ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΜΕΣΩ Φ/Β

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

©

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2024

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΡΑΠΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΜΠΑΝΤΗΣ ΜΕΝΕΛΑΟΣ ΤΗ 6305

ΚΟΤΟΥΖΟΣ ΜΙΧΑΗΛ ΤΗ 6138



DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LABORATORY WATER PUMP INSTALLATION POWERED BY PHOTOVOLTAICS.

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING



©

HERAKLION

2024

SUPERVISOR PROFESSOR: KARAPIDAKIS EMMANOUIL

STUDENTS: MENELAOS BANTIS TH 6305

MICHAIL KOTOUZOS TH 6138

ΥΠΕΥΘΗΝΗ ΔΗΛΩΣΗ: Δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε οι συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και οποιαδήποτε βοήθεια λάβαμε , είναι αναγνωρισμένη και την έχουμε αναφέρει στην συνέχεια της εργασίας. Επίσης έχουμε αναφέρει όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε για χρήση είτε ιδεών, είτε λέξεων είτε και ολόκληρων παραγράφων . Τέλος θα θέλαμε να επισημάνουμε ότι η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία δομήθηκε και ολοκληρώθηκε από εμάς για τις απαιτήσεις του προγράμματος του τμήματος Ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Νιώσαμε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μας ΚΟ. Καραπιδάκη Εμμανουήλ για την πολύτιμη καθοδήγηση και υποστήριξη που μας προσέφερε ώστε να φέρουμε εις πέρας την συγκεκριμένη εργασία . Στο ίδιο πλαίσιο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές μας , για την αφοσίωση και την προθυμία τους να μας βοηθήσουν να καταξιωθούμε πρώτα σαν άνθρωποι και μετά σαν ηλεκτρολόγοι μηχανικοί όλα αυτά τα χρόνια. Είμαστε ευγνώμονες που είχαμε την ευκαιρία να συνεργαστούμε μαζί σας και να αποκομίσουμε από την εμπειρία σας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής ενός συστήματος όπου εγκαθιστούμε μία αντλία νερού η οποία θα τροφοδοτείται από ένα φωτοβολταϊκό πάνελ. Ωστόσο θέλοντας να διευρύνουμε την έρευνα μας και σε συνεργασία με τον καθηγητή μας , αποφασίσαμε να επεκταθούμε στην αποθήκευση ενέργειας που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στην επαναχρησιμοποίηση της μέσω της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Αρχικά αναλύουμε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και την εξέλιξη του , καθώς και το φαινόμενο της υδροηλεκτρικής ενέργειας και την ανάπτυξη του. Επίσης κάνουμε αναφορά στα κόστη εφαρμογής των παραπάνω μορφών ενέργειας. Στην συνέχεια, εξηγούμε τους τρόπους αποθήκευσης ενέργειας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους και τις χώρες που εφαρμόζουν αυτές τις μεθόδους . Τέλος παρουσιάζουμε τα βήματα κατασκευής που ακολουθήσαμε για να ολοκληρώσουμε την εργασία μας και την συνδεσμολογία που χρησιμοποιήθηκε ώστε να επιτύχουμε την τελική της μορφή.

ABSTRACT

In this thesis in this thesis, we present the process of constructing a system where we install a water pump powered by a photovoltaic panel. Seeking to expand our research and in collaboration with our professor, we decided to explore the storage of energy generated from renewable sources and its reuse. Initially, we analyse the photovoltaic effect and its evolution, as well as the phenomenon of hydroelectric energy and its development. We also reference the costs associated with the implementation of each type of energy. Next, we explain the methods of energy storage, the countries that employ these methods, and their advantages and disadvantages. Finally, we outline the construction steps we followed to complete our project and describe the wiring configuration used to achieve the final setup.

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 11

Εισαγωγή 11

1.1 Ηλιακή ενέργεια.....14

1.2 Φωτοβολταικό φαινόμενο 14

1.3 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων 16

1.4 Κόστος Εφαρμογής Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....17

1.5 Η εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα: Από τις πρώτες εγκαταστάσεις μέχρι σήμερα......18

1.5.1 Φωτοβολταικα πάρκα στην Ελλάδα. 19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 20

2.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....20

2.2 Απόδοση Υδροηλεκτρικών Σταθμών 21

2.3 Κόστος εφαρμογής υδροηλεκτρικού σταθμού 22

2.4 Η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα 23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 24

3.1 Αποθήκευση ενέργειας 24

3.2 Κύριες Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ενέργειας πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 25

3.3 Η αποθήκευση ενέργειας στην Ελλάδα......31

3.4 Προκλήσεις και οφέλη της Αποθήκευσης Ενέργειας. 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 33

4.1 Σχεδιασμός και υλοποίηση.....33

4.2 Δομικά υλικά 34

4.3 Κατασκευαστικό κομμάτι.....35

4.3.1 Κόψιμο 35

4.3.2 Τοποθέτηση εξαρτημάτων 37

4.3.3 Σχόλια, δυσκολίες και συμπεράσματα......37

Βιβλιογραφία 38

Ισοτοποι.....39

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παγκόσμια ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη και περιβαλλοντική προστασία έχει καταστήσει επιτακτική την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Η αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική και γεωθερμική ενέργεια αποτελούν μερικές από τις βασικές μορφές ΑΠΕ που υπόσχονται μια καθαρή και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ωστόσο, η ασυνεπής φύση αυτών των πηγών δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις στη διαχείριση και την αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο, η αποθήκευση ενέργειας αναδεικνύεται ως κρίσιμος παράγοντας για την αποτελεσματική αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών. Η εργασία αυτή στοχεύει να προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της δυναμικής και των προκλήσεων που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την αποθήκευσή τους, συμβάλλοντας στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και στην διασφάλιση ενός καθαρού ενεργειακού μέλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια αυξανόμενη αναγνώριση της επείγουσας ανάγκης για μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτή η μετάβαση κινείται από μια σειρά παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των ανησυχιών για την κλιματική αλλαγή, την ενεργειακή ασφάλεια και την πεπερασμένη φύση των ορυκτών καύσιμων. Η ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τον πυρήνα της προσπάθειάς μας για ένα πιο βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον μέλλον. Ουσιαστικά, αναφέρονται σε πηγές ενέργειας που προέρχονται από φυσικές διαδικασίες που ανανεώνονται συνεχώς, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια και η βιομάζα. Είναι ένας τρόπος παραγωγής ενέργειας που δεν εξαρτάται από την εξάντληση των φυσικών πόρων της Γης και δεν προκαλεί την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Αναφορικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι εξής : Αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, γεωθερμία, βιομάζα και θαλάσσια ενέργεια.

Ηλιακή ενέργεια	Αιολική ενέργεια	Θαλάσσια ενέργεια	Υδροηλεκτρική ενέργεια	Γεωθερμική ενέργεια	Βιοενέργεια
Πηγή: **Ήλιος**	*Πηγή:* **Άνεμος**	*Πηγή:* **Κύματα, παλίρροιες**	*Πηγή:* **Ύδατα**	*Πηγή:* **Γη**	*Πηγή:* **Βιομάζα, απόβλητα**
Τεχνολογίες: **Φωτοβολταϊκά, ηλιακή θερμική ενέργεια**	*Τεχνολογίες:* **Ανεμογεννήτριες**	*Τεχνολογίες:* **Φράγματα, παλιρροϊκά φράγματα**	*Τεχνολογίες:* **Υδροηλεκτρικοί σταθμοί**	*Τεχνολογίες:* **Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και αντλίες θερμότητας**	*Τεχνολογίες:* **Καύση βιομάζας, μονάδες παραγωγής βιοαερίου, βιοκαύσιμα**
Εφαρμογές: **Ηλεκτρική ενέργεια, Θέρμανση και Ψύξη**	*Εφαρμογές:* **Ηλεκτρική ενέργεια**	*Εφαρμογές:* **Ηλεκτρική ενέργεια**	*Εφαρμογές:* **Ηλεκτρική ενέργεια**	*Εφαρμογές:* **Ηλεκτρική ενέργεια, Θέρμανση και Ψύξη**	*Εφαρμογές:* **Ηλεκτρική ενέργεια, Θέρμανση και Ψύξη, Μεταφορές**

