνέχεια έρχεται ο ηλεκτρονόμος 86. Δεν ξεκινάμε μονάδα.

- **Υπέρταση γεννήτριας**

+10% ανεκτό όριο διακύμανσης της τάσης στην έξοδο της γεννήτριας. Σε περίπτωση μεγαλύτερης διακυμάνσεως διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος 59G και στη συνέχεια ο ηλεκτρονόμος 59GX ο οποίος διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 86.

- **Υπέρταση με απαγωγή τάσεως γεννήτριας**

Σε ένα βραχυκύκλωμα θα συναντούμε ένταση πολλαπλάσια της κανονικής, και η τάση θα είναι χαμηλή. Σε αυτήν την περίπτωση διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος 51G και στη συνέχεια ο ηλεκτρονόμος 51 GX ο οποίος διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 86.



- **Αρνητική συνιστώσα**

Διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος 4G και στη συνέχεια ο ηλεκτρονόμος 4 GX ο οποίος διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 86.

- **Υπερθέρμανση στάτη γεννήτριας**

Έρχεται από τον ηλεκτρονόμο 49 S ο οποίος με τη σειρά του διεγείρει τον ηλεκτρονόμο 49 SX. Τέλος έχουμε διέγερση του ηλεκτρονόμου 5 (πτώση μονάδος από αποφόρτιση).

- **Χαμηλοτάτη στάθμη του ρυθμιστή στροφών**

Έρχεται στην επαφή 63P01 του τάνκ του Ρ.Σ. Όταν η στάθμη του λαδιού είναι 39" ανάβει alarm, και όταν ο χειριστής τροφοδοτήσει το τανκ με πολύ αέρα τότε στα 34" τριπάρει (ηλεκτρονόμος 86).

- **Χαμηλοτάτη πίεση στο ρυθμιστή στροφών**

Έρχεται με την πιεσοστατική επαφή 63 QP και στη συνέχεια ο ηλεκτρονόμος 86. Η πιεσοστατική επαφή κλείνει στις 17.5 ατ, και ανοίγει στις 16 ατ,. Στις 16 ατ, έχουμε trip και αποδιέγερση του 6S QPX.

- **Υψηλή θερμοκρασία εδράνων γεννήτριας**

Διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος 5. Έρχεται από αμπούλα που βρίσκεται στο χώρο της γεννήτριας. TRIP στους 97 βαθμούς κελσίου.

- **Θερμοκρασία τσιμούχας εδράνου του στροβίλου**  
Ελέγχει τη θερμοκρασία της τσιμούχας , και όταν αυτή ξεπεράσει τους 65 βαθμούς σταματάει. Στο έδρανο όταν έχω 79 βαθμούς τριπάρει.
- **ΥΨΗΛΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ Μ/Σ.**  
Έρχεται από όργανο θερμοκρασίας στους 115 βαθμούς κελσίου.
- **ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ Μ/Σ ΙΣΧΥΟΣ**  
Άνω βαλβίδα (alarm στους 63rg)  
Κάτω βαλβίδα (TRIP)



**Λιπαντικό FARNEL (εικόνα 11)**



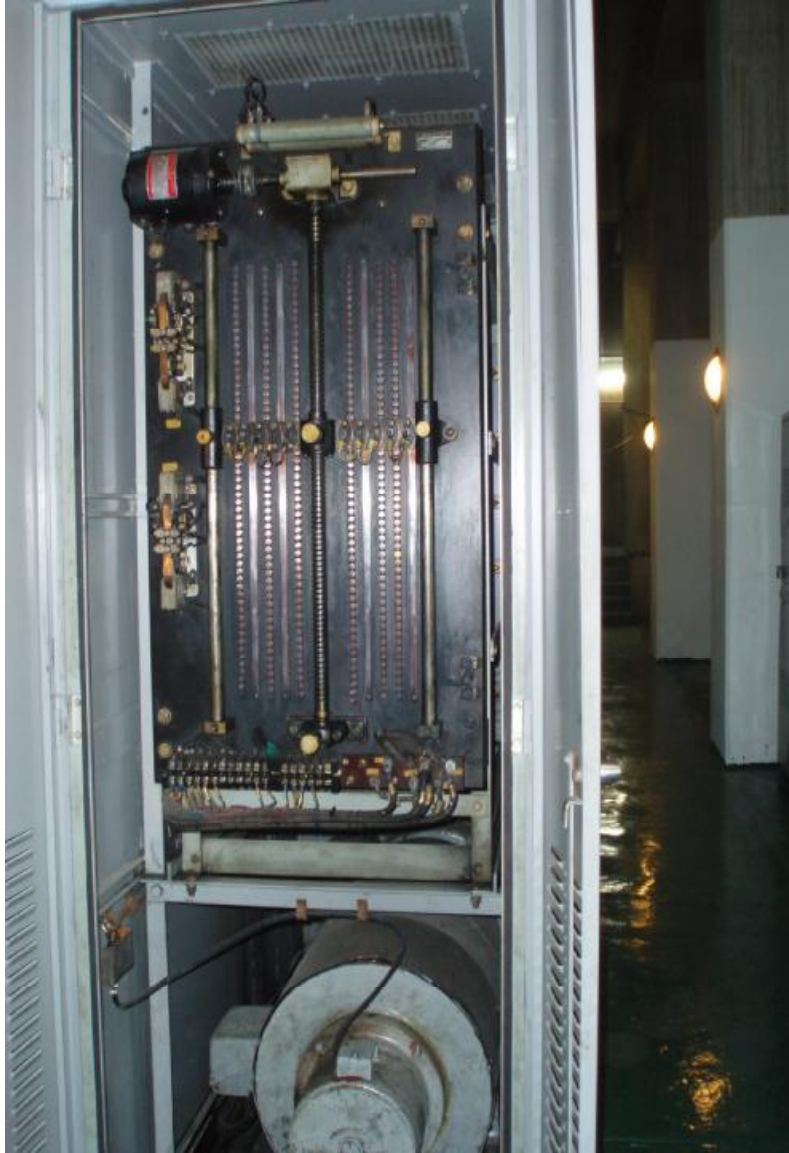
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ

## **AMPLIDYNE**

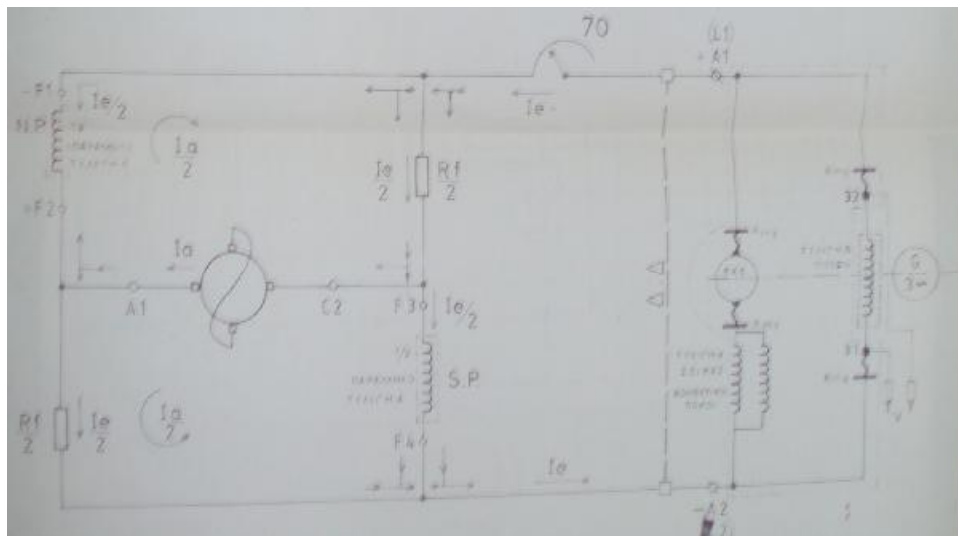
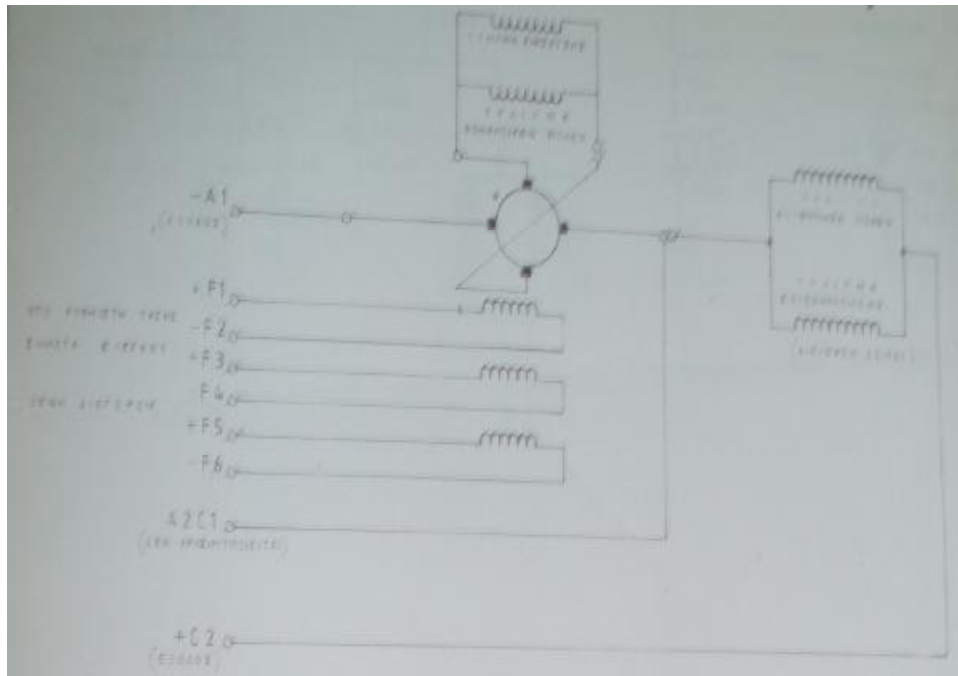
Το ρεύμα της AMPLIDYNE προστίθεται ή αφαιρείται στο ρεύμα διέγερσης της διεγέρτριας αλλά δεν κυκλοφορεί στο κυρίως κύκλωμα έξω από την γέφυρα.

Ο αυτόματος ρυθμιστής στροφών, αποτελείται από τρία μέρη. Από το ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό μέρος, το οποίο και ονομάζεται 'αυτόματος ρυθμιστής στροφών στροβίλου AMPLIDYNE από τους σερβομηχανισμούς ελέγχου των πτερυγίων του στροβίλου και από μια μονάδα αντλιών λαδιού.

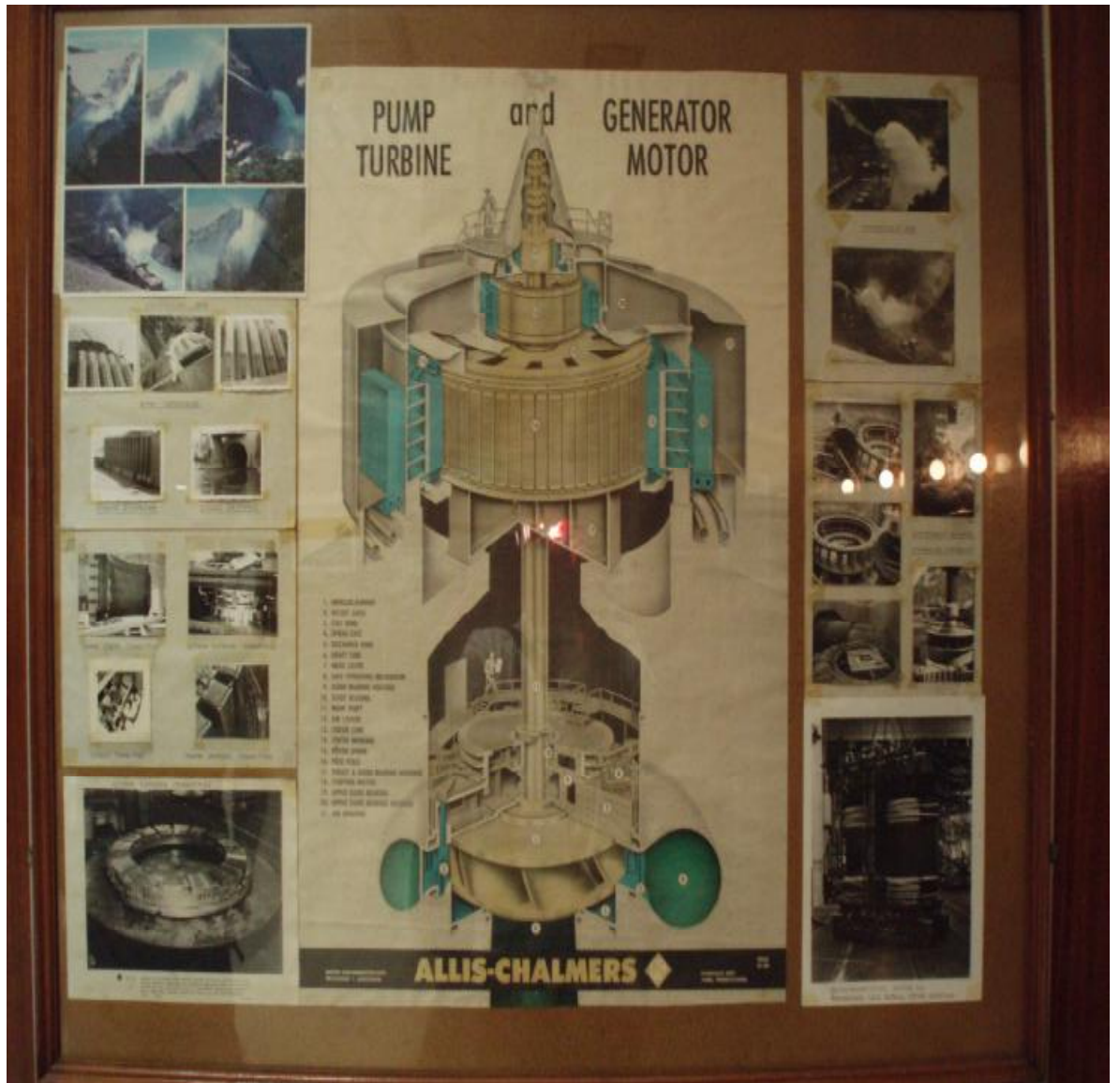
Η κατασκευή του ψηφιακού ρυθμιστή, περιλαμβάνει πολλά ξεχωριστά κομμάτια, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη συλλογή των πληροφοριών, την επεξεργασία των σημάτων και τη μεταβίβαση των εντολών στα υπόλοιπα μέρη του συστήματος και τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα σε ένα κοινό πίνακα ελέγχου.



