

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1481

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ

Μαμασούλα Θεώνη- Χριστίνα
Μπιστιντζάνος Δημήτριος

A.M 5381
A.M 5876

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΜΙΜΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Κεφάλαιο 1.	
1.Γενικά.....	1
1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).....	1
1.2 Υδροηλεκτρική ενεργεία.....	1
1.3 Υδροηλεκτρικές μονάδες.....	2
1.4 Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί σήμερα.....	3
1.5 Κύριοι ιδιωτικοί σταθμοί σήμερα.....	4
1.6 Ιστορική αναδρομή.....	5
Κεφάλαιο 2.	
2.1 Βασικά μέρη υδροηλεκτρικού σταθμού.....	7
2.1.1 Φράγμα.....	7
2.1.2 Τύποι φραγμάτων.....	7
2.2 Ταμιευτήρας.....	9
2.3 Υπερχειλιστείς.....	10
2.4 Υδροληψία – Θύρα υδροληψίας.....	10
2.5 Δικλείδα ασφαλείας – Αγωγός πτώσης.....	11
2.6 Σταθμός παραγωγής.....	11
2.7 Υποσταθμός ζεύξης.....	12
2.8 Εκκενωτής πυθμένα.....	12
Κεφάλαιο 3.	
3. Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο Στράτος Ι.....	13
3.1 Φράγμα Στράτου.....	13
3.1.1 Τρόπος και υλικά κατασκευής φράγματος.....	14
3.1.2 Εκτέλεση.....	14
3.1.3 Ογκόλιθους.....	14
3.2 Ταμιευτήρας.....	15
3.3 Εκχειλιστείς.....	15
3.4 Υδροληψίες.....	16
3.5 Σήραγγες προσαγωγής.....	16
3.6 Στρόβιλος.....	16
3.6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του στροβίλου.....	17
3.6.2 Ρυθμιστής στροφών του στροβίλου.....	17
3.6.2.1 Ηλεκτρονικός ρυθμιστής ATE-10.....	18
3.6.2.2 Μονάδα υδραυλικού έλεγχου.....	18
3.6.2.3 Μονάδα λαδιού πίεσης.....	19
3.6.2.4 Εξοπλισμός ασφάλειας στροβίλου.....	19
3.6.2.5 Μέτρηση ταχύτητας- συχνότητας.....	19
3.6.3 Ελεγκτής στροφών PID.....	20
3.6.4 Ηλεκτρονικός περιοριστής (LIMITER).....	20
3.6.5 Κινητήρας DC του ενεργοποιητή βαλβίδας (MPL).....	20
3.6.6 Χειροκίνητος έλεγχος.....	21
3.6.7 Τρόποι λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών.....	21
3.7 Γεννήτρια.....	22

3.7.1 Σύγχρονες γεννήτριες.....	23
3.7.1.1 Δομή σύγχρονων γεννητριών.....	23
3.7.1.2 Ταχύτητα περιστροφής των σύγχρονων γεννητριών.....	25
3.7.1.3 Ισχύς και ροπή στην έξοδο των σύγχρονων γεννητριών.....	25
3.7.2 Περιγραφή γεννήτριας σταθμού.....	26
3.7.2.1 Στάτης.....	27
3.7.2.2 Πυρήνας του στατή.....	28
3.7.2.3 Τύλιγμα του στατή.....	29
3.7.2.4 Ρότορας.....	30
3.7.2.5 Τύλιγμα του ρότορα.....	31
3.7.2.6 Τύλιγμα απόσβεσης.....	32
3.7.2.7 Συσκευή για την μηχανική πέδηση και ανύψωση του ρότορα.....	32
Κεφάλαιο 4.	
4.1 Περιγραφή λειτουργίας.....	34
4.2 Εκκίνηση της μονάδος.....	34
4.3 Χειροκίνητη εκκίνηση.....	35
4.4 Ομαλή έξοδος της μονάδος από το δίκτυο.....	36
4.5 Black start.....	36
Κεφάλαιο 5.	
5.1 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ.....	37
5.2 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ.....	37
5.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας.....	37
5.4 Συμπεράσματα.....	38
Βιβλιογραφία.....	39
Παράρτημα	40

Πρόλογος

Η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας αυξάνεται διαρκώς. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του *Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας* οι ανάγκες του πλανήτη θα αυξηθούν κατά 35-40% μέσα στα επόμενα 15 χρόνια, κυρίως εξαιτίας της σημαντικής αύξησης του πληθυσμού της γης, της αύξησης των οικονομικών και αναπτυξιακών δραστηριοτήτων σε όλο τον πλανήτη και της σημαντικής βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου και όσων αυτή συνεπάγεται.

Τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων του πλανήτη (άνθρακας και πετρέλαιο) δεν είναι ανανεώσιμα και σε προβλέψιμο χρονικό διάστημα θα εξαντληθούν. Επιπλέον η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής, καθώς και σημαντικές κλιματολογικές αλλαγές, που αποτελούν μεγάλες απειλές για το μέλλον της ανθρωπότητας.

Από μετρήσεις που γίνονται προκύπτει ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα αυξάνουν σταθερά χρόνο με το χρόνο, με τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής να έχει τη μεγαλύτερη άμεση συμμετοχή στις εκπομπές αυτές. Είναι, λοιπόν, επιτακτική η ανάγκη να ελαττώσουμε την εξάρτησή μας από τις συμβατικές μορφές ενέργειας αντικαθιστώντας τις με άλλες, ανανεώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον. Μελέτες δείχνουν ότι το συνολικό δυναμικό των *Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας* (ΑΠΕ) είναι τουλάχιστον 20 φορές μεγαλύτερο από αυτό που χρησιμοποιείται σήμερα.

Η *ηλιακή ενέργεια*, η *αιολική ενέργεια*, η *γεωθερμία*, η *υδροηλεκτρική ενέργεια*, η *βιομάζα* ή ακόμη και τα *αστικά απορρίμματα* αποτελούν μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η εκμετάλλευση των οποίων επιφέρει, πέρα από οικονομικά οφέλη, θετικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις για μια βιώσιμη ανάπτυξη με οικολογική προοπτική και ανθρώπινο πρόσωπο.

Πιο συγκεκριμένα όσο αφορά την υδροηλεκτρική ενέργεια τα περιβαλλοντικά οφέλη ενός Υδροηλεκτρικού Σταθμού είναι ποικίλα. Ακόμα και το μειονέκτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαιτίας των μεγάλης κλίμακας έργων πολιτικού μηχανικού, τα οποία ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο προϋποθέτει, με μια καλοσχεδιασμένη μελέτη, μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του συγκροτήματος του Αχελώου, όπου κατά την κατασκευή του ο κατακλυσμός της περιοχής από ύδατα μετά τη δημιουργία του φράγματος, δημιούργησε ένα νέο υγροβιότοπο, ο οποίος σύντομα μετατράπηκε σε πόλο τουριστικής έλξης δίνοντας ταυτόχρονα νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γίνει μια εκτενής περιγραφή των λειτουργιών και των τμημάτων ενός υδροηλεκτρικού σταθμού και συγκεκριμένα του υδροηλεκτρικού σταθμού Στράτου που εδρεύει στον νομό Αιτωλοακαρνανίας, ισχύος 150 MW.

Στο 1^ο κεφάλαιο αρχικά γίνεται αναφορά στην ανάγκη χρησιμοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Στη συνέχεια δίνεται ο ορισμός της υδροηλεκτρικής ενέργειας και παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι εγκατεστημένοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί της Ελλάδας. Τέλος γίνεται μια ιστορική ανάδρομη των υδροηλεκτρικών σταθμών της ΔΕΗ.

Στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφονται τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένας υδροηλεκτρικός σταθμός.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναλύονται τόσο τα μηχανικά όσο και τα ηλεκτρικά μέρη του υδροηλεκτρικού σταθμού Στράτος.

Στο 4^ο κεφάλαιο περιγράφεται ο τρόπος εκκίνησης της μονάδας και η σύνδεσης της στο δίκτυο (διαδικασία συγχρονισμού), τόσο σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας όσο σε καταστάσεις ανάγκης (περιπτώσεις black out του συστήματος). Επίσης περιγράφεται και ο τρόπος απομόνωσης και κλεισίματος της μονάδας σε κανονική λειτουργία και σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Τέλος στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)

Η αύξηση του πληθυσμού της γης, αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, έχουν οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, με τη μεγαλύτερη αυξητική τάση να παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες χώρες (Ινδία, Κίνα, κλπ). Οι συνεχώς αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που αξιοποιούν κυρίως ορυκτά καύσιμα με συμβατικές μεθόδους. Η εντατικοποίηση της χρήσης καυσίμων όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας οδήγησαν σε ιδιαίτερα μεγάλη περιβαλλοντική επιβάρυνση, καθώς οι τομείς της ηλεκτροπαραγωγής και των μεταφορών θεωρούνται οι πλέον επιβαρυντικοί για το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό τονίστηκε και στα πλαίσια διεθνών συνδιασκέψεων όπως αυτές του Ρίο, του Κιότο και της Χάγης. Για το λόγο αυτό η διεθνής ερευνητική κοινότητα και η ενεργειακή βιομηχανία έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους αφενός σε σύγχρονες "καθαρές" τεχνολογίες παραγωγής με βελτιωμένη ενεργειακά και περιβαλλοντικά απόδοση, όπως π.χ. οι "καθαρές" τεχνολογίες άνθρακα, και αφετέρου στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Οι ΑΠΕ αποτελούν τις πλέον περιβαλλοντικά καθαρές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και προς το παρόν η χρήση τους διαφαίνεται ότι έχει τη δυναμική να περιορίσει δραστικά τα αυξημένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αν και έχουν γίνει σημαντικά τεχνολογικά βήματα, η εφαρμογή των Α.Π.Ε βρίσκεται σε αρχικό ακόμη στάδιο. Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας, που αποτελούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, μπορούν και πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες ώστε να συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη, εφόσον είναι ανανεώσιμες και ρυπαίνουν ελάχιστα ή καθόλου.

Στη χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα σημαντικής αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς έχουμε σημαντική ηλιοφάνεια, υπάρχει το κατάλληλο αιολικό δυναμικό, ιδιαίτερα στα νησιά, αξιοποιήσιμο υδάτινο δυναμικό στις ορεινές περιοχές, σημαντικές ποσότητες βιομάζας σε όλη την επικράτεια που δεν αξιοποιούνται συστηματικά, και αρκετός αριθμός γεωθερμικών πεδίων των οποίων η ενεργειακή αξιοποίηση δεν είναι αντίστοιχη της δυναμικότητάς τους.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γίνει μελέτη της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα μας και πιο συγκεκριμένα μελέτη του υδροηλεκτρικού σταθμού Στράτος Ι που βρίσκεται στον νόμο Αιτωλοακαρνανίας.

1.2 Υδροηλεκτρική ενέργεια

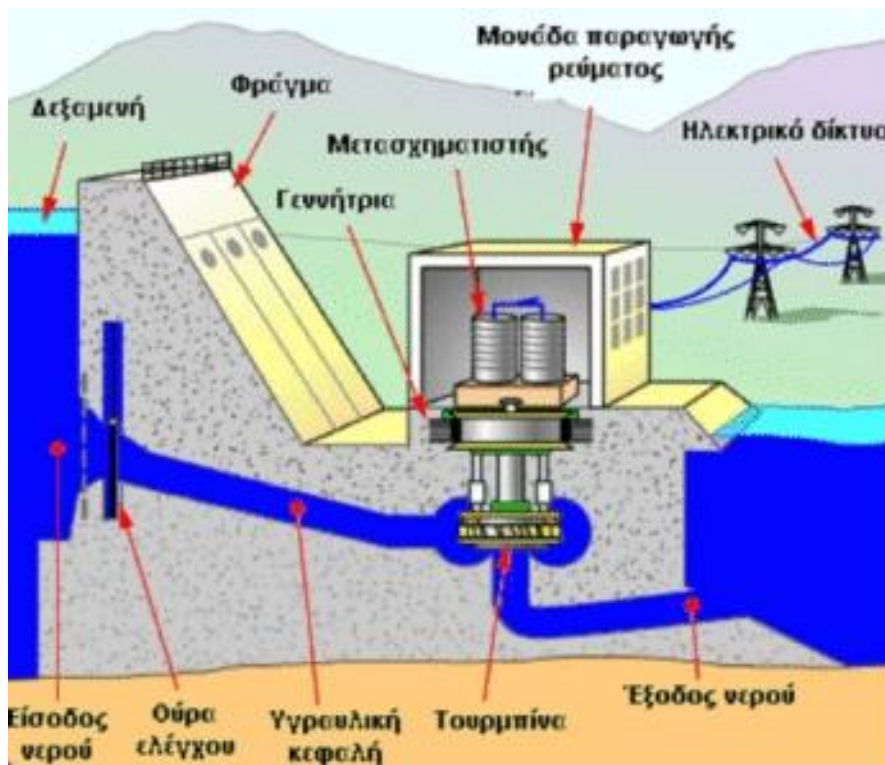
Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της θέρμανσης και των ανέμων στην επιφάνεια της γης, τα νερά της εξατμίζονται και μαζεύονται ως υδρατμοί δημιουργώντας τα σύννεφα. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται, υγροποιούνται και στη συνέχεια πέφτουν ως βροχή εμπλουτίζοντας έτσι τις αποθήκες νερού της γης, είτε είναι αυτές επιφανειακές, όπως οι θάλασσες και οι λίμνες, είτε είναι υπόγειες



Εικόνα 1.2 Ο υδρολογικός κύκλος
(Βικιπαιδεία)

1.3 Υδροηλεκτρικές μονάδες

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφορών μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στρόβιλου. Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό.



Εικόνα 1.3 Υδροηλεκτρικός σταθμός
(allaboutenergy.com)

Χωρίζουμε τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς με βάση:

- Το ύψος πτώσης των υδάτων
- Τη διαθεσιμότητα της ηλεκτροπαραγωγού μονάδας
- Το είδος κατασκευής της υδροηλεκτρικής μονάδας
- Τη ισχύ που μπορούν να παράγουν

Ειδικά στην Ελλάδα χωρίζονται σε

- Μεγάλους Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς αν η ισχύς είναι μεγαλύτερη των 10 MW
- Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς αν η ισχύς είναι μικρότερη των 10 MW.

1.4 ΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΗΜΕΡΑ

- Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των Υδροηλεκτρικών Σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. ανέρχεται σε 3.060MW. (16 μεγάλοι και 8 μικροί σταθμοί).
- Η συνολική μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι περίπου 5000Gwh. Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί σήμερα κατατάσσονται σε τέσσερα (4) κυρίως Συγκροτήματα, σε δύο Ανεξάρτητους ΥΗΣ και σε άλλους μικρούς.

1. Συγκρότημα Αχελώου: (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος I και II, Γκιώνα και Γλαύκος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 925,6MW.
2. Συγκρότημα Αλιάκμονα: (Πολύφυτο, Σφηκιά, Ασώματα, Μακροχώρι, Αγρας, Εδεσσαίος, Βέρμιο). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 879,3MW.
3. Συγκρότημα Αράχθου: (Πηγές Αώου, Πουρνάρι I, Πουρνάρι II, Λούρος). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 553,9MW.

4. Συγκρότημα Νέστου: (Θησαυρός, Πλατανόβρυση). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 500MW. 3.5 Ν. Πλαστήρας Εγκατεστημένη Ισχύς 129,9MW.

5. Λάδωνας Εγκατεστημένη Ισχύς 70MW.

6. Λοιποί μικροί ΥΗΣ: (Αγ. Ιωάννης Σερρών, Αγιά, Αλμυρός). Συνολικής Εγκατεστημένης Ισχύος 1,3MW.

Η Υδροηλεκτρική Ισχύς σήμερα των 3.060MW καλύπτει το 28% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των Συμβατικών Σταθμών η οποία ανέρχεται σε 11.079MW. Η Μέση Ετήσια Υδροηλεκτρική Παραγωγή, ανάλογα με την υδραυλικότητα του έτους καλύπτει το 9÷10% της παραγωγής της ΔΕΗ. Ειδικά για το 2006, έτος υψηλής υδραυλικότητας, η Υδραυλική Παραγωγή ανήλθε σε 6.270Gwh δηλαδή κάλυψε το 13% της συνολικής παραγωγής της ΔΕΗ. Η Σημερινή Οργάνωση της αρμόδιας Διεύθυνσης Εκμετάλλευσης των Υδροηλεκτρικών Σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. αποτελείται από τις κεντρικές Υπηρεσίες, τα τέσσερα Συγκροτήματα που προαναφέρθηκαν και τους δύο ανεξάρτητους ΥΗΣ.

1.5 Κύριοι ιδιωτικοί υδροηλεκτρικοί σταθμοί

Οι περισσότεροι σταθμοί είναι μικροί, κάτω του 1 MW. Αποτελούνται από μια λεκάνη συλλογής νερού, ένα σωλήνα πτώσης από ύψος και την υδραυλική γεννήτρια. Ο νομός Πέλλας αποδεικνύεται ο «πρωταθλητής» των υδραυλικών σταθμών

Πίνακας 1

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ
Παράδεισος	Καβάλας / Ξεριάς
Οινούσα	Σερρών / Οινούσα
Κερκίνη Ι	Λιθότοπος Σερρών
Κερκίνη ΙΙ	Λιθότοπος Σερρών
Μέγας Αλέξανδρος	Σερρών / Άγκιστρο Σιδηροκάστρου
Άγκιστρο	Σερρών / Άγκιστρο Σιδηροκάστρου
Σηφάκης	Πέλλας / Βαθύρεμα Αριδαίας
Σηφάκης	Πέλλας / Χειμαρος Βορειν. Αριδαίας
Πορόϊ	Πέλλας / Μερλικά Αριδαίας
Αραμπατζή	Πέλλας / Αριδαίας

Σηφάκης	Πέλλας / Αρκουδόρεμα Προμάχων
Εμμανουήλ	Πέλλας / Λουτράκι Αριδαίας
Ορτζάνη	Πέλλας / Όρμα Αριδαίας
Παναγίτσα	Πέλλας
Παναγίτσα	Πέλλας
Παναγίτσα	Πέλλας
Πίνδος Ενεργειακή	Δίστρατο Γρεβενών

1.6 Ιστορική αναδρομή

Το 1889 φτάνει το "ηλεκτρικό" στην Ελλάδα. Η Γενική Εταιρεία Εργοληψιών, κατασκευάζει στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο ιστορικό κέντρο της Πρωτεύουσας. Τον ίδιο χρόνο η τουρκοκρατούμενη Θεσσαλονίκη θα δει κι αυτή το ηλεκτρικό φως καθώς Βελγική Εταιρία αναλαμβάνει απ' τις Τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχοδρόμηση της Πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Δέκα χρόνια αργότερα οι πολυεθνικές εταιρίες ηλεκτρισμού κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα. Η αμερικανική εταιρία Thomson-Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας θα ιδρύσει την Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία που θα αναλάβει την ηλεκτροδότηση κι άλλων μεγάλων Ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 θα ηλεκτροδοτηθούν 250 πόλεις με πληθυσμό πάνω από 5.000 κατοίκους.

Το πρώτο Ελληνικό υδροηλεκτρικό εργοστάσιο ήταν το εργοστάσιο του Γλαύκου το οποίο εδρεύει στην Αχαϊκή πρωτεύουσα.

