

ΣΧΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Β' ΤΑΞΗΣ ΓΕΛ ΣΕΡΒΙΩΝ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΘΕΜΑ: «Εναλλακτική Πηγή Ενέργειας-Αιολική: Ανοίγουν οι Ασκοί
του Αιόλου»



Οι μαθητές:

ΜΠΑΣΔΕΚΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ
ΜΠΑΣΔΕΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΝΗΤΣΙΟΥ ΑΝΝΑ
ΝΙΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ
ΠΑΠΑΣΤΕΡΓΙΟΥ ΙΒΑΝΑ
ΠΑΠΑΧΑΡΗΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΠΛΙΑΧΑΣ ΘΩΜΑΣ
ΠΡΑΣΣΟΥ ΒΑΪΑ
ΣΑΒΒΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΣΑΒΒΙΔΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΣΚΕΤΟΠΟΥΛΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ
ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΙΡΗΝΗ

ΝΙΚΟΥ ΕΙΡΗΝΗ
ΝΤΕΜΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
ΝΤΟΥΣΙΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΝΤΟΥΣΙΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΝΑ
ΣΤΑΜΟΥΛΗ ΕΙΡΗΝΗ
ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΣΤΑΥΡΙΑΝΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ
ΣΩΤΗΡΙΟΥ ΡΑΦΑΗΛ
ΤΑΧΤΖΙΔΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΤΖΟΥΝΑ ΕΥΔΟΞΙΑ
ΤΣΙΑΝΑΚΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΤΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΤΣΟΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

Οι καθηγήτριες:

ΚΑΡΙΠΙΔΟΥ ΠΑΡΘΕΝΟΤΗ ΠΕ12.01
ΠΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ ΠΕ04.02

Σχολ. Έτος 2014-2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας

1.1.1Πλεονεκτήματα

1.1.2_Μειονεκτήματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

2.1 Τύποι Ανεμογεννητριών

2.1.1 Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου άξονα

2.1.2 Ανεμογεννήτριες Κατακόρυφου άξονα

2.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Οριζοντίου άξονα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

4.1 Αιολικά Πάρκα & Περιβάλλον

4.1.1 Τοπίο

4.1.2 Διάβρωση

4.1.3 Βιότοποι

4.1.4 Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη των αιολικών πάρκων στη χώρα μας

4.2 Αιολικά Πάρκα ανά τον Κόσμο

4.3 Αιολικά Πάρκα ανά την Ελλάδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΣΧΕΔΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

5.1 Περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής

5.2 Πίνακας εργαλείων

5.3 Πίνακας υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και κόστος

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Επίσκεψη στο ΚΤΠΕ Κέρκυρας

1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. 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. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό, σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Ευβοίας και φυσικά στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές συναντώνται τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού.

Η αιολική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευση του υψηλού της δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται στις σύγχρονες αποδοτικές ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

1.1 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας

1.1.1 Πλεονεκτήματα

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής καθώς παρουσιάζει μια πλειάδα πλεονεκτημάτων:

- Το «καύσιμο» (ο άνεμος) είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν.
- Δεν εκλύονται στην ατμόσφαιρα αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και έτσι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα.
- Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.
- Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η φθηνότερη μορφή ενέργειας αφού κοστίζει ανάμεσα σε 4 και 6 cents ανά κιλοβατώρα (Η τιμή εξαρτάται από την ύπαρξη/παροχή ανέμου και από τη χρηματοδότηση ή μη του εκάστοτε προγράμματος παραγωγής αιολικής ενέργειας).
- Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να στηθούν σε αγροκτήματα ή ράντσα, ωφελώντας έτσι την οικονομία των αγροτικών περιοχών, όπου βρίσκονται οι περισσότερες από τις καλύτερες τοποθεσίες από την άποψη του ανέμου. Οι αγρότες μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται στη γη, καθώς οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν μόνον ένα μικρό μέρος της γης. Οι ιδιοκτήτες των εγκαταστάσεων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας πληρώνουν ενοίκιο στους αγρότες για τη χρήση της γης.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χώρων, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και την συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Η αιολική ενέργεια ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια.
- Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι αισθητά αθόρυβες. Το επίπεδο της έντασης του ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μια ανεμογεννήτρια είναι 50 - 60 db(A), που είναι αντίστοιχο με την ένταση μιας συζήτησης.

· Η αιολική ενέργεια πάνω από όλα έχει φέρει έναν άνεμο αλλαγής στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα, ενώ δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την οικονομική ανάπτυξη



περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό και τη διασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος για εμάς και τα παιδιά μας.