- Αιολική ενέργεια : Η αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω αιολικών τουρμπινών ή ανεμογεννητριών. Η αιολική ενέργεια αναμένεται να παίξει σημαντικό ρόλο στην μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη υπόσχονται ακόμα πιο αποδοτικές και οικονομικά συμφέρουσες λύσεις για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.
- Θαλασσιά ενέργεια : Η θαλάσσια ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από την εκμετάλλευση της κινητικής και δυναμικής ενέργειας των ωκεανών και των θαλασσών. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που αξιοποιούν την θαλάσσια ενέργεια, ενέργεια από κύματα, ενέργεια από παλίρροιες, ενέργεια από ρεύματα και θερμοδυναμική ενέργεια των ωκεανών. Η θαλάσσια ενέργεια έχει μεγάλες προοπτικές για την ενίσχυση του παγκόσμιου ενεργειακού μείγματος, ιδιαίτερα για τις χώρες με εκτεταμένες ακτογραμμές. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και τις αυξανόμενες επενδύσεις, η θαλάσσια ενέργεια μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
- Γεωθερμική ενέργεια : Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από τη θερμότητα που αποθηκεύεται στο εσωτερικό της γης. Αυτή η θερμότητα μπορεί να εκμεταλλευτεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή για άμεση χρήση σε θέρμανση και άλλες εφαρμογές. Με τη συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας και τις αυξανόμενες ανάγκες για καθαρές πηγές ενέργειας, η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικές προοπτικές. Ειδικότερα, η βελτίωση των τεχνολογιών για την εκμετάλλευση των πεδίων ξηρού βράχου και η μείωση του κόστους των γεωτρήσεων μπορούν να διευρύνουν τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως. Στο πλαίσιο της παγκόσμιας προσπάθειας για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η γεωθερμική ενέργεια

μπορεί να αποτελέσει έναν κρίσιμο παράγοντα στην ενεργειακή μετάβαση προς πιο βιώσιμες πηγές.

- Βιομάζα: Η βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από οργανική ύλη, όπως φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς. Αυτή η ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας, καυσίμων και άλλων βιοπροϊόντων. Μερικά από τα κύρια συστατικά που φτιάχνεται η βιομάζα είναι τα γεωργικά απόβλητα, τα δασικά απόβλητα, τα απόβλητα ζώων ,τα δημοτικά στερεά απόβλητα και οι ενεργειακές καλλιέργειες. Η βιομάζα αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο μελλοντικό ενεργειακό μείγμα, καθώς η ανάγκη για ανανεώσιμες και βιώσιμες πηγές ενέργειας αυξάνεται. Η βελτίωση των τεχνολογιών μετατροπής και η ενσωμάτωση της βιομάζας σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και παραγωγής ενέργειας μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα και να μειώσει το κόστος. Επιπλέον, η έρευνα και η ανάπτυξη νέων ενεργειακών καλλιεργειών με υψηλότερες αποδόσεις και μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις θα βοηθήσουν στην επίτευξη μιας πιο βιώσιμης και αποδοτικής εκμετάλλευσης της βιομάζας.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φέρνουν αρκετά οφέλη. Κατ' αρχάς, μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ατμοσφαιρική ρύπανση, βοηθώντας έτσι στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Επιπλέον, ενισχύουν την ενεργειακή ασφάλεια, αφού μειώνουν την εξάρτηση από εισαγωγές καυσίμων και τις διακυμάνσεις στις τιμές τους. Εκτός από την προστασία του περιβάλλοντος και την αύξηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επίσης δημιουργούν θέσεις εργασίας και προωθούν την οικονομική ανάπτυξη. Με τη συνεχή τεχνολογική πρόοδο και τη μείωση του κόστους παραγωγής, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας γίνονται ολοένα και πιο ανταγωνιστικές σε σχέση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Επιπλέον, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στη διαφοροποίηση του ενεργειακού μίγματος και στη μείωση του κινδύνου που συνδέεται με την

υπερβολική εξάρτηση από συγκεκριμένες πηγές καυσίμων. Τέλος, η επένδυση σε ανανεώσιμες ενέργειες βοηθά στη δημιουργία μιας πιο αειφόρου και βιώσιμης ενεργειακής μελλοντικής προοπτικής.

1.1 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον Ήλιο. Πρόκειται για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που παράγεται μέσω της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια. Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα ηλιακά θερμικά συστήματα. Η ηλιακή ενέργεια έχει χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο σε διάφορες μορφές για χιλιάδες χρόνια ,οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν ηλιακούς συλλέκτες, όπως ηλιακά τόξα και φακούς, για να ανάβουν φωτιές και να θερμαίνουν νερό. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν επίσης αρχιτεκτονικές τεχνικές για να μεγιστοποιούν την ηλιακή θέρμανση στα κτήρια τους. Η ηλιακή ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως το ότι είναι καθαρή, δεν παράγει ρύπους ή εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη λειτουργία της, και είναι ανεξάντλητη, όσο υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Ωστόσο, υπάρχουν και προκλήσεις, όπως η ανάγκη για αποθήκευση ενέργειας για χρήση κατά τη διάρκεια της νύχτας ή σε περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια.

1.2 Φωτοβολταικό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι η διαδικασία κατά την οποία το ηλιακό φως (φωτόνια) μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό το φαινόμενο αποτελεί τη βάση λειτουργίας των φωτοβολταϊκών κυττάρων, τα οποία χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά πάνελ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

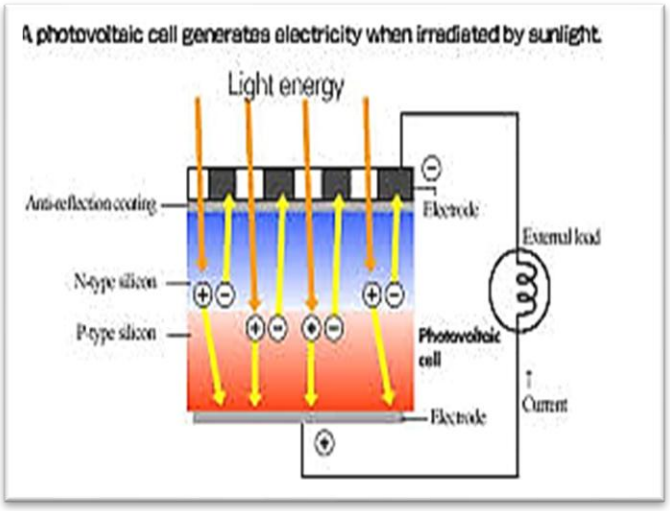
1. **Απορρόφηση φωτονίων**: Όταν το ηλιακό φως προσπίπτει σε ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο, τα φωτόνια του φωτός απορροφώνται από τα ημιαγωγικά υλικά του κυττάρου, συνήθως πυρίτιο.

2. **Διέγερση ηλεκτρονίων**: Η ενέργεια των φωτονίων μεταφέρεται στα ηλεκτρόνια των ατόμων του ημιαγωγού, δίνοντάς τους αρκετή ενέργεια για να απελευθερωθούν από τα άτομα τους και να κινηθούν μέσα στο υλικό.

3. **Δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος**: Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται προς την επιφάνεια του φωτοβολταϊκού κυττάρου, δημιουργώντας μια διαφορά δυναμικού (τάση) ανάμεσα στα δύο άκρα του κυττάρου. Αυτή η διαφορά δυναμικού δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο που αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να ρέουν μέσω ενός εξωτερικού κυκλώματος, παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.