Όλα ξεκίνησαν το 1919 με πρωτοβουλία του Γουίλιαμ Μόρφου ο οποίος κατέθεσε υπόμνημα στην Ελληνική κυβέρνηση η οποία και το ενέκρινε. Την ίδια χρονιά καταρτίστηκε σχέδιο νόμου και ξεκίνησαν οι μελέτες του έργου.

Στις 14 Ιουνίου 1922 με νόμο της κυβέρνησης Δημητρίου Γούναρη παραχωρείται στον Δήμο Πατρέων το προνόμιο να εγκαταστήσει δίκτυο παροχής και διανομής ηλεκτρικού ρεύματος, και κατασκευής των απαραίτητων εγκαταστάσεων. Επίσης επέτρεψε στον Δήμο Πατρέων το αποκλειστικό προνόμιο εκμετάλλευσης των υδάτων του Γλαύκου. Η διάρκεια της σύμβασης ορίστηκε για 99 χρόνια με έναρξη της εκμετάλλευσης το 1927 και λήξη το 2026. Αργότερα λόγω του Β' Παγκοσμίου πολέμου δόθηκε παράταση μέχρι τις 5 Μαΐου 2039.

Για την εκτέλεση των πρώτων έργων ο Δήμος Πατρέων πήρε δάνειο από την Εθνική τράπεζα της Ελλάδος 145.000 λιρών Αγγλίας, το οποίο αποπλήρωσε το 1944.

Στις 22 Ιουνίου 1922 συστάθηκε από κοινού, μεταξύ Δήμου Πατρέων και Εθνικής Τράπεζας, η **Ελληνική Ανώνυμος Υδροηλεκτρική Εταιρεία Γλαύκος** και της παραχωρήθηκε για 30 χρόνια η εκμετάλλευση και παραγωγή ρεύματος.

Η εταιρεία ξεκίνησε στην κατασκευή φράγματος και μονάδας παραγωγής ρεύματος αγοράζοντας και τον κατάλληλο εξοπλισμό. Τα πρώτα χρόνια ήταν δύσκολα γιατί το ποτάμι προξενούσε πολλές καταστροφές στην μονάδα και το φράγμα. Η Εταιρεία οργάνωσε την πώληση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Για πρώτη φορά στην πόλη οι Πατρινοί έβλεπαν και χρησιμοποίησαν ηλεκτρικές συσκευές. Το 1939 εκπόνησε μελέτη για εγκατάσταση δικτύου ηλεκτροκίνητων λεωφορείων (τρόλεϊ) στην Πάτρα αλλά η εφαρμογή της σταμάτησε λόγω του επερχόμενου πολέμου.

Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν ήταν του Λούρου το 1954, του Λάδωνα το 1955 και του Ταυρωπού το 1959. Ήταν και τα τρία από σκυρόδεμα, βαρύτητας του Λούρου, τοξωτό του Ταυρωπού και βαρύτητας μετά διακένων στοιχείων του Λάδωνα (αντηριδωτό).

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 (Οδών – Οδοστρωμάτων, Δομική, ΕΔΟΚ – ΕΤΕΡ Α.Ε.). Η μελέτη έγινε από αμερικάνικη εταιρεία (Ebasco Services Inc.), με ευρεία όμως συμμετοχή Ελλήνων μηχανικών.

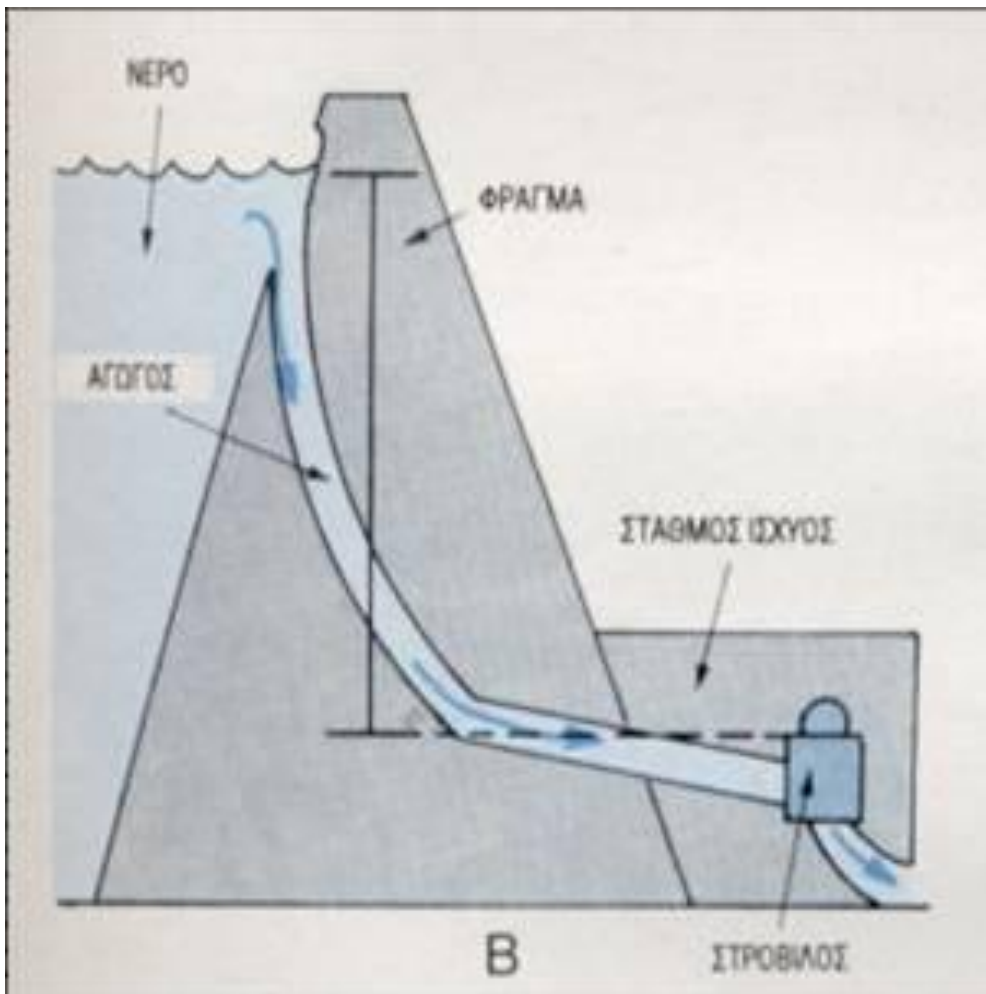
Μετά το φράγμα Καστρακίου, οι Ελληνικές προσπάθειες επικεντρώθηκαν στις μελέτες και κατασκευές χωμάτινων και λιθόρριπτων φραγμάτων. Έτσι, κατασκευάστηκαν τα φράγματα Πολυφύτου το 1974, Πουρναρίου το 1981, Σφηκιάς και Ασωμάτων το 1985, Στράτου το 1989, Πηγών Αώου το 1989. Στα τέλη του 1997 ολοκληρώθηκε 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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Βασικά μέρη υδροηλεκτρικού σταθμού

2.1.1 Φράγμα

Φράγμα είναι μια κατασκευή που εμποδίζει, ανακατευθύνει ή επιβραδύνει την φυσική ροή υδάτων. Συνήθως με την κατασκευή ενός φράγματος δημιουργούνται συλλέκτες υδάτων, δεξαμενές ή ακόμα και τεχνητές λίμνες.



Εικόνα 2.1 Φράγμα (Βικιπαίδεια)

2.1.2 Τύποι φραγμάτων:

- i. Φράγμα από σκυρόδεμα
 - 1. Φράγματα βαρύτητας



Εικόνα 2.1.2 Φράγμα από σκυρόδεμα

- 1. Τοξωτά φράγματα

Τα τοξωτά φράγματα κατασκευάζονται όταν τα αντερείσματα δεξιά και αριστερά του φράγματος είναι από συμπαγή βράχο και οι μηχανικοί πιστεύουν ότι μπορεί να αντέχουν την πίεση που ασκεί το νερό στο φράγμα. Λόγο του τόξου η πίεση δεν ασκείται αυτό καθ' αυτό στο φράγμα αλλά μεταφέρεται στα αντερείσματα. Έτσι πετυχαίνεται εξοικονόμηση υλικού σε σκυρόδεμα αλλά και σε χρόνο κατασκευής.



Εικόνα 2.1.2 Τοξωτά φράγματα

ii. Φράγματα από γαιώδη υλικά (λιθόρριπτα)

1. Ομοιογενή φράγματα
2. Φράγματα πολλαπλών ζωνών με αργιλικό υλικό

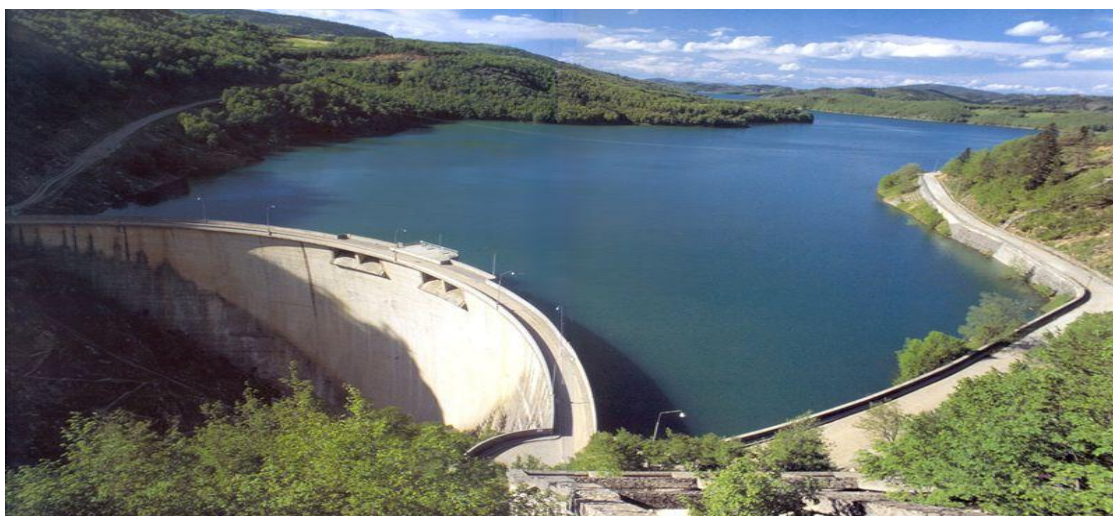


Εικόνα 2.1.2 Φράγμα από γαιώδη υλικά

Το εικονιζόμενο φράγμα είναι το φράγμα του Στράτου, η κατασκευή του άρχισε το 1980 και τελείωσε το 1987. Ο τύπος του είναι χωμάτινο από αμμοχάλικο με κεντρικό αργιλικό πυρήνα. Ο όγκος του είναι $2.800.000 \text{ m}^3$, μήκος στέψης 1.900 m, υψόμετρο 73 m, ελάχιστο πλάτος 9 m.

2.2 Ταμιευτήρας

Αποτέλεσμα της κατασκευής του φράγματος είναι ο σχηματισμός του ταμιευτήρα, δηλαδή μιας τεχνητής λίμνης η οποία, με τον όγκο νερού που αποταμιεύει, τροφοδοτεί τους υδροστρόβιλους. Η χωρητικότητα του ταμιευτήρα αποτελεί βασικό στοιχείο για την υδροηλεκτρική αξιοποίηση της φυσικής απορροής. Κύριο χαρακτηριστικό ενός ταμιευτήρα αποτελεί η καμπύλη στάθμης – χωρητικότητας. Η μέγιστη στάθμη καθορίζεται από τη στάθμη του εκχειλιστή του φράγματος. Σε κάθε ταμιευτήρα καθορίζεται και μία ελάχιστη στάθμη λειτουργίας η οποία σχετίζεται με τις συνθήκες της υδροληψίας και τη μη εισχώρηση αέρα ή φερτών υλικών στον αγωγό προσαγωγής. Η χωρητικότητα που αντιστοιχεί μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης στάθμης λειτουργίας ονομάζεται ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα. Ο όγκος του νερού που αντιστοιχεί στην ελάχιστη στάθμη λειτουργίας χαρακτηρίζεται ως νεκρός όγκος. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του σταθμού παραγωγής και της ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα έχουμε λίμνες ημερήσιας, εβδομαδιαίας, μηνιαίας, ετήσιας ή υπερετήσιας ρυθμιστικής ικανότητας. Ένας ταμιευτήρας ετήσιας ρύθμισης χαρακτηρίζεται από μεγάλη χωρητικότητα και μεγάλο εύρος διακύμανσης στάθμης. Χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για ανάσχεση πλημμυρών κατάντη και για ρύθμιση των φυσικών παροχών. Αντίθετα, ένας εβδομαδιαίος ταμιευτήρας έχει μικρή χωρητικότητα και μικρό εύρος διακύμανσης στάθμης. Τέλος, οι ταμιευτήρες ημερήσιας ρύθμισης ή αναρρυθμιστές έχουν δυνατότητα αποθήκευσης νερού μέχρι 24 ώρες και ικανοποιούν ανάγκες άρδευσης, ύδρευσης και οικολογικών παροχών.



Εικόνα 2.2 Ταμιευτήρας

2.3 Υπερχειλιστείς

Το φράγμα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι απαραίτητο για τη δημιουργία της τεχνητής λίμνης. Μπορεί να είναι κατασκευασμένο από μπετόν, χωμάτινο ή λιθόριπτο. Ο υπερχειλιστής είναι ένα έργο απαραίτητο για την ασφάλεια του φράγματος και εξασφαλίζει την εκφόρτιση του πλημμυρικού νερού.



Εικόνα 2.3 Υπερχειλιστείς

2.4 Υδροληψία – Θύρα υδροληψίας

Με τον όρο υδροληψία εννοείται η είσοδος του νερού στη σήραγγα προσαγωγής. Στην είσοδο της υδροληψίας βρίσκεται το σύστημα της σχάρας, το οποίο συγκρατεί τις φερτές ύλες και άλλα στερεά σώματα που θα μπορούσαν να εισέλθουν στη σήραγγα προσαγωγής και στη συνέχεια να φτάσουν στο στρόβιλο προξενώντας σοβαρές ζημιές. Συνήθως στην υδροληψία είναι εγκατεστημένος ένας καθαριστής ο οποίος απαλλάσσει περιοδικώς το σύστημα της

σχάρας από τις συσσωρευμένες ύλες. Η θύρα υδροληψίας βρίσκεται σε κάποια απόσταση από την είσοδο της σήραγγας και χρησιμεύει στο να την απομονώνει από τη λίμνη για λόγους προστασίας και για τις επιθεωρήσεις.



Εικόνα 2.4 Υδροληψία

2.5 Σήραγγα προσαγωγής – Πύργος εκτόνωσης

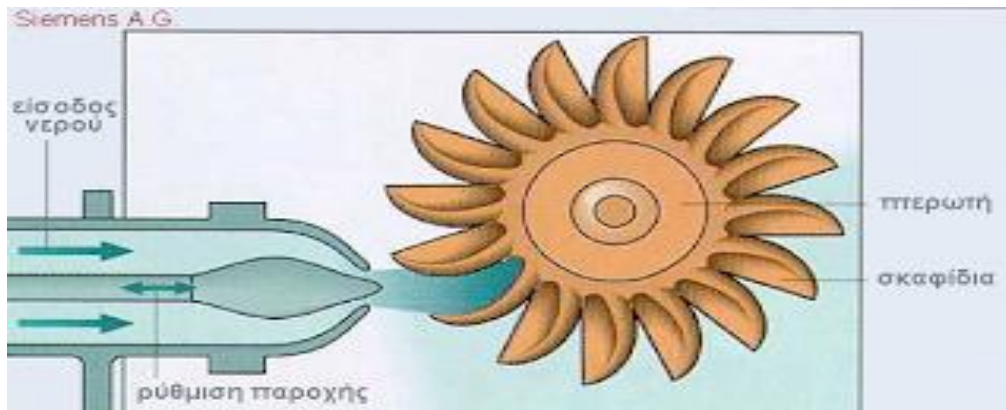
Η σήραγγα προσαγωγής (κυκλικής ή πεταλοειδούς διατομής) προσάγει το νερό υπό πίεση, από την υδροληψία μέχρι τον πύργο εκτόνωσης. Όταν απαιτείται, ο πύργος εκτόνωσης, ή ισορροπίας, αποσβένει τις υδραυλικές ταλαντώσεις που είναι δυνατό να δημιουργηθούν στους στροβίλους. Έτσι, το υδραυλικό πλήγμα εκτονώνεται στον πύργο και δεν προκαλούνται υπερπιέσεις στη σήραγγα.

2.6 Σταθμός Παραγωγής

Εδώ γίνεται η μετατροπή της ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική. Τα κύρια μέρη του σταθμού είναι: α) οι υδροστροβίλοι όπου η δυναμική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε κινητική, δηλαδή σε κινητήρια ροπή στην περιστρεφόμενη άτρακτο του υδροστροβίλου, β) οι ηλεκτρογεννήτριες, οι οποίες είναι απευθείας συνδεδεμένες στην άτρακτο κάθε υδροστροβίλου και μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και γ) οι μετασχηματιστές, σκοπός της λειτουργίας των οποίων είναι η ανύψωση της τάσης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος στην υψηλή τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου ώστε να ελαττώνονται οι απώλειες από τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι υδροστροβίλων, οι υδροστροβίλοι δράσεως (γνωστοί ως τύπου Pelton) και οι αντιδράσεως (τύπου Francis). Στους τελευταίους υπάγονται και οι υδροστροβίλοι προώσεως (Karlan). Οι Pelton χρησιμοποιούνται στις μεγαλύτερες υψομετρικές διαφορές ενώ οι Karlan σε όσο το δυνατόν μικρότερα ύψη. Οι υδροστροβίλοι Francis χρησιμοποιούνται για υψομετρικές διαφορές από 100 μέχρι 300 μέτρα περίπου και η απόδοσή τους είναι υψηλή στο πλήρες φορτίο αλλά πέφτει σε μικρότερα φορτία. Αντίθετα, οι Pelton δεν έχουν τόσο καλή απόδοση στο πλήρες φορτίο αλλά στα μικρά φορτία η απόδοσή τους είναι καλύτερη από την αντίστοιχη των Francis.



Εικόνα 2.6 Υδροστρόβιλος (www.hydrosolarenergy.gr)



Εικόνα 2.6 Υδροστρόβιλος Pelton (www.tm.teicrete.gr)



Εικόνα 2.6 Υδροστρόβιλος Kaplan(www.hydrosolarenergy.gr)

2.7 Υποσταθμός ζεύξης

Ο υποσταθμός ζεύξης είναι συνήθως 150 kV και συνδέει τον σταθμό παραγωγής του με τους υποσταθμούς υπερέυψηλης (400 kV) τάσης. Αυτοί με τη σειρά τους συνδέονται όλοι μεταξύ τους, αποτελώντας έτσι το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Παραγωγής και Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

2.8 Εκκενωτής πυθμένα

Πρόκειται για μια σήραγγα η οποία κατασκευάζεται με σκοπό την ταχεία εκκένωση ενός ταμιευτήρα σε περίπτωση σοβαρής αστοχίας του φράγματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο Στράτος I

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο Στράτου εδρεύει στον νομό Αιτωλοακαρνανίας. Βρίσκεται βόρεια της πόλης του Αγρινίου και δυτικά του χωριού Στράτος από όπου πήρε και το όνομα του. Η κατασκευή του άρχισε το 1980 και ολοκληρώθηκε το 1989. Ανήκει στο συγκρότημα Αχελώου μαζί με άλλα 5 σε αριθμό εργοστάσια τα οποία είναι: Καστράκι, Κρεμαστά, Στράτος II, Γκιώνα και Γλαύκος. Έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 925.6 MW.

