



ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: Μελέτη εγκατάστασης αιολικού πάρκου ισχύος 100 KW



Σπουδαστής : Μπάκας Δημ. Παναγιώτης
Αριθμός Μητρώου: 44851

Επιβλέπων Καθηγητής: Καραϊσάς Πέτρος

ΠΕΙΡΑΙΑΣ
2017

Αφιερωμένο στην οικογένεια μου για την
αμέριστη συμπαράσταση της

Περίληψη

Η παρούσα θεωρητική πτυχιακή εργασία αφορά την μελέτη αιολικού πάρκου ισχύος 100kw. Με κύριο άξονα το ανωτέρω θέμα γίνεται αναφορά στην αιολική ενέργεια, τις ανεμογεννήτριες, το αιολικό δυναμικό και όλα όσα έχουν να κάνουν με ένα αιολικό πάρκο. Η εργασία αυτή περιέχει πληροφορίες σχετικά με την αδειοδότηση, την μελέτη και την κατασκευή αιολικού πάρκου στο Λεοντάκη Λακωνίας, το κόστος αυτού του έργου, τον χρόνο απόσβεσης αλλά και τα οφέλη που προκύπτουν τόσο από οικονομικής απόψεως όσο και από περιβαλλοντικής.

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στην αιολική ενέργεια, την χρήση της τα πρώτα χρόνια από τον άνθρωπο μέχρι και σήμερα και την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα σχετικά με την αξιοποίησή της. Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται λόγος αρχικά για τα είδη και την λειτουργία των ανεμογεννητριών. Εκτενέστερη αναφορά γίνεται για την λειτουργία των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα, τα χαρακτηριστικά τους και τα μέρη από τα οποία αποτελούνται. Το κεφάλαιο 3 μελέτη αιολικού δυναμικού έχει να κάνει με όλους εκείνους τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν ώστε να γίνει σωστή επιλογή τοποθεσίας για να είναι όσο το δυνατόν αποδοτικότερο το αιολικό μας project. Το κεφάλαιο 4 αναφέρεται στα αιολικά πάρκα και εν συνεχεία περιγράφονται τα είδη αυτών. Στο κεφάλαιο 5 περιλαμβάνεται η επιλογή του μοντέλου της ανεμογεννήτρια που θα χρησιμοποιηθεί, η επιλογή της τοποθεσίας καθώς και υπολογισμοί σχετικά με την ενεργειακή μελέτη του αιολικού μας πάρκου. Το 6^ο κεφάλαιο αφορά το κομμάτι της υλοποίησης και κατασκευής του αιολικού πάρκου. Τέλος στο κεφάλαιο 7 παρατίθενται τα οικονομικά στοιχεία, γενικές πληροφορίες, νομοθεσία και δικαιολογητικά.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Αιολικά πάρκα	6
1.3 Ιστορική ανασκόπηση	7
1.4 Αιολικά πάρκα και περιβάλλον.....	9
1.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	10
1.6 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	12
2.1 Εισαγωγή.....	12
2.2 Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα	14
2.2.1 Δρομέας ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.....	15
2.2.2 Σύστημα μετάδοσης κίνησης	16
2.2.3 Ηλεκτρική γεννήτρια.....	17
2.2.4 Σύστημα προσανατολισμού	17
2.2.5 Πύργος.....	18
2.2.6 Ηλεκτρικός πίνακας.....	19
2.2.7 Σύστημα πέδησης άξονα δρομέα.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Χαρακτηριστικά του ανέμου	21
3.3 Τύρβη και διάτμηση.....	22
3.3.1 Μέθοδος υπολογισμού της τύρβης.....	22
3.3.2 Η διάτμηση	23
3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου	23
3.4.1 Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους.....	23
3.4.2 Επίδραση επιφανειακών εμποδίων.....	23
3.4.3 Επίδραση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής	23
3.5 Αιολικό δυναμικό.....	24
3.6 Μετρήσεις και όργανα μετρήσεων.....	24
3.7 Θεμελιώδεις έννοιες αιολικής ενέργειας	27
3.7.1 Ορισμοί ενέργειας και ισχύος	27
3.7.2 Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος.....	27
3.7.3. Επίδραση της πυκνότητας του αέρα	29
3.7.4. Το ιστόγραμμα πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου.....	29
3.7.5 Συντελεστής απασχόλησης (capacity factor)	30
3.7.6 Υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp	30
3.7.8 Αιολικός άτλαντας.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	33
4.1 Εισαγωγή.....	33

4.2	Είδη αιολικών πάρκων	33
4.2.1	Χερσαία αιολικά πάρκα.....	33
4.2.2	Παράκτια αιολικά πάρκα	35
4.2.3	Υπεράκτια αιολικά πάρκα.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	38
5.1	Παράμετροι επιλογής θέσης εγκατάστασης.....	38
5.2	Εκτίμηση αιολικού δυναμικού	38
5.3.1	τοποθεσία εγκατάστασης αιολικού πάρκου	39
5.3.2	Επιλογή οικοπέδου	40
5.4	Κριτήρια επιλογής ανεμογεννήτριας	40
5.5	Επιλογή ανεμογεννήτριας.....	41
5.6	Χωροθέτηση ανεμογεννητριών αιολικού πάρκου	50
5.7	Ενεργειακή μελέτη αιολικού πάρκου	51
5.8	Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής ενέργειας.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	54
6.1	Όδευση προς το Αιολικό Πάρκο.	54
6.2	Διαμόρφωση πλατειών αιολικού πάρκου	54
6.3	Κατασκευή βάσεων θεμελίωσης Α/Γ	55
6.4	Ανέγερση πύργου, πλήμνης και πτερυγίων των ανεμογεννητριών	55
6.5	Κατασκευή οικίσκου ελέγχου και βοηθητικών χώρων.....	56
6.6	Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.....	57
6.7	Καλωδίωση πύργων των Α/Γ.....	58
6.8	Κατασκευή καναλιού καλωδίων	58
6.9	Σύστημα Γείωσης.....	58
6.9.1	Σύστημα γείωσης Α/Π.....	58
6.9.2	Σύστημα γείωσης Α/Γ	59
6.10	Διασύνδεση του Αιολικού Πάρκου με τον Υ/Σ της Δ.Ε.Η.	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	62
7.1	Κόστος επένδυσης.....	62
7.2	Ποιος είναι ο χρόνος απόσβεσης.....	62
7.3	Νομοθετικό πλαίσιο	62
7.4	Σύμβαση πώλησης ρεύματος	63
7.5	Ένταξη στον νέο Αναπτυξιακό νόμο.....	63
7.6	Δικαιολογητικά	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Η αιολική ενέργεια είναι μια έμμεση μορφή της ηλιακής ενέργειας. Δημιουργείται από την κίνηση αερίων μαζών την οποία επιβάλλει η διαφορά πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατεί στην ατμόσφαιρα λόγω διαφορετικής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Επομένως είναι μια μορφή κινητικής ενέργειας και έχει χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο από πολύ παλιά. Αρχικώς χρησιμοποιήθηκε για την κίνηση των πλοίων και αργότερα για την άντληση νερού και το άλεσμα σιτηρών με την βοήθεια των ανεμόμυλων. Οι αρχαιότεροι ανεμόμυλοι (κατακόρυφου άξονα) κατασκευάστηκαν στην Περσία τον 6 έως τον 9 αιώνα μ.Χ., ενώ η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στην Κίνα το 13 αιώνα μ.Χ. Από τις πρώτες αναφορές χρησιμοποίησης αιολικής ενέργειας έχουμε την αναφορά στην Ομηρική Οδύσσεια ,τους «Ασκούς του Αιόλου» ,απ' όπου και το όνομα αιολική ενέργεια. Στις μέρες μας υπάρχουν οι αιολικές μηχανές. Αιολική μηχανή λέγεται κάθε σύστημα που μπορεί να εκμεταλλευτεί την αιολική ενέργεια για να παράγει έργο. Οι αιολικές μηχανές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Πολλές ανεμογεννήτριες μαζί απαρτίζουν ένα αιολικό πάρκο.

1.2 Αιολικά πάρκα

Αιολικό πάρκο ή αιολικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (α.σ.π.η.ε) ονομάζεται η χερσαία ή θαλάσσια έκταση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένας αριθμός ανεμογεννητριών με σκοπό την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική. Συγκεκριμένα είναι βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίες αποτελούνται από τις ανεμογεννήτριες ,τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος ,τους μετεωρολογικούς ιστούς ,τους σταθμούς μετασχηματισμού και βοηθητικές υποδομές συμπεριλαμβανομένων των δρόμων.



Εικόνα 1.αιολικό πάρκο

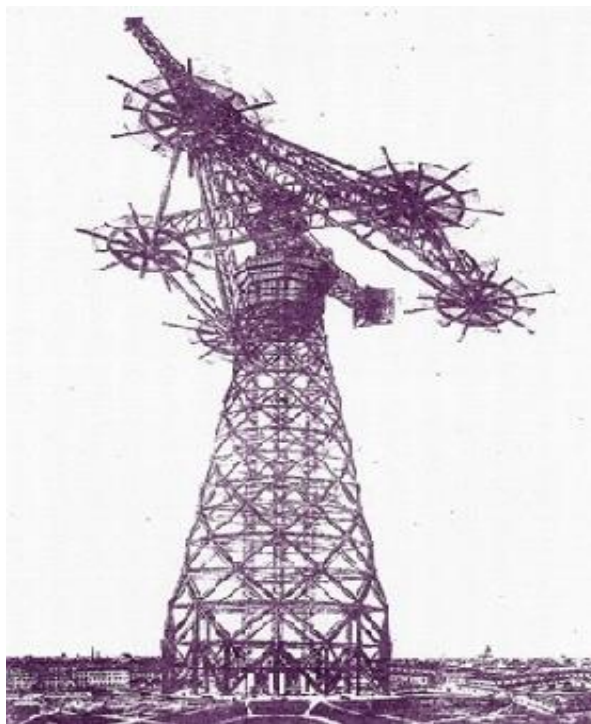
Υπολογίζεται ότι το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε αιολική είναι γύρω στο 1-2%. Το ποσό αυτό με τα σημερινά δεδομένα αντιπροσωπεύει περίπου μια ποσότητα ενέργειας 80 φορές μεγαλύτερη από την σημερινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Θεωρητικά, αν μπορούσαμε να χαλιναγωγήσουμε τους ανέμους θα είχαμε ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Στην πράξη όμως οι άνεμοι εξαρτώνται από πολυάριθμους παράγοντες όπως π.χ. οι εποχές του έτους, το κλίμα, η συγκεκριμένη τοπογραφία κ.τ.λ. και επομένως είναι τρομερά ευμετάβλητοι. Έτσι θα μπορούσαν να παίξουν βοηθητικό ρόλο σε ένα σύστημα ενέργειας δεν θα μπορούσαν όμως από μόνοι τους να συντηρήσουν ένα μεγάλο αυτοτελές ενεργειακό σύστημα.

1.3 Ιστορική ανασκόπηση

Η χρησιμοποίηση της αιολικής ενέργειας για την κίνηση καραβιών μας είναι γνωστή από τα πολύ παλιά χρόνια. Ίσως το κλασσικό παράδειγμα της θυσίας της Ιφιγένειας για τον εξευμενισμό του Αιόλου να μην είναι το πρώτο. Μια πιο εξελιγμένη μορφή χρησιμοποίησης της αιολικής ενέργειας στην αρχαιότητα ήταν η άρδευση της πεδιάδας της Μεσοποταμίας γύρω στον 7 π.Χ. αιώνα με ανεμόμυλους. Στον 3 π.Χ. αιώνα ο σχεδιασμός ενός ανεμόμυλου οριζόντιου άξονα με 4 πτερύγια αναφέρεται στον Ήρωνα τον Αλεξανδρέα. Το ίδιο χρονικό διάστημα στην Κίνα, στην Αίγυπτο και στην Ανατολική Μεσόγειο αναπτύσσονται ανεμόμυλοι κατακόρυφου και οριζόντιου άξονα. Στην Ευρώπη αρχικά εμφανίστηκαν γύρω στον Μεσαίωνα στην Ισπανία, την Πορτογαλία, την Γαλλία και την Ιταλία και αργότερα στην Αγγλία, την Ολλανδία και τη Γερμανία. Κατά τον 18^ο αιώνα στην Ευρώπη ήταν εγκαταστημένοι περίπου 20.000 ανεμόμυλοι με μια μέση ισχύ των 20 kW ο καθένας. Οι μεγαλύτεροι ανεμόμυλοι αρχίζουν να μπαίνουν σε λειτουργία την εκατονταετία 1840-1940. Θαυμαστή ανάπτυξη είχε γίνει στη Δανία το 1910 με συνολική αιολική ισχύ 200MW. Ο κύριος τύπος είναι ο Ευρωπαϊκός ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα με πολλά πτερύγια που ονομάζεται και

Αμερικάνικος κατασκευάστηκε σε πολλές μονάδες (6 X10) στις ΗΠΑ. Τα σχέδια του ανεμόμυλου αυτού δημοσιεύτηκαν στη Λειψία το 1724.

Ο πρώτος ανεμόμυλος για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Cleveland του Ohio. Είχε διάμετρο φτερωτής (περυγίου) 17 μέτρα και ισχύ 12 Kw. Στους νεότερους χρόνους μεγαλύτεροι ανεμόμυλοι κατασκευάστηκαν στην Ρωσία το 1931 (100 kw) στις ΗΠΑ μεταξύ 1941-45 (1,2 MW) και στη Γαλλία 1958-62 (1 MW). Το πιο σπουδαίο πρόγραμμα κατασκευής ανεμόμυλων εκπονήθηκε στη Γερμανία πριν από το Δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο .Το πρόγραμμα αυτό ονομάστηκε Honnef και προέβλεπε την κατασκευή αρκετών ανεμόμυλων με υψηλούς πύργους μέχρι 300m με τρεις ή πέντε ρόδες. Η διάμετρος κάθε ρόδας ήταν περίπου 160m. Η τρίποδη μονάδα είχε τη δυνατότητα να περιστρέφεται στο οριζόντιο επίπεδο σε μεγάλες ταχύτητες και να αποδίδει ενέργεια 75MW.



Πύργος honnef

Στον Ελληνικό χώρο η χρησιμοποίηση ανεμόμυλων άρχισε στα ανατολικά και κύρια στα νησιά Χίο, Ρόδο, Κρήτη, Κυκλάδες κ.λ.π.. Διακρίνουμε εδώ πέτρινους ανεμόμυλους με οριζόντιο άξονα και πάνινα πτερύγια (Σχήμα) καθώς και ανεμόμυλους με κατακόρυφο άξονα. Ιδιαίτερα στην Κρήτη στις αρχές του 20^{ου} αιώνα χρησιμοποιήθηκαν πολύ για αρδευτικούς σκοπούς . Το 1960 υπήρχαν 10.000 ανεμόμυλοι στο οροπέδιο Λασιθίου , 2.500

στην υπόλοιπη Κρήτη και 600 στη Ρόδο. Κατά μέσο όρο ο καθένας από αυτούς αντλεί γύρω στα 40 m³ νερού την ημέρα.



Τα τελευταία χρόνια οι ανεμόμυλοι εξελίχθηκαν σε αιολικές μηχανές (ανεμογεννήτριες) οι οποίες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική με ηλεκτρογεννήτριες. Ο αρχικός και πιο διαδεδομένος τύπος των μηχανών αυτών ονομάζεται Darrieus από τον Γάλλο πρωτοκατασκευαστή του και έχει εξελιχθεί σε διάφορες παραλλαγές όπως θα δούμε αργότερα.

1.4 Αιολικά πάρκα και περιβάλλον

Πανθομολογουμένως η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος αποτελεί σήμερα μια από τις μεγαλύτερες απειλές για το μέλλον της ανθρωπότητας. Η αλλαγή αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στις εκπομπές των λεγόμενων αέριων του θερμοκηπίου τα οποία αναπόφευκτά προκαλούνται κατά την παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Επομένως η ανάπτυξη των Α.Π.Ε και ιδιαίτερα της αιολικής ενέργειας είναι η μοναδική μεσοπρόθεσμη λύση για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.

Τα αιολικά πάρκα έχουν τεράστιες δυνατότητες ανάπτυξης, χαρακτηρίζονται από τεχνολογική ωριμότητα ενώ συγχρόνως έχουν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Γι' αυτό και είναι συνεπώς η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία.

1.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει τη Γη καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει 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.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

Μειονεκτήματα

- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών.
- Η επιβάρυνση που θα προκληθεί στην τοποθεσία, διότι για να χτιστεί η εγκατάσταση θα πρέπει να κοπούν δέντρα η γενικώς να καταστραφεί μέρος της γης στην οποία θα γίνει το εγχείρημα.
- Ο θόρυβος από τη λειτουργία των μηχανών.

1.6 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις Ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας. Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμοδών «νησίδων» (λόφοι,

υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται με ειδικές μηχανές(ανεμογεννήτριες) που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική με δύο συστήματα μετατροπής. Αρχικά το πρώτο σύστημα αποτελείται από τον ανεμοκινητήρα(δρομέας ή ρότορας ανεμογεννήτριας) όπου έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική κινητική ενέργεια. Το δεύτερο σύστημα αποτελείται από την ηλεκτρογεννήτρια που μετατρέπει την μηχανική κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Τα δύο συστήματα συνδέονται μεταξύ τους με το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Οι ανεμογεννήτριες με βάση την θέση του άξονα περιστροφής κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες

1)Κατακόρυφου άξονα.

Ο άξονας είναι κάθετος ως προς την οριζόντια επιφάνεια του εδάφους και κατακόρυφος ως προς την ροή του ανέμου. Η ανεμογεννήτρια αυτή κατά την εκκίνηση απαιτεί χαμηλή ταχύτητα ανέμου. Χρησιμοποιεί εξωτερικό στροφείο τριφασικής γεννήτριας και λειτουργεί σε χαμηλό επίπεδο θορύβου. Χρησιμοποιείται σε υβριδικά συστήματα μικρής ισχύος με φωτοβολταϊκούς συλλέκτες και μπαταρίες 24 ή 48 V.Η αποτελεσματικότητα της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την ταχύτητα εκκίνησης, την ταχύτητα ανέμου ,την σχετική ταχύτητα ανέμου και την απόδοση της γεννήτριας. Έχει εφαρμογές σε φωτισμό οδών ,σε σχολεία ,σε σπίτια και σε καταστήματα.

Πλεονεκτήματα

- Παράγουν χαμηλό θόρυβο κατά την λειτουργία τους
- Λόγω του μικρού μεγέθους μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε πόλεις ,πάνω σε ταράτσες ,σε αυτοκινητοδρόμους κ.τ.λ.
- Έχουν απλή κατασκευή και μικρό κόστος.
- Έχουν τοποθετημένα την γεννήτρια και το κιβώτιο ταχυτήτων στην βάση της ανεμογεννήτριας ,έτσι είναι εύκολη η συντήρησή τους
- Λόγω της μορφής των πτερυγίων εκμεταλλεύονται τον άνεμο απ' όλες τις διευθύνσεις.

Μειονεκτήματα

- Είναι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος και μεγέθους και δεν μπορούν να εκμεταλλευτούν ανέμους με υψηλές ταχύτητες
- Η συντήρηση σε κάποια τμήματα των μηχανικών μερών παρουσιάζει δυσκολίες
- Έχουν χαμηλή ταχύτητα περιστροφής και χαμηλή απόδοση



2) Ανεμογεννήτριες Οριζόντιου Άξονα

Στις ανεμογεννήτριες αυτής της κατηγορίας ο άξονας περιστροφής είναι οριζόντιος ως προς το έδαφος και σχεδόν παράλληλα στην ροή του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν συνήθως 2 ή 3 πτερύγια. Ένα χαρακτηριστικό των πτερυγίων αυτών είναι ότι έχουν μεγάλο αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθος που έχουν και την ταχύτητα ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου καλύπτουν το 95% των διαθέσιμων συστημάτων ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα:

- Έχουν εύκολη συναρμολόγηση.
- Εκμεταλλεύονται ανέμους μεγάλης ταχύτητας (λόγω μεγάλου ύψους).
- Έχουν υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή.
- Εν συγκρίσει με τις ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα έχουν μεγαλύτερη απόδοση.

