



ΤΕΙ Κρήτης
Τμ. Μηχανικών Φυσικών Πόρων &
Περιβάλλοντος Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΗ AUTOCAD ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΜΙΚΡΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ (ΜΥΗΕ)

Όνομα φοιτητή: Γαϊτανίδου Ελένη

Αριθμός μητρώου: 1844

Επιβλέπων καθηγητής: Εμμανουήλ Μαραβελάκης

ΧΑΝΙΑ 2021

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η εκτενής περιγραφή των λειτουργιών και των τμημάτων ενός υδροηλεκτρικού σταθμού και συγκεκριμένα του υδροηλεκτρικού σταθμού Κερασόβου που εδρεύει στον νομό Ιωαννίνων, ισχύος 2,51MW και η χρήση του λογισμικού Autocad στην σχεδίαση ενός ΜΥΗΕ.

Στο 1^ο Κεφάλαιο αρχικά αναλύεται η ανάγκη χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που τις διέπουν. Στην συνέχεια αναλύεται ο ορισμός της υδροηλεκτρικής ενέργειας, οι αρχές υδροηλεκτρικής ενέργειας, ο τρόπος λειτουργίας και τα τμήματα ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου. Τέλος γίνεται αναφορά στα υδροηλεκτρικά έργα που έχουν δημιουργηθεί στην Ελλάδα.

Στο 2^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται η περιγραφή του υδροηλεκτρικού εργοστασίου του Κερασόβου, όπου αναλύονται τα κυρία μέρη και τα μηχανικά και ηλεκτρικά μέρη του υδροηλεκτρικού σταθμού καθώς και ο τρόπος λειτουργίας του.

Στο 3^ο Κεφάλαιο περιγράφεται το λογισμικό Autocad που χρησιμοποιήθηκε για την σχεδίαση ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου.

Στο 4^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

Λέξεις – «κλειδιά»: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, Autocad

Abstract

The purpose of this study is the detailed description of the functions and parts of a hydroelectric power plant and specifically of the Kerasovo hydroelectric power station located in the prefecture of Ioannina, power 2.51MW and the use of Autocad software in the design of a small hydroelectric power plant.

Chapter 1 analyzes the need to use renewable energy sources and the advantages and disadvantages of them. Then analyzes the definition of a hydroelectric power, the principles of hydroelectric power, the mode of operation and the parts of a hydroelectric plant. Finally, reference is made to the hydroelectric projects that have been created in Greece.

In the 2nd Chapter I analyze the description of the hydroelectric plant of Kerasovo, and in more details the main parts, the mechanical and electrical parts of the hydroelectric station and finally the operation.

Chapter 3 describes the Autocad software used to design a small hydroelectric project and Chapter 4 presents the conclusions of this bachelor thesis.

Key-words: Renewable energy sources, Hydroelectric plant, Autocad

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Πίνακας Περιεχομένων.....	4
1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας	5
1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ΑΠΕ.....	7
1.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια (ΥΕ).....	8
1.4 Αρχές υδροηλεκτρικής ενέργειας	9
1.5 Τρόπος λειτουργίας	10
1.6 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.....	12
1.7 Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα.....	17
1.8 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας	19
1.9 Μελέτες εγκατάστασης μικρού υδροηλεκτρικού έργου	20
1.10 Αδειοδοτική διαδικασία στην Ελλάδα	22
2.1 Εισαγωγή	25
2.2 Έργα Κεφαλής.....	25
2.3 Έργα προσαγωγής υδάτων	30
2.4 Κτιριακά έργα.....	31
2.5 Οδοί προσπέλασης	32
2.6 Κύριος Η/Μ εξοπλισμός.....	34
2.7 Τρόπος λειτουργίας	39
3.1 AutoCAD.....	44
3.2 Εντολές Σχεδίασης AutoCAD2015.....	44
3.3 Σχεδίαση ενός ΜΥΗΕ μέσω AutoCAD	46
Συμπεράσματα- Συζήτηση	51
Βιβλιογραφία.....	52

Κεφάλαιο 1

1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας

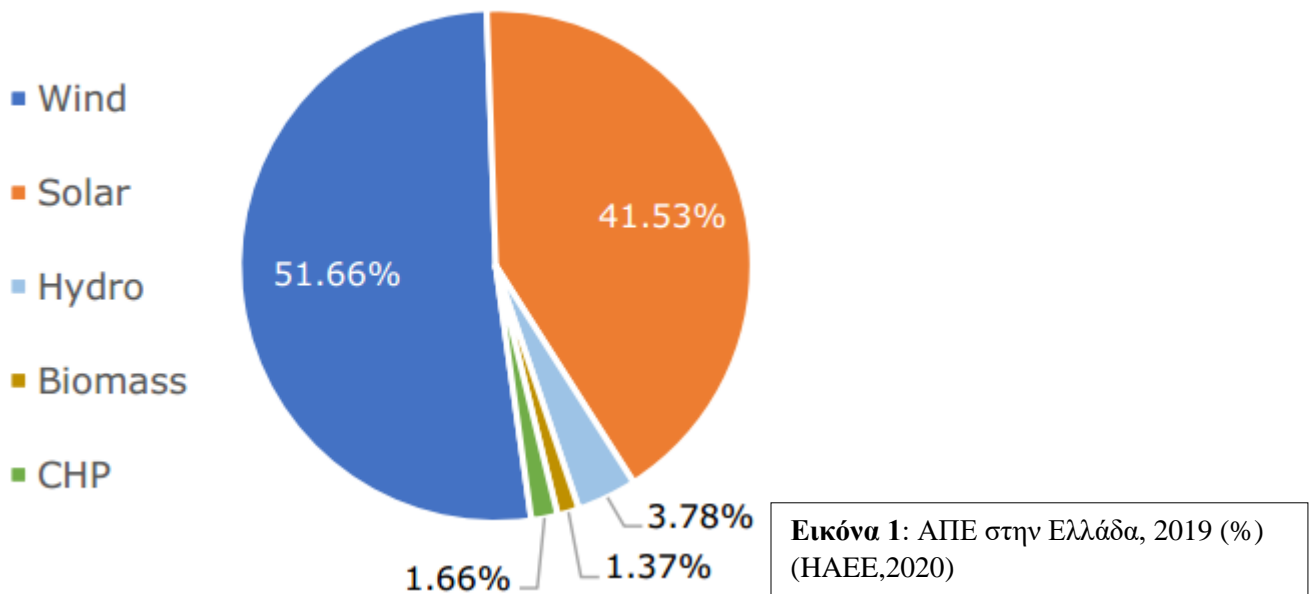
Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι πηγές, τα αποθέματα των οποίων ανανεώνονται φυσικά, και οι οποίες επομένως θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανήκουν η αιολική, η ηλιακή, η αεροθερμική, η γεωθερμική, η υδροθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, η υδροηλεκτρική, η ενέργεια από βιομάζα, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια, ενώ η σημασία της χρήσης ΑΠΕ για τη βιωσιμότητα του πλανήτη έχει πλέον κατανοηθεί παγκοσμίως. (AzarourA.,2012)

Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» θεωρείται καταχρηστικός, αφού στην περίπτωση της γεωθερμικής ενέργειας οι πηγές δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο χαρακτηριστικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας καθώς δεν απαιτούν κάποια ενεργητική παρέμβαση σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση, και δεύτερον, πρόκειται για μορφές ενέργειας φιλικές προς στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα. (OwusuP., 2016)

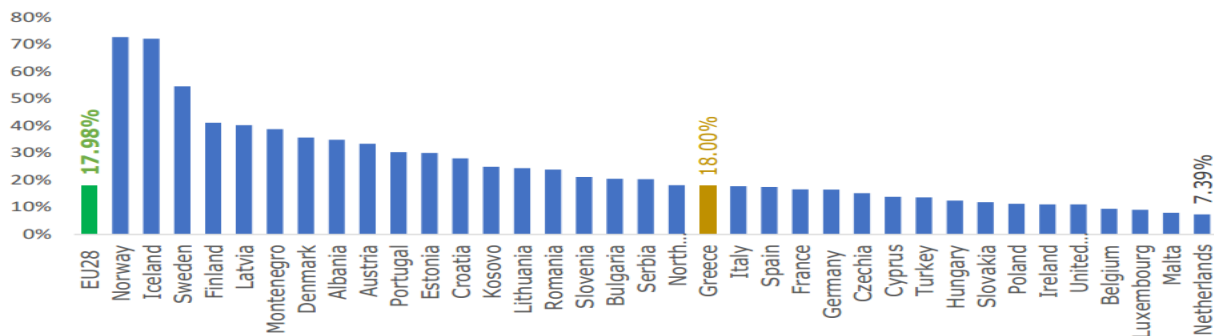
Η Ελλάδα είναι μια χώρα ιδιαίτερα προικισμένη όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς απολαμβάνει υψηλή ακτινοβολία καθ' όλη την διάρκεια του έτους στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας, αρκετές περιοχές της νησιωτικής και ηπειρωτικής χώρας έχουν σταθερούς ανέμους, η μορφολογία του εδάφους ευνοεί την δημιουργία υδροηλεκτρικών εργοστασίων και τέλος διαθέτει αρκετά αποθέματα βιομάζας λόγω του πρωτογενούς τομέα. (ΗΑΕΕ, 2020)

Οι μορφές των ΑΠΕ που βρίσκουν εφαρμογή στην Ελλάδα είναι οι εξής:

- Ηλιακή ενέργεια
- Αιολική ενέργεια
- Γεωθερμική ενέργεια υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας
- Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Βιομάζα από ενεργειακή αξιοποίηση αστικών απορριμάτων (ΗΑΕΕ, 2020)



Σε αντίθεση με τις ποικίλες μορφές ΑΠΕ που βρίσκουν εφαρμογή στην χώρα μας, η Ελλάδα βρισκόταν στις τελευταίες θέσεις στην Ευρώπη όσον αφορά το ποσοστό της ενέργειας από την χρήση ΑΠΕ στην ετήσια κατανάλωση έως και το 2012 όπου η Κομισιόν κατηγόρησε την Ελλάδα επειδή η νομοθεσία για τις ανανεώσιμες πηγές δεν ήταν συμβατή με την κοινοτική. Αναλυτικότερα, η Ελλάδα τα έτη 2006-2010 αύξησε την κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ από 7% σε 9,2% ενώ αντίστοιχες χώρες, όπως η Κύπρος, σχεδόν διπλασίασαν σε διάστημα τεσσάρων χρόνων. Εν έτη 2019 όμως η Ελλάδα κατόρθωσε να αυξήσει το ποσοστό αυτό σε 18% κατατάσσοντας την χώρας μας πάνω από τον εθνικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (ΗΑΕΕ, 2020)



Εικόνα 2: Ποσοστό ΑΠΕ στην Ελλάδα το 2019 (%) συναρτήση των υπόλοιπων Ευρωπαϊκών χωρών (ΗΑΕΕ, 2020)

1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ΑΠΕ

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ είναι τα εξής:

- Συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικές, μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Μειώνουν έμμεσα την εκπομπή των 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) στην ατμόσφαιρα, οδηγώντας στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
- Δίνουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, με διαφορετικές λύσεις για διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (χρήση αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή κ.ά.)
- Έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Δημιουργία θέσεων εργασίας και προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων που οδηγούν στην αναβάθμιση οικονομικά υποβαθμισμένων περιοχών

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ:

- Αδυναμία εύρεσης κατάλληλων τοποθεσιών για τις ΑΠΕ (περιοχές με αρκετή ηλιοφάνεια), δέσμευση καλλιεργήσιμης γης, οπτική ρύπανση, φαινόμενα ηχορύπανσης και θάνατος πουλιών όπως συμβαίνει στην περίπτωση των ανεμογεννητριών.
- Διαθέτουν μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο, επομένως χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από το κλίμα, το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητικής άποψης κι ότι προκαλούν θόρυβο και θάνατο πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και

την προσεκτική επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

- Τέλος όσον αφορά τα υδροηλεκτρικά έργα προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου έμμεσα.(Azarrou A. , 2012)

1.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια (ΥΕ)

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία βασίζεται στην εκμετάλλευση των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια όπου στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου, συντελείται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.(Kanda et al. 2012)

Τα υδροηλεκτρικά έργα, τα οποία αποτελούν το σύνολο των έργων και του εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, κάνουν δυνατή την εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας καθώς διαφέρουν σημαντικά ως προς τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών περισυλλογής με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα.

Τα μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Έργα είναι κυρίως συνεχούς ροής, δηλαδή δεν περιλαμβάνουν περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, και συνεπώς ούτε κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων επομένως δεν επιφέρουν τόσο μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων στην περιοχή εγκατάστασης του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους. Τα συστήματα μικρής κλίμακας, δηλαδή υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερες

των 15MW σύμφωνα με την νομοθεσία της χώρας μας, τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Φυσικά, τέτοιου είδους έργα μπορούν να κατασκευαστούν μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση, και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας. (ΥΠΕΝ)

1.4 Αρχές υδροηλεκτρικής ενέργειας

Βασικές αρχές λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού έργου:

Το νερό, που βρίσκεται σε ένα υψηλό επίπεδο πέφτει από ένα ύψος H , και η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική με την περιστροφή του στροβίλου. Ο περιστρεφόμενος άξονας οδηγεί την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία παράγει ηλεκτρισμό.

Η ισχύς την οποία διαθέτει μια μάζα νερού που ρέει από ένα ύψος είναι:

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H$$

Όπου: P : ισχύς, [$\text{kgm}^2\text{s}^{-3}$]

ρ : πυκνότητα νερού, [kgm^{-3}]

Q : παροχή όγκου του νερού, [m^3s^{-1}]

g : επιτάχυνση της βαρύτητας, [ms^{-2}]

H : η υψομετρική διαφορά, [m] (AsapkoviA. ,2014)

Από την βασική αυτή σχέση προκύπτει ότι για να υπάρχει μια σταθερή ισχύς απαιτείται η παροχή του νερού να είναι σταθερή, και αυτό συνεπάγεται την ύπαρξη ή κατασκευή ενός φράγματος και την ύπαρξη μιας αναγκαίας στάθμης βροχόπτωσης, συνήθως όχι μικρότερης από 400mm το χρόνο.