Η ανάγκη για την κατασκευή των μονάδων παραγωγής δεν ήταν τόσο η αυξημένη ζήτηση για ενέργεια στην περιοχή αλλά η μεγάλη ζήτηση σε ενέργεια του εργοστασίου παραγωγής αλουμινίου της Ελλάδος που εδρεύει στον νομό Βοιωτίας. Ακόμα και σήμερα σε περίπτωση γενικού black out η πρώτη εντολή των σταθμών είναι παραλληλισμός των μονάδων και ηλεκτροδότηση του αλουμινίου.



Εικόνα 3. Υπόγειος σταθμός παραγωγής

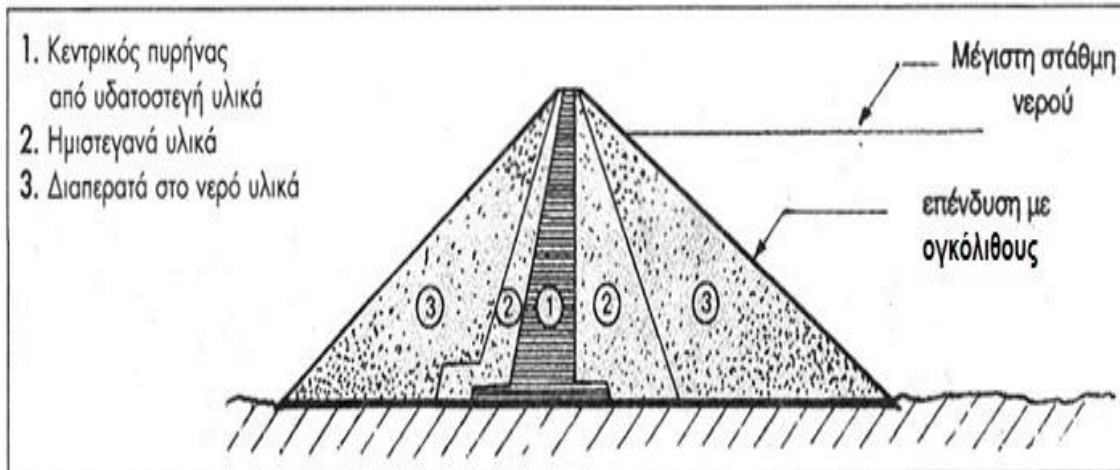
3.1 Φράγμα Στράτου

Το φράγμα του Στράτου βρίσκεται στον ποταμό Αχελώο και εκτός από το ρόλο του στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται και για αρδευτικούς σκοπούς.



Εικόνα 3.1 Φράγμα Στράτου

Ο τύπος του φράγματος είναι χωμάτινος από αμμοχάλικα του ποταμού με αργιλικό πυρήνα.



Σχήμα 3.1 Σχέδιο φράγματος

Ο όγκος του φράγματος είναι $2.800.000 \text{ m}^3$, το μήκος στην στέψη είναι 1.900 m, έχει ονομαστικό υψόμετρο 73 m, ελάχιστο πλάτος 9 m και μέγιστο ύψος 26 m.

3.1.1 Τρόπος και υλικά κατασκευής φράγματος

Τα αντερείσματα είναι από μελίστρα (τύπος πέτρας) το οποίο είναι σαθρό, έτσι αποφασίστηκε κατά την κατασκευή του αναζήτηση στην κύτη του ποταμού στερεού εδάφους από βράχους. Δεν βρέθηκε στέρεο έδαφος δημιουργήθηκε μια τάφρος βάθους 25m, πλάτους 6m και μήκος 2km.

Από την επιφάνεια του εδάφους για στερεοποίηση θεμελίου φράγματος γίνεται με τσιμεντοενέσεις με ονομασία υλικού (τσιμεντομπετονίτης) για να μην υπάρχει διαρροή νερού και κάθιση του εδάφους έως και 25 μέτρα βάθος και 10 μέτρα ύψους από την επιφάνεια του εδάφους. Τα υλικά ξεκίνησαν σε πλάτος αναλόγως το πλάτος του φράγματος. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι αμμοχάλικο ποταμού, άμμος ψιλός που ονομάζεται φίλτρο και αργιλικό πυρήνα (χώμα πυρήνας).

3.1.2 Εκτέλεση

Το αμμοχάλικο και το φίλτρο γίνονται σε στρώσεις και συνεχές πάτημα με οδοστρωτήρα και συνεχές κατάβρεγμα με νερό. Ο άργιλος πατιέται με ένα μηχάνημα που ονομάζεται κατσικοπόδαρος για να ζυμώνεται το χώμα και να σφραγίζονται τα κενά.

3.1.3 Ογκόλιθους

Από την επιφάνεια έως και το τέλος του ύψους του φράγματος με ογκόλιθους (μεγάλες πέτρες) τοποθετημένους σε σχήμα αραιού χτίσματος για τα υπόγεια ρεύματα και για κυματοθραύστες.

3.2 Ταμιευτήρας

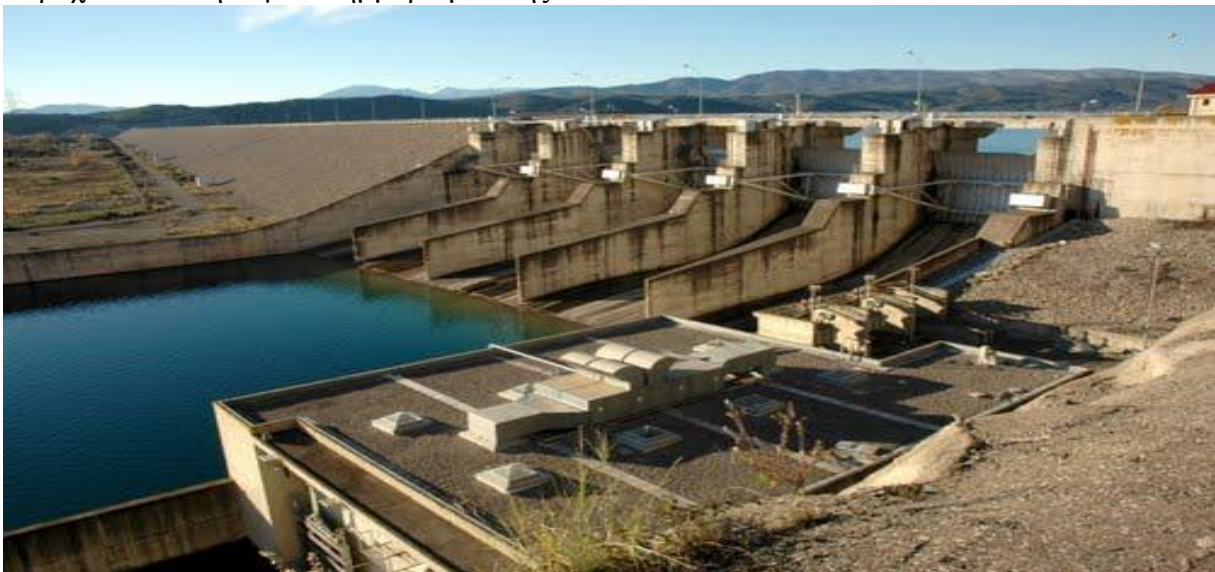
Ανώτατη στάθμη πλημμύρων 69 m
Επιφάνεια 7.4 Km²
Χωρητικότητα 80.000.000 m³
Ανώτατη στάθμη λειτουργίας 68.6 m
Κατώτατη στάθμη λειτουργίας 67.0 m



Εικόνα 3.2 Ταμιευτήρας

3.3 Εκχειλιστείς

Τύπος Μετά θυροφραγμάτων-κεκλιμένης διώρυγας λεκάνης ηρεμίας
Θυροφράγματα 5 τοξωτά 14.5m x 9.44m με μηχανισμούς ανύψωσης.
Υψόμετρο στέψης 60m
Παροχευτικότητα για πλημμύρα μελέτης 4.0000m³/sec.



Εικόνα 3.3 Εκχειλιστείς

3.4 Υδροληψίες

Τύπος κεκλιμένη με σχάρες

Διαστάσεις ανοίγματος στο στόμιο της σήραγγας προσαγωγής 5.9m x 11.30m

Μέσα έμφραξης στομίου. Κυλιόμενα θυροφράγματα και χαλύβδινοι δοκοί έμφραξης



Εικόνα 3.4 Υδροληψίες

3.5 Σήραγγες προσαγωγής

Διάμετρος κυκλικής διατομής. 7.30m

Μήκος 74.45m

Υψόμετρο άξονα στην υδροληψία 58.00m

Υψόμετρο άξονα στο σταθμό 29.00m

Επένδυση: Χαλύβδινη με σκυρόδεμα

3.6 Στρόβιλος

Ο στρόβιλος τύπου Francis χρησιμοποιείται σε μεσαίες παροχές νερού σαν και αυτή του Στράτου, πλεονέκτημα του είναι η άμεση σύζευξη με την γεννήτρια και η δυνατότητα του σε μεγάλες μεταβολές αυξομείωσης.

Στον υδροηλεκτρικό σταθμό Στράτου χρησιμοποιείται στρόβιλος τύπου Francis κατακόρυφου άξονα ο οποίος μεταφέρει την ενεργεία που παραλαμβάνει από την πτώση του νερού στη γεννήτρια.



Εικόνα 3.6 Στρόβιλος

3.6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του στροβίλου

Κατακόρυφου άξονα τύπου Francis.

Λειτουργεί μεταξύ των ορίων 36.6 max, 34.5 min μέτρα πτώσης.

Η ταχύτητα περιστροφής είναι 107.4 στρ/λεπτό

Μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει σε έκτακτες καταστάσεις είναι 215 στρ/λεπτό.

Η παραγόμενη ισχύ του στροβίλου είναι 80MW, σε αυτή την παραγωγή των 80MW εκφορτίζει 250 μέτρα κυβικά νερό / δευτερόλεπτο.

Στην κορυφή του στροβίλου υπάρχει οδηγός δακτύλιος ο οποίος φροντίζει για την σταθεροποίηση του στροβίλου ως προς τον άξονα του.

Ο δακτύλιος αυτός ρυθμίζεται και λιπαίνεται.

3.6.2 Ρυθμιστής στροφών του στροβίλου

Ο ρυθμιστής με τον βοηθητικό είναι κατάλληλος για τον έλεγχο του υδροστροβίλου κατά την παράλληλη λειτουργία σε ένα σύστημα με άλλους στροβίλους ή την λειτουργία σε ένα απομονωμένο σύστημα.

Επίσης ο ρυθμιστής είναι κατάλληλος για την αυτόματη εκκίνηση ή στάση της μονάδας.

Τα βασικά μέρη του ρυθμιστή είναι:

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής ATE-10

Μονάδα υδραυλικού ελέγχου

Μονάδα πίεσης λαδιού

Εξοπλισμός ασφάλειας

3.6.2.1 Ηλεκτρονικός ρυθμιστής ATE-10

Ο αυτόματος ρυθμιστής στροφών έχει την δυνατότητα να δουλεύσει σε 2 διαφορετικές καταστάσεις, σε απομονωμένο δίκτυο και στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Στο απομονωμένο δίκτυο η μονάδα διατηρεί τα 50Hz μέσω ενός βρόγχου έλεγχου ανεξαρτήτως του φορτίου.

στο διασυνδεδεμένο δίκτυο ο βρόγχος έλεγχου της συχνότητας αλλάζει και η μονάδα εργάζεται ανάλογα με την επιλογή του χειριστή στροβίλου σε πρωτεύον ή δευτερεύον δίκτυο έλεγχου της συχνότητας, σε αυτό το σημείο επεμβαίνουμε στον σιτισμό της μονάδας μέσω ενός τύπου που έχει να κάνει με την απόλυτα συχνότητας δια της παραλάβει φορτίο.

Ο ρυθμιστής επίσης συμπεριλαμβάνει τις ακολουθίες εκκίνησης και στάσης του στροβίλου. Οι βασικές λειτουργίες του ρυθμιστή είναι: Μέτρηση ταχύτητας – συχνότητας, ρύθμιση PID, ενίσχυση εξόδου και αυτοματισμοί για να εξασφαλισθούν περισσότερες ευνοϊκές καταστάσεις μεταβάσεων μετά από απορρίψεις φορτίων και την εκκίνηση ή στάση του στροβίλου.



Εικόνα 3.6.2.1 Ηλεκτρονικός ρυθμιστής στροφών

3.6.2.2 Μονάδα υδραυλικού ελέγχου

Η μονάδα υδραυλικού ελέγχου αποτελείται από ηλεκτρομηχανικό ενεργοποιητή και υδραυλικό ενισχυτή ισχύος. Ο ενεργοποιητής μετασχηματίζει το σήμα από τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή ATE-10 σε «μηχανικό σήμα» και ο υδραυλικός ενισχυτής ισχύος αυξάνει το σήμα του ενεργοποιητή, ώστε να υπάρχει επαρκής ισχύς για να ελεγχθούν τα κινητά πτερύγια.

Ο ενισχυτής ισχύος αποτελείται από:

- i. την βαλβίδα διανομής,

- ii. τον μηχανισμό του μοχλού και
- iii. τον μηχανισμό επαναφοράς.

Όλες οι τιμές των θέσεων παρουσιάζονται πάνω στην μονάδα του υδραυλικού ελέγχου. Οι μεταδότες χρησιμοποιούνται για την ανατροφοδότηση και τους σκοπούς τηλενδείξης.

3.6.2.3 Μονάδα λαδιού πίεσης

Ο σκοπός της μονάδας πίεσης λαδιού είναι να δημιουργηθεί η αναγκαία πίεση για την ασφαλή λειτουργίες του ρυθμιστή στροβίλου.

Τα κύρια στοιχεία του συστήματος πίεσης λαδιού είναι:

- i. η αντλία λαδιού με την βαλβίδα εκφόρτωσης,
- ii. η δεξαμενή λαδιού και
- iii. ο αεροθάλαμος πίεσης.

Η αντλία λαδιού παρέχει την αναγκαία ποσότητα λαδιού προς το πιεστικό δοχείο ώστε να διατηρηθεί η στάθμη της πίεσης λαδιού μέσα στην περιοχή λειτουργίας (20 bar). Η κατανάλωση λαδιού κατά την σταθερά λειτουργία του στροβίλου είναι πολύ μικρή, η αντλία λειτουργεί χωρίς φορτίο και το λάδι αποστραγγίζεται προς την δεξαμενή λαδιού. Το λάδι πίεσης για τις γρήγορες λειτουργίες ρύθμισης λαμβάνεται από τον αεροθάλαμο πίεσης (θάλαμος ο οποίος περιέχει αέρα και λάδι) και αντικαθίσταται από την αντλία λαδιού.

3.6.2.4 Εξοπλισμός ασφάλειας στροβίλου

Για την προστασία του στροβίλου υπάρχουν διάφορα εξαρτήματα. Αυτά είναι:

- i. δύο συσκευές ασφάλειας έναντι επιτάχυνσης,
- ii. δύο βαλβίδες σωληνοειδούς επείγουσας κράτησης για τις λειτουργίες κράτησης,
- iii. διακόπτες πρεσσοστατικοί για τον έλεγχο της πίεσης λαδιού και της παροχής,
- iv. βαλβίδες ασφάλειας λαδιού και αέρα φλωτεροδιακόπτες με επαφές στάθμης στην δεξαμενή λαδιού και στο δοχείο πίεσης λαδιού- αέρα.

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής περιλαμβάνει ψηφιακά και αναλογικά κυκλώματα με τα οποία περιορίζεται η χρήση του υδραυλικού μέρους στο ελάχιστο. Το ηλεκτρονικό μέρος του ρυθμιστή περιλαμβάνει τους ρυθμιστικούς βρόγχους για την συχνότητα και την ισχύ ως επίσης και για τον περιορισμό του ανοίγματος και μια ξεχωριστή βαθμίδα εξόδου για υψηλή ισχύ εξόδου. Το υδραυλικό και μηχανικό μέρος του ρυθμιστή συμπεριλαμβάνει έναν ηλεκτροκινούμενο ενεργοποιητή, μια βαλβίδα διανομής, το κύριο σερβομοτέρ και ένα μηχανισμό επαναφοράς. Ο ρυθμιστής χαρακτηρίζεται από τον ειδικό χειροκίνητο τρόπο λειτουργίας και μπορεί να λειτουργήσει με απ' ευθείας ή με εξ' αποστάσεως χειρισμούς (εντολές).

3.6.2.5 Μέτρηση ταχύτητας-Συχνότητας

Ο ρυθμιστής έχει ενσωματωμένο έναν ψηφιακό μετατροπέα συχνότητας- τάσης με ελεγχόμενη αναφορά από ένα ταλαντωτή. Η ονομαστική συχνότητα λειτουργίας είναι 50 Hz. Ειδικά χαρακτηριστικά αυτού του τύπου μέτρησης της συχνότητας είναι η συνεχής ακρίβεια και η σταθερή αναφορά, που εξασφαλίζει το προτέρημα να έχουμε ακριβώς 50 Hz στην περίπτωση που η μονάδα λειτουργεί σε απομονωμένο δίκτυο, ή ακριβή επίτευξη του προκαθορισμένου φορτίου στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, δηλαδή όταν η συχνότητα του δικτύου

είναι σταθερή. Το σήμα συχνότητας επιτυγχάνεται από το SSG (Speed Signal Generator). Το μετρούμενο εύρος του μετατροπέα συχνότητας- τάσης είναι 40-60 Hz. Το σήμα εξόδου είναι (+-) 10V.

3.6.3 Ελεγκτής στροφών PID

Ο ελεγκτής PID χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της συχνότητας. Ο ελεγκτής περιλαμβάνει διπλασιασμό της λειτουργικής δομής του PID και έχει κατασκευασθεί μια αυτόματη εσωτερική επιλογή ενός σετ από παραμέτρους, όταν ο κύριος διακόπτης της γεννήτριας είναι ανοικτός. Με αυτό τον τρόπο, για την εν κενό λειτουργία και για λειτουργία της μονάδας στο δίκτυο εμφανίζονται δυο ξεχωριστές διαφορετικές λειτουργίες του ρυθμιστή. Όταν η μονάδα είναι συνδεδεμένη προς το δίκτυο τότε όλη η λειτουργία του PID γίνεται όταν συμβεί μεταβολή της συχνότητας και μόνον το μέρος PID λειτουργεί στο βρόγχο ρύθμισης ισχύος εξόδου. Όταν η μονάδα είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο να αλλάξεις τον ρυθμιστή σε κατάσταση των παραμέτρων του χωρίς φορτίο με την επιλογή της θέσης απομονωμένο σύστημα “ISOLATED SYSTEM” σε περίπτωση που η μονάδα λειτουργεί σε ένα μικρό και απομονωμένο σύστημα.

