

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ: Σ.Τ.Ε.Φ.
ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΜΕΛΕΤΗ ΤΡΟΠΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗΣ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ TESLA

ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Μ.: 35097

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΛΑΤΣΑΘΙΑΝΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | Σελ. |
|---|-----------|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | 2 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | |
| 1. ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΙΑΣ | 4 |
| 1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ | 5 |
| 1.2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ | 10 |
| 1.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ | 18 |
| 1.4 ΒΙΟΜΑΖΑ – ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ | 22 |
| 1.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ | 24 |
| 1.6 ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ / ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ | 26 |
| 1.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ(γεννήτρια LIMPET 500) | 28 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | |
| 2. ΝΙΚΟΛΑ ΤΕΣΛΑ | 31 |
| 2.1 ΖΩΗ ΝΙΚΟΛΑ ΤΕΣΛΑ | 31 |
| 2.2 Η ΚΟΡΥΦΩΣΗ ΤΗΣ ΔΟΞΑΣ ΤΟΥ | 33 |
| 2.3 ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΤΕΣΛΑ | 34 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | |
| 3. ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ ΤΕΣΛΑ | 36 |
| 3.1 ΑΥΘΕΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΤΕΣΛΑ | 36 |
| 3.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΣΚΟΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ | 38 |
| 3.3 Η ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΣΚΟΤΟΥΡΜΠΙΝΑ | 41 |
| 3.4 Η 9,75 ΙΝΤΣΩΝ ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ | 44 |
| 3.5 ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ | 47 |
| 3.6 ΓΡΑΜΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ ΤΕΣΛΑ | 50 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 | |
| 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 56 |
| 4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥΡΜΙΝΑΣ ΤΕΣΛΑ | 56 |
| 4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 57 |
| 4.3 ΜΕΡΗ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ | 58 |
| 4.4 ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ | 60 |
| 4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ | 61 |
| 4.6 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ | 62 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 63 |

Αφιερώνεται,

Στην οικογένεια μου, ιδιαίτερα στη μητέρα μου Νίτσα, στον πατέρα μου Γιάννη, στα αδέρφια μου Νίκο και Αφροδίτη αλλά και σε όλα τα άτομα που συνεχίζουν να βρίσκονται κοντά στις χαρές και τις λύπες της ζωή μου. Τέλος στην μνήμη του Nikola Tesla που είπε ότι: “ τις εφευρέσεις μου δεν τις κάνω για τα χρήματα αλλά για την ανθρωπότητα...” όταν ο χρηματοδότης του δεν μπορούσε να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του.

ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Ευχαριστώ,

Για την αμέριστη βοήθεια που μου πρόσφεραν οι καθηγητές μου κύριος Σταμάτης Αλατσαθιανός και Βασίλης Νικολής, τα αδέρφια μου Νίκος και Αφροδίτη, η κοπέλα μου Αγγελική Ζωιτάκη, τα παιδιά από την πίστα paintball στη Μαλακάσα αλλά και τους φίλους μου που μοιράστηκαν τις δυσκολίες για να φέρω εις πέρας την κατασκευή αλλά και το θεωρητικό μέρος της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με την καταστροφή του περιβάλλοντος που παράγονται από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, κάρβουνο, φυσικό αέριο κ.λ.π.) για την παραγωγή ενέργειας και σε συνδυασμό με την έκλυση ρύπων, έχει ενθαρρύνει ολόκληρο τον κόσμο να στραφεί προς την έρευνα και την ανάπτυξη τεχνολογιών που θα στοχεύουν στην πιο αποτελεσματική χρήση των Ήπιων Μορφών Ενέργειας. Σήμερα, η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ποικίλες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, με απώτερο σκοπό την μείωση των ρυπογόνων ουσιών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη τρόπου εκμετάλλευσης των ήπιων μορφών ενέργειας και ειδικότερα με την αξιοποίηση της τουρμπίνας TESLA. Η τουρμπίνα TESLA εντάσσεται και αυτή στην κατηγορία των ήπιων μορφών ενέργειας και ειδικότερα των ανανεώσιμων πηγών, για τον λόγο ότι δεν χρειάζεται κάποιο καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας. Στο πρώτο κεφαλαίο αναλύουμε τα είδη των ήπιων μορφών ενέργειας. Εν συνεχεία, το δεύτερο κεφαλαίο αναφέρετε στη ζωή ενός μεγάλου εφευρέτη και μηχανικού του ΝΙΚΟΛΑ TESLA. Στο τρίτο κεφαλαίο αναλύεται και παρουσιάζεται η τουρμπίνα TESLA ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πειραματικό μέρος της εργασίας καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις.

1. ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από από φυσικούς πόρους ή διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως ο ήλιος, ο άνεμος, η μετακίνηση υδάτινου όγκου, η γεωθερμία κ.α. Συχνά αναφέρονται ως ήπιες λόγω δυο βασικών χαρακτηριστικών τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ "φιλικές" προς το περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Τα κυριότερα είδη ήπιων μορφών ενέργειας ,οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, βιόμαζα, γεωθερμική ενέργεια, υδατοπτώσεις , ενέργεια από ωκεανούς (παλίρροιες, από κύματα και απο τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ήπιων μορφών ενέργειας.

Πλεονεκτήματα:

- Φιλικότερες προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Εν δυνάμη μπορούν να συντελέσουν στην ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις

Μειονεκτήματα:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι εκτός από την παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον από αισθητική άποψη προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Αν και με την εξέλιξη της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν περιοριστεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα υποστηρίζετε ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

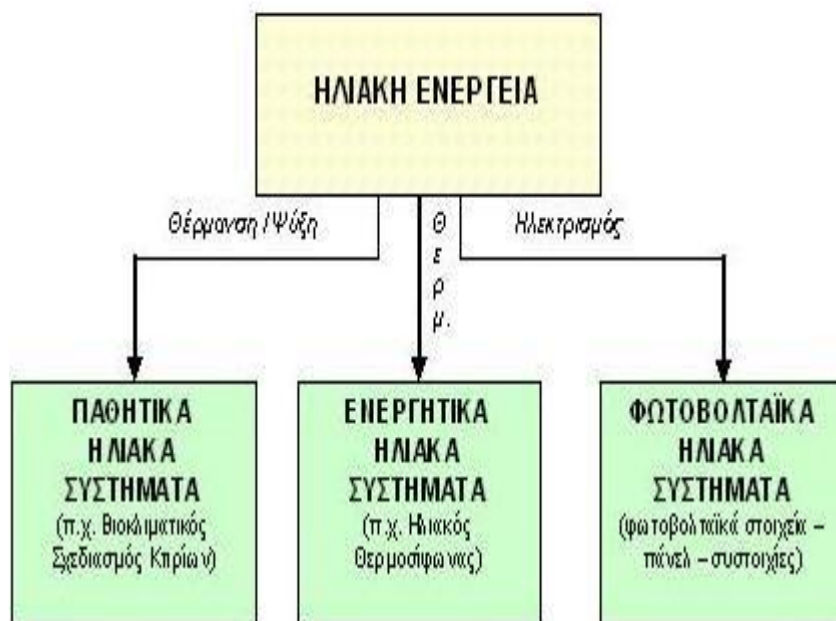
1.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο Ήλιος αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη κάθε είδους ζωής στον πλανήτη. Σχεδόν κάθε φυσική λειτουργία πάνω στη Γη είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ύπαρξή του. Οι εποχιακές αλλαγές, οι εναλλαγές μέρας και νύχτας, η ανάπτυξη κάθε είδους χλωρίδας και συνεπώς η ύπαρξη της διατροφικής αλυσίδας που συντηρεί και την πανίδα του πλανήτη μας είναι όλα αποτελέσματα της δράσης του Ηλίου. Επιπλέον ο ήλιος αποτελεί μια φυσική πηγή τεράστιας ποσότητας ενέργειας.

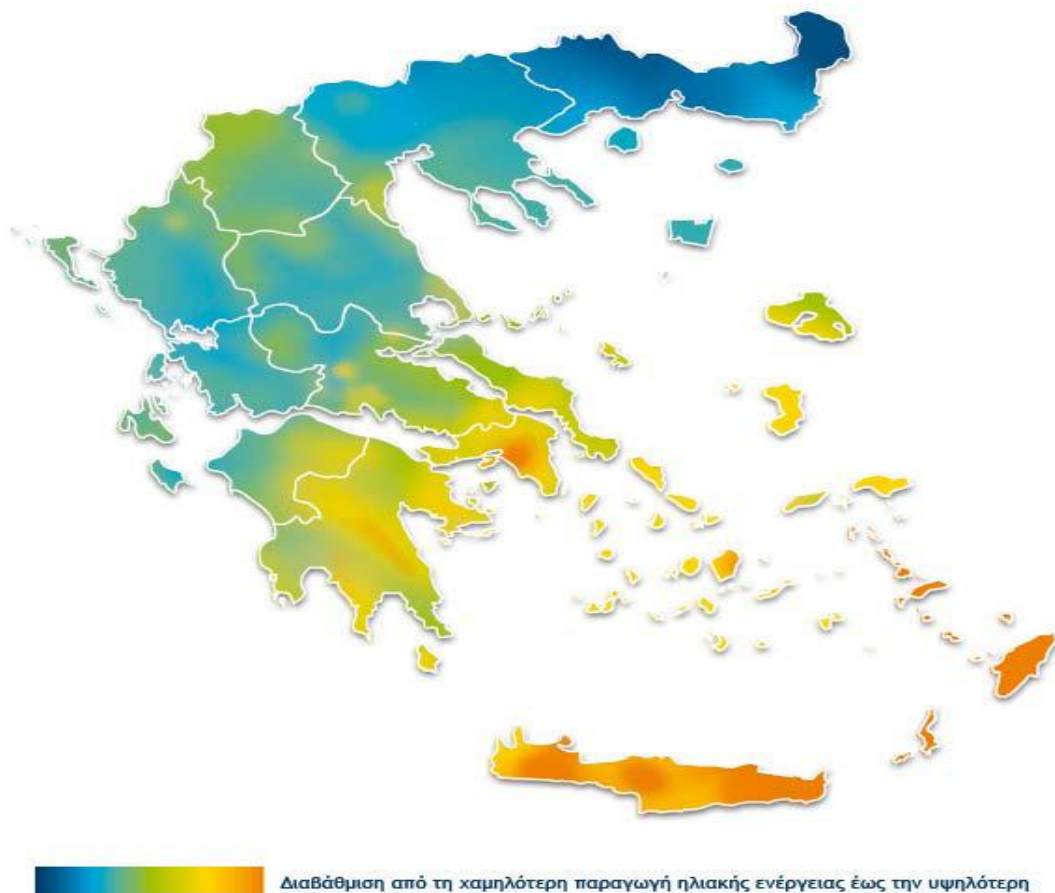
Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Η ηλιακή ενέργεια σήμερα είναι 90% φθηνότερη από ό,τι τη δεκαετία του 1970. Στα σπίτια που διαθέτουν ηλιακή οροφή μπορεί να παράγεται περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζονται ορισμένες ώρες της ημέρας, η οποία δυνητικά θα μπορούσε να μεταπωλείται στις τοπικές εταιρείες ηλεκτρισμού. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Υπάρχουν τρεις τρόποι για να αξιοποιηθεί κανείς την ηλιακή ενέργεια.

- Αξιοποιώντας τη θερμότητα του ήλιου για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό με τα ηλιοθερμικά συστήματα (ενεργητικά ηλιακά συστήματα).
- Παράγοντας ηλιακό ηλεκτρισμό μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Κατασκευάζοντας βιοκλιματικά κτήρια (παθητικά ηλιακά συστήματα).



Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική θέση, την ημέρα, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Για παράδειγμα, η έρημος δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζεται η Παραγωγή Ηλιακής Ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο.



Σχήμα 4. Παραγωγή Ηλιακής Ενέργειας (Βραχίμης Μ., κ.α., 2010)

Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο, ενώ στη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως. Με αποτέλεσμα η ηλιακή ακτινοβολία να αντιστοιχεί σε ενέργεια από 130 με 170 λίτρα πετρέλαιο ανά τετραγωνικό και έτος (Νικόλαος Ζωγραφάκης, 2008). Η ηλιακή/ φωτοβολταϊκή ενέργεια πρόκειται να αποτελέσει έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες του ενεργειακού προφίλ της Ελλάδας. Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και εκτιμάται ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι η αγορά θα αναπτυχθεί σημαντικά και η αξία της θα ξεπεράσει τα 4 δισεκατομμύρια Ευρώ στα επόμενα χρόνια.

Η Ελλάδα ενθαρρύνει την ανάπτυξη της ηλιακής θερμικής ενέργειας και μέχρι σήμερα πλήθος μικρών και μεσαίων εταιρειών έχουν επενδύσει στον τομέα αυτό. Ως αποτέλεσμα η σημερινή δυναμικότητα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στη χώρα έχει φτάσει τα 340 MW, ενώ αναμένεται να φτάσει περί τα 2.200 MW μέχρι το έτος 2020.

Επίσης, σε όλη τη χώρα έχουν δημιουργηθεί 5 μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών πάνελ για να τροφοδοτούν την αγορά με τον κατάλληλο εξοπλισμό καθώς και μια μονάδα επεξεργασίας πυριτίου που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των πάνελς.

Οι επενδυτές αρχίζουν να διαπιστώνουν τις υψηλές προοπτικές της ηλιακής ενέργειας στην ελληνική αγορά. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες που η ένταση της ακτινοβολίας βρίσκεται στο μέγιστο σημείο, αυξάνεται και η ζήτηση για ηλιακή ενέργεια, λόγω των εκατομμυρίων τουριστών. Επιπλέον, αυξάνονται οι ενεργειακές ανάγκες στις αγροτικές περιοχές και τα νησιά που είναι αναπτυσσόμενες περιοχές. Τέλος πολλοί κρατικοί φορείς, βιομηχανίες και τουριστικές μονάδες έχουν δείξει ενδιαφέρον για τη χρήση φωτοβολταϊκής ενέργειας.

Ηλιοθερμικά συστήματα

Τα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια με στόχο την παραγωγή θερμότητας, με εφαρμογές κυρίως στη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων. Στη χώρα μας, που έχει το πλεονέκτημα της υψηλής ηλιοφάνειας καθ' όλο το έτος, η σύγχρονη τεχνολογία του ηλιακού κλιματισμού, δηλαδή η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, όχι μόνο για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρου, αλλά και για την κάλυψη των αναγκών ψύξης, εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια ως μία από τις πλέον υποσχόμενες (ηλιακός κλιματισμός). Επίσης λοιπες χρήσεις των ηλιοθερμικών τεχνολογιών αποτελούν η τηλεθέρμανση οικισμών και η ηλιοθερμική παραγωγή ηλεκτρισμού.

Τρόπος λειτουργίας.

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης.

Λόγοι για εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων

- *Αξιοπιστία*
Αποτελεί μια καθ' όλα ώριμη και δοκιμασμένη τεχνολογία.
- *Αποκέντρωση*
Η θερμική ενέργεια παράγεται στα σημεία ζήτησής της. Αποφεύγονται έτσι οι τεράστιες απώλειες μεταφοράς ενέργειας μέσω του ηλεκτρικού δικτύου (που στην Ελλάδα φτάνουν κατά μέσο όρο το 12%).
- *Αυτονομία*
Αποτρέπονται οι τεράστιες δαπάνες για εισαγωγή ενέργειας.
- *Θέσεις εργασίας*
Ήδη πάνω από 3.500 άτομα απασχολούνται στη βιομηχανία ηλιοθερμικών συστημάτων στην Ελλάδα.

- *Ευκολία*

Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλέκτη είναι απλή. Η δε συντήρηση που απαιτεί είναι ελάχιστη.

- *Εξοικονόμηση χρημάτων*

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πιο απλή και οικονομικά συμφέρουσα λύση για μείωση του κόστους του ηλεκτρικού ρεύματος.

- *Εξοικονόμηση ενέργειας*

Οι εγκατεστημένοι ηλιακοί θερμοσίφωνες εξοικονομούν ήδη 1,1 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο, όση ενέργεια παράγει δηλαδή ένας συμβατικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, ισχύος 200 μεγαβάτ.

- *Προστασία περιβάλλοντος*

Αποτρέπεται η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

- *Κλιματικές αλλαγές*

Αποτρέπεται η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ένα τυπικό θερμοσιφωνικό σύστημα παράγει στην Ελλάδα ετησίως 840-1.080 κιλοβατώρες και αποσοβεί την έκλυση 925-1.200 κιλών CO₂ το χρόνο, όσο δηλαδή θα απορροφούσε 1,5 στρέμμα δάσους.

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού, συλλέγοντας την ηλιακή ενέργεια, αποθηκεύοντας την υπό μορφή θερμότητας και διανέμοντας την στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- *Ηλιακοί τοίχοι*

Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικόπανελο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel .

- *Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι)*

Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

- *Ηλιακά αίθρια*

Είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

1.2 Βιοκλιματικά κτήρια

Ένα κτήριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται "βιοκλιματικό κτήριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή σ' ένα κτήριο παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση, κ.ά.). Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου", ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτηρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτήριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκίαστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων.

Με δεδομένο ότι ο κτηριακός τομέας καταναλώνει περισσότερο από 40% της παραγόμενης ενέργειας στην Ευρώπη, η εξοικονόμηση ενέργειας καθίσταται αυτόματα από τους πλέον δυναμικούς τομείς, αφού με τις τεχνικές που εφαρμόζονται για την υλοποίησή της μπορεί να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου έως και 25%. Το γεγονός αυτό άλλωστε

επιβεβαιώνεται από την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/EK για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτηρίων, η οποία έχει τεθεί σε εφαρμογή στην Ευρώπη από τις 4/1/06. Η χώρα μας, όπως και άλλες ευρωπαϊκές χώρες προσπαθεί να δημιουργήσει τους μηχανισμούς εφαρμογής αυτής της οδηγίας και να εναρμονίσει το ισχύον θεσμικό πλαίσιο με το περιεχόμενό της.



Το πρώτο αυτόνομο ενεργειακά κτήριο στο Παλ. Φάληρο είναι υψηλής αισθητικής και εξασφαλίζει οικονομία ενέργειας έως και 90%



Κτηριακό συγκρότημα στην Κ. Κηφισιά. Ο αύλειος χώρος με τα ειδικά σκίαστρα διαμορφώνουν καλύτερα το βιοκλίμα του.

Φωτογραφίες Γ. Διαμαντάκης, www.ecotec.gr

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε ηλεκτρικό ρεύμα είναι σήμερα δυνατή μέσω της Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας. Τα φωτοβολταϊκά (ή Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με τεράστιο ενδιαφέρον για την Ελλάδα. Εκμεταλλεύόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω της απορρόφησης των φωτονίων της από ειδικούς ημιαγωγούς τοποθετημένους σε ειδικές φωτοβολταϊκές κυψέλες (συλλέκτες). Αυτή η τεχνολογία που εμφανίστηκε στις αρχές του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ έχει μειώσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού με αυτόν τον τρόπο από \$300 σε \$4 το Watt.

Τεχνολογία

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

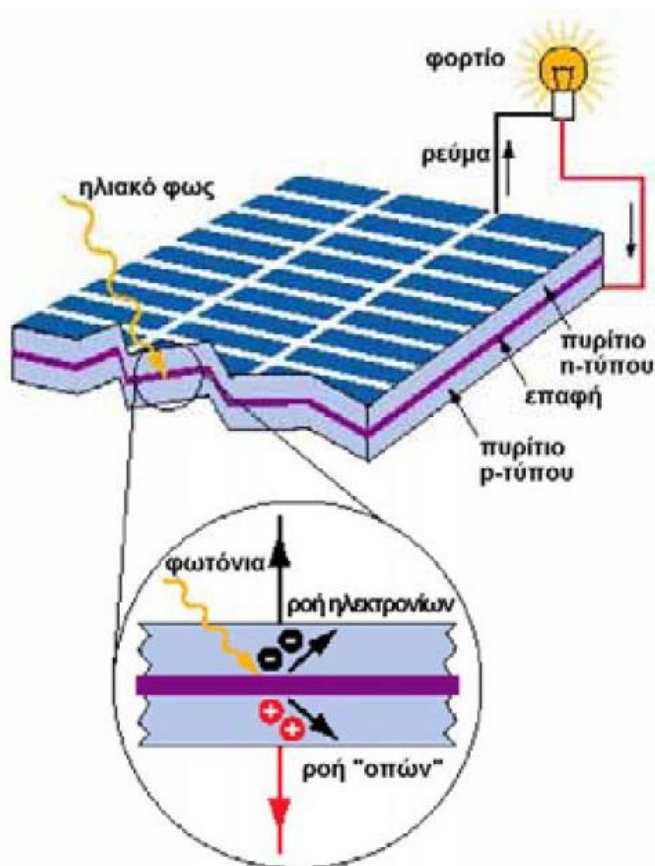
Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι άπίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας

πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος(AC).



Σχήμα . Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο σε μια ηλιακή κυψέλη

Βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα

πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

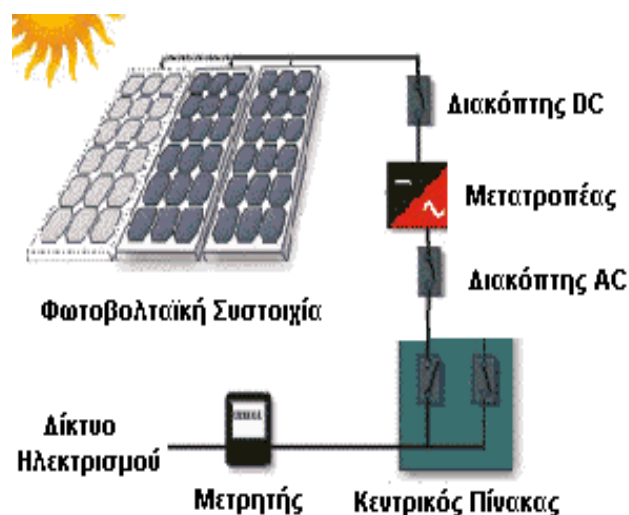
Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

Προϋποθέσεις κτηρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος
- Νότιος προσανατολισμός - Σωστή κλίση (γεωγρ. πλάτος του τόπου $\pm 10^\circ$)
- Κατάλληλος χώρος για ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες

Παραδείγματα ενδεικτικών εφαρμογών.