1.1.2_Μειονεκτήματα

Παρόλα τα πολλά προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, η αιολική ενέργεια έχει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα που είναι ως ένα σημαντικό βαθμό αποτρεπτικά για την εξάπλωσή τους:

- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση, πριν τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκατάστασης θα πρέπει να έχει προηγηθεί Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.).
- Οπτικοαισθητική επίδραση: Η εγκατάσταση μιας τεράστιας ανεμογεννήτριας σε μια όχι και τόσο ανοιχτή περιοχή δημιουργεί άσχημη οπτική εντύπωση. Αντίθετα η εγκατάσταση της ίδιας ανεμογεννήτριας σε μια αχανή έκταση περνά σχεδόν απαρατήρητη.
- Ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση: Το πρόβλημα της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.
- Τα αιολικά συστήματα έχουν υψηλό κόστος έρευνας και εγκατάστασης.
- Απαιτούν πολύ χρόνο για την έρευνα και τη χαρτογράφηση του αιολικού δυναμικού των μεγάλων περιοχών, ώστε να εντοπιστούν τα ευνοϊκά σημεία.
- Παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως προς την απόδοση ισχύος, διακύμανση που οφείλεται

2. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ).

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

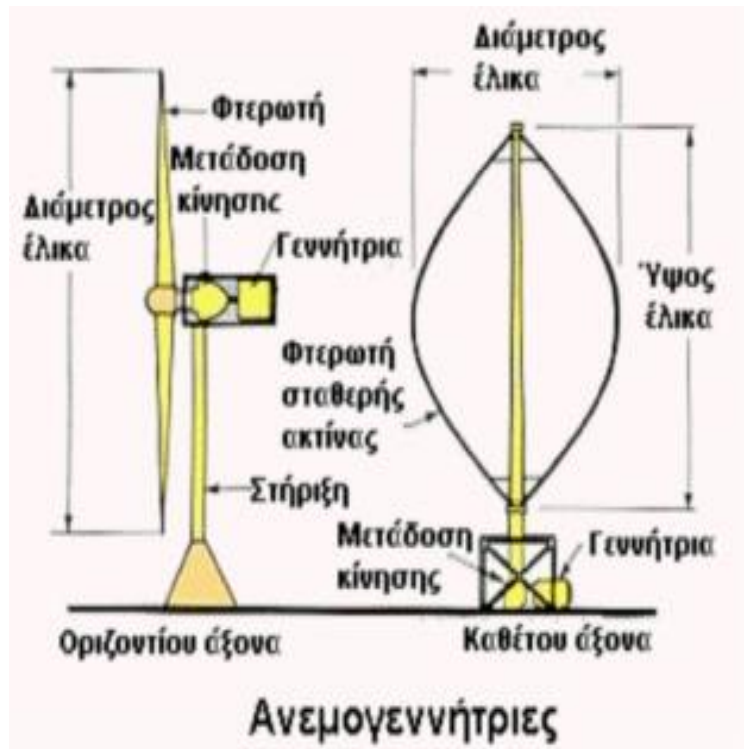
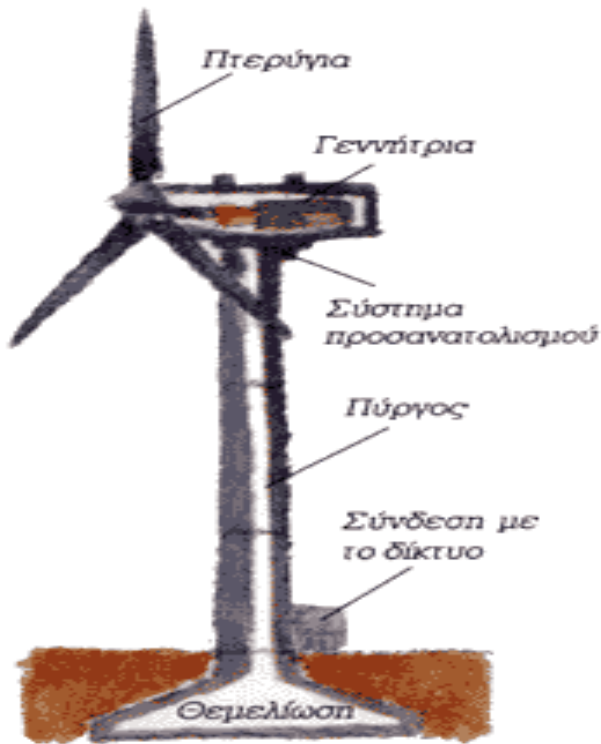
Οι Α/Γ χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις Α/Γ, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συχνά αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα, όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή. Η αποθήκευση σήμερα γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης Η/Ε, η οποία χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες. Η άντληση ύδατος με χρήση Η/Ε παραγόμενης από Α/Γ και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η μέθοδος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη Η/Ε είναι μεγάλη.