3.6.4 Ηλεκτρονικός περιοριστής (LIMITER)

Ο ηλεκτρονικός περιοριστής περιορίζει το άνοιγμα των πτερυγίων του στροβίλου σε επιθυμητές γωνίες. Κατά την διάρκεια της εκκίνησης μια ειδική ρύθμιση του ορίου ενεργοποιείται στα 90% της ονομαστικής συχνότητας και δίνει την έναρξη της εκκίνησης 2.

3.6.5 Κινητήρας DC του ενεργοποιητή βαλβίδας (MPL)

Είναι ένας dc κινητήρας έλεγχου της κύριας βαλβίδας του ρυθμιστή στροφών. Η εφαρμογή τάσης (DC) στα άκρα του έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα η κλείσιμο των πτερυγίων του στροβίλου ανάλογα με την πολικότητα στα άκρα του (+ άνοιγμα, - κλείσιμο).

Στην αυτόματη λειτουργία του ο ρυθμιστής ελέγχεται από ένα ενισχυτή σήματος ανάλογα με την επιθυμητή ισχύ που θέλουμε στην έξοδο της μονάδος, παράλληλα δε ο MPL ελέγχει:

- i. τη συχνότητα μέσω του κυκλώματος ρυθμιστή στροφών (κατάσταση λειτουργίας: συνδεδεμένο στο δίκτυο)
- ii. το φορτίο της μονάδος
- iii. τις στροφές της μονάδα μέσω κυκλώματος έκτακτης ανάγκης όταν η μονάδα ξεπεράσει της ονομαστικές στροφές λειτουργίας της 107.14 στροφές/ λεπτό)

Ο χρόνος ανταπόκρισης του MPL είναι διαφορετικός κατά τον έλεγχο της συχνότητας και κατά τον έλεγχο του φορτίου και την υπερτάχυνση της μονάδος. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο χρόνος που χρειάζεται από μηδενικό φορτίο για να φθάσει στο 75% του πλήρες φορτίου είναι 75 δευτερόλεπτα, ενώ το ο χρόνος που χρειάζεται για το κλείσιμο των πτερυγίων σε κατάσταση υπερτάχυνσης είναι μόλις 4 δευτερόλεπτα, ανάλογα βέβαια με την πτώση η αύξηση της συχνότητας είναι αντίστοιχη και η ταχύτητα του κινητήρα MPL.

3.6.6 Χειροκίνητος έλεγχος

Ο χειροκίνητος έλεγχος του ATE-10 ρυθμιστή περιλαμβάνει έναν ιδιαίτερο τρόπο λειτουργίας της μονάδας. Χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις για την εκκίνηση ή τη στάση της μονάδας, και κατά την διάρκεια σφαλμάτων όπου δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από τον ρυθμιστή (σφάλματα 1 “FAULT 1”). Όταν ο ρυθμιστής είναι κάτω από χειροκίνητο έλεγχο, είναι δυνατόν να χειριστούμε το σερβομοτέρ. Κατά την διάρκεια του χειροκίνητου ελέγχου ο βρόγχος ελέγχου της ισχύος εξόδου και της συχνότητας δεν είναι ενεργός. Ο χειροκίνητος τρόπος λειτουργίας γίνεται κατά την περίοδο δοκιμών και για την λειτουργία της μονάδας στην περίπτωση ορισμένων σφαλμάτων του ρυθμιστή έως ότου αυτά τα σφάλματα επισκευασθούν.

Είναι δυνατόν να ξεκινήσει, να συγχρονιστεί και να σταματήσει η μονάδα με χειροκίνητο έλεγχο. Για την προστασία της μονάδας υπάρχει ένα πρόσθετο κύκλωμα προστασίας στην περίπτωση διαρροής ρεύματος από τον διακόπτη ισχύος της μονάδας όταν αυτή λειτουργεί υπό φορτίο. Σε αυτή την περίπτωση όταν η ταχύτητα φθάσει στο 105% της ονομαστικής ταχύτητας, ενεργοποιείται η διαδικασία στάσης της μονάδας, επιδρώντας στην κεντρική βαλβίδα διανομής.

Με τον χειροκίνητο τρόπο λειτουργίας, υπάρχει έλεγχος του κινητήρα MPL μέσω ξεχωριστού κυκλώματος τροφοδοσίας.



Εικόνα 3.6.6 Ρυθμιστής στροφών

3.6.7 Τρόποι λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια εκκίνησης της μονάδας έως ότου συγχρονισθεί με το δίκτυο ή όταν η μονάδα φύγει από το δίκτυο και εισέρχεται σε νέο συγχρονισμό. Στην κατάσταση αυτή, ο ρυθμιστής ελέγχει την ταχύτητα περιστροφής της μονάδας, η οποία κινείται χωρίς φορτίο..

ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Όταν η μονάδα είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο ενεργοποιείται ο βρόγχος ελέγχου ισχύος και οι παράμετροι ρύθμισης της συνάρτησης με δείκτη 2 ενεργοποιούνται. Οι παράμετροι μπορεί να ρυθμισθούν ώστε να εξασφαλισθεί η βέλτιστη μεταβατική κατάσταση. Όταν το φορτίο αλλάζει. Ο συντελεστής κέρδους bgd ρυθμίζεται να βελτιώσει την ανταπόκριση στις αλλαγές της συχνότητας του συστήματος.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΕ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟ- ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το προσωπικό λειτουργίας του σταθμού θα πρέπει να προσέξει πάρα πολύ κατά την διάρκεια λειτουργίας της μονάδας σε απομονωμένο δίκτυο και ειδικά όταν πρόκειται να γίνει η μετάβαση σε τέτοιο τρόπο λειτουργίας. Ο διακόπτης για τέτοιο τρόπο επιλογής θα πρέπει να τοποθετηθεί στην θέση " ISOLATED SYSTEM ". Σε αυτό τον τρόπο οι παράμετροι με δείκτη 1 παραμένουν ενεργές ακόμα και μετά το κλείσιμο του διακόπτη της μονάδας. Αυτοί οι παράμετροι είναι περισσότερο κατάλληλες για να επιτευχθεί υψηλότερη σταθερότητα όταν η μονάδα λειτουργεί σε απομονωμένο δίκτυο.

3.7 Γεννήτρια

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Στράτου διαθέτει δυο σύγχρονες γεννήτριες, ονομαστικής ισχύος 75MW η κάθε μια.



Εικόνα 3.7 Επάνω μέρος ηλεκτρικής γεννήτριας

3.7.1 Σύγχρονες γεννήτριες

Σύγχρονη γεννήτρια ονομάζεται η ηλεκτρική μηχανή που μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια στην είσοδό της σε ηλεκτρική ενέργεια συγκεκριμένης τάσης και συχνότητας. Επειδή ακριβώς η συχνότητα της τάσης εξόδου της γεννήτριας προσδιορίζεται από την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα της, η μηχανή αυτή ονομάστηκε σύγχρονη. Στις γεννήτριες αυτού του είδους βασίζεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών όλου του κόσμου.

Η τάση που αναπτύσσεται στο εσωτερικό μιας σύγχρονης γεννήτριας εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα της και από τη μαγνητική ροή στο εσωτερικό της. Η τάση στα άκρα κάθε φάσης μιας σύγχρονης γεννήτριας (φασική τάση) διαφέρει από αυτήν που αναπτύσσεται στο εσωτερικό της , λόγω της πτώσης τάσης που οφείλεται στην αντίδραση οπλισμού και στη σύνθετη αντίσταση των τυλιγμάτων οπλισμού. Η πολική τάση της σύγχρονης γεννήτριας είναι ίση με τη φασική τάση , όταν το τύλιγμα οπλισμού συνδέεται σε τρίγωνο και πολλαπλασιάζεται επί ρίζα 3 , όταν το τύλιγμα συνδέεται σε αστέρα. Ο τρόπος με τον οποίο η σύγχρονη γεννήτρια συνεργάζεται με κάποιο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας προσδιορίζεται από τους περιορισμούς που της επιβάλει το συγκεκριμένο σύστημα.

Κατά την αυτόνομη λειτουργία μιας τέτοιας γεννήτριας τόσο η ενεργός όσο και η άεργος ισχύς που παράγονται προσδιορίζονται από το φορτίο. Η συχνότητα και το πλάτος της τάσης εξόδου της είναι δυνατό να μεταβάλλονται μέσω της ταχύτητας του δρομέα και του ρεύματος διέγερσης αντίστοιχα. Όταν η σύγχρονη γεννήτρια είναι συνδεδεμένη σε κάποιο άπειρο ζυγό, τόσο το πλάτος όσο και η συχνότητα της τάσης εξόδου δεν είναι δυνατό να μεταβάλλονται. Όμως η ρύθμιση της ενεργού και της άεργης ισχύος είναι δυνατή μέσω της ταχύτητας του δρομέα και του ρεύματος διέγερσης αντίστοιχα. Τέλος , σε συστήματα που περιλαμβάνουν γεννήτριες του ίδιου σχεδόν μεγέθους η ρύθμιση της συχνότητας της τάσης εξόδου και της ενεργού ισχύος πραγματοποιείται μέσω της μεταβολής της ταχύτητας περιστροφής.

Οι δυνατότητες παραγωγής ισχύος μιας σύγχρονης γεννήτριας περιορίζονται βασικά από τη θερμότητα που αναπτύσσεται στο εσωτερικό της. Κάθε φορά που η θερμοκρασία της γεννήτριας ξεπερνάει την ονομαστική της τιμή , η διάρκεια ζωής της μειώνεται σημαντικά. Επειδή σε μια σύγχρονη γεννήτρια υπάρχουν δυο τυλίγματα (οπλισμού και διέγερσης) , οι περιορισμοί υπερθέρμανσης είναι δύο. Η μέγιστη επιτρεπόμενη φαινόμενη ισχύς εξόδου της μηχανής προσδιορίζεται από το όριο υπερθέρμανσης του τυλίγματος οπλισμού της , ενώ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της E_a προσδιορίζεται από το όριο υπερθέρμανσης του τυλίγματος διέγερσής της. Τέλος, οι μέγιστες τιμές των E_a και I_a ορίζουν από κοινού τον ονομαστικό συντελεστή ισχύος της γεννήτριας.

3.7.1.1 Δομή των σύγχρονων γεννητριών

Απαραίτητη προϋπόθεση για να λειτουργήσει μια σύγχρονη γεννήτρια είναι η τροφοδοσία του τυλίγματος του δρομέα της με συνεχές ρεύμα. Αυτό το ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό της γεννήτριας και καθώς ο δρομέας περιστρέφεται παίρνοντας κίνηση από κάποια εξωτερική κινητήρια μηχανή , το πεδίο περιστρέφεται μαζί του. Τελικά , το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο παράγει τριφασική τάση στα τυλίγματα του στάτη , η οποία εμφανίζεται στην έξοδο της μηχανής.

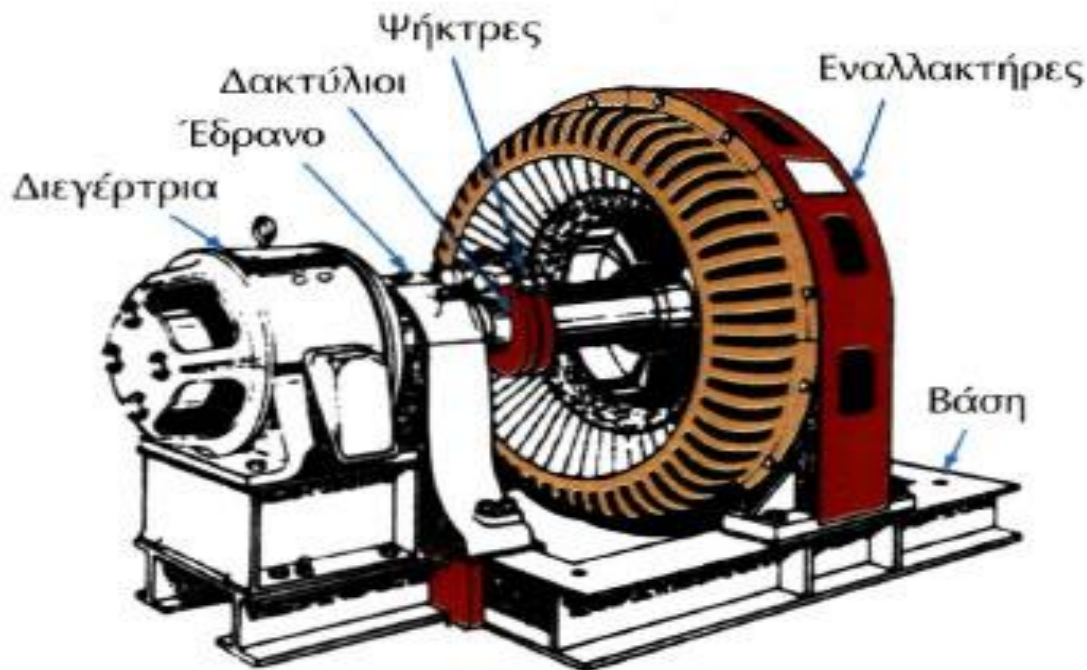
Ο δρομέας μιας σύγχρονης γεννήτριας μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας μεγάλος ηλεκτρομαγνήτης τόσο στην περίπτωση που η γεννήτρια είναι έκτυπων πόλων, όσο και όταν αυτή διαθέτει κυλινδρικό δρομέα. Οι πόλοι μιας γεννήτριας έκτυπων πόλων διακρίνονται

στην επιφάνεια του δρομέα ενώ όταν ο δρομέας είναι κυλινδρικός, οι πόλοι της βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με την υπόλοιπη επιφάνεια του. Δρομείς με κυλινδρική επιφάνεια έχουν συνήθως οι γεννήτριες δυο ή τεσσάρων πόλων, ενώ οι γεννήτριες έκτυπων πόλων συνήθως διαθέτουν πάνω από τέσσερις πόλους. Ο δρομέας των σύγχρονων γεννητριών κατασκευάζεται από δυναμό ελάσματα με σκοπό τη μείωση των απωλειών λόγω δινορρευμάτων. Πράγματι, επειδή ο δρομέας εκτίθεται σε συχνές μεταβολές του μαγνητικού πεδίου, η ανάπτυξη δινορρευμάτων στο εσωτερικό του είναι αναπόφευκτη. Ακόμη, το τύλιγμα του δρομέα στις σύγχρονες γεννήτριες θα πρέπει να τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα. Επειδή όμως, ο δρομέας περιστρέφεται, είναι ανάγκη να αναπτυχθεί κάποιος ειδικός τρόπος τροφοδοσίας του τυλίγματός του.

Οι πιο συνηθισμένες τεχνικές τροφοδοσίας του δρομέα είναι:

Τα μεταλλικά δαχτυλίδια της γεννήτριας καλύπτουν όλη την περίμετρο του άξονά της και μονώνονται ηλεκτρικά απ' αυτόν. Συνήθως το ένα άκρο του τυλίγματος του δρομέα συνδέεται στο πρώτο από τα δυο δαχτυλίδια και το άλλο άκρο στο δεύτερο. Οι ψήκτρες τοποθετούνται, ώστε να εφάπτονται μια στο κάθε δαχτυλίδι. Έτσι με τη σύνδεση του θετικού άκρου της πηγής στη μια ψήκτρα και του αρνητικού στην άλλη επιτυγχάνεται η συνεχής τροφοδοσία του δρομέα. Όμως η χρήση δαχτυλιδιών και ψηκτρών για την τροφοδοσία του δρομέα της γεννήτριας με συνεχές ρεύμα παρουσιάζει δυο μειονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι απαιτείται συχνή αντικατάσταση των ψηκτρών, που φθείρονται λόγω τριβής και το δεύτερο ότι η πτώση τάσης στις ψήκτρες μπορεί να προκαλέσει αρκετά σημαντικές απώλειες ισχύος, ιδίως όταν τα ρεύματα που τις διαρρέουν έχουν μεγάλη ένταση. Παρόλα αυτά ο συνδυασμός δαχτυλιδιών και ψηκτρών χρησιμοποιείται σε σύγχρονες γεννήτριες μικρής ισχύος, όπου η χρήση άλλων μεθόδων είναι εξαιρετικά δαπανηρή. Σε μεγαλύτερες γεννήτριες χρησιμοποιούνται διεγέρτριες μηχανές χωρίς ψήκτρες για να τροφοδοτήσουν με συνεχές ρεύμα το δρομέα της γεννήτριας. Αυτές οι διεγέρτριες μηχανές είναι μικρές γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος των οποίων το κύκλωμα διέγερσης τροφοδοτείται από το στάτη της κύριας γεννήτριας, ενώ το κύκλωμα οπλισμού τους τοποθετείται στον άξονα του δρομέα. Η τριφασική έξοδος της διεγέρτριας ανορθώνεται από έναν τριφασικό ανορθωτή, που βρίσκεται πάνω στον άξονα της μηχανής και το συνεχές ρεύμα εξόδου του ανορθωτή οδηγείται στο τύλιγμα διέγερσης της κύριας γεννήτριας. Μ' αυτή τη μέθοδο μπορεί να ρυθμιστεί το ρεύμα διέγερσης της σύγχρονης γεννήτριας μεταβάλλοντας απλά το συνεχές ρεύμα διέγερσης της διεγέρτριας, που βρίσκεται πάνω στο στάτη, και έχει πολύ μικρότερη τιμή. Είναι προφανές ότι εδώ, αφού δεν εμπλέκονται μηχανικά τμήματα στη διαδικασία τροφοδοσίας της διέγερσης της γεννήτριας, τα μειονεκτήματα της προηγούμενης μεθόδου έχουν ξεπεραστεί. Για να γίνει όμως η διαδικασία τροφοδοσίας του δρομέα εντελώς ανεξάρτητη από εσωτερικές πηγές, μπορεί να εισαχθεί στο σύστημα μια προ-διεγέρτρια μηχανή. Αυτή είναι μια μικρή γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με δρομέα που διαθέτει μόνιμους μαγνήτες και τοποθετείται στον άξονα της σύγχρονης γεννήτριας. Η προ-διεγέρτρια παράγει τριφασική τάση που ανορθώνεται και τροφοδοτεί τη διέγερση της διεγέρτριας, η οποία με τη σειρά της τροφοδοτεί το δρομέα της σύγχρονης γεννήτριας. Έτσι η γεννήτρια δεν έχει πια ανάγκη από καμιά εξωτερική πηγή τροφοδοσίας. Επίσης, συχνά οι γεννήτριες με διεγέρτριες διαθέτουν δαχτυλίδια και ψήκτρες, ώστε να έχουν εναλλακτικούς τρόπους τροφοδοσίας της διέγερσης τους σε έκτακτες περιπτώσεις.

Όπως αναφέρθηκε, το τύλιγμα που δημιουργείται από προκατασκευασμένες συστάδες αγωγών και είναι δυο στρώσεων. Τέλος, το τύλιγμα του στάτη είναι συνήθως διανεμημένο τύλιγμα χορδής, για να καταστέλλει τις αρμονικές στην έξοδο της γεννήτριας.



Εικόνα 3.7.1 Δομή σύγχρονης γεννήτριας

3.7.1.2 Ταχύτητα περιστροφής των σύγχρονων γεννητριών

Οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος ονομάζονται σύγχρονες , επειδή οι συχνότητες των τάσεων που παράγουν βρίσκονται σε συγχρονισμό με την ταχύτητα περιστροφής τους. Ο δρομέας των μηχανών αυτών είναι ένας ηλεκτρομαγνήτης , του οποίου το πεδίο περιστρέφεται με φορά ίδια μ' αυτή του δρομέα. Η σχέση της ηλεκτρικής συχνότητας του στάτη με την ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου δίνεται από την εξίσωση $f=Nm \cdot P/120$.