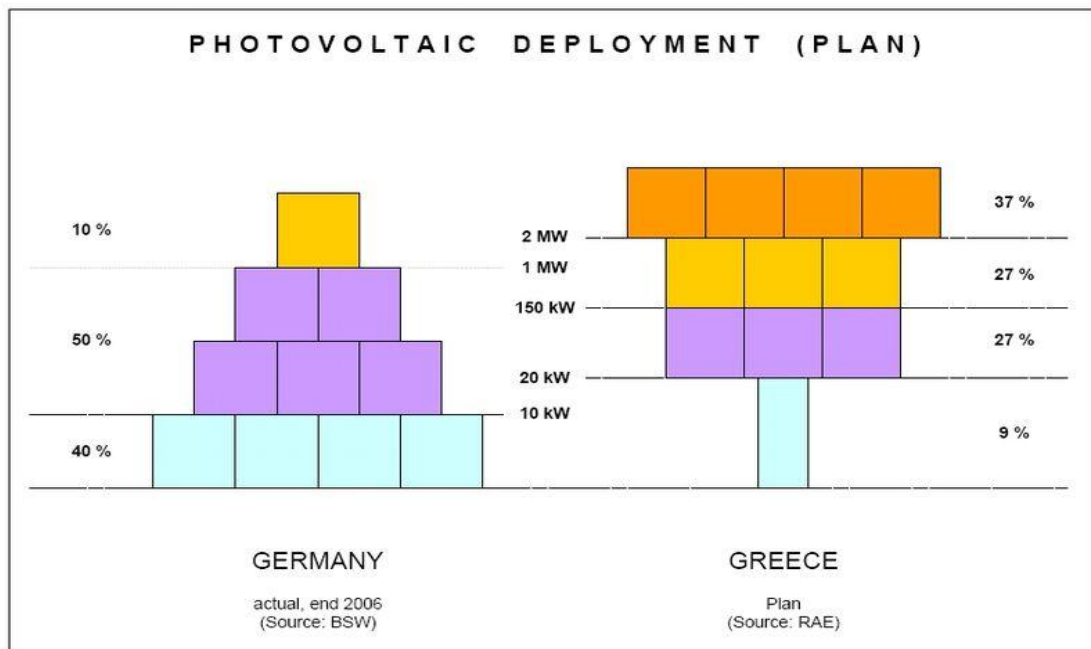
- Ηλιακό σχολείο Γούδουρα Κρήτης
- Φωτοβολταϊκά του ΚΠΕ Καστοριάς (πιλοτική εγκατάσταση ενσωμάτωσης στη στέγη του ΚΠΕ)
- Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών του "Αρκτούρου" στον Αετό Φλώρινας



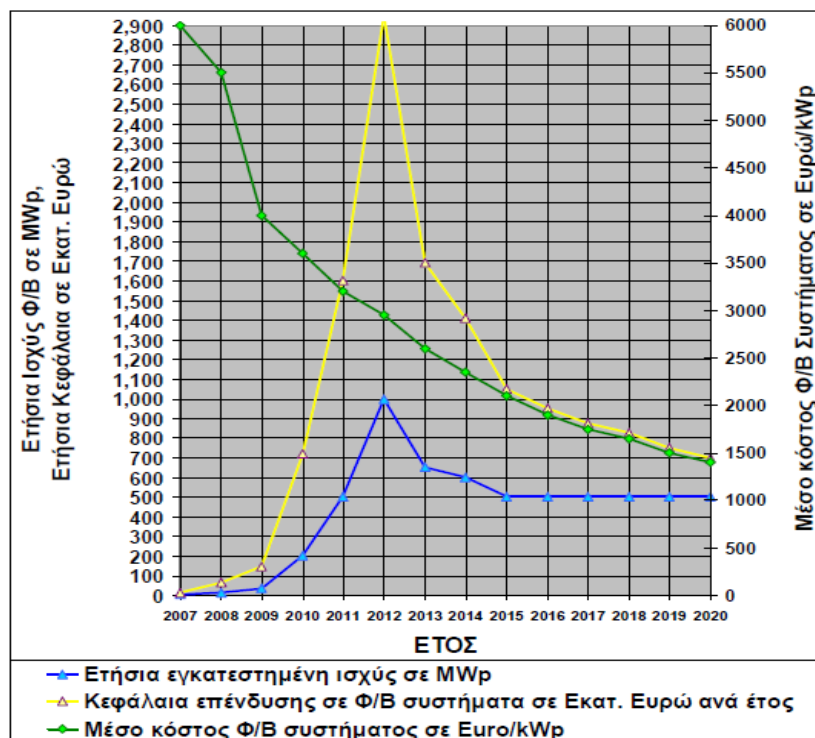
Κίνητρα στην Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο της για το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες, που συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας το ανεξάντλητο ηλιακό δυναμικό. Τώρα μένει να γίνει το ίδιο και ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι προϋποθέσεις μάλιστα για τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα είναι ακόμα καλύτερες, αφού τα Φ/Β συστήματα παρουσιάζουν την μέγιστη παραγωγή ακριβώς εκείνες τις ώρες της ημέρας που και η κατανάλωση (ζήτηση) φτάνει στο μέγιστο και η ΔΕΗ ζητά από όλους τους καταναλωτές να περιορίσουν την ζήτηση ή αναγκάζεται να κάνει περικοπές (ελεγχόμενη συσκότιση). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του νέου επενδυτικού νόμου Ν. 3522/06 και του αναπτυξιακού νόμου Ν. 3299/04 για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας (επιδότηση αγοράς εξοπλισμού έως και 40% ανάλογα με την περιοχή της εγκατάστασης και τα επιχειρηματικά κριτήρια που ικανοποιούνται). Στη συνέχεια, με βάση το νόμο Ν. 3468/06 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ο επενδυτής συνάπτει δεκαετές συμβόλαιο – με μονομερή δυνατότητα ανανέωσης της σύμβασης από την πλευρά του επενδυτή για ακόμη δέκα χρόνια – για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει στον ΔΕΣΜΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) για τις διασυνδεδεμένες περιοχές, ή απευθείας στη ΔΕΗ για τις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές. Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 0,40 έως 0,50 Ευρώ ανά κιλοβατώρα (kWh) ανάλογα με το μέγεθος και την περιοχή της εγκατάστασης. Όμως, και ο ιδιώτης μπορεί να επωφεληθεί του νόμου 3468, πουλώντας την πλεονάζουσα ενέργεια της εγκατάστασης ιδιόχρησης που διαθέτει στις ίδιες ανταγωνιστικές τιμές, με επιπλέον όφελος φοροελάφρυνση έως και 700 Ευρώ.

Τα κίνητρα αυτά έχουν ήδη δείξει τα πρώτα αποτελέσματα, και πλέον βλέπουμε τη δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων σε πολλές περιοχές της χώρας, και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε καινούργια ή και παλιότερα σπίτια. Με την τρέχουσα νομοθεσία η Ελληνική πολιτεία στοχεύει στην δημιουργία μεγάλων ως πολύ μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων, σε αντίθεση με άλλες χώρες, που όπως η Γερμανία στοχεύουν στην ανάπτυξη πολλών μικρών συστημάτων. Μία σχετική σύγκριση φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Τα στοιχεία του διαγράμματος προέρχονται από τον σύνδεσμο εταιρειών ηλιακής ενέργειας της Γερμανίας (BSW) και από την Ελληνική Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).



Τέλος πρόσφατα νομοσχέδια, όπως ο νόμος Ν.3851/2010 που απλοποιεί κάποιες από τις παλιές διαδικασίες αδειοδότησης, δίνουν σημαντικά κίνητρα για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα και στο νησί ιδιαίτερα γεγονός που απεικονίζεται στη ραγδαία αύξηση τους όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα :Σενάριο αυξημένης αρχικής διείσδυσης Φ/Β συστημάτων στο ηλεκτρικό σύστημα με τις συνολικές εγκαταστάσεις Φ/Β να φθάνουν τα 1750 MWp μέχρι τα τέλη 2012 και 6000 MWp το 2020.

Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι αντίστοιχη με την ελληνική. Πολλές πόλεις χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν παράσχει ανάλογα κίνητρα για την εγκατάσταση Φ/Β τόσο σε οικιακές όσο και σε εταιρικές εγκαταστάσεις. Πρόσφατα, η πόλη με την μεγαλύτερη ηλιοφάνεια στην Γερμανία, το Φράϊμπουργκ (Freiburg im Breisgau) διατηρώντας τον τίτλο της "πράσινης πόλης" ανακοίνωσε την εγκατάσταση Φ/Β σε οικίες και δημόσια κτίρια, ενώ τον Οκτώβριο του 2008 φιλοξενήθηκε το διεθνές συνέδριο για τα Φ/Β. Οι οικιακοί καταναλωτές στην πόλη πωλούν τα ποσά ενέργειας που περισσεύουν στον παροχέα ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόμοιες προσπάθειες γίνονται, επίσης, στην Νότια Γαλλία και στην Ιταλία, καθώς οι περιοχές αυτές πλεονεκτούν από την άποψη ημερήσιας ηλιοφάνειας. Προσδοκάται, ωστόσο, η εγκατάσταση Φ/Β και σε βορειότερες περιοχές, ιδιαίτερα όταν βελτιωθεί ο συντελεστής απόδοσής τους.

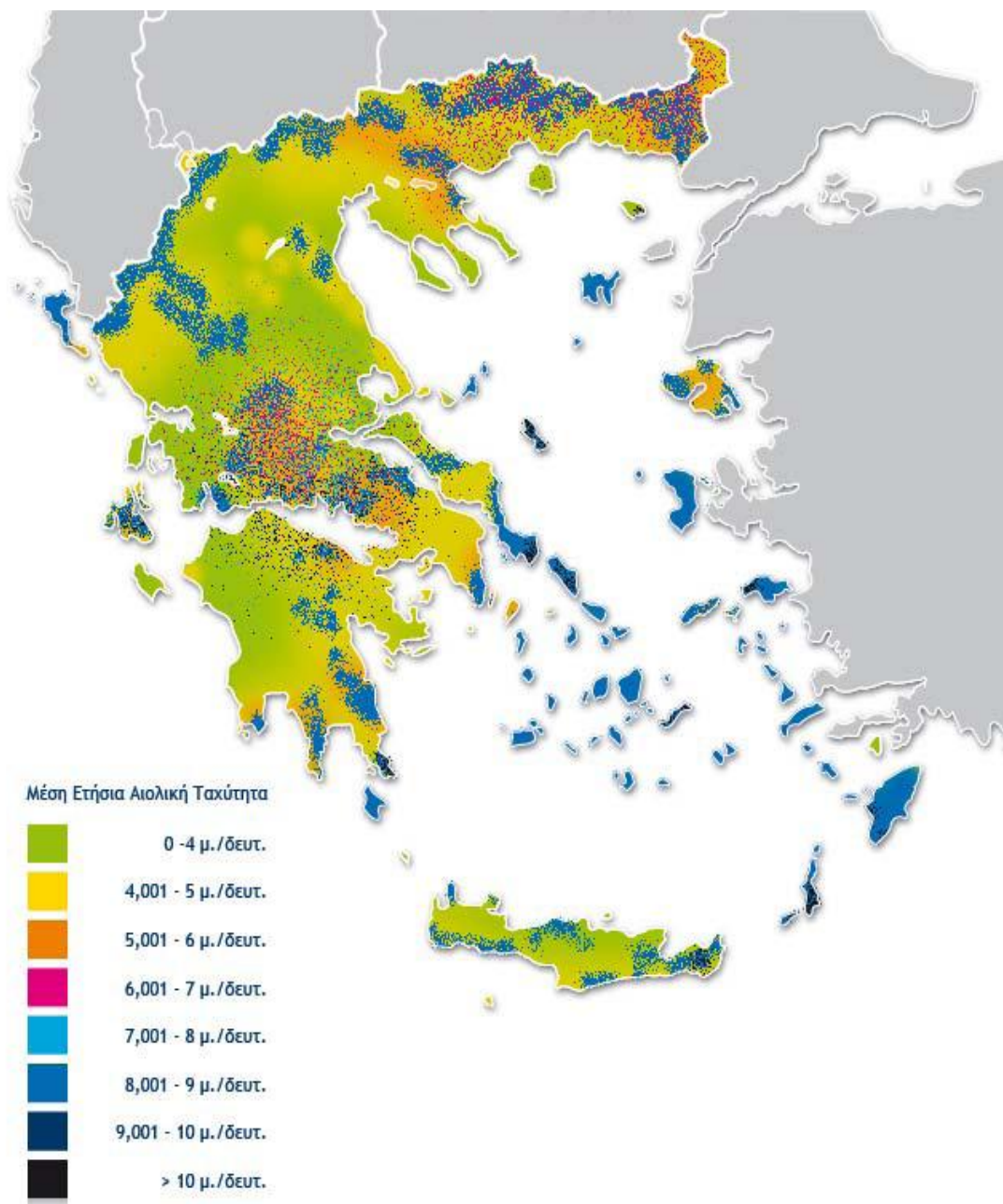
1.3 Αιολική ενέργεια

Γενικά αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Είναι μία πηγή ενέργειας ανεξάντλητη η οποία εάν μπορούσε να αξιοποιηθεί εξολοκλήρου θα παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια υπερδιπλάσια της παγκόσμιας κατανάλωσης (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, 2011).

Η αιολική ενέργεια, αναπτύσσεται ραγδαίως σε παγκόσμια κλίμακα, με τη συνολική παγκόσμια ισχύ να έχει αυξηθεί από λιγότερο από 1.000 MW το 1983 σε 71.146 MW στο τέλος του 2006. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα μεγάλη από το 1997 και μετά, αντικατοπτρίζοντας την υιοθέτηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο και τα ενισχυμένα μέτρα υποστήριξης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (και συγκεκριμένα την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τις Α.Π.Ε.). Η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ευρώπη ισοδυναμούσε με 40.906 MW στο τέλος του 2005 εν συγκρίσει με 47.379 MW στο τέλος του 2006, μία ετήσια αύξηση της τάξης του 15,8% (Πίνδος Ενεργειακή Α.Ε., 2011).

Προκειμένου όμως να αξιοποιηθεί με τα σημερινά τεχνολογικά μέσα και κατά τρόπο οικονομικά βιώσιμο πρέπει οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή να ξεπερνούν τα 5,1 μέτρα το δευτερόλεπτο. Στην ακόλουθο σχήμα 1 παρουσιάζεται η μέση αιολική ταχύτητα σε όλη την ελληνική επικράτεια.



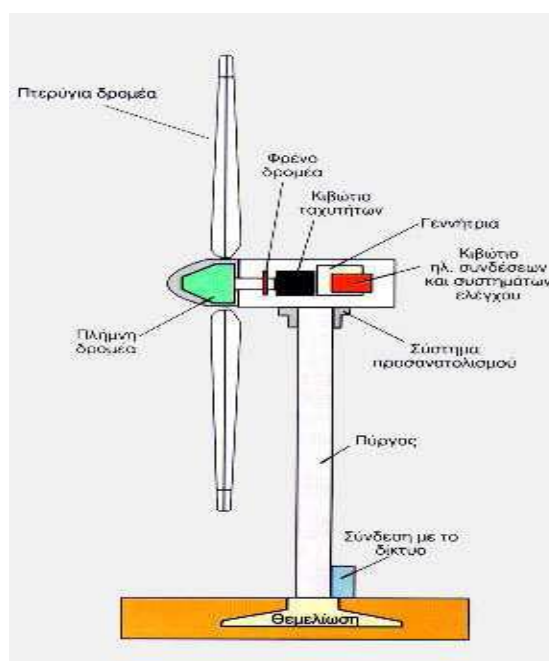
Σχήμα 1. Μέση Ετήσια Αιολική Ταχύτητα (Βραχίμης Μ., 2010)

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Ψαρά, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 Μεγαβάτ. Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης δείχνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, μετά το νόμο 2244/94, ιδιαίτερα στην Κρήτη, όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκατάστασης για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων Μεγαβάτ. Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο.

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός. Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90%. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 kW και μπορούν να συνδεθούν με το ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια ανεμογεννήτρια με κατακόρυφο άξονα και τα μέρη της παρουσιάζονται παρακάτω και εμφανίζονται στο ακολουθιο σχήμα 2.



Σχήμα 2:Ανεμογεννήτρια

Αναλυτικά μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από:

- Το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα.
- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανά του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού των στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.
- Την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους, η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.
- Το σύστημα προσανατολισμού, που αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.
- Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση.
- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου.

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt. Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500KW είναι: ύψος 40-50 μέτρα και διάμετρος δρομέα 40 μέτρα.

Χρησιμότητα αιολικής ενέργειας

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

- Στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη
- Σε σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο, υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων CO₂ ετησίως καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων
- Στη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο Μεγαβάτ αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας
- Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση,

τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης πιθανά προβλήματα αισθητικής.

1.4 Βιομάζα-Βιοενέργεια

Βιομάζα ονομάζεται η ύλη που έχει βιολογική προέλευση, προέρχεται δηλαδή από οποιοδήποτε έμβιο οργανισμό, όπως τα φυτά και τα ζώα και περιλαμβάνει τα πάσης φύσεως ζωικά απόβλητα και φυτικά υπολείμματα, τα βιομηχανικά οργανικά απορρίμματα και τις ενεργειακές καλλιέργειες. Αντιθέτως, βιομάζα δεν είναι τα ορυκτά οργανικά υλικά (όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο) - η βιομάζα είναι φρέσκια οργανική ύλη. Βιομάζα είναι επίσης και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών. Τα προϊόντα αυτά μετατρέπονται μέσω θερμότητας σε βιοκαύσιμα, βιοθερμότητα ή βιοηλεκτρική ενέργεια. Το ξύλο αποτελεί την πιο αρχαία μορφή βιομάζας που γνωρίζουμε.

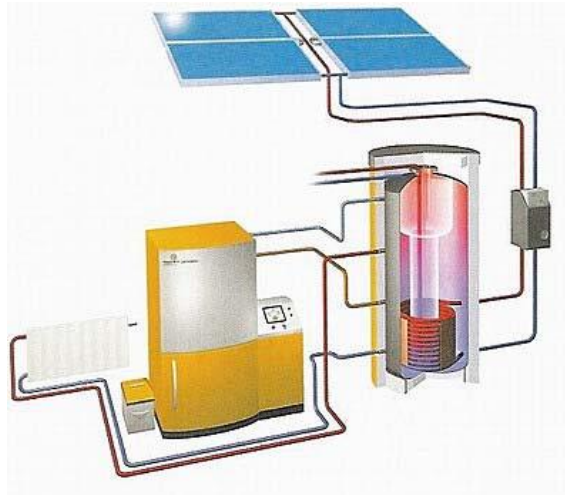
Οι πόροι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα υλικών. Η βιομάζα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:

- **Παραδοσιακή βιομάζα**

Περιορίζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και σε χρήσεις μικρής κλίμακας. Περιλαμβάνει τα καυσόξυλα και το κάρβουνο, την ήρα του ρυζιού, άλλα φυτικά υπολείμματα και την κοπριά ζώων. Χρησιμοποιείται σε ανοιχτά τζάκια για μαγείρεμα και για θέρμανση. Απόβλητα από επεξεργασία ξύλου σε μορφή συσσωματωμάτων βιομάζας (pellets) ή σε κομματάκια μαλακού ξύλου (chips) χρησιμοποιούνται πλέον σε καινοτόμα συστήματα θέρμανσης. Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι πολύ χαμηλές.

- **Σύγχρονη βιομάζα**

Συνήθως αφορά χρήσεις μεγάλης κλίμακας και σκοπό να υποκαταστήσει τις συμβατικές ενεργειακές πηγές των ορυκτών καυσίμων. Περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος και τα γεωργικά υπολείμματα, τα οικιακά απόβλητα, τα βιοαέρια και βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες (όπως έλαια από φυτά). Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και θερμότητας σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Στερεή βιομάζα, όπως τα υπολείμματα ξύλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύση σε ειδικά κατασκευασμένους σταθμούς παραγωγής ενέργειας ή μαζί με άνθρακα σε υπάρχοντες σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα ως καύσιμο. Το βιοαέριο μπορεί να εξαχθεί σε ειδικές εγκαταστάσεις από αγροτικά λύματα, όπως π.χ. η αραιή λάσπη.



Υβριδικό σύστημα θέρμανσης με βιομάζα και ηλιακή ενέργεια.
Πηγή: Greenpeace

Η βιομάζα χρησιμοποιείται:

- Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στην κάλυψη αναγκών ψύξης / θέρμανσης θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων και άλλων βιομηχανιών που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής βιομάζας.
- Στην κάλυψη αναγκών τηλεθέρμανσης χωριών και πόλεων, τα οποία βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας.
- Στην ξήρανση γεωργικών προϊόντων.
- Στην παραγωγή υγρών καυσίμων κινητήρων.

Αποτελεί μια πηγή ενέργειας, που ανανεώνεται συνεχώς λόγω της φωτοσύνθεσης. Συγκεκριμένα με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται η ηλιακή ενέργεια και μετατρέπεται σε χημική. Κατά την καύση της βιομάζας, η δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενώ το διοξείδιο του άνθρακα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Τα ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στην τέφρα εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία.

Η βιομάζα, η οποία αποτέλεσε το πρώτο χρησιμοποιούμενο από τον άνθρωπο καύσιμο, καλύπτει περίπου το 3,3% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στην Ελλάδα και το 5% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην Ελλάδα ο αγροτικός τομέας αποτελεί άνω του 5% του ΑΕΠ, σχεδόν το τριπλάσιο του μέσου όρου 1.8% της ΕΕ. Επομένως, οι εταιρείες που ασχολούνται με βιομάζα και βιοκαύσιμα έχουν άφθονες πηγές πρώτων υλών.

Επιπλέον οι νέες τεχνολογίες για την αξιοποίηση της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή, σε συνδυασμένο κύκλο και σε παραγωγή θερμότητας μπορεί να φθάσει σε αξιόλογα ποσοστά. Η εμπειρία των ευρωπαϊκών χωρών έδειξε ότι η χρήση βιομάζας είναι τελικά φθηνότερη για τον καταναλωτή από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι σύγχρονοι λέβητες βιομάζας αποδεικνύονται φθηνότεροι. Παράλληλα, τα σύγχρονα συστήματα βιομάζας χρησιμοποιούνται ολοένα και συχνότερα σε υβριδικές εφαρμογές, ενώ μπορούν να παράσχουν μία διέξοδο σε πολλούς αγρότες, οι οποίοι είτε

μπορούν να στραφούν σε ενεργειακές καλλιέργειες είτε να αξιοποιήσουν τα αγροτικά και κτηνοτροφικά παραπροϊόντα που σήμερα θεωρούνται απόβλητα και η καταστροφή τους συνεπάγεται επιπλέον κόστος. Το δυναμικό παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι τεράστιο. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα θα μπορούσε να αποδώσει 9% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας και 24% των ενεργειακών αναγκών μέχρι το 2020. Η χρήση της βιομάζας σε συνδυασμένα συστήματα παραγωγής θερμότητας και ενέργειας είναι η πλέον αποδοτική λύση.

