



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1294

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ
ΑΙΟΛΙΚΗ (WIND) ENERGY, ΑΙΟΛΙΚΟ (WIND) PARK
ΡΑΝΑΣΧΑΙΚΟΝ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΑΠΙΔΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1294

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ

ΑΙΟΛΙΚΗ (WIND) ENERGY, ΑΙΟΛΙΚΟ (WIND) PARK

ΡΑΝΑΣΧΑΙΚΟΝ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΑΠΙΔΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΕΣ: ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΜΙΜΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου και ιδιαίτερος τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας κ. Χαραλαμπάκο Βασίλειο Νεκτάριο για την ευκαιρία που μου έδωσε να συγγράψω την εργασία αυτή. Ιδιαίτερος επιθυμώ να ευχαριστήσω και τον καθηγητή μου κ. Λιαρόπουλο Γεώργιο.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και για την αξιοποίησή της χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται: α) μέσω της περιστροφής του άξονα της πτερωτής, μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική και β) μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τις ανεμογεννήτριες μπορεί να διοχετεύεται κατ' ευθείαν στο κεντρικό δίκτυο ρεύματος ή να αποθηκεύεται σε συσσωρευτές.

Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δυο είδη: τις δίπτερες και τις τρίπτερες. Οι τρίπτερες, με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο των τρίπτερων. Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας, ξεκίνησε με μικρές ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 20 έως 75KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 200 έως 2000KW.

Στο αιολικό πάρκο στο όρος Παναχαϊκό, χρησιμοποιούνται 41 τρίπτερες ανεμογεννήτριες, μοντέλο Vestas V52 δυναμικότητας 850kW.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξέλιξη του φαινομένου του θερμοκηπίου και της συνεχούς αύξησης των καύσεων απολιθωμένων καυσίμων, όπως άνθρακες, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, αλλά και της παγκοσμίως εφαρμοζόμενης σπάταλης χρήσης τους, έχουν κάνει επιτακτική την ανάγκη της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες είναι: αιολική, υδροηλεκτρική, ηλιακή, βιομάζα και γεωθερμική.

Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας ανέρχεται σε 44 TWh/ έτος και υπερκαλύπτει τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα που είναι 41 TWh/έτος. Η εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ελλάδα ανέρχεται σε 276 MW. Από αυτά, 36,5 MW ανήκουν στην ΔΕΗ και τα υπόλοιπα σε ιδιώτες.

Το Αιολικό Πάρκο Παναχαϊκού είναι το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα με 41 ανεμογεννήτριες εγκατεστημένες στην κορυφογραμμή του Παναχαϊκού και υπολογίζεται ότι παρέχει κάθε χρόνο 90.000 μεγαβάτ που τα χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για να καλύπτει τις ανάγκες 25.000 περίπου σπιτιών της περιοχής της Πάτρας, δηλαδή: 5- 7% των αναγκών της πόλης σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η επισκόπηση του τεχνολογικού υπόβαθρου στον χώρο των ανεμογεννητριών και η διερεύνηση της λειτουργίας του αιολικού πάρκου στο όρος Παναχαϊκό. Στο αιολικό Παναχαϊκό πάρκο χρησιμοποιούνται 41 τρίπτερες ανεμογεννήτριες μοντέλο Vestas V52 850kW, με δυνατότητα επέκτασης άλλων 16 ανεμογεννητριών. Έχει εγκατεστημένη συνολική ισχύ 34,85 MW και αναμένεται να παράγει 80000 Mwh, το χρόνο. Η λειτουργία του πρόκειται να υποκαταστήσει 19000 τόνους πετρελαίου ετησίως, ενώ η αποφυγή αέριων ρύπων λόγω της λειτουργίας του έργου εκτιμάται ετησίως σε 68154 τόνους CO₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6,7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ.....	9
1.2 Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΥΚΤΑ.....	9-12
1.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	12,13
1.4 ΜΗ ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	13-15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2.1 ΑΝΕΜΟΣ.....	16,17
2.2 Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	17
2.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	18-20
2.4 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	20,21
2.5 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ.....	22-27
2.6 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΝΗΝΕΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΥ.....	27
2.7 ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	28
2.8 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ.....	28
2.9 ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗ ΡΟΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
3.1 ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	29
3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	29,30
3.3 ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΗΜΕΡΑ.....	31-33
3.4 Α/Γ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΕΑ.....	33
3.5 ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ.....	33,34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΑΔΕΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Α.Π.Ε.....	35
4.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΥΠΕΚΑ.....	35,36
4.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	36-40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ.....	41,42
5.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	43,44
5.3 VESTAS WIND.....	45,46
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ Α/Γ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	
5.4 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ VESTAS v52 850Kw.....	47,48
5.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ V52.....	49,57
5.6 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	58,59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60,61
ΕΙΚΟΝΕΣ.....	62,63

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή ηλεκτρισμού σήμερα γίνεται κατά κύριο λόγο με διάφορα ορυκτά καύσιμα, με πυρηνικούς σταθμούς και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ορίζονται οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στην χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Ο εγκλωβισμός των ανέμων στον ασκό του Αιόλου κατά τον Όμηρο, δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να χρησιμοποιούν τους ανέμους στον τόπο και στον χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Είναι η εποχή που εξαπλώνονται ραγδαία τα συμβατικά καύσιμα και ο ηλεκτρισμός, ο οποίος φτάνει ως τα πιο απομακρυσμένα σημεία. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο τις Α.Π.Ε. και ειδικά την αιολική ενέργεια.

Σήμερα, γίνεται πλέον συνείδηση σε όλο και περισσότερο κόσμο, πως ο άνεμος είναι μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, είναι η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη.

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία μελετάται η αιολική ενέργεια και το αιολικό πάρκο στο όρος Παναχαϊκό.

Το 1ο κεφάλαιο αναφέρεται στο παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, την εξάρτηση της χώρας μας από τα ορυκτά, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις μη ρυπογόνες μορφές ενέργειας.

Στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζονται ο άνεμος, η έντασή του, η αιολική ενέργεια, το αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό, η νηνεμία, οι ανεμογεννήτριες και η επίδραση του ανέμου, η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου λόγω του ύψους και τα εμπόδια στη ροή του ανέμου.

Το 3ο κεφάλαιο αναφέρεται στις αιολικές μηχανές, στους τύπους των ανεμογεννητριών, α/γ ανάλογα με την κατεύθυνση ανέμου και των πτερυγίων.

Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις άδειες λειτουργίας εγκαταστάσεων των Α.Π.Ε. στην ενεργειακή πολιτική ΥΠΕΚΑ και στο θεσμικό πλαίσιο.

Στο 5ο κεφάλαιο περιγράφεται το Παναχαϊκό αιολικό πάρκο, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικών εγκαταστάσεων, η εταιρεία VESTAS WIND, γενικά και τεχνικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας VESTAS v52 850Kw, συντήρηση και σφάλματα που παρουσίασαν ανεμογεννήτριες σε τρία χρόνια λειτουργίας τους. Θα κλείσουμε την πτυχιακή εργασία με την βιβλιογραφία και την πηγή των εικόνων του κειμένου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

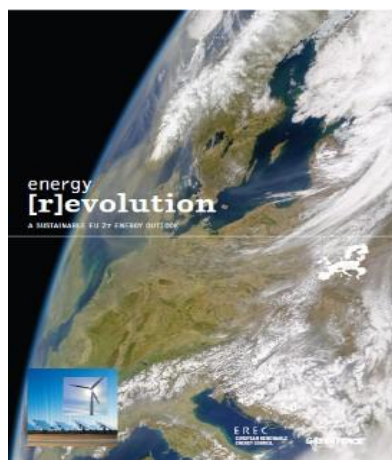
Το ζήτημα κάλυψης των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών απασχολεί έντονα την παγκόσμια κοινότητα, διότι η ζήτηση επεκτείνεται δυσανάλογα με την προσφορά που προέρχεται από συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Επιπλέον επιτακτική είναι η ανάγκη για προσπάθεια «καθαρής» παραγωγής ενέργειας αφού η μόλυνση από τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής επιβαρύνει ανησυχητικά το περιβάλλον.

Μια σειρά από παγκόσμιες διασκεύσεις και συνέδρια, είχαν σκοπό τη θέσπιση κατάλληλων πλαισίων για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και κυρίως της κλιματικής αλλαγής (Φεβρουάριος 2005 : το Πρωτόκολλο του Κιότο τίθεται σε ισχύ, επικύρωση 55 χωρών). Απαραίτητος παράγοντας για να επιτευχθούν οι προβλεπόμενες μειώσεις των εκπομπών CO₂ σε Ευρώπη και Ελλάδα είναι η χρήση αιολικής ενέργειας (ΑΠΕ).

Σήμερα οι ευρωπαϊκές κυβερνήσεις βρίσκονται σε ένα κρίσιμο σταυροδρόμι, ή θα επιλέξουν τις αποτυχημένες συνταγές του παρελθόντος που μας οδήγησαν στη σημερινή κρίση και την αύξηση της ενεργειακής φτώχειας, ή θα βάλουν τις βάσεις για μία πιο δίκαιη και βιώσιμη ανάπτυξη.

1.2 Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΥΚΤΑ

Η σημερινή εξάρτησή μας από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα επιδεινώνει την οικονομική και περιβαλλοντική κρίση και μειώνει τις προοπτικές ανάκαμψης. Πουθενά δεν είναι πιο εμφανής αυτή η πραγματικότητα από ό,τι στη χώρα μας. Εν μέσω οικονομικής κρίσης οι Έλληνες πολίτες καλούνται να πληρώσουν όλο και περισσότερες δαπάνες για να θερμάνουν τα σπίτια τους. “Μια καθαρή ‘βιομηχανική’ επανάσταση είναι η απάντηση στην οικονομική κρίση που θα προσφέρει παράλληλα ανάπτυξη, νέες θέσεις εργασίας και ένα βιώσιμο και ασφαλές μέλλον για όλους μας χωρίς δυσβάσταχτες δαπάνες για θέρμανση, ηλεκτρικό ρεύμα και μεταφορές”. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει νομοθετήσει τη διείσδυση των ΑΠΕ σε ποσοστό 20% ως το 2020.



Η έκθεση εικ.1, “*Energyevolution 2012*” που εκπονήθηκε για λογαριασμό της Greenpeace και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Ανανεώσιμης Ενέργειας (European Renewable Energy Council-EREC) προτείνει συγκεκριμένα βήματα προς μια οικονομία μηδενικών εκπομπών ρύπων. Αυτά περιλαμβάνουν τη μείωση της ζήτησης ενέργειας με αποδοτικότερη κατανάλωση, την αύξηση επενδύσεων στα αιολικά και την εξάλειψη των επιδοτήσεων προς ρυπογόνες μορφές ενέργειας όπως ο λιγνίτης.

[Εικ.1] European Renewable Energy

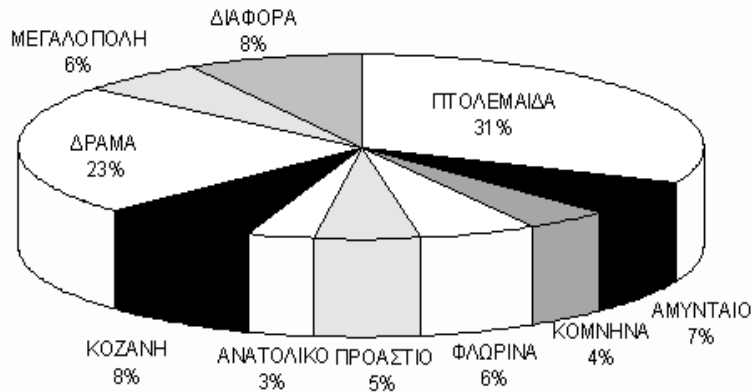
Το ενεργειακό πρόβλημα αγγίζει και την χώρα μας. Τα κοιτάσματα λιγνίτη (Εικ.2) στην Ελλάδα είναι σχετικά νέο σε ηλικία κοιτάσμα, έχει χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα και διαρκούν το πολύ για 62 έτη. Τα μεγαλύτερο μέρος των κοιτασμάτων το εκμεταλλεύεται η ΔΕΗ και ο χρόνος ζωής τους είναι περίπου 30 χρόνια.

Οι θέσεις των κυριοτέρων κοιτασμάτων γαιανθράκων της Ελλάδας είναι:

1. Ορεστιάδα
2. Αλεξανδρούπολη
3. Δράμα, Κορμίστα, Ηλιοκόμη, Πρώτη
4. Σέρρες
5. Αλμωπία
6. Λεκάνη Φλώρινας (Βεύη, Αχλάδα, Λόφοι)
7. Λεκάνη Πτολεμαΐδας (Αμύνταιο, Ανάργυροι, Βεγόρα, Κομνηνά, Καρνοχώρι, Πτολεμαΐδα),
8. Λεκάνη Κοζάνης (Τριγωνικό, Προσήλιο, Λάβα, Σέρβια)
9. Ελασσόνα
10. Μοσχοπόταμος, Κατερίνη
11. Μεσοελληνική Αύλακα
12. Ιωάννινα
13. Πρέβεζα
14. Αλμυρός
15. Ζέλι
16. Πάλιουρας
17. Αλιβέρι, Κύμη
18. Βοιωτία
19. Αττική
20. Καλάβρυτα
21. Πύργος, Ολυμπία, Βασιλάκι
22. Χωματερό - Κορώνη
23. Μεγαλόπολη
24. Μονεμβασιά
25. Κάνδανος
26. Σάμος
27. Χίος
28. Ρόδος



[Εικ. 2] Χάρτης κοιτασμάτων γαιανθράκων της Ελλάδας



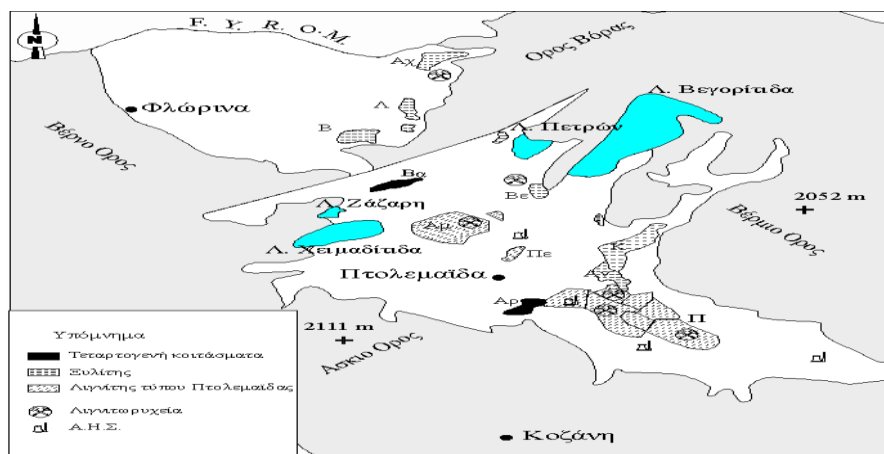
[Εικ.3] Ποσοστιαία κατανομή των Ελληνικών αποθεμάτων λιγνίτη

Κοιτάσματα σε παράκτιες λεκάνες:

Πύργος-Ολυμπία και Πρέβεζα-Ακαρνανία: Στην ευρύτερη παράκτια λεκάνη, που εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής ακτής της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου, από τη Φιλιππιάδα μέχρι την Κυπαρισσία, είναι γνωστές 50 περίπου θέσεις με λιγνιτικές αποθέσεις. Ο λιγνίτης εμφανίζεται μέσα σε Νεογενή ιζήματα, αργίλους και μάργες κυρίως Πλειοκαινικής ηλικίας, με πάχη μέχρι 2 m, μαλακός με **Κατώτερη Θερμαντική Ικανότητα (Κ.Θ.Ι.)** 2.000-2.500 kcal/kg. Τα αποθέματα εκτιμώνται στους 40 Mt, είναι όμως κατανεμημένα σε πολλές θέσεις. Κατά περιόδους λειτούργησαν και ακόμα λειτουργούν μικρά ιδιωτικά ορυχεία στην περιοχή.

Κοιτάσματα σε ηπειρωτικές λεκάνες:

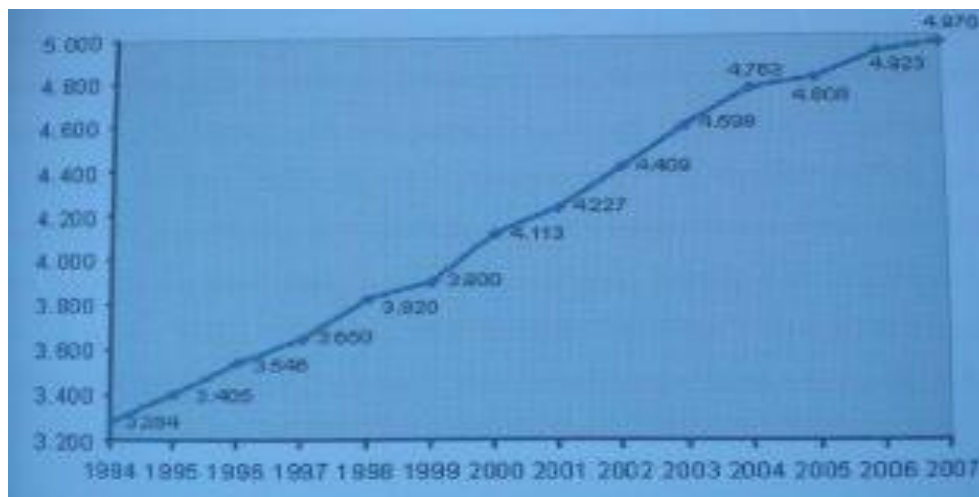
Τα μεγαλύτερα λιγνιτικά αποθέματα της χώρας βρίσκονται στην τεκτονική τάφρο της Δυτικής Μακεδονίας. Σημαντικά είναι ακόμα τα κοιτάσματα των λεκανών Δράμας, Μεγαλόπολης και – παλαιότερα – Αλιβερίου.



[Εικ. 4] Σκαρίφημα τμήματος της τεκτονικής τάφρου της Δυτ. Μακεδονίας (Αχ: Αχλάδα, Λ: Λόφοι, Β: Βεύη, Βε: Βεγόρα, Βα: Βαλτόνερα, Αμ: Αμύνταιο, Πε: Περδίκια, Αρ: Αρδασσα, Κ: Κομνηνά, Αν: Ανατολικό, Π: Πτολεμαΐδα).

Η τελευταία λιγνιτική μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού θα κλείσει το 2050 σύμφωνα με το υπουργείο ανάπτυξης. Η ΔΕΗ για το λόγο αυτό προσπαθεί να μειώσει την εξόρυξη λιγνίτη αλλάζοντας το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Η μείωση που έγινε στην χρήση του λιγνίτη δεν οφείλεται στην αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά στην αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου.

Η Ελλάδα δεν παράγει φυσικό αέριο με συνέπεια να αυξάνεται η ενεργειακή εξάρτηση από τρίτες χώρες, αύξηση συνολικής παραγωγής ενέργειας της τάξης των 20000 GWh ανά έτος. Επίσημα στοιχεία της ΔΕΗ στην [εικ. 5].