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 - 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή - και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες - για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο».

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις.

2.1 Τύποι Ανεμογεννητριών

Υπάρχουν δύο τύποι ανεμογεννητριών, οριζόντιου και κάθετου άξονα, με αυτές του οριζόντιου άξονα να είναι οι πιο διαδεδομένες αυτή τη στιγμή στον κόσμο. Η ονομαστική ισχύς μίας ανεμογεννήτριας έχει εύρος από μερικές δεκάδες watt μέχρι 15 MW σήμερα, ανάλογα με το μέγεθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε συσκευής. Κάθε ανεμογεννήτρια έχει μια χαρακτηριστική καμπύλη ταχύτητας- ισχύος (powercurve) που φανερώνει τη σχέση μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας και της ταχύτητας του ανέμου για κάθε τύπο ανεμογεννήτριας. Η καμπύλη αυτή εξαρτάται από διάφορες ιδιότητες της ανεμογεννήτριας όπως η επιφάνεια σάρωσης της φτερωτής, η αεροδυναμική και οι αποδόσεις των κιβωτίων ταχυτήτων και της μηχανής.



Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

2.1.1 Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου άξονα

Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) είναι τύπου έλικα και βρίσκεται σε θέση παράλληλη με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.

2.1.2 Ανεμογεννήτριες Κατακόρυφου Αξονα

Ανεμογεννήτριες Κατακόρυφου άξονα, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

2.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Οριζοντίου άξονα

Έχει μεγαλύτερο κόστος λόγω συστημάτων προσανεμισμού και pitch. Έχει μεγαλύτερο ύψος τις περισσότερες φορές Έχει καλύτερο powercoefficient Κάθετου άξονα

Δεν απαιτεί προσανεμισμός Χρησιμοποιείται σε οικιακές εφαρμογές όπου δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση ψηλού πύργου (πχ τάρτσες) και σε περιοχές χαμηλότερου αιολικού δυναμικού ή και σε αστικές περιοχές Είναι καλύτερες για περιοχές με μεγάλη τύρβη Πιο οικονομικές κατασκευές Δυσκολία προσομοίωσης λόγω της παραμόρφωσης που προκαλείται στην ροή γύρω από το στροφέιο.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα , με δύο ή τρία πτερύγια.

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη :

Το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα . Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα .

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών , το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.

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 τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας . Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

Το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.

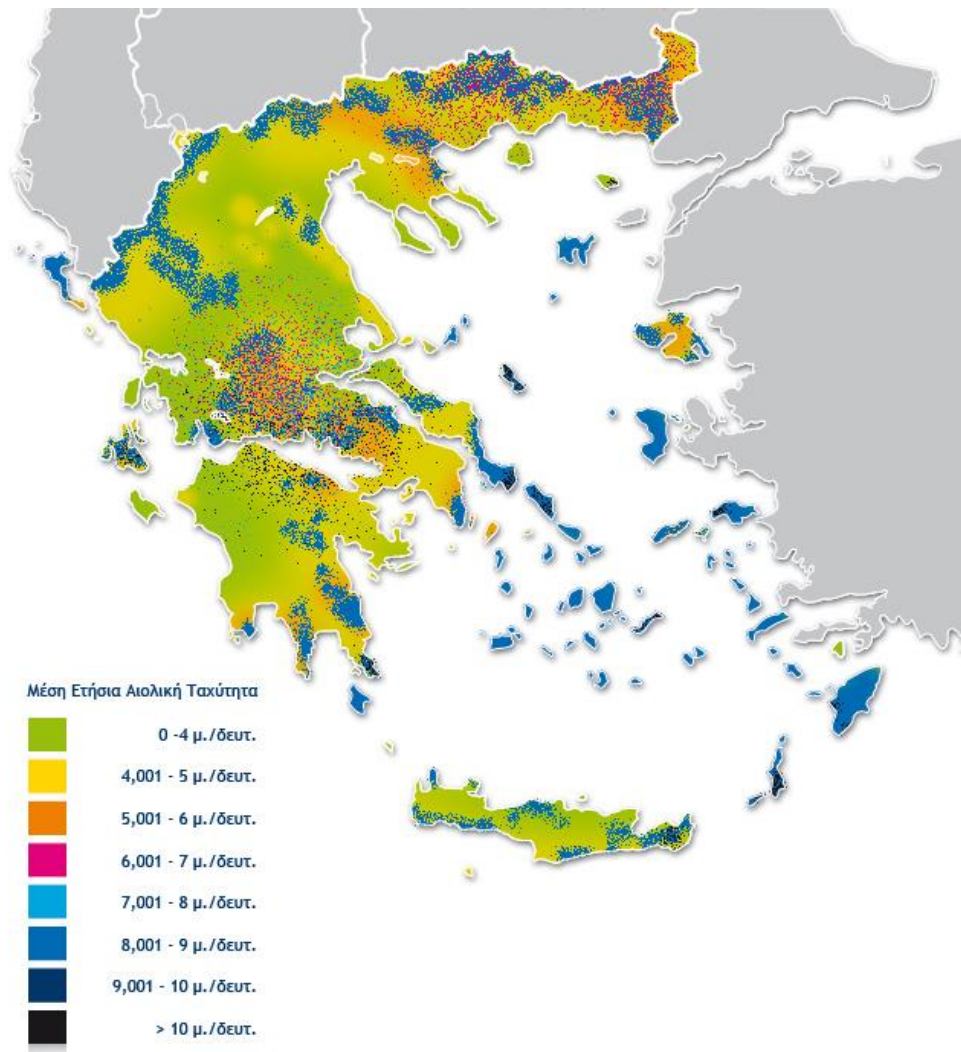
Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση . Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου . Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί , συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

3. ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα (Αιολική ενέργεια, ΚΑΤΕ 1998). Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος.

Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.



Σύμφωνα με στοιχεία της Bloomberg (New Energy Finance) ως το 2016 το κόστος παραγωγής ενέργειας από χερσαία αιολικά θα μειωθεί κατά 12%, φτάνοντας το κόστος των συμβατικών μεθόδων παραγωγής (άνθρακα-ΦΑ-πυρηνικών).

Η επίτευξη ισοτιμίας αιολικών-συμβατικών πηγών θεωρείται σημείο καμπής για την προώθηση των ΑΠΕ και θα επιτευχθεί χάρη σε δύο κυρίως λόγους:

1. την μείωση του κόστους κατασκευής των ανεμογεννητριών (από 2 εκ.€/MW το 1984, πλέον κοστίζουν λιγότερο από 880.000€/MW)
2. την αύξηση την απόδοσης των ανεμογεννητριών (από 21% η απόδοσή τους πλέον φτάνει το 34%).

Το κόστος παραγωγής αναμένεται να πέσει ακόμη περισσότερο λόγω αυξημένου ανταγωνισμού στη βιομηχανία ανεμογεννητριών και ανεμογεννητριών νέας σχεδίασης (με ακόμη μεγαλύτερα πτερύγια).

Επιπρόσθετα, οι σημερινές ανεμογεννήτριες είναι υψηλότερης ποιότητας και έχουν πολύ μικρότερο κόστος συντήρησης. Με βάση τα παραπάνω, το κόστος παραγωγής ενέργειας από αιολικά έχει φτάσει στα 52€/MWh (από 200€/MWh το 1984...).

Το κόστος αυτό (εννοείται χωρίς επιδοτήσεις) είναι κατά μόλις 6 € ακριβότερο από το μέσο κόστος παραγωγής των συμβατικών μονάδων (το κόστος παραγωγής της ΔΕΗ εκτιμάται στα 72 €/MWh. Στα μη διασυνδεδεμένα νησιά το μέσο κόστος παραγωγής φτάνει ακόμη και στα 146€/MWh).

Αν, δε, προσθέσει κανείς και το κόστος δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (που και η ΔΕΗ θα υποχρεούται να πληρώσει από το 2013), ήδη το κόστος παραγωγής ενέργειας από αιολικά εξισώνεται με το κόστος των συμβατικών μονάδων.



4. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Αιολικό πάρκο ή Αιολικός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

(ΑΣΠΗΕ) ονομάζεται η χερσαία ή θαλάσσια έκταση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένας αριθμός ανεμογεννητριών με σκοπό τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική.

Συγκεκριμένα είναι βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίες αποτελούνται από τις ανεμογεννήτριες, τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, τους μετεωρολογικούς ιστούς, τους σταθμούς μετασχηματισμού και βοηθητικές υποδομές συμπεριλαμβανομένων των δρόμων.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους δε ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με τη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ή άλλων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ρύπανση που σχετίζεται με τους ΑΣΠΗΕ είναι έμμεση λόγω του ότι λαμβάνει χώρα κατά τη παραγωγή, τη μεταφορά, τη διάνοιξη δρόμων όπου θεωρηθεί αναγκαίο και την εγκατάσταση των στοιχείων που το απαρτίζουν καθώς επίσης και με τη δυνατότητα ανακύκλωσης ή μη, των υλικών μετά το πέρας λειτουργίας του ΑΣΠΗΕ.