Τέλος Στα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αναφέρονται το κόστος συλλογής και επεξεργασίας των υλικών, καθώς και το μικρό ενεργειακό περιεχόμενο σε σχέση με ίση μάζα καύσιμου απολιθωμάτων.

1.5 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη γη. Παραδείγματα πηγών γεωθερμικής ενέργειας αποτελούν τα ηφαίστεια, οι πίδακες θερμού νερού, ατμού και αερίων.

Οι δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας είναι:

- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.
- Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

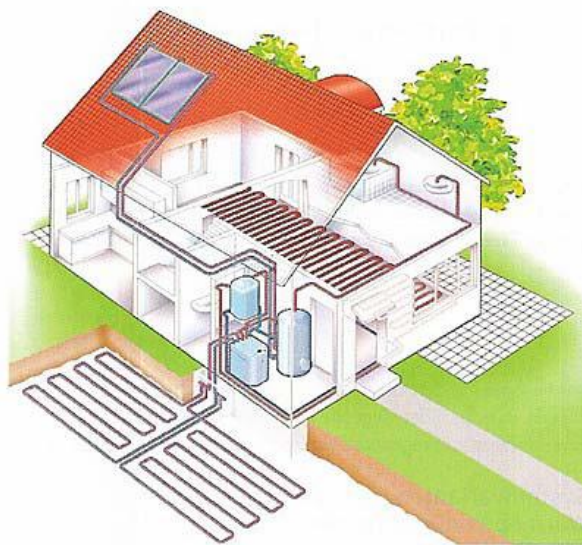
Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και
- β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.

ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή (αν η θερμοκρασία τους είναι πάνω από 25°C, τότε σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά), πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα, που συνήθως είναι βρόχινο νερό, που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια (γεωθερμικό κοίτασμα)

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδροβίων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες (25 έως 30 C). Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η θέρμανση οικισμών. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με την βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση). Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική α αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150oC) μπορεί να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού.



Πηγή: Greenpeace

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας ευνοεί τις γεωθερμικές πηγές, υψηλής και χαμηλής θερμοκρασίας. Οι πηγές υψηλής θερμοκρασίας είναι κατάλληλες για την παραγωγή ενέργειας, καθώς και για θέρμανση και ψύξη και εντοπίζονται σε βάθος 1-2 χιλιομέτρων στα νησιά της Μήλου, Σαντορίνης και Νισύρου. Επίσης, πηγές υψηλής θερμοκρασίας έχουν εντοπιστεί στα νησιά της Λέσβου, Χίου και Σαμοθράκης σε βάθος 2-3 χιλιομέτρων, καθώς και στα λεκανοπέδια της Κεντρικής-Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

Οι πηγές χαμηλής θερμοκρασίας εντοπίζονται στις πεδιάδες της Μακεδονίας και της Θράκης και στη γειτονιά κάθε μιας από τις 56 θερμές πηγές της χώρας. Σε αυτές περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων τα Λουτρά Σαμοθράκης, η Λέσβος, η Χίος, η Αλεξανδρούπολη, οι Σέρρες, οι Θερμοπύλες και η Χαλκιδική.

(Δ.Χαραλαμπόπουλος, 2000).

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συμβάλλει στην: - Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου - Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση κατανάλωσης των εγχώριων

αποθεμάτων λιγνίτη - Καθαρότερη ατμόσφαιρα (άμβλυση φαινομένου θερμοκηπίου, περιορισμό της όξινης βροχής)

Από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας είναι ενδεχόμενο να προκύψουν προβλήματα δύσσοσμων αερίων (υδρόθειο) και προβλήματα διάβρωσης των σωληνώσεων μεταφοράς ρευστών.

1.6 Υδατοπτώσεις / Υδροηλεκτρικά Συστήματα

Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται μια φυσική συνεχή μέθοδο - την διαδικασία που προκαλεί τη βροχή και δημιουργεί τα ποτάμια. Λιγότερες βροχές σημαίνει λιγότερο νερό και λιγότερη παραγωγή ηλεκτρισμού. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας.

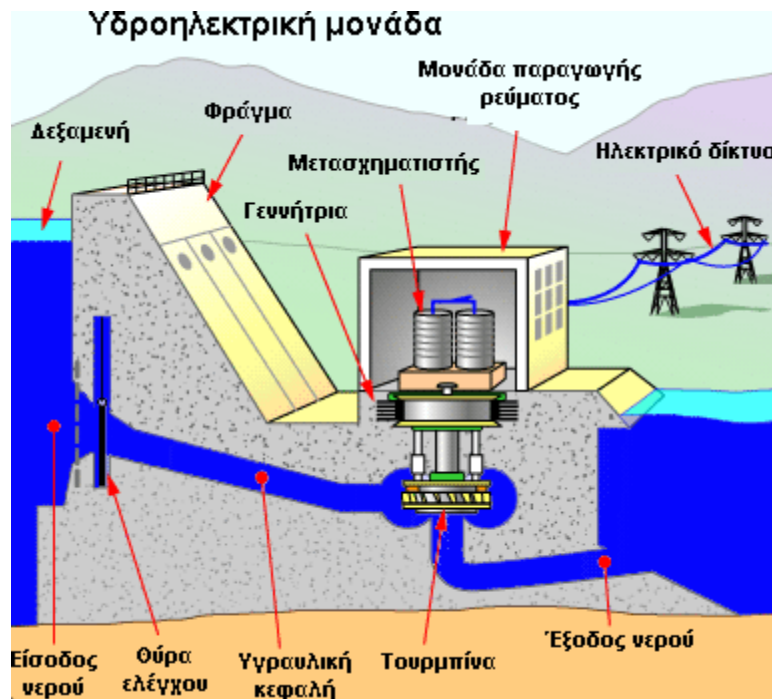
Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Εν συντομία το νερό όταν βρίσκεται σε οποιοδήποτε μέρος υψηλότερο από τη στάθμη της θάλασσας αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη ενέργεια.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή κλπ.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα. Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.



Πηγή: ΚΠΕ Καστοριάς

Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο .

Οι Υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Ένας μετασχηματιστής παίρνει το εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπει σε ρεύμα υψηλής τάσης. Διαφορετικά από ό,τι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Είναι εύκολα κατανοητό πως, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής.

Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η κοιλάδα των Μύλων του Ρεθύμνου είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα περιοχής με παραδοσιακή χρήση νερόμυλων μαζί με τα μικρά υδροηλεκτρικά της κοιλάδας των Ποταμών και τη Γέργερη.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως μόνο τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι μεγάλες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, παρόλο που παρουσιάζουν πολλά περιβαλλοντολογικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, δεν περιλαμβάνονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λόγω της ογκώδους παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον (Αγίς Μ. Παπαδόπουλος, 2002). Αναλυτικότερα, η μικρής κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφέρει σημαντικά από τη μεγάλη κλίμακας σε ό,τι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για τη συγκέντρωση νερού περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW σε μέγεθος χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες και ήπιες πηγές ενέργειας. Οι μεγάλες μονάδες θεωρούνται ανανεώσιμες αλλά όχι ήπιες, δεδομένου ότι αλλοιώνουν σημαντικά το περιβάλλον.

1.7 Ενέργεια από τους ωκεανούς

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι από τους οποίους δύναται η εκμετάλλευση της ενέργειας της θάλασσας:

- **Παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)**

Η αξιοποίηση της παλίρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Συγκεκριμένα, εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό παγιδεύεται σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί

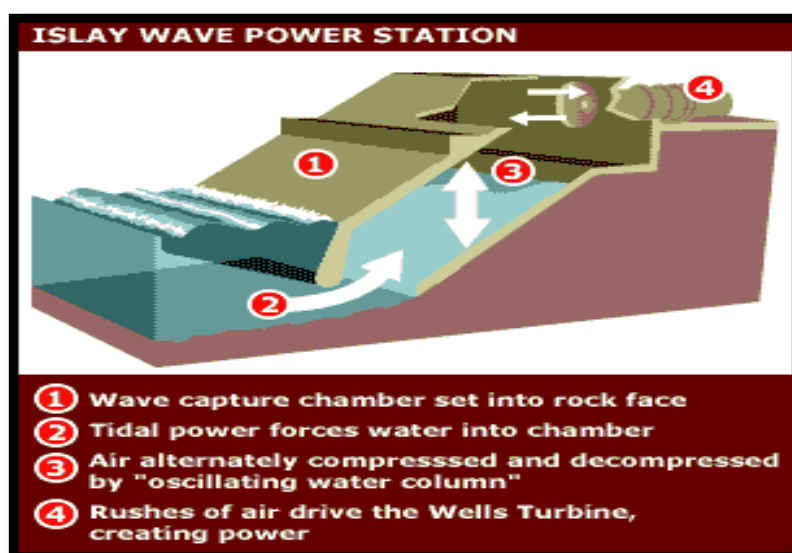
σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό LaRance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

Ενώ η παλιρροϊκή ενέργεια προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, υπάρχουν ωστόσο σημαντικά περιβαλλοντικά μειονεκτήματα. Η κατασκευή δεξαμενών στις εκβολές ποταμών μπορεί να αυξήσει το ιζήμα και τη θολερότητα του νερού στη δεξαμενή. Επιπλέον, θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στη ναυσιπλοΐα και τον τουρισμό, αφού το βάθος της θαλάσσιας περιοχής θα μειωθεί λόγω αύξησης του ιζήματος. Πιθανόν το μεγαλύτερο πρόβλημα που θα μπορούσε να δημιουργήσει μια τέτοια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι οι επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Προς το παρόν πολύ λίγες μονάδες είναι σε λειτουργία για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε όλες τις συνέπειες που έχουν στο περιβάλλον.

- **Κύματα (γεννήτρια LIMPET 500)**

Η γεννήτρια από το κύμα σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε από την Wavegen και ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Queen στο Μπέλφαστ με μια οικονομική υποστήριξη από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Γνωστή ως LIMPET 500 (πεταλίδα) (Land Installed Marine Energy Powered Transformer), μπορεί να τροφοδοτήσει με 500 KW του ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο ενός νησιού.



Η γεννήτρια ισχύος αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία:

- Έναν συλλέκτη ενέργειας των κυμάτων
- Μια γεννήτρια για να μετατρέψει αυτήν την ενέργεια σε ηλεκτρική

Ο συλλέκτης ενέργειας περιλαμβάνει ένα επικλινές ενισχυμένο κέλυφος χτισμένο στο βράχο στην ακτή με μια είσοδο αρκετά μεγάλη για να επιτρέψει στο θαλασσινό νερό να εισέλθει ελεύθερα και να αφήσει ένα κεντρικό θάλαμο. Καθώς τα κύματα εισέρχονται το κέλυφος του θαλάμου, το επίπεδο του νερού ανεβαίνει, συμπιέζοντας τον αέρα στην κορυφή του θαλάμου.

Ο στρόβιλος έχει σχεδιαστεί για να συνεχίζει την περιστροφή του με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα από την κατεύθυνση της ροής του αέρα. Το νερό στο εσωτερικό του θαλάμου υποχωρεί καθώς τα κύματα μετακινούνται προς τα πίσω, ο αέρας τότε αναρροφάται πάλι υπό πίεση μέσα στο θάλαμο, διατηρώντας το στρόβιλο να κινείται. Αυτή η συνεχής ροή του αέρα προς τις δύο κατευθύνσεις, που δημιουργήθηκε από την κυμαινόμενη στήλη νερού, παράγει αρκετή κίνηση στο στρόβιλο ο οποίος είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια με σκοπό την μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρισμό.

Με λίγα λόγια η ενέργεια των κυμάτων περιστρέφει την τουρμπίνα με βάση την πίεση του αέρα. Σε αυτόν τον τύπο εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων μπορούμε να εφαρμόσουμε και μια τουρμπίνα Τέσλα με σκοπό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Θερμοκρασιακές διαφορές του νερού**

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

2. NIKOLA TESLA

2.1 ΖΩΗ ΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑ TESLA

Τα πρώτα χρόνια

Γεννημένος στο Σμίλιαν στην περιοχή Λίκα της σημερινής Κροατίας, άνηκε στη Σερβική κοινότητα της Αυστριακής Αυτοκρατορίας και αργότερα έγινε αμερικανός πολίτης. Πατέρας του ήταν ο ορθόδοξος ιερέας του χωριού Σμίλιαν (το όνομα του χωριού προέρχεται από τη σερβική λέξη για το φυτό Αμάραντος που είναι *смиље / smilje* [σμίλιε]) Μιλούτιν Τέσλα (1819-1879), μητέρα του ήταν η Γκεοργκίνα-Τζούκα Μάντιτς (1822-1892), κόρη ορθόδοξου ιερέα, ενώ και τα αδέρφια της ήταν μέλη του κλήρου της χώρας. Ο ένας ήταν ο Μητροπολίτης Νικόλα Μάντιτς και ο άλλος ο μοναχός Πέταρ Μάντιτς. Επίσης είχε έναν μεγαλύτερο κατά επτά χρόνια αδερφό τον Ντάνε Τέσλα, ο οποίος έχασε τη ζωή του, όταν ο Νικόλα ήταν επτά ετών, πέφτοντας από το άλογο ενώ έκανε ιππασία. Ο Νικόλα από μικρή ηλικία εντυπωσιάστηκε από το φαινόμενο του ηλεκτρισμού όταν άρχισε να τρίβει το τρίχωμα των ζώων που είχανε στο πατρικό του. Από μικρός ήταν βιβλιόφιλος καθώς διάβαζε τα περιοδικά που δημοσίευε ποίηση ο πατέρας του και λάτρευε τον Ιούλιο Βέρν (1828-1905) και τον Εμίλ Ζολά (1840-1902).

Σπουδές

Το 1863 μετακόμισε με τους γονείς του στο Γκόσπιτς όπου ο Νικόλα έλαβε τη βασική εκπαίδευση και έμαθε τη γερμανική γλώσσα. Το 1870 ο Νικόλα συνέχισε την εκπαίδευση του μέχρι το 1873 στο Real Gymnasium στην πόλη Ράκοβατς, κοντά στο Κάρλοβατς (σημερινό Κόρντουν) όπου και έμενε στο σπίτι της θείας του Στάνκα Μπράνκοβιτς. Εκεί ο καθηγητής του Μάρτιν Σέκουλιτς, μαζί με το συμμαθητή του Ιούλιους Μπαρτόκοβιτς, τον παρότρυναν να ασχοληθεί περισσότερο με τη μελέτη του ηλεκτρομαγνητισμού. Τελικά στις 26 του Ιουνίου του έτους 1873 αποφοίτησε με βαθμό «πολύ καλά» και επέστρεψε στη γενέτειρα του όπου προσβλήθηκε από χολέρα. Το 1875 θεραπευμένος από την αρρώστια ζήτησε και του δόθηκαν δύο υποτροφίες από τη διοίκηση της Βόινα Κράνα και από τη Στρατιωτική Περιφέρεια του Κάρλοβατς για την Ανώτατη Πολυτεχνική Σχολή του Γκράτς. Αξίζει να αναφέρουμε ότι άλλες τρεις παρόμοιες σχολές βρισκόντουσαν στη Βιέννη, στο Μπρνο και στη Πράγα. Στο Γκράτς ο Νικόλα έγινε μέλος της σερβικής εθνικιστικής φοιτητικής ομάδας Σερμπάντια η οποία του χρηματοδότησε διαλέξεις όπως τη «Περί Τριχοειδών Αγγείων» και «Περί Μυτών» ενώ επίσης τον βοήθησαν να ανεβάσει θεατρικές παραστάσεις. Το 1877 αντιμετώπισε οικονομικά προβλήματα και δεν μπορούσε να καλύψει οικονομικά τις σπουδές του κι έτσι στράφηκε στην άσωτη ζωή. Το 1878 το πανεπιστήμιο τον έδιωξε από τους χώρους του χωρίς φυσικά να πάρει πτυχίο. Το 1879 ο Νικόλα επιστρέφει για το θάνατο του πατέρα του στη γενέθλια πόλη του αλλά δεν κάθεται για πολύ καθώς εγγράφεται στη φυσικομαθηματική σχολή της Πράγας. Αντιμετώπισε όμως πάλι οικονομικά προβλήματα και έτσι σε ηλικία 24 ετών έφυγε από τη Πράγα χωρίς να αποκτήσει πάλι κάποιο πτυχίο ενώ αποφάσισε να εγκαταλείψει τις σπουδές για να αφοσιωθεί στην τεχνική εμπειρία.

Αρχή της καριέρας του

Μετά τη Πράγα φεύγει για τη Βουδαπέστη όπου βρίσκει εργασία ως τεχνικός σχεδιαστής στο Κεντρικό Τηλεγραφικό Γραφείο της Ουγγαρίας. Οι ικανότητες του ξεχώρισαν και για αυτό σύντομα έγινε προϊστάμενος του τηλεφωνικού κέντρου της πόλης. Αργότερα η διεύθυνση του γραφείου τον στέλνει στο Παρίσι ως εξωτερικό συνεργάτη. Το 1883 του δόθηκε η ευκαιρία να αφήσει έκθαμβους τους πάντες στα γραφεία της εταιρείας Edison's Club for Europe για την οποία εργαζόταν, όταν τον έστειλαν να διορθώσει τον ηλεκτρικό σταθμό του Στρασβούργου στον οποίο σημειώθηκε έκρηξη ακριβώς όταν τον επισκεπτόταν ο Γερμανός Κάιζερ Γουλιέλμος ο Α'. Ο Τέσλα διόρθωσε τη βλάβη και το σταθμό με επιτυχία το 1884 οπότε ο Τσάρλς Μπάρτσελορ τον συμβούλεψε να επισκεπτεί τον Τόμας Άλβα Έντισον (1841-1931).

Ο Τέσλα στις Η.Π.Α.

Ο Τέσλα έφτασε στις Η.Π.Α. το 1884 με το πλοίο Saturnia στα 28 του χρόνια. Αμέσως πήγε και συναντήθηκε με τον Έντισον, ο οποίος του ανέθεσε την πρώτη του δουλειά. Να επισκευάσει τη γεννήτρια του ατμόπλοιου Όρεγκον. Οι σχέσεις των δυο αντρών δεν ήταν ποτέ καλές διότι ο Έντισον ήταν άνθρωπος πρακτικός και βασιζόταν περισσότερο στην εργατικότητα και στις εμπειρίες του, πράγμα που ερχόταν σε αντίθεση με τον Τέσλα που ήταν ένας άνθρωπος με ιδανικά, διανοούμενος και πιο πολύ θεωρητικός. Ακόμα είχαν διαφωνίες στο αντικείμενο τις δουλειές τους καθώς ο Έντισον ήταν υποστηρικτής της χρήσης του συνεχούς ρεύματος ενώ ο Νικόλα υποστήριζε τη χρήση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Φήμες θέλουν τον Έντισον να είχε ενοχληθεί από την ενασχόληση του Τέσλα με μυστικιστικές θεωρίες και πειράματα. Γεγονός είναι πάντως ότι οι δρόμοι των δυο μεγάλων εφευρετών να χωρίζουν κάπου στο 1886 και ο Τέσλα μετά από κάποιες αποτυχημένες επιχειρηματικές του ενέργειες να βρίσκει νέο χρηματοδότη για τα πειράματα του το 1887. Ο νέος χρηματοδότης ήταν ο διευθυντής της τηλεγραφικής εταιρείας Western Union A. Μπράουν, ο οποίος του έστησε το εργαστήριο του, λίγα τετράγωνα πιο πάνω από το εργαστήριο του Έντισον, στην οδό Liberty στον αριθμό 89. Τον Οκτώβρη του 1887 η πατέντα του με το όνομα Πολυφασικό Σύστημα Τέσλα κατοχυρώθηκε στην Αμερικάνικη Επιτροπή Ευρεσιτεχνιών. Το 1888 ο Τέσλα έδωσε μια διάλεξη με θέμα «Το Νέο Σύστημα Κινητήρων και Μετασχηματισμών Εναλλασσόμενου Ρεύματος», στο Αμερικάνικο Ινστιτούτο Ηλεκτρομηχανικής, η οποία έδωσε το έναυσμα στον βιομήχανο Τζώρτζ Γουέστινχαουζ (1846-1914) να συνεργαστεί μαζί του. Ο Έντισον με τον χρηματοδότη του Μόργκαν άνοιξαν μέτωπο δυσφήμισης εναντίον του Τέσλα και των χρηματοδοτών του Γουέστινχαουζ και Μπράουν και ειδικά όταν ο τελευταίος πούλησε στις φυλακές Σινγκ-Σινγκ το σχέδιο κατασκευής και λειτουργίας της ηλεκτρικής καρέκλας με εναλλασσόμενο ρεύμα του Τέσλα. Η διοίκηση συμφώνησε και το 1890 έπειτα από πολλές επαναλήψεις εκτέλεσαν τον πρώτο κατάδικο στην ηλεκτρική καρέκλα, τον Γουίλιαμ Κέμλερ. Στη συνέχεια ο Γουέστινχαουζ αντιμετώπιζε οικονομικά

προβλήματα και δεν μπόρεσε να καταβάλλει την αμοιβή του Τέσλα, ο οποίος όμως συνέχιζε να δουλεύει αφιλοκερδώς για αυτόν. Την ίδια στιγμή η εταιρεία του Μόργκαν, Thompson Huston “άνθιζε” και εξαγόρασε την General Electric του Έντισον, η οποία συνεχίζει να υφίσταται μέχρι σήμερα με την ίδια ονομασία.