[Εικ. 5] Ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα

1.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε) όπως ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος αποτελούν την παλαιότερη μορφή ενέργειας στον πλανήτη και είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον, υπό την έννοια ότι δεν παράγονται ρύποι κατά την εκμετάλλευσή τους. Ωστόσο η ανάπτυξη και η τεράστια ενεργειακή ζήτηση από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση τον 19^ο αιώνα, έστρεψαν το ενδιαφέρον στις συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής που αφορούν την εκμετάλλευση ορυκτών καυσίμων.

Η ασύδοτη εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων έχει επιφέρει ποικίλους προβληματισμούς που αφορούν κυρίως στην ενεργειακή εξάρτηση από άλλες χώρες. Επιπλέον υπάρχει έντονη ανησυχία σχετικά με την ταχεία εξάντληση των καυσίμων που χρειάστηκαν εκατομμύρια χρόνια για να δημιουργηθούν. Οι επιστημονικές ανησυχίες βασίζονται κυρίως σε δεδομένα και παρατηρήσεις που κατέστησαν σαφές το θέμα της κλιματικής αλλαγής καθώς και ποικίλων άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων με σαφείς ανθρωπογενείς αιτίες. Η χρήση των ΑΠΕ αναδεικνύεται ως βασική προϋπόθεση για την επίτευξη της αιεφόρου ανάπτυξης, καθώς ο αιεφόρος πολεοδομικός σχεδιασμός εμπεριέχει τόσο τον ενεργειακό, όσο και τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Η αύξηση των ενεργειακών αναγκών, έχουν φέρει ξανά στο επίκεντρο της επιστημονικής κοινότητας και όχι μόνο, τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ονομάζονται μη ρυπογόνες μορφές ενέργειας διότι δεν απελευθερώνονται τοξικά απόβλητα, διοξείδιο του άνθρακα και άλλες ουσίες καταστροφικές για την ατμόσφαιρα, τους υδάτινους πόρους αλλά και το έδαφος. Οι περισσότερες από τις μορφές των Α.Π.Ε., στηρίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς μέσω αυτής δημιουργούνται οι άνεμοι λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα (αιολική), η βιομάζα η οποία είναι ηλιακή ενέργεια την οποία έχουν δεσμεύσει τα φυτά από τη φωτοσύνθεση ενώ η εξάτμιση και συμπύκνωση του νερού προκαλεί κυκλοφορία των υδάτων (υδροηλεκτρική). Η βιομάζα ελάχιστα χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή αλλά χρησιμοποιείται πολύ για την θέρμανση.

1.4 ΜΗ ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

α) Φωτοβολταϊκά συστήματα

Καθημερινά προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μια τεράστια ποσότητα ηλιακής ενέργειας η οποία είναι 20000 φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια που καταναλώνεται σήμερα σε ολόκληρο τον κόσμο και με οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρική , μηχανική , θερμική κλπ).

Η εκμετάλλευση της δυνατότητας αποδοτικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος απευθείας από την ηλιακή ενέργεια μπορεί να υποκαταστήσει σε σημαντικό βαθμό τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής του. Το 1839, παρατηρήθηκε ότι η ηλιακή ενέργεια αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών. Αυτά όταν φωτίζονται μπορούν να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα, μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Εάν σε ένα κομμάτι ημιαγωγίου υλικού, τοποθετηθούν δυο ηλεκτρόδια, στις άκρες των οποίων λαμβάνεται το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, η σχετικά απλή διάταξη που προκύπτει ονομάζεται φωτοβολταϊκό στοιχείο. Αυτό αποτελεί την κύρια συνιστώσα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος , όπως ονομάζεται το σύστημα που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος .

β) Υδροηλεκτρικά συστήματα

Σχεδόν το ένα τέταρτο της ηλιακής ενέργειας που καταφθάνει στην επιφάνεια της γης προκαλεί την εξάτμιση του νερού από τις θάλασσες, τις λίμνες και τους νερόλακκους. Μέρος της ενέργειας αυτής χρησιμοποιείται για την ανύψωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα (έναντι στη βαρυτική έλξη της γης), όπου τελικά υγροποιείται και σχηματίζεται βροχή ή χιόνι. Όταν βρέχει στους λόφους ή χιονίζει στα βουνά, ένα μικρό ποσοστό της εισαγόμενης ηλιακής ενέργειας παραμένει αποθηκευμένο. Έτσι, σε οποιοδήποτε ύψος επάνω από τη στάθμη της θάλασσας το νερό αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη "βαρυτική" ενέργεια.

Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει καταφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει. Για την απόληψη αυτής της ενέργειας σε μια ελεγχόμενη μορφή, μπορεί να εκτραπεί ένα μέρος ή όλο το νερό ενός φυσικού υδάτινου διαύλου σ' ένα σωλήνα. Στη συνέχεια, μπορεί να οδηγηθεί ως ρεύμα νερού υπό πίεση σε ένα υδροτροχό ή στροβιλοτροχό, έτσι ώστε το νερό που προσπίπτει στα πτερύγια να προκαλεί την περιστροφή του τροχού και την παραγωγή μηχανικής ενέργειας.

Σήμερα, ένας σύγχρονος στρόβιλος συνδέεται σε μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία στη συνέχεια μεταδίδεται στο σημείο όπου υπάρχει ζήτηση αυτής.

γ) Ενέργεια κυμάτων

Η κυματική ενέργεια, σε παγκόσμιο επίπεδο υπολογίζεται ότι θα μπορούσε να καλύψει το 10% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για εκμετάλλευση των κυμάτων. Η ενέργεια των κυμάτων ανοικτής θάλασσας διατίθεται με την μορφή εναλλασσόμενων ανοδικών και καθοδικών κινήσεων του νερού. Από τα κύματα κοντά στην ακτή εκμεταλλευόμαστε την προωστική δύναμη του μετώπου του κύματος για την κίνηση στροβιλοκινητήρων νερού ή αέρα. Κύματα που σπάζουν στην ακτή χρησιμοποιούνται για την πλήρωση φραγμάτων για να παραχθεί στη συνέχεια υδροηλεκτρική ενέργεια.

δ) Γεωθερμία

Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, η οποία, με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, μπορεί να καλύψει κάποιες ενεργειακές ανάγκες.

ε) Βιομάζα

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής καθώς και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

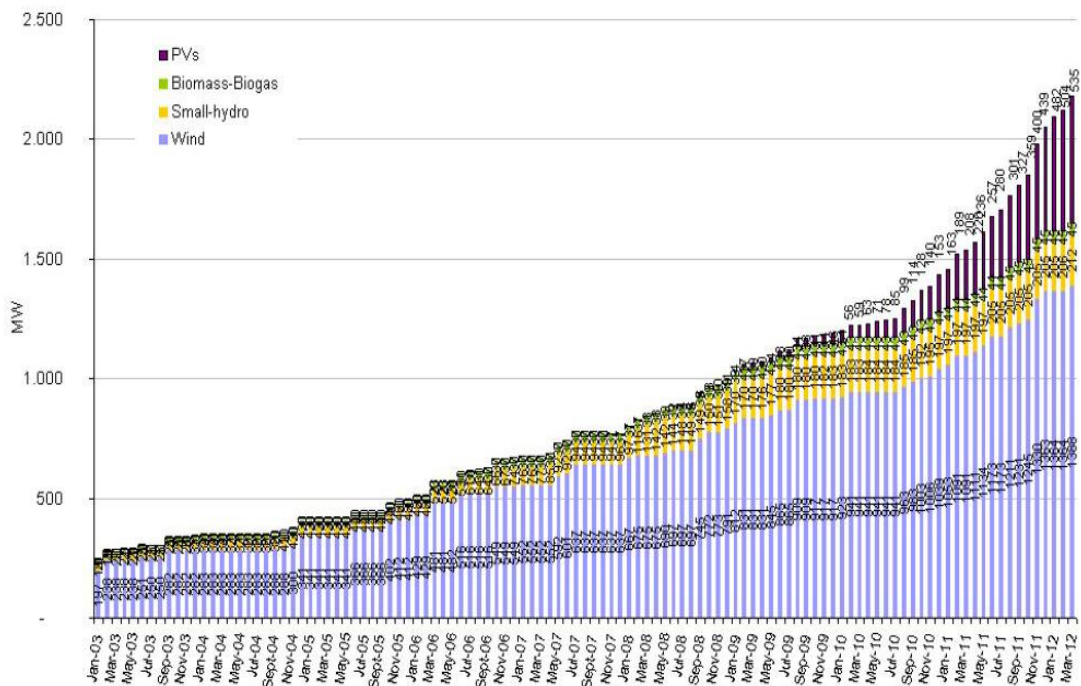
Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας. Η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:

Νερό + Διοξείδιο του άνθρακα + Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) + Ανόργανα στοιχεία

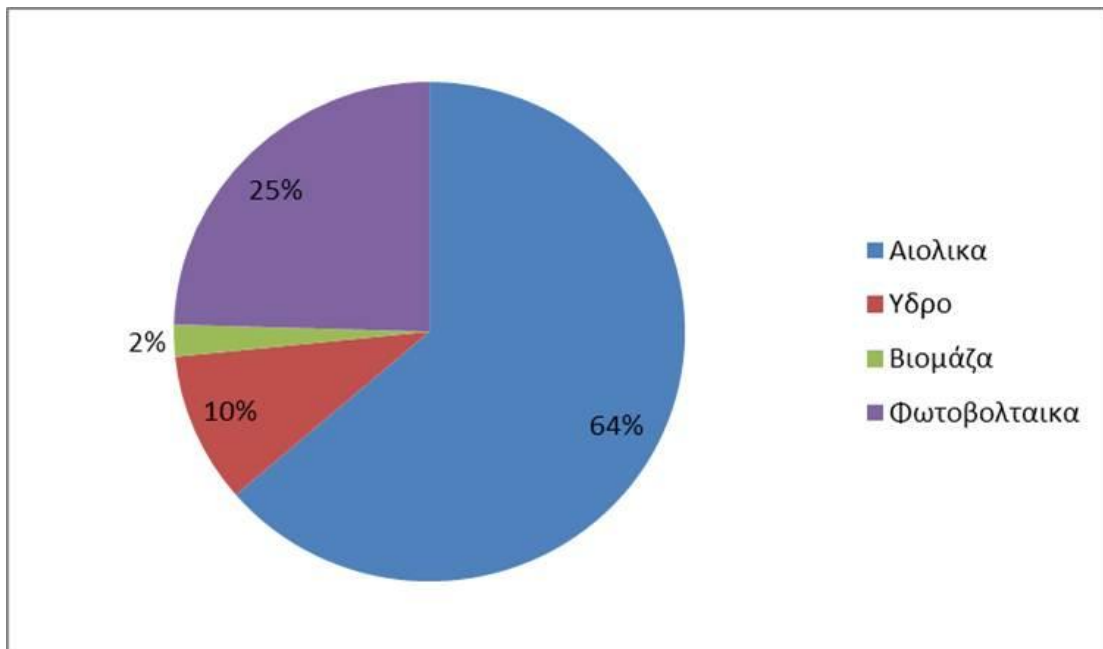
=> Βιομάζα + Οξυγόνο

Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Όλες οι Α.Π.Ε., οφείλονται άμεσα ή έμμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία πλην της γεωθερμίας που οφείλεται στην υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί στο εσωτερικό της γης.



[Εικ. 6] Εγκατεστημένη ισχύς σύμφωνα με την έκθεση του Μαρτίου 2012 από τον ΛΑΓΓΗΕ



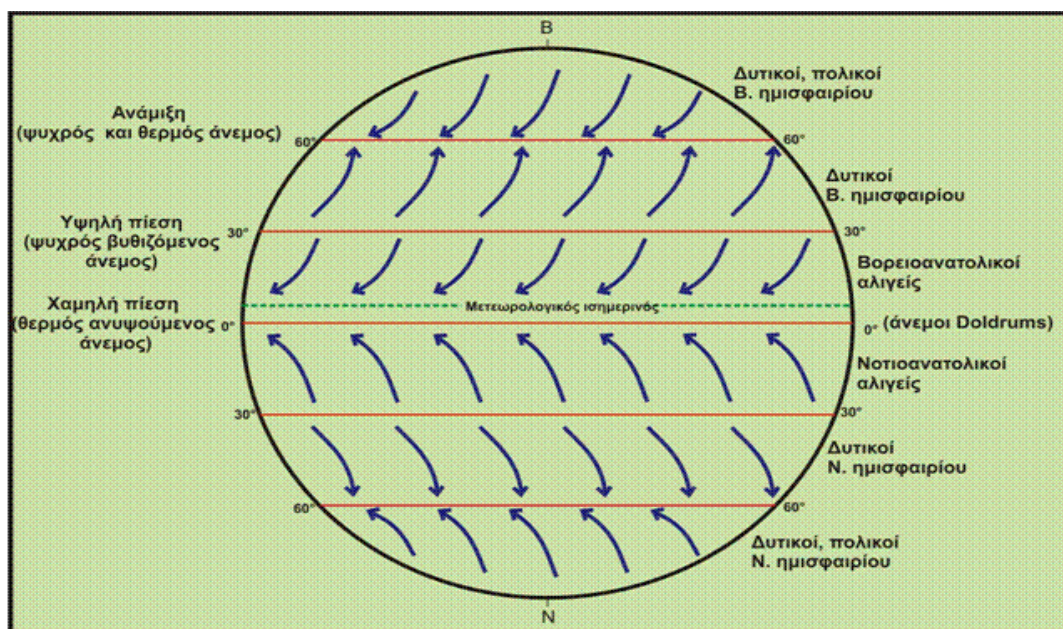
[Εικ. 7] Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ για φ/β για το πρώτο τρίμηνο του 2012 είναι 535 MW και για τα αιολικά 1388MW

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

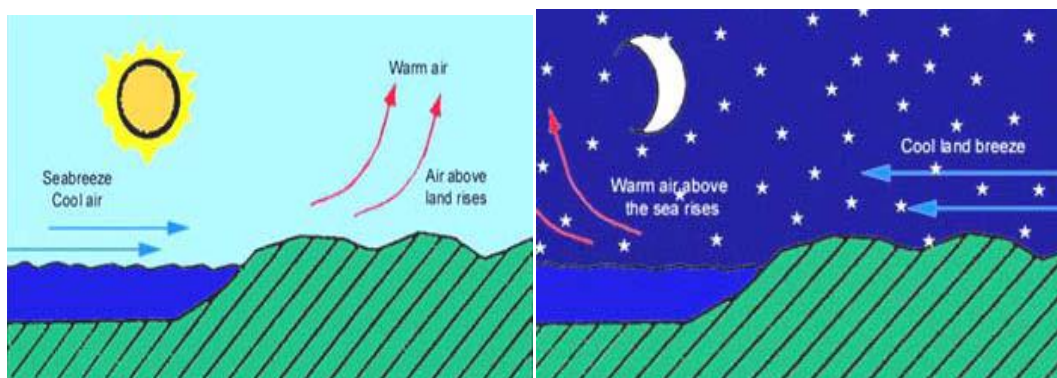
2.1 ΑΝΕΜΟΣ

Η όποια αισθητή «οριζόντια κίνηση» του αέρα ονομάζεται *άνεμος*. Η «κατακόρυφη κίνηση» του αέρα ονομάζεται *ρεύμα*, και αν μεν είναι από κάτω προς τα επάνω λέγεται *ανοδικό ρεύμα*, αν είναι από επάνω προς τα κάτω λέγεται *καθοδικό ρεύμα*. Πρωταρχική γενεσιουργός αιτία του ανέμου είναι η *διαφορά της θερμοκρασίας* του αέρος που με τη σειρά της δημιουργεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις, διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ παρακείμενων τόπων.

Η κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα διαμορφώνεται από 3 παράγοντες: α) από την περιστροφή της γης γύρω από τον κάθετο άξονά της, β) από την ηλιακή ενέργεια που μεταφέρεται από τον ήλιο και απορροφάται από την επιφάνεια της γης αλλά και από την ατμόσφαιρά της και γ) από τις ανωμαλίες, ανομοιομορφίες της επιφάνειας της γης. Εξαιτίας των τριών παραγόντων (α,β,γ) η ατμοσφαιρική πίεση δεν είναι σταθερή στην επιφάνεια της γης. Δηλαδή υπάρχει μια συνεχή κίνηση του αέρα που αντισταθμίζει την διαφορά των πιέσεων.



Η κατανομή των ανέμων στη γη [εικ. 8]



[Εικ. 9] Σχηματισμός ανέμων από τοπική θέρμανση και ψύξη της ξηράς και της θάλασσας

Η κίνηση των αερίων μαζών εξαρτάται από την εποχή και από την ώρα της ημέρας. Αυτό που μας ενδιαφέρει όμως είναι ότι η ισχύς της κίνησης των αερίων μαζών υπολογίζεται ίση με $3,6 \cdot 10^9$ MW σε όλο τον πλανήτη και εκτιμάται ότι το 1% αυτής είναι διαθέσιμη για εκμετάλλευση με αποτέλεσμα να μπορούν να παραχθούν $175 \cdot 10^{12}$ kWh κάθε έτος. Ο αριθμός αυτός είναι τεράστιος και μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.

Η χώρα μας έχει την τύχη να έχει ένα τεράστιο αιολικό δυναμικό το οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί έτσι ώστε να καλύψει πολλές από τις ανάγκες της για ηλεκτροπαραγωγή.

2.2 Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η ένταση του ανέμου εκφράζεται με δυο τρόπους α) με την πίεση που ασκεί πάνω στα σώματα β) με την ταχύτητά του. Στον κλάδο της Μετεωρολογίας η ένταση του ανέμου χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα και μετρείται σε m/s ή σε κόμβους. Υπάρχει και η κλίμακα Μποφόρ ένας άλλος τρόπος λίγο εμπειρικός.

Ο άνεμος αποτελεί ένα ιδιαίτερα μεταβλητό μέγεθος, τόσο κυρίως με το χρόνο, όσο και το ύψος από το έδαφος. Επομένως, για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής χρειάζονται αναλυτικές μετρήσεις της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου. Οι πρώτες γίνονται με τη χρήση συνήθως κυπελλοφόρων ή ελικοφόρων ανεμόμετρων και οι δεύτερες με ανεμοδείκτη ακριβείας. Για κάθε περιοχή απαιτείται περίοδος μετρήσεων 6 μηνών με ένα χρόνο, ενώ οι μετρήσεις γίνονται συνήθως σε ύψος 10 m από το έδαφος.