Μειονεκτήματα:

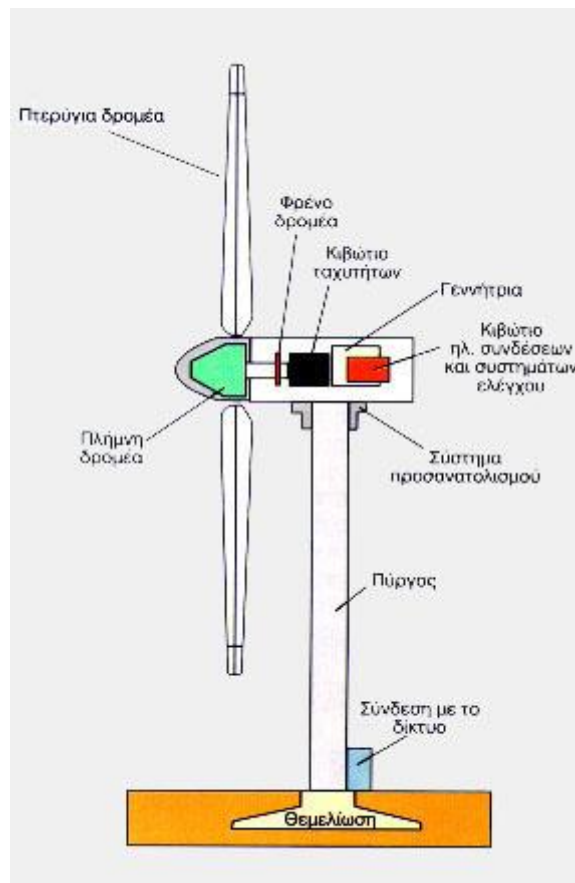
- Έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής και μεταφοράς.
- Παράγουν αρκετό θόρυβο κατά την λειτουργία τους.
- Απαιτούν ειδικό μηχανισμό περιστροφής των πτερυγίων γι' να έχουν την δυνατότητα εκμετάλλευσης του ανέμου απ' όλες τις κατευθύνσεις.



Εικόνα 4. ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα.

2.2 Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

Τα κύρια μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα είναι ο δρομέας με την πλήμνη και τα πτερύγια ,το σύστημά μετάδοσης κίνησης ,η ηλεκτρική γεννήτρια ,το σύστημα πέδησης δρομέα ,το σύστημα προσανατολισμού ,ο πύργος στήριξης ,ο ηλεκτρικός πίνακας και η βάση στήριξης (θεμελίωση.)



Σκαρίφημα ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα .

2.2.1 Δρομέας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

Ο δρομέας αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια κατασκευασμένα συνήθως από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω στην πλήμνη είτε σταθερά είτε με την δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από τον διαμήκη άξονα της μεταβάλλοντας το βήμα.

Οι ανεμογεννήτριες με τρία πτερύγια κατασκευάζονται και με ρότορες μικρών διαστάσεων και έχουν την δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Οι ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια κατασκευάζονται με ρότορα από 10 μέτρα και πάνω και έχουν κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο από των τρίπερων. Η πτερωτή τοποθετείται είτε στα ανάντη (εμπρόσθιο τμήμα ανεμογεννήτριας από την πλευρά του ανέμου) είτε στα κατάντη με τα πτερύγια να καλύπτουν ένα ποσοστό (έως 10%) της περιφέρειας που διαγράφουν. Προτιμάται η λειτουργία της ανεμογεννήτριας στα ανάντη λόγω χαμηλότερου θορύβου.

Για την βελτίωση της απόδοσης και την προστασία μιας πτερωτής ανεμογεννήτριας χρησιμοποιούνται πτερωτές μεταβλητού βήματος. Η μεταβολή του βήματος πτερωτής γίνεται με την περιστροφή του πτερυγίου γύρω από τον διαμήκη άξονά του, μεταβάλλοντας την γωνία προσβολής του από τον αέρα. Έτσι επιτυγχάνεται η διατήρηση σταθερής ταχύτητας περιστροφής της ανεμογεννήτριας, η αύξηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος της ισχύος που παράγεται και ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια.

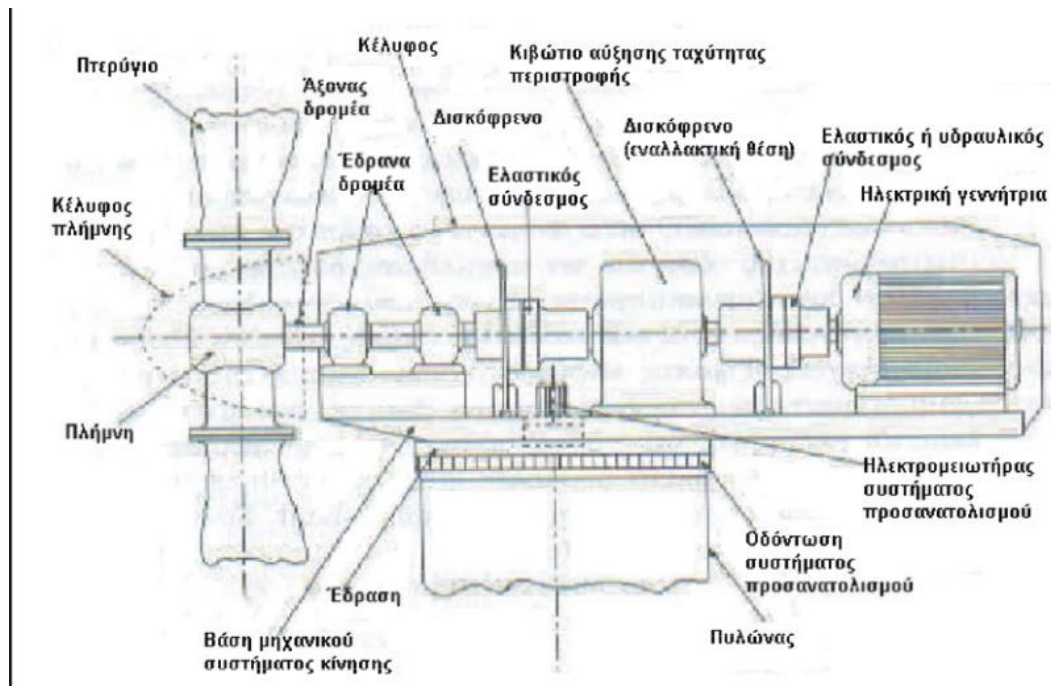
2.2.2 Σύστημα μετάδοσης κίνησης

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από τον κύριο άξονα περιστροφής(άξονας χαμηλής ταχύτητας ,άξονας υψηλής ταχύτητας),από τα έδρανα στήριξης και από το κιβώτιο προσαρμογής στροφών.

- Ο άξονας χαμηλής ταχύτητας περιστρέφεται από τον ρότορα της ανεμογεννήτριας με ταχύτητες από 30 -70 rpm.
- Το κιβώτιο προσαρμογής συνδέει τον άξονα χαμηλής ταχύτητας με τον άξονα με τον άξονα υψηλής ταχύτητας προσαρμόζοντας την ταχύτητα περιστροφής στην σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας εξαρτάται από τον αριθμό των ζευγών των πόλων που έχει και πρέπει να παραμένει σταθερή κατά την διάρκεια λειτουργίας με μεταβαλλόμενο φορτίο. Η προσαρμογή αυτή γίνεται στις ανεμογεννήτριες σταθερής ταχύτητας.
- Ο άξονας υψηλής ταχύτητας οδηγεί την γεννήτρια.



Κιβώτιο ταχυτήτων της bosch



2.2.3 Ηλεκτρική γεννήτρια

Για ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος χρησιμοποιούνται γεννήτριες επαγωγικού τύπου βραχυκυκλωμένου κλώβου ή δακτυλιοφόρου δρομέα. Για ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται σύγχρονες γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη ή δακτυλιοφόρου δρομέα.

Η απλότητα στην κατασκευή και η ευκολία με την οποία συνδέεται στο δίκτυο η ασύγχρονη γεννήτρια, είναι τα πλεονεκτήματά της. Όμως η ανάγκη να παίρνει ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο για να δημιουργήσει στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο και το γεγονός πως καταναλώνει άεργο ισχύ δημιουργεί προβλήματα.

Οι σύγχρονες γεννήτριες περιστρέφονται με ταχύτητα ίση με την σύγχρονη ταχύτητα, που για ρεύμα συχνότητας 50 Hz εξαρτάται από τον αριθμό ζευγών των μαγνητικών πόλων. Οι σύγχρονες γεννήτριες παρόλο που είναι πιο πολύπλοκες και έχουν μεγαλύτερο κόστος έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι αυτοδιεγειρόμενες.

2.2.4 Σύστημα προσανατολισμού

Το σύστημα προσανατολισμού βρίσκεται στην κορυφή του πύργου στήριξης με την άτρακτο να εδράζεται πάνω σ' αυτό. Χρησιμοποιείται για τον αυτόματο προσανατολισμό της ατράκτου. Κατά την διάρκεια λειτουργίας της ανεμογεννήτριας αναγκάζει τον άξονα περιστροφής του ρότορα να βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου. Έτσι επιτυγχάνεται η μεγιστοποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ελαχιστοποίηση των φορτίων καταπόνησης του ρότορα. Το σύστημα προσανατολισμού ελέγχεται και οδηγείται από τον ελεγκτή της a/γ με βάση τις πληροφορίες που στέλνει ο ανεμοδείκτης. Οι περισσότερες a/γ λειτουργούν με έλεγχο εκτροπής. Ολόκληρο το σύστημα εφαρμόζει με ειδικό κυλινδρικό κολάρο στην κορυφή του πύργου στήριξης.

2.2.5 Πύργος

Κριτήρια επιλογής του είδους του πύργου είναι, εκτός από το κόστος του ,η ευκολία μεταφοράς του στον τόπο εγκατάστασης της α/γ και η ευκολία ανέγερσής του. Η διαδικασία στησίματος της μηχανής ,ιδιαίτερα σε μεγάλες μονάδες ,είναι κάτι που εξαρτάται από την ευκολία οδικής πρόσβασης στην θέση και την ύπαρξη ικανοποιητικού ανυψωτικού μέσου. Δύο είναι κυρίως οι τύποι πύργων που έχουν επικρατήσει ,ο σωληνωτός και ο τύπου δικτυώματος.

Ο πύργος τύπου δικτυώματος είναι ευκολότερος στην επί τόπου συναρμολόγηση και ανάρτηση ,ελαφρότερος και φθηνότερος. Επειδή έχει πολλά μικρά κομμάτια είναι πιο εύκολο να υποστεί ψυχρό γαλβάνισμα σε μικρά γαλβανιστήρια.

Ο σωληνωτός πύργος είναι αισθητικά καλύτερος. Το εσωτερικό του μπορεί να αποτελεί και το θάλαμο στέγασης όλων των οργάνων της α/γ και να έχει εσωτερική σκάλα. Παρουσιάζει όμως δυσκολία στην μεταφορά του και στην ανέγερσή του.



Διαδικασία συναρμολόγησης α/γ

2.2.6 Ηλεκτρικός πίνακας

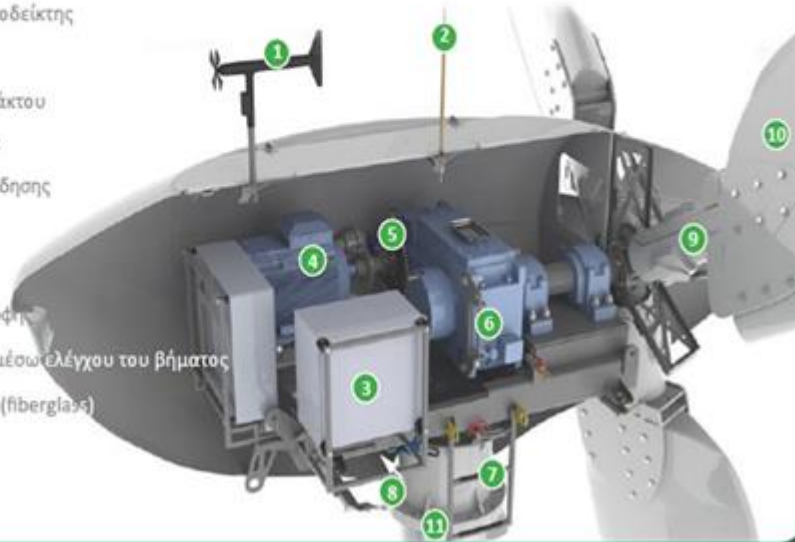
Ο ηλεκτρικός πίνακας της α/γ τοποθετείται συνήθως στην βάση του πύργου στήριξης .Περιλαμβάνει ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές διατάξεις για την παρακολούθηση και ασφαλή λειτουργία της γεννήτριας. Στις α/γ μεγάλης ισχύος το σύστημα λειτουργίας, ελέγχου και ζεύξης της γεννήτριας περιλαμβάνει μια σειρά από πίνακες τύπου πεδίου που τοποθετούνται συνήθως στο εσωτερικό του κάτω μέρους του πύργου στήριξης.

2.2.7 Σύστημα πέδησης άξονα δρομέα

Η πέδηση αυτή γίνεται συνήθως με δισκόφρενο τύπου ασφάλειας αστοχίας που ενεργεί αυτόματα στον άξονα. Το δισκόφρενο αυτό συνήθως τοποθετείται στον υψηλόστροφο άξονα της μηχανής(μετά το κιβώτιο ταχυτήτων) διότι έτσι η απαιτούμενη ροπή πέδησης είναι πολύ μικρή και συνεπώς το δισκόφρενο είναι μικρού κόστους. Συνήθως η πέδη αυτή είναι ηλεκτρομαγνητικού τύπου που ενεργοποιείται αυτόματα με την διακοπή του ρεύματος ,δηλαδή η πέδη παραμένει πάντα ανοιχτή με την βοήθεια των ηλεκτρομαγνητών και σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ενεργοποιείται από τα ελατήρια. Τοποθετώντας όμως την πέδη στον υψηλόστροφο άξονα υπερφορτίζουμε το κιβώτιο ταχυτήτων στην διάρκεια της πέδησης ενώ ταυτόχρονα η αντικατάσταση ,συντήρηση του κιβωτίου και η επισκευή του γίνεται προβληματική. Τοποθέτηση του δισκόφρενου στον χαμηλόστροφο άξονα απαιτεί ογκώδες δισκόφρενο και υψηλού κόστους. Το δισκόφρενο αυτό είναι υδραυλικού τύπου ασφαλείας αστοχίας. Στην περίπτωση χρήσης υδραυλικού δισκόφρενού αντιμετωπίζονται προβλήματα διαρροής λαδιού ,λειτουργίας αισθητηρίων μέτρησης στάθμης ,θερμοκρασίας λαδιού κ.τ.λ

Τα συστατικά μέρη από τα οποία αποτελείται η ανεμογεννήτρια

1. Ανεμόμετρο και Ανεμοδείκτης
2. Αλεξικέραυνο
3. Πίνακας ελέγχου ατράκτου
4. Ασύγχρονη γεννήτρια
5. Σύστημα ασφαλούς πέδησης
6. Κιβώτιο Ταχυτήτων
7. Σκάλα πρόσβασης
8. Αποσβεστήρας περιστροφής
9. Σύστημα ασφαλείας μέσω ελέγχου του βήματος
10. Φτερά υαλονημάτων (fiberglass)
11. Πυλώνας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

3.1 Εισαγωγή

Το βασικότερο κριτήριο για την σωστή επιλογή θέσης εγκατάστασης μιας α/γ είναι η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού. Δύο παράγοντες που διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην σωστή εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι τα χαρακτηριστικά της αιολικής μηχανής και η σωστή επιλογή της θέσης εγκατάστασης.

Η καταλληλότητα μιας περιοχής για εγκατάσταση α/γ προϋποθέτει:

- Υψηλές ταχύτητες ανέμου για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά την διάρκεια του έτους
- Εύκολη πρόσβαση στην περιοχή εγκατάστασης
- Μεγάλη έκταση διαθέσιμη για εγκατάστασή αιολικού πάρκου
- Δυνατότητα σύνδεσης με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο ενέργειας
- Αποφυγή περιορισμών στην λειτουργία των ανεμογεννητριών λόγω κακών καιρικών συνθηκών

Ειδικότερα η επιλογή της κατάλληλης θέσης για τις α/γ προϋποθέτει να γνωρίζουμε τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ταχύτητα ανέμου
- Διεύθυνση ανέμου
- Αναταράξεις της περιοχής λόγω ανέμου
- Στροβιλισμούς ανέμου
- Την μεταβολή με το ύψος της ταχύτητας του ανέμου

3.2 Χαρακτηριστικά του ανέμου

Η διεύθυνση και η ταχύτητα ή ένταση του ανέμου είναι τα δυο κύρια χαρακτηριστικά του, τα οποία πρέπει να καταγραφούν. Η διεύθυνση του ανέμου καθορίζεται σε σχέση με το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος, και σαν αποτέλεσμα της καταγραφής της διεύθυνσης του ανέμου προκύπτει το πολικό διάγραμμα.

Εκτός από την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου, είναι χρήσιμο να καταγραφεί η ύπαρξη ριπών ανέμου, η ύπαρξη στροβιλισμού κι αναταράξεων καθώς και το επίπεδο της τύρβης του ανέμου.

Για την περιγραφή της διανομής της ταχύτητας του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος χρησιμοποιούνται αρκετοί ημιεμπειρικοί αναλυτικοί νόμοι, οι οποίοι βασίζονται στο γεγονός της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος μέσα στα όρια του οριακού στρώματος. Βέβαια η διανομή της ταχύτητας του ανέμου επηρεάζεται από την τραχύτητα του εδάφους, την ύπαρξη επιφανειακών εμποδίων καθώς κι από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής.

Μετά την καταγραφή της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου, συνήθως σε ετήσια βάση, ακολουθεί επεξεργασία των ανεμολογικών στοιχείων με στόχο την κατασκευή του ιστογράμματος συχνότητας πιθανότητας ανέμου, της ετήσιας καμπύλης διάρκειας, του πολικού διαγράμματος και των καμπύλων των διαστημάτων νηνεμίας της περιοχής. Λιγότερο ακριβείς είναι οι ανεμολογικές μετρήσεις που βασίζονται στην κλίμακα Beaufort, λόγω της σχετικής ασάφειας που εμφανίζουν οι επιμέρους βαθμίδες της κλίμακας. Από το σύνολο των κινήσεων του ανέμου η σπουδαιότερη σε σχέση με τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του ανέμου.

3.3 Τύρβη και διάτμηση

Είναι προφανές πως οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι τυχαίες και δεν μπορούν να προβλεφθούν και να αναλυθούν με ασφαλή τρόπο. Για αυτό το λόγο κάνουμε χρήση στατιστικών τεχνικών για την περιγραφή των χαρακτηριστικών του ανέμου. Έτσι, από τον ορισμό της μέσης τιμής της ταχύτητας, προκύπτει η τύρβη που ορίζεται ως η διαταραχή της ταχύτητας με περίοδο μικρότερη από την περίοδο ολοκλήρωσης της μέσης τιμής. Συνήθως για να έχουμε ένα κοινό σημείο αναφοράς υπολογίζουμε την τύρβη δεκαλέπτου I10. Η διάτμηση μας δείχνει αν έχουμε πρόβλημα με μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου στη βάση της Α/Γ σε σχέση με την πλήμνη της Α/Γ. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξετάσουμε τη συγκεκριμένη παράμετρο όταν χωροθετούμε τις Α/Γ γιατί ένας λάθος υπολογισμός μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τα πτερύγια των ανεμογεννητριών.