2.2 Η κορύφωση της δόξας και η προσπάθεια χαρακτηρισμού του ως τρελό

Το διάστημα 1890-1891 ο Τέσλα έδωσε δεκάδες διαλέξεις για το εναλλασσόμενο ρεύμα και τη χρήση του. Το 1891 ο Τέσλα εφηύρε το πηνίο Τέσλα (Tesla coil). Το 1892 ο Τέσλα έλαβε μήνυμα ότι η μητέρα του πεθαίνει οπότε βρήκε ευκαιρία να δώσει σειρά διαλέξεων στο Λονδίνο και να γνωριστεί με τη βασιλική οικογένεια της Μεγάλης Βρετανίας και ύστερα στο Παρίσι. Στη συνέχεια πήγε να επισκεφθεί την ετοιμοθάνατη μητέρα του και μετά πήγε στο Βελιγράδι όπου τον βράβευσε ο βασιλιάς και η Σέρβικη Βασιλική Ακαδημία. Το 1892 έως το 1903 ο Τέσλα αγωνιζόταν να αποδείξει ότι η εκπομπή και λήψη ραδιοκυμάτων ήταν δική του εφεύρεση καθώς στηριζόταν σε 13 δικές του πατέντες και όχι του Ιταλού Μαρκόνι. Τελικά ο Τέσλα δικαιώθηκε το 1940, ενώ αναγνωρίστηκε ως ο εφευρέτης του ραδιοφώνου το 1955. Παράλληλα τη νύχτα της 1η Μαΐου του έτους 1893 στη Διεθνή Έκθεση του Σικάγο, ο Γκρόβερ Κλήβελαντ, ο 24ος πρόεδρος των Η.Π.Α., φωταγώγησε την πόλη του Σικάγου με λάμπες που λειτουργούσαν με εναλλασσόμενο ρεύμα. Στο περίπτερο του Τέσλα και του Γουέστινχαουζ στην έκθεση επικρατούσε πανηγυρικό κλίμα. Το 1895 ο Ρέντγκεν με τη βοήθεια του Τέσλα μπορούσε να παινυτεί ότι εφεύρε τις ακτίνες Χ και έτσι η φήμη του Τέσλα εκτοξεύτηκε. Κατόπιν δήλωσε ότι είχε καταγωγή από εξωγήινους πολιτισμούς, πράγμα που συνάδει με τη σημερινή θεωρία της πανσπερμίας του σύμπαντος. Το 1898 ισχυρίστηκε δημιουργώντας και χρησιμοποιώντας μια συσκευή τηλεγεωδυναμικής ήταν υπεύθυνος για μικρό σεισμό που συνέβη στη Νέα Υόρκη. Σήμερα γνωρίζουμε πως η πρόκληση σεισμών με ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς (EMP ή ΗΜΠ) είναι όντως εφικτή. Εκείνη την περίοδο, η φήμη του Τέσλα στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν μεγαλύτερη από κάθε άλλου εφευρέτη ή επιστήμονα στη λαϊκή συνείδηση, αλλά λόγω της εκκεντρικότητάς του και των περιεργών και θεωρούμενων ως εξωφρενικών ισχυρισμών του για τις δυνατότητες της επιστημονικής και τεχνολογικής ανάπτυξης να βοηθήσουν την εκτόξευση του ανθρώπινου πολιτισμού σε άλλη κλίμακα, τελικά εξοστρακίστηκε σαν τρελός επιστήμονας. Από το 1898 έως το 1903 ο Τέσλα άλλαξε αρκετούς χρηματοδότες ενώ είχε αποτραβηχτεί σε πειράματα για τη λεγόμενη «ελεύθερη ενέργεια» στο Κολοράντο Σπρίνγκς (Colorado Springs) και στο Λόνγκ Άιλαντ (Long Island), για τα οποία δε γνωρίζουμε πολλά και τα οποία διακόπηκαν εντελώς ξαφνικά λόγω παύσης χρηματοδότησης όταν αποκάλυψε στο χρηματοδότη του J. P. Morgan ότι η ελεύθερη ενέργεια θα μοιραζόταν δωρεάν. Έως το 1910 ο Τέσλα είχε ξεχαστεί ή παραγκωνιστεί λόγω των νέων εφευρέσεων και θεωριών των αδερφών Ράιτ, των Κιουρί και του Αϊνστάιν και της εμμονής του Νικολά να θεωρεί τον εαυτό του και τις εφευρέσεις του υπαίτιους για την έκρηξη στη Τουγκούσκα. Από το 1915 έως το 1917 κέρδισε πολλές διακρίσεις από διάφορες ακαδημίες αλλά έχασε την ευκαιρία να προταθεί για Νόμπελ φυσικής από τον Έντισον. Το 1916 νέα κόντρα ξεκίνησε στους κόλπους των φυσικών από τους οπαδούς της θεωρίας

του Τέσλα, κυματική θεωρία, εναντίον των οπαδών της θεωρίας του Αϊνστάιν, ατομική θεωρία. Από το 1918 έως το 1922 κατοχύρωσε διάφορες πατέντες και ευρεσιτεχνίες για τη μηχανική των υγρών οι οποίες αγοράστηκαν από διάφορες εταιρίες για να τις εμπορευματοποιήσουν. Το 1924 ο Τέσλα ισχυρίστηκε ότι είχε εφεύρει την περιβόητη «ακτίνα θανάτου», ένα υπερόπλο ικανό να καταστρέψει μεγάλες εκτάσεις δηλαδή έως και 10000 αεροπλάνα σε απόσταση 200 μιλίων, ενώ επίσης ισχυρίστηκε ότι αυτό ήταν υπεύθυνο για την έκρηξη στην Τουγκούσκα, φυσικά οι δημοσιογράφοι και ο επιστημονικός κόσμος τον περιγέλασαν ενώ μέχρι σήμερα οι μελετητές εντάσσουν αυτή την εφεύρεση στο τομέα των ανεξήγητων φαινομένων και γεγονότων. Σήμερα η προσπάθεια αποκρυπτογράφησης μέρους των θεωριών και ανακαλύψεων του Τέσλα γίνεται με συστήματα όπως το Haarp. Το 1926, όταν έγινε 70 χρονών, τα πανεπιστήμια του Βελιγραδίου και του Ζάγκρεμπ τον εξέλεξαν ως επίτιμο διδάκτορα.

2.3 Το τέλος του Τέσλα

Από το 1936 έως το θάνατο του το FBI παρακολουθούσε τις συνομιλίες και τις κινήσεις του Τέσλα φοβούμενοι ότι είχε αναπτύξει φιλικές σχέσεις με την σταλινική Σοβιετική Ένωση. Το 1937 ένα αμάξι χτύπησε τον Τέσλα σπάζοντάς του αρκετά πλευρά και κλονίζοντας σοβαρά την υγεία του. Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι ο Νίκολα Τέσλα είχε να αρρωστήσει από τα 30 του χρόνια, όπως δήλωνε ο ίδιος, ο οποίος πίστευε ότι για αυτό “φταίνε” τα πειράματά του. Το κράτος της Γιουγκοσλαβίας, μετά το ατύχημα του, του έβγαλε ισόβια σύνταξη.

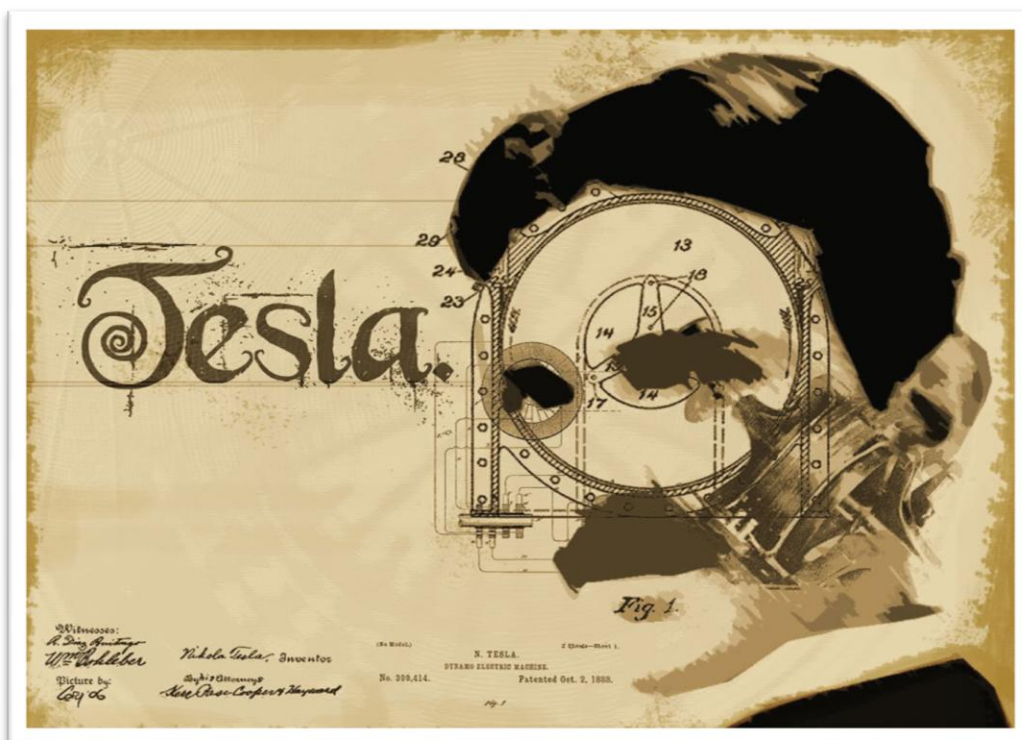


Δοχείο με την τέφρα του Τέσλα

Το 1941, με την επέκταση του ναζισμού στην Ευρώπη και τον αναβρασμό του παγκοσμίου πολέμου, ο Τέσλα βάλθηκε να κατασκευάσει ένα «νέο» υπερόπλο για να σώσει την πατρίδα του. Τελικά πέθανε το 1943 στις 7 του Γενάρη αλλά τον βρήκανε νεκρό δυο μέρες μετά γιατί είχε κρεμάσει, όπως έκανε πάντα, στην πόρτα του δωματίου του «ΜΗΝ ΕΝΟΧΛΕΙΤΕ ΕΡΓΑΖΟΜΑΙ».

Υστεροφημία

Ο Τέσλα είναι κυρίως γνωστός για τις επαναστατικές του συνεισφορές στους κλάδους του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού στα τέλη του 19ου και τις αρχές του 20ου αιώνα. Οι ανακαλύψεις και η θεωρητική εργασία του αποτέλεσαν τη βάση για την εφαρμογή του σημερινού συστήματος εναλλασσόμενου ρεύματος. Εφευρέσεις όπως τα πολυφασικά συστήματα διανομής ισχύος και ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος συντέλεσαν στην εκδήλωση της Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης. Η μονάδα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο SI, το Τέσλα, ονομάστηκε προς τιμή του στο Γενικό Συνέδριο Μέτρων και Σταθμών του Παρισιού το 1960. Εκτός από τη δουλειά του στον ηλεκτρομαγνητισμό και τα συστήματα ισχύος, ο Τέσλα λέγεται ότι έχει συνεισφορές και στη θεμελίωση της ρομποτικής, του τηλεχειρισμού, στην ανάπτυξη του ραντάρ και της επιστήμης υπολογιστών, όπως και στην επέκταση της βαλλιστικής, της πυρηνικής και θεωρητικής φυσικής. Το 1943 το Ανώτατο Δικαστήριο των Ηνωμένων Πολιτειών τον αναγνώρισε σαν τον εφευρέτη της ασύρματης επικοινωνίας. Ο Τέσλα ισχυριζόταν, μέσα σε όλες τις άλλες θεωρίες του, ότι το 2035 η μόλυνση του νερού θα είναι πολύ χαμηλή, τα ποσοστά παραγωγής δημητριακών πολύ υψηλά, αναδάσωση όλων των καμένων και άνυδρων περιοχών και εκμετάλλευση των πηγών ενέργειας με τρόπο φιλικό για το περιβάλλον. Σύγχρονοι μελετητές του έργου του τον έχουν αποκαλέσει «τον άνθρωπο που εφηύρε τον Εικοστό Αιώνα» και «προστάτη άγιο του σύγχρονου ηλεκτρισμού».



3. ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ TESLA

3.1 ΑΥΘΕΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ TESLA

Ο γεννημένος εφευρέτης και μηχανικός Nikola Tesla είναι ίσως περισσότερο γνωστός για την εφεύρεση του πηνίου και του κινητήρα επαγωγής. Ωστόσο, το 1910, μια διπλή ευρεσιτεχνία, σύμφωνα με το βρετανικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας 24001, αναφέρετε για έναν τύπο δίσκου ρόταρα αεροσυμπιεστή και έναν στροβιλοκινητήρα.

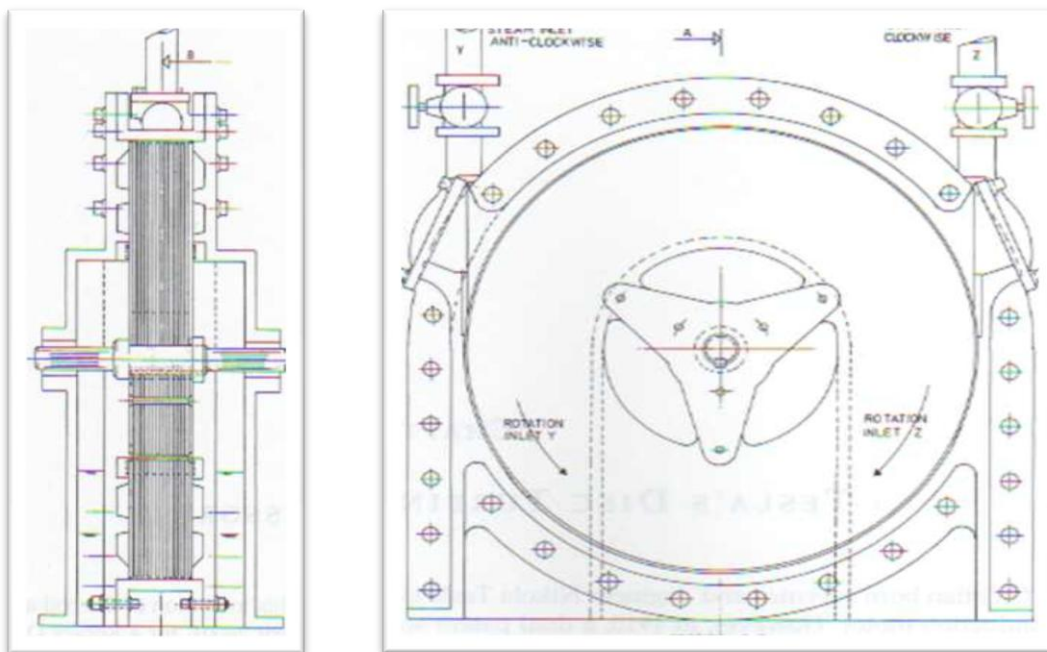
Τα μηχανήματα αυτά ήταν παρόμοια κατ' αρχήν, τα οποία περιλαμβάνουν μια σειρά από λεπτούς δίσκους, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, όπου χωρίζονται με μια απόσταση από ροδέλες, τοποθετημένα σε ένα άξονα για να διαμορφώσει ένα στροφέιο. Αυτό το στροφέιο τοποθετείται σε ένα περίβλημα ή στάτη, με τη μορφή ενός σωλήνα, και εν συνεχεία στο τέλος με πλάκες, οι οποίες περιέχουν τα έδρανα. Ο συμπιεστής διαφέρει από τον κινητήρα, σε αυτόν ο στάτης παίρνει τη μορφή μιας ελικοειδούς σπείρας, ενώ εκείνη του κινητήρα είναι κυκλική στο προφίλ. Η κατεύθυνση της ροής των μέσων του αέρα ή αερίου διαφέρει. Στο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας εντοπίστηκαν και άλλες εφαρμογές του κεφαλαίου, όπως ένα μοτέρ και **ως αντλία υγρών**.

Ο κινητήρας αποτέλεσε το κύριο χαρακτηριστικό του διπλώματος ευρεσιτεχνίας, και ο Τέσλα υποστήριξε την δημιουργία μιας πολύ μικρής αλλά και εξαιρετικά ισχυρής μηχανής όπου λειτουργούσε με βάση την αρχή της δύναμης του δίσκου. Ως εκ τούτου, ο κινητήρας είναι αυτός που αποτέλεσε την πρώτη εφαρμογή του περιστροφικού δίσκου που θα εξετάσουμε.

Η πρώτη πειραματική μηχανή που χτίστηκε για να αποδείξει την αρχή λειτουργίας των δίσκων ήταν μια μικρή μονάδα όπου αποτελείται από μια στοίβα δίσκων διαμέτρου 6 ιντσών και με πάχος 1/32 της ίντσας, με ροδέλες απόστασης του ίδιου πάχους, αλλά μικρότερης διαμέτρου. Αυτές οι ροδέλες διαμορφώθηκαν σε σχήμα σταυρού, με μια κεντρική τρύπα για να ταιριάζει με το δίσκο. Υπήρχαν οκτώ δίσκοι, δημιουργώντας ένα συνολικό πλάτος 1/2 της ίντσας.

Μετά από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή τη μονάδα, μια μεγαλύτερη μηχανή κατασκευάστηκε, και έδωσε ως μέτρια μια απόδοση πάνω από **100 ίππους με ατμό**, ενώ στη πειραματική μονάδα χρησιμοποιήθηκε **πεπιεσμένος αέρας**. Οι μεγαλύτερες μηχανές έχουν κατασκευαστεί, με ένα ρότορα διαμέτρου 18 ιντσών, με μια απόδοση περίπου **200 ίππων**, και πάλι με ατμό ως μέσο. Αυτό ζύγιζε 400lbs και καταλάμβανε μια έκταση 2 ft x 2 ft x 3 ft μακρύ(ft = πόδια).

Η μεγαλύτερη μηχανή που πρόκειται να κατασκευαστεί ήταν στα 500 kW. και έγινε από την εταιρεία Allis Chalmers του Milwaukee, στις ΗΠΑ, με τους οποίους ο Tesla είχε μια συμφωνία εργασίας. Αυτό το μηχάνημα έχει δοκιμαστεί με ατμό ως μέσο και ως μία μηχανή χωρίς τη χρήση ενός συμπυκνωτή ή ως μια πολυστροφική μονάδα σε συμπαραγωγή. Εξ ου και στην αποτελεσματικότητα δεν είχε πλήρη εκμετάλλευση, αλλά ακόμα κι έτσι τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Ήταν πρόθεση του Tesla να ενσωματώσει σε πολλαπλά στάδια ρότορα και συμπυκνωτές, ώστε να αποκτήσει της μέγιστη θερμική απόδοση από το σύστημα.



Ενώ όλα τα μηχανήματα που χρησιμοποιούν ατμό ως μέσο, τα οποία απαιτούν εγκαταστάσεις διοχέτευσης ατμού, ήταν η πρόθεση να χρησιμοποιούν υγρό καύσιμο για την παραγωγή των υψηλών όγκων πιέσεων κατά τρόπο παρόμοιο με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται στους αεριοστρόβιλους.

Τα πρωτότυπα μηχανήματα, όταν εξετάστηκαν μετά από τον έλεγχο, βρέθηκαν να έχουν τεντωμένους δίσκους λόγω αδράνειας φυγόκεντρου δύναμης, και αποτέλεσαν αντικείμενο κριτικής από τους μηχανικούς της *Allis Chalmers*. Το τέντωμα πολύ πιθανό να οφείλεται στην επιλογή του χάλυβα για τους δίσκους, η οποία πιθανότατα να είχε ένα χαμηλό σημείο απόδοσης και αντοχής για να περιστραφούν. Ο σχεδιασμός του τμήματος των κέντρων των δίσκων στον τομέα της φορητότητας θα μπορούσε επίσης να είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει. Πρέπει να σημειωθεί ότι, κατά τη χρονική στιγμή που τα πειράματα πραγματοποιούνταν, ο σχεδιασμός και η μεταλλουργία των υλικών για τη χρήση σε υψηλές θερμοκρασίες και ταχύτητες περιστροφής ήταν περιορισμένη. Η έλλειψη πόρων εμπόδισε την περαιτέρω εξέλιξη της τουρμπίνας, όμως η εταιρία επικέντρωσε τις προσπάθειές της για την κατασκευή και εκμετάλλευση μηχανών των τύπων *Curtis* και *Parsons* της *Impulse-Reaction*, η οποία έθεσε το σχέδιο με το οποίο οι επόμενοι κινητήρες και τελικά η αέριο τουρμπίνα εξελίχθηκαν.

Ο απώτερος σκοπός του Tesla για τον κινητήρα ήταν η κατασκευή μηχανήματος 25 ίππων, όπου θα γινόταν **για να χωρέσει μέσα σε ένα καπέλο**. Στην πραγματικότητα, είχε επιτευχθεί, και μάλιστα ξεπεραστεί με τις σύγχρονες μικρές τουρμπίνες αερίου για χρήση σε μοντέλα αεροσκαφών, όπου υπολογίζεται σε ιπποδύναμη μέχρι 25 ίππων και παραπάνω, αν και επιτυγχάνεται σε χαμηλή αποδοτικότητα του κύκλου ζωής των καυσίμων αλλά με ταχύτητες περιστροφής έως 175.000 στροφές ανά λεπτό. Μετά από τις μηχανές της Allis Chalmers, και του περιστροφικού κινητήρα με δίσκους του Tesla δεν χρειαζόταν να εκτελεστεί περαιτέρω εργασία ή παρέμβαση πάνω σε αυτές. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι μία ή δύο εταιρείες έχουν αρχίσει να δείχνουν ενδιαφέρον στην αρχή λειτουργίας των μηχανών. Με τη διαθεσιμότητα από πιο ανθεκτικά κράματα σε υψηλές θερμοκρασίες, και την εμπειρία μηχανικών πάνω στην τεχνολογία αεριοστρόβιλων, μια πρακτική συσκευή γίνεται πολύ πιο εφικτή πρόταση, και η δυσκοιουρμπίνα μπορεί να προσφερθεί ως μια εναλλακτική πηγή ενέργειας.

3.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ

Σε κάθε κινητήρια μηχανή υπάρχουν προφανή πλεονεκτήματα χρησιμοποιώντας μια συνεχή περιστροφική κίνηση. Παρ'όλα αυτά ένας παλινδρομικός ασταθής συνδυασμός εμβόλων/κυλίνδρων/μανιβέλας που έχει υψηλή επιτάχυνση και επιβράδυνση στα συστατικά του, απαιτεί τις κατάλληλες μάζες για να ισορροπήσει το σύστημα με σκοπό να παρέχει μια ομαλή λειτουργία μηχανής. Επίσης, για να παρέχουν μια ανεκτά ομοιόμορφη ροπή, απαιτούνται διάφοροι κύλινδροι, και ένα βαρύ βολάν. Ακόμα κι έτσι, η έξοδος είναι μεταβλητή, λόγω της διαμόρφωσης του κινητήρα ή άλλης μηχανής. Με την προσαρμογή μιας περιστροφικής κίνησης, οι περισσότερες από αυτές τις αντιδράσεις για την ομαλή λειτουργία υπερνικούνται.

Η έννοια της χρησιμοποίησης ενός ρέοντος μέσου για να πετύχει μια περιστροφική κίνηση είναι πολύ αρχαία, και μπορεί να την δει κανείς στον ανεμόμυλο, στους νερόμυλους, τα ελαιοτριβεία όπου εκεί εφαρμόστηκαν οι πρώτοι μετακινούμενοι δίσκοι, και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα στους στροβίλους ατμού, του αέρα, τους υδραυλικούς στροβίλους όπου τα συστήματα τροφοδοτούνται με αέρα ή νερό για την παραγωγή κάποιου έργου.