4.1 Αιολικά Πάρκα & Περιβάλλον

Οι βασικότερες περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις ανάπτυξης αιολικών πάρκων :

4.1.1 Τοπίο

Οι καλύτερες περιοχές για την τοποθέτηση ανεμογεννητριών είναι τα υψηλότερα σημεία, αυτά δηλαδή που κυριαρχούν συνήθως στα τοπία και τα χαρακτηρίζουν. Οι ανεμογεννήτριες κυριαρχούν στο τοπίο και το εκμηχανίζουν. Μεγάλη οπτική υποβάθμιση προκαλούν και τα χωματουργικά έργα εγκατάστασης και πρόσβασης στις ανεμογεννήτριες, δηλ. δρόμοι, ισοπεδώσεις, εκσκαφές για τη θεμελίωση των ανεμογεννητριών κλπ. Η Υπηρεσία για την Προστασία της Υπαίθρου της Αγγλίας σε αναφορά της στην Κυβέρνηση θεωρεί ότι τα αιολικά πάρκα είναι μία μορφή βιομηχανικής ανάπτυξης και προτείνει να δημιουργούνται σε ήδη υποβαθμισμένες περιοχές.

4.1.2 Διάβρωση

Τα έργα υποδομής για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών θα εκθέσουν χιλιάδες τόνους εδάφους στον αέρα και τη βροχή με αποτέλεσμα την εκτεταμένη διάβρωση. Το έδαφος στις κορυφογραμμές έχει βάθος λιγότερο από 10 εκατοστά και το ποώδες εδαφοκάλυμμα είναι αδύνατο να επανεγκατασταθεί στο συγκεκριμένο ακραίο οικολογικά περιβάλλον λόγω υψομέτρου αλλά και λόγω του ιδιαίτερα άγονου μητρικού πετρώματος που αναπόφευκτα θα αποκαλυφθεί σε μεγάλη έκταση. Η κατασκευή δρόμων πρόσβασης ιδιαίτερα σε κορυφογραμμές προκαλεί μόνιμη αλλαγή της εδαφοκάλυψης και εκτεθειμένες επιφάνειες στην επιφανειακή διάβρωση. Εκτός από τις βάσεις στήριξης των ανεμογεννητριών, θα χρειαστεί να κατασκευαστούν

χιλιόμετρα δικτύου μεταφοράς του ρεύματος και εκατοντάδες πυλώνες, με τα συνεπαγόμενα τεχνικά έργα μεγάλης κλίμακας και εκτεταμένες υλοτομίες δάσους. Στο Γιορκσάιρ της Αγγλίας, η κατασκευή ανεμογεννητριών ύψους 50 μ. δημιούργησε ρωγμές στο μητρικό πέτρωμα, με αποτέλεσμα την αλλαγή των φυσικών υπόγειων υδρολογικών διαδρομών.

4.1.3 Βιότοποι

Οι κορυφογραμμές των ευρυτανικών βουνών φιλοξενούν σπάνια και ευαίσθητα είδη και βιότοπους. Η κατασκευή αιολικών πάρκων είναι μία μορφή βιομηχανικής ανάπτυξης και προκαλεί υποβάθμιση και εξαφάνιση βιοτόπων (Ινστιτούτο Βιολογικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ουαλίας, Ηνωμένο Βασίλειο, 1998).

Τα πτερύγια των ανεμογεννητριών μπορεί να σκοτώσουν διερχόμενα πουλιά. Στην Ταρίφα της Ισπανίας, ένας σημαντικός αριθμός πουλιών έχει σκοτωθεί, εκ των οποίων 13 είδη προστατευόμενα από την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία. Στο αιολικό πάρκο του Altamont Pass, στην Καλιφόρνια κάθε χρόνο σκοτώνονται κατά μέσο όρο 200-300 γεράκια, 40-60 χρυσαετοί και περίπου 7000 μεταναστευτικά πουλιά (Επιτροπή Ενέργειας της Καλιφόρνια). Η Υπηρεσία Προστασίας της Φύσης, αντέδρασε στη δημιουργία αιολικού πάρκου στην Ανατολική Αγγλία, λόγω των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων στην орνιθοπανίδα, όπως εξαφάνιση και υποβάθμιση βιοτόπων και θέσεων φωλεοποίησης, ενόχληση από το θόρυβο και θανάτωση στα πτερύγια.

4.1.4 Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη των αιολικών πάρκων στη χώρα μας

Τα έργα αιολικών πάρκων συντελούν αποφασιστικά στην προστασία του περιβάλλοντος μιας περιοχής, αφού περιορίζουν σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές επιβλαβών για την υγεία ρυπαντικών ουσιών, που προκαλούνται από την καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, πετρελαίου, αερίου). Έτσι, η κατασκευή και λειτουργία αιολικών πάρκων 50 MW στη χώρα μας, έχει ως αποτέλεσμα την αποτροπή έκλυσης στην ατμόσφαιρα περίπου 2.300 τόννων το χρόνο διοξειδίου του θείου, 180 τόννων το χρόνο οξειδίων του αζώτου, 120 τόννων το χρόνο αιωρούμενων σωματιδίων και 128.000 τόννων το χρόνο διοξειδίου του άνθρακα (αερίου που είναι υπεύθυνο για το φαινόταν του θερμοκηπίου).