4. **Συλλογή και χρήση ενέργειας**: Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την τροφοδοσία ηλεκτρικών συσκευών ή να αποθηκευτεί σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση.

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ



Ανακάλυψη του φωτοβολταϊκού φαινομένου

Το 1839, ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, παρατηρώντας ότι το ηλιακό φως μπορούσε να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν έπεφτε σε συγκεκριμένα υλικά. Όμως η πρώτη φωτοβολταική κυψέλη ανακαλύφθηκε το 1883, όταν ο Αμερικανός εφευρέτης Charles Fritts χρησιμοποιώντας σελήνιο επιστρωμένο με ένα λεπτό στρώμα χρυσού διαπίστωσε ότι μπορεί να παράξει ηλεκτρική ενέργεια. Η αποδοτικότητα της κυψέλης αυτής ήταν πολύ χαμηλή, μόλις περίπου 1%. Αργότερα στο χρόνο το 1954, οι ερευνητές της Bell Labs κατασκεύασαν την πρώτη πρακτική φωτοβολταϊκή κυψέλη από πυρίτιο, με αποδοτικότητα περίπου 6%. Αυτή η ανακάλυψη θεωρείται το σημείο εκκίνησης της σύγχρονης φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Τέλος Από τη

δεκαετία του 1970 και έπειτα, η ηλιακή ενέργεια άρχισε να χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερη κλίμακα, καθώς η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών κυττάρων βελτιώθηκε και το κόστος παραγωγής μειώθηκε. Σήμερα, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε κατοικίες, επιχειρήσεις και ηλιακά πάρκα παγκοσμίως.

1.3 Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα σύγχρονα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν αποδοτικότητα που κυμαίνεται από 15% έως 22%. Η αποδοτικότητα αναφέρεται στο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση είναι:

1. Περιοχή Εγκατάστασης: Η απόδοση επηρεάζεται από τη γεωγραφική θέση, την ηλιοφάνεια και την κλίση των πάνελ. Οι περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια και κατάλληλη κλίση έχουν καλύτερη απόδοση.
2. Καθαριότητα και Συντήρηση: Η καθαριότητα των πάνελ παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοσή τους. Η σκόνη, τα φύλλα και άλλοι ρύποι μπορούν να μειώσουν την αποδοτικότητα των πάνελ.
3. Σκιά και Εμπόδια: Τα φωτοβολταϊκά πάνελ πρέπει να εγκαθίστανται σε περιοχές χωρίς σκιά από δέντρα, κτήρια ή άλλα εμπόδια, καθώς η σκίαση μπορεί να μειώσει σημαντικά την απόδοσή τους.
4. Τύποι φωτοβολταϊκών πάνελ:
   - Μονοκρυσταλλικά Πάνελ (Monocrystalline)

   Απόδοση: 15-20%
   - Πολυκρυσταλλικά Πάνελ (Polycrystalline)

   Απόδοση: 13-16%
   - Λεπτού Υμενίου Πάνελ (Thin-Film)

   Απόδοση: 7-13%
   - Πάνελ Τεχνολογίας PERC (Passivated Emitter and Rear Cell)Απόδοση:

   Ελαφρώς υψηλότερη από τα παραδοσιακά μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά πάνελ
   - Διπλής Όψης Πάνελ (Bifacial)Απόδοση:

   Υψηλότερη συνολική απόδοση λόγω απορρόφησης από τις δύο πλευρές
   - Οργανικά Φωτοβολταϊκά (OPV)Απόδοση:

Χαμηλότερη απόδοση μετατροπής ενέργειας σε σύγκριση με τις κλασικές τεχνολογίες

1.4 Κόστος Εφαρμογής Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

2. Κόστος Εξοπλισμού:
   - Φωτοβολταϊκά Πάνελ: Το μεγαλύτερο μέρος του κόστους προέρχεται από τα ίδια τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Η τιμή τους έχει μειωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω τεχνολογικών βελτιώσεων και αύξησης της παραγωγής.
   - Μετατροπείς (Inverters): Οι μετατροπείς μετατρέπουν την παραγόμενη συνεχόμενη τάση (DC) σε εναλλασσόμενη τάση (AC) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το δίκτυο ή τις οικιακές συσκευές.
   - Συστήματα Στήριξης και Μονταρίσματος: Το κόστος αυτό περιλαμβάνει τις βάσεις και τις κατασκευές που χρειάζονται για την τοποθέτηση των πάνελ σε στέγες ή εδάφη.

3. Κόστος Εγκατάστασης: Περιλαμβάνει τα έξοδα για την τοποθέτηση των πάνελ, τη σύνδεση των ηλεκτρικών συστημάτων, την εγκατάσταση των μετατροπέων και τις εργασίες συντήρησης.
4. Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας: Η συντήρηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι σχετικά χαμηλή, αλλά περιλαμβάνει τον καθαρισμό των πάνελ και την αντικατάσταση εξαρτημάτων όπως οι μετατροπείς που μπορεί να φθαρούν με τον καιρό.

5. Κόστος Αποθήκευσης (προαιρετικό):Εάν το σύστημα περιλαμβάνει μπαταρίες για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας, το κόστος αυτό μπορεί να είναι σημαντικό, αν και οι τιμές των μπαταριών μειώνονται επίσης με την πάροδο του χρόνου.

1.5 Η εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα: Από τις πρώτες εγκαταστάσεις μέχρι σήμερα.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2023	**1.574,7**
Συνολική ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών ως και το 2023	**7.087,5**



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ετήσια	152	426	912	1.043	12	14	6	13	45	158	464	825	1.397	1.575
Συνολική	199	624	1.536	2.579	2.591	2.605	2.610	2.623	2.668	2.826	3.290	4.116	5.513	7.087

ΠΙΝΑΚΑΣ (ΣΕΦ)

Η ιστορία των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα ξεκινά τη δεκαετία του 1980 και του 1990. Κατά τη διάρκεια αυτών των ετών, οι πρώτες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τοποθετήθηκαν κυρίως σε απομονωμένες περιοχές και νησιά που δεν είχαν πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτές οι πρώτες εφαρμογές είχαν ως στόχο την κάλυψη βασικών ενεργειακών αναγκών σε απομακρυσμένα σπίτια, τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις και φάρους. Η μεγάλη ώθηση για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα ήρθε με την εισαγωγή του νόμου 3468/2006, ο οποίος θέσπισε το σύστημα των εγγυημένων τιμών (feed-in Tariffs). Αυτό το καθεστώς ενίσχυσης προσέφερε ελκυστικές τιμές για την παραγόμενη ηλιακή ενέργεια, καθιστώντας τις επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά πολύ πιο δελεαστικές. Κατά την περίοδο 2009-2013, η Ελλάδα γνώρισε εκρηκτική ανάπτυξη στα φωτοβολταϊκά συστήματα, με πολλές εγκαταστάσεις να γίνονται σε ολόκληρη τη χώρα, τόσο σε οικιακό όσο και σε εμπορικό και βιομηχανικό επίπεδο. Σήμερα, η Ελλάδα διαθέτει μια ισχυρή βάση εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων, με χιλιάδες μικρής και μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις σε όλη τη χώρα. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φωτοβολταϊκών πάρκων βρίσκονται σε περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια και διαθέσιμο χώρο, όπως στη Θεσσαλία, στη Μακεδονία, στη Στερεά Ελλάδα και στην Πελοπόννησο. Η

συνολική εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα ξεπερνά τα 3 GW συμβάλλοντας σημαντικά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας και στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

1.5.1 Φωτοβολταικα πάρκα στην Ελλάδα.