3.3.1 Μέθοδος υπολογισμού της τύρβης

Ο υπολογισμός της τύρβης έγινε με βάση την γνωστή θεωρία περί ανάπτυξης τυρβώδους ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος. Κριτήριο για την επιλογή των σχέσεων για τους υπολογισμούς υπήρξε η μορφή κατανομής της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου. Η κατανομή της κλίσης αυτής στο χώρο, είναι ένδειξη της κατανομής της παραγωγής και της απόσβεσης της τύρβης. Μια λογαριθμική κατανομή μακριά από απόκρημνες πλαγιές αναμένεται να δώσει κατανομή τύρβης όπως αυτή των ομογενών πεδίων. Στην περίπτωση αυτή η σχέση που χρησιμοποιείται είναι η εξής:

$$I = \frac{1}{\ln(z/z_0)}$$

όπου το z_0 το μήκος τραχύτητας του εδάφους

3.3.2 Η διάτμηση

Ως διάτμηση ορίζεται η κλίση της καμπύλης της ταχύτητας του ανέμου σε συνάρτηση με το ύψος από το έδαφος. Όταν αυτή η κλίση πάρει μια ορισμένη αρνητική τιμή (εξαρτάται από τον κατασκευαστή της Α/Γ) τότε αυτό είναι επικίνδυνο για τα πτερύγια της Α/Γ καθώς υπάρχει πιθανότητα να χτυπήσουν στον πυλώνα και να καταστραφούν.

3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου

3.4.1 Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους

Είναι συνηθισμένο το φαινόμενο της μέτριας λειτουργίας μιας Α/Γ αν κι έχει εγκατασταθεί σε περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις αυτές η Α/Γ λειτουργεί σε έντονα μεταβαλλόμενο πεδίο ροής λόγω της υψηλής τύρβης της περιοχής. Η εμφάνιση υψηλής τύρβης εξαρτάται εκτός από τις γενικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, τόσο από την ύπαρξη μεμονωμένων κτιρίων ή άλλων εμποδίων όσο κι από την τραχύτητα του εδάφους της περιοχής.

3.4.2 Επίδραση επιφανειακών εμποδίων

Για τη σωστή αεροδυναμική συμπεριφορά μιας αιολικής μηχανής είναι σκόπιμο η πτερωτή της ανεμογεννήτριας να βρίσκεται εκτός του πεδίου επιρροής τυχόν επιφανειακών εμποδίων. Με τον τρόπο αυτό έχουμε μεγιστοποίηση της διαθέσιμης κινητικής ενέργεια του ανέμου, το πεδίο ροής είναι ελεύθερο στροβιλισμού και η τύρβη του ανέμου είναι η ελάχιστη δυνατή. Είναι συνεπώς σκόπιμο να εντοπίσουμε τις περιοχές επιρροής των κυριότερων επιφανειακών εμποδίων.

3.4.3 Επίδραση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής

Όπως αναφέρθηκε, οι αναλυτικές σχέσεις που περιγράφουν τη διανομή της ταχύτητας ισχύουν με μαθηματική ακρίβεια μόνο σε περιοχές που χαρακτηρίζονται ως «επίπεδες». Όμως η πλειοψηφία των περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό χαρακτηρίζονται από έντονο ανάγλυφο. Συνεπώς, επειδή η διαμόρφωση του πεδίου ταχύτητας επηρεάζεται μεν από την τραχύτητα του εδάφους και τα επιφανειακά εμπόδια, πλην όμως μεγαλύτερη επίδραση έχουν οι εδαφολογικές ιδιομορφίες στην περιοχή της πιθανής θέσης εγκατάστασης της αιολικής μηχανής, είναι σκόπιμο να δούμε ορισμένα προκαταρκτικά στοιχεία που αφορούν στην παρουσία λοφοσειρών και περασμάτων στην υπό διερεύνηση περιοχή. Για ακριβέστερες αναλύσεις απαιτείται η μελέτη του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής είτε υπό κλίμακα σε αεροδυναμική σήραγγα είτε με χρήση αριθμητικών μεθόδων πλήρους ανάλυσης του πεδίου ροής.

Η έννοια της λοφοσειράς λαμβάνεται κάθετη στην επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου. Το μέγιστο ύψος της λοφοσειράς δεν υπερβαίνει τα 600 m ενώ το πλάτος της είναι τουλάχιστον

δεκαπλάσιο του ύψους της. Η ανάλυσή μας βασίζεται στην υπόθεση ότι ο άνεμος περνάει επάνω από την λοφοσειρά και δεν την παρακάμπτει κινούμενος πλαγίως.

Βασιζόμενοι στους κλασικούς νόμους της αεροδυναμικής υποηχητικών ταχυτήτων (π.χ. εξίσωση Bernoulli) μπορούμε να πούμε ότι η κορυφή της λοφοσειράς είναι μια πολύ καλή θέση εγκατάστασης της Α/Γ, δεδομένης της συμπίεσης των γραμμών ροής, η οποία ισοδυναμεί με επιτάχυνση της αέριας δέσμης. Ένας πιθανός διπλασιασμός της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή κορυφής ισοδυναμεί με οκταπλασιασμό της διαθέσιμης ισχύος του ανέμου στην περιοχή. Συχνά είναι προτιμότερο να γίνει εγκατάσταση της Α/Γ λίγο πριν την κορυφή για να αποφευχθούν αφενός αρνητικές κλίσεις της ταχύτητας που συνοδεύουν τυχόν αποκόλληση της ροής, αφετέρου περιοχές υψηλής τύρβης.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερη επίδραση στην συνολική διανομή της ταχύτητας του ανέμου έχει η διαμόρφωση του εδάφους λόγω της παρουσίας εμποδίων, στενώσεων ή ανοιγμάτων που τροποποιούν σημαντικά τα αιολικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Παρόλο που υπάρχουν αρκετές αναλυτικές ημιεμπειρικές σχέσεις που προτείνουν διορθώσεις της ταχύτητας του ανέμου σε τέτοιες περιοχές, ακριβείς υπολογισμοί μπορούν να γίνουν μόνο με μαθηματική προσομοίωση και χρήση Η/Υ. Σαν γενικός κανόνας πρέπει να θεωρηθεί η αρχή ότι ο δρομέας μιας Α/Γ πρέπει να βρίσκεται έξω από την ζώνη επιρροής επιφανειακών εμποδίων ώστε να έχουμε μεγιστοποίηση της διαθέσιμης αιολικής ενέργειας κι ελαχιστοποίηση της αναπτυσσόμενης τύρβης.

3.5 Αιολικό δυναμικό

Ο υπολογισμός του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι μια διαδικασία επίπονη που στηρίζεται σε μαθηματικά μοντέλα τα οποία όμως έχουν ακριβή αποτελέσματα σε επίπεδα εδάφη. Επειδή όμως η πλειοψηφία των περιοχών που θεωρούνται κατάλληλες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων παρουσιάζουν έντονο ανάγλυφο, βασιζόμαστε στα μαθηματικά μοντέλα που υπάρχουν και μεριμνούμε οι μετρήσεις που κάνουμε για την περιοχή να είναι σε κοντινό μέρος σε σχέση με την περιοχή που μας ενδιαφέρει. Είναι κοινά αποδεκτό ότι σε μια περιοχή περίπου 10 km, γύρω από έναν ανεμογράφο, μπορούμε να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου.

3.6 Μετρήσεις και όργανα μετρήσεων

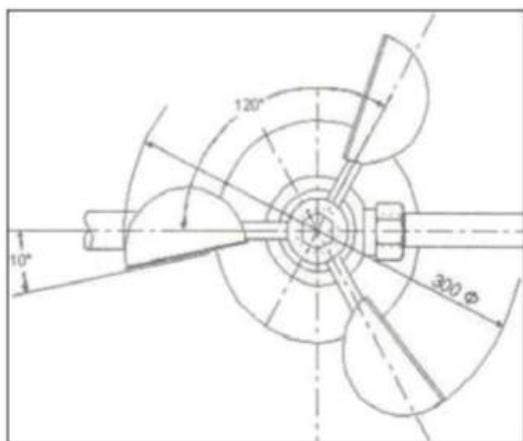
Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται από μετεωρολογικούς ιστούς. Οι οποίοι τοποθετούνται κοντά στην περιοχή ενδιαφέροντος και κατά προτίμηση στην υψηλότερη κορυφή, ώστε να μην έχουμε παρεμπόδιση των ανέμων. Οι ιστοί στήνονται σε ύψος τουλάχιστον 10 m από το έδαφος και μακριά από δέντρα κι άλλα εμπόδια εφόσον αυτό είναι εφικτό. Σε περιπτώσεις που θέλουμε ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα μας εγκαθιστούμε ακόμα ψηλότερους ιστούς (ως και 60 m) και τοποθετούνται τα όργανα μέτρησης σε διάφορα ύψη. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ακριβέστερη ένδειξη για την ταχύτητα στο ύψος του δρομέα της Α/Γ, που είναι συνήθως πάνω από τα 50 m. Οι μετρικές διατάξεις του ιστού μπαίνουν συνήθως σε ζευγάρια για να μην έχουμε απώλεια δεδομένων σε περίπτωση που ένα όργανο έχει καταστραφεί και δε λειτουργεί. Τα όργανα συνδέονται με ένα καταγραφικό από του οποίου τις ρυθμίσεις καθορίζουμε το διάστημα της δειγματοληψίας.

ANEMOMETRO

Για την μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται τα ανεμόμετρα ή ανεμογράφοι. Τα πιο απλά είναι τα ανεμόμετρα ταχύτητας, στα οποία η ένταση του ανέμου προκύπτει από την ταχύτητα περιστροφής που επιβάλλει ο άνεμος σε κάποια τμήματα του οργάνου. Τα ανεμόμετρα τέτοιου τύπου είναι αθροιστικά και μετρούν μέσες τιμές έντασης του ανέμου. Για την καταγραφή των στιγμιαίων τιμών της έντασης χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα ανεμόμετρα πίεσης στα οποία η ένταση του ανέμου προσδιορίζεται από την πίεση που ασκεί ο άνεμος σε τμήματα του οργάνου. Εκτός από αυτούς τους τρόπους μέτρησης υπάρχουν επίσης κι ανεμόμετρα θερμού στοιχείου καθώς και ανεμόμετρα τύπου laser. Για κλιματολογικούς και πρακτικούς λόγους έχει συμφωνηθεί ότι σε μια ομοιογενή περιοχή ο ανεμογράφος πρέπει να τοποθετείται σε ύψος 10 m από το έδαφος ώστε να επιτυγχάνεται μια αντιπροσωπευτική καταγραφή του αιολικού δυναμικού της περιοχής. Σε μια περιοχή με ανομοιόμορφη κατανομή όπου υπάρχουν εμπόδια με μέσο ύψος εμποδίων H , το όργανο πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος « $10+H$ » m από το έδαφος με H_{max} τα 12m. Στην περίπτωση ύπαρξης εμποδίων γύρω από το όργανο, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν, στην εύρεση της βέλτιστης θέσης του οργάνου, οι διαστάσεις των εμποδίων. Αντίστοιχες διορθώσεις πρέπει να ληφθούν σε περίπτωση υποχρεωτικής τοποθέτησης του ανεμογράφου σε ειδικές θέσεις όπως είναι η κορυφή ενός κτιρίου, δεδομένου ότι το ίδιο το κτίριο διαταράσσει την ροή του ανέμου.



Ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης



Σκαρίφημα ανεμομέτρου

ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗΣ

Η διεύθυνση του ανέμου μετράται συνήθως με τη βοήθεια των ανεμοδεικτών. Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από έναν κατακόρυφο άξονα στο πάνω άκρο του οποίου περιστρέφεται ένας οριζόντιος άξονας με ένα ή δύοελάσματα στο ένα άκρο του.

Όταν η πίεση που ασκεί ο άνεμος εξισορροπηθεί και από τις δύο πλευρές του ελάσματος του ανεμοδείκτη, αυτός έχει στραφεί έτσι ώστε ο δείκτης του ανεμοδείκτη, που

βρίσκεται και το αντίβαρο εξισορρόπησης του ελάσματος, να διευθύνεται προς τη μεριά από την οποία φυσά ο άνεμος. Ένας ακριβής ανεμοδείκτης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του με ελάχιστες τριβές

b. δεν παρουσιάζει τάσεις κλίσεως προς μια διεύθυνση, με την ακριβή αντιστάθμιση των ελασμάτων με τη χρήση αντίβαρου

c. εμφανίζει τη μέγιστη ροπή στρέψης για δεδομένη αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου σε σχέση με την αδράνεια του οργάνου.

d. παρουσιάζει γρήγορη απόκριση στις διαρκείς διακυμάνσεις της διεύθυνσης του ανέμου

e. παρουσιάζει επαρκή απόσβεση των τυχαίων ταλαντώσεων.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι επειδή η διεύθυνση του ανέμου μετριέται συναρτήσει του αληθούς βορρά, το όργανο πρέπει να προσανατολισθεί με τη βοήθεια της χαραγής που υπάρχει επάνω του.

3.7 Θεμελιώδεις έννοιες αιολικής ενέργειας

3.7.1 Ορισμοί ενέργειας και ισχύος

Η αιολική ενέργεια ορίζεται ως η κινητική ενέργεια Εκ των αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Έτσι, η κινητική ενέργεια μιας μάζας m(kg), που κινείται με ταχύτητα u (m/sec) θα είναι:

$$E_k = \frac{1}{2} m u^2 \quad .3.2$$

Η ισχύς του ανέμου είναι:

3.3

$$P = \frac{dE_k}{dt} = \frac{1}{2} \frac{dm}{dt} u^2 \Rightarrow P = \frac{1}{2} \rho A u^3$$

όπου :

ρ η πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3
 A η επιφάνεια ροής σε m^2

Με τη βοήθεια της εξίσωσης της ισχύος μπορεί να υπολογιστεί το φυσικά διαθέσιμο αιολικό δυναμικό μιας περιοχής που ορίζεται ως η κινητική ενέργεια των αερίων μαζών που κινούνται κάθε έτος πάνω από το έδαφος της περιοχής αυτής και φυσικά εξαρτάται από τις ιδιαίτερες ατμοσφαιρικές συνθήκες και την τοπογραφία της.

Αν στη ροή του ανέμου τοποθετήσουμε ένα ανεμοκινητήρα με επιφάνεια προσβολής A_T και συντελεστή αεροδυναμικής απόδοσης C_P , η ισχύς που δεσμεύεται από τον ανεμοκινητήρα δίνεται από τη σχέση:

$$P_{ΑΤ} = \frac{1}{2} \rho A_T C_P V^3 \quad 6.4$$

Αποδεικνύεται ότι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει ο συντελεστής ισχύος C_P είναι 16/27. Η μέγιστη αυτή τιμή καλείται όριο του Betz.

3.7.2 Μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος

Η ταχύτητα του ανέμου μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το ύψος. Σύμφωνα με νεότερες έρευνες έχει βρεθεί ότι για ύψη κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, η ταχύτητα του άνεμου μεταβάλλεται σύμφωνα με την εξίσωση :

$$u(h) = \left(\frac{U^*}{k}\right) \left[\ln\left(\frac{h}{z_0}\right) - \phi\left(\frac{h}{k}\right) \right]$$

6.5

Με την βοήθεια της οποίας για δύο ύψη h_1 και h_2 :

$$\frac{u(h_2)}{u(h_1)} = \frac{\ln\left(\frac{h_2}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{z_0}\right)}$$

6.6

Ο παραπάνω τύπος ισχύει για ύψη μέχρι 60 m από το έδαφος. Για τα ελληνικά νησιά ισχύει $z_0=0.3$ m.

Μια άλλη σχέση της ταχύτητας του ανέμου σχετικά με το ύψος είναι η:

$$\frac{u(h_2)}{u(h_1)} = \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^\alpha$$

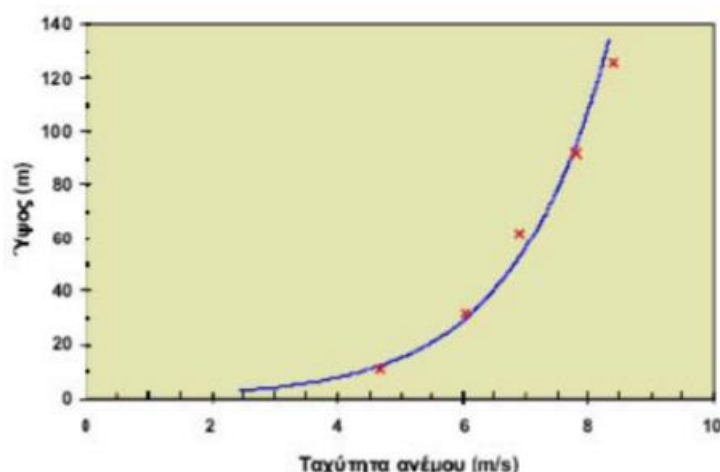
6.7

όπου :

$u(h_1)$: η ζητούμενη ταχύτητα του ανέμου σε ύψος h_1 $u(h_2)$: η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος αναφοράς h_2 . Συνήθως $h_2=10$ m

α : εκθέτης που εξαρτάται από τη φύση του εδάφους της τοποθεσίας μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου, συνήθως $\alpha=1/7$ ή $\alpha=1/4$.

Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζεται η μεταβολή της ταχύτητας καθ' ύψος με βάση την σχέση 6.7:



Πιθανή μορφή του οριακού στρώματος της ταχύτητας του ανέμου

Η ατμοσφαιρική μίξη συνήθως ακολουθεί ένα ημερήσιο κύκλο οδηγούμενο από την ηλιακή θέρμανση. Στο ύψος της πλήμνης μιας Α/Γ, ο κύκλος αυτός προκαλεί συχνά αύξηση της ταχύτητας του ανέμου την ημέρα και μείωσή της τη νύχτα. Εντούτοις, το

εύρος της μεταβολής μεταξύ νύχτας και ημέρας εν γένει μειώνεται, καθώς αυξάνει το ύψος της πλήμνης. Σε ύψος περίπου 10 μέτρων η ημερήσια μεταβολή μπορεί να είναι πολύ έντονη, αλλά καθώς αυτό αυξάνεται στα 50 μέτρα αυτή εξασθενεί ή μπορεί ακόμη και να εξαφανιστεί.

3.7.3. Επίδραση της πυκνότητας του αέρα

Η πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας και για κανονικές συνθήκες είναι $\rho_0 = 1.255 \text{ kg/m}^3$.