Υπενθυμίζεται ότι το φαινόμενο του Θερμοκηπίου θεωρείται πια, σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο, υπεύθυνο – σε πολύ μεγάλο βαθμό – για τις υπερβολικά αυξημένες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, για την αυξημένη ξηρασία (μείωση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων και των επιφανειακών νερών), αλλά και για την αύξηση της έντασης καιρικών φαινομένων, όπως οι ξαφνικές και καταστρεπτικές πλημμύρες, κ.α. Έγκυρες μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι μία σημαντική υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και κυρίως με αιολικά πάρκα που βρίσκονται ήδη στο στάδιο σχεδιασμού ή υλοποίησης, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή τουλάχιστον κατά 11%, και επομένως να περιορίσει αντίστοιχα και τις δυσμενείς επιπτώσεις από το φαινόμενο του Θερμοκηπίου.

4.2 Αιολικά Πάρκα ανά τον Κόσμο

Το Αιολικό πάρκο Κύθνου είναι ένας χώρος κοντά στη πρωτεύουσα του νησιού όπου βρίσκονται εγκατεστημένες 5 ανεμογεννήτριες τύπου MAN των 20kW η κάθε μία. Το Αιολικό πάρκο της Κύθνου αναφέρεται ως το πρώτο αιολικό πάρκο που δημιουργήθηκε στον κόσμο και το πρώτο στην Ευρώπη.

Το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο είναι το London Array, 20 χιλιόμετρα ανοιχτά των νοτιοανατολικών ακτών της χώρας.

Το έργο ισχύος 630MW διαχειρίζεται η κυβέρνηση της Δανίας, και η Masdar με έδρα το Αμπού Ντάμπι. Η παραγωγή ενέργειας από τις 175 ανεμογεννήτριες του πάρκου, φέρουν την «υπογραφή» της Siemens.

Ένα από τα μεγαλύτερα **Θαλάσσια πάρκα** του κόσμου, βρίσκεται στα ανοιχτά των ακτών Κούμπρια στη Βρετανία.

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο «Walney», **ισχύος 367 MW**, τροφοδοτεί με καθαρή ενέργεια **320.000** νοικοκυριά ετησίως.

Το γιγάντιο θαλάσσιο πάρκο αποτελείται από **102** ανεμογεννήτριες.

Το **υπεράκτιο αιολικό πάρκο** της Γερμανίας στη Βαλτική, **ισχύος 48,3 megawatt**, ξεκίνησε να τροφοδοτεί το εθνικό δίκτυο με ενέργεια.

Το πάρκο, που ονομάζεται Baltic 1 χρειάστηκε τρία χρόνια για να κατασκευαστεί και βρίσκεται 16 χιλιόμετρα βόρεια της χερσονήσου Darss/Zingst. Εκτός από το Baltic 1, που μπορεί να τροφοδοτήσει περίπου 50.000 νοικοκυριά, η EnBW σχεδιάζει στη Βαλτική και τη Βόρεια Θάλασσα άλλα τρία υπεράκτια αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 1.200 MW.

Η Η.Π.Α. είναι σήμερα η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από αιολικές εγκαταστάσεις. Το Τέξας, με εγκατεστημένη ισχύ 7.116 MW, είναι η πρώτη πολιτεία των Η.Π.Α. σε παραγόμενη ενέργεια από τον άνεμο, ακολουθεί η Αϊόβα με 2.790 MW και έπειτα η Καλιφόρνια με 2.517 MW. Η συνολική ενέργεια που παράγεται σήμερα στις Η.Π.Α. από αιολικές εγκαταστάσεις είναι αρκετή για να εξυπηρετεί πάνω από 8 εκατομμύρια νοικοκυριά. Το αιολικό πάρκο "Horse Hollow Wind Energy Center" (735 MW) που βρίσκεται κοντά στις πόλεις Taylor και Nolan στο Τέξας των Η.Π.Α. και το αιολικό πάρκο "Altamont Pass Wind Farm" (576 MW) στην Καλιφόρνια είναι δύο από τα μεγαλύτερα, σε λειτουργία, αιολικά πάρκα του κόσμου.

Το αιολικό δυναμικό της Κίνας είναι τεράστιο, τόσο στην ηπειρωτική χώρα όσο και στην Θάλασσα. Το 1986, η Κίνα εγκατέστησε το πρώτο της αιολικό πάρκο στο "Rongcheng, Shandong Province". Η αιολική ισχύς της χώρας φτάνει τα 12.210 MW ανεβάζοντάς την στην τέταρτη θέση παγκοσμίως. Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο σήμερα στην Κίνα είναι το "Xinjiang's Dabancheng συνολική εγκατεστημένη ισχύ 100 MW.

