

Α΄ ΑΡΣΑΚΕΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΨΥΧΙΚΟΥ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

«ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ»

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΣΙΔΕΡΗ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΤΜΗΜΑ: Α΄δ

ΥΠΕΥΘΗΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: κα. ΓΑΛΛΙΑΝΔΡΑ

ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΤΟΣ: 2008- 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδα
Πίνακας Περιεχομένων	1
Πρόλογος	2
4 Γενική Ενότητα του Θέματος	4
4.1 Περιγραφή Ατομικού Έργου	6
4.2 Ανάλυση της Γενικής Τεχνολογικής Ενότητας	6
5 Συνεισφορά του Αντικειμένου στην Σύγχρονη Ζωή	9
5.1 Ιστορική Εξέλιξη του Αντικειμένου	10
5.2 Κοινωνική Χρησιμότητα	15
5.3 Τεχνολογική Εξέλιξη	15
5.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	18
5.5 Σύνδεση του Αντικειμένου με άλλους Κλάδους	21
6 Πληροφορίες Σχετικά με την Κατασκευή του Έργου	23
6.1 Κλίμακα, Διαστάσεις, Σκαρίφημα, Φωτογραφίες Σχετικά με το Έργο	24
6.2 Υλικά που Χρησιμοποιήθηκαν για τη Δημιουργία του Έργου	27
6.3 Πορεία Κατασκευής του Ομοιώματος του Ατομικού Έργου	29
6.4 Υπολογισμός του Κόστους της Κατασκευής του Ομοιώματος του Ατομικού Έργου «Ανεμογεννήτρια»	31
7 Πηγές Πληροφόρησης-Βιβλιογραφία	32



ΠΡΟΛΟΓΟΣ



Η παρούσα ατομική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος της τεχνολογίας Α΄ Γυμνασίου και σχετίζεται με την κατασκευή ενός έργου (σε μικρογραφία) το οποίο είναι αποτέλεσμα της σύγχρονης τεχνολογίας και το οποίο μπορεί να συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την κατασκευή μιας πολύ μικρής ανεμογεννήτριας (μικρογραφία πραγματικής ανεμογεννήτριας), έχει τίτλο «ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ» και εντάσσεται στη γενική τεχνολογική ενότητα «ΕΝΕΡΓΕΙΑ».

Ένας λόγος που επέλεξα το θέμα αυτό είναι ότι η ανεμογεννήτρια είναι η μία μονάδα παραγωγής ενέργειας η οποία αξιοποιεί την ενέργεια του ανέμου και δεν μολύνει το περιβάλλον σε αντίθεση με τις μονάδες εκείνες που λειτουργούν με την καύση πετρελαίου ή άνθρακα. Δηλαδή είναι μια μονάδα παραγωγής ενέργειας φιλική προς το περιβάλλον.

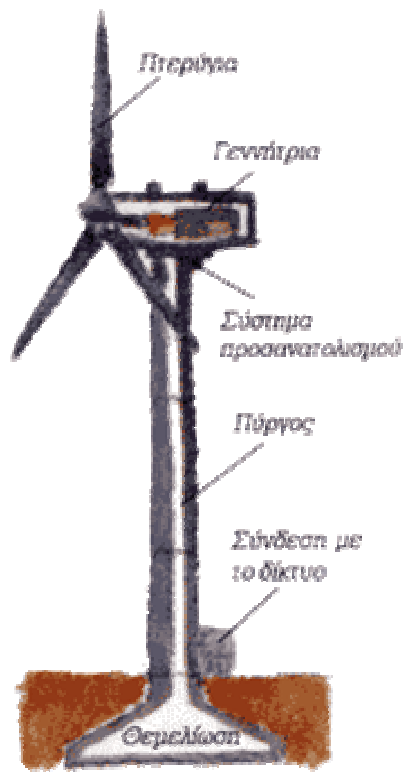
Ένας άλλος παράγοντας που έπαιξε ρόλο στην επιλογή μου αυτή είναι ότι μπορεί να φτιαχτεί ένα εντυπωσιακό έργο, μια ανεμογεννήτρια, με απλά υλικά, π.χ. δυναμό ποδηλάτου, σωλήνες PVC, ρουλεμάν και φτερωτή από ανεμιστήρα, τα οποία έχουν χαμηλό κόστος και εύκολα βρίσκονται στο ελεύθερο εμπόριο.

Αλλά ο σημαντικότερος λόγος που διάλεξα αυτή την κατασκευή έχει να κάνει με την παιδική περιέργεια και την επιθυμία να ζητώ πληροφορίες για κάθε τι που βλέπω στο φυσικό περιβάλλον και με εντυπωσιάζει. Κάθε χρόνο που πηγαίνω διακοπές στην Νάξο με εντυπωσιάζουν αυτές οι θεόρατες κατασκευές που παράγουν ενέργεια και γυρίζουν με την βοήθεια του αέρα. Πάντα ήθελα να μάθω πως λειτουργούν και σε τι μας χρησιμεύουν. Η κατασκευή μιας ανεμογεννήτριας ήταν μια από τις επιθυμίες μου που τώρα γίνεται πραγματικότητα.

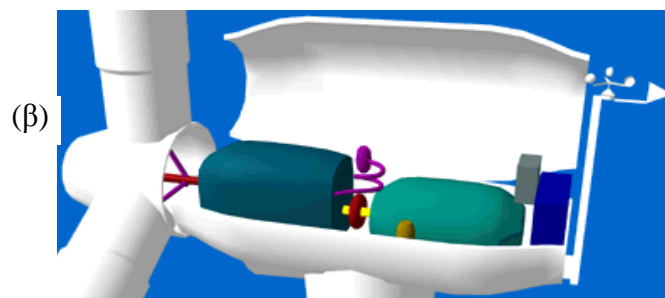
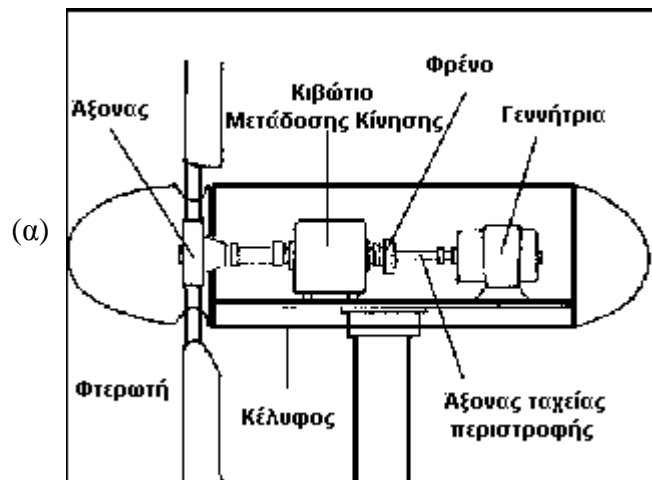


ΓΕΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ





Σχήμα 1



Σχήμα 2

4.1 Περιγραφή ατομικού έργου

Το ατομικό έργο που έχω αναλάβει να πραγματοποιήσω στοχεύει στην κατασκευή μιας ανεμογεννήτριας. Θα επιδιώξω και ελπίζω να καταφέρω να κατασκευάσω μια πολύ μικρή πραγματική ανεμογεννήτρια η οποία θα περιλαμβάνει όλα σχεδόν τα τμήματα και όλα τα επιμέρους εξαρτήματα των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται σήμερα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα τμήματα και τα επιμέρους εξαρτήματα κάθε ανεμογεννήτριας φαίνονται στα Σχήμα 1 και 2 και είναι τα εξής:

1. Η άτρακτος πάνω στην οποία στηρίζονται τα πτερύγια και περιλαμβάνει το σύστημα μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης των πτερυγίων, τη γεννήτρια που παράγει την ηλεκτρική ενέργεια, το φρένο και το σύστημα προσανατολισμού της ατράκτου. Η άτρακτος της ανεμογεννήτριας που θα κατασκευαστεί θα περιλαμβάνει:
 - πτερύγια πιθανόν ενός ανεμιστήρα,
 - γρανάζια για τον πολλαπλασιασμό των στροφών των πτερυγίων,
 - **ένα δυναμό ποδηλάτου, ή ένα ηλεκτρικό κινητήρα.**
 - ένα κατακόρυφο ουραίο τμήμα για τον προσανατολισμό της ατράκτου
 - ένα ρουλεμάν με κατακόρυφο άξονα για τον εύκολο προσανατολισμό της ατράκτου.
2. Ο πύργος ή πυλώνας πάνω στον οποίο είναι στηριγμένη η άτρακτος. Ο πύργος της ανεμογεννήτριας που θα κατασκευάσω θα είναι από πλαστικό ανθεκτικό σωλήνα και θα έχει ύψος περίπου μισό μέτρο.
3. Η θεμελίωση η οποία είναι απαραίτητη για την ευσταθή λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Η ανεμογεννήτρια που θα κατασκευαστεί θα στηριχθεί πάνω επίπεδη πλάκα.
4. Το σύστημα σύνδεσης της ανεμογεννήτριας με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η ανεμογεννήτριά μου δεν θα διαθέτει τέτοιο σύστημα.