*Αμπλύδινη (εικόνα 12)*



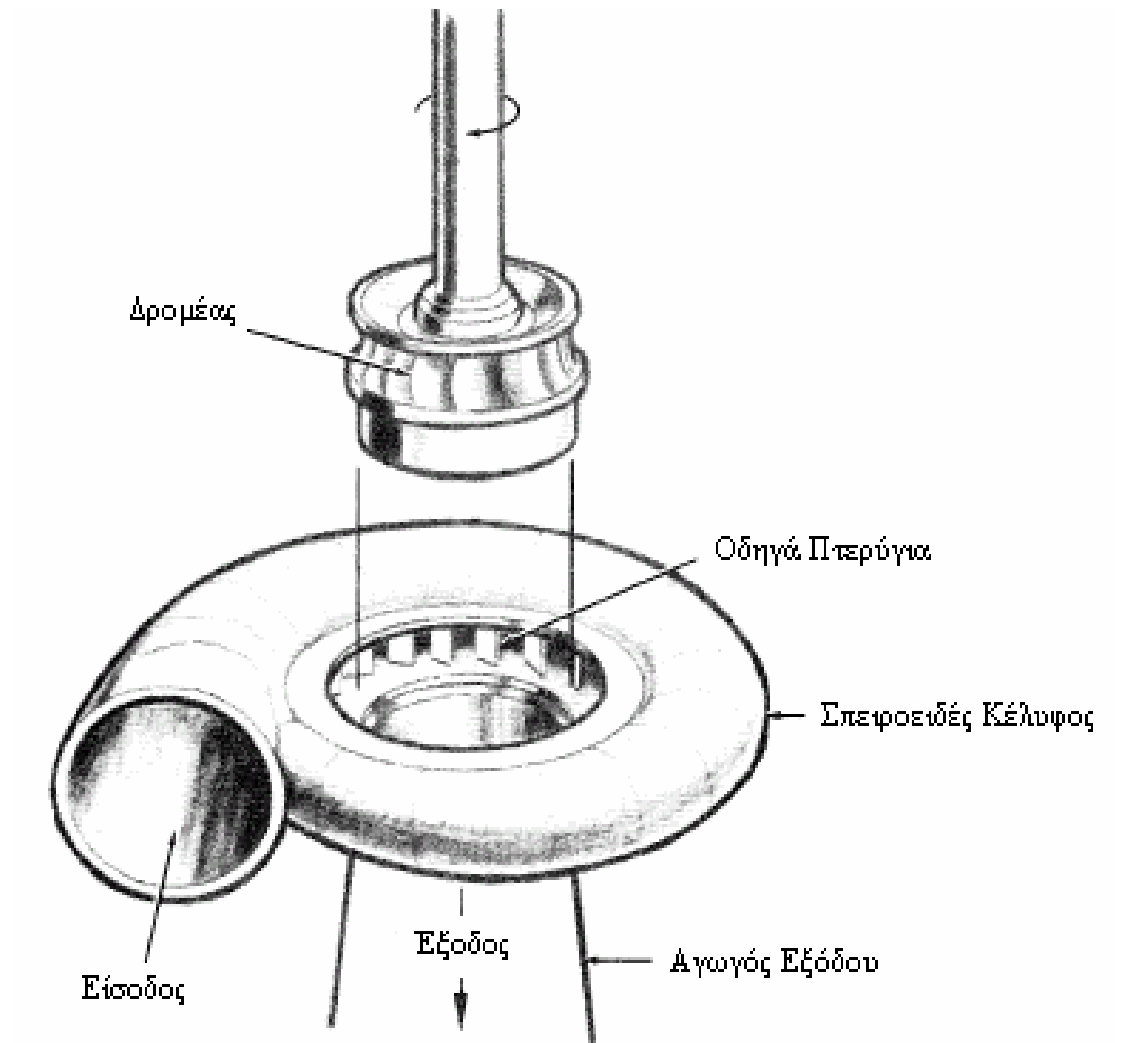
Σχέδιο AMPLIDYNE







Γεννήτρια francis (εικόνα 13)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΤΡΟΒΥΛΟΜΗΧΑΝΕΣ FRANCIS**



**ΜΙΖΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ 200KVA (εικόνα 14)**

### 9.1 Υδροστρόβιλοι

Η δυναμική ή κινητική ενέργεια που περικλείεται στο νερό, σύμφωνα με όσα είπαμε στα προηγούμενα, μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια από τον υδροστρόβιλο, ο οποίος αποτελεί μέρος του μηχανολογικού τμήματος του σταθμού παραγωγής (υδροηλεκτρικού σταθμού). Ο υδροστρόβιλος κομπλάρτε με τη γεννήτρια, η οποία μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Στους υδροστρόβιλους **αντίδρασης** αντίθετα, ενεργεί κυρίως η πίεση του νερού με την κινητική ενέργεια που περιέχεται μέσα στην κινούμενη μάζα του.

Οι υδροστρόβιλοι αντίδρασης μπορούν να λειτουργήσουν έξω από το νερό, αλλά μέσα σε ειδικό περίβλημα, ή βυθισμένοι εξ ολόκληρου μέσα σ' αυτό με άξονα κατακόρυφο (ή και οριζόντιο) και σε ύψος από τη στάθμη του νερού στα κατάντη 4 έως 6 μέτρα σαν μέγιστο όριο. Άρα λειτουργούν εν μέρει υπό πίεση και εν μέρει υπό απορρόφηση.

Οι υδροστρόβιλοι αντίδρασης χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις μεγάλης παροχής και μικρού ύψους πτώσης

### 9.2 Λειτουργία και απόδοση των υδροστροβίλων

Είναι φυσικά αδύνατο να πάρουμε από έναν υδροστρόβιλο όλη την ενέργεια που απορρόφησε και να την μετατρέψουμε σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα μέρος της ενέργειας αυτής ξοδεύεται πάντα για να υπερνικήσουμε τις παθητικές αντιστάσεις (τριβές κ.τ.λ) με τρόπο ώστε τελικά το ωφέλιμο έργο να είναι πάντα μικρότερο από αυτό που απορροφήθηκε από τον υδροστρόβιλο.

Ο λόγος των δυο αυτών έργων ονομάζεται απόδοση υδροστροβίλου, παριστάνεται με το  $\eta$  και είναι πάντα μικρότερος από την μονάδα, δηλαδή: Βαθμός απόδοσης  $\eta$  = αποδιδόμενη ενέργεια / προσδιδόμενη ενέργεια = Ενερού / Εεξόδου

Στους υδροστροβίλους έχουμε σαν δεδομένη την ισχύ  $P$  της υδατόπτωσης (προσδιδόμενη ισχύς) η οποία μας δίνεται από τη σχέση:

$$P = 9,81 \times Q \times H \times \eta_{\text{υδ}} \text{ σε [Kw]}$$

$$P = [9,81 \times Q \times H \times \eta_{\text{υδ}}] \times 1,36 \text{ σε [hp]}$$

Η απόδοση των στροβίλων, κυμαίνεται από 0,75 μέχρι 0,87 (για τις μεγάλες δυνάμεις) και επομένως η αποδιδόμενη ισχύς στον άξονα του υδροστροβίλου είναι:

$$P_{\text{υδ}} = 9,81 Q H \eta_{\text{υδ}} \text{ σε [Kw]} \text{ ή}$$

$$P_{\text{υδρ}} = [9,81 \times Q \times H \times \eta_{\text{υδ}} \times \eta_{\text{δρ}}] \times 1,36 \text{ σε [hp]}$$

Στους υδροστρόβιλους αντίδρασης όμως δημιουργείται μία υπερπίεση μεταξύ της συσκευής κατεύθυνσης του νερού και του υδροστρόβιλου.

Ο λόγος μεταξύ της περιφερειακής ταχύτητας και του υδροστροβίλου και της ταχύτητας υ| της εισροής του νερού από το ακροφύσιο προς το στρόβιλο είναι ως εξής:

$$\text{Υδροστρόβιλοι Frances} \quad u/u, = 0,5 / 0,75$$

### 9.3 Υδροστρόβιλοι Frances

Κάθε στρόβιλος Frances αποτελείται από δύο κυρίως μέρη:

1. Τον διανομέα
2. Το στροφείο (φτερωτή)

Ο διανομέας περιλαμβάνει μια σειρά από πτερύγια από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα, καθένα από τα οποία κινείται γύρω από άξονα και το σύνολο αυτών μαζί

Από την κίνηση αυτών των πτερυγίων, που γίνεται από τον ρυθμιστή, επιτυγχάνεται η μεταβολή της εισροής του νερού από το μηδέν μέχρι το μέγιστο, άρα έχουμε ανάλογη αυξομείωση του αριθμού των στροφών και της ωφέλιμης ισχύος του υδροστρόβιλου.

Το στροφείο αποτελείται από δύο δακτυλίους από χυτοσίδηρο μεταξύ των οποίων είναι προσαρμοσμένα τα πτερύγια από σιδηρέλασμα (για μικρές πτώσεις) ή συμπαγή χυτοσίδηρο (για μεγάλες πτώσεις)

Ο κατακόρυφος άξονας παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η γεννήτρια βρίσκεται πάνω από τον υδροστρόβιλο και συνεπώς είναι προφυλαγμένη από τυχόν ανυψώσεις της στάθμης του νερού σε εποχή μεγάλης ροής (πλημμύρα).

Επίσης οι θεμελιώσεις του υδροστρόβιλου απλουστεύονται σε σημαντικό βαθμό, αν η υδατόπτωση είναι μεγάλου ύψους, Οι υδροστρόβιλοι Francis κατασκευάζονται είτε ανοικτού είτε κλειστού τύπου

Αν ο υδροστρόβιλος είναι ανοικτού τύπου, τότε αυτός λειτουργεί βυθισμένος εξ ολοκλήρου μέσα στο νερό. Οι υδροστρόβιλοι κλειστού τύπου περιβάλλονται είτε από μεταλλικό κύλινδρο (περίπτωση διπλού υδροστρόβιλου) είτε από σπειροειδές περίβλημα που είναι από χυτοσίδηρο και σπάνια από σιδηρά ελάσματα,

Για μεγάλες τιμές της πτώσης  $H$  έχουμε:  $\eta=0,79/0,82$  Το νερό μετά την έξοδο του από τον στρεφόμενο τροχό πηγαίνει στο "σωλήνα αναρρόφησης" και από εκεί στο "αυλάκι απαγωγής". Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνει η χρησιμοποίηση ολόκληρου του ύψους πτώσης μέχρι την κατώτατη στάθμη. Μέσα στον σωλήνα αναρρόφησης το εξερχόμενο νερό επιβραδύνεται βαθμιαία, εξ αιτίας της ομαλής αύξησης της διατομής. Έτσι ξανακερδίζεται ένα μέρος της ορμής του νερού.

Ο σωλήνας αναρρόφησης μπορεί να μην έχει ίσιο αλλά κεκαμένο σχήμα, οπότε αυτός θα πρέπει να μελετηθεί και να σχεδιαστεί με πολλή προσοχή, για να αποφευχθούν σημαντικές ελαττώσεις του βαθμού απόδοσης και τη ισχύος.

Το χείλος εισόδου και εξόδου των πτερυγίων έχει υδροδυναμικό σχήμα για να αποφεύγονται τα κτυπήματα και ο σχηματισμός δινών. Οι διαβάσεις του νερού είναι λείες ώστε να εξασφαλίζεται μια ψηλή απόδοση.



*ΑΕΟΝΑΣ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ (εικόνα 14)*



**ΤΑ ΕΠΙΚΑΛΥΜΕΝΑ ΠΗΝΙΑ (εικόνα 15)**





*ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΕΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΑΛΛΑΓΗΣ ΜΟΙΡΩΝ (εικόνα 16)*

#### **9.4 Ανακουφιστική ή ρυθμιστική βαλβίδα**

Μια ανακουφιστική βαλβίδα ή ρυθμιστής πίεσης προσαρμόζεται στο περίβλημα του στρόβιλου ή στον υδροσωλήνα κοντά στο στρόβιλο με τέτοιο τρόπο ώστε όταν κλείσουν απότομα οι θυρίδες του στρόβιλου και ανυψωθεί η πίεση επικίνδυνα τότε με τη βοήθεια του αυτόματου ρυθμιστή ανοίγει η ανακουφιστική βαλβίδα και διατηρεί την πίεση στα επιτρεπόμενα όρια. Αν η δυναμικότητα της ανακουφιστικής βαλβίδας είναι μεγάλη, η ύψωση της πίεσης μπορεί να περιοριστεί σε μια πολύ μικρή τιμή.

Για να εμποδίσουμε το εκφορτιζόμενο νερό από της ανακουφιστικής βαλβίδας να προκαλέσει ζημιά στο αυλάκι απαγωγής, το στόμιο εξόδου εφοδιάζεται με έναν διασκορπιστήρα.

Σε περίπτωση, που θα παραστεί ανάγκη εκκένωσης μιας σήραγγας ή αγωγού όταν δεν υπάρχει φορτίο, αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια των ανακουφιστικών βαλβίδων προσαρμοσμένων στους στρόβιλους και οι οποίες έχουν την ίδια με το στρόβιλο δυναμικότητα.

Όλες αυτές οι ανακουφιστικές βαλβίδες είναι εφοδιασμένες με σύστημα διασκόρπισης και είναι ικανές να εκφορτίζουν συνεχώς χωρίς να προκαλούν ζημιά στο σταθμό ή τον αγωγό απαγωγής.

#### **9.5 Οστικός τριβέας**

Ο τριβέας αυτός υποβαστάζει, εκτός του βάρους του δρομέα του εναλλακτήρα και το βάρος του στροφείου του υδροστρόβιλου καθώς επίσης και την υδραυλική ώση.

Στους στρόβιλους με κατακόρυφο άξονα το μεγαλύτερο μέρος του φορτίου στον τριβέα αυτό προέρχεται από το στρόβιλο. Το ολικό φορτίο σ' έναν ωστικό τριβέα είναι δυνατόν ν' ανέλθει στους 1350 τόνους. Ειδική προσοχή καταβάλλεται για τη λίπανση του τριβέα αυτού.

## 9.6 Οδηγός τριβέας

Ο τριβέας αυτός τοποθετείται πάνω από τον ωστικό τριβέα. Για να είναι εύκολη η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση ο τριβέας, που είναι λευκό μέταλλο, κατασκευάζεται από δυο μισά.