ΦΒ ΠΑΡΚΟ ΚΟΖΑΝΗ 1

Το φωτοβολταϊκό πάρκο της ΔΕΗ ,στην Κοζάνη είναι το μεγαλύτερο στην Ελλάδα και ένα από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη. Η εγκατάσταση αυτή καλύπτει περίπου 4.400 στρέμματα γης και χρησιμοποιεί προηγμένη τεχνολογία διπλής όψης (Bifacial) φωτοβολταϊκών πάνελ, που επιτρέπουν την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και από τις δύο πλευρές, αυξάνοντας έτσι την απόδοση παραγωγής ενέργειας. Η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή του πάρκου ανέρχεται σε περίπου 350 GWh καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες 75.000 νοικοκυριών. Επιπλέον, το έργο συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με εκτιμώμενη μείωση κατά 300.000 τόνους ετησίως. Αυτή η μείωση των εκπομπών είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια



ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΙΝΑΣ 1

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από την κίνηση του νερού. Αυτή η ενέργεια εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των υδάτων (όπως ποταμών, λιμνών ή φραγμάτων) για να παραγάγει ηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για την κίνηση μύλων και άλλων μηχανών. Ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάστηκε το 1882 στον ποταμό Fox στο Wisconsin των Ηνωμένων Πολιτειών.

Σήμερα, η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας παγκοσμίως, με μεγάλα έργα όπως το Φράγμα Τριών Φαραγγιών στην Κίνα και το Υδροηλεκτρικό Έργο του Ιταϊπού στη Βραζιλία και την Παραγουάη.

Τα βασικά στοιχεία και η λειτουργία της υδροηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν:

1. Φράγματα: Κατασκευή μεγάλων φραγμάτων σε ποτάμια για τη δημιουργία ταμιευτήρων (τεχνητών λιμνών).Το φράγμα συγκρατεί το νερό και δημιουργεί υψομετρική διαφορά, αυξάνοντας την υδραυλική πίεση.

2. Υδραυλικές στροβίλες: Το νερό από τον ταμιευτήρα διοχετεύεται μέσω σωλήνων (υδραγωγών) σε στροβίλους.Οι στροβίλες περιστρέφονται λόγω της κίνησης του νερού και αυτή η κίνηση μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια.

3. Γεννήτριες: Οι στροβίλες συνδέονται με γεννήτριες που μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρεται μέσω δικτύων για χρήση σε οικιακές, βιομηχανικές και άλλες εφαρμογές.

2.2 Απόδοση Υδροηλεκτρικών Σταθμών

Η απόδοση των υδροηλεκτρικών συστημάτων είναι γενικά πολύ υψηλή σε σύγκριση με άλλες μορφές παραγωγής ενέργειας. Ακολουθούν οι βασικοί παράγοντες και χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την απόδοση των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων:

1. Αποδοτικότητα Στροβίλων και Γεννητριών: Οι σύγχρονοι υδροστρόβιλοι και γεννήτριες έχουν πολύ υψηλή αποδοτικότητα, που συχνά κυμαίνεται από 90% έως 95%. Αυτό σημαίνει ότι η πλειονότητα της κινητικής ενέργειας του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

2. Ροή και Υψομετρική Διαφορά: Η απόδοση εξαρτάται άμεσα από την ποσότητα της ροής του νερού και την υψομετρική διαφορά (το ύψος πτώσης του νερού). Μεγαλύτερη ροή και μεγαλύτερη υψομετρική διαφορά συνήθως οδηγούν σε υψηλότερη απόδοση.

3. Σχεδιασμός και Συντήρηση: Η αποδοτικότητα μπορεί να μειωθεί εάν ο εξοπλισμός δεν διατηρείται σωστά. Τα καλά συντηρημένα υδροηλεκτρικά συστήματα διατηρούν υψηλή αποδοτικότητα για πολλά χρόνια.

4. Περιβαλλοντικές Συνθήκες: Η διαθεσιμότητα νερού είναι κρίσιμη για την αποδοτικότητα. Οι ξηρασίες ή οι μεταβολές στις βροχοπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν την ποσότητα του νερού και κατά συνέπεια την παραγόμενη ενέργεια.

2.3 Κόστος εφαρμογής υδροηλεκτρικού σταθμού

Κόστος Κατασκευής:

- Φράγμα και Ταμιευτήρας: Η κατασκευή του φράγματος και η δημιουργία του ταμιευτήρα είναι συνήθως τα μεγαλύτερα έξοδα. Μπορεί να κοστίζει από εκατομμύρια έως δισεκατομμύρια ευρώ, ανάλογα με το μέγεθος και τη δομή του φράγματος.
- Σταθμός Παραγωγής: Η κατασκευή του σταθμού παραγωγής περιλαμβάνει την εγκατάσταση στροβίλων, γεννητριών και άλλου εξοπλισμού. Το κόστος μπορεί να κυμαίνεται από εκατομμύρια έως εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ.
- Υποδομές: Συμπεριλαμβάνει δρόμους πρόσβασης, γέφυρες, σήραγγες και άλλες απαραίτητες υποδομές.

Κόστος Εξοπλισμού:

- Υδροστρόβιλοι και Γεννήτριες: Ο εξοπλισμός αυτός είναι κρίσιμος για τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Το κόστος εξαρτάται από τον τύπο και την απόδοση του εξοπλισμού και μπορεί να κυμαίνεται από εκατοντάδες χιλιάδες έως δεκάδες εκατομμύρια ευρώ.
- Ηλεκτρικά Συστήματα και Εξοπλισμός Μεταφοράς: Περιλαμβάνει συστήματα μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από τον σταθμό παραγωγής στο δίκτυο.

Λειτουργικά και Συντηρητικά Κόστη:

- Λειτουργία: Το κόστος λειτουργίας περιλαμβάνει τη διαχείριση του σταθμού, τη λειτουργία των

υδροστρόβιλων και την παρακολούθηση των συστημάτων.

- Συντήρηση: Η συντήρηση των εξοπλισμών, του φράγματος και των υποδομών είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση της αποδοτικότητας και της ασφάλειας του σταθμού. Το κόστος αυτό είναι συνήθως χαμηλό σε σύγκριση με το κόστος κατασκευής, αλλά μπορεί να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