Στην Ινδία, το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο "Murrpandal" βρίσκεται σε μία λοφώδη έκταση και η συνολική του ισχύς είναι 1500 MW.

4.3 Αιολικά Πάρκα ανά την Ελλάδα

Όσον αφορά στην Ελλάδα οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας.

Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της.

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6- 7m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό.

Στη δυτική Ελλάδα αν και υπάρχει μικρότερο αιολικό δυναμικό, διατίθεται ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη λόφων και υψωμάτων με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Γνωστό για την εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας είναι το νησί της Κεφαλονιάς που διαθέτει τρία αιολικά πάρκα. Εντούτοις, η εγκατάσταση μεγάλων Α/Γ στην Ελλάδα αντιμετωπίζει δυσκολίες όπως αυτή της μεταφοράς και εγκατάστασης στις επιλεγείσες θέσεις, λόγω της φτωχής ή ανύπαρκτης υποδομής στις ορεινές κυρίως περιοχές όπου συνήθως καταγράφεται εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. Άλλη μια δυσκολία είναι η έλλειψη σχετικής εμπειρίας από τους εγχώριους επενδυτές και τους χρηματοδότες των έργων. Η Κρήτη παρουσιάζει το μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης των ΑΠΕ στη ζώνη της Μεσογείου.

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως το Αιολικό Πάρκο «Μανολάτη - Ξερολίμπα» του Δ.Δ. Διλιναίων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλονιά. Στο ίδιο νησί έχουν ήδη δημιουργηθεί δύο ακόμη αιολικά πάρκα: το Αιολικό Πάρκο "Αγία Δυνατή" του Δήμου Πυλαρέων, και το Αιολικό Πάρκο "Ημεροβίγλι" στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Με τη λειτουργία των τριών αιολικών πάρκων ο Νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 75,6 MW ηλεκτρικής ισχύος. Επιπλέον, σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας.

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας στον οποίο αναφέρονται οι περιοχές της Ελλάδος, οι τύποι των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται και ο αριθμός αυτών σε αντιστοιχία με την συνολική ισχύ που παράγεται.

ΟΝΟΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝ.	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝ.	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ
Μανολάτη - Ξερολίμπα	EUERCOU E-48 (800 KW)	17	13,6 MW
Αγία Δυνατή Κεφαλονία	EUERCOY E-70 (2,3 MW)	14	32 MW
Ημεροβίγλι	VESTAS (3 MW)	10	30 MW
Κύθνος	MAN (20 KW)	5	100 KW
Χόνδρα Ανατολική Κρήτη	ZOND 1,43 (9,9 MW)	18	985 MW
Αιολικά πάρκα Νάξου	Συνολικά 16 αιολικά πάρκα		333 MW
Πύλος Μεσσηνίας	652-850 (850KW)	8	6,8 MW
	652/850KW η καθεμία	8	200 MW
Πύλος Μεθωνης	(6,8 MW)		200 MW