Η πυκνότητα του αέρα σε μεγαλύτερα ύψη μειώνεται και κατά συνέπεια μειώνεται και η διαθέσιμη ισχύς. Η επίδραση αυτή μπορεί να επιφέρει μείωση στην παραγωγή ισχύος των Α/Γ σε ψηλά βουνά κατά τουλάχιστον 40% έναντι της ισχύος, που θα μπορούσε να παραχθεί με τις ίδιες ταχύτητες ανέμου στο επίπεδο της θάλασσας. Η πυκνότητα του αέρα εξαρτάται αντίστροφα από τη θερμοκρασία, οπότε οι πιο χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν τις μεγαλύτερες πυκνότητες του αέρα και τη μεγαλύτερη παραγωγή αιολικής ισχύος. Ακόμα, η επίδραση της πυκνότητας του αέρα στην αναμενόμενη παραγωγή ενέργεια από μια Α/Γ μπορεί να είναι σημαντική ιδιαίτερα για Α/Γ με αεροδυναμικό έλεγχο (Stall). Με βάση το πρότυπο IEC 61400-12 προτείνονται οι εξής διορθώσεις:

Για Α/Γ με μεταβλητό βήμα πτερυγίων (pitch)
Διορθώνεται η ταχύτητα ανέμου με βάση τη σχέση 6.8:

$$V^M = V \left(\frac{P}{P_0} \right)^{1/3}$$

6.8

όπου :

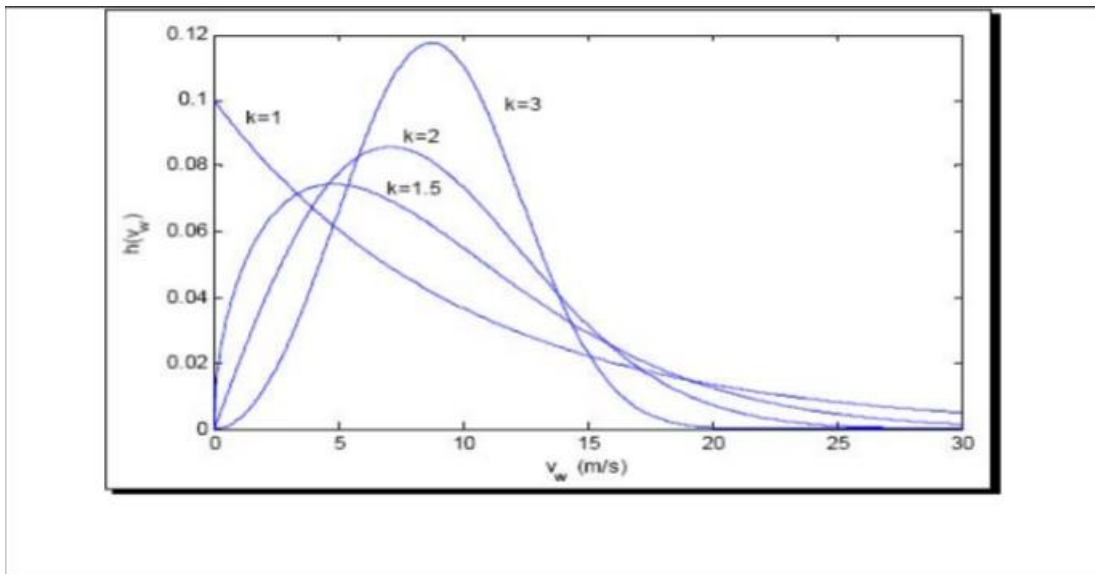
V^M η ζητούμενη ταχύτητα του ανέμου σε ύψος.
 P_0 πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας και για κανονικές συνθήκες
 P η μέση πυκνότητα αέρα στο ύψος της πλήμνης

3.7.4. Το ιστόγραμμα πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου

Η εμπειρική κατανομή πυκνότητας πιθανότητας που προτάθηκε από τον Weibull περιγράφει ικανοποιητικά το μέτρο της ταχύτητας του ανέμου στις περιοχές της εύκρατης ζώνης και για ύψος μέχρι 100 m από το έδαφος. Η κατανομή Weibull προσδιορίζει την πιθανότητα της ταχύτητας του ανέμου να βρίσκεται σε μια περιοχή συγκεκριμένης ταχύτητας βάση των δύο μόνο παραμέτρων C και k . Η αναλυτική έκφραση της κατανομής Weibull δίνεται από τη σχέση:

$$f(u) = \frac{k}{c} * \left(\frac{u}{c}\right)^{k-1} * \exp\left[-\left(\frac{u}{c}\right)^k\right]$$

Συνήθεις τιμές της παραμέτρου k είναι μεταξύ 1,5 και 2,5, ενώ πολύ συχνά λαμβάνεται $k=2$, δηλαδή χρησιμοποιείται η κατανομή Rayleigh. Στον ελλαδικό χώρο συνήθως λαμβάνονται τιμές μεταξύ 1,5 και 2,0



Μορφή της κατανομής Weibull για διαφορετικές τιμές της παραμέτρου μορφής k .
Παράμετρος κλίμακας $c = 10$ m/sec.

3.7.5 Συντελεστής απασχόλησης (capacity factor)

Με δεδομένη την ενεργειακή παραγωγή μιας ανεμογεννήτριας ή αιολικού πάρκου σε χρονικό διάστημα T , ο συντελεστής χρησιμοποίησης ή συντελεστής εκμετάλλευσης (capacity factor) ορίζεται ως το πηλίκο της ενέργειας E που παράγεται προς αυτή που θα μπορούσε να παράγει η μηχανή ή το πάρκο αν λειτουργούσε συνεχώς υπό ονομαστική ισχύ P_R

$$C.F. = \frac{E}{T \cdot P_R}$$

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς σχετίζεται άμεσα με τη βιωσιμότητα μιας ενεργειακής επένδυσης. Συνήθεις τιμές του είναι μεταξύ 0,25 και 0,35, χωρίς να αποκλείονται και υψηλότερες τιμές. Προφανώς είναι υψηλός σε θέσεις με μεγάλη μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου, αλλά η τιμή του εξαρτάται επίσης από τη μορφή της καμπύλης ισχύος της ανεμογεννήτριας και από τη διαθεσιμότητά της.

3.7.6 Υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp

Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του διεθνώς αναγνωρισμένου λογισμικού ανάπτυξης αιολικού άτλαντα Wasp του Εθνικού Εργαστηρίου της Δανίας (RISOE). Το λογισμικό WASP θα μας βοηθήσει να

εξάγουμε τα κύρια μεγέθη για την οικονομοτεχνική μελέτη. Επίσης με την βοήθεια του προγράμματος θα αναπτυχθεί ο αιολικός χάρτης της περιοχής. Η αξιοπιστία των υπολογισμών που θα εκτελεστούν από το πρόγραμμα εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- την αξιοπιστία των νομολογικών μετρήσεων, οι οποίες εξαρτώνται από τη θέση και την τεκμηρίωση του ανεμογράφου, τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κτλ.
- τη χρονική διάρκεια των μετρήσεων
- την απόσταση του σημείου των μετρήσεων από την περιοχή
- την σωστή τοποθέτηση του ανεμογράφου στον ψηφιακό χάρτη πριν την έναρξη των υπολογισμών
- τη σωστή εκτίμηση των χαρακτηριστικών του εδάφους, δηλαδή της τραχύτητας.
- τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής στην οποία γίνεται ο υπολογισμός, όσο πιο έντονη τόσο μεγαλύτερο ποσοστό σφάλματος υπάρχει.

3.7.8 Αιολικός άτλαντας

Αιολικός χάρτης (αιολικός άτλαντας) είναι ένας χάρτης όπου σημειώνεται το αιολικό δυναμικό. Είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια του μελετητή μηχανικού για μια αξιόπιστη και άρτια οικονομοτεχνική μελέτη αιολικού συστήματος. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να προσδιοριστεί η διαθέσιμη ενέργεια του ανέμου για μετατροπή σε άλλη μορφή ενέργειας, ζητούμενη για την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

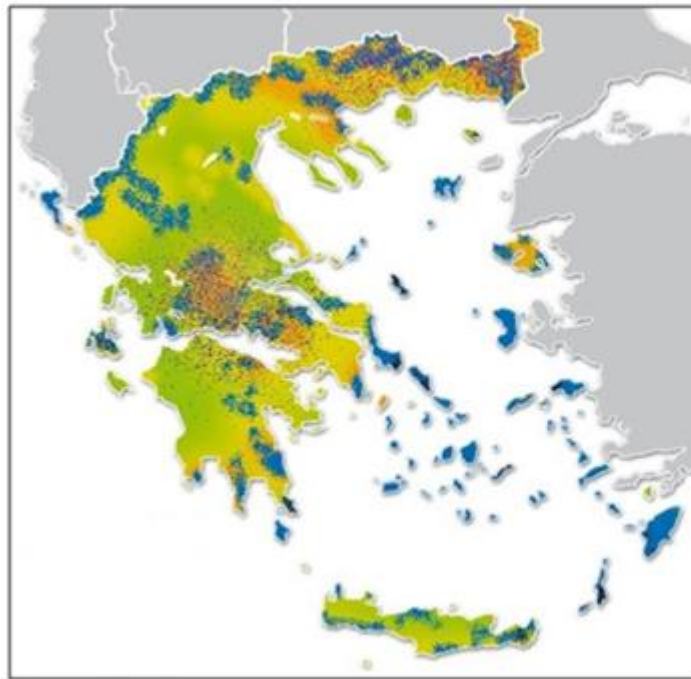
Ο αιολικός χάρτης δημιουργείται χρησιμοποιώντας ανεμολογικά δεδομένα. ανεμογράφων, οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα μέρη της υποψήφιας περιοχής.









Ο αιολικός χάρτης αποτελεί πολύτιμο εργαλείο με ποικίλες εφαρμογές και μπορεί να συνδυαστεί εύκολα με πληροφορίες ανάλογου χαρακτήρα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ουσιαστικά είναι μια προσομοίωση της πνοής του ανέμου εκφρασμένη σε μέσες ετήσιες στατιστικές παραμέτρους της στο χώρο μεταξύ του εδάφους και μιας επιφάνειας που απέχει από το έδαφος 250 περίπου μέτρα.

Οι παράμετροι που δίδονται από τον αιολικό χάρτη είναι:

- a. η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου
- b. η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας ανά διεύθυνση
- c. η κατανομή της πιθανότητας της μέσης δεκάλεπτης ταχύτητας ανά διεύθυνση
- d. το ροδόγραμμα του ανέμου.

Οι παραπάνω παράμετροι δίδονται σε κάθε σημείο ευθείας κάθετης στο επίπεδο της θάλασσας και σε σημεία ορθοκανονικού κάρναβου με βήμα ανάλογο της διακριτότητας που επιθυμείται.



Average annual wind speed (m/sec)	
	0-4
	4,001-5
	5,001-6
	6,001-7
	7,001-8
	8,001-9
	9,001-10
	>10

Source: CRES (Center for Renewable Energy Sources and Saving)

Αιολικός χάρτης της Ελλάδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

4.1 Εισαγωγή

Η Ελλάδα έχει το δεύτερο καλύτερο αιολικό δυναμικό στην Ευρώπη, μετά το Ηνωμένο Βασίλειο. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας ανέρχεται σε 44 TWh/ έτος (αναλογεί σε εγκατεστημένη ισχύ περί τα 22 GW) και υπερκαλύπτει τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα που είναι 41 TWh/έτος.

Η μορφολογία της Ελλάδας, βουνά, πεδιάδες, λόφοι, νησιά κάνουν αρκετά περίπλοκη την κατανομή των ανέμων ως προς την ταχύτητα και την διεύθυνση. Υπάρχουν περιοχές όπως το στενό Ρίου – Αντιρρίου που είναι γνωστές για τους πολύ ισχυρούς τους ανέμους, όμως αυτό δεν βοηθά πολύ την υπόθεση της αξιοποίησης, αφού αυτό συμβαίνει για σχετικά μικρό ποσοστό ημερών. Αντίθετα, η παράκτια και λοφώδης ζώνη της Αιγιάλειας, έχει μεγάλη συχνότητα επικράτησης σταθερών ΒΔ ανέμων, με καλύτερες προοπτικές αξιοποίησης ως προς το αιολικό δυναμικό.

Γίνεται λοιπόν εύκολα κατανοητό, ότι είναι επιτακτική η εγκατάσταση μιας ομάδας ανεμογεννητριών στην ίδια τοποθεσία με σκοπό την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Μια τέτοια εγκατάσταση ονομάζεται αιολικό πάρκο.

4.2 Είδη αιολικών πάρκων

Τα αιολικά πάρκα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: αυτά που είναι στην ξηρά ή αλλιώς χερσαία (onshore), αυτά που είναι κοντά στην ακτή (nearshore) και αυτά που είναι στη θάλασσα ή αλλιώς παράκτια (offshore).

4.2.1 Χερσαία αιολικά πάρκα

Ο όρος αναφέρεται σε πάρκα εγκατεστημένα σε χερσαίες περιοχές και απόσταση τριών, τουλάχιστον, χιλιομέτρων, προς το εσωτερικό, από την εγγύτερη ακτογραμμή. Κατασκευάζονται, κατά κανόνα, σε κορυφογραμμές μεγάλου υψομέτρου, λόγω των 54 ταχυτήτων ανέμων που επιτυγχάνονται εκεί. Χερσαία πάρκα, εντοπίζονται και σε πεδινές περιοχές, όπου έμφαση δίνεται στην αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού αιολικού δυναμικού.



Αιολικό πάρκο σε κορυφογραμμή

Όντας η ευρύτερα διαδεδομένη μορφή αιολικών πάρκων, λόγω της προγενέστερης ανάπτυξής τους, η τεχνολογία τους χαρακτηρίζεται αρκετά ώριμη και οικονομικά συμφέρουσα, χωρίς, ωστόσο, να εκλείπουν οι προβληματισμοί γύρω από την εγκατάστασή τους. Η κατασκευή πάρκων σε κορυφογραμμές οροσειρών αντιμετωπίζει το ζήτημα της μεταφοράς του εξοπλισμού στο σημείο τοποθέτησης, καθώς, πρόκειται για μηχανήματα μεγάλου όγκου που καλούνται να μεταφερθούν σε δύσβατες περιοχές, με ελλιπές οδικό δίκτυο. Το γεγονός αυτό προσαυξάνει το κόστος κατασκευής του πάρκου, ιδιαίτερα όταν απαιτείται διάνοιξη δρόμων. Επιπλέον, με αφορμή την περιβαλλοντική υποβάθμιση και την παρέμβαση στο φυσικό τοπίο, συχνά, προκαλούνται αντιδράσεις, παρότι, συνήθως, πρόκειται για θαμνώδεις περιοχές, περιορισμένου κάλους. Θετικό, πάντως, κρίνεται το γεγονός ότι οι περιοχές αυτές, σπάνια, προσφέρονται για άλλες χρήσεις, περιορίζοντας τις ενδεχόμενες συγκρούσεις.



Αιολικό πάρκο πεδινής περιοχής

Αναφορικά με την εκμετάλλευση πεδινών περιοχών, το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης είναι περιορισμένο, ενώ το σύνηθες πρόβλημα σχετίζεται με τη σύγκρουση χρήσεων γης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, πρόκειται για πυκνοκατοικημένες περιοχές, που προσφέρονται για την πραγματοποίηση ποικίλων δραστηριοτήτων(διαμονή, αγροτική εκμετάλλευση). Βέβαια, έχει αποδειχθεί ότι τα αιολικά πάρκα είναι δυνατόν να συνυπάρξουν με τέτοιες χρήσεις, χωρίς, ωστόσο, να εκλείπουν οι αντιδράσεις.

4.2.2 Παράκτια αιολικά πάρκα

Πρόκειται για αιολικά πάρκα εγκατεστημένα σε απόσταση από την ακτογραμμή μικρότερη των τριών χιλιομέτρων προς το εσωτερικό ή μικρότερη των δέκα χιλιομέτρων προς τη θάλασσα. Το πλεονέκτημά τους έγκειται στους ισχυρούς ανέμους, που δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα παράκτια πάρκα, που βρίσκονται εγκατεστημένα στην ξηρά, θεωρούνται εξίσου διαδεδομένα και ώριμα με τα χερσαία, καθώς χρησιμοποιούν όμοια τεχνολογία. Αντίθετα, τα παράκτια πάρκα εντός της θάλασσας, παρουσιάζουν δυσκολίες παρόμοιες με των υπεράκτιων ,αναφορικά με τη στήριξη των ανεμογεννητριών. Ωστόσο, τα βάρη κοντά στις ακτές παραμένουν, συνήθως, μικρά, περιορίζοντας το πρόβλημα.



Παράκτιο αιολικό πάρκο

Καθότι οι παράκτιες περιοχές συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος πληθυσμού και χρήσεων γης, παγκοσμίως, τα παράκτια πάρκα αντιμετωπίζουν προβλήματα. Η αξία της γης των παραθαλάσσιων περιοχών είναι υψηλή, επιβαρύνοντας την επένδυση. Επιπλέον, αντιδράσεις παρουσιάζονται, με αφορμή την υποβάθμιση του τουριστικού προϊόντος και την ασφάλεια των λουόμενων. Τέλος, οι εγκαταστάσεις εντός της θάλασσας, κατηγορούνται για παρεμπόδιση της αλιείας, υποβάθμιση της ποιότητας και ποσότητας του αλιευτικού προϊόντος και δυσκολίες στη ναυσιπλοΐα.

4.2.3 Υπεράκτια αιολικά πάρκα

Υπεράκτια πάρκα αποκαλούνται εκείνα που βρίσκονται τοποθετημένα εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή.

Αποτελούν την τελευταία εξέλιξη στον τομέα της χωροθέτησης της αιολικής ενέργειας, ενώ οι λεπτομέρειες της κατασκευής τους εξακολουθούν να μελετώνται.

Η μέχρι τώρα πρακτική εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν η δημιουργία αιολικών πάρκων (δηλαδή η εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών σε μία περιοχή) σε διάφορες περιοχές στη ξηρά. Με την νέα αυτή πρακτική των υπεράκτιων αιολικών πάρκων εγκαθίστανται ανεμογεννήτριες σε θαλάσσιες περιοχές αυξάνοντας έτσι κατά πολύ τις κατάλληλες περιοχές δημιουργίας αιολικών πάρκων. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται και η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας «φιλικής» προς το περιβάλλον από χώρες μικρές όπως η Ελλάδα όπου οι κατάλληλες περιοχές στη ξηρά για δημιουργία αιολικών πάρκων είναι περιορισμένες ενώ από την άλλη πλευρά διαθέτει ατελείωτες θαλάσσιες περιοχές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή στην ξηρά γεγονός που κάνει αποδοτικότερη τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας.

Το ότι το θαλάσσιο περιβάλλον δίνει περισσότερη ελευθερία στην εύρεση κατάλληλης περιοχής για εγκατάσταση αιολικού πάρκου δεν σημαίνει ότι η επιλογή της περιοχής γίνεται αυθαίρετα. Για να επιλεγεί κάποια περιοχή πρέπει να πληρεί κάποια βασικά κριτήρια τα οποία θέτονται από την εκάστοτε χώρα. Συνήθως τα κριτήρια αυτά έχουν να κάνουν με το βάθος (συνήθως έως 50 μέτρα, την απόσταση από την ακτή (συνήθως μέχρι 10 χιλ.), την οπτική όχληση από την ακτή, αν η περιοχή είναι προστατευόμενη, ικανοποιητική ταχύτητα ανέμου κ.ά.



Υπεράκτιο αιολικό πάρκο στο Βέλγιο

Στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα εγκατεστημένα υπεράκτια αιολικά πάρκα. Ωστόσο, πρόσφατα το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικών Αλλαγών επέλεξε 12 θαλάσσιες περιοχές ανά τη χώρα για εγκατάσταση ανεμογεννητριών με ορίζοντα το 2017. Αυτές οι περιοχές είναι σε Αγιο Ευστράτιο, Αλεξανδρούπολη, Κάρπαθο, Κέρκυρα, Θάσο, Κρυονέρι, Κύμη, Λήμνο, Λευκάδα, Πεταλιούς, Σαμοθράκη και Φανάρι Ροδόπης συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας 1,2 GW.



Υπεράκτιο αιολικό πάρκο στη Βόρεια Ουαλία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ, ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

5.1 Παράμετροι επιλογής θέσης εγκατάστασης

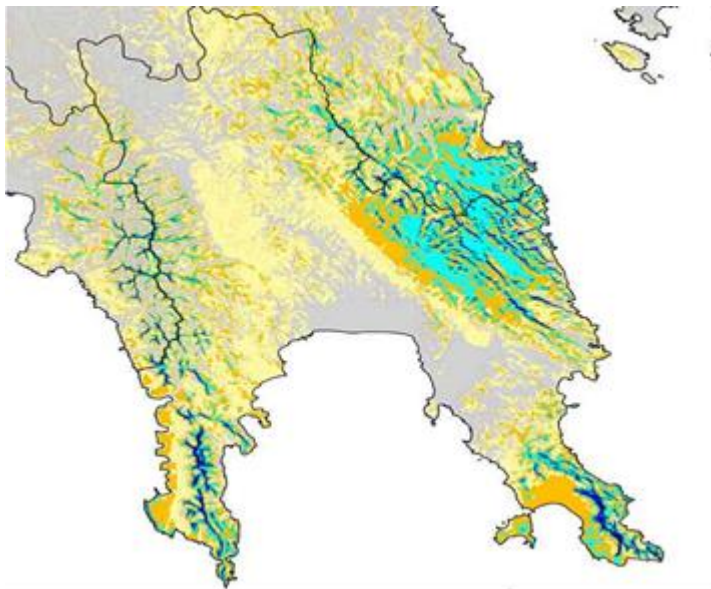
Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου είναι τα εξής:

- Διαθεσιμότητα καλού αιολικού δυναμικού.
- Συμμόρφωση σύμφωνα με το ειδικό χωροταξικό πλαίσιο για τις Α.Π.Ε.
- Εξασφάλιση κατάλληλου σε μέγεθος οικοπέδου για την εγκατάσταση του Α/Π και επίλυση θεμάτων ιδιοκτησίας γης.
- Δυνατότητα πρόσβασης στην περιοχή ή κατασκευή των απαιτούμενων έργων υποδομής.
- Η υπό μελέτη περιοχή να βρίσκεται κατά το δυνατόν πιο κοντά σε υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

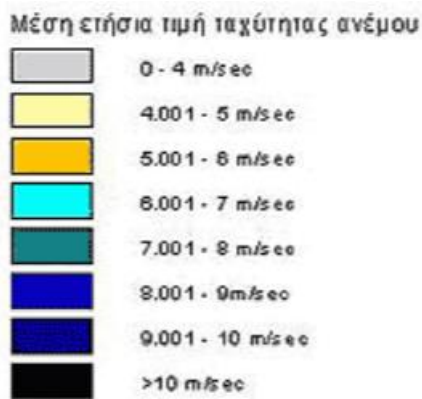
5.2 Εκτίμηση αιολικού δυναμικού

Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής έχει σαν στόχο τον προσδιορισμό της δυνατότητας και γενικά της ποιότητας του ανέμου προκειμένου η ενέργεια του να είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμη. Πριν από κάθε μελέτη εφαρμογής αιολικής εγκατάστασης σε ένα τόπο, είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί αν το φυσικά διαθέσιμο αιολικό δυναμικό του τόπου είναι ικανοποιητικό. Το φυσικά διαθέσιμο δυναμικό μιας τοποθεσίας χαρακτηρίζεται χονδρικά συνήθως από τη μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου (σε m/sec ή σε miles/h), αυτό όμως μπορεί να διαφέρει μέχρι και 20% από χρόνο σε χρόνο και για το λόγο αυτό, μια πλήρης εικόνα του ανέμου απαιτεί μετρήσεις τριών τουλάχιστον χρόνων. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δεδομένα ενός χρόνου σαν πρώτη εκτίμηση του αιολικού δυναμικού.