Για τον υπολογισμό της υψομετρικής διαφοράς H , χρησιμοποιούνται τριγωνομετρικές μέθοδοι, ενώ για τον υπολογισμό της παροχής όγκου Q , που είναι πιο δύσκολος απαιτείται ο υπολογισμός τόσο της ταχύτητας u , όσο και της επιφάνειας A , σύμφωνα με την σχέση:

$$Q = u \cdot n \cdot dA = \text{μέση ταχύτητα} \times \text{επιφάνεια ροής}$$

Όπου Q παροχή όγκου [m^3s^{-1}]

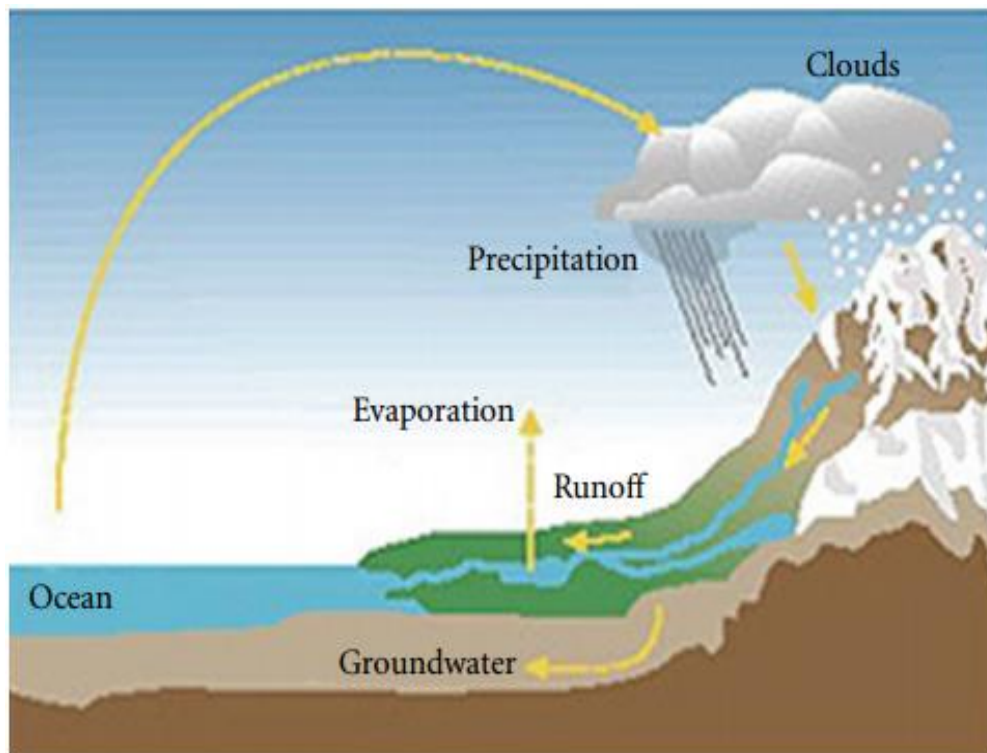
U ταχύτητα [ms^{-1}]

n κάθετο διάνυσμα στην επιφάνεια ροής

dA στοιχειώδης επιφάνεια ροής [m^2] (Σκόδρας Γ. TMM)

1.5 Τρόπος λειτουργίας

Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας των υδατοπτώσεων και της ροής των ποταμών μέσω της χρήσης υδροηλεκτρικών έργων οδηγεί στην παραγωγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η αρχή της λειτουργίας των υδροηλεκτρικών μονάδων, μέσω της εκμετάλλευσης της φυσικής ροής του κύκλου του νερού, βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου και στην περιστροφή της τουρμπίνας την οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια.



Εικόνα 3: Ο υδρολογικός κύκλος (Kimambo et al. 2012)

Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Στο φράγμα κάποιες θύρες ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό πτώσεως ο οποίος οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Το νερό πέφτει πάνω στις τουρμπίνες και τις περιστρέφει μεταφέροντας αυτή την περιστροφική κίνηση στην γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 900rpm(στροφές το λεπτό). Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση τα ηλεκτρόνια και δημιουργώντας εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Εν συνεχεία, ο μετασχηματιστής μετατρέπει το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα σε ρεύμα υψηλής τάσης. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από τον όγκο του νερού που ρέει και τη διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου.

Επίσης σε έναν άλλο τύπος συμβατικής υδροηλεκτρικής μονάδας, το νερό από την δεξαμενή περνάει από την τουρμπίνα και καταλήγει πάλι στο ποτάμι. Οι νέες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν δύο δεξαμενές οι οποίες είναι η ανώτερη δεξαμενή, όπου συγκεντρώνεται το νερό που συγκρατεί το φράγμα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, και η κατώτερη δεξαμενή, όπου συγκεντρώνεται το νερό που φεύγει από τις τουρμπίνες το οποίο δεν γυρίζει πίσω στο ποτάμι. Μια αντίστροφη τουρμπίνα διοχετεύει αυτό το νερό πάλι πίσω στην ανώτερη δεξαμενήγια την χρήση σε περιόδους αιχμής.(Kimambo et al. , 2012)

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται δηλαδή στις εξής δυο κατηγορίες:

- Σταθμοί Ροής Ποταμού: Αυτοί οι σταθμοί χρησιμοποιούν λίγο, έως καθόλου αποθηκευμένο νερό για την ροή μέσα από τους υδροστρόβιλους. Τέτοιοι σταθμοί κατασκευάζονται σε ποτάμια με μεγάλη ροή και μικρό βάθος σε ποτάμια με μεγάλο φορτίο ιλύος και σε περιοχές ακατάλληλες για ανέγερση φραγμάτων.
- Σταθμοί αποθήκευσης νερού: Οι σταθμοί αυτοί διαθέτουν μέσω μίας λίμνης, ικανή αποθηκευτική χωρητικότητα ώστε να ανταπεξέρχονται στις εποχιακές μεταβολές της ροής του νερού και παρέχουν μια σταθερή παροχή ηλεκτρισμού σε όλη την διάρκεια του έτους. Αυτού του τύπου σταθμοί διαθέτουν σύστημα δύο αποταμιευτήρων και αφού το νερό αφήσει τον πρώτο ταμιευτήρα, διέρχεται από τους στρόβιλους και παράγει ηλεκτρισμό, ρέει στον δεύτερο ταμιευτήρα. (Σκόδρας Γ. TMM)

1.6 Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

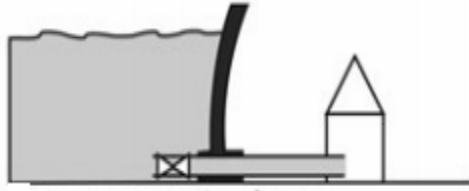
Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- **Φράγμα:** ένα τεχνικό έργο που κατασκευάζεται στην κοίτη ενός φυσικού υδατορεύματος το οποίο αποθηκεύει το νερό σε μια έκταση γης στην άκρη του φράγματος η οποία ονομάζεται ταμιευτήρας. Το νερό αυτό πρέπει να μπορεί να ρέει προς τα κάτω, γι' αυτό τα φράγματα κατασκευάζονται σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις της κοίτης των ποταμών. Με τη ροή αυτή η δυναμική ενέργεια του νερού του ταμιευτήρα μετατρέπεται σε κινητική.

Τα φράγματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την κατασκευή τους, τη λειτουργία τους και τη σκοπιμότητά τους. Ανάλογα με τη λειτουργία διακρίνονται σε φράγματα ανύψωσης της στάθμης, φράγματα αποθήκευσης και φράγματα παροχέτευσης ενώ ανάλογα με τον τρόπο και το υλικό κατασκευής τους διακρίνονται σε φράγματα από οπλισμένο σκυρόδεμα, φράγματα από γαιώδη υλικά και τοξωτά φράγματα. Το φράγμα από γαιώδη υλικά αξίζει να αναφερθεί καθώς είναι ένας από τους πρώτους τύπους φραγμάτων (από τον 18ο αιώνα). Αποτελείται από έδαφος ή / και πέτρες προς το άνω και κάτω επίπεδο και καλύπτεται από πηλό ή / και πίσσα. (Wagner H.,2011)



Εικόνα 4: Φράγμα από γαιώδη υλικά(χωμάτινο) και από σκυρόδεμα (Wagner H., 2011)



Εικόνα 5: Τοξωτό φράγμα (Wagner H. 2011)

- Ο ταμιευτήρας, δημιουργείται ως αποτέλεσμα της κατασκευής του φράγματος, ο οποίος αποθηκεύει νερό κατά την διάρκεια περιόδων υψηλής βροχόπτωσης και να το αποδίδει σε περιόδους χαμηλής βροχόπτωσης αντιμετωπίζοντας με αυτό τον τρόπο την κυμαινόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Η αποθηκευτική χωρητικότητα του ταμιευτήρα είναι το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό του. Η μέγιστη στάθμη καθορίζεται από την στάθμη του εκχειλιστή του φράγματος στην οποία καθορίζεται και μια ελάχιστη στάθμη λειτουργίας η οποία καθορίζεται από τις συνθήκες της υδροληψίας και την μη εισχώρηση φερτών υλικών στον αγωγό προσαγωγής. Η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα αντιστοιχεί στην χωρητικότητα μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης στάθμης λειτουργίας ενώ ως νεκρός όγκος ορίζεται ο όγκος του νερού που αντιστοιχεί στην ελάχιστη στάθμη λειτουργίας. Τέλος οι ταμιευτήρες χωρίζονται σε ημερήσιοι, εβδομαδιαίοι, μηνιαίοι και ετήσιοι ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του σταθμού παραγωγής και της ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα. Ο προσδιορισμός της χωρητικότητας ενός ταμιευτήρα και ο τρόπος κατασκευής του εξαρτώνται και από τις μη ενεργειακές χρήσεις του. Σε αυτές συγκαταλέγονται οι απαιτήσεις άρδευσης, ο έλεγχος πλημμυρών, αστικές και βιομηχανικές χρήσεις, η χρήση του ως μέσο αναψυχής και η ανάπτυξη αλιείας ενώ οι διάφορες χρήσεις ενός ταμιευτήρα επιβάλλουν διαφορετικά κριτήρια στο σχεδιασμό. Για την εξασφάλιση όμως μια σταθερής παραγωγής ενέργειας κατά την διάρκεια περιόδων με διακυμάνσεις στην βροχόπτωση, διατηρείται μια ξεχωριστή ποσότητα νερού καθώς οι ανάγκες άρδευσης και ύδρευσης μπορεί να μην συμπίπτουν χρονικά με την ηλεκτροπαραγωγή.



Εικόνα 6: Ταμιευτήρας Πλαστήρα (ΔΕΗ)

- **Υπερχειλιστής-εκχειλιστής:** Όπως προαναφέρθηκε ο υπερχειλιστής είναι απαραίτητος για την ασφάλεια του φράγματος και εξασφαλίζει την εκφόρτωση του πλημμυρικού νερού. Επειδή δεν είναι επιτρεπτή η υπερπήδηση του φράγματος, κατασκευάζεται πάντοτε ένα έργο υπερχείλισης χαμηλότερα από τη στέψη του φράγματος, που μπορεί να αποβάλλουν με ασφάλεια πλημμυρικό νερό. Διακρίνονται δύο τύποι υπερχειλιστών, οι ελεύθεροι υπερχειλιστές και οι εκχειλιστές όπου η ρύθμιση της ροής γίνεται με θυροφράγματα τα οποία σε περιόδους χαμηλών εισροών παραμένουν κλειστά. (Wagner H., 2011)
- **Υδροληψία (intake):** Αποτελεί ένα τεχνικό έργο εισόδου του νερού, σε ανοιχτό ή κλειστό αγωγό, που περιλαμβάνει το σύστημα της εσχάρας (trashracks) η οποία εμποδίζει την είσοδο στερεών σωμάτων στην σήραγγα προσαγωγής, ένα σύστημα εξάμμωσης το οποίο απαλλάσσει το σύστημα της εσχάρας από τις συσσωρευμένες ύλες, και θυροφράγματα ασφαλείας για την συντήρηση της υδροληψίας. Η θύρα υδροληψίας βρίσκεται σε απόσταση από την είσοδο της σήραγγας προσαγωγής ώστε να απομονώνει τον ταμιευτήρα. (Kholle A., 2001)
- **Σήραγγα προσαγωγής/πτώσης:** Το συγκεκριμένο έργο προσάγει το νερό υπό πίεση από την υδροληψία στους στρόβιλους στην περίπτωση των μεγάλων υδροηλεκτρικών εργοστασίων. Για μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες το πλήθος των αγωγών ισούται με το πλήθος των στρόβιλων, διαφορετικά διαμορφώνεται ένας αγωγός με διακλαδώσεις. (Wagner H., 2011)
- Στην περίπτωση που ο ταμιευτήρας βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τον σταθμό παραγωγής, και ειδικότερα όταν το μήκος της σήραγγας προσαγωγής/πτώσης είναι

πενταπλάσιο του ολικού ύψους πτώσης κατασκευάζεται ο πύργος ανάπλασης ο οποίος τοποθετείται στην είσοδο της σήραγγας (αγωγού) πτώσης με σκοπό την εκτόνωση των πιέσεων.(Wagner H., 2011)

- Ο σταθμός παραγωγής όπου γίνεται η μετατροπή της ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική. Τα κύρια μέρη ενός σταθμού παραγωγής είναι: (Kholle A. 2001)
 - Οι υδροστρόβιλοι, όπου η δυναμική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε κινητική δηλαδή σε κινητήρια ροπή στην περιστρεφόμενη άτρακτο του υδροστροβίλου
 - Οι γεννήτριες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες στην άτρακτο κάθε υδροστροβίλου και μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική
 - Οι μετασχηματιστές, οι οποίοι έχουν ως σκοπό την ανύψωση της τάσης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος στην τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου ώστε να ελαττώνονται οι απώλειες από την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας

Οι υδροστρόβιλοι κατηγοριοποιούνται σε υδροστρόβιλους δράσεως ή τύπου Pelton και σε υδροστρόβιλους αντιδράσεως ή τύπου Francis όπου υπάγονται και οι υδροστρόβιλοι Kaplan. Οι υδροστρόβιλοι Francis χρησιμοποιούνται σε υψομετρικές διαφορές από 100 έως 200 μέτρα , οι Pelton στις μεγαλύτερες υψομετρικές διαφορές και οι Kaplan στα μικρότερα ύψη.