2.4 Η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα

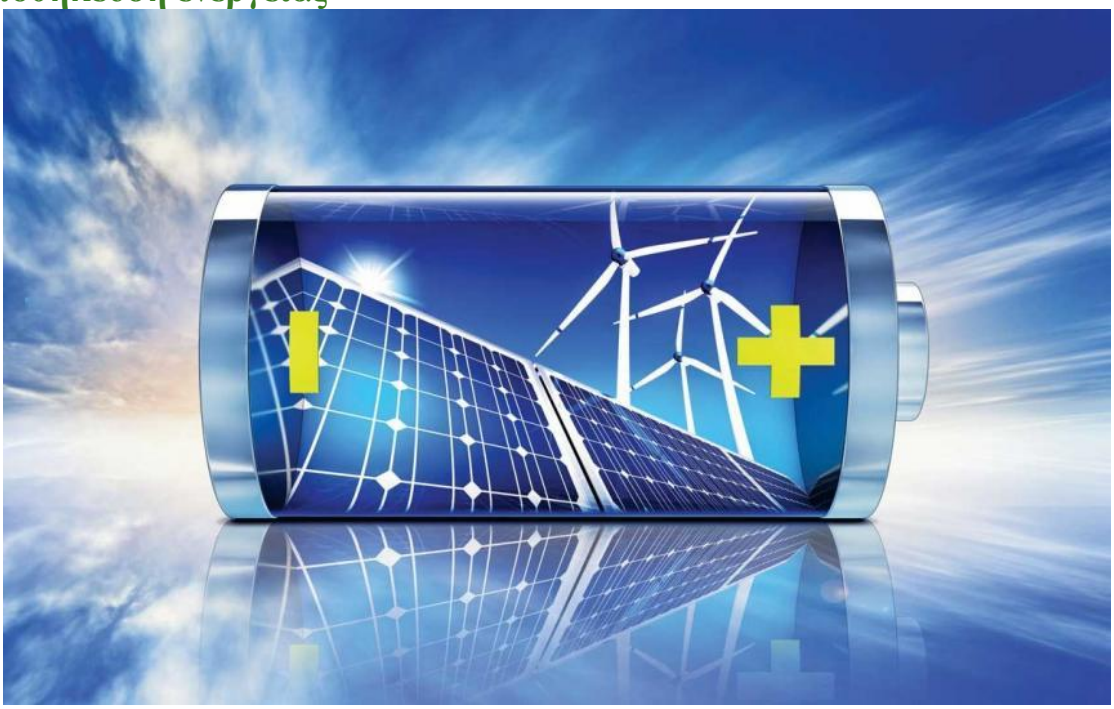


Η ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε στις αρχές του 20ού αιώνα. Το πρώτο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στην Ελλάδα που παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια ήταν το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Λούρου στην Ήπειρο. Αυτό το ιστορικό έργο κατασκευάστηκε από την Εταιρεία Ηλεκτρισμού Αθηνών-Πειραιώς (ΕΗΑΠ) και τέθηκε σε λειτουργία το 1926. Η αρχική εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού ήταν 6,6 MW. Η ενεργειακή εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων συνεχίστηκε με την κατασκευή σημαντικών υδροηλεκτρικών έργων, κυρίως από τη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού). Σήμερα, η υδροηλεκτρική ενέργεια καλύπτει περίπου το 25-30% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των υδροηλεκτρικών σταθμών ανέρχεται σε περίπου 3.2 GW . Οι μεγαλύτεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα και η εγκατεστημένη ισχύς τους είναι οι εξής:

- Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Κρεμαστών: Βρίσκεται στον ποταμό Αχελώο και διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 437 MW.
- Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Πολυφύτου: Βρίσκεται στον ποταμό Αλιάκμονα και διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 375 MW.
- Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Θησαυρού: Βρίσκεται στον ποταμό Νέστο και διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 384 MW.
- Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Καστρακίου: Επίσης στον ποταμό Αχελώο, διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 320 MW.
- Υδροηλεκτρικός Σταθμός της Πλαστήρας: Βρίσκεται στον ποταμό Ταυρωπό και διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 129 MW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αποθήκευση ενέργειας



Η αποθήκευση ενέργειας είναι μια κρίσιμη τεχνολογία που επιτρέπει την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας για μελλοντική χρήση, βελτιώνοντας έτσι την αξιοπιστία και την ευελιξία των ενεργειακών συστημάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική, οι οποίες είναι διαλείπουσες και δεν παρέχουν σταθερή παροχή ενέργειας. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες αποθήκευσης

ενέργειας, καθεμία με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

3.2 Κύριες Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ενέργειας πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

1. Μπαταρίες:



- **Λιθίου-Ιόντων (Li-Ion):** Οι μπαταρίες λιθίου-ιόντων είναι η πιο κοινή μορφή αποθήκευσης ενέργειας για οικιακή και βιομηχανική χρήση. Προσφέρουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- **Λιθίου-Πολυμερούς (Li-Po):** Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούν ευέλικτες μορφές και χαμηλό βάρος.
- **Λιθίου-Φωσφορικού Σιδήρου** (LiFePO4): Προσφέρουν υψηλότερη ασφάλεια και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με άλλες μορφές μπαταριών λιθίου.

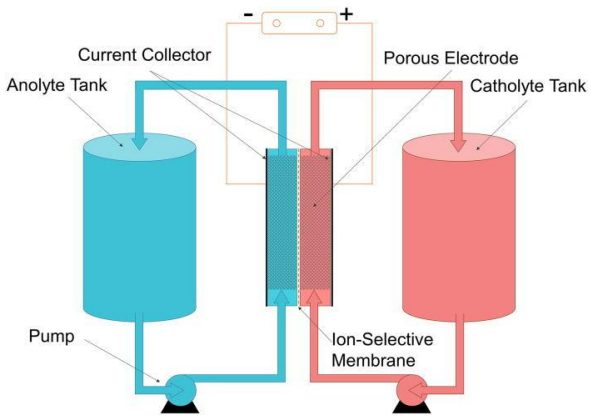
Πλεονεκτήματα:

1. Υψηλή ενεργειακή πυκνότητα: Οι μπαταρίες λιθίου προσφέρουν μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες μπαταριών, που σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκεύσουν περισσότερη ενέργεια σε μικρότερο χώρο.
2. Μακροχρόνια διάρκεια ζωής: Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και περισσότερους κύκλους φόρτισης/εκφόρτιση από άλλες τύπους μπαταριών, όπως οι μπαταρίες μόλυβδου-οξέος.
3. Υψηλή απόδοση: Έχουν υψηλή απόδοση φόρτισης/εκφόρτιση και χαμηλή απώλεια ενέργειας κατά τη μετατροπή.
4. Χαμηλή αυτοεκφόρτιση: Οι μπαταρίες λιθίου έχουν χαμηλό ποσοστό αυτοεκφόρτιση, διατηρώντας την ενέργεια για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όταν δεν χρησιμοποιούνται.
5. Ευελιξία και κλιμάκωση: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από μικρά συστήματα μέχρι μεγάλα δίκτυα ενεργειακής αποθήκευσης.

Μειονεκτήματα:

1. Κόστος: Το κόστος παραγωγής και αγοράς των μπαταριών λιθίου είναι υψηλότερο σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας.
2. Ασφάλεια: Παρά τις βελτιώσεις στην τεχνολογία, οι μπαταρίες λιθίου μπορούν να παρουσιάσουν προβλήματα ασφάλειας, όπως κίνδυνος πυρκαγιάς σε περίπτωση βλάβης ή κακής χρήσης.
3. Περιβαλλοντικές ανησυχίες: Η εξόρυξη λιθίου και η παραγωγή μπαταριών μπορεί να έχει περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αν και η ανακύκλωση των μπαταριών αυτών μπορεί να μειώσει αυτόν τον αντίκτυπο.

- **<u>Μπαταρίες Ροής (Flow Batteries)</u>:** Οι μπαταρίες ροής (Flow Batteries) είναι ένας τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας όπου η αποθήκευση ενέργειας πραγματοποιείται μέσω υγρών ηλεκτρολυτών που κυκλοφορούν σε δύο ξεχωριστά δοχεία. Οι ηλεκτρολύτες αντλούνται σε ένα κελί αντίδρασης όπου λαμβάνει χώρα η ηλεκτροχημική αντίδραση που παράγει ηλεκτρισμό.



Πλεονεκτήματα:

1. Μεγάλη Διάρκεια Ζωής: Μπορούν να υποστηρίξουν χιλιάδες κύκλους φόρτισης/εκ φόρτισης χωρίς σημαντική υποβάθμιση της απόδοσης.
2. Κλιμακωτότητα: Η χωρητικότητα αποθήκευσης ενέργειας μπορεί να αυξηθεί απλώς με την προσθήκη περισσότερων δοχείων ηλεκτρολύτη.
3. Ασφάλεια: Είναι λιγότερο επιρρεπείς σε υπερθέρμανση και πυρκαγιά σε σύγκριση με άλλους τύπους μπαταριών.
4. Χαμηλή Αυτοεκφόρτιση: Οι μπαταρίες ροής έχουν πολύ χαμηλό ποσοστό αυτοεκφόρτισης, καθιστώντας τις ιδανικές για μακροχρόνια αποθήκευση ενέργειας.
5. Ευέλικτη Ανάπτυξη: Μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από μικρές εγκαταστάσεις μέχρι μεγάλα δίκτυα.

Μειονεκτήματα:

1. Κόστος: Η αρχική εγκατάσταση μπορεί να είναι ακριβή, κυρίως λόγω του κόστους των υλικών και της υποδομής.
2. Χαμηλότερη Ενεργειακή Πυκνότητα: Σε σύγκριση με τις μπαταρίες λιθίου, οι μπαταρίες ροής έχουν χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα, που σημαίνει ότι χρειάζονται περισσότερο χώρο για την ίδια ποσότητα αποθηκευμένης ενέργειας.
3. Σύνθετη Διαχείριση: Η λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων μπαταριών ροής μπορεί να απαιτεί εξειδικευμένη τεχνογνωσία.