## 9.7 Πέδες

Λόγω της μεγάλης ροπής αδράνειας των μεγάλων αυτών μηχανών χρειάζονται περισσότερη από μισή ώρα μέχρις ότου ηρεμήσουν. Για να επιταχύνουμε το χρόνο χρησιμοποιούμε τις πέδες. Σκοπός της πέδης δεν είναι απλά να μειώσουμε το χρόνο μέχρις ότου ηρεμήσει ο στρόβιλος, αλλά επίσης με την αύξηση του βαθμού της επιβράδυνσης στις χαμηλές ταχύτητες μειώνουμε το μέγεθος των φθορών, που λαμβάνουν χώρα στον ωστικό τριβέα κατά το τελευταίο κλάσμα μιας στροφής μετά τη διάσπαση του φιλμ λαδιού. Οι χρησιμοποιούμενες πέδες είναι διαφόρων τύπων.

## 9.8 Αντλίες λαδιού

Η παροχή λαδιού χορηγείται συνήθως από μια μηχανική αντλία που κινείται με οδοντωτό τροχό από τον κύριο άξονα. Υπάρχει επίσης μια ηλεκτρικά κινούμενη αντλία που πλημμυρίζει με λάδι τον τριβέα πριν αρχίσει η λειτουργία του στροβίλου. Όταν ο στρόβιλος έχει αποκτήσει τις κανονικές του στροφές και ο άξονας της αντλίας εργάζεται, ένα ρελαί πίεσης λαδιού αποκόπτει την ηλεκτρικά κινούμενη βοηθητική αντλία. Αυτή η αντλία ξεκινάει αυτόματα σε περίπτωση βλάβης της παροχής λαδιού από τον άξονα της αντλίας.

## 9.9 Μηχανολογικά για FRANCIS

**Τμήμα εισόδου :** η λειτουργία του υδροστρόβιλου βασίζεται στην αφαίρεση από το δρομέα της συστροφής (ως προς τον άξονα του δρομέα) που έχει η ροή στην είσοδο του δρομέα.

Άρα το τμήμα εισόδου πρέπει να εξασφαλίζει την οδήγηση της ροής από τη διατομή εισόδου μέχρι τη διατομή εισόδου του δρομέα με την κατά το δυνατόν ομοιόμορφη τροφοδοσία του δρομέα κατά την περιφέρεια. Οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται διαμορφώνοντας το τμήμα εισόδου με τη μορφή σπειροειδούς κελύφους.

Θεωρώντας ομοιόμορφη την ταχύτητα της ροής στη διατομή εισόδου  $c_e = c_{ue}$  (με εφαπτομενική διεύθυνση σε επίπεδο κάθετο προς τον άξονα περιστροφής), λόγω της εκκεντρότητας της διατομής ως προς τον άξονα περιστροφής, το νερο στη διατομή εισόδου έχει μια τιμή συστροφής ίση προς:  $u_e c_e = \omega r_e c_e$ , όπου  $\omega$  η γωνιακή ταχύτητα του δρομέα.

Στην περίπτωση όπου μεταξύ της διατομής εισόδου  $e$  και της διατομής εισόδου στο δρομέα δεν παρεμβάλλεται καμία στερεή επιφάνεια, λόγω της αρχής διατήρησης της συστροφής, η συστροφή του υγρού στην είσοδο του δρομέα θα είναι σταθερή, δηλαδή :

$$u_1 c_{u1} = u_e c_{ue}$$

και άρα σταθερή θα είναι η εναλλαγή της ενέργειας

Όμως στους υδροστρόβιλους είναι επιθυμητή η μεταβολή της μηχανικής ισχύος μέσω της μεταβολής τόσο της διερχόμενης παροχής  $Q$ , όσο και της ενέργειας ανά μονάδα μάζας του νερού που εναλλάσσεται σε μηχανική ενέργεια.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αξονοσυμμετρικής στεφάνης ρυθμιστικών πτερυγίων, συνήθως ακτινικής ροής, που τοποθετείται ανάντι του δρομέα. Τα ρυθμιστικά πτερύγια περιστρέφονται ομοιόμορφα μέσω μηχανισμού, αλλάζοντας την κλίση της ταχύτητας στην διατομή εξόδου τους και άρα την συστροφή του νερού ανάντι του δρομέα.

Δεδομένου ότι η στεφάνη των ρυθμιστικών πτερυγίων δεν περιστρέφεται, η μεταβολή της συστροφής του υγρού μέσω αυτής είναι άεργη.

**Συστροφή** ονομάζεται η ροπή της ορμής του υγρού ως προς τον άξονα περιστροφής και η οποία, ανά μονάδα μάζας του υγρού εκφράζεται από το γινόμενο της ακτίνας  $r$  επί την αντίστοιχη περιφερειακή συνιστώσα της ταχύτητας  $c_u$ . Όπως αναπτύχθηκε, στην στεφάνη των ρυθμιστικών πτερυγίων αναπτύσσεται μηχανική ροπή, σύμφωνα με το θεώρημα της ροπής της ορμής, και η οποία παραλαμβάνεται από την έδραση της μηχανής.

Με την περιστροφή των ρυθμιστικών πτερυγίων, εκτός από την μεταβολή της κλίσης της απόλυτης ταχύτητας, επιτυγχάνεται η μεταβολή του διακένου, άρα της διατομής μεταξύ δύο διαδοχικών πτερυγίων, με αποτέλεσμα την μεταβολή της παροχής και άρα της ισχύος εξόδου του υδροστροβίλου, για σταθερή ταχύτητα περιστροφής και διαθέσιμη υδραυλική πτώση. Επομένως η στεφάνη των ρυθμιστικών πτερυγίων αποτελεί το όργανο ρύθμισης του σημείου λειτουργίας του υδροστροβίλου αντιδράσεως.

Τα πτερύγια σχεδιάζονται έτσι ώστε στην θέση 'κλειστή' η διατομή διέλευσης του υγρού να μηδενίζεται και να επιτυγχάνεται η κράτηση της μονάδας.

Η θέση των ρυθμιστικών πτερυγίων και η όλη γεωμετρία της στεφάνης μεταβάλλεται με την κλίση των πτερυγίων η οποία όμως στην πράξη είναι δύσκολα μετρήσιμο μέγεθος. Για τον λόγο αυτό η κλίση των ρυθμιστικών πτερυγίων προκύπτει από την αντίστοιχη τιμή του διακένου μεταξύ δύο διαδοχικών πτερυγίων η οποία μετράται (στο γεωμετρικά όμοιο μοντέλο) με δισκοειδείς καλίμπρες κυκλικής διατομής και αδιαστατοποιείται ως προς το διάκενο που αντιστοιχεί στο κανονικό σημείο λειτουργίας, δηλαδή από το σχετικό άνοιγμα ή ως προς την μέγιστη τιμή του διακένου.

Από την χάραξη της στεφάνης των ρυθμιστικών πτερυγίων σε κάθε τιμή του σχετικού ανοίγματος συνάγεται η κλίση των πτερυγίων που αντιστοιχεί.

Το πλήθος των ρυθμιστικών πτερυγίων είναι πάντοτε ζυγό, για να έχει συμμετρία η στεφάνη και ο μηχανισμός περιστροφής των πτερυγίων και να είναι δυνατή η κατασκευή της σε 2 ή 4 τμήματα (για μεγάλου μεγέθους μηχανές), τα οποία στην συνέχεια συγκολλούνται διευκολύνοντας έτσι την μεταφορά μέχρι το εργοστάσιο.

Με σκοπό τον περιορισμό του μήκους της χορδής των πτερυγίων, ώστε να δύνανται να περιστρέφονται χωρίς την διαμόρφωση μεγάλου διακένου μεταξύ του δρομέα και της στεφάνης, το πλήθος τους είναι σημαντικό και αυξάνει με το μέγεθος του υδροστροβίλου.

Τα ρυθμιστικά πτερύγια και οι στροφείς τους κατασκευάζονται συνήθως από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο χάλυβα.

Ιδιαίτερη φροντίδα δίνεται στην στιβαρή και καλή κατασκευή της στεφάνης των ρυθμιστικών πτερυγίων και την ασφάλεια της μονάδας στην περίπτωση θραύσεως ή σφηνώσεως ενός πτερυγίου.

Για τον λόγο αυτό προβλέπεται διωστήρας θραύσεως ενώ η σχεδίαση της στεφάνης γίνεται έτσι ώστε στην περίπτωση που ο μηχανισμός περιστροφής τους μείνει ανενεργός τα πτερύγια να οδηγούνται στην θέση κλειστή από την ροπή που αναπτύσσεται σε αυτά από την διερχόμενη ροή.

### **Δρομέας**

Ο περιστρεφόμενος δρομέας αποτελεί το τμήμα του υδροστροβίλου που μετατρέπει την ενέργεια του υγρού σε μηχανική ενέργεια, δηλαδή στο οποίο αναπτύσσεται μηχανική κινητήρια ροπή. Τα πτερύγια του δρομέα των υδροστροβίλων Francis εκτείνονται μεταξύ της πλήμνης και της στεφάνης στις οποίες και είναι πακτωμένα.

Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η μηχανική στιβαρότητα της κατασκευής και η αντοχή της στις δυνάμεις που αναπτύσσονται στα πτερύγια από την διερχόμενη ροή.

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

### **ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ**

Μικρές συνολικές διαστάσεις της υδραυλικής μηχανής, που οφείλονται στη μεγαλύτερη πυκνότητα ισχύος εξόδου (σε αριθμό στροφών περίπου διπλάσιο από αυτόν ενός στροβίλου PELTON με έξι ακροφύσια)

### **ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

- 1) 1% με 4% υψηλότεροι βέλτιστοι βαθμοί απόδοσης
- 2) Πλήρης χρήση του ύψους πίεσης που χρησιμοποιείται
- 3) Διακυμάνσεις του ύψους πίεσης σε μερικά φορτία, που οφείλονται στο σχηματισμό δεινών
- 4) Ο Συμπιεστής είναι συχνά απαραίτητος για την προμήθεια του απαραίτητου αέρα (απόσβεση θορύβων και κραδασμών)

### **ΦΘΟΡΑ ΑΠΟ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΠΟ ΑΜΜΟ**

Γενικά λιγότερες μεταβολές του προφίλ εξαιτίας της διάβρωσης από άμμο

- 1) Η φθορά από σπηλαίωση για τις εγκαταστάσεις με χαμηλό

επίπεδο οικονομικών δαπανών, είναι γενικά αναπόφευκτη

2) Διάβρωση από την άμμο των σταθερών πτερυγίων, των επάνω και των κάτω (φθειρόμενων) πλακών, των ανάντι και των κατόντι λαβυρίνθων και των πτερυγίων του δρομέα

3) Μεγαλύτερες απώλειες του βαθμού απόδοσης, που οφείλονται σε αυξημένα διάκενα στους λαβυρίνθους

## **ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

1) Δεν είναι εύκολα προσιτά τα διάφορα σημεία του Στροβίλου

2) Οι επισκευές απαιτούν τη μετακίνηση αρκετών μερών της μηχανής

3) Απαιτείται Τόρνος για την επισκευή του λαβυρίνθου

## **ΕΛΕΓΧΟΣ**

1) Μόνο ένα ρυθμιζόμενο μέρος

2) Μερικές φορές απαιτείται βαλβίδα ανακούφισης για να μειωθούν οι διακυμάνσεις της πίεσης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ10 : ΕΠΙΛΟΓΟΣ

### 10.1 Γενικά

Για την κατασκευή του φράγματος πολλές μελέτες είχαν γίνει. Η πρώτη έρευνα για το φράγμα έγινε μεταξύ του 1918-1921 από τους μηχανικούς Sehn και Dubois, έναν Ελβετό και ένα Γάλλο, για λογαριασμό του Υπουργείου Δημοσίων Έργων.

Το 1938 η αμερικανική εταιρεία Cooper εκπόνησε προκαταρκτική μελέτη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή αλουμινίου. Το 1941 Γερμανοί καθηγητές συνέταξαν σχετική έκθεση και 1946 η υπόθεση του φράγματος ήλθε και πάλι στην επιφάνεια, μέσω του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, ενώ ουσιαστική κινητικότητα επήλθε μετά το 1950.

Το 1958 η Δ.Ε.Η. έκανε προκαταρκτική μελέτη και την υπέβαλλε στο Διεθνές Ταμείο Δανειοδότησης και Ανάπτυξης, η οποία ολοκληρώθηκε το 1959 και υποβλήθηκε στο ίδιο ταμείο για δανειοδότηση του έργου.

Η μελέτη κατασκευής, η επίβλεψη και η εποπτεία των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και η μέριμνα αγοράς του κύριου εξοπλισμού ανατέθηκαν με σύμβαση το 1960 στην αμερικάνικη εταιρεία Kaizer.

Για την κατασκευή του έργου εργάστηκαν ως και 3500 άτομα καθημερινώς σε 24ώρη βάση σε τρεις βάρδιες. Δυστυχώς δεν έλειψαν και τα **εργατικά ατυχήματα**. Σύμφωνα με εντυπία της τότε χρονολογίας είχαν καταγραφεί πάνω από 30 θανατηφόρα και εκατοντάδες ελαφρότερα.

## 10.2 Ο ΞΕΡΙΖΩΜΟΣ

Πρέπει να γίνει ειδική αναφορά στον ξεριζωμό. Το έργο αδιαμφισβήτητα επέφερε πολλαπλά οφέλη άλλα και αλλαγές στο τοπίο. Το έδαφος της περιοχής, πριν γίνει το φράγμα, ήταν πολύ γόνιμο, με πορτοκαλιές, λιόδεντρα και άλλες καλλιέργειες.

Δασικές και χορτολιβαδικές εκτάσεις πνίγηκαν που ήταν απαραίτητες και προσοδοφόρες για τους κατοίκους της περιοχής, των οποίων η παραγωγική τους δραστηριότητα ήταν γεωργοκτηνοτροφική.

Οι κάτοικοι έπρεπε να μετακομίσουν σε γειτονικές περιοχές ή σε αστικά κέντρα έναντι αποζημίωσης. Πολλοί έδειξαν απροθυμία να φύγουν από τις οικίες τους και σκληρές τραγικές και τραυματικές διαδραματίστηκαν. Η διοίκηση του έργου έστειλε μπουλντόζες που τράνταζαν τα σπίτια, επιβάλλοντας στους ανθρώπους να φύγουν.