Αν τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και προκειμένου να μελετηθεί με ακρίβεια η πιθανή απόδοση μιας αιολικής μηχανής (όπως άλλωστε απαιτείται για την αδειοδότηση του αιολικού πάρκου), οι μετρήσεις επεκτείνονται και σε ύψος 40 m που είναι το συνηθισμένο ύψος του άξονα των μεγάλων μηχανών.



Αιολικός χάρτης νομού Λακωνίας



5.3.1 τοποθεσία εγκατάστασης αιολικού πάρκου

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (Ν.3468/2006, ΦΕΚ.Α'129, αρθ.7,8 – Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας), για μία γραμμική ανάπτυξη Α/Γ, εκτός ορίων οικισμών και εκτός ζώνης οικιστικού ελέγχου, η απόσταση του πλησιέστερου κινητού σημείου της Α/Γ από τα όρια του οικοπέδου πρέπει να απέχει μισή ακτίνα, δηλαδή απόσταση του κέντρου της Α/Γ από τα όρια 1,5 ακτίνα.

Σύμφωνα με το ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού για τις Α.Π.Ε. η ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των Α/Γ με ανάπτυγμα κάθετα στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου είναι 2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της Α/Γ ($A = 2.5d$).

Σύμφωνα με το εν λόγω πλαίσιο, η παράμετρος που καθορίζει το μέγεθος του απαιτούμενου οικοπέδου, είναι η διάμετρος του ρότορα της Α/Γ που θα επιλέξουμε για την εγκατάσταση και το πλήθος των Α/Γ που επιθυμούμε.

5.3.2 Επιλογή οικοπέδου

Η επιλογή της περιοχής μελέτης βρίσκεται στο Λεοντάκη Λακωνίας η οποία τηρεί τα κριτήρια επιλογής περιοχής που αναφέρθηκαν προηγουμένως και έχει μέση ταχύτητα ανέμου στην θέση εγκατάστασης του ιστού 7,5 m/s.



Χάρτης της περιοχής που μας ενδιαφέρει

Με βάση τον παραπάνω χάρτη θα γίνει και προεκτίμηση της ευκολίας πρόσβασης στην περιοχή, των απαιτούμενων έργων υποδομής καθώς και της διαδρομής που θα ακολουθηθεί κατά τη μεταφορά του εξοπλισμού από το σημείο άφιξης αυτού στην Λακωνία έως την εν λόγω θέση.

5.4 Κριτήρια επιλογής ανεμογεννήτριας

Για την επιλογή του τύπου και μοντέλου ανεμογεννητριών που θα επιλέξουμε για την εγκατάστασή τους στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Η καμπύλη ισχύος της εκάστοτε ανεμογεννήτριας.
- Οι διαστάσεις της Α/Γ σε συνάρτηση με το διαθέσιμο οικόπεδο εγκατάστασης και την επιθυμητή ονομαστική ισχύ του αιολικού πάρκου.
- Περιορισμοί χωροταξικής φύσεως.

- Κατασκευαστικά θέματα (π.χ. μεταφορά ανεμογεννητριών).
- Η οικονομική προσφορά αγοράς και συντήρησης των ανεμογεννητριών από τον προμηθευτή.

5.5 Επιλογή ανεμογεννήτριας



Προτείνεται για το αιολικό πάρκο ισχύος 100 kw η τοποθέτηση δύο ανεμογεννητριών των 50 kw. Η γεννήτρια της επιλογής μας είναι η AW 50 KW της Argosy Wind Power Ltd. Η ανεμογεννήτρια AW 50KW της Argosy Wind Power Ltd. διαθέτει πρωτοποριακό σχεδιασμό που συνήθως συναντάται μόνο σε μεγάλου μεγέθους (mega-watt) ανεμογεννήτριες. Η προηγμένη τεχνολογία της Argosy Wind Power δεν αυξάνει μόνο ριζικά την απόδοση και αξιοπιστία της ανεμογεννήτριας, αλλά επίσης μειώνει δραστικά τα προβλήματα συντήρησης και επισκευών.

Η Argosy Wind AW 50KW είναι το πιο δημοφιλές μοντέλο. Είναι αρκετά μεγάλη ώστε να παρέχει την αναγκαία ισχύ αλλά και αρκετά μικρή για να καλύπτει όλα τα είδη των γεωργικών, βιομηχανικών, εμπορικών και οικιστικών εφαρμογών.

Η βασική φιλοσοφία σχεδιασμού της AW 50kW βασίστηκε στη δημιουργία μιας ανεμογεννήτριας η οποία θα αποτελείται από όσο το δυνατόν λιγότερα κινητά μέρη. Αποτέλεσμα των προσπαθειών αυτών της Argosy Wind Power Ltd. ήταν ο σχεδιασμός και η κατασκευή μιας ανεμογεννήτριας άμεσης κίνησης (Direct Drive) με σύστημα μόνιμου μαγνήτη (Permanent Magnet) μεταβλητής συχνότητας (Variable Frequency Drive) που σε συνδυασμό με τα λοιπά χαρακτηριστικά σχεδιασμού της επιτυγχάνει θεαματική αύξηση στους τομείς της απόδοσης, της αξιοπιστίας και της ασφάλειας.



Τεχνολογία

Η AW 50kW είναι μία ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 50kW, μόνιμου μαγνήτη / άμεσης κίνησης, που προσφέρει καθαρή, αθόρυβη, αξιόπιστη και αποδοτική ενέργεια με την ελάχιστη δυνατή συντήρηση και επισκευές. Η τεχνολογία ενσωματώνει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά.

- Κίνηση Άμεσης Μετάδοσης (Direct Drive): Το σύστημα κίνησης άμεσης μετάδοσης που είναι εξοπλισμένη η AW50KW έχει σαν αποτέλεσμα η ισχύς να μην χάνεται στις τριβές που προκαλούνται κατά κανόνα από την χρήση μάντα, τροχαλίας ή κιβώτιου ταχυτήτων. Τα χαμηλά επίπεδα θορύβου και η μεγαλύτερη ροπή αποτελούν μερικά από προτερήματα της απλής σχεδίασης της AW 50KW που διαθέτει λιγότερα κινούμενα μέρη.
- Γεννήτρια Μόνιμου Μαγνήτη (Permanent Magnet Generator): Ακρογωνιαίος λίθος του σχεδιασμού των ανεμογεννητριών της Argosy Wind Power Ltd. αποτελεί η χρήση γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη. Η τεχνολογία των γεννητριών μόνιμου μαγνήτη επιτρέπει την παραγωγή περισσότερης ενέργειας σε χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου αλλά και εξαλείφει την ανάγκη για χρήση κιβώτιου ταχυτήτων, ελαχιστοποιώντας έτσι δραστικά τις απαιτήσεις σε συντήρηση και επισκευές.

- Μεταβλητή συχνότητα μετάδοσης (Variable Frequency Drive): Η χρήση μεταβλητής συχνότητας της μετάδοσης, επιτυγχάνει μεγαλύτερη απόδοση, αλλά και επιτρέπει την έναρξη ελέγχου εκκίνησης ροπής έτσι ώστε οι ανεμογεννήτρια να μπορεί να παράγει ενέργεια ακόμα και σε πολύ χαμηλές ταχύτητες ανέμου.
- Ενεργό σύστημα διεύθυνσης (Active Yaw System): Το ενεργό σύστημα διεύθυνσης της AW 50KW παρακολουθεί συνεχώς τις επικρατούσες συνθήκες ανέμου μέσω αισθητήρα υπέρηχου προηγμένης τεχνολογίας και υπολογίζει τον βέλτιστο προσανατολισμό της Α/Γ. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο να καταγράφει τις συνθήκες ανέμου σε πραγματικό χρόνο και στη συνέχεια να ρυθμίζει αυτόματα την κατεύθυνση της ανεμογεννήτριας έτσι ώστε ο δρομέας να έχει τον προσανατολισμό που απαιτείται για την βελτιστοποίηση της παραγωγής.
- Απομακρυσμένη Παρακολούθηση: Για την διασφάλιση της ορθής λειτουργίας της ανεμογεννήτριας κάθε μηχανή είναι εξοπλισμένη με σύστημα απομακρυσμένης καταγραφής και παρακολούθησης που είναι σε διαρκή λειτουργία 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα μέσω σύνδεσης ασύρματου ή ενσύρματου δικτύου. Η λειτουργία απομακρυσμένης παρακολούθησης προσφέρει στον πελάτη και στους τεχνικούς συντήρησης λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την παραγόμενη ενέργεια καθώς και την κατάσταση της ανεμογεννήτριας ανά πάσα στιγμή. Επιπλέον παρέχει την δυνατότητα εντοπισμού ενδείξεων δυσλειτουργίας πριν αυτές εξελιχθούν σε προβλήματα. Επίσης η λειτουργία αυτή μέσω των διαθέσιμων καταγραφών της επιτυγχάνει την αποτελεσματικότερη επίλυση των προβλημάτων σε περίπτωση που αυτά συμβούν και συμβάλει καθοριστικά στην μέγιστη δυνατή διαθεσιμότητα της μηχανής.



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η AW50KW διαθέτει πρωτοποριακό σχεδιασμό και ενσωματώνει τις πλέον σύγχρονες τάσεις αισθητικής. Η AW50KW είναι το πιο δημοφιλές μοντέλο λόγω της ευελιξίας και της των ευκολιών που για την μεταφορά της που παρέχει, πράγμα που την καθιστά ιδανική για τις

περισσότερες εφαρμογές. Η ανεμογεννήτρια AW50KW είναι αρκετά μεγάλη ώστε να παρέχει την αναγκαία ισχύ αλλά και αρκετά μικρή για να καλύπτει τις ανάγκες στις περισσότερες εφαρμογές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σχεδιασμός της Argosy Wind Power – AW 50KW ενσωματώνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Τύπος Α/Γ : Οριζόντιος άξονας σε ανάντι διάταξη δρομέα (Upwind). Κατηγορία Σχεδιασμού : IEC SWT CLASS II

Πρότυπο σχεδιασμού : IEC 61400-2 (50kW)

Σύστημα μετάδοσης κίνησης : Μόνιμη Μαγνητική Γεννήτρια με Κίνηση Άμεσης μετάδοσης

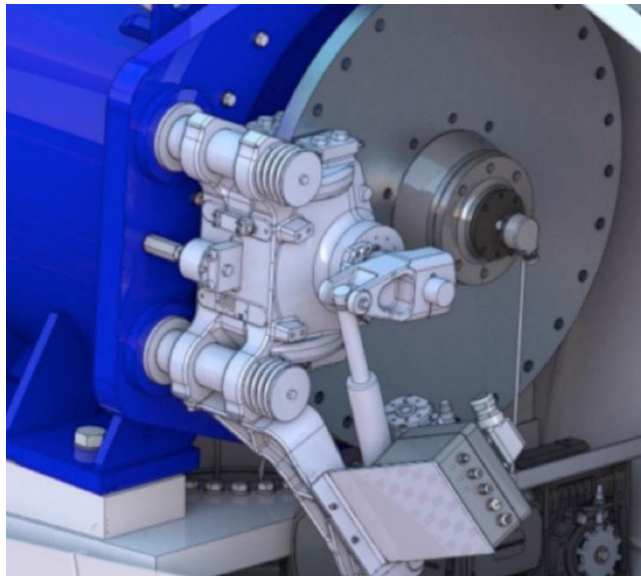
Αντιστροφέας : Μεταβλητή συχνότητα μετάδοσης (VFD)

Μετατροπέας : AC/DC – Διαμορφωμένος με IGBT μετατροπέα συχνότητας

Σύστημα Ελέγχου (Controller): Σύστημα προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή PLC με HMI.

Σύστημα διεύθυνσης : Ενεργό σύστημα διεύθυνσης με αισθητήρα ανέμου τύπου Ultra Sonic

Ασφάλεια



Κατά τον σχεδιασμό μέγιστη προτεραιότητα δόθηκε στην ασφάλεια, λόγος για τον οποίο έχουν αναπτυχθεί εφεδρικά συστήματα σε πολλαπλά επίπεδα.

Σύστημα διακοπής λειτουργίας πέντε σημείων: Κάθε ανεμογεννήτρια εμπεριέχει στον βασικό της εξοπλισμό σύστημα διακοπής λειτουργίας πέντε σημείων. Με τον τρόπο αυτό

επιτυγχάνεται η ασφαλής διακοπή της λειτουργίας όταν το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας ανιχνεύσει κάποια ακραία καταγραφή ανέμου η κάποιο σφάλμα στο δίκτυο.

Το σύστημα ασφάλειας αποτελείται από τα ακόλουθα υποσυστήματα:

1. Έλεγχος PID rpm μέσω ροπής (πρωτεύον σύστημα πέδησης)
2. Δυναμικής αντίστασης (Dynamic Resistive)
3. Σιαγώνες Δίσκου (Caliper Disc)
4. Ενεργό σύστημα διεύθυνσης
5. Ρυθμιζόμενα πτερύγια (Stahl)



Απόδοση

Από το σχεδιαστήριο έως την γραμμή συναρμολόγησης όλες οι ανεμογεννήτριες μας έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με σκοπό την δημιουργία καθαρής και αποδοτικής ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχει στον επενδυτή την δυνατότητα μεγιστοποίησης των κερδών του.

Η Argosy Wind Power για τον λόγο αυτό σχεδίασε και κατασκεύασε διαφορετικά προϊόντα με σκοπό να καλύψει τις ανάγκες ακόμα και σε περιοχές με μέτριο ή και χαμηλό αιολικό δυναμικό.

Το χαμηλό κόστος συντήρησης, η έναρξη λειτουργίας της Α/Γ σε πολύ χαμηλές ταχύτητες ανέμου καθώς και η μεγάλη διάμετρος του δρομέα στην έκδοση AW 50 L (19.1m) διασφαλίζουν την παραγωγή περισσότερης ενέργειας ακόμα και σε περιοχές με χαμηλό αιολικό δυναμικό.

Ο υπολογισμός της απόδοσης μιας επένδυσης στην αιολική ενέργεια αποτελεί μια σχετικά απλή διαδικασία υπολογισμών. Εντούτοις οι υπολογισμοί αυτοί βασίζονται σε κρίσιμες υποθέσεις αναφορικά με την θέση εγκατάστασης και τον τύπο της ανεμογεννήτριας που θα εγκατασταθεί. Για παράδειγμα απαιτούνται ενδεικτικά πληροφορίες σχετικές με τα ακόλουθα:

- Συνολικό κόστος εγκατεστημένης Α/Γ.
- Ετήσια Χαρακτηριστικά Ανέμου στην θέση εγκατάστασης. (π.χ. μέση ταχύτητα)
- Κόστος απόκτησης συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Κόστος χρηματοδότησης της επένδυσης.
- Κίνητρα της εκάστοτε κυβέρνησης, όπως επιχορηγήσεις, φορολογικές ελαφρύνσεις κλπ.

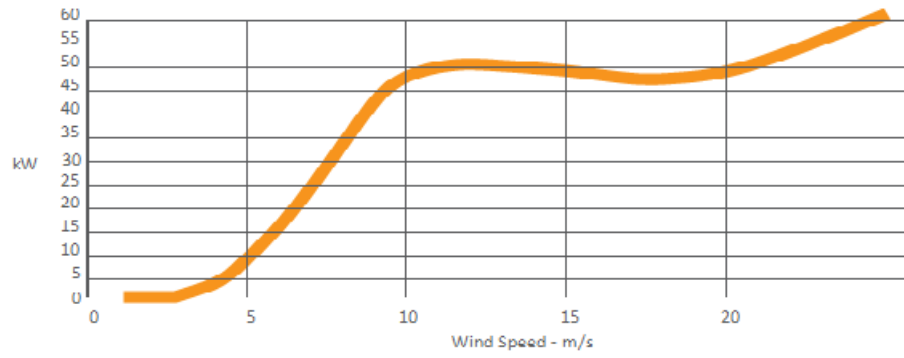
Εγγύηση

Η εγγύηση περιλαμβάνει την πλήρη κάλυψη του προϊόντος διάρκειας πέντε ετών, συμπεριλαμβανομένων όλων των εξαρτημάτων και ανταλλακτικών. Η πενταετής εγγύηση που προσφέρεται στις ανεμογεννήτριες Argosy Wind Power δεν περιλαμβάνει ψιλά γράμματα. Εάν το προϊόν είναι ελαττωματικό, επισκευάζεται η αντικαθίσταται άμεσα . Η πενταετής εγγύηση διατίθεται υποχρεωτικά με κάθε ανεμογεννήτρια.