2. Αντλησιοταμιευτικά Συστήματα (Pumped Hydro Storage):

Χρησιμοποιούν την ενέργεια για να αντλήσουν νερό από μια χαμηλότερη δεξαμενή σε μια ανώτερη δεξαμενή όταν η ζήτηση είναι χαμηλή. Όταν η ζήτηση είναι υψηλή, το νερό αφήνεται να ρέει πίσω στην κατώτερη δεξαμενή μέσω στροβίλων, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.



Πλεονεκτήματα:

1. Υψηλή Απόδοση: Οι αντλησιοταμιευτικοί σταθμοί έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση, συνήθως μεταξύ 70% και 85%.
2. Μεγάλη Κλίμακα: Ιδανικά για την αποθήκευση μεγάλης ποσότητας ενέργειας, κατάλληλη για χρήση σε δίκτυα και μεγάλα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας.
3. Σταθερότητα Δικτύου: Συμβάλλουν στη σταθερότητα και στην εξισορρόπηση του ηλεκτρικού δικτύου, αποτρέποντας διακοπές ρεύματος και εξισορροπώντας τη ζήτηση.
4. Μακροχρόνια Διάρκεια Ζωής: Μπορούν να λειτουργήσουν για πολλές δεκαετίες με την κατάλληλη συντήρηση.
5. Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα: Χρησιμοποιούν νερό ως μέσο αποθήκευσης, χωρίς να εκπέμπουν ρύπους ή να δημιουργούν επικίνδυνα απόβλητα.

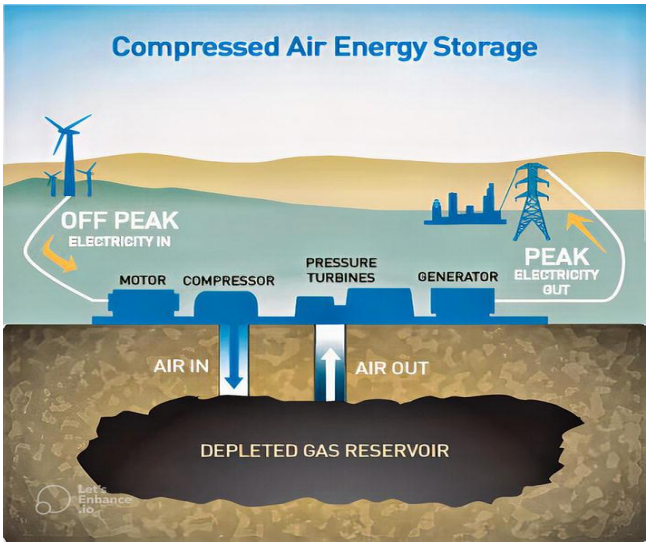
Μειονεκτήματα:

1. Υψηλό Αρχικό Κόστος: Η κατασκευή αντλησιοταμιευτικών συστημάτων απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές και έργα πολιτικού μηχανικού.

2. Γεωγραφικοί Περιορισμοί: Απαιτούν συγκεκριμένες γεωλογικές συνθήκες και τοποθεσίες με διαφορές υψομέτρου και επάρκεια υδάτινων πόρων.
3. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις: Η κατασκευή μεγάλων δεξαμενών μπορεί να επηρεάσει τα τοπικά οικοσυστήματα και τις υδρολογικές ισορροπίες.

3. Συμπιεσμένος Αέρας (Compressed Air Energy Storage, CAES):

Ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη συμπίεση αέρα που αποθηκεύεται σε υπόγειες κοιλότητες. Όταν χρειάζεται, ο αέρας απελευθερώνεται για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια μέσω στροβίλων.



Πλεονεκτήματα:
1. Μεγάλη Χωρητικότητα: Το CAES μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, κατάλληλες για μεγάλης κλίμακας εφαρμογές.
2. Ευελιξία: Μπορεί να συνδυαστεί με διάφορες πηγές ενέργειας, όπως ανανεώσιμες πηγές (π.χ., αιολική, ηλιακή) για την εξομάλυνση της παραγωγής.
3. Μακροχρόνια Αποθήκευση: Μπορεί να αποθηκεύσει ενέργεια για μεγάλες χρονικές περιόδους με χαμηλές απώλειες.
4. Ασφάλεια: Ο αποθηκευμένος αέρας δεν αποτελεί κίνδυνο πυρκαγιάς ή έκρηξης, καθιστώντας το CAES μια ασφαλή μέθοδο αποθήκευσης ενέργειας.
5. Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα: Δεν απαιτεί επικίνδυνα χημικά ή υλικά για την αποθήκευση της ενέργειας.

Μειονεκτήματα:
1. Απόδοση: Η συνολική απόδοση του συστήματος CAES είναι χαμηλότερη από άλλες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι μπαταρίες λιθίου, λόγω των απωλειών κατά τη συμπίεση και την αποσυμπίεση του αέρα.

2. Κόστος Υποδομής: Η κατασκευή των υποδομών για CAES, όπως οι υπόγειες σπηλιές ή οι δεξαμενές, μπορεί να είναι δαπανηρή και χρονοβόρα.
3. Γεωγραφικοί Περιορισμοί: Απαιτεί συγκεκριμένες γεωλογικές συνθήκες για την αποθήκευση του αέρα, περιορίζοντας την εφαρμογή του σε ορισμένες περιοχές.
4. Θερμική Διαχείριση: Η διαδικασία συμπίεσης και αποσυμπίεσης του αέρα παράγει θερμότητα, η οποία πρέπει να διαχειριστεί κατάλληλα για να βελτιωθεί η απόδοση.

3. Υπερπυκνωτές (Supercapacitors):



Οι υπερπυκνωτές (ή υπερκαπασιτές) είναι ηλεκτροχημικές συσκευές αποθήκευσης ενέργειας που μπορούν να αποθηκεύσουν και να απελευθερώσουν ενέργεια πολύ γρήγορα. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μπαταρίες, οι υπερπυκνωτές έχουν υψηλή πυκνότητα ισχύος και μεγάλη διάρκεια ζωής, αλλά χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα.

Πλεονεκτήματα:

1. Γρήγορη Φόρτιση και Εκφόρτιση: Οι υπερπυκνωτές μπορούν να φορτίζουν και να εκφορτίζουν πολύ γρήγορα σε σχέση με τις μπαταρίες, κάτι που είναι εξαιρετικά χρήσιμο για εφαρμογές που απαιτούν άμεση πρόσβαση σε ενέργεια.
2. Μεγάλη Διάρκεια Ζωής: Η διάρκεια ζωής των υπερπυκνωτών μπορεί να φτάσει εκατοντάδες χιλιάδες έως και εκατομμύρια κύκλους φόρτισης/εκφόρτισης, πολύ περισσότερους από τις συμβατικές μπαταρίες.
3. Υψηλή Πυκνότητα Ισχύος: Μπορούν να αποδώσουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, κάτι που είναι ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ισχύ για σύντομες χρονικές περιόδους.
4. Ευρεία Θερμοκρασιακή Λειτουργία: Λειτουργούν σε ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών σε σύγκριση με τις

μπαταρίες, καθιστώντας τους ιδανικούς για σκληρά περιβάλλοντα.