Εικόνα 7:Στρόβιλος Pelton, Francis, Kaplan (Guo B. et al, 2018)

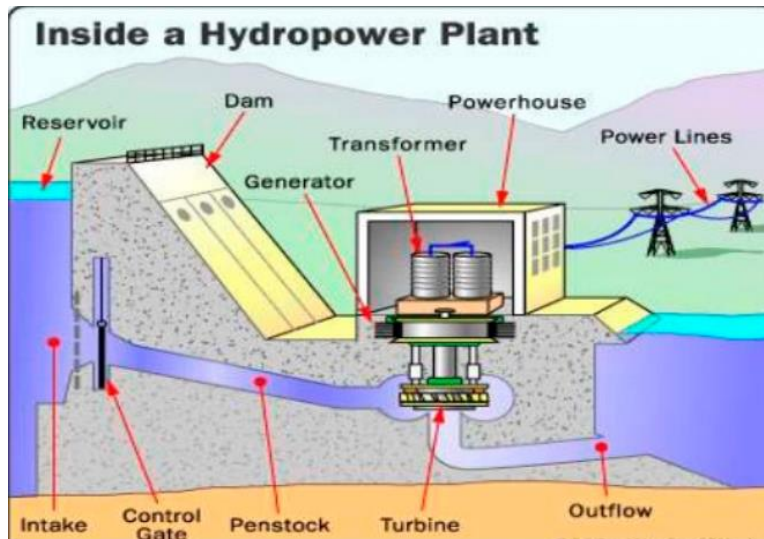
Αναλυτικότερα στους υδροστρόβιλους Pelton ο σωλήνας που μεταφέρει το νερό στον στρόβιλο καταλήγει σε ακροφύσιο ή δέσμη ακροφυσίων, που μετατρέπουν τη δυναμική ενέργεια του νερού (ή την ενέργεια πίεσης του νερού πριν από το ακροφύσιο) σε κινητική ενέργεια (ταχύτητα). Το νερό μετά το ακροφύσιο προσπίπτει με υψηλή κινητική ενέργεια στα σκαφίδια, που είναι τοποθετημένα στην περίμετρο του δρομέα και τον

περιστρέφει. Με τον τρόπο αυτό η αρχική δυναμική ενέργεια θέσης του νερού στον ταμιευτήρα μετατρέπεται εξολοκλήρου σε δυναμική ενέργεια πίεσης πριν από τα ακροφύσια και σε κινητική ενέργεια μετά από αυτά. Μέσα στο στρόβιλο, η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ροπή κατά την πρόσκρουση του νερού στα σκαφίδια, στα οποία μεταφέρονται δυνάμεις ώσης λόγω της αλλαγής διεύθυνσης της ταχύτητας του ρευστού, πριν και μετά την πρόσκρουση του στα σκαφίδια. Η ροή εισέρχεται και εξέρχεται του στροβίλου σε ατμοσφαιρική πίεση με αποτέλεσμα η μεταβολή της στατικής πίεσης μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του στροβίλου να είναι μηδέν. Έτσι και ο βαθμός αντίδρασης στους υδροστρόβιλους δράσεως είναι επίσης μηδέν. Οι πίδακες νερού (jet) από τα ακροφύσια ενδέχεται να προσβάλουν το σύνολο ή απλά ένα κλάσμα των συνολικών σκαφιδίων του δρομέα και στη δεύτερη περίπτωση ονομάζονται υδροστρόβιλοι δράσης μερικής προσβολής και αποτελούν την πλειοψηφία των ΥΣ δράσης.

Εν αντιθέσει στους υδροστρόβιλους Francis ο υδροστρόβιλος αποτελεί την απόληξη του αγωγού απορροής και είναι διαρκώς πλημμυρισμένος από νερό. Δηλαδή μεταξύ του αγωγού απορροής και των πτερυγίων του δρομέα δεν παρεμβάλλεται ακροφύσιο που να μετατρέπει τη δυναμική ενέργεια πίεσης σε κινητική. Η μετατροπή της δυναμικής ενέργειας πίεσης του νερού σε ροπή του δρομέα συμβαίνει μέσω δύο φαινομένων, της πτώσης της στατικής πίεσης του νερού μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του στροβίλου και, της αλλαγής διεύθυνσης της ταχύτητας του νερού μεταξύ των πτερυγίων του δρομέα. Έτσι, ένα μέρος της ροπής που αναπτύσσεται στο δρομέα προέρχεται από την αντίδραση των πτερυγίων στη μεταβολή της πίεσης και ένα μέρος της ροπής αυτής οφείλεται στις δυνάμεις ώσης του νερού, λόγω της αλλαγής κατεύθυνσης του διανύσματος της ταχύτητας του νερού. Σε κάθε χρονική στιγμή, στους ΥΣ αντίδρασης, όλα τα πτερύγια είναι πλημμυρισμένα με νερό και οι ΥΣ είναι πάντοτε ΥΣ ολικής προσβολής.

- Ο υποσταθμός ζεύξης συνδέει τον σταθμό παραγωγής με τους υποσταθμούς υψηλής τάσης και είναι συνήθως 150kV σε αντίθεση με τους υποσταθμούς υψηλής τάσης που είναι 400kV.

- Τέλος στα βασικά μέρη ενός υδροηλεκτρικού έργου είναι ο εκκενωτής πυθμένα ο οποίος κατασκευάζεται για την ταχεία εκκένωση ενός ταμιευτήρα σε περίπτωση σοβαρής ζημιάς του φράγματος.



Εικόνα 8: Σύγχρονη διάταξη υδροηλεκτρικού εργοστασίου (Ozcan E. et al. 2019)

1.7 Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα

Η εκμετάλλευση του υδροδυναμικού της Ελλάδας ήταν για δεκαετίες στρατηγική επιλογή. Ως το 2000, η ΔΕΗ ολοκλήρωσε δεκάδες έργα συνολικής ισχύος 3GW, με πολλαπλά οφέλη καθώς τα Υδροηλεκτρικά Έργα (ΥΗΕ) συνεισφέρουν: α) στην ευστάθεια του συστήματος λόγω της ευελιξίας τους, β) στην αντιπλημμυρική προστασία και στην ανάσχεση των πλημμυρικών ροών, γ) στη ρύθμιση της ροής των ποταμών, δ) στην εκμετάλλευση των αποταμιευμένων υδάτων για ύδρευση και άρδευση, ε) στη βελτίωση της βιοποικιλότητας με τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την παραποτάμια πανίδα, στ) στη δημιουργία μόνιμων και προσωρινών θέσεων εργασίας σε απομακρυσμένες και οικονομικά υποβαθμισμένες περιοχές, και ζ) στην παράπλευρη ανάπτυξη άλλων δραστηριοτήτων (ναυταθλητισμός, τουρισμός κ.α.) στην ευρύτερη περιοχή των έργων. (Georgiopoulos D. ,2017)

Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και η έλλειψη αξιόπιστης και αντικειμενικής πληροφόρησης των τοπικών κοινωνιών, ανέκοψαν την πορεία ανάπτυξης των έργων αυτών. Χαρακτηριστικά

παραδείγματα αποτελούν: α) το ΥΗΕ Μεσοχώρας, έργου ολοκληρωμένου από το 2002, για το οποίο ως και τα μέσα του 2017 δεν είχαν προχωρήσει οι διαδικασίες για την πρώτη πλήρωση του Ταμιευτήρα και β) το Φράγμα Συκιάς, τμήμα του σχήματος της εκτροπής του Αχελώου, στο οποίο από το 2000 οι εργασίες με απόφαση του ΣτΕ έχουν διακοπεί. Αποτέλεσμα αυτών ήταν να ανακοπεί κατά μεγάλο βαθμό η ανάπτυξη αυτών των έργων από το 2000 και μετά, που περιορίστηκε στην κατασκευή μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) και του ΥΗΣ Ιλαρίωνα που αναμένεται να ενταχθεί σε εμπορική λειτουργία εντός του 2017. Στο τέλος του 2015, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ήταν 3,395MW εκ των οποίων 2,474MW είναι συμβατικά έργα ΥΗΣ, 699MW αντλησιοταμιευτικά και 222MW Μικρά ΥΗΣ (ΜΥΗΣ). Ο Ωφέλιμος Όγκος των Ταμιευτήρων (ΩΟΤ) ανέρχεται σε 5.7 δις m³ περίπου. (Georgiopoulos D., 2017)

Ειδικότερα σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ως μικρά Υ/Ε ορίζεται μία εγκατάσταση με ισχύ έως 15MW. Συγκεκριμένα ιδιωτικές επενδύσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αφορούν έργα πολύ μικρής ισχύος έως και 1MW ενώ η εταιρεία ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ είναι ιδιοκτήτης του συνόλου των μεγάλων Υ/Ε και των κυριότερων μικρών Υ/Ε. Οι μονάδες αυτές βρίσκονται κυρίως κατά μήκος των μεγάλων ποταμών της χώρας (Αχελώος, Αλιάκμονας και Νέστος) ενώ υπάρχουν τέσσερα μεγάλα συγκροτήματα τα οποία είναι το συγκρότημα Νεστού, του Αλιάκμονα, του Αράχθου και του Αχελώου.

Παρακάτω παρατίθενται πίνακες των υδροηλεκτρικών σταθμών στην Ελλάδα.

Όνομα Μονάδας	Ισχύς	Έτος έναρξης
ΑΓΡΑΣ	50	1954
ΛΑΔΩΝΑΣ	70	1955
ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ	129.9	1962
ΚΡΕΜΑΣΤΑ	437.2	1966
ΚΑΣΤΡΑΚΙ	320	1969
ΕΔΕΣΣΑΙΟΣ	19	1970
ΠΟΛΥΦΥΤΟ	375	1975
ΠΟΥΡΝΑΡΙ-Ι	300	1981
ΑΣΩΜΑΤΑ	108	1985
ΣΦΗΚΙΑ	315	1986
ΣΤΡΑΤΟΣ-Ι	150	1989

ΑΩΟΣ	210	1991
ΠΟΥΡΝΑΡΙ-ΙΙ	33.6	1997
ΘΗΣΑΥΡΟΣ	384	1998
ΠΛΑΤΑΝΟΒΡΥΣΗ	116	1999
ΙΛΑΡΙΩΝΑΣ	155	2017

Πίνακας 1: Μεγάλα Υ/Ε στην Ελλάδα (Georgiopoulos, 2017)

Όνομα Μονάδας	Ισχύς	Έτος έναρξης
ΓΛΑΥΚΟΣ	3.7	1927
ΒΕΡΜΙΟ	1.8	1929
ΑΛΜΥΡΟΣΧΑΝΙΩΝ	0.3	1931
ΑΓΙΟΣΙΩΑΝΝΗΣΣΕΡΡΩΝ	0.7	1931
ΛΟΥΡΟΣ	10.3	1954
ΓΚΙΩΝΑΑΜΦΙΣΣΑΣ	8.5	1988
ΣΤΡΑΤΟΣ –ΙΙ	6.2	1988
ΜΑΚΡΟΧΩΡΙ	10.8	1992
ΟΙΝΟΥΣΑΣΕΡΡΩΝ	1.5	2004
ΓΙΤΑΝΗ	2.06	2006
ΒΟΡΕΙΝΟΑΡΙΔΑΙΑΣ	2.01	2007
ΕΛΕΟΥΣΑΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ	3.23	2008
ΑΓΙΑΒΑΡΒΑΡΑ	0.92	2008
ΣΜΟΚΟΒΟ	10.4	2008
ΠΑΠΑΔΙΑΦΛΩΡΙΝΑΣ	0.5	2010
ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ	2.43	2013
ΙΛΑΡΙΩΝΑ	4.2	2014

Πίνακας 2: Μικρά Υ/Ε στην Ελλάδα (ΔΕΗ)

1.8 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα χρήσης υδροηλεκτρικής ενέργειας

Στα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας συγκαταλέγονται:

1. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν την ικανότητα να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που χρειάζονται χρόνο.
2. Είναι μία ήπια, «καθαρή» ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με γνωστά πλεονεκτήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος.
3. Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως η ύδρευση, η άρδευση, η ανάσχεση χειμάρρων, η δημιουργία υγροτόπων αναψυχής και αθλητισμού.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται:

1. Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων καθώς και του εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής
2. Η μεγάλη χρονική διάρκεια μέχρι την αποπεράτωση του έργου.
3. Η περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα που μπορεί να προκαλέσει μετακίνηση πληθυσμών λόγω απώλειας εισοδήματος και κατοικιών, υποβάθμιση περιοχών λόγω μείωσης της γονιμότητας της γης, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος και πιθανή εξαφάνιση των υδρόβιων βιότοπων γλυκού νερού, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, διαταραχή της φυσικής ροής του ποταμού. (Azarour A.,2012)

1.9 Μελέτες εγκατάστασης μικρού υδροηλεκτρικού έργου

Οι μελέτες σχεδιασμού είναι μια επαναληπτική διαδικασία, κατά την οποία συγκρίνονται συνεχώς τα κέρδη και τα κόστη του έργου. Ωστόσο, οι υπεύθυνοι ανάπτυξης πρέπει να προχωρήσουν στη λήψη μιας απόφασης για το κατά πόσο θα προβούν ή όχι σε μια πλήρη μελέτη εγκατάστασης μέσω των ακόλουθων βημάτων:

➤ Μελέτη σκοπιμότητας

Η μελέτη σκοπιμότητας καθορίζει την καταλληλότητα της υπό εξέταση περιοχής για να μπορέσει να αξιοποιηθεί μια τέτοια επένδυση.

- Αναγνώριση της περιοχής: περιλαμβάνει την αρχική διάταξη και χωροθέτηση του έργου, την καταγραφή των τοπικών συνθηκών (των δυσκολιών της υποδομής των άλλων ανταγωνιστικών χρήσεων του νερού) και τη μελέτη των γεωλογικών συνθηκών.
- Αξιολόγηση των διαθέσιμων για το σταθμό υδάτινων πόρων και της ετήσιας ενεργειακής παραγωγής του
- Προκαταρκτικός καθορισμός και αξιολόγηση του κόστους της εγκατάστασης: Έρευνα για το κόστος του εξοπλισμού και των οικοδομικών υλικών που είναι τα κύρια έξοδα.
- Προσεγγιστικός υπολογισμός της παραγόμενης ισχύος και υπολογισμός των απαιτήσεων της εγκατάστασης ώστε να επιλεγθεί η κατάλληλη γεννήτρια (μέγεθος και ποιότητα).
- Προκαταρκτικός έλεγχος οικονομικής βιωσιμότητας: Βάσει της παραγόμενης ισχύος και των απαιτήσεων της εγκατάστασης, προτείνεται ο βέλτιστος σχεδιασμός και συγκρίνονται τα ετήσια έσοδα με το κόστος του κεφαλαίου της επένδυσης:

$E.E < 10\%$ Κεφαλαίου → μη βιώσιμη

$10\% < E.E < 25\%$ → μάλλον εφικτή

$E.E > 25\%$ → ανεπιφύλακτα βιώσιμη επένδυση.

- Λήψη απόφασης για το εάν θα πραγματοποιηθεί ή όχι μια μελέτη εγκατάστασης.