**ΟΙ ΧΩΡΙΚΟΙ ΒΓΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΚΕΠΗ ΤΗΣ ΕΚΚΛΗΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΝΑ ΒΥΘΙΣΤΕΙ**  
(εικόνα 16)

Συνολικά πάνω απο 15 χωριά και οικισμοί "πνίγηκαν", όπως ο **Άγιος Βασίλης**, τα **Σίδερα**, ο **Μαυριάς**, η **Επισκοπή** κ.α. Ο μύθος θέλει να συμβαίνουν «περίεργα» ατυχήματα στις μπουλντόζες στην προσπάθεια τους να γκρεμίσουν τις εκκλησίες, Ερπύστριες να καταστρέφονται, σμήνος μελισσών να κυνηγούνε τους οδηγούς κ.α.

Πνίγηκαν μνημεία της φύσης, τα οποία προσέθεταν ένα μεγαλείο στον τοπικό πολιτισμό, έχοντας απaráμιλλο φυσικό κάλλος και ευρισκόμενα σε απόλυτη αρμονική συνύπαρξη με τα ιστορικά, θρησκευτικά και πολιτισμικά μνημεία που υπήρχαν στην ευρύτερη περιοχή.

Η γέφυρα της Μαρδάχας, χτισμένη στη θέση της ομώνυμης πηγής, η Επισκοπή και η παλαιά μονή της Τατάρνας είναι κάποια από αυτά. Η κατασκευή του φράγματος των Κρεμαστών είχε ως συνέπεια τη δημογραφική αλλοίωση της ευρύτερης περιοχής, καθώς παλαιοί οικισμοί έσβησαν οριστικά και σημαντικό μέρος του πληθυσμού μετακινήθηκε σε άλλες περιοχές.

Η σεισμική ακολουθία ξεκίνησε μετά την πλήρωση της τεχνητής λίμνης του φράγματος των Κρεμαστών στον ποταμό Αχελώο. Βρέθηκε ότι ο αριθμός των προσεισμών μπορεί να συσχετισθεί με την πλήρωση της λίμνης. Οι σεισμική δραστηριότητα ήταν τόσο έντονη που έγινε αναφορά του φαινομένου στη διεθνή βιβλιογραφία.



*ΛΙΜΝΗ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ (εικόνα 17)*

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (εικόνες 18 , 19 )**

Όπως κάθε τεχνικό έργο, ένας ΥΗΣ αποτελεί μία παρέμβαση στο περιβάλλον, τόσο το φυσικό όσο και το κοινωνικό και

πολιτιστικό. Η παρέμβαση αυτή λαμβάνει χώρα τόσο κατά την φάση της κατασκευής όσο και της λειτουργίας του. Σε ορισμένες περιπτώσεις η έκταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να μετριασθεί και το έργο να γίνει αποδεκτό με επεμβάσεις που επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό και ενδεχόμενα επηρεάζουν σημαντικά την οικονομική απόδοση του έργου.

Για τον λόγο αυτό οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός ΥΗΣ πρέπει να εξετάζονται ήδη κατά τις αρχικές φάσεις διαμόρφωσης του έργου ώστε να μην κινδυνεύσει στην συνέχεια να ματαιωθεί το έργο είτε λόγω των σοβαρών επιπτώσεων που θα προκαλεί είτε λόγω της σοβαρής επιβάρυνσης του κόστους από τις πρόσθετες επεμβάσεις που θα απαιτηθούν.

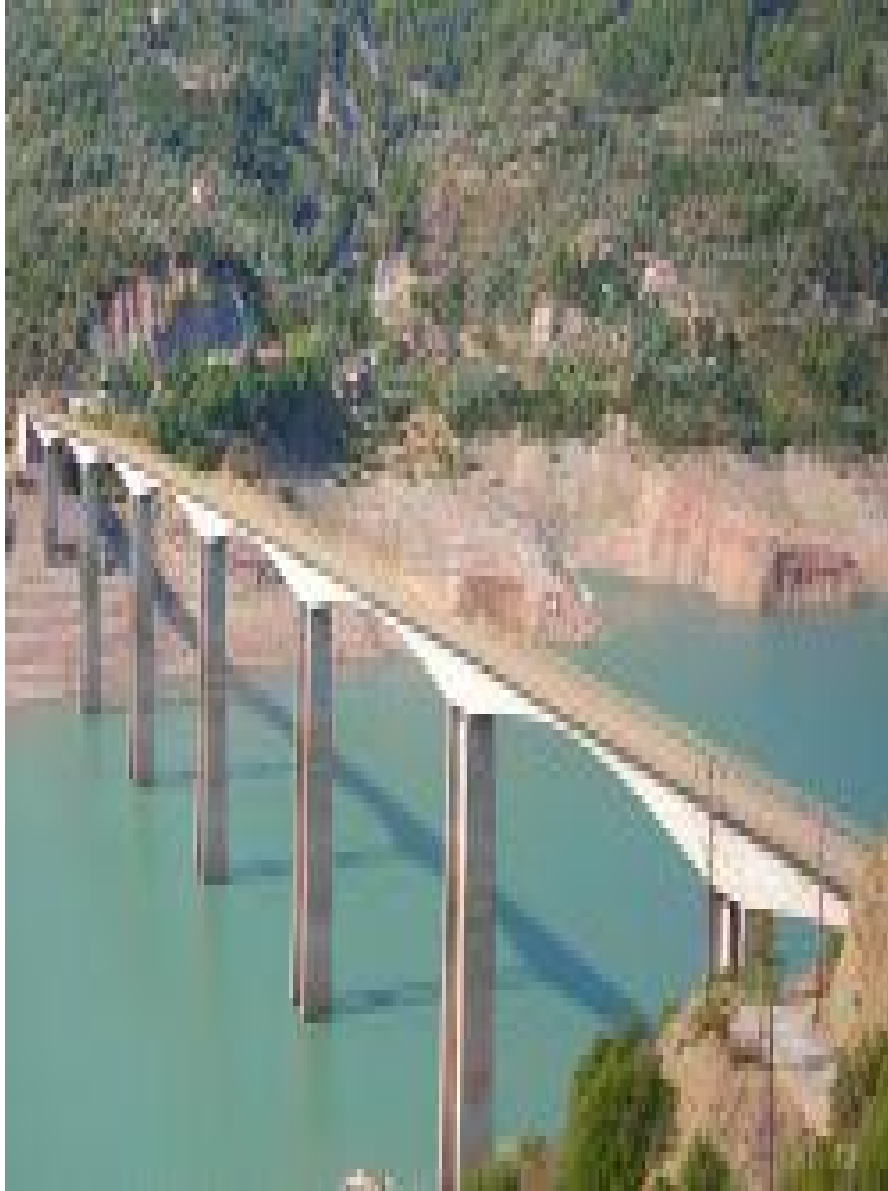
Κατά γενικό κανόνα, οι ΥΗΣ θεωρούνται έργα με αντιμετωπίσιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με άλλα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ΥΗΣ δεν έχουν μόνο αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και θετικές, όπως για παράδειγμα τον συνδυασμό τους σε ορισμένες περιπτώσεις με άλλες χρήσεις και διευθετήσεις του νερού (ύδρευση, άρδευση), τον έλεγχο της στάθμης κατά την διάρκεια πλημμύρων, την δημιουργία χώρων αναψυχής και τουρισμού, την κατασκευή έργων υποδομής σε απομακρυσμένες περιοχές.

Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα ΥΗΣ έχει ως άμεσο και σημαντικότερο για τη φύση και τους ανθρώπους αποτέλεσμα, την αποτροπή εκπομπής στην ατμόσφαιρα πολύ μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα για την περίπτωση κατά την οποία η ίδια ποσότητα ενέργειας θα παραγόταν από λιγνιτικό σταθμό.

Συγκεκριμένα για τον ΥΗΣ Κρεμαστών, σύμφωνα με μελέτη της Διεύθυνσης Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ, έχει υπολογιστεί ότι η παραγωγή περίπου 1450 GWh ετησίως από τον ΥΗΣ, αποτρέπει την εκπομπή στην ατμόσφαιρα 519.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως για την περίπτωση όπου η ίδια ποσότητα ενέργειας θα παραγόταν από λιγνιτικό σταθμό.

**ΓΕΦΥΡΑ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ (εικόνα 20 )**



### 10.3 Περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις απο την κατασκευή φραγμάτων

Η κατασκευή φραγμάτων, παρόλο που είχε ως πρωτεύοντα στόχο την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών της χώρας, αποτελεί πλέον δραστηριότητα πολλαπλής σκοπιμότητας, που καλύπτει ζωτικές ανάγκες ευρύτερης εθνικής σημασίας, όπως ύδρευση, άρδευση και αντιπλημμυρική προστασία.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ανθρώπινης αυτής επέμβασης και της μετατροπής του φυσικού ποτάμιου συστήματος σε λιμναίου, κυρίαρχη είναι η συμβολή της στη διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας και στη γενικότερη διατήρηση οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας αυτών.

Η ΔΕΗ ΑΕ, από τα μέσα της δεκαετίας του '50 μέχρι σήμερα, εκμεταλλευόμενη το έντονο φυσικό ανάγλυφο της χώρας μας, έχει κατασκευάσει 15 μεγάλα και 9 μικρά (με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη των 15MW) ΥΗΕ, τα οποία βρίσκονται ήδη σε λειτουργία. Μέχρι το 2013 αναμένεται να λειτουργήσουν ακόμα 6 μεγάλα ΥΗΕ (Μεσοχώρα, Συκιά, Πευκόφυτο, Μετσοβίτικο, Ιλαρίωνας και Τέμενος) συνολικής ισχύος 653.30MW.

Τα ΥΗΕ, είναι έργα αιχμής, αφού είναι δυνατό να τίθενται αμέσως σε λειτουργία και να διασφαλίζουν την ετοιμότητα και ισορροπία του συστήματος.

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. Δεδομένου δε, ότι οι απαιτήσεις σε νερό (δυνάμει ανανεούμενο αγαθό) συνεχώς αυξάνονται, η αποθήκευση αυτού του αγαθού γίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη.



#### **10.4 Κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και περιβάλλον**

Η δημιουργία τεχνητής λίμνης (ταμιευτήρας), μετατρέπει το φυσικό ποτάμιο σύστημα σε λιμναίο. Η ανθρώπινη αυτή επέμβαση επιφέρει, όπως άλλωστε θα περίμενε κανείς, κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι κυριότερες από αυτές, προέρχονται από τη δημιουργία της τεχνητής λίμνης που έχει ως συνέπεια της κατάκλιση μεγάλων εκτάσεων, τη διακοπή της ροής του ποτάμιου συστήματος και τη διακοπή της τροφοδοσίας των κατάντη εκτάσεων με φερτές ύλες. Όλα τα παραπάνω, επιδρούν ως ένα βαθμό στην αλλαγή της χλωρίδας και πανίδας της περιοχής, καθώς επίσης και στο τοπικό κλίμα.

Από την άλλη πλευρά, τα θετικά χαρακτηριστικά της υδροηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με την περιβαλλοντική ευαισθησία της ΔΕΗ ΑΕ η οποία εκπονεί Περιβαλλοντικές Μελέτες, όπου καταγράφονται οι προτεραιότητες προστασίας και ανάδειξης της περιοχής οι οποίες ταυτίζονται με τις αποφάσεις της πολιτείας, καταδεικνύουν τη συνολικά θετική συνεισφορά των ΥΗΕ στο περιβάλλον.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί καθαρή ανανεώσιμη ενέργεια με μηδενικό κόστος καυσίμου και μηδενικές εκπομπές ρύπων, ενώ η ευελιξία των μονάδων επιτρέπει τη χρήση της για την κάλυψη των αιχμών ζήτησης.

Η κατασκευή των ΥΗΕ, ως έργα πολλαπλής σκοπιμότητας, εκτός από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, καλύπτει ζωτικές ανάγκες ευρύτερης εθνικής σημασίας, όπως ύδρευση, άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία και διατήρηση οικοσυστημάτων ενώ παράλληλα συμβάλλει σημαντικά και στη διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας.

Όλα τα παραπάνω, γίνονται αντιληπτά στον επισκέπτη της περιοχής όπου βρίσκονται τα ΥΗΕ, μέσω της ποικιλίας των μορφών ζωής, των ειδών της χλωρίδας και της πανίδας, που περιγράφεται ικανοποιητικά με τον όρο βιοποικιλότητα. Η βιοποικιλότητα της ευρύτερης περιοχής των ΥΗΕ συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με αυτά, προσδίδοντάς τους επίσης τουριστικό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

Οι νέοι οικότοποι, με λιμναίες πλέον οικολογικές συνθήκες, ευνοούν την ανάπτυξη αρκετών υδρόβιων οργανισμών (ψαριών και αμφίβιων), που προσφέρουν τροφή και καταφύγιο σε μεγάλο αριθμό αποδημητικών ή μη πουλιών, με τα πρώτα να χρησιμοποιούν τους ταμιευτήρες ως ενδιάμεσους σταθμούς στο μακρύ τους ταξίδι.

Οι τεχνητές λίμνες έχουν εξελιχθεί σε ωραιότατους υδροβιότοπους, διατηρώντας και αυξάνοντας τη βιοποικιλότητα στην περιοχή επίδρασής τους. Επίσης, τα μεγάλα έργα και η τεχνολογία δε συμβαδίζουν πάντα με την καταστροφή της φύσης.

Επομένως, μπορεί να ειπωθεί ότι τα ΥΗΕ, ως έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων της χώρας μας, έχουν συνεισφέρει θετικά στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα συντελούν στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας με αποτέλεσμα να επιφέρουν θετικές επιπτώσεις στην οικονομία και στην ανάπτυξη.

## 10.5 ΦΡΑΓΜΑΤΑ, ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η δημιουργία μιας τεχνητής λίμνης στον ελληνικό χώρο σημαίνει και αύξηση στη βιοποικιλότητα, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Στην Ελλάδα, η ΔΕΗ ΑΕ έχει κατασκευάσει φράγματα στους ποταμούς Αχελώο, Αλιάκμονα, Νέστο, Άραχθο & Λούρο, Λάδωνα, Αώο, Άγρα & Εδεσσαίο.

Η σειρά των φραγμάτων Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου, καθώς επίσης και το φράγμα Ν.Πλαστήρα στον Ταυρωπό, έχουν δημιουργήσει μια νέου τύπου αύξηση των φυσικών οικοσυστημάτων (φυλλοβόλα είδη δένδρων όπως βελανιδιές, οξιές, καστανιές) και οργανισμών οι οποίοι σχετίζονται με την παραποτάμια βλάστηση.

Επιπλέον, τα φράγματα αυτά οδήγησαν σε αύξηση των θηλαστικών και των προστατευόμενων ειδών, όπως είναι η βίβρα, που βρίσκουν καταφύγιο στο δάση γύρω από τις λίμνες. Εντυπωσιακή είναι και η ποικιλότητα στην орνιθοπανίδα της περιοχής, όπου έχει διαπιστωθεί η παρουσία περισσότερων των 70 ειδών.