4.2 Ανάλυση της γενικής τεχνολογικής ενότητας

Όπως ήδη αναφέραμε στον πρόλογο η παρούσα ατομική εργασία σχετίζεται με τη γενική τεχνολογική ενότητα «ΕΝΕΡΓΕΙΑ». Ενέργεια ονομάζεται η ικανότητα παραγωγής έργου. Η ενέργεια περικλείεται ή εμπεριέχεται, αποθηκεύεται, εκπέμπεται, μεταβιβάζεται, απορροφάται, μετατρέπεται, διατηρείται, υποβαθμίζεται, ρέει. Οτιδήποτε κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια, ο ήλιος ακτινοβολεί την

ενέργειά του, όταν καίμε ξύλα στο τζάκι απελευθερώνεται ενέργεια που τη νιώθουμε σαν ζέστη, οι πυλώνες της ΔΕΗ μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια. Την ενέργεια δεν μπορούμε πάντοτε να την παρατηρήσουμε. Αντίθετα, αισθανόμαστε πάντα την επίδρασή της. Η ενέργεια υπάρχει παντού και για το λόγο αυτό είναι πολύτιμη. Η ενέργεια στη φύση αλλάζει διαρκώς μορφή. Κάποιες φορές τα αποτελέσματα των αλλαγών αυτών είναι ενεργητικά όπως στον άνεμο, στην ανάπτυξη των φυτών και των ζώων. Κάποιες φορές τα αποτελέσματα είναι καταστροφικά όπως στους σεισμούς και στους τυφώνες. Αυτό που κάνουμε οι άνθρωποι είναι να χρησιμοποιούμε την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στη φύση ή που αποθηκεύουμε εμείς μετατρέποντάς την σε μορφές που μας είναι χρήσιμες κάθε φορά. Αυτές οι «αποθήκες» ονομάζονται και πηγές ενέργειας. Οι κυριότερες πηγές ενέργειας είναι: ο ήλιος, τα τρόφιμα, οι ορυκτοί άνθρακες, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, η αιολική ενέργεια, το νερό, η βιομάζα, οι γεωθερμικές πηγές και η πυρηνική ενέργεια.

Χρήσιμη είναι μια πηγή ενέργειας όταν:

- είναι άφθονη και η πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή είναι εύκολη
- μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα σύγχρονα μηχανήματα.
- μεταφέρεται εύκολα
- αποθηκεύεται εύκολα.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ονομάζονται οι πηγές ενέργειας που ανανεώνονται από τη φύση με πολύ γρήγορο ρυθμό οπότε και τα αποθέματά τους είναι ανεξάντλητα. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ο ήλιος, το νερό που πέφτει από ύψος, ο άνεμος, η γεωθερμία, η βιομάζα και τα κύματα της θάλασσας.

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ονομάζονται οι πηγές ενέργειας που για να δημιουργηθούν χρειάστηκαν εκατομμύρια χρόνια και ειδικές συνθήκες, οπότε είναι πρακτικά δύσκολο να ανανεωθούν, και επομένως τα αποθέματά τους εξαντλούνται. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και οι ορυκτοί άνθρακες.

Οι κυριότερες μορφές ενέργειας, τις οποίες χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στις διάφορες δραστηριότητές του, είναι οι παρακάτω:

- Η θερμική ενέργεια η οποία εκδηλώνεται με την καύση στερεών ή υγρών ή αέριων καυσίμων.
- Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται ευρέως από τον άνθρωπο.

- Η χημική ενέργεια η οποία είναι αποθηκευμένη μέσα σε χημικές ενώσεις και μέσα στα τρόφιμα και αποδίδεται συνήθως ως θερμική ενέργεια.
- Η ηλιακή ενέργεια (θερμική και φωτεινή ενέργεια) η οποία προέρχεται από τον ήλιο.
- Η αιολική ενέργεια η οποία είναι αποτέλεσμα της κίνησης του αέρα, δηλαδή των ανέμων.
- Η πυρηνική ενέργεια η οποία είναι αποθηκευμένη μέσα στους πυρήνες των ατόμων.



ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΖΩΗ



5.1 Ιστορική εξέλιξη του αντικειμένου

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις παλαιότερες μορφές φυσικής ενέργειας που αξιοποιήθηκε από πολύ νωρίς και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Η σημασία της ενέργειας του ανέμου φαίνεται στην Ελληνική Μυθολογία όπου ο Αίολος διορίζεται από τους Θεούς του Ολύμπου ως ο «Ταμίας των Ανέμων». Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την αιολική ενέργεια στα ιστιοφόρα πλοία, γεγονός που συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της ναυτιλίας, στην προώθηση του εμπορίου και στην οικονομική ευημερία των παραθαλάσσιων λαών. Μια άλλη εφαρμογή της αιολικής ενέργειας είναι και οι ανεμόμυλοι οι οποίοι αντικατέστησαν τη μυϊκή δύναμη των ανθρώπων και των ζώων. Ο ανεμόμυλος είναι μια διάταξη που χρησιμοποιεί ως κινητήρια δύναμη την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια). Χρησιμοποιείται για την άλεση σιτηρών και την άντληση νερού.

Φαίνεται ότι οι αρχαίοι λαοί της Ανατολής χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους, αν και η πρώτη αναφορά σε ανεμόμυλο (ένα περσικό συγκρότημα ανεμόμυλων του 644 μ.Χ.) εμφανίζεται σε έργα Αράβων συγγραφέων του 9^{ου} μ.Χ. αιώνα. Αυτό το συγκρότημα των ανεμόμυλων βρισκόταν στο Σειστάν, στα σύνορα της Περσίας και Αφγανιστάν και ήταν «οριζοντίου τύπου» δηλαδή με ιστία (φτερά) τοποθετημένα ακτινικά σε έναν «κατακόρυφο άξονα». Ο άξονας αυτός στηριζόταν σε ένα μόνιμο κτίσμα με ανοίγματα σε αντιδιαμετρικά σημεία για την είσοδο και την έξοδο του αέρα. Κάθε μύλος έδινε απευθείας κίνηση σε ένα μόνο ζεύγος μυλόπετρες. Οι πρώτοι μύλοι είχαν τα ιστία κάτω από τις μυλόπετρες, όπως δηλαδή συμβαίνει και στους οριζόντιους νερόμυλους από τους οποίους φαίνεται ότι προέρχονταν. Σε μερικούς από τους μύλους που σώζονται σήμερα τα ιστία τοποθετούνται πάνω από τις μυλόπετρες.

Τον 13^ο αιώνα οι μύλοι αυτού του τύπου ήταν γνωστοί στην Βόρεια Κίνα, όπου μέχρι και τον 16^ο αιώνα τους χρησιμοποιούσαν για εξάτμιση του θαλασσινού νερού στην παραγωγή αλατιού. Τον τύπο αυτό του μύλου χρησιμοποιούσαν επίσης στην Κριμαία, στις περισσότερες χώρες της Δυτικής Ευρώπης και στις Η.Π.Α., μόνο που λίγοι από αυτούς διασώζονται σήμερα.