➤ Προμελέτη εγκατάστασης

Στηρίζεται κυρίως στα αποτελέσματα της μελέτης σκοπιμότητας δίνοντας τις τελικές απαντήσεις:

- Υδραυλικό ύψος, παροχή και ισχύς εξόδου: επιλογή κατάλληλου συνδυασμού.
- Σχεδιασμός της εγκατάστασης: κατασκευάζονται τα σχέδια και ο χάρτης του έργου(διαστασιολόγηση, διάταξη της εγκατάστασης, υψόμετρα)
- Έλεγχος σχεδιασμού και εναλλακτικές προτάσεις: Παρατηρήσεις για ένα χαμηλότερο κόστος κατασκευής αλλά παράλληλα την ευνοϊκότερη λειτουργία.

➤ Τελική μελέτη εγκατάστασης

Στην τελική μελέτη συντάσσονται όλα τα σχέδια, οι υπολογισμοί, τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης και οι προδιαγραφές του απαραίτητου εξοπλισμού, καθώς επίσης και η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).

- Λεπτομερής υπολογισμός κόστους: Πλήρης ανάλυση κόστους κάθε στοιχείου.
- Τελικός έλεγχος οικονομικής βιωσιμότητας: βάσει του αναλυτικού προϋπολογισμού.

Με το τέλος της μελέτης εγκατάστασης αρχίζει πλέον η διαδικασία της αδειοδότησης και αφού ολοκληρωθεί κι αυτή ξεκινά η κατασκευή του έργου. Κάποια ακόμη βήματα για την κατασκευή του έργου είναι:

- Παραγγελία υλικών, εξοπλισμού και εγκατάσταση.

Τέλος, αναγκαία είναι:

- Εκπαίδευση του προσωπικού: ως προς την επίβλεψη, τη συντήρηση και τη λειτουργία του έργου και
- Θέση σε λειτουργία

1.10 Αδειοδοτική διαδικασία στην Ελλάδα

Η αδειοδοτική διαδικασία καθορίζεται από το μέγεθος των υδροηλεκτρικών έργων και διαφέρει στα μεγάλα και μικρά υδροηλεκτρικά έργα. Αναλυτικότερα,

Για τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα:

1. Απαιτείται Άδεια Παραγωγής, η οποία πρέπει να συνοδεύεται από τεκμηριωμένη υδρολογική μελέτη.
2. Υποβολή αίτησης για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Στην

συνέχεια χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης, αρχικά μη δεσμευτική, η οποία οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

3. Αίτηση έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), η οποία απαιτείται να συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.
4. Απαιτείται Ενιαία Άδεια Χρήσης Νερού και Εκτέλεσης Έργων Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων.
5. Απαιτούνται Οικοδομικές Άδειες, για τα δομικά έργα που πρόκειται να πραγματοποιηθούν
6. Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.
7. Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.
8. Απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης. Η ΥΑ.13310/2007, δίνει την δυνατότητα υποβολής μίας αίτησης (Παράρτημα, Μέρος 1 και Μέρος 2, §2) για την έκδοση μίας άδειας που ενσωματώνει την Ενιαία Άδεια και την Άδεια Εγκατάστασης.
9. Απαιτείται Προσωρινή Σύνδεση για Δοκιμαστική Λειτουργία που γίνεται κατόπιν αιτήσεως προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον επιτευχθεί απροβλημάτιστη λειτουργία 15 ημερών, ο Διαχειριστής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (ΥΑ.13310/2007, ΦΕΚ.Β'1153, άρθ.14).
10. Απαιτείται Άδεια Λειτουργίας.

Για τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα:

1. Απαιτείται αίτηση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Χορηγείται Προσφορά Σύνδεσης καταρχήν μη δεσμευτική, η οποία αφού οριστικοποιηθεί καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.
2. Για όλες τις κατηγορίες μικρών υδροηλεκτρικών απαιτείται έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Η απόφαση έγκρισης εκδίδεται κατόπιν αιτήσεως που συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ή Περιβαλλοντικής Έκθεσης (εφόσον το έργο ενταχθεί στην κατηγορία Β4 κατά το αρθ.10, §1 του Ν.3468).
3. Απαιτείται Άδεια Χρήσης Νερού (ενεργειακή χρήση, ΥΑ.43504/2005, αρθ.1, §1).
4. Απαιτούνται Οικοδομικές Άδειες, για τα δομικά έργα που θα πραγματοποιηθούν
5. Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης.
6. Απαιτείται Σύμβαση Αγοραπωλησίας.

7. Σε αντίθεση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα δεν απαιτούνται

- Άδεια Παραγωγής
- Άδεια Εγκατάστασης ή Άδεια Εκτέλεσης Έργων Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων.
- Δοκιμαστική Λειτουργία.
- Άδεια Λειτουργίας (Ν.3468/2006, αρθ.8, όπως αντικαταστάθηκε με τον Ν.3851/2010, αρθ.3, §2).

Κεφάλαιο 2

2.1 Εισαγωγή

Μικρό υδροηλεκτρικό, χωρίς φράγμα και ταμιευτήρα, επί του ρου του ρέματος μόνιμης ροής «Βουρκοπόταμος», παραποτάμου του π. Σαραντάπορου, με ανάντη λεκάνη απορροής 39,71 km². Η θέση βρίσκεται σε κοιλάδα των βορείων παρυφών του όρους Σμόλικας της Β. Πίνδου, στη ζώνη των 20 χλμ από τα ελληνοαλβανικά σύνορα, στο βόρειο όριο του οικισμού Κεράσοβου (Δ.Δ. Αγ. Παρασκευής) του Δήμου Κόνιτσας, με περίπου 80 μόνιμους κατοίκους. Συνδέεται οδικώς με την Κόνιτσα με αμαξιτή, ασφαλτοστρωμένη οδό, μήκους περίπου 30 χλμ.

Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου είναι:

- ✓ **Ονομαστική παροχή:** $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$, Ηπτώσης = 141 m
- ✓ **Εγκατεστημένη ισχύς:** $P = 2,51 \text{ MW}$
- ✓ **Μικροσήραγγα Φ1400**, μήκους $L \sim 280 \text{ m}$
- ✓ **Αγωγός πτώσης συνολικού μήκους** $L = \sim 1.146 \text{ m}$ [324 m (X/Σ Φ1000) και 822 m (HDPE Φ1000)]
- ✓ **Δεξαμενές εξάμωσης** $L \times B \times H = 31,00 \times 9,50 \times 4,50 \text{ m}$
- ✓ **Κτίριο σταθμού παραγωγής:** $B \times L \times H = 17,00 \times 10,00 \times 10,00 \text{ m}$ με δύο (2) μονάδες, μία (1) Pelton και μία (1) Francis

2.2 Έργα Κεφαλής

Τα κύρια υδραυλικά τους στοιχεία έχουν ως εξής:

- ✓ **Ον. παροχή έργου:** $2 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ **Πλημμύρα σχεδιασμού:** $100 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ **Οικολογική παροχή:** 124 l/s

Αποτελούνται από τα παρακάτω κύρια επιμέρους έργα:

- ✓ **Υδροληψία** ορεινού τύπου (tyroleanweir), κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτω από τη Γέφυρα Καραμούση, σε υψόμετρο + 992,40, σε επαφή με το κατάντη άκρο παλαιού, μικρού αναβαθμού αντιδιαβρωτικής προστασίας κατασκευής του Δασαρχείου

Κόνιτσας τη δεκαετία του 1960, τον οποίο ενσωμάτωσε. Συνίσταται από κανάλι κατασκευασμένο εγκάρσια στη ροή του ρέματος (συλλέκτης), μήκους στέψης 6 μ., πλάτους 2,35 μ και μεταβλητού βάθους με κατά μήκος κλίση πυθμένα 10% για αποτελεσματική μεταφορά προς τον παρακείμενο εξάμμωτή συρόμενων φερτών υλών.

Καλύπτεται σε όλο το πλάτος της στέψης (6 μ) από χαλύβδινη, γαλβανισμένη εν θερμό εσχάρα, μήκους 2,95 μ και κλίσης 60% (κατά τη ροή), αποτελούμενης από κυκλικές ράβδους Φ25 mm, με καθαρό άνοιγμα μεταξύ τους 25 mm. Απομονώνεται από τα λοιπά έργα κεφαλής (σύστημα εξάμμωσης) με αυτόματο, ηλεκτροϋδραυλικό Θ/Φ διαστάσεων 1, 5 μ πλάτους και 1,2 μ ύψους. Πάνω από την υδροληψία διέρχεται η νέα οδογέφυρα, παραπλεύρως της παλαιάς πεζογέφυρας (Καραμούση), μήκους 13,40 μ και πλάτους 3,75 μ, με κατάστρωμα σε υψόμετρο + 996,10 και κατώφλι σε υψόμετρο + 995,20. Είναι σύμμεικτη κατασκευή (φορέας μεταλλικός και κατάστρωμα από σκυρόδεμα).



Εικόνα 9: Θέση Υδροληψίας



Εικόνα 10: Παλαιά γέφυρα

Σε πλημμυρικές συνθήκες ($100 \text{ m}^3 / \text{s}$), με στέψη ρου φράκτη υδροληψίας στο + 992,40, η υπολογισθείσα στάθμη νερού ανέρχεται στο + 994,85, ήτοι 35 cm κάτω από το κατώφλι της γέφυρας.

- ✓ Το **σύστημα εξάμμοσης** συνδέεται με το συλλέκτη της υδροληψίας με ανοικτό κανάλι από οπλισμένο σκυρόδεμα, μήκους περίπου 45 μ και καθαρού πλάτους 1,5 μ. Αποτελείται από τέσσερις δεξαμενές, ανά δύο εν παραλλήλω.

Οι ανάντι δεξαμενές (παγίδες φερτών υλικών) συλλέγουν τις συρόμενες φερτές ύλες (αμμοχάλικο) που περνούν από την εσχάρα υδροληψίας ($d < 25 \text{ mm}$) προς το συλλέκτη και οι κατάντη δεξαμενές συλλέγουν τις αιωρούμενες φερτές ύλες που δεν κατέστη δυνατόν να καθιζήσουν στις ανάντη παγίδες. Μεταξύ παγίδας φερτών και εξαμμοτή (από ανάντη προς κατάντη δεξαμενές), το νερό διοχετεύεται με υπερχειλίση. Κάθε κατά μήκος ζεύγος δεξαμενών έχει το «δίδυμό» του, παράλληλα. Η παροχή μερίζεται ισομερώς προς κάθε ζεύγος, αμέσως ανάντη των παγίδων φερτών.



Εικόνα 11: Έργο Υπερχείλισης



Εικόνα 12: Έργο Υπερχείλισης Εξαμωτών

Οι πυθμένες των εξαμμωτών έχουν τραπεζοειδή διατομή και στο κατάντη άκρο του πυθμένα κάθε δεξαμενής υπάρχει ηλεκτροκίνητο, αυτόματο θυρόφραγμα Θ/Φ, διαστάσεων 1 ×1 m για έκπλυση των συλλεχθέντων φερτών υλών προς το παρακείμενο ρέμα, μέσω υπόγειων καναλιών ελευθέρως επιφανείας. Κατά μήκος των πλαϊνών άκρων των δεξαμενών υπάρχουν υπερχειλιστές για εκφόρτιση πλεονάζουσας παροχής. Τα κύρια γεωμετρικά στοιχεία των δεξαμενών έχουν ως εξής:

Μήκος παγίδας φερτών: ~ 9 μ

Κατά μήκος κλίση πυθμένα: 5%

Μέγιστο βάθος (κατάντη άκρο): 2 μ

Μήκος δεξαμενών εξάμμωσης: ~ 30 μ

Κατά μήκος κλίση πυθμένα: 5%

Μέγιστο βάθος (κατάντη άκρο): 4 μ

Καθαρό πλάτος δεξαμενών: 2,5 μ



Εικόνα 13: Δεξαμενές καθίζησης φερτών υλικών

Σε ό,τι αφορά στις επιδόσεις εξάμμωσης, το σύστημα, σύμφωνα με το σχεδιασμό του, στην ον. παροχή του (2 m³ /s), δύναται να συλλέξει κόκκους άμμου ως εξής:

Διάμετρος κόκκων	Επιδόσεις εξάμμωσης
0,20 mm	75,93%
0,30 mm	92,05%
0,40 mm	97,93%
0,50 mm	99,26%
0,70 mm	99,96%
1 mm	100%

Πίνακας 3: Επιδόσεις εξάμμωσης (%) ανάλογα με την διάμετρο των κόκκων

Στο κατάντη άκρο του εξαμμωτή υπάρχει μικρό, διακριτό **τεχνικό εσχάρων** που φιλοξενεί τον αυτόματο καθαριστή. Η κατασκευή διαθέτει χαλύβδινη εσχάρα, γαλβανισμένη εν θερμώ, μήκους 3,42 μ και πλάτους 2,50 μ, καθαρού ανοίγματος 10 mm εγκατεστημένη υπό γωνία 70° από την οριζόντια και κανάλι έκπλυσης. Είναι εφοδιασμένο με αντλία πλύσης, αυτόματη, παρέχοντας νερό προς το κανάλι έκπλυσης, από όπου με ελεύθερη ροή τα συλλεχθέντα επιπλέοντα επιστρέφονται προς το ρέμα.

2.3 Έργα προσαγωγής υδάτων

Αποτελούνται από τρία διακριτά τμήματα ως εξής:

- 1) Μικροσήραγγα μήκους 280 m, υγρής διατομής Φ 1400 mm, εξωτερικής διαμέτρου Φ 1800 mm, σωληνωμένη με τσιμεντοσωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 20 cm.
- 2) Αγωγός Φ 1000 mm από HDPEPE 100 (EN 12201:2003), συνολικού μήκους 822 μ, ενταφιασμένος υπόγεια. Διακρίνονται τρία τμήματα με διαφορετικό πάχος τοιχώματος που αντιστοιχεί σε διαφορετική πίεση λειτουργίας, ως εξής:
 - **SDR 33, πάχους 30,6 mm, PN 5:** 324m
 - **SDR 21, πάχους 47,7 mm, PN 8:** 348m
 - **SDR 17, πάχους 59,3 mm, PN 10:** 120m

Κατασκευάστηκαν επίσης καμπύλες κλπ ειδικά τεμάχια ολικού μήκους περίπου 30m (17 × 1,5mm + τεμ. μετάβασης & εισόδου).