Όσον αφορά τους ιχθυοπληθυσμούς, οι εμπλουτισμοί που έγιναν με νέα ιχθυοπανίδα, π.χ. στον ταμιευτήρα Ν.Πλαστήρα, οδήγησαν σε αύξηση αυτών από πέντε σε δώδεκα και στον πολλαπλασιασμό των ειδών της ιχθυοπανίδας που ξεπερνά κάθε προσδοκία, όπως τα χέλια και τα μύδια.

Στην περιοχή των ταμιευτήρων μπορεί να συναντήσει κανείς και πολλά είδη ερπετών όπως είναι η σαΐτα, η τρανόσαυρα και η οχιά, ενώ δε λείπουν και τα αμφίβια είδη, όπως είναι ο δένδροβάτραχος.

Γενικώς, η έκταση της περιοχής είναι μεγάλη και παρουσιάζει ποικιλία οικοτόπων, όπου μπορούμε να συναντήσουμε ανάλογη ποικιλία χλωρίδας και πανίδας.

## 10.6 Φράγματα, λειτουργίες οικοσυστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα φράγματα είναι κατασκευές σχεδιασμένες με σκοπό την αποθήκευση και την εκτροπή του νερού, την αλλαγή της φυσικής διανομής και το συγχρονισμό των ποτάμιων ροών προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανθρώπινες ανάγκες.

Υπό αυτήν τη μορφή, αλλάζουν συγχρόνως τις θεμελιώδεις διαδικασίες για τα φυσικά οικοσυστήματα, αφού λειτουργούν ως «εμπόδια» στις διαμήκεις ανταλλαγές νερού στους ποταμούς. Με την αλλαγή του τρόπου της κατάντη ροής (δηλ. ένταση, συγχρονισμός και συχνότητα), αλλάζουν το υδατικό ίζημα και τα θρεπτικά καθεστώτα, μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του ύδατος και τη χημεία του.

Οι ταμειυτήρες πλημμυρίζουν τα χερσαία οικοσυστήματα, καταστρέφοντας φυτά και αναγκάζουν μετακίνηση των ζώων. Δεδομένου ότι πολλά είδη προτιμούν τα κατώτατα σημεία κοιλάδων, η συσσώρευση νερού σε μεγάλη κλίμακα μπορεί να επηρεάσει μοναδικούς βιότοπους άγριας φύσης και να εξαφανίσει ολόκληρους πληθυσμούς απειλούμενων υπό εξαφάνιση ειδών. Η αναγνώριση και ταξινόμηση των περιβαλλοντικών μεταβολών που προσδοκούνται μετά την υλοποίηση ενός φράγματος έχουν μεγάλη σημασία για το σωστό σχεδιασμό του.

**(α)** Η λειτουργία των φραγμάτων μεταβάλλει τη δίαιτα του ποταμού κατάντη με εκτεταμένα αποτελέσματα στην τοπική υδρολογία και στα κατάντη ρέοντα ύδατα, καθώς και τη μεταφορά των φερτών υλών.

Η μεταβολή αυτή μπορεί να προκαλέσει διαβρώσεις στο έδαφος και να μεταβάλλει το οικοσύστημα που προϋπήρχε στην περιοχή. Η τεχνητή φραγή των ποταμών αυξάνει το χρόνο παραμονής και τη θερμοκρασία του νερού, μειώνει τη θολερότητα, τροποποιεί τη θερμική στρωματοποίηση και επομένως ενισχύει συνήθως την σε φυσική θέση πρωταρχική παραγωγή, η οποία έχει επιπτώσεις στον άνθρακα και τη θρεπτική ισορροπία

Η μεταφορά του ιζήματος μέσω της λεκάνης απορροής και κατά μήκος του ποτάμιου συστήματος είναι συνεχής.

**(β)** Η δημιουργία του ταμιευτήρα μπορεί να καλύψει αρχαιολογικούς χώρους και χώρους ιστορικής μνήμης, ενώ μπορεί να καλυφθούν χώροι με τοπογραφική, γεωλογική και αισθητική αξία

**(γ)** Η συγκράτηση του υδάτινου όγκου εντός του ταμιευτήρα και οι μεταβολές στη ροή του ποταμού που φράσσεται και της ποσότητας των φερτών υλών εμποδίζουν την αναπαραγωγή των ψαριών και επηρεάζουν αρνητικά την πανίδα της κατάντη περιοχής.

**(δ)** Η θερμοκρασία του νερού, η περιεκτικότητα σε αλάτι και οξυγόνο μπορεί να μεταβληθεί συνεπεία του σχηματισμού του ταμιευτήρα, κάτι που μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στην πανίδα της περιοχής

**(ε)** Δημιουργούνται εμπόδια στη διέλευση των ζώων, ενώ προβλήματα προκαλούνται στην «προς τα πάνω» κίνηση των ποτάμιων ψαριών κατά την περίοδο της ωοτοκίας τους, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του πληθυσμού των ποτάμιων ψαριών }. Ακόμη τα ψάρια μπορούν να βλαφθούν περνώντας διαμέσου των υδροφρακτών, των στροβίλων και των αντλιών των μεγάλων φραγμάτων.  
Η αποξήρανση των βάλτων και άλλων συσσωρεύσεων ύδατος και οι εργασίες εκσκαφής προκαλούν αλλαγές στις δομές της κοίτης ρευμάτων και έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα ζώα που ζουν εκεί.

**(στ)** Η εκφόρτιση τοξικών ουσιών (φυτοφάρμακα, τοξικά μέταλλα κλπ) στο ποτάμιο οικοσύστημα και η συμπύκνωσή τους στην τροφική αλυσίδα μπορεί να έχει άμεσες επιπτώσεις σε ευαίσθητα ζώα και ακόμη όλοι οι οργανισμοί που διαβιούν στο οικοσύστημα μπορεί να απεισιώσουν όταν το υδατορεύμα καταστεί ανίκανο να αυτοανακάμψει από τη ρύπανση.

**(ζ)** Το υδατικό καθεστώς της περιοχής του φράγματος μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα της καταστροφής της φύσης, απροσδόκητες πλημμύρες μπορούν να εμφανιστούν και συνεπώς η βλάστηση και οι φυσικές δομές στις όχθες των ποταμών μπορούν να υποστούν καταστροφές. Η αύξηση στη εξάτμιση του νερού μπορεί να αναμένεται ως αποτέλεσμα της αύξησης της επιφάνειας ύδατος της περιοχής. Μικροκλιματικές αλλαγές μπορεί να παρατηρηθούν συσχετιζόμενες με τις αλλαγές στο ποσοστό της υγρασίας αέρα, της θερμοκρασίας αέρα, των μετακινήσεων αέρα στη μεγάλη κλίμακα και τις αλλαγές στην τοπογραφία περιοχών που προκαλείται από τη λιμνάζουσα (στάσιμη), μεγάλης κλίμακας μάζας του νερού.

**(η)** Τα φράγματα σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν αυξήσεις στις ασθένειες που οφείλονται στην ύπαρξη στάσιμων νερών, όπως τύφος, τυφοειδής πυρετός, ελονοσία και χολέρα.

## **10.7 ΒΑΣΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ**

Η συμβολή των φραγμάτων στην εθνική οικονομία είναι μεγάλη και ποικίλη. Εξυπηρετούν την άρδευση, εξασφαλίζουν πόσιμο νερό, βοηθούν στον έλεγχο των πλημμυρών, εξασφαλίζουν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργούν εστίες αλιείας, βοηθούν τον τουρισμό.

Ένα νέο περιβάλλον δημιουργείται από τη λειτουργία του φράγματος, αφού συμβάλλει στην έλευση και την ανάπτυξη μιας άλλης πανίδας στην περιοχή. Τα φράγματα συμβάλλουν όχι μόνο στην οικονομική, αλλά και στην περιφερειακή ανάπτυξη, αφού σε πολλές αναπτυγμένες χώρες, τα φράγματα έχουν παίξει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη των υπανάπτυκτων περιοχών.

## 10.8 Ταξινόμηση των ωφελειών

**(α)** Έλεγχος των πλημμυρών, μείωση ή εξάλειψη των καταστροφών που προκαλούν.

**(β)** Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μείωση της εξάρτησης κάθε περιοχής από την ενέργεια που παράγεται από ρυπογόνες διαδικασίες (πετρέλαιο, λιθάνθρακας, κ.λπ.).

**(γ)** Πιθανά οφέλη που μπορούν να επέλθουν στην περίπτωση που ο ταμιευτήρας ευνοεί τη δημιουργία «υδάτινων οδών».

**(δ)** Ύδρευση οικισμών και βελτίωση της δημόσιας υγείας λόγω της χρήσης ελεγχόμενου πόσιμου νερού.

**(ε)** Αύξηση του παραγόμενου γεωργικού προϊόντος λόγω της δυνατότητας άρδευσης γεωργικών εκτάσεων και αύξηση της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα.

**(στ)** Αύξηση του εισοδήματος που προέρχεται από τις ιχθυοκαλλιέργειες που μπορούν να αναπτυχθούν εντός του ταμιευτήρα του φράγματος.

**(ζ)** Βελτίωση της τουριστικής ελκυστικότητας των περιοχών πέριξ του φράγματος και του ταμιευτήρα του και αύξηση του τουριστικού εισοδήματος.

## 10.9 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η κύρια υδραυλική επίδραση από την κατασκευή και λειτουργία των φραγμάτων είναι η εκφόρτιση της λεκάνης συλλογής νερού σε μια στάσιμη δεξαμενή (ταμιευτήρα) αντί στη κοίτη ποταμού ή χειμάρρου.

Επομένως, μια τέτοια αλλαγή θα αρχίσει κατάντη ενός ρεύματος όπου η κατάντη περιοχή ξεραίνεται μερικώς ή ολικώς και ο ταμιευτήρας αρχίζει να συσσωρεύει νερό. Κατά τη διάρκεια αυτού του προσωρινού ή περιοδικά επαναλαμβανόμενου χρονικού διαστήματος αναπλήρωσης νερού, η υδρολογική ισορροπία της περιοχής μπορεί να καταρρεύσει, να παρατηρηθούν εξαφάνιση ειδών και απότομες δομικές αλλαγές στο υδατικά εξαρτώμενο οικοσύστημα.

Η αποσύνθεση της νεκρής χλωρίδας και πανίδας στο νεοερχόμενο σώμα ύδατος επιταχύνεται.

Έτσι, οι ανάντη ροές του νερού ρυτταίνονται, χωρίς οξυγόνο στα βαθύτερα μέρη του υδατικού όγκου που βρίσκονται υπό σκοτάδι για μεγάλο χρονικό διάστημα και μυρίζουν συνήθως σαπίλα λόγω της πλούσιας διάθεσης υδρογόνου. Μετά από αυτή τη διαδικασία το ποτάμιο ρεύμα διαμορφώνει ένα νέο και υγιές οικοσύστημα, όμως αυτή η νέα υδατική ισορροπία στο χερσαίο οικοσύστημα και στο θαλάσσιο περιβάλλον στις εκβολές όπου συναντά το ρεύμα τη θάλασσα, δεν έχει την πιθανότητα να αποκτήσει την προηγούμενη οικολογική κατάστασή του.

### Οι βασικότερες αλλαγές

(α) Η ταχύτητα ροής του ποταμού γίνεται στατική στη κατάντη περιοχή, δεδομένου ότι η στάθμη του νερού στη κοίτη του ποταμού δεν αλλάζει σημαντικά. Επομένως, τα χαρακτηριστικά ενεργειακής ροής τροποποιούν το οικοσύστημα διαβίωσης.



**(β)** Μπορεί να εμφανιστούν θετικές παραλλαγές ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης διαρροής στα υπόγεια νερά

**(γ)** Καθώς ο ταμιευτήρας αποθήκευσης νερού λειτουργεί όπως μια μεγάλη λεκάνη απορροής αποκατάστασης, η θολερότητα στις ρέοντες κατάντη ποσότητες νερού μειώνεται και η διάβρωση γύρω από τη λίμνη ελαττώνεται αργά.

**(δ)** Μπορούν να παρατηρηθούν αυξήσεις στις απώλειες εξάτμισης λόγω της διεύρυνσης της επιφάνειας ύδατος.

**Οι διαφορές στο θερμοκρασιακό καθεστώς του υδάτινου περιβάλλοντος μπορούν να ταξινομηθούν σε:**

(α) θερμικές μεταβολές που μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα τους εποχιακούς θερμικούς στρωματικούς σχηματισμούς κατά βάθος του νερού στα φράγματα και

(β) μεταβολές που συμβαίνουν στη θερμοκρασία του νερού μέσα στον ταμιευτήρα, συνδέονται με το βάθος του νερού που είναι σε θέση να διαρρεύσει από τους κατάντη υδατοφράκτες του φράγματος και την ανταλλαγή του νερού με σταθερή θερμοκρασία

Στην περίπτωση που το βάθος των υδατοφρακτών είναι κάτω από τη θερμοκλίνη του ταμιευτήρα ο ποταμός θα συμπεριφερθεί όπως ένας ποταμός ψυχρού κλίματος, από χημική και βιολογική άποψη συνθηκών, δεδομένου ότι το νερό θα είναι πάντα κρύο ακόμη και το καλοκαίρι.

Αντίθετα, θα συμπεριφερθεί όπως ένας ποταμός θερμού κλίματος, εάν το ρέον νερό είναι σε θερμοκρασίες του νερού επιφάνειας. Αποτελέσματα παρόμοια με αυτά μπορούν να συνεχίσουν να υφίστανται κατάντη για χιλιόμετρα κατά μήκος του ποταμού.

## **10.10 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Οι ταμιευτήρες νερού επιφέρουν φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές στο αποθηκευμένο νερό και στα υποκείμενα εδάφη και πετρώματα, τα οποία επηρεάζουν την ποιότητα νερού.

Η χημική σύσταση του νερού μέσα σε ένα ταμιευτήρα μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετική από αυτήν των εισρεόμενων ποσοτήτων νερού.

Το μέγεθος του ταμιευτήρα, η θέση του στο ποτάμιο σύστημα, η γεωγραφική θέση του όσον αφορά το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του, ο χρόνος διατήρησης αποθήκευσης του νερού και η υδατική πηγή(ες), επηρεάζουν τον τρόπο που η κράτηση αποθήκευσης τροποποιεί την ποιότητα του νερού.