[Εικ. 10] Αιολική τουρμπίνα ισχύος 30 Μεγαβάτ που δεν άντεξε σε ισχυρό άνεμο στο αιολικό πάρκο Ardrossan στη Σκωτία

2.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Η αιολική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

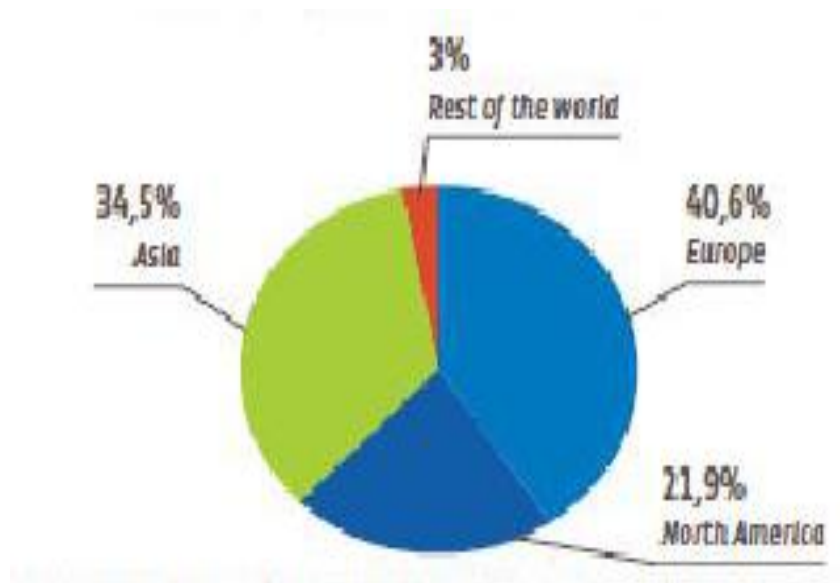
Στα τέλη του 2011 η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανερχόταν στα 238 GW περίπου, μια άνοδος κατά 18 GW από το 2000. Τα δύο τελευταία χρόνια, παρατηρείται σημαντική μετατόπιση της καινοτομίας από την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική προς την Ασία, η οποία έχει αναδειχθεί πλέον ο παγκόσμιος ηγέτης όσον αφορά την εγκατάσταση νέου δυναμικού αιολικής ενέργειας.

Το 2011 η Κίνα εγκατέστησε 18 GW αιολικής ενέργειας, φέρνοντας το σύνολο εγκατεστημένης ισχύος στα 63 GW, που αντιπροσωπεύει το 26,4% της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας. Την ίδια περίοδο οι ΗΠΑ εγκατέστησαν 6,8 GW αιολικής ενέργειας, ανεβάζοντας το συνολικό δυναμικό στα 47 GW, δηλαδή το 19,7% της παγκόσμιας αγοράς. Η Ινδία έρχεται τρίτη σε νέες εγκαταστάσεις, με 3 GW, αλλά κατατάσσεται πέμπτη με 16 GW συνολικής ισχύος (6,7% της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στο σύνολό της εγκατέστησε 9,6 GW αιολικής ενέργειας το 2011, ανεβάζοντας τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε 94 GW. Η ΕΕ παραμένει ακόμη η μεγαλύτερη αγορά αιολικής ενέργειας, πλην όμως οι ρυθμοί ανάπτυξης της Κίνας αναμένεται να την καταστήσουν πολύ σύντομα ηγέτη σε αυτή τη μορφή ενέργειας.

	2010	2011	Puissances installées en 2011/ Capacity installed in 2011	Mises hors-service en 2011/ Decommissioned in 2011
European Union	84 958,6	94 097,1	9 367,7	229,2
Rest of Europe	1 997,0	2 659,0	665,0	3,0
Total Europe	86 955,6	96 756,1	10 032,7	232,2
United States	40 298,0	46 919,0	6 810,0	189,0
Canada	4 008,0	5 265,0	1 267,0	10,0
Total North America	44 306,0	52 184,0	8 077,0	199,0
China	44 733,0	62 733,0	18 000,0	0,0
India	13 065,0	16 084,0	3 019,0	0,0
Japan	2 334,0	2 501,0	168,0	1,0
Other Asian countries	975,0	1 080,0	111,0	6,0
Total Asia	61 107,0	82 398,0	21 298,0	7,0
Africa & Middle East	1 065,0	1 093,0	31,0	3,0
Latin America	1 997,0	3 203,0	1 206,0	0,0
Pacific region	2 516,0	2 858,0	342,0	0,0
Total world	197 946,6	238 492,1	40 986,7	441,2

[Εικ. 11] Η Αιολική ενέργεια στον Κόσμο



[Εικ. 12] Αιολική ενέργεια στον Κόσμο



[Εικ. 13] Μικρές ανεμογεννήτριες που έχουν παραταχθεί στους δρόμους της Σαγκάης, Κίνα

Η παραγωγή ανεμογεννητριών στην Κίνα έχει φτάσει πλέον στο σημείο πέρα από τις εγχώριες ανάγκες να αρχίζει να καλύπτει και αυτές άλλων κρατών. Συγκεκριμένα 2 κινεζικές εταιρείες, η Sinovel και η Goldwind, συγκαταλέγονται πλέον ανάμεσα στις 5 πρώτες εταιρείες κατασκευής ανεμογεννητριών παγκοσμίως ενώ ήδη παρατηρούνται οι πρώτες σοβαρές απόπειρες των μεγαλύτερων Κινέζων κατασκευαστών να εισέλθουν δυναμικά στην παγκόσμια αγορά. Επιπρόσθετα ένα από τα σημαντικότερα επενδυτικά προγράμματα που έχουν υιοθετηθεί από την Κινεζική κυβέρνηση, το Wind Base, το οποίο στοχεύει στην εγκατάσταση 127, 5 GB αιολικής ισχύος σε έξι κινεζικές περιοχές εκτός των μεγάλων πόλεων, είναι σε πλήρη εξέλιξη. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη όλες αυτές τις παραμέτρους και τη δυναμική της Κίνας, οι εκτιμήσεις από τους διάφορους αναλυτές και ειδικούς αναφέρουν ότι ακόμα και ο ανεπίσημος στόχος των 150 GB συνολικής εγκατεστημένης ισχύος είναι πολύ πιθανόν να επιτευχθεί έως το 2020.

2.4 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

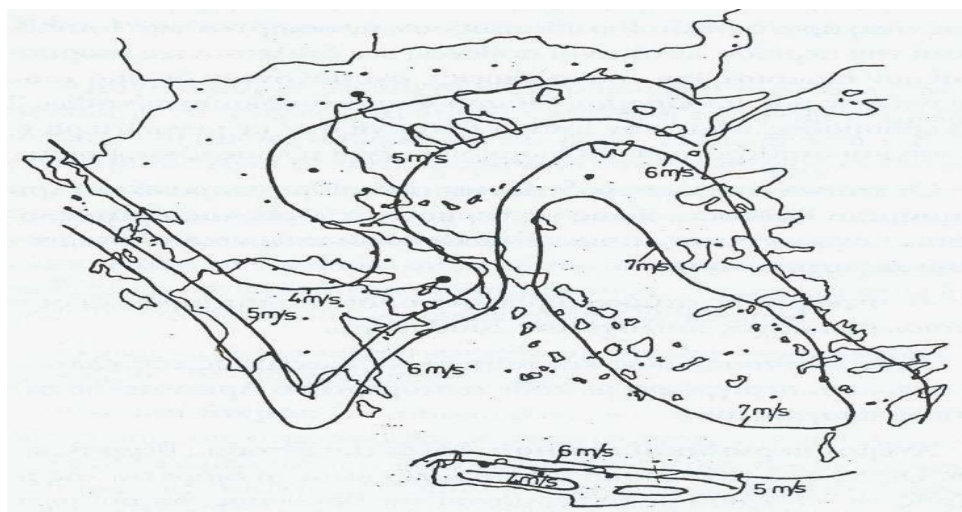
Η εκμετάλλευση του υψηλού δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται στις σύγχρονες αποδοτικές ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της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

Το τεχνητά αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό, δηλαδή το μέρος του αιολικού δυναμικού το οποίο μπορεί να δεσμευτεί, δίνεται από μια σχέση η οποία εκφράζει το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του αέρα που διαπερνά μια νοητή επιφάνεια S σε μια χρονική στιγμή. Εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$= \frac{1}{S} \int_0^t P_w(t) dt \quad \text{Όπου: } S = \text{Μια νοητή επιφάνεια (για μια ανεμογεννήτρια, είναι η επιφάνεια της πτερωτής).}$$

t = Χρονική κλίμακα (η διάρκεια που θα λειτουργεί μια ανεμογεννήτρια).

$P_w(t)$ = Ισχύς του ανέμου (το μέγεθος το βρίσκουμε από την καμπύλη ισχύος της Α/Γ, δίδεται από τον κατασκευαστή).



[Εικ. 13] Χάρτης του αιολικού δυναμικού της χώρας μας

Για την ακριβή προσέγγιση της ταχύτητας του ανέμου και ειδικά στην Ελλάδα που είναι περιοχή εύκρατης ζώνης, η εκτίμηση γίνεται με την χρήση των κατανομών Weibull και Rayleigh, δύο θεωρητικών κατανομών της στατιστικής.

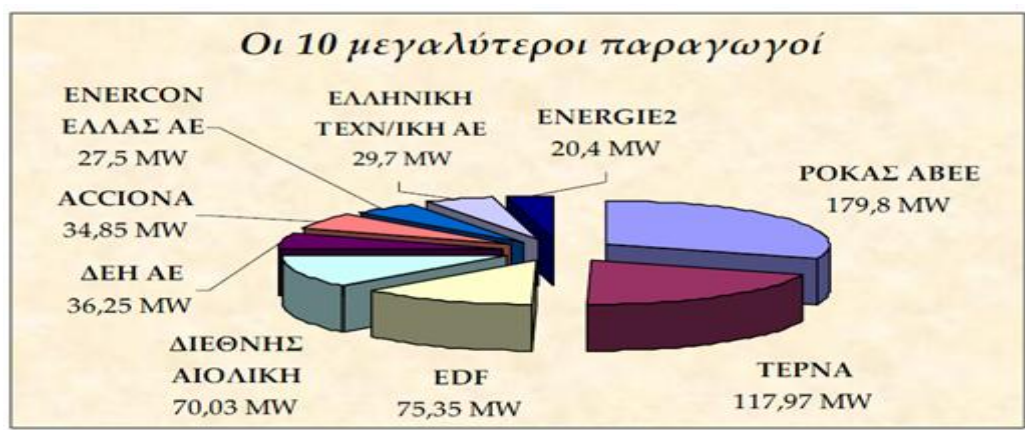
Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις πυκνότητας, πιθανότητας των δυο κατανομών Weibull και Rayleigh, προσδιορίζουμε την πιθανότητα να βρίσκεται η ταχύτητα του ανέμου μεταξύ των τιμών $V - Dv/2$ και $V+dV/2$, ενώ χρησιμοποιώντας τις αθροιστικές συναρτήσεις πυκνότητας των δυο κατανομών μπορούμε να προσδιορίσουμε την πιθανότητα η ταχύτητα V να έχει μικρότερη τιμή από μια συγκεκριμένη ταχύτητα V_s .

Με γνώση της ταχύτητας του ανέμου της περιοχής ενδιαφέροντος, υπολογίζεται το τεχνικά αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό και κρίνεται συμφέρουσα ή όχι η τοποθέτηση ανεμογεννήτριας.

Η χώρα μας έχει πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό. Ένα ποσοστό γύρω στο 2% της ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των αέριων μαζών. Η μέση ετήσια ένταση της ακτινοβολίας είναι περίπου 200W/m^2 και η έκταση της χώρας είναι 131000km^2 . Περίπου το 1/40 της παγκόσμιας διαθέσιμης ενέργειας του ανέμου.



[Εικ. 14] Εικόνα ανάπτυξης αιολικής ενέργειας την τελευταία 25ετια στην Ελλάδα



[Εικ. 15] Το Αιολικό δυναμικό της Ελλάδας

2.5 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Όταν ο άνεμος περάσει μέσα από μια περρωτή ανεμογεννήτριας και εξασκήσει ροπή, η περρωτή θα περιστραφεί και θα περιστρέψει τον ρότορα με τον οποίο είναι συνδεδεμένη. Έτσι η κινητική ενέργεια θα μετατραπεί σε περιστροφική κίνηση.

Η ανεμογεννήτρια όταν αποδεσμεύει την ενέργεια του ανέμου, αυτός επιβραδύνεται, δηλαδή τον κάνει να φεύγει με μικρότερη ταχύτητα όταν περάσει το δρομέα και διαχέεται σε κάποιο βαθμό. Ακόμα και οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες δεν είναι δυνατόν να εκμεταλλευτούν όλη την ενέργεια του ανέμου.

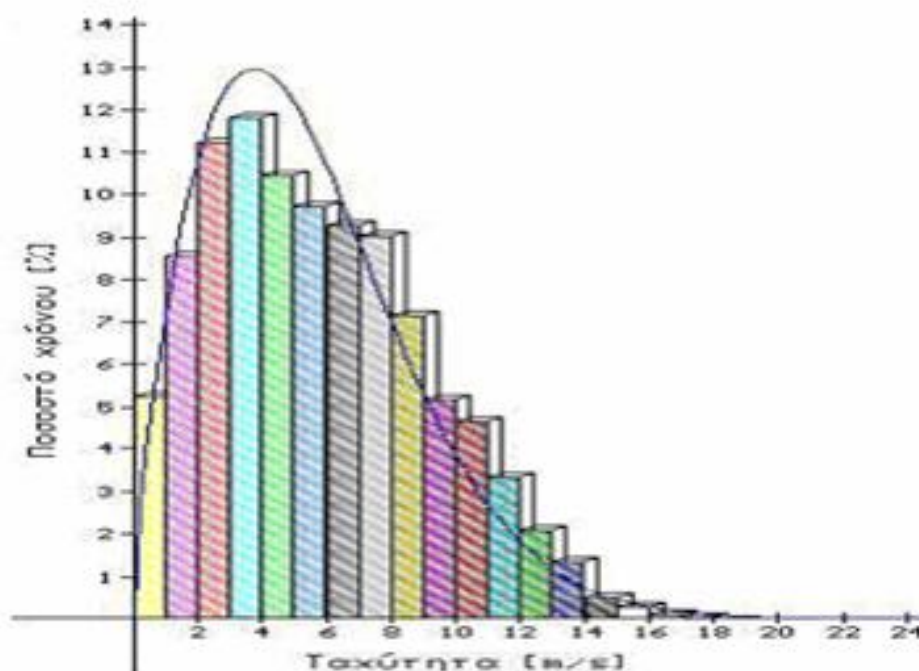
Ο υπολογισμός του εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού γίνεται αφού γνωρίσουμε τις μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου κατά τη διάρκεια του χρόνου και σε δεύτερη μοίρα έρχεται η ετήσια ταχύτητα του ανέμου και ο βαθμός απόδοσης του ανεμοκινητήρα. Για τον υπολογισμό της μεταβολής του ανέμου χρησιμοποιούμε την κατανομή που εκφράζεται με την εξίσωση:

$$p(V) = \frac{k}{V} \left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{C}\right)^k}$$

Όπου **p (V)**: η συχνότητα εμφάνισης της ταχύτητας του ανέμου **V**

C: η χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου

k: η παράμετρος μορφής



Γράφημα 1. Ιστόγραμμα της συχνότητας ταχυτήτων (Θεωρ. Κατανομή Weibull)

Για την Ελλάδα χρησιμοποιείται παράμετρος μορφής από 1, 4-2 και στις Νότιες περιοχές φτάνει μέχρι 1, 22. Από την παράμετρο εξαρτάται η ομοιομορφία της κατανομής. Για χαμηλές τιμές της παραμέτρου η κατανομή είναι πιο ομοιόμορφη και οι ταχύτητες είναι πιο συχνές στη μέση τιμή. Όσο αφορά στη συχνότητα των ταχυτήτων και τη γνώση της μορφολογίας του εδάφους οι ταχύτητες πρέπει να

αναχθούν από το ύψος των μετρήσεων στο ύψος του ρότορα της ανεμογεννήτριας με την αναγωγή της εξίσωσης:

$$\frac{U_1}{U_2} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^a$$

Όπου **a**: η παράμετρος η οποία εξαρτάται από την ταχύτητα και τη μορφολογία του εδάφους. Τις τιμές της παίρνει σύμφωνα με τον πίνακα 1.

Πίνακας 1	Τιμές
Άμμος	0,1
Θερισμένο Γρασίδι	0,13
Ψιλό γρασίδι	0,19
Προάστιο	0,32

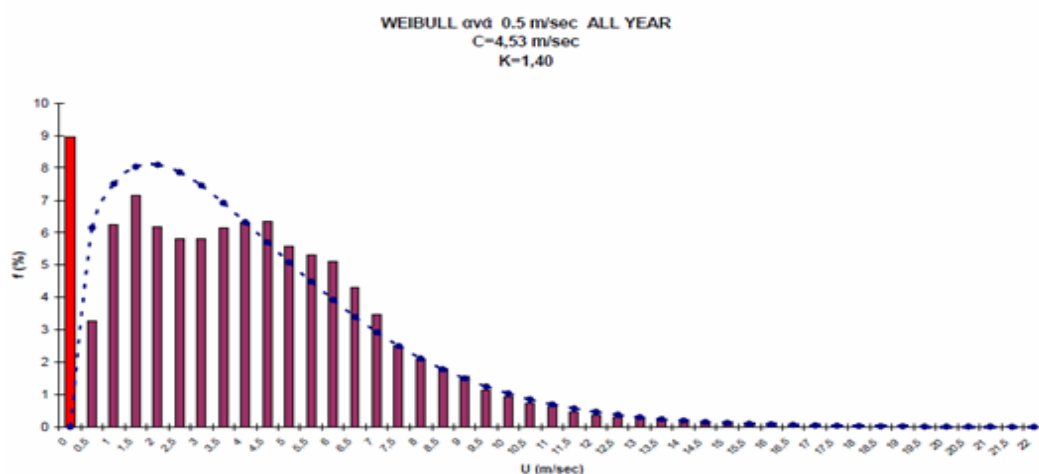
Για ορισμένη ταχύτητα η ισχύς του ανέμου εκφράζεται ως: $P = 0,5 * \rho * A * u^3$

Όπου ρ → είναι η πυκνότητα του αέρα

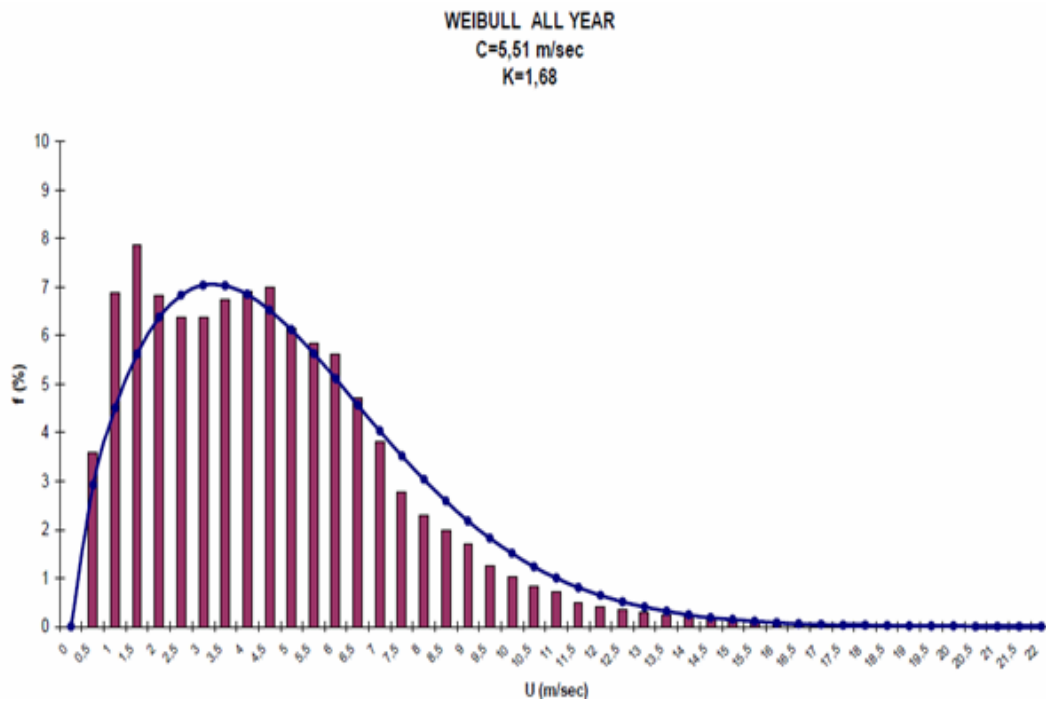
A → είναι η επιφάνεια από όπου διέρχεται ο άνεμος