Επειδή, λοιπόν , ο δρομέας της μηχανής περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που περιστρέφεται και το μαγνητικό πεδίο της , η παραπάνω εξίσωση δίνει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας περιστροφής της μηχανής και της ηλεκτρικής συχνότητας της. Οι γεννήτριες παράγουν συχνότητες 50 Hz ή 60 Hz , οπότε η ταχύτητα περιστροφής τους για συγκεκριμένο αριθμό πόλων είναι προκαθορισμένη. Το πλάτος της τάσης στα άκρα της κάθε φάσης μιας μηχανής εναλλασσόμενου ρεύματος , η τάση E_a εξαρτάται από τη μαγνητική ροή Φ , από τη συχνότητα ή την ταχύτητα περιστροφής της μηχανής και από κάποια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της.

3.7.1.3 Ισχύς και ροπή στην έξοδο των σύγχρονων γεννητριών

Φυσικά μια σύγχρονη γεννήτρια παρουσιάζει απώλειες κατά τη μετατροπή της μηχανικής ισχύος σε ηλεκτρική, γι' αυτό και ποτέ η ισχύς εισόδου της δεν είναι ίση με την ισχύς εξόδου. Στο διάγραμμα ροής ισχύος μιας σύγχρονης γεννήτριας φαίνεται ότι η ισχύς εισόδου στη γεννήτρια είναι η μηχανική ισχύς που εμφανίζεται στον άξονα της , ενώ η ισχύς που μετατρέπεται σε ηλεκτρική στο εσωτερικό της μηχανής είναι ίση με $P_{conv}=T_{ind} \cdot \omega_m$.

Η διαφορά μεταξύ της ισχύος εισόδου στη γεννήτρια και της ισχύος που μετατρέπεται τελικά σε ηλεκτρική οφείλεται στις απώλειες του πυρήνα, στις μηχανικές απώλειες και στις

κατανεμημένες απώλειες της γεννήτριας. Η ισχύς εξόδου της μηχανής εξαρτάται από τη γωνία δ μεταξύ των V_f και E_a . Αυτή η γωνία ονομάζεται γωνία ροπής της μηχανής και προσδιορίζει τη μέγιστη ισχύ που είναι ικανή να προσφέρει η γεννήτρια. Όταν $\delta=90$ και $\sin\delta=1$, είναι $P_{max}=3V_f \cdot E_a / X_s$. Αυτή είναι η μέγιστη ισχύς που ονομάζεται στατικό όριο ευστάθειας της γεννήτριας. Οι πραγματικές μηχανές δεν πλησιάζουν ποτέ αυτό το όριο. Συνήθως στην κανονική λειτουργία με πλήρες φορτίο η τιμή της δ κυμαίνεται μεταξύ της 15 και 20 μοίρες.

3.7.2 Περιγραφή γεννήτριας σταθμού

Η γεννήτρια είναι τύπου κατακόρυφου άξονα "κομπλαρισμένη" με υδροστρόβιλο τύπου Francis και με ένα συνδυασμένο οδηγό έδρανο γεννήτριας και ωστικό κάτω από τον ρότορα.

Η γεννήτρια έχει σχεδιασθεί με τέτοιο τρόπο ώστε ο ρότορας και το ωστικό έδρανο να μπορεί να σηκωθεί χωρίς πρόβλημα μετά την αφαίρεση του καλύμματος του στάτη. Η συσκευή μεταφοράς του ρότορα και η ράβδος ενίσχυσης έχουν φτιαχτεί για να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το γερανό του εργοστασίου.

Το πολλών τομέων πάνω κάλυμμα, το πάνω κάλυμμα ο κάτω εκτροπέας αέρα και ο πάνω εκτροπέας αέρα περιορίζουν την κυκλοφορία του αέρα μέσα στο χώρο της γεννήτριας. Η προσέγγιση στα φρένα της γεννήτριας γίνεται από το κάτω μέρος του κάτω καλύμματος και του κάτω εκτροπέα αέρα διαμέσου των ανοιγμάτων με αρθρωτά καλύμματα. Ο στάτης και επιφάνειες των ψυγείων αέρα είναι εντοιχισμένα σε φρεάτιο από μπετόν. Η προσέγγιση στον στάτη και στις επιφάνειες των ψυγείων αέρα γίνεται από μια αεροστεγή πόρτα από το πάνω μέρος του φρεατίου και δια μέσου καταλλήλου ανοίγματος στο κάτω κάλυμμα. Η σχεδίαση και η κατασκευή των γεννητριών είναι με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνουν πολύ λίγες εργασίες στον σταθμό όπως αυτές που αφορούν την μεταφορά και μετακίνηση έχουν κατασκευασθεί προστατευτικά για τους κύριους και βοηθητικούς αγωγούς ρεύματος για την προστασία των εργαζομένων όταν η μονάδα λειτουργεί. Υπάρχουν εργαλεία και συσκευές για τον χειρισμό όλων των μερών κατά την διάρκεια της συναρμολόγησης, απομόνωσης και συντήρησης της μονάδας όπως π.χ. συσκευή μεταφοράς ρότορα, ράβδος παραλληλισμού, συσκευή στήριξης ρότορα, συσκευή ανύψωσης άξονα κ.λπ.



Εικόνα 3.7.2 Γεννήτρια σταθμού

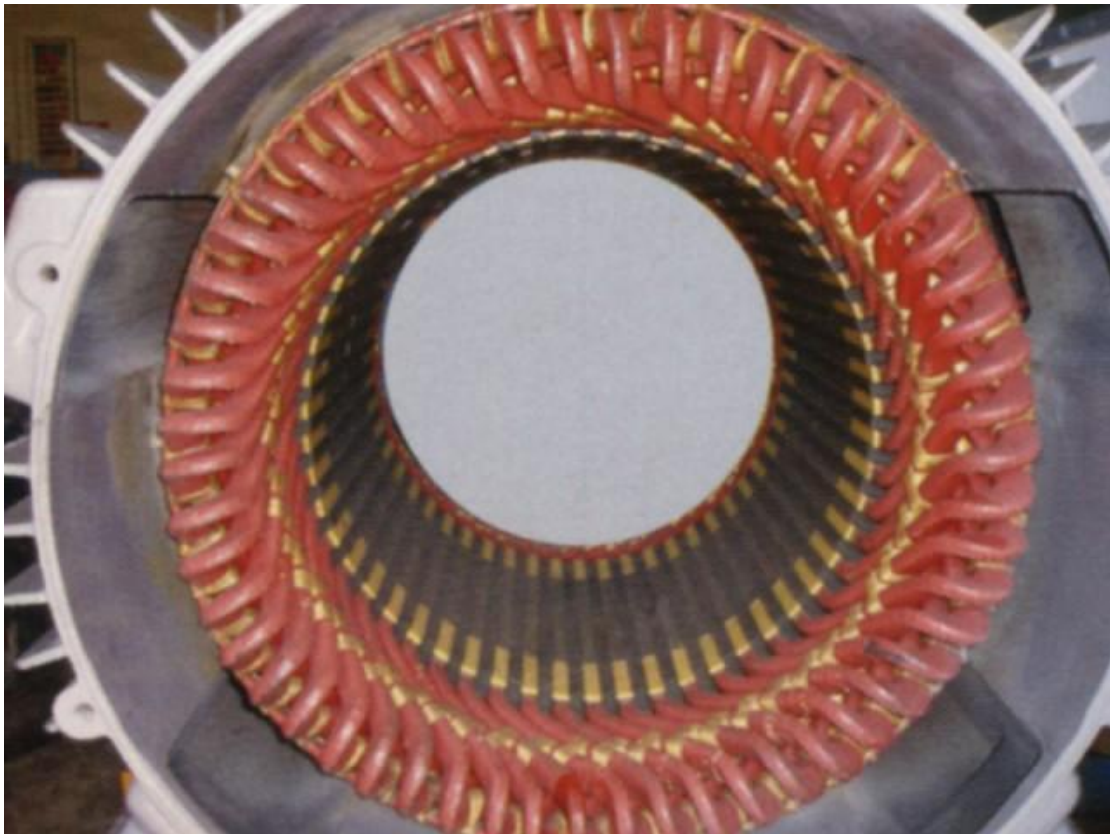
3.7.2.1 Στάτης

Το περίβλημα του στάτη είναι συγκολλημένο από ατσάλινα φύλλα με διαμήκεις και εγκάρσιους ενισχυτικούς δοκούς. Αυτή η κατασκευή εξασφαλίζει, επαρκή σταθερότητα, αντοχή και ήρεμη λειτουργία της μονάδας χωρίς ενοχλητικές δονήσεις σε όλες τις συνθήκες

φόρτωσης.

Όταν κατασκευάσθηκε το κάλυμμα, έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στην ροή του αέρα ψύξης, έτσι ώστε οι αντιστάσεις ροής να ελαττωθούν στο ελάχιστο και η ταχύτητα του αέρα να είναι τέτοια ώστε να εμποδίζεται η εμφάνιση ταλαντώσεων και θορύβου. Για να διευκολυνθεί η μεταφορά και η εγκατάσταση ο στάτης είναι κατασκευασμένος σε 4 κομμάτια. Το πλαίσιο του στάτη της γεννήτριας στηρίζεται τόσο σε βάσεις όσο και πάνω σε βάρων από σκυρόδεμα. Η γεννήτρια έχει βίδες θεμελίωσης, ακυρώσεις και συνδετικές σωλήνες για την στερέωση του πλαισίου του στάτη και των βάρων. Οι ακυρώσεις (στηρίγματα) χρειάζονται ώστε να εμποδίζεται οποιαδήποτε κίνηση του πλαισίου του στάτη όταν η γεννήτρια υπόκειται σε συνθήκες δυναμικών τάσεων όπως π.χ. αυτών που εμφανίζονται σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων.

Η διάταξη των κοχλιών στήριξης μεταξύ του πλαισίου του στάτη και των βάρων είναι τέτοια ώστε το πλαίσιο του στάτη παραμορφώνεται ομοιόμορφα κατά την διάρκεια συνθηκών φόρτισης που οφείλονται σε θερμοκρασιακές μεταβολές. Οι πλάκες των βάρων στήριξης έχουν θέσεις για κατάλληλες οπές για τις τσιμενταρίσεις.



Εικόνα 3.7.2.1 Στάτης γεννήτριας

3.7.2.2 Πυρήνας του στάτη

Ο πυρήνας του στάτη αποτελείται από υψηλής ποιότητας χαλύβδινες δυναμοηλεκτρικές πλάκες πάχους 0,5 mm με L,35 W/Kg απώλειες σε 1 TESLA.

Μετά την λείανση και τον καθαρισμό των χαλύβδινων φύλλων και οι δυο πλευρές μονώνονται με ανόργανο και ανθεκτικό στο υψηλές θερμοκρασίες βερνίκι, το οποίο ελαττώνει τις απώλειες.

Τα χαλύβδινα φύλλα είναι τύπου "τομέα", τοποθετημένα κατά στρώματα το ένα πάνω στο άλλο και σταθεροποιημένα στο πλαίσιο του στάτη διαμέσου ασφαλιστικών ράβδων. Η πρόσδεση των στοιβαγμένων ομάδων των ελασμάτων γίνεται με κοχλίες ομοιόμορφα στην στεφάνη διαμέσου των άκρων προστατευτικών πλακών σύσφιξης. Κατά την διάρκεια συναρμολόγησης του πλήθους των ελασμάτων, τα στρώματα πιέζονται αρκετά για να υπάρχει ομοιομορφία σύσφιξη των χαλυβδοφύλλων. Ο τελευταίος χαλύβδινος τομέας είναι κάπως παχύτερος έτσι ώστε μέσω των προστατευτικών πλακών να εμποδιστεί η ταλάντευση των άκρων των ελασμάτων και ο θόρυβος.

Καθ' όλο το μήκος ο πυρήνας του στάτη χωρίζεται αξονικά σε πολλές ομάδες ελασμάτων μεταξύ των οποίων υπάρχουν διαχωριστικά ώστε να δημιουργούνται δίοδοι του αέρα ψύξης και να υπάρχει ομοιομορφία μεταφοράς της θερμότητας.

Τα διαχωριστικά διαστήματα μεταξύ των ομάδων των ελασμάτων είναι διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε ο αέρας που τα διαπερνά να παρουσιάζει όσο το δυνατόν την λιγότερη αντίσταση.

Τα θερμομέτρα αντίστασης για τον έλεγχο της θερμοκρασιακής ανύψωσης των ελασμάτων του στάτη είναι "χωμένα" σε ακτινικά βρισκόμενες τρύπες (μεγέθους περίπου 15x4 mm στην εξωτερική πλευρά της στήλης των ελασμάτων).

Τα θερμομέτρα είναι συνδεδεμένα διαμέσου καλωδίων με το τερματικό πίνακα των συσκευών ελέγχου και προστασίας που βρίσκεται στην πίσω πλευρά του τσιμεντένιου φρεατίου.

3.7.2.3 Τύλιγμα του στάτη

Το τύλιγμα του στάτη είναι διπλής στρώσης , κυματοειδές με μπάρες και δυο παράλληλους κλάδους στις ανοιχτές αυλακώσεις. Υπάρχουν δυο μπάρες ανά αυλάκωση. Η μόνωση τους είναι τάξης F συνεχής. Η κάθε μια από τις μπάρες θα αποτελείται από πολλούς παράλληλους αγωγούς που διατάσσονται στις αυλακώσεις σύμφωνα με το σύστημα "ROEBEL" .

Με αυτό τον τρόπο, οι απώλειες που οφείλονται στα δινορεύματα περιορίζονται στο ελάχιστο.

Οι μπάρες φτιάχνονται σε καλούπι και τυλίγονται συνεχόμενα με ειδικού τύπου υλικού με ειδική ουσία.

Η σκλήρυνση και η προσαρμογή πραγματοποιούνται σε φούρνους με ειδικά καλούπια που εξασφαλίζουν την ομοιομορφία των διαστάσεων.

Για την σκληρυμένη εποξική ρητίνη, οι μπάρες στις οποίες έχει τελειώσει η κατασκευή των, είναι ανθεκτικές στις θερμοκρασίες και διατηρούν όλες τις ιδιότητες σε ολόκληρο το εύρος των λειτουργικών συνθηκών.

Η μόνωση αντέχει στο λάδι και στις επιθετικά χημικές ακαθαρσίες του αέρα ψύξης. Σε περίπτωση ηλεκτρικού τόξου η μόνωση δεν καίγεται.

Η εποξική ρητίνη κάνει τους επί μέρους αγωγούς σκληρούς έτσι ώστε τα άκρα των τυλιγμάτων να έχουν αυξημένη αντοχή στις δυναμικές καταπονήσεις.

Το τύλιγμα προστατεύεται στην εμφάνιση του "φαινομένου CORONA" με ένα αγωγίμο στρώμα στο τμήμα της αυλάκωσης και με ένα ημιαγωγίμο βερνίκι στα άκρα των ελασμάτων. Οι μπάρες κατασκευασμένες με σύγχρονες μεθόδους μόνωσης έχουν αυξημένες ηλεκτρικές και μηχανικές ιδιότητες. Το τύλιγμα θα προστατεύεται τόσο από τον ιονισμό όσο και από το φαινόμενο "CORONA" με επίστρωση γραφίτη στην μπάρα κατά μήκος όλης της αυλάκωσης στο καμπτόμενο μέρος η προστασία θα γίνεται με ένα στρώμα ημιαγωγίμου ανθεκτικού σε τάση βερνικιού το οποίο καθιστά δυνατή την

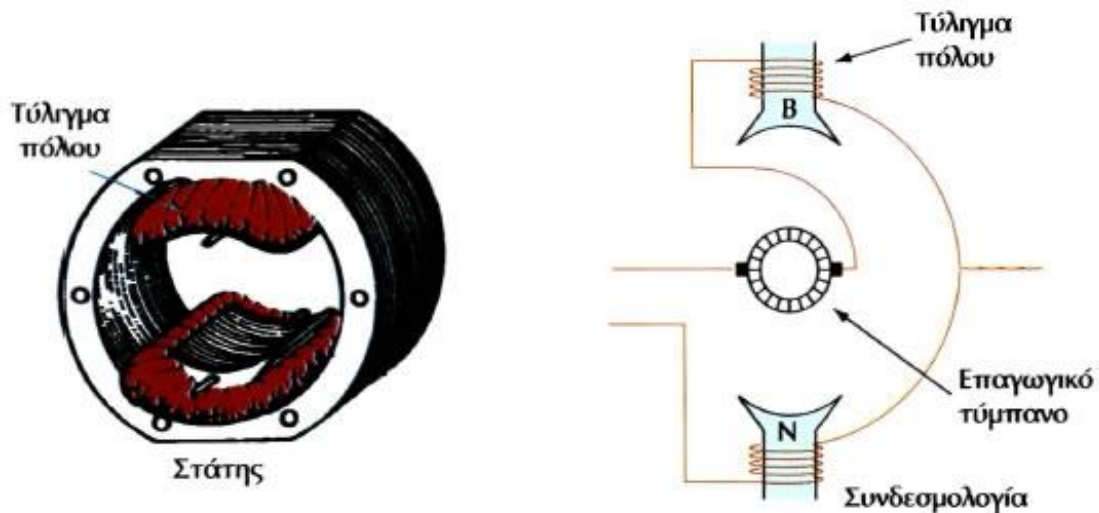
βαθμιαία μετατροπή του ηλεκτρικού πεδίου το οποίο περνά από την αυλάκωση και διευθύνεται προς τα άκρα των τυλιγμάτων.

Η γεννήτρια μπορεί να αντέξει στα άκρα της την επίδραση ενός βραχυκυκλώματος χωρίς βλαβερές συνέπειες.

Τα άκρα των τυλιγμάτων δένονται σταθερά σε μονωμένα δακτυλίδια φτιαγμένα από μη μαγνητικό υλικό και γίνονται σταθερά και ικανά να μεταφέρουν προς το πλαίσιο τις δυνάμεις που αναπτύσσονται όταν δημιουργείται βραχυκύκλωμα. Επιπρόσθετα, τα διαχωριστικά που είναι κατασκευασμένα από σκληρό φίμπερ εισέρχονται μεταξύ των μπαρών στα άκρα των αυλακώσεων. Τα άκρα των τυλιγμάτων είναι δεμένα σταθερά με ειδική υαλοταινία. Οι συνδέσεις μεταξύ των συρματώσεων και οι δέσμες των τυλιγμάτων από χαλκό, βιδώνονται με μονωμένες βίδες στο πλαίσιο.

Το τύλιγμα έχει 6 σειρές που οδεύουν σε δυο ομάδες των 3 σειρών εκάστη προς τερματικό πίνακα και πεπλατυσμένες χάλκινες απολήξεις.

Το τύλιγμα είναι κατασκευασμένο σε σύνδεση κατ' αστέρα. Οι μπάρες τέρματος βρίσκονται στην γεννήτρια κατά διεύθυνση προς την ροή του ποταμού. Είναι κατά κατάλληλο τρόπο τοποθετημένες για να συνδεθούν με τα μονωμένα φασικά άκρα που επιτρέπουν την είσοδο του αέρα και εξέρχονται από την κορυφή του φρέατος του στάτη.