Ο τεχνολογία των ανεμόμυλων ήρθε στην Ευρώπη από τους Άραβες τον 12^ο αιώνα μ.Χ. Χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του κατακόρυφου ρωμαϊκού υδραυλικού τροχού, με τη διαφορά ότι ο ανεμόμυλος είχε στη θέση του τροχού κατακόρυφα

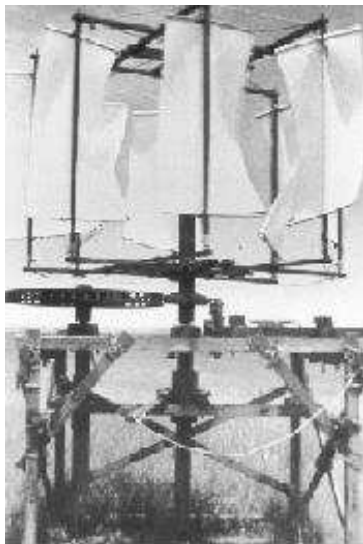
φτερά που μετέδιδαν την κίνηση στις μυλόπετρες με ένα ζεύγος οδοντωτών τροχών. Οι πρώτοι τέτοιοι περιστρεφόμενοι μύλοι εμφανίστηκαν στη Γαλλία το 1180, στην Αγγλία το 1191 και στη Συρία την εποχή των Σταυροφόρων (1190).

Στις αρχές του 14^{ου} αιώνα αναπτύχθηκε στη Γαλλία ο ανεμόμυλος σε σχήμα πύργου. Σε αυτόν τον τύπο ανεμόμυλου οι μυλόπετρες και οι οδοντωτοί τροχοί ήταν τοποθετημένοι σε ένα σταθερό πύργο με κινητή οροφή ή “κάλυμμα”, στην οποία στηρίζονταν τα ιστία και η οποία μπορούσε να στραφεί επάνω σε ειδική τροχιά, στην κορυφή του πύργου.

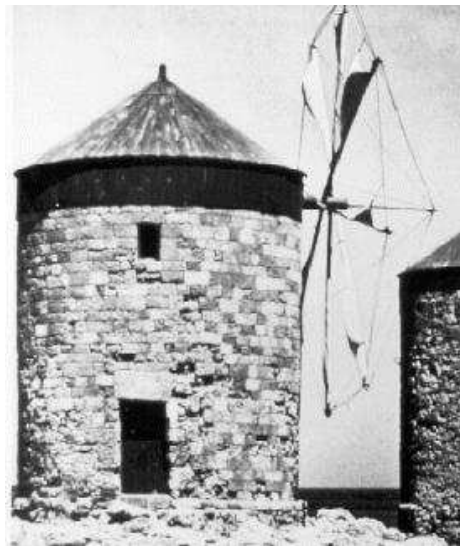
Ο «περιστρεφόμενος ανεμόμυλος με κοίλο εσωτερικά άξονα» επινοήθηκε στις Κάτω Χώρες στις αρχές του 15^{ου} αιώνα. Διέθετε έναν κατακόρυφο άξονα με γρανάζια στα δύο του άκρα ο οποίος περνούσε μέσα από τον κοίλο άξονα και κινούσε ένα τροχό με περιφερειακά διαταγμένα σκαφίδια που μετέφερε το νερό σε υψηλότερη στάθμη.

Το 17ο αιώνα η «τεχνολογία» των ανεμόμυλων μεταφέρεται στην Αμερική όπου οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για άντληση νερού.

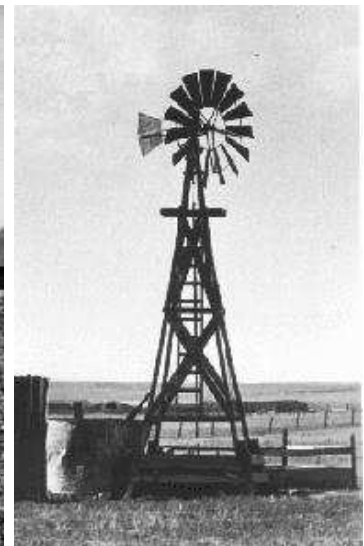
Στα σχήματα 1A και 1B που ακολουθούν φαίνεται η ιστορική εξέλιξη των ανεμόμυλων.



Αντίγραφο του πρώτου
Περσικού μύλου



Μεσογειακός
(και νήσων Αιγαίου)



Αμερικάνικος
(18ος αιώνας)

ΣΧΗΜΑ 5.1A Ανεμόμυλοι



Δανικός



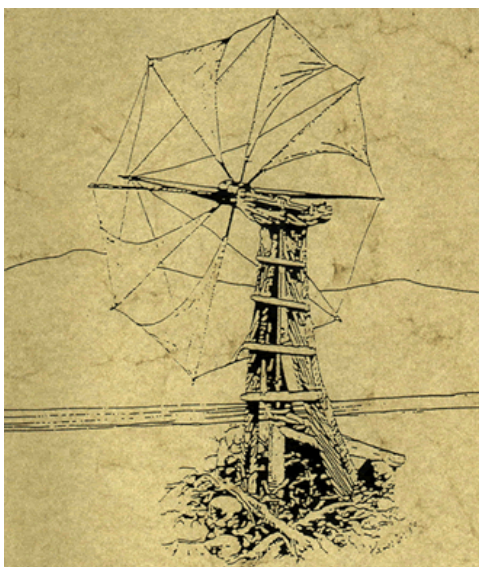
Ολλανδικός



Αγγλικός

ΣΧΗΜΑ 5.1B Ανεμόμυλοι

Στην Ελλάδα (ειδικότερα στο Αιγαίο) η χρήση ανεμόμυλων χρονολογείται από το 13^ο αιώνα. Το 1960 υπήρχαν 10000 ανεμόμυλοι στο Οροπέδιο Λασιθίου, 2500 στην υπόλοιπη Κρήτη, και 600 στη Ρόδο. Οι ανεμόμυλοι του Οροπεδίου του Λασιθίου ήταν μονόπαντοι (είχαν σταθερό προσανατολισμό), τα πτερύγια ήταν κατασκευασμένα από πανί και τους χρησιμοποιούσαν για την άλεση δημητριακών και την άντληση νερού (Σχήμα 2).



Η πρώτη Ανεμαντλία που κατασκεύασε ο Εμμανουήλ Παπαδάκης (Σπιρτοκούτης) στο Ψυχρό του Οροπεδίου του Λασιθίου στην Κρήτη



Ανεμόμυλος του Οροπεδίου Του Λασιθίου

ΣΧΗΜΑ 5.2

Από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα άρχισε σταδιακά να περιορίζεται η χρήση των ανεμόμυλων εξ αιτίας της ανακάλυψης της ατμομηχανής. Η οριστική τους εκτόπιση άρχισε μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο παράλληλα με την ανάπτυξη των κινητήρων εσωτερικής καύσης και τη διάδοση του ηλεκτρισμού.

Η αιολική ενέργεια δε εθεωρείτο σημαντική μέχρι τη δεκαετία του 70' όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας. Έτσι μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση (1973) οι προσπάθειες ξανάρχισαν και στηρίχθηκαν κατά μεγάλο μέρος στη σύγχρονη αεροδιαστημική τεχνολογία.

Ανεμογεννήτρια

Οι ανεμογεννήτριες είναι οι ανεμόμυλοι σε εξελιγμένη μορφή. Ο ανεμόμυλος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ως ανεμογεννήτρια την περίοδο 1887–1900 από τον Charles F. Brush (1849 – 1929).

Το 1890 ο Paul la Cour (1846-1908) στη Δανία εγκαταστάθηκε πάνω σε χαλύβδινο πύργο ένα ανεμόμυλος, με ισχία με σχισμές και διπλά πτερύγια αυτόματου προσανατολισμού προς τη διεύθυνση του ανέμου.