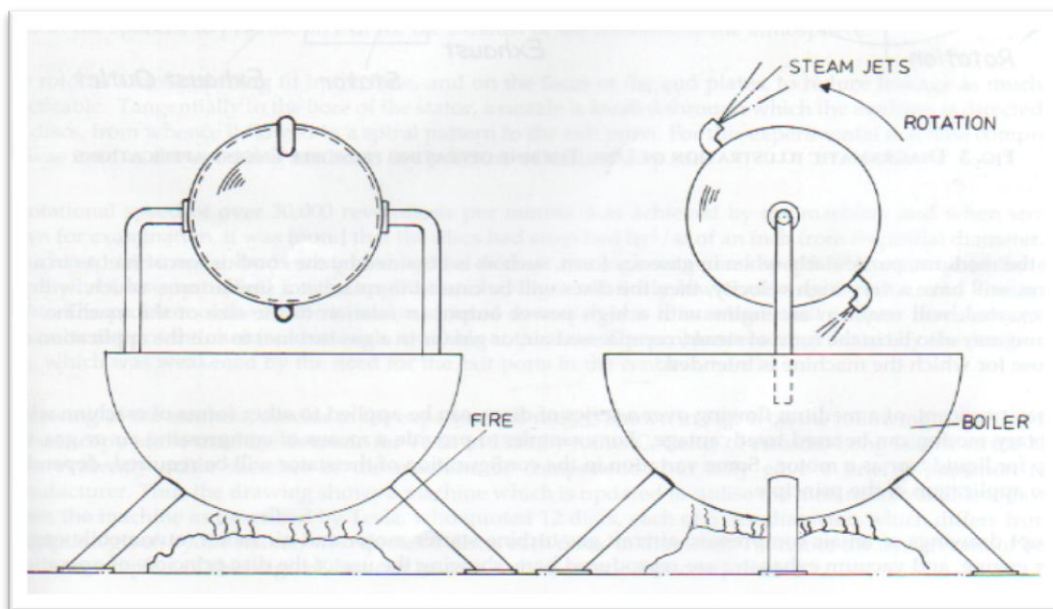
Είναι πραγματικότητα ότι, ο συγγραφέας της Αλεξάνδρειας Hero, περίπου το 200 Π.Χ., περιέγραψε έναν στρόβιλο αντίδρασης που αποτελείται από μια σφαίρα μετάλλου, με δύο σωλήνες κάθετα στην περιφέρεια της. Όταν η σφαίρα ήταν γεμάτη με νερό το οποίο θερμαινόταν από μια φωτιά, η αντίδραση αυτή από τον ατμό που έβγαινε από τον καθοδικό σωλήνα ενεργοποιούσε τη συσκευή για να περιστραφεί επάνω στα ρουλεμάν, στα οποία ήταν τοποθετημένη. Ακόμη και τώρα υποτίθεται ότι οι Ρωμαίοι ήταν στα πρόθυρα της οικοδόμησης κάποιας μορφής μηχανής, αλλά τα στοιχεία χάθηκαν σε πυρκαγιά που κατέστρεψε τη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας.

Το βασικό σκεπτικό πίσω από την έννοια της ανεμογεννήτριας με ένα δίσκο είναι κατανοητό. Όταν ένα μέσο διέρχεται μέσω ενός δικτύου αγωγών υπάρχει μια αντίσταση στη ροή του λόγω της κατάστασης της επιφάνειας του εσωτερικού τοιχώματος, του ποσοστού ροής του μέσου, της διαμέτρου του σωλήνα της παροχής και το ιξώδες (=χαρακτηρίζει ιδιότητες της ύλης, ιδίως των υγρών αλλά και των αερίων, συγκεκριμένα η αντίσταση που παρουσιάζουν κατά τη ροή τους) του μέσου στο εσωτερικό του σωλήνα. Για παράδειγμα, σε ένα μεγάλο δίκτυο αγωγών σχετικά μικρής διαμέτρου η αντίσταση στη ροή θα είναι πολύ υψηλή σε τέτοιο βαθμό ώστε ο σωλήνας θα τείνει το μέσο και το υπόστρωμα να μεταφέρονται μαζί, στην περίπτωση αυτή δεν ήταν αναγκαίο να αποτραπεί αυτό.

Εάν ο σωλήνας έχει θεωρηθεί ότι είναι υπό την μορφή δύο επίπεδων πλακών, με ένα μικρό διάστημα μεταξύ τους, μπορεί να θεωρηθεί ότι οι πλάκες θα κινούνται με διαρκώς αυξανόμενη ταχύτητα μέχρις ότου η ταχύτητα να ταιριάζει με αυτή του ρέοντα μέσου. Με την αντικατάσταση των πλακών από μια σειρά δίσκων τοποθετημένων σε έναν άξονα με μικρά διαστήματα μεταξύ τους, που υποστηρίζονται στη συνέχεια από ρουλεμάν, και το συνδυασμό αξόνων/ δίσκων (στροφέας) που εσωκλείεται μέσα σε έναν κύλινδρο (στάτη), όταν το μέσο διατρέχει μεταξύ των διαστημάτων των δίσκων, ο στροφέας θα αναγκαστεί να περιστραφεί με μια ταχύτητα που πλησιάζει αυτή του ρέοντα μέσου. Αυτό προκύπτει από τα ιδιότητες των δίσκων, τις αποστάσεις των δίσκων, τα χαρακτηριστικά του μέσου, και την λειτουργία στα διάκενα μεταξύ των άκρων του ρότορα /στάτορα.

Όταν το μέσο ρέει πάνω από τις επιφάνειες των δίσκων η ταχύτητα μειώνετε όπως και στην μέγιστη περιφέρεια η ενέργεια θα είναι μειωμένη. Στο υπόστρωμα θα προχωρήσει με ελικοειδή μορφή προς το κέντρο των δίσκων όπου στην συνέχεια θα εξαχθεί στην ατμόσφαιρα μέσω της εξόδου που βρίσκεται στο κέντρο των δίσκων .

Σχήμα:

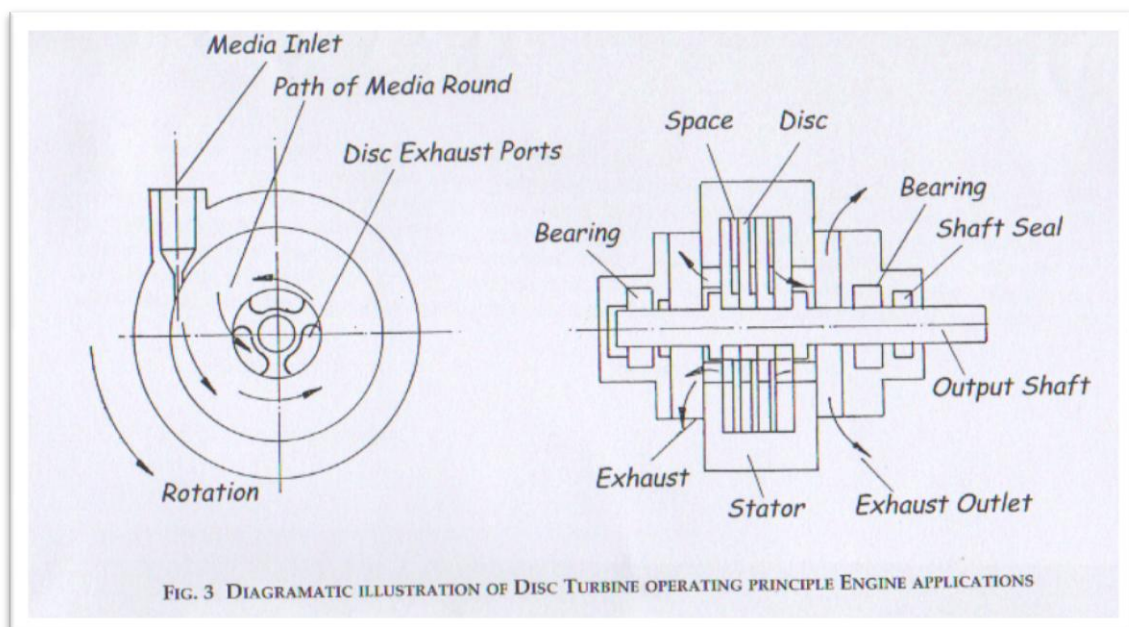


Δεδομένου ότι το μέσο, ιδιαίτερα όταν είναι σε αέρια μορφή, όπως παράγεται από την καύση του καυσίμου σε έναν αεριοστρόβιλο θα έχουν μια πολύ υψηλή ταχύτητα και στη συνέχεια οι δίσκοι θα περιστραφούν με τον αντίστοιχο ρυθμό πίεσης που ασκείται. Θα οδηγήσει σε μια μηχανή με μια παραγωγή υψηλής δύναμης σε σχέση με το μέγεθος της. Το μέσο μπορεί επίσης να είναι υπό μορφή ατμού, συμπιεσμένου αέρα ή αερίου (όπως σε έναν αεριοστρόβιλο) για να ταιριάζει στην εφαρμογή, για το σκοπό τον οποίο η μηχανή προορίζεται.

Η βασική ιδέα είναι ότι: όταν ένα μέσο που ρέει μέσα από μια σειρά δίσκων μπορεί να δημιουργήσει μια περιστροφική κίνηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί σαν πλεονέκτημα. Παραδείγματος χάριν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή μέσων όπως συμπιεσμένο αέρα ή αέριων, ως αντλία υγρών ή ως ένα μοτέρ. Κάποια μεταβολή στην διαμόρφωση των δακτυλίων του απαιτείται ανάλογα με το μέσο που εφαρμόζεται.

Τα σχέδια ενός αεροσυμπιεστή, αεριοστρόβιλου, αεροσκαφών, μιας μηχανής αέρα, μιας αυτοκινητικής μηχανής και μιας μεγαλύτερης μηχανής με κενό εξώθησης αναπαράγονται εδώ, παρουσιάζοντας τη χρήση της αρχής λειτουργίας των δίσκων (βλέπε σχήμα).

Σχήμα:



3.3 Η ΠΡΩΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΣΚΟΤΟΥΡΜΠΙΝΑ

Στις αρχές της δεκαετίας του 20ου αιώνα οι μόνες μηχανές που χρησιμοποιούνταν από τους πρωτοπόρους τέτοιων μηχανών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ήταν τύπου εναλλασσόμενου ρεύματος και ουσιαστικά βαριάς μορφής (τύπου). Το αυτοκίνητο με κινητήρα εσωτερικής καύσης όλο και αναπτύσσονταν και τα πρώτα αεροπλάνα έκαναν την εμφάνισή τους..

Το 1902, ο Τέσλα δήλωσε ότι εργαζόταν σε ένα σχέδιο για μια μηχανή που θα ήταν πλήρως διαφορετική από τα είδη που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα, η οποία θα είναι πιο μικρή, απλή, και πολύ ισχυρή για το μέγεθός της.

Η μηχανή ήταν μια τουρμπίνα η οποία διαφέρει από άλλες παρόμοιες μηχανές που αναπτύχθηκαν από τους Parsons και Curtis όπου αργότερα έγινε το κυρίαρχο είδος. Το πρώτο μοντέλο, για λόγους αξιολόγησης ήταν ένα μικρό μηχανήμα όπου ζυγίζει περίπου 10 κιλά, για λόγους μετρήσεων, κατασκευαστικά σε μεγαλύτερη διάσταση δίσκων όπου δεν ξεπερνούσαν τις 6 ίντσες. Η δοκιμή αναπτύχθηκε γύρω στους 30 ίππους (h.p.). Αυτή η υπέρβαση της παραγόμενης ισχύος ήταν ικανή όπως κάθε γνωστής κινητήριας δύναμης σε χρήση εκείνης της εποχής, επιστρέφοντας στην εξουσία σε σχέση με το βάρος της τους ίππους (3 h.p.) για κάθε κιλό του βάρους κινητήρα.

Μια περιγραφή της αρχής λειτουργίας της έννοιας δίνεται σε ένα ξεχωριστό κεφάλαιο. Αυτή η πρωτότυπη μηχανή αποτελείται από μια στοίβα δίσκων, όπως φαίνεται στο παρακάτω **σχήμα**. Το υλικό από το οποίο είχαν παραχθεί οι πρώτοι δίσκοι ήταν νικελίου/αργύρου, των 6 ιντσών διαμέτρου και πάχους 1/32” της ίντσας. Η απόσταση μεταξύ των δίσκων ήταν από ροδέλες του ίδιου πάχους. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε μια στοίβα από οκτώ δίσκους και ροδέλες οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι πάνω σε ένα άξονα διαμέτρου της 1 ίντσας. Οι δίσκοι και οι ροδέλες ήταν στερεωμένοι στον άξονα μαζί από ένα κατάλληλο το παξιμάδι. Αυτό το συγκρότημα σχημάτιζε έναν ρότορα, ο οποίος ήταν τοποθετημένος σε μια κυλινδρική θήκη/στάτη όπου τα άκρα ήταν κλειστά από πλάκες, που περιείχαν τα ρουλεμάν πάνω στα οποία ο άξονας περιστρεφόταν.

Στο κέντρο των δίσκων όσο πιο κοντά στον άξονα για πρακτικούς λόγους, σχηματίζονται θύρες, με ίδια κενά μεταξύ τους με σκοπό να παρέχουν μια έξοδο για την εξάτμιση του μέσου στην ατμόσφαιρα.

Ο ρότορας είναι μια λειτουργική εφαρμογή και με μια σχετικά στενή οπή στις επιφάνειες των ακραίων πλακών του στάτη, έχει ως στόχο τη μείωση των διαρροών όσο είναι εφικτό. Εφαπτομενικά στην οπή του στάτη, βρίσκεται ένα ακροφύσιο μέσω του οποίου το μέσο κατευθύνεται πάνω στους δίσκους σε σπειροειδή μορφή και εν συνεχεία ρέει προς τις θύρες εξόδου. Για αυτό το πειραματικό μηχάνημα χρησιμοποιείται πεπιεσμένος αέρας μέσω λειτουργίας, σε μία πίεση περίπου 70 p.s.i.

Μια περιστροφική ταχύτητα πάνω από 30000 στροφές ανά λεπτό επιτεύχθηκε από το μηχάνημα. Όταν αφαιρέθηκε προς εξέταση, διαπιστώθηκε ότι οι δίσκοι είχαν τεντωθεί κατά $1/32$ της ίντσας από την αρχική διάμετρο. Αυτό οφειλόταν στα αδρανειακά φορτία υπέστησαν οι δίσκοι από την υψηλή ταχύτητα περιστροφής. Το υλικό των δίσκων, νικελίου αργύρου, δεν ήταν ιδανικό για αυτήν την εφαρμογή, για τον λόγο ότι έχει μια σχετικά χαμηλή τιμή καταπόνησης εφελκυσμού και μικρό σημείο ελαστική απόδοσης. Το πρόβλημα της ελαστικότητας και των συναφών παραμόρφωσης ήταν να εκδηλωθεί και στις πιο πρόσφατες μηχανές, αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό με σκοπό την σωστή επιλογή των υλικών και της διαθεσιμότητας κατά το χρόνο. Το πρόβλημα επιδεινώνεται από το σχεδιασμό των δίσκων, το οποίο είχε αποδυναμωθεί από την ανάγκη για τις θύρες εξόδου στο κέντρο.

Ένα σχέδιο του μηχανήματος, όμοιου με την πειραματική μονάδα, παρουσιάζεται στο **σχήμα** της επόμενης σελίδας. Αυτό δεν είναι ένα ακριβές αντίγραφο της μηχανής, όπως έκανε για τον Tesla το 1906 η Julius C. Czito της Αστόρια, στο Long Island, της ΗΠΑ. Ο Tesla προφανώς έκανε σκίτσα του μηχανήματος ή των συστατικών, αλλά έδωσε μόνο μια σύντομη επεξήγηση στον κατασκευαστή. Έτσι το σχήμα δείχνει μια μηχανή η οποία είναι κατασκευασμένη με σκοπό να χρησιμοποιηθούν υλικά τα οποία είναι διαθέσιμα σήμερα, και παρουσιάζει μια μηχανή όπως περιγράφεται από τον Τέσλα, ο οποίος παρέθεσε μια μηχανή με 12 δίσκους διαμέτρου 5 ins ο κάθε ένας. Διαφέρει από την περιγραφή που δίδεται από τον κατασκευαστή, ο οποίος παραθέτει μηχανή 8 δίσκων διαμέτρου 6 ins ο κάθε ένας. Συνεπώς ο σχεδιασμός δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα πραγματικό αντίγραφο του αρχικού μοντέλου, αλλά μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένας λογικός συμβιβασμός.

Σχήμα:

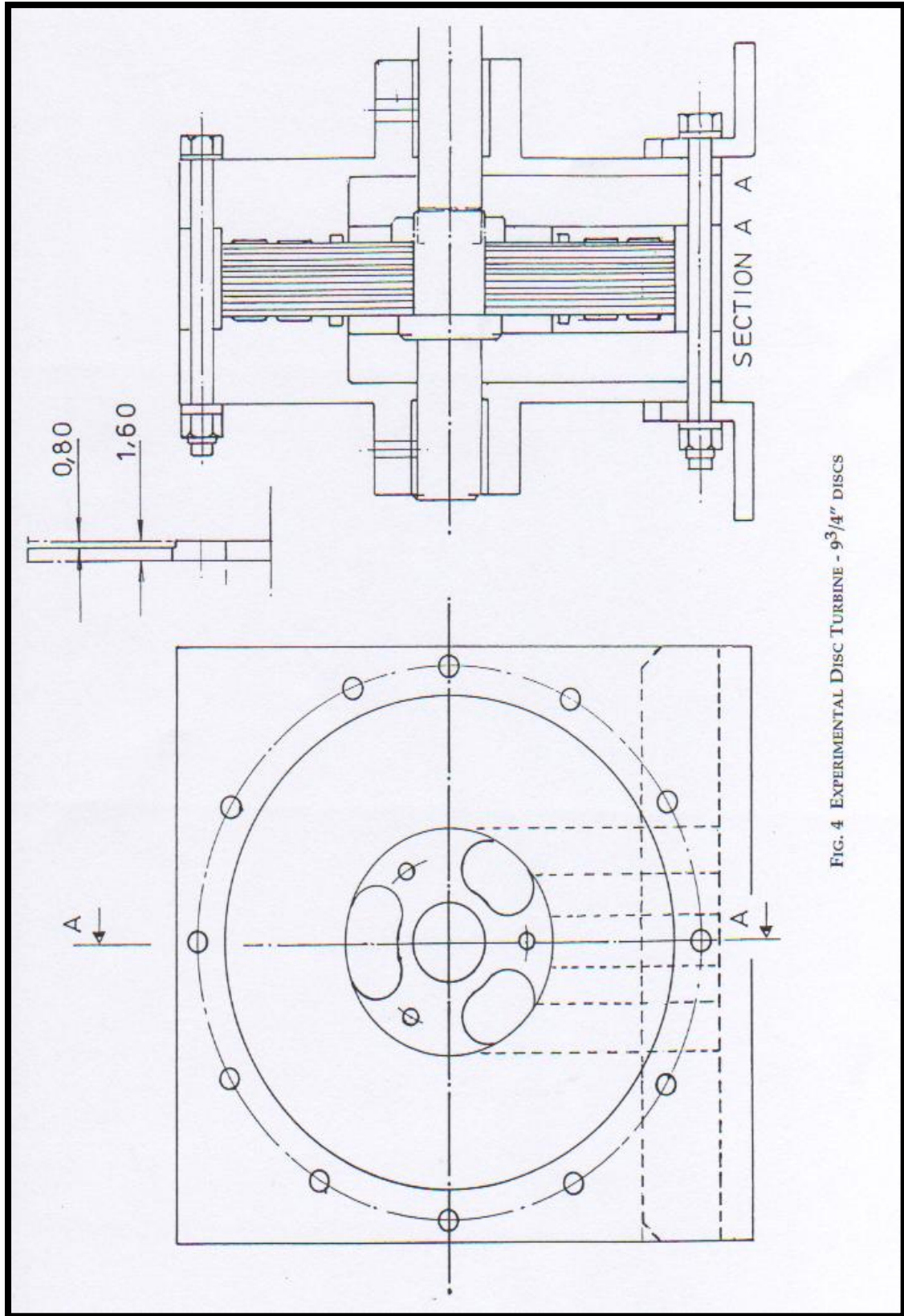


FIG. 4 EXPERIMENTAL DISC TURBINE - 9³/₄" DISCS

3.4 Η 9,75 ΙΝΤΣΩΝ ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ

Χρησιμοποιώντας την εμπειρία που αποκτήθηκε από τη μικρή μηχανή, ένα μεγαλύτερο μοντέλο έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί. Ένα σχέδιο μιας ενημερωμένης έκδοσης της μηχανής των ίδιων αναλογιών με το πρότυπο Tesla, αλλά κάνοντας χρήση των παρόντων υλικών και της τεχνολογίας, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω **σχήμα**. Η μηχανή χρησιμοποιεί δίσκους διαμέτρου $9^{3/4}$ ιντσών, και πάχους $1/8$ της ίντσας και απέχουν κατά $1/32$ ίντσες (247,65 και 3,175 mm). Το συνολικό πλάτος της είναι 52 mm με την χρησιμοποίηση δέκα τριών δίσκων. Οι δίσκοι είναι από ανοξείδωτο ατσάλι και σε γενικές γραμμές ακολουθούν το υπόδειγμα που περιγράφεται για τη μικρή μηχανή, με στάτη-κάλυμμα να είναι από κράμα αλουμινίου. Ο άξονας είναι από ανθρακούχο χάλυβα, τοποθετημένος πάνω σε ρουλεμάν με μία τσιμούχα που προβλέπεται σε κάθε περίπτωση ως μορφή σφραγίδας του.