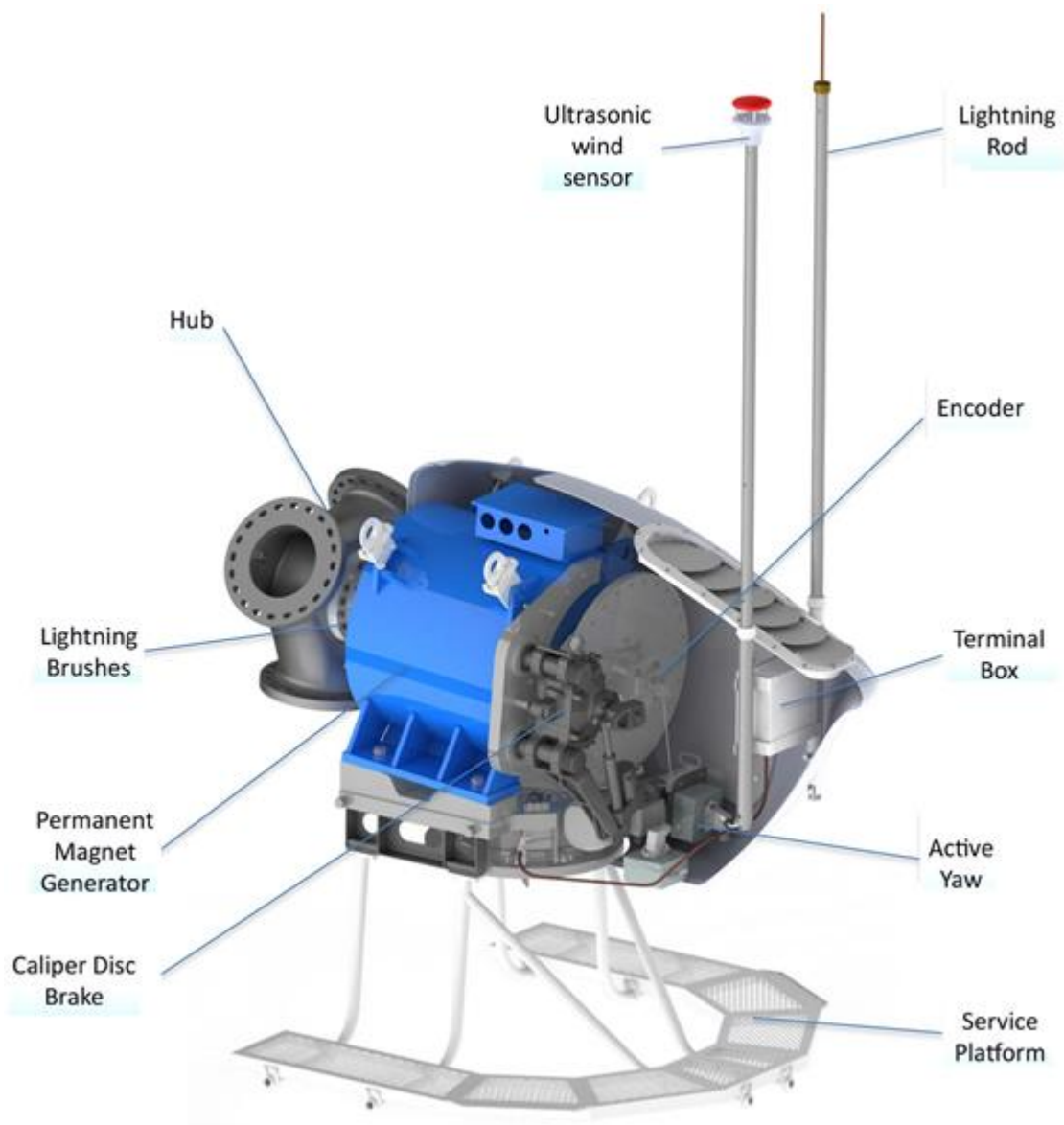
Καμπύλη ισχύος AW 50kW (Power Curve)

Πυκνότητα Ανέμου : 1.225 Kg/m³



AEP-AW50

m/s	km/h	mph	AW50
Estimated Annual Power Outputs (wind Velocity Vs kWh/year)			
1	3.6	2.2	0
1.5	5.4	3.4	0
2	7.2	4.5	0
2.5	9.0	5.6	9375
3	10.8	6.7	20171
3.5	12.6	7.8	35316
4	14.4	8.9	54372
4.5	16.2	10.1	76372
5	18.0	11.2	100076
5.5	19.8	12.3	124297
6	21.6	13.4	148085
6.5	23.4	14.5	170785
7	25.2	15.7	191998
7.5	27.0	16.8	211515
8	28.8	17.9	229243
8.5	30.6	19.0	245155
9	32.4	20.1	259251
9.5	34.2	21.3	271548
10	36.0	22.4	282074
10.5	37.8	23.5	290871
11	39.6	24.6	297999
11.5	41.4	25.7	303533
12	43.2	26.8	307566



Περιγραφή	Προδιαγραφή
Τύπος	Οριζόντιου Άξονα, σε ανάντη διάταξη δρομέα
Ονομαστική Ισχύς	50 kW
Κατηγορία Σχεδιασμού	IECSWT Class II
Προδιαγραφές Σχεδιασμού	IEC 61400-2
Ταχύτητα Εκκίνησης	2.7 m/s (6.0 mph)
Ταχ. Ονομαστικής Ισχύος	11.0 m/s (24.60 mph)
Ταχύτητα Διακοπής Λειτουργίας	25 m/s (55.9 mph)
Κατηγορία Σχεδιασμού	
IEC Class II	
Πυκνότητα Ανέμου	1.225 Kg/m ³
Μέση Ετήσια Τιμή Ανέμου κάτω από	8.5 m/s (19 mph)
Μέγιστη Στιγμαία Ριπή 50ετών κάτω από	59.5 m/s (133 mph)
Pitch Σύστημα	
Τύπος	Σταθερό
Πλήμνη	

Τύπος	
Γεννήτρια	
Τύπος	Μόνιμου Μαγνήτη
Ισχύς	50 kW, 3 Phase
Τάση	460 VAC
Σύστημα Ψύξης	Αερόψυκτο
Μετασχηματιστής Τάσης	
Τύπος	AC/DC Pulse width modulated IGBT frequency converter
Ισχύς	230VAC-(1) ή 480 VAC-(3)
Συχνότητα	60Hz ή 50Hz
Φάσεις	1 ή 3
Περιβαλλοντικοί Περιορισμοί	
Ταχύτητα Ανέμου Επιβίωσης	59 m/s (132 mph)
Αντιστροφείας Τάσης	
Τύπος	AC/DC – Μεταβλητή
Αντικεραυνική Προστασία	
Βασική	Επαγωγοί Ηλεκτρικών Υπερτάσεων / Γεννήτριας Αλεξικέραυνο Προστασία Πτερυγίων
Δρομέας	
Μήκος Πτερυγίων	7.85 m (25.8 ft)
Διάμετρος	16.5 m (54.1 ft)

Περιγραφή	Προδιαγραφή
Δρομέας	
Υλικό Κατασκευής	Υαλόνημα / Ρητίνη
Λειτουργία	68 rpm
Σύστημα Μετάδοσης	
Τύπος	Σύστημα Άμεσης Μετάδοσης
Σύστημα Ελέγχου Ταχύτητας	
Τύπος	Έλεγχος ροπής
Σύστημα Πέδησης	
Ελέγχου Ταχύτητας	Αναγεννητικής δράσης
Απώλειας Τάσης Δικτύου/DC διαύλου υπέρτασης	Δυναμικής Αντίστασης
Απενεργοποίηση Εκτάκτου Ανάγκης – Λειτουργία Στάθμευσης	Σιαγώνες Δίσκου
Σύστημα Προσανεμισμού	
Τύπος	Ενεργού Λειτουργίας

Τύπος Οδηγού	AC
Φρένο Κινητήρα	Ηλεκτρικό
Σύστημα Ελέγχου	
Επεξεργαστής	PLC
Σύστημα Διεπαφής Χρήστη	HMI
Εξωτερική Επικοινωνία	Ethernet
Σύστημα Παρακολούθησης	Διαδικτυακό
Εσωτερική Επικοινωνία	CANBus
Συνθήκες Θερμοκρασίας	
Τυπική Λειτουργία	-10- +40C°
Ακραία Λειτουργία	-20- +50C°
Βάρος	
Ατρακτος (Nacelle)	5.616kg
Πυλώνες	
Τύπος	Μονού Πυλώνα
Ύψος Ρότορα	21.3m, 30m, 36.6m
Θόρυβος	
Επίπεδα Θορύβου	50-55 db στα 30m



5.6 Χωροθέτηση ανεμογεννητριών αιολικού πάρκου

Γενικά, για την αποδοτική χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου θα πρέπει η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών να είναι τουλάχιστον ίση με τρεις φορές τη διάμετρο της πτερωτής, οι ανεμογεννήτριες στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο θα πρέπει να έχουν απόσταση τουλάχιστον ίση με 50 m (υπενθυμίζεται ότι η διάμετρος του επιλεγμένου μοντέλου ανεμογεννήτριας είναι 16.5 m).

Το πρώτο βήμα για τη σωστή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου είναι η εύρεση με τη βοήθεια του ροδογράμματος της επικρατούσας διεύθυνσης του ανέμου, καθώς επίσης της διάρκειας πνοής του ανέμου από κάθε κατεύθυνση. Η θέση εγκατάστασης αιολικών μηχανών, η διάταξη μεταξύ τους και σε σχέση με την επικρατούσα διεύθυνση ανέμου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα μελέτης.

5.7 Ενεργειακή μελέτη αιολικού πάρκου

Όπως είναι λογικό, η ισχύς που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη, αφού εξαρτάται από την ένταση του ανέμου που πνέει ανά πάσα στιγμή. Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Την κατανομή της ταχύτητας του ανέμου στην θέση όπου βρίσκεται η Α/Γ/ Η κατανομή αυτή θεωρείται ότι περιγράφεται από την θεωρητική κατανομή Weibull με αρκετή αξιοπιστία, μέσω των παραμέτρων κλίμακας C και μορφής k .
- Την καμπύλη παραγωγής της Α/Γ, η οποία εκφράζει την αναμενόμενη παραγόμενη ισχύ της Α/Γ για κάθε ταχύτητα του ανέμου στο ύψος της πλήμνης και για δεδομένες συνθήκες περιβάλλοντος.
- Την διαθεσιμότητα του αιολικού πάρκου A που καθορίζεται από το πρόγραμμα συντήρησης κι από τον εμφανιζόμενο ρυθμό μη προγραμματισμένων διακοπών της Α/Γ.

Ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ενέργειας από τις Α/Γ και κατ' επέκταση όλου του αιολικού πάρκου είναι το φαινόμενο της σκίασης.

Όπως είναι λογικό η συνολική απώλεια ενέργειας που εμφανίζει ένα Α/Π, κι είναι της τάξεως του 10-15%, είναι το άθροισμα των επιμέρους απωλειών που εμφανίζει κάθε Α/Γ για όλες τις κατευθύνσεις του ανέμου, και με δεδομένη την χωροθέτηση των Α/Γ. Επιπλέον, απώλειες για ένα αιολικό πάρκο θεωρούνται και οι απώλειες της ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτουν από τις εσωτερικές συνδέσεις των Α/Γ αλλά και της σύνδεσης του Α/Π με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Έτσι λοιπόν, η χωροθέτηση των Α/Γ σε ένα Α/Π θα πρέπει να γίνεται έχοντας όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες καθώς και την πλήρωση των περιορισμών οπτικής και ηχητικής όχλησης. Για τον υπολογισμό της αναμενόμενης ετήσιας παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούνται διάφορα στοιχεία που προκύπτουν από τις ανεμολογικές μετρήσεις καθώς κι από τα χαρακτηριστικά των Α/Γ που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Δηλαδή:

- Το επιλυμένο πεδίο ροής του ανέμου στην περιοχή
- Τα λοιπά στοιχεία για τον άνεμο στην περιοχή
- Την καμπύλη παραγωγής της Α/Γ
- Την μέση ετήσια θερμοκρασία στο επίπεδο της θάλασσας, καθώς και

το μέσο υψόμετρο του χώρου ανάπτυξης του Α/Π

- Την καμπύλη του συντελεστή ώσης της Α/Γ
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της Α/Γ.

Ο υπολογισμός της ενέργειας για κάθε Α/Γ λαμβάνει υπ' όψιν, με χρήση κατάλληλων αλγορίθμων, τα εξής:

- Την επίδραση της τοπογραφίας και της εδαφοκάλυψης στο πεδίο ταχυτήτων του ανέμου.

- Την σκίαση που προκαλείται σε κάθε Α/Γ από τις υπόλοιπες, για τον συγκεκριμένο χώρο.
- Την πυκνότητα του αέρα.

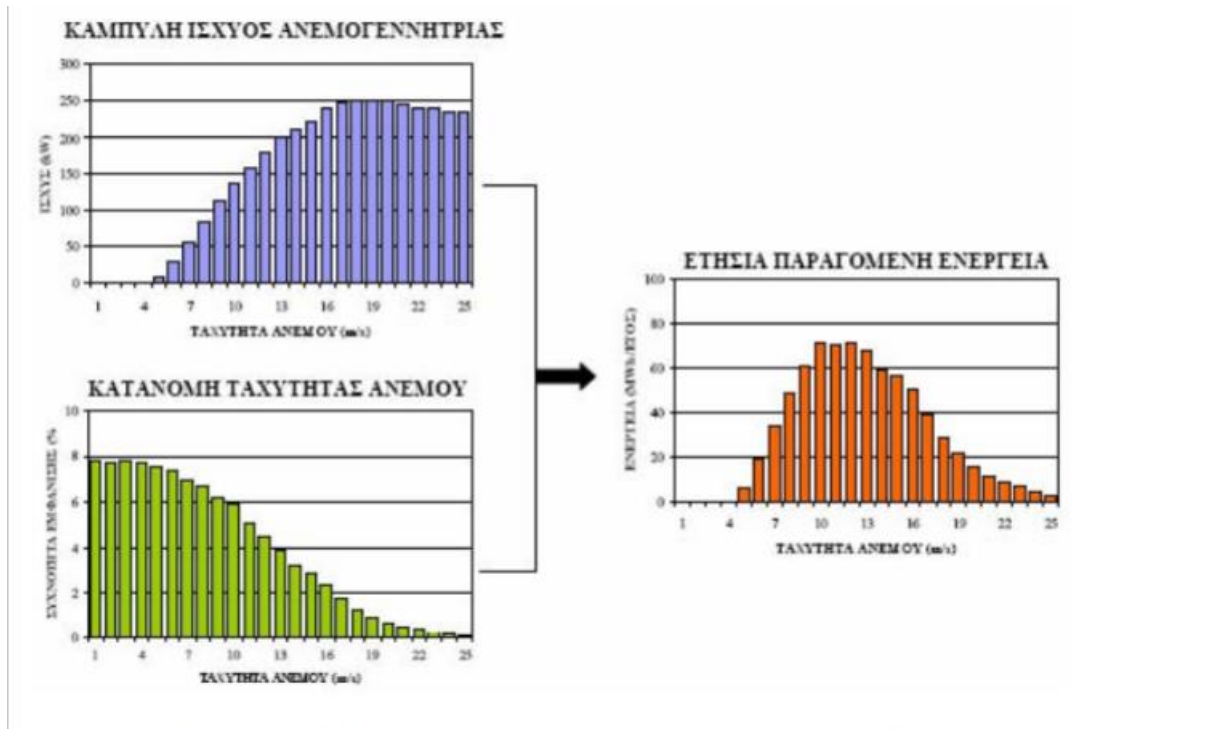
Η αναμενόμενη ετήσια παραγωγή περιλαμβάνει:

- Την αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας ανά Α/Γ.
- Την αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας ανά κατεύθυνση του ανέμου καθώς και την επίδραση της τοπογραφίας και της σκίασης σε αυτήν.
- Την μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου σε κάθε θέση εγκατάστασης των Α/Γ καθώς και την παράμετρο μορφής της κατανομής Weibull.

5.8 Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής ενέργειας

Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του αιολικού πάρκου (Α/Π) υπολογίζεται μέσω του προγράμματος Wasp. Ο υπολογισμός της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προϋποθέτει την επιλογή της ανεμογεννήτριας, τον αριθμό των προς εγκατάσταση ανεμογεννητριών, τη χωροθέτηση αυτών, με κριτήριο τη μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνοντας υπ' όψιν το αιολικό δυναμικό και τη σκίαση των ανεμογεννητριών. Η αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας σε ένα διάστημα χρόνου T , εξαρτάται από τη στατιστική του ανέμου στο διάστημα T , τη χαρακτηριστική της Α/Γ και τη διαθεσιμότητά της. Ο υπολογισμός της παραγόμενης ενέργειας από ένα αιολικό πάρκο γίνεται σε ετήσια βάση. Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, η ταχύτητα ανέμου θεωρείται σαν μια τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί τη θεωρητική κατανομή Weibull με μέση τιμή V και παράμετρο μορφής k .

Μετά τη χωροθέτηση του Α/Π, η αναμενόμενη παραγωγή του υπολογίζεται σαν το άθροισμα της αναμενόμενης παραγωγής από κάθε Α/Γ $E_{A/Π} = \sum E_i$, όπου (E_i) η αναμενόμενη παραγωγή κάθε Α/Γ.



Μεθοδολογία υπολογισμού αναμενόμενης ετήσιας ενέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Κατασκευή και διασύνδεση αιολικού πάρκου

6.1 Όδευση προς το Αιολικό Πάρκο.

Οι προδιαγραφές του δρόμου πρόσβασης στο Α/Π όπως ορίζονται από την κατασκευάστρια εταιρία των Α/Γ περιγράφονται παρακάτω:

- Ελάχιστο πλάτος του δρόμου πρόσβασης: 5 m.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση κατά τη διεύθυνση του δρόμου: 14%.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση κατά την κάθετη διεύθυνση του δρόμου: έως 3,5%.
- Μέση ακτίνα καμπυλότητας σε στροφές μεγαλύτερες των 70°: 18 m.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση στη διεύθυνση του δρόμου και σε σημεία στροφής: 3%.

6.2. Διαμόρφωση πλατειών αιολικού πάρκου

Παράλληλα με τη διάνοιξη της εσωτερικής οδοποιίας του Αιολικού Πάρκου, θα διαμορφωθούν 2 πλατείες, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των ανεμογεννητριών Argosy Wind AW 50 KW. Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου απαιτείται διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου γύρω από τη θέση εγκατάστασης κάθε μίας από αυτές. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται γύρω από τη θέση της κάθε ανεμογεννήτριας η κατασκευή ενός πλήρως ισοπεδωμένου πλατώματος διαστάσεων 30 m x 30 m για την τοποθέτηση του πυλώνα, του θαλάμου και τη συναρμολόγηση των πτερυγίων στο έδαφος επί της πλήμνης, πριν την τελική ανέγερση και εγκατάστασή τους στην τελική θέση. Το θεμέλιο της Α/Γ θα βρίσκεται σε κατάλληλο σημείο στο κέντρο του πλατώματος. Η ισοπέδωση της επιφάνειας ανέγερσης θα γίνει στο μεγαλύτερο βαθμό με

εκχέρσωση του χώρου, ώστε να υπάρχει στέρεο έδαφος στην ευρύτερη περιοχή που θα εναποτεθεί ο εξοπλισμός και όπου θα κινηθούν τα οχήματα μεταφοράς και τα ανυψωτικά μηχανήματα.

Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί εξομάλυνση της δημιουργηθείσας επιφάνειας και κατασκευή απισωτικής στρώσης ώστε να προκύψει οριζόντια επιφάνεια, ενώ τέλος θα υλοποιηθεί τελική διάστρωση με υλικό 3Α με μέσο πάχος 15 cm.

Οι πλατείες που θα διαμορφωθούν θα έχουν επίπεδη επιφάνεια και θα έχουν υποστεί τη διεργασία συμπίκνωσης με κατάλληλα βαρέα δονητικά οχήματα.

6.3 Κατασκευή βάσεων θεμελίωσης Α/Γ

Μετά την εκσκαφή και μορφοποίηση της σκάφης των πλατειών σε στάθμη 25 εκατοστών κάτω από την πλάκα έδρασης της Α/Γ, θα γίνει η εκσκαφή 14 ορυγμάτων θεμελίωσης. Τα πρανή του σκάμματος κάθε βάσης θα έχουν κατάλληλες κλίσεις ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους και το δάπεδο του σκάμματος θα είναι εντελώς οριζόντιο. Η παρουσία ενός τοπογράφου μηχανικού εγγυάται την ακρίβεια των σταθμών και την οριζοντιοποίηση των πλατειών και των σκαμμάτων θεμελίωσης. Σε κάθε σκάμμα απαιτείται μία πρώτη στρώση με μετετόν καθαριότητας C12-15 και στη

συνέχεια οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C25-30. Για τον έλεγχο της ποιότητας του σκυροδέματος πρέπει να παρθούν εγκαίρως (κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης) τουλάχιστον 12 δοκίμια από κάθε μία βάση και να εξετασθούν σε έλεγχο θραύσης στο αρμόδιο εργαστήριο του Υπουργείου Δημοσίων Έργων. Με το πέρας της σκυροδέτησης θα γίνει η επίχωση των θεμελίων με τα κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής σε στρώσεις 30 εκατοστών και τα οποία υπόκεινται σε συμπύκνωση (95% κατά πρόκτορα).



Φάση θεμελίωσης

6.4. Ανέγερση πύργου, πλήμνης και πτερυγίων των ανεμογεννητριών

Αφού έχει ολοκληρωθεί η μεταφορά και εκφόρτωση των βασικών τμημάτων της Α/Γ (πύργος – πλήμνη – πτερύγια) στην πλατεία κάθε Α/Γ, γίνεται η συναρμολόγηση των πτερυγίων και η σύνδεσή τους στην πλήμνη. Στη συνέχεια ξεκινάει η ανέγερση, καθετοποίηση και πάκτωση των τμημάτων του πύργου. Οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται με τη βοήθεια γερανών βάσει των προδιαγραφών και οδηγιών της κατασκευάστριας εταιρίας .



Φάση ανέγερσης πύργου



Ολοκλήρωση εγκατάστασης

6.5. Κατασκευή οικίσκου ελέγχου και βοηθητικών χώρων.