5.Κατασκευή αυτοσχέδιας ανεμογεννήτριας

5.1: Περιγραφή διαδικασίας της κατασκευής

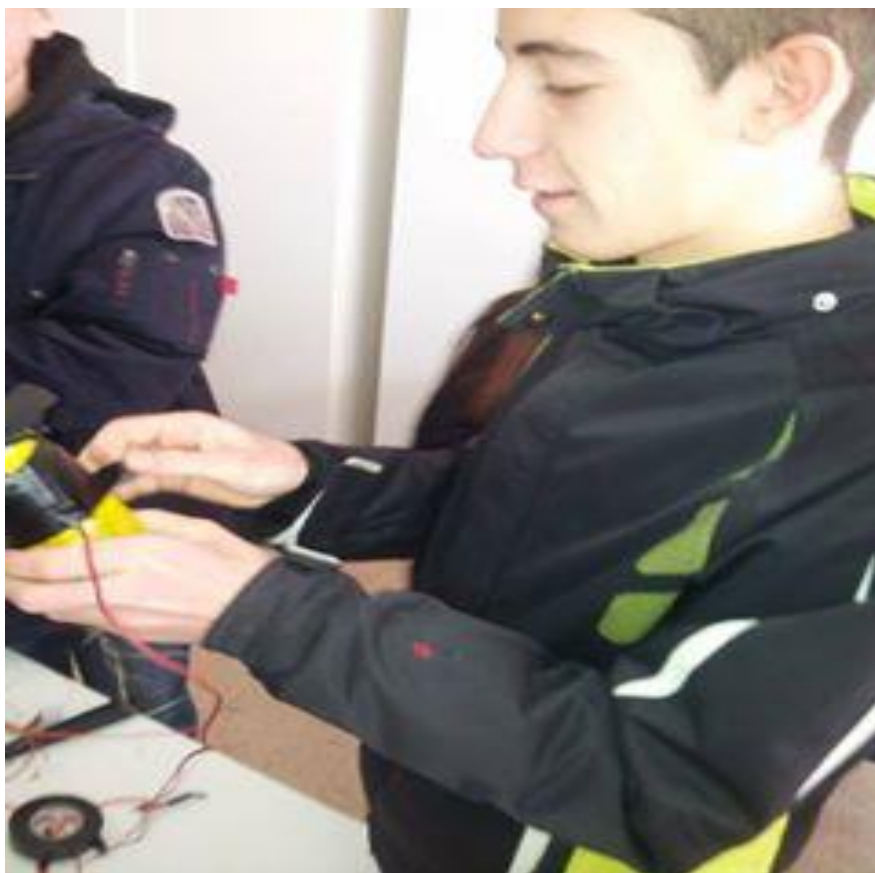
Βάση σχεδίου όπως είχαμε αποφασίσει όλη η ομάδα και με συνεργασία της καθηγήτριας η ανεμογεννήτρια θα αποτελούνταν από 2 αλουμινένια τενεκεδάκια σύνολο 7 X 30 cm για το στύλο και ένα ανεμιστηράκι από υπολογιστή το οποίο σταθεροποιήσαμε με σπάγκο τραβώντας το προς τα πίσω. Για να είναι στέρεο τα γεμίσαμε με πέτρες ώστε να είναι βαρύ. Επίσης αποφασίσαμε πως θα το συνδέσουμε με ένα μικρό λαμπάκι σε μία προσομοίωση του σχολείου μας 70 X 15 X 20 cm. Τα καλώδια θα περνάνε από ένα μεταλλικό κύπελλο ως αποθηκευτικός χώρος της ενέργειας που παράγεται από την ανεμογεννήτρια. Παρακάτω θα δούμε την διαδικασία της κατασκευής σιγά σιγά να εξελίσσεται :



Πρώτα ξεκινήσαμε με το ανεμιστηράκι να το στερεώσουμε επάνω στο τενεκεδάκι.



Έπειτα γεμίσαμε τη βάση με πέτρες.



Επόμενο στάδιο ήταν να τυλίξουμε την ανεμογεννήτρια με μονωτική ταινία μαύρου χρώματος.



Και αυτό είναι το συνολικό αποτέλεσμα μας από την κατασκευή.

5.2 Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή.

A/A	Εργαλείο	Χρησιμότητα
1	Κοπίδι	Κοπή διάφορων υλικών
2	Πέτρες	Σταθεροποίηση ανεμογεννήτριας
3	Κοπτάκι	Κοπή καλωδίων κλπ.
4	Μυτοσίμπιδο	Σταθεροποίηση το ανεμιστηράκι

5.3 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή.

A/A	Υλικά	Ποσότητα	Κόστος (€)
1	Χαλικάκια	1 κιλό	1,00
2	Αλουμινένια κουτάκια	3 τεμ	0,00
3	Καλώδιο	2 m	2,50
4	Λαμπάκι LED	1 τεμ	0,20
5	Μονωτική ταινία	1 τεμ	1,30
6	Σπάγγος	2 m	0,50
7	Ανεμιστηράκι	1 τεμ	5,00
Συνολικό Κόστος			10,50

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Επίσκεψη στο ΚΤΠΕ Κέρκυρας

Στα πλαίσια του περιβαλλοντικού προγράμματος που συμμετείχαμε στο σχολικό έτος 2014-2015 με θέμα: «Εναλλακτική Πηγή Ενέργειας-Αιολική: Ανοίγουν οι Ασκοί του Αιόλου», συμπεριλήφθηκε και μια επίσκεψη στο Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Κέρκυρας. Στη διάρκεια της επίσκεψης έγινε ξενάγηση στις εγκαταστάσεις του ΚΠΕ και τα παιδιά παρακολούθησαν μια επίδειξη προσομοίωσης φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Παρακάτω παρατίθενται φωτογραφίες από την επίσκεψή μας στο ΚΠΕ Κέρκυρας.



Γνωρίζοντας τον υγροβιότοπο γύρω από το ΚΤΠΕ.



Στα εργαστήρια αειφορικής τεχνολογίας



Αίθουσα προβολών του ΚΤΕ



Το ταξίδι τελείωσε και εμείς φύγαμε με τις αποσκευές μας γεμάτες πολύτιμες γνώσεις, εμπειρίες και όμορφες στιγμές!!!