Μετά τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο, έγιναν πειράματα με ανεμόμυλους που είχαν ισχία αεροτομής, δηλαδή όμοια με πτερύγια αεροπορικής έλικας. Το 1931 μια τέτοια ανεμογεννήτρια εγκαταστάθηκε στην Κριμαία και η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς διοχετευόταν στο τμήμα χαμηλής τάσης του τοπικού δικτύου. Πραγματικές ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια λειτούργησαν κατά στις Η.Π.Α. κατά τη δεκαετία του 1940, στην Αγγλία στη δεκαετία του 1950 καθώς και στη Γαλλία.

Η πιο πετυχημένη ανεμογεννήτρια αναπτύχθηκε στη Δανία το 1950 από τον Johannes Juul, ο οποίος ήταν μαθητής του **Paul la Cour**, με τρία πτερύγια αλληλοσυνδεδεμένα μεταξύ τους και με έναν πρόβολο στο μπροστινό μέρος του άξονα περιστροφής. Η ανεμογεννήτρια αυτή ήταν η πρώτη παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια με εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

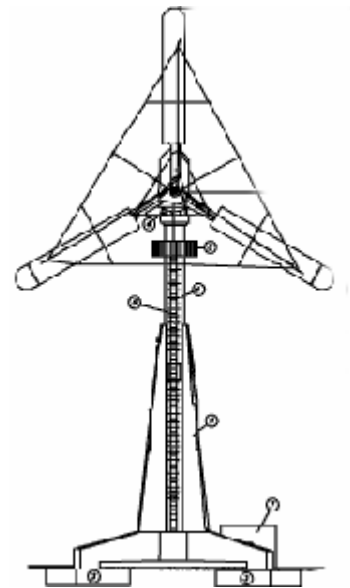
Στην Ολλανδία εκτελέστηκαν πειράματα από τον F.G. Pigeaud με αντικείμενο τη μετασκευή των παλαιών ανεμόμυλων άλεσης δημητριακών, έτσι ώστε η πλεονάζουσα ενέργεια να χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή. Χρησιμοποιήθηκε ένας ασύγχρονος ηλεκτροκινητήρας που κινούσε τον ανεμόμυλο (σε περίπτωση άπνοιας) ή λειτουργούσε σαν γεννήτρια, όταν φυσούσε αέρας.



Charles F. Brush (1887)



Paul la Cour (1890)



Johannes Juul (1950)

ΣΧΗΜΑ 5.3 Ανεμογεννήτρια

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια (ΣΧΗΜΑ 4) εκμεταλλεύονται τα επιτεύγματα των τεχνολογιών της αεροδυναμικής, των υλικών και της πληροφορικής, έχουν πολύ μεγάλη απόδοση και ανταγωνίζονται τις συμβατικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



ΣΧΗΜΑ 5.4 Σύγχρονες ανεμογεννήτριες με τρία και με δυο πτερύγια

5.2 Κοινωνική Χρησιμότητα

Τα γενικότερα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των ανεμογεννητριών είναι;

- Η ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια ενεργειακή επιλογή τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον.
- Προστατεύει τη Γη, καθώς ο ηλεκτρισμός που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά τον ηλεκτρισμό που παράγεται από τους συμβατικούς σταθμούς οι οποίοι ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα Αιολικό Πάρκο με εγκατεστημένη συνολική ισχύ 35 MW αναμένεται να υποκαταστήσει 19.000 τόνους πετρελαίου ετησίως, ενώ η αποφυγή αερίων ρύπων λόγω της λειτουργίας του έργου εκτιμάται ετησίως σε 68.154 τόνους διοξειδίου του άνθρακα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Συμβάλλει σημαντικά στην τοπική κοινωνία στην οποία φέρνει νέες θέσεις εργασίας και έσοδα.

Οι αρνητικές κοινωνικές επιδράσεις είναι κυρίως:

- Ο θόρυβος που παράγεται από την περιστροφή των πτερυγίων.
- Η υποβάθμιση της αισθητικής του τοπίου.
- Η επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες.
- Οι επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών, κυρίως των μεταναστευτικών.

5.3 Τεχνολογική Εξέλιξη.

Περιγραφή της λειτουργίας της Ανεμογεννήτριας.

Μια ανεμογεννήτρια λειτουργεί αντίθετα με έναν ανεμιστήρα. Στον ανεμιστήρα η ηλεκτρική ενέργεια κινεί έναν ηλεκτροκινητήρα ο οποίος με την σειρά του περιστρέφει μια προπέλα η οποία δημιουργεί ρεύμα αέρα. Στην ανεμογεννήτρια, ο άνεμος (ρεύμα αέρα) περιστρέφει την έλικα (τα πτερύγια) της ανεμογεννήτριας η οποία με την σειρά της περιστρέφει τον άξονα μιας ηλεκτρικής γεννήτριας παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός υποσταθμού στέλνεται απευθείας προς κατανάλωση σε σπίτια, σε σχολεία και επιχειρήσεις ή μέσω ειδικών ηλεκτρονικών και ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων στο εθνικό δίκτυο διανομής της ενέργειας.

Ο έλικας της ανεμογεννήτριας έχει συνήθως τρία μακριά πτερύγια το μήκος των οποίων εξαρτάται από την ισχύ της ανεμογεννήτριας. Επειδή ο άνεμος είναι ευμετάβλητος ως προς τη διεύθυνση του, η ανεμογεννήτρια πρέπει να κρατάει τα πτερύγιά της στη σωστή θέση για να αποδίδει κάθε φορά τη μέγιστη απόδοσή της. Στις μικρές ανεμογεννήτριες ο προσανατολισμός των πτερυγίων στον άνεμο πετυχαίνεται με την προσθήκη ενός ουραίου πτερυγίου πίσω από την έλικα. Στις μεγάλες ανεμογεννήτριες, ο προσανατολισμός αυτός πετυχαίνεται με ειδικά συστήματα αυτοματισμού.

Οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου είναι ένα άλλο θέμα. Προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες. Κι ακόμη χειρότερα, ο άνεμος σταματάει τελείως για πολλές μέρες ή φυσάει τόσο δυνατά ώστε να κινδυνεύουν τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας. Όταν ο άνεμος φυσάει πολύ δυνατά η ανεμογεννήτρια διακόπτει αυτόματα την λειτουργία της και ταυτόχρονα στρέφει τα πτερύγια της έλικας σε τέτοια θέση ώστε αυτά να παρουσιάζουν την ελάχιστη αντίσταση στον αέρα. Στις περιπτώσεις όπου επικρατεί άπνοια ή η ένταση του ανέμου είναι πολύ μικρή η ανεμογεννήτρια δεν λειτουργεί. Για το λόγο αυτό οι ανεμογεννήτριες διαθέτουν ειδικές μπαταρίες για να αποθηκεύουν το ηλεκτρικό ρεύμα, που παράγεται κατά την διάρκεια μεγάλων περιόδων ανέμων.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτουν και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια ανεμογεννήτρια καθώς και οι επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις που βρίσκουν εφαρμογή στο συγκεκριμένο τεχνολογικό θέμα. Η περιγραφή αυτών των εξαρτημάτων και των επιστημονικών γνώσεων θα γίνει με τη βοήθεια του παρακάτω σχήματος 5.5



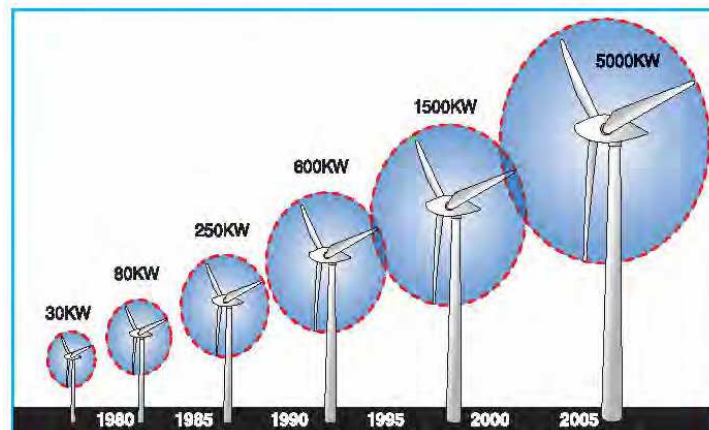
ΣΧΗΜΑ 5.5

Σύμφωνα με το σχήμα 5.5:

1. Πτερύγια του έλικα. Αυτά πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό. Εδώ απαιτούνται γνώσεις από την επιστήμη και την τεχνολογία των υλικών.
2. Στο εσωτερικό της βάσης των πτερυγίων υπάρχουν ηλεκτροκινητήρες που περιστρέφουν αυτόματα τα πτερύγια (3 στο σχήμα 5.5) ανάλογα με την ένταση του ανέμου.
4. Φρένο. Ακινητοποιεί αυτόματα τον έλικα σε ακραία καιρικά φαινόμενα.
5. Άξονας του έλικα.
6. Γρανάζια για πολλαπλασιασμό των στροφών της ηλεκτρικής γεννήτριας.
7. Ηλεκτρική γεννήτρια.
8. Σύστημα ελέγχου της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί την επιστήμη και την τεχνολογία του αυτοματισμού και της πληροφορικής για τον αυτόματο έλεγχο της ανεμογεννήτριας (προσανατολισμός του έλικα στην διεύθυνση του ανέμου, διακοπή της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας)

9. Ανεμόμετρο (μετρά την ταχύτητα του ανέμου).
10. Σύστημα μέτρησης της διεύθυνσης του ανέμου.
11. Θάλαμος (περιέχει μέσα τα παραπάνω 4,5,6,7,8,9,10 εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας)
12. Άξονας της γεννήτριας
13. Γρανάζια που προσανατολίζουν ανεμογεννήτρια στην διεύθυνση του ανέμου.
14. Ηλεκτροκινητήρας που περιστρέφει τα γρανάζια προσανατολισμού της ανεμογεννήτριας
15. Πύργος.

Εκτός από τα παραπάνω εξαρτήματα, σε κάθε σύστημα ανεμογεννήτριας υπάρχουν και οι μπαταρίες αποθήκευσης της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μπαταρίες αυτές είναι ειδικού τύπου ηλεκτρικοί συσσωρευτές οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί και συνεχώς βελτιώνονται με τη βοήθεια της επιστήμης της ηλεκτροχημείας. Η διασύνδεση μιας ή και περισσότερων ανεμογεννητριών στο εθνικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με ειδικούς εξοπλισμούς οι οποίοι αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών ισχύος.



ΣΧΗΜΑ 5.6

Στο Σχήμα 5.6 αποτυπώνεται η χρονική εξέλιξη της ισχύος των ανεμογεννητριών με τρία πτερύγια.

5.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.

Οι κύριες περιβαλλοντικές παράμετροι που συνδέονται με την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μέσω των ανεμογεννητριών είναι οι ακόλουθες:

- Η οπτική ενόχληση και η αισθητική ένταξη
- Ο θόρυβος
- Η χλωρίδα και η πανίδα
- Οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Οι παράγονται όπως το μέγεθος του αιολικού πάρκου, ο τύπος και το μέγεθος των ανεμογεννητριών, το μέγεθος των παράπλευρων έργων (π.χ. κατασκευή δρόμων) και τα χαρακτηριστικά του τόπου εγκατάστασης παίζουν σημαντικό ρόλο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το σημαντικότερο θετικό στοιχείο από την ανάπτυξη και την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας μέσω των ανεμογεννητριών είναι η μείωση των επιπτώσεων πάνω στον άνθρωπο με την αντικατάσταση της καύσης των συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παράμετρος αυτή δεν έχει εκτιμηθεί επαρκώς μέχρι σήμερα. Από μια απλή σύγκριση μεταξύ ενός θερμικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με λιγνίτη και ενός αντίστοιχου αιολικού πάρκου με ανεμογεννήτριες είναι σε όλους αυταπόδεικτο ότι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκύπτει από τον θερμοηλεκτρικό σταθμό, συμπεριλαμβανομένης και της έκτασης που καλύπτει το λιγνιτορυχείο, είναι εμφανώς μεγαλύτερη από την αντίστοιχη υποβάθμιση που προκύπτει από την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου. Παρόλα αυτά, η θέα ενός αιολικού πάρκου από απόσταση είναι ένα γεγονός που απαιτεί προσπάθειες ενσωμάτωσης και προσαρμογής των ανεμογεννητριών στο τοπίο.

Οπτική ενόχληση και αισθητική ένταξη.

Η οπτική ενόχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να τεθούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Η οπτική ενόχληση επηρεάζεται κυρίως από τους εξής παράγοντες:

- Το φυσικό μέγεθος των ανεμογεννητριών.
- Η απόσταση των ανεμογεννητριών από τον παρατηρητή.
- Ο αριθμός και ο σχεδιασμός των ανεμογεννητριών.
- Η διάταξη των ανεμογεννητριών στο αιολικό πάρκο.
- Το είδος του τοπίου και η ύπαρξη εναλλακτικών μη υποβαθμισμένων περιοχών.
- Η αντίληψη των ατόμων για το υπάρχον επίπεδο της οπτικής καλαισθησίας.

- Η στάση των ατόμων ως προς την αιολική ενέργεια.

Ο θόρυβος

Οι ανεμογεννήτριες, όπως και κάθε μηχανή που αποτελείται από κινούμενα μέρη, παράγουν θόρυβο. Σήμερα μπορούμε να ισχυριστούμε με βεβαιότητα ότι οι ανεμογεννήτριες είναι από τις πιο αθόρυβες μηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με την προέλευση του, ο θόρυβος που παράγουν οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανικός και αεροδυναμικός. Ο μηχανικός θόρυβος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά εξαρτήματα (π.χ. τα γρανάζια, οι άξονες του έλικα και της γεννήτριας). Ο μηχανικός θόρυβος έχει ελαχιστοποιηθεί με γρανάζια πλάγιας οδόντωσης ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση του θαλάμου που περικλείει τα κινούμενα εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας. Αντίστοιχα, ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική αεροδυναμική σχεδίαση των πτερυγίων του έλικα της ανεμογεννήτριας.

Χλωρίδα και Πανίδα.

Τα περισσότερα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί σε ορεινές θέσεις με αραιή θαμνώδη βλάστηση όπου παρατηρούνται υψηλές ταχύτητες ανέμου. Η παρουσία υψηλής βλάστησης σε μια περιοχή (π.χ. δασώδη έκταση) δεν προσφέρεται για εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Σε ότι αφορά την πανίδα, τα πουλιά καθώς πετούν είναι δυνατόν να προσκρούσουν στην περιστρεφόμενη έλικα της ανεμογεννήτριας με δυσμενείς συνέπειες. Οι πιθανές προσκρούσεις των πουλιών ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου και την ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέχρι σήμερα είναι ότι οι αρνητικές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στους πληθυσμούς των πουλιών είναι πολύ μικρές έως αμελητέες.

Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές εξαρτώνται από τη θέση των ανεμογεννητριών σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμοί τηλεόρασης ή ραδιοφώνου αλλά και από πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές. Είναι γεγονός ότι η μετάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου επηρεάζεται

από τα εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ του πομπού, των αναμεταδοτών και των δεκτών. Το κυριότερο πρόβλημα προέρχεται από τα περιστρεφόμενα πτερύγια της ανεμογεννήτριας προκαλώντας την αυξομείωση του σήματος εξαιτίας των ανακλάσεων. Τα βασικότερα σήματα που μπορεί να επηρεαστούν είναι:

- Οι τηλεοπτικές μεταδόσεις.
- Οι αναμεταδώσεις τηλεπικοινωνιακών οργανισμών.
- Στις επικοινωνίες με τα αεροπλάνα.