Σε στρατηγική θέση του αιολικού πάρκου θα ανεγερθεί οικίσκος κατάλληλος για να στεγάσει το σύστημα ελέγχου, εποπτείας και μετρήσεων του αιολικού πάρκου, τους χώρους αποθήκευσης των απαραίτητων εργαλείων, αναλωσίμων και ανταλλακτικών, να παρέχει τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την παραμονή των τεχνικών συντήρησης και λειτουργίας, κλπ. Το κέντρο ελέγχου αιολικού πάρκου θα είναι ισόγειο. Η επιφάνεια του κτιρίου θα είναι περίπου 80 m² . Το κτίριο θα είναι κατάλληλα διαχωρισμένο για να ανταποκρίνεται στους κανονισμούς καθώς και στις λειτουργικές απαιτήσεις του αιολικού πάρκου και θα περιλαμβάνει τους εξής ανεξάρτητους χώρους:

- χώρος πινάκων μέσης τάσης
- χώρος επισκευών –

- γραφείο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας του αιολικού πάρκου, όπου θα εγκατασταθεί και ο κεντρικός ηλεκτρονικός υπολογιστής του συστήματος SCADA –
- αποθήκη για εργαλεία, ανταλλακτικά και αναλώσιμα, τα οποία είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του αιολικού πάρκου –
- W.C. και αποδυτήρια

Η παροχή νερού θα γίνεται με την βοήθεια δεξαμενής νερού και η αποχέτευση με την κατασκευή κατάλληλου σηπτικού βόθρου.

Στο χώρο του κτιρίου θα υπάρχουν:

- πεδία άφιξης καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) της κάθε ομάδας ανεμογεννητριών
- πεδία αναχώρησης καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) της κάθε ομάδος προς το σημείο του δικτύου μέσης τάσης της Δ.Ε.Η.
- πεδία πινάκων μέσης τάσης του αιολικού πάρκου ,
- υποσταθμός MT/XT με μετασχηματιστή τύπου λαδιού 50 kVA, 20 kV/400 V, χαμηλών απωλειών, για την τροφοδοσία των βοηθητικών κυκλωμάτων και καταναλώσεων του κτιρίου (για την ηλεκτρική τροφοδότηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού, πυρασφάλειας, πυρόσβεσης, πυρανίχνευσης, συναγερμού, φωτισμού και ρευματοδοτών, θερμοσίφωνα, την τροφοδοσία του συστήματος UPS, φωτιστικών σωμάτων, κλπ).
- μονάδα UPS (Uninterruptible Power Supply) για την τροφοδοσία των κρίσιμων φορτίων (π.χ. μονάδα Η/Υ, σύστημα SCADA, φώτα ασφαλείας κλπ)
- πίνακες χαμηλής τάσης υπηρεσιών κτιρίου –
- σύστημα κλιματισμού του κτιρίου
- Συναγερμός. Στο κτίριο ελέγχου του αιολικού πάρκου θα εγκατασταθεί πλήρες Σύστημα Ελέγχου, Εποπτείας και Μετρήσεων (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition), το οποίο θα περιλαμβάνει κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, modem, interface κλπ., περιφερειακές μονάδες με επεξεργαστή (RTU) σε κάθε ανεμογεννήτρια και κάθε μετεωρολογικό ιστό και το απαραίτητο εξειδικευμένο λογισμικό για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου και μετρήσεων. Μέσω του συστήματος SCADA το αιολικό πάρκο θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνία με το Κέντρο Κατανομής Φορτίου Λακωνίας της Δ.Ε.Η.

6.6 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Η κάθε ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια στη χαμηλή τάση. Για να γίνει δυνατή η διασύνδεση της κάθε ανεμογεννήτριας με το εσωτερικό δίκτυο μέσης τάσης του αιολικού πάρκου

χρησιμοποιούνται υποσταθμοί XT/MT, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στη βάση του πυλώνα κάθε ανεμογεννήτριας. Η ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των ανεμογεννητριών αποτελείται από ένα κλάδο. Τα καλώδια μέσης τάσης θα συνδέουν την πλευρά του υποσταθμού της κάθε ανεμογεννήτριας (πίνακας εξόδου), με την πλευρά μέσης τάσης του υποσταθμού της επόμενης ανεμογεννήτριας (πίνακας εισόδου). Τα καλώδια μέσης τάσης 20 kV για τη διασύνδεση της κάθε ομάδας ανεμογεννητριών θα οδεύουν σε υπόγειο κανάλι μέσα σε πλαστικούς σωλήνες για πρόσθετη μηχανική αντοχή και θα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο σε απόσταση 20 cm περίπου μεταξύ τους. Στον πίνακα εισόδου του κτιρίου ελέγχου του αιολικού πάρκου το δίκτυο διασύνδεσης του αιολικού πάρκου με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. θα συνδεθεί με το υπόγειο καλώδιο ισχύος μέσης τάσης του αιολικού πάρκου, το οποίο θα διασχίζει το κτίριο ελέγχου υπόγεια μέχρι την αυλή του κέντρου ελέγχου ως το σημείο των στύλων ανύψωσης των γραμμών. Από εκεί θα αναχωρεί το δίκτυο μέσης τάσης διασύνδεσης του αιολικού πάρκου εναέρια μέχρι την άφιξη στο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

6.7 Καλωδίωση πύργων των Α/Γ

Κατά τη φάση αυτή γίνεται η στήριξη και η διασύνδεση των καλωδίων, ισχύος και ελέγχου, μέσα στον πύργο των Α/Γ. Τα καλώδια αυτά οδηγούνται από τη νασέλλα στον πίνακα που βρίσκεται στη βάση του πύργου βάσει των προδιαγραφών της κατασκευάστριας εταιρείας.

6.8 Κατασκευή καναλιού καλωδίων

Παράλληλα με την κατασκευή των δρόμων πρέπει να γίνει η διάνοιξη ενός χαντακιού διαστάσεων 0,6 m πλάτους και 1,0 m βάθους, για την τοποθέτηση των καλωδίων σύνδεσης των ανεμογεννητριών υπόγεια. Στο δάπεδο του χαντακιού τοποθετείται άμμος πάχους 0,10-0,15 m. Μετά τοποθετούνται τα καλώδια και σκεπάζονται πάλι με άμμο πάχους 0,20 m. Ακολουθεί στρώση με τσιμεντόπλακες, ενώ στην συνέχεια ακολουθούν μία στρώση με χαλίκια 0,15 m πάχους και η τελική στρώση με προϊόντα εκσκαφής συμπακνωμένα όπως παραπάνω. Τμήματα του χαντακιού που διακόπτονται από δρόμο ή εμπεριέχονται μέσα στις πλατείες πρέπει να έχουν πρόσθετο βάθος 0,20 m. Οι τσιμεντόπλακες προστασίας που χρησιμοποιούνται στα τμήματα αυτά πρέπει να αντέχουν τα φορτία των διερχομένων οχημάτων.

6.9 Σύστημα Γείωσης

6.9.1 Σύστημα γείωσης Α/Π

Θα υπάρξει σύστημα γείωσης για την προστασία του Αιολικού Πάρκου. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των μεταλλικών μερών της γείωσης και της αντικεραυνικής προστασίας γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Δ.Ε.Η:

- οδηγία διανομής Νο 119 ΩΕΩ/ΤΤΕ D-23
- προδιαγραφή ASP K3/1988

- ΕΛΟΤ 1197/2002,
- και με τους διεθνείς κανονισμούς:
- IEC 61936-1. First edition. 2002-10. Power installations exceeding 1kV a.c.- Part 1
- IEC 62305-1. Protection against lightning - part 1: general principles. Edition 1.0, 01/00/06.
- IEC 62305-3. Protection against lightning - part 3: physical damage to structures and life hazard. Edition 1.0, 01/00/06.
- IEC 62305-4. Protection against lightning - part 4: electrical and electronic systems within structures. Edition 06, 04/30/08.
- IEC 61400-24, Wind turbine generator systems - part 24: lightning protection. Edition 1.0, 07/00/02.

Κατά την εγκατάσταση του συστήματος γείωσης λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες του εδάφους όπου εγκαθίσταται η Α/Γ.

6.9.2 Σύστημα γείωσης Α/Γ

Σε κάθε Α/Γ θα τοποθετηθεί θεμελιακή γείωση, η οποία θα συνδεθεί με τον οπλισμό της βάσης έτσι, ώστε να δράσει σαν ισοδυναμικό πλέγμα, κατά Φ.Ε.Κ. 8/1525/31-12-73. Το σύστημα της γείωσης αποτελείται ενδεικτικά από ένα ηλεκτρόδιο δακτυλίου και χάλκινα ηλεκτρόδια γείωσης (Ράβδοι 6 m (min.Ø16)). Τα πλεονεκτήματα που επιτυγχάνονται με αυτόν τον τρόπο είναι:

Γείωση προστασίας: Το ηλεκτρόδιο δακτυλίου περιορίζει τις επικίνδυνες τάσεις επαφής για το προσωπικό που βρίσκεται κοντά στη βάση του πυλώνα, σε περίπτωση πλήξης κεραυνού στην Α/Γ.

Γείωση λειτουργίας: Τα χάλκινα ηλεκτρόδια εξασφαλίζουν σταθερή και χαμηλή αντίσταση γείωσης για ολόκληρο το σύστημα γείωσης. Το σύστημα γείωσης εφαρμόζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

- το ηλεκτρόδιο δακτυλίου (50 mm² Cu) τοποθετείται σε απόσταση 1 μέτρου από τον πυλώνα σε βάθος 1 μέτρου
- το ηλεκτρόδιο δακτυλίου (50 mm² Cu) ενισχύεται με 2 χάλκινα ηλεκτρόδια γείωσης (ράβδοι 6 m (min.Ø16)), και τοποθετούνται σε 180° μεταξύ τους
- το ηλεκτρόδιο δακτυλίου (50 mm² Cu) συνδέεται στις 2 μπάρες γείωσης του πυλώνα (κοινή μπάρα γείωσης του πυλώνα)

Σε περίπτωση που η τιμή της γείωσης δεν είναι σύμφωνα με τα ανωτέρω πρότυπα, τότε το σύστημα γείωσης πρέπει να βελτιωθεί, ως εξής:

- επιλέγουμε 2 χάλκινα ηλεκτρόδια μήκους 10 m αντί για 6 m
- προσθέτουμε 2 ακόμη χάλκινα ηλεκτρόδια (90° μεταξύ των 4 ηλεκτροδίων).

Αντικεραυνική προστασία

Πάνω στην άτρακτο και στα περύγια της Α/Γ υπάρχουν αλεξικέραυνα, τα οποία συνδέονται με τη γεννήτρια, το Μ/Σ, τον πίνακα και όλα τα μεταλλικά μέρη της Α/Γ (κατά I.E.C 61024-1). Ο αγωγός που συνδέει όλα τα παραπάνω, καταλήγει στη θεμελιακή γείωση – ενιαία γείωση του αιολικού πάρκου. Για την προστασία του Α.Π. από κάθε είδους υπερτάσεις θα συνδεθούν αντικεραυνικά στοιχεία στον πίνακα Μ/Τ (σύμφωνα με over voltage category III DIN VDE 0110-1:1997-04).

Σύστημα γείωσης στον οικίσκο ελέγχου

Στον οικίσκο ελέγχου (Υ/Σ του Α.Π.) θα γίνει θεμελιακή γείωση, η οποία τοποθετείται μέσα στο σκυρόδεμα σε βάθος 1 m και σε απόσταση απ' τους τοίχους 1 m (I.E.C. 1024-1clause 2.3.5 installation of earth electrodes). Παράλληλα τοποθετείται και ισοδυναμικό πλέγμα γείωσης με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους 0,7 m εντός του δαπέδου του Υ/Σ σε βάθος 5 cm έως 10 cm, το οποίο ενισχύεται με 4 ηλεκτρόδια γείωσης στις κορυφές του. Για τη δημιουργία του πλέγματος τοποθετείται ταινία Cu 30x3 mm². Στο σύστημα γείωσης του Υ/Σ του Α.Π. εξέχουν διάφορες αναμονές γείωσης (απολήξεις). Πάνω στις απολήξεις αυτές, οι οποίες βρίσκονται 30 cm από το δάπεδο, συνδέεται μία ταινία περιμετρικά του οικίσκου ελέγχου ενώ όλα τα μεταλλικά μέρη του Υ/Σ συνδέονται σ' αυτήν, π.χ. η πόρτα, ο πίνακας Μ/Τ, ο πίνακας Χ.Τ. του Υ/Σ κ.λ.π. (Επίσης, ακριβώς οι ίδιες συνδέσεις γίνονται και εντός της ανεμογεννήτριας). Η διατομή του χαλκού θα είναι τέτοια που θα αντέχει στο ονομαστικό βραχυκύκλωμα κατά IEC 60298.

Διαστάσεις αγωγού γείωσης

Αντίσταση γείωσης Οι διαστάσεις των αγωγών γείωσης και γενικότερα ο τρόπος γείωσης θα είναι τέτοιος ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική τιμή αντίστασης γείωσης (1Ω). Όλες οι παραπάνω γειώσεις θα είναι διασυνδεδεμένες με υπόγειο χάλκινο επικασσιτερωμένο αγωγό (95 mm² Cu), ο οποίος τοποθετείται σε βάθος 0,6 m και διατρέχει εντός του καναλιού διελεύσεως των καλωδίων σε όλο το μήκος του Α.Π. (κεντρικός αγωγός γειώσεως). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ενίσχυση της γειώσεως του Α/Π και ομογενοποίησή της. Η διατομή του αγωγού θα είναι τέτοια που θα αντέχει στο ονομαστικό βραχυκύκλωμα κατά IEC 60298.

Έλεγχος της γείωσης

Σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές CEI/DPR 547, πρέπει να κατασκευαστεί φρεάτιο με χυτοσίδηρα καλύμματα έτσι ώστε να είναι επισκέψιμο το άνω τμήμα των ράβδων γειώσεως και των συγκολλήσεων, εφόσον αυτό είναι εφικτό.

Γείωση του κυκλώματος ισχύος

Γείωση των καλωδίων ισχύος γίνεται, όπου εφαρμόζεται, με γειωτή που είναι επιθυμητό να έχει αντίστοιχη ικανότητα ζεύξης στο βραχυκύκλωμα κατά IEC 60129. Ο χειρισμός του γειωτή αυτού θα είναι μηχανικά μανδαλωμένος με το διακόπτη φορτίου ή τον αποζεύκτη. Δηλαδή ο χειρισμός του γειωτή θα είναι δυνατός μόνο όταν ο αντίστοιχος διακόπτης φορτίου ή ο αποζεύκτης είναι στη θέση “ΑΝΟΙΧΤΟΣ”. Η λειτουργία του γειωτή θα είναι εξαρτημένη χειροκίνητη.

6.10 Διασύνδεση του Αιολικού Πάρκου με τον Υ/Σ της Δ.Ε.Η.

Για τη σύνδεση του Αιολικού Πάρκου, με τη Δ.Ε.Η. προβλέπονται οι γραμμές διασύνδεσης (δ ιπλού κυκλώματος) να οδεύουν απευθείας από το πάρκο στον υπάρχοντα υποσταθμό Μ/Τ-Υ/Τ του νομού Λακωνίας. Η διατομή των καλωδίων της εναέριας γραμμής διασύνδεσης του πάρκου θα είναι $3 \times 95 \text{mm}^2$.

Ο αγωγός επιλέχθηκε μεγαλύτερος λόγω πιθανής επέκτασης του πάρκου και για λόγους μείωσης των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η διασύνδεση με τη Δ.Ε.Η. θα γίνει με τη δημιουργία ιδιαίτερης γραμμής 20 kV με διπλό κύκλωμα αγωγών μήκους 10 km. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι αγωγοί αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή (ACSR) ισοδύναμης διατομής χαλκού 210mm^2 , με προδιαγραφή GR – 86/αναθ. 5/12/83 εσωτερικά γρασαρισμένοι. Η γραμμή θα συνδέσει απευθείας το Α.Π. με τον υποσταθμό Υ/Σ Μ/Τ -Υ.Τ. του νομού Λακωνίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Οικονομικά στοιχεία, γενικές πληροφορίες, νομοθεσία και δικαιολογητικά

7.1 Κόστος επένδυσης

Ένα ενδεικτικό κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης για μικρό αιολικό σταθμό σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς κυμαίνεται περί τα 2.500€/kW. Στο κόστος αυτό θα πρέπει να προσθέσει κανείς και τα έξοδα για αγορά γης, τη διαμόρφωση και διάνοιξη πρόσβασης στο γήπεδο, τις μελέτες και τη σύνδεση με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Σε κάθε περίπτωση, το συνολικό κόστος του project δεν ξεπερνά τα 3.000€/kW. Με άλλα λόγια, το κόστος μιας επένδυσης σε μικρό αιολικό σταθμό ισχύος 100 kW είναι της τάξης των 260.000€ έως 360.000€. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι ο επενδυτής απαλλάσσεται από την καταβολή του ΦΠΑ για το σύνολο του παραγωγικού εξοπλισμού.

7.2 Ποιος είναι ο χρόνος απόσβεσης

Η απόσβεση της επένδυσης αλλά και η οικονομική αποδοτικότητα της εξαρτάται αφενός από το κόστος της επένδυσης, την αποδοτικότητα και αξιοπιστία του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, αφετέρου από την μέση ένταση του ανέμου στο σημείο εγκατάστασης. Για μία εγκατάσταση μέσου κόστους, με υψηλό αιολικό δυναμικό (7 m/s) και χρησιμοποιώντας τις ανεμογεννήτριες μας η απόσβεση μπορεί να γίνει μέσα σε 5 έτη, έχουμε λάβει ως παραδοχή ότι η μηχανή μας θα έχει μια διαθεσιμότητα στην παραγωγή της τάξης του 95%, δηλαδή το ποσοστό από βλάβες και συντηρήσεις θα ανέρχεται συνολικά σε ετήσια βάση στο 5% αποφέροντας ένα καθαρό ετήσιο έσοδο (κέρδη προ τόκων, φόρων και αποσβέσεων) της τάξης των 90,000 ευρώ. Φυσικά για τοποθεσίες όπου υπάρχει μικρότερο αλλά ανεκτό αιολικό δυναμικό η απόσβεση παρατείνεται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα διατηρώντας ωστόσο ελκυστική την επένδυση.

7.3 Νομοθετικό πλαίσιο

Ο πρόσφατα ψηφισθείς Νόμος 4203/2013 (ΦΕΚ Α' 235/01.11.2013) περιλαμβάνει ρύθμιση, η οποία αφορά στη δρομολόγηση της υλοποίησης προγράμματος εγκατάστασης μικρών ανεμογεννητριών. Σύμφωνα με ανακοίνωση του ΔΕΔΔΗΕ οι ενδιαφερόμενοι για την εγκατάσταση μικρών αιολικών σταθμών, ισχύος έως και 50 kW (οι οποίοι απαλλάσσονται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής από την ΡΑΕ, Άδειας Εγκατάστασης και Άδειας Λειτουργίας. Επίσης η Περιβαλλοντική Αξιολόγηση, που πλέον ονομάζεται Πρότυπη Περιβαλλοντική Δέσμευση (ΠΠΔ), θα γίνεται σε ένα στάδιο.), δύνανται να υποβάλλουν αιτήσεις με τα αναγκαία δικαιολογητικά για χορήγηση Προσφοράς Σύνδεσης μετά την

έκδοση της σχετικής Υπουργικής Απόφασης. Σημειώνεται στο σημείο αυτό, ότι η εγκατάσταση των μικρών ανεμογεννητριών που συνδέονται στο δίκτυο γίνεται αποκλειστικά στο πλαίσιο Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης μικρών ανεμογεννητριών, το οποίο καταρτίζεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, η οποία πρέπει να εκδοθεί έως την 30.6.2014. Η υπουργική αυτή απόφαση θα καθορίζει μεταξύ άλλων την αδειοδοτική διαδικασία στην οποία περιλαμβάνεται και ο τρόπος της υποβολής των σχετικών αιτήσεων, η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας και η τυχόν διαφοροποίησή της σε σχέση με αυτή που προβλέπεται στις διατάξεις του άρθρου 13 του Ν. 3468/2006, λαμβάνοντας υπόψη κυρίως την ισχύ του σταθμού και τη γειτνίασή του με το δίκτυο, το περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του ως άνω Ειδικού Προγράμματος.