Για αυτό το παράδειγμα προορίζεται να χρησιμοποιηθεί συμπιεσμένος αέρας ως μέσο, με τις κατάλληλες συνδέσεις και με ένα ακροφύσιο εισαγωγής ενσωματωμένο στο στάτορα. Η λίπανση γίνεται από μία δεξαμενή με μία τροφοδοσία στάλαξης σε ένα απόλυτο σύστημα απωλειών, καθώς η μηχανή δεν προορίζεται ως μια συνεχούς λειτουργίας μονάδα, αλλά ως ένα στοιχείο ανάπτυξης για μια μεγαλύτερη κλίμακα εκτίμησης των αρχών λειτουργίας. Ο πεπιεσμένος αέρας που χρησιμοποιείτε είναι στα 80 psi, και η απόδοση αναμένεται να είναι άνω των 100 ίππων(H.P.). Είχε γίνει πρόβλεψη στο σχεδιασμό για να λειτουργήσει το μηχανήμα χρησιμοποιώντας αέριο που παράγεται από ένα σύστημα καύσεως, με σκοπό να τρέξει για πολύ σύντομες χρονικές περιόδους κατά τη λειτουργία με αυτό το μέσο. Ένα σχέδιο της τροποποίησης αυτής της μηχανής φαίνεται στο Σχήμα. 5. Ο αέρας για το σύστημα καύσης παρέχεται από μια εξωτερική πηγή αέρος, είτε από έναν ανεξάρτητο αεροσυμπιεστή, ή από ένα δίκτυο αέρα. Ο αέρας θα πρέπει να είναι απαλλαγμένος από συμπυκνώματα, και από μολύνσεις των λαδιών. Η σύνδεση του αέρα δείχνεται στο σχέδιο όπου θα πρέπει να ενσωματωθεί και μια βαλβίδα διακοπής, κατά προτίμηση του τύπου σφαιράς.

Η τροφοδοσία καυσίμου διασφαλίζεται μέσω της ένωσης του αντάπτορα στο στάτη όπως φαίνεται στο σχήμα και παρέχει το καύσιμο μέσω της βαλβίδας. Στη συνέχεια αναμιγνύεται με τον αέρα από τον αεροσυμπιεστή στο σωλήνα καύσεως και σωλήνα χαμηλών εκπομπών από όπου γίνεται η ανάφλεξη, χρησιμοποιώντας τον καυστήρα, ο οποίος είτε είναι ένα ηλεκτρικό θερμαντικό μπουζί ή μια παρόμοια συσκευή. Μετά την αρχική καύση, η διαδικασία καθίσταται αυτοσυντηρούμενη.

Το θερμαινόμενο αέριο ακολουθεί την ίδια πορεία με αυτήν που περιγράφεται προηγουμένως, δηλαδή ως ένα σπειροειδές κύκλωμα γύρω από το πρόσωπο των δίσκων, και εξατμίζεται μέσω των εξόδων όπως φαίνεται στο σχήμα. Η πίεση του αέρα πρέπει να είναι στα 50 έως 60 p.s.i. (3.4 έως 4.0 bar) και ο ανεφοδιασμός καυσίμων ο οποίος πρέπει να είναι είτε κηροζίνη είτε προπάνιο, στα 100 έως 150 p.s.i. (7.0 έως 10.0 bar). Το προπάνιο μπορεί να είναι το προτιμημένο καύσιμο, δεδομένου ότι ο έλεγχος του είναι απλούστερος, με τη χρησιμοποίηση της βαλβίδας και του μανόμετρου επί του δοχείου, έτσι η ανάγκη για αντλίες καυσίμου και δεξαμενών αποφεύγονται.

Σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα, θα ήταν χρήσιμο να παραχθούν και οι τρεις τύποι μέσων δηλαδή, πεπιεσμένος αέρας, αέριο και ατμός, έτσι ώστε να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα ανάλογα με την απόδοση των διαφόρων τύπων, καθώς επίσης να εκτιμηθούν και οι επιδράσεις στα διαστήματα μεταξύ των δίσκων. Θα χρησίμευε επίσης στο να διασταυρωθούν τα αποτελέσματα του Tesla, ιδιαίτερα κατά τη χρήση με ατμό.

Σε όλες τις μηχανές του Tesla που παρασχέθηκαν, ο ατμός εξέρχεται άμεσα στην ατμόσφαιρα σε ένα μόνο στάδιο. Έτσι, η απόδοση δεν λαμβάνει υπόψη τη συνολική διαθέσιμη ενέργεια του ατμού, ομοίως και στην τροφοδοτούμενη με αέριο μηχανή. Προβλήθηκε ο ισχυρισμός ότι η μηχανή των 9,75 ιντσών που περιγράφεται θα μπορούσε να προσφέρει έως και τρεις φορές τη δύναμη που πραγματικά δηλώθηκε, δηλαδή 330 ίπποι, δεδομένου του ότι καμία από τις μηχανές δεν είχαν αυτή τη δυνατότητα και ήταν αδύνατο να ελεγχθεί ο αριθμός των ίππων, αλλά είχαν σίγουρα την πρόθεση να το πράξουν.

Αναμενόταν επίσης ότι με τη χρήση αερίου ως μέσο, η απόδοση στην έξοδο με αυτό το μέγεθος μηχανής θα είχε αυξηθεί σε 130 μέχρι 140 H.P. λόγω της συγγένειας του αερίου στις επιφάνειες των δίσκων. Έτσι, σε αυτή τη μηχανή θα μπορούσε να επιτευχθεί μια απόδοση εξόδου των 420 H.P. με την χρησιμοποίηση ενός οργανωμένου στροφέα/ρότορα. Οι πολυβάθμιες μηχανές, σε μια ενημερωμένη διαμόρφωση, περιγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο.

Σχήμα:

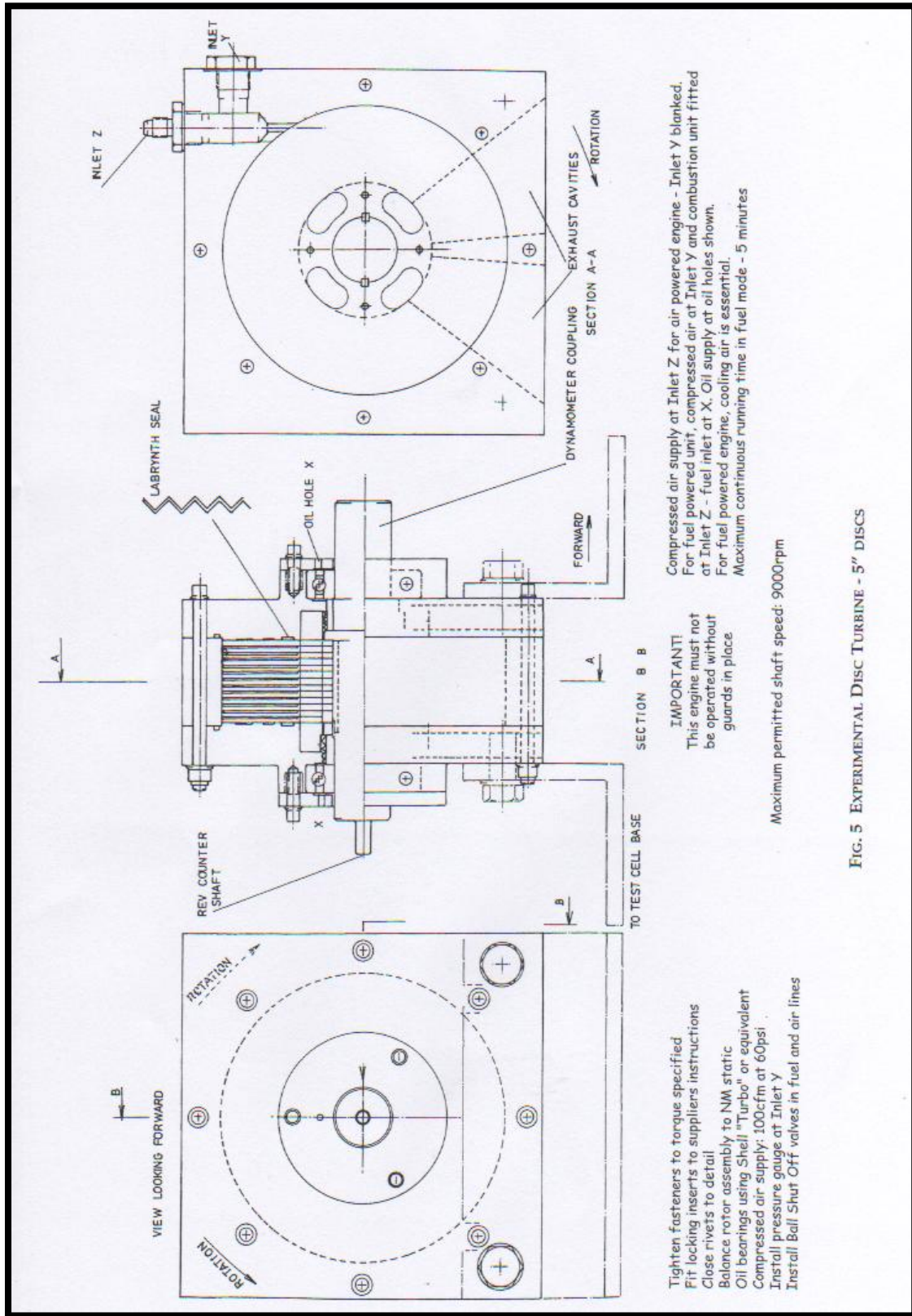


FIG. 5 EXPERIMENTAL DISC TURBINE - 5" DISCS

3.5 ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Το επόμενο στάδιο στην ανάπτυξη της δισκοτουρμπίνας ήταν να δημιουργηθεί μια μεγαλύτερη μηχανή, χρησιμοποιώντας ένα δίσκο των 18 ins. (457,2 χιλιοστών.)

Δύο αεροστρόβιλοι κατασκευάστηκαν, και δοκιμάστηκαν στο σταθμό ισχύος Waterside της εταιρείας Edison Κάθε μηχανή ήταν των 200 HP με διαστάσεις των 36 ιντσών (914mm.) μήκους και 24 ιντσών (619 mm). πλάτους συνολικά. Ως μέσων λειτουργίας εφαρμόστηκε ατμός στα 125 p.s.i με βαθμό περιστροφής 9000 rpm. ανά λεπτό, μέχρις ότου να εξαντληθεί ελεύθερα στην ατμόσφαιρα. Προβλήθηκε ο ισχυρισμός ότι αν η τουρμπίνα που φέρει τρεις ρότορες, είχε διάφορα στάδια, στην μονάδα χαμηλής πίεσης και με έναν συμπυκνωτή υδραργύρου με ένα κενό 29 ιντσών μεταξύ τους, η μηχανή θα έδινε στην έξοδο της 600 hp, με μια πολύ μικρή εκτίμηση. Επίσης υποστηρίχτηκε ότι η θερμική απόδοση θα προσέγγιζε τη θεωρητική μέγιστη εφικτή τιμή από τον κύκλο Carnot.

Το τελικό μηχάνημα σχεδιασμένο από τον Tesla ήταν η μεγαλύτερη μονάδα που χρησιμοποιεί την έννοια δίσκο στροβίλων. Είχε κατασκευαστεί από την εταιρεία Manufacturing Allis Chalmers, με δεκαπέντε δίσκους των 60 ιντσών(1524 mm) διαμέτρου, με πάχος 0,125 ίντσες (3,175 mm)., και απέιχαν μεταξύ τους 0,125 ίντσες (3,175 mm). Η εκτίμηση της απόδοσης του σχεδίου ήταν στους 675 H.P. ή 500 KW. με μια ταχύτητα περιστροφής 3.600 στροφών ανά λεπτό με μια παροχή ατμού των 80 psi και μία πίεση εξάτμισης των 3,0 psi. Σημειώνεται στην έκθεση ότι οι πιέσεις ατμού αναφέρονται ως απόλυτες με σκοπό να παρερμηνευθούν.

Η έκθεση της Allis Chalmers ήταν επικριτική με την δισκοτουρμπίνα, ιδιαίτερα στην διαστρέβλωση των δίσκων από τις δυνάμεις αδρανείας, μιας αναφερόμενης δύναμης των 70.000lbs (λίμπρες). Οι συνολικές δαπάνες των μικρότερων μονάδων κρίθηκαν μη ανταγωνιστικές με τα καθιερωμένα σχέδια, δεδομένου του ότι ήταν απαραίτητο να παρασχεθεί ένα κιβώτιο μείωσης ταχύτητας που να ταιριάζει με τις αντλίες ή με άλλες οδηγημένες μηχανές. Η διαστρέβλωση που εμφανίστηκε στους δίσκους, αποδόθηκε στην ελαφριά κατασκευή, και η άποψη που επικρατούσε ήταν ότι σε γρήγορο χρονικό διάστημα θα είχαν οδηγηθεί στην αποτυχία. Η αποδοτικότητα της μηχανής δεν ήταν αποδεκτή, σε σύγκριση με τους καθιερωμένους τύπους.

Ένας αεριοστρόβιλος δεν κατασκευάστηκε ποτέ, λόγω έλλειψης σχεδίων και των τεχνικών στοιχείων που παρέχονται από το Tesla. Κανένας στρόβιλος δίσκων δεν κατασκευάστηκε περαιτέρω και το ενδιαφέρον για την αρχή λειτουργίας έπαψε.

Θα πρέπει να αναγνωρισθεί ότι ένα μεγάλο μέρος της κριτικής, αν και αναμφίβολα ορθής, απέτυχε να λάβει υπόψη την πολύ μικρή ποσότητα των εργασιών που απαιτούνται για να πραγματοποιηθεί η αρχή λειτουργίας, και στάθηκε στο ότι χρησιμοποιήθηκε μόνο ένας ενιαίος στροφέας/ρότορας. Η εταιρεία ασχολήθηκε με την ανάπτυξη μηχανών τύπου ώθησης και ώθησης-αντίδρασης όπως και οι ανταγωνιστές τους, η GeneralElectric και Westinghouse, δεν ήθελαν να θέσουν σε κίνδυνο τις προσπάθειες ανάπτυξής τους προχωρώντας κάτω από μια ανεξερεύνητη διαδρομή με τον κίνδυνο να μείνουν στις πίσω θέσεις της αγοράς.

Οι πολυβάθμιες μηχανές

Η μηχανή στροβίλου δίσκου μπορεί να επεκταθεί για να παράσχει μεγαλύτερη ιπποδύναμη, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της διαμέτρου και της συστοιχίας των δίσκων, συγκεκριμένα κάθε συστοιχία αυξάνεται ως προς τη διάμετρό της και τον αριθμό των δίσκων της. Έτσι καθώς το μέσο εισέρχεται στη πρώτη συστοιχία και διαθέτει την μέγιστη θερμοκρασία και πίεση και καθώς κινείται από το ένα στάδιο στο άλλο τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του μεταβάλλονται αφού η ενέργεια χρησιμοποιείται από την μηχανή.

Γενικά, η διαμόρφωση αποσκοπεί στο να τακτοποιηθούν τα κυριότερα συστατικά, δηλαδή ο αεροσυμπιεστής, ο θάλαμος καύσης, η τουρμπίνα και ενδιάμεσα τμήματα, σε ένα μόνο άξονα ιδιαίτερα όταν απαιτείται ένα σταθερό φορτίο και σταθερή ταχύτητα κινητήρα. Αλλά για εφαρμογές όπου συμβαίνουν διακυμάνσεις της παραγωγής και των συνθηκών λειτουργίας, τότε απαιτείται μια διαμόρφωση όπου η κίνηση του συμπιεστή γίνεται από τη δική του αποκλειστική τουρμπίνα, με δικό του άξονα, και την ισχύ της γεννήτριας σχηματίζεται από δύο ή περισσότερα στάδια στερεωμένο σε ένα δεύτερο άξονα, το οποίο επιτρέπει την καλύτερη αντιστοίχιση του συμπιεστή. Τέλος, η τελική απόδοση μπορεί να προέρχεται από ένα αναπόσπαστο κιβώτιο ταχυτήτων, καθιστώντας έτσι ένα τρίτο άξονα διαμόρφωσης.

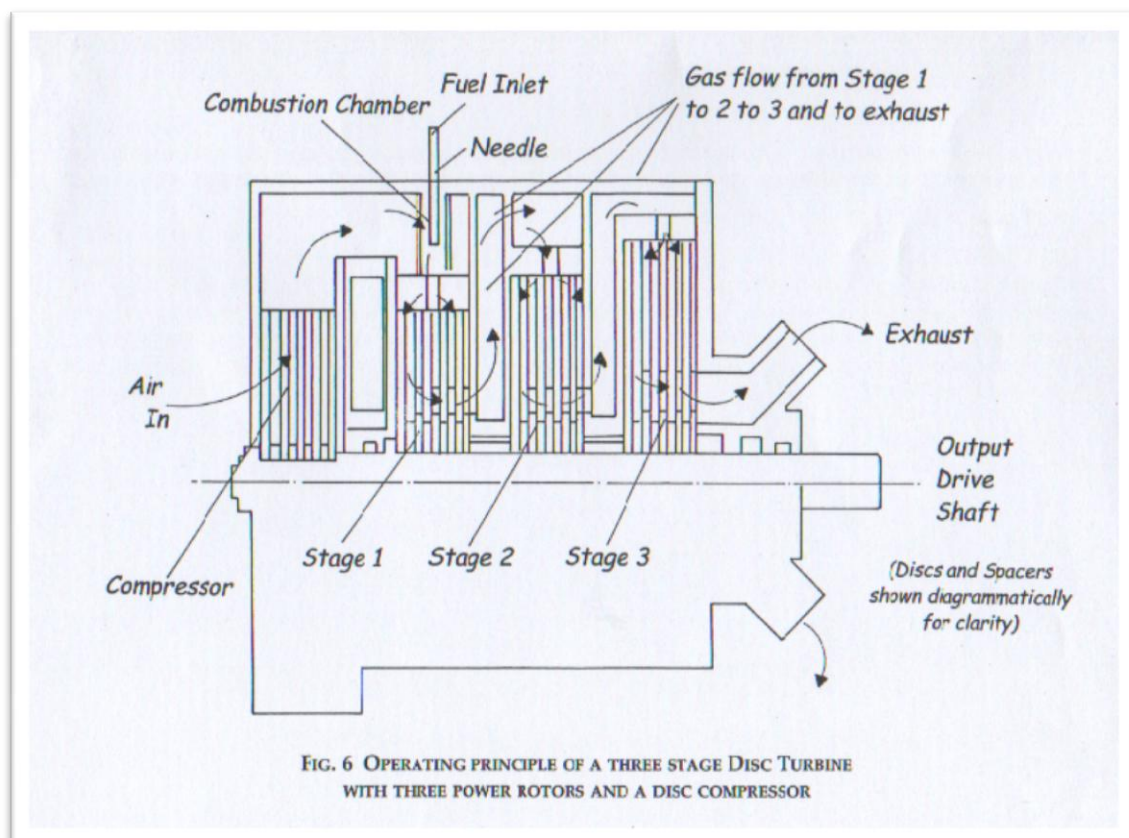
Ως εναλλακτική λύση για την ολοκληρωτική διαμόρφωση, των μεγάλων τμημάτων μπορούν να τοποθετούνται ως ξεχωριστές μονάδες, και να συνδέονται με κατάλληλες σωληνώσεις ή αγωγούς. Η μορφή αυτή μπορεί να είναι ιδιαίτερα πλεονεκτική στην περίπτωση που μια ξεχωριστή γεννήτρια αερίου χρησιμοποιείται στη θέση του συμπιεστή και του καυστήρα χαμηλών εκπομπών, ή σε άλλες πηγές ενέργειας, όπως είναι τα απόβλητα ατμού, ή καυσαερίων, όπου μπορούν να ανακτηθούν ωφέλιμα.

Το εύρος και η παραγόμενη ισχύς που μπορεί να παραχθεί από την δίσκο στροβιλισμού χρησιμοποιώντας σταδιακά ρότορες, εξάτμιση μέσω ενός συμπυκνωτή, και με χρήση ατμού ως μέσο, ουδέποτε αξιολογήθηκε, παρόλο που ο Τέσλα είχε εκδηλώσει ενδιαφέρον να το πράξει. Με τη χρήση της σύγχρονης τεχνικής του κλειστού κύκλου, όπως χρησιμοποιείται σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας, όπου μία τουρμπίνα αερίου συνδέεται με ένα μονάδα ατμού για να κινήσει έναν ατμοκίνητο στρόβιλο, είναι πολύ πιθανό ότι ο συνδυασμός ενός στροβίλου δίσκου ο οποίος κινείται από αέριο, είτε ως μία ενιαία μονάδα, ή από μία γεννήτρια αερίου, σε συνδυασμό με ένα παρόμοιο λειτουργικό στρόβιλο ατμού προερχόμενο από έναν λέβητα, σε συνδυασμό με τη γεννήτρια, μια υψηλή θερμική απόδοση είναι δυνατή, και μπορεί να προσεγγίσει το ιδανικό θερμικό κύκλο

Η θερμική απόδοση του αεροστροβίλου με δίσκους μπορεί να βελτιωθεί με τη λειτουργία ενός κινητήρα τύπου κύκλου Brayton, ενσωματώνοντας τον με τα κατάλληλα εξαρτήματα στο σύστημα, προκειμένου να εξαχθεί η μέγιστη ενέργεια από το μέσο.

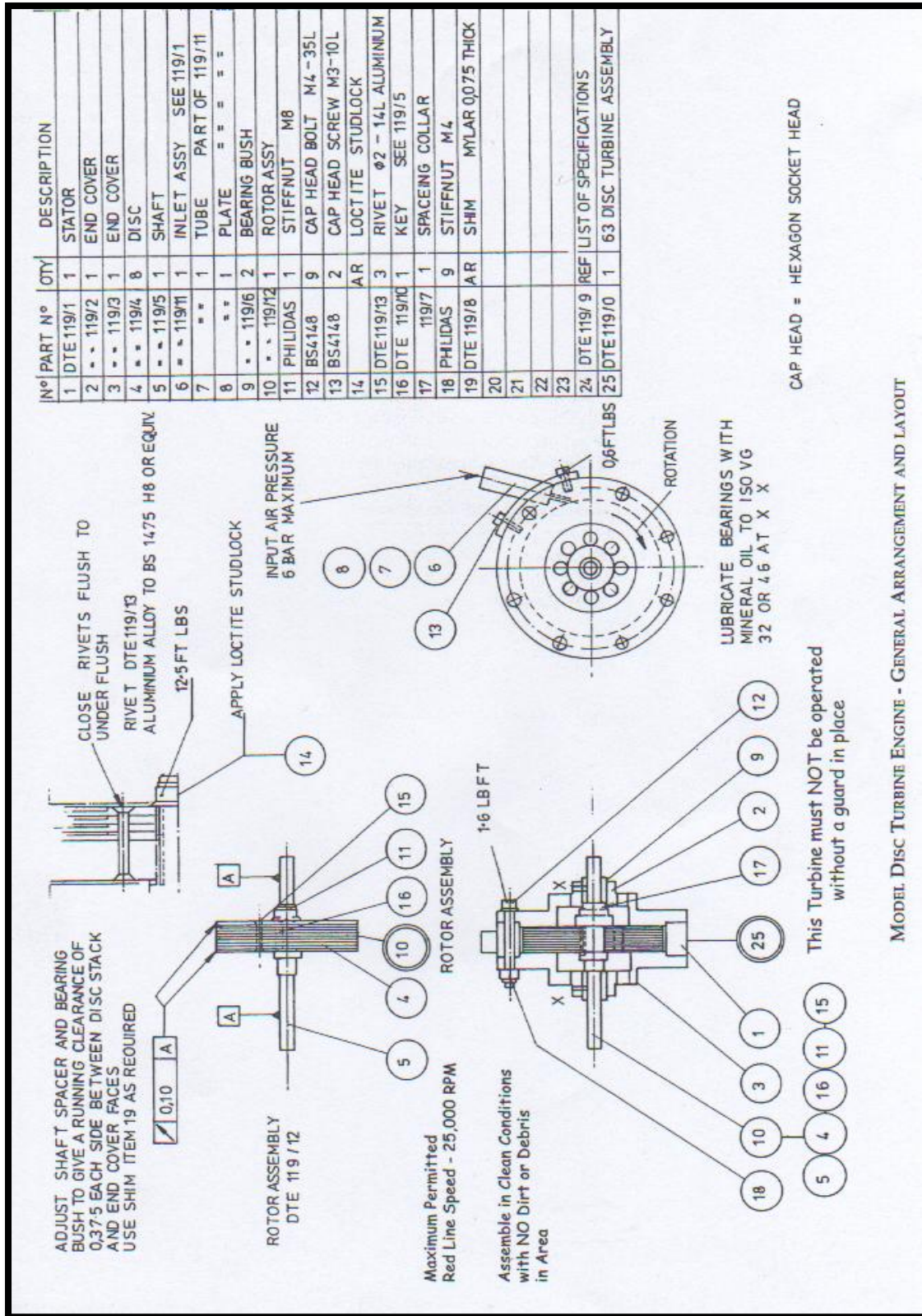
Η αρχή λειτουργίας του πολυβάθμιου στροβίλου παρουσιάζεται διαγραμματικά στο παρακάτω **σχήμα**, η οποία παρουσιάζει την κατεύθυνση της ροής του μέσου από στάδιο σε στάδιο, μέσα από τους δίσκους και των ενδιάμεσων τμημάτων, όπου και στο τέλος γίνεται η εξάντληση του στην ατμόσφαιρα.