U → είναι η ταχύτητα του ανέμου

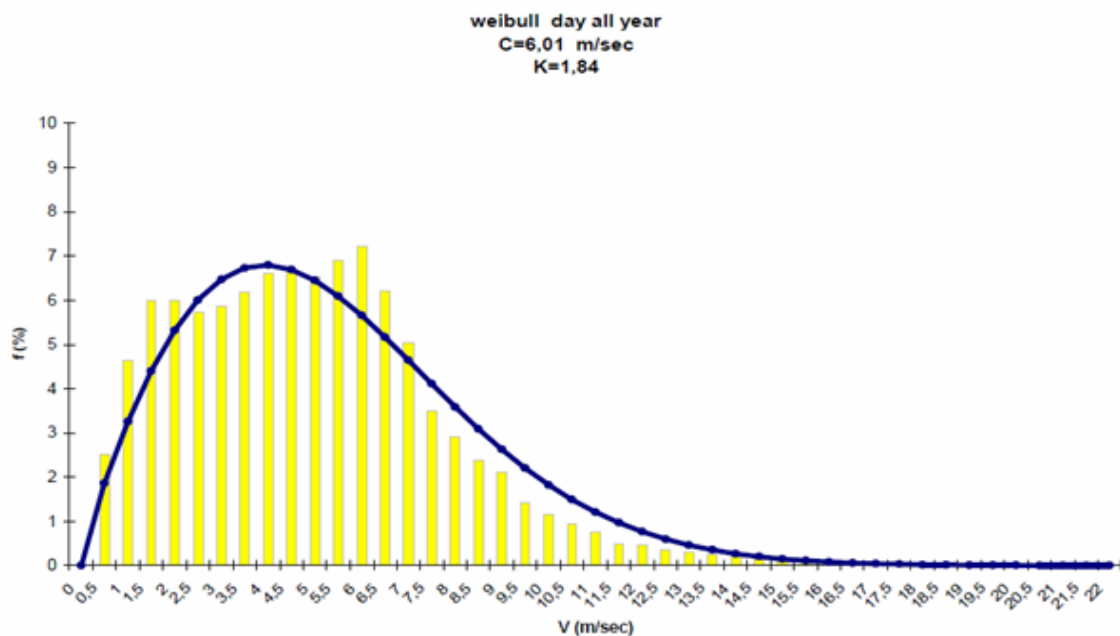
Η κατανομή Weibull φαίνεται στα πιο κάτω γραφήματα η οποία αντιστοιχεί σε μετεωρολογικά δεδομένα της Πάτρας για τα έτη 1994 – 2000.



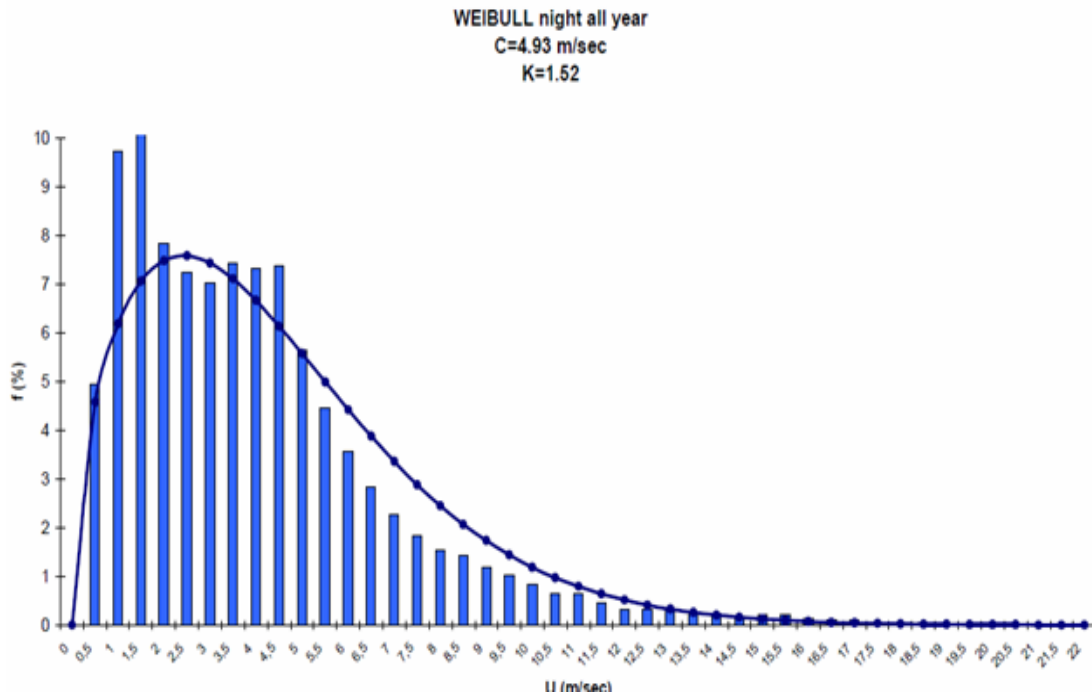
Γράφημα 2. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ (ράβδοι) και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για όλα τα χρόνια, με βήμα ταχύτητας ανέμου 0,5 m/s (Εμπεριέχονται τιμές νηνεμίας)



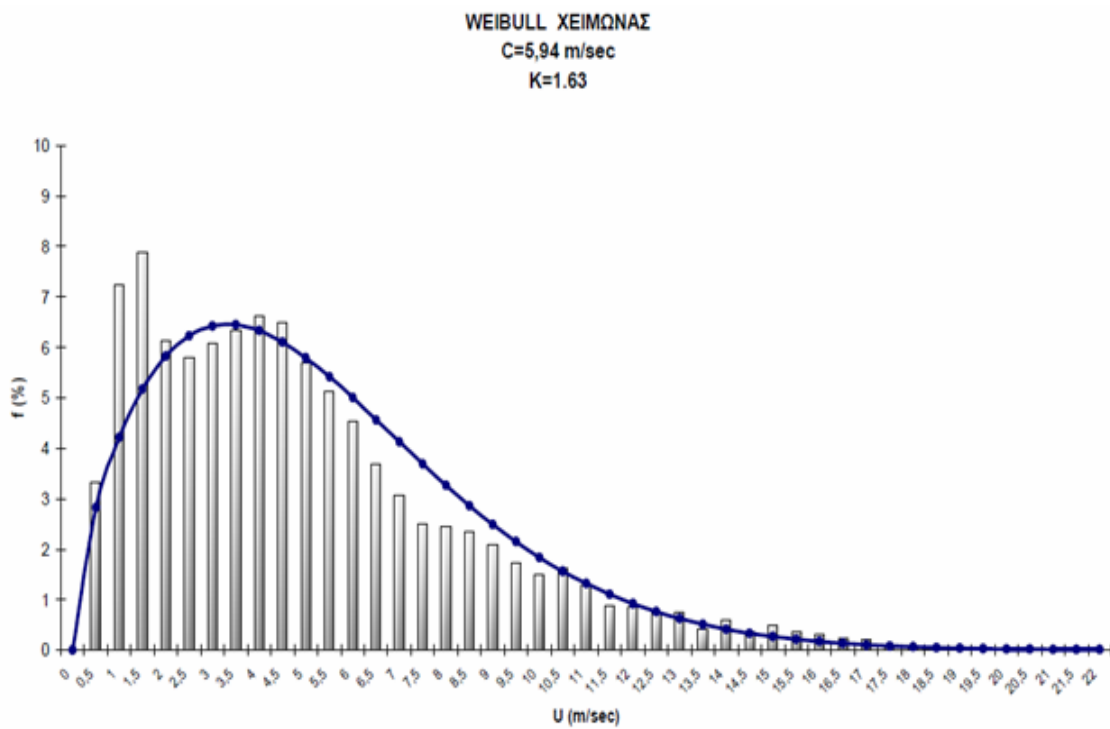
Γράφημα 3. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για όλα τα χρόνια, με βήμα ταχύτητας ανέμου 0,5 m/s (Δεν εμπεριέχονται τιμές νηνεμίας)



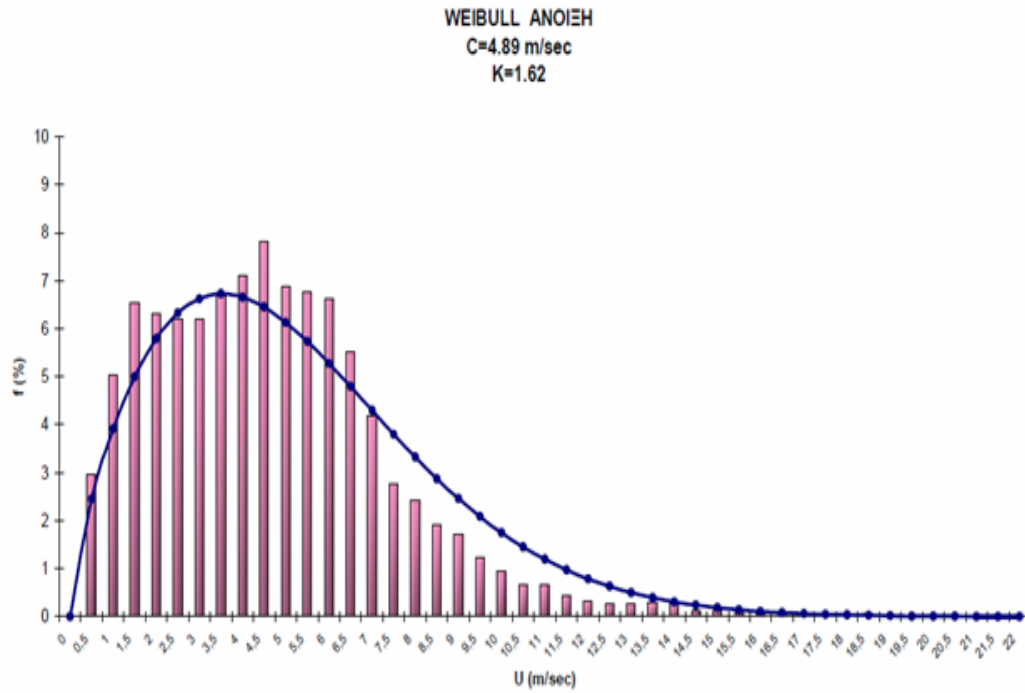
Γράφημα 4. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για ημέρα



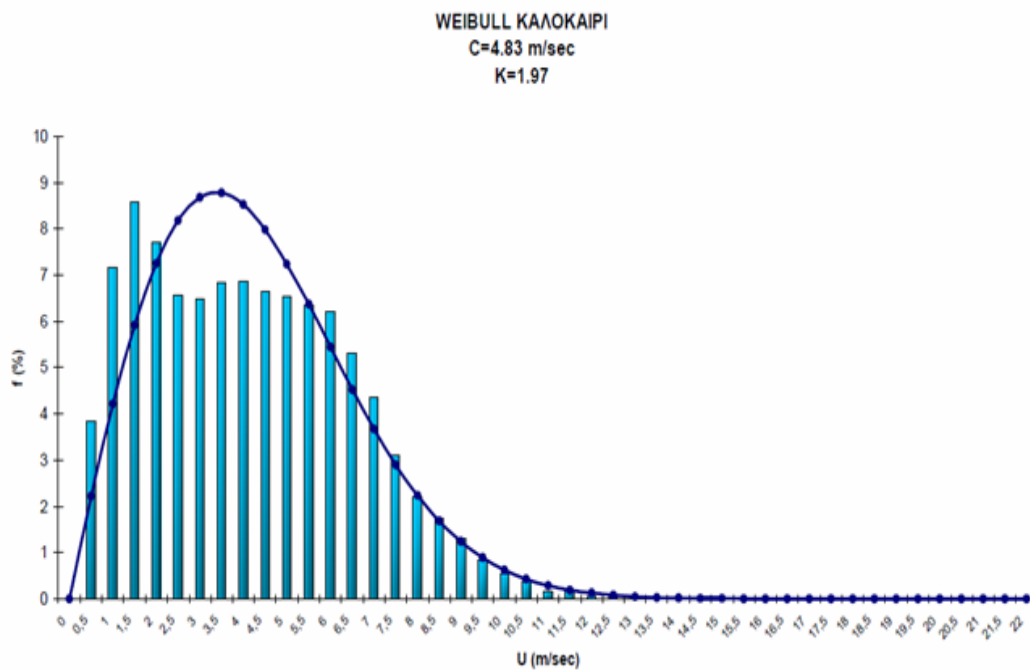
Γράφημα 5. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για νύχτα



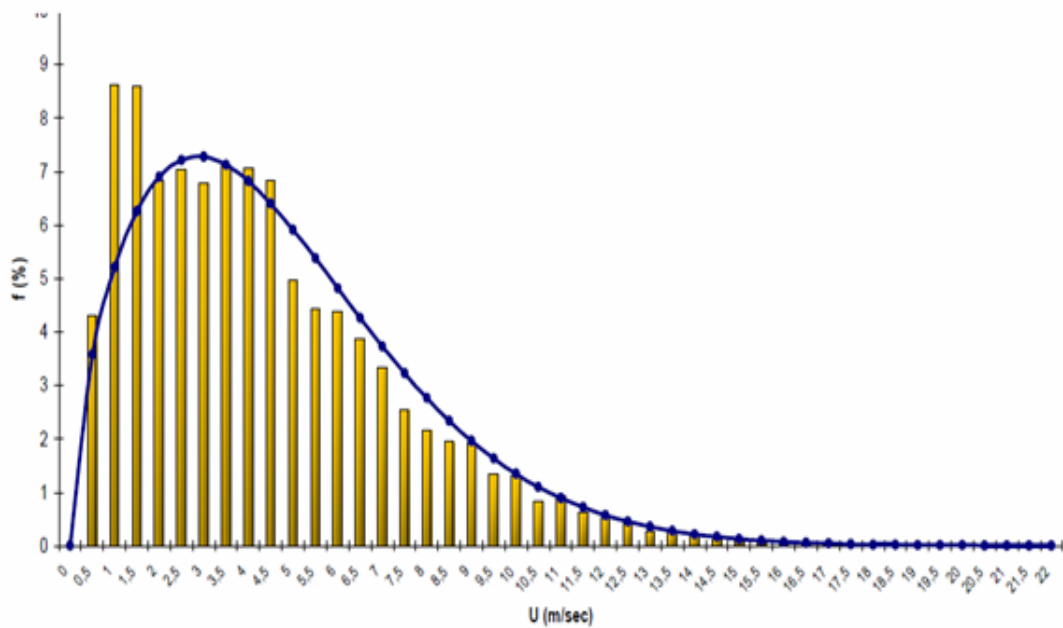
Γράφημα 6. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για χειμώνα



Γράφημα 7. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για άνοιξη



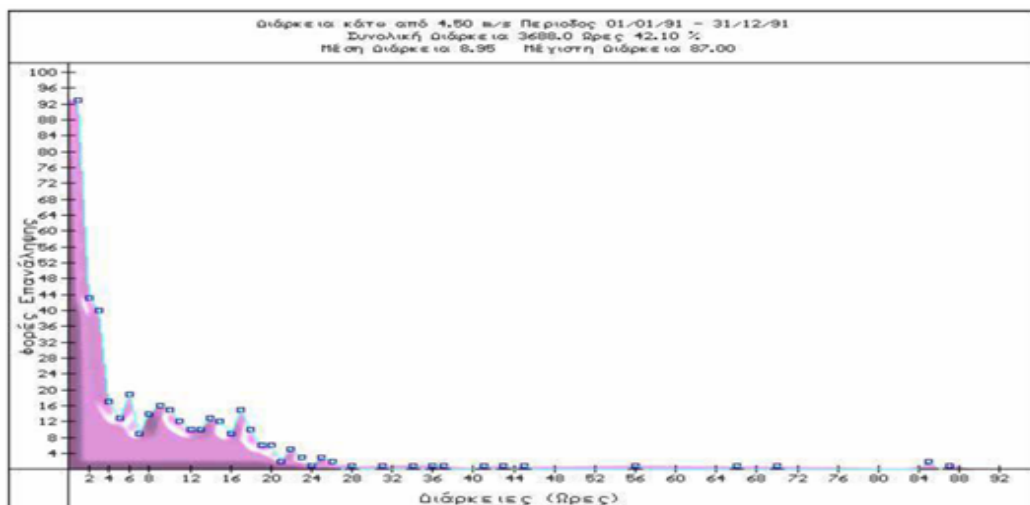
Γράφημα 8. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για καλοκαίρι



Γράφημα 9. Διάγραμμα πειραματικής πιθανότητας $f(\%)$ και της διανομής $f(\%)$ Weibull συναρτήσεως της ταχύτητας u (m/s) για φθινόπωρο (Πηγή: των γραφημάτων και ο υπολογισμός της κατανομής Weibull έχει γίνει από τον φοιτ. Τακιδέλλη Χριστοφά (Διπλ. Εργασία). Τα ανεμολογικά δεδομένα δόθηκαν από το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών)

2.6 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΝΗΝΕΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΥ

Όταν η ταχύτητα του ανέμου δεν ξεπερνάει μια συγκεκριμένη τιμή την ονομάζουμε νηνεμία. Από διαγράμματα φαίνεται το ποσοστό του χρόνου όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι μικρότερη από ένα επίπεδο για N ώρες. Έτσι εκτιμάται η δυνατότητα του ανέμου για να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες και υπολογίζονται τα αποθηκευτικά μέσα.



Γράφημα 10. Καμπύλη νηνεμίας ανέμου

2.7 ΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Ο άνεμος είναι ο βασικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει το βαθμό απόδοσης των ανεμογεννητριών. Κατά τον σχεδιασμό η επιλογή του δρομέα και της γεννήτριας είναι πολύ βασικό κομμάτι. Οι ανεμογεννήτριες πρέπει να είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν σε οποιαδήποτε συνθήκη ανέμου. Η αποδοτική λειτουργία για ταχύτητα ανέμου με 6-8 m/s, φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2	Μέση Ετήσια Ταχύτητα Ανέμου
Ως 4 m/s	Μη αποδοτικό
Ως 5 m/s	Ανεπαρκές
Ως 6 m/s	Μέτριο
Ως 7 m/s	Καλό
Ως 8 m/s	Άριστο

Πριν εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες μετريέται το αιολικό δυναμικό στην περιοχή για ένα χρόνο.

2.8 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ

Το υψόμετρο επηρεάζει την ταχύτητα του ανέμου σε περιοχές όπου το ύψος μεταβάλλεται. Απαιτείται διαφορετική διαδικασία υπολογισμού της μέσης ταχύτητας του ανέμου. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι κυριότερες σχέσεις της μεταβολής του ανέμου με το ύψος είναι η λογαριθμική σχέση (log-law) οι οποία ορίζεται ως:

$$\frac{V(z)}{V(z_1)} = \frac{\ln\left[\frac{z}{z_0}\right]}{\ln\left[\frac{z_1}{z_0}\right]}$$

και δίνει την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος Z από το έδαφος σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος αναφοράς Z_1

2.9 ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗ ΡΟΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Τα τυχόν εμπόδια επηρεάζουν τη ταχύτητα του ανέμου όταν ο αέρας προσκρούει σε δέντρα, κατοικίες, λόφοι, κ.α. τότε γύρω από το εμπόδιο και πολύ πίσω από αυτό δημιουργούνται έντονες αναταράξεις.