3) Χαλυβοσωλήνας (St 37.0, mat. no. 1.0254), εξωτ. διαμέτρου Φ 1016, συνολικού μήκους 324 μ, ελικοειδούς ραφής, με εξωτ. αντιδιαβρωτική προστασία από πολυαιθυλένιο (DIN 30670 S-v) και εσωτερική από εποξειδικές ρητίνες πάχους 400 μm (AWWA C-210), ενταφιασμένος υπόγεια, σε όρυγμα. Διακρίνονται δύο τμήματα, ως εξής:

- Πάχους ελάσματος 8 mm: 180mm
- Πάχους ελάσματος 10 mm: 132mm

Κατασκευάστηκαν επίσης ειδικά τεμάχια συνολικού μήκους ~12m.

2.4 Κτιριακά έργα

Σταθμός παραγωγής που στεγάζει τον κύριο Η/Μ εξοπλισμό σε υψόμ. + 846, παρά την πεζογέφυρα Ραχοβίτσας. Τα στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με την οικοδομική άδεια έχουν ως εξής:

Αριθμ. ορόφων: 1

Επιφάνεια: 285,62 m²

Κάλυψη: 285,62 m²

Ύψος: 9,91m

Όγκος: 2.253,14 m³

Επίσης υπάρχουν τρεις διακριτοί, μικροί οικίσκοι, ενσωματωμένοι λειτουργικά στα υδραυλικά έργα υδροληψίας που στεγάζουν τον Η/Μ εξοπλισμό, απαραίτητο για τη λειτουργία τους (υδραυλικά συγκροτήματα, ηλεκτρικούς πίνακες κλπ αυτοματισμούς).



Εικόνα 14: Σταθμός Παραγωγής

2.5 Οδοί προσπέλασης

1. **Προσπέλαση προς υδροληψία** γίνεται από παλαιά δασική οδό που χρησιμοποιήθηκε κατά το παρελθόν από το Δασαρχείο Κόνιτσας για κατασκευή αναβαθμών αντιδιαβρωτικής προστασίας της κοίτης του ρ. Βουρκοπόταμος, μετά από συντήρηση και μικροβελτιώσεις. Αφετηρία η αμαξιτή οδός Κόνιτσας – Αγ. Παρασκευής.

Κατά τόπους, σε μήκος περίπου 50 μ συνολικά, επενδύθηκαν πρηνή με συρματόπλεκτα κιβώτια μέχρι ύψος περίπου 1,20 μ από το κατάστρωμα της οδού, για προστασία έναντι διάβρωσης & συνακόλουθων μικρο-καταπτώσεων.

Αφετηρία: + 945 (επαρχ. οδός Κόνιτσας – Αγ. Παρασκευής)

Κατάληξη: + 995 (Γέφυρα Καραμούση)

Συνολικό μήκος: ~ 530m

Πλάτος: 4m

Κατάστρωμα: χωματόδρομος

Για διάβαση του ποταμού χρησιμοποιείται η νέα οδογέφυρα Καραμούση, κατασκευασμένη πάνω από την υδροληψία. Αμέσως ανάντη η δίοδος φράσσεται με μεταλλική – ανακλινόμενη πόρτα.

2. **Προσπέλαση προς το σταθμό παραγωγής** γίνεται από την υφιστάμενη οδό με αφετηρία την αμαξιτή οδό Κόνιτσας – Αγ. Παρασκευής και κατεύθυνση προς Ραχοβίτσα, μέχρι το ρ. Βουρκοπόταμος (υψομ. + 838), μήκους περίπου 160 μ, μέγιστης κλίσης 17%. Προς βελτίωση της βατότητας (έλεγχος υδάτων) υπάρχει μικρό σωληνωτό τεχνικό Φ 500 στη Χ.Θ. 0 + 120m.

Η διάβαση του ρέματος γίνεται πάνω από τεχνικό (τρίδυμος σωληνωτός αγωγός από τσιμεντοσωλήνες Φ 1500 mm), πλάτους 4,20m και μήκους περίπου 6m, με πτερυγοτοίχους ανάντη – κατάντη, υπερπηδητό σε περίπτωση πλημμυρικών γεγονότων. Η συνέχεια της προσπέλασης προς το γήπεδο του σταθμού παραγωγής γίνεται με οδό επί παραποτάμιου αναβαθμού, μήκους περίπου 120 μ, με κατά μήκος κλίσεις που δεν υπερβαίνουν το 1 – 2 %.

Αφετηρία: ~ + 862 (επαρχ. οδός Κόνιτσας– Αγ. Παρασκευής)

Τεχνικό – διάβαση: ~ + 840 (ρ. Βουρκοπόταμος)

Κατάληξη: ~ + 846 (γήπεδο ΜΥΗΣ)

Συνολικό μήκος: ~ 290m

Πλάτος: 4m

Κατάστρωμα: χωματόδρομος

3. **Επίσκεψη έργων προσαγωγής υδάτων:** κατάντη της σήραγγας γίνεται με οδό που έχει αφετηρία την περιοχή σταθμού παραγωγής & διεύθυνση προς το φρεάτιο φόρτισης ΦΦ (κατάντη άκρο σήραγγας), με τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

Αφετηρία: ~ + 850 (περιοχή ΜΥΗΣ, ρ. Ραχοβίτσας)

Κατάληξη: ~ + 982 (ΦΦ, κατάντη άκρο σήραγγας)

Συνολικό μήκος: ~ 1.350m

Πλάτος: 4m

Κατάστρωμα: χωματόδρομος

Σε μήκος περίπου 1.000 μ (από σήραγγα προς ΜΥΗΣ), παράλληλα με την οδό διέρχεται και ο αγωγός πτώσης. Το υπόλοιπο τμήμα του αγωγού πτώσης είναι εκτός δρόμου.

Σε όλες τις μισγάγγειες και σε ελιγμούς που προσφέρονται για το σκοπό, υπάρχουν τάφροι απορροής ομβρίων που εκτρέπουν τα νερά εκτός καταστρώματος για λόγους αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η οδός στην αφετηρία της στην περιοχή του σταθμού παραγωγής φράσσεται με κλειδωμένη μεταλλική μπάρα.

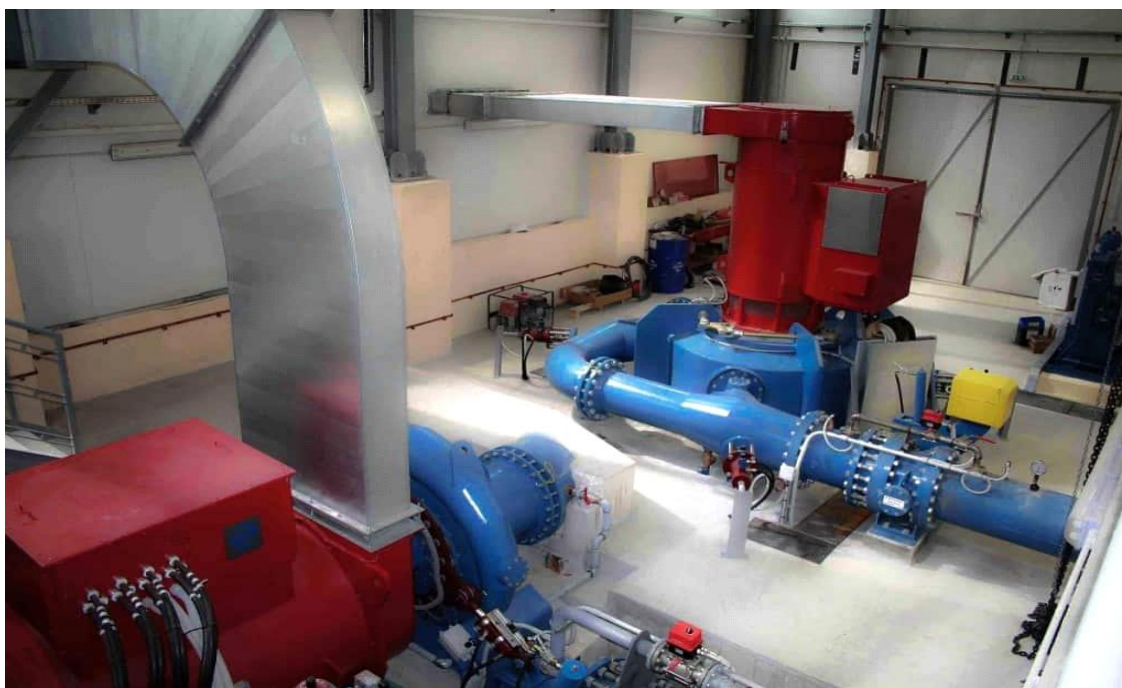
2.6 Κύριος Η/Μ εξοπλισμός

Στο Έργο έχουν εγκατασταθεί δύο μονάδες παραγωγής, με τα εξής κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:

ΥΔΡΟΣΤΡΟΒΙΑΟΙ	ΜΟΝΑΔΑ 1	ΜΟΝΑΔΑ 2
Τύπος	Francis, οριζ.αξονος	Pelton, κατ. άξονος
Χαρ. Κατασκευαστή	FSHC-4.62/38	PV4c-640/200
Ον. παροχή, Qr [l/s]	1400	600
Καθαρό ύψος πτώσης στην ον. παροχή [μΣΥ]	140,11	140,07
Ον. ισχύς [kW]	1.770	744
Στροφές [rpm]	1.000	750
Ταχύτητα αφηνιασμού [rpm]	1.600	1.342
Υψόμ. C.L. Άξονος	+844.47	+844,64
TWLr. (Qέργου = 2 m ³ /s)	+843,47	+843,3
Διάμετρος περωτής [mm]	462	640
Αρ. Πτερυγίων περωτής [mm]	28	-

Αρ. Ρυθμ.πτερυγίων	20	-
Διάμετρος διατομής εξόδου [mm]	1.016	-
Αρ. Σκαφιδίων	-	20
Αρ. Ακροφυσίων	-	4
DN διατομής εισόδου ακροφ. [mm]	-	200
Διάμετρος ακροφυσίου [mm]	-	76
Κατασκευαστής	Kossler GmbH	Kossler GmbH
Έτος κατασκευής	2005	2006
Commissioning	02/2007	20/2007

Πίνακας 4: Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των υδροστρόβιλων των μονάδων παραγωγής



Εικόνα 15: Υδροστρόβιλοι (Francis) και Pelton (δεξιά)

ΜΙΥ	ΜΟΝΑΔΑ 1	ΜΟΝΑΔΑ 2
Τύπος	Πεταλούδα	Πεταλούδα
Χαρακτ. Κατασκευαστή	BTV-700	BTV-450
DN[mm]	700	450
PN[mm]	25	25
Κατασκευαστής	TB Hydro	TB Hydro

Πίνακας 5: Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των ΜΙΥ των μονάδων παραγωγής

ΓΕΝΗΤΡΙΕΣ	ΜΟΝΑΔΑ 1	ΜΟΝΑΔΑ 2
Τύπος	Σύγχρονη	Σύγχρονη
Χαρακτ. Κατασκευαστή	SE 630 S6	SE 500 SA8
Αρ. Φάσεων	3	3
Ον. Ισχύς [kVA]	1.900	800
Τάση [kV]	0,66	0,66
Συχνότητα [Hz]	50	50
Ον. Ένταση [A]	1.662	700
Συντ. Ισχύος	0,90	0,90
Στροφές [rpm]	1.000	750
Μέγιστη ταχύτητα [rpm]	1.687	1.342

Κατασκευαστής	AEM	AEM
Έτος κατασκευής	2006	2006
Commissioning	02/2007	02/2007

Πίνακας 6: Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των γεννητριών των μονάδων παραγωγής

Η παραγωγή πραγματοποιείται στη χαμηλή τάση (0,66 kV), διατίθεται στο τοπικό δίκτυο διανομής στη μέση τάση (20 kV) και οι ιδιοκαταναλώσεις του σταθμού είναι στα 0,4 kV. Προς εξυπηρέτηση των παραπάνω αναγκών υπάρχει υπαίθριος υποσταθμός (Υ/Σ) με δύο μετασχηματιστές τάσης, των εξής κύριων τεχνικών χαρακτηριστικών:

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ	ΚΥΡΙΟΣ	ΙΔΙΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ
Ον. Ισχύς [kVA]	3.150	50
Αρ. Φάσεων	3	
Τάση [kV]	0,66/20± 2×2,5%	0,66/0,4
Συχνότητα [Hz]	50	50
Τάση βραχυκύκλωσης, uz[%]	6%	4%
Συνδεσμολογία	Yd1	Dyn11
Ψύξη	ONAN	ONAN
Δοχείο διαστολής	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Όγκος λαδιού [lit]	-	127
Βάρος λαδιού [kg]	1.390	-
Εγκατάσταση	εξωτερική	Εξωτερική
Κατασκευαστής	SIEMENS	SIEMENS

Έτος κατασκευής	2006	2006
Commissioning	02/2007	02/2007

Πίνακας 7: Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά μετασχηματιστών τάσης



Εικόνα 16: Κύριος Μετασχηματιστής

Ο σταθμός παραγωγής διαθέτει επίσης ηλεκτρικούς πίνακες τύπου πεδίου κατασκευής της εταιρείας SIEMENS, μεταλλοενδεδυμένους, διαμερισματοποιημένους και πιστοποιημένους από τρία εργαστήρια, ως εξής:

Πίνακας 20 kV

- 1) Πεδίο εισόδου (αλεξικέραυνα – αποζεύκτης – γειωτής)
- 2) Πεδίο μετρήσεων (Μ/Σ τάσης & έντασης, Η/Ν προστασίας & ενδεικτικά όργανα)
- 3) Πεδίο ΑΔΔ (Α/Δ κενού 630 Α/20 kV)

Πίνακας 0,66 kV, 0,4 kV & 24 VDC

- 1) Πεδίο Α/Δ προστασίας και συγχρονισμού ΜΟΝΑΔΑΣ 1 που περιλαμβάνει:

A/Δ κενού SIEMENS WL II 2000 A/0,66 kV,H/NSIEMENS 7UM 62 ηλεκτρονικό,
ΣυγχρονιστήςSEG PSY5, Ρυθμιστής τάσης AEM & ποικίλα ενδεικτικά όργανα

2) Πεδίο A/Δ προστασίας και συγχρονισμού ΜΟΝΑΔΑΣ 2 που περιλαμβάνει:

A/Δ κενού SIEMENSWLI 1000 A/0,66 kV,H/NSIEMENS 7UM 62 ηλεκτρονικό,
ΣυγχρονιστήςSEG PSY5, Ρυθμιστής τάσης AEM & ποικίλα ενδεικτικά όργανα.

3) Πεδίο Ιδιοκαταναλώσεων

4) Πεδίο ρυθμιστών στροβίλων

5) Πεδίο κεντρικού PLC σταθμού παραγωγής

2.7 Τρόπος λειτουργίας

Το έργο λειτουργεί αξιοποιώντας διαθέσιμες παροχές μέχρι 2 m³ /s.

Καταρχήν απομαστεύεται νερό από το ρ. Βουρκοπόταμος στην υδροληψία δια του ρουφράκτη.

Το νερό οδηγείται στο αμέσως παρακείμενο έργο εξάμμωσης (παγίδες φερτών και εξάμωτές) από το οποίο απελευθερώνεται διαρκώς, επιστρέφοντας προς το ρέμα, σταθερή οικολογική παροχή ίση προς 124 l/s.

Περιοδικές εκκενώσεις των δεξαμενών επίσης προς το ρέμα έχουν σαν αποτέλεσμα την επιστροφή προς αυτό των όσων φερτών υλών συλλαμβάνονται στις 4 δεξαμενές του συστήματος. Η εντολή εκκένωσης γίνεται αυτόματα, μέσω ειδικών ανιχνευτών συγκέντρωσης φερτών εγκατεστημένους λίγα εκατοστά πάνω από τους πυθμένες των δεξαμενών, οι οποίοι δίνουν σήμα στο PLC της υδροληψίας για το άνοιγμα των Θ/Φ έκπλυσης. Υπάρχει επίσης backup χρονική ρύθμιση για περιοδική εξάμμωση σε περίπτωση αστοχίας του παραπάνω αυτοματισμού. Ο ρυθμός εκκένωσης ποικίλει από λίγα λεπτά της ώρας (π.χ. 20 – 30 min) σε περιπτώσεις πλημμυρικών παροχών που η στερεοπαροχή είναι μεγάλη μέχρι χρόνους τις τάξης των λίγων ημερών (προληπτικά κατά τις χαμηλές παροχές), όταν η συγκέντρωση φερτών είναι μικρή, έως αμελητέα.

Εάν η παροχή υπερβαίνει τα 2 m³ /s που είναι η δυναμικότητα του συστήματος σύλληψης και εξάμμωσης, λειτουργούν πλευρικοί υπερχειλιστές στο ρουφράκτη, στο κανάλι προσαγωγής, σε όλες τις δεξαμενές εξάμμωσης και στο τεχνικό εσχάρων, επιστρέφοντας τα μη αξιοποιήσιμα νερά προς την κοίτη του ποταμού. Εάν για τον οποιονδήποτε λόγο ο ΜΥΗΣ τεθεί εκτός

λειτουργίας για χρόνο της τάξης των 15 min. (ρυθμίσιο από το χειριστή στο PLC της υδροληψίας), τότε κλείνει αυτόματα το Θ/Φ ασφαλείας στην υδροληψία, φράσσοντας την είσοδο προς τα έργα εξάμμωσης. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο της παροχής υπερχειλίζει από τον ρουφράκτη και συνεχίζει τη διαδρομή στη φυσική κοίτη. Το Θ/Φ ασφαλείας λειτουργεί υδραυλικά με αποταμιευτή πίεσης, ακόμη και απουσία ρεύματος για λόγους ασφαλείας. Το Θ/Φ έχει επίσης ελεγχόμενο άνοιγμα μέχρι οποιοδήποτε ύψος, ρυθμίσιο από το χειριστή. Με τον τρόπο αυτό ελέγχεται η ποσότητα εισρεόντων υδάτων από το συλλέκτη προς τα λοιπά έργα κεφαλής (παγίδες φερτών και εξαμμοτές).

Στο τεχνικό εσχάρων είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτροϋδραυλικός καθαριστής που απομακρύνει τα συλληφθέντα από την εσχάρα επιπλέοντα (κλαράκια, φύλλα κλπ), τα οποία αποθέτει στο κανάλι έκπλυσης. Η λειτουργία του είναι αυτόματη, με ανίχνευση διαφοράς στάθμης ανάντη – κατόντη της εσχάρας (π.χ. 10 cm, ρυθμίσιο από το χειριστή). Υπάρχει backup χρονική λειτουργία, ρυθμίσιο από το χειριστή (π.χ. μία φορά/ημέρα). Με το τέλος κάθε κίνησης του καθαριστή τίθεται αυτόματα σε λειτουργία η αντλία πλύσης που διοχετεύει νερό για ορισμένο χρόνο (της τάξης του ½ - 1 min., ρυθμίσιο από το χειριστή) για έκπλυση των συλληφθέντων επιπλεόντων. Η περιοδικότητα λειτουργίας του καθαριστή ποικίλει από συνεχή λειτουργία (π.χ. σε πλημμυρικά γεγονότα) μέχρι μία φορά την ημέρα (backup λειτουργία με χρονικό για λόγους ασφαλείας).

Στο τεχνικό εσχάρων είναι επίσης εγκατεστημένο το σταθμήμετρο που δίνει σήμα προς το κεντρικό PLC του σταθμού για τη ρύθμιση του σημείου λειτουργίας των υδροστροβίλων. Το σήμα μεταφέρεται προς το ΜΥΗΣ ενσύρματα, με ειδικό αγωγό εγκατεστημένο παράλληλα με τα έργα προσαγωγής. Από του σημείου αυτού και κατόντη η αξιοποιούμενη παροχή κατευθύνεται μέσω της σήραγγας προς το φρεάτιο φόρτισης του αγωγού πτώσης, στο κατόντη άκρο της σήραγγας. Στη θέση αυτή υπάρχει μικρό, χειροκίνητο Θ/Φ για εκκένωση της σήραγγας σε περίπτωση συντήρησης. Το νερό εκκενώνεται στην παρακείμενη μισγάγγεια. Προγραμματισμένη εκκένωση γίνεται μια φορά το χρόνο, για λόγους επιθεώρησης και προληπτικής συντήρησης.

Το φρεάτιο φόρτισης λειτουργεί και ως πύργος ανάπλασης σε περίπτωση απόρριψης φορτίου των υδροστροβίλων. Διαθέτει πλευρικό υπερχειλιστή ο οποίος εκτονώνει το κύμα που δημιουργείται από την υπερπίεση, εκφορτίζοντας το λιγοστό νερό που υπερχειλίζει προς την παρακείμενη μισγάγγεια. Εν συνεχεία, το νερό εισέρχεται στον αγωγό πτώσης και οδηγείται προς το σταθμό παραγωγής. Ο κάθε υδροστρόβιλος έχει τη δική του δικλίδα απομόνωσης, ηλεκτροϋδραυλική, εφοδιασμένη και με αντίβαρο ασφαλείας για κλείσιμο σε περίπτωση απουσίας ηλεκτρικής ισχύος. Το πρόγραμμα λειτουργίας των υδροστροβίλων είναι αυτόματο, ελεγχόμενο από το κεντρικό PLC του σταθμού παραγωγής, με κριτήριο τη διατήρηση σταθερής ανάντη στάθμης στο τεχνικό εσχарών (αμέσως ανάντη της σήραγγας). Όταν ανιχνεύεται υψηλότερη στάθμη από την καθορισμένη (setpoint, ρυθμίσιο από το χειριστή), δίνεται εντολή ανοίγματος του στοιχείου ρύθμισης παροχής των υδροστροβίλων και όταν ανιχνεύεται ελάττωση, δίνεται εντολή κλεισίματος του στοιχείου ρύθμισης παροχής. Το πρόγραμμα λειτουργίας έχει ως αποτέλεσμα την παρακάτω αναλυόμενη λειτουργία των μονάδων.

Για παροχές από του τεχνικού ελαχίστου της μικρής μονάδας (Pelton) και μέχρι την ον. παροχή της μονάδας, λειτουργεί η μικρή μηχανή, ανοίγοντας διαδοχικά τα ακροφύσιά της. Δεν μετράται η παροχή, αλλά η στάθμη στην υδροληψία. Τεχνικό ελάχιστο: 40% άνοιγμα του ενός ακροφυσίου (~ 100 kWe). Σε περίπτωση που είναι ανοικτά και τα τέσσερα ακροφύσια στη θέση 100%, παρέλθει χρόνος της τάξης των λίγων λεπτών (π.χ. 3 – 5 min., ρυθμίσιο από το χειριστή) και ταυτοχρόνως η επιτηρούμενη στάθμη παραμένει πάνω από το setpoint, τότε δίνεται εντολή η μονάδα Pelton να κατέβει στο 60% της δυναμικότητάς της και ταυτοχρόνως να εκκινήσει η μεγάλη μονάδα Francis. Μόλις ο Α/Δ της μονάδας Francis κλείσει, δίνεται εντολή κράτησης της μονάδας Pelton. Το σύνολο του φορτίου παραλαμβάνει η μονάδα Francis ενώ η μονάδα Pelton διατηρείται σταματημένη. Εφεξής λειτουργεί μόνη της η μονάδα Francis με κριτήριο της διατήρηση σταθερής ανάντη στάθμης.

Όταν η μονάδα Francis να φτάσει στο 93% του φορτίου της (μετρούμενου με βάση το άνοιγμα της στεφάνης ρυθμιστικών πτερυγίων - ρυθμίσιο από το χειριστή) και παρέλθει ένας ελάχιστος χρόνος (π.χ. 3 – 5 min., ρυθμίσιο από το χειριστή) και ταυτοχρόνως η επιτηρούμενη στάθμη παραμένει πάνω από το setpoint, τότε δίνεται εντολή η μονάδα αυτή να οδηγηθεί σε φορτίο της τάξης του 70% (μετρούμενου με βάση το άνοιγμα της στεφάνης ρυθμιστικών πτερυγίων -

ρυθμισμό από το χειριστή) και δίνεται εντολή εκκίνησης της μονάδας Pelton. Αφού η μονάδα Pelton συνδεθεί με το δίκτυο (κλείσει ο Α/Δ) και φτάσει στο τεχνικό της ελάχιστο (40% άνοιγμα ενός ακροφυσίου), δίνεται εντολή η μονάδα Francis να οδηγηθεί στο σημείο λειτουργίας μεγίστης απόδοσης (88% άνοιγμα στεφάνης ρυθμ. πτερυγίων) και να παραμείνει στο σημείο αυτό για όσο λειτουργούν και οι δύο μηχανές παράλληλα. Την επιτήρηση της ανάντη στάθμης και τη ρύθμιση φορτίου αναλαμβάνει η μονάδα Pelton, η οποία παρακολουθεί την στάθμη μεταβάλλοντας το άνοιγμα των ακροφυσίων της και το φορτίο λειτουργίας της. Εάν η μονάδα Pelton φτάσει το 100% άνοιγμα ρυθμιστικών πτερυγίων και η ανάντη στάθμη παραμένει υψηλότερη από το setpoint, τότε απελευθερώνεται και η μονάδα Francis η οποία αναλαμβάνει ρυθμιστικό ρόλο, με τη μικρή μονάδα (Pelton) να διατηρείται σε φορτίο 100%. Παρακολουθώντας την ανάντη στάθμη κατ' αυτόν τον τρόπο η μονάδα Francis οδηγείται και αυτή σε φορτίο 100%, εφόσον η στάθμη που επιτηρείται το επιτρέπει.

Η αντίθετη κατεύθυνση ενεργειών ακολουθείται κατά την ελάττωση φορτίου. Οι ρυθμίσεις έχουν γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιστοποιείται ενεργειακά η λειτουργία του σταθμού παραγωγής. Επιπλέον, επειδή το Έργο βρίσκεται σε ορεινή, απομονωμένη περιοχή με ασθενές δίκτυο, παρέχονται επικουρικές υπηρεσίες ρύθμισης τάσης, μέσω επιτήρησης της τάσης στους ακροδέκτες των γεννητριών.

Οι ηλεκτρογεννήτριες είναι σύγχρονες και μπορούν να ελέγχουν τη ροή έργου ισχύος προς το Δίκτυο. Στην κανονική λειτουργία είναι ρυθμισμένες να αποδίδουν λίγη άεργο ισχύ προς το Δίκτυο ($\cos \varphi = 0,99$, υπερδιεγερμένες). Σε περίπτωση όμως που η τάση πέσει σε χαμηλό επίπεδο (π.χ. υψηλή φόρτιση γραμμών διανομής), και η τάση πέσει περίπου στα 18,5 kV, τότε η λειτουργία των μονάδων μεταβαίνει από λειτουργία υπό σταθερό συντελεστή ισχύος σε λειτουργία υπό σταθερή τάση. Στην περίπτωση αυτή παρέχεται άεργος ισχύς προς το τοπικό δίκτυο διανομής μέχρι του θερμικού ορίου της μηχανής, περιοριζόμενα μόνο από το θερμικό όριο της μηχανής. Εάν η τάση βρεθεί στο όριο μεταξύ 18,5 kV – 21,5 kV, τότε η μονάδα επιστρέφει σε λειτουργία σταθερού συντελεστή ισχύος. Εάν η τάση ανέλθει σε επίπεδα υψηλότερα των 21,5 kV, τότε η μηχανή μεταβαίνει σε λειτουργία υπό σταθερή τάση, απορροφώντας άεργο ισχύ από το δίκτυο, μέχρι ορίου συντελεστού ισχύος 0,95 (υποδιεγερμένη). Κριτήριο η διατήρηση της τάσης σε επίπεδο που δεν ξεπερνά τα 21,5 kV. Εάν

η τάση συνεχίσει να ανεβαίνει και ξεπεράσει το όριο που επιβάλλεται από τους όρους σύνδεσης (22 kV), τότε το κεντρικό PLC του σταθμού παρεμβαίνει ελαττώνοντας την ισχύ της μεγάλης μονάδας (ελάττωση του ανοίγματος της στεφάνης ρυθμιστικών πτερυγίων), με κριτήριο τη διατήρηση της τάσης κάτω από το αποδεκτό όριο.

Η παραπάνω αναφερόμενη λειτουργία του σταθμού παραγωγής είναι εξολοκλήρου αυτοματοποιημένη και έχει σαν αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης και την άριστη ένταξή στο τοπικό Δίκτυο.

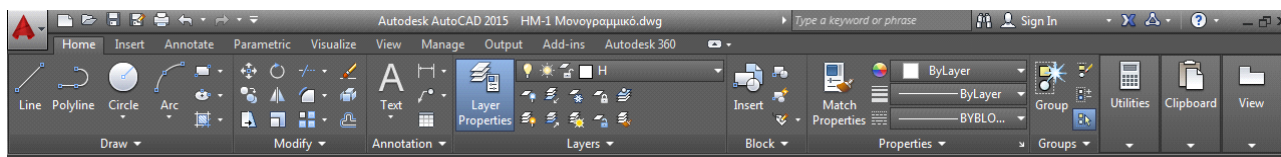
Κεφάλαιο 3

3.1 AutoCAD

Σήμερα, για την εκπόνηση των σχεδιομελετών, καθώς και για την μετέπειτα παραγωγή των εξαρτημάτων, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ειδικά συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών μαζί με τα αντίστοιχα προγράμματα που τα χαρακτηρίζουμε συστήματα CAD-CAM (Computer Aided Design–Computer Aided Manufacturing) ή συστήματα CAE (Computer Aided Engineering).

Αναλυτικότερα τα συστήματα CAD (Computer Aided Design) χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση των σχεδιομελετών, δηλαδή τον υπολογισμό των διαφόρων εξαρτημάτων και μηχανών και την κατασκευή των αντίστοιχων δισδιάστατων και τρισδιάστατων σχεδίων. Με βάση τα κατασκευαστικά σχέδια προχωρούμε στη σύνθεση των συνοπτικών σχεδίων και τη δημιουργία του καταλόγου τεμαχίων. Όλα τα παραπάνω σχέδια μπορούμε με αντίστοιχη εντολή να τα σμικρύνουμε ή να τα μεγεθύνουμε (Zoom), να τα αναλύσουμε, να τα τροποποιήσουμε, να κάνουμε αυτόματη διαστασιολόγηση, να τοποθετήσουμε επιφάνειες δηλαδή να δούμε το εξάρτημα ή το μηχάνημα σαν στερεό, να το περιστρέψουμε, να το παρατηρήσουμε στις τρεις διαστάσεις από διάφορες οπτικές γωνίες, και να παρακολουθήσουμε μια κατασκευή σε στάση ή σε λειτουργία.

3.2 Εντολές Σχεδίασης AutoCAD2015



Η σχεδίαση στο Autocad γίνεται με συγκεκριμένες εντολές σχεδίασης επιλέγοντας την εκάστοτε εντολή είτε από το εικονίδιο της ή πληκτρολογώντας το όνομά της στην γραμμή εντολών. Οι εντολές σχεδίασης χωρίζονται στις εξής κατηγορίες (panels):

➤ **Draw:**

- Line: Σχεδιάζει ευθύγραμμα τμήματα.
- Polyline: Σχεδιάζει γραμμές που αποτελούν μια οντότητα, αλλά αποτελούνται από γραμμές διαφόρων ειδών (ευθύγραμμα τμήματα, τόξα κ.λ.π.)
- Circle: Σχεδιάζει κύκλους με τον προσδιορισμό δεδομένων (κέντρο, ακτίνα, σημεία επαφής με ευθείες)
- Arc: Σχεδιάζει τόξα με τον προσδιορισμό διαφόρων δεδομένων όπως κέντρο, ακτίνα, σημείο αρχής ή τέλους.
- Rectangle: Σχεδιάζει ορθογώνια παραλληλόγραμμα.
- Ellipse: Σχεδιάζει ελλείψεις.
- Hatch: Σκιαγραφεί επιφάνειες.

➤ **Modify:**

- Move: Μετακινεί τα επιλεγμένα αντικείμενα.
- Copy: Αντιγράφει τα επιλεγμένα αντικείμενα
- Rotate: Περιστρέφει τα επιλεγμένα αντικείμενα κατά συγκεκριμένη γωνία.
- Mirror: Δημιουργεί το κατοπτρικό αντίγραφο του επιλεγμένου αντικειμένου ως προς έναν άξονα συμμετρίας.
- Scale: Αλλάζει την κλίμακα των επιλεγμένων αντικειμένων
- Trim/Extend: Κόβει/Επεκτείνει τις ευθείες ως προς τα επιλεγμένα αντικείμενα.
- Erase: Σβήνει τα επιλεγμένα αντικείμενα.
- Explode: Χωρίζει μια Polyline στα στοιχεία που την συνέθεσαν.
- Offset: Δημιουργεί παραλληλισμό σε αντικείμενα ή ευθείες κατά την επιλεχθείσα απόσταση.

➤ **Annotation:**

- Text: Εισάγει κείμενο.

- **Dimlinear:** Linear / Aligned / Angular / Arclength / Radius / Diameter :Εισάγει διαστάσεις σε ευθείες οριζόντιες, κάθετες / πλάγιες ευθείες / διαστάσεις σε γωνίες / σε τόξα / διάσταση ακτίνας και / διαμέτρου κύκλου.
- **Table:**Εισάγει πίνακες επιλέγοντας τον αριθμό των γραμμών και των στηλών
- **Layers:** Διαχωρίζει τα αντικείμενα του σχεδίου σε διάφορες στρώσεις επιλέγοντας ονομασία, χρώμα, πάχος και είδος γραμμής.
- **Block:** Εισάγει αντικείμενα τα οποία βρίσκονται ως drawing αρχείο (.dwg) στον υπολογιστή.
- **Groups:** Δημιουργεί μια ομάδα από αντικείμενα.

3.3 Σχεδίαση ενός ΜΥΗΕ μέσω AutoCAD

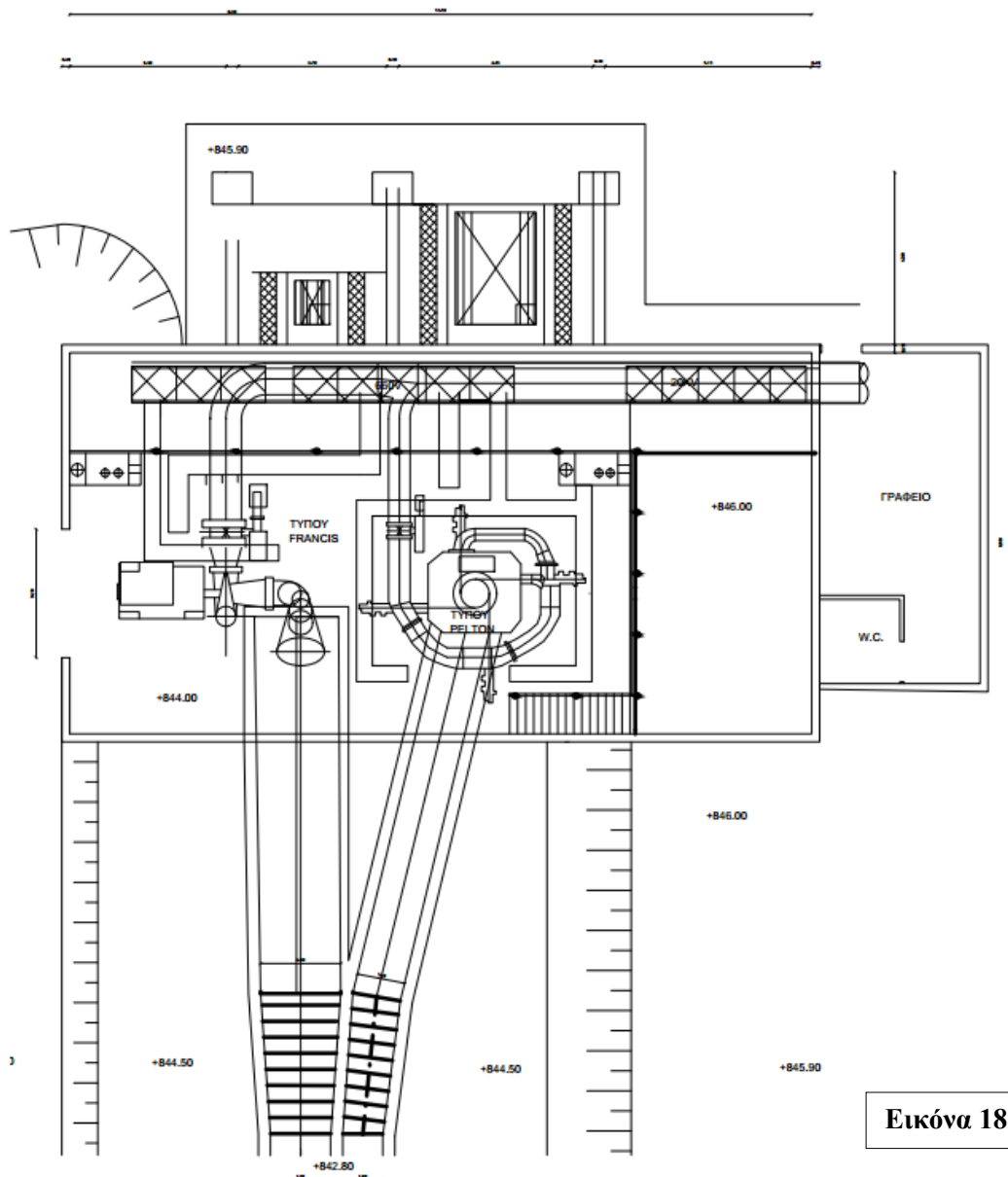
Για την αποτύπωση των σχεδίων του ΜΥΗΕ του Κερασόβου χρησιμοποίησα το AutoCad2015. Αρχικά απευθύνθηκα στον υπεύθυνο του ΜΥΗΕ, τον κ. Παντελάκη Νικόλαο, για το ενδιαφέρον μου να συλλέξω στοιχεία σε ό,τι αφορά το έργο. Έτσι, με βοήθησε και μου έδωσε αρχεία που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του έργου, τον τρόπο λειτουργίας του και σχέδια και κατόψεις σε μορφή .pdf για την πλήρη εικόνα του υδροηλεκτρικού έργου. Επειδή τα σχέδια ανήκουν στην εταιρεία ΣΟΦΙΟΣ Α.Ε δεν ήταν δυνατή η απόκτηση τους σε μορφή .dwg.

Λόγω της πολυπλοκότητας των σχεδίων, μου ήταν αρκετά δύσκολο να τα αντιληφθώ, ώστε να τα αποτυπώσω από την αρχή στο Autocad. Για την κατανόηση των σχεδίων επισκέφθηκα, λοιπόν, το μικρό υδροηλεκτρικό έργο. Είχα την δυνατότητα να ενημερωθώ τόσο για το κατασκευαστικό κομμάτι του έργου, όσο για την λειτουργία του σε ότι αφορά τους υδροστρόβιλους Pelton και Francis, τις γεννήτριες και τους μετασχηματιστές.

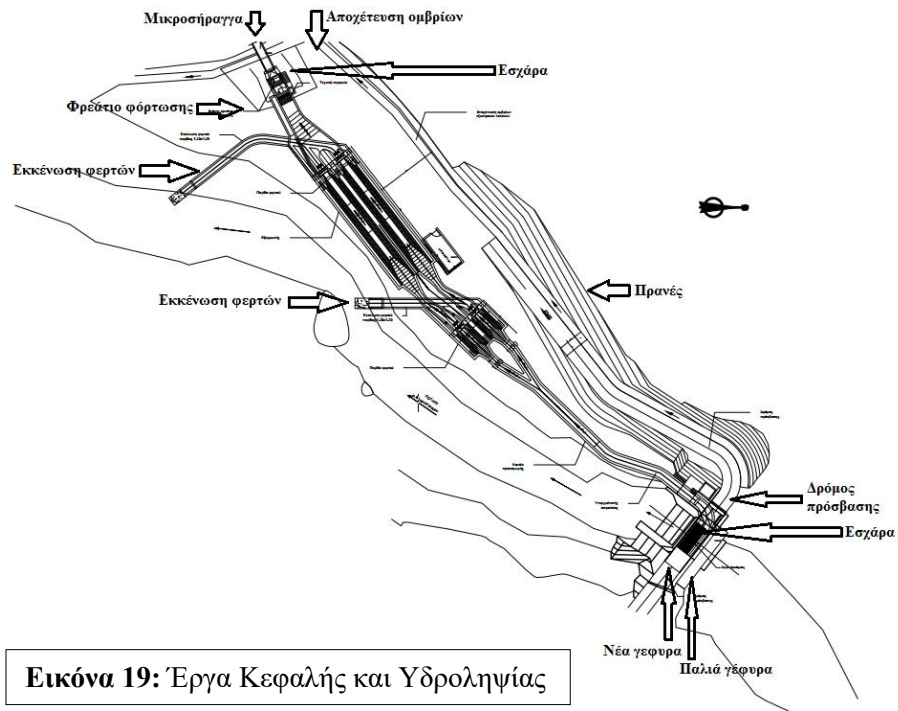
Εφόσον τα σχέδια μου ήταν σε αρχεία της μορφής .pdf, μετέτρεψα τα αρχεία σε μορφή .dwg με έναν μετατροπέα αρχείων Aide PDF to DWG Converter. Άνοιξα το Autocad2015 και εισήγαγα τα σχέδιά μου. Οι διαστάσεις, όμως, διέφεραν από αυτές που ήταν αναφερόμενες κι έτσι με την εντολή Scale άλλαξα την κλίμακα του κάθε σχεδίου σε αυτήν που να συμβαδίζουν οι διαστάσεις. Στη συνέχεια δημιούργησα μερικά Layers με σκοπό να διαχωρίσω σε στρώσεις τα

κομμάτια που λαμβάνει ο κάθε χώρος του έργου (περιβάλλοντας χώρος, ροή ποταμού, υδροληψία, δρόμος,μηχανές).

Τα σχέδια του Υγροηλεκτρικού ΈργουΚερασόβου είναι τα εξής:

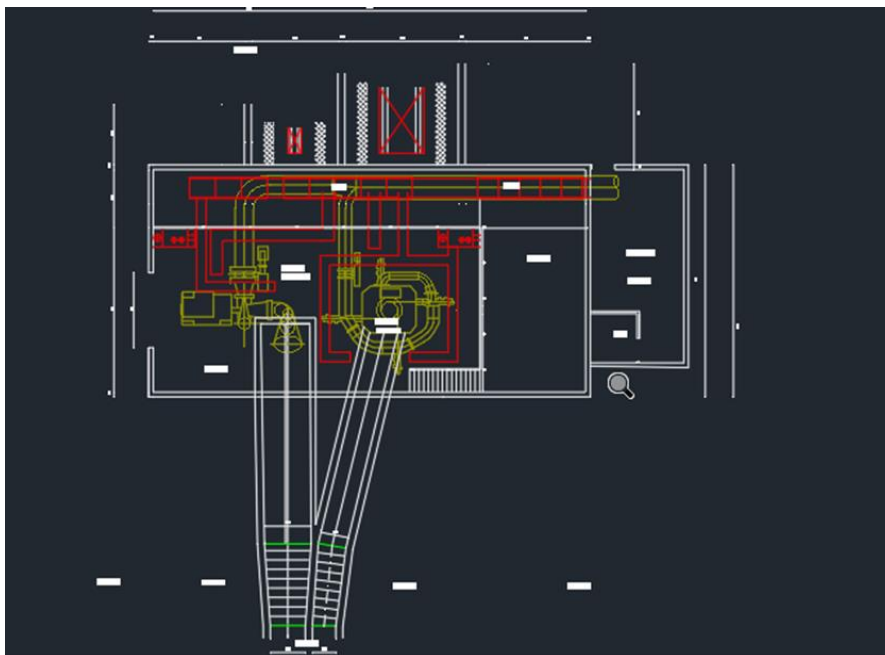


Εικόνα 18: Κάτοψη Κτιρίου

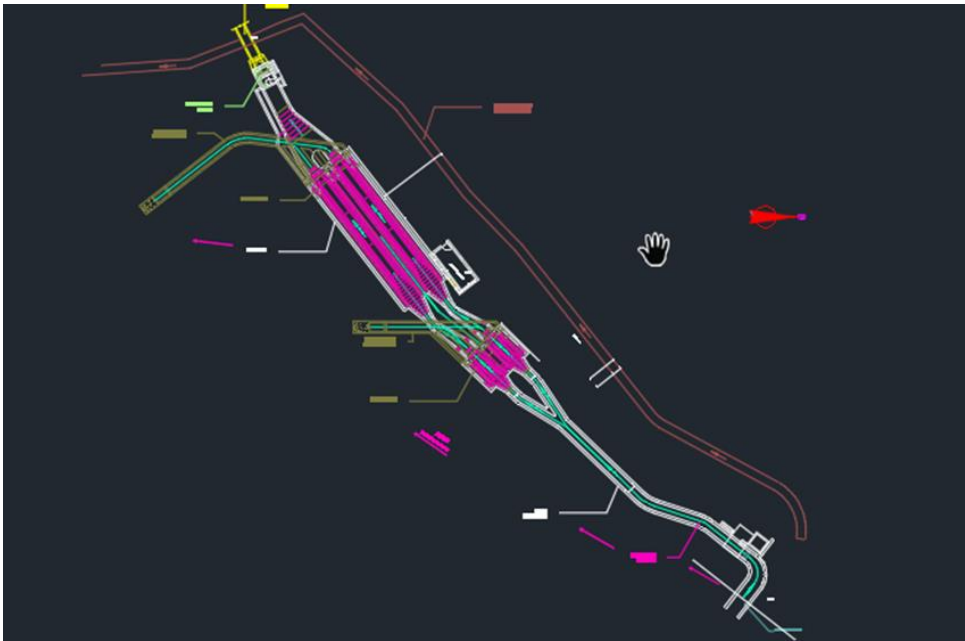


Εικόνα 19: Έργα Κεφαλής και Υδροληψίας

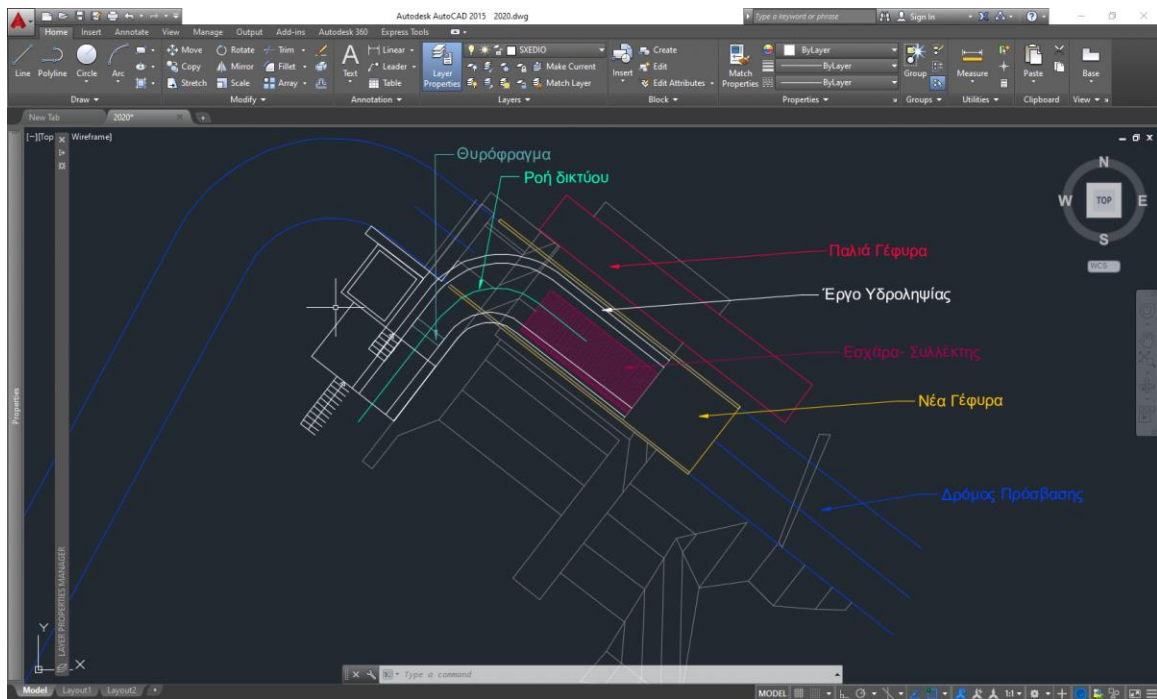
Με την χρήση των εντολών AutoCAD2015 που αναλύθηκαν παραπάνω πραγματοποιήθηκε η εξής σχεδίαση:



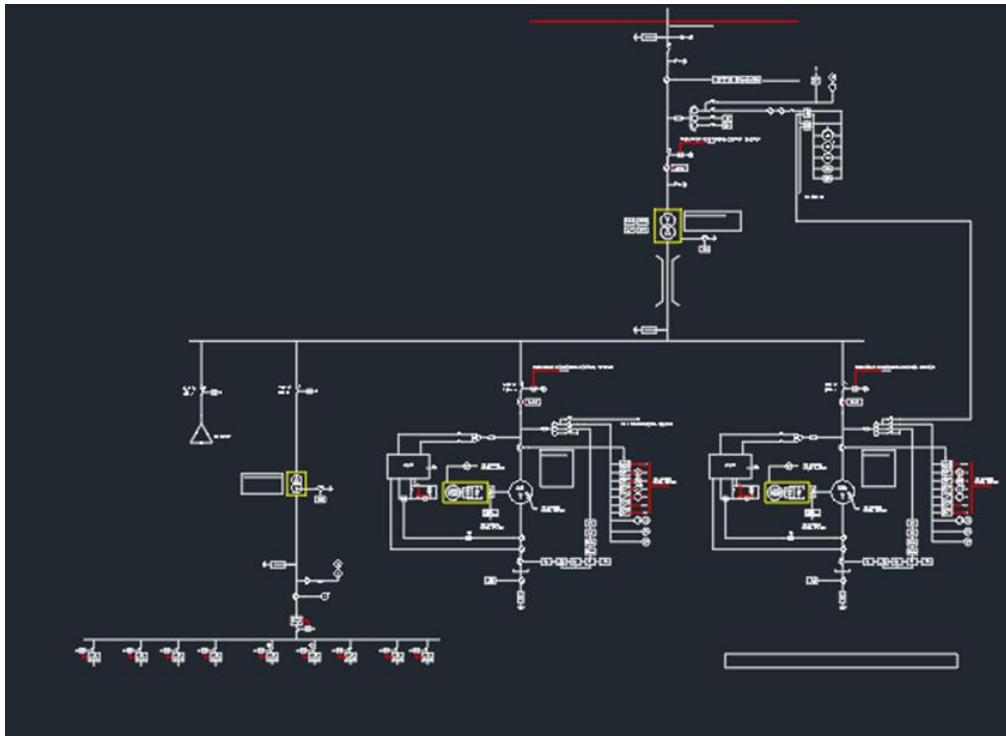
Εικόνα 20: Κάτοψη Κτιρίου



Εικόνα 21: Έργα Κεφαλής και Υδροληψίας



Εικόνα 22: Έργα Υδροληψίας



Εικόνα 23: Η/Μ σχέδιο

1	ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ
4S	Η/Ν ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ
51V	Η/Ν ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗΣ ΜΕ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟ ΤΑΣΗΣ
40	Η/Ν ΑΠΟΛΕΙΑΣ ΔΙΕΤΕΡΗΣ
32	Η/Ν ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΒΟΗΣ/ΙΣΧΥΟΣ
59	Η/Ν ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
51G	Η/Ν ΣΦΑΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΤΗ (ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗ)
PT100	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΥΛΙΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΤΗ
49	Η/Ν ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗΣ
PTM	ΥΠΕΡΤΑΧΥΝΣΗ / ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ
PT100 BEARINGS	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΕΞΑΡΤΩΝ
25S	ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ
26C	Η/Ν ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ
2	ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΜΣ ΙΣΧΥΟΣ
50B1	Η/Ν ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ & ΣΤΙΓΜΙΑΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
TWIND	ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΥΛΙΜΑΤΩΝ
BUCH	Η/Ν BUCHHOLZ
L0II	ΣΤΑΘΜΗ ΛΑΔΙΟΥ
ToII>	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΑΔΙΟΥ
27	Η/Ν ΕΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
81max	Η/Ν ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ
81min	Η/Ν ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ
3	ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΜΣ ΙΣΧΥΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ
51N	Η/Ν ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗΣ ΟΥΣΙΑΤΕΡΟΥ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ
BUCH	Η/Ν BUCHHOLZ
L0II	ΣΤΑΘΜΗ ΛΑΔΙΟΥ
ToII	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΑΔΙΟΥ
4	ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ 20 KV
50B1	Η/Ν ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ & ΣΤΙΓΜΙΑΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
59	Η/Ν ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
Uo>	Η/Ν ΟΜΟΠΟΛΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΟΣΑΣ ΤΑΣΗΣ

ΟΛΟΙ ΟΙ Η/Ν ΔΙΝΟΥΝ ΣΗΜΑ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΘΕΤΙΑΣ

Εικόνα 24: Υπόμνημα Η/Μ σχεδίου

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα- Συζήτηση

Αρχικά η παρούσα διπλωματική εργασία ανέδειξε την ανάγκη για στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα σε ό,τι αφορά στην κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών και την προστασία του περιβάλλοντος λόγω της αύξησης και της γήρανσης του πληθυσμού.

Από την ανάλυση της υδροηλεκτρικής ενέργειας που πραγματοποιήθηκε στο 1^ο Κεφάλαιο εξάγεται ως συμπέρασμα ότι αποτελεί μια "καθαρή" ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με γνωστά ευεργετήματα όπως η εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, και η προστασία του περιβάλλοντος ενώ βρέθηκε ότι η χώρα μας έχει σταδιακή ανάπτυξη τόσο στον εξοπλισμό όσο και στο δίκτυο. Συγκεκριμένα η κατασκευή του υδροηλεκτρικού έργου στο Κεράσοβο αποδείχθηκε ελπιδοφόρα για την περιοχή και εκτός από την προσωρινή αλλοτρίωση του φυσικού κάλλους της περιοχής δεν βρέθηκε άλλο μειονέκτημα.

Τέλος ειδικά σε ό,τι αφορά στην κατασκευή του ηλεκτρολογικού μονογραμμικού σχεδίου απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς πρέπει να υπολογιστούν όλες οι παράμετροι των στοιχείων ενός υδροηλεκτρικού έργου και να σχεδιαστούν κατόπιν μελέτης οι απαραίτητες διατάξεις με γνώμονα την προστασία της ζωής και της περιουσίας των χρηστών αλλά και να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή οικονομική απόδοση του έργου. Μέσω του ηλεκτρολογικού μονογραμμικού σχεδίου πρέπει να εξασφαλιστεί η ορθή κατασκευή του έργου αλλά και η δυνατότητα για μετέπειτα παρεμβάσεις στο έργο, όπως προληπτικές συντηρήσεις.

Βιβλιογραφία

- Abbas Azarpour, Gholamreza Zahedi, Alireza Bahadori, A Review on the Drawbacks of Renewable Energy as a Promising Energy Source of the Future *Arab J Sci Eng* (2013) 38:317-328 doi 10.1007/s13369-012-0436-6
- Owusu & Asumadu-Sarkodie, A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation *Cogent Engineering* (2016), 3: 1167990 <http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>
- Spiros Papaefthimiou, Kostas Andriosopoulos, Paul Mylonas, *Greek Energy Market Report, HAEE* (2020)
- H.-J. Wagner and J. Mathur, Introduction to Hydro Energy Systems, Green Energy and Technology, doi:10.1007/978-3-642-20709-9_4, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2011)
- Nandkishor, R.P. Saini, S.P. Singh, A review on hydropower plant models and control, doi:10.1016/j.rser.2005.06.003, Elsevier (2006)
- Baoling GUO, Amgad MOHAMED, Seddik BACHA, Mazen ALAMIR, Variable speed micro-hydro power plant: modelling, losses analysis, and experiment validation, DOI: 10.1109/ICIT.2018.8352328 (2018)
- Evrencan Özcan, Rabia Yumusak and Tamer Eren, Risk Based Maintenance in the Hydroelectric Power Plants, *Energies* (2019), 12, 1502; doi:10.3390/en12081502
- Chiyembekezo S. Kaunda, Cuthbert Z. Kimambo, and Torbjorn K. Nielsen, Hydropower in the Context of Sustainable Energy Supply: A Review of Technologies and Challenges, *ISRN Renewable Energy*, December (2012) DOI: 10.5402/2012/730631
- Arne Kjølle, *HYDROPOWER IN NORWAY Mechanical Equipment* (2001)

- AmeviAcakpovi, Essel Ben Hagan, Francois Xavier Fifatin, Review of Hydropower Plant Models, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 108 – No 18, (2014)
- Baoling Guo, Seddik Bacha, MazenAlamir, Amgad Mohamed, Variable speed micro-hydro power generation system:Review and Experimental results, SYMPOSIUM DE GENIE ELECTRIQUE (SGE 2018), 3-5 JUILLET 2018, NANCY, FRANCE
- DimitriosGeorgiopoulos, C. K. Dimou, Υδροηλεκτρικά Έργα 2015-2040-Ανάπτυξη και Προοπτικές - Aspects of Development for future Hydro Projects in Greece 2015-2040 (in Greek), Conference Paper (2017)
- Σκόδρας Γεώργιος, Ήπιες και νέες μορφές ενέργειας Ενότητα : ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΙΙ, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
- ΔΕΗ, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (www.dei.gr)
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (www.ypen.gr)
- Η τεχνική περιγραφή του υδροηλεκτρικού εργοστασίου στην γεωγραφική θέση Κεράσοβο λήφθηκε από τον υπεύθυνο του έργου κ. Παντελάκη Ν. από την εταιρεία ΣΟΦΙΟΣ Α.Ε./ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ενώ οι φωτογραφίες του Κεφαλαίου 2 τραβήχτηκαν από εμένα και οι εσωτερικές φωτογραφίες του υδροηλεκτρικού εργοστασίου από τον διαδικτυακό ιστότοπο της εταιρείας.