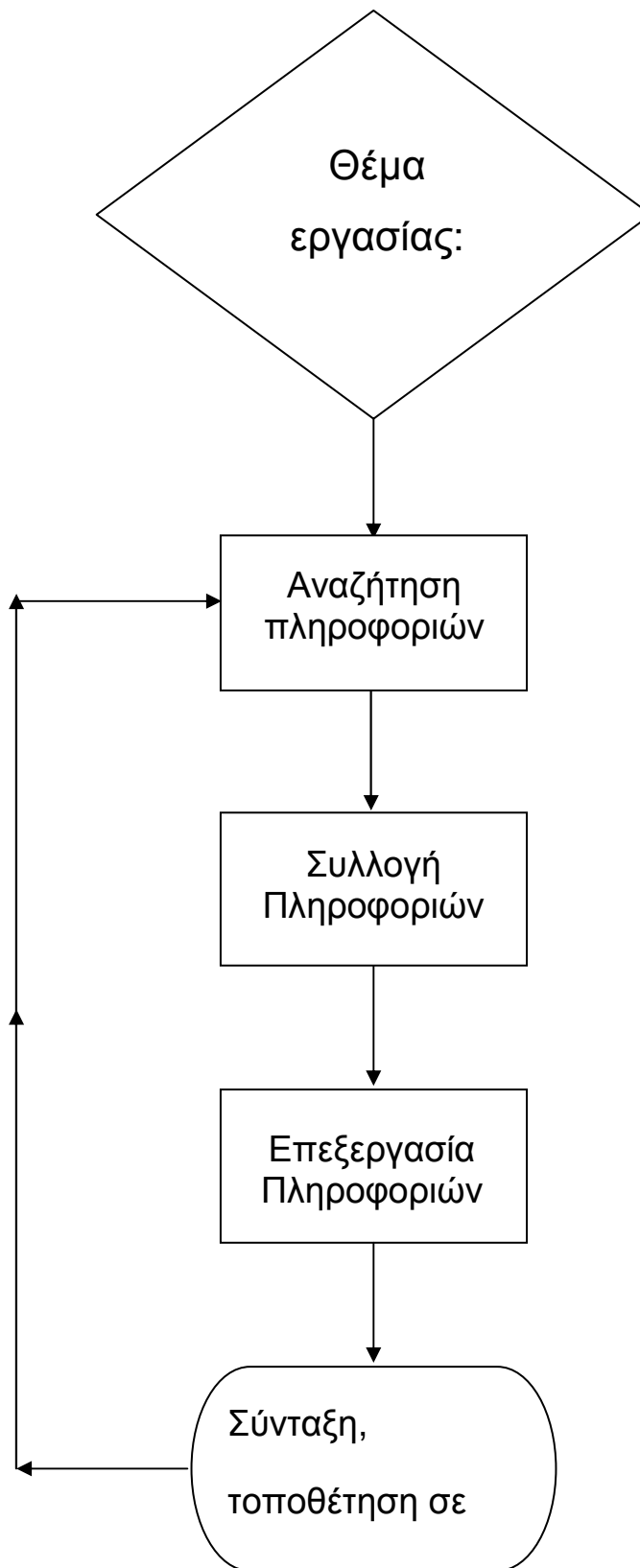
Η ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη λειτουργία της ηλεκτρικής γεννήτριας αλλά και από τη λειτουργία του μετασχηματιστή είναι πολύ ασθενής.

5.5 Σύνδεση του Αντικειμένου με άλλους Κλάδους.

Για την ανάπτυξη και τη χρήση των ανεμογεννητριών έχει χρησιμοποιηθεί όλη η τεχνογνωσία που προέρχεται από την επιστήμη και την τεχνολογία των υλικών, της αεροδυναμική, των τεχνολογιών της μηχανολογία, της ηλεκτρονικής, του αυτοματισμού και της πληροφορικής.



Flow chart



ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



6.1 Κλίμακα, διαστάσεις, σκαρίφημα, φωτογραφίες σχετικά με το έργο.

Κατασκευή μοντέλου μιας ανεμογεννήτριας (κλίμακα).

$\Pi=50\text{m}$ (5000cm)

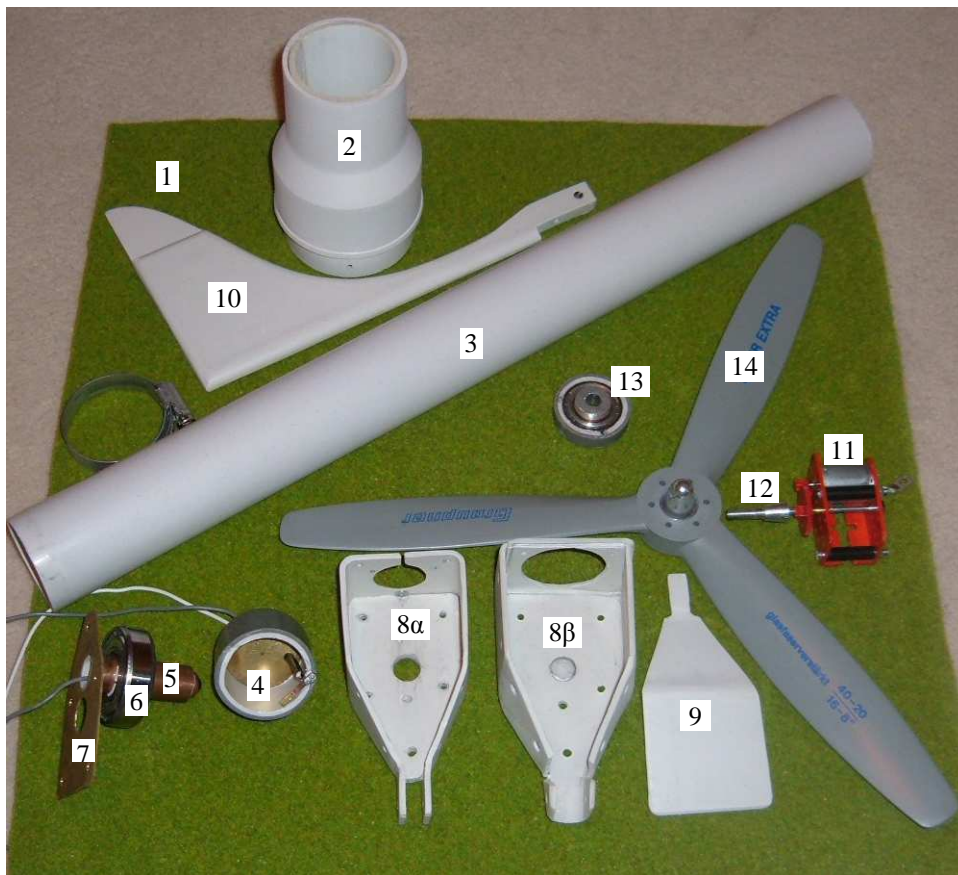
-Επιθυμητό μήκος μοντέλου 50cm

$\Rightarrow 5000\text{cm}/50\text{cm}=100\text{cm}$ Άρα θα χρησιμοποιήσουμε κλίμακα 1:100

Η φτερωτή της ανεμογεννήτριας έχει διάμετρο 40m ($\Pi=4000\text{cm}$), δηλαδή στο σχέδιο θα έχει διάμετρο $4000\text{cm}/100\text{cm}=40\text{cm}$

Οι διαστάσεις της ανεμογεννήτριας που θα κατασκευαστεί είναι:

- Το ύψος του πύργου θα είναι 50cm.
- Η διάμετρός της φτερωτής θα είναι 40cm.