Το μήκος των αναταράξεων αυτών μπορεί να φτάσει και 15 φορές από όσο είναι το ύψος του εμποδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου ξεκίνησε από τα πρώιμα ιστορικά χρόνια και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας με τη χρήση της στη ναυτιλία, στην άρδευση, στις αγροτικές καλλιέργειες κ.α.

Για την οικονομική και παραγωγική δραστηριότητα εκείνων των χρόνων η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας διατηρήθηκε και στα μεταβυζαντινά χρόνια.

Τον 19ο αιώνα η χρήση του άνθρακα και του πετρελαίου περιόρισαν σημαντικά αυτές τις εφαρμογές. Υπήρξε ανάπτυξη άλλων μορφών ενέργειας που παρουσίαζαν μεγαλύτερη πυκνότητα και ταυτόχρονα ήταν απαλλαγμένες από τον στατιστικό χαρακτήρα του ανέμου, δηλαδή παρουσίαζαν μεγαλύτερη αξιοπιστία διαθεσιμότητας. Με αυτά τα δεδομένα έπαψε κάθε ενδιαφέρον γύρω από ανεμόμυλους για περίπου τριάντα χρόνια, μετά και τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

3.2 ΤΥΠΟΙ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

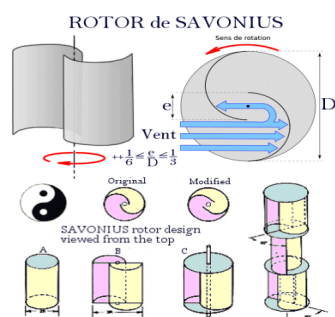
Οι αιολικές μηχανές είναι γνωστές από την αρχαιότητα, χρησιμοποιούμενες για την άντληση νερού και την άλεση των δημητριακών. Οι αιολικές μηχανές διακρίνονται σε δυο κύριους τύπους: κατακόρυφου άξονα περιστροφής και οριζόντιου άξονα περιστροφής. Στις Α/Γ οριζοντίου άξονα ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους. Στις Α/Γ κατακόρυφου άξονα ο δρομέας παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

Διάφοροι τύποι από τις πρώτες αιολικές μηχανές που κατασκευάστηκαν:

Κατακόρυφου άξονα

Πανεμόνιο: είναι ο αρχαιότερος τύπος αιολικής μηχανής, που χρησιμοποιήθηκε γύρω στον 7ο αιώνα π.Χ. στην κοιλάδα της Μεσοποταμίας για την άντληση νερού.

Μηχανές τύπου Σαβόνιους



[Εικ. 16] Σαβόνιους

Η πτερωτή έχει δύο ημικυλίνδρους. Μεγάλο ρόλο παίζει η απόσταση μεταξύ των ημικυλίνδρων (e) σε σχέση με την διάμετρό τους (d). Ο αρχικός τύπος είχε κατασκευαστεί έτσι ώστε ο λόγος e/d να ισούται με $1/3$ (τύπος IV). Ο λόγος ακροπτερυγίου ($\lambda = \omega R/u$) για τον οποίο έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση πρέπει να έχει τιμές: $0.9 < \lambda < 1$. Ο αντίστοιχος $C_p = 0.25$ και η μέγιστη παραγόμενη ισχύς είναι: $P = 0.16 * S * V^3$ [όπου $S = h(2d - e)$].

Μηχανές τύπου Ντάρριους

Έχει δυο άκαμπτα πτερύγια στερεωμένα και στα δύο άκρα. Η επιφάνεια τους μπορεί να είναι κυλινδρική, κωνική ή παραβολική. Ο συντελεστής ισχύος είναι $C_p = \lambda \cdot C_m$, όπου C_m ο συντελεστής ροπής του συστήματος. Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς (2-3 πτερύγια) είναι: $P = 0.25 \cdot S \cdot V^3$, για $\lambda = (5 \cdot R / (b \cdot l))^{1/2}$ l: μήκος χορδής πτερυγίων, R: η μέγιστη απόσταση του πτερυγίου από το κέντρο, b: συνάρτηση της γεωμετρίας του συστήματος.

- α) Δεν χρειάζεται ρύθμιση για περιορισμό της ισχύος σε υψηλές ταχύτητες λόγω της ευνοϊκής καμπύλης $C_p - \lambda$.
- β) Δεν απαιτείται τοποθέτηση σε μεγάλο ύψος από το έδαφος.
- γ) Δεν απαιτείται σύστημα προσανατολισμού.
- δ) Χαμηλή απόδοση σε σχέση με μηχανές οριζόντιου άξονα.

Οριζόντιου άξονα



Ανεμόμυλος

Χρησιμοποιείται για την άλεση σιτηρών, την άντληση νερού και σε άλλες εργασίες. Έχει μήκος πτερυγίων: 5-15m. Πλάτος πτερυγίων: $\sim 0.2 \cdot \text{μήκος}$.

Ταχύτητα περιστροφής: 10 – 40 στροφές ανά λεπτό.

Λόγος ακροπτερυγίου: 2-3 [$\lambda = R\omega/u$].

Συντελεστής απόδοσης: 0.3

[$C_p = P_{μηχ.} / P_{ανέμου} = 2 \cdot P_{μηχ.} / (\rho \cdot A \cdot u^3)$].

Οπότε η μέγιστη παραγόμενη ισχύς: $P_{max} = 0.15 \cdot (2 \cdot R)^2 \cdot u^3$.

[Εικ. 17] Ανεμόμυλος



Κυπελλοφόρο ανεμόμετρο

Είναι ένα όργανο μέτρησης έντασης του ανέμου. Αποτελείται από τρία ημισφαιρικά κύπελλα τα οποία περιστρέφονται με τον άνεμο. Η περιστροφή γίνεται μέσω ενός κατακόρυφου άξονα μεταδίδοντας την ένταση του ανέμου σε συνδεδεμένη συσκευή km/h ή m/s.

[Εικ. 18] Ανεμόμετρο

3.3 ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΗΜΕΡΑ

Οι βασικές κατηγορίες αιολικών μηχανών είναι α) του οριζόντιου άξονα που διαθέτουν συνήθως ρυθμιζόμενη κλίση πτερύγια ένα ή περισσότερα, ώστε να ρυθμίζεται η απόδοση της μηχανής ανάλογα με την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου β) του κατακόρυφου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα είναι αυτές που ο ρότορας περιστρέφεται περί τον κατακόρυφο άξονα και δεν επηρεάζονται από την αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου, με αποτέλεσμα να είναι απλούστερες με μικρό κόστος στην κατασκευή τους. Δεν χρειάζονται ειδικά πτερύγια για τον προσανατολισμό του, γιατί ο άνεμος μπορεί να φυσά από οποιαδήποτε κατεύθυνση. Η έλλειψη ροπής εκκίνησης προϋποθέτει εξωτερικό μηχανισμό. Η χαμηλή απόδοση σε σχέση με τις α/γ οριζόντιου άξονα και η μικρή σχετικά ισχύς των μηχανών, έχει περιορίσει τη χρήση τους για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Χαρακτηριστικός τύπος ανεμογεννήτριας κατακόρυφου άξονα όπως προανέφερα είναι ο ρότορας Savonius ή S, ο οποίος σχεδιάστηκε το 1929 και μοιάζει με τους αρχαίους περσικούς ανεμόμυλους, που χρησιμοποιούνταν για την άντληση νερού από πηγάδια. Άλλοι τύποι α/γ κατακόρυφου άξονος είναι ο τύπος Helius, ο Darrieus και ο ρότορας-H. Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει σε ποσοστό πάνω από 90% οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα.



[Εικ.19] Κατακόρυφου άξονα



[Εικ.20] Οριζοντίου άξονα



[Εικ.21] Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα προσφέρονται για οικιακή ενεργειακή αυτονομία.



[Εικ. 22] Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες

Επιστήμονες στο Πανεπιστήμιο της Στοκχόλμης στο τμήμα Ζωολογίας, όπου πραγματοποιήθηκε η μελέτη, διαπίστωσε ότι οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες δεν αποτελούν απειλή για τη θαλάσσια ζωή, αντίθετα τη συντηρούν. Τα θεμέλια των τουρμπίνων ενεργούν ως φυσικό περιβάλλον για τα ψάρια, τα καβούρια, τα μύδια, τους αστακούς και τα φυτά, δημιουργώντας ένα πιο διαφοροποιημένο και πυκνό πληθυσμό της θαλάσσιας ζωής στις περιοχές αιολικής ενέργειας από ό,τι σε χώρους μακριά από τον έλεγχο αυτής της εκμετάλλευσης.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες παράγουν περίπου είκοσι εκατομμύρια κιλοβατώρες ετησίως. Μια ποσότητα αρκετή για να υπερκαλύψει τις ετήσιες απαιτήσεις μιας πόλης με περίπου 7.000 νοικοκυριά.

3.4 Α/Γ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΕΑ

Υπάρχουν δυο τύποι: 1) Στον πρώτο τύπο ανήκουν οι μηχανές των οποίων ο δρομέας κοιτάει προς την κατεύθυνση του ανέμου. 2) Στον δεύτερο τύπο οι μηχανές όπου ο δρομέας κοιτά αντίθετα προς την κατεύθυνση του ανέμου.

Το πλεονέκτημα του πρώτου τύπου είναι ότι αποφεύγεται η ελάττωση της κινητικής ενέργειας του ανέμου όταν αυτός περνά από την άτρακτο.

Στο δεύτερο τύπο, ο δρομέας βρίσκεται στην πίσω πλευρά της άτρακτου. Ένα θεωρητικό πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς μηχανισμό παρεκκλίσεων, κάτι όμως που για τις μεγάλες ανεμογεννήτριες καθίσταται αμφισβητήσιμο.

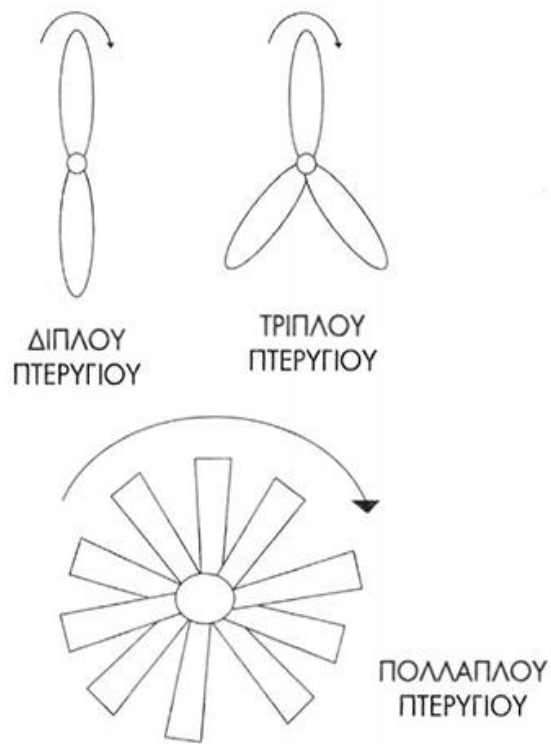
Το πρακτικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου όμως είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν πολύ ελαφρύτερες σε σχέση με τον πρώτο τύπο κάτι που έχει ανάλογη επίπτωση και στην τιμή.

3.5 ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ

Οι περισσότεροι κατασκευαστές δείχνουν σαφή προτίμηση προς τις ανεμογεννήτριες με μονό αριθμό πτερυγίων, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα της μηχανής. Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο πλήττεται η σταθερότητα της μηχανής είναι ότι την στιγμή που κάμπτεται προς τα πίσω το πάνω πτερύγιο λόγω της πίεσης που δέχεται από τον αέρα, συγχρόνως το πτερύγιο που βρίσκεται από την κάτω πλευρά δέχεται μικρή δύναμη από τον αέρα, επομένως μια από τις 2 πλευρές θα πιέζεται περισσότερο.

Ωστόσο το γεγονός ότι προκειμένου να παράξουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας μηχανές με μονά πτερύγια, απαιτείται να έχουν μεγαλύτερη περιστροφική ταχύτητα, αποτελεί ένα επιπρόσθετο μειονέκτημα πέρα από αυτό της μεγάλης αστάθειάς τους. Οι συγκεκριμένες μηχανές ωστόσο δεν είναι πολύ διαδεδομένες καθώς παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές ίδιας φύσης προβλήματα με τις μηχανές με ζυγό αριθμό πτερυγίων και πιθανόν ακόμα μεγαλύτερα.

Η συντριπτική πλειοψηφία των σύγχρονων ανεμογεννητριών αποτελούνται από τρία πτερύγια και με τον δρομέα να έχει κατεύθυνση ταυτόσημη με αυτή του ανέμου. Παράλληλα χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μηχανές στο μηχανισμό παρεκκλίσεών τους.



[Εικ. 23] Ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και στις οποίες ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται ώστε να βρίσκεται συνεχώς παράλληλα στον άνεμο. Ο άνεμος περνάει μέσα από τα πτερύγια και τα αναγκάζει να κινούνται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΑΔΕΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Α.Π.Ε.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από σύμφωνη γνώμη της ρυθμιστικής αρχής ενέργειας (ΡΑΕ). Τα σημαντικότερα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη κατά την διαδικασία έγκρισης της άδειας είναι τα εξής:

- Η ασφάλεια του συστήματος και του δικτύου, των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού.
- Η ενεργειακή αποδοτικότητα όπως αυτή προκύπτει από αξιόπιστα δεδομένα του δυναμικού των Α.Π.Ε.
- Η ωριμότητα και η αξιοπιστία της εγκατάστασης όπως αυτή προκύπτει από τις άδειες ή εγκρίσεις υπηρεσιών που έχουν λάβει και μελέτες που έχουν εκπονηθεί.
- Η εξασφάλιση ή η δυνατότητα μελλοντικής εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης που έχει επιλεγεί για την εγκατάσταση.
- Οι οικονομικές και χρηματοδοτικές δυνατότητες του ιδιώτη ή του φορέα που έχει υποβάλει την αίτηση.
- Η περιβαντολλογική διάσταση του έργου, ιδίως ως προς την μη πρόδηλη αντίθεση του προτεινόμενου έργου προς την κατηγοριοποίηση που προβλέπεται στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, μετά την έκδοσή του.

Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός 45 ημερών από την συμπλήρωση του σχετικού φακέλου. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση στην οποία η ΡΑΕ ζητήσει περαιτέρω αξιόπιστα στοιχεία για το δυναμικό ΑΠΕ, οπότε το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την χορήγηση γνωμοδότησης μπορεί να είναι μεγαλύτερο. Μετά την χορήγηση γνωμοδότησης ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει την σχετική απόφαση εντός 30 ημερών.

Νόμος 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.»

4.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΥΠΕΚΑ

Προτεραιότητα και κορυφαίος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η εξεύρεση, η εξασφάλιση και η διαχείριση ενεργειακών πόρων, με τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής, ομαλή, αδιάλειπτη και αξιόπιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας, σε όλη της την επικράτεια, και με τους καλύτερους δυνατούς όρους για τους πολίτες.

Δεύτερος στόχος είναι η δημιουργία ενεργειακών αποθεμάτων, συμμαχιών και εναλλακτικών οδών για την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας ενεργειακής αγοράς σε περιόδους ενεργειακών κρίσεων και η προστασία των καταναλωτών μέσω εφαρμογής μηχανισμών εξομάλυνσης εξωγενών, έκτακτων αποσταθεροποιητικών φαινομένων και τάσεων.

Τρίτος στόχος είναι η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του φάσματος του ενεργειακού τομέα, σε όλες του τις μορφές, από την παραγωγή μέχρι την τελική

χρήση, μέσα από το πρίσμα της προστασίας της φύσης και της διαφύλαξης του περιβάλλοντος.

4.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
10.8.2012	Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2300/οικ.16932 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.8.2012	Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/ 31.1.2012 (Β' 97) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301/οικ.16933 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.8.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302/οικ.16934 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.8.2012	Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν.1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2303/οικ.16935 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
30.3.2012	Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)	Ν. 4062/2012 (ΦΕΚ Α' 70/30.3.2012)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
31.1.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2266 (ΦΕΚ Β' 97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα

	δώματα και στέγες κτιρίων.			Α.Π.Ε.
31.1.2012	Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.2262 (ΦΕΚ Β' 97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
28.12.2011	Ειδικό τέλος και παροχή κινήτρων στους οικιακούς καταναλωτές στις περιοχές όπου εγκαθίστανται Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.28287/12.12.2011 (ΦΕΚ Β' 3005)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
25/10/2011	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).	ΥΑΠΕ/Φ1/14810/04.10.2011(ΦΕΚ Β'/2373/25.10.2011)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
23.09.2011	Τροποποίηση της υπ' αρ. πρωτ. Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 (Β' 1671) κοινής υπουργικής απόφασης με την οποία τροποποιήθηκε η υπ' αρ. πρωτ. 13727/724/24.7.2003 (Β' 1087) κοινή υπουργική απόφαση ως προς την αντιστοίχιση δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ. 18018 (ΦΕΚ Β' 2132)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
02.05.2011	Προσδιορισμός του αγροτικού εισοδήματος	Αριθμ.134430 ΦΕΚ 392 Β 14.03.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Οικονομικών Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
28.04.2011	Διαδικασία και προθεσμίες εγγραφής και ενημέρωσης του ΜΑΑΕ, όργανα και διαδικασία προσωρινής ή οριστικής διαγραφής από το Μητρώο, αναγκαία επαγγελματική κατάρτιση των φυσικών προσώπων-επαγγελματιών αγροτών που εγγράφονται στο Μητρώο, διαδικασία και αρμόδιες υπηρεσίες έκδοσης των σχετικών με το ΜΑΑΕ πιστοποιητικών.	Αριθμ.134416 ΦΕΚ 273 Β 21.02.2011	Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

	Η απόφαση «Ορισμός διαδικασίας για την έκδοση πιστοποιητικών σχετικών με το Μητρώο Αγροτών και Αγροτικών Εκμεταλλεύσεων, ΥΑ 249565/ΦΕΚ Β 1722/03-11-2010», καταργείται.			
14.04.2011	Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια.	Υ.Α. 9154 ΦΕΚ 583 Β 14.04.2011	Υπουργική Απόφαση	Διεύθυνση Οικοδομικών και Κτιριοδομικών Κανονισμών Υπηρεσία για την Εξυπηρέτηση Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ
01.02.2011	Τροποποίηση της με αριθμ. 168040/03-09-2010 κοινής απόφασης των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας»	Αρ. 072528 ΦΕΚ 102 Β 01.02.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
31.12.2010	Τροποποίηση της Δ6/Φ1/οικ. 8684/24.4.2007 (ΦΕΚ Β' 694) απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης, όπως τροποποιήθηκε με την Δ6/Φ1/οικ.15450/18.7.2007 (ΦΕΚ Β' 1276) απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, για την Έγκριση Α' Φάσης του κατ' άρθρο 14 παρ. 1 του ν. 3468/2006 Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.27904 ΦΕΚ 2143 Β 31.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
16.12.2010	Ερμηνευτική εγκύκλιος διατάξεων ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.26928	Εγκύκλιος	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
03.12.2010	Τήρηση Μητρώου Αδειών και υποβολή στοιχείων και πληροφοριών στην Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. από κατόχους μονάδων Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.24840 ΦΕΚ 1900 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
25.11.2010	Εγγυοδοσία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.24839 ΦΕΚ 1901 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα

	την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής.			Α.Π.Ε.
21.10.2010	Κατάργηση της απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης με αριθμ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008.	ΑΥ/Φ1/οικ.19384 ΦΕΚ 1674 Β 21.10.2010 Αποφ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008	Υπουργική Απόφαση	Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ
01.10.2010	Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.	Αποφ. Φ1 οικ.19598 ΦΕΚ 1630 Β 11.10.2010	Υπουργική Απόφαση	
20.09.2010	Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις. Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων.	Α.Υ./Φ1/οικ.18513 ΦΕΚ 1557 Β 22.09.2010 ΦΕΚ Β 1079/04.06.2010.	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
03.09.2010	Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας.	Απ. Αρ. 168040 ΦΕΚ 1528 Β 07.09.2010	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
30.08.2010	Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών.	Α.Υ/Φ1/οικ.17149 ΦΕΚ 1497 Β 06.09.2010	Υπουργική Απόφαση	
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικοπέδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς.	Απ. Αρ. 36720 ΦΕΚ 376 ΑΑΠ 06.09.2010	Υπουργική απόφαση	Οικοδομικών & κτιριοδομικών κανονισμών
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές.	Απ. Αρ. 40158 ΦΕΚ 1556 Β 22.09.2010	Υπουργική απόφαση	Πολεοδομικού σχεδιασμού Οικοδομικών & κτιριοδομικών

				κανονισμών
19.07.2010	Οδηγίες εφαρμογής διατάξεων του Ν. 3851/2010 σχετικά με το άρθρο 2 παρ. 1 – κριτήριο ι) και το άρθρο 15 παρ. 3, προς την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.	ΑΥ/Φ1/οικ.14586		Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ- ΥΠΕΚΑ
12.07.2010	Διαδικασίες ορισμού των επαγγελματιών αγροτών για την υποβολή αιτήσεων για επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).	ΦΕΚ 1049 Β 12.07.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
22.12.2010	Ενοποίηση των διατάξεων του Ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν. 3734/2009, Ν. 3851/2010, Ν. 3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων	Ενοπ. Ν.3468/2006	Ενοποίηση διατάξεων Ν 3468/2006 μετά τις πρόσφατες τροποποιήσεις	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.»
14.10.2010	Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις.(Άρθρο 30 "Λοιπές διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής", Άρθρο 29 "Θέματα Υπηρεσίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας")	Νόμος 3889 ΦΕΚ 182 Α 14.10.2010	Νόμος	ΥΠΕΚΑ
04.06.2010	Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Accelerating the development of Renewable Energy Sources to deal with climate change and other regulations addressing issues under the authority of the Ministry of Environment, Energy and Climate Change.	Νόμος 3851 ΦΕΚ 85 Α 04.06.2010 Law 3851/2010	Νόμος	ΥΠΕΚΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΠΑΝΑΧΑΪΚΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ

Το *Παναχαϊκό όρος* βρίσκεται στο βόρειο-κεντρικό τμήμα του Νομού Αχαΐας. Εκτείνεται περίπου 20 χλμ σε μήκος από το Βορρά ως το Νότο, στο βόρειο τμήμα του φιλοξενεί σε κατάλληλη επιλεγμένη θέση το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο της Ελλάδας με 41 ανεμογεννήτριες, στην κορυφή του βουνού. Εγκαινιάστηκε το 2006 και παρέχει κάθε χρόνο 90.000 μεγαβάτ που τα χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για να καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα 25.000 περίπου σπιτιών στην Πάτρα.

Το αιολικό πάρκο συμβάλει στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επίσης ο σχεδιασμός του αιολικού πάρκου έγινε έτσι ώστε να μην υπάρχουν επιπτώσεις στη χλωρίδα και κυρίως στην ορνιθοπανίδα της περιοχής.

Το Αιολικό Πάρκο Παναχαϊκού Φιλοξενεί Μετεωρολογικό σταθμό Παναχαϊκού Όρους (Υψόμ: 1588μ.) Ιδιοκτησία: ΕΘΝΙΚΟΥ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

Ο εχθρός των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου είναι οι κεραυνοί, τις κάνει να λειτουργούν ως αλεξικέραυνα. Βέβαια υπάρχει αντικεραυνική προστασία καθώς και μηχανισμοί διακοπής της λειτουργίας τους κατά τη διάρκεια πολύ βίαιων ανέμων (άνω των 9 ή 10 μποφόρ) ιδίως όταν αυτοί συνοδεύονται από καταιγίδες όπου είναι αναμενόμενες οι απότομες αλλαγές της κατεύθυνσης και της έντασης σε ακραίες μορφές ριπών του ανέμου.



[Εικ. 24] Καμένη ανεμογεννήτρια από κεραυνό

Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Γ΄ ΚΠΣ μέσω του επιχειρησιακού προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» και δίνει ανταποδοτικά οφέλη στους δήμους Πάτρας και Ρίου. Με τον Ν.3468/2006 και τον Ν.3851/2010 θεσμοθετήθηκε μία ποσόστωση από τα έσοδα πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος, να παρακρατείται από τους παραγωγούς των αιολικών πάρκων και στη συνέχεια να διανέμεται στους καταναλωτές της κοινότητας όπου είναι εγκατεστημένη η μονάδα. Συγκεκριμένα

προβλέπεται το 1% να πηγαίνει στους οικιακούς καταναλωτές της κοινότητας όπου είναι εγκατεστημένη η μονάδα, το 0,3% να πηγαίνει στο Πράσινο Ταμείο και το υπόλοιπο 1,7% να πηγαίνει στο δήμο στον οποίο είναι εγκατεστημένη η μονάδα.

Η Αιολική Παναχαϊκού ΑΕ, ανήκει στην ενεργειακή εταιρεία Cesa Hellas Α.Ε. η οποία εντάσσεται στον ισπανικό όμιλο ACCIONA. Επίσης συμμετέχει και η εταιρεία ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΑΕ.



[Εικ. 25] Πάτρα: Αιολικό πάρκο Παναχαϊκού



[Εικ. 26] Έρευνα για τα Αιολικά Πάρκα στο Αργκυλ της Σκωτίας

5.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Είναι γενικά αποδεκτό πως η αιολική ενέργεια έχει πολλά θετικά, όμως οι αρνητικές της επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον θα πρέπει να διερευνηθούν και να συγκριθούν με αυτές των συμβατικών σταθμών παραγωγής (πυρηνικών, λιγνιτικών).

Οι πιο διαδεδομένες ανησυχίες για τις επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η εγκατάσταση και χρήση των ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα είναι: ο θόρυβος των ανεμογεννητριών, τα προβλήματα από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (σταθμούς τηλεόρασης-ραδιοφώνου), η προσβολή του φυσικού τοπίου (οπτική όχληση), η επίδραση των ανεμογεννητριών στις γεωργικές – κτηνοτροφικές δραστηριότητες, καθώς και οι επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών (περίπου 20 θάνατοι ετησίως).

Έρευνα λύνει «το μυστήριο της ανεμογεννήτριας»

Τους λόγους για τους οποίους μεγάλος αριθμός πτηνών και νυχτερίδων προσκρούουν στις ανεμογεννήτριες με αποτέλεσμα να σκοτώνονται, εξηγεί έρευνα Βρετανών επιστημόνων από το πανεπιστήμιο του Loughborough.

Η έρευνα επικεντρώθηκε στα έντομα και στο πώς αυτά έλκονται από τις ανεμογεννήτριες ανάλογα με το χρώμα τους. Όπως διαπιστώθηκε, όσα περισσότερα έντομα προσελκύει μια ανεμογεννήτρια, τόσα περισσότερα πτηνά σκοτώνονται από τα πτερύγιά της.

Σύμφωνα με το BBC, για τις ανάγκες της έρευνας οι επιστήμονες προσπάθησαν να μετρήσουν πόσα έντομα προσελκύει το κάθε χρώμα. Τα χρώματα που εξετάστηκαν ήταν το λευκό, το ανοιχτό και το σκούρο γκρι, το γαλάζιο, το κόκκινο και το μωβ.

Καρτέλες με το κάθε χρώμα τοποθετήθηκαν στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας σε τυχαία σειρά και όπως προέκυψε τα χρώματα στα οποία παραδοσιακά βάζονται οι ανεμογεννήτριες, δηλαδή το λευκό και το γκρι, είναι εκείνα που «τραβούν» τα περισσότερα έντομα (μεγάλες και μικρές μύγες, πεταλούδες, ζιζάνια, σκαθάρια κλπ).

Είναι πολύ ενδιαφέρον ότι τα χρώματα στα οποία βάζονται συνήθως οι ανεμογεννήτριες έτσι ώστε να μην αλλοιώνουν το φυσικό τοπίο είναι εκείνα που προσελκύουν τα έντομα, δήλωσε η κ. Chloe Long, επικεφαλής της έρευνας. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, το λιγότερο ελκυστικό χρώμα για τα έντομα ήταν το μωβ. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες πρέπει να βάζονται σε μωβ χρώμα, ωστόσο δείχνει ότι η αλλαγή του χρώματος των ανεμογεννητριών μπορεί να έχει επιπτώσεις στον αριθμό των εντόμων που προσελκύει και κατ'επέκταση στον αριθμό των πτηνών που σκοτώνονται κυνηγώντας τα έντομα. Αν η λύση είναι τόσο απλή, τότε η αλλαγή του χρώματος της ανεμογεννήτριας αποτελεί μια οικονομική λύση για την προστασία των πτηνών, επισήμανε η κ. Long, διευκρινίζοντας ωστόσο ότι ενδέχεται να υπάρχουν και άλλοι λόγοι για τους οποίους τα έντομα και τα πτηνά έλκονται από τις ανεμογεννήτριες.



[Εικ. 27] Άγρια πουλιά και ανεμογεννήτριες



[Εικ. 28] Ανεμογεννήτριες με βαμμένα πτερύγια

5.3 VESTAS WIND

Στο αιολικό πάρκο στο όρος Παναχαϊκό, χρησιμοποιούνται 41 τρίπτερες ανεμογεννήτριες της εταιρείας Vestas, μοντέλο V52 δυναμικότητας 850kW. Η εταιρεία Vestas ξεκίνησε το 1898 από τον H.S.Hansen. Έχει τα γραφεία της στην πόλη Randers της Δανίας. Στην βιομηχανία των ανεμογεννητριών εισήλθε το 1979 και έγινε αναγνωρίσιμη παγκόσμια. Το 2003 συγχωνεύεται με την εταιρία κατασκευής ανεμογεννητριών NEG Micon δημιουργώντας την μεγαλύτερη εταιρεία παραγωγής ανεμογεννητριών στον κόσμο με την ονομασία Vestas Wind.

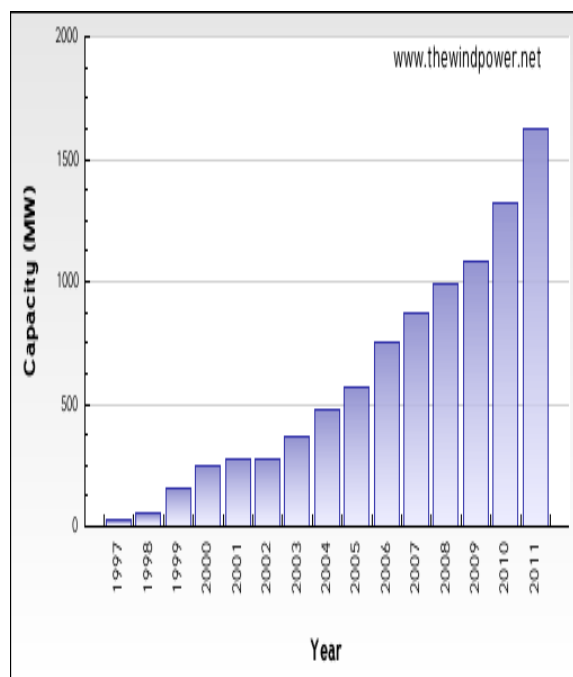
Θεωρείται ιδανική για όλες τις ανεμολογικές συνθήκες. Διαθέτει ιδιαίτερα προηγμένο pitch control, με μικροεπεξεργαστές οι οποίοι ελέγχουν την κλίση των πτερυγίων ώστε να διασφαλιστεί η συνεχής προσαρμογή των πτερυγίων στο βέλτιστο σε σχέση με τον επικρατέστερο άνεμο.

Σύμφωνα με το φυλλάδιο προδιαγραφών της A/Γ η V52 διαθέτει ένα προηγμένο σύστημα το οποίο μεγιστοποιεί την απόδοση εκμεταλλευόμενο την δύναμη των μεταβατικών ανεμοδινών γεγονός που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την εξεταζόμενη περιοχή. Στην Ελλάδα έχει εγκαταστήσει ανεμογεννήτριες σε 121 αιολικά πάρκα μέχρι την 01/01/2013.



Country: Greece [Εικ. 28]
Continent: Europe

- End 1997: 29 MW
- End 1998: 55 MW (+89.7 %)
- End 1999: 158 MW (+187.3 %)
- End 2000: 247 MW (+56.4 %)
- End 2001: 272 MW (+10.2 %)
- End 2002: 276 MW (+1.5 %)
- End 2003: 365 MW (+32.3 %)
- End 2004: 473 MW (+29.6 %)
- End 2005: 573 MW (+21.2 %)
- End 2006: 756 MW (+32 %)
- End 2007: 873 MW (+15.5 %)
- End 2008: 990 MW (+13.5 %)
- End 2009: 1,087 MW (+9.8 %)
- End 2010: 1,323 MW (+21.8 %)
- End 2011: 1,627 MW (+23 %)



Κατάλογος από τα 121 αιολικά πάρκα στην Ελλάδα που παρουσιάζει η βάση δεδομένων της VESTAS WIND 2013

List of the 121 wind farms present in the database:

[Achaia](#) (2,000 kW), [Agios Athanasios](#) (6,800 kW), [Agios Kyrillos](#) (7,200 kW), [Alinda](#) (4,200 kW, 7 turbines), [Alogorachi](#) (17,000 kW, 20 turbines), [Ammomaxi](#) (7,650 kW, 9 turbines), [Andros](#) (1,575 kW), [Anemos Makedonia](#) (28,900 kW, 34 turbines), [Antia](#) (36,600 kW, 61 turbines), [Antissa](#) (4,200 kW), [Arachnaio II](#) (38,000 kW, 19 turbines), [Aspri Petra](#) (45,900 kW), [Attiki](#) (450 kW), [Belecheri](#) (20,000 kW), [Chandras](#) (10,000 kW, 20 turbines), [Chios](#) (3,650 kW, 6 turbines), [Chios S](#) (300 kW), [Chios W](#) (2,475 kW), [Chonas](#) (4,500 kW), [CRES WF](#) (3,010 kW, 5 turbines), [Derveni](#) (30,000 kW, 12 turbines), [Didima](#) (36,000 kW), [Didimos Loftos](#) (26,000 kW), [Evia](#) (10,200 kW, 20 turbines), [Evia E](#) (12,900 kW), [Evros](#) (3,000 kW), [Fokida 2](#) (23,000 kW, 10 turbines), [Fokida 3](#) (23,000 kW, 10 turbines), [Geraki](#) (14,400 kW), [Heliolousti I](#) (7,500 kW), [Heliolousti II](#) (9,000 kW), [Heraklion](#) (3,600 kW, 6 turbines), [Ikaria](#) (600 kW), [Imerovigli](#) (30,000 kW, 10 turbines), [Ios](#) (1,260 kW), [Kalanos](#) (1,200 kW, 2 turbines), [Kalyva](#) (12,000 kW, 4 turbines), [Karditsa](#) (30,000 kW, 10 turbines), [Karistias](#) (22,200 kW), [Karpathos](#) (600 kW, 1 turbine), [Karpathos E](#) (450 kW), [Karpathos W](#) (500 kW), [Karystos](#) (5,000 kW, 10 turbines), [Kerveros](#) (31,200 kW, 24 turbines), [Khios](#) (2,475 kW, 11 turbines), [Kilindria](#) (10,000 kW, 5 turbines), [Kos](#) (7,800 kW, 7 turbines), [Kouloukonas](#) (4,800 kW), [Koutsoutis](#) (11,700 kW), [Kouvassas](#) (3,600 kW, 5 turbines), [Kseropousi](#) (6,800 kW), [Lasithi](#) (5,400 kW, 18 turbines), [Lefkes](#) (30,000 kW), [Leros](#) (4,200 kW), [Liazzari-Piskopianes](#) (4,200 kW), [Limnos](#) (1,140 kW), [Lithos](#) (18,900 kW), [Logotheti](#) (3,750 kW, 5 turbines), [Machrirachi](#) (50,800 kW, 63 turbines), [Magnisia](#) (33,000 kW), [Martino](#) (6,000 kW), [Mavrandon](#) (3,000 kW, 5 turbines), [Mavrouvouni](#) (19,550 kW, 23 turbines), [Melissi](#) (24,000 kW), [Meltemi Kastri Abete](#) (5,000 kW), [Milos](#) (2,050 kW), [Mires](#) (5,600 kW, 7 turbines), [Mitato](#) (3,000 kW, 5 turbines), [Mitikas](#) (10,000 kW, 5 turbines), [Mitoula](#) (32,000 kW), [Modi](#) (18,200 kW), [Monastiri I](#) (6,400 kW), [Monastiri II](#) (10,800 kW), [Moni Toplu](#) (6,600 kW, 17 turbines), [Monsouron](#) (2,550 kW), [Mt. Visri](#) (4,950 kW), [Mykinos](#) (300 kW), [Naxos](#) (1,760 kW, 2 turbines), [Panachaiko](#) (48,450 kW, 57 turbines), [Panagia Soumela](#) (14,000 kW, 7 turbines), [Patmos](#) (1,200 kW, 2 turbines), [Patriarchis](#) (40,300 kW, 31 turbines), [Perdikokorifi](#) (14,450 kW), [Perdikovouni](#) (24,000 kW, 8 turbines), [Piskopianes](#) (2,700 kW), [Plakokeratia](#) (15,000 kW, 25 turbines), [Plakota](#) (16,200 kW), [Platyvola](#) (3,000 kW, 4 turbines), [Profitis Ilias](#) (25,700 kW), [Profitis Ilias II](#) (38,000 kW, 14 turbines), [Psara](#) (2,025 kW), [Ptoon](#), [Pirgos](#) (24,000 kW), [Rhodes](#) (31,000 kW, 5 turbines), [Rodopi](#) (62,630 kW), [Rovas](#) (9,350 kW, 11 turbines), [Samothraki](#) (220 kW), [Samou E](#) (2,410 kW), [Samou W](#) (5,900 kW), [Serres](#) (17,000 kW), [Skopies](#) (46,800 kW, 45 turbines), [Soros](#) (10,700 kW), [Sterea Ellada W](#) (29,600 kW), [Syros](#) (2,640 kW), [Terpandros](#) (4,800 kW), [Thesallias](#) (17,000 kW), [Tinos](#) (400 kW), [Tourla-Karistos](#) (18,600 kW, 31 turbines), [Trikorfo](#) (24,000 kW), [Tripolis I](#) (10,000 kW), [Tripolis II](#) (30,000 kW), [Tsilikoka](#) (10,200 kW), [Vardia](#) (5,400 kW, 9 turbines), [Vatali](#) (5,400 kW, 9 turbines), [Viotia](#) (25,200 kW), [Viotia 2](#) (38,000 kW, 19 turbines), [Voreas](#) (12,800 kW), [Voskero](#) (5,950 kW), [Vrouchas](#) (8,650 kW, 9 turbines), [Xerolimba](#) (13,600 kW), [Xirolimni](#) (3,000 kW, 5 turbines), [Zoodochos Pigi](#) (24,000 kW)

Update for this sheet: 01/2013
Complete/correct this sheet: [contact page](#)

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ Α/Γ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

5.4 Γενικά χαρακτηριστικά VESTAS v52 850kW

Η VESTAS V52 – 850 kW είναι μια ανεμογεννήτρια μεταβλητού βήματος αντίθετη στον άνεμο, με σύστημα αυτοματισμού για τον προσανατολισμό του ρότορα στη διεύθυνση πνοής του ανέμου.