Εικόνα 3.7.2.3 Τύλιγμα στάτη

3.7.2.4 Ρότορας

Ο ρότορας είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τη σύγχρονη αντίληψη και πρακτική ώστε να αντέχει με ασφάλεια μέχρι την ταχύτητα αφηνιασμού και χωρίς να υπερβαίνει τις επιτρεπόμενες καταπονήσεις στην μονάδα. Τα τμήματα των πόλων είναι φτιαγμένα από χαλύβδινα φύλλα(ελάσματα) ασφαλισμένα με ειδικές πλάκες και κοχλίες εφελκυσμού.

Οι πόλοι στηρίζονται στη στεφάνη του ρότορα τρυπημένης σπειροειδούς χελιδονοουράς που ταιριάζει με τις αυλακώσεις της στεφάνης του ρότορα. Η κατασκευή των πόλων είναι τέτοια ώστε να μπορείς να τους αφαιρέσεις ή να τους αντικαταστήσεις χωρίς να ανυψώσεις τον ρότορα. Η στεφάνη του ρότορα είναι κατασκευασμένη από χαλύβδινα ελάσματα συνδεδεμένα με κοχλίες ώστε να σχηματίζεται από μια σταθερή κατασκευή.

Στην κάτω πλευρά της ελασματοειδούς στεφάνης υπάρχει ο δακτύλιος πέδησης με την επιφάνεια φθοράς και τους αφαιρούμενους τομείς με τους οποίους τα πέδιλα πέδησης έρχονται σε επαφή. Έχει ληφθεί μεγάλη πρόνοια κατά την εφαρμογή της πέδησης, για την διάχυση της θερμότητας και την διαστολή των τομών της πλάκας πέδησης.

Η αράχνη του ρότορα είναι κολλημένη με κάθετες και οριζόντιες χαλύβδινες ενισχύσεις. Αυτή η κατασκευή εξασφαλίζει επαρκή σταθερότητα και αντοχή ως επίσης και μια αθόρυβη λειτουργία της μονάδας. Με σκοπό να διευκολυνθεί η μεταφορά και εγκατάσταση η "αράχνη" αποτελείται από διαιρούμενους βραχίονες. Στην πάνω πλευρά της αράχνης της γεννήτριας υπάρχει συγκολλημένη η προέκταση του άξονα με τους δακτυλίους ολίσθησης. Στην κάτω πλευρά της αράχνης είναι ο άξονας της γεννήτριας που έχει κατασκευαστεί από σφυρήλατο κράμα χάλυβα σε κανονικές συνθήκες. Είναι με ακρίβεια επεξεργασμένος και γυαλισμένος στις επιφάνειες επαφής με τα έδρανα. Ο άξονας έχει μια αξονικά σπή για την οπτική επιθεώρηση του μεγάλου στο εσωτερικό του. Ο δακτύλιος του ωστικού εδράνου είναι σφυρηλατημένος μαζί με τον άξονα. Προς την κάτω πλευρά, ο άξονας καταλήγει σε φλάντζα για την σύμπλεξη του με τον άξονα του στροβίλου.



Εικόνα 3.7.2.4 Ρότορας

3.7.2.5 Τυλίγματα του ρότορα

Το τύλιγμα του ρότορα είναι απλής στρώσης, ομόκεντρο. Η μόνωση είναι κατάλληλη για συνθήκες τροπικές. Οι σπείρες διαχωρίζονται με μόνωση αμιαντόχαρτου και καλύπτονται με βερνίκι συνθετικής ρυτίνης. Το τύλιγμα μονώνεται με μονωτικά πλαίσια ως προς το πέδιλο και τον τροχό του πέδilu. Το όλο τύλιγμα θερμαίνεται και τοποθετείται στην πρέσα με δύναμη μεγαλύτερη από την φυγοκεντρική δύναμη που αναπτύσσεται κατά την ταχύτητα αφηνιασμού και οι πλάκες πίεσης συγκολλούνται.

Ο πόλος με αυτόν τον τρόπο γίνεται συμπαγής και μηχανικά άκαμπος ώστε δεν μεταβάλλεται ακόμα και όταν εμφανισθούν υψηλότερες και από την κανονική λειτουργία δυνάμεις.

Η μόνωση του τυλίγματος του πόλου με μονωτικά πλαίσια είναι τέτοιου υλικού που να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες μηχανικές, θερμικές και διηλεκτρικές απαιτήσεις για τέτοιου είδους και τύπου γεννήτριας.

3.7.2.6 Τυλίγματα απόσβεσης

Το πέδιλο του πόλου είναι εφοδιασμένο και με κλωβό απόσβεσης. Οι κλωβοί των προσαρμοσθέντων πόλων συνδέονται με εύκαμπτα ελάσματα.

Το τύλιγμα απόσβεσης έχει διαστάσεις τέτοιες ώστε να αντέχει σε εμφάνιση της αρνητικής συνιστώσας ρεύματος.

3.7.2.7 Συσκευή για την μηχανική πέδηση και ανύψωση του ρότορα

Κάτω από τον ρότορα είναι εγκατεστημένη όλη η διάταξη για την μηχανική ανύψωση και πέδηση του ρότορα. Αποτελείται από 8 φρένα με ελατήρια επιστροφής στους βραχίονες.

Η όλη διάταξη χρησιμοποιείται για το σταμάτημα του ρότορα όταν η παροχή του νερού στο στρόβιλο σταματήσει τελείως και για την ανύψωση του ρότορα μαζί με το στροφέιο του στροβίλου για την εξάρμωση η ρύθμιση των μερών του ωστικού εδράνου.

Η πέδηση ενεργοποιείται από αέρα 7 bar πάνω από την ατμοσφαιρική και μπορεί να λειτουργήσει και χειροκίνητα και αυτόματα.

Τα πέδιλα πέδησης έχουν κατάλληλη στρώση συνθετικού υλικού χωρίς μεταλλικά σωματίδια και έχουν τις τριβόμενες επιφάνειες φθοράς να μπορούν να ανανεωθούν. Τα πέδιλα πέδησης και οι επιφάνειες φθοράς είναι σφιγμένες σταθερά στο έμβολο ανύψωσης. Το υλικό της στρώσης του φρένου είναι τέτοιας ποιότητας ώστε να εξασφαλίζεται απρόσκοπτη πέδηση. Τα φρένα φέρουν βοηθητικές επαφές για την σήμανση της θέσης τέλους του φρένου. Η ανύψωση του ρότορα επηρεάζεται από λάδι πίεσης που έρχεται από δεξαμενή διαμέσου μιας υψηλής πίεσης ηλεκτροκίνητης ελαιαντλίας.

Η πέδηση αρχίζει στο 30% των στροφών και τελειώνει σε 3 λεπτά περίπου.

Η πέδηση είναι διακοπτόμενη. Η μέγιστη ανύψωση του πέδilu είναι 33mm. Τα φρένα είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν. Επίσης τα φρένα είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να μπορεί να μπλοκαρισθεί ο ρότορας σε πλήρη ανύψωση ή σε ενδιάμεση θέση όταν το έδρανο πρέπει να επιθεωρηθεί. Στην πάνω θέση ο ρότορας σταθεροποιείται από περικόχλιο και τη χρήση υδραυλικής πίεσης δεν είναι αναγκαία.

Το όλο συγκρότημα πέδησης και ανύψωσης αποτελείται από :

- I. 8 ομάδες φρένων όπου υπάρχουν συνδέσεις εξόδου και εισόδου για λάδι και πεπιεσμένο αέρα, τρίοδο χειροκίνητης βαλβίδας, σωληνοειδές βαλβίδα, ενσωματωμένοι οριακοί διακόπτες με επαφές για την σήμανση λειτουργίας.

- II. 1 ηλεκτροκίνητη υψηλής πίεσης ελαιαντλία και ελαιοδεξαμενή για παροχή λαδιού στα φρένα στην διάρκεια της ανύψωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Περιγραφή λειτουργίας

Στον υδροηλεκτρικό σταθμό είναι εγκατεστημένες 2 γεννήτριες εγκατεστημένης ισχύος 2x75MW της εταιρίας Rade concar γιουγκοσλαβικής προέλευσης και κατασκευής, είναι συνδεδεμένες σε υδροστρόβιλο τύπου Francis του εργοστάσιου Litostroit της ίδιας χώρας προέλευσης.

Λόγο του μικρού ύψους πτώσης ο σταθμός χρειάζεται 12 κυβικά μέτρα νερό για την παραγωγή μιας κιλοβατώρας, σε πλήρη ισχύ απαιτούνται 250 τόνοι νερό. Έτσι λόγω της μεγάλης πίεσης που ασκείται στα κινητά περύγια της μονάδος ο κατασκευαστής έχει επιλέξει πολλαπλά συστήματα ασφαλείας για την αποφυγή το τυχαίο άνοιγμα των περρυγίων κ η περιστροφή της μονάδος.

4.2 Εκκίνηση της μονάδος

Έχει τοποθετηθεί μια βαλβίδα απομόνωσης μεταξύ του ρυθμιστή στροφών και του αεροκώδωνα. Ο αεροκώδωνας με την πίεση των 40bar που ασκεί στο λάδι του ρυθμιστή στροφών χρησιμοποιείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των περρυγίων καθώς την παροχέτευση λαδιού στα έμβολα που ανοίγουν και κλείνουν τα περρύγια. Υπεύθυνη είναι η βαλβίδα η οποία οδηγείτε από ένα σύστημα έλεγχου ώστε η μονάδα μας να έχει τέτοιο άνοιγμα περρυγίων διατηρώντας τις στροφές στο 100% άσχετα από το παραγόμενο έργο.

Κατά την εκκίνηση της μονάδας η βαλβίδα λειτουργίας παίρνει σήμα από έναν ελεγκτή συχνότητας και μας επιτρέπει ένα εύρος ανοίγματος περρυγίων τέτοιο ώστε ανεξάρτητα από την στάθμη λίμνης η μονάδα να φτάσει στο 100% των στροφών, ενώ ο διακόπτης της μονάδας είναι ανοικτός και πριν ακόμα εφαρμοστεί η διέγερση στην μονάδα, τον έλεγχο των στροφών το διατηρεί ένα σύστημα που διεθνώς λέγεται SNL (speed no load). Ο ρυθμιστής στροφών παράλληλα φροντίζει με ένα άλλο σύστημα έλεγχου το οποίο αποτελείται συνήθως από αντλίες λαδιού σε συνδυασμό με αέρα την σταθερή πίεση του λαδιού στην κεντρική αντλία έλεγχου. Ο ρυθμιστής εκτός από το μηχανικό του μέρος χρησιμοποιεί και ένα ηλεκτρονικό τμήμα το οποίο ενεργοποιείται κατά την διάρκεια λειτουργίας του σταθμού εάν ο χειρίστης έχει επιλέξει την αυτόματη λειτουργία παράλληλα όμως λειτουργούν στον ρυθμιστή στροφών ένα σύνολο αυτομάτων ελέγχων ανεξάρτητα από αυτά της επιλογής του χειρίστη. Τα συστήματα αυτά ενεργοποιούνται αυτόματα όταν για οποιοδήποτε λόγο οι στροφές της γεννήτριας αυξηθούν ή μειωθούν. Γενικά ο ρυθμιστής στροφών φροντίζει με σημείο αναφοράς τα 50Hz την διατήρηση των στροφών της μονάδας (107,14 στροφές/λεπτό για τα 28 ζεύγοι πόλων) και το γρήγορο κλείσιμο των περρυγίων σε επείγουσες περιπτώσεις.

Αφού λοιπόν έχει εξασφαλιστεί ο ονομαστικός αριθμός των στροφών κλείνοντας τον διακόπτη διεγέρσεως εφαρμόζουμε μια συνεχή τάση στο ρότορα της γεννήτριας μέσω 2 δακτυλιδιών δημιουργώντας έτσι το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο. Αμέσως η γεννήτρια εμφανίζει τάση στην έξοδο της, η τάση αυτή είναι 15.000Volt. Η τάση αυτή θεωρείται και τάση αναφοράς προς τον ρυθμιστή τάσης. Όπως ο ρυθμιστής στροφών έτσι και ο ρυθμιστής τάσης έχει 2 συστήματα το χειροκίνητο και το αυτόματο, το αυτόματο σύστημα αυξάνει η μειώνει το ρεύμα διεγέρσεως ώστε η φόρτιση της γεννήτριας σε άεργο ισχύ να βρίσκεται μέσα στα όρια που έχουν προεπιλέγει, οι δυνατότητες του ρυθμιστή τάσης είναι η ικανότητα του εκτός από τα άεργα είναι να διατηρεί την επιλεγμένη τάση στη έξοδο της γεννήτριας.

Σε περίπτωση επείγουσας ανάγκης και ενεργοποίησης ηλεκτρονόμου 86G (πτώση της μονάδας) ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης θα ανοίξει το διακόπτη ισχύος της μονάδος και θα μηδενίσει την τάση στην διέγερση προστατεύοντας έτσι την γεννήτρια από υπέρταση. Παράλληλα με το αυτόματο σύστημα υπάρχει και η χειροκίνητη ρύθμιση της τάσης κατά την οποία ο χειρίστης επεμβαίνει στην τάση διέγερσης ώστε να διατηρηθεί η επιθυμητή τάση στην έξοδο της γεννήτριας.

Στο υδροηλεκτρικό σταθμό Στράτου χρησιμοποιείτε στατή διέγερση στην έξοδο της μονάδος και πριν το διακόπτη μονάδος είναι συνδεδεμένος ένας τριφασικός μετασχηματιστής (διεγέρσεως) ο οποίος τροφοδοτεί μια συστοιχία μπαταριών τριφασικής ανόρθωσης έτσι λοιπόν παράγουμε το ρεύμα διέγερσης.

Για την αρχική εκκίνηση της διέγερσης χρησιμοποιείτε μια συστοιχία μπαταριών που εφαρμόζεται απευθείας στο ροτορα της μονάδας στιγμιαία που είναι 220Volt συνεχές στα 60Ampere, αυτό διεθνώς ονομάζεται “φλασινγκ” και χρησιμοποιείτε μονό στις στατές διεγέρσεις, στην συνέχεια αφού η μονάδα σηκώνει τάση απενεργοποιείτε το φλασινγκ και ο έλεγχος της τάσης διεγέρσεως γίνεται μέσω της πύλης των θυρίστορ. Αυτό το σύστημα μας δίνει την δυνατότητα για Black start της μονάδος.

Για να ξεκινήσει η μονάδα πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις, βασική προϋπόθεση η πλήρωση του αγωγού πτώσης με νερό, για να γεμίσει ο αγωγός πτώσης πρέπει να είναι ανοικτή η πόρτα υδροληψίας, ο χειρίστης στροβίλων αφού βεβαιώσει την υπάρξει πίεσης στον αγωγό πτώσης επιλέγει μέσω κατάλληλου χειριστηρίου τον τρόπο εκκίνησης του στροβίλου(αυτόματος- χειροκίνητος).

4.3 Χειροκίνητη εκκίνηση

Ο χειρίστης στροβίλου θέτει σε λειτουργία την αντλία ελαίου του ρυθμιστή στροφών στη συνέχεια ανοίγει τη βαλβίδα απομόνωσης του ρυθμιστή στροφών με τον αεροκώδωνα έτσι υπάρχει πίεση στην κύρια βαλβίδα του ρυθμιστή στροφών. Ξεκινά μια αντλία υψηλής πίεσεως η οποία φροντίζει για την λίπανση του ωστικού εδράνου, παράλληλα δε εξασφαλίζει τη σωστή λίπανση στα οδήγα έδρανα γεννήτριας και στροβίλου. στη συνέχεια ανοίγει την βαλβίδα έλεγχου των πτερυγίων και το νερό χτυπά το στροφέιο του στροβίλου. Η μονάδα περιστρέφεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα έχει φτάσει το 100% των στροφών το άνοιγμα πτερυγίων βρίσκεται περίπου στο 20% και έχει ενεργοποιηθεί η βαλβίδα SNL. Η αντλία υψηλής πίεσεως (Mitsel) έχει απενεργοποιηθεί λόγω της ταχύτητας περιστροφής της μονάδος το οστικό έδρανο αυτό-λιπαίνεται (βρίσκεται όλο μέσα σε λάδι) . Στην συνέχεια ενεργοποιείτε το ‘φλασινγκ’ ώστε η γεννήτρια να εμφανίσει τάση και μετά απενεργοποιείτε και την ρύθμιση της τάσης αναλαμβάνει ο ρυθμιστής τάσης. Η SNL εξακολουθεί να είναι ενεργοποιημένη και επιτρέποντας ελάχιστα το άνοιγμα-κλείσιμο των πτερυγίων.

Σε αυτή την κατάσταση η μονάδα έχει τις προϋποθέσεις συγχρονισμού στο δίκτυο με το άνοιγμα του συγχρονιστεί ελέγχουμε εάν η συχνότητα και η τάση της μονάδος είναι ίδια με του δικτύου, αν όχι επεμβαίνουμε αντίστοιχα στον ρυθμιστή τάσης η στο ρυθμιστή στροφών. Με την επίτευξη των σωστών ρυθμίσεων κλείνουμε τον διακόπτη μονάδος. Με το κλείσιμο του διακόπτη μονάδος απενεργοποιείτε η βαλβίδα SNL και επιτρέπει πλήρως το άνοιγμα των πτερυγίων.

4.4 Ομαλή έξοδος της μονάδος από το δίκτυο

Όταν ο χειρίστης επιλέξει την ομαλή έξοδο της μονάδος από το δίκτυο ή στον αυτόματο ή στον χειροκίνητο τρόπο λειτουργίας η διαδικασία είναι η εξής:

Μηδενίσουμε ενεργό και άεργο ισχύ, ανοίγουμε τον κύριο διακόπτη μονάδος με το άνοιγμα του διακόπτη ο ρυθμιστής δεσμεύει τα πτερύγια στο 20% και ενεργοποιείτε η βαλβίδα SNL.

Στην συνέχεια ανοίγουμε τον διακόπτη διεγέρσεως και η μονάδα περιστρέφεται χωρίς διέγερση, έπειτα κλείνουμε τα πτερύγια εντελώς, ενεργοποιείτε η αντλία υψηλής πίεσεως ώστε να υπάρχει λίπανση στο οστικό έδρανο, οι στροφές της μονάδος λόγω ελλείψεως πίεσεως στον στρόβιλο από μονές τους πέφτουν όταν φτάσουν οι στροφές περίπου στο 30% ενεργοποιούνται τα φρένα περιοδικά, όταν η ταχύτητα περιστροφής της μονάδος φτάσει στο 10% τα φρένα ενεργοποιούνται μόνιμα μέχρι το πλήρες σταμάτημα της μονάδος, απενεργοποιείτε η αντλία του ρυθμιστή στροφών κλείνει η βαλβίδα απομόνωσης μεταξύ αεροκώδωνα και ρυθμιστή στροφών ενεργοποιείτε το σύστημα ολίσθησης άξονα απενεργοποιείτε η αντλία υψηλής πίεσεως και μετά από το πέρασμα 60 δευτερόλεπτων απενεργοποιούνται τα φρένα. Η μονάδα τώρα θεωρείτε πλήρως σταματημένη.