Σχήμα:

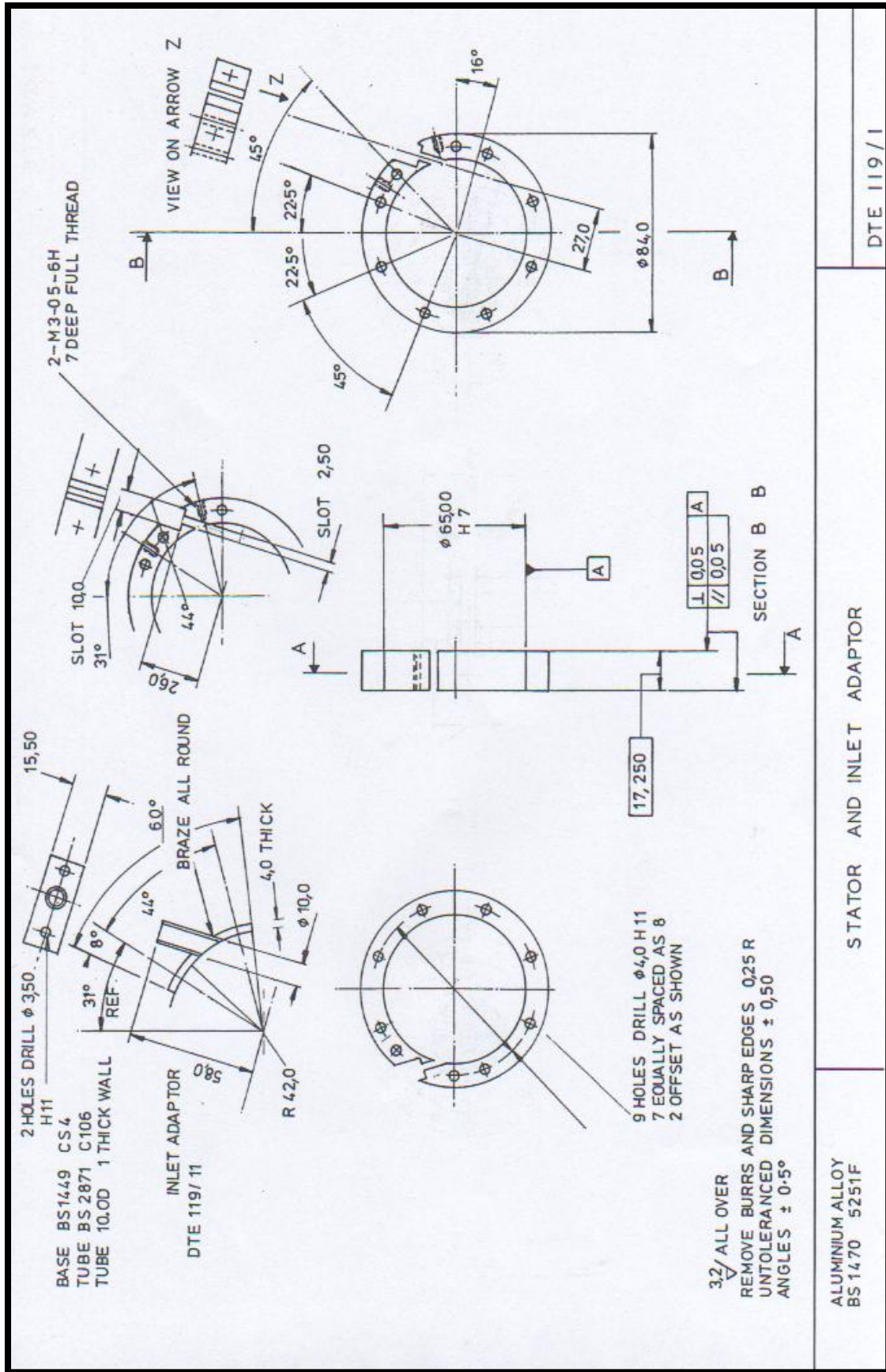


3.6 ΓΡΑΜΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ ΤΕΣΛΑ

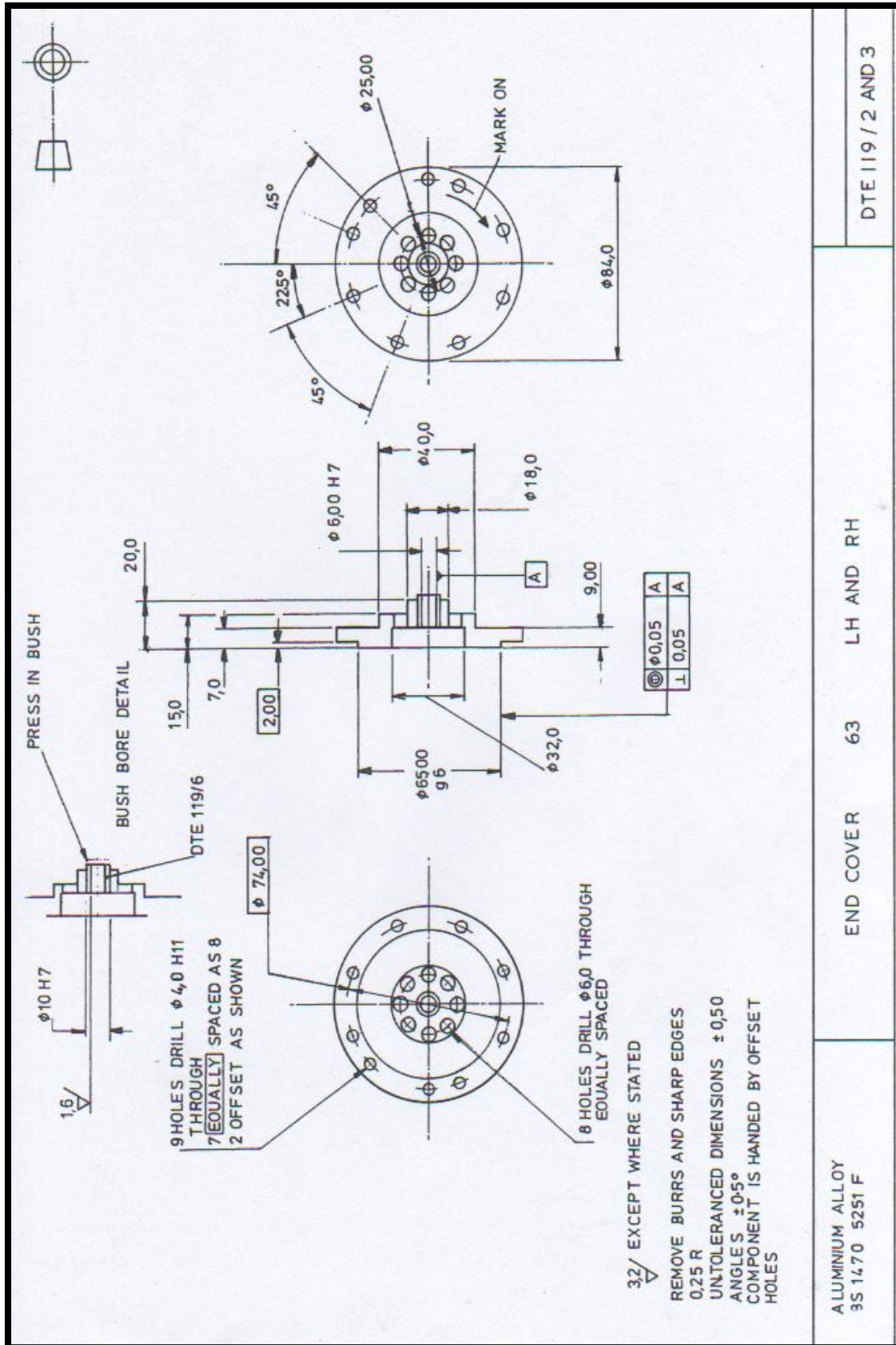
Σχέδιο 1



Σχέδιο 2



Σχέδιο 3

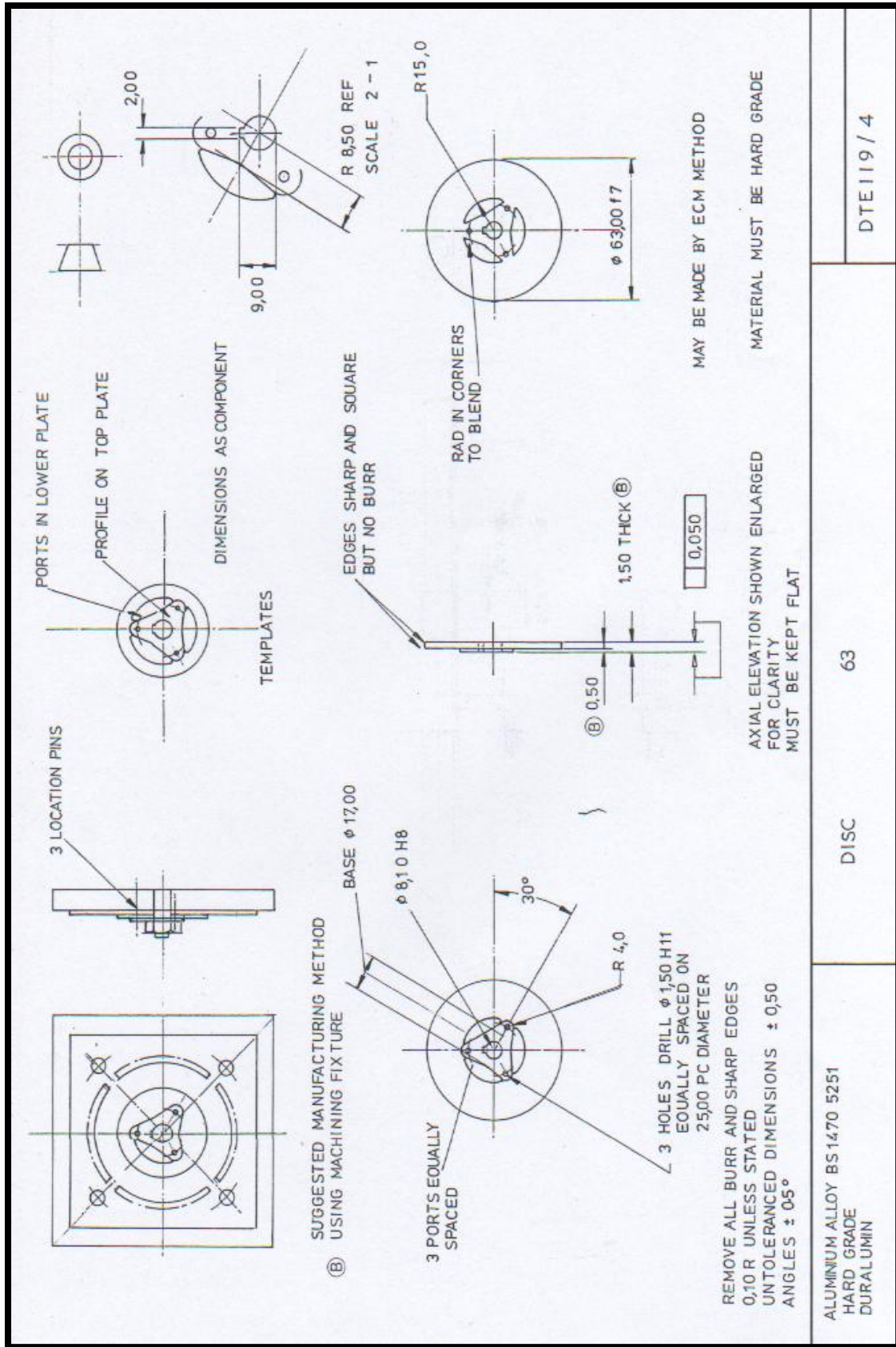


ALUMINIUM ALLOY
3S 1470 5251 F

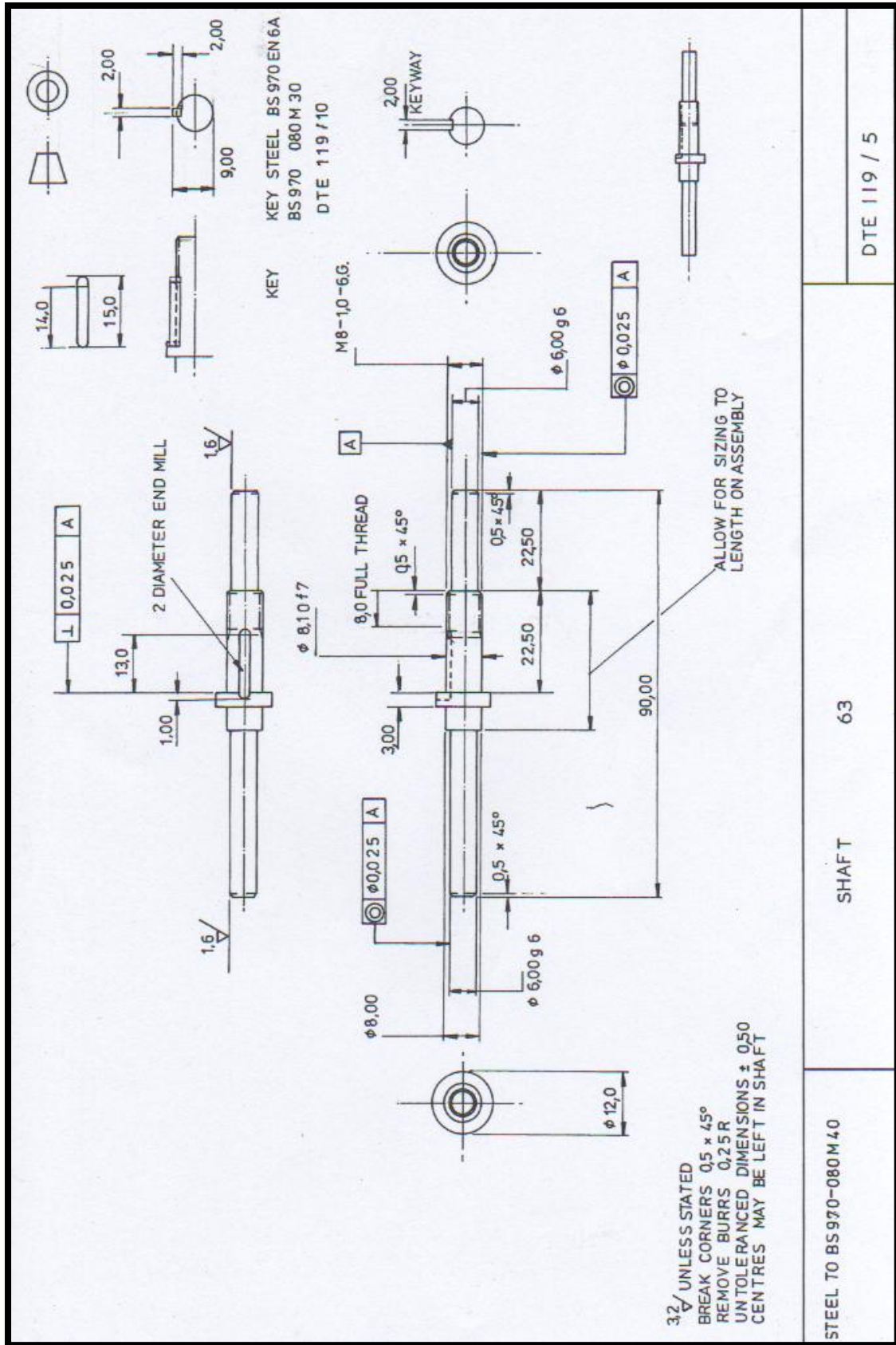
END COVER 63 LH AND RH

DTE 119 / 2 AND 3

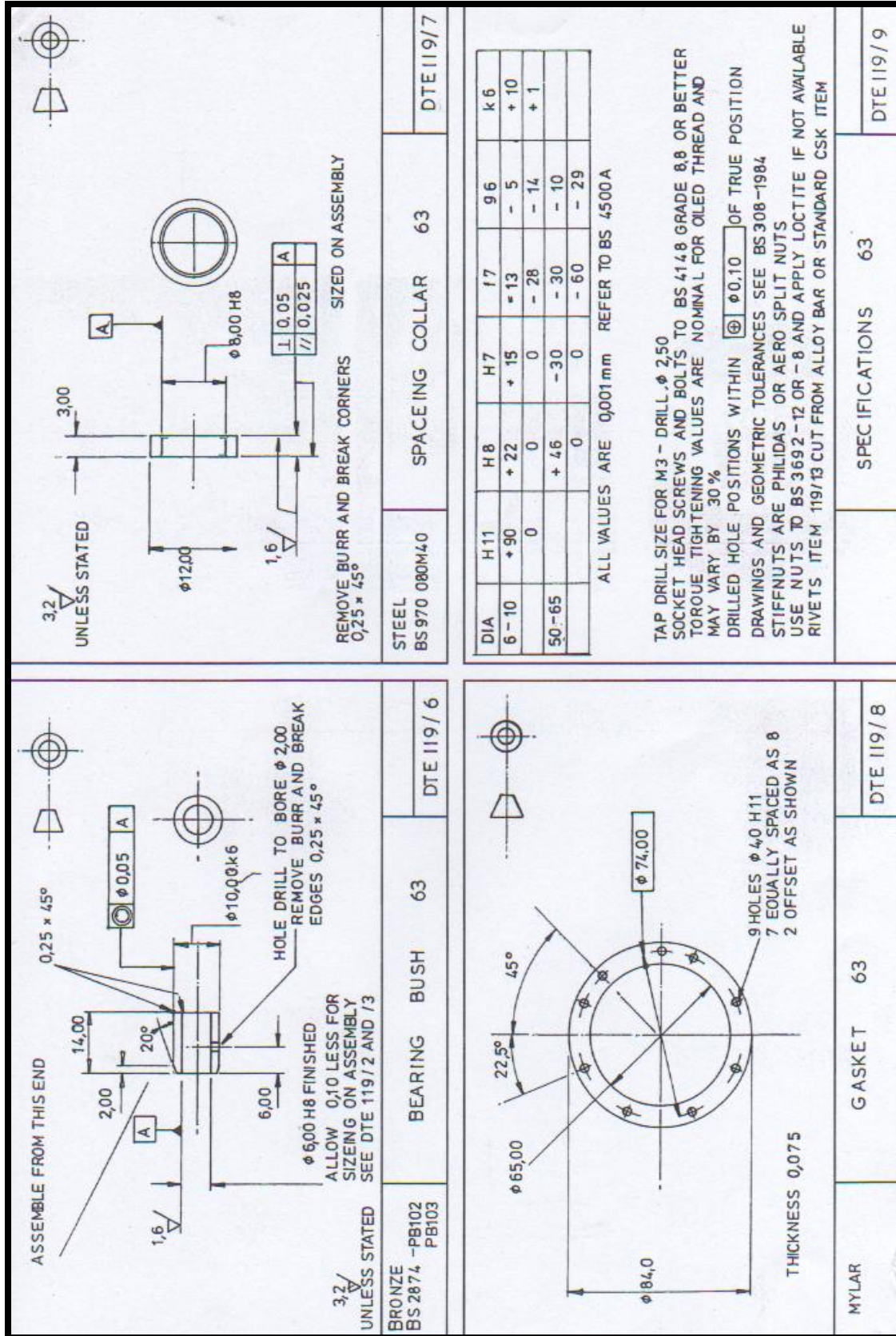
Σχέδιο 4



Σχέδιο 5



Σχέδιο 6



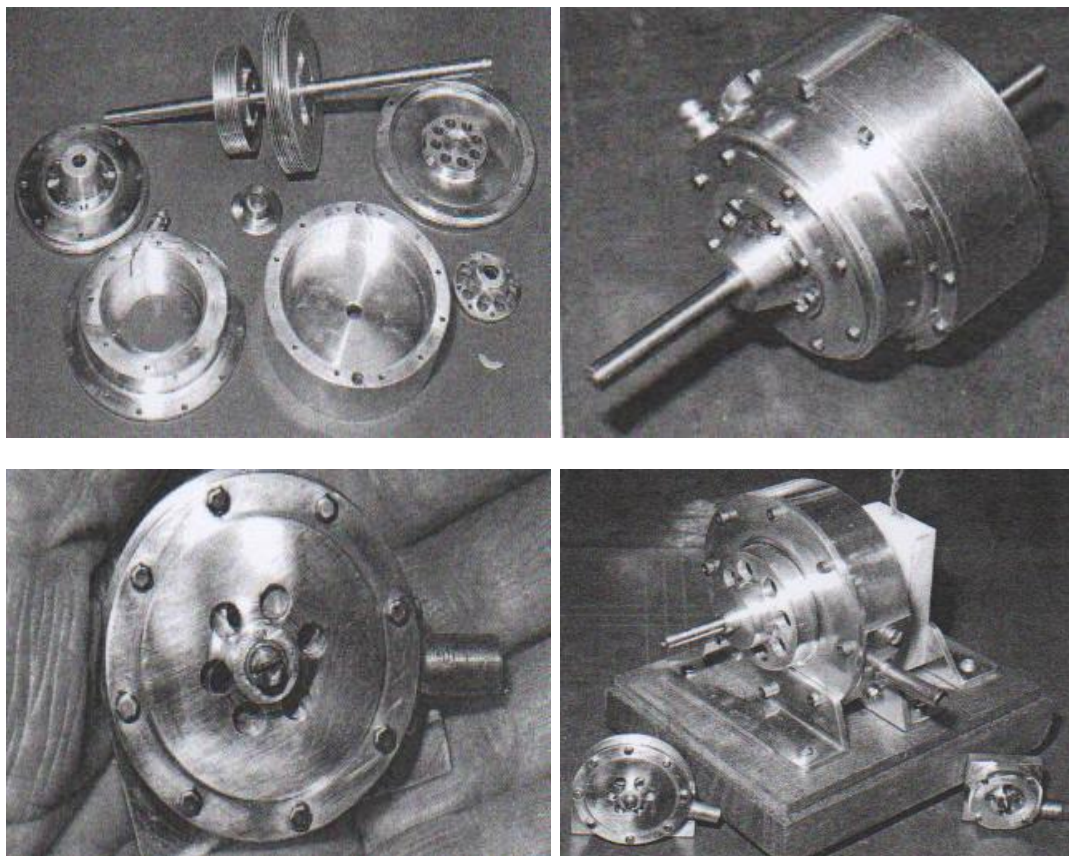
4.ΤΟΥΡΜΠΙΝΑ TESLA ΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΥΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η τουρμπίνα Tesla αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Μπορούμε να την δούμε σε πολλές εφαρμογές, ειδικότερα σε συμπαραγωγή σε έναν ατμοηλεκτρικό σταθμό αλλά και σε συνδυασμό με μια γεννήτρια LIMPET όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 1 (ενέργεια από το κύμα) . Η τουρμπίνα μπορεί να παράγει ενέργεια με δυο διαφορετικούς τρόπους και όχι μόνο. Ο ένας είναι με την πίεση του αέρα/αερίου αλλά και με την πίεση ενός υγρού , γενικότερα λειτουργεί όχι μόνο με μια Ήπιας Μορφής Ενέργεια.