ΣΧΗΜΑ 6.1

(1) Ξύλινη βάση, (2) Βάση πύργου, (3) Πύργος, (4) και (5) Σύστημα μεταφορά ρεύματος από στρεφόμενη άτρακτο σε σταθερό σημείο, (6) Ρουλεμάν κατακόρυφου άξονα ατράκτου, (7) βάση στήριξης ατράκτου, (8α) και (8β) Εσωτερικό και εξωτερικό τοίχωμα ατράκτου, (9) Καπάκι ατράκτου, (10) Ουραίο τμήμα ανεμογεννήτριας, (11) Ηλεκτρική Γεννήτρια, (12) Άξονας προπέλας με γρανάζι πολλαπλασιασμού στροφών, (13) Ρουλεμάν άξονα προπέλας, (14) Προπέλα

Βήματα Σύνθεσης του Ατομικού Έργου «Ανεμογεννήτρια»



Βήμα 1^ο: Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου και βάση πύργου ανεμογεννήτριας



Βήμα 2^ο: Εγκατάσταση του πύργου της ανεμογεννήτριας



Βήμα 3^ο: Τοποθέτηση συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος από στρεφόμενη άτρακτο σε σταθερό σημείο – ρουλεμάν κατακόρυφου άξονα ατράκτου – βάση στήριξης ατράκτου



Βήμα 4^ο: Συναρμολόγηση ατράκτου



Βήμα 5^ο: Τοποθέτηση ατράκτου στον πύργο της ανεμογεννήτριας



Βήμα 6^ο: Η άτρακτος με την ηλεκτρική γεννήτρια και το σύστημα πενταπλασιασμού στροφών



Βήμα 7^ο: Ολοκλήρωση του ατομικού έργου «Ανεμογεννήτρια»



ΣΧΗΜΑ 6.2 Ατομικό έργο «Ανεμογεννήτρια»

6.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του έργου

Για την κατασκευή της ανεμογεννήτριας θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω υλικά:

- **Η βάση στήριξης:** πλάκα μελαμίνης διαστάσεων (40cm) X (40cm). Η βάση αυτή, κατάλληλα διαμορφωμένη, θα αποτελέσει τον περιβάλλοντα χώρο της ανεμογεννήτριας.
- **Μια συστολή σωλήνα PVC**(8cm, 6cm). Αυτή θα βιδωθεί στην πλάκα μελαμίνης
- **Ένας σωλήνας PVC** ύψους περίπου 50cm και διαμέτρου 5cm. Ο Σωλήνας αυτός θα στερεωθεί στην απόληξη της συστολής και θα είναι ο **πύργος** της ανεμογεννήτριας.

- **Ρουλεμάν** με **άξονα από χάλκινο σωλήνα** διαμέτρου 18mm και μήκους περίπου 3cm (θα είναι ο κατακόρυφος άξονας που θα στρέφει την ανεμογεννήτρια στην διεύθυνση του ανέμου). Ο άξονας αυτός καταλήγει σε έδρα πάνω στην οποία θα στερεωθεί ή άτρακτος (ο θάλαμος) της ανεμογεννήτριας. Το ρουλεμάν και ο άξονας θα προσαρμοστούν στο πάνω μέρος του πύργου.
- **Ένα κολάρο** για την ενίσχυση της στήριξης του ρουλεμάν στο πάνω μέρος του πύργου.
- **Ένας έλικας με 3 πτερύγια** μήκους 20cm (έλικας αεροπλάνου για αερομοντελισμό). Διάμετρος έλικας 40 cm.
- **Ένας μεταλλικός άξονας** για τον έλικα.
- **Ένα ρουλεμάν** για τη στήριξη του έλικα.
- **Μια ηλεκτρική γεννήτρια** ισχύος 0,5 watt.
- **Ένα σύστημα με 2 γρανάζια** για πενταπλασιασμό στροφών. Στο σύστημα αυτό στηρίζεται και η ηλεκτρική γεννήτρια.
- **Ένας σωλήνας από PVC με παραλληλόγραμμη διατομή**, με διαστάσεις 10 cm επί 6 cm και μήκους περίπου 1 m. Από τις επίπεδες πλευρές του σωλήνα αυτού κατασκευάστηκαν **η άτρακτος** (ο θάλαμος με τη ηλεκτρική γεννήτρια και τον πενταπλασιαστή στροφών) και το **Ουραίο πτερυγίο** της ανεμογεννήτριας.
- Ένας χάλκινος σωλήνας με ελατήριο και μεταλλική ασάλινη σφαίρα για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος από την κινούμενη άτρακτο στον σταθερό πύργο.
- **14 βίδες με παξιμάδια και ροδέλες** μήκους 1,5cm και διαμέτρου 3mm για το δέσιμο του θαλάμου και τη στήριξη αυτού πάνω στην έδρα του άξονα προσανατολισμού της ανεμογεννήτριας στον άνεμο.
- **3 βίδες με παξιμάδια και ροδέλες** μήκους 2,5cm και διαμέτρου 2,5mm για την στήριξη του ρουλεμάν του έλικα πάνω στον θάλαμο.
- **2 βίδες με παξιμάδια και ροδέλες** μήκους 3cm και διαμέτρου 3mm για την στήριξη του ουραίου πτερυγίου στον θάλαμο.
- **Καλώδια και λαμπτήρες** τύπου LED.

- **Υλικά για τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου** γύρω από την ανεμογεννήτρια (π.χ. πλαστικός χλοοτάπητας, θάμνοι, 4 δένδρα και 4 κολώνες ΔΕΗ κλπ μακέτας).
- **Τέσσερα λαστιχένια πόδια** για τη στήριξη της βάσης του ατομικού έργου.

6.3 Πορεία κατασκευής του ομοιώματος του ατομικού έργου.

Βήματα Υλοποίησης του Ατομικού Έργου «Ανεμογεννήτρια»

Βήμα 1^ο. Προμήθεια ηλεκτρικής γεννήτριας και συστήματος πενταπλασιασμού στροφών.

Βήμα 2^ο. Προμήθεια έλικας αερομοντελισμού.

Βήμα 3^ο. Προμήθεια κυλινδρικού σωλήνα PVC μήκους 50 cm και διαμέτρου 5 cm και σωλήνα PVC διατομής παραλληλογράμμου διαστάσεων 100cm, 10cm, 6cm.

Βήμα 4^ο. Προμήθεια δυο ρουλεμάν για τον κατακόρυφο άξονα περιστροφής της ατράκτου και τον άξονα περιστροφής του έλικα. Προμήθεια βιδών και ορειχάλκινου σωλήνα (για τον κατακόρυφο άξονα περιστροφής της ατράκτου).

Βήμα 5^ο. Προμήθεια πλάκας μελαμίνης (40cm)x(40cm) και πάχους 18 mm.

Βήμα 6^ο. Κατασκευή ατράκτου. Η άτρακτος κατασκευάστηκε με διπλά τοιχώματα για να είναι πιο ανθεκτική. Αυτή σχεδιάστηκε πάνω σε κομμάτια από το σωλήνα PVC με παραλληλόγραμμη διατομή. Ο σωλήνα κόπηκε κατάλληλα και διαμορφώθηκε με θέρμανση. Το υλικό PVC όταν θερμαίνεται γίνεται εύπλαστο. Με τον ίδιο τρόπο κατασκευάστηκε και το καπάκι της ατράκτου.

Βήμα 7^ο. Κατασκευή ουραίου τμήματος ανεμογεννήτριας. Το τμήμα αυτό σχεδιάστηκε στις επίπεδες επιφάνειες του σωλήνα PVC με παραλληλόγραμμη διατομή και αποτελείται από τρία φύλλα.

Βήμα 8^ο. Προμήθεια πλαστικού χλοοτάπητα, θάμνων και τεσσάρων (4) δένδρων μακέτας και ειδικής κόλας.

Βήμα 9^ο. Προμήθεια λαμπτήρων τύπου LED καλωδίων και θερμοσυστελλόμενου σωλήνα.