4.5 Black start

Οι μονάδες του ΥΗΣ Στράτου έχουν τη δυνατότητα παρακάμπτοντας κάποια βήματα κατά την εκκίνηση της μονάδος να ξεκινήσουν με αυτό που αποκαλείται διεθνώς black start.

Για την εκκίνηση του σταθμού ουσιαστικά απαιτείτε η ύπαρξη πίεσης στον αεροκώδωνα του ρυθμιστή στροφών και ύπαρξη τάσης στους συσσωρευτές της διέγερσης. Ο σταθμός έχει δυο συστοιχίες μπαταριών των 220Volt και μια συστοιχία των 48Volt. Η τάση των 48Volt χρησιμοποιείτε για τον έλεγχο των ηλεκτρονόμων και των συστημάτων προστασίας της μονάδος.

Η συστοιχία των 220Volt χρησιμοποιείτε σε συστήματα ψύξης και στην λειτουργία της αντλίας υψηλής πίεσεως, έτσι λοιπόν αν έχουμε 48Volt για τον έλεγχο και 220Volt για την διέγερση μπορούμε να ξεκινήσουμε την μονάδα παρακάμπτοντας την αντλία του ρυθμιστή και την αντλία υψηλής πίεσεως. Βασική επιδίωξη των χειρίστων είναι να ανοίξουν τα πτερύγια ώστε η μονάδα να στρέψει. Με την ενεργοποίηση του “φλασινγκ” και αφού η μονάδα σηκώσει τάση με ανοικτό το διακόπτη μονάδος η μονάδα έχει δυνατότητα αυτοτροφοδότησης του μετασχηματιστή εσωτερικής υπηρεσίας.

Η ύπαρξη ρεύματος στον μετασχηματιστή εσωτερικής υπηρεσίας παρέχει την δυνατότητα αυτοτροφοδότησης των βοηθητικών της μονάδας και του σταθμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ, δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό

5.2 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχύεις απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό

5.3 Πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (για ανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.
- Είναι πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους,
- Είναι εγγώρια πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο,
- Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος αλλά και δίνει τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης τοπικών ενεργειακών πόρων,

- Μπορεί να αποτελέσει πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμιζόμενων περιοχών καθώς και να συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση σχετικών επενδύσεων,
- Δεν παράγει ατμοσφαιρικούς ρύπους και θόρυβο (παρά μόνο μικρής έντασης και χρονικής διάρκειας στη φάση των κατασκευών),
- Ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία υγροτόπου.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

5.4 Συμπεράσματα

Γενικά είναι εύκολο να παρατηρήσει κάποιος ότι τα πλεονεκτήματα από την χρήση της υδροηλεκτρικής ενεργείας είναι σαφώς περισσότερα από τα μειονεκτήματα. Η ανάγκη για την εύρεση νέων και ανεξάντλητων πηγών ενεργείας έχει οδηγήσει στην ανακάλυψη μεθόδων που και είναι αρκετά αποδοτικές αλλά και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα για το συγκρότημα Αχελώου

Η κατασκευή των εργοστασίων στην περιοχή του Αχελώου το μόνο αρνητικό που είχε ήταν ότι αναγκαστήκαν να δημιουργήσουν τεχνητή λίμνη και να διώξουν ένα ολόκληρο χωριό, στο οποίο βεβαία δόθηκαν αποζημιώσεις. Πέρα από αυτό η αλλοτρίωση του φυσικού κάλλος της περιοχής δεν αποτελεί βασικό μειονέκτημα γιατί σήμερα είναι μέσα στους πιο δημοφιλείς προορισμούς για αποδράσεις. Ο ποταμός και η γύρω περιοχή αποτελούν βιοτόπους ζωτικής σημασίας για το περιβάλλον. Τα φράγματα που κατασκευαστήκαν και πιο συγκεκριμένα αυτό του ΥΗΣ Στράτος συμβάλουν σημαντικά στην αγροτική ανάπτυξη της περιοχής διότι ο λόγος ύπαρξης τους από την αρχή εξυπηρετούσε και αρδευτικούς σκοπούς. Κλείνοντας ο ΥΗΣ Στράτου φροντίζει ώστε να υπάρχει συνεχώς ροή νερού στην κύτη του πόταμου Αχελώου έτσι ώστε να αποτρέπει την εισροή θαλασσινού νερού.

Βιβλιογραφία

1. “Ηλεκτρικές μηχανές” Stephen J. Chapman.
2. www.allaboutenergy.com
3. Βικιπαιδεία.
4. www.cie.org.cy
5. Εγχειρίδια ηλεκτρολογικής συντηρήσεις του σταθμού παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας Στράτος Ι.
6. <http://www.ypeka.gr/>
7. <http://www.ppcr.gr/>
8. www.dei.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1: Τρόπος λειτουργίας μονάδας Εκκίνηση μονάδας

Αμέσως πριν από την εκκίνηση της Μονάδας, θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες ώστε να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

- Διακόπτης S 63 στη θέση “signalization ON” (σημάνσεις σε λειτουργία).
- Διακόπτης επιλογής S 60 στη θέση “LOCAL” (τοπικός χειρισμός).
- Διακόπτης επιλογής S 306 στη θέση “GENERATOR” (λειτουργία σαν γεννήτρια).
- Σύστημα αερο συμπίεσης ρυθμιστή σε αυτόματη λειτουργία.
- Σύστημα αποστράγγισης σε αυτόματη λειτουργία.
- Φίλτρο νερού ψύξης σε αυτόματη λειτουργία.
- Κύρια βαλβίδα νερού ψύξης κλειστή.
- Βαλβίδα νερού ψύξης συστήματος στεγανότητας άξονα κλειστή.
- Βαλβίδα νερού ψύξης των λαβυρίνθων κλειστή.
- Αντιστάσεις θέρμανσης σε λειτουργία στη θέση “ON” (σε λειτουργία).
- Αντλίες λαδιού ρυθμιστή στροφών στη θέση “OFF” (εκτός λειτουργίας).
- Βαλβίδα απομόνωσης κλειστή.
- Ανιχνευτής ολίσθησης μονάδας στη θέση “ON” (έλεγχος ολίσθησης).
- Αντλίες λαδιού υψηλής πίεσης στη θέση “OFF” (εκτός λειτουργίας).
- Συσκευή κλειδώματος σερβομοτέρ του ρυθμιστή στη θέση “ON” (κινητά πτερύγια στροβίλου δεσμευμένα).
- Βαλβίδα υπηρεσίας κλειστή.
- Φρένα απελευθερωμένα.
- Θύρα υδροληψίας ανοιχτή.
- Διακόπτης μονάδας στη θέση “OFF” (ανοιχτός).
- Κύρια βαλβίδα αέρα υποβιβασμού στάθμης νερού κλειστή.
- Μηχανική κράτηση στη θέση “OFF” (δεν υπάρχει εντολή κράτησης).
- Τρίο βαλβίδα στη θέση “BRAKING OFF” (φρένα εκτός).
- Ρυθμιστής έτοιμος για εκκίνηση.
- Στάθμες λαδιού ρυθμιστή κανονικές.
- Πίεση λαδιού ρυθμιστή κανονικά.

Αφού διαπιστωθεί ότι ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες, μπορούμε να προχωρήσουμε στους επόμενους χειρισμούς:

- Άνοιγμα κύριας βαλβίδας νερού ψύξης

Γίνεται πιέζοντας το μπουτον S 995

Όταν η λυχνία στο μπουτόν είναι αναμμένη, τότε η κύρια βαλβίδα νερού ψύξης είναι ανοιχτή.

- Άνοιγμα βαλβίδας νερού ψύξης συστήματος στεγανότητας άξονα

Γίνεται πιέζοντας το μπουτον S 79

Όταν η πράσινη λυχνία είναι αναμμένη, τότε η βαλβίδα είναι ανοιχτή.

- Θέση εκτός λειτουργίας αντιστάσεων θέρμανσης γεννήτριας

Γίνεται πιέζοντας το μπουτον S 101

Όταν η πράσινη λυχνία είναι αναμμένη, τότε οι αντιστάσεις είναι εκτός λειτουργίας.

- Θέση σε λειτουργία των αντλιών λαδιού του ρυθμιστή

Οι αντλίες ενεργοποιούνται με το μπουτον S 117.

Η αντλία προτεραιότητας επιλέγεται από διακόπτη και τίθεται σε σύνεση λειτουργία.

Η εφεδρική αντλία τίθεται σε λειτουργία αυτόματα όταν:

- Η κύρια αντλία είναι υπερφορτισμένη.
- Η πίεση λαδιού είναι χαμηλή.

Όταν, κατά τη διάρκεια λειτουργίας, η πίεση στο αεροφυλάκιο λαδιού πέσει, τότε ο πιεζοστατικός διακόπτης ενεργοποιεί αυτόματα την εφεδρική αντλία λαδιού του ρυθμιστή.

Όταν στο αεροφυλάκιο λαδιού αποκατασταθεί η κανονική πίεση, τότε ο πιεζοστατικός διακόπτης θα τεθεί εκτός λειτουργίας την εφεδρική αντλία.

- Άνοιγμα βαλβίδας απομόνωσης

Γίνεται με το μπουτον S 155.

Όταν η πράσινη λυχνία στο μπουτον είναι αναμμένη, τότε η βαλβίδα είναι ανοιχτή.

Για το άνοιγμα της βαλβίδας πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

- Κανονική στάθμη λαδιού στο αεροφυλάκιο λαδιού.
- Κανονική πίεση λαδιού στο αεροφυλάκιο λαδιού.

Η βαλβίδα απομόνωσης ελέγχεται από δύο μαγνητικές βαλβίδες

Για σήμανση της θέσης βαλβίδας απομόνωσης υπάρχουν οι παρακάτω οριακοί διακόπτες.

- Ανιχνευτής ολίσθησης στη θέση “OFF”

Όταν ο στρόβιλος βρίσκεται σε στάση, τότε ο ανιχνευτής ολίσθησης είναι κατεβασμένος πάνω στον άξονα του στροβίλου.

Πριν από την εκκίνηση του στροβίλου, ο ανιχνευτής ολίσθησης θα πρέπει να σηκωθεί από τον άξονα.

Αυτό το πετυχαίνουμε με το μπουτον S 249, μέσω μαγνητικής βαλβίδας Y 255.

Ο οριακός διακόπτης S 259 δίνει ένδειξη για τη θέση του ανιχνευτή ολίσθησης.

Όταν η λυχνία στο μπουτον είναι αναμμένη, τότε ο ανιχνευτής βρίσκεται στη θέση “OFF”.

* Λειτουργία αντλιών λαδιού υψηλής πίεσης

Για να είναι δυνατή η αρχική λίπανση του ωστικού εδράνου της Μονάδας,

έχουν προβλεφθεί δύο αντλίες λαδιού υψηλής πίεσης: μία AC και μια DC. Υπό κανονικές συνθήκες, στην αρχική λίπανση εμπλέκεται η αντλία AC. Σε περίπτωση εκκίνησης χωρίς εναλλασσόμενη τάση (black start), ενεργόποιείται η αντλία DC.

Ο επιλογικός διακόπτης βρίσκεται υπό κανονικές συνθήκες, στη θέση “AC INITIAL PUMP” (εκκίνηση με την αντλία AC).

Η εντολή εκκίνησης της αντλίας αρχικής λίπανσης δίνεται με το μπουτον Όταν η πράσινη λυχνία στο μπουτον είναι αναμμένη, τότε η αντλία λαδιού Υψηλής πίεσης βρίσκεται σε λειτουργία και η πίεση, η απαραίτητη για την αρχική λίπανση, έχει πάρει την κανονική της τιμή.

Όταν, κατά τη διάρκεια εκκίνησης της Μονάδας, εμφανίζεται κάποια ανωμαλία στη λειτουργία της αντλίας AC, τότε η αντλία DC ενεργοποιείται αυτόματα.

Όταν η μονάδα φτάσει στο 50% της κανονικής ταχύτητας περιστροφής της, Τότε η αντλία λαδιού υψηλής πίεσης τίθεται εκτός λειτουργίας.

- Απελευθέρωση των κινητών πτερυγίων του στροβίλου

Το κλείδωμα του σερβομοτέρ ελέγχεται μέσω της μαγνητικής βαλβίδας.

Για να πετύχουμε την απελευθέρωση των πτερυγίων, θα πρέπει να ικανοποιείται η παρακάτω συνθήκη.

Η σήμανση για το κλείδωμα ή όχι των πτερυγίων δίνεται με τους παρακάτω οριακούς διακόπτες S 182, S 183.

- Άνοιγμα βαλβίδας υπηρεσίας

Γίνεται με το μπουτον S 193.

Η βαλβίδα υπηρεσίας ελέγχεται με τη μαγνητική βαλβίδα, που είναι ενεργοποιημένη κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου λειτουργίας.

Η σήμανση για τη θέση της βαλβίδας υπηρεσίας δίνεται από τους παρακάτω οριακούς διακόπτες:

S 201

S 202

- Εκκίνηση ρυθμιστή ATE-10

Γίνεται με το μπουτον S 268.

Για να είναι δυνατή η εκκίνηση, θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες συνθήκες.

Με την πετυχημένη εκκίνηση του ρυθμιστή, το βοηθητικό σερβομοτέρ ανοίγει και έρχεται στη θέση ανοίγματος εκκίνησης.

Το κύριο σερβομοτέρ ακολουθεί την κίνηση του βοηθητικού.

Όταν η μονάδα αποκτήσει την κανονική ταχύτητα περιστροφής της, τότε το βοηθητικό σερβομοτέρ κινείται προς την κατεύθυνση κλεισίματος και έρχεται στη θέση μηδέν φορτίο (no load).

Όταν ο επιλογικός διακόπτης στον πίνακα του ρυθμιστή βρίσκεται στη θέση (χειροκίνητα) τότε η εκκίνηση της μονάδας δηλ το άνοιγμα του βοηθητικού σερβομοτερ, πετυχαίνεται με ταυτόχρονη πίεση των μπουτον.

Το κλείσιμο του βοηθητικού σερβομοτερ πετυχαίνεται με το μπουτον S 748.

Κράτηση μονάδος

Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία χειρισμών και λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων κατά την κράτηση της Μονάδας:

- Κράτηση ρυθμιστή ATE-10

Με το μπουτόν S 271 αναγκάζουμε το ρυθμιστή ATE-10 να κινηθεί αργά, μέσω του βοηθητικού σερβομοτέρ, προς την κατεύθυνση κλεισίματος.

Όταν το βοηθητικό σερβομοτέρ φτάσει στη θέση “άνοιγμα με φορτίο μηδέν”, τότε ο ρυθμιστής δίνει το σήμα για το άνοιγμα του διακόπτη ισχύος της μονάδας.

Μετά το άνοιγμα του διακόπτη, το βοηθητικό σερβομοτέρ του ρυθμιστή συνεχίζει την κίνηση του προς την κατεύθυνση κλεισίματος των κινητών πτερυγίων του στροβίλου.

- Κλείσιμο βαλβίδας υπηρεσίας

Γίνεται με την πίεση μπουτόν S 196.

Για το κλείσιμο της βαλβίδας θα πρέπει να είναι ο διακόπτης της μονάδας ανοιχτός.

Όταν η κόκκινη λυχνία στο μπουτόν είναι αναμμένη, τότε η βαλβίδα υπηρεσίας είναι κλειστή.

- Δέσμευση κινητών πτερυγίων του στροβίλου

Γίνεται με το μπουτόν S 177.

Η δέσμευση είναι δυνατή όταν ικανοποιείται η συνθήκη όπου προϋποθέτει να είναι κλειστή η βαλβίδα υπηρεσίας και τα πτερύγια κλειστά.

Τα κινητά πτερύγια δεσμεύονται αυτόματα με τη δράση της επείγουσας κράτησης, πάντα όμως με τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Όταν η κόκκινη λυχνία είναι αναμμένη, τότε τα πτερύγια είναι δεσμευμένα.

- Λειτουργία των αντλιών λαδιού υψηλής πίεσης

Όταν η ταχύτητα περιστροφής της μονάδας πέσει στο 50% της ονομαστικής της, τότε, με το μπουτόν τίθεται σε λειτουργία η αντλία λαδιού υψηλής πίεσης.

Ανεξάρτητα από το χειροκίνητο έλεγχο της μονάδας, η αντλία τίθεται αυτόματα σε λειτουργία όταν η ταχύτητα περιστροφής είναι ίση με το 50 % της ονομαστικής.

Η αντλία παραμένει σε λειτουργία μέχρι και τη στιγμή που η μονάδα θα πάψει να περιστρέφεται και, στην περίπτωση αυτή, η κράτηση της αντλίας γίνεται με μπουτόν S 215.

Ανιχνευτής ολίσθησης στη θέση “ON”

Όταν η αντλία λαδιού υψηλής πίεσης είναι εκτός λειτουργίας και ο στρόβιλος βρίσκεται σε στάση, τότε ενεργοποιείται ο ανιχνευτής ολίσθησης.

Κλείσιμο βαλβίδας απομόνωσης

Γίνεται με μπουτον S 158.

Οι προϋποθέσεις για το κλείσιμο της βαλβίδας είναι τα κινητά πτερύγια δεσμευμένα και το σερβομοτέρ κλειστό.

Όταν η κόκκινη λυχνία είναι αναμμένη στο μπουτον, τότε η βαλβίδα απομόνωσης είναι κλειστή.

Θέση εκτός λειτουργίας των αντλιών λαδιού ρυθμιστή

Γίνεται με μπουτον και απαραίτητη προϋπόθεση είναι να είναι η βαλβίδα απομόνωσης κλειστή.

Θέση σε λειτουργία αντιστάσεων θέρμανσης γεννήτριας

Γίνεται με το μπουτον GENERATOR HEATERS ON.

Κλείσιμο βαλβίδας νερού ψύξης συστήματος στεγανότητας άξονα

Γίνεται με μπουτον και το κλείσιμο είναι δυνατόν με την προϋπόθεση να είναι εκτός λειτουργίας η αντλία λαδιού του ρυθμιστή.

Κλείσιμο κύριας βαλβίδας νερού ψύξης

Γίνεται με πίεση του μπουτον C.W. VALVE CLOCED.

Ως προϋπόθεση για το κλείσιμο είναι να τεθεί εκτός λειτουργίας η αντλία λαδιού ρυθμιστή.

Φρενάρισμα της Μονάδας

Το φρενάρισμα είναι δυνατό όταν ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες όπου είναι να είναι ο διακόπτης της μονάδος ανοιχτός, το σερβομοτέρ κλειστό, και η ταχύτητα περιστροφής της μονάδας μικρότερη από το 30% της ονομαστικής.

Κατά το χειροκίνητο έλεγχο λειτουργίας της μονάδας, η ταχύτητα περιστροφής θα πρέπει να παρατηρείται με προσοχή στο όργανο ένδειξης στροφών.

Όταν η ταχύτητα πέσει κάτω από το 30% της ονομαστικής, τότε ξεκινάει το φρενάρισμα, που είναι διακοπτόμενο στη φάση αυτή.

Με το μπουτόν BRAKES APPLIED δίνεται η εντολή για την εμπλοκή των φρένων.

Τα φρένα θα πρέπει να παραμείνουν σε εφαρμογή περίπου 10 sec.

Στη συνέχεια θα πρέπει να απελευθερωθούν, πράγμα που γίνεται με μπουτον BRAKES RELEASED.