## **10.11 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΓΗΙΝΟ ΦΛΟΙΟ**

Υπάρχει πιθανότητα να μεταβληθεί το μικροκλίμα της περιοχής του φράγματος, λόγω της δημιουργίας του ταμιευτήρα και των προκαλούμενων μεταβολών στην υγρασία και τη θερμοκρασία.

Η δημιουργία στάσιμου υδάτινου όγκου μπορεί να επηρεάσει την κίνηση του αέρα κάτι που εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής.

Οι επιπτώσεις στο γήινο φλοιό δεν μπορούν να χαρακτηρισθούν ως σημαντικές ή ανησυχητικές. Από πολλούς υποστηρίζεται ότι οι ταμιευτήρες μπορούν να προκαλέσουν σεισμούς μικρής κλίμακας, λόγω της ισοστατικής πίεσης που παράγεται με την συσσώρευση νερού ή να αυξήσουν τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής, εν τούτοις η μεταβολή αυτή δεν έχει τεκμηριωθεί επαρκώς επιστημονικά.

## **10.12 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΥΔΡΟΒΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Στην αρχή, οι αποσυνθέτοντες οργανισμοί προκαλούν μια αύξηση στις θρεπτικές ουσίες στο νερό σε μια μικρή χρονική περίοδο. Επομένως, η τιμή του BOD (βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο) του νερού αυξάνεται .

Μια αναερόβια αποσύνθεση εκτελείται με τη βοήθεια των στάσιμων υδατικών στρωμάτων κατά μήκος του βάθους του ταμιευτήρα, γεγονός που οδηγεί σε μια σκουρόχρωμη λίμνη που μυρίζει άσχημα.

Κατόπιν, παρατηρείται μια τεράστιο αύξηση στα φυτοπλαγκτόν (phytoplanktons) που τροφοδοτούνται από την αυξανόμενη ποσότητα των θρεπτικών ουσιών.

## **10.12 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΖΩΗ**

Παρά το γεγονός ότι τα φράγματα συμβάλλουν σημαντικά στην εθνική και τοπική ανάπτυξη, δεν είναι εύκολα αποδεκτά για τους ανθρώπους των οποίων οι γεωργικές εκτάσεις, τα σπίτια και το περιβάλλον που ζουν βυθίζονται κάτω από το νερό.

Παραδείγματος χάριν, όταν δημιουργήθηκε η λίμνη Volta στην Γκάνα το 1969, αν και εξασφαλίστηκε μια πολύ καλύτερη περιοχή εγκατάστασης των 80.000 κατοίκων της περιοχής σε άλλη γεωγραφική θέση, οι κάτοικοι αρνήθηκαν να εγκαταλείψουν την ευρύτερη περιοχή και κατασκεύασαν τα σπίτια τους σε εκτός σχεδίου περιοχές στις ακτές της νεοσύστατης λίμνης.

Μια τέτοια ανεπιτυχής εμπειρία που η αιτία της είναι η κοινωνική-ψυχολογία, μπορεί να αποβεί πολύ επικίνδυνη για τα βιοσυστήματα της περιοχής και για τον ίδιο τον ταμιευτήρα (λίμνη Volta).

Άλλο ένα σημαντικό παράδειγμα των κοινωνικών επιδράσεων των μεγάλων φραγμάτων, αφορά το φράγμα του Aswan (Aswan High Dam). Η δημιουργία του ταμιευτήρα του φράγματος, τώρα γνωστού ως λίμνη Nasser απαίτησε την μετεγκατάσταση περίπου 100000 αιγύπτιων αγροτών, σουδανέζων και νουβίων, οι οποίοι έχασαν την πατρική γη τους και διασκορπίστηκαν στα λιγότερο εύφορα εδάφη στην άνω Αίγυπτο και το ανατολικό Σουδάν.

Πέραν της κοινωνικής διάστασης του εν λόγω προβλήματος, η δημιουργία του φράγματος προκάλεσε σημαντική απώλεια για τους ιστορικούς και τους αρχαιολόγους παγκοσμίως, δεδομένου ότι ο πολιτισμός των Νουβίων (Nubian civilization) είναι ένας από τους παλαιότερους και μέγιστους πολιτισμούς στην Αφρική.

Η πλήρωση του ταμιευτήρα Nasser, δημιούργησε την τρίτη σε μέγεθος παγκοσμίως τεχνητή λίμνη, αλλά τα μεγάλα μνημεία των Νουβίων και οι ιστορικές περιοχές τους πνίγηκαν στο νερό και χάθηκαν για πάντα, παρά τις φιλόδοξες προσπάθειες διάσωσης από οργανώσεις όπως η ΟΥΝΕΣΚΟ.

Επί πλέον, πρέπει να αναφερθούν αλλαγές στη μορφή οικονομικής ανάπτυξης και στα συστήματα παραγωγής που αρχίζουν πριν από την κατασκευή του φράγματος συμπεριλαμβανομένης της απαλλοτρίωσης της γης, της απασχόλησης εργαζομένων στην κατασκευή και τις μεταφορές. Εργαζόμενοι από την περιοχή κατασκευής του φράγματος συμμετέχουν στην κατασκευή αν και τις περισσότερες φορές οι τεχνικοί και οι εμπειρογνώμονες προέρχονται από άλλα μέρη.

Η αύξηση της απασχόλησης στην περιοχή και η οικονομική ανάπτυξη δημιουργεί δευτερογενώς νέα απασχόληση και αυξάνει τις ανάγκες για κατοικίες, εγκαταστάσεις, νέα έργα. Σε πολλές περιπτώσεις, η μεταβολή στην ανάπτυξη της περιοχής είναι σημαντική, ώστε το φράγμα να καθίσταται ένα είδος «συμβόλου» για την περιοχή.

Η κοινωνική ζωή γίνεται ενεργή, το εμπόριο παρουσιάζει αύξηση και οι πολιτιστικές δραστηριότητες άνοδο. Επί πλέον, τα φράγματα βελτιώνουν τη ζωή και το επίπεδο αγροτικής παραγωγής στις κατάντη περιοχές λόγω της μείωσης του κινδύνου για πλημμύρες.

#### **10.14 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Συμπερασματικά, οι περιβαλλοντικές μεταβολές που προέρχονται από τα φράγματα είναι ποικίλες, και με διαφορετική σημασία ή σπουδαιότητα.

Υπάρχει μεγάλη δυσκολία στον καθορισμό και υπολογισμό εκ των προτέρων, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των επιδράσεων στις οικοσυστημικές λειτουργίες, από την κατασκευή των φραγμάτων και ιδιαίτερη δυσκολία στο να καθοριστεί ποιες μεταβολές είναι θετικές και ποιες αρνητικές.

Επίσης, υπάρχει δυσκολία στην ποσοτικοποίηση των μεταβολών και την έκφρασή τους σε χρηματικούς ή οικονομικούς όρους,

ώστε να καταστούν συγκρίσιμες μεταξύ τους και η τελική επιλογή για την κατασκευή και τα χαρακτηριστικά του φράγματος να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο μιας ανάλυσης κόστους - οφέλους.

Οι μεταβολές αυτές εξαρτώνται από το είδος, το μέγεθος, τη θέση του φράγματος και του ταμιευτήρα του, τη βιοποικιλότητα και ευαισθησία του οικοσυστήματος ανάντη και κατάντη του φράγματος, ενώ η εκτίμησή τους θα πρέπει να γίνεται χωριστά για κάθε φράγμα και ταμιευτήρα. Από την άλλη πλευρά είναι λάθος να θεωρούνται εξ αρχής οι επιπτώσεις των φραγμάτων αρνητικές στο σύνολό τους.

Για τον ορθολογικό σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου έχει σημασία η επιστημονική κατάρτιση και η γνώση του μελετητή κι αξιολογητή, αλλά και η σχέση του με το έργο, η σχετική κρατική και διεθνής εμπειρία και η διεπιστημονικότητα στην προσέγγιση των θετικών και αρνητικών περιβαλλοντικών

επιπτώσεων, καθώς και των εφικτών λύσεων, με στόχο την ορθότερη περιβαλλοντική και αειφορική διαχείριση των σχετιζόμενων υδατικών πόρων.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποια κανονιστική ή τυποποιημένη προσέγγιση για να διευθυνσιοδοτηθούν οι επιδράσεις του οικοσυστήματος προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις και θα πρέπει να εξεταστούν σε κάθε περίπτωση χωριστά. Επιπλέον, η αποδοχή των αλλαγών οικοσυστήματος θα ποικίλει με τη φύση των ανθρώπινων κοινωνιών, των πολιτισμών, και των προσδοκιών.

Οι αποφάσεις για σχεδιασμό και κατασκευή των μεγάλων φραγμάτων πρέπει να λαμβάνονται ύστερα από συνεκτίμηση, σύγκριση και αξιολόγηση σε βάθος των δυσμενών επιπτώσεων και των ωφελειών. Ο σχεδιασμός και το μέγεθος του φράγματος πρέπει να εξασφαλίζουν τις ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις και τις μέγιστες θετικές.

Οι μεταβολές στο οικοσύστημα, θετικές ή αρνητικές, αποτελούν πλέον βασικό παράγοντα καθορισμού των χαρακτηριστικών κάθε φράγματος και της απόφασης για την κατασκευή του ή όχι. Αυτό όμως δεν μπορεί να αποτελέσει το «άλλοθι» για πολλούς που μεγεθύνουν και υπερτονίζουν τη σημασία κάποιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων και υποβαθμίζουν την οικονομική σημασία καθώς και τη συμβολή αυτών των έργων στην ανάπτυξη ελλειμματικών σε υδατικούς πόρους περιοχών.

Η μελέτη των φραγμάτων, των σχετιζόμενων οικοσυστημικών διεργασιών που επηρεάζουν και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (θετικών και αρνητικών), απαιτεί διεπιστημονικές προσεγγίσεις και συνεργασίες, ρεαλιστική και όχι μυωπική θεώρηση κάποιων θεμάτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Το φράγμα των Κρεμαστών διαθέτει έναν από τους δύο μεγαλύτερους σε χωρητικότητα ταμιευτήρες της χώρας. Η μελέτη και παρακολούθηση του φράγματος αυτού είναι ζωτικής σημασίας με τεράστιες οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις.

Η προσπάθεια αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική γιατί παρότι υπάρχει τάση μείωσης των μετακινήσεων των σημείων ελέγχου και συνεπώς των παραμορφώσεων του σώματος του φράγματος, το φράγμα αυτό μετά από λειτουργία 40 ετών δεν βρίσκεται σε περίοδο νεότητας, και συνεπώς οι κίνδυνοι αστοχίας του συνδεδεμένοι με την γήρανση του είναι αυξημένοι.

Το συμπέρασμα αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί επιπλέον δεν έχει επιχειρηθεί ακόμη η πρώτη πλήρωση του φράγματος στο επίπεδο που προέβλεπε η μελέτη, πράγμα που παρά τους κινδύνους που εγκυμονεί με οικονομικούς όρους κτλ αποτελεί πρόκληση (αναμενόμενη αύξηση κατά 36% της χωρητικότητάς του σε περιόδους στενότητας υδατικών πόρων).

Ωστόσο, είναι βέβαιο ότι υπάρχουν και άλλες πτυχές του φαινομένου της παραμόρφωσης και ασφάλειας του φράγματος που πρέπει να μελετηθούν.

Βασικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η συνέχιση των γεωδαιτικών μετρήσεων και η ενίσχυσή τους με όργανα νεότερης τεχνολογίας που παρέχουν δυνατότητα μέτρησης των απόλυτων μετακινήσεων όπως είναι τα GPS έτσι ώστε να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο η ποιότητα του μοναδικού σε πληρότητα και διάρκεια αρχείου δεδομένων του φράγματος.

Προς την κατεύθυνση αυτή έχουν ήδη γίνει τα πρώτα βήματα από το Εργαστήριο Γεωδαισίας του Πανεπιστημίου Πατρών στα πλαίσια ενός πιλοτικού προγράμματος σε συνεργασία με τη ΔΕΗ με στόχο την ανάπτυξη και βελτιστοποίηση του συστήματος γεωδαιτικής παρακολούθησης των φραγμάτων της.

Προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να συμβάλλει επίσης η μελέτη μιας πιθανής

μη ολοκληρωμένης σύμφωνα με τις προδιαγραφές συμπύκνωσης του πυρήνα και οι επιπτώσεις της στην ευστάθεια του φράγματος για περιπτώσεις υψηλής στάθμης ταμιευτήρα.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές συνέπειες της μη εκμετάλλευσης του συνολικού ωφέλιμου όγκου του ταμιευτήρα κρίνεται σκόπιμη η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ διαρροών και στάθμης λίμνης με στόχο τον προσδιορισμό της βέλτιστης μέγιστης τιμής για το ύψος του νερού στον ταμιευτήρα που αντιστοιχεί σε ποσότητες διαρροών που δεν απειλούν την ευστάθεια του φράγματος.