Ο ρότορας έχει διάμετρο 52 μέτρα και τρία πτερύγια, η λειτουργία του χρησιμοποιεί το σύστημα Opti Speed TM για να επιτρέπει στο ρότορα να λειτουργεί με μεταβλητή ταχύτητα (rpm).

Η Α/Γ V52-850kW είναι εξοπλισμένη με το ειδικό σύστημα της VESTAS OptiTip®, το οποίο ρυθμίζει το βήμα και την γωνία των πτερυγίων να είναι συνεχώς ρυθμισμένη έτσι ώστε τα πτερύγια να βρίσκονται πάντα στη βέλτιστη γωνία σε σχέση με τον αέρα.

Ο κύριος άξονας (main shaft) μεταβιβάζει την ενέργεια στη γεννήτρια μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων (ελικοειδές κιβώτιο). Από το κιβώτιο ταχυτήτων η ενέργεια μεταβιβάζεται στη γεννήτρια μέσω ενός συνδέσμου (composite).

Η γεννήτρια είναι μια ειδική ασύγχρονη γεννήτρια 4-πόλων. Στις υψηλές ταχύτητες αέρα το Opti Speed™ και το ρυθμιζόμενο σύστημα του βήματος OptiTip® των πτερυγίων κρατούν την ισχύ στο ονομαστικό, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την πυκνότητα του αέρα. Στις χαμηλότερες ταχύτητες αέρα τα δυο συστήματα βελτιστοποιούν την παραγωγή ισχύος με την επιλογή των βέλτιστων στροφών και της γωνίας του βήματος των πτερυγίων. Ένα σύστημα δισκόφρενου υδραυλικό είναι τοποθετημένο στον άξονα της υψηλής ταχύτητας του κιβωτίου ταχυτήτων.

Όλες οι λειτουργίες της ανεμογεννήτριας επιτηρούνται και ελέγχονται από διάφορες μονάδες ελέγχου βασισμένες σε μικροεπεξεργαστές. Το σύστημα ελέγχου είναι τοποθετημένο στο κέλυφος της ατράκτου (nacelle).

Οι αλλαγές στο βήμα των πτερυγίων πραγματοποιούνται από ένα υδραυλικό σύστημα, το οποίο επιτρέπει στα πτερύγια να περιστραφούν κατά 95°, επίσης παρέχει και την πίεση για το σύστημα φρένων.

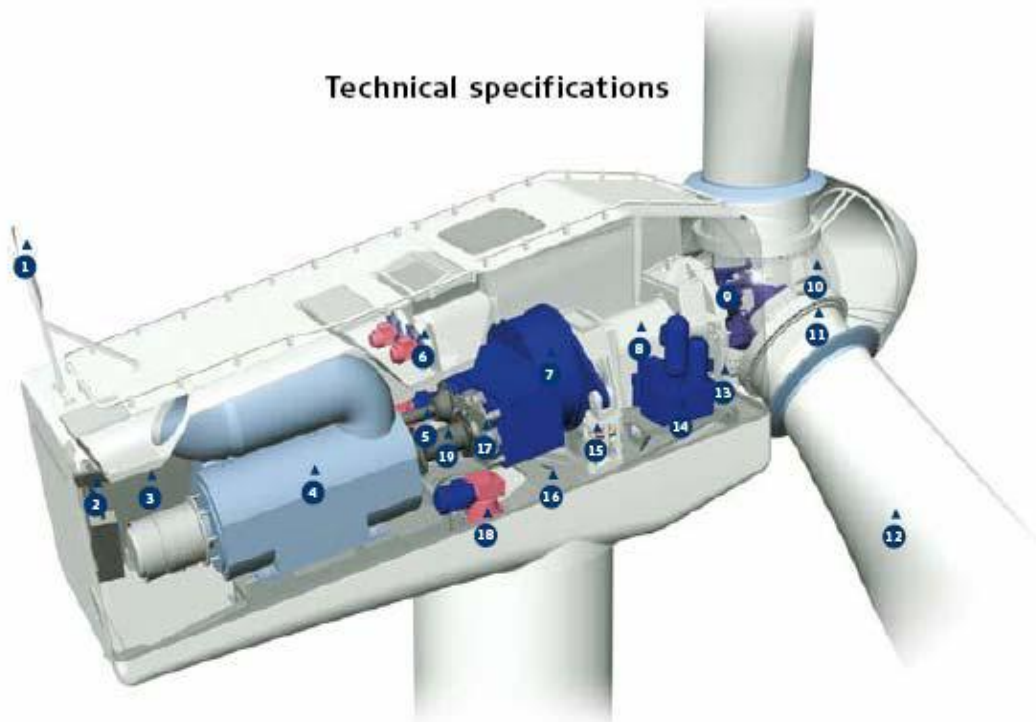
Δύο ηλεκτρικά συγκροτήματα γριναζιών (yaw gear) περιστρέφονται ταυτόχρονα σε ένα μεγάλο οδοντωτό δαχτυλίδι (yaw ring) το οποίο είναι τοποθετημένο στην κορυφή του πύργου με αποτέλεσμα να περιστρέφεται η άτρακτος.

Το κέλυφος της ατράκτου (nacelle) είναι φτιαγμένο από ενισχυμένο fiber glass το οποίο προστατεύει όλα τα συστατικά στο nacelle από τη βροχή, χιόνι, κ.α. Η πρόσβαση στο nacelle γίνεται από τον πύργο μέσω ενός κεντρικού ανοίγματος. Μέσα στο nacelle υπάρχει ένας γερανός ανυψωτικής δύναμης 250 κλ.

Ο πύργος είναι από χάλυβα, σωληνοειδής, χρωματισμένος [Εικ. 42]



Technical specifications



- | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 Ultrasonic wind sensor | 6 Oil and water coolers | 11 Blade bearing | 16 Machine foundation |
| 2 Service crane | 7 Gearbox | 12 Blade | 17 Mechanical disc brake |
| 3 VMP-Top controller with converter | 8 Main shaft | 13 Rotor lock system | 18 Yaw gear |
| 4 OptiSpeed generator | 9 Pitch system | 14 Hydraulic unit | 10 Composite disc coupling |
| 5 Pitch cylinder | 10 Blade hub | 15 Torque arm | |

[Εικ. 29] Τεχνικές προδιαγραφές

Η ανεμογεννήτρια V52 έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες από -20°C μέχρι και $+40^{\circ}\text{C}$. Σε κάποιους συνδυασμούς χαμηλής τάσης, χαμηλής πυκνότητας αέρα, υψηλού αέρα και υψηλής θερμοκρασίας, πιθανόν να εμφανιστεί μια λανθασμένη εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος. Αυτό γίνεται για να διατηρηθούν τα κύρια συστατικά στα σωστά όρια της προβλεπόμενης θερμοκρασίας (κιβώτιο ταχυτήτων, γεννήτρια κ.α.).

5.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά V52

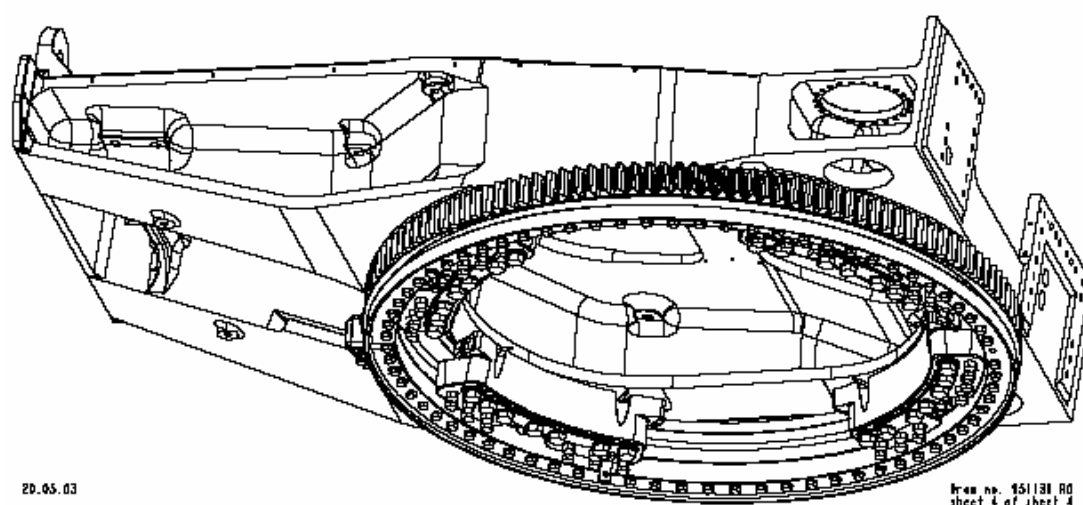
Το Vestas Converter System ή Opti Speed™ εξασφαλίζει σταθερή ηλεκτρική ενέργεια από την Α/Γ. Καθώς επίσης επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αν οι στροφές της γεννήτριας μειωθούν μέχρι και 60% των ονομαστικών στροφών δηλαδή η γεννήτρια να μπορεί να παράγει από 900 στροφές μέχρι τις ονομαστικές 1500 στροφές.

Το σύστημα μετατροπέα Vestas Converter System αποτελείται από: Μια ασύγχρονη γεννήτρια, ένα μετατροπέα ισχύος με διακόπτες Insulated Gate Bipolar Transistor. Από Επαφές (Relays), προστασίες, Αντιστάσεις, Πυκνωτές, Φίλτρα, Μετασηματιστή και Chopper. Μαζί με τον ρυθμιστή του βήματος (OptiTip®), εξασφαλίζει την ενεργειακή βελτιστοποίηση, τον χαμηλό θόρυβο και τη μείωση των φορτίων στο κιβώτιο ταχυτήτων. Επίσης το σύστημα μετατροπέα (VCS) ελέγχει το ρεύμα στο κύκλωμα του ρότορα της γεννήτριας για τον ακριβή έλεγχο της άεργης ισχύος ώστε να δίνει μια σωστή και ακριβή σύνδεση μεταξύ της γεννήτριας και του δικτύου.

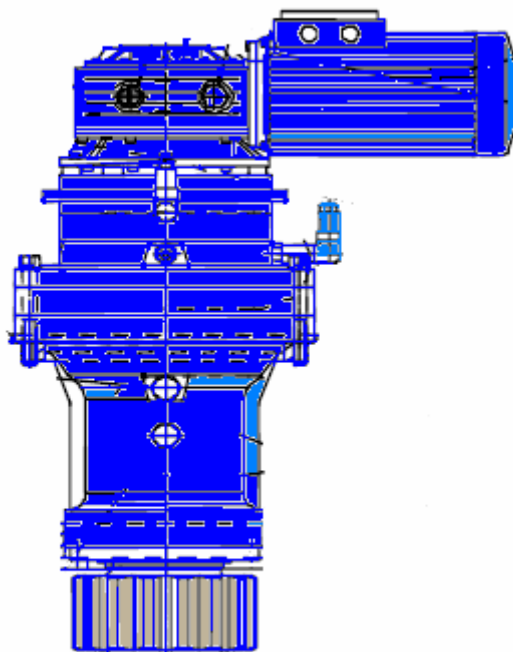
Η ασύγχρονη γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια από το κιβώτιο ταχυτήτων σε ηλεκτρική ενέργεια. Η γεννήτρια συνδέεται με το δίκτυο άμεσα, το οποίο μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στον καταναλωτή.

Η ονομαστική περιστροφική ταχύτητα της γεννήτριας εξαρτάται από τη συχνότητα του δικτύου. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι αυτό που καθορίζει τις στροφές της γεννήτριας.

Το yaw system (**σύστημα προσανατολισμού**) έχει τρεις λειτουργίες: Να κρατήσει την ανεμογεννήτρια αντίθετη στον άνεμο, να ελέγξει την συστροφή των καλωδίων και να δώσει την τιμή της διεύθυνσης της ατράκτου. Η V52 έχει δύο yaw gear τα οποία αποτελούνται από τρία βηματικά πλανητικά γρανάζια, ένα ατέρμονα και ένα ηλεκτροκινητήρα.

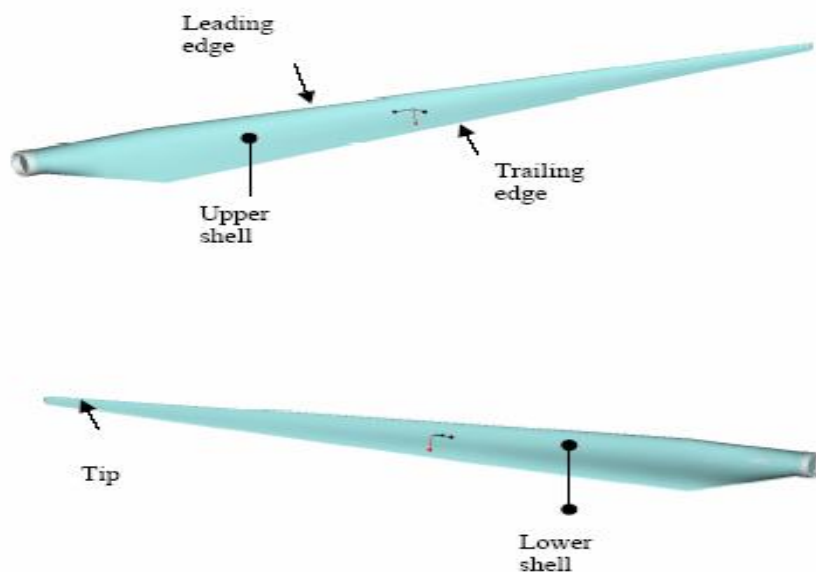


[Εικ. 30] Σύστημα προσανατολισμού

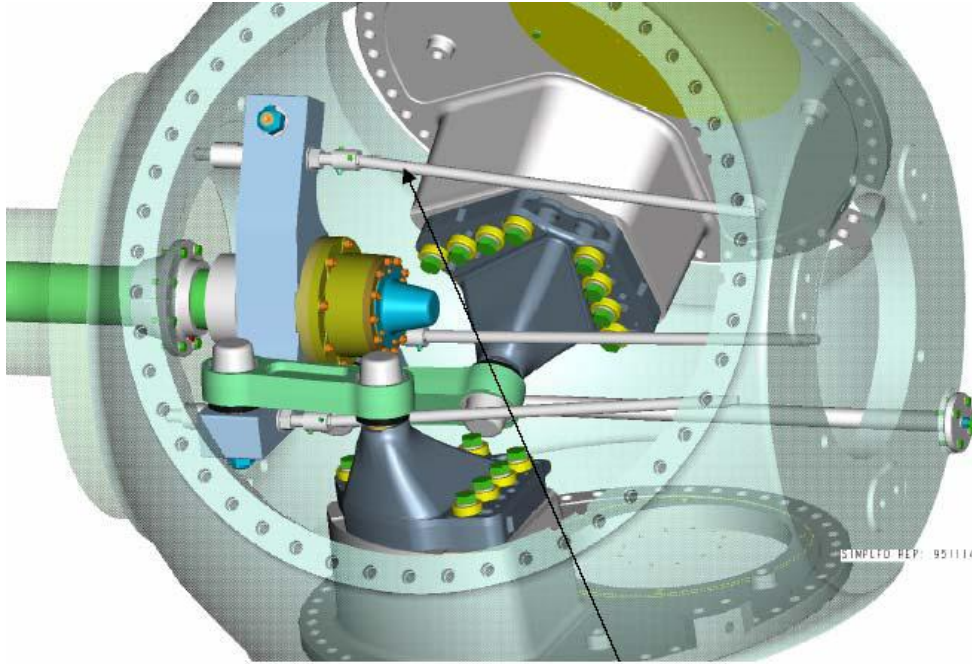


[Εικ. 31] Yaw gear

Τα πτερύγια αποτελούνται από ίνες γυαλιού που ενισχύεται με εποξική κόλλα. Κάθε πτερύγιο αποτελείται από δύο κομμάτια σαν κοχύλια, που συνδέονται ακτινικά με μια ενισχυτική κόλλα. Υπάρχουν ειδικά χαλύβδινα δακτυλίδια στην άκρη τα οποία συνδέουν με το ρουλεμάν των πτερυγίων. Το ρουλεμάν είναι ένας ένσφαιρος τριβέας τεσσάρων σημείων που βιδώνεται στην πλήμνη (hub) των πτερυγίων.



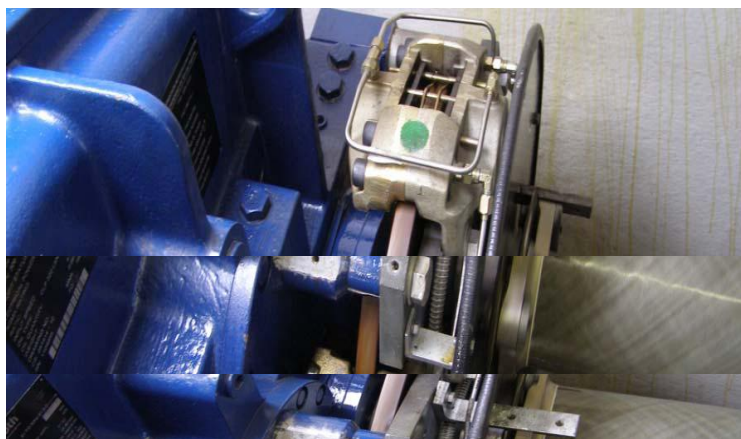
[Εικ. 32] Πτερύγια από ίνες γυαλιού



[Εικ. 33] Σύνδεση φτερού με ρουλεμάν. Σιδερένια συνδετική μπάλα

Main Shaft (Κύριος άξονας) Ο κύριος άξονας μεταβιβάζει την ενέργεια από τον ρότορα στο σασμάν. Εσωτερικά από αυτόν περνάει ο άξονας του pitch. Ο κύριος άξονας στηρίζεται και περιστρέφεται σε δύο σφαιρικά κυλινδρικά ρουλεμάν.