7.4 Σύμβαση πώλησης ρεύματος

Η σύμβαση πώλησης ρεύματος στο δίκτυο που υπογράφεται μεταξύ επενδυτή και ΔΕΣΜΗΕ και σε συμφωνία με τους όρους σύνδεσης είναι διάρκειας 20 ετών και προστατεύεται από την ελληνική νομοθεσία. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ο ΔΕΣΜΗΕ είναι υποχρεωμένος να αγοράζει το παραγόμενο ρεύμα στην προβλεπόμενη τιμή (σύμβαση παραγωγού με ΔΕΣΜΗΕ).

7.5 Ένταξη στον νέο Αναπτυξιακό νόμο

Επιχορήγηση με την μορφή φοροαπαλλαγών. Ο Νέος Αναπτυξιακός 4146/2013 εξασφαλίζει φορολογική απαλλαγή για αιτήσεις από 1/1/2014: Απαλλαγή έως και 10 χρόνια από την καταβολή φόρου εισοδήματος επί των πραγματοποιούμενων προ φόρων κερδών τα οποία προκύπτουν με βάση τη φορολογική νομοθεσία, από το σύνολο των δραστηριοτήτων της επιχείρησης. Το ποσό της φορολογικής απαλλαγής συνιστά ισόποσο αφορολόγητο αποθεματικό.

Όροι και προϋποθέσεις

Επισημαίνεται περαιτέρω, ότι σύμφωνα με την παρ. 5 του άρθρου 4 του Ν. 4203/2013 δεν ικανοποιούνται περισσότερα από δύο αιτήματα για προσφορά σύνδεσης ανά φυσικό ή νομικό πρόσωπο ή ανά φορείς στη μετοχική ή εταιρική σύνθεση των οποίων συμμετέχει το ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο με ποσοστό άνω του 50%.

Επίσης δεν ικανοποιούνται αιτήματα για σταθμούς, για τη σύνδεση των οποίων απαιτείται, σε ευθεία απόσταση, ανάπτυξη νέου δικτύου μέσης τάσης μήκους άνω των χιλίων μέτρων.

Επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός σταθμού ανά αυτοτελές ακίνητο (αυτοτελή ακίνητα θεωρούνται τα γήπεδα για τα οποία προσκομίζεται χωριστός τίτλος ιδιοκτησίας ή αναφέρονται ως τέτοια στον ίδιο τίτλο και δεν έχουν προέλθει από κατάτμηση μέσω μίσθωσης ή πώλησης επιμέρους τμημάτων του, γενόμενη μετά την ισχύ του Ν.3468/2006).

Δεν γίνονται δεκτές πολλαπλές αιτήσεις σε όμορα ακίνητα που υποβάλλονται υπό τη μορφή εμφανώς παρεμφερών ή εναλλασσόμενων εταιρικών σχημάτων, με κατακερματισμό της συνολικής ισχύος σε επιμέρους σταθμούς. Μεμονωμένες αιτήσεις επί ομόρων ακινήτων διαφορετικής ιδιοκτησίας γίνονται δεκτές, υπό την επιφύλαξη της εξακρίβωσης της μη συσχέτισης των αιτούντων κατά το στάδιο της εξέτασης για την έκδοση Προσφοράς Σύνδεσης.

Αλλαγή της θέσης εγκατάστασης (υπό την επιφύλαξη των αναφερομένων στο άρθρο 3 του Ν.4203/2013) ή επαύξηση ισχύος κατατεθειμένου αιτήματος, ισοδυναμεί με νέο αίτημα (υποβολή νέας αίτησης με τα αντίστοιχα δικαιολογητικά).

Αλλαγές στην ισχύουσα αίτηση γίνονται δεκτές μόνο σε περιπτώσεις μεταβολής στοιχείων του καταστατικού του αιτούντος με τον ίδιο ΑΦΜ (σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 12 του Ν.3851/2010) ή μείωσης της ισχύος του σταθμού, με υποχρέωση έγγραφης ενημέρωσης για τα στοιχεία που μεταβάλλονται, καθώς και σε μεταβολές του τύπου ή και του κατασκευαστή του εξοπλισμού με προσκόμιση των απαιτούμενων στοιχείων τους.

Οι υπόψη αιτήσεις θα ελέγχονται ως προς την κατ' αρχήν πληρότητά τους και εφόσον είναι πλήρεις, θα λαμβάνουν αριθμό πρωτοκόλλου και θα καταχωρούνται με σειρά προτεραιότητας σε ιδιαίτερο αρχείο αιτημάτων μικρών ανεμογεννητριών ανά νησιωτικό σύστημα. Σε περίπτωση προσκόμισης φακέλου με ελλιπή δικαιολογητικά, το αίτημα δεν θα γίνεται δεκτό (δεν θα λαμβάνει αριθμό πρωτοκόλλου). Σε περίπτωση κατά την οποία, από τον έλεγχο των δικαιολογητικών διαπιστωθεί ότι υπάρχουν μη ορθά ή ανακριβή σημαντικά στοιχεία του έργου, με ευθύνη του αιτούντος, το αίτημα δεν θα προωθείται για περαιτέρω εξέταση και ο φάκελος θα επιστρέφεται στον ενδιαφερόμενο κατόπιν σχετικής τεκμηρίωσης.

Με βάση την υπ' αρ. 2237/2010 Απόφαση της ΡΑΕ, τα διαθέσιμα περιθώρια εγκατεστημένης ισχύος για μικρές ανεμογεννήτριες ανά αυτόνομο νησιωτικό σύστημα, αναγράφονται στο συνημμένο Πίνακα. Στον ίδιο Πίνακα αναγράφεται και η μέγιστη ισχύς ανά σταθμό για τον οποίο μπορεί να υποβληθεί αίτηση στο αντίστοιχο νησιωτικό σύστημα.

Οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να υποβάλουν συμπληρωμένο το συνημμένο Έντυπο Αίτησης μαζί με τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, όπως αυτά αναγράφονται στο υπόψη Έντυπο. Όλα τα δικαιολογητικά υποβάλλονται σε (3) τρία αντίτυπα. Η υποβολή των αιτήσεων για σύνδεση μικρών αιολικών σταθμών θα γίνεται μόνο με κατάθεση των αντιστοίχων φακέλων στην πιο πάνω αρμόδια Υπηρεσία του ΔΕΔΔΗΕ (όχι ταχυδρομικά ή με ταχυμεταφορές κλπ). Ο προσερχόμενος στην Υπηρεσία, θα μπορεί να καταθέτει μέχρι δύο (2) αιτήματα κάθε φορά και τηρώντας απόλυτα τη σειρά προσέλευσης σε αυτήν.

Μέχρι την έκδοση της Υπουργικής Απόφασης που προβλέπεται στην παρ. 1 του άρθρου 4 του Ν.4203/2013 (Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης μικρών ανεμογεννητριών) ΔΕΝ θα χορηγούνται προσφορές σύνδεσης. Έως την έκδοση της Υπουργικής Απόφασης, ο ΔΕΔΔΗΕ θα δέχεται αιτήματα για προσφορά σύνδεσης τα οποία θα εξετάζονται κατά προτεραιότητα. Μετά την έκδοση της πιο πάνω Υπουργικής Απόφασης, τα υποβληθέντα αιτήματα θα εξετάζονται με τη σειρά προτεραιότητας που έχουν λάβει.

7.6 Δικαιολογητικά



Που θα υποβάλλονται; Οι αιτήσεις με τα αναγκαία δικαιολογητικά για χορήγηση Προσφοράς Σύνδεσης για τα ΜΔΝ, θα υποβάλλονται στη Δ/ση Διαχείρισης Νησιών του ΔΕΔΔΗΕ – Χαλκοκονδύλη 29 ΑΘΗΝΑ κατά τις εργάσιμες ημέρες και από 9.00 π.μ. έως 15.00 μ.μ. Ενώ για αιτήσεις που αφορούν την υπόλοιπη Ελλάδα θα υποβάλλουν αίτηση στη Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου (Δ.Δ.Δ., Πατησίων 27, 10432, Αθήνα, 8ος όροφος)

Έγγραφα και στοιχεία που συνοποβάλλονται κατά την αρχική αίτηση:

1. Νομιμοποιητικά έγγραφα προκειμένου για νομικά πρόσωπα:
 - Το ΦΕΚ δημοσίευσης της σύστασης της εταιρείας και το ΦΕΚ εκπροσώπησης (για Α.Ε., Ε.Π.Ε.)
 - Επικυρωμένο αντίγραφο του καταστατικού, όπως καταχωρήθηκε στα βιβλία εταιρειών του Πρωτοδικείου (για Ο.Ε., Ε.Ε., Ι.Κ.Ε.)
2. Τοπογραφικό διάγραμμα – διάγραμμα κάλυψης χώρου εγκατάστασης με αναγραφή των

συντεταγμένων στο σύστημα ΕΓΣΑ 87 με σφραγίδα - υπογραφή μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας.

3. Απόσπασμα χάρτη ΓΥΣ 1:5.000 και 1:50.000 με απεικόνιση του πολυγώνου του γηπέδου με σφραγίδα - υπογραφή μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας.

4. Τίτλος κυριότητας ή νόμιμης κατοχής γηπέδου εγκατάστασης.

α) για εγκατάσταση του σταθμού σε ιδιόκτητο χώρο από τον κύριο του χώρου αυτού:

- Ο τίτλος κυριότητας (επικυρωμένο αντίγραφο της συμβολαιογραφικής πράξης αγοράς οικοπέδου και του πιστοποιητικού μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο) ή εναλλακτικά επικυρωμένο αντίγραφο συμβολαιογραφικού προσυμφώνου αγοράς οικοπέδου.

β) για εγκατάσταση του σταθμού σε ιδιόκτητο χώρο από τρίτο, πλην του ιδιοκτήτη:

- Ο τίτλος νόμιμης κατοχής (επικυρωμένο αντίγραφο του θεωρημένου από τη Δ.Ο.Υ. ιδιωτικού συμφωνητικού μακροχρόνιας μίσθωσης, τουλάχιστον 25ετίας) ή εναλλακτικά επικυρωμένο αντίγραφο της συμβολαιογραφικής πράξης μακροχρόνιας μίσθωσης και του πιστοποιητικού μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο.

- Αντίγραφο του τίτλου κυριότητας του ιδιοκτήτη - εκμισθωτή.

γ) για εγκατάσταση του σταθμού σε δημόσια δασική έκταση:

- Βεβαίωση δασικής υπηρεσίας σύμφωνα με το Ν.4062/2012 άρθρο 39 παρ. 11β και Υπεύθυνη Δήλωση αιτούντος (με θεωρημένο το γνήσιο υπογραφής) ότι πρόκειται για δημόσια δασική έκταση.

- Σε κάθε τίτλο (αυτοτελές ακίνητο) επιτρέπεται να κατατεθεί μια μόνο αίτηση.

- Δεν επιτρέπεται η κατάθεση αιτήσεων σε όμορα ακίνητα που υποβάλλονται από το ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο.

- Δεν επιτρέπεται στον ίδιο τίτλο η κατάτμηση μέσω μίσθωσης ή πώλησης επιμέρους τμημάτων του.

- Η θέση της έκτασης εγκατάστασης λογικό είναι να βρίσκεται πλησίον υπάρχοντος δρόμου προκειμένου να περιορισθούν τα έξοδα. Η θέση της έκτασης εγκατάστασης πρέπει να βρίσκεται πλησίον υπάρχοντος δικτύου ΔΕΗ.

5. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά ανεμογεννητριών.

6. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά μετατροπέων ισχύος.

7. Τεχνική περιγραφή της συνολικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του αιολικού σταθμού.

8. Ηλεκτρικό μονογραμμικό διάγραμμα, με σφραγίδα - υπογραφή μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας στο οποίο θα παρουσιάζεται λεπτομερώς ο σημαντικός εξοπλισμός της εγκατάστασης του αιολικού σταθμού και ιδιαίτερα οι μονάδες παραγωγής, όπου κάθε μονάδα θα χαρακτηρίζεται με διακριτή αρίθμηση, ο γενικός πίνακας ζεύξης του αιολικού σταθμού με τον Αυτόματο Διακόπτη Διασύνδεσης (ΑΔΔ), τα μέσα απόζευξης και προστασίας, καθώς και οι τυχόν διατάξεις αντιστάθμισης.

9. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86 του ενδιαφερόμενου ή του νόμιμου εκπροσώπου του (για νομικά πρόσωπα), με θεώρηση του γνησίου της υπογραφής, στην οποία θα δηλώνεται ότι:

- Ο σταθμός εξαιρείται/ δεν εξαιρείται (διαγράφεται ανάλογα) από την έκδοση Π.Π.Δ. (Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις) βάσει των διατάξεων του Ν. 3851/2010 και του Ν. 4014/2011 όπως ισχύουν.

- Δεν υποβλήθηκαν πάνω από δύο (2) αιτήματα για προσφορά σύνδεσης από τον ίδιο τον αιτούντα ή από νομικό πρόσωπο ή φορέα στη μετοχική ή εταιρική σύνθεση του οποίου

συμμετέχει ο αιτών με ποσοστό άνω του 50%.
- Για τη σύνδεση του αιολικού σταθμού δεν απαιτείται, σε ευθεία απόσταση, ανάπτυξη νέου δικτύου μέσης τάσης μήκους άνω των χιλίων (1000) μέτρων.
- Όλα τα στοιχεία που υποβάλλει με την αίτησή του είναι αληθή.

Ο φάκελος συμπληρώνεται αργότερα με:

- Θετικές γνωμοδοτήσεις από τις αρμόδιες υπηρεσίες, όπως οι Εφορείες Αρχαιοτήτων, το Δασαρχείο, η Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας το Γ.Ε.ΕΘ.Α. και η Πολεοδομία. Η γνώμη μας είναι ότι δεν πρέπει καθόλου να υποτιμήσουμε όλες αυτές τις υπηρεσίες διότι οι διαδικασίες είναι δυστυχώς σε πολλές περιπτώσεις πολύ χρονοβόρες.
- Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών δεν απαιτείται Οικοδομική Άδεια, αλλά Έγκριση Εργασιών Δόμησης Μικρής Κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας (Ν.3851/2010, αρθ.9, §8), κατ' εφαρμογή των ισχυουσών Γενικών και Ειδικών Πολεοδομικών Διατάξεων.

- Απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από την υποχρέωση ΕΠΟ. Αυτή εκδίδεται από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της οικείας Περιφέρειας εντός αποκλειστικής προθεσμίας 20 ημερών, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα (Ν.3851, αρθ.3). Για την απόδειξη της άπρακτης παρέλευσης, ο ενδιαφερόμενος πρέπει στα επόμενα στάδια να προσκομίζει σχετική βεβαίωση της Περιφέρειας, ή εναλλακτικά, αντίγραφο του αιτήματός του με τον αριθμό πρωτοκόλλου και την ημερομηνία κατάθεσής του, μαζί με υπεύθυνη δήλωση για την παρέλευση του 20ημέρου χωρίς έκδοση ούτε απαλλαγής, ούτε αρνητικής απόφασης.. Όλες οι ανεμογεννήτριες ανεξαρτήτως ισχύος υπόκεινται σε διαδικασία Ε.Π.Ο. όταν:

- εγκαθίστανται σε γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από εκατό (100) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή
- γειτονιάζουν, σε απόσταση μικρότερη των εκατόν πενήντα (150) μέτρων, με σταθμό Α.Π.Ε. της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει το όριο των 20KW

Κατά το νόμο, ο τίτλος κυριότητας και η έγκριση της Πολεοδομίας, δεν απαιτούνται για την έκδοση της προσφοράς σύνδεσης με τη ΔΕΗ, αλλά απαιτούνται για την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης η οποία ακολουθεί της προσφοράς σύνδεσης. Εφόσον απαιτείται, πρέπει να ζητηθεί η έκδοση Άδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης.

Δεν απαιτείται ΕΠΟ αλλά ούτε και απαλλαγή για ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων (ΒΙ.ΠΕ., ΒΙ.ΠΑ. κτλ), ή πάνω σε κτίρια και άλλες δομικές κατασκευές. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προσκομίζεται τοπογραφικό διάγραμμα ή έγγραφο προσφοράς σύνδεσης απ' όπου να προκύπτει σαφώς η εγκατάσταση σε υποδοχέα ή πάνω σε κτίριο αντίστοιχα.

Δεν απαιτείται Άδεια Εγκατάστασης
Απαιτείται Σύμβαση Σύνδεσης
Πρέπει να υποβληθεί αίτηση για την διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον αρμόδιο

Διαχειριστή (ΔΕΣΜΗΕ) που αποτελεί συγχρόνως και την έγκριση του έργου, ο οποίος και θεωρεί τα τοπογραφικά διαγράμματα αποτύπωσης του τρόπου σύνδεσης. Ο Διαχειριστής χορηγεί Προσφορά Σύνδεσης, αρχικά μη-δεσμευτική, η οποία οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική με το πέρας της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, όπου απαιτείται.

Απαιτείται	Σύμβαση	Αγοραπωλησίας
Δεν απαιτείται	Δοκιμαστική	Λειτουργία
Δεν απαιτείται Άδεια Λειτουργίας		

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης, «Μαθήματα Αιολικής Ενέργειας και Ανάπτυξης Αιολικών Πάρκων», Χρηματοδότηση: INTERREG IIC NORTH - Regional Wind Technology and Knowledge Transfer Strategies – Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λασιθίου, Έτος έκδοσης: 2008.
- [2] Ian D. Bishop, David R. Miller. Visual assessment of off-shore wind turbines: The influence of distance, contrast, movement and social variables. *Renewable Energy* 2007; 32: 814-831.
- [3] Μ.Π. Παπαδόπουλος, “Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές”, Αθήνα, 1997.
- [4] V. Akhmatov, “Analysis of Dynamic Behavior of Electric Power Systems with Large Amount of Wind Power”, PhD Thesis, Technical University of Denmark, April 2003.
- [5] Κώστας Κονταξάκης, «Εργαστηριακές σημειώσεις αιολικών συστημάτων»
- [6] SURVEY OF PROBES, PRESSURE-TEMPERATURE AND FLOW DIRECTION MEASUREMENTS, F.A.E. Breugelmans, G.H. Junkhan, Von KARMAN INSTITUTE for Fluid Dynamics, Rhode-Saint-Genese, Belgium
- [7] Papathanassiou S.A., Papadopoulos M.P., “Dynamic Behaviour of Variable Speed Wind Turbines under Stochastic Wind”, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol. 14, issue: 4, December 1999, pp. 1617 -1623.
- [8] M.R. Patel, “Wind and Solar Power Systems”, CRC Press, 1999.
- [9] Γ. Μπεργελές, Ν. Αθανασιάδης, “Αιολική Ενέργεια και Βιομηχανική Αεροδυναμική”, Εκδόσεις Συμεών.
- [10] Eduard Muljardi and C.P. Butterfield, “Pitch -Controlled Variable – Speed Wind Turbine Generation“, *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 37, No. 1, January / February 2001, pp. 240 -246.
- [11] “Power Quality Improvements of Wind Farms”, Fredericia, June 1998.
- [12] T. Petru and T. Thiringer, “Modelling of Wind Turbines for Power System Studies”, *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol.17, No.4, November 2002
- [13] B.M. Weedy, B.J. Cory, “Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας“, μετάφραση-επιμέλεια 4ης έκδοσης Ν. Κολλιόπουλος, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 1998
- [14] Αξιολόγηση και χρηματοοικονομική διοίκηση – Αποτίμηση κινδύνου και επενδύσεων , Π.Ε. Πετράκης , Αθήνα 1998 , ISBN 960-91016-0-7
- [15] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) <http://www.cres.gr/>
- [16] European Wind Energy Association (EWEA) <http://www.ewea.org/>
- [17] T.Shembilli “μελέτη ανάπτυξης αιολικού πάρκου στην Κρήτη”, ΤΕΙ Κρήτης Τμήμα Μηχανολογίας
- [18] Global Wind Energy Council (GWEC) <http://www.gwec.net/>

[19] Wind Turbines and Windfarms Database

http://www.thewindpower.net/index_en.php