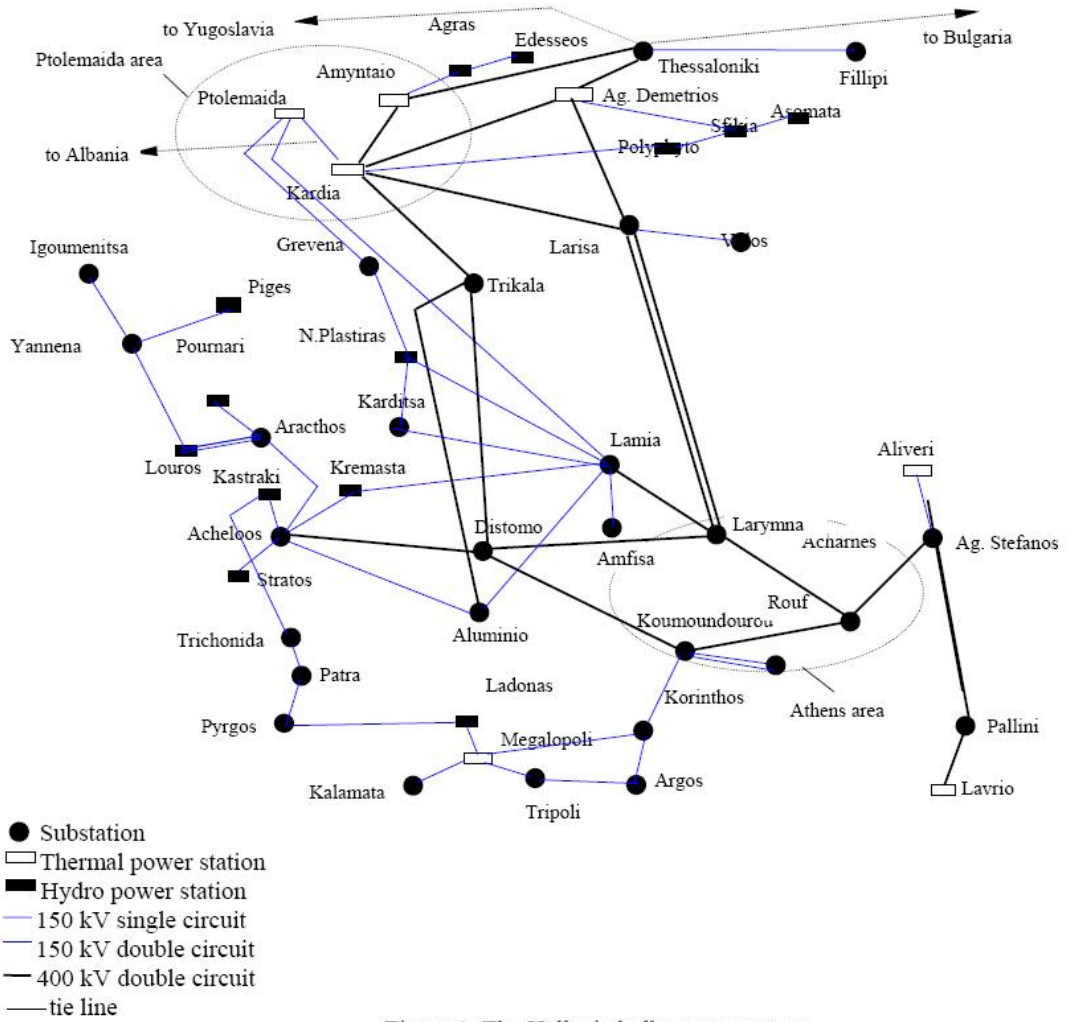


Figure 1. The Hellenic bulk power system.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 : ΣΧΕΔΙΑ ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ**

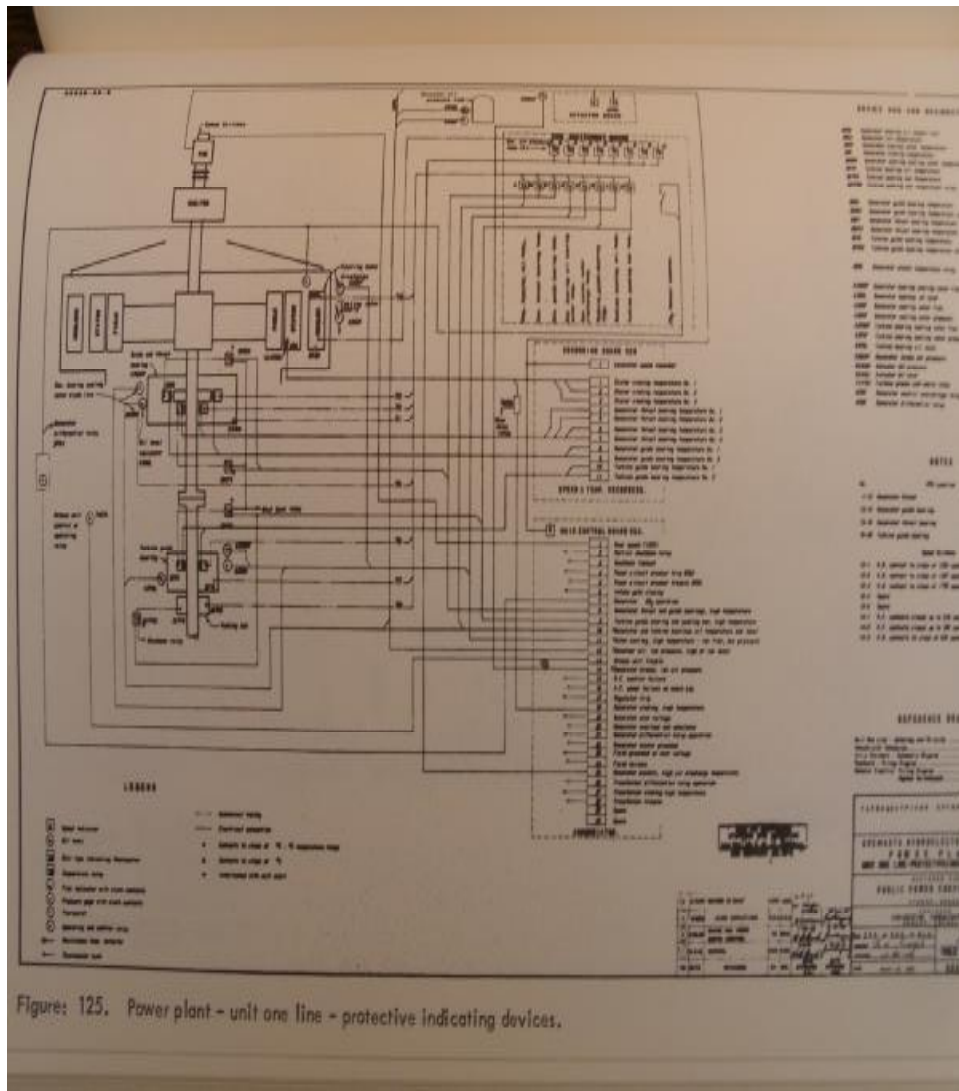


Figure: 125. Power plant - unit one line - protective indicating devices.

**Σχέδιο προστασίας γραμμής**

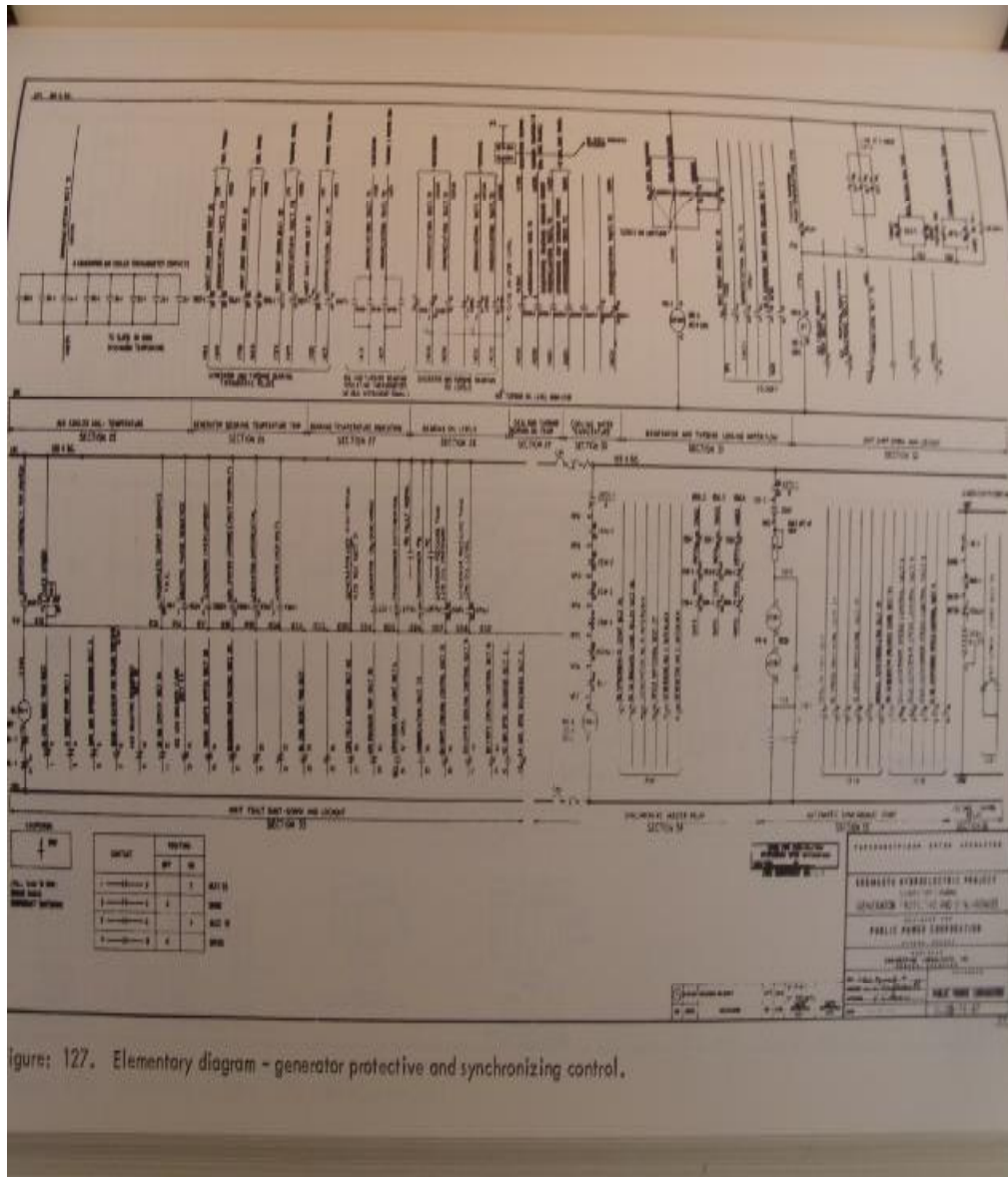


Figure: 127. Elementary diagram - generator protective and synchronizing control.

Σχέδιο προστασίας γεννήτριας , και έλεγχος συγχρονισμού.

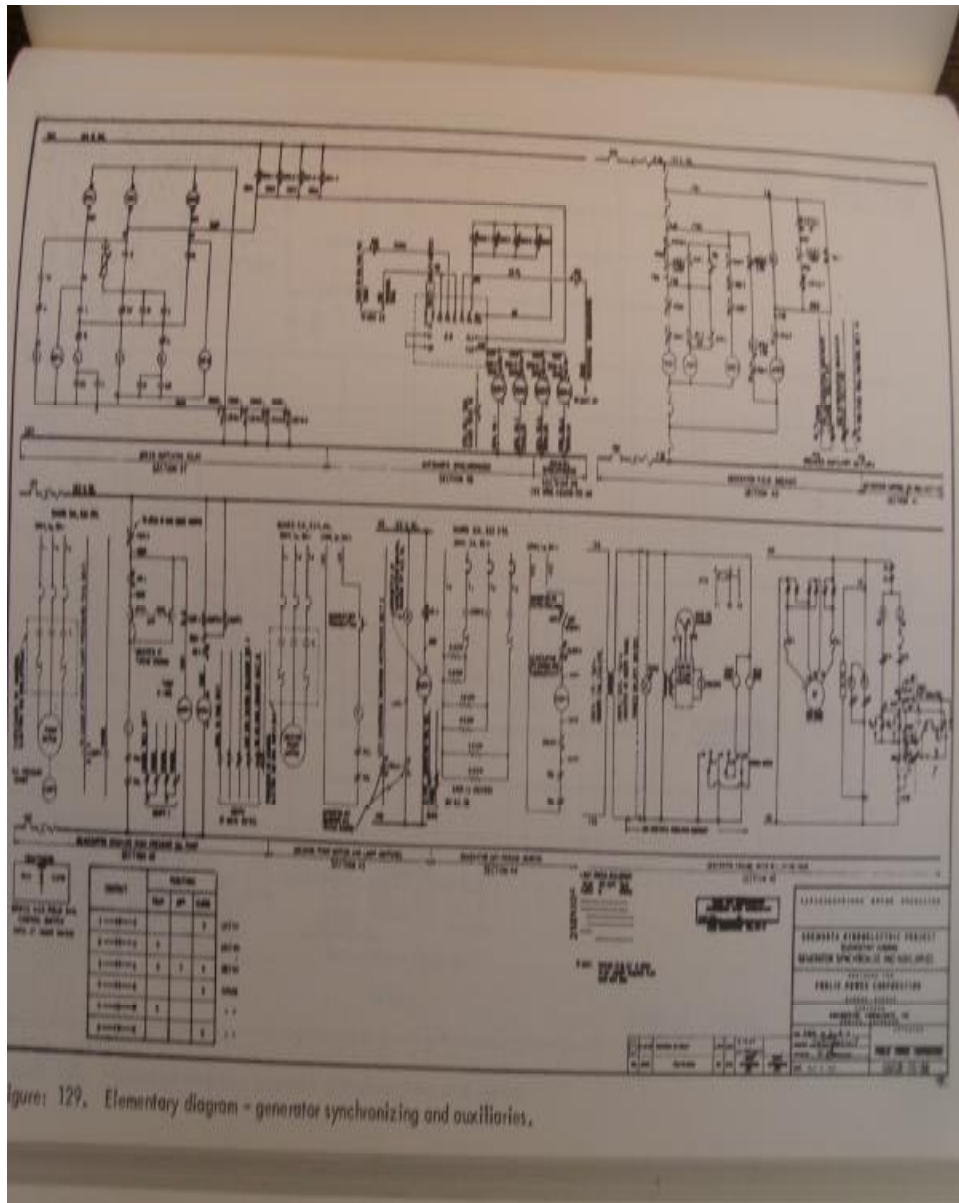


Figure: 129. Elementary diagram - generator synchronizing and auxiliaries.

Διάγραμμα ροής εξόδου της γεννήτριας.

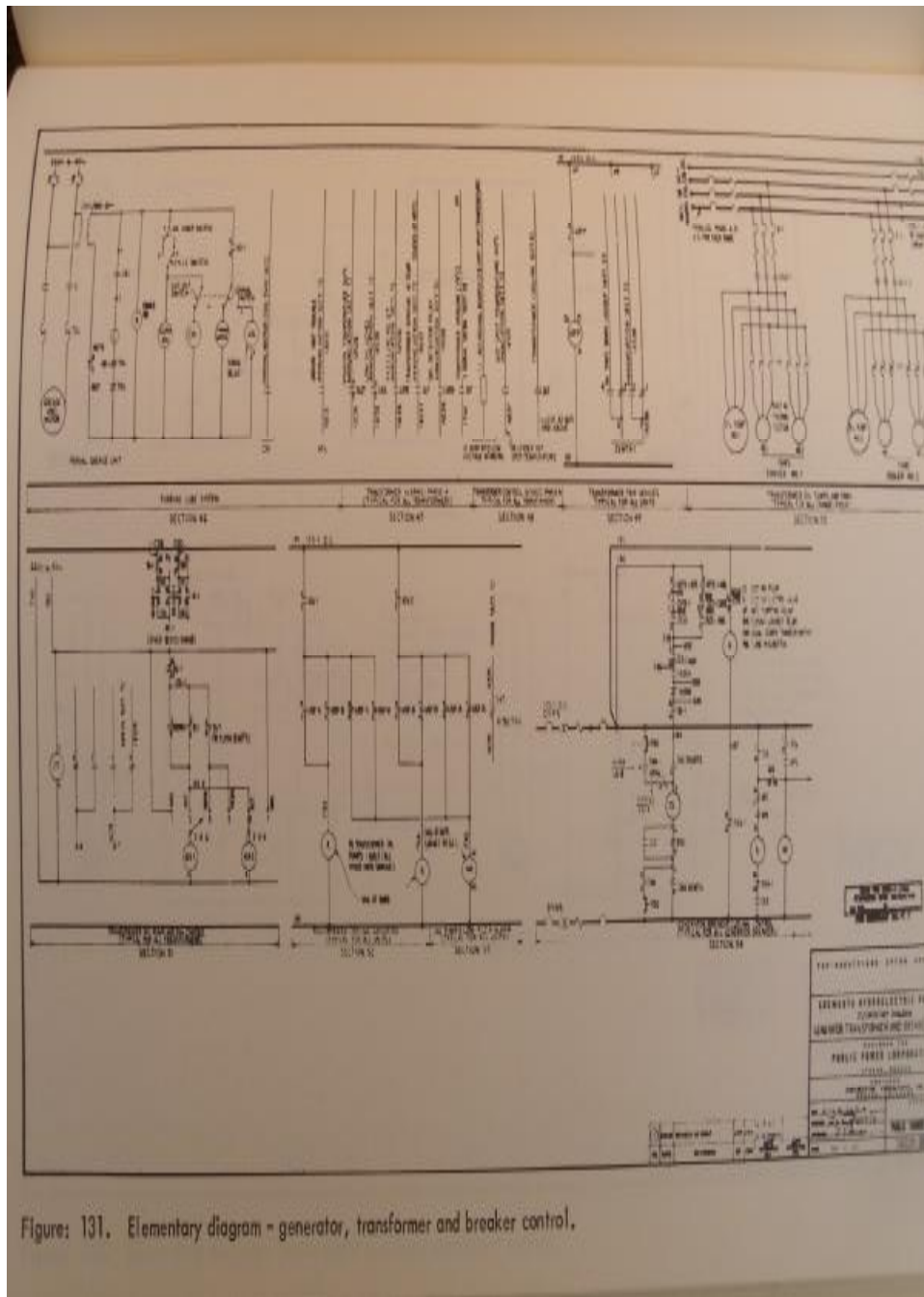


Figure: 131. Elementary diagram - generator, transformer and breaker control.

**Ελεγχος Μ/Σ και φρένων**

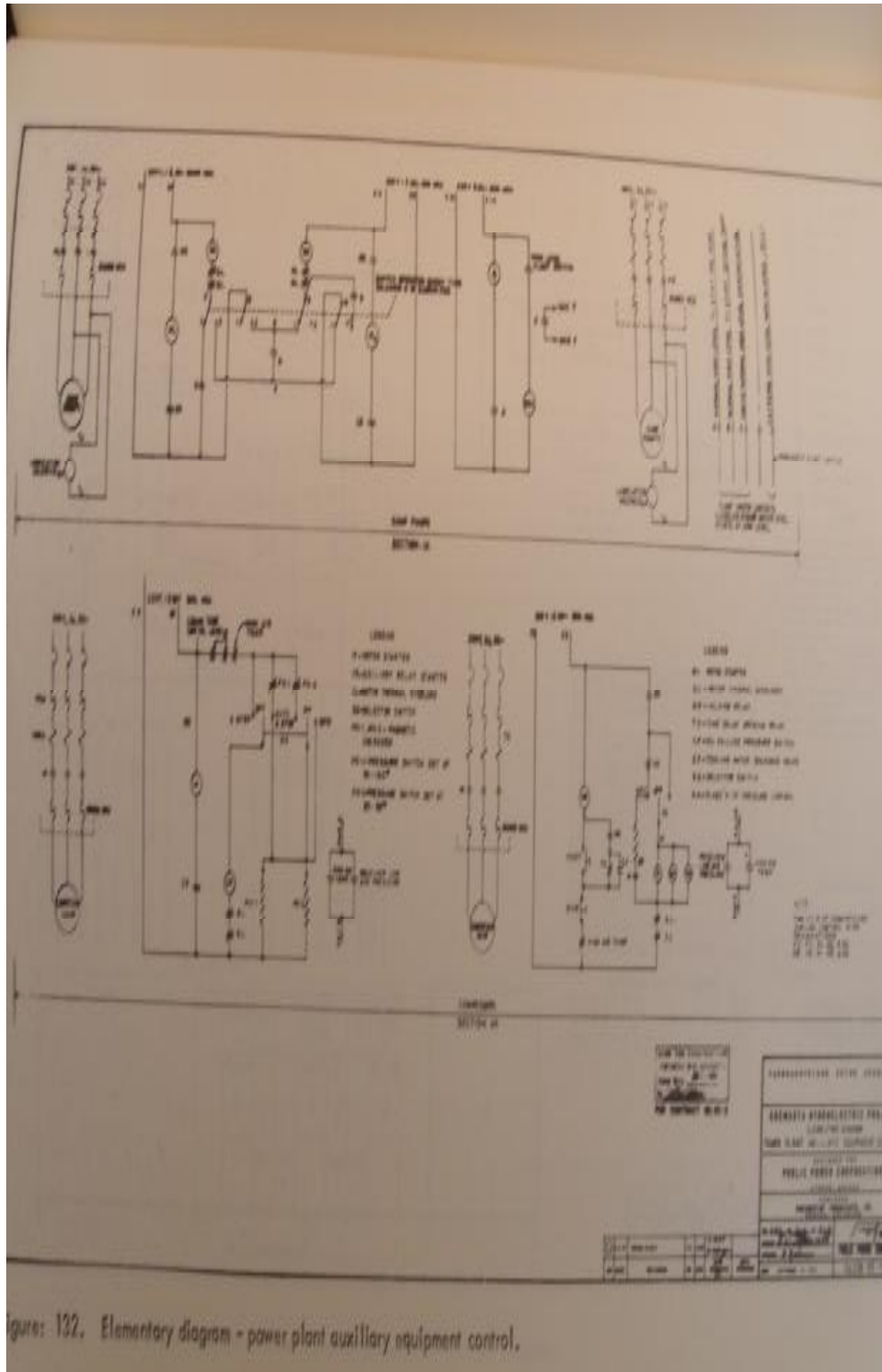


Figure: 132. Elementary diagram - power plant auxiliary equipment control.

Διαγραμμα ισχύος ελέγχου εξόδου γεννητριών.

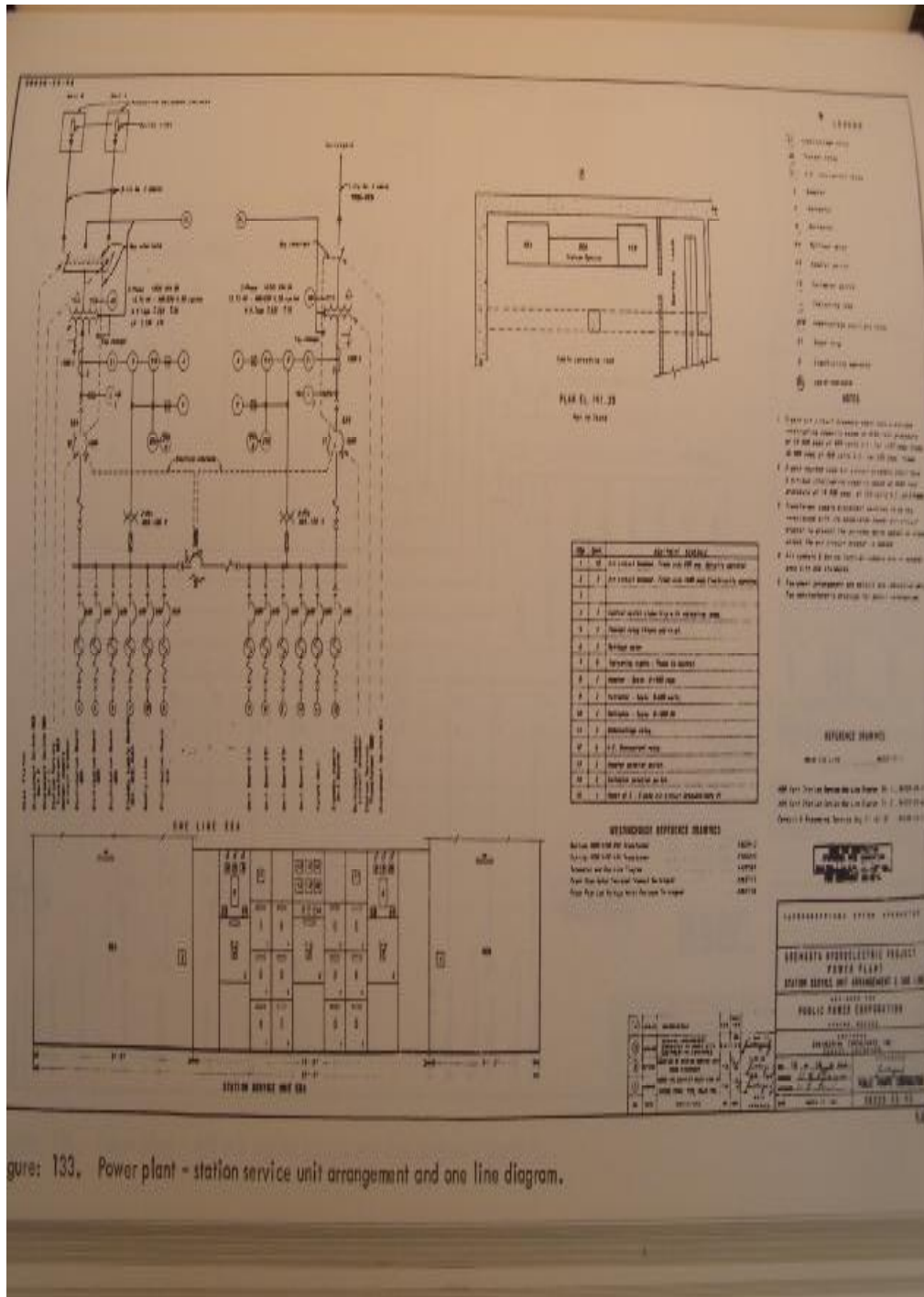


Figure: 133. Power plant - station service unit arrangement and one line diagram.

Μονογραμμικό διάγραμμα για συντήρηση μονάδων

## **Βιβλιογραφία**

- Ερεύνα στο INTERNET
- Σημειώσεις εργαστηρίου ΠΗΕ του κ. Λιαρόπουλου
- Βιβλιοθήκη ΥΗΣ Κρεμαστών
- Βιβλιοθήκη ΑΤΕΙ Πατρών
- Αγροοικολογικός σχεδιασμός για προστασία εδαφικών και υδατικών πόρων «*Φυσικοί πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη*»
- Lee, Wei-Jen 2004. The Environmental Impact of Large Scale Hydroelectric Development: Lessons from Three Gorges. Energy Systems Research Center, The University of Texas at Arlington.



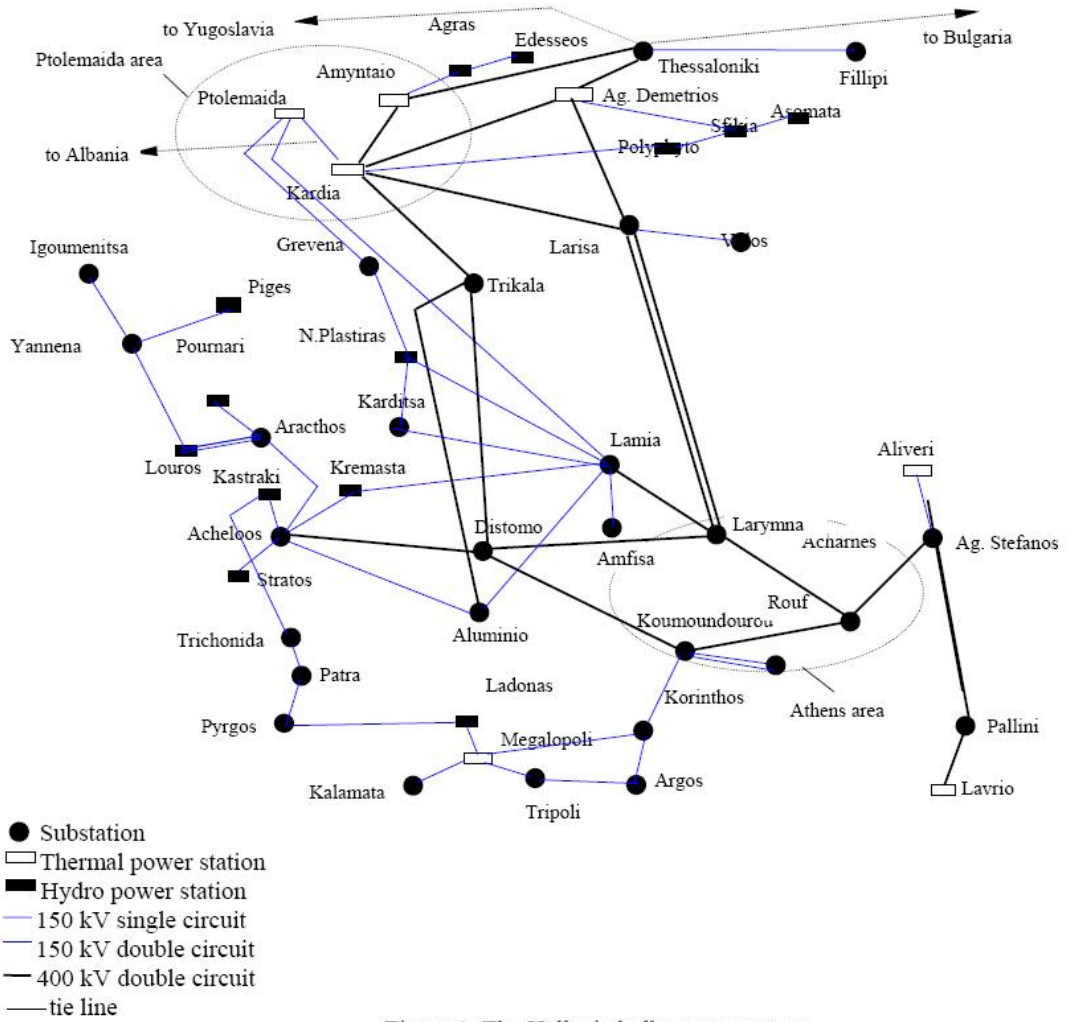


Figure 1. The Hellenic bulk power system.