Gearbox (Σασμάν) Το σασμάν είναι ένας πολλαπλασιαστής στροφών. Συνδέεται από την μία μεριά με τον κύριο άξονα του ρότορα με ένα κωνικό υδραυλικό δίσκο και από την άλλη πλευρά της υψηλής ταχύτητας με την γεννήτρια μέσω ενός συνδέσμου φτιαγμένου από πολυεστέρα υψηλής αντοχής και ελαστικότητας. Στη V52 850kW 50 Hz ο λόγος πολλαπλασιασμού είναι 1 προς 62 στροφές, στην πλευρά της υψηλής ταχύτητας είναι τοποθετημένο και το μηχανικό φρένο. Ο καθαρισμός του σασμάν γίνεται από δύο φίλτρα. Εκτός από τα φίλτρα και το σύστημα ψύξης έχει και αντίσταση για την θέρμανση του λαδιού.



[Εικ. 34] Σασμάν – κύριος άξονας – Hub – τραβέρσα με τις συνδετικές ράβδους για την στροφή των φτερών.

Mechanical Brake (Υδραυλικό δισκόφρενο) Τα φρένα τροφοδοτούνται από μπαταρίες που είναι τοποθετημένες μέσα στον κεντρικό πίνακα συνδεδεμένες με τον κεντρικό επεξεργαστή. Οι μπαταρίες προστατεύουν την ανεμογεννήτρια από διακοπές ρεύματος στο δίκτυο.

Το **υδραυλικό σύστημα** εξυπηρετεί δύο λειτουργίες: **α)** Ρίψη των φτερών γύρω από τον άξονά τους, **β)** η ενεργοποίηση του φρένου στον άξονα της υψηλής ταχύτητας του σασμάν. Το σύστημα αποτελείται από μια μονάδα ισχύος που βρίσκεται στη δεξιά πλευρά της ατράκτου και τους συνδετικούς σωλήνες που συνδέουν την υδραυλική με το έμβολο του βήματος και τα φρένα.

Η **υδραυλική αντλία** είναι εξοπλισμένη με μια αντλία, η οποία είναι κοινή για το φρένο και για τη γωνία του βήματος. Η αντλία αυτή είναι μέσα στη δεξαμενή του λαδιού και παίρνει κίνηση από ένα ηλεκτροκινητήρα 4 kW ο οποίος βρίσκεται πάνω από την δεξαμενή του λαδιού. Η παροχή λαδιού εξαρτάται από τη φόρτιση και κυμαίνεται από 8,4 μέχρι 8,6 l/min. Η λειτουργία της αντλίας ελέγχεται από τον πάνω controller ο οποίος παίρνει το σήμα από ένα πρεσοστάτη. Η αντλία σταματάει να λειτουργεί όταν φτάσει η πίεση στα 200 bar και ξεκινάει όταν πέσει στα 180 bar.

Σε κατάσταση Run, Pause και Stop η αντλία λειτουργεί αυτόματα. Σε κατάσταση Emergency stop η αντλία δεν λειτουργεί. Για τυχόν διαρροή λαδιού υπάρχει ένας αισθητήρας όπου ελέγχει τη στάθμη του λαδιού.



[Εικ. 35] Υδραυλική μονάδα

Σύστημα βήματος το έμβολο του βήματος γυρίζει τα φτερά γύρω από τον άξονά τους από 90° μέχρι -5° και αυτό ρυθμίζεται από μια αναλογική βαλβίδα με τρεις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και με δύο βαλβίδες αντεπιστροφής.

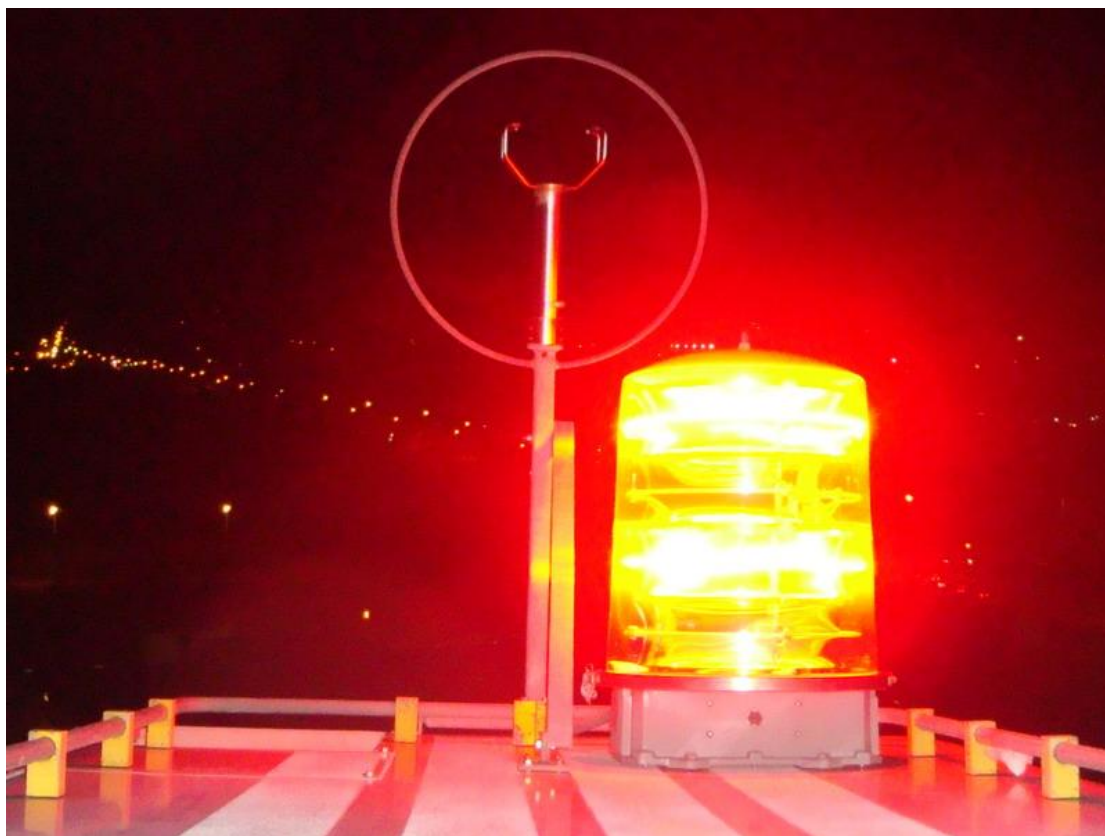
Το σύστημα του φρένου τροφοδοτείται από το σύστημα της υδραυλικής μέσω μιας βαλβίδας η οποία ρυθμίζει την πίεση στα 44 bar. Υπάρχει ένας δεύτερος μικρότερος συσσωρευτής. Όταν εμφανίζεται κάποιο σφάλμα το φρένο ενεργοποιείται μετά από ένα λεπτό, έτσι ώστε να προλάβουν τα φτερά να γυρίσουν στις 87ο και οι στροφές στο ρότορα να μειωθούν.

Στη **μονάδα της αντλίας** είναι τοποθετημένα δέκα σημεία ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της πίεσης σε διαφορετικές θέσεις στο σύστημα για την περιοδική λειτουργία ή την ανίχνευση βλαβών στο υδραυλικό σύστημα.

Αισθητήρας μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας αέρα. Στην V52 χρησιμοποιείται ένας συνδυασμένος αισθητήρας αέρα που μετρά την ταχύτητα και την διεύθυνση του αέρα.

Το Ultrasonic Anemometer 2D έχει ως σκοπό να μετρήσει την διεύθυνση και την ταχύτητα του αέρα σε δύο διαστάσεις. Έχει την ικανότητα να παίρνει τιμές πάρα πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα να μπορεί να μετράει και τα κάστ.

Είναι εξοπλισμένο με μια αντίσταση θέρμανσης έτσι ώστε το όργανο να μην επηρεάζεται από έντονα καιρικά φαινόμενα όπως χιόνια, πάγος, έντονη βροχή. Αποτελείται από 4 υπερηχητικούς μετασχηματιστές ανά 2 ζευγάρια οι οποίοι ο ένας είναι απέναντι από τον άλλο σε μια απόσταση 200χιλ. Οι αντίστοιχες πορείες μέτρησης και η κατεύθυνση μέτρησής τους γίνεται ηλεκτρονικά.



[Εικ. 36] Αισθητήρας αέρα US

Το σύστημα γείωσης της Ανεμογεννήτριας V-52 συνδέεται με το σύστημα γείωσης του μετασχηματιστή. Αυτό το σύστημα γείωσης γίνεται με βάση τους κανονισμούς IEC364 312.2.1, 413.1.3.2 και 413.1.3.3.

Αυτά τα συστήματα γείωσης έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: δίνουν μια καλή προστασία από τις πρόσκαιρες υπερτάσεις της μέσης και υψηλής τάσης του δικτύου.

Εάν υπάρχει κάποια διαρροή ως προς γη, το σύστημα γείωσης θα προκαλέσει μια μεγάλη μείωση της σύνθετης αντίστασης στο κύκλωμα βραχυκυκλώματος και ο διακόπτης θα αποσυνδεθεί. Το σύστημα γείωσης εκτελείται κανονικά ως περιμετρική γείωση που συμπληρώνεται με τις ράβδους, δίνει πλεονεκτήματα, δηλαδή η περιμετρική γείωση περιορίζει τη βηματική τάση που προκαλείται από κεραυνό και έτσι προστατεύει κάποια άτομα που μπορεί να βρίσκονται κοντά στη βάση το πύργου εάν η ανεμογεννήτρια χτυπηθεί από κεραυνό κ.α.



[Εικ. 37] Πίνακας ελέγχου CT291



[Εικ. 38] Vestas V52 Επεξεργαστής (VCP) CT294/CT318



[Εικ. 39] Top Controller (ηλεκτικής)



[Εικ. 40] Converter



[Εικ. 41] Στήριξη των κεντρικών καλωδίων



[Εικ. 42] Πύργος Vestas V52

5.6 Συντήρηση των ανεμογεννητριών

Με την πώληση των αιολικών μηχανών συμπεριλαμβάνεται η εγκατάσταση τους και η καλή λειτουργία τους για δέκα μέρες. Εάν δεν παρουσιαστεί κάποια δυσλειτουργία, εντός των ανωτέρω ημερών, παραλαμβάνεται το έργο από τον επενδυτή.

Με την παραλαβή και την λειτουργία του αιολικού πάρκου δίνεται εγγύηση πέντε χρόνων με δυνατότητα επέκτασης, όπως επίσης και εγγύηση των υλικών. Η Vestas είναι υποχρεωμένη να παρέχει μια διαθεσιμότητα πάνω από 98% για το αιολικό πάρκο ετησίως. Εάν πέσει η διαθεσιμότητα της μηχανής κάτω από αυτό το ποσοστό η Vestas θα πληρώσει την χαμένη παραγωγή. Η συντήρηση των μηχανών, η επίλυση των βλαβών και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται η αιολική μηχανή για την λειτουργία της παρέχεται από την Vestas.

Για την συντήρηση των ανεμογεννητριών οι κατασκευάστριες εταιρείες κατέχουν την τεχνογνωσία και δεν την πουλάνε, ούτε την παρέχουν με την πώληση των αιολικών μηχανών. Με αυτόν τον τρόπο η λειτουργία των αιολικών μηχανών είναι στη δικαιοδοσία της κατασκευάστριας εταιρείας η οποία παίρνει πληροφορίες από τη λειτουργία της, τη μελετάει και αναβαθμίζει τις μηχανές αυτές που είναι εγκατεστημένες.

Ο επενδυτής είναι υποχρεωμένος να παρέχει δύο άτομα για εργασία, σαράντα ώρες την εβδομάδα ανεξαρτήτου ώρας και ημέρας εάν αυτό ζητηθεί από τους τεχνικούς της Vestas.



[Εικ. 43] Συντήρηση των ανεμογεννητριών

Στον επόμενο **πίνακα 3** βλέπουμε τα ανταλλακτικά που χρειάστηκαν για την αποκατάσταση βλαβών στα τρία χρόνια λειτουργίας.

Τεμάχια.	Περιγραφή	Vestas V52
3	Αισθητήρας στάθμης ψυκτικού υγρού	
6	Ασφάλεια 80 A	
9	Υδραυλική αντλία αλουμινίου	
4	Αισθητήρας υπερτάχυνση	
9	Επεξεργαστής μετατροπέα (VCP)	
1	Θερμοστατική Βαλβίδα	
6	Γράσο γεννήτριας	
6	Γεννήτρια 850 KW	
2	Ψήκτρα ουδετέρου	
5	Αισθητήρας θερμοκρασίας PT-100	
14	Βοηθητικός ηλεκτρονόμος	
6	Ηλεκτρονόμος υδραυλικής αντλίας	
1	Ηλεκτρονόμος οδήγησης inverter	
2	Πυκνωτές 12,5 Kvar 690 V 50 Hz	
3	Αντίσταση 120 KΩ 6W 5%	
1	Βάση επαγωγικού αισθητήρα υπερτάχυνσης	
2	Πρεσοστάτης φρένου	
4	Ψηφιακή κάρτα (PLC)	
3	Ηλεκτρονόμος του ηλεκτροκινητήρα παρέκκλισης	
4	Αναλογική βαλβίδα ρύθμισης του βήματος των φτερών	
19	Ανεμόμετρο US	
2	Ρελλέ ισχύος σύνδεσης Αιολική μηχανή - Δίκτυο	
6	Ψήκτρες διέγερσης γεννήτριας	
1	Ψηκτροφορέας γεννήτριας	
2	Ρελλέ ισχύος σύνδεσης της γεννήτριας σε αστέρα	
1	Φίλτρο λαδιού σασμάν	
1	Βοηθητική επαφή ρελλέ	
1	Συσσωρευτής πίεσης 80 bar	
4	Μπαταρίες εφεδρικής τροφοδοσίας 12 Volt	
2	Τακάκια δισκόφρενου με ενσωματωμένο thermistor	
1	Επαγωγικός αισθητήρας στροφών γεννήτριας	
3	Κάρτα επικοινωνίας	
2	Φίλτρο αποκοπής υψίσχυων ρευμάτων	
2	Πρεσοστάτης για τον έλεγχο της πίεσης στο λάδι του σασμάν	
3	Ground controller	
3	Αντικεραυνικά χαμηλής τάσης	
10	Μαρκούτσια 250 bar	
1	Βοηθητικό ηλεκτρονόμο κεντρικού διακόπτη Q8	
4	Κωδικοποιητής ταχύτητας της γεννήτριας	
10	Ανεπίστροφη Βαλβίδα υδραυλικής αντλίας	
8	Αντιστροφέας (inverter)	
2	Αισθητήρας στάθμης λαδιού σασμάν	
1	Κεντρικός διακόπτης ανεμογεννήτριας Q8	
3	Κυκλοφορητής ψυκτικού υγρού	
10	Ψυκτικό υγρό για VCS	
1	Ενδεικτικό στάθμης λαδιού σασμάν	
1	Στραγγαλιστικό πηνίο	Πίνακας 3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αργυρός Νικόλαος 2011, *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σχολή ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών, τομέας ηλεκτρικών βιομηχανικών διατάξεων και συστημάτων αποφάσεων*, DT 2011-0210 pdf

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/.../DT2006-0226.doc

Εθνικό Συνέδριο: «Η Εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Εθνικές προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή στρατηγική» - Πρακτικά Συνεδρίου, Αθήνα 1998.

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, ΕΛΕΤΑΕΝ

Επιστημονικό άρθρο: *Tourist Attitudes towards Wind Farms*, The British Association

Καλδέλλης Ιωάννης Κ., *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας* εκδ. Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2005²

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Πικέρμι Αττικής

Μπεργελές Γ. *Ανεμοκινητήρες*, εκδ. Συμεών Αθήνα 2005

Τακιδέλλης Χριστοφάς *Γραφήματα, Πίνακες και υπολογισμός της κατανομής Weibull, Ανεμολογικά δεδομένα*, Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών (Διπλ. Εργασία)

The European Wind Initiative, Wind Power research and development for the next ten years, EWEA, June 2010 (18/12/12)

The Investment Opportunity of the 21st Century by Jeff Siegel *inFocus Quarterly* Fall 2009

lepal-edess.pel.sch.gr/EPAL/project/aioliki.doc (18/12/12)

http://www.cres.gr/kape/index_gr.htm (18/12/12)

http://www.cres.gr/kape/index_gr.htm (18/12/12)

<http://www.jewishpolicycenter.org/1415/investment-opportunity-of-the-21st-century> (19/12/12)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=555> (19/12/12)

<http://www.tovima.gr/science/article/?aid=484346> (02/01/13)

<http://www.econews.gr/2012/10/26/troika-ellada-orykta-ape/> (05/01/13)

<http://lithos.geology.upatras.gr/epy/lignitis.htm> (09/01/13)

http://www.lagie.gr/fileadmin/groups/EDRETH/RES/MONTHLY_BULLETIN_MARCH_2012.pdf (12/01/13)

<http://greenmagazine.gr/yperakties-anemogenitries-voithoun-diatirisi-thalasias-zwis/>
(20/01/13)

Vestas Wind Technology SA

www.eletaen.gr (17/12/12)

EIKONEΣ

- [1] <http://www.greenpeace.org/eu-unit/en/Publications/2012/ER-2012/> (17/12/12)
- [2, 3, 4] <http://lithos.geology.upatras.gr/epy/lignitis.htm> (18/12/12)
- [5] <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=2619&nt=102&lang=1> (19/12/12)
- [6, 7] <http://fotoboltaika.blogspot.com/2012/05/2012.html> (20/12/12)
- [8, 9, 15,] http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge768e/E_OCEAN_ALBANAKIS/WEB_PUBLISH/%D6%DC%EA%E5%EB%EF%F2/KEF_6_PEYMATA.htm
(20/12/12)
- [10] <http://www.newsbomb.gr/energeia-periballon/story/98730/otan-oi-anemogennitries-den-antehoyn-ton-anemo#ixzz2IXOj86Mw> (20/12/12)
- [19, 20] <http://solarenergy.gr/renewable-energy/article/more-efficient-wind-turbines>
(20/12/12)
- [10, 11] *H Αιολική ενέργεια στον Κόσμο*, http://www.euroobserver.org/pdf/windpower_2012.pdf, (22/12/12)
- [13,] <http://feelthephoton.blogspot.gr/2010/08/hello-china.html> (25/12/12)
- [14] Ν. Ανδρίτσος, «Ενέργεια και Περιβάλλον» users.auth.gr/karapant/tdk/Teaching/BOOK_3.pdf (29/12/12)
- [16] <http://inter.action.free.fr/labo-aero/aero-gadgets/gyrophare-savonius/gyrophare-savonius.html> (29/12/12)
- [17] *Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών-Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος*
www.meteo.gr (29/12/12)
- [18] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Hassloch-pfalz_westernmill_20060429_387_part.jpg (03/01/13)
- [21] <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=484346> (03/01/13)
- [22] http://www.flowmagazine.gr/article/view/Hybrid_Energy_Systems/category/environment (05/01/13)
- [23] <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C124/54/418,1554/> (10/01/13)
- [24,25] http://navi-patra.blogspot.gr/2010/09/blog-post_20.html (15/01/13)

[26] Επιστημονικό άρθρο για *Tourist Attitudes towards Wind Farms*, The British Association <http://scholar.google.com/scholar?q=Tourist+Attitudes+towards+Wind+Farms,+The+British+Association&hl=el&as> (18/01/13)

[27,28] http://seda.andros.blogspot.gr/2011_12_01_archive.html daandros.blogspot.com (30/01/13)

[29 – 43] <http://www.msiwindservice.com/page20.php> (01/02/13)