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥΡΜΙΝΑΣ TESLA

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

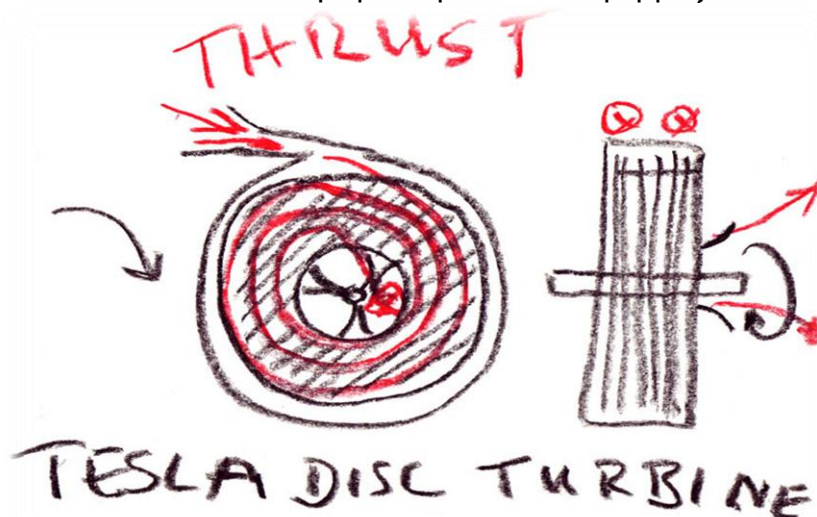
Ο εφευρέτης και μηχανικός ΝΙΚΟΛΑ TESLA όπου δημιούργησε και εφεύρε την τουρμπίνα ,την κατασκεύασε, την δοκίμασε αλλά και την τελειοποίησε πάνω σε υψηλής πίεσης αέρα. Σκοπός του Tesla για τον κινητήρα ήταν η κατασκευή μηχανήματος, το οποίο θα μπορούσε **να χωρέσει μέσα σε ένα καπέλο**.



Αναφερόμαστε για έναν περιστρεφόμενο δίσκο τύπου αέρα ή αλλιώς κινητήρα αεριοστρόβιλου. Το μηχάνημα αυτό περιλαμβάνει μια σειρά από λεπτούς

δίσκους κλεισμένους αλλά διαχωριζόμενους από ροδέλες σε απόσταση, τοποθετημένοι πάνω σε ένα άξονα για να σχηματίσουν ένα ρότορα. Ο ρότορας είναι τοποθετημένο μέσα σε περίβλημα, ή στάτορας, με τη μορφή ενός σωλήνα, και στο τέλος πλάκες, οι οποίες περιλαμβάνουν τα ρουλεμάν.

Η βασική ιδέα είναι ότι: όταν ένα μέσο που ρέει μέσα από μια σειρά δίσκων μπορεί να δημιουργήσει μια περιστροφική κίνηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί σαν πλεονέκτημα. Παραδείγματος χάριν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή μέσων όπως συμπιεσμένο αέρα ή αέριων, ως αντλία υγρών ή ως ένα μοτέρ. Κάποια μεταβολή στην διαμόρφωση των δακτυλίων του απαιτείται ανάλογα με το μέσο που εφαρμόζεται.



4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκε μια στοίβα από δέκα δίσκους και ροδέλες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι πάνω σε ένα άξονα διαμέτρου 25 mm ή 0.981 ίντσες. Οι δίσκοι και οι ροδέλες ήταν στερεωμένοι στον άξονα μαζί από ένα κατάλληλο το παξιμάδι. Αυτό το συγκρότημα σχηματίζει έναν ρότορα, ο οποίος είναι τοποθετημένος σε μια τετράγωνη θήκη/στάτη όπου τα άκρα είναι κλειστά από πλάκες, που περιέχουν τα ρουλεμάν πάνω στα οποία ο άξονας περιστρέφεται.

Στο κέντρο των δίσκων όσο πιο κοντά στον άξονα για πρακτικούς λόγους, σχηματίζονται οπές, με ίδια κενά μεταξύ τους με σκοπό να παρέχουν μια έξοδο για το μέσο από τους δίσκους.

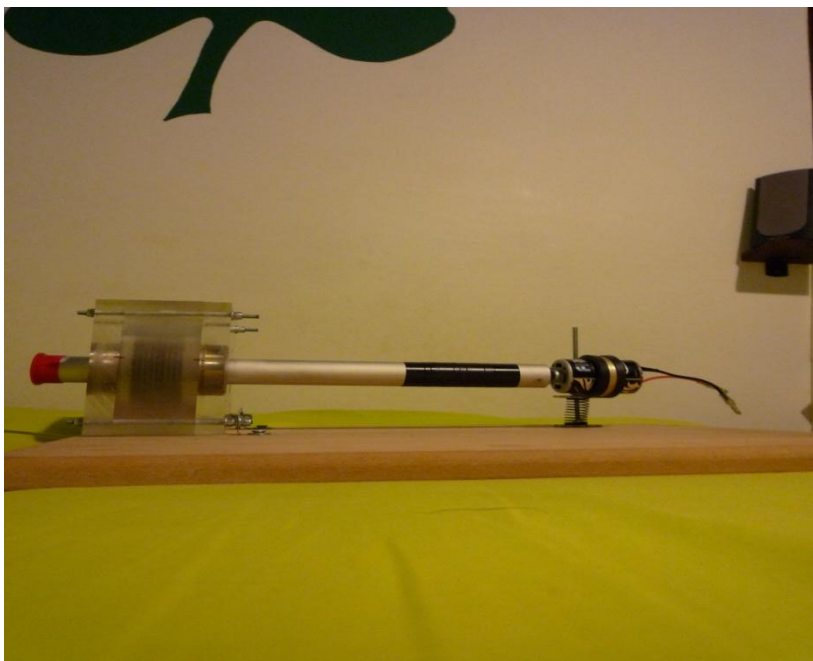
Ο ρότορας είναι μια λειτουργική εφαρμογή και με ένα σχετικά στενό άνοιγμα στις επιφάνειες των ακραίων πλακών του στάτη, έχει ως στόχο τη μείωση των διαρροών όσο είναι εφικτό. Εφαπτομενικά σε μια οπή του στάτη, βρίσκεται ένα ακροφύσιο/αντάπτορας μέσω του οποίου το μέσο κατευθύνεται πάνω στους δίσκους σε σπειροειδή μορφή και εν συνεχεία ρέει προς τα ανοίγματα εξόδου (στην συγκεκριμένη περίπτωση τα ανοιχτού τύπου ρουλεμάν). Στην συγκεκριμένη πειραματική μονάδα χρησιμοποιήθηκε **πεπιεσμένος αέρας υψηλής πίεσης** ως μέσο λειτουργίας, σε μία πίεση περίπου 50-3000 p.s.i. Από το μηχάνημα επιτεύχθηκε μια περιστροφική ταχύτητα άνω των 11000 στροφών ανά λεπτό με σκοπό τη παραγωγή κάποιου έργου.

4.3 ΜΕΡΗ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ

1. **Δίσκοι τουρμίνας** (Είναι από σκληρούς δίσκους Η/Υ οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από ένα κράμα μέταλλου επικαλυμμένους από ένα λεπτό στρώμα οξειδίου του σιδήρου ή άλλο μαγνητικό υλικό) διαμέτρου 95 mm ή 3.740 ιντσών.
2. **Άξονας αλουμινίου** διαμέτρου 25 mm ή 0.981 ιντσών.
3. **Ροδέλες αλουμινίου** διαμέτρου 31 mm ή 1.218 ιντσών.
4. **Δυο πλάκες του στάτη από Plexiglas** πάχους 15 mm ή 0,591 ιντσών πλάτους 115 mm ή 4.528 ιντσών και ύψους 115 mm ή 4.528 ιντσών.
5. **Ο Στάτης από Plexiglas** πάχους 15 mm ή 0,591 ιντσών πλάτους 115 mm ή 4.528 ιντσών και ύψους 115 mm ή 4.528 ιντσών.
6. **Δύο ρουλεμάν** έσο διαμέτρου 24.80 mm ή 0.976 ιντσών.
7. **Ένας κινητήρας/γεννήτρια** κεντρικού άξονα 3.2 mm ή 0.126 ιντσών και δυνατότητα περιστροφής 15000 rpm στροφών ανά λεπτό.
8. **Αντάπτορας** σύνδεσης κινητήρας/γεννήτρια με τον άξονα
9. **Βάση** κινητήρας/γεννήτρια με ένα σφικτήρα, μια ντίζα, βίδες και ένα ελατήριο στήριξης.

Εικόνες :



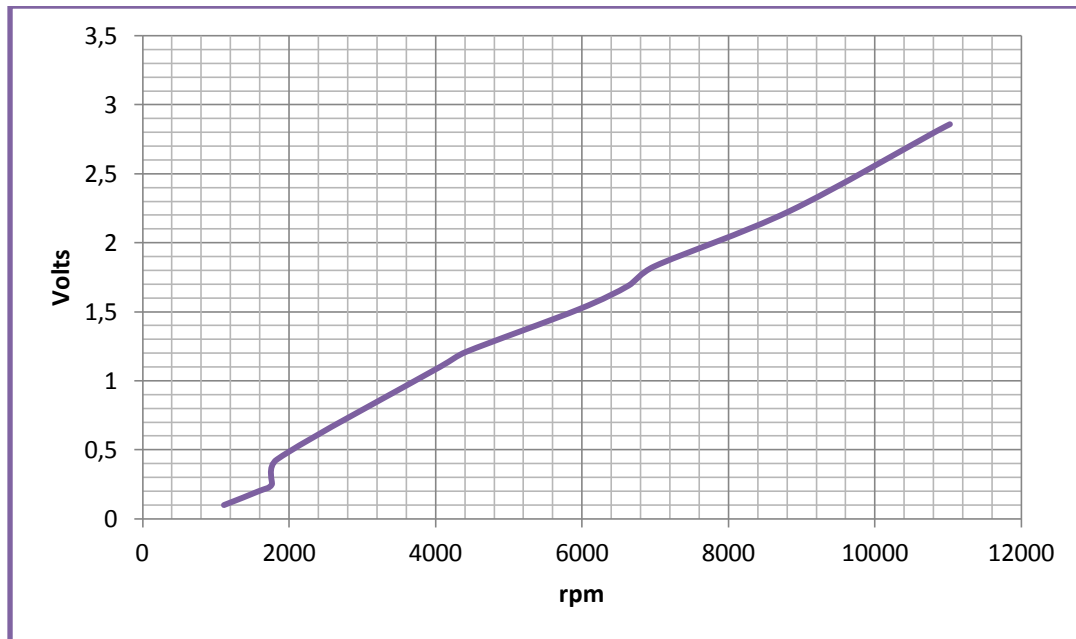


ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

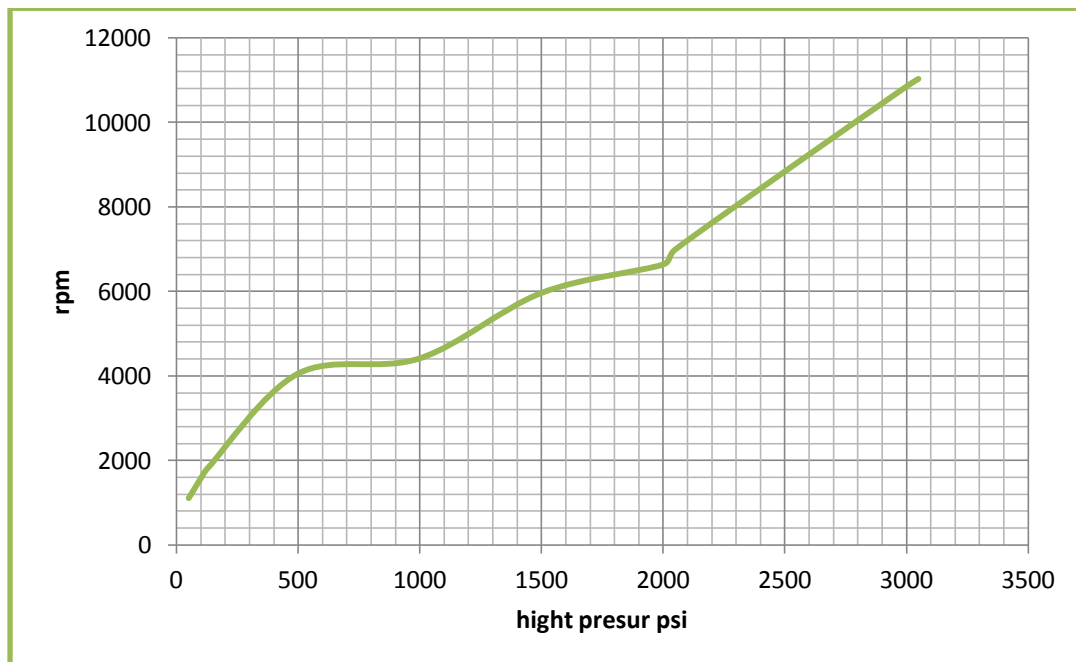
| α/α | psi | n(rpm) | V(Volts) |
|-----------------|------|--------|----------|
| 1 | 50 | 1108 | 0,1 |
| 2 | 100 | 1580 | 0,2 |
| 3 | 120 | 1763 | 0,25 |
| 4 | 130 | 1831 | 0,43 |
| 5 | 500 | 4056 | 1,1 |
| 6 | 1000 | 4416 | 1,21 |
| 7 | 1500 | 5963 | 1,52 |
| 8 | 2000 | 6636 | 1,69 |
| 9 | 2050 | 6990 | 1,83 |
| 10 | 2500 | 8835 | 2,23 |
| 11 | 3000 | 10846 | 2,81 |
| 12 | 3050 | 11028 | 2,86 |

4.4 ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

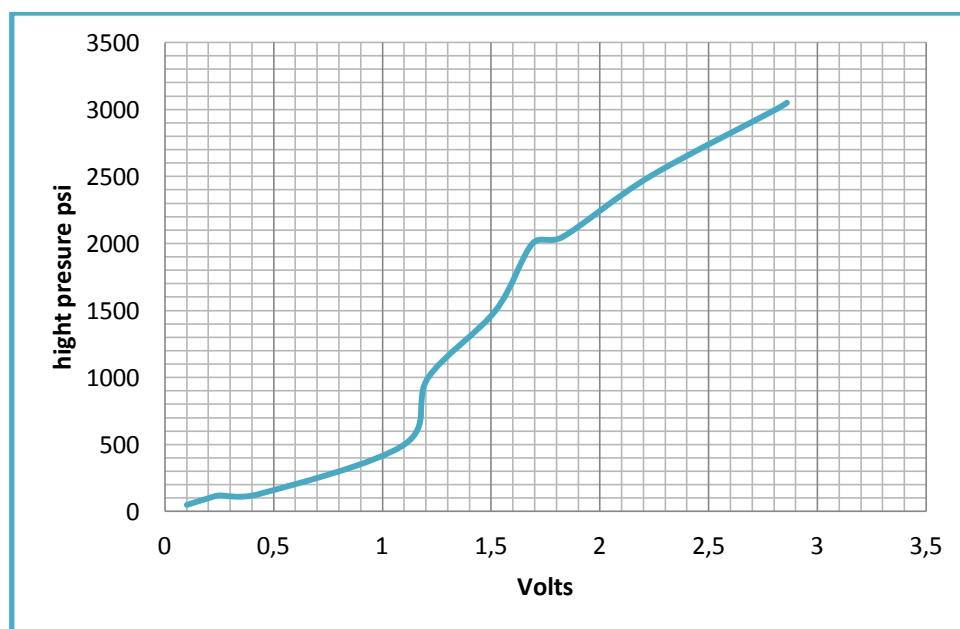
Volts = Rpm



Rpm = h.p. (p.s.i.)



Volts = h.p. (p.s.i.)



4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Από τις μετρήσεις , αλλά και από τις γραφικές παραστάσεις παρατηρούμε ότι:

1. Στην πρώτη γραφική παράσταση που αφορά τα μεγέθη της τάσης εξόδου σε συνάρτηση των στροφών της τουρμπίνας, βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται ο ρυθμός των στροφών αυξάνεται και η τάση εξόδου με μόνο μια εξαίρεση όπου στις 1580 μέχρι τις 1831 στροφές και μετά, υπάρχει μια απότομη αύξηση της τάσης όπου αυτό οφείλεται στα χαρακτηριστικά του κινητήρα. Συνεπώς η έξοδος του κινητήρα είναι μεταβλητή όπως παρατήρησε και στις μηχανές του ο Τέσλα.

2. Στην δεύτερη γραφική παράσταση που αφορά τα μεγέθη της πίεσης του μέσου εφαρμογής, σε συνάρτηση των στροφών της τουρμπίνας, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο ρυθμός της πίεσης τόσο αυξάνονται και οι στροφές, με μια εξαίρεση όπου στην περίπτωση μεταξύ των 500 έως 1000 πιέσεων, βλέπουμε μία σταθεροποίηση στις στροφές τις τουρμπίνας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο βάρος της τουρμπίνας που κυμαίνεται από 2.5-3.0 kg, στα σφάλματα μετρήσεων καθώς και στον τρόπο κατασκευής της.

3. Τέλος στην τρίτη γραφική παράσταση που αφορά τα μεγέθη της τάσης εξόδου σε συνάρτηση της πίεσης του μέσου εφαρμογής, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο ρυθμός της πίεσης τόσο αυξάνεται και τάση εξόδου, με μια εξαίρεση όπου στην περίπτωση μεταξύ των 500 έως 1000 πιέσεων, βλέπουμε μία σταθεροποίηση στην τιμή της τάσης όπως και στις στροφές τις τουρμπίνας, όπως και βλέπουμε στο σημείο των 2000 πιέσεων όταν έχουμε μια σταθερή πίεση έχουμε και σταθερή τάση εξόδου.

4.6 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

1. Κατά την εφαρμογή του μέσου, στην συγκεκριμένη περίπτωση πεπιεσμένου αέρα, παρατήρησα ότι η μηχανή είχε μια μεγάλη δύναμη περιστροφής, αλλά και ροπής το οποίο οφείλεται στα χρησιμοποιηθέντα υλικά, στις αποστάσεις των δίσκων αλλά και στον τρόπο κατασκευής της.

2. Από την μελέτη αλλά και την κατασκευή μιας πρωτόγνωρης για μένα εφαρμογής, όπως είναι η τουρμπίνα Τέσλα, αποκόμισα αρκετά στοιχεία που θα με βοηθήσουν στην περαιτέρω σταδιοδρομία μου. Κατά την μελέτη αυτής της πτυχιακής μπορεί κανείς να καταλάβει την αρχή λειτουργίας της τουρμπίνας όπου εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής, το εφαρμοζόμενο μέσο για την λειτουργία της, των αποστάσεων των δίσκων ακόμα και των διαστάσεων των εξόδων του μέσου που βρίσκονται στους δίσκους. Με λίγα λόγια βλέπουμε ότι σε μια τουρμπίνα ακόμα και το πιο μικρό στοιχείο πάνω σε αυτήν παίζει σημαντικό ρόλο για την σωστή λήψη αποτελεσμάτων στην έξοδό αλλά και την σωστή λειτουργία της.

ΠΗΓΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.allaboutenergy.gr/Pages23.html>

<http://el.wikipedia.org/wiki/>

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvqis/index.htm>

<http://el.wikipedia.org/wiki>

<http://www.bing.com/images/search?q=nikola+tesla&view=detail&id=D22B3F494422072FFD5B4891EC58DD9B933C8BE3&first=631&FORM=IDFRIR>

<http://www.seabirdadventure.com/tesla-turbine/serbian-inventor-nikola-tesla>

<http://www.seabirdadventure.com/tesla-turbine>

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/1032148.stm>

- Νικόλαος Ηλιάδης - Γεώργιος Βουτσινός, "Τεχνολογία για μαθητές Α' Ενιαίου Λυκείου", (2006, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων. Έκδοση Θ').
- Περιοδικό "Τεχνικά Θέματα", Τ.Ε.Ε. Τμήμα Δυτικής Ελλάδας, Τεύχος 63, Απρίλιος 2006
- Βιβλίο "The Tesla Disc Turbine ", W.M.J. Cairns I.Eng., M.I.E.D. Εκδόσεως Camden Miniatures Steam Services.