Βήμα 10^ο. Κατασκευή του περιβάλλοντος χώρου πάνω στην πλάκα μελαμίνης. Στο μέσο της πλάκας ανοίχτηκε τρύπα διαμέτρου 7,5 cm για τη στήριξη της βάσης του πύργου της ανεμογεννήτριας. Περιμετρικά στην πλάκα ανοίχτηκαν τέσσερις τρύπες διαμέτρου 1 cm για τη στήριξη των τεσσάρων κολώνων φωτισμού. Για τις κολώνες φωτισμού χρησιμοποιήθηκαν τα πλαστικά στυλό διαρκείας τα οποία καλύφθηκαν με μαύρο θερμοσυστελλόμενο σωλήνα. Οι λαμπτήρες LED τοποθετήθηκαν στο επάνω μέρος κάθε κολώνας. Οι λαμπτήρες συνδέθηκαν σε δυο καλώδια τα οποία κατέληξαν σε συνδετήρα που είναι τοποθετημένος στο όριο της τρύπας στήριξης της βάσης του πύργου της ανεμογεννήτριας. Η επιφάνεια της πλάκας από μελαμίνη καλύφθηκε με πλαστικό χλοοτάπητα. Πάνω στο χλοοτάπητα κολήθηκαν οι θάμνοι και τα δένδρα μακέτας.

Βήμα 11^ο. Σύθεση του ατομικού έργου «Ανεμογεννήτρια».

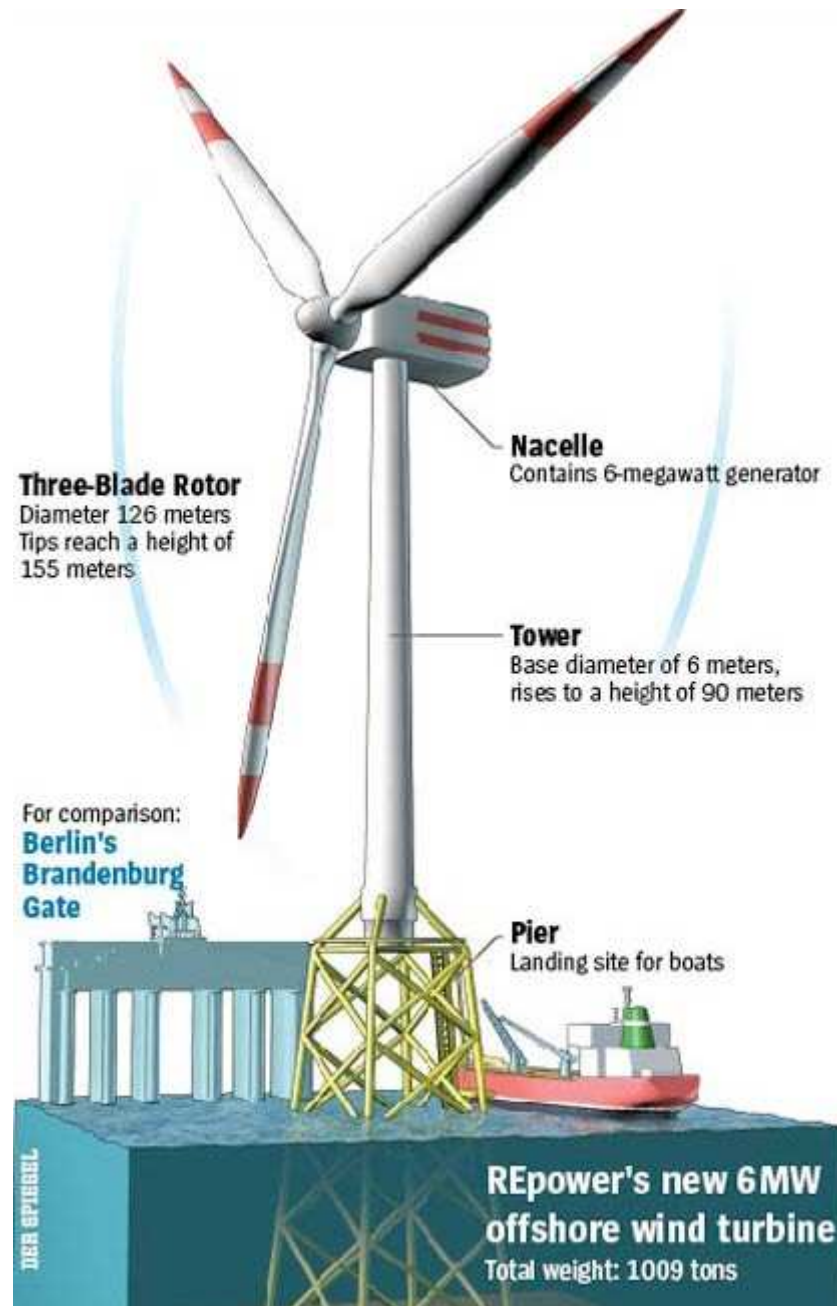
1. Τοποθετήθηκε και στερεώθηκε με τρεις βίδες πάνω στον περιβάλλοντα χώρο η βάση του πύργου της ανεμογεννήτριας.
2. Τοποθετήθηκε ο πύργος της ανεμογεννήτριας.
3. Στο πάνω μέρος του πύργου τοποθετήθηκε το σύστημα μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος από τη στρεφόμενη άτρακτο σε σταθερό σημείο του πύργου μαζί με το ρουλεμάν, τον κατακόρυφο άξονα και την έδρα στήριξης της ατράκτου.
4. Συναρμολόγηση ατράκτου.
5. Τοποθέτηση ατράκτου πάνω στην προβλεπόμενη έδρα.
6. Τοποθέτηση του συστήματος ηλεκτρικής γεννήτριας και πενταπλασιαστή στροφών μέσα στην άτρακτο. Τοποθέτηση του ρουλεμάν στο εμπρός μέρος της ατράκτου.
7. Τοποθέτηση του ουραίου τμήματος και του έλικα στην άτρακτο. Κλείσιμο της ατράκτου με το καπάκι.

6.4 Υπολογισμός του κόστους της κατασκευής του ομοιώματος του ατομικού έργου «Ανεμογεννήτρια»

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα υλικά με το αντίστοιχο κόστος αυτών καθώς και το κόστος εργασίας.

α/α	ΥΛΙΚΑ/ΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ σε € (με ΦΠΑ)
1	Πλάκα μελαμίνης διαστάσεων (40cm)x(40cm)x(1,8cm)	10
2	Σωλήνας PVC διαμέτρου 5cm και μήκους 50 cm	1,5
3	Σωλήνας PVC με διατομή παραλληλόγραμμο μήκους 1m	3
4	Κόλα για PVC	3,5
5	Ένα (1) ρουλεμάν εξωτερικής διαμέτρου 5 cm	4,5
6	Ένα (1) ρουλεμάν εξωτερικής διαμέτρου 3 cm	4,5
7	Χάλκινος σωλήνας διαμέτρου 1,8 cm	0,5
8	Βίδες, ροδέλες και παξιμάδια	1,5
9	Λαμπτήρες τύπου LED, καλώδια και θερμοσυστελόμενο	3,5
10	Ηλεκτρική γεννήτρια 0,5 W	1,5
11	Σύστημα πολλαπλασιασμού στροφών	4,5
12	Έλικας αερομοντελισμού	25
13	Άξονας έλικας	4,5
14	Μεταλλικό κολάρο για ενίσχυση του επάνω μέρους του πύργου	0,4
15	Πλαστικός χλοοτάπητας, θάμνοι, 4 δένδρα μακέτας μαζί με την ειδική κόλα	50
16	Τέσσερα στυλό διαρκείας (παλιά διαθέσιμα)	0
18	Τέσσερα λαστιχένια πόδια για τη βάση του ατομικού έργου	0,5
19	Κόστος εργασίας: (1 μήνας)x(25 μέρες ανά μήνα)x(2 ώρες ανά ημέρα)x(4€ ανά ώρα)	200
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ		318,9

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



1. Γλώσσας Νικόλαος, Τεχνολογία, ΟΕΔΒ, 2004
2. <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=148>
3. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ, 2006
4. Μπινόπουλος Ε, Π. Χαβιαρόπουλος, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων «Μύθοι και Πραγματικότητα, ΚΑΠΕ 2003
5. Τομέας Περιβάλλοντος ΚΑΠΕ, Αιολική ενέργεια και Περιβάλλον, ΚΑΠΕ 2003