5. Ασφάλεια: Οι υπερπυκνωτές δεν περιέχουν επικίνδυνα χημικά και έχουν μικρότερο κίνδυνο ανάφλεξης ή έκρηξης σε σχέση με τις μπαταρίες.
6. Χαμηλό Κόστος Συντήρησης: Λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής και της ανθεκτικότητάς τους, οι υπερπυκνωτές απαιτούν λιγότερη συντήρηση και αντικατάσταση

Μειονεκτήματα:

1. Χαμηλή Ενεργειακή Πυκνότητα: Η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί ανά μονάδα βάρους ή όγκου είναι χαμηλότερη σε σχέση με τις μπαταρίες, καθιστώντας τους μη κατάλληλους για εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη αποθήκευση ενέργειας.
2. Αυτοεκφόρτιση: Οι υπερπυκνωτές έχουν υψηλότερο ποσοστό αυτοεκφόρτισης σε σχέση με τις μπαταρίες, που σημαίνει ότι χάνουν την αποθηκευμένη ενέργεια πιο γρήγορα όταν δεν χρησιμοποιούνται.
3. Κόστος: Αν και το κόστος κατασκευής των υπερπυκνωτών έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια, παραμένει υψηλότερο σε σχέση με άλλες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, ειδικά για εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη αποθήκευση ενέργειας.
4. Περιορισμένη Χωρητικότητα Ενέργειας: Οι υπερπυκνωτές δεν μπορούν να αποθηκεύσουν τόσο μεγάλη ποσότητα ενέργειας όσο οι μπαταρίες, καθιστώντας τους λιγότερο κατάλληλους για εφαρμογές που απαιτούν μακροχρόνια αποθήκευση ενέργειας

4. Βαρυτική αποθήκευση ενεργείας



Η βαρυτική αποθήκευση ενέργειας είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και επαναχρησιμοποίηση ενέργειας με βάση τη βαρύτητα. Αυτή η μέθοδος αποθήκευσης εκμεταλλεύεται την ενέργεια που απαιτείται για την ανύψωση ενός βάρους σε υψηλότερο υψόμετρο και την απελευθερώνει όταν το βάρος κατεβαίνει, παράγοντας ενέργεια.

Πλεονεκτήματα:

1. Βιωσιμότητα: Δεν απαιτεί χημικές ουσίες ή καύσιμα, καθιστώντας την μια πράσινη και φιλική προς το περιβάλλον λύση.
2. Αποθήκευση Μεγάλων Ποσοτήτων Ενέργειας: Μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλες ποσότητες ενέργειας για μεγάλες περιόδους.
3. Απλότητα: Η τεχνολογία είναι σχετικά απλή σε σύγκριση με άλλες μεθόδους αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι μπαταρίες.

Μειονεκτήματα:

1. Χώρος και Υποδομές: Απαιτείται αρκετός χώρος και υποδομές για την ανύψωση και αποθήκευση των βαρών.
2. Απόδοση: Η απόδοση μπορεί να είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, λόγω απωλειών κατά τη μετατροπή της ενέργειας.

3.3 Η αποθήκευση ενέργειας στην Ελλάδα.

Η αποθήκευση ενέργειας στην Ελλάδα είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και της αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Η χώρα έχει σημαντική δυναμική για την ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, δεδομένων των πλούσιων φυσικών της πόρων και της γεωγραφικής της θέσης.

- Η αντλησιοταμίευση είναι η κυρίαρχη μορφή αποθήκευσης ενέργειας στην Ελλάδα. Χρησιμοποιεί περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια για την άντληση νερού σε υψηλότερα υψόμετρα, το οποίο στη συνέχεια απελευθερώνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν υπάρχει ζήτηση. Σήμερα στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα της Χώρας υπάρχουν δύο σταθμοί άντλησης – ταμίευσης της ΔΕΗ, ο ένας βρίσκεται στο φράγμα της Σφηκιάς στον ποταμό Αλιάκμονα και ο άλλος στο φράγμα του Θησαυρού στον ποταμό Νέστο. Σε αυτούς τους σταθμούς είναι δυνατή η αντιστροφή της λειτουργίας των στροβίλων και η χρήση τους ως αντλιών. Με αυτόν τον τρόπο αντλείται νερό από τους ταμιευτήρες των Ασωμάτων και της Πλατανόβρυσης αντίστοιχα, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου μπορεί να υπάρχει περίσσεια ενέργειας λόγω της λειτουργίας των θερμοηλεκτρικών και της χαμηλής κατανάλωσης, ώστε να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί ενέργεια αιχμής την επόμενη ημέρα.
- Η τεχνολογία των μπαταριών, ιδιαίτερα οι μπαταρίες Λιθίου, αρχίζει να κερδίζει έδαφος. Υπάρχουν αρκετά έργα που εξετάζουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης μπαταριών σε ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα. Ωστόσο σύμφωνα με τον χάρτη της geoportal δεν υπάρχει κάποιά μονάδα αποθήκευσης ενέργειας μέσω μπαταριών που να είναι σε λειτουργία
- Η θερμική αποθήκευση ενέργειας μπορεί να αξιοποιηθεί σε συνδυασμό με ηλιακά θερμικά συστήματα, επιτρέποντας την αποθήκευση θερμότητας για χρήση κατά τη διάρκεια της νύχτας ή σε περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας.

Σύμφωνα με άρθρα και σε συνδυασμό με την γιγάντια εμπλοκή της Ελλάδας στην αγορά προϊόντων Α.Π.Ε. αλλά και πολίτικων αποφάσεων . Η αποθήκευση ενέργειας στην Ελλάδα δεν θα αργήσει να έρθει και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων για την πράσινη ενέργεια και τη μείωση των εκπομπών CO2, ενώ παράλληλα βελτιώνει την αξιοπιστία και την ευελιξία του ενεργειακού συστήματος.

3.4 Προκλήσεις και οφέλη της Αποθήκευσης Ενέργειας.

Οφέλη:

1. Σταθεροποίηση Δικτύου: Εξισορροπεί την προσφορά και τη ζήτηση, αποτρέποντας διακοπές ρεύματος και βελτιώνοντας την αξιοπιστία του δικτύου.
2. Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Επιτρέπει την αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης για χρήση αργότερα.
3. Μείωση Κόστους: Μειώνει την ανάγκη για εφεδρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας και μπορεί να εξοικονομήσει κόστος για τους καταναλωτές.

Προκλήσεις:

1. Υψηλό Αρχικό Κόστος: Πολλές τεχνολογίες αποθήκευσης, ειδικά οι μπαταρίες, έχουν υψηλό αρχικό κόστος.
2. Τεχνικά Θέματα: Διαχείριση θερμότητας, απώλειες ενέργειας κατά την αποθήκευση και την ανάκτηση, και ζητήματα αξιοπιστίας και ασφάλειας.
3. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις: Ορισμένες τεχνολογίες αποθήκευσης, όπως οι μπαταρίες, απαιτούν σπάνια υλικά και μπορεί να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή και την απόρριψή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Σχεδιασμός και υλοποίηση.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να καταδείξει πώς, μέσω μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, μπορούμε να παράξουμε ηλεκτρική ενέργεια για την κίνηση μιας αντλίας νερού. Αυτή η αντλία θα μεταφέρει το νερό σε μια δεξαμενή ή φράγμα, με σκοπό το αποθηκευμένο νερό να επαναχρησιμοποιηθεί μέσω ενός υδροηλεκτρικού σταθμού για την εκ νέου παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Το βασικό δίδαγμα αυτής της εργασίας είναι να αναδείξει πώς μπορεί να επιτευχθεί αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, το οποίο αποτελεί

και μιζών ζήτημα στην εποχή μας, σε μια εποχή όπου η ενεργειακή κρίση έχει επηρεάσει αισθητά την καθημερινότητά μας.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί αναλυτικά η περιγραφή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της κατασκευής, καθώς και η βήμα προς βήμα επεξήγηση των συνδέσεων που πραγματοποιήθηκαν

4.2 Δομικά υλικά

1.Styrofoam (Πλάκα εξηλασμένης πολυστερίνης, φελιζολ)
- Ποσότητα: 6
- Μήκος : 1m
- Πλάτος : 0,6m
- Πάχος: 2.5cm

2. Ακρυλική μαστίχα (γενικής χρήσης , γκρι)