Τα φρένα παραμένουν στη θέση αυτή για περίπου 10 sec και στη συνέχεια εφαρμόζονται πάλι.

Η διαδικασία αυτή του διακοπόμενου φρεναρίσματος συνεχίζεται ώσπου η ταχύτητα περιστροφής της Μονάδας να φτάσει το 10% της ονομαστικής.

Από το σημείο αυτό και μετά, τα φρένα θα πρέπει να εφαρμοστούν μόνιμα, μέχρι και την πλήρη στάση της μονάδας.

Αφού βεβαιωθούμε για την πλήρη στάση της μονάδας, θα πρέπει να προχωρήσουμε στην απελευθέρωση των φρένων.

Εκκίνηση χωρίς εναλλασσόμενη τάση (BLACK START)

Ο όρος BLACK START αναφέρεται στη διαδικασία εκκίνησης της μονάδας σε περίπτωση που δεν υπάρχει εναλλασσόμενη τάση, απαραίτητη για τη λειτουργία καταναλωτών AC.

Για τα κυκλώματα αυτοματισμού των βοηθητικών λειτουργιών του στροβίλου δεν υπάρχει, στην πράξη, καμία διαφορά ανάμεσα στην κανονική εκκίνηση και την εκκίνηση χωρίς εναλλασσόμενη τάση.

Ο διακόπτης επιλογής θα πρέπει να παραμένει στη θέση ‘‘AC INITIAL PUMP’’ (επιλογή αντλίας ac για την αρχική λίπανση ωστικού εδράνου), ανεξάρτητα από τη μέθοδο εκκίνησης black start.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η κατάσταση ‘‘DC INITIAL PUMP’’ (επιλογή αντλίας dc για την αρχική λίπανση) ενεργοποιείται αυτόματα μετά το χρόνο που καθορίζεται από χρονικό ρελέ σε περίπτωση που αποτύχει η εκκίνηση με την αντλία AC.

Σε περίπτωση BLACK START, ο έλεγχος γίνεται εξ’ ολοκλήρου από την αίθουσα ελέγχου του Σταθμού.

Μονάδα σαν σύγχρονος πυκνωτής (ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΗΣΗΣ ΑΕΡΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ)

Η λειτουργία της μονάδας σαν σύγχρονου αντισταθμιστή στοχεύει στην κάλυψη των αναγκών των επαγωγικών καταναλώσεων σε άεργη ισχύ (ρύθμιση τάσης – άεργης ισχύος).

Στην περίπτωση αυτή, η μονάδα εργάζεται σαν πυκνωτής και, επομένως, βρίσκεται σε κατάσταση υπερδιέγερσης.

Η παραπάνω λειτουργία έχει, βέβαια, νόημα μόνο όταν η Μονάδα είναι παραλληλισμένη στο δίκτυο.

Μεταγωγή: Γεννήτρια – Σύγχρονος πυκνωτής

Η μονάδα ξεκινάει κανονικά, παραλληλίζεται στο δίκτυο και παραλαμβάνει φορτίο.

Για την επιλογή λειτουργίας της μονάδας σαν σύγχρονου πυκνωτή ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Ο διακόπτης επιλογής έρχεται στη θέση ‘‘SYNCHRONOUS CONDENSER’’.

Με το μπουτον πετυχαίνουμε την αποφόρτιση της μονάδας.

Περιμένουμε μέχρι να ανάψει η λυχνία στο μπουτον , πράγμα που σημαίνει ότι η μονάδα έχει αποφορτιστεί (η ενεργή ισχύς της μονάδας φαίνεται στο όργανο ACTIVE POWER.

Με το μπουτον CW VALVE FOR LABYRINTH OPENED φροντίζουμε για το άνοιγμα της βαλβίδας νερού ψύξης των λαβυρίνθων του στροβίλου.
Περιμένουμε μέχρι να ανάψει η λυχνία πράγμα που σημαίνει ότι έχουμε κανονική ροή νερού ψύξης των λαβυρίνθων.

Με το μπουτον SYNCHRONOUS CONDENSER START ενεργοποιούμε το ρελε, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την αυτόματη ενεργοποίηση της διαδικασίας όπου ο ρυθμιστής κλείνει τα κινητά πτερύγια, τα κινητά πτερύγια δεσμεύονται , κλείνει η βαλβίδα εισόδου αέρα στο χώρο του στροφείου και ανοίγει η κύρια βαλβίδα αέρα υποβιβασμού στάθμης του νερού.

Όταν το νερό κάτω από το στροφείο κατέβει στη στάθμη 24.455, η βαλβίδα κλείνει και έχει σαν αποτέλεσμα να σταματήσει η διοχέτευση αέρα στο χώρο κάτω από το στροφείο.

Έτσι στην αίθουσα ελέγχου θέτουμε την επιθυμητή τιμή της άεργης ισχύος της μονάδας.

Μεταγωγή: Σύγχρονος πυκνωτής – Γεννήτρια

Με το μπουτον SYNCHRONOUS CONDENSER STOP δίνεται η εντολή για τη μετάβαση της μονάδας από τη λειτουργία σαν σύγχρονου πυκνωτή στη λειτουργία σαν γεννήτριας.

Ενεργοποιείται αυτόματα η διαδικασία στην οποία από διεγείρεται , το φορτίο μηδενίζεται και αποδεσμεύονται τα κινητά πτερύγια.

Ο ρυθμιστής φορτίζει αυτόματα τη μονάδα μέχρι την ισχύ που είναι από την αρχή καθορισμένη.

Στη συνέχεια κλείνει η βαλβίδα εισαγωγής αέρα ψύξης των λαβυρίνθων και ακολουθεί αυτόματα το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής αέρα στο χώρο κάτω από το στροφείο.

Τέλος, φέρνουμε το διακόπτη στη θέση GENERATOR (γεννήτρια).

Παράρτημα 2 : Στοιχεία γεννήτριας

Βασικά στοιχεία γεννήτριας

Υδροηλεκτρικός Σταθμός	Στράτος I
Ιδιοκτήτης	ΔΕΗ
Αριθμός Εργοστασίου	ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ Νο 1 14391
	ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ Νο 2 14392
Κατασκευαστής	RADE KONCAR
41000 ZAGREB, FULLEROVO SETULISTE 22 YUGOSLAVIA	

Αριθμητικά στοιχεία γεννήτριας

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΤΥΠΟΥ_S 9608-56	
Ισχύς εξόδου	75000 KVA
Τάση ονομαστική	15750 Volt
Ονομαστική ένταση	3079,2 Amper
Συντελεστής ισχύος	cosφ =0,9
Συχνότητα	50 HZ
Ταχύτητα περιστροφής	107 στρ./λεπτό
Υπερτάχυνση	215 στρ/λεπτό
Ροπή αδράνειας	16500t m ²
Φορά περιστροφής	(βλέποντας την μονάδα από το πάνω μέρος) : κατά την φορά των δεικτών του ωρολογίου

Ηλεκτρικά στοιχεία

Αντιδράσεις

Σύγχρονη επαγωγική αντίδραση (αντίσταση) ευθύ άξονα (χωρίς κορεσμό) $X_d = 95\%$

Σύγχρονη επαγωγική αντίδραση καθέτου άξονα (χωρίς κορεσμό) $X_q = 56\%$

Ευθύ άξονα μεταβατική μη κορεσμένη αντίδραση: $X_d' = 30\%$

Ευθύ άξονα υπομεταβατική μη κορεσμένη αντίδραση $X_d'' = 20\%$

Καθέτου άξονος υπομεταβατική μη κορεσμένη αντίδραση $X_q' = 21\%$

Αρνητικά αντίδραση σειράς $X_2 = 20,5\%$

Μηδενική Αντίδραση σειράς $X_0 = 10\%$

Αντίδραση σκέδασης $X_s = 15,5\%$

Λόγος βραχυκύκλωσης $X = 1,05\Omega$

Σταθερά χρόνου στους 75' C

Ευθύ άξονα μεταβατική χρονική σταθερά με λειτουργία του στάτη εν κενό $T_{do} = 3,9\text{sec}$.

Μεταβατική χρονική σταθερά ευθύ άξονα με βραχυκυκλωμένο τον στάτη $T_d = 1,25\text{s}$

Υψομεταβατική χρονική σταθερά ευθύ άξονα με βραχυκυκλωμένο τον στάτη στους 75 C

Επαγωγή χρονική σταθερά $T_a = 0,185\text{sec}$

Απόδοση

Cos =0,9	Φορτίο %		
	Απόδοση%	100	70
	98.212%	97.925%	97.441%

Στην απόδοση συμπεριλαμβάνονται και το μέρος των απωλειών στο ωστικό έδρανο που οφείλονται στο βάρος του ρότορα.

Όρια θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία των τυλιγμάτων της γεννήτριας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας με θερμοκρασία του αέρα ψύξης 40 C και μέγιστη θερμοκρασία νερού ψύξης 25 C δεν πρέπει να ξεπερνά τις παρακάτω τιμές :

-Τους 80 C στα τυλίγματα του στάτη(μετρημένη με ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης μεταξύ των μπαρών του τυλίγματος)

-Τους 80 C στα τυλίγματα του ρότορα (μετρημένη με την μέθοδο της μεταβλητής αντίστασης τυλίγματος).

Κατάλογος βαρών

Μέρη της γεννήτριας	Βάρος της Γεννήτριας
Πλήρης στάτης (πλαίσιο, πυρήνας, τυλίγματα)	195t
1/4 του στάτη	36,25t
Ρότορας (αράχνη, ελασματοειδής στεφάνη ρότορα, πόλοι, άξονας, προέκταση άξονα, δακτύλιοι ολίσθησης, δακτύλιος πέδησης, δίσκος εδράνου)	313,35t
Αράχνη ρότορα	39,05t
Πλήρης πόλος	1,45t
Ελασματοειδής στεφάνη ρότορα	128,2t
Πάνω βραχίονας	17,42t
Κάτω βραχίονας	66,08t
Πάνω κάλυμμα	16,5t
Ψυγείο αέρος γεννήτριας	1,406t
Ψυγείο λαδιού για το κάτω συνδυασμένο έδρανο	1,08t
Κάτω τομέας του ωστικού εδράνου	0,254t
Κάτω τομέας του οδηγού εδράνου	0,111t
Πλήρης γεννήτρια	631,5t

Στοιχεία εδράνων

Υπάρχει ένα οδηγό έδρανο γεννήτριας :

- Συνδυασμένο οδηγό έδρανο και ωστικό στην κοιλότητα κάτω από τον ρότορα της γεννήτριας.

Ωστικό έδρανο

- Τύπος εδράνου: με τομείς, λιπαινόμενο και αυτορυθμιζόμενο
- Το αξονικό φορτίο (ρότορα γεννήτριας, ρότορα στροβίλου και η αξονική δύναμη του νερού) είναι: 9000KN
- Πλήθος τομέων (πέδιλων) : 12
- Επιφάνεια πέδilu : 2,8 m²
- Ειδικό φορτίο: 3,2 MPa
- Μέση περιφερειακή ταχύτητα: 13,5 m/s
- Τύπος συστήματος ψύξης 4 ψυγεία μέσα στην δεξαμενή (στο χώρο) του εδράνου
- Ποσότητα λαδιού στη δεξαμενή: 15 m³
- Τύπος λαδιού: 150 VG68
- Ποσότητα λαδιού για υψηλής πίεσης λίπανση: 2x40 λίτρα/λεπτό
- Ελάχιστη ταχύτητα περιστροφής χωρίς λίπανση υψηλής πίεσης 50% της ονομ.
- Υλικό της επιφάνειας ολίσθησης "TEGO" V 738
- Οδηγό έδρανο (σε συνδυασμό με κάτω μικτού έδρανο)
- Τύπος εδράνου: με τομείς , αυτορυθμιζόμενο, αυτολιπαινόμενο μέσα στην κοιλότητα του LCB
- Φορτίο (ακτινικό) : 1000KN
- Επιφάνεια τομέα (ολική): 1,63 m²
- Ειδικό φορτίο του περισσότερο φορτισμένου τομέα: 3,0 MPa
- Υλικό ολισθαίνουσας επιφάνειας "TEGO" V738

Σύστημα ανύψωσης και πέδησης

Πέδηση

- Αριθμός πέδιλων: 8
- Τρόπος πέδησης: με αέρα
- Παροχή πεπιεσμένου αέρα : Δοχείο 1,2 m³ σε σύνδεση με το κεντρικό συμπιεστή (που δίδεται από την εταιρεία LITOSTROJ)
- Τρόπος πέδησης : Η γεννήτρια σταματά χωρίς φρενάρισμα έως ότου οι στροφές της ελαττωθούν στο 30% της ονομαστικής ταχύτητας.
- Η γεννήτρια φρενάρει διακοπτόμενα και κάτω από το 10% φρενάρει συνεχώς

Ανύψωση

Μέσον ανύψωσης	λάδι
Πίεση λαδιού	17,1 mPa
Παροχή λαδιού πίεσης	20 bar
Ύψος ανύψωσης του ρότορα της γεννήτριας	25mm

Στοιχεία του συστήματος ψύξης της γεννήτριας

Αριθμός ψυγείου	8
Κατασκευαστής	"RADE KONCAR"
Ισχύς ψύξης	1582KW
Παροχή αέρα ψύξης	57m ³ /s
Παροχή νερού ψύξης	285m ³ /h
Μεγίστη θερμοκρασία εισόδου στον αέρα	25 C
Πτώση πίεσης (στο τμήμα του νερού)	0.8 bar
Πίεση δοκιμής	10bar

Το σύστημα ψύξης έχει υπολογισθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η μονάδα να μπορεί να λειτουργήσει στις ονομαστικές συνθήκες με ένα ψυγείο εκτός.

Συσκευές μέτρησης και ελέγχου

Ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης

- 12 (και 12 ανταλλακτικά) τύπου 156 " CLAL" κατασκευής και εταιρείας "CLAL" - PARIS τοποθετημένα εντός του τυλίγματος του στάτη.
- 3 θερμομέτρα τύπου αντίστασης (τοποθετημένα στο πυρήνα του στάτη).
- 16 ανιχνευτές θερμοκρασίας 41.21.265 (Pt100 DIN) κατασκευασμένα από την "ATM" - ZAGREB (για την μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα της γεννήτριας)
- 2 ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης 41.21.253 K (Pt 100 DIN) της εταιρίας "ATM" ZAGREB (για την μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού ψύξης της γεννήτριας, 1 εισόδου και 1 εξόδου)
- 6 ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης 41.21.253/C (Pt 100 DIN) της εταιρείας "ATM" (στα πέδιλα του εδράνου)
- 2 ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης 41.21.253/C (Pt 100 DIN) της εταιρείας "ATM" - ZAGREB (στην είσοδο και έξοδο του νερού έξω από το σύστημα ψύξης του λαδιού)
- 2 ανιχνευτές θερμοκρασίας τύπου αντίστασης 41.21.253C (Pt 100 DIN) κατασκευής της εταιρείας "ATM" στο κοίλο μέρος του κάτω συνδυασμένου οδηγού εδράνου.

Θερμόμετρα υδραργύρου

- 3 θερμόμετρα (μεταφερόμενη μέτρηση) τύπου κ2.11 κατασκευασμένο από "RUEGER"- W.GERMANY (1 στο κάτω μέρος του οδηγού εδράνου και 1 στην δεξιά μενέ λαδιού)

Ενδεικτικά ροής νερού

- 2 του τύπου GARDEY G 411/4 TURBO "WERK" (στο σύστημα ψύξης της γεννήτριας και της ψύξης λαδιού).

Ενδεικτικά στάθμης λαδιού

- 1 του τύπου 25112 κατασκευής της εταιρείας "VEKA" για το λάδι του κάτω συνδυασμένου εδράνου.

Άλλα όργανα μέτρησης και ασφάλισης

- 8 τερματικοί διακόπτες για την σήμανση της πάνω και κάτω θέσης του ρότορα τύπου TPO 3210 - "ISKRA" KRANJ, YU.
- 1 οριακό διακόπτη για την σήμανση της θέσης ανύψωσης του ρότορα τύπου TPA 3210 - "ISKRA" KRANJ, YU
- 2 οριακοί πόλοι για την ένδειξη της θέσης της τριόδου βαλβίδας τύπου MS 363323 - "METALOFLEX"- TULMIN, YU

Θερμοστάτες και ηλεκτρονόμοι

- 2 θερμοστάτες για την λειτουργία ή διακοπή των θερμαντικών του χώρου της γεννήτριας τύπου "METALFLEX" IT
- 2 H/N απόστασης για την θερμοκρασία στους τομείς του εδράνου τύπου T2H-B251-72 "DELAVAL"
- (1 H/N στους τομείς στο κάτω μέρος του οδηγού εδράνου και 1 H/N επίσης στο κάτω μέρος του οδηγού εδράνου

Μετρητής (πιεσόμετρα επαφών)

- 1 μετρητής για τον έλεγχο της πίεσης του αεροφυλακίου
- 1 μετρητής για τον έλεγχο πέδησης
- 2 μετρητές για τον έλεγχο υψηλής πίεσης λίπανσης του ωστικού εδράνου

Βαλβίδες

- 1 τρίοδος βαλβίδα με 2 οριακούς διακόπτες στην συσκευή πέδησης , για την σύνδεση του αέρα ή του λαδιού με τα φρένα.
- 1 τρίοδος χειροκίνητη και ηλεκτροκίνητη μαγνητική βαλβίδα στην συσκευή πέδησης για την είσοδο του αέρα προς τα φρένα.
- 1 ηλεκτροκίνητη βαλβίδα για την αυτόματη ρύθμιση των παροχών νερού

Αντλίες

- Μια φορητή υψηλής πίεσης , ηλεκτροκίνητη ελαιαντλία για την ανύψωση του ρότορα (και τις δυο γεννήτριες).
- Ένα συγκρότημα αντλίας για την υψηλής πίεσης λίπανση στο έδρανο.

Στοιχεία θερμαντικών

Αριθμός θερμαστών	8
Τύπος	Κανονικός
Κατασκευαστής	"OZAS" -
Ισχύς θερμαντικού	SAMOBOR
Συνολική ισχύς	3000W
Τάση τροφοδοσίας	24 KW 380 V

Στοιχεία τμημάτων που φθείρονται και κόβονται

Δακτύλιοι ολίσθησης

- Διάμετρος των καινούριων δακτυλίων ολίσθησης- φ 2230mm
- Διάμετρος των φθαρμένων δακτυλίων ολίσθησης- φ 1190mm

Ψήκτρες και ψηκτροφορείς

- Διπλός ψηκτροφορέας
- Νέα ψήκτρα 32x40 EGO 1
- ψηκτρα (φθαρμένη) 40x37x20

Πέδιλα πέδησης

Ποιότητα επίστρωσης πέδλων	"TA" (αμίαντος 581)
----------------------------	----------------------

Διαστάσεις	
Πάχος πέδιλου	360x240x20
Βάθος φθοράς	20 mm
Αριθμός πεδησεων για την φθορά των πέδιλων	10 mm
Κατασκευαστής	1000 " AZBEST "

Στοιχεία θερμοκρασιών

Νερό και αέρας ψύξης

Θερμός αέρας ψύξης	67 C
Αέρας ψύξης	40 C
Είσοδος νερού ψύξης στο ψυγείο	25 C
Έξοδος νερού ψύξης στο ψυγείο	30 C