3.Αντλία νερού
- Ισχύς : 12v

4. Φωτοβολταικό πάνελ
- Ισχύς :

5. Ελαστικός σωλήνας
- Μήκος : 1.5 m

6. Κόλα Θερμοκολλησης

7.Πιστόλι θερμοκόλλησης

8. Μπογιές
- Πράσινη
- Μπλε
- Άσπρη

9. Καλώδια με μόνωση

10.Κανάλι για καλώδια

11.Κινητήρας
- Ισχύς : 12 v

12.Μπαταριά
- Ισχύς :4,5v

13. Διάφορες βίδες , παξιμάδια

14. Διακόπτες
15.Σωλήνας σιλικόνης (μακαρόνι)

- Μήκος : 0,1 m

16.Μεταλλικά στελέχη
17.Διακοσμητικά δεντράκια ,πετραδάκια , χρώματα, ξύλινες κατασκευές

4.3 Κατασκευαστικό κομμάτι

Αρχικά ασχοληθήκαμε με το σχέδιο το οποίο θα διαλέξουμε για την κατασκευή . Αφού είδαμε δυο- τρία σχεδία, καταλήξαμε σε αυτό που μας άρεσε περισσότερο και πιστεύαμε ότι αντιπροσωπεύει την σκέψη μας.





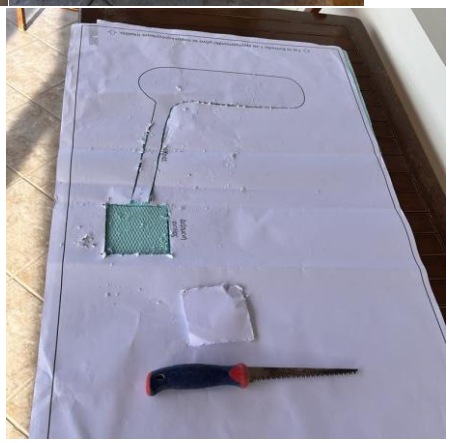
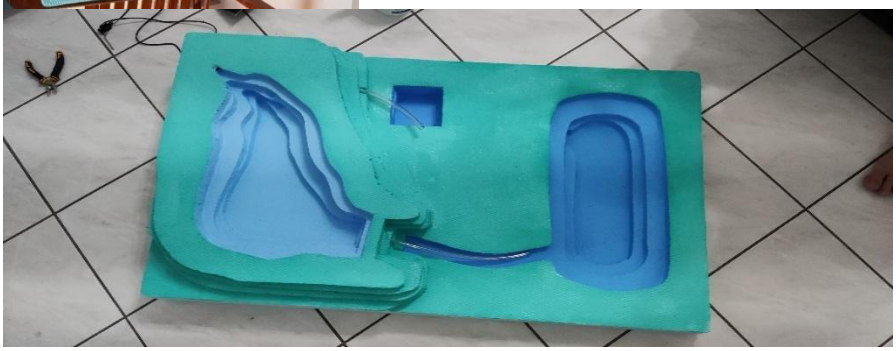


4.3.1 Κόψιμο

Αφού καταλήξαμε στο σχέδιο που θα χρησιμοποιούσαμε, αγοράσαμε όλα τα απαραίτητα υλικά για τη δημιουργία του. Αρχικά, κόψαμε τα κομμάτια του φελιζόλ και τα κολλήσαμε

μεταξύ τους με την ειδική κόλλα που είχαμε προμηθευτεί, ώστε σιγά σιγά να πάρει η μακέτα τη μορφή που επιθυμούσαμε.



4.3.2 Τοποθέτηση εξαρτημάτων

Έχοντας πάρει η μακέτα την τελική της μορφή , προχωρήσαμε στην τοποθέτηση των εξαρτημάτων . Αρχικά βάψαμε όλη την μακέτα και αφού στέγνωσε , αρχίσαμε να τοποθετούμε τα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα . Για αρχή συνδέσαμε την αντλία με το φωτοβολταικό και υποδείξαμε την θέση της πάνω στην μακέτα . Στην συνέχεια τοποθετήσαμε σε ένα σπιτάκι το μουτράκι μας , το οποίο αντικατοπτρίζει το υδροηλεκτρικό μας εργοστάσιο , υποδείξαμε την θέση του και κάναμε τις συνδεσμολογίες . Τέλος συνδέσαμε τον μικροδιακοπτη μας σαν φλοτέρ για να σταματάει την αντλία μας όταν το νερό θα φτάσει στην στάθμη που του έχουμε ορίσει .



4.3.3 Σχόλια, δυσκολίες και συμπεράσματα.

Συνολικά, η πτυχιακή εργασία που επιλέξαμε είναι εξαιρετικά σημαντική για την ακαδημαϊκή, επαγγελματική και προσωπική ανάπτυξη μας , σαν φοιτητές και σαν άνθρωποι. Μας παρείχε την ευκαιρία να εμβαθύνουμε στις γνώσεις μας, να αναπτύξουμε ερευνητικές δεξιότητες και να δημιουργήσουμε επαγγελματικές

επαφές, ενώ παράλληλα ενίσχυσε την αυτοπεποίθηση και τις ικανότητές μας στη διαχείριση χρόνου και οργάνωσης.

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε ήταν κυρίως η απόσταση που χώριζε την ομάδα μας και αναγκαστικά ο κάθε ένας από εμάς έπρεπε να δουλέψει σε διαφορετικά κομμάτια της εργασίας ώστε στο τέλος που θα βρισκόμασταν να ενώναμε αυτά τα κομμάτια και να παρουσιάζαμε το εργο μας . Επίσης όσον αναφορά την κατασκευή επειδή το κόψιμο του φελιζόλ ήταν κάτι πρωτόγνωρο για εμάς κάναμε πολλά λάθη και επιχειρήσαμε αρκετές φορές μέχρι να έχουμε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα . Τέλος , τα κομμάτια τα οποία απαρτίζουν την εργασία μας είναι αρκετά και σε κάποιες περιπτώσεις μας έτυχαν λάθος αγορές και υλικά τα οποία δεν χρησίμευαν και για κακή μας τύχη αγοράστηκαν.

Τα συμπεράσματα που αποκομίσαμε μέσα από την πτυχιακή μας εργασία είναι ότι πολλές φορές συναντήσαμε πράγματα και δυσκολίες τα οποία είχαμε ξανασυναντήσει και ως φοιτητές μεσώ της σχολής μας σε διάφορα παλιά μαθήματα. Επίσης ως τελειόφοιτοι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί μέσα από την έρευνα που κάναμε γύρω από την εργασία μας , είδαμε καινούργια και συναρπαστικά πράγματα στα οποία θα δουλέψουμε και εμείς άμα ακολουθήσουμε το επάγγελμα. Τέλος οι προκλήσεις που αντιμετωπίσαμε, οι νέες γνώσεις που αποκτήσαμε και η ανάπτυξη της ομαδικής μας δυναμικής αποτελούν πολύτιμα εργαλεία για την μελλοντική μας εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

Ιωάννης Ε. Φραγκιαδάκης ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (2019) Εκδόσεις Ζήτη

Χατζαράκης, Γεώργιος Ε. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ 3η Έκδοση (2014) Εκδόσεις

Ιστοτοποι

- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82
- https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/iliaki-fotovoltaika/
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1
- https://novavolt.gr/blogs/fotoboltaika/apodosh-fotoboltaikwn
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1
- https://www.greenpeace.org/greece/issues/klima/51388/fotovoltaika-protia-tis-elladas/
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B7%CE%B3%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1:%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82
- https://www.rae.gr/ape/ypodomes-a-p-e/
- https://energypress.gr/news/apothikeysi-energeias
- https://www.energy-storage.news/greece-gets-state-aid-approval-from-eu-for-900mw-energy-storage-pipeline/
- https://www.eib.org/en/press/all/2024-001-greece-eur400-million-eib-backing-to-mytilineos-to-accelerate-renewable-